

2J300000

全国二级建造师执业资格考试用书

石油化工工程管理与实务

● 全国二级建造师执业资格考试用书编写委员会 编写

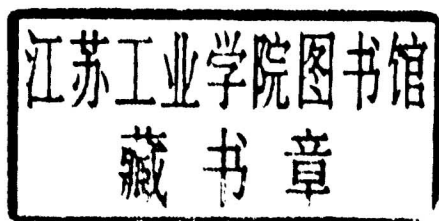


中国建筑工业出版社

全国二级建造师执业资格考试用书

石油化工工程管理与实务

全国二级建造师执业资格考试用书编写委员会 编写



中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

石油化工工程管理与实务 / 全国二级建造师执业资格考试
用书编写委员会编写. —北京: 中国建筑工业出版社, 2004

全国二级建造师执业资格考试用书

ISBN 7-112-06520-8

I. 石… II. 全… III. 石油化工—化学工程—建造师—
资格考试—自学参考资料 IV. TE65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 093100 号

本书依据《二级建造师执业资格考试大纲 (石油化工工程专业)》编写, 系统地阐述了石油化工工程施工技术与管理、石油化工工程法规与相关知识等方面的内容。对考试大纲要求掌握、熟悉、了解的各知识点作了准确、充分的解释, 侧重于对基础理论知识和实际施工技术的掌握及应用, 同时结合相关案例, 以更好地帮助应试人员进行复习。

本书是参加二级建造师执业资格考试人员必备的考试用书, 也可供相关专业的工程管理人员及大中专院校师生参考使用。

* * *

责任编辑: 刘婷婷

责任设计: 孙 梅

责任校对: 李志瑛 刘玉英

全国二级建造师执业资格考试用书

石油化工工程管理与实务

全国二级建造师执业资格考试用书编写委员会 编写

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京中科印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 10 $\frac{3}{4}$ 字数: 264 千字

2004 年 10 月第一版 2005 年 8 月第二次印刷

印数: 5001—8000 册 定价: 33.00 元 (含光盘)

ISBN 7-112-06520-8

TU·5935 (11767)

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

请读者识别、监督:

本书环衬用含有中国建筑工业出版社专用的水印防伪纸印制, 封底贴有中国建筑工业出版社专用的防伪标; 否则为盗版书, 欢迎
举报监督! 举报电话: (010) 68394711; 传真: (010) 68321361

全国二级建造师执业资格考试用书

编写委员会

名誉主任：金德钧 王素卿

主任委员：王早生

副主任委员：丁士昭 江见鲸 缪长江

委员：（按姓氏笔画排序）

丁士昭 王早生 王秀娟 王晓峥

王燕鸣 乌力吉图 石中柱 刘伊生

江见鲸 孙宗诚 杨卫东 李传德

李清立 李慧民 何佰洲 张之强

陈建平 赵泽生 贺 铭 贺永年

骆 涛 顾慰慈 徐义屏 唐 涛

唐江华 焦凤山 蔡耀恺 缪长江

办公室主任：缪长江

办公室副主任：王秀娟

成 员：张国鑫 杨智慧 魏智成 陈向阳

邢国飞

序

随着我国建设事业的迅速发展,为了加强建设工程项目管理,提高工程项目总承包及施工管理专业技术人员素质,规范施工管理行为,保证工程质量和施工安全,根据《中华人民共和国建筑法》、《建设工程质量管理条例》、《建设工程安全生产管理条例》和国家有关执业资格考试制度的规定,国家人事部、建设部联合颁发了《建造师执业资格制度暂行规定》,对从事建设工程项目总承包及施工管理的专业技术人员实行建造师执业资格制度。

建造师是以专业技术为依托、以工程项目管理为主的执业注册人士。建造师注册受聘后,可以担任建设工程总承包或施工管理的项目经理,从事其他施工活动管理,从事法律、行政法规或国务院建设行政主管部门规定的其他业务。实行建造师执业资格制度后,我国大中型项目的建筑业企业项目经理将逐步由取得注册建造师资格的人士担任,以提高项目经理素质,保证工程质量。建造师执业资格制度的建立,将为我国拓展国际建筑市场开辟广阔的道路。

