

TSG

特种设备安全技术规范

TSG Z6002—2010

特种设备焊接操作人员考核细则

Examination Rules for Welding Operators
of Special Equipment

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局颁布

2010年11月4日

前 言

2007年12月,国家质量监督检验检疫总局(以下简称国家质检总局)特种设备安全监察局(以下简称特种设备局)向中国特种设备检测研究院(以下简称中国特检院)下达《特种设备焊接操作人员考核细则》起草任务书。2008年1月,中国特检院组织成立起草组,在前期工作的基础上,形成草案。2008年3月和6月,起草组在北京和济南分别召开工作会议,形成征求意见稿。2008年12月,特种设备局以质检特函〔2008〕90号文征求基层部门的意见,并且上网征求意见。根据征求到的意见,起草组对征求意见稿进行修改并形成送审稿。2009年10月,特种设备局将送审稿提交国家质检总局特种设备安全技术委员会审议,起草组按照审议的意见,修改形成报批稿。2010年11月4日,由国家质检总局批准颁布。

本细则是在《锅炉压力容器压力管道焊工考试与管理规则》(国质检锅[2002]109号)基础上修订的。在修订过程中,起草组进行了广泛、深入的调查研究,认真总结了多年来特种设备焊接操作人员考核和管理方面的经验,对特种设备金属材料和非金属材料(PE)焊接操作人员考试分别提出了不同的要求。

本细则主要起草单位和人员如下:

国家质检总局特种设备安全监察局	高继轩	尚 洪	张建荣
全国锅炉压力容器标准化技术委员会	戈兆文		
中国特种设备检测研究院	石 坤	董尚元	
合肥通用机械研究院	窦万波	房务农	
哈尔滨锅炉厂有限责任公司	杨 松		
上海市特种设备监督检验技术研究院	顾福明		
山东省特种设备检验研究院	单汝刚	汪立新	
抚顺机械设备制造有限公司	胡希海		
湖北省特种设备安全检验检测研究院	杨笑峰		
江苏省电力建设第一工程公司	徐佩兰		
中国石化第十建设公司	袁转东		
江西省质量技术监督局	李顺珍		
辽宁省安全科学研究院	赵鹏华		
上海振华港口机械(集团)股份有限公司	龚美琪		
大连重工起重集团有限公司	郭胜伟		
河南卫华重型机械股份有限公司	牛 豫		

兰州兰石机械设备有限责任公司	雷万庆
上海锅炉厂有限公司	王炯祥
中国石化集团南京化学工业有限公司机械厂	董安霞
中山市金马游艺机有限公司	康纪华
中国重型机械工业协会	肖力群
亚大塑料制品有限公司	贡爱国
山东省特种设备检验研究院	郭怀力
港华辉信工程塑料(中山)有限公司	孔德斌 何健文

国家质量监督检验检疫总局
<http://www.aqsic.gov.cn/>

目 录

第一章 总 则	(1)
第二章 考试机构	(2)
第三章 考核程序与要求	(4)
第四章 附 则	(7)
附件 A 特种设备金属材料焊工考试范围、内容、方法和结果评定	(9)
附件 B 特种设备非金属材料焊工考试范围、内容、方法和结果评定	(40)
附件 C 特种设备焊接操作人员考试申请表	(49)
附件 D 特种设备焊接操作人员考试基本情况表	(50)
附件 E 金属材料焊接操作技能考试检验记录表	(51)
附件 F 非金属材料焊接操作技能考试检验记录表(PE)	(53)
附件 G 特种设备焊接操作人员复审申请表	(56)
附件 H 特种设备焊接操作人员焊绩记录表	(57)
相关规章和规范历次制(修)定情况	(58)

特种设备焊接操作人员考核细则

第一章 总 则

第一条 为了规范特种设备焊接操作人员考核工作,根据《特种设备作业人员监督管理办法》、《特种设备作业人员考核规则》,制定本细则。

第二条 本细则适用于从事《特种设备安全监察条例》中规定的锅炉、压力容器(含气瓶,下同)、压力管道(以下统称为承压类设备)和电梯、起重机械、客运索道、大型游乐设施、场(厂)内专用机动车辆(以下统称为机电类设备)焊接操作人员(以下简称焊工)的考核。

第三条 从事下列焊缝焊接工作的焊工,应当按照本细则考核合格,持有《特种设备作业人员证》:

- (一)承压类设备的受压元件焊缝、与受压元件相焊的焊缝、受压元件母材表面堆焊;
- (二)机电类设备的主要受力结构(部)件焊缝、与主要受力结构(部)件相焊的焊缝;
- (三)熔入前两项焊缝内的定位焊缝。

第四条 各省、自治区、直辖市的质量技术监督部门(以下简称省级质监部门)负责确定并且公布本行政区域内的焊工考试机构(以下简称考试机构)及其承担的考试类别、项目范围,其中承担长输(油气)管道和非金属材料的焊工考试的考试机构及其考试类别、项目范围,由省级质监部门审核后报国家质量监督检验检疫总局(以下简称国家质检总局)确定并公布。

第五条 考试机构在公布的考试类别、项目范围内组织实施考试。考试机构不得强制要求焊工参加本机构组织的培训。

省级质监部门或者授权设区的市的质量技术监督部门(以下简称市级质监部门),对焊工考试进行监督,负责审批、发证和复审(以下简称发证机关)。

第六条 焊工考试包括基本知识考试和焊接操作技能考试两部分。考试内容应当与焊工所申请的项目范围相适应。基本知识考试采用计算机答题方法,焊接操作技能考试采用施焊试件并且进行检验评定的方法。

第七条 有下列情况之一的,应当进行相应基本知识考试:

- (一)首次申请考试的;

- (二)改变或者增加焊接方法的；
- (三)改变或者增加母材种类(如钢、铝、钛等)的；
- (四)被吊销《特种设备作业人员证》的焊工重新申请考试的。

第八条 特种设备金属材料和非金属材料焊工考试范围、内容、方法和结果评定，按照本细则附件 A、附件 B 的规定执行。

按照焊接方法的机动化程度，将焊工分为手工焊焊工、机动焊焊工和自动焊焊工。机动焊焊工和自动焊焊工统称为焊机操作工。

第二章 考试机构

第九条 考试机构应当满足以下条件：

- (一)由具有法定资质的单位、机构或者组织设立；
- (二)有常设的组织、管理部门和固定的场地；
- (三)焊工考试用设备、设施与焊工考试类别、项目相适应；
- (四)专职人员不少于 3 人，人员技术能力与焊工考试类别、项目相适应；
- (五)具有焊接工艺评定能力，有满足焊工考试要求的焊接作业指导书，有适用于不同焊接方法、不同材料种类的基本知识考试题库；
- (六)具有焊工考试质量保证体系，有健全的考场纪律、监考考评人员守则、保密制度和考试管理、档案管理、财务管理、应急预案等各项规章制度，并且能够有效实施；
- (七)焊工考试实行计算机与视频管理。

考试机构的人员、设备、场地等基本条件见表 1。

表 1 焊工考试机构基本条件

要求	金属类焊工考试机构	非金属类(PE)焊工考试机构
主要人员	(1)主任(或者副主任)、技术负责人、焊接操作技能教师(2名)应为本单位正式人员; (2)主任(或者副主任)、技术负责人具有工程师职称; (3)主任(或者副主任)、技术负责人和焊接操作技能教师从事焊接工作5年	
无损检测人员	(1)Ⅱ级资格射线检测人员2名; (2)承担堆焊项目考试,有Ⅱ级表面检测人员1名	—
场地	(1)焊接操作技能考试固定场所满足焊工考试要求,考试工位10个,包括3种焊接方法; (2)计算机考位6个	(1)焊接操作技能考试固定场所满足焊工考试要求,包括热熔对接法与电熔连接法在内的考试工位5个; (2)计算机考位5个
设备设施	拥有相应焊接设备、焊材烘干设备、试件和试样加工设备、射线透照设备、检验设备和测量工具	拥有相应焊接设备、试验设备
焊工数量	特种设备制造、安装、改造、维修单位设立焊工考试机构,其本单位的焊工有50名	—

注1:表1中的人员资格和数量、设备等为最低要求(以下同)。

注2:主任或者副主任可以兼任技术负责人。

注3:设备、设施不能租赁或者借用。

第十条 考试机构中技术负责人和焊接操作技能教师应当熟悉并且掌握本细则内容和焊接专业知识。焊接操作技能教师还需要进行焊接操作技能考试,考试合格后方可担任相应的职务。

考试机构的技术负责人和焊接操作技能教师的考核工作,按照本细则第四条规定的权限,由国家质检总局或者省级质监部门指定考试机构组织实施。

第十一条 考试机构的焊接操作技能教师所持有的项目,为该考试机构承担焊工考试的项目范围。焊接操作技能教师在任职期间,可视为从事特种设备焊接操作。

第十二条 考试机构的主要职责如下:

- (一)制定焊工考试计划并且向社会公布;
- (二)审查焊工考试申请资料;
- (三)确定基本知识考试试卷和操作技能考试试件;
- (四)准备考试用试板(管)、焊材、设备和设施;
- (五)组织实施焊工基本知识计算机考试和焊接操作技能考试,负责试卷的评判和

试件、试样的检验，评定考试成绩；

(六)公布、通知和上报考试结果；

(七)建立和管理焊工考试档案；

(八)根据申请人的委托向发证机关统一申请办理《特种设备作业人员证》；

(九)根据申请人的委托向发证机关统一申请办理《特种设备作业人员证》的复审；

(十)向发证机关提交年度工作总结与考试相关统计报表，并且按照特种设备信息化工作的要求，及时将相关信息输入特种设备人员库。

第十三条 考试机构如果变更考试类别、项目范围，应当向国家质检总局或者省级质监部门提出申请，经批准并且公布后，方能按照新批准的考试类别、项目范围组织实施焊工考试。

第十四条 考试机构的法定资质、地址、机构性质、隶属关系，以及主任(或者副主任)、技术责任人和焊接操作技能教师变更后，应当在 15 日内向国家质检总局或者省级质监部门办理备案手续，并且报告所在市级质监部门。

第十五条 市级质监部门负责对行政辖区内的焊工考试实施监督检查，不定期对焊工考试过程进行现场监督，每年至少进行一次，并且将监督检查结果报上一级质监部门。

监督检查的内容如下：

(一)考试机构的资质、资源条件与考试类别、项目范围；

(二)焊工考试申请资料；

(三)焊工考试质量保证体系建立与实施情况；

(四)焊工考试用焊接工艺评定和焊接作业指导书以及基本知识考试题；

(五)考试机构与焊接操作技能教师的实际能力。

第三章 考核程序与要求

第十六条 焊工考核程序，包括考试报名、申请资料审查、考试、考试成绩评定与通知。

第十七条 报名参加考试的焊工，应当向考试机构提交以下资料：

(一)《特种设备焊接操作人员考试申请表》(见附件 C，1 份)；

(二)居民身份证(复印件，1 份)；

(三)正面近期免冠照片(1 寸，2 张)；

(四)初中以上(含初中)毕业证书(复印件)或者同等学历证明(1 份)；

(五)医疗卫生机构出具的含有视力、色盲等内容的身体健康证明。

《特种设备焊接操作人员考试申请表》由用人单位或者培训机构签署意见，并且明确申请人经过安全教育和培训的内容及课时。

第十八条 考试机构应当在收到报名资料 15 个工作日内完成审查。对符合要求的，通知申请人参加考试；对不符合要求的，通知申请人及时补正资料或者说明不符合要求的理由。

第十九条 考试机构在考试 30 日前公布焊工基本知识考试和焊接操作技能考试项目、时间和地点，并且通知申请人和考试机构所在地的质监部门。

焊工基本知识考试合格后方能参加焊接操作技能考试。焊工基本知识考试成绩有效期为 1 年。

考试组织工作要严格执行保密、监考等各项规章制度，确保考试工作的公开、公正、公平、规范，保证考试工作质量。

第二十条 考试机构应当在考试结束后的 20 个工作日内，完成考试成绩的评定。焊工基本知识考试和焊接操作技能考试的结果应当记入《特种设备焊接操作人员考试基本情况表》(见附件 D)，焊接操作技能考试试件的检验记录应当记入《金属材料焊接操作技能考试检验记录表》和《非金属材料焊接操作技能考试检验记录表(PE)》(见附件 E 和附件 F，以下统称焊接操作技能考试检验记录表)。

第二十一条 焊工考试结果报发证机关并且通知报名的焊工。基本知识考试和焊接操作技能考试合格的焊工，由考试机构汇总焊工报名资料、考试资料(包括附件 C、附件 D、考试试卷、附件 E 或者附件 F)向发证机关统一申请办理《特种设备作业人员证》，也可以由焊工个人向发证机关申请办理。

第二十二条 焊工报名资料和考试资料，由考试机构存档，保存至少 4 年。

第二十三条 持证焊工应当按照本细则规定，承担与合格项目相应的特种设备焊接工作。

《特种设备作业人员证》在全国各地同等有效。

第二十四条 《特种设备作业人员证》每四年复审一次。

首次取得的合格项目在第一次复审时，需要重新进行考试；第二次以后(含第二次)复审时，可以在合格项目范围内抽考。

第二十五条 持证焊工应当在期满 3 个月之前，将复审申请资料提交给原考试机构，委托考试机构统一向发证机关提出复审申请；焊工个人也可以将复审申请资料直接提交原发证机关，申请复审。

跨地区作业的焊工，可以向作业所在地的发证机关申请复审。

第二十六条 申请复审时，持证焊工应当提交以下资料：

- (一)《特种设备焊接操作人员复审申请表》(见附件 G，1 份)；
- (二)《特种设备作业人员证》(原件)；

- (三)《特种设备焊接操作人员焊绩记录表》(见附件 H, 1 份);
- (四)《特种设备焊接操作人员考试基本情况表》(见附件 D, 1 份);
- (五)焊接操作技能考试检验记录表(适用于重新考试或者抽考的焊工, 1 份);
- (六)医疗卫生机构出具含有视力、色盲等内容的身体健康证明(原件)。

《特种设备焊接操作人员复审申请表》由聘用焊工的单位(以下简称用人单位)或者培训机构签署意见,明确申请人经过安全教育和培训的内容及课时,有无违规、违法等不良记录。

第二十七条 复审时,满足以下所有要求的为复审合格:

- (一)提交的复审申请资料真实齐全;
- (二)年龄不超过 55 岁(超过 55 岁的按照本细则第二十九条要求)的;
- (三)没有因违反工艺纪律以致发生重大质量事故的;
- (四)重新考试合格的项目或者按照本细则附件 A 的 A8, 附件 B 的 B7 抽考合格的项目。

