



土木工程现场施工技术细节丛书

电焊工

D I A N H A N G G O N G

赵俊丽 主编



化学工业出版社



土木工程现场施工技术细节丛书

电 焊 工

D I A N H A N G O N G

赵俊丽 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书是《土木工程现场施工技术细节丛书》之一,本书本着从实践出发、服务工程实践的原则,汇集了焊接知识、技能、管理等各方面知识的精华,具体包括焊接基础知识、焊接材料、焊接准备、焊接工艺操作基本技能、焊接变形矫正与缺陷防治措施以及焊接质量管理与安全措施六章内容。

本书简明扼要、通俗易懂,不仅具有实用性,而且具有很强的可操作性,可作为现场编制电焊技术交底的蓝本,也可作为电焊工上岗培训以及技工学校、职业高中和各种短训班的专业教材,同时也适合具有初中以上文化程度的建筑工人自学。

图书在版编目(CIP)数据

电焊工/赵俊丽主编. —北京:化学工业出版社,
2009.2

(土木工程现场施工技术细节丛书)

ISBN 978-7-122-04634-5

I. 电… II. 赵… III. 电焊-基本知识 IV. TG443

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 004760 号

责任编辑:伍大维 管德存

装帧设计:史利平

责任校对:战河红

出版发行:化学工业出版社

(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装 订:三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/32 印张 9 $\frac{3}{4}$ 字数 235 千字

2009 年 5 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888 (传真:010-64519686)

售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:28.00 元

版权所有 违者必究

《土木工程现场施工技术细节丛书》

编写委员会

主 任 魏文彪

副 主 任 周 胜 郭丽峰

委 员 (按汉语拼音排序)

高爱军	郭爱云	郭俊峰	郭丽峰	侯永利
计富元	姜 海	靳晓勇	李 凌	李志刚
梁晓静	栾海明	潘 猛	尚晓峰	施殿宝
王登云	王凤宝	魏文彪	薛孝东	喻洪伟
袁锐文	张春霞	张海英	张建边	张 蒙
赵春海	赵俊丽	周丽丽	周 胜	

出版者的话

随着我国改革开放的深入发展，建筑业作为国民经济支柱产业中的地位日益突出。活跃在施工现场一线的施工和技术人员，其操作技能、业务水平的高低，管理工作的好坏，直接影响建筑项目的质量、工期、成本、安全等各个方面，而且这些人员中大多数来自农村或下岗职工，他们有干劲、有热情，但少知识、缺技能，他们中的大多数人往往先上岗后培训、边干边学。为确保工程质量、安全、工期和效益，加强人员培训，尽快提高他们的业务水平和操作技能是唯一有效的方法和途径。

正是为适应这种形势的需要，我们组织编写了《土木工程现场施工技术细节丛书》，共分《木工》、《砌筑工》、《混凝土工》、《钢筋工》、《架子工》、《抹灰工》、《装饰工》、《防水工》、《管道工》、《建筑电工》、《水暖工》、《模板工》、《油漆工》、《电焊工》14个分册。

本丛书具有以下特点：

1. 贯彻落实《中共中央、国务院关于进一步加强人才工作的决定》精神，落实国家人才发展战略目标，促进农村劳动力转移培训，有利于提高建筑行业从业人员的整体素质。

2. 丛书力求简明扼要、开门见山、通俗易懂，意在使具有初中以上文化程度的基层施工和技术人员看得懂、学得会、易理解、易操作，尽快掌握从业相关专业的材料要求、工艺流程、施工要点、质量验收以及安全操作等系统知识。

3. 丛书可采用工学交替、个人自学与集中辅导相结合等

多种学习方式，突出各工种技能培训的针对性和实用性，提高一线操作人员的劳动技能和安全生产水平。

4. 丛书尽量编入各种新材料、新工艺、新技术、新规范、新标准，具有先进性，并具有很强的针对性、实用性、资料性和可操作性，意在使之成为可供广大基层施工和技术人员方便、实用的业务帮手。

