



劳动和社会保障部培训就业司推荐
冶金行业职业教育培训规划教材

钢管生产

GANGGUAN SHENGCHAN

李群 高秀华 编著



冶金工业出版社

劳动和社会保障部培训就业司推荐
冶金行业职业教育培训规划教材

钢 管 生 产

李 群 高秀华 编著

北 京
冶 金 工 业 出 版 社
2008

内 容 提 要

本书是冶金行业职业技能培训教材。本书参照冶金行业职业技能标准和职业技能鉴定规范,根据冶金企业的生产实际和岗位群的技能要求编写,并经劳动和社会保障部职业培训教材工作委员会办公室组织专家评审通过。

全书共分15章,主要内容包括钢管生产概述、生产工艺过程、穿孔方法、轧管方法、定减径方法、斜轧原理、纵轧原理、工具设计、轧制表计算、精整及质量控制、热处理、生产轧机操作、钢管冷加工和焊管生产工艺等。

本书也可作为职业技术学院相关专业的教材或现场工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

钢管生产/李群,高秀华编著. —北京:冶金工业出版社,
2008.8

冶金行业职业教育培训规划教材

ISBN 978-7-5024-4511-9

I. 钢… II. ①李… ②高… III. 钢管—管材轧制—技术
培训—教材 IV. TG335.7

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第125649号

出 版 人 曹胜利

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷39号,邮编100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 postmaster@cnmip.com.cn

责任编辑 程志宏 美术编辑 李 心 版式设计 葛新霞

责任校对 白 迅 责任印制 丁小晶

ISBN 978-7-5024-4511-9

北京百善印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

2008年8月第1版,2008年8月第1次印刷

787mm×1092mm 1/16;12印张;313千字;173页;1-3000册

32.00元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街46号(100711) 电话:(010)65289081

(本书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

冶金行业职业教育培训规划教材

编辑委员会

主 任 王子林 中国钢协人力资源与劳动保障工作委员会教育培训研究会
主任委员；唐山钢铁公司 副总经理

曹胜利 冶金工业出版社 社长

副主任 董兆伟 河北工业职业技术学院 院长

鲁启峰 中国钢协人力资源与劳动保障工作委员会教育培训研究会
副主任委员；中国钢协职业培训中心 副主任

顾问 北京科技大学 曲 英 王筱留 袁 康 施东成

委 员

首钢总公司	舒友珍	何智广	宝山钢铁公司	杨敏宏
太原钢铁公司	贾宝林	孟永钢	武汉钢铁公司	孙志桥
马鞍山钢铁公司	王茂龙	陈 宣	本溪钢铁公司	张春雨
唐山钢铁公司	宋润平	冯柄晓	江苏沙钢公司	黄国刚
济南钢铁公司	陈启祥	赵树俭	天津天铁公司	王金铭
南京钢铁联合公司	陈龙宝	朱朝全	钢协培训中心	宋 凯
承德钢铁公司	魏洪如	高 影	济源钢铁公司	靳沁萍
石家庄钢铁公司	侯 敏	冷学中	滦河集团公司	王爱民
首钢迁安钢铁公司	王宝军	王 蕾	河北冶金研究院	彭万树
邯郸钢铁公司	张晓力	李 阳	河北冶金设计院	周建宏
宣化钢铁公司	张聪山	李豪杰	港陆钢铁公司	赵福桐
淮阴钢铁公司	刘 瑾	王灿秀	邯钢衡水薄板厂	魏虎平
邢台钢铁公司	张力达	孙汉勇	半壁店钢铁公司	刘春梅
纵横钢铁公司	王建民	阚永梅	鹿泉钢铁公司	杜会武
河北工业职业技术学院	袁建路	李文兴	河北立国集团	郭志敏
山西工程职业技术学院	王明海	史学红		
冶金工业出版社	宋 良			

(010-64027900, 3bs@cnmip.com.cn)

