

责任编辑：孙凤琼
封面设计：黄 乐

ISBN 978-981-18-1321-4



9 789811 813214 >

定 价：S\$52.80

建筑工程质量检测与施工技术

邢飞乐 江啸 徐兵 著

VITU ACADEMIC
PUBLISHING PTE. LTD



VITU ACADEMIC
PUBLISHING PTE. LTD

新加坡维图学术出版社



JIAN ZHU GONG CHENG
ZHI LIANG JIAN CE YU SHI GONG JI SHU

建筑工程质量
检测与施工技术

邢飞乐 江啸 徐兵 著

建筑工程质量检测与施工技术

邢飞乐 江啸 徐兵 著



新加坡维图学术出版社

图书在版编目(CIP) 数据

建筑工程质量检测与施工技术 / 邢飞乐 江 啸 徐 兵 著. --新加坡维图学术出版社 2021. 6.

ISBN: 978-981-18-1321-4

I. ①建… II. ①邢…②江…③徐… III. ①概述②建筑工程质量检测③地基和基础工程④砌体结构工程 IV. ①793. 5937--dc23

图书馆 CIP 数据核字(2021)第 1260721192 号

建筑工程质量检测与施工技术

JIAN ZHU GONG CHENG ZHI LIANG JIAN CE YU SHI GONG JI SHU

邢飞乐 江 啸 徐 兵 著

责任编辑 孙凤琼

封面设计 黄 乐

新加坡维图学术出版社出版

社 址: 73 UPPER PAYA LEBAR ROAD #07-02B

CENTRO BIANCO SINGAPORE 邮 编: 534818

电 话: +6583319978 电子邮箱: books@vitupub.com

网 址: <http://www.vitupub.com> 开 本: 787×1092 1/16

ISBN: 978-981-18-1321-4

定 价: S\$52.80

印 张: 19.1 字 数 200 千字

版 次: 2021 年 6 月 第一版

印 次: 2021 年 6 月 第一次

• 版权所有 侵权必究 •

作者简介

邢飞乐,男,2012年1月至2014年12月承建鲁商常春藤商业3#4#5#及地下车库工程。2015年1月至2015年12月承建鲁商常春藤商业67#73#74#楼及地下车库工程。2016年7月至2017年12月承建鲁商福瑞达国际颐养中心改造项目。2018年1月至2019年12月承建红山圣都二期房地产开发项目施工。2020年1月至2020年8月承建国泰唐坊1#商业办公楼2#办公商业楼3-14#办公楼及地下车库工程。

江 啸,男,1988年12月出生,中共党员,工学硕士,先后担任江苏方洋水务有限公司工程部部长、江苏方洋集团有限公司合同管理部总经理助理,现任江苏方洋物流有限公司副总经理、徐圩新区地下综合管廊运营总监。

江啸一直从事工程建设领域的管理工作,实战经验丰富,先后担任连云港市东港污水处理厂一期工程、徐圩新区石化产业园公共管廊一期工程-东港污水处理厂接入段工程、徐圩新区第二水厂及配套管网一期工程、徐圩新区应急备用水源取水泵闸工程、连云港现代煤炭供应链服务示范基地工程、徐圩新区干散货输送栈桥一期工程、国家东中西区域合作示范区(徐圩新区)产业区专用铁道工程、徐圩新区综合保税区工程、徐圩新区海岸带保护修复工程、徐圩新区农产品溯源冷链物流示范基地等大中型项目总负责人,项目累计总投资近30亿元,社会和经济效益显著。

徐 兵,男,甘肃张掖人,1984年12月出生,2004年毕业于甘肃农业大学工学院农业建筑环境与能源工程专业,工学学士学位。现任中国水利水电第十一工程局有限公司三门峡职业技术学院新校区项目经理部总工程师。具有高级工程师(建筑工程)职称、注册一级建造师职业资格。

参加工作至今，一直从事施工技术与管理工
作，先后参建了住宅楼、水电站开关站、办公楼、京沪高铁、南水北调、市政立交桥、学校公共建筑等不同结构、不同类型工程建设共计 10 个项目，施工邻域涉及工业与民用建筑、高铁、水利水电、市政工程，对工程管理和实施有着丰富的经验。

编者及工作单位

主编

邢飞乐 山东平安建设集团有限公司
江 啸 江苏方洋物流有限公司
徐 兵 中国水利水电第十一工程局有限公司

副主编

董跃挺 国网冀北电力有限公司检修分公司
刘浩楠 中建三局基础设施建设投资有限公司
张 欣 南京城市职业学院（南京广播电视大学）

编 委

何帮强 南京市长江河道管理处
张盼盼 武汉中建工程管理有限公司

内容提要

本书根据国家颁布的最新规范并结合业界权威理论成果编写而成。全书共分为八个章节，主要内容包括：建筑工程质量概述、建筑工程质量检测、地基和基础工程、砌体结构工程、钢筋混凝土结构工程、钢结构工程、防水工程、建筑节能工程。各章节把工程质量概述、检验评定标准、工程质量控制、常见质量缺陷、工程事故的原因分析及处理对策融为一体。本书可供建筑工程技术人员使用。

前言

近些年来不断出现的建筑工程质量问题就反映了一些建筑行业的企业和个人质量意识不够，缺乏对质量管理、控制、检验和防治方面的研究和认识，更为缺乏的是一颗社会责任心。所以，建立健全建筑工程项目质量控制管理的法律法规，出现质量事故严格追查，责任到人，提高建筑行业从业人员的质量安全意识以及其专业水平，研究建筑工程项目质量管理控制的现状和防治检测对策，非常重要。

在建筑工程质量事故日益威胁人们生命财产安全的今天，对新建工程进行质量控制，尽量避免事故的发生，恐怕要比事故既出再去处理更为重要。

随着现代工程项目建设的规模不断扩大，项目工程更加复杂，导致项目建设周期延长，建设费用迅速增加，业主、设计单位及承包商所面临的质量风险更加严重。若由于经济周转上的矛盾和困难，中途停工缓建或改建必将引发各种条件下的环境因素对工程质量的损伤，导致二次质量风险和经济损失。面对现代工程项目建设这样一个复杂的动态大系统，要求人们认识工程质量的概况，思考问题、认识问题，寻求工程项目建设的规律性，从而实施质量控制。本书的目的旨在介绍社会监理机构对工程项目实施质量目标监督及控制的标准、方法。并力求把工程质量概述、检验评定标准、工程质量控制、常见质量缺陷、工程事故的原因分析及处理对策融为一体，以突出实践性，使读者对工程质量检验、控制和防治有一个深层次的认识，并能尽快用于实践。本书力求理论依据充分、方法全面、重点突出、实用性强。

目 录

第一章 概述	1
第一节 工程质量问题的界定.....	1
第二节 工程质量管理问题研究.....	11
第三节 建筑工程施工质量控制.....	19
第二章 建筑工程质量检测	42
第一节 工程质量检测的作用和意义.....	42
第二节 工程质量检测的方法标准.....	49
第三节 工程质量检测技术与应用.....	59
第三章 地基和基础工程	71
第一节 沉降缝技术及质量控制.....	71
第二节 地基与基础工程事故分析与预防.....	78
第三节 地基检测技术要点及优化策略.....	88
第四章 砌体结构工程	95
第一节 砌体裂缝.....	95
第二节 砌体结构加固工程与技术.....	107
第三节 二次结构砌体.....	118
第四节 砌体结构工程常见事故.....	129
第五章 钢筋混凝土结构工程	144
第一节 钢筋混凝土桩基础施工中的质量控制.....	144
第二节 钢筋混凝土保护层控制技术.....	157
第三节 装配式混凝土结构工程.....	168
第四节 框架结构节点施工质量控制.....	180
第六章 钢结构工程	194
第一节 常见质量问题及分析.....	194

第二节	钢结构的缺陷.....	208
第三节	钢结构施工质量控制难点及优化.....	214
第四节	钢结构工程典型案例分析.....	226
第七章	防水工程.....	233
第一节	防水技术在建筑施工中的应用.....	233
第二节	防水工程质量要求.....	245
第三节	防水工程质量控制要点与措施.....	249
第八章	建筑节能工程.....	263
第一节	建筑节能工程的质量要求.....	263
第二节	建筑节能工程的过程控制.....	270
第三节	建筑节能工程的节能检测.....	281
【参考文献】		292

第一章 概述

我国的建筑业随着社会主义市场经济的发展有了一个突飞猛进的进步，各大企业之间的竞争也是日益激烈，在优胜劣汰的这样一个环境条件下，产品质量以及服务就成为一个企业能否在众多的竞争者当中顽强存活下来的关键因素。以质量求生存是目前企业间最响亮的口号。消费者的需求是各个行业不断发展所必须考虑的问题，在建筑行业中尤其如此，因为住房是消费者最关心的头等大事之一。近些年来不断出现的豆腐渣工程就反映了一些建筑行业的企业和个人质量意识不够，缺乏对质量管理、控制、检验和防治方面的研究和认识，更为缺乏的是一颗社会责任心。所以，建立健全建筑工程项目质量控制管理的法律法规，出现质量事故严格追查，责任到人，提高建筑行业从业人员的质量安全意识以及其专业水平，研究建筑工程项目质量管理控制的现状和防治检测对策，非常重要。

第一节 工程质量问题的界定

一、工程质量的基本概念

（一）质量

《质量管理体系基础和术语》（GB/T19000-2016/ISO9000：2015）中关于质量的定义是：客体（指可感知或可想象到的任何事物）的一组固有特性满足要求的程度。对上述定义可从以下几个方面来理解：

1. 质量不仅是指产品质量，也可以是某项活动或过程的工作质量，还可以是质量管理体系运行的质量。质量由一组固有特性组成，这些固有特性是指满足顾客和其他相关方的要求的特性，并由其满足要求的程度加以表征。

2. 特性是指区分的特征。特性可以是固有的或赋予的，可以是定性的或定量的。质量特性是固有的特性，并通过产品、过程或体系设计和开发及其之后的实现过程形成的属性。固有的意思是指在某事或某物本来就有的，尤其是那种永久的特性。赋予的特性（如某一产品的价格）并非产品、过程或体系的固有特性，则不是它们的质量特性。

3. 满足要求就是应满足明示的（如合同、规范、标准、技术、文件、图纸中明确规定的）隐含的（如组织的惯例、一般习惯）或必须履行的（如法律、法规、行业规则）需要和期望。满足要求程度的高低反映为质量的好坏。对质量的要求除考虑满足顾客的需求外，还应考虑其他相关方即组织自身利益、提供原材料和零部件等的供方利益和社会利益等多种需求，如安全性环境保护、节约能源等外部的强制要求。只有全面满足这些要求，才能评定为好的质量或优秀的质量。

4. 顾客和其他相关方对产品、过程或体系的质量要求是动态的、发展的和相对的。质量要求随着时间、地点、环境的变化而变化。如随着技术的发展、生活水平的提高，人们对产品、过程或体系会提出新的质量要求。因此，应定期评定质量要求、修订规范标准，不断开发新产品，改进老产品，以满足已变化的质量要求。另外，不同国家、不同地区因自然环境条件不同技术发达程度不同、消费水平和民俗习惯等的不同都会对产品提出不同的要求，产品应具有这种环境的适应性，对不同地区应提供不同性能的产品，以满足该地区用户的明示或隐含的要求。

（二）工程质量

建筑工程质量简称工程质量，工程质量是指工程满足业主需要的，符合国家法律法规、设计规范、技术标准、设计文件及工程合同规定的特性的综合要求。

工程质量有狭义和广义之分。狭义的工程质量是指施工的质量（即施工质量）；广义的工程质量除施工质量外，还包括工序质量和工作质量。

1. 施工质量。施工质量是指承建工程的使用价值，也就是施工工程的适用性。正确认识施工的工程质量是至关重要的。质量是为适用目的而具备的工程适用性，而不是绝对最佳的意思，应该考虑实际用途和社会生产条件的平衡，考虑技术可能性和经济合理性。建设单位提出的质量要求，是考虑质量性能的一个重要条件，通常表示为一定幅度。施工企业应按照质量标准，进行最经济的施工，以降低工程造价，提高动能，从而提高工程质量。

2. 工序质量。工序质量也称施工过程质量，是指施工过程中劳动力、机械设备、原材料操作方法和施工环境五大要素对工程质量的综合作用过程，也称生产过程中五大要素的综合质量。在整个施工过程中，任何一个工序的质量存在问题，整个工程的质量都会受到影响。为了保证工程质量达到质量标准，必须对工序质量给予足够重视，充分掌握五大要素的变化与质量波动的内在联系，改善不利因素，及时控制质量波动，调整各要素间的相互关系，保证连续不断地生产合格产品

3. 工作质量。工作质量是指参与工程的建设者，为了保证工程的质量所从事工作的水平和完善程度。工作质量包括社会工作质量，如社会调查、市场预测、质量回访等；生产过程工作质量，如思想政治工作质量、管理工作质量、技术工作质量和后勤工作质量等。工程质量的好坏是建筑工程形成过程的各方面、各环节工作质量的综合反映，而不是单纯靠质量检验检查出来的。为保证工程质量，要求有关部门和人员认真工作，对决定和影响工程质量的所有因素严加控制，即通过工作质量来保证和提高工程质量。

二、建筑工程质量的特点

建筑工程产品质量与一般的产品质量相比，建筑工程质量具有影响因素多、隐蔽性强、终检局限性大、对社会环境影响大、建筑工程项目周期长等特点。

（一）影响因素多

建筑工程项目从筹建开始决策、设计、材料、机械、环境、施工工艺、管理制度以及参建人员素质等均直接或间接地影响建筑工程质量。因此，它具有受影响因素多的特点。

（二）隐蔽性强，终检局限性大

目前建筑工程存在的质量问题，一般事后从表面上看质量很好，但是这时可能混凝土已经失去了强度，钢筋已经被锈蚀得完全失去了作用，诸如此类的建筑工程质量问题在工程终检时是很难通过肉眼判断出来的，有时即使使用了检测仪器和工具，也不一定能准确地发现问题。

（三）对社会环境影响大

与建筑工程规划、设计、施工质量的好坏有着密切联系的不仅是建筑的使用者，而且是整个社会。建筑工程质量不但直接影响人民群众的生产生活，而且还影响着社会可持续发展的环境，特别是有关绿化、环保和噪声等方面的问题。

三、建筑工程质量特性

建筑工程作为一种特殊的产品，除具有一般产品共有的质量特性，如性能、寿命、可靠性、安全性、观赏性等满足社会需要的使用价值及其属性外，还具有特定的内涵和特性，主要表现在以下六个方面：

（一）适用性。适用性是指工程满足使用目的的各种性能，即功能。如民用住宅工程要能使居住者安居，工业厂房要能满足生产活动需要，道路、桥梁、铁路、航道要能通达、便捷等。

（二）耐久性。耐久性是指工程在规定的条件下，满足规定功能要求使用的年限，也就是工程竣工后的合理使用寿命周期。由于建筑物本身结构类型不同、质量要求不同、施工方法不同使用性能不同的个性特点，目前国家对建设工程的合理使用寿命周期还缺乏统一的规定，仅少数技术标准中提出了明确要求，如民用建筑主体结构耐用年限分为四级（15～30年、30～50年、50～100年、100年以上）。

（三）安全性。安全性是指工程建成后在使用过程中保证结构安全、保证人身和环境免受危害的程度。

（四）可靠性。可靠性是指工程在规定的时间内和条件下完成规定功能的能力。如工程上的防洪、抗震能力及防水隔热、恒温恒湿措施。工程不仅要求在交工验收时要达到规定的指标，而且在一定的使用时期内要保持应有的正常功能。

（五）经济性。经济性是指工程从规划、勘察、设计、施工到整个产品使用寿命周期内的成本和消耗的费用。其包括从征地、拆迁、勘察、设计、采购（材料、设备）、施工、配套设施等建设全过程的总投资和工程使用阶段的能耗、水耗、维护、保养乃至改建更新的使用维修费用应通过分析比较，判断工程是否符合经济要求。

（六）与环境的协调性。建筑物能够适应其所在地周边的生态环境和经济环境，且能与所处的经济环境和生态环境相协调，能够实现可持续发展，这即所谓的协调性。

建筑工程以上这六点质量特性之间相互依存、相互联系。总而言之，使用性、耐用性、可靠性、安全性、经济性、协调性都是建筑物工程所必须达到的标准，它们是缺一不可的。由于建筑物包括很多种类，人们对不同的建筑物有不同的需求，因此要按照建筑物自身的用途对以上六个不同特征进行分析，选出不同的侧重面。

四、影响建筑工程质量的因素

建筑工程项目在业主建设资金充足的情况下，影响建筑工程质量的因素归纳起来主要有五个方面，即人（Man）、材料（Material）、机械（Machine）、方法（Methods）和环境（Environment），简称 4ME 因素。

（一）人员因素

人是生产经营活动的主体，人员的素质将直接和间接地对规划、决策、勘察、设计和施工的质量产生影响，而规划是否合理，决策是否正确，设计是否符合所需要的质量功能，施工能否满足合同、规范、技术标准的需求

要等，都将对建筑工程质量产生不同程度地影响，所以，人员素质是影响工程质量的一个重要因素。

（二）工程材料

工程材料泛指构成工程实体的各类建筑材料、构配件、半成品等。其是工程建设的物质条件，工程材料选用是否合理、产品是否合格、材质是否经过检验、保管使用是否得当等，都将直接影响工程的质量。

（三）机械设备

机械设备可分为两类：一是指组成工程实体及配套的工艺设备和各类机具，如电梯；二是指施工过程中使用的各类机具设备，如各类测量仪器和计量器具等，简称施工机具设备。机具设备对工程质量也有重要的影响。工程用机具设备产品质量的优劣，直接影响工程使用功能质量。

（四）工艺方法

工艺方法是指施工现场采用的施工方案，包括技术方案和组织方案。前者如施工工艺和作业方法；后者如施工区段空间划分及施工流向顺序、劳动组织等。在工程施工中，施工方案是否合理，施工工艺是否先进，施工操作是否正确，都将对工程质量产生重大的影响。大力推进采用新技术、新工艺、新方法，不断提高工艺技术水平，是保证工程质量稳定提高的重要因素。

（五）环境条件

环境条件是指对工程质量特性起重要作用的环境因素。其包括：工程技术环境，如工程地质、水文、气象等；工程作业环境，如施工环境作业面大小、防护等；工程管理环境，主要是指工程实施的合同结构与管理关系的确定等；周边环境，如工程邻近的地下管线、建（构）筑物等。环境条件往往对工程质量产生特定的影响。

五、建筑工程中存在的质量问题及成因

（一）建筑工程项目质量问题的分类

1. 工程质量缺陷

工程施工质量中，存在一些检验点或检验项与规定不符，这即所谓的工程质量缺陷，根据程度的不同，工程质量缺陷包括一般和严重两种。不会对结构构件的安装使用性能或受力性能造成决定性影响的缺陷，即一般缺陷，而能够造成决定性影响的缺陷，则属于严重缺陷。

2. 工程质量问题

工程项目的设计、勘察、施工、建设以及监理等单位在具体工作过程中与工程建设标准以及有关工程质量的法律法规相违背，导致工程在重要使用功能以及结构安全等方面出现质量缺陷，带来重大的经济损失甚至出现人身伤亡事故。具体可分成以下四个等级：

第一，一般事故。（1）使建筑物的工程结构安全以及使用功能受到影响，所导致的质量缺陷具有永久性；（2）直接经济损失在 100 万以上，不满 1000 万元的（明显不合逻辑）。具备上述二者之一即属于一般质量事故。

第二，严重质量事故。（1）事故致 2 人以下重伤，性质恶劣；（2）有重大质量隐患存在，建筑物的工程结构安全以及使用功能受到严重影响；（3）造成 5 至 10 万元的直接经济损失。具备上述三者之一即属于严重质量事故。

第三，重大质量事故。（1）事故致超过 3 人重伤甚至死亡；（2）工程报废或倒塌；（3）造成超过 10 万元的直接经济损失。具备上述三者之一即属于重大质量事故。

第四，特别重大质量事故。（1）造成 30 人以上死亡，或者 100 人以上重伤（包括急性工业中毒）；（2）工程完全报废或倒塌。具备上述三者之一即属于特别重大质量事故。

（二）建筑工程质量问题的基本原因

建筑工程建设牵涉到的部门有很多，如管理、设计、建设、施工、监理、使用等，而且多是在露天施工，因此，发生质量事故必然离不开工程

项目各级管理机构的情况、施工条件、自然环境以及社会因素等。常见原因有以下几种。

1. 质量控制体系不健全。在建筑工程项目具有的施工过程中，一些施工企业没有提前制定好一个完整健全的质量控制体系，不同工序、不同工种之间没有设立一个明确的交接措施，交接工作没有做好就导致前一道程序留下的隐患不能在下一道工序中得到及时的处理弥补。还有就是有些项目技术人员在一些重要的施工部位没有做详细具体的技术交底，这样就给整个建筑工程留下了隐患。

2. 工程设计上存在问题。在对整个工程项目进行设计的过程中，一些工程师由于个人专业水平的问题或者没有结合实际的问题会出现工程设计有遗漏、设计不严谨等现象。比如在建筑物防水的设计中，经常会出现防水檐高度不够、墙面出现渗水等现象。另外在厨房和卫生间的设计上，不刷防水层、不加套管等都会造成渗漏。

3. 选择的建筑原材料质量不过关。这是造成豆腐渣工程的最主要原因之一。建筑结构的物质基础是建筑材料，建筑物的质量与建筑材料的质量关系密切。所以，在工程项目的设计以及施工过程中，决不可忽视一项基础性工作，即科学选择建筑材料。在选择原材料的过程中，有些企业会受利益的驱使，购进不合格的原材料，比如其所购进的水泥强度等级不够、安定性不合格、袋装重量不足等；所购进钢筋强度不合格、钢板出现裂缝、钢材易于断裂等；所购进砌筑墙体的材料强度不足、尺寸形状有问题、体积稳定性有问题等；所购进的砂石集料活性氧化硅含量过高、粒径不合格、含泥量不合格等；所购进混凝土中含有不好的外加剂，所购进沥青与油毡质量不良，所购进保温隔热材料质量不合格，所购进装饰材料有质量问题等等。

4. 施工人员操作不当。在由于建筑物质量问题发生的多起事故中，施工人员的操作不当是主要的原因。受资金等各方面的限制，施工企业的技术培训跟不上，导致工人的技术能力比较低，甚至出现有些工人上了工地

才知道自己要干什么的现象，这样就会导致操作时不按规则，项目质量难以保证。尤其是近些年来，农民工大量涌入城市，成了建筑工地的主力。他们大多没有经过专业的培训，再加上他们大多是中小学毕业，基本的知识素养也不够，导致施工队伍的整体技术素质下降。据统计，现在建筑施工企业中能真正到现场规范操作的只有 4%。

5. 工程造价太低。可以说建筑工程的质量与该工程的造价有着直接的密切的关系。造价过低的话，就会消减各个程序的成本，使建筑原材料的质量无法得到保证。比如说铝合金窗户的质量，铝的厚度虽然可以达到设计要求，但是材质不均匀，表面防氧化层质量较差，那么很短时间内材料就会被氧化。工程造价低，施工企业就会选用一些劣质的原材料，有些建筑物屋面防水材料本应选择价格较贵的新型防水材料，但是由于资金限制，很多企业多选用石油沥青油毡等较低档的防水材料，这样的话就容易导致建筑物防水功能差，特别容易发生渗漏。因此建筑物的投资价格应该严格控制，但是应当在合理的范围内。

6. 工程监理不到位。施工现场监理行为不到位也是造成建筑物质量问题的一个重要原因。一些监理单位为了经济利益承接超过自身能力的业务，还有些监理机构的人员无证上岗。我国目前的建立质量控制体系还不健全，导致监理市场鱼龙混杂、比较混乱。施工监理人员在建筑原材料投入使用之前的检查不够严格、没有严格执行见证取样制度，甚至有的项目监理单位不按规定程序组织检验分批、分项、分部工程的质量验收，就进入到下一道工序，许多质量隐患就得不到解决。例如上海一处居民小区的施工监理就存在这样的问题，一个是没有施工全程进行监理，第二个是没有分段验收。分段验收的话，就可以从设计上看出一些问题的存在，到现场认真检查就会发现那个地方的土质比较疏松，打桩需要有特殊要求。如果负责该项目的监理能够认真检查认真验收，一些质量问题是避免的。

（三）建筑工程质量问题的特点及危害

工程质量问题具有一定的复杂性。由于对建筑物的功能要求不一样,就产生了各式各样不同风格不同功能的建筑物。由于各地的自然条件和气候条件不一样,就导致施工场地、施工条件的不一样。这些因素都使工程质量问题具有一定的复杂性,而非单一的问题。就拿建筑物墙体裂缝来说,原因不止一个,可能是设计时计算出现错误,或者是温度骤变导致开裂,或者是地基不稳出现沉降,或者是建筑物施工使用的原材料质量不合格,或者是用户使用不当,这些原因都可能会引起墙体裂缝。工程质量问题的危害十分严重。工程质量问题一旦发生,往往就会给使用者带来各种各样的困扰和麻烦,甚至会留下安全隐患,威胁到使用者的人身和财产安全。问题不大时可能只是影响到工程正常竣工的时间,问题严重时就会影响建筑物的使用年限。最为严重的,建筑物使用过程中由于质量问题发生倒塌,造成人员受伤甚至死亡。近年来这样由于建筑物质量不合格发生的问题接连不断,给公众造成了很大的恐慌。工程质量问题不可轻视,一定要预防为主,严格把关工程质量的各个环节。

工程质量事故具有一定的可变性。建筑工程质量问题的出现并不是固定的,它是随着时间、空间等不断发生变化的。比如说房屋大梁会随着温度、湿度、季节的不同出现不同形状不同长度的裂缝,同时也会受人为因素的影响,随着荷载重量发生变化。

工程质量事故具有一定的多发性。每年我国出现的工程质量事故数不胜数,特别是有一些问题是工程质量中问题的通病,不论大小建筑都会经常出现。比如说钢筋强度不足,混凝土出现裂缝,卷材屋面出现裂缝、卫生间漏水等。这些工程质量事故反复发生,给建筑的使用年限和使用者人身安全带来了隐患。

(四) 建筑工程质量问题的处理程序

1. 发现上述质量问题时,工程质量监督站监督科室必须督促参建单位分析质量问题的原因,并要求提出书面报告,同时对出现质量问题的工程下达整改或停工通知书。

2. 监督科室负责人必须向站技术负责人汇报。视具体情况召集检测单位及参建各方了解质量问题情况和分析质量问题原因,由监理单位整理形成会议纪要,需要进行检测工作的制定下一步全面检测方案。

3. 设计单位根据检测报告进行设计复核。出具书面复核或质量问题处理意见,并加盖设计图章。

4. 监理单位要对经全面检测后证实工程构件、部位,确定存在较严重结构问题及隐患的,必须依据有关技术标准及设计单位的意见,提出对质量问题的处理报告。

5. 施工单位要根据建设、勘察、设计及监理单位意见制定处理结构质量问题的处理方案。

6. 经设计单位提出复核、处理意见后,监督科室应监督建设单位组织整改,进行加固或补强施工。质量问题按照设计单位的处理意见整改完毕后,由施工单位提出整改回复报告,建设单位组织各方验收,形成事故处理验收意见及文件。该文件纳入施工技术资料。最后由建设工程质量监督站下达复工通知书,方可进行下一道工序的施工。

第二节 工程质量管理问题研究

对于管理一词,很多文献中将其解释为一种彼此协调的活动,旨在对组织进行控制和指导,所以,质量管理也应当理解为一种彼此协调的活动,旨在对组织或团体中有关质量的活动进行控制和指导。如图所示,建立质量方针、质量目标,进行质量策划、质量控制,改质量等都属于和质量有关的活动。质量管理可以说是组织管理的中心环节之一,是组织通过实施计划、策划、组织、监督、检查、审核等一系列管理活动,使对产品不断更新的质量要求得到满足。质量管理的主要职责是确定质量方针并对这些方针实施,并且确定目标和职能。一个企业要想在经济全球化这样一个机遇与挑战并存的时代生存下去,并抓住机遇有良好的发展,就要以自身具体的发展情况为依据,将与自身发展相适合的目标以及正确的方针政策制

定出来。然后将质量管理体系建立完善，采取相应的措施，确保能够切实实现组织的目标。建立质量体系工作的重点是质量职能的展开。

一、建筑工程质量管理的重要性和发展阶段

（一）建筑工程质量管理的重要性

《中华人民共和国建筑法》第一条明确了制定此法是“为了加强对建筑活动的监督管理，维护建筑市场秩序，保证建筑工程的质量和安全，促进建筑业的健康发展”。第三条再次强调了建筑活动的基本要求：“建筑活动应当确保建筑工程质量和安全，符合国家的建筑工程安全标准。”由此可见，建筑工程质量与安全问题在建筑活动中占有极其重要的地位。工程项目的质量是项目的核心，是决定工程建设成败的关键。它对提高工程项目的经济效益、社会效益和环境效益具有重要的意义。它直接关系到国家财产和人民生命安全，也关系着社会主义建设事业的发展。

要确保和提高工程质量，必须加强质量管理工作。如今，质量管理工作已经越来越被人们所重视，大部分企业领导清醒地认识到高质量的产品和服务是市场竞争的有效手段，是争取用户、占领市场和发展企业的根本保证。

作为建设工程产品的工程项目，投资和耗费的人工、材料、能源都相当大，投资者付出巨大的投资，要求获得理想的、满足使用要求的工程产品，以期在预定时间内能发挥作用，为社会经济建设和物质文化生活需要作出贡献。如果工程质量差，不但不能发挥应有的效用而且还会因质量、安全等问题影响国计民生和社会环境的安全。因此，要从发展战略的高度来认识质量问题。质量已关系到国家的命运、民族的未来，质量管理的水平已关系到行业的兴衰、企业的命运。

建筑施工项目质量的优劣，不但关系到工程的适用性，而且还关系到人民生命财产的安全和社会安定。因为施工质量低劣而造成的工程质量事故或潜伏隐患，其后果不堪设想。所以，在工程建设过程中，加强质量管理，确保国家和人民生命财产安全是施工项目管理的头等大事工程质量的

优劣，直接影响国家经济建设的速度。工程质量差本身就是最大的浪费低劣的质量一方面需要大幅度地增加返修、加固、补强等人工、材料、能源的消耗；另方面还将给用户增加使用过程中的维修、改造费用。同时，低劣的质量必将缩短工程的使用寿命，使用户遭受经济损失。此外，质量低劣还会带来其他的间接损失（如停工、降低使用功能、减产等），给国家和使用者造成的浪费、损失将会更大。因此，质量问题直接影响着我国经济建设的速度。

综上所述，加强工程质量管理是市场竞争的需要，是加快社会主义建设的需要，是实现现代化生产的需要，是提高施工企业综合素质和经济效益的有效途径，是实现科学管理和文明施工的有力保证。国务院发布的《建设工程质量管理条例》是指导我国建设工程质量管理（含施工项目）的法规，也是质量管理工作的灵魂。

（二）建筑工程质量管理的发展阶段

质量管理的产生和发展有着漫长的历程，人类历史上自有商品生产以来，就开始了以商品的成品检验为主的质量管理方法。随着科学技术的发展和市场竞争的需要，质量管理已越来越为人们所重视，并逐渐发展成为一门新兴的学科。质量管理作为现代企业管理的有机组成部分，它的发展随着企业管理的发展而发展，其产生、形成、发展和日益完善的过程大体经历了以下几个阶段。

1. 产品质量检验阶段（18 世纪中期—20 世纪 30 年代）

工业化之前，生产工艺简单，一个工人或几个工人就可完成产品的生产、制造，质量好坏靠的是工人的经验和技艺。这段时期受小生产经营方式或手工业作坊式生产经营方式的影响，产品质量主要是依靠工人的实际操作经验，靠手摸、眼看等感官估计和简单的度量衡器进行测量而定的。工人既是操作者又是质量检验者、质量管理者，且经验就是“标准”，因此，有人称其为“操作者的质量管理”。到 19 世纪，现代工厂的大量出现，使管理职能分工，由工长执行质量管理的职能。质量检验所使用的手

段是各种各样的检测设备和仪表，它的方式是严格把关，进行百分之百的检验。1918年前后，美国出现了以泰勒为代表的“科学管理运动”，强调工长在保证质量方面的作用，于是执行质量管理责任就由操作者转移给工长，有人称其为“工长的质量管理”。后来，由于企业规模的扩大，这一职能又由工长转移给专职的检验人员。大多数企业都设置专职的检验部门并直属厂长领导，负责全厂各生产单位和产品检验工作，有人称其为“检验员的质量管理”。专职检验既能从成品中挑出废品，保证出厂产品质量，又是一道重要的生产工序。其通过检验，反馈质量信息，从而预防今后出现同类废品。

纵观这一阶段质量管理活动，从观念上来看，仅仅把质量管理理解为对产品质量的事后检验；从方法上来看，是对已经生产的产品进行百分之百的全数检验，通过剔除不合格产品来保证产品的质量。

2. 统计质量管理阶段（20 世纪 40—50 年代）

第二次世界大战初期，由于战争的需要，美国许多民用生产企业转为军用品生产。由于事先无法控制产品质量，造成废品量很大，耽误了交货期，甚至因军火质量差而发生事故。同时，军需品的质量检验大多属于破坏性检验，不可能进行事后的检验。于是人们采用了休哈特的“预防缺陷”理论。美国国防部请休哈特等人研究制定了一套美国战争时代的质量管理方法，强制生产企业执行。这套方法主要是采用统计质量控制图，了解质量变动的先兆，进行预防，使不合格产品率大为下降，对保证产品质量收到了较好的效果。这种用数理统计方法来控制生产过程影响质量的因素，把单纯的质量检验变成了过程管理，使质量管理从“事后”转到了“事中”，较单纯的质量检验前进了一大步。第二次世界大战后，许多工业发达国家的生产企业也纷纷采用和效仿这种质量管理工作模式。但因为对数理统计知识的掌握有一定的要求，在过分强调的情况下，给人们以统计质量管理是少数数理统计人员责任的错觉，而忽略了广大生产与管理人员的作用，结果既没有充分发挥数理统计方法的作用，又影响了管理功能的发展，把

数理统计在质量管理中的应用推向了极端。到了 20 世纪 50 年代，人们认识到统计质量管理方法并不能全面地保证产品质量，进而导致了“全面质量管理”新阶段的出现。

3. 全面质量管理阶段（20 世纪 60 年代以后）

20 世纪 60 年代以后，随着社会生产力的发展和科学技术的进步，经济上的竞争也日趋激烈，特别是一大批高安全性、高可靠性、高科技和高价值的技术密集型产品和大型复杂产品的质量，在很大程度上依靠对各种影响质量的因素加以控制，才能达到设计标准和使用要求。人们对控制质量的认识有了深化，意识到单纯靠统计检验手段已不能满足要求，大规模的工业化生产，质量保证除与设备、工艺、材料、环境等因素有关之外，还与职工的思想意识和技术素质，以及企业的生产技术管理等息息相关。同时，检验质量的标准与用户中所需求的功能标准之间也存在时差，必须及时地收集反馈信息，修改制定满足用户需要的质量标准，使产品更具竞争性。美国的非根鲍姆首先提出了较系统的“全面质量管理”概念。其中心思想是，数理统计方法是重要的，但不能单纯依靠它，只有将它和企业生产管理结合起来，才能保证产品质量。这一理论很快被应用于不同行业生产企业（包括服务行业和其他行业）的质量工作。此后，这一概念通过不断完善，便形成了今天的“全面质量管理”。

全面质量管理阶段的特点是针对不同企业的生产条件、工作环境及工作状态等多方面因素的变化，把组织管理、数理统计方法以及现代科学技术、社会心理学、行为科学等综合运用于质量管理，建立适用和完善的质量工作体系，对每一个生产环节加以管理，做到全面运行和控制。通过改善和提高工作质量来保证产品质量；通过对产品的形成和使用全过程的管理，全面保证产品质量；通过形成生产（服务）企业全员、全企业、全过程的质量工作系统，建立质量体系以保证产品质量始终满足用户需要，使企业用最少的投入获取最佳的效益。

二、工程质量管理概念、内容及其特点

（一）质量管理和工程质量管理

质量管理是指在质量方面指挥和控制组织协调的活动。质量管理的首要任务是确定质量方针、目标和职责，核心是建立有效的质量管理体系，通过具体的四项活动，即质量策划、质量控制、质量保证和质量改进，确保质量方针、目标的实施和实现。

工程质量管理就是在工程的全生命周期内，对工程质量进行的监督和管理。针对具体的工程项目，就是项目质量管理。

（二）质量管理的内容

1. 质量方针和质量目标

（1）质量方针。质量方针是指由组织的最高管理者正式颁布的关于质量方面的全部意图和方向。质量方针是组织总方针的一个组成部分，由最高管理者批准。其是组织的质量政策，是组织全体职工必须遵守的准则和行动纲领，是企业长期或较长时期内质量活动的指导原则，其反映了企业领导的质量意识和决策。

（2）质量目标。质量目标是在质量方面所追求的目的质量目标应覆盖那些为了使产品满足要求而确定的各种需求。因此，质量目标一般是按年度提出的在产品质量方面要达到的具体目标质量方针是总的质量宗旨、总的指导思想，而质量目标是比较具体的、定量的要求。因此，质量目标应是可测的，并且应该与质量方针及持续改进的承诺相一致。

2. 质量管理体系

质量管理体系是指实施质量管理所需的组织结构、程序、过程和资源。

（1）组织结构是一个组织为行使其职能按某种方式建立的职责、权限及其相互关系，通常以组织结构图予以规定。一个组织的组织结构图应能显示其机构设置、岗位设置以及它们之间的相互关系。

（2）资源可包括人员、设备、设施、资金、技术和方法。质量体系应提供适宜的各项资源以确保过程和质量。

(3) 一个组织所建立的质量体系应既能满足本组织管理的需要,又能满足顾客对本组织的质量体系要求,但其主要目的应是满足本组织管理的需要。顾客仅仅评价组织质量体系中与顾客订购产品有关的部分,而不是组织质量体系的全部。

(4) 质量体系和质量管理的关系是质量管理需通过质量体系来运作,即建立质量体系并使之有效运行是质量管理的主要任务。

3. 质量策划

质量策划是指质量管理中致力于设定质量目标并规定必要的运行过程和相关资源以实现其质量目标的部分。

最高管理者应对实现质量方针、目标和要求所需的各项活动和资源进行质量策划,并且策划地输出应文件化。质量策划是质量管理中的筹划活动,是组织领导和管理部门的质量职责之一。组织要在市场竞争中处于优势地位,就必须根据市场信息、用户反馈意见、国内外发展动向等因素,对原有产品改进和新产品开发进行筹划。就研制什么样的产品、应有什么样的性能、达到什么样的水平提出明确的目标和要求,并进一步为如何达到这样的目标和实现这些要求从技术、组织等方面进行策划。

4. 质量控制

质量控制是质量管理的重要组成部分,其目的是使产品、体系或过程的固有特性达到规定的要求,即满足顾客、法律、法规等方面所提出的质量要求(如适用性、安全性等)。所以,质量控制是通过采取一系列的作业技术和活动对各个过程实施控制,如质量方针控制、文件和记录控制、设计和开发控制、采购控制、不合格控制等。

5. 质量保证

质量保证是指质量管理中致力于提供质量要求会得到满足的信任的部分。

(1) 质量保证定义的关键是“信任”,对达到预期质量要求的能力提供足够的信任。质量保证不是买到不合格产品以后的保修、保换、保退。

(2) 信任的依据是质量体系的建立和运行。因为这样的质量体系对所有影响质量的因素如技术、管理和人员方面等都采取了有效的方法进行控制，因而具有减少、消除，特别是预防不合格机制效果。一言以蔽之，质量保证体系具有持续稳定地满足规定质量要求的能力。

(3) 供方规定的质量要求，包括产品的、过程的和质量体系的要求，必须完全反映顾客的需求，才能得到顾客足够的信任。

(4) 质量保证总是在有两方的情况下才存在，即由一方向另一方提供信任。由于两方的具体情况不同，质量保证分为内部和外部两种。内部质量保证是企业向自己的管理者提供信任；外部质量保证是供方向顾客或第三方认证机构提供信任。

6. 质量改进

质量改进是指企业及建设单位为获得更多收益而采取的旨在提高活动与过程的效益和效率的各项

措施，即质量管理中致力于增强满足质量要求的能力的部分。质量改进的目的是向组织自身和顾客提供更多的利益，如更低的消耗、更低的成本、更多的收益以及更新的产品和服务等。质量改进是通过整个组织范围内的活动和过程的效果以及效率的提高来实现的。组织内的任何一个活动和过程的效果以及效率的提高都会导致一定程度的质量改进。质量改进不仅与产品、质量、过程以及质量环等概念直接相关，而且也与质量损失纠正措施、预防措施、质量管理、质量体系、质量控制等概念有着密切地联系，所以质量改进是通过不断减少质量损失而为本组织和顾客提供更多利益的；也是通过采取纠正措施、预防措施而提高活动和过程的效果及效率的。质量改进是质量管理的一项重要组成部分或者说支柱之一，它通常在质量控制的基础上进行。

(三) 工程质量管理的特点

工程质量管理的特点主要表现在以下五个方面：

1. 广泛性

建筑工程管理主体比较广泛，不仅包括政府机构的工程质量安全监督站，还包括建设单位、监理单位、施工单位、设计单位等。

2. 综合性

管理的内容比较全面，不仅涉及了工程自身质量管理，还涉及了安全、合同等方面的管理内容。

3. 复杂性

影响建设工程质量的因素相当繁多，管理的内容比较杂乱，包含了人、料、机等主要因素。

4. 连续性

建筑工程质量管理贯穿于项目各个阶段的全过程，从项目的策划到设计前准备、设计、施工阶段每个环节的质量管理的好坏都将影响到建设工程质量，出现安全隐患。

5. 周期性

建筑工程质量管理是按照 PDCA 模式进行的不断往复的循环管理，即计划、实施、检查、执行的周期性循环。

第三节 建筑工程施工质量控制

质量控制是质量管理的核心环节，它是指“质量管理中致力于达到质量要求的部分”。质量控制的最终目标是保证产品或者服务的质量能够满足用户的需求。为了达到用户的要求，一定要严格控制产品的质量，对产品生产、形成的全部过程以及所有环节都严格监控，发现影响产品质量的问题就立刻解决，及时排除一些环节偏离原定要求的现象，使生产尽快恢复正常，使整个运行过程处于能够控制的状态之下。

一、建筑工程施工质量控制概述

质量控制是贯穿产品从原材料到出售的整个过程的，对这个过程中的所有环节中跟质量相关的活动都要进行严格控制。质量控制的最终目的是排除产品形成过程中所有使质量不过关的因素，使产品达到质量要求，并

取得一定的经济效益。为了充分发挥质量控制作用，以下三个方面是需要注意的：一是各种技术活动在实施以前一定要制定出一个详细的计划；二是为了确保制定的计划得到实施，这实施的过程中要不断进行验证和评价；三是对那些没有出现在计划中的情况，要认真分析，如果异常就要采取措施加以补救。质量控制是一个永无止境的过程，是动态发展和前进的，绝不能在一个水平上停留。

（一）质量控制概述

我国国家标准 GB/T19000-2000 对质量控制的定义是：“质量控制是管理的一部分，致力于满足质量要求。”

质量控制的目标就是确保产品的质量能满足顾客、法律法规等方面所提出的质量要求（如适用性、可靠性、安全性）。质量控制的范围涉及产品质量形成全过程的各个环节，如设计过程、采购过程、生产过程、安装过程等。

质量控制的工作内容包括作业技术和活动，也就是包括专业技术和管理技术两个方面。围绕产品质量形成全过程的各个环节，对影响工作质量的人、机、料、法、环五大因素进行控制，并对质量活动的成果进行分阶段验证，以便及时发现问题，采取相应措施，防止不合格重复发生，尽可能地减少损失。因此，质量控制应贯彻预防为主与检验把关相结合的原则。必须对干什么、为何干、怎么干、谁来干、何时干、何地干做出规定，并对实际质量活动进行监控。因为质量要求是随时间的进展而在不断变化，为了满足新的质量要求，就要注意质量控制的动态性，要随工艺、技术、材料、设备的不断改进，研究新的控制方法。

（二）施工质量控制概述

施工质量控制是指为了达到施工项目质量要求所采取的作业技术和活动。施工企业应为业主提供满意的建筑产品，对建筑施工过程实行全方位的控制，防止不合格的建筑产品产生。

1. 工程项目质量要求主要表现为工程合同、设计文件、技术规范规定的质量标准。因此，工程项目质量控制就是为了保证达到工程合同设计文件和标准规范规定的质量标准而采取的一系列措施、手段和方法。

2. 建筑工程项目质量控制按其实施者的不同，包括三个方面：一是业主方面的质量控制；二是政府方面的质量控制；三是承建商方面的质量控制。这里的质量控制主要指承建商方面内部的、自身的控制。

3. 质量控制的工作内容包括作业技术和活动，也就是专业技术和管理技术两个方面。围绕产品质量形成全过程的各个环节，对影响工作质量的人、机、料、法、环五大因素进行控制，并对质量活动的成果进行分阶段验证，以便及时发现问题，采取相应措施，防止不合格质量重复发生，尽可能地减少损失。因此，质量控制应贯彻以预防为主并与检验把关相结合的原则。

（三）质量控制的目标原则

质量控制的目标是确保产品的质量能满足顾客、法律法规等方面所提出的质量要求（如适用性、可靠性、安全性）。对施工项目而言，质量控制就是为了确保合同、规范所规定的质量标准所采取的一系列检测、监控措施、手段和方法。在进行施工项目质量控制过程中，应遵循以下几点原则：

1. 坚持质量第一

工程质量是建筑产品使用价值地集中体现，用户最关心的就是工程质量的优劣，或者说用户的最大利益在于工程质量。在项目施工中必须树立“百年大计，质量第一”的思想。

2. 坚持以人为控制核心

人是质量的创造者，质量控制必须“以人为核心”，把人作为质量控制的动力，发挥人的积极性、创造性。

3. 坚持预防为主

预防为主的思想，是指事先分析影响产品质量的各种因素，找出主导因素，采取措施加以重点控制，使质量问题消灭在发生之前或萌芽状态，做到防患于未然。

过去通过对成品或竣工工程进行质量检查，才能对工程的合格与否做出鉴定，这属于事后把关，不能预防质量事故的发生。提倡严格把关和积极预防相结合，并以预防为主方针，才能使工程质量在施工的全过程中处于控制之中。

4. 坚持质量标准

质量标准是评价工程质量的尺度，数据是质量控制的基础。工程质量是否符合质量要求，必须通过严格检查，以数据为依据。

5. 坚持全面控制

（1）全过程的质量控制。全过程指的就是工程质量产生、形成和实现的过程。建筑安装工程质量，是勘察设计质量原材料与成品半成品质量、施工质量、使用维护质量的综合反映。为了保证和提高工程质量，质量控制不能仅限于施工过程，而必须贯穿于从勘察设计直到使用维护的全过程，要把所有影响工程质量的环节和因素控制起来。

（2）全员的质量控制。工程质量是项目各方面、各部门、各环节工作质量地集中反映。提高工程项目质量依赖于上自项目经理下至一般员工的共同努力。所以，质量控制必须把项目所有人员的积极性和创造性充分调动起来，做到人人关心质量控制，人人做好质量控制工作。

（四）质量控制的措施

对施工项目而言，质量控制就是为了确保合同、规范所规定的质量标准，所采取的一系列检测、监控措施、手段和方法。施工项目质量控制的主要对策措施如下。

1. 以人的工作质量确保工程质量

工程质量是人（包括参与工程建设的组织者、指挥者和操作者）所创造的。人的政治思想素质、责任感、事业心，质量观、业务能力、技术水

平等均直接影响工程质量。统计资料表明，88%的质量安全事故都是人的失误所造成。为此，我们对工程质量的控制始终应“以人为本”，狠抓人的工作质量，避免人的失误；充分调动人的积极性，发挥人的主导作用，增强人的质量观和责任感，使每个人牢牢树立“百年大计，质量第一”的思想，认真负责地搞好本职工作，以优秀的工作质量来创造优质的工程质量。

2. 严格控制投入品的质量

任何一项工程施工，均需投入大量的各种原材料、成品、半成品、构配件和机械设备；要采用不同的施工工艺和施工方法，这是构成工程质量的基础。投入品质量不符合要求，工程质量也就不可能符合标准，所以，严格控制投入品的质量，是确保工程质量的前提。为此，对投入品的订货、采购、检查、验收、取样、试验均应进行全面控制，从组织货源，优选供货厂家，直到使用认证，做到层层把关；对施工过程中所采用的施工方案要进行充分论证，要做到工艺先进、技术合理、环境协调，这样才有利于安全文明施工，有利于提高工程质量。

3. 全面控制施工过程，重点控制工序质量

任何一个工程项目都是由若干分项、分部工程所组成，要确保整个工程项目的质量，达到整体优化的目的，就必须全面控制施工过程，使每一个分项、分部工程都符合质量标准。而每一个分项、分部工程，又是通过一道道工序来完成，由此可见，工程质量是在工序中所创造的，为此，要确保工程质量就必须重点控制工序质量。对每一道工序质量都必须进行严格检查，当上一道工序质量不符合要求时，决不允许进入下一道工序施工。这样，只要每一道工序质量都符合要求，整个工程项目的质量就能得到保证。

4. 严把分项工程质量检验评定关

分项工程质量等级是分部工程、单位工程质量等级评定的基础；分项工程质量等级不符合标准，分部工程、单位工程的质量也不可能评为合格：

而分项工程质量等级评定正确与否，又直接影响分部工程和单位工程质量等级评定的真实性和可靠性。为此，在进行分项工程质量检验评定时，一定要坚持质量标准，严格检查，一切用数据说话，避免出现第一、第二判断错误。

5. 贯彻“以预防为主”的方针

“以预防为主”，防患于未然，把质量问题消灭于萌芽之中，这是现代化管理的观念。预防为主就是要加强对影响质量因素的控制，对投入品质量的控制；就是要从对质量的事后检查把关，转向对质量的事前控制、事中控制；从对产品质量的检查，转向对工作质量的检查、对工序质量的检查、对中间产品的质量检查。这些是确保施工项目质量的有效措施。

6. 严防系统性因素的质量变异

系统性因素，如使用不合格的材料、违反操作规程、混凝土达不到设计强度等级、机械设备发生故障等，均必然会造成不合格产品或工程质量事故。系统性因素的特点是易于识别、易于消除，是可以避免的，只要我们增强质量观念，提高工作质量，精心施工，完全可以预防系统性因素引起的质量变异。为此，工程质量的控制，就是要把质量变异控制在偶然性因素引起的范围内，要严防或杜绝由系统性因素引起的质量变异，以免造成工程质量事故。

二、建筑工程施工质量控制的依据

建筑工程施工质量控制的依据如下。

（一）共同性依据。共同性依据是指适用于施工质量管理有关的、通用的、具有普遍指导意义和必须遵守的基本法规。其主要是国家和政府有关部门颁布的与工程质量管理有关的法律法规性文件，如《中华人民共和国建筑法》《中华人民共和国招标投标法》和《建设工程质量管理条例》等。

（二）专业技术性依据。专业技术性依据是指针对不同的行业、不同质量控制对象制定的专业技术规范文件：包括规范、规程、标准、规定等，

如工程建设项目质量检验评定标准,有关建筑材料、半成品和构配件质量方面的专门技术法规性文件,有关材料验收、包装和标志等方面的技术标志和规定,有关施工工艺质量等方面的技术法规性文件,有关新工艺、新技术、新材料、新设备的质量规定和鉴定意见等。

(三)项目专用性依据。项目专用性依据是指本项目的工程建设合同、勘察设计文件、设计交底及图纸会审记录、设计修改和技术变更通知,以及相关会议记录和工程联系单等。

三、建筑工程施工质量控制的基本环节

施工质量控制应贯彻全面、全员、全过程质量管理思想,运用动态控制原理,进行质量的事前控制、事中控制和事后控制。

(一)事前控制。事前控制是在各工程对象正式施工活动开始前,对各项准备工作及影响质量的各因素进行控制,这是确保施工质量的先决条件,其具体内容包括以下几个方面:

1. 审查各承包单位的技术资质。
2. 对工程所需材料、构件、配件的质量进行检查和控制。
3. 对永久性生产设备和装置,按审批同意的设计图纸组织采购或订货。
4. 施工方案和施工组织设计中应含有保证工程质量的可靠措施。
5. 对工程中采用的新材料、新工艺、新结构、新技术,应审查其技术鉴定书。
6. 检查施工现场的测量标桩、建筑物的定位放线和高程水准点。
7. 完善质量保证体系。
8. 完善现场质量管理制度。
9. 组织设计交底和图纸会审。

(二)事中控制。事中控制是在施工过程中对实际投入的生产要素质量及作业技术活动的实施状态和结果所进行的控制,包括作业者发挥技术

能力过程的自控行为和来自有关管理者的监控行为，其具体内容有以下几个方面：

1. 完善的工序控制。
2. 严格工序之间的交接检查工作。
3. 重点检查重要部位和专业过程。
4. 对完成的分部、分项工程按照相应的质量评定标准和办法进行检查、验收。
5. 审查设计图纸变更和图纸修改。
6. 组织现场质量会议，及时分析通报质量情况。

（三）事后控制。事后控制是对通过施工过程所完成的具有独立的功能和使用价值的最终产品及有关方面的质量进行控制，其具体内容包括以下几个方面：

1. 按规定质量评定标准和办法对已完成的分项分部工程、单位工程进行检查验收。
2. 组织联动试车。
3. 审核质量检验报告及有关技术性文件。
4. 审核竣工图。
5. 整理有关工程项目质量的技术文件，并编目、建档。

上述三个环节的质量控制系统过程及其所涉及的主要方面如图（图 1-1 施工质量控制系统过程）所示。

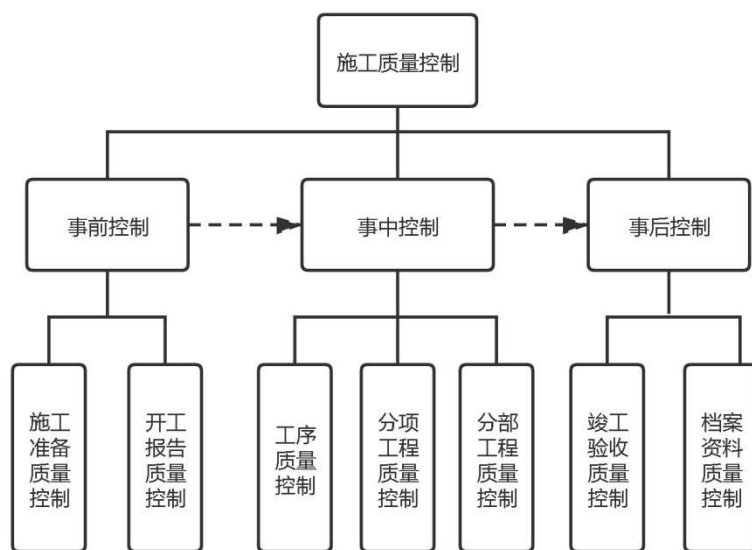


图 1-1 施工质量控制系统过程

四、施工生产要素的质量控制

施工生产要素是施工质量形成的物质基础，其质量的含义包括以下内容：作为劳动主体的施工人员，即直接参与施工的管理者、作业者的素质及其组织效果，作为劳动对象的建筑材料、半成品、工程用品、设备等的质量；作为劳动方法的施工工艺及技术措施的水平；作为劳动手段的施工机械、设备、工具、模具等的技术性能；施工环境—现场水文、地质、气象等自然环境，通风、照明、安全等作业环境以及协调配合的管理环境。

（一）施工人员的质量控制

施工人员的质量包括参与工程施工各类人员的施工技能、文化素养、生理体能、心理行为等方面的个体素质，以及经过合理组织和激励发挥个体潜能综合形成的群体素质。因此，企业应通过择优录用、加强思想教育及技能方面的教育培训，合理组织、严格考核，并辅以必要的激励机制，

使企业员工的潜在能力得到充分地发挥和最好的组合，使施工人员在质量控制系统中发挥主体自控作用。

施工企业必须坚持执业资格注册制度和作业人员持证上岗制度，对所选派的施工项目领导者、组织者进行教育和培训，使其所拥有的质量意识和组织管理能力能满足施工质量控制的要求；对所属施工队伍进行全员培训，加强质量的教育和技术训练，提高每个作业者的质量活动能力和自控能力；对分包单位进行严格的资质考核和施工人员的资格考核，其资质、资格必须符合相关法规的规定，与其分包的工程相适应。

（二）材料设备的质量控制

原材料、半成品及工程设备是工程实体的构成部分，其质量是项目工程实体质量的基础。加强原材料、半成品及工程设备的质量控制，不仅是提高工程质量的必要条件，也是实现工程项目投资目标和进度目标的前提。

对原材料、半成品及工程设备进行质量控制的主要内容包括：控制材料设备的性能、标准、技术参数与设计文件的相符性；控制材料、设备各项技术性能指标、检验测试指标与标准规范要求的相符性；控制材料、设备进场验收程序的正确性及质量文件资料的完备性；控制优先采用节能低碳的新型建筑材料和设备，禁止使用国家明令禁用或淘汰的建筑材料和设备等。

施工单位应在施工过程中贯彻执行企业质量程序文件中关于材料和设备封样、采购、进场检验、抽样检测及质保资料提交等方面明确规定的一系列控制标准。

（三）工艺方案的质量控制

施工工艺的先进合理是直接影响工程质量、工程进度及工程造价的关键因素，施工工艺的合理可靠也直接影响到工程施工安全。因此，在工程项目质量控制系统中，制定和采用技术先进、经济合理、安全可靠的施工

技术工艺方案，是工程质量控制的重要环节。对施工工艺方案的质量控制主要包括以下内容。

1. 深入、正确地分析工程特征、技术关键及环境条件等资料，明确质量目标、验收标准、控制的重点和难点。
2. 制定合理有效的、有针对性的施工技术方案和组织方案，前者包括施工工艺、施工方法，后者包括施工区段划分、施工流向及劳动组织等。
3. 合理选用施工机械设备和设置施工临时设施，合理布置施工总平面图和各阶段施工平面图。
4. 选用和设计保证质量和安全的模具、脚手架等施工设备。
5. 编制工程所采用的新材料、新技术、新工艺的专项技术方案和质量管理方案。
6. 针对工程具体情况，分析气象、地质等环境因素对施工的影响，制定应对措施。

（四）施工机械的质量控制

施工机械是指施工过程中使用的各类机械设备，包括起重运输设备、人货两用电梯、加工机械、操作工具、测量仪器、计量器具以及专用工具和施工安全设施等。施工机械设备是所有施工方案和工法得以实施的重要物质基础，合理选择和正确使用施工机械设备是保证施工质量的重要措施。

1. 对施工所用的机械设备，应根据工程需要从设备选型、主要性能参数及使用操作要求等方面加以控制，符合安全、适用、经济、可靠、节能和环保等方面的要求。
2. 对施工中使用的模具、脚手架等施工设备，除可按适用的标准定型选用之外，一般需按设计及施工要求进行专项设计，对其设计方案和制作质量的控制及验收应进行重点控制。
3. 按现行施工管理制度要求，工程所用的施工机械、模板、脚手架，特别是危险性较大的现场安装的起重机械设备，不仅要对其设计方案

进行审批，而且安装完毕交付使用前必须经专业管理部门的验收，合格后方可使用。同时，在使用过程中还需落实相应的管理制度，以确保其安全、正常使用。

（五）施工环境因素的控制

环境的因素主要包括施工现场自然环境因素、施工质量管理环境因素和施工作业环境因素。环境因素对工程质量的影响，具有复杂多变和不确定性的特点，具有明显的风险特性。要减少其对施工质量的不利影响，主要是采取预测预防的风险控制方法。

1. 对施工现场自然环境因素的控制。对地质、水文等方面影响因素，应根据设计要求，分析工程岩土地质资料，预测不利因素，并会同设计等方面制定相应的措施，采取如基坑降水、排水、加固围护等技术控制方案。

对天气气象方面的影响因素，应在施工方案中制定专项紧急御寒，明确在不利条件的施工措施，落实人员、器材等方面的准备，加强施工过程中的监控与预警。

2. 对施工质量管理环境因素的控制。施工质量管理环境因素主要是指施工单位质量保证体系、质量管理体系和各参建施工单位之间的协调等因素。要根据工程承发包的合同结构，理顺管理关系，建立统一的现场施工组织系统和质量管理的综合运行机制，以确保质量保证体系处于良好的状态，创造良好的质量管理环境和氛围，使施工得以顺利进行，保证施工质量。

3. 对施工作业环境因素的控制。施工作业环境因素主要是指施工现场的给水排水条件，各种能源介质供应，施工照明、通风、安全防护设施，施工场地空间条件和通道，以及交通运输和道路条件等因素。要认真实施经过审批的施工组织设计和施工方案，落实保证措施，严格执行相关管理制度和施工纪律，保证上述环境条件良好，使施工得以顺利进行，更使施工质量得到保证。

五、施工准备的质量控制

（一）施工技术准备工作的质量控制

施工技术准备是指在正式开展施工作业活动前进行的技术准备工作。这类工作内容繁多，主要在室内进行，例如：熟悉施工图纸，组织设计交底和图纸审查；进行工程项目检查验收的项目划分和编号；审核相关质量文件，细化施工技术方案和施工人员、机具的配置方案，编制施工作业技术指导书，绘制各种施工详图（如测量放线图、大样图及配筋、配板、配线图表等），进行必要的技术交底和技术培训。如果施工准备工作出错，必然影响施工进度和作业质量，甚至直接导致质量事故的发生。

技术准备工作的质量控制包括：对上述技术准备工作成果的复核审查，检查这些成果是否符合设计图纸和施工技术标准的要求；依据经过审批的质量计划审查、完善施工质量控制措施；针对质量控制点，明确质量控制的重点对象和控制方法；尽可能地提高上述工作成果对施工质量的保证程度等。

（二）现场施工准备工作的质量控制

1. 计量控制。计量控制是施工质量控制的一项重要基础工作。施工过程中的计量，包括施工生产时的投料计量、施工测量、监测计量以及对项目、产品或过程的测试、检验、分析计量等。开工前要建立和完善施工现场计量管理的规章制度；明确计量控制责任者和配置必要的计量人员；严格按照规定对计量器具进行维修和校验；统一计量单位，组织量值传递，保证量值统一，从而保证施工过程中计量的准确。

2. 测量控制。工程测量放线是建设工程产品由设计转化为实物的第一步。施工测量质量的好坏，直接决定工程的定位和标高是否正确，并且制约施工过程有关工序的质量。因此在开工前，施工单位应编制测量控制方案，经项目技术负责人批准后实施。要对建设单位提供的原始坐标点、基准线和水准点等测量控制点进行复核，并将复测结果上报监理工程师审核并批准后，施工单位才能建立施工测量控制网，进行工程定位和标高基准的控制。

3. 施工平面图控制。建设单位应按照合同约定并充分考虑施工的实际需要,事先划定并提供施工用地和现场临时设施用地的范围,协调平衡和审查批准各施工单位的施工平面设计。施工单位要严格按照批准的施工平面布置图,科学合理地使用施工场地,正确安装设置施工机械设备和其他临时设施,维护现场施工道路畅通无阻和通信设施完好,合理控制材料的进场与堆放,保持良好的防洪排水能力,保证充分的给水和供电。建设(监理)单位应会同施工单位制定严格的施工场地管理制度、施工纪律和相应的奖惩措施,严禁乱占场地和擅自断水、断电、断路,及时制止和处理各种违纪行为,并做好施工现场的质量检查记录。

六、施工过程的质量控制

(一) 进场材料构配件的质量控制

运到施工现场的原材料、半成品或构配件,进场前应向项目监理机构提交的文件包括《工程材料/构配件/设备报审表》、产品出厂合格证及技术说明书、由施工单位按规定要求进行检验或试验的报告。经监理工程师审查并确认其质量合格后,方准进场。凡是没有产品出厂合格证明及检验不合格者,不得进场。如果监理工程师认为承包单位提交的有关产品合格证明的文件以及施工承包单位提交的检验和试验报告,仍不足以说明到场产品的质量符合要求时,监理工程师可以再行组织复检或见证取样试验,确认其质量合格后方允许进场。

1. 环境状态的控制。

(1) 施工作业环境的控制。作业环境条件包括水、电或动力供应、施工照明、安全防护设备、施工场地空间条件和通道以及交通运输和道路条件等。监理工程师应事先检查承包单位是否已做好安排和准备妥当;在确认其准备可靠、有效后,方准许进行施工。

(2) 施工质量管理环境的控制。施工质量管理环境主要是指:施工承包单位的质量管理体系和质量控制自检系统是否处于良好的状态;系统的组织结构、管理制度、检测制度、检测标准、人员配备等方面是否完善和

明确，质量责任制是否落实，监理工程师做好承包单位施工质量管理环境的检查并督促其落实，是保证作业效果的重要前提。

(3) 现场自然环境条件的控制。监理工程师应检查施工承包单位，对于未来的施工期间，自然、环境条件可能出现对施工作业质量的不利影响时，是否事先已有充分地认识并已做好充足的准备和采取了有效措施与对策以保证工程质量。

2. 进场施工机械设备性能及工作状态的控制。

(1) 进场检查。进场前施工单位报送进场设备清单。清单包括机械设备规格、数量、技术性能、设备状况、进场时间。进场后监理工程师进行现场核对其是否和施工组织设计中所列的内容相符。

(2) 工作状态的检查。审查机械使用、保养记录、检查工作状态。

(3) 特种设备安全运行的审核。对于现场使用的塔式起重机及有关特殊安全要求的设备，进入现场后在使用前，必须经当地劳动安全部门鉴定，符合要求并办好相关手续后方允许承包单位投入使用。

(4) 大型临时设备的检查。设备使用前，承包单位必须取得本单位上级安全主管部门的审查批准，办好相关手续后，监理工程师方可批准投入使用。

3. 施工测量及计量器具性能、精度的控制。

(1) 试验室。承包单位应建立试验室，不能建立时，应委托有资质的专门试验室作为试验室。新建的试验室，要经计量部门认证，取得资质；如是中心试验室派出部分应有委托书。

(2) 监理工程师对试验室的检查。工程作业开始前，承包单位应向监理机构报送试验室（或外委试验室）的资质证明文件，列出本试验室所开展的试验、检测项目、主要仪器、设备；法定计量部门对计量器具的标定证明文件；试验检测人员上岗资质证明；试验室管理制度等。监理工程师的实地检查。监理工程师应检查试验室资质证明文件、试验设备、检测仪器能否满足工程质量检查要求，是否处于良好的可用状态；精度是否符

合需要；法定计量部门标定资料，合格证、率定表，是否在标定的有效期内；试验室管理制度是否齐全符合实际；试验、检测人员的上岗资质等。经检查，确认能满足工程质量检验要求，则予以批准，同意使用；否则，承包单位应进一步完善、补充，在没得到监理工程师同意之前试验室不得使用。

（3）工地测量仪器的检查。施工测量开始前，承包单位应向项目监理机构提交测量仪器的型号、技术指标、精度等级、法定计量部门的标定证明、测量工的上岗证明，经监理工程师审核确认后，方可进行正式测量作业。在作业过程中监理工程师也应经常检查了解计量仪器、测量设备的性能、精度状况，使其处于良好的状态之中。

（4）施工现场劳动组织及作业人员上岗资格的控制。

现场劳动组织的控制。劳动组织涉及从事作业活动的操作者及管理者，以及相应的各种管理制度。

①操作人员。主要技术工人必须持有相关职业资格证书。

②管理人员到位。作业活动的直接负责人（包括技术负责人），专职质检人员、安全员与作业活动有关的测量人员、材料员、试验员必须在岗。

③相关制度健全。

作业人员上岗资格。从事特殊作业的人员（如电焊工、电工、起重工、架子工、爆工），必须持证上岗。对此监理工程师要进行检查与核实。

（二）作业技术活动运行过程的控制

保证作业活动的效果与质量是施工过程质量控制的基础。

1. 承包单位自检与专检工作的监控。

（1）承包单位的自检系统。承包单位的自检体系表现在以下几点：

①作业者——自检；

②不同工序交接、转换——交接检查；

③专职质检员——专检。

承包单位的自检系统的保证措施：

- ①承包单位必须有整套的制度及工作程序；
- ②具有相应的试验设备及检测仪器；
- ③配备数量满足需要的专职质检人员及试验检测人员。

(2) 监理工程师的检查。监理工程师的质量监督与控制就是使承包单位建立起完善的质量自检体系并运转有效。

2. 技术复核工作监控。凡涉及施工作业技术活动基准和依据的技术工作，都应该严格进行专人负责的技术复核性检查。技术复核是承包单位应履行的技术工作责任，其复核结果应报送监理工程师复验确认后，才能进行后续相关的施工。

3. 见证取样送检工作的监控。

(1) 见证取样的工作程序包括以下四点：

①施工开始前，项目监理机构要督促承包单位尽快落实见证取样的送检试验室。对于承包单位提出的试验室，监理工程师要进行实地考察。试验室一般是和承包单位没有行政隶属关系的第三方。

②项目监理机构要将选定的试验室报送负责本项目的质量监督机构备案并得到认可。要将项目监理机构中负责见证取样的监理工程师在该质量监督机构备案。

③承包单位实施见证取样前，通知见证取样的监理工程师，在该监理工程师现场监督下，承包单位完成取样过程。

④完成取样后，承包单位将送检样品装入木箱，由监理工程师加封，并贴上专用加封标志，然后送往试验室。不能装入箱中的试件有钢筋样品、钢筋接头等。

(2) 实施见证取样的要求。

①见证试验室要具有相应的资质并进行备案、认可。

②负责见证取样的监理工程师要具有材料、试验等方面的专业知识，且要取得从事监理工作的上岗资格（一般由专业监理工程师负责从事此项工作）。

③承包单位从事取样的人员一般应是试验室人员,或由专职质检人员担任。

④送往见证试验室的样品,要填写“送验单”,送验单要盖有“见证取样”专用章,并有证取样监理工程师的签字。

⑤试验室出具的报告一式两份,分别由承包单位和项目监理机构保存,并作为归档材料,以及工序产品的质量评定的重要依据。

⑥见证取样的频率,国家或地方主管部门有规定的,执行相关规定;施工承包合同中如有明确规定的,执行施工承包合同的规定。见证取样的频率和数量,包括在承包单位自检范围内,一般所占比例为 30%。

