



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

焊接检测技术

HANJIE JIANCE JISHU

人力资源和社会保障部教材办公室组织编写

罗茗华 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

高等职业院校焊接技术及自动化专业任务驱动型教材

焊接检测技术

HANJIE JIANCE JISHU

罗茗华 主编

 中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

焊接检测技术/罗茗华主编. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2011

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

ISBN 978-7-5045-9107-4

I. ①焊… II. ①罗… III. ①焊接-检验-高等职业教育-教材 IV. ①TG441.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 155862 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

*

北京隆昌伟业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 12.5 印张 299 千字

2011 年 8 月第 1 版 2011 年 8 月第 1 次印刷

定价: ~~23.00~~ 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

本教材由焊缝外观检测、无损检测、泄漏检测与压力试验以及破坏性检验等模块组成，以实际生产典型工作任务作为教学载体，学生将分别学习焊缝外形尺寸与表面缺陷检测、射线检测、超声波检测、磁粉检测、渗透检测、泄漏检测、压力试验、拉伸试验、弯曲试验以及冲击试验等常用焊接检测方法。每个模块下有若干教学任务，包含了任务提出、任务分析、相关知识、任务实施、任务评价、思考与练习等教学环节。

本书为国家级职业教育规划教材，适用于高等职业院校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。

本书由广东省技师学院罗茗华、喻新民、喻凯余、黄志，颇尔过滤器（北京）有限公司徐峰，广州铁路（集团）公司罗瑞忠，李德华，大庆职业学院李文聪，沈阳职业技术学院张红兵编写。罗茗华担任主编并统稿，喻新民担任副主编，湖南铁道职业技术学院周桂芬主审。

目 录

模块一 焊缝外观检测	(1)
任务1 焊缝外形尺寸检测	(1)
任务2 焊缝表面缺陷检测	(12)
模块二 无损检测	(24)
任务1 射线检测	(24)
任务2 超声波检测	(57)
任务3 磁粉检测	(84)
任务4 渗透检测	(109)
模块三 泄漏检测和压力试验	(129)
任务1 泄漏检测	(129)
任务2 压力试验	(138)
模块四 破坏性检验	(152)
任务1 拉伸试验	(152)
任务2 弯曲试验	(168)
任务3 冲击试验	(178)

模块一 焊缝外观检测

在焊接结构件、焊接容器、管道的生产制作中,焊缝外观必须满足设计要求或符合有关生产质量标准的规定。为保证焊接质量,在焊后必须按有关标准对焊缝外观进行检测,并评定其是否合格。焊缝外观检测包括焊缝外形尺寸检测和焊缝表面缺陷检测。

