



国家级职业教育规划教材

人力资源和社会保障部职业能力建设司推荐

高等职业技术学院焊接技术及自动化专业任务驱动型教材

焊条电弧焊技术

HANTIAO DIANHUHAN JISHU

人力资源和社会保障部教材办公室组织编写

李文聪 主编

 中国劳动社会保障出版社



国家级职业教育规划教材

人力资源和社会保障部职业能力建设司推荐

高等职业技术学院焊接技术及自动化专业任务驱动型教材

焊条电弧焊技术

HANTIAO DIANHUHAN JISHU

李文聪 主编



中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

焊条电弧焊技术/李文聪主编. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2011

高等职业院校焊接技术及自动化专业任务驱动型教材

ISBN 978-7-5045-8939-2

I. ①焊… II. ①李… III. ①焊条-电弧焊-高等职业教育-教材 IV. ①TG444

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 049482 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出 版 人: 张梦欣

*

北京谊兴印刷有限公司印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 15 印张 342 千字

2011 年 4 月第 1 版 2011 年 4 月第 1 次印刷

定价: 26.00 元

读者服务部电话: 010-64929211/64921644/84643933

发行部电话: 010-64961894

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64954652

如有印装差错, 请与本社联系调换: 010-80497374

前 言

为了更好地满足企业对焊接技术及自动化专业高技能人才的需求,全面提升教学质量,人力资源和社会保障部教材办公室组织全国有关院校的一线教学专家、企业技术专家,在充分调研企业生产实际和学校教学实际的基础上,精心编写了高等职业技术学院焊接技术及自动化专业教材,包括《金属熔焊基础》《冷作技术》《焊条电弧焊技术》《埋弧焊技术》《气体保护焊技术》《金属材料焊接》《焊接结构生产》和《焊接检测技术》。

本套教材紧紧围绕焊接工艺制定、焊接操作、焊接施工管理、焊接质量控制和检测等岗位的要求,参照《国家职业技能标准·焊工》设计内容,并确定以培养焊接工程现场操作能力、典型结构件焊接工艺制定能力、焊接质量检测与控制能力、焊接工程施工组织管理能力为主要教学目标。

焊接工程现场操作能力:主要通过《冷作技术》《焊条电弧焊技术》《埋弧焊技术》《气体保护焊技术》的教学,使学生能熟练进行一般性焊接工程的施工,能完成焊接材料选择、划线、号料、下料、装配、焊接等工作,熟悉相关设备。

典型结构件焊接工艺制定能力:主要通过《金属熔焊基础》《金属材料焊接》《焊接结构生产》的教学,使学生能熟练编制简单容器结构、桁架结构、格架结构、梁柱结构等常见中小型结构的焊接工艺,能读懂典型焊接结构的设计资料并对其合理性做出判断。

焊接质量检测与控制能力:主要通过《焊接检测技术》的教学,使学生能较熟练运用有关检测设备和方法并依据检测标准进行焊接质量检测。

焊接工程施工组织管理能力:主要通过《焊接结构生产》的教学,使学生能熟练进行焊接工程的现场组织与管理等工作。

在教材内容的组织上，采用任务驱动的编写思路。在教材的每一单元，首先提出具体的学习任务，使学生明确目标，产生学习的积极性；然后结合具体实例，讲解完成任务所需要的相关知识，使学生认识由感性上升到理性；在任务实施环节，详细介绍完成任务的步骤和注意事项，使学生能够顺利完成任务，增强学生的成就感。

在本套教材编写过程中，我们得到了有关省市人力资源和社会保障部门、高等职业技术学院和相关企业的大力支持，教材的编审人员做了大量的工作，在此表示衷心感谢！同时，恳切希望广大读者对教材提出宝贵的意见和建议。

人力资源和社会保障部教材办公室

2011年3月

简 介

本书由人力资源和社会保障部教材办公室组织编写，人力资源和社会保障部职业能力建设司推荐使用。教材内容由焊条电弧焊准备技能、平焊位焊条电弧焊、立焊位焊条电弧焊、横焊位焊条电弧焊、仰焊位焊条电弧焊、管板不同位固定焊、管不同位置固定焊、管不同位置固定加障碍焊等模块组成，每个模块下有若干教学任务，按照任务提出、任务分析、相关知识、任务实施、任务评价、思考与练习的教学环节顺序展开。