本书编委会依据人事部、建设部联合发布的《二级建造师执业资格考试大纲》,组织具有较高理论水平和丰富实践经验的专家、教授,本着解放思想、求真务实、与时俱进、开拓创新的精神,组织编写了《全国二级建造师执业资格考试用书》(以下简称《考试用书》)。在编撰过程中,编写人员始终遵循《二级建造师执业资格考试大纲》的总体精神,力求使《考试用书》重点体现“四特性、五结合”的原则,即综合性、实践性、通用性和前瞻性;与现行的中等学历教育相结合,与二级项目经理队伍的实际状况相结合,与一级建造师考试大纲的内容、结构和体例相结合,与现行的工程建设法律法规及标准相结合,与中小型规模工程建设需要相结合。

本套考试用书共13册,书名分别为《建设工程施工管理》、《建设工程法规及相关知识》、《房屋建筑工程施工管理与实务》、《公路工程施工管理与实务》、《水利水电工程施工管理与实务》、《电力工程施工管理与实务》、《矿山工程施工管理与实务》、《冶炼工程施工管理与实务》、《石油化工工程施工管理与实务》、《市政公用工程施工管理与实务》、《机电安装工程施工管理与实务》、《装饰装修工程施工管理与实务》、《建设工程法律法规选编》。本套考试用书既可作为全国二级建造师执业资格考试学习用书,也可供其他从事工程管理人员使用,以及大中专院校相关专业师生教学参考。

《考试用书》编撰者为大专院校、行政管理、行业协会和施工企业等方面的专家和学者。在此,谨向他们表示衷心感谢。

在《考试用书》的编写过程中,虽经反复推敲核证,仍难免有不妥甚至疏漏之处,恳请广大读者提出宝贵意见。

全国二级建造师执业资格考试用书编写委员会

2004年10月

全国二级建造师执业资格考试用书
《石油化工工程管理与实务》

编 写 委 员 会

主 编：唐江华

编写人员：（按姓氏笔画排序）

王茂堂 王智广 卢红卫 江效云

刘伏生 刘秀玲 刘朝志 朱锡麟

吴大农 吴东莉 张志昌 李 涛

贺红萍 唐江华 彭子礼 曹国正

前 言

本书是由中国石油工程建设协会、中国石油化工集团工程部、中国化学工程总公司企业部、中国海洋石油总公司计划部组织,依据《二级建造师执业资格考试大纲(石油化工工程专业)》的内容,由16名大专院校教授、本行业富有技术和管理实践经验的专家共同编写完成。

石油化工程实际上是石油工程、石化工程、化工工程、海洋石油工程、生物医药工程等多学科的总称,其涉及的专业面广,学科跨度大,涵盖了油气田地面工程、长距离管道工程、石油炼化工程、化工建设工程、海洋石油工程、生物医药工程、石油化工设备的制造与安装工程、环保工程、仪表自动控制工程等。

本书是在《二级建造师执业资格考试大纲(石油化工工程专业)》范围内,阐述了从事石油化工程建设项目管理所需的石油化工程技术知识、项目管理知识、石油化工程建设法律法规及相关知识,在工程技术知识中,着重阐述了石油化工程施工、安装技术。检验应试者解决实际问题的能力部分的内容参见《建设工程经济》、《建设工程项目管理》、《建设工程法规及相关知识》等其他考试用书。本书对考试大纲每一知识点进行了较详细的论述,合理地把握了“掌握”、“熟悉”、“了解”不同程度的要求,是全国二级注册建造师石油化工程专业执业资格考试必备用书。本书既可作为石油化工程项目总承包的项目经理和工程管理人员考试培训用书,也可作为从事石油化工程管理人员、大专院校教学参考用书。

本书编写过程中,始终得到了石油天然气集团公司规划计划部李文绮副主任、中国石油工程建设协会乌力吉图副理事长兼秘书长、中国石油工程建设协会王优龙副秘书长、中国石油化工集团工程部卢德宽处长、中国化学工程总公司企业部刘家强副处长、中国海洋石油总公司计划部张建军主管的高度重视和具体指导;中国海洋石油工程股份有限公司白秉仁总工程师、中国石油化工集团工程部张时人主管、中国石油天然气第一建设公司项目经理培训中心卫天海主任在本书的编写全过程中提出了宝贵的审查意见和建议;中国石油天然气集团公司管道局职教中心陶勇寅主任和张力军副主任给予了极大的支持和协助;得到了中国石油化工集团第四工程公司张凯旗高级经济师和翟明星高级工程师、中国石油天然气第一建设公司纪佰伟总工程师和王绍胜工程师、中国石油天然气集团公司管道局第四工程公司杨武堂、化学工程总公司第二建设公司郭唐儒、成达化学工程公司杨小农、中国石油天然气集团公司管道局职教中心翟雪峰和吴海芹、东华工程科技股份有限公司周家文和蒋进等同志的热心指点和帮助;编写中还得到了管道局职教中心、管道局第四工程公司、成达化学工程公司、中国海洋石油工程股份有限公司等单位的大力支持,在此一并表示衷心感谢!特别要感谢中国石油工程建设协会和石油管道局职教中心为此提供的大量的人力物力支持!