第二十八条 发证机关应当在 5 个工作日内对复审资料进行审查,或者告知申请人补正申请资料,并且做出是否受理的决定。能够当场审查的,应当场办理。

同意受理的复审申请,发证机关应当在 20 个工作日内完成复审。合格的,在证书正本上登记复审考试通过的项目并签章;不合格的,应当书面说明理由。

第二十九条 持证手工焊工或者焊机操作工某焊接方法中断特种设备焊接作业 6 个月以上,该手工焊工或者焊机操作工若再使用该焊接方法进行特种设备焊接作业前,应当复审抽考。

年龄超过 55 岁的焊工,需要继续从事特种设备焊接作业,根据情况由发证机关决定是否需要进行考试。

第三十条 逾期未申请复审、复审不合格者,其《特种设备作业人员证》失效,由发证机关予以注销并公告。

第三十一条 有下列情况之一的,原发证机关可吊销或者撤销其《特种设备作业人员证》:

- (一)以考试作弊或者以其他欺骗方式取得《特种设备作业人员证》的;
- (二)违章操作造成特种设备事故的;
- (三)考试机构或者发证机关工作人员滥用职权,玩忽职守,违反法定程序或者超越范围考试发证的。

第三十二条 以考试作弊或者以其他欺骗方式取得《特种设备作业人员证》的焊工,吊销证书后 3 年内不得重新提出焊工考试申请。

第三十三条 焊工和签署意见的用人单位或者培训机构应当对《特种设备焊接操作人员考试申请表》、《特种设备焊接操作人员复审申请表》中的内容真实性负责。

考试机构应当对焊工申请考试资料的完整性和《特种设备焊接操作人员考试基本情况表》、《金属材料焊接操作技能考试检验记录表》、《非金属材料焊接操作技能考试检验记录表(PE)》的真实性负责。

发证机关应当对焊工考试的程序和审查结论负责。

第三十四条 考试机构可以按照特种设备信息化工作要求,积极创造条件,建立网上报名的平台,实施网上报名。发证机关应当将颁发《特种设备作业人员证》的相关数据录入到国家质检总局特种设备作业人员公示系统中。

第四章 附 则

第三十五条 用人单位应当根据本细则规定,结合本单位的实际情况,制定焊工管理办法,建立焊工焊接档案。焊工焊接档案应当包括焊工焊绩、焊缝质量汇总结果、焊接质量事故等内容,并且为焊工的取证和复审提供客观真实的证明资料。

焊工解除聘用关系后,原用人单位有责任向发证机关提供焊工焊接档案资料。

第三十六条 符合下列条件的焊工考试范围、内容、方法和结果评定标准,由用人单位按照产品设计和制造技术条件,参照国内外相应标准制订。必要时,组织专家进行审查,并且报发证机关备案,其他要求仍按本细则执行:

(一)以本细则规定以外的焊接方法(如钎焊)、材料类别(如中碳钢、锡青铜、铝及铝合金)、填充材料类别和焊缝形式(如耐磨层堆焊、端接焊缝、槽焊缝和塞焊缝)进行焊接;

(二)机电类设备采用超出国内设计规范规定范围的材料,或者采用标准抗拉强度下限值大于 610MPa 的低合金钢。

第三十七条 焊工用《特种设备作业人员证》由国家质检总局统一印制。

按照《特种设备作业人员监督管理办法》的规定,特种设备焊接作业分为“承压焊”(指承压设备的焊接)和“结构焊”(指机电类设备的焊接),《特种设备作业人员证》焊工考试合格的项目填写方法如下:

(一)如果结构焊焊工考试中有特殊要求〔如本细则第三十六条第(二)项、不按照 JB/T 4708《承压设备焊接工艺评定》进行焊接工艺评定、试件不按照 JB/T 4730《承压设备无损检测》进行无损检测等〕,焊工考试合格的项目必须分为“承压焊”或者“结构焊”;当《特种设备作业人员证》需同时包括“承压焊、结构焊”时,则其“作业种类”栏“特种设备焊接作业”后加“(承压焊、结构焊)”,并且在批准项目页中填写的合格项目代号前注明“承压焊”或者“结构焊”(分别用代号“Y”和“J”表示);

(二)如果结构焊焊工考试中有特殊要求,《特种设备作业人员证》不同时包括“(承压焊)”时,则其“作业种类”栏“特种设备焊接作业”后加“(结构焊)”,在批准项目页中直接填写合格项目代号;

(三)如果结构焊焊工考试中没有特殊要求,《特种设备作业人员证》中的“作业种类”栏“特种设备焊接作业”后加“(承压焊、结构焊)”,在批准项目页中直接填写合格项目代号,不必注明“承压焊”或者“结构焊”。

第三十八条 本细则由国家质检总局负责解释。

第三十九条 本细则自 2011 年 2 月 1 日起施行,2002 年 4 月 18 日国家质检总局颁布的《锅炉压力容器压力管道焊工考试与管理规则》(锅质检锅〔2002〕109 号)、2006 年 10 月 27 日《燃气用聚乙烯管道焊接技术规则》中有关焊工的考试组织、考试与管理等相关要求同时废止。

附件 A

特种设备金属材料焊工考试范围、内容、方法和结果评定

A1 适用范围

本附件规定了特种设备金属材料焊工考试范围、内容、方法、结果评定与项目代号。适用于特种设备用金属材料的气焊、焊条电弧焊、钨极气体保护焊、熔化极气体保护焊、埋弧焊、等离子弧焊、气电立焊、电渣焊、摩擦焊、螺柱焊和耐蚀堆焊的焊工考试。

A2 术语

A2.1 焊工

从事焊接操作的人员。焊工分为手工焊工、机动焊工和自动焊工。机动焊工和自动焊工合称焊机操作工。

A2.2 手工焊

焊工用手进行操作和控制工艺参数而完成的焊接，填充金属可以由人工送给，也可以由焊机送给。

A2.3 机动焊

焊工操作焊机进行调节与控制工艺参数而完成的焊接。

A2.4 自动焊

焊机自动进行调节与控制工艺参数而完成焊接。

A2.5 焊机操作工

操作机动焊、自动焊设备的焊工。

A3 基本知识考试范围

- (1) 特种设备的分类、特点和焊接要求；
- (2) 金属材料的分类、牌号、化学成分、使用性能、焊接特点和焊后热处理；
- (3) 焊接材料(包括焊条、焊丝、焊剂和气体等)类型、型号、牌号、性能、使用和保管；
- (4) 焊接设备、工具和测量仪表的种类、名称、使用和维护；
- (5) 常用焊接方法的特点、焊接工艺参数、焊接顺序、操作方法与焊接质量的影响因素；
- (6) 焊缝形式、接头形式、坡口形式、焊缝符号与图样识别；

- (7)焊接缺陷的产生原因、危害、预防方法和返修；
- (8)焊缝外观检查方法和要求，无损检测方法的特点、适用范围；
- (9)焊接应力和变形的产生原因和防止方法；
- (10)焊接质量控制系统、规章制度、工艺纪律基本要求；
- (11)焊接作业指导书、焊接工艺评定；
- (12)焊接安全和规定；
- (13)特种设备法律、法规和标准；
- (14)法规、安全技术规范有关焊接作业人员考核和管理规定。

A4 焊接操作技能考试

A4.1 焊接操作技能的要素

与焊接操作技能有关的要素如下：

- (1)焊接方法；
- (2)焊接方法的机动化程度；
- (3)金属材料类别；
- (4)填充金属类别；
- (5)试件位置；
- (6)衬垫；
- (7)焊缝金属厚度；
- (8)管材外径；
- (9)焊接工艺因素。

A4.2 焊接操作技能考试要素的分类与代号

A4.2.1 焊接方法

焊接方法与代号见表 A-1，每种焊接方法都可以表现为手工焊、机动焊、自动焊等操作方式。

表 A-1 焊接方法与代号

焊接方法	代 号
焊条电弧焊	SMAW
气焊	OFW
钨极气体保护焊	GTAW
熔化极气体保护焊	GMAW(含药芯焊丝电弧焊 FCAW)
埋弧焊	SAW
电渣焊	ESW
等离子弧焊	PAW
气电立焊	EGW
摩擦焊	FRW
螺柱电弧焊	SW

A4.2.2 金属材料类别

金属材料类别与示例见表 A-2。

表 A-2 金属材料类别与示例

种类	类别	代号	型号、牌号、级别
钢	低碳钢	Fe I	Q195 10 HP245 L175 S205 Q215 15 HP265 L210 Q235 20 WCA Q245R 25 Q275 20G
	低合金钢	Fe II	HP295 L245 Q345R 15MoG 09MnD HP325 L290 16Mn 20MoG 09MnNiD HP345 L320 Q370R 12CrMo 09MnNiDR HP365 L360 15MnV 12CrMoG 16MnD Q295 L415 20MnMo 15CrMo 16MnDR Q345 L450 10MoWVNb 15CrMoR 16MnDG Q390 L485 13MnNiMoR 15CrMoG 15MnNiDR Q420 L555 20MnMoNb 14Cr1Mo 15MnNiNbDR S240 07MnMoVR 14Cr1MoR 20MnMoD S290 12MnNiVR 12Cr1MoV 07MnNiVDR S315 20MnG 12Cr1MoVG 08MnNiMoVD S360 10MnDG 12Cr2Mo 10Ni3MoVD S385 12Cr2Mo1 06Ni3MoDG S415 12Cr2Mo1R ZG230-450 S450 12Cr2MoG ZG20CrMo S480 12CrMoWVTiB ZG15Cr1Mo1V 12Cr3MoVSiTiB ZG12Cr2Mo1G

续表

种类	类别	代号	型号、牌号、级别
钢	Cr $\geq$ 5% 铬 钼钢、铁素 体钢、马氏 体钢	FeIII	1Cr5Mo 06Cr13 12Cr13 10Cr17 1Cr9Mo1 10Cr9MoVNb 00Cr27Mo 06Cr13Al ZG16Cr5MoG
	奥氏体钢、 奥氏体与 铁素体双 相钢	FeIV	06Cr19Ni10 06Cr17Ni12Mo2 06Cr23Ni13 06Cr19Ni11Ti 06Cr17Ni12Mo2Ti 06Cr25Ni20 022Cr19Ni10 06Cr19Ni13Mo3 12Cr18Ni9 CF3 022Cr17Ni12Mo2 CF8 022Cr19Ni13Mo3 022Cr23Ni5Mo3N
铜与 铜合 金	纯铜	Cu I	T2 TU1 TU2 TP1 TP2
	铜锌合金、 铜锌锡合金	Cu II	H62 HA177-2 HSn70-1 HSn62-1
	铜硅合金	CuIII	QSi3-1
	铜镍合金	CuIV	B19 BFe10-1-1 BFe30-1-1
	铜铝合金	Cu V	QA1 5 QA1 9-4 ZCuAL10Fe3
镍与 镍合 金	纯镍	Ni I	N5 N6 N7
	镍铜合金	Ni II	NCu30
	镍 铬 铁 合 金、镍铬钼 合金	NiIII	NS312 NS315 NS334 NS335 NS336
	镍钼铁合金	NiIV	NS321 NS322
	镍铁铬合金	Ni V	NS111 NS112 NS142 NS143
铝与 铝合 金	纯铝，铝锰 合金	Al I	1A85 1060 1050A 1200 3003
	铝 镁 合 金 (Mg $\leq$ 4%)	Al II	3004 5052 5A03 5454
	铝镁硅合金	AlIII	6061 6063 6A02
	铝 镁 合 金 (Mg > 4%)	Al V	5A05 5083 5086
钛与 钛合 金	低强纯钛、 钛钪合金	Ti I	TA0 TA1 TA9 TA1-A ZTi1
	高强纯钛、 钛钼镍合金	Ti II	TA2 TA3 TA10 ZTi2

A4.2.3 填充金属类别

填充金属类别、示例与适用范围见表 A-3。

表 A-3 填充金属类别、示例与适用范围

填充金属		试件用填充金属类别代号	相应型号、牌号	适用于焊件填充金属类别范围	相应标准
种类	类别				
钢	碳钢焊条、低合金钢焊条、马氏体钢焊条、铁素体钢焊条	Fef1 (钛钙型)	EXX03	Fef1	JB/T 4747 [GB/T 5117 GB/T 5118 GB/T 983 (奥氏体、奥氏体与铁素体双相钢焊条除外)]
		Fef2 (纤维素型)	EXX10 EXX11 EXX10-X EXX11-X	Fef1 Fef2	
		Fef3 (钛型、钛钙型)	EXXX(X)-16 EXXX(X)-17	Fef1 Fef3	
		Fef3J (低氢型、碱性)	EXX15 EXX16 EXX18 EXX48 EXX15-X EXX16-X EXX18-X EXX48-X EXXX(X)-15 EXXX(X)-16 EXXX(X)-17	Fef1 Fef3 Fef3J	
	奥氏体钢焊条、奥氏体与铁素体双相钢焊条	Fef4 (钛型、钛钙型)	EXXX(X)-16 EXXX(X)-17	Fef4	JB/T 4747 [GB/T 983 (奥氏体、奥氏体与铁素体双相钢焊条)]
		Fef4J (碱性)	EXXX(X)-15 EXXX(X)-16 EXXX(X)-17	Fef4 Fef4J	
	全部钢焊丝	FefS	全部实芯焊丝和药芯焊丝	FefS	JB/T 4747
铜与铜合金	纯铜焊条	Cuf1	ECu	Cuf1	GB/T 3670
	铜硅合金焊条	Cuf2	ECuSi-A ECuSi-B	Cuf2	GB/T 3670
	铜锡合金焊条	Cuf3	ECuSn-A ECuSn-B	Cuf3	GB/T 3670
	铜镍合金焊条	Cuf4	ECuNi-A ECuNi-B	Cuf4 NifX	GB/T 3670 GB/T 13814
	铜铝合金焊条	Cuf6	ECuAl-A2 ECuAl-B ECuAl-C	Cuf6	GB/T 3670
	铜镍铝合金焊条	Cuf7	ECuAlNi ECuMnAlNi	Cuf7	GB/T 3670
	纯铜焊丝	CufS1	HSCu	CufS1	GB/T 9460
	铜硅合金焊丝	CufS2	HSCuSi	CufS2	GB/T 9460
	铜锡合金焊丝	CufS3	HSCuSn	CufS3	GB/T 9460
	铜镍合金焊丝	CufS4	HSCuNi	CufS4 NifSX	GB/T 9460 GB/T 15620

