

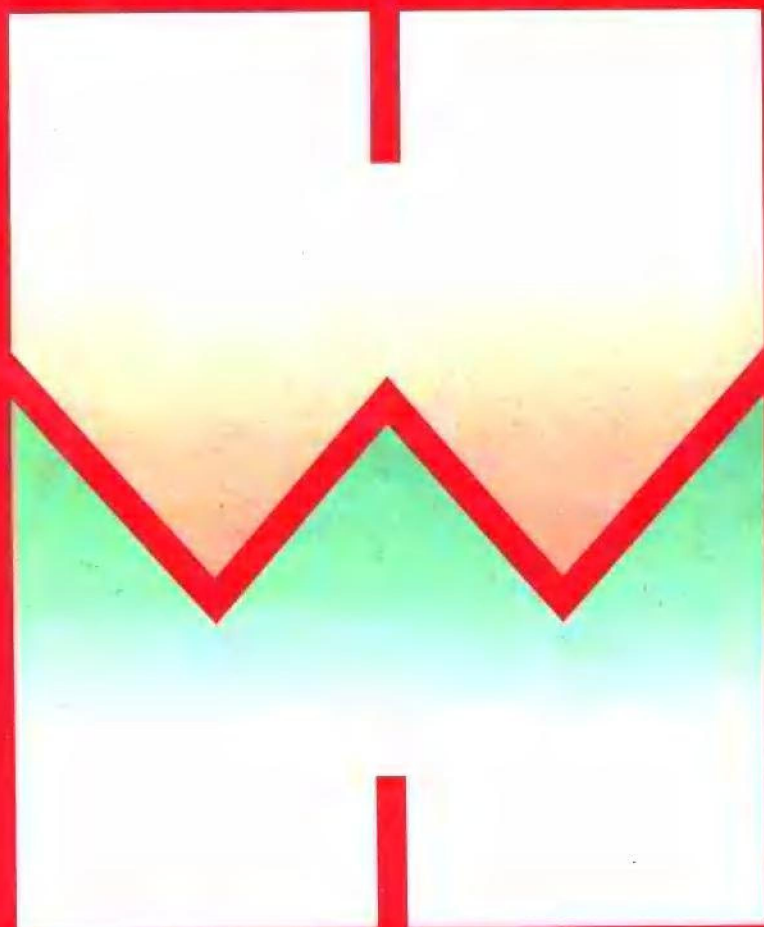
焊接手册

焊接结构

3



中国机械工程学会焊接学会 编



机械工业出版社

TC 4
Z

焊 接 手 册

第 3 卷

焊 接 结 构

中国机械工程学会焊接学会 编



机 械 工 业 出 版 社

(京) 新登字054号

《焊接手册》是由中国焊接学会在全国范围内组织专家编著的一部综合性专业工具书；是学会为生产服务的具体体现。手册内容选材广泛，具有较强的实用性、科学性、可靠性和先进性。全书共计3卷（焊接方法及设备；材料的焊接；焊接结构），本书为其中的第3卷。

本卷分为3篇、26章编写，插图1000余幅。书中介绍了焊接结构选材、设计、制造诸方面的问题，力求通过对典型结构的分析来介绍合理的焊接结构构造形式。具体内容包括：焊接结构设计基础；焊接结构的设计原则与方法；机械零部件、压力容器、建筑结构、铁路车辆、船体、起重机、动力机械等典型焊接结构的设计、制造，以及焊接生产的机械化与自动化，生产中常用设备，焊接结构的无损检测，焊接车间设计，焊接生产组织与经济，安全与劳动保护等。

《焊接手册》的读者对象是以各个工业部门中从事焊接生产的工程技术人员为主，但同时这部手册对于焊接科研、设计和教学人员也是一部解决实际问题时必备的工具书。

焊 接 手 册

第 3 卷

焊 接 结 构

中国机械工程学会焊接学会 编

*

责任编辑：方婉莹 武 江 版式设计：霍永明

封面设计：姚 毅 责任校对：熊天荣

责任印制：卢子祥

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

邮政编码：100037

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

人民交通印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 787×1092¹/₁₆·印张 63³/₄·插页 3·字数1986千字

1992年12月北京第1版·1992年12月北京第1次印刷

印数 0 001—8000 定价：32.00 元

*

ISBN 7-111-03394-9/TG·741

《焊接手册》第3卷编审者

主 编

田锡唐

哈尔滨工业大学 教授

主 审

关 桥

航空航天工业部北京航空工艺研究所 研究员

周浩森

上海交通大学 教授

副 主 编

钟国柱

哈尔滨工业大学 教授

陈丙森

清华大学 教授

陈祝年

山东工业大学 教授

作 者 审 者

(以下按编审者姓氏汉语拼音顺序排列)