本书虽然经过了较充分的准备、论证、征求意见、讨论、审查和修改,但仍难免存在谬误之处,恳请读者提出宝贵意见,以便进一步修改完善。

目 录

2J310000 石油化工工程施工技术与管理	1
2J311000 管道与容器焊接技术	1
2J311010 掌握焊接的基本知识	1
2J311020 掌握钢制储罐的组焊技术	15
2J311030 掌握焊接检验方法和检验内容	18
2J312000 防腐与绝热技术	21
2J312010 掌握石油化工工程的防腐蚀技术	21
2J312020 了解石油化工工程绝热技术	24
2J313000 石油化工工程施工、安装技术	28
2J313010 掌握动设备及附属设施安装技术	28
2J313020 掌握工艺管道施工安装技术	38
2J313030 掌握静设备安装技术	47
2J313040 掌握常用的防腐、绝热工程的施工技术	56
2J313050 熟悉长输管道施工安装技术	62
2J313060 了解石油化工电气装置安装技术	72
2J313070 了解石油化工常用自动化仪表工程施工技术	81
2J314000 石油化工工程施工管理	90
2J314010 掌握三月/三周滚动计划的编制方法、检查和调整	90
2J314020 掌握 A、B、C 三级质量控制点的编制	91
2J314030 掌握建设工程质量监督管理	92
2J314040 掌握石油化工建设工程定额	93
2J314050 掌握石化工程项目投标与工程预算	96
2J314060 掌握 HSE 管理体系风险管理和风险削减的常用措施	101
2J314070 掌握 HSE 计划书、HSE 作业指导书和现场 HSE 记录的编制要求	104
2J314080 熟悉竣工验收一般程序	107
2J314090 熟悉预试车的要求、内容及程序	111
2J314100 了解石油化工建设项目分项、分部、单位工程的验收与评定	114
2J315000 检验应试者解决实际问题的能力	117
2J315010 掌握施工组织策划与施工前期准备	117
2J315020 掌握网络计划的应用	120
2J315030 掌握施工进度控制	124
2J315040 掌握施工质量影响因素分析	129
2J315050 掌握施工质量控制	131
2J315060 掌握施工费用的计算与编制	136

2J315070	掌握施工费用控制	142
2J315080	掌握施工中健康、安全、环境管理	144
2J315090	熟悉施工合同管理	146
2J320000	石油化工工程法规及相关知识	150
2J321000	建设工程标准强制性条文	150
2J321010	掌握《石油化工施工安全技术规程》(SH 3505—1999)有关强制性规定	150
2J321020	掌握《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》 (GB 50236—1998)有关强制性规定	153
2J322000	保证锅炉、压力容器质量与安全的有关规定	155
2J322010	熟悉锅炉、压力容器制造、安装安全性能监督检验的程序与要求	155
2J322020	熟悉锅炉、压力容器焊接工艺评定、焊工考试及持证焊工的管理	156
2J322030	了解锅炉、压力容器类别、级别的划分	160