续表

填充金属		试件用填充金属类别代号	相应型号、牌号	适用于焊件填充金属类别范围	相应标准
种类	类别				
铜与铜合金	铜铝合金焊丝	CufS6	HSCuA1	CufS6	GB/T 9460
	铜镍铝合金焊丝	CufS7	HSCuA1Ni	CufS7	GB/T 9460
镍与镍合金	纯镍焊条	Nif1	ENi-1	Nif1 Nif2 Nif3 Nif4 Nif5 Cuf4	GB/T 13814
	镍铜合金焊条	Nif2	ENiCu-7		
	镍基类 镍铬铁合金焊条 镍铬钼合金焊条	Nif3	ENiCrFe-1 ENiCrFe-2 ENiCrFe-3 ENiCrFe-4 ENiCrMo-2 ENiCrMo-3 ENiCrMo-4 ENiCrMo-5 ENiCrMo-6 ENiCrMo-7		
	镍钼合金焊条	Nif4	ENiMo-1 ENiMo-3 ENiMo-7		
	铁镍基 镍铬钼合金焊条	Nif5	ENiCrMo-1 ENiCrMo-9		
	纯镍焊丝	NifS1	ERNi-1	NifS1 NifS2 NifS3 NifS4 NifS5 CufS4	GB/T 15620
	镍铜合金焊丝	NifS2	ERNiCu-7		
	镍基类 镍铬铁合金焊丝 镍铬钼合金焊丝	NifS3	ERNiCr-3 ERNiCrFe-5 ERNiCrFe-6 ERNiCrMo-2 ERNiCrMo-3 ERNiCrMo-4 ERNiCrMo-7		
	镍钼合金焊丝	NifS4	ERNiMo-1 ERNiMo-2 ERNiMo-3 ERNiMo-7		
	铁镍基类 镍铬钼合金焊丝 镍铬铁合金焊丝	NifS5	ERNiCrMo-1 ERNiCrMo-8 ERNiCrMo-9 ERNiFeCr-1		
铝与铝合金	纯铝焊丝	AlfS1	ER1100 ER1188	AlfS1 AlfS2 AlfS3	JB/T 4747
	铝镁合金焊丝	AlfS2	ER5183 ER5356、ER5554 ER5556 ER5654		
	铝硅合金焊丝	AlfS3	ER4145 ER4047 ER4043		
钛与钛合金	纯钛焊丝	TifS1	ERTi-1 ERTi-2 ERTi-3 ERTi-4	TifS1 TifS2 TifS4	JB/T 4747
	钛钡合金焊丝	TifS2	ERTi7		
	钛钼镍合金焊丝	TifS4	ERTi-12		

A4.2.4 试件位置

焊缝位置基本上由试件位置决定。试件类别、位置与其代号见表 A-4、图 A-1、图 A-2。

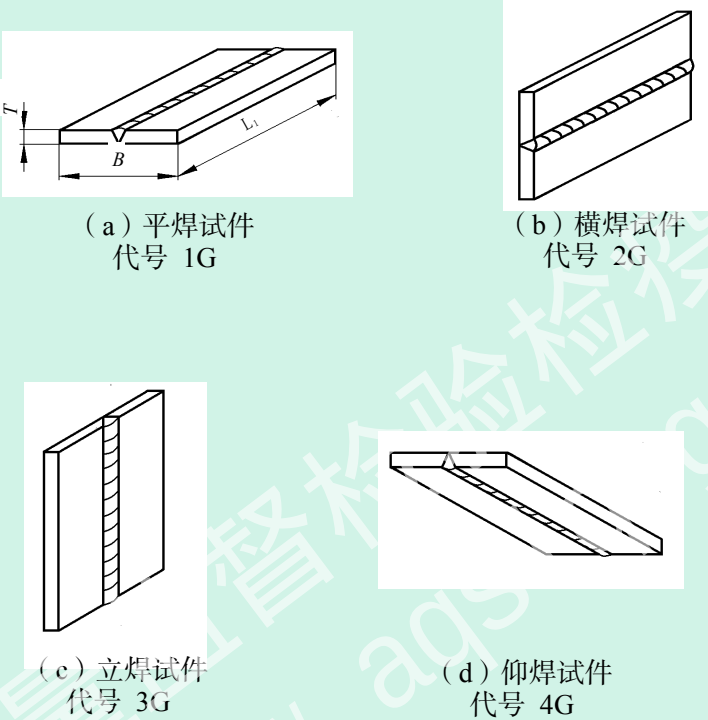
摩擦焊试件形式应当与任一通过焊接工艺评定的试件或者焊件相同。

表 A-4 试件类别、位置与代号

试件类别	试件位置		代 号
板材对接焊缝试件	平焊试件		1G
	横焊试件		2G
	立焊试件		3G
	仰焊试件		4G
板材角焊缝试件	平焊试件		1F
	横焊试件		2F
	立焊试件		3F
	仰焊试件		4F
管材对接焊缝试件	水平转动试件		1G(转动)
	垂直固定试件		2G
	水平固定试件	向上焊	5G
		向下焊	5GX(向下焊)
	45° 固定试件	向上焊	6G
		向下焊	6GX(向下焊)
管材角焊缝试件(分管-板角焊缝试件和管-管角焊缝试件两种)	45°转动试件		1F(转动)
	垂直固定横焊试件		2F
	水平转动试件		2FR(转动)
	垂直固定仰焊试件		4F
	水平固定试件		5F
管板角接头试件	水平转动试件		2FRG(转动)
	垂直固定平焊试件		2FG
	垂直固定仰焊试件		4FG
	水平固定试件		5FG
	45° 固定试件		6FG
螺柱焊试件	平焊试件		1S
	横焊试件		2S
	仰焊试件		4S

A4.2.5 衬垫

板材对接焊缝试件、管材对接焊缝试件和管板角接头试件，分为带衬垫和不带衬垫两种。试件和焊件的双面焊、角焊缝，焊件不要求焊透的对接焊缝和管板角接头，均视为带衬垫。



(1) 板材对接焊缝试件(无坡口时为堆焊试件)

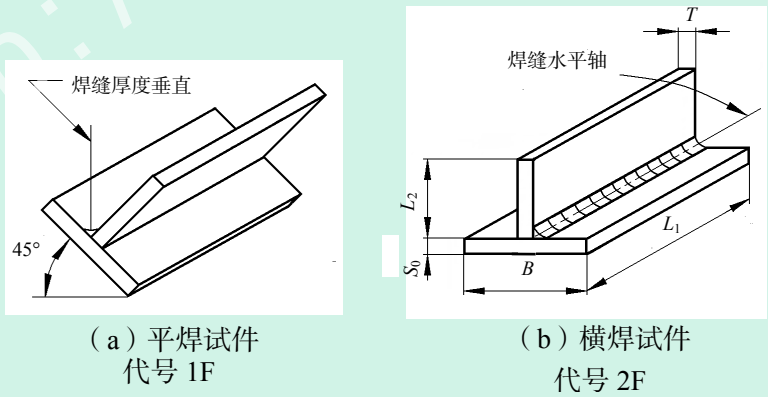
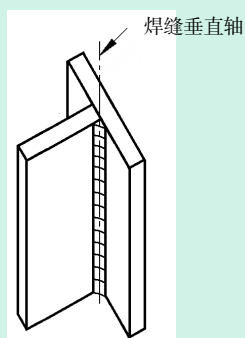
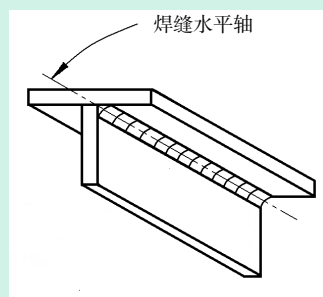


图 A-1 焊工考试试件类别

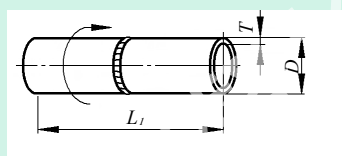


(c) 立焊试件
代号 3F

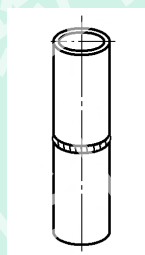


(d) 仰焊试件
代号 4F

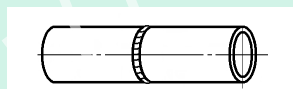
(2) 板材角焊缝试件



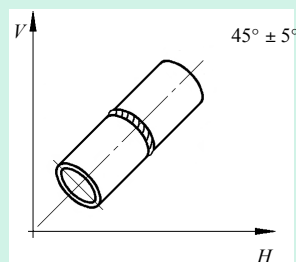
(a) 水平转动试件
代号 1G(转动)



(b) 垂直固定试件
代号 2G



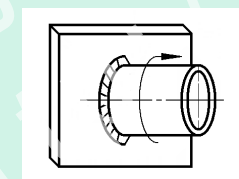
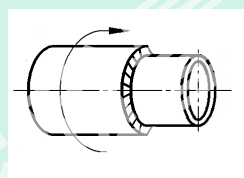
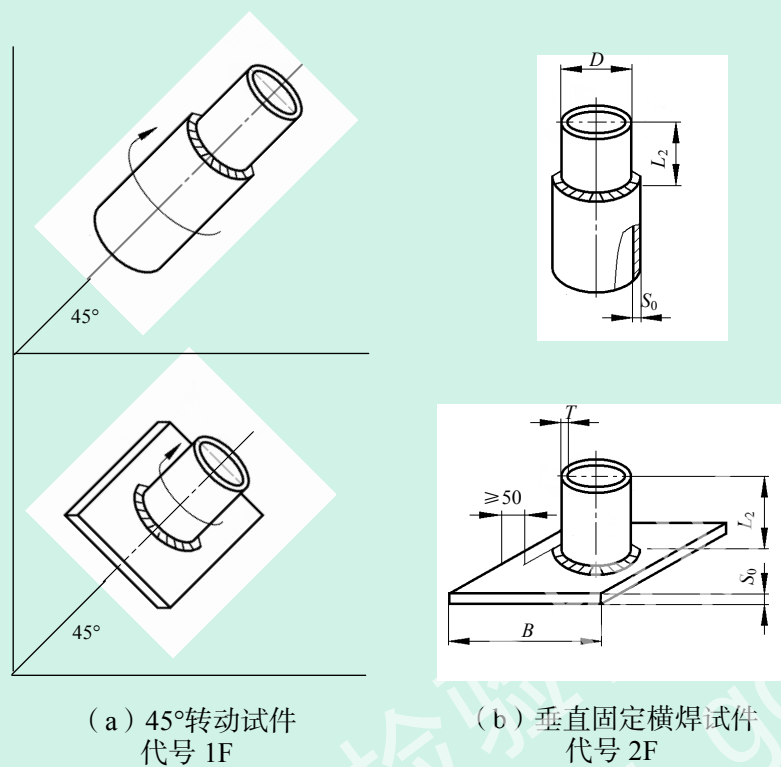
(c) 水平固定试件
代号 5G、5GX(向下焊)



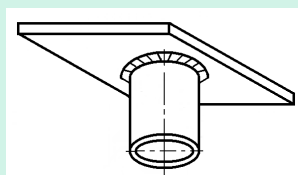
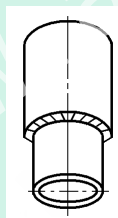
(d) 45° 固定试件
代号 6G、6GX(向下焊)

(3) 管材对接焊缝试件(无坡口时为堆焊试件)

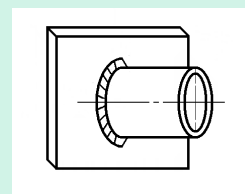
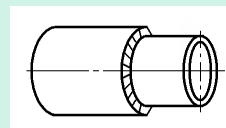
图 A-1(续)



(c) 水平转动试件
代号 2FR (转动)



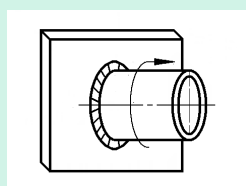
(d) 垂直固定仰焊试件
代号 4F



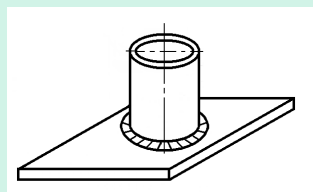
(e) 水平固定试件
代号 5F

(4) 管材角焊缝试件

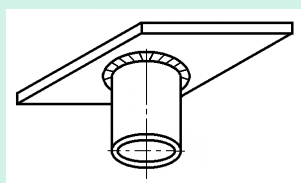
图 A-1 (续)



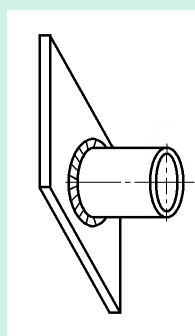
(a) 水平转动试件
代号 2FRG (转动)



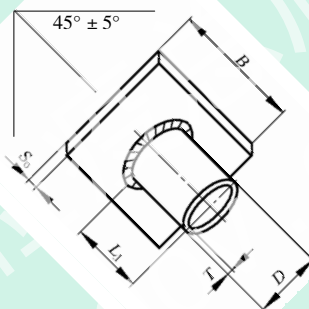
(b) 垂直固定平焊试件
代号 2FG



(c) 垂直固定仰焊试件
代号 4FG

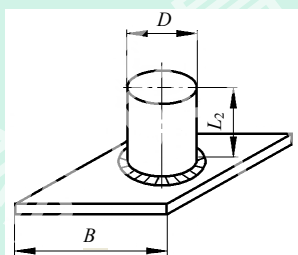


(d) 水平固定试件
代号 5FG

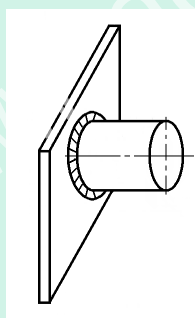


(e) 45°固定试件
代号 6FG

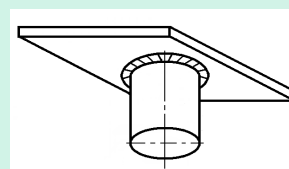
(5) 管板角接头试件



(a) 平焊试件
代号 1S



(b) 横焊试件
代号 2S



(c) 仰焊试件
代号 4S

(6) 螺柱焊试件

图 A-1 (续)

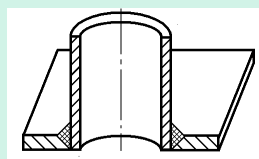


图 A-2 管板角接头试件接头形式

A4.2.6 焊接工艺因素

焊接工艺因素与代号见表 A-5。

表 A-5 焊接工艺因素与代号

机动化程度	焊接工艺因素		焊接工艺因素代号
手工焊	气焊、钨极气体保护焊、等离子弧焊用填充金属丝	无	01
		实芯	02
		药芯	03
	钨极气体保护焊、熔化极气体保护焊和等离子弧焊时，背面保护气体	有	10
		无	11
	钨极气体保护焊电流类别与极性	直流正接	12
		直流反接	13
		交流	14
	熔化极气体保护焊	喷射弧、熔滴弧、脉冲弧	15
		短路弧	16
机动焊	钨极气体保护焊自动稳压系统	有	04
		无	05
	各种焊接方法	目视观察、控制	19
		遥控	20
	各种焊接方法自动跟踪系统	有	06
		无	07
	各种焊接方法每面坡口内焊道	单道	08
		多道	09
自动焊	摩擦焊	连续驱动摩擦	21
		惯性驱动摩擦	22

