

Analysis of the Main Points of Start-up Test of Thermal Power Plant

Tiantian Ren

China National Electric Engineering Co., Ltd., Beijing, 100037, China

Abstract

With the rapid development of economy and industry, the demand for electric energy is increasing day by day, and China's electric power construction is also rising steadily. Although the era of new energy has come, thermal power generation still accounts for more than 70% of China's share, the overall engineering technology of thermal power plants is relatively complex, a series of start-up tests are required before they are officially put into operation, and only by clarifying the standard points, mastering the key points, grasping the key points, scientific deployment and implementing the refined management scheme can we ensure the technical control, realize the seamless connection between capital construction and generation, and promote the stable operation of the unit after it is put into operation. In the whole start-up test process, the electrical automation test is the key to the fundamental operation, and the maintenance test is the foundation and guarantee, the maintenance test process includes two majors: boiler and steam turbine. The paper focuses on the boiler specialty and analyzes the three main points of acid pickling, pipe blowing and water pressure in detail.

Keywords

thermal power plant; start-up test; generator set; boiler pipeline

试析火力发电厂启动试验的要点

任天田

中国电力工程有限公司, 中国·北京 100037

摘要

经济工业迅速发展的背景之下电能需求与日俱增, 中国电力建设事业也在稳步上升。尽管新能源时代已经来临, 但火力发电依旧在中国占据70%以上的份额, 火力发电厂整体工程技术较为复杂, 正式投产运营前需经过一系列启动试验, 且试验过程中只有明确标准点、掌握要点、抓住重点、科学部署、实施精细化管理方案方能保证确保技术把关、实现基建与生成的无缝衔接并促进机组投产后的稳定运行。整个启动试验过程中, 电气自动化试验是根本运行关键, 而机务试验是基础也是保障, 机务试验过程包含锅炉以及汽机两大专业。论文以锅炉专业为重点论述对象, 对酸洗、吹管以及水压这三大主线要点进行详细剖析。

关键词

火力发电厂; 启动试验; 发电机组; 锅炉管道

1 引言

启动试验是对新建火力发电厂整个发电配电系统设备、生产准备等环节的全面检验, 也是保证机组正常运转、发挥经济效益的关键步骤。锅炉专业作为火电厂运转的核心, 整个启动试验过程中包含机组锅炉管道进行酸洗、吹管以及水压试验是锅炉专业调试的三大主线, 酸洗能够有效清除管道内壁的铁锈、吹管能够有效清理管道内的杂物、水压试验能够有效对焊口的质量进行检验, 新装火电厂锅炉管道只有经过管理控制, 才能够保证设备的安全运行, 为火电厂发电目标的实现奠定基础。

【作者简介】任天田(1992-), 男, 蒙古族, 中国北京人, 本科, 初级工程师, 从事火力发电厂运行及维护研究。

2 火力发电厂启动试验概述

2.1 火力发电厂设备系统构成

火力发电厂运行的过程中通过燃料化学能到机械能再到电能的转化来达到发电的目的, 火力发电的主要燃料包括煤炭、石油以及天然气, 燃料在锅炉内充分燃烧后将水加热至形成高温高压的过热蒸汽, 过热蒸汽经管道传输推动汽轮机的转动从而实现发电机的带动。整个系统构成包含汽水系统、燃烧系统以及电气系统三个部分, 涉及诸多设备品种以及数量, 高温高压是主要运行环境, 锅炉以及压力管道在整个系统中占据着重要位置, 无论是安装监督还是调试试验都需要经过严格的管理把控^[1]。

2.2 火力发电厂启动试验必要性

2.2.1 严把质量关, 消除安全隐患

火力发电厂构成比较复杂, 实际运行的核心为热力系统

也就是锅炉系统，整个系统无论是工况还是运行环境都十分恶劣，随时有爆炸或者泄露的风险。整个基础设施的安装过程中涉及众多排管、焊接等流程，因此安装后的试验质量决定着整个电厂的运行质量，一旦安装与试验工作脱离，不仅会造成调试工作遗漏影响运行质量，同时也会留下一定的安全隐患。就整个机组而言，无论是锅炉设备还是管道设备，看似细微的不足都会影响系统稳定性。为此只有经过有严苛的试验才能够在对热力系统安装原理与运行过程详细了解的基础之上对整个试验结果进行精准判断，并从中及时发现质量问题并采取积极的应对措施。

