

精密管材

生产工艺技术

主编 白连海 编审 颜幼贤

副主编 朱旭 王家聪 吕建钢 袁德智

四川出版集团
四川科学技术出版社

白连海，1934年10月生。研究员级高级工程师，享受国务院政府特殊津贴，陕西省劳动模范。1959年7月毕业于前苏联哈尔科夫列宁公学院冶金系。回国后，在中国重型机械研究院（原第一机械工业部重型机械研究所），一直从事冷轧管机的设计、试验研究工作。

长期从事冷轧管机的试验研究和设计工作，发表论文多篇。主要著述有《多辊冷轧管机初步试验研究》、《多排辊冷轧管机》、《中国冷轧管设备工艺的发展》、《中国钢管50年（冷轧管机篇）》、《冷轧管机机型的选择》等。

主编 白连海



朱旭，男，1962年11月出生，教授级高级工程师，广东冠邦科技有限公司执行董事。

1983-2000年，在机械部西安重型机械研究所（中国重型机械研究院）从事精密管材冷轧设备的设计开发，先后担任项目负责人、专业组长和研究室主任。

2001-2002年，主持顺德精艺金属有限公司年产万吨ACR铜管连铸连轧生产线工程；2002年后，任广东冠邦科技有限公司董事长兼总工程师；2006年通过国家建设部勘察设计注册机械工程师资格考核认定；2007年任顺德轧制装备工程技术研究开发中心主任；2008年任广东省教育部产学研结合示范基地《先进轧制装备研发基地》负责人。

副主编 朱旭



副主编

●王家聪，男，1968年10月出生。高级工程师，工程硕士。主要负责研发高精度冷拔管设备与生产工艺。1991年毕业于西安建筑科技大学金属压力加工专业，西安工业大学材料工程专业在职研究生。任合肥钢铁集团高精度冷拔管公司技术总工，后加入徐州徐工液压件有限公司，从事高精度冷拔钢管的生产开发与液压油缸材料的科研工作。先后获徐工集团科技创新标兵、科技进步一等奖，集团技术专家，享受专家津贴。主持开发多项科研成果分获徐州市和江苏省机械工业科技进步二等奖，江苏省高新技术产品荣誉称号；参与的研究课题获淮海经济区和江苏省机械行业科技进步一等奖，全国液气密行业科技进步二等奖，获专利发明证书6项。参加编写或主持起草相关的产品标准、国家标准。公开发表论文10余篇，参与文献专著《钢管品种与生产新技术》撰写。

●吕建钢，男，1966年1月出生。高级工程师，硕士研究生。1992年毕业于重庆大学材料工程专业。现任四川三洲特种钢管有限公司常务副总经理。曾在成都无缝钢管有限责任公司-攀钢集团成都钢铁有限责任公司任职。多项科技成果获，公司（1996年科技成果三等奖、1997-1998年科技成果一等奖、2003年科技成果二等奖和企业管理现代化创新成果三等奖、2007年科技成果二等奖），成都市（1998年市科学技术进步二等奖）、四川省（1998年省科学技术进步二等奖）等科技成果奖。公开发表论文多篇。

●袁德智，男，1963年7月出生。高级工程师，大学学士。1983年毕业于昆明理工大学材料系金属压力加工专业，现任重庆钢铁集团钢管有限责任公司产品开发处处长，重钢集团技术专家、重庆钢铁集团钢管有限责任公司高级工程师，受聘于重庆科技学院工程硕士研究生导师。主要从事无缝钢管的冷拔、冷轧生产和产品研发工作。锅炉用小口径无缝钢管的生产工艺方法获得国家发明专利，锅炉钢管的生产性能控制与节能技术获得重庆市科技进步二等奖。公开发表论文多篇。