任务1 焊缝外形尺寸检测

技能点

◎ 正确使用焊接检验尺、量具对焊缝外形尺寸进行检测;焊缝外形尺寸检测结果的评定。

知识点

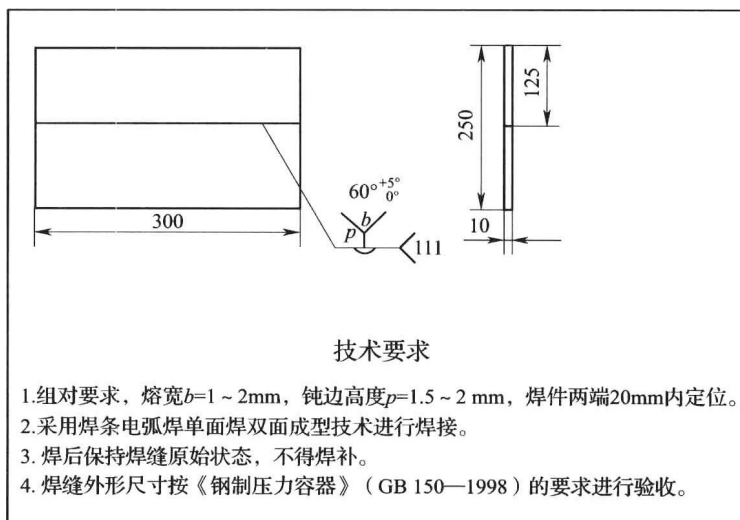
◎ 焊缝外形尺寸;焊缝外形尺寸检测标准;焊接检验尺、量具的结构和用途。

任务提出

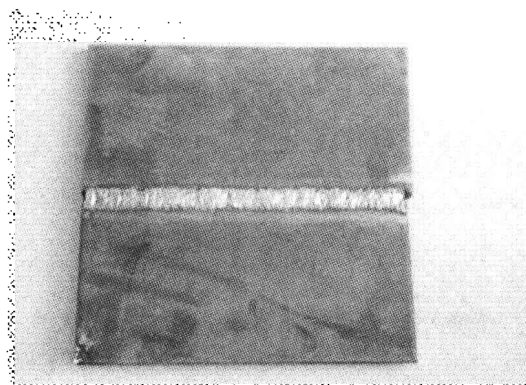
焊缝外形尺寸检测是焊接生产制作中首先要进行的检测项目,《钢制压力容器》(GB 150—1998)、《压力容器安全技术监察规程》和《蒸汽锅炉安全技术监察规程》分别对锅炉压力容器和压力管道焊缝的外形尺寸作出了要求。焊接接头的焊缝余高过高不仅影响美观,还浪费材料,而且在使用中会引起应力集中,从而缩短使用寿命,严重的甚至会导致焊接结构的破坏、危及生命和财产的安全。焊缝外形尺寸检测若不合格,则必须按规定进行焊缝返修或重新焊接试板,之后再行焊缝外形尺寸的检测。

如图1—1—1所示,焊接试件的坡口形式为V形坡口,平焊焊接,材质为Q235B,板厚 $t=10\text{ mm}$,采用焊条电弧焊单面焊双面成型。焊接试件的焊缝形状尺寸要符合图样要求,

特别是要符合《钢制压力容器》(GB 150—1998)标准对接焊缝的余高、焊缝宽度和角焊缝的焊脚尺寸等的规定。本任务要求在焊后对焊件焊缝外形尺寸进行检测,以评定焊缝是否合格。



a)



b)

图 1—1—1 焊接试件 S2010 - 80

a) 工件图 b) 试件

任务分析

为完成此任务,需要了解试板的焊接要求,对检测前的准备、计量器具的准备以及检测范围进行确认,确认量具能否使用(是否在校验有效期内),并按说明书进行操作练习,确保使用熟练。根据图样明确焊缝外形尺寸的检测内容、检测标准,然后进行外形尺寸检测并对结果进行评定。

相关知识

一、焊缝外形尺寸检测方法

1. 焊缝外形尺寸检测的作用

在焊接生产中,焊缝外形检测是最基本的焊接质量检测方法,对任何焊缝都必须先进行外形检测,检测合格后才能进行焊缝内部质量检测等其他检测。在焊接结构中,对接焊缝外形尺寸检测主要是检测其焊缝余高及焊缝宽度;角焊缝外形尺寸检测主要是检测其焊缝的焊脚尺寸。检测时要有良好的照明,主要用肉眼和焊缝卡板、焊接检验尺、游标卡尺等量具进行观察和测量,有时还借助低倍放大镜检测。要测出焊缝的外形尺寸,检测焊缝表面缺陷,对照技术标准评定焊缝外形质量是否合格。

外观检测是一种成本很低的质量控制手段,所需检测工具最少,能检测焊缝表面的清理质量、焊缝几何形状、焊缝表面缺陷、焊缝缺陷修复后的表面质量。在焊接生产时采用外观检测能在缺陷形成时就将其发现,便于及时采取最为经济的措施予以纠正,以免造成更大的经济损失,甚至埋下安全隐患。此外,越早发现焊接缺陷,所需的修补时间就越少,对整个工程进度的影响也越小。