2.2.2 严把技术关，达到理想运行

现代电力需求不断升高，技术要求也在不断升高。想要整个电厂达到理想的运行状态，必须对整个设备参数以及需求参数进行精准的掌握，同时保证从环保、经济、节能、安全等多重角度出发，优化设备运行性能以及配置，从根本上提高能源转换率。而该过程建立在试验调试基础之上，相关技术人员在不断地调试试验过程中完成经验的积累，进行有效运行技术数据的收集，最后对整个系统的缺陷以及异常参数等进行全面掌握，并通过灵活的技术运用以及整改及时完成信息传递，解决基建遗留问题，挖掘系统生产潜力，确保能够可靠运行。

2.2.3 严把管理关，确保长期发展

想要保证火力发电厂的稳定运行和长期发展，前期的准备工作同后期的运营管理维护同样重要。尤其在信息化、数字化、智能化迅速发展的今天，整个火力电厂的管理调度也完成了科学化的转变，机组投产前的试验工作确立于明确的生产指标以及工作标准之上，该过程中加强机组启动试验的全过程管理有助于科学衡量基础建设工作的效果和成果，是践行质量优先基本管理原则的深度体现，可以通过主动介入、消化设计意图、熟悉设备性能、察觉问题症结、完善热控逻辑确保健康移交生产，确保整个电厂的长期发展。

3 火力发电厂启动试验要点

3.1 酸洗

3.1.1 酸洗目的

酸洗工作室是组启动试验的重中之重，酸洗的目的在于通过一定的化学工艺在化学药剂水溶液与水汽系统的反应之下将锅炉内壁以及管道内壁的腐蚀产物、铁锈以及沉淀物等有效清除。因为在水汽系统管道制造、运输、安装焊接的过程当中会有一些的污染物以及氧化物的残留，通过酸洗试验不仅能够保证清洁度，缩短新机启动与正常运行的磨合时间，更能在锅炉系统以及管道内壁形成致密的保护膜，该保护膜的形成为有助于减缓设备腐蚀保证发电过程当中的水汽品质，同时也是提升锅炉热效率的有效措施之一。

3.1.2 酸洗工作控制重点

机组系统结构复杂材质特殊，要想确保酸洗工作的顺

利完成，必须经过严密的策划以及科学的部署，试验工作进行过程当中以 DL/T794—2001《火力发电厂锅炉化学清洗（锅炉酸洗钝化）导则》为标准，根据相关工作原则制定清洗明确试验目标控制清洗点，同时采取一定的环保措施及对废弃溶液进行处理和排放。

酸洗工作进行的前提在于合理的化学试剂的选择，当前常见的化学酸洗试剂包括柠檬酸草、盐酸、EDTA 以及混合酸试剂，以气液两相流为主要清洗技术，整个清洗过程中酸性物质会与管道内壁表面的沉淀物进行化学反应，同时采用鼓泡的方式保证汽液两相流的形成，从而提升清洁剂同污垢的有效接触，将不溶性沉淀物变成可溶盐类并溶解于清洁介质当中有效排出。整个酸洗过程当中，不同化学试剂的选择有着不同的清洁效果。

其中，盐酸酸法工艺简单，成本较低，能够有效地溶解铁垢以及水垢，是传统火力发电厂启动试验当中常见的清洗工艺；而柠檬酸酸洗法最明显的优势在于使用方便安全，同时不会对管道锅炉基体造成危害性腐蚀，在氧化铁垢溶解能力上效果较为明显。不过，随着大容量机组的使用以及奥氏体钢和特种钢材的应用，盐酸酸洗以及柠檬酸洗法在酸洗工作完成之后会排出一定环境污染的酸洗废液^[2]。而目前 EDTA 法成为酸洗主流，该方法以络合原理为基础实现弱酸性到强酸溶解的逐渐递进。随着 PH 值的不断上升，有效地保证铁垢的溶解，清洗过程当中不仅不会产生大量沉渣堵塞管道，同时也不会对特种钢材产生腐蚀危害，最重要的是清洁过程工艺简便可靠安全，钝化膜效果良好，同时在科学技术的辅助之下，实现了清洗废液的回收利用，有效降低了清洗成本以及废弃溶液的环境污染率^[3]。

效果要求方面，在进行酸洗工作的过程当中要保证被清洁的管道以及锅炉表面无明显的氧化物以及汉渣残留，同时不会出现二次的浮锈以及腐蚀点，保证酸洗之后形成完整的钝化膜。另外，在酸洗工作进行过程当中，应通过合理有序的人员配备以便形成有效的组织工作以及技术保障（图 1 为酸洗工作现场）。



图 1 印尼 AWAR2 × 350MW 燃煤火力发电厂试验酸洗工作现场

3.2 吹管

3.2.1 吹管目的

新建火力发电厂吹管工作的范围包括过热器、再热器以

及各种蒸汽管道、温水管道以及轴封管道等。吹管工作的根本目的在于利用蒸汽吹扫的压力将主管道当中的杂物去除,避免管道当中灰尘、油污、焊渣以及铁屑等杂物影响锅炉以及汽轮机的安全运行。整个吹管工作的重点在于保证系统的可靠性以及吹管程序的合理性和安全性,最后靶板结果的确认是整个吹管工作效果的检验^[4]。