⑦见证取样的试验费用由合同要求支付。

⑧实行见证取样,绝不代替承包单位应对材料、构配件进场时必须进行的自检。自检频率和数量要按相关规范要求执行。

4. 工程变更的监控。工程变更的要求可能来自建设单位、设计单位或施工承包单位。

为确保工程质量,不同情况下,工程变更的实施、设计图纸的澄清、修改,都应具有不同的工作程序。

(1) 施工承包单位的要求及处理。在施工过程中承包单位提出的工程变更要求是作某些技术修改或做设计变更。

①对技术修改要求的处理。技术修改是在不改变原设计图纸和技术文件的原则前提下,提出对设计图纸和技术文件的某些技术上的修改要求。例如,对某种规格的钢筋采用替带规格的钢筋、对基坑开挖边坡的修改等。

承包单位向项目监理机构提交《工程变更单》,在该表中应说明要求修改的内容及原因或理由,并有附图和相关文件说明。

技术修改问题一般由专业监理工程师组织承包单位和现场设计代表参加,经各方同意后签字并形成纪要,作为工程变更单附件,经总监批准后实施。

②对设计变更的要求。设计变更是施工期间，对于设计单位在设计图纸和设计文件中所表达的设计标准状态的改变和修改。

承包单位应按照要求变更的问题填写《工程变更单》，送交项目监理机构。总监理工程师根据承包单位的申请，经与设计、建设、承包单位研究并作出变更的决定后，签发《工程变更单》，并附有设计单位提出的变更设计图纸。承包单位签收后则应按变更后的图纸施工。这种变更，一般均会涉及设计单位重新出图的问题。如果变更涉及结构主体及安全，该工程变更还要按有关规定报送施工图审查单位进行审批，否则变更不能实施。

(2) 设计单位提出变更的处理。

①设计单位将《设计变更通知》及有关附件报送建设单位。

②建设单位会同监理、施工承包单位对设计单位提交的《设计变更通知》进行研究，必要时设计单位还需提供进一步的资料，以便对变更作出决定。

③总监理工程师签发《工程变更单》，并将设计单位发出的《设计变更通知》作为该《工程变更单》的附件，施工承包单位按新的变更图实施。

(3) 建设单位（监理：工程师）要求变更的处理。

①建设单位（监理工程师）将变更的要求通知设计单位，如果在要求中包括相应的方案或建议，则应一一并报送设计单位。否则，变更要求由设计单位研究解决。在提供审查的变更要求中，应列出所有受该变更影响的图纸、文件清单。

②设计单位对《工程变更单》进行研究。

③根据建设单位的授权，监理工程师研究设计单位所提交的建议设计变更方案或其对变更要求所附方案的意见，必要时会同有关的承包单位和设计单位一起进行研究，也可进一步提供资料，以便对变更作出决定。

④建设单位作出变更的决定后由总监理工程师签发《工程变更单》，指示承包单位按变更的决定组织施工。

需注意的是，在工程施工过程中，无论是建设单位或者施工及设计单位提出的工程变更或图纸修改，都应通过监理工程师审查并经有关方面研究，确认其必要性，由总监理工程师发布变更指令后，方能生效并予以实施。

5. 见证点的实施控制。见证点是国际上对于重要程度不同及监督控制要求不同的质量控制点的一种区分方式。实际上它是质量控制点，只是由于它的重要性或其质量后果影响程度不同于一般质量控制点，所以，在实施监督控制的运作程序和监督要求与一般质量控制点有区别。

6. 级配管理质量监控。建设工程中，由于不同原材料的级配，配合及拌制后的产品对最终工程质量有重要的影响。因此，监理工程师要做好相关的质量控制工作。

7. 计量工作质量监控。

(1) 施工过程中使用的计量仪器、检测设备、称重衡器的质量控制。
(2) 从事计量作业人员技术水平资格的审核，尤其是现场从事施工测量的测量工，从事试验、检测的试验工。
(3) 现场计量操作的质量控制。作业者的实际作业质量直接影响到作业效果，计量作业现场的质量控制主要是检查其操作方法是否得当。

8. 质量记录资料的监控。

(1) 施工现场质量管理检查记录资料：现场管理制度、上岗证、图纸审查记录、施工方案。
(2) 工程材料质量记录：进场材料质量证明资料、试验检验报告、各种合格证。
(3) 施工过程作业活动质量记录资料：质量自检资料、验收资料、各工序作业的原始施工记录。

9. 工地例会的管理。工地例会是项目监理机构定期组织有关单位研究解决与监理相关问题的会议。项目实施期间应定期举行工地例会，会议由监理工程师主持，参加者有监理工程师代表及有关监理人员、承包商的授权代表及有关人员、业主或业主代表及有关人员。工地例会召开的时间根据工程进展情况安排，一般有旬、半月和月度例会等几种。工程监理中的

许多信息和决定是在工地会议上产生和决定的，协调工作大部分也是在此进行的，因此开好工地例会是工程监理的一项重要工作。

10. 停、复工指令的实施。

(1) 工程暂停指令的下达。

1) 施工作业活动存在重大隐患，可能造成质量事故或已经造成质量事故。

2) 承包单位未经许可擅自施工或拒绝项目监理机构管理。

3) 在出现下列情况下，总监理工程师有权行使质量控制权，下达停工指令，及时进行质量控制。

①施工过程中出现质量异常情况，经发现并提出后，承包单位未采取有效措施，或措施不力未能扭转异常情况者。

②隐蔽作业未经依法查验确认合格，而擅自封闭者。

③已发生质量问题迟迟未按监理工程师要求进行处理，或者是已发生质量缺陷或问题，如不停工则质量缺陷或问题将继续发展的情况下。

④未经监理工程师审查同意，而擅自变更设计或修改图纸进行施工者。

⑤未经技术资质审查或审查不合格人员进入现场施工。

⑥使用的原材料、构配件不合格或未经检查确认者；或擅自采用未经审查认可的代用材料者。

⑦擅自使未经过项目监理机构审查、认可的分包单位进场施工。

总监理工程师在签发工程暂停令时，应根据停工原因的影响范围和影响程度，确定工程项目停工范围。

(2) 恢复施工指令的下达。承包单位经过整改具备恢复施工条件时，承包单位向项目监理机构报送复工申请及有关材料，证明造成停工的原因已消失。经监理工程师现场复查，认为已符合继续施工的条件，造成停工的原因确已消失，总监理工程师应及时签署工程复工报审表，指令承包单位继续施工。

(3) 总监下达停工指令和复工指令，应事先向建设单位报告。

(三) 作业技术活动结果的控制

1. 作业技术活动结果的控制内容。作业技术活动结果的控制是施工过程中中间产品及最终产品质量控制的方式，只有作业活动的中间产品质量都符合要求，才能保证最终单位工程产品的质量，其主要内容有：

(1) 基槽（基坑）验收。

(2) 隐蔽工程验收。

(3) 工序交接验收。

(4) 检验批、分项、分部工程的验收。

(5) 联动试车或设备的试运转。

(6) 单位工程或整个工程项目的竣工验收。

(7) 不合格的处理有以下内容：

①上道工序不合格一不准进入下道工序施工；

②不合格的材料、构配件、半成品一不准进入施工现场且不允许使用，已经进场的不合格品应及时作出标识、记录，指定专人看管，避免用错，并限期清除出现场；

③不合格的工序或工程产品一不予计价。

2. 作业技术活动结构检验程序。作业技术活动结果检验程序是：施工承包单位竣工自检——《工程竣工报验单》——总监理工程师组织专业监理工程师——竣工初验——初验合格——报建设单位——建设单位组织正式验收。

七、施工后的质量控制

(一) 验收阶段的质量控制

施工完成后的项目工程质量是由质量等级、质量保证结果核查以及观感质量评定三个标准进行评定的。一个优良的建筑工程项目必须达到以下三个标准：①整个项目中包含的各个分部工程的质量都应该全都合格，而且优良要超过二分之一。建筑工程施工质量控制方法与实例一，值得一提的

是，工程中有两个分部工程必须达到优良，即主体部分和装饰部分。②拥有齐全的质量保证资料。③依靠观感评定质量应实现超过 85%的符合率。建筑工程项目在施工后要进行得最主要工作就是进行竣工验收，顺利完成建筑工程项目验收的条件就是按照签订的工程合同和原来设计图纸完成了该工程项目，除此之外整个房屋的内部水、电等方面满足了合同的要求，整个建筑物干净明亮，完全符合了建筑使用方的要求，这就标志了项目施工项目的任务已经完成。项目竣工验收是项目施工管理的最后一个环节，这个时候需要承建单位将已经竣工的建筑物以及相关的资料转交给建设单位，并且还要接受他们对项目质量的一系列检查和验收。施工项目如果达到了验收标准合格的话，那么承建单位和建设单位之间就可以解除合同双方各自承担的合同义务及经济和法律法律责任。

（二）保修阶段的质量控制

移交工程项目后，保修阶段随即到来。《建设工程质量管理条例》详细规定了项目保修阶段所涉及的具体事项。项目保修阶段项目监理需要完成的主要任务包括以下几个方面：

1. 严格分析检查项目工程质量状况。项目工程在保修期以内的话，监理部门就有责任对建筑物的使用情况进行检查，按照制定好的质量检查计划，有秩序有步骤的进行检查。

2. 对出现的工程质量问题要进行责任鉴定。对于在项目保修期内出现的项目工程质量问题，监理部门一定按照原来设计的图纸进行认真盘查，分清责任，按照相关规定明确保修费用有谁来承担，但是有一点，无论是谁该承担质量问题责任，施工承包商都需要进行负责修理。

3. 控制需要进行修补缺陷的项目。在保修期内进行要进行质量控制的目的就是要为了及时发现问题解决问题。在进行修补缺陷的过程中，监理部门的任务同施工时控制工程项目建设质量一样，一定要抓好每一个环节，在缺陷修补结束后，同样要进行质量验收，严格执行合同规定内容。

第二章 建筑工程质量检测

随着时代的进步和经济的发展，建筑行业越来越迅速地发展起来，人们也越来越关注建筑工程的质量问题。由于建筑工程主体结构的质量直接关系到建筑工程的质量和安​​全，因此要针对建筑物结构进行检测，并将检测工作贯穿于建筑工程的整体生命周期，针对具体检测结果作为建筑物鉴定和评估的重要依据。

第一节 工程质量检测的作用和意义

社会主义现代化进程的加快使得建筑工程的数量不断增多，这使得工程检测成为了建筑施工中不可缺少的环境，也是保证建筑施工质量的有效途径，体现出了工程质量检测在整个工程中的积极作用。

一、建筑工程质量检测的特点

建设工程质量的重要性毋庸置疑，但由于建筑工程本身和建设生产的特点，决定了建筑产品的特点，同时也正是建筑产品的诸多特点使得建设工程质量具有控制难、检验难、评价难和处置难等问题，而建设工程质量这些特点正是开展工程质量检测工作的前提和基础。

（一）建筑工程质量检测的公正性

工程质量检测机构担负着设计结构安全及重要使用功能的抽样检测和进入施工现场的建筑材料、构配件及设备地见证取样检测工作，社会责任重大。要保证检测数据的准确有效，必然要求工程质量检测机构坚持独立、公正的第三方地位，在承接业务、试验检测和检测报告形成过程中，不受任何单位和个人的干预和影响。同时要求检测人员必须具有良好的职业道德，严格执行国家的法律、法规和工程建设强制性标准，敬业爱岗、遵章守纪、廉洁自律地开展检测工作，坚决不作假试验，不出假报告，才

能从根本上保证检测数据真实可信、准确有效，保证检测行为公平、公正。这也是一个工程质量检测机构的立根之本。

（二）建筑工程质量检测的科学性

建筑工程质量检测是一项技术性很强的工作。实践证明，做好工程质量检测工作，除要求一支作风正派的检测队伍外，还要求检测机构开展检测工作必须具有良好的检测环境、先进适用的检测技术和仪器设备，检测人员必须采用科学的检测方法，严格按有关技术标准、规范和规程开展每项检测工作，从技术层面上确保检测数据的准确可靠，这是检测公正性的重要保证。

（三）建筑工程质量检测的真实性

工程质量检测机构要对其出具的检测数据负责，对于抽样和取样检测，要保证试件能代表母体的质量状况和取样的真实性。所以检测机构开展检测工作，必须严格执行见证取样送检制度、样品流转和处理制度、密码管理制度和检测试样的留置制度，试样的分类、放置、标识、登记应符合标准，保证检测数据有可追溯性。并且委托检测必须由建设方委托，现场抽样必须实事求是、科学规范，保证从取样到检测报告出具的各个环节均能不影响样品的真实性。

（四）建筑工程质量检测的准确性

一个检测数据的最终形成，涉及众多环节和因素影响，无论是样品和仪器设备的完好状态、检测环境条件，还是数据的采集和处理，都会直接影响最终的检测结果的准确性。因此，工程质量检测机构必须建立健全质量保证体系，制定切实可行的质量管理手册，从组织机构、仪器设备、人员素质、环境条件、工作制度等方面，不断加强内部管理和自身建设，以确保出具的每个检测数据准确可靠。

（五）建筑工程质量检测的时效性

建筑工程质量的特点决定了工程质量预控和质量隐患、事故处理及时性的重要性，而工程质量检测工作作为质量控制、原因分析、事故处理最

直接、最有效的手段，必然也要求检测工作必须及时有效地开展。从各项原材料、成品、半成品检测，到现场实体抽测，都必须严格按照规范规定的要求进行。如水泥 3d、7d、28d 强度试验和安定性试验，钻芯试件的检测，桩基静荷载检测等，都存在着对检测时间的要求。同时，为了及时查处质量隐患和质量事故，检测机构还必须严格执行不合格试件的报告制度，及时向建设主管部门或质量监督机构报告不合格试件的检测信息。

（六）建设工程质量检测的严肃性

工程质量关系到百年大计，关系到经济建设和社会发展，关系到人民群众的切身利益和生命财产安全，工程质量检测机构作为第六方责任主体担负着为建设各方和质量监督机构提供技术保证和质量监控的工作，社会责任重大。因此，每个从事质量检测工作的检测人员，务必要有高度的使命感和强烈的责任感，时刻牢记每一个检测数据都会直接影响到工程质量监控、评判、处理的方式和结果，必须一丝不苟、认真严肃对待每项检测工作。

二、工程质量检测的目的

建设工程质量的重要性的特点是开展工程质量检测工作的基础和前提，工程质量检测工作是做好工程质量工作的技术保证和重要手段。因此，开展工程质量检测工作有着非常重要的目的。

（一）为确保建筑产品的内在质量提供依据

建筑产品是将产品所需的各种原材料、构配件等物质要素，按照预定的目标，通过施工过程将它们有机组合起来而得到的产品。建筑产品的质量，形成于产品生产的各个环节，其中工程所使用的各种原材料、构配件、成品、半成品的质量，是影响建筑产品质量的最基础性因素，只有通过质量检测，才能确定这些物质要素的内在质量，并提供数据依据。

（二）为工程科学设计提供依据

通过工程质量检测，为工程设计提供了科学量化的控制指标，保证了工程建设的安全性、适用性和科学性。如桩基静荷载检测，为设计单位直接提供了桩基础设计的依据。

（三）为加强质量安全控制提供依据

在建设过程中，检测机构提供的各类检测信息，是参建各方进行组织施工、质量安全控制、纠正偏差、分析质量安全事故原因的重要信息和依据，将检测数据和过程控制结合起来，充分利用检测数据进行质量安全管理，这是检测的根本目的。

（四）为工程质量认定和验收提供依据

只有通过工程质量检测，才能为分项工程、分部工程、单位工程质量验收提供认定的科学依据。

（五）为质量监督机构提供最有效的监督手段

检测机构报告和反馈的检测信息。能保证质量监督员及时掌握工程质量信息，使动态化质量监督工作更具有针对性，更能及时有效查处质量隐患，更能公正地认定工程质量，促进质量监督工作规范、有序、高效开展。

三、工程质量检测的作用和意义

（一）工程质量检测对建筑工程质量控制的作用

1. 优化建筑结构设计

在人们生活质量不断提高的背景下，居民对于建筑结构的属性也提出了新的要求。为了满足居民对建筑工程使用功能与应用效能的要求，在建筑结构设计中，需要综合考量的内容也在增加，结构设计的复杂性也在提升，这也对建筑工程施工技术水平提出了新的要求。工程检测在建筑结构设计环节，其主要作用是优化建筑结构内容，对结构荷载、受力情况、回弹量等内容进行比对，从而确定结构设计是否满足施工要求。如果发现了不合规部分，及时对其进行调整，提高结构设计的科学性，确保建筑工程应用的可靠性。

2. 减少工程施工变更

在建筑工程施工过程中，由于施工环境复杂程度较高，而且受到作业区域地质结构、施工人员操作水平、自然条件等因素影响，经常会出现施工变更的情况。施工变更的出现，本意是确保整个建筑工程能够顺利推进，但是在制定施工变更方案时，如果没有综合考量变更后对整个工程的影响性，那么很容易导致建筑工程部分内容施工不合规，甚至是整体施工质量不合规的情况出现。工程检测工作的应用，在设计阶段可以对结构设计的合规性进行综合考量，从源头上提高方案的可行性，降低后续施工变更情况的出现。即便在施工过程中出现了需要施工变更的情况，也可以对计划内容的可操作性进行客观评价，从而提高变更内容与建筑工程之间的协调性，确保整个工程项目的顺利推进。

3. 确保进场材料质量

结合以往的施工经验可以得知，施工原材料在所有成本支出环节中占比最高，这也意味着进场材料的质量，将直接影响到整个建筑工程的施工质量。在工程检测工作当中，进场材料质量属于基本审查内容之一，检测内容包括材料规格、尺寸、力学性质、耐久性、强度等。

我国现行的建筑工程施工制度中，明确标注了不同建筑工程对应参数指标，借助检测手段将进场材料的相关参数进行确定，随后将实测参数和标准参数进行比对，从而得出客观结论，及时调换不合规的建筑材料，确保进场材料的合规性。另外，在建筑工程施工过程中，也需要做好质量抽检工作，为建筑工程施工质量的提升奠定坚实的基础。

4. 提高施工进度有序性

在建筑工程规模不断扩大的背景下，其施工工期也在延长，与此同时，建设项目的工程总量也在增加，为了确保整个施工活动的有序进行，施工企业需要制定完善的施工进度。若工程能够按照施工进度要求稳定推进，那么企业也可以在确保施工质量的基础上，提升施工企业的经济利益。工程检测的应用，能够对进度计划中所涉及的建筑工程质量进行监督，在发

现问题之后，及时对问题进行返工，在不影响工程施工进度的基础上，有序地完成建筑工程任务，从而避免了施工企业为了追赶工期，胡乱施工的局面。

（二）工程质量检测在建筑工程中的作用

建筑工程的质量的好坏和工程项目完成后的使用期限以及使用的效果有着密切地联系，经过有效合理的工程质量检测，能够及时发现建筑工程项目的存在的质量问题，因此，工程质量检测在建筑工程的建设中，对质量的把握起着很关键的作用。

1. 增强结构实体检测性能

在建筑工程施工的场地，进入施工地点的所有成品以及材料在通过质量检测之后，一定要强化其结构实体的检测，综合建筑工程项目的实际情况，按照施工设计的相关标准，在正常的维护和使用情况，以及满足施工设计的要求下，务必要确保建筑工程符合性能高、持久性强、安全性高等要求。建筑工程的施工会受到很多不同因素的影响，从而给建筑项目的使用性能带来损害。在检测建筑项目的结构实体的过程中，要合理评估建筑项目的可靠性，增强建筑结构的持久性以及安全性，保证建筑项目的施工质量。

2. 节能性检测

这几年以来，我国在建筑领域方面实现了一个较为迅速地发展，在可持续发展这个大环境下，节能检测成为了建筑项目检测过程中一个重要的内容。在具体的检测过程中，主要是对建筑项目的分户墙以及外墙的保温、门窗性能等展开节能性的有效检测，检测采暖空调设施的使用性能，以及其构成材料和隔热保温系统的性能，在综合建筑项目的实际情况，完善建筑节能的项目规划，按照建筑项目的节能设计要求，采用符合条件的节能的产品以及节能的材料。

3. 减少造价

在建筑工程检测的过程中，有关工作人员要认真排查建筑材料，挑选出符合要求且性价比较高的材料，从而减少建筑项目所需要花费的资金。另外，还要根据工程检测出来的结果，采取相应的措施解决建筑项目中存在的质量问题，避免出现返工的情况。另外，不仅要展开合理有效的工程质量检测，而且还要针对性地进行指引和创造一个规范文明的市场环境，从而促进建筑项目的不断发展。

4. 提升工程的效率

通过科学有效的工程质量检测，在建筑项目施工的过程中，采取相应的解决措施和方法，增强对质量的控制，可以减少施工的时间，尤其是在建筑项目施工的过程中，依照工程检测出来的结果，有利于建筑项目施工的相关工作人员做出一个较为准确的规划，进而加快施工的速度，提升建筑项目施工的效率。

（三）工程质量检测的意义

百年大计，质量第一。工程质量不仅影响到国民经济建设的运行质量，而且还牵涉到千家万户，影响到子孙后代，直接关系到人民的生命财产安全，甚至会影响社会得稳定和安定团结。特别是随着住宅工程向产业化发展，工程质量问题已成为社会关注、人民群众关心的热点和焦点。搞好工程质量，这是党和政府为人民群众办实事的重要体现。

工程质量检测是控制工程质量，评定工程质量优劣的最直接、最科学、最可靠的依据，也是政府部门加强质量监督的重要手段。工程质量检测所提供检测的数据和信息，不仅为设计单位提供了科学的、量化的设计依据，而且为施工企业、建设单位（监理单位）提供了质量控制和监控的依据，使参建各方能科学地组织施工、调整施工方案和优化资源分配，最大限度地减少资金盲目投入和有效地控制工程造价。同时，也为参建各方和质量监督机构提供了及时发现工程中存在问题的手段，以便做到及时发现，及时处理，最大限度地减少损失，保质按期完成工程建设任务。通过工程质量检测，不仅可以防止劣质建筑材料使用到工程上，而且还可以通过实体

检测来判断工程结构的安全性，杜绝不合格工程流向社会，保证投资者投资利益，维护消费者权益。特别是建设工程的逐步商品化，人们在买卖建设工程的过程中，避免不了对工程质量持不同意见，或在人们使用过程中，出现这样那样的质量问题，这些均需要有一个专门的机构出具一份具有权威性、公正性、科学性的检测报告来判别工程质量的实际状况，以解决存在的工程质量纠纷，从而有效地化解和处理这类社会矛盾。因此，做好工程质量检测工作，不仅具有重要的经济意义，还具有重要的社会意义。

第二节 工程质量检测的方法标准

工程质量检测业已成为工程质量责任重要的相关单位之一，检测工作质量的高低及试验数据的科学性、准确性与检测标准方法的正确使用及管理有着直接的关系。方法标准指衡量实物的原则，是实现科学管理的基础，是工程质量检测工作和质量控制的依据，因而只有采用正确的方法标准，合理使用和管理标准，才能对工程质量做出科学、准确、公正地评价，为工程施工、监理、监督提供可靠技术支持和保证。

一、建筑工程质量检测方法

根据建筑工程质量评估标准规定的方法和检验作业的实际经验，可以对一般建筑工程的质量进行归纳、触摸、拍照。

对人眼高度以上部分的产品上（门窗扇上的面、管子的上半部），间隙小而头伸不进的产品背面（如下水道底）可以用镜子的反射方法检查。对关闭后光线暗的部位（管道间、模板内部状况等），采用照明进行检查。

测量平坦度的手段，适合墙面和地面等要求平坦度的项目。

测量垂度一般使用托盘贴紧测量面，用线锤吊线的方法进行检查。使用专用检查工具进行检查更方便，更快，更准确。

用百格网检测灰浆的充足度，用塞尺测定平坦度等，同时，还要检查砂石、水量、冬季工程时的温度测量等。

二、建筑主体结构质量检测的方法

建筑主体的结构质量检测是围绕建筑主体的结构强度、刚性及稳定性进行的建筑物整体状况的判断，现在，我国对建筑主体的结构进行质量检测时，通常采用的方式有以下几种：

第一，检测实物。这是整个检测工作的重点，确定样品空间时严格按照规定进行，检测建筑主体的实物也需要对应性。

第二，检测机关必须在开始检测前制定详细的检测计划，并通知施工单位和质量监督站。进行检测时，除了检测建筑主体的结构外形、大小外，还要检测实物。

第三，检测机关进行检测时所采取的措施有可能影响工程质量，要经设计人员同意后才能使用。

第四，检测工作要直接由质量监督站自己进行，在检测前先制定监督计划。如由外部采用的检测机构进行，其机构可提前制定检测方案，由质量监督站审核后实施。

三、建筑工程质量检测服务机构的检测方法

检测、检查方法及方法的确认是为了确保各检测部门在其检测、检查范围内采用适当的方法进行工作，包括抽样、检测/检查数据处理的方法。当有要求时，还应包括测量不确定度的评估及分析检测数据的统计技术。保证检测、检查方法和方法确认过程得到有效控制。这就要求各检测部负责人负责检测、检查方法的选择和非标准方法或偏离标准方法的确认；质量负责人负责非标准方法、偏离标准方法和自编方法的审定；技术负责人负责非标准方法、偏离标准方法和自编方法的批准。

服务机构规定优先选择国家、行业和地方标准的检测、检查方法，当没有上述方法和标准时可选择国内外文献、杂志上介绍的先进的方法和标准。各检测部根据《合同评审程序》中要求的检测、检查项目选择相应的方法。各检测部应保存所有标准的现行有效版本，且应使用最新有效版本，除非该版本不适用或无法做到。并应随时上网进行标准及标准方法的查新，确保其有效性，在标准方法中需有选择的执行时，则需另附加文件说

明。客户指定方法时，应经质量负责人审定，如果客户指定的方法能满足所进行的检测、检查要求，应采用客户指定的方法。如果客户指定的方法不适用或已过时，应通知客户。客户未指定方法时，应依次选择国家标准方法、行业标准方法、地方标准方法、已经选定的非标准方法。应将所选用的方法通知客户。选定的非标准方法必须经过方法确认方可采用。般情况下服务机构不采用非标准方法。如在极特殊的情况下，必须使用非标准方法时，执行下列要求：非标准方法须经客户同意，并应满足客户的要求和检测、检查的目的。非标准方法使用前，须由检测部负责人根据《检测、检查方法确认程序》进行适当确认，质量负责人审定，并经技术负责人批准后生效使用。质量部对使用的非标准方法进行统一编号，备案存档。在开展检测、检查前，必须进行方法验证或证实已能正确使用该方法。如与标准方法有偏离，则须重新进行方法确认。当采用新方法时，仍需进行方法确认，以保证正确使用了新方法。

四、建筑工程质量检测标准体系

（一）建筑工程质量检测标准体系应考虑的因素

1. 标准类别

一是，基础标准指在一定范围内作为其他标准的基础并普遍使用、具有广泛指导意义的标准；二是，方法标准指针对建筑工程：质量检测标准化领域中需要协调统一的检测方法、—工具、流程等事项所制定的标准；三是，服务标准指针对与服务对象接触面上的各项服务活动而制定的标准，制定相应的服务标准是未来的趋势所在。

2. 业务分类

目前，我国建筑工程质量检测行业管理和统计工作中，较多使用《建设工程质量检测管理办法》所确定的分类。

（二）建筑工程质量检测标准体系框架

1. 总体系

基于建筑工程质量检测标准体系和类别的分析,可构建建筑工程质量检测标准体系的总框架,并通过框架可以指导建筑工程质量检测标准体系进一步的完善和发展。

2. 分体系

一是,建筑工程地基基础工程检测标准包括地基及复合地基承载力静载检测标准、桩的承载力检测标准、桩身完整性检测标准、锚杆锁定力检测标准;二是,建筑工程主体结构工程现场检测标准包括混凝土、砂浆、砌体强度现场检测标准、钢筋保护层厚度检测标准、混凝土预制构件结构性能检测标准、后置埋件的力学性能检测标准;三是,建筑幕墙工程检测标准包括建筑幕墙的气密性、水密性、风压变形性能、层间变位性能检测标准、硅酮结构胶相容性检测标准;四是,建筑工程中钢结构工程检测标准包括钢结构焊接质量无损检测标准、钢结构防腐及防火涂装检测标准、钢结构节点和机械连接用紧固标准件及高强度螺栓力学性能检测标准、钢网架结构的变形检测标准。

(三) 建筑工程质量检测工作中实现标准化的方法

建筑工程质量检测工作是建筑质量、建筑安全、建筑效益的基本保障,是建筑行业重要的基础性工作,是技术、保障、管理等诸多方面对建筑工程质量综合的体现。当前建筑工程质量检测已经成为建设现代化建筑队伍的重要手段,应该发挥其综合性的积极意义和价值,使建筑工程质量检测真正达到为施工实际和建筑队伍发展服务的目的。在实际的建筑工程质量检测工作中,应该以标准化为突破口,从建筑工程质量检测实际工作出发,把握当前建筑工程质量检测标准化的现实情况,研讨具体工作中实现建筑工程质量检测标准化的措施,为建筑工程质量检测工作标准化的实现做出努力,形成新时期建筑工程质量检测工作的体系和标准,更深、更广的层面上影响建筑行业新时期发展的速度和质量。

1. 全面布局建筑工程质量检测标准化

一是，要明确建筑工程质量检测标准工作的对象，厘清建筑工程质量检测标准化的边界，通过标准化的制定形成建筑工程质量检测工作的先后顺序，确定建筑工程质量检测工作的基本要点和实施重点，全面有计划、有步骤地推进建筑工程质量检测的各项工作。二是，要加大对建筑工程质量检测体系的标准研究，建立可以指导实际建筑工程质量检测工作的标准化技术和管理体系，引领建筑工程质量检测标准化向有序的方向发展。三是，要从长远角度和顶层对建筑工程质量检测标准化进行设计，这样有利于实现从更高的层次上推进建筑工程质量检测标准化的进程。

2. 推出建筑工程质量检测标准化的策略

建筑工程质量检测工作的特点就是专业性和技术性，应该建立建筑工程质量检测标准化的路径，采用技术和管理相结合的策略推进建筑工程质量检测标准化工作的进一步展开，以更加完善的模式和标准化的机制发展建筑工程质量检测工作。

3. 完善建筑工程质量检测的服务工作

要针对建筑工程质量检测工作的特点，要结合建筑工程质量检测标准化的方向，形成对建筑工程质量检测工作全面服务的趋势，通过服务的标准化推进建筑工程质量检测工作标准化的进程。

4. 加强建筑工程质量检测标准化人才的培养

人才队伍建设是建筑工程质量检测标准化的基本保障，要通过建筑工程质量检测工作的各种学习和培训提高从业者建筑工程质量检测 and 标准化的专业水平和能力，形成对建筑工程质量检测 and 标准化工作大力地支持。

五、市政工程质量检测方法

（一）事前管理

在市政工程施工过程中，施工单位需要认真地分析施工图纸，根据施工图纸顺利开展整个工程。严格检查施工资料，市政工程施工涉及较多的内容，施工材料比较丰富，施工单位需要严格管理施工材料，并且需要分

类保存施工材料，建立材料数据资料库，同时需要做好数据备份工作，为工作人员查阅提供巨大的便利性。

施工材料直接关系到市政工程质量，施工单位在选择施工材料的过程中，需要合理保存样板。结合材料宣扬选择供应商，科学管理施工材料。结合施工现场的情况，严格把关施工材料，认真检查进场材料的检测报告单和合格证等，详细登记材料的数量和型号等。工程师和资料员需要共同检查验收特殊材料和贵重材料。

材料入场之后，施工单位需要分类存放施工材料，避免材料出现变质和受潮等问题，单独放置易燃易爆材料。选择最佳的材料放置位置，尽量减少材料搬运。在搬运阶段需要根据说明书合理搬运，使用了材料之后，需要及时落实回收工作，避免浪费施工材料。

（二）施工过程管理

施工单位可以采取分包管理方式，结合合同内容和分包单位签订合同，协调管理分包内容。根据合同内容，分包单位需要及时上报实际工程进度，总包需要严格审核上报内容。积极沟通总包和分包，吸取分包合理的建议，保障分包管理的质量，立即通知整改发现的问题。

施工单位需要建立详细的施工方案和施工设计清单，明确施工的责任人，多个部门共同商讨施工方案，确定了施工方案之后不能随意改动。如果必须变更，需要向技术负责人上报书面内容，获得审批之后再变更。

施工单位需要建立控制过程的长效机制，项目经理部每周都要召开例会总结工作情况，根据问题提出针对性地解决对策，合理布置下一阶段的工作计划。施工单位可以利用样板机制，将第一个施工阶段作为样板，相关部门共同验收样板质量，验收合格之后再进行后续施工。在实际施工过程中落实交接检、核互检等工作，落实追究机制，追究施工中问题的责任，及时解决问题。施工单位需要建立科学的奖惩机制，项目负责人负责检查施工质量，奖励优秀的施工人员，根据规定处罚不合格的施工负责人和施工人员。

（三）精细化管理附属工程

为了保障市政工程质量，施工单位需要重视市镇工程的附属工程，严格管理附属工程的施工质量。施工单位需要制定科学地处理方法，解决附属工程中的安全质量问题，全面提升附属工程的施工质量和施工安全等，提升市政工程能整体施工质量。例如施工单位需要控制地下管线施工质量，分层安装预设施工方案，最后落实上层管线施工，避免管线交叉安装，保障施工运行的正常性。

施工单位需要注重市政工程质量检测工作，全面宣传质检工作的重要性，定期培训质检人员的法律法规，掌握工作标准，促使每个工作部门重视市政工程质量检测工作，各个部门积极配合，保障市政工程质量。

（四）检测仪器设备质量

市政工程监理单位需要利用各种复杂的检测仪器，监理单位需要准备经济仪器和质检仪器设备，保障监理工作质量。为了提升市政工程质量，监理单位需要聘请技术型检测人员，同时需要配置高端的检测设备。有机结合监理人员和监理设备，提升整体监理工作的工作质量。监理部门需要利用先进性的检测设备，政府部门也要加大力度扶持，提升市政工程质量检测工作的信息化和科技化，保障整体质检实力。

六、工程质量检测方法标准的使用和管理

（一）标准使用存在的问题

1. 在标准方法使用中检测人员对标准理解不深，造成标准使用的错误。近几年，虽然省市各级加强了对标准方法的大力宣贯，但个别检测人员由于缺少专业知识，对标准方法理解不透彻，从而对检测程序及数据处理造成错误。特别是一些新型材料的标准方法更是理解不到位，如新型防水材料、墙体材料的标准分类都非常严格，而往往有些检测人员把评定标准错误套用，而造成误判。

2. 标准更新不及时，特别是个别检测单位在检测中使用作废标准，如JC140-2005《未增塑聚氯乙烯（PVC-u）塑料窗》标准已作废，应使用

CB/T28887-2012《建筑用塑料窗》标准。CB50204-2002（2011年版）将钢筋重量偏差作为强制性条文，而许多单位未能及时申请该参数的计量认证，因而给工程质量监督检查及验收带来困难。

3. 检测工作中对行业标准及国标的使用混乱，如砂石行业标准为JGJ52-2006《普通混凝土用砂石质量及检验方法标准》，国家砂石产品标准为CB/T14684-2001《建筑用砂》和GB/T14685-2001《建筑用卵石、碎石》，一些检测人员标准混淆不清，使用随意。

4. 在标准方法使用中对检测方法依据和评定标准使用不规范，往往将评定标准当做检测依据，而将检测方法依据当做检测报告的评定结论。

5. 在标准方法使用中不填写标准方法的年号，对标准中的质量控制指标选择不正确，对引用标准方法不对照标准原条文进行数据处理，如钢筋拉力及断后伸长率的修约应对照GB/T228.1-2010《室温拉伸》及YB/T081-2013《冶金技术标准的数值修约与检测数值的判定》。

（二）标准方法管理存在的问题

1. 标准方法管理中标准存放混乱，未建立标准台账，个别检测单位标准台账不规范，填写内容信息不全，未能有效地对标准进行分类。

2. 未建立标准查新制度，废旧标准未及时更新。由于地理条件及其他一些因素的制约，部分单位对新颁布的标准可能一无所知，或者在一个较长时间内难以获取，存在新标准执行的滞后现象。

3. 对标准方法的管理未能按照管理体系的要求进行有效控制，标准方法未进行统一编号和受控管理，检测人员所用标准方法未受控，有些检测单位用标准合订本及学习培训资料代替标准方法。

4. 标准方法变更后未进行新标准方法的确认，对于标准方法的重大变更未能按照资质认定评审准则要求及时进行变更申请。

（三）标准方法使用和管理存在问题的原因探究

1. 个别检测单位对标准方法的重要性主观认识不到位，重检测过程及检测数据，不重视检测标准方法的学习及应用，只重视检测数量及收入，

不重视标准方法学习培训宜贯的投入。有了标准，把标准当成迎接检查及计量认证的“花瓶”。派出人员学习培训后对标准方法不宜贯、不研究束之高阁，检测工作及数据处理按老经验、老习惯，更谈不上对标准方法的深刻领悟及应用了。

2. 有些检测人员缺少专业知识，文化水平不高，执行标准责任心不强，即使参加培训学习也是走马观花，不能对标准方法的内涵及重要性进行深入理解。

3. 对资质认定评审准则及档案管理办法学习重视不够，不能正确理解资质认定评审准则中关于检测标准方法条文的要求，即使制订的《管理手册》和《程序性文件》中作了相应规定，但在实际工作中，对标准方法的管理也是“两张皮”，不能严格按照文件规定的方法步骤进行规范的有效管理。

（四）标准方法是保证检测工作质量的关键，是检测工作的依据

标准方法的使用和管理是实现检测工作科学管理的基础，对提高检测工作质量，确保建筑工程实体质量有着重要的作用，因此必须加强标准方法的使用与管理。那如何才能真正做到正确使用标准方法并且进行有效管理呢？

1. 加强标准方法学习培训及宣贯。按照培训学习程序，每年制定检测人员学习培训计划，特别是标准方法的培训学习不但有外出的宣贯学习，还应设置内部的定期学习计划。对宣贯学习的标准方法进行考核，并记入检测人员的业绩档案。

2. 严格按照检测工作质量考核程序，加强对检测人员使用标准方法进行检测工作质量的日常评价，并实行奖惩制度，使检测工作的标准化程序化与工资挂钩，对不能按照标准方法正确检测的人员取消检测员资格，考核合格后方可上岗，提高检测人员学习标准方法的主动性。

3. 培养合格的标准方法管理专业人员。严格按照资质认定评审准则的要求配备专职标准方法管理人员。因为标准管理工作，政策性强，专业要

求高，涉及面广，所以要求标准管理人员应具有与本职工作相关的专业基础知识，并且责任感较强。

4. 标准方法管理人员应严格按照标准方法的管理程序，对本单位所有标准方法进行分类编号加盖“受控章”，并进行台账登记，加强检测人员所使用标准方法的动态管理。

5. 严格按照资质认定评审准则的要求制定标准查新计划，并有标准方法管理人员进行定期查新。查新可采取多种形式：

(1) 加强与当地、省内、国家等有关标准情报部门的联系，及时了解掌握标准的废止与更新情况。保证有新标准改造能及时知道和购买。

(2) 利用 Internet，经常浏览标准网站。特别是技术监督部门网站，查看标准方法是否现行。

(3) 在工作中严格坚持接收样品时向委托人索要出厂合格证，并查对生产厂生产该产品所采用的标准号，以达到使用标准准确，不误判，对产品做出公正、合理评价的目的。

(4) 严格按照资质认定评审准则的要求和标准方法管理程序，对查新变更的标准方法进行变更确认，对于重大变更必须到发证许可单位备案，人员设备及环境满足新标准方法要求后方可使用。

综上所述，建筑工程检测是工程质量监督检查验收的基础，而标准方法又是工程检测的基础和依据，标准方法的使用管理工作贯穿整个检测工作的全过程，因而标准方法的正确使用管理不仅是建筑工程检测的生命线，也直接影响工程实体的质量。只有增强检测人员的用标严肃性和责任感，提高检测人员对标准方法内涵的领会理解，才能真正做到检测工作的科学性、准确性，从而为工程施工、监理、监督提供更准确可靠的科学依据。

第三节 工程质量检测技术与应用

通过建筑工程质量检测，能及早地发现建筑工程的质量问题，并防止粗制滥造现象的发生。但达到这一目的的前提是选择有效的建筑工程质量检测技术，并采取有效地监管措施。只有这样才能保证质量检测结果的准确性，减少建筑工程质量问题的发生。

一、建筑工程质量检测的重要性

现阶段建筑工程领域当中仍然存在一些问题，如果想要从本质上解决这些问题，那么建筑企业就需要认识到工程质量检测的重要性，建筑工程质量检测的重要性可以分为下文中所说的几点：

首先质量检测可以从本质上对建筑施工质量做出保证，在实际施工的过程当中，建筑企业就可以通过对工程质量进行检测，对目前工程项目质量情况形成清晰地认识。

其次，质量检测可以对施工设备及材料的质量做出保证，设备的精准性及材料的质量会直接对建筑工程项目整体性质量造成一定影响，在积极开展工程质量检测工作的背景下，可以保证施工环节中使用到的材料及设备满足现行标准中提出的要求。

最终，质量检测可以对质检项目的质量安全做出保证，在建筑工程质量检测工作进行的过程中，检测人员是否规范化的职责范围内的各项工作，直接关系到监测工作是否可以顺利完成，在建筑工程项目检测工作进行的过程中，检测人员可以及时发现建筑工程项目当中存在的问题，并施行有效性比较强的措施来解决问题，以免建筑工程项目当中存在质量问题，对投入运行的建筑物安全性及稳定性造成影响。

二、几种建筑工程质量检测技术及其应用

（一）涡流检测技术

涡流检测是利用电磁感应原理，通过对建筑工程的检测，分析电磁感应涡流的变化，判断建筑工程中是否存在缺陷或性能问题。涡流测试方法

在实际的应用中，有必要根据实际情况合理选择线圈形式，以更准确地完成测试任务。与其他检测方法相比，涡流检测技术具有检测速度快，操作方便，检测成本低，能够使用不同线圈形式，工作对象清晰等优点。目前，建筑工程中采用的涡流检测技术主要是通过建筑材料的电磁响应，分析其密度，硬度和内部成分，来识别缺陷。同时，线圈检测可以准确地检测出金属制品，钢材等导电材料，更深入，准确地检测建筑材料中存在的问题，提高了建筑材料质量评价的综合性和准确性。

（二）超声波检测技术

超声测试方法具有穿透性强、声能集中的特点，在建筑工程测试中效果很好。在实际应用中，超声波探测技术主要是利用频率在 20000Hz 以上的声波来探测建筑物。通过超声波与被测物体之间的相互作用，检测技术可以检测建筑物中的缺陷和问题。结合超声波的发射和传输原理，获得相应的信息并对建筑物进行综合评价。在实际应用中，超声检测技术可以结合建筑物的传播特性，判断建筑项目的大小，尺寸和内部组成，明确材料的质量和存在的缺陷，实现建筑物整体特征的综合体现。与其他检测技术相比，超声检测技术不仅检测范围广，而且具有灵敏度高，速度快，成本低的特点。

（三）射线探伤无损检测技术

射线探伤无损检测技术主要是借助介质的穿透力，进而获取到检测对象信号的技术。 α 、 β 射线在是射线探伤无损检测中的应用最为广泛，在应用的过程当中并不会损坏建筑结构，依靠射线反馈信号强弱，进而及时的判断并发现建筑内部结构所存在的问题，整个检测过程非常方便快捷，并且能够实现反复检测。观察分析投射在胶片上的衰减射线，如果呈现平滑衰减的状态，就代表建筑内部结构质量可靠。但是如果发现在某个部位突然出现射线反馈信号骤减的现象，代表该部位存在结构质量问题，进而在明确问题位置的情况下，及时的结合实际情况进行解决，排除安全隐患。

（四）磁粉检测技术

磁粉检测技术主要用于铁磁材料在实际中的应用。考虑到表面断裂材料的吸引作用，可以同时吸附一定量的磁粉。磁痕是材料在阳光下才会出现的，可以准确判断出建筑物缺陷位置和严重性以及大小等的是几何磁痕。磁粉检测技术在建筑工程项目中的应用可以准确判断出建筑材料的质量，与其他检测技术相比，适用性更为广泛，它不仅能够分辨出一些肉眼无法发现的缺陷，同时可适用于检测金属材料质地。出现比较好的应用效果是在工件表面以及近表面缺陷检测方面，同时可作为一种在工件质量鉴定方法的使用。

（五）雷达波无损检测技术

雷达波无损检测技术的应用，是建立在微波原理基础之上的。雷达波具备较强的穿透力，并且检测应用范围广泛，尤其是复杂结构，最适宜应用该技术进行检测。应用雷达波无损检测技术，并不需要接触检测对象即可进行检测到建筑结构内部情况，并且能够检测侧结构裂缝分层及黏合情况，一旦发现异常，雷达波的传播方向、传播速度均会体现，进而明确问题位置所在。除此之外，雷达波无损检测技术凭借自身较高的检测精度，在建筑内部结构、钢筋、地质以及混凝土缺陷等方面，均实现了有效地应用。

综上所述，建筑工程质量检测是一项非常重要的工作，对建筑工程的质量具有非常重要的影响。所以，检测机构、监管部门等单位应共同协作加强建筑工程的质量检测技术监管。尤其是加强检测机构内部管理及检测技术管理，并提高检测人员的服务意识，规范质量检测市场，从而保障建筑工程质量检测技术及监管的成效。

三、建筑工程质量检测中混凝土检测技术

混凝土检测技术对于建筑工程的安全质量有着重大的意义。在施工过程中，建筑的不同部位对硬度的要求不一样，随之也需要使用不同种类的混凝土，这样更能适应建筑工程的需要，更能确保建筑工程的质量。尤其在现阶段房地产行业聚焦着众多的社会目光，建筑过程中的安全问题日益

受到人们的关注，更对后续的销售工作产生一定的影响，在完善的混凝土检测技术环境下，整个建筑工程的质量安全问题有着充分地保障。所以，为了确保建筑工程的质量，使建筑使用更安全，混凝土检测技术是不可或缺的一环；同时，为了迎接时代的发展，建筑工序技术发展势在必行，混凝土检测技术同样是不可或缺的一环。在建筑工程质量检测的整体中，混凝土检测技术作为整个质量检测体系中的重要部分，提高混凝土检测技术可以有效地促进整体建筑工程质量的提高。

（一）提升工程建筑混凝土检测技术的意义

1. 指导建筑工艺升级，加快技术改进

在建筑工程质量检测是工程进入使用之前必要的检测步骤，混凝土检测技术位列其中，提升工程建筑混凝土检测技术将会影响建筑工程质量检测的结果，促进建筑工程质量检测水平的提升。时代在发展，工程建设理念也在发展，新式的建设理念不断取代老式的建设理念，更加凸显了混凝土的作用。提升工程建筑混凝土检测技术，将会促使人们更加注重工程的安全质量管理，提升相应的建筑技术以满足工程的需要。

2. 保障工程项目建设质量，促进行业健康发展

在现代工程施工过程中，混凝土是其中极其重要的一部分，它应用于建筑工程的方方面面。提升工程建筑混凝土检测技术能够有效防止因混凝土作业导致的建筑安全隐患，从长期看对促进行业健康发展具有积极影响。

（二）我国混凝土检测技术中存在的问题

1. 原材料材质不同，影响混凝土检测精度

在实际使用过程中，不同的混凝土材质预示着混凝土检测技术的精度不同。首先，不同的混凝土所对应的检测方法也相对不同。例如：在面对相对而言抗压强度较大的混凝土材料时，较为合适的方法便是超声波法，采用这种方式能够很好的获得混凝土的检测数据，并且不易产生工程破

坏。反之，可以选取钻芯法或者回弹法，其简单实用、易操作，将会大大减少检测的时间，不会造成资源浪费。

2. 施工人员专业技能不足，影响检测结果

在混凝土检测过程中，不乏出现由于施工人员专业技能不足，专业知识不够完善，从而影响整体的混凝土检测效果的情况。在专业的混凝土检测工作中，混凝土检测人员首要任务便是考虑到混凝土检测的各个方面，如果自身专业技能、知识水平不过硬，那么对于很多需要考虑的方面便会产生遗漏。

3. 运输过程缺乏管理，影响混凝土检测精度

在混凝土检测过程中，有些检测技术需要对混凝土进行取样，需要运送到专业部门，利用专业设备进行检测。不过这种操作方式容易增加施工成本，还会对混凝土检测结果产生影响。例如：受到不同恶劣环境的影响，混凝土样本各方面发生变化，将会影响混凝土检测精度，所以，加强样本运输管理必不可少。

4. 混凝土振捣和养护

混凝土在振捣过程中，需要保证各部位混凝土的密实度和均匀性，不能出现漏振和欠振等问题。对于竖向构件的混凝土需要加强保湿养护，其他构件可以通过浇水养护，保证混凝土始终处于湿润的状态。针对普通混凝土，要保证大于 7 天的养护时间，针对抗渗性混凝土，或者混凝土强度等级达到 C60-以上，就要保证养护时间在 14-天以上。保障混凝土的养生龄期，混凝土浇筑完成之后，要在规定龄期内达到设计强度，这样可以避免发生收缩裂缝问题。

（三）建筑工程质量检测中混凝土检测技术有效应用要点分析

1. 制定合理混凝土检测方案

首先要全面分析建筑工程工艺对混凝土质量的要求，对影响混凝土质量的因素进行深入分析，对于混凝土的配比各参数要加强检测，要严格按照相关标准制定科学合理的检测方案。从混凝土检测技术的可行性以及经

济角度考虑,将检测方案预算成本控制在允许范围内,检测的方案中要对混凝土检测流程以及取样位置进详细阐明,确保所取样品具有一定代表性。在回弹仪的选择上,针对强度标准值大于等于 C60 的混凝土应该选用高强度的回弹仪进行检测,对于强度值小于等于 C60 的混凝土要选择普通的回弹仪进行检测,在利用回弹法对混凝土进行检测过程中地方的标准与建筑企业的标准还存在一定差异。所以制定科学合理的混凝土检测方案是十分必要的。

2. 选用正确的混凝土检测方法

当前阶段建筑工程的发展对地区的经济发展影响较大,为了能够保障建筑工程的质量,就必须选择正确的混凝土检测方法。如果选用不正确的混凝土检测方法不仅对后续工作造成较大影响,还会造成一定的安全隐患,对于建筑工程的整体工程质量不利。回弹法主要是通过检测建筑结构或者建筑工程中所用混凝土的回弹值来判定该建筑结构或者是构建混凝土强度方法。这种混凝土检测方法是最常用的检测方法,主要是因为其具有操作简便,便于保养以及适用范围广的优点。钻芯法主要用来检测单件构件的混凝土强度推定值。超声波法是利用声波穿透能力,通过声波的减弱程度来判断混凝土的质量,这样是不需要对建筑进行破坏,直接进行检测并实时判定。但是超声波法是单一声波,容易受到各方因素影响,精度波动较大。

3. 对混凝土内钢筋进行检测

钢筋混凝土材料顾名思义是由钢筋和混凝土结合在构成,在水泥水化的过程中经常会产生大量的氢氧化钙固体,由于氢氧化钙是碱性物质,导致混凝土内部 PH 值相对较高,钢筋长期处在碱性条件下会进入钝化状态,进而使得钢筋出现锈蚀现象。为了保证施工的稳定,一定要重视钢筋的检测工作。检测方法分为以下两种:一是物理方法,物理法主要是利用声、光、电、磁、热及射线等物理方法,测定锈蚀引起的某些物理量的变化,通过测得的物理量与锈蚀程度的相关性分析达到检测的目的。二是电化学

方法，化学法是对锈蚀本质直接测量，具有检测速度快、灵敏度高、连续跟踪和原位测量等优点。

4. 对混凝土检测技术加强监督

当前阶段很多的建设工程的质量检测都是通过混凝土的检测技术来完成的。所以加强建筑工程质量检测中混凝土检测技术的监督也是十分重要的。在混凝土检测技术的监督工作上要对多方面内容进行全面分析，各项工作要相互协调进行，混凝土检测技术的实施具有一定的顺序避免出现颠倒现象，重视混凝土检测技术的质量。在进行混凝土检测技术操作时还要具有一定的长远性，要紧跟时代的发展，制定科学合理的检测方案，注重混凝土检测技术的可行性以及可靠性，这样有效保障建筑工程的质量。

5. 持续开展技术创新

在建筑工程相关建设实践的过程中，开展加强技术创新工作，不仅可以完善混凝土质量检测的施工工艺，而且可以提升混凝土检测技术的发展水平。就原材料而言，混凝土主要是由水、水泥、砂石以及粉煤灰等诸多原材料配制而成的，在施工过程中保障每一项原材料技术指标用相关指标与要求相契合具有重要意义。

随着城镇化建设的加速发展，建筑工程发展也节节攀高，人民大众对工程质量的标准也更高，对于建筑工程的安全性是否符合标准是人们最为关注的。而建筑工程的整体质量受制于原材料的影响，混凝土这一常用原材料首当其冲。混凝土质量检测是建筑工程质量检测当中的重要内容，所以，及时发现混凝土当中所存在的问题，要对混凝土检测及时运用并进行分析。

（四）提高混凝土检测技术的有效措施

近年来，我国工程施工技术发展越来越成熟，建筑工程质量检测技术也开始发挥其工程价值，从各方面形成了比较完整的检测体系，混凝土质量检测作为其中一项重要内容，在实际建筑工程中也开始得到重用，要不断提高其检测技术水平，不断创新与完善检测方法，减少其劣势，充分发

挥其优势，使之更好地为工程质量管理做贡献，奠定建筑工程行业发展的基石。

1. 改革检测技术，提高其发展水平

科技是不断进步的，混凝土检测技术也可以进行升级与创新。首先，混凝土检测工作人员可加强对各检测技术的分析和研究，进行查漏补缺，弥补传统技术的缺陷，并发扬其检测优势；其次，要了解混凝土原材料的质量、检测设备、检测工序对检测结果的影响，加强新型检测技术的引用和融合，完善混凝土质量检测操作流程，保证检测结果的准确性，从而提升混凝土检测技术的发展水平。

2. 提高检测人员技术水平，加强专业素养培养

首先，要树立工作人员的质量安全意识，加强质量安全宣传教育，组织混凝土检测知识讲座和学习培训，进行检测技术实操演练，切实提高相关技术人员的专业水平，加强检测人员之间的技术交流与配合，确保检测工作，人员严格按照规范作业，促进混凝土检测工作科学、合理地进行。

3. 加强检测管理工作，完善检测体系

混凝土检测工作首先要按照要求选择样品，并按实际检测需求选择适量的检测点和检测区域。另外，要加强检测管理工作，建立完善的混凝土检测规范体系，加强混凝土质量监管，加强混凝土检测监督力度，不定时抽查混凝土检测结果的准确度，使检测人员在实际检测工作中严格执行检测规范，改善混凝土施工质量，最终减少工程质量安全隐患。

4. 结合实际制订检测方案

在建筑工程质量检测工作中，应结合实际施工现场情况，深入分析各种影响混凝土质量的因素，控制检测预算，依照混凝土检测工作的流程，依据实际施工方式、工程建设要求和资金投入等综合情况确定最终检测方案，然后进行标准规范化检测操作，确保混凝土检测工作顺利开展。最后，填写检测数据，做好检测报告，支持保障后期检测工作的进行，以便后期方便查阅资料分析评估混凝土质量。

要严格把控混凝土原材料的质量公路混凝土路面质量的稳定性直接受到混凝土原材料质量的影响，公路路面中混凝土结构直接承载所有载荷，并且长期暴露在空气中，在外界自然的影响下很容易遭受损坏，所以，为了保证公路混凝土结构的质量就必须从混凝土的原材料入手，严格控制各种原材料的质量。在材料选择中要根据不同材料在混凝土结构中的不同作用，合理控制各种材料的含量。另外，在原材料选择不能一味追求原材料的质量，还要根据公路的性能、寿命期限等因素从质量、经济以及强度等多个指标着手，综合考量选择合适的混凝土材料。

5. 科学把握混凝土原材料的配比

混凝土的加工并不是将各种原材料进行随意的组合，而是要根据各种材料的性能科学设置不同的比例，从而得到不同性能的混凝土，保证混凝土性能满足工程需要。在配比设计中要合理控制水以及各种矿料的比例，并利用高效减水剂来对混凝土材料进行优化配比，从而有效保证混凝土的功能满足公路的设计要求，避免过早出现变形裂缝等问题。

总而言之，建筑行业在当下的发展中，正处于大发展时期，而建筑工程质量则也是人们最为关注的问题，这就需要做好建筑工程质量检测工作，确保建筑工程的整体质量。混凝土质量检测是建筑工程质量检测中的重要内容，必须得到人们的重视。因此，在混凝土质量检测的过程中，就要采用有效的混凝土质量检测技术，做好动态监督检测的工作，对检测数据进行有效地分析，避免由于混凝土质量不合格造成的质量隐患，为建筑工程的整体质量提供保障。

四、无损检测技术在建筑工程质量检测中的应用

随着建筑施工工艺的不断成熟，人们对于建筑质量要求越来越高，因此建筑施工单位对建筑工程质量检测工作的重视程度也越来越高。无损检测技术是一种新型的质量检测方法，目前我国多个领域都已经被广泛使用，在现代建筑工程检测工作中也发挥着十分积极的作用。

（一）无损检测技术简介

无损检测技术，顾名思义就是没有损伤性的检测方法，建筑工程质量检测不仅仅是要对结构外部质量进行检查，同时也要对结构内部质量进行确认，前文提到的检测方法或多或少都会对建筑结构性成果造成破坏，而新型的无损检测技术则可以在不破坏检测物体性能和结构完整性的条件下，通过物理手段对其质量进行全面分析。无损检测技术有很多种，在建筑工程当中常用的主要用超声波检测技术、红外线成像检测技术以及冲击反射法检测技术。与传统的建筑工程检测技术相比，无损检测技术的优势不仅在于可以保证建筑结构不受损坏，而且问题检出率也是比较高的，检测结果值得信赖。但是这种检测技术也并不是完全没有缺点，比如检测方向比较单一等，而且适用场景也有限，在一些必须进行破坏性实验才能得出质量结果的检测当中，无损检测技术便失去了其独有的优势。

（二）无损检测技术在建筑工程质量检测中的具体应用

1. 应用于建筑混凝土与结构检测。

建筑工程中混凝土结构的检测是确保施工质量的主要手段，无损检测技术的过程中，从使用安全的角度，选择最合适的测试技术课题方案和使用安全性，通过标准化操作，提高测试结果的准确性。目前，最常用的方法检测混凝土结构在建筑工程在中国反弹方法、超声波法等意识到结构强度的检测，采用超声波或雷达法对混凝土结构的内部质量，裂缝或密度进行详细的分析和检测，应充分控制混凝土结构的施工效果，并根据优化方案的制定，提高工程施工的整体效率。

2. 应用于建筑工程钢结构检测。

钢结构是现代建筑工程当中应用频率非常高的材料之一，对建筑整体质量安全有着关键性影响，采取无损检测技术对其施工合理性和可靠性进行检测是十分有必要的。由于钢结构在建筑工程当中的应用场景比较多，不同部位所能适应的检测方法有所区别，所以可以采用超声波检测以及冲击反射检测等多种方法对其进行全方位分析。

(1) 应用于结构外观尺寸检测。建设工程质量检测的对象应该是所有组件,当测试的外观质量和大小的主要结构建设项目,主要针对混凝土的外观质量和尺寸的组件,混凝土构件的外观质量缺陷主要表现为蜂窝、点蚀面、裂纹、孔洞等,这些检测内容外观检查方法可直接采用,混凝土结构尺寸的测量主要包括截面尺寸、轴尺寸、标高、垂直度和预埋件位置,尺寸测量方法可以直接采用组件的尺寸测量,测量和尺寸的偏差必须满足相关规范的要求。如果有问题环境侵蚀和灾难影响的结构组件,大小检测应在最严重损坏部分,和相关的检测位置和指令应该反映在检测报告。

(2) 应用于建筑结构焊接质量检测。现代建筑工程所采用的主体结构材料大多是钢筋混凝土制件,在施工过程中需要用到焊接技术将各结构部位进行紧密连接,这样才能保证整体建筑工程的稳定性。无损质量检测技术应用于建筑结构焊接施工过程中,可以对焊接效果进行精密检测,从而提高焊接可靠度,减少建筑安全风险。具体而言焊接质量检测主要包含以下几个方面:其一是相交线焊缝的缝合检测,主要检测内容是眩光棒和水平腹杆的焊接质量;其二是钢管端部衬套的检测,检测内容是数控切割焊缝的质量;其三是钢材焊接的检测,必须保证其检测质量符合国家相关复方要求方可验收通过。

(三) 无损检测技术应用于建筑工程质量检测中的不足之处

1. 检测流程较为笼统,缺乏细致性。建筑工程质量检测是一项较为复杂的工作,需要检测的内容相对繁杂,不仅要建筑整体结构进行全局检查,同时也要对细节之处进行细致检测,但是目前我国的无损检测技术应用过程还比较笼统,在检测质量评定方面没有形成细致地划分,相关的质量检测规定也不够明确,所以其实际检测地位没有得到有效突出。

2. 检测方向较为单一,缺乏全面性。建筑工程质量检测除了要对建筑本身的结构质量进行检查之外,还要对建筑结构设计是否合理、建筑功能是否完善等多个方面进行综合分析,但是无损检测技术的质量检测方向比

较单一，实际应用过程中通常还需要辅助其他检测方法共同满足检测要求，这在一定程度上限制了该检测技术推广效率。

3. 检测影响因素较多，检测准确性有待提高。除上述几方面不足之处以外，建筑工程无损检测技术在检测数据的准确性方面还有待提高，虽然该技术对建筑结构异常检出率较高，而且大多数情况下检测结果也比较可靠，但是当建筑结构较为复杂，比如混凝土中的钢筋为多层情况时，其识别效果就会大打折扣，而现代建筑形式越来越多样化，要想最大程度发挥出无损检测技术的应用价值，其适用性还需进一步提高。

（四）提高无损检测技术在建筑工程质量检测中应用水平的有效对策

针对以上不足之处，相关建筑工程质量检测人员在使用无损检测技术时应当注意融合多种检测方法，结合具体的建筑工程特性，选择两种或两种以上的检测技术，对于不同的检测内容采用不同的检测手段，这样可以有效提高检测准确度。除此之外，还要在实际应用无损检测技术的过程中，拓展和创新检测方向，比如在检测建筑结构缺陷的同时，还可以探索该技术是否可以对混凝土的耐久性等进行检测，以此来提升该技术的应用价值。

经过以上分析阐述可以发现，无损检测技术在建筑工程质量检测中的应用空间是十分广阔的，尤其是在新时期背景下，建筑工程构造形式越来越复杂，建筑质量要求越来越严格，如何在不破坏建筑结构的基础上实现高效的质量检测功能是当前建筑质量检测工作当中的一大主要挑战。相关行业工作人员需积极学习先进的无损检测技术知识，并在实际检测过程中加以应用和优化，这样才能最大程度提高建筑质量，促进我国建筑行业的长效健康发展。

第三章 地基和基础工程

地基与基础工程建设是建筑的根本，地基、基础工程建设与建筑工程的质量问题密切相关，工程质量要求的满足需要有好的地基与基础工程支撑，但有的施工单位往往就是因为忽视地基与基础建设问题，导致工程质量出现问题，严重的甚至会出现倒塌现象。而出现的问题必然是工程施工的重大事故，其造成的损失与影响更是无法挽回的。所以地基与基础工程建设要得到施工方的重视，根据施工经验进行总结，房屋建筑质量才能被提高。

第一节 沉降缝技术及质量控制

大量工程实例表明，在建筑地基工程施工中发生墙体开裂和位移 85% 的原因是地基发生了不均匀沉降，不但影响了建筑工程的整体质量，而且也一定程度上威胁人们的财产安全和生命安全。在这样的基础上，开展建筑地基工程沉降缝的施工技术与质量控制的研究就显得尤为重要。

一、沉降缝的定义及其产生的原因和危害

沉降缝指的是由于地基不均匀沉降而引发的地基裂缝，最常见的沉降缝有三种，一种是横向裂缝、一种竖向裂缝、另一种是斜向裂缝。其中斜向裂缝是最难治理和预防的沉降缝。导致斜向裂缝发生的主要原因是地基沉降不均匀，使得砌体内部抗拉剪力降低，在此种作用力的影响下，就会导致地基沉降和裂缝产生了比较明显地对应关系。地基沉降量和沉降缝的最高点相互对应，而最低点则是沉降的交点。导致地基发生沉降的原因非常多，总体而言，导致沉降缝发生的主要原因是建筑地基工程的压缩性不相同，使得地基基础在不同部位所承受的压力不足，从而引发不均匀沉降。

从结构特性而言，地基工程自身有含有很强的压缩性，使得地基基础在自身作用力合外加力的作用下，发生大面积沉降。通常情况下，地基沉

降不会使建筑工程的自身结构受到影响，但会导致建筑物发生不均匀倾斜，促使建筑结构上部用力提升，使得建筑总高度逐渐降低，当积攒到一定值时，就会对建筑工程的整体安全造成严重影响。

二、建筑地基工程沉降缝的施工技术

（一）建筑地基工程沉降缝施工关键技术

考虑到建筑地基工程沉降缝施工具有一定的系统性和复杂性，在施工之前必须做好技术交底工作，确保施工人员能够明确施工流程和各个环节操作要点，保证他们的每项操作都准确到位，从而进一步强化地基性能，竭尽所能的防止建筑地基不均匀沉降事件的发生。具体而言，沉降缝施工流程及操作要点如下所示：

（1）基层处理。基层处理顺序依次为顶板、侧墙、底板，要将沉降缝中的残留物全部清除，用高压水流反复多次的冲洗，确定沉降缝清理干净后才能开展后续施工作业。

（2）布孔钻孔。在沉降缝的两侧布置钻孔孔位，孔距不超过 80cm，钻孔深度要超过止水带，将高压化学灌浆管予以正确安装。

（3）高压注浆。本工程中所用的灌注材料为氰凝 TPT-2 水溶性聚氨酯，其机械性能和防水性能都比较好，是建筑地基工程沉降缝施工的一种新型材料。在灌注材料时要保证施加的压力不低于 2MPa，材料到达指定位置后就会在沉降缝内形成弹性胶体，防止地基受到地下水的侵蚀，沉降问题也会得到控制。

（4）预埋空腔。在沉降缝中灌注第一层聚氨酯灌浆层以后，应该预埋空腔，留待再次灌注材料后形成第二道胶体层。所用材料为棉纱和水泥砂浆，在沉降缝内设置了一个封闭式的空腔，这会给灌注作业提供巨大便利。

（5）嵌填膨胀橡胶。在沉降缝当中嵌入遇水膨胀橡胶并挤压密实，然后在其表面浇筑 TH-聚合物混凝土磨平压光。

（6）二次注浆。第一次注浆并等到混凝土凝固后要对其强度加以检测，确定与设计强度差距在 10%以内，此时可以进行二次注浆，注浆操作完全

等同于上面所述,主要是为了构建另一道防水层,提高沉降缝的防水能力,防止渗透所引发的沉降问题。

(7) 弹性防水密封。在-TH-聚合物混凝土表面,利用 TH-聚氨酯弹性密封胶进行密封施工。

(8) 封面。在 TH-聚氨酯弹性密封层表面,采用 TH-聚合物砂浆作为抹面的保护层。

(9) 面层装饰。运用可收缩的不锈钢为主要扣板装饰材料。

(二) 基础底板沉降缝施工技术

第一,全面清理地基工程沉降缝中积水、建筑垃圾,如果存在地下渗水的情况,要进行科学合理的治理,避免地下渗水影响地基工程。确保沉降缝干燥以后,才能进行下一步施工。

第二,保证建筑地基工程基础底板沉降缝周围 50cm~80cm 范围中干燥无水。

第三,在沉降缝底部先铺设 3~5 条遇水膨胀止水条,止水条距离上层混凝土的距离要控制在 30mm 以上,同时每条止水条的厚度控制在 50mm 以上,各条止水条之间要采用防水胶填满。

第四,基础底板止水条在底板和地下外墙相互连接部位上弯到建筑完全 800mm 以上,并在预留处外墙背水面止水带进行热熔搭接空间。

第五,在案例工程基础底板保护层施工中,采用了铝板保护,和钢板、竹板等保护材质相比,具有可循环利用、施工效率更快等优点,并在预留出固定变形槽,以保证施工的质量。

第六,为及时排出地下渗水,在底板沉降缝垫层内部埋设一根直径在 50mm 以上的镀锌排水管。

(三) 地下室外墙沉降缝施工技术

渗水和漏水是影响沉降缝施工质量的主要因素,因此,在进行地下室外墙沉降缝施工过程中,要充分利用施工现场现有的降水井进行降水处理,确保沉降缝在施工时缝内干燥无积水。具体施工技术为:

第一步,清理沉降缝中预留聚苯板和张贴止水带处的混凝土,然后通过高压气泵,把沉降缝中的水分和混凝土残渣清理干净。

第二步,在进行地下室外墙沉降缝止水带安装时,通过密封胶进行全面填充,然后通过试验来确定防水砂浆的配合比,最后再进行防水砂浆涂抹操作,其涂抹的厚度必须控制在 20mm 以上。

第三步,合理处理地下室外墙水面阴阳角节点,橡胶止水带和防水卷材必须尽量平缓过渡,严禁用力弯折,如果在实际施工中,发现止水带难以粘贴,则可以在阴角的位置采用水泥砂浆进行浇筑。

三、建筑地基工程沉降缝施工质量控制措施

(一) 加强地质勘查阶段

地质勘查报告是基础、地基处理方案的主要设计依据,地质勘查报告的真实性与可靠性是有效避免地基不均匀沉降的必要前提。为保证地质勘查报告的真实性与可靠性,就必须提高地质勘查单位中地质勘测人员的技术操作水平和职业道德素质,加强责任感。另外,现场钻探点位必须满足要求,以准确了解地基土类别、土层性质、水文地质、地基土冻胀、地基土融陷,和其他易引起地基不均匀沉降的不利因素等。