编 审 颜幼贤
装帧设计 陈燕英

winshare 文轩

四川科学技术出版社

精密管材 生产工艺技术



官方微博



官方微信

ISBN 978-7-5364-7835-0



9 787536 478350 >

定价：96.00元

精密管材

生产工艺技术

主编 白连海 编审 颜幼贤

副主编 朱旭 王家聪 吕建钢 袁德智

四川出版集团
四川科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

精密管材生产工艺技术 / 白连海主编. — 成都:
四川科学技术出版社, 2016.4
ISBN 978-7-5364-8342-2

I. ①精… II. ①白… III. ①管材—生产工艺 IV.
①TG335.7

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第083196号

精密管材生产工艺技术

出 品 人: 钱丹凝
主 编: 白连海
副 主 编: 朱 旭 王家聪 吕建钢 袁德智
编 审: 颜幼贤
责任编辑: 张 蓉
封面设计: 陈燕英
责任出版: 欧晓春
电脑制作: 周晓军
出版发行: 四川科学技术出版社
成都市槐树街2号 邮政编码 610031
官方微博: <http://e.weibo.com/sckjcb>
官方微博公众号: kjcbs
传真: 028-87734039

成品尺寸: 170×240mm
印张: 23.75 插页: 18页 字数: 380千

印 刷: 成都白马印务有限公司
版 次: 2016年3月第一版
印刷时间: 2016年3月第一次印刷
定 价: 96.00元
ISBN 978-7-5364-8342

■ 版权所有·翻印必究 ■

■ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。

■ 如需购本书, 请与本社邮购组联系。

地址/成都市: 洞桥路12号 电话/(028) 87734035

邮政编码 610031

序

冷轧（拔）工艺是历史应用最悠久的精加工工艺，主要用来生产高精度、高强度、难变形、薄壁的精密管材。

采用冷轧工艺生产管材，可以节省原材料和加工工时，降低产品成本。最重要的是，产品的成品率高、性能优越，使用范围广。

冷拔管材是将热轧、挤压或焊接后的管材，再进行二次冷拔加工，生产精密、壁薄、高综合力学性能的冷拔圆形、异形管材产品，其尺寸精确、表面光洁，外径可在 0.2~765mm、壁厚 0.015~50mm、长度 50m。尤其是卷筒冷拔机，拔制的管材长度可达 2 300m。

生产冷轧管材的冷轧管机，出现在 1928 年，正式使用始于 1932 年，即美国 1932 年投入工业生产的世界第一台冷轧管机。1935 年，德国 MEER 公司开始系列生产二辊式半圆形孔型的冷轧管机，继后德国陆续研发出高速冷轧管机（产量几乎增加 1 倍）、环形孔型和长行程轧机（机架行程长度增加近 80%）、高速冷轧管机及其由伺服电机控制冷轧管机的回转送进机构、双线和三线冷轧管机，轧机产量进一步提高。1936 年，前苏联乌拉尔重机厂开始设计制造 XIIT 型冷轧管机（端装料、侧装料式）。20 世纪



90 年代，俄罗斯推出最新系列轧管机，采用伺服电机控制的回转送进机构，并研制出高水平自动控制的冷轧管机。

我国自行设计和制造冷轧管机始于 1960 年（SG-32-1 型三辊式冷轧管机）。1961 年国家九大设备中的 6130 和 6140 工程奠定了我国冷轧管机设计制造的坚实基础。1966 年太原重型机器厂设计制造的 LG120、200 二辊式冷轧管机在成都无缝钢管厂建成投产，之后，太原重型机器厂、洛阳矿山机器厂也分别设计制造了几种规格的冷轧管机。原西安重型机械研究所完成了多辊冷轧管机的系列设计和制造，以及 8~20mm 小规格的精密管矫直机，并制定了我国首个冷轧管机的系列参数标准。

20 世纪 70~90 年代，伴随着我国管材生产的快速发展，我国先后设计制造了二辊、多辊双线、四线冷轧管机，推出了新型长行程二辊冷轧管机和多辊冷轧管机。

尤其是进入 21 世纪，国内企业大量采用冷轧法来生产精密、轴承和不锈钢管，冷轧（拔）工艺技术与设备水平得到进一步的提升。

2000 年后，我国国民经济飞速发展，冷轧优质管材的需求量猛增，冷轧管机技术得以更快速发展。2003 年，天津钢管有限公司首先提出较大规格、高水平冷轧管机的需求。两年后，中国重型机械研究院完成了该项研制任务，国内企业随之陆续订购了多种不同规格的大规格高水平冷轧管机。

