

焊接手册

焊接结构



中国机械工程学会焊接学会 编

第3版

1 2 3
第 卷



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

焊 接 手 册

第 3 卷 焊接结构

第 3 版

中国机械工程学会焊接学会 编

图书记录号 (CIP)

中国机械工程学会焊接学会 编
机械工业出版社, 2007.10
ISBN 978-7-111-23262-1

中 国 工 业 出 版 社 中 心 承 印

中国标准书号: 15024·01·001

北京机电工程研究所 (北京) 印刷
2007年1月第3版第1次印刷
185mm × 230mm · 21.2印张 · 3插页 · 2825字

0 001—4 000册

ISBN 978-7-111-23262-1

定价: 148.00元



机械工业出版社

地址: 北京市西城区百万庄大街24号
邮政编码: 100037
电话: (010) 68252939
电邮: bjwz@vip.sina.com

《焊接手册》是由焊接学会在全国范围内组织专家编写的一部综合性专业工具书，是学会为生产服务的具体体现。对手册内容的不断充实、完善是学会的长期工作任务。此次修订即第3版，在第1、2版的基础上，依然保持内容选材广泛的特点，突出手册的实践性、准确性、可靠性；采纳了近几年国内外焊接生产技术飞速发展的成果、新颁布的国内外标准。全套手册共计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。

本书的最大特点是实用。共分为3篇33章：第1篇焊接结构基础；第2篇典型焊接结构设计；第3篇焊接结构生产。第1篇主要从各个细节方面讲述了焊接结构中应注意的问题，主要包括接头设计、力学性能、变形、疲劳、环境效应等。第2篇按行业将焊接的典型结构进行了详细的讲解。第3篇主要对工艺、检测、组织与经济、车间设计、安全防护等作了介绍。

本手册的读者对象是以工业部门中从事焊接生产的工程技术人员为主；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。

图书在版编目（CIP）数据

焊接手册·第3卷/中国机械工程学会焊接学会编.—3版.—北京：机械工业出版社，2007.10

ISBN 978-7-111-22265-1

I. 焊… II. 中… III. 焊接—技术手册 IV. TG4-62

中国版本图书馆CIP数据核字（2007）第136242号

机械工业出版社（北京市百万庄大街22号 邮政编码100037）

策划编辑：吕德齐 责任编辑：王春雨 李建秀 版式设计：霍永明

责任校对：李秋荣 封面设计：姚毅 责任印制：杨曦

北京机工印刷厂印刷（北京画中画印刷有限公司装订）

2008年1月第3版第1次印刷

169mm×239mm·51.5印张·3插页·2886千字

0 001—4 000册

标准书号：ISBN 978-7-111-22265-1

定价：148.00元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

销售服务热线电话：（010）68326294

购书热线电话：（010）88379639 88379641 88379643

编辑热线电话：（010）68351729

封面无防伪标均为盗版

《焊接手册》第3版编委会

主 任

主任 陈 强

副主任

副主任 吴毅雄 邹增大 史耀武 王麟书

顾 问 潘际奎 关 桥 徐滨士 林尚扬 吴 林 陈剑虹

单 平 田锡唐 陈丙森 宋天虎

委 员 (按汉语拼音排序)

陈善本 陈祝年 成炳煌 都 东 杜则裕 方洪渊

冯吉才 高洪明 李晓延 刘金合 陆 皓 孙慧波

田志凌 吴爱萍 殷树言 赵海燕

秘书组 李晓延 王新洪 蔡 艳 黄彩艳

《焊接手册》第3卷第3版编审者名单

主 编

史耀武 北京工业大学 教授

副主编

(按分管篇排序)

李晓延

北京工业大学
教授

陈祝年

山东大学
教授

陆 皓

上海交通大学
教授

方洪渊

哈尔滨工业大学
教授

赵海燕

清华大学
副教授

作 者 审 者

(按姓名汉语拼音排序)