A4.3 焊接操作技能考试规定

A4.3.1 焊接方法

变更焊接方法，焊工需要重新进行焊接操作技能考试。

在同一种焊接方法中，当发生下列情况时，焊工也需重新进行焊接操作技能考试：

- (1) 手工焊焊工变更为焊机操作工，或者焊机操作工变更为手工焊焊工；
- (2) 自动焊焊工变更为机动焊焊工。

A4.3.2 金属材料的类别

A4.3.2.1 钢

A4.3.2.1.1 钢号

焊工采用某类别任一钢号，经过焊接操作技能考试合格后，当发生下列情况时，不需重新进行焊接操作技能考试：

- (1) 手工焊焊工焊接该类别其他钢号；
- (2) 手工焊焊工焊接该类别钢号与类别号较低钢号所组成的异种钢号焊接接头；
- (3) 除 FeIV 类外，手工焊焊工焊接类别号较低钢号；
- (4) 焊机操作工焊接各类别中的钢号。

A4.3.2.1.2 异类别钢号

手工焊焊工采用异类别钢号组成的管板角接头(或者管材角焊缝)试件，经焊接操作技能考试合格后，视为该焊工已通过试件中较高类别钢的焊接操作技能考试，当焊接钢制管板角接头(或者管材角焊缝)焊件时，可执行 A4.3.2.1.1 中(1)、(2)、(3)的规定。

A4.3.2.2 铜与铜合金

焊工采用铜与铜合金中某类别任一牌号材料，经焊接操作技能考试合格后，手工焊焊工焊接该类别其他牌号材料时，不需重新进行焊接操作技能考试；焊机操作工焊接各类别中的其他牌号材料时，不需重新进行焊接操作技能考试。

A4.3.2.3 镍与镍合金

焊工采用镍与镍合金中某类别任一牌号材料，经焊接操作技能考试合格后，焊接各类别中的其他牌号材料时，不需重新进行焊接操作技能考试。

焊工进行焊接操作技能考试时，试件母材可以用奥氏体不锈钢代替。

A4.3.2.4 铝与铝合金、钛与钛合金

焊工采用铝与铝合金或者钛与钛合金中某类别任一牌号材料，经焊接操作技能考试合格后，焊接各类别铝及铝合金或者钛及钛合金中的其他牌号材料时，不需重新进行焊接操作技能考试。

A4.3.3 填充金属的类别

(1) 手工焊焊工采用某类别填充金属材料，经焊接操作技能考试合格后，适用于焊件相应种类的填充金属材料类别范围，按照表 A-3 的规定；

(2) 焊机操作工采用某类别填充金属材料，经焊接操作技能考试合格后，适用于焊件相应种类的各类别填充金属材料。

A4.3.4 焊剂、保护气体、钨极

焊接操作技能考试合格的焊工，当变更焊剂型号、保护气体种类、钨极种类时，

不需要重新进行焊接操作技能考试。

A4.3.5 试件位置

(1) 手工焊焊工或者焊机操作工，采用对接焊缝试件、角焊缝试件和管板角接头试件，经过焊接操作技能考试合格后，适用于焊件的焊缝和焊件位置见表 A-6；

(2) 管材角焊缝试件焊接操作技能考试时，可在管－板角焊缝试件与管－管角焊缝试件中任选一种；

(3) 手工焊焊工向下立焊试件考试合格后，不能免考向上立焊，反之也不可；

(4) 焊机操作工采用螺柱焊试件，经过仰焊位置考试合格后，适用于任何位置的螺柱焊焊件；其他位置考试合格后，只适用于相应位置的焊件(见图 A-3)。

表 A-6 试件适用焊件焊缝和焊件位置

试 件		适用焊件范围			
		对接焊缝位置		角焊缝位置	管板角接头 焊件位置
类别	代号	板材和外径大于 600mm 的管材	外径小于或等于 600mm 的管材		
板材 对接 焊缝 试件	1G	平	平(注 A-2)	平	—
	2G	平、横	平、横(注 A-2)	平、横	—
	3G	平、立(注 A-1)	平(注 A-2)	平、横、立	—
	4G	平、仰	平(注 A-2)	平、横、仰	—
管材 对接 焊缝 试件	1G	平	平	平	—
	2G	平、横	平、横	平、横	—
	5G	平、立、仰	平、立、仰	平、立、仰	—
	5GX	平、立向下、仰	平、立向下、仰	平、立向下、仰	—
	6G	平、横、立、仰	平、横、立、仰	平、横、立、仰	—
	6GX	平、立向下、横、仰	平、立向下、横、仰	平、立向下、横、仰	—
管板 角接 头试 件	2FG	—	—	平、横	2FG
	2FRG	—	—	平、横	2FRG、2FG
	4FG	—	—	平、横、仰	4FG、2FG
	5FG	—	—	平、横、立、仰	5FG、2FRG、 2FG
	6FG	—	—	平、横、立、仰	所有位置

续表

试 件		适用焊件范围			
		对接焊缝位置		角焊缝位置	管板角接头 焊件位置
类别	代号	板材和外径大于 600mm 的管材	外径小于或等于 600mm 的管材		
板材 角焊 缝试 件	1F	—	—	平(注 A-3)	—
	2F	—	—	平、横(注 A-3)	—
	3F	—	—	平、横、立 (注 A-3)	—
	4F	—	—	平、横、仰 (注 A-3)	—
管材 角焊 缝试 件	1F	—	—	平	—
	2F	—	—	平、横	—
	2FR	—	—	平、横	—
	4F	—	—	平、横、仰	—
	5F	—	—	平、立、横、仰	—

注 A-1：表中“立”表示向上立焊；向下立焊表示为“立向下”焊。

注 A-2：板材对接焊缝试件考试合格后，适用于管材对接焊缝焊件时，管外径应大于或等于 76mm。

注 A-3：板材角焊缝试件考试合格后，适用于管材角焊缝焊件时，管外径应大于或等于 76mm。

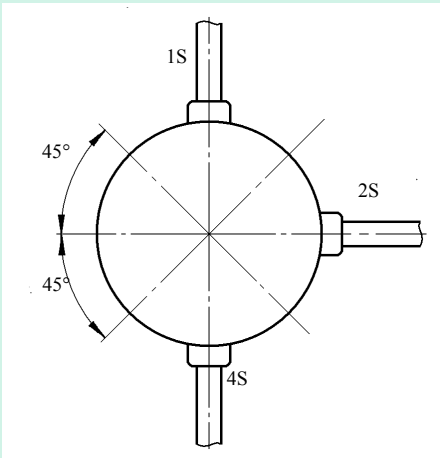


图 A-3 螺柱焊焊件焊接位置范围

A4.3.6 衬垫

(1) 手工焊焊工或者焊机操作工采用不带衬垫对接焊缝试件或者管板角接头试件，经焊接操作技能考试合格后，分别适用于带衬垫对接焊缝焊件或者管板角接头焊件，反之不适用；

(2) 气焊焊工采用带衬垫对接焊缝试件，经焊接操作技能考试合格后，适用于不带衬垫对接焊缝焊件，反之不适用。

A4.3.7 焊缝金属厚度

(1) 手工焊焊工采用对接焊缝试件，经焊接操作技能考试合格后，适用于焊件焊缝金属厚度范围见表 A-7 [t 为每名焊工、每种焊接方法在试件上的对接焊缝金属厚度(余高不计)]，当某焊工用一种焊接方法考试且试件截面全焊透时， t 与试件母材厚度 T 相等(t 不得小于 12mm，且焊缝不得少于 3 层)；

(2) 手工焊焊工采用半自动熔化极气体保护焊，短路弧焊接对接焊缝试件，焊缝金属厚度 $t < 12\text{mm}$ ，经焊接操作技能考试合格后，适用于焊件焊缝金属厚度为小于或者等于 $1.1t$ ；若当试件焊缝金属厚度 $t \geq 12\text{mm}$ ，且焊缝不得少于 3 层，经焊接操作技能考试合格后，适用于焊件焊缝金属厚度为大于 $1.1t$ ；

(3) 焊机操作工采用对接焊缝试件或者管板角接头试件考试时，母材厚度 T 与 S_0 由考试机构自定，经焊接操作技能考试合格后，适用于焊件焊缝金属厚度不限；

(4) 气焊焊工焊接操作技能考试合格后，适用于焊件母材厚度与焊缝金属厚度不大于试件母材和焊缝金属厚度。

表 A-7 手工焊对接焊缝试件适用于对接焊缝焊件焊缝金属厚度范围 mm

试件母材厚度 T	适用于焊件焊缝金属厚度	
	最小值	最大值
< 12	不限	$2t$
≥ 12	不限	不限

A4.3.8 管材外径

A4.3.8.1 对接焊缝和管板角接头

(1) 手工焊焊工采用管材对接焊缝试件，经焊接操作技能考试合格后，适用于管材对接焊缝焊件外径范围见表 A-8，适用于焊缝金属厚度范围见表 A-7；

表 A-8 手工焊管材对接焊缝试件适用于对接焊缝焊件外径范围 mm

管材试件外径 D	适用于管材焊件外径范围	
	最小值	最大值
< 25	D	不限
$25 \leq D < 76$	25	不限
≥ 76	76	不限
≥ 300 (注 A-4)	76	不限

注 A-4：管材向下焊试件。

(2) 手工焊焊工采用管板角接头试件，经焊接操作技能考试合格后，适用于管板角接头焊件尺寸范围见表 A-9；当某焊工用一种焊接方法考试且试件截面全焊透时， t 与试件板材厚度 S_0 相等；当 $S_0 \geq 12$ 时， t 应不小于 12mm，且焊缝不得少于 3 层；

(3) 焊机操作工采用管材对接焊缝试件或者管板角接头试件考试时，管外径由考试机构自定，经焊接操作技能考试合格后，适用于管材对接焊缝焊件外径或者管板角接头焊件管外径不限。

表 A-9 手工焊管板角接头试件适用于管板角接头焊件尺寸范围 mm

试件管外径 D	适用于管板角接头焊件尺寸范围				
	管外径		管壁厚度	焊件焊缝金属厚度	
	最小值	最大值		最小值	最大值
< 25	D	不限	不限	不限	当 $S_0 < 12$ 时， $2t$ ； 当 $S_0 \geq 12$ 时，不限
$25 \leq D < 76$	25	不限	不限		
≥ 76	76	不限	不限		

A4.3.3.2 角焊缝

(1) 手工焊焊工或者焊机操作工采用对接焊缝试件或者管板角接头试件，经焊接操作技能考试合格后，除其他条款规定需要重新考试外，适用于角焊缝焊件，且母材厚度和管径不限；

(2) 手工焊焊工或者焊机操作工采用管材角焊缝试件，经焊接操作技能考试合格后，除其他条款规定需要重新考试外，手工焊焊工适用于管材角焊缝焊件尺寸范围见表 A-10，焊机操作工不限；

(3) 手工焊焊工或者焊机操作工采用板材角焊缝试件，经焊接操作技能考试合格后，除其他条款规定需要重新考试外，手工焊焊工适用于角焊缝焊件范围见表 A-11，焊机操作工不限。

表 A-10 手工焊工工管材角焊缝试件适用于管材角焊缝焊件尺寸范围 mm

管材试件外径 D	适用管材焊件尺寸范围		
	外径最小值	外径最大值	管壁厚度
< 25	D	不限	不限
$25 \leq D < 76$	25	不限	不限
≥ 76	76	不限	不限

表 A-11 手工焊工工板材角焊缝试件适用于角焊缝焊件范围 mm

试件母材厚度 T	适用于角焊缝焊件范围	
	母材厚度	焊件类别
5 ~ 10	不限	板材角焊缝 外径 $D \geq 76$ 管材角焊缝
< 5	$T \sim 2T$	

A4.3.9 焊接工艺因素

当表 A-5 中焊接工艺因素代号 01、02、03、04、06、08、10、12、13、14、15、16、19、20、21、22 中某一代号因素变更时，焊工需重新进行焊接操作技能考试。

A4.3.10 耐蚀堆焊

- (1) 各种焊接方法的焊接操作技能考试规定也适用于耐蚀堆焊；
- (2) 手工焊工或者焊机操作工采用堆焊试件考试合格后，适用于焊件的堆焊层厚度不限，适用焊件母材厚度范围见表 A-12；
- (3) 焊接不锈钢复合钢的复层之间焊缝及过渡焊缝的焊工，应当取得耐蚀堆焊资格。

表 A-12 堆焊试件适用焊件母材厚度范围 mm

试件母材厚度 T	适用于堆焊焊件母材厚度范围	
	最小值	最大值
< 25	T	不限
≥ 25	25	不限

A4.4 焊接操作技能考试方法

A4.4.1 单独考试与组合考试

焊接操作技能考试可以由一名焊工在同一试件上采用一种焊接方法进行，也可以由一名焊工在同一试件上采用不同焊接方法进行组合考试，或者由 2 名以上(含 2 名)焊工在同一试件上采用相同焊接方法或者不同焊接方法进行组合考试，但是由 3 名以

上(含 3 名)焊工的组合考试,试件厚度不得小于 20mm。

A4.4.2 试件

A4.4.2.1 考试试件的尺寸和数量

考试试件的尺寸和数量见表 A-13。

表 A-13 试件尺寸与数量

试件类别	试件形式		试件尺寸(mm)						试件数量(个)
			L_1	L_2	B	T	D	S_0	
对接焊缝试件	板	手工焊	≥ 300	—	≥ 200	自定	—	—	1
		机动焊、自动焊	≥ 400	—	≥ 240		—	—	
	管	手工焊、机动焊、自动焊	≥ 200	—	—	自定	< 25	—	3
							$25 \leq D < 76$	—	3
							≥ 76	—	1
		手工向下焊	≥ 200	—	—	自定	≥ 300	—	1
角焊缝试件	板	手工焊	≥ 300	≥ 75	≥ 100	≤ 10	—	$\geq T$	1
		机动焊、自动焊	≥ 400	≥ 75	≥ 100		—	$\geq T$	1
	管与板(管)	手工焊	—	≥ 75	$\geq D+100$	自定	< 76	$\geq T$	2
		机动焊、自动焊	—	≥ 5			≥ 76		1
管板角接头试件	管与板	手工焊	—	≥ 75	$\geq D+100$	自定	< 76	$\geq T$	2
		机动焊、自动焊		≥ 5			≥ 76		1
堆焊试件	板		≥ 250	—	≥ 150	< 25 或 ≥ 25	—	—	1(注 A-5)
	管		≥ 200	—	—		—	—	
螺柱焊试件	板与柱		—	$8D \sim 10D$	≥ 50	—	—	—	5

