

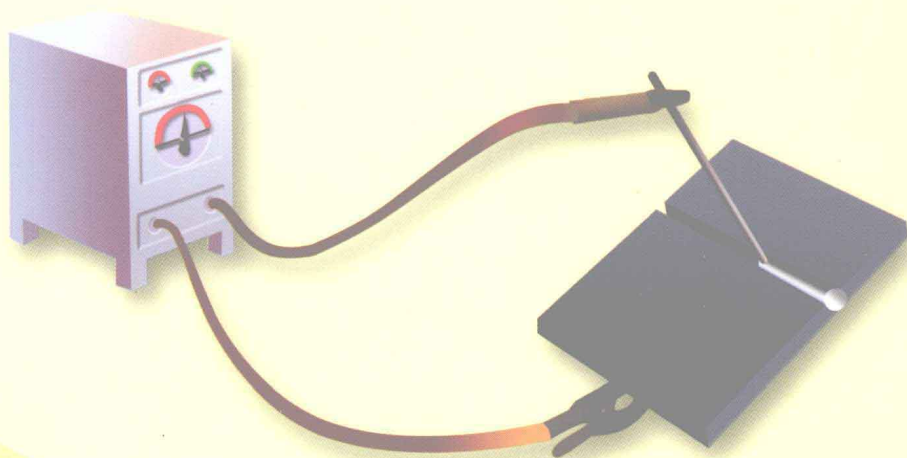
石油化工设备技术问答丛书

金属焊接

技术问答

雷 毅 主 编

何 峰 丁仰奎 副主编



中國石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

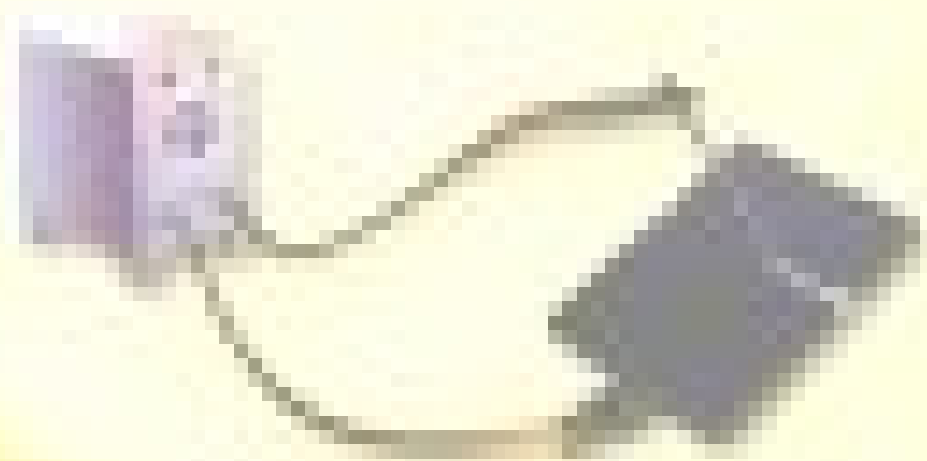
中国劳动社会保障出版社

金属焊接

技术问答

廖 敏 李 强

廖 敏 丁 强 编 著



中国劳动社会保障出版社

石油化工设备技术问答丛书

金属焊接技术问答

雷 毅 主 编
何 峰 丁仰奎 副主编

中国石化出版社

内 容 提 要

本书突出了学科性的知识体系特点,深入浅出、简明扼要地叙述金属焊接实用技术。全书共十章,以问答形式分别叙述了焊接基础知识、焊接电弧与弧焊电源、焊接冶金与焊接材料、焊接方法与设备、焊接应力与变形、焊接缺陷、典型金属材料焊接、焊接检验、焊接安全与防护、焊接工艺评定和焊接生产管理等相关技术知识。内容丰富,图文并茂。

本书主要供从事与焊接制造技术相关的管理人员、工程技术人员和质量检验人员使用,也可供各类焊工技术培训和升级考试参考,同时可作为焊工日常学习的知识读本及相关教学人员和工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

金属焊接技术问答/雷毅主编. —北京:中国石化出版社, 2008

(石油化工设备技术问答丛书)

ISBN 978-7-80229-765-4

I. 金… II. 雷… III. 金属材料-焊接工艺-问答
IV. TG 457.1-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 169133 号

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com.cn

北京密云红光制版公司排版

北京宏伟双华印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

787×1092 毫米 16 开本 20.75 印张 498 千字

2009 年 2 月第 1 版 2009 年 2 月第 1 次印刷

定价:48.00 元

序

设备是企业进行生产的物质技术基础。现代化的石油化工企业，生产连续性强，自动化水平高，且具有高温、高压、易燃、易爆、易腐蚀、易中毒的特点。设备一旦发生问题，会带来一系列严重的后果，往往会导致装置停产、环境污染、火灾爆炸、人身伤亡等重大事故的发生。因而石油化工厂的设备更体现了设备是企业进行生产、发展的重要物质基础。“基础不牢、地动山摇”。设备状况的好坏，直接影响着石油化工企业生产装置的安全、稳定、长周期运行，从而也影响着企业的经济效益。

为了确保石油化工厂设备经常处于良好的状况，就必须强化设备管理，广泛应用先进技术，不断提高检修质量，搞好设备的操作和维护，及时消除设备隐患，排除故障，提高设备的可靠度，从而确保生产装置的安全、稳定、长周期运行。

为了加强企业“三基”工作，适应广大石油化工设备管理、操作及维护检修人员了解设备，熟悉设备，懂得设备的结构、性能、作用及可能发生的故障和预防措施，以提高消除隐患，排除故障，搞好操作和日常维护能力的需要，中国石化出版社针对石油化工厂常见的各类设备，诸如，各类泵、压缩机、风机及驱动机、各类工业炉、塔、反应器、压力容器，各类储罐、换热设备，以及各类工业管线、阀门管件等等，组织长期工作在石油化工企业基层，有一定设备理论知识和实践经验的专家和技术人员，以设备技术问答的形式，编写了一系列“石油化工设备技术问答丛书”，供大家学习和阅读，希望对广大读者有所帮助。本书即为这套丛书之一。