陈丙森

清华大学
教授

陈伯蠡

清华大学
教授

陈怀宁

中国科学院金属研究所
研究员

陈培君

太原重工股份有限公司
研究员级高级工程师

陈清阳

太原重工股份有限公司
研究员级高级工程师

陈 宇

哈尔滨焊接技术培训中心
研究员级高级工程师

陈裕川

上海市焊接协会
高级工程师

崔晓芳

北车集团大同电力机车有限责任公司
研究员级高级工程师

邓彩艳

天津大学
博士

邓义刚

哈尔滨焊接技术培训中心
工程师

关 桥

航空制造工程研究所
中国工程院院士

郭志强

上海大众汽车有限公司
高级工程师

霍立兴

天津大学
教授

贾安东

天津大学
教授

李冬青

哈尔滨工业大学
副教授

李少华

钢铁研究总院

研究员级高级工程师

梁刚

东方气轮机有限公司

高级工程师

刘雅娣

太原重工股份有限公司

高级工程师

钱强

哈尔滨焊接技术培训中心

研究员级高级工程师

史志强

铁道科学研究院

副研究员

王宏正

济南第二机床厂

高级工程师

王智慧

北京工业大学

副教授

吴甦

清华大学

教授

解应龙

哈尔滨焊接技术培训中心

研究员级高级工程师

许祖泽

钢铁研究总院

研究员级高级工程师

李振江

南车集团四方机车车辆股份有限公司 山推工程机械股份有限公司

高级工程师

林尚扬

哈尔滨焊接研究所

中国工程院院士

潘希德

西安交通大学

教授

曲仕尧

山东大学

副教授

宋永伦

北京工业大学

教授

王林

哈尔滨焊接技术培训中心

研究员级高级工程师

魏鸿亮

齐齐哈尔铁路车辆集团有限公司

高级工程师

吴祖乾

上海发电设备成套设计研究院

研究员级高级工程师

徐滨士

装甲兵工程学院

中国工程院院士

薛锦

西安交通大学

教授

李自轩

高级工程师

刘大钧

江南造船厂

高级工程师

朴东光

哈尔滨焊接研究所

研究员

史永吉

铁道科学研究院

研究员

孙光二

江南造船厂

高级工程师

王政

兰州理工大学

教授

魏艳红

南京航空航天大学

教授

谢明

山推工程机械结构件有限公司

高级工程师

徐崇宝

哈尔滨工业大学

教授

严鸢飞

清华大学

教授

姚君山

上海航天设备制造总厂
高级工程师

姚巨坤

装甲兵工程学院
讲师

殷安康

三菱重工东方燃气轮机
(广州)有限公司
研究员级高级工程师

尹士科

钢铁研究总院
研究员级高级工程师

于萍

山推工程机械结构件有限公司
高级工程师

袁兆富

济南第二机床厂
高级工程师

张建勋

西安交通大学
教授

张晋刚

山推工程机械股份有限公司
高级工程师

张田仓

航空制造工程研究所
研究员

张文元

哈尔滨工业大学
副教授

张耀春

哈尔滨工业大学
教授

张泽灏

大连船用柴油机厂
研究员级高级工程师

郑本英

东方电机股份有限公司
研究员级高级工程师

钟国柱

哈尔滨工业大学
教授

周万盛

航天材料及工艺研究所
研究员

朱胜

装甲兵工程学院
教授

朱志明

清华大学
教授

王

王

王

王

吴

吴

吴

吴

吴

吴

《焊接手册》第3卷第2版编审者名单

主 编

陈丙森 清华大学 教授

副主编

史耀武

北京工业大学
教授

陈祝年

山东大学
教授

苏毅

清华大学
教授

作 者 审 者

(编审者按姓氏汉语拼音顺序排列)

