

ICS 27.100

F 23

备案号: 26358-2009

**DL**

# 中华人民共和国电力行业标准

DL/T 1115 — 2009

## 火力发电厂机组大修化学检查导则

Guide for chemistry check-up of unit maintenance in fossil fuel power plant



2009-07-22 发布

2009-12-01 实施

中华人民共和国国家能源局 发布

## 前 言

本标准是根据《国家发展改革委办公厅关于印发 2005 年行业标准项目计划的通知》（发改办工业[2005] 739 号文）的要求编写的。

本标准是我国首次制定的火力发电厂机组大修化学检查专项导则。制定过程中参照 DL/T 561—1995《火力发电厂水汽化学监督导则》有关内容和国外最新的有关标准，并总结国内多家电厂多年实际大修检查的经验而制订。本标准的主要内容有：火力发电厂机组大修化学检查内容、检查方法和评价标准。

本标准的附录 A、附录 B 是资料性附录，附录 C～附录 G 是规范性附录。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业电厂化学标准化技术委员会归口并解释。

本标准主要负责起草单位：西安热工研究院有限公司、陕西电力科学研究院。

本标准主要起草人：孙本达、黄万启、徐秋芳。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化中心（北京市宣武区白广路二条一号，100761）。

目 次

前言 ..... II

1 范围 ..... 1

2 总则 ..... 1

3 检查准备工作 ..... 1

4 锅炉设备检查 ..... 1

5 汽轮机检查 ..... 3

6 凝汽器检查 ..... 4

7 其他设备检查 ..... 4

8 检查评价标准 ..... 5

附录 A（资料性附录） 机组大修化学检查报告的基本内容 ..... 7

附录 B（资料性附录） 机组大修化学检查记录表 ..... 13

附录 C（规范性附录） 垢量测量方法 ..... 23

附录 D（规范性附录） 腐蚀坑面积、深度和单位面积腐蚀点的测量方法 ..... 24

附录 E（规范性附录） 刮取垢样及化学成分分析方法 ..... 25

附录 F（规范性附录） 汽轮机垢量的测量方法 ..... 26

附录 G（规范性附录） 快速定性检测铜的方法 ..... 27

# 火力发电厂机组大修化学检查导则

## 1 范围

本标准规定了火力发电厂机组大修化学检查的内容、方法和评价标准。

本标准适用于火力发电厂机组在大修（即 A 级检修）期间对设备的化学检查。其他级别的检修，可参照执行。

## 2 总则

2.1 化学检查的目的是掌握发电设备的腐蚀、结垢或积盐等状况，建立有关档案；评价机组在运行期间所采用的给水、炉水处理方法是否合理，监控是否有效；评价机组在基建和停（备）用期间所采取的各种保护方法是否合适；对检查发现的问题或预计可能要出现的问题进行分析，提出改进方案和建议。

2.2 机组在大修时，生产管理部门和机、炉、电专业的有关人员应根据化学检查项目，配合化学专业进行检查。

2.3 机、炉专业应按化学检查的具体要求进行割管或抽管，化学人员进行相关检查和分析。汽包、汽轮机、凝汽器等重要设备打开后先做化学检查，然后再进行检修。检修完毕后及时通知化学专业有关人员参与检查验收。

2.4 机组大修结束后一个月内应提出化学检查报告，其主要内容参见附录 A。

2.5 主要设备的垢样或管样应干燥保存，时间不少于一个大修周期。机组大修化学检查技术档案应长期保存。

## 3 检查准备工作

### 3.1 制定检查计划

化学专业依据本标准的规定，结合机组运行状况制定化学检查计划，并列入机组检修计划。

### 3.2 检查准备

机组检修前应做好有关设备的取样、现场照相和检查记录表等的准备工作。检查记录表参见附录 B。

### 3.3 统计有关指标

机组停运后，应做好两次大修期间的分析统计工作，主要内容有：

- 水汽品质合格率和出现异常的各项指标；出现三级处理值的异常情况记录；超标幅度和持续时间。
- 凝汽器及其他热交换器管的泄漏情况。
- 水汽损失率及排污率。
- 反映热力设备结垢有关的运行参数，如直流锅炉总阻力 $\Delta p$ 、凝汽器端差和煤耗等指标。
- 机组在两次大修期间运行时间、停（备）用时间、启停次数、保养方式及效果。
- 汽轮机油质分析和补油量等指标。

## 4 锅炉设备检查

### 4.1 汽包

4.1.1 汽包底部。检查积水情况，包括积水量、颜色和透明度；检查沉积物情况，包括沉积部位、状态、颜色和沉积量。沉积量多时，应取出沉积物晾干、称重。必要时进行化学成分分析。

4.1.2 汽包内壁。检查汽侧有无锈蚀和盐垢，记录其分布、密度、腐蚀状态和尺寸（面积、深度）。如果有很少量盐垢，可用 pH 试纸测量 pH 值。如果附着量较大，应进行化学成分分析。检查水侧有无沉积物和锈蚀，沉积物厚度若超过 0.5mm，应刮取一定面积（不小于 100mm×100mm）的垢量，干燥后称其质量，计算单位面积的沉积率。检查水汽分界线是否明显、平整。如果发现有局部“高峰”，应描绘其部位。

4.1.3 检查汽水分离装置是否完好、旋风筒是否倾斜或脱落，其表面有无腐蚀或沉积物。如果运行中发现过热器明显超温或汽轮机汽耗明显增加，或大修过程中发现过热器、汽轮机有明显积盐，应检查汽包内衬的焊接完整性。

4.1.4 检查加药管短路现象。检查排污管、给水分配槽、给水洗汽等装置有无结垢、污堵和腐蚀等缺陷。

4.1.5 检查汽侧管口有无积盐和腐蚀，炉水下降管、上升管管口有无沉积物，记录其状态。

4.1.6 若汽包内安装有腐蚀指示片，应检查有无沉积物的附着和腐蚀情况，记录腐蚀指示片的表面状态，测量并计算其沉积速率和腐蚀速率。

4.1.7 锅炉联箱手孔封头割开后检查联箱内有无沉积物和焊渣等杂物。

4.1.8 汽包验收标准。内部表面和内部装置及连接管清洁，无杂物遗留。

4.1.9 直流锅炉的启动分离器，可参照汽包检查内容进行相关检查。

## 4.2 水冷壁

### 4.2.1 割管要求

a) 机组大修时水冷壁至少割管两根，有双面水冷壁的锅炉，还应增加割管两根。一般在热负荷最高或认为水循环不良处割取，如特殊部位的弯管、冷灰斗处的弯（斜）管。

b) 如发生爆管，应对爆管及邻近管进行割管检查。如果发现炉管外观变色、胀粗、鼓包或有局部火焰冲刷减薄等情况时，要增加对异常管段的割管检查。

c) 管样割取长度，锯割时至少 0.5m，火焰切割时至少 1m。火焰切割带鳍片的水冷壁时，为了防止切割热量影响管内壁垢的组分，鳍片的长度应保留 3mm 以上。

### 4.2.2 水冷壁割管的标识、加工及管样制取与分析

a) 割取的管样应避免强烈振动和碰撞，割下的管样不可溅上水，要及时标明管样的详细位置和割管时间。

b) 火焰切割的管段，要先去除热影响区，然后进行外观描述和测量记录，包括内外壁结垢、腐蚀状况和内外径测量。如有爆破口、鼓包等情况要测量其长度、宽度、爆口或鼓包处的壁厚。对异常管段的外形应照相后再截取样，需要做金相检查的管段由金属专业先行选取，另行截取一段原始管样放入干燥器保存。

c) 测量垢量的管段要先去除热影响区，然后将外壁车薄至 2mm~3mm，再依据管径大小截割长约 40mm~50mm 的管段（适于分析天平称量）。车床加工时不能用冷却液，车速不应过快，进刀量要小，并要做好方位、流向标志（外壁车光后，按夹管一端的标志在车光的外壁补做标志并画出分段切割线）。截取后的管段要修去毛刺（注意不要使管内垢层损坏），按背火侧、向火侧剖成两半，进行垢量测量，测量方法见附录 C。如发现清洗后内表面有明显的腐蚀坑，还需进行腐蚀坑面积、深度的测量，测量方法见附录 D。

d) 取水冷壁管垢样，进行化学成分分析，分析方法见附录 E。

e) 更换监视管时，应选择内表面无锈蚀的管材，并测量其垢量。垢量超过 30g/m<sup>2</sup>时要进行处理。

## 4.3 省煤器

### 4.3.1 割管要求

a) 机组大修时省煤器管至少割管两根，其中一根应是监视管段，应割取易发生腐蚀的部位管段，如入口段的水平管或易被飞灰磨蚀的管。

b) 管样割取长度，锯割时至少 0.5m，火焰切割时至少 1m。

4.3.2 省煤器割管的标识、加工及管样的制取与分析按 4.2.2 进行。

#### 4.4 过热器

##### 4.4.1 割管要求

- a) 根据需要割取 1 根~2 根过热器管，并按以下顺序选择割管部位：首先选择曾经发生爆管及其附近部位，其次选择管径发生胀粗或管壁颜色有明显变化的部位，最后选择烟温高的部位。
- b) 管样割取长度，锯割时至少 0.5m，火焰切割时至少 1m。

