

特殊焊接技术

职业技能等级标准

标准代码：460003

（2021年2.0版）

中船舰客教育科技有限公司 制定

2021年12月 发布

目 次

前言.....	1
1 范围.....	2
2 规范性引用文件.....	2
3 术语和定义.....	2
4 适用院校专业.....	6
5 面向职业岗位（群）	7
6 职业技能要求.....	7
参考文献.....	33

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本标准起草单位：中船舰客教育科技有限公司（北京）有限公司、中国船舶工业集团公司科普教育中心、中国船舶工业综合技术经济研究院、沪东中华造船（集团）有限公司、上海外高桥造船有限公司、广船国际有限公司、中船黄埔文冲船舶有限公司、中国航天科工集团第三研究院第二三九厂、中国航天科技集团北京卫星制造厂有限公司、中国航空制造技术研究院、中建钢构有限公司、中建安装集团有限公司、兰石检测技术有限公司、兰石重重型装备股份有限公司、哈尔滨工业大学、北京航空航天大学、哈尔滨职业技术学院、陕西工业职业技术学院、广西机电职业技术学院、兰州工业学院、合肥职业技术学院、九江职业技术学院、渤海船舶职业学院、湖南工业职业技术学院、山东劳动职业技术学院、佳木斯职业学院、兰州石化职业技术学院、武汉船舶职业技术学院、长春职业技术学院、长春市机械工业学校、锦西工业学校等。

本标准主要起草人：步贤政、曹磊、程阳、从保强、崔元彪、朵元才、樊新波、费新华、高靖、郭宁、贾金龙、李海霞、李勇、梁刚、鲁慧娟、刘伟、龙昌茂、齐勇田、任卿、宋艳媛、孙楠、孙耀刚、宿再春、王博、王丹丹、王东昭、王博、王清晋、王文超、魏延宏、奚泉、许小平、玄兆丰、徐旭、肖勇、杨淼森、杨新华、袁宗杰、赵海涛、赵忠宪、朱建华、张婉云。（按音序排列）

声明：本标准的知识产权归属于中船舰客教育科技有限公司（北京）有限公司，未经中船舰客教育科技有限公司（北京）有限公司同意，不得印刷、销售。

1 范围

本标准规定了特殊焊接技术职业技能等级对应的工作领域、工作任务及职业技能要求。

本标准适用于特殊焊接技术职业技能培训、考核与评价，相关用人单位的人员聘用、培训与考核可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本标准的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 3375-1994 焊接术语

GB/T 5117-2012 非合金钢及细晶粒钢焊条

GB/T 5118-2012 热强钢焊条

GB/T 983-2012 不锈钢焊条

GB/T 8110-2008 气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝

GB/T 29713-2013 不锈钢焊丝和焊带

GB/T 36037-2018 埋弧焊和电渣焊用焊剂

GB/T 6417.1-2005 金属熔化焊接头缺欠分类及说明

NB/T 47013-2015 承压设备无损检测

GB/T 324-2008 焊缝符号表示法

GB/T 10858-2008 铝及铝合金焊丝

GB/T 22086-2008 铝及铝合金弧焊推荐工艺

GB/T 3623-2007 钛及钛合金丝

GB/T 26057-2010 钛及钛合金焊接管

GB/T 22085.2 电子束及激光焊接接头缺欠质量分级指南

HB/Z 119-2011 铝及铝合金熔焊工艺及质量检验

QJ 20660-2016 铝合金焊接技术要求

QJ 2698A-2011 铝及铝合金熔焊技术要求

QJ 1666A-2011 钛及钛合金熔焊技术要求

QJ 1788-1989 钛及钛合金熔焊工艺

QJ 20465-2016 钛及钛合金激光焊接技术要求

QJ 1842A-2011 结构钢、不锈钢熔焊技术要求

QJ 206559-2016 结构钢、不锈钢激光焊接技术要求

GB/T 20723-2006 弧焊机器人通用技术条件

GB/T 29824-2013 工业机器人用户编程指令

GB/T 20867-2007 工业机器人安全实施规范

GB/T 16977-2005 工业机器人坐标系和运动命名原则

GB/T 39005-2020 工业机器人视觉集成系统通用技术要求

NB/T 47013-2015 承压设备无损检测

GB/T 20737 无损检测通用术语和定义

GB/T 12604 无损检测术语

GB/T 11259-2008 无损检测. 超声检测用钢参考试块的制作与检验方法

3 术语和定义

GB/T 3375—1994、GB/T 12643-2013、GB/T 20438.4—2017、GB/T 20737 和 GB/T 12604 界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1 焊接 welding

通过加热或加压，或两者并用，并且用或不用填充材料，使工件达到结合的一种方法。

3.2 焊接技能 welding technique

手焊人员或焊接操作人员执行焊接工艺细则的能力。

3.3 焊接工艺 welding procedure

制造焊件所有有关的加工方法和实施要求，包括焊接准备、材料选用、焊接方法选定、焊接参数、操作要求等。

3.4 焊接工艺规范（规程） welding procedure specification

制造焊件所有有关的加工方法和实施要求的细则文件，可保证由熟练焊工或操作工操作时质量的再现性。

3.5 焊接材料 Welding Material

焊接时所消耗材料(包括焊丝、焊剂、气体等)的通称。

3.6 弧焊电源 Arc Welding Power Source

弧焊机中，供给焊接电弧电能，并具有适宜于电弧焊电气特性的设备。

3.7 焊接操作 welding operation

按照给定的焊接工艺完成焊接过程的各种动作。

3.8 定位焊 tack Welding

为装配和固定焊件接头的位置而进行的焊接。

3.9 焊接顺序 welding sequence

焊件上各焊接接头和焊缝的焊接次序。

3.10 焊接方向 direction of welding

焊接热源沿焊缝长度增长的移动方向。

3.11 焊接接头 welded joint

焊件经焊接后所形成的结合部分，包括焊缝、熔合区和热影响区。

3.12 对接接头 butt joint

两件表面构成大于或等于 135° ，小于或等于 180° 夹角的接头。

3.13 角接接头 corner joint

两件端部构成大于 30° ，小于 135° 夹角的接头。

3.14 焊缝 Weld

焊件经焊接后所形成的结合部分。

3.15 对接焊缝 butt weld

在焊件的坡口面间或一零件的坡口面与另一零件表面间焊接的焊缝。

3.16 角焊缝 fillet weld

沿两直交或近直交零件的交线所焊接的焊缝。

3.17 搭接焊缝 lap weld

两零件端部重叠构成的焊缝。

3.18 焊接位置 welding position

焊件接缝所处的空间位置，可用焊缝倾角和焊缝转角来表示。有平焊、立焊、横焊和仰焊位置等。

3.19 平焊位置 flat position

焊缝倾角 0° ，焊缝转角 90° 的焊接位置。

3.20 横焊位置 horizontal position

焊缝倾角 0° ， 180° ；焊缝转角 0° ， 180° 的对接位置。

3.21 立焊位置 vertical position

焊缝倾角 90° （立向上）， 270° （立向下）的位置。

- 3.22 仰焊位置 overhead position
对接焊缝倾角 0° ， 180° ；转角 270° 的焊接位置。
- 3.23 平角焊位置 horizontal position
角接焊缝倾角 0° ， 180° ；转角 45° ， 135° 的角焊位置。
- 3.24 仰角焊位置 horizontal overhead position
倾角 0° ， 180° ；转角 250° ， 315° 的角焊位置。
- 3.25 平焊 flat position welding
在平焊位置进行的焊接。
- 3.26 横焊 horizontal position welding
在横焊位置进行的焊接。
- 3.27 立焊 vertical position welding
在立焊位置进行的焊接。
- 3.28 仰焊 overhead position welding
在仰焊位置进行的焊接。
- 3.29 角焊 fillet welding
为完成角焊缝而进行的焊接。
- 3.30 平角焊 flat fillet welding
T形接头、十字接头或角接接头中一块工件处于水平位置，且焊工在俯焊状态下进行的角焊。
- 3.31 横角焊 horizontal fillet welding
在横焊位置进行的角焊。
- 3.32 立角焊 fillet welding in the vertical position
T形接头、十字接头或角接接头处于立焊位置进行的角焊。
- 3.33 仰角焊 fillet welding in the overhead position
在仰焊位置进行的角焊。
- 3.34 熔焊（熔化焊） fusion welding
将待焊处的母材金属熔化以形成焊缝的焊接方法。
- 3.35 电弧焊 arc welding
利用电弧作为热源的熔焊方法，简称弧焊。
- 3.36 焊条电弧焊 shielded metal arc welding
用手工操纵焊条进行焊接的电弧焊方法。
- 3.37 气体保护电弧焊 gas metal arc welding (GMAW)
用外加气体作为电弧介质并保护电弧和焊接区的电弧焊，简称气体保护焊。
- 3.38 钨极惰性气体保护焊 gas tungsten arc welding (GTAW)
使用纯钨或活化钨（钍钨、铈钨等）电极的惰性气体保护焊。
- 3.39 埋弧焊 submerged arc welding
电弧在焊剂层下燃烧进行焊接的方法。
- 3.40 带极埋弧堆焊 strip electrode submerged arc surfacing
用带状电极取代圆截面的丝状电极，在焊剂下进行埋弧焊的方法。
- 3.41 激光焊 laser beam welding
以聚焦的激光束作为能源轰击焊件所产生的热量进行焊接的方法。
- 3.42 等离子弧焊 plasma arc welding (PAW)

借助水冷喷嘴对电弧的拘束作用,获得较高能量密度的等离子弧进行焊接的方法。

3.43 钎焊 brazing (soldering)

硬钎焊和软钎焊的总称。采用比母材熔点低的金属材料作钎料,将焊件和钎料加热到高于钎料熔点,低于母材熔化温度,利用液态钎料润湿母材,填充接头间隙并与母材相互扩散实现连接焊件的方法。

3.44 火焰钎焊 torch brazing (soldering)

使用可燃气体与氧气(或压缩空气)混合燃烧的火焰进行加热的钎焊。分火焰硬钎焊(torch brazing)和火焰软钎焊(torch soldering)。

3.45 安全 Safety

没有不可接受的风险。

3.46 焊接缺陷 Weld Defects

焊接过程中在焊接接头处产生的金属不连续、不致密或连接不良的现象。

3.47 焊接机器人 Welding Robot

采用数字程序控制系统、模拟控制系统或适应控制系统等进行自动焊接的操作机。

3.48 弧焊机器人 Arc Welding Robot

可以施行电弧作为热源操作的焊接机器人。

3.49 控制系统 Control System

一套具有逻辑控制和动力功能的系统,能控制和监测机器人机械结构并与环境(设备和使用者)进行通信。

3.50 机器人工作空间 Robot Working Space

由手腕参考点所能掠过的空间,是由手腕各关节平移或旋转的区域附加于该手腕参考点的。工作空间小于操作机所有活动部件所能掠过的空间。

3.51 机械人自由度 Robot Working Space

表示工业机器人动作灵活性的尺度。一般是以沿轴的直线移动和绕轴转动的数目表示(夹持器的动作不包括在内)。

3.52 额定负载 Rated Load

正常操作条件下作用于机械接口或移动平台且不会使机器人性能降低的最大负载,包括末端执行器、附件、工件的惯性作用力。

3.53 任务程序 Task Program

为定义机器人或机器人系统特定的任务所编制的运动和辅助功能的指令集。

3.54 焊接机器人示教 Welding Robot Teaching

操作者手把手控制示教器或控制键盘等方式导引机器人进行一次操作,从而使机器人控制器内自动生成一个进行这项焊接操作的执行程序。

3.55 示教编程 Teach Programming

通过手工引导机器人末端执行器,或手工引导一个机械模拟装置,或用示教盒来移动机器人逐步通过期望位置的方式实现编程。

3.56 离线编程 Off-line Programming

在与机器人分离的装置上编制任务程序后再输入到机器人中的编程方法。

3.57 焊接变位机 positioner

将焊件回转或倾斜,使接头处于水平或船形位置的装置。

3.58 防护装置 Guard

设计为机器的组成部分,用于提供保护的物理屏障。

3.59 弧焊机器人工作站 Arc Welding Robot Workstation

由机器人系统、弧焊电源、送丝机、焊接变位机和控制器等组成的可以进行自动化焊接的软硬件系统。

3.60 无损检测 non-destructive testing (NDT)

