

HANJIE  
JISHU YAOLING 550LI  
SUCHA SHOUCHE

# 焊接技术要领 550

例

速查

手册

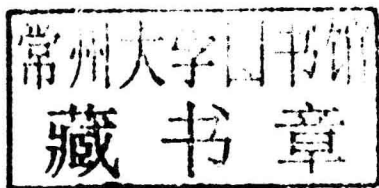
顾纪清

——主编——

上海科学技术出版社

# 焊接技术要领 550 例速查手册

顾纪清 主编



上海科学技术出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

焊接技术要领 550 例速查手册/顾纪清主编. —上海: 上海科学技术出版社, 2013. 6

ISBN 978-7-5478-1621-9

I. ①焊… II. ①顾… III. ①焊接工艺-技术手册  
IV. ①TG44-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 004047 号

上海世纪出版股份有限公司 出版、发行  
上海科学技术出版社

(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235)

新华书店上海发行所经销

常熟市兴达印刷有限公司印刷

开本 889 × 1194 1/32 印张: 23.5

字数: 870 千字

2013 年 6 月第 1 版 2013 年 6 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5478-1621-9/TG · 59

定价: 59.00 元

---

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题,  
请向工厂联系调换

## 内 容 提 要

本手册共两篇,30章。第一篇,1~15章,含317例,介绍焊接技术基础知识(即应知)。第二篇,16~30章,含233例,阐述焊接技术操作要领(即应会)。全书包括总则、焊前准备、操作技能、低碳钢低合金钢焊接、中碳钢中合金钢焊接、低温钢耐蚀钢焊接、不锈钢焊接、有色金属(铜、铝、钛)焊接、异种钢焊接、镍及镍合金焊接、铸铁及机件焊接、高效焊接技术和身边的焊接技术要领等,内容翔实。

本手册读者对象为焊工及配套的相关工种;工程项目设计师、工艺师、技师和项目经理等工程指挥人员;质量检测人员,如检验师、监理师、无损探伤检验师;材供、仓储、采购人员等。本手册也可作为焊接服务的科研机构和培训教育机构有关人员等的参考用书。

# 前 言

焊接技术工作者,被誉为“钢铁裁缝”,为国家建设作出了巨大贡献:钢结构建筑遍地耸立,地下管网跨越万里,船舶漂洋过海,机电设备遍及全球。钢结构焊接工程,高耸坚挺,但技术不足会很脆弱。纵观 20 世纪中叶至今,全球由于焊接缺陷等因素诱发的事故屡屡见报,钢结构脆断,使船舶折成两段或沉入海底,使钢桥折成两段,使钢结构建筑倒塌,使化工设备或压力管道爆裂,使乐园、公园游艺机失事,造成灾难性事故等。焊接缺陷是脆断的起源,历史的教训值得铭记。本手册收编了 550 例焊接技术要领,目的是关注焊接技术深层次问题。焊接必须遵循科学规律,讲究规范,抓住要领。本手册具有以下五项功能:

(1) 优质焊接质量的卫士。本手册阐述了防止焊接缺陷,维护优质的要领,特别是钢结构工程中氢脆、冷脆、层状撕裂和焊缝变脆等致命隐患的防止要领。清除了隐患,使用安全才有保障。

(2) 高产高效的好参谋。掌握要领,事半功倍,本手册第 29 章介绍了“高效焊接技术要领”,助读者提高劳动生产率 1~5 倍,而节能焊机将帮读者降本增利出效益。

(3) 建筑工程焊接指南。钢结构建筑焊接是后起之秀,发展很快,其特点是野外作业或高耸焊接多,环境复杂,常遇焊接难题。本手册列举建筑工程焊接要领,具有参考价值。

(4) 焊工接力棒。企业成立焊工考试委员会,评定考试成绩,颁发合格证书,接着焊工上岗焊接实际工程时,往往有的焊工上阵后因焊不好而退下来,主要原因是工程焊接工况与考试试件不同,新手既无经验也不懂要领,难以胜任实际工程,还是得请老焊工传、帮、带。常常听到老焊工感叹:“紧握焊钳工作了 35 年,练得一手技能,积累了丰富的经验,即将告老回家,经验将与时俱消。”刚进厂的青年焊工则渴望学到经验,掌握焊接要领,多创业绩。新老焊工交替缺少一根“接力棒”。笔者笔耕 5 年,编著了《焊接技术要领 550 例速查手册》,很多实例来自生产第一线,首次编入书籍,具有可读性,此书是一位不开口的师父,可指点迷津,帮助焊工少走弯

