

火电厂汽轮机安装质量控制与实践

梁承平

江西赣能上高发电有限公司, 江西 宜春 336400

[摘要]在火电厂能量转换系统中,汽轮机作为核心设备,其安装质量直接影响机组运行的安全性与稳定性。文章深入分析火电厂汽轮机安装过程中的关键质量控制点,提出一系列针对性质量控制技术,旨在提高汽轮机安装质量,规避因安装缺陷引发的设备故障。

[关键词]火电厂;汽轮机;安装质量;全流程管控;装配精度

DOI: 10.33142/ec.v9i2.19085

中图分类号: X924.4

文献标识码: A

Quality Control and Practice of Steam Turbine Installation in Thermal Power Plants

LIANG Chengping

Jiangxi Ganneng Shanggao Power Generation Co., Ltd., Yichun, Jiangxi, 336400, China

Abstract: In the energy conversion system of thermal power plants, the installation quality of the steam turbine, as the core equipment, directly affects the safety and stability of the unit operation. The article deeply analyzes the key quality control points in the installation process of steam turbines in thermal power plants, and proposes a series of targeted quality control techniques aimed at improving the installation quality of steam turbines and avoiding equipment failures caused by installation defects.

Keywords: thermal power plants; steam turbine; installation quality; full process control; assembly accuracy

引言

汽轮机在火电厂生产体系中承担着将蒸汽热能转化为机械能、驱动发电机发电的核心功能,其稳定运行不仅直接关系电厂供电可靠性,还影响能源利用效率。汽轮机结构复杂、零部件繁多,静止部件包括汽封、隔板等,转动部件涵盖叶片、转子等,安装过程涉及多个工序。若装配、焊接、吊装等任一环节出现质量偏差,均可能导致部件磨损、机组振动超标等不良后果,严重威胁机组安全运行,造成能源浪费与重大经济损失。目前,火电厂汽轮机安装仍存在焊接质量不佳、轴系对中精度不足等问题。鉴于此,为提高机组安装质量、保障安全稳定运行,需加强各工序质量管控。本文深入探讨汽轮机安装质量控制的关键技术与实践策略,为行业实操提供参考。

1 火电厂汽轮机安装核心特性与质量控制原则

1.1 核心安装特性

汽轮机由密封件、汽缸、转子等诸多精密零部件构成,且与其他设备部件紧密关联,各安装环节均有严格的顺序与工艺要求,任一环节的质量差错都将严重影响整体安装质量,甚至降低设备性能,因此其安装具有高度复杂性。汽轮机运行时的高速旋转特性,对安装精度提出了严苛要求:转子与静止部件的间隙直接影响机组效率与运行安全性,轴系对中精度则决定转子运行平稳性。此外,汽轮机安装现场通常处于高温、高压环境,且设备体积庞大、重量沉重,操作不当易引发设备坠落等安全事故,具有较高风险性。

1.2 质量控制基本原则

为确保汽轮机安装管控科学有效,需遵循以下核心原则:一是基准先行原则,安装过程中需严格依据行业规范与设备设计图纸,明确各工序质量标准及允许偏差,施工人员需按标准规范操作;二是全流程管控原则,覆盖安装前准备、施工过程及验收阶段,重点强化工序间衔接管控;三是精度优先原则,针对关键精密工序,采用高精度专业技术与检测设备,精准开展安装调整与质量控制,杜绝质量隐患。

2 火电厂汽轮机安装全流程质量控制实践

2.1 安装前准备阶段质量控制

安装前准备是保障汽轮机安装质量的基础,需强化管控以规避潜在隐患。设计图纸完成后,应组织监理、技术、施工等多方人员进行全面核对,及时排查并整改问题;结合行业标准制定详细施工方案,明确工序流程、质量标准及操作要点,同时制定应急预案。开展全员技术交底工作,避免因技术认知偏差影响施工质量。对进场的材料、零部件及设备进行全面检验:核对数量、规格、型号及外观完整性,核查关键部件的质量检测报告,对辅助材料进行抽检以确保其性能满足工况要求,不合格材料需及时退回。安排专业设计技术人员驻场指导,确保施工人员严格依照设计图纸要求操作,保障施工技术的规范性。

