

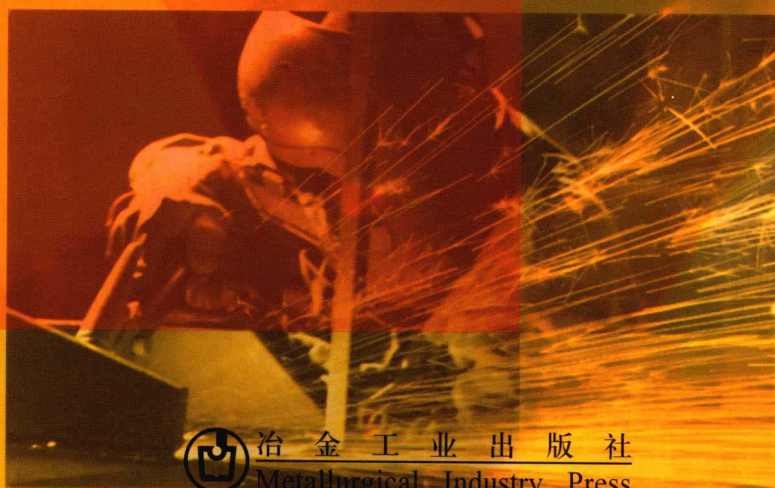


高职高专“十三五”规划教材

GAOZHI GAOZHUAN “13·5” GUIHUA JIAOCAI

焊工技师

主编 闫锡忠 任晓光 安才



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press



高职高专“十三五”规划教材

焊工技师

主 编 闫锡忠 任晓光 安 才
 副主编 肖增启 车建春 王晓飞 崔国建

常州大学图书馆
 藏书章

北 京
 冶金工业出版社
 2016

内 容 简 介

本书根据《国家职业技能标准：焊工》（2009年修订）中对焊工技师的要求，结合相关企业职工队伍素质和企业整体素质的建设需求，以“必需”和“够用”为度，以实用为原则而编写。本书主要内容包括焊接安全生产与焊前准备、特种焊接方法、难焊材料及新材料焊接、焊接接头的强度计算、焊接结构生产、焊接管理、焊工培训和考核7个章节，每一部分都有详细的考核标准和细则。内容由浅入深、循序渐进，实用性很强。

本书可以作为技师学院、高等专科院校、成人高校、民办高校及本科院校举办的二级职业技术学院等焊接及相关专业教材，也可用作焊工技师技能鉴定培训教材，还可作为从事焊接工作的科研、工程技术人员参考书。

图书在版编目(CIP)数据

焊工技师/闫锡忠，任晓光，安才主编. —北京：冶金工业出版社，2016.1

高职高专“十三五”规划教材

ISBN 978-7-5024-7100-2

I. ①焊… II. ①闫… ②任… ③安… III. ①焊接—
高等职业教育—教材 IV. ①TG4

中国版本图书馆CIP数据核字（2015）第303754号

出 版 人 谭学余

地 址 北京市东城区嵩祝院北巷39号 邮编 100009 电话 (010)64027926

网 址 www.cnmp.com.cn 电子信箱 yjcb@cnmp.com.cn

责任编辑 贾怡雯 美术编辑 杨帆 版式设计 葛新霞

责任校对 卿文春 责任印制 李玉山

ISBN 978-7-5024-7100-2

冶金工业出版社出版发行；各地新华书店经销；固安华明印业有限公司印刷

2016年1月第1版，2016年1月第1次印刷

787mm×1092mm 1/16；16.25印张；391千字；250页

40.00元

冶金工业出版社 投稿电话 (010)64027932 投稿信箱 tougao@cnmp.com.cn

冶金工业出版社营销中心 电话 (010)64044283 传真 (010)64027893

冶金书店 地址 北京市东四西大街46号(100010) 电话 (010)65289081(兼传真)

冶金工业出版社天猫旗舰店 yjgycbs.tmall.com

（本书如有印装质量问题，本社营销中心负责退换）

前言

焊接这一古老而先进的制造工艺，以其快速的发展和应用而被各国所重视，也吸引着中国从事先进制造业的工程技术人员。随着国民经济的发展和科学技术的进步，焊接技术越来越广泛地应用于制造业的各个领域，如能源、交通、石油化工、冶金、建筑和城市建设等。目前我国装备制造业正快速发展，焊接用钢占我国用钢总量的比例不断提高，焊接技术已成为我国机械工业设备升级和提高性价比的首选技术。因此焊接行业的发展需要大量的高素质、高技能的焊接从业人员。为此我们编写此书，以期读者在使用本教材后能快速掌握焊工技师的相关知识，掌握焊工技师考核鉴定的要求，顺利通过考核，取证上岗。

本书根据《国家职业技能标准：焊工》（2009年修订）中对焊工技师的要求，结合相关企业职工队伍素质和企业整体素质的建设需求，以“必需”和“够用”为度，以实用为原则而编写。内容由浅入深、循序渐进，实用性很强。

