

火力发电厂

金属监督

赵永宁 邱玉堂 编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

火力发电厂 金属监督

赵永宁 邱玉堂 编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书以有关国家及部颁法规、标准、规程、导则、条例、制度等为依据,结合我国火力发电厂的实际情况,重点阐述火力发电厂锅炉、汽轮机的主要部件金属监督技术、质量控制与评定、常见金属缺陷和事故分析。

本书注重实用性,收集了大量的资料、数据和实例,力求系统性,突出实践性。

本书可供从事火力发电厂金属监督工作的广大科技人员使用,也可供从事电力建设、电力设备制造(修造)、试验研究等工作的工程技术人员和高等院校相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

火力发电厂金属监督/赵永宁,邱玉堂编. —北京:中国电力出版社,2007

ISBN 978-7-5083-5447-7

I. 火… II. ①赵…②邱… III. 火电厂-金属材料
IV. TM621 TG14

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 054873 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2007 年 7 月第一版 2007 年 7 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 15.125 印张 369 千字

印数 0001—3000 册 定价 29.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失

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

前 言

金属监督以“安全第一、预防为主”为方针，实行专业监督和群众监督相结合，是电力生产、建设中技术监督的重要组成部分，是保证火力发电厂安全生产的重要措施。

随着我国国民经济的高速发展，火电建设正向着大容量、超临界、高效率的大机组和采用新型循环方式的方向发展；与此同时，超期服役和引进的大机组也将日益增多。这对火力发电厂金属监督工作提出了更高的要求。

多年来，火力发电厂金属监督工作为保证火力发电厂安全经济运行发挥了巨大的作用，防止了由于选材不当、材质不佳、焊接缺陷、运行工况不良、应力状态不当等因素而引起的各类事故，从而减少了非计划停运次数，提高了设备安全运行的可靠性，延长了设备的使用寿命。

为进一步提高火电机组设计、制造、安装、运行和检修等各个环节全过程的金属监督工作水平，确保在役机组的安全经济运行，充分发挥超期服役机组重要部件金属材料的可用潜力，有效延长其使用寿命；作者编写了《火力发电厂金属监督》。

本书以 100MW 以上机组为主要对象，同时兼顾 100MW 以下机组，结合我国火力发电厂的实际情况，全面阐述金属监督的任务、特点和要求，系统和全面分析了金属监督的主要问题、技术要点和难点。

本书中有关国家及部颁法规、标准、规程、导则、条例、制度是目前在用版本，请读者随时注意更新。

本书由从事多年火力发电厂金属监督工作的工程技术人员编写：赵永宁负责编写第一～四、七～九章；邱玉堂负责编写第五、六章，夏玉洲负责编写第十章。全书由赵永宁统稿。

在编写过程中，得到了山东电网金属监督技术人员的大力支持和热情帮助，西安热工研究院李益民对本书进行了审核，在此一并表示衷心的感谢。

由于本书内容涉及的知识太过庞杂和编者的知识、经验有限，书中难免存在不足与疏漏之处，诚望读者予以指正。

编 者

2007 年 3 月于山东济南

目 录

前言

第一章 火力发电厂金属监督综述	1
第一节 我国金属监督的发展和特点	1
第二节 金属监督的方针、任务和范围	3
第三节 金属监督工作体制	4
第四节 金属监督管理	7
第二章 金属材料检测技术	11
第一节 金属机械性能试验	11
第二节 金属化学成分分析技术	19
第三节 无损探伤技术	20
第四节 金相分析技术	29
第五节 电子显微镜分析技术	35
第三章 锅炉主要部件钢材的选用	41
第一节 电厂用钢材的分类及牌号的表示方法	41
第二节 有色金属材料的分类及其牌号的表示方法	47
第三节 受热面管、蒸汽管道钢材的选用	49
第四节 汽包钢材的选用	54
第五节 其他锅炉部件选材	59
第四章 汽轮发电机主要部件钢材的选用	63
第一节 汽轮机叶片选材	63
第二节 汽轮机转子、主轴和叶轮等锻件选材	65
第三节 汽轮发电机转子、无磁性护环和磁性环锻件选材	68
第四节 高温紧固件选材	70
第五节 其他部件选材	73
第五章 锅炉主要部件的金属监督	80
第一节 汽水管道的技术监督	80
第二节 受热面管子的技术监督	89
第三节 汽包的技术监督	97
第四节 锅炉联箱的技术监督	103
第六章 汽轮发电机主要部件的金属监督	107
第一节 重要高速转动部件的技术监督	107
第二节 高温紧固件的技术监督	111
第三节 汽轮发电机其他部件的金属监督	115
第七章 金属监督质量评定与控制	117

