

# 《电力工业标准汇编》 编辑委员会

顾 问： 陆延昌 潘家铮  
主 任： 张绍贤  
副 主 任： 叶荣泗 郑企仁  
委 员： 毛文杰 邴凤山 阙宗藩 刘 俭  
张克让 辛德培 顾希衍

## 《电力工业标准汇编·火电卷》 编辑委员会

主 编： 黄伟谋  
编辑委员： 许丽珍 姜求志 黄海涛 陈兆鲲  
黄梦玲 杨勤明 宋国秉 杨恒壮  
侯子良 关必胜 张宝茹

# 电力标准化的一件大事

## 代 前 言

我国第一部经过审订的《电力工业标准汇编》在电力工业部领导下，经过几十位专家近两年的努力，终于付梓，即将出版发行了。这是电力工业标准化工作中值得庆贺的一件大事。

电力行业历来重视标准化工作。新中国建立以来，逐步形成的相对完整的电力技术法规体系，对保证发供电设备的安全、经济运行和保证电力建设工程质量起了重要作用。改革开放以来，电力生产和建设规模不断扩大，电力装备和技术水平迅速提高。随着电力工业管理体制的改革，一个统一、开放、竞争、有序的电力市场正在形成之中，改革和发展的新形势又对电力标准化提出了新的更高要求。电力工业部成立伊始就十分重视标准化工作，在改革标准化管理体制、抓紧标准建设的同时，更重视标准的贯彻实施。近年来，由于大量新建电力企业不断涌现，现有企业装备与人员的迅速更新，电力企业对标准的需求十分迫切，出现了标准供应难以满足电力发展和电力企业需求的现象；另一方面，一些单位和个人由于各种原因，编辑、出版了各种各样的电力标准汇编。这些出版物没有经过主管部门的审订认可，也没有解决版权问题，所收的标准或不全，或对其有效性不能肯定，或编辑、印刷错误，对标准使用极易发生误导，贻害极大。这就提出了编辑出版一部规范的《电力工业标准汇编》的客观要求。这部由中国电力企业联合会标准化部组织编辑、审查，由中国电力出版社出版的《汇编》，不论在其完整性或准确性方面都不失为一套权威性的工具书，相信它将会在满足电力标准用户的需求和纠正偏差方面发挥应有的作用。

在建立社会主义市场经济的过程中，标准化工作更有其独特的重要性。它不仅是统一、开放、竞争、有序的市场的需要，对电力工业而言，它更是保证电力设备和电力系统安全经济运行的需要；是保证电力生产符合环境保护与节约能源的需要；是保证电力建设工程质量和合理造价的需要；是把成熟的科技成果迅速转化为现实生产力、促进电力工业技术进步的需要。也就是说，是提高经济增长的质量和效益的需要。同时，也是我国电力工业开展国际合作、技术交流和与国际接轨的需要。总之，标准化工作是发展社会主义市场经济，促进技术进步，保证产品和服务质量，提高经济效益和社会效益，维护生产者与消费者双方利益的

保证。电力行业各单位都应该重视标准化工作，支持标准化工作，严格贯彻执行有关标准，以此来规范我们的技术行为，规范电力行业和社会的关系，从而使我们的工作更安全、更经济、更高效，为国民经济和社会生活提供更高质量的服务。

一般而言，标准化工作包括三个内容：制订标准；组织实施标准；对实施标准进行监督。实施标准是整个标准化的核心和最终目的。制订标准完全是为了贯彻实施；监督是促进标准的实施和正确使用标准。因此，企业应是标准化活动的主体。各级电力企业都应该在进一步提高对标准化认识的基础上，以《电力工业标准汇编》的出版为契机，进一步加强标准化管理，健全标准化工作机构，认真贯彻执行电力国家标准和电力行业标准，建立和完善企业标准体系，把标准化工作提高到一个新水平。

# 汇 编 说 明

为适应电力事业发展的需要,加强电力行业标准的管理,促进新标准的推广和使用,满足电力系统工程技术人员和科技管理人员对成套标准的需求,中国电力企业联合会标准化部在清理已有电力行业标准的基础上,对现行标准进行了汇总整理,组织编辑了这套《电力工业标准汇编》,共四卷:《综合卷》、《电气卷》、《火电卷》、《水电卷》。本卷为《电力工业标准汇编·火电卷》。

《电力工业标准汇编·火电卷》汇编了截止1994年底颁布的全部现行火电类标准,其中包括适用于大中小型火电工程设计、建设、生产运行所需的全部国家标准、行业标准(规程、规范、导则、技术规定等),以及相应标准的编制说明、条文说明等。对于现仍使用的、重要的局级标准和地方标准,以及若干重要技术文件,也根据需要收入本卷汇编。本卷内容分为:(1)通用标准;(2)锅炉及燃煤机械;(3)汽轮机及辅助设备;(4)管道;(5)热工自动化;(6)电厂化学;(7)金属和焊接;(8)勘测;(9)水工;(10)土建;(11)环境保护,共11个分册。