2. 焊缝外形尺寸检测的内容

焊缝外形尺寸(例如对接焊缝的焊缝宽度、角焊缝的焊脚尺寸等)是表示焊缝形状特征的指标,是影响焊接质量的重要因素之一。若焊缝过宽,焊缝外形尺寸过大,不但使焊接接头受热程度严重而引起焊缝晶粒粗大,塑性、韧性下降,而且使焊接热影响区较大,易产生焊接应力与变形,同时也浪费材料、增加成本;若焊缝过窄,使焊脚尺寸过小,母材与焊缝可能熔合不良而引起应力集中,同时使焊缝易产生咬边、裂纹等缺陷,从而影响接头强度。如图1—1—2所示为不符合要求的对接焊缝外形尺寸。为了避免焊缝尺寸造成的损失,做好焊缝外形尺寸的检测是保证焊接质量的关键。

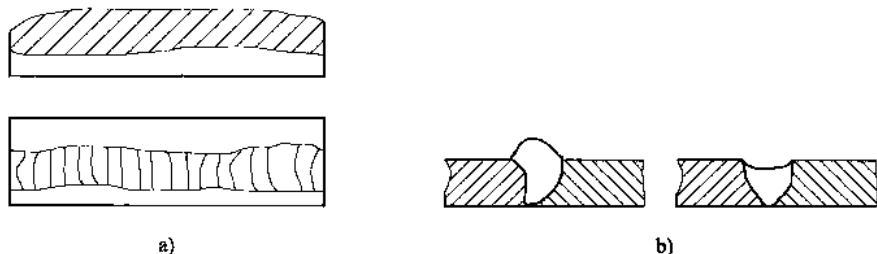


图1—1—2 焊缝尺寸不符合要求

a) 高低不平、宽窄不平 b) 余高过高、余高过低

对焊缝外形尺寸进行检测时,焊缝应处于原始状态,不同形式焊缝的检测内容有所区别。

(1) 对接焊缝。主要包括焊缝余高及高低差,焊缝宽度及宽窄差,焊缝波纹均匀还是粗劣,错边量、变形角、焊缝边缘直线度,焊缝成型是否美观。

(2) 角焊缝。主要包括角焊缝的焊脚尺寸,角焊缝的凸度或凹度尺寸。

3. 目视检测

焊缝外形尺寸检测主要采用目视检测的方法。目视检测是指仅用人的眼睛或借助于光学

仪器和设备与各种放大装置相结合的方式,对试件焊缝表面进行直接观察或测量,具有简单、快速的特点。典型目视检测是将检测限制在电磁谱的可见光范围内,如图 1—1—3 所示为目视检测状态。目视检测可以直接观察焊缝的表面,并判定其是否是原始表面,它不但能检测构件的几何尺寸、结构完整性、焊缝形状缺欠等,还能检测构件表面上的缺陷和其他细节,如焊缝边缘直线度等。目视检测方法一般分为直接检测和间接检测两种。

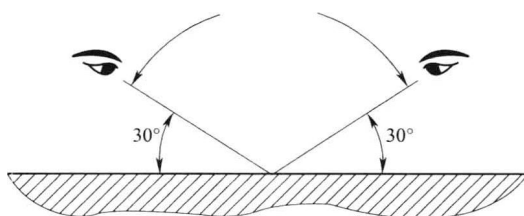


图 1—1—3 目视检测状态

(1) 直接检测。指直接用人眼或使用放大倍数为 6 倍以下的放大镜,对试件进行检测。

(2) 间接检测。用于检测无法直接观察的焊缝区域。采用间接检测时可以借助各种光学仪器或设备进行间接观察,如望远镜、工业内窥镜、光导纤维等。

目前在锅炉压力容器的焊缝外形尺寸检测中,主要是采用直接检测法。根据目视检测的基本要求,对于不同类型的焊缝表面可采用不同的目视检测手段,一般采用各类检测尺对焊接构件的外形及尺寸进行检测,以确定焊缝宽度、余高,以及角焊缝的有效厚度、焊脚尺寸、焊脚的对称度等。