第一节	金属监督通用的质量评定与控制	117
第二节	蒸汽管道、锅炉受热面的质量评定与控制	120
第三节	压力容器的质量评定与控制	134
第四节	其他部件的质量评定与控制	138
第八章	电厂金属部件常见失效的分析及防止措施	142
第一节	金属失效分析的要求和步骤	142
第二节	锅炉受热面管常见失效分析及防止措施	147
第三节	蒸汽管道的失效分析及防止措施	157
第四节	汽包的缺陷分析和防止措施	160
第五节	汽轮机叶片的损坏失效分析及防止措施	162
第六节	高速转动部件和汽缸的失效分析及防止措施	165
第七节	高温紧固件的失效分析及防止措施	172
第九章	机组主要部件的寿命预测和管理	178
第一节	简述	178
第二节	高温部件寿命预测	180
第三节	蒸汽管道的寿命预测和管理	187
第四节	锅炉受热面管的寿命预测和管理	190
第五节	高温联箱和锅炉汽包的寿命预测和管理	192
第六节	汽轮机转子的寿命预测和管理	193
第七节	高温螺栓的寿命预测和管理	195
第十章	重要部件的焊接及修复	197
第一节	简述	197
第二节	常用钢种的焊接	204
第三节	锅炉重要部件的焊接及修复	209
第四节	汽轮机重要部件的焊接及修复	212
第五节	压力容器的焊接及修复	218
第六节	焊接缺陷及防止措施	219
第七节	焊接质量监督检验	225
附录	常用标准	228
参考文献		235

第一章

火力发电厂金属监督综述

第一节 我国金属监督的发展和特点

一、金属监督专业、人员和机构的设置和发展

火力发电厂金属监督专业、人员和机构的设置是随着高压机组的发展而发展起来的。1955年8月,我国第一台高温高压火力发电机组——黑龙江省富拉尔基热电厂1号机组开始运行(锅炉为TII-170, 510℃, 9.8MPa),金属监督就作为保证火力发电厂安全经济运行的技术监督之一开始发挥作用。当时在富拉尔基热电厂设有专职金属监督人员,工作直属电厂总工领导,其主要工作为蠕变测量和金属检验,使用的规程是苏联锅炉监察规程的译本。

随着我国高温高压火力发电机组的不断增加,为满足高温高压火力发电厂的金属监督和金属检验工作需要,1956年下半年,在当时的电力工业部技术改进局建立了金属试验室,专业设有金相、热处理、力学性能、光谱、化学分析及无损探伤等。当时,金属试验室的工作为日常检验和无损探伤、事故分析;后来,电力工业部技术改进局又筹备壮大各试验室,主要是充实蠕变试验设备和无损探伤设备等,并以苏联派至技术改进局的金属专家为契机,开展火力发电厂金属监督工作的研究课题,推动火力发电厂的金属监督工作;同时,帮助各中心试验所及电厂培训专业人员,建立金属试验室。

在1958年,各电厂还未设金属试验室,各省中心试验所也几乎无金属专业人员,到了20世纪60年代初期,全国各大区、各省(除少数几个边远省份外)中心试验所及28个高温高压发电厂均建立了金属试验室。

1963年,国家水利电力部在西安召开了全国火力发电厂四大监督会议,强调要加强金属监督工作。现在的火力发电厂中已发展为十大技术监督。

目前,全国各省电力研究院(所)(由原中心试验所发展而来)、各高温高压发电厂,加上西安热工研究院、苏州热工研究院和电力建设研究所均设立了有专业人员编制的金属试验室。过去,金属试验室的专业人员大多由热机人员转行,现在大多数是水电学院等大专院校金属材料专业人员。各金属试验室开展了火力发电厂日常的金属监督、检验及一般金属事故分析工作,为保证火力发电厂安全经济运行发挥了巨大的作用。

二、金属监督工作的特点

(1) 受监督的火电机组的参数范围最广泛,机组的累计运行时间也最长,受监督的钢材种类最复杂。机组的参数从中温中压到高温高压、超高压、亚临界,直至超临界、超超临界,机组容量从小到大非常广泛,2006年10月,山东邹县发电厂的1000MW超(超)临界机组已投入运行。

由于我国拥有世界各国生产的火电机组,因此,需要监督的钢材种类最多、最复杂。而且高压机组运行的时间最长的已超过 3.0×10^5 h,处于世界工业国家的前列。

(2) 有一系列的金属监督方面的规程、导则和技术标准,以金属监督规程为主。我国从20世纪50年代使用苏联引进的金属技术监督规程开始,经过不断改进和深化,建立了适合我国国情并具有中国特色的金属监督规程,即SD 107—1983《火力发电厂金属技术监督规