以不损害预期实用性和可用性的方式来检查材料或零部件,用于探测、定位、测量和评定损伤;评价材料或零件完整性、性质和构成或者测量零件的几何特性。

3.61 射线照相检测 Radiographic Testing (RT)

利用X射线或者 γ 射线穿透工件时工件局部区域存在的缺陷改变物体对射线的衰减,引起透射射线强度的变化,通过胶片感光来检测透射线强度形成影像,判断工件中是否存在缺陷以及缺陷的位置和大小。

3.62 超声检测 ultrasonic testing (UT)

基于超声在被检工件中传播时,通过监测穿透信号或从缺陷反射、其它表面反射以及折射的信号进行检测的方法。可以检测工件的内部缺陷,也可以检测表面缺陷。

3.63 磁粉检测 magnetic particle testing (MT)

利用漏磁场与磁粉来检测铁磁性材料表面和近表面不连续的无损检测方法。

3.64 渗透检测 penetrant testing (PT)

通过渗透、多余渗透剂的去除、显像等步骤,利用产生的可见显示检测表面开口缺陷的无损检测方法。

3.65 涡流检测 Eddy Current Testing (ET)

利用铁磁线圈在工件中感应产生的涡流,借助探测线圈测定涡电流的变化量,从而获得工件缺陷的有关信息,检测导电工件表面和近表面缺陷。

3.66 目视检测 visual testing (VT)

利用目视(肉眼、放大镜、内窥镜和光学传感器等)对工件的表面形貌、缺陷等进行无损检测的方法。

4 适用院校专业

4.1 参照原版专业目录

中等职业学校:钢铁装备运行与维护、建材装备运行与维护、有色装备运行与维护、船舶制造与修理、机械加工技术、金属热加工、焊接技术应用、港口机械运行与维护、汽车车身修复、化工机械与设备等专业。

高等职业学校:材料成型与控制技术、焊接技术与自动化、特种加工技术、机械制造与自动化、机械装备制造技术、海洋工程技术、船舶工程技术、铁道通信信号设备制造与维护、汽车改装技术、化工装备技术、船舶检验、港口机械与自动控制、轮机工程技术、管道工程技术等专业。

高等职业教育本科:机械设计制造及其自动化、智能制造工程、材料成型及控制工程、工业机器人技术、自动化技术与应用、车辆工程等专业。

应用型本科学校:材料科学与工程、金属材料工程、材料成型及控制工程、焊接技术与工程、机械设计制造及其自动化、船舶与海洋工程、轮机工程、过程装备与控制工程、水利水电工程等专业。

4.2 参照新版职业教育专业目录

中等职业学校:钢铁装备运行与维护、机械制造技术、机械加工技术、金属热加工、焊接技术应用、增材制造技术应用、模具制造技术、机电技术应用、工业机器人技术应用、船体修造技术、化工机械与设备、汽车车身修复、机电产品检测技术应用、港口机械运用与维修等专业。

高等职业学校：机械设计与制造、机械制造及自动化、材料成型及控制技术、智能焊接技术、特种加工技术、机械装备制造技术、机电设备技术、机电一体化技术、工业机器人技术、电气自动化技术、工业过程自动化技术、机械产品检测检验技术、理化测试与质检技术、轨道交通通信信号设备制造与维护、船舶工程技术、船舶动力工程技术、船舶智能焊接技术、海洋工程装备技术、汽车造型与改装技术、化工装备技术、轮机工程技术、船舶检验、管道工程技术、港口机械运用与维修等专业。

高等职业教育本科学校：钢铁智能冶金技术、材料化冶金应用技术、金属智能成型技术、新材料与应用技术、建筑材料智能制造、机械设计制造及自动化、智能制造工程技术、材料成型及控制工程、装备智能化技术、机器人技术、自动化技术与应用、轨道交通车辆工程技术、船舶智能制造技术、航空智能制造技术、航空动力装置维修技术、汽车工程技术等专业。

应用型本科学校：机器人工程、智能装备与系统、智能制造工程、增材制造工程、焊接技术与工程、材料成型及控制工程、机械工程、机械电子工程、机械设计制造及其自动化、过程装备与控制工程、车辆工程、材料科学与工程、金属材料工程、电气工程及其自动化、自动化、水利水电工程、船舶与海洋工程、轮机工程、农业机械化及其自动化等专业。

5 面向职业岗位（群）

【特殊焊接技术职业技能等级】（初级）：主要面向制造业金属加工、装备制造安装、重型机械制造、油田与管道建设、汽车制造、机车车辆制造及铁道建设、船舶与海洋工程建造、建筑工程建设、航天器制造、航空制造工程、压力容器制造、桥梁建造等行业的焊接操作、焊接工艺实施、焊接检测等职业岗位，主要完成简单的手工与半自动焊接操作、焊接工艺实施、简单的焊接机器人的编程与维护、焊接检测等工作，主要从事生产一线简单的焊接操作、焊接检测等工作。

【特殊焊接技术职业技能等级】（中级）：主要面向制造业金属加工、装备制造安装、重型机械制造、油田与管道建设、汽车制造、机车车辆制造及铁道建设、船舶与海洋工程建造、建筑工程建设、航天器制造、航空制造工程、压力容器制造、桥梁建造等行业的焊接操作、焊接工艺设计、焊接检测、焊接生产管理等工作，主要完成中等复杂程度的手工与半自动焊接操作、焊接工艺设计、中等复杂程度的焊接机器人编程与维护、焊接质量控制等工作，主要从事生产一线中等复杂程度的焊接操作、焊接工艺设计、焊接生产管理等工作。

【特殊焊接技术职业技能等级】（高级）：主要面向制造业金属加工、装备制造安装、重型机械制造、油田与管道建设、汽车制造、机车车辆制造及铁道建设、船舶与海洋工程建造、建筑工程建设、航天器制造、航空制造工程、压力容器制造、桥梁建造等行业的复杂的焊接操作、焊接工艺设计与审查、焊接检测、焊接生产管理等职业岗位，主要完成复杂的手工与半自动焊接操作、焊接工艺工装设计、复杂的焊接机器人编程与工艺工装设计、质量体系控制等工作，主要从事技术革新、技能指导及生产管理等工作。

6 职业技能要求

6.1 职业技能等级划分

特殊焊接技术职业技能等级职业技能等级分为三个等级：初级、中级、高级，三个级别依次递进，高级别涵盖低级别职业技能要求。

【特殊焊接技术】（初级）：主要面向焊接施工单位，按照焊接方法、焊接材料、母材形状、焊接位置、焊接接头形式的分类，依据产业端实际需要，

主要完成焊条电弧焊、熔化极气体保护焊、钨极氩弧焊以及火焰钎焊的低碳钢、低合金高强度钢、不锈钢以及铝合金等材料的板对接平焊、角接或T形接头平角焊、管对接水平转动等，能够正确使用手工焊接设备、智能焊接设备、相关检测设备进行规范操作，保证产品质量。

【特殊焊接技术】（中级）：主要面向焊接施工单位，按照焊接方法、焊接材料、母材形状、焊接位置、焊接接头形式的分类，依据产业端实际应用需要，主要完成焊条电弧焊、熔化极气体保护焊、钨极氩弧焊、火焰钎焊、埋弧焊、激光焊的低碳钢、低合金高强度钢、不锈钢、铜及铜合金以及铝合金等材料的板对接横焊和立焊、角接或T形接头立角焊、管对接水平或垂直固定等，能够正确使用手工焊接设备、智能焊接设备、相关检测设备进行规范操作，保证产品质量。

【特殊焊接技术】（高级）：主要面向焊接施工单位，按照焊接方法、焊接材料、母材形状、焊接位置、焊接接头形式的分类，依据产业端实际应用需要，主要完成焊条电弧焊、熔化极气体保护焊、钨极氩弧焊、激光焊、等离子焊的低碳钢、低合金高强度钢、不锈钢、铜及铜合金、钛及钛合金、铝及铝合金以及镍基合金等材料的板对接仰焊、管对接45°固定，能够正确使用手工焊接设备、智能焊接设备、相关检测设备进行规范操作，保证产品质量。

6.2 职业技能等级要求描述

表 1 特殊焊接技术职业技能等级要求（初级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
1.低碳钢或低合金高强度钢板角接或T形接头平角焊焊条电弧焊	1.1 焊前准备	<p>1.1.1 掌握焊条电弧焊所用设备、工具和夹具安全检查方法，能按照通用规范独立对低碳钢或低合金高强度钢板角接或T形接头平角焊焊条电弧焊所用设备、工具和夹具进行安全检查</p> <p>1.1.2 掌握焊条电弧焊引弧、焊接、收弧的操作方法，能按照通用规范及工艺要领独立进行低碳钢或低合金高强度钢板角接或T形接头平角焊焊条电弧焊坡口的清理、组对及定位焊</p> <p>1.1.3 掌握焊条电弧焊焊接变形基本知识，能根据焊接工艺要求正确预留低碳钢或低合金高强度钢板角接或T形接头平角焊焊条电弧焊焊件的反变形量</p>
	1.2 焊接操作	<p>1.2.1 掌握焊条电弧焊焊接参数对焊缝成形的影响，能根据焊接工艺要求确定低碳钢或低合金高强度钢板角接或T形接头平角焊焊条电弧焊焊接参数</p> <p>1.2.2 掌握焊条电弧焊引弧、焊接、收弧的操作方法，能进行低碳钢或低合金高强度钢板角接或T形接头平角焊焊条电弧焊的引弧、焊接、收弧等操作</p>
	1.3 焊后检查	<p>1.3.1 掌握焊件表面清理方法，能对低碳钢或低合金高强度钢板角接或T形接头平角焊焊条电弧焊接头表面清理</p> <p>1.3.2 掌握表面缺陷及外观质量自检的相关知识，能对低碳钢或低合金高强度钢板角接或T形接头平角焊焊条电弧焊接头外观质量进行自检</p>
2.低碳钢或	2.1 焊前准备	2.1.1 掌握焊条电弧焊所用设备、工具和夹具安全检查

低合金高强度钢板对接平焊焊条电弧焊		方法，能进行低碳钢或低合金高强度钢板对接平焊焊条电弧焊所用设备、工具和夹具的安全检查 2.1.2 掌握电弧焊坡口的清理、组对及工件定位焊的工艺要领，能进行低碳钢或低合金高强度钢板对接平焊焊条电弧焊坡口的清理、组对及定位焊 2.1.3 掌握焊接变形的基本知识，能根据焊接工艺要求预留低碳钢或低合金高强度钢板对接平焊焊条电弧焊焊件的反变形量
	2.2 焊接操作	2.2.1 掌握焊接参数的选择及其对焊缝成形的影响，能根据焊接工艺要求确定低碳钢或低合金高强度钢板对接平焊焊条电弧焊焊接参数 2.2.2 掌握焊条电弧焊引弧、焊接、收弧的操作方法，能进行低碳钢或低合金高强度钢板对接平焊焊条电弧焊的引弧、焊接、收弧等操作 2.2.3 掌握电弧焊双面焊打底焊道背面清根要求，能进行低碳钢或低合金高强度钢板对接平焊焊条电弧焊双面焊打底焊道背面清根处理
	2.3 焊后检查	2.3.1 掌握接头表面清理方法，能对低碳钢或低合金高强度钢板对接平焊焊条电弧焊接头表面清理 2.3.2 掌握接头表面缺陷及外观质量自检的相关知识，能对低碳钢或低合金高强度钢板对接平焊焊条电弧焊接头外观质量进行自检
3.低碳钢或低合金高强度钢管对接水平转动焊条电弧焊	3.1 焊前准备	3.1.1 掌握焊条电弧焊所用设备、工具和夹具安全检查方法，能进行低碳钢或低合金高强度钢管对接水平转动焊条电弧焊所用设备、工具和夹具的安全检查 3.1.2 掌握坡口清理、组对及工件定位焊的工艺要领，能进行低碳钢或低合金高强度钢管对接水平转动焊条电弧焊坡口的清理、组对及定位焊
	3.2 焊接操作	3.2.1 掌握焊接参数的选择及其对焊缝成形的影响，能根据焊接工艺要求确定低碳钢或低合金高强度钢管对接水平转动焊条电弧焊的焊接参数 3.2.2 掌握焊条电弧焊引弧、焊接、收弧的操作方法，能进行低碳钢或低合金高强度钢管对接水平转动焊条电弧焊的引弧、焊接、收弧等操作
	3.3 焊后检查	3.3.1 掌握焊条电弧焊接头表面清理方法，能对低碳钢或低合金高强度钢管对接水平转动焊条电弧焊接头表面清理 3.3.2 掌握接头表面缺陷及外观质量自检的相关知识，能对低碳钢或低合金高强度钢管对接水平转动焊条电弧焊接头外观质量进行自检
4.不锈钢板对接平焊或T形接头平角焊焊条电	4.1 焊前准备	4.1.1 掌握焊条电弧焊所用设备、工具和夹具安全检查方法，能按照通用规范独立对不锈钢板对接平焊或T形接头平角焊焊条电弧焊所用设备、工具和夹具进行安全检查