2J310000 石油化工工程施工技术与管埋

2J311000 管道与容器焊接技术

2J311010 掌握焊接的基本知识

2J311011 焊接基本原理

1. 焊接热过程与焊缝成形

(1) 焊接热源

① 焊接热源的种类

- 电弧：利用气体介质导电、放电过程所产生的热能作为焊接热源，是目前应用最广泛的一种。所有药皮焊条电弧焊、埋弧焊、气体保护焊等都可作为电弧热源。
- 化学热：利用可燃气体或铝、镁热剂燃烧时产生的热能作为热源，如氧乙炔气焊、铝热铸焊等。
- 电阻热：利用电流通过电阻较大的导体时产生的电阻热作为热源，如电阻焊、电渣焊等。
- 摩擦热：由机械摩擦而产生的热能作为焊接热源，如摩擦焊。
- 等离子弧：利用高度电离的等离子弧作为热源，此热源功率大，温度高，目前的等离子弧焊及切割就应用此热源。
- 电子束：在真空中，利用高压、高速运动的电子流轰击金属局部表面，使动能转变为热能的焊接热源，即电子束焊。
- 激光束：通过受激辐射而使放射增强的光，经聚集产生能量高度集中的激光束作为热源，此热源最集中，常用于焊接难熔、易氧化的金属。

② 焊接线能量

焊接线能量指单位长度焊缝上所得到的焊接热源能量，也称焊接热输入量，用式(2J311011)表示为：

$$q = \left| \frac{36V \cdot I}{v} \right| \quad (2J311011)$$

式中 q ——焊接线能量(J/cm)；

V ——电弧电压(V)；

I ——电接电流(A)；

v ——焊接速度(m/h)。

(2) 焊接热循环

① 焊接热循环的概念

在焊接过程中热源沿着焊缝轨迹移动,在近焊缝区的任意一点,其温度由低到高,达到最高值以后,又由高到低的变化过程称为焊接热循环。

② 焊接热循环的主要参数

焊接热循环主要有:加热速度、加热最高温度、在相变温度以上停留的时间及冷却速度四个参数。

(3) 焊接熔池及焊缝成形

① 焊接熔池的形状

熔化焊接过程中,在热源的作用下,与焊条金属熔化的同时,被焊金属的母材也发生局部熔化。在母材上由熔化的焊条金属和母材组成的,有一定几何形状的液体金属叫焊接熔池。如不填加金属,则焊接熔池由完全熔化的母材组成。

熔池形状不仅与热源移动状态有关,而且与焊接电流、电弧长度、焊接速度等的焊接规范有密切的关系。

② 熔池形状对焊缝质量的影响

- 焊缝成形系数(B/H)。其中, B 表示熔宽, H 表示熔深。 B/H 越小,表示焊缝深而窄,意味着既保证焊缝的充分焊透,又使焊缝宽度方向的无效加热区和热影响区缩小。
- 焊缝增高系数(B/a)。其中, a 表示焊缝增高。对接焊缝的增高系数,一般希望控制在4~8以上。
- 熔合比。在填加金属的熔焊中,熔池金属由熔化了了的母材和填充金属组成的,因此焊缝金属的化学成分由填充金属与母材的熔合比来决定。

2. 焊接化学冶金过程

(1) 焊接熔池的冶金特点

① 熔池温度高,温度梯度大。

熔池上的电极辉点温度可达 $3200\sim 3400^{\circ}\text{C}$,熔池的平均温度可达 1770°C ,熔滴温度可达 $1800\sim 2400^{\circ}\text{C}$,而熔池周围却是冷金属。

② 熔池体积小,反应速度快。

熔池的质量通常在 $0.6\sim 16\text{g}$ 之间,多数情况在 5g 以下,从熔池形成到熔池结晶完,一般只有几秒钟。

③ 熔池在移动,熔池金属不断更新。

(2) 气相与金属的作用

焊接过程中,焊接区内充满大量气体,这些气体不断地与熔化金属发生冶金反应,从而影响焊缝金属的成分和性能。

① 气体的来源

- 来自焊接材料,一般为焊条药皮、陶质焊剂、药芯焊丝的造气剂。
- 来自热源周围的气体介质,主要为空气。
- 来自焊丝和母材表面的杂质,如油污、铁锈、油漆、吸附的水分等。
- 来自高温蒸发产生的气体,如金属和熔渣的蒸汽。

② 电弧区气体的组成

电弧区气体是由 CO 、 CO_2 、 H_2O 、 O_2 、 H_2 、 N_2 和它们分解的产物以及金属蒸汽所

组成的混合物,其中对焊缝影响最大的是 H_2 、 N_2 、 O_2 。

(3) 熔渣与金属的作用

焊接熔渣是在焊接时由焊条、药皮或焊剂的熔化而形成的金属和非金属的复杂盐类,熔渣在焊接过程中的作用有以下三种:

① 机械保护作用

把液态金属与空气隔离开,保护液态金属不被氧化和氮化,液态焊渣凝固后形成的渣壳覆盖在焊缝上,也可以防止处于高温的焊缝金属受空气的有害作用。

② 改善焊接工艺性能

在熔渣中加入适当的物质可以使电弧容易引燃,并连续稳定燃烧,减少飞溅,保证焊缝成形良好。

③ 冶金处理作用

熔渣和液态金属能够发生一系列物理、化学反应,从而对焊缝金属的成分发生很大影响,主要有脱氧、脱硫、脱磷、去氢等去除焊缝中的有害杂质,还可以向焊缝过渡所需的合金元素,使焊缝合金化。

3. 焊缝金属的结晶过程

(1) 焊缝中的偏析

所谓偏析就是金属内部化学成分的不均匀现象,焊缝中的偏析有三种:

① 微观偏析:微观偏析又称显微偏析,是发生在晶界上的偏析。

② 宏观偏析:宏观偏析又称中心线偏析,是在焊缝中心线附近出现的偏析。

③ 层状偏析:焊缝横断面上层间的化学成分不均匀现象称为层状偏析。

(2) 焊缝中的夹杂种类及其危害

① 氧化物:钢铁焊接时,氧化物夹杂成分主要是 SiO_2 ,其次是 MnO 、 TiO_2 和 Al_2O_3 ,一般以硅酸盐的形成存在,易引起焊缝形成热裂纹。

② 氮化物:当焊缝保护不好或光焊丝焊接时,焊缝中有较多氮化物。对低碳钢和低合金钢,氮化物夹杂主要是 Fe_4N ,以针状分布在晶粒上或贯穿晶粒的边界。 Fe_4N 是一种脆硬化合物,它使焊缝硬度变高,塑性急剧下降。

③ 硫化物:在钢中硫化物夹杂主要有两种形态: MnS 和 FeS 。一般来讲 MnS 对钢的性能影响不大,而 FeS 在熔池结晶时沿晶粒周界析出,并与 Fe 和 FeO 形成低熔点的共晶,它是促使生成热裂纹的重要因素之一。

(3) 焊缝中的气孔

① 气孔的成因

熔池在结晶过程中,由于某些气体来不及逸出就可能残存在焊缝中形成气孔。

② 气孔的类型

焊缝中气孔的主要类型是氢气孔、氮气孔和 CO 气孔。

③ 气孔的危害

气孔是焊接生产中常遇到的缺陷,它削弱了焊缝有效工作面,降低了焊缝的致密性,还会带来应力集中,降低焊缝的强度和塑性等危害。

4. 焊接热影响区

(1) 热影响区的范围

在焊接热源的作用下,焊缝两侧发生组织性能变化的区域叫“热影响区”或称“近缝区”。

(2) 热影响区组织转变的特点

① 晶粒严重长大,甚至出现魏氏过热组织,它不仅影响焊接接头的塑性,同时也增大了产生热裂纹和冷裂纹的倾向;

② 均质化程度差;

③ 淬硬倾向大。

5. 焊接时的裂纹

(1) 裂纹的分类

焊接裂纹按其产生的本质来看,大体可分四类:

① 热裂纹:焊缝金属或热影响区在高温区产生的裂纹叫热裂纹。

② 再热裂纹:某些钢在进行消除应力热处理的过程中发现焊缝热影响区的粗晶部位出现了裂纹,这种裂纹是在重新加热过程中产生的,故称“再热裂纹”。经常发生的温度区域是 500~650℃。

③ 冷裂纹:是指焊后冷却到马氏体转变温度以后,在焊接接头中产生的裂纹。冷裂纹可以在焊后立即出现,也可能要经过一段时间出现(延时裂纹),是焊接生产中危害最大的一种缺陷。

延时裂纹的三要素:钢种的淬硬倾向、焊缝中的 H 含量和接头的应力水平。

④ 层状撕裂:在焊接时产生的垂直厚度方向上的应力作用下,导致焊缝热影响区附近或稍远地方的夹杂物处分层开裂的现象。

(2) 裂纹的危害

裂纹是焊接接头危害最大的缺陷之一,它往往成为焊接构件脆性断裂的根源。

2J311012 焊接工艺的基本知识

1. 金属焊接性及其试验方法

(1) 金属焊接性的定义及内容

金属焊接性(也叫可焊性)是指金属材料在限定的施工条件下,焊接成按规定设计要求的构件,并满足预定服役要求的能力。即材料对焊接加工的适应性和使用的可靠性。

金属焊接性包含两方面的内容:

① 工艺焊接性

是指在一定焊接工艺条件下,能否获得优质、无缺陷的焊接接头的能力。

② 使用焊接性

是指焊接接头或整体结构满足各种使用性能的程度,其中包括常规力学性能和其他特种性能(如耐热、耐蚀、耐低温、抗高温氧化、抗疲劳蠕变、抗时效等)。

(2) 工艺焊接性试验方法

① 工艺焊接性的间隙预测法

- 钢的碳当量:即把钢中包括碳在内的合金元素对淬硬、冷裂及脆化等的影响合成碳的相当含量。

- 推荐公式: $C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr+Mo+V}{5} + \frac{Ni+Cu}{15}$

此公式适用于一般碳钢和低合金钢。

② 工艺焊接性焊接裂纹试验方法

- 斜“Y”形坡口焊接裂纹试验法: 该试验主要用于评价碳钢和低合金钢焊接热影响区内的冷裂敏感性, 我国标准为 GB 4675.1—1984。在试验焊缝焊后 48h 后, 测定其表面裂纹率、断面裂纹率和根部裂纹率, 当裂纹率为零时, 才认为该焊接工艺可靠; 否则, 应采取高一级的预热温度。
- 其他裂纹试验法有: 搭接接头(CTS)焊接裂纹试验方法, 刚性对接裂纹试验法, 里海拘束裂纹试验法、插销试验、拉伸拘束试验(TRC)等。
- 常用热裂纹试验方法有: T 形接头裂纹试验法、压板对接裂纹试验法、十字接头裂纹试验法、可调拘束裂纹试验法等。

(3) 焊接性能试验方法

① 常规机械性能试验: 包括焊接接头的拉伸、冲击、弯曲和接头应变时效敏感性试验等;

② 焊接接头抗脆断性能试验: 有 V 形缺口冲击试验、落锤试验法(NDT)、宽板拉伸试验、接头断裂韧性试验(COD)法;

③ 接头疲劳与动载性能试验;

④ 接头抗腐蚀性能试验;

⑤ 接头高温性能试验(蠕变、持久)。

2. 焊接工艺参数

焊接工艺参数是指焊接时, 为保证焊接质量而选定的物理量(例如焊接电流、电压、焊接速度、热输入)的总称。

(1) 焊条(焊丝)直径: 根据工件厚度、焊接位置、接头形式、焊接层数等进行选择。

(2) 焊接电流: 是焊接的主要工艺参数, 焊接电流大, 则熔深大、焊条熔化快、效率高, 但电流太大时, 飞溅、烟雾大, 焊接热影响区晶粒粗大, 接头韧性降低。

焊接电流应根据焊条直径、工件厚度、接头形式、焊接位置和层次来选择。

(3) 电弧电压: 电弧长, 则电弧电压高, 反之则低。焊接中电弧不宜过长, 否则会出现电弧燃烧不稳定, 飞溅大, 熔深小及产生咬边、气孔等缺陷, 若电弧太短, 容易粘焊条。

(4) 焊接速度: 指焊接过程中焊条沿焊接方向移动的速度, 即单位时间内完成的焊缝长度。焊接速度快易造成焊缝变窄, 凹凸不平, 产生咬边等现象, 速度过慢则会使焊缝变宽, 余高增加。一般根据钢材的淬硬倾向来选择。

(5) 焊接层数: 厚钢板的焊接一般要开坡口并采用多层焊或多层多道焊。多层多道焊的前一道对后一道有预热作用, 而后一道对前一道有热处理作用, 因此接头延性和韧性较好, 焊层厚度太大时, 由于晶粒粗大, 将导致接头延性和韧性下降。

(6) 热输入: 熔焊时, 由焊接热源输入给单位长度焊缝上的热量, 用式 (2J311012) 表示为:

$$Q = \frac{\eta IU}{v} \quad (2J311012)$$

式中 Q ——焊接热源输入给单位长度焊缝上的热量;

I ——电流;

U ——电压;

v ——焊速;

