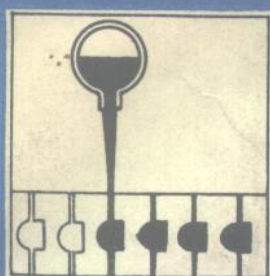
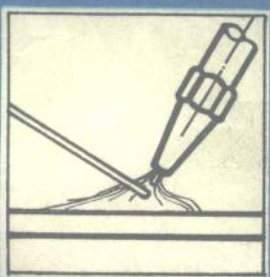
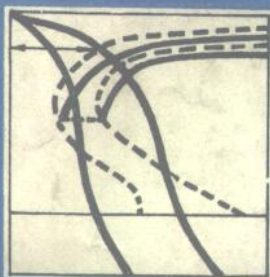


高等学校试用教材



焊接检验

华南工学院梁启涵 主编



055

机械工业出版社

77.7055
673

高等学校试用教材

焊 接 检 验

华南工学院梁启涵 主编



机械工业出版社

焊 接 检 验

华南工学院梁启涵 主编

*

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)

重庆印制一厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ · 印张 $7 \frac{1}{4}$ · 字数 175 千字

1980年12月重庆第一版 · 1980年12月重庆第一次印刷

印数 00,001—10,300 · 定价0.81元

*

统一书号: 15033·5028



前 言

“焊接检验”是焊接专业中一门必修课程，学生学习后，应能初步掌握由原材料制成产品的过程中所需要的检验措施，并能正确地选择检验方法。同时初步掌握常用检验方法的检验过程和根据结果评定产品的质量。因此本书在内容的选取和安排上、以焊接接头的无损探伤为主，破坏性检验为辅；以常用检验方法为主，新的和古老的检验方法为辅，并突出阐述检验方法的原理、特点，应用范围和质量分析等内容。

本书是根据高等学校一机部对口专业座谈会的精神和1978年6月在黄山召开的焊接专业教材编写会议通过的“焊接检验”教材编写大纲，按20学时的篇幅写的。

本书是由华南工学院焊接教研室梁启涵同志主编，华南工学院焊接教研室王国荣、梁孝钜同志协编，并由西安交大焊接教研室吴仁育同志主审。

由于编者知识水平所限，书中会存在缺点和错误，恳切地希望各校教师在使用过程中给予批评和指正。

目 录

第一章 概 论	1
§ 1-11 焊接检验对保证产品质量的作用	1
§ 1-12 焊接接头缺陷的种类及其特点	1
一、焊接接头缺陷的分类	1
二、各类缺陷的特点	2
第二章 焊接检验过程	6
§ 2-1 焊前检验	6
一、原材料检验	6
二、焊接结构设计鉴定	7
三、其它工作的检查	7
§ 2-2 生产过程中的检验	9
一、焊接规范的检验	9
二、焊缝尺寸的检查	9
三、夹具夹紧情况的检查	11
四、结构装配质量的检查	11
§ 2-3 焊后成品的检验	11
一、外观检查和测量	11
二、致密性检验	12
三、受压容器焊接接头的强度检验	14
四、物理方法的检验	16
第三章 射线探伤	17
§ 3-1 射线的获得、性质及与物质的作用	17
§ 3-2 射线探伤方法及其原理	22
§ 3-3 射线探伤照相法的工序及其技术	25
§ 3-4 底片上缺陷的识别及接头质量的评定	37
§ 3-5 射线的安全防护	44
第四章 超声波探伤	47
§ 4-1 超声波的产生及其在介质中传播情况	47
§ 4-2 超声波探伤仪、探伤原理及探伤方法	56
§ 4-3 各种焊接接头的超声波探伤、影响探伤波形的因素及缺陷大小、位置、性质的判别	62
§ 4-4 焊接产品的超声波探伤特点	75
第五章 磁力探伤	78
§ 5-1 磁力探伤原理及其实质和缺陷的显示	78
§ 5-2 磁化及退磁	78
§ 5-3 磁粉法探伤	83
§ 5-4 磁感应法探伤	84

IV

§ 5-5 磁相法探伤	85
§ 5-6 磁涡流法探伤	85
第六章 渗透法探伤	87
§ 6-1 着色探伤	87
§ 6-2 荧光探伤	88
第七章 探伤新技术简介	91
§ 7-1 声发射探伤	91
§ 7-2 全息照相技术	92
§ 7-3 中子探伤	96
§ 7-4 液晶探伤	99
第八章 焊接接头的机械性能试验	102
§ 8-1 焊缝金属的机械性能试验	102
§ 8-2 焊接接头的机械性能试验	105
第九章 焊缝金属化学成分及金相组织检验	107
§ 9-1 焊缝金属化学分析	108
§ 9-2 焊接接头金相组织的检验	108
附 录	109