安 珣

太原重型机器厂
高级工程师(研究员级)

方淑芬

哈尔滨工业大学管理学院
教 授

何瑞芳

哈尔滨焊接研究所
高级工程师

陈嘉椿

哈尔滨车辆工厂
高级工程师(研究员级)

冯先荣

中国船舶工业总公司第九设计院
高级工程师(研究员级)

侯贤忠

大庆石油管理局基建工程部
高级工程师

陈剑虹

甘肃工业大学
教 授

郭其安

大庆石油管理局油田建设公司
高级工程师

黄守勤

沈阳工业大学
副 教 授

陈亮山

中国科学院金属研究所
研 究 员

郭占林

吉林工业大学
副 教 授

霍立兴

天津大学
教 授

陈裕川

哈尔滨锅炉厂
高级工程师

韩维福

铁道部齐齐哈尔车辆厂
高级工程师

简润富

中国船舶工业总公司上海船厂
高级工程师

李恩福

哈尔滨工业大学
教授

李志远

华中理工大学
副教授

潘际炎

铁道部科学研究院
铁道建筑研究所
研究员

李广铎

大连铁道学院
教授

梁桂芳

江南造船厂
高级工程师

邵清廉

大连船用柴油机厂
高级工程师

李家鳌

哈尔滨锅炉厂
高级工程师

廖延凉

机械电子工业部第二设计研究院
高级工程师

史永吉

铁道部科学研究院
铁道建筑研究所
高级工程师

李生田

哈尔滨焊接研究所
高级工程师

柳曾典

华东化工学院
教授

苏毅

清华大学
教授

李渝生

铁道部齐齐哈尔车辆工厂
高级工程师

马天超

哈尔滨工业大学
教授

唐伯钢

冶金部建筑科学研究院
高级工程师

唐慕尧

西安交通大学
教授

王政

甘肃工业大学
教授

许祖泽

冶金部钢铁研究总院
高级工程师(研究员级)

王邦本

铁道部大连机车车辆工厂
工程师

吴祖乾

上海发电设备成套设计
研究所
高级工程师(研究员级)

严鸢飞

清华大学
副教授

王承权

武汉水运工程学院
副教授

解英龙

哈尔滨焊接研究所
工程师

严致和

机械电子工业部设计研究总院
高级工程师

王玉海
铁道部大连机车车辆工厂
高级工程师

徐崇宝
哈尔滨建筑工程学院
副教授

余幼芬
机械电子工业部设计研究总院
高级工程师

王元良
西安交通大学
教授

徐立勋
冶金部建筑科学研究院
高级工程师

张耀春
哈尔滨建筑工程学院
教授

郑本英
东方锅炉厂
高级工程师

周光祺
西安交通大学
教授

卓鸿遼
中国造船工业总公司
第十一研究所
高级工程师

钟善桐
哈尔滨建筑工程学院
教授

周昭伟
哈尔滨焊接研究所
高级工程师（研究员级）

方婉莹 武江 机械工业出版社 本卷责任编辑

序

机械制造业是国民经济的基础工业，它决定着整个国家的工业生产能力和水平；焊接技术则是机械制造业中的关键技术之一。例如很多工业产品以及能源工程、海洋工程、航空航天工程、石油化工工程、等等，无不依靠机械制造业提供装备；对于各种压力容器、核反应堆器件、宇航运载工具等产品，如不采用焊接就不可能制造。我国的现代焊接科学技术是从新中国成立之后才起步的；随着国民经济的发展，它的进步极为迅速。建国初期，我国钢的年产量仅为数十万吨，40年后的今天已猛增至近7000万吨。据资料统计，工业发达国家一般钢产量的40%左右是经过焊接加工才成为工业产品的，由此亦可见焊接技术在工业生产中所起的作用。

目前，我国各地已普遍成立了高、中等焊接教育机构和焊接科研机构，焊接生产、科研和教育体系已在全国范围内建立起来，一支日益壮大的焊接生产、科研队伍已经形成，他们在为国民经济发展作出巨大努力的过程中积累了相当丰富的知识和经验。中国机械工程学会焊接学会自1962年成立以来，曾多次组织焊接科研成果与生产经验的交流活动以及学术论文、专著的出版工作。为了给焊接工作者解决生产实际问题提供系统的技术资料、减少不必要的重复性试验研究工作，焊接学会经过较长时间的酝酿，决定配合机械工业出版社的热加工系列手册出版规划，编写一套全面地总结这些经验、资料并适当反映现代国内外焊接科学技术水平的《焊接手册》。我们深信，这项编写工作将为实现机械电子工业部在1987年提出的“必须重视工艺，特别是热加工工艺水平的提高”的要求提供重要的条件。