路和少失误。

(5) 速查手册。本手册率先将焊接技术常用要领集中于一册,通过实例晓之以理,通俗易懂,以规范、规程、规则和技术标准为依托,用实践经验作基础,内容翔实,查找方便。

本手册第 30 章“身边的焊接要领”,发人深省,焊工要领在手,重任在肩,更能勇挑起重担。

焊接技术覆盖各行各业,用于诸多工程,本手册突出要领,不作面面俱到详述,可能有疏漏和不足,望读者指正。在编写过程中,承蒙专家、同行指导和热忱帮助,在此向他们以及向参考文献作者深表感谢。

手册在编写过程中,强秀珍、钱芬、宋翠芳、顾谷钟在资料收集、图稿绘制、数据计算等方面参与了工作、提供了很大的支持和帮助,谨此致谢。

编 者

# 导 读

## 1. 适应读者范围较广

本手册最大特点是有的放矢,紧贴现实,触及要领。来自生产第一线的信息量多,实用性强,对读者而言是“及时雨”、“好参谋”。

(1) 第1~15章介绍焊接技术理性知识(俗称应知),16~30章阐述焊接技术操作要领(俗称应会),有实例,可优选作为职业焊工培训教材。焊工经考试合格取得上岗证,仅是入门,尚需进室,上岗从事焊接。有的焊工入了门,进不了室,在走廊内徘徊。从本手册中学习应知应会,掌握焊接要领,长见识,增才干。本手册是焊接工作者的好参谋。

(2) 供设计师阅读。设计是龙头,龙头坚挺,龙身有力;先天不足,后天难产。

(3) 供建设工程质量监督机构和企业质检部门有关人员阅读,从手册中了解工程焊接新情况,研究新问题,不但克服焊接通病,同时要监督低应力脆性断裂,杜绝重大事故。

(4) 供焊接科研机构有关研究人员阅读。

(5) 供负责焊接技术、工艺的工艺师、技师和为焊接服务的材供、采购、仓储管理人员阅读,以及为焊接系统配套的相关工种阅读。

## 2. 新理念是要领之首,成功之本

理念是行动的先导,意识决定行动。

(1) 提高对焊接要领重要性认识。老观念忽视要领,“碰鼻头才转弯”,“船到桥头自然直”,弯路不断,新理念“掌握要领,天下通行,不懂要领,寸步难行”。

(2) 将焊缝“增强量”改称“余高”,名正言顺。受老观念影响,仍追求焊缝高和胖,物极必反,有害无益。余高太高,诱发应力集中。

(3) 焊缝出现“应力集中”,成为低应力脆性断裂之根源,是焊接工程最危险的隐患。

(4) 压力管道是机械动力装置及化工设备的“心脑血管”,必须全焊透达标,严禁管内焊缝“豆腐渣”。

(5) 按工艺评定的规范操作,控制线能量,严禁擅自加大焊接电流,留下隐患,晶粒粗大,焊缝变脆,危及安全。

(6) 本手册摘录《固定式压力容器安全技术监察规程》(TSGR 0004—2009)相关要点,有法可依。

# 目 录

## 第1篇 焊接技术基础/1

### 第1章 金属材料/3

- 1-1 钢材有哪些物理和化学性能? /3
- 1-2 金属材料有哪些主要力学性能指标? /4
- 1-3 什么是钢材的蓝脆、氢脆和冷脆? /7
- 1-4 什么叫钢材的工艺性能,包括哪些内容? /7
- 1-5 钢材中有哪些基本化学元素,起何作用? /8
- 1-6 钢中的气体和杂质有哪些不利影响? /8
- 1-7 钢材有哪七种主要组织? /9
- 1-8 什么是铁碳合金状态图? /11
- 1-9 什么是钢材的蠕变和蠕变极限,蠕变有何危害? /12
- 1-10 什么是钢材的持久强度? /13
- 1-11 什么是低碳钢、中碳钢、高碳钢和合金钢,它们的可焊性如何? /13
- 1-12 “Q235B”是什么钢,它的符号及数字表示什么含义? /14
- 1-13 钢分成哪些类别? /14
- 1-14 钢铁产品用哪些化学元素符号表示? /15
- 1-15 钢铁产品命名用哪些符号表示? /16
- 1-16 碳素结构钢有哪些牌号,其化学成分和力学性能如何? /19
- 1-17 低合金高强度结构钢有哪八种牌号及化学成分,《低合金高强度结构钢》(GB/T 1591—2008)