焊接检验是一门专门研究保证焊接产品质量的较年轻的学科。检验内容包括从图纸设计到产品的制出整个生产过程中所使用的材料、工具、设备、工艺过程和成品质量等的检验。其中用来检验设计、加工工艺等方面的合理性所作的爆破试验和生产前对母材、焊接材料、焊接接头所作的机械性能，化学分析，金相检验等属于破坏性检验，其余均采用不损伤产品来发现缺陷的。采用不损伤产品来发现缺陷的检验方法简称为无损探伤。

随着工业的发展，这项技术也迅速地发展起来。在解决生产关键问题，保证材料、零件和产品质量，以及改进产品设计与工艺，提高生产率，降低成本等方面均起了重要的作用。

近年来，随着冶金、机械、交通、石油、化工，电力和原子能等工业的高速发展，所使用的设备负荷大，要求强度高，对产品的检验要求更严格，更准确。为了保证其质量，增加了许多检验项目，将检验标准也相应的提高了。这就要求检验工作者采取更有效的探伤方法，更准确地探测出缺陷的大小，性质及位置。

焊接检验与其他生产技术等相配合，可提高产品质量，防止不合格产品连续生产，避免质量事故的发生。

§ 1-1 焊接检验对保证产品质量的作用

在国民经济高速度发展的同时，提高产品的质量有着重要的意义。

焊接检验是保证产品质量优良，防止废品出厂的重要措施。在产品的加工过程中，每道工序都进行质量检验，是及时消除该工序产生缺陷的重要手段，并防止了缺陷重复出现。这样做比在产品加工完后再来消除缺陷更节约时间、材料和劳动力。从而降低了成本。

在新产品试制或制订新的焊接工艺过程中，通过焊接检验可以发现新工艺和新产品在试制时质量存在的问题，找出原因，消除缺陷，使新工艺得到应用，质量得到保证。

产品在使用过程中，定期的进行焊接检验，可以发现由于使用过程产生的而尚未导致破坏的缺陷，及时消除而防止事故的发生，从而延长产品的使用寿命。

由于有焊接检验的可靠保证，不但可以提高材料的使用能力和设备的使用能力，而且还可以促使焊接技术广泛的应用。

焊接检验是焊接结构制造过程中自始至终不可缺少的重要工序，是保证优质高产的重要措施。应该依靠群众，层层把关，实行自检、互检、专检及产品最后验收的三检一验制度。并保证不合格的原材料不投产，不合格的零件不组装，不合格的组装不焊接，不合格的焊缝必返工，不合格的产品不出厂等要求。

§ 1-2 焊接接头缺陷的种类及其特点

一、焊接接头缺陷的分类

现代的焊接技术是完全可以得到高质量的焊接接头的。然而，一个焊接产品的完成，要

经过：原材料的划线、切割、坡口加工、装配、点焊固定、焊接等多种工序，并要使用多种设备、仪表、工艺装备和焊接材料，再加上工人的技术水平，气候条件等影响，只要一个环节出毛病就可能出现各式各样的缺陷。

焊接缺陷大致可以分为下列几类：

- (一) 坡口和装配的缺陷；
 - (二) 焊缝形状、尺寸和接头外部的缺陷；
 - (三) 焊缝和接头内部的工艺性缺陷；
 - (四) 接头的机械性能低劣；
 - (五) 焊接接头和焊缝的金相组织、耐腐蚀性能和物理—化学性能不合要求。
- 其中(一)，(二)类缺陷用肉眼或简单的测量方法便可以从外部检查出来，所以，常称它们为外部缺陷。而(三)，(四)，(五)类缺陷作外部检查是不能看出来的，故称它为内部缺陷。

二、各类缺陷的特点

(一) 坡口缺陷的特点

1. 坡口的角度、间隙、错边不符合要求及沿长度方向不恒定。
2. 坡口表面有深的切痕、龟裂或有熔渣、锈、及其他污物。

按照不同的焊接方法，坡口与焊缝的形状、尺寸大小及装配要求有国家标准，如GB985-67，GB986-67，它们分别规定手工电弧焊，焊剂层下自动焊与半自动焊的焊缝和坡口的形状、尺寸及图样的标准符号。图1-1列举了对接接头V型坡口的形式。

