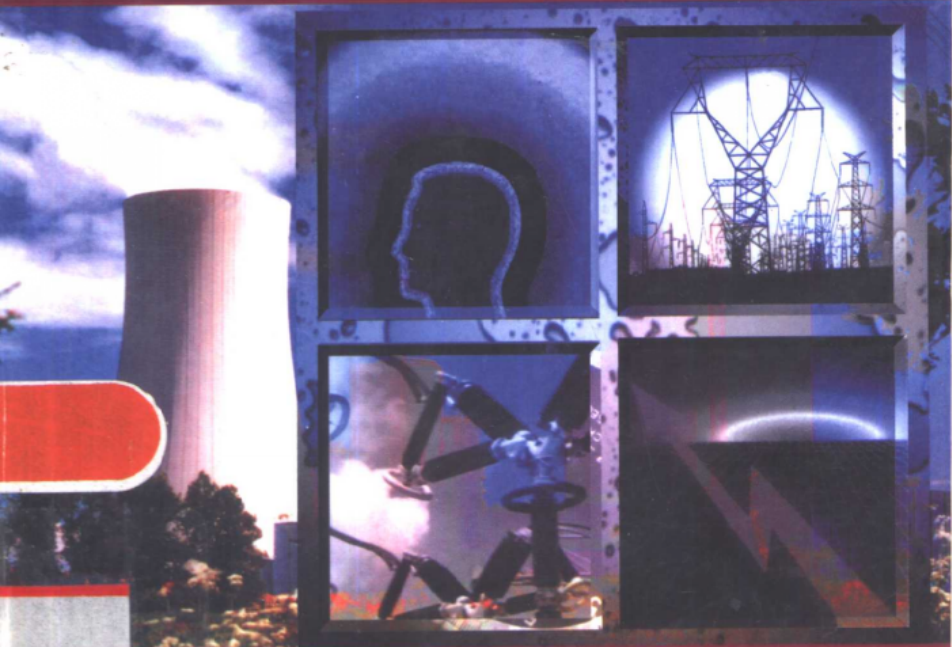


电力施工企业职工岗位技能培训教材

# 锅炉本体安装

中国电力企业联合会企业部组织  
西北电力建设三公司  
刘永贵 主编



中国电力出版社

责任编辑：潘红娟

## 电力施工企业职工岗位技能培训教材

- 热工仪表及控制装置安装
- 电气二次回路接线及施工
- 高压电气设备安装
- 管道安装
- 厂用电安装
- 汽轮机本体安装
- 汽轮机辅机安装
- 起重技术
- 锅炉本体安装
- 锅炉辅机安装
- 锅炉钢架安装
- 送电线路施工（初、中级工）
- 送电线路施工（高级工）

ISBN 7-5083-0678-3



9 787508 306780 >

ISBN 7-5083-0678-3/T

定价：20.00元

TK2  
L71

职工岗位技能培训教材

---

---

# 锅炉本体安装

中国电力企业联合会企业部组织  
西北电力建设三公司  
主编

中国电力出版社

## 内 容 提 要

本书为电力施工企业锅炉本体安装工岗位技能培训教材。全书分七章，主要介绍锅炉受热面装置的作用、结构形式、锅炉受热面的组合、起吊以及相关设备、系统的安装工艺、操作规范，分部及整套试运知识。

本书除作为锅炉本体安装工的岗位培训教材外，也可作为有关专业安装、调试及运行人员的参考资料。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

锅炉本体安装/刘永贵主编. - 北京: 中国电力出版社, 2001

电力施工企业职工岗位技能培训教材

ISBN 7-5083-0678-3

I. 锅… II. 刘… III. 火电厂-锅炉-设备安装-技术培训-教材 IV. TM621.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 039386 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>)

北京密云红光印刷厂印刷

各地新华书店经售

\*

2002 年 1 月第一版 2002 年 1 月北京第一次印刷  
787 毫米 × 1092 毫米 32 开本 10.625 印张 232 千字  
印数 0001—3000 册 定价 20.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换)

