

火电生产类学徒工初级工培训教材

锅炉设备检修

(试用本)

水利电力出版社

内 容 提 要

本书为火电生产类学徒工初级工培训教材之一。全书共十一章, 主要介绍锅炉本体及其辅助设备的检修及检修质量标准; 管子的配制, 管道和阀门检修, 空压机检修。对于锅炉检修专用工具及其使用方法也作了简要说明。

火电生产类学徒工初级工培训教材

锅 炉 设 备 检 修

(试用本)

•

水利电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号)

水利电力印刷厂印刷

•

787×1092毫米 32开本 5.5印张 120千字

1983年10月第一版 1983年10月北京第一次印刷

印数 00001—30000册 定价 0.48 元

书号 15143·5281

前 言

为了提高水利电力系统学徒工初级工的技术水平,使技工培训工作逐步走向正规化、系统化,我们统一组织编写了水电生产、水电施工、火电生产、火电建设和供电等五类学徒工初级工的培训教材。

这五类培训教材是按照原水利部、原电力工业部颁发的工人技术等级标准中相应的应知技术理论要求编写的。每一工种的培训教材包括基础课与专业课两部分,注意到学徒工初级工两个阶段技术理论教育的系统性和完整性,力求密切联系生产实际,深入浅出,突出工人培训教材的特点。

火电生产类培训教材包括22个工种共23本,其中基础课11本,专业课12本,委托山西省电力工业局组织编写,并约请各大区网局和省电力工业局的有关同志参加审稿。

《锅炉设备检修》系专业课教材之一,由太原第二热电厂孟有斌编写,山西省电力工业局何春美初审,阜新发电厂、杨树浦发电厂、卢县热电厂等单位进行了审定。

由于编写时间仓促,又缺乏经验,培训教材中难免存在错误和不妥之处,现以试用本出版,内部发行。希望使用单位和广大读者提出宝贵意见,以提高再版的质量。

水利电力部

1983年4月

目 录

前 言

第一章 概述	1
第一节 检修的意义	1
第二节 检修的准备和注意事项	2
第三节 管子配制	4
第二章 受热面和汽包检修	13
第一节 水冷壁检修和燃烧室清焦	13
第二节 过热器、再热器、减温器和联箱检修	17
第三节 省煤器检修	26
第四节 汽包检修	31
第五节 管式空气预热器检修	34
第三章 燃烧器检修	41
第一节 燃烧器运行中常见缺陷	41
第二节 燃烧器检修方法	42
第三节 燃烧器检修质量标准	43
第四章 汽水管道和阀门检修	45
第一节 汽水管道检修	45
第二节 阀门检修	49
第三节 水位计检修	79
第五章 锅炉水压试验	85
第一节 水压试验的目的与要求	85
第二节 水压试验前的准备与检查	86
第三节 水压试验的程序与检查	87
第四节 水压试验的注意事项	88

第六章 炉墙和构架检修	90
第一节 炉墙检修	90
第二节 构架检修	91
第七章 制粉系统检修	94
第一节 钢球磨煤机检修	94
第二节 给煤机检修	110
第三节 给粉机检修	116
第四节 分离器检修	118
第八章 风机检修	122
第一节 排粉机检修	122
第二节 引风机检修	128
第九章 空气压缩机检修	134
第一节 空气压缩机检修方法	134
第二节 空气压缩机检修质量标准	141
第十章 除尘器和除灰设备检修	149
第一节 除尘器检修	149
第二节 除灰设备检修	154
第十一章 离心泵检修	157
第一节 单级离心泵检修	157
第二节 单级双吸离心泵检修	163

第一章 概 述

第一节 检 修 的 意 义

锅炉设备的各个部件，在运行中要经受各种恶劣环境如温度、压力、磨损和腐蚀等的影响。如果这些恶劣环境对锅炉部件造成轻微损伤，甚至严重破坏时，就必须对锅炉进行检修。

一、温度

烧煤或烧油的锅炉，在炉膛内会形成高达 $1600\sim 1700^{\circ}\text{C}$ 的高温区域，在不正常的情况下，还会更高。这样在四周布置的水冷壁，虽有管子内的水、汽冷却，但有时也会使金属管壁温度超过允许范围而损坏。有的部件如过热器管子等所处的环境温度如为 $600\sim 1000^{\circ}\text{C}$ ，但进入过热器的蒸汽温度有时较高（有的高达 550°C 甚至更高），也会使金属管壁超温而损坏。

