

冷连轧带钢机组工艺设计

张向英 著



冶金工业出版社

<http://www.cnmp.com.cn>

冷连轧带钢机组工艺设计

张向英 著

北 京
冶 金 工 业 出 版 社
2009

内 容 提 要

本书从冷轧企业实际设计角度出发,较系统地介绍了冷连轧带钢机组工艺设计。主要内容包括产品方案的确定、主要工艺参数的确定、机组生产能力的确定、机组布置及机组设备选型和主要设备工艺参数的确定、机组线上的仪表、供辅设备及参数的确定和车间排废等。本书涵盖了冷轧中的酸洗工艺设计和连轧机的工艺设计,可使读者全面了解酸洗和连轧机的整个工艺设计中各种工艺参数的确定,最大限度地满足读者的需要。

本书可供从事冷轧带钢设计、生产和工艺研究的科技人员阅读,也可供高等院校冶金等相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

冷连轧带钢机组工艺设计/张向英著. —北京:冶金工业出版社, 2009. 4

ISBN 978-7-5024-4866-0

I. 冷… II. 张… III. 带钢—冷轧:连续轧制—工艺设计 IV. TG335

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 056655 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 杨 敏 美术编辑 张媛媛 版式设计 葛新霞

责任校对 白 迅 责任印制 李玉山

ISBN 978-7-5024-4866-0

北京印刷一厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

2009 年 4 月第 1 版, 2009 年 4 月第 1 次印刷

169mm×239mm; 11.5 印张; 221 千字; 170 页; 1-2000 册

29.00 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)

序 言

借一次到中冶恒通冷轧技术有限公司参加专家委员会会议的机会，我认识了本书的作者张向英工程师，并有幸见到了本书的初稿。一位长期在生产一线从事技术工作的人员，能够在本职工作十分繁忙的情况下，安下心来从事写作，并在短短的时间内完成了这样一部理论联系实际的有价值的著作，我为作者感到高兴。因为我自己也动手写过书，深知其中的辛苦和艰难，数据需要一遍遍核对，图表需要一笔笔描绘，词语需要一句句推敲，结论需要一项项确定。技术书籍的撰写是一种既要认真仔细地埋下头去处理细节，又要抬起头来把握方向，提纲挈领地谋篇布局的艰巨任务，没有志在高远的目标、锲而不舍的精神、坚忍不拔的毅力是难以完成的。特别是当我们知道这部著作的作者是一位多年从事现场工作的女性，就更加让我们感到钦佩！

冷轧生产技术近年来得到了快速的发展，我国也先后接二连三地引进了一大批先进的冷轧生产线。同时国内自主集成的冷轧生产线也越来越多，水平越来越高。急需有一大批技术人员掌握冷轧先进技术，积累冷轧生产的经验，具备动手解决冷轧现场技术问题的能力。在这些方面，本书为我们提供了一份很好的参考资料。正如作者所说：“在完成了几条冷连轧生产机组的工艺设计并生产出合格产品之后，在同事的鼓励下，我静下心来整理了这方面的设计资料，有很多经验数据都是经过本人理论计算和从生产实践中总结出来的。”这种以某些实际生产线的建设或者改造作为背景，以翔实的设计资料为基础，经过作者本人的实践总结和加工整理而完成的著作，会使遇到同类问题的同行感到亲切和实用。

这次金融危机从 2008 年下半年开始对我国钢铁工业产生巨大的冲击，冷轧行业也未能幸免。生产能力过剩，必然导致更加激烈的竞争。在这种新形势下，企业需要认真贯彻科学发展观，依靠技术进步，实施技术创新，积极开发高附加值的新产品，优化生产工艺，在节能减排、环境友好、可持续发展等方面下功夫，为企业争得生存和发展空间。我真诚希望本书在此过程中发挥出应有的作用。

东北大学教授 刘相华

2009 年 3 月 20 日

前 言

随着冷轧带钢工艺和装备技术的不断发展，冷轧的生产过程和设计日趋复杂，尤其是工艺设计尤为突出。作者在从事冷轧工艺设计多年后，深感这方面资料的缺乏，国内现已投产了若干条冷连轧机组生产线，但大多是采用国外厂商的工艺设计。本书是作者多年从事冷轧工艺设计的总结，尤其是对近几年成功完成的几条冷连轧机组生产线工艺设计的总结，其中有很多经验数据都是经过作者理论计算和从生产实践中总结出来的。为了提高我国现代冷连轧机组的设计水平，也为从事冷轧工艺设计的人员提供参考，作者着手撰写了本书，希望本书的出版能对同行们的设计工作起到一定的借鉴作用。

