

土建施工中的质量控制与关键技术研究

史鸿健

上海镜淳门业有限公司 上海 201502

摘要：土建施工中的质量控制对于保障建筑工程的安全性、耐久性及经济性至关重要。本文综述了土建施工中的质量控制体系及关键技术研究进展。从材料控制、施工工艺、质量管理体系等方面系统梳理了质量控制的核心环节，并重点分析了地基处理、混凝土结构施工、智能监测等关键技术及其创新应用。结合行业发展趋势，探讨了新技术（如BIM、绿色材料）与质量管理的协同作用，为提升土建工程质量提供理论支持。

关键词：土建施工；质量控制；建筑信息模型（BIM）；智能监测；绿色建材；动态管理

引言

土建工程作为基础设施建设的重要组成部分，其质量直接关系到人民群众的生命财产安全及社会经济可持续发展。据住建部统计，近五年因施工质量问题引发的工程事故中，约70%与关键技术环节管控失效直接相关，暴露出传统管理模式在应对复杂工程场景时的局限性。随着工程技术复杂性的提升，质量控制与关键技术创新成为行业关注的焦点。本文从质量控制体系、核心技术及未来发展方向三个维度展开综述。

1 土建施工质量控制体系

1.1 材料控制

1.1.1 原材料筛选与检验

1) 对于水泥的选择，应根据混凝土的强度等级、使用环境和耐久性要求来选用不同类型的水泥。例如，高强度混凝土通常需要选用低水化热水泥，以减少混凝土硬化过程中的温度裂缝和收缩变形。同时，水泥的安定性、凝结时间、强度等级等性能指标也必须符合相关标准的要求。在筛选水泥时，应对供应商提供的样品进行全面的性能测试，并确保其符合设计要求。

2) 骨料的选择同样至关重要。良好的骨料级配可以提高混凝土的密实度和强度，减少混凝土的收缩和徐变。因此，在筛选骨料时，应严格控制其粒径、含泥量、针片状颗粒含量、压碎值等指标。骨料的坚固性、耐磨性等性能也必须满足设计要求。为了确保骨料的质量，应对供应商提供的骨料进行抽样检验，并对其性能进行全面评估。

3) 外加剂作为混凝土的改性材料，可以显著改善混凝土的工作性能、力学性能和耐久性。然而，外加剂的种类和用量对混凝土的性能有着显著影响。因此，在选用外加剂时，应根据混凝土的性能需求和施工条件进行合理选择，并通过试验验证其效果^[1]。同时，还应对外加

剂与水泥、骨料的相容性进行评估，以确保混凝土的质量和稳定性。

1.1.2 标准化管理

为了确保进场材料的质量，应建立完善材料进场检验制度。所有进场材料都必须经过严格的核查和检验，包括产品合格证、检测报告等文件的审查，以及对材料进行实物检验。在核查文件时，应确保文件的真实性和有效性，并对文件中的关键信息进行核对。在实物检验方面，应采用先进的检测设备和方法对材料的性能进行全面测试，确保其符合相关标准的要求。在土建施工中，常用的材料标准包括《建筑地基基础工程施工质量验收规范》（GB50367—2013）、《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB50204-2015）等。这些标准对材料的性能、试验方法、验收规则等都做了详细规定，是材料控制的重要依据。因此，在施工过程中，应严格按照这些标准的要求进行材料的筛选、检验和使用，确保材料的质量符合设计要求。

1.2 施工工艺控制

1.2.1 混凝土浇筑与振捣

混凝土浇筑是土建施工中的关键步骤之一。为了确保混凝土的质量，应严格控制浇筑厚度和振捣方式。

1) 一般来说，分层浇筑的厚度宜控制在20~50cm之间，这样可以避免因浇筑层过厚而导致的混凝土内部空洞和裂缝。在浇筑过程中，应采用连续浇筑的方式，避免混凝土出现冷缝。同时，还应控制浇筑速度，确保混凝土能够均匀、连续地浇筑到模板内。

2) 在振捣过程中，应采用“快插慢拔”的原则，即振捣棒插入混凝土的速度要快，拔出时要慢。这样可以确保混凝土内部的空气和多余水分被充分排出，避免离析和泌水现象的发生。振捣时间也要适当控制，过短会导致振捣不充分，混凝土内部会出现空洞和裂缝；过长

则会引起混凝土过振,导致混凝土表面出现浮浆和分层现象。因此,在施工过程中,应根据混凝土的坍落度、浇筑厚度和振捣棒的类型等因素来合理控制振捣时间和方式。

1.2.2 养护技术

养护是混凝土施工后的重要环节,对混凝土的早期强度发展和耐久性有着重要影响。良好的养护措施可以显著提升混凝土的早期强度,减少裂缝的产生。在养护过程中,应采取覆盖保湿、温度控制等措施。

