

# 火电厂锅炉高效安装工艺与质量控制研究

窦裕棋

中电建湖北电力建设有限公司 湖北 武汉 430000

**摘要:** 本文深入剖析火电厂锅炉高效安装工艺的关键技术细节, 涵盖安装前全面细致的准备工作、主要部件的精确安装方法与实用技巧, 同时从人员管理、材料设备管理、施工过程监控以及质量检验与验收等多维度提出具有高度可操作性的质量控制措施, 旨在为火电厂锅炉安装工程提供全面且极具实践指导价值的参考。

**关键词:** 火电厂锅炉; 高效安装工艺; 质量控制

## 1 引言

在我国经济持续高速增长的背景下, 电力需求呈现出迅猛上升的态势。火电厂作为我国电力供应的主力军, 其建设和运营水平直接关乎国民经济的稳定发展。锅炉作为火电厂的核心设备, 其安装质量不仅深刻影响着火电厂的发电效率和能源利用效率, 更与火电厂的安全运行息息相关。高效、优质的锅炉安装工艺能够确保锅炉在运行过程中达到最佳性能状态, 大幅减少故障发生频率, 有效延长设备使用寿命, 进而显著降低火电厂的运营成本。因此, 深入研究火电厂锅炉高效安装工艺与质量控制具有极其重要的现实意义。

## 2 火电厂锅炉高效安装工艺

### 2.1 安装前的准备工作

#### 2.1.1 技术资料准备

在锅炉安装工程启动之前, 必须全面收集和整理相关的技术资料, 包括锅炉的设计图纸、安装说明书、质量证明文件等。这些资料是安装工作的重要依据, 安装人员需要对其进行深入研究和熟悉, 明确锅炉的结构特点、安装要求和技术参数。例如, 通过研究设计图纸, 安装人员可以准确了解锅炉各部件的尺寸、位置关系以及连接方式, 为后续的安装工作做好充分准备。同时, 对于一些特殊的安装工艺和技术要求, 安装人员需要提前进行技术交底, 确保所有参与安装的人员都清楚掌握。

#### 2.1.2 施工场地准备

要全面平整清理场地, 用专业仪器测定承载力, 满足塔式炉及附属设备存放安装需求。依据汽水分离器等部件规格, 规划好运输路线和吊装位, 保障施工安全。搭建仓库、办公室、休息区等临时设施, 满足存储、办公和休息需求。同时, 结合地形和气候设计排水系统, 防止雨水积聚, 避免对塔式炉精密部件和电气设备造成损害。

### 2.2 主要部件的安装方法与技巧

#### 2.2.1 钢架安装

钢架是锅炉的支撑结构, 其安装质量直接影响到锅炉的整体稳定性。在钢架安装过程中, 首先要对基础进行严格验收。基础验收时, 要使用精密的测量仪器, 如全站仪、水准仪等, 对基础的尺寸、标高、平整度、中心线位置等进行精确测量, 确保各项参数符合设计要求。例如, 基础的标高误差应控制在 $0\sim-20\text{mm}$ 。然后, 按照安装顺序依次吊装钢架立柱、横梁等部件。在吊装过程中, 要严格控制钢架的垂直度和水平度。使用高精度的经纬仪、水准仪等测量仪器进行实时监测和调整, 立柱的垂直度偏差不得超过其长度的 $1/1000$ , 且不大于 $15\text{mm}$ ; 横梁的水平度偏差应控制在 $\leq 5\text{mm}$ 。钢架连接部位要采用高强度螺栓进行连接, 严格按照螺栓紧固力矩要求进行操作。在紧固螺栓前, 要对螺栓和螺母进行清洁和润滑处理, 使用扭矩扳手按照规定的顺序和力矩值进行紧固, 确保连接牢固可靠。此外, 在钢架安装过程中, 还要注意设置临时支撑和固定装置, 防止钢架在安装过程中发生变形或位移。临时支撑可以采用型钢或钢管搭建, 固定装置可以采用钢丝绳、花篮螺栓等进行加固。

#### 2.2.2 塔式炉汽水分离器系统安装

塔式炉汽水分离器安装需严格把控技术要点: 首先, 到货验收采用三维激光扫描与双重复验(涡流+渗透检测), 确保形位公差及焊接质量达标, 同步完成内部除锈清洁; 吊装阶段针对垂直布置特点, 采用液压提升+专用吊架组合方案, 配合三维激光定位系统实时监测位移, 确保与下降管中心线偏差 $\leq 3\text{mm}$ ; 安装定位时, 以汽轮机主汽门为基准进行三级标高复测, 垂直度校准采用激光准直仪, 接管焊接采用窄间隙埋弧焊工艺并实时监控变形; 膨胀系统设计三维弹性支撑装置, 预留合理膨胀量并接入DCS监测; 质量验收环节执行 $100\%RT+20\%UT$ 焊缝检测、水压试验及蒸汽吹扫标准。