序

吴溪淳

改革开放以来,我国经济和社会发展取得了辉煌成就,冶金工业实现了持续、快速、健康发展,钢产量已连续数年位居世界首位。这期间凝结着冶金行业广大职工的智慧 and 心血,包含着千千万万产业工人的汗水和辛劳。实践证明,人才是兴国之本、富民之基和发展之源,是科技创新、经济发展和社会进步的探索者、实践者和推动者。冶金行业中的高技能人才是推动技术创新、实现科技成果转化不可缺少的重要力量,其数量能否迅速增长、素质能否不断提高,关系到冶金行业核心竞争力的强弱。同时,冶金行业作为国家基础产业,拥有数百万从业人员,其综合素质关系到我国产业工人队伍整体素质,关系到工人阶级自身先进性在新的历史条件下的巩固和发展,直接关系到我国综合国力能否不断增强。

强化职业技能培训工作,提高企业核心竞争力,是国民经济可持续发展的重要保障,党中央和国务院给予了高度重视。在 2003 年的全国人事工作会议上,中央再一次明确了人才立国的发展战略,同时国家已开始着手进行终身学习法的制定调研工作。结合《职业教育法》的颁布实施,职业教育工作将出现长期稳定发展的新局面。

为了搞好冶金行业职工的技能培训工作,河北工业职业技术学院同冶金工业出版社和中国钢协职业培训中心密切协作,联合有关的冶金企业和职业技术学院,编写了这套冶金行业职业教育培训规划教材,并经劳动和社会保障部职业培训教材工作委员会办公室组织专家评审通过,给予推荐。河北工业职业技术学院的各级领导和教师在时间紧、任务重的情况下,克服困难,辛勤工作,在有关单位的工程技术人员和教师的积极参与和大力支持下,出色地完成了前期工作,为冶金行业的职业技能培训工作的顺利进行,打下了坚实的基础。相信本套教材的出版,将为企业生产一线人员的理论水平、操作水平和管理水平的进一步提高,企业核心竞争力的不断增强,起到积极的推进作用。

随着近年来冶金行业的高速发展,职业技能培训工作也取得了巨大的成绩,

大多数企业建立了完善的职工教育培训体系,职工素质不断提高,为我国冶金行业的发展提供了强大的人力资源支持。我个人认为,今后的培训工作重点,应注意继续加强职业技能培训工作者的队伍建设,继续丰富教材品种,加强对高技能人才的培养,进一步加强岗前培训,加强企业间、国际间的合作,开辟新的局面。

展望未来,任重而道远。希望各冶金企业与相关院校、出版部门进一步开拓思路,加强合作,全面提升从业人员的素质,要在冶金企业的职工队伍中培养一批刻苦学习、岗位成才的带头人,培养一批推动技术创新、实现科技成果转化的带头人,培养一批提高生产效率、提升产品质量的带头人;不断创新,不断发展,力争使我国冶金行业职业技能培训工作跨上一个新台阶,为冶金行业持续、稳定、健康发展,做出新的贡献!

前 言

本书是根据劳动和社会保障部的规划,受中国钢铁工业协会和冶金工业出版社的委托,在编委会的组织安排下,参照冶金行业职业技能标准和职业技能鉴定规范,按冶金企业的生产实际和岗位群的技能要求编写的。书稿经劳动和社会保障部职业培训教材工作委员会办公室组织专家评审通过,由劳动和社会保障部培训就业司推荐作为冶金行业职业技能培训教材。

随着我国钢铁行业的迅速发展,钢管生产技术也得到了快速发展,从全浮动芯棒连续轧管机(MM)、限动芯棒连续轧管机(MPM)到PQF三辊限动芯棒连续轧管机,我国无缝钢管生产技术与装备水平都有了较大提高。由于钢管生产技术的不断进步,企业职工的知识结构已不能满足企业发展的需求,企业除了大量引进高技术专门人才之外,还应注重加强职业工人技术培训工作。

作为培训教学用书,本书主要面对的是钢管厂特别是热轧无缝钢管厂轧钢岗位的操作工人,同时也可作为职业技术学院培训教学用书,对从事钢管生产技术人员也有一定的参考价值。

本书在内容的组织安排上,力求简明,通俗易懂,理论联系实际,注重实际操作。

本书由天津钢管集团股份有限公司李群、东北大学轧制技术及连轧自动化国家重点实验室高秀华主编,参加编写的还有天津钢管集团股份有限公司安建波、陈洪琪、尹奚泉、陈清、黄尊良。本书在编写过程中得到了东北大学齐克敏教授、天津钢管集团股份有限公司副总工程师庄刚以及胡秉仁、丁德元、钟锡弟、刘怀刚、赵晓林、王京、苏英群等七位教授级高工的大力支持与帮助,在此表示衷心的感谢!

