

大型火力发电厂主厂房混凝土结构施工质量控制研究

许成祥

中国能源建设集团安徽电力建设第二工程有限公司 安徽 淮北 235000

摘要：大型火电厂主厂房结构受力复杂、施工标准严苛，混凝土施工质量直接关系到机组运行安全与工程使用寿命。本文结合火电工程现场施工特点，分析主厂房混凝土结构的施工特性与专项质量控制指标，从材料、人员、工艺、环境四个维度梳理施工质量影响因素。围绕施工前期准备、现场核心工序开展全过程质量管控研究，针对性总结外观缺陷、结构性裂缝、强度不达标及预埋偏差等常见问题的成因，制定符合现场工况的整改与防控措施。研究成果可为火电厂主厂房混凝土施工质量管控、缺陷治理提供实操参考。

关键词：火力发电厂；主厂房；混凝土结构；质量控制要点；问题及整改措施

引言：随着火电工程建设标准不断提升，主厂房作为电厂核心构筑物，其混凝土结构施工质量管控难度持续加大。与普通民用建筑不同，火电厂主厂房存在大体积构件多、预埋精度高、长期受高温与设备振动影响等特点，施工过程中极易出现开裂、密实度不足、尺寸偏差等质量问题。现阶段部分施工现场存在管控流程不精细、工艺落实不到位、缺陷整改不规范等问题，易遗留结构安全隐患。基于现场施工实际，本文系统开展主厂房混凝土施工质量控制研究，梳理全过程管控要点与缺陷整改方法，为提升火电土建施工标准化水平提供技术支撑。

1 大型火电厂主厂房混凝土结构施工特性与质量控制标准

1.1 主厂房混凝土结构工程概况与结构特点

大型火力发电厂主厂房为全厂核心承重结构，整体体量庞大、空间跨度大，主要包含汽机房、锅炉房、除氧间、煤仓间等核心区域，整体结构以现浇钢筋混凝土框架结构为主。相较于民用建筑，主厂房结构构件尺寸差异较大，存在大量大体积混凝土构件，如设备基础、承台、框架梁柱等。厂房内部需承载大型发电设备，长期承受设备振动、高温辐射及荷载冲击，对结构整体性、稳定性要求极高。主厂房竖向构件多、层高偏大、预留预埋构件数量多，施工工序交叉繁杂，结构整体刚性要求高，是电厂土建施工中质量管控的重点部位。

1.2 火电厂混凝土施工区别于普通建筑的特殊要求

普通民用建筑混凝土施工侧重外观质量、常规强度及普通耐久性，而火电厂主厂房混凝土施工具备以下极强的行业特殊性。①耐高温、抗形变要求更高，厂房长期处于高温、温差波动大的工况环境，混凝土需有效抵御温度应力，避免结构开裂变形。②抗振动性能要求

严格，设备运行产生的持续振动易引发混凝土松动、裂缝，施工需保障结构密实度与整体锚固性能。③功能性施工要求严苛，设备基础、预留孔洞、预埋件精度要求远超普通建筑，偏差需控制在极小范围，避免影响后续设备安装与运行。④大体积混凝土占比高，必须重点做好温控防裂施工管控。

1.3 主厂房结构质量控制核心指标

结合火电厂运行工况及施工规范，主厂房混凝土结构质量控制以强度、密实度、抗裂性、尺寸精度及耐久性为核心指标。①强度指标为基础，混凝土抗压强度需严格匹配设计标准，保障结构承载能力。②密实度直接影响结构稳定性，需杜绝蜂窝、麻面、空洞等缺陷，避免结构渗水、受力不均。③抗裂性是核心控制指标，重点防控温度裂缝、收缩裂缝，保障结构长期安全稳定。④尺寸精度针对梁柱构件、设备基础、预留预埋部位，严格控制施工偏差。耐久性指标要求混凝土可适应高温、干湿交替环境，有效提升主厂房结构使用寿命，满足电厂长期稳定运行需求^[1]。

2 大型火电厂主厂房混凝土结构施工质量影响因素

大型火电厂主厂房混凝土施工工况，其结构质量受现场多方面条件制约，影响因素主要集中于以下四个核心方面：①原材料与配合比因素。混凝土原材料质量是结构达标基础，水泥、砂石、外加剂等材料规格、性能不满足火电施工标准，会直接造成混凝土强度、耐久性不达标。主厂房大体积混凝土构件较多，若未结合现场温度、结构特性优化配合比，水胶比、骨料级配把控不当，极易引发混凝土收缩、开裂等质量问题，无法适配厂房特殊受力工况。②施工人员因素。火电厂土建施工专业性、精度要求较高，现场施工及管控人员的专业能力直接决定施工质量。作业人员实操经验不足、专项施