4.4.2 检查过热器管内有无积盐，立式弯头处有无积水、腐蚀。对微量积盐用 pH 试纸测 pH 值。积盐较多时应进行化学成分分析。

4.4.3 检查高温段过热器、烟流温度最高处氧化皮的生成状况，测量氧化皮厚度，记录脱落情况。

4.4.4 按 4.2.2 对过热器管管样进行加工，并进行表面的状态描述。垢量测量方法见附录 C。根据需要分析化学成分，分析方法见附录 E。

#### 4.5 再热器

##### 4.5.1 割管要求

- a) 根据需要割取 1 根~2 根再热器管，并按以下顺序选择割管部位：首先选择曾经发生爆管及附近部位，其次选择管径发生胀粗或管壁颜色有明显变化的部位，最后选择烟温高的部位。
- b) 管样割取长度，锯割时至少 0.5m，火焰切割时至少 1m。

4.5.2 检查再热器管内有无积盐，立式弯头处有无积水、腐蚀。对微量积盐用 pH 试纸测 pH 值。积盐较多时应进行成分分析。

4.5.3 检查高温段再热器、烟流温度最高处氧化皮的生成状况，测量氧化皮厚度，记录脱落情况。

4.5.4 按 4.2.2 对再热器管管样进行加工，并进行表面的状态描述。垢量测量方法见附录 C。根据需要分析化学成分，分析方法见附录 E。

### 5 汽轮机检查

#### 5.1 高压缸

5.1.1 检查调速级以及随后数级叶片有无机械损伤或坑点。对于机械损伤严重或坑点较深的叶片应进行详细记录，包括损伤部位、坑点深度、单位面积的坑点数量（个/cm<sup>2</sup>）等，并与历次检查情况进行对比，检查方法见附录 D。

5.1.2 检查记录各级叶片及隔板的积盐情况，对沉积量较大的叶片，用硬质工具刮取结垢量最大部位的沉积物，进行化学成分分析，分析方法见附录 E。计算单位面积的沉积量，测量方法见附录 F。

5.1.3 用除盐水润湿 pH 试纸，粘贴在各级叶片结垢较多的部位，测量 pH 值。

5.1.4 定性检测各级叶片有无铜垢。检测方法见附录 G。

#### 5.2 中压缸

5.2.1 检查前数级叶片有无机械损伤或坑点。对于机械损伤严重或坑点较深的叶片应进行详细记录，包括损伤部位、坑点深度、单位面积的坑点数量（个/cm<sup>2</sup>）等，并与历次检查情况进行对比，检查方法见附录 D。

5.2.2 检查记录各级叶片及隔板积盐情况，对沉积量较大的叶片，用硬质工具刮取结垢量最大部位的沉积物，进行沉积物化学成分分析，分析方法见附录 E。计算单位面积的沉积量，测量方法见附录 F。

5.2.3 用除盐水润湿 pH 试纸，粘贴在各级叶片结垢较多的部位，测量 pH 值。

5.2.4 定性检测各级叶片有无铜垢。检测方法见附录 G。

#### 5.3 低压缸

5.3.1 检查记录各级叶片及隔板的积盐情况，对沉积量较大的叶片，用硬质工具刮取结垢量最大部位的沉积物，进行沉积物化学成分分析，分析方法见附录 E。计算单位面积的沉积量，测量方法见附录 F。

5.3.2 用除盐水润湿 pH 试纸，粘贴在各级叶片结垢较多的部位，测量 pH 值。

5.3.3 检查并记录末级叶片的水蚀情况。

## 6 凝汽器检查

### 6.1 水侧

- 6.1.1 检查水室淤泥、杂物的沉积及微生物生长、附着情况。
- 6.1.2 检查凝汽器管口冲刷、污堵、结垢和腐蚀情况。检查管板防腐层是否完整。
- 6.1.3 检查水室内壁、内部支撑构件的腐蚀情况。
- 6.1.4 检查凝汽器水室及其管道的阴极（牺牲阳极）保护情况。
- 6.1.5 记录凝汽器灌水查漏情况。

### 6.2 汽侧

- 6.2.1 检查顶部最外层凝汽器管有无砸伤、吹损情况，重点检查受汽轮机启动旁路排汽、高压疏水等影响的凝汽器管。
- 6.2.2 检查最外层管隔板处的磨损或隔板间因振动引起的裂纹情况。
- 6.2.3 检查凝汽器管外壁腐蚀产物的沉积情况。
- 6.2.4 检查凝汽器壳体内壁锈蚀情况。
- 6.2.5 检查凝汽器底部沉积物的堆积情况。

### 6.3 抽管

- 6.3.1 机组大修时凝汽器铜管应抽管检查。凝汽器钛管和不锈钢管，一般不抽管。
- 6.3.2 根据需要抽1根~2根管，并按以下顺序选择抽管部位：首先，选择曾经发生泄漏附近部位；其次，选择靠近空抽区部位或迎汽侧的部位；最后，选择一般部位。
- 6.3.3 对于抽出的管按一定长度（通常100mm）上、下半侧剖开。如果管中有浮泥，应用水冲洗干净。烘干后通常采用化学方法测量单位面积的结垢量，测量方法见附录D。
- 6.3.4 检查管内外表面的腐蚀情况。若凝汽器管腐蚀减薄严重或存在严重泄漏情况，则应进行全面涡流探伤检查。
- 6.3.5 管内沉积物的沉积量在评价标准二类及以下时，应进行化学成分分析。

## 7 其他设备检查

### 7.1 除氧器

- 7.1.1 检查除氧头内壁颜色及腐蚀情况，内部多孔板装置是否完好，喷头有无脱落。
- 7.1.2 检查除氧水箱内壁颜色及腐蚀情况、水位线是否明显、底部沉积物的堆积情况。

### 7.2 高、低压加热器

检查水室换热管端的冲刷腐蚀和管口腐蚀产物的附着情况，水室底部沉积物的堆积情况；若换热管腐蚀严重或存在泄漏情况，应进行汽侧上水查漏，必要时进行涡流探伤检查。

### 7.3 油系统

#### 7.3.1 汽轮机油系统

- a) 检查汽轮机主油箱、密封油箱内壁的腐蚀和底部油泥沉积情况。
- b) 检查冷油器管水侧的腐蚀泄漏情况。
- c) 检查冷油器油侧和油管道油泥附着情况。

#### 7.3.2 抗燃油系统

- a) 检查抗燃油主油箱、高压旁路、低压旁路抗燃油箱内壁的腐蚀和底部油泥沉积情况。
- b) 检查冷油器管水侧的腐蚀泄漏情况。
- c) 检查冷油器油侧和油管道油泥附着情况。