有何规定? /21

- 1-18 低合金高强度结构钢力学性能和冲击吸收能量如何? /22
- 1-19 《钢结构工程施工质量验收规范》(GB 50205—2001)对钢材有哪些基本要求? /23
- 1-20 压力容器、锅炉、焊接气瓶以往常用碳素钢有哪些,其化学成分和力学性能如何? /24
- 1-21 《锅炉和压力容器用钢板》(GB 713—2008)中有哪些新牌号,其适用范围、化学成分、力学性能和工艺性能有何规定? /25
- 1-22 桥梁用结构钢有哪些牌号? 概述其化学成分、力学性能、碳当量和Z向钢断面收缩率。 /27
- 1-23 对造船金属材料的基本要求有哪些? 船体结构钢有哪几个级别,其化学成分及力学性能有何特点? /31
- 1-24 什么是低温钢,有何特性? /34
- 1-25 我国低温压力容器用哪些低合金钢板,其化学成分和力学性能如何? /35
- 1-26 低合金耐蚀钢分为哪几类,有何用途? /36
- 1-27 常用耐蚀钢有哪些钢号,其化学成分和力学性能如何? /37
- 1-28 钢板产生层状撕裂的原因是什么? 抗层状撕裂钢有何技术要求? /39
- 1-29 耐热钢包括哪几类,有何特性? /39



- 1-30 国家标准《耐热钢钢板和钢带》(GB/T 4238—2007)中引进了14个耐热钢板和钢带的牌号,简述其化学成分、特性和用途。/40
- 1-31 不锈钢如何分类,不锈钢中碳含量如何表示,合金元素对其性能有何影响? /44
- 1-32 常用不锈钢有哪些牌号,其化学成分及力学性能如何? /45
- 1-33 试述各国不锈钢标准牌号对照。/47
- 1-34 世界常用结构钢牌号有哪些? /50
- 1-35 日本钢材如何编号? /51
- 1-36 日本轧制钢材标准名称、代号和牌号如何? /51
- 1-37 德国钢材如何编号? /52
- 1-38 美国有哪些常用钢号? /52
- 1-39 使用钢材应注意哪些问题? /53
- 1-40 什么是H型钢,它有哪些特点和用途? /55
- 1-41 热轧H型钢与焊接H型钢比较各有何特点? /56
- 1-42 中国热轧H型钢有哪些品种和规格? /57
- 1-43 中国热轧H型钢和尺寸、外形及允许偏差有何规定? /68
- 1-44 中国热轧H型钢钢柱外形尺寸允许偏差如何规定? /70
- 1-45 日本热轧H型钢有哪些品种和规格? /71
- 1-46 美国热轧H型钢有哪些品种和规格? /72
- 1-47 英国热轧H型钢有哪些品种和规格? /78
- 1-48 焊接H型钢有哪些代号、用途和技术要求? /82
- 1-49 高频焊接有何特点? 高频焊接H型钢有哪些特点和规格,有何技术要求? /87
- 1-50 冷弯型钢有何特点,有哪些品种? /90
- 1-51 根据《变形铝及铝合金化学成分》(GB/T 3190—2008)变形铝及铝合金有哪些化学成分? /91
- 1-52 铝及变形铝合金有哪些常用牌号,常温力学性能如何? /107
- 1-53 常用纯铜、无氧铜、脱氧铜、黄铜和青铜各有哪些牌号,其化学成分、力学性能、物理性能如何? /109
- 1-54 钛及钛合金板材有哪些牌号、规格、主要化学成分和力学性能? /120
- 1-55 加工镍及镍合金有哪些牌号、化学成分、产品形状和力学性能? /123
- 1-56 钛及钛合金有哪些特点? /126
- 第2章 焊接材料/128**
- 2-1 焊条如何分类,其组成如何? /128
- 2-2 酸性焊条和碱性焊条有何区别,各有何特性? /131
- 2-3 试述碳弧焊条型号及表示方法,并举例说明。/132
- 2-4 试述低合金钢焊条,按熔敷金属力学性能、化学成分、药皮类型、焊接位置和电流种类划分型号的原则及型号编制方法举例。/134
- 2-5 试述常用结构钢焊条牌号、特点和主要用途。/140
- 2-6 用于焊接低碳钢、低合金高强度钢焊条熔敷金属力学性能有哪些指标? /144
- 2-7 试述常用不锈钢焊条牌号、特点和主要用途。/145
- 2-8 试述常用铬和铬钼耐热钢焊条牌号、特点和主要用途。/150
- 2-9 试述低温钢焊条牌号、特点和主要用途。/152