工技术掌握不熟练,易出现浇筑、振捣不规范等问题。部分人员质量管控意识薄弱,未严格落实施工规范,存在违规作业、敷衍验收等行为,埋下结构质量隐患。③施工工艺因素。主厂房施工工序交叉密集,大体积混凝土浇筑、施工缝处理、温控养护等专项工艺,区别于常规施工流程。若施工方案落地不到位、工艺工序把控不严,浇筑分层厚度不合理、振捣不均匀、养护时长不足,会导致混凝土密实度不足、结构性裂缝等质量缺陷。④现场环境与设备因素。火电厂施工现场作业面复杂,露天施工受温差、风雨、湿度影响较大,极端温度易引发混凝土温度应力失衡。搅拌、输送、振捣设备性能老化、检修不到位,会造成混凝土拌合不均匀、浇筑成型质量偏差,影响整体施工质量^[2]。

3 大型火电厂主厂房混凝土施工全过程质量控制要点

3.1 火电厂主厂房混凝土施工前期准备阶段质量控制

大型火电厂主厂房混凝土结构施工工况复杂、精度要求高,前期准备工作需从方案、材料、机具、现场交底多维度落实精细化管理,全面消除前期施工隐患。①专项施工方案编审与技术交底管控。结合主厂房大体积混凝土基础、高层框架梁柱、密集预埋孔洞等工程特点,编制针对性专项施工方案,明确分层浇筑厚度、振捣方式、温控指标、养护标准等核心参数。方案需经技术负责人、监理单位审核审批,杜绝通用方案套用现场施工。施工前组织全员开展分级技术交底,针对火电设备基础高精度施工、大体积混凝土防裂等关键工序,明确施工标准、操作规范及质量红线,确保管理人员与作业人员熟悉施工要求。②原材料进场核验与配比管控。严格核查水泥、粗细骨料、外加剂、掺合料等原材料的出厂合格证与检测报告,对进场材料进行抽样复检,不合格材料严禁进场使用。结合主厂房施工环境、构件类型优化混凝土配合比,重点控制水胶比、骨料级配及外加剂掺量,适配大体积混凝土温控、抗裂施工需求,提前规避收缩开裂、强度不足等问题。③现场机具与模板体系预处理。对混凝土搅拌设备、输送泵、振捣器械进行全面检修调试,保证设备运行稳定。严格落实模板、支架及支撑体系验收工作,检查模板平整度、密封性与支架稳定性,精准核对构件尺寸、标高及预埋件位置,加固薄弱部位,防止浇筑过程中出现跑模、漏浆、位移等问题^[3]。

3.2 火电厂主厂房混凝土施工过程核心工序质量控制

施工过程是混凝土结构质量成型的关键阶段,需聚焦搅拌运输、浇筑振捣、温控防裂、养护保护等核心工序,落实全过程动态管控,保障主厂房混凝土结构的

整体性、稳定性与耐久性。①混凝土搅拌与运输管控。严格按照核定配合比精准配料,控制搅拌时长,保证混凝土拌合均匀、和易性达标。根据施工现场距离、天气情况规划运输路线,规范运输罐体转速,杜绝混凝土离析、初凝等问题,到场后实时检测坍落度,指标合格后方可入场浇筑。②现场浇筑与振捣施工管控。遵循分层、分段、连续浇筑原则,控制单层浇筑厚度与浇筑间隔时间,杜绝冷缝产生。针对梁柱节点、设备基础边角、预埋件周边等复杂部位,采用小型振捣设备精细化振捣,杜绝漏振、过振,保证混凝土结构密实度,消除蜂窝、麻面、空洞等施工缺陷。规范处理施工缝与后浇带,浇筑前清理接缝浮渣、湿润基层,保障新旧混凝土结合紧密。③大体积混凝土温控与养护管控。主厂房设备基础等大体积构件需落实温控措施,通过预埋测温元件、分层降温、表面保温等方式,控制混凝土内外温差,抑制温度裂缝产生。浇筑完成后及时开展覆盖养护,根据环境温度调整养护时长与保湿措施,严格落实火电工程养护标准,同时做好成品保护,避免外力碰撞、荷载扰动影响结构成型质量^[4]。

4 主厂房混凝土结构常见质量缺陷及成因与整改措施

4.1 表面裂缝、蜂窝麻面等外观缺陷及整改方案

大型火电厂主厂房混凝土构件表面极易出现麻面、蜂窝、表层细微裂缝等外观缺陷,多集中在梁柱侧面、设备基础边角及模板拼接位置,属于现场高频施工问题。缺陷成因以现场操作不规范为主,模板表面清理不彻底、脱模剂涂刷不均匀、模板拼缝密封不严,会造成浆液渗漏形成蜂窝麻面。混凝土浇筑振捣不到位、局部骨料堆积、浆液包裹不充分,会加剧表层缺损。后期表层水分蒸发过快、养护覆盖不及时,会产生不规则浅表裂缝。

