



中国电力投资集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

火电工程质量典型案例

中国电力投资集团公司 组编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



中国电力投资集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

火电工程质量典型案例

中国电力投资集团公司 组编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



内 容 提 要

为了进一步提高中国电力投资集团公司火电工程建设管理水平,找出制约投产机组技术经济指标未达设计值、影响机组长周期稳定运行的主要因素,在集团公司的统一策划和组织下,编写了《火电工程质量典型案例》。

本书通过对近年来集团公司系统内设计、设备制造、安装、调试等全过程典型案例的逐一、深入分析,准确地查找出建设管理中存在的实质问题和薄弱环节,总结经验教训,制定针对性措施和指导意见,突出了内容的实用性、代表性和可操作性,为集团公司火电工程项目招标采购、设备制造、设计、安装施工、安装调试和运行检修提供借鉴。

本书适用于集团公司范围内火电工程的质量管理,要求集团公司火电建设各有关方面认真贯彻、执行。也可供其他火电工程从事质量管理等相关工作的人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

火电工程质量典型案例/中国电力投资集团公司组编. —北京:中国电力出版社, 2015.12
ISBN 978-7-5123-8655-6

I. ①火… II. ①中… III. ①火力发电—电气工程—工程质量—案例 IV. ①TM621

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 299420 号
2015 年 12 月北京第一次印刷

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

2015 年 12 月第一版

787 毫米×1092 毫米

横 16 开本

6.75 印张

北京博图彩色印刷有限公司印刷

2015 年 12 月北京第一次印刷

160 千字

各地新华书店经售

印数 0001—2000 册

定价 45.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

《火电工程质量典型案例》

编 委 会

主 任 陆启洲

副 主 任 邹正平

委 员 吴姜宏 原 钢 徐 杨 徐国生 赵风云 施耀新 蒋 凯 冀国平 李建勋 王 海
黄宝德 张 昊 岳 乔 李 牧 熊建明 张宝军 周 伟 史建军 韩成伟 李品格

主 编 徐 杨

副 主 编 王 海 张 昊

编 委 李 牧 熊建明 张宝军 杜勤尔 史建军 韩成伟 李品格 李德风 李 彬 周奎应

编写人员 史建军 韩成伟 谢周勇 贾云鹏 李清波 张 岗 张蜀静 闫 军 于世才 张春祥
侯军庆

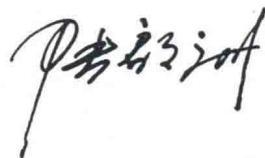
自 2002 年我国电力体制改革以来，在市场需求和体制创新的推动下，电力工业进入了发展最快的历史时期，在电源、电网、电力装备制造、清洁能源发展等多个领域不断实现新跨越，有力支撑了国民经济的健康发展。截止到 2014 年底，我国电力装机容量超过 13.6 亿千瓦，长期困扰我国的电力供应不足矛盾得到缓解。当前，我国正处于工业化、城市化加速发展时期，电力需求还将持续快速增加，电源建设的任务仍非常艰巨。同时，我国以火电为主的电源结构在一定时间内将难以改变，因此，火电工程建设仍将是今后电力建设工作的重点之一。

中国电力投资集团公司（以下简称集团公司）秉承“策划、程序、修正、卓越”的管理理念，高度重视企业制度体系建设，建立起了一套较完整的工程建设管理制度体系，在火电工程建设管理实践中发挥了重要作用。近几年，火电工程建设作为火电产业管理链条中承上启下的关键环节，“四大控制”可控、在控，投产机组质量水平稳步提升，先后建成了一批具有国内外先进水平的电站和机组。