程》，后来于1991年（DL 438—1991）和2000年（DL 438—2000）进行了两次修订。

同时，还针对火力发电厂金属监督工作的需要，研究出版了一系列的技术标准、导则，如DL/T 820—2002《管道焊接接头超声波检验技术规程》、DL/T 869—2004《火力发电厂焊接技术规程》、DL/T 441—2004《火力发电厂高温高压蒸汽管道蠕变监督规程》、DL/T 440—2004《在役电站锅炉汽包的检验和评定规程》、DL/T 439—2006《火力发电厂高温紧固件技术导则》、DL/T 884—2004《火电厂金相检验与评定技术导则》、DL/T 652—1998《金相复型技术工艺导则》、DL/T 674—1999《火电厂用20号钢珠光体球化评级标准》、DL/T 773—2001《火电厂用12Cr1MoV钢球化评级标准》、DL/T 787—2001《火电厂用15CrMo钢珠光体球化评级标准》、DL/T 5054—1996《火力发电厂汽水管道设计技术规定》等等。

并密切结合火力发电厂的运行实际，出版一系列金属监督方面的专著，如《火力发电厂高温金属运行》、《金相图谱》、《电厂金属材料》等。

（3）定期举行全国性火力发电厂金属部件失效分析及寿命管理学术会议，交流科研成果和金属监督方面的经验。

（4）有一支规模较大的金属监督专业队伍。每一个高温高压电厂、省及各大区电力试验研究院（所）均有相应的金属专业人员和金属试验室，加上西安热工研究院、苏州热工研究院和电力建设研究所的人员和设备，在国内已是一支不容忽视的力量，其试验设备已成系统，火力发电厂金属监督专业方面的研究人才和研究水平与世界水平相适应。

（5）有完善的金属监督管理体系，工作上有分工、有合作。

三、金属监督工作的发展趋势

（1）火力发电厂金属监督工作要进一步深化为火力发电厂寿命管理，把金属监督工作融入寿命预测和寿命管理中。寿命预测和寿命管理比金属监督更深入、更广泛。寿命管理不但用于某些部件、某些材料，而且扩展至整台机组甚至整个电厂。寿命管理通过寿命预测，把定期的检修、检验、修补或更换以及运行条件的确定统一在一个计划中，使金属监督的检验工作融入电厂总的运行计划管理之中，从而使金属监督工作更主动，并成为寿命管理系统中不可缺少的一环。

（2）进一步引进国外金属研究成果和新技术。引进国外金属研究成果和新技术，可有助于快速提高我国金属监督工作的水平，与国际接轨，并使我国火力发电厂的安全运行水平赶上国际先进水平。不但要引进硬件，而且要引进软件，以满足寿命管理和老厂改造，超临界机组、调峰机组及核电机组的需要。这些主要包括：

1）用于火力发电厂寿命管理的管理系统软件。

2）火力发电厂高温部件的寿命研究成果和寿命预测方法。

3）火力发电厂关键部件新材料的运行监督经验，特别是超临界机组、超超临界机组，所用高温锅炉管子材料的运行及焊接经验，核电站材料在核辐射条件下材料的组织性能变化及监督经验。

4）先进的无损探伤方法及技术。

5）先进的检验技术及诊断系统，如无损金相检验技术的提高及部件失效分析的专家系统等。

6）先进的寿命在线监测系统。

(3) 金属监督工作要满足超(超)临界机组、调峰机组和核电机组的需要。作为我国电力工业的发展方向,今后将要更多地发展超临界机组、超超临界机组,以提高效率、降低煤耗、满足环保的要求。这些机组温度高、压力高,运行条件苛刻,运行中牵涉到的金属监督问题很多,做好金属监督工作,才能提高机组的安全性和经济性。

作为能源政策,我国将更多地发展核电机组。核电机组对金属监督工作要求十分严格,在我国,对核电机组的金属监督工作还刚刚起步,需要更多地学习国外的经验并引进设备。

更多的大机组参加调峰是今后用电结构变化的必然结果,调峰机组的高温部件不但有蠕变,而且有疲劳及蠕变疲劳交互作用等影响,因而,对金属监督的技术和设备提出了更高的要求。

(4) 加强火力发电厂金属监督工作的世界性合作。火力发电厂的金属监督和寿命管理是世界性的课题,所有的研究成果对各国均有参考价值;对我国,由于从各国引进的火电机组很多,因此各国在这方面的研究成果更有直接的参考价值;同时,通过国际合作,可以节省经费;更积极的意义是熟悉世界上先进技术的发展水平和方向。

自从1980年以来,由于打开了金属监督工作与国际上的联系,通过参加寿命研究的国际学术会议、主蒸汽管寿命考察、合作研究及邀请英国、法国、美国和加拿大等国的火力发电厂金属专家来华讲学等活动,使我国的金属监督和寿命研究工作有了明显的提高。