(二) 丰富工程地基设计形式

在对建筑工程地基进行设计时,需要加大对设计方案的多样性重视力度,进而使建筑整体质量与地基基础的刚度联系得以保证。在选择建筑平面形状时,还尽量确保设计方案的规范性,以此来防止建筑施工中出现较多的转角或是复杂的形状,在建筑物的规模比较大的情况下,需要加大对沉降缝的设置位置加以探究,若是建筑设计的形状比较繁杂的话,沉降缝的位置尽量选择在建筑物的转角处。在这个过程中最需注意的是,若是建筑工程地基之间含有一定差距,这便需要把与之相邻的建筑归入到考虑的范围之中,进而防范建筑施工对其造成负面影响。此外,还需要加大对纵横墙的布置方式的研究力度,对于变形比较严重的问题需要进行及时优

化,例如在选择建筑承重结构过程中,在确保其贯通的状况下保障横隔墙的间距适宜,进而规避预防出现裂缝,还能提高建筑物的整体性能。

(三) 确保地基工程沉降缝设计的科学性

随着我国建筑事业持续稳定地发展,各项技术愈发成熟,为提高建筑工程施工质量奠定了坚实基础。就地基工程沉降缝的计算方法而言,根据计算方法的不同,大体上可以分为三种计算方法,第一种是分层次求和算法,把地基沉降分为多个层次,然后分层计算具体的压缩量,然后把若干个层级进行累加。根据地基基础的荷载、形状、尺寸等具体的参数和指标,就可以计算出地基的度附加应力,最后在通过再通过侧限条件下的压实指标,就可以精确计算建筑地基沉降量的具体数值;第二种是有限元算法,此种地基沉降量算法,主要适用于连续介质中,而且计算的参数也比较多,需要采用三轴试验法进行确定,计算机的项目比较多,同时计算的难度比较大,但计算的精度非常高,因此,还没有得到大范围推广应用,只是应用在重要工程的沉降量计算中;第三种是规范算法,也是目前我国建筑地基工程沉降量计算机中应用比较广泛的计算方法,此种计算方法的主要依据是《建筑地基基础设计规范》中的相关规定来对沉降量进行计算和测量,其计算结果比较接近沉降量的真实值。

(四) 严格控制沉降缝施工材料的质量

大量工程实例表明,沉降缝施工材料的质量,对整个建筑地基工程沉降缝施工质量的影响度在80%以上,因此,必须高度重视材料质量的选择。

案例分析:某建筑工程,总建筑面积为4.62万 m^2 ,地质勘查结果显示,该工程地质条件为填土、冲积土、泥灰岩等,其承载力难以满足实际需求,需要采取一系列方法来提升建筑工程地基的承载力。需要承载力500KPa,该工程基础埋深为8m,天然地基承载力标准值在300~450KPa之间,为满足地基基础对承载力的需求,需要在粘土层、粉土层之上,通过地基加固方法,对地基的沉降缝机进行综合处理,从而提升地基强度,防止发生地基变形。

就以上案例工程而言,各项沉降缝施工各项材料的性能指标为:外观为棕色液体,主要原料为氰凝水溶性聚氨酯,起密度在 $1.05\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$,黏度在 $1000\text{MPa}\cdot\text{s}$ 以下,具体的胶凝时间为 60s,发泡率在 600~900 之间,雨水膨胀率超过 30%,包水性能小于 200s,不挥发物含量在 75%以上,并且黏结强度在 2MPa 以上。为最大限度上保证建筑地基工程沉降缝施工质量,凡是进入施工现场的材料,都需要进行全方位的取样复试,不符合相关指标的材料严禁进入施工现场。

(五) 全面观测沉降系数

为有效观测沉降量,应在具体施工建设中,设置多个沉降量系数观测点,根据沉降量观测点的实际数值,科学合理地确定沉降缝两侧建筑沉降值是否稳定,确认各项沉降量数值在允许范围中以后,才能继续施工。

(六) 平面设计中沉降缝位置的确定

平面设计中沉降缝位置的确定过程中,在满足建筑地基质量的要求下,要遵循简单大方的原则,建筑物直接的高度差控制在一定的范围内,从而提高建筑地基基础应力之间的分布以及圈梁的功效。通过这样的平面设计,即便是建筑工程因为外界的因素发生沉降,地基也不会发生的破坏。建筑地基工程沉降缝把大整个建筑工程分为几个独立的单元,在平面设计中沉降缝位置的确定中要要应首先考虑建筑不同层高的交界处、分期建筑的分割处以及建筑平面发生转折的部位。除此之外,根据建筑工程对沉降的要求和控制沉降缝的宽度,进行确定沉降缝的位置。还要分别对主楼与裙楼的沉降量进行计算、控制,确保其发生沉降后的沉降量是一致的。

(七) 充分重视地基处理工作并加大对地基施工的管理力度

在进行地基清理时,必须遵循认真仔细的原则,并清理到混凝土表面,确保基坑中无杂物,同时还要进行混凝土表面平整处理,同时沉降缝的设计宽度要尽量根据沉降量计算结果来定,从实际入手,提升建筑工程的整体质量。

展开施工工作前需做好建筑变形控制工作,在施工过程中比较需要注意的是沉降量以及偏心距,在对建筑工程展开施工时,需要确保沉降量在 15mm 以内,则其偏心距为 15%。若是其无法满足建筑物自身的沉降需求,则需要对建筑地基采用一定的防治措施,例如在对建筑地基处理时可以采用预制深层搅拌桩或是钢筋混凝土的方法。在对建筑地基的基础展开施工过程中,需要始终贯彻确保地基刚硬度的目的来进行,依据建筑地基的实际状况以及上部构造来开展施工工作,加大对建筑工程质量的宣传力度,若是在工程种类验收环节出现质量不合格的部位,需要将其返工,直至满足施工需求为止。

在对地基展开施工时,首先需要做好施工场地的管理工作,对其实际状况有一个大致了解,以便防止在实际规划中出现误差,从而使地基质量出现偏差。其次,确保地基整体质量,避免出现施工裂缝,若是其出现裂缝,势必会导致建筑工程的整体质量受影响,不仅地基会发生形变,还会影响建筑物的整体规划,因此加大对地基质量的控制力度势在必行。

(八) 加大对沉降缝的防治力度

地基施工中出现最频繁的问题便是地基沉降缝的出现,造成沉降缝的主要原因是地基施工中,未展开合理规划,或是施工状况与计划有一定出入,这便导致了在实际施工中产生较大的沉降缝。当发现沉降缝以后,需要对其进行及时防治,以免对建筑工程出现更大的影响。可以采用凿槽嵌缝,首先应用开凿工具,朝着裂缝的方向凿出一个深 38mm、宽 25mm 的 U 型槽,需要注意的是槽深是槽宽的 1.5 倍,之后在应用水泥基柔性材料或是聚硫密封胶,将其填充到槽内压实,当满足一定强度之后再展开找平工作,避免出现渗透。

总之,地基的沉降对建筑物会造成严重地影响。沉降的因素较多,而且各种因素不是孤立存在的。在实际工程中,为了有效地减轻地基沉降的危害,必须加强建筑地基工程沉降缝施工控制,确保建筑物的安全性和实用性。

第二节 地基与基础工程事故分析与预防

对于建筑工程而言,可能会对其整体质量产生影响的因素有很多,但是影响最大的就是地基与基础工程,其甚至会对建筑物的整个使用年限和使用功能产生影响。建筑结构地基与基础工程一旦出现安全隐患,将会给建筑物造成比较严重的后果,例如坍塌。在我国建筑行业发展初期,由于地基与基础工程存在安全隐患而导致的劣质工程项目数量就多达7个。从国际角度上看,由于地基或者基础工程而引发的事故也层出不穷,比较有代表性的就是加拿大特朗斯康谷仓事故。在实际工程施工过程中,如果想要保证整个建筑物结构稳定以及使用满足质量要求,并不是要将关注的重点集中在上部结构,而是应当采取措施保证地基与基础施工的整体质量。从分部部分工程的实际情况看,是比较典型的隐蔽性工程,在施工完毕之后,并不会进行深入检查,而在实际使用过程中,想要发现其所存在的隐患也是比较困难的,而随着使用时间的不断延长,劣质工程必然存在较大的安全隐患,使得人民的生命财产安全受到严重威胁。因此了解建筑结构中的地基与基础工程事故,并相应采取积极有效措施以降低地基与基础工程出现事故的概率,十分必要。

一、建筑结构地基与基础工程事故的分析

在建筑结构的设计和施工过程中,最难驾驭的并不是上部结构,而是该工程的地基和基础工程的问题,对于建筑群所在场地的地下土层分布则不然,一般地说,人们只能在设计前通过几个钻孔的土样的试验得知其少数信息,也只能在施工后,槽底的钎探结果了解其表层信息,至于更深层更全面的情况却不能全面地掌握,以致造成对建筑物建成后的损坏,而且,地基基础都是地下隐蔽工程,建筑工程竣工后,难以检查,使用期间出现事故的苗头也不易察觉,一旦发生事故难以补救,甚至造成灾难性的后果。

(一) 常见的地基与基础工程事故类型

1. 地基稳定性较低

在实际设计与施工的过程中,可能会对地基稳定性产生影响的因素有很多,而最为关键的一种就是地基所具有的承载力好坏。当项目最终完成之后,地基所承受的实际荷载超过自身承载能力,就可能导致地基出现失稳情况,最终令地基出现下沉、破坏甚至是倒塌。而如果地基自身的稳定性比较差,那么就可能导致沉降事故,最典型的一个表现就是在使用过程中房屋墙体出现了裂缝,而且随着时间推移,该裂缝还不断增多和变大。而如果地基整体稳定性出现了严重破坏的话,就可能会使得建筑物急剧下沉,最终导致建筑倾斜或者整体倒塌。

2. 地基出现变形

即使是那些正常使用、质量满足要求的建筑物,在实际使用过程中也会出现一定的下沉,但是下沉量有着比较明显的界限,如果实际下沉量超过允许值,就会导致事故发生。而地基变形最终导致的建筑物沉降是不均匀的,会导致建筑物整体出现倾斜,或者建筑物上部结构出现裂缝,也可能导致建筑物的整体水、电设施出现故障,最终造成事故。

3. 土体滑坡

如果建筑物施工地点是在土坡范围之内,那么建筑物就可能受到土体滑坡的影响而出现倾倒的情况。例如在土坡之上修建建筑,会导致土坡所受到的承载压力不断增大,最终可能导致滑坡情况产生,而如果在坡底进行挖掘作业,也可能导致滑坡。另外,土体滑坡还可能因为受自身的影响,如地下水文情况变化等。

4. 地质灾害

在众多地质灾害中,对建筑物地基产生影响最大的就是地震,地震会对地基结构产生严重影响,最终导致安全事故的发生。而对于不同项目的地基而言,由于上部结构、土壤性质的不同,其地震反应也存在不同。所以,对在地震高发期进行设计与施工的项目来说,应当合理选择材料与施工方式,力求能够最大限度提升自身抵御地质灾害的能力。

5. 地基土质特殊

在实际施工的过程中，比较常见的特殊地基土质主要包括湿陷性黄土、膨胀土、冻土、盐渍土等。对于这些特殊土质来说，如果在施工过程中不加以有效处理，会导致地基整体稳定性降低，而且在后期施工过程中还可能更易受到周围环境因素的影响，导致缺陷事故的发生。

6. 基础工程事故

在整个项目进行过程中，基础工程所出现的事故也是建筑工程领域比较常见的事故类型之一，其也会对建筑物整体质量安全产生比较大影响。目前比较常见的主要有基础错误、基础工程质量较低而导致安全事故发生。

7. 其他类型

最具代表性的是地下工程可能会对建筑物地基以及基础工程产生一定破坏，最终导致事故发生。例如，在城市建设过程中比较典型的就是地下商场、地铁、车库等工程施工，而在山区比较有代表性的就是矿区作业。

（二）事故产生的原因

1. 对现场的地质条件了解不够全面

一些设计人员在实际开展建筑设计的过程中，并没有充分考虑项目所在地区的复杂地质情况可能会对地基与基础工程整体质量产生影响。而这也导致了设计过程中缺乏真实可靠的数据资料，导致准确度有所降低。另外，这种情况也可能导致地基承载力计算错误，无法对施工过程中可能出现的问题进行预估，加大施工难度，影响整体施工质量，导致缺陷事故出现。

（1）勘察工作不符合要求：在开工之前，要对施工现场的地质条件进行全面的勘察工作，尤其是土质结构组成成分，如果在勘察时，相关的工作人员没有按照规定的勘察程序进行，比如：地基钻孔取样的深度没有到位，这就导致勘察人员对地基土质结构的实际情况不能全面地了解。此外，进行试验时处理试验数据等过程出现误差，导致对地基土的性质评判出现

误差。以上情况都有极大的可能导致地基与基础工程出现质量问题，从而使建筑工程存在安全隐患。

(2) 建筑场地水文地质比较复杂：勘察地质时，应根据地质条件的变化对其具有针对性地处理，而不是按照固有的规定要求进行勘察，比如在勘察时，没有发现地下暗藏的古井等，这就可能导致建筑结构出现不稳定的情况，带来安全隐患。

2. 设计方案不合理以及设计计算错误

(1) 方案不合理：在施工现场地质勘查造成之后，相关的设计人员就对根据勘察数据以及相关的各种情况进行图纸设计工作。然而在进行设计时，设计人员没有根据实际的现场情况以及结构构造等因素进行设计，这就容易导致建筑物的稳定程度不足，进而在施工时发生安全事故。

(2) 设计计算错误：在设计时，需要进行建筑结构承载力计算，计算后进行地基与基础工程的布局工作，并且对沉降变形量进行精确的计算，确保地基与基础具有足够地承载能力，保证建筑结构稳定。

3. 施工质量低

施工开工之前，设计单位的相关人员要对施工单位的现场施工人员进行技术交底工作，要求施工人员对图纸和设计原理进行全面地了解掌握，并在施工时要严格地按照图纸规定进行施工，保证地基与基础工程的布局、相应的尺寸、地基标高等等方面要求设计的要求相同，保证施工质量，如果施工单位没有按照设计图纸要求进行施工，就会出现质量问题，导致地基与基础工程存在缺陷，影响建筑结构的稳定性，所以要设置监理单位，对整个施工过程进行全程监督监管，避免偷工减料的情况出现。施工人员的整体施工水平与施工质量也可能会对地基与基础工程的整体质量产生一定影响。在施工过程中就会导致施工技术水平不高，忽视整体质量的情况发生。

4. 施工地环境问题

从施工环境涵盖的内容上看,主要包括建筑项目周围的实际情况、土质情况、土体质量等等,这些因素都会对地基及基础工程的施工质量产生影响,最终导致缺陷事故的发生。

(1) 复杂的土体组成成分以及受力原因

土是由固、气、液三相构成的,之所以土体具有复杂性就是因为其三相之间的特性相对含量以及相互作用形成的。因为土体具有一定的复杂性导致计算理论和相关参数选择一直都处于半理论半经验的状态,所以保证计算的精准程度是非常困难的。土体是地基基础的主要承重部分,在进行地基与基础工程施工时对其反复土体的反复扰动,也对其受力的复杂性产生了一定程度地影响,例如:进行打桩施工时对土体的挤压效应、进行降水时引起的土体固结现象、盾构机掘进时产生的超孔隙水压力,盾构机推过以后,水压力逐渐消散,导致土体发生流变位移。从而导致地基稳定性不足,导致地基发生缺陷事故。

(2) 受地下水位影响的原因

地下水是影响地基基础稳定性的一个重要因素,如果地下水位发生上升或者是下降的情况,就很可能导致建筑物上浮或者是开裂等问题,据相关资料统计,每年因基坑降水导致地表沉降以及市政地下管线开裂等事故不在少数。举例来说,某建筑工程在进行地基基坑施工时,每天的抽水量达到1万立方米,持续时间为一个月,导致其周围100m内的建筑物都出现不同程度的开裂情况,经济损失非常巨大。

二、导致基础工程事故发生的具體质量问题

建筑工程中基础工程这一块是特别容易出现问题的地方,导致基础工程事故发生的具體质量问题主要有以下几种。

(一) 挖方边坡塌方

1. 现象

一个项目工程在挖方时如果操作不慎,就会造成大面积塌方,塌方就会造成地基不稳,原本计划的承载力就会发生变化,危害建筑物安全。

2. 原因分析

(1) 开挖以前没有经过实地调查,对不同土层的特性没有充分了解,统一挖成相同的坡度,边坡容易失稳进而导致塌方现象的出现。

(2) 有些项目工程所在的地方有地下水,在挖方的过程中为了安全应该及时排掉这些水,否则就会造成土层湿化,进而引起边坡塌方。

(3) 在挖方过程中,如果在边坡顶部堆积太多的物品使边坡承重过大,土体容易失稳导致塌方。

(4) 人工原因。挖方的顺序没有安排好,挖方方法使用不当这些都会造成塌方现象的发生。

3. 防治措施

(1) 在基础开挖前和开挖过程中,请勘察单位对基坑进行勘察,针对不同土层的特性提出边坡处理意见。如果基坑开挖深度达到深基坑标准,要求建设单位提供有深基坑边坡支护设计资质的设计单位出具的深基坑边坡支护方案。

(2) 在基坑开挖到设计标高时,立即在基坑设置集水坑并在坑内沿坑边加挖排水沟连至集水坑间,将水泵放入集水坑排水即可。

(3) 放坡基坑施工中,严禁在基坑边坡坡顶 1~2m 范围内堆放材料、土方和其他重物以及停置或行驶较大的施工机械。

(二) 回填土密实度太低

1. 现象

回填土并没有经过严格的夯实,没有达到规定的压实系数,这样在承重达到一定程度之后就会失稳变形。

2. 原因分析

(1) 回填土的含水量不符合规定要求,过高或者是过低,这样就影响了整个基础工程的密实度。

(2) 回填的土、粗砂等材料不符合建筑物要求。

(3) 在打夯阶段，夯实机的力度不够，无法将回填土夯实到规定的要求上，土层不够密实。

3. 防治措施

(1) 对回填的砂、土进行原材料检测，达到设计要求后方可投入使用。

(2) 当打夯阶段施工完毕后，要求施工单位请有资质的检测单位对回填夯实后的砂、土进行承载力检测，检测数据满足设计承载力要求后方可进行下一步施工。

(三) 预制桩身断裂

1. 现象

使用锤击法沉桩时，桩身会忽然错位倾斜，桩尖贯入度突然增大，但是预制桩尖周围的土质条件没有什么比较特殊的变化。同时，当桩锤跳起后，桩身随之出现回弹现象。当出现这种现象的时候，就意味着预制桩身已经断裂了。

2. 原因分析

(1) 预制桩在制作时就不合格，桩身弯曲度不合要求，捶击法沉桩时出现断裂。

(2) 桩尖太细太长，在入土的时候土质比较坚硬，造成桩尖偏向一侧。

(3) 一开始沉桩的时候不注意导致桩身没有完全垂直，在已经沉入地下一段距离后再去矫正。

(4) 在预制桩制作过程中使用的水泥等原材料不符合规定要求，造成预制柱强度不够，在沉桩过程中发生断裂。

3. 防治措施

(1) 在预制桩施工前，应将地下障碍物如大块混凝土、条石等清理干净，尤其是桩位下的障碍物，必要的时候可以对每个桩位进行钎探了解，

并对预制桩的质量进行检查,发现桩身弯曲超过规定或桩尖不在桩纵轴线上时不宜使用。

(2) 在初沉桩过程中,如发现桩身不垂直要及时纠正,如有可能,应把桩拔出,清理完障碍物或回填素土后重新沉桩。沉桩至一定深度发生严重倾斜时,不宜采用移动桩架来校正。接桩时,要保证上下两节桩在同一轴线上,接头处必须严格按照设计及操作规范要求来执行。

(3) 采用“植桩法”施工时,钻孔的垂直偏差要严格控制在1%以内。植桩时,桩应顺孔植入,出现偏斜也不宜移动桩架来校正,以免造成桩身弯曲。

(4) 桩在堆放、起吊、运输过程中,应严格执行有关规定以及操作规程,发生桩身开裂超过有关验收标准规定时,不得使用。普通预制桩经蒸汽养护达到强度要求后,宜在自然条件下再养护一个半月,以提高桩的后期强度。

(5) 当施工过程中出现断裂桩,应会同设计人员共同研究处理方法。根据地质条件、上部荷载以及桩所处的结构部位,进行补桩处理。

(四) 泥浆护壁灌注桩坍孔

1. 现象

在钻孔这个过程中,孔壁内水位有一个突然的上升,或者是钻孔结束后,孔壁发生塌落。

2. 原因分析

(1) 钻孔过程中,钻头上下升降次数比较频繁,钻孔速度又太快,造成孔底产生负压。

(2) 清孔时泥浆比重控制不当,或在提钻具时碰撞了孔壁,也会发生坍孔。

(3) 泥浆的比重不够,原有的护壁作用不能体现。

(4) 没有根据不同土层的土质情况进行钻孔速度的改变。

(5) 受到外力的强烈震动,孔壁坍塌。

(6) 孔里面水高度太高，导致静水压力降低。

3. 防治措施

(1) 在松散易坍的土层中，适当将护筒埋深。用黏土将护筒四周填封密实，根据不同的地质情况，选用适宜的泥浆比重、稠度及不同的钻孔速度。

(2) 保持护筒内泥浆水位高于孔外水位，保持水头压力的相对稳定。

(3) 搬运与吊装钢筋笼时，应防止变形，安放要对准孔位，避免碰撞孔壁。

(4) 钻孔时应连续作业，无特殊情况，中途不得停钻。

(5) 浇筑时准备工作要充分，清孔后及时浇筑。

三、预防事故的办法与措施

虽然引发地基基础事故的原因很多，但我们还是可以有效地杜绝它。要想彻底的杜绝地基基础事故，我们只有对质量事故发生的原因进行分析，只有正确的分析，才能发现事故的原发症结，明确事故的责任；只有正确的分析，才能找到今后应吸取的教训，化消极因素为积极因素；也只有正确的分析，才能制定出适宜的防治措施，防患于未然。对于结构设计，施工技术和使用中的错误引起的，其中大部分是主观性的错误。我们只有严格遵守勘察、设计与施工的标准文件的规定和相应要求，才可能彻底的避免事故的发生。预防事故发生的具体措施如下。

(一) 重视对建筑场地工程地质水文地质的全面、正确了解

根据建筑场地特点，建筑物情况合理确定工程勘察的目的、任务，工程勘察报告要能反映建筑场地地质和水位地质情况。首先要搞好工程勘察工作。预防地基与基础工程事故首先要重视对建筑场地工程地质和水文地质条件的全面、正确了解，这是预防地基与基础工程事故的关键。

(二) 地基与基础工程加固措施

一定要结合项目所在的土质情况、水文情况，对地基及基础工程的施工质量进行加固，不断提升其自身的整体质量，进而提高整体稳定性与安

全性，目前比较常用的加固办法主要有置换加固、排水加固、浇筑固化物加固等，这些加固方式的效果都比较理想。

（三）保证工程建设指标合格

要保证整个项目的指标都符合实际要求，这种做法也是保证工程施工质量的一个有效办法，更是防止地基及基础工程的施工质量出现缺陷事故的重要举措。根据上文阐述能够发现，地基承载力是一个影响较大的指标，所以在实际施工的过程中要保证承载力满足实际使用要求。设计人员在设计计算的过程中要对承载力进行验算，而施工人员则应当不断提高整体施工质量。

（四）提高设计的科学性

设计的主要目的是对施工进行指导，可续而有效提高设计科学性能够保证地基及基础工程的施工质量设计朝着科学化与合理化方向发展，保证施工质量满足要求。要不断提高设计人员的整体素质，保证其能够拥有更加全面的专业知识，保证设计方案科学合理，保证所有计算数据都是准确无误的。另外，设计人员还应当高度重视设计之前对实际数据的采集工作，进一步提升设计的实用性。

（五）严把质量关

建筑地基和基础工程施工的质量与施工材料、建筑构件及施工设备等的质量优劣息息相关。因此，在地基和基础工程的施工过程中，为了使工程施工的质量得以有效提高，对待材料、构件及设备的质量需要严格控制。

（六）加强施工管理，合理组织施工

各施工环节应相互配合、协调，才能使方案与技术指导兼顾彼此。在对计量器具及搅拌站加强管理的同时，应严格按照管理制度的规定实施操作与控制；对于有特殊试配要求的材料，必须在进行多次试配得到最佳比例后，经调整合格后才能施工。在建筑物施工过程中，地基与基础工程可能发生的缺陷事故有很多种，而导致此类事故产生的原因也很多，从自然因素看，主要是受到地质环境的影响，而从设计与施工角度看，则主要

是与人为因素有关。所以，对于建筑设计人员来说，必须不断提升自身的设计精度，而施工人员要提升自身施工水平，进而保证质量满足实际要求。

第三节 地基检测技术要点及优化策略

在建筑工程前期需要进行地基基础检测工作，以确保工程地基的稳定性，减少建筑安全事故的发生。由于建筑工程地基基础直接关系到整个建筑的工程质量，所以建筑部门必须加强对地基基础检测工作的重视性，保证检测结果的精确性和真实性。建筑工程地基基础检测工作至关重要，其检测结果直接影响到建筑工程的后期施工，关系到建筑工程的安全性和稳定性。因此，建筑行业应该利用现有的成熟的检测技术，根据现阶段检测技术在应用中的问题，不断优化检测手段，抓住各项检测技术的关键点，以获得更精准的检测结果，保证建筑工程质量。

一、建筑工程地基检测工作现状

我国地基检测工作经过几十年的发展，在软硬件技术、管理、法规制度等方面都有了较大发展，基本形成了较为规范的地基检测市场，已经形成了包括静力触探法、动力触探法、平板荷载试验法等在内的完整的传统检测技术方法体系。同时，为克服传统检测技术方法的缺点，提高地基检测工作质量水平，我国土木建筑地基检测工作开始应用探地雷达法、剪切波速法和瑞利波法等新技术方法，推动了我国地基检测市场的进一步发展。然而，检测技术方法是其重要影响因素，检测工作人员也是起关键作用的影响因素。只有技术人员掌握一定的技术要点，才能避免检测工作出现错误，提高检测结果的准确性，从而确保土木建筑工程的质量。

在建筑建设的过程中地基处于基础的位置，但是由于地基所处的位置隐蔽且受到环境的影响，因此在施工的时候很难保证地基基础施工不被影响。在实际的施工中存在很多安全事故，地基基础质量难以保证，建筑质量使用要求很难保证。运用地基检测技术，可以及时获取在建筑施工中必要的信息，可以为建筑工程的发展建设提供有利的数据支撑。随着国内科

技的发展和进步,地基检测技术和软件、硬件等设备都得到了完善,具备了系统和规范化的特点,对于地基检测工作的开展有重要作用。地基检测技术有多种方式,如动力触探法、静力触探法、探地雷达检测法等,这些技术在建筑工程中的运用,合理提升了建筑工程建设的工作质量和效率。因此在建筑施工的过程中应该合理运用检测技术,保证建筑检测结果的精准性。

二、建筑工程地基检测技术要点

总体来说,地基检测工作需要掌握的技术要点主要有以下三点:第一,核查掌握所检测基坑的具体位置、尺寸、标高等技术参数;第二,核查掌握所检测基坑的土层分类和地下水分布情况等,以防施工过程中出现渗漏或地基塌陷等问题;第三,结合具体工程建设要求,对工程周围建筑物、地下设施等的具体情况进行了解,以免工程施工影响周围居民的正常生活。

(一) 挖孔桩检测技术。

进行地基检测的过程中要用到挖空打桩技术,如果建筑施工在河流、山地、丘陵等地,这种地区都是基岩、覆土组成的结构。针对这种结构运用地基检测技术,可以高效的分析出地区的基本特征,在系统性地研究之后找出合理的检测技术和方式,强化检测流程。如果针对复杂的地区,就存在更多复杂的检测工序。运用地基检测技术检测出结果之后要及时上报。

(二) 天然基坑检测技术要点

对天然基坑的检测一般只需要参考工程地质勘查报告即可,然后根据基坑土层结构、岩土分类、颜色、层面深度等实际情况核对勘察报告中的数据。然而,对于地址情况比较复杂的天然基坑,检测人员要反复核对相关数据,了解问题易发地段,从而在施工过程中趋利避害。例如,在对分布有局部软地基的基坑进行检测时,由于检测人员对该地基地层的具体情况不了解,所以易造成事故。对此,检测人员要详细了解地层发育历史过

程，并着重检测该地层中的含水量、土层均匀性和流塑性等，从而为基坑施工提供准确参考。

（三）人工基坑检测技术要点

对人工基坑来说，岩土情况可能比较复杂，能否准确判断持力层便成为对检测人员考量的重点。地基检测人员需要注意，如果基岩中存在软弱夹层，此时，确定的持力层应该要达到人工挖孔桩的桩端。同时，检测人员还要考虑沉积岩的风化程度，并根据风化岩石的新鲜程度、破碎程度和裂隙发育程度等综合分析确定桩端持力层。由于泥岩遇水后会出现软化现象，因此，检测人员在钻探时，要保证钻孔的深度到达持力层内 3m 的位置。另外，花岗岩等地层在地震破碎带容易出现陡倾角裂隙，检测人员要根据现场地质勘查的实际情况来确定撞断持力层等。

（四）复合地基检测技术要点

所谓“复合地基”，是指利用专业技术手段对基坑原有土体进行加固，从而提高基坑土体抗压支撑强度的地基。由于复合地基中对土体进行加固的方式多种多样，因此，在进行检测时，检测人员要针对不同的加固方法采用不同的检测技术方法。例如，利用空动力触探法检测经过强夯法和换土法处理过的基坑，采用荷载试验法检测经过深层搅拌桩、砂桩和碎石桩等处理过的基坑。需要注意的是，如果基坑检测结果表明基坑土地加固处理工作不合格，那么施工企业要根据检测结果重新进行基坑处理，直至检测结果达到设计要求。

三、建筑工程地基检测技术优化策略分析

（一）强化专业性。地基检测的过程中发挥主要检测作用的是检测人员，检测人员保证了地基检测的准确性与有效性，因此检测人员的综合素质、专业技能等都对其有很重要的影响。因此进行地基检测之前，对检测人员采取培训的方式，加强专业技能；吸引高技术人才的方式，强化队伍的整体素质，让每个员工的价值都得到发挥。在分配检测人员的时候，做

到科学合理。建筑企业还可以将检测人员能力的培训作为重点之一，强化检测人员的操作能力，提升检测人员的技术。

（二）优化管理措施。在地基检测工作进行的环节要加强检测员工能力，完善管理部门内部的管理体制，确保检测工作的高效进行。建筑企业在管理的过程中，运用合理的制度和体系，让检测技术的发展朝着科学化、专业化的方向发展。在检测的过程中还需要合理运用精细化管理技术，优化操作细节，合理管控操作技术，严格要求操作流程。除此之外，进行地基检测之前，制定好检测方案，规定相关的细节，加强建筑工程检测的有效性。

（三）优化仪器的精密度。仪器性能良好是确保检测结果科学的前提，在检测的过程中，需要降低仪器老化、损坏等情况。已经到使用寿命的仪器要及时更换，对于设备要做好保养和维护。进行地基检测的时候，检测仪器的有效性和精准性要合理保证，提升地基检测的精准度。地基检测中仪器的正常工作才让地基检测有真正的意义，因此设备在使用之前，做好质量检测，可以进行调试，确保性能良好质量正常使用合理。

（四）优化地基检测技术。地基检测技术在广泛运用的过程中还需要不断优化，引进先进的检测，提升地基检测的精确度。引进地基检测技术，以法律法规为前提，按照程序和国家规定的渠道合理引进。引进先进的检测技术，借鉴国外的先进理论和一起，降低在建筑检测技术中的盲点，让国内的检测技术合理健康发展。

四、建筑工程地基检测优化具体措施

要想提高土木建筑地基检测工作的质量，确保地基检测技术发挥最大作用，检测单位需要从硬件、软件、制度和人员等方面入手，而这些方面应该是处于一种均衡提高的状态，不能一手硬，一手软。

（一）加强地基基础检测的具体措施

在样品采取方面，由于通常采用抽查的方法，则需要注意样品的质量和代表性。在具体的取样过程中，要严格遵守操作规程，以保证样品的质

量。同时，对于样品质量要进行信息化管理。取样完毕后应立即封存，并针对不同材料的样品进行适当的封存处理。样品运输过程中，要保证样品的完整性、可靠性和安全性。样品的实验检测，要严格遵守国家的相关检测标准和检测规范。这就要求检测部门根据地基检测的取样环节制定健全完善的操作规范、检测标准以及信息化的管理系统

（二）提高检测工作的硬件水平

1. 目前，随着机械科学技术水平的不断提高，地基检测工作中所采用的经纬仪、水准仪和 GPS 等设备也在不断更新发展，因此，检测单位要实时关注检测设备市场的发展动态，及时更新工作设备，提高地基检测工作的硬件水平，这是其做好地基检测工作的重要物质保障。另外，检测单位在日常生活中还要做好设备的维护工作，因为所有的设备都有其寿命，而且不同型种的设备，还因为不同的作业环境，而有不同的寿命折损。检测机构要设置专门岗位和专门人员，专门负责设备的维护和检查。这些只是基础条件，检测机

构主要应委托专业机构定期对设备进行检查维修，降低设备故障发生率，延长设备的使用寿命，从而提高地基检测工作的质量。

2. 强化设施，检测设备力求一个“精”字。在土木建筑地基检测工作中，检测设备是不可或缺的，而检测设备的质量和现代性又直接关乎土木建筑地基检测的精密与否。在土木建筑基地检测中所涉及的主要设备有经纬仪、水准仪、全站仪和 GPS 定位坐标仪器等，这些测量仪器都是需要与时俱进的，也是需要不断更新的。如果设备落后或者出现损坏不能及时更新的话，就会影响土木建筑地基检测工作的精密实施。所以说，在实施土木建筑地基检测时，一定要确保经纬仪、水准仪、全站仪和 GPS 定位坐标仪器等检测设施的设备完好率、产品换代更新率，总之，检测设备必须保证一个“精”（精密）字，从而确保满足和适应土木建筑施工的需要。

（三）提高检测工作的软件水平

提高检测工作水平,减少工作失误的关键在于检测人员能够准确把握检测技术要点,检测人员只有找准要点,才能在工作中有意识地避免犯错,提高检测工作质量。例如,在确定水准点后,各施工人员还需要对基地平面尺寸进行具体计算;在地基开挖工作中,检测人员要及时跟踪,避免因坑底标高不准确而影响整体施工质量。检测人员在检测工作中要力求精准,从而为地基工程施工提供科学参考。很多的检测设备,现在具备了数字化、软件化操作的水平,这些操作都是需要较强的软件支撑的,必须在这方面下功夫。

(四) 科学制定, 检测方案力求明确

在建筑地基检测工作中,科学的检测方案显得尤为重要,之所以要突出一个“明”字,就是要求建筑地基施工方案要明晰、明朗,在所制定的方案中内容要做到条理清晰,把每一步实施和检测的步骤都要清清楚楚地罗列书写出来。因为施工方案就是指导整个建筑地基施工的计划书、指导书,如果没有方案就谈不上地基检测,没有科学的方案就无法施工检测,所以制定的建筑地基检测方案一定要清晰明了,具有指导性、可操作性。

(五) 强化对人员的培训和管理

在地基检测过程中,人才因素、人为因素是不容忽略的。人尽其才,检测技术力求高水平。在建筑地基检测工作中,技术人才和技术人员是决定工程施工质量与检测质量的决定性因素,所以说这里所说的人尽其才要求做到这样几个方面:一个是要千方百计地让技术人员发挥出其应有的水平,用其各自精湛的技术去支撑和推动土木建筑地基检测工作;另一个是要把技术水平高的技术人员放在主导地位上,让高水平的技术人员带领或者主导整个施工检测工作,既做到了人尽其才,又保证把技术失误的可能性降到最低点;再一个就是要经常性地实施技术人才培养,因为土木工程技术有时也是与时俱进的,有一些技术规范是需要不断更新的,这时就要对技术人员实施以定期、定向的培训和学习,确保科学技术的先进性。

建筑地基检测技术是一门看似简单，实则并不简单反而责任重大的检测技术，俗话说得好“万丈高楼，起于平地；九层之台，起于垒土”，这都充分说明了地基的重要性。那么，在今后的建筑地基检测工作中和建筑地基检测技术的提升中，都需要广大专家、学者和众多的一线技术人员去不懈努力，从而保证建筑地基检测技术的规范、科学、精密和准确性，从而为国民经济社会发展做出新的、更大的贡献。

第四章 砌体结构工程

建筑工程砌体结构是采用砖砌体、石砌体或者砌块砌体建造而成的结构，在我国已有两千余年历史。随着近些年来我国建筑行业的快速发展，混凝土结构和钢结构得到了兴起发展，相比之下，砌体结构的发展速度就相对较慢了。但是其在应用过程中，具有施工设备简单，施工过程连续性较强，而且具有有效节约施工资源等应用优势。却唯独存在裂缝问题，难以保证施工质量，这不仅对建筑物的美观具有消极影响，而且很容易导致渗漏问题的出现。因此，探究砌体结构存在的问题，将其出现裂缝问题进行有效分析，探究针对性地解决方法，是至关重要的。

第一节 砌体裂缝

砌体结构工程产生裂缝的外在表现形式很多，在了解导致裂缝发生的原因后，那么相应裂缝的处理预防措施也就不难掌握。只要坚持采取全方位、全过程控制的方法，从设计到选材和施工都强化质量管理，严格遵守相关规范和操作规程，就能够保证砌体结构房屋在规定使用年限内将裂缝控制在最小无害范围内，以后裂缝的出现可能性越来越小，最终使砌体结构房屋工程的质量得到有效保障，提高人们的生活水平。

一、砌体裂缝基本知识

在当前中国房地产开发、新农村建设、城镇化建设进程中，多数住宅房屋据有关资料统计 65%以上住宅建筑（1~6 层低、多层建筑）各地均因地制宜或从经济角度出发大量采用砌体结构体系（实为各类砌块与混凝土组合结构体系）。而作为主要承重构件的砌体，由各类砌块组砌而成。在目前的经济、技术条件下，完全消除或杜绝各类裂缝产生，还存在一定困难。为了确保结构安全可靠和正常使用，需对砌体结构裂缝性质进行分类及对产生裂缝的原因进行分析研究，并提出相应的预防和处理措施。

（一）常见的裂缝类型

1. 八字斜裂缝

在建筑行业中，当建筑较长时，其中部就会产生一定的沉降效果，并且会出现正弯矩，导致建筑物的底层和两端窗角出现正八字裂缝。如果相反，在建筑物的两端出现沉降，其会产生一定的负弯矩，就会导致两边不断地向下沉，从而在建筑物底层两端的窗角出现倒八字的裂缝。

2. 单侧斜裂缝

就一栋建筑物来说，若在其旁边建立一座又大又高的建筑物，并且两个建筑物之前的距离相对较近，这样的新建筑就会对原本的建筑物造成影响，导致其靠近新建筑物的一端出现沉降情况，从而使得这一侧的墙角和窗角出现裂缝。并且这样沉降不均匀的建筑物，必然会伴随其底层窗口对角的裂缝情况出现。

3. 水平裂缝和竖向裂缝

在进行建筑工程施工的过程中，如果其所设计的建筑洞口过大，就会导致建筑物出现沉降不均匀的情况，从而导致窗间墙的上下两对角出现水平裂缝，并且这种裂缝会随着接近窗口的地方逐渐加宽。并且，在建筑物的底层窗中，其也会形成相应的竖向裂缝，这种裂缝的形成，主要是因为窗间的墙下沉降在与窗台墙下的沉降进行比较的过程中，前者相对较大，使得窗台墙出现了反向弯曲变形的现象，从而形成的竖向裂缝。

（二）产生砌体裂缝的原因

引起砌体结构墙体裂缝的原因很多，如地基、沉降、温度变化、干缩，也有设计上的疏忽、施工质量、材料不合格、缺乏施工经验等。根据工程实践和统计资料这类裂缝几乎占全部可遇裂缝的80%以上。而最为常见的裂缝有两大类，一是温度裂缝，二是干燥收缩裂缝，简称干缩裂缝，以及由温度和干缩共同产生的裂缝。

1. 温度裂缝的变化会引起材料的热胀、冷缩，当约束条件下温度变形引起的温度应力足够大时，墙体就会产生不规则裂缝。最常见的裂缝是在

砌平屋顶房屋顶层两端的墙体上，平屋顶下或屋顶圈梁下沿砖（块）灰缝的水平裂缝，以及水平包角裂缝（包括女儿墙）和垂直裂缝。

（1）八字裂缝：当基础沉降不均匀时，门窗口边产生了型裂缝，当外界温度上升时，外纵墙本身沿长度方向将有所伸长，但屋盖部分的伸长量比墙体的伸长量大得多，从而对墙体产生附加水平推力墙体受到屋盖的推力而产生剪应力。

（2）水平裂缝和包角裂缝：平屋顶的房屋，有时在屋面板部或顶层圈梁附近出现沿外墙的纵向水平裂缝和包角裂缝。这是由于屋面伸长或缩短引起的向外或向内的推力产生的。

（3）女儿墙裂缝：由于屋面板和水泥砂浆面层发生过大温度变形，砌块、灰砂砖等新型墙体材料，施工时缺乏对材料的用途和了解，使用砂浆不适合，没有采取注芯材料和相应的构造措施，使用黏土砖使用的砂浆和相应的抗裂措施，必然造成墙体出现较严重的裂缝。

2. 干燥收缩裂缝对于烧结制品材料，其干缩变形很小，且变形完成比较快。只要不使用新出窑的砖，一般不用考虑本身的干缩变形引起的附加应力。但对这类砌体在潮湿情况下会产生较大的湿胀，而且这种湿胀是不可逆的变形。对于砌块、灰砂砖、粉煤灰砖等砌体，随着含水量的降低，材料会产生较大的干缩变形。但是干缩后的材料受湿后仍会发生膨胀，脱水后材料会再次发生干缩变形，但其干缩率有所减小，约为第一次的 80% 左右。这类干缩变形引起的裂缝在建筑上分布广、数量多、裂缝的程度也比较严重。

3. 温度、干缩共同产生的裂缝，对于烧结类块材最为常见，如砌块、灰砂砖、粉煤灰砖等砌体。其在建筑物墙体上的分布一般可以分为这两种裂缝的组合，或因具体条件的不同而呈现不同的裂缝现象，而其裂缝的后果往往较单一因素更为严重。另外设计上的疏忽、无针对性防裂措施、材料质量不合格、施工质量差、违反设计施工规程、砌体强度达不到设计要求，以及缺乏经验也是造成墙体裂缝的重要原因之一。

（三）砌体裂缝的控制措施

长期以来人们一直在寻求控制砌体结构裂缝的实用方法，并根据裂缝的性质及影响因素有针对性的提出一些预防和控制裂缝的措施。从防止裂缝的概念上，形象地引出“防”“放”“抗”相结合的构想，这些构想、措施有的运用到工程实践中，一些措施也引入到《砌体规范》中，也收到了一些效果，但总的来说，我国砌体结构裂缝仍较严重，其原因有以下几种：

1. 设计者重视强度设计而忽略抗裂构造措施。长期以来大多数人居住的是单位福利房，公共建筑，对砌体结构的各种裂缝习以为常，都不重视，设计者一般认为多层砌体房屋比较简单，在强度方面做必要的计算后，针对构造措施，绝大部分引用国家标准或设计规范，很少单独提出有关防裂措施和要求，更没有对这些措施的可行性进行调查或总结。因为裂缝的危险仅为潜在的，尚无结构安全问题，不涉及责任问题。因此，首先设计人员在施工图设计时，因明确指出容易忽略的地方，以引起监理、施工现场操作人员的高度重视。

2. 防治温度裂缝的措施

（1）屋面设置保温层，减少温度变形，屋盖施工尽量做好保温层。

（2）屋面、挑檐可采取分块预制，或留置伸缩缝，或在屋面与砖墙设置滑动面，以减少屋面伸缩对墙体的影响。

（3）对房屋较长、平面形状较复杂、构造和刚度不同的房屋，可每隔一定的距离将屋盖、楼盖、墙体或其他有关构件断开，形成若干个较小的单元，每个单元因温度变形和收缩产生的拉力大大减小，从而防止女儿墙根部与平屋面交接处受到的向外或向内的水平作用力所产生的裂缝。

（4）垂直裂缝：当房屋的楼（屋）面为现浇钢筋混凝土结构时，由于收缩和降温引起的屋面缩短受到墙体的限制，使楼（屋）面构件处于受拉状态。如果房屋过长或设计时按采暖考虑而实际上未采暖，则可能在楼

(屋)面上每个一定距离发生贯通全宽的裂缝,在四个角发生八字形裂缝。当房屋有错层时,错层处的墙体容易产生局部的垂直裂缝。

3. 砌体干缩变形引起墙体开裂应采取的措施

(1) 提高砂浆强度,保证砌体质量。砌筑用砂浆的种类、强度等级应符合设计要求,不同品种的水泥不得混合使用,砂浆用砂不得含有杂物,灰缝应饱满。在易开裂处设置水平钢筋承受拉力。

(2) 砌筑的组砌方法应正确,严格按照规范要求施工。砌体转角处和交接处和交接处应同时砌筑,严禁无可靠措施的内外墙分砌施工。对不能同时砌筑而又必须留置的临时断处应砌成斜搓,斜搓的水平投影长度不应小于高度的 $2/3$ 。

(3) 在屋盖的适当部位设置控制缝,控制缝的间距不大于 30m 。

(4) 在较长房屋墙体中设置伸缩缝。将伸缩缝设在因温度和收缩变形可能引起应力集中、砌体产生裂缝可能性最大的地方。

(5) 在现浇混凝土挑檐的长度大于 12m 内,宜设置分隔缝,分隔缝的宽度不应小于 20mm ,缝内用弹性油膏嵌缝。

(6) 楼(屋)面板下设置现浇钢筋混凝土圈梁,并沿内外墙拉通,房屋两端圈梁下的墙体宜适当设置水平钢筋。

二、房屋砌体结构裂缝

(一) 房屋砌体结构产生裂缝的具体原因

1. 温度变化因素

一切物体都是遵循这热胀冷缩的基本原理。众所周知,混凝土具有热胀冷缩的特性。当环境或结构内部温度发生变化时,混凝土会发生变形。混凝土具有热胀冷缩性质,当外部环境或结构内部温度发生变化,混凝土将发生变形,若变形遭到约束,则在结构内将产生应力,当应力超过混凝土抗拉强度时即产生温度裂缝。尤其是北方的一些城市,这样就会对砌体产生裂纹。但是这些裂纹一般都是第一年产生以后,以后时间就不会发生太大的变化,只是裂缝的宽度会随着温度变化而出现略微的变化。有时候

突降大雨、冷空气侵袭、日落等可以结构外表面温度突然下降，而内部的温度变化相对较慢而产生温度梯度，由此造成应力变化而出现裂缝。

2. 地基不均匀因素

通常情况下，房屋的地基在很长一段时间内都会发生沉降，但是由于地质条件和施工环境的不同，房屋地基的沉降不均匀，这样就直接导致沉降大的部分和沉降小的部分产生差距，引发位移甚至形成断裂，当砌体结构房屋建筑在此基础上时，不均匀的地基就无法承受附加的拉力和剪力，从而引起裂缝的出现。裂缝产生的部位通常在房屋的底部，在特殊的情况下，裂缝也可能出现在房屋二层和三层位置。如果是长条形状的对等高房屋，房屋的两端位置就会产生裂缝。地基引起的不均匀裂缝，比较常见的是斜裂缝，位于门窗洞口的四角裂缝最宽；也有部分的竖向裂缝，从房屋的上部，直接贯穿全高。这些裂缝产生的时间大约在房屋落后一段时间，在施工期间就出现明显裂缝的情况比较少，大多数是随着地基变形程度地加大而产生的，最严重的情况是地基的剪切破坏，其裂缝足以引起房屋的坍塌。

3. 材料不合格因素

若在砌体结构房屋的建设过程中没有严格进行管理，使用不合格的材料，砌体就会出现质量问题，甚至产生裂缝。例如，没有达到强度标准等质量安全隐患，在完工后易受外在因素的影响，而产生安全事故。在砌筑之前，砌体没有经过充分的浸水处理，使其将砂浆中的水分不足易干，影响砂浆的饱满度，也会在以后造成裂缝问题。

（二）砌体结构房屋裂缝的处理措施

1. 完善砌体结构房屋的整体设计

从力学模型的原理考虑，砌体结构房屋在设计过程中应当尽可能保证传力的准确性，明确砌体结构的传力方向，严格控制砌体结构的荷载力，其中尤以大梁下的砌体结构荷载力为主。至于房屋圈梁与构造柱的设计则需要考虑到其实际的受力特征，从构造物实际的受力水平出发，并以此为

基础尽可能防止结构裂缝问题的产生。若是已经出现微小裂缝，那么就需要及时对裂缝位置进行宽度与长度的观察，通过必要的灌封技术及时封闭技术来控制裂缝的扩大化，或是通过碳纤维的加固技术来清除开槽裂缝中的碎渣，并使用热喷枪进行吹拂，最后利用密封胶来对裂缝处进行处理。

2. 地基不均匀沉降裂缝防治措施

在进行建筑基础设计前，应对工程地质进行详细勘察，查明地基土质情况，分布情况，承载力大小，地下水位等水文地质条件，对周边环境进行地质差异考察，然后进行全面分析，确定合理的建筑布局 and 结构类型，并正确选用基础形式，以使上部结构与地基相互影响，共同作用。减轻建筑结构自重。合理布置建筑体型。建筑平面形状应力求简单、合理，纵墙拉通避免转折多变，凹凸复杂；建筑方面应尽量避免高低参差，荷载差异大。增强建筑物的整体刚变；控制建筑物的长高比，设置沉降缝；在基础和楼盖下的墙顶上设置平面闭合的钢筋混凝土圈梁。合理调整荷载分布，选用较小的基底反力。合理安排施工顺序。对立面高低悬殊，荷载变化较大的房屋，应分期分阶段组织施工。一般先建荷载大的高层，后建荷载较小的低层；先建深基础，后建浅基础，避免增加新的附加应力。

3. 结构裂缝防治措施

正确进行结构计算和设计，设计资料要经过层层把关核算。卸载。对荷载过大，砌体强度低，已经产生裂缝的墙体，可采用减轻上层结构自重与使用荷载的方法，或在其顶部砌体内增设钢筋混凝土过梁，承担上部荷载。结构加固补强。对荷载较大，砌体截面尺寸较小，承载力不足，并已产生裂缝的墙体，可在不影响主体立面美观的情况下适当加大截面尺寸。

三、建筑工程砌体结构产生裂缝的因素及防治技术

建筑工程砌体结构发生裂缝的因素很多，概括起来，可以综合为设计不当或缺失、施工或材料因素、室外温差因素、地基持力层因素等四个方面。

1. 设计不当或缺失而产生的砌体裂缝

因设计原因而引起墙体裂缝，主要包括：

（1）设计人员对较为复杂的地基，不重视地基承载力的验算，甚至采用附近建筑物的地质资料；

（2）相邻建筑物高度不同，地基会产生附加沉降，设计人员没有采取技术措施；

（3）设计温度伸缩缝间距超长；

（4）建筑物构造强度设计不足。

（5）构造柱和圈梁布置不当，设计强度不足；

（6）建筑物外墙节能保温设计缺失。

因从事工程施工多年，设计是龙头，设计上出现问题，往往在施工阶段无法弥补，因此，建议设计人员应充分重视以下几个问题：

（1）复杂的地基应地基承载力的验算，采取相应地基加固措施。

（2）合理布局构造柱和圈梁，其刚度应满足规范规定的变形要求，以提高砌体结构的整体安全性。

（3）相邻建筑物应充分基础的相互影响，留有足够的间隙，计算相邻基础应力叠加时产生的沉降，使该沉降量与整个建筑物沉降量相同。

（4）做好屋面保温层的设计。

（5）严格控制温度伸缩缝的间距。

2. 施工或材料因素而产生的砌体裂缝

（1）当施工或材料质量低劣时，墙体裂缝呈不规则状，且分布不均匀。刚出厂的灰砂砖稳定性差，砖体表面太光滑，粘结性能差，特别是当含水率不当致使砌体砂浆强度低劣粘结不良后，直接地导致了在缝间抗拉剪强度低下。

（2）但当施工顺序不合理时，则能产生较集中的明显的裂缝。

（3）施工配合比不准确，施工时不湿润砖，施工过程中不安设计留槎及放置拉结筋等，这些都可能在砌体结构中产生裂缝。

(4) 施工质量差造成的缝, 如砌体通缝, 灰缝砂浆不饱满, 含水率掌握不当, 脚手眼设置不当, 组砌不当等。

鉴于上述出现的砌体结构裂缝, 应从施工的角度采用以下防治技术:

(1) 严把材料质量关, 钢筋、水泥要有出厂合格证, 并严格进行物理性能试验, 不合格的材料坚决不用。

(2) 承重或非承重构造柱与墙体间应设拉结筋, 间距为八皮砖, 每端伸入墙内 1 米或至洞口边。

(3) 严格按规范施工。砌体应上、下错缝, 内外搭接, 水平灰缝及竖向灰缝应饱满。严禁以铺浆代替灌缝, 转角和交换处应同时砌筑, 半砖使用率不得超过施工规范的规定。

(4) 科学地安排施工工序。做好现浇梁板、构造柱的现场养护, 严格控制建筑材料的含水率。含水率控制在 8%~10% 之间砌体具有较好的粘结力和抗剪强度。

(5) 掌握好建筑材料的安全稳定期。如刚出厂的灰砂砖稳定性差。至少存放一个月, 体积才趋于稳定。

3. 室外温度对砌体结构的影响

由于室外温度变化使砌体产生不均匀收缩产生裂缝。由于房屋过长, 室内外温差过大, 因钢筋混凝土楼盖和墙体温度变形的差异, 有可能使外纵墙在门窗洞口附近或楼梯间等薄弱部位发生向竖向贯通墙体全高的裂缝, 这种裂缝有时会使楼盖的相应部位发生断裂, 形成内外贯通的圆圈裂缝。

由于钢筋混凝土圈梁与砖墙伸缩量不同产生的裂缝; 当材料随时间发生收缩变形和自然界温度发生变化时, 由于钢筋混凝土和墙砌体材料收缩系数和线膨胀系数的不同, 会产生相应的附加力, 附加力过大时就会在墙体上产生局部竖向裂缝。

不同材料间裂缝的产生, 最常见的填充材料, 有加气混凝土砌块, 粉煤灰砌块等, 如果此材料使用不当, 这种裂缝是不可以避免的。

鉴于上述出现的砌体结构裂缝,应从施工的角度采用以下综合防治技术:

(1) 为了减少温度应力的影响,应在墙体中合理设置伸缩缝。

(2) 屋面加设保温隔热层,可以有效减小屋盖与墙体的温差,保温层必须具有一定的厚度,且应设隔气层、保护层、透气孔等。

(3) 楼屋面板下,设置现浇钢筋混凝土圈梁,将内外墙拉通,房屋两端圈梁下的墙体设置水平钢筋,提高砂浆强度,保证砌筑质量。

(4) 不同材料间出现裂缝的防治,由于材料的含水率不同,要把握好材料的施工特点。

4. 基础持力层对砌体结构的影响

多年的施工实践证明,基础持力层的局部变化会引起地基基础不均匀沉降,墙体中便产生水平方向裂缝、垂直方向裂缝或斜向方向裂缝。

(1) 当地基局部发生不均匀沉降时,窗间墙受到较大的水平推力,就会出现水平方向裂缝,这种裂缝多发生在建筑物的窗间墙。

(2) 当地基局部发生不均匀沉降时,建筑物较宽窗的窗台中部剪应力最大,就会出现垂直方向裂缝,这种裂缝多发生在建筑物较宽窗的窗台中部。

(3) 当地基局部发生不均匀沉降时,使墙体承受较大的剪力,就会出现斜向方向裂缝,这种裂缝多发生在建筑物的纵墙上。

鉴于上述出现的砌体结构裂缝,应从设计的角度采用以下防治技术:

(1) 加强对地基的勘察,发现有不良地基应及时妥善处理,处理完毕后,方可进行下部基础施工。

(2) 合理设置沉降缝,将房屋划分成若干个刚性较好的单元,或将沉降不同的部位间隔一定距离设置沉降缝,使房屋能够自由沉降,避免产生墙体裂缝。

(3) 加强上部结构的刚度和整体性,提高墙体的抗剪、抗拉强度。减少建筑物端部的门、窗洞口数量,设置钢筋混凝土圈梁。

(4) 合理布置承重墙体, 应尽量将纵墙拉通, 做到不转折或少转折。

(5) 当纵墙两端开间内设有较大洞口, 可以在洞口两侧设置砼构造柱, 与上、下圈梁拉结, 既可以加强该开间的刚度, 又可以阻止裂缝发展。一旦出现由于地基的不均匀沉降收缩引起的墙体裂缝, 应分析其原因。采取加固措施。如苹果园小区东区某住宅楼, 东西长 53 米, 南北宽 12 米, 地面 6 层, 砖混结构, 经现场检查, 住宅楼西南角从一楼到三楼出现斜向小裂缝, 居民反映强烈。我们在裂缝上做 5 个石膏测试线, 经 15 天的观察, 有继续发展的趋势。地质勘探资料表明, 15 号钻孔, 2.1m 至 3m 为沙质淤泥, 相邻的 19 号孔相同标高为砂质粘土, 是一条废弃沟与建筑物成 60 度的角度穿过, 属于地基局部不均匀沉陷所致。采用注浆法加固地基, 从建筑物西侧和西部南侧斜向打入 5 根水泥注浆管进行注浆, 经 15 天的观察, 地基稳定, 裂缝不再发展。

(四) 房建施工中砌体结构裂缝的防治方案

在实际房建施工过程中, 需要对具体的施工过程进行严格把关, 为有效地减少砌体结构裂缝的出现, 保证房建项目的最终使用质量, 施工企业应该在房建施工中对砌体结构裂缝采取以下防治方案。

1. 提升砌体结构设计师的专业技能。为了保证砌体结构房屋地承载压力得以提升, 设计师应该在前期规划中根据相应的力学原理进行一定阶段的模拟试验, 建立与原型一致的模型, 准确测量砌体的结构, 在这个过程中对砌体的结构下层负载能力格外重视, 需要垫上梁垫后开始验算, 这样有效地保证了实际操作中的精准度。圆梁与构造柱在实际设计的时候, 应该根据它们的受力情况控制相应的受力水平, 以此防止砌体结构裂缝的出现, 提升房屋的使用效率。

2. 预防地基的不均匀沉降。地基属于整个砌体结构房屋中最为基础的部分, 如果产生不均匀沉降将会直接导致裂缝的产生, 由此施工的企业需要及时采取有效手段预防地基产生的不均匀沉降。结合房建工程的总楼层高度来制定基层的加固处理, 并且确定好基层的地质种类, 当土壤出现松

软情况时，应该及时选用挽土回填的方式进行。砌体结构在受力较为均衡的情况下，需要及时保证安全可靠，在基层加固处理的时候需要进行受力的试验，以此判断承载性能的薄弱部位，从而进行加固处理。关于承重墙体的设计，如果仅仅依靠基层土壤的紧实度难以保障建筑物的科学分散，承重墙在实际建立之后可以起到良好的稳定作用，减小了剪力的破坏程度，使其控制于砌体结构可以承载的范围之内。房建工程的刚度得到有效保障在承重墙体的保护力下，如果基层出现了小范围的沉降现象，也无法直接作用于墙体结构中，从而使得裂缝的出现几率降低。同时也需要注重砌体结构房屋墙体的强度，特别是需要对门窗与洞口的裂缝及时监管，通过采用钢筋混凝土对圈梁进行加固，保证房屋主体的承载能力大于附加应力。

3. 加强温度收缩裂缝的防治。由自然环境与气候稳产所产生的收缩性裂缝，施工的企业需要从温差的控制方向入手，在屋顶的两端及纵横的墙面等容易受到温度影响产生收缩变形的部位设置好墙体伸缩缝，圈梁设置于屋面板下，同时采用钢筋混凝土来进行浇筑，然后沿着内外的墙拉通，在屋面上加之一层保温的隔热面，但是这个过程需要注重保温隔热层与刚性面的增设距离增加至 6 米以上的分隔缝，由此对裂缝频出的部分起到了良好的防范作用。除上述方法之外，还应该选好施工的时机，避免在天气炎热或者是温度较为寒冷的季节施工，降低因为温度收缩裂缝产生的质量问题。

4. 加强施工过程监督，严格施工质量控制。

（1）消除砌块体积收缩

产生的裂缝，主要是降低砌筑使用砌块的含水率。在砌体结构的填充过程中，对混凝土砌块的含水率有较为严格地要求，按照一般行业规范，应控制在 15% 以下。其意义是在能够充分保证砌筑砂浆有较好的湿性粘合度，具有较好的硬化条件，同时又能够避免含水过多导致的渗水现象。砌块靠

紧柱壁时，减少灰缝厚度。沿墙柱、墙梁交界处挂钢网或纤维布防裂进行抹灰。

(2) 在进行砌体结构建筑的墙体填充过程中，要注意通过标准的砌块排列图进行砌筑，尤其要注意砌块之间的错缝排列，以此增加各砌块之间得相互压力，错缝的搭接长度以不小于砌块本身的三分之一为宜。遵循“孔肋相对，错缝搭接”的原则进行施工作业。对于砌块之间的泥浆用量的粘合度也要严格按照施工规范进行，填充过程中时刻注意检查，做到问题的早发现、早解决。

5. 提高砌体设计水平，做好结构规划设计

高素质的专业设计团队，是保证房建施工规划科学性和合理性的关键因素，因此，建筑企业的相关负责人要加强专业人才的引进与培养，为砌体结构的规划设计提供必要的人才支持。就房建砌体结构施工来说，首先为了最大限度地提升砌体结构房屋的承载压力，在规划设计时要先进行力学模拟实验，通过建立一个和原型相一致的缩小比例模型，准确测量出砌体结构的传力方向，与此同时，对砌体结构的下层部分的负载能力要多加重视，一定要在垫上梁垫后才能开始进行验算，这样才能确保在实际操作中的精准度。

第二节 砌体结构加固工程与技术

所谓砌体指的是使用混凝土砌块、黏土砖等材料组成的建筑结构，具有较强的脆性，因此抗震性、抗拉性较差，破坏率非常高。城市里都采用框架结构，这种结构相对安全系数较高，但在农村建筑 20 世纪留存的城市建筑并未采取框架结构，安全系数极低，无法对抗地震、强风等自然灾害，影响着人们的生命及财产安全。汶川大地震后，我国开启了建筑抗震加固项目，现存的砌体结构主要是居住房屋、工厂、办公楼、学校等建筑，量大面积广，对加固工程提出了较高的要求。

一、砌体结构

（一）砌体结构的基本概念及其优缺点

砌体是指块体通过砂浆砌筑而成的整体，包括砖砌体、砌块砌体、石砌体，砌体结构（Masonry Structure）是指由块体和砂浆砌筑而成的墙、柱作为建筑物主要受力构件的结构。它是砖砌体、砌块砌体和石砌体结构的统称。砌体结构具有以下特点：

砌体结构和钢筋混凝土结构相比具有造价低，施工方便，工艺简单等优点。砌体结构同时也具有较好的耐久性和良好的耐火性，较好的保温隔热和隔声性能，节能效果明显，易满足建筑功能要求。砌体结构的另一特点是其抗压强度远大于抗拉、抗剪强度，特别适用于以受压为主构件的应用。砌体结构也存在许多缺点：与其他材料结构相比，砌体的强度较低，因而必须采用较大截面的墙、柱构件，体积大、自重大、材料用量多，运输量也随之增加；砂浆和块材之间的粘结力较弱，因此砌体的抗拉、抗弯和抗剪强度较低，抗震性能差，使砌体结构的应用受到限制。

据统计，在我国城乡建设中，砌体作为墙体材料至今仍占全部墙体材料的90%以上，即使是在当代发达国家，如英国、德国，砌体结构在墙体中占的比重也不低于50%。砌体结构得到如此广泛地应用，是与其所具有的下

1. 取材方便

就块体而言，我国各种天然石材分布较广。易于开采和加工；土坯，蒸养灰砂砖块的砂。焙烧砖材的黏土，制造粉煤灰砖的工业废料均可就近取得；块体的生产工艺简单，易于生产。对于砂浆而言，石灰、水泥、砂、黏土均可就近或就地取得。不仅在农村可以生产块体，在大中城市也可生产多种块体。

2. 性能良好

砌体具有良好的隔音、隔热、耐火、耐久、抗腐蚀性能和具有较好的大气稳定性。在一般情况下，砌体可耐受400℃左右的高温。砌体的保温、隔

热性能好，节能效果好。其抗腐蚀方面的性能较好，受大气的影晌小，完全满足预期耐久年限的要求。

3. 施工简单

砌体可手工砌筑，1~2d 可砌 1 层，并可随即铺放楼板连续施工。

4. 造价低

与混凝土结构相比，砌体具有承重和围护的双重功能，用钢量仅为混凝土结构的 1/3，节约木材、钢材和水泥。

5. 可工业化生产和施工

当采用砌块或大型板材作墙体时，可以减轻结构自重，加快施工进度，进行工业化生产和施工。采用配筋混凝土砌块高层建筑相比现浇混凝土高层建筑节省模板，加快施工进度。

同时，砌体结构也存在以下缺点。

1. 强度低，自重大

由于砌体强度较低，作为承重结构势必截面尺寸较大，这样自重也大，显得比较笨重。

2. 用工多，砌筑繁重

在一般砌体混合结构住宅建筑中，手广砌筑工作量占 1/4，这在一定程度上是由块体体积大、自重大造成的。

3. 黏结力弱

块体和砂浆间的黏结力较小，因此砌体抗拉、抗弯和抗剪强度也比较低。

4. 抗震性能差

由于质量大，对抗震不利，无筋砌体黏结力弱，无筋砌体结构抗震能力差。

（二）砌体结构的发展趋势

随着社会经济的发展和科学技术的进步，砌体结构将在下列方向重点发展。

1. 发展高强、轻质、高性能、可持续发展新型砌体

采用轻质高强块体和高强度砂浆,尤其是高黏结强度的砂浆,是一个重要的发展方向。目前,我国生产的砖强度不高,所以结构尺寸大、自重大,砌筑工作繁重,生产效率低下,以致施工进度慢,建设周期长,这显然不符合现代化建设的需要。但是,我国幅员辽阔,有些地区黏土和石材资源丰富,工业废料需要处理,因此,砌体结构在很多领域内仍然需要继续使用。由此可见,发展轻质高强材料具有重要的意义。

从国外近些年来的发展状况看,由于生产了高强度砖和高强度砂浆,砌体强度大大提高。目前国外空心砖强度一般为 $40\sim 60\text{MPa}$,因而可采用薄墙,大大地减轻了自重。

采用多孔、空心砖替代黏土实心砖也是墙体材料发展的一个重要方向。

多孔、空心砖,尤其是高孔洞率、高强度的大块空心砖,对减轻建筑物自重、提高砌筑效率、节约材料、减少运输量和降低工程造价有着重要作用。目前我国承重多孔砖孔洞率一般在 30%以内,抗压强度一般在 10MPa 左右,少数可达到 30MPa ,但生产量少。采用高孔洞率、高强度的大块空心砖也是国外黏土砖发展的一个重要趋势。在国外,承重空心砖抗压强度达 $30\sim 60\text{MPa}$ 的已很普遍,有些国家已达更高的水平,空心砖的孔洞率达 40%以上。空心砖的尺寸也比较大,如 $500\text{mm}\times 150\text{mm}\times 300\text{mm}$ (法国)和 $400\text{mm}\times 300\text{mm}\times 240\text{mm}$ (德国)。

制作高性能墙板也是值得重视的一个发展方向,在房屋建筑中应用板材有一系列优点,因此发达国家都将建筑板材作为推进住宅产业现代化的首选墙材产品。20 世纪 90 年代初国外板材应用情况的调查表明,板材在墙体材料中所占的比例很大,例如,在日本,板材占墙材总量的 64%;在美国,占 47%;在波兰,占 41%;在东南亚,占 30%。在我国,2001 年板材生产总量是 3.23 亿平方米,占墙材总量 1.8%,与发达国家相比,差距还很大。因此,今后应加速这发面的发展。

采用与环境相适应的砌体材料,也是一个重要的发展方向。发展非烧结材料,采用工业废料和节能保温材料,将有利于生态环境的保护,有利于可持续发展。砌体结构的黏土的用量很大,往往损毁农田,影响农业生产。例如,在1990年,为了生产黏土砖,损毁农田近7万亩。因此应采用工业废料来替代黏土,以保护农田。目前,我国大城市已禁止使用实心黏土砖。

2. 深化配筋砌体研究

我国虽已初步建立配筋砌体结构体系,但要深化对配筋砌块砌体剪力墙结构的抗震性能研究,使该结构体系在我国抗震设防区有更大的适用高度,并对框支配筋砌块砌体剪力墙进行系统研究,将我国配筋砌体结构的研究和应用提高到一个新的水平。

3. 加强包括预应力砌体结构在内的砌体结构基本理论研究

进一步研究砌体结构的受力性能和破坏机理,通过物理和数学模式,建立精确而完整的砌体结构理论,是世界各国关心的课题。我国在这方面的研究具有较好的基础,对继续加强这方面的工作十分有利,对促进砌体结构发展也有深远意义。这其中包括深入、系统地进行砌体结构可靠性鉴定和加固理论的研究。预应力砌体结构基本理论研究。我国改革开放以来已建设了大量建筑结构,大多数建筑使用年限过半,产生不同程度损伤是一个自然过程,而其中砌体结构占很大比重,建立科学、适用的砌体结构可靠性鉴定与加固理论体系,具有现实工程意义。预应力砌体同配筋砌体一样应该是砌体结构的发展方向之一,但国内研究还很少,有关规范还没有提出规定和建议,应该要开展适合我国国情的预应力砌体结构基本理论研究,弥补这一空白。

4. 提高砌体施工技术水平

在砌体结构的施工方面。采用新的施工技术和采用机械化、工业化的施工工艺,以加快施工进度和减轻劳动量,也是一个重要的发展趋势。重点研发砌块施工用机具,为加快施工进度,确保施工质量提供手段、方法