弧焊		<p>4.1.2 掌握坡口清理、组对及工件定位焊的工艺要领，能按照通用规范独立进行不锈钢板对接平焊或 T 形接头平角焊焊条电弧焊待焊区的清理、坡口组对及定位焊</p> <p>4.1.3 掌握焊条电弧焊焊接变形的基本知识，能根据焊接工艺要求正确预留不锈钢板对接平焊或 T 形接头平角焊焊条电弧焊焊件的反变形量</p>
	4.2 焊接操作	<p>4.2.1 掌握焊接参数的选择及其对焊缝成形的影响，能根据焊接工艺要求确定不锈钢板对接平焊或 T 形接头平角焊焊条电弧焊焊接参数</p> <p>4.2.2 掌握焊条电弧焊引弧、焊接、收弧的操作方，能进行不锈钢板对接平焊或 T 形接头平角焊焊条电弧焊的引弧、焊接、收弧等操作</p>
	4.3 焊后检查	<p>4.3.1 掌握焊条电弧焊接头表面清理方法，能对不锈钢板对接平焊或 T 形接头平角焊焊条电弧焊接头表面清理</p> <p>4.3.2 掌握接头表面缺陷及外观质量自检的相关知识，能对不锈钢板对接平焊或 T 形接头平角焊焊条电弧焊外观质量进行自检</p>
5. 低碳钢或低合金高强度钢板角接或 T 形接头平角焊熔极气体保护焊	5.1 焊前准备	<p>5.1.1 掌握气体保护焊所用设备、工具、夹具和气体安全检查方法，能进行低碳钢或低合金高强度钢板角接或 T 形接头平角焊熔极气体保护焊所用设备、工具、夹具和气体的安全检查</p> <p>5.1.2 掌握坡口的清理、组对及工件定位焊的工艺要领，能进行低碳钢或低合金高强度钢板角接或 T 形接头平角焊熔极气体保护焊坡口的清理、组对及定位焊</p> <p>5.1.3 掌握焊接变形的基本知识，能根据焊接工艺要求预留低碳钢或低合金高强度钢板角接或 T 形接头平角焊熔极气体保护焊焊件的反变形量</p>
	5.2 焊接操作	<p>5.2.1 掌握焊接参数的选择及其对焊缝成形的影响，能根据焊接工艺要求确定低碳钢或低合金高强度钢板角接或 T 形接头平角焊熔极气体保护焊焊接参数</p> <p>5.2.2 掌握熔极气体保护焊引弧、焊接、收弧的操作方法，能进行低碳钢或低合金高强度钢板角接或 T 形接头平角焊熔极气体保护焊引弧、焊接、收弧等操作</p>
	5.3 焊后检查	<p>5.3.1 掌握熔极气体保护焊接头表面清理方法，能对低碳钢或低合金高强度钢板角接或 T 形接头平角焊熔极气体保护焊表面清理</p> <p>5.3.2 掌握接头表面缺陷及外观质量自检的相关知识，能对低碳钢或低合金高强度钢板角接或 T 形接头平角焊熔极气体保护焊的外观质量进行自检</p>
6. 低碳钢或	6.1 焊前准备	<p>6.1.1 掌握气体保护焊所用设备、工具、夹具和气体安</p>

低合金高强度钢板对接平焊熔化极气体保护焊		<p>全检查方法，能进行低碳钢或低合金高强度钢板对接平焊熔化极气体保护焊所用设备、工具、夹具和气体的安全检查</p> <p>6.1.2 掌握坡口的清理、组对及工件定位焊的工艺要领，能进行低碳钢或低合金高强度钢板对接平焊熔化极气体保护焊坡口的清理、组对及定位焊</p> <p>6.1.3 掌握焊接变形的基本知识，能根据焊接工艺要求预留低碳钢或低合金高强度钢板对接平焊熔化极气体保护焊焊件的反变形量</p>
	6.2 焊接操作	<p>6.2.1 掌握焊接参数的选择及其对焊缝成形的影响，能根据焊接工艺要求确定低碳钢或低合金高强度钢板对接平焊熔化极气体保护焊焊接参数</p> <p>6.2.2 掌握熔化极气体保护焊引弧、焊接、收弧的操作方法，能进行低碳钢或低合金高强度钢板对接平焊熔化极气体保护焊引弧、焊接、收弧等操作</p> <p>6.2.3 能进行低碳钢或低合金高强度钢板对接平焊熔化极气体保护焊双面焊打底焊道背面清根处理</p>
	6.3 焊后检查	<p>6.3.1 掌握熔化极气体保护焊接头表面清理方法，能对低碳钢或低合金高强度钢板对接平焊熔化极气体保护焊接头表面清理</p> <p>6.3.2 掌握接头表面缺陷及外观质量自检的相关知识，能对低碳钢或低合金高强度钢板对接平焊熔化极气体保护焊的外观质量进行自检</p>
7. 低碳钢或低合金高强度钢板搭接平角焊焊条电弧焊或熔化极气体保护焊	7.1 焊前准备	<p>7.1.1 掌握气体保护焊所用设备、工具、夹具和气体安全检查方法，能进行低碳钢或低合金高强度钢板搭接平角焊焊条电弧焊或熔化极气体保护焊所用设备、工具、夹具和气体的安全检查</p> <p>7.1.2 掌握坡口的清理、组对及工件定位焊的工艺要领，能进行低碳钢或低合金高强度钢板搭接平角焊焊条电弧焊或熔化极气体保护焊坡口的清理、组对及定位焊</p> <p>7.1.3 掌握焊接变形的基本知识，能根据焊接工艺要求预留低碳钢或低合金高强度钢板搭接平角焊焊条电弧焊或熔化极气体保护焊焊件的反变形量</p>
	7.2 焊接操作	<p>7.2.1 掌握焊接参数的选择及其对焊缝成形的影响，能根据焊接工艺要求确定低碳钢或低合金高强度钢板搭接平角焊焊条电弧焊或熔化极气体保护焊焊接参数</p> <p>7.2.2 掌握熔化极气体保护焊引弧、焊接、收弧的操作方法，能进行低碳钢或低合金高强度钢板搭接平角焊焊条电弧焊或熔化极气体保护焊引弧、焊接、收弧等操作</p>
	7.3 焊后检查	<p>7.3.1 掌握熔化极气体保护焊接头表面清理方法，能低碳钢或低合金高强度钢板搭接平角焊焊条电弧焊或熔化极气体保护焊接头表面清理</p>

		7.3.2 掌握接头表面缺陷及外观质量自检的相关知识，能对低碳钢或低合金高强度钢板搭接平角焊焊条电弧焊或熔化极气体保护焊接头的外观质量进行自检
8. 低碳钢或低合金高强度钢板对接平焊钨极氩弧焊	8.1 焊前准备	8.1.1 掌握钨极氩弧焊所用设备、工具、夹具和气体安全检查方法，能按照通用规范独立对低碳钢或低合金高强度钢板对接平焊钨极氩弧焊所用设备、工具和夹具进行安全检查 8.1.2 掌握坡口的清理、组对及工件定位焊的工艺要领，能按照通用规范独立进行低碳钢或低合金高强度钢板对接平焊钨极氩弧焊待焊区的清理、坡口组对及定位焊 8.1.3 掌握焊接变形的基本知识，能根据焊接工艺要求正确预留低碳钢或低合金高强度钢板对接平焊钨极氩弧焊焊件的反变形量
	8.2 焊接操作	8.2.1 掌握焊接参数的选择及其对焊缝成形的影响，能根据焊接工艺要求确定低碳钢或低合金高强度钢板对接平焊钨极氩弧焊焊接参数 8.2.2 掌握钨极氩弧焊引弧、焊接、收弧的操作方法，能进行低碳钢或低合金高强度钢板对接平焊钨极氩弧焊的引弧、焊接、收弧等操作
	8.3 焊后检查	8.3.1 掌握钨极氩弧焊接头表面清理方法，能对低碳钢或低合金高强度钢板对接平焊钨极氩弧焊接头表面清理 8.3.2 掌握接头表面缺陷及外观质量自检的相关知识，能对低碳钢或低合金高强度钢板对接平焊钨极氩弧焊接头外观质量进行自检
9. 低碳钢或低合金高强度钢管对接水平转动钨极氩弧焊	9.1 焊前准备	9.1.1 掌握钨极氩弧焊所用设备、工具、夹具和气体安全检查方法，能进行低碳钢或低合金高强度钢管对接水平转动钨极氩弧焊所用设备、工具和夹具的安全检查 9.1.2 掌握坡口的清理、组对及工件定位焊的工艺要领，能进行低碳钢或低合金高强度钢管对接水平转动钨极氩弧焊坡口的清理、组对及定位焊
	9.2 焊接操作	9.2.1 掌握焊接参数的选择及其对焊缝成形的影响，能根据焊接工艺要求确定低碳钢或低合金高强度钢管对接水平转动钨极氩弧焊的焊接参数 9.2.2 掌握钨极氩弧焊引弧、焊接、收弧的操作方法，能进行低碳钢或低合金高强度钢管对接水平转动钨极氩弧焊的引弧、焊接、收弧等操作 9.2.3 能进行钨极氩弧焊稳定手动送丝操作
	9.3 焊后检查	9.3.1 掌握钨极氩弧焊接头表面清理方法，能对低碳钢或低合金高强度钢管对接水平转动钨极氩弧焊接头表面清理 9.3.2 掌握接头表面缺陷及外观质量自检的相关知识，

		能对低碳钢或低合金高强度钢管对接水平转动钨极氩弧焊对接接头外观质量进行自检
10. 不锈钢板或铝板对接平焊和 T 形接头平角焊钨极氩弧焊	10.1 焊前准备	<p>10.1.1 掌握钨极氩弧焊所用设备、工具、夹具和气体安全检查方法，能按照通用规范独立对不锈钢板或铝板对接平焊和 T 形接头平角焊钨极氩弧焊所用设备、工具和夹具进行安全检查</p> <p>10.1.2 掌握坡口的清理、组对及工件定位焊的工艺要领，能按照通用规范独立进行不锈钢板或铝板对接平焊和 T 形接头平角焊钨极氩弧焊待焊区的清理、坡口组对及定位焊</p> <p>10.1.3 掌握焊接变形的基本知识，能根据焊接工艺要求正确预留不锈钢板或铝板对接平焊和 T 形接头平角焊钨极氩弧焊焊件的反变形量</p>
	10.2 焊接操作	<p>10.2.1 掌握焊接参数的选择及其对焊缝成形的影响，能根据焊接工艺要求确定不锈钢板或铝板对接平焊和 T 形接头平角焊钨极氩弧焊焊接参数</p> <p>10.2.2 掌握钨极氩弧焊引弧、焊接、收弧的操作方法，能进行不锈钢板或铝板对接平焊和 T 形接头平角焊钨极氩弧焊的引弧、焊接、收弧等操作</p>
	10.3 焊后检查	<p>10.3.1 掌握钨极氩弧焊接头表面清理方法，能对不锈钢板或铝板对接平焊和 T 形接头平角焊钨极氩弧焊接头表面清理</p> <p>10.3.2 掌握接头表面缺陷及外观质量自检的相关知识，能对不锈钢板或铝板对接平焊和 T 形接头平角焊钨极氩弧焊接头外观质量进行自检</p>
11. 低碳钢或低合金高强度钢火焰钎焊	11.1 焊前准备	<p>11.1.1 掌握火焰钎焊所用设备、工具、夹具和气体安全检查方法，能进行低碳钢或低合金高强度钢火焰钎焊所用设备、工具和夹具的安全检查</p> <p>11.1.2 掌握火焰钎焊用工件及钎料的清理方法、钎焊间隙选择原则，能进行低碳钢或低合金高强度钢火焰钎焊用工件的表面清理、装配和固定</p> <p>11.1.3 掌握火焰钎焊用可燃气体、助燃气体、焊炬、钎料、钎剂、阻流剂等材料的选用原则，能根据低碳钢或低合金高强度钢火焰钎焊工艺文件选择钎料、钎剂、阻流剂</p>
	11.2 焊接操作	<p>11.2.1 掌握火焰钎焊工艺要领，能进行低碳钢或低合金高强度钢火焰钎焊用火焰类型的调整</p> <p>11.2.2 掌握火焰钎焊的操作方法，能进行低碳钢或低合金高强度钢火焰钎焊加热、施加钎料/钎剂、液态钎料填缝、冷却等操作</p>
	11.3 焊后检查	<p>11.3.1 掌握火焰钎焊接头清洗方法，能对低碳钢或低合金高强度钢火焰钎焊接头进行清洗</p> <p>11.3.2 掌握火焰钎焊接头表面缺陷及外观质量自检的相关知识，能对低碳钢或低合金高强度钢火焰钎焊</p>