中国石化设备管理协会副会长 胡安定

前 言

焊接作为机械设备制造与维修中一种基本的工艺方法,广泛应用于各工业部门。随着科学技术的发展,焊接已经从一种传统的热加工工艺发展到了集结构、材料、力学、电子等多门学科理论为一体的综合工程技术。为了提高相关管理人员和工程技术人员的队伍素质,满足广大从事现场焊接技术工作人员和操作及维护检修人员的需要,特组织编写了《金属焊接技术问答》。本书主要依据人力资源和社会保障部颁布的《职业技能鉴定规范》和《工人技术等级标准》的要求,结合国内目前焊接技术的应用现状和发展方向编写,旨在进一步提高相关工作人员对焊接技术的认识和其基础理论的知识水平,促进我国焊接技术的发展。

全书共 10 章。第 1 章为焊接基础知识,主要包括识图、电工学、金属材料和焊接基本常识等方面的相关知识。第 2 章为焊接电弧与弧焊电源,主要包括焊接电弧、对弧焊电源的要求、弧焊变压器、直流弧焊发电机、硅弧焊整流器、晶闸管式弧焊电源、晶体管式弧焊电源、脉冲弧焊电源和新型弧焊电源等方面的相关知识。第 3 章为焊接冶金与焊接材料,主要包括焊接化学冶金特点、焊接熔渣、焊缝金属中的气体杂质、焊缝金属化学成分的控制、焊接接头的组织与性能、焊缝中的气孔与夹杂、焊接材料等方面的相关知识。第 4 章为焊接方法与设备,主要包括手工电弧焊、埋弧自动焊、氩弧焊、二氧化碳气体保护焊和其他焊接方法等方面的相关知识。第 5 章为焊接应力与变形,主要包括焊接应力和变形、降低或消除焊接应力的措施、减少和矫正焊接变形的措施等方面的相关知识。第 6 章为焊接缺陷,主要包括焊接缺陷的类型和特征、焊接缺陷的影响和防止措施等方面的相关知识。第 7 章为典型金属材料焊接,主要包括碳钢的焊接、合金结构钢的焊接、不锈钢和耐热钢的焊接、铸铁焊接、有色金属的焊接、异种金属的焊接等方面的相关知识。第 8 章为焊接检验,主要包括焊接接头质量检验的内容与方法、无损检测技术等方面的相关知识。第 9 章为焊接安全与防护,主要包括焊接过程安全防护的主要内容、各类焊接方法对安全工作的基本要求等方面的相关知识。第 10 章为焊接工艺评定和焊接生产管理,主要包括金属材料的焊接性及其试验方法、焊接工艺评定、焊接过程管理、焊工培训与资格认证等方面的相关知识。本书取材广泛,力求反映焊接技术领域中的各个方面,其内容既突出了学科性的知识体系特点,同时打破传统教材的学科性编写模式,以问答形式深入浅出、简明扼要地叙述金属焊接技术问题,充分体现真正实用的基本原则。

该书由雷毅担任主编,何峰、丁仰奎任副主编,参编人员为余焱群、李春艳、刘瑾和李庆贺。中国石化出版社对本书的出版工作给予了大力支持,在此表示深切的谢意!同时,对书籍中引用的参考文献作者表示感谢!

由于编者水平所限,书中难免存在不足和错误之处,敬请读者批评指正,以便在构架、内容和细节等方面进一步完善。

编 者

目 录

第1章 焊接基础知识	(1)	1.2-2 何谓通路、断路及短路?	(15)
§1.1 识图基本知识	(1)	1.2-3 什么是欧姆定律? 什么是全电路欧姆定律?	(15)
1.1-1 机械制图中机件的真实大小以什么为依据?	(1)	1.2-4 试述电路中支路、回路、节点、网孔的概念。	(16)
1.1-2 什么是物体的正投影?	(1)	1.2-5 基尔霍夫第一、第二定律的基本含义是什么?	(17)
1.1-3 何谓三视图? 其投影规律是什么?	(1)	1.2-6 正弦交流电有哪些基本参量? 其三要素分别指什么?	(17)
1.1-4 机件的基本视图有哪些?	(2)	1.2-7 什么是三相交流电? 它和单相交流电比较有何优点?	(18)
1.1-5 什么是局部视图?	(3)	1.2-8 三相电路中的负载接线有哪些方式?	(18)
1.1-6 什么是剖视图? 剖视图分哪几种?	(3)	1.2-9 简述三相异步电动机的结构和工作原理。	(19)
1.1-7 常用的剖切平面有哪几种? ...	(5)	1.2-10 什么是电容? 什么是容抗?	(19)
1.1-8 剖视图中哪些地方需要画剖面线? 各种材料的剖面符号是怎样规定的?	(5)	1.2-11 什么是电容器? 它的作用是什么?	(20)
1.1-9 剖面图与剖视图有什么区别?	(6)	1.2-12 什么是电感? 什么是感抗?	(20)
1.1-10 零件图一般由哪些内容组成?	(6)	1.2-13 电感器在焊接中有什么作用?	(20)
1.1-11 装配图包括哪些内容? 怎样看装配图?	(6)	1.2-14 简述变压器的结构和工作原理。	(20)
1.1-12 什么是焊接构件图? 何谓焊缝符号?	(8)	1.2-15 什么是导体、半导体、绝缘体?	(21)
1.1-13 焊接制图中有哪些基本符号?	(8)	1.2-16 二极管的主要作用是什么? ...	(21)
1.1-14 在焊接制图中, 有哪些辅助符号?	(9)	1.2-17 什么是晶闸管? 它有什么作用?	(22)
1.1-15 在焊接制图中, 有哪些补充符号?	(10)	1.2-18 什么是晶体管? 它与晶闸管有什么区别?	(23)
1.1-16 什么叫焊缝符号的指引线?	(11)	§1.3 金属材料基础	(23)
1.1-17 焊缝尺寸符号有哪些? 分别标注在焊缝的什么位置?	(12)	1.3-1 何谓金属? 金属有哪几类? ...	(23)
1.1-18 标注焊缝时应注意哪些事项?	(13)	1.3-2 什么是晶体? 晶体有哪些特征?	(23)
1.1-19 怎样看焊接构件图?	(14)	1.3-3 什么是晶格和晶胞? 常见的晶格类型有哪些?	(23)
§1.2 电工学常识	(15)		
1.2-1 电路有哪几种连接方法?	(15)		