和途径。结合砌体新型材料,研究和提高砌体结构部件标准化、生产工业化、施工装配化、机械化水平具有十分重要意义。

二、砌体结构房屋建筑加固工程

(一) 砌体结构房屋建筑实施加固的原因

现阶段的砌体结构建筑多是使用烧结的普通砖块与混合砂浆砌筑而成的,再加上室内排水设计缺乏合理性,所使用的技术方法缺乏先进性,材料质量不合格,施工技术不够娴熟等等,这些因素都是影响砌体建筑稳定性的主要因素,这种房屋建筑多会出现裂缝、抗震性不强,为了确保居住者的生命财产安全,就必须对此类房屋给予加固抗震处理。砌体结构通常在高湿度、高温、温差大的环境下容易发生裂缝。此外,化学反应、生物作用都会对混凝土结构、木材、钢铁结构产生侵蚀作用进而造成破坏。社会在发展,人们的生活水平在提高,对居住房屋的要求也逐渐增高。建筑质量的高要求使砌体结构发生了巨大变化,一些建筑的建筑结构和生产规模均发生了变化,例如有的建筑需要增加建筑基数,有的需要更换材料,这些变化都对结构的安全提出了新的要求,从而使得砌体房屋加固项目势在必行。

砌体结构是房屋建筑的一种主要结构,在早期的民房及工业厂房建设中十分常见,砌体结构房屋建筑在抗拉、抗剪力性能上相对较差,一旦遇到六级以上地震,就可能会遭到破坏,当发生七到八级地震时,有很大几率发生倒塌,因此,对于目前仍在使用的砌体结构房屋建筑,必须及时采取有效的加固技术,予以加固处理,增强砌体结构房屋建筑的额整体结构强度和抗震能力,以保证使用者的人身及财产安全。

(二) 砌体结构房屋建筑加固施工的整体思路

未加固的砌体结构房屋建筑容易因局部破坏而发生倒塌,这与建筑抗震整体性不足有关,因此,房屋砌体结构加固工程设计时,应当重点考虑如何在不破坏建筑原有结构的基础上加强抗震整体性的问题。这就要对建筑各承重构件的荷载传递情况进行分析,从整体角度判断加固的重点,优

化房屋建筑的整体受力及荷载传递性能,减少局部破坏对房屋结构整体抗震性能的影响,降低建筑倒塌的几率。要保证砌体结构房屋建筑的抗震整体性就要明确建筑抗震的薄弱点,对薄弱点结构及构建进行抗震强度的重新设计,尤其是抗弯、抗剪能力,通过局部构件加固,使砌体结构房屋建筑强度满足抵抗高烈度等级地震的要求。对于楼房建筑,还需要注重保持各层之间结构刚度及质量分布的均匀性,尤其要避免加固过程中出现局部刚度突变的情况,这就要求在加固时要控制被加固楼层的综合抗震承载力不大于相邻下一楼层综合抗震承载力的 20%,当超过这一数值时,必须对下一楼层进行相应的加固,保证其房屋建筑的整体抗震能力。

(三) 砌体结构房屋建筑的加固原则

前面所提到的砌体结构,实际上在我国实际上是由黏土转混凝土砌块作为主要材料,堆砌之后建成的结构。绝大部分的砌体结构所使用的材料都会选择脆性材料,因为和钢混结构相比较在抗拉性和抗剪强度之间存在着不同,因为自身所具备的这种特征是砌体房屋结构在抗震性上和钢混结构相比较差,但是因为价格相对较低,很多的建筑物构造物在使用时会优先选择,而且我国的库存量也是非常的多。最近几年,国外发生了多次比较强烈的地震之后,之前的砌体结构在地震之后破坏性都非常的大,同样也是因为这些砌体结构在地震中的表现非常之差,对居民的生命财产安全造成伤害,因此对砌体结构进行加固工作十分重要。原来所使用的砌体结构所选择的建筑材料在延展性和韧度上相对来说比较差,在这种情况下,如果是出现 6℃ 以上烈度的地震,就会对砌体结构造成不能够逆转的破坏,出现这种问题的原因主要是在设计时不够合理,另外,施工的质量水平没有达到标准要求的砌体房屋还会出现比较明显的裂缝。如果是在砌体房屋的周围出现 7~8℃ 的地震的话,还会对砌体结构的墙体造成影响,出现裂缝。与此同时,如果说砌体房屋的抗震性能没有达到标准要求的话可能还会出现倒塌,怎样去做好抗震及加固相关工作将得到很大的重视。现在在国内居民居住学校和工作场所比较常用的建筑结构形式还

是砌体结构。尤其是在低烈度的地方，因为在以前不常常出现烈度比较大的地震，因此在这片地区有着非常多的砌体结构，而且这些建筑有很大一部分可以抵抗地震。在这样的现状下，国内在低烈度区域展开加强砌体房屋的抗震加固的监督管理工作十分重要。下面通过自己实际工作中出现的情况，对低烈度砌体房屋结构的加固原则进行了归纳总结^[25]。

1. 选择合适的加固抗震相关方案

在对不是刚性结构的房屋进行抗震以及加固方案的选择的时候，应该根据地形来考虑。墙垛加固还是用圆柱加固比较牢靠，另外还可以考虑选择增加支架的方式来加大非刚性结构体系的牢固程度以及抗变形的能力。

2. 降低部分区域出现质量不均匀分布或刚度突变

在对砌体结构进行加固工作的时候，相关的设计人员应该做好房屋加固工作所引发的刚度突变以及施工质量问题，实现制定合理的解决方案。为了最大化地对加固抗震工作当中出现的局部的刚度突变进行控制，相关的规定均会明确指出，所施工的楼层承受的加固抗震综合地承载能力不能够比下一个楼层的抗震能力的百分之二十还低。如果在实际的工作当中，出现了上述情况，应该立即对下面的楼层进行处理，提高下面楼层的整体的抗震能力。

3. 确保抗震整体性

抗震整体性，实际上就是承重构件里面通过合适的传递方式和整个的结构共同的承受地震所带来的影响荷载的能力。达到标准要求的建筑结构，能够在地震来临的时候最大限度地保证建筑结构的完整，对把地震所带来的震动从里面开始分散的进行传递，降低了地震对局部所产生的破坏程度。

三、砌体结构加固技术分析

在建筑施工中，砌体结构加固施工技术处于非常重要的地位，直接影响着工程质量、效率、进度等。因此在实际施工中，需要采取有效的砌块

砌体加固施工技术，提高监管力度，使建筑砌块砌体施工目标顺利实现，强化建筑的安全性。

（一）砌体结构房屋加固工程的施工技术方法探究

砌体房屋建筑加固工程对砌体房屋加固、抗震效果是非常明显的，能够实现提高砌体房屋建筑抗震性的效果，以下是对主要的几种加固方法的阐述。

1. 砌体结构间接加固技术

该方法主要包含两种技术：无粘结外包型钢加固法、撑杆预应力加固法。无粘结外包型钢加固法主要是将角钢用水泥砂浆固定在承重墙的各个侧面，将角钢和缀板焊接成一个整体，再使用水泥浆将其覆盖，起到保护角钢的作用。这种方法具有操作简单、工期短、承载能力强的优势，缺点是成本高、抗震力不强。撑杆预应力加固法是利用柱角的加固角钢和箍板或预应力拉杆固定，依靠加热促进箍板或张拉拉杆产生预应力，将承载力分散在三个轴点上，进而起到分散承载力的作用。该方法的优势很多，节约材料，利于抗震，费用低，不增加柱截面等等，更适用于高应力、高应变的砌体结构。但缺点是影响建筑物的美观性，改变了建筑物的使用空间，会给人们的生活带来不便。

2. 抗震横墙加固技术

砌体结构房屋建筑墙体抗震能力通常不足，为提升房屋建筑墙体的抗震能力，通常可以采取增设抗震横墙的方法，来帮助建筑原有墙体分担地震所产生的荷载，减少地震中可能出现的墙体开裂、破坏乃至倒塌等情况的出现。抗震横墙加固技术的应用要点如下：首先，要准确确定所增设横墙的数量，这一数量通常要根据砌体结构房屋建筑整体受力分析和抗震横墙面积率计算来综合确定，既要保证横墙建设后对原有房屋结构的加固效果，又要避免不必要的成本浪费。其次，要保证横墙具有足够的厚度，通常情况下，要满足建筑抗震需求，发挥出分担地震荷载的作用，抗震横墙的厚度应保证在 24 cm 以上，并要做好横墙底部与顶部的处理，底部要做

好基础，顶部则应加细石混凝土与大梁顶紧，还要做好和原有纵强的拉结处理。这一加固技术尤为适用于原有抗震墙较少或抗震墙间距过大的砌体结构房屋建筑。

3. 扶壁柱加固技术

该技术属于加大截面加固法的一种，其优点与钢筋混凝土外加层加固法相近，但承载力提高有限，且较难满足抗震要求，一般在非地震地区应用，它属于砌体结构的间接加固方法。一般有两种做法，第一种为无粘结外包型钢加固法，该法属于传统加固方法，其优点是：施工简便、现场工作量和湿作业少，受力较为可靠，适用于不允许增大原构件截面尺寸，却又要求大幅度提高截面承载力的砌体柱的加固；其缺点为：加固费用较高，并需采用类似钢结构的防护措施；第二种为预应力撑杆加固法，其优点是：能较大幅度地提高砌体柱的承载能力，且加固效果可靠，适用于加固处理高应力、高应变状态的砌体结构的加固；其缺点是不能用于温度在 600℃ 以上的环境中。

4. 复合截面加固技术

复合截面加固技术是通过改变建筑墙体原有截面结构，来增强墙体的抗震能力，常用的方法有水泥砂浆或钢筋网水泥砂浆面层加固法、混凝土板墙加固法两种，前一种通过在原有墙体上使用普通水泥砂浆或加入钢筋网片的水泥砂浆进行抹面，形成较为坚固的面层，整体增强原有墙体的抗震能力。后一种方法主要是在原有墙体侧面通过支模浇筑或喷射混凝土的方式形成混凝土板墙加固层，从而对原有墙体进行有效支撑，提高原墙体的承载能力，并防范墙体开裂问题的出现，整体提高墙体结构的抗震能力。混凝土板墙加固法的加固效果相对要优于前者，并且该方法施工工艺较为简单，能够满足各类柱、带壁墙的加固需要，但由于这一加固方法在施工作业和后期养护时，整个作业环境长期湿度较大，会对建筑的正常使用产生影响，时机选择是需要综合进行考量。

5. 隔震结构加固技术

前几种加固技术的加固思路都是通过增强砌体结构建筑自身的结构强度及承载能力,以抵御地震发生时所造成的破坏力,而隔震结构加固技术则与之不同,其抗震加固的基本思路是通过在楼房建筑结构中假设隔震或减震垫层,在地震发生时通过垫层吸收地震所产生的作用力,减缓地震作用力向上传导的速度,避免建筑结构受力突变所导致的结构破坏,减少地震对房屋建筑主体结构的影响,进而达到保障安全的目的。隔震结构加固技术在实际应用中,要重点结合区域地质条件,对地震烈度等级及作用力传导特点的分析,确定隔震垫层的材质、厚度、阻尼等设计参数,一般情况下,叠合橡胶隔震垫层在砌体结构建筑的隔震抗震中应用较为普遍,且能够达到较好的隔震效果。隔震结构加固技术的应用原理并不复杂,但在实际施工应用中却有着较高的技术难度,首先必须将房屋建筑的上部结构与基础部分完全切开,切开后再将具有一定阻尼的叠合橡胶垫加入上部结构与基础部分之间,形成隔震层。要想确保加固施工的顺利完成,还必须保证上部结构具有较好的整体性,不会再施工过程中出现上部结构局部破坏的问题,因此,只有部分结构整体性良好的砌体结构房屋建筑能够使用这一方面进行加固。隔震加固技术虽然是一种先进而有效的技术手段,但当前实际应用还较少,一方面是由于技术上存在着尚需解决的问题,如砌体结构刚度很大而自振周期很短,用改变原结构的刚度而使其自振周期改变以减少地震反应的方法很难获得成效,另一方面在于其经济效益,与其他常规加固技术相比,存在着加固投资较大的问题。所以,用隔震减震技术来加固砌体结构,还需进行大量的实用上的研究分析。

6. 水泥砂浆或钢筋网水泥砂浆面层加固技术

钢筋网水泥砂浆以及水泥砂浆的面层加固技术是进行复合截面加固处理时最为常用的方法。采用上述方法可以较好地解决砖墙原有抗震承载力不足的情况,具体方法是通过用水泥砂浆进行抹面施工或者是使用配有钢筋网片的水泥砂浆进行抹面处理以实现加固的目的,该方法也被称之为夹板墙加固法。

7. 联结拉结加固技术

拉结和联结是一项非常重要的抗震加工工程,该方式通过联与锚的实际应用达到抗震加固效果,将原有和后加的构件联成一体,使原有结性构件形成一个整体后提高抗震承载力,避免地震情况下建筑配件伤人的问题发生。

(二) 砌体结构构造性加固与修补

1. 增设圈梁加固

当圈梁设置不符合现行设计规范要求,或纵横墙交接处咬搓有明显缺陷,或房屋的整体性较差时,应增设圈梁进行加固。

2. 增设梁垫加固

当大梁下砖砌体被局部压碎或大梁下墙体出现局部竖直裂缝时,应增设梁垫进行加固。

3. 砌体局部拆砌

当房屋局部破裂但在查清其破裂原因后尚未影响承重及安全时,可将破裂墙体局部拆除,并按提高砂浆强度一级用整砖填砌。

4. 砌体裂缝修补

在进行裂缝修补前,应根据砌体构件的受力状态和裂缝的特征等因素,确定造成砌体裂缝的原因,以便有针对性地进行裂缝修补或采用相应的加固措施。

第三节 二次结构砌体

现如今,建筑工程施工质量、安全性和可靠性逐渐受到人们的广泛关注,但是由于建筑工程结构复杂性比较高,施工人员质量控制意识薄弱,因此,施工质量控制难度比较大,尤其是在建筑工程二次结构施工中,经常会出现砂浆不饱满、拉筋制作不到位、灰缝大小不一致等问题,影响建筑工程施工质量,进而导致工程项目使用寿命缩短,因此,对建筑工程二次结构砌体施工进行深入研究具有十分重要的现实意义。

一、建筑工程二次结构砌体概述

建筑工程二次结构指的是框架结构、剪力墙结构以及框剪结构中的非承重砌体结构，即建筑主体工程以内的各类砖砌体、加气混凝土砌块、轻质隔墙、圈梁、构造柱、过梁等非承重的土木工程结构构件。之所以称为二次结构，一方面是其需要一次结构完成 2/3，甚至封顶后才实施，另一方面也因为二次结构不作为建筑的承重构件，其满足功能性需求的意义很大一些。

二次结构不但对整个建筑的分隔组成、节能环保、外立面效果、建筑质量等起到举足轻重的作用，而且二次结构中的构造柱、圈梁等构件还是提高整个建筑抗震性能与抗震效果的关键。二次结构的施工一般在一次结构施工完成或施工过程中穿插进行，而且其施工质量的好坏会直接反映到建筑结构的表面，容易引起一系列的工程纠纷。因此，探讨分析二次结构存在的意义和作用对指导施工行业的生产技术、降低维修率以及提高整个建筑行业的技术革新具有重大的意义。

二、建筑工程二次结构砌体施工技术

建筑工程中二次结构的施工，通常会出现灰缝大小不一、砂浆不够饱满等问题，这将会直接影响到建筑工程的整体质量以及人们的生命财产安全，因此加大力度提高建筑工程二次结构的施工技术是十分有必要的。

（一）建筑工程二次结构砌体具体施工技术

两种建筑工程二次结构砌体具体施工技术如下。

1. 砌体施工技术

建筑工程二次结构砌体施工包括找平、放线、砌块排列、拉线、砌筑等。在砌筑施工前，首先需要采用水泥砂浆进行找平处理，在砖墙的两侧位置设置控制线，并标注出灰缝以及砖厚度以及窗户梁的高度。在墙面施工前，首先需要利用红线进行对拉，然后根据砌砖的层数确定砖厚度，计算排数。在砌筑施工过程中，需要采用挤浆法和反砌筑的砌筑方式。在灰缝设置过程中，需要严格依据施工标准，将水平灰缝的砂浆严实度以及饱满度控制在 90%以上，对于竖直灰缝，需要将其饱满度控制在 80%以上，

同时,在各个施工段,预留一定的空洞和预埋件。砌筑施工完成后,还需要对施工质量进行检测和校准。

2. 抹灰施工技术

在抹灰施工中,首先需要做好基层处理,对基层表面进行清洁、洒水,如果抹灰厚度在 35mm 以上,则还需要采用加强网进行加固处理,加强网之间的搭接宽度需要控制在 10m 左右。根据工程设计要求,对于建筑工程阴阳角位置,需要采用水泥砂浆材料做好防护措施。在抹灰施工前,通过对基层面进行浇水处理,能够提升基层面的湿润性。在抹灰施工过程中,首先需要进行吊垂直,然后套方、找轨距,最后制作灰饼,之后分层抹灰、设置分格缝,并对成品进行养护。

(二) 建筑工程二次结构砌体施工技术要点分析

1. 依据设计图纸规划施工技术方案的清理现场

在二次结构施工开始前需要深入了解各部分结构的设计要求,包括内外填充墙需要使用的砌体材料种类和规格、构造柱的位置和尺寸以及水泥砂浆的配比等,并且制定详细的施工计划,规划砌块、钢筋等原材料的供应、安排砂浆预制以及所需施工机具和人员调用等。此外需要对施工现场进行必要的清理,根据施工平面图确认具体施工地点之后,将前一工序遗留在基底的杂物清理干净,以防影响砌体的施工质量。

2. 复核关键技术参数并制做和树立皮数杆

在砌体施工正式开始之前应进行测量放线和制做皮数杆,以便施工过程中控制墙体、构造柱以及门窗洞口等的位置和几何尺寸参数。首先要测量在确认楼层轴线等关键参数的误差不超出设计允许值之后组织砌体施工。其次皮数杆是保证砌体施工位置和几何尺寸精度的关键,因此需要在其制做过程中保证刻度的精确,以便保证砌筑过程中砂浆厚度和砌体高度的准确性。皮数杆的设置应按照相关规范进行安装和定位,确保其零刻度与二次结构施工标高测控网的水平面之间的误差在允许范围内。

3. 植筋工程

砌体和一次结构的结构柱和剪力墙靠拉结筋连接,因此拉结筋的施工是二次结构施工当中非常关键的工序。首先要根据设计要求预制长度、规格和数量满足施工需要的钢筋,通常情况下需要使用直径为6~12mm的钢筋,植入深度约9~18cm,具体数据在设计时根据相关规范进行选择,而在植入施工时则需要按照设计要求保证植入深度和抗拉强度。其次在植入过程中要重点保证锚固质量,在按照设计深度和孔径钻孔之后进行彻底清理,以防杂质和粉尘影响结构胶与剪力墙或结构柱之间的连接,并且在结构胶调制好之后,确保在其开始固化之前完成注胶和植筋。最后钢筋植入时应通过反复转动排出孔内残留的气体,使得钢筋通过结构胶与一次结构形成稳固的连接。

4. 砌筑施工

在填充墙的砌筑施工中,施工人员首先应按照设计要求的砌体排列方式进行砌筑,以皮数杆之间的拉线为基准控制水泥砂浆厚度和砌块高度,内外墙的基底部分用水泥实心砌块砌筑约三皮砖高度。其次在墙体与构造柱的连接部位要砌筑成马牙槎,以保证砌体在构造柱浇筑时能够和砼形成紧密衔接,保证二次结构的稳定性。此外在砌筑之前应提前6h淋湿砌块,并且砌筑时保持砌筑作业面的湿润,有利于水泥砂浆和砌块之间的结合。最后在建筑平面图上厨卫功能区的内墙砌筑时,浇筑不低于20cm的具有防水功能的混凝土止水反梁。而门窗洞口的边缘位置要按照相关设计规范设置混凝土预制块,并且在墙体高度大于4米时设置圈梁,在砌体顶部与梁板之间保留40cm左右的间隙,待砌体养护2周之后进行封堵。

5. 圈梁以及构造柱的施工技术要点

圈梁以及构造柱等是二次结构当中非常重要的部分,起到了衔接二次结构砌体和一次结构的关键作用,因此其施工与砌体砌筑衔接非常紧密。首先圈梁需要视砌体结构特点设计和施工,通常在填充墙高度达到2米的位置进行闭环圈梁浇筑,其截面尺寸按照设计规范确定。当圈梁穿越门窗位置时应避开门窗预留孔洞,并且在其上方浇筑截面形状完全一致的附加

梁，使其两端和既有圈梁搭接在一起，形成完整的闭环结构。其次构造柱的施工通常采用混凝土浇筑工艺，在其两侧墙体砌筑完备之后支模浇筑，将模板与砌体之间的缝隙用海绵胶条密封，当砌体使用的是空心砌块时，也要提前用水泥砂浆将模板内的空心砌块的孔隙封死，以免影响构造柱的密实度。此外构造柱的浇筑过程应按照标准的混凝土浇筑工艺进行分层与振捣，并且在达到拆模条件时拆模和休整表面，去除多余的混凝土和进行抹面处理，保证构造柱及与其连接的墙体表面的美观。

（三）二次结构工程存在的施工问题分析

当下，建筑施工行业的二次结构施工组织过程中，普遍存在着组织管理和技术把控方面的问题，而且这些问题牵一发而动全身，总是连贯地对整个工程造成不良的影响。许多项目领导者总是对一次承重结构“情有独钟”，比如模板、钢筋、混凝土等，相应对二次结构的施工管理就差强人意了，特别是在施工组织设计以及项目具体的组织管理过程中，容易忽略二次结构的施工难度与复杂性，乃至在组织管理过程中缺乏必要的监管和组织设计方案，从而导致二次结构施工完成后遗留这样或那样的质量隐患。此外，项目管理团队在二次结构的植筋、砌筑、次混凝土浇筑、抹灰、圈过梁等施工之前，不能进行充分的技术方案评审，无法就施工工艺进行全面的可行性考虑，而且对一线作业人员技术交底不彻底，这就致使操作人员只能按照经验、凭空操作，不能充分保证建筑的工程质量。最后，项目对二次结构中使用的材料未进行充分的材料计划报审，这从另一方面也致使二次结构中质量问题层出不穷。

（四）建筑工程中二次结构砌体施工过程分析

1. 设计规划性

建筑工程的设计规划必须科学合理，根据实际的建筑环境进行设计规划，做好对每个施工环节的监督管理工作，最大程度上保证建筑工程的稳定性。科学地设计规划有助于建筑工程施工的高效性，可以全面推动建筑工程各个施工环节有序开展。在具体的设计环节中，要综合考虑各个方面

的影响因素，比如在砌块砌筑时，需要提前规划好砌块排列图，保证每一面墙体施工都有对应的砌块排列图，图中必须标注相关数据信息和孔洞位置的具体信息。

2. 注意养护时间

对砌体的施工，必须严格按照相关工程标准进行施工，不能出现质量问题，保证墙体质量的稳定性。在墙体施工完成后，需要进行一定时间的养护，一般来说，养护时间不得低于 28d，在采用蒸汽养护工艺时，需要着重注意对养护时间的控制，该工艺所需的养护时间比较长，长时间的养护才能有效保证墙体的稳固性。

3. 施工程序化

为了保证施工环节能够有序开展，提高建筑工程二次结构砌体施工效率，要对整个施工流程进行程序化设计，每个施工步骤按照程序进行施工，落实具体的施工流程。比如墙面必须完全干燥且养护时间大于 28d 的情况下，才可以对墙体进行下一步的施工。要协调好各个施工环节的对接关系，最大程度保证墙体的稳定性，合理安排施工流程，达到施工效率最大化的目的。

4. 注重施工细节

施工过程最重要的就是对质量的把控，对质量的把控需要从多个方面进行综合考虑，根据实际情况来看，因质量问题造成的事故，往往是施工过程中没有重视施工细节引起的。比如对风井的砌筑和抹灰管要同时施工；砌体施工完成之后，需要安装斜顶砖。

三、建筑工程二次结构砌体施工质量控制分析

（一）二次结构及其施工质量的重要性

在建筑工程的主体结构施工过程中，框架与剪力墙等承重结构会率先逐层浇筑或装配完成，而内外部围护结构当中的填充墙与构造柱等的施工，则需要在主体承重结构全部完工并通过验收之后再逐层进行。因此被称为二次结构施工，前者则被定义为一次结构施工。在一次结构施工中由

于其承重要求和结构特点，绝大部分工程采用钢筋混凝土现浇工艺完成，部分工程的剪力墙和梁柱也会选择预制装配式工艺。而二次结构施工中的墙体则基本使用砌筑工艺，根据设计要求在不同位置的填充墙使用不同材质和规格的砌块。而根据建筑工程内外墙体的高度、长度等结构特点和具体位置，还需要依据相关规范设置圈梁、止水反梁以及构造柱，并且预留门窗洞口。因此二次结构的砌体施工除了砌筑工艺，还涉及钢筋工程和混凝土浇筑等技术的应用。

1. 建筑工程二次结构施工的工艺流程

二次结构中砌体、构造柱以及圈梁等结构的施工联系十分密切，工序之间没有十分清晰的界限，例如墙体砌筑过程中需要设置砌体与构造柱之间的拉结筋，又要在达到一定高度时进行圈梁施工和预留门窗洞口等。其中的基层验收和工艺参数复核环节非常重要，是保证二次结构位置精度和施工质量的基础，需要首先确认各项数据误差满足设计要求。而钢筋植入法采用的是锚固工艺，与预埋相比能够更准确地定位钢筋位置，利用结构胶将钢筋植入和固定到剪力墙或承重柱体内一定深度。

2. 保证二次结构施工质量的重要性

二次结构是在一次结构施工的基础上对建筑工程结构的完善，也是为下一步的装饰装修做好准备。因此对于工程的两项重要分项工程起到了衔接作用，并且其预留预埋和止水反梁等的施工会决定装饰装修工程的质量。首先二次结构的砌体施工涉及到门窗安装孔洞的预留，而门窗孔洞的位置和几何尺寸精度决定了门窗施工的质量。其次作为建筑工程的围护结构，砌体当中会根据建筑使用需要预留预埋各类管线，线槽切割和管线、线盒安装位置的预留预埋对后续电气系统安装等也是非常重要的。而止水反梁是在厨卫功能区设置的重要防水设施，关系到建筑的防水效果，因而其施工质量对建筑的使用会产生深远影响。

（二）建筑工程中二次结构砌体质量控制要点

二次结构砌体的质量控制要点需要考虑各个方面的影响因素，主要表现在对砌体结构的强度控制上。在建筑工程中，对于砌体的施工主要是人力操作，所以操作人员的技术水平对砌体的质量有着紧密地联系。比如，水泥是构成砌体的重要组成成分，所以对于水泥的质量要进行严格把控，不能使用劣质水泥，对于要使用的水泥进行分类规划，分批检测，不同类型的水泥不能混合使用，否则会严重影响墙体结构的稳定性。根据实际情况来看，砌体结构在一定程度上受外界环境因素的影响，所以在施工之前，需要考虑不同的环境特性，选择合适的施工材料，比如在寒冷的区域，很多砌块砌体受低温作用，出现冰冻现象，延缓了整个施工进度，在砌体施工过程中，避免使用水泡过的砌块，水泡过的砌块受冷极其容易冰冻，在解冻的时候，就会造成墙体脱落现象，所以不能使用水泡过的砌块。在夏季施工过程中，也要做好相关防护措施，雨季高发期，要做好对水泥的干燥处理工作，避免被雨水冲刷，材料要统一存放保管，不能被雨水污染，在对原材料使用之前，要确保原材料的干燥性，夏季的温度比较高，所以在对砌筑砂进行搅拌的时候，需要添加适当的外加剂进行充分搅拌，进一步提高墙体砌筑效率。

1. 材料选择

由于该建筑工程位于甘肃寒旱地区，因此，在外墙施工中，可采用烧结空心砖或加气混凝土块，内墙砌筑采用烧结空心砖，卫生间采用烧结多孔砖，抹灰一般为 M7.5 水泥砂浆。

（1）烧结空心砖

烧结空心砖又被称为空心砖，主要材料包括页岩、煤矸石或粉煤灰，对于各类原材料，采用焙烧方式制作成砖。在烧结空心砖砌筑施工中，砂一般采用中砂，要求砂含泥量在 5% 以内。另外，在砌筑多孔砖中，还可以适当加入石灰膏等无机材料。

（2）烧结多孔砖：

烧结多孔砖是由粘土、页岩、煤矸石、粉煤灰、淤泥以及各类固体废弃物等焙烧而成的，空洞率在 35%以内。烧结多孔砖一般为直角六面体，在烧结多孔砖和砂浆的接合面上，需要增设结合力的粉刷槽和砌筑砂浆槽。在工程项目建设中应用烧结多孔砖，有利于减轻建筑工程自重，改善墙体隔声性能和隔热性能。

（3）M7.5 水泥砂浆

在 M7.5 水泥砂浆中，不同施工材料的配合比为：

水泥：砂=260：1541=1：5.93。

2. 施工过程

（1）砌筑前检查

①在砌筑施工前，首先需要对地面基层进行全面清理，清除建筑垃圾、水泥砂浆等。②对不同楼层的轴线、墙体边线以及门洞口位置线进行检查。③制作皮树杆，并标明皮数。④对墙体拉筋的设置情况进行检查，确保符合工程项目建设要求后，即可进行砌筑施工。

（2）墙体砌筑过程检查

①在进行砌块砌筑施工过程中，在外墙和内墙的底部位置，首先需要砌筑三皮高的砌筑砖，建筑工程厨房、卫生间的防水要求比较高，对此，在墙体下，还应该应用 M7.5 水泥砂浆进行墙体浇筑施工。②在墙体砌筑施工过程中，需要严格依据对孔、错缝、反砌的原则。在砌块排列方面，采用上下错缝排列方式，砌块搭接长度应该控制在砌块总长度的 1/3 左右。③在砌筑施工过程中，必须带线砌筑，如果发现铺灰面平整度比较差，则首先需要采用木磨砂板磨平，然后再进行砌筑施工。④在本工程施工中，墙体水平灰缝厚度以及竖向灰缝宽度应该控制在 10～12mm 之间，同时，要求灰缝应横平竖直，并且砂浆饱满。⑤在墙的拐角位置、T 形交界置、无约束端、楼梯位置，需要根据工程设计要求以及施工规范，合理设置构造柱，首先完成填充墙砌筑施工，然后再进行构造柱浇筑施工。在本工程施工中，根据工程项目设计要求，构造柱强度等级

为 C20, 而内配主筋 4C12, 箍筋 $\Phi 6@200$ 。⑥对于构造柱处的墙体马牙槎, 需要采用吊线砌筑方式, 在构造柱的边缘, 需要贴厚度在 5mm 以上的双面泡沫胶条, 避免水泥浆外流, 对墙面造成污染。另外, 在构造柱的模板上, 需要留置喇叭口, 在混凝土浇筑施工中, 采用一次浇筑完成施工方式, 模板拆除后, 还需要剔除溢出的混凝土材料。⑦对于砌块填充墙与混凝土构造柱以及墙体的连接位置, 需要设置拉结钢, 通常情况下, 100mm 和 200mm 厚的墙设 2 根, 250~300mm 厚的墙设 3 根。⑧在本工程施工中, 对于每层墙体的中间位置, 需要根据《住宅工程质量通病控制标准》中的规定, 将其增设高度控制在 120mm 以上, 内配主筋规格为 4C10, 箍筋为 $\Phi 6@200$ 。⑨在砌筑施工过程中, 对于不同强度等级的砌块, 不应混合使用。⑩在填充墙砌筑施工中, 如果砌筑高度在 1.5m 以上, 则当填充墙砌至梁底或者板底应留 30~50mm 的间隙, 当砌筑完成 15d 后再采用细石混凝土塞方。

(三) 二次结构砌体施工的质量控制措施

1. 砌体施工前的测控网布设以及关键参数复核

在二次结构砌体施工前应根据施工技术需要布设测量控制网, 以便在施工前复核各项关键技术参数并实施施工质量的跟踪监测。并且在复核施工楼层的标高等参数之后, 根据施工作业面的长度和二次结构砌体的结构特点确定所需皮数杆的数量和长度, 进而根据设计要求的砌块规格、几何尺寸以及砌体缝隙宽度等参数制做皮数杆, 使用精密仪器确定其刻度位置并控制其误差。

2. 内外墙砌筑的质量控制

在进行内外填充墙的砌筑时, 首先需要检查植入钢筋的锚固质量, 经过拉拔试验确认其强度符合设计标准。其次需要按照设计要求使用相应种类和规格的砌块和粘结材料, 常见的烧结或混凝土预制小型空心砌块使用规范强度的水泥砂浆即可, 蒸汽加压混凝土砌块等特殊材料要根据设计要求决定选用何种粘结材料。而砂浆厚度控制会因其材料配比和砌块种类有

所区别，一般普通砌块施工的砌块水平缝隙应保持在 $10\text{mm} \pm 2\text{mm}$ 。此外如果设计要求在墙体的砌块表面开槽埋设管线，应避免管槽分布出现交叉或延伸至墙垛位置，并且槽深不可超过砌体厚度的三分之一。此外为保证二次结构的稳定性也应让管槽位置与门窗洞口保持一定距离，并且当砌体厚度不足 12cm 时只能在其单面开槽。

3. 砌块等原材料的质量

砌块和水泥砂浆是二次结构施工的主要原材料，因此对其质量进行施工前的测试评定非常重要。首先对于砌块的进场除了核查常规的出厂证明等文件资料，还应根据不同厂家的出厂批次进行抽样检测，经试验测试其强度并测量其几何尺寸。通常情况下需要按照约千分之一的比例进行检测，而确认合格的不同批次和规格的砌块应合理堆放和严格管理，以防在砌筑时发生错用和混用问题。其次二次结构砌体施工所用的水泥砂浆以及预拌混凝土应按照相关施工技术规范进行质量检测，按照标准对不同批次的原料取样制做相应数量的试块，并且由专业技术人员对其进行养护并进行性能检测实验。

4. 砌筑过程中的质量检验和现场监督

在填充墙砌筑的过程中，施工现场的管理人员应根据施工进度进行必要的质量检测，并且在现场对施工人员的作业情况进行监督。首先要及时复核二次结构各个部分轴线、截面等技术参数，使其误差始终保持在设计允许的范围。其次严格控制钢筋、砌块以及附加梁和圈梁之间的搭接长度，其中钢筋搭接长度在不小于设计要求的前提下误差要保持在 5mm 以内，砌块错缝砌筑的搭接长度大于其自身长度的三分之一。最后要实时测量门窗孔洞的位置和几何参数，以免因其误差超出设计要求而返工。此外砌体顶部和梁板结合部位缝隙的处理，应采用砌块与砂浆结合的方式填充，将砌块切割成所需大小和形状，并且使用微胀混凝土以利于其与梁板之间形成紧密贴合。

5. 构造柱浇筑

二次结构中的构造柱虽然不是承重构件，但却是连接填充墙等二次结构构件和主体结构的关键，因此在其浇筑过程中应采取全面的质量控制措施。首先保证其钢筋绑扎过程中和主体预留连结筋可靠连接，并且与在构造柱与砌体、剪力墙等之间设置拉结筋之间连接稳固。其次在支模过程中检查填充墙和构造柱之间的缝隙，进行必要的封堵并确保马牙槎部位、钢筋表面和模板内壁的清洁。最后在混凝土浇筑过程中应密切关注作业过程的规范性，保证混凝土的密实度并控制好浇筑节奏

综上所述，在建筑工程施工，二次结构砌体是十分重要的施工内容。在砌块结构施工过程中，必须保证所有砌块质量均符合国家建设标准，在实际施工中，做好不同工序的协调处理，并注意加强施工质量检查和控制，这样才能够提升建筑工程二次结构砌体施工质量，提升工程项目建设效益。

第四节 砌体结构工程常见事故

一、砌体结构工程中常见质量事故分析

如今，我国一直在进行大投资的工程建设，建筑工程事故及重大事故时有发生，已成为人们关注的焦点。为保证建筑物的安全使用，保护公民的生命和财产安全，必须进行事故原因分析和事故处理。因此，对于量大面广的混凝土结构和砌体结构的质量事故的分析和处理等方面做进一步的研究十分有必要。

（一）砌体结构工程特点

工程实践表明，砌体结构工程事故的发生概率比钢筋混凝土结构、钢结构大，这主要与砌体结构的性能和工程特点有关。砌体结构的特点主要体现在以下几个方面：

1. 砌体材料易于就地取材，价格便宜。
2. 砌体结构材料强度低，材料性能离散性大。
3. 砌体材料的共同工作性能复杂。
4. 砌体结构的砌筑质量对砌体结构有明显影响。

5. 砌体材料和砌体结构都具有脆性性质。

6. 砌体结构是一种组合结构。

7. 砌体结构“概念设计”十分重要。

（二）砌体结构工程事故的原因分析

砌体结构是建筑工程中量大面广的最常用的结构形式。由于砌体结构本身具有局限性，所以会出现许多质量和技术问题，严重的甚至引发事故。砌体结构工程事故的原因主要有以下几点。

1. 砌体设计方案欠妥及施工不当

（1）未按规范设计。砌体结构未按《砌体结构设计规范》（GB50003—2001）的规定设计，砌体墙柱的高厚比、砌体构件的承载力等不能满足所要求。

（2）未按设计要求施工。如墙身的厚度尺寸达不到设计要求，混凝土结构的圈梁、构造柱等不符合要求等。

（3）施工工艺不当。如砖柱砌筑成包心柱、里外皮砖层互不相咬、形成周围通天缝等，都将降低砌体的强度和整体性。

（4）施工顺序不当，如纵横墙不同时咬槎砌筑，导致新砌体墙平面外变形失稳。

（5）灰缝砂浆饱满度不合适。如砌体砂浆不密实、不饱满，水平灰缝饱满度低于《砌体工程施工质量验收规范》（GB52003—2002）的规定等。

2. 砌体材料不合格

烧结普通砖强度不符合（烧结普通砖）（GB/T5101—2003）的规定，烧结多孔砖不符合《烧结多孔砖》（GB13544—2000）的规定，水泥质量不合格，如过期、受潮等，砂子含泥量过大等。

3. 砌体结构强度低

导致砌体结构强度低的主要原因有：

(1) 砌体材料强度不足是影响砌体强度的主要原因。其中块体强度较砂浆强度起着更为明显的作用,同时随着块体高度的增加对块体强度的影响作用更明显。

(2) 砌体的抗拉、弯、剪强度主要取决于砂浆和块体的黏结强度,因此抗拉、弯、剪强度主要由砂浆的种类(如混合砂浆和水泥砂浆)以及块体的材料(如烧结砖、蒸压灰砂浆砖、砌块)和构造有关,其中砂浆起主要作用。

(3) 以砖砌体为例,其强度低的主要原因有:砖、砂浆的强度等级不符合要求,砂浆饱满度小于 80%,砌砖前普通烧结砖未按规定浇水等。

(4) 设计截面太小,承载力不够以及水、电、暖、卫生设备留洞、留槽削弱墙截面太多等也影响砌体结构的强度。

4. 配筋砌体不符合要求

配筋砌体不符合要求的原因有:配筋的规格、数量不足,搭接方式不当,分布筋和箍筋的位置与主筋的连接不符合设计要求和规范的规定。如构造柱与墙体连接、钢筋混凝土填心墙与墙体连接,未考虑墙体的强度,浇筑混凝土时冲击力和振捣时产生的振动力对墙体结构产生破坏等。

(三) 砌体结构工程中常见的质量事故

1. 砖砌体结构因抗压承载力不足造成的质量事故

在所有砖砌体结构质量问题中,因抗压承载力不足引起的问题是最严重最危险的。这是由于墙、柱支承着整个屋盖和楼盖结构,一旦因墙、柱承载力不足而破坏时,往往引起局部或整个房屋的倒塌。

在正常砌筑的受压砖砌体中,一旦发生若干砖块折断,意味着该砖砌体的压应力已达到其极限抗压强度的 60%~70%;而一旦发生砖裂缝和竖向灰缝贯通成竖向通长裂缝,则标志着它所承受的压应力已达到其极限强度的 80%~90%。

砖砌体构件因承载力不足引起的质量事故根据其严重程度可分为如下几种:

(1) 设计原因引起的

- ①作用效应没有考虑安全系数或荷载系数；
- ②遗漏某些应考虑荷载项目；
- ③取用错误的计算简图；
- ④选用的材料强度指标与实际不符；
- ⑤计算结果有较大误差。

(2) 施工原因引起的

- ①采用不符合标准的建筑材料；
- ②施工时擅自变更设计，造成荷载增加或构件截面尺寸减小；
- ③砌筑质量低劣；
- ④砌筑后的构件截面尺寸、轴线、垂直度、表面平整度、灰缝厚度等有较大偏差。

另外，使用期间的环境因素影响也值得注意。

2. 砖砌体构件因支承处构造不当引起的质量事故

在建造砌体结构时，设计和施工人员对有关墙、柱的稳定和强度问题往往比较重视，而对构件与屋架、梁、板支承处的连接构造问题却有时不够注意。前者涉及的是构件的承载力问题，后者涉及的却是构件的计算简图问题，处理不当会影响构件的支承条件和受力状态，对构件的承载力产生不利影响。

梁、屋架等水平构件支承在砖墙、砖柱处的构造做法是砌体结构设计中的一个极端重要的问题，设计人员必须予以高度重视。因为砌体构件的抗压、抗弯承载力都比相应的钢筋混凝土构件低得多，一旦因构造做法不当引起在支承处的砌体构件上产生过大的压应力和拉应力时，就可能使支承构件发生破坏（这种破坏多属脆性破坏），而一旦支承构件破坏就有可能引起建筑结构的整体或局部倒塌。

因此，在设计砌体结构中的楼（屋）盖构件支承处的构造做法时，必须考虑以下几点：

- (1) 要弄清支承处结点在计算简图中的受力特征;
- (2) 要使支承处的实际构造做法与设计计算的要求基本一;
- (3) 要对支承面的实际受力情况以及支承构件的实际受力情况进行全面的验算。

3. 砖砌体结构因温度变形引起的质量事故

由于混凝土楼（屋）盖和砖砌体组成的混合结构房屋是一个空间结构，当自然界温度发生变化时，房屋各部分构件都会发生各自不同的变形，结构由于彼此间的制约作用而产生内应力。当构件中产生的拉应力。当构件中产生的拉应力超过其极限抗拉强度时，就会出现不同形式的裂缝。实践证明，由温差引起的墙体裂缝一般不危及结构的安全，但有碍观瞻，使人产生不安全感，而且会降低房屋的整体刚度，造成渗漏，影响房屋的耐久性，需要及时修理。

(1) 防止顶层墙体因温差变形而开裂的措施

① 优先采用加气混凝土屋盖结构或预制钢筋混凝土有檩屋面板结构，尽可能不采用整体现浇混凝土屋盖结构。

② 采用混凝土屋盖时，应在屋盖结构层上设置保温层或隔热层，以减小混凝土屋盖的温度变形。

③ 加强顶层墙体的抗拉能力。如设置顶层钢筋砖圈梁，或在屋盖四角檐口下一定高度的砌体内配置适量转角水平钢筋，也可以在屋盖下设置沿外墙并不外露的钢筋混凝土圈梁。

④ 在女儿墙顶部配置适量水平钢筋，沿女儿墙内缘将混凝土面层切断做成天沟，以减少面层因温差变形的推挤作用，最好是不做女儿墙。

(2) 防止因混凝土楼盖（或其他长向构件）和砖砌墙体温差变形引起的墙面裂缝的措施

① 避免楼盖的错层布置。如必需错层时，宜在错层处设伸缩缝，或在错层处墙砌体内局部配筋，进行加固。

② 布置伸缩缝时，楼（屋）盖的伸缩缝和墙体的伸缩缝应在同一位置上。

③合理地布置楼梯间、跑马廊的位置，避免楼盖平面削弱太多。如必须如此布置时，在楼盖削弱部位的楼板内和墙体内应采取加强措施（如增加板的分布钢筋，或在墙内设置钢筋等）。

④在结构构件的构造上保持结构的连续性（尤其是房屋的纵向），避免形成薄弱环节。

⑤当沿墙体有一段长向混凝土构件（如现浇过梁、现浇檐口板、现浇雨篷）时，构件两端墙体上容易开裂。这时，应在混凝土构件两端墙体内设置钢筋。

4. 砖砌体因地基土冻胀引起的质量事故

自然地面以下一定深度内土的温度，是随着大气温度而变化的。当土的温度降至 0°C 以下时，某些细粒土体将发生体积膨胀，称为冻胀现象。位于冻胀区内的基础（即埋置深度小于《建筑地基基础设计规范》（GBJ7—89）规定的基础最小埋深的基础）以及基础以上的墙、柱将受到冻胀力的作用。如果冻胀力大于基础底面的压力，基础就有被抬起的危险。如果由于基础埋置深度、土的冻胀性、室内温度、日照等因素，基础有的部位未受到冻胀影响，有的部位即使受到冻胀影响其程度在各处也不尽一致，这样就使砌体结构中的墙、柱受到不同程度冻害，形成不同形式的裂缝，其主要形式有以下几种：

- （1）在房屋两端门窗洞口角部产生正八字形斜裂缝；
- （2）在房屋两端门窗洞口角部产生倒八字形斜裂缝；
- （3）沿房屋一端产生单向斜裂缝；
- （4）在房屋转角处或内外墙连接处产生竖向裂缝；
- （5）沿窗台产生水平裂缝；
- （6）沿内墙顶部和天棚之间产生水平裂缝。

为防止产生这些裂缝，在进行建筑结构的基础设计时必须考虑地基土的冻融影响，其具体措施就是墙柱基础应有足够的埋置深度，而且还应做到：

- (1) 室外地坪高出自然地面 300~500mm 以上;
- (2) 做好排水设施;
- (3) 设置钢筋混凝土圈梁和基础连系梁, 控制房屋长高比和整体刚度。

5. 砖砌体因地震作用引起的质量事故

因地震作用引起的质量事故可以分为水平地震作用和竖向地震作用两种。

- (1) 在水平地震作用下, 结构有关构件的破坏形态有:

- ①墙体交叉裂缝;
- ②纵墙或纵横墙交接处竖向裂缝;
- ③沿墙长度方向的水平裂缝;
- ④墙角破坏;
- ⑤内框架结构钢筋混凝土柱端弯剪破坏。

- (2) 在竖向地震作用下, 结构有关构件的破坏形态有:

- ①墙体的薄弱部位被竖向地震作用产生的颠簸所压酥, 表现为该处有密集的竖向裂缝;
- ②外墙或山墙被压屈外鼓, 严重时可将内外墙交接处附近的砌体拉裂;
- ③门窗过梁上的墙体产生不连续水平裂缝;
- ④梁支承处下面砌体产生密集竖向短裂缝。

砌体结构抗震要求是按照正确计算进行结构布置, 注意整个结构的刚度协调和整体作用, 重视构件的连接构造, 进行地震作用下的抗震验算。因此对抗震来说, 结构布置和构造措施更为重要。在这两方面要注意以下要点:

- (1) 宜选择对建筑结构抗震有利的场所, 避开软弱场地土、易液化土、采空区, 半填半挖土层, 以及有可能产生滑坡、地表错位、非岩质陡坡河流或古河道两侧等区域。

- (2) 建筑体型、立面应力求匀称; 平面布置力求规整, 建筑物尽可能采用一种结构体系, 必要时设置防震缝。

(3) 建筑结构的抗震体系应符合下述四条原则:

①有明确的计算简图和合理的传力途径;

②具备足够的抗侧移的承载能力和良好的变形能力;

③宜有多道抗震防线, 应避免因部分结构或构件破坏而导致整个体系丧失抗震能力和对重力的承载能力;

④应有合理的刚度和强度分布, 避免发生过大的应力集中或塑性变形集中。

(4) 确保楼(屋)盖的整体性, 加强其连接构造, 注意建筑细部设计。

(5) 由于砌体结构所用材料的延性较差, 要十分重视在整个结构体系中的圈梁和构造柱的布置, 保证砌体结构中墙体应有的延性。

(6) 根据建筑物所在场地的地质情况, 选择对抗震有利的基础形式, 加强基础的整体性。

(7) 确保所有砌筑构件和连接构造的施工质量。

6. 砌体结构设置圈梁可能存在的质量问题

在砌体结构墙体中设置圈梁, 其作用主要是增强房屋的整体性, 在一定程度上加强墙体的稳定性, 并提高墙体的抗剪抗拉强度, 防止或减少墙体因过大不均匀沉降而发生的裂缝, 在地震作用下, 还有可能防止砌体结构的倒塌。因此设置时的构造做法十分重要, 如构造不当还会发生重大的质量问题。

圈梁的设置必须严格按照规范规定, 并确保施工质量。

二、砌体结构裂缝事故分析与处理

(一) 形成砌体结构裂缝事故的原因及防治措施

引起砌体结构墙体裂缝的因素很多, 大体上有设计上对房屋的构造处理不当, 地基的不均匀沉降, 收缩和温度的变化, 施工质量不合格、使用的建筑材料不合格等。

1. 对房屋的设计和构造处理不当而引起了裂缝

有一些砌体结构的房屋设计图纸应用时未经校核；或者参考了别的图纸，但荷载增加了或截面减少了而未做计算；或者虽然作了计算，但因少算或漏算荷载，使实际设计的砌体承载力不足；也有的虽然进行了墙体总的承载力计算，但忽视了墙体高厚比和局部承压的计算。如果砌体的承载力不足，则在荷载作用下将出现各种裂缝，以致出现压碎、断裂、倒塌等现象，这类裂缝的出现，很可能导致结构的失效。预防措施：

(1) 细心认真地设计。对拟建砌体结构的房屋，要做到力学模型准确，传力清楚；荷载统计无误；大梁下砌体要设梁垫并进行验算；加强对圈梁的布置和构造柱的设置，以提高砌体结构的整体安全性。

(2) 裂缝一旦出现，要注意观测裂缝的宽度及长度的发展情况，并及时采取相应的有效措施，如灌缝，封闭等，必要时要进行结构加固，如粘钢、碳纤维等。

2. 地基不均匀沉降引起了裂缝

当地基发生不均匀沉降后，沉降大的部分砌体与沉降小的部分砌体会产生相对位移，从而使砌体中产生附加的拉力或剪力，当这种附加内力超过砌体的强度时，砌体中便产生相对裂缝。这种裂缝一般都是斜向的，且多发生在门窗洞口上下。这种裂缝的特点是：

(1) 裂缝一般呈倾斜状，说明系因砌体内主拉应力过大而使墙体开裂；

(2) 裂缝较多出现在纵墙上，较少出现在横墙上，说明纵墙的抗弯刚度相对较小；

(3) 在房屋空间刚度被削弱的部位，裂缝比较集中。

为防止地基不均匀沉降在墙体上产生的各种裂缝而采取的措施有：

(1) 合理设置沉降缝将房屋划分成若干个刚度较好的单元，或将沉降不同的部分隔开一定距离，其间可设置能自由沉降的悬挑结构。

(2) 合理地布置承重墙体，应尽量将纵墙拉通，尽量做到不转折或少转折。避免在中间或某些部位断开，使它能起到调整不均匀沉降的作用，

同时每隔一定距离设置一道横墙，与内外纵墙连接，以加强房屋的空间刚度，进一步调整沿纵向的不均匀沉降。

3. 收缩和温度变化引起了裂缝

热胀冷缩是绝大多数物体的基本物理性能，砌体也不例外。由于屋盖系统温度变化，会使砖墙产生裂缝，由于温度变化不均匀使砌体因不均匀收缩产生裂缝，或由于钢筋混凝土圈梁与砖墙伸缩量不同也会产生裂缝。

(1) 屋盖系统温度变化时使墙体产生的裂缝

这类裂缝较典型和普遍的是建筑物（特别是纵向较长的）顶层两端内外纵墙上的斜裂缝，其形态呈“八”字或“X”型，且显对称性，但有时仅一端有轻微者仅在两端1~2个开间内出现，严重者会发展到房屋两端1/3纵长范围内，并由顶层向下几层发展。此类裂缝对那种刚性屋面的平屋顶，未设变形缝、隔热层的房屋就更易发生。产生的直接原因是混凝土结构屋面的伸缩变形牵引其下砖砌体超过其材料抗拉强度的结果。一般来说，在阳光照射下，屋面板温度可高达60~70℃，而其下的砌体仅为30~35℃，温差引起的砌体主拉应力大于砌体本身的抵抗力的50%~300%不等。又加上房屋两端为自由端，水平约束力小，上部砌体垂直压力较小，如无相应措施，则上述裂缝在所难免。当屋面向两端热胀时，会使下部砌体出现正“八”字裂缝，当冷缩时，就会出现倒“八”字缝，一胀一缩则易出现“X”型缝。

(2) 由于钢筋混凝土圈梁与砖墙伸缩量不同产生的裂缝

当材料随时间发生收缩变形和自然界温度发生变化时，由于钢筋混凝土和墙砌体材料收缩系数和线膨胀系数的不同，会在房屋的墙体及楼盖结构中引起因约束变形而产生的附加应力，当这种附加应力过大时会在墙体上产生局部竖向裂缝。防止收缩和温度变化引起裂缝的主要措施有：

①在过长房屋墙体中设置伸缩缝。将伸缩缝设在因温度和收缩变形可能引起应力集中、砌体产生裂缝可能性最大的地方。

②屋面设保温隔热层。屋面的保温隔热层或刚性面层及砂浆找平层应设分隔缝，分隔缝的间距不宜大于 6m，并与女儿墙隔开，其缝宽不小于 30 mm。屋面施工宜避开高温季节。

（二）砌体结构事故分析与处理实例

1. 工程概况

某工程 3 号住宅楼位于该市某住宅区内，为五层砌体结构，在平面上被划分为 A、B 两部分（段），A 段平面轴线尺寸为 10600mm×26600mm；B 段平面轴线尺寸为 10600×53080mm；总建筑面积 4160 m²。楼板为装配式预制 RC 板，采用条形基础，下有 750mm 厚 37 灰土垫层。2003 年房屋出现局部倾斜与裂缝，少部分已经倒塌，其余墙体也有很多细小裂缝。

在勘察事故原因时，我们应秉持这样一种态度，那就是“事故的引发可能由单一原因引发，也可能是几个原因集合引发”。所以我们在处理时，要集合所有可能总结原因，在以后预防中都认真处理。从观察分析可知，此砌体结构墙体开裂比较严重，开裂较宽，房屋倾斜，地基已部分沉陷，结构不合理，粘结不结实，配筋不正确，由此引发了砌体结构事故。

2. 事故处理方案

（1）通过认识了解到墙体开裂比较严重，所以在修复过程中，必须增加房屋的整体刚性，可在房屋墙体一侧或两侧增设钢筋混凝土圈梁。圈梁用的混凝土强度等级为 C15~C20，截面至少 120mm×180mm，配筋可采用 4 ϕ 10~4 ϕ 14，钢筋 ϕ 6@200~250，每隔 1.5m~2.5m（应有牛腿或螺栓）锚固件等伸进墙内与墙拉结好，并承受圈梁自重。浇筑圈梁时应将墙面凿毛、润水，以加强粘结。

（2）对于房屋的局部破裂，先查清其破裂原因，对未影响承重及安全，可将破裂墙体局部拆除，并按提高砂浆强度一级用整砖填砌。

（3）对于其他细小裂缝在进行裂缝修补前，根据砌体构件的受力状态和裂缝的特征等因素，确定了造成砌体裂缝的原因，针对性地进行裂缝修补或采用相应的加固措施。

在应对砌体结构事故时，我们应该始终秉持的预防为主，处理为辅的设计态度，合理设计，认真施工，了解就砌体结构与各影响因素的关系，合理利用材料，组织地基，设置沉降缝，伸缩缝。通过分析砌体结构事故原因，找到正确的预防措施，避免事故发生或者减少发生。所以在以后的设计工作中，我们要始终贯彻预防为主的原则，加强设计、施工及使用方面的管理，确保结构安全和避免不必要的损失。

三、砌体强度、刚度和稳定性不足事故分析与处理

（一）事故类型与原因

1. 砌体强度不足事故

砌体强度不足，有的变形，有的开裂，严重的甚至倒塌。对待强度不足事故尤其需要特别重视没有明显外部缺陷的隐患性事故。

造成砌体强度不足的主要原因有：设计被面太小；水、电、暖、卫和设备留洞留槽削弱断面过多；材料质量不合格；施工质量差，如砌筑砂浆强度低下，砂浆饱满度严重不足等。

2. 房屋整体刚度不足事故

仓库等空旷建筑，由于设计构造不良，或选用的计算方案欠妥，或门窗洞对墙面削弱过大等原因，而造成房屋使用中刚度不足，出现颤动。

3. 砌体稳定性不足事故

这类事故是指墙或柱的高厚比过大或施工原因，导致结构在施工阶段或使用阶段失稳变形。

造成砌体稳定性不足的主要原因有以下几项：

- （1）设计时不验算高厚比，违反了砌体设计规范有关限值的规定；
- （2）砌筑砂浆实际强度达不到设计要求；
- （3）施工顺序不当，如纵横墙不同时砌筑，导致新砌纵墙失稳；
- （4）施工工艺不当，如灰砂砖砌筑时浇水，导致砌筑中失稳；
- （5）挡土墙抗倾覆、抗滑移稳定性不足等。

（二）强度、刚度 稳定性不足事故处理方法及选择

这类事故可能危及施工或使用阶段的安全，因此，应认真分析处理，处理这类事故的常用方法有以下几种：

（1）应急措施与临时加固。对那些强度或稳定性不足可能导致倒塌的建筑物，应及时支撑，防止事故恶化。如临时加固有危险，则不要冒险作业，应划出安全线，严禁无关人员进入，防止不必要的伤亡。

（2）校正砌体变形可采用支撑顶压，或用钢丝或钢筋校正砌体变形后，再作加固等方式处理。

（3）封堵孔洞。由墙身留洞过大造成的事故可采用仔细封堵孔洞，恢复墙整体性的处理措施，也可在孔洞处增作钢筋混凝土框加强。

（4）增设壁柱有明设和暗设两类，或用钢筋混凝土或钢结构。

（5）加大砌体截面用同材料加大砖柱截面，有时也加配钢筋。

（6）外包钢筋混凝土或钢。常用于柱子加固。

（7）改变结构方案。如增加横墙，变弹性方案为刚性方案；柱承重改为墙承重；山墙增设抗风圈梁（墙不长时）等。

（8）增设卸荷结构。如墙柱增设预应力补强撑杆。

（9）预应力锚杆加固：例如重力式挡土墙用预应力锚杆加固后，提高抗倾覆与抗滑能力。

（10）局部拆除重做：用于柱子强度、刚度严重不足时。

四、砌体局部倒塌事故分析及处理

砌体结构局部倒塌最多的是房屋的柱或墙，砖拱结构工程的倒塌也发生过几次，但是目前砖拱使用已较少，这方面的问题不太突出。柱、墙的倒塌中，比较集中在独立墙和窗间墙工程，大多数因承载力不足而倒塌。有些空旷房屋如食堂、仓库等工程的倒塌，往往是因为计算方案错误而造成。成片的砖墙倒塌较少发生。

（一）砌体工程局部倒塌的施工原因

1. 砖和砂浆的实际强度低下，其中砌筑砂浆强度不足尤为突出。

2. 施工工艺错误或施工质量低劣。例如地圈梁轴线错位后处理不当；砌体变形后，错误地用撬棍校正；现浇梁板拆模过早，这部分荷载传递至砌筑不久的砌体上，因砌体强度不足而倒塌；配筋砌体中漏放钢筋；冬季采用冻结法施工，解冻期无适当措施等，均可导致倒塌。

3. 施工顺序错误。预制楼板因故不能安装，在楼板位置的墙上预留槽后，砌上层的墙，再安装楼板时，上层墙失稳而倒塌。这类事故在楼梯踏步板安装中也发生过。

4. 乱改设计。例如任意削减砌体截面尺寸，导致承载力不足或高厚比过大而倒塌；又如改预制梁为现浇梁，梁下的墙由原来的非承重墙变为承重墙而倒塌。

5. 施工期失稳。例如雨季施工时，灰砂砖含水率高，砂浆太稀，砌筑中发生垮塌；毛石墙组砌方法不良，无足够的拉结石，砌筑中垮塌；一些较高的墙顶构件没有安装时，形成一端自由，易在大风等水平荷载作用下倒塌。

（二）处理砌体局部倒塌事故应遵循的一般原则

仅因施工错误而造成的局部倒塌事故，一般采用按原设计重建方法处理。但是不少倒塌事故均与设计，施工两方面的原因有关，对这类事故都需要重新设计后，严格按照施工规范的要求重建。

（三）砌体工程局部倒塌后的处理应注意的事项

1. 排除拆除工作。局部倒塌事故发生后，对那些虽未倒塌但可能坠落垮塌的结构构件，必须按下述要求进行排险拆除。

（1）拆除工作必须由上往下地进行；

（2）确定适当的拆除部位，并应保证未拆部分结构的安全，必要时应设可靠的支撑；

（3）拆除承重的墙、柱前，必须作结构验算，确保拆除中的安全，必要时应设可靠的支撑。

2. 鉴定未倒塌部分。对未倒塌部分必须从设计到施工进行全面检查，必要时还应做检测鉴定，以确定其可否利用，怎样利用，是否需要补强加固等。

3. 确定倒塌原因。重建或修复工程，应在原因明确，并采取针对性措施后方可进行，避免处理不彻底，甚至引发意外事故。

4. 选择补强措施。原有建筑部分需要补强时，必须从地基基础开始进行验算，防止出现薄弱截面或节点。补强方法要切实可行，并抓紧实施，以免延误处理时机。

（四）处理砌体局部倒塌事故的常用方法

常用的有以下三种：

1. 拆除重建。原设计没有问题时，一般拆除不符合要求部分后，按原设计重新砌筑和建造。

2. 用钢筋混凝土柱代替砖柱。原设计存在一定问题，或按原设计施工有一定困难或质量难以保证时，常用钢筋混凝土柱或钢柱代替原有砖柱，修复重建。对未倒塌的砖柱，常用外包钢法加固。

3. 改变方案重新设计。原设计的结构方案不合理导致的倒塌事故，需要设计修改结构方案，并重新设计后，方可施工。常见的有：用现浇框架结构代替砖混结构等。

第五章 钢筋混凝土结构工程

在我国城市化不断推进的背景下，我国建筑行业迎来了快速地发展，大量的建筑拔地而起。建筑工程在国民经济建设中有着重要作用，因此必须确保其施工质量。在建筑工程中，钢筋混凝土结构具有广泛地应用，而且其施工质量的高低对于建筑工程的质量有着决定性的作用，因此加强其施工的质量控制具有十分重要的意义。基于此本章对钢筋混凝土结构质量的影响因素及质量控制进行了分析，并且探讨了提高其施工质量的措施。

第一节 钢筋混凝土桩基础施工中的质量控制

在建筑工程中，对于钢筋混凝土桩基础施工建设需要对质量进行全面的控制与分析。随着民生工程建设与城市进程的推进，主要在于对岩溶存在、山区松散、分化泥灰岩等较为复杂的地形作为施工建设基地。基于建筑工程钢筋混凝土桩基础施工中的质量控制，在国内外有着此方面的地形分析与运用。

一、钢筋混凝土预制桩基础施工简介

当建筑物在靠近地面的软弱土层较厚的场地上时，天然地基承载能力不能满足要求，如果利用桩基础来代替天然地基，不仅可使建筑物提高抗震能力，而且还可以取得良好的技术经济效益。下面就此种桩基础的施工进行简单介绍。

（一）桩基础的施工步骤

1. 选择打桩机

我们根据桩的规格（ $300 \times 300 \times 6000$ ）和地基条件：通常选用的是杆式柴油打桩机，根据锤重与桩重的关系选择锤重。

2. 现场准备

(1) 障碍物的处理: 打桩前认真处理高空、地面和地下障碍物。勘察发现桩位处有旧房基础时也要事先清除干净, 以免影响打桩质量。此外, 要全面检查现场周围 (一般在 10m 以内) 有无危房或是否需要加固, 避免在打桩过程中由于振动而可能引起的倒塌。

(2) 平整场地: 打桩机移动的线路做适当平整, 不仅有利于机体移动, 提高工作效率。还可使桩保持垂直, 不至于影响工程质量。至于现场平整范围, 可根据需要划定, 但地面坡度不得大于 1%, 平整时对松软土应分层夯实。如有条件可用压路机碾压, 以保证夯实质量和提高机械化程度。此外还要修好运输道路。雨季施工时, 打桩区域及道路附近要做到排水通畅。

(3) 抄平放线: 打桩现场近处设水准点, 数量不宜少于两个, 作为抄平现场和检查桩的入土深度的依据, 按建筑物的轴线控制桩定出桩基的每一个桩位 (偏差不超过 20mm), 并经常进行修复, 以免出差或遗漏。

3. 打桩

(1) 打桩顺序: 为避免桩体附近的土朝一个方向挤压, 有可能使最后的桩难以打入, 或者桩的入土深度逐渐减少而使建筑物在将来的某一天产生不均匀沉降, 必须严格控制打桩的顺序。施工中根据设计桩图和土的挤实情况。同时考虑便于桩机移动, 确定沿建筑物某个方向逐排进行的打桩顺序。

(2) 打桩方式: 可采用“轻锤高击”或“重锤低击”方式。一般采用后者, 因为重锤低击的落距小, 可提高捶击频率。桩锤频率高对于较密实的土层较能容易的穿进。根据实践经验落锤高度不易超过 1.5m。

(3) 桩头处理: 由于地质原因, 预制桩施工时不易做到使桩进入持力层, 满足贯入度的同时, 桩顶也在同一个标高水平, 因此打完桩后, 桩顶高矮不一。另外, 根据抗震要求设计者往往将桩柱的主筋插入承台梁或承台板内, 这样在灌注承台梁板前必须按具体情况对桩头加以处理。

①当桩头露出长度与承台梁或板标高基本吻合时，应敲掉桩角使之露出主筋与箍筋，切断桩头四角箍筋。凿掉保护层，将箍筋去掉然后将主筋外扳，用大锤将桩心混凝土打掉，桩顶修平（见图 5-1）。

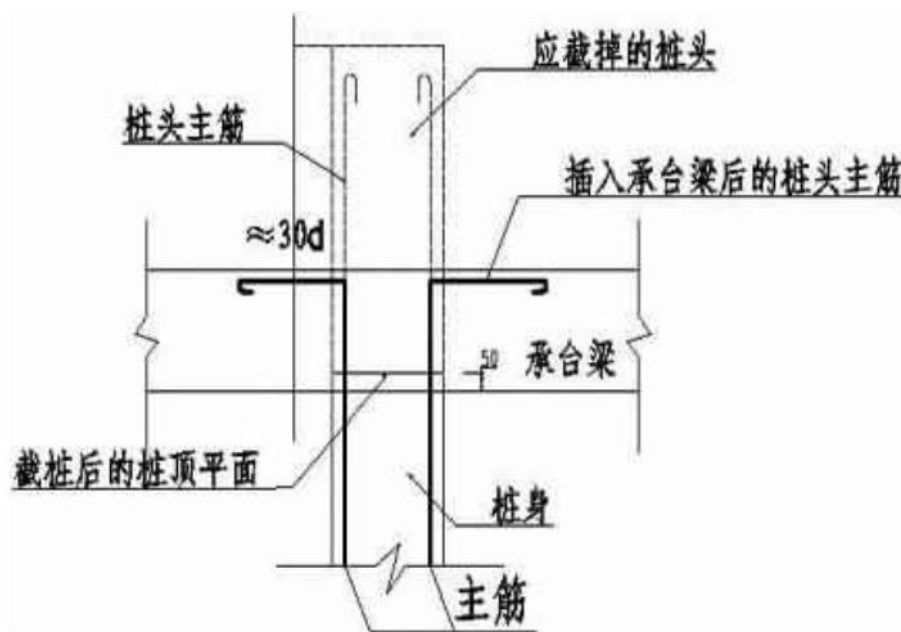


图 5-1 桩头与承台梁关系示意图

②当预制桩头露出较长时先按主筋锚固长度要求，截掉多余桩身再按上述（1）的处理方法对该桩头进行处理。

③当桩头进入地表面或低于承台梁或板时，先把桩头打掉 200mm，将桩头基本修平，然后用同主筋直径的钢筋把主筋焊接加长，作为锚固主筋，最后浇注承台梁或承台板（见下图 5-2）。

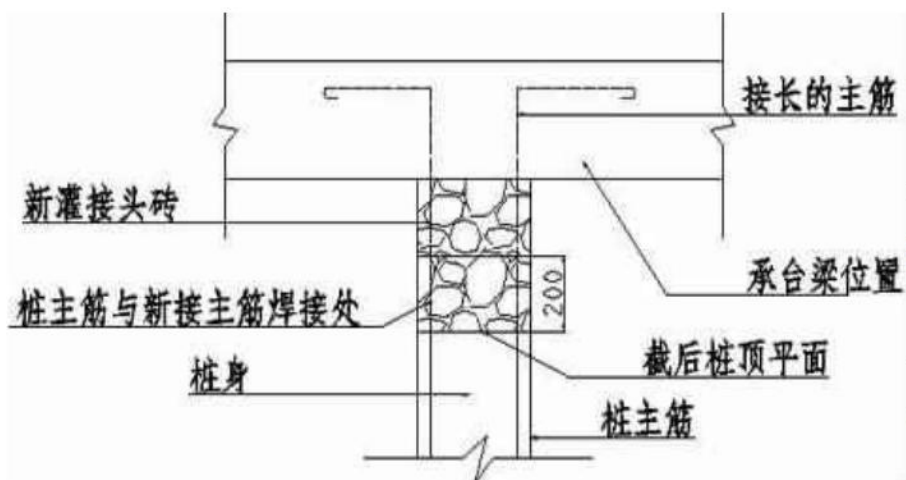


图 5-2 桩身低于承台梁示意图

对于截掉的桩头，可当作石材。砌入砌石基础中。确保桩头充分利用。

④打桩质量要求：以最后 10 锤桩的平均入土深度作为最后贯入度来控制。设计和施工中所控制的贯入度多以合格试桩数据为准。我们实际上采用贯入度不超过 $20\text{mm}/10$ 击为标准。桩的垂直偏差不大于桩长的 1%，平面位置偏差不大于 $100\sim 150\text{mm}$ 。