		接头的外观质量进行自检
12.低碳钢或低合金高强度钢简单结构件机器人弧焊	12.1 焊前准备	<p>12.1.1 掌握弧焊机器人安全识别方法，包括安全标志、检查方法、个人安全防护、操作环境识别等，并能采取相应的措施预防和消除隐患</p> <p>12.1.2 掌握弧焊机器人系统组成、功能特点及选用方法、主要技术指标及使用方法，包括周边设备与防护装置的组成、功能特点及使用方法、通讯接口等</p> <p>12.1.3 掌握常用的电弧焊方法原理、特点及应用，包括焊丝的型号、规格及使用方法，弧焊电源的使用方法，焊接电流、焊接速度、干伸长度、焊接角度、保护气体等工艺参数对焊缝形成的影响等，能够正确启动关闭电源、气路以及更换焊枪与焊丝</p> <p>12.1.4 掌握焊前准备要求，能按照设备环境、安全、运行规程，进行检查，能按照机器人焊接工艺文件，检查待焊工件表面清理和装配是否合格，能合理装夹焊接件，确保机器人焊接过程运行的安全性和可达性，能进行机器人系统的水、电、气和焊接材料的检查与更换</p>
	12.2 焊接操作	<p>12.2.1 掌握弧焊机器人系统基本操作方法，能正确启动弧焊机器人系统、检查和解除系统报警，能进行示教器急停开关的检查，能够正确关闭弧焊机器人系统</p> <p>12.2.2 掌握焊接机器人示教编程方法，能进行坐标系的选择与设定、TCP 检查与矫正、创建程序文件，能根据焊接任务要求，确定各示教点的特性（空走、起弧、收弧等），并正确选用插补方式、能进行直线、圆弧、直线摆动、圆弧摆动等示教编程</p> <p>12.2.3 掌握程序执行与编辑方法，能启动、中断和恢复程序文件运行、进行示教跟踪运行，查验程序的正确性、能对程序文件进行修改、删除、复制和粘贴等编辑操作、能保存、备份和删除程序文件</p> <p>12.2.4 掌握焊接机器人的焊接方法，能进行低碳钢或低合金高强度钢薄板平、立对接机器人编程与焊接，能进行碳钢薄板平、立角接机器人编程与焊接，能进行低碳钢或低合金高强度钢薄壁管板水平固定（骑座式）机器人编程与焊接，能进行低碳钢或低合金高强度钢中厚板平、立角接机器人摆动编程与焊接，能进行低碳钢或低合金高强度钢中厚壁管板水平固定（骑座式）机器人摆动编程与焊接，能进行低碳钢或低合金高强度钢薄板平角焊缝内、外拐角机器人编程与焊接</p>
	12.3 焊后检查	<p>12.3.1 掌握焊缝外观质量检测规则，能熟知焊缝外观质量检测标准，正确使用和保养焊缝测量工具，能根据产品技术要求进行焊缝外观质量检测，能根据检测结果评判焊缝外观质量</p>

		<p>12.3.2 掌握弧焊机器人维护与保养方法，包括机器人本体、弧焊电源、示教器以及辅助设备的维护与保养，能够按规范要求对机器人本体、弧焊电源、示教器以及辅助设备进行了清理、检查、判断和必要的更换</p>
13.焊件检测	13.1 射线检测	<p>13.1.1 掌握 X 射线机的种类、主要技术参数、工作过程和使用方法，了解 γ 射线源的主要特性参数、γ 射线检测设备的特点，能根据操作指导书选择胶片、像质计，并进行检测识别编号，能使用黑白密度计完成射线照相底片黑度值的测量，能按照工艺要求完成胶片灰雾度测试和化学试剂性能测试</p> <p>13.1.2 掌握射线检测操作方法，能正确进行透照布置（贴片、对位），能正确摆放像质计与检测标识，能正确采取散射线防护措施，并调节透照参数，完成试件曝光，能正确进行暗室处理，得到黑度和对比度合格的底片，能正确识别底片上的焊接缺陷</p> <p>13.1.3 掌握辐射安全防护要求，能采取正确的辐射防护措施</p>
	13.2 超声检测	<p>13.2.1 掌握超声检测仪的作用和分类，超声探头探头的结构、主要性能及型号，能完成直探头与斜探头各种性能测试</p> <p>13.2.2 掌握超声检测操作方法，能根据作业指导书，正确调节检测灵敏度，正确选用探头与耦合剂，能根据作业指导书，进行扫查方式选用、扫描速度的调节、检测灵敏度的调节等检测操作</p> <p>13.2.3 掌握波形的识别方法，能正确识别波形显示，并根据波形显示，正确识别缺陷指示、定位和定量指示</p> <p>13.2.4 掌握超声检测记录要求，作出正确、完整的检测记录</p>
	13.3 磁粉检测	<p>13.3.1 掌握磁粉检测设备的使用与校正方法，能正确配置磁悬液（包括磁悬液浓度测试），测试磁轭提升力，能正确使用测温仪、白光辐照度计/黑光辐照度计及磁场强度计等，能根据作业指导书，实施灵敏度性能校验</p> <p>13.3.2 掌握磁粉检测操作方法，能正确开、关检测设备，安全吊装和夹持工件，能正确设置磁化规范、施加磁悬液、对试件进行磁化与退磁，能正确识别磁痕相关显示</p> <p>13.3.3 掌握磁粉检测记录要求，能正确识别相关显示，并作出正确、完整的检测记录</p>
	13.4 渗透检测	<p>13.4.1 掌握渗透检测的基础知识，能正确利用标准试块进行系统灵敏度测试，能正确使用测温仪、白光辐照度计/黑光辐照度计，能正确使用灵敏度试片进行系统性能测试</p>

		<p>13.4.2 掌握渗透检测操作方法，能选择合适的方法并进行表面预处理，能正确施加渗透剂，并保持润湿，能去除多余渗透剂，且达到效果良好，能正确施加显像剂，显像剂薄而均匀</p> <p>13.4.3 掌握渗透检测记录要求，作出正确、完整的检测记录</p>
	13.5 涡流检测	<p>13.5.1 掌握涡流检测的基础知识，能完成检测系统的性能检查，能使用人工缺陷试样完成综合灵敏度校验</p> <p>13.5.2 掌握涡流检测操作方法，能按照操作指导书完成检测参数的设置，能在特定试样上进行检测，能正确识别缺陷信号和干扰信号</p> <p>13.5.3 掌握涡流检测记录要求，作出正确、完整的检测记录</p>
	13.6 目视检测	<p>13.6.1 掌握目视检测的基础知识，能进行目视检测观察条件的调节和确认，能正确选择和使用仪器、工具</p> <p>13.6.2 掌握目视检测操作方法，能对焊件进行实际检测</p> <p>13.6.3 掌握目视检测记录要求，能正确识别外观缺陷，并作出正确、完整的检测记录</p>

表 2 特殊焊接技术职业技能等级要求（中级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
1. 低碳钢或低合金高强度钢板角接或 T 形接头立角焊焊条电弧焊	1.1 焊前准备	<p>1.1.1 掌握焊条电弧焊所用设备、工具和夹具安全检查方法，能进行低碳钢或低合金高强度钢角接或 T 形接头立角焊焊条电弧焊所用设备、工具和夹具的安全检查</p> <p>1.1.2 掌握焊条电弧焊坡口的清理、组对及工件定位焊的工艺要领，能进行低碳钢或低合金高强度钢角接或 T 形接头立角焊焊条电弧焊坡口的清理、组对及定位焊</p> <p>1.1.3 掌握焊条电弧焊焊接变形的基本知识，能根据焊接工艺要求预留低碳钢或低合金高强度钢角接或 T 形接头立角焊焊条电弧焊焊件的反变形量</p>
	1.2 焊接操作	<p>1.2.1 掌握焊接参数对焊缝成形的影响，能根据焊接工艺要求确定低碳钢或低合金高强度钢角接或 T 形接头立角焊焊条电弧焊焊接参数</p> <p>1.2.2 掌握焊条电弧焊引弧、焊接、收弧的操作方法，能进行低碳钢或低合金高强度钢角接或 T 形接头立角焊焊条电弧焊的引弧、焊接、收弧等操作</p>
	1.3 焊后检查	<p>1.3.1 掌握接头表面清理方法，能对低碳钢或低合金高强度钢角接或 T 形接头立角焊接头表面清理</p> <p>1.3.2 掌握接头表面缺陷及外观质量自检的相关知</p>

		识，能对低碳钢或低合金高强度钢角接或 T 形接头立角焊接头外观质量进行自检
2. 低碳钢或低合金高强度钢板对接横焊和立焊焊条电弧焊	2.1 焊前准备	<p>2.1.1 掌握焊条电弧焊所用设备、工具和夹具安全检查方法，能进行低碳钢或低合金高强度钢板对接横焊和立焊焊条电弧焊所用设备、工具和夹具的安全检查</p> <p>2.1.2 掌握焊条电弧焊坡口的清理、组对及工件定位焊的工艺要领，能进行低碳钢或低合金高强度钢板对接横焊和立焊焊条电弧焊坡口的清理、组对及定位焊</p> <p>2.1.3 掌握焊条电弧焊焊接变形的基本知识，能根据焊接工艺要求预留低碳钢或低合金高强度钢板对接横焊和立焊焊条电弧焊焊件的反变形量</p>
	2.2 焊接操作	<p>2.2.1 掌握焊条电弧焊打底焊道单面焊双面成型的基本知识，能进行低碳钢或低合金高强度钢板对接横焊和立焊焊条电弧焊的打底焊道焊接（含碳弧气刨），实现焊缝单面焊双面成形</p> <p>2.2.2 掌握焊条电弧焊焊道清理及填充焊道焊接的操作方法，能进行低碳钢或低合金高强度钢板对接横焊和立焊焊条电弧焊焊道清理，确定填充焊道的运条方式</p>
	2.3 焊后检查	<p>2.3.1 掌握焊条电弧焊接头表面清理方法，能对低碳钢或低合金高强度钢板对接横焊和立焊焊条电弧焊接头表面清理</p> <p>2.3.2 掌握焊条电弧焊接头表面缺陷及其外观质量自检的相关知识，能对低碳钢或低合金高强度钢板对接横焊和立焊焊条电弧焊接头的外观质量进行自检</p>
3. 低碳钢或低合金高强度钢管对接垂直和水平固定焊条电弧焊	3.1 焊前准备	<p>3.1.1 掌握焊条电弧焊焊材选择原则，能选择低碳钢或低合金高强度钢管对接垂直和水平固定焊条电弧焊焊条</p> <p>3.1.2 掌握焊条电弧焊定位焊位置选择原则，能选择低碳钢或低合金高强度钢管对接垂直和水平固定焊条电弧焊定位焊位置</p>
	3.2 焊接操作	<p>3.2.1 掌握焊条电弧焊焊条角度对焊缝成形的影响，能根据低碳钢或低合金高强度钢管对接垂直和水平固定焊条电弧焊焊接位置调整焊条角度</p> <p>3.2.2 掌握焊条电弧焊焊接操作方法，能进行低碳钢或低合金高强度钢管对接垂直和水平固定焊条电弧焊打底焊道、填充焊道及盖面焊道焊接</p>
	3.3 焊后检查	<p>3.3.1 掌握焊条电弧焊接头表面清理方法，能对低碳钢或低合金高强度钢管对接垂直和水平固定焊条电弧焊接头表面清理</p> <p>3.3.2 掌握焊条电弧焊接头表面缺陷及其外观质量自检的相关知识，能对低碳钢或低合金高强度钢管对接垂直和水平固定焊条电弧焊接头的外观质量进行自检</p>