在本书的编写过程中编者参考了多种相关书籍、资料,在此,对相关文献资料的作者一并表示衷心的感谢!

由于水平所限,书中不妥之处,敬请广大读者批评指正!

编 者
2008年5月

目 录

1 钢管生产概述	1
1.1 钢管的特性及分类	1
1.1.1 钢管的特征	1
1.1.2 钢管的分类	1
1.2 钢管的生产方法	2
1.2.1 热轧无缝钢管	2
1.2.2 焊管	3
1.2.3 冷加工钢管	3
1.3 钢管的技术要求及发展趋势	4
1.3.1 钢管的技术要求	4
1.3.2 发展趋势	15
思考题	15
2 热轧无缝钢管的生产工艺过程	16
2.1 轧钢一般工艺过程概述	16
2.1.1 热轧无缝钢管一般工艺流程	16
2.1.2 各热轧机组生产工艺过程特点	17
2.2 管坯及其轧前准备	18
2.2.1 管坯种类及技术条件	18
2.2.2 管坯切断	19
2.2.3 管坯表面质量控制	20
2.2.4 管坯定心	21
2.2.5 管坯加热	21
思考题	23
3 热轧无缝钢管的穿孔方法	24
3.1 斜轧穿孔	24
3.1.1 桶形辊穿孔机	24
3.1.2 狄塞尔穿孔机	25
3.1.3 锥形辊穿孔机	25
3.2 压力穿孔	26
3.3 对穿孔毛管的质量要求	26
3.3.1 对穿孔工艺要求	26
3.3.2 确保毛管质量的技术措施	26

3.3.3 特殊的工艺要求	27
思考题	27
4 轧管方法	28
4.1 连续轧管机	28
4.1.1 连续轧管机的型式	28
4.1.2 浮动芯棒连续轧管机	29
4.1.3 半浮动芯棒连续轧管机	30
4.1.4 限动芯棒连续轧管机	30
4.1.5 PQF 轧管机	33
4.1.6 脱管机和脱棒机	35
4.1.7 空减机的配置	36
4.1.8 吹硼砂的工艺	37
4.2 三辊斜轧管机	37
4.2.1 阿塞尔轧机	38
4.2.2 特朗斯瓦尔型轧机	44
4.2.3 快开法	45
4.2.4 NEL 装置	45
4.2.5 阶梯芯棒轧制	46
4.3 二辊斜轧轧管机	47
4.3.1 狄塞尔轧管机	47
4.3.2 Accu-Roll 轧管机	47
4.4 顶管机	47
4.4.1 一般顶管法	47
4.4.2 CPE 工艺	48
4.5 周期轧管机	48
4.6 自动轧管机	49
4.6.1 自动轧管机一般工艺流程	49
4.6.2 自动轧管机特点	50
4.6.3 自动轧管机工具	51
4.6.4 均整机	51
4.7 斜轧扩径机及大口径无缝钢管的生产方法	52
4.7.1 发展简介	52
4.7.2 工艺描述	52
4.7.3 各种生产工艺的特点及设备选型	54
思考题	55
5 定径、减径方法	56
5.1 定径机	56

