

浅谈以可靠性为中心的火电基建期管理

常世鹏

中电永新运营有限公司, 越南 平顺省

摘 要 : 火电机组的可靠性指标不仅与机组日常的运行维修、现场管理水平有关, 而且与设备制造质量、安装质量、调试质量水平等相关, 因此, 提高机组的可靠性指标, 需在基建期从设计、设备制造、安装、调试等环节综合考虑, 使发电机组在全寿命周期内实现较高的可靠性要求。本文将影响各个环节主要因素归纳总结, 共分为设备、技术和管理三方面, 从这三个方面提出了一些提高可靠性管理的具体措施, 以提高火力发电厂的可靠性。

关 键 词 : 火力发电厂; 可靠性; 管理; 基建期

Discussion on reliability-centered management of thermal power infrastructure period

Chang Shipeng

CHINA Power Vinh Tan Company Limited, Binh thu province, Vietnam

Abstract : the reliability index of thermal power unit is not only the operation of the unit and daily maintenance, site management level, and equipment manufacturing quality, installation, debugging, such as related to the level of quality and, therefore, improve the reliability of the unit, in construction period from the design, equipment manufacture, installation, debugging, taken together, make the generating set in the whole life cycle to achieve a higher reliability requirements. In this paper, the main factors affecting each link are summarized, which are divided into three aspects: equipment, technology and management.

Keywords : thermal power plant; reliability; management; infrastructure period

引言

火力发电厂可靠性管理是电力安全生产的重要内容, 是用系统工程的观点对设备的可靠性进行分析, 以达到延长设备的使用周期, 减低设备的维护费用的目标^[1]。发电厂安全可靠性管理工作进入中国企业已经有20多年的时间, 目前管理者对安全可靠性的认识在逐步提高, 可靠性管理工作也越来越深入, 不再只是在设备运行维护阶段进行可靠性管理, 而是从电厂设计、建设、安装、调试阶段就以可靠性为中心进行项目管理。就做好设备运行可靠性管理的途径进行了分析, 通过强化设备管理人员的可靠性管理意识, 健全和优化火力发电厂设备运行可靠性管理制度体系, 做好主、辅机设备的运行可靠性管理工作, 加强人员的培训工作方面提高设备运行的可靠性管理。通过评价设备运行中存在的问题, 运用量化评估的方法, 评价设备的制造质量、安装质量、运行质量、检修质量及管理水平, 分析和解决设备问题, 利用理念积累的可靠性数据, 知道设备的选型, 从而提高设备可靠性。依据可靠性评估的基础理论, 通过对发电设备可靠性定量分析建模, 指标数据筛选和获取, 建立了健全了设备可靠性体系, 不断完善可靠性管理信息, 为可靠性管理工作奠定基础。

越南某 BOT 项目实行“两部制”电价计费方式, 机组的可靠性不仅关系机组的安全问题, 而且关系到 BOT 公司容量电费的收益, 与本项目的经济收益密切相关。根据与越南电网调度签订的购电协议, 本项目25年运营期的年可用小时数平均值为7446.8小时, 比国内大部分金牌机组还高一些, 对机组的可靠性要求更为苛刻。本文对影响机组的可靠性因素进行分析, 并分析了机组可靠性薄弱之处, 提出了可行的措施提高了机组的可靠性。

一、可靠性的影响因素分析

性, 都有很大的影响^[2]。

(二) 技术方面

(一) 设备方面

设备的制造单位、单机容量、设备的寿命、设计和制造日期、定期维修、备品配件的供应、环保要求等, 对设备的可靠

1. 设计及技术上因素

在设计及技术上, 是否考虑周密, 直接影响机组的可靠性。在设计时就要考虑快速检测和采取便于运行人员寻找故障地点的

作者简介: 常世鹏(1990.02-), 宁夏中卫人, 男, 工程师, 本科, 研究方向: 节能与可靠性管理。

诊断技术，这样强迫停运率就会减小很多。

2.采用成熟经验

设备经运行较长时间的考验而未曾发生故障，那就不要轻易作任何修改。成熟的设计是设备可靠性的有力保证。

3.把握采购、安装和调试阶段

设备出现故障也可能是由主机制造质量差和安装调试造成的。在采购配套阶段一定要选择质量好，性能匹配的辅机。从单机调试，整台机组启动直至带额定负荷的调试工作一定要层层把关。