第二节 金属监督的方针、任务和范围

一、金属监督的目的和方针

金属监督的目的是通过对受监督部件的检测和诊断,及时了解并掌握设备金属部件的质量情况和健康状况,防止由于选材不当、材质不佳、焊接缺陷、运行工况不良、应力状态不当等因素而引起的各类事故,从而减少非计划停运次数,提高设备安全运行的可靠性,延长设备的使用寿命。

金属监督的方针是“安全第一、预防为主”,实行专业监督和群众监督相结合。

金属监督是电力生产、建设中技术监督的重要组成部分,是保证火力发电厂安全生产的重要措施,应实现在设备设计、制造、安装、调试、试运行、运行、停用、检修、设备改造各个环节的全过程技术监督和技术管理工作中。

二、金属监督的任务

(1) 做好受监督范围内各种金属部件在制造、安装和检修中的材料质量、焊接质量、部件质量监督以及金属试验工作。

(2) 检查和掌握受监督部件服役过程中金属组织变化、性能变化和缺陷发展情况。发现问题及时采取防爆、防断、防裂措施。对于调峰运行机组,其重要部件应加强监督。

(3) 了解受监督范围内管道长期运行后的应力状态和对其支吊架全面性检查的结果。

(4) 参加受监督金属部件事故的调查和原因分析,总结经验,提出处理对策并督促实施。

(5) 参与焊工培训考核工作。

(6) 参与新机组的监造和老机组更新改造工作,参加带缺陷设备和超期服役机组的安全评估、寿命预测和寿命管理工作。

(7) 采取先进的诊断或在线监测技术, 以便及时和准确地掌握及判断受监督金属部件寿命损耗程度和损伤状况。

(8) 建立和健全金属监督档案。

据统计, 在火力发电厂各类非计划停运中, 金属材料事故占 50% 以上。金属监督的最终目的是减少、防止金属事故。做好金属监督, 减少事故发生, 将极大地提高火力发电厂的安全性和经济效益。

三、金属监督的范围

(1) 工作温度大于或等于 450℃ 的高温承压金属部件 (如主蒸汽管道、高温再热蒸汽管道、过热器管、再热器管、联箱、阀壳和三通), 以及与主蒸汽管道相连的小管道。

(2) 工作温度大于或等于 435℃ 的导汽管。

(3) 工作压力大于或等于 3.82MPa 的汽包。

(4) 工作压力大于或等于 5.88MPa 的承压汽水管道和部件 (如水冷壁管、省煤器管、联箱和主给水管)。

(5) 300MW 及以上机组低温再热蒸汽管道。

(6) 汽轮机大轴、叶轮、叶片和发电机大轴、护环、风扇叶等。

(7) 工作温度大于或等于 400℃ 的螺栓。

(8) 工作温度大于或等于 435℃ 的汽缸、汽室、主汽门。

四、地方火力发电厂金属监督的范围 (小于 25MW 的中压机组)

(1) 热力设备的工质温度在 450℃ 以下的承压部件 (如主蒸汽管道、过热器管、过热器联箱、导汽管等), 重要部件的紧固件、合金铸件等。

(2) 工质温度为 450℃、工作压力小于 4.3MPa 的承压部件, 如汽包、水冷壁管、省煤器管、给水管等。

(3) 高速转动设备的主要金属部件, 如汽轮机主轴叶轮、叶片, 发电机主轴、风叶、护环等。

(4) 受监督部件所用的优质碳钢及合金钢、无缝钢管、备品、配件和焊接材料。

第三节 金属监督工作体制

一、金属监督组织机构

1. 金属监督三级管理机构

根据 DL 438—2000《火力发电厂金属技术监督规程》规定, 我国目前金属监督基本上实行三级管理机构: 一级为网局 (公司), 二级为省 (区) 电力公司, 三级为电厂和电力建设工程公司。

网、省局 (公司) 是该管辖范围内金属监督的领导机构, 设有专职或兼职人员; 网、省电力试验研究院 (所) 是网、省局 (公司) 金属监督的职能机构, 设金属监督专职人员, 在院 (所) 长或总工程师领导下, 具体开展金属监督工作。电厂和电力建设工程公司设专职或兼职人员, 在总工程师领导下, 负责进行金属监督技术监督工作; 设金属试验室, 负责本单位的金属监督试验工作。