本书为高等职业技术学院焊接技术及自动化专业教材，也可作为成人高校、本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校的相关专业教材，或作为自学用书。

本书由大庆职业学院李文聪，尹维、李明政、谭欣欣、李明磊、庞玉霞，吉林大学赵玉山、续志学、李文杰，天津机电职业技术学院葛国政，沈阳职业技术学院张红兵，广东省高级技工学校罗茗华编写。大庆职业学院李文聪担任主编并统稿，吉林大学赵玉山、续志学担任副主编，辽宁冶金技师学院王长忠、包头职业技术学院王新民主审。

目 录

模块一 焊条电弧焊准备技能	(1)
任务 1 焊接图识读	(1)
任务 2 焊条准备	(17)
任务 3 磁弧气刨	(35)
模块二 平焊位焊条电弧焊	(47)
任务 1 熔敷平焊	(47)
任务 2 平角焊	(66)
任务 3 板对接双面平焊	(76)
任务 4 板对接单面平焊双面成型	(90)
模块三 立焊位焊条电弧焊	(104)
任务 1 板对接立焊位双面焊	(104)
任务 2 板对接立焊位单面焊双面成型	(113)
任务 3 立角焊	(122)
模块四 横焊位焊条电弧焊	(128)
任务 1 板对接双面横焊	(128)
任务 2 板对接单面横焊双面成型	(134)
模块五 仰焊位焊条电弧焊	(145)
任务 1 板对接单面仰焊双面成型	(145)
任务 2 仰角焊	(153)

模块六 管板不同位固定焊..... (159)

任务1 插入式管板垂直固定平角焊..... (159)

任务2 骑座式管板垂直固定仰焊..... (166)

任务3 骑座式管板水平固定全位置焊..... (174)

模块七 管不同位置固定焊..... (184)

任务1 管对接垂直固定单面焊双面成型..... (184)

任务2 管对接水平固定单面焊双面成型..... (193)

任务3 管45°倾斜固定对接单面焊双面成型..... (206)

模块八 管不同位置固定加障碍焊..... (213)

任务1 管对接垂直固定加障碍单面焊双面成型..... (213)

任务2 管对接水平固定加障碍单面焊双面成型..... (221)

模块一 焊条电弧焊准备技能

焊接图识读是机械制图中针对带有焊接符号图的识读。焊接图是机械制图的组成部分,通过识读焊接图可以确定焊缝在工件中的空间位置、焊缝的接头形式等。本模块的任务就是通过对带有焊接符号焊接图的剖析,识别各焊接符号的含义,从而能读懂焊接图,这是掌握焊条电弧焊基本技能的基础;通过对焊条相关知识的学习,了解焊条的结构、型号、牌号及其保管和储存方法;通过学习碳弧气刨操作技术,了解碳弧气刨工艺,能刨削一些工件或焊接缺陷,并了解碳弧气刨时易出现的缺陷及防止措施。

任务1 焊接图识读

技能点

- ◎ 能够读懂焊接图样及焊接符号在焊接图中表示的含义。

知识点

- ◎ 焊接符号; 焊接图焊缝类型; 焊接图焊缝位置; 焊接图焊缝尺寸。

任务提出

焊接图表达了焊件焊接的基本技术要求、焊件重要结构信息以及各焊件间的连接情况,因此在焊接生产中读懂焊接图、了解焊接图所表达的焊接工艺信息是实施焊接的重要前提之一。

如图 1—1—1 所示为支架焊接图,图 1—1—2 所示为支架零件图,各零件材料均为 Q235B。现要求读懂工件图样,了解各焊接符号在图中表示的含义及要求。



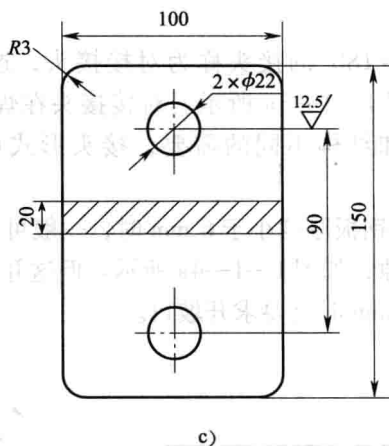


图 1—1—2 支架零件图

a) 件1 圆筒 (图号 ZJ01-2) b) 件2 支撑板 (图号 ZJ01-3) c) 件3 底板 (图号 ZJ01-4)