目视检测的基本条件:被检面的光照度不小于 350 lx,推荐值为 500 lx(夏季晴天的室内光照度为 100 ~ 550 lx);人眼与被检面的距离不大于 600 mm;人眼与被检面的夹角不小于 30°;经商定可采用其他检测设备,如内窥镜等。

二、检测量具

检测量具包括各类焊接检验尺、间隙测量规、半径量规、深度量规、内外卡尺、定心规、塞尺、螺纹规及千分表等。

1. 焊接检验尺

焊接检验尺是目前对焊缝外形尺寸进行检测的主要量具,主要由主尺、高度尺、咬边深度尺及多用尺四部分组成,主要用来检测焊接构件的各种角度和焊缝余高、焊缝宽度,以及角焊缝的有效厚度、焊脚尺寸、焊脚对称度等,如图 1—1—4 所示。表 1—1—1 是常用的 60 型焊接检验尺的用途及测量范围。

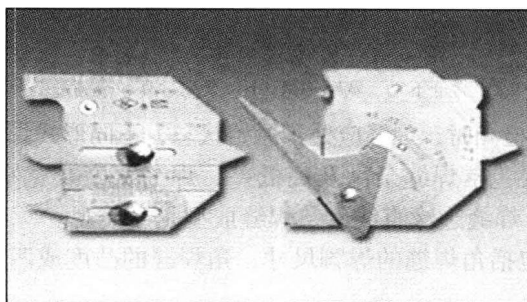
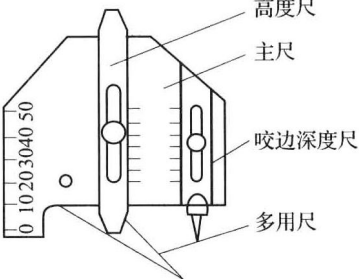


图 1—1—4 60 型焊接检验尺

表 1—1—1 60 型焊接检验尺的用途及测量范围

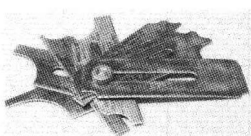
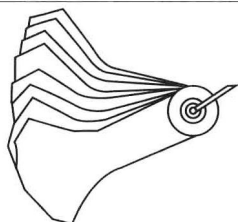
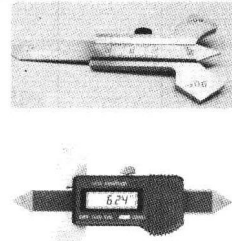
测量项目		测量范围	示值允差	焊接检验尺简图
高度	平面高度	0 ~ 15 mm	0.2 mm	
	角焊缝高度	0 ~ 15 mm	0.2 mm	
	角焊缝厚度	0 ~ 15 mm	0.2 mm	
宽度		0 ~ 60 mm	0.3 mm	
焊件坡口角度		≤ 160°	30'	
焊缝咬边深度		0 ~ 5 mm	0.1 mm	
间隙尺寸		0.5 ~ 6 mm	0.1 mm	



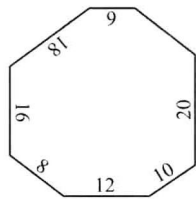
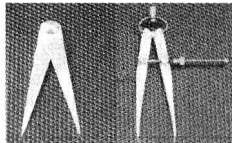
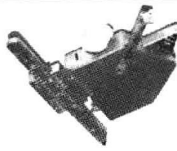
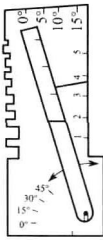
2. 其他检测量具

