

电力施工企业职工岗位技能 1

锅炉钢架安装

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

内 容 提 要

本书是火电施工企业锅炉钢架安装工岗位技能培训教材。主要内容以安装工艺为重点,讲授国产大型锅炉钢架及相关辅助设备的结构、工作原理、安装工艺及试运行知识。共分十章,包括锅炉钢架的结构与组合安装,燃烧器,烟、风、煤粉系统设备及附件,预热器,除尘器,灰渣室及炉顶密封等设备的工作原理、结构及安装。

本书除作为锅炉钢架安装工的技能培训教材外,也可供有关施工技术人员和火电厂锅炉检修工参考。

图书在版编目(CIP)数据

锅炉钢架安装/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 7-5083-0679-1

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 039385 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>)

实验小学印刷厂印刷

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 印张 216 千字

印数 0001—3000 册 定价 18.00 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

锅炉是火力发电厂三大主机中体积庞大、结构复杂的设备。钢架是支撑和悬挂锅炉本体设备的骨架，是锅炉本体各种设备安装、找正的基础和依据。钢架安装质量和形象进度对锅炉本体的安装质量和顺利施工起着重要的保证作用。

本书是锅炉钢架安装工的岗位技能培训教材。锅炉钢架安装工的施工范围除钢架外，还包括燃烧器、渣斗及相关辅助设备〔主要有：回转预热器、电除尘器、粗（或细）粉分离器〕、附件及“六道”（烟道、热风道、冷风道、原煤管道、制粉和送粉管道）。

本教材的内容主要讲授国产大型锅炉钢架及相关辅助设备的工作原理、结构特点、安装及试运行工艺。全书以安装工艺为重点，适用于本专业各层次施工人员的操作技能培训。在培训中，不同技术等级（初、中、高级工）的人员，可参考本教材附表《使用说明》适当选用。

本教材由西北电力建设三公司刘永贵主编，王哲、何强参编，由西北电力建设集团公司崔明儒主审、统稿，并编写了试运行部分。由于编者专业水平、施工经验所限，缺陷和不妥之处在所难免，热忱期望读者和同行批评指正。

目 录

前言

编者说明

第一章 锅炉钢架的结构及构件连接方式	1
第一节 锅炉钢架的结构	1
第二节 锅炉钢架的连接方式	4
第三节 扭剪型高强度螺栓	6
复习思考题	14
第二章 锅炉钢架安装前的准备工作	16
第一节 施工条件	17
第二节 设备条件	27
第三节 组合条件	30
第四节 基础验收与划线	39
复习思考题	49
第三章 钢架的组合和安装	51
第一节 钢架组合	51
第二节 锅炉钢架的安装	61
第三节 炉架平台、扶梯安装	74
第四节 高强螺栓的施工工艺	76
复习思考题	92
第四章 锅炉密封及大罩安装	95
第一节 锅炉密封	95
第二节 炉顶大罩的安装	103
复习思考题	107
第五章 空气预熟器的安装	108

第一节 回转式空气预热器安装	109
第二节 管箱式空气预热器的安装	124
复习思考题	127
第六章 煤粉燃烧装置的安装	130
第一节 煤粉燃烧装置的种类及构造	130
第二节 煤粉燃烧的点火装置	145
第三节 煤粉燃烧器的安装	152
复习思考题	154
第七章 “六道”及粗、细煤粉分离器的安装	156
第一节 大中型锅炉煤粉燃烧系统	156
第二节 烟、风、煤管道及其附件的安装	163
第三节 粗、细煤粉分离器的安装	177
复习思考题	182
第八章 除尘器的安装	184
第一节 概述	184
第二节 机械式除尘器	185
第三节 电气除尘器的安装	193
复习思考题	224
第九章 除渣装置及炉膛附件的安装	225
第一节 除渣装置的安装	225
第二节 锅炉炉膛附件的安装	236
复习思考题	241
第十章 锅炉启动及试运行	243
第一节 锅炉启动试运的阶段划分及主要工作内容	243