丛书符合现行规范、标准、新工艺和新技术的推广要求，突出了实用性，重在教会学员掌握应知、应会的专业知识和技能，是各级职业鉴定培训、建筑施工企业技术培训、下岗职工再就业和农民工培训的理想教材，也可作为技工学校、职业高中、各种短训班的专业课教材。

我们相信《土木工程现场施工技术细节丛书》的出版一定会有利于推进我国就业培训工作和建筑工人素质。

环境·建筑出版分社

目 录

第一章 焊接基础知识	1
第一节 焊接方法	1
细节一 焊接方法分类	1
细节二 手工电弧焊	2
细节三 埋弧电弧焊	3
细节四 氩弧焊	4
细节五 二氧化碳气体保护焊	4
细节六 电渣焊	5
细节七 电阻焊	5
第二节 焊缝、接头与坡口	6
细节一 焊缝	6
细节二 焊接接头	20
细节三 焊接坡口	22
第二章 焊接材料	59
第一节 焊接材料的基本要求	59
细节一 焊接母材要求	59
细节二 焊接接头要求	60
细节三 焊接材料标准	60
细节四 焊接材料的质量要求	61
第二节 焊条和焊丝	62
细节一 焊条	62
细节二 焊丝	88
第三节 焊料、焊剂与保护气体	109
细节一 焊料	109
细节二 焊剂	116

	细节三 保护气体	119
第四节	焊接材料的选用	120
	细节一 选用原则	120
	细节二 焊条的选用	120
	细节三 焊丝的选用	125
	细节四 焊剂的选用	129
第五节	焊接材料的管理	130
	细节一 采购	130
	细节二 焊接材料的验收	131
	细节三 焊接材料的入库保管	132
	细节四 焊接材料的出库和发放	133
	细节五 使用过程中的管理	134
第三章	焊接准备	138
第一节	焊接材料和焊件准备	138
	细节一 一般规定	138
	细节二 焊前母材的处理	141
	细节三 焊接母材预热	143
	细节四 焊条烘烤	145
	细节五 引入板和引出板准备	147
第二节	焊接工艺准备	148
	细节一 一般规定	148
	细节二 焊接顺序	153
	细节三 防止层状撕裂的工艺措施	154
	细节四 焊缝缺陷返修	155
	细节五 冬期低温焊接工艺	157
	细节六 焊接补强与加固工艺	158
第四章	焊接工艺操作基本技能	163
第一节	基本焊接操作	163
	细节一 平焊操作	163
	细节二 立焊操作	164
	细节三 横焊操作	165
	细节四 仰焊操作	166

第二节	手工电弧焊基本技能	167
细节一	焊条选配	167
细节二	引弧	171
细节三	运条	172
细节四	焊缝收尾	175
细节五	焊接准备	176
细节六	帮条焊和搭接焊	179
细节七	窄间隙焊	182
细节八	预埋件电弧焊	183
细节九	坡口焊	183
细节十	电弧焊接头质量检验	185
第三节	埋弧焊基本操作	186
细节一	焊接材料选配	186
细节二	焊接操作要点	192
细节三	焊接变形控制	193
细节四	预埋件钢筋埋弧压力焊	193
细节五	埋弧压力焊接头质量检验	195
第四节	CO ₂ 气体保护焊基本操作	196
细节一	电源要求	196
细节二	焊丝的选配	197
细节三	操作要点	198
细节四	接头检验	199
细节五	安全措施	199
第五节	电渣焊基本操作	200
细节一	焊接设备和材料	200
细节二	电渣焊工艺原理	204
细节三	融嘴电渣焊	206
细节四	钢筋电渣压力焊	208
细节五	焊接缺陷及消除	211
细节六	质量检查与验收	212
第六节	电阻点焊基本操作	212
细节一	点焊原理	212