安珣

太原重型机械集团有限公司
研究员级高级工程师

陈怀宁

中国科学院金属研究所
研究员

陈裕川

上海焊接协会
高级工程师

陈伯鑫

清华大学
教授

陈培君

太原重型机械(集团)有限公司
高级工程师

樊丁

甘肃工业大学
教授

关桥

航空工业总公司 625 所
中国工程院院士

霍立兴

天津大学机械学院
教授

贾安东

天津大学
教授

李家鳌

哈尔滨锅炉厂
高级工程师

李生田

哈尔滨焊接研究所
研究员级高级工程师

李振江

青岛四方机车车辆厂
高级工程师

李自轩

山推工程机械股份有限
公司制造技术部
高级工程师

林京太

东方汽轮机厂
研究员级高级工程师

林尚扬

哈尔滨焊接研究所
中国工程院院士

刘大钧

江南造船厂
高级工程师

刘兴亚

建筑研究总院
高级工程师

柳曾典

华东理工大学
教授

马盈山

齐齐哈尔车辆厂
高级工程师

朴东光

哈尔滨焊接研究所
高级工程师

史志强

铁道部科学研究总局
高级工程师

王政

甘肃工业大学
教授

徐崇宝

哈尔滨工业大学土木工程学院
教授

薛锦

西安交通大学
教授

杨泗霖

首都经贸大学
教授

袁兆富

济南第二机床厂
高级工程师

郑本英

东方电机股份有限公司
研究员级高级工程师

潘孚

哈尔滨锅炉厂
高级工程师

沈大明

美联钢结构有限公司
高级工程师

孙光二

江南造船厂
高级工程师

谢明

山推工程机械股份有限公司制造技术部
高级工程师 主任工艺师

徐济民

清华大学
教授

严鸢飞

清华大学
教授

殷安康

东方汽轮机厂
高级工程师

张耀春

哈尔滨工业大学土木工程学院
教授

钟国柱

哈尔滨工业大学
教授

亚兴收

哈尔滨工业大学
高级工程师

周浩森

上海交通大学
教授

潘希德

西安交通大学
教授

史永吉

铁道部科学研究总局
研究员

唐伯钢

建筑研究总局
高级工程师

解应龙

哈尔滨焊接研究所
研究员级高级工程师

许祖泽

钢铁研究总局
教授

严致和

机械工业部设计研究院
高级工程师

余幼芬

机械工业部设计研究院
高级工程师

张泽灏

大连船用柴油机厂
高级工程师

周浩森

上海交通大学
教授

周浩森

上海交通大学
教授

周浩森

上海交通大学
教授

《焊接手册》第3卷第1版编审者名单

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

李恩福

哈尔滨工业大学
教授

李广铎

大连铁道学院
教授

李家鳌

哈尔滨锅炉厂
高级工程师

李生田

哈尔滨焊接研究所
高级工程师

李渝生

铁道部齐齐哈尔车辆工厂
高级工程师

唐慕尧

西安交通大学
教授

王邦本

铁道部大连机车车辆工厂
工程师

王承权

武汉水运工程学院
副教授

王玉海

铁道部大连机车车辆工厂
高级工程师

韩维福

铁道部齐齐哈尔车辆厂
高级工程师

李志远

华中理工大学
副教授

梁桂芳

江南造船厂
高级工程师

廖延谅

机械电子工业部第二设计研究院
高级工程师

柳曾典

华东化工学院
教授

马天超

哈尔滨工业大学
教授

王 政

甘肃工业大学
教授

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)

解应龙

哈尔滨焊接研究所
工程师

徐崇宝

哈尔滨建筑工程学院
副教授

简润富

中国船舶工业总公司上海船厂
高级工程师

潘际炎

铁道部科学研究院铁道建筑研究所
研究员

邵清廉

大连船用柴油机厂
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

苏毅

清华大学
教授

唐伯钢

冶金部建筑科学研究院
高级工程师

许祖泽

冶金部钢铁研究总院
高级工程师

严鸢飞

清华大学
副教授

严致和

机械电子工业部设计研究总院
高级工程师

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

东方电机厂
高级工程师

周光祺

西安交通大学
教授

卓鸿逵

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）

《焊接手册》第3版序

继1992年初版、2001年2版之后，很高兴《焊接手册》第3版又以崭新的面貌与广大读者见面了。

《焊接手册》是建国以来中国机械工程学会焊接学会组织编写的第一部综合性大型骨干工具书。书中涵盖了焊接理论基础、焊接方法与设备、焊接自动化、各种材料的焊接、焊接结构的设计、生产、检验、安全评定、劳动安全与卫生等各个领域，为广大焊接生产工程技术人员以及从事焊接科研、设计和教学人员提供了必要的参考，为推动我国焊接事业的进步起到了不可忽视的作用。