第二节 锅炉试运行的基本知识	246
第三节 锅炉燃烧系统的冷态通风检查试验	272
第四节 锅炉燃烧系统的启动及试运行	288
复习思考题	300
附录 使用说明	303
参考文献	304

第一章 锅炉钢架的结构 及构件连接方式

第一节 锅炉钢架的结构

一、锅炉钢架的作用

锅炉钢架是炉体的支撑构架，它支撑着所有受热面、炉墙及炉体其它附件的重量，并决定着炉体的外形。同时，钢架还是本体及其它部件安装时找正的依据和基础。因此，钢架的安装和验收必须十分仔细。

二、大中型锅炉钢架结构

锅炉钢架是由立柱、横梁、水平支撑、垂直支撑、顶板等组成的立体井架，见图 1-1 所示。

其中，立柱和横梁为钢架的最主要构件。立柱通常采用宽翼缘 H 型钢 (HK)，型号用截面公称高度 (mm) 表示，也可用高度 $H \times$ 宽度 $B \times$ 腹板宽度 $d \times$ 翼缘厚度 t (mm) 表示，如 HK300b ($HK300 \times 300 \times 11 \times 19$)， $H/K = 0.95 \sim 3.01$ 。立柱的底面固定在钢筋混凝土基础上。钢架中的横梁置于立柱之间，并与之刚性连接。横梁主要是受弯构件，轴力较小；柱则是压力和弯矩都很大的压弯构件，支撑锅炉全部或绝大部分重量。

在现代高层钢结构中，由于风或地震产生的水平荷载成为设计时控制因素，需要在垂直方向设置抵抗很大水平力的构件（称为抗侧力构件），以减小侧向位移。具体到锅炉钢

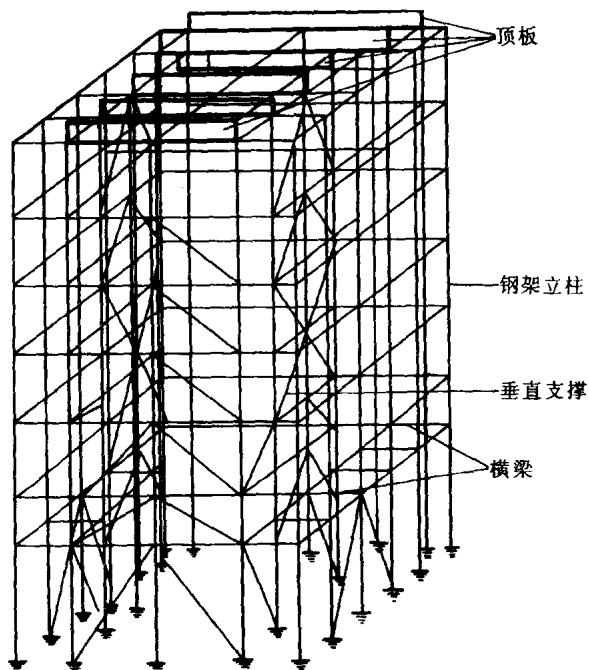


图 1-1 锅炉 DG1025/18.2-Ⅱ9 钢架立体图

架上，在框架中设置垂直支撑作为抗侧力结构；同时，在每层设水平支撑，使部分不属于垂直支撑的框架外柱共同参与抵抗水平外力，以加大侧向稳定性。

钢架的炉顶部分基本上是由大板梁（顶板梁）、次梁及吊杆梁等组成。炉本体的部件都是通过吊杆悬挂在炉顶梁上。因此，要求炉顶钢架有足够的刚性和强度，在受热、振动和承重后不致变形过大。为了加强炉顶梁系的稳定性，在框架的顶面和侧面，还布置了许多拉条，使框架形成刚性结构。为了让大梁的重力能够始终通过立柱中心传递到基础上