（三）管理方面

1.完善管理制度

现代化管理工作需要通过制度的完善健全来发挥。管理制度在一定程度上发挥导向作用，以多种制度细则来激励与约束员工的工作行为。

2.人员培训工作

人为误操作是强迫停运主要原因之一。除了应编制严格的现场运行操作规程外，应有计划地定期组织培训，如举办各种专业培训班使设计意图真正为操作人员所掌握。

二、可靠性的薄弱环节分析

火电厂发电设备的不可用时间包括计划停运时间和非计划停运时间两部分^[3]。预防维修包含计划停运，而非计划停运则属于事故维修。根据中电联提供的数据分析，三大主机的非计划停运时间占火电机组非计划停运时间的84.74%~98.34%，其他子系统及所有辅机的非计划停运时间占火电机组非计划停运时间的5.76%~19.18%。

（一）锅炉可靠性的脆弱环节分析

根据锅炉及其主要设备的非停时间占其总非停时间的具体比重结果，能够发现其省煤器、水冷壁和过热器以及再热器等相关设备而导致非停时间占总非停时间的，即说明上述部件是锅炉可靠性最脆弱的部分^[4]。

（二）汽轮机可靠性的脆弱环节分析

根据汽轮机设备的非停时间占其总非停时间的具体比重结果，能够发现其转子设备、动叶片以及润滑油系统等主要部件而导致非停时间占总非停时间的，于汽轮机可靠性而言，部件与子系统是其最脆弱的部分。

（三）发电机可靠性的薄弱环节分析

通过分析发电机部件考核事故次数，可以得知，造成发电机事故次数比较多的前5位事故名称依次为：定子线圈绝缘击穿、短路和过热，水内冷系统漏水和断水，转子接地、匝间短路和断裂，发电机漏氢和氢爆炸，电刷及滑环的过热和冒火。这5种事故的次数占发电机事故总次数的93%以上，发生这些事故的部件和子系统是发电机可靠性的薄弱环节。

（四）机组辅机可靠性薄弱环节

通过分析主要辅机可靠性指标，能够发现磨煤机、给水泵、高压加热器的可靠性较差，磨煤机主要非停原因是：漏粉、堵

塞、其它、断裂；给水泵主要非停原因是：其它、漏水、振动大、漏油；高加主要非停原因为：漏水、其它爆（泄）漏、裂纹（开裂）、腐蚀。说明上述设备为主要辅机的薄弱部分。

三、主要措施

针对于机组的可靠性薄弱环节及重要要辅机设备，从设备、技术、管理三方面入手，在设计、设备制造、安装、调试阶段采取了以下措施，来提高机组可靠性^[5]。

（一）设计优化阶段

1.锅炉方面采取下措施

1）联系锅炉制造厂家根据煤种进行了卫燃带优化设计，去除翼墙部分卫燃带，以降低锅炉翼墙的结焦。

2）联系锅炉厂家在容易结焦的翼墙区域，增加了防结焦风。可以减弱翼墙区域结焦的情况，提高锅炉运行的可靠性。

3）在高过和高再的管屏的高温段均采用进口 TP347HFG（喷丸）材料（其材料的抗氧化性能大大优于 TP347H），从源头上可以有有效的预防氧化皮的生成。

4）根据多个电厂高再的管屏悬吊处发生爆管情况，锅炉厂家对该处悬吊结构进行了优化可以有有效的避免了拉裂的产生，确保了高再管屏的安全性。

5）在原设计基础上增加了一路从高加出口（给水平台前）引出的过热器辅助减温水管，增加了汽温的调节手段和灵活性，解决无烟煤燃烧低负荷时屏式过热器、高温过热器易超温问题。

6）以往的除灰蒸汽管道采用是并联式，这样在吹灰枪投入的时候造成局部气阻，不利于管道疏水而造成吹灰蒸汽带水吹伤受热面。为了解决这一问题，东锅在越南永新一期首次采用吹灰蒸汽母管式^[6]。

7）根据国内同类似的电厂经验反馈，增加了防磨瓦块安装的范围，从而提高管子的抗磨损能力。

8）采用6台双进双出钢球磨煤机，磨煤机出力按锅炉最大连续蒸发量时的燃煤消耗量的125%，超过规程要求的115%选型要求，提高了制粉系统的可靠性。为保证下煤顺畅，在原煤仓内衬3mm的不锈钢衬板并采用不锈钢制双曲线金属小煤斗，并安装旋转清堵机。