此外，锅炉辅助设备的转动机械轴承在运行中，常常因为润滑、冷却不好，造成其超温烧坏。

二、压力

现代大容量锅炉，采用的蒸汽压力是比较高的。目前，我国许多大容量锅炉的工作压力已从解放初期的110大气压上升到170大气压，在国外则有超过225.5大气压的超临界压力锅炉。

以我国目前已采用的140大气压锅炉为例，每一个承压汽水管道，都受到很大的轴向拉力和径向拉力。如一个内径

为450毫米的联箱，承受的轴向拉力是二十三万五千公斤，每米长度的径向拉力是七十六万五千公斤。为了保证承压汽水管道在运行中的安全，随着压力的提高，金属管壁的厚度也越来越厚。在运行中，因某些原因（磨损、腐蚀等）而使金属管壁厚度减薄时，必然引起管子的断裂、爆破事故。现在运行的锅炉，爆管事故占锅炉全部事故次数的80%以上。

三、磨损

锅炉设备在正常运行中，各个部件都要受到在它内部或外部流速很高的物质的磨损，如汽、水、煤、灰、渣等对各处部件的磨损。煤粉锅炉的煤对制粉系统的磨损，灰对各受热面、除尘系统和引风机的磨损，以及炉渣对除灰设备的磨损等是尽人皆知的。至于汽、水对阀门、采样器的磨损，则没有引起足够的重视，因此也往往造成一些部件的损坏。

四、腐蚀

在锅炉受热面内流动的汽、水，如品质不合格，会造成金属表面的腐蚀。腐蚀的结果使金属管壁出现坑点、减薄，直至穿孔破坏。

五、振动

锅炉的辅助设备，如风机、磨煤机等均是转动机械，在转动中往往伴随有轻微振动，甚至剧烈振动，从而引起设备的损坏。

以上五个方面均是造成锅炉设备某些部件损坏的原因。因此，必须对锅炉设备进行检修，以保证安全经济运行。

第二节 检修的准备和注意事项

一、检修的准备

检修的准备工作是多方面的，这里着重介绍作为一名检

修工人应做的准备工作。

(1) 学习和理解《电业安全工作规程》的有关部分，以确保在检修过程中的人身安全；

(2) 学习和理解《锅炉检修工艺规程》的有关部分，熟练掌握检修的质量标准，以确保锅炉设备的检修质量；

(3) 根据检修中所承担的任务，仔细阅读各部件的结构图纸，各零、部件的主要尺寸，拆装顺序，以提高检修时的工作效率；

(4) 检查检修中将要用到的备品备件，包括按图纸自制的一些备件（如预热器管箱、省煤器蛇形管等）和按图纸验收的外购部件；

(5) 了解班组制定的检修工时定额和材料消耗定额，以及被修部件和其它工种互相配合的时间要求（如转动设备的停、送电时间和试转时间，承压部件的水压试验时间等）；

(6) 准备好检修工具和必要的量卡具，并应熟悉其正确使用方法，另外对起重工具则应做必要的试验；

(7) 准备好按规定应配备的安全防护用品及工作服。

二、检修中应注意的事项

根据多年来现场检修的经验，看起来似乎无关大局，未能引起检修工人的重视，但却造成检修进度的拖延，检修质量的低劣或检修费用的增长。因此必须给予足够的重视。

(1) 将拆下的零件按指定地点、一定顺序堆放，以便安装时能很顺利地进行，同时也能保证检修质量。否则会造成检修现场的混乱，安装时不是找不到零件就是错装或漏装，从而造成不必要的返工和浪费。

(2) 做好必要的记录。在拆、修、装的三个过程中，

应将发现的异常情况详细地记录下来，以便及时和有关人员进行分析研究，找出异常情况的产生原因，采取相应的措施。此外对运行人员分析运行中的状况和对下一次检修都有参考价值。

(3) 尽量采用新工艺、新技术、新材料。

第三节 管子配制

一、配制前管子质量检查

锅炉的承温承压受热面，如水冷壁、省煤器、过热器、再热器等，都是用不同规格、不同材质（分碳钢、耐温合金钢两类）的无缝钢管制成。这些管子，由于工质参数不同，管子直径（一般指外径）、壁厚也不同。管子材质大致是：水冷壁、省煤器多用碳钢；过热器、再热器则根据在炉内的布置位置所处的烟气温度和管内蒸汽温度的不同，选用碳钢（汽温低于450℃）和耐温合金钢（汽温高于450℃）。但对于这些管子的质量检查要求却是相同的。

(1) 管子材质的检查 使用现场或库房内堆放已久的管子，必须准确判断它的材质，避免检修时以合金钢代碳钢，特别是以碳钢代合金钢的错误。此外，对于无依据可查的管子，一般应经过金相光谱仪检查，甚至采样化验其成分，以判明管子材质。

