

压力容器 焊接实用手册

王国璋 ■ 编著

Pressure Vessel Welding Practical Handbook

中国石化出版社

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

013057215

TG457
31

压力容器焊接实用手册

王国璋 编著
胡安定 审阅



中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第013649号

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书内容。未经许可，不得将本书内容用于其他用途。

中国石化出版社
地址：北京市东城区安定门内大街28号
邮编：100011 电话：(010) 84271820
读者服务部电话：(010) 84289934
http://www.sinopecpress.com
E-mail: ssp@sinopet.com.cn
北京印刷厂印刷 北京印刷厂装订
全国各新华书店均有代售

中国石化出版社



北航

C1669311

TG457
31

01302512

内 容 提 要

本书介绍了压力容器焊接必需的基础知识。主要包括压力容器常用焊接方法、焊接材料、各类不同金属材料的焊接工艺与特点、石油化工领域中几种类型设备的焊接要求和在役压力容器的焊接修复,以及压力容器的焊接热处理等内容。详细介绍了焊条电弧焊、埋弧焊、熔化极气体保护焊以及碳钢、低合金钢、低温用钢、各种类型不锈钢、异种钢、有色金属及其合金焊接等方面的知识。

本书可供压力容器和设备、结构件等技术领域的设计、技术管理、生产运行维护等方面工程技术人员及中高级技师阅读,也可供石油化工行业相关技术人员及高等院校相关专业师生参考查阅。

图书在版编目(CIP)数据

压力容器焊接实用手册 / 王国璋编著. —北京:
中国石化出版社, 2013. 6
ISBN 978 - 7 - 5114 - 1850 - 0

I. ①压… II. ①王… III. ①压力容器 - 焊接工艺
IV. ①TG457. 5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 013649 号

未经本社书面授权, 本书任何部分不得被复制、抄袭, 或者以任何形式或任何方式传播。版权所有, 侵权必究。

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

北京科信印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

787 × 1092 毫米 16 开本 54.25 印张 1328 千字

2013 年 6 月第 1 版 2013 年 6 月第 1 次印刷

定价: 178.00 元

序

压力容器大量应用于石油化工、医药、能源动力、海洋船舶、航空航天等领域,凡是生产装备中各种压力容器、动力锅炉、核反应堆器件及宇航运载工具等设备和构件等皆离不开焊接制造。压力容器焊接技术随着我国国民经济的持续发展,进步极为迅速,应用越来越广泛,在工业生产中所起的作用愈加显著。

石油化工企业和国民经济其他行业一样,始终是在新旧交替、新陈代谢中不断前进发展,需要不断提高职工队伍整体技术素质,不断培养造就大量的懂技术、理论与实践密切结合的专业技术人才。《压力容器焊接实用手册》一书对压力容器的焊接方法、焊接材料、压力容器用各类材料的焊接和热处理等方面皆进行了详细阐述,内容深入浅出,紧密联系生产实际。文中着重对石油化工压力容器常用的典型焊接结构和典型设备(如球形储罐、热壁加氢反应器、不锈钢复合钢制设备等)的焊接制造作了较详细介绍,值得从事石油化工行业压力容器设计和技术管理等方面的专业人员及其他相关部门技术人员学习和参考。

该书是编者积数十年从事石油化工设备设计与管理工作体验,以及近十年来参与对诸多石化企业生产装置设备安全检查、评定实践中现场了解的情况,针对当前多数在职设备专业技术人员的实际情况,编写出的需要学习和掌握的基础知识,希望能够对读者有所帮助和提高,用以指导实践,解决生产问题。

当前,炼油化工生产装置大型化、高科技化以及炼制和处理生产原料的劣质化,对石化行业压力容器和工艺设备提出了越来越高、愈加严格的要求,现代压力容器的焊接技术必须应对和妥善解决以上因素带来的实际技术问题。希望《压力容器焊接实用手册》一书的出版发行,有助于提高从业人员专业技术素质,解决设计和生产实践中遇到的焊接难题,保障压力容器优良的焊接质量,从而对实现和保障石化企业及其他相关行业生产装置和装备的安全、平稳、长周期运行起到有益的作用。

胡安定

前 言

压力容器焊接是压力容器制造、安装、使用和维护的重要组成部分，优良的焊接质量是保证设备安全和长周期运行的关键。在石油化工、化肥、化纤行业以及国民经济其他重要部门如冶金、医药、船舶、核动力、军工等领域中，一般生产工况和特殊运行工况下的焊接问题层出不穷，要求专业工程技术人员首先必须具备基本的焊接方面的知识，妥善合理地选择和解决设备材料、焊接材料、焊接和热处理工艺等诸多问题。