- 1.3-4 简述晶粒、晶界和晶粒度的基本概念。…………… (24)
- 1.3-5 什么是合金的相? 合金的相结构有哪几类? …………… (24)
- 1.3-6 何谓组织? 铁碳合金中常见组织的基本特征是什么? …………… (25)
- 1.3-7 什么叫结晶和过冷度? 金属结晶的一般过程是怎样的? …………… (26)
- 1.3-8 什么叫金属的同素异构转变? 简述纯铁的同素异构转变过程。…………… (26)
- 1.3-9 何谓铁碳合金状态图? 它对生产过程有何指导作用? …………… (27)
- 1.3-10 说明铁碳相图中主要点和主要线的意义。…………… (28)
- 1.3-11 按碳含量及其显微组织的不同如何将铁碳合金分类? …………… (28)
- 1.3-12 简述共析钢、亚共析钢和过共析钢从液态冷却到室温时的组织变化过程。…………… (29)
- 1.3-13 钢的实际加热、冷却条件下的临界温度的含义是什么? …………… (29)
- 1.3-14 什么是钢的等温冷却和连续冷却? …………… (30)
- 1.3-15 什么是过冷奥氏体等温冷却转变图(TTT图)? …………… (30)
- 1.3-16 过冷奥氏体不同温度下的等温转变产物有哪些? …………… (30)
- 1.3-17 什么是过冷奥氏体连续冷却转变图(CCT图)? 临界冷却速度指的是什么? …………… (31)
- 1.3-18 什么是碳素钢, 碳素钢是如何分类的? …………… (31)
- 1.3-19 碳钢的牌号是如何编制的? …………… (32)
- 1.3-20 什么是合金钢, 通常合金钢是如何分类的? …………… (32)
- 1.3-21 合金钢的牌号是如何编制的? …………… (32)
- 1.3-22 什么是不锈钢, 通常分为哪几类? …………… (33)
- 1.3-23 什么是热强钢? …………… (33)
- 1.3-24 一般铸铁是如何分类的? …………… (33)
- 1.3-25 铝及铝合金的特点是什么? …………… (34)
- 铝合金有哪几类? …………… (34)
- 1.3-26 铜及铜合金的特点是
什么? …………… (34)
- 1.3-27 钛及钛合金的特点及分类是
什么? …………… (34)
- 1.3-28 常用金属材料有哪些物理性能? …………… (34)
- 1.3-29 常用金属材料力学性能包括
哪些? …………… (35)
- 1.3-30 金属的高温性能包括
哪些? …………… (35)
- 1.3-31 什么是金属材料的化学性能? …………… (35)
- 1.3-32 金属的工艺性能包括
哪些? …………… (35)
- 1.3-33 何谓强度? 屈服强度和抗拉强度有什么区别? …………… (36)
- 1.3-34 什么叫疲劳强度? …………… (36)
- 1.3-35 塑性的含义是什么? 衡量金属材料塑性的主要指标有
哪些? …………… (36)
- 1.3-36 什么叫硬度? 表示金属材料硬度的方法有哪几种? …………… (37)
- 1.3-37 什么是金属材料的冲击韧性? …………… (37)
- 1.3-38 怎样理解金属材料的断裂韧性? …………… (37)
- 1.3-39 什么是蠕变与蠕变极限? …………… (37)
- 1.3-40 什么是持久强度? …………… (38)
- 1.3-41 什么是应力松弛? …………… (38)
- 1.3-42 什么是钢的热处理? 常用的热处理工艺有哪些? …………… (38)
- 1.3-43 退火有什么作用? 常用的退火方式有哪几种? …………… (38)
- 1.3-44 正火有什么作用, 主要应用在哪些场合? …………… (39)
- 1.3-45 淬火有什么作用? 钢的淬透性指的是什么? …………… (39)
- 1.3-46 回火的目的是什么? 常用的回火方式有哪几种? …………… (39)
- 1.3-47 细化晶粒的常用方法有哪
几种? …………… (39)
- 1.3-48 什么是变质处理? …………… (40)
- 1.3-49 什么是固溶强化? …………… (40)

1.3-50 钢中常用合金元素的主要作用 是什么?) (40)	2.1-4 焊接电弧的结构由几部分组成, 各部分的特点是什么? (50)
§ 1.4 焊接基本常识 (41)	2.1-5 什么是焊接电弧的静特性和动 特性? (50)
1.4-1 什么是焊接? 什么叫焊接 技术? (41)	2.1-6 何谓电弧的稳定性? (51)
1.4-2 什么叫焊接电弧? 什么叫弧焊 电源? (41)	2.1-7 影响电弧稳定性的因素有 哪些? (51)
1.4-3 焊接方法主要有哪几类? (41)	2.1-8 焊接电弧过长对焊接质量有什么 影响? (51)
1.4-4 焊接解决的主要问题是 什么? (42)	2.1-9 交流电弧燃烧过程中有哪些 特点? (52)
1.4-5 什么是正接法, 什么是反 接法? (43)	2.1-10 什么是焊接电弧的偏吹? (53)
1.4-6 焊接条件包括哪些内容? (43)	2.1-11 造成电弧偏吹的原因有 哪些? (53)
1.4-7 什么叫焊接熔池? (43)	2.1-12 怎样减小或防止焊接电弧的 偏吹? (54)
1.4-8 什么叫焊缝? 什么叫焊缝 金属? (43)	§ 2.2 对弧焊电源的要求 (55)
1.4-9 焊缝分为哪几种类型? (43)	2.2-1 弧焊电源一般分为哪几 大类? (55)
1.4-10 描述对接焊缝几何形状的参数 有哪些? (44)	2.2-2 试述电源型号的编制 方法。 (55)
1.4-11 描述角焊缝几何形状的参数 有哪些? (45)	2.2-3 什么叫弧焊电源的外 特性? (55)
1.4-12 什么是熔合比, 影响熔合比的 因素有哪些? (45)	2.2-4 什么叫弧焊电源的动 特性? (56)
1.4-13 选择加工坡口的主要依据是什么? 加工坡口方法有哪些? (45)	2.2-5 什么叫弧焊电源的调节特性? 它有几种类型? (56)
1.4-14 表示坡口几何尺寸的参数有 哪些? (45)	2.2-6 对弧焊电源的基本要求有 哪些? (56)
1.4-15 焊接接头有哪几种形式? (46)	2.2-7 什么是电弧焊电源的负载特 续率? (57)
1.4-16 什么叫焊接工艺参数? (47)	§ 2.3 弧焊变压器 (57)
1.4-17 焊接线能量对接头性能有何 影响? (47)	2.3-1 常用弧焊变压器有哪 几类? (57)
1.4-18 如何选择焊接线能量? (47)	2.3-2 分体式弧焊变压器构造怎样? 简述其原理。 (58)
1.4-19 焊接位置有哪几种形式? (48)	2.3-3 同体式弧焊变压器构造怎样? 简述其原理。 (58)
1.4-20 什么叫向下立焊和向上 立焊? (48)	2.3-4 BX1-330 型动铁芯式弧焊变压 器的工作原理是什么? (59)
1.4-21 焊接材料主要包括哪些 方面? (48)	2.3-5 动圈式弧焊变压器构造怎样? 简述其原理。 (59)
第 2 章 焊接电弧与弧焊电源 (49)	2.3-6 抽头式弧焊变压器构造怎样? 简述其原理。 (60)
§ 2.1 焊接电弧 (49)	
2.1-1 焊接电弧的主要特点是 什么? (49)	
2.1-2 焊接电弧是如何分类的? (50)	
2.1-3 引燃电弧的方式有哪 几种? (50)	