本书由辽宁机电职业技术学院任晓光负责编写第2章，安才负责编写第5章和第7章，肖增启负责编写第3章，闫锡忠、车建春、王晓飞、崔国建共同负责编写第1、4、6章。

本书在编写过程中参阅了部分高校同类教材内容及相关专业资料，在此向有关作者一并表示衷心感谢！

由于编者经验及知识水平有限，不足之处，敬请读者批评指正！

编者

2015年8月

目 录

1 焊接安全生产与焊前准备	1
1.1 安全检查	1
1.1.1 焊接安全管理的基本原则和安全技术措施	1
1.1.2 电焊安全检查	3
1.2 焊件的展开与放样	5
1.2.1 焊件的可展表面和不可展表面	5
1.2.2 线段实长的鉴别和求实长的方法	6
1.2.3 焊件展开的基本方法	8
1.2.4 焊件展开时板厚的处理	11
1.3 焊件放样和下料	14
1.3.1 下料与放样的关系	14
1.3.2 下料方法简介	14
1.3.3 下料工序的注意事项	15
1.4 焊件展开实例	15
1.4.1 上部斜截正圆锥的展开	15
1.4.2 90°焊接直角弯头的展开	16
1.5 焊接设备的调试与维修	17
1.5.1 焊接设备验收	17
1.5.2 焊条电弧焊设备故障分析和维修	19
1.6 焊接工艺规程的制订	21
1.6.1 焊接工艺评定	21
1.6.2 焊接工艺规程和焊接工艺卡	26
2 特种焊接方法	30
2.1 钎焊	30
2.1.1 钎焊基本原理和特点	30
2.1.2 钎料和钎剂	32
2.1.3 钎焊方法及工艺	39
2.2 热喷涂	50
2.2.1 火焰喷涂	50
2.2.2 电弧喷涂	57
2.3 堆焊	61

2.3.1 堆焊特点及应用	61
2.3.2 堆焊材料	62
2.3.3 堆焊方法及工艺	67
2.3.4 堆焊焊接实例	74
2.4 电子束焊接	74
2.4.1 电子束焊接原理	74
2.4.2 电子束焊接分类	75
2.4.3 电子束焊的焊接特点及应用	76
2.4.4 电子束焊的焊接设备	78
2.4.5 电子束焊的焊接工艺	79
2.5 激光焊接与切割	82
2.5.1 激光焊接与切割的基本原理	83
2.5.2 激光焊接	83
2.5.3 激光切割	89
3 难焊材料及新材料焊接	91
3.1 镍及镍合金的焊接	91
3.1.1 镍及镍合金的焊接性	91
3.1.2 镍及镍合金常用的焊接方法	93
3.2 异种钢焊接	96
3.3 铸铁的焊接	99
3.3.1 铸铁的性能和种类	99
3.3.2 铸铁的焊接性	102
3.3.3 焊接接头中的裂纹	104
3.3.4 灰铸铁的焊接	105
3.4 钢与有色金属的焊接	115
3.4.1 钢与铝及其合金的焊接	115
3.4.2 钢与铜及其合金的焊接	117
3.4.3 钢与镍及其合金的焊接	118
3.4.4 钢与钛及其合金的焊接	119
3.5 异种有色金属的焊接	120
3.5.1 铝与铜的焊接	121
3.5.2 铝与钛的焊接	122
3.5.3 钛与铜的焊接	123
3.5.4 钛与钨的焊接	124
4 焊接接头的强度计算	125
4.1 焊接接头受力分析	125
4.1.1 焊接接头的基本形式	125

4.1.2 常见焊接接头受力分析	127
4.2 焊接接头静载强度计算	133
4.2.1 对焊接接头形式的要求	133
4.2.2 焊接接头静载强度计算	137
4.3 焊接接头可靠性分析	150
4.3.1 焊接结构的脆性断裂	150
4.3.2 焊接结构的疲劳断裂	156
5 焊接结构生产	163
5.1 概述	163
5.1.1 焊接结构的特点	163
5.1.2 焊接结构的分类	163
5.1.3 焊接结构的破坏形式	164
5.2 焊接生产工艺过程的设计	164
5.2.1 焊接生产工艺过程设计的内容和程序	164
5.2.2 焊接工艺过程分析	165
5.2.3 工艺方案的确定	167
5.2.4 工艺规程的编制	167
5.2.5 工艺过程设计中的工艺选择	168
5.3 焊接结构中的应力与变形	172
5.3.1 焊接应力及变形产生的原因和影响因素	172
5.3.2 焊接变形的种类和应力分布	176
5.3.3 焊接变形的控制与矫正	185
6 焊接管理	194
6.1 焊接质量管理	194
6.1.1 质量要求标准简介	194
6.1.2 焊接结构验收	203
6.2 焊接生产管理	212
6.2.1 成本核算	212
6.2.2 定额管理	215
6.3 技师论文、总结的撰写和答辩	224
6.3.1 论文的组成结构	224
6.3.2 如何撰写论文	225
6.3.3 撰写各类论文及答辩的一般要求	229
7 焊工培训和考核	233
7.1 焊工职业培训及考试要求	233
7.1.1 国家职业标准对焊工职业的概述	233