收入本卷汇编中的所有标准都是现行的、有效的;其名称和代号均采用已颁布标准的最新版本用名、代号,并顺序列出,以方便查检使用。但是,每一标准内容中提到的有关标准,其代号中的年份号可能不是最新的,请读者在使用时注意。此外,这次汇编各标准时,对原标准中使用的名词术语、文字符号、图形符号、计量单位等,均按最新的有关规定作了修改或注释,对原标准内容中明显的疏漏、错误也尽可能地进行了改正。

《电力工业标准汇编·火电卷》的编辑和出版工作,是在电力工业部标准化领导小组、中国电力企业联合会,以及电力工业部科技司、建设协调司等领导的关心和指导下进行的,并且得到了电力规划设计总院、各电力设计院、环保所、中国电力出版社等单位以及各火电标准化技术委员会的领导和专家们的大力支持,在此谨向关心和支持火电标准化工作的上述单位和同志们表示衷心的感谢。

《电力工业标准汇编·火电卷》编辑委员会

1995年6月

# 目 录

代前言

汇编说明

|             |                                      |     |
|-------------|--------------------------------------|-----|
| DL 438—91   | 火力发电厂金属技术监督规程 .....                  | 1   |
| DL 439—91   | 火力发电厂高温紧固件技术导则 .....                 | 15  |
| DL 440—91   | 在役电站锅炉汽包的检验、评定及处理规程 .....            | 49  |
| DL 441—91   | 火力发电厂高温高压蒸汽管道蠕变监督导则 .....            | 57  |
| DL 505—92   | 汽轮机焊接转子超声波探伤规程 .....                 | 67  |
| DL/T 541—94 | 钢熔化焊角焊缝射线照相方法和质量分级 .....             | 79  |
| DL/T 542—94 | 钢熔化焊 T 形接头角焊缝超声波检验方法和质量分级 .....      | 93  |
| DL/T 551—94 | 低合金耐热钢蠕变孔洞检验技术工艺导则 .....             | 111 |
| DL 5007—92  | 电力建设施工及验收技术规范(火力发电厂焊接篇) .....        | 123 |
| SDJ 67—83   | 电力建设施工及验收技术规范(管道焊缝超声波检验篇) .....      | 163 |
| SD 143—85   | 电力建设施工及验收技术规范(钢制承压管道对接焊缝射线检验篇) ..... | 179 |
| SD 263—88   | 焊工技术考核规程 .....                       | 203 |
| SD 339—89   | 钛材管板焊接技术规程 .....                     | 223 |
| SD 340—89   | 火力发电厂锅炉、压力容器焊接工艺评定规程 .....           | 233 |
|             | 电力建设金相检验导则 .....                     | 265 |

# 火力发电厂金属技术监督规程

DL 438—91

## 目 次

|   |                           |    |
|---|---------------------------|----|
| 1 | 总则 .....                  | 3  |
| 2 | 金属技术监督的体制、范围 and 任务 ..... | 3  |
| 3 | 金属材料的技术监督 .....           | 4  |
| 4 | 重要管道和部件的技术监督 .....        | 5  |
| 5 | 焊接质量监督.....               | 12 |
| 6 | 金属技术监督管理.....             | 12 |

## 火力发电厂金属技术监督规程

### 1 总则

1.1 为保证火力发电厂金属技术监督范围内各种金属部件的运行安全和人身安全,特制订本规程。

1.2 本规程适用于火力发电厂金属技术监督范围内各种金属部件的设计、安装、生产、修造、材料供应及试验研究等部门。

1.3 各电业管理局(电力联合公司、电力总公司)、电力工业局、电力建设局应有专职工程师负责金属技术监督的组织领导工作。各试验研究所(院)在主管局领导下负责本地区的金属技术监督工作。高温高压火力发电厂,电力建设工程公司(工程处)应设专职工程师负责本单位的金属技术监督工作,并设金属试验室负责本单位的金属试验工作。

1.4 中温中压火力发电厂和修造企业由主管局根据本地区的实际情况,必要时可设专职工程师或兼职专业技术人员主管。

1.5 金属技术监督必须贯彻安全第一预防为主方针,实行专业监督和群众监督相结合。各地区可根据本规程制订适合本地区的监督制度或条例。

### 2 金属技术监督的体制、范围和任务

#### 2.1 金属技术监督的体制

2.1.1 金属技术监督实行在能源部领导下的电业管理局(电力联合公司、电力总公司),省(区)电力工业局(电力建设局),火力发电厂(电力建设工程公司)三级管理。

2.1.2 金属技术监督各级机构(或专职工程师)的职责。

2.1.2.1 电业管理局(电力联合公司、电力总公司)和省(区)电力工业局(电力建设局)金属技术监督机构的职责:

a. 贯彻部颁发的《火力发电厂金属技术监督规程》和下达的有关金属技术监督的各项指示;

b. 审批全局性的金属技术监督条例、规划、计划等;

c. 组织召开金属技术监督工作会议,传达和布置金属技术监督的任务。

2.1.2.2 电业管理局(电力联合公司、电力总公司)和省局(区)的电力试验研究所(院)金属技术监督机构的职责:

a. 贯彻执行部、局颁发的金属技术监督规程、制度和条例;

b. 组织制订全局性的金属技术监督条例、技术标准、试验方法和有关技术措施;

c. 承担有关金属技术监督培训任务,负责归口金属技术监督管理工作;

d. 参加重大事故调查研究和试验研究工作。

**2.1.2.3 火力发电厂（电力建设工程公司）总工程师关于金属技术监督的职责：**

a. 组织贯彻上级有关金属技术监督规程、指示和规定，审批本单位的金属技术监督规章制度；

b. 督促检查金属技术监督实施情况。

**2.1.2.4 火力发电厂（电力建设工程公司）金属技术监督专职工程师的职责：**

a. 组织制订本单位的金属技术监督规章制度和实施细则，负责编写金属技术监督工作计划和工作总结；

b. 审定检修或安装中金属技术监督检测项目；

c. 对金属技术监督工作情况及检验中发生的问题，适时呈报上级单位；

d. 负责组织金属技术监督活动。

**2.1.2.5 火力发电厂（电力建设工程公司）金属试验室职责：**

a. 协助有关部门做好钢材备品备件的管理、热处理和焊接质量的监督；

b. 配合金属技术监督专职工程师建立、健全和保管金属技术监督档案，以及检查和督促金属技术监督规程、条例等贯彻执行情况；

c. 负责金属测试工作。

## **2.2 金属技术监督的范围**

**2.2.1 工作温度大于和等于 450℃ 的高温金属部件，如主蒸汽管道、高温再热蒸汽管道、过热器管、再热器管、联箱、导汽管<sup>1)</sup>、汽缸<sup>1)</sup>、阀门、三通、螺栓<sup>2)</sup>等。**

注：1) 包括工作温度为 435℃ 者；

2) 包括工作温度为 400℃ 者。

**2.2.2 工作压力大于和等于 6MPa 的承压管道和部件，如水冷壁管、省煤器管、联箱、给水管道等；工作压力大于 3.9MPa 的锅筒；100MW 以上机组低温再热蒸汽管道。**

**2.2.3 汽轮机大轴、叶轮、叶片和发电机大轴、护环等。**

## **2.3 金属技术监督的任务**

**2.3.1 做好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和焊接质量的监督以及金属试验工作。**

**2.3.2 检查和掌握受监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。对调峰运行的机组，其重要部件应加强监督。**

**2.3.3 参加受监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。**

**2.3.4 逐步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金属部件寿命损耗程度和损伤状况。**

**2.3.5 建立和健全金属技术监督档案。**

## **3 金属材料的技术监督**

**3.1 根据有关标准进行质量验收：**

**3.1.1 受监的金属材料，必须符合国家标准和部颁标准。进口的金属材料，必须符合合同规定的有关国家的技术标准。**

**3.1.2 受监的金属材料、备品备件必须按合格证和质量保证书进行质量验收。合格证或质量**

保证书应标明钢号、化学成分、机械性能及必要的金相检验结果和热处理工艺等。数据不全应补检。检验方法、范围、数量应符合国家标准或部颁标准。进口的金属材料，应符合合同规定的有关国家的技术标准。

**3.1.3 重要的金属部件**，如锅筒、联箱、汽轮机大轴、叶轮、发电机大轴、护环等，除应符合有关部颁标准和有关国家标准外，还必须具有质量保证书。

**3.1.4 对受监的金属材料质量发生怀疑时**，应按有关标准进行抽样检查。

**3.2 凡受监范围的钢材、部件在制造、安装或检修更换时**，必须验证其钢号，防止错用。组装后还应进行一次全面复查，确认无误才能投入运行。

**3.3 选择代用材料的原则：**

**3.3.1 采用代用材料时**，应持慎重态度，要有充分的技术依据，原则上应选择成分、性能略优者，必须进行强度核算，应保证在使用条件下各项性能指标均不低于设计要求。

**3.3.2 修造、安装中使用代用材料**，必须取得设计单位和金属技术监督工程师的许可；检修中使用代用材料时，必须征得金属技术监督专职工程师的同意，并经总工程师批准。

**3.3.3 做好技术记录存档**，修改图纸或在图上注明。

**3.4 焊接材料管理：**

**3.4.1 焊接材料的质量**，应符合国家标准（或有关标准）规定的要求。

**3.4.2 焊条、焊丝应有制造厂质量合格证**，并按相应的标准，按批号抽样检查，合格者方可使用。

**3.4.3 气焊用电石的质量**，可采用检查焊缝金属中硫、磷（按被焊金属标准）来确定。

**3.4.4 焊条、焊丝及其他焊接材料**，应设专库储存，并按有关技术要求进行管理，防止变质锈蚀。

**3.5 各级仓库、车间和工地储存金属技术监督范围内的金属材料、焊接材料、备品备件等**，必须建立严格的质量验收、保管和领用制度。对进口钢材、无缝钢管和备品备件等，进口单位应在索赔期内负责按合同规定进行质量验收，并按规格、品种和进口合同号分别保管。