本书编写过程中，作者参考了有关石油化工容器及设备、容器用金属材料与焊接、石油化工生产装置腐蚀与防护以及在役压力容器的焊接修复等方面的资料，进行了较详细的阐述，并将国家、石化行业和其他相关部委颁发的新版技术标准、规程、规范等内容，编入了正文或附录中；同时也考虑到我国石化企业和其他部门在用的多数压力容器和设备仍沿用原先设计、制造的旧规范、旧材料牌号等实际情况，为了便于使用，相应地重点列入了原先的标准、规范及新旧牌号对照。

本书主要阐述了压力容器常用焊接方法、焊接材料以及各类金属材料的焊接和热处理，并重点介绍了石油化工生产装置中典型设备的制造焊接与焊接修复。全书共分六章，第一章较详细阐述了容器常用的焊接方法；第二章介绍常用焊接材料；第三章详细介绍了压力容器用各类金属材料的焊接以及异种金属的焊接；第四章介绍了压力容器的焊接结构，以及石油化工生产中几套主要工艺装置典型设备的焊接；第五章阐述了在役压力容器的焊接修复及焊接修复实例；第六章介绍了压力容器的焊接热处理。本书中所涉及的压力容器设计方面的基础知识、压力容器用各类金属材料(碳钢、低合金钢、低温压力容器用钢、低合金耐热钢和抗氢钢、高合金耐热钢和不锈钢耐酸钢、有色金属及其合金)等内容，已在本书姊妹篇《压力容器设计实用手册》一书中作了详细阐述。

前言

本书编写过程中,得到了中国石化出版社、中国石化石家庄炼化分公司、河北都邦石化工程设计有限公司的关心和大力支持,特此表示感谢。河北都邦石化工程设计有限公司刘璟、段新奇、王学军、田甜等四位同志参与了本书打字、图表复制、校对等项工作,付出了辛勤劳动。此外,本书编写中参阅了诸多相关教科书、技术丛书、技术手册、专业技术杂志及大量标准、规范,在此诚恳地对相关作者、编写人员等一并表示感谢。

由于编者学识水平有限,书中难免有错误和欠妥之处,恳请读者批评指正。

编者

本书编写过程中,得到了中国石化出版社、中国石化石家庄炼化分公司、河北都邦石化工程设计有限公司的关心和大力支持,特此表示感谢。河北都邦石化工程设计有限公司刘璟、段新奇、王学军、田甜等四位同志参与了本书打字、图表复制、校对等项工作,付出了辛勤劳动。此外,本书编写中参阅了诸多相关教科书、技术丛书、技术手册、专业技术杂志及大量标准、规范,在此诚恳地对相关作者、编写人员等一并表示感谢。

目 录

第一章 压力容器常用焊接方法	(1)
第一节 概述	(1)
第二节 焊条电弧焊(手工电弧焊, SMAW)	(2)
一、概述	(2)
二、焊接电弧	(3)
三、焊接设备及材料	(3)
四、焊接工艺	(4)
五、焊接缺陷及防止	(9)
第三节 埋弧焊(SAW)	(27)
一、概述	(27)
二、过程特点及应用范围	(30)
三、自动埋弧焊焊接工艺	(31)
四、自动埋弧焊焊接技术	(36)
五、半自动埋弧焊焊接工艺	(47)
六、埋弧焊主要缺陷及防止措施	(48)
第四节 钨极惰性气体保护焊(TIG)	(50)
一、概述	(50)
二、钨极和保护气体	(52)
三、TIG 焊工艺过程特点及其局限性	(54)
四、TIG 焊应用范围	(55)
五、TIG 焊焊接工艺	(56)
六、TIG 焊常见缺陷及预防措施	(62)
第五节 熔化极气体保护电弧焊(GMAW)	(63)
一、熔化极氩弧焊(MIG)	(66)
二、熔化极 CO ₂ 气体保护焊	(69)
三、熔化极混合气体保护焊	(73)
第六节 等离子弧焊(PAW)	(74)
一、等离子弧及其工作原理	(74)
二、等离子弧焊	(76)
第七节 电渣焊(ESW)	(81)
一、电渣焊的过程	(81)
二、焊接设备及电源	(82)
三、电渣焊种类	(83)