各类量规、直尺、样板和塞尺等，也是焊缝外形尺寸检测很重要的量具。表 1—1—2 是其他检测量具的用途及其测量范围和参数。

表 1—1—2 其他检测量具的用途及其测量范围和参数

焊缝量具	说明	焊缝类型				测量范围 /mm	读数精度 /mm	夹角或角焊缝角度/ (°)	夹角或角焊缝允许偏差
		角焊缝			对接焊缝				
		平面	凹面	凸面					
 简易焊缝量具	1. 可测量 3 ~ 15 mm 厚的焊缝。曲线部分将置放在熔合面上，有三个点可与工件和焊缝相接触 2. 用直线部分测量对接焊缝的余高	√	√	—	√	3 ~ 15	0.5	90	小
 一套焊接测量样板	可测量 3 ~ 12 mm 厚的角焊缝。3 ~ 7 mm 的精度为 0.5 mm。该量具用三点接触的原理进行测量	√	√	—	—	3 ~ 12	0.5	90	无
 有（数字）游标的焊缝测量尺	可测量角焊缝，也可用于测量对接焊缝的余高。能够利用其角部测量 V 形和单面 V 形对接焊缝的 60°、70°、80° 和 90° 的夹角，但是由于小的偏差而导致大的误差	√	√	—	√	0 ~ 20	0.1	90	无

续表

焊缝量具	说明	焊缝类型				测量范围 /mm	读数精度 /mm	夹角或角焊缝 角度/ (°)	夹角或角焊缝 允许偏差
		角焊缝			对接焊缝				
		平面	凹面	凸面					
 自制焊缝量具	测量内角为 90° 的角焊缝厚度	√	—	—	—	0 ~ 20	0.2	90	无
 量规	用于测量角焊缝焊脚尺寸; 也可用于测量对接焊缝的宽度、咬边量	√	√	√	√	—	—	—	—
 万用焊接测量器具	测量角焊缝形状和尺寸; 测量对接焊缝的错边量、接头准备 (角度)、焊缝余高、焊缝宽度和咬边	√	√	√	√	0 ~ 30	0.1	—	± 25%
 间隙测量器具	测量间隙宽度	—	—	—	√	0 ~ 6	0.1	—	—
 错边量钩状检查器具	测量板材和管材对接焊缝坡口的错边量	—	—	—	√	0 ~ 100	0.05	—	—
 万用对接焊缝测量器具	测量接头准备和完成的对接焊缝: 坡口角度; 根部间隙宽度; 焊缝余高; 焊缝表面宽度; 咬边的深度; 填充材料的直径	√	√	√	√	0 ~ 30	0.1	—	± 25%

注: √ 为适合; — 为不适合。

三、检测操作步骤

1. 目视检测

目视检测是用眼睛直接观察和分辨缺陷。一般情况下,目视检测的距离约为 600 mm,眼睛与被检工件表面所成的视角不小于 30° ,同时被检面的光照度不小于 350 lx,推荐为 500 lx。在检查过程中,可以采用适当照明、利用反光镜调节照射及观察角度、借助低倍放大镜观察等措施,提高眼睛发现缺陷和分辨缺陷的能力。

对眼睛不能接近的焊缝必须借助望远镜、内孔管道镜等进行观察。借助的设备至少应具有与直接目视检测效果相同的能力。

在焊接工作结束后,将工作表面的焊渣和飞溅物清理干净,按表 1—1—3 所列的项目进行目视检测。

表 1—1—3

焊缝目视检测的项目

检测项目	检测部位	质量要求	备注
清理质量	所有焊缝及其两侧 25 mm 范围内	无焊渣、飞溅物及阻碍检测的附着物	
几何形状	焊缝与母材连接处	焊缝完整,不得有漏焊,连接处应圆滑过渡	
	焊缝形状和尺寸急剧变化的部位	焊缝高低、宽窄及结晶焊缝波纹应均匀	可用焊接检验尺等测量
伤痕补焊	装配拉肋板拆除部位	无缺肉及遗留焊疤	
	母材机械划伤部位	划伤部位不应有明显棱角和沟槽,伤痕深度不超过有关标准规定	