9）除渣系统排渣量按灰渣量的15%计算，大于锅炉厂按10%灰渣量提供的数值；除渣系统设备出力按设计煤种排渣量的400%系数设计，进一步提高了系统的可靠性。

10）除灰系统设备出力按设计煤种排灰量的150%系数考虑，提高了系统的可靠性。

11）渣水处理系统为高效浓缩机方式。系统及运行简单，故障率低，提高了系统的可靠性。

2.汽机方面采取以下措施

1）设置2×100%的凝结水泵，1运1备。当1台泵故障时，备用泵可自动投入运行，提高了机组运行的可靠性。

2）5、6号低压加热器分别采用电动小旁路，7、8号低压加热器采用电动小旁路。当5、6、7、8号低加分别故障时，机组仍可

达到额定负荷运行。

3) 采用2×50%的汽动给水泵及1台50%容量的电动给水泵,电动给水泵作为启动备用泵。当1台汽泵故障时,备用泵可自动投入并带满负荷运行,大大提高了机组可靠性指标^[7]。

3. 电气方面采取以下措施

1) 每台机组装设发电机出口断路器 GCB,可避免或减少厂用电切换带来的风险,提高厂用电可靠性;简化继电保护接线,每年缩短故障恢复时间5~7天,提高机组可用率。

2) 主变和厂变采用有载调压,避免电网电压波动对机组的影响,有利厂内6.6kV电动机启动。

3) 将机组负荷与公用负荷分别接在两台不同的高压厂用变压器,公用系统故障不影响机组运行,提高了6.6kV高压厂用电可靠性。

4) 每台机组汽机和锅炉系统负荷分别由两台低压干变供电,并设置3个MCC工作段,#3MCC采用双电源供电,成对辅机分别接在不同的#1和#2MCC段,单台辅机接在#3MCC段,提高了400V低压厂用电可靠性。

5) 400V动力中心接线采用单母线分段,每段母线由一台低压变压器供电,两台低压变压器间互为备用,提高了低压供电的可靠性。

6) 动力蓄电池在规范基础上增加1套,按2*100%设置,以提高动力直流系统可靠性。

(二) 设备选型及监造阶段

1) 全厂设备采用成熟、可靠的型号,选用业绩、资质较好的合格设备供应商的产品,确保设备的经济性、可靠性满足合同的要求。

2) 设备的采购管理按主机及主要辅机供应商名录进行设备的招标、采购。对于未做要求的潜在供方,优先选择合格供方库中资质较优的供应商,对于新引进供应商将按照供方评审流程进行资质预审。

3) 加强重要设备二次分包与外购件的控制管理,对全厂电机、轴承、润滑油、仪表、等统筹规划一致的供应商品牌^[8]。

4) 委托美国通用标准 SGS公司作为设备监造单位,加强设备监造和出厂验收,对设备监造单位的支付须得到项目公司认可。

5) 制定并严格执行设备监造范围及设备质量见证清单,深化影像见证点(V点)的应用。组织施工管理人员和生产人员参加设备主要工序和出厂检验,在出厂之前尽可能将设备缺陷消除。

6) 压力容器和机组安全性能检验工作采取在制造厂检验和工地抽检相结合的办法,委托美国通用标准 SGS公司开展压力容器出厂前监检,采取文件检查及抽查相结合的方式开展,尽量在设备生产过程中发现问题,将设备缺陷消灭在制造厂。

7) 重点控制锅炉的管材及联箱采购、检验、加工和出厂前试验;严格控制汽轮机通流间隙的检测、高压缸和中压缸在制造厂的整体组装。

8) 加大对机组性能影响较大的材料(如电缆、保温材料、管道等)的检验管理力度。加大电缆、保温材料和管道的现场检验的范围和力度。

(三) 设备安装阶段

1) 严格按照《电力建设施工技术规范》(DL5190系列)、《电力建设施工质量验收及评价规程》(DL/T5210系列)、及相关规程的要求,开展施工质量管控和验收工作^[9]。

2) 完善施工组织设计。加强安全交底、图纸会审、施工方案或作业指导书的审核、质量检验计划的审核、工器具的试验和校准、材料和设备的现场检验或试验、施工人员的培训和持证上岗、隐蔽工程验收等方面的管理。

3) 在《创优工艺策划》的基础上,结合本项目实际情况,编制了《创精品工程工艺策划》,共48大项标准工艺要求和示范图片,涵盖锅炉、汽机、土建、电气、热控、焊接等专业,施工要求落实到责任单位及责任人,建立相关考核制度。

