

工人高级操作技能
训练辅导丛书

铆工

工人高级操作技能训练辅导丛书编委会 编

机械工业出版社

本书重点介绍高级铆工应掌握的操作技能,包括焊接与气割、展开放样、常用设备调整与尺寸精度控制、常用铆工操作、铆工常用工夹模具、构件装配的操作技能;对新产品试制及其质量鉴定和有关的新技术、新工艺作了扼要介绍。书中编入了较多的实例,对一些典型产品的制造工艺进行了分析。

本书内容比较深入、系统,以帮助高级铆工掌握必须的操作技能,并提高他们解决生产中疑难问题的能力。本书是高级铆工技能培训的教学参考书,也可作为高级铆工的培训教材,或供有关技术人员参考。

本书由上海电站辅机厂奚林根和上海起重运输机械厂李金龙、上海建筑机械厂朱金发编写;由西安重型机器厂周喜民审稿。

铆 工

工人高级操作技能训练辅导丛书编委会 编

责任编辑:俞逢英 责任校对:韩 晶
封面设计:肖 晴 版式设计:罗文莉
责任印制:张俊民

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

机械工业出版社京丰印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本 787×1092¹/₁₆·印张14³/₄·字数359千字
1991年2月北京第一版·1991年2月北京第一次印刷
印数 0,001-7,100·定价:7.95元

ISBN 7-111-01985-7/TG·502

工人高级操作技能训练辅导丛书

编委会名单

主任委员：郭洪泽

副主任委员：李宣春 田国开

委员：(以姓氏笔划为序)

王美珍 刘葵香 杨晓毅 张惠英

胡有林 胡振中 董无岸 董慎行

前 言

高级技术工人是体力劳动与脑力劳动融为一体的新型的专门人才，是增强企业活力和国家四化建设中的重要技术力量。高级技术工人的状况如何，是企业素质好坏的一个重要标志。

当前，机电工业企业中高级技术工人数量不足、技术素质偏低、年龄偏高、青黄不接、后继乏人，已成为企业生产发展和技术进步的严重障碍。大力开展高级技术工人培训工作，加紧培养一批高级技术工人，尽快改变企业高级工严重短缺的局面，建成一支以中级工为主体、高级工为骨干的技术工人队伍，是进一步发展机电工业的当务之急。

1987年原国家机械工业委员会制定颁布了《工人高级操作技能训练大纲（试行）》，作为机械行业开展高级工操作技能培训的依据。为了帮助企业更好地贯彻大纲，提高技能培训质量，并为广大中、高级技术工人自学成才提供方便，现又组织力量编写了《工人高级操作技能训练辅导丛书》。丛书共6种，包括了《大纲》中列入的15个通用技术工种，有车工、镗铣工（镗工部分）、镗铣工（铣工部分）、刨工、磨工、齿轮工、钳工、工具钳工、铸造工、锻工、模锻工、铆工、电焊工、模型工、热处理工和维修电工。

丛书是依据《工人技术等级标准（通用部分）》中有关工种的“应会”部分和《工人高级操作技能训练大纲（试行）》的要求编写的。编写的指导思想坚持了“面向企业，面向生产，自学为主，学以致用”的原则，紧密围绕提高工人的实际操作技能和分析解决生产中实际问题的能力这一根本宗旨，重点介绍了具有代表性和先进性的生产工艺、设备及操作方法、技能技巧，并把有关的技能知识有机地融合进去。

在具体内容的安排上，各书以本工种中级工“应会”为起点，依次介绍了高级工应掌握的复杂设备的调整、试车方法；复杂装置和设备生产岗位的全部操作要求；复杂、典型零件的加工工艺、检查方法和先进的操作技巧；国内外有关的新技术、新工艺、新材料、新设备的推广、应用情况。书中收集列举了大量的操作实例，图文并茂，具有较强的针对性、实用性，有助于工人举一反三，利用所掌握的工艺分析能力、技能知识和操作方法，解决生产中的实际问题，开展技术革新。

丛书是由上海机电工业管理局组织企业的工程技术人员、技工培训教师和优秀的老技师、老工人合作编写的。北京、江苏、河南、湖南、陕西等省、市机械工业企业的有关同志参加了审稿。

编写、出版高级工操作技能训练方面的书，在我国还是第一次，缺乏借鉴，难度很大。为了编好丛书，编、审人员和有关方面付出了艰巨的劳动，谨向他们致以衷心的感谢，并恳切地希望广大技工教育工作者和读者给《丛书》多提宝贵意见，以便将来修订，使之更好地为高级工培训工作服务。

工人高级操作技能训练辅导丛书编委会

1989年2月

目 录

前言

第一单元 综述	1
(一) 展开放样	1
(二) 常用铆工成形操作与设备	1
(三) 装配连接	2
第二单元 焊接与气割操作技能	3
(一) 焊接操作技能	3
(二) 氧-乙炔切割操作技能	13
思考题	17
第三单元 展开放样操作技能	18
(一) 划线操作技能	18
(二) 展开放样的一般操作技能	32
(三) 展开放样工艺处理操作技能	39
思考题	53
第四单元 常用设备调整与尺寸精度控制的操作技能	55
(一) 剪切机的操作技能	55
(二) 卷板机的操作技能	63
(三) 弯管的操作技能	71
(四) 压力机的操作技能	87
思考题	95
第五单元 常用铆工操作技能	97
(一) 构件弯曲、锤展的操作技能	97
(二) 火焰矫正的操作技能	102
(三) 铆接的操作技能	106
(四) 胀接的操作技能	115
思考题	122
第六单元 铆工常用工夹模具操作技能	123
(一) 冲裁模	123
(二) 弯曲模	132
(三) 压延模	138
(四) 胎模具	140
思考题	142
第七单元 构件的装配与编制工艺规程	143
(一) 装配操作技能	143
(二) 制作复杂构件的技术关键	152
(三) 编制工艺规程	155