随着时代的发展、知识的更新以及焊接技术的不断进步，对《焊接手册》（第2版）进行查缺补漏，完善焊接知识体系与内容，是时代赋予学会的重要任务，亦是广大焊接专家、学者刻不容缓的社会责任。在这样的社会背景下，在广大焊接同仁的大力支持下，《焊接手册》第3版问世了。

新版《焊接手册》沿袭前两版风格，仍分3卷编写，依次为：焊接方法及设备、材料的焊接、焊接结构；在内容上继承了前版布局科学、内容翔实、数据可靠、图文并茂、生动活泼等特点，又增加了国内外近年来焊接理论基础、焊接方法与设备、材料、结构等领域的最新发展情况。相信《焊接手册》第3版能够满足广大焊接工作者日常查询、参考的需要，成为广大焊接工作者的良师益友。

来自清华大学、哈尔滨工业大学、山东大学、兰州理工大学、上海交通大学、西安交通大学、天津大学、北京工业大学、装甲兵工程学院、南京航空航天大学、北京航空航天大学、吉林大学、航空制造工程研究所、铁道部科学研究所、北京钢铁研究总院、哈尔滨焊接研究所、哈尔滨焊接技术培训中心、中科院金属研究所、中国工程物理研究院、宝山钢铁股份有限公司、济南第二机床厂、哈尔滨锅炉厂、南车集团四方机车车辆股份有限公司、黑龙江省齐齐哈尔铁路车辆集团有限公司、上海江南造船厂、东方汽轮机厂、东方电机股份有限公司、大连船用柴油机厂、山推工程机械股份有限公司、上海大众汽车

有限公司、上海航天设备制造总厂、北车集团大同电力机车有限责任公司等国内高等院校、科研院所及企、事业单位的二百余位专家、学者参与了《焊接手册》第3版的编写与审校工作。在此，本人代表焊接学会向各位作者的辛勤付出表示衷心地感谢！

本书的编纂得到了中国科学院潘际銮院士、中国工程院关桥院士、林尚扬院士、徐滨士院士、哈尔滨工业大学吴林教授、兰州理工大学陈剑虹教授、清华大学陈丙森教授、中国机械工程学会宋天虎研究员的关怀与指导；焊接学会第七届编辑出版委员会主任、本手册第1卷主编吴毅雄教授、第2卷主编邹增大教授、第3卷主编史耀武教授以及编委会的各位成员为本书的编纂耗费了大量心血，在此一并表示真诚的谢意！

机械工业出版社多年来一直支持学会焊接系列书籍的出版，在此表示深深地感谢！

本手册涉及的内容广泛、参与编撰的人员队伍庞大，编写过程中难免出现差错，希望广大读者批评指正。

中国机械工程学会
焊接学会理事长

《焊接手册》第3卷第3版前言

焊接作为现代制造业的基础技术，已广泛用于材料加工各个领域。从核能发电到微电子技术，从探索宇宙空间到深海资源开发，从汽车制造到家电生产，均离不开焊接技术，焊接结构应用在社会生产和生活的各个方面。焊接又俗称钢铁裁缝。2006年我国钢产量达到4.2亿t，约40%的钢材需要经过焊接制造成有用的工程结构。