四、电渣焊焊接材料	(84)
五、电渣焊适用范围	(86)
六、电渣焊特点	(87)
七、电渣焊焊接工艺	(87)
八、电渣焊焊接缺陷	(91)
第八节 窄间隙电弧焊	(92)
一、窄间隙电弧焊及其分类	(92)
二、焊接设备及其电源	(93)
三、窄间隙电弧焊焊接工艺	(94)
四、特殊的窄间隙焊接技术	(95)
五、窄间隙电弧焊焊接材料、特点及应用范围	(95)
六、窄间隙电弧焊常见焊接缺陷	(96)
第九节 其他焊接方法	(96)
一、气焊 (OFW)	(96)
二、电阻焊 (RW)	(99)
三、高频焊	(102)
四、钎焊 (B)	(107)
五、堆焊	(126)
第二章 焊接材料	(148)
第一节 电焊条	(148)
一、概述	(148)
二、焊条的分类、型号和牌号	(150)
三、焊条牌号和国标型号的识别	(152)
四、压力容器常用焊条介绍	(160)
五、焊条的选择与使用	(162)
第二节 焊丝	(164)
一、概述	(164)
二、实心焊丝	(164)
三、药芯焊丝	(165)
第三节 焊剂	(167)
一、概述	(167)
二、焊剂的型号和牌号编制方法	(168)
第四节 电极材料	(174)
第五节 焊接用气体	(176)
第三章 压力容器用材料的焊接	(178)
第一节 碳钢的焊接	(178)
一、低碳钢的焊接	(178)

二、中碳钢的焊接	(182)
三、高碳钢的焊补	(184)
第二节 低合金钢的焊接	(185)
一、低合金高强度钢的焊接	(185)
二、低合金超高强度钢的焊接	(194)
三、低合金耐蚀钢的焊接	(195)
第三节 耐热钢的焊接	(199)
一、低合金耐热钢的焊接	(199)
二、中合金耐热钢的焊接	(207)
三、高合金耐热钢的焊接	(210)
四、异种耐热钢的焊接	(219)
第四节 低温用钢的焊接	(223)
一、概述	(223)
二、低温用钢的焊接特点	(223)
三、低温用钢的焊接工艺	(224)
第五节 不锈钢的焊接	(226)
一、概述	(226)
二、奥氏体不锈钢的焊接	(230)
三、马氏体不锈钢的焊接	(233)
四、铁素体不锈钢的焊接	(236)
五、铁素体-奥氏体双相不锈钢的焊接	(238)
六、析出硬化不锈钢的焊接	(241)
第六节 异种钢的焊接	(243)
一、概述	(243)
二、异种钢的焊接	(245)
第七节 有色金属的焊接	(287)
一、铝及铝合金的焊接	(287)
二、铜及铜合金的焊接	(296)
三、钛及钛合金的焊接	(311)
四、高温合金的焊接	(322)
五、镍基耐蚀合金的焊接	(331)
第八节 铸铁的焊接	(349)
一、概述	(349)
二、铸铁的焊接性分析	(355)
三、灰铸铁的焊接	(358)
四、球墨铸铁的焊接	(371)
五、其他类型铸铁的焊接	(374)

六、铸铁与钢的焊接	(377)
第四章 几种石油化工设备的焊接及在役设备的焊接修复	(379)
第一节 压力容器典型结构焊接实例	(379)
一、压力容器 A、B 类焊接接头的焊缝结构	(379)
二、接管焊接结构	(380)
三、凸缘焊接结构	(383)
四、设备法兰焊接结构	(386)
五、平封头与受压元件的焊接结构	(387)
六、凸型封头与筒体的搭接结构	(389)
七、矩形容器侧板间的焊接结构	(389)
八、裙座与壳体的焊接结构	(389)
九、容器夹套焊接结构	(390)
十、多层容器典型结构焊接形式	(392)
第二节 球形储罐的焊接	(398)
一、球形储罐简介	(398)
二、球形储罐的焊接方法及焊接工艺	(410)
第三节 热壁加氢反应器的焊接	(425)
一、结构和选材	(425)
二、制造与焊接	(427)
第四节 延迟焦化装置焦炭塔的焊接制造	(432)
一、结构和选择	(432)
二、壳体成形与焊接	(432)
第五节 不锈钢复合钢制塔器的焊接	(435)
一、不锈钢复合钢制塔类设备简介	(435)
二、塔体预制要求	(443)
三、复合钢板塔器的焊接	(444)
第五章 在役压力容器的焊接修复	(455)
第一节 在役压力容器常见缺陷和处理原则	(455)
一、缺陷的类型及特征	(455)
二、缺陷处理原则	(457)
第二节 焊接修复条件及基本原则	(458)
一、焊接修复条件	(458)
二、焊接修复的基本原则	(458)
第三节 焊接修复程序	(459)
一、在役压力容器调查	(459)
二、修复方案制定	(459)
三、补焊修复的质量控制和检验	(460)