7.1.2 国家职业标准对焊工的基本要求	235
7.2 锅炉、压力容器焊工的培训及考试	236
7.2.1 特种作业人员安全技术培训考核管理办法	236
7.2.2 锅炉压力容器焊工考试规则	237
附 录	240
附录1 焊工国家职业标准	240
附录2 技术工作总结格式	248
参考文献	250
5 熔化焊方法与工艺	1.1.2
2.5.1 激光焊	2.1.2
2.5.2 激光焊	2.1.3
2.5.3 激光焊	2.2.2
2.5.4 激光焊	2.2.1
2.5.5 激光焊	2.2.2
2.5.6 激光焊	2.2.3
2.5.7 激光焊	2.2.4
2.5.8 激光焊	2.2.5
2.5.9 激光焊	2.2.6
2.5.10 激光焊	2.2.7
2.5.11 激光焊	2.2.8
2.5.12 激光焊	2.2.9
2.5.13 激光焊	2.2.10
2.5.14 激光焊	2.2.11
2.5.15 激光焊	2.2.12
2.5.16 激光焊	2.2.13
2.5.17 激光焊	2.2.14
2.5.18 激光焊	2.2.15
2.5.19 激光焊	2.2.16
2.5.20 激光焊	2.2.17
2.5.21 激光焊	2.2.18
2.5.22 激光焊	2.2.19
2.5.23 激光焊	2.2.20
2.5.24 激光焊	2.2.21
2.5.25 激光焊	2.2.22
2.5.26 激光焊	2.2.23
2.5.27 激光焊	2.2.24
2.5.28 激光焊	2.2.25
2.5.29 激光焊	2.2.26
2.5.30 激光焊	2.2.27
2.5.31 激光焊	2.2.28
2.5.32 激光焊	2.2.29
2.5.33 激光焊	2.2.30
2.5.34 激光焊	2.2.31
2.5.35 激光焊	2.2.32
2.5.36 激光焊	2.2.33
2.5.37 激光焊	2.2.34
2.5.38 激光焊	2.2.35
2.5.39 激光焊	2.2.36
2.5.40 激光焊	2.2.37
2.5.41 激光焊	2.2.38
2.5.42 激光焊	2.2.39
2.5.43 激光焊	2.2.40
2.5.44 激光焊	2.2.41
2.5.45 激光焊	2.2.42
2.5.46 激光焊	2.2.43
2.5.47 激光焊	2.2.44
2.5.48 激光焊	2.2.45
2.5.49 激光焊	2.2.46
2.5.50 激光焊	2.2.47
2.5.51 激光焊	2.2.48
2.5.52 激光焊	2.2.49
2.5.53 激光焊	2.2.50
2.5.54 激光焊	2.2.51
2.5.55 激光焊	2.2.52
2.5.56 激光焊	2.2.53
2.5.57 激光焊	2.2.54
2.5.58 激光焊	2.2.55
2.5.59 激光焊	2.2.56
2.5.60 激光焊	2.2.57
2.5.61 激光焊	2.2.58
2.5.62 激光焊	2.2.59
2.5.63 激光焊	2.2.60
2.5.64 激光焊	2.2.61
2.5.65 激光焊	2.2.62
2.5.66 激光焊	2.2.63
2.5.67 激光焊	2.2.64
2.5.68 激光焊	2.2.65
2.5.69 激光焊	2.2.66
2.5.70 激光焊	2.2.67
2.5.71 激光焊	2.2.68
2.5.72 激光焊	2.2.69
2.5.73 激光焊	2.2.70
2.5.74 激光焊	2.2.71
2.5.75 激光焊	2.2.72
2.5.76 激光焊	2.2.73
2.5.77 激光焊	2.2.74
2.5.78 激光焊	2.2.75
2.5.79 激光焊	2.2.76
2.5.80 激光焊	2.2.77
2.5.81 激光焊	2.2.78
2.5.82 激光焊	2.2.79
2.5.83 激光焊	2.2.80
2.5.84 激光焊	2.2.81
2.5.85 激光焊	2.2.82
2.5.86 激光焊	2.2.83
2.5.87 激光焊	2.2.84
2.5.88 激光焊	2.2.85
2.5.89 激光焊	2.2.86
2.5.90 激光焊	2.2.87
2.5.91 激光焊	2.2.88
2.5.92 激光焊	2.2.89
2.5.93 激光焊	2.2.90
2.5.94 激光焊	2.2.91
2.5.95 激光焊	2.2.92
2.5.96 激光焊	2.2.93
2.5.97 激光焊	2.2.94
2.5.98 激光焊	2.2.95
2.5.99 激光焊	2.2.96
2.5.100 激光焊	2.2.97

1 焊接安全生产与焊前准备

1.1 安全检查

1.1.1 焊接安全管理的基本原则和安全技术措施

安全管理是企业生产管理的重要组成部分。安全管理就是对生产中的一切人、物、环境的状态进行管理和控制，消除人的不安全状态，确保生产过程安全。焊接生产安全管理的内容包括安全组织管理、场地与设施管理、行为控制和安全技术管理 4 个方面。分别对生产中的人的行为和物的状态、环境进行具体的管理与控制。为了有效地实施安全管理，必须牢记国家的安全生产方针，坚持安全管理的基本管理原则，采取正确的安全技术措施。

1.1.1.1 安全生产方针

《中华人民共和国安全生产法》规定：安全生产管理、坚持“安全第一、预防为主”的方针，生产经营单位必须遵守安全生产的法律、法规，加强安全生产管理，建立、健全安全生产责任制，完善安全生产条件，确保安全生产。

根据国家安全生产法的规定，许多行业、企业制定了本单位的安全生产方针和安全生产目标。比如，我国的石油石化行业采用了国际上通用的一种安全生产管理模式——安全、环境与健康（HSE）管理体系。中国石化集团公司的 HSE 管理方针是：安全第一、预防为主，全员动手、综合治理，改善环境、保护健康，科学管理、持续发展。其 HSE 管理目标是：追求最大限度地不发生事故、不损害人身健康、不破坏环境，创国际一流的 HSE 业绩。

1.1.1.2 安全管理六项基本原则

(1) 管生产同时管安全。安全为了生产，生产必须安全。安全与生产虽然从表面上看有时是矛盾的，但从安全和生产的目标来看，却表现出高度的一致和完全的统一，存在着共同管理的基础。管生产同时管安全，是指向一切与生产有关的机构、人员明确业务范围内的安全管理责任。安全管理责任的建立与落实，是管生产同时管安全的具体表现。一切与生产有关的机构、人员，都必须参与安全管理并在安全管理中承担责任。认为安全管理只是安全部门或安全员的事，是一种片面的、错误的观点。

