



大国工匠工作法
丛书

高凤林工作法

典型金属材料复杂结构手工焊接



高凤林 著
中国职工技术协会
组织编写

 中国工人出版社

「大国工匠工作法」丛书

高凤林工作法

——典型金属材料复杂结构手工焊接



中国工人出版社

图书在版编目(CIP)数据

高凤林工作法: 典型金属材料复杂结构手工焊接 / 高凤林著;
中国职工技术协会组织编写. —北京: 中国工人出版社, 2018.6
ISBN 978-7-5008-7019-7

I. ①高… II. ①高… ②中… III. ①焊接工艺 IV. ①TG44
中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 135200 号

高凤林工作法 —— 典型金属材料复杂结构手工焊接

出 版 人 王娇萍

责任编辑 习艳群

责任校对 赵贵芬

责任印制 栾征宇

出版发行 中国工人出版社

地 址 北京市东城区鼓楼外大街 45 号 邮编: 100120

网 址 <http://www.wp-china.com>

电 话 (010) 62005043 (总编室)

(010) 62005039 (出版物流部)

(010) 62382916 (职工教育分社)

发行热线 (010) 62005996 (010) 82075964 (传真)

经 销 各地书店

印 刷 北京美图印务有限公司

开 本 880 毫米 × 1230 毫米 1/32

印 张 9.5

字 数 150 千字

版 次 2019 年 1 月第 1 版 2019 年 1 月第 1 次印刷

定 价 42.00 元

本书如有破损、缺页、装订错误, 请与本社出版物流部联系更换
版权所有 侵权必究

大国工匠工作法丛书 | 编委会

主 任 许振超

副主任 巨晓林 包起帆 高凤林 李 斌 窦铁成

委 员 (以姓氏笔画为序)

卫建平 王 伟 王保森 毛腊生 卢仁峰

代旭升 戎鹏强 朱洪斌 刘 丽 许启金

严寒冰 李凯军 罗昭强 金福吉 赵 斌

洪家光 徐 强 黄金娟 谢小星 潘玉华

序

劳动是人类的本质活动，也是人类最伟大的生存行为，更是人类进化的必然手段。但不得不说，并不是所有人都能理解劳动的含义，漠视劳动甚至于歧视劳动的思想及行为在当下仍然十分普遍。这对我国产业工人队伍建设和成长产生了不利的影响，我国产业工人队伍整体素质偏低、结构不合理的现状就是后果之一，制约了我国经济发展的步伐。

高素质劳动力的产生和成长需要土壤、温度和环境，“劳动最光荣、劳动最崇高、劳动最伟大、劳动最美丽”的理念以及“尊重劳动、崇尚创造”的观念，应当成为我国走向现代、富强和文明过程中的共识，并且落实到所有和劳动、劳动者有关的社会活动中。

中国工人出版社出版《大国工匠工作法》丛书，就是尊重劳动、尊重劳动者、尊重劳动者首创精神的积极举措。阅读这套丛书，相关行业的劳动者能有启发，能记住或许还能直接用上，提升自我的职业技能水平。通过这套丛书的出版，激起各行各业技术工人钻研技术的兴趣，展示产业工人在技术技能创新方面的更多价值，那就是这套丛

书出版的最大收获和惊喜，值得为此点赞！

2013年4月28日，习近平总书记在和全国劳动模范座谈时提出：我国工人阶级要增强历史使命感和责任感，立足本职、胸怀全局，自觉把人生理想、家庭幸福融入国家富强、民族复兴的伟业之中，把个人梦与中国梦紧密联系在一起，始终以国家主人翁姿态为坚持和发展中国特色社会主义作出贡献。当代工人不仅要有力量，还要有智慧、有技术，能发明、会创新，以实际行动奏响时代主旋律。

工人是普通劳动者，劳动者的责任和使命不是一句空话，是体现在劳动和劳动成果中的。就劳动而言，现在看也远不是过去意义上的简单劳动。

愚公移山是一个家喻户晓的寓言故事。愚公带领他的子孙每天不停地挖山，要搬走门前的太行、王屋两座大山。最终是愚公的精神感动了天帝，天帝派神仙把山背走了。假设穿越一下，回到没有炸药、没有机械工程的那个年代，愚公的后代大概到现在还在挖山。