VI

思考题	158
第八单元 新产品试制及质量鉴定的操作技能	160
(一) 原材料的检验	160
(二) 无损探伤	161
(三) 在制件和产品的检验操作技能	166
(四) 压力试验与密封性试验操作技能	168
(五) 产品的质量控制与检验	172
思考题	174
第九单元 典型产品制造工艺分析	175
(一) 压力容器设备制造工艺分析	175
(二) 热交换器管束制造工艺分析	183
(三) 桥式起重机主梁制造工艺分析	189
(四) 典型截面钢结构制造工艺分析	200
(五) 球罐制造工艺分析	205
第十单元 推广新技术、新工艺	216
(一) 新技术、新工艺的发展	216
(二) 新技术、新工艺的简介	216
思考题	219
附录	220
附录一 等边角钢规格与锁口尺寸	220
附录二 不等边角钢规格与锁口尺寸	221
附录三 槽钢规格与锁口尺寸	221
附录四 工字钢规格与锁口尺寸	222
附录五 常用金属的机械性能	223
附录六 有色金属的机械性能	223
附录七 常用钢材的高温抗拉强度 σ_t	224
附录八 型材最小弯曲半径计算公式	225
附录九 管子的最小弯曲半径	227
附录十 板料的最小弯曲半径	227
附录十一 常用法定计量单位及其换算	228

第一单元 综 述

铆工操作实际上是金属材料的制作。它是将板材、型材和管材等金属材料，通过放样、划线、切割、压制、卷板、弯煨、装配和焊接、铆接、胀接等手段，加工成为所需要的机械产品。掌握高级铆工的操作技能，能简化加工工序、缩短产品制造周期、降低生产成本，实现优质高产。

铆工工序的操作技能，除了广泛应用于桥梁、建筑工程外，还用于石油化工设备、压力容器、电站设备、起重机械及运输、船舶制造、管道和核工业设备的制造。在现代化的工业国家中，一半左右的金属材料是通过铆工加工消耗掉的。但是机械产品的制造，并非是单以铆工工序的操作能全部完成的，还需要金属切削、热处理、焊接等工艺相互配合。作为一个高级铆工，必须熟练地掌握如下的铆工工序的加工知识及要求。

(一) 展 开 放 样

钢材是制造钢结构的主要材料。随着这些产品容量、重量的增加，大型设备越来越多，结构也越来越复杂。复杂的壳体、大型的天线支架等的展开放样，若仍用直角尺、圆规和小量角器等划线工具，往往不能作出准确的大型的垂直线、特大的圆弧线，还需要掌握计算与几何作图相结合的操作技能，来解决技术上的难题。同时，由于制造设备体积大、压力高，所采用板材厚度越来越厚。因而在产品的放样过程中，常常会遇到两种或两种以上的相交构件的结合线，这样要涉及到画展开图与厚板工艺处理的操作技能。如果厚板工艺处理不当，会发生质量事故，相互的接口有错边以致不能组装，严重的甚至要报废。所以，机械制造过程中的第一道工序，即放样划线的操作技能、展开放样的板厚工艺处理的操作技能，是保证产品质量的前提。

(二) 常用铆工成形操作与设备

机械产品的加工成形，包括切割、剪切后的板材、型材等毛坯，根据图样的不同的形状和要求，进行冲压、卷板、弯煨和矫正等一系列的加工工序。

钢材的剪切分离，是在剪床上加工的。这一工序加工质量的好坏，对压弯和装配等后道工序有很大的影响。如剪刀刃间的间隙选择不当，会使剪切件产生毛刺、板边缘呈圆角状。所以要掌握剪切件质量缺陷的分析及其防止措施。同时还要掌握使用龙门剪床机的剪切工艺和操作技能，以及剪切机床的试车调整和尺寸精度的控制操作技能。

卷板的加工，是钢板在外力的作用下，发生塑性变形的过程，即板料放在卷板机的一组旋转轴辊之间，利用轴辊的作用力和摩擦力将它卷制成具有一定曲率半径的零件，如管子、钢筒和油、汽罐等受压容器。高级铆工应掌握圆形锥体，特别是锥体的操作技能和卷板机的改进。对于卷制圆形的板材，应具备有关在外力的作用下，会产生体积不变而周长伸长的知

识。筒节卷制后如果不再加工，纵缝余量且又要精确时，还应懂得每节适当扣去伸长量。为了扩大卷板机的使用范围，又不使设备超负荷工作，应该懂得机床设备能力换算的操作技能。

在弯管操作方面，不但应会选用正确的机床设备和弯管模具，还要掌握制作管子空间弯头的实际弯曲样板的操作技能和制作工艺倾斜角样板的操作技能，并能进行弯管设备精度检验和试车验收。