注 A-5: 管材堆焊试件最少数量应当满足取样要求。

A4.4.2.2 试件加工

试件坡口形式与尺寸应当按照焊工考试用焊接作业指导书制备。

A4.4.3 施焊要求

(1) 焊接操作技能考试前，由考试机构负责编制焊工考试编号，并且在监考人员与焊工共同确认的情况下，在试件上标注焊工考试编号和考试项目代号；

(2) 焊工应当按照考试机构提供的焊接作业指导书焊接考试试件；

(3) 考试用试件的坡口表面与两侧必须清理干净，焊条和焊剂必须按照规定要求烘干，焊丝必须去除油、锈；

(4) 手工焊焊工的所有考试试件，第一层焊缝长度中部附近至少有一个停弧再焊接头，焊机操作工考试时，中间不得停弧；

(5) 采用不带衬垫试件进行焊接操作技能考试时，必须从单面焊接；

(6) 焊机操作工考试时，允许加引弧板和引出板；

(7) 表 A-2 中 Fe I 类钢材的试件，除管材角焊缝、对接焊缝试件和管板角接头试件的第一道焊缝在换焊条时允许修磨接头部位外，其他焊道不允许修磨和返修，其他材料(使用镍质焊条除外)除第一层和中间层焊道在换焊条时允许修磨接头部位外，其他焊道不允许修磨和返修；

(8) 焊接操作技能考试时，试件的焊接位置不得改变。管材对接焊缝和管板角接头 45° 固定试件，管轴线与水平面的夹角应为 $45^\circ \pm 5^\circ$ ，见图 A-1；

(9) 水平固定试件和 45° 固定试件，应当在试件上标注焊接位置的钟点标记，定位焊缝不得在“6 点”标记处；焊工在进行管材向下焊试件操作技能考试时，严格按照钟点标记固定试件位置，并且只能从“12 点”标记处起弧，“6 点”标记处收弧；其他操作应当符合本条相关要求；

(10) 手工焊焊工考试板材试件厚度大于 10mm 时，不允许用焊接卡具或者其他办法将板材试件刚性固定，但是允许试件在定位时预留反变形量，厚度小于或者等于 10mm 的板材试件允许刚性固定；

(11) 对接焊缝试件、角焊缝试件和管板角接头试件，均要求全焊透；

(12) 堆焊试件焊道熔敷金属宽度应当大于 12mm，首层至少堆焊 3 条并列焊道，总宽度大于或者等于 38mm；

(13) 螺柱焊焊接操作考试时，应当采用机动焊或自动焊焊接(手工引弧除外)；

(14) 试件数量应当符合表 A-13 的要求，并且不得多焊试件从中挑选。

A5 结果评定

A5.1 综合评定

(1) 焊工基本知识考试满分为 100 分，不低于 60 分为合格；

(2) 焊工焊接操作技能考试通过检验试件进行评定，各试件按照本章规定的检验内容逐项进行，每个试件的各项检验要求均合格时，该考试项目为合格。

由 2 名以上(含 2 名)焊工进行的组合考试,应当分别检验与记录,如某项不合格,在能够确认该项施焊焊工时,则该焊工考试不合格;如不能确认该项施焊焊工的,则参与该组合考试的焊工均不合格;其他组合考试,有任一项不合格,则组合考试项目不合格。

A5.2 试件检验

A5.2.1 试件的检验项目、数量和试样数量

试件的检验项目、数量和试样数量见表 A-14,每个试件应当先进行外观检查,合格后再进行其他项目检验。

表 A-14 试件检验项目、数量和试样数量

试件类别	试件形式	试件厚度或管径(mm)		检验项目					
				外观检查(件)	射线检测(件)	弯曲试验(个)			金相检验(宏观,个)
		厚度	管 外径			面弯	背弯	侧弯 (注 A-6)	
对接焊缝试件	板	< 12	—	1	1	1	1	—	—
		≥12	—	1	1	—	—	2	—
	管 (注 A-7)	—	< 76	3	3	1	1	—	—
		—	≥76	1	1	1	1	—	—
	管材向下焊	< 12	≥ 300	1	1	1	1	—	—
		≥12		1	1	—	—	2	—
管板角接头试件	管与板	—	< 76	2	—	—	—	—	任一试件 取 4 个 检查面
			≥76	1	—	—	—	—	4
角焊缝试件	板	≤10	—	1	—	—	—	—	4
	管与板 (管)	任意厚度	< 76	2	—	—	—	—	任一试件 取 4 个 检查面
			≥76	1	—	—	—	—	4
耐蚀堆焊试件	板或管	—		1	1 (渗透)	—	—	2	—
螺柱焊试件	板与柱	—		5	—	—	—	5 (折弯)	—

注 A-6: 当试件厚度大于或者等于 10mm 时,可以用 2 个侧弯试样代替面弯与背弯试样。

注 A-7: 管子摩擦焊按照对接焊缝试件对待。

A5.2.2 外观检查

A5.2.2.1 检查方法

- (1) 采用宏观(目视或者 5 倍放大镜等)方法进行;
- (2) 手工焊的板材试件两端 20mm 内的缺陷不计;
- (3) 焊缝的余高和宽度可用焊缝检验尺测量最大值和最小值, 不取平均值;
- (4) 单面焊的背面焊缝宽度可不测定。

A5.2.2.2 检查基本要求

- (1) 焊缝表面应当是焊后原始状态, 焊缝表面没有加工修磨或者返修;
- (2) 属于一个考试项目的所有试件外观检查的结果均符合各项要求, 该项试件的外观检查为合格, 否则为不合格。

A5.2.2.3 检查内容与评定指标

A5.2.2.3.1 焊缝表面

- (1) 各种焊缝表面不得有裂纹、未熔合、夹渣、夹钨、气孔、焊瘤和未焊透, 机动焊和自动焊的焊缝表面不得有咬边和凹坑;
- (2) 手工焊焊缝表面的咬边和背面凹坑不得超过表 A-15 的规定, 镍和镍合金、钛和钛合金其焊缝表面不得有咬边;
- (3) 堆焊两相邻焊道之间的凹下量不得大于 1mm, 焊道间搭接接头的不平度在试件范围内不得超过 1.5mm;
- (4) 钛材焊缝和热影响区的表面颜色检查, 银白色、金黄色(致密)为合格, 蓝色、紫色、灰色、暗灰色与黄色粉状物均为不合格。

表 A-15 试件焊缝表面缺陷规定

缺陷名称	允许的最大尺寸
咬边	深度大于或者等于 0.5mm, 焊缝两侧咬边总长度不得超过焊缝长度的 10%
背面凹坑	(1) 当 $T \leq 5\text{mm}$ 时, 深度不大于 25% T , 且不大于 1mm; (2) 当 $T > 5\text{mm}$ 时, 深度不大于 20% T , 且不大于 2mm; (3) 除仰焊位置的板材试件不作规定外, 总长度不超过焊缝长度的 10%

A5.2.2.3.2 焊缝外形尺寸

焊缝外形尺寸应当符合表 A-16(除摩擦焊、螺柱焊外, 厚度大于或者等于 20mm 的埋弧焊试件, 余高为 0mm ~ 4mm) 和以下规定:

- (1) 焊缝边缘直线度 f , 手工焊 $f \leq 2\text{mm}$, 机动焊与自动焊 $f \leq 3\text{mm}$;
- (2) 角焊缝试件、管板角接头试件的角焊缝中, 焊缝的凹度或者凸度不大于 1.5mm;
- (3) 角焊缝试件的焊脚为 $0.5T \sim 1T$, 两焊脚之差小于或者等于 3mm; 管板角接

头试件中管侧焊脚为 $0.5T \sim 1T$ ；

(4) 不带衬垫的板材对接焊缝试件、不带衬垫的管板角接头试件和外径不小于 76mm 的管材对接焊缝试件，背面焊缝的余高不大于 3mm。

A-16 试件焊缝外形尺寸 mm

焊接方法、 机动化程度	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	—	—
机动焊和自动焊	0~3	0~3	≤2	≤2	2~4	≤2	—	—
堆焊	—	—	—	—	—	—	≤1.5	≤1.5

A5.2.2.3.3 试件外形尺寸

板材对接焊缝试件焊后变形角度 θ 小于或者等于 3° (有色金属试件焊后变形角度小于或等于 10°)，试件错边量 e 不得大于 $10\%T$ ，且小于或者等于 2mm，见图 A-4。

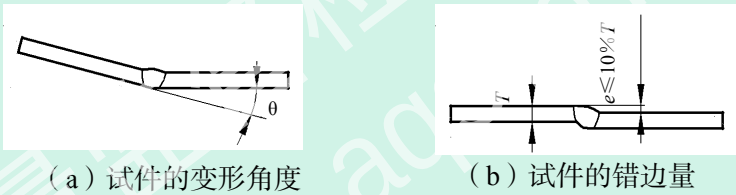


图 A-4 板材试件的变形角度和错边量

A5.2.3 无损检测

(1) 试件的射线检测按照 JB/T 4730《承压设备无损检测》标准进行，射线检测技术不低于 AB 级，焊缝质量等级不低于 II 级（注 A-8）；

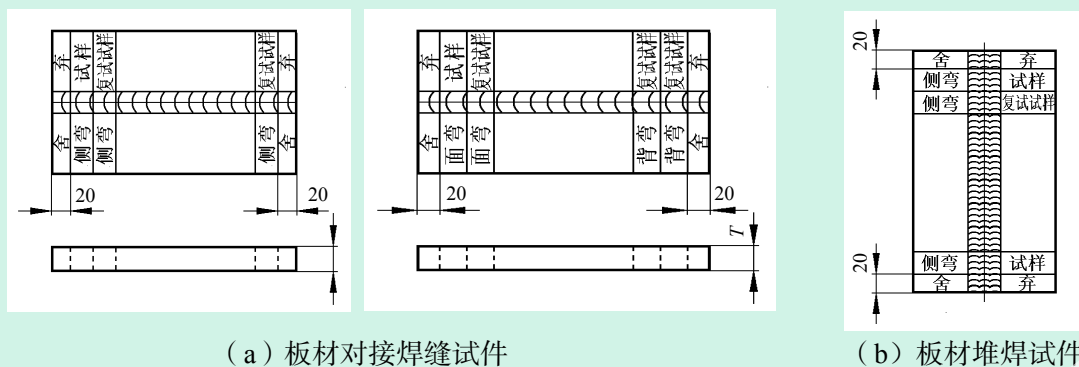
注 A-8：从事机电类设备结构件焊接焊工考试试件允许按照产品设计、制造技术规范规定的无损检测标准进行检测。

(2) 堆焊试件表面按照 JB/T 4730《承压设备无损检测》标准采用渗透检测，焊缝质量等级为 I 级。

A5.2.4 弯曲试验

A5.2.4.1 取样位置

(1) 板材试件(包括堆焊试件)应当按照图 A-5 的位置截取弯曲试样；



(a) 板材对接焊缝试件

(b) 板材堆焊试件

图 A-5 板材试件弯曲试样的截取位置

(2) 管材试件(包括堆焊试件)应当按照图 A-6 的位置截取弯曲试样。

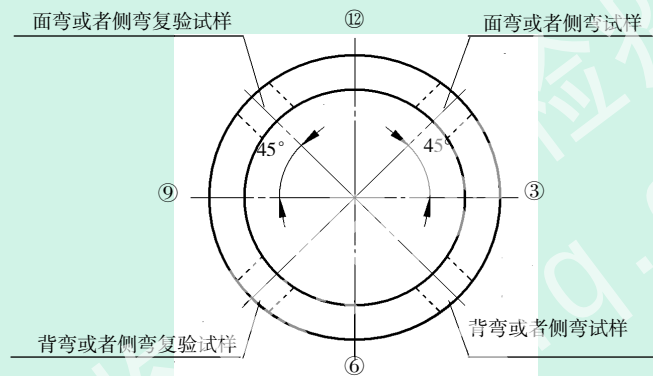


图 A-6 管材试件弯曲试样的截取位置

A5.2.4.2 试样形式和尺寸

对接焊缝试件弯曲试样的形式和尺寸见图 A-7。堆焊侧弯试样尺寸参见图 A-7(c)，试样宽度至少应当包括堆焊层全部、熔合线和热影响区。试样上的余高以及焊缝背面的多余部分应用机械方法去除，面弯和背弯试样的拉伸面应当平齐。

A5.2.4.2.1 面弯和背弯试样

(1) 表 A-17 中序号为 1 的母材类别，当 $T > 3\text{mm}$ 时，取 $S=3\text{mm}$ ，从试样受压面去除多余厚度；当 $T \leq 3\text{mm}$ 时， S 尽量接近 T ；

(2) 表 A-17 中除序号为 1 以外的母材类别，当 $T > 10\text{mm}$ 时，取 $S=10\text{mm}$ ，从试样受压面去除多余厚度；当 $T \leq 10\text{mm}$ 时， S 尽量接近 T ；

(3) 板状与管状试件外径 $D > 100\text{mm}$ ，试样宽度 $B=38\text{mm}$ ；当 $50\text{mm} \leq D \leq 100\text{mm}$ 时，则 $B = S + \frac{D}{20}$ (mm)，且 $8\text{mm} \leq B \leq 38\text{mm}$ ；当 $10\text{mm} \leq D < 50\text{mm}$ 时，则

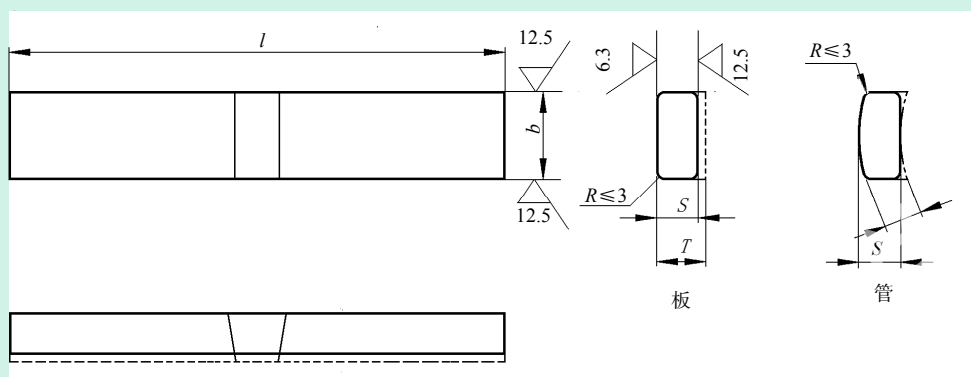
$B = S + \frac{D}{10}$ (mm)，且最小为 8mm ；对于 $D \leq 25\text{mm}$ ，则将试件在圆周方向上 4 等分取样。

A5.2.4.2.2 横向侧弯试样

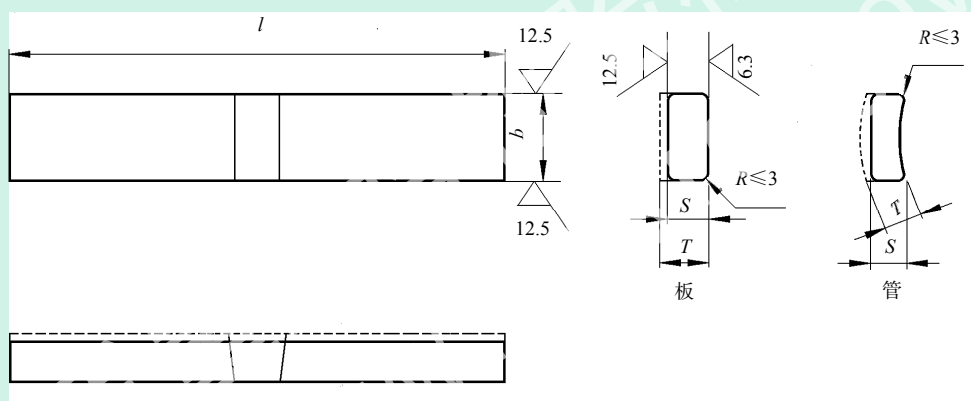
(1) 当试件厚度 T 为大于或者等于 10mm 且小于 38mm 时，试样宽度 b 等于或者