第四节 焊接修补方法及工艺	(460)
一、焊补方法	(460)
二、补焊工艺	(462)
第五节 应力腐蚀容器的补焊修复	(464)
一、苛性碱 NaOH 溶液应力腐蚀缺陷补焊	(464)
二、液氨应力腐蚀缺陷焊补	(465)
三、湿 H ₂ S 应力腐蚀缺陷焊补	(465)
第六节 焊接修复实例	(466)
一、1000m ³ 液态烃球罐焊接修复	(466)
二、07MnCrMoVR 钢制 2000m ³ 丙烯球罐焊接修复	(469)
三、催化裂化沉降器-再生器的焊接修复	(473)
四、延迟焦化焦炭塔焊接修复	(476)
五、热壁加氢反应器的焊接修复	(480)
六、苯乙烯脱氢反应器裂纹焊接修复	(483)
七、尿素合成塔塔底腐蚀穿孔的焊补	(485)
第六章 容器的热处理	(490)
第一节 热处理的要求和类型	(490)
一、改善机械性能的热处理	(490)
二、焊后消除应力热处理	(492)
三、提高材料或容器的抗腐蚀性能热处理	(494)
第二节 焊后热处理的主要参数、方法和需注意的主要问题	(496)
一、焊后热处理主要参数	(496)
二、焊后热处理方法	(501)
三、焊后热处理需注意的主要问题	(502)
第三节 不锈钢及其复合钢板的焊后热处理	(504)
一、不锈钢的焊后热处理	(504)
二、不锈钢复合钢板的焊后热处理	(506)
附录 A	(507)
表 A-1 焊接方法分类——一元坐标法	(507)
表 A-2 焊接方法分类——二元坐标法	(507)
表 A-3 焊条手工电弧焊焊接接头的基本形式与尺寸 (GB/T 985.1—2008)	(509)
表 A-4 埋弧焊各类焊丝类型、化学成分、焊缝金属力学性能及用途	(521)
表 A-5 埋弧焊各类焊剂类型、化学成分、焊缝金属力学性能及用途	(528)
表 A-6 埋弧焊焊接接头的基本形式与尺寸 (GB/T 985.2—2008)	(536)
表 A-7 铝及铝合金气体保护焊的推荐坡口 (GB/T 985.3—2008)	(543)
表 A-8 纯铝、铝镁合金手工钨极氩弧焊焊接条件(对接接头, 交流)	(549)
表 A-9 铝及铝合金自动钨极氩弧焊焊接条件(交流)	(549)

表 A-10	不锈钢钨极氩弧焊焊接条件(单道焊)	(549)
表 A-11	钛及钛合金手工钨极氩弧焊焊接条件(对接, 直流正接)	(550)
表 A-12	钛及钛合金自动钨极氩弧焊焊接条件(对接接头, 直流正接)	(550)
表 A-13	混合气体保护焊气体成分、性能、特点及应用	(551)
表 A-14	大电流等离子电弧焊接用气体选择	(554)
表 A-15	小电流等离子弧焊接用保护气体选择	(554)
表 A-16	熔透型等离子弧焊焊接参数参考值	(555)
表 A-17	小孔型等离子弧焊焊接参数参考值	(556)
表 A-18	微束型等离子弧焊焊接不锈钢的焊接参数参考值	(557)
表 A-19	管极涂料配方举例	(557)
表 A-20	管极涂料中铁合金材料的配比	(557)
表 A-21.1	电渣焊各种材料及厚度的焊接速度推荐范围	(557)
表 A-21.2	各种接头单熔嘴电渣焊尺寸和位置	(558)
表 A-21.3	对接接头多熔嘴电渣焊尺寸和位置	(558)
表 A-22	电渣焊焊接参数对焊缝质量、过程稳定性和生产率的影响	(559)
表 A-23	电渣焊焊接电压与接头形式、焊接速度、所焊厚度的关系	(560)
表 A-24	焊接电流(焊接送丝速度)与焊接电压的配合关系	(560)
表 A-25.1	电渣焊渣池深度与送丝速度的关系	(561)
表 A-25.2	各种厚度工件的装配间隙	(561)
表 A-25.3	焊丝数目与工件厚度的关系	(561)
表 A-26	电渣焊渣池深度的选取	(561)
表 A-27	美国焊接学会推荐硬钎焊使用的气氛	(561)
表 A-28	各种钎焊方法的优缺点及适用范围	(563)
表 A-29	常见铝及铝合金的钎焊性	(563)
表 A-30	铝及铝合金用硬钎料的适用范围	(564)
表 A-31	铜及黄铜软钎料接头的强度	(564)
表 A-32	铜及黄铜硬钎焊接头的力学性能	(564)
表 A-33	耐磨堆焊合金焊材类型、典型合金系统、性能特点及用途	(565)
表 A-34.1	珠光体钢堆焊焊条的成分、硬度及用途	(568)
表 A-34.2	珠光体钢堆焊药芯焊丝的成分、硬度与用途	(568)
表 A-34.3	珠光体钢带极埋弧焊堆焊层成分、硬度及用途	(569)
表 A-35	高铬奥氏体钢和铬锰奥氏体钢堆焊材料的成分、硬度及用途	(569)
表 A-36.1	铬镍奥氏体钢堆焊焊条的成分、硬度与用途	(570)
表 A-36.2	铬镍奥氏体堆焊焊丝、带极的成分、硬度及用途	(572)
表 A-36.3	等离子堆焊用铬镍奥氏体型铁基粉末的成分、硬度及用途	(573)
表 A-37.1	低碳马氏体钢堆焊焊条的成分、硬度及用途	(573)
表 A-37.2	中碳马氏体钢堆焊焊条的成分、硬度及用途	(574)