焊接学会编辑出版委员会根据上述决定，筹备和组织了这项工作，对主编人选、读者对象、编写原则、篇幅、编例细则等进行了多次讨论，确定了下述事项。

本《焊接手册》分为三卷编写、出版，其名称及主编为：

第1卷 焊接方法及设备，主编 潘际銮教授

第2卷 材料的焊接，主编 斯重遥研究员

第3卷 焊接结构，主编 田锡唐教授

三位主编均为国内外焊接界知名人士和学识渊博、经验丰富的老专家。

《焊接手册》的读者对象主要是从事焊接生产的工程技术人员。此外，本手册也可供从事焊接科研、设计和教学人员参考、使用。

《焊接手册》的编写原则是以总结国内生产实践经验为主，同时注意吸收国外先进经验。选材力求具有实用性、科学性、可靠性和先进性等特色。手册主要内容是介绍我国正在大量应用的焊接技术；对于国内已经应用的新技术、新工艺、新设备、新材料予以重点介绍；同时适当地介绍了我国虽然还没有应用或刚开始应用，而在国外已行之有效的新技术。

本手册第1卷共6篇39章。其内容特点是焊接工艺与设备兼顾，原理与工艺（设备）密切联系，并提出了解决焊接工艺问题的基本途径，以期读者能正确选用焊接方法和设备。第1卷主要介绍各种焊接方法，包括电弧焊、电阻焊、高能束焊、钎焊以及较常用的其它焊接方法。此外还介绍了与焊接自动化技术有关的部分内容。

第2卷共5篇20章。主要包括材料的焊接性基础，铁与钢、有色金属、异种材料和非金属材料的焊接。第2卷以材料的焊接性为理论基础，对各类材料的焊接工艺作了较全面而深入的论述，并对国产焊条、焊剂和焊丝等焊接材料及其选配原则进行了较系统的介绍。为了联系生产实际，还列举了各类材料采用不同焊接工艺的实例。

第3卷共3篇26章。第一篇介绍焊接结构的共性，包括焊接接头的应力集中、焊接应力和变形、焊接接头的力学性能和在高温和腐蚀介质中的行为、焊接结构的脆性断裂、疲劳及其安全评定等。第二篇重点介绍焊接接头和基本焊接构件的强度计算以及典型焊接结构的设计，突出传力合理性和工艺性，并以多种实例说明。第三篇主要介绍与焊接结构生产有关的问题，包括典型结构的生产工艺、焊接生产机械化和自动化、焊接车间设计、生产组织和经济分析，焊接安全与劳动保护等。

本手册是建国40多年来由焊接学会组织编写的第一部综合性大型骨干工具书。参加编者多达200余人，他们都是在各自专业领域中具有丰富学识和实践经验的专家。他们认真负责的态度、严谨的科学作风以及不分寒暑辛勤工作的忘我精神，是保证高质量地完成这套手册编、审工作的基础。很多工矿企业、研究机构 and 高等学校鼓励、支持编审人员的工作并无偿地提供资料，为本手册总结经验创造了有利条件。机械电子工业部科技司和机械工业出版社给编写工作的有力支持和热情帮助，是完成本手册的强有力的后盾。此外，还值得提出的是：焊接学会编辑出版委员会郭希烈同志，在确定主编人选、编审原则等重要事情的过程中，坚持保证手册质量的原则，始终关怀和支持本项工作；本手册的责任编辑方婉莹、武江同志在手册编写过程中做了大量深入细致的工作；机械电子工业部、机械工业出版社、湖北宜昌猴王焊接公司、北京燕山石化总公司建筑安装公司、上海电焊机厂、大庆石油管理局建筑材料公司、太原重型机器厂、中国人民解放军装甲兵工程学院表面技术研究服务中心（北京长辛店）、冶金部钢铁研究总院焊接研究室、佳木斯市农业机械配件厂等单位，为本书的编审工作提供了经费。我们谨向以上同志和单位表示衷心的感谢。

本手册内容涉及的范围非常广泛，参加编审工作的人员众多，编写时间短促，难免有不足之处，欢迎广大读者批评指正，以便再版时改进。

中国机械工程学会焊接学会

1992年10月

前 言

本卷与第1、2两卷不同，将给读者介绍焊接结构作为一个整体的有关问题，内容包括从选材、设计一直到制造等诸方面。全卷由3篇组成，共分26章。

第一篇共10章，包括焊接结构的选材，焊接结构的内应力和变形，焊接结构的关键环节，焊接接头的种类、传力方式和工作应力的分布，焊接接头的基本力学性能及其抗蚀性和耐热性；焊接结构的失效，诸如脆性断裂和疲劳等的影响因素和预防措施。此外，还介绍焊接结构的失效分析方法和实例。本篇着重分析焊接结构的基本特点即其共性，为设计焊接结构制订结构生产工艺提供基础。