3.2.2 吹管工作控制重点

整个吹管工作的进行以《电力建设施工及验收技术规范》当中规定的质量标准为参考,要保证吹管系数小于1同时经过两次连续的靶板检查皆无对于8点的冲击斑痕粒度方为吹洗合格。整个吹洗过程中需严格控制吹管压力、蒸汽吹洗时间以及吹洗温度。在压力控制的过程当中,可以根据机组的实际运行情况进行压力值的调整和确定,控制重点在于汽包和过热器之间的压差值;在吹洗时间的控制上,要以吹管系数大于1为前提,保证吹洗质量和时间成正比,在对新建火力发电厂机组进行吹洗过程当中,合理次数在20-40次;另外整个吹洗温度的控制根据理论计算来确定,大型汽包炉通常选用降压吹洗方案,温度低于450℃,直流炉通常选用定压吹洗方案,温度低于450℃。

当前火电厂常见的蒸汽吹管方案包括稳压吹洗、降压吹洗以及加氧吹洗等,稳压吹洗方案较为传统,吹洗过程当中以锅炉出口主汽门为主要控制门,以节流为出口压力稳定的控制手法,该种吹洗方式能够有效清除管道内壁的焊渣以及锈皮,以铝制靶板为检验基准,每次吹洗时间在半小时到一小时之内,吹洗完成需停炉冷却,待主蒸汽管道温度降低至150℃、热气管道温度降低至250℃方能再次起火。降压吹洗过程通过控制门的迅速打开压力的迅速降落,在瞬间蓄热的释放之下通过蒸发量的产生保证吹洗效果。加氧吹洗以常规蒸汽吹洗为基础,通过氧气的加入来完成管道的吹扫工作,但火力电厂新机组试验过程当中管道内壁的杂物污染程度较轻,所以正常吹洗皆能够满足效果需求,加氧吹洗并无太大实际意义。

3.3 水压试验

3.3.1 水压试验目的

水压试验包括一次汽系统以及二次气系统,整个试验范围包含全部承压部件以及管路附件。根本目的在于管道密闭性、耐压性以及渗漏性情况的检查,是对承压能力和焊接施工质量的确证,其中严密性主要在于受压元件的焊缝以及管路接头胀口处严密无渗漏现象,一旦发现渗漏现象产生,说明焊缝产生穿透性的缺陷,必须经过严格的处理重新焊接确保受压元件的严密性;而耐压强度关键在于额定工作压力核

算基础之上确定,在水压试验进行过程当中可以通过肉眼观察无明显残余变形现象产生即可达到耐压强度标准。新建电厂启动试验只有通过严密的水压试验检查,才能够确保整个蒸汽系统以及水循环系统的密闭性保证生产安全。

3.3.2 水压试验控制重点

水压试验以《蒸汽锅炉安全技术监察规程》为根本执行原则,水压试验进行过程当中,首先要保证试验的基本条件保证管壁温度在20℃~50℃,另外整个水压试验的工作流程较为复杂,需要经过严密的系统气压试验、临时系统冲洗、锅炉上水、汽包加热、系统加药、再热系统升压、泄压以及过热系统升压、检查以及超压、降压等流程,整个流程需要相关技术人员对施工图纸、规范以及设备参数进行详尽的了解,方能保证水压试验的顺利进行^[5](图2为吹管试验工作现场)。



图2 印尼AWAR2×350MW燃煤火力发电厂吹管试验工作现场

4 结语

对于新建火力发电厂而言,只有经过严密的调试试验工程完成精细化管理才能保证对基建过程形成切实的指导,为机组的正常运行提供基础。在试验过程当中要以相关标准规范为基础,把握试验重点通过具体的技术措施操作采用针对性的技术标准提升试验质量。

参考文献

- [1] 张彬桥.面向自主设备云服务的水电站大规模仿真建模研究[D].武汉:华中科技大学,2017.
- [2] 刘志坚.探讨火电厂热力设备的化学清洗[J].通信电源技术,2018,35(5):223-224.
- [3] 张丽霞,冯朝晖.超临界锅炉管道事故及原因分析[J].武汉大学学报(工学版),2011,44(2):261-265.
- [4] 李震.电站锅炉蒸汽吹管过程几个问题的探讨[J].广西电力,2004(4):33-35.
- [5] 郭庆.火力发电厂水压试验[J].山西建筑,2005(2):112-113.