

ICS

CCS 点击此处添加 CCS 号

团 体 标 准

T/ZAMEE XXXX—2022

工业锅炉凝结水处理技术规范

Technical specification for industrial boiler condensate treatment

草案版次选择

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

珠海市机电工程师学会 发 布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件1

3 术语和定义1

4 凝结水的污染来源 1

 4.1 凝汽器冷却水泄露 1

 4.2 金属腐蚀产物的污染2

 4.3 其他的污染2

5 凝结水处理的适用范围和系统组成2

 5.1 凝结水处理适用范围2

 5.2 凝结水处理系统的组成2

6 凝结水处理2

 6.1 凝结水处理方式2

 6.2 凝汽器过滤2

 6.3 凝结水混床除盐3

 6.4 凝结水混床系统及运行方式3

 6.5 凝结水处理系统的问题及其原因4

参考文献5

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由珠海市淘淘科技有限公司提出。

本文件由珠海市机电工程师学会归口。

本标准起草单位：珠海市淘淘科技有限公司、广东省特种设备检测研究院珠海检测院、北京理工大学珠海学院、宜春市特种设备监督检验中心、广东清境世嘉环境技术有限公司。

本标准主要起草人：蔡阳伦、刘莎、林楚宏、焦坤、王磊、朱小兵、孙茜、黄存忆。

工业锅炉凝结水处理技术规范

1 范围

本文件规定了工业锅炉凝结水处理的污染来源、凝结水处理的适用范围和系统组成、凝结水处理等要求。

本文件适用于工业锅炉凝结水的处理。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 12145-2016 火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

凝结水 condensate

水蒸气经汽轮机做功后凝结而成的水。

3.2

凝汽器 condenser

将汽轮机排汽冷凝成水的一种换热器。

3.3

阳床过滤器 cation exchanger

阳离子交换器兼做过滤设备，以阳离子树脂作为过滤介质，用以除去水中的金属腐蚀产物。

3.4

管式微孔过滤器 tubular microporous filter

利用微孔过滤材料截留水中悬浮杂质的一种过滤设备。

4 凝结水的污染来源

4.1 凝汽器冷却水泄露

4.1.1 冷却水从汽轮机凝汽器不严密部位漏至汽轮机的凝结水中，不严密部位通常是在凝汽器铜管或不锈钢管与管板的连接处，在正常运行情况下，有少量冷却水渗漏到凝结水中的现象称为凝汽器渗漏，一般情况下凝汽器可以做到渗漏量为汽轮机额定负荷时凝结水量的0.01%~0.05%，严密性很好的凝汽器可为0.0035%~0.01%。

4.1.2 当凝汽器的铜管或不锈钢管因制造缺陷或腐蚀而出现裂纹、穿孔或破损时，或者当铜管或不锈钢管与管板的接触不良或遭到破坏时，冷却水漏到凝结水中的量就会大大增加。

4.2 金属腐蚀产物的污染

4.2.1 发电厂水汽系统中的设备及管道不可避免地要发生腐蚀。机组启动时，在水和蒸汽的冲刷作用下，腐蚀产物会进入凝结水中。

4.2.2 腐蚀产物的主要成分是铁和铜的氧化物，其生成与机组负荷的变化、设备停用其间保护的好坏、凝结水的 pH 值、给水中的溶解氧及 CO₂ 含量等因素有关。

4.3 其他的污染

在换热器、水箱、加药泵等部位也会由于偶然泄漏带入溶解的盐类。

5 凝结水处理的适用范围和系统组成

5.1 凝结水处理适用范围

凝结水是否需要处理，取决于多方面的原因，综合起来有锅炉的型式和机组的参数、冷却系统特性和冷却水种类（淡水苦咸水或海水）、凝汽器的结构和铜管的材质及机组的负荷特性，即基本负荷还是调峰负荷。一般处理情况如下：

- a) 由直流炉供汽的机组，全部凝结水进行处理；
- b) 亚临界参数以上汽包炉供汽的机组，以及由超高压汽包炉供汽、海水或苦咸水冷却的机组，可进行部分凝结水处理；
- c) 由高压汽包炉供汽、淡水冷却、承担调峰负荷的机组，可设供机组启动的除铁装置；
- d) 带间接空冷凝汽器的超高压机组，全部凝结水进行处理。