2.2 基础施工与设备就位质量控制

汽轮机基础是设备承载核心,其施工质量直接影响安装精度,需重点管控基础浇筑与沉降观测。基础浇筑期间,

严格按混凝土配合比选用高强度、低收缩混凝土，分层振捣确保密实度，避免出现质量缺陷；精准预留地脚螺栓孔与基准线，严格控制偏差。浇筑后按规范进行养护，控制环境温湿度，养护周期不低于设计标准，保障基础性能稳定。浇筑完成后设置永久观测点，定期记录沉降数据，若出现沉降异常需立即停工，分析原因并采取加固措施，待基础稳定后再复工。对混凝土台座表面进行清洁度与平整度检测，确保表面无孔洞、裂缝等问题。设备就位阶段，选用载荷匹配的吊装设备与吊具，核查其完好状况并制定专项吊装方案，由专人指挥吊装作业。就位后，借助水平仪精准测量，通过垫铁细致调整设备水平与垂直状态（垫铁材质需符合标准，放置位置与间距严格遵循规范）；初步找正后紧固螺栓，二次灌浆选用高强度材料，确保灌浆密实。实践中需注重基础处理，严格控制安装工艺，通过完善的方案制度实现安装流程的统一管理与调度。

2.3 核心部件装配质量控制

2.3.1 转子安装质量控制

转子运行状态直接影响汽轮机的性能、效率与安全性，安装过程需严格把控质量标准。安装前，采用超声波探伤、磁粉探伤等检测手段，全面排查转子表面及近表面微小裂纹，并对转子进行动平衡性能检测。彻底清理转子表面铁锈、油污等杂质，仔细检查轴颈表面光洁度。因转子重量大、长度长，吊装时需使用专用吊具保障安全，严格控制吊装速度，避免转子碰撞汽缸内壁，确保平稳落入指定位置。安装过程中严格执行操作标准，采用高精度测量设备实时监测转子安装位置偏差，确保间隙均匀。安装完成后，再次进行动平衡检测，若存在不平衡问题需及时调整。

2.3.2 汽缸装配质量控制

汽缸装配的核心管控要点为结合面密封性能与装配精度。装配前彻底清理汽缸结合面，避免杂物、油污影响密封性；用塞尺检测结合面间隙，若平面度偏差超出允许范围，根据偏差大小与分布情况进行研磨处理，确保符合设计要求。拧紧螺栓时，严格遵循“对称、均匀、分步”原则，螺栓紧固后再次细致检查结合面间隙，确保满足设计标准。同时，核查汽缸滑销系统安装质量，保障设备热态运行时的膨胀需求。

2.3.3 轴系对中与通流间隙调整

轴系对中对是汽轮机安装的核心精密工序，分为冷态对中与热态对中对两个阶段。冷态对中对作为轴系对中的起始环节，需采用高精度设备检测汽轮机转子与发电机转子的同轴度，若联轴器间隙超标则进行精细调整。热态对中对是关键阶段，为确保机组热态运行时轴系仍保持同轴度，需模拟运行温度工况，通过高精度位移传感器等设备实时监测轴系因热膨胀产生的位移偏差，并根据监测数据进行修正，使对中对精度符合规范要求。