(2) 坚持安全管理的目的性。安全管理的目的是保护劳动者的安全与健康，实现经济效益、社会效益和环境效益。因此，必须真正做到对人的不安全行为和物的不安全状态进行有效的控制，从而消除和避免事故，没有明确的安全管理只能是花架子，不能起到预防事故、保证安全的作用。

(3) 贯彻预防为主方针。进行安全管理不是处理事故,而是在生产活动中,针对生产的特点,对生产因素采取管理措施,控制不安全因素的发展与扩大,把可能发生的事消灭在萌芽状态。在生产过程中要经常检查,及时发现不安全因素,积极采取有效措施,尽早予以消除,才是安全管理应有的鲜明态度。

(4) 坚持“四全”的动态管理。安全管理是一切与生产有关的人共同的事,同时,安全管理涉及生产活动的方方面面,涉及生产的全过程,涉及一切变化着的生产要素。因此,必须坚持全员、全过程、全方位、全天候的动态管理。只抓一时一事,简单草率,一阵风式安全管理,达不到安全管理的目标。

(5) 安全管理重在控制。对生产因素状态的控制与安全管理目的的关系最为直接。一切事故的发生都是由于人的不安全行为和物的不安全状态交叉的结果。因此,对生产中人的不安全行为和物的不安全状态的控制是动态管理的重点。

(6) 在管理中发展、提高。既然安全管理是在变化着的生产活动中的管理,是一种动态的管理,这种动态性就意味着它是不断发展、不断变化的。适应不断变化的生产活动,消除新的危险因素,是安全管理的一个重要特征。因此,安全管理是一个持续改进的螺旋式上升过程。

1.1.1.3 安全技术措施

安全技术措施是指企业为了防止工伤事故和职业病的危害,保护职工生命安全和身体健康,促进生产任务的顺利完成,从技术上采取的措施。通常,在编制施工组织设计或施工方案中,应针对工程特点、施工方法,使用机械、动力设备及现场环境等具体条件,制定相应的安全技术措施,以及确定各种设备、设施所采取的安全技术装置。

(1) 气焊与气割安全防护的一般技术措施。一般要求乙炔发生器、回火防止器、氧气瓶、减压器均应处于良好状态。整个供气系统密封良好,若发生着火,应采用干砂、二氧化碳或干粉灭火器灭火。各类气瓶应定期检验,保证承压时合乎技术要求并远离火源。

胶管长度以10~15m为宜,使用时,胶管内不得有残气,胶管上不得有气孔焊炬、割炬应保证气路畅通,射吸能力良好,气密性合格,禁止用火柴点火。严格执行操作规程,防止火灾和爆炸的发生。

(2) 电焊安全防护的一般技术措施。焊接电源必须独立使用,而且要有足够的容量,能保证与焊接操作匹配。

焊机外壳与带电体必须有完好的绝缘保护,接线头不裸露,焊接各部分连接牢靠。

焊机必须保护性接地,必要时设置接零装置。

焊机空载一定时间后应能自动断电。焊机周围应通风,散热良好。

应经常检查焊钳,检查焊条能否在规定的角度内夹紧。

焊接电缆必须柔软、耐油、耐热、耐腐蚀。

焊工要加强个人防护,工作服、绝缘手套、绝缘鞋、垫板等必须使用并保持完好。

焊接时,焊接点周围应与易燃、易爆危险品隔离,若无隔离,则空间应达到25m。

焊接工作前应制定工作预案,焊接场地应照明良好,空气流通。

若发生触电事故,首先要切断电源,然后对触电者进行救助。

(3) 焊接电弧辐射的防护技术措施。在焊接作业区严禁直视电弧,施焊时焊工应穿

着标准的防护服，施焊场地应用围屏或挡板与周围隔离，施焊场地要有较强的照明。

(4) 焊接粉尘与有害气体的防护技术措施。焊接场地要尽量全面通风，在不能完全通风的密闭容器或船舱里施焊，最好上下都设通风口，使空气对流良好。烟尘较大的情况下，可以使用排气机或使用通风管把新鲜空气送到焊工身边，但严禁把氧气送入。特殊情况下，焊工可使用可换气头盔。

合理组织调度焊接作业，避免焊接作业区过于拥挤，造成粉尘和有毒气体的聚集，形成更大的危害。

积极采用焊接新工艺、新技术；积极推广机械化焊接和半机械化焊接，改善焊工的劳动条件，降低焊工劳动强度；积极采用低尘、低毒焊接材料。

1.1.2 电焊安全检查

从事电焊作业的人员必须经过培训，考试合格后持证上岗。

1.1.2.1 焊前检查

- (1) 认真检查所用焊接设备及工具的绝缘是否良好。
- (2) 认真检查焊接设备的输入、输出端的接线柱是否完好，接线柱是否与外界有良好的隔离防护，接线是否牢固，并能承受一定的外力不动。
- (3) 认真检查所用焊接设备是不是单独使用容量和该设备容量相匹配的电源开关。
- (4) 认真检查所用焊接设备是否有良好的保护接地（保护接零）装置，其所用连接螺栓不得小于 8mm，并有明显标志。接入电网时特别要注意两者电压必须相同。
- (5) 认真检查施焊现场是否存在易燃易爆、有害有毒物品。
- (6) 认真检查施焊现场是否有良好的自然通风或良好的通风设备。
- (7) 认真检查施焊施工现场是否有良好的照明和符合国家标准的工作通道和消防通道。