这个寓言故事给我们的启迪应当多一层，吃苦耐劳、艰苦奋斗的劳动精神我们绝不能丢，但是劳动的方式、方法和劳动工具更值得我们去研究和运用。换句话说，当今的工人应当具备与岗位工作相适应的职业能力，否则承担责任和使命都是空的。

我以码头装卸生产为例。早的不说，20世纪70年代码头生产已经是机械化操作了，1万吨的矿石船，我们用5台抓斗门机，100多号人三班不停地干，搞大会战，要干1个星期。而现在，3台大型

卸船机、皮带运输机一开，用不了24小时，20多个人就能卸完一条装载了20多万吨矿石的巨轮，生产效率几十倍、上百倍地提高。靠什么？靠技术、靠现代化装备。这就是知识、科学技术的力量，不服不行。

读者细心阅读琢磨这套丛书后，会找到不少类似的实例。丛书里记录的都是顶级技术工人从业几十年来的经验体会和智慧结晶，而在背后支撑的就是他们的责任感和使命感。他们能成为大国工匠，靠的不仅是精益求精的工匠精神，更是丰富的知识和过硬的科学技术技能。可以这么说，要做一个合格的、优秀的当代技术工人，不学习不行，不掌握现代劳动技术技能更不行。

当今世界，劳动的观念在更新和重建，内容、方式都在发生变化，所以对劳动者自身能力和素质也有新的更高要求。《大国工匠工作法》丛书将帮助有志于投身中国工业现代化建设的产业工人提升自身职业能力，也期望这套丛书能得到越来越多产业工人的喜爱。

许振超

2018年8月7日

目录

引 言 / 1

第一章	手工焊接概述 / 5
	第一节 手工焊接的基本概念 / 7
	第二节 手工焊接设备 / 9
	第三节 手工焊接的工艺特点及应用 / 12
	第四节 手工焊接常识 / 13

第二章	典型金属材料及其焊接特性 / 25
	第一节 典型金属材料 / 27
	第二节 典型金属材料的焊接特性 / 51

第三章	典型焊接接头的结构类型 / 55
	第一节 焊接接头的基本概念 / 57
	第二节 焊接结构 / 71

第四章 复杂结构手工焊接操作技法 / 93

第一节 涡轮盖 / 97

第二节 燃气发生器 / 105

第三节 推力室 / 111

第五章 手工焊接典型工艺案例 / 143

第一节 焊接变形控制技术研究 / 145

第二节 焊接裂纹控制技术研究 / 158

第三节 焊缝熔透控制技术研究 / 177

第四节 焊缝近无缺陷控制技术研究 / 185

第五节 焊缝防氧化技术研究 / 195

第六章 手工焊接质量控制 / 215

第一节 影响手工焊接的因素 / 217

第二节 手工焊缝应力控制 / 228

第三节 手工焊接变形控制 / 236

第四节 焊接操作方法控制 / 238

第五节 手工焊缝检测控制 / 247

第七章

手工焊接工艺及生产管理方法探讨 / 259

第一节 手工焊接的未来应用及发展趋势分析 / 261

第二节 手工焊接的工艺技术管理与控制 / 263

第三节 手工焊接的生产现场管理 / 269

第八章

手工焊接的生产安全 / 273

第一节 焊接中的常见事故、原因以及安全防护措施 / 276

第二节 电弧辐射的危害及防护 / 280

第三节 焊接烟尘和有害气体的危害及防护 / 282

第四节 高温热辐射的危害及防护 / 287

引言

焊接是材料加工的一个重要门类，也是在工业领域中应用较为广泛的一项热加工工艺技术。工业技术的快速发展和需求的多样性变化，对焊接质量的要求也在不断提高。在制造高压容器时，手工焊接技术的应用尤为重要，其中包括各种典型金属材料复杂结构的焊接以及异种金属的焊接。因此，如何不断提高手工焊接质量成为现阶段工业领域的重要课题，也是开展数字化焊接、自动化焊接和智能焊接柔性加工以及推进人机互换的前提保障。