2004年，广东冠邦科技有限公司率先研制出由伺服电机传动的回转送进机构；次年开始，又先后为用户研制了多辊、两辊（采用伺服电机控制回转送进机构）冷轧管机，用于生产碳钢、不锈钢，铜、铝、钛、钽、铌、锆及其合金的精密管材。

2006年，为提高轧管机的产量和装机水平，中国重型机械研究院着手研制高速冷轧管机（采用伺服电机控制的回转送进机构）。迄今已研制出多种型号。

2012年3月成功试轧，用于工业生产的LG-920-3G型三辊式变断面孔型巨型冷轧管机，是陕西多伦科技有限公司为江苏诚德钢管有限公司设计制造的，也是迄今世界最大规格的冷轧管机。

当前，国内经济步入新的转型期，管材生产企业面临严峻的困境。为适应我国钢铁产业结构调整，应对新常态下的新挑战，加快自主创新步伐，促进各企业生产高精度高附加值的精密管材，开发实销对路的加工设备和配套产品，我国精密管资深技术专家、中国重型机械研究院研究员级高级工程师白连海以及朱旭、王家聪、吕建钢、袁德智等编写，颜幼贤审定的《精密管材生产工艺技术》专著正式出版。

《精密管材生产工艺技术》编者恪尽责任、倾其所能，秉导向传承理念，融技术、针对、实用要核，以史为线，在概括览述精密管材的精轧工艺技术与生产装备发展及其



沿革，精密管材产品类型与应用范围，生产工艺特点及装备技术发展的基础上，重点述及了精密管材的冷轧（拔）生产的工艺装备技术进步与发展愿景，同时对管材矫直、锯切、热处理工艺设备与质量控制手段也进行了相关介绍。

《精密管材生产工艺技术》出版，无疑将有助于国内精密管材生产企业与装备制造厂家以及大专院校和科研院所，应对当前我国钢铁行业在微利或无利新常态下的挑战，积极追寻企业可持续发展的动力。

我最大的愿望是，我们的管材生产企业，能针对用户需求努力发展新技术，开发生产适应的短缺和高附加值管材产品；能认真分析产品市场及其应用环境，切实发展新工艺、新技术、新品种。我们生产链上的相关设备制造和配套定制企业，能真正契合装备供求和使用状况，立足用户需求，努力发展新装备，创造出效率更高、能耗更低的智能化新型精密制管设备。真心祝愿我国精密管生产业及其设备制造业界各位仁人志士，不断开拓创新，破解时下维艰，探寻适应各自发展的新思路和新路径。欣然允作本书序。



2016年1月

前 言

冷轧（拔）工艺是历史应用最悠久的精加工工艺，主要用来生产高精度、高强度、薄壁的精密管材。目前，在世界各国的钢管生产中，冷轧（拔）钢管约占钢管产量的10%，我国基本在20%左右。随着管材生产技术的快速发展，尤其是进入21世纪以来，国内企业大量采用冷轧方法来生产精密管材、轴承和不锈钢管。由此推动了我国冷轧（拔）工艺技术与设备水平的不断提升。

冷轧管机出现在1928年，正式使用始于美国1932年投入工业生产的世界第一台冷轧管机。冷轧管材，刚开始仅用于制作贵族玩乐的高尔夫球杆。德国MEER公司1935年开始系列生产二辊式半圆形孔型的冷轧管机，继后，德国陆续研发出高速冷轧管机（产量几乎增加1倍）、环形孔型和长行程轧机（机架行程长度增加近80%）的高速冷轧管机、由伺服电机控制回转送进机构的高速冷轧管机、双线和三线冷轧管机，轧机产量进一步提高。前苏联乌拉尔重机厂1936年开始设计制造XIII型冷轧管机，有端装料、侧装料式。20世纪90年代，俄罗斯推出的最新系列轧管机，也采用了伺服电机控制的回转送进机构，