## **4 重要管道和部件的技术监督**

**4.1 主蒸汽管道、高温再热蒸汽管道的监督**

**4.1.1 主蒸汽管道、高温再热蒸汽管道的设计**必须符合 DLGJ 23—81《火力发电厂汽水管道设计技术规定》的有关要求。

**4.1.2 工作温度大于 450℃主蒸汽管道、高温再热蒸汽管道热段**需在蒸汽温度较高的水平段上设置监察段（含进口机组）进行组织性质变化及蠕变监督。监察段上要设计三组蠕变测点。监察段应选择该管系中实际壁厚最薄的同批钢管，其长度不小于 5.1m（对外径  $d_n$  大于 500mm 的钢管，其长度不小于  $6d_n+3m$ ）。安装前施工单位应在监察段两端各切取长 300~500mm 的一段（对外径大于 500mm 的钢管，其切割长度不小于  $d_n$ ），作为原始段，移交给生产单位，并及时进行试验。监察段上不允许开孔和安装仪表插座，也不得安装支吊架。

**4.1.3 工作温度大于 450℃的主蒸汽管道、高温再热蒸汽管道应进行蠕变监督**（含直管、弯管、导汽管和联箱）。蠕变测点的设计、蠕变测量周期、测量方法和计算方法等有关要求，按能源部颁发的 DL 441—91《火力发电厂蒸汽管道蠕变测量导则》规定进行。管道安装完毕移交生产前，由施工单位与生产单位共同对各组测点进行第一次测量，做好技术记录。

**4.1.4** 新建、扩建、改建电厂的主蒸汽管道、高温再热蒸汽管道露天布置的部分及与油管平行、交叉和可能滴水的部分，必须加包金属薄板保护层<sup>1)</sup>。已投产的露天布置的主蒸汽管道和高温再热蒸汽管道，应加包金属薄板保护层。露天吊架处应有防雨水渗入保温层的措施。

注：1) 主给水管道、低温再热蒸汽管道也有同样要求。

**4.1.5** 主蒸汽管、高温再热蒸汽管道要保温良好，严禁裸露运行，保温材料应符合技术要求。运行中严防水、油渗入管道保温层。保温层破裂或脱落时应及时修补。更换容重相差很大的保温材料时，应对支吊架作相应的调整。严禁在管道上焊接保温拉钩，不得借助管道起吊重物。

**4.1.6** 工作温度大于 450℃ 的主蒸汽管道、高温再热蒸汽管道所用的直管和弯管，安装时应由施工单位逐段进行外观、壁厚、金相组织、硬度等检查。弯管背弧外表面还须进行探伤。管道安装完毕，施工单位会同生产单位共同对弯管进行不圆度测量，做好技术记录，测量位置应有永久性标记。

**4.1.7** 由于弯管受力比较复杂，为了避免运行中早期出现裂纹，用于制作弯管的管子，应采用加厚管或用壁厚有足够裕度的管子弯制。弯管段上实测最小壁厚不得小于直管的理论计算壁厚。

**4.1.8** 弯管弯制厂家应按 DJ 56—79《电力建设施工及验收技术规范（管道篇）》的规定，逐个检查弯管的壁厚、不圆度、波浪度、几何尺寸等，并须做好技术记录，合格产品方可供货，并向使用单位提供检验技术证件。

**4.1.9** 弯管弯制后有下列情况之一时为不合格：

- a. 内外表面存在裂纹、分层、重皮和过烧等缺陷；
- b. 弯曲部分不圆度大于 6%（对于公称压力大于和等于 10MPa）；
- c. 弯曲部分不圆度大于 7%（对于公称压力小于 10MPa）；
- d. 弯管外弧部分壁厚小于直管的理论计算壁厚。

**4.1.10** 对超过设计使用期限的弯管，若发现有蠕变裂纹或有严重蠕变损伤时应及时更换。

**4.1.11** 三通、弯头、阀门安装前必须由施工单位做内外壁外观检查，有怀疑时应做无损探伤。投入运行 5 万 h 进行第一次检查，以后检查周期一般为 3 万 h。

**4.1.12** 三通有下列情况时应及时处理：

a. 发现严重缺陷时应及时采取处理措施，如需更换，应选用锻造、热挤压、带有加强的焊制的三通；

b. 已运行 20 万 h 的铸造三通，检查周期应缩短到 2 万 h，根据检查结果决定是否采取更换措施；

c. 碳钢和钼钢焊接三通，当发现石墨化达 4 级时应予以更换。

**4.1.13** 弯头有下列情况时应进行处理：

a. 已运行 20 万 h 的铸造弯头，检查周期应缩短到 2 万 h，根据检查结果决定是否采取更换措施；

b. 碳钢和钼钢弯头，发现石墨化达 4 级时应更换；

c. 发现外壁有蠕变裂纹时，应及时更换。

**4.1.14** 铸钢阀门存在裂纹或严重缺陷（如粘砂、缩孔、折迭、夹渣、漏焊等降低强度和严密性的缺陷）时，应及时处理或更换。

**4.1.15** 工作温度大于 450℃的主蒸汽管道、高温再热蒸汽管道的焊口应采取氩弧焊打底工艺焊接。热处理后应进行 100%无损探伤检查。质量评定按 DL 5007—92《电力建设施工及验收技术规范（火力发电厂焊接篇）》执行。对未超标缺陷，须确定位置、尺寸和性质，并做好技术记录。管道保温层表面应有焊缝位置的标志。