去，多数大型锅炉的立柱顶面均放置了弧面垫铁，见图 1-2。

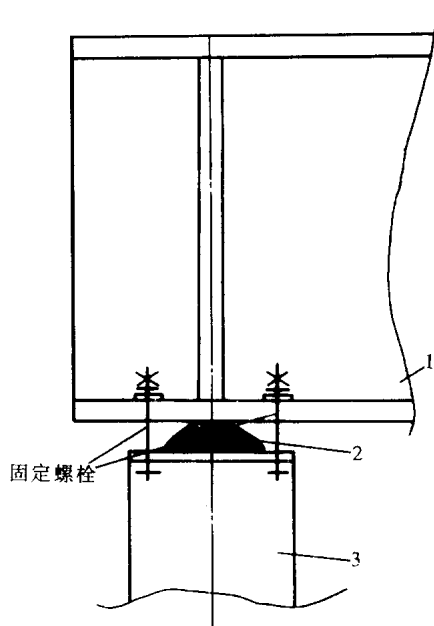


图 1-2 弧面垫铁

1—大板梁；2—弧面垫铁；3—立柱

钢架主要采用的钢材有碳素结构钢 Q235 钢和低合金结构钢 16Mn、15MnV 钢等。一般结构多选用 Q235 钢；跨度、高度较大或载荷较重的结构，如立柱、炉顶大梁、次梁等均采用 16Mn 钢制成，它具有良好的低温韧性，适宜于露天布置图 1-1 为 DG1025/18.2-II 9 钢架立体图。

该锅炉钢架采用全钢结构，高强螺栓连接，抗震等级按七级设计，构架纵向 6 行，共 38.7m；横向 5 列，35m。

构架由顶板、柱、梁、垂直支撑、水平支撑、运转层构架、司水小室等组成，总重 2922.32t，总件数 932 组件，连接用高强度螺栓 69527 套，计 34t。顶板标高 73.2m。

第二节 锅炉钢架的连接方式

锅炉钢结构的连接方式可分为焊缝连接、高强度螺栓连接（见图 1-3）。

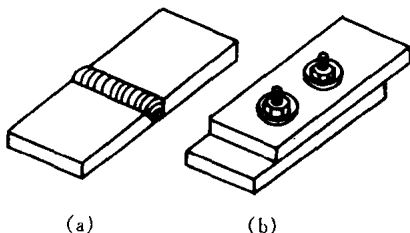


图 1-3 钢结构的连接方式

(a) 焊缝连接；(b) 螺栓连接

一、焊接方式

焊缝连接是现代钢结构最主要的连接方式。其优点主要有：①可对钢材从任何方位、角度相交进行连接，适用范围广；②不需要在钢材上开孔，不削弱截面；③焊缝刚度大，密封性好。其缺点主要是：①焊缝附近钢材因焊接的高温作用而形成影响区，其金相组织和机械性能发生变化，某些部件材质变脆；②焊接过程中钢材受到不均匀的高温和冷却，

使结构产生焊接残余应力和残余变形，影响结构的承载力、刚度等。

焊接的方法很多，锅炉钢架施工中主要采用手工电弧焊（见图 1-4）。手工电弧焊亦称手弧焊或药皮焊条电弧焊，是一种使用手工操作焊条进行焊接的电弧焊方法。手工电弧焊的原理是利用焊条与工件间产生的电弧热将

金属熔化进行焊接的。焊接过程中焊条药皮熔化分解，生成气体和熔渣，在气体和熔渣的联合保护下，有效地排除了周围空气的有害影响，通过高温下熔化金属与熔渣间的冶金反应、还原，与净化金属，得到优质的焊缝。