1.1.2.2 劳动保护用品及其使用

- (1) 施焊前，从事焊接作业的操作人员必须要穿好全棉制品的工作服、工作帽、绝缘鞋，禁止穿化纤类服装。
- (2) 工作服穿用方法必须符合规定要求，禁止将工作服上衣及内衣系在腰内，禁止将工作服口袋盖叠在口袋内，禁止将工作裤的下角卷起，禁止工作绝缘鞋不系带子。
- (3) 焊接有毒金属及化学容器时应戴好防毒面具。
- (4) 在离地面 2m 以上的高空进行操作应系好符合国家有关标准的安全带，并把安全带扎在牢固可靠的地方。
- (5) 焊接时，应选择适合自己视力的电弧焊专用面具，清渣时要带好防护镜。

1.1.2.3 实际操作的安全要求

- (1) 操作现场如有多人同时进行施焊，应设挡光板，若为单人进行施焊，在引燃电弧时应提示协助人员注意，避免弧光伤害协助人员。
- (2) 如果在露天进行焊接操作，焊接设备应安装在挡雨雪设施的地方，并安放平稳。

使用硅整流焊机时要有保护冷却设施。严禁在不透风的情况下使用。

(3) 在离地面 2m 以上的地方焊接时应注意火花落地的方向。施焊点下面 10m 内不应有易燃易爆物品, 并应设立防护栏。

(4) 在工作潮湿的环境下焊接, 脚下应垫绝缘板, 更换焊条时应戴好防护手套, 用于照明的安全灯电压不得超过 12V。

(5) 严禁把自来水管、暖气管、脚手架管、钢丝当作焊接地线使用, 焊接电缆线不应超过 30m。

(6) 如果施工现场是电、气焊同时操作, 严禁将焊接电缆线搭在气瓶上。

(7) 施焊过程中所用的焊条应放在专用焊条筒内, 禁止随地乱扔焊条头。

(8) 操作现场物料、工具、零件应摆放整齐, 焊接场地应足够大。

(9) 如需在管道内、容器内进行焊接, 要保持内部空气流通良好, 使用的通风设备应符合国家有关标准, 外面应设专职人员进行监护。在容器内施焊的操作人员禁止依靠金属, 如需使用气焊、气割炬时, 应在容器外面点燃, 使用完毕应立即撤出气焊设备。

(10) 焊接容器时应把所有阀门、人孔打开, 严禁在有压力的容器上进行焊接。

(11) 焊接过程中, 如需调整焊接电流, 则应在空载的情况下进行, 如需改变焊接设备的输出电流方式, 则应在断电的情况下进行。

(12) 焊接过程中, 应按焊接电源的额定暂载率使用, 禁止超载使用。

(13) 焊接过程中, 如需移动焊接设备, 拆线时应先拆火线端, 最后拆保护接地端, 在安装焊接设备时, 应先接保护接地, 后接火线端。当焊接电源出现故障时, 应设专职电工进行检修, 禁止焊接人员进行拆动和检修。

(14) 进行实际操作焊工, 必须持上级部门培训合格后发放的特殊作业操作证, 禁止无证操作, 合格证的副本应戴在胸前醒目的地方。

(15) 如需在禁火区进行操作, 必须要进行三级动火审批, 并在有专职消防员在场的情况下进行焊接, 禁止焊接人员未经审批私自进行焊接。

(16) 在进行焊接的过程中, 当发现有不安全因素时, 应立即停止焊接工作, 找有关领导协商解决。当安全与生产在实际工作中发生矛盾时, 应首先以安全为主, 任何人不能在不安全因素存在的情况下指挥焊接人员进行焊接。

(17) 采用大电流进行施焊时会出现焊钳过热的现象, 禁止将焊钳浸水冷却, 应采取两把焊钳交替使用的方法进行。

(18) 登高焊接作业时, 应使用符合安全要求的梯子, 梯脚需包防滑橡胶, 与地面夹角应大于 60° , 上下端均应放置牢固。使用人字梯时应将单梯用限跨铁钩挂住, 使用夹角为 $40^\circ \pm 5^\circ$ 。不准两人同时在梯子上作业, 不准站在梯子上顶挡工作。

(19) 禁止在 6 级以上的大风、雨天、大雪和有浓雾的天气条件下登高焊接。

(20) 焊接电缆需横过马路或通道时, 必须采取护套保护等措施。

1.1.2.4 结束后的安全要求

(1) 工作结束后, 应立即切断电源。盘好电缆线, 清理工具, 物料摆放整齐, 清扫工作现场。

(2) 认真仔细检查工作现场, 查看是否有余火存在, 确认无安全隐患后方准撤离。

(3) 如果工作中使用的是气电焊，在撤离前还要仔细检查水源是否关闭。

1.2 焊件的展开与放样

1.2.1 焊件的可展表面和不可展表面

1.2.1.1 焊件的可展表面

把制成焊件的全部表面或一部分表面形状，在纸上或地板上画成平面图形，并且不发生撕裂或皱折，这种表面称为可展表面。

可展表面的展开，主要有圆柱体（如圆管弯头、圆管三通等的展开）、锥体（如圆锥和方锥等的展开）、多面体（如工程上的各种多面体漏斗等），异形体（如各种异径管件等）。圆柱体的展开如图 1-1 所示，正圆锥体的展开如图 1-2 所示，多面体的展开如图 1-3 所示，异径直交三通管的展开如图 1-4 所示。