5.2 减径机	56
5.3 张力减径机	57
5.3.1 张力减径机的特点	57
5.3.2 张力减径机的管端偏厚	57
思考题	59
6 斜轧原理	60
6.1 斜轧过程的运动学	60
6.1.1 实现斜轧穿孔的运动学条件	60
6.1.2 斜轧穿孔时运动学参数	61
6.1.3 滑动系数	61
6.2 斜轧过程中轧件的变形	62
6.2.1 斜轧穿孔变形区	62
6.2.2 斜轧穿孔变形特点	62
6.2.3 斜轧穿孔时孔腔的形成	66
6.3 斜轧的咬入条件	67
6.3.1 第一次咬入条件	67
6.3.2 第二次咬入条件	68
6.4 斜轧穿孔压力和力矩的计算	69
6.4.1 斜轧穿孔压力的计算	69
6.4.2 斜轧穿孔力矩的计算	70
思考题	71
7 管材纵轧原理	73
7.1 管材纵轧变形区的特点	73
7.1.1 管材纵轧变形过程	73
7.1.2 管材纵轧孔型	74
7.1.3 管材纵轧变形区参数	75
7.2 管材纵轧运动学	75
7.2.1 速度分析	75
7.2.2 滑移现象	76
7.2.3 动态张力系数	77
7.3 管材纵轧的咬入条件	78
7.4 管材纵轧的轧制力和轧制力矩	79
7.4.1 接触表面水平投影面积的计算	79
7.4.2 平均单位压力、芯棒轴向力的计算	80
7.4.3 管材纵轧的力矩计算	83
思考题	84

8 斜轧工具设计	85
8.1 工具设计的要求和内容	85
8.2 斜轧穿孔机的轧辊设计	85
8.2.1 轧辊直径	85
8.2.2 轧辊辊身长度	86
8.2.3 辊面锥角	86
8.2.4 辊端圆角	86
8.2.5 轧辊材质	86
8.3 斜轧穿孔的顶头设计	87
8.3.1 顶头形状构成	87
8.3.2 顶头直径的设计	87
8.3.3 鼻部尺寸的确定	87
8.3.4 顶头穿孔锥尺寸的确定	88
8.3.5 均壁锥的设计	88
8.3.6 顶头反锥尺寸的确定	88
8.3.7 顶头材质	88
8.4 斜轧穿孔的导向装置设计	88
8.4.1 导板设计	88
8.4.2 导盘设计	89
思考题	90
9 钢管纵轧工具设计	91
9.1 连续轧管机的工具设计	91
9.1.1 连续轧管机孔型	91
9.1.2 连续轧管机孔型设计步骤	91
9.1.3 连续轧管机的芯棒设计	95
9.2 连续轧管机的竹节现象	96
9.2.1 竹节现象	96
9.2.2 改善竹节现象的措施	97
9.3 限动芯棒连续轧管机的孔型设计	98
9.3.1 限动芯棒连续轧管机的孔型设计特点	98
9.3.2 限动芯棒连续轧管机的芯棒速度	99
9.4 减径机	99
9.4.1 减径机的变形制度	99
9.4.2 减径机的孔型设计	99
9.4.3 减径机架的辊速调整	102
思考题	105

10 轧制表计算	106
10.1 轧制表编制原则	106
10.1.1 轧制表	106
10.1.2 轧制表编制原则	106
10.2 轧制表编制方法及步骤	106
10.3 轧制表编制举例	107
思考题	109
11 钢管的精整及质量控制	110
11.1 钢管的精整	110
11.1.1 钢管冷却	111
11.1.2 钢管的矫直	111
11.1.3 钢管切断	113
11.1.4 钢管尺寸和质量检查	113
11.1.5 液压试验	115
11.1.6 涂油、打印、包装	115
11.2 钢管表面质量的控制	115
11.2.1 内表面缺陷	115
11.2.2 外表面缺陷	117
思考题	120
12 钢管的热处理	121
12.1 钢管热处理的目的	121
12.2 钢管热处理的工艺分类	121
12.3 钢管热处理生产线主体设备	122
12.4 钢管热处理工艺操作	122
12.4.1 热处理的主要质量指标	122
12.4.2 钢管在步进式炉内加热的优点	123
12.4.3 淬火及正火工艺加热温度的确定	123
12.4.4 热处理线上的高压水除鳞	123
12.4.5 淬火方式、淬火剂的选择	124
12.4.6 淬火油及水基淬火液的特点	124
12.4.7 淬火时产生的变形分析	124
12.4.8 回火工艺	125
12.4.9 热处理后钢管的精整	125
12.5 调质处理后的钢管的冷却	126
12.6 石油管的热处理	126
12.6.1 石油管材淬火加热、保温时间的确定	126
12.6.2 石油管材钢种的选择	126