	细节二	点焊工艺过程	216
	细节三	点焊参数	217
	细节四	点焊要点	219
	细节五	焊接骨架和焊接网质量检验	220
第七节	电阻对焊基本操作		222
	细节一	对焊原理	222
	细节二	对焊工艺过程	226
	细节三	对焊参数	227
	细节四	焊接要点	229
	细节五	对焊接头质量检验	231
第五章	焊接变形矫正与缺陷防治措施		234
第一节	焊接变形矫正		234
	细节一	焊接变形	234
	细节二	构件的焊后矫正	235
	细节三	焊后热处理	237
	细节四	焊接残余应力和残余变形的防治	239
第二节	常见焊接缺陷防治		240
	细节一	外观缺陷	241
	细节二	气孔	242
	细节三	夹渣	243
	细节四	未焊透、未熔合	243
	细节五	裂纹	244
	细节六	其他缺陷	245
第六章	焊接质量管理与安全措施		246
第一节	焊接质量标准		246
	细节一	一般规定	246
	细节二	主控项目	250
	细节三	一般项目	252
第二节	焊接检验		254
	细节一	检验方法	254
	细节二	焊接检查	255
	细节三	焊接检验尺的使用图示	258

	细节四 焊缝外观检查	264
	细节五 焊缝内部缺陷检查	264
第三节	焊接安全与环境保护	269
	细节一 设备及操作	269
	细节二 人员及工作区域的防护	274
	细节三 消防措施	277
	细节四 封闭空间内的安全要求	278
	细节五 使用设备的安置	279
	细节六 电弧焊安全措施	280
	细节七 电阻焊安全措施	283
	细节八 不锈钢焊接安全措施	286
	细节九 三级配电两级保护	288
	细节十 施工照明	290
	细节十一 环境危险因素识别和反事故措施	291
参考文献		293

第一章 焊接基础知识

焊接作为一种基本的加工连接方法，应用相当广泛，随着工业和科学技术事业的发展，焊接技术越来越显示出它的优越性。焊接的实质就是将两个分离的物体，借助于原子的结构连接成一个整体的过程。为了实现焊接过程，就必须使两个被焊物体相互接近到原子间的作用力能够相互发生作用的程度。焊接技术就是采用加热、加压或加热同时加压等方法来克服阻碍原子相互结合的因素，以达到永久牢固连接的目的。

焊接的优点较多，如焊件一般均不设连接板而直接连接，且不削弱焊件截面，构造简单、节省材料、操作简便省工、生产效率高，在一定条件下还可采用自动化作业。另外，焊接的刚度大、密闭性能好。但焊接也有一定的缺点，如焊缝附近热影响区的材质容易变脆；焊接产生的残余应力和残余变形对结构有不利影响；另外，焊接结构因刚度大，对裂纹很敏感，一旦产生局部裂纹时便易于扩展，尤其在低温下更易产生脆断。

焊接不仅是制造构件的基本连接方法，同时也是构件安装连接的一种重要方法。除了少数直接承受动力荷载结构的某些部位（如吊车梁的工地拼接、吊车梁与柱的连接、重级工作制吊车梁上翼缘与制动结构的连接等），因容易产生疲劳破坏而在采用时宜有所限制外，其他部位均可普遍应用。