第二篇共9章，内容涉及焊接结构的设计原则和方法，焊接基本构件的设计与计算，典型焊接结构如机械零部件、压力容器、建筑结构、铁路车辆、船体、起重机结构和动力机械等的结构设计。本篇不可能包罗各种具体焊接结构，也不能概括某一具体结构的所有问题来替代产品设计手册，而是力求通过上述典型结构的分析来介绍合理的焊接结构构造形式。具体地说，其构造不但在服役时使力的传递均匀，不产生高的应力集中，而且在工艺上便于焊接施工和检验，以保证结构安全可靠，同时在经济上也是省工时和节约材料的。焊接的优点之一是它具有机动灵活性，但这一优点也往往因当事人忽视焊接结构本身的特殊性，在设计和施工中出现由于任意性而导致事故的发生。国内外许多焊接结构的失效事故，追其原因往往起源于一些细部设计和施工中的失误，可谓“千里金堤溃于一穴”。因此，本篇把重点放在焊接结构的合理构造上。在确定编审人员时，我们尽量邀请既了解某些具体焊接产品又熟悉它们的生产过程的专家来担任。我们希望本篇的尝试能对读者有所帮助，也希望这方面的内容能不断得到补充扩大。

第三篇共8章，包括焊接结构的制造工艺、典型焊接结构的制造、焊接结构生产用设备、焊接生产的机械化与自动化、焊接结构的无损检测、焊接生产组织与经济、焊接结构车间设计以及焊接安全与劳动保护。本篇突出焊接结构的制造工艺，除焊接工艺本身外，还介绍了焊接前后的有关生产工艺，如成形、切割、检验等。所介绍的设备也不局限于焊接，还包括操作机、变位机、滚轮架等装置。这些装置都是提高焊接结构的质量和生产率所必不可少的。在机械化和自动化一章内，除重点介绍了某些典型的简易焊接中心和焊接自动机外，还较详细地介绍了已经用于生产的某些焊接生产线。

由于本卷内容牵涉面广，而编审时间又比较紧，虽然各位编审者作了很大的努力，疏漏之处仍难避免。诚恳欢迎各位读者指出以便改进。

本卷在编审过程中承蒙多方支援，特别是有些同志因年高已退休，有的体弱多病，有的身负领导重任，仍为本卷作了大量细致的工作；在编写过程中还得到哈尔滨工业大学焊接教研室以及朱鸿官教授、黎明副教授和万鑫等同志的支持、帮助，我们谨向他们表示衷心的感谢。

这里还应该感谢编审者单位为本卷提供了宝贵的资料。最后，感谢大庆石油管理局建材公司、铁道部齐齐哈尔车辆工厂、北京华光焊接工艺成套设备公司、北京钢铁研究总院焊接室及佳木斯市农业机械配件厂、江苏扬中电控设备厂对本卷所提供的慷慨资助。没有所有上述支持，本卷是无法按期完成的。