2.3-7 弧焊变压器并联使用时的注意 事项有哪些?	(60)	2.7-3 如何选用晶体管式弧焊 电源?	(70)
2.3-8 弧焊变压器常见的故障特征、 产生原因及消除方法是 什么?	(61)	§ 2.8 脉冲弧焊电源	(70)
2.3-9 怎样正确维护弧焊变 压器?	(61)	2.8-1 脉冲弧焊电源的原理是什么? 有哪些类型?	(70)
§ 2.4 直流弧焊发电机	(62)	2.8-2 脉冲弧焊电源有什么特点? 它的应用范围如何?	(71)
2.4-1 直流弧焊发电机的分类和基本 构造是什么?	(62)	§ 2.9 新型弧焊电源	(71)
2.4-2 简述各种类型直流弧焊发电机 工作原理。	(63)	2.9-1 逆变弧焊电源的基本原理是 什么?	(71)
§ 2.5 硅弧焊整流器	(64)	2.9-2 逆变弧焊电源的特点是 什么?	(72)
2.5-1 什么是弧焊整流器?	(64)	2.9-3 矩形波弧焊电源的类型有 哪些?	(72)
2.5-2 硅弧焊整流器由哪几部分 组成?	(64)	2.9-4 晶闸管电抗器式矩形波弧焊 电源的原理是什么?	(72)
2.5-3 硅弧焊整流器是如何分 类的?	(64)	2.9-5 矩形波交流弧焊电源控制和调节 的特点是什么?	(73)
2.5-4 磁放大器式硅弧焊整流器有哪 些类型?	(65)	第3章 焊接冶金与焊接材料	(74)
2.5-5 硅弧焊整流器的工作原理是 什么?	(65)	§ 3.1 焊接热过程	(74)
2.5-6 说明 ZXG-300 型弧焊整流器 的工作原理及工作过程。	(65)	3.1-1 焊接热过程有什么特点?	(74)
2.5-7 ZXG1-300 型动圈式弧焊整流 器的工作原理是什么?	(66)	3.1-2 焊接传热方式有哪几种?	(74)
2.5-8 抽头式硅弧焊整流器的工作原 理是什么?	(66)	3.1-3 焊接温度场的特征是 什么?	(74)
2.5-9 硅弧焊整流器常见的故障及排 除方法有哪些?	(66)	3.1-4 影响焊接温度场的主要因素 有哪些?	(75)
§ 2.6 晶闸管式弧焊电源	(67)	3.1-5 什么叫焊接热循环?	(75)
2.6-1 简述晶闸管式弧焊电源的工作 原理。	(67)	3.1-6 焊接热循环的主要参数有 哪些?	(76)
2.6-2 晶闸管式弧焊电源有什么 特点?	(67)	3.1-7 影响焊接热循环的因素有 哪些?	(76)
2.6-3 如何选用晶闸管式弧焊 电源?	(68)	3.1-8 如何调节焊接热循环 曲线?	(76)
2.6-4 晶闸管式弧焊电源常见故障 及排除方法是什么?	(68)	§ 3.2 焊接化学冶金特点	(76)
§ 2.7 晶体管式弧焊电源	(69)	3.2-1 焊接冶金与金属冶炼有什么 不同?	(76)
2.7-1 晶体管式弧焊电源的工作原理 是什么?	(69)	3.2-2 如何通过焊接化学冶金提高 焊缝的强韧性?	(77)
2.7-2 晶体管式弧焊电源的特点是 什么?	(69)	3.2-3 什么是熔滴? 熔滴过渡形式 有哪几种?	(77)
		3.2-4 熔滴过渡的作用力主要有 哪些?	(78)