本书阐述了熔焊的基本原理和主要应用对象，列举了常用设备及典型焊接的缺陷，以便从事实际焊接操作的人员在阅读之后能够加深对焊接理论的理解和掌握；系统分析了影响手工焊接质量的主要因素，以便读者能够迅速抓住手工焊接质量控制的主要环节；针对不同的接头类型，以作者多年的一线焊接实践为基础，结合焊接理论，给出了相应的焊接

操作技法，并列举和分析了操作不当可能导致的缺陷和后果。

本书所述内容严格遵循焊接基础理论知识要点和要求，并在实际应用过程中不断检验和提升，让读者能够对具体的、典型的复杂焊接结构的焊接手法有更深刻的理解，进而达到提高焊接水平或相应认识的效果。此外，本书围绕提高手工焊接过程一致性的主线，深入论述了具体结构的焊接手法，向读者传达了提高手工焊接过程一致性控制水平的重要性。

现阶段，国内还没有专门关于手工焊接具体操作技法及控制手工焊接过程一致性方面的研究成果及相关论著。本书是一本创造性的图书，于国内率先全部以产品实际结构、实际案例为对象，描述了手工焊接过程中的具体操作方法。

与以往的纯理论书籍以及理论与实践相结合类图书有着明显的不同，本书是一本重在指导现场实际操作的图书，对提升手工焊接过程控制水平具有重要指导意义。

本书所论述的手工焊接操作技法涵盖了多项复杂、难焊结构和材料，在这些结构的焊接工艺攻关过程中，形成了以国家科技进步二等奖“复杂螺旋曲线空间轨迹高温合金薄壁方管焊接技术”为代表的数十项工程技术研究成果和学术论文。在焊接理论编辑过程中，借鉴了哈尔滨工业大学杨春利

教授编写的《电弧焊基础》和田锡唐教授编写的《焊接结构》。

此外，本书所分析的焊缝均为Ⅰ级焊缝，焊后接头质量均达到了Ⅰ级要求。因此，对Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级焊缝均有较好的参考价值，应用范围广泛。

本书主要面向从事与手工焊接生产相关的实际操作人员、技术人员、质量管控人员、培训与考核人员、管理人员等生产企业内的读者群体，意在通过图书的出版，将作者多年的理论积累、操作经验和实际案例呈现出来，减少人员更替带来的技术遗失，服务于更多的工程技术人员群体，提高手工焊接过程的一致性。同时，通过本书的出版，抛砖引玉，吸引更多的技术人员参与到思考手工焊接质量控制问题上来，进一步提升手工焊接过程的控制水平。

本书适用于在工业生产领域从事手工焊接操作的一线技能工人，并可作为焊工上岗前的培训教材之一。本书对从事材料加工技术研究的工艺技术人员、从事产品型号管理的工艺及质量方面的管理人员、从事手工焊接操作控制技术研究的工程技术人员亦有重大帮助。

本书所述内容同时可拓展至工业领域的相近产品，为航空、航天、重工、船舶、压力容器等领域的手工焊接技术人员提供参考和借鉴。此外，本书亦可作为高校焊接专业的选

修教材之一。通过对本书的学习，可使在校学生对一线焊接生产有更为直接的认识和理解，对焊接专业毕业生综合素质培养具有一定的促进作用。

第一章

手工焊接概述

第一节

手工焊接的基本概念

一、 焊接

焊接是指通过适当的手段，使两个分离的金属物体（同种金属或异种金属）产生原子（分子）间结合而连接成一体的连接方法。

二、 熔焊

熔焊是以被连接材料和填充材料在焊接过程中的熔化和凝固为基本特征的焊接方法。

常用的熔焊方法包括电弧焊、气焊、电渣焊、电子束焊和激光焊等。

三、 手工焊接

手工焊接是指操作者直接手持焊具进行焊接操作的过程。