田锡唐

1992年12月

目 录

第一篇 焊接结构设计基础	
第一章 焊接接头及其工作应力分布	3
第一节 焊接接头的基本类型	3
一、熔焊接头的基本类型	3
二、压焊接头的基本类型	6
三、钎焊接头的基本类型	9
第二节 常用焊接接头的工作应力分布	11
一、常用熔焊接头的工作应力分布	12
二、电阻焊接头的工作应力分布	17
第三节 熔焊接头的坡口形状和尺寸	18
一、概述	18
二、气焊、手弧焊及气体保护焊接头 坡口的基本形式与尺寸	20
三、埋弧焊接头坡口的基本形式和尺寸	21
四、坡口尺寸精度	21
第四节 焊接接头在图纸上的表示方法	21
一、焊缝符号与焊接方法代号	21
二、焊接接头在图纸上的表示方法	26
第五节 焊接接头的选择原则	28
第六节 常用焊接接头的设计注意事项	28
一、接头的可焊性	28
二、接头的可探伤性	29
三、考虑接头腐蚀的设计注意事项	30
参考文献	32
第二章 常用焊接结构材料	33
第一节 常用焊接结构金属材料	33
一、结构钢	33
二、特殊钢	41
三、有色金属	46
第二节 焊接结构选材基本原则	47
一、母材的选择原则	47
二、焊接材料的选择原则	49
参考文献	50
第三章 焊接变形与应力	51
第一节 基本概念	51
一、金属在高温下的性能变化	51
二、焊接时金属变形应力的分类	53
三、焊接应力变形的形成过程	53
第二节 焊接残余变形	56
一、焊接残余变形的类型	56
二、焊接残余变形的影响因素和估算	56
三、控制焊接残余变形的措施	60
第三节 焊接残余应力	64
一、残余应力的分布	64
二、残余应力的影响	68
三、调节残余应力的措施	70
四、消除残余应力的必要性	72
五、焊后消除残余应力的方法	72
六、焊接残余应力的测定	74
参考文献	79
第四章 焊接接头的基本力学性能	81
第一节 焊接接头的基本力学性能	81
一、拉伸性能	81
二、焊接接头的硬度	83
三、焊接接头的弯曲性能	84
四、管接头的压扁性能	85
五、焊接接头的冲击韧度	85
六、焊接接头的断裂韧度	87
七、焊接接头的微型剪切性能	88
第二节 焊接接头力学性能的匹配	88
参考文献	89
阅读文献	89
第五章 焊接结构疲劳	90
第一节 疲劳的基本概念	90
一、疲劳断裂特征	90
二、中、高周低应力疲劳	90
三、低周高应变疲劳	91
四、变幅载荷疲劳和疲劳累积损伤	92
第二节 疲劳载荷和疲劳应力谱	92
一、一般原则	92
二、疲劳载荷模型	92
三、疲劳应力谱	94
第三节 焊接结构的疲劳强度	94

一、焊接接头的疲劳性能·····	94	一、焊接接头的腐蚀试验·····	162
二、影响焊接结构疲劳强度的其他因素·····	97	二、常见焊接接头的抗腐蚀性·····	163
三、改善焊接接头疲劳强度的方法·····	102	第六节 提高焊接接头抗腐蚀性的途径·····	164
第四节 疲劳设计·····	104	一、提高焊接接头抗蚀性的几个环节·····	164
一、疲劳设计方法的分类·····	104	二、焊接结构的表面防护·····	165
二、疲劳极限状态设计法·····	105	三、表面防护对焊接构件设计的要求·····	165
三、疲劳强度设计曲线和细节类别·····	106	参考文献·····	168
四、空心截面构件的疲劳评定·····	106	第八章 焊接接头的耐热性 ·····	169
第五节 疲劳寿命评估·····	116	第一节 焊接接头在高温下的许用应力·····	169
一、裂纹的起始寿命评估·····	116	第二节 焊接接头的高温短时拉伸性能·····	170
二、疲劳裂纹扩展寿命的评估·····	117	第三节 焊接接头的蠕变和蠕变断裂 (持久)性能·····	171
参考文献·····	118	一、蠕变极限·····	171
第六章 焊接结构脆性断裂与安全 评定 ·····	119	二、持久强度·····	171
第一节 脆性断裂特征及其影响因素·····	119	三、持久塑性·····	172
一、应力状态·····	119	四、松弛性能·····	172
二、温度的影响·····	120	五、持久强度等性能举例·····	173
三、加载速度的影响·····	120	第四节 焊接接头在高温下的组织稳定性·····	176
第二节 防断设计准则及相关的试验方法·····	120	一、珠光体球化·····	176
一、常用的抗开裂性能测试方法·····	121	二、石墨化·····	177
二、止裂性能的测试试验·····	127	三、魏氏组织·····	177
第三节 防止脆性断裂的措施·····	131	四、碳化物析出·····	177
一、选材·····	131	五、高合金钢的组织稳定性·····	177
二、合理的焊接结构设计·····	132	第五节 焊接接头的蠕变开裂与扩展·····	177
三、合理安排结构制造工艺·····	133	第六节 焊接接头的热疲劳性能·····	179
第四节 焊接结构的安全评定·····	133	第七节 焊接接头的抗氧化性·····	179
一、CVDA—1984规范内容简介·····	133	参考文献·····	180
二、全面屈服准则·····	138	第九章 焊接结构失效分析 ·····	181
参考文献·····	140	第一节 失效分析的思路与分析方法·····	181
第七章 焊接接头的抗腐蚀性 ·····	142	一、失效分析的思路方法·····	181
第一节 焊接接头的腐蚀形式及特点·····	142	二、失效分析的程序和步骤·····	181
第二节 焊接接头的总体腐蚀·····	143	三、裂纹源的识别方法·····	182
第三节 焊接接头的局部腐蚀·····	144	第二节 结构失效分析·····	182
一、电偶腐蚀·····	144	一、脆性失效的特征、诊断及断口分析·····	182
二、孔蚀·····	145	二、疲劳失效的特征、诊断及断口分析·····	184
三、缝隙腐蚀·····	148	三、应力腐蚀失效的特征、诊断和断 口分析·····	186
四、晶间腐蚀·····	148	四、其它类型失效分析·····	189
第四节 应力状态下的腐蚀破坏·····	152	第三节 焊接结构失效分析实例·····	190
一、应力腐蚀·····	152	一、立式油罐因焊接缺陷造成低温脆 性断裂·····	190
二、环境氢脆——阴极型应力腐蚀·····	158	二、公路桥工形梁疲劳失效分析·····	191
三、腐蚀疲劳·····	160	三、由氢氧化钾引起的碱脆使一大型	
第五节 焊接接头抗腐蚀性的评定·····	162		