### 2.2.3 受热面安装

受热面包括水冷壁、过热器、再热器、省煤器等部件，其安装质量直接影响锅炉的热效率和安全运行。在水冷壁安装过程中，要注意管排的平整度和间距。使用专用的管排安装工具，确保管排之间的焊接质量符合要求。焊接前要对管子进行坡口加工、对口组装等预处理，焊接过程中严格控制焊接参数，如电流、电压、焊接速度等，确保焊缝质量。对于过热器和再热器等高温受热面，要特别注意管子的膨胀问题。根据管子的材质、工作温度和压力等参数，合理设置膨胀间隙和固定装置。例如，在管子与支吊架之间设置合适的膨胀间隙，采用弹性支吊架或滑动支吊架，防止管子在运行过程中因膨胀受阻而发生损坏。省煤器安装时，要保证管子的排列整齐，进出口连接正确。在省煤器管束安装前，要进行通球试验，确保管子内部畅通无阻；安装过程中严格控制管子的坡度和垂直度，确保省煤器能够正常发挥其预热给水的作用。此外，在受热面安装过程中，要加强焊接质量控制。焊接前对焊工进行技能考核，确保其具备相应的焊接资质；焊接过程中采用实时监控设备，对焊接电流、电压、焊接速度等参数进行记录和分析；焊接完成后对焊缝进行100%无损检测，如射线探伤、超声波探伤等，确保焊缝质量合格。

### 2.2.4 燃烧设备安装

燃烧设备包括燃烧器、煤粉管道等部件，其安装质量直接关系到锅炉的燃烧效率和环保性能。在燃烧器安装过程中，要确保燃烧器的位置和角度准确。使用激光测距仪、角度测量仪等工具，精确调整燃烧器的中心位置和倾斜角度，使其能够使燃料与空气充分混合，实现高效燃烧。煤粉管道的安装要保证密封良好，防止煤粉泄漏。在管道连接处采用密封垫片、密封胶等密封材料，进行严格的密封性试验，如气压试验、水压试验等，确保无泄漏现象。同时，要对燃烧设备进行调试和优化<sup>[3]</sup>。根据不同的燃料特性（如挥发分、灰分、水分等）和锅炉运行工况（如负荷、风量、风温等），调整燃烧器的参数，如一次风速、二次风配比、煤粉细度等，提高燃烧效率，降低污染物排放。例如，通过调整燃烧器风门开度、优化煤粉浓度分布，实现低氮燃烧，减少氮氧化物排放。

## 2.3 高效安装工艺的创新与发展

### 2.3.1 数字化安装技术的应用

随着信息技术的飞速发展，数字化安装技术在火电厂锅炉安装领域得到广泛应用。例如，利用三维建模软件（如AutoCAD、SolidWorks等）对锅炉进行虚拟安装。

在虚拟环境中，可以模拟锅炉各部件的安装过程，提前发现潜在的设计问题和安装冲突，如管子与钢架的碰撞、设备与建筑物的干涉等，及时进行优化调整，减少现场安装过程中的返工和修改。同时，通过安装监控系统，实时监控安装过程中的各项参数，如焊接质量（焊缝外观、内部缺陷）、安装精度（尺寸偏差、形位公差）等，利用传感器、数据采集系统等设备，对关键数据进行实时采集和分析，及时发现并解决问题，提高安装效率和质量。此外，数字化安装技术还可实现安装过程的可追溯性。通过建立安装数据库，记录安装过程中的各项数据（如焊接记录、检验报告、调试参数等），为后续的设备维护和管理提供有力支持。

### 2.3.2 模块化安装方法

模块化安装方法是将锅炉的各个部件或系统在工厂内进行预制和组装，形成相对独立的模块，然后在现场进行整体安装。例如，将锅炉的受热面、钢架等部件在工厂内进行模块化组装。在工厂内，利用先进的加工设备和工艺，保证部件的加工和组装精度。例如，采用数控切割、自动焊接等技术，提高部件的制造质量；通过模块化组装，减少现场施工的工作量和难度。模块运输到现场后，进行整体吊装和连接。吊装过程中，采用大型起重设备（如履带吊、汽车吊等）和专用吊具，确保模块安全、准确地就位。连接时，采用快速连接技术（如法兰连接、卡箍连接等），提高连接效率和质量。模块化安装不仅可以提高安装效率，还可以提高安装质量。工厂内的预制和组装环境相对稳定，有利于保证部件的加工和组装精度；同时，模块化安装减少了现场焊接、切割等作业，降低了安全风险和环境影响。

## 3 火电厂锅炉安装质量控制措施

### 3.1 人员管理

#### 3.1.1 资质审核

对参与锅炉安装的人员进行严格的资质审核。焊工必须持有有效的焊工证，且具备与锅炉安装相关的焊接经验（如特定材质、管径的焊接经验）；安装技术人员要熟悉锅炉安装工艺和质量标准（如相关行业标准、企业内控标准）。通过资质审核，确保人员具备相应能力，从源头上保证安装质量。