任务分析

识读焊接图要从图样中焊接符号的构成分析和技术要求分析两个方面入手。从图 1—1—1 中可读出, 该支架由三个零件焊接组合而成, 即件 1 与件 2 焊接、件 2 与件 3 焊接。要完成这一支架焊接图的识读, 应了解零件间焊接接头形式、焊缝的空间位置和焊缝符号及尾部符号后的数字所表示的含义, 并分析不同焊件之间的连接情况。

相关知识

一、焊接接头的分类

用焊接方法连接的接头称为焊接接头, 焊接接头包括焊缝、熔合区和热影响区三部分。焊接结构中的接头形式有对接接头、角接接头、搭接接头、T 形接头、端部接头、卷边接头、套管接头、斜对接接头、锁底接头等多种。其中应用最广的有对接接头、角接接头、搭接接头和 T 形接头四种, 如图 1—1—3 所示。

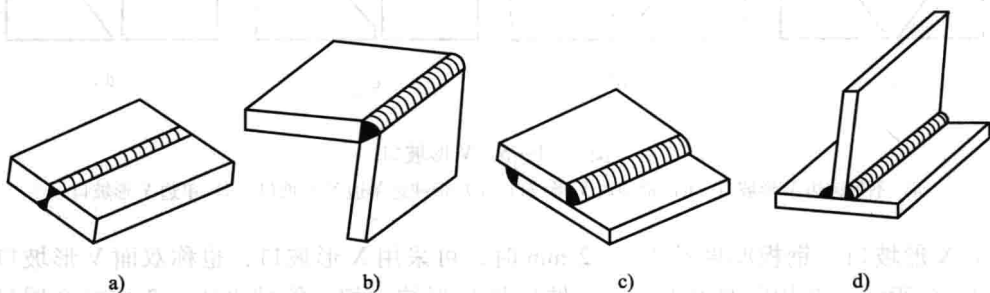


图 1—1—3 焊接接头的基本形式

a) 对接接头 b) 角接接头 c) 搭接接头 d) T 形接头

1. 对接接头

两焊件表面夹角为 $135^\circ \sim 180^\circ$ 的接头称为对接接头，这是一种较理想的接头形式，常用于重要焊接结构中，如图 1—1—3a 所示。对接接头在焊接结构中应用最多，能够承受较大载荷。根据工件厚度和结构不同的需要，接头形式可分为不开坡口和开坡口两种。

(1) 不开坡口对接接头。钢板厚度小于 6 mm 时，一般可不开坡口（或叫开 I 形坡口），只留有 $b = 1 \sim 2$ mm 的装配间隙，如图 1—1—4a 所示。但这并不是绝对的，在一些较重要的焊接结构中，工件厚度大于 3 mm 时就要求开坡口。

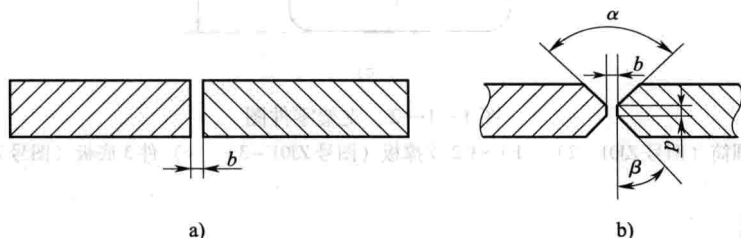


图 1—1—4 对接接头

a) 不开坡口对接接头 b) 开坡口对接接头

(2) 开坡口对接接头。坡口是用机械加工、火焰切割或等离子切割等方法加工而成，能起到调节焊缝金属中母材和填充金属比例作用的结构，有 V 形、X 形、U 形等形式。两坡口面之间的夹角 α 为坡口角度， β 为单边坡口角度，如图 1—1—4b 所示，是为了保证电弧能达到接头根部，使根部焊透，以便于获得良好的焊缝成形。钝边（工件开坡口时，沿工件厚度方向留有的端面部分，如图 1—1—4b 中的 p 值）是为了防止烧穿，但钝边的尺寸应保证第一层能焊透。根部间隙（组焊前，在接头根部两工件之间预留的空隙，如图 1—1—4b 中的 b 值）也是为了保证接头根部焊透。