1) 覆盖保湿是养护技术的关键措施之一。在混凝土浇筑完成后,应及时用湿布或塑料薄膜等覆盖混凝土表面,以减少水分的蒸发。同时,还应定期向混凝土表面喷水,保持其湿润状态。这样可以避免混凝土因干燥而产生裂缝,并促进其早期强度的发展。

2) 温度控制也是养护技术中的重要环节。在混凝土浇筑和养护过程中,应控制混凝土的内外温差,避免因温度应力而导致的裂缝。特别是在高温天气下,应采取遮阳、喷水等降温措施,降低混凝土表面的温度。同时,在冬季施工中,还应采取保温措施,防止混凝土因受冻而破坏。

1.3 质量管理体系

1.3.1 全过程管理

1) 在设计审核阶段,应对设计图纸进行仔细审查,确保设计的合理性和可行性。同时,还应与设计师进行充分沟通,明确设计意图和要求,为后续的施工质量控制打下基础。

2) 在施工方案制定阶段,应根据工程特点和施工条件,制定详细的施工方案和质量控制计划。施工方案应包括施工方法、工艺流程、施工顺序、质量控制点等方面的内容。质量控制计划则应明确质量控制的目标、标准、方法、责任人和时间节点等要素,确保施工过程中的质量控制有章可循。

3) 在施工过程中,应严格按照施工方案和质量控制计划进行施工,确保施工质量符合设计要求^[2]。同时,还应加强现场管理和监督检查,及时发现和纠正施工中的质量问题。对于关键工序和隐蔽工程,应进行旁站监督和验收,确保施工质量得到有效控制。

4) 在竣工验收阶段,应对工程进行全面检查,确保工程质量符合相关标准和规范。验收过程中,应严格按照验收程序和标准进行,对存在的问题及时提出整改意见,并跟踪整改情况,确保工程最终质量达到设计要求。

1.3.2 人员培训

人员是土建施工质量控制中的关键因素。为了提高施

工人员的技能水平和质量意识,应定期进行人员培训。

1) 培训内容可以包括土建施工的基本知识、施工工艺和操作规程、质量控制方法和标准等方面的内容。

2) 在培训方式上,可以采用课堂讲授、现场示范、案例分析等多种形式进行。课堂讲授可以系统地传授土建施工的基本知识和理论;现场示范可以让施工人员直观地了解施工工艺和操作规程;案例分析则可以让施工人员通过实际案例了解质量控制的重要性和方法。同时,还可以结合BIM技术(建筑信息模型)进行模拟操作培训。通过BIM技术,可以构建虚拟的建筑模型,模拟施工过程和质量控制场景,让施工人员在实际操作前就能熟悉施工过程和质量控制要点,降低人为因素导致的质量风险。

3) 还应建立健全的考核机制,对培训效果进行评估和反馈。通过考核,可以了解施工人员的掌握情况和存在的问题,为后续的培训提供有针对性的改进方向。同时,还可以将考核结果与施工人员的绩效挂钩,激励他们积极参与培训和学习,提高自身的技能水平和质量意识。

2 土建施工中的关键技术及创新应用

2.1 地基处理技术

地基作为建筑物的根基,其稳定性直接关系到整个建筑的安全。在地基处理方面,预压加固与灌浆技术、深层搅拌法等关键技术得到了广泛应用,并不断创新。预压加固与灌浆技术是一种适用于软土地基处理的有效方法。通过施加预压荷载,使软土地基在荷载作用下逐渐固结,提高地基的承载力和稳定性。同时,注入水泥浆液可以填充地基中的孔隙,形成较为密实的土体结构,进一步提升地基的承载力。近年来,预压加固与灌浆技术不断创新,如采用真空预压与堆载预压相结合的方式,可以更有效地加速地基的固结过程,提高处理效率。深层搅拌法是一种将水泥与土体混合搅拌形成高强度复合地基的技术。该方法通过特制的搅拌机械,将水泥浆液注入土体并与其充分混合,形成具有较高强度的水泥石复合地基。深层搅拌法适用于边坡防护、地下连续墙工程等领域,可以有效提高地基的承载力和抗剪强度^[3]。近年来,深层搅拌法在技术上也取得了不少创新,如采用多轴搅拌机械、添加外加剂等手段,可以进一步提高水泥石复合地基的强度和稳定性。

2.2 混凝土结构施工技术

混凝土结构是建筑工程中最常见的结构形式之一,其施工技术的先进性和创新性直接关系到工程的质量和安

不断创新。

1) 传统的模板工程采用木模板或钢模板,施工效率较低且易变形。近年来,随着高精度模板技术的出现,如铝合金模板、塑料模板等,可以大大提高模板的精度和稳定性,确保混凝土结构的尺寸精度和外观质量。