- 2-10 试述有色金属(镍、铜、铝)焊条牌号、特点和主要用途。/153
- 2-11 试述铸铁焊条牌号、特点和主要用途。/155
- 2-12 试述堆焊焊条牌号、特点和主要用途。/156
- 2-13 试述船用焊条牌号、特点和主要用途。/160
- 2-14 试述特殊用途焊条牌号特点和主要用途。/164
- 2-15 试述常用结构钢焊丝品种、化学成分和主要用途。/164
- 2-16 试述常用有色金属及铸铁焊丝牌号、化学成分和主要用途。/166
- 2-17 试述常用药芯焊丝牌号、化学成分和主要用途。/169
- 2-18 试述埋弧焊、电渣焊常用焊剂分类、型号、牌号和主要用途。/169
- 2-19 试述气焊熔剂牌号、性能和主要用途。/173
- 2-20 试述钎焊熔剂牌号性能和主要用途。/174
- 2-21 试述焊条、焊剂为什么要进行烘焙和保温。/175
- 2-22 如何鉴别焊条是否干燥? /176
- 2-23 氧气有哪些特性和用途? /176
- 2-24 氩气有哪些特性和用途? /176
- 2-25 二氧化碳( $\text{CO}_2$ )气体有哪些特性和用途? /177
- 2-26 氦气有哪些特性和用途? /177
- 2-27 乙炔气有哪些特性和使用要领? /177
- 2-28 焊条的质量检验有哪些方法和要求? /178
- 2-29 焊料库存、保管、发放要注意哪些要领? /179
- 2-30 进口钢材能否用中国生产焊条焊接? /181
- 2-31 日本钢结构常用焊条、焊丝和焊

剂有哪些名称、型号和标准号? /182

- 2-32 日本低碳钢和高强度钢焊条熔敷金属力学性能有哪些指标? /182
- 2-33 日本常用不锈钢焊条、焊丝有哪些品种? /183
- 2-34 瑞典常用不锈钢焊条有哪些品种? /185

### 第3章 焊接设备/189

- 3-1 对焊接电源(俗称焊机)有何基本要求? /189
- 3-2 焊接电源(焊机)分成哪几类,各有什么优缺点? /191
- 3-3 如何观看焊机铭牌上的主要参数,负载持续率是何含义? /192
- 3-4 试述焊接电源选择原则,以及如何并联使用。/194
- 3-5 电焊机型号如何表示? /195
- 3-6 常用弧焊变压器有哪些结构、特性、主要技术参数和用途? /198
- 3-7 常用弧焊整流器有哪些结构特点、分类特征、主要技术参数和用途? /201
- 3-8 试述常用埋弧自动焊机结构、工作原理和用途。/206
- 3-9 试述常用埋弧焊机主要技术参数和用途。/207
- 3-10 试述常用手工电弧焊机主要技术参数和用途。/208
- 3-11 试述常用半自动氩弧焊机主要技术参数和用途。/209
- 3-12 试述常用自动氩弧焊机主要技术参数和用途。/210
- 3-13 试述WSE系列双重逆变方波交直流多功能氩弧焊机特性。/211
- 3-14 试述常用二氧化碳保护焊机主要技术参数和用途。/212
- 3-15 试述电渣焊机、等离子弧焊机、

- 真空电子束焊机主要技术参数。/215
- 3-16 试述螺柱焊机主要技术参数和用途。/216
- 3-17 无电源地区采用哪些焊机焊接? /217
- 3-18 手工气焊、气割设备有哪些部件组成,有何特点? /218
- 3-19 焊炬(割炬)用什么代号表示? /220
- 3-20 常用喷射式焊炬有哪些技术参数? /220
- 3-21 常用割炬、焊割两用炬有哪些技术参数? /221
- 3-22 半自动气割机有哪些技术参数? /222
- 3-23 数控气割机有哪些型号和技术参数? /224
- 3-24 仿形气割机有哪些型号和技术参数? /224
- 3-25 等离子弧切割机有哪些技术参数? /225
- 3-26 如何判断钨极氩弧焊焊枪气体保护效果及电弧焊时使用长电缆应注意什么? /227
- 3-27 怎样计算实际允许焊接电流? /227
- 3-28 当不知道焊机上正、负极时,怎样识别它们的极性? /228
- 3-29 如何使用和维护电焊机? /228
- 3-30 交流弧焊机、整流弧焊机常见故障如何排除? /228
- 3-31 埋弧焊机常见故障如何排除? /229
- 3-32 钨极氩弧焊机的常见故障如何排除? /230
- 3-33 二氧化碳气体保护焊机的故障如何排除? /231
- 3-34 电站锅炉钢管(直径 38~40 mm)焊接有何要领? /232
- 3-35 焊接碳钢、合金钢、不锈钢、钛、钼、铜等 1~8 mm 板材对接焊不开坡口全熔透有何要领? /232
- 3-36 轻型圆管内自动埋弧焊接有何技术要领? /233
- 3-37 CNC 系列数控管道气割机有何特点,已在哪些行业中应用? /233
- 3-38 1K-72T 全方位自动气割机有何特点,用途如何? /234
- 3-39 美国“海宝”HD3070 精细等离子切割机有何特点及技术参数? /235
- ## 第 4 章 焊接结构/237
- 4-1 杆件受力有哪三个基本要求? 焊接结构设计有哪七点要领? /237
- 4-2 受纵总弯曲的焊接结构有何要求? /240
- 4-3 如何防止焊接结构损伤? /240
- 4-4 试述应力、应力集中的概念,以及焊接接头产生应力集中的原因。/243
- 4-5 为什么焊缝不能密集? /244
- 4-6 对接接头有何特征? /244
- 4-7 焊缝余高( $h$ )与应力集中和疲劳强度有何关系? /245
- 4-8 角接接头有哪些主要型式和用途? /245
- 4-9 手工电弧焊角接接头结构有哪些基本参数? /246
- 4-10 日本建筑结构角接缝有哪些型式? /248
- 4-11 十字接头有哪些型式及设计要领? /249
- 4-12 试述 T 形接头的结构参数。/250
- 4-13 试述日本 T 形接头的型式(摘自日本《建筑铁骨工事施工指南》)/251
- 4-14 试述焊缝符号表示方法。/252