1) V 形坡口。钢板厚度不小于 6 mm 时，一般采用 V 形坡口。V 形坡口的形式有不带钝边 V 形坡口、带钝边 V 形坡口、带钝边单边 V 形坡口、单边 V 形坡口四种，如图 1—1—5 所示。开 V 形坡口的特点是：易加工，但熔敷金属量大，焊后角变形较大。

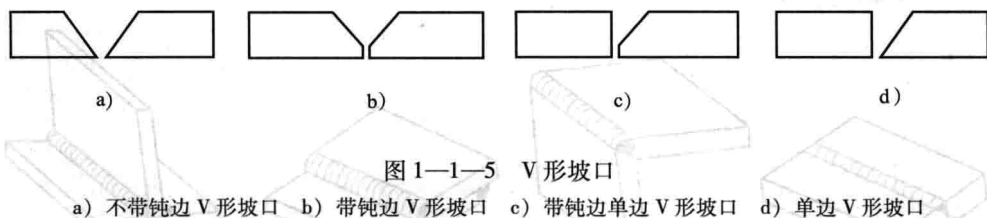


图 1—1—5 V 形坡口

a) 不带钝边 V 形坡口 b) 带钝边 V 形坡口 c) 带钝边单边 V 形坡口 d) 单边 V 形坡口

2) X 形坡口。钢板厚度不小于 12 mm 时，可采用 X 形坡口，也称双面 V 形坡口，如图 1—1—6 所示。在相同厚度下，X 形坡口与 V 形坡口相比能减少约 $1/2$ 熔敷金属量，焊后变形和产生的内应力也较小。因此，这种坡口多用于厚度大及要求控制焊接变形量的结构中。

3) U形坡口。U形坡口有单面U形坡口、单边U形坡口、双面U形坡口,如图1—1—7所示。U形坡口的特点是:填充金属量少,焊件变形小,焊缝金属中母材金属占的比例也小。但这种坡口加工较难,一般应用在较重要的焊接结构中。当钢板厚度为20~60 mm时,采用单面U形坡口或单面单边U形坡口,如图1—1—7a、b所示;当钢板厚度为40~60 mm时,采用双面U形坡口,如图1—1—7c所示。

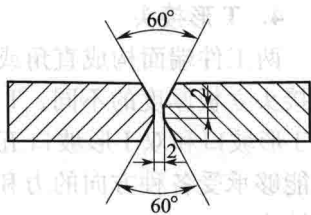


图1—1—6 X形坡口

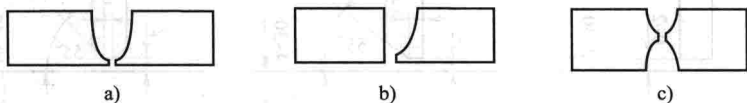


图1—1—7 开U形坡口

a) 单面U形坡口 b) 单面单边U形坡口 c) 双面U形坡口

2. 角接头

两工件端面间夹角为 $30^\circ \sim 135^\circ$ 的接头称为角接头,如图1—1—3b所示。角接接头的受力状况较差,根据工件的厚度和结构的不同需要,接头形式可分为开坡口和不开坡口两种,常用于不重要结构或箱形结构中。一般形式如图1—1—8所示。