**4.1.16** 工作温度大于 450℃主蒸汽管道，高温再热蒸汽管道移交生产时设计、施工单位应提供必要的资料。

**4.1.16.1** 设计单位应提供管道单线立体布置图。图中标明：

- a. 管道的钢号、规格、理论计算壁厚、壁厚偏差；
- b. 设计采用的持久强度，弹性模量、线膨胀系数；
- c. 支吊架位置、类型；
- d. 监察段位置；
- e. 管道的冷紧值、冷紧口位置；
- f. 管道对设备的推力、力矩；
- g. 管道最大应力值及其位置；
- h. 支吊架的安装荷重、工作荷重、支吊架热位移值等。

**4.1.16.2** 施工单位应提供与实际管道和部件相对应的以下资料：

- a. 三通、阀门的型号、规格、出厂证明书及检查结果；
- b. 焊缝坡口形式、焊缝位置、焊接及热处理工艺及各项检查结果；
- c. 每段直管的外观、壁厚、金相组织（附金相照片）及硬度检查结果；
- d. 弯管的弯制及热处理工艺、外观、不圆度、波浪度、几何尺寸等检验结果和外弯部位金相组织照片；
- e. 支吊架弹簧的安装高度记录及热位移值；
- f. 管道系统合金钢部件的光谱检验记录；
- g. 代用材料记录；
- h. 注明蠕变测点、监察段、膨胀指示器、焊口、支吊架、三通和阀门等尺寸位置的管道立体竣工图；
- i. 安装过程中异常情况及处理记录。

**4.1.17** 运行和检修人员应定期检查管道支吊架和位移指示器的工作状况，特别要注意机组启停前后的检查，发现松脱、偏斜、卡死或损坏等现象时，应由检修人员及时修复并做好记录。

**4.1.18** 主蒸汽管道、高温再热蒸汽管道，特别是弯管、弯头、三通、阀门和焊缝等薄弱环节，应定期进行运行中的巡视检查。对超设计使用期限的主蒸汽管道、高温再热蒸汽管道更要注意检查，每值至少巡视一次。发现漏泄或其他异常情况时必须及时处理，并做好记录。

**4.1.19** 主蒸汽管道、高温再热蒸汽管道不得超过设计规定的温度、压力的上限运行，如超温时，则应做好记录。启动和运行中应严格执行暖管和疏水措施，认真控制温升、温降速度，并监视管道膨胀情况。

**4.1.20** 应注意掌握已运行的工作温度大于 450℃的主蒸汽管道、高温再热蒸汽管道及其部件的质量情况。对情况不明的钢管、三通、弯管、弯头、阀门和焊缝等，要结合检修分批检查，摸清情况，消除隐患。

4.1.21 主蒸汽管道可能有积水的部位,如压力表管、疏水管附近、喷水减温器下部、较长的死管及不经常使用的联络管,应加强内壁裂纹的检查。

4.1.22 工作温度大于和等于  $450^{\circ}\text{C}$  的碳钢、钼钢蒸汽管道,当运行时间达到或超过 10 万 h 时,应进行石墨化普查,以后的检查周期约 5 万 h。运行时间超过 20 万 h 的管道,在石墨化普查基础上,如需要可割管进行鉴定,割管部位应包括焊接接头。

对运行时间较长和受力复杂的母管,是石墨化检查的重点。对石墨化倾向日趋严重的管道,除做好检查、分析、处理外,必须按规定要求做好管道运行、维修工作,防止超温、水冲击等。

4.1.23 高合金钢管 ( $F_{11}$  或  $F_{12}$ ) 主蒸汽管道异种钢焊接接头 (包括接管座焊接接头),运行 5 万 h 时进行无损探伤,以后检查周期为 20000~40000h。

4.1.24 200MW 以上机组主蒸汽管道,再热蒸汽管道 (包括热段、冷段),运行 10 万 h 时,应对管系及支吊架情况进行全面检查和调整。

4.1.25 超过设计使用期限工作温度大于  $450^{\circ}\text{C}$  的主蒸汽管道、高温再热蒸汽管道的弯头、弯管、三通、阀门和焊缝等,应全面进行外观和无损探伤检查;直管、弯管进行壁厚测量和金相检验,弯管不圆度测量;监察段进行硬度、金相、碳化物检查。凡更换部件应确保质量,并做好技术记录,存档备查。

4.1.26 运行时间达 20 万 h、工作温度大于  $450^{\circ}\text{C}$  的主蒸汽管道、高温再热蒸汽管道,除按第 4.1.25 条所列项目对管件进行复查外,应增加硬度检验项目;对管壁较薄、应力较高的部位还应增加金相和碳化物检查,必要时割管进行材质鉴定。