在压力机操作方面，能使用不同形状和尺寸的模具。在压力机上压制成不同的零件。如过渡锥体压延的操作技能。压延件、压弯件的质量分析与缺陷防止方法的操作技能，以及常用压力机设备精度检验与试车验收。

在手工操作中，须掌握工件的拱曲、锤展、薄板矫平的操作技能和焊后变形的火焰矫正的操作技能。

(三) 装 配 连 接

装配是将成形的各零件组装成部件或产品，并用焊接、螺栓和铆接的连接方法，连接成整体的工序。

焊接连接是目前应用最广泛的一种连接方法。由于焊接技术的发展和广泛使用，铆接连接现在已不常使用，且铆接的结构件日益减少，特别是在压力容器的制造上。但是，铆接结构具有韧性好、塑性好、传力均匀可靠、铆接装配后不会产生变形以及容易检修和更换的特点，一些重型的，承受动载荷作用的钢结构（如重型桥梁、客车货车中梁等）仍然加以采用。

胀接连接主要用于电站设备的热交换器、石油化工设备热交换器管子与管板或锅筒与管子的连接。目前高压、大厚度管板的热交换器广泛应用，若仍用机械胀接，不仅生产效率低，而且因管板厚、管孔小，机械胀管器不易制造。所以应掌握爆炸胀管等新工艺的操作技能。

上述加工工序及对高级铆工的要求，简单说来可归纳为：

- 1) 零件的成形是，将原材料加工成所需要的形状，关键是掌握钢材变形的操作技能。
- 2) 装配是将已成形的零部件组装成完整产品，关键是掌握焊接、铆接、胀接的操作技能和矫正的操作技能。

零件成形和装配连接，是机械产品制造中操作的中心环节。新产品质量鉴定和产品检测也是产品制造工业中，不可缺少的一个工序。钢结构的整个制造过程是一个细致而严密的加工过程。为防止不合格的材料、公差要求不合格的零件或部件进入装配而影响产品质量，必须正确编制工艺，严格执行工艺纪律。

第二单元 焊接与气割操作技能

内容提要 本单元主要介绍手弧焊焊接操作技能和氧—乙炔切割一般工艺和基本操作技能，重点介绍常见的防止焊接变形的方法、焊缝强度计算及焊接、气割质量分析与缺陷防止措施等。

目的 掌握作为铆工相邻工种的手弧焊和氧—乙炔切割工艺和操作技能。

(一) 焊接操作技能

根据不同的工艺和基本金属焊接时所处的状态，可将焊接方法分为熔焊、压焊和钎焊三大类，每一类又包括多种焊接方法。在这三大类的焊接方法中熔化焊应用得最广泛，而其中的电弧焊应用得更为普遍。下面简要介绍手弧焊焊接方法的基本知识和操作技能。

1. 工艺参数的选择

手弧焊的工艺参数主要有焊条直径、焊接电流、电弧电压、焊接层数、电源种类及极性等。而最主要的工艺参数是焊条直径和焊接电流的大小，它与焊接质量和生产率的提高直接有关，因此必须正确选择

(1) 焊条直径的选择 焊条直径的选择主要取决于焊件的厚度、接头形式、焊缝位置及焊接层次等因素。在不影响焊接质量的前提下，为提高劳动生产率，通常倾向于选择较大直径的焊条。

一般情况下，可根据焊件的厚度，来选择焊条的直径，参见表2-1。

表2-1 焊条直径与焊件厚度的关系 (mm)

焊件厚度	≤1.6	2	3	4~7	8~12	≥13
焊条直径	1.6	1.6~2	2.5~3.2	3.2~4	4~5	4~6

(2) 焊接电流的选择 焊接电流的大小，对焊接质量及生产率有较大影响。

焊接电流的选择，可根据焊条类型、焊条直径、焊件厚度、接头形式、焊缝空间位置及焊接层次等因素决定，其中最主要的因素是焊条直径和焊缝的空间位置。在使用一般结构钢焊条时，焊条直径与焊接电流选择范围，参见表2-2。

表2-2 各种焊条直径与焊接电流的范围

焊条直径 (mm)	1.6	2.0	2.5	3.2	4.0	5.0	6.0
焊接电流 (A)	25~40	40~70	50~80	90~130	160~210	200~270	260~310

焊接电流也可按如下经验公式计算

$$I = Kd$$

式中 I ——焊接电流 (A);

d ——焊条直径 (mm);

K ——与焊条直径有关的参数 (见表2-3)。

表2-3 不同焊条直径时的K值

焊条直径 d (mm)	1.6	2~2.5	3.2	4~6
系数 K	15~25	20~30	30~40	40~50

另外,焊缝的空间位置的不同,焊接电流大小也不同。一般情况下,立焊时电流应比平焊时小15~20%;横焊、仰焊时比平焊时小10~15%。焊件厚度大时,往往取电流的上限值。含合金元素较多的合金钢焊条,通常电阻较大,热膨胀系数大,焊接过程中电流大,焊条易发红,造成药皮过早脱落,影响焊接质量,而且合金元素烧损多,因此焊接电流应相应地减小。