3.2-5 各种熔滴过渡形式分别适合什么样的焊接条件? (78)	3.4-10 控制焊缝中氧的措施有哪些? (86)
3.2-6 控制熔滴过渡的形式及过程有哪些方法? (78)	§ 3.5 焊缝金属化学成分的控制 (86)
3.2-7 熔池中的液态金属流动对焊缝质量有什么影响? (78)	3.5-1 什么叫脱氧反应? 脱氧有几种方式? (86)
3.2-8 哪些因素影响焊接熔池的形状和尺寸? (79)	3.5-2 简述焊缝中硫的主要危害及控制方法。 (87)
3.2-9 熔池形状对焊缝结晶过程有哪些影响? (79)	3.5-3 简述焊缝中磷的主要危害及控制方法。 (88)
3.2-10 焊接冶金分为哪几个区域? 各有什么特点? (79)	3.5-4 为什么要进行焊缝金属的合金化? 合金化的方式有哪些? ... (88)
3.2-11 焊接工艺与化学冶金的关系是什么? (80)	3.5-5 什么是合金过渡系数? 提高过渡系数的途径有哪些? (88)
§ 3.3 焊接熔渣 (80)	§ 3.6 焊接接头的组织与性能 (89)
3.3-1 什么是焊接熔渣? 焊接熔渣有哪几类? (80)	3.6-1 焊接接头包括哪几部分? (89)
3.3-2 熔渣在焊接过程中的作用是什么? (80)	3.6-2 什么是焊接热影响区? 它的宽度与哪些因素有关? (89)
3.3-3 熔渣中的氧化物如何分类? (81)	3.6-3 熔合区和熔合线的特点是什么? (89)
3.3-4 如何判断焊接熔渣的酸碱性? (81)	3.6-4 什么是焊缝金属的一次结晶和二次结晶? (90)
3.3-5 什么是长渣、短渣? (81)	3.6-5 焊缝金属的结晶有什么特征? (90)
3.3-6 对焊接熔渣熔点的要求是什么? (81)	3.6-6 焊缝的凝固偏析有哪几种? 各有什么特征? (90)
3.3-7 熔渣对金属的氧化方式有哪几种? (81)	3.6-7 如何改善焊缝金属的组织? ... (91)
§ 3.4 焊缝金属中的气体杂质 (82)	3.6-8 焊接热影响区有哪些性能? ... (92)
3.4-1 焊接区气体主要来源有哪些? (82)	3.6-9 不易淬火钢热影响区有什么特点? (93)
3.4-2 氢对焊缝金属的作用是什么? (83)	3.6-10 易淬火钢热影响区有什么特点? (94)
3.4-3 氢对焊接质量有何影响? (83)	3.6-11 影响焊接接头组织和性能的主要因素有哪些? (94)
3.4-4 控制焊缝中氢的措施有哪些? (84)	3.6-12 焊接线能量是如何影响焊接接头组织和性能的? (94)
3.4-5 氮对焊缝金属的作用是什么? (85)	3.6-13 熔合比是如何影响焊接接头组织和性能的? (95)
3.4-6 氮对焊接质量有何影响? (85)	§ 3.7 焊接材料 (95)
3.4-7 控制焊缝中氮的措施有哪些? (85)	3.7-1 焊条由几部分组成? 各部分的作用是什么? (95)
3.4-8 氧对焊缝金属的作用是什么? (85)	3.7-2 焊条的结构特点是什么? (95)
3.4-9 氧对焊接质量有何影响? (85)	3.7-3 焊条是如何分类的? (95)
	3.7-4 对焊条的基本要求是什么? ... (95)
	3.7-5 选用焊条的基本原则是

什么?	(96)	金钢焊丝的型号是如何编制的?	(106)
3.7-6 简述焊条药皮成分的分类及各成分的作用。	(96)	3.7-29 药芯焊丝的牌号是如何编制的?	(106)
3.7-7 酸性焊条和碱性焊条各自的优缺点是什么?	(96)	3.7-30 碳钢药芯焊丝的型号是如何编制的?	(107)
3.7-8 为什么碱性焊条又称低氢焊条?	(97)	3.7-31 什么是自保护焊接用实芯焊丝?	(107)
3.7-9 焊条的工艺性能试验有哪些?	(97)	3.7-32 常用的低碳钢和低合金钢埋弧焊用焊丝有哪些?	(108)
3.7-10 焊条的焊接冶金性能试验有哪些?	(97)	3.7-33 怎样鉴定焊丝的质量?	(108)
3.7-11 为什么焊前焊条要严格烘干? 如何烘干?	(97)	3.7-34 什么是焊剂? 对焊剂的基本要求有哪些?	(108)
3.7-12 焊条的型号和牌号有什么区别?	(98)	3.7-35 按制造方法焊剂是如何分类的?	(109)
3.7-13 试述碳钢焊条的型号编制方法。	(98)	3.7-36 熔炼焊剂与烧结焊剂的主要性能有什么不同?	(109)
3.7-14 试述低合金钢焊条型号的编制方法。	(98)	3.7-37 焊丝与焊剂的选配原则是什么?	(109)
3.7-15 试述不锈钢焊条型号的编制方法。	(99)	3.7-38 埋弧焊用碳钢焊丝-焊剂组合的型号编制方法是什么?	(110)
3.7-16 试述堆焊焊条型号编制方法。	(99)	3.7-39 埋弧焊用低合金钢焊丝-焊剂的组合型号编制方法是什么?	(111)
3.7-17 试述铸铁焊条型号编制方法。	(100)	3.7-40 埋弧焊用不锈钢焊丝-焊剂的型号编制方法是什么?	(112)
3.7-18 试述铝及铝合金焊条型号编制方法。	(100)	3.7-41 熔炼焊剂的牌号是如何编制的?	(113)
3.7-19 试述铜及铜合金型号编制方法。	(100)	3.7-42 烧结焊剂的牌号是如何编制的?	(113)
3.7-20 试述镍及镍合金型号编制方法。	(100)	3.7-43 焊接用气体分哪几类? 各有什么作用?	(114)
3.7-21 试述焊条牌号的编制方法。	(101)	3.7-44 氢气和二氧化碳气体各有哪些特性?	(114)
3.7-22 各类焊条牌号分类方法分别是什么? 举例说明。	(102)	3.7-45 氩气、氧气、氮气和氢气各有哪些特性?	(115)
3.7-23 试列出常用结构钢焊条型号和牌号的对照。	(104)	3.7-46 如何选用焊接用气体?	(116)
3.7-24 焊丝是如何分类的?	(105)	3.7-47 常用的钨极有哪几种? 试述它们各自的特点。	(118)
3.7-25 实芯焊丝和药芯焊丝有何区别?	(105)	3.7-48 TIG 焊时, 如何选用钨极?	(118)
3.7-26 药芯焊丝有哪些优点?	(105)	3.7-49 什么是钎料? 钎料如何分类?	(119)
3.7-27 实芯焊丝的牌号是如何编制的?	(106)	3.7-50 对钎料的基本要求是	
3.7-28 气体保护电弧焊用碳钢、低合			