- 4-15 填角焊缝中,何谓理想角焊,何谓合格角焊缝,何谓角焊缝凸度C? /253
- 4-16 试述间断焊缝的型式,常用规格,以及使用要领。/253
- 4-17 何谓搭接接头? /255
- 4-18 何谓单道焊与多层多道焊? /255
- 4-19 何谓全熔透焊接接头? /256
- 4-20 何谓部分熔透焊接接头? /256
- 4-21 焊接接头的焊缝熔敷金属越多越可靠吗? /257
- 4-22 容器主要受压部分的焊接接头分为哪四类? /257
- 4-23 建筑钢结构节点连接有哪些主要型式? /258
- 4-24 热轧H型钢对接接头有哪些型式? /259
- 4-25 焊接H型钢对接接头有哪些型式? /260

## 第5章 焊接电弧热源和冶金/261

- 5-1 何谓焊接电弧,焊接时产生电弧和维持电弧燃烧的 necessary 条件是什么? /261
- 5-2 为什么会产生电弧偏吹,如何克服电弧偏吹? /261
- 5-3 如何用接触短路法引燃电弧? /262
- 5-4 电弧有哪几个区组成,温度和热量如何分布? /262
- 5-5 电弧静特性与电弧长度有何关系? /263
- 5-6 常用焊接热源有几种,有什么特点? /263
- 5-7 什么是焊接热循环,它有哪些特点? /264
- 5-8 什么是线能量,对焊接质量有何关系? /265
- 5-9 线能量对焊缝性能有何影响? /266
- 5-10 如何计算焊接热效率,各种焊接方法的热效率有何区别? /267
- 5-11 什么是焊接熔池,温度怎样分布? /267
- 5-12 什么是焊接熔池的一次结晶,有何特征? /268
- 5-13 焊缝中产生偏析的原因是什么,通常有哪几种偏析? /268
- 5-14 什么是焊缝金属的二次结晶组织? /269
- 5-15 熔池形状系数与焊缝质量有何关系,如何控制焊缝形状? /270
- 5-16 焊缝中的气体从何而来? /271
- 5-17 氧( $O_2$ )对焊缝金属有何影响,脱氧有哪些途径? /271
- 5-18 氢对焊缝金属有何危害? /272
- 5-19 如何防范氢对焊缝金属的危害? /272
- 5-20 氮对焊缝金属有何影响? /273
- 5-21 硫对焊缝金属有何危害,如何脱硫? /273
- 5-22 磷对焊缝金属有何危害,如何脱磷? /274

## 第6章 焊接接头/275

- 6-1 焊缝金属一次结晶组织和焊缝偏析与性能有何关系? /275
- 6-2 焊缝金属二次结晶组织与性能有何关系? /275
- 6-3 焊接接头由哪几部分组成,有何特征? /276
- 6-4 什么是焊接接头熔合区,为什么它是焊接接头的薄弱区域? /276
- 6-5 何谓焊缝熔合线? /277
- 6-6 什么是焊接接头热影响区,它又可细分成哪些区域? /277
- 6-7 低碳钢、低温钢、低合金钢焊缝热影响区由哪几部分组成,其主要特征及性能如何? /277
- 6-8 高合金钢、耐热钢焊缝热影响区由哪几部分组成,其主要特征及性能如何? /279