接近试件厚度；

(2) 当试件厚度 T 等于或者大于 38mm 时，允许沿试件厚度方向分层切成宽度为 20mm 至 38mm 等分的两片或者多片试样的试验代替一个全厚度侧弯试样的试验，或者试样在全宽度下弯曲。



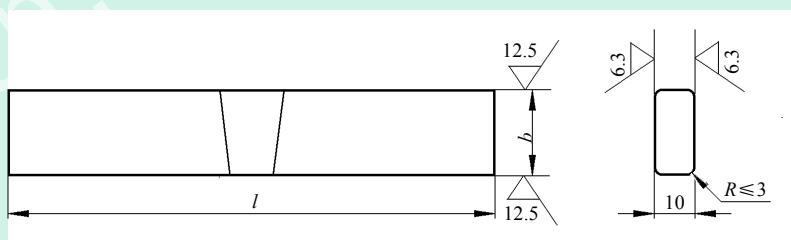
(a) 板状和管状试件的面弯试样



(b) 板状和管状试件的背弯试样

注 A-9：试样长度 $l \approx D_0 + 2.5S + 100$ ，mm (D_0 ——弯心直径，mm)。

注 A-10：试样拉伸面棱角 $R \leq 3\text{mm}$ 。



(c) 横向侧弯试样

注 A-11： b ——试样宽度(此时为试件厚度方向)。

注 A-12： l 等于或大于 150mm。

图 A-7 对接焊缝试件弯曲试样的形式和尺寸

A5.2.4.3 试验方法和合格指标

A5.2.4.3.1 试验方法

(1) 弯曲试验按照表 A-17 规定的试验参数和 GB/T 2653《焊接接头弯曲试验方法》进行；

(2) 试样的焊缝中心应对准弯心轴线。侧弯试验时，若试样表面存在缺欠，则以缺欠较严重一侧作为拉伸面；

(3) 弯曲角度应以试样承受载荷时测量为准；

(4) 除表 A-17 序号 1 至序号 4 所列的母材类别外，对于断后伸长率 A 标准规定值下限小于 20% 的母材，若按照表 A-17 序号 5 规定的弯曲试验不合格而实测值小于 20%，则允许加大弯心直径重新进行试验，此时弯心直径等于 $\frac{S(200-A)}{2A}$ (A 为断后伸长率的规定值下限乘以 100)，支座间距等于弯心直径加 $(2S+3)$ mm；

(5) 横向试样弯曲试验时，焊缝金属和热影响区应完全位于试样的弯曲部分内。

A5.2.4.3.2 合格指标

(1) 对接焊缝试件的弯曲试样弯曲到表 A-17 规定的角度后，其拉伸面上的焊缝和热影响区内，沿任何方向不得有单条长度大于 3mm 的开口缺陷，试样的棱角开口缺陷一般不计，但由未溶合、夹渣或其他内部缺欠引起的棱角开口缺陷长度应计入；

(2) 耐蚀堆焊试件弯曲试样弯曲到表 A-17 规定的角度后，在试样拉伸面上的堆焊层内不得有长度大于 1.5mm 的任一开口缺陷，在熔合线内不得有长度大于 3mm 的任一开口缺陷；

(3) 试件的 2 个弯曲试样试验结果均合格时弯曲试验为合格；2 个试样均不合格时，不允许复验，弯曲试验为不合格；若其中 1 个试样不合格，允许从原试件上另取 1 个试样进行复验，复验合格，弯曲试验为合格。

表 A-17 弯曲试验参数

序号	焊缝两侧的母材类别	试样厚度 S (mm)	弯心直径 D_0 (mm)	支承辊之间距离 (mm)	弯曲角度 (°)
1	(1) A1III 与 A1 I、A1 II、A1III、A1 V 相焊； (2) 用 A1fS3 类焊丝焊接 A1 I、A1 II、A1III、A1 V (各自焊接或相互焊接)； (3) CuV； (4) 各类铜母材用焊条 Cuf3、Cuf6 和 Cuf7，焊丝 CufS3、CufS6 和 CufS7 焊接	3	52	60	180
		< 3	$16.5 S$	$18.5 S + 1.5$	

续表

序号	焊缝两侧的母材类别	试样厚度 S (mm)	弯心直径 D_0 (mm)	支承辊之间距离 (mm)	弯曲角度 (°)
2	A1V 与 A1 I、A1 II、A1 V 相焊 A1 II 与 A1 I、A1 II 相焊	10	64	86	180
		< 10	$6.6 S$	$8.6 S + 3$	
3	Ti-1	10	76	98	
		< 10	$8 S$	$10 S + 3$	
4	Ti-2	10	95	118	
		< 10	$10 S$	$12 S + 3$	
5	除以上所列类别母材外，断后伸长率标准规定值下限大于或者等于 20% 的母材类别	10	38	60	
		< 10	$4 S$	$6 S + 3$	

A5.2.5 金相检验(宏观)

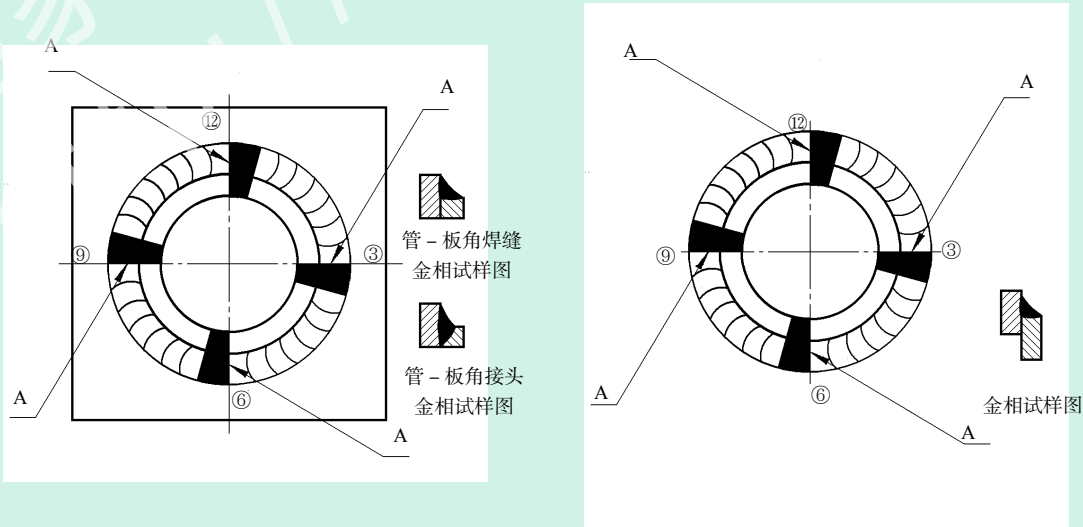
A5.2.5.1 金相检验取样

(1) 管材角焊缝试件和管板角接头试件按照图 A-8 规定，在 3 点、6 点、9 点和 12 点钟位置分别剖开，沿顺时针方向制备 4 个金相试样，板材角焊缝试件按照图 A-9 规定制备 4 个金相试样，金相试样检查面为 A；

(2) 试样包含全部焊缝区、熔合区和热影响区即可。

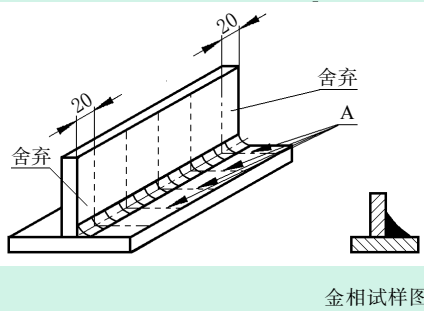
A5.2.5.2 检验方法

- (1) 将金相试样的检查面磨光，并且经浸蚀，使焊缝区与热影响区界限清晰；
- (2) 采用目视或者 5 倍放大镜进行检验。



注 A-13: A 面为金相试样检查面。

图 A-8 管板角接头和管材角焊缝试件金相试样(宏观)的截取位置



注 A-14：A 面为金相试样检查面。

图 A-9 板材角焊缝试件金相试样(宏观)截取位置

A5.2.5.3 检验内容与评定

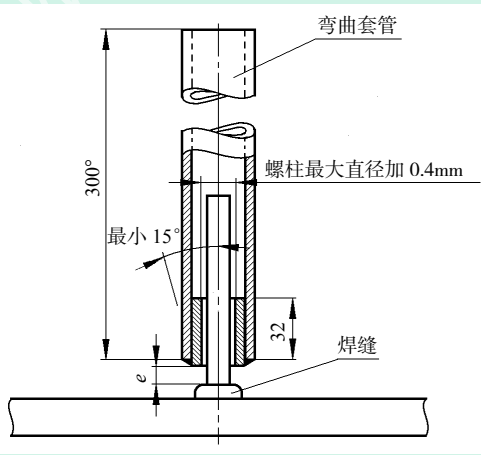
- (1)没有裂纹和未熔合；
- (2)焊缝根部焊透；
- (3)气孔或者夹渣的最大尺寸不得超过 1.5mm；当气孔或者夹渣大于 0.5mm，不大于 1.5mm 时，其数量不得多于 1 个；当存在小于或者等于 0.5mm 的气孔或者夹渣时，其数量不得多于 3 个。

A5.3 螺柱焊试件检验

A5.3.1 试件检验方法

试件检验可以采用以下任一种方法：

- (1)锤击螺柱上端部，使 1/4 的螺柱长度贴在试件板上；
- (2)按照图 A-10 所示，用套管使螺柱弯曲不小于 15°，然后恢复原位。



mm									
螺柱直径	3	5	6	10	13	16	20	22	25
套管间距 <i>e</i>	3	3	5	6	8	9	12	12	15

图 A-10 螺柱焊弯曲试验方法简图

A5.3.2 检验内容与评定

每个螺柱的焊缝和热影响区在锤击或者弯曲试验后，没有开裂为合格。

A6 补考规定

焊工焊接操作技能考试不合格者，允许在3个月内补考一次。每个补考项目的试件数量按照表A-13的规定，试件检验项目、数量和试样数量按照表A-14的规定。其中弯曲试验，无论1个或者2个试样不合格，均不允许复验，本次考试为不合格。

A7 其他金属材料和填充金属材料考试要求

A7.1 金属材料

(1)如果不是表A-2中所示例的材料，只要其化学成分、力学性能与表A-2中某材料相近，考试机构在本单位使用的焊工考试管理方法中，便可以将此材料列入某材料所在的类别中；

(2)如果没有相应类别，则按照本细则第三十六条规定办理。

A7.2 填充金属材料

(1)表A-3以外类别或者标准的焊条，应当按照境内焊条相应的国家标准确定其型号，由考试机构根据该焊条药皮类型，在本单位使用的焊工考试管理方法中，纳入表A-3所在类别中；如果没有相应类别，则按照本细则第三十六条规定办理；

(2)表A-3以外焊丝的化学成分与表A-3中某型号(牌号)相近，则由考试机构在本单位使用的焊工考试管理方法中，将此焊丝列入某型号(牌号)所在类别中；若没有相应类别，则按照本细则第三十六条规定办理。

A8 复审抽考

A8.1 抽考方法

(1)在焊工持有项目范围内(可被替代的项目除外)抽考的项目，应当包括每种焊接方法；

(2)在同一种焊接方法的项目中，按照手工焊—机动焊—自动焊的替代顺序抽考。在同一种焊接方法、同一机动化程度的若干项目中，在复审焊工或者其代表在场的情况下，由考试机构随机抽取任一项目，作为复审抽考项目。

A8.2 抽考项目结果判定

(1)抽考项目合格，则相同焊接方法中的所有项目继续有效；

(2)抽考项目不合格，则相同焊接方法中的所有项目不再有效。

A9 焊工操作技能考试项目代号

焊工操作技能考试项目代号，应当按照每个焊工、每种焊接方法分别表示。

A9.1 焊工操作技能考试项目表示方法

A9.1.1 手工焊焊工操作技能考试项目表示方法

手工焊焊工操作技能考试项目表示为①-②-③-④/⑤-⑥-⑦，如果操作技能考试项目中不出现其中某项时，则不包括该项。项目具体含义如下：

- ①—焊接方法代号，见表 A-1，耐蚀堆焊加代号：(N 与试件母材厚度)；
- ②—金属材料类别代号，见表 A-2，试件为异类别金属材料用“X/X”表示；
- ③—试件位置代号，见表 A-4，带衬垫加代号：(K)；
- ④—焊缝金属厚度(对于板材角焊缝试件为试件母材厚度 T)；
- ⑤—外径；
- ⑥—填充金属类别代号，见表 A-3；
- ⑦—焊接工艺因素代号，见表 A-5。

A9.1.2 焊机操作工操作技能考试项目表示方法

焊机操作工操作技能考试项目表示为①-②-③，项目具体含义如下：

- ①—焊接方法代号，见表 A-1，耐蚀堆焊加代号(N 与试件母材厚度)；
- ②—试件位置代号，见表 A-4，带衬垫加代号“(K)”；
- ③—焊接工艺因素代号，见表 A-5。

A9.2 项目代号应用举例

(1)厚度为 14mm 的 Q345R 钢板对接焊缝平焊试件带衬垫，使用 J507 焊条手工焊接，试件全焊透，项目代号为 SMAW-Fe II -1G(K) -14-Fef3J；

(2)壁厚为 8mm、外径为 60mm 的 Q245R 钢管对接焊缝水平固定试件，背面不加衬垫，用手工钨极氩弧焊打底，背面没有保护气体，填充金属为实芯焊丝，采用直流电源，反接施焊，焊缝金属厚度为 3mm。然后采用 J427 焊条手工焊填满坡口，项目代号为 GTAW-Fe I -5G-3/60- FefS-02/11/13 和 SMAW-Fe I -5G(K) -5/60- Fef3J；

(3)板厚为 10mm 的 Q345R 钢板对接焊缝立焊试件无衬垫，采用半自动 CO₂ 气体保护焊，填充金属为药芯焊丝，背面无气体保护，采用喷射弧施焊，试件全焊透，项目代号为 FCAW-Fe II -3G-10-FefS-11/15；

(4)管材对接焊缝无衬垫水平固定试件，壁厚为 8mm，外径为 70mm，钢号为 16Mn，采用机动熔化极气体保护焊，使用实芯焊丝，脉冲弧施焊，实施遥控，在自动跟踪条件下进行多道焊，试件全焊透，项目代号为 GMAW-5G-06/09/20；