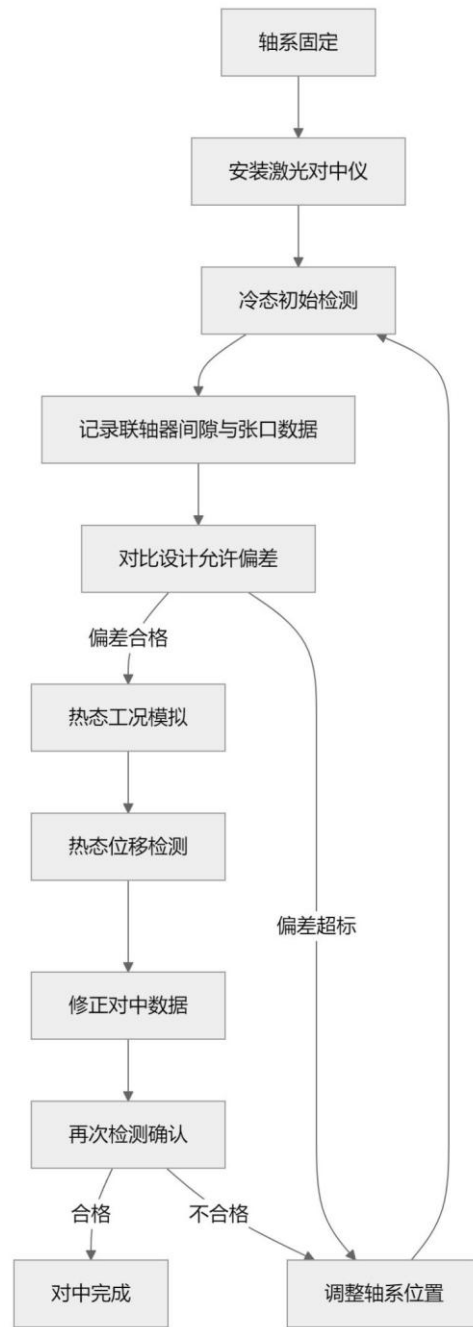


图1 轴系对中对精度检测流程示意图

通流间隙调整直接影响汽轮机能量转换效率，需用塞尺测量转子叶片与静止隔板之间的间隙，重点核查动静叶片的径向与轴向间隙，将检测结果与设计标准对比分析，为调整工作提供依据。对于间隙超标的部位，调整时需充分考虑机组冷态与热态运行的间隙变化，结合汽轮机材料特性、结构尺寸等因素预留合理热膨胀余量，提升机组热效率。

2.3.4 焊接质量控制

焊接作为关键连接工序，其质量直接影响部件连接强

度与密封性。需根据焊接部位与母材材质特性，合理选择焊接材料并进行烘干处理，去除水分与杂质以减少焊接缺陷。焊接前需清理坡口表面氧化皮、铁锈等杂物，并根据焊接工艺要求调整坡口角度与间隙。焊接过程中严格控制焊接速度、电压、电流等工艺参数，避免因参数波动引发缺陷。焊接完成后全面检查焊缝表面，排查咬边、气孔、裂纹等质量问题，确保焊缝质量符合要求。

2.4 调试与试运行阶段质量控制

调试与试运行是检验汽轮机安装质量的核心步骤。分系统调试重点围绕润滑油系统、密封系统、冷却系统等辅助系统展开：检测密封间隙与压力，通过冲洗去除系统内杂质，精准检测油压等关键参数；全面核查管路通畅性与密封性，优化冷却水流速与温度参数，根据检测结果科学调整密封部件。单机调试聚焦汽轮机本体，实施无负载启动，监测转速、振动、轴承温度等核心参数：若振动超标，需排查转子平衡状态、轴承间隙及轴系对中精度；严格控制轴承温度，防止因温度异常导致轴承烧毁。汽轮机与发电机、锅炉等构成联合动力系统后，开展联动试运行，模拟实际工况逐步提升负载，监测发电量等指标并优化参数。试运行期间需安排人员 24h 不间断值守，记录运行数据、排查故障隐患；试运行结束后进行全面检测评估，合格后方可进入验收阶段。

2.5 验收阶段质量控制

为杜绝质量隐患遗留，需高度重视验收工作。由建设、监理、施工等多方人员组建验收小组，严格检验汽轮机安装质量：全面核查设备检验报告、施工图纸、检测数据等资料，审查资料的规范性与真实性，确保质量记录与实际工况一致，全面掌握安装全过程质量管控情况。运用先进检测设备与技术手段，对机组热效率、运行温度、振动情况等进行全面检测，评估设备运行状态与性能水平；同时开展真空系统严密性、密封性能等专项检测，及时发现并整改潜在质量问题。验收中若发现质量问题，需根据问题性质与严重程度制定切实可行的整改方案，明确整改措施与期限，通过闭环管理确保所有问题得到及时有效解决，严格把控验收关，为设备长周期稳定运行提供保障。

3 安装过程安全与文明施工质量控制

3.1 安全管理体系与责任落实

项目部应建立健全安全生产管理体系，明确项目经理、技术负责人、安全员及各班组长岗位安全职责，将安全责任落实到具体人员、具体工序。结合汽轮机安装高空作业多、精密设备集中的特点，制定专项安全管理制度，做到有章可循、违章必究。定期开展安全生产教育培训，使施工人员掌握吊装安全操作规范、精密设备防护要求等内容。施工现场设置明显安全警示标识，划分吊装作业区、精密设备存放区、焊接作业区等功能区域，避免交叉作业带来安全隐患。建立安全巡查与隐患整改机制，发现违规操作、防护不到位

等问题立即叫停整改，为安装质量提供稳定环境保障。

3.2 精密设备与零部件防护控制

汽轮机转子、轴承、隔板、调节阀等核心部件精度高、价格昂贵，极易因碰撞、锈蚀、污染造成永久性损伤。设备进场后应存放于干燥、通风、防尘的专用库房；精密部件采取防潮、防锈、防磕碰措施，轴颈、密封面等关键部位使用保护套包裹。吊装过程中，转子、汽缸等重型部件必须使用专用吊具和柔性吊带，禁止钢丝绳直接接触加工面。安装作业时，严禁在汽缸、转子上随意施焊、敲击、刻画。对已装配完成的部件采取遮盖防护，防止焊接火花、杂物、灰尘进入内部结构。