η ——热效率系数。

热输入对低碳钢接头性能影响不大,对于低合金钢和不锈钢,若热输入太大,接头性能会降低,热输入太小时有的钢可能产生冷裂纹。

(7) 预热温度:预热是焊接开始前对被焊工件的全部或局部进行适当加热的工艺措施。预热可以减小焊后冷却速度,避免产生淬硬组织,减小焊接应力及变形,是防止产生冷裂纹的有效措施。

(8) 后热与焊后热处理

① 后热:焊后立即对焊件的全部(或局部)进行加热或保温,使其缓冷的工艺称为后热,其目的是避免形成硬脆组织,以及使扩散氢逸出焊缝表面,从而防止产生裂纹。

② 焊后热处理:焊后为改善接头的显微组织和性能或消除焊接残余应力而进行的热处理,称焊后热处理。其主要作用是消除工件内的残余应力,降低焊接区的硬度,促使扩散氢的逸出,稳定组织及改善力学性能、高温性能等。

2J311013 焊接设备和材料的基本知识

1. 焊接方法概述

金属焊接是指通过适当手段,使两个分离的金属物体(同种金属或异种金属)产生原子(分子)间结合而连接成一体的连接方法。

按族系法分类:焊接方法可分为熔化焊接、固相焊接和钎焊三大类。其中,熔化焊按能源种类分为:电弧焊、气焊、铝热焊、电渣焊等。

(1) 电弧焊

电弧焊是以电极与工件之间燃烧的电弧作为热源,是目前应用最广泛的焊接方法,它包括电弧焊、埋弧焊、钨极气体保护焊、等离子弧焊、熔化极气体保护焊以及药芯焊丝电弧焊等。

① 焊条电弧焊

它是以外涂有涂料的焊条作为电极及填充金属,电弧是焊条端部和被焊工件表面之间燃烧。涂料在电弧作用下,一方面可以产生气体以保护电弧,另一方面可以产生熔渣覆盖在熔池表面,防止熔化金属与周围气体的相互作用。熔渣更重要的作用是向熔池填加合金元素,改善焊缝金属的性能。焊条电弧焊是发展最早且目前仍然应用最广的一种焊接方法。

② 埋弧焊

埋弧焊是以连续送进的焊丝作为电极和填充金属。焊接时,在焊接区的上面覆盖一层颗粒状焊剂,电弧在焊剂层下燃烧,将焊丝端部和局部母材熔化,形成焊缝。

埋弧焊可以采用较大焊接电流,其最大优点是焊接速度快,焊缝质量好,特别适合于焊接大型工件的直缝和环缝。

③ 钨极气体保护焊

这是一种不熔化极气体保护电弧焊,是利用钨极与工件之间的电弧使金属熔化而形成

焊缝。焊接中钨极不熔化,只起电极作用,同时电焊炬的喷嘴送进氩气或氮气起保护电弧和熔池作用,还可根据需要另外填加填充(焊丝)金属(国际上简称 TIG 焊)。

钨极气体保护焊由于能很好地控制热输入,所以它是连接薄板金属和打底焊的一种极好方法。

④ 等离子弧焊

它也是一种不熔化极电弧焊,它是利用电极和工件之间的压缩电弧(转移电弧)实现焊接的,电极常用钨极,产生等离子弧的等离子气可用氩气、氮气、氦气或其中二者的混合气,焊接可以外填加金属,也可不填加金属。

等离子弧焊的优点是挺直,能量密度大,电弧穿透能力强。焊接时产生的小孔效应,对一定厚度内的金属可不开坡口对接,生产效率高,焊缝质量好。

⑤ 熔化极气体保护焊

该焊接方法是利用连续送进的焊丝与工件之间燃烧的电弧作为热源,电焊炬喷嘴喷出的气体来保护电弧进行焊接。

熔化极气体保护焊的保护气体有氩气、氮气、 CO_2 气或这些气体的混合气体。

以氩气、氮气为保护气体的称熔化极惰性气体保护焊(国际上简称 MIG 焊),以惰性气体和氧化性气体(O_2 、 CO_2)的混合气体或 CO_2 和 $\text{O}_2 + \text{CO}_2$ 的混合气体为保护气时,称为熔化极活性气体保护焊(国际上简称 MAG 焊)。