(5)壁厚为 10mm、外径为 86mm 的 16Mn 钢制管材垂直固定试件，使用 A312 焊条沿圆周方向手工堆焊，项目代号为 SMAW(N10) -Fe II -2G-86-Fef4/20；

(6)管板角接头无衬垫水平固定试件，管材壁厚为 3mm，外径为 25mm，材质为

20 号钢，板材厚度为 8mm，材质为 Q345R，手工钨极氩弧焊打底不加填充焊丝，采用直流电源反接，背面无气体保护，焊缝金属厚度为 2mm，然后采用机动钨极氩弧焊药芯焊丝多道焊，填满坡口，焊机无稳压系统，无自动跟踪系统，目视观察、控制。项目代号为 GTAW-Fe I /Fe II -5FG-2/25-01/11/13 和 GTAW-5FG(K)-05/07/09/19；

(7) S290 钢管外径为 320mm，壁厚为 12mm，水平固定位置，使用 EXX10 焊条手工向下焊打底，背面没有衬垫，焊缝金属厚度为 4mm，然后采用药芯焊丝机动向上焊，无自动跟踪系统，遥控施焊过程，进行多道多层焊填满坡口，项目代号为 SMAW-Fe II -5GX-4/320- Fef2 和 FCAW-5G(K)-07/09/20；

(8) 板厚为 16mm 的 06Cr19Ni10 钢板，采用埋弧焊(机动)平焊，背面加焊剂垫，焊机无自动跟踪系统，焊丝为 H08Cr21Ni10Ti，焊剂为 HJ260，目视观察控制，单面施焊 2 层，填满坡口，项目代号为 SAW-1G(K)-07/09/19；

(9) 厚度 12mm 的 1060 铝板对接焊缝平焊试件，采用半自动熔化极气体保护焊、焊丝用 ER4043 焊丝，采用直流反接，熔滴弧施焊，单面多道焊全焊透，背面有保护气体，项目代号为 GMAW-A1 I -1G-12-AlfS3-10/15；

(10) 板厚为 10mm 的 Q345R 钢板角焊缝试件，立焊。采用半自动 CO₂ 气体保护焊，背面无保护气体，填充金属为药芯焊丝，喷射弧过渡，完成试件的焊接，项目代号为 FCAW-Fe II -3F-10-FefS-11/15。

附件 B

特种设备非金属材料焊工考试范围、内容、方法和结果评定

B1 适用范围

本附件规定了聚乙烯焊工考试内容、方法、结果、评定与项目代号。适用于特种设备用聚乙烯管道的热熔对接法和电熔连接法的焊工考试。

B2 术语

本附件所列的术语，为非金属材料焊接所用，其他有关非金属材料焊接的术语同附件 A。

B2.1 热熔对接法

使用专门加热工具对非金属材料制两元件端部加热至粘流状态后，在压力下将其焊合的方法。

B2.2 电熔连接法

将非金属材料制电熔管件通电加热至表面熔化状态，使之与相接触的另一元件表面焊合的方法。

B3 基本知识考试

基本知识包括以下范围：

- (1) 聚乙烯压力管道基本知识；
- (2) 聚乙烯材料的分类、型号、牌号、成分、使用性能、加热后特点；
- (3) 聚乙烯管道用焊接设备、焊接辅具、量具的种类、名称、工作原理、使用方法和维护；
- (4) 热熔对接法和电熔连接法的特点、焊接工艺参数、焊接操作程序；
- (5) 焊接缺陷种类、产生原因、危害与预防措施；
- (6) 聚乙烯管道焊接接头的性能及其影响因素；
- (7) 聚乙烯焊接质量的影响因素和控制措施；
- (8) 聚乙烯焊接质量的检验方法和评定规定，非破坏性检验和破坏性检验方法的特点和评定规定；
- (9) 焊接质量管理体系、规章制度和工艺纪律；
- (10) 焊接作业指导书、焊接工艺评定；
- (11) 焊接安全知识；

- (12) 压力管道法律、法规、标准和技术条件；
 (13) 法规、安全技术规范有关焊接作业人员考核和管理规定。

B4 焊接操作技能考试

B4.1 焊接操作技能要素

- (1) 焊接方法；
 (2) 焊接方法的机动化程度；
 (3) 试件类别；
 (4) 试件管材外径。

B4.2 焊接操作技能要素的分类与代号

B4.2.1 焊接方法、机动化程度与代号

焊接方法与代号见表 B-1，机动化程度与代号见表 B-2。热熔对接法分为机动焊和自动焊，电熔连接法则全为自动焊。

表 B-1 焊接方法与代号

焊 接 方 法	代 号
热熔对接法	BW
电熔连接法	EW

表 B-2 机动化程度与代号

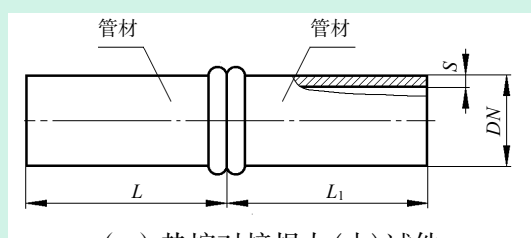
机 动 化 程 度	代 号
机动焊	J
自动焊	Z

B4.2.2 试件类别与代号

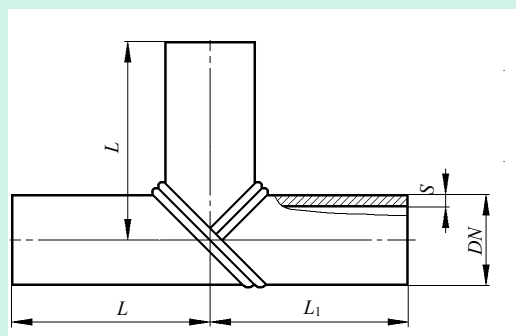
试件类别与代号见表 B-3 与图 B-1。

表 B-3 试件类别与代号

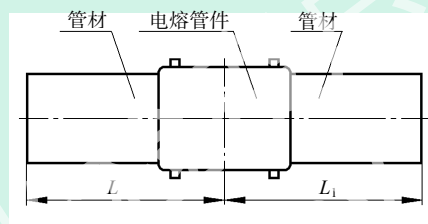
试 件 类 别	代 号
热熔对接焊小试件	d
热熔对接焊大试件	D
热熔对接焊三通试件	S
电熔连接焊承插试件	C
电熔连接焊鞍形试件	A



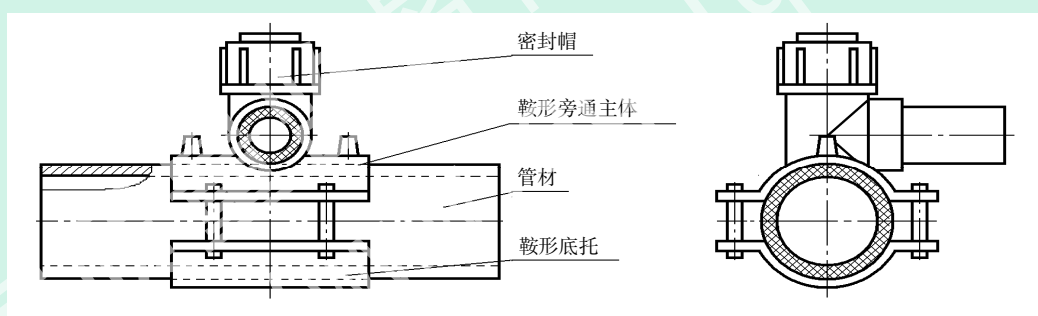
(a) 热熔对接焊大(小)试件
代号 D 或者 d



(b) 热熔对接焊三通试件
代号 S



(c) 电熔连接焊承插试件
代号 C



(d) 电熔连接焊鞍形试件(旁通式)
代号 A

图 B-1 试件类别

B4.3 焊接操作技能考试规定

B4.3.1 焊接方法

变更焊接方法,需重新进行焊接操作技能考试。

B4.3.2 焊接方法的机动化程度

热熔对接法机动焊操作工操作技能考试合格后,可以免除自动焊考试,反之不可。

B4.3.3 试件类别**B4.3.3.1 热熔对接法操作工操作技能考试**

- (1) 在机动焊范围内，热熔对接焊小试件考试合格后，其余试件合格项目方有效；
- (2) 三通试件考试合格后，焊接多角焊焊件、对接焊焊件和四通焊焊件，不需要重新进行考试。

B4.3.3.2 电熔连接法操作工操作技能考试

操作工操作技能考试试件类别，由考试机构确定。改变试件类别，不需要重新进行焊接操作技能考试。

B4.3.4 试件尺寸与焊件尺寸

操作工经操作技能考试合格后，适用于焊件的尺寸范围见表 B-4。

表 B-4 试件尺寸与焊件尺寸 mm

试件类别	试件尺寸		适用于焊件尺寸范围	
	外径 (DN)	壁厚 (S)	外径 (DN)	壁厚 (S)
热熔对接焊小试件	$110 \leq DN \leq 250$	≥ 6	≤ 250	不限
热熔对接焊大试件	≥ 315	—	> 250	不限
热熔对接焊三通试件	≥ 315	—	不限	不限
电熔连接焊承插试件	≥ 63	DN=63 (按 SDR11)	不限	不限
电熔连接焊鞍形试件	≥ 110	—	不限	不限

B4.4 焊接操作技能考试方法**B4.4.1 试件准备****B4.4.1.1 试件的尺寸和数量**

试件的尺寸和数量见表 B-5，试件用材料由考试机构指定。

B4.4.1.2 考试要求

- (1) 考试前，由考试机构编制焊工考试编号，会同监考人员与焊工共同确认，并且在试件上标注考试编号和项目代号；
- (2) 考试所用的管道元件必须符合国家标准要求，电熔管件应当是原包装；
- (3) 考试用的所有管材试件，由应考焊工进行切割下料；
- (4) 试件的规格和数量应当符合表 B-5 的要求；
- (5) 电熔连接法焊接之前，仔细清除被焊管表面的氧化皮；
- (6) 焊工应当按照考试机构提供的焊接作业指导书焊接考试试件，不得多焊试件，从中挑选；
- (7) 考试用焊机应处于正常工作状态。

表 B-5 试件的规格尺寸和数量

试件类别	试件数量 不少于	试件尺寸, mm				
		外径 (DN)	L	L_1	壁厚 (S)	材料
热熔对接焊小试件	2 (注 B-1)	$110 \leq DN \leq 250$	应当满足安装和试验要求		≥ 6	PE80 或 PE100
热熔对接焊大试件	2 (注 B-1)	≥ 315			—	
热熔对接焊三通试件	1 (注 B-2)	≥ 315			—	
电熔连接焊承插试件	2 (注 B-3)	≥ 63			DN=63 (按 SDR11)	
电熔连接焊鞍形试件	1 (注 B-4)	≥ 110			—	

注 B-1: 见图 B-1 (a)。

注 B-2: 见图 B-1 (b)。

注 B-3: 见图 B-1 (c)。

注 B-4: 见图 B-1 (d)。

B5 考试结果与评定

B5.1 综合评定

(1) 焊工基本知识考试满分为 100 分, 不低于 60 分为合格;

(2) 焊接操作技能考试通过检验焊工操作过程与试件进行评定, 焊工操作必须满足焊接工艺过程与所要求的全部技术参数要求; 各考试项目的试件, 按照本附件规定的检验项目分别制备。焊工焊接操作过程与每个试件的各项检验均合格时, 该考试项目为合格。

B5.2 试件检验

B5.2.1 一般要求

(1) 每个试件须先进行外观检查, 合格后再进行破坏性检验;

(2) 破坏性检验应当在焊接完成 24h 后, 在 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 条件下最少进行 6h 的状态调节后才可进行。

B5.2.2 试件检验项目与数量见表 B-6。

表 B-6 试件检验项目与数量

试件类别	宏观 (外观) 检查	拉伸 性能 试验	挤压 剥离 试验	拉伸 剥离 试验	撕裂 剥离 试验	耐压 (静液 压强 度)试 验
热熔对接焊 大(小)试件	2 件	任取 1 件	—	—	—	—
热熔对接焊 三通试件	1 件	—	—	—	—	取 1 件
电熔连接焊 承插试件	2 件	—	DN < 90mm 任取 1 件	DN ≥ 90mm 任取 1 件	—	—
电熔连接焊 鞍形试件	1 件	—	DN ≤ 225mm	—	DN > 225mm	—

B5.2.3 外观检查

B5.2.3.1 外观检查方法

外观检查采用目视或者 5 倍放大镜进行。

B5.2.3.2 外观检查的基本要求

- (1) 卷边表面应是焊后原始状态，表面没有经加工修磨；
- (2) 属于一个考试项目的所有试件外观检查结果均符合各项要求，该项目试件的外观检查为合格，否则为不合格。

B5.2.3.3 热熔对接焊试件外观检查内容与评定

B5.2.3.3.1 焊后状态的表面缺陷

卷边应沿整个外圆周平滑对称，尺寸均匀、饱满、圆润。翻边不得有切口或者缺口状缺陷，不得有明显的海绵状浮渣出现，无明显的气孔，不得有明显的二次卷边现象。

B5.2.3.3.2 焊后状态的外形尺寸

- (1) 外卷边(见图 B-2)的中心高度 K 值必须大于零；
- (2) 焊接处的错边量不得超过管材壁厚的 10%。

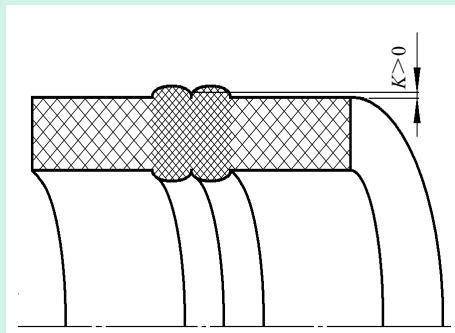


图 B-2 对接焊卷边示意图

B5.2.3.4 电熔连接焊试件外观检查内容与评定**B5.2.3.4.1 承插试件**

(1) 管件应当完整无损，无变形与变色；
 (2) 从观察孔应当能看到少量的聚乙烯顶出，但是顶出物不得呈流淌状，焊接表面不得有熔融物溢出；

(3) 管件承插口应当与焊接的管材保持同轴；

(4) 检查管件端口处管材，插口管材应当有明显圆周状刮削痕迹和管件位置标志。

B5.2.3.4.2 鞍形试件

(1) 管件与管材焊接后，不得有熔融物流出管件表面，从观察孔应当能看到有少量的聚乙烯顶出，但是顶出物不得呈流淌状；

(2) 管件应当与管材轴向垂直；

(3) 管件焊接处应当有明显圆周状刮削痕迹和管件位置标志。

B5.2.4 拉伸性能试验**B5.2.4.1 试验方法**

试验方法按照 GB/T 19810《聚乙烯(PE)管材和管件 热熔对接接头 拉伸强度和破坏形式的测定》规定。

B5.2.4.2 试验结果与评定

拉伸试验到破坏为止。试样韧性破坏为合格，脆性破坏为不合格。

B5.2.5 挤压剥离试验**B5.2.5.1 试验方法**

试验方法按照 GB/T 19806《塑料管材和管件 聚乙烯电熔组件的挤压剥离试验》规定。

B5.2.5.2 试验结果与评定

剥离脆性破坏百分比小于或者等于 33.3%时为合格。

B5.2.6 拉伸剥离试验

B5.2.6.1 试验方法

试验方法按照 GB/T 19808《塑料管材和管件 公称外径大于或等于 90mm 的聚乙烯电熔组件的拉伸剥离试验》规定。

B5.2.6.2 试验结果与评定

剥离脆性破坏百分比小于或者等于 33.3%时为合格。

B5.2.7 撕裂剥离试验

B5.2.7.1 试验方法

试验方法按照《燃气用聚乙烯管道焊接技术规则》(TSG D2002)附件 H 撕裂剥离试验方法规定。

B5.2.7.2 试验结果与评定

剥离脆性破坏百分比小于或者等于 33.3%时为合格。

B5.2.8 耐压(静液压强度)试验

B5.2.8.1 试验方法

试验方法按照 GB/T 6111《流体输送用热塑性塑料管材耐内压试验方法》规定。

B5.2.8.2 试验参数

- (1)密封接头, a 型;
- (2)方向, 任意;
- (3)调节时间, 12h;
- (4)试验时间, 165h;
- (5)环应力, PE80 为 4.5MPa、PE100 为 5.4MPa;
- (6)试验温度, 80℃。