什么? (120)	焊接? (129)
3.7-51 钎料的型号是如何编制的? (120)	4.1-14 手工电弧焊单面焊双面成形的 一般操作步骤是什么? (129)
3.7-52 钎料的牌号是如何编制的? (121)	4.1-15 如何防止焊缝起头处出现的熔 深浅的现象? (129)
3.7-53 钎剂有什么作用? 有哪些 种类? (121)	4.1-16 焊缝收尾方法有哪几种? 各种方 法适用于什么范围? (130)
3.7-54 对钎剂的基本要求是 什么? (122)	§ 4.2 埋弧焊 (130)
3.7-55 钎剂牌号是如何编制的? ... (122)	4.2-1 埋弧焊的工作原理是 什么? (130)
3.7-56 什么是气焊熔剂? (122)	4.2-2 常见的埋弧焊机是如何分 类的? (130)
3.7-57 对气焊熔剂有哪些要求? ... (122)	4.2-3 MZ-1000 型焊机是如何工 作的? (131)
3.7-58 气焊熔剂是如何分类的? 各自 的特点是什么? (123)	4.2-4 MZ1-1000 型焊机是如何工 作的? (131)
3.7-59 气焊熔剂的牌号是如何编制 的? (123)	4.2-5 埋弧自动焊的主要优点是 什么? (131)
第4章 焊接方法及设备 (124)	4.2-6 埋弧自动焊的主要缺点是 什么? (132)
§ 4.1 手工电弧焊 (124)	4.2-7 埋弧自动焊冶金过程有什 么特点? (132)
4.1-1 手工电弧焊的工作原理是 什么? (124)	4.2-8 埋弧自动焊通常应用于什么 范围? (133)
4.1-2 手工电弧焊设备由哪几部分 组成? (125)	4.2-9 在进行埋弧自动焊之前应做 哪些准备工作? (133)
4.1-3 手工电弧焊有什么特点? (125)	4.2-10 埋弧自动焊电弧电压自动调 节方式有哪几种基本 类型? (133)
4.1-4 手工电弧焊的焊接规范主要包 括哪些参数? 如何选择焊条 直径? (125)	4.2-11 埋弧自动焊的工艺参数有哪 些? 对焊缝形状和质量有何 影响? (134)
4.1-5 手工电弧焊的焊接电流、电弧 电压及空载电压的范围是 多少? (126)	4.2-12 如何进行对接直焊缝的双面 悬空埋弧自动焊? (135)
4.1-6 何种天气下不可以进行手工电 弧焊? (126)	4.2-13 如何进行对接焊缝焊剂垫法 埋弧自动焊? (135)
4.1-7 手工电弧焊为什么采用陡降特性 的弧焊电源? (126)	4.2-14 单面焊双面成形埋弧自动焊 主要存在哪些问题? 如何 解决? (135)
4.1-8 采用碱性(低氢性)焊条焊接时, 为何采用直流电源反接法? ... (126)	4.2-15 如何进行角接焊缝埋弧自 动焊? (135)
4.1-9 通常手工电弧焊有哪几种运条 方法? (126)	4.2-16 窄间隙埋弧自动焊有什么 优点? (136)
4.1-10 横焊、立焊和仰焊各有什么 特点? (127)	4.2-17 什么叫带状电极埋弧自
4.1-11 怎样进行水平固定管对接的 焊接? (128)	
4.1-12 如何进行垂直固定管对接的 焊接? (128)	
4.1-13 怎样进行45°倾斜管对接的	

动焊?	(136)	哪些?	(143)
4.2-18 埋弧焊设备常见的故障有		4.3-21 什么叫脉冲钨极氩弧焊? ...	(143)
哪些?	(137)	4.3-22 什么叫熔化极氩弧焊? 与钨极	
§ 4.3 氩弧焊	(137)	氩弧焊相比有什么优点? ...	(144)
4.3-1 什么是惰性气体, 什么是活性		4.3-23 熔化极氩弧焊设备由哪几部分	
气体?	(137)	组成?	(144)
4.3-2 氩气作为保护气体主要有哪些		4.3-24 MIG 焊的主要规范参数有	
优点?	(137)	哪些?	(144)
4.3-3 氩弧焊分为哪几种类型?	(137)	4.3-25 MIG 焊的熔滴过渡主要有哪几	
4.3-4 何谓 TIG 焊? TIG 焊的工作原		种形式?	(145)
理是什么?	(137)	4.3-26 熔化极氩弧焊熔滴呈射流过渡	
4.3-5 TIG 焊的焊接设备由哪几部分		的一般过程是什么?	(145)
组成?	(138)	4.3-27 如何正确选择熔化极氩弧焊射	
4.3-6 TIG 焊有什么优点?	(139)	流过渡的临界电流?	(145)
4.3-7 TIG 焊的主要缺点有		4.3-28 在焊接铝及铝合金时应采用哪	
哪些?	(139)	种过渡形式?	(146)
4.3-8 TIG 焊的一般工艺步骤是		4.3-29 作为保护气体 Ar 中加入 He 有	
什么?	(139)	什么优点? 适用于什么	
4.3-9 进行 TIG 焊时采用的不同电源		范围?	(146)
极性各有什么特征?	(140)	4.3-30 Ar 中加入 H ₂ 有什么	
4.3-10 在焊接铝、镁及其合金时, 为		优点?	(146)
什么要采用交流钨极氩		4.3-31 Ar 中加入 N ₂ 有什么	
弧焊?	(141)	优点?	(147)
4.3-11 钨极氩弧焊常用的电流波形有		4.3-32 为何在 Ar 中加入 O ₂ 后, 电弧	
哪些?	(141)	的阴极漂移现象即可	
4.3-12 决定钨极氩弧焊焊缝熔深大小的		克服?	(147)
主要因素是什么?	(141)	4.3-33 什么叫熔化极脉冲氩	
4.3-13 在钨极氩弧焊中, 喷嘴、焊丝与		弧焊?	(147)
焊件位置是如何选择的? ...	(141)	4.3-34 熔化极脉冲氩弧焊的优点有	
4.3-14 钨极氩弧焊时, 引弧和熄		哪些?	(147)
弧应注意什么?	(142)	§ 4.4 CO ₂ 气体保护焊	(148)
4.3-15 钨极氩弧焊时, 气体保护效果与		4.4-1 什么叫 CO ₂ 气体保护焊? 它有	
哪些因素有关?	(142)	什么优点?	(148)
4.3-16 在钨极氩弧焊中电弧漂移的产生		4.4-2 CO ₂ 气体保护焊设备主要由哪	
原因及主要解决措施是		几部分组成?	(148)
什么?	(143)	4.4-3 逆变式 CO ₂ 气体保护焊机有什	
4.3-17 在钨极氩弧焊中气孔产生的		么特点?	(148)
主要原因及主要解决措施是		4.4-4 CO ₂ 气体保护焊焊接电源常用	
什么?	(143)	的外特性是什么?	(148)
4.3-18 工件被钨污染的主要原因及主要		4.4-5 CO ₂ 气体保护焊的冶金特点是	
解决措施是什么?	(143)	什么?	(149)
4.3-19 为什么钨极中要加入铈、镧、钍		4.4-6 CO ₂ 气体保护焊有哪些工艺	
和锆等元素?	(143)	参数?	(150)
4.3-20 钨极氩弧焊机的主要故障有		4.4-7 CO ₂ 气体保护焊焊接过程中电	