(二) 焊缝形状和接头外部缺陷的特点

1. 焊缝外部缺陷的特点

- (1) 焊缝截面不丰满或加强高过高，如图1-2所示。
- (2) 焊缝宽度沿长度方向不恒定，如图1-3所示。
- (3) 满溢，如图1-4。

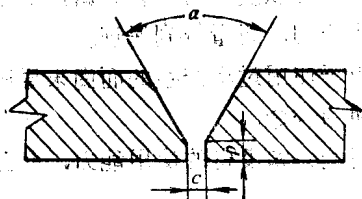


图1-1 对接V型坡口的型式
a—坡角 b—钝边尺寸 c—间隙尺寸

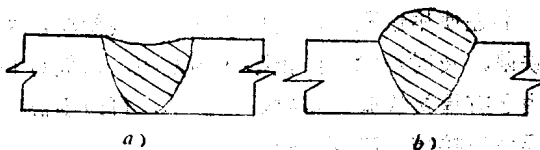


图1-2 焊缝截面形状不正确
a) 焊缝截面不满 b) 焊缝加强高过高

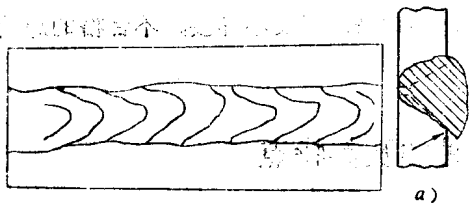


图1-3 焊缝宽度沿长度方向不恒定

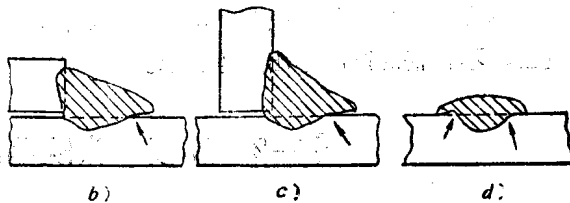


图1-4 满溢
a) 横焊时 b) 搭接角焊时 c) 丁字角焊时 d) 堆焊时

(4) 咬边, 如图 1-5。

(5) 表面气孔。

(6) 表面裂纹 如图 1-6 及图 1-7。

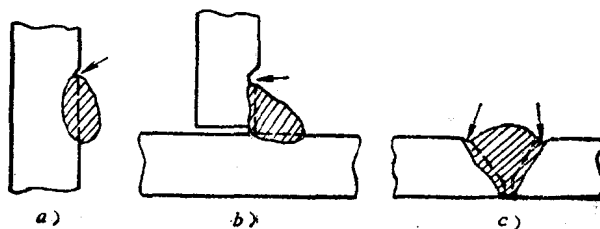


图1-5 咬边
a) 横焊时 b) 角焊时 c) 对接焊时

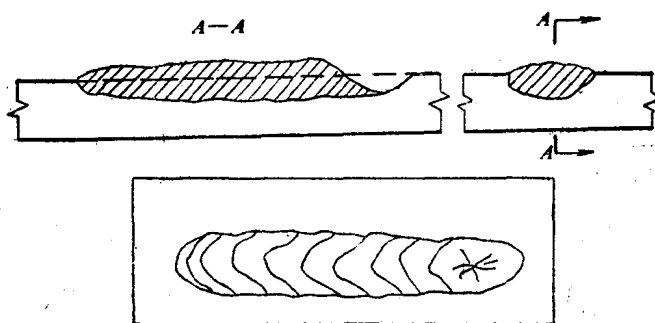


图1-6 火口裂缝

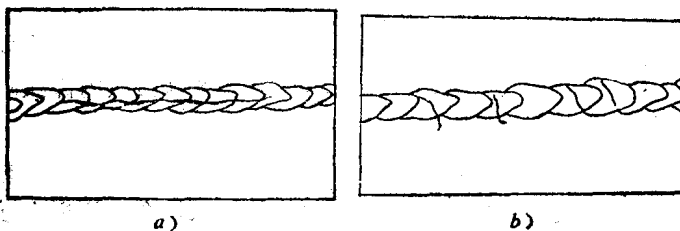


图1-7 裂纹
a) 纵向裂纹 b) 横向裂纹

2、焊接接头外部缺陷的特点

焊接接头外部缺陷主要表现在焊接结构的接头变形和翘曲超过产品允许的范围。详见图 1-8 至图 1-14。

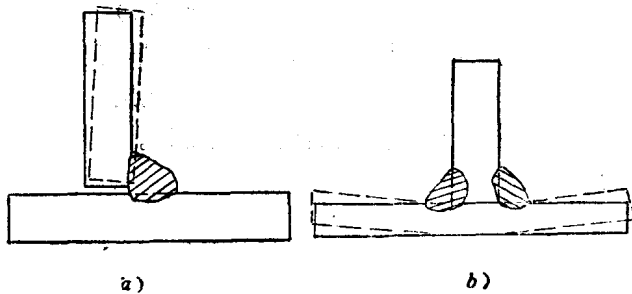


图1-8 角焊的变形
a) 单边角焊时 b) 双边角焊时

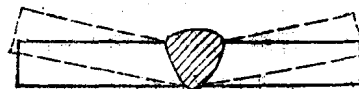


图1-9 V型坡口焊后变形

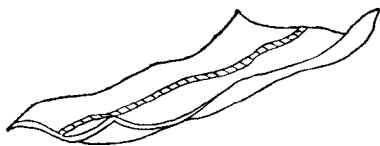


图1-10 薄板焊接变形情况

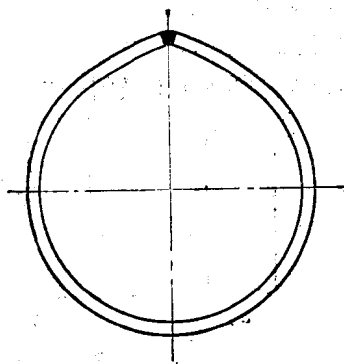


图1-11 薄壁管焊后变形情况