# 电力施工企业职工岗位技能 培训教材编审委员会

名誉主任：张绍贤 刘 宏

主 任：赵宗鹤 贾国栋

副 主 任：孙永安 张克让 孙力源（常务）

王 钜

委 员：（排名不分先后）

程连飞 段景祥 周炳申 徐玉华

朱铁生 马惠廉 张乐安 杨逸云

杨万涛 乐秀弟 李新华（常务）

李汉型（常务） 徐相奎

# 前 言

为适应施工企业深化改革,加强管理和提高职工队伍素质的需要,继1994年出版发行了《电力施工企业中层干部岗位培训教材》之后,我们又组织编写了这套《电力施工企业职工岗位技能培训教材》。

组织编写这套教材,考虑到以下三个方面的情况:一是近十几年来我国电力建设事业发展速度很快,每年装机都超过1000万kW,这个发展速度不仅缓解了我国长期缺电的局面,同时也带动了电力施工企业管理和技术的进步,在施工中遇到了许多新设备,出现了许多新技术和新工艺,对此应当及时进行总结和推广,原来的培训教材已难以适应现在的需要;二是施工企业进入市场参与竞争,必须不断提高队伍素质和加强职工培训,因此教材建设就是一项不可缺少的基础工作;三是工人技术等级标准已修订并颁发了多年,也应有一套新的教材与之适应。总之培训教材必须适应情况的变化和满足实际需要。

这套教材覆盖了火电、送变电施工15个主要岗位工种,共14册,不仅适用于火电、送变电施工企业职工岗位技能培训,也适用于发供电企业安装、检修人员的岗位技能培训,电力系统中专技校及其他行业有关人员的岗位培训也可选用和参考。

这套教材的主要特点是紧密联系施工实际,突出操作技能,兼顾必要的基础技术知识。火电以国产300MW机组安装技术为主,送变电以500kV设备安装技术为主,兼顾了330kV和220kV送变电施工技术。

除“送电线路施工”两个分册外,每册书后附有“教材使用说明”,以便针对不同培训对象,灵活选用教材内容。

组织编写这套教材,得到了很多单位的支持,特别是陕西电建总公司、山东电力集团公司、山东电建一公司、上海电力建设局、陕西电建

一公司、陕西电建三公司、甘肃送变电公司、陕西送变电公司等单位及有关同志做了大量的工作。

主要参加编写人员及分工如下：

热工仪表及控制装置安装	钱承华
电气二次回路接线及施工	牟思甫
高压电气设备安装	魏国柱
管道安装	谢万军
厂用电安装	姚展祥
汽轮机本体安装	苏云祺
汽轮机辅机安装	李浩然
汽轮机调速器安装	党双海
起重技术	汤毛志
锅炉本体安装	刘永贵
锅炉辅机安装	李莹昌
锅炉钢架安装	刘永贵
送电线路施工（初、中级工）	朱延庆
送电线路施工（高级工）	王恒昌

在教材出版发行之际，谨对上述单位及有关编审人员表示诚挚谢意。

由于我们经验不足、水平有限，致使培训教材出现疏漏以至错误之处在所难免，在此恳请给予批评指正。

电力施工企业职工岗位技能培训教材编审委员会  
中 国 电 力 企 业 联 合 会 企 业 部

1998年6月

# 编 者 说 明

锅炉本体安装，是火电施工企业的重要工种。锅炉本体安装工的岗位职责主要是锅炉受热面及相关设备与系统的安装。

锅炉本体安装工作量大，部位多，涉及系统庞杂，受热面的安装质量直接关系到整个电厂的安全经济运行。

随着科学技术的发展，高参数、大容量的机组日益普及，新技术、新设备、新工艺不断涌现，这就要求安装工要不断掌握新知识、新工艺。本书以国产 1025t/h 自然循环汽包炉为主，讲授锅炉受热面的工作原理、结构特点、安装工艺及试运行知识。期望对一线施工人员在掌握岗位技能、提高施工质量方面能有所帮助。本书由西北电建三公司刘永贵主编，李春军、商平选参编分别编写了第三章、第四章，陕西电建总公司崔明儒编写了绪论、第六章、第七章及附录，并承担了全书的主审和统稿工作。