4. 低碳钢或低合金高强度钢管板垂直(仰位)和水平固定(骑座式)焊条电弧焊	4.1 焊前准备	<p>4.1.1 掌握焊条电弧焊焊材选择原则,能选择低碳钢或低合金高强度钢管板垂直(仰位)和水平固定(骑座式)焊条电弧焊焊条</p> <p>4.1.2 掌握焊条电弧焊定位焊位置选择原则,能选择低碳钢或低合金高强度钢管板垂直(仰位)和水平固定(骑座式)焊条电弧焊定位焊位置</p>
	4.2 焊接操作	<p>4.2.1 掌握焊条电弧焊焊条角度对焊缝成形的影响,能根据低碳钢或低合金高强度钢管板垂直(仰位)和水平固定(骑座式)焊条电弧焊焊接位置调整焊条角度</p> <p>4.2.2 掌握焊条电弧焊焊接操作方法,能进行低碳钢或低合金高强度钢管板垂直(仰位)和水平固定(骑座式)焊条电弧焊焊接</p>
	4.3 焊后检查	<p>4.3.1 掌握焊条电弧焊接头表面清理方法,能低碳钢或低合金高强度钢管板垂直(仰位)和水平固定(骑座式)焊条电弧焊接头表面清理</p> <p>4.3.2 掌握焊条电弧焊接头表面缺陷及其外观质量自检的相关知识,能对低碳钢或低合金高强度钢管板垂直(仰位)和水平固定(骑座式)焊条电弧焊接头的外观质量进行自检</p>
5. 低碳钢或低合金高强度钢、不锈钢、铝及铝合金板对接横焊和立焊熔化极气体保护焊	5.1 焊前准备	5.1.1 掌握熔化极气体保护焊焊接变形的基本知识,能根据焊接工艺要求预留低碳钢或低合金高强度钢、不锈钢、铝及铝合金板对接横焊和立焊熔化极气体保护焊焊件的反变形量
	5.2 焊接操作	<p>5.2.1 掌握熔化极气体保护焊打底焊道单面焊双面成形的基本知识,能进行低碳钢或低合金高强度钢、不锈钢、铝及铝合金板对接横焊和立焊熔化极气体保护焊的打底焊道焊接,实现焊缝单面焊双面成形</p> <p>5.2.2 掌握熔化极气体保护焊填充焊道及盖面焊道焊接的操作方法,能进行低碳钢或低合金高强度钢、不锈钢、铝及铝合金板对接横焊和立焊熔化极气体保护焊填充焊道、盖面焊道的焊接</p>
	5.3 焊后检查	<p>5.3.1 掌握熔化极气体保护焊接头表面清理方法,能对低碳钢或低合金高强度钢、不锈钢、铝及铝合金板对接横焊和立焊熔化极气体保护焊接头表面清理</p> <p>5.3.2 掌握熔化极气体保护焊接头表面缺陷及其外观质量自检的相关知识,能低碳钢或低合金高强度钢、不锈钢、铝及铝合金板对接横焊和立焊熔化极气体保护焊接头的外观质量进行自检</p>
6. 低合金高强度钢管对接垂直和水平固定熔化极气体	6.1 焊前准备	<p>6.1.1 掌握熔化极气体保护焊焊材选择原则,能选择低合金高强度钢管对接垂直和水平固定熔化极气体保护焊焊丝和保护气体</p> <p>6.1.2 掌握熔化极气体保护焊定位焊位置选择原则,能选择低合金高强度钢管对接垂直和水平固定熔化极气体保护焊定位焊位置</p>

保护焊	6.2 焊接操作	<p>6.2.1 掌握熔化极气体保护焊焊枪角度对焊缝成形的影响，能根据低合金高强度钢管对接垂直和水平固定熔化极气体保护焊的焊接位置调整焊枪角度</p> <p>6.2.2 掌握熔化极气体保护焊焊接操作方法，能进行低合金高强度钢管对接垂直和水平固定熔化极气体保护焊打底焊道、填充焊道及盖面焊道焊接</p>
	6.3 焊后检查	<p>6.3.1 掌握熔化极气体保护焊接头表面清理方法，能对低合金高强度钢管对接垂直和水平固定熔化极气体保护焊接头表面清理</p> <p>6.3.2 掌握熔化极气体保护焊接头表面缺陷及其外观质量自检的相关知识，能对低合金高强度钢管对接垂直和水平固定熔化极气体保护焊接头的外观质量进行自检</p>
7. 低碳钢或低合金高强度钢管板垂直(仰位)和水平固定(骑座式)熔化极气体保护焊	7.1 焊前准备	<p>7.1.1 掌握气体保护焊焊材选择原则，能选择低碳钢或低合金高强度钢管板垂直(仰位)和水平固定(骑座式)熔化极气体保护焊焊丝和保护气体</p> <p>7.1.2 掌握气体保护焊定位焊位置选择原则，能选择低碳钢或低合金高强度钢管板垂直(仰位)和水平固定(骑座式)熔化极气体保护焊定位焊位置</p>
	7.2 焊接操作	<p>7.2.1 掌握气体保护焊焊枪角度对焊缝成形的影响，能根据低碳钢或低合金高强度钢管板垂直(仰位)和水平固定(骑座式)熔化极气体保护焊的焊接位置调整焊枪角度</p> <p>7.2.2 掌握气体保护焊焊接操作方法，能进行低碳钢或低合金高强度钢管板垂直(仰位)和水平固定(骑座式)熔化极气体保护焊打底焊道、填充焊道及盖面焊道焊接</p>
	7.3 焊后检查	<p>7.3.1 掌握气体保护焊接头表面清理方法，能低碳钢或低合金高强度钢管板垂直(仰位)和水平固定(骑座式)熔化极气体保护焊接头表面清理</p> <p>7.3.2 掌握气体保护焊接头表面缺陷及其外观质量自检的相关知识，能对低碳钢或低合金高强度钢管板垂直(仰位)和水平固定(骑座式)熔化极气体保护焊接头的外观质量进行自检</p>
8. 不锈钢及铝板对接横焊和立焊钨极氩弧焊	8.1 焊前准备	<p>8.1.1 掌握钨极氩弧焊焊接变形的基本知识，能根据焊接工艺要求预留不锈钢及铝板对接横焊和立焊钨极氩弧焊焊件的反变形量</p> <p>8.1.2 掌握钨极氩弧焊焊接材料选择原则，能选择不锈钢及铝板对接横焊和立焊钨极氩弧焊焊丝</p>
	8.2 焊接操作	<p>8.2.1 掌握钨极氩弧焊的操作方法，能进行不锈钢及铝板对接横焊和立焊钨极氩弧焊的打底焊道、填充焊道、盖面焊道的焊接</p> <p>8.2.2 掌握钨极氩弧焊双面焊打底焊道背面清根处理要求，能进行不锈钢及铝板对接横焊和立焊钨极氩弧</p>

		焊双面焊打底焊道背面清根处理
	8.3 焊后检查	<p>8.3.1 掌握钨极氩弧焊接头表面清理方法，能对不锈钢及铝板对接横焊和立焊钨极氩弧焊接头表面清理</p> <p>8.3.2 掌握钨极氩弧焊接头表面缺陷及其外观质量自检的相关知识，能对不锈钢及铝板对接横焊和立焊钨极氩弧焊接头的外观质量进行自检</p>
9. 低碳钢或低合金高强度钢管板垂直(仰位)和水平固定(骑座式)钨极氩弧焊	9.1 焊前准备	<p>9.1.1 掌握钨极氩弧焊焊接材料选择原则，能选择低碳钢或低合金高强度钢管板垂直(仰位)和水平固定(骑座式)钨极氩弧焊喷嘴、钨极和焊丝</p> <p>9.1.2 掌握钨极氩弧焊定位焊位置选择原则，能选择低碳钢或低合金高强度钢管板垂直(仰位)和水平固定(骑座式)钨极氩弧焊定位焊位置</p>
	9.2 焊接操作	<p>9.2.1 掌握钨极氩弧焊焊枪角度、送丝方式对焊缝成形的影响，能根据低碳钢或低合金高强度钢管板垂直(仰位)和水平固定(骑座式)钨极氩弧焊的焊接位置调整焊枪角度和送丝方式</p> <p>9.2.2 掌握钨极氩弧焊焊接操作方法，能进行低碳钢或低合金高强度钢管板垂直(仰位)和水平固定(骑座式)钨极氩弧焊打底焊道、填充焊道及盖面焊道焊接</p>
	9.3 焊后检查	<p>9.3.1 掌握钨极氩弧焊接头表面清理方法，能对低碳钢或低合金高强度钢管板垂直(仰位)和水平固定(骑座式)钨极氩弧焊接头表面清理</p> <p>9.3.2 掌握钨极氩弧焊接头表面缺陷及其外观质量自检的相关知识，能对低碳钢或低合金高强度钢管板垂直(仰位)和水平固定(骑座式)钨极氩弧焊接头的外观质量进行自检</p>
10. 铜及铜合金火焰钎焊	10.1 焊前准备	<p>10.1.1 掌握火焰钎焊前表面处理要求，能进行铜及铜合金火焰钎焊前的表面处理</p> <p>10.1.2 掌握火焰钎焊间隙选择与装配要求，能采用夹具调整铜及铜合金火焰钎焊间隙、装配和固定</p> <p>10.1.3 掌握火焰钎焊钎料及钎剂选用原则，能选择铜及铜合金火焰钎焊用钎料及钎剂</p>
	10.2 焊接操作	<p>10.2.1 掌握火焰钎焊工艺要求，能根据铜及铜合金火焰钎焊的接头结构形式选择火焰类别、加热方式及钎料、钎剂的施加方法</p> <p>10.2.2 掌握火焰钎焊的操作方法，能进行铜及铜合金火焰钎焊加热、液态钎料填缝、冷却等操作</p>
	10.3 焊后检查	<p>10.3.1 掌握火焰钎焊接头表面清理方法，能对铜及铜合金火焰钎焊接头表面清理</p> <p>10.3.2 掌握火焰钎焊接头表面缺陷及外观质量自检的相关知识，能对铜及铜合金火焰钎焊的外观质量进行自检</p>
11. 低碳钢、低合	11.1 焊前准备	11.1.1 掌握埋弧平焊焊接变形的基本知识，能根据焊接工艺要求预留低碳钢、低合金高强度钢以及不锈钢

金高强度钢以及不锈钢板对接埋弧平焊（自动化焊）		<p>板对接埋弧平焊焊件的反变形量</p> <p>11.1.2 掌握埋弧自动焊焊接材料选择原则，能选择低碳钢、低合金高强度钢以及不锈钢埋弧焊的焊丝、焊剂</p> <p>11.1.3 掌握埋弧自动焊引熄弧板规格及装配</p> <p>11.1.4 掌握埋弧自动焊焊接参数选择知识，焊接电流、电弧电压、焊接速度选择对低碳钢、低合金高强度钢以及不锈钢材料焊接成形影响</p>
	11.2 焊接操作	<p>11.2.1 掌握埋弧平焊焊接的操作方法，能进行低碳钢、低合金高强度钢以及不锈钢板对接埋弧平焊的打底焊道、填充焊道、盖面焊道的焊接</p> <p>11.2.2 掌握埋弧平焊双面焊打底焊道背面清根处理要求，能进行低碳钢、低合金高强度钢以及不锈钢板对接埋弧平焊双面焊打底焊道背面清根处理</p>
	11.3 焊后检查	<p>11.3.1 掌握埋弧平焊接头表面清理方法，能对低碳钢、低合金高强度钢以及不锈钢板对接埋弧平焊接头表面清理</p> <p>11.3.2 掌握埋弧平焊接头表面缺陷及其外观质量自检的相关知识，能对低碳钢、低合金高强度钢以及不锈钢板对接埋弧平焊接头的外观质量进行自检</p>
12. 低碳钢或不锈钢板对接立焊自动激光焊	12.1 焊前准备	<p>12.1.1 掌握激光焊前接头表面处理要求，能进行低碳钢或不锈钢板对接立焊自动激光焊的接头表面清理</p> <p>12.1.2 掌握低碳钢或不锈钢板对接立焊自动激光焊定位焊位置选择原则，能选择低碳钢或不锈钢板对接立焊自动激光焊定位焊位置</p> <p>12.1.3 掌握激光焊间隙选择原则，能选择低碳钢或不锈钢板对接立焊自动激光焊工件间隙，满足单面焊双面成形的焊接要求</p> <p>12.1.4 掌握激光焊焊接变形的基本知识，能根据焊接工艺要求预留低碳钢或不锈钢板对接立焊自动激光焊焊件的反变形量</p>
	12.2 焊接操作	<p>12.2.1 掌握自动激光焊的参数选择设定及自动化设备的操作原则，能正确通过自动化设备设定激光功率、焊接速度、离焦量、入射角、保护气等焊接参数，确保自动激光焊接过程中各项参数的正确稳定</p> <p>12.2.2 掌握自动激光焊引弧、焊接、收弧的操作方法，能进行低碳钢或不锈钢板对接立焊自动激光焊的引弧、焊接、收弧等操作</p> <p>12.2.3 掌握自动激光焊的激光安全防护，在焊接过程中采取正确的激光防护措施</p>
	12.3 焊后检查	<p>12.3.1 掌握激光焊接头表面清理方法，能对低碳钢或不锈钢板对接立焊自动激光焊接头表面清理</p> <p>12.3.2 掌握激光焊接头表面缺陷及其外观质量自检的相关知识，能对低碳钢或不锈钢板对接立焊自动激</p>