(2) 管子尺寸的检查 按图纸要求，检查管子的尺寸（指管子的外径和壁厚）是否准确，如 $\phi 38 \times 5$ 毫米的管子，即要求管子的外径是38毫米，壁厚5毫米，内径28毫米，用游标卡尺量得内外径的数据（同时也要知道壁厚）。如果量得数据和图纸要求相差太大（按炉型的不同，大约超过0.5~1毫米

时)，这管子是不能使用的。

(3) 管子制造质量的检查 主要检查管壁厚度公差、直径公差、椭圆度和弯曲度，以及一些用眼睛可直接看出的裂缝、折皱和斑疤等可见外伤。在检查之前，先用砂纸将管子外壁的泥土、油垢及铁锈清除干净，以防测量误差，然后再检查。检查方法如下。

检查管壁厚度公差：在管子两端面互相垂直的两个直径上，分别量出外径和内径，其两数之差即为管壁厚度的2倍。这样计量得的四个壁厚的平均值和管子公称厚度的差值即为厚度公差，这个公差不能大于公称厚度的 $1/5 \sim 1/6$ 。

检查直径公差：方法同上。将测得的四个外径的平均值和公称外径相比较。对于工作压力大于80大气压的合金钢管，其差值不得大于表1-1所列数据。对于无缝碳钢管，其差值不得大于表1-2所列数据。

表 1-1 高压合金钢管外径公差允许数值

外 径 (毫米)	正 公 差 (%)	负 公 差 (%)
245~426	+1.5	-1
114~219	+1.25	-1
51~108	+1	-1

检查管子椭圆度：用外卡钳量管子每个断面互相垂直的两个直径，可量四个断面，测量结果，互相垂直的两个直径之间的平均差值，其允许范围：直径为160毫米以下的管子不大于3毫米，直径为160毫米以上的管子不大于5毫米。

检查管子弯曲度：不能超过表1-3所列数值。

表 1-2

碳钢管外径公差允许数值

外 径 (毫米)	允 许 公 差 (%)
159以上	± 1.5
114~159	± 1
51~108	± 1
51以下	± 0.5

表 1-3

管子弯曲度允许值

管 壁 厚 度 (毫米)	每米管子长允许弯曲(毫米)
20以下	1.5
20~30	3
30以上	5

检查管子可见外伤：管子的内外表面应光滑，没有斑疤、砂眼、裂缝和铁锈。如其中的某一项不符合要求，则管子不合格。另外，由于管子制造过程中所造成的纵向刮伤，如深度不超过1/10的额定管壁厚度，则为合格。

二、弯管工艺

锅炉在检修过程中或在检修的准备工作中，都会遇到将直管弯制成某一角度的弯曲管子的弯管工作。如在检修中需要更换省煤器、过热器和再热器的弯头；或者是在大修开工前，需要配制整排的过热器、省煤器和再热器的蛇形管管排（图1-1）。这些都需要管子的弯制工作。

弯管角度 α 是由被换弯管的管线图纸上查得的，若无图纸可查，则应从被换弯管的实样上测得。弯曲半径 R 的选择

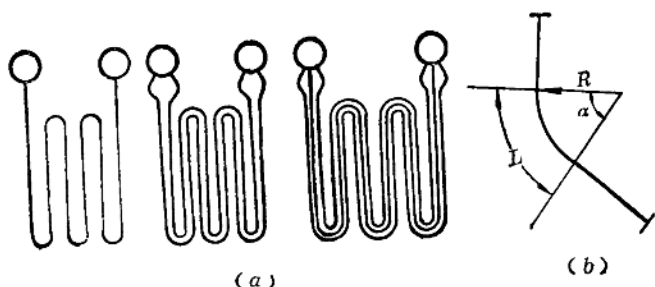


图 1-1 管子的弯曲形状

(a)蛇形管管排；(b) α 角度的弯管

R —弯曲半径， L —管子被弯部分的长度

是这样规定的：一般和 α 一样，从图纸上查得，若无图纸可查时，冷弯管子的 R 不应小于 $4d$ （ d 为管子的公称外径），热弯管子的 R 不应小于 $3.5d$ 。