随着集团公司火电产业迈入大容量、高参数、环保型火电机组的新阶段，以及新设备、新技术、新材料、新工艺、新流程在火电工程的广泛应用，对火电工程建设管理提出了更高、更新的要求。因此，集团公司组织国内火电建设行业资深专家编制了《火电工程管理活动策划导则》《火电工程质量典型案例》《火电工程安全文明施工标准化检查评价标准》三个专项管理标准，从工程管理活动策划、典型案例及安全文明施工标准化等几个方面进行深入研究，分析产生问题的根本原因，查找工程建设存在的薄弱环节，吸收国内外工程管理先进理念及方法，从管理方面和技术方面提出对策措施，改进火电工程进度管理、安全文明施工管理、工程质量管理关键环节和流程，并固化为指导手册或标准化范本，进一步优化火电工程建设管理体系，提升工程建设管理水平。

《火电工程质量典型案例》通过对近年来集团公司系统内设计、设备制造、安装、调试等全过程典型案例的逐一及深入地分析，准确地查找建设管理中存在的实质问题和薄弱环节，总结经验教训，制订针对性措施和指导意见，突出了内容的实用性、代表性和可操作性。

希望本书的出版，能够进一步提高集团公司火电建设项目管理人员掌握工程质量管理关键环节和流程的能力，提升工程质量管理，也希望能为火电建设同行提供有益的帮助和借鉴。

A handwritten signature in black ink, appearing to read '陈启中' (Chen Qizhong), written in a cursive style.

2015 年 5 月

前言

集团公司管控一体化模式实施三年来，火电工程建设阶段作为火电产业管理链条中承上启下的关键环节，“四大控制”可控、在控，投产机组质量水平稳步提升，火电工程管理水平已居全国先进水平。为了进一步提高集团公司火电工程建设管理水平，找出制约投产机组技术经济指标不能达到设计值、影响机组长周期稳定运行的主要因素，在集团公司的统一策划和组织下，我们开展了《火电工程质量典型案例》的编写工作。

本书注重解决实际问题，通过对近年来集团公司系统内设计、设备制造、安装、调试等全过程典型案例的逐一及深入地分析，准确地查找建设管理中存在的实质问题和薄弱环节，总结经验教训，为集团公司火电工程项目招标采购、设备制造、设计、安装施工、安装调试和运行检修提供借鉴。

本书由集团公司组织编制，中电投电力工程有限公司和东北分公司参与编制。本书作为集团公司火电工程质量管理体系指导性文件之一，适用于集团公司范围内火电工程的质量管理，要求集团公司火电建设各有关方面认真贯彻、执行。