4.1.27 运行时间达 30 万 h、工作温度大于  $450^{\circ}\text{C}$  的主蒸汽管道、高温再热蒸汽管道,除按第 4.1.26 条要求检查外,应对高应力部位进行蠕变损伤检查,必要时进行管系寿命鉴定。

4.1.28 已投入运行、工作温度为  $540^{\circ}\text{C}$ 、工作压力为 10MPa、外径为 273mm 的 10CrMo 910 钢主蒸汽管道,按如下要求进行检查:

a. 实测壁厚 20~23.5mm 的直管、弯管,运行到 10 万 h,应进行壁厚、硬度、金相、碳化物检查,在检查基础上决定是否需割管做材质鉴定。继后的检查周期约 30000~50000h;

b. 实测壁厚小于 20mm 的直管、弯管,或发现蠕变相对变形量达到 0.5% 时,应提前进行检查,根据检查结果采取相应的处理措施。

4.1.29 已运行 20 万 h 的 12CrMo、15CrMo、12Cr1MoV 钢主蒸汽管道经检查符合下列条件时,一般可继续运行至 30 万 h:

a. 实测最大蠕变相对变量小于 0.75% 或最大蠕变速度小于  $0.35 \times 10^{-5} \%/h$ ;

b. 监察段钢中碳化物内含钼量占钢中总含量的比值:12CrMo、15CrMo 钢不超过 85%,12Cr1MoV 钢不超过 75%;

c. 监察段金相组织未严重球化 (即铬钼钢未达到 6 级,铬钼钒钢未达到 5 级)。

4.1.30 12CrMo、15CrMo 和 12Cr1MoV 钢主蒸汽管道,当出现下列情况之一时,应进行材质鉴定:

a. 运行至 20 万 h 超出第 4.1.29 条所规定的条件之一时;

b. 运行至 30 万 h 前,实测蠕变相对变形量达到 1% 或蠕变速度大于  $0.35 \times 10^{-5} \%/h$ 。

4.1.31 除第 4.1.29 条中三种钢种外,其余合金钢主蒸汽管道、高温再热蒸汽管道,当蠕变相对变形量达 1% 或蠕变速度大于  $1 \times 10^{-5} \%/h$  时,应进行材质鉴定。

4.1.32 工作温度大于 450℃的锅炉出口导汽管，可根据不同的炉型应在运行 50000～100000h 时间范围内，进行外观和无损检查，以后检查周期约 5 万 h。对启停次数较多（累计 250 次以上）、原始不圆度较大和运行后有明显复圆的弯管应特别注意，发现裂纹时应及时更换。

#### 4.2 受热面管子的监督

4.2.1 受热面管子安装，施工单位应根据装箱单和图纸进行全面清点，注意检查表面有无裂纹、撞伤、压扁、砂眼和分层等缺陷。外表面缺陷深度超过管子规定厚度 10% 以上时，应由施工单位会同有关部门商定处理措施。

4.2.2 检修时，锅炉检修部门应有专人检查受热面管子有无变形、磨损、刮伤、鼓包、蠕变变形及表面裂纹等情况，发现如上情况时要及时进行处理，并做好记录。对垢下腐蚀严重的水冷壁管，应定期进行腐蚀深度的测量。

4.2.3 为了解壁温大于 450℃的过热器管和再热器管材质性能变化规律，可选择具有代表性的锅炉，在壁温最高处设监察管。取样周期为 5 万 h。监督壁厚、管径、组织、碳化物、脱碳层和机械性能变化。

4.2.4 当发现下列情况之一时，应及时更换：

a. 合金钢过热器管和再热器管外径蠕变变形大于 2.5%，碳素钢过热器管和再热器管外径蠕变变形大于 3.5%；

b. 表面有氧化微裂纹；

c. 管壁减薄到小于强度计算壁厚；

d. 石墨化达 4 级（对碳钢和钼钢）。

4.2.5 高温过热器或高温再热器的高温段如采用 18—8 不锈钢管时其异种钢焊接接头应在运行 80000～100000h 时，进行宏观检查 and 无损探伤抽查 20%。

#### 4.3 高温螺栓的监督

4.3.1 高温合金钢新螺栓和重新热处理螺栓的机械性能应符合 GB 3077—88《合金结构钢技术条件》要求。

4.3.2 根据螺栓使用温度选择钢号。螺母材料一般比螺栓材料低一级，硬度值低 HB 20～50。

4.3.3 在螺帽下应加装弹性或塑性变形垫圈、锥面或球面变位垫圈、套筒等，以补偿螺杆或法兰面的偏斜，消除附加弯曲应力，提高抗动载能力，保证紧力均匀。

4.3.4 为了改善螺栓的应力分布状态，新制螺栓要采用等强细腰结构和国标新制螺纹。螺纹、螺杆粗糙度不低于  $\sqrt[5.9]{\sim \sqrt[2.5]{}}$ 。精度应符合 JB 2954—81《汽轮机双头螺栓、汽轮机等长双头螺栓、汽轮机罩螺母技术条件》要求。