4) 加强施工管理力量。聘请第三方监理单位,加强施工过程管控。聘请中国第三方检测机构,对全厂金属和焊接检测进行技术监督。上述承包商的招标结果需由项目公司认可,对检测和监理机构的支付需项目公司认可。

5) 要求参建单位组织实施,通过学习、培训、评比、改进等手段确保精品工艺要求。

(四) 调试运行阶段

1) 注重调试大纲、调试方案和措施的审查工作。方案、措施要有针对性,要吸取、借鉴同类机组施工、调试的经验、教训,确保人身、设备安全^[10]。调试工作要求不低于《火力发电建设工程机组调试质量验收及评价规程》DL/T 5295-2013)规定。

2) 应用 STOCC (System Turnover for commissioning certificate)管理办法,制定 STOCC的系统划分、计划制定、签证等管理程序,合理安排各系统的安装施工和调试工作。

3) 组织调试单位有计划地介入机组的安装工作和单机调试工作,为机组的调试工作做好充分的准备。

4) 严格执行两票三制,精心操作调整,精心调控,保障设备稳定运行。

5) 加强调试的监督管理,调试单位招标结果须取得项目公司认可,认可后由 EPC 承包商签订合同,对调试单位的支付须经项目公司认可。

6) 实施深度调试。在《火电机组深度调试管理办法》的基础上,项目公司结合本项目实际情况,编制了《创精品工程调试规划》,规定了化学水清洗、锅炉点火吹管、整套启动试运、空负荷、带负荷、满负荷各阶段共146大项深度调试项目和要求。

7) 强化各级人员安全思想意识,各级人员应深刻理解集团公司“任何事故都是可以避免的”的安全理念,对照二十五项反措,认真查找设备存在的隐患和缺陷,查找管理上存在的薄弱环节,认真开展好危险点及预控工作,切实做到“无违章、无意外、无差错、无伤害”,杜绝人身和设备事故的发生。

8) 严格执行《生产值班管理制度》,节假日、夜间值班人员按规定到位,各专业技术人员保持24小时通讯畅通,及时提供技术支持并协调、督促消缺工作尽早完成。

四、结论

火力发电厂进行可靠性管理需要根据实际情况做好各个阶段的管控，提高可靠性工作应贯穿于设计、制造、安装、试运、运行维护和现场管理各过程，在工程基建期就要统筹考虑，发挥监

造、安装、调试及监理作用，实行分级管理，要求施工和调试单位编制提高设备可靠性专题工作方案，进行以可靠性管理为中心的项目管理^[11]。通过上述一系列措施，该项目#2机组于2018年11月27日商业运行以来，连续高负荷运行已经275天，创造了越南国内同类型机组连续运行新纪录。

参考文献

[1] 河南电力公司. 火电工程调试技术手册（锅炉卷）[M]. 中国电力出版社，2003.

[2] 胡建钢，巫世晶. 电力工程建设设备监理手册 [M]. 中国电力出版社，2003.

[3] 国家电力公司火电建设部. 600 MW 火电工程建设启示录 [M]. 中国电力出版社，1999.

[4] 600MW 火电机组工程施工作业指导书编写组. 600MW 火电机组工程施工作业指导书 [M]. 中国水利水电出版社，2006.

[5] 发电设备可靠性评价规程 DL/T 793-2012.国家能源局. 2012.

[6] 朱宝山. 锅炉安装手册 [M]. 中国电力出版社，2001.

[7] 朱全利. 国产600MW 超临界火力发电机组技术丛书（锅炉设备及系统）[M]. 中国电力出版社，2006.

[8] 吕春光. 火力发电厂做好设备运行可靠性管理的途径分析. [J] 现代制造技术与装备. 2018(03).189-190+192.

[9] 白翎；李石；陈杭君；赵振宁；孙志春. 火力发电厂重要辅机可靠性评价体系研究. [J] 电力设备管理. 2018(01).56-62.

[10] 王鹏宇. 发电厂可靠性管理现状及发电设备可靠性评估探讨. [J] 红水河. 2013(32)04.52-57.

[11] 任震，张静伟，黄雯莹. 电力系统可靠性指标的再分析 [C] //中国高等学校电力系统及其自动化专业第20届学术年会论文集（上册）.河南：郑州大学，2004:11-14.