		光焊接头的外观质量进行自检
13. 低碳钢或不锈钢管对接水平转动自动激光焊	13.1 焊前准备	<p>13.1.1 掌握激光焊前接头表面处理要求,能进行低碳钢或不锈钢管对接水平转动自动激光焊的接头表面清理</p> <p>13.1.2 掌握低碳钢或不锈钢管对接水平转动自动激光焊定位焊位置选择原则,能选择低碳钢或不锈钢管对接水平转动自动激光焊定位焊位置</p> <p>13.1.3 掌握激光焊间隙选择原则,能选择低碳钢或不锈钢管对接水平转动自动激光焊工件间隙,满足单面焊双面成形的焊接要求</p> <p>13.1.4 掌握激光焊焊接变形的基本知识,能根据焊接工艺要求预留低碳钢或不锈钢管对接水平转动自动激光焊焊件的反变形量</p>
	13.2 焊接操作	<p>13.2.1 掌握自动激光焊的参数选择设定及自动化设备的操作原则,能正确通过自动化设备设定激光功率、焊接速度、离焦量、入射角、保护气等焊接参数,确保自动激光焊接过程中各项参数的正确稳定</p> <p>13.2.2 掌握自动激光焊引弧、焊接、收弧的操作方法,能进行低碳钢或不锈钢管对接水平转动自动激光焊的引弧、焊接、收弧等操作</p> <p>13.2.3 掌握自动激光焊的激光安全防护,在焊接过程中采取正确的激光防护措施</p>
	13.3 焊后检查	<p>13.3.1 掌握激光焊接头表面清理方法,能对低碳钢或不锈钢管对接水平转动自动激光焊接头表面清理</p> <p>13.3.2 掌握激光焊接头表面缺陷及其外观质量自检的相关知识,能对低碳钢或不锈钢管对接水平转动自动激光焊接头的外观质量进行自检</p>
14. 低合金高强度钢板带极埋弧堆焊	14.1 焊前准备	<p>14.1.1 掌握带极埋弧耐蚀堆焊所用设备、工具和夹具安全检查方法,能进行低合金高强度钢板带极埋弧耐蚀堆焊所用焊接设备、工具、夹具和周边设备安全检查及维护</p> <p>14.1.2 能根据耐蚀堆焊技术要求制定焊接工艺</p> <p>14.1.3 能进行带极埋弧耐蚀堆焊焊件的清理、装夹</p> <p>14.1.4 能进行带极埋弧耐蚀堆焊设备的参数调节与轨迹模拟</p>
	14.2 焊接操作	<p>14.2.1 掌握带极埋弧耐蚀堆焊操作方法,能根据实际情况进行带极埋弧耐蚀堆焊焊接参数调整</p> <p>14.2.2 能处理常见的带极埋弧耐蚀堆焊设备故障</p> <p>14.2.3 能进行低合金高强度钢板带极埋弧耐蚀堆焊操作</p>
	14.3 焊后检查	<p>14.3.1 掌握带极埋弧耐蚀堆焊接头表面缺陷及外观质量自检的相关知识,能正确测量带极埋弧耐蚀堆焊焊缝尺寸及性能</p> <p>14.3.2 能对堆焊焊件外观质量进行自检,并能正确分析带极埋弧耐蚀堆焊焊缝缺陷的产生原因,提出预防、</p>

		解决缺陷方案
15. 低合金高强度钢管内壁CO ₂ 气体保护堆焊	15.1 焊前准备	<p>15.1.1 掌握CO₂气体保护焊耐蚀堆焊所用设备、工具和夹具安全检查方法，能进行低合金高强度钢管内壁CO₂气体保护焊耐蚀堆焊所用焊接设备、工具、夹具和周边设备安全检查及维护</p> <p>15.1.2 能根据耐蚀堆焊技术要求制定焊接工艺</p> <p>15.1.3 能进行耐蚀堆焊焊件的清理、装夹</p>
	15.2 焊接操作	<p>15.2.1 掌握CO₂气体保护焊耐蚀堆焊操作方法，能根据实际情况进行CO₂气体保护焊耐蚀堆焊焊接参数调整</p> <p>15.2.2 能处理常见的CO₂气体保护焊耐蚀堆焊设备故障</p> <p>15.2.3 能进行低合金高强度钢管内壁CO₂气体保护焊耐蚀堆焊操作</p>
	15.3 焊后检查	<p>15.3.1 掌握CO₂气体保护焊耐蚀堆焊接头表面缺陷及外观质量自检的相关知识，能正确测量CO₂气体保护焊耐蚀堆焊焊缝尺寸及性能</p> <p>15.3.2 能对堆焊焊件外观质量进行自检，并能正确分析CO₂气体保护焊耐蚀堆焊焊缝缺陷的产生原因，并能提出预防、解决缺陷方案</p>
16. 低合金高强度钢管内壁钨极氩弧堆焊	16.1 焊前准备	<p>16.1.1 掌握钨极氩弧焊耐蚀堆焊所用设备、工具和夹具安全检查方法，能进行低合金高强度钢管内壁钨极氩弧焊耐蚀堆焊所用焊接设备、工具、夹具和周边设备安全检查及维护</p> <p>16.1.2 能根据耐蚀堆焊技术要求制定焊接工艺</p> <p>16.1.3 能进行耐蚀堆焊焊件的清理、装夹</p>
	16.2 焊接操作	<p>16.2.1 掌握钨极氩弧焊耐蚀堆焊操作方法，能根据实际情况进行钨极氩弧焊耐蚀堆焊焊接参数调整</p> <p>16.2.2 能处理常见的钨极氩弧焊耐蚀堆焊设备故障</p> <p>16.2.3 能进行低合金高强度钢管内壁钨极氩弧焊耐蚀堆焊操作</p>
	16.3 焊后检查	<p>16.3.1 掌握钨极氩弧焊耐蚀堆焊接头表面缺陷及外观质量自检的相关知识，能正确测量钨极氩弧焊耐蚀堆焊焊缝尺寸及及性能</p> <p>16.3.2 能对堆焊焊件外观质量进行自检，并能正确分析钨极氩弧焊耐蚀堆焊焊缝缺陷的产生原因，并能提出预防、解决缺陷方案</p>
17. 低碳钢或低合金高强度钢中等复杂结构件机器人弧焊	17.1 焊前准备	<p>17.1.1 掌握焊前准备要求，能根据技术要求对焊件进行结构和尺寸检查，能够根据技术文件装配焊接接头和定位焊点，能对焊件的放置状态进行安全性和机器人焊接可达性检查，能对机器人焊接系统进行安全检查与性能调试，能按照环保和安全要求对作业环境进行检查</p> <p>17.1.2 掌握机器人与外部轴联动的编程方法，包括外部轴设置方法、外部轴联调方法，能进行外部轴路径设置、编号设置、起始号设置、抱闸号设置及外部轴软</p>

		<p>件设定，能进行外部轴零点校准、功能测试，能按照焊接任务，进行外部轴联动焊接编程，能优化和编辑程序，能手动、自动运行联动程序</p> <p>17.1.3 掌握机器人焊接工艺分析方法，包括工艺分析及工艺验证方法，能对被焊结构件进行材料焊接性分析、结构装夹方案分析，能拟定焊接顺序、焊接参数以及焊枪姿态与角度，能拟定机器人焊接工艺，并进行试验评定，能调整与优化机器人焊接工艺，并编写工艺试验报告</p> <p>17.1.4 掌握机器人焊接工艺编制方法，能编制机器人焊接顺序工艺卡、焊接轨迹点工艺卡、焊接参数工艺卡及焊接焊缝质量检验工艺卡</p>
	<p>17.2 焊接操作</p>	<p>17.2.1 掌握工艺制定方法，包括对被焊结构件进行机器人焊接顺序工艺分析、焊接轨迹点工艺分析、焊接参数工艺分析，能制定机器人可执行焊接工艺</p> <p>17.2.2 掌握离线编程的方法，包括软件安装、模型构建、轨迹规划及仿真加工的方法，能安装并正确使用离线编程软件，能根据焊接任务，在模型库中选择调用所需数模构建和布局机器人系统，设置相关参数，合理规划机器人焊接顺序和焊接轨迹点，优化机器人焊接轨迹点设置，能根据焊接任务，创建仿真程序，能测试和运行仿真程序，能导出离线仿真程序，能验证离线仿真程序</p> <p>17.2.3 掌握机器人编程与焊接方法，能进行低碳钢或低合金高强度钢中厚板平、立对接机器人单面焊双面成形、低碳钢或低合金高强度钢中厚板平对接机器人多层多道焊接、低碳钢或低合金高强度钢中厚壁管板垂直固定全位置机器人编程与焊接，能进行、低碳钢或低合金高强度钢中厚板平角焊缝内、外拐角机器人编程与焊接、低碳钢或低合金高强度钢中厚板容器机器人编程与焊接，能根据结构焊接技术要求，进行机器人与外部轴联动编程与焊接</p>
	<p>17.3 焊后检查</p>	<p>17.3.1 掌握焊缝外观质量检测方法，能根据产品技术要求，编写焊缝外观质量检测工艺卡，对焊缝外观检测结果进行分析评判，能对不合格焊缝进行原因分析并提出改进措施，能填写焊缝外观质量检测工艺卡，并撰写质量检测报告</p> <p>17.3.2 掌握焊缝内部质量的分析方法，能根据产品技术要求，编写焊缝内部质量检验工艺文件，能根据产品结构检测需要，进行辅助结构设计，能根据技术要求，对检测结果进行分析评判，能对不合格焊缝进行原因分析并提出改进措施，能根据检测结果，填写焊缝内部质量检测工艺卡，并撰写焊缝内部质量检测报告</p> <p>17.3.3 掌握理化检验结果的分析方法，能根据产品技术</p>