弯管时，若 R 、 α 一定，则弯管部分的长度 L 就可算出：
 $L = 0.0175R\alpha$ （ α 的单位是度）。

弯管方法，分为热弯、冷弯两种。

1. 热弯

若所用弯管的数量不多，而又受施工现场条件所限没有弯管机时，多用热弯方法。作法如下：

将所弯管子的一端用木制塞子或钢制塞子堵死。木制塞子的圆锥度为 $1/25$ ，长度为直径（内径）的 $1.5 \sim 2$ 倍。这样能保证木制塞子和管子内壁有一定摩擦力，而不会在弯管过程中掉出。

将管子堵死的一头朝下，另一头朝上立起，再将干燥的并用 $1 \sim 2$ 毫米筛子筛过的河沙装满管子，但要注意边装沙边振荡，使沙子填实，用木塞将上端口也堵死。

在带有吹风机的开口锻工炉上加热管子。燃料采用木炭、焦炭、木柴或煤气都可，但不要使用含硫的燃料。

管子加热要一次加热到可弯温度（合金钢管 $1050\sim 850^{\circ}\text{C}$ ，碳钢管 $1050\sim 750^{\circ}\text{C}$ ），便可进行弯管。可弯温度用管子的颜色判断：橙黄色，一般为 $1000\sim 1050^{\circ}\text{C}$ ；暗樱桃红色，一般为 700°C 。或者也可根据管子上有铁屑掉下时判断，即表明温度已达 1000°C 。

预先准备一个较平展宽大的金属台板做的台具。在台具上画出弯管的轮廓线，并焊上适当数量的限位角钢，见图1-

2。

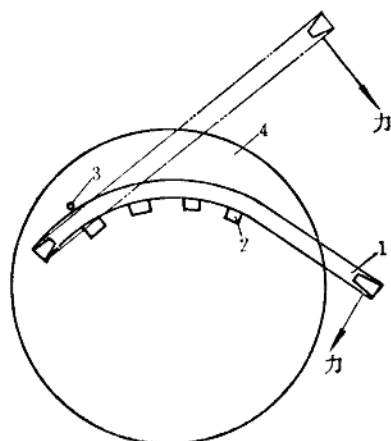


图 1-2 热弯管台具

1—管子；2—限位角钢；3—孔；4—台板

将烧红的管子放在台具上，孔内插入压紧铁棍。用力拉动管子另一端，即弯制出弯管。在弯管过程，凡要求弯曲减缓的部位，可浇水冷却。但当弯制合金钢的弯管时，则不能浇水冷却。

如果弯的管子，直径在100毫米以上时，必须用机械力量拉动管子，一般常用卷扬机去拖拉。拉动的绳索应保持水平，不能上下摆动，并且应注意绳索的拉力方向应尽量和管子垂直，以免将管子拉伸减薄或在内侧发生折叠。所以，在拉动过程中应经常调整绳索拉力方向。

在弯管过程中，应预先拿薄铁皮按图纸剪成样板，这样

可随时拿样板比试弯管的情况。弯管实际弯成的角度应比样板弯过头 $3^{\circ}\sim 5^{\circ}$ ，这样才能保证管子在冷却伸直变形后，其形状和图纸一样。

弯制工作结束，等全部管子冷却后，应仔细清除内部的沙子，必要时做过球试验。

有的弯管结构是在不同平面内有两个或两个以上弯头的弯管。这时应单独弯制，然后用焊接方法组合。否则，是无法在一根完整的整段管子上弯制不同平面的弯管的。

现代化的弯管采用一种大型弯管机。弯管时管内可以不装沙子，是用油压作为原动力，推动管子使管子绕一个固定圆盘旋转。同时采用高频电源加热管子的局部，这个被加热了的局部就是被弯曲的部分。这种弯管机，适合于弯制直径为 $300\sim 400$ 毫米的管子。

2. 冷弯

当被弯的管子直径小于100毫米，而且要弯制规格相同且数量很多的管子时，可采用一种专门的弯管机，进行冷弯。这样弯制的管子质量较好，且效率也较高。

图1-3是最常见的一种电动弯管机。电动机带动主动轮旋转，管子由(a)图变成(b)图。

这样弯制的弯管有弹性，当它从机具上卸下时，会伸开一些，所以应预先弯得过头一些（一般弯过头 $3^{\circ}\sim 5^{\circ}$ ）。

三、蛇形管组焊及水压试验

锅炉设备的过热器、再热器、省煤器等，这些管子在运行中，会因磨损、蠕胀、腐蚀等多种原因造成损坏，因而要整组更换或部分更换蛇形管。这是锅炉检修中工作量较大，也较繁重的一项工作。