源极性是如何选择的? (150)	分为哪几种类型? (157)
4.4-8 CO ₂ 气体保护焊焊接电流和电 弧电压是如何选择的? (150)	4.5-11 电阻焊有什么特点? (157)
4.4-9 在 CO ₂ 气体保护焊焊接过程中, 焊接速度是如何选择的? (150)	4.5-12 电子束焊的工作原理是什么? 有哪些特点? (157)
4.4-10 CO ₂ 气体保护焊的熔滴过渡有 哪几种形式? (150)	4.5-13 电子束焊机分为哪几种 类型? (157)
4.4-11 CO ₂ 气体保护焊对焊丝质量和 CO ₂ 气体纯度有什么 要求? (151)	4.5-14 真空电子束焊机由哪几部分 组成? (157)
4.4-12 CO ₂ 气体保护焊产生飞溅的原 因是什么? 有哪些防止 措施? (151)	4.5-15 电子束焊有什么特点? (158)
4.4-13 在 CO ₂ 气体保护焊中, 焊丝直 径是如何选择的? (152)	4.5-16 什么叫等离子弧? 等离子弧有 哪几种类型? (158)
4.4-14 CO ₂ 气体保护焊左向焊法和右 向焊法有哪些特点? (152)	4.5-17 等离子弧焊接设备是由哪几部 分组成? (158)
4.4-15 粗丝 CO ₂ 气体保护焊的特点 是什么? (152)	4.5-18 等离子弧焊有哪些基本 方法? (159)
4.4-16 药芯焊丝 CO ₂ 气体保护焊有什 么优点? (152)	4.5-19 等离子弧焊的工艺参数是 什么? (159)
4.4-17 采用 Ar+CO ₂ 混合气体作为保 护气体有什么优点? (152)	4.5-20 激光焊的工作原理是什么? 有什么特点? (159)
4.4-18 采用 Ar+CO ₂ +O ₂ 混合气体作 为保护气体有什么优点? ... (153)	4.5-21 固体激光焊机是由哪几部分 组成的? (159)
4.4-19 CO ₂ +O ₂ 混合气体电弧焊有什 么特点? (153)	4.5-22 激光焊有什么特点? (160)
§ 4.5 其他焊接方法 (153)	第 5 章 焊接应力与变形 (161)
4.5-1 钎焊的基本工作原理是 什么? (153)	§ 5.1 焊接应力和变形 (161)
4.5-2 钎焊有什么特点? (153)	5.1-1 什么叫内力、应力、内应力 和残余应力? (161)
4.5-3 电渣焊的工作原理是 什么? (153)	5.1-2 什么叫焊接应力和焊接残余 应力? (161)
4.5-4 电渣焊有什么特点? 电渣焊有 哪几种类型? (154)	5.1-3 焊接应力是怎样分类的? 其大 小及分布主要与哪些因素 有关? (162)
4.5-5 摩擦焊的工作原理是 什么? (154)	5.1-4 产生焊接残余应力的主要原因 是什么? (162)
4.5-6 摩擦焊有什么特点? (155)	5.1-5 焊接残余应力对焊件有什么 影响? (163)
4.5-7 螺柱焊的工作原理是 什么? (155)	5.1-6 什么叫变形、塑性变形、弹性 变形和残余变形? (163)
4.5-8 螺柱焊有什么特点? (156)	5.1-7 什么叫焊接变形和焊接残余变 形? 影响焊接变形的主要因素 是什么? (163)
4.5-9 什么叫电阻焊? 电阻焊主要应 用的范围是什么? (156)	5.1-8 焊接变形的主要类型有 哪些? (163)
4.5-10 电阻焊机由哪几部分组成? 它	5.1-9 残余变形对焊件有什么 影响? (164)