并研制出高水平、自动控制的冷轧管机。

随着社会的进步，科学技术的不断创新，管材生产的进一步发展，对冷轧管材生产的新技术、新材料、新装备提出了更高更广泛的要求。我国自行设计和制造冷轧管机始于 1960 年，第一台自行设计制造的是 SG-32-1 型三辊式冷轧管机。1961 年国家九大设备中的 6130 和 6140 工程奠定了我国冷轧管机设计制造的坚实基础。太原重型机器厂、洛阳矿山机器厂分别设计制造了几种规格的冷轧管机。原西安重型机械研究所完成了多辊冷轧管机的系列设计和制造，并制定了我国首个冷轧管机的系列参数标准。

随着我国管材生产的快速发展，尤其是进入 21 世纪，国内企业大量采用冷轧法来生产精密管材、轴承和不锈钢管，我国冷轧（拔）工艺技术与设备水平得到进一步的提升。

20 世纪 70~90 年代，我国先后设计制造了二辊、多辊双线、四线冷轧管机，推出了新型长行程二辊冷轧管机和多辊冷轧管机。

2000 年后，我国国民经济飞速发展，冷轧优质管材的需求量猛增，冷轧管机技术得以更快速发展。2003 年，天津钢管有限公司首先提出较大规格、高水平冷轧管机的需求。两年后，中国重型机械研究院完成了该项研制任务，国内企业随之陆续订购了多种不同规格的高水平冷轧管

机。

2004 年，广东冠邦科技有限公司率先研制了由伺服电机传动的回转送进机构。次年开始，该公司先后为用户研制了一系列采用伺服电机控制回转送进机构的多辊、两辊冷轧管机，用于生产碳钢、不锈钢，铜、铝、钛、钽、铌、锆及其合金的精密管材。

2006 年，为提高轧管机的产量和装机水平，中国重型机械研究院着手研制高速冷轧管机（采用伺服电机控制的回转送进机构）。迄今已研制出多种型号。

2012 年 3 月成功试轧用于工业生产的 LG-920-3G 型三辊式变断面孔型巨型冷轧管机，这款机械是陕西多伦科技有限公司为江苏诚德钢管有限公司设计制造的，也是迄今世界最大规格的冷轧管机。

采用冷轧工艺生产管材，可以节省大量的原材料和加工工时，降低产品的成本，提高产品的性能和质量，最重要的是，产品的成品率高、性能优越。因此，其使用范围愈来愈广泛并在不断扩大。如：汽车、拖拉机、航空、航天、无线电电子、石油、铁路交通、高速列车、汽轮机、发电机、热电站、原子能电站、医疗器械等。

冷轧管材方法具有一系列的突出特点。冷轧后，管材的精度高，冷轧对于原始管坯壁厚偏差的纠偏能力较强，几何尺寸精确，其精度可达到 H7~H8；用冷轧方法可生产



薄壁和极薄壁，且内、外表面无划痕的优质管材。冷轧管材的表面质量好，一般情况下表面粗糙度可达 $Ra\ 0.2\sim 0.8$ ；金属组织晶粒细密，其机械性能和物理性能均较优越，机械强度和抗腐蚀性能显著提高；采用大变形量轧制，道次变形量可达 $70\%\sim 85\%$ ，因此加工道次减少，比之冷拔法可以大量减少中间工序（如热处理、酸洗、打头、矫直等），从而减少了金属材料、燃料、电能和其他辅助材料的消耗，既减少了人力成本，又降低了设备的总占地面积。管材直径与壁厚之比可达 $50:1$ ，甚至是 $200:1$ 的薄壁和特薄壁管材；成品尺寸范围正在不断扩大，2010 年前，冷轧管机普遍采用的是直径 $4\sim 280\text{mm}$ 、壁厚 $0.1\sim 20\text{mm}$ ，俄罗斯 XITT-450 型冷轧管机的成品管最大直径达 450mm 、壁厚为 30mm 。2012 年，我国成功研发出世界最大的冷轧管机，成品管最大直径达到 920mm ，壁厚 $40\sim 50\text{mm}$ 。此外，采用冷轧方法可轧制变断面的管材。除生产圆形管材，还可以轧制三角形、正方形、矩形、椭圆形、六角形，锥形及不等壁厚的管材，以及轧制内、外表面有不同高度的带筋管。可轧管材的材质有碳钢、高合金钢、低合金钢、不锈钢、耐热钢、低塑性、高温合金、铝及其合金等有色金属、稀有金属以及钛、锆、钨、钼、钽、铌及其合金等。