在检修工作开始之后，时常要决定更换几组蛇形管，由

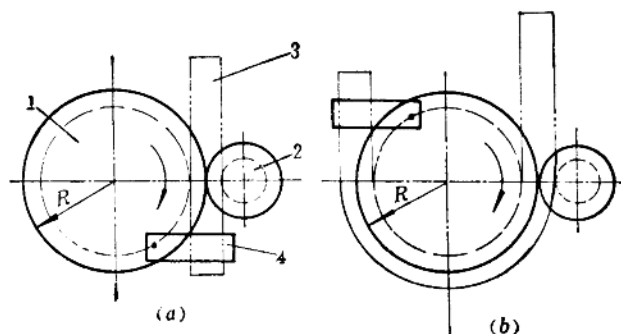


图 1-3 弯管机示意图

1—主动轮；2—从动轮；3—被弯管子；4—固定卡

于各组管子损坏面积的不同，更换的长度也不一样。因此，一般的方法是先将要更换的部分用钢锯锯下（有时也用氧气割把割下），然后按原样平放在工作台上（工作台板可用一块平整的大铁板代，或用宽敞的水泥地板代也可），最后以实物原样配制蛇形管，如图1-4所示。这组蛇形管有三个弯管和四段直管组成。弯曲半径 R 一定要和原样相同，选用管子直径（外径）和壁厚也要符合图纸要求。

在组焊蛇形管时，因工作量较大，所以一般先在大工作台上放蛇形管“大样”（也叫放“实样”），然后组焊。

下面介绍放大样方法：就是把要组焊的蛇形管按原样大小（制图比例为1:1）画在工作台上，并在边缘线上打上印痕（打洋冲眼），防止在工作中擦掉，如图1-5所示。画这个大样图时，应先画中心线，再画弯管部分边缘线，后连接直线。此外，图中 R 、 l_1 、 l_2 、 l_3 等尺寸都是要严格保证的。

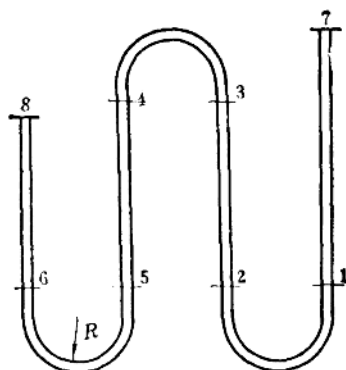


图 1-4 按原样配制的蛇形管

1~6—组焊时的焊口，7、8—安装时的焊口

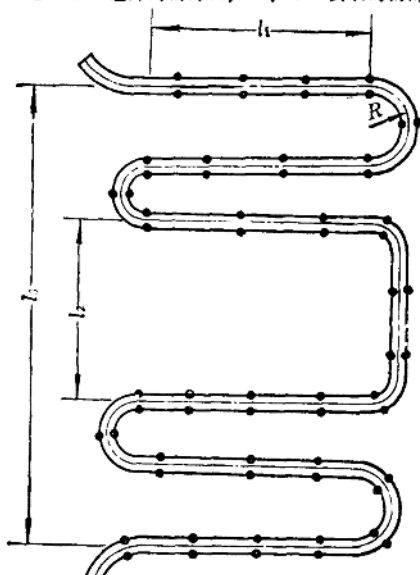


图 1-5 蛇形管大样图

大样图画成后，大批蛇形管的组焊就是以“大样”为准进行的，从而使组焊成的蛇形管尺寸得到保证，形状正确，便于安装。

由于组焊成的蛇形管焊口很多，因此在大批蛇形管组焊完后，应进行水压试验。水压试验应充分利用生产现场已有的高压水源，接一根 $\phi 20$ 毫米左右的管子，做压力源。如果没有高压水源时，可做一个小水箱，安装一套活塞升压泵，做压力源。试验压力可取 $1.25 \sim 1.5$ 倍被试管子的工作压力。升压到试验压力后，应持续5分钟，全面检查管组有无轻微泄漏。

水压试验结束后，将水放尽，并用直径为 $0.7 \sim 0.75$ 倍管子内径的小木球，以压缩空气吹动，做过球试验。

经过试验合格的蛇形管组，两头装以木塞，平整地放好待用。

如果组焊的蛇形管是合金钢管，则在组焊完毕后，要求对组成蛇形管的每一管段都进行打光谱的鉴定性检验，以确保金属管子不发生以低代高，即以碳钢管代用合金钢管的错误。这样，才能保证设备在运行中的安全。

复 习 思 考 题

1. 应如何做好检修的准备工作？
2. 钢管的质量检查包括哪些项目？具体要求是什么？
3. 弯管的方法有几种？各在什么情况下采用？
4. 热弯管时的可弯温度是多少？怎样根据管子的颜色判断其温度？