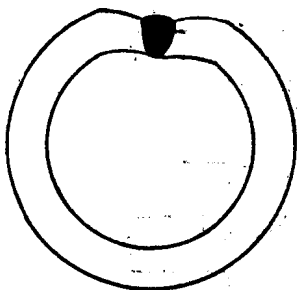


图1-12 厚壁管焊后变形情况



图1-13 丁字梁焊后弯曲变形

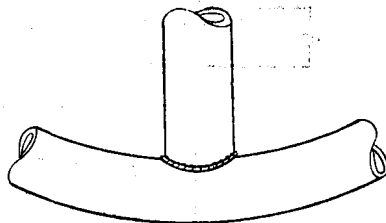


图1-14 圆管丁字形接头焊后变形

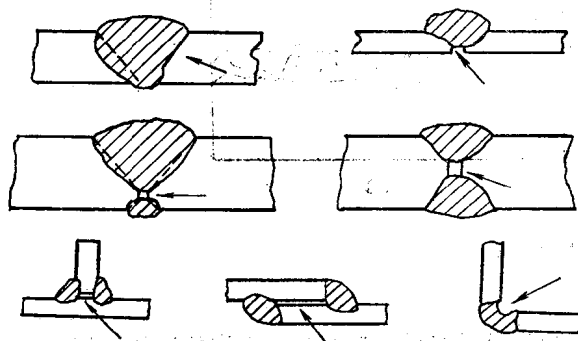


图1-15 未焊透

(三) 焊缝和接头内部缺陷的特点

焊缝和接头内部缺陷以如下的形式表现出来:

气孔、裂纹、未焊透 (见图 1-15)、夹渣、未熔合、接头金属组织的缺陷 (如铸造组织、过热组织、偏析、层化、疏松、肉眼看不见的裂纹及非金属夹杂物)。

(四) 焊接接头机械性能低劣的特点

焊接接头机械性能的指标是以屈服极

限 (σ_s 或 $\sigma_{0.2}$)、强度极限 (σ_b)、横截

面收缩率 ($\psi\%$)、延伸率 ($\delta\%$)、冷弯角 α 、硬度 (RC 或 HB)、冲击韧性 (a_k)、持久极限 (σ_w) 等来表示。所谓焊接接头机械性能低劣就是材料焊接后, 其接头的机械性能不能达到原来材料的机械性能或达不到设计的要求。机械性能低劣的接头具有如下特点:

1. 焊缝金属具有铸造的金属组织 (如粗晶结构、结晶有方向性、偏析等)。
2. 焊缝金属的结晶边界存在低熔点物质。
3. 焊缝金属的化学成分改变。
4. 接头中存在热应力和热影响区。

(五) 焊缝金属的耐蚀性和金相组织不合乎要求。

由于熔化金属保护不好和热过程控制不严, 焊缝金属的化学成分便可能发生变化, 以致

不合乎产品的使用要求。化学成分不合乎要求的焊缝具有如下的一些特点:

1. 有用的元素被氧化;
2. 渗入别的有害元素;
3. 焊接材料的元素被氧化同时又渗入别的元素。

对于要求有耐蚀性的接头,如存在以下的情况之一则会降低其耐蚀性:

1. 焊缝的化学成分改变;
2. 晶界出现易被腐蚀的物质或晶界合金元素被扩散(如出现贫铬区);
3. 接头处出现应力;
4. 接头在焊接热循环中经受过敏化温度。

焊接接头的金相组织是受化学成分的改变、冷却状态的变化和工艺方法的不同而改变的。金相组织不符合要求时,应该根据引起金相组织变化的特点选取处理方法,使它得到符合要求的金相组织。