冷拔管材则是将热轧、挤压或焊接后的管材，再进行

二次冷拔加工，生产精密、壁薄、高综合力学性能的产品。冷拔管材主要有圆形、异形管材。冷拔管材生产，始于19世纪中叶，此阶段主要是采用较为简陋的拉拔设备来生产管材。冷拔生产的管材，其产品尺寸精确、表面光洁，外径0.2~765mm、壁厚0.015~50mm、长度50m，卷筒冷拔机拔制的管材长度可达2300m。

为适应我国新时期的经济发展形势，加快行业结构调整和自主创新步伐，促进各企业生产国民经济建设所需的短缺和高精度高附加值的精密管材，开发适销对路的管材生产设备和配套装备，因应新常态下的市场挑战和机遇，中国重型机械研究院白连海研究员、广东冠邦科技有限公司朱旭高级工程师、徐州徐工液压件有限公司王家聪高级工程师、四川三洲特种钢管有限公司吕建钢高级工程师、重钢集团钢管有限责任公司袁德智高级工程师共同撰写了《精密管材生产工艺技术》专著文献。本书由我国精密管业界资深技术专家白连海主编，朱旭副主编对全书的编辑出版做了很多工作，钢管杂志社原常务副社长兼副主编颜幼贤负责第一和五章的汇编和全书的审定。

《精密管材生产工艺技术》共7章30节，技术含量和参考价值高，内容翔实，可读性强。可作为我国精密管材生产与装备技术研发的工程技术人员和企业管理人员，以及相关科研院所和高等院校师生的专业参考指南。本书详



尽介绍了我国精密管材生产技术的最新进展及其发展方向，汇聚了近年来我国冷轧（拔）精密管材生产方面最新的技术、产品、工艺、装备，较全面地阐述了精密管材的品种类型、应用范围、使用特征与质量控制手段、生产工艺、机组类型及其技术特点。主要为精密管材生产与装备企业的工程技术、管理人员，开发新产品、开展技术创新、控制产品质量提供借鉴与参考。

本书的出版得到广东冠邦科技有限公司、浙江久立特材科技股份有限公司、温州市华迪钢业集团有限公司、常熟市梅李机械制造有限公司、常州市环华机械有限公司、宁波东重机械有限公司、宁波易元机械有限公司、陕西多伦科技发展有限公司等单位的大力支持；在编写过程中，中国重型机械研究院研究员曲鸿德、广东冠邦科技有限公司高级工程师张占柱等对书稿相关章节的内容提出了不少修改建议；广东冠邦科技有限公司、成都韵川源广告传媒有限公司给予了极大的帮助。谨此深表谢意。

编著者

2016 年1 月

出版说明

《精密管材生产工艺技术》全书 60 余万字，共 7 章 30 节。汇聚了近年来我国冷轧拔精密管材生产最新的技术、产品、工艺、装备，较全面揭示精密管材的品种类型、应用范围、使用特征与质量控制手段、生产工艺、机组类型及其技术特点，指出了我国精密管材生产技术的最新进展及其发展方向。可供我国精密管材生产与装备企业的工程技术、管理人员，开发新产品、开展技术创新、控制产品质量等借鉴参考。由中国工程院院士殷国茂作序。

编写组

主 编 白连海

副 主 编 朱 旭 王家聪 吕建刚 袁德智

汇编审定 颜幼贤

主 编

白连海，男，1934 年 10 月出生。研究员级高级工程师，享受国务院政府特殊津贴，陕西省劳动模范。1959 年 7 月毕业于前苏联哈尔科夫列宁公学院冶金系。回国后在中国重型机械研究院（原第一机械工业部重型机械研究所）一直从事冷轧管机的设计、试验研究工作。