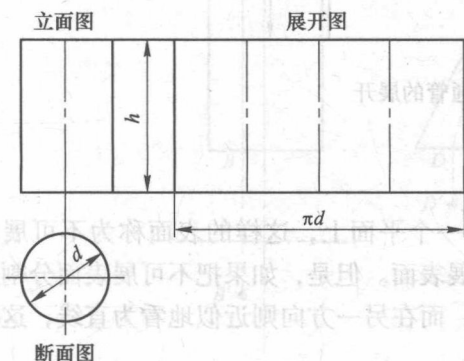


图 1-1 圆柱体的展开

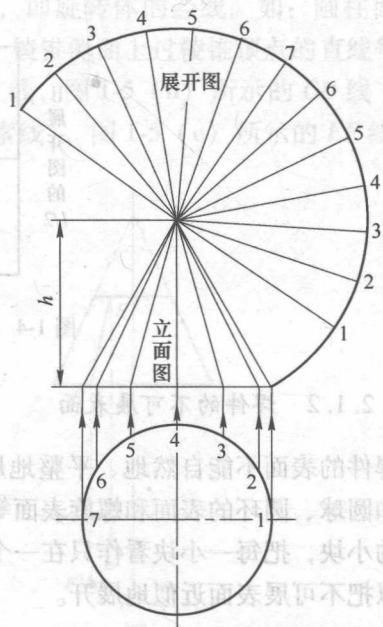


图 1-2 正圆锥体的展开

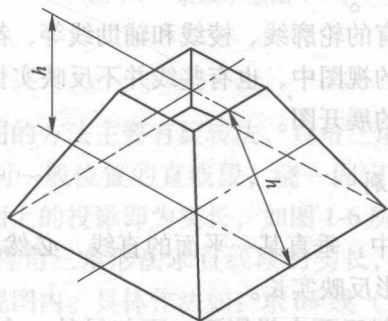


图 1-3 多面体的展开

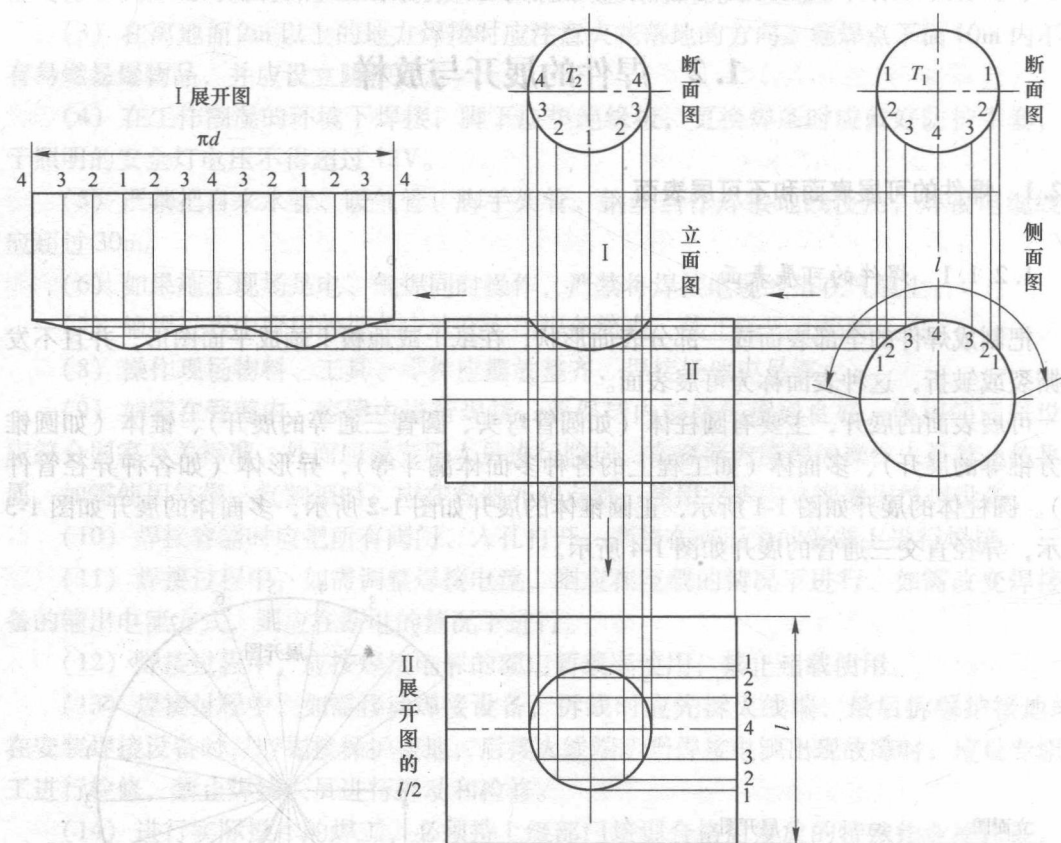


图 1-4 异径直交三通管的展开

1.2.1.2 焊件的不可展表面

焊件的表面不能自然地、平整地展开摊平在一个平面上, 这样的表面称为不可展表面。如圆球、圆环的表面和螺旋表面等都是不可展表面。但是, 如果把不可展表面分割成很多的小块, 把每一小块看作只在一个方向弯曲, 而在另一方向则近似地看为直线, 这样即可以把不可展表面近似地展开。

1.2.2 线段实长的鉴别和求实长的方法

在构件的展开图上, 所有的轮廓线、棱线和辅助线等, 都是与构件表面相对应部分的实长线, 但是, 在一些构件的视图中, 也有些线并不反映实长, 只有将这些线先鉴别出实长和非实长, 才能画出构件的展开图。