此外，打桩的隐蔽工程施工，要如实做好打桩记录，以备工程验收时作为鉴定桩的质量依据之一^[1]。

（二）打桩中几个问题的分析和处理

在实际工作中，常有桩被打坏、打斜偏移、打不下去的现象和产生这些问题的原因，有工艺和操作上的，也有土层变化上的，因此，必须具体问题具体分析，具体处理。

1. 桩顶，桩身被打坏多见于桩顶及其四边和四角。产生这些问题的原因和处理或预防的办法有：

（1）打桩时，顶部直接受到冲击，桩顶直接受到冲击。桩顶的配筋应做特别处理。这样，纵向钢筋对桩顶部起到箍筋作用，而且又不直接受到冲击而颤动，以避免引起砼剥落。

（2）桩身混凝土保护层太厚，主筋放得不正，必须避免。

(3) 桩的顶面与桩的轴线不垂直, 受偏心冲击, 局部应力增大或者桩帽过大, 套上的桩帽偏向一边, 使桩身受偏心冲击。因此, 预制桩时, 必须使桩顶与其轴线严格垂直。施打时, 桩帽要安平。打桩过程中发现歪斜要及时纠正。

(4) 桩处于下沉速度慢, 施打时间长, 锤击次数多或冲击能量过大时称“过打”。过打的发生或是桩尖通过硬层, 或是最后贯入度小, 或是锤的落距过大等。通常混凝土的抗冲击强度只有其抗压强度的 50%。若桩身混凝土反复受到过度冲击, 极易被破坏。所以, 遇有过打要分析地质情况, 判断土层情况, 改善操作方法。

(5) 保证桩身混凝土强度, 要求桩混凝土 C30 以上。制作时间在一个月以上, 以增加桩的抗冲击能力。

2. 桩顶不平, 桩身混凝土凸肚, 桩尖偏心或土中有障碍物, 都容易使桩打斜。遇到这些情况, 要采取以下措施。

(1) 严格检查打桩机导架, 使其两个方向保持垂直, 使打入的桩不致偏离桩位。

(2) 竖起的桩尖要对准桩位。桩顶正确地套在桩锤下的桩帽内。使桩能够承受轴心锤击而沉入土中。

(3) 打桩开始时, 桩锤用小落距将桩徐徐击入土中, 并随时检查桩的垂直度。待桩入土一段长度并稳住后, 在适当增大落距, 将桩连续击入土中。

(4) 桩顶不平, 桩尖偏心, 极易使桩打斜。因此, 必须保证桩体本身的制作质量。

(5) 如地下有障碍物, 要设法排除或经设计同意后移位再打。

(三) 在旧房地基上打桩时, 如桩已打入很深, 可能出现以下几种情况:

1. 桩顶或桩身已被打坏, 锤的冲击能量不能有效地传给桩体。这时应将已坏的桩体更换并移开重打。

2. 土层中夹有较厚的沙层或硬土层等障碍物,如盲目施打,会使桩顶破碎或桩身折断,要会同勘察、设计部门共同解决。

3. 偏移,当桩的轴线位于地表面软硬不同分界线上,或距软填土太近,桩施打时会向软地基方向偏移。应会同设计部门把单排直线改为单排交叉布置,以避免分界线。

通过以往对桩基础施工的学习,桩基础具有以下几方面的优越性:

- (1) 机械化程度高。节省劳动力;
- (2) 缩短工期,加快工程进度;
- (3) 具有较好的技术、经济效益。

当然,目前打桩一般还只能在软土层和较高层建筑的施工方面发挥其优势。因此施工中是否采用桩基础一定要经过详细的综合分析后定论。

二、灌注桩施工工艺和质量控制

建筑工程钢筋混凝土桩基础施工中的质量控制在对施工方案设计与灌注桩以及质量控制等系统性运用研究相对较少。因此,在此方面需要加强对此研究进一步分析与运用。

(一) 钻孔灌注桩的施工工艺简介

钻孔灌注桩施工中,需要对桩位选择、场地选址、埋设护筒、清孔、钻孔、灌注、吊放钢筋笼等内容进行施工工艺设计。桩孔灌注桩施工过程中,对质量控制进行分析与精确运用,对在连续段时间内,对地下隐蔽工程的多道工序进行按照施工工艺的标准流程进行设计与运用。

(二) 钻孔灌注桩关键工序控制

1. 钻孔阶段

在桩孔灌注桩中,对桩孔阶段进行坐标核对,对众多测量人员所被忽略,对图纸中所给定的坐标可能会错误进行分析,坐标核算实地放桩前进行分析,采取 Excel 表格进行设定坐标。控制点位处,需要架仪器采取全站仪位进行对两支架进行固定,对三支架进行伸缩设计运用。同时,需要

对水准器泡偏向的方向进行分析与校对,对一个处于同一直线上两支架进行固定调节。气泡需和支架在同一支架在同一直线上进行运用与分析。

2. 清孔阶段

清孔施工工艺阶段,对施工建设场地中,对内地下管线进行梳理与对比分析理清管线,确保管线的安全与工艺中正常的运用。为确保施工安全必须浇注混凝土护壁,探坑开挖至 1m 后必须开始施做混凝土护壁,严防土质疏松导致孔口坍塌。

3. 符桩

在施工工艺中,符桩基本上和放桩相同的工艺设计要求。对不同的桩位的标识将放在人工挖探坑之后的盖板上进行运用与分析,因此,将便钻机中心对准标识准确下钻。符桩也是施工准备中的一个重要环节,不可忽视。

4. 护筒埋设

在施工设计中,对护筒需要采取钢筋材料,对护筒埋设的要求与相关的参数,一般是要求做到高出地下水位 1.0~2.0m,并高出施工地面至少 0.3m,如果采用旋挖钻机开挖护筒埋设深度不应小于 2.5m。并且要求坚固、不漏水。护筒采用钻机压入,位置应准确,其中心线与桩中心线对齐,允许偏差不大于 20mm,并应确保护筒的垂直度,倾斜率不大于 L% (L 为护筒的全长)。

5. 钢筋笼制作阶段

在建筑工程钢筋混凝土桩基础施工中的质量控制中,对钢筋笼制作设计阶段,需要按照图纸要求对设计钢筋加工内容。钢筋笼的制作设计,对钢筋笼对监理人员检验合格条件与要求分析钢筋加工制作设计,对钢筋笼制作要求防雨,防潮等进行对其出入方便等内容。对钢筋笼设计与制作设计中,对研究钢筋笼中的原材料进行对质量进行检查与对照规范进行精确的运用等内容。

如果有条件可以买我国自行研发的钢筋笼滚焊机,钢筋原材是否已经送检合格,原材规格是否符合图纸设计要求,箍筋间距、焊接点搭接长度,焊条要有质保单。钢筋笼制作严格按设计加工,主筋位置用钢筋定位支架控制等分距离。钢筋保护层厚度。钢筋对接处是否按要求打弯,打弯处焊接的焊缝厚度,焊缝长度是否符合质量要求。

6. 水下灌注混凝土阶段

当然,在水下灌注过程中,对混凝土阶段设计中,需要对施工杂物、水流等进行检查,需要正确地注入导管中,下管前即可对管子底端进行塞住。水下灌注混凝土也称导管混凝土。施工过程中,还需要借第一罐混凝土的重量把塞子冲开,使混凝土灌注就位,深水作业时要防止管子浮起。

在施工中水下灌注中,不仅仅需要钢筋混凝土材料的考虑,还需要结合相关的标准与参数进行全面的运用。下管时可将管子充水,在管顶装一紧贴管壁的橡胶球,然后灌入混凝土,将球顺管子压出,即可进行灌注。随灌注随将管子缓慢提起,每次提升幅度约为 15~60cm。

(三) 灌注桩常见质量事故预防及处理

1. 加桩法处理桩基质量事故

加桩法通常是在事故桩的两侧对称布设 2 根桩来替代该问题桩,俗称扁担桩法。

加桩法处理桩基工程质量事故的优点是质量能确保。而缺点是费时、费力、费财。一般不采用此法,只有当问题桩特别严重,其他方法处理不能达到设计要求时,才不得以选用此法。

2. 置换法处理桩基事故

置换法处理桩基事故适用于桩基局部夹泥、沉渣过厚、蜂窝等,桩身横截面强度不能满足设计要求的质量缺陷。通过计算,先在桩身钻孔(一般 150mm),后在钻孔内投置劲性钢筋束,通过压力注浆使钢筋束与桩身混凝土形成一个整体,已加入的劲性钢筋束补偿桩身缺陷引致的强度损失。

3. 灌流域成桩问题

钢笼的吊装由 25t 起重机承载，起吊，需要使用双挂点，吊点到合适的位置，一般位于加强箍筋部（吊点应加焊）。使用大吊钩和小吊钩互加强吊笼吊装，小吊钩吊挂吊钩的下部。起重机吊钩上的小滑轮，钢丝绳穿过滑轮，两端钢丝绳使用 U 型环和钢筋笼加强筋，下部固定连接第一吊点的下部第二加强筋箍筋，前两个起升点设置在 6.0m 加强筋。钢筋笼对称设置两根钢丝绳，钢丝绳两端的 U 形钢圈和钢筋笼蹬连接加强，第一吊点设置在上部第二加筋箍筋，第二吊点设置在国内 8.0m 钢筋镦形，每根绳子都有一个滑轮，两个滑轮悬挂在杆子上（钢铁生产），上杆上挂钩挂钩挂在起重机吊钩上。同时通过力起吊大钩和小钩，钩住钢笼，小钩稳定钢笼的作用，同时防止笼弯曲变形，相互补强笼缓慢垂直，钢笼笼的作用，同时防止钢筋笼在提升过程中始终处于稳定状态。挂笼后，笼笼对齐缓慢下来，不要摇动孔壁或强行进入孔内碰撞。钢笼进入孔，需要牢固定位，以确保钢笼方向，并将钢管插入环中，使笼笼吊起，确保笼顶高度符合法规要求，防止过程倾吐在水下的水槽或漂浮。孔定位高度应准备允许误差依±5cm，并悬挂在下部；钢笼的口和桩的中心和固定允许误差依±3cm。

建设工程质量的事由原因一般有违背建设程序，违反法规行为，地质勘查失真，设计差错，施工与管理不到位，使用不合格的原材料、制品及设备，自然环境因素，使用不当。因而，研究施工阶段的质量管理具有重要意义。施工阶段生产要素管控包括以下几点：设计、施工方案的优化和确定；材料采购、进场、储存；分项→分部→单位→单项→整个工程各阶段的质量控制；设备采购、安装、试运行；运行、使用过程中的质量控制。施工阶段质量管理的主要途径和方法包括：加强技术会审，重视设备及原材料采购，加大工程质量的检查和监督，重视工程质量的验收，提高认识、转变观念，深入推行标准化管理，促进工程质量提高，不断强化质量意识等等。

三、打入式钢筋混凝土桩基础的施工质量控制

桩基础是一种能适应各种地质条件和各类建（构）筑物荷载要求的深基础。它具有承载力高、稳定性好、变形量小、收敛快等工程特性。由于现代制桩工艺及沉桩施工技术的进步，深桩基础无论在技术、经济还是工期等方面，都优于其他整体性基础。尤其是打入式钢筋混凝土桩基础优越性更加突出。

（一）打入式钢筋混凝土桩基础的特点

1. 打入式钢筋混凝土桩基础用料省、自重轻、造价低、沉降量小；
2. 可采用强大的打桩机械，打到很深的土层；
3. 预制桩可以分段制作，到现场装配接到设计长度，可以工厂化生产，也可以现场预制，机械化施工程度高；
4. 可以大程度发挥地基土的摩擦力作用，把上部结构荷载分布到地基土层更深的范围，减轻土的应力集中；
5. 可以打斜桩，更好地抵抗水平力。

由于打入式钢筋混凝土桩基础属于隐蔽工程，施工难度大，对质量有严格要求。在施工中，能不能使桩顺利打到设计深度且不发生事故和隐患。取决的因素是多方面的，既有地质资料方面的，也有桩身材料和结构设计方面的，还有制桩和打桩施工管理方面的。打入钢筋混凝土桩基础施工工序多，工种交错，环节交叉，涉及面广，在全过程中，稍有不慎或把关不严格，就会造成质量事故和难以发现的质量隐患。加之目前桩基础质量的科学检测比较滞后，难以准确、快速检查出存在的问题。因此，加强动态管理，严格跟踪监督，就显得十分重要。监理人员必须充分运用现行行业技术规范和技术标准、有关的验收检查制度，以及施工承包合同和监理大纲，跟踪监督，对施工质量进行全方位控制。

（二）质量控制的原则。

为了使工程质量完全达到国家标准和施工合同文件规定的质量要求，监理过程中必须严格遵守如下原则：

1. 坚持质量第一的原则。监理工程师必须始终把“质量第一”作为工程质量控制的基本原则和工程建设监理的最高原则，当质量与其他方面有矛盾时，质量必须放在首位。

2. 坚持以人为本的原则。人是工程质量的创造者，质量控制必须坚持以人为本，把人作为质量控制的动力，在工程建设监理过程中，充分发挥人的能动作用，增强人的责任感，使所有与本工程建设有关的工作人员树立“质量第一”的思想，以人的工作质量来保证工序质量和工程质量。

3. 坚持以预防为主、加强事前控制的原则。由于打入式钢筋混凝土桩基础工程质量具有隐蔽性和终检局限性。工程质量靠的是过程的控制、监督、检测。因此，监理工程师必须认真细致进行设计审查，进行开工前的各项审查、审批手续，严格做到以预防为主，对某些关键工序、容易出现质量的部位应有前瞻性控制，采取积极主动措施将质量事故消灭在萌芽状态。

4. 坚持质量标准的原则。质量标准是评价工程质量的尺度，因此，监理工程师在进行工程质量的控制时，必须按照国家标准、施工合同文件对照质量标准来评价质量状况，绝不降低质量标准而留下安全隐患，也不无原则提高质量标准而造成增加工程费用和影响工期。

5. 坚持科学公正的原则。监理人员在监督、控制 和处理质量问题的过程中，应实事求是、以检查的数据为根据，重科学，以标准和有关规定为原则进行质量评价和处理问题。通过认真细致地分析找出质量问题产生的原因，用科学的手段对影响质量的各种因素实施控制。

（三）质量控制的主要方法

1. 现场记录。监理人员应认真、完整记录每日施工现场的人员、设备和材料、天气、施工环境以及施工中出现的各种情况。

2. 发布文件。监理部采用通知、指示、批复、签认等文件形式进行施工全过程的控制和管理。

3. 旁站监理。监理人员必须对关键桩的预制、打入的关键工序，进行旁站监理。

4. 跟踪检测。在承包人进行试样检测前，监理人员对其检测人员、仪器设备以及拟订的检测程序和方法进行审核；在承包人对试样进行检测时，实施全过程的监督，确认其程序、方法的有效性以及检测结果的可信性，并对该结果确认。

5. 平行检测。监理部在承包人对试样自行检测的同时，独立抽样进行的检测，核验承包人的检测结果。要点，以期引起同行各界的重视。

6. 协调。由于打入钢筋混凝土桩基础施工工序多，工种交错，环节交叉，涉及面广，对参加工程建设各方之间的关系以及工程施工过程中出现的问题和争议监理人员必须进行的协调。

（四）施工质量监理控制要点

桩基础的质量控制，可根据施工阶段划分为事前控制、事中控制和事后验收三个阶段。

1. 事前控制

（1）审查设计文件 and 设计图纸，掌握质量标准，分析桩的设计入土深度和打入的可能性。

（2）分析地质资料，预估打桩难度以及采取的保证措施。

（3）审查施工单位拟定的施工方案和施工组织设计。①保证工程质量和安全的技术措施；②施工机械、设备的配备和打桩锤的性能、型号、重量合格与否；③测量放样往的方法及保证样往位置精度的措施；④打桩施工流程的安排；⑤施工计划安排和保证工期的措施；⑥打桩质量标准。

（4）参与检查现场的测量标桩、建筑材物的定位放线及水准点的精度。

（5）了解打桩场地附近的地下管线等市政设施情况，审查环境保护措施及施工监测方案。

(4) 检查预制桩的制作质量, 审查制桩原材料质保资料和混凝土强度报告。外观质量重点检测垂直度、多节桩的钢桩帽, 顶板面的水平度, 胶泥接桩的预留孔。

2. 事中控制

(1) 样桩位置的抽验。(2) 严格控制打桩施工流程, 尤其是在建筑物密集和地下管线密布的区域打桩, 必须按照施工组织设计确定的流程进行施工。(3) 打桩的场地要平整, 桩架要垂直, 在打入过程中督促操作人员始终保持桩锤、桩帽、桩三点一线, 不得有偏心锤击。(4) 观察桩的入土情况, 一旦出现异常, 如贯入度突然增大或减小, 桩身发生倾斜和位移, 桩顶桩身出现严重裂缝或破碎等要暂停打入。待查明原因后方能继续打入。(5) 多节桩接桩完成后。做外观检查, 合格后办理隐蔽工程验收。(6) 桩打到地坪后做好中间验收。(7) 督促施工单位做好原始记录, 精确测量桩顶标高。按贯入度控制的桩, 在符合规范规定的条件下准确测量最后贯入度, 现场监理人员必需亲自抽测校验。(8) 发生质量事故或对有较大疑问的桩, 须及时汇报并协助进行处理。(9) 对打不到标高的桩, 须正确判断停打与否。

3. 事后的验收

质量的事后控制主要是监理人员要及时组织单项工程竣工验收、组织项目竣工验收、审核竣工图及其他技术文件资料、整理工程技术文件资料并编目建档。具体有以下工作:

(1) 审查施工单位上报的以下施工技术资料: ①工程平面图、工程地质资料; ②桩的设计结构圈或所使用的标准图型号; ③桩位设计图和质量要求说明书; ④测量定位和水准点交接验收记录; ⑤设计交底记录; ⑥材质检验报告单; ⑦预制桩出厂合格证和现场外观检查记录; ⑧混凝土试块报告; ⑨接桩外观质量验收单; ⑩打桩施工原始记录。

(2) 对有问题的桩说明情况, 分析原因, 提出处理意见。

第二节 钢筋混凝土保护层控制技术

钢筋混凝土保护层的主要目的是保护钢筋,通过保护层的构建,形成外层保护罩,提升钢筋混凝土结构的整体的稳定性、安全性及耐久性,有助于延长结构的使用寿命。当前钢筋混凝土保护层的厚度的适宜性已经成为判断结构整体质量水平的主要依据,而保护层的厚度偏差也成为项目工程质量控制的重要内容。下面就针对钢筋的混凝土保护所具有的作用及其重要性进行探析。

一、钢筋混凝土保护层

(一) 钢筋混凝土保护层原理

钢筋的保护层是钢筋外边缘与混凝土外表面之间的距离。钢筋混凝土构件是由钢筋和混凝土组成的复合材料构件。就材料的力学性能而言,钢筋的抗压强度和抗拉强度都很高,有很好的延性。而混凝土只有较高的抗压强度,抗拉强度却很低,是非延性材料,为简化计算,设计时忽略不计,拉应力全部由钢筋承担。混凝土包裹着钢筋,能保护钢筋不因侵蚀而生锈变质。钢筋与混凝土的温度膨胀系数基本相同,因此温度变化时,钢筋与混凝土的变形基本相同。

混凝土硬化收缩时,由于水泥胶体的黏结力的作用,混凝土与钢筋黏结成整体,当构件受力后一起变形而不致分离。钢筋与混凝土的弹性模量比较接近,两者之间有较好的化学胶合力、机械咬合力和销栓力。这样既发挥了各自的受力性能,又能很好地协调工作,共同承担结构构件所承受的外部荷载。对于受力钢筋混凝土构件截面设计,受拉的钢筋离受压区越远,其单位面积的钢筋所能承受的外部弯矩越大,这样钢筋发挥的力学效能也就越高。所以,一般来讲钢筋混凝土构件受拉钢筋总是应尽量靠近受拉一侧混凝土构件的边缘。如果钢筋混凝土构件的钢筋位置放置错误或者钢筋的保护层过大,轻则降低钢筋混凝土构件的承载能力,重则会发生重大事故。

混凝土水泥因含有氧化钙而呈碱性，其在钢筋表面形成碱性薄膜保护钢筋免遭酸性介质的侵蚀，起到“钝化”保护作用。但混凝土具有先天性缺陷，混凝土中作为骨料的砂石体积基本稳定，而水泥胶体在凝固硬化的过程中失水和胶体结晶固化，体积缩小而引起收缩。收缩变形在受约束的条件下将引起拉应力，在界面上形成许多裂隙，这些不连续的裂隙在受力或收缩、温度作用下会互相贯通，形成裂纹并延伸到结构混凝土的表面。由于混凝土浇捣时产生的离析、泌水现象，同时搅拌、浇筑和振捣时混凝土中还会夹入气体而形成气泡、孔穴，导致混凝土产生裂隙和毛细孔，成为有害介质入侵的通道，使构件外部的水汽通过裂缝和细孔进入混凝土内部，中和混凝土的碱性，造成混凝土的碳化现象。当碳化深度到达钢筋表面，就会消除和破坏钢筋表面的钝化膜，使钢筋的锈蚀成为可能。钢筋锈蚀后体积膨胀将混凝土胀裂，进一步加速腐蚀速度，导致保护层剥落，如此形成恶性循环。混凝土保护层可以延长碳化到达钢筋表面的时间，满足结构耐久性要求。

当钢筋混凝土构件的受拉钢筋与钢筋混凝土构件边缘之间的距离小于最小保护层厚度时，会导致以下后果。

(1) 降低钢筋与混凝土之间的黏结力。

(2) 钢筋混凝土构件中钢筋的主要成分铁在常温下很容易被氧化，尤其在高温或潮湿的环境中。

(3) 造成钢筋露筋或钢筋混凝土构件受力时表面混凝土剥落。

(4) 随着时间的推移，钢筋混凝土构件表面的混凝土将逐渐碳化，在钢筋混凝土构件工作

寿命内保护层混凝土失去保护作用，从而导致钢筋锈蚀，有效截面减小，力学效能降低，钢筋与混凝土之间失去黏结力。这样构件整体性会受到破坏，甚至会导致整个钢筋混凝土构件的破坏。

(二) 钢筋混凝土保护层的作用

首先,钢筋混凝土保护层主要是为了保护钢筋而存在的,保护层能够形成较为严密的内部空间,让钢筋能够不受外界环境的侵蚀,减少或避免钢筋出现生锈、腐蚀、断裂等类型的问题。此外,在钢筋遭遇外界侵蚀之后,出现的变化会导致结构整体的稳定性降低,没有设置保护层的钢筋混凝土结构更容易在长时间使用后出现问题,造成安全隐患,影响项目工程的整体质量。其次,设置保护层的钢筋能同保护层部分的混凝土相互作用,二者之间的优势能够借此得以充分地发挥,能够提升钢筋混凝土结构整体的荷载能力,提升结构的强度。利用钢筋具有可以形变的性能,减少混凝土由于受力出现断裂的可能,同时也能利用混凝土为钢筋提供坚实的保障,达到一种互惠互利的效果。再次,钢筋混凝土结构是共同受力及发生作用的,二者只有紧密接触、牢固相连才能达到预期的使用效果。而通过保护层厚度的科学设计及有效调整,能够提升钢筋与混凝土之间的粘结力、摩擦力和机械咬合力,也就是能够使握裹力更强,在受力作用或其他作用时,二者也能够紧密相连。为了达到以上目的,通常会将钢筋表面设计为不平整的,以便于尚未凝固的混凝土能够与其进行充分的接触,在混凝土凝结之后,会进一步收缩,二者之间的间隙更小,混凝土能更牢的包裹在钢筋结构上,最终达到合二为一的效果。而且,钢筋混凝土的保护层通常为混凝土材质,混凝土属于不可燃物,而钢筋会在温度过高时出现形变或融化等问题。保护层的设置,能够避免在出现火情时,钢筋结构直接暴露在外界环境当中,利用混凝土不易形变及不可燃的特点,达到隔离火灾,提升钢筋混凝土整体的耐火性的目的。通常情况下,在出现火灾等类型的问题之后,混凝土大约能够承受约等于三百摄氏度左右的高温,而对于一些火灾而言,燃烧释放的温度能够达到三百摄氏度以上,不仅燃烧区域的温度较高,而且还有较大的热浪辐射,所以,即便是钢筋混凝土结构具有一定的耐火性能,也只能说明其能够具有一定的耐热保护性,且耐热范围及时间有限,主要由保护层的厚度所决定。也就是说,具有保护层的结构本身也无法直接暴露在火源当中或较长时间处在热浪辐射当中,最

终仍旧会导致结构的稳定性出现问题，在混凝土无法起到相应的隔热保护作用后，钢筋就会形变甚至融化，结构遭到彻底的破坏，及时发现火情并在第一时间灭火仍是十分必要的。

（三）钢筋混凝土保护层的重要性

上文已经提到了，钢筋混凝土保护层具有保障安全性、稳定性，提升结构荷载能力、耐热能力、耐久能力等方面的保护及优化作用。钢筋混凝土结构作为大部分项目工程建设过程中的常用结构，甚至主体结构，设置保护层与否，或保护层厚度的科学与否都会对钢筋混凝土结构的整体性能造成影响，对于结构及项目工程而言均具有重要意义。就目前的保护层厚度设置情况看来，大部分工程当中所使用的钢筋混凝土保护层的厚度均大于最小值，但为了避免浪费与赘余，并不是保护层越厚越好，应结合实际情况设置适宜的保护层厚度。首先，保护层的厚度是判断钢筋混凝土结构是否能够发挥出相应的作用的关键指标，最小厚度值的设置是为了避免保护层在使用一段时间之后，表面部分出现损耗，导致混凝土的保护力消失，钢筋结构暴露在外。只有保护层的厚度达到相应的标准之后，钢筋混凝土结构才能具有稳固的内部关系以及相应的性能提升。

二、钢筋混凝土保护层的控制措施

为了使钢筋混凝土保护层能够发挥到相应的效用，应当在施工管理当中正确认识前文当中所提到的相应作用及其重要性，对混凝土保护层的厚度及其质量进行科学的把控。从大体上看来，钢筋混凝土保护层的主要分为管理方面的控制以及技术方面的把控两个部分。应当充分认识管理控制所具有的影响意义，通过管理的优化与提升，对施工的全过程进行把控。通过技术基础的建立于控制，保障钢筋混凝土保护层设计及操作的科学、标准及有效。

（一）管理措施

1. 做好图纸核查与技术交底

在施工开始之前，应当结合预计建设的钢筋混凝土结构，在项目工程整体当中的位置及作用进行明晰，通过对设计图纸的仔细核对与检查，认清施工建设的位置，对钢筋混凝土结构的保护层厚度进行科学地设计，而后让监理工程师进行保护层厚度的审核，在厚度值通过审核之后，应及时将其厚度值明确地在图纸当中进行标注，在后续进行设计图纸的审阅当中，也能对保护层的施工实践进行核验。在施工正式开始之前，应提前对参与钢筋加工、模板制作与安装、混凝土浇筑等方面作业的工作人员进行详尽、充分的技术内容的交底与介绍，对工作人员的专业技术能力进行考察，让工作人员能够对保护层的施工作业具有全面地把握，提升技术在实践当中的应用效果，降低保护层的偏差值，提升钢筋混凝土结构的各项性能。

2. 严格执行检验制度，落实改进措施管理人员应首先明确钢筋混凝土保护层的重要性及其所具有的作用，形成保护层监管、控制意识，对钢筋混凝土保护层的质量及厚度方面的控制工作进行标准化处理，对当前的制度进行优化及完善。应从检查方面入手，严格按照检验制度进行监督与管理，在施工作业的过程中进行抽检，在阶段性的施工作业完成之后，进行仔细的自检，并通过技术人员进行质量的检验与考察，第一时间排查厚度偏差方面的问题，及时进行问题的处理与解决，着力提升保护层的质量。

3. 严格执行首件工程认可制度所谓首件工程认可制度，是指对于不同类型的建设项目、构件及内容，应提前进行施工方案的设计与制定，对施工设计方案的科学性与合理性进行审核，并结合通过的方案进行第一件项目、构建及内容的施工建设。这种执行方式通常适用于经验基础相对不足，且需要建设的范围较大等类型的项目工程当中。通过首件工程认可制度的有效实施，能够对项目的施工过程具有真实地了解，及时发现施工当中存在的问题或不足，通过保护层的质量的检查与鉴定，对施工当中的工艺流程及其他需要注意的内容具有更为真实地把握，有助于后续施工建设工作的质量提升。

4. 严格落实经济奖惩措施为了降低由于人为方面的问题所导致的钢筋混凝土保护层所出现的质量问题，应大概建立起本部分专门的奖惩制度，通过奖惩制度的严格落实，提升全体工作人员对本部分工作的认识与重视，以达到激发工作积极性、降低工作失误的目的。

（二）技术措施

除了管理手段之外，技术也是施工当中必须严格控制把握的内容。应综合考虑到钢筋混凝土结构的应用情况，结合结构所处的位置及环境当中的各类因素，进行保护层的科学设计。

1. 提高模板制作、安装精度

模板和支架的稳定性及抗性，对于钢筋混凝土结构具有直接地影响，只有在模板及支架过关，技术标准，操作规范的基础上，安装位置准确，固定及限位措施到位，避免在混凝土浇筑过程中出现涨模、移位现象。

2. 做好钢筋绑扎及垫块定位

应提升对钢筋绑扎及垫块定位方面的控制力度，在进行钢筋的绑扎时，严格按照设计图纸当中的规范技术进行相应的操作。在施工当中所使用的钢筋质量、尺寸及性能等方面均应与设计保持高度一致，如果有必要可以加设架立筋来提升钢筋结构的稳定性，避免钢筋结构在后续的施工当中出现形变或位移，为后续的混凝土浇筑作业提供基础性支持与保障。在钢筋骨架架设安装完毕之后，应当结合设计及实际情况进行核对与检查，及时发现并订正所出现的问题。而垫块的设置，建立在对垫块进行分类存储及标识的基础上，选择专业的负责人与验收人，对垫块的使用进行严格地监管及控制。

4. 控制混凝土浇筑质量

混凝土浇筑是形成保护层的最后一个步骤与环节，应对混凝土的浇筑作业进行过程控制。可以安排专门的工作人员进行固定模板的风缆、支撑以及钢筋移位情况的各项检查，排除问题之后，对安装完毕的钢筋结构、

垫块等进行周全的保护,避免将混凝土输送泵管直接放在钢筋骨架或网片上进行浇筑,或是振捣棒触到钢筋、模板及垫块。

在当前的项目工程施工过程中,钢筋混凝土的保护层是较为容易忽视的问题,与钢筋混凝土结构的应用度不完全相符。由于钢筋混凝土保护层对于结构整体性能的提升具有直接的帮助,而且是对钢筋的有效保护,应予以充分的重视,而后结合管理及技术等方面的调整及优化,提供更为科学、精准、有效、高质量的混凝土保护层。

三、保护层厚度的控制技术

在建筑工程实际中,因钢筋保护层控制不力,或未按照规范和设计要求控制保护层厚度而导致的工程质量问题十分常见。在前文的基础上,下面总结了在设计、施工和检测等方面保护层厚度控制仍存在的问题及其现有的一些技术措施。

(一) 设计中保护层厚度的控制

规范中的保护层厚度确实存在不足的问题,满足不了结构相应的使用寿命要求。本小节主要分析在设计过程中,在由于设计人员与施工脱节,或没有考虑结构所处环境的严酷性,而出现的设计图纸中的保护层厚度值偏小的问题。主要分为节点处保护层厚度的设计和设计中施工偏差的考虑两方面。

1. 节点处保护层的设计

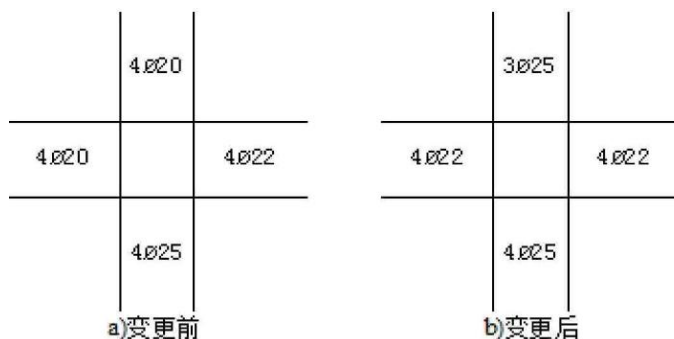
在梁、柱节点处钢筋纵横交叉,非常密集,尤其是有抗震设防要求的结构,节点的配筋构造更是特别复杂,如果配筋设计时不加以注意,很容易出现考虑不周而使保护层不足的问题。例如在梁与梁的交叉处,如果各梁负弯矩筋的保护层厚度设计值均一样,当其发生叠合时,容易占用一部分保护层,使次梁负弯矩筋和搭在其上的板负筋的保护层厚度偏小,甚至露筋,如下图(5-3 某梁节点处的钢筋交叉)是一个极端的情况,可以看出节点处钢筋出现了严重叠合现象。

因此，在钢筋混凝土楼盖、屋盖设计中，在梁与柱、梁与梁、梁与板交叉点等一些钢筋重叠较多的复杂部位需给出专门考虑，钢筋下料时进行实时放样，根据图纸合理安排主副筋位置，避免因钢筋根数多造成节点处钢筋挤占保护层位置而出现露筋等的情况；另外在混凝土施工时，宜选用粒径 0.5~2cm 连续级配的碎石配制混凝土，避免石子被钢筋挡住，粗细骨料分离，振捣棒难以振捣均匀，且振捣的过程中需仔细耐心，使之振捣密实。



5-3 某梁节点处的钢筋交叉

具体优化设计可以参考两种方法：一是依据钢筋代换原则，在满足强度与裂度的要求下，调整钢筋的直径尽量使左右梁的钢筋一致或一部分一致，来减少钢筋层数。如图（5-4 梁与梁交叉处钢筋代换示意图），梁、柱节点变更前左右梁钢筋总共 4 层，变更后梁钢筋仅 2 层，经过梁钢筋规格变更后，层数减少了，保护层厚度便可以得到有效地保障。二是在不影响混凝土结构的安全性和使用功能的前提下，适当调整梁的标高。如某跨连梁上部为砌体，梁宽与砌体宽度相差在 10mm 内，如把连梁标高提高 30~20mm，调整后主梁与连梁的梁钢筋保护层厚度均能满足要求。



5-4 梁与梁交叉处钢筋代换示意图

2. 保护层的施工偏差

我国的设计规范中,可能尚没有考虑到施工允许偏差的影响,而在施工验收规范中却规定了施工允许偏差的范围。中国土木工程学会标准:混凝土结构耐久性设计与施工指南规定,现浇混凝土结构的保护层厚度施工允差一般可取 10mm(当构件较薄时可稍低)。混凝土结构工程施工质量验收规范 GB50204 规定,混凝土保护层厚度检验时,纵向受力钢筋的混凝土保护层厚度的允许偏差:梁类构件为+10mm~-7mm,板类构件为+8mm~-5mm,并规定验收时的合格率为 90%。

由于使用年限近似与保护层厚度的平方成反比,保护层厚度的施工偏差很可能会严重影响构件的使用年限。混凝土构件的各种几何尺寸都需有一定的施工允许偏差,规范规定的允许偏差一般为几毫米到几厘米,可以看出允许偏差与保护层厚度是同一数量级,其对保护层厚度设计值影响很大,所以保护层厚度设计值中应该包含施工允许偏差。如果保护层的设计厚度中不包含施工允差,而在我国施工质量验收规范中又准许保护层有施工允许偏差,即使实测保护层厚度能够基本达到设计所要求的最小厚度并且也满足验收规范,按照正态分布以名义厚度为均值,小于最小厚度为失效概率计算,也会有将近一半的保护层厚度满足不了设计要求。

(二) 施工中保护层厚度的控制

1. 施工操作中的问题及对策

在施工工程中存在严重的操作不规范问题,以下做了总结:

(1) 保护层厚度值不满足要求: 钢筋加工时, 由于设计与制作的偏差, 造成加工完成的箍筋尺寸不合要求, 致使梁、柱钢筋骨架尺寸也不合要求; 钢筋安装时, 钢筋骨架绑扎不牢固, 或在浇筑混凝土时, 震动使钢筋偏位、垫块偏移。模板安装时, 考虑到现浇板、梁自重等的影响, 过度起拱, 或者模板安装不牢靠, 在混凝土侧压力、自重和施工荷载等的作用下, 出现偏移、跑模现象, 造成大面积保护层厚度不达标。

(2) 保护层的质量不满足要求: 混凝土配制时, 配合比、水灰比不满足要求, 或用水代替减水剂, 致使结构表面流浆、泌水、干裂等缺陷; 梁、板上部负弯矩筋排列较密时, 如果混凝土流动性不好, 或振捣不充分, 或是出现粘模、跑浆就易导致底面混凝土蜂窝、麻面或露筋, 影响保护层的密实性。模板质量差, 浇筑时漏浆、离析, 导致混凝土蜂窝、麻面, 使保护层疏松且不密实; 混凝土养护方法不当或没有很好的养护, 水泥的水化作用会随着水分的蒸发而停止, 使保护层干裂及结构疏松, 会增大相应的离子扩散系数, 影响耐久性。

针对以上问题, 结合已有研究, 总结了以下措施:

(1) 提高思想认识: 施工前对施工人员应该加强教育, 强调保护层的作用及重要性, 讲解控制不好将会给工程造成的危害, 让所有的工程人员从思想意识上提高认识, 使其在施工过程中主动的、有目的进行保护层控制。

(2) 认真做好施工前的图纸会审与技术交底: 在施工前, 施工单位应认真领会设计意图, 做好图纸会审与技术交底, 依据设计、施工规范及设计图纸, 针对不同的工程部位, 将保护层控制的保护层设计厚度、规范允许偏差范围、技术措施、垫块设置等详细的交代到每一个施工人员。彻底纠正对保护层厚度重要性认识不足, 施工时凭习惯操作等缺点, 减少返工。

(3) 施工过程中要操作规范责任明确

①钢筋工程

钢筋下料时，施工单位应对技术人员进行钢筋下料与加工的技术交底，技术人员应严格依据规范和图纸进行钢筋放样，认真计算下料长度，加工制作过程要严谨，并需对成型钢筋骨架进行查验；钢筋绑扎时，保证受力钢筋位置正确前提下，注意绑扎顺序，确保绑扎方法合理，绑扎牢固；另外混凝土构件支模、绑扎和浇筑时应注意钢筋的保护，发现移位立即复位，浇筑过程中，应做到规范操作，要搭设马道，另外，施工和监理人员还应在初凝前进行实体检查，针对有问题的部位要及时处理。

②模板工程

控制模板的施工质量，严格检查模板的刚度、平整度和制作的尺寸偏差，使其符合规范及设计要求，模板进场后预拼装，以保证模板安装精度，另外施工过程中定期检查模板尺寸，确保安装时支撑牢固，因为模板的尺寸偏差会严重影响保护层控制，特别是缩模，构件截面变小，保护层厚度便随之减小，甚至会导致露筋。

③浇筑养护

需保证良好的混凝土和易性，确保混凝土浇筑的密实性。严格控制水灰比，优选水泥品种或添加适量的外加剂，另外控制混凝土施工质量，选用合适的振捣器和使用正确的操作方法，保证混凝土搅拌均匀、振捣密实，杜绝漏振、减少跑浆、孔洞、蜂窝、麻面等现象，加强混凝土构件的早期养护，适当延长混凝土的湿养时间，以减少混凝土早期的干缩裂缝；冬季施工要做好保温工作，避免表层混凝土受冻害，致使表面疏松，抗碳化能力下降。

2. 施工管理中的问题及对策

以下总结了在施工工程中仍然存在的一些管理问题：

(1) 现场工作人员管理不到位：现场工作人员教育管理不到位，施工人员存在对设计和施工验收规范掌握不够，对基本概念较为模糊，对图纸理解错误，布错钢筋或设错保护层厚度的现象。

(2) 施工组织设计不合理：部分工程施工现场较混乱，各工种交叉作业，施工人员行走频繁，混凝土浇筑时，现场人员更多，如果马道未能及时搭好且护筋又不到位，无处落脚大量踩踏，会使受力钢筋偏移、变形。如果管理人员不在现场或无人管理，成型钢筋倾倒严重，特别是现浇板的上层负筋大多为级钢，刚度低，踩压后变形较大，即使事后整改也不可能完全恢复原来的状态，更何况很多施工单位根本不整改。这些混凝土施工时的随意现象都会影响钢筋位置的准确性。

针对以上问题，结合已有研究，总结了以下措施：

(1) 合理组织施工设计并合理安排施工进度：施工过程中应尽量合理地安排浇筑时各工种的交叉施工，尽量在板面钢筋绑扎之前，完成线管预埋及模板封镶等各项工作，以减少板面钢筋绑扎后的操作人员数目，另外安排足够数量的钢筋工，在浇筑前及浇筑过程中发现问题及时进行修整。

(2) 加强现场管理：禁止无关人员入场，并加强检查，发现问题及时解决；针对要求不能承受过大荷载的钢筋网，钢筋网绑扎完后，不得在钢筋网上行人、堆放物料；针对有一定承受能力的钢筋网可以行人，但是在浇筑前需检查是否被压塌、压弯；针对负筋要求较高的构件，例如雨篷、挑檐、阳台等悬挑结构的钢筋，在混凝土浇筑过程中，需要有专人指挥，做到规范操作；严禁人员在钢筋上踩踏，被踩弯、变形、移位的钢筋需要及时修复，保持钢筋的原有形状，另外振捣混凝土时，避免振动钢筋和模板，以防止钢筋移位、模板变形。

第三节 装配式混凝土结构工程

随着建筑节能减排理念的不断深入，装配式建筑正在成为生态建筑的发展主流。装配式混凝土结构工程的质量将直接影响到装配式建筑的工程安全，因此必须给予充分的重视。装配式混凝土结构工程的质量将直接装配式工程的整体安全，对其质量管理主要包括前期的决策规划、方案的整体设计，以及预制构件的生产和安装等等领域，需要进行全过程全方位的

质量管理措施。装配式混凝土结构相关的各方需要制定工程质量管理规划,明确结构工程质量管理难点与要点,在生产的过程中严格遵守国家质量标准,严格遵照有关工程结构制作的相关操作规范,做好装配式混凝土结构批件的节点检查工作,同时严格验收规范,制定装配式混凝土结构的工程设计以及制作标准,这样才能够有效推动我国装配式建筑的发展,推动我国建筑产业不断得到升级,使得建筑工业化能够在我国顺利推广下去。

一、装配式混凝土结构工程概述

所谓装配式混凝土结构工程,主要指的是将建筑工程中的局部或者全部构配件,经过高效预制构建生产厂进行生产,预制生产后的构件被运送到工程施工现场中,通过对各个预制构件进行吊装,并采取先进的构件连接方式进行连接,形成更为稳定的建筑,这一类建筑具有较强的实用性,因为该类建筑的工业化集成度特别高,社会经济效益明显,满足当今建筑行业绿色发展需求。

(一) 装配式混凝土结构工程的特点

1. 施工周期短

为了更好地缩短工程项目施工周期,运用装配式混凝土结构施工方法至关重要。施工人员要遵守相关要求,将已经预制完毕的板构件进行可靠连接,真正达到缩短工程项目施工周期的目的。在连接预制构件时,要保证预制组件更加规范,如果预制组件规范性较差,则会产生大量的生态环境污染。

另外,施工人员在连接预制构件时,需要结合区域地理条件,在相应的施工区域进行施工,更好地满足装配式混凝土结构施工需求。由于装配式混凝土结构施工要求特别高,施工人员要具备较强的专业施工技能,加强建筑模型调整力度。

2. 环境污染小

在以往的建筑工程施工之中，因为施工人员数量多，施工机械设备数量也比较多，很容易引发材料浪费现象，特别是一些建设规模大的工程项目，材料浪费现象更加明显，使得周围生态环境质量日益下降。在这种条件之下，施工单位通过运用装配式混凝土结构施工工艺，能够有效解决环境污染问题。

由于装配式混凝土构件由工厂生产而来，生产结束之后，被运送到工程项目现场，能够减少项目施工对周围生态环境产生的影响，减少各项混凝土构件的浪费，提升装配式混凝土结构工程的可靠性，增强工程项目的安全性能。

（二）装配式混凝土结构的应用

施工人员要严格遵守施工标准对装配式混凝土结构进行施工，对已经制造好的建筑板进行拼接，缩短工程施工时间。除此之外，还要对组件做出要求，使建筑板的长度、宽度、高度都能够符合需求，这样才能够减少因为施工对于环境产生的污染，尽最大的努力来保护环境。在之前比较传统的施工模式里，有很多施工人员参与到工程之中，很容易对施工所用的材料造成浪费。要想在建筑业中减少这种情况的出现，就要加强对装配式混凝土结构的使用规定，将施工时使用的装配式混凝土结构统一、集中化地进行生产，再将产品带到需要进行施工的场所。在使用时，应注意其是否符合实际需要，因地制宜地应用施工基础技术组装混凝土结构。装配式混凝土结构的拼接需要水平比较高的技术能力，这就要求企业提升施工技术，改良施工方式，借此推动我国建筑行业的进一步发展。

目前应用装配式混凝土结构进行建筑中出现的一些问题及解决措施：

1. 生产商制作的组件存在问题及如何解决

进行施工的企业没有进行验收或者在进行验收时衍了事，很有可能导致问题，例如钢筋的承重量不符合标准、长度不精确、不能使用、钢筋之间的距离不符合要求、产品的规格存在问题、保护层过厚、混凝土的强度不够、灌浆口不利于灌浆、缺乏组件的信息等，从而影响施工的正常进行。为了

解决这一问题，有足够经济实力的工程企业可以建设自己的生产工厂，确保组件的质量。除此之外，还要加强对于组件生产商的监督，将不合格的商品退回重做，制定惩罚制度，当不合格率达到一个标准值时，应对生产商进行罚款。

2. 在拼装阶段出现质量问题及解决方法

在拼装阶段可能会发生预留钢筋出现撞击，从而导致其出现严重变形的情况，在一些施工单位中，也可能出现验收敷衍的情况，例如，混凝土的使用和检验比较粗略，没有完整的信息。为此，要加强在施工过程中的监督行为，严格对拼装的质量进行控制，在使用混凝土时应进行检测，并且对隐藏的情况进行抽查，完善缺失的信息。促使拼装之后的混凝土结构的性能和现场建造的建筑物相同，甚至超过现场建造的建筑物的性能。

3. 出现问题各单位相互推卸责任及解决方法

利用装配式混凝土结构进行建筑，其牵涉的部门较多，包括工程建设部门、组件生产商、施工队、监督机构、方案设计团队等。一旦质量出现问题，各方常常往彼此身上推卸责任，不承认错误是因为自身而出现的。所以要加强监管，明确各部门的职责，让他们能够安分守己，认真做好自己的工作。这就要求监管部门对于各企业进行约束，从而促进建筑业的发展。

4. 对装配式混凝土结构工程进行验收

近些年来，我国的建筑业不断发展，许多建筑企业已经具备对于装配式混凝土进行验收的标准，这个标准包含着很多方面的要求，包括验收混凝土、钢筋、组件、建筑板的质量，以及钢筋的承重量等，从而确保建筑的质量是符合标准的。

二、装配式混凝土结构工程质量控制要点

在当今经济发展带动的建筑业发展环境中，对于装配式混凝土结构有更多地应用需求，已经成为当今建筑业发展工业化特征的重要组成部分。下面针对当前装配式混凝土结构工程质量控制的要点进行相关探讨。

在当今建筑行业施工过程中，装配式混凝土结构应用十分广泛，究其原因主要是因为其具有很高水平的工业化，并且可以做到有效节约施工材料，可以做到大幅度缩短工期，同时还可以将作业量明显减少，避免施工工地产生扬尘现象，减少建筑垃圾等多种优点，与当前我国节能减排、降耗、环保的战略发展目标保持一致，与我国发展绿色建筑并实现可持续发展的大环境保持和谐关系，因此得到建筑行业相关企业和各地政府的青睐。因此，如何针对装配式混凝土结构的质量控制进行强化，成为当今建筑企业的参与者、管理者必须解决的问题。

（一）质量控制要素

在装配式混凝土结构施工过程中，其构件都是由工厂生产而成，因此，在装配式混凝土结构施工中生产厂家的质量控制是其中非常重要的因素。除此之外，装配式混凝土结构的质量与施工过程中的设计等环节都有密切的关系，因此，如果要想实现良好的质量控制，可以从如下几方面进行。

1. 设计质量控制

与现浇混凝土结构相比，装配式结构的设计过程与其存在明显差别。进行装配式结构方案设计的过程中，必须联合监理单位、施工单位、生产单位等进行全方面协同合作，对建筑平面、立面设计进行优化，从而可以充分考虑多方面的因素来设计出最优的方案，促使装配式混凝土结构具有更好的可行性、经济性。在进行施工图设计的过程中，必须对建筑、结构、装饰装修等多方面的专业实现良好的配合，从而对节点构造等多处提出更为具体的要求。

在装配式结构中对其平面布置有明确地要求，其要求更为简单、规则、需要在布置过程中实现结构竖向构件上下布置，并要形成连续状态，门和窗口都要实现上、下对其，无论是质量、刚度都要分布平衡，如此目的在于可以有效避免承载力、结构侧向刚度在应用过程中发生突变。要根据各结构不同的特点采取隔振、减震的方式进行抗震设防。连接技术的优劣是整体装配式结构的关键所在，所谓连接技术，其主要为预制构件之间以及

预制构件与现浇混凝土、后浇混凝土之间的链接，对这几种连接的设计必须要给予足够的重视。例如，在进行预制框架柱的纵筋连接过程中，就可以采用套筒灌浆的方式进行连接，而如果是在进行框架梁水平钢筋连接的过程中，就可以采用焊接、机械、套筒灌浆的链接方法；如果是进行预制剪力墙的竖向钢筋连接过程中，则可以采用套筒灌浆连接的方法，而其水平分布筋的连接工作，就可以采用搭接和焊接等多种方式进行连接。

如果项目施工所在地是处在地下水位较高地区，如果相关施工实践经验不足，对于构造做法也没有足够熟悉，基于这种情况，在进行地下室建造过程中，可以采用现浇混凝土结构的方式，如此，才可以保证充分发挥地下室的功能性。除此之外，如果楼层的性质属于结构转换层，或者是该楼层的平面非常复杂，再或者是楼层开洞很大，就对于整个混凝土结构整体性要求、水平力传递要求等有非常高的要求，因此，基于这种情况，就可以采用现浇结构。较比现浇混凝土结构设计来说，装配式结构的设计必须要进行深化的构件设计，这种构建深化设计也是装配式结构施工过程中最为重要的环节之一，因此，企业应该给予足够的重视。在进行深化设计的过程中，必须要以施工图为根据，还要充分整合各种专业不同的施工图，从而才可以对装配式结构构件进行拆分形式的设计，同时还可以形成叠合梁、预制剪力墙板等多种构件的详细制作图，如此，预制构件生产厂家才可以根据制作详图进行相关构件的制作生产。

2. 生产和质量控制

(1) 原材料

在进行预制混凝土构件生产的过程中，其原材料的质量在一定程度上决定了混凝土质量的高低，在进行混凝土构件生产中一般都会用到水泥、粗/细骨料、掺合料、外加剂、水等，因此，如果要控制预制混凝土构件的质量，从其生产源头对原材料质量进行控制是重要有效途径，基于此，需要对原材料按照国家现行相关规定和标准对其实现控制。

在我国《混凝土结构设计规范》中明确规定钢筋的选用国家标准，要充分以连接可靠性的角度来进行钢筋选用的考虑，如果在施工过程中，如果采用套筒灌浆连接的方法的普通钢筋，应该采用热轧带肋钢筋，其直径应该选用 12 到 44 毫米之间的钢筋，从而在带肋钢筋与灌浆料之间，就可以产生相应的摩擦力，进而就会对应力实现有效地传递，最终就可以提升连接接头的可靠性。对于预制构件混凝土来说，其有较高的强度等级要求，要求其强度不能少于 C30，如果是预应力混凝土预制构件对其强度要求则要高于 C40。

（2）构件生产

首先进行构件生产的场地必须要有足够的平整度、坚实度，同时要有良好的排水措施，对于台座的表面平整度有更高的要求，在两米长度之内，其平整度不可以超过 2 毫米，而台座可以选择混凝土材质的台座，也可以选择钢材材质的台座。并且预制构件模具要实现对其尺寸等方面的偏差控制，这样控制的主要目的在于对混凝土浇筑过程中，其会产生冲击力、侧压力等，还会产生蒸汽养护过程中的膨胀、收缩力等，面对这些压力需要保持模具不会发生变形。

与现浇混凝土结构相比，预制构件对于钢筋位置的精准度有更高的要求，如果没有做好相应措施，必然会导致在进行钢筋笼调运工作过程中，或者是进行入模过程中会导致变形现象的发生。并且在安装钢筋间隔件的过程中，必须要在入模迁就完成安装，从而可以保证钢筋保护层的厚度不会发生改变。在连接过程中如果采用套筒灌浆得分昂发，要严格控制钢筋插入套筒内的深度，必须要符合相关管理规范，同时还要符合相关设计要求；除此之外，在使用套筒灌浆方法的过程中，必须要牢固固定安装注浆管，并且还要保证注浆管的位置精确度够高，保持适宜的大小，从而就可以有效防止漏浆的现象发生。

当完成预制构件浇筑工作环节之后，应该立即进行有效的养护工作，在进行养护的过程中，可以采用自然、热模、覆盖、蒸汽等多种养护方式，

但是在实际构件生产过程中,很多生产厂家为了节约或缩短脱模所耗费的时间,或者是为了可以加快模板的周转,多数都会采用蒸汽养护的方式进行预制构件的养护工作。在采用蒸汽养护的过程中,必须要充分考虑构件的实际情况,然后再制定相关的养护方案,在此方案之中,其重点内容在于对升降温的速度形成良好的控制,还包括对最高温度的控制,构件在开始加热及离开蒸汽房时候的条件进行良好的控制。

(3) 堆放、运输

预制构件在堆放、运输过程中,也要有足够的保护措施和相应的方案,例如在运输过程中的时间、次序、线路等都需要格外关注,还包括构件在固定工作,构建成品保护工作,实际堆放过程中的场地选择、支垫过程中的处理措施等等都要有明确的规定。

在堆放的场地方面,不仅要有足够的平整度,还需要其足够坚实,同时场地要有良好的排水措施,保证在地面与构件之间要有足够的空隙,在不同的堆垛之间要设置足够宽度的通道;在不同的堆垛中,要充分考虑地基的承载力,还要考虑构件强度、支垫强度、整体稳定性等,基于此来决定堆垛的层数,一般情况下,预制柱对方不能超过3层,3层总高度不能超过2米,而对于预制梁堆放来说,其总层数不能超过2层,且2层合计总高度不能超过2米,再者对于预制墙、预制板堆放工作来说,其总层数不能超过6层,且6层总高度不能超过2米。

在进行构件运输过程中,要充分考虑支撑位置和支撑方法,要经过仔细计算才对这两点进行确认;除此之外,还要绑扎牢固后才可以进行运输,同时也要保证相关附件、预埋件等进行良好的和保护。3. 接头质量控制装配式结构的节点连接,是保证装配式结构整体性能的关键所在,由此可以看出,接头的质量是装配式结构的核心,在我国多采用钢筋套筒灌浆技术进行连接。对这种连接质量实现控制主要是灌浆套筒、灌浆料质量方面,还有不同强度级别、直径钢筋连接的接头质量、灌浆质量等等。套筒、灌浆料进场之前要进行严格的验收,在施工前,要进行赶紧的接头工艺检验

；相关的灌浆连接接头生产单位提供检验报告；灌浆质量要保证饱满、密实，还需要做好密实度检验工作。

在进行装配式混凝土结构质量控制工作中会涉及很多个环节，从设计阶段开始，包括生产、运输、安装等过程中都要彻底贯彻质量控制工作。将每个环节的质量得到良好控制后，才可以有效控制整个工程质量。

三、装配式混凝土结构工程安全控制要点

装配式建筑作为新生事物，其安全管理也是重中之重，应予高度重视和认真研究。本小节以装配式住宅工程安全施工为例，着重探讨装配式混凝土结构工程施工中存在的安全隐患以及隐患治理的原则及措施，加强装配式建筑施工安全，减少安全事故发生，保障施工作业的安全进行。

装配式住宅建筑是在施工现场将预制的构配件通过吊装、安装、灌浆装配而成的一种建筑结构。目前国内推广的装配式住宅建筑在设计、施工、质量、安全等方面都处在发展摸索阶段，安全管理方面也存在很多缺陷和不足，现针对怎样加强施工安全风险，有效降低施工安全风险，有以下几个安全控制要点。

（一）人员管理

装配式住宅建筑安全管理比较集中，安全隐患点比较突出，安全隐患类型大致相同，主要集中在构件吊装和外挂架提升这两个方面，同时也是安全隐患最大的点。要做好装配式工程施工安全风险，总承包单位首先要成立吊装施工安全工作小组，主要针对装配式建筑安全施工制定合适的安全管理规章制度，编制安全专项施工方案，加强班组人员安全技术交底，保证安全施工，减少安全隐患。在外挂架、吊装施工作业过程中要求专职安全员全程监督，在安全施工的管控过程中依照项目规章制度做好严格把控，在施工关键区域、难点区域，任何安全隐患都要第一时间及时处理。

（二）大型设备

装配式住宅建筑对大型设备要求高,塔吊型号的选择尤为慎重,通常根据构件平面布置距离、构件自重选择合适型号的大型塔吊,确保每块构件都能满足吊装要求。同时对于装配式高层住宅建筑,塔吊的使用时间久使用频率比较高,一般塔吊的出厂时间宜在两年以内,避免高强度作业造成塔吊经常出现故障,也可以保证工程进度不受影响。装配式住宅建筑常用大型设备塔式起重机等垂直运输设备应编制安全专项方案,明确设备选型、数量、平面布置定位、基础处理、附墙装置、外电防护、群塔作业防碰撞措施、维修保养等内容。装配式结构施工的吊装,垂直运输工作量大、时间长、使用频率高,必须强化大型设备的日常检查、维护保养,在传统施工项目上塔吊维保单位在维保过程中的重视程度相对松懈,维保工作趋于形式,但由于装配式工程塔吊的高频率使用,尤其是钢丝绳磨损比较严重,所以维保单位除了正常的维保工作关键要检查钢丝绳,发现问题及时更换,否则一旦出现钢丝绳断裂构件坠落将是灾难。塔吊维保也必须加大频率,主要部件和安装装置定期组织技术人员检查,每 15d 不得少于 1 次,发现有安全隐患时,应及时整改。同时为更能确保塔吊的使用安全,在维保单位日常维保外还可以每月邀请大型设备专家组人员进行再次检查,起到监督加强作用。涉及结构受力安全的塔吊附墙装置应经设计验算,采取必要的加固措施,一般附墙件设置在现浇约束边缘构件下 $1/3$ 处,同时要求本层及上下两层的钢筋要进行加强处理。

(三) 吊具、支撑等配套用具

对于构件吊装吊具、支撑等配套用具的使用类型及要求极为严格,一旦配套用具出现问题,造成的后果将是无法预料的。一般常用吊具包括平衡钢梁、吊链、钢丝绳、卸扣等,使用前检查吊具的出场合格证,质量合格证明文件等资料,同时需将此类吊具进行检测,检测的主要内容包括探伤、荷载、完整性等试验,检测合格后才能在现场使用。同样在装配式住宅建筑施工中吊具使用的频率极高,吊具的损坏、磨损的可能性很高,所以对于吊具的管理特别重要,一是要求做好日常保养减少磨损,二要在构

件吊装吊具使用前进行检查，一旦发现问题要立即停止使用，及时更换使用新吊具。装配式住宅建筑的构件支撑包括墙板斜支撑及楼板三角独立支撑，支撑体系的选择也要根据项目特点、构件布置要求设置。墙板斜支撑的一般根据墙板长度设置，4m 以内设置 2 道，4~6m 不少于 3 道，设置的角度 $45^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 为宜。在通过计算得到的斜支撑规格要求方面，项目要严格按照设计要求进行设置。斜支撑的作用是临时防护支撑，只是起到临时防护作用，在斜支撑安装完成至塔吊卸钩过程中，吊装作业人员必须保证墙板垂直在 10mm 以内，尽量减少构件不垂直加大对斜支撑的受力，避免出现墙板倾倒情况。叠合板的三角独立支撑设置的重点在于独立支撑的间距要求，一般间距在 1m 以内，距离构件边不大于 0.5m。在三角支撑架搭设的过程中必须调整好顶部木枋的标高，避免叠合板受力不均匀造成构件侧翻。

（四）构件吊装

装配式住宅建筑安全控制重点在于构件吊装，一般构件的自重大，构件块数多，对于装配率 50% 以上的装配式住宅建筑标准层的构件块数在 100 块左右，平均每块吊装时长在 15min，吊装施工的时间久，安全隐患极大。吊装施工人员配备一般要求 5 名吊装工、2 名信号工（1 人在作业层，1 人在构件堆放区）。人员方面主要在于协同沟通，任何吊装指令先由吊装班组长通过现场实际提出要求，由信号工发出指令，塔吊司机作出回应，一旦出现沟通错误，后果难以预料，特别在构件上钩和下钩过程中，各个人员都要高度集中，防止构件脱钩导致构件倾倒造成人身伤亡。由于墙板构件本身自重大，构件定位精度要求严，墙板在吊装过程中钢筋偏位导致墙板不能准确就位，现场会出现构件在作业层长时间悬空状态，一般班组习惯于构件悬停在头顶半空中，现场管理人员一旦发现要立即制止，必须将构件转运至楼层作业面其他区域。在墙板取钩时操作人员不得以预制构件的预埋连接筋作为攀登工具，应使用合格的标准梯进行操作，取钩完成后应将卸钩放置在构件两侧，不得放置在钢筋上，防止塔吊起钩时卸

钩挂到钢筋导致墙板侧翻。墙板斜支撑的拆除必须在预制构件与结构连接处的混凝土强度达到设计要求后，方能拆除临时固定的斜拉杆、脚码。由于作业楼面的斜支撑设置多而密，可能会影响其他班组人员施工，现场可能会出现其他工种在不知情的情况下私自拆除造成墙板侧翻，所以现场需要对所有班组进行技术交底，明确要求不得私自拆除。

（五）外挂接设计与施工

外挂式防护架设计需根据不同的项目经过专业公司进行设计验算，虽然外防护架是装配式工程临时防护结构，但却是保证高处作业安全、顺利进行施工而搭设的关键防护设施。外防护架的要求比较严，必须有足够的承载能力、刚度和稳定性，在正常施工情况下不发生失稳倒塌及超过允许要求的变形、倾斜、摇晃或扭曲现象，以确保安全。架子组装之后首先进行荷载试验，验收合格后方可投入使用，试验荷载采用水泥编织袋装砂的方法，保证不小于 $300\text{kg}/\text{m}^2$ 。（1.5 倍使用荷载），如发现焊缝开裂、结构变形等情况，禁止使用。外挂架的提升应在灌浆强度满足要求后方可进行，架子工先提前从挂板内打开架体连接螺栓，需先打开上部连接螺栓后再打开下部连接螺栓上层结构里侧，架子工将螺栓插入预制墙体预留孔内，达到一定高度时，专人指挥吊塔，缓慢下落架体，将架体上螺栓孔洞对准预制墙体上的预留螺栓孔洞，结构外侧架子工系好安全带站在放置在下层架体上的临时扶梯（扶梯靠墙放置牢固，且有专人扶着稳定扶梯）上将吊在挂架上的螺丝及垫片对准预留孔洞眼，将螺栓上紧。注意在外挂架体没完全安装稳固前禁止塔吊随意移动，架体安装完毕，人员撤出后方可摘钩。

建筑装配式住宅施工是一项较为复杂的新型工程，其中涉及构件吊装工作，施工安全隐患突出。鉴于此，在施工环节中要严格按照规章制度的规定，采取合理的、行之有效的安全风险管控措施，避免安全事故发生，这样可以保证装配式建筑住宅楼项目施工作业的有效安全进行，同时给装配式住宅的质量提供保证。

第四节 框架结构节点施工质量控制

钢筋混凝土框架结构节点施工质量控制具有重要作用,能确保结构节点有正确可靠的锚固、提高建筑结构抗震性能、确保工程结构施工质量。但建筑工程施工中,钢筋混凝土框架结构节点施工往往存在不足。例如,混凝土强度等级较低,钢筋工程施工质量控制不到位,梁柱节点质量控制被忽视,钢筋保护层厚度没有满足要求等。这些问题的存在,不仅影响施工效益提升,还制约钢筋混凝土框架结构作用的有效发挥,对建筑工程有效运行,确保工程质量和效益产生不利影响,需要采取完善对策。本节结合钢筋混凝土框架结构节点施工基本情况,提出相应的质量控制措施。

一、钢筋混凝土框架结构梁柱节点性能

钢筋混凝土框架节点是框架结构中重要的组成部分,是框架结构中比较特殊的部位,其受力状态较复杂,柱起到向下传递内力的作用,又是梁的支座,接受本层梁传递过来的弯矩和剪力,有时还有扭矩。框架结构梁柱节点连接的可靠性对结构整体性能以及结构的安全性有着非常重要的影响。所以有必要对其各项性能进行综合考虑和研究。

(一) 节点的受力机理

1. 不同类型节点的受力分析

根据节点处梁柱数目的不同,可将框架节点分为L形、T形和十字形3类,不同类型节点的受力状况差异很大。节点核心区受力比较复杂,容易发生破坏。如顶层边柱节点是一个L形节点,其梁、柱内的钢筋都要在核心区锚固,受荷后节点受张开或闭合的弯矩,纵筋易发生锚固破坏。顶层的中柱节点是一个T形节点,梁筋可以直通过节点而无锚固,在水平荷载作用下,柱的抗弯能力比梁的抗弯能力弱,因而柱端容易出现塑性铰。对于水平向的T形节点强柱弱梁比较容易满足,但钢筋的锚固较难,容易出现梁筋和柱筋的粘结滑移。框架四角的角柱节点受相交成直角的两梁传来的弯距剪力,会出现角柱双向偏心受压受力的不利情况。而十字形的

中柱节点由于四周有梁的约束，比较安全，但在强烈地震作用下，节点两侧的梁端可能受到很大的剪力，容易发生核心区剪切破坏。

(1) 节点核心区受力机理

下面以十字形节点为例，说明节点核心区的受力机理（见下图 5-5），其他类型的节点与之类似。已有的研究认为，对于典型的梁柱相交的十字形节点，作用在节点的梁端和柱端的弯矩（ M_b ， M_c ）可转化为钢筋拉力（ T_s ）和受压钢筋压力（ C_s ）、混凝土受压区压力（ C_s ）组成的力偶。拉力通过钢筋粘结应力的方式传入节点核心区，在节点核心区形成正交的斜向压应力场和拉应力场，因而核心区混凝土在反复荷载的作用下易产生交叉的正交斜裂缝，引起节点的强度、刚度以及抗震能力的降低。梁纵筋通常以连续另一边受压屈服。如此反复，粘结失效后会发生贯通滑移破坏，从而使节点刚度和耗能明显下降，并且破坏了节点核心区剪力的正常传递，使核心区受剪承载力降低。一般情况下，受压力和剪力复合作用的混凝土，在压力不大时抗剪强度随压力的增加而增加，但当压力增加到一定程度后，抗剪强度会随压力的增加而降低。

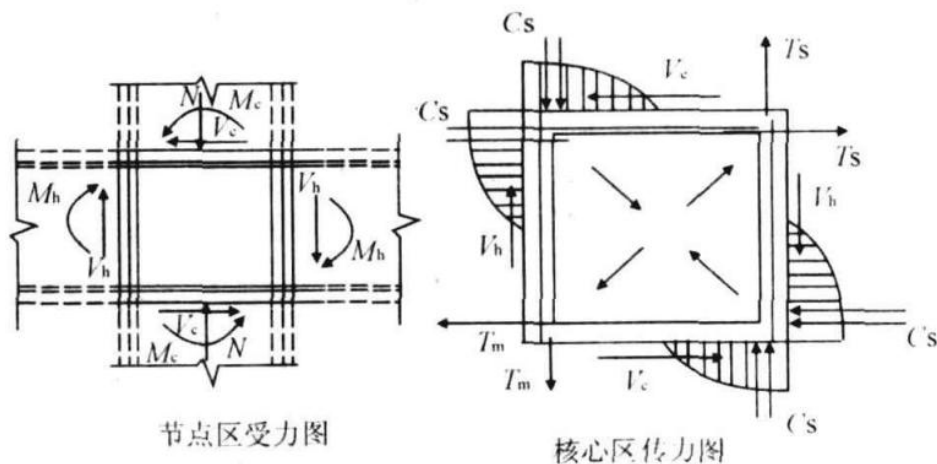


图 5-5 节点受力及核心区传力图

通常在轴压比大于 0.6 时，抗剪强度随轴压力的增加反而降低。当混凝土在受拉力和剪力共同作用时，抗剪强度随拉应力的增加而降低。因此，减少核心区混凝土的拉应力，有助于提高其抗剪强度。

（2）点核心区的传力机构

①斜压杆机构：适用于节点核心区箍筋较少或没有配箍筋的情况。核心区混凝土的受压区形成斜压杆，梁柱传来的剪力主要由节点核心区的混凝土斜向压杆承担。

②桁架机构：适用于箍筋较密的情况。节点在反复荷载作用下，核心区产生多条剪切裂缝，形成一条条的斜压杆，与水平箍筋充当的拉杆一起形成桁架，承担核心区剪力。

③约束机构：箍筋与核心区混凝土相互作用形成“约束机构”，此机构不直接参与传递节点剪力，但可使节点的抗剪能力维持到节点组合体达到更大变形之时，是保证节点区抗震性能的一种节点受力机构。

④剪摩擦机构：水平箍筋受拉屈服时，核心区混凝土受剪破坏，沿对角线的剪切裂缝将核心区分成两大块。剪力一部分由箍筋承当，另一部分由两大块混凝土在斜裂缝处的滑动摩擦力抵消。

（二）节点的强度

1. 节点的受力特点

根据结构力学的分析，可以得到以下结论：在竖向荷载作用下，梁柱节点核心区受剪力较小，边柱节点核心区受剪力较大。在水平荷载作用下，节点受水平剪力很大，一般约为柱子的 4~6 倍，在水平剪力和轴向压力的共同作用下，节点核心区将产生很大的斜拉力，使混凝土产生斜裂缝，发生剪切破坏。另外，梁的纵向钢筋的粘结应力也很大，当超过粘结强度时钢筋发生滑移，产生锚固破坏。

2. 影响节点抗剪强度的因素

(1) 轴向力 轴向压力在一定范围内对节点抗剪是有利的, 但是对于是否提高节点极限抗剪强度, 各家观点还不一致。一般认为, 轴压比不大于 0.6 时, 有利于节点抗剪, 可提高节点延性, 减轻节点破坏程度。