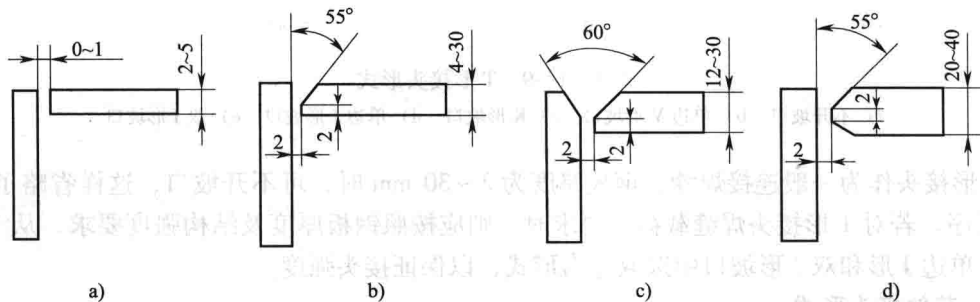


图1—1—8 角接头

a) 不开坡口 b) 单边V形坡口 c) V形坡口 d) K形坡口

3. 搭接接头

两工件部分重叠构成的接头称为搭接接头,如图1—1—3c所示。搭接接头一般用于厚度为12 mm以下的板材,其重叠部分为3~5倍板厚,采用双面焊接。根据工件的结构对强度要求的不同,可分为不开坡口I形、圆孔内塞焊形和长孔内角焊形三种。不开坡口I形采用双面焊接,这种接头的应力分布不均匀,承载能力较低,很少采用。后两种接头形式多用于被焊结构狭小及密封的焊接结构中,这是由于搭接接头焊前准备和装配工作较对接接头简单,其横向收缩量也较对接接头小。这种接头对装配要求不高,也易于组焊,但承载能力较低,所以在不重要结构或箱形结构中得到了一定程度的应用。如在化工容器中,带补强圈的接管焊接、支座衬板焊接等结构,一般均采用搭接接头形式。

4. T形接头

两工件端面构成直角或近似直角的接头称为T形接头,如图1—1—3d所示。根据T形接头立板厚度的不同,T形接头的立板可分为不开坡口、单边V形坡口、K形坡口、单边J形坡口和双J形坡口五种形式,如图1—1—9所示。T形接头用途仅次于对接接头,它能够承受各种方向的力和力矩,应用较为普遍,特别是船体结构约70%采用的是这种接头。

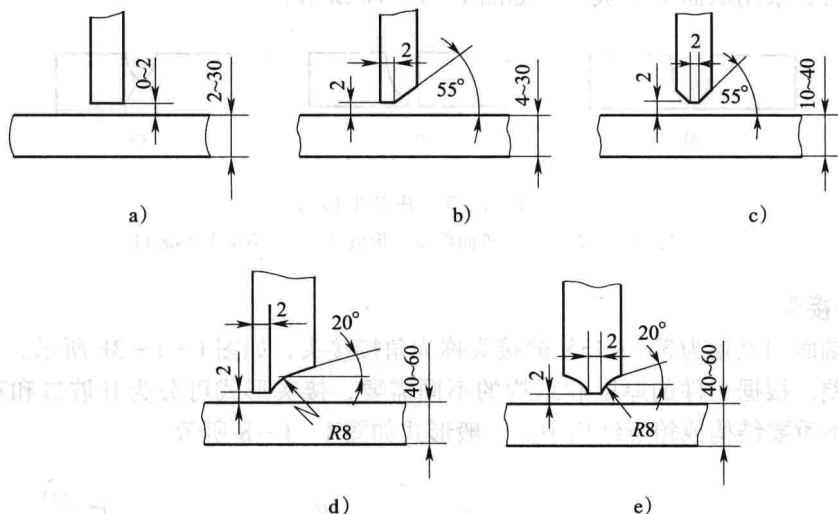


图1—1—9 T形接头形式

a) 不开坡口 b) 单边V形坡口 c) K形坡口 d) 单边J形坡口 e) 双J形坡口

T形接头作为一般连接焊缝,钢板厚度为2~30mm时,可不开坡口,这样省略了坡口准备工序。若对T形接头焊缝载荷有要求时,则应按照钢板厚度及结构强度要求,从V形、K形、单边J形和双J形坡口中选取适当形式,以保证接头强度。