1.2.2.1 线段实长的鉴别

(1) 垂直线。在三视图中, 垂直某一平面的直线, 必然与另外两投影面平行, 因此, 该线在另外两投影面上的投影反映实长。

(2) 平行线。当直线倾斜于两个投影面, 而与另外一个投影面平行时, 则该线与平

行投影面的投影反映实长,在相倾斜的两平面的投影则较其实长短。

(3) 一般位置线。倾斜于各个投影面的一般位置线,在各个投影面上的投影都不反映实长,并且都比实长短。

(4) 平面曲线。平面曲线在视图中是否反映实长,由曲线所在平面相对于投影面的位置决定。

当曲线位于平行面上,则在与它平行的投影面上的投影则反映实长,而在另外两投影面上的投影,则为平行于轴线的积聚性直线。

当曲线位于垂直面上,则在其垂直的投影面上的投影积聚成直线,而在另外两个投影面上的投影仍为曲线而不反映实长。

1.2.2.2 母线与素线

焊件的可展开体,是一条直线段以一定的倾斜角度,围绕固定的轴线旋转而形成的回转体的素线。

(1) 母线。在空间的运动轨迹是曲面的线段。

(2) 素线。母线在表面上的任一位置称为素线,即旋转体的经线。如:圆柱面上平行于圆柱轴线的直线,圆锥面上过圆锥顶点的直线,棱锥侧面上过棱锥顶点的直线等,都可以称为上述形体的素线。如图 1-5 (a) 所示的 AB 线,图 1-5 (b) 所示的 CD 线 (C 点与 D 点虚线为不可见素线, C 点与 D 点实线为可见素线),图 1-5 (c) 所示的 EF 线。

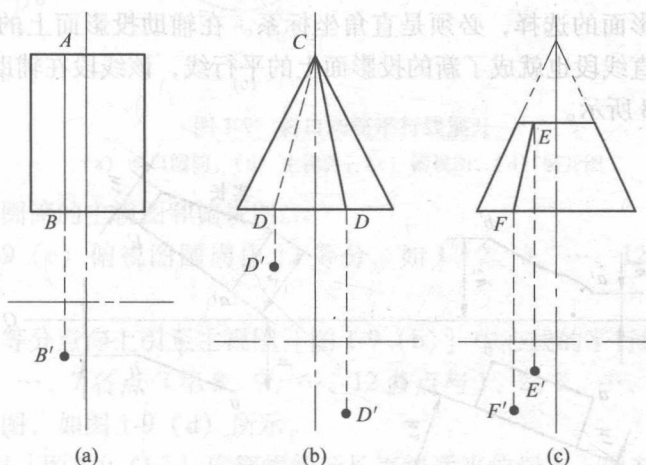


图 1-5 素线示意图

1.2.2.3 求实长的方法

求实长的方法很多,常用的方法主要有旋转法、直角三角形法和变换投影面法三种。

(1) 旋转法。把处于空间一般位置的直线段,绕一固定垂直轴旋转并使之与某投影面平行,则该线段在此投影面上的投影即为实长,如图 1-6 所示。

(2) 直角三角形法。用直角三角形法求直线段的实长,既可以将图画在主视图内,也可以将图画在俯视图、侧视图内。具体作法如:求 ab 线 (水平投影) 的实长。以 ab 线

为直角三角形的斜边，过 a 点做垂线，以 ab 线的正面投影为直角三角形的另一直角边，其斜边为 ab 线的实长，如图 1-7 所示。

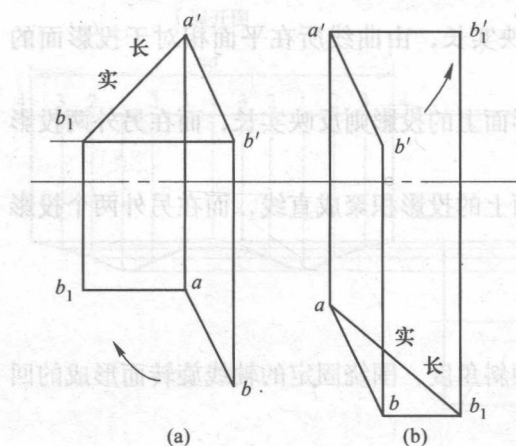


图 1-6 旋转法求线段实长

(a) 旋转为正平线；(b) 旋转为水平线

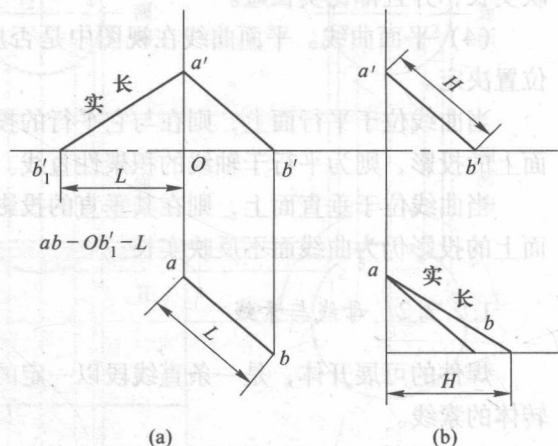


图 1-7 直角三角形法求线段实长

(a) 用旋转法求线段实长；(b) 用三角形法求线段实长

(3) 变换投影面法。由旋转法可知：当未知实长的直线段平行于投影面时，则该线段在投影面上的投影即是实长。所以，变换投影面法就是根据这一规律，设法用新的投影面来代替原来的某一投影面，使新设的投影面与原空间直线段相平行，这种投影面称为辅助投影面，辅助投影面的选择，必须是直角坐标系。在辅助投影面上的投影称为辅助投影。这样，原空间直线段也就成了新的投影面上的平行线，该线段在辅助投影面上的投影就是实长，如图 1-8 所示。