由于电力体制的改革, 现在的管理模式较多, 有的已无三级管理体制。

2. 金属监督网

目前,金属监督工作已基本形成监督网。高参数火力发电厂金属监督网如图 1-1 所示。

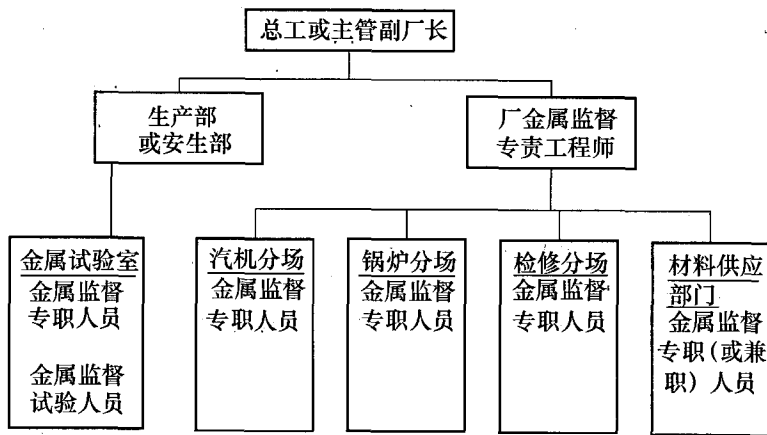


图 1-1 高参数火力发电厂金属监督网

二、各级机构的职能

金属监督各级机构的职能在 DL 438—2000《火力发电厂金属技术监督规程》中未做具体规定,但不少网局(公司)在颁发本地区规程中,都做了具体规定,内容大同小异,现以国家电网公司金属监督各级机构的职能为例。

(1) 国家电网公司是电网金属监督工作的领导部门,其职能与职责如下。

- 1) 贯彻国家和电力行业有关方针、政策、法律、法规等;
- 2) 负责金属监督工作的管理及组织协调工作;
- 3) 组织制订、修改相关政策、法规、规定。

(2) 国家电网公司生产技术部是国家电网公司的技术监督工作的职能部门,归口管理金属监督工作,下设金属监督专责工程师,负责电网金属监督日常管理。其职能与职责为:

- 1) 组织贯彻执行国家、电力行业和地方的金属监督的各项规程、制度和规定;
- 2) 制定电网金属监督年度工作计划;督促各区、省网电力公司做好金属监督工作,并对其工作进行检查考核。

(3) 区、省网电力公司技术监督办公室是所属区、省网公司的技术监督工作职能部门,归口管理所辖区域的金属监督工作,下设金属监督专责工程师,负责本区域金属监督日常管理工作。其职能与职责为:

- 1) 组织贯彻执行国家、电力行业和地方的金属监督的各项规程、制度和规定;
- 2) 制定所辖区、省网金属监督年度工作计划;
- 3) 参与金属部件重大事故和设备缺陷的调查与分析,参与制订反事故技术措施和缺陷处理措施;
- 4) 每年组织召开电网金属监督工作会议;
- 5) 检查金属监督工作开展情况,进行金属监督工作考核;
- 6) 开展试验研究工作,解决金属专业的疑难问题,协助或指导所属企业单位金属测试工作,提高测试水平;

7) 组织技术交流, 开展专业培训, 推广应用新技术、新材料、新工艺、新检测方法。

(4) 发电企业在生产技术部门设金属监督专责工程师, 在车间和班组分别设立监督专职人, 组成金属监督工作网, 在总工程师领导下开展本单位的金属监督工作, 并设生产技术部门直接领导的金属试验室。金属监督专责工程师由单位任命, 同时报区、省网电力公司技术监督办公室。专责工程师应具有一定的专业素质和组织工作能力, 并应保持任职人员工作岗位的相对稳定。技术监督工作网如有调整, 应及时报区、省网电力公司技术监督办公室。其职能与职责为:

1) 总工程师职责。

- 贯彻执行上级有关金属监督的各项规定;
- 定期召开金属监督工作会议, 检查与协调金属监督工作;
- 审批本单位上报的金属监督报告, 重大项目的技术总结和措施, 机组安装、检修监督工作的重点项目等;

- 组织重大事故调查和缺陷分析处理;
- 组织本单位金属监督网和防磨防爆检查小组的技术监督活动。

2) 金属监督专责工程师的职责。

- 在总工程师领导下, 认真贯彻执行上级颁发的规程、规定、制度和标准, 并结合本单位具体情况制订实施细则, 负责编制金属监督工作计划、工作总结以及日常监督管理工作;

- 协助总工程师对金属试验室做好业务领导工作, 监督机组大修或安装中的金属监督及检验测试项目计划的实施; 机组大修结束后, 负责组织、编制金属监督检测项目报表和大修金属监督总结报告, 并按规定报监督办公室金属监督专责工程师;

- 督促材料供应部门做好受监督部件金属材料、备品和配件的验收及管理工作, 严防错发、错用金属材料;

- 建立高压焊工档案, 加强对高压焊工的管理; 审核受监督部件的焊接及热处理工艺措施; 参加锅炉、汽轮机承压部件和其他重要部件焊接质量的监督;

- 开展本单位金属监督专业知识的培训, 协助总工程师组织并推动金属监督网的活动;