2) 机械化绑扎技术的应用也提高了钢筋绑扎的效率和准确性,为混凝土结构施工提供了有力保障。

3) 高性能混凝土是一种具有高强度、高耐久性、高工作性能等优点的混凝土材料。在混凝土结构施工中,高性能混凝土的应用可以大大减少开裂风险,提高结构的耐久性和安全性。例如,自密实混凝土具有良好的流动性和自密实性,可以无需振捣即可充满模板,减少施工缝和气泡的产生;纤维增强混凝土通过添加纤维材料,可以提高混凝土的抗裂性和韧性,增强结构的抗震性能。近年来,高性能混凝土在配方、生产工艺等方面也不断创新,如采用纳米技术、绿色掺合料等手段,可以进一步提高混凝土的性能和环保性。

2.3 智能监测与BIM技术

随着信息技术的快速发展,智能监测与BIM技术在土建施工中的应用越来越广泛。这些技术的应用可以实时监测施工过程中的各种数据,动态调整施工方案,优化资源配置,降低返工率。智能监测技术通过传感器、无人机等设备采集施工数据,如温度、湿度、应力、变形等,实时监测施工过程中的变化情况。这些数据可以为施工人员提供及时的反馈信息,帮助他们及时调整施工方案和施工工艺,确保施工过程的顺利进行。例如,在高层建筑施工中,通过安装应力传感器可以实时监测结构的应力变化情况,及时发现并处理潜在的安全隐患。BIM技术(建筑信息模型)是一种集成了建筑工程项目各种相关信息的数据模型。通过BIM技术,可以构建三维模型模拟施工流程,优化资源配置,降低返工率。在土建施工中,BIM技术可以应用于施工方案的制定、施工过程的模拟、施工质量的控制等方面。例如,在施工方案的制定阶段,可以利用BIM技术进行施工模拟和优化,找出最佳的施工方案和施工工艺;在施工过程中,可以利用BIM技术进行实时的施工监控和管理,确保施工过程的顺利进行;在施工质量的控制方面,可以利用BIM技术进行质量检查和验收,提高施工质量的准确性和可靠性。

2.4 绿色施工技术

随着环保意识的不断提高,绿色施工技术在土建施工中的应用也越来越广泛。绿色施工技术通过采用环保

材料、节能工艺等手段,减少现场污染和碳排放,实现建筑工程的可持续发展。

1) 环保材料是绿色施工技术的重要组成部分^[4]。在土建施工中,应优先选用环保材料,如预拌砂浆、聚合物水泥防水涂料等。这些材料具有较低的污染排放和较好的环保性能,可以减少现场污染和废弃物的产生。同时,还应加强对环保材料的研发和推广,推动绿色建材产业的发展。

2) 节能工艺是绿色施工技术的另一重要方面。在土建施工中,应采用废水循环、固体废弃物再生利用等节能工艺,降低碳排放和资源消耗。例如,废水循环技术可以将施工过程中的废水进行收集和处理,再用于施工过程中的冲洗、降尘等用途;固体废弃物再生利用技术可以将施工过程中的废弃物进行分类和处理,再用于路基填筑、砖块制作等用途。这些节能工艺的应用可以大大提高资源利用效率,减少环境污染和生态破坏。

3 结论与建议

综上所述,土建施工质量控制是一个系统性工程,需紧密围绕材料质量把控、施工工艺优化及全过程管理创新三大核心要素展开。通过引入建筑信息模型(BIM)技术实现精细化设计与协同管理,结合智能监测设备对关键工序进行实时数据采集与分析,可构建起“技术赋能+管理升级”的双轮驱动模式。当前行业实践表明,基于物联网的混凝土智能养护系统、基于AI的施工质量缺陷识别算法等创新应用,已使工程验收合格率得到了提升。展望未来,随着新型低碳建材、3D打印建造技术及数字孪生平台的深度融合,土建工程将加速向资源高效利用、环境友好型施工及全生命周期智能管控的方向演进,为行业转型升级注入新动能,为城市可持续发展筑牢根基。

参考文献

- [1]张明.土建工程施工中关键工序技术质量控制[J].科技创新导报,2020,17(13):34+36.
- [2]施旭静.土建施工质量控制技术要点探析[J].建筑工人,2024,45(05):23-25.
- [3]卢新建.土建工程施工单位在建筑工程管理中的质量控制研究[C]//中国智慧工程研究会.2024人工智能与工程管理学术交流会议论文集.隆嘉建设集团有限公司,2024: 671-673.
- [4]廖立庆.土建施工过程中关键工序技术分析[J].建材发展导向,2024,22(16):118-120.