5.2 凝结水处理系统的组成

5.2.1 根据对凝结水水质的要求不同，由凝汽器出来的凝结水可采取全处理方式、混床处理方式或不处理方式。

5.2.2 全处理方式

凝结水先经阳床除铁、杂质及一些溶解盐类阳离子，再经混床深层除盐，处理过的水经凝升泵加压进入低加。这种方式适用于机组启动时或者水质恶化或铁含量较高时的水质状况。

5.2.3 混床处理方式

凝结水不经阳床，直接由混床处理后经凝升泵加压进入低加。这种方式适用于凝结水质较好，含铁量低、水中没有微粒物体，但含硅量或其它离子含量还未达到水质标准的情况。

5.2.4 不处理方式

水质优良，各种监测已达标。

6 凝结水处理

6.1 凝结水处理方式

6.1.1 凝结水处理主要有过滤和混床两种方式。

6.1.2 过滤方式有前置阳床过滤器、管式过滤器和覆盖过滤器等，它们的出水水质均很稳定；混床处理在机组启动初期耗水量较大，且凝结水对混床树脂有一定的污染。

6.1.3 凝结水处理的工艺是必需的，过滤和混床两种方式无明显缺陷，均能满足安全、稳定运行的要求。

6.2 凝汽器过滤

凝结水过滤用来滤去凝结水中的金属腐蚀产物微粒，目前常用的设备有阳床过滤器、管式微孔过滤器。

6.2.1 阳床过滤器

阳床过滤器是阳离子交换器兼作过滤设备,或者在混床树脂上面再加一层阳离子树脂构成阳层混床兼作过滤器。它的过滤作用是以阳离子树脂为过滤介质,用以除去水中的金属腐蚀产物。这种方法有如下优点:

- a) 由于阳床树脂小,对水中金属腐蚀产物去除率高;
- b) 氢型阳树脂可以交换凝结水中的氨,延长混床运行周期;
- c) 降低混床 pH 值,当混床中阴树脂再生度较低时,可减少混床出水中的 Cl⁻含量;
- d) 树脂层的清洗可用空气擦洗,此法是反复地通空气和正洗的操作方法进行床层的擦洗,直至出水清洁,失效树脂用酸进行再生,使树脂恢复成氢型。

6.2.2 管式微孔过滤器

微孔过滤是利用过滤材料的微孔截流水中悬浮杂质的一种过滤工艺。该过滤器是由一个承压外壳和壳体内部若干滤元组成。滤元有外绕聚酰胺纤维或聚丙烯纤维的管状滤元、高分子材料烧结滤元管等,规格有孔径为1 μm、5 μm、10 μm、20 μm等多种。

过滤器运行时,被处理水通过滤元进入滤元管内,向上汇集后送出过滤器。过滤器一般运行至进出水压差为0.08~0.1MPa时作为运行终点,也可按运行时间控制。失效后的滤元,可用水反冲洗的方法除去滤元上的污染物,重新运行。但经过多次反冲洗和运行后,阻力不能恢复到适用程度时,就需要更换滤元。

6.3 凝结水混床除盐

凝结水含盐量非常低,适合直接采用强酸树脂和强碱树脂组成的H/OH混床除盐,而无需设置一级复床前级除盐系统。

6.3.1 凝结水混床参数设置及树脂处理

- a) 运行流速:汽轮机凝结水具有水量大含盐量低的特点,宜采用高流速运行的混床,运行流速一般在100~120m/h。但是过高的流速会使工作层变厚、水流阻力增加、树脂受压破碎等诸多问题,所以目前凝结水混床最高流速为150m/h;
- b) 阴阳树脂比例:混床中阳、阴树脂比例取决于树脂的工作交换容量和进水水质,凝结水混床阴树脂与阳树脂的体积比通常为(1~1.5):2;
- c) 用于凝结水除盐处理的混床宜采用体外再生;
- d) 空气擦洗:当混床没有前置过滤器时,凝结水中的金属腐蚀产物会被混床树脂所截留,或粘附在树脂表面,使树脂运行压差增大。因此,混床树脂需采用空气擦洗,使树脂颗粒表面粘附的腐蚀产物脱落,同时用水从上向下淋洗,将其从下部排掉。

6.3.2 凝结水混床树脂性能要求

- a) 机械强度:混床高流速运行,树脂颗粒要承受较大的水流压力,当树脂的机械强度不足以抵抗这样大的压力时,就会发生机械破碎。大孔型树脂的孔径大而交联度高,抗膨胀和收缩性能较好,因而不易破碎。当混床压降控制在0.2MPa以下时,可大大降低树脂破碎率;
- b) 粒径:通常采用均粒性树脂,即树脂中90%以上树脂颗粒的粒径偏差为±0.1mm;
- c) 混床的出水水质:混床的出水水质与树脂的再生度有关,当混床出水电导率升高时,需采取措施降低混床进水中的有机物含量,同时对被污染的树脂进行复苏处理。