由于编写时间较紧，本书难免存在不足之处。执行中发现的问题，请及时反馈到集团公司火电部，以便修改完善。

编者

2015年5月

目 录

序

前言

一 锅炉专业	1
二 汽轮机专业	29
三 电气专业	61
四 热工专业	89

一 锅 炉 专 业



序号	机组类型	问题类型	部位	问题名称	问题描述	原因分析	处理措施	改进、预防措施
1	生产 600MW 超超临界 锅炉	制造、 施工	水冷 壁系统	水冷 壁泄 漏	某厂两台机组投运以来,多次出现水冷壁泄漏,主要为: 1. 水冷壁中间混合集箱管座厂家焊接气孔导致泄漏。 2. 水冷壁管鳍片焊接咬边导致泄漏。	1. 水冷壁管座角焊缝表面有焊接气孔。 (1) 水冷壁中间联箱到达现场后施工单位未能按规定进行磁粉探伤检查或检查中未发现该缺陷。 (2) 该缺陷经过多次启停炉后,在交变应力影响下,焊口强度逐渐变弱,最终引起爆管。 2. 水冷壁管鳍片焊接咬边导致泄漏。 (1) 水冷壁到达现场后及安装过程中,施工单位对水冷壁表面检查不细,未能发现鳍片焊接咬边问题。 (2) 运行过程中水冷壁焊接咬边缺陷在交变应力下逐步产生裂纹及延伸,最终导致泄漏。	1. 对水冷壁中间联箱管座角焊缝表面气孔进行挖补处理,并经磁粉探伤合格。 2. 对水冷壁鳍片焊接咬边及焊缝未熔合进行挖补处理,并经超声或 X 光检测合格。 3. 更换已泄漏的管材,过程中严格执行水冷壁管更换工艺和质量要求。	1. 加工制造。 (1) 今后建设项目的供货合同中,应增加对出现类似质量问题的约束条款。 (2) 针对制造厂家近期水冷壁出现的质量问题要求监造单位强化相关部件的监造工作。 (3) 项目管理单位应不定期抽查监造单位对质量监造的工作情况。 (4) 要求制造厂家严格工艺控制,应特别注意水冷壁鳍片补焊及联箱角焊缝的质量管理。 2. 安装施工。 (1) 认真做好图纸会审及施工技术交底工作,及时发现设计问题,且解决方案必须返回厂家设计部门。 (2) 加强水冷壁及联箱入厂检查试验管理,特别是联箱角焊缝应 100%进行磁粉探伤检查;水冷壁外观检查不走过场,水冷壁鳍片焊接咬边及管子焊口气孔等问题是检查的重点部位。 (3) 经过人工补焊过的焊接部位应做 100%复检,防止焊接缺陷引起泄漏的发生。 (4) 安装焊口应严格执行焊接工艺要求及质量标准,鳍片焊接作业中应及时清理焊接部位,认真检查确保不发生焊接咬边问题。 (5) 割除安装临时设施时应严格按照要求施工,避免伤及母材问题的出现。 (6) 做好现场水冷壁缺陷处理记录及归档工作,做到及时准确。 3. 运行维护。 (1) 根据制造厂和施工质量问题造成水冷壁泄漏情况制订 1~2 年的水冷壁检查计划,分区进行检查,重点检查水冷壁鳍片焊接咬边及焊口表面焊接缺陷。对于检查出的问题应尽早安排处理,处理中严格执行工艺和质量标准。 (2) 对于膨胀不畅、应力过大等设计问题所出

续表

序号	机组类型	问题类型	部位	问题名称	问题描述	原因分析	处理措施	改进、预防措施
1	生产 600MW 超超临界 锅炉	制造、 施工	水冷 壁系统	水冷 壁泄 漏	3. 安装部件割除时, 水冷壁管材受到损伤。 4. 冷灰斗水冷壁管应力造成泄漏。 5. 水冷壁安装焊口焊缝未熔合导致泄漏	3. 水冷壁管排吊耳切割时, 水冷壁母材受到损伤, 致使损伤处强度下降导致水冷壁泄漏。 4. 冷灰斗水冷壁夹角处存在膨胀受阻, 引发应力裂纹造成泄漏。 5. 水冷壁焊缝未熔合	4. 检查测量泄漏处周围管材受损情况, 对减薄超标的管材进行更换。 5. 改变冷灰斗水冷壁夹角处密封结构, 消除由于膨胀造成的应力	现的泄漏问题“举一反三”, 及时消除类似问题, 避免问题的重复出现。 (3) 泄漏停炉检修过程中, 应认真检查泄漏影响区域, 尽量做到彻底处理。超标管材必须更换, 对受到影响但未超标的管材应认真做好记录, 待下次小修中彻底处理。 (4) 水冷壁泄漏处理过程中, 应严格执行工艺要求及质量标准, 避免次生泄漏的发生。 (5) 按照锅炉检修导则及集团公司的要求, 做好水压试验和金属监督工作, 对查出的问题及时处理。 (6) 锅炉运行中应严格按规程规定的升温、升压及降温、降压梯度进行操作, 避免由于温度、压力变化过快造成水冷壁泄漏事故的发生。 (7) 做好机组启停记录、锅炉检修记录及记录归档工作, 做到及时准确