低碳钢压力容器应力腐蚀断裂	193	第五节 焊接容器的设计与计算	289
参考文献	193	一、设计准则	289
		二、强度理论	290
		三、确定许用应力的依据	293
		四、受压元件强度计算公式	295
		参考文献	300
		第十二章 机械零部件焊接结构	301
		第一节 机械零件	301
		一、轮	301
		二、卷扬筒	311
		三、棍子和滚筒	312
		四、轴承支座	314
		五、连杆、摇臂	316
		第二节 减速器箱体	321
		一、箱体受力	321
		二、箱体结构	322
		三、实例	324
		第三节 机床大件	328
		一、综述	328
		二、床身的焊接结构	330
		三、立柱的焊接结构	333
		四、横梁的焊接结构	338
		第四节 压力机机身	339
		一、综述	339
		二、整体式C型机身	341
		三、整体式框架机身	343
		四、组合式机身	343
		参考文献	355
		第十三章 锅炉、压力容器与管道	357
		第一节 概述	357
		第二节 锅炉压力容器的结构形式及分类	357
		一、锅炉的类别	357
		二、锅炉的典型结构形式	358
		三、压力容器的分类	365
		四、压力容器的结构形式	366
		第三节 锅炉及压力容器用钢及其焊接 材料的选择原则	372
		一、锅炉用钢	372
		二、压力容器用钢	382
		三、管道用钢	387
		四、锅炉、压力容器用焊接材料	390
		第四节 锅炉受压部件和压力容器的强 度计算	390
第二篇 典型结构设计			
第十章 焊接结构设计原则与方法	197		
第一节 焊接结构的特点	197		
第二节 焊接结构设计的基本要求	198		
第三节 焊接结构设计的基本原则	198		
第四节 焊接结构设计的基本方法	199		
一、常规设计法	199		
二、可靠性设计法	199		
三、许用应力、安全系数和强度设计值	204		
第五节 焊接结构构造设计基础	205		
一、静刚度与动刚度	205		
二、等价截面设计法	214		
三、铸造结构改成焊接结构设计要点	214		
四、考虑可达性的焊接结构设计	216		
五、结构的尺寸稳定性	222		
六、层状撕裂	222		
参考文献	225		
第十一章 焊接基本构件的设计与计算	226		
第一节 焊接接头静载强度计算	226		
一、概述	226		
二、焊接接头的许用应力设计法	226		
三、焊接接头的极限状态设计法	232		
第二节 焊接梁的设计与计算	246		
一、焊接梁的分类	246		
二、梁的刚度控制和强度计算	248		
三、梁的整体稳定性计算	250		
四、梁的局部稳定性计算	252		
五、焊接梁设计的若干其它问题	259		
第三节 焊接柱的设计与计算	262		
一、焊接柱的分类	262		
二、焊接柱的刚度控制	262		
三、轴心受压构件的设计和计算	266		
四、压弯构件的设计和计算	278		
五、焊接柱的构造	281		
第四节 焊接钢桁架的设计与计算	282		
一、焊接钢桁架的分类及适用范围	282		
二、桁架的主要尺寸	284		
三、桁架的内力计算和组合	285		
四、普通钢桁架杆件的截面选择	286		
五、桁架构造的一般要求	287		