5. 其他接头形式

(1) 十字接头。由三个焊件装配而成的十字形接头,称为十字接头。结构形式如图1—1—10所示。

(2) 端接接头。两工件重叠或两工件表面之间的夹角小于30°构成的端部焊缝接头,称为端接接头,如图1—1—11所示。

(3) 卷边接头。工件端部预先卷边的接头,称为卷边接头,如图1—1—12所示。

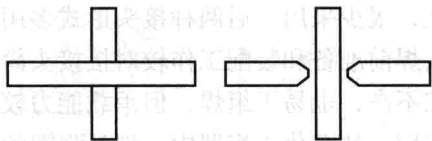


图1—1—10 十字接头形式

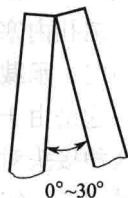


图1—1—11 端接接头形式

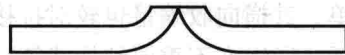


图1—1—12 卷边接头形式

(4) 套管接头。将一根直径稍大的短管套于要连接的两根管子上构成的接头称为套管接头, 如图 1—1—13 所示。

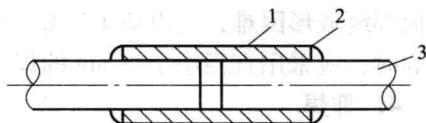


图 1—1—13 套管接头形式

1—套管 2—焊缝 3—内管

二、焊缝空间位置

焊接时, 焊缝所处的空间位置称为焊缝的空间位置 (简称焊接位置), 可用焊缝倾角和焊缝转角来表示。焊缝倾角是指焊缝轴线与水平面之间的夹角, 如图 1—1—14 所示。焊缝转角是指焊缝中心线 (焊缝根部和盖面层中心连线) 和水平参照面 $-Y \sim +Y$ 轴的夹角, 如图 1—1—15 所示。焊缝空间位置分为平焊位置、横焊位置、立焊位置、仰焊位置四种形式, 如图 1—1—16 所示。

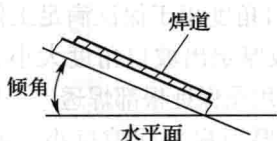


图 1—1—14 焊缝倾角示意图

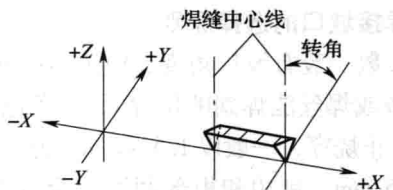


图 1—1—15 焊缝转角示意图

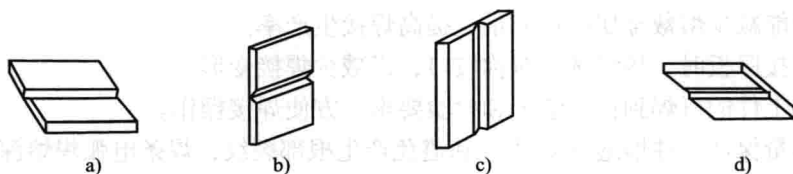


图 1—1—16 焊接位置示意图

a) 平焊位置 b) 横焊位置 c) 立焊位置 d) 仰焊位置

1. 平焊

焊缝倾角为 0° , 焊缝转角为 90° 的焊接位置称为平焊位置, 如图 1—1—16a 所示。在平焊位置进行的焊接称为平焊。由于焊缝处于水平位置, 操作技术较易掌握, 可选用较大直径焊条和较大焊接电流, 可用多种运条方式进行焊接。

2. 横焊

焊缝倾角为 0° 、 180° , 焊缝转角为 0° 、 180° 的焊接位置称为横焊位置, 如图 1—1—16b 所示。在横焊位置进行的焊接称为横焊。由于熔化金属形成的液态熔滴受重力作用, 易下淌产生焊接缺陷, 进行横焊时, 应尽可能将上边工件切成斜边 (坡口), 以便由下边工件形成一个横台托住熔化金属。但因液态金属容易向下坠流, 熔渣不易浮出, 易造成咬边、焊瘤、夹渣和未焊透, 焊接质量较难保证, 所以应采用短弧焊接, 并选用较小焊条直径和较小焊接电流及适当的运条方式进行焊接。

3. 立焊

焊缝倾角为 90° (立向上)、 270° (立向下) 的焊接位置称为立焊位置, 如图 1—1—16c 所示。在立焊位置进行的焊接称为立焊。由于熔化金属形成的液态熔滴受重力作用, 易下淌

造成焊缝成形困难,所以应采用短弧焊接,并选用比平焊时小的焊条直径和焊接电流。一般立焊时,应采用直径小于4 mm的焊条,比平焊小10%~15%的焊接电流,采用短弧施焊。