12.6.3 石油管材淬火的要求和判断	127
12.6.4 石油管材常用的淬火方式	127
12.7 高压锅炉管的热处理	127
12.8 轴承管的热处理	128
12.9 不锈钢管的热处理	128
12.10 钢管的在线常化	128
12.10.1 在线常化的目的	128
12.10.2 在线常化工艺	128
12.10.3 在线常化套管产生弯曲的原因	129
思考题	129
13 无缝钢管生产操作	130
13.1 加热炉的操作	130
13.1.1 加热缺陷及控制	130
13.1.2 加热炉的控制与节能	131
13.1.3 生产故障及处理	132
13.1.4 操作要点	133
13.1.5 调整要点	136
13.2 穿孔机的调整	136
13.2.1 工艺参数的调整	136
13.2.2 三辊定心的调整	139
13.2.3 常见工艺问题	140
13.3 轧管机的调整与操作	142
13.3.1 连续轧管机调整	142
13.3.2 常见生产事故	146
13.4 减径机的调整与操作	147
13.4.1 操作要点	147
13.4.2 调整要点	148
13.4.3 缺陷及控制要点	149
13.4.4 张力减径中易出现的缺陷	150
思考题	152
14 钢管冷加工	153
14.1 钢管冷加工概述	153
14.1.1 钢管的冷拔生产	153
14.1.2 钢管的冷轧生产	155
14.2 冷轧管机的工作原理	157
14.2.1 周期式冷轧管机结构特点	157
14.2.2 周期式冷轧管机构原理	157

14.2.3 周期式冷轧管机的轧制过程	158
思考题	159
15 焊管生产工艺	160
15.1 电焊管生产方法概述	160
15.1.1 辊式连续成形机生产电焊管	161
15.1.2 履带式成形机生产电焊管	161
15.1.3 几种大口径钢管的生产方法	162
15.2 焊管成形的基本问题	164
15.2.1 机架的排列与布置	164
15.2.2 管坯成形的变形过程	165
15.2.3 成形底线	166
15.3 辊式连续成形机的轧辊孔型设计	167
15.3.1 带钢边缘弯曲法	167
15.3.2 带钢圆周弯曲法	168
15.3.3 带钢综合弯曲法	168
15.3.4 双面弯曲侧弯成形法	169
15.4 焊管的焊接方法	169
15.4.1 感应焊与电阻焊	169
15.4.2 电阻焊和感应焊的特点	170
15.4.3 其他焊接方法	170
思考题	172
参考文献	173

1 钢管生产概述

1.1 钢管的特性及分类

1.1.1 钢管的特征

凡是两端开口并具有中空断面，而且其长度与断面周长之比较大的钢材，都可以称为钢管。当长度与断面周长之比较小时，可称为管段或管形配件，它们都属于管材产品的范畴。

钢管是一种经济断面钢材，是钢铁工业中的一项重要产品，通常占全部钢材总量的8%~16%左右，它在国民经济中的应用范围极为广泛。由于钢管具有空心断面，因而最适合作液体、气体和固体的输送管道；同时与相同重量的圆钢比较，钢管的断面系数大、抗弯抗扭强度大，所以也成为各种机械和建筑结构上的重要材料。用钢管制成的结构和部件，在重量相等的情况下，比实心零部件具有更大的截面模数。所以，钢管本身就是一种节约金属的经济断面钢材，它是高效钢材的一个重要组成部分，尤其在石油钻采、冶炼和输送等行业需求较大，其次地质钻探、化工、建筑业、机械工业、飞机和汽车制造以及锅炉、医疗器械、家具和自行车制造等方面也都需要大量的各种钢管。近年来，随着原子能、火箭、导弹和航天工业等新技术的发展，钢管在国防工业、科学技术和经济建设中的地位愈加重要。

1.1.2 钢管的分类

钢管的种类繁多，用途不同，其技术要求各异，生产方法亦有所不同。目前生产的钢管外径范围0.1~4500mm、壁厚范围0.01~250mm。为了区分其特点，通常按如下的方法对钢管进行分类。