2. 引弧方法

起焊引弧时,先将焊条的末端与焊件接触形成短路,然后迅速将焊条向上提起2~4mm的距离,电弧即引燃。引弧方法有直击法和划擦法两种,如图2-1所示。

3. 运条方法

电弧引燃后,为使电弧稳定持久地燃烧,保证焊接过程的正常进行,焊条要有三个基本方向的运动。

(1) 焊条沿其轴心线送进 焊条被电弧熔化变短,为保持一定的弧长,焊条的送进速度应与其熔化速度相等。

(2) 焊条沿焊缝方向移动 焊条移动速度(焊接速度)的快慢主要是根据焊条直径、焊接电流、焊件厚度、接缝装配情况及焊接位置决定的。

(3) 焊条的横向摆动 焊条横向摆动的目的是获得焊缝的宽度,同时有利于熔池中熔渣和气体的浮出,改善焊缝质量。焊缝宽度一般是焊条直径的1.5倍左右。

在焊接生产实践中,根据不同的焊缝位置和接头形式,并考虑焊条直径、焊接电流、焊件厚度等各种因素,可选用适当的运条方法。

几种常用的运条方法,如图2-2所示。

4. 常见的焊接变形

构件焊接以后,一般都会发生变形,形态非常复杂。焊接变形不仅影响结构的尺寸精度和外观,而且还会降低结构的承载能力。因此,在焊接过程中应采取措施,尽量减少焊接变形。构件产生变形后,应进行矫正。

焊接变形的种类 焊接接头的形式、钢板的厚薄、焊缝的长短、焊件的形式、焊缝位置等因素,使构件焊后出现各种不同形式的变形。

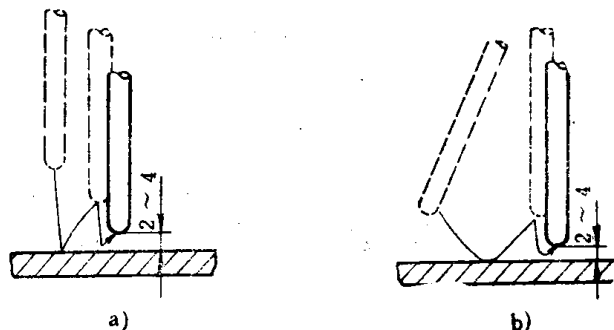


图2-1 引弧方法

a) 直击法 b) 划擦法

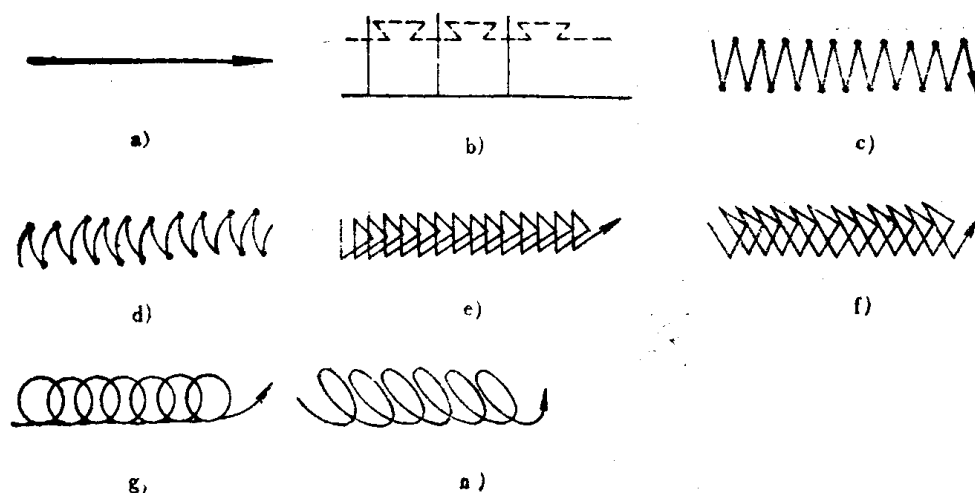


图2-2 常用运条方法

a) 直线形运条法 b) 直线往复形运条法 c) 锯齿形运条法 d) 月牙形运条法 e) 正三角形运条法
f) 斜三角形运条法 g) 正圆形运条法 h) 斜圆形运条法

焊接变形的大小按结构可分为局部变形和整体变形两大类。

(1) 局部变形一指结构的某一部分的变形，包括角变形和波浪变形等。

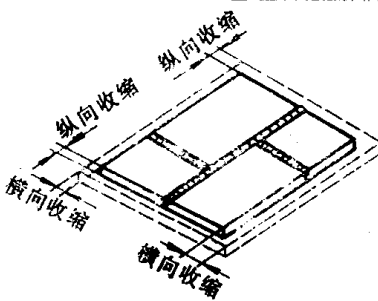
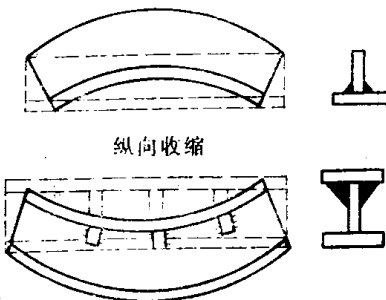
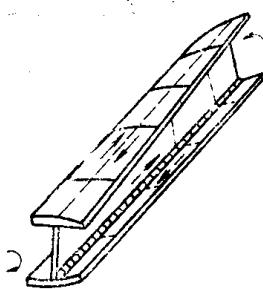
(2) 整体变形一指整个结构的形式或尺寸发生变化的变形，它包括纵向收缩变形，横向收缩变形、弯曲变形和扭曲变形等。