由于编者专业知识、施工经验有限，不妥之处在所难免，恳请读者和同行批评指正。

编者

2001 年 6 月



# 目 录

前言	
编者说明	
<b>绪论</b> .....	1
<b>第一章 锅炉受热面装置的作用</b>	
<b>及其结构形式</b> .....	6
第一节 蒸发设备 .....	6
第二节 蒸汽过热器及汽温调节装置 .....	20
第三节 蒸汽再热器及汽温调节装置 .....	27
第四节 受热面的支吊固定方式 .....	31
第五节 循环泵的结构及工作原理 .....	35
复习思考题 .....	39
<b>第二章 锅炉受热面装置安装前的准备工作</b> .....	41
第一节 施工组织设计 .....	41
第二节 组合场地布置 .....	45
第三节 组合场的道路、力能供应、 机械布置 .....	49
第四节 组合前的准备工作 .....	57
复习思考题 .....	64
<b>第三章 锅炉本体受热面的安装</b> .....	66
第一节 受热面组合的一般程序 .....	66
第二节 水冷壁的安装 .....	84
第三节 过热器及再热器的安装 .....	95

第四节	省煤器的安装	115
第五节	受热面吊挂装置的安装	119
	复习思考题	122
<b>第四章</b>	<b>汽包及下降管的安装</b>	124
第一节	汽包的安装	124
第二节	下降管的安装	136
第三节	锅炉本体汽水管道的安装	139
	复习思考题	159
<b>第五章</b>	<b>锅炉本体附属设备的安装</b>	164
第一节	常用阀门的检修与安装	164
第二节	安全阀的检修与安装	178
第三节	汽包水位计的安装	186
第四节	汽水管道支吊装置的安装	192
第五节	蒸汽吹灰装置的安装	196
第六节	锅炉膨胀及密封装置安装	201
第七节	锅炉点火燃油系统安装	208
	复习思考题	214
<b>第六章</b>	<b>水压试验及系统净化</b>	217
第一节	锅炉整体水压试验	217
第二节	锅炉的化学清洗	226
第三节	高压给水管道及过热器的水冲洗	245
第四节	锅炉过热器、再热器及蒸汽管道吹洗	249
第五节	吹洗方式、方法、工艺要求	257
第六节	吹洗的临时设施、工艺要求及安全 注意事项	261
	复习思考题	267

<b>第七章 锅炉受热面启动前的准备</b>	
<b>及试运行</b> .....	270
第一节 锅炉受热面启动前的准备 .....	270
第二节 整套启动及试运行 .....	293
第三节 锅炉试运中主要操作与调节 .....	296
第四节 停炉与保养 .....	308
复习思考题 .....	314
附录 1 使用说明 .....	317
附录 2 锅炉规范、分类、型号及系统图 .....	318

# 结 论

## 一、锅炉安装在火电厂建设中的重要地位

锅炉是火力发电厂主机之一。它包括锅炉本体、附属管路及锅炉保温等设施，与它相配合的有锅炉辅机、输煤、制粉、烟道、燃油、除尘、除灰等辅助系统。

现代化大型锅炉部件多，体积大，重量大，无法在制造厂组装成后整体运往工地，只能在制造厂加工成零部件或将运输装卸能力允许的组件，运往工地，再进行组合装配，装置成能够投产运行的完整锅炉。这种组合、装配的全部工序，就是锅炉安装。锅炉安装结束后，通过分部和整套试运行最终应能达到全断油，投电除尘，投入高加，投入保护、自动装置及全部仪表，蒸汽参数（温度、压力）和汽、水品质合格，满负荷连续完成 168h 试运行，并移交生产。

锅炉安装工程量，一般占全部工程量的 40% ~ 45%，工期长，一般为建设总工期的 60%。由于锅炉体积大、笨重，施工密度大，交叉作业多，难度大，与其他主机比较，在安装中涉及的问题较繁杂，运行中发生故障的可能性也比较多，它的各项主要工作均处在施工关键路线，如：大件吊装，汽包就位，整体水压、风压及通风试验，化学清洗，点火吹管，定铤，投粉，断油等。因此在整个安装工程中处于龙头地位，带动其他安装工程。