1.1.2.1 按生产方式分类

钢管按生产方式分为无缝管和焊管两大类，无缝钢管又可分为热轧管、冷轧管、冷拔管和挤压管等，冷拔、冷轧是钢管的二次加工；焊管分为直缝焊管和螺旋焊管等。

1.1.2.2 按钢管的断面形状分类

钢管按横断面形状可分为圆管和异形管。异形管有矩形管、菱形管、椭圆管、六方管、八方管以及各种断面不对称管等。异形管广泛用于各种结构件、工具和机械零部件。与圆管相比，异形管一般都有较大的惯性矩和截面模数，有较大的抗弯、抗扭能力，可以大大减轻结构重量，节约钢材。

钢管按纵断面形状可分为等断面管和变断面管。变断面管有锥形管、阶梯形管和周期断面管等。

1.1.2.3 按钢管的材质分类

钢管按材质分为普通碳素钢管、优质碳素结构钢管、合金结构管、合金钢管、轴承钢管、不锈钢管以及为节省贵重金属和满足特殊要求的双金属复合管、镀层和涂层管等。

1.1.2.4 按管端形状分类

钢管根据管端状态可分为光管和车丝管（带螺纹钢管）。车丝管又可分为普通车丝管（输

送水、煤气等低压用管,采用普通圆柱或圆锥管螺纹连接)和特殊螺纹管(石油、地质钻探用管,对于重要的车丝管,采用特殊螺纹连接),对一些特殊用管,为弥补螺纹对管端强度的影响,通常在车丝前先进行管端加厚(内加厚、外加厚或内外加厚)。

1.1.2.5 按外径 D 和壁厚 S 之比 (D/S) 分类

按外径 D 和壁厚 S 之比的不同将钢管分为特厚管 ($D/S \leq 10$)、厚壁管 ($D/S = 10 \sim 20$)、薄壁管 ($D/S = 20 \sim 40$) 和极薄壁管 ($D/S \geq 40$)。

1.1.2.6 按用途分类

按用途可分为油井管(套管、油管及钻杆等)、管线管、锅炉管、机械结构管、液压支柱管、气瓶管、地质管、化工用管(高压化肥管、石油裂化管)和船舶用管等。

1.2 钢管的生产方法

钢管生产主要方法有热轧(包括挤压)、焊接和冷加工三大类,冷加工是钢管的二次加工。

1.2.1 热轧无缝钢管

热轧无缝钢管生产过程是将实心管坯(或钢锭)穿孔并轧制成具有要求的形状、尺寸和性能的钢管。整个过程有三个主要变形工序:

- (1) 穿孔——将实心坯(锭)穿孔成空心毛管;
- (2) 轧管——将毛管在轧管机上轧成接近要求尺寸的荒管;
- (3) 定减径——将荒管不带芯棒轧制成具有要求的尺寸精度和真圆度的成品管。

生产中,按产品品种、规格和生产能力等条件不同而选择不同类型的轧管机。由于不同类型的轧管机轧管时轧件的运动学条件、应力状态条件、道次变形量、总变形量和生产率等有所不同,因此必须为它配备在变形量和生产率方面都匹配的穿孔机和其他前后工序的设备。这样一来,不同的轧管机相应构成了不同的轧管机组。热轧无缝钢管的生产方法就是以机组中轧管机类型分类的,目前常用的热轧无缝钢管生产方法见表 1-1 所示。一个机组的具体名称以该机组品种规格和轧管机类型来表示,如 $\phi 168\text{mm}$ 连续轧管机组就是指其产品的最大外径为 168mm 左右的、轧管机为连续轧管机的机组。钢管热挤压机组用挤压机的最大挤压力(吨位)或产品规格范围来表示其型号。

表 1-1 常用热轧无缝钢管生产方式

生产方法	原料(管坯)	主要变形工序用设备		产 品 范 围			
		穿 孔	轧 管	外径 D /mm	壁厚 S /mm	D/S	荒管最大长度 /m
自动轧管机组	圆轧坯	二辊式斜轧穿孔机 桶形辊或锥形辊	自动轧管机	12.7 ~ 426	2 ~ 60	6 ~ 48	10 ~ 16
	连铸圆坯						
	连铸方坯	推轧穿孔机(PPM)和延伸机		165 ~ 406	5.5 ~ 40		
连轧管机组	圆轧坯	二辊式斜轧穿孔机 桶形辊或锥形辊	浮动、半浮动	16 ~ 194	1.75 ~ 25.4	6 ~ 30	20 ~ 33
	连铸圆坯		限动(MPM、PQF)	32 ~ 457	4 ~ 50	6 ~ 50	
	连铸方坯	推轧穿孔机(PPM)和延伸机	限动(MPM)	48 ~ 426	3 ~ 40	6 ~ 40	
三辊轧管机组	圆轧坯连铸坯	二辊斜轧或三辊斜轧	三辊轧管机(ASSEL)	21 ~ 250	2 ~ 50	4 ~ 40	8 ~ 13.5