4.3.5 检修时拆下的螺栓的螺纹应进行研磨清洁，紧固前应涂以润滑材料。

4.3.6 汽缸螺栓和中心孔较大的其他螺栓，中心孔加热必须采用电热元件或热风器，禁止用火嘴直接加热。

4.3.7 高温螺栓紧固力不宜过大，汽缸新螺栓应根据制造厂规定的应力紧固。预应力控制措施为：

a. 根据螺栓类别和实际条件，应选用转角法（含加热）、扭距法或拉长方法紧固；

b. 螺栓的紧固与拆卸不宜用大锤打击。

4.3.8 高温合金钢螺栓使用前必须 100% 光谱复查。M32 以上的高温合金钢螺栓使用前必须

100%做硬度检查。

**4.3.9** 大修时,对大于和等于 M32 的承压设备的高温合金钢螺栓进行无损探伤,如发现裂纹及时更换。使用 50000h 应做金相检验,必要时做冲击韧性抽查,以后抽查周期根据钢种控制在 30000~50000h。

**4.3.10** 对 25Cr2Mo 1V 和 25Cr2MoV 钢螺栓抽查结果应符合下列要求:

a. 硬度为 241~277HB;

b. 金相组织为无明显网状组织;

c. 调速汽门、自动主汽门、电动主汽门及截门的螺栓的冲击韧性  $a_k > 60\text{J/cm}^2$ , 流量孔板、导管法兰和汽缸的螺栓的冲击韧性  $a_k > 35\text{J/cm}^2$ 。

**4.3.11** 对经过调质处理的 20Cr1Mo1VNbTiB 钢新螺栓,其组织性能要求如下:

a. 硬度为 241~285HB;

b. 小于和等于 M52 的螺栓冲击韧性  $a_k > 80\text{J/cm}^2$ , 大于 M52 的螺栓冲击韧性  $a_k > 60\text{J/cm}^2$ ;

c. 对直筒结构的螺栓,其冲击韧性值应比细腰结构螺栓高  $20\text{J/cm}^2$ ;

d. 按晶粒尺寸分 7 级,各级平均晶粒尺寸及其组织特征,按能源部颁发的 DL 439—91《火力发电厂高温紧固件技术导则》规定确定。根据使用条件和螺栓结构允许使用级别见表 1。

表 1

| 序 号 | 使 用 条 件                                     | 螺 栓 结 构 | 允许使用级别        |
|-----|---------------------------------------------|---------|---------------|
| 1   | 原设计螺栓材料为<br>20Cr1Mo1VNbTiB                  | 等强度细腰   | 5             |
| 2   | 引进大机组采用<br>20Cr1Mo1VNbTiB                   | 等强度细腰   | 5             |
| 3   | 原设计为 540℃ 温度等级的螺栓,如<br>采用<br>20Cr1Mo1VNbTiB | 等强度细腰   | 3, 4, 5, 6, 7 |
|     |                                             | 直 筒     | 4, 5          |

对已运行的螺栓可参照上述要求处理。

#### 4.4 锅筒的监督

**4.4.1** 施工单位在安装锅筒时应进行下列检查:

a. 查阅制造厂所提供的质量证明书及质量检验记录等技术资料,如资料不全或对质量有怀疑时,应由施工单位会同有关单位进行复核检查,必要时应要求制造厂参加复检;

b. 下降管座焊缝应进行 100% 的超声波探伤;

c. 其他焊缝应尽可能去锈进行 100% 的目视宏观检查,必要时可按 20% 比例进行无损探伤抽查。

**4.4.2** 锅炉投入运行 50000 h 时,锅炉检修部门应对锅筒进行第一次检查,以后检查周期结合大修进行。检查内容:

a. 集中下降管座焊缝应进行 100% 的超声波探伤;

b. 筒体和封头内表面去锈后尽可能进行 100% 目视宏观检查;

c. 筒体和封头内表面主焊缝、人孔加强焊缝和预埋件焊缝表面去锈后,进行100%的目视宏观检查;对主焊缝应进行无损探伤抽查(即纵缝至少抽查25%,环缝至少抽查10%);

d. 检查发现裂纹时,应采取相应的处理措施。发现其他超标缺陷时,应进行安全性评定。

4.4.3 碳钢或低合金高强度钢制造的锅筒,安装和检修中严禁焊接拉钩及其他附件。发现缺陷时不得任意进行补焊,经安全性评定必须进行补焊时,应制订方案,经主管局审批后进行。若需进行重大处理时,处理前还需报部及地方劳动局备案。

4.4.4 锅炉水压试验时,为了防止锅炉脆性破坏,水温不应低于锅炉制造厂所规定的试水压温度。

4.4.5 在启动、运行、停炉过程中要严格控制锅筒壁温度上升和下降的速度,高压炉应不超过60℃/h,中压炉不超过90℃/h,同时尽可能使温度均匀变化。对已投入运行的有较大超标缺陷的锅筒,其温升、温降速度还应适当减低,尽量减少启停次数,必要时可视具体情况,缩短检查的间隔时间或降参数运行。