常见的焊接变形形式和产生原因，如表2-4所示。

表2-4 常见的焊接变形和产生原因

变形种类	变形形式	图 示	产 生 原 因
局 部 变 形	角变形		焊缝截面形状上下不对称，使焊缝横向收缩上下不均，而产生角变形
	波浪变形		焊接薄板时，焊缝的纵向收缩，使薄板局部产生较大的压应力，而产生波浪变形

(续)

变形种类	变形形式	图 示	产 生 原 因
整 体 变 形	纵向收缩 和 横向收缩		焊缝的纵向收缩和横向收缩引起变形
	弯曲变形		焊缝的纵向缩短, 而引起弯曲变形
	扭曲变形		焊接顺序和焊接方向不合理, 而引起扭曲变形

焊接件的焊缝收缩,使焊后的结构尺寸发生变化。因此,在确定零件的工艺尺寸时必须加放一定的工艺余量。

5. 消除或防止焊接变形的措施

(1) 反变形法 这是生产中最常用的方法。分析焊件焊后可能产生变形的方向和大小,在装配时给予一个相反方向的变形,让它与焊接变形相抵消,使焊后的构件能保持设计的要求。至于反变形值的大小,一般可根据经验或试验来确定。如焊接工字梁时,上、下盖板的反变形值见表2-5。

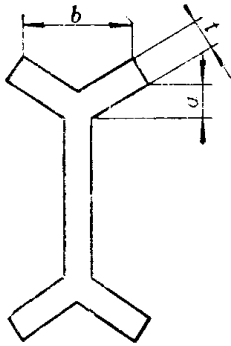
(2) 刚性固定法 刚性固定法就是将构件加以固定,增加刚性来限制焊接变形。这种办法对防止弯曲变形的效果不如反变形法,但对防止产生角变形和波浪变形较有成效。一般可采用各种形式的装配夹具,加强焊件的刚性,如利用装配夹具,将焊接件的相互位置牢牢地固定,这样就可以防止焊后的变形,见图2-3。

(3) 选择合理的焊接方法 选用热源比较集中的焊接方法,也可减小焊接变形。例如用气体保护焊,埋弧自动焊代替气焊和手弧焊,用等离子弧焊和真空电子束焊,焊接精度较高的零部件。

(4) 选择合理的装配焊接顺序 一个焊接结构的刚性是在装配焊接过程中逐渐增大的,一般整体结构的刚性总比它的零件或部件的刚性大,通常构件整体装配后再焊接变形小,而

边装配边焊接则变形大。所以对于结构截面对称，焊缝布置对称的简单焊接结构，可采取先装配成整体，然后再焊接的顺序。这种施焊方法对减小变形很有效果。图2-4是工字梁的两种装配顺序图。若按图2-4b所示的边装配边焊接的顺序进行施焊，焊后就会产生较大的上拱弯曲变形；若采用图2-4c所示的整体装配后再焊接的顺序，焊后工字梁的弯曲变形就可减小。

表2-5 手弧焊时的反变形值 (mm)

简 图	反变形值 a	板厚 t									
		10	12	14	16	18	20	24	30	36	40
	100	2.5	1.95	1.6	1.35	1.19	0.9	0.9	0.6	0.6	0.3
	200	5	3.9	3.2	2.7	2.38	2.1	1.79	1.4	1.2	1.06
	400	10	7.8	6.38	5.4	4.75	4.2	3.58	2.8	2.3	2.13
	1000	25	19.5	16	13.5	11.9	10.5	9	7	6	5.3

但是，并非所有焊接结构都可采用先总装后焊接的顺序。特别是对于较复杂的焊接结构，一定要视具体情况而定，有些重要结构可以先进行模拟试验。一般可将构件适当地分成若干部件，分别组装焊接后加以矫正，然后再拼装成整体，使不对称的焊缝或收缩量较大的焊缝能较自由地收缩，又不影响整体结构，从而控制结构的焊接变形。

图2-5是石油化工容器、船体制造中大面积平板拼接的两种焊接顺序图。若按图2-5a所示的焊接顺序先焊所有的纵向焊缝，那么所有的横向焊缝的装配间隙、位置全被刚性地固定了。这样，在焊接横向焊缝时，焊缝无自由收缩的可能，便会产生较大的内应力，以致引起波浪变形，严重时在焊缝处可能产生裂纹。相反，若按图2-5b所示的焊接顺序，先焊所有的横向焊缝，后焊纵向焊缝，当焊接每条焊缝时都能较自由地收缩，可使结构的总体变形大为减小。由此说明焊接顺序对焊接结构的总体残余变形的影响是较大的。

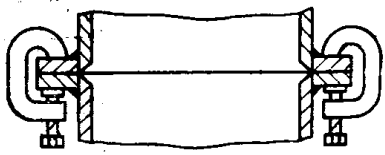


图2-3 刚性固定法防止法兰的角变形

(5) 散热法 焊接时用强迫冷却的方法将焊接区的热量散走，使受热面积大为减少，从而达到减少变形的目的。散热法减少薄板工件的焊接变形，如图2-6所示。这种方法不适用于焊接淬硬性较高的材料。