## 二、受热面安装的特点

在实施锅炉安装中，根据工作性质通常分为本体（又称受热面）、锅架、辅机、筑炉等专业（或称班、段、工地）。

锅炉本体设备由锅和炉两大部分组成（参见附图 1HG-2008/186-M 型燃煤控制循环锅炉）。锅由汽包、受热面及其连接管路的汽水系统组成（参见附图 3~附图 7 SG1025t/h 控制循环锅炉汽水系统图），它的任务是使水受热蒸发，最后变成足够参数的过热蒸汽送往汽轮机。炉由炉膛、燃烧器、烟道、预热器及其燃烧系统组成，其作用是使燃料与热风在炉膛内燃烧，高温放热，并以辐射方式传给四周水冷壁；经烟道将热量传给过热器、再热器、省煤器、空气预热器等设备，低温烟气经除尘器由吸风机经烟囱排向大气。锅炉受热面主要包括汽包、下降管、水冷壁、过热器、再热器、省煤器等。另外也常将锅炉附属管路及其燃油点火设施、吹灰器等纳入受热面专业工作范围内。近代大型锅炉的受热面均是在超高温（壁温可达  $600^{\circ}\text{C}$ ）、超高压（ $\geq 18\text{MPa}$ ）工况下工作，锅炉在试运中 60% 以上事故来自受热面；组合工序多，吊装就位难，对口焊接工作量大，分部试运项目多、周期长，整套试运中检修维护面广，安装和试运中技术要求高，并处在整个建设工程重要控制点中（如正体水压、酸洗、点火吹管、安全门整定及蒸汽严密性试验等），是锅炉安装中的核心和先导。能否优质高效地完成受热面安装任务，对加快建设速度和保证锅炉乃至全厂安全运行都有极其重要的作用。

### 三、对受热面安装的基本要求

根据受热面安装特点，安装中必须实现下述基本要求。

(1) 准确性。汽包、各片水冷壁、名目繁多的过热器及再热器、省煤器组合安装就位后，将与数千乃至数万个大小不同的管口进行焊接，如位置不对，组件尺寸不准，系统就不能对接，因组合件庞大、笨重，返工十分困难，将延误工

期。如果采用强制对口，不仅会造成歪扭，而且会产生额外内应力，会降低强度，留下隐患，甚至造成设备事故。受热面各组合件安装过程中必须保证其中心、左右、前后位差及标高准确，垂直度、水平度等符合设计及 DL/T 5047—95《电力建设施工及验收规范 锅炉篇》（下称《规范》）有关要求。

(2) 严密性。锅炉受热面在运行中，管内流动着高温、高压的汽水混合物和过热蒸汽，任何一处的漏泄，都将导致被迫停炉，造成经济损失，严重者还会造成人身伤亡事故。所以在受热面安装中，保证严密不漏，是确保安装质量的最基本要求。

在施工中对运到现场的设备要妥善存放和保管，对所装设备应全面地检查和检验，对设备出现的裂纹、沙眼、管壁过薄、锈蚀严重、用材不当、焊缝缺陷等必须采取措施进行返修和处理，必要时应进行单根和单片水压试验。整体安装后需进行超压试验，试运各阶段还需进行分阶段水压试验，并在热态额定参数下进行严密性试验。

对安装中大量的管口焊接、密封装置的拼缝，应按有关规程（规范）所要求的工艺严格进行，确保焊接质量。对试运各阶段出现的泄漏必须认真处理。受热面及承压部件的严密性是衡量锅炉安装质量的重要考核项目之一。

(3) 受热面内部（包括管子和联箱）要求通畅洁净。锅炉受热面内洁净通畅是避免管壁超温和预防爆管事故发生的一项重要措施。分析表明，锅炉在试运和投产中发生爆管事故，绝大多数是由于内部杂物使管道通流面积变小，蒸汽或水流速降低，壁温升高，引起泄漏和爆管的。爆管后不仅需立即停机停炉，而且返修又十分困难，特别是过热器、省煤