表 A-37.3	高碳马氏体钢堆焊焊条的成分、硬度及用途	(574)
表 A-37.4	普通马氏体钢堆焊药芯焊丝、焊带的成分、硬度及用途	(574)
表 A-37.5	普通马氏体钢实心带极埋弧堆焊成分、硬度及用途	(576)
表 A-38.1	高速钢堆焊材料的成分、硬度及用途	(576)
表 A-38.2	热作模具钢堆焊材料的成分、硬度及用途	(577)
表 A-38.3	冷工具钢堆焊材料的成分、硬度及用途	(577)
表 A-39.1	高铬马氏体不锈钢堆焊焊条成分、硬度及用途	(578)
表 A-39.2	高铬马氏体不锈钢堆焊焊丝、带极成分、硬度及用途	(579)
表 A-40.1	马氏体合金铸铁堆焊焊条的成分、硬度及用途	(580)
表 A-40.2	奥氏体合金铸铁堆焊焊条的成分、硬度及用途	(580)
表 A-40.3	高铬合金铸铁堆焊焊条的成分、硬度及用途	(580)
表 A-40.4	高铬合金铸铁实心及药芯焊丝的成分、硬度及用途	(582)
表 A-41.1	堆焊用或兼做堆焊用镍基合金电焊条的成分、硬度及用途	(583)
表 A-41.2	等离子堆焊用镍基合金粉末的成分、硬度及用途	(584)
表 A-42.1	气焊及 TIG 堆焊用钴基堆焊焊丝的牌号、成分、硬度及用途	(585)
表 A-42.2	钴基合金堆焊焊条的牌号、成分、硬度与用途	(586)
表 A-42.3	等离子喷焊用钴基合金粉末的牌号、成分、硬度与用途	(586)
表 A-43.1	铜及铜合金电焊条的成分、硬度及用途	(587)
表 A-43.2	铜及铜合金堆焊用焊条及粉末的成分用途	(588)
表 A-43.3	铜及铜合金堆焊用带极及粉末的成分及用途	(590)
附录 B		(591)
表 B-1	焊条电弧焊焊条常用药皮组成物的主要作用	(591)
表 B-2	焊条药皮各类掺合剂的组分及主要作用	(592)
表 B-3	药皮的类型及其特点	(592)
表 B-4	碳钢焊条的型号、药皮类型、焊接位置和焊接电流种类及接地极性要求	(593)
表 B-5.1	碳钢焊条熔敷金属化学成分(GB/T 5117—1995)	(594)
表 B-5.2	碳钢焊条熔敷金属拉伸性能(GB/T 5117—1995)	(595)
表 B-5.3	碳钢焊条熔敷金属冲击性能(GB/T 5117—1995)	(595)
表 B-6	承压设备用钢焊条的技术要求(JB/T 4747.1—2007)	(596)
表 B-7	低合金钢焊条型号划分(GB/T 5118—1995)	(597)
表 B-8.1	低合金钢焊条熔敷金属化学成分(GB/T 5118—1995)	(599)
表 B-8.2	低合金钢焊条熔敷金属拉伸性能(GB/T 5118—1995)	(600)
表 B-8.3	低合金钢焊条熔敷金属冲击性能(GB/T 5118—1995)	(601)
表 B-8.4	低合金高强度钢焊接用焊条	(601)
表 B-9	我国目前生产的一些低合金钢焊条及其所对应的标准型号	(603)
表 B-10.1	不锈钢焊条各种型号熔敷金属化学成分	(604)