6-9 不锈钢焊缝热影响区由哪几部分组成,其主要特征及性能如何? /280

6-10 不同焊接方法的热影响区宽度各是多少,何种焊接方法热影响区最宽? /281

6-11 焊缝热影响区硬度变化说明什么? /282

6-12 什么是热应变脆化区,为什么它是焊接接头的另一薄弱区域? /282

6-13 影响焊接接头性能的因素有哪些,如何控制? /283

## 第7章 预热后热和焊后热处理 /285

7-1 对钢进行热处理常用哪些方法? /285

7-2 焊件预热的作用是什么,如何选择预热温度? /287

7-3 焊件后热的作用是什么,如何进行后热处理? /287

7-4 焊件为何进行焊后热处理,有哪些方法? /288

7-5 钢制压力容器、焊件预热、后热和焊后热处理有哪些规定? /289

## 第8章 焊接原理/293

8-1 试述手工电弧焊原理及特点。/293

8-2 怎样选择手工电弧焊焊条直径? /293

8-3 怎样选择手工电弧焊焊接电流、电弧电压和电源极性? /294

8-4 怎样选择焊接速度和焊接层数? /295

8-5 试述埋弧自动焊原理、特点分类及适用范围。/296

8-6 什么是埋弧自动焊形状系数和熔合比? /297

8-7 如何选择埋弧自动焊焊接参数? /297

8-8 试述钨极氩弧焊原理及分类。/300

8-9 氩弧焊有哪些特点? /300

8-10 试述熔化极氩弧焊(MIG、MAG)特点及应用。/301

8-11 试述氩弧焊的应用范围。/301

8-12 如何选择氩弧焊焊接参数? /302

8-13 试述二氧化碳气体保护焊原理及特点。/303

8-14 试述二氧化碳气体保护焊分类及应用范围。/304

8-15 如何选择二氧化碳气体保护焊焊丝直径、焊接电流、电弧电压、焊接速度、电源极性、电路电感等焊接参数? /305

8-16 试述熔化嘴电渣焊原理及特点。/307

8-17 试述气焊原理、特点及用途。/308

8-18 试述钎焊的原理及要领。/310

8-19 试述钎焊工艺/312

8-20 试述常用材料钎焊性及钎焊料、钎焊熔剂的选择。/313

8-21 试述电子束焊原理、特点及应用范围。/316

8-22 试述激光束焊原理及应用。/318

8-23 试述高频焊分类、特点及应用。/319

8-24 何谓螺栓焊接? /321

8-25 何种钢材及焊接位置在焊接时不宜作横向摆动,为什么? /322

8-26 何谓正接极,何谓反接极,低氢碱性焊条选择何种接法? /322

8-27 何谓自保护焊,有何特点? /322

## 第9章 压力容器分类分级/324

9-1 钢制压力容器分为哪四个压力等级?按压力容器在生产工艺过程中的作用原理,可分为哪五种类别? /324

9-2 压力容器化学介质毒性程度和易

燃介质如何划分? /324

9-3 钢制压力容器为什么要分类、分级? /325

9-4 按《压力容器安全技术监察规程》第二条范围内压力容器划分的一、二、三类压力容器各包括哪些压力容器? /325

## 第10章 碳弧气刨/327

10-1 碳弧气刨原理是什么? /327

10-2 碳弧气刨常用哪些工具、设备和材料? /327

10-3 如何操作碳弧气刨? /329

10-4 如何选择碳弧气刨焊接参数? /330

10-5 碳弧气刨工艺试验有哪些结论? /331

10-6 如何排除碳弧气刨缺陷? /332

## 第11章 焊接裂纹/333

11-1 焊接裂纹分成哪几类? /333

11-2 试述热裂纹特征、起因及如何防止。/333

11-3 试述冷裂纹(又称延迟裂纹、氢致裂纹)特征、起因及如何预防,为什么延迟裂纹是焊接构件的一大隐患。/334

11-4 试述再热裂纹特征、起因及如何防止。/336

11-5 试述层状撕裂特征、起因及如何预防。/336

11-6 十字接头和角接接头为何会产生层状撕裂,如何预防? /337

11-7 何谓裂纹敏感性系数? /338

11-8 何谓冷脆断裂? /338

11-9 试述产生冷脆断裂的原因及预防措施。/338

11-10 停靠在码头上的“司卡莱克塔德”号油轮为什么会折裂成两段? /339

11-11 某千吨船停靠在黄浦江畔为何

会出现冷脆裂纹? /340

11-12 小零件为什么会出现大裂纹? /340