本书是以冷连轧的工艺设计顺序为思路撰写的。冷轧生产包括酸洗、冷轧、退火、涂镀和剪切等，本书仅以酸洗-轧机联合机组为例叙述酸洗和冷轧机组的工艺设计。书中的第2章和第3章讲述了机组产品方案和工艺参数的确定，对于机组设计来说，产品方案和工艺参数的确定决定机组的生产能力和水平，也是设备设计和其他供辅设计的依据。第4章介绍机组能力的计算，这部分内容是工艺设计的核心。第5章介绍机组布置及机组设备选型和机组主要设备工艺参数，机组布置决定车间厂房的长度、跨度和厂房屋顶标高；机组设备选型和机组主要设备工艺参数是工艺设计当中进行设备设计不可缺少的内容。第6章介绍了机组生产线仪表的布置和控制，仪表的布置代表着机组的先进水平，也是保证良好产品方案和工艺参数的基础。第7章和第8章分别介绍了供辅设备及参数的确定和车间排废，它们是生产的基础配备和保障。

在本书的写作过程中，参考、引用了有关的文献资料，在此向文献作者表示感谢。同时，也对帮助和关心本书出版的同志们表示谢意。

在此，我要特别感谢我的恩师——河北理工大学王朕增教授。王朕增教授在身体状况不是很好的情况下，仍然集中精力多次认真地审校了全书，如果没有他的精心指导和帮助，该书的撰写本人是难以完成的。

另外，本书的撰写和出版得到了中冶恒通冷轧技术有限公司董事长兼总经理韩继征的积极鼓励和大力支持，在此，作者表示衷心感谢。

由于本人业务水平所限，书中不妥之处，敬请读者批评指正。

作 者

2008 年年底于唐山

目 录

1 绪论	1
1.1 冷轧板带材的特点	1
1.2 冷轧板带材生产工艺流程及生产方法的发展	1
1.3 工艺设计依据	3
1.4 项目概况	3
1.5 设计范围与任务	4
1.6 设计原则	4
1.7 工艺设计的方法	4
2 产品方案的确定	5
2.1 产品规格	5
2.2 产品品种及年产量	6
2.3 产品按规格分配	7
2.4 原料	9
2.5 金属平衡表	9
2.6 执行标准	10
2.7 产品工艺保证值	10
3 主要工艺参数的确定	14
3.1 机组形式的方案选择	14
3.1.1 最小可轧厚度和轧辊辊系的确定	18
3.1.2 机架布置形式的确定	26
3.2 机组工艺参数的确定	34
3.2.1 机组张力	34
3.2.2 机组速度	41
3.2.3 轧机主电机功率	52
3.2.4 轧机许用轧制力	56
3.2.5 活套工艺参数的确定	57

4 机组生产能力的确定	64
4.1 机组年作业时间	64
4.2 机组能力的确定	64
4.2.1 推拉酸洗机组能力	64
4.2.2 连续酸洗机组能力	66
4.2.3 酸洗-轧机联合机组能力	68
5 机组布置及机组设备选型和主要设备工艺参数的确定	75
5.1 机组布置	75
5.1.1 宝钢 2030mm 连续式浅槽酸洗机组	75
5.1.2 典型的推拉酸洗机组	77
5.1.3 酸洗-轧机联合机组	79
5.2 机组主要设备选型及主要设备工艺参数的确定	80
5.2.1 上卷装置	80
5.2.2 开卷机	83
5.2.3 矫直机	85
5.2.4 剪切装置	86
5.2.5 焊接装置	88
5.2.6 张力辊装置	91
5.2.7 破鳞拉矫机	91
5.2.8 纠偏装置	94
5.2.9 酸洗工艺段	97
5.2.10 活套	100
5.2.11 轧机	102
5.2.12 卷取机	122
5.2.13 检查台	126
6 机组线上的仪表	128
6.1 测宽计	128
6.2 外径测量计	128
6.3 焊缝检测仪	129
6.4 测厚仪及厚度控制	129
6.4.1 测厚仪的类型	129
6.4.2 厚度控制系统组成	130