6. 焊接件质量分析及其缺陷防止措施

焊缝中若存在焊接缺陷，将直接影响到产品结构的安全使用，甚至会引发各种事故，造成生命财产的严重损失。例如锅炉爆炸、船体断裂等事故，多数是焊缝中存在着缺陷所致。因此，首先应从焊接工艺和操作上采取措施，尽量防止缺陷的产生；其次应做好焊接质量检验，确保产品质量和使用安全。

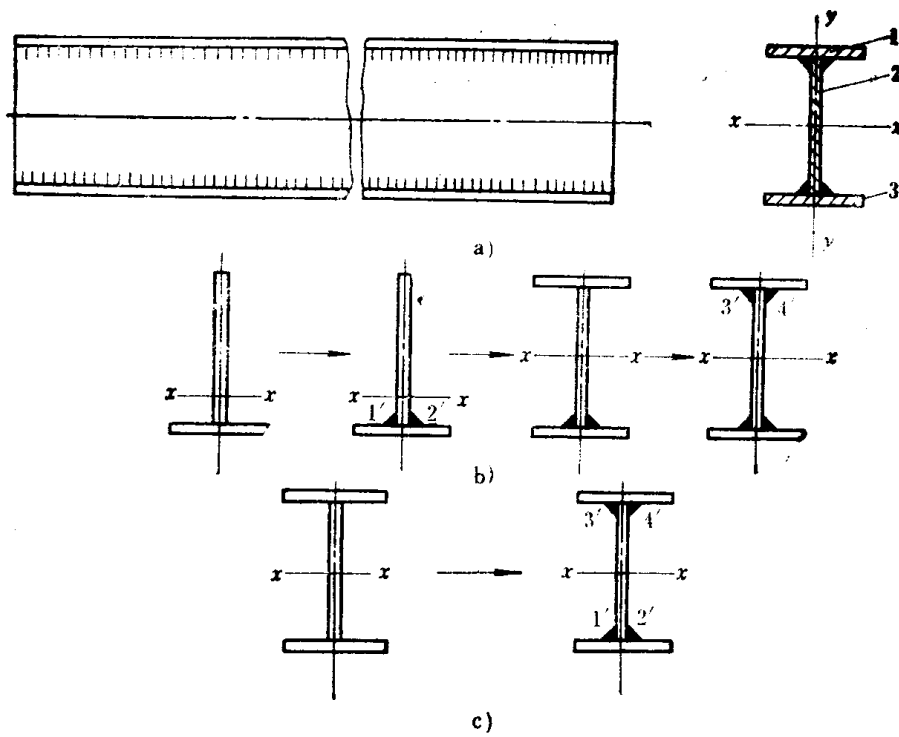


图2-4 工字梁的装配与焊接顺序

1—上盖板 2—腹板 3—下盖板

a) 工字梁的结构形式 b) 边装边焊顺序 c) 整装后焊顺序

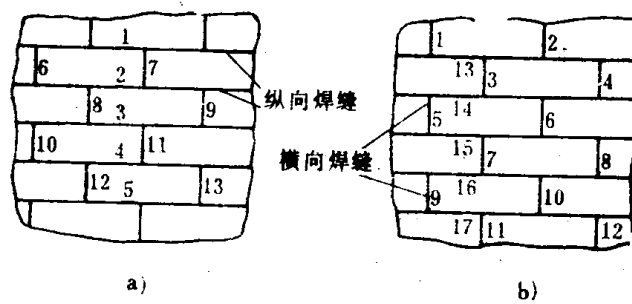


图2-5 大面积平板拼接时的焊接顺序

a) 先焊所有纵向焊缝，后焊横向焊缝 b) 先焊所有横向焊缝，后焊纵向焊缝

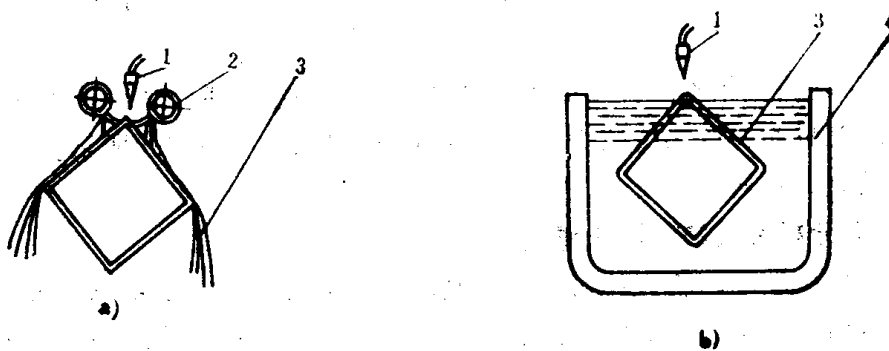


图2-6 散热法示意图

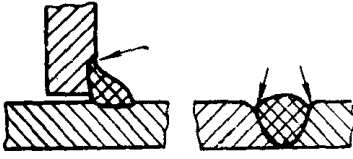
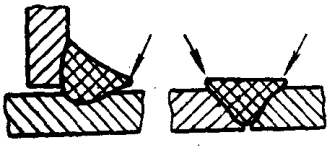
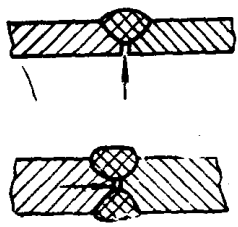
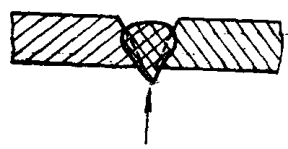
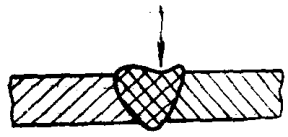
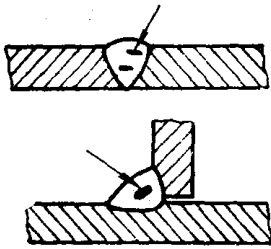
a) 喷水冷却 b) 浸入水中冷却