续表

序号	机组类型	问题类型	部位	问题名称	问题描述	原因分析	处理措施	改进、预防措施
2	哈锅生产600MW超超临界锅炉	安装施工	水冷壁系统	水冷壁管道	2010年×月×日,某厂1号机组负荷536MW,主蒸汽压力28.87MPa,主蒸汽温度594.39℃,锅炉运行参数正常。17:00时,锅炉右侧水冷壁中间联箱入口段219号管壁温超温报警,最高值达611℃;同时该区域泄漏报警装置报警。停炉后检查发现,锅炉中间联箱下3m处管子爆破,同时该水冷壁管在6m标高角弯头处也有泄漏。爆破管子出现涨粗,周围管子被吹损	1. 水冷壁泄漏是由于6m标高角部管材裂纹泄漏,致使该水冷壁管工质流量降低,造成上部高热负荷区水冷壁管过热爆破。 2. 标高6m角部鳍片焊接质量不佳,导致在焊缝熔合线处存在微裂纹。 3. 标高6m管子弯头由于处于炉膛角部鳍片应力较大,锅炉启停及炉膛振动致使微裂纹慢慢发展到管子母材,造成泄漏。 4. 由于上部爆破处水冷壁已出现明显涨粗,说明6m水冷壁泄漏已有一段时间	1. 更换泄漏及过热胀粗管材,作业中严格执行工艺要求和质量标准。 2. 对6m漏点周围的鳍片焊口进行重点检查,对有问题的管材进行更换。 3. 对水冷壁爆破点周围进行检查测量,更换部分超标管材。 4. 在D级检修中,更换水冷壁缺陷管屏,所有焊接严格按工艺要求及质量标准执行	1. 设计制造。 (1) 应增强炉底部水冷壁鳍片强度,建议角部两墙间水冷壁相临管及鳍片采用一体锻造结构,提高结构强度。 (2) 炉底部水冷壁鳍片应采取消除应力集中措施,可在两管鳍片中间开缝,缝端进行圆角处理,减小鳍片焊缝应力集中。 (3) 增加冷灰斗水冷壁刚性梁强度或改变其位置,减小角部水冷壁应力负荷。 2. 安装施工。 (1) 水冷壁所有施焊工作都应严格按工艺要求及质量标准进行,特别是隐蔽位置及异型位置焊接质量应重点检查检验。 (2) 图纸会审及技术交底中要特别注意受热膨胀、应力集中、支吊结构等问题,发现问题及时解决。 3. 运行维护。 (1) 针对该泄漏检查炉底其余角部是否也存在应力集中裂纹问题,同时也应检查相似部位(燃烧器、人孔门、折焰角等),对发现的问题进行彻底处理,避免类似问题重复发生。 (2) 加强燃烧调整,避免炉膛结渣,减少落渣对冷灰水冷壁角部的冲击应力。 (3) 直流锅炉运行无论负荷大小都必须保证给水流量大于水冷壁最低流量,以此保证水冷壁的安全。 (4) 保证运行巡检的质量,及时发现锅炉泄漏等问题,避免故障扩大

续表

序号	机组类型	问题类型	部位	问题名称	问题描述	原因分析	处理措施	改进、预防措施
3	生产 300MW 亚临界 锅炉	安装 施工	过热 器系 统	低温 过热 器、低 温再 热器 管磨 损泄 漏	   	1. 锅炉尾部烟道中隔墙在低温过热器和低温再热器部位与包墙间未安装密封板，运行中由于烟气温度和压力差的作用造成前后烟道烟气“串流”。烟气“串流”使受热面受到冲刷磨损，管壁逐渐减薄最终造成爆破。	1. 对烟气串流影响区域及泄漏影响区域进行测量，更换泄漏及壁厚超标管材，更换过程应严格执行工艺要求及质量标准。焊接作业时特别注意鳍片焊接的“咬边”问题，避免次生泄漏事故的发生。	1. 安装质检。 (1) 严把专业施工组织设计审查及执行关，避免因施工顺序造成的安装问题。 (2) 完善安装质量问题的考核机制，不定期对施工单位的质量管理及监理单位的质量检查验收管理进行检查，对出现的问题进行相应的处罚。 (3) 注重安装过程的阶段性检查，加大对查出质量问题的处罚力度。
					2012 年×月×日，某厂 1 号机组负荷 276MW，工业抽汽 120t/h，主蒸汽压力 16.3MPa，主蒸汽温度 536℃，主蒸汽流量 990t/h，再热蒸汽压力 3.05MPa，再热蒸汽温度 538℃，机组运行正常。17:40 时			