- 参加事故的调查与分析, 掌握受监督部件的健康状况, 并及时向监督办公室金属监督专责工程师汇报;

- 负责建立健全金属监督管理档案, 指导协助金属试验室建立健全原始资料和专门技术档案。

3) 金属试验室职责。

- 应由必要的金属专业检测人员组成, 检测人员必须经过专业技术培训考核, 且取得无损探伤、金相、光谱、焊接等相应专业资质, 并能独立开展工作;

- 配合设备检修及安装工作, 提出金属测试工作计划, 制订检测实施方案, 并经金属监督专责工程师初审后, 报生产技术部门审核, 总工批准实施, 同时报送电力研究院(所)金属监督专责工程师;

- 认真做好测试工作, 确保检测工作质量, 积累技术资料, 建立健全金属监督技术档案;

- 在金属监督专责工程师的指导下, 会同车间(分场)搞好金属监督测试工作, 改进

测试手段,进行试验研究和技术培训,不断提高技术水平;

- 参加重大事故及异常情况的调查分析,提出预防事故措施;
- 对于受监督部件的焊接,其焊接及热处理工艺措施由焊接技术人员编制,并督促实施,特别应重视焊接质量的监督;

- 参与受监督部件的防磨防爆检查测试工作;
- 协助材料备品供应部门做好材料备品的质量验收工作。

4) 车间(分场)金属监督人员职责。

- 掌握本车间(分场)主要设备的缺陷情况,按照有关规章制度,加强对重要部件缺陷的检查与运行监督;

- 设备检修(安装)时,根据金属测试项目安排好检修(安装)计划,做好必要的准备工作(如拆保温、搭脚手架、打磨、准备备品等),并负责所管辖金属部件的宏观检查(包括金属承压部件的防磨防爆、壁厚测量检查、管道支吊装置的检查),做好技术记录,发现重大问题应及时向本单位生产技术部门和金属监督专责工程师汇报;

- 发生事故时,应记录事故的详细情况,及时通知金属试验室,共同查明原因,采取措施;

- 在设备检修(安装)中,应特别加强对炉外管道及受热面管子的检查,如有无重皮、超标划痕、磨损、腐蚀、变形、胀粗等现象,支吊架位置和膨胀指示器是否正常,并作好详细记录。

5) 金属材料及备品供应管理人员职责。

- 根据本单位情况,建立严格的受监督部件材料、备品的质量验收和领用管理制度(包括进料、验收、堆放、保管、发放登记等)并切实执行;

- 认真做好受监督部件备品及钢材的验收、管理工作(如钢管、高温高压紧固件、叶片、高压阀门、焊条焊丝等),无质量保证书和产品合格证者不准入库,证件不符者应补验合格,杜绝错进、错放、错发现象;

- 具有质保书或经过质检合格的受监督范围的钢材、钢管和备品配件,无论是短期或长期存放,都应挂牌,标明钢种和钢号,分类存放;

- 杜绝重要受监督部件零库存现象。

第四节 金属监督管理

一、金属监督管理制度

1. 金属监督会议

(1) 大区电网电力试验研究院(所)金属专业工作会议

会议通常每两年召开一次,轮流主办,并邀请有关单位参加。主要内容是交流科研成果、互通专业情报,总结金属监督工作的经验及存在的问题。

(2) 省、区网金属监督工作会议

会议一般每年召开一次,由省、区网电力公司主持,省、区电力试验研究院(所)主办,参加单位主要是火力发电厂和电力建设公司,主要是传达和布置上级有关金属监督工作的指示、决议,进行工作总结,交流监督经验,讨论修订规程制度,制定工作计划。

2. 金属监督计划、总结与报表

金属监督管理工作要实行闭环管理，既要发现问题，又要解决问题。按责任制要求，工作到位，责任到人。各单位应及时向主管部门提出相应的报告和总结，同时报送监督办公室金属监督专责工程师。火力发电厂金属监督定期工作见表 1-1。

表 1-1 火力发电厂金属监督定期工作

序 号	监 督 项 目	监 督 内 容
1	监督工作计划	年度金属监督工作计划
2	机组大修金属监督检验计划	按照规定，上报机组大修金属监督计划
3	大修总结和测试项目	按照规定，上报机组大修测试报表及大修工作总结（其中应包括：计划完成情况，发现的主要缺陷及处理措施、对原缺陷的跟踪复查情况、本次大修发现的主要问题及反事故措施、高压焊口检查情况、一次合格率等）
4	承压部件泄漏统计表	泄漏部件名称，材质，规格，发生时间、部位，邻近部件状况，原因分析，处理方法，防范措施
5	重大金属监督部件损坏分析处理及技术措施	重大设备损坏状况，原因分析，处理、技术措施，完成情况，及时写出专题报告
6	监督设备大修周报	机组大修期间，反映一周来检查发现的监督设备缺陷情况
7	年中、年终监督工作总结	年度监督工作计划执行情况、监督指标完成情况、重点、重点工作完成情况、障碍统计及处理情况、反事故措施落实情况