		<p>要求编写焊接接头理化分析方案，能对理化检验报告进行分析，评判焊接接头成分的合格性，能根据力学性能试验与金相分析的结果，评判焊接接头质量的合格性，能根据理化检验的结果，对不合格品进行原因分析，并提出改进措施，能根据检测结果撰写理化分析报告</p> <p>17.3.4 掌握外部轴维护与保养方法，能规范操作将外部轴零点回位，能识别外部轴的异常响声，能对外部轴的电缆、通讯接口进行维护，能进行外部轴电池、机油的更换</p>
18.焊件检测	18.1 射线检测	<p>18.1.1 掌握射线检测照相胶片的构造与特点、感光原理及潜影的形成过程，能制作设备曝光曲线，并根据曲线选择曝光条件</p> <p>18.1.2 掌握黑度计、观片灯测量方法，能完成测定黑度计测量误差、观片灯亮度、底片灰雾度等性能测试，及其符合性评估</p> <p>18.1.3 掌握射线检测操作方法，能根据底片图像特征，正确评估缺陷类型与尺寸，并能作出合理的解释</p> <p>18.1.4 掌握射线检测报告要求，能根据检测结果，编制规范的检测报告</p>
	18.2 超声检测	<p>18.2.1 掌握超声检测设备性能的测试方法，能正确进行仪器-探头组合性能测试、运行核查及符合性评估，能对检测系统进行复核及数据分析</p> <p>18.2.2 掌握超声检测操作方法，能根据静态波形、动态波形、显示位置以及回波高度，判断指示真伪，定量、分级，并能作出合理的解释</p> <p>18.2.3 掌握超声检测报告要求，能根据检测结果，编制规范的检测报告</p>
	18.3 磁粉检测	<p>18.3.1 掌握磁粉检测器材、仪器的测试方法，能对器材、仪器进行符合性测试与评估</p> <p>18.3.2 掌握磁粉检测操作方法，能根据磁痕位置、长度和特征，进行缺陷分类与质量分级，并能作出合理的解释</p> <p>18.3.3 掌握磁粉检测报告要求，能根据检测结果，编制规范的检测报告</p>
	18.4 渗透检测	<p>18.4.1 掌握渗透检测器材、仪器的测试方法，能对器材、仪器进行符合性测试与评估，能进行不同条件下（试剂、温度）对比试验</p> <p>18.4.2 掌握渗透检测操作方法，能正确识别相关指示，根据指示位置和特征，进行缺陷分类与质量分级，并能作出合理的解释</p> <p>18.4.3 掌握渗透检测报告要求，能根据检测结果，编制规范的检测报告</p>
	18.5 涡流检测	<p>18.5.1 掌握涡流检测器材、仪器的测试方法，能对器材、</p>

		<p>仪器进行符合性测试与评估</p> <p>18.5.2 掌握涡流检测操作方法，能根据阻抗幅值、相位及缺陷的延伸性，评估缺陷类型、大小，并能作出合理的解释</p> <p>18.5.3 掌握涡流检测报告要求，能根据检测结果，编制规范的检测报告</p>
	18.6 目视检测	<p>18.6.1 掌握目视检测器材、仪器的测试方法，能对检测仪器、器材进行符合性测试与评估，并能作出合理的解释</p> <p>18.6.2 掌握目视检测操作方法，能根据外观缺陷形貌特征，评估缺陷类型及大小，并准确定级</p> <p>18.6.3 掌握目视检测报告要求，能根据检测结果，编制规范的检测报告</p>

表 3 特殊焊接技术职业技能等级要求（高级）

工作项目	工作内容	职业技能要求
1. 低碳钢或低合金高强度钢管对接 45° 固定焊条电弧焊	1.1 焊前准备	<p>1.1.1 掌握焊条电弧焊焊材选择原则，能选择低碳钢或低合金高强度钢管对接 45° 固定焊条电弧焊焊条</p> <p>1.1.2 掌握焊条电弧焊定位焊位置选择原则，能选择低碳钢或低合金高强度钢管对接 45° 固定焊条电弧焊定位焊位置</p>
	1.2 焊接操作	<p>1.2.1 掌握焊条电弧焊焊条角度对焊缝成形的影响，能根据低碳钢或低合金高强度钢管对接 45° 固定焊条电弧焊焊接位置调整焊条角度</p> <p>1.2.2 掌握焊条电弧焊焊接操作方法，能进行低碳钢或低合金高强度钢管对接 45° 固定焊条电弧焊打底道、填充焊道及盖面焊道焊接</p>
	1.3 焊后检查	<p>1.3.1 掌握焊条电弧焊接头表面清理方法，能对低碳钢或低合金高强度钢管对接 45° 固定焊条电弧焊接头表面清理</p> <p>1.3.2 掌握焊条电弧焊接头表面缺陷及其外观质量自检的相关知识，能对低碳钢或低合金高强度钢管对接 45° 固定焊条电弧焊接头的外观质量进行自检</p>
2. 低合金高强度钢、不锈钢板对接仰焊熔化极气体保护焊	2.1 焊前准备	<p>2.1.1 掌握熔化极气体保护焊间隙选择原则，能选择低合金高强度钢、不锈钢板对接仰焊熔化极气体保护焊工件间隙，满足单面焊双面成形的焊接要求</p> <p>2.1.2 掌握熔化极气体保护焊焊接变形相关知识，能预留低合金高强度钢、不锈钢板对接仰焊熔化极气体保护焊工件反变形量</p>
	2.2 焊接操作	<p>2.2.1 掌握熔化极气体保护焊焊枪角度对焊缝成形的影响，能根据低合金高强度钢、不锈钢板对接仰焊部位调整焊枪角度</p>

		<p>2.2.2 掌握熔化极气体保护焊单面焊双面成形的操作要领，能进行低合金高强度钢、不锈钢板对接仰焊熔化极气体保护焊的打底、填充和盖面焊接，实现打底焊道单面焊双面成形</p>
	2.3 焊后检查	<p>2.3.1 掌握化极气体保护焊接头表面清理操作规程，能进行低合金高强度钢、不锈钢板对接仰焊熔化极气体保护焊接头表面清理</p> <p>2.3.2 掌握熔化极气体保护焊接头表面缺陷及其外观质量自检的相关知识，能对低合金高强度钢、不锈钢板对接仰焊熔化极气体保护焊接头的外观质量进行自检</p>
3. 低合金高强度钢、钛及钛合金板对接仰焊钨极氩弧焊	3.1 焊前准备	<p>3.1.1 掌握钨极氩弧焊含铅表面处理要求，能进行低合金高强度钢、钛及钛合金板对接仰焊钨极氩弧焊待焊区表面进行焊前清理打磨</p> <p>3.1.2 掌握钨极氩弧焊间隙选择原则，能选择低合金高强度钢、钛及钛合金板对接仰焊钨极氩弧焊工件间隙，满足单面焊双面成形的焊接要求</p> <p>3.1.3 掌握钨极氩弧焊焊接变形相关知识，能预留低合金高强度钢、钛及钛合金板对接仰焊钨极氩弧焊工件反变形量</p>
	3.2 焊接操作	<p>3.2.1 掌握钨极氩弧焊焊条施焊角度对焊缝成形的影响，能根据低合金高强度钢、钛及钛合金板对接立焊和仰焊部位调整焊枪施焊角度</p> <p>3.2.2 掌握钨极氩弧焊单面焊双面成形的操作要领，能进行低合金高强度钢、钛及钛合金板对接仰焊钨极氩弧焊的打底、填充和盖面焊接，实现打底焊道单面焊双面成形</p> <p>3.2.3 掌握钨极氩弧焊脉冲弧调试及焊接操作要领，能进行低合金高强度钢、钛及钛合金板对接立焊和仰焊脉冲钨极氩弧焊的焊接</p>
	3.3 焊后检查	<p>3.3.1 掌握钨极氩弧焊接头表面清理方法，能进行低合金高强度钢、钛及钛合金板对接仰焊钨极氩弧焊接头表面清理</p> <p>3.3.2 掌握钨极氩弧焊接头表面缺陷及其外观质量自检的相关知识，能对低合金高强度钢、钛及钛合金板对接仰焊钨极氩弧焊接头的外观质量进行自检</p>
4. 不锈钢及铝管对接45°固定钨极氩弧焊	4.1 焊前准备	<p>4.1.1 掌握钨极氩弧焊焊接材料选择原则，能选择不锈钢及铝管对接45°固定钨极氩弧焊喷嘴、钨极和焊丝</p> <p>4.1.2 掌握钨极氩弧焊定位焊位置选择原则，能选择不锈钢及铝管对接45°固定钨极氩弧焊定位焊位置</p>
	4.2 焊接操作	<p>4.2.1 掌握钨极氩弧焊焊枪角度、送丝方式对焊缝成形的影响，能根据不锈钢及铝管对接45°固定钨极氩弧焊的焊接位置调整焊枪角度和送丝方式</p> <p>4.2.2 掌握钨极氩弧焊焊接操作方法，能进行不锈钢及</p>

		铝管对接 45° 固定钨极氩弧焊打底焊道、填充焊道及盖面焊道焊接
	4.3 焊后检查	4.3.1 掌握钨极氩弧焊接头表面清理方法, 能对不锈钢及铝管对接 45° 固定钨极氩弧焊接头表面清理 4.3.2 掌握钨极氩弧焊接头表面缺陷及其外观质量自检的相关知识, 能对不锈钢及铝管对接 45° 固定钨极氩弧焊接头的外观质量进行自检
5. 钛及钛合金、镍及镍合金管对接 45° 固定钨极氩弧焊	5.1 焊前准备	5.1.1 能对母材待焊区表面进行焊前清理打磨 5.1.2 掌握钨极氩弧焊工件定位焊选择原则, 能进行钛及钛合金、镍及镍合金管对接 45° 固定钨极氩弧焊的工件定位焊 5.1.3 掌握钨极氩弧焊焊道排布原则, 能根据钛及镍管厚度和障碍形状确定钨极氩弧焊焊接层道数
	5.2 焊接操作	5.2.1 掌握钨极氩弧焊工艺要求, 能选择钛及钛合金、镍及镍合金管对接 45° 固定钨极氩弧焊焊接参数 5.2.2 掌握钨极氩弧焊的操作要领, 能进行钛及钛合金、镍及镍合金管对接 45° 固定钨极氩弧焊填充和盖面焊道的焊接
	5.3 焊后检查	5.3.1 掌握钨极氩弧焊接头表面清理方法, 能进行钛及钛合金、镍及镍合金管对接 45° 固定钨极氩弧焊接头表面清理 5.3.2 掌握钨极氩弧焊接头表面缺陷及其外观质量自检的相关知识, 能对钛及钛合金、镍及镍合金管对接 45° 固定钨极氩弧焊接头的外观质量进行自检
6. 低合金高强度钢、铜及铜合金管对接 45° 固定钨极氩弧焊	6.1 焊前准备	6.1.1 掌握钨极氩弧焊工件定位焊选择原则, 能进行低合金高强度钢、铜及铜合金管对接 45° 固定钨极氩弧焊的工件定位焊 6.1.2 掌握钨极氩弧焊焊道排布原则, 能根据低合金高强度钢、铜及铜合金管厚度和障碍形状(若设置障碍管)确定钨极氩弧焊焊接层道数
	6.2 焊接操作	6.2.1 掌握钨极氩弧焊工艺要求, 能选择低合金高强度钢、铜及铜合金管对接 45° 固定钨极氩弧焊焊接参数 6.2.2 掌握钨极氩弧焊的操作要领, 能进行低合金高强度钢、铜及铜合金管对接 45° 固定钨极氩弧焊填充和盖面焊道的焊接
	6.3 焊后检查	6.3.1 掌握钨极氩弧焊接头表面清理方法, 能进行低合金高强度钢、铜及铜合金管对接 45° 固定钨极氩弧焊接头表面清理 6.3.2 掌握钨极氩弧焊接头表面缺陷及其外观质量自检的相关知识, 能对低合金高强度钢、铜及铜合金管对接 45° 固定钨极氩弧焊接头的外观质量进行自检
7. 低碳钢或不锈钢板对接平焊和横	7.1 焊前准备	7.1.1 掌握激光焊前表面处理要求, 能进行低碳钢或不锈钢板对接平焊和横焊手动激光焊的表面清理; 7.1.2 掌握激光焊间隙选择原则, 能选择低碳钢或不锈