### 7.4 发电机冷却水系统

- 7.4.1 检查发电机内冷却水水箱和冷却器的腐蚀情况。内冷却水加药处理的机组，重点检查药剂是否有



不溶解现象以及微生物附着生长情况。

7.4.2 检查内冷却水系统有无异物。

7.4.3 检查冷却水管有无氧化铜沉积。

7.4.4 检查外冷却水系统冷却器的腐蚀和微生物的附着生长情况。

7.5 循环水冷却系统

7.5.1 检查塔内填料沉积物附着、支撑柱上藻类附着、水泥构件腐蚀、池底沉积物及杂物情况。

7.5.2 检查冷却水管道的腐蚀、生物附着、黏泥附着等情况。

7.5.3 检查冷却系统防腐（外加电流保护、牺牲阳极保护或防腐涂层保护）情况。

7.6 凝结水精处理系统

7.6.1 检查过滤器进出水装置和内部防腐层的完整性。

7.6.2 检查精处理混床进出水装置和内部防腐层的完整性。

7.6.3 检查树脂捕捉器缝隙的均匀性和变化情况，采用附加标尺数码照片进行分析。

7.6.4 检查体外再生设备内部装置及防腐层的完整性。

7.7 炉内加药、取样系统

7.7.1 检查加药设备、容器有无污堵物、腐蚀、泄漏等缺陷。

7.7.2 检查水汽取样装置（过滤器、阀门等）是否污堵。

7.8 水箱

检查除盐水箱和凝结水补水箱防腐层及顶部密封装置的完整性，有无杂物。

8 检查评价标准

8.1 腐蚀评价标准

腐蚀评价标准用腐蚀速率或腐蚀深度表示，具体评价标准见表 1。

表 1 热力设备腐蚀评价标准

部 位		类 别		
		一 类	二 类	三 类
省煤器		基本没有腐蚀或点蚀深度小于 0.3mm	轻微均匀腐蚀或点蚀深度 0.3mm~1mm	有局部溃疡性腐蚀或点蚀深度大于 1mm
水冷壁		基本没有腐蚀或点蚀深度小于 0.3mm	轻微均匀腐蚀或点蚀深度 0.3mm~1mm	有局部溃疡性腐蚀或点蚀深度大于 1mm
过热器、再热器		基本没有腐蚀或点蚀深度小于 0.3mm	轻微均匀腐蚀或点蚀深度 0.3mm~1mm	有局部溃疡性腐蚀或点蚀深度大于 1mm
汽轮机转子叶片、隔板		基本没有腐蚀或点蚀深度小于 0.1mm	轻微均匀腐蚀或点蚀深度 0.1mm~0.5mm	有局部溃疡性腐蚀或点蚀深度大于 0.5mm
凝汽器管	铜管	无局部腐蚀，均匀腐蚀速率 <sup>a</sup> 小于 0.005mm/a	均匀腐蚀速率 0.005mm/a~0.02mm/a 或点蚀深度不大于 0.3mm	均匀腐蚀速率大于 0.02mm/a 或点蚀、沟槽深度大于 0.3mm 或已有部分管子穿孔
	不锈钢管 <sup>b</sup>	无局部腐蚀，均匀腐蚀速率小于 0.005mm/a	均匀腐蚀速率 0.005mm/a~0.02mm/a 或点蚀深度不大于 0.2mm	均匀腐蚀速率大于 0.02mm/a 或点蚀、沟槽深度大于 0.2mm 或已有部分管子穿孔
	钛管 <sup>c</sup>	无局部腐蚀，无均匀腐蚀	均匀腐蚀速率 0.0005mm/a~0.002mm/a 或点蚀深度不大于 0.01mm	均匀腐蚀速率大于 0.002mm/a 或点蚀深度大于 0.1mm
<p>a 均匀腐蚀速率可用游标卡尺测量管壁厚度的减少量除以时间得出。</p> <p>b 凝汽器管为不锈钢时，如果凝汽器未发生泄漏，一般不进行抽管检查。</p> <p>c 凝汽器管为钛管时，一般不进行抽管检查</p>				



## 8.2 结垢、积盐评价标准

结垢、积盐评价标准用沉积速率或总沉积量或垢层厚度表示，具体评价标准见表2。

表2 热力设备结垢、积盐评价标准<sup>a</sup>

部位	类 别		
	一 类	二 类	三 类
省煤器 <sup>a, b</sup>	结垢速率 <sup>c</sup> 小于 40g/(m <sup>2</sup> ·a)	结垢速率 40g/(m <sup>2</sup> ·a) ~ 80g/(m <sup>2</sup> ·a)	结垢速率大于 80g/(m <sup>2</sup> ·a)
水冷壁 <sup>a, b</sup>	结垢速率小于 40g/(m <sup>2</sup> ·a)	结垢速率 40g/(m <sup>2</sup> ·a) ~ 80g/(m <sup>2</sup> ·a)	结垢速率大于 80g/(m <sup>2</sup> ·a)
汽轮机转子叶片、隔板 <sup>c</sup>	结垢、积盐速率 <sup>d</sup> 小于 1mg/(cm <sup>2</sup> ·a) 或沉积物总量小于 5mg/cm <sup>2</sup>	结垢、积盐速率 1mg/(cm <sup>2</sup> ·a) ~ 10mg/(cm <sup>2</sup> ·a) 或沉积物总量 5mg/cm <sup>2</sup> ~ 25mg/cm <sup>2</sup>	结垢、积盐速率大于 10mg/(cm <sup>2</sup> ·a) 或沉积物总量大于 25mg/cm <sup>2</sup>
凝汽器管 <sup>c</sup>	垢层厚度小于 0.1mm 或沉积量小于 8mg/cm <sup>2</sup>	垢层厚度 0.1mm ~ 0.5mm 或沉积量 8mg/cm <sup>2</sup> ~ 40mg/cm <sup>2</sup>	垢层厚度大于 0.5mm 或沉积量大于 40mg/cm <sup>2</sup>
<p>a 锅炉化学清洗后一年内省煤器和水冷壁割管检查评价标准：一类，结垢速率小于 80g/(m<sup>2</sup>·a)；二类，结垢速率 80g/(m<sup>2</sup>·a) ~ 120g/(m<sup>2</sup>·a)；三类，结垢速率大于 120g/(m<sup>2</sup>·a)。</p> <p>b 对于省煤器、水冷壁和凝汽器的垢量均指多根样管中垢量最大的一侧（通常为向火侧、向烟侧、汽轮机背汽侧、凝汽器管迎汽侧），一般用化学清洗法测量计算；对于汽轮机的垢量指某级叶片局部最大的结垢量，测量方法见附录 F。</p> <p>c 取结垢、积盐速率或沉积物总量高者进行评价。</p> <p>d 计算结垢、积盐速率所用的时间为运行时间与停用时间之和</p>			

附录 A  
(资料性附录)  
机组大修化学检查报告的基本内容

A.1 报告的基本内容

机组大修化学检查报告应写明报告名称，检查起止日期、报告编写人、审阅人、批准人以及报告编写日期；检查记录表和典型照片作为检查报告的附件。

A.2 运行情况

机组运行情况见表 A.1。

表 A.1 ××机组运行情况

本次大修起始日期			
本次大修结束日期			
上次大修结束日期			
运行小时数	上次大修以来		
	机组投运以来		
自上次大修以来	锅炉蒸发量 t/h	最大	
		平均	
	机组负荷 MW	最大	
		平均	
	锅炉补水率 %	最大	
		平均	
	锅炉排污率 %	最大	
		平均	
	停备用小时数		
	启停次数		
	锅炉停备用保护	方法	
		保护率 %	
		合格率 %	
	上次大修以来其他检修情况		
	与化学监督有关的异常或障碍		

A.3 上次大修以来的水汽质量情况

机组上次大修以来的水汽质量情况见表 A.2。

表 A.2 ××机组上次大修以来的水汽质量统计

项 目		单位或方式	最 大 值	最 小 值	合格率 %
补给水	SiO <sub>2</sub>	μg/L			
	电导率	μS/cm			
凝结水	溶解氧	μg/L			
	氢电导率	μS/cm			
	Na	μg/L			
	硬度	μmol/L			
给水	处理方式		/	/	/
	溶解氧	μg/L			
	pH 值				
	N <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	μg/L			
	Cu	μg/L			
	Fe	μg/L			
炉水	pH 值				
	处理方式		/	/	/
	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	mg/L			
	电导率 或氢电导率	μS/cm			
主蒸汽	SiO <sub>2</sub>	μg/kg			
	Na	μg/kg			
	氢电导率	μS/cm			
发电机 内冷却水	电导率	μS/cm			
	Cu	μg/L			
	pH 值				