第二章 焊接检验过程

焊接质量的检验工作应该从产品开始投产时便着手根据工序的特点进行。为了确保产品质量,必须进行三阶段检验,即焊前检验、焊接过程中的检验和焊后成品的检验。

§ 2-1 焊 前 检 验

一、原材料检验

(一) 基本金属质量检验

焊接结构使用的金属种类很多,同种类的金属材料亦有不同的型号。使用时应根据金属材料的型号,出厂质量检验证明书(合格证)加以鉴定。同时,还须作外部检查和抽样复核,以检查在运输过程中产生的外部缺陷和防止型号错乱。对于有严重外部缺陷的应挑除不用,对于没有出厂证或新使用的材料必须进行化学成分分析、机械性能试验及可焊性试验后才能投产使用。

(二) 焊丝质量的检验

焊接碳钢和合金钢所用的焊丝其化学成分应满足国家标准GB1300-77或部颁标准 YB/Z 11-76。

在使用前,每捆焊丝必要时应进行化学成分校核、外部检查及直径测量。焊丝表面不应有氧化皮、锈、油污等。

若采用化学酸洗法清除焊丝的氧化皮、锈时,应注意控制酸洗的时间,若酸洗时间过长,而又立即使用时,会影响焊接质量,甚至出现裂缝。

(三) 焊条质量的检验

焊条质量检验应首先检查其外表质量,然后核实其化学成分、机械性能、焊接性能等是否符合国家标准或出厂的要求。

对焊条的化学成分及机械性能进行检查时,首先用这种焊条焊成焊缝,然后对其焊缝进行化学成分和机械性能测定,合格的焊条其焊缝金属的化学成分及机械性能应符合其说明书所规定的要求。

所谓焊接性能良好的焊条,是指在说明书中所推荐的规范下焊接时,焊条容易起弧、电弧稳定、飞溅少、药皮熔化均匀、套筒不影响连续焊接、熔渣流动性好、覆盖均匀、脱渣容易,并且在一般情况下,焊缝中不应有裂缝、气孔、夹渣等工艺缺陷。

焊条的药皮应是紧密的,没有气孔、裂纹、肿胀和未调匀的药团,同时要牢固地紧贴在焊芯上并且有一定的强度,直径小于4 mm的焊条,从0.5米处平放自由落在钢台上,药皮不损坏。药皮覆盖在焊芯上应同心。药皮偏心的焊条,除发生偏弧外,还破坏了其焊接性能。

使用焊条时,还需注意运输过程和保管时是否受到损伤和受潮变质。变质和损伤的焊条不能使用。焊条施焊前需经烘干,以去除水分。

(四) 焊剂的检验

鉴于目前我国尚无焊剂验收的国家标准和部颁标准,因此检验焊剂时可根据出厂证的标准来检验。

焊剂检验主要是检查其颗粒度、成分、焊接性能及湿度。

焊剂应与焊丝配合使用方能保证焊缝金属的化学成分及机械性能合乎要求,焊接不同种类的钢材,则要求不同类型的焊剂配合。

具有良好性能的焊剂,其电弧燃烧稳定,焊缝金属成型良好,脱渣容易,焊缝中没有气孔、裂缝等缺陷。

焊剂颗粒度随焊剂的类型不同而不同,如低硅中氟型和中硅中氟型其颗粒的大小为0.4~3 mm,高硅中氟或低硅高氟的为0.25~2 mm。

焊剂的单位体积重量(假比重)即100cm³的干燥焊剂其重量与体积之比,如玻璃状焊剂应在1.4~1.6g/cm³,浮石状焊剂为0.7~0.9g/cm³。

焊剂的湿度要求取100克焊剂经300~400℃ 2小时烘干后,含水分不得超过1%。

焊剂在使用前,必须按规定的要求烘干,没有注明要求的均须经250℃烘1~2小时。

二、焊接结构设计鉴定

为使焊接检验能顺利进行,必须对焊接结构设计进行鉴定。需要进行检验的焊接结构应具备可检验的条件,也就是应具有可探性。一个产品能进行探伤,应具有如下的条件:

- 1) 有适当的探伤空间位置;
- 2) 有便于进行探伤的探测面;
- 3) 有适宜探伤的探测部位的底面。由于探伤方法很多且各有不同。因此,各种方法要求的探伤空间、探测表面和探测部位的底面亦有所不同,具体情况参见表2-1。

表 2-1 产品进行探伤时各种探伤方法所要求的条件

探 伤 方 法	探伤空间位置的要求	探 测 表 面 的 要 求	探测部位的底面要求
射 线 探 伤	要较大的空间位置,以满足射线机头的位置要求和调整焦距	表面不需机械加工,只须清除影响显示缺陷的东西,并有放置铅字码、铅箭头和透度计的位置	能放置暗盒
超 声 波 探 伤	要求较小的空间位置,只需放置探头和探头移动的空间	尽可能作表面加工,以利于声波耦合。并有探头移动的表面范围	反射法时,背面要求良好的反射面
磁 力 探 伤	要有磁化探伤部位 撒放磁粉、观察缺陷的空间位置	清除影响磁粉聚积的氧化皮等污物,并有探头工作的位置	
渗 透 探 伤	要有涂布探伤剂和观察缺陷的空间	要求清除表面污物	若煤油探伤,背面要求有涂煤油的空间,并要清除妨碍煤油渗透的污物