#### 4.5 联箱、给水管道的监督

4.5.1 运行时间达10万h的高温段过热器出口联箱、减温器联箱、集汽联箱,由锅炉检修部门负责进行宏观检查。应特别注意检查表面裂纹和管孔周围处有无裂纹,必要时进行无损探伤。以后检查周期为5万h。

4.5.2 工作压力大于和等于10MPa的主给水管,投产运行5万h时,应做如下检查:

- a. 三通、阀门进行宏观检查;
- b. 弯头进行宏观和厚度检查;
- c. 焊缝和应力集中部位进行宏观和无损探伤检查;
- d. 阀门后管段进行壁厚测量。以后检查周期为30000~50000h。

4.5.3 200MW以上机组的给水管,运行10万h时,应对管系及支吊架情况进行检查和调整。

#### 4.6 汽轮发电机转子监督

4.6.1 汽轮机大轴、叶轮、叶片和发电机大轴、护环等重要高速转动部件,在安装前施工单位应查阅制造厂提供的有关技术资料,并进行外观检查。若发现资料不全或质量有问题时,应要求制造厂补检或采取相应处理措施。对容量等于或大于200MW的汽轮发电机大轴,若制造厂未提供详细检查资料,必须进行无损探伤(含中心孔部位)检查。

4.6.2 大修中对汽轮机大轴、叶轮、叶片和发电机大轴、护环,由汽机和电机检修部门进行外观检查,并对如下重点部位进行无损探伤:

- a. 汽轮机叶片根部和中部;
- b. 套装并用轴向键叶轮的键槽部位;
- c. 转子表面应力集中部位,尤其是调节级叶轮根部R处和热槽等热应力集中部位;
- d. 汽轮机、发电机大轴中心孔部位,尤其对国产200MW机组和使用时间超过10万h、容量为50MW以上机组,必须进行探伤检查;
- e. 发电机护环,尤其是内表面。

4.6.3 大型机组超速试验时,大轴温度不应低于该大轴的脆性转变温度。

#### 4.7 大型铸件的监督

4.7.1 大型铸件如汽缸、汽室、主汽门等,安装前应由施工单位核对出厂证明和质量保证书,

并进行检查。发现裂纹应查明其长度、深度和分布情况，由施工单位会同制造厂等有关单位研究制订处理措施，并实施。

**4.7.2** 检修时由汽机检修部门负责进行汽缸、汽室、主汽门等部件的内外表面裂纹的检查，发现裂纹应根据具体情况进行处理。检查周期如下：

- a. 新投产的机组运行至 5 万 h 应进行第一次检查，以后的检查周期为 30000~50000 h；
- b. 运行时间超过 10 万 h 而又从未检查过的机组应在最近一次检修时进行检查，以后的检查周期约为 3 万 h。

## **5 焊接质量监督**

**5.1** 凡属金属监督范围内的锅炉、汽轮机承压管道和部件的焊接工作，必须由按 SD 263—88《焊工技术考核规程》考试合格的焊工担任。特殊要求的部件焊接，焊工应做焊前练习及允许性考试。

**5.2** 凡焊接金属监督范围内的各种管道和部件，应执行 DL 5007—92《电力建设施工及验收技术规范（火力发电厂焊接篇）》的规定。

**5.3** 对制造厂焊接的焊缝，施工单位应先核对合格证，并做外观检查。受热面管子在安装前还应切取焊缝试样进行检验。水冷壁、省煤器、过热器和再热器管子如系机械焊接，应按每种材质，每种规格，每种焊接方法，分别切取焊缝试样 2 个；如系手工焊接，亦应按每种材质，每种规格，按每个焊工，分别切取 2 个焊缝试样进行检验。检验不合格时应加倍切取焊缝试样再做检验，如仍不合格，则应通知制造厂并呈报上级研究处理。

## **6 金属技术监督管理**

**6.1** 电业管理局（电力联合公司、电力总公司）、省电力工业局（电力建设局）应定期召开金属技术监督工作会议，传达和布置上级有关金属技术监督工作的指示、决议、工作总结、修订规程制度、制订工作计划等。

**6.2** 金属技术监督专职人员，应根据第 2.1.2 条要求，按期编写金属技术监督工作计划，年度工作总结和有关专题报告，强化金属技术监督管理和提高技术水平。

**6.3** 火力发电厂应建立和健全如下三种类型金属技术监督档案。

### **6.3.1 原始资料技术档案：**

- a. 制造、安装移交的有关原始资料；
- b. 受监金属部件的用钢资料；
- c. 机组超参数运行时间、启停次数和运行累计时间等资料。

### **6.3.2 专门技术档案：**

- a. 主蒸汽管道、高温再热蒸汽管道等蠕变监督档案；
- b. 主蒸汽管道普查和材质鉴定档案；
- c. 过热器管和高温再热器管蠕变变形测量和监察管的试验档案；
- d. 高温螺栓的试验检查、更换档案；
- e. 重要转动部件的检查档案；
- f. 大型铸件的检查档案；
- g. 焊接质量技术监督档案；