(2) 水平箍筋

混凝土初裂时节点抗剪能力不受箍筋多少的影响。节点抗剪强度和配箍率之间是非线性的, 抗剪强度不是按 $(V_c + V_s)$ 那样按比例增加, 且配箍率过高会引起混凝土破坏先于箍筋屈服的后果, 使节点核心区的抗剪强度达不到预计的最大值。

(3) 柱子的纵向钢筋 柱子纵筋对节点抗剪是有利的, 但不像增加水平箍筋那样能提高节点的抗剪强度。

(4) 垂直钢筋

在反复荷载作用下, 节点核心区混凝土出现交叉裂缝后, 剪力的传递由斜压杆作用过渡到由水平箍筋承受水平应力, 柱纵筋和混凝土承担垂直力及平行于斜裂缝的混凝土骨料咬合力构成框架抗剪机制, 设置垂直钢筋可承担节点剪力的垂直分量, 以减小混凝土的负担, 从而提高节点强度, 节点延性也有明显增加。但抗初裂强度未提高。

(5) 直交梁

对提高核心区抗剪强度有明显作用。

(6) 楼板和梁腋

楼板具有增强节点的约束和提高梁的抗弯能力的作用。对梁加腋使节点抗剪的有效体积有所增加, 能提高抗剪强度和刚度, 有利于实现强柱弱梁。

(7) 预应力作用

沿梁柱轴线施加预应力, 提高节点的初裂荷载和极限抗剪能力, 也提高了梁的抗弯和抗剪强度。由于抗弯钢筋主要是非预应力筋, 因此梁耗散能量的性能基本不受预应力的影响。

(8) 偏心受力

同梁柱无偏心的情况相比，偏心受力的承载能力要降低 50%~70%。

(9) 反复荷载

反复荷载是正负两个方向应力交替变化的循环荷载，在承受非弹性变形的反复荷载的作用下，材料强度和构件刚度降低，粘结性能退化，剪切变形加大，使核心区斜向裂缝一会儿张开，一会儿闭合，导致抗剪强度和剪切刚度的降低。

(三) 节点的变形分析

为了对节点变形有更清晰全面地认识，必须考察节点各部分的变形与框架层间变形的关系。在水平荷载作用下，框架层间位移 Δ 可分解为以下 4 个部分：

1. 由梁变形引起的柱顶位移 Δ_{cb} ；
2. 由柱变形引起的柱顶位移 Δ_{cc} ；
3. 由节点核心区剪切变形引起的柱顶位移 Δ_{cj} ；
4. 由梁端对柱边转动所引起的柱顶位移 Δ_{cr} 。

节点的变形主要包括节点核心区的剪切变形和梁端对柱边的转动，这种转动是梁筋滑移（从柱中拔出）而引起的。也就是说，当结构进入非弹性阶段后，承受高弯曲、高剪切和轴向力的节点区将产生弯曲变形（梁柱杆件）、剪切变形（节点核心区）和滑移变形（梁端对柱边的转动）这 3 种非弹性变形。

梁柱杆件的弯曲变形是不可避免的，通过弯曲变形可以吸收和耗散地震能量。然而，剪切变形和滑移变形会使滞回环变窄（倒 S 形），耗能减少，结构位移加大。因此应把剪切和滑移的作用减少到最低程度，这就是对节点变形的基本要求。对按抗震标准设计的节点进行试验得出，一般应控制 $\Delta_{cc}/\Delta < 1\%$ ， Δ_{cb}/Δ 约为 60%~70%， Δ_{cj}/Δ 约为 15%~25%， Δ_{cr}/Δ 约为 10%~15%。梁变形占总变形的大部分，是抗震性能良好的标志之一。所以，加固节点时，应提高其核心区抗剪切变形的能力。

(四) 节点的延性分析

节点的延性反映结构、构件或材料的塑性变形能力。对于节点的延性要求，主要是对邻近核心区的梁端和柱端而言的。梁端和柱端如有较大的变形能力，即使出现塑性铰也不至于产生梁柱剪切破坏。对于节点核心区并不要求延性很大，而是要有较高的强度和刚度，以保证在梁上塑性铰出现之前不发生核心区剪切破坏和钢筋锚固破坏。

框架、框剪体系之类的抗侧力构件，首先是由一些杆件通过节点组成一个可承载的杆件系统，在外荷载作用下，一旦节点发生破坏，整个构件就会变成几何可变体系而失去承载能力。对钢筋混凝土框架结构而言，节点的破坏还将引起梁端和柱端钢筋在节点核心区的锚固失败，梁铰机制不能形成。《混凝土结构设计规范》对节点的构造措施如：为防止梁柱节点域斜裂缝的出现，并使节点域混凝土对钢筋具有良好的约束作用，确保梁柱在节点域内的锚固效果。GB50011 - 2001《建筑抗震设计规范》规定了框架节点核心区箍筋的最大间距和最小直径、节点核心区配箍特征值及体积配箍率。为使节点域截面能充分发挥其受剪承载力，规定梁截面最小宽度不宜小于 200mm。试验结果指出，正交梁的存在可使柱节点域截面的受剪承载力增大 50% 左右。因此建议梁高度取 $(1/8 \sim 1/12)L$ (L 为梁跨度)，且不宜小于 500mm，纵梁底部比横梁底部应至少高出 50mm，并在设计中采用正交梁柱体系，这样既有利于钢筋的布置，又可提高结构安全度。从节点受力状态可知，侧向力作用下框架节点域承受着很大的斜压力和斜拉力。由于地震作用的往复性，在节点域配置斜向交叉钢筋，与普通的配置水平箍筋的节点比较，其受剪承载力增大较多，这是改善节点抗震性能的一个有效方案。另外，框架纵筋在节点域的锚固除满足水平锚固长度 $0.4L_{aE}$ 外，垂直锚固应向节点域竖向弯折。为满足钢筋与混凝土间的粘结性能，结构构件间的连接、节点核心区的混凝土强度等级的要求也要满足规范要求。

二、钢筋混凝土框架结构节点施工质量控制要点分析

目前钢筋混凝土框架结构节点施工质量控制存在不足,制约工程效益提升。为弥补这些不足,应该把握以下施工质量控制要点:提高钢筋配料设计水平、加强框架节点处钢筋安装质量控制、确保框架节点内框架梁钢筋锚固长度合理,并预防框架节点内框架柱纵筋位移、清理框架节点内的杂物。

(一) 钢筋混凝土框架结构节点施工质量控制的意义

建筑工程施工中,加强钢筋混凝土框架结构节点施工质量控制是十分必要的,对确保结构稳固可靠,促进其作用有效发挥具有重要作用。

1. 确保结构节点有正确可靠的锚固。框架结构节点施工是工程建设的重要任务,为施工单位所重视和关注。加强该部分工程施工质量控制,对确保结构稳固可靠,促进结构更为有效的运行产生重要影响。施工中把握质量控制要点,能保证结构的稳定与可靠,确保强度和刚度合格,满足质量控制需要。并且还可以让结构节点有正确可靠的锚固,避免锚固失效现象发生,防止结构断裂或遭到破坏,对保证框架结构工程施工质量产生重要影响。

2. 提高建筑结构的抗震性能。为增强框架结构的抗震性能,首先应该落实质量控制要点,让每个构件充分发挥作用。施工中应该让构件充分有效连接,提高节点强度,增强结构延性,确保钢筋锚固质量。进而让整个框架结构形成统一的整体,避免结构受到破坏,有效提高框架结构的抗震性能和工程质量。

3. 确保工程结构施工质量。框架结构施工中,应该做好钢筋配

料设计工作,加强框架结构节点钢筋安装的质量控制,确保框架梁钢筋锚固长度合理,预防纵筋位移现象发生,并及时清理施工过程中出现的杂物。这样不仅可以推动施工顺利进行,还能有效把握施工技术要点,加强施工质量控制,推动框架结构节点施工任务完成,有效保障工程建设质量。

(二) 钢筋混凝土框架结构节点施工质量控制的不足

由于一些施工人员没有严格执行施工技术措施,忽视严格把握质量控制要点,再加上现场巡视不足,导致钢筋混凝土框架结构节点施工质量控制存在以下几个方面的不足:

1. 钢筋配料设计不合理。例如,框架节点框架箍筋数量不足,可能导致框架梁结构下沉。一些施工人员没有严格按照要求进行钢筋绑扎施工,节点框架没有箍筋,未能满足钢筋混凝土结构工程施工需要。或者梁纵筋锚固长度不够,没有满足施工规范要求,不符合技术规范标准。箍筋弯钩平直部分长度不足,不符合施工技术标准;

2. 框架节点处钢筋安装质量不合格。施工过程中,一般最先进行框架梁的双面侧模安装施工,然后绑扎梁钢筋笼并进行沉梁。虽然采取这种方式能顺利完成施工任务,但不利于确保框架结构节点施工质量,容易导致工程施工存在质量缺陷。常见问题为: 钢筋笼不能绑扎框架柱箍筋,阻挡沉梁钢筋笼。框架内部钢筋可能比较拥挤,加大钢筋绑扎难度,制约施工顺利进行;

3. 框架节点内框架梁钢

筋锚固长度不合理。整个框架节点内部,纵向和横向钢筋比较拥挤,钢筋在狭窄的范围之内相互影响,制约其作用有效发挥。但施工人员通常会忽略这一点,没有严格加强施工质量控制。甚至在施工中没有按结构设计要求的锚固长度下料,导致框架梁纵筋长度不足,制约框架结构节点施工质量提升;

4. 框架节点内框架柱纵筋位移现象发生。施工中,导致位移现象发生的原因是多方面的: 箍筋与框架柱纵筋绑扎不牢固,在混凝土浇筑施工过程中,可能导致纵筋出现位移现象。模板上口的刚度不足,纵筋与模板上口没有进行有效固定。由此导致的后果是,混凝土浇筑过程中,容易引起纵筋整体位移。钢筋绑扎过程中,框架柱纵筋受到挤压,甚至出现歪斜现象,当浇筑混凝土时,也会导致纵筋出现位移现象,制约框架结构节点施工质量提升;

5. 框架节点内存在杂物。框架结构节点施工过程中, 往往会出现杂物。为保证施工现场干净整洁, 提高施工效果, 及时进行杂物清理是必要的。但一些施工人员不注重该项工作, 没有及时清理框架节点内存在的杂物, 制约框架结构节点施工质量提升, 对工程以后的运行也产生不利影响。

(三) 钢筋混凝土框架结构节点施工质量控制要点

为弥补施工存在的不足, 确保钢筋混凝土框架结构节点工程质量, 可以从以下方面采取控制和完善对策, 确保建筑工程质量。

1. 提高钢筋配料设计水平。严格遵循技术要求和规范标准进行钢筋配料设计, 提高设计人员素质, 设计前加强相关规范标准的学习, 促进设计水平提高。同时, 为弥补钢筋配料不合理现象发生, 设计人员必须细心谨慎, 下料前对配筋长度进行严格计算, 确保满足规范要求, 并重视钢筋放样工作。采取这些措施之后, 不仅可以提升钢筋配料设计水平, 还能有效指导框架结构节点工程的后续施工。

2. 加强框架节点处钢筋安装质量控制。用 $4\Phi 10$ 将框架节点柱大箍筋点焊成箍筋笼, 如图 5-6 所示。并且为确保结构的牢固与可靠, 箍筋开口以点焊封闭, 提高结构的可靠性。用箍筋笼将框架柱纵筋套上, 使其固定在框架节点顶面, 将框架梁上下纵筋置于框架柱内。然后按工序要求和施工质量控制需要绑扎框架梁箍筋笼, 将箍筋笼连同框架梁钢筋笼一起下沉入模, 如图 5-7 所示。在这些工序完成后, 将节点箍筋笼 $4\Phi 10$ 钢筋与框架柱的四根角筋焊接在一起。采取这种施工方法, 按照上述工艺流程, 有效破解框架节点箍筋绑扎困难的问题, 促进施工效率提高。



图 5-6 节点箍筋焊成笼 图 5-7 框架节点改进施工 图 5-8 附近短筋或锚板

3. 确保框架节点内框架梁钢筋锚固长度合理。框架节点施工中,如果发生框架梁钢筋锚固长度不足的问题,不仅影响结构的稳固与可靠,还降低结构的承载力。常常需要采取恰当方法进行处理,例如,附加短筋焊锚或焊锚板。采取这种方法处理之后,能提高框架纵向钢筋的锚固能力,弥补由于钢筋锚固长度不足而产生的问题。进而可以使节点工程的施工满足技术要求,促进其作用有效发挥,确保框架结构节点工程施工质量。

4. 预防框架节点内框架柱纵筋位移。施工前对框架柱插筋或外伸纵筋检查和校正,确保所有的钢筋都绑扎了箍筋,并且箍筋数量充足,绑扎牢固可靠。也可以适当采取电焊措施进行处理,进一步提升箍筋的稳固性。这样在混凝土浇筑施工中,能防止纵筋发生位移现象。模板上口处,采用增加焊撑筋或者将框架柱纵筋与模板牢固固定的方式,避免主筋发生位移现象。在满足施工需要的前提下,尽量不采用沉梁法施工,有利于预防纵筋位移。当框架柱出现位移现象时,如果偏移位置较小,可以对斜度进行调整和纠正,或者将混凝土凿开,对斜度进行调整。如果偏移位置较大,应该选取合适的位置采用钻孔方式进行锚固灌浆,并且重新锚进纵筋,从而确保工程施工质量(如图 5-8 附近短筋或锚板)。

5. 清理框架节点内的杂物。杂物清理是非常关键的环节,在框架节点封模之前,应该仔细开展检查活动,将框架节点内的杂物全部清理干净。同时在框架节点混凝土浇筑施工前,对框架适当洒水,有利于后续施工顺利进行。

三、现浇钢筋混凝土框架结构节点施工质量控制

现浇钢筋混凝土框架结构节点是承受梁、柱、板等多种交汇施工的重要部位。本小节分析了混凝土框架结构梁柱节点施工中存在的质量问题,并提出了一些相应的措施,以控制梁柱节点的质量。

(一) 框架结构施工中存在的问题

1. 钢筋施工

(1) 节点区柱箍筋设置不到位、缺少绑扎、数量不足、间距不均。就框架节点抗剪强度而言, 想要保证其符合要求, 可从节点混凝土强度和加密箍筋两方面着手。经过固定混凝土强度和梁纵筋, 之后节点箍筋的配置对其抗剪强度影响深远, 因此, 梁柱节点处箍筋设置是意义巨大的一步; 相对比素混凝土, 箍筋约束下后的核心混凝土轴心抗压强度更高, 大约是前 15%~40% 左右。不过按照常规程序来讲, 浇筑过程中是梁柱节点与本层梁板同时施工, 安装亦是如此, 这多与该处纵横梁和柱的纵筋交汇有关。与此同时, 井字复合筋作为加密的主要方式, 其也常用于箍筋加密, 但是因钢筋难定位和绑扎的因素, 实际操作期间, 唯有将梁筋位置准确定位, 才可进行下一步, 可加密步骤却往往被忘却, 或间无法距、又或者因为绑扎松扣、缺扣等问题, 从而无法保证施工质量。

(2) 梁主筋的锚固长度有异。一般施工要求的梁纵筋长度范围比 $0.4l_{aE}$ 小, 但是在实际的过程中, 梁纵筋却往往未达至远端柱边, 导致梁主筋的锚固长度被缩减, 进而引起施工质量问题。节点区好后再穿梁底筋, 影响了框架梁钢筋绑扎, 以至擅自烧断弯钩造成纵筋的锚固不够; 在将节点区域中箍筋绑扎之后, 此时的框架梁钢筋也会随之发现异变, 所以往往施工期间会未经允许将烧断弯钩烧断, 导致纵筋的锚固过短; 最后还有施工人员因自身认识的问题, 无法正确理解直锚水平的要求, 即: 长度 $=0.4l_{aE}$ 后拐直角弯 $15d$, 导致梁筋锚固长度无法达标, 造成施工误差, 甚至质量问题。

2. 混凝土施工

梁的支座本身中框架梁柱节点属于柱类的结构, 所以柱强度等级与节点砼保持同态度。针对抗震设计, 为了满足框架柱结构的相关要求, 其中的轴压比应结合实际需要制定, 以防柱子截面尺寸过小或者过大的问题, 常规情况下, 其要求应取框架柱的砼强度等级比梁板砼高出 2 个或 2 个以上的 5MPa。可实际的施工过程中, 其节点区混凝土强度往往存在不达标

的现象，具体体现在抽测结构时，其节点区混凝土强度过低，而造成这个原因的是不同强度的梁、板、柱混凝土等级要求，施工人员不无法具体判断节点区等级要求，所以一般都会将节点区混凝土与梁板强度采用相同程度的混凝土浇筑，导致节点区混凝土强度不达标。

（二）框架结构节点施工质量控制措施

1. 钢筋施工

加密箍筋不设或设置不到位。提高操作员的意识，增强他们的责任感。为了防止地震期间节点核心区域的剪切破坏，根据规范，节点区域中的箍筋设计通常与箍筋上下柱的设计相同，合理安排施工顺序。具体方法可从以下几点着手：一是 2 个对口箍代替封闭箍筋，待梁筋绑扎满意，以设计标准为前提，插入间距中，封闭焊接；二是若干组节点，指派专业技术人员，每组由专业人员负责指导，安装钢筋；另外对每个节点的钢筋量提前核对，通过验证核对，具体的钢筋安装顺序图节点画出，并相互交底技术；对其顺序提前进行考虑，节点处将纵横梁的底筋、节点箍筋、梁腰筋、梁上部各层筋进行就位（此时要注意位于梁的 2 层负弯矩筋间的节点箍筋也要就位），不要绑扎，局部可临时固定；纵横梁筋按照准确方位绑扎；对就位节点部位的箍筋进行调整，满意后绑扎。

2. 梁主筋的锚固长度不符合要求

（1）技术准备：①节点的梁钢筋认真核对，同时相关人员依照设计标准和要求，以规范要求为前提，对钢筋需要弯折的量进行计算；②对钢筋净距的要求进行考虑，弯钩逐渐后退方位依据，在节点处将梁筋画出，正确排列安装图，对钢筋的不同长度情况进行编号；③技术人员负责此类节点的下料和安装检查；④根据布置图中钢筋的长度，将同一层的钢筋切成不同的长度；⑤根据编号将钢筋安装到指定位置。

（2）提高施工人员认识。直锚水平段长度 $\geq 0.4l_{aE}$ 是一个检验梁纵筋在端支座锚固的条件，并不是说可以取定直锚水平长度 $=0.4l_{aE}$ 。在计算梁纵筋在端支座锚固的时候，首先是伸至柱对边（柱纵筋内侧），然后

才比较直锚水平段长度 $\geq 0.4l_{aE}$ 。当直锚水平段长度 $\geq l_{aE}$ 时,可以不弯15d的直钩;反之,则必须弯15d的直钩。应当注意保证水平段 $\geq 0.4l_{aE}$ 非常必要,如果不能满足,应将较大直径的钢筋以“等强度或等面积”代换为直径较小的钢筋予以满足。

3. 节点区混凝土强度达不到设计要求

(1) 柱(墙)混凝土设计强度比梁(板)混凝土设计强度高一个等级的混凝土结构,经设计单位确认,节点区混凝土可采用与梁(板)混凝土设计强度等级相同的混凝土浇筑。

(2) 柱(墙)混凝土设计强度比梁(板)混凝土设计强度高两个等级及以上的混凝土结构,其梁柱节点区混凝土应采用非泵送方式输送且必须单独浇筑;其墙混凝土与板混凝土不得同台班浇筑,否则,应分别设置独立的墙、板泵送系统。

4. 当柱(墙)混凝土设计强度比梁(板)混凝土设计强度高两个等级及以上时:

(1) 节点与梁(板)交界区域应采用多层钢丝网或钢板网等有效分隔措施。钢丝网或钢板网的架立骨架应与梁箍筋点焊牢固,且梁内隔离网片固定牢靠后,梁钢筋骨架方可就位;分隔位置应在低强度等级的构件(梁板)中,且距高强度构件边缘距离不应小于500mm,且 $\geq 1/2$ 梁高处,沿45°斜面从梁顶面到梁底面。

(2) 施工单位应组织监理、预拌混凝土供应企业在混凝土搅拌站进行节点区混凝土(首次)开盘鉴定。节点区混凝土施工时,应按要求对进场混凝土进行交货检验和留置试件。

(3) 梁柱节点应先浇筑节点区混凝土,并在节点区混凝土初凝前浇筑梁(板)混凝土,严禁形成施工缝。以防梁端高低等级混凝土交界附近出现混凝土收缩裂缝。当梁高在700mm及以上时,节点区混凝土应分层浇筑。

5. 现浇混凝土竖向构件应落实养护措施

保障混凝土强度增长需要,并符合以下要求:

(1) 施工现场竖向主要受力构件采用木模的, 必须配备两套模板; 采用金属模板、塑料模板等新型材料的可仅配备一套, 但需带模养护跨前后 3 个自然天。

(2) 节点区混凝土强度等级 C30 及以上的, 柱(墙)等混凝土竖向构件应包裹土工布保湿养护; 强度等级 C30 以下的, 混凝土结构构件可采用人工浇水自然养护, 使混凝土表面保持湿润状态。节点位置难以用材料包裹覆盖到位的, 应采用喷涂养护剂等措施进行养护。

总之, 以足够的强度和必要的延性为前提, 框架结构节点如果具备这两条件, 既能够实现抗震的目的, 而且还能够有效防止地震引起的破坏。与此同时, 对于相关的技术者, 还需要增强他们对抗震框架节点的重要性, 加强管理强度, 针对施工方案进行科学合理地规划, 进而确保施工质量符合设计及规范的要求, 最大限度将隐藏的质量隐患消除。

第六章 钢结构工程

建筑钢结构的应用越来越广泛，已经成为建筑业发展的新趋势。中国建筑工程施工中大量使用钢结构，不仅施工便利，而且带来了巨大的经济效益，同时，钢结构工程的质量越来越受到关注。随着人们对建筑质量的要求不断提高，这就需要强化对钢结构施工中各个环节的质量管理。在加快施工进度同时，还要保证施工质量，提高钢结构施工的有效性，保证钢结构施工顺利展开，且成本得到有效控。

第一节 常见质量问题及分析

近年来，国家对工程结构的质量把关越来越重视，要求相关人员严格按照法律法规进行监督控制，尤其是对钢结构工程质量上的把控。钢结构工程的质量控制需要多方人员共同监督，需要严格执行相关规章制度。钢结构工程在的生活的应用方面十分广泛，需要大家共同关注和监督。

一、钢结构工程概述

（一）钢结构工程的基本概念

中国的钢结构工程应用历史十分悠久，可以追溯到秦朝，当时使用铁来进行工程建设，就是钢结构工程的前身。而如今，钢结构工程主要的原材料是钢铁，通过钢铁的组成构建来建造建筑。钢结构工程主要分为厂房结构、大跨度结构、多高层钢结构、高耸构筑物、住宅钢结构、轻钢结构以及密闭压力容器等。

（二）钢结构工程的基本特点

钢结构工程建筑作为现代化绿色工程建筑，具备了许多优良的特点，无论是从人工、资金、环保等方面都有其优点。比如，北京奥运会鸟巢一类的大型复杂的大跨度钢结构工程中，就运用了其稳定性高、自身重量轻、

便捷环保等特点；又比如上海中心大厦、广州新电视塔等高耸钢结构工程建筑，就运用了其抗风性好、室内空间大等特点；还有 2008 年汶川地震后的民宅建筑，也是采用了钢结构工程来恢复重建的，主要运用了钢结构工程抗震性、抗冲击性好的特点。除了以上优良特点，钢结构工程还具有耐久性、保温性、隔音性好等特点。

（三）钢结构工程的应用

1. 钢结构工程应用方面的优势

钢结构工程建筑相比较其他的结构工程建筑，无论是效率、空间、环保、造价，还是稳定性都有很大的优势。第一，钢结构工程在施工进程和施工效率上具有较大的优势，尤其对于一些亟须建厂的大型工厂来说，钢结构工程可以完美地解决工期长、速度慢的难题。打个比方，要建造一个 $20\,000\text{m}^2$ ，高 15m 左右的大型工厂，并搭建一些实用的工作办公楼，从实际施工时间开始计算，大概只需要 3 个月时间就能完成并投入使用，极大地缩短了施工时间。第二，由于钢结构的柔韧性、塑性优良，可以在钢结构工程中增加很大的使用空间。采用其他材料不能完成的力学原理进行设计构造，不仅能增加空间，还具有良好的稳定性。第三，钢结构工程建筑属于绿色环保建筑。首先，钢材本身就是可持续利用的环保型材料；其次，钢结构工程建筑产生的建筑垃圾少，不会大量使用沙、石、灰等土地型自然资源，同时由于钢结构工程建筑的隔音性、耐久性好，不会对周围环境造成影响，能够长期使用。第四，钢结构工程的造价成本比传统的更低，首先，钢结构工程建筑的施工效率高，可以减少人工成本；其次，钢结构工程的结构造价、材料费、装饰费、设备费等也更低；此外，钢结构工程建筑的材料可以进行二次运用，也极大地推动了一些大型工厂迁移费用。总之，钢结构工程相较于传统的工程建筑在应用上具有多种优势。

2. 钢结构工程的应用及发展趋势

钢结构工程在全世界都得到了广泛地运用，其优良的特性及低廉的造价让它成为建筑工程行业的宠儿。无论是在民用、工用或者是复杂结构的

工程建筑，都可以采用钢结构工程。我国已经多年占据全球钢铁产量的榜首，国家也在大力推动钢结构工程建筑的进程。我国钢结构工程的应用主要是近三十年，国家的经济水平和工业进程得到了极大地发展，但相较于一些发达国家的钢结构工程建筑的应用还处于相对落后，尤其是在一些大跨度结构、多高层钢结构、密闭压力容器等相关方面的应用，占比达不到日本、美国等发达国家的 1/8，所以，我国的钢结构工程的发展趋势亟待提升。在未来，钢结构工程的应用和市场前景都会得到国家的广泛关注，其发展趋势应该是一片大好，相关部门和群众应该重视国家的钢结构工程的发展，极力配合和推进钢结构工程在我国的应用。

随着我社会经济和工业化进程的不断发展，钢结构工程获得越来越多地关注和应用，不论是国家还是企业，都对钢结构工程产生了浓厚的兴趣。但对于钢结构工程的质量控制和应用方面的推广和发展还有较大的进步空间，各界人士需要积极地借鉴国外先进的结构技术，同时也要自主探索钢结构工程的发展。国家和企业应该关注钢结构工程的优良特点和未来的发展趋势，为钢结构工程未来的发展打好基础。

（四）钢结构生产质量管理现状

目前我国钢结构在工程中应用逐步推广，钢结构生产质量管理逐渐完善，但有些钢结构企业，尤其是些资质较低的企业在承建中小型的一般工程项目时，往往把施工项目经理责任制曲解成“以包代管”的模式，忽略了企业整体技术和管理经验对项目施工计划的指导和支撑作用，这将造成工程质量预控的先天性缺陷。目前，国内钢结构生产安装厂家数量较多，产品良莠不齐，一些小型生产厂家未严格按照国家规范进行生产安装，市场各方责任主体把关不严，导致钢结构工程存在质量安全隐患和工程建设事故的发生。山东某厂房在安装时，施工企业没有按规范施工，造成坍塌事故。这起事故的原因，是由于施工人员素质差，没有在钢架施工中及时安装支撑，或增设缆风绳充分固定，使钢架失稳，造成倒塌。这一事故说

明施工企业的素质及其内部的管理模式对钢结构工程质量起至关重要的作用。

同样,设计单位的素质水平和设计成果的质量对工程今后的运行安全也密切相关,如2003年青岛正大有限公司一食品加工车间突然发生火灾,大火发生后,车间的钢架结构大梁全部被烧塌,致使21人葬身火海。这起火灾主要是因为该工厂加工熟食的厂房里有许多隔断式的“小房间”的隔板采用泡沫塑料,正是这样的设计直接造成了火势迅速蔓延,如果采用阻燃型的聚氨酯夹心板就可避免这事故。由于我国现代建筑都是以混凝土结构为主,从事建筑施工的管理 人员和技术人员对混凝土结构比较熟悉,而对钢结构的制作和施工技术相对比较生疏。因此,应重视对建筑钢结构的专业培训,让一大批从事建筑施工的工程技术人员和管理 人员进行知识更新,这对于提高他们的技术素质,确保工程质量,发展钢结构事业,是非常必要和十分紧迫 的一项任务。

二、钢结构工程质量的常见问题

(一) 钢结构工程质量的常见问题

钢结构工程作为现阶段工程的主要形式,其安全质量问题常常被忽视。常见的主要有两个方面,一是原材料及成品的质量不过关,二是在施工过程中出现的相关问题。

1. 原材料及成品质量问题

在钢材等原材料的生产、加工、制作以及检验方面,国家都有明确的规章制度、法律法规。但是一些不良商人、企业和相关采购人员为了谋取私利,同流合污,从而造成原材料本身出现质量问题影响后续的施工建筑。原材料本身的常见问题主要包括钢材、焊接材料、连接用紧固件、焊接球、螺栓球、金属压型板、涂装材料、橡胶垫和其他特殊材料的品种、规格、性能等不符合设计要求和国家有关标准,例如钢板厚度不够、钢筋直径缩水、夹层出现裂缝、夹层数量较少等;还有在企业和相关人员进行NDT检测的时候出现纰漏,从而造成的原材料本身出现一系列问题。

原材料及成品质量问题还包括原材料和成品的外观质量有严重缺陷：

（1）钢材表面锈蚀、麻点、划痕等深度超过规范规定；（2）焊条有药皮脱落、焊芯生锈、焊剂受潮结块；（3）螺栓球有过烧、裂纹、褶皱；（4）封板、锥头、套筒有裂纹、过烧及氧化皮；（5）防腐涂料和防火涂料的型号、名称、颜色及有效期与其质量证明文件不相符。开启后，有结皮、结块、凝胶等现象；（6）高强度螺栓连接副的包装箱供货不合要求，箱上批号、规格、数量及生产日期与设计的要求不相符；螺栓、螺母、垫圈等表面未涂油保护，并有生锈、脏物、螺纹有损伤等现象。

2. 施工过程中出现的相关问题

钢结构工程的施工过程主要包括施工前期、施工期以及后期的验收，在这三个时期会因为施工技术人员和相关监督人员的人为或失误而造成一些安全质量上的问题。比如在前期的选址勘察工作中的不严谨造成选址不当，而导致施工期间或是验收期间出现的相关问题，这类问题将会给后期造成巨大的、不可逆的经济损失，所以在选址勘察期间要严格按照专业人士的检验进行选址。在施工期间，同样会出现钢材的焊接质量、涂装、装配等相关问题。而后期的验收主要会出现一些细节上的问题。

（二）钢结构工程的常见具体质量问题分类

1. 钢结构工程资料不全的问题

（1）资料不全、相关资料缺失

最常见的是缺少原材料质量证明文件、地脚螺栓原材材质证明书、监理对原材料的审批表和焊接工艺评定报告等，工程施工记录不完整。

（2）资料不符合规范的要求

如探伤报告方面，有的施工单位对 8mm 以下的钢板的对接焊缝不做 UT 探伤，建议采用 JBJ/T3034.2-96 标准的进行探伤。

（3）焊接工艺评定报告不符合规范

报告中,检查人员错填焊接工作使用的设备、焊接方式、焊接角度、焊接板的厚度、是否使用垫板等数据。有时候报告极为简单,仅包含 UT 结果及物理性质,一些必要的 UT 检测与试验报告缺失。

(4) 焊工无证作业、技术素质较低 有些焊工并没有考取必要的焊工证,个人技术素质过低,并不能达到焊接工程对技术的要求,而且这类缺乏工作证的焊工,缺乏必要的安全意识,为自身和企业带来难以预估的风险。

2. 钢结构工程的会审图纸的问题

施工企业的根本职责就是按照图纸中的要求进行工程的建造,但是在工程的实施之前必须对图纸进行会审工作,特别是图纸中的一些不足之处和不符合国家标准的地方必须即时指出来,并与业主、监理和设计单位商讨进行设计变更。如果这些问题不能及时进行修改,影响施工正常进行进而影响施工质量,造成隐患。也会给验收工作带来一定的困难。

设计图纸通常会出现以下的一些问题:

(1) 设计图纸应用的规范不正确、不齐全

有的图纸在设计说明使用过时已经废止的规范标准,缺乏对部分材料的牌号、性能与等级的说明。工程中所使用的一些配件(如高强螺栓和普通螺栓及垫圈、焊钉和栓钉等)其性能、规格与型号并未在图纸标明,但这些材料的性能、规格和型号已经作为强制性的标准条款被列入《钢结构施工质量验收规范》中并且有明确要求。如果在图纸中未加以说明,工程项目的施工和验收工作就缺乏依据,易导致盲目施工,甚至造成无法验收的后果。

(2) 设计总说明没有注明钢结构工程的安全等级及使用年限

工程项目的安全等级不同,各种材料和工程施工质量及检查所做的要求也不同。安全等级为一级的工程,要求所用的一、二级焊缝的焊接材料必须按要求进行复试。安全等级为二级的工程,一级焊缝的焊接材料则必须复试。

(3) 钢材材质及其等级不明确、缺乏高强螺栓的摩擦面的试验要求 有的图纸当中只有 Q235 或 Q345, 等级 A 还是 B 不得而知, 部分施工单位就会投机取巧在完成原材料采购后、再找设计方认可; 这样随意处理存在着极大的安全隐患。有的没有标明对摩擦面进行试验的具体要求, 施工单位无从下手。

(4) 图纸中未注明对焊接方式的要求

部分施工图纸在焊接方式方面并没有按照国家标准的要求对拼接技术进行限制, 焊接坡口的形式、焊缝间隙等不符合国家的相关技术规范, 最后的质量验收不能通过, 造成难以挽回的损失。

(5) 图纸未写明构件的除锈等级和防腐要求

对构件防腐所采用的油漆涂料的品牌、材质没有要求, 甚至漆膜的厚度也没有要求, 施工和验收工作就缺乏依据, 势必会影响到工程的质量。

完善的设计图纸是工程顺利进行的有利前提条件。施工企业属于工程实体的具体实施方, 在收到施工图纸的时候, 一定要在第一时间组织专业性人才进行图纸的分析的工作。分析图纸的标准规范是否存在问题、细节方面是否描述清晰、施工过程中的硬性要求是否在图纸中所以体现、建筑工程对材料的性能与结构是否有特殊的要求、建筑结构的各个节点是否符合国家标准、实际操作过程中是否存在一些不可解决的难题, 都要通过业主或监理向设计方及早提出。

3. 钢结构工程的化学成分问题

钢材中的化学成分的含量与比例对性能有着重要的影响。钢材中存在有害成分会造成材料的先天性缺陷。Q235 钢材为例来说, 铁元素的含量占 99%, 剩下的 1% 包括碳、磷、硫、氧、氢、氮、锰、硅, 虽然这些元素含量很少, 但是对钢材的性能影响非常大。

4. 钢结构工程的加工与制作问题

钢结构工程的加工制作实际上主要是指钢构件的加工制作, 依照设计院的设计图纸进一步深化设计出的构件详图, 采用一定的工艺方法用不同

机械设备将各种规格、型号的型钢或钢板分别加以切割和分解处理，再经过拼装和焊接作业等制成图纸要求的构件的过程。

通过对其具体工艺加以研究，在钢结构实际的加工制作中易发生的缺陷问题如下：

(1) 号料时使用的钢尺未经校正，未按要求核对和检查材料、预留的加工余量不足造成材料报废，产生不必要的浪费。实际切割下料作业过程中，翼缘板尺寸的大小易出现差异，这便会使得 H 型钢材和牛腿间对应的尺寸不一致，一般会造成和牛腿结构相连接钢梁的上、下翼缘板之间大约错位一个钢板的厚度。此外设备的精度和操作者的经验和熟练程度不一，会造成切割的钢板边缘有明显的锯齿印和切痕或切痕太粗糙；有的切割后的钢板边凹陷、切割的拼板边缘垂直度不够造成后续工序的拼接错边超出允许误差。

(2) 进行组装作业过程中，焊接 H 型钢时未设置组装胎架，使得其高度有偏差、腹板偏离中心位置过大，翼缘板对接焊缝凸凹太明显、焊缝平整度不达标。有的在组装前未校正或校正不好，造成钢柱或钢梁的腹板不平整。

(3) 进行焊接时，没有设置相应的引熄弧板，致使焊缝不够饱满，拼接边缘处有凹坑、拼接处焊缝未熔合，与母材不相平齐。柱脚和牛腿上的焊缝易出现焊脚尺寸小于图纸规定，角焊缝处易严重塌边，在收弧位置明显的要比母材低出一些，而且有相对多的气孔存在。 CO_2 气体保护焊的焊缝忽大忽小、宽窄和高低不一，成形性差；手工焊时的焊缝不直、宽窄不一，咬边较严重、焊渣未清根除净。

(4) 钻孔作业前未熟悉并掌握设计图纸，单双排孔的位置开错，重新开孔后忘记将钻孔补齐留在构件上，给后来的拼装和安装作业带来困难。比如，钢柱和牛腿连接处使用的 H 型钢图纸上为双排孔，而主次钢梁处的 H 型钢应为单排孔，但实际都开双排孔，现场安装后既影响结构强度又影响外部观感。

(5) 总装时, 构件的实际尺寸未控制好, 钢柱上的牛腿和钢梁相连位置存在着上下或左右错位的现象。

(6) 防腐方面, 构件除锈等级不合要求就涂刷油漆, 时间不长便出现了返锈和剥落问题, 而且在进行油漆操作不当, 漆膜厚度不一, 阳面处油漆普遍超厚 (干膜可达 $250\ \mu\text{m}$) 而阴面位置又往往偏小 (仅为 $90\ \mu\text{m}$ 左右), 而标准规定的室内漆膜厚度 $120\ \mu\text{m}$ 。油漆前未清除构件上的杂质, 污物多易造成流挂和高低不平等质量通病。

(7) 在构件加工完成到出厂时, 钢柱和钢梁等的中心线一直未标示, 这一问题相当普遍, 给现场进行矫正检测和施工作业带来一定的困难。

(8) 钢柱、钢梁的翼板和腹板的拼接长度及错位不符合要求。如翼板拼接长度应为翼板宽度的 2 倍以上, 同一构件的翼腹板拼接的焊缝应错开超过 200 毫米, 腹板的拼接长度不应小于 600 毫米, 实际往往达不到规定的上述要求。

5. 钢结构工程的连接问题

钢结构的连接方式有铆接、焊接和螺栓连接三种。目前我国大多数钢结构工程均采用焊接和栓接混合连接为主。

(1) 铆接是借助于铆钉枪把两个以上带有预留孔的钢构件或零件用铆钉连接成一体的方法。铆钉的一端带有预制钉头, 在加热处理之后插至需要进行连接的构件的孔中, 铆钉枪的作用就是在铆钉的另一端进行打铆做成钉头, 来紧固连接。铆接存在以下缺陷其应用在逐渐减少: ①铆钉自身质量不合格; ②铆合质量达到标准要求而出现松动; ③构件上的铆钉孔导致其受力截面削弱; ④不同板件的结合紧密性差; ⑤铆合作业时温度偏高, 构件局部钢材硬化。

(2) 焊接是钢结构中最重要最为常见的连接方式, 采用焊接能够确保不会对界面削弱的前提下达到有效连接的目的。但工程上仍会出现如下的焊接缺陷: ①母材和焊材不相匹配; ②焊接不当可引起较大的变形问题; ③在焊接时焊接材料不按要求烘焙; ④残余应力大; ⑤焊接材料本身有质

量问题；⑥焊接导致母材的塑性及韧性均有所降低；⑦焊缝的其他方面缺陷。

(3) 栓接使用的有普通螺栓和高强螺栓两种。普通螺栓分 A (精制)、B (半精制)、C (粗制) 三个等级。钢结构中使用的普通螺栓除特殊注明外，一般为 C 级粗制。而高强螺栓因受力性能好、安全可靠成为钢结构中重要的一种连接方式被广泛使用其性能等级主要有 8.8 级、10.9 级和 12.9 级。高强螺栓连接按受力的状况将其划分成摩擦型栓接与承压型栓接不同类型，目前施工中摩擦型连接的方式应用最多。栓接常见的缺陷有：①螺栓孔的存在使构件截面遭受削弱；②高强螺栓连接时预应力出现松弛时会引发构件的滑移和变形；③普通螺栓连接时，在长期动荷载的作用下引起螺栓发生松动；④制孔不精确出现的构件上孔径或孔位偏差；⑤螺栓质量不合格；⑥摩擦型连接对构件摩擦面的处理达不到规范和设计的要求。

6. 钢结构工程运输、安装以及使用维护中出现的问题

这些环节中可能会存在以下的问题缺陷：

- (1) 运输期间：结构变形或损伤；
- (2) 吊装期间：结构变形或局部失稳；
- (3) 安装期间：没有足够的临时支撑或锚固，是结构丧失稳定性；
- (4) 使用期间：使用期间温度应力、地基不均匀沉降造成钢结构损坏；
- (5) 维护期间：未定期维护，导致钢结构腐蚀严重。

此外在安装过程中，还会出现以下各种问题：

(1) 钢柱安装时未能规定，只顾用吊车一根根钢柱单独立起，不及时把已安装的钢柱通过临时支撑或连系梁形成稳固的框架单元，遇大风时造成钢柱倒塌。这样的事故出现很多次，应避免。

(2) 未能事先编制完善的安装工艺方案，构件无序乱安装。

(3) 地脚螺栓的标高不一, 预埋的地脚螺栓在浇筑时移位未测量校正, 钢柱安装偏位。

(4) 安装高强度螺栓时违反操作规范, 常见问题: 高强螺栓作临时固定后仍旧正常使用, 外露丝牙不合规范要求, 螺栓未按规定顺序拧紧, 扭剪型的梅花头未拧断, 大六角의 初拧终拧没有分别标记; 安装时将摩擦面临时用防护纸留在其中, 安装完成后 48 小时内未及时漆封; 不按规范要求进行扭矩与轴力的复试, 未按规定事先计算紧固力矩、安装时紧固力不够; 摩擦面的摩擦因数试验不合要求。

(5) 现场焊缝质量不符合规范: 焊缝的成型差, 飞溅焊渣和焊瘤未清除干净, 焊缝未融合未焊透、表观高低不平和宽窄不一, 咬肉和气孔较多; 不加引熄弧板构件局部凹陷。刚性连接时的衬垫焊接作业远未达到规范或图纸的要求。

(6) 围护用彩钢板搭接与拼缝不密贴, 收边不良(不平直、高低不一), 屋脊和檐口处彩钢板凸凹孔隙未进行封堵, 影响其防水性能和美观。

三、钢结构工程中质量问题的特点

由于受钢结构工程项目的施工特点的影响, 钢结构工程施工项目的质量问题具有复杂性、严重性、可变性和频发性的特点。

(一) 复杂性

钢结构工程项目施工质量问题的复杂性, 主要表现在引发质量问题的因素繁多, 产生质量问题的原因也复杂, 即使是同一性质的质量问题, 原因有时也不一样, 从而质量问题地分析、判断和处理增加了复杂性。例如焊接裂缝, 其既可发生在焊缝金属中, 也可发生在母材热影响中; 既可在焊缝表面, 也可在焊缝内部: 裂缝走向既可平行于焊道, 也可垂直于焊道: 裂缝既可能是冷裂缝, 也可能是热裂缝, 产生原因也有焊接材料选用不当和焊接预热或后热不当之分。

(二) 严重性

钢结构工程项目施工质量问题的严重性表现在一般地,要进行返工或返修,影响施工顺利进行,造成工期延误,成本增加更严重的,安装成型的建筑物倒塌,导致人身伤亡,财产受损,造成不良的社会影响。

例如:一场大雪把某轻钢结构的厂房压倒塌,经济损失严重,事故原因分设计和施工两方面脚柱锚栓抗拔不够,没有设置隅撑、整体稳定性不够,这是设计存在的缺陷:在施工中,柱子基础和焊接质量都存在严重问题,所以,受雪压后,钢柱、钢梁、擦条整体失稳,造成坍塌。再如某公园发生一起钢结构载人玩具器倒塌,造成一死九伤重大质量安全事故,事故原因也是该工程由不合法企业制作施工,工程质量低劣造成。

(三) 可变性

钢结构工程施工质量问题还将随着外界变和时间的延长而不断地发展变化,质量缺陷逐渐体现。例如,钢构件的焊缝由于应力的变化,使原来没有裂缝的焊缝产生裂缝:由于焊后在焊缝中有氢的活动的作用便可产生延迟裂缝:又如构件长期承受过载,则钢构件要产生下拱弯曲变形,出现事故隐患。

(四) 频发性

于我国现代建筑都是以混凝土结构为主,从事建筑施工的管理人员和技术人员对钢结构的制作和施工技术相对比较生疏,以民工为主的具体施工人员更不懂钢结构工程的科学施工方法,导致施工过程中的事故时有发生。如嘉兴塘汇某工地钢梁倒塌,就是由于施工队经验不足,施工顺序有误造成。

四、钢结构工程事故一般原因

钢结构工程项目的变形、倾斜、倒塌、刚度差、强度不足、层面漏水、构件位移、失稳、材料撕裂等,分析事故原因,大体可以归纳如下:

(一) 违背建设施工程序

建设施工程序是建设施工过程及其规律的反映，不按建设施工程序办事，违背客观规律，将可能使工程留下各种隐患，直至结构倒塌、造成严重经常损失。这方面经常不做调查分析，就拍板定案，没有搞清工程地质、水文地质就急于开工，无证设计、无图施工；随意修改设计，不按图纸施工，工程不经验收就交付使用等蛮干现象，进而就有可能发生质量事故。

（二）地质勘探数据有误

地质勘探过程为设计提供可靠的设计依据资料。由于未适当地进行地质勘查，地质勘查报告内容不详细、数据有误，均会导致采用错误的基础设计方案，造成地基不均匀的沉降、失稳，使上部结构倾斜、破坏、倒塌。

（三）设计计算处理不当

设计是工程项目建设全过程的第一步，设计应为工程提供图纸资料（包括投产与使用资料）以及采购材料的具体技术要求。工程的施工过程是从设计过程开始的，工程质量满足使用要求的程度，也主要决定于设计过程。所以设计质量是质量控制的真正“起点”。如果设计考虑不周，结构处理不合理，内力计算不正确，选用节点不当，就会造成“先天不足，后患无穷”

（四）采购材料不符合要求

外界环境即指非工程本自身能解决的，由外界环境来决定的对工程质量的影响，主要对包括钢材、焊条、焊剂、气体、高强度螺栓等连接材料、涂料、机工具，半成品等这些物资如发生钢材理化性能不符合标准，有害物含量过多，气体不纯，预拉力不足，机工具不良就会导致构件强度不足，母材出现夹层、撕裂，焊接质量缺陷，高强度螺栓连接失效，机工具误工作，造成构件某处退出工作，引起断裂，倒塌。

（五）施工与质量管理不善

钢结构工程在制作、安装中产生的质量问题，往往是由于施工单位施工和质量管理不善而造成。例如

(1) 不熟悉图纸, 盲目施工。图纸未经会审, 仓促施工; 未经设计部门同意, 擅自修改图纸。

(2) 不按图纸节点所示连接方式施工。把铰接作为刚接, 把简支梁作为连续梁, 导致结构内力与设计不符, 产生结构破坏。

(3) 不按有关施工验收规范施工。例如焊缝对接不按图纸和规范要求开设坡口, 焊缝不按 规定进行无损检测, 顶紧面留有间隙, 高强度螺栓连接不分初、终拧, 摩擦面及间隙不处理, 网架结构强行安装等都将给工程带来隐患。

(4) 不按有关操作规程施工。例如焊接电流不控制: 焊接顺序颠倒, 涂装间隔时间不控制: 彩色压型金属板乱放乱拖; 安装顺序随心所欲, 屋面板、墙板不按横平竖直铺设等等, 造成 焊接缺陷, 内应力增加, 涂层不佳, 压型板折痕, 吊装困难, 外观不合格等质量问题, 严重的将影响结构的强度与安全。

(5) 技术素质差, 施工野蛮。例如结构件吊点选择不合理, 不了解结构使用受力和吊装受力状态, 有阻碍物强行吊装, 网架杆件上挂吊钩点, 低温、雨中进行焊接, 屋面、楼面、脚手架上超载堆放构件和材料等, 均给质量和安全造成严重后果。

(6) 施工方案不周, 质量管理紊乱。在施工准备阶段施工组织不适合现场情况, 技术组织 措施不当, 技术交底不清, 违章作业, 施工中又不及时调整施工方案, 只注意完成任务不重视质量控制和施工验收工作等等这些都是质量问题产生的苗头和潜在的隐患。

(六) 气候环境影响

钢结构工程受气候影响较大, 如钢材久放露天就要腐蚀生锈, 造成母材锈蚀过度而不合格; 焊接材料受潮后就不能施焊; 涂 装与气候的影响关系甚大; 日照将使钢柱测量偏移、倾斜等 等, 因此, 施工中如不注意, 就会产生质量问题。

第二节 钢结构的缺陷

钢结构是材料分布较佳、截面几何特性良好、自身重货与强度之比较小的一种结构材料。钢结构是工程结构中工业化程度最高的一种结构,目前我国已经基本具备了发展建筑钢结构的物质和技术条件,钢结构应当在工程建设中发挥更好的作用由于钢结构在设计、制造、使用过程中可能产生各种缺陷,会引起各种损坏,从而导致质址,事故和经济损失,所以有必要对钢结构的缺陷进行认真分析,并采取有效措施加以防治。

一、钢结构的缺陷分析

钢结构缺陷的产生,主要决定于钢材的性能和成型前已有的缺陷、钢结构的加工工艺、钢结构的使用维护方法等因素。

(一) 钢材的性能及缺陷

1. 钢材的化学成分

钢材的种类很多,建筑结构用钢材需具有较高强度,较好的塑性、韧性,足够的变能力,以及适应冷热加工和焊接的性能。目前,建筑结构用钢主要有低碳钢和低合金钢两种。

低碳钢中,铁约占 99%,碳只占 0.14%~0.22%,此外便是硅(Si)、锰(Mn)、铜(Cu,不经常有)等微量元素,还有在冶炼中不易除尽的有害元素,如硫(S)、磷(P)、氧(O)、氮(N)、氢(H)等。在低碳钢中添加用以改善钢材性能的某些合金元素,如锰(Mn)、钒(V)、镍(Ni)、铬(Cr)等,就可得到低合金钢。碳和这些元素虽然含量很低(总和仅占 1%~2%),但决定着钢材的强度、塑性、韧性、可焊性和耐腐蚀性,其中,硫、磷是常见的有害元素,应重点检测,控制其含量。

钢材在高温下进行轧制、锻造、焊接、铆接等热加工时,会使钢内的硫化亚铁(FeS)熔化,形成微裂,使钢材变脆,即所谓的“热脆现象”。另

外,硫还会降低钢材的塑性、冲击韧性、疲劳强度和抗锈蚀性,要求含量 $0.035\%\sim 0.050\%$ 。

磷的存在可提高钢的强度和抗锈蚀性,但会严重地降低其塑性、冲击韧性、冷弯性能和可焊性等;特别是在低温条件下,会使钢材变得很脆(低温冷脆)。另外,适量的磷和铜共存可以提高强度,但最明显的还是提高钢的耐腐蚀性能,要求含量 $0.035\%\sim 0.045\%$ 。

2. 钢材的物理力学性能

影响钢结构性能的钢材物理力学指标除常用的强度和塑性外,还有以下几种:

(1) 冷弯。冷弯性能是指钢材在常温下冷加工弯曲产生塑性变形时抵抗裂纹产生的一种能力。

(2) 冲击韧性。冲击韧性是衡量钢材断裂时吸收机械能量的能力,是强度和塑性的综合指标。

(3) 可焊性。钢材的可焊性可分为施工上的可焊性和使用上的可焊性两种类型。

施工上的可焊性是指焊缝金属产生裂纹的敏感性,以及由于焊接加热的影响,近缝区母材的淬硬和产生裂纹的敏感性以及焊接后的热影响区的大小。可焊性好是指在一定的焊接工艺条件下,焊缝金属和近缝区钢材均不产生裂纹。使用上的可焊性则指焊接接头和焊缝的缺口韧性(冲击韧性),以及热影响区的延伸性(塑性)。要求焊接结构在施焊后的力学性能不低于母材的力学性能。

(4) 疲劳。钢材的疲劳是指其在循环应力多次反复作用下,裂纹生成、扩展以致断裂破坏的现象。钢材疲劳破坏时,截面上的应力低于钢材的抗拉强度设计值,钢材在疲劳破坏之前,并不出现明显的变形或局部收缩;它和脆性断裂一样,是突然破坏的。

(5) 腐蚀。钢材的腐蚀有大气腐蚀、介质腐蚀和应力腐蚀。

钢材的介质腐蚀主要发生在化工车间、储罐、储槽、海洋结构等一些和腐蚀性介质接触的钢结构中，腐蚀速度和防腐措施取决于腐蚀性介质的作用情况。

钢材的应力腐蚀是指其在腐蚀性介质侵蚀和静应力长期作用下的材质脆化现象，如海洋钢结构在海水和静应力长期作用下的“静疲劳”。

根据国外挂片试验结果，不刷涂层的两面外露钢材在大气中的腐蚀速度为8~17年1mm。

（6）冷脆。在常温下，钢材本是塑性和韧性较好的金属，但随着温度的降低，其塑性和韧性逐渐降低，即钢材逐渐变脆，这种现象称为“冷脆现象”。

（二）钢材自身可能存在的缺陷

钢材的质量主要取决于冶炼、浇铸轧制过程中的质量控制，如果某些环节出现问题，如碳等微量元素含量不合理、有害元素（成分）和杂质含量过高，钢锭冷却温度和时间控制不当，轧制温度和工艺控制不严等等，将会使钢材质地下降并含有这样或那样的缺陷。常见的缺陷有下列几种：

（1）发裂。发裂主要是由热变形过程中（轧制或锻造）钢内的气泡及非金属夹杂物引起的，经常出现在轧件纵长方向上，裂纹如发丝，一般裂纹长20~30mm以下，有时为100~150mm。发裂几乎出现在所有钢材的表面和内部。发裂的防止最好由冶金工艺解决。

（2）分层。分层是钢材在厚度方向不密合，分成多层，但各层间依然相互连接并不脱离的现象。横轧钢板分层出现在钢板的纵断面上，纵轧钢板分层出现在钢板的横断面上。分层不影响垂直厚度方向的强度，但显著降低冷弯性能。另外，在分层的夹缝处还容易锈蚀，甚至形成裂纹。分层将严重降低钢材的冲击韧性、疲劳强度和抗脆断能力。

（3）白点。钢材的白点是因含氢量过大和组织内应力太大，从而相互影响而形成的。它使钢材质地变松、变脆、丧失韧性、产生破裂。在炼

钢时,尽量不要使氢气进入钢水中,并且做到钢锭均匀退火,轧制前合理加热,轧制后缓慢冷却,即可避免钢材中的白点。

(4) 内部破裂。轧制钢材过程中,若钢材塑性较低或是轧制时压力过小,特别是上下轧辊的压力曲线不“相交”时,则会与外层的延伸量不等,从而引起钢材的内部破裂。这种缺陷可以用合适的轧制压缩比(钢锭直径与钢坯直径之比)来补救。

(5) 斑疤。钢材表面局部薄皮状重叠称为斑疤,这是一种表面粗糙的缺陷,它可能产生在各种轧材、型钢及钢板的表面。其特征为:因水容易浸入缺陷下部,会使钢材冷却加快,故缺陷处呈现棕色或黑色,斑疤容易脱落,形成表面凹坑。其长度和宽度可达几毫米,深度为0.01~1.0mm不等。斑疤会使薄钢板成型时的冲压性能变坏,甚至产生裂纹和破裂。

(6) 划痕。划痕一般产生在钢板的下表面上,主要是由轧钢设备的某些零件摩擦所致。划痕的宽度和深度肉眼可见,长度不等,有时贯穿全长。

(7) 切痕。切痕是薄板表面上常见的折叠比较好的形似接缝的褶皱,在屋面板与薄铁板的表面上尤为常见。如果将形成的切痕的褶皱展平,钢板易在该处裂开。

(8) 过热。过热是指钢材加热到上临界点后,还继续升温时,其机械性能变差(如抗拉强度),特别是冲击韧性显著降低的现象。它是由于钢材晶粒在经过上临界点后开始胀大所引起的,可用退火的方法使过热金属的结晶颗粒变细,恢复其机械性能。

(9) 过烧。当金属的加热温度很高时,钢内杂质集中的边界开始氧化或部分熔化时会发生过烧现象。由于熔化的原因,晶粒边界周围形成一层很小的非金属薄膜将晶粒隔开。因此,过烧的金属经不起变形,在轧制或锻造过程中易产生裂纹和破裂,有时甚至裂成碎块。过烧的金属为废品,不论用什么热处理方法都不能挽回,只能回炉重炼。

(10) 机械性能不合格。钢材的机械性能一般要求抗拉强度、屈服强度、伸长率和截面收缩率四项指标得到保证,有时再加上冷弯,用在动力

荷载和低温时还必须要求冲击韧性。如果上述机械性能大部分不合格,钢材只能报废,若仅有个别项达不到要求,可作等外品处理或用于次要构件。

(11) 夹杂。夹杂通常指的是非金属夹杂,常见的为硫化物和氧化物,前者使钢材在 $800^{\circ}\text{C}\sim 1200^{\circ}\text{C}$ 高温下变脆,后者将降低钢材的力学性能和工艺性能。

(12) 脱碳。脱碳是指金属加热表面氧化后,表面含碳量比金属内层低的现象。主要出现在优质高碳钢、合金钢、低合金钢中,中碳钢有时也有此缺陷,钢材脱碳后淬火将会降低钢材强度、硬度及耐磨性。

缺陷有表面缺陷和内部缺陷,也有轻重之分。最严重的应属钢材中形成的各种裂纹,应高度重视其危害后果。

(三) 钢构件加工制作可能产生的缺陷

钢结构的加工制作全过程是由一系列工序组成的,钢结构的缺陷也就可能产生于各工种的加工工艺中。其加工制作主要工艺如下:钢材和型钢的鉴定试验→钢材的矫《《常温机械矫正或加热后矫正》》→钢材表面清洗和除锈→放样和划线→构件切割→制孔→构件的冷热弯曲加工等,可能产生的主要缺陷有:

1. 选用钢材的性能不合格; 2. 矫正时引起的冷热硬化; 3. 放样尺寸和孔中心的偏差; 4. 切割边未作加工或加工未达到要求; 5. 孔径误差; 6. 冲孔未作加工,存在有硬化区和微裂纹; 7. 构件的冷加工引起的钢材硬化和微裂纹 8. 构件的热加工引起的残余应力等。

(四) 钢结构焊接可能产生的缺陷

1. 热影响区母材的塑性、韧性降低钢材硬化、变脆开裂; 2. 焊接残余应力和残余应变; 3. 各种焊接缺陷(如裂纹、气孔、焊瘤、烧穿、弧坑、咬边、未溶合和未焊透等); 4. 焊接带来的应力集中; 5. 焊缝尺寸不符合要求等。

(五) 钢结构螺栓连接带来的缺陷

1. 螺栓孔引起构件截面削弱; 2. 普通螺栓连接在长期动荷载作用下的螺栓松动; 3. 高强度螺栓连接预应力松弛引起的滑移变形; 4. 螺栓及其附件钢材质量不符合设计要求。

(六) 钢结构运输、安装和使用维护中可能存在的缺陷

1. 运输过程中引起结构或其构件产生的较大变形和损伤; 2. 吊装过程中引起结构或其构件的较大变形和局部失稳; 3. 安装过程中没有足够的临时支撑或锚固, 导致结构或其构件产生较大的变形、丧失稳定性、甚至倾覆等; (4) 施工连接(焊接或栓接)的质量不满足设计要求; 5. 使用期限由于地基不均匀沉降等原因造成的结构损坏; 6. 没有定期维护使结构出现较重腐蚀, 影响结构的可靠性能。

二、钢结构缺陷的防治

钢结构事故是由于其本身存在着缺陷并在其他因素下发展而形成的, 钢结构产生缺陷和出现事故的原因大体是相同的, 缺陷往往是事故的前兆。因此, 对缺陷应当加以防治, 对自身存在的缺陷, 应在钢材冶炼过程中严格生产工艺, 消除各种缺陷。对在钢构件制作、连接和运输安装等过程中产生的缺陷, 应严格按照各施工工艺进行, 并进行严格的检查, 对不合格的要找出原因, 不同情况采取不同措施, 如焊接中的尺寸不符、咬边、弧坑等缺陷, 应采用以相同焊条补焊的处理方法; 对焊瘤、夹渣、气孔、未焊透及裂缝等缺陷, 应将焊缝铲除, 清理干净重焊。

对于有较严重缺陷的钢结构, 应当进行加固, 可以采用补强、减轻载重、纠正偏差、更换构件、加大截面、增设构件、改变传力途径、预加应力及粘贴钢板等方法。加固之前, 必须对原有结构和构件进行可靠性鉴定, 对原结构的作用力和材料使用状况进行实际调查, 对存在缺陷、损害和破坏状态进行全面了解和分析。加固工作应严格按照以下程序实施: 可靠性鉴定→经过比较确定加固方案→进行加固设计(计算、构造、施工技术过程、施工图纸)→施工组织设计→现场操作→验收。

钢结构的缺陷危害是极大的，无论钢结构设计和施工制造人员都应了解缺陷的种类和产生的原因，在设计和制作过程中采取合理设计和工艺加以预防，做到防患于未然。

第三节 钢结构施工质量控制难点及优化

在科学技术水平高度发达的今天，越来越多先进的施工设备和材料被不断研发出来，并且在实际的应用过程当中能够发挥出良好的效果。在现代建筑工程施工过程中最为重要的材料就是钢结构，其与传统施工材料之间有着较大的优势。而且钢结构建筑由于其造型美观、施工相对工期较短、结构受力合理等优势，为很多大型建筑所选择，很多地标性建筑更是喜欢采用。但是，在钢结构施工过程中，由于不熟悉钢结构的性能或者施工时未按相应要求操作，往往造成很多工程隐患，为此，建筑工程企业要对钢结构施工过程存在的问题进行充分的分析，并且对其应用质量进行有效地控制，这样才能够让钢结构施工达到预期的效果，建筑工程整体的质量也得到有效地保障。为此，下文将主要就建筑钢结构施工中质量控制的难点及优化措施展开探讨。

一、钢结构优势概述

通过实际地调查发现，钢结构内部的材质比较均匀，从而能够让其具有较高的应力，在弹性方面也会得到有效地保证。在一般的情况下，施工人员可以在钢结构受力之后对相关参数进行及时的记录和计算，这样能够对后期冶炼和轧制环节起到一定的促进作用，降低材质方面出现比较大的波动。在制作钢结构的过程当中往往使用的都是比较单纯的材料，整个制作过程比较简单，在实际应用的时候不需要花费大量的时间，施工人员可以利用机械化设备对其进行操作，从而进一步提高制作环节整体的质量和效率，而且还能够将其精度进行提高。在钢结构制作完成之后可以直接安装到施工现场当中，这样可以对后期的各个施工环节带来一定得便捷，施工人员可以根据实际情况来对其进行改建和加固。另外，钢结构自身的质

量比较轻,与传统混凝土建筑材料相比之下不仅质量比较轻,而且在同样的跨度可以承受相同的载荷,施工人员可以利用吊装设备来进行施工。除此之外,建筑工程施工在特殊的时候还会出现远距离施工的情况出现,在这种情况下,质量较轻的钢结构能够发挥出良好的效果,这就要求施工单位要对钢结构施工予以足够的重视,并且还要对其进行充分地了解,这样才能够根据实际的情况来将其进行有效地应用,建筑工程整体的质量得到有效地保障,施工质量和效率也会得到进一步地提高。

二、钢结构工程施工概述

钢结构建筑是将钢筋作为主要材料的建筑结构。钢结构与普通的建筑结构有所不同,不仅材料的重量轻,而且强度大,有非常好的韧性。在施工中由于其有非常好的可塑性,因此,可以被处理为各种形状,而且具有较高的安全可靠。在钢结构安装中,采用机械设备就可以完成操作,节省了人力和物力。此外,钢结构具有很好的密封性,耐热性能良好,不燃烧,具有非常好的耐腐蚀性。钢材料可以重复使用,因此,具有低碳环保的优点,符合中国绿色发展的要求。当前的建筑物规模越来越大,而且以高层建筑为主,使用钢结构可以解决重量过大、结构过于复杂的问题,对于温度和密封性有较高要求的建筑物都可以采用钢结构。

钢结构有其特有的特征,因此,在高层建筑以及大型桥梁结构施工中都占有重要的地位。从当前的情况来看,钢结构的主要形式包括框架结构、轻钢结构和其他结构形式。但中国的钢结构与其他国家相比,在技术和管理上依然存在滞后性,因此,在建筑钢结构施工中需要做好质量控制工作。

当前,建筑工程施工普遍采用了钢结构,混凝土结构和砖瓦结构已经被逐渐取代。这是由于钢结构有良好的性价比和优良的性能。与其他的建筑结构相比,这是非常重要的优势,因此,在建筑行业受到欢迎,建筑用户也对钢结构的施工提出了更高的要求。建筑行业要保证施工质量,才能在行业中提高竞争力,因此,在建筑施工中应用钢结构,由于建筑工程规

模比较大,就需要在施工质量控制中按照国家政策要求展开,确保施工技术符合有关标准,在施工中要做到精益求精。

三、建筑工程中钢结构的有关技术探讨

(一) 螺栓装配技术

钢结构施工与混凝土结构施工同等重要都是建筑工程质量最直接的影响因素,现阶段建筑工程施工中,钢结构的特点就是种类复杂多样,有纯钢结构,钢筋混凝土结构等等,目前营养效果最好和承重承压力最好的都是钢筋混凝土,应该广泛推崇。在钢结构的施工过程中,螺栓装配技术是对钢结构进行组装和固定,从而提升钢结构的稳定性。在这个施工过程中,要先确定螺栓的安装以及标准的轴线位置,然后对其进行预安装处理。需要注意的一点就是要把握好误差,将误差控制在标准的范围内,误差过大的话会导致钢结构施工质量无法达到最终的验收标准。

(二) 钢结构吊装施工技术

吊装施工技术在螺栓安装之后进行,这样做是为了保障螺栓安装可以进一步稳定。在吊装过程中最困难的就是要保证好钢结构不会出现脱落的现象,这也是避免工作人员出现安全问题。若钢结构在吊装过程中出现不稳定的状况,那么当它与其他更加坚硬的东西相互碰撞时就容易产生破损。其次应用的专业的吊装机械进行施工,也要加强施工的管理力度,安排专业的人员进行现场监督和指挥,保障吊装施工可以有序安全的进行。

(三) 钢结构的焊接技术

钢结构的焊接技术是非常关键的一种技术,在钢结构的稳定过程中,焊接技术应用的相当广泛,这项技术开始工作之前需要大量的准备工作,比如要对钢结构的表面进行清洁,这样可以确保焊接更加平整美观,若是所施工的材料表面存在杂物和灰尘,那么焊接过程中很容易出现缺口,除了要保证钢结构表面的清洁以外,还要注意钢结构附近的工作环境清洁,然后根据施工要求和标准规范,确定钢结构需要焊接的位置。钢结

构焊接施工对温度有非常高的要求，准备工作做好以后，不能立马进行焊接，需要对钢结构先进行预热处理，在温度均衡之后就可以进行正式的焊接工作了。焊接也是一项艺术活，这对于焊工来说要求很高，要保证好焊接的部位的平整和美观，避免焊接过程中出现缺口，一旦存在任何缺口，对于日后的养护工作来说就增大了困难。焊接工作对环境的要求也很高，为了保证施工人员的安全，在暴雨暴雪，雷电等天气都不可以进行这项工作。

混凝土结构和钢结构在建筑工程施工过程中是关键的部分，无论是对于施工质量，还是对于人们的生命财产安全，都有着非常密切的影响。为了保证社会的可持续发展以及建筑工程的质量安全，需要不断地提升钢结构和混凝土结构的施工技术做好混凝土结构施工过程中各种技术的养护工作，通过一系列的规范合理的操作，保证混凝土施工技术可以达到最科学的标准。同时掌握焊接技术的要领，把握好钢结构，施工中的平面布置以及结构的选择，保障钢结构可以稳定安全。通过加强钢结构与混凝土结构的施工技术，使二者可以更好地相互作用，相互辅助，在建筑施工过程中实现最长远有效的发展。

四、钢结构工程质量的控制管理办法

在钢结构工程质量的控制中，必须要从施工前的勘察和预案、原材料的供给、施工过程中的监督管理、整体的技术把控以及验收的谨慎仔细方面入手，从而保证工程的质量。

（一）施工前做好勘察与预案

施工的前期准备工作在钢结构工程中具有推进工程进度以及控制工程质量的作用。做好施工前的勘察和预案可以有效地减少和预防施工过程中出现的各种问题。比如，因为选址不当出现的地基不牢靠、建筑不稳定；又比如因为地质过于坚硬或柔软出现钢材与地面接触不良等问题。同时，在施工前期也要做好对相关常见问题的预案，预防和及时修复出现的问

题。比如技术和监管人员的配比、施工过程中的焊接、涂装等问题都要做好提前预案。

（二）在原材料供给方面严格把关

原材料也就是钢材作为钢结构工程的核心关键，一定不能出现任何纰漏。要从选厂、选材、验货、调试等方面进行全方位高强度的监督管理。选厂要选择符合国家规定的正规钢材厂，选材要选经过 NDT 严格检验的钢材，验货要请最专业的人士，用最专业的设备进行验货，进行全方位的调试。钢材的种类繁多，数量体积庞大复杂，在选择采购人员的时候就要进行严格的把控，选择专业可靠的人员并提前预约质量优良的厂商，做到心中有数、严格把控。在采购和验收钢材料的时候，要请专业的人士用专业的设备进行检查，同时要经过严格的调试。

（三）在施工过程中实行严格的监督管理

在钢结构工程的施工过程中要实行严格的监督管理，制定好严格合理的规章制度，与相关责任人签订符合法律法规的合同，从技术人员、监督人员、原材料、焊机、涂装等各个方面进行全期监督。首先就是监督管理制度的章程制作，每个环节都要包含进去，相关技术人员和施工人员要严格选择，监督人员要满足相关专业要求，并且有责任心，原材料要选择质量有保障、符合国家规定的，焊接、涂装等工艺方面要实行严格的监督管理，做到有的放矢。

