

输变电工程混凝土基础施工质量监理关键点与控制措施

蒋建华

432621*****3036

摘要: 输变电工程作为电力系统的核心基础设施，其施工质量直接关系到电网运行的安全性与稳定性。混凝土基础作为输变电工程中支撑杆塔、变压器等关键设备的重要结构，其施工质量监理是确保整体工程质量的关键环节。本文围绕输变电工程混凝土基础施工质量监理展开研究，系统梳理施工全流程中的关键控制节点，分析各环节易出现的质量问题及成因，并提出针对性的监理控制措施。研究结合现行国家标准与行业规范，从原材料管理、配合比设计、浇筑过程监控、养护管理及验收评价等维度，构建全过程、多维度的监理体系，为提升输变电工程混凝土基础施工质量提供理论支撑与实践指导。

关键词: 输变电工程；混凝土基础；施工质量；监理关键点；控制措施

DOI: 10.6421/3104-9664.25.01.023

引言

随着我国电力需求的持续增长与电网建设的快速推进，输变电工程的规模与复杂度不断提升。监理作为施工质量的监督者与把控者，需精准识别混凝土基础施工中的关键风险点，制定科学的控制措施，确保各工序符合设计与规范要求。当前，学术界与工程界对混凝土施工质量监理已开展一定研究，主要集中在原材料检测、浇筑工艺优化及养护技术等方面，但针对输变电工程特殊环境下的混凝土基础监理关键点与系统性控制措施的研究仍需深化。本文基于输变电工程特点，结合监理实践经验，全面分析混凝土基础施工各阶段的质量影响因素，提出具有针对性的监理控制策略，以期为同类工程提供参考。

1 输变电工程混凝土基础施工概述

1.1 混凝土基础的功能与类型

输变电工程混凝土基础是支撑杆塔、变压器等设备的核心结构，其主要功能是将设备荷载均匀传递至地基，抵抗风荷载、地震力等外部作用，确保设备长期稳定运行。根据设备类型与地质条件的不同，混凝土基础可分为掏挖式基础、灌注桩基础、台阶式基础、岩石锚杆基础等多种形式。其中，掏挖式基础因施工便捷、成本低廉，在平原地区应用广泛；灌注桩基础则适用于软土地基或高荷载场景；台阶式基础通过分层结构增强抗拔性能，常见于山地输电线路。不同类型的基础对混凝土强度、耐久性及施工工艺的要求存在差异，监理需结合设计文件与现场条件，针对性制定监理方案。

1.2 混凝土基础施工流程与质量控制特点

混凝土基础施工流程主要包括施工准备、原材料采购与检验、配合比设计与试配、模板安装与验收、钢筋绑扎与隐蔽验收、混凝土浇筑、养护及拆模、最终验收等环节。相较于一般建筑工程混凝土基础，输变电工程混凝土基础具有以下质量控制特点：其一，荷载要求高，需满足设备长期运行中的动态荷载与静态荷载双重作用；其二，环境适应性要求强，需应对冻融循环、盐雾腐蚀、干湿交替等复杂环境；其三，外观质量要求严格，基础表面需平整密实，无明显蜂窝、麻面或裂缝；其四，隐蔽工程占比大，钢筋绑扎、模板安装等工序在覆盖前需完成验收，监理需重点关注隐蔽环节的质量把控。

2 混凝土基础施工质量监理关键点分析

2.1 原材料质量控制

原材料质量是混凝土基础性能的基础保障，若原材料不合格，后续工序的质量控制将失去意义。监理需重点关注以下几类原材料：

2.1.1 水泥

水泥是混凝土的胶凝材料，其品种、强度等级及安定性直接影响混凝土的强度与耐久性。监理需核查水泥的生产许可证、出厂合格证及进场复检报告，重点检测强度（3天、28天抗压及抗折强度）、安定性（游离氧化钙、氧化镁含量）、凝结时间等指标。对于输变电工程，宜优先选用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥，因其水化热较低，可减少大体积混凝土的温度裂缝风险。需注意的是，不同品种水泥不得混合使用，存储时需防潮防

结块，超过 3 个月的水泥需重新检测^[1]。

2.1.2 骨料

骨料包括细骨料（砂）与粗骨料（石子），其级配、含泥量、针片状颗粒含量等指标对混凝土的和易性、强度及耐久性有显著影响。细骨料宜选用中粗河砂或机制砂，含泥量不得超过 3%（C30 及以上混凝土），泥块含量不得超过 1%；粗骨料应采用连续级配碎石，针片状颗粒含量不得超过 15%，含泥量不得超过 1%，压碎指标需符合设计要求。监理需现场抽检骨料的级配、含泥量等指标，必要时进行筛分试验，确保骨料质量稳定。