当产品制成后,如不能满足可探条件,则应在产品装焊过程中逐步探伤,但最后装焊的焊缝,应是具有可探条件的焊缝。在创造可探条件时,应考虑经济性、可靠性和得到最高的探伤灵敏度。

三、其它工作的检查

(一) 焊工考核

焊接接头的质量很大程度上取决于焊工技艺。因此,焊工在担任重要的或有特殊要求的产品焊接时,焊前应当进行必要的考核,考核分为理论和实际操作两部分。理论部分是在技术常识的范围内,加入有关工艺过程、焊接设备、安全技术等知识。实际操作方面主要是规定他们焊接各种焊接位置(仰、平、横、立)的试件,来确定焊缝的熔深、接头的内部质量及机械性能等是否合乎焊缝的设计要求。

(二) 能源的检查

能源的质量好坏直接影响焊缝的质量。在电弧焊和接触焊中,焊接时的热能是由电能产生的,而气焊的热能是依靠氧气和可燃气体燃烧而产生的,因此对能源的检验要根据不同焊接方法和所使用的能源特点来进行。

对电源的检验主要是检验焊接电路上电源的波动程度;对气体燃料的检验重点是检查气体的纯度及其压力的大小。气体的纯度对焊缝的质量有很大的影响。如乙炔含有硫化氢、氨、磷化氢、水蒸汽和空气等杂质,这些杂质会降低火焰温度、影响焊接生产率和焊接接头质量。特别是硫化氢、磷化氢对焊缝金属影响最坏,因此在乙炔中每种含量不许超过0.04%,它们的存在可以用特别的试纸来测定,如硫化氢能使浸过氯化亚汞溶液的试纸变成黑色。磷化氢能使浸过含5%硝酸银溶液的试纸变成深褐色或黑色。

(三) 工具的检查

手工电弧焊的工具包括面罩、手把、电缆等。辅助工具有渣锤、钢丝刷、凿子等。这些工具对焊接质量和焊接生产率也有一定的影响。

1. 面罩 它是用来保护焊工的眼睛和面部的。焊工可以通过镶在它上面的护目玻璃观察电弧燃烧情况及熔池情况。有经验的焊工通过控制熔池和电弧的情况来减少和消除夹渣、未焊透及气孔。因此面罩上的护目玻璃的选用是相当关键的。其选用可参考表2-2。

表 2-2 护目玻璃的选用

玻 璃 牌 号	颜 色 深 浅	用 途
11	最 暗	供 电 流 大 于 350 安 焊 接 用
10	中 等	供 电 流 100~350 安 焊 接 用
9	较 浅	供 电 流 小 于 100 安 焊 接 用

2. 手把(焊钳) 手把的作用是用来夹持焊条和传导电流的。质量优良的手把需要满足如下的要求:

- (1) 在夹持面中,能夹紧和便于更换几种所需角度的各种直径的焊条。
- (2) 电缆与夹头连接导电良好,发热小,把柄绝缘好。
- (3) 重量轻。

目前常用的手把有300安和500安两种。

3. 电缆的检查 电缆是连接焊机与工件以及焊机与手把的导线。焊接用的电缆特别是焊机与手把连接的部分,要求柔软、轻便、使用时不发热、绝缘好。因此,一般采用多股细铜丝组成。外表包裹着橡胶绝缘层。使用长度最好在20~30公尺。过长的电缆线会增大电压降,影响焊接的稳定性,过大的电压降,甚至会使焊接不能引弧。通常要求额定电流下电缆线上的电压降不大于4伏。电缆的导线断面的选用如表2-3所示。

表 2-3 电缆导线断面和额定电流

导线断面 (mm ²)	16	25	35	50	70	95	120	150
最大额定电流 (A)	105	140	175	225	280	335	400	460

§ 2-2 生产过程中的检验

一、焊接规范的检验

焊接规范是指焊接过程中的工艺参数,如焊接电流、焊接电压、焊接速度、焊条(焊丝)直径、焊接的道数、层数、焊接顺序、电源的种类和极性等。焊接规范及执行规范的正确与否对焊缝和接头质量起着决定作用。正确的规范是在焊前进行试验、总结而取得的。有了正确的规范,还要在焊接过程中严格执行,才能保证接头质量的优良和稳定。对焊接规范的检查,不同的焊接方法有不同的内容和要求。