A.4 设备检查及验收

A.4.1 简明扼要叙述检查计划的执行情况及各设备的检查情况，对异常情况应详细叙述并附照片。机组大修的垢样应进行化学成分分析。

A.4.2 锅炉

A.4.2.1 汽包

- 底部：积水情况，沉积物情况，金属表面颜色。
- 内壁：汽侧金属表面颜色、锈蚀和盐垢。  
水侧金属表面颜色、锈蚀和盐垢。
- 水汽分界线是否明显、平整。
- 汽水分离装置：旋风筒倾斜、脱落情况，百叶窗波纹板是否有脱落和积盐。
- 管路：加药管是否有短路现象，排污管、给水分配槽、给水洗汽等装置有无结垢、污堵等缺陷。
- 汽包内衬：是否有砂眼、裂纹。
- 腐蚀指示片：表面状态、沉积速率和腐蚀速率。
- 锅炉上、下联箱：沉积物和焊渣等杂物情况。

汽包和联箱验收标准：内部表面和内部装置及连接管清洁，无杂物遗留。

#### A.4.2.2 水冷壁

割管位置：叙述水冷壁墙名称、水平位置、标高。

表面状态：割取管样内壁颜色和腐蚀、结垢情况。

垢量：割取管样向火侧和背火侧的结垢量。

化学成分：按附录 E 的方法进行。

监视管：更换监视管的原始垢量和表面状态。

#### A.4.2.3 省煤器

割管位置：叙述管排、水平位置和标高。

表面状态：割取管样内壁颜色和腐蚀、结垢情况。

垢量：割取管样的结垢量。

化学成分：按附录 E 的方法进行。

监视管：更换监视管的原始垢量和表面状态。

#### A.4.2.4 过热器

割管位置：叙述管排、水平位置和标高。

表面状态：代表性管样内壁颜色和腐蚀、结垢情况以及氧化皮生成情况。

垢量及氧化皮量：可溶性垢量及氧化皮量。

化学成分：按附录 E 的方法进行。

#### A.4.2.5 再热器

割管位置：叙述管排、水平位置和标高。

表面状态：代表性管样内壁颜色和腐蚀、结垢情况以及氧化皮生成情况。

垢量及氧化皮量：可溶性垢量及氧化皮量。

化学成分：按附录 E 的方法进行。

### A.4.3 汽轮机

#### A.4.3.1 高压缸

- 调速级以及随后数级叶片有无机械损伤或坑点情况。
- 各级叶片及隔板积盐情况。沉积量较大叶片的沉积量。
- 沉积量最大部位沉积物的化学成分。
- 各级叶片垢的 pH 值。
- 各级叶片有无铜垢附着。
- 验收情况。

#### A.4.3.2 中压缸

- 前数级叶片有无机械损伤或坑点情况。
- 各级叶片及隔板积盐情况。沉积量较大叶片的沉积量。
- 沉积量最大部位沉积物的化学成分。
- 各级叶片垢的 pH 值。
- 各级叶片有无铜垢附着。
- 验收情况。

#### A.4.3.3 低压缸

- 各级叶片及隔板积盐情况。沉积量较大叶片的沉积量。
- 末级叶片的水蚀情况。
- 结垢量最大部位沉积物的化学成分。
- 各级叶片垢的 pH 值。

e) 验收情况。

#### A.4.4 凝汽器

##### A.4.4.1 水侧

- a) 水室淤泥、杂物的沉积及微生物生长、附着情况。
- b) 管口冲刷、污堵、结垢和腐蚀情况。管板防腐层情况。
- c) 水室内壁、内部支撑构件的腐蚀情况。
- d) 阴极（牺牲阳极）保护情况。
- e) 灌水查漏情况。
- f) 验收情况。

##### A.4.4.2 汽侧

- a) 最外层凝汽器管受损情况。
- b) 最外层管隔板处的磨损或隔板间因振动引起的裂纹情况。
- c) 凝汽器管外壁腐蚀产物的沉积情况。
- d) 凝汽器壳体内壁锈蚀情况。
- e) 凝汽器底部沉积物的堆积情况。
- f) 验收情况。

##### A.4.4.3 抽管

- a) 抽管位置。
- b) 管样内外表面的腐蚀情况。
- c) 单位面积的结垢量。
- d) 垢样化学成分分析（沉积量在二类及以下）。

#### A.4.5 其他设备

##### A.4.5.1 除氧器

- a) 除氧头内壁颜色及腐蚀情况，各部件牢固情况。
- b) 除氧水箱内壁颜色及腐蚀情况，水位线是否明显，底部沉积物堆积情况。
- c) 验收情况。

##### A.4.5.2 高、低压加热器

- a) 水室换热管端的冲刷腐蚀和管口腐蚀产物的附着情况。
- b) 水室的沉积物堆积情况。
- c) 汽侧上水查漏情况。
- d) 验收情况。

##### A.4.5.3 油系统

###### A.4.5.3.1 汽轮机油系统

- a) 汽轮机主油箱、密封油箱内壁腐蚀和底部油泥情况。
- b) 冷油器铜管水侧的腐蚀泄漏情况。
- c) 冷油器油侧油泥附着和油管道油泥附着情况。

###### A.4.5.3.2 抗燃油系统

- a) 抗燃油主油箱、高压旁路、低压旁路抗燃油箱内壁腐蚀和底部油泥情况。
- b) 冷油器铜管水侧的腐蚀泄漏情况。
- c) 冷油器油侧和油管道油泥附着情况。

##### A.4.5.4 发电机冷却水系统

- a) 内冷却水水箱和冷却器的腐蚀、污堵情况。
- b) 内冷却水系统异物情况。

- c) 冷却水管氧化铜沉积情况。
- d) 外冷却水系统冷却器的腐蚀和微生物的附着生长情况。
- e) 验收情况。

A.4.5.5 循环水冷却系统

- a) 塔内填料沉积物附着、支撑柱上藻类附着、水泥构件腐蚀、池底沉积物及杂物情况。
- b) 冷却水管道生物附着、黏泥附着等情况。
- c) 冷却系统的腐蚀与防腐情况。

A.4.5.6 凝结水精处理系统

- a) 过滤器出水装置和内部防腐层情况。
- b) 精处理混床进出水装置和内部防腐层情况。
- c) 树脂捕捉器的缝隙均匀性和变化情况。
- d) 体外再生设备内部装置及防腐层情况。

A.4.5.7 炉内加药、取样系统

- a) 加药设备、容器有无污堵物、腐蚀、泄漏等缺陷。
- b) 水汽取样装置及取样管道的污堵情况。

A.4.5.8 水箱

除盐水箱和凝结水补水箱防腐层顶部密封装置和底部杂物情况。

A.4.5.9 其他设备

根据机组设备的配置情况进行相关检查。

A.5 评价

A.5.1 热力设备腐蚀评价（见表 A.3）

表 A.3 热力设备腐蚀评价

部位	本次大修	上次大修	评 价
省煤器	腐蚀形态，蚀坑深度 mm	腐蚀形态，蚀坑深度 mm	
水冷壁	腐蚀形态，蚀坑深度 mm	腐蚀形态，蚀坑深度 mm	
过热器	腐蚀形态，蚀坑深度 mm	腐蚀形态，蚀坑深度 mm	
再热器	腐蚀形态，蚀坑深度 mm	腐蚀形态，蚀坑深度 mm	
汽轮机叶片、隔板	腐蚀形态，蚀坑深度 mm	腐蚀形态，蚀坑深度 mm	
凝汽器管	堵管率，蚀坑深度 mm	堵管率，蚀坑深度 mm	
注：取所有状态中最严重者进行评价			

A.5.2 热力设备结垢、积盐评价（见表 A.4）

表 A.4 热力设备结垢、积盐评价

部位	本次大修	上次大修	评 价
	结垢速率或沉积量 g/ (m <sup>2</sup> · a) 或 g/m <sup>2</sup>		
省煤器			
水冷壁			

表 A.4 (续)

部位	本次大修	上次大修	评 价
	结垢速率或沉积量 g/ (m <sup>2</sup> · a) 或 g/m <sup>2</sup>		
过热器			
再热器			
汽轮机叶片、隔板			
凝汽器管			
注：取所有状态中最严重者进行评价			