2.1.3 外加剂与掺合料

外加剂（如减水剂、缓凝剂、早强剂）与掺合料（如粉煤灰、矿渣粉）可改善混凝土的工作性能与耐久性，但需严格控制其品种与掺量。监理需核查外加剂的性能检测报告，重点检测减水率、凝结时间差、抗压强度比等指标；掺合料需检测烧失量、细度、活性指数等参数。例如，用于冻融环境的混凝土可掺入引气剂，提高抗冻等级；大体积混凝土可掺入粉煤灰或矿渣粉，降低水化热。需注意的是，外加剂与水泥、掺合料需进行适应性试验，避免因化学反应导致混凝土性能异常。

2.2 混凝土配合比设计与试配

配合比设计是混凝土质量控制的核心环节，直接影响混凝土的强度、耐久性及经济性。监理需参与配合比设计的全过程，重点关注以下要点：其一，设计目标需明确。根据基础类型与设计要求，确定混凝土的强度等级（如 C25、C30）、耐久性指标（如抗渗等级 P6、抗冻等级 F200）及工作性能（如坍落度 120±20mm）。其二，原材料选择需匹配。结合当地原材料特性，优化胶凝材料用量、水胶比及骨料级配。例如，水胶比过大易导致混凝土收缩裂缝，一般控制在 0.5 以下；胶凝材料总量过高会增加水化热，大体积混凝土需限制在 350kg/m³ 以内。其三，试配与调整需严谨。施工单位需进行实验室试配，检测混凝土的和易性、强度及耐久性，监理需参与试配过程，见证试块制作与检测。若试配结果不符合要求，需分析原因并调整配合比，直至满足设计要求。监理需留存试配记录，作为后续施工控制的依据。

2.3 模板安装与钢筋绑扎隐蔽验收

模板与钢筋是混凝土基础的“骨架”，其安装质量直接影响基础的尺寸精度与受力性能，属于关键隐蔽工程，监理需重点验收：

2.3.1 模板安装

模板需具备足够的强度、刚度与稳定性，避免浇筑过程中变形或移位。监理需检查模板的材质（如钢模、木模）、尺寸偏差（长度、宽度、高度允许偏差±5mm）、拼缝严密性（防止漏浆）及支撑体系（地锚、拉杆的牢固程度）。对于台阶式基础，需重点检查各台阶的垂直度与表面平整度；对于掏挖式基础，需确保模板与坑壁贴合，避免错台。

2.3.2 钢筋绑扎

钢筋的品种、规格、数量及绑扎质量需符合设计图纸要求。监理需核查钢筋的出厂合格证与复试报告，检测屈服强度、抗拉强度及伸长率；现场检查钢筋的间距（允许偏差±10mm）、保护层厚度（基础底部保护层厚度不小于 40mm，其他部位不小于 30mm）、绑扎牢固程度（梅花形绑扎或满绑）及接头位置（宜设置在受力较小处，同一截面接头面积不超过 50%）。此外，需重点检查预埋件（如地脚螺栓）的位置、标高及固定情况，确保其与钢筋连接可靠，避免浇筑时移位。

2.4 混凝土浇筑过程控制

浇筑过程是混凝土成型的关键阶段，监理需全程监督，重点关注以下环节：

2.4.1 浇筑准备

浇筑前需检查模板内杂物是否清理干净，钢筋表面是否湿润（避免吸收混凝土水分），施工缝处理是否符合要求（凿毛并冲洗干净，涂刷界面剂）。若为冬季施工，需确保模板及钢筋温度不低于 5℃；夏季施工需采取降温措施，避免高温导致混凝土初凝过快。

2.4.2 浇筑工艺

混凝土应分层浇筑，每层厚度控制在 300~500mm，采用插入式振捣器振捣，振捣时间以混凝土表面泛浆、无气泡溢出为准，避免漏振或过振。对于大体积混凝土，需采用“斜面分层”或“推移式连续浇筑”工艺，控制浇筑速度，减少温度应力。监理需监督振捣操作，确保混凝土密实，尤其是边角部位与钢筋密集区^[2]。

2.4.3 特殊情况处理

若浇筑过程中出现离析现象（混凝土粗骨料下沉、砂浆上浮），需立即停止浇筑，对已浇筑部分作废处理；若因天气原因中断浇筑，需按规范留设施工缝，并采取覆盖措施防止表面失水。监理需记录浇筑时间、方量、温度等参数，作为后续质量追溯的依据。