(一) 手工焊规范的检验

一方面检验焊条的直径和焊接电流是否符合要求,另一方面责成焊工严格执行焊接工艺规定的焊接顺序、焊接道数、电弧长度等。

(二) 埋弧自动焊和半自动焊焊接规范的检验

除了检查焊接电流、电弧电压、焊丝直径、送丝速度、焊接速度(对自动焊而言)外,还要认真检查焊剂的牌号,颗粒度,焊丝伸出长度等。

(三) 接触焊规范的检验

对于对焊,主要检查夹头的输出功率,通电时间,顶锻量,工件伸出长度,工件焊接表面的接触情况,夹头的夹紧力和工件与夹头的导电情况等。电阻对焊时还要注意焊接电流、加热时间和顶锻力之间的相互配合。压力正常但加热不足,或加热正确而压力不足都会形成未焊透。电流过大或通电时间过长,会使接头过热,降低其机械性能。而闪光对焊时,特别要注意检查烧化时间和顶锻速度。若焊接时顶锻力不足,焊件端头表面的氧化物未被挤出而形成未焊透或白斑等缺陷。对于点焊,要检查焊接电流、通电时间、初压力以及加热后的压力、电极表面及工件被焊处表面的情况等是否符合工艺规范要求。对焊接电流、通电时间、加热后的压力三者之间是否配合恰当要认真检查,否则会产生缺陷。如加热后的压力过大,会使工件表面显著凹陷和部分金属被挤出;压力不足,会造成未焊透;电流过大或通电时间过长,会引起金属飞溅和焊点缩孔。对于缝焊,要检查焊接电流、滚轮压力和通电时间是否符合工艺规范。通电时间过少会形成焊点不连续,电流过大或压力不足会使焊缝区过烧。

(四) 气焊规范的检验

要检查焊丝的牌号、直径,焊嘴的号码。并检查可燃气体的纯度和火焰的性质。如果选用过大的焊嘴,会使焊件烧坏,过小则会形成未焊透。使用过分的还原性火焰会使金属渗碳,而氧化焰会使金属激烈氧化,这些都会使焊缝金属机械性能降低。

二、焊缝尺寸的检查

焊缝尺寸的检查应根据工艺卡或GB985-67, GB986-67所规定的要求进行。一般采用特制的量规和样板来测量。最普通的测量焊缝的样板如图 2-1a,样板是分别按不同板厚的标准焊缝尺寸制造出来的,样板的序号与钢板的厚度相对应。例如,测量 12mm 厚的板材的

对接缝或丁字缝，则选用“12”的一片进行测量。测量方法如图 2-16 所示。此外，还可利用图 2-2 的万能量规测量。它可用来测量丁字焊缝焊脚、凸出高及凹下量；对接焊缝的加强高；对接接头坡口间隙等。测量方法如图 2-3 所示。