第一节 焊接方法

细节一 焊接方法分类

常用的焊接方法分类如图 1-1 所示。

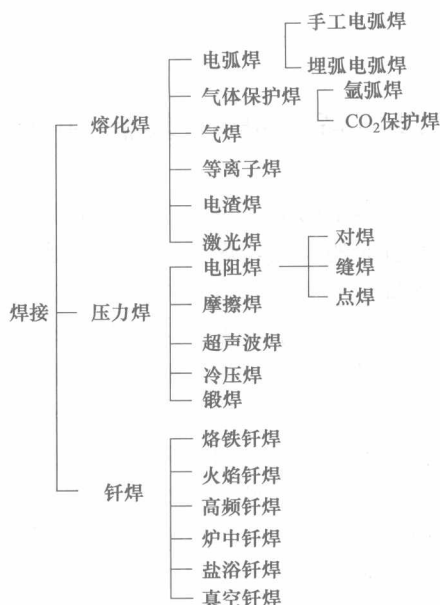


图 1-1 常用的焊接方法分类

细节二 手工电弧焊

电弧焊是利用电弧作为热源的熔焊方法，简称弧焊。手工电弧焊是用手工操纵焊条进行焊接的电弧焊方法。手工电弧焊具有设备简单、操作灵活、成本低等优点，且焊接性好，对焊接接头的装配尺寸无特殊要求，可在各种条件下进行各种位置的焊接，是生产中应用最广的焊接方法。但手工电弧焊作业时，有强烈的弧光和烟尘污染，劳动条件差，生产率低，对工人技术水平要求较高，焊接质量不够稳定。因此，主要应用于单件小批量生产中焊接碳素钢、低合金结构钢、不锈钢、耐热钢和对铸铁的补焊等。适宜板厚为 3~20mm。

焊接电弧是指由焊接电源供给、具有一定电压的两电极间或电极与母材间，在气体介质中产生的强烈而持久的放电现象。

象。电弧燃烧后，弧柱中充满了高温电离气体，放出大量的热能和强烈的光。焊接电弧由阴极区、阳极区和弧柱三部分组成，如图 1-2 所示。

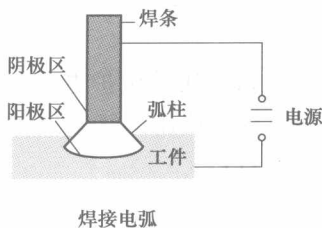


图 1-2 焊接电弧示意图

阴极区是电弧紧靠负电极的区域，阴极区很窄，温度约为 2400K。阳极区是指电弧紧靠正电极的区域，阳极区较阴极区宽，温度约为 2600K。电弧阳极区和阴极区之间的部分称为弧柱，弧柱区温度最高，可达 6000~8000K。焊接电弧两端间（指电极端头和熔池表面间）的最短距离称为弧长。

细节三 埋弧电弧焊

电弧在焊剂层下燃烧进行焊接的方法称为埋弧焊。埋弧焊有自动埋弧焊和半自动埋弧焊两种，其中自动埋弧焊由于电弧热量集中，故熔深大、焊缝质量均匀、内部缺陷少、塑性和冲击韧性都好，因而优于手工焊。半自动埋弧焊的质量介于自动埋弧焊和手工焊之间。另外，自动或半自动埋弧焊的焊接速度快、生产效率高、成本低、劳动条件好。然而，它们的应用也受到其自身条件的限制，由于焊机须沿着顺焊缝的导轨移动，故要有一定的操作条件。因此，自动或半自动埋弧焊特别适用于梁、柱、板等的大批量拼装、制作焊缝。埋弧电弧焊具有以下特点：

- ① 生产率高；
- ② 焊接质量高、稳定；

③ 节约金属材料；

④ 改善劳动条件。

常用来焊接厚度为 6~60mm 的长直焊缝和较大直径（一般不小于 250mm）的环形焊缝。

细节四 氩弧焊

用外加气体作为电弧介质并保护电弧和焊接区的电弧焊，简称气体保护焊。氩弧焊是使用氩气作为保护气体的气体保护焊。氩弧焊具有以下特点：

① 焊件不易氧化；

② 便于操作，容易实现全位置自动化焊接；

③ 焊接热影响区小，焊件不易变形；

④ 焊缝致密，成形美观；

⑤ 焊接成本高。

主要用于焊接易氧化的有色金属和合金钢，如铝、镁、钛及其合金、耐热钢、不锈钢等。为了防止保护气流破坏，氩弧焊只能在室内进行。

细节五 二氧化碳气体保护焊

利用 CO_2 作为保护气体的气体保护焊，简称 CO_2 焊。 CO_2 气体保护焊是用喷枪喷出 CO_2 气体作为电弧的保护介质，使熔化金属与空气隔绝，以保持焊接过程稳定。由于焊接时没有焊剂产生的熔渣，故便于观察焊缝的成形过程，但操作时必须要在室内避风处，在工地则必须搭设防风棚。