1—焊炬 2—喷水管 3—工件 4—盛水桶

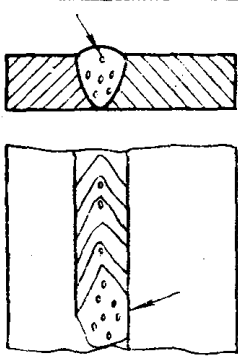
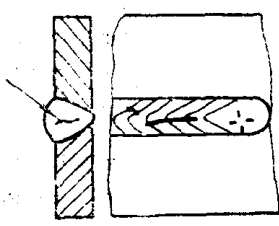
(1) 常见焊接件缺陷分析及其防止措施 焊接件缺陷的类型很多,按它在焊接接头中的位置可分为内部缺陷和外部缺陷两类。

常见的焊接件缺陷及其产生的原因和防止措施见表2-6。

表2-6 焊接件缺陷产生的原因和防止措施

缺陷名称	简 图	产 生 的 原 因	防 止 措 施
咬 边		1. 焊条的角度和摆动不正确 2. 焊接工艺参数选择不当, 焊接电流过大, 电弧过长 3. 焊接位置影响	选择正确的焊接电流和焊接速度, 掌握正确的运条方法, 采用合适的焊条角度和电弧长度
焊缝尺寸不符合要求		1. 操作不熟练, 焊条摆动不正确 2. 焊接工艺参数, 坡口选择不当	选择恰当的坡口角度装配间隙及焊接工艺参数, 熟练地掌握操作技术, 严格按设计规定进行施工和检验
焊 瘤		1. 焊条质量不好 2. 焊条施焊角度不对 3. 焊接位置、焊接工艺参数不当, 电弧太长, 焊速太慢 4. 运条不正确	尽可能使焊口处于平焊位置进行焊接, 正确选择焊接参数, 正确掌握运条方法
未 焊 透		1. 焊接电流太小, 焊接速度太快 2. 坡口、间隙的尺寸不对, 钝边太厚、间隙太小 3. 焊条直径过大或焊条偏心 4. 工件不干净	选择合理的焊接参数, 正确选用坡口形式、尺寸和间隙, 采用适当的工艺参数和正确的操作方法
烧穿和烧漏		1. 焊接电流过大, 焊接速度太慢 2. 坡口和间隙太大 3. 操作不当, 电弧停留过久	确定合理的装配间隙和焊接工艺参数, 掌握正确的运条方法
弧 坑		1. 操作技术不正确 2. 设备无电流衰减系统	按正确的操作工艺和方法焊接, 合理地选择焊接工艺参数
夹 渣		1. 填充材料质量不好熔渣太稠 2. 焊接工艺参数不当, 焊接电流太小, 焊速太快 3. 焊件表面不干净	选择合理的焊接工艺参数, 坡口尺寸, 掌握正确的操作工艺及使用性能良好的焊条, 坡口两侧清理干净, 多道焊应层层清除熔渣

(续)

缺陷名称	简 图	产 生 的 原 因	防 止 措 施
表面和内部气孔		1. 焊接材料和工件不符合工艺要求, 油污铁锈、氧化皮等未清除干净, 焊条受潮 2. 焊接电流过小, 焊速太快, 电弧过长, 电弧保护失效 3. 碱性焊条焊接时极性不对	焊缝坡口表面必须有效地除水、油、锈等杂物, 合理选择焊接工艺参数和运条方法, 碱性焊条必须严格按照要求烘干, 正确使用通风设备
裂 纹 (冷、热)		1. 焊接技术不好 2. 焊接参数不合适 3. 焊缝内应力过大 4. 被焊材料裂纹敏感性强 5. 填充材料的质量不符合要求 6. 其它缺陷引起	根据所焊材料, 正确选用焊接材料和焊接工艺参数, 合理安排焊接次序和工艺措施, 焊前预热焊后缓冷; 设计合理的焊接结构, 也能减少应力集中而避免裂纹

(2) 焊接质量检验 焊接检验是焊接质量管理的重要一环, 应贯彻于焊接过程的始终。其任务是对焊接工艺规程的执行情况实行监督, 对焊缝质量进行检验, 以防止和减少焊接缺陷的产生, 确保结构使用的安全可靠。

焊接检验一般包括焊前检验, 焊接过程中检验和成品检验。

7. 焊接接头的强度计算

焊接结构上的焊缝, 根据其传递载荷的情况可分为工作焊缝和联系焊缝两种。

(1) 工作焊缝 垂直于作用力方向的焊缝称为工作焊缝。它承担着传递全部载荷的作用, 一旦焊缝断裂, 结构就会立即失效。如图2-7 a、b所示。工作焊缝的强度必须计算。