熔化极气体保护焊的优点是可以方便地进行各种位置焊接,同时具有焊接速度快、熔敷率较高等优点。

⑥ 药芯焊丝电弧焊

可以认为是熔化极气保焊的一种类型,也是利用连续送进的焊丝与工件间的电弧作为热源的,所使用的焊丝芯部装有各种成分药粉。焊接时外加气体主要是 CO_2 ,药粉受热分解熔化起到了造气、造渣、保护熔池、渗合金及稳弧等作用。

药芯焊丝电弧焊不另外加保护气体时,叫自保护药芯焊丝电弧焊。

(2) 电阻焊

这是以电阻热为能源的焊接方法,包括以熔渣电阻热为能源的电渣焊和以固体电阻为能源的电阻焊,主要有点焊、缝焊、凸焊及对焊等。

(3) 高能束焊

① 电子束焊:是以集中的高速电子轰击工件表面时所产生的热能进行焊接的方法。

② 激光焊:是利用大功率相干单色光子流聚集而成的激光束为热源进行的焊接。

(4) 钎焊

是利用熔点比被焊材料的熔点低的金属作钎料,经过加热使钎料熔化,靠毛细管作用将钎料吸入到接头接触面的间隙内,润湿金属表面,使固相与液相之间相互扩散而形成钎焊接头。

(5) 其他焊接方法

主要包括电渣焊、高频焊、气焊、气压焊、爆炸焊、摩擦焊、冷压焊、超声波焊、扩散焊等。

2. 焊接设备基本知识

(1) 焊条电弧焊电源

目前,我国焊条电弧焊机主要有:交流弧焊变压器、直流弧焊发电机和弧焊整流器

(包括逆变弧焊电源),前一种是交流电源,后两种为直流电源。

① 弧焊变压器:用以将电网的交流电变成适宜于弧焊的交流电,与直流电源相比,它具有结构简单、制造方便、使用可靠、维修容易、效率高、成本低等优点。

② 直流弧焊发电机:其稳弧性好,经久耐用,电网电压波动的影响小,但硅钢片和铜导线需要量大,空载损耗大,结构复杂,已被列入淘汰产品。

③ 晶闸管弧焊整流电源:其引弧容易,性能柔和,电弧稳定,飞溅少,是理想的更新换代产品。

④ 电源的选择原则:焊条电弧焊要求电源应具有陡降的外特性、适当的空载电压及短路电流、良好的动特性以及合适的电流调节范围。

(2) 埋弧焊电源

① 电源的组成部分:

焊接电源接到导电嘴和工件之间来产生电弧;焊丝由焊丝盘经送丝机构和导电嘴送入焊接区;颗粒状焊剂由焊剂漏斗经软管均匀地堆敷到焊缝;焊丝及运丝机构、焊剂漏斗和焊接控制盘等通常装在一台小车上,以实现焊接电弧的移动。

② 埋弧焊的特点

- 优点:生产效率高,焊接质量好,劳动条件好。
- 缺点:只适用平焊和角焊,不能直接观察电弧,电流小于 100A 时电弧稳定性差,不适合焊小于 1mm 的薄件。

(3) 钨极氩弧焊设备

① 设备组成

通常由焊接电源、引弧及稳弧装置、焊枪、供气系统、水冷系统和焊接程序控制装置等部分组成。

② 氩弧焊的特点

- 氩气能充分而有效地保护金属熔池不被氧化,焊缝致密,机械性能好;
- 明弧焊,观察方便,操作容易;
- 穿透性好,内外无熔渣,无飞溅,成形美观,适用于有清洁要求的焊件;
- 电弧热集中,热影响区小,焊件变形小;
- 容易实现机械化和自动化。

(4) 熔化极气体保护焊设备(简称 GMAW)

① 设备组成

GMAW 设备可分为半自动和自动两种类型,设备主要由焊接电源、送丝系统、焊枪和行走系统(自动焊)、供气和冷却水系统、控制系统五个部分组成。

② CO₂ 气体保护焊

优点:生产效率高,成本低,焊接应力变形小,焊接质量高,操作简便。

缺点:飞溅较大,弧光辐射强,很难用交流电源焊接,设备复杂,不能在有风地方施焊,不能焊接易氧化的有色金属。

③ 熔化极氩弧焊的特点

熔化极氩弧焊的焊丝既作为电极又作为填充金属,所以它的焊接电流密度可以提高,热量利用率高,使熔深和焊速大大增加,生产率比手工钨极氩弧焊提高 3~5 倍,最适合