11-13 120艘船为什么会出现644条裂纹? /341

11-14 错位是否也会造成裂纹? /342

11-15 试举例说明“小缺陷”引起的“千钧一发”的险情。它有何预防措施? /342

11-16 为什么会产生晶间腐蚀? /344

11-17 为何晶间腐蚀危险性很大,如何预防晶间腐蚀? /344

11-18 试述球罐壳体接头裂纹的起因及如何预防。/345

## 第12章 焊接变形和应力/348

12-1 为什么会产生焊接变形,焊接变形有哪几种? /348

12-2 如何控制焊接变形? /349

12-3 试述用延展法矫正焊接变形的原理。/350

12-4 试述用收缩法矫正焊接变形的原理。/351

12-5 试述矫正焊接变形的要领。/354

12-6 加热矫正低合金钢焊接变形时,为什么不能用水激冷? /356

12-7 如何判别加热钢材的温度? /356

12-8 焊接应力有哪几种? /356

12-9 焊接应力对结构使用有哪些影响? /357

12-10 焊接残余应力对结构使用有何影响? /357

12-11 哪些结构通常宜消除焊接拉伸残余应力? /357

12-12 可采取什么措施减少焊接应力? /358

12-13 消除焊接拉伸残余应力有哪些方法? /358

## 第13章 焊接缺陷/359

13-1 为什么会发生未焊透,如何防

- 止? /359
- 13-2 为什么会发生未熔合,如何预防? /359
- 13-3 为什么会产生夹渣,如何预防? /360
- 13-4 为什么会产生气孔,如何防止? /360
- 13-5 为什么会出现咬边,如何防止? /361
- 13-6 为什么会产生焊瘤,如何预防? /362
- 13-7 为什么会出现背面凹陷,如何防止? /363
- 13-8 为什么会产生弧坑,如何预防? /363
- 13-9 电弧擦伤是如何产生的,怎样预防? /364
- 13-10 为什么会烧穿,怎样预防? /364
- 13-11 试述焊缝鱼鳞状太深的原因、危害及预防要领。/364
- 13-12 焊缝有哪些其他缺陷? /365
- 13-13 试述焊缝尺寸不符合要求的原因、危害及预防要领。/366
- 13-14 怎样预防埋弧自动焊常见缺陷? /367
- 13-15 怎样预防氩弧焊常见缺陷? /368
- 13-16 钎焊表面为何会浸蚀,如何排除? /369
- 13-17 为什么会产生钎焊未焊满缺陷,怎样排除? /369
- 13-18 为什么钎焊会成形不良,怎样排除? /369
- 13-19 钎焊为什么会产生气孔,怎样排除? /369
- 13-20 钎焊为什么会产生夹杂物,怎样排除? /370
- 13-21 焊接缺陷有哪些危害? /370
- 13-22 怎样修补焊接缺陷? /370

## 第14章 焊接质量检验/373

- 14-1 焊接质量检验有哪些规定? /373
- 14-2 焊接检验分几个阶段,有哪些内容? /373
- 14-3 如何进行焊缝的外表检查? /374
- 14-4 射线探伤有哪些特点? X射线的适用范围有哪些? /375
- 14-5 如何识别射线探伤底片上的显示特征? /375
- 14-6 超声波探伤有哪些特点及应用范围? /376
- 14-7 磁粉探伤有哪些特点和用途? /377
- 14-8 着色法探伤有哪些特点和用途? /378
- 14-9 荧光探伤法有哪些特点和用途? /378
- 14-10 进行压力容器爆破试验时应注意哪些要领? /378
- 14-11 焊接构件组装允许偏差有哪些具体规定? /379
- 14-12 焊接H型钢允许偏差有何具体规定? /380
- 14-13 试述焊缝外形检查。/381
- 14-14 焊缝射线探伤标准有哪些具体规定? /383
- 14-15 为何必须坚持“拍片守则”? /385

## 第15章 焊接计算/386

- 15-1 T形接头填角焊缝焊条用量如何概算? /386
- 15-2 T形接头全熔透(角焊缝)焊条用量如何概算? /387
- 15-3 板厚3~5mm钢板对接焊缝焊条用量如何? /389
- 15-4 V形对接接头(全熔透)焊条用量如何概算? /389
- 15-5 X形对接接头(全熔透)焊缝焊条用量如何概算? /390
- 15-6 对接埋弧自动焊焊缝焊丝、焊剂