2. 焊缝尺寸检测

焊缝尺寸检测主要测量焊缝外形尺寸是否符合图样标注尺寸或技术标准规定的尺寸。

(1) 对接焊缝尺寸的检测。主要检查焊缝的余高 h 和熔宽 b ,一般使用焊接检验尺来测量对接焊缝外形尺寸,其中以测量余高 h 为主,如图 1—1—5a、图 1—1—5b 所示。目前,《钢制压力容器》(GB 150—1998)、《压力容器安全技术监察规程》只对焊缝余高有明确定量的规定和限制,见表 1—1—4,而对焊缝宽度无定量规定,只要求焊缝宽度较均匀即可。

(2) 角焊缝尺寸的检测。主要检测焊缝的厚度、焊脚尺寸、凸度和凹度,测量角焊缝可以使用焊接检验尺和样板。使用焊接检验尺测量焊脚尺寸的方法如图 1—1—5d 所示;测量角焊缝厚度的方法如图 1—1—5e 所示。但在多数情况下,只测量焊脚尺寸 K_1 、 K_2 ;当图样标注中要求角焊缝厚度时,不但要求实际角焊缝厚度符合尺寸 a ,而且还要求焊脚尺寸 $K_1 = K_2$,因为只有这样才能准确测量 a 的值,如图 1—1—6 所示。