器的爆管。初期难发现，发现后又殃及临近管子被吹坏，返修工作量大，延误工期。

管内不洁，原因是多方面的，在制造上加工管理不力，运输和存放不当，联箱管座中可能留存钻屑和眼镜片、锯片、焊条头、焊瘤、焊渣、泥沙等杂物，安装中必须认真检查和清理。组合和焊接中应严格遵循操作工艺，如焊接前先采用氩弧焊打底，小管径尽量采用锯口，使用气焊切割时要采取安全措施，及时清除氧化铁，并单根进行压缩空气吹扫和通球，安装竣工后进行化学清洗和蒸汽吹管，试运中加强汽水监督。试验和实践表明，管内焊瘤、锯条、焊条头等杂物是较难洗掉和吹出的，化学清洗和蒸汽吹管只是最后两项重要辅助措施，施工人员把好安装质量关是保证管内不积存杂物的重要环节，绝不能掉以轻心，等闲视之。

(4) 保证受热面能自由膨胀。受热面是在常温下组合安装的，点火投运后，温度相应提高，汽包壁温可达到工作压力下的饱和温度，水冷壁壁温将高出工作压力下饱和温度 $20\sim 50^{\circ}\text{C}$ 。对超高压大型锅炉壁温高达 $350\sim 400^{\circ}\text{C}$ ，水冷壁下联箱向下膨胀值可高达 $200\text{mm}$ 以上，过热器管壁温度可高达 $600^{\circ}\text{C}$ 。

受热面系统比较复杂，管路交错，互相关联，又相互影响；同时各部分受热不同，尺寸大小不一，材料有别。如设计不当，安装不妥，检查监督不力，一旦受热面自由膨胀受到阻碍，会产生巨大热应力，轻者变形，增加应力，重者损坏设备引发破坏性事故。

受热面及其系统的膨胀又涉及炉墙保温、密封装置、钢架平台、灰斗、其他附属管道、烟道、电气、热工等设备。施工前必须审阅设计，详细分析受热膨胀特性，编制热膨胀

系统图，作为施工依据，向施工人员（包括相关专业）交底；合理区分安装固定、导向、滑动支架，并按膨胀方向，留足膨胀间隙，膨胀指示器安装准确，指针刚度好，与刻度板不产生摩擦顶碰，零位准确。坚持三级检查制，并以自查为主，点火前应进行联合大检查，消除缺陷，点火后应由专人负责检查记录，并按饱和温度每升高 30~50℃记录一次，出现异常时应查明原因，及时消除。



# 第一章 锅炉受热面装置的作用及其结构形式

## 第一节 蒸发设备

锅炉蒸发设备主要由汽包（汽鼓）、下降管、水冷壁和省煤器等组成。锅炉所以能不断地产生蒸汽，一方面是由于炉内不断加热，另一方面是由于有蒸发设备构成了锅炉内的汽水循环系统。锅炉的蒸发设备是蒸汽锅炉的主要组成部分。

### 一、锅炉水循环原理

锅炉的水循环有自然循环和强制循环两种方式。强制循环是依靠机械力量（水泵）进行的，自然循环的推动力是由下降管中水的柱重和上升管（水冷壁）汽水混合物的柱重之差而产生的。

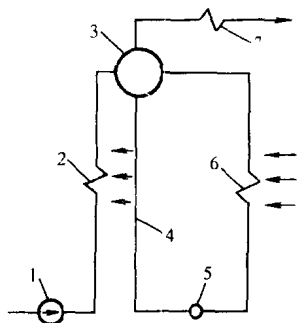


图 1-1 自然循环

1—给水泵；2—省煤器；3—汽包，  
4—下降管；5—联箱；6—水冷壁；  
7—过热器

1. 锅炉的自然循环  
自然循环锅炉（图 1-1）中，给水经给水泵 1 流入省煤器 2，受热后进入蒸发系统，蒸发系统包括不受热的汽包 3、下降管 4、联箱 5 和受热的水冷壁 6。当水在蒸发管（水冷