现场整改以修复平整、封闭防护、恢复外观及表层密实度为核心。①麻面、气泡缺陷处理:对表层疏松部位进行人工打磨清理,清扫浮灰后充分湿润,采用同强度等级水泥砂浆进行批刮找平,分次压实收光,保证表层色泽与原结构统一。②蜂窝缺陷处理:剔除松散骨料与薄弱混凝土层,直至露出坚实基层,清水冲洗湿润后,采用专用修补砂浆分层填补,压实养护。③浅表裂缝处理:对宽度小于0.2mm的表层裂缝,采用水泥基渗透结晶材料涂刷封闭,阻断外界水汽侵入,避免裂缝继续扩展。

4.2 温度裂缝、收缩裂缝结构性缺陷及防控整改

主厂房大体积设备基础、厚大承台、高层框架构件易出现温度裂缝与干缩裂缝,属于影响结构耐久性的结

构性缺陷。火电厂施工现场温差变化大,大体积混凝土水化热集中释放,构件内外温差超标,会产生温度应力引发贯穿性或深层裂缝。混凝土配合比砂率偏大、水胶比过高、骨料含水率失控,会增大混凝土收缩变形。

此类缺陷整改需兼顾结构安全性与后期防控,杜绝裂缝持续延伸。①细微深层裂缝:采用低压注浆工艺,注入环氧修补浆液,填满裂缝空腔,增强混凝土整体性与粘结强度。②较宽结构性裂缝:沿裂缝开槽处理,清理槽内松散杂物,采用高强修补砂浆封堵压实,表面增设抗裂网格布加强防护。③后期防控整改:对已完工构件补做保温保湿养护,优化同批次后续施工配合比,降低水化热,严格控制分层浇筑厚度,从源头减少温差应力。

4.3 强度不足、密实度不达标质量问题处理

混凝土强度偏低、局部密实度不足是火电厂主厂房结构重要质量隐患,多出现在构件节点、振捣盲区及施工缝位置。原材料计量偏差、砂石含泥量超标、外加剂掺量不准确,会直接降低混凝土设计强度。梁柱节点、钢筋密集区域振捣困难,易出现振捣不密实、内部空洞问题。施工间隔过长形成冷缝,新旧混凝土结合不紧密,会造成整体密实度不均匀,无法满足设备承载及抗振动施工要求。

现场处理需先检测后整改,保障结构受力达标。①密实度缺陷处理:对空洞、疏松部位彻底剔除整改,清理干净基层后,采用高标号无收缩细石混凝土进行填补浇筑,充分振捣密实,严格养护。②整体强度偏低整改:委托第三方机构进行回弹、钻芯检测,根据检测结果制定加固方案,可采用粘贴碳纤维布、外包钢加固等方式补强,满足结构承载力设计要求。③工艺整改:规范现场计量流程,严控原材料质量,优化密集钢筋区域振捣工艺,杜绝同类问题重复发生^[5]。

4.4 预埋件、预留孔洞施工质量偏差整改控制

主厂房设备基础、梁柱墙体存在大量预埋件、设备预留孔洞,其安装精度直接影响后续机电设备安装与机

组运行。现场偏差主要表现为预埋件偏移、标高误差、孔洞位置错位、预埋钢板倾斜等问题。施工过程中预埋构件固定不牢固、浇筑振捣时受混凝土挤压移位,是偏差产生的主要原因。

偏差整改需结合偏差大小、设备安装要求精准处理。①轻微偏差整改:偏差在规范允许范围内时,对预埋板面进行打磨调平,微调孔洞位置,保证设备正常对接安装。②中度偏差整改:位置偏移超限时,采用植筋焊接加固方式修正预埋件位置,重新校正固定,补强周边混凝土结构。③严重偏差整改:对无法满足设备安装的孔洞及预埋件,作废原有结构,局部剔凿后重新精准预埋、浇筑成型,完工后复核验收,确保精度符合火电设备安装施工标准。

结束语:本文系统梳理了大型火电厂主厂房混凝土结构的施工特殊要求,明确了各项核心质量控制指标,分析了现场施工主要质量影响因素。通过梳理施工前期准备、现场浇筑养护等全过程管控要点,归纳了工程常见混凝土质量缺陷的产生原因,配套制定了针对性整改、补强及预防措施。研究表明,火电混凝土施工质量控制需依托全过程精细化管理,严格把控材料、工艺及现场作业环节。

参考文献

- [1]范庆龙.火力发电厂主厂房结构施工技术难点与解决对策[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2025(1):027-030.
- [2]魏建林.大型厂房混凝土施工技术 & 质量控制策略[J].散装水泥,2023(6):167-168+172.
- [3]孙磊,温敏.火力发电厂建筑施工中的大体积混凝土施工技术[J].南国博览,2026(2):119-121.
- [4]姚常晓.工业厂房混凝土框架结构的节点设计优化与施工关键技术[J].中国科技期刊数据库工业C,2026(4):112-115.
- [5]邓玉哲.火力发电厂主厂房结构抗震设计要点[J].石材,2023(9):60-62.