3. 焊接检验尺检测焊缝外形尺寸的方法

(1) 余高测量(见图 1—1—5a)。测量焊缝余高时,首先把咬边深度尺对准零位,并紧固螺钉,然后将滑动高度尺与焊缝余高接触,高度尺的示值即为焊缝余高。

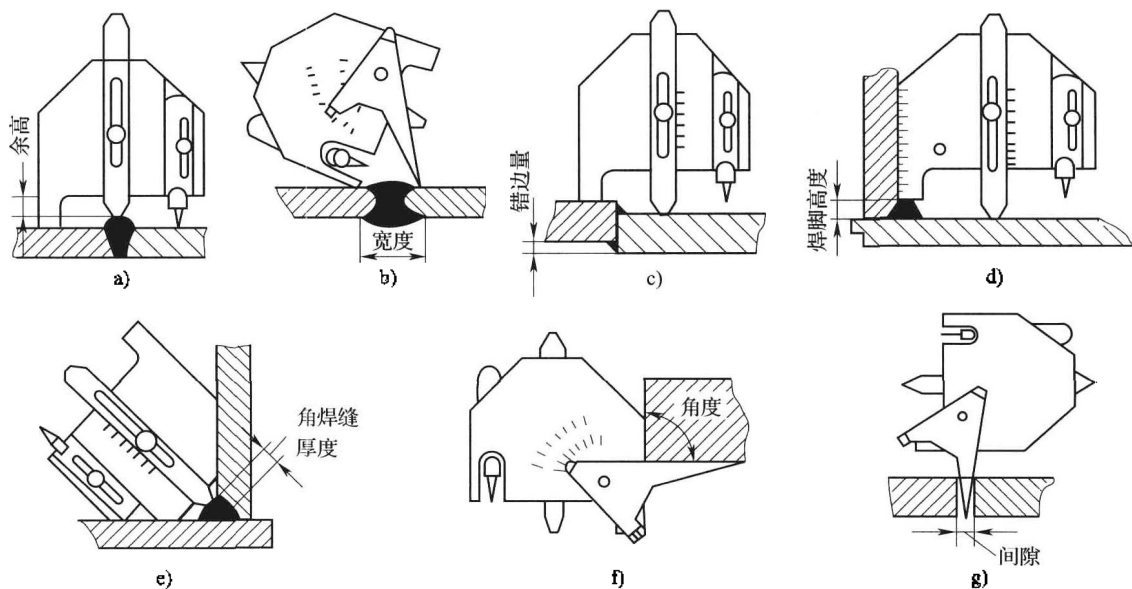


图 1—1—5 焊接检验尺的使用方法

a) 余高测量 b) 宽度测量 c) 错边量测量 d) 焊脚高度测量 e) 角焊缝厚度测量 f) 角度测量 g) 间隙测量

表 1—1—4

压力容器 A、B 类焊缝余高允许值

mm

焊缝熔深 H	焊缝余高 h	
	手工焊	自动焊
$H \leq 12$	0 ~ 1.5	0 ~ 4
$12 < H \leq 25$	0 ~ 2.5	0 ~ 4
$25 < H \leq 50$	0 ~ 3	0 ~ 4
$H > 50$	0 ~ 4	0 ~ 4

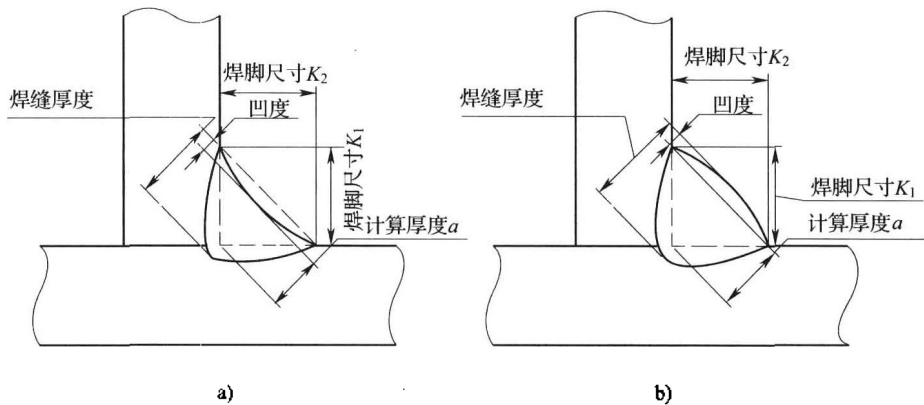


图 1—1—6 角焊缝尺寸

a) 凹形角焊缝 b) 凸形角焊缝

(2) 宽度测量 (见图 1—1—5b)。测量焊缝宽度时, 先用主尺测量角紧靠焊缝一边, 然后将旋转多用尺的测量角紧靠焊缝的另一边, 读出焊缝宽度示值。

(3) 错边量测量 (见图 1—1—5c)。测量错边量时, 先用主尺紧靠焊缝一边, 然后滑动高度尺, 使之与焊缝另一边接触, 高度尺示值即为错边量。

(4) 焊脚高度测量 (见图 1—1—5d)。测量角焊缝焊脚高度时, 用尺的工作面紧靠焊件和焊缝, 并滑动高度尺使之与焊件的另一边接触, 高度尺示值即为焊脚高度。

(5) 角焊缝厚度测量 (见图 1—1—5e)。测量角焊缝厚度时, 把主尺的工作面与焊件靠紧, 并滑动高度尺与焊缝接触, 高度尺示值即为角焊缝厚度。

(6) 角度测量 (见图 1—1—5f)。将主尺和多用尺分别紧靠被测角的两个面, 其示值即为角度值。

(7) 间隙测量 (见图 1—1—4g)。多用途尺插入两焊件间, 测量两焊件的装配间隙。

4. 检测数据记录

对检测数据均应进行记录, 对于不合格数据必须进行标记, 对每一检测数据需要进行 2~3 次的确认, 检测数据必须准确无误。

四、检测结果评定

焊接结构件、焊接容器及管道必须满足设计要求或符合有关标准的规定。因此, 其焊缝外形尺寸检测应满足设计要求或符合有关标准 (如《钢制压力容器》(GB 150—1998)、《压力容器安全技术监察规程》) 的规定。