(1) 金属监督专责工程师，应按期制定金属监督工作计划和大修金属监督检验项目计划。

(2) 编写年度工作总结和有关专题报告（包括各项监督指标完成率，设备普查及消缺情况，重大设备故障分析，本单位设备健康状况分析，监督工作中存在的主要问题及今后打算等），强化金属监督管理，提高技术水平。

(3) 火力发电厂应在机组、设备大修结束后及时报送大修总结和大修项目测试报表（内容应包括检修计划完成情况，检测中发现的主要缺陷和处理情况，以及重点监督设备建议等）。

(4) 承压部件泄漏统计表。

(5) 重大金属部件损坏应及时写出专题报告。

(6) 机组检修期间，监督办公室金属监督专责工程师与发电企业的金属监督专责工程师应每周进行工作联系、互通信息，及时掌握情况。

(7) 监督办公室金属监督专责工程师于每年年初和年中完成年终和半年金属监督工作总结。

各省、区网电力试验研究院（所）及发电厂，对于监督工作中发现的设备异常或缺陷，应立即向省、区网电力公司和电力试验研究院（所）汇报，电力试验研究院（所）应及时协助设备缺陷单位进行原因分析、提出建议和防范措施；对于典型的缺陷类型和重大设备故障，电力试验研究院（所）可以以“预警报告单”的形式向发、供电企业发出监督通知单，以提示企业加以防范，并加强监督检测。

各单位对发现的超标缺陷应及时进行消缺处理，暂时不能及时进行消缺处理的需监督其运行的部件，必须经主管监督的总工程师批准，并上报监督办公室。监督运行的部件必须制订明确的监督措施，且必须有专人负责落实，对监督运行部件进行动态管理。

3. 金属监督工作考核与评比

(1) 金属监督工作考核重点是火力发电厂和电力建设公司。根据金属监督规程和金属监督计划要求，主要考核内容见表 1-2。

表 1-2 金属监督工作考核项目和内容

序 号	考 核 项 目	考 核 内 容
1	认真贯彻上级指示	对上级颁发的金属监督规程、导则、条例和标准应认真贯彻执行
2	建立监督网	建立适合本单位具体情况的金属监督网，监督网各岗位的专责人员应认真履行职责
3	建立规章制度	建立完整的厂级金属监督各项规章制度、实施细则，并认真执行
4	完成监督任务	按年度金属监督计划要求，保质保量地完成各项检测和试验任务
5	制定反事故措施	针对金属方面的事故和设备缺陷，制定切实可行的反事故措施
6	技术培训	有计划地培训和普及金属监督知识，不断提高金属监督水平
7	建立技术档案	建立和健全金属监督各种档案
8	及时向上级汇报	按时上报金属监督工作计划、总结、报表等

(2) 金属监督考核评比工作由省、区网技术监督办公室具体组织，按考核内容制定考核指标。

二、金属监督档案

1. 建立金属监督档案的重要性

建立金属监督档案是保证受监督设备安全运行的重要管理措施。金属监督档案是金属监督管理的的重要组成部分，它详细地记录了受监督设备的制造、安装、运行等有关资料和检测数据，为预防事故、分析设备安全状况，以及进行寿命管理提供必要的依据。金属监督档案必须具备完整性、系统性和实用性。

2. 金属监督档案内容

火力发电厂应建立和健全原始资料、专门技术和管理三种类型的金属监督档案。

(1) 施工单位应积累下列竣工资料，经监督专责工程师审核、总工批准，移交火力发电厂。

1) 施工所依据的受监督部件范围内的全套管道系统图与布置图，以上设计图纸如在施工中有修改的，应在原图上按实际情况更正；

2) 受监督部件的出厂技术证明和现场检验资料；

3) 注明蠕变测点、监视段、焊口、支吊架、三通、阀门等位置的主汽（再热）及给水管母管系统的单线立体图，并注明尺寸；

4) 属于金属监督范围内的管道的焊接技术资料 and 现场检验记录（并标明检验焊口的位置）；

5) 代用材料的详细记录（如代用原因及审批手续）；

6) 管道蠕变测点的几何尺寸，支吊装置图纸及管道冷紧记录；

- 7) 管道系统合金钢部件和合金钢紧固件的光谱检验记录;
- 8) 安装中与金属监督有关的设备缺陷处理情况 (包括处理措施及检验报告)。

金属监督专责工程师应协助金属试验室根据设备监督项目, 分门别类, 自立档案, 系统地整理与积累监督资料。主要有制造、安装、移交的有关原始资料; 受监金属部件的用钢资料; 机组、设备超参数运行时间、启停次数和累计时间资料。