6.4.3 动态变规格	132
6.4.4 各种补偿功能	133
6.5 测速仪及流量控制	134
6.5.1 测速仪	134
6.5.2 流量控制	135
6.6 张力计及张力控制	136
6.6.1 张力计的必要性	136
6.6.2 张力控制	136
6.7 板形仪及板形控制	137
6.7.1 板形仪的原理	137
6.7.2 板形控制的手段	138
6.7.3 板形控制系统	139
6.8 测压计	142
6.9 辊缝检测仪	142
6.10 冷金属检测器	143
7 供辅设备和参数的确定	144
7.1 磨辊间工艺与设备	144
7.2 检化验设施	146
7.3 供配电设施	146
7.4 自动化控制系统	146
7.4.1 基础自动化 L1	146
7.4.2 过程自动化 L2	147
7.5 通讯系统	147
7.6 给排水	148
7.6.1 水质要求	148
7.6.2 各种水的用水量	150
7.6.3 给水工艺过程	150
7.7 通风设施	151
7.8 热力系统	151
7.9 润滑系统	154
7.9.1 工艺润滑系统	154
7.9.2 其他润滑系统	161
8 车间排废	164
8.1 矫直机、焊机和破鳞拉矫机除尘系统	164

8.2 酸雾净化系统	165
8.3 轧机排雾净化系统	165
8.4 含酸废水的处理	167
8.5 含油废水的处理	167
参考文献	170

1 绪 论

1.1 冷轧板带材的特点

冷轧板带材具有精确的尺寸、较宽的厚度范围、可变的表面（光面、麻面、镀锌、镀锡、镀合金、涂塑等）、良好的工艺性能（可冲压性、可剪切性、可弯曲性、可焊接性等）、可变的力学和物理性能（退火、冷硬、半冷硬、趋向磁性、无趋向磁性等）等优点，广泛应用于汽车、食品、化工、日用、建筑、电力等领域。各行各业对冷轧板带材尺寸精度、表面状况、板面平直度、物理性能等要求的不断提高，促进了冷轧生产技术的不断创新和发展，新工艺、新设备和新技术层出不穷。

冷轧板带材应用广泛，需求量大，大大地支持了各行各业的发展，其技术含量高，经济效益可观，历来为人们所重视。

1.2 冷轧板带材生产工艺流程及生产方法的发展

冷轧板带材产品品种很多，生产工艺流程各有特点。按照产品品种分有普通冷轧板、深冲板、电工硅钢板、不锈钢板、金属镀层板（包括镀锌板系列和镀锡板）和涂层（或复合）钢板等。冷轧板带材生产的一般工艺流程包括酸洗、冷轧、退火、镀层和彩涂，根据生产的产品品种不同，其工艺流程略有差别。中冶恒通冷轧技术有限公司（以下称中冶恒通）冷轧板带材的生产工艺流程如图 1-1 所示。

冷轧从 19 世纪中叶始于德国，至今经历了漫长的历史过程，生产方法和生产技术在不断地改进，产品质量也越来越好。

冷连轧带钢机组发展到今天，共有四种形式：第一种，出现最早的常规冷连轧机组，如图 1-2 所示，它的特点是单卷轧制。中冶恒通 2003 年投产的第一套 1370mm 冷连轧机组就是这种形式，该机组使用效果很好；第二种，全连续冷连轧机组，它实现了真正意义上的连轧，故也称无头轧制，如图 1-3 所示，中冶恒通 2006 年改造设计的 1370mm 连轧机组就是这种形式，由于决策变化，该机组改造尚未实施；第三种，酸洗-轧机联合机组，它实现了将酸洗、轧制合为一体的无头酸洗和轧制工艺过程，如图 1-4 所示，中冶恒通 2004 年投产的 1520mm 机组与 2005 年和 2006 年分别投产的两套 1370mm 连轧机即为该种形式，目前，此三套