表 B-10.2	不锈钢焊条各种型号熔敷金属力学性能	(605)
表 B-10.3	国产不锈钢焊条商品牌号与 GB、AWS 标准型号对照表	(607)
表 B-11	不锈钢焊条焊接电流及焊接位置代号	(608)
表 B-12	不锈钢焊条新、旧型号对照表	(608)
表 B-13	堆焊焊条熔敷金属化学成分分类 (GB/T 984—2001)	(609)
表 B-14	堆焊焊条药皮类型和焊接电流种类 (GB/T 984—2001)	(609)
表 B-15	堆焊碳化钨管状焊条碳化钨粉化学成分 (GB/T 984—2001)	(609)
表 B-16	堆焊碳化钨管状焊条碳化钨粉的粒度 (GB/T 984—2001)	(610)
表 B-17	中合金耐热钢常用焊条标准型号、牌号及化学成分	(610)
表 B-18.1	镍及镍合金焊条熔敷金属化学成分 (GB/T 13814—1992)	(611)
表 B-18.2	我国镍及镍合金焊条熔敷金属力学性能	(615)
表 B-18.3	国标标准镍及镍合金焊条熔敷金属化学成分 (ISO 14172: 2003)	(616)
表 B-18.4	国标标准镍及镍合金焊条熔敷金属的拉伸性能 (ISO 14172: 2003)	(620)
表 B-18.5	与国标标准对应的一些国家标准镍及镍合金焊条分类 (ISO 18274: 2004)	(621)
表 B-19.1	铜及铜合金焊条的牌号、熔敷金属化学成分 (GB/T 3670—1995)	(622)
表 B-19.2	铜及铜合金焊条熔敷金属力学性能 (GB/T 3670—1995)	(623)
表 B-19.3	铜及铜合金焊条型号对照表 (GB/T 3620—1995)	(623)
表 B-20.1	铝及铝合金焊条芯的化学成分 (GB/T 3669—2001)	(623)
表 B-20.2	铝及铝合金焊条熔敷金属力学性能	(623)
表 B-21.1	国内外碳钢焊条对照表	(624)
表 B-21.2	国内外低合金钢焊条对照表	(624)
表 B-21.3	国内外不锈钢焊条对照表	(626)
表 B-21.4	国内外堆焊焊条对照表	(627)
表 B-21.5	国内外铸铁焊条对照表	(627)
表 B-21.6	国内外镍及镍合金焊条对照表	(628)
表 B-21.7	国内外铜及铜合金焊条对照表	(628)
表 B-21.8	国内外气体保护焊、埋弧焊、气焊焊丝对照表	(628)
表 B-21.9	国内外碳钢及低合金钢用焊剂对照表	(628)
表 B-21.10	国内外不锈钢、有色金属及堆焊用焊剂对照表	(629)
表 B-22	压力容器常用钢焊条熔敷金属的硫、磷含量规定 (JB 4747—2007)	(629)
表 B-23.1	碳钢焊条的选用	(630)
表 B-23.2	低合金钢焊条的选用	(630)
表 B-23.3	耐腐蚀低合金钢用焊条的选用	(632)
表 B-24	钼及钼耐热钢焊条的选用	(632)
表 B-25	低合金低温用钢焊条的选用	(633)
表 B-26.1	铬不锈钢焊条的选用	(633)