一、锅炉受压部件的强度计算	390	二、车体上部焊接结构	488
二、球形及立式圆筒形储罐的强度计算	400	第三节 长大货物车	492
三、管道的强度计算	402	一、凹底平车	492
四、焊接三通件的强度计算	404	二、钳夹车	497
五、壳体上的开孔及开孔补强设计	405	三、落下孔车	499
六、锅炉受压部件和压力容器的疲劳 设计	413	第四节 内燃机车	502
第五节 锅炉受压部件、压力容器与管 道焊接接头的设计	417	一、转向架构架结构	502
一、焊接接头设计准则	417	二、机车车体结构	506
二、单层受压壳体焊接接头的设计	417	参考文献	510
三、多层压力容器焊接接头的设计	428	第十六章 船体焊接结构	511
四、锅炉受压部件焊接接头的设计	431	第一节 船体结构的类型和特点	511
五、储罐焊接接头的设计	436	一、船体板架结构的类型及适用范围	511
参考文献	440	二、典型船体结构及其特征	511
第十四章 建筑焊接结构	441	三、船体结构的特点	514
第一节 概述	441	第二节 货船的船体结构	515
一、建筑结构中焊接结构的应用范围	441	一、船底结构	515
二、焊接建筑结构的正确设计	441	二、舷侧结构	516
三、本章解决的主要问题	448	三、甲板结构	521
第二节 节点构造	448	四、舱壁结构	524
一、桁架节点	448	五、首部结构	526
二、网架节点	456	六、尾部结构	527
三、单层刚架节点	462	第三节 油船的结构	531
第三节 安装接头	467	一、底部结构	531
一、梁的拼接	467	二、舷侧结构	531
二、次梁与主梁的连接	468	三、甲板结构	534
三、焊接组合梁的支座连接	469	四、舱壁结构	534
四、柱的拼接	469	第四节 液化气船的液化气舱结构	537
五、多层、高层框架梁与柱的连接	471	一、独立式液化气舱的结构	537
第四节 柱头与柱脚	476	二、整体式液化气舱的结构	542
一、柱头	476	三、非独立薄膜式液化气舱的结构	542
二、柱脚	477	第五节 海洋工程的结构	542
参考文献	483	一、海洋工程的种类	542
第十五章 铁路车辆焊接结构	484	二、半潜式海上石油钻探平台的结构	544
第一节 概述	484	三、自升式海上石油钻探平台的结构	544
一、铁路车辆的分类	484	四、导管架型采油平台的结构	545
二、铁路车辆车体分类及其一般结构	484	五、海洋工程结构中对钢材和焊缝的 要求	548
三、车体焊接结构的特点	485	第六节 船体结构设计方法及应注意的 主要事项	553
四、车辆车体焊接结构设计的一般注 意事项	485	一、船体结构设计的基本方法和设计 阶段	553
第二节 通用货车	486	二、结构设计中应注意的主要事项	553
一、底架焊接结构	486	三、结构件中各类开孔的设计和选用	556

参考文献	560	参考文献	631
第十七章 起重机焊接结构	561	第三篇 焊接结构生产	
第一节 概述	561	第十九章 焊接结构制造工艺	635
一、起重机分类	561	第一节 概述	635
二、起重机基本参数	564	第二节 焊接结构生产的一般工艺过程	635
三、起重机工作级别	564	一、主要材料的验收、保管与发放	635
四、载荷	567	二、备料加工工艺	637
第二节 结构材料、许用应力与刚度	569	三、装配-焊接工艺	650
一、结构材料	569	四、焊接构件的热处理工艺	651
二、结构材料的许用应力	569	五、焊接结构质量检验	653
三、疲劳强度和疲劳许用应力	569	六、焊接结构的整修	654
四、起重机结构刚度	575	第三节 装配-焊接工艺过程设计	654
第三节 金属结构	576	一、装配-焊接工艺方案分析	654
一、桥架结构	576	二、焊接工艺评定	655
二、主梁结构	576	三、装配-焊接工艺规程的编制	658
三、端梁	585	参考文献	663
四、桥架连接	585	第二十章 典型焊接结构的制造	664
第四节 主梁局部设计	587	第一节 概述	664
一、梁的拱度	587	第二节 容器和管道的焊接	664
二、翼缘板、腹板的拼缝设计	590	一、立式贮罐的装配和焊接	664
三、主梁承轨角焊缝和其它纵向角焊 缝的设计	593	二、球罐的装配和焊接	671
四、横向加劲板的设计	595	三、薄壁容器的装配与焊接	672
五、纵向加劲杆的设计	598	四、厚壁容器筒体的焊接	676
六、轨道	599	五、厚壁筒体大直径接管的焊接	680
七、轨道压紧装置的设计	600	六、管子与管子的焊接	680
参考文献	602	七、厚壁三通的焊接	681
第十八章 动力机械焊接结构	603	八、焊接钢管	681
第一节 水电机械	603	九、鳍片管的制造	683
一、混流式水轮机转轮	603	第三节 焊接梁与柱的制造	684
二、水轮机主轴	608	一、概述	684
三、水轮机座环	610	二、工字断面的梁和柱	684
四、转轮室	610	三、箱形断面的梁和柱	692
五、蜗壳	612	第四节 车辆板壳结构的焊接	698
六、发电机机座	612	一、铁路客车车体(箱)的焊接	698
七、发电机转子支架	613	二、铁路货车的焊接	699
第二节 汽轮机、燃气轮机转子	614	三、载重汽车车箱的焊接	701
一、转子的的工作条件	614	参考文献	705
二、转子结构设计	614	第二十一章 焊接结构生产用设备	706
第三节 柴油机机体	620	第一节 概述	706
一、概述	620	第二节 备料设备	707
二、船用柴油机机体	620	一、钢材预处理设备	707
三、机车用柴油机机体	627	二、开卷落料线	708