A.6 存在的问题与建议

根据对各设备的检查评价情况，对本次大修发现的问题或预计可能要出现的问题进行分析，提出改进方案和建议。

1) 根据对过热器、再热器的检查评价情况，对本次大修发现的问题或预计可能要出现的问题进行分析，提出改进方案和建议。

2) 根据对汽轮机叶片、隔板的检查评价情况，对本次大修发现的问题或预计可能要出现的问题进行分析，提出改进方案和建议。

3) 根据对凝汽器管的检查评价情况，对本次大修发现的问题或预计可能要出现的问题进行分析，提出改进方案和建议。

4) 根据对本次大修发现的问题或预计可能要出现的问题进行分析，提出改进方案和建议。

5) 根据对本次大修发现的问题或预计可能要出现的问题进行分析，提出改进方案和建议。

6) 根据对本次大修发现的问题或预计可能要出现的问题进行分析，提出改进方案和建议。

7) 根据对本次大修发现的问题或预计可能要出现的问题进行分析，提出改进方案和建议。

8) 根据对本次大修发现的问题或预计可能要出现的问题进行分析，提出改进方案和建议。

9) 根据对本次大修发现的问题或预计可能要出现的问题进行分析，提出改进方案和建议。

10) 根据对本次大修发现的问题或预计可能要出现的问题进行分析，提出改进方案和建议。



附录 B  
(资料性附录)  
机组大修化学检查记录表

B.1 机组大修时各设备化学检查记录见表 B.1～表 B.13。

表 B.1 锅炉汽包检查记录表

机组 No. \_\_\_\_\_

检查时间: \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日

检查 部位	检查项目	检查内容及方法	检查情况	大修验 收情况
1	汽包内壁: 颜色	目视检查并照相		封 门 前 进 行 清 扫 , 经 检 查 合 格 后 封 门
2	汽水分界线: 是否明显	正常水位线应在汽包中心线以下 150mm~250mm, 汽水分界线是否明显、平整等, 有无局部“高峰”并记录和描绘其部位		
3	底部: 有无积水	如有, 记录其长、宽、高度以及水色等		
4	底部: 有无沉积物	如有, 记录其部位、状态、面积、高度和颜色		
5	水侧: 有无腐蚀、结垢	刮取一定面积的沉积物称重		
6	汽侧: 有无腐蚀、结垢、积盐	如有, 记录其分布、密度, 记录腐蚀点状态和尺寸, 积盐处定性测 pH 值		
7	旋风筒及波形板: 有无脱落、错位	记录脱落、错位的位置及数目		
8	多孔板: 有无脱落	记录脱落位置及数目		
9	加药管: 有无污堵、断裂、泄漏等	记录污堵、断裂、泄漏的位置或数目		
10	排污管: 有无污堵、断裂、泄漏等	记录污堵、断裂、泄漏的位置或数目		
11	给水管道: 有无断裂等	如有, 记录其部位		
12	给水洗汽装置: 有无腐蚀、结垢、积盐、污堵, 有无松脱情况	如有积盐, 定性测 pH 值, 记录其部位、状态、面积、高度和颜色等		
13	封门前检查	内部装置是否完整以及底部清洁情况		
14	腐蚀产物或垢样分析	按附录 E 进行分析		

检查人: \_\_\_\_\_

表 B.2 锅炉水冷壁管化学检查记录表

机组No		割管部位:		检查时间: 年 月 日	
检查部位	检查项目	检查内容及方法	检查情况	大修验收情况	
割管选择顺序: (1) 爆管附近的管。 (2) 胀粗或变色附近的管。 (3) 热负荷最高部位的管	管样长度: 是否符合要求	气割大于 1m 锯割大于 0.5m			
	管样加工: 是否符合要求	车床加工不能加冷却剂, 车速不应过快, 进刀量要小, 应做好方位流向标志。外壁车薄至 2mm~3mm 厚, 再锯割成 40mm~50mm 长, 按向、背火侧剖开, 修去毛刺			
	管样内径尺寸	游标卡尺测量	内径 mm		
	管样外壁: 有无破口、鼓包, 有无明显减薄	取到管样后立即外观检查			
	剖管检查向火侧: 垢色、腐蚀特征, 如有无溃疡性腐蚀、氢脆、垢下腐蚀等	目视检查并照相、刮取垢样、测定点蚀坑的深度等			
	剖管检查背火侧: 垢色、腐蚀特征, 如有无溃疡性、氢脆、垢下腐蚀等				
	垢量及结垢速率	加工管段酸洗分析: 背火侧: 垢重 g 管段面积 m <sup>2</sup> 向火侧: 垢重 g 管段面积 m <sup>2</sup>	背火侧: 结垢量 g/m <sup>2</sup> 结垢速率 g/(m <sup>2</sup> ·a) 向火侧: 结垢量 g/m <sup>2</sup> 结垢速率 g/(m <sup>2</sup> ·a) 评价为 类		
	腐蚀产物或垢样分析	按附录 E 进行分析			

检查人:

日期:

位置:

机组No

表 B.3 过热器管化学检查记录表

机组No		割管部位:		检查时间: 年 月 日	
检查部位	检查项目	检查内容及方法	检查情况	大修验收情况	
割管选择顺序: (1) 爆管附近的管。 (2) 胀粗或变色附近的管。 (3) 热负荷最高部位的管	管样长度: 是否符合要求	气割大于 1m 锯割大于 0.5m			
	管样加工: 是否符合要求	车床加工不能加冷却剂, 车速不应过快, 进刀量要小, 应做好流向标志。外壁车光至 2mm~3mm 厚, 再锯割成 40mm~50mm 长, 修去毛刺			
	管样内径尺寸	游标卡尺测量	内径 mm		
	管样外壁: 有无破口、鼓包, 有无明显减薄等	拿到管样后立即外观检查			
	管样内壁: 有无积水、油迹	拿到管样后立即内部检查			
	管样内壁: 有无结垢、积盐, 弯头有无腐蚀产物沉积或堵塞	拿到管样后先内部检查, 待管样处理后再仔细检查, 积盐处定性测其 pH 值			

表 B.3 (续)

检查部位	检查项目	检查内容及方法	检查情况	大修验收情况
割管选择顺序: (1)爆管附近的管。 (2)胀粗或变色附近的管。 (3)热负荷最高部位的管	垢样: 颜色、腐蚀特征, 如有无氧化铁皮等	数码相机照相 挤压或刮取的方法检查垢样		
	化学清洗后有无明显腐蚀坑	测定点蚀坑的面积、深度等		
	垢量及结垢速率	加工管段按附录 C 进行分析: 氧化皮重____g 管段面积____m <sup>2</sup>	氧化皮量____g/m <sup>2</sup> 结垢速率____g/(m <sup>2</sup> ·a)	
	腐蚀产物或垢样分析	按附录 E 进行分析		

检查人:

表 B.4 再热器管化学检查记录表

机组No

割管部位:

检查时间: 年 月 日

检查部位	检查项目	检查内容及方法	检查情况	大修验收情况
割管选择顺序: (1)爆管附近的管。 (2)胀粗或变色附近的管。 (3)热负荷最高部位的管	管样长度: 是否符合要求	气割大于 1m 锯割大于 0.5m		
	管样加工: 是否符合要求	车床加工不能加冷却剂, 车速不应过快, 进刀量要小, 应做好流向标志。外壁车光至 2mm~3mm 厚, 再锯割成 40mm~50mm 长, 修去毛刺		
	管样内径尺寸	游标卡尺测量	内径____mm	
	管样外壁: 有无破口、鼓包, 有无明显减薄等	拿到管样后立即外观检查		
	管样内壁: 有无积水、油迹	拿到管样后立即内部检查		
	管样内壁: 有无结垢、积盐, 弯头有无腐蚀产物沉积或堵塞	拿到管样后先内部检查, 待管样处理后再仔细检查, 积盐处定性测其 pH 值		
	垢样: 颜色、腐蚀特征, 如有无氧化铁皮等	数码相机照相 管样刮取垢样及检查		
	化学清洗后有无明显腐蚀坑	测定点蚀坑的面积、深度等		
	垢量及结垢速率	加工管段按附录 C 进行分析: 氧化皮重____g 管段面积____m <sup>2</sup>	氧化皮量____g/m <sup>2</sup> 结垢速率____g/(m <sup>2</sup> ·a)	
	腐蚀产物或垢样分析	按附录 E 进行分析		