手工电弧焊焊接主要工艺参数为焊接电源、焊接电压、

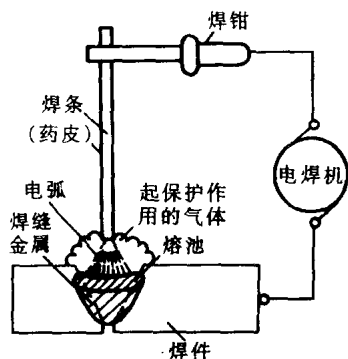


图 1-4 手工电弧焊

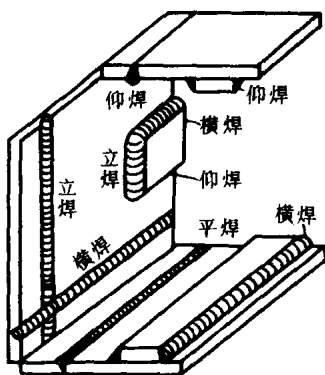


图 1-5 焊接位置

焊条直径、电源种类与极性、焊接层次和焊接位置等。

手工电弧焊是一种适应性很强的焊接方法。它在建筑结构中得到广泛使用，可在室内、室外及高空中平、横、立、仰的位置进行施焊（图 1-5）。它的焊接设备简单，使用灵活、方便。大多数情况下焊接接头可实现与母材等强度。适应于焊接钢

种的范围广；最小可焊接钢板厚度为 1.0~1.5mm。

焊条的选用应和焊接钢材（或称主体金属）的强度和性能相适应，一般为：对 Q235 钢采用 E43 型焊条（E4300~E4316），对 16Mn 钢采用 E50 焊条（E5000~E5018）。其中 E 表示焊条：前两位数字表示焊条熔敷金属或对接焊缝抗拉强度分别为 43，50kgf/mm²（折合 420，540N/mm²）；第三位数字表示适用的焊接位置，钢结构中常用 0 或 1 表示适用于全位置焊接（平、横、立、仰）；第三、四位数字组合表示药皮类型和适用的交、直流电源和正、反接要求。

二、高强度螺栓连接方式

高强度螺栓连接是近三四十年来迅速发展起来的一种螺栓连接新形式。

扭剪型高强度螺栓一个螺栓连接副包括一个螺栓、一个螺母和一个垫圈，适用于工业与民用建筑、铁路与桥梁、管道支架、起重机械及其他钢结构用摩擦型连接的钢结构，下节将详细介绍。

第三节 扭剪型高强度螺栓

一、螺栓、螺母、垫圈的规格

国家标准（GB 3632、3633—83）规定了钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副的型式、尺寸和技术条件（相当国际标准 UDC691—88：669.14）。

1. 钢结构用扭剪型高强度螺栓（GB 3632—83）（表 1-1~表 1-3）

续表

d		16	20	(22)	24
d_0	公称	10.9	13.6	15.1	16.4
	最大	11	13.7	15.2	16.5
	最小	10.8	13.5	15	16.3
l_1	≈	4	5	5.5	6

注 d_s 的测量位置应在距支承面 $d/4$ 处。

表 1-2 扭剪型高强度螺栓型式与尺寸 (2) (mm)

L			d			
公称	最小	最大	16	20	(22)	24
			b (不包括螺尾)			
40	38.75	41.25	30	35	40	45
45	43.75	46.25				
50	48.75	51.25				
55	53.5	56.5				
60	58.5	61.5				
65	63.5	66.5	35	40	45	50
70	68.5	71.5				
75	73.5	76.5				
80	78.5	81.5				
85	83.25	86.75				
90	88.25	91.75				
95	93.25	96.75				
100	98.25	101.75				
110	108.25	111.75				
120	118.25	121.75				
130	128	132		40	45	50
140	138	142				
150	148	152				
160	156	164				
170	166	174				
180	176	184				

注 1. 螺纹长度 b 值在表内虚折线上方的螺栓, 允许螺杆上全部制出螺纹。

2. 括号内的规格尽可能不采用。