6.3.3 混床的周期制水量

混床的周期制水量主要与进水的含氨量、凝汽器泄漏量及阳阴树脂的比例有关,还与再生工况,树脂的交换容量有关。

混床的周期制水量可用产水比表示,即一个周期中1m³树脂的制水量(t)。H/OH混床的产水比一般为10~15t/m³。

6.4 凝结水混床系统及运行方式

6.4.1 凝结水混床系统

凝结水目前多用混床进行除盐。混床通常共用一套体外再生系统，体外再生系统通常为四塔式，即阳塔、阴塔、混脂塔及树脂贮存罐各一个。

6.4.2 凝结水混床的运行方式

- a) 机组正常运行下，混床处于连续运行状态；
- b) 当一台混床出水不合格（电导率 $>0.2\mu\text{s}/\text{cm}$ 或进出口压力差超过 0.35MPa ）时，将旁路阀打开50%的流量开度，同时将混床退出运行。将失效的树脂送至再生系统，并将贮存塔中已再生好的树脂送入该混床中；
- c) 投运初期，如果出水水质不能满足要求，则通过再循环管路，用再循环泵将出水打回该混床进行循环处理，直至出水电导率合格；
- d) 当混床进口温度高于 50°C 时，为保护树脂，此时旁路阀自动打开，同时关闭混床入口阀，停运混床。

6.4.3 凝结水混床的运行操作步骤

混床运行操作由以下十个步骤组成一个循环：

- a) 升压：混床设备用状态表压力为零升到凝结水压力的过程称为升压；
- b) 循环正洗：同补给水混床一样，凝结水混床再混合好的树脂在投运前需经过正洗，出水水质才能合格；
- c) 运行：混床除腐蚀产物和除盐制水阶段，合格的混床出水经加氨调节pH值后送入热力系统。运行过程中应注意监测各种运行参数，当出现下列情况之一者，则停止混床运行。出水水质超过GB/T 12145-2016规定数值；混床进水压力大于 3.65MPa ；凝结水水温高于 50°C ；进入混床的凝结水铁含量大于 $1000\mu\text{g}/\text{L}$ ；配套机组停止运行；

注：第一种情况是混床正常失效停运，出水水质不合格表明混床需要再生；其它为混床非正常停运或非正常失效停运，遇这些情况时，混床只需停运但不需要再生，等情况恢复正常后又继续启动运行。混床失效停运须经下述d~j步操作，才能重新回到备用状态。

- d) 卸压：混床必须将压力降至零后，才能解列退出运行。卸压是用排水方法将床内压力降下来，直至与大气压力平衡；
- e) 树脂送出：是将混床失效树脂外移至体外再生系统，其方法是启动冲洗水泵利用冲洗水将混床中的失效树脂送到体外再生系统的分离塔中；
- f) 树脂送入：混床中失效树脂全部移至分离塔后，再将树脂贮存塔中的经过再生并混合好的树脂送入混床；
- g) 排水：树脂在送入混床过程中会产生一定程度的分离，为保证混床出水水质，需要在混床内通入压缩空气混合。但是水送树脂完成后，混床中树脂表面以上有较多的积水，若不排除，会影响混合效果，因为停止进气后，阳阴树脂会由于沉降速度的不同而重新分开。为了保证树脂混合效果，必须先将这部分积水放至树脂层面上约 $100\sim 250\text{mm}$ 处；
- h) 树脂混合：用压缩空气搅动树脂层，打乱阳、阴树脂分层排列状态，达到阳阴树脂的均匀混合；
- i) 沉降：被搅拌均匀的树脂自然沉降；
- j) 充水：充水就是将床内满水。因为树脂沉降后，树脂层以上只有 $100\sim 250\text{mm}$ 深的水层，如果不将上部空间充满水，运行启动过程中树脂层中容易脱水而进入空气。

6.5 凝结水处理系统的问题及其原因

6.5.1 可能出现混床出水水质和制水量问题。阴、阳树脂经正确再生输送到混床内运行不久即失效，其周期制水量明显低于正常值，还伴有混床出水pH值偏低和水质下降的现象。

6.5.2 问题原因主要有以下三个方面。

- a) 树脂混合不均匀；
- b) 再生时树脂分离不完全；
- c) 树脂分离与混合质检的兼顾。

参 考 文 献

- [1] GB/T 1576-2018 工业锅炉水质
 - [2] GB/T 12145 火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量
 - [3] DL/T 561 火力发电厂水汽化学监督导则
-