3.3 文明施工与现场环境管控

施工垃圾、废料及时清理，做到工完场清，保持作业面整洁有序。在转子安装、轴系对中、通流间隙调整等精密工序施工时，控制现场温度、湿度及粉尘含量。严禁在精密装配区域进行扬尘、噪声、震动较大的作业。通过文明施工与环境管控，为安装质量提供可靠保障。

3.4 质量通病预防与持续改进控制

结合火电厂汽轮机安装工程实践，针对机组运行振动超标问题，从源头控制转子动平衡精度、轴系对中精度、轴承安装质量。针对汽缸结合面渗漏，强化结合面清理、研磨质量与螺栓紧固工艺，严格按照对称、均匀、分步原则紧固，确保密封性能达标。针对轴承温度异常，严格控制轴承间隙、润滑油质量及油路通畅性，安装前彻底清洗油系统。对每类质量通病制定预防措施与处置流程，降低质量问题发生率。对基础沉降、转子吊装、轴系对中、焊接等关键工序实施旁站监理，通过全过程检测监督，确保每一道工序、每一个部件均符合质量要求。此外，建立质量问题台账与闭环管理机制，对检查、验收、调试中发现的质量缺陷统一登记、分类梳理，明确责任人、整改措施、整改时限。将典型问题、整改经验、优化工艺纳入质量控制手册，形成可复制、可推广的管控标准。

4 结论与展望

4.1 结论

火电厂汽轮机安装质量控制是一项系统性、精细化工作，直接关系到机组运行稳定性、经济性与安全性。通过强化技术准备、严格检验原材料与计量器具、优化核心工序装配精度、完善调试与验收流程等措施，可有效保障汽轮机现场安装质量，规避安装缺陷，满足火电厂高参数、大容量机组的运行需求，保障电厂顺利生产，为社会经济发展提供充足、稳定的电力能源。

4.2 展望

在能源转型与科技进步的双重驱动下，火电技术正朝着高效化、智能化方向发展，对安装质量控制提出了更高要求。未来，可将人工智能、大数据等智能技术融入汽轮机安装质量控制，部署传感器实时监测安装过程关键数据，

及时预警质量隐患,提升管控智能化水平。同时,需加快完善行业标准,推广激光对中技术、无损检测等新技术与新工艺,优化质量管控体系;注重施工人员专业培训,强化其对大数据、互联网等智能化操作技能的认知与应用能力,推动火电厂汽轮机安装质量与运维水平同步提升,为我国火电行业绿色低碳、安全高效发展提供支撑。

[参考文献]

- [1]范子政.火电厂汽轮机的安装与质量保障[J].山东工业技术,2018(23):194-195.
[2]宋吉庆.燃煤供电厂汽轮机安装、调试及管理研究[J].山东工业技术,2018(11):159-160.
[3]郑斌锁,张慧武,姜新栋.上汽660MW汽轮机安装轴承座找中的工艺与方法[J].机电信息,2018(6):64-65.
[4]程维青.电厂汽轮机安装过程中的质量对策[J].科技创新与应用,2017(33):69-70.
[5]李超,陈振元.火力发电厂汽轮机安装工艺分析[J].智能

城市,2019,5(21):195-196.

- [6]申屠立新.AP1000汽轮机结构特点及安装关键环节探讨[J].通讯世界,2018,25(12):140-141.
[7]朱加庆.百万机组汽轮机安装过程中的质量保障措施探析[J].价值工程,2018,37(28):42-43.
[8]许世龙.火力发电厂汽轮机现场安装技术性改造方法探讨[J].名城绘,2018(8):529.
[9]郭振.大型火力发电厂汽轮机基础施工技术及其工艺[J].工程技术研究,2018,3(7):102-103.
[10]竺有刚,王斌.火力发电厂汽轮机节能降耗方法论述[J].工程技术研究,2019,4(18):243-244.
[11]洪族奇.火力发电厂汽轮机现场安装技术改造[J].现代制造技术与装备,2017(3):124-126.
作者简介:梁承平(1990.12—),单位名称:江西赣能上高发电有限公司,毕业学校和专业:南华大学热能动力工程专业。