焊手动激光焊		<p>钢板对接平焊和横焊手动激光焊工件间隙，满足单面焊双面成形的焊接要求。</p> <p>7.1.3 掌握手动激光焊的安全防护技术。</p>
	7.2 焊接操作	<p>7.2.1 掌握手动激光焊焊枪角度对焊缝成形的影响，能根据不锈钢板对接平焊和横焊的焊接位置调整焊枪角度；</p> <p>7.2.2 掌握手动激光焊焊接速度和间隙对焊缝成形的影响，能根据不锈钢板对接平焊和横焊的焊接试件间隙变化调整焊接速度；</p> <p>7.2.3 掌握手动激光焊引弧、焊接、收弧的操作方法，能进行低碳钢或不锈钢板对接平焊和横焊手动激光焊的引弧、焊接、收弧等操作</p>
	7.3 焊后检查	<p>7.3.1 掌握手动激光焊接接头表面清理方法，能对低碳钢或不锈钢板对接平焊和横焊手动激光焊接接头表面清理；</p> <p>7.3.2 掌握手动激光焊接接头表面缺陷及外观质量自检的相关知识，能对低碳钢或不锈钢板对接平焊和横焊手动激光焊接接头的外观质量进行自检</p>
8. 不锈钢管（或筒）环缝对接自动等离子焊	8.1 焊前准备	<p>8.1.1 掌握等离子焊前表面处理要求，能进行不锈钢管（或筒）环缝对接自动等离子焊焊前待焊区的表面处理</p> <p>8.1.2 掌握等离子焊间隙选择与装配要求，能采用夹具调整不锈钢管（或筒）环缝对接自动等离子焊间隙、装配和固定</p> <p>8.1.3 掌握等离子焊定位焊位置选择原则，能选择不锈钢管（或筒）环缝对接自动等离子焊定位焊位置</p>
	8.2 焊接操作	<p>8.2.1 掌握等离子焊焊枪角度、送丝方式对焊缝成形的影响，能根据不锈钢管（或筒）环缝对接自动等离子焊的焊接位置调整焊枪角度和送丝方式</p> <p>8.2.2 掌握等离子焊焊接操作方法，能进行不锈钢管（或筒）环缝对接自动等离子焊打底焊道、填充焊道及盖面焊道焊接</p>
	8.3 焊后检查	<p>8.3.1 掌握等离子焊接头表面清理方法，能对不锈钢管（或筒）环缝对接自动等离子焊接头表面清理</p> <p>8.3.2 掌握等离子焊接头表面缺陷及外观质量自检 的相关知识，能对不锈钢管（或筒）环缝对接自动等离子焊接头的外观质量进行自检</p>
9. 钛及钛合金、镍及镍合金板材自动等离子焊	9.1 焊前准备	<p>9.1.1 掌握等离子焊前表面处理要求，能进行钛及钛合金、镍及镍合金板材自动等离子焊焊前待焊区的表面处理</p> <p>9.1.2 掌握等离子焊间隙选择与装配要求，能采用夹具调整钛及钛合金、镍及镍合金板材自动等离子焊间隙、装配和固定</p> <p>9.1.3 掌握等离子焊定位焊位置选择原则，能选择钛及</p>

		钛合金、镍及镍合金板材自动等离子焊定位焊位置
	9.2 焊接操作	<p>9.2.1 掌握等离子焊焊枪角度、送丝方式对焊缝成形的影响，能根据钛及钛合金、镍及镍合金板材自动等离子焊的焊接位置调整焊枪角度和送丝方式</p> <p>9.2.2 掌握等离子焊焊接操作方法，能进行钛及钛合金、镍及镍合金板材自动等离子焊打底焊道、填充焊道及盖面焊道焊接</p>
	9.3 焊后检查	<p>9.3.1 掌握等离子焊接头表面清理方法，能对钛及钛合金、镍及镍合金板材自动等离子焊接头表面清理</p> <p>9.3.2 掌握等离子焊接头表面缺陷及外观质量自检的相关知识，能对钛及钛合金、镍及镍合金板材自动等离子焊接头的外观质量进行自检</p>
10.有色金属 结构件机器 人弧焊	10.1 焊前准备	<p>10.1.1 掌握焊前准备工作要求，能对设备、环境进行安全检查，能检查待焊工件表面清理状态，能合理装夹焊接件，确保焊件焊接安全性和机器人运动可达性，能进行机器人系统的水、电、气和焊接材料的检查与更换</p> <p>10.1.2 掌握工装夹具方案设计与调试方法，能进行工装夹具方案设计，并绘制焊件定位与夹紧装置的三维结构图，能对工装夹具进行调试及优化</p> <p>10.1.3 掌握焊接工艺设计方法，能确定焊接方法、焊接材料与焊接工艺，能判断焊接过程是否存在干涉点，并预测生产节拍，能正确预估工件焊接变形</p> <p>10.1.4 掌握控制系统设计与调试方法，能编制控制系统流程图，设计电路工程图纸，能进行接线和程序调试，根据程序调试结果，优化控制程序</p> <p>10.1.5 掌握焊接机器人虚拟仿真技术，能根据虚拟仿真结果进行焊接工艺分析与改进</p>
	10.2 焊接操作	<p>10.2.1 掌握多机联动配置与联调方法，能进行多机器人系统与外部轴系统协调联动的硬件配置、软件配置、任务分配及安全互锁，能进行系统功能测试、多机联动程序的运行调试，能根据焊接任务要求，进行多机联动程序的优化、导入和导出，能进行多机器人联动程序编辑及备份</p> <p>10.2.2 掌握示教编程与焊接方法，能进行不锈钢板平、立对接机器人弧焊编程与焊接，能进行铝合金板平、立角接机器人弧焊编程与焊接，能进行铝合金焊件单工位双机器人联动弧焊编程与焊接，能进行不锈钢焊件多工位多机器人联动弧焊编程与焊接</p> <p>10.2.3 掌握电弧传感原理及特点，能生成传感程序、焊接条件，能进行电弧传感中断、恢复、平移操作，能跟踪运行、检查和修改传感程序</p> <p>10.2.4 掌握焊缝跟踪原理，能根据弧焊特点拟定焊缝跟踪的技术方案，能正确选择、安装焊缝跟踪传感器，</p>

		能对机器人弧焊进行激光焊缝跟踪 10.2.5 掌握焊接信息化技术 ，能对设备进行 I/O 通讯连接，能应用采集的相关技术数据对生产过程中设备运行状况及工艺参数进行分析，做出信息的判断和处理
	10.3 焊后检查	10.3.1 掌握焊后质量检测分析方法 ，能根据验收标准，进行焊件焊接质量检测，能分析焊接缺陷产生的原因，能提出预防和解决焊接缺陷的措施，能根据检测结果撰写质量分析报告
11.焊件检测 (无损检测方向)	11.1 射线检测	11.1.1 掌握操作指导书编制方法 ，熟悉检测技术的适用范围及局限，能根据标准、工艺文件和试件特征，选用合适的透照方式及曝光参数 11.1.2 掌握检测过程中质量控制方法 ，能正确识别检测过程中的质量控制点，能正确完成工艺验证，判断验证结果 11.1.3 掌握补偿法则要求 ，能在检测条件不能完全满足技术要求时，能进行合理补偿
	11.2 超声检测	11.2.1 掌握操作指导书编制方法 ，熟悉检测技术的适用范围及局限，能根据标准、工艺文件的要求和工件特征，选择合适参数的探头，确定合适的扫查方式等 11.2.2 掌握检测过程中质量控制方法 ，能正确识别检测过程中的质量控制点，能正确完成工艺验证，判断验证结果 11.2.3 掌握补偿法则要求 ，能在检测条件不能完全满足技术要求时，能进行合理补偿
	11.3 磁粉检测	11.3.1 掌握操作指导书编制方法 、熟悉检测技术的适用范围及局限，能按照工艺文件的要求和试件特征，选用合适的检测设备，磁化方法，检测材料等 11.3.2 掌握检测过程中质量控制方法 ，能正确识别检测过程的质量控制点 11.3.3 掌握工艺验证规范 ，能正确完成工艺验证，判断验证结果
	11.4 渗透检测	11.4.1 掌握操作指导书编制方法 、熟悉检测技术的适用范围及局限，能根据标准，工艺文件的要求和工件特征，选择合适的检测方法，试剂类型等 11.4.2 能正确识别检测过程中的质量控制点 11.4.3 能正确完成工艺验证 ，判断验证结果
	11.5 涡流检测	11.5.1 掌握操作指导书编制方法 ，熟悉检测技术的适用范围及局限，能根据标准、工艺文件的要求和工件特征，选用合适的检测系统与参数 11.5.2 掌握检测过程中质量控制方法 ，能正确识别检测过程中的质量控制点 11.5.3 掌握工艺验证规范 ，能正确完成工艺验证，判断验证结果

	<p>11.6 目视检测</p>	<p>11.6.1 掌握操作指导书编制方法、熟悉检测技术的适用范围及局限，能根据标准、工艺文件的要求和工件特征，选用合适的检测系统</p> <p>11.6.2 掌握检测过程中质量控制方法，能正确识别检测过程中的质量控制点</p>
	<p>11.7 质量体系建立与管理</p>	<p>11.7.1 熟悉产品质量体系建立与管理方法，能根据相关标准，建立企业产品质量体系，制定检测过程中的质量控制点</p> <p>11.7.2 掌握质量体系管理方法，能监督和指导无损检测日常工作</p>
	<p>11.8 技术管理与推广</p>	<p>11.8.1 掌握工艺方案策划、审查与批准方法与流程，能完成产品多种无损检测方案的策划，能完成产品多种无损检测方案的工艺审查与批准，能在没有现成标准或其它技术文件的时候，能根据产品特征及服役条件，协商制定无损检测验收准则</p> <p>11.8.2 掌握产品质量分析方法，能在产品质量或者检测过程中出现问题时，与相关人员一起分析问题，解决问题，能对生产中出现的复杂问题进行准确质量评估</p> <p>11.8.3 掌握无损检测新技术发展的动向与趋势，并结合企业产品特点，能将新技术在相关领域推广，能对高级以下无损检测员进行新技术培训</p>

参考文献

- [1] GB/T 10858-2008 铝及铝合金焊丝
- [2] GB/T 22086-2008 铝及铝合金弧焊推荐工艺
- [3] GB/T 3623-2007 钛及钛合金丝
- [4] GB/T 26057-2010 钛及钛合金焊接管
- [5] GB/T 22085.2 电子束及激光焊接接头缺欠质量分级指南
- [6] HB/Z 119-2011 铝及铝合金熔焊工艺及质量检验
- [7] QJ 20660-2016 铝合金焊接技术要求
- [8] QJ 2698A-2011 铝及铝合金熔焊技术要求
- [9] QJ 1666A-2011 钛及钛合金熔焊技术要求
- [10] QJ 1788-1989 钛及钛合金熔焊工艺
- [11] QJ 20465-2016 钛及钛合金激光焊接技术要求
- [12] QJ 1842A-2011 结构钢、不锈钢熔焊技术要求
- [13] QJ 206559-2016 结构钢、不锈钢激光焊接技术要求
- [14] 中国机械工程学会焊接分会 焊接词典第3版 机械工业出版社 2008-10
- [15] 刘云龙 国家职业资格培训教材：焊工（中级）第2版 机械工业出版社
2013-06
- [16] 中国机械工程学会焊接分会 中国焊接（1994-2016）机械工业出版社
2017-06
- [17] GB 16655-2008 机械安全 集成制造系统 基本要求
- [18] GB/T 20723-2006 弧焊机器人通用技术条件
- [19] GB9448-1999 焊接安全与卫生 焊接与切割安全
- [20] GB8197-1997 焊接安全与卫生 防护屏安全要求

- [21] GB 11291.1-2011 工业环境用机器人安全要求 第 1 部分：机器人
- [22] GB 11291.2-2013 工业环境用机器人安全要求 第 2 部分：机器人系统与集成
- [23] GB/T 12643-2013 机器人与机器人装备 词汇
- [24] GB/T 29824-2013 工业机器人用户编程指令
- [25] GB/T 38872-2020 工业机器人与生产环境通信架构
- [26] GB6417.1-2005 焊接质量 金属熔化焊焊缝缺陷分类及说明
- [27] CB/T 3177-1994 船舶钢焊缝射线照相和超声波检查规则
- [28] CB/T 3558-2011 船舶钢焊缝射线检测工艺和质量分级
- [29] GB/T 20737 无损检测通用术语和定义
- [30] GB/T 9445-2015 (ISO 9712:2012, IDT) 无损检测人员资格鉴定与认证
- [31] NB/T 47013-2015 承压设备无损检测
- [32] 中国船级社 无损检测人员水平鉴定与认可指南 2019
- [33] CB/T 3802-2019 船体焊缝表面质量检验要求
- [34] CB/T 3958-2004 船舶钢焊缝磁粉检测、渗透检测工艺和质量分级
- [35] CB/T 3177-1994 船舶钢焊缝射线照相和超声波检查规则
- [36] CB/T 3558-2011 船舶钢焊缝射线检测工艺和质量分级
- [37] CB/T 3929-1999 铝合金船体对接接头X射线照相及质量分级
- [38] CB/T 3559-2011 船舶钢焊缝超声波检测工艺和质量分级
- [39] 教育部关于印发《职业教育专业目录(2021 年)》的通知(教职成(2021)2 号)
- [40] 《教育部关于公布2019年度普通高等学校本科专业备案和审批结果的通知》(教高函〔2020〕2号)

[41] 《教育部关于公布 2020 年度普通高等学校本科专业备案和审批结果的通知》（教高函〔2021〕1 号）