#### 3.1.2 培训与考核

定期对安装人员进行技术培训和安全教育培训。培训内容包新的安装工艺（如新型焊接技术、数字化安装技术）、质量控制方法（如统计过程控制、六西格玛管理）、安全操作规程（如高空作业安全、电气安全）等。建立完善的考核机制，对安装人员的工作表现进行

定期考核。考核内容包括理论知识（如锅炉原理、安装规范）、实操技能（如焊接质量、设备调试）、安全意识（如风险识别、应急处理）等。将考核结果与绩效挂钩，激励安装人员提高工作质量和效率。例如，对考核优秀的员工给予奖励，对不合格的员工进行再培训或调岗。

### 3.2 材料设备管理

#### 3.2.1 材料质量控制

严格把控锅炉安装所需材料的质量。对进入施工现场的材料进行严格检验，确保其符合设计要求和相关标准。例如，对管材进行化学成分分析（如光谱分析）、力学性能试验（如拉伸试验、冲击试验）；对焊材进行熔敷金属化学成分分析、扩散氢含量测定等。防止不合格材料进入施工现场，影响安装质量。

#### 3.2.2 设备维护与管理

对安装过程中使用的设备进行定期维护和管理。例如，吊装设备要定期进行安全检查（如钢丝绳磨损检查、制动系统测试）和性能测试（如起重量测试、起升速度测试），确保其能够安全、准确地完成吊装任务；焊接设备要定期进行校准（如电流、电压校准）和维护（如清洁、润滑），保证焊接质量<sup>[4]</sup>。建立设备使用档案，记录设备的使用情况（如运行时间、故障记录）、维护保养记录（如保养时间、保养内容）等信息，为设备的管理和更新提供依据。

### 3.3 施工过程监控

#### 3.3.1 工序质量控制

对锅炉安装的每一道工序进行严格的质量控制。制定详细的工序质量标准和检验方法。例如，在焊接工序中，严格控制焊接参数（如电流、电压、焊接速度），确保焊缝质量符合要求。每一道工序完成后，都要进行自检、互检和专检。自检由操作人员对工序质量进行自我检查，互检由同班组人员相互检查，专检由专职质检人员进行全面检查。只有上一道工序质量合格后，才能进行下一道工序的施工。

#### 3.3.2 关键环节把控

安装中需重点把控关键环节。用激光跟踪仪等高精度设备精确调整汽水分离器位置、标高与水平度；受热面焊接采用焊接机器人等自动化设备，保证焊接质量与效率；管道连接确保参数合规、焊缝可靠并做水压试

验；燃烧设备调试时，结合燃料特性与运行工况，优化一次风速、二次风配比等参数，提高燃烧效率、降低污染物排放，密切关注运行参数及时调整。

### 3.4 质量检验与验收

#### 3.4.1 检验方法与标准

采用多种检验方法对锅炉安装质量进行检验。如外观检查，通过目视或放大镜检查焊缝表面质量、设备表面缺陷；无损检测，采用射线探伤、超声波探伤等方法检测焊缝内部质量；水压试验，对锅炉受压部件进行耐压试验，检验其密封性和强度。严格按照相关标准和规范进行检验，如《锅炉安装工程施工及验收规范》等。对于检验中发现的问题，要及时进行整改，确保安装质量符合要求。

#### 3.4.2 验收程序

锅炉安装完成后，按照规定的验收程序进行验收。验收工作由建设单位组织，设计单位、施工单位、监理单位等相关方共同参与。验收内容包括安装质量（如设备安装精度、焊接质量）、技术资料（如设计图纸、检验报告）、调试报告（如燃烧调试、水压试验报告）等方面。只有通过验收，锅炉才能正式投入使用。

### 结语

火电厂锅炉高效安装与质量控制是多环节、多要素的系统工程，涉及安装准备、部件精准安装及严格质量管控。采用先进工艺和技术，强化质量控制，可提升安装质量与运行效率，保障电厂安全稳定运行。安装单位应重视工艺优化与质量控制，引入数字化、智能化技术，推动行业向智能、绿色、高质量方向发展，促进火电行业可持续发展。

### 参考文献

- [1]王岭辉.火电厂锅炉安装工艺及关键技术研究[J].设备管理与维修,2020,(20):40-42.
- [2]王星.火电厂锅炉安装工艺及关键技术措施探讨[J].价值工程,2020,39(28):138-139.
- [3]王运森.火电厂锅炉安装技术及质量控制措施分析[J].装备维修技术,2025,(01):35-37+41.
- [4]李志坚.火电厂锅炉安装工程常见问题及技术措施研究[J].机电产品开发与创新,2022,35(05):191-193.