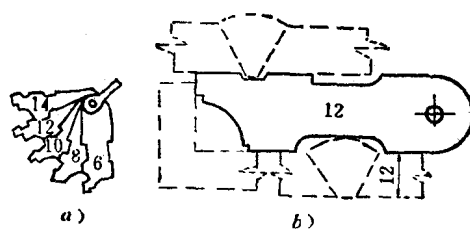


图 2-1 样板及其对焊缝的测量

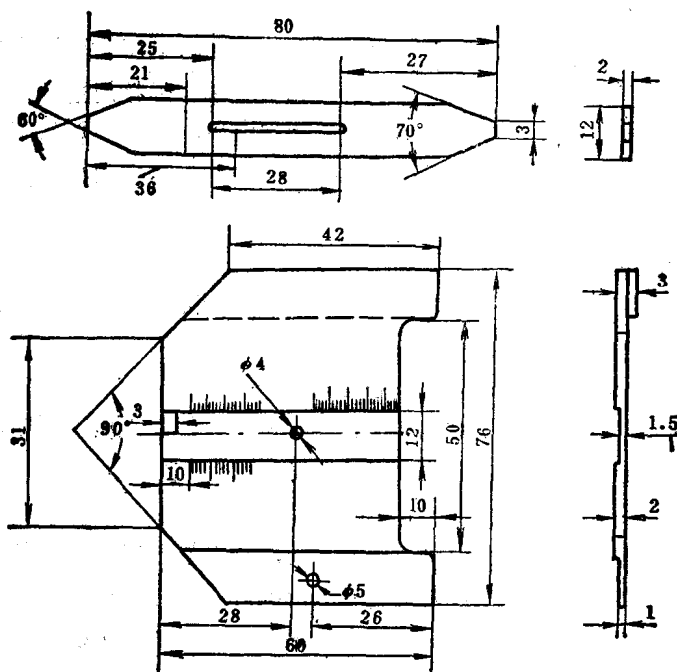


图 2-2 万能量规的主要零件

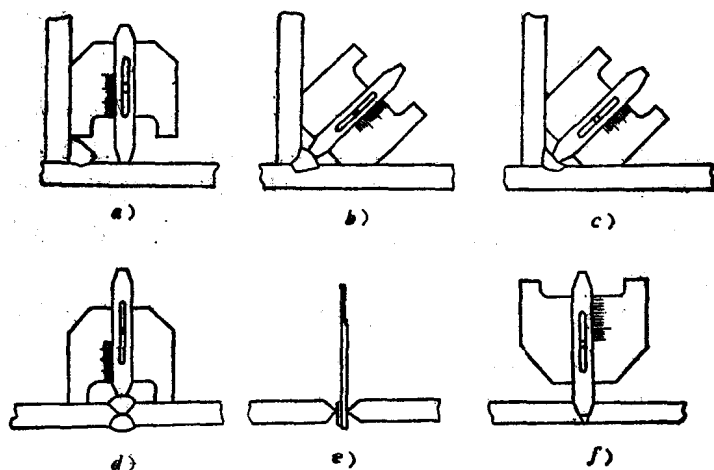


图 2-3 万能量规的用法

a) 测量焊脚 b) 丁字焊缝加强量的测量 c) 测量丁字缝的减量 d) 测量对接缝加强高 e) 坡口间隙的测量 f) 坡口角度的测量

三、夹具夹紧情况的检查

夹具是结构装配过程中用来固定、夹紧工件的工艺装备。它通常承受较大的载荷，同时还会受到由于热的作用而引起附加应力的作用。故夹具应有足够的刚度、强度和精确度。在使用中应对其进行定期的检修和校核。检查它是否妨碍工件进行焊接，焊接后工件由于热的作用而发生的变形是否会妨碍夹具取出。当夹具不可避免地要放在焊接处附近时是否有防护措施，防止因焊接时的飞溅而破坏了夹具的活动部分造成取出夹具的困难。还应检查夹具所放的位置是否正确，会不会因位置放置不当引起工件尺寸的偏差和因夹具重量而造成工件的歪斜。此外还要检查夹紧是否可靠，不应因零件受热或外来的震动而使夹具松动失去夹紧能力。

四、结构装配质量的检查

在焊接之前进行装配质量检验是保证结构焊成后符合图纸要求的重要措施。对装配结构应作如下几项的检查：

- (一) 按图纸检查各部分尺寸，基准线及相对位置是否正确，是否留有焊接收缩余量、机械加工余量等。
- (二) 检查焊接接头的坡口型式及尺寸是否正确。
- (三) 检查点固焊的焊缝布置是否恰当，能否起到固定作用，是否会给焊后带来过大的内应力。并检查点固焊缝的缺陷。
- (四) 检查焊接处是否清洁，有无缺陷（如裂缝、凹陷、夹层等）。

§ 2-3 焊后成品的检验

焊接产品虽然在焊前和焊接过程中进行了检验，但由于制造过程外界因素的变化，或规范的不稳定，或能源的波动等都有可能引起缺陷的产生。为了保证产品的质量，对成品必须进行质量检验。检验的方法很多，应根据产品的使用要求和图纸的技术条件进行选用。下面介绍各种检验方法。

一、外观检查和测量

焊接接头的外观检验是一种手续简便而又应用广泛的检验方法，是成品检验的一个重要内容。这种方法有时亦使用在焊接过程中，如厚壁焊件作多层焊时，每焊完一层焊道时便采用这种方法进行检查，防止前道焊层的缺陷被带到下一层焊道中。

外表检查主要是发现焊缝表面的缺陷和尺寸上的偏差。

这种检查一般是通过肉眼观察，借助标准样板、量规（如图 2-2）和放大镜等工具来进行检验的。故有肉眼观察法或目视法之称。

检查之前，必须将焊缝附近 10~20mm 基本金属上所有飞溅及其它污物清除干净。在清除焊渣时，要注意焊渣覆盖的情况。一般来说，根据熔渣覆盖的特征和飞溅的分布情况，可粗略地预料在该处会出现什么缺陷。例如，贴焊缝面的熔渣表面有裂纹痕迹，往往在焊缝中也有裂纹；若发现有飞溅成线状集结在一起，则可能因电流产生磁场磁化工件后，使金属微粒堆积在裂纹上。因此，应在该处仔细地检查是否有裂纹。

对合金钢的焊接产品作外部检查，必须进行两次，即紧接着焊接之后和经过 15~30 天以后。这是因为有些合金钢内产生的裂纹形成得很慢，以致裂缝在第二次检查时才发现。