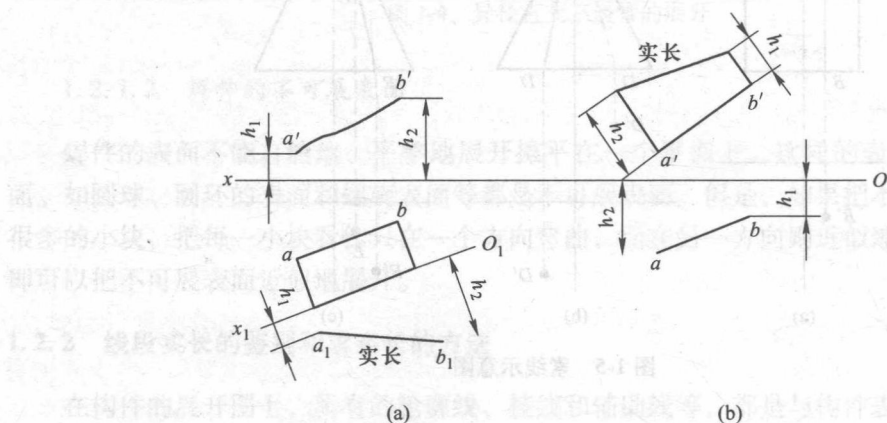


图 1-8 变换投影面法求线段实长

(a) 垂直于水平面辅助投影；(b) 水平面辅助投影

1.2.3 焊件展开的基本方法

焊件的展开，就是将由板料构成的焊件表面形状，根据投影的原理，通过几何作图展开成平面图形的操作过程。不论焊件的板料形状如何复杂，都可以采用不同的方法进行展开。常用的展开图画法有平行线展开法、放射线展开法、三角形展开法、相贯体展开法以

及不可展开曲面的近似展开法五种。

1.2.3.1 平行线展开法

以斜口圆筒（见图 1-9）为例说明平行线展开法的展开步骤。

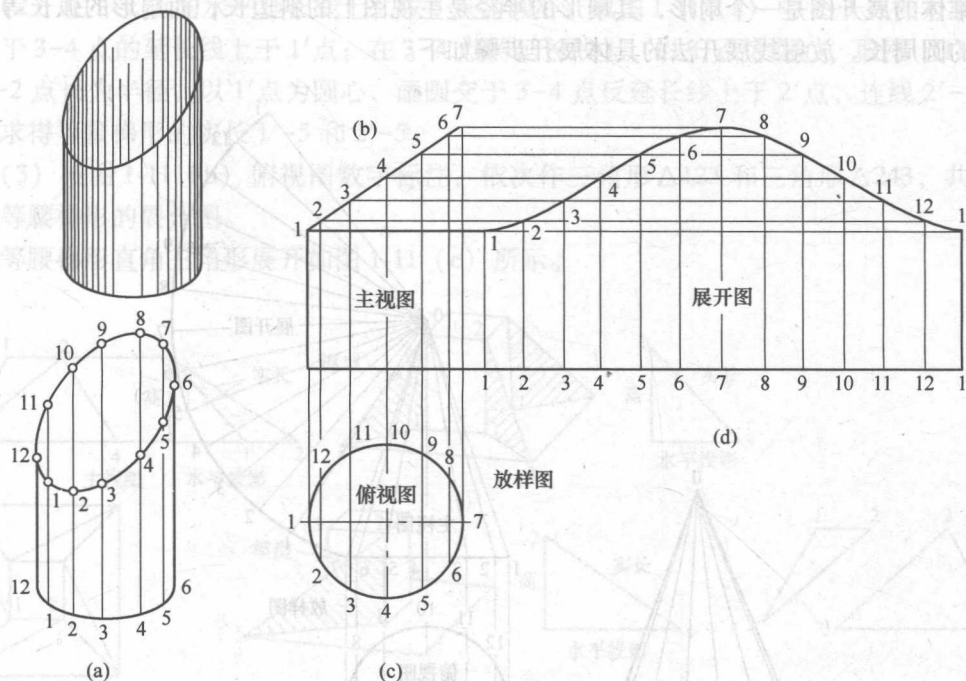


图 1-9 斜口圆筒平行线展开

(a) 斜口圆筒; (b) 主视图; (c) 俯视图; (d) 展开图

(1) 作出斜圆筒的主视图和俯视图。

(2) 将图 1-9 (c) 俯视图圆周作 12 等分，如 1、2、3、…、12（等分点越多越精确）。

(3) 通过各等分点向上引至主视图 [图 1-9 (b)] 中心线的平行线，在圆筒的斜面上相交于 1、2、3、…、7 各点（第 8、9、…、12 各点与 1、2、3、…、7 点重合）。

(4) 作展开图，如图 1-9 (d) 所示。

1) 在主视图 [图 1-9 (b)] 底部线的延长直线适当位置上，取其长度为俯视图的圆周长，并将其 12 等分 [见图 1-9 (d) 展开图]，然后，分别在 12 等分点上向上作主视图延长线的垂线。

2) 将俯视图 [图 1-9 (c)] 12 等分。

3) 在俯视图 [图 1-9 (c)] 的 12 等分点上，分别向图 1-9 (b) 的斜面作垂线（其中 8 点与 6 点重合，9 点与 5 点重合，10 点与 4 点重合，11 点与 3 点重合，12 点与 2 点重合）。

4) 在主视图 [图 1-9 (b)] 斜面的 12 个等分点上，分别作与底部直线延长线的平行线，并与底部直线延长线垂线分别相交于 1、2、3、…、12、1 点。

5) 用圆滑曲线连接 1、2、3、…、12、1 各点，就完成了该斜口圆筒展开图的作图