例如, 焊接产品试板焊缝外形尺寸必须符合《钢制压力容器》(GB 150—1998) 及《钢制压力容器焊接规程》(JB/T 4709—2000) 的规定; 焊接工艺评定的试件应符合《钢制压力容器焊接工艺评定》(JB 4708—2000) 的规定; 焊工考试的焊接试件焊缝外形尺寸的检测主要是根据《锅炉压力容器压力管道焊工考试与管理规则》进行评定的。综合以上相关标准, 锅炉压力容器焊接接头的焊缝外形尺寸质量要求如下。

- (1) 形状、尺寸以及外观应符合技术标准和设计图样的规定。
- (2) 焊缝与母材应圆滑过渡。
- (3) 角焊缝的焊脚高度应符合技术标准和设计图样要求, 外形应平缓过渡。
- (4) 焊缝外形尺寸应满足表 1—1—5 的要求。

表 1—1—5

焊缝外形尺寸

mm

焊接方法	焊缝余高		焊缝余高差		焊缝宽度		焊道高度差	
	平焊	其他位置	平焊	其他位置	比坡口每侧增宽	宽度差	平焊	其他位置
手工焊	0~3	0~4	≤2	≤3	0.5~2.5	≤3	—	—
(半) 自动化焊	0~3	0~3	≤2	≤2	2~4	≤2	—	—
堆焊	—	—	—	—	—	—	≤1.5	≤1.5

注: 除电渣焊、摩擦焊、螺柱焊外, 厚度大于或等于 20 mm 的埋弧焊试件, 余高可为 0~4 mm。

任务实施

一、检测前准备

1. 检测要求与被检工件清理

(1) 检测要求。如图 1—1—1 所示, 焊件 S2010-80 的检测要求符合技术标准和设计图样的规定。本焊件为压力容器的焊接试板, 因此应符合技术标准《钢制压力容器》(GB 150—1998) 和《压力容器安全技术监察规程》的规定。

(2) 被检工件清理。焊缝外形检测区域一般是指焊缝及热影响区, 具体尺寸为焊缝及两侧各 25 mm 范围内, 检测前用钢(铜)丝刷或錾子对本试件焊缝及其两侧附近(25 mm 范围内)表面进行清理, 清除焊缝表面的熔渣及其两侧的飞溅物、污物, 确保没有影响检测和评定的异物存在。

2. 检测工量具的准备

准备检测工作平台、焊接检验尺、卡规、卡尺、钢直尺等。

3. 检测主要项目的确定

本试件焊缝外形尺寸检测主要项目的确定, 见表 1—1—6。

表 1—1—6

焊缝外形尺寸检测项目

序号	检测内容	质量要求
1	焊缝直线度	焊缝中心线偏斜 $< 2\text{ mm}$
2	焊缝余高	$0 \sim 3\text{ mm}$
3	焊缝余高差	$\leq 2\text{ mm}$
4	焊缝宽度	$0.5 \sim 2.5\text{ mm}$
5	焊缝宽窄差	$\leq 3\text{ mm}$
6	角变形	$\leq 3^\circ$
7	错边量	$< 1\text{ mm}$

待焊件焊后冷却至室温后, 将焊件置于检测平台(检测平台应放在光照良好的位置)上, 同时检测人员眼睛与被检测焊件表面的视角应不小于 30° , 以确保读取检测数据的准确性。

二、检测操作

1. 焊缝外观成型检测

焊缝完整, 焊波均匀, 成形美观, 焊缝与母材连接处无焊漏, 连接处圆滑过渡, 焊缝的侧面角小于 90° , 采用样板(长 200 mm)配合直尺进行检测, 不应有明显棱角和沟槽。

2. 试件焊缝外形尺寸的检测

(1) 焊缝宽窄的检测。可采用量具, 例如卡尺、卡规、直尺等进行检测; 也可采用焊接检验尺配合直尺进行检测(包括正面、背面的表面焊缝宽窄检测)。检测时, 一般要各选择 3 个目测最宽和最窄的焊缝处进行检测, 检测结果取 3 个最宽中的最大数据为焊缝宽度的