气体保护焊电弧加热集中、焊接速度快、熔深大，故焊缝强度比手工焊的高，且塑性和抗腐蚀性好，适合厚钢板或特厚钢板（100mm 以上）的焊接。二氧化碳气体保护焊具有以下特点：

① 电流密度大，生产效率高；

② 焊接热影响区小，焊件不易变形；

③ 焊缝氢的质量分数低，接头抗裂性好；

④ 焊接成本低。

适合于各种位置的焊接。

细节六 电渣焊

电渣焊是利用电流通过熔渣所产生的电阻热作为热源，将填充金属和母材熔化，凝固后形成金属原子间牢固连接。在开始焊接时，使焊丝与起焊槽短路起弧，不断加入少量固体焊剂，利用电弧的热量使之熔化，形成液态熔渣，待熔渣达到一定深度时，增加焊丝的送进速度，并降低电压，使焊丝插入渣池，电弧熄灭，从而转入电渣焊焊接过程。

电渣焊主要有熔嘴电渣焊、非熔嘴电渣焊、丝极电渣焊、板极电渣焊等。

电渣焊具有以下特点：

- ① 厚大截面可一次焊成，生产效率高；
- ② 焊缝金属比较纯净；
- ③ 接头组织粗大，焊后需进行正火处理。

适用于板厚 40mm 以上结构的焊接。一般用于直缝焊接，目前，电渣焊已在我国水轮机、水压机、轧钢机、重型机械等大型设备制造中得到广泛使用。

细节七 电阻焊

工件组合后通过电极施加压力，利用电流通过接头的接触面及邻近区域产生的电阻热进行焊接的方法称为电阻焊。电阻焊分为对焊、点焊和缝焊。

1. 对焊

对焊是使两个被焊工件沿整个接触面焊合的电阻工艺。按工艺不同可分为电阻对焊和闪光对焊。

(1) 电阻对焊 电阻对焊是将工件装配成对接接头，使其端面紧密接触，利用电阻热加热至塑性状态，然后迅速施加顶锻力完成焊接的方法。电阻对焊适用于直径 20mm 以下的棒料和管材的焊接。

(2) 闪光对焊 闪光对焊是将工件装配成对接接头, 接通电源, 并使其端面逐渐移近达到局部接触, 利用电阻热加热这些接触点 (产生闪光), 使端面金属熔化, 直至端部在一定深度范围内达到预定温度时, 迅速施加顶锻力完成焊接的方法。闪光对焊广泛应用于建筑、机械制造、电气工程等部门, 如钢筋、钢管、汽车轮缘、自行车轮圈、切削刀具, 以及铝、铜电缆过渡接头的焊接。

2. 电阻点焊

电阻点焊是焊件装配成搭接接头, 并压紧在两电极之间, 利用电阻热熔化母材金属, 形成焊点的电阻焊方法。电阻点焊主要适用于各种薄板、板料冲压结构及钢筋构件, 广泛应用于飞机、汽车、拖拉机、农机、轻工、电子器件、仪表和日常生活用品的生产中。

3. 胶接点焊

胶接点焊是以胶接加强电阻点焊强度的连接方法。它是近年来发展起来的新工艺, 与电阻点焊相比, 胶接点焊接头的搭接抗剪强度可提高 3 倍, 疲劳强度可提高 9 倍。

4. 缝焊

工件装配成搭接接头、对接接头、T 形接头、角接接头等接头形式, 并置于两滚轮电极之间, 滚轮加压工件并转动, 连续或断续送电, 形成一条连续焊缝的电阻焊方法称为缝焊。缝焊主要应用于焊缝较规则, 有密封要求的 3mm 以下薄壁结构, 如消声器、油箱、小型容器等。

第二节 焊缝、接头与坡口

细节一 焊缝

焊接后焊件中所形成的结合部分称为焊缝。焊缝有多种分类方法, 下面简单介绍其中的几种。