检查人:

表 B.5 高（低）温省煤器管化学检查记录表

机组No		割管部位:		检查时间: 年 月 日	
检查部位	检查项目	检查内容及方法	检查情况	大修验收情况	
割管选择顺序: (1)爆管附近的管。 (2)胀粗或变色附近的管。 (3)热负荷最高部位的管	管样长度: 是否符合要求	气割大于 1m 锯割大于 0.5m			
	管样加工: 是否符合要求	车床加工不能加冷却剂, 车速不应过快, 进刀量要小, 应做好流向标志。外壁车光至 2mm~3mm 厚, 再锯割成 40mm~50mm 长, 修去毛刺			
	管样内径尺寸	游标卡尺测量	内径 _____ mm		
	管样外壁: 有无破口、鼓包, 有无明显减薄等	拿到管样后立即外观检查			
	管样内壁: 有无积水、油迹	拿到管样后立即内部检查			
	管样内壁: 有无结垢、积盐, 弯头有无腐蚀产物沉积或堵塞	拿到管样后先内部检查, 待管样处理后再仔细检查, 积盐处定性测其 pH 值			
	垢样: 颜色、腐蚀特征, 如有无氧化铁皮等	数码相机照相 管样刮取垢样及检查			
	化学清洗后有无明显腐蚀坑	测定点蚀坑的深度等			
	酸洗垢量及沉积率	加工管段酸洗分析: 氧化皮重 _____ g 管段面积 _____ m <sup>2</sup>	氧化皮量 _____ g/m <sup>2</sup> 结垢速率 _____ g/(m <sup>2</sup> ·a) 评价为 _____ 类		
腐蚀产物或垢样分析	按附录 E 进行分析				

检查人: \_\_\_\_\_

表 B.6 汽轮机高压缸化学检查记录表

机组No		检查时间: 年 月 日			
检查部位	检查项目	检查内容及方法	检查情况	大修验收情况	
叶片、隔板及轮轴	各级叶片有无积盐; 各级叶片垢的 pH 值	揭缸后立即进行检查。用除盐水润湿 pH 试纸后粘在叶片沉积物较多的部位, 根据试纸的颜色测试 pH 值	调速级	第 8 级	
			第 2 级	第 9 级	
			第 3 级	第 10 级	
			第 4 级	第 11 级	
			第 5 级	第 12 级	
			第 6 级	第 13 级	
			第 7 级		

表 B.6 (续)

检查部位	检查项目	检查内容及方法	检 查 情 况				大修验收情况
叶片、隔板及轮轴	定性检查叶片或沉积物中是否有铜	用沾有含 10%过硫酸铵的 1:1 氨水的棉球按在需检查的表面, 放置几分钟后, 显蓝色为沉积物含铜	调速级		第 8 级		
			第 2 级		第 9 级		
			第 3 级		第 10 级		
			第 4 级		第 11 级		
			第 5 级		第 12 级		
			第 6 级		第 13 级		
			第 7 级				
	各级叶片上垢的颜色	目视检查并照相					
	调速级叶片有无机械损伤坑点	如有, 记录其部位及状态					
	其他各级叶片有无机械损伤、坑点, 有无高温水汽腐蚀	如有, 记录其部位及状态					
各级隔板有无机械损伤、坑点, 有无高温水汽腐蚀	如有, 记录其部位及状态						
轮盘及轴有无锈蚀	目视检查并照相						
沉积量较大叶片上的沉积量及沉积速率	按附录 E 的方法刮取叶背一定面积的全部垢量收入光滑纸内, 放入干燥器内, 24h 后称量换算成 $\text{mg}/\text{cm}^2$ 和 $\text{mg}/(\text{cm}^2 \cdot \text{a})$	沉积量____ $\text{mg}/\text{cm}^2$ 沉积速率____ $\text{mg}/(\text{cm}^2 \cdot \text{a})$ 评价为____类					
腐蚀产物或垢样分析	按附录 E 进行分析						

检查人:

表 B.7 汽轮机中压缸化学检查记录表

机组 No

检查时间: 年 月 日

检查部位	检查项目	检查内容及方法	检查情况				大修验收情况
叶片、隔板及轮轴	各级叶片有无积盐; 各级叶片垢的 pH 值	揭缸后立即进行检查。用除盐水润湿广范 pH 试纸后粘在叶片上垢较多的部位, 根据试纸的颜色测试 pH 值	第 1 级		第 8 级		
			第 2 级		第 9 级		
			第 3 级		第 10 级		
			第 4 级		第 11 级		
			第 5 级		第 12 级		
			第 6 级		第 13 级		
			第 7 级				

表 B.7 (续)

检查部位	检查项目	检查内容及方法	检查情况				大修验收情况
叶片、隔板及轮轴	定性检查叶片或沉积物中 有无铜	用沾有含 10%过硫酸铵的 1:1 氨水的棉球按在需检查的表面, 放置几分钟后, 显蓝色为沉积物含铜	第 1 级		第 8 级		
			第 2 级		第 9 级		
			第 3 级		第 10 级		
			第 4 级		第 11 级		
			第 5 级		第 12 级		
			第 6 级		第 13 级		
			第 7 级				
	各级叶片上垢的颜色	目视检查并照相					
	第 1 级叶片有无机械损伤坑点	如有, 记录其部位及状态					
	其他各级叶片有无机械损伤、坑点, 有无高温水汽腐蚀	如有, 记录其部位及状态					
各级隔板有无机械损伤、坑点, 有无高温水汽腐蚀	如有, 记录其部位及状态						
轮盘及轴有无锈蚀	目视检查并照相						
沉积量较大叶片上的沉积量及沉积速率	按附录 E 的方法刮取叶背一定面积的全部垢量收入光滑纸内, 放入干燥器内, 24h 后称量换算成 $\text{mg}/\text{cm}^2$ 和 $\text{mg}/(\text{cm}^2 \cdot \text{a})$	沉积量____ $\text{mg}/\text{cm}^2$ 沉积速率____ $\text{mg}/(\text{cm}^2 \cdot \text{a})$ 评价为____类					
腐蚀产物或垢样分析	按附录 E 进行分析						

检查人:

表 B.8 汽轮机低压缸化学检查记录表

机组 No

检查时间: 年 月 日

检查部位	检查项目	检查内容及方法	检查情况				大修验收情况
各级叶片、隔板及轮轴	各级叶片有无积盐; 各级叶片垢的 pH 值	揭缸后立即进行检查。用除盐水润湿广范 pH 试纸后粘在叶片上垢较多的部位, 根据试纸的颜色测试 pH 值	第 级		第 级		
			第 级		第 级		
			第 级		第 级		
			第 级		第 级		
			第 级		第 级		
			第 级		第 级		
	定性检查叶片或沉积物中是否有铜	用沾有含 10%过硫酸铵的 1:1 氨水的棉球按在需检查的表面, 放置几分钟后检查, 显蓝色为沉积物含铜	第 级		第 级		
			第 级		第 级		
			第 级		第 级		
			第 级		第 级		
			第 级		第 级		
			第 级		第 级		

表 B.8 (续)

检查部位	检查项目	检查内容及方法	检查情况	大修验收情况
各级叶片、隔板及轮轴	各级叶片上垢色及结垢情况	目视检查并照相		
	低压缸各级围带氧化铁沉积情况	如有, 记录其位置和状态		
	其他各级叶片: 有无断叶片、裂纹及机械损伤坑点	如有, 记录其位置和状态		
	各级叶片: 有无腐蚀或冲蚀现象。 末级叶片: 有无水蚀情况	如有, 记录其位置和状态		
	各级隔板: 有无机械损伤、坑点及其他腐蚀	如有, 记录其状态		
	轮轴: 有无锈蚀, 无裂纹等	如有, 记录其状态		
	沉积量较大叶片上的沉积量及沉积速率	按附录 E 的方法刮取叶背一定面积的全部垢量收入光滑纸内, 放入干燥器内, 24h 后称量换算成 mg/cm <sup>2</sup> 和 mg/(cm <sup>2</sup> ·a)	沉积量___mg/cm <sup>2</sup> 沉积速率___mg/(cm <sup>2</sup> ·a) 评价为___类	
	腐蚀产物或垢样分析	按附录 E 进行分析		