表 B-26.2 铬镍不锈钢焊条的选用	(633)
表 B-27 阀门密封面堆焊焊条的选用	(634)
表 B-28 镍及镍合金焊条的选用	(635)
表 B-29 铜及铜合金焊条的选用	(635)
表 B-30 铝及铝合金焊条的选用	(635)
表 B-31 异种钢焊接用焊条的选用	(635)
表 B-32 复合钢板焊接用焊条的选用	(636)
表 B-33 常用钢号推荐选用的焊条	(636)
表 B-34 典型的碳素结构钢、合金结构钢焊丝的化学成分 (GB/T 14957—1994)	(637)
表 B-35 典型的不锈钢焊丝化学成分(GB/T 4241—2006)	(639)
表 B-36 承压设备用气体保护电弧焊钢焊丝技术条件(JB/T 4747.3—2007)	(644)
表 B-37 承压设备用埋弧焊钢焊丝和焊剂技术条件(JB/T 4747.3—2007)	(644)
表 B-38 碳钢药芯焊丝熔敷金属化学成分要求(GB/T 10045—2001)	(645)
表 B-39 碳钢药芯焊丝熔敷金属力学性能要求(GB/T 10045—2001)	(645)
表 B-40 碳钢药芯焊丝焊接位置、保护类型、极性和适用要求 (GB/T 10045—2001)	(646)
表 B-41 低合金钢药芯类型、焊接位置、保护气体及电流种类 (GB/T 17493—2008)	(647)
表 B-42 低合金钢药芯焊丝熔敷金属力学性能(GB/T 17493—2008)	(649)
表 B-43 低合金钢药芯焊丝对化学成分分析、射线探伤—力学性能—角焊缝— 扩散氢试验的要求(GB/T 17493—2008)	(651)
表 B-44 低合金钢药芯焊丝熔敷金属化学成分(GB/T 17493—2008)	(652)
表 B-45 我国目前生产的一些低合金钢药芯焊丝牌号及对应的标准型号	(655)
表 B-46 不锈钢药芯焊丝熔敷金属化学成分(GB/T 17583—1999)	(655)
表 B-47 国产熔炼型埋弧焊焊剂牌号、成分及其应用范围	(657)
表 B-48 国产烧结焊剂牌号、成分及其使用范围	(659)
表 B-49 我国埋弧焊和电渣焊常用焊剂的选用	(660)
附录 C	(661)
表 C-1 优质碳素结构钢的质量等级、磷硫含量和酸浸低倍组织要求	(661)
表 C-2 优质碳素结构钢牌号、统一数字代号及化学成分(GB/T 699—1999)	(661)
表 C-3 优质碳素结构钢的力学性能(GB/T 699—1999)	(662)
表 C-4 容器用 16Mn 钢的化学成分及力学性能	(663)
表 C-5 15MnTi 和 15MnV 钢的化学成分及力学性能	(664)
表 C-6 常用 440MPa 级低合金高强度钢的化学成分及力学性能	(665)
表 C-7 常用 490MPa 级低合金高强度钢的化学成分及力学性能	(665)
表 C-8 14MnMoVB 钢的化学成分及力学性能	(666)

表 C-9	一些国产低碳低合金钢的化学成分	(666)
表 C-10	一些国产低碳低合金调质钢的力学性能	(667)
表 C-11	一些常用低碳调质钢热处理制度及组织	(668)
表 C-12	容器用 590MPa 级低合金高强度钢的化学成分及力学性能	(668)
表 C-13	一些常用中碳调质钢的化学成分	(669)
表 C-14	一些常用中碳调质钢的力学性能	(669)
表 C-15	常用低合金超高强度钢的化学成分及力学性能	(670)
表 C-16	中碳调质钢用焊条、焊丝熔敷金属力学性能及用途	(671)
表 C-17	我国低合金耐候钢的化学成分(GB/T 4171. 4172—2000)	(671)
表 C-18	我国低合金耐候钢的力学性能(GB/T 4171. 4172—2000)	(672)
表 C-19	几种典型耐海水腐蚀钢的化学成分	(673)
表 C-20	压力容器用低合金耐腐蚀钢的化学成分	(673)
表 C-21.1	高压锅炉用无缝钢管的化学成分(GB 5310—2008)	(674)
表 C-21.2	压力容器用低合金耐热钢的化学成分(GB 713—2008)	(676)
表 C-22.1	高压锅炉用无缝钢管的力学性能(GB 5310—2008)	(676)
表 C-22.2	压力容器用低合金耐热钢的力学性能(GB 713—2008)	(677)
表 C-23.1	低温压力容器用低合金钢板的牌号及化学成分(GB 3531—2008)	(678)
表 C-23.2	低温压力容器用低合金钢板的力学性能(GB 3531—2008)	(678)
表 C-23.3	低温压力容器用低合金钢板的牌号及许用应用(GB 150. 2—2011)	(679)
表 C-24	国产及美国低温用钢的化学成分及力学性能	(680)
表 C-25	国外一些含 Ni 低温用钢的化学成分及力学性能	(682)
表 C-26	高合金耐热钢的标准化学成分(包括弥散硬化型 高合金耐热钢标准化学成分)(GB/T 4238—2007)	(683)
表 C-27	高合金耐热钢的标准力学性能(GB/T 4238—2007)	(684)
表 C-28	X20CrMoV12-1 和 X20CrMoWV12-1 马氏体高合金耐热钢焊条、电弧焊、 TIG 焊、埋弧焊、焊缝金属典型化学成分及力学性能	(688)
表 C-29	美国 AwsA5. 9/A5. 9M: 2006 焊丝标准规定的高铬合金钢焊丝标准 化学成分	(688)
表 C-30	奥氏体耐热钢的熔化极惰性气体保护焊典型工艺参数	(689)
表 C-31	奥氏体耐热钢薄板手工钨极氩弧焊推荐工艺参数	(689)
表 C-32.1	不锈钢热轧钢板的化学成分(GB/T 20878—2007)	(690)
表 C-32.2	承压设备用不锈钢板牌号及化学成分(GB 24511—2009)	(701)
表 C-33.1	各国不锈钢及耐热钢牌号对照	(703)
表 C-33.2	承压设备用各国不锈钢牌号对照表(GB 24511—2009)	(709)
表 C-34	焊接用不锈钢盘条的牌号及化学成分(GB/T 4241—2006)	(710)
表 C-35	不锈钢药芯焊丝熔敷金属化学成分	(715)
表 C-36	不锈钢埋弧焊几种焊丝与焊剂的选配	(718)