(2) 专门技术档案。

- 1) 主蒸汽管道、高温再热蒸汽管道监督档案;
- 2) 受热面管子监督档案;
- 3) 汽包监督档案;
- 4) 联箱、给水管道监督档案;
- 5) 重要转动部件监督档案;
- 6) 高温紧固件监督档案;
- 7) 大型铸件监督档案;
- 8) 焊接质量监督档案;
- 9) 事故分析及异常情况档案;
- 10) 反事故措施及各种部件缺陷处理情况档案;
- 11) 机组超参数运行时间、启停次数和运行累计时间等资料。

(3) 管理档案。

- 1) 全厂金属监督组织机构和职责条例、管理制度;
- 2) 上级下达的金属监督规程、导则以及厂级编制的金属监督实施细则;
- 3) 金属监督工作计划、总结等档案;
- 4) 焊工技术管理档案;
- 5) 仪器设备档案。

金属试验室负责的监督测试项目均应出具试验 (或鉴定) 报告, 报告审批手续完备, 并分别存档。重要技术报告 (如大修总结、事故分析和综合性鉴定报告等) 应由生产技术部门及总工审批。

修造企业或自行制作产品的技术档案, 包括产品的设计、制造、改型和产品质量证明书和质量检验报告等技术资料, 应建立监督档案。

健全金属监督网, 建立数据库, 实行定期报表制度, 统一档案格式, 使金属监督规范化、科学化、数字化和微机化, 实现用计算机进行金属监督档案快速检索。

第二章 金属材料检测技术

第一节 金属机械性能试验

金属材料的机械性能（也称力学性能）是指金属材料在力作用下所显示与弹性和非弹性反应相关或涉及应力—应变关系的性能。它是设计零件和选用材料时的主要依据，是控制材料质量的重要参数。金属材料的机械性能包括强度、塑性、硬度、冲击韧性、疲劳强度、蠕变极限和持久强度极限等。

金属材料的机械性能一般是通过试验测定的，常用的金属力学试验方法有拉伸试验、压缩试验、弯曲试验、扭转试验、剪切试验、冲击试验、硬度试验、蠕变试验、应力松弛试验、疲劳试验、断裂韧性试验、磨损试验、工艺试验、复合应力试验等。

一、金属拉伸试验

金属拉伸试验是用静拉伸力对试样轴向拉伸，测量力和相应的伸长，一般拉至断裂，测定其力学性能的试验。金属拉伸试验是测定金属材料静态强度性能和塑性性能使用最普遍的方法。

金属拉伸试验按 GB/T 228—2002《金属材料室温拉伸试验方法》进行。常用金属材料拉伸试验机如图 2-1 所示。

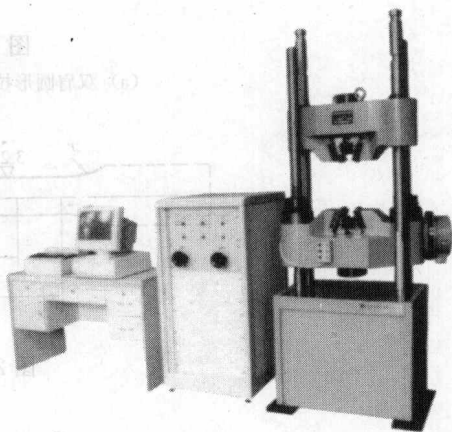


图 2-1 万用材料试验机

（一）金属拉伸试样

1. 拉伸试样的分类

（1）按试样的原始标距长度 L_0 与直径 d_0 或横截面积 S_0 的关系，拉伸试样可分为比例试样和定标距试样两种。比例试样又分为常用短比例试样、长比例试样、特殊情况下使用的比例试样和脆性材料用比例试样；定标距试样按有关标准或双方协议规定执行。

（2）按试样横截面形状，拉伸试样可分为圆形（图 2-2）、矩形（图 2-3）和异形（图 2-4、图 2-5）三种。

2. 拉伸试样的选用

试样的形状和尺寸可根据被测试金属产品的品种、规格及试验目的的不同，按 GB/T 2975—1998《钢及钢产品力学性能试验取样位置及试样制备》的规定选用。

（二）金属的拉伸曲线

金属拉伸试验时，其载荷与伸长间的关系曲线称为拉伸曲线或拉伸图，根据拉伸曲线绘制的应力—应变关系曲线称为应力—应变图（图 2-6）；拉伸应力—应变关系曲线反映了材料在拉伸过程中的弹性变形、塑性变形直至断裂的全部力学特性。

（三）金属拉伸试验测定的常用性能指标

1. 强度

金属材料的强度指材料抵抗永久变形和断裂的能力。为了便于比较各种材料的强度，工