（四）整体把控技术关

钢结构工程的技术主要包括设计构造、涂装焊接、性能检验等方面。在施工的过程中要从以上几个方面进行严格的技术把控。首先设计构造，从图纸设计、钢结构的检验与核算、钢结构支撑体系的连接、钢结构构件截面的宽厚比都要请专业的人士进行设计构造，这是从选材和设计方面执行的技术把控。其次是要对相关技术施工人员在涂装焊接等方面进行把控，严格按照国家相关标准对钢结构防护涂料质量、钢结构表面的除锈等级、钢结构涂料的涂层厚度、钢结构的钢网架焊接检验以及钢结构焊接的

牢靠程度进行技术把控。最后还要对钢结构性能进行严格的检验,包括对大型复杂钢体的实荷性进行直接的检验,对结构和构件承重力的选取制作、测评等方面进行检验,对一些大型重要的钢结构也要进行反复的测试检验以及对钢结构杆件的应力检验等。从整体技术上对钢结构工程的质量进行全方位的控制。

(五) 验收质量检查要仔细

在钢结构工程施工完成之后,要对相关人员进行盘点,与相关人员进行技术和质量上的沟通,对质量问题进行及时的修改;同时,要对施工过程中相关人员反复强调的问题进行仔细地盘查,对转折点、焊接点等关键点进行重点检验,以确保不会出现质量上的问题;最后还要请专业地人士用专业的设备对整个钢结构工程建筑实行全方位的检验。

五、钢结构施工质量控制难点

就目前的情况看来,我国建筑形式随着时代的发展而发生了很大程度的改变,同时建筑材料也发生一定程度的变化。在社会经济水平不断提高的今天,人们对建筑工程提出了更高的要求。大型钢结构建筑的出现,不但给建筑造型增加了许多可能,更是在节约钢材方面提出了更高的要求,同时各种型钢的推广,也为钢结构建筑奠定了坚实的基础。钢结构在整个建筑施工过程当中占据着非常重要的地位,不过在实际的钢结构施工过程中往往再质量控制方面存在一些难点。所以,为了进一步提高建筑钢结构施工的质量和效率,施工单位要对其予以足够的重视,并且根据实际情况来对其采取有效的优化措施,从而保证施工的正常进行。

(一) 柱脚的制作和安装

在通常的情况下,施工单位在进行钢结构吊装施工过程中往往会受到人为因素的影响而导致侧向外力的出现,这样就会导致很多问题的出现,对建筑工程质量造成一定程度的影响,并且这种人为因素带来的影响是无法避免的。为了能够在预埋螺栓过程当中有效的避免钢柱侧边螺栓太过靠边的情况出现,施工人员往往会在其周围预留出一定的位置,这样才

能够达到预期的施工效果。施工人员要保证混凝土短柱在施工过程当中具有较高的强度,这样才能够保证钢结构吊装施工可以正常的进行。另外,在通常的情况下在施工过程当中会出现抗剪槽和抗剪件位置出现预留的情况,这就要求施工人员要根据实际情况对柱脚进行承载拉力的计算,从而能够让其在施工过程当中始终处于受力水平的状态。为了能够有效的防止柱脚承担全部载荷的情况出现,施工人员要对水平地震荷载和吊车水平荷载进行准确的计算,对柱脚锚栓进行有效的保护。所以,施工人员要严格按照要求和规定对柱脚螺栓的位置进行科学的判断,从而能够让吊装设备可以发挥其应有的作用,达到预期的设计要求。

（二）梁、柱连接与安装

通过实际的调查发现,部分施工人员在对多跨门式钢架进行安装的时候都会将中柱和斜梁进行焊死,从而导致设计施工图纸与实际构造之间存在很大的差距,施工安全事故也就会因此而发生。所以,在焊接加厚或加宽的连接板时,施工人员要严格按照倾斜度来进行焊接,在焊接宽度和厚度进行科学的控制,这样才能够让焊接工作质量得到进一步提高。另外,焊接钢架梁柱的时候,要保证每一个焊头都处于同一个水平面上,否则就会出现安全事故。在设置高强螺栓连接面的时候没有严格按照设计图纸进行,这样就会让抗滑移系数等相关参数无法达到实际的要求,因此,施工人员要在结合实际的情况来进行施工,按照相关流程来进行钢架的先后安装,在安装完成以后要对垂直度和水平度等进行不断地调整,直到调整到规定范围之后才可以进行下一项施工项目。在科学技术高度发达的今天,施工单位要不断引用先进的钢结构施工工艺和机械设备,在进行施工之前要对施工人员开展培训工作,在培训当中不仅能够加强他们自身的综合素质和专业知识水平,而且还能够让他们严格按照流程操作机械设备,从而最大程度上提高施工效率和质量,为企业带来一定的经济效益。

（三）檩条、支撑等构件的制作安装

檩条在实际的应用过程当中不仅能够对屋面板或悬挂墙面板起到很好地支撑作用,而且还能够当作钢架梁柱设置的支撑体,设置一定数量的檩条能够林雅婷减少钢架平面外的长度,钢架整体的稳定性得到了进一步的提高。为了能够延长檩条的使用寿命,在实际的施工过程当中要尽量选择热镀锌带钢压而形成的檩条,这样能够充分发挥其应用的作用,对施工安全起到有效的保护作用。在一般的情况下,施工单位为了能够进一步节省钢材和人力,往往会将檩条和墙梁用的钢板支托的侧向加劲肋取消,这样就会导致檩条自身的抗扭刚度和墙梁承受力造成一定程度的影响,之后就会对施工设计图纸当中的一些内容进行随意的更改。所以,施工人员部门随便更改设计内容和相关参数,在实际施工过程当中应该充分考虑现场的一些影响因素,并且根据实际情况来对设计图纸进行不断的改进和完善,这样才能够保证施工的正常进行,而且还可以充分发挥檩条的作用。

六、钢结构施工质量控制优化措施

钢结构施工技术在建筑工程当中占据着十分重要的地位,这就要求施工单位要对其予以足够的重视,采用各种方式方法优化施工过程,强化质量意识与安全意识,在实际的施工操作过程当中采取有效的优化措施对其进行质量控制,从而提高建筑工程整体的质量。

(一) 优化工程质量控制分析方法

“一切用数据来说话”是质量统计分析的基础。通过分析收集到的质量数据来判断工程质量的合格程度,是很有说服力的,因此,质量控制分析方法为工程质量控制提供了科学依据。

当前质量控制分析方法常用的有旧七种工具和新七种工具。

常用的旧七种工具是

1. 调查统计表。这是一种很实用的数学控制分析方法,也是质量控制中最基本的方法。统计调查表就是将施工过程影响一件物体的原因分层列出,然后通过现场收集到的数据逐层一记录,就可以大致的分析出其中的原因。统计调查表的形式多样,运用灵活,是基本的控制分析方法。

2. 分组法。分组法又叫分层法。它首先收集质量数据, 然后根据质量数据的特征对之进行分类整理, 对各类别层次之间的数据差异性进行分析, 找出质量偏差的原因。例如, 在钢结构焊接质量的调查分析中, 可以根据数据的合格与不合格分为两类, 然后逐层分析, 找出相关原因。

3. 排列图法。排列图又叫巴雷特图, 也称主次分析图和分析法。它是由意大利经济学家创立的, 后由质量管理专家朱兰博士引用到质量管理当中。排列图法把影响质量的各种因素列出来, 并按影响程度的大小为序列表作图, 以便分清主次因素, 找到影响质量的重点因素, 从而制定相应对策。

4. 直方图。直方图, 常用于工序的质量控制。直方图把从影响施工工序的各数收集以后, 分成若干个小组, 然后以组距为底边, 以频数为树高画出一个矩形图, 来判断分析影响工序的质量因素。一般来说, 如果直方图早左右对称正态分布, 施工比较正常。如果呈锯齿形、孤岛形、双峰形等分布状态, 就要具体分析其中原因并加以改正。

5. 相关图法。相关图, 就是一个平面坐标图, 横坐标代表需要分析的因素, 纵坐标代表构件的质量特征, 然后把收集到的质量数据以此用点子画入图中, 根据其分布趋势来确定构件质量与分析要素之间的相关关系。相关图经常用于分析质量特性与影响质量因素之间的分析。例如, 混凝土的强度与水灰比、含砂率、焊接质量与原材料、施工操作人员之间的关系都可以用相关图进行分析。

6. 控制图法。控制图主要用于分析施工生产工序是否处于稳定状态的一种图表。它的主要作用便是根据收集到的质量数据来反映施工工序的进展情况, 从而监控施工过程是否按规定质量进行, 它经常用于工序质量的控制。

7. 因果分析图。因果分析图又称鱼刺图或树枝图, 它是一种深层次分析质量问题的常用方法。它把影响工序问题的因素按影响程度划分, 然后

逐次用主干、大枝、小枝的图形表示出来,这样,可以一目了然的看出影响质量问题的原因,从而研究相关对策,达到控制质量的目的。

随着质量控制研究的深入与发展,年日本质量管理协会又提出新七种质量控制分析工具。

1. 关联图法。关联图法是用图示的方法把影响质量主要因素间的因果关系用箭头连接起来,从而确定原始根本因素,制定相对措施方法。

2. KJ 法。KJ 法是由日本川喜田二郎提出的创造性思考的方法。它是把事件、事件表现现象与当前事实,用一定的方法统计分析,归纳整理,找出思路,抓住问题的实质,提出相应的对策。法强调用事实说话,靠灵感发现新思路,解决出现的问题。其代表方法是头脑风暴法。

3. 系统图法。系统图是指用系统地分析探求以实现目标的方法。首先画出已有的系统图,从图形中找到问题的重点,提出实现质量目标的最佳方法。

4. 矩阵图法。矩阵图,就是用矩阵的形式,把质量问题与对应因素表示出来,然后,用数学矩阵的特点,对之进行分析,从中确定关键点,找出相应对策,确保工程质量。它可以用于单因素分析和多因素分析。常见的矩阵图类型有型矩阵图,型矩阵图,型矩阵图,型矩阵图和型矩阵图。

5. 矩阵分析法。矩阵分析法与矩阵图法类似,它与矩阵图区别在于它不是在图中填符号,而是直接填数据,形成一个数据分析的矩阵。它是一种定量分析的方法,可以借助计算机,进行大型矩阵数据的运算,使质量数据更有说服力。

6. 过程决定规划图法。它指在制定项目目标的时候,对执行过程中可能出现的质量问题与障碍提出多重应变计划的方法,显示了高度的预见性和随机应变性。属于事前控制的一种常见做法。例如在钢结构中可以运用到构件制作问题的预控当中。

7. 矢线图法。它是计划评审法在质量管理控制中的运用,它是把质量管理的计划与时间进度结合在一起的一种方法,有利于全局考虑,统筹安

排,抓住关键线路,从而集中力量,使工程按计划完成。它主要用于解决异性工程或施工任务中的工期、费用和人员安排等合理化问题。

(二) 优化钢结构工程质量管理体系

钢结构建设项目的质量是从项目立项开始的,具体包括业主单位、勘察设计单位、监理单位、施工单位以及政府的质量监督控制等。在工程的建设施工当中,各个单位要严格按照要求,对自己任内的质量责任严格控制,同时也要做好与其他各参建单位的配合,共同做好项目的质量要求。

1. 钢结构工程项目业主质量控制

在钢结构项目建设当中,业主单位是项目质量的第一责任人,也是项目质量的直接受益人,所以,作为业主工程质量控制的责任,就是以质量控制为中心,对项目监理单位、施工单位以及勘察设计单位优中选择,在保证各参建单位基本信誉的同时,也要做好工程建设施工时期各参建方之间的沟通、协调与配合,使项目的质量信息能在各参建单位内得到贯彻,保证钢结构工程项目质量达到预期的要求。

(1) 优化对勘察设计单位的质量控制

勘察设计工作是工程建设的基础工作。在钢结构工程项目中,勘察设计工作的质量直接决定了工程的施工质量,甚至直接决定工程项目的成败。业主在对勘察设计单位的控制时,要从适用、经济与合理出发,因地制宜,综合开发。其主要工作有:

①对勘察设计单位资质的审查。根据项目建设的具体规模与要求,对勘察设计单位的资质等级与信誉要求做认真的评定,确定最合理的选择。

②对设计工艺技术的审查。根据业主质量要求,对工艺技术方案做评估,保证工艺合理,技术先进,能保证项目的要求并同时实现项目的经济效益。

③对设计图纸的审查。审查其图纸是否达到业主和标准的要求,并且审查其质量是否达到国家相关的规定,对设计图纸的合理性做详细的评

审。保证工程质量,同时又不因图纸内部原因造成误工返工现象,保证工期的要求。

(2) 优化对监理单位的质量控制

监理单位对质量的形成有着直接的责任。监理单位不仅是业主单位与施工单位之间沟通的桥梁,也是对施工单位的督促与监控,所以优化对施工单位的质量控制也是很有必要的。

①监理单位的选择。通过招标的方式选择监理单位,可以保证监理单位的资质等级与信誉水平。

②明确监理单位的质量责任。业主对监理单位的质量控制,应该把监理单位对质量控制的责任明确出来,并以合同的方式规定下来,使监理单位的质量管理有据可查。在质量控制方面,主要包括施工图纸的审查,施工组织设计中质量管理体系的评价,对施工原材料以及半成品的测试与监控,隐蔽工程的验收,重点施工阶段的旁站管理,钢结构预埋件的位置与标高的复查等。

③保证监理的职能。在钢结构施工过程中,要保证监理单位的权利,不能弱化监理的地位。同时赋予监理一定的地位,对施工过程中产生的问题有处理的职权,保证监理单位工作的积极性。

④对监理单位的监理工作做好配合,提出业主意见。监理单位要通过监理月报把现场情况反映给业主,同时还要把业主的相关要求通知给施工单位。业主通过与监理单位相互沟通,建立相关体制,使监理在其中发挥更大的作用,证工程质量达到业主要求。

(3) 对施工单位的质量控制

在项目建设当中,施工过程是形成工程质量的重要阶段,所以,业主应该对施工单位进行严格的质量控制,保证其整个工程质量。主要工作有:

①选择合理的施工单位。对业主来说,选一个合理的施工单位对整个工程质量很重要。业主通过公开招标,对施工单位的资质等级、公司实力、企业业绩、公司信誉综合起来做合理的评估,从而选择最优施工单位。

②审定施工组织设计。施工组织设计是钢结构施工安装过程的指导,并且包括其具体的施工组织方法,以及工期的合理安排和工程质量事故的处理方法。所以,施工组织设计的合理性对整个工程质量十分重要。

③抓好施工质量检查,监督关键工序的质量情况。例如,钢结构焊缝的控制情况,脚手架的布置情况,钢柱子的垂直情况等都需要重点控制。因此,业主要及时做好质量控制工作。

④做好分部分项工程的验收工作,做好隐蔽工序的验收工作。在钢结构项目中,特别是钢结构预埋件的位移以及标高控制,都要及时检查。对不同类型的分部工程,按照行业规范组织验收。

⑤检查施工单位质量控制与质量事故的处理情况。对施工过程中出现的质量事故,做好质量事故的处理情况,不但可以阻止质量事故的进一步发展,也可以保证工期要求,如果遇到困难的问题,要及时通知业主与监理单位,经会商提出合理的解决方案。

(4) 与政府监督部门配合,做好质量控制工作

政府质量监督机构对工程项目进行强制性监督,不仅是对建筑工程行业的规范,也是对工程质量的保障。政府监督部门主要检查施工现场各参建主体的质量行为、钢结构项目的工程实体质量,同时参与工程的质量验收工作。作为业主,要积极配合政府监督部门的质量检查与监督工作,保证工程项目顺利通过验收。

总的来说,作为业主单位,对质量做好监督控制,就是对业主质量控制的主要工作。密切配合政府部分的监督与控制,协调处理勘察设计与、监理与施工之间的关系,通过详细的项目规划,控制施工质量,严格按照法定招标投标程序以及对信息反馈的及时处理等环节从而达到工程质量控制的最终目的。

第四节 钢结构工程典型案例分析

一、我国建筑钢结构中的经典大型钢结构焊接工程

（一）高层钢结构工程案例简介

央视新台址大楼位于北京, 高为 236m, 51 层, 用钢量 1.2 万吨。中央电视台台址工程主楼由两座塔楼、裙房及基座组成, 两层塔楼呈倾斜状, 分别为 51 层、44 层, 总建筑面积 40 万平方米, 顶部通过 14 层高的悬臂结构连为一体, 悬挑 70m, 从侧面看呈扭曲的 Z 字形, 为世界上单体钢结构用钢量最大的建筑物。

上海国际金融中心高 492 m, 101 层, 总用钢量 5.8 万吨。该工程主楼高 492 m, 地上 101 层, 为世界第二高楼, 总建筑面积 377300 m², 主体结构为钢骨及钢筋混凝土混合结构, 它位于周边的巨型结构和中心核心筒塔楼体系的核心部分。

（二）大跨度空间钢结构工程案例简介

北京国家大剧院平面尺寸为 212 m×143 m, 北京国家大剧院主体建筑由外部围护结构和内部歌剧院、音乐厅、戏剧院、公共大厅和配套用房组成。外部围护结构为钢结构壳体, 呈半椭球形, 其东西长轴为 212.20 m, 南北短轴为 143.64 m。建筑总高度为 46.285 m, 地下最深处 32.50 m, 用钢 6950 吨, 总建筑面积约为 16.5 万平方米, 是世界上最大的穹顶建筑。椭球形屋面主要采用钛金属板, 中部为渐开式玻璃幕墙, 网壳面积为 3.5 万平方米, 设有立柱, 全靠 148 根弧形钢柱承重, 主桁架由 60 mm 厚钢板组焊而成。

北京国家体育场“鸟巢”平面尺寸 332 m x 296 m。北京体育场是北京 2008 奥运会主会场, 其地面以上的平面呈椭圆形, 长轴最大尺寸为 323.3 m, 短轴最大尺寸为 296.4 m, 建筑屋盖顶面为双向圆弧构成的鞍形曲面, 最高点高度为 68.5m, 最低点为 42.8m, 屋盖中部的洞口长度为 190 m, 宽度为 124 m, 其放射状混凝土框架结构与环绕它们并形成主屋盖的空间钢结构完全分离。空间钢结构由 24 框门式桁架围绕着体育场内部碗状看台区旋转而成, 与顶面和立面交织形成体育场整体的“鸟巢”造型, 可容纳

观众 9.1 万人,用钢 4.19 万吨,国家体育场钢结构工程中采用 Q460 钢板,厚度可以达到 110 mm,在国内建筑钢结构工程应用,尚属首例。

二、我国建筑钢结构焊接技术的特点及发展方向

大型钢结构的焊接特点和焊接技术新动向,前述“鸟巢”钢结构焊接工程所用的 14 项焊接技术是十分典型的,基本代表了建筑钢结构焊接技术的发展方向。以此为线索来阐述建筑钢结构焊接技术的发展,找出其中带方向性和规律性的东西。

1. 新钢种焊接性试验将是建筑钢结构焊接工程中的重点和难点

2004 年,低合金高强钢 Q420 在北京新保利大厦工程成功使用。经过两年的发展,目前国内已有数个钢结构工程使用高强钢,如国家体育场使用国产 Q460 钢,最大板厚 110 mm,国家游泳中心水立方工程使用国产 Q420 钢,中央电视台新台址工程更是使用了 Q390, Q420, Q460 级别钢。高强钢,在建筑钢结构中的广泛应用带动了高强钢焊接技术的发展。据查 Q460 钢在我国第一次大规模生产和使用也是世界首次使用厚度为 110 mm 总重为 750t 的工程,因此焊接性试验方法具有极大的推广应用价值,特别是在我国新钢种不断出现的今天,应当引起我们的高度重视。由于钢结构体系设计的需要在重要的建筑钢结构焊接工程中采用了新一代高强钢种,这些钢种同传统钢种有很大的区别,掌握和研究新钢种的焊接性是一件十分重要和困难的工作。因此,采用新工艺、新的运条手法进行施焊势在必行,否则将给工程带来损失。建筑钢结构用高强钢性能获得合金强化、组织强化途径:如淬火+回火、控轧控冷工艺 TMCP、淬火+自回火控制轧制 QCT。新的炼钢工艺促进了新一代钢种的诞生。新一代钢种的焊接性同传统钢种有较大的区别,了解和掌握这方面的知识是焊接性研究的最基础的工作。

(2) 厚板焊接将成为建筑钢结构的主要焊接技术

随着钢板厚度的增加,焊接难度大大增加。在我国现行标准 GB/T 1591—1994《低合金高强度结构钢》和 YB4104—2000《高层建筑结构用钢板》中规定钢板厚度最大仅为 100 mm,不仅仅可以看到厚板在生产和焊

接上的难度而且看出远远落后于建筑钢结构焊接工程的发展速度。现在大量采用的 ESW 电渣焊, 主要应用于 BOX 构件筋板的焊接。同时采用:

- ①厚板焊接坡口的设计;
 - ②预热后热采用远红外电加热技术;
 - ③组合焊接新工艺;
 - ④多层多道接头错位焊接新工艺;
- (3) 低温焊接技术得到大规模的推广

我国冬季覆盖的范围大, 建筑钢结构焊接工程冬季施工备受关注。钢结构焊接工程能否在冬季施工, 有没有临界施工焊接的最低温度历来是学术界和工程界致力解决的难题。根据美国国家标准 AWS D 2006《钢结构焊接规范》规定: -20°C 为停止焊接的温度, 但又申明采取了相应措施仍然可以焊接。我国 JGJ-2002《建筑钢结构焊接技术规程》规定焊接作业区环境温度低于 0°C 时应根据钢材、焊材制定适当的措施, 而日本建筑学会 JASS6《钢结构工程》规定的最低施焊温度为 -5°C 。这些标准各不相同的规定说明各国有各国的具体情况, 没有统一的“临界焊接温度”的定义, 只能根据具体情况做出适合于客观环境的正确决策。国家体育场“鸟巢”钢结构焊接工程中有 1 万吨以上的钢结构要在冬季完成焊接施工。根据工程现实, 冬季施焊的临界温度不能只从钢材焊材的承受能力来规定, 而必须从人、机、料、法、环五大管理要素来确定。根据这一基本思想, 国家体育馆“鸟巢”组织了很大规模的低温焊接试验。试验收到很好的成效并制定了《国家体育馆钢结构低温焊接规程》, 确定了 -15°C 为停止施焊的温度。建筑钢结构冬季施焊必然为项目带来巨大的直接经济效益, 为抢工期赢得十分宝贵的时间。因此, 国家体育馆“鸟巢”钢结构焊接工程中的低温焊接技术、规程、经验、必然被广大工程界所接受, 必将得到大面积的推广应用。

- (4) 仰焊技术大规模的推广

在建筑钢结构行业中,“尽量避免仰焊”几乎成了行业规范。然而作为一种焊接技术,它的存在是客观的,是不可避免的。以前人们对仰焊技术认识不深,过分地强调了仰焊的难度而忽视它的优越性,对仰焊技术采取了封杀的态度是不可取的。封杀仰焊技术的实质是理论上的混淆和对应用技术的不了解,因而造成了对仰焊技术“谈虎色变”的局面。目前除采用手工仰焊外,更重要的是大量推广了细丝 CO₂ 气体保护焊仰焊技术。

(5) 攻克现场焊接裂纹是焊接技术的重要工作

在建筑钢结构焊接工程中由于焊接引起的各种裂纹统称为焊接裂纹,焊接裂纹包括没有提到的层状撕裂。焊接裂纹在焊接金属 HAZ 中都有可能发生。焊接裂纹是焊接凝固冶金和固相转变过程中产生的最危险缺陷。焊缝裂纹既可能在焊接过程中产生也可能在焊接完成后的相当长时间内产生,有极大的隐蔽性和破坏性,是建筑钢结构焊接工程首先要防范的缺陷。

建筑钢结构焊接工程中焊接裂纹的产生主要有三种形式,复杂钢结构体系中的热裂纹、冷裂纹、厚板工程中的层状撕裂。建筑钢结构焊接工程三种主要的裂纹形式、产生机理、判据、防止方法,有待进一步研究。建筑钢结构焊接工程裂纹的产生原因很多涉及焊接工程的全过程,涉及管理和技术两大方面。同时也涉及管理者和操作工。人的科学知识水平和状态,决定了这一项工作的长期性,所以建筑钢结构焊接工程攻克焊接裂纹难题是一项重要而长期的技术工作。

(6) 铸钢及其异种钢的焊接成为建筑钢结构焊接工程中的又一个重点

铸钢节点因其特有的性能,如良好的加工性能、复杂多样的建筑造型,在一些大跨度空间桁架结构中开始逐步推广使用,特别是在处理复杂的交汇节点上,铸钢节点有着得天独厚的优势。在大型体育场馆、会展中心开始大规模使用。然而铸钢节点也有先天不足,由于铸钢一般碳当量较高,尤其是 S, P 杂质难以控制,铸钢组织晶粒粗大,导致铸钢的焊接性较差,对焊接工艺要求较高。加上我国目前没有相关的技术标准指导,更加大了铸钢节点施工难度。铸钢节点的焊接要点是控制热输入量,尽量减少对母材

供货状态的破坏,减少焊接应力、防止焊接氢致裂纹的产生。因此在工程中注意了以下三个重点。

①采用远红外电加热技术准确控制预热、层间、后热温度,使整条焊缝受热均匀。具体指标:预热 $\geq 150^{\circ}\text{C}$,层间温度 $\leq 250^{\circ}\text{C}$:后热为 $250\sim 300^{\circ}\text{C}$,保温 1h 后缓冷。

②采取连续施焊的方法无论铸钢同 Q460,还是 Q345 焊,一旦开始焊接,整条焊缝必须连续焊完,中途不得停顿。

③焊接工程结束后应当立即进行“紧急后热”,并保温缓冷。随着铸钢节点日益大规模地应用国家体育场,铸钢焊接技术会得到更进一步的推广应用,我国的相关技术标准也会应运而生,铸钢的焊接技术将会更加成熟、可靠。

(7) 钢结构体系初始应力的控制将成为焊接技术的又一主攻方向

“鸟巢”钢结构焊接工程有两个十分重要的工序是合龙和卸载。在建筑钢结构领域内第一次明确提出了合龙的概念。合龙是在规定的温度范围内、严格按照设计要求进行的焊接施工,主要目的是使“鸟巢”全系统应力尽量均衡的重要技术步骤。带临时支撑的钢结构体系转换成封闭、稳定钢结构体系的过程叫合龙。使钢结构形成封闭稳定系统的焊缝叫合龙焊缝。真正形成“鸟巢”钢结构系统初始应力的工序是卸载,带有临时支撑的钢结构稳定系统转换成自承重稳定系统的过程叫卸载。卸载是对“鸟巢”钢结构系统焊缝质量的最终检验。在本钢结构焊接工程,不希望有焊缝的应力集中,不希望有焊接应力,构件内力尽量均衡,对具体焊缝而言,不希望出现很大变形,影响观感质量,更不希望存在很大的焊接残余应力而影响钢结构系统安全。通过合理的焊接顺序,科学的焊接规范,加上严格的全面质量管理,基本实现了此钢结构系统应力、应变均衡的目的,钢结构系统安全达到了设计要求。

逐渐成熟的我国建筑钢结构焊接技术必定向多元化方向发展。制作和安装工程各有侧重,各施工、制作单位情况各有不同,因此带来的技术发

展方向也不相同。但是提高工程质量、降低工程成本、工程价值合理的性价比及确保安全和工期肯定是我国焊接界的共同追求。“鸟巢”钢结构焊接工程为焊接技术的发展提供了千载难逢的机会,把我国的焊接技术进步推进了一个崭新的阶段,为我国建筑钢结构焊接工程作出了榜样,可以预言我国的建筑钢结构工程的焊接技术将会遵循客观规律,实事求是稳步地向前发展,不久的将来将会进入世界领先行列。

第七章 防水工程

建筑防水工程是建筑工程中的一个重要组成部分，是一项分部工程，建筑防水技术是保证建筑物和构筑物的结构在设计耐久年限内不受水的侵袭、确保建筑结构及其内部空间不受到水的污损、破坏的专门措施。具体而言，是指为防止蓄水工程向外渗漏或防止地表水（雨水）、生产或生活用水、地下水、滞水、毛细管水以及人为因素引起的水文地质改变而产生的水渗入建筑物、构筑物内部所采取的一系列结构、构造和建筑措施。概括地讲，防水工程防止以下三种现象的发生：外水向防水建筑内部渗透，蓄水结构内的水向外渗漏和建筑物，构筑物内部相互渗水。就渗流方向而言，分为防内水外渗，外水内渗及内部水相互渗透三大部分。

建筑防水工程是一个系统工程，所涉及的范围非常广泛。它包括防水材料的应用、建筑防水设计和施工、防水工程的质量管理与维护等方面。其任务就是对以上各因素进行全面地分析，以选择符合质量标准的防水材料，进行科学、合理、经济的设计，精心组织技术力量进行施工，完善维修、保养、管理制度，以满足建筑物（构筑物）的防水耐用年限和使用功能的实现。

第一节 防水技术在建筑施工中的应用

防水工程是房屋建筑工程中的重要施工环节，房屋建筑中的卫生间、屋面、外墙以及阳台等位置都需要进行防水施工，而在防水工程的实际施工中，需要结合不同的施工环境和施工质量需求等综合因素，来确定防水工程施工中所采用的技术措施。

一、预制装配式建筑防水技术的应用

在建筑行业快速发展的影响下，使得大量的新型施工技术和施工方法被研发出来，预制品装配式建筑是当前最为前沿的一种施工方式，将这种

施工方式加以切实地运用，能够有效地提升建筑工程施工质量和效率，所以，围绕预制装配式建筑防水技术展开分析研究，其意义是十分巨大的。

（一）预制装配式建筑实质

在进行预制装配式建筑工程施工工作的时候，可以提现将预制结构进行建造，之后将预制结构运送到工程施工现场，按照流程进行组装，从而有效地提升施工的效率和质量。但是不得不说的是，在正式开始施工工作的过程中，务必要重视主要载荷结构的设计，针对工程内层的墙体结构需要结合工程所处地区的环境情况来加以挑选。在选择工程结构外部墙体的时候，也需要结合多方面因素进行科学的选择，从而保证工程结构的稳定性。特别要注意的是，在对预制装配式工程施工质量加以管控的时候，防水技术的管控十分的关键，务必要确保工程整体防水性能，规避渗漏问题的发生。

（二）预制装配式建筑防水技术的关键作用

预制装配式建筑其实质就是将整个建筑结构中涉及的横梁结构或者楼梯结构，分包给专门的单位按照规范标准进行预先生产制造，之后将整个制造好的结构运送到工程现场进行组装。这种预支拼接的施工方式必然会涉及大量的组合拼接，如果任何一个环节出现失误都会导致结构裂缝情况发生，最终会对整个建筑施工质量造成一定的损害，甚至会引发严重的危险事故的发生。预制装配式建筑的使用效果与其防水效果存在直接的关联。在进行预制装配式工程施工工作的时候，一旦其防水性能存在任何的问题，在遇到降雨加大的季节的时候就会出现渗水的情况，对于民众的正常生活会造成不良影响。就建筑施工安全方面来说，预制装配式建筑防水效果较差，在遇到降雨的时候，雨水会渗透到建筑结构内部对结构造成一定的侵蚀，会对工程施工工作形成诸多的危险隐患，缩减工程使用寿命。预制装配式建筑存在的安全隐患严重地威胁到了工程施工人员以及民众的人身和财产安全，所以我们需要充分结合施工实际情况来对预制装配式建筑防水技术进行不断地研究和完善，从而从根本上提升预制装配式建筑

施工的安全性。在针对预制装配式建筑防水技术进行研究的时候,还需要对预制装配式结构与非预制装配式结构利用专业施工技术进行连接,遵照建筑抗震要求,安设预制外墙,这种类型的工程施工工作具有一定的难度,可以借助先进施工技术来提升工程施工效率和质量。

(三) 预制装配式建筑防水技术的切实运用

1. 预制叠合保温外挂墙板防水技术

在进行预制叠加保温外墙结构建造工作的时候,需要控制预制外墙与外层保温结构的衔接质量,并且还需要按照规范要求进行外墙装饰和保温施工。一般的时候,在进行预制装配式工程外墙保温项目施工工作的过程中,泡沫混凝土物料是最为常用的物料,这类物料不仅会增加预制结构的整体自重,并且能够有效地提升整个结构的质量和防水性。在实施结构外墙防水处理施工工作的时候,施工人员需要摆脱传统的堵水防水的落后理念,切实地运用导水技术,保

证能够及时将预制装配式建筑内部的积水进行排出。在实施预制装配式建筑工程结构防水处理工作的过程总,在进行建筑前期设计工作的时候,要对各方面情况加以综合考虑,从整体上保证工程结构的防水性。在进行预制装配式工程结构拼装工作的过程中,往往会形成大量的不同方向的衔接缝,针对这些缝隙可以借助密封胶或者聚乙烯棒实施修补,从而保证墙体结构的防水性。在进行预制装配式建筑工程楼面浇筑施工工作的过程中,要选择适当的位置预留排水口,

也可以运用外面里面高的结构形式,借助水流自重来实现排水目的。在进行墙体裂缝处理的时候,可以运用减压空腔的设计方式,杜绝室外水源顺着裂缝渗入到室内。其次,在利用预制装配式施工模式开展施工工作的时候,可以借助气压差来解决缝隙中有水汽的问题,针对不同方向存在的裂缝可以结合实际情况选择不同的防水处理方法。

2. 预制叠合楼板防水技术与应用

预制叠合楼板其实质就是将建筑墙体上层现浇混凝土结构与预制板结构相结合的预制结构形式，其所具有的优越性有整体性和抗裂性，并且因为自身具有较强的刚度所以受到人们的喜爱。在实际使用这一施工方式进行工程施工工作的时候，可以有效地减少施工钢筋使用量，从而降低工程整体成本。在针对这类结构进行防水处理的时候，需要对整个建筑结构进行功能空间的划分，从而针对性地制定不同的防水方案。针对卫生间实施防水施工工作的时候，要对坐便器、浴缸以及洗手池加以重点关注。进行厨房防水操作的时候，要对排水立管与线盒结构进行合理地设计。在前期预制过程中，需要选择适当的位置预留孔洞。在开展设计工作的时候，可以借助 BIM 技术来保证预留孔洞的准确性，这样才能为后续的管道和线路的铺设创造良好的基础，提升管道线路安设的效率和准确性。在运用 BIM 技术对施工图纸进行可行性检核的时候，务必要严格遵照规范要求落实各项工作，提升预留孔洞的准确性。在结构部件运送到施工现场的时候，要由专业人员对结构部件进行检验，在确保合格的时候才能加以使用。在施工过程中，要关注卫生间的叠合板的位置以及预埋件的位置，并利用有效的方法加以保护，可以运用塑料盖或者是断管连接成的部件进行施工，将这些部件放置在预埋结构之中，可以对其起到一定的保护作用，规避预埋件损坏情况的发生。

3. 接缝密封材料的选择

接缝密封在整个防水工程中的作用是十分巨大的，并且密封材料的性能和质量与接缝密封的效果存在一定的关联。所以我们在进行防水材料选择的时候，要对整个结构实际情况加以全面地了解，并参考材料的性能，来加以准确的选择，从而将防水材料的作用彻底地发挥出来。因为预制板接缝施工工作往往会受到外界多种因素的影响，极易出现形变的情况，所以我们在进行密封材料挑选的时候，也需要对物料的抗位移能力加以综合考虑，确保密封胶具备良好的

抗位移能力。因为密封材料被运用到衔接缝的施工工序之中，并且与外界直接接触，所以我们需要保证施工质量的基础上，对其美观性也要加以关注，还要保证施工结果具有防裂缝性能。其次，密封物料还需要具备较强的可维修性，保证结构的持续密封性。

4. 预制空调板防水技术实践运用

一般的时候，在进行预制装配建筑施工工作的时候，空调板往往被设置在结构的最外层，所以在进行防水工程的时候，也需要对空调板进行防水处理，促使其具备良好的防水性能。如果防水效果达不到标准要求，那么就会造成空调板积水的情况，从而会损害到空调板的实际使用效果。所以，在进行工程施工工作的时候，要综合各方面因素对渗漏问题加以预防，这样才能保证预制结构在使用过程中可以及时的排出积水。

综合以上阐述我们总结出，围绕预制装配式建筑防水技术以及其实践运用展开深入地研究，对于保证工程施工质量能够起到积极的影响。将防水技术切实地运用到预制装配式建筑施工工作之中，可以从根本上保证结构的整体防水性，从而促使工程整体施工质量的不断提升。

二、建筑施工中屋面防水技术的应用分析

建筑工程项目施工中屋面防水施工作为重要的组成部分，极易受到各类外界因素的影响，从而致使屋面出现渗漏问题，因此要引起施工企业的高度重视。在实际施工过程中，施工企业务必做好屋面防水施工确保其质量符合相关要求，对于建筑屋面可能出现的漏水、渗水问题进行处理，为用户营造一个安全、舒适、可靠的生活环境。

（一）建筑施工中屋面防水的重要性

对于建筑质量进行确保，建筑屋面施工过程中一定会使用到防水技术，并且防水技术和建筑整体施工质量紧密相连，不仅关系到建筑屋面的防水效果，更是建筑质量的一道有力保障。众所周知，进行建筑施工时由于整体工程量巨大，且各项工序异常复杂，因此进行实际施工时要

对各项技术进行高度重视，比如：屋面防水技术，避免发生由于技术不达标而造成建筑内部发生渗漏的情况。

确保建筑的使用性能及结构的完整性，建筑施工中屋面防水技术在全部分工技术中占据极为重要的位置，进行建筑屋面施工时，要科学有效地使用防水技术，确保施工质量达到标准，同时对于建筑结构的完整性起到保障作用，科学有效地对防水技术及防水材料进行使用，可避免建筑内部出现渗漏或是其他情况，进而对建筑使用寿命进行提高。

确保用户的使用安全，用户安全和建筑屋面防水技术使用情况有着密切的关联，一旦建筑屋面出现腐蚀、渗漏等情况，直接对用户生产生活造成影响，甚至会威胁到用户的生命财产安全以及出现其他更为严重的情况，所以要对防水技术进行高度重视，确保用户的生命财产安全。

（二）导致建筑屋面出现渗漏的因素

1. 设计方案不够完善

根据目前建筑屋面防水技术的使用状况来看，若设计方案不够完善则会对施工过程造成不同方面的影响，例如，在设计方案中没有对屋面防水技术进行正确引导，就会导致施工结束后屋面出现渗漏。排水系统的设计是屋面防水技术中尤其关键的一个设计，但施工企业进行建筑施工时，通常对屋面建筑结构完整性十分重视，对于建筑内的排水设计进行忽略，极不利于建筑日后的使用性能，一旦长期无法将积水进行外排，屋内则会出现腐蚀情况，给用户的正常工作、生活带来不便，还会缩短建筑的使用寿命。

2. 防水材料质量不达标

防水材料质量也会对建筑屋面施工质量造成影响，屋面防水施工过程中，若使用的防水材料其各项参数和规格达不到相关要求，则会直接导致建筑质量不合格。同时有些防水材料还会受到外部条件的影响，在实际使用时会使得防水材料出现损坏，进而导致屋面防水建筑使用期限被缩短。某些质量不达标的防水材料其自身抗水能力极弱，一旦此类材料遭受

低温的影响,防水材料会受到温度的影响随即出现脆裂等情况,当把此类材料放在温度较高的地方,防水材料受到温度的影响随即出现自融等情况,这类防水材料无法对建筑防水要求进行满足。

3. 养护工作落实不到位

在任何工程中养护工作都必不可少,可大体将其分为两类:淤建筑屋面防水施工过程中,虽对防水技术包含的各类问题进行注意,但不表示可在后续施工中对其随意进行应用,使用前要结合建筑屋面养护情况。于建筑屋面防水施工过程中要对防水材料和其余施工材料进行养护,防止材料发生变质而无法进行使用,不但造成资源浪费还会导致施工成本有所增加。目前,建筑工程施工中并未对养护工作进行落实,有关人员对于养护工作并不重视,从而使得建筑工程整体质量无法达到要求。

(三) 屋面防水技术的应用分析

1. 完善设计方案

不仅要在实际施工过程中对于建筑整体结构进行重视,同时还需对屋内排水系统设计进行关注,结合施工地点实际情况来对屋内排水系统进行设计,使其具备科学性及合理性。以上可知,外界环境因素对于屋面防水影响极大,因此,施工企业要依据相关要求对屋面排水系统进行设计。

①设计前期对于建筑地点实际情况进行分析,对各方面的因素进行充分考虑,此外对现场进行实地考察,对于当地气象、自然环境进行了解,对有关数据进行收集及整理,可涵盖:风力、降水量、日照强度等。②有关人员制定建筑屋面防水标准,并对防水材料进行选取,从而相应提高建筑屋面防水质量。③对于排水系统进行设计,利用科学合理的计算手法来进行排水系统各参数的计算,确保排水系统可及时将水进行外排,防止建筑出现腐蚀的情况。要对排水系统进行合理规划、科学设置,在屋面板缝隙内合理设计分格缝或其他装置,同时对邻近分格缝彼此的距离进行严格掌控,务必要对施工细节进行重点关注,确保建筑整体的防水质量。

2. 控制防水材料质量

在以往的建筑屋面防水施工中，施工企业常用的防水材料为沥青，在该类材料进行使用时，不但会使周遭环境受到污染，同时对于施工人员的专业技术要求极高。因此，在目前的建筑工程施工中该类材料，显然不能对当下绿色环保建筑理念进行满足。伴随我国科学技术水平的不断提高以及社会经济的不断发展，各种新型防水材料被施工企业应用于建筑工程施工中。因此，进行防水材料采购时，采购人员要对防水材料的质量及性能进行充分了解，并结合工程施工实际状况，在遵守我国相关建筑材料使用标准的前提下，对于防水材料进行采购，从而确保建筑工程整体施工质量。

3. 加强养护工作

养护工作在一定程度上起到对工程质量进行监控的作用，因此进行屋面防水施工时，有关管理人员及施工人员一定要对其进行高度重视，从而最大限度地确保建筑项目的安全性及可靠性。在实际施工过程中，施工人员需在屋面的个别位置安置隔离层，并基于隔离层位置，对于杂物进行清扫，使其表面呈现光滑、整洁的状态。一旦表面变干之后，则可依据相关要求对卷材铺设工作，施工人员进行卷材铺设时，要特别注意卷材铺设方式为，由屋面最低位置逐步向最高位置进行延展，铺设过程内，务必确保流水方向和卷材方向保持一致，若地平面和屋面呈现的夹角大于 10° ，则需把卷材和屋脊相垂直，从而确保积水顺利流出。

综上所述，屋面防水施工不但在建筑工程整体施工环节中占据重要的地位，在一定程度上还对工程质量造成影响。因此，在进行屋面防水施工时，施工人员要根据工程具体情况，来选取科学有效的屋面防水技术，对于防水技术中的重点内容，尤其是在排水系统设计、防水材料质量把控等方面要进行高度重视，确保建筑工程施工时，最大限度地发挥防水技术的作用，从而提高建筑工程的整体施工质量。

三、城市道路与桥梁防水技术的应用

本小节将围绕着城市道路与桥梁的防水技术这一论题进行主要的分析,首先,说明防水技术在城市道路与桥梁建设中的重要作用,其次,提出水对城市道路与桥梁的影响,之后,将防水技术在城市道路与桥梁建设中的应用进行简单的分析,最后,针对防水技术的实际应用进行研究。

(一) 防水技术在城市道路与桥梁建设中的重要性

防水技术在城市道路与桥梁建设中的作用至关重要,如果道路和桥梁的防水设施没有做到位,防水技术不过关,在出现天气事故的时候,道路和桥梁就不能够应对人们的正常需求,导致人们在使用道路和桥梁的过程中也会受到阻碍,甚至道路和桥梁的故障会影响整个交通系统的有效运行,使城市陷入瘫痪状态。

1. 具有良好排水性能的城市道路可以保障人们的日常需求。排水系统在道路建设的过程中显得非常重要,尤其是在城市道路的建设中,一旦因天气恶劣而发生大暴雨,城市的排水系统就显得非常重要,在城市排水系统完备的情况下,雨水就会随着整个排水系统的设置排出城市,避免城市内涝现象的发生。

2. 具有良好防水性能的桥梁可以保障人们在雨天的正常需求。防水系统在桥梁的建设过程中显得非常重要,桥梁大多都是建在空中的,如果在雨天的时候桥梁没有完备的防水系统,人们在桥梁上正常行驶的时候,桥梁极有可能因为防水不佳而导致坍塌,进而发生严重的交通事故,危害着人们的生命安全,在整个城市的运行过程中,桥梁的防水系统一定要做得很严密。

(二) 水对城市道路与桥梁建设的影响

1. 水对城市道路建设的影响

水严重影响着城市道路建设在日常,交通部门为了防止车胎与路面摩擦生热产生火灾,经常会利用洒水车为路面降温,在降温的过程中水就会通过路面渗透到道路结构中,经此过程,反复洒水,当路面中的水分子

累到一定程度之后,就会破坏道路表层的沥青,使道路建设的运行系统受到阻碍,破坏道路的整体性,导致道路的防水系统变弱,影响道路的质量。

2. 水对桥梁建设的影响

水对桥梁建设的影响,主要是在水对桥梁建设的破坏这一方面,水对桥梁建设的破坏,主要表现在对桥梁混凝土和钢筋混合层的破坏,当桥梁的防水系统不完备的时候水会通过路面,渗透到桥梁的结构层。长时间的水渗透会使水腐蚀桥梁结构层的钢筋,钢筋遭到腐蚀后就不能达到之前的固定效果,桥梁的稳定性就会产生问题,在这种长期受水腐蚀的过程中,钢筋发挥不了在桥梁结构层的重要作用,桥梁的安全也将受到质疑,再加上车辆经过对路面造成的压力,很容易使桥艇成坍塌事故。

(三) 防水技术在城市道路与桥梁建设中的技术分析

1. 自由度刨床技术的应用

自由度刨床技术在道路与桥梁防水设计的过程中具有很高的性价比,尤其在施工的过程中,自由度刨床技术被广泛应用。自由度刨床技术最大的性能就是能够处理路基与路面之间的结合度,使路基与路面的结合达到更加密切的效果,这样在应对防水问题上也就更加能够发挥出道路建设的防水技术作用。自由度刨床技术并不是一项匮乏的技术,而在道路建设的各个施工工程中都会应用到这个技术,并且这一技术的应用也为施工的有效进行带来了很多便利之处。

2. 抛丸技术的应用

在过去抛丸技术的应用并不是很便利,近些年来道路建虹程不断得到完善和发展,抛丸技术也逐渐被应用到道路与桥梁防水技术的工作中。抛丸技术能够使钢丸与外力有效结合,让路面的密实程度达到更加强化的效果,从而使整个道路和桥梁的防水系数达到施工的要求标准。另外,抛丸技术在对时间和空间的把控上也有一定的技术基础,使道路建设工程在施工的过程中能够依据这项技术的有效应用适时测量道路与桥梁的防水度,抛丸技术在道路和桥梁建设中的作用非常重大,如果工程建设中没有使用

抛丸技术,可能道路与桥梁的密切贴合度就达不到正常的要求,从而影响防水性能。

3. 打磨技术的应用

打磨技术在道路与桥梁建设的过程中非常重要,施工团队要邀请具有这项技术的专业人才,或是对施工团队中的部分人员进行专业的训练,使其能够以高标准的打磨技术对道路及桥梁的路面进行打磨。打磨技术在选用工具的时候要非常慎重,不能选一些质量差的工具,要保证打磨工具在进行作业的过程中不出现故障问题,尤其是对磨削机进行操作的过程中一定要保障机头和刀片的固定,避免打磨机在工作的时候出现松动,从而影响整个路面的打磨效果。

(四) 防水技术在城市道路与桥梁建设中的研究

关于对防水技术在城市道路与桥梁建设中的研究分析主要有两个方面,一是城市道路建设中排水技术的分析,二是桥梁建设中防水技术的分析,无论是道路建设还是桥梁建设,其排水防水技术都是非常重要的。但在城市道路建设中更加侧重排水系统的建设,在桥梁建设中更加侧重防水系统的建设,以下是笔者针对这两方面内容进行的详细分析论述。

1. 城市道路建设中排水技术分析

(1) 面层结构设置要合理

面层结构对于城市道路交通系统中的道路建设是非常重要的,城市交通所承载的压力是非常大的,如果面层结构设置不够合理,不仅在城市发生内涝的时候不能及时排出路面积水,很有可能在正常天气中由于面层结构问题也会导致路面塌陷或者其他的道路故障问题。一般的城市道路都会将沥青覆于表层以减少水分渗透影响路面结构,导致道路出现故障问题。面层结构中的封层也非常重要,这一部分主要是应对水路面水渗透的情况,如果路面水渗透过于严重,透过封层,面层结构就会受到损害,不能维持城市道路的正常运行工作。

(2) 路基结构设置要合理

路基结构是整个城市道路建设的基石,起着最基础的作用,如果路基建设不合理,即便没有积水或雨水对路面的破坏,也会使整个道路工程塌陷。在建筑路基的过程中不宜用水过多,路基层含的水分过多就会导致路面渗透水的饱和,这些水如果在路基层发生反应或在其他化学作用的影响下腐蚀路基,路面的安全问题也会受到影响,而且路基在建设的过程中一定要避免松散和塌陷问题的发生,施工团队要提前考虑到这些问题,在路基建设之初就配备顶级的垫料层,使城市道路的路基建设更加坚固。

(3) 排水系统设置要合理

在城市中的道路建设中,最重要的除去道路本身的坚固程度之外,还有就是路面和地下排水系统的设置一定要合理。排水系统的设置影响到整个城市的正常运行,城市内涝是非常严重的,排水系统设置稍有不慎就会导致城市内涝现象的发生,尤其是在雨季,城市的排水显得相当重要,如果排水不畅路面积水过多,人们就不能够通过道路正常行驶,路面也就失去了它真正的作用。施工队在建设道路的过程中,一定要将排水系统的设置作为重点,以保障即便是在大雨天气,城市交通也能够正弥驶。

2. 桥梁建设中的防水技术分析

(1) 桥梁防水面设置要合理

桥梁的防水面是设置在桥梁的行车道路上的,桥梁不同于道路,道路是建在地面上的,能够有坚实的地基作为支撑,所以桥梁的防水面一定要足够牢固,以便在大雨天气的时候,桥梁路面要能够承接住雨水对路面的冲刷和洗涤,即便是雨水渗透到了桥梁的结构层也要保障防水面的密度在一定的标准之内,甚至密度更加可靠,才能够发挥到桥梁防水面的真正作用。

(2) 桥梁防水结构设置要合理

桥梁的防水结构设置一定要合理,防水结构是保证桥梁免受水分侵蚀造成破坏的重要部分。一般在桥梁的结构层都是由钢筋和混凝土组成的,

水分通过渗透进入结构层大多也都是对钢筋进行腐蚀,钢筋被腐蚀之后的硬度就会下降,不能够保障桥梁结构的稳定和人们在交通出行的过程中对桥梁的正常使用,施工队在施工过程中一定要严格把控混凝土的配置比例和挑选钢筋的材质,使桥梁的防水结构尽可能地牢固,达到标准要求,以免路面水长期渗透对桥梁造成危害。

(3) 桥梁排水设施设置要合理

不仅城市道路需要具有良好的排水系统,桥梁也要具有一定的排水设施,以便在大雨天气的时候,雨水都积攒在桥梁的路面上,对桥梁的表面结构及其他部分造成影响。桥梁中良好的排水设施能够避免雨水进入桥梁梁体危害到桥梁的稳固性,桥梁的排水设施再选取和安装过程中也非常重要,工程队要在这一方面做好严格地把控,避免因排水设施选用不当,而使桥梁面部积水进入到结构层破坏桥梁的正常使用。

综上所述,在我国的城市道路与桥梁建设体系中,防水排水技术是非常重要的,如果道路的排水技术不达标,排水系统建设不完善就会影响到城市的安全建设,在遇到大雨等严重自然灾害的情况下,城市就会进入到内涝的状态,导致大量积水无法排出影响人们的日常交通行为。桥梁中的防水技术也是非常重要的,如果桥梁的防水系统建设不合理,雨水就会通过桥梁的面部层渗透到结构层,对桥梁结构中的钢筋进行腐蚀,导致桥梁的稳固性受到影响,同时也危害着人们的交通出行安全。

第二节 防水工程质量要求

一、屋面防水工程施工质量要求与安全措施

(一) 屋面防水工程施工的质量要求

卷材屋面防水施工所使用的材料(包括防水材料、找平层、保温层、保护层、隔气层及外加剂、配件等)必须符合设计要求和质量标准;天沟、檐沟、泛水和变形缝等构造,应符合设计要求;卷材防水层的基层,卷材防水层搭接宽度、附加层,天沟、檐沟、泛水和变形缝等细部做法,刚性保护

层与卷材防水层之间设置的隔离层,密封防水处理部位等,应作隐蔽工程验收,并有记录;卷材铺贴方法和搭接顺序应符合设计要求,搭接宽度正确、接缝严密,无皱褶、鼓泡和翘边等现象。

涂膜防水层施工所用的防水涂料、胎体增强材料,配套进行密封处理的密封材料及复合使用的卷材和其他材料,应有产品合格证书和性能检测报告。材料进场后,应按有关规范的规定进行抽样复验,并提出试验报告。不合格的材料,不得在屋面工程中应用。屋面坡度必须准确,找平层平整度不得超过 5mm,不得有酥松、起砂、起皮等现象,出现裂缝应做修补。找平层的水泥砂浆配合比、细石混凝土的强度等级及厚度应符合规范要求,基层应平整、干净、干燥;水落口处和伸出屋面的管道应与基层固定牢固,密封严密。各节点做法应符合设计要求,附加层设置正确,节点封固严密,不得开缝翘边;防水层与基层应黏结牢固,不得有裂纹、脱皮、流淌、鼓泡、露胎体和皱皮等现象,厚度应符合设计要求。屋面不得有渗漏和积水现象,可采用雨后或持续淋水 2h 进行检查,有条件的应采用蓄水试验,蓄水时间不少于 24h。

(二) 安全措施

屋面防水工程施工是在高空、高温环境下进行,大部分材料易燃并含有一定的毒性,必须采取必要的防护措施,防止发生火灾、中毒、烫伤、坠落等工伤事故。

1. 施工前应进行安全技术交底工作,施工操作过程符合安全技术规定。

2. 皮肤病、支气管炎、结核病、眼病以及对沥青、橡胶刺激过敏的人员,不得参加操作。

3. 按有关规定配给劳保用品,合理使用,沥青操作人员不得赤脚或穿短袖衣服进行作业。应将裤脚、袖口扎紧,手不得直接接触沥青。接触有毒材料需戴口罩并加强通风。在通风不良的部位进行含有挥发性溶剂的涂料施工时,应采用人工通风措施。

4. 操作时应注意风向,防止下风向操作人员中毒、受伤。熬制玛碲脂(或涂料)和配制冷底子油时,应注意控制沥青锅的容量和加热温度,防止烫伤。

5. 防水卷材、防水涂料和黏结剂多为易燃易爆产品,在仓库、工地现场存放及在运输过程中应严禁烟火、高温和暴晒。施工现场应有禁烟火标志,并配备足够的灭火器具。

6. 运输线路应畅通,各项运输设施应牢固可靠,屋面孔洞及檐口应有安全措施。

7. 高空作业操作人员不得过分集中,应系安全带。

8. 屋面施工时,不允许穿钉子鞋进入。施工人员不得踩踏未固化的防水涂膜,以防滑倒跌落。

二、地下防水工程质量要求与安全措施

防水混凝土的原材料、配合比、坍落度、抗压强度和抗渗压力必须符合设计要求。其中抗渗性能试件应在浇筑地点制作,连续浇筑混凝土每 500m^3 应留置一组(6个)抗渗试件,每项工程不得少于两组。预拌混凝土的抗渗试件留置数量应视结构的规模和要求而定,试件应在标准条件下养护;防水混凝土的变形、施工缝后浇带、穿墙管道,埋设件等设置和构造,均须符合设计要求,严禁有渗漏;防水混凝土结构表面的裂缝宽度不应大于 0.2mm ,并不得贯通;防水混凝土结构表面应密实、平整,不得有露筋、蜂窝等缺陷,埋设件位置应正确;防水混凝土结构厚度不应小于 250mm ,其允许偏差为 $+15\text{mm}$ 、 -10mm ;迎水面钢筋保护层厚度不应小于 50mm ,其允许偏差为 $\pm 10\text{mm}$ 。

(一) 地下建筑防水工程质量要求

1. 防水混凝土的抗压强度和抗渗压力必须符合设计要求;

2. 防水混凝土应密实,表面应平整,不得有露筋蜂窝等缺陷;裂缝宽度应符合设计要求;

3. 水泥砂浆防水层应密实、平整、粘结牢固,不得有空鼓、裂纹、起砂、麻面等缺陷;防水层厚度应符合设计要求;

4. 卷材接缝应粘结牢固封闭严密,防水层不得有损伤、空鼓、皱褶等缺陷;

5. 涂层应粘结牢固,不得有脱皮、流淌鼓泡、露胎、皱褶等缺陷;涂层厚度应符合设计要求;

6. 塑料板防水层应铺设牢固平整,搭接焊缝严密,不得有焊穿、下垂、绷紧现象;

7. 金属板防水层焊缝不得有裂纹、未熔合、夹渣、焊瘤、咬边、烧穿、弧坑、针状气孔等缺陷;保护涂层应符合设计要求;

8. 变形缝、施工缝、后浇带、穿墙管道等防水构造应符合设计要求。

(二) 特殊施工法防水工程质量要求

1. 内衬混凝土表面应平整,不得有孔洞、露筋蜂窝等缺陷;

2. 盾构法隧道衬砌自防水、衬砌外防水涂层、衬砌接缝防水和内衬结构防水应符合设计要求;

3. 锚喷支护、地下连续墙、复合式衬砌等防水构造应符合设计要求。

(三) 排水工程质量要求

1. 排水系统不淤积、不堵塞,确保排水畅通;

2. 反滤层的砂、石粒径、含泥量和层次排列应符合设计要求;

3. 排水沟断面和坡度应符合设计要求。

(四) 注浆工程质量要求

1. 注浆孔的间距深度及数量应符合设计要求;

2. 注浆效果应符合设计要求;

3. 地表沉降控制应符合设计要求。

(五) 施工安全措施

1. 地下防水工程施工应首先检查基坑护坡和支护是否可靠；
2. 材料堆放应距坑边沿 1m, 重物应在距边坡的安全距离内；
3. 操作人员应穿戴工作服、安全帽、口罩和手套等劳动保护用品；
4. 熬制沥青、铺贴油毡和防水涂料等施工的安全操作要求同屋面防水工程。

第三节 防水工程质量控制要点与措施

建筑防水工程是保证建筑物（构筑物）的结构不受水的侵袭、内部空间不受水的危害的一项分部工程，建筑防水工程在整个建筑工程中占有重要的地位。防水工程质量控制涉及建筑防水工程材料质量控制、建筑防水工程设计质量控制、建筑防水工程施工质量控制等各个方面。

一、建筑防水工程材料质量控制

（一）建筑防水工程材料质量控制的内容

1. 建筑防水工程材料质量问题分析

（1）建筑防水材料的质量共性要求

具有良好的耐候性，对光、热、臭氧等应具有一定的承受能力。具有抗水渗透和耐酸碱性能。对外界温度 and 外力具有一定适应性，即材料的抗拉强度要高，断裂伸长率要大，能承受温差变化以及各种外力与基层伸缩、开裂所引起的变形。整体性好，既能保持自身的粘合性，又能与基层固粘接，同时在外力作用下，有较高的剥离强度，形成稳定的不透水整体。

（2）建筑防水材料质量问题分析

目前，我国生产的建筑防水材料，按材料特性和应用技术划分，共有沥青防水卷材、高聚物改性沥青防水卷材、合成高分子防水卷材、建筑防水涂料、接缝密封材料（包括堵漏止水材料）和防水剂等外加剂（主要用于混凝土防水和砂浆防水）6 大类产品，其中高聚物改性沥青防水卷材是

传统的沥青防水卷材的更新换代产品。从总体上说,我国建筑防水材料仍然存在许多问题,主要表现在以下两个方面。

首先,我国建筑防水材料的原材料和产品生产企业,遍布于建材、建工、石油、化工、轻工、纺织等部门或行业,整个建筑防水材料工业的生产管理体制是分割的,缺乏统一归口规划与指导,造成地区之间企业分布和产品结构诸多不合理的状况比较严重。据不完全统计,我国现有建筑防水材料生产企业已达千余家,其中 90%以上是小型企业,普遍存在装备落后、工艺简陋、生产技术水平和产品档次较低,以及产品质量不稳定、耐久性差等问题。

其次,产品发展存在品种规格混乱、产品标准不一、检验管理无序、施工方法多样等问题,加之大量假冒伪劣产品充斥市场,以低价推销蒙骗用户,致使广大设计、施工人员既不易掌握产品的内在质量,又不熟悉施工操作要领,造成已形成工业化生产规模、质地优良的新产品得不到应有发展,推广应用受到很大阻力。其结果是,各类防水材料的适用范围不尽合理。许多建设和设计单位只考虑经济因素,不把产品技术性能及其耐久性放在防水工程选用材料的首位,因而新开发的高聚物改性沥青防水卷材和合成高分子防水卷材类产品,虽品种多、质量好,但全国平均推广用量仅占 30%左右。新型建筑防水涂料和接缝密封材料的发展也存在类似情况。只是在局部地区范围和某些防水工程中应用。当然,这些问题与新材料、新产品应用技术跟不上也有一定关系。

2. 建筑防水材料质量控制模式

建筑防水材料质量控制关键主要在于对防水材料生产企业整个生产过程及生产管理体系的质量控制。精益质量管理模式围绕生产作业系统质量、效率、成本综合改善这个目标,吸收借鉴精益生产、六西格玛、ISO9000 体系的优秀成果,并结合我国企业的实际情况而形成,适宜作为建筑防水材料生产体系的质量管理控制模式。

(1) 员工职业化

精益质量管理借鉴有关管理革新项目成败经验教训,将员工职业化作为推行精益质量管理革新的首要关键要素。精益生产(LP)模式源于日本,几乎是丰田生产方式(Toyota Production System, TPS)的代名词,精益生产模式先天打上了日本企业文化的烙印,其体系架构是基于日本企业文化特征设定的。在工业化成熟的国家和地方,谈职业化如同我们现在还谈上班不要迟到,已属起码的职业行为,而我国员工职业化与西方相比差距却很大,应该大力倡导和提升。许多西方理论方法在我国水土不服,这与我国企业整体职业化水平偏低不无关系,精益生产推行难度大固然有多种原因,把员工职业化这道障碍大力克服应是企业必选的重要措施。精益质量管理中员工职业化从企业与员工两个方面提出要求,为求全面促进员工职业化水平的提升。员工职业化企业角度组成要素包括:文化理念、任职资格、组织管理、激励机制、考评机制、职业发展。员工职业化员工角度组成要素包括:职业资质、职业意识、职业心态、职业道德、职业行为、职业技能。企业要素是促进员工职业化的外围条件,包括人力资源管理的一些重点工作。员工要素是促进职业化的自身条件,主要靠自身的修炼和提高,外围企业要素对其有重要影响。对生产作业系统而言,员工职业化包括工人的职业化,也包括主管以及更高层次人员的职业化。虽因角色不足,但都对作业系统质量、效率、成本产生影响。员工职业化是精益质量管理的首要关键成功要素。

(2) 生产系统化

生产系统化是精益质量管理的核心子系统,其研究对象是生产作业系统,系统化的涵义就是从作业系统全局寻求影响质量、效率、成本的全局性关键因素,采用系统化的方法寻求问题的根本解决,以达到作业系统质量、效率、成本的综合改善。生产系统化重点工具包括:JIT/MRP、生产布局、自动化、标准化、5S、目视/看板等。其中JIT/MRP是涉及生产系统全局的软性关键要素,生产布局是涉及生产系统全局的硬性关键要素,均对生产效率有着全局性影响。自动化、标准化对质量和效率均有重

要影响，其中标准化则涉及更广泛，重要性相对更突出，是精益质量管理的第三大法宝。5S、目视、看板等均是保证生产系统作业效率的重要工具。MRP 即物料需求计划，源于美国，其与 JIT 思想不同，JIT 强调后工序物料需求的拉动和传导，而 MRP 则是企业中央计划指令系统，其通过运用 MRPII（制造资源计划）或 ERP（企业资源计划）软件系统计算各工序的应投料量。精益质量管理倡导的生产系统化以精益生产思想和工具为主体。

（3）工序标准化

工序标准化也是生产系统化的重要组成部分。将工序标准化列为精益质量管理第三大法宝，是基于工序在生产过程的重要地位。工序是产品形成过程的基本单位，工序质量直接决定着产品的质量和生产效率。工序质量受多方面因素影响，概括起来主要有六个方面，即 5M1E（人、机、料、法、环、测），构成工序标准化的六大要素。工序质量受 5M1E 因素的影响，5M1E 因素又受外围相关工作质量的影响。工序标准化要求 5M1E 要素标准化，也隐含着对 5M1E 外围相关工作标准化的要求。工序标准化就是要通过 5M1E 要素的标准化保障工序质量和效率。工序质量的重要评价指标是工序能力指数，工序质量直观结果表现为合格率、单位工时等指标。工序质量也可通过直方图、控制图进行评价和分析。工序质量受 5M1E 等外部因素的影响也能反映外部因素的变化，工序质量的易评价性就可促进对 5M1E 及外围工作的有效评价和改善。工序标准化是精益生产、六西格玛、ISO9000 体系共同的管理要求，是生产管理、质量管理、成本管理等职能管理共同的要求。原有职能管理模式造成工序标准化的多头管理，各项要求相互间有交叉重叠也有遗漏，工序标准化并未深入细致和协调一致，工序标准化应综合体现质量、数量、成本等标准化要求。精益质量管理目标是寻求作业系统质量、效率、成本的综合改善，对作业系统不刻意区分生产职能和质量职能，从项目角度也不区分为精益生产项目或六西格玛项目，并倡导多种工具方法综合运用。

（4）度量精细化

度量是六西格玛管理和 ISO9000 质量体系特别强调的管理要求，在生产管理中常以统计一词表达相关生产结果。度量与统计是有区别的，度量隐含着与标准的比照，数据结果是处于坐标系中的。而统计则未强调与标准的比照，对偏差常不作深究。度量精细化主要包括六类指标：西格玛水平（Z）、工序能力指数（Cpk）、合格率（FTY、RTY）、不良质量成本（COPQ）、价值识别度量、浪费识别度量。精益生产提出了价值原则，提出了生产中的七项浪费。精益质量管理综合研究生产作业系统，将寻求作业系统质量、效率、成本综合改善作为目标。精益质量管理针对作业系统就可实现博采众长，取长补短。精益质量管理将度量的范围从质量领域气扩大化，延伸至生产、价值、浪费、成本等领域。JIT 准时制被列为精益生产管理的两大支柱之一，JIT 即要求上下游工序间实现交付“准确的产品、准确的数量、准确的时间”。JIT 在精益生产管理中并没有有效度量，而借助西格玛管理方法，JIT 三要求可纳入度量，如评价交付时间的西格玛水平。度量精细化就是要将有必要度量的对象尽可能地纳入度量评价体系中，通过度量比较发现问题和不足，通过度量树立标杆或目标，通过度量促进改善。

（5）改进持续化

持续改进是精益生产、六西格玛、ISO9000 体系共同强调的理念。改进持续化在精益质量管理中起承前启后作用，是度量精细化的延续和要求，缺少改进持续化则度量的作用将削减，而员工职业化、生产系统化、工序标准化则会缺少新的活力和要求，管理将止步不前甚至于倒退。精益质量管理强调改进持续化，除理念倡导外还包含具体的构成要素和保障条件。改进持续化主要包括如下六类要素：市场意识、领导作用、全员参与、工具方法、测量评价、奖惩措施。这六类措施是改进持续化的保障条件。市场意识影响改进持续性的动力强弱，影响改进标杆的高与低；领导作用影响改进持续性的组织力度和资源配置；全员参与赋予改进持续性以群众

基础和团队力量；工具方法是改进持续性的方法体系，5W1H、PDCA、QC 小组、改进小组、六西格玛项目等均是促进改进持续性的工具方法；测量评价是将改进持续性纳入测量和管理中，让改进持续性因测量和评价而焕发生机和活力；奖惩措施将改进持续性纳入管理和激励体系中，是测量评价的延续和要求，促进改进真正实现持续性。改进持续性及构成要素主要借鉴了 ISO9000 八项质量管理原则，如以顾客为关注焦点、领导作用、全员参与、持续改进。改进持续性借鉴 ISO9000 理论精华，并借鉴精益生产、六格玛等理论方法中度量、改善、激励等理念方法，能促进改进持续性真正落到实处，收到实效。

（二）具体质量管理与控制技术

1. 抽样检验

防水工程材料进入施工现场，必须经监理工程师检验认可后方可在工程项目上使用。而质量标准原则和抽样检验原则是进行质量检验时必须遵循的原则。

（1）质量标准原则

质量标准的直接依据是工程规范、标准及工程合同。一般来说，业主与防水施工承包商签订的工程合同对防水工程材料的质量标准作了具体规定。如果合同中未作出具体地规定，则应根据防水工程项目的整体质量目标，援引相应的技术规范或规定进行处理。材料质量标准是用以衡量材料质量的尺度，也是作为验收、检验材料质量的依据。不同的材料有不同的质量标准。监理工程师通过一系列检验手段，将所取得的数据与厂商所提供的技术证明文件相对照，对工程中拟采用的防水材料的质量可靠性作出有根据的判断，从而决定该材料是否可以用于防水工程项目。同时，监理工程师将检验结果反馈防水施工单位及生产厂商，使之掌握有关的质量情报。

（2）抽样检验原则

当防水工程所需的材料按照合同要求进场前,生产单位质量工程师需通过检验手段,及时发现材料(半成品、构配件)质量是否可靠,是否满足防水工程项目的质量要求,以保证防水材料的质量可靠性。一般工程防水材料进入施工现场时要进行材料报审及按规定抽样送检,在施工过程中监理工程师还应根据工程施工实际情况加强对防水材料进行抽查,怀疑有质量问题的材料要做进一步的检验评定,坚决杜绝不合格材料用于防水工程。