表 C-37	国外超级奥氏体不锈钢的化学成分	(719)
表 C-38	奥氏体不锈钢对接焊坡口形式与尺寸示例	(720)
表 C-39	奥氏体不锈钢角接焊缝的坡口形式与尺寸示例	(721)
表 C-40	奥氏体不锈钢埋弧焊坡口形式、焊接参数示例	(721)
表 C-41	常用低碳及超级马氏体不锈钢的化学成分	(721)
表 C-42	国内外常用铁素体-奥氏体双相不锈钢的化学成分	(722)
表 C-43	国内外常用铁素体-奥氏体双相不锈钢的力学性能	(723)
表 C-44	铁素体-奥氏体双相不锈钢焊接工艺方法选择及坡口形式与尺寸	(723)
表 C-45	铁素体-奥氏体双相不锈钢焊接材料	(725)
表 C-46	铁素体-奥氏体双相不锈钢典型焊接材料熔敷金属化学成分	(725)
表 C-47	典型析出硬化马氏体不锈钢的化学成分	(726)
表 C-48	典型析出硬化马氏体不锈钢的力学性能	(726)
表 C-49	析出硬化半奥氏体不锈钢的化学成分	(726)
表 C-50	析出硬化半奥氏体不锈钢的力学性能	(727)
表 C-51	析出硬化奥氏体不锈钢的典型化学成分	(727)
表 C-52	析出硬化奥氏体不锈钢 A-286 低温拉伸性能	(727)
表 C-53	析出硬化不锈钢的焊接材料	(727)
表 C-54	异种金属的熔焊焊接性	(728)
表 C-55	珠光体钢与马氏体钢采用熔化极混合气体保护焊的焊接参数	(728)
表 C-56	铝及铝合金的牌号及化学成分(GB/T 3190—2008)	(729)
表 C-56a	表 C-56 所涉字符牌号与其曾用牌号对照表	(742)
表 C-57	铝及铝合金轧制钢板的力学性能(GB/T 3880—2006)	(743)
表 C-58	铸造铝合金化学成分(GB/T 1173—95)	(764)
表 C-59	铸造铝合金杂质允许含量(GB/T 1173—95)	(765)
表 C-60	铝及铝合金焊条芯的化学成分(GB/T 3669—2001)	(766)
表 C-61	铝及铝合金焊丝的化学成分(GB/T 10858—2008)	(766)
表 C-62	铝及铝合金气焊、碳弧焊的溶剂配方	(767)
表 C-63	铝及铝合金气焊焊接接头及平坡口形式	(767)
表 C-64	铝及铝合金钨极氩弧焊焊接接头及坡口形式	(768)
表 C-65	铝及铝合金熔化极惰性气体保护焊焊接接头及坡口形式	(769)
表 C-66	铝及铝合金手工钨极交流氩弧焊焊接参数	(770)
表 C-67	铝及铝合金手工钨极交流氩弧焊焊接参数	(770)
表 C-68	铝合金钨极脉冲交流氩弧焊工艺参数	(771)
表 C-69	铝及铝合金手工钨极直流氩弧焊焊接参数	(771)
表 C-70	铝及铝合金自动钨极直流正接氩弧焊焊接参数	(771)
表 C-71	半自动 MIG 焊参数	(771)
表 C-72	自动 MIG 焊参数	(772)