2.5 养护与拆模管理

养护是混凝土强度增长与性能稳定的关键，拆模时机则直接影响基础的成型质量。

2.5.1 养护要求

混凝土浇筑完成后12小时内需开始养护，养护时间不少于7天（C50及以上混凝土或掺缓凝剂混凝土不少于14天）。养护方法应根据环境条件选择：高温干燥环境可采用覆盖塑料薄膜或喷洒养护剂，保持表面湿润；低温环境需采取保温措施（如覆盖草帘、加热毯），避免受冻。监理需定期检查养护覆盖物的完整性及表面湿度，确保养护到位^[3]。

2.5.2 拆模控制

拆模需在混凝土强度达到设计要求后进行。对于非承重模板（如侧模），可在混凝土强度能保证表面及棱角不受损伤时拆除（一般强度 $\geq 2.5 \text{ MPa}$ ）；对于承重模板（如基础底板），需待混凝土强度达到设计强度的75%~100%（根据跨度与荷载确定）。监理需核查同条件养护试块的强度报告，确认满足拆模条件后方可批准拆模，避免因过早拆模导致基础开裂或变形。

3 混凝土基础施工质量监理控制措施

3.1 完善监理制度与责任体系

监理单位需建立覆盖混凝土基础施工全过程的质量管理制度，明确各岗位人员的职责。总监理工程师需统筹全局，负责审批监理方案与重大质量问题处理；专业监理工程师需负责具体工序的监理，如原材料检验、隐蔽工程验收；监理员需现场巡查，记录施工情况并及时上报问题。同时，需建立质量责任追溯机制，将各环节的质量责任落实到个人，确保监理工作有序开展。

3.2 强化原材料与配合比的动态监控

监理需建立原材料进场台账，对每批次材料的检验结果进行记录，不合格材料严禁入场。对于水泥、外加剂等关键材料，需增加抽检频率，必要时委托第三方检测机构进行复检。在配合比控制方面，监理需监督施工单位严格按照试配确定的配合比投料，现场抽查称量设备的准确性（如电子秤的校准情况），确保水胶比、胶凝材料用量等参数符合要求。

3.3 加强施工过程的旁站与平行检验

对于混凝土浇筑、模板安装等关键工序，监理需执行旁站监理制度，全程监督施工操作。旁站过程中需记录浇筑时间、混凝土坍落度、振捣方式等参数，发现违规操作（如漏振、超厚浇筑）立即制止并要求整改。同

时，需开展平行检验，如独立制作混凝土试块、检测钢筋保护层厚度，通过对比施工单位自检数据，验证施工质量的真实性。

3.4 提升监理人员专业能力

监理人员的专业水平直接影响监理效果。监理单位需定期组织培训，内容包括输变电工程混凝土基础相关规范（如《110kV~750kV架空输电线路施工及验收规范》）、新材料新工艺应用、质量问题的识别与处理等。此外，可通过案例分析、现场观摩等方式，提升监理人员的实践能力，确保其能够准确判断施工质量问题并提出有效解决方案^[4]。

3.5 推动信息化监理手段应用

随着信息技术的发展，监理可借助信息化工具提升工作效率与准确性。例如，采用BIM技术模拟混凝土基础施工过程，提前发现设计与施工的冲突；利用物联网传感器实时监测混凝土温度、湿度，预警裂缝风险；通过监理管理软件记录施工数据，实现质量信息的可追溯与共享。信息化手段的应用可有效降低人为误差，提高监理工作的科学性与精准性。

4 结论

输变电工程混凝土基础施工质量监理是一项系统性、专业性的工作，需围绕原材料控制、配合比设计、浇筑过程监控、养护管理等关键环节，构建全方位的监理体系。监理单位需通过完善制度、强化监控、提升人员能力及应用信息化手段，有效把控各工序质量，防范质量风险。未来，随着输变电工程技术的发展，监理工作需进一步适应新材料、新工艺的需求，持续优化监理策略，为电网工程的高质量建设提供有力保障。

参考文献

- [1] 严志杰. 输电线路铁塔基础工程混凝土施工质量控制与管理[J]. 建筑与装饰, 2023(21): 78~80.
- [2] 胡正波. 探讨变电站土建工程施工质量监理的控制要点[J]. 低碳世界, 2019(5): 120~121.
- [3] 程星星. 110kV 变电站土建工程基础施工工艺[J]. 工程建设与设计, 2025(10): 131~133.
- [4] 朱春禄. 变电站土建工程基础施工中存在的问题及解决措施研究[J]. 工程技术研究, 2019(21): 93~94.