5.1-10 如何根据焊缝的位置判断焊后变形的方向? (164)	5.3-9 焊接顺序选择不当对焊接质量有何影响? (172)
5.1-11 焊接残余应力和焊接残余变形之间的关系是什么? (164)	5.3-10 如何选择正确的焊接顺序以达到减少结构的变形? (172)
5.1-12 焊缝余高对焊缝质量有何影响? (165)	5.3-11 常见的焊接顺序有哪些? 主要应用于什么场合? (173)
5.1-13 角焊缝的焊脚高度 K 对焊接应力有何影响? (165)	5.3-12 在制造焊接结构产品时应怎么正确掌握焊接顺序? (173)
§ 5.2 降低和消除焊接应力的措施 (165)	5.3-13 矫正焊接残余变形的措施有哪些? (174)
5.2-1 降低焊接应力的主要方法有哪些? (165)	5.3-14 如何利用手工锤击来矫正薄板波浪变形? (174)
5.2-2 如何根据焊件的不同要求来选用降低应力与减少变形的措施? (166)	5.3-15 矫正焊接残余变形的电磁锤击法是如何工作的? (174)
5.2-3 降低厚壁管接头焊接应力的措施有哪些? (167)	5.3-16 如何用机械法矫正弯曲变形和波浪变形? (175)
5.2-4 降低工字梁安装接口焊接应力的措施有哪些? (167)	5.3-17 使用火焰矫正时应注意哪些事项? (175)
5.2-5 降低轮毂焊补时焊接应力的措施有哪些? (167)	5.3-18 火焰矫正法的工艺要点有哪些? (175)
5.2-6 在什么情况下要求消除残余应力? (167)	5.3-19 如何利用火焰加热矫正厚钢板的弯曲变形? (176)
5.2-7 焊后消除焊接残余应力的主要方法有哪些? (168)	5.3-20 如何矫正钢板不平? (176)
§ 5.3 减少和矫正焊接变形的措施 (168)	5.3-21 怎样矫正实心轴弯曲? (176)
5.3-1 防止和减少焊接变形的措施有哪些? (168)	5.3-22 如何矫正 T 形梁弯曲? (176)
5.3-2 如何利用反变形来控制焊接残余变形? (169)	5.3-23 如何利用火焰加热矫正厚壁圆筒的圆度? (176)
5.3-3 如何利用自重法来控制焊接残余变形? (169)	5.3-24 怎样矫正槽钢和方钢弯曲? (177)
5.3-4 如何利用合理的工艺措施来控制焊接残余变形? (170)	5.3-25 如何利用点状加热对局部弯曲的钢管进行矫正? (177)
5.3-5 刚性固定对减小变形有什么好处? 适用于什么场合? (171)	5.3-26 怎样矫正钢板和 T 形梁的角变形? (177)
5.3-6 防止薄板结构焊后变形的措施有哪些? (171)	5.3-27 怎样矫正钢板和工字梁的波浪变形? (177)
5.3-7 怎样控制焊接框架结构的焊后变形? (172)	第 6 章 焊接缺陷 (179)
5.3-8 如何防止带筋板工字梁的焊后变形? (172)	§ 6.1 焊接缺陷的类型和主要特征 (179)
	6.1-1 什么叫焊接缺陷? 焊接缺陷分为哪几类? (179)
	6.1-2 产生焊接缺陷的主要原因是什 么? (180)
	6.1-3 国标《金属熔化焊焊缝缺陷分类 及说明》中将焊接缺陷分为哪

几类?	(180)	有哪些防止措施?	(189)
6.1-4 国标《金属熔化焊焊缝缺陷分类及说明》中其他缺陷主要指哪些?	(180)	6.2-4 夹渣对产品质量的危害有哪些? 其防止措施有哪些?	(189)
6.1-5 什么叫裂纹? 常见的裂纹有哪些?	(180)	6.2-5 形成未熔合和未焊透的原因是 什么? 有哪些防止措施?	(190)
6.1-6 热裂纹是如何分类的? 各种热裂纹分别有什么特征?	(180)	6.2-6 焊缝尺寸不符合要求有什么 危害?	(190)
6.1-7 冷裂纹是如何分类的? 各种冷裂纹分别有什么特征?	(181)	6.2-7 下塌和焊瘤对产品质量有什么 危害?	(190)
6.1-8 热裂纹的影响因素有 哪些?	(183)	6.2-8 咬边缺陷产生的原因是什么? 有哪些危害以及有哪些防止 措施?	(190)
6.1-9 钢种再热裂纹倾向是如何评 定的?	(184)	第7章 典型金属材料焊接	(191)
6.1-10 冷裂纹的三大要素是 什么?	(184)	§7.1 碳钢的焊接	(191)
6.1-11 冷裂纹倾向是如何评 定的?	(184)	7.1-1 碳钢的焊接性如何?	(191)
6.1-12 裂纹按外观形貌可分为哪 几种?	(184)	7.1-2 焊接碳钢时如何确定焊接 材料及工艺要素?	(191)
6.1-13 什么叫气孔? 气孔的特征 是什么?	(185)	7.1-3 低碳钢的焊接性有什么 特点?	(192)
6.1-14 气孔形成所经历的一般过 程是什么?	(185)	7.1-4 低碳钢的焊接工艺要点 有哪些?	(192)
6.1-15 影响焊缝中形成气孔的主 要因素是什么?	(185)	7.1-5 中碳钢的焊接性有什么 特点?	(192)
6.1-16 什么叫夹渣? 夹渣有哪些 特征?	(185)	7.1-6 中碳钢的焊接工艺要点 有哪些?	(193)
6.1-17 什么叫夹钨?	(186)	7.1-7 高碳钢的焊接工艺要点 有哪些?	(193)
6.1-18 什么叫未熔合? 未熔合的 特征是什么?	(186)	§7.2 合金结构钢的焊接	(194)
6.1-19 什么叫未焊透?	(186)	7.2-1 简述合金结构钢的组织及性能与 钢的化学成分及热处理状态的 关系.	(194)
6.1-20 形状缺陷主要有哪 些类型?	(186)	7.2-2 热轧正火钢的焊接性存在哪些 主要问题?	(194)
6.1-21 什么叫电弧擦伤? 什么叫 飞溅?	(187)	7.2-3 热轧正火钢的焊接工艺要点是 什么?	(195)
§6.2 焊接缺陷的影响和防止 措施	(188)	7.2-4 低碳调质钢的焊接性存在哪些 主要问题?	(196)
6.2-1 焊接缺陷对产品质量有何 影响?	(188)	7.2-5 中碳调质钢的焊接性存在哪些 主要问题?	(197)
6.2-2 简述焊接裂纹对产品质量的危 害有哪些? 有哪些防止 措施?	(188)	7.2-6 什么是耐候钢?	(197)
6.2-3 气孔对产品质量有什么危害?		7.2-7 耐候钢的焊接性有什么 特点?	(197)
		7.2-8 什么是低温钢?	(197)
		7.2-9 低温钢的焊接性有什么	