自从2001年《焊接手册》第3卷第2版出版以来，我国的焊接结构制造业得到了迅猛发展。近年来，我国在西气东输、西电东送、南水北调等重大工程建设取得了举世瞩目的成果，大型或超大型焊接结构实现了历史性突破。长江三峡水电站总装机容量18200MW，相当18座大型核电站，26台轴流式水轮机，每台水轮机的环座外径16m，高4m；转子直径10m，质量450t，蜗壳进水口直径12.4m，重750t。西气东输工程的天然气管线全长4000km，采用高强度X70管线钢，钢管用量170万t，是横贯我国东西的能源大动脉。桥梁建设方面，世界排名前10位的斜拉桥中，我国就有6座，上海卢浦大桥被称为世界第一拱，全长3900m，主拱跨度550m，用钢量达3.5万t。上海东海大桥是我国第一座跨海大桥，全长32km。近年还建设了世界上最高的青藏铁路，海拔4000m以上的路段965km。在建筑钢结构行业，誉为中华第一高楼的上海金茂大厦，高421m，正在建设的上海环球金融中心工程，建筑主体净高492m。举世瞩目的奥运国家体育场（鸟巢），鸟巢钢结构空间跨度大，成双曲线马鞍形，东西轴长298m，南北轴长333m，最高点69m，用钢量达4.2万t。我国造船总吨位连续10年世界排名第3位，现年造船达1500万载重吨，占世界市场份额19%。目前除了能建造大型集装箱货船、干散货轮、油轮及跨海火车轮渡外，还能建造国际公认的高技术、高难度、高附加值的LNG船。我国汽车工业已进入了高速增长期，2006年的汽车年产量已近730万辆。自2003年我国第一位航天员成功上天，特别是神六的成功发射，使中国成为继俄罗斯和美国之后第三个把人送入太空的国家。现在我国还是名副其实的家电生产大国，2006年我国家电制造业实现工业销售7878

亿元，家电出口 253 亿元，我国家电企业正在走向全球化竞争的时代。展望未来，焊接结构制造业在十一五期间还将得到更快的发展，并向制造强国迈进。

现代制造业的迅猛发展，广泛采用新材料、先进焊接方法和新装备，正在对焊接结构的设计与制造产生深刻影响与变革。作为可持续发展战略在制造业的体现，制造业推行循环经济已是不可逆转的潮流，绿色制造理念也影响着焊接结构制造业，大力推进清洁生产，减低资源和能源消耗，促进资源循环利用，减少污染排放，积极开展 ISO 14000 环境管理体系和环境标志产品认证，将成为制造业面临的新挑战。

自从《焊接手册》第 3 卷第 1 版问世以来，它不仅得到广大焊接工艺技术人员青睐，还成为焊接结构设计与焊接结构生产人员的重要参考书。《焊接手册》第 3 卷“焊接结构”第 3 版的修订，正是为了顺应我国由制造大国向制造强国的战略转变，总结第 2 版发行以来焊接结构设计和制造的技术进步，满足广大焊接工作者的需要，更好的为行业服务。

《焊接手册》第 3 卷秉承了第 2 版的总体结构。《焊接手册》第 3 卷第 3 版分为 3 篇共 33 章。第 1 篇为“焊接结构基础”，第 2 篇为“典型结构设计”，第 3 篇为“焊接结构生产”，共约 300 余万字。特别应提到的是，第 2 篇增添了“汽车焊接结构”和“航空与航天焊接结构”两章，在第 3 篇增添了“焊接资质人员培训与资格认证”，“焊接生产信息系统”和“焊接结构的再制造与延寿技术”三章，弥补了第 2 版的不足。在各章节的修订过程中，内容上做了进一步更新和精选，尽力反映出我国近年来取得的创新成果以及国际先进焊接技术进步。

本次《焊接手册》第 3 卷的修订，是在中国机械工程学会焊接学会和焊接手册编委会的领导下，经全体编审人员的共同努力工作完成的。来自全国著名大学、研究院所及企业的 60 余位专家、教授，参加了这部手册的编写或审阅，历时 2 年。特别是各位在本职工作非常繁忙的情况下，努力设法搜集资料，整理最新科研成果和生产经验，保证了手册的学术水平，在此对各位编审人员表示衷心的感谢。第 3 卷第 3 版的总体结构和许多内容，继承了第 1 版及第 2 版，因此也要感

谢前两版的主编及全体编审人员。《焊接手册》第3卷第3版副主编的分工是：第1篇由李晓廷负责，第2篇由陈祝年和陆皓负责，第3篇由方洪渊和赵海燕负责。李晓廷还兼任本卷秘书。在本卷的修订工作中，各位副主编投入了大量心血，在此对他们的辛勤工作表示衷心的感谢。

本卷涉及焊接结构的设计、制造、生产管理、结构服役及再制造，内容广泛，紧密联系生产实际。虽然工作尽力，但难免疏漏乃至差错，我们真诚希望广大读者随时批评指正，以便本卷重印或修订时不断完善。

主编：

史耀武