- 用量如何? /392
- 15-7 钢结构制作, 焊接器材消耗如何? /392
- 15-8 某压力容器直径为 6 m, 计算得环缝横截面积  $A = 4.8 \text{ cm}^2$ , 手工焊接一圈环缝需消耗多少焊条? /393
- 15-9 氧气、乙炔用量如何估算? 氧气瓶压力与氧气瓶温度有何关系? /393
- 15-10 二氧化碳气体保护焊气体消耗量如何概算? /394
- 15-11 氩气保护焊气体消耗量如何概算? /394
- 15-12 举例说明对接焊缝强度如何计算。/395
- 15-13 搭接角焊缝剪应力如何计算? /396
- 15-14 直角角焊缝(力平行焊缝长度方向时)强度如何计算? /397
- 15-15 焊接变形如何计算? /397
- 15-16 熔敷金属系数与熔化系数如何计算? /398
- 15-17 电弧焊的能耗如何计算? /399
- 15-18 熔化速度、熔敷速度及热输入如何计算? /399
- 15-19 试求钢板斜对接接头能承受最大拉力  $P$ 。/401
- 15-20 碳当量  $C_{eq}$  是焊前必知的重要数据, 已知  $30\text{CrMnSiA}$  化学成分如表 15-11 所示, 试计算碳当量  $C_{eq}$ 。/401
- 16-3 怎样通过技能教育提高焊工素质? /405
- 16-4 如何通过进行焊工考试使焊工取得技能资格? /406
- 16-5 为什么“锐意进取, 创造业绩”也是素质? /406
- 16-6 为什么要对焊缝质量分等级及对缺陷分级? /407
- 16-7 什么是可焊性, 它与哪些因素有关? /408
- 16-8 为什么要进行焊接工艺评定, 应掌握哪些要领? /410
- 16-9 为什么焊工必须考试合格, 持证上岗? /411
- 16-10 为什么必须实焊, 不准虚焊? /411
- 16-11 为什么“清根”是手工焊条电弧焊对接焊全熔透的关键, 以及是实焊的要领? /412
- 16-12 为什么“碳弧气刨”是焊缝清根的主要手段? /413
- 16-13 焊工为什么必须严格执行工艺纪律? /414
- 16-14 气温、天气变化对焊接有何影响? /414
- 16-15 为什么要在焊缝两端设置引弧板和引出板? /415
- 16-16 为什么引弧板、引出板焊接完毕后, 要用火焰切割除去, 切口断面应修磨平整, 严禁用锤敲落? /415
- 16-17 角焊缝起落点、包角焊(绕角焊), 对保证焊接质量有何重要意义? /415
- 16-18 手工电弧焊全熔透对接接头, 若背面无法施焊, 可采用哪些方法焊接? /416
- 16-19 角焊缝焊脚有什么新概念, 为什么焊脚不宜过大? /417

## 第 2 篇 操作技能与要领/403

### 第 16 章 总则/405

- 16-1 为什么提高焊工素质至关重要, 素质包括哪些内容? /405
- 16-2 怎样提高焊工的责任意识和工作热情? /405



## 第 17 章 焊前准备/419

- 17-1 气割前有何基本要求? 钢材自动、半自动气割焊接参数如何选择? /419
- 17-2 碳素钢、低合金钢手工气割焊接参数如何选择? /419
- 17-3 试述气割表面质量标准包括哪些内容。/420
- 17-4 试述选择手工电弧焊坡口型式的原则。/421
- 17-5 用碳弧气刨开坡口,有何基本型式及尺寸? /425
- 17-6 埋弧自动焊角接接头和 T 形接头焊缝坡口有哪些基本型式和尺寸? /426
- 17-7 不同厚度钢板,不同高度型钢如何对接组装? /428
- 17-8 坡口表面及两侧如何清洁? /428
- 17-9 组装件如何进行定位焊? /429
- 17-10 为什么要进行焊前预热,在何种情况下应预热? /430

## 第 18 章 操作技能与要领/432

- 18-1 日本角焊缝焊接操作(平焊、立向下行焊、立向上焊)有哪些参数? /432
- 18-2 日本角焊缝焊接操作(立焊、仰焊、船舶上层建筑、艏柱)有哪些参数? /433
- 18-3 试比较单道焊与多层多道焊的操作方法和特点。/435
- 18-4 手工电弧焊怎样打底焊? /435
- 18-5 施焊时怎样接头? /436
- 18-6 手工电弧焊平焊、立焊、横焊、仰焊怎样操作? /437
- 18-7 不同接头型式式的操作有何要领? /438
- 18-8 手工电弧焊怎样引弧? /439
- 18-9 手工电弧焊怎样运条? /440
- 18-10 手工电弧焊怎样收弧? /442

- 18-11 判断焊接电流大小的经验? /442
- 18-12 如何操作埋弧自动焊? /443
- 18-13 氩弧焊操作的技术要领是什么? /444
- 18-14 如何掌握二氧化碳气体保护焊操作技术要领? /444
- 18-15 气焊左焊法、右焊法及击穿法操作有何要领? /446
- 18-16 带垫板对接焊的常用结构及用手工电弧焊焊接垫板要领是什么? /449
- 18-17 板对接手工电弧焊单面焊双面成形有何要领? /451
- 18-18 单面焊双面成形连弧法打底层有何要领? /451
- 18-19 断弧焊打底层单面焊双面成形有何要领? /453
- 18-20 埋弧自动焊单面焊双面成形的操作要领是什么? /455
- 18-21 小直径管对接,垂直固定焊,手工电弧焊打底焊接如何操作? /456
- 18-22 小直径管对接,水平固定焊,手工电弧焊打底层焊接如何操作? /458
- 18-23 小直径管对接,垂直固定焊,手工电弧焊盖面层焊接有何要领? /459
- 18-24 小直径管对接,水平固定焊,手工电弧焊盖面层焊接有何要领? /460
- 18-25 碳弧气刨操作要领是什么? /461
- 18-26 如何焊接多层多道焊,采用什么顺序进行焊接? /461
- 18-27 如何焊接不同长焊缝,采用什么顺序? /462
- 18-28 拼板焊接采用什么焊接程