4. 仰焊

焊缝倾角为 0° 、 180° ,焊缝转角为 270° 的焊接位置称为仰焊位置,如图1—1—16d所示。在仰焊位置进行的焊接称为仰焊。焊缝位于燃烧电弧的上方,熔化金属形成的液态熔滴受重力作用,易下淌,熔池形状和大小不易控制,易出现未焊透、夹渣等焊接缺陷。焊接时,必须正确选用焊条和焊接电流,减小熔池面积。所以,施焊时要选用小直径焊条,用比平焊小15%~20%的电流和短弧焊接。仰焊生产率最低,焊接质量较难保证,采用短弧焊接,有利于熔滴在很短时间内过渡到熔池中,促使焊缝快速成形。在设计与制造焊接结构时,应尽量避免采用仰焊。

三、焊接坡口的选择原则

坡口参数一般有坡口角度、钝边高度和根部间隙。坡口角度用于保证满足工件的可焊到性(指焊条或焊丝能焊到的位置),焊条电弧焊一般根据板厚定出坡口角度大小。钝边的作用主要是防止烧穿,一般以1.5~2 mm为宜。根部间隙的作用是保证根部焊透,一般根部间隙取1.0~2.5 mm。钝边和根部间隙应合理配合,如钝边过厚而根部间隙过小,就可能焊不透。

1. 坡口形式的选取原则

- (1) 尽可能减少熔敷金属的填充量,提高焊接生产率。
- (2) 在焊接厚板时,尽量选用对称坡口,以减少焊接变形。
- (3) 满足工件的可焊到性、装配和检验要求,方便焊接操作。
- (4) 应尽量保证工件熔透(焊透)和避免产生根部裂纹,焊条电弧焊熔深为2~4 mm。
- (5) 坡口形状加工方便,有利于焊接操作。
- (6) 对于易产生焊接裂纹、淬硬倾向比较大的厚钢板或高强度钢,应优先考虑选用圆弧半径合适的U形坡口。

2. 不同接头形式对坡口形式、钝边高度和根部间隙的要求

钝边和根部间隙必须配合好,应根据焊缝位置、焊件厚度、坡口形式及操作方法选择。采用焊条电弧焊操作时,钝边高度最好控制在0~1.5 mm,根部间隙在2 mm左右,既要保证单面焊双面成形的穿透率,又要避免产生烧穿和焊瘤等缺陷。

四、焊缝符号表示法

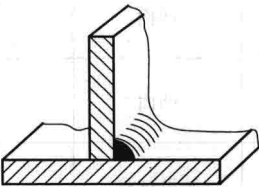
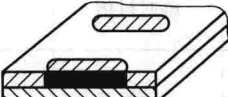
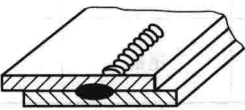
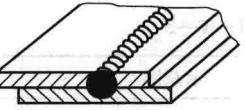
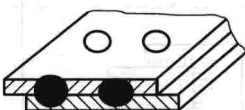
焊缝符号是标注在工件图样上,指导焊接操作者施焊的主要依据。焊接操作者应清楚焊缝符号的标注方法及其含义。

1. 焊缝符号

《焊缝符号表示法》(GB/T 324—2008)中,一般由基本符号和指引线构成,必要时还可以加上补充符号和焊缝尺寸符号。图形符号的比例、尺寸和在图样上的标注方法执行GB/T 12212—1990的标注方法和图样有关规定。基本符号是表示焊缝截面形状的符号,见表1—1—1。常用的焊缝补充符号见表1—1—2,焊缝符号的应用见表1—1—3,焊缝尺寸符号见表1—1—4,焊缝尺寸的标注见表1—1—5。为了完整表达焊缝,除了上述符号以外还包括指引线、尺寸符号、数据等,如图1—1—17所示。

表 1—1—1

焊缝基本符号

序号	名称	示意图	符号	序号	名称	示意图	符号
1	卷边焊缝		—	10	角焊缝		
2	I形焊缝			11	塞焊缝或 槽焊缝		
3	V形焊缝		∨				
4	单边 V 形焊缝		∨				
5	带钝边 V 形焊缝		Y				
6	带钝边单边 V 形焊缝		Y	12	缝焊缝		
7	带钝边 J 形焊缝		U	13	点焊缝		
8	带钝边 U 形焊缝		U				
9	封底焊缝		—			