续表 1-1

生产方法	原料（管坯）	主要变形工序用设备		产 品 范 围			
		穿 孔	轧 管	外径 D /mm	壁厚 S /mm	D/S	荒管最大长度 /m
皮尔格 轧机组	圆 锭	二辊斜轧穿孔	皮尔格轧机	50 ~ 720	3 ~ 170	4 ~ 40	16 ~ 28
	方锭或多棱锭	压力穿孔和斜轧延伸					
	连铸管坯						
顶管 机组	方 坯	压力穿孔和斜轧延伸	顶管机	17 ~ 1400	3 ~ 250	4 ~ 30	14 ~ 16
	圆坯、方锭 或多棱锭	斜轧穿孔					
热挤压 机组	圆锭、方锭 或多棱锭	压力穿孔或钻孔后压力穿孔	挤压机	25 ~ 1425	≥2	4 ~ 25	~ 25

1.2.2 焊管

焊接钢管也称焊管，其生产方法是将管坯（钢板或钢带）用各种成形方法弯卷成要求的横断面形状，然后用不同的焊接方法将焊缝焊合的过程。成形和焊接是其基本工序，焊管生产方法就是按这两个工序的特点来分类的。焊接钢管生产工艺简单，生产效率高，品种规格多，设备投资少，但一般强度低于无缝钢管。20 世纪 30 年代以来，随着优质带钢连轧生产的迅速发展以及焊接和检验技术的进步，焊缝质量不断提高，焊接钢管的品种规格日益增多，并在越来越多的领域替代了无缝钢管。焊接钢管按焊缝的形式分为直缝焊管和螺旋焊管。

直缝焊管生产工艺简单，生产效率高，成本低，发展较快。螺旋焊管的强度一般比直缝焊管高，能用较窄的坯料生产管径较大的焊管，还可以用同样宽度的坯料生产管径不同的焊管。但是与相同长度的直缝管相比，焊缝长度要增加 30% ~ 100%，而且生产效率较低。因此，较小口径的焊管大都采用直缝焊，大口径焊管则大多采用螺旋焊。

1.2.3 冷加工钢管

钢管冷加工方法有冷轧、冷拔和冷旋压三种，产品范围如表 1-2 所示。冷旋压本质上也是冷轧。冷加工可生产比热轧产品规格更小的各种精密、薄壁、高强度及其他特殊性能的无缝钢管。如喷气发动机用 $\phi 2.032\text{mm} \times 0.38\text{mm}$ 高强度、耐热管和 $\phi 4.763 \sim 31.75\text{mm} \times 0.559 \sim 1.626\text{mm}$ 的不锈钢管。这些规格的钢管是热轧法无法生产的，因此冷加工更能适应工业及科学技术飞速发展的某些特殊需要。冷轧机和冷旋压机的规格用其产品规格和轧机形式表示；冷拔机规格用其允许的额定拔制力来表示。如 LG-150 表示的是成品外径最大为 150mm 的二辊周期式冷轧管机；LD-30 表示的是成品外径最大为 30mm 的多辊式冷轧管机；LB-100 表示的是拔制力额定值为 100t 的冷拔管机。

表 1-2 钢管冷加工的产品规格范围

冷加工方法	产 品 范 围				
	外径 D /mm		壁厚 S /mm		D/S
	最大	最小	最大	最小	
冷 轧	500.0	4.0	60.0	0.04	60 ~ 250
冷 拔	762.0	0.1	20.0	0.01	2 ~ 2000
冷旋压	4500.0	10	38.1	0.04	可达 12000 以上