(3) 常见的检验方法有:

①资料检查。即有关的技术文件和质量保证资料。

②外观检查。对样品作品种、规格、标记、外形几何尺寸等方面直观检查。

③理化检验。借助科学仪器或委托有关单位对样品的化学成分、机械性能等进行客观的检查。

④无损检验。在不破坏样品的前提下,依靠科学仪器(如超声波、X射线、表面探伤等)进行检验。

对于材料质量抽检的取样必须有代表性,即所采取样品的质量应能代表该批材料的质量。在采取试样时,必须按规定的部位、数量及采选的操作要求进行。对不同的材料,有不同的检验项目和不同的检验标准,也就是判断材料样品是否合格的依据,以此为后续工作提供依据。

二、建筑防水工程设计质量控制

设计是前提。这是因为建筑工程防水方案首先是由设计人员制定的,设计人员是防水工程的首先策划者,是防水工程的先行官。制定防水设计方案要根据工程地质、水文、建筑造型、结构类型、防水功能要求、建筑使用性质、房屋等级、耐久年限、气候特点等诸多因素进行综合考虑,绘制出详细完善的防水设计方案。设计所选用的防水材料,应是最适宜该工程特点的,能够充分发挥材料最大优势、避开缺点的;涉及的防水构造详图,应该构造科学合理,施工可行、方便的。完善的防水方案便是防水质

量的保证。如果选用的防水材料不适宜结构的特点,不宜当地气候、水文地质,耐久年限与建筑等级不相符,那么设计的防水构造就难以施工。不合理的防水设计,势必将导致渗漏,浪费防水材料,增加施工的难度,延长工期。

材料选择的合理或不合理将直接影响防水工程质量,因此选择何种防水材料是合理设计的主要环节,设计者首先应掌握了解各种防水材料的理化性能,然后再根据工程的特点需要,选择恰当的材料。

防水施工是防水设计方案的具体执行和实现者,施工人员依照防水设计方案的设计图纸进行施工,按图施工已成法定。设计方案是先行的,施工过程中出现的技术性问题,应由工程建设各方进行协商加以解决,施工人员是不能随意改变设计方案。此外,监理工程师依照防水设计方案、设计大样图进行监理工作,质检部门亦依据质量验收规范和设计方案、设计图进行工程验收。由此可见,设计是前提的意义不言而喻。

(一) 防水设计的要求及原则

1. 防水可靠性设计:防水工程是建筑工程中的一个要求较高的分项工程,要求其在防水层材料耐用年限内不会漏水,防水质量可靠。因此必须考虑设计方案的适用性、防水材料的耐久性和合理性以及节点的详细处理,也必须考虑操作工艺和技术的可行性、成品保护和管理维修制度等因素。

2. 按防水等级设防:不论何种类别的防水工程,如都采用相同的防水构造层次,势必造成许多工程出现渗漏,因此,相关的技术规范、质量验收规范,根据建筑物的性质、重要程度、使用功能要求、建筑结构特点和防水层耐用年限,对防水工程进行了等级划分,并按不同等级进行防水设防。在划分防水等级时综合考虑了以下几种情况:一是渗漏后会造成巨大损失,直至人身伤亡;二是渗漏后会造成重大的经济损失;三是渗漏后会造成一般经济损失;四是渗漏后会影响到美观。

3. 遵循“以防为主，防排结合”的原则：排水是防水的另一个方面，如果能迅速将雨水排走，则可以减少防水层的负担，减少渗漏的发生，故要执行防排结合的原则。

4. 防水应以防为主，还要尽量把水快速排走，这样方可减轻防水层的负担。有关排水坡度、落水口的内径和最大汇水面积等要求必须在设计中明确。

5. 板块分格、刚柔相济：为了防止基层混凝土、找平层和刚性防水层的开裂，应将刚性层事先留出分格缝，使大面积变成规则的小板块，板块间留出伸缩缝，缝中间嵌填柔性防水密封材料，使变形应力转移到板缝中。

6. 自由脱离、互不制约：为了避免刚性防水层与基层或刚性保护层与柔性防水层之间变形相互制约而发生裂缝，在两者之间设置隔离层，使之自由脱离、互不限制，从而可达到减少开裂的目的。

7. 多道防线，防水可靠：防水工程最基本的要求就是要绝对不漏水，这是功能上要求。为了提高防水的可靠性，必须遵循多道设防的原则。例Ⅰ级屋面防水工程应有三道或三道以上防水设防；Ⅱ级屋面防水工程应采用有两道防水设防。在易出现渗漏的节点部位应采用防水卷材、防水涂料、密封材料、刚性防水材料等互补并用的多道防水设防。

8. 复合防水，加强保护：复合防水是采用几种不同的防水材料组合在一起，发挥各自独立承担防水能力的特点，从而形成一种整体防水层，达到优势互补，以确保防水效果的一种防水工艺。在进行复合防水方案的设计时，应注意材料的化学结构和极性相似、溶解度参数相近，只有这样的材料组合才不会产生脱离现象。在防水层上加保护层，则可以保护柔性防水层不受紫外线的照射和雨水的直接冲刷，不受外力损坏，降低防水层温度，减缓其老化过程，延长柔性防水层的使用寿命。

9. 防水层的设防要求：在进行防水工程设计时，确定了防水等级和耐用年限后就应确定防水层道数和屋面构造。在相关的规范中对不同防水等级均明确规定了设防要求，如《屋面工程技术规范》对Ⅰ级屋面防水工

程所做的规定为：“应有三道或三道以上的防水设防要求。其中应有一道厚度不小于 1.5mm 的合成高分子防水卷材，并只能有一道厚度不小于 2mm 的合与高分子防水涂料，另外还允许选用不宜小于 3mm 厚的高聚物改性沥青防水卷材或细石混凝土刚性防水层，采用三道或三道以上的合成高分子卷材也是可以的。

10. 考虑施工工艺：目前防水工程的施工主要是以手工操作为主，施工人员的技术水平、心理修养、工作责任心、工艺的难易程度对施工的质量的影响是很大的。因此，设计人员进行防水工程设计时，要充分考虑防水施工中和各种因素，提高设防能力、增加层次和选用优良的新型防水材料，克服施工可能产生的缺陷，提高防水层的质量。

11. 防水工程细部构造的设计原则：

充分考虑变形的影响；遵循材料防水和构造防水相结合、柔性密封和防排结合的原则；优势互补、多道设防的原则，即根据不同节点情况，先用卷材、涂料、密封材料、刚性防水材料等互补使用的方法进行多道设防；提高整体防水能力，节点部位的防水材料性能应比大面积的防水材料好。

（二）设计质量控制内容及方法

据全面质量管理要求，须对建筑防水设计全过程所有关键因素（人、物、体系、环境等）及设计过程进行控制，确保设计方案满足生产及生活要求，具体控制内容及方法如下：

1. 设计依据控制——有法可依 建筑防水设计要贯彻执行政府相关部门颁布的相关标准、规范要求。要以合格品率作为核定设计单位设计质量的基本指标，同时要加强对设计单位的设计质量审查及复核工作，以保证设计质量、水平不断提高。并要求做到：

（1）贯彻执行国家建设方针、政策以及有关技术标准，符合批准的初步设计文件。

(2) 设计方案合理, 满足功能需求, 运行安全可靠, 技术经济指标适度。

(3) 计算完整、准确, 设计标准恰当, 构造措施合理, 便于施工、维修、管理。

(4) 符合设计深度, 正确表达设计意图, 设计文件完整。

(5) 在基本质量的基础上, 设计有创新, 综合效益显著。

(6) 采用新技术、新理论、新工艺、新设备、新材料等并取得实际效果, 在一定范围内与同类设计项目相比具有先进水平。

2. 健全设计质量管理的基础——设计质量管理保证体系

(1) 建立法人挂帅的组织机构。成立监督机构, 即法人亲自挂帅, 专家起主导作用的全方位的有机结合体。设立质量检查小组, 每个设计项目均设质检员。以专家为主导是为了掌握专业技术的高标准高质量, 法人挂帅是保证质量管理体系顺利运行。主要目的是使设计工作经济化, 制度化, 责任化。

(2) 健全可操作的设计规章制度。主要包括以下方面: 一是规章制度的制订要结合实际情况, 一定要具体化、细化、量化, 特别是要具有可操作性, 以保证其运用的经常性和可检查性, 以其达到预定目标。二是规章制度要量化, 做到可以制成表格分门别类填写打分。三是设计人员行为要规范, 原则性要强, 只有我们自己有效地规范了行为, 才能使我们的服务对象满意。四是跟踪服务、反馈信息及时更正与处理。五是事前计划要具体, 事中控制有措施, 事后总结有效果。

3. 设计产品的控制——严格要求, 精心设计

它是设计人员从事设计工作的指导思想。防水工程设计质量是整个防水工程质量的基础和关键, 关系到工程的最终效益。在设计过程中要注意方案比选, 博采众长, 集思广益, 采用先进技术, 严格执行有关法律和规范, 为顾客提供优质的设计。

4. 设计过程的控制——科学管理

“科学管理”是设计过程控制的基本要求，也是把好建筑设计质量关的核心内容。要提倡以人为本的生态、环保、节能设计，建筑节能设计已经列入强制性规范！高质量的设计产品，离不开高水平的设计和高水平的管理。“科学管理”的核心是八项质量管理原则。八项质量管理原则作为管理的最基本最通用的一般规律，是 ISO9000 族标准的理论基础。通过“科学管理”，牢固树立管理人员和设计人员的法规意识和质量意识。

5. 设计运作程序质量及设计人员素质的控制——优化

既要进行优化思想教育，又要注重量才使用，使每一个设计人员都有进取精神，思想中时刻存在着争夺市场的竞争意识。这就是人员的优化组合。

确定每一个设计项目的优化管理。所谓管理点，就是项目中起决定作用的关键点。

设计项目的优化统筹安排。

随时制订与研究项目的创新计划。凡是设计项目运行过程出现新情况新问题，都应该进行分析研究。

提倡精品化、集成化、信息化。要创新要精品就必须掌握足够的信息，如向国外发达国家学习，他们的设计理念和先进经验，做到这一点也就等于找到了捷径。

提高设计人员整体水平和素质，给设计对象创造更多地学习，深造的机会，使设计人员在防水设计运行中的各个环节都能独当一面。

制定优化的最佳目标，尽量把一些定性的要求变成定量的标准，具有明确的可操作性。

建筑防水设计方案的优化管理：建筑防水设计方案对于设计项目十分重要，当建筑防水设计方案选取后，须按专业部分进行优化、细化、量化而后运行。建筑防水设计方案优化管理，旨在打破旧的、固定不变的教条，采取积极地动态的设计管理方法。

6. 持续改进

持续改进是设计永恒的追求、永恒的目标、永恒的活动。持续改进是整个设计质量管理工作的出发点和落脚点。必须通过“增强满足要求的能力的循环活动”，不断提高设计质量，改进质量管理体系及过程的有效性，满足顾客和其他相关方日益增长和不断变化的需求和期望。只有坚持持续改进，才能不断进步，才能满足客户要求，在市场竞争中立于不败之地。

三、建筑防水工程施工质量控制

防水工程施工阶段是根据防水设计图纸（或方案）的要求实施，形成防水过程实体的过程。其质量要求与前几个阶段的质量要求是不同的，如果说防水材料质量控制阶段是解决“能否做、做什么”的问题，设计阶段是解决“如何做”的问题，而施工阶段则要解决的是“做出来、做好”的问题。防水工程施工阶段是生产实践，是生产和操作的质量问题。质量控制工作量最大的阶段就是施工阶段。所有与建设活动有关的单位都要在此时参与质量形成的活动。所以施工阶段的质量控制是防水工程质量控制的重点，也是最重要的阶段，是保证整个防水工程能否达到预期质量目标的关键。

（一）防水工程施工质量控制系统组织

防水工程施工质量控制高度重视逻辑思维程序，工程技术只有通过科学的组织管理才能充分发挥其效能。组织是管理的一项重要职能。质量控制系统组织的功能是通过任务结构和权力关系的设计，来协调工程项目施工中各方面的共同努力。其组织模式大致有直线制、职能制、直线职能制、矩阵制等。一般防水工程项目常采用直线制或直线职能制的模式。

（二）防水工程施工质量控制依据

合同文件、防水设计文件（图纸、方案）、防水工程质量评定标准与方法，是防水工程施工阶段质量控制的共同依据。除此之外，在施工过程中，工序质量控制及原材料、半成品、构配件的质量控制还须以专门法规或规定作为控制依据：

1. 有关防水工程作业的操作规程。

2. 有关工程防水施工规程及验收规范。

3. 凡采用新材料、新工艺、新技术的工程，均应事先进行试验，并提交权威技术检验部门关于其技术性能的鉴定书或相应级别的技术鉴定。

4. 有关试验、取样的技术标准。

5. 关材料验收、包装、标志的国家标准。

（三）防水施工方案的控制

这里所指的防水施工方案的控制，包含防水工程项目整个施工过程中所采取的技术方案、工艺流程、组织措施、检测手段、施工组织设计等的控制。尤其是施工方案正确与否，是直接影响整个防水工程项目的进度控制、质量控制、投资控制三大目标能否顺利实现的关键。往往由于防水施工方案考虑不周而拖延进度，影响质量，增加投资。为此，在参与制定和审核施工方案时，必须结合工程实际，从技术、组织、管理、工艺、操作、经济等方面进行全面分析、综合考虑，力求方案技术可行、经济合理、工艺先进、措施得力、操作方便，有利于提高质量、加快进度、降低成本。防水施工方案选择的前提是一定要满足技术的可行性。

（四）防水工程相关技术文件的质量控制内容

1. 审核有关技术资质证明文件；
2. 审核开工报告，并经现场核实；
3. 审核有关材料、半成品的质量检验报告；
4. 审核反映工序质量动态的统计资料或控制图表；
5. 审核设计变更、修改图纸和技术核定书；
6. 审核有关质量问题的处理报告；
7. 审核有关应用新工艺、新材料、新技术、新结构的技术鉴定书；
8. 审核有关工序交接检查，分项、分部工程质量检查报告；
9. 审核现场有关技术鉴证、文件等。

第八章 建筑节能工程

目前我国建筑节能工程规模逐渐扩大,所以对于质量的控制要求也在不断提升,如果在提升建筑节能工程数量的同时无法保证质量,那么后果是岌岌可危的,所以说,相关部门对于建筑节能工程质量的控制以及建筑节能检测的重视度应该不断提升,只有这样才能够保证未来我国建筑行业的发展是可观的。但是目前投入建设的节能工程流程十分复杂,实际存在的问题也是比较多,所以相关部门对此应该提起重视,利用合理的方式解决问题,从而提升质量。

第一节 建筑节能工程的质量要求

建筑行业实行建筑节能主要是在建筑设计和施工改造的过程中融合节能理念,优化建筑物结构,选择节能的材料与设备,并在施工过程中严格按照相关标准要求进行操作。只有这样才能确保建筑物的质量符合要求,同时,实现建筑物保温隔热、节水省电等节能功效。在进行建筑节能工程设计时,设计师不仅要考虑建筑物内部环境的优化,还需要综合考虑各种设备的节能效果,尽可能实现消耗最少的能源而获取最大的使用效果,从而为建筑企业和用户节约成本。

经济的快速发展促使我国多个产业不断扩大规模,这意味着更多的能源需求与消耗。近几年,我国面临着巨大的能源危机,建筑行业作为能源消耗较大的产业之一,在新时期要想适应社会发展趋势,满足社会发展需求,就必须对传统的建筑方法及技术进行改造,开发研究新型节能建筑,并做好建筑节能检测,严格控制建筑节能质量,切实贯彻绿色环保节能理念。但是在实际施工过程中,很多施工人员和项目负责人都没有足够的节能意识,在施工方面没有注意采取节能措施。因此,加强节能建筑施

工质量控制与检测非常重要，其能够有效监督施工人员的施工行为，及时发现问题并进行解决，从而保证建筑的节能质量，降低成本消耗。

一、原材料质量要求

1. 建筑节能工程使用的材料、设备等，必须符合设计要求及国家有关标准规定，严禁使用国家明令禁止使用与淘汰的材料和设备。

2. 建筑节能材料和设备的进场验收的规定

对材料和设备的品种、规格、包装、外观和尺寸等进行检查验收，并经监理工程师（建设单位代表）确认，形成相应的验收记录。

对材料和设备的质量证明文件进行核查，并经监理工程师（建设单位代表）确认纳入工程技术档案。进入施工现场用于节能工程的材料和设备均应具有出厂合格证、中文说明书及相关性能检测报告；定型产品和成套技术应有型式检验报告，进口材料和设备应规定进行出入境商品检验。

材料和设备应按照《建筑节能工程施工质量验收规范》（GB 50411—2007）附录 A 及各章的规定，在施工现场抽样复验。复验应为见证取样送检。

3. 进场节能保温材料与构配件的外观和包装应完整无损，符合设计要求和产品标准的规定。

4. 墙体节能工程使用的保温隔热材料，其导热系数、密度、抗压强度或压缩强度、燃烧性能等应符合设计要求。

5. 严寒和寒冷地区外保温使用的黏结材料，其冻融试验结果应符合该地区最低气温环境的使用要求。

6. 建筑节能材料应满足燃烧性能要求。耐火性能是建筑工程最重要的性能之一，因此，建筑节能工程使用材料的燃烧性能等级和阻燃处理，应符合设计要求，同时符合现行国家标准，即《建筑内部装修设计防火规范》（GB 50222—2017）和《建筑设计防火规范》（GB 50016—2014）的规定，工程施工过程中要严格按设计规定选材和施工。

7. 建筑节能材料应满足有害杂质限量要求，不得对室外环境造成污染。建筑节能工程使用的材料与建筑装饰材料类似，容易造成污染。建筑节能工程使用的材料应符合国家现行有关标准对材料有害物质限量的规定，工程施工过程中要严格按设计规定选材和施工。

8. 现场配置保温材料的控制。现场配制的材料如保温浆料、聚合物砂浆等，应按设计要求或试验室给出的配合比配制。当未给出要求时，应按照施工方案和产品说明书配制。

9. 建筑节能材料使用时含水率的控制。节能保温材料在施工使用时的含水率应符合设计要求、工艺要求及施工技术方案要求。当无上述要求时，节能保温材料施工使用时的含水率不应大于正常施工环境下的自然含水率，否则应采取降低含水率的措施。

二、施工技术与管理要求

（一）建筑节能工程关于图审及施工方案的要求。建筑节能工程应按照经审查合格的设计文件和经审查批准的施工方案。本条为强制性条文，施工执行时须特别重视。

（二）建筑节能工程的施工作业环境的要求。建筑节能工程的施工作业环境和条件，应满足相关标准和施工工艺的要求。节能保温材料不宜在雨雪天气中露天施工。

（三）建筑节能工程关于样板间（件）的要求。建筑节能工程施工前，对于采用相同建筑节能设计的房间（墙面）和构造做法，应按施工方案及安全技术交底的要求，在现场采用相同材料和工艺制作样板间或样板件，经有关各方确认后方可进行大面积施工。制作样板间（或样板件）的做法，是我国长期施工中总结出来的行之有效的方法，主要适用于重复采用同样建筑设计的房间和构件做法。节能工程施工也应当借鉴和采用。

（四）关于承担建筑节能工程的施工企业的资质要求。承担建筑节能工程的施工企业应具备相应的资质；施工现场应建立相应的质量管理体系、施工质量控制和检验制度，具有相应的施工技术标准。

(五) 关于节能工程施工方案审批及安全技术交底的要求。建筑节能工程施工前,施工单位应编制建筑节能工程施工方案并经监理(建设)单位审查批准。施工单位应对从事建筑节能施工作业的人员进行技术交底和必要的实际操作培训。

(六) 建筑节能工程采用的“四新”技术的规定。建筑节能工程采用的新技术、新设备、新材料、新工艺,应按照规定进行评审、鉴定及备案。施工前应对新的或首次采用的施工工艺进行评价,并制订专门的施工技术方案。

三、具体建筑节能工程的质量要求

(一) 建筑采暖节能工程的质量要求

1. 一般规定

(1) 适用于温度不超过 95℃室内集中热水采暖系统节能工程施工质量的验收。

(2) 采暖系统节能工程的验收,可按系统、楼层等进行。

2. 主控项目

(1) 采暖系统节能工程采用的散热设备、阀门、仪表、管材、保温材料等产品进场时,应按设计要求对其类型、材质、规格及外观等进行验收,并应经监理工程师(建设单位代表)检查认可,且应形成相应的验收记录。各种产品和设备的质量证明文件和相关资料应齐全,并应符合国家现行有关标准和规定。

检验方法:观察检查;核查质量证明文件和相关资料。

检查数量:全数检查。

(2) 采暖系统节能工程采用的散热器和保温材料等进场时,应对其下列技术性能参数进行复验,复验应为见证取样送检:

①散热器的单位散热量、金属热强度。

②保温材料的导热系数、密度、吸水率。

检验方法:现场随机抽样送检;核查复验报告。

检查数量:同一厂家同一规格的散热器按其数量的 1%进行见证取样送检,但不得少于 2 组;同一厂家同材质的保温材料见证取样送检的次数不得少于 2 次。

(3) 采暖系统的安装应符合下列规定:

①采暖系统的制式,应符合设计要求。

②散热设备、阀门、过滤器、温度计及仪表应按设计要求安装齐全,不得随意增减和更换。

③室内温度调控装置、热计量装置、水力平衡装置以及热力入口装置的安装位置和方向应符合设计要求,并便于观察、操作和调试。

④温度调控装置和热计量装置安装后,采暖系统应能实现设计要求的分室(区)温度调控、分栋热计量和分户或分室(区)热量分摊的功能。

检验方法:观察检查。

检查数量:全数检查。

(4) 散热器及其安装应符合下列规定:

①每组散热器的规格、数量及安装方式应符合设计要求。

②散热器外表面应刷非金属性涂料。

检验方法:观察检查。

检查数量:按散热器组数抽查 5%,不得少于 5 组。

(5) 散热器恒温阀及其安装应符合下列规定:

①恒温阀的规格、数量应符合设计要求。

②明装散热器恒温阀不应安装在狭小和封闭空间,其恒温阀阀头应水平安装,且不应被散热器、窗帘或其他障碍物遮挡。

③暗装散热器的恒温阀应采用外置式温度传感器,并应安装在空气流通且能正确反映房间温度的位置上。

检验方法:观察检查。

检查数量:按总数抽查 5%,不得少于 5 个。

(6) 低温热水地面辐射供暖系统的安装除了应符合前面“3”的规定外,还应符合下列规定:

①防潮层和绝热层的做法及绝热层的厚度应符合设计要求。

②室内温控装置的传感器应安装在避开阳光直射和有发热设备且距地 14m 处的内墙面上。

(二) 建筑围护系统节能工程质量要求

围护系统节能工程技术属于近年发展的一种新技术,是住房和城乡建设部推广的“建筑业十项新技术”之一,对施工质量的要求很高。而建筑行业从业人员水平层次不齐,管理水平千差万别,材料种类复杂多样,加上市场竞争激烈,恶性竞争压价事件导致质量事故时有发生,严重制约了建筑质量管理目标的实现。2012 年,国家《“十二五”建筑节能专项规划》就提出,城镇新建建筑到 2015 年建筑节能标准不能低于 65%。时至今日,实际能达到节能 65%的建筑量仍极为有限。通过上面对问题的梳理我们看出,解决我国当前建筑节能界存在问题,必须建立一套强有力的质量管理体系,加强围护系统节能技术和建筑节能政策落实力度,实现全过程、全员、全项目的质量管控。

1. 建筑节能行业属于新兴建筑行业,必须加强对其他行业先进质量管理思想的吸收引进。建筑节能行业没有赶上全面质量全面推广的年代,没有将全面管理理论引入到行业管理建立相应的质量管理体系。根据建设项目本身流动性强、产品多样性特点,下大力气学习全面质量管理在其他行业的成功经验,建立一套由专职监管人员进行监督执行的质量管理流程,有助于打破建筑业目前管理上的惰性和侥幸也理,改变全面质量管理在建筑业裹足不前的现状。同时,建筑节能行业属于建筑行业中较新兴发展领域,行业规模较之建筑业相对较小,历史包袱轻,相对更容易建成一套完整的质量管理体系,便于提升质量管理水平,又能为全面质量管理在整个建筑业的应用研究提供思路借鉴。

2. 我国围护系统节能施工方面的政策标准有所完善,但较发达国家而言,不少政策标准脱节,客观上也影响了节能系统的质量管理,迫切需要完善施工过程管理体系来实施有效管控。我国建筑对于围护系统节能研究相对不足,行政干预比较多,标准制定也缺乏一贯性。以外墙建筑节能选材为例,2009年公安部、住房和城乡建设部联合下发有关民用建筑外保温系统的有关规定要求,明确墙体保温材料可一用B1和B2级保温材料。2011年3月14日,公安部消防局为加强民用建筑外保温材料消防监督管理却要求所有保温建材全部应达到A级。2012年1月3日,公安部消防局又下发文件取消了这一规定。短短数年,建筑节能材料防火等级指标多次被调整,客观上也造成不少工程无法正常选用和管理外墙保温材料。同时,新版节能工程施工质量验收规范实施后,各地政府虽出台配查的建筑节能实施细则,但仍主要是对技术层面的细节关注较多,很少涉及围护系统节能的统筹质量管理,缺乏对围护系统节能质量管理机制上的引导。围护系统节能工程迫切需要组建一套建设单位为核心的质量管理班子的和过程管理,从设计策划阶段、施工过程管理阶段、验收及后续保修阶段记进行有效管控,改变一前节能工程工序衔接上缺乏配合、各自为战的问题,实现围护系统节能整体节能目标。

3. 现行建筑节能法律法规、标准制定落实上,需要打破公司间部口的界限,建立目标一计划一控制一验收机制,建立一套能够落实既定目标的职能机构,全面覆盖建设单位、设计单位、施工总承包单位、外墙外保温单位、材料供应单位、门窗安装单位及防水单位等一系列单位的全项目管理,在实施过程建立全员管理的组织体系,明确岗位管理职责,加大施工过程的过程管理,能够对施工过程中的问题及时识别、纠偏,达成既定的围护系统节能目标。

4. 围护系统节能工程质量管理必须借鉴全面质量管理全过程质量管理思想,不仅仅要只强调对施工过程地管理,同时要注重施工管理过程向全过程延伸,注重对整个项目的质量管理。必须改变大多数研究建筑围

护系统节能工程施工质量管理只重视研究施工实施阶段的现状,实现对整个质量生命周期研究,并统筹围护系统所有分项工程节能质量目标的实现。

第二节 建筑节能工程的过程控制

我国建筑工程数量逐年增加,能源消耗十分巨大,同时,对周边环境造成了很大的污染。为降低建筑工程对环境的污染和降低能源的消耗,逐渐将节能新技术、新材料应用到建筑领域,使得相应的问题得到了改善,同时还能改善人们的居住环境,促进我国建筑行业的可持续发展。但是,建筑节能工程施工复杂,涉及范围广,内部包含各种问题,因此,在建设时要统筹好各方的关系,重视施工的每个环节,把控质量,抓好验收关,从而提高建筑的整体节能效果。

一、质量控制和验收的作用

建筑行业耗费的能源非常大,占我国总能耗的一半左右,对自然环境造成了严重的污染和破坏,因此,推行建筑节能,可以大大地减少能源的消耗,降低对环境的破坏,同时,根据环境温湿度还能自动情况调节室内温湿度,给人们一个良好的居住环境,提高建筑整体的经济性和舒适性。由于建筑节能工程建设流程十分复杂,涉及领域广泛,建设施工人员众多,耗资巨大,如果其中一个环节出现质量问题,建筑节能工程不能像一些工程项目一样推倒重新来过。因此,在建筑节能工程在每个施工环节都要做好质量控制和质量验收工作,保证工程的质量和大众的生命安全,促进建筑发展具有深远意义。

二、过程控制关键点

(一) 建立专门的管理机构

建筑节能工程不仅需要施工单位对工程过程质量进行控制,同时,相关的政府部门也需要对工程的施工过程进行监管,确保施工操作、施工材料符合施工标准,有关标准、规范能有效地实施、落实。因此,建筑节能

工程需要建立专门的管理机构，使建筑施工的每个环节都在管理机构 的监督下进行施工操作。需要从这几方面做好监管工作：淤管理机构自 身要提高对建筑节能的认识，明确其重要性，能积极主动在施工过程的使用绿色环保建材，并逐步推广建筑节能工程施工工作的开展；于管理 机构制定节能计划，需要结合当地的实际情况，再组织工作人员一起协 商并制定相应节能施工方案，在方案制定的过程中做好督促，并监督相 关工作人员要严格执行国家规定要求、标准制定方案；盂给工作人员安排相关的岗前培训，如有关节能质量控制，绿色环保材料选择以及施工 设备等；榆管理机构要在施工的每个环节做好审查和监督工作，保证施 工操作符合国家的标准规范，让管理者的管理监控工作有效地落实到整个建筑节能施工过程中，保证工程的顺利开展和建设质量。

（二）制定科学合理的节能方案

建筑节能通过在建筑施工过程，将绿色环保的建筑材料和施工技 术，融入施工过程中，使建筑具有节能的功能，在材料的选择方面，尽可能地选择绿色环保，可再生资源，从而达到实现节能的作用。建筑要实现节能的效果，首先，要制定科学合理的建筑节能方案，施工前需要提前对施工环境的实际情况进行勘察和调研，将所获得的数据进行分析， 制定出科学合理，适应当地情况的节能方案。其次，施工前做好相关岗位 培训工作，如设备使用、施工标准、规范以及施工技术等相关培训，提高建筑施工人员和管理人员的专业水平和操作技能，保证施工过程中相关工作有条不紊地开展。

（三）选择绿色的建筑材料

建筑节能效果主要受到绿色环保材料的影响，保证使用的建筑材料的合理性，就能提高建筑节能的效果。随着社会经济的发展，现在市面上绿色环保材料种类繁多，质量参差不齐，选择建筑材料是非常重要，也是一项专业性较强的工作，既要选择绿色环保的材料，符合生态环境保护 的要求，同时，也要保证选择的材料具有良好的降低能源消耗，有效降低环

境污染的作用，不要选择劣质的材料，如含甲醛超标的材料，不仅会影响建筑的节能效果，还会对人们的身体健康产生危害。因此，在采购建材时，首先要对建材市场进场调查，根据各供应商的建材质量、信誉和价格等，做好供应商评估，选择最佳的供应商，节约成本；其次，对采购的绿色环保材料，在施工前，要从材料的材质、环保效果、隔热功能等方面进行检测，并且保证检测结果的可靠性，分析绿色材料是否对建筑节能效果有影响，只有符合建筑对材料要求的材料才能用于施工，不符合要求的不能用于建筑施工。此外，相关部门要加强对使用材料的监管，对其开展材料检查工作，不同批次和采购时间的材料抽检需要达到一定的数量，目的是为了对建筑材料质量控制，才能为后期节能效果和建筑质量打好基础。

（四）质量验收要点

1. 符合工程验收前提条件，要求对施工过程中检验批、分项、子分部工程的验收并达到合格，再对现场实体进行检验，所有条件都符合要求，并且达到标准后才可以进行建筑节能工程验收。

2. 符合工程验收程序，遵守《建筑工程施工质量验收统一标准》的要求，并按照要求严格执行相关操作，除此之外，还要完成检验批和隐蔽工程验收、分项工程验收和分部工程验收等三个环节的验收工作，验收完成后还需要每个负责人在相应的表格上签字留档。

3. 符合工程验收合格的条件，需要各部分建筑节能工程的验收质量都合格，具体验收细则可以参考“建筑工程施工质量验收统一标准”的规定。榆工程验收资料核查。建筑节能工程从设计，到图纸，再到实施方案，绿色环保材料、零部件和施工设备的质量证明，以及施工过程中进场检验、核查、复验等报告等材料的准备，并且材料要按照相关规定进行制作。此外，还要准备外窗气密性现场检测报告、设备单机试运行及调试记录、系统联合试运行及调试记录等检验报告，并保证检查数据的准备可靠性。

随着环保压力的加大，以及人们对舒适环境的追求，绿色环保材料在建筑工程中的应用受到了越来越多地关注。建筑节能效果与绿色环保材

料、前期节能方案的制定以及施工过程是否有专门人员对工作进行管理有关,因此,在建筑节能施工过程中要专门针对这些环节,落实各项标准,做好各方面的工作。在建设完成以后还要对建筑工程,进行严格的验收检验,确保每一个环节都能够符合我国节能环保要求,保证建筑工程的质量,只有这样才能够增强绿色施工技术的应用效果,促进我国建筑行业的可持续发展。

三、建筑节能工程质量控制策略

(一) 提高质量管理意识

现阶段我国很多建筑施工单位的管理者都将工作重心放在了经济效益的获取上,追求用最短的工期完成工程项目,忽略了建筑节能质量控制的重要性。甚至部分单位为了获取更多的经济利润,在选择建筑材料时,购买劣质的节能材料,选择的落后的施工技术,严重影响了建筑节能工程的质量,不利于建筑行业的长久可持续发展。对此,应当提高全员质量管理意识,不论是领导层还是基层员工,都应当认识到质量的重要性,与此同时强化全员的责任意识。

(二) 严格控制施工质量

保证建筑节能工程具有较高质量水平,前提条件是对施工全过程进行有效地控制,以确保各个环节都与质量标准要求相符。在实际施工过程中,应有专门的施工监督人员,针对施工的每一个环节进行严格检查。同时,应完善责任制,将责任具体到人,防止出现问题时没有责任人可追究。当施工完成后,还需要对整个工程质量进行审核检查,因为即使在施工过程中,严格控制了施工质量,但是其是否具有好的节能效果还不能得到有效保证。因此,还应采取简便且合理的方法对竣工后的节能效果进行抽查验证。

四、建筑节能施工现场监管流程优化

(一) 建筑节能施工评价

1. 建筑节能工程施工综合评价方法

综合评价是指对以多属性体系结构描述的对象系统做出全局性、整体性的评价。建筑节能施工现场监管流程的优化评价主要是根据确定的目的来测定不同因素对系统的影响属性,运用数学方法将这些属性转变为定量研究的客观数值。因为影响因子较多,采用层次分析法进行分析。

层次分析法(AHP)是通过将定性与定量相结合进行对比分析得多目标决策技术。该方法的原理是将待确定权重的元素分解合理的层次结构,有专家和决策者(本文主要利用调查数据结果)对所列元素通过比较进行评分,然后利用计算判定矩阵的特征向量确定下层指标对上层指标的贡献程度,从而得到基层指标对目标而言重要性的排列结果。

(二) 建筑节能工程施工影响因素分析

1. 政策因素

国家对建筑节能施工规范体系的完善对工程施工的开展实施关重要的,出台相关利好的政策,有助于在社会主义市场经济条件下给予建筑节能施工于资金方面的支持,能够有效推动节能监管体系的进一步完善。

技术政策方面,加强对建筑节能工程的科研投入,争取在节能施工关键领域取得突破性进展,推动节能施工技术的发展进步,与此同时,有效刺激相关节能材料、设备、技术的研发生产。在建筑节能工程法律规范体系内,更深层次的完善专业性法律法规,设计标准。

经济激励政策方面,政府财政部门应继续加大力度出台相关建筑节能经济激励刺激政策,继续加大对建筑节能专项资金的投入力度。

2. 工程设计因素

在建筑节能工程寿命周期中,设计部门的作用不可忽视,在节能施工监管方面,勘察设计单位影响权重由大到小为建筑节能施工图设计文件、施工方案、施工材料物资、建筑节能分部工程质量、施工样板间。这充分说明施工图作为设计单位的根本,是影响节能工程施工的关键;另外,设计工作对施工方案的制定也起到技术材料支持的重要作用。

设计系统监管的优化是保证产品质量的关键，目的是在满足业主设计目的要求的前提下，利用各种科学技术手段在传统高能耗基础上进行创新性节能设计，以期达到建筑节能，提高建筑产品整体综合能源利用效率。现阶段建筑节能系统设计监管应主导设计新技术性的综合应用。内容包括：

计算机辅助设计的应用。建筑节能设计的整体团队应统一设计软件，统一办公工具，以其方便各专业交流修改。这样就加强了与施工单位、建设单位、监理单位在信息平台上的沟通，在建筑寿命周期中达到三者有效性的最大化。

制定统一的设计日程表。不同专业应在统一设计工序的前提下，编制各自的控制施工的文件，以便及时追踪产品制作的步伐，对工作的开展提供时间上质量的保障。时间的标准尺度，也能够加强与施工单位、建设单位、监理单位的协调，进一步巩固关联单位间的协作关系。

综合活动书面文件的整理。将设计过程中可能出现的问题以及需要在过程中解决的问题以表格的形式归纳整理。书面文件的监管，应明确不同专业，不同业务等的具体细化详尽的要求。设计评审意见的提出。为确保施工工期能够按照合同规定的要求，在设计评审期间应做好设计评审意见的详尽要求。综合归纳设计系统信息。依据具体工程项目的特点，制定综合设计信息系统概览表，主要内容应涵盖设计依据的法律法规、业主设计期望目标、生产设计许可证、设计环节日程表会议记录、初步设计方案、修改设计方案、最终设计方案等。

2. 施工组织因素

施工过程作为节能建筑达到其最终效果的主要实施手段，其重要性不言而喻，而其关键性又具体体现在指导其施工的设计阶段。节能建筑的施工过程存在的问题往往严格于传统建筑。其主要原因主要包含如下：

施工员脱离图纸施工，分析原因，一方面是限于知识量的不足，不能充分理解设计师的设计意图，另一方面是设计图纸存在设计问题。因此对

于施工人员,技术交底工作应充分完善,注重施工人员的岗前培训,图纸间存在问题及时与设计单位或监管单位沟通,解决施工过程中可能存在的问题。

施工组织过程缺乏规范性指导,传统工程施工过程中,不遵循施工规范规定已成为常见问题,在更严格的节能建筑施工过程中,问题的重要性愈加重要。尤其是节能建筑施工过程中,所涉及的新技术、新工艺,往往成为施工质量优劣的根本所在。因此,承包商和各个分包商应该制定严格的管理制度,并及时进行相关专业施工的专业培训,确保相关专业施工质量合格。

施工单位工作不协调,施工过程中各个不同专业工种间的协调配合时重中之重。施工计划的制定,应使管理层和作业层协调一致,组织做好施工过程中各个阶段,各个环节,各个层面的协调配合工作,排除专业间,时间上和空间上的矛盾,加强各个薄弱环节的动态平衡,从而保证工程合理进行。为保证不同施工单位的施工作业进行,协调性工作应主要涵盖以下几个方面:在施工环节方面,为提高施工效率,对于专业性不足的业主,监理单位应加强协调,避免施工交叉干扰,从而达到合理性施工的目的。另一方面是机械设备的协调,空间和时间的协调一定加强信息的沟通交流,避免浪费。

4. 工程监管因素

监理单位对于建设工程责任主体的影响权重是最重的,但在工程实际中,工程监理部门往往只把管理重点放在质量和进度上。忽略了对建筑寿命周期各个阶段的把控,所以在节能施工监管过程中,对监理单位的要求是:设计阶段,在审核节能工程设计方案合理合法合规的前提下,加强同设计方的信息交流,辅助设计部门做好节能工程设计文件;施工阶段,工程监理部门应作为不同主体的链接纽带,信息桥梁,要积极协调施工、设计、分包商、建设单位之间的关系,加强在四节一环保方面工程施工的重

点监督管理控制。在工程竣工阶段,监理单位应全面对工程项目的节能施工监管情况进行综合性评价,督导各方对工程项目的资料收集整理工作。

5. 原材料、设备因素

原材料和设备因素对建设工程责任主体单位和建筑实物的影响存在一定差异性。

对建设工程责任主体单位:施工物资在监理单位监管权重的评价中位于第四档次,相对于设计图设计资料的执行情况、施工方案的合理性、节能分部的质量,材料设备对工程质量的影响居于次要。同样,对其他工程责任主体单位,如质量检测机构,勘察设计单位,施工单位,监督机构也存在同样的问题,但是建设单位由于材料设备是其工程投资的主要部分,所以影响权重仅次于设计图设计文件的合理性。

对建筑实物的影响中,分析考虑的主要是与施工方法、施工工艺同施工材料的对比。其中,施工材料、设备居于主导因素的具体工程分部包括配电照明工程,监测与控制节能工程,这两项工程的施工方法工艺与传统工程不存在明显差异,但是由于二者的能耗主要集中在建筑运行阶段,所以材料设备影响权重较大。对于墙体节能工程、屋面节能工程、幕墙节能工程、门窗节能工程、地面节能工程、采暖通风节能工程,材料设备的影响权重稍弱于施工技术方法工艺,主要是由于施工过程是对材料的运用,建筑能耗主要取决于施工的质量。

6. 建设单位、业主因素

建设单位属于建设工程责任主体单位之一,在主体影响权重中稍弱,由于其节能工程专项性知识不足,与其他监管单位相比较若,主要是辅助其他专业监管单位对工程质量进行控制。在辅助过程中,其对工程质量的监控主要集中在设计文件图纸、施工物资材料、施工方案方面,分析其主要原因是在满足工程质量前提下,对施工进度和投资的控制。

(三) 建筑节能工程施工监管流程优化

1. 节能工程施工监管流程优化的原则

我国建筑节能项目工程的监督管理存在着阶段性、局部性的问题，二者在建筑寿命周期中使得节能工程项目原本固有的内在联系被割裂了。因此，建筑节能施工监管流程的优化主要把握以下三个原则：

（1）在建筑节能工程寿命周期内，在不同的建筑工程施工阶段，存在着对不同程度的分包委托现象，委托对象的不同往往造成他们彼此之间缺少信息的交流而变得相对独立，结果造成工程项目的前期策划、施工建设过程和运行阶段的孤立脱节，造成了监督管理的割裂，节能工程设计意图表达不完善，直接导致设计变更的发生，违约的频繁出现，间接浪费了资源，造成必要的成本增加。由于工程参与主体处于自身利益出发，没有形成统一完善有效的整体，没有形成利益集体最大化，过于注重建筑寿命周期中本专业的作用，使得不同专业间和工程环节间缺乏管理沟通，缺乏协同操作，导致最终节能产品质量达不到期望值。

（2）目前，建筑节能施工监管流程中存在着各个分部的相互独立，导致在建筑全生命周期建设过程中不同阶段的信息缺失，信息交流的孤岛效应因此产生。在施工的不同阶段，监管信息缺乏有效的沟通导致重叠监管、交叉监管、监管漏洞等一系列问题的出现。难以实现全生命周期施工监管，导致建筑节能工程质量得不到有效保证。

（3）建筑节能施工监管是一种目标监管，施工过程的监管是围绕着最终实现建筑产品的最大节能效果（经济效益最大化）实现的，而在监管过程中，传统模式的监管思维不会以建筑节能为最终目标进行决策和实施，实际监管过程中，容易出现单一目标监管现象，过度强调个体专业而忽视了整体目标的实现。缺乏统筹性的监管考虑，导致工程质量低于预期目标。

2. 节能工程施工监管流程优化措施

节能工程施工监管流程的优化应加强不同单位主体在建筑寿命周期中信息交流，改变彼此由于工程分包及工程过程空间和时间不同步性造成的局限性。即加强建设工程责任主体单位之间的良性技术关联，加强建筑实体工程各个建筑节能分部工程之间的良性技术关联。

(1) 加强建设工程责任主体单位之间的关联

建设工程责任主体包括建设单位、勘察设计单位、施工单位、监理单位、监督机构、质量检测机构等，对于建筑节能工程施工阶段。

施工、设计、监理之间的良性技术关联是指通过采取一定的技术措施和方法优化，将建筑节能的设计、节能施工的、监理实施完美的结合匹配，保证工程项目施工合理开展，使得在整个节能建筑的建造过程以及整个寿命周期过程中，对能源的利用率得以充分利用。主要包括如下几点：

①节能工程的参与方第一时间介入。包括业主，设计单位，施工单位，监理单位，物业单位等。各个单位从工程项目的规划设计初始阶段参与到过程当中，推动这个项目的健康合理发展。

②参与单位的目标唯一性。业主，设计单位，施工单位，监理单位，物业单位都以实现节能建筑作为整个团队的根本目标，为保证工程顺完工，质量合格，需要加强各个主体间的配合协作。

③加强各个主体单位之间的信息交流。设计单位和承包单位通过与施工单位的信息交流，组织管理和加强施工过程中各个作业方的工作要点，落实每一项关键性技术措施，监理单位组织相应的监督管理活动。设计图纸应明确设计目标，并通过详尽的设计说明指导施工按照经济合理的方式施工作业，与此同时，施工单位应明确相关技术操作方式方法，熟悉相关专业领域施工要点，不同工种间以设计图纸为依托，相互协调施工，共同在设计图纸的指导下完成工程，并确保工程质量。

④培养综合性人才。例如以设计和施工、监理相结合的方式为指导前提，培养三者精通的建筑复合型人才，并利用其通用的特点，合理沟通设计和施工、监理之间的工作，作为达到完善工程质量的桥梁纽带。

⑤全生命周期的过程控制。全过程控制是指全方位，实时性，动态性相结合的控制模式。为实现最终的工程目标，确保工程达到最终设计目的，应注意在建筑设计施工的全生命周期过程中的实时性跟踪、指导、监管。实行全生命周期的控制。

（2）加强建筑实物工程各个分部工程之间的关联

节能工程施工监管优化是在监管系统中建立保证信息畅通交流的一种合理化、规范化、有意识的组织活动。既要考虑监管过程涉及主体单位间的内部联系因素，也要考虑系统外部的环境影响因素。在优化过程中主要采取以下措施：

①集权与分权统一的措施

绝对的集权与分权模式是不存在的，在建筑节能施工监管过程中，集权指掌握相应领域所有监管权限的负责人，其下属人员是命令的执行人；分权，在总权利责任人的授权下，各个下级人员在相应领域有各自的决策权，总责任人负责协调。由于建筑节能施工的专业复杂性，所以本文监管优化过程中提倡采取分权模式。

②完善监管分工协调性的措施

节能工程施工的监管既是对工程实体质量的监管也是对人的监管。正确处理好人与人，领导与下属，部门之间的关系，避免减少人员之间由于监管责任权限问题导致的矛盾冲突的发生。因此，对建筑节能工程监管组织机构设置时，应当协调监管流程过程中组织内部的各种关系，并合理规划协调好监管体系的任务关系，完善监管过程中的工作制度，切实落实做到在监管体系中纵向、横向的信息交互。

③建立监管跨度和监管层次相统一的措施

监管跨度和监管层次是互相制约的关系。监管跨度的增大能有效简化监管层次，提高信息传递速度，避免信息失真的发生机率，节能工程中施工细节反馈信息的传递效率提高在一定程度上减少了监管人力的投入，但是，弊端也是明显的，上级主管部门会因此加大相关单位间工作量的协调，造成组织失控的发生。因此，在建筑节能施工监管过程中，监管跨度和监管层次应当适当调整，综合权衡。

④采取责任、权利、利益对等的措施

在监管优化过程中，确保责任、权利、利益是保证监管优化实施的前提。否则，三者的不对等将会影响最终监管效果，例如，监管人员责任过大，则容易影响其积极主动性；权利过大，容易导致滥用职权。

第三节 建筑节能工程的节能检测

随着我国社会经济迅猛发展，城市建设领域也出现了突飞猛进的趋势，然而随之而来建筑能耗也在逐年上升，导致能源利用率降低、资源浪费严重，制约了我国可持续发展战略的实施。在这种背景下，如何通过选用新型建筑节能材料进行节能工程建设，尽可能地降低照明、空调制冷、制热、供热等的能耗，合理利用资源、保护生态环境，对于提高人民生活质量、实现我国经济增长方式从粗放型向集约型转变具有重大意义。由此，近年来强化节能工程的质量控制和优化建筑节能检测，成为建筑界和社会各界广泛关注的热点问题。

一、建筑节能的基本概念及检测意义

建筑行业实行建筑节能主要是在建筑设计和施工改造的过程中融合节能理念，优化建筑物结构，选择节能的材料与设备，并在施工过程中严格按照相关标准要求进行操作。只有这样才能确保建筑物的质量符合要求，同时，实现建筑物保温隔热、节水省电等节能功效。在进行建筑节能工程设计时，设计师不仅要考虑建筑物内部环境的优化，还需要综合考虑各种设备的节能效果，尽可能实现消耗最少的能源而获取最大的使用效果，从而为建筑企业和用户节约成本。

经济的快速发展促使我国多个产业不断扩大规模，这意味着更多的能源需求与消耗。近几年，我国面临着巨大的能源危机，建筑行业作为能源消耗较大的产业之一，在新时期要想适应社会发展趋势，满足社会发展需求，就必须对传统的建筑方法及技术进行改造，开发研究新型节能建筑，并做好建筑节能检测，严格控制建筑节能质量，切实贯彻绿色环保节能理念。但是在实际施工过程中，很多施工人员和项目负责人都没有足够的节

能意识，在施工方面没有注意采取节能措施。因此，加强节能建筑施工质量控制与检测非常重要，其能够有效监督施工人员的施工行为，发现问题并进行解决，从而保证建筑的节能质量，降低成本消耗。

二、建筑节能工程的概念、主要检测手段概述

（一）相关定义

“建筑节能”是指按照建筑节能标准，使用节能型工艺、技术、设备和材料，充分利用各种可再生资源，通过提高建筑物空调制冷制热、采暖供热的效率，起到降低建筑物能耗、提高资源利用效率的一种理念。值得注意的是，建筑节能工程建设是一个系统工程，须在建筑设计、建设、管理等各个环节中贯彻“建筑节能”理念，才能在保障人居基本质量的情况下尽可能地减少能耗。

（二）节能检测手段

1. 实验室、现场检测

按照检测场所不同，节能检测主要可以分为实验室及现场检测两种方式。其中，实验室检测指将建筑测试构件样本送至实验室，进行吸水量、抗风压等实验，根据有关参数检测构件的保温、通风性能，该检测方式比较严谨，有利于对建筑节能材料性能、质量的准确预判；现场检测则指检测人员在施工现场，进行检测工作，此种检测方式便于质量问题及时反馈于节能工程建设，利于工程及时纠偏。

2. 型式尧抽样检测

根据样本选取方式不同，节能检测又可分为型式及抽样检测两种方式。其中，型式检测指对建筑物围护结构的各部件、各部件的保温隔热的全面检测，是建筑工程节能构件材料、隔热保温节能系统能够进入到建筑施工现场不可缺少的必要条件；而为了实现对施工质量的动态把关，往往还需临时选用样本，对节能工程进行现场抽样复查。

三、建筑节能检测现状

（一）相关规范标准体系尚未建立，难以为建筑节能检测提供依据

由于建筑节能理念在我国尚处起步探索阶段,相关领域的标准规范还不完善,现有标准规范更新速度严重滞后;各地对节能材料的质量检查标准、性能数据统计方式等方面尚未统一,规范的节能建材检测流程仍未形成。加上建筑节能检测不同于建筑结构质量检测,无法通过眼观、手摸等常规检查方式得出结论,相关质量问题有赖于检测人员对保温层、门窗构件等进行传热性能、抗风压力等方面的实验,而这种规范标准不明确、检测要求不统一方面的问题,极易致使节能检测对墙体保温材料、门窗构件以次充好的监督作用难以发挥,性能良好节能材料难以普及应用。

(二) 从业人员能力水平有限、责任心不足,难以为建筑节能检测

发展提供动力正如前文所述,建筑节能工程的质量监测主要依靠工作人员按照国家以及地方目前建筑节能竣工验收的规范与相关的技术规范,对建筑物围护结构的各部件、各部件的保温隔热以及各组成材料的测验,检测过程复杂且繁琐,涉及各种检测仪器设备,温度、湿度等都有可能影响到结果,实验对检测人员的专业水平、职业操作、工作经验要求较高,检测准确度很大程度上有赖于人员的技术水平和责任心。但反观我国实际,也正是因为节能工程质量问题存在肉眼难以等客观因素,许多施工单位、检测机构将其视为无关痛痒的辅助环节,自然难以重视检测技术人员的能力水平,导致检测人员缺少对建筑节能领域先进知识的了解途径,检测技术水平难以过关,无形中大大增加了节能检测中的人为误差。

(三) 相关检测管理体制不健全,难以为建筑节能检测工作顺利开展提供保障

除上述原因外,从我国建筑节能工程检测实际来看,大部分施工单位缺乏专门从事建筑节能检测的统一管理机构,材料运输、采购、检测、配置、储备等方面管理制度仍不完善,检测工作流程不规范,甚至出现检测机构为节省成本而将材料露天放置的情况,使原本性能良好的节能材料被腐蚀破坏,人为造成节能工程质量隐患。

四、建筑节能工程质量检测若干问题

建筑工程行业急剧扩大,新建的建筑不但在建设的过程当中消耗很多能源,而且在初始长期的使用当中还会持续消耗能源,建筑工程的能耗已经占到总能耗的 $1/3$ 。因而,自从 2000 年以来,国家增强了在全国范围内建筑工程节能的工作力度,制定了一系列的规范、标准以及规程。同时,为了保证节能工程的质量,还必须要通过一些相关的检测,实现对建筑节能质量的监督工作。

建筑节能主要是指在建筑工程的规划、设计、新建、改造以及使用过程中,要执行建筑物节能的标准,采用那些节能型的工艺、技术、设备和材料,提升隔热保温性能,同时,提高空调制冷制热、采暖供热的效率,增强对建筑工程用能系统的管理,充分利用可再生资源,实现在能够保证热环境质量的条件下,尽可能地降低照明、空调制冷制热、供热等的能耗。

(一) 建筑节能质量检测的种类

1. 抽样检测与型式检测

从建筑物节能工程的施工质量过程来看,主要分为:组成材料、隔热保温节能系统、构件材料的型式检测、现场监督检查的检测、现场抽样复查的检测。型式检测具有十分重要的意义,是建筑工程节能构件材料、隔热保温节能系统能够进入到建筑施工现场不可缺少的必要条件。除此之外,由于施工人员的文化程度大部分较低,同时,对建筑节能新系统以及产品都不是很熟悉,缺少实际操作的经验,因而,复查抽检也是非常有必要的。

2. 实验室与现场检测

与常规的建筑工程检测类似,建筑节能的工程质量检测主要分为实验室检测以及现场检测。实验室检测主要是指检测试件是在实验室中加工完成的,相关的检测参数都是在实验室中测出的;现场检测主要是指检测的试件或者对象是在施工现场,同时,相关的检测参数都是在施工的现场测出的。

3. 建筑节能工程的检测项目

从检测的主要内容而言,需要按照国家以及地方目前建筑节能竣工验收的规范与相关的技术规范,建筑物节能工程的检测主要是对建筑物围护结构的各部件、各部件的保温隔热以及各组成材料的测验,除此之外,还有采暖空调设备的运行节能性的测验。同时,采暖空调设备的运行节能性测验,往往主要是针对那些有集中采暖空调的这类公共建筑,或者是小部分采取集中采暖空调的一类居住建筑。

(二) 建筑节能工程的实验室检测

1. 建筑节能产品、材料以及保温系统的检测主要检测项目有:保温隔热板、隔热浆体材料;保护层以及粘结层材料;玻纤网、锚固件、腹丝。

建筑节能工程产品、材料以及保温系统的型式检测,需要按照相应的产品标准或者是技术规程进行全项目的检测。建筑节能的施工现场抽样检测,则需要审核保温材料的蓄热系数、密度、强度、导热系数、材料的抗拉能力、稳定与收缩性,现场对项目进行复检。

2. 外墙外保温系统的性能检测主要检测项目有:热阻试验;耐候性试验;抗冲击性能、抗风压性能的检测;耐冻融性能检测;吸水量试验;保护层的水蒸气渗透阻检测。

3. 建筑节能工程的施工质量检测主要检测项目有:保温板系统中的粘贴强度以及板材粘贴面积;保温浆料系统中的粘贴强度以及保温砂浆厚度;硬质泡沫保温系统中的保温层厚度;固定锚栓件抗拔强度;外墙面砖的粘贴强度。

4. 在特殊条件下要进行的现场检测在特殊状况下,也就是当对建筑的保温施工质量有所怀疑或者是采用的保温材料缺少相关的认证手续,保温材料没有热工性能的检验报告或者是没有验收标准,保温体系没有型式检测报告的时候,需要在建筑工程的节能保温施工之后进行相关的现场检测。检测的主要内容有:构件或者是复合构件的传热阻测试;自然状况下,内表面温度的测试。

(三) 建筑节能检测方面所存在问题以及改善措施

1. 存在的主要问题

(1) 建筑围护墙体节能。我国大部分地区的建筑物节能保温均采用外墙外保温这一方式。然而,很多建筑都有保温材料的燃烧性能或者是氧指数不合格的现象,对建筑物的安全造成很大的威胁。除此之外,在选择墙体保温材料的时候很多都未考虑到材料的吸水量这个问题。特别是在北方,冬季极易容易导致结冰现象的出现,进而导致保温材料的开裂。

(2) 建筑物外窗节能。门窗在建筑节能中会产生非常大的影响,一般门窗基本都可以达到规定要求,然而,却仍然会有一部分门窗不符合要求,往往大部分都是由于窗框与窗扇不严密而造成的。除此之外,现场抽检往往会比实验室检测的外窗不合格率高,这主要是由于在实际操作中会出现预留洞口与门窗框二者之间的密封不严而造成的。

(3) 系统节能检测。通风与空调、照明与配电工程能耗、建筑采暖,在建筑总能耗当中占到非常大的比例,直接影响到建筑节能的实施效果。在检测的过程中要尽量检测的规范去做,但是,由于系统检测过于复杂且庞大,管理单位、运行以及用户配合这些问题,导致了实际的系统检测仍然存在着许多问题和困难。

2. 改善措施及建议

(1) 应该优化建筑围护墙体的外保温形式,实现更加方便简单的施工,增强保温系统的防腐、耐久、抗冻融性,以及防水,研究开发新型的耐火保温材料,实现建筑节能可靠安全。

(2) 增加建筑物外窗框窗扇的隔热条的有效宽度,要设计多空腔的隔热条方式,同时,采用双道的中间密封,来减少窗框的热导率,提升外窗的保温性能。除此之外,还要加强对现场施工的质量控制,保证外窗的气密性能。

(3) 优化建筑工程的供热方式,推进供暖的分户计量。同时,还要对采暖系统的安装过程质量进行严格控制,提升采暖施工以及运行的管理水平,保证建筑物的温度舒适,同时,降低采暖的能耗。

(4) 合理科学地对空调系统的制冷形式进行设计, 增强空调系统的调试与运行的效率, 除此之外, 还应该注重对系统余热的合理利用, 重视节能效率的科学性。

建筑物节能工程的质量效果, 关系到建筑的能源消耗量, 如果任何某个环节工作不到位的话, 都会导致很大的资源浪费, 甚至还会出现一些质量问题。目前, 建筑工程节能检测的技术还不完善, 一些检测方法还较原始, 存在一定程度的局限性, 有待于深入研究检测手段以及技术。

五、建筑节能检测分析

(一) 当前建筑节能检测存在的问题

1. 建筑维护墙体方面的节能问题

目前, 为了使建筑物拥有良好的保温效果, 很多建筑商都会对建筑外墙使用保温材料, 然而很多保温材料都具有一定的可燃性, 存在巨大的安全隐患, 一旦发生火灾, 将给用户带来不可估量的后果。另外, 建筑人员在选择建筑物保温材料时, 忽略了材料的吸水性能, 导致北方的建筑物在冬季出现结冰、冻裂的现象。

2. 建筑物门窗方面的节能问题

在建筑物结构中, 门窗占据着重要的位置, 对建筑物门窗进行节能设计非常有必要。目前, 很多建筑物的门窗设计都不合格, 窗框与窗扇没有紧密结合。在现场抽查中, 建筑物外窗的不合格率较高。在实际施工中, 也会出现预留洞口与门框之间密封不严的现象。

3. 维护结构传热系统方面的问题

在建筑物节能设计中, 维护结构传热系统是其重要组成部分。在进行传热系统设计时, 应当严格按照设计规范进行。很多建筑节能设计师在实际工作中常常将同一系数在多种条件下使用, 忽略了环境的湿度对材料传热性能的影响, 无法实现围护结构传热系统的有效设计与建设。

(二) 建筑节能实验室检测项目

建筑节能实验室检测主要是将建筑节能施工中的试件拿到实验室进行检测试验,从而检测出其影响建筑节能性质的参变值。一般建筑节能实验室检测项目包括以下 3 点:

1. 对施工材料进行检测,如保温隔热板材料、锚固件材料等;
2. 对施工过程中的产品进行检测;
3. 对保温隔热系统进行检测。

不论检测哪种材料,都需要采用先进的检测技术与方法,以保证检测质量的精确度。实验室检测中,还需要对建筑外墙保温系统性能进行检测:

1. 检测时要考虑外墙承受气候的压力大小,如光照、风雨侵袭、冷热、细菌等因素对建筑外墙造成的破坏程度;

2. 建筑物外墙应当具有一定的抗风性,因此,需要对外墙抗风能力进行检测;

3. 当遇到雨雪天气时,外墙必须具备一定的吸水能力才能保证建筑物内部不会出现漏水现象。所以,必须要对外墙的吸水率进行检测。

(三) 建筑外门窗设计的检测

对建筑外门窗设计进行检测包括两方面:第一方面是对工程的质量进行检测。要进行工程质量检测,主要从以下 4 方面进行检测:1. 检测门窗保温板材料的面积是否合格,同时,检测门窗材料的最大黏结度是否符合相关标准;2. 需要对建筑节能设计中保温浆料系统砂浆的具体厚度以及其黏合强度进行检测,并计算出合理的参数,以便建筑节能设计施工人员做参考,从而更好地把握建筑节能设计的重点;3. 节能建筑还经常会使用泡沫聚氨酯材料进行保温,因此,需要对该材料的保温层厚度进行检测,并检测其保温效果;4. 需要精确检测出建筑节能设计中固定锚栓的抗压性能,从而根据其性能不同,选择适合建筑节能施工的锚栓材料。

第二方面是对施工现场进行检测,这就要求在门窗安装的过程中,检测人员到现场进行检测,包括施工设备的检测和施工技术的检测。节能施

工技术使用是否合理与工程的质量有着很大的关系。检测人员应当了解建筑物的结构特点,并对工程建设进行合理分析,从而选择最佳的施工技术。对于建筑节能施工中的不合理因素,要及时解决,以保证建筑节能施工的质量。

六、建筑节能工程的节能检测策略

随着我国对节能工程质量要求的提高,在逐年增加的节能工程量的同时,也要提高节能工程质量的控制和检测,避免对建筑行业造成不良影响,重视节能工程质量控制与节能检测的管理,促进建筑行业实现可持续发展。

(一) 节能方案可行性

建筑节能是在工程施工时选择节能的理念,应用绿色的、环保的建材与施工技术,对建筑物进行改造,以此确保建筑物符合环保要求。施工时充分利用所有可再生的资源,保持人体健康同时,也要注意保护环境,注重建筑舒适度时,也要保证建筑功能性,减少能量流失,提高能量使用率。这就需要科学的、有针对性地对节能效率进行控制。工程施工前,按施工情况制定节能方案,确保节能质量,发挥节能的作用。有关部门要组织节能质量控制相关培训,在选择建材,使用设备等方面加强培训,使管理者可以将节能贯穿于工程全过程,在施工的每个环节都注意节能相关问题,并制定针对性解决节能问题的方案。

(二) 研究新的建筑节能技术

要想让我国的建筑行业持续发展,必不可少的就是不断研发新的建筑节能技术,加强科技的创新,注重环保经济的理念,加强对建筑节能的优缺点分析,打造更优良的建筑节能新技术,在节能建筑的设计方面一定要注重资源的循环利用原理,比如地热,成本低,无污染,越来越多地应用于日常生活中,在应用成本低的情况下,又满足了人们的需求。研发新的建筑节能技术对节能建筑的发展非常关键。

(三) 外墙外保温系统节能的检测

建筑外墙因风吹日晒，是能源端口，也是节能转变的重要环节。节能检测时对外墙保温系统的检测，要针对外墙保温耐候性，即是否能抵抗季节变化侵袭和影响，针对春夏秋冬4个不同季节变化，检测是否能起到耐候作用。检测外墙的抗冲击力，外墙是建筑保护层，易受外力冲击，抗冲击力差则会影响保温系统，使保温能力也受到影响。检测外墙吸水量，外墙受雨水侵袭时，避免外墙保温系统被破坏。检测外墙的热阻性，即对热量的阻挡能力，在夏季起作用，不能阻挡热力，热气进到室内就会影响室内温度，增加空调的能源消耗。检测外墙对水蒸气的渗透性能，即检测外墙是否可以抵挡水蒸气的侵袭，能减少能量扩散。

七、改善建筑节能检测工作、提高建筑节能工程质量的对策路径

（一）优化完善相关规范标准，为建筑节能检测工作提供依据

有关部门应牵头相关研究机构，在对当前检测情况做出详尽调研前提下，聚焦主要问题，对《建筑节能工程施工质量验收规范》做出有针对性的更新优化，围绕编号、性能、生产、监理单位等方面，统一各地节能材料的检测标准，规范检测报告格式，便于各地将性能优良的节能建筑材料进行统一使用，同时优化抗风压性能、材料导热系数、吸水量等相关实验流程规定，为节能检测人员开展工作提供扎实依据。

（二）提高从业人员水平，为建筑检测行业发展提供动力

施工单位应转变发展理念，把提高节能检测水平作为促进行业发展、塑造企业品牌的头等大事来抓，充分利用专家讲座、短期培训等多种途径和方式，在畅通检测人员了解建筑节能领域最新知识途径的同时，让检测人员体会到当前建筑节能领域的严峻形势，加快培育技术扎实、责任心强的人才和服务团队；优化人才使用和激励机制，强化业务能力与素养，进一步完善检测综合服务体系，提高专业技术人才自主创新的积极性和主动性，为优秀人才开展检测技术创新破解后顾之忧。

（三）健全相关管理制度，为建筑检测行业健康发展提供保障

地方政府和有关部门：1. 应在对市场上各类单位检测资质进行严格审查基础上，大力查出违规检测机构，加大检测行业整顿力度，通过稳定检测市场秩序，营造良好的节能检测市场环境。2. 研究出台相关规定，建立检测工作专班，形成责任层层落实的管理机制，以此进一步规范检测机构无序竞争行为，减少或规避节能检测的形式化与无序化。

【参考文献】

- [1]杨树峰.建筑工程质量与安全管理[M].北京理工大学出版社,2018:2-3,32-34.
- [2]于景良,陶登科.建筑工程质量与安全控制(第2版)[M].北京理工大学出版社,2018:1-5,7.
- [3]姚兵.工程质量新概念体系的构建[J].工程管理学报,2010.02(01):3-6.
- [4]张燕芳.建筑工程施工质量管理的研究与实践[D].华南理工大学,2013.
- [5]卢黔.建筑工程质量管理研究[D].安徽理工大学,2016.
- [6]李春.建筑工程施工质量管理与控制研究[D].郑州大学,2014.
- [7]袁野.刍议建筑工程质量检测的标准化[J].建筑工程技术与设计,2014(02):329.
- [8]王翠姣.工程检测对建筑工程质量控制的重要作用[J].建材·质检·研究,2020:57,59.
- [9]卢才植.简述工程质量检测在建筑工程中的作用[J].建材·质检·研究,2019.12:71-72.
- [10]刘亚洲.建筑工程地基检测技术要点分析及优化策略分析[J].现代物业,2019.11(057):61.
- [11]张科伟.建筑工程质量检测的现状与发展对策研究[D].浙江工业大学,2019.
- [12]倪骏飞.建筑工程质量检测的优缺点及未来展望[J].居舍,2020.04(12):184.
- [13]雷铁.建筑地基工程沉降缝的施工技术与质量控制[J].工程技术,2017.08:527,563.

- [14]宋琦璐.建筑地基工程沉降缝的施工技术与质量控制[J].安全质量,2019(35):1647.
- [15]杨安平.地基与基础工程施工[J].中国房地产业,2019:46.
- [16]郭壮壮.地基基础工程施工技术与方法探讨[J].工程技术与设计,2020:60.
- [17]朱宝华.建筑工程地基处理与基础工程施工技术分析[J].建筑与工程,2019(46):13.
- [18]郅浩凯,霍盼涛.建筑工程地基事故分析及预防[J].施工技术,2015.09(25).
- [19]张伊冉.建筑工程地基基础检测技术要点及优化对策[J].工程技术,2019(13):491.
- [20]张亚杰.分析建筑工程地基处理与基础工程施工技术[J].工程技术,2019(32):83.
- [21]李彦霖.混凝土结构与砌体结构工程事故分析及处理研究[J].建筑论坛,2020(09):3300.
- [22]刘汗青.建筑工程二次结构砌体施工技术与质量控制[J].建筑工程技术与设计,2018.03:2914.
- [23]刘俊杰.房建砌体结构的加固工程与施工技术研究[J].建筑工程技术与设计,2018.02:1007.
- [24]李连鹏.浅谈建筑工程二次结构砌体施工技术与质量控制[J].建筑·节能,2017(34):191.
- [25]孙伟孝.建筑砌体结构的加固工程与施工技术方法分析[J].建筑工程技术与设计,2019(32):1364.

[26]张关关.丁剑.谈建筑工程二次结构砌体施工技术与质量控制[J].居舍,2019(26):72-73.

[27]曹晓婧.混凝土结构与砌体结构工程事故分析及处理[J].科技视界,2020:164,330.

[28]丁忠国.混凝土与砌体结构工程事故分析及处理[J].科技信息.

[29]于洪涛.简介钢筋混凝土预制桩基础施工[J].财经研究.

[30]杨宇亮.建筑工程钢筋混凝土桩基础施工中的质量控制研究[J].施工技

术,2020(04):32-33.

[31]于庆峰.探讨钢筋混凝土结构工程的施工质量控制[J].建筑施工与管理,2019.10:55,59.

[32]张鑫.钢筋保护层厚度的控制技术标准化研究[D].青岛理工大学,2013.

[33]杨正茂.钢筋混凝土保护层重要性及控制措施[J].Doors & Windows,2019.02:110-111.

[34]言炳高.探析装配式混凝土结构工程的质量管理重点[J].建筑·节能,2019(01):171-172.

[35]汪俊波.装配式混凝土结构工程安全控制的几点思考[J].安徽建筑,2019(02):187-188.

[36]王玉霞.钢筋混凝土框架结构梁柱节点性能的研究[J].基建管理优化,2008(06):125-126.