续表

序号	机组类型	问题类型	部位	问题名称	问题描述	原因分析	处理措施	改进、预防措施
3	生产 300MW 亚临界 锅炉	安装 施工	过热 器系 统	低温 过热 器、低 温再 热器磨 损泄 漏	锅炉承压管泄漏在线监测装置 22、23、24、25、28 测点发泄漏报警。检查发现左侧后竖井低温再热器联箱区域有明显泄漏声音，机组解列停炉检修。停炉检查发现，左侧包墙自中隔墙至炉前方向第二根 42m 处有一个约 5mm×8mm 漏点，漏点周围区域有明显磨损减薄，中隔墙一根被吹爆管，低温再热器一根被吹爆管，周围同样存在磨损减薄	2. 锅炉安装中遗漏低温过热器及低温再热器位置密封板，其他位置密封板也未按要求进行焊接。也不排除安装顺序错误，导致密封板安装困难，最终未采取措施安装密封板。 3. 安装工艺及质量不严，质量检查及验收形同虚设，未能及时发现并处理密封板安装问题	2. 对受到磨损但未超标的管材，应做好记录，待定期检修及备用时进行更换。 3. 对锅炉尾部烟道中间隔墙的密封部位进行彻底检查，补齐密封板并对断焊部位进行补焊。焊接中应严格执行工艺要求和质量标准，避免焊接缺陷引发泄漏事故及烟气“串流”的发生	2. 调试试运。 （1）机组启动前应多次组织对锅炉受热面膨胀、密封、安装部件割除、管排固定等重点部位的检查，查出的问题应得到及时有效消除。 （2）锅炉投运初期应建立停炉对炉内部件检查制度，发现问题及时解决。 3. 运行维护。 严格按锅炉检修导则要求对锅炉受热面进行管理，超标管材必须进行更换。



续表

序号	机组类型	问题类型	部位	问题名称	问题描述	原因分析	处理措施	改进、预防措施
4	巴威生产600MW亚临界锅炉	安装施工	过热器系统	包墙及顶棚管过热器泄漏	2014年×月×日, 某厂1号机组负荷315MW, 主蒸汽压力11.63MPa, 再热蒸汽压力1.73MPa, 主蒸汽流量929t/h, 给水流量937t/h, 主蒸汽温度541℃, 再热蒸汽温度543℃。10:30时, 运行人员发现锅炉主给水流量突然增大, 就地检查发现锅炉顶棚左侧罩壳附近有泄漏声音, 17:33时, 机组解列停炉检修。停炉后检查发现: 后部顶棚过热器左侧第20、21、22根泄漏; 标高75.7m左侧包墙由后至前第8、10、11根爆管泄漏	1. 顶棚过热器第21根管与密封板间断焊接, 间断焊接点在应力的作用下产生裂纹, 裂纹延伸至管母材, 造成泄漏, 泄漏又将相邻管吹漏。 2. 左侧包墙第8、10根管鳍片焊接存在咬边现象, 致使在咬边处产生裂纹泄漏。泄漏点又将临近的第11根管吹漏。 3. 两处泄漏点不相关, 本次停炉前应为包墙过热器爆破。顶棚管过热器可能已泄漏较长时间	1. 对本次泄漏的影响区域进行测量, 更换泄漏及壁厚超标管材, 更换过程应严格执行工艺要求及质量标准。焊接作业时特别注意鳍片焊接的“咬边”问题, 避免次生泄漏事故的发生。 2. 对受到磨损但未超标的管材, 应做好记录, 待定期检修及备用时进行更换。 3. 对左侧包墙管过热器泄漏点上下区域进行检查, 检查管子是否存在过热现象, 对存在过热的管材进行更换	1. 加工制造。 (1) 针对制造厂家鳍片焊接出现的质量问题要求监造单位强化相关部件的监造工作。 (2) 要求制造厂家严格工艺控制, 应特别注意鳍片焊接的质量管理。 2. 安装施工。 (1) 加强包墙管及顶棚管过热器入厂检查管理, 鳍片焊接咬边及管子焊口气孔等问题是检查的重点部位。 (2) 施工单位必须按图纸要求进行施工。 (3) 完善安装质量问题的考核机制, 不定期对施工单位的质量管理及监理单位的质量检查验收管理进行检查, 对出现的问题进行相应的处罚。 3. 运行维护。 (1) 根据制造厂和施工质量问题造成的泄漏情况制订1~2年的水冷壁及包墙、顶棚管过热器检查计划, 分区进行检查, 重点检查鳍片焊接咬边及焊口表面焊接缺陷。对于检查出的问题应尽早安排处理, 处理中严格执行工艺和质量标准。 (2) 保证运行巡检的质量, 及时发现锅炉泄漏等问题, 避免故障扩大