检查人:

表 B.9 凝汽器化学检查记录表<sup>a</sup>

机组No

检查时间: 年 月 日

检查部位	检查项目	检查内容及方法	检查情况	大修验收情况
水侧	检查水室淤泥、杂物的沉积及微生物生长、附着情况	目视检查并照相		封 门 前 检 查 底 部 清 洁 情 况
	检查凝汽器管口冲刷、污堵、结垢和腐蚀情况	目视检查并照相		
	检查水室内壁、内部支撑构件的腐蚀情况	目视检查并照相		
	检查凝汽器水室及其管道的阴极(牺牲阳极)保护情况	目视检查并照相		
	泄漏堵管情况	详细记录堵管的部位及数目		
汽侧	检查顶部最外层凝汽器管有无砸伤、吹损情况, 重点检查受汽轮机启动旁路排汽、高压疏水等影响的凝汽器管	如有, 记录其部位		
	检查最外层管隔板处的磨损或隔板间因振动引起的裂纹情况	如有, 记录其部位		
	检查凝汽器管外壁沉积物的情况	目视检查并照相		



表 B.9 (续)

检查部位	检查项目	检查内容及方法	检查情况	大修验收情况
汽侧	检查凝汽器壳体内壁锈蚀情况	如有, 记录其部位、状态、面积和颜色		封门前 检查底部 清洁情况
	检查凝汽器底部沉积物的堆积情况	目视检查并照相		
	淋水槽钢: 有无脱落	记录脱落的槽钢部位及根数		
抽管检查 抽管原则: (1) 曾经发生泄 漏附近部 位。 (2) 靠 近空抽区 或迎汽侧 的部位。 (3) 一 般部位	检查外壁有无氨蚀	如有, 记录其表面状态。有氨蚀时, 测量外径减薄情况和局部氨蚀深度		
	检查内壁有无结垢、生物黏泥附着及腐蚀	抽管选取3段~5段, 其长约为100mm, 按水平位置或按腐蚀点的侧面方位进行剖管。如有结垢, 用显微镜测其厚度, 记录垢的颜色。酸洗去垢后, 检查有无腐蚀坑点等	垢厚_____mm	
	沉积量	加工管段酸洗分析: 垢重_____g 管段面积_____m <sup>2</sup>	沉积量_____g/m <sup>2</sup> 评价为_____类	
	沉积物化学成分分析	沉积量在评价标准二类及以下, 按附录E进行成分分析		
a 汽动给水泵汽轮机凝汽器的检查项目及内容参照执行十八项, 四等第				

检查人:

表 B.10 除氧器化学检查记录表

机组No

检查时间: 年 月 日

检查部位	检查项目	检查内容及方法	检查情况	大修验收情况
除氧头	底部: 积水情况, 有无沉积物	如有, 记录其长、宽、高度以及水色等, 并记录沉积物部位、状态、面积、高度和颜色	8.8	封门前检查: 内部装置是否完整, 底部清洁情况
	内壁: 颜色、腐蚀损坏情况	记录腐蚀分布面积		
	内部多孔板装置: 是否完好, 喷头有无脱落	记录喷头脱落的部位及个数		
给水箱	补给水管: 有无渗水	目视检查		
	内部防腐层: 是否完好	目视检查并照相		
	汽水分界线: 是否明显	汽水分界线是否明显、平整等, 有无局部“高峰”并记录和描绘其部位		
	内壁: 有无锈蚀及颜色	记录颜色		
	底部: 有无积水、沉积物	如有, 记录其长、宽、高度以及水色等, 并记录沉积物部位、状态、面积、高度和颜色		

检查人:

表 B.11 发电机冷却水系统化学检查记录表

机组No		检查时间： 年 月 日		
检查部位	检查项目	检查内容及方法	检查情况	大修验收情况
内冷却水系统	水箱、冷却器、管道和阀门：腐蚀及微生物的附着生长情况	目视检查并照相 如有，记录部位、状态、面积和颜色等		
	采用内冷水加药处理的机组，应重点检查药剂是否有不溶解现象和造成局部堵塞现象	目视检查并照相		
外冷却水系统	冷却器水室、管道和阀门：腐蚀及微生物的附着生长情况	目视检查并照相 如有，记录部位、状态、面积和颜色等		
	热交换管：腐蚀泄漏情况	对已经泄漏的管进行统计。腐蚀泄漏严重时，对热交换管进行涡流探伤检查		

检查人：

表 B.12 主机冷却系统化学检查记录表

机组No		检查时间： 年 月 日		
检查部位	检查项目	检查内容及方法	检查情况	大修验收情况
循环冷却水系统	塔内填料：沉积物附着情况 支撑柱：藻类附着情况 水塔内水泥构件：腐蚀情况 塔内池底：沉积物及杂质情况	目视检查并照相，如有异常，记录部位、状态、面积和颜色等		
	冷却水管道和阀门：腐蚀情况，生物附着情况，黏泥附着情况 防腐措施（外加电流保护、牺牲阳极保护或防腐涂层保护）：实施效果			
直流冷却水系统	冷却水管道和阀门：腐蚀情况，生物附着情况，黏泥附着情况 防腐措施（外加电流保护、牺牲阳极保护或防腐涂层保护）：实施效果			

检查人：

表 B.13 其他设备化学检查记录表

可根据具体情况及需要，对以下设备进行检查。

机组No		检查时间： 年 月 日		
设备名称	检查内容	检查方法	检查情况	大修验收情况
主油箱	内部是否有油泥等杂质	目视检查并照相		
主油箱冷却器	有无腐蚀	目视检查并照相		
	管板及水室腐蚀、管口冲蚀等情况	目视检查并照相		
给水泵润滑油及工作冷却器	热交换管有无污堵、结垢及腐蚀	目视检查并照相		
	管板及水室腐蚀、管口冲蚀等情况	目视检查并照相		
给水泵工作油冷却器	铜管有无污堵、结垢及腐蚀	目视检查并照相		
	管板及水室腐蚀、管口冲蚀等情况	目视检查并照相		
	铜管有无污堵、结垢及腐蚀	目视检查并照相		

表 B.13 (续)

设备名称	检查内容	检查方法	检查情况	大修验收情况
低压加热器 进汽门	有无损伤和高温氧化铁层	目视检查并照相		
主蒸汽管道	有无积盐和高温氧化铁层	目视检查并照相		
炉循环泵冷 却器	热交换管有无结垢及腐蚀	目视检查并照相		
热网加热器	管板及水室腐蚀、管口冲蚀等情况	目视检查并照相		
凝结水泵	叶轮腐蚀情况	目视检查并照相		
给水前置泵	叶轮腐蚀情况	目视检查并照相		
	检查滤网有无杂物、沉积物	目视检查并照相		
给水泵	叶轮腐蚀情况	目视检查并照相		
	检查滤网有无杂物、沉积物	目视检查并照相		

检查人:

附 录 C  
(规范性附录)  
垢 量 测 量 方 法

### C.1 酸洗法

本方法适用于水冷壁管、省煤器管和低温过热器管以及凝汽器管内壁等容易清洗的管样的垢量测量。按 4.2.2 对管样进行加工处理后，放干燥器中干燥 24h 以上进行称量。管样原始质量为  $W_1$ ，测量管样内表面面积为  $S$ 。配制 5% HCl+0.5% 缓蚀剂的清洗溶液并分成 2 份，将其中的 1 份加热并恒温  $50^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ ，并将质量为  $W_1$  的管样浸入该清洗溶液中，用非金属棒轻轻搅动，如果表面有镀铜现象，应立即补加适量的硫脲使镀铜现象消失，直至管样内表面的垢全部溶解，记录所用时间。取出管样，用除盐水冲洗后再在无水乙醇中荡涤取出，电吹风吹干，放入干燥器内干燥 1h 后称量，记录质量  $W_2$ 。然后将第 2 份清洗液加热到同样的温度后，此样管重新浸入，其搅拌强度和浸泡时间与第 1 份相同。按同样的方法处理后称量管样的质量为  $W_3$ 。管样的垢量计算如下：

$$\text{管样的垢量} = \frac{(W_1 - W_2) - \frac{1}{2}(W_2 - W_3)}{S} = \frac{2W_1 - 3W_2 + W_3}{2S} \quad (\text{C.1})$$