B5.2.8.3 试验结果与评定

焊接处无破坏, 无渗漏为合格。

B6 补考规定

焊工焊接操作技能考试不合格者, 允许在 3 个月内补考一次。每个补考项目的试件数量按照表 B-5 的规定, 试件检验项目与数量按照表 B-6 的规定。

B7 复审抽考

B7.1 抽考方法

- (1)在焊工持有项目范围内(可被替代的项目除外)抽考的项目, 应当包括每种焊

接方法；

(2)在同一种焊接方法的项目中，按照机动焊—自动焊的替代顺序抽考。

在同一种焊接方法、同一机动化程度的若干项目中，在复审焊工或者其代表在场时，由考试机构随机抽取任一项目，作为复审抽考项目。

B7.2 抽考项目结果判定

(1)抽考项目合格，则相同焊接方法中的所有项目继续有效；

(2)抽考项目不合格，则相同焊接方法中的所有项目不再有效。

B8 焊工操作技能考试项目代号

B8.1 焊工操作技能考试项目表示方法

考试项目表示方法为①—②—③，项目具体含义如下：

①—焊接方法代号，见表 B-1；

②—机动化程度代号，见表 B-2；

③—试件类别代号，见表 B-3。

B8.2 考试项目代号应用举例

(1)某焊工考试使用电熔管件，将两段 SDR11 管材，公称直径 DN110mm，壁厚 10.0mm 焊合在一起。项目代号，EW-Z-C。

(2)某焊工考试使用 SDR17.6 管材对接，公称直径 DN250mm，壁厚 14.2mm，夹入热熔对接焊机，手持压力把，待液压拖力稳定后，在规定时间内移开热源，完成了焊接操作技能考试。项目代号，BW-J-d。

附件 C

特种设备焊接操作人员考试申请表

申请人姓名		性别		照片
申请考试性质	☐ 首次考试 ☐ 重新考试 ☐ 补考 ☐ 增项 ☐ 抽考			
通信地址				
学历		邮政编码		
公民身份号码		联系电话		
申请操作技能考试项目				
用人单位(或者培训机构)名称				
单位地址				
单位联系人		联系电话		
是否委托考试机构办理取证手续： ☐ 是 ☐ 否				
工作简历				
用人单位(或者培训机构)意见	申请人安全教育和培训情况： 申请人独立承担焊接工作的能力： (单位公章) 年 月 日			
相关材料	☐ 居民身份证(复印件, 1 份); ☐ 1 寸正面近期免冠照片(2 张); ☐ 毕业证书(复印件)或者学历证明(1 份); ☐ 医疗卫生机构出具的含有视力、色盲等内容的身体健康证明 声明：本人对所填写的内容和所提交材料的真实性负责。 申请人(签字)： 日期：			

注：用人单位(或者培训机构)应当明确申请人经过安全教育和培训情况，并且确认申请人独立承担焊接工作的能力。

附件 D

特种设备焊接操作人员考试基本情况表

姓 名				性 别			
公民身份号码				焊接操作人员 考试编号			
首次取得焊接操 作人员合格证 时间				考试性质		☐ 首次考试 ☐ 重新考试 ☐ 补考 ☐ 增项 ☐ 抽考	
重新考试原因							
基本 知识 考试	考试日期						
	考试 内容	焊接方法			试卷编号		
		母材种类			考试成绩		
操作 技能 考试	时间		项目代号		监考人员		考试结果
说明：							
主任： 日期： (考试机构公章)							
年 月 日							

注：(1)当焊接设备与仪表、试件用母材、焊材与烘干、试件加工与尺寸、检验人员资质、焊接操作人员执行焊接工艺、考场纪律都合格时，监考人员才能签字确认；

(2)对于第二次及以后复审考试项目，应当说明适用于该焊接操作人员证上未考的项目范围。

附件 E

金属材料焊接操作技能考试检验记录表

姓名：

考试编号：

焊接方法		机动化程度	☐ 自动焊 ☐ 机动焊 ☐ 手工焊		
焊接作业指导书 编号		试件金属材料类别 代号			
试件板材厚度		试件管材外径 与壁厚			
螺柱直径		填充金属材料 类别代号、型号			
考试项目代号					
试件外观检查					
焊缝表面状况	焊缝余高	焊缝余高差	比坡口每侧 增宽	宽度差	焊缝边缘 直线度
背面焊缝余高	裂纹	未熔合	夹渣	咬边	未焊透
背面凹坑	气孔	焊瘤	变形角度	错边量	
角焊缝凹凸度	焊脚	堆焊焊道接头不平度	堆焊焊道高度差	堆焊凹下量	
外观检查结果：(合格、不合格)					
			检验员：	日期：	
无损检验					
射线透照质量等级	焊缝缺陷等级	报告编号与日期	结果		
			☐ 合格 ☐ 不合格		
渗透检测方法	渗透检测结果	报告编号与日期	结果		
			☐ 合格 ☐ 不合格		
无损检测人员：			日期：		
无损检测人员证书号：					

共 页 第 页

续表

弯曲试验							
面弯	背弯	侧弯	报告编号与日期		结果		
					☐ 合格 ☐ 不合格		
检验员：_____ 日期：_____							
金相检验(宏观)							
检验结果				报告编号与日期	结果		
金相面Ⅰ	金相面Ⅱ	金相面Ⅲ	金相面Ⅳ				
					☐ 合格 ☐ 不合格		
检验员：_____ 日期：_____							
螺柱折弯试验							
折弯方法	检验结果					报告编号与日期	结果
	试件Ⅰ	试件Ⅱ	试件Ⅲ	试件Ⅳ	试件Ⅴ		
							☐ 合格 ☐ 不合格
检验员：_____ 日期：_____							
本考试机构确认该焊接操作人员按照《特种设备焊接操作人员考核细则》进行焊接操作技能考试试件检验，数据正确，记录无误。 该项目焊接操作技能考试结果评为：(合格、不合格) 考试机构技术负责人：_____ 日期：_____ (考试机构公章) 年 月 日							

共 页 第 页

附件 F

非金属材料焊接操作技能考试检验记录表(PE)

姓名:

考试编号:

试件类别	☐ 热熔对接焊大(小)试件		机动化程度	☐ 机动 ☐ 自动	
	☐ 热熔对接焊三通试件				
	☐ 电熔连接焊承插试件			☐ 自动	
	☐ 电熔连接焊鞍形试件				
焊机名称	热熔焊机		型号		
	电熔焊机		型号		
管材	规格				
	材料级别	☐ PE80 ☐ PE100	标准尺寸比	☐ SDR11 ☐ SDR17.6	
管件	规格				
	材料级别	☐ PE80 ☐ PE100	标准尺寸比	☐ SDR11 ☐ SDR17.6	
热熔对接焊过程评定 试件编号:					
项目号	评定项目	评定结果	项目号	评定项目	评定结果
1	焊接前准备	☐ 合格 ☐ 不合格	4.1	测量拖动压力	MPa
1.1	清洁接头		4.2	检查间隙	mm
1.2	测量电压	V	4.3	检查错边	
1.3	热板检查		4.4	检查夹紧	
1.4	热板预热(10min)		5	端面平整吸热	☐ 合格 ☐ 不合格
2	装夹焊件	☐ 合格 ☐ 不合格	5.1	端面平整压力	MPa
2.1	设置吸热/冷却时间	s/ min	5.2	圆周卷边	
2.2	清洁管表面		5.3	吸热计时	s
3	铣削焊接面	☐ 合格 ☐ 不合格	6	切换对接	☐ 合格 ☐ 不合格
3.1	放铣刀锁安全锁		6.1	切换时间	s
3.2	形成连续屑		6.2	冷却计时	min
3.3	降压、开机架、停刀		7	拆卸	☐ 合格 ☐ 不合格
3.4	清屑		7.1	降压松夹具	
4	测量拖动压力与检查	☐ 合格 ☐ 不合格			

共 页 第 页

续表

电熔连接焊过程评定				试件编号：	
项目号	评定项目	评定结果	项目号	评定项目	评定结果
1	焊接前准备		4	去氧化皮	
1.1	测量电压	V	5	承插管件与轴线	
1.2	辅具准备		6	手动或者自动模式	
2	管材截取		7	输入焊接参数	
3	划线		8	冷却时间	min
试件焊缝宏观(外观)检查					
项目号	检查项目	检查结果	项目号	检查项目	检查结果
热熔对接焊	1	焊缝圆周卷边	电熔连接焊	1	插入深度
	2	焊缝中心高度		2	同轴度
	3	是否有浮渣		3	刮氧化皮
	4	是否有缺口		4	观察孔
	5	冷却时间		5	熔融材料流出
	6	错边量			
	7	磕碰痕迹			
检查结果		☐ 合格 ☐ 不合格	检查结果		☐ 合格 ☐ 不合格
备注(不正常情况记载)：					
热熔对接焊过程的评定结果： ☐ 合格 ☐ 不合格					
评定人员： 日期：					
电熔连接焊过程的评定结果： ☐ 合格 ☐ 不合格					
评定人员： 日期：					

共 页 第 页

续表

热熔对接焊大(小)试件拉伸试验			
试件编号		报告编号	
试验日期		试样编号	□□-1; □□-2; □□-3
检测结果		试验结论	☐ 合格 ☐ 不合格
检验员:		日期:	
热熔对接焊三通试件耐压试验			
试件编号		报告编号	
试验日期		试样编号	□□-1; □□-2; □□-3
检测结果		试验结论	☐ 合格 ☐ 不合格
检验员:		日期:	
电熔连接焊承插试件挤压剥离试验 (DN < 90mm)			
试件编号		报告编号	
试验日期		试样编号	□□-1; □□-2; □□-3
检测结果		试验结论	☐ 合格 ☐ 不合格
检验员:		日期:	
电熔连接焊承插试件拉伸剥离试验 (DN ≥ 90mm)			
试件编号		报告编号	
试验日期		试样编号	□□-1; □□-2; □□-3
检测结果		试验结论	☐ 合格 ☐ 不合格
检验员:		日期:	
电熔连接焊鞍形试件挤压剥离试验 (DN ≤ 225mm)			
试件编号		报告编号	
试验日期		试样编号	□□-1; □□-2; □□-3
检测结果		试验结论	☐ 合格 ☐ 不合格
检验员:		日期:	
电熔连接焊鞍形试件撕裂剥离试验 (DN > 225mm)			
试件编号		报告编号	
试验日期		试样编号	□□-1; □□-2; □□-3
检测结果		试验结论	☐ 合格 ☐ 不合格
检验员:		日期:	
本考试机构确认该焊接操作人员的焊接操作技能考试和检验的数据正确, 记录无误。 该项目焊接操作技能考试结果评为(合格, 不合格)。			
评定人员:		日期:	
考试机构技术负责人:		日期:	考试机构(公章) 年 月 日

附: 试验报告。

共 页 第 页

附件 G

特种设备焊接操作人员复审申请表

申请人姓名		性 别		照片
通信地址				
学 历		邮政编码		
公民身份号码		联系电话		
原发证机关				
发证机关地址				
证书编号		发证日期		
申请复审考试项目	上次考试时间	申请复审考试项目	上次考试时间	
是否委托考试机构办理复审手续： ☐ 是； ☐ 否				
用人单位				
单位地址				
单位联系人		联系电话		
工作简历				
用人单位 (或者培训机构) 意见	申请人安全教育和培训： 申请人违规、违法等不良记录： (用人单位或者培训机构公章) 年 月 日			
相关材料	☐ 《特种设备作业人员证》(原件)； ☐ 《特种设备焊接操作人员焊绩记录表》(原件)； ☐ 医疗卫生机构出具的含有视力、色盲等内容的身体健康证明(原件)； ☐ 焊接操作人员焊接操作技能考试检验记录表(原件) 声明：本人对所填写的内容和所提交材料的真实性负责。 申请人(签字)： 日期：			

注：(1)用人单位(或者培训机构)应当明确申请人经过安全教育和培训情况，并且确认申请人是否有违规、违法等不良记录；

(2)如果申请复审作业项目较多，可以另附页。

附件 H

特种设备焊接操作人员焊绩记录表

用人单位: _____ (公章)

焊接操作人员姓名: _____ 公民身份号码: _____ 1

《特种设备作业人员证》编号: _____ 1

记录表编号: _____

产品名称与编号	焊缝编号	合格项目代号	填表人与施焊日期
			月 日
			月 日
			月 日
			月 日
			月 日
			月 日
			月 日
			月 日
			月 日
违规、违法记录			

焊接检验员:

日期:

焊接责任工程师:

日期:

共 页 第 页

相关规章和规范历次制(修)定情况

1.《锅炉压力容器焊工考试规则》(试行)(国家劳动总局,1980年9月13日颁布,1988年10月1日废止)。

2.《锅炉压力容器焊工考试规则》(劳动人事部,劳人锅〔1988〕1号,1988年1月3日颁布,1988年10月1日施行)。

3.《锅炉压力容器压力管道焊工考试与管理规则》(国家质量监督检验检疫总局,国质检锅〔2002〕109号,2002年4月18日颁布,2002年10月1日起执行)。

4.特种设备作业人员监督管理办法(国家质检总局令第70号,2005年1月10日公布,2005年7月1日施行)。

5.特种设备作业人员考核规则(TSG Z6001—2005,2005年9月16日国家质检总局颁布,颁布之日起施行)。