(2) 联系焊缝 平行于作用力方向的焊缝称为联系焊缝, 它主要起零件之间相互联系的作用, 一旦焊缝断裂, 结构不会立即失效。如图2-7c、d所示。

具有双重性的焊缝, 它既有工作应力又有联系应力。对这种焊缝只计算工作应力, 而不考虑联系应力。

(3) 焊缝强度计算 焊缝强度计算采用等强度原理, 即设计的焊缝强度应该与构件截面的强度相等。

在静载荷条件下焊缝强度计算的基本公式见表2-7。

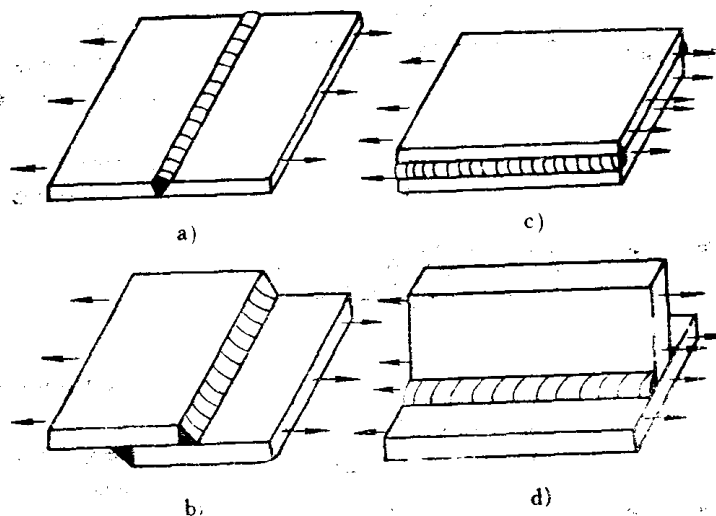
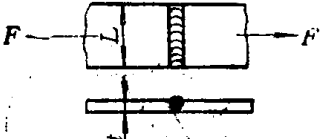
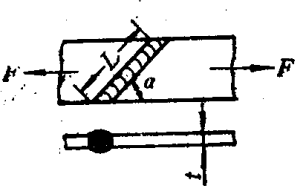
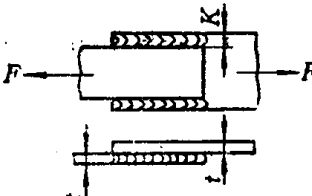
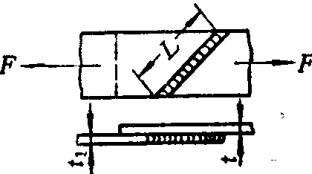
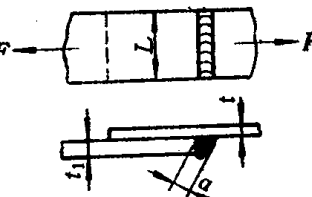


图2-7 工作焊缝和联系焊缝

- a) 承受工作应力的对接焊缝 b) 承受工作应力的搭接焊缝
c) 承受联系应力的焊缝 d) 承受联系应力的角焊缝

表2-7 焊缝强度计算的基本公式

接头名称	图	计 算 公 式	附 注
对接焊缝		受拉: $\sigma = \frac{F}{tL} \leq [\sigma']$ 受压: $\sigma = \frac{F}{tL} \leq [\sigma']$	$[\sigma']$ —对接焊缝的许用拉应力 $[\sigma']$ —对接焊缝的许用压应力 $[\tau']$ —对接焊缝的许用剪应力
		受拉: $\sigma = \frac{F}{tL} \cdot \sin \alpha \leq [\sigma']$ 受压: $\sigma = \frac{F}{tL} \cdot \sin \alpha \leq [\sigma']$ 受剪: $\tau = \frac{F}{tL} \cdot \cos \alpha \leq [\tau']$	L —焊缝长度(mm) t —焊件板厚(mm) α —斜对接焊缝与纵向力的夹角
		受拉或受压: $\tau = \frac{F}{2aL} \leq [\tau']$	$[\tau']$ —角焊缝的许用剪切应力 a —角焊缝的计算厚度, 一般取0.7K $L \leq 50K$
搭接焊缝		受拉或受压: $\tau = \frac{F}{aL} \leq [\tau']$	
		受拉或受压: $\tau = \frac{F}{2aL} \leq [\tau']$	

注: 1. 若焊接时不用引弧板, 计算时焊缝长度减10mm。

2. 此表用于引弧板焊接长度计算公式。

(4) 焊缝强度计算实例

例1 图2-8所示用A3钢板对接焊成的拉板, 厚度 $t = 20\text{mm}$, 板宽 $b = 50\text{mm}$, 采用E 4303 (结422) 焊条, 手弧焊接, 焊缝许用应力 $[\sigma'] = 155\text{N/mm}^2$, 问两端采用引弧板时能承受的最大拉力为多少?

已知 $t = 20\text{mm}$, $L = b = 50\text{mm}$, $[\sigma'] = 155\text{N/mm}^2$

求 F 为多少?

解

$$\therefore \frac{F}{tL} \leq [\sigma']$$

$$\therefore F = tL[\sigma']$$

$$= 20 \times 50 \times 155$$

$$= 155000\text{N} = 155\text{kN}$$

故该对接拉板最大能承受155kN的拉力。

⊖ 本书中压力单位均用MPa表示, 强度应力等单位用N/mm²表示, 1N/mm²≈1MPa, 下同。