续表

序号	机组类型	问题类型	部位	问题名称	问题描述	原因分析	处理措施	改进、预防措施
5	哈锅生产600MW超临界锅炉	设备制造	过热器系统	高温过热器出口集箱散管	2010年×月×日,某厂2号机组负荷550MW,主蒸汽压力24.2MPa,主蒸汽温度566℃、再热蒸汽温度565℃;六台磨运行。09:44时运行人员发现炉膛负压由-120Pa突升至+870Pa,给水流量由1524t/h增加至1600t/h。经检查炉本体56m右侧发现炉内泄漏声音,10:33时停炉检修。停炉后经检查,末级过热器左数第28排整体变形,标高61m出口管屏沿烟气流向第12根过热器管(管排固定管)定位圆钢处的焊缝泄漏,泄漏将周围的第8、9、10、11根管吹爆,第6、7根管吹损	1. 末级过热器出口第12根炉管与定位圆钢焊缝处存在焊接处管子母材存在原始缺陷(母材有一沙眼),且原始缺陷正处在焊缝位置,运行中造成泄漏。 2. 第12根泄漏吹损周围其他管子,致使周围其他管子爆破	1. 对泄漏影响范围内的炉内受热面进行外观和壁厚检查,把管子吹损、变形、过热作为检查重点。 2. 对末级过热器固定管进行检查,检查固定圆钢是否存在焊接裂纹、脱落及变形等问题,对变形圆钢的焊缝应进行着色检查,对发现的问题进行相应的处理。 3. 对泄漏、吹损及变形的末级过热器管进行更换,更换过程严格执行工艺要求及质量标准,特别是热处理及检验工作。 4. 对于轻微吹损的部位,做好壁厚测量及记录,待下次定检进行复查,发现超标及时更换	1. 加工制造。 (1) 锅炉厂家应加强管材加工前的检验管理,监造单位也应注意此项工作,避免管材原始缺陷造成的泄漏事故。 (2) 厂家应对高温耐热管材的热处理工艺严格要求,特别是管子与固定件焊接的热处理工艺。 2. 安装施工。 受热面安装前应对管排固定件焊缝进行检查,发现问题及时处理。 3. 运行维护。 (1) 针对该事故制订对流受热面固定件的检查计划,分批、分区域对固定件的焊口进行着色检查,发现问题进行处理。 (2) 机组启动、停止中应严格控制升温、升压及降温、降压速度,过热器、再热器疏水应按规定进行开启和关闭,避免受热面管子受到汽水冲击