三、矫正设备	709	二、中直径管体焊接生产线	823
四、切割下料设备	711	三、大直径容器筒体焊接生产线	824
五、成型设备	721	四、锅炉膜式壁焊接生产线	826
六、坡口加工和制孔设备	729	五、锅炉蛇形管焊接生产线	828
第三节 焊接工装夹具	730	六、内燃机车转向架侧梁的焊接生产线	828
一、概述	730	七、载重汽车总成(部件)的焊接 生产线	831
二、焊件的定位及定位器	731	参考文献	834
三、夹紧机构	731	第二十三章 焊接结构的无损检测	835
四、夹具体	750	第一节 焊接结构的探伤方法概述	835
五、专用夹具	750	第二节 射线探伤	837
第四节 焊接变位机械	750	一、射线探伤原理	837
一、概述	750	二、射线能量的选择	837
二、焊接变位机	752	三、射线探伤胶片的选择	837
三、焊接滚轮架	767	四、增感屏的选择	837
四、焊接翻转机及回转台	767	五、射线探伤检验级别	839
五、焊接操作机	772	六、射线探伤灵敏度	840
六、焊工升降台	788	七、焊缝射线探伤的一般程序	842
第五节 焊后工序设备	793	八、底片上缺陷影像的识别	842
一、概述	793	九、探伤结果的评定——GB3323 标 准摘要	842
二、部分焊后工序设备及机具的性能 与数据	793	第三节 超声波探伤	845
参考文献	798	一、超声波探伤原理	845
第二十二章 焊接结构生产的机械 化与自动化	799	二、超声波探伤仪与探头	845
第一节 概述	799	三、检验级别	846
第二节 焊接中心和焊接自动机	799	四、超声波探伤灵敏度	847
一、中直径管节纵缝焊接中心	800	五、焊缝超声波探伤的一般程序	848
二、中直径管体环缝焊接中心	800	六、平板对接焊缝的超声波探伤技术	848
三、大直径容器筒节纵缝焊接中心	802	七、其它结构焊缝的探伤	848
四、大直径容器筒体环缝焊接中心	804	八、缺陷参数的测定	848
五、桥式起重机主梁焊接中心	807	九、缺陷的评定——GB11345标准摘要	851
六、锅炉膜式壁12极焊接中心	808	第四节 焊接结构的磁粉探伤	851
七、汽车贮气筒外环缝焊接中心	810	一、磁粉探伤原理及探伤方法分类	851
八、汽车车轮的焊接自动机和焊接 中心	811	二、焊接结构磁粉探伤应用范围及基 本步骤	851
九、梁柱结构件的焊接自动机	813	三、磁化	852
十、柴油机水套的焊接自动机	816	四、缺陷引起的漏磁场	856
十一、内燃机车齿轮罩装配焊接中心	817	五、磁粉及磁悬液	856
十二、水轮机活动导叶的焊接自动机	818	六、焊缝磁粉探伤的一般程序	857
十三、输油管道的焊接中心	818	七、磁痕的观察与评定	858
十四、摩托车部件的焊接自动机	820	第五节 焊缝的渗透探伤	858
第三节 焊接生产线	822	一、渗透探伤原理及方法分类	858
一、中直径管节焊接生产线	822	二、渗透探伤剂及灵敏度试块	859

附表4-1	碳素结构钢	964	附表4-10 a	焊接结构用耐候钢板	978
附表4-2	优质碳素结构钢	965	附表4-10 b	高耐候性结构钢板	979
附表4-3	低合金结构钢	967	附表4-11	耐热钢板	980
附表4-4	桥梁钢板	971	附表4-12	低温钢	984
附表4-5	船体结构用钢板	972	附表4-13	不锈钢热轧钢板	986
附表4-6	锅炉钢板	973	附表4-14	铝和铝合金	996
附表4-7	容器钢板	974	附表4-15	钛合金	1000
附表4-8	焊接气瓶用钢板	976	附表4-16	铜和铜合金	1002
附表4-9	汽车大梁钢板	977			