式中：

$W_1$  —— 管样的原始质量，g；

$W_2$  —— 第 1 次清洗后的质量，g；

$W_3$  —— 第 2 次清洗后的质量，g；

$S$  —— 管样内表面面积（对于内螺纹管，按光管面积乘以 1.06 系数计算）， $\text{m}^2$ 。

### C.2 轧管法

本方法适用于对高温过热器管和再热器管高温氧化皮的垢量测量。与水冷壁管的加工要求相同，按 4.2.2 对管样进行加工处理后，放干燥器中干燥 24h 以上进行称量。然后将管样置于台虎钳上挤压，当内部垢层全部脱落后，再进行称量，其差值为垢质量，除以内表面积为结垢量。

### C.3 氧化皮厚度测量

本方法适用于对高温过热器管和再热器管内外壁高温氧化皮厚度的测量。用车床车光被测管的横断面，首先用湿式砂轮片切割机切割试样，切割面平整。然后对试样进行镶嵌，可采用专用镶样机进行热镶样或常温下用环氧树脂进行冷镶样，最后在水磨机上进行研磨抛光处理。用金相显微镜直接测量。

## 附录 D (规范性附录)

### 腐蚀坑面积、深度和单位面积腐蚀点的测量方法

#### D.1 腐蚀坑面积测量

如发现除垢后管壁有腐蚀坑，还要进行腐蚀坑面积的测量。对于较大面积的腐蚀坑可用卡尺直接测量，也可用白纸压印后张开测量。对于较小面积的腐蚀坑可通过金相显微镜测量。

#### D.2 腐蚀深度测量

(a) 直接测量法。

如发现设备、管样除垢后有腐蚀坑，还要进行腐蚀坑深度的测量。对于割下管段的腐蚀坑深度，可以用百分表定位后直接测量（百分表探针要改成针状）。不方便测量的位置可采用托模法。

此方法测量腐蚀坑深度的精度较低。

(b) 截面研磨法。

应选择有代表性的腐蚀坑，测量最深的部位。一般在腐蚀坑附近横断面锯开（或车开），并逐渐研磨（或慢速车）至腐蚀坑最深处，用金相显微镜测量。加工、测量示意图 D.1。

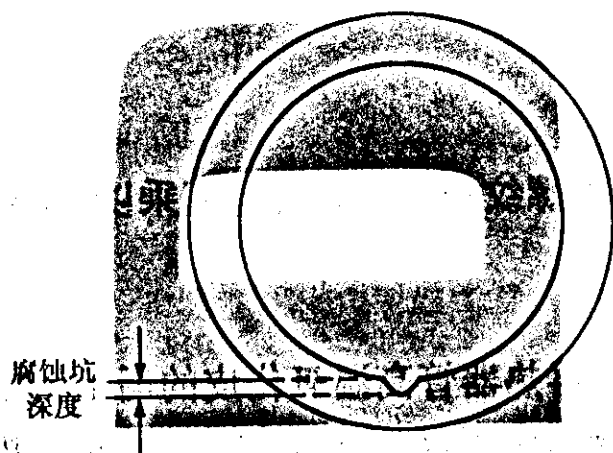


图 D.1 腐蚀坑截面加工测量示意

此方法测量腐蚀坑深度的精度较高。

(c) 托模法。

用物理方法或化学方法去净腐蚀产物后用胶泥、石膏或医用打印膏压在腐蚀坑上固化后取出，再用千分卡、游标卡等测量工具测量其突出高度为腐蚀坑深度。医用打印膏使用方便，只要在开水杯内烫软即可使用，冷却后成型。

此方法测量腐蚀坑深度的精度较低。

#### D.3 单位面积腐蚀点的测量

清理干净待检查的部位表面附着物，用硬质（塑料、铝）薄片准确挖去  $10\text{mm} \times 10\text{mm}$  面积的空框套在被检表面上，数腐蚀点的个数。一般点的深度属于正态分布，因此，不管点的深浅，一律计数。

## 附录 E

### (规范性附录)

#### 刮取垢样及化学成分分析方法

##### E.1 刮取垢样

- a) 水冷壁管。用铣床铣去水冷壁管的鳍片或用车床车去管的外表面, 按向火侧和背火侧对半剖开, 用硬质工具(刮刀、不锈钢铲或钢锯条等)刮取垢样。
- b) 省煤器管、低温过热器管。按向烟侧和背烟侧对半剖开, 用硬质的工具(刮刀、不锈钢铲或钢锯条等)刮取垢样, 亦可按整体样管刮取。
- c) 高温过热器管、再热器管。用轧管法获取垢样。
- d) 凝汽器管。按迎汽侧和背汽侧对半剖开, 用硬质的工具(如不锈钢药勺等)刮取垢样。

##### E.2 化学成分分析方法

###### E.2.1 常规化学分析方法

按照相关火力发电厂垢和腐蚀产物分析方法的标准对刮取垢样进行化学分析, 具有简便、准确的特点。分析结果属于定性或半定量。

###### E.2.2 仪器分析法

- a) 元素分析。对组成垢的各元素进行分析, 可使用能谱分析仪, 如 EDAX-9900 能谱分析仪。对垢样的处理要求: ① 研磨成粉状, 垢样的用量为覆盖  $1\text{cm}^2$  即可; ② 将带垢的金属管样锯成  $1\text{cm} \times 1\text{cm}$  左右后直接进行分析。不同的元素分析仪对元素的检出限不同, 甚至有的元素无法分析。
- b) 物相结构分析。对组成垢的各物质结构进行成分分析, 使用的仪器有 X 射线衍射分析仪, 如日本理学 D/max-3cX 射线衍射仪。目前 X 射线衍射分析是根据 X 射线衍射分析的能谱图与标准谱图比对得出物质结构, 对于物质的定性分析比较准确, 属于半定量分析。对于非晶体形式的物质, X 射线衍射不能检测出来, 如无定型  $\text{SiO}_2$  等。对垢样的处理要求与元素分析相同, 也可使用能谱分析仪使用后的垢样或样品。

通常的分析方法是元素分析和物质结构分析结合起来, 互相弥补不足之处, 例如, 首先进行能谱分析, 确定垢样中有哪些元素, 再根据锅炉水垢的知识, 提出可能的物质结构, 提交计算机检索出该物质的标准谱图, 然后与 X 射线衍射分析的能谱图对比。整个过程由计算机自动完成。这样不仅快速、准确, 还可以弥补能谱目前不能检测氧原子量以下的元素, X 射线衍射不能检测出无定型  $\text{SiO}_2$  等的不足。

附录 F  
(规范性附录)  
汽轮机垢量的测量方法

对于汽轮机的垢量是指某级叶片局部最大的结垢量，通常在动叶片的背面。一般采用不锈钢铲等硬质工具刮取。在刮取范围内应刮干净并防止利刃损伤叶片。刮下的垢样用硬质光纸（描图纸）盛接。为了减少称量误差和操作误差，刮取的面积不宜过小，一般不小于  $50\text{mm} \times 100\text{mm}$ 。为了反映局部最大垢量，刮取的面积不宜过大，一般不大于  $100\text{mm} \times 250\text{mm}$ 。刮下的垢样放入干燥器内干燥 24h 后称量并计算。



附 录 G  
(规范性附录)  
快速定性检测铜的方法

用沾有含 10% 过硫酸铵的 1:1 氨水的脱脂棉球按在需检查的表面, 放置几分钟后, 如果被检查设备表面或棉球呈蓝色, 则说明沉积物中含有铜成分。此方法属于定性检测。

---

中 华 人 民 共 和 国  
电 力 行 业 标 准  
火力发电厂机组大修化学检查导则  
DL/T 1115—2009

\*

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>)  
北京博图彩色印刷有限公司印刷

\*

2009年12月第一版 2009年12月北京第一次印刷  
880毫米×1230毫米 16开本 2印张 55千字  
印数 0001—3000册

\*

统一书号 155083·2241 定价 9.00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



155083.2241

销售分类建议：规程规范/  
电力工程/火力发电