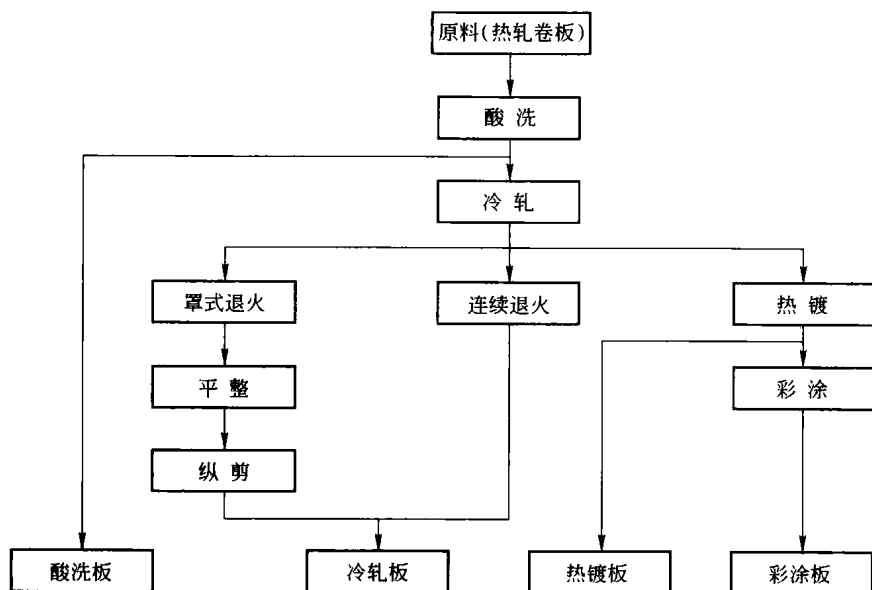


图 1-1 中冶恒通冷轧板带材生产工艺流程

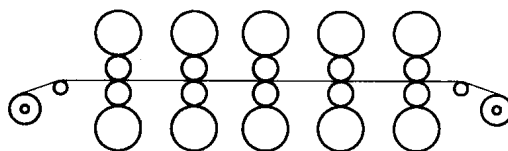


图 1-2 1370mm 常规冷连轧机组

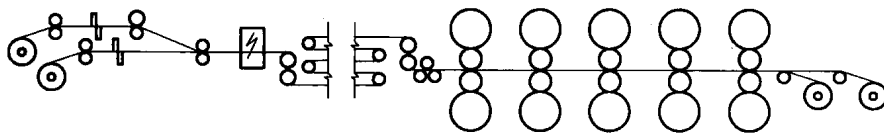


图 1-3 1370mm 全连续冷连轧机组

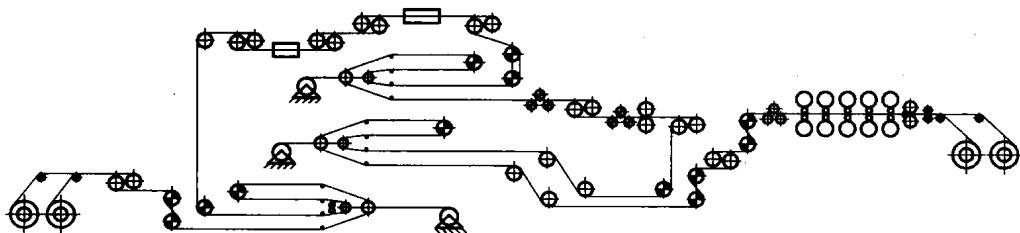


图 1-4 1520mm 酸洗-轧机联合机组

机组均已正常生产；第四种，酸洗-轧制-退火联合机组，实现了酸洗、轧制和连续退火合为一体的无头酸洗、连轧、退火的工艺过程，如图 1-5 所示，这样的机组目前国内还比较少见。这种形式对大量的镀锌板来说就不太可行，所以它的发展有限。

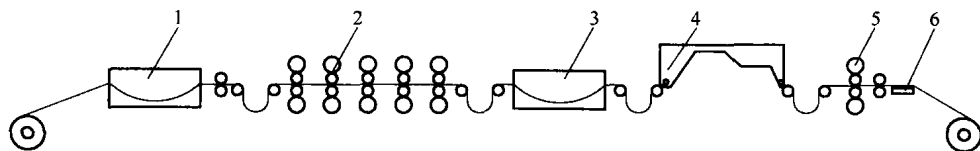


图 1-5 全联合式全连续轧制

1—酸洗机组；2—冷连轧机；3—清洗机组；4—连续式退火炉；
5—平整机；6—表面检查横切分卷机组

在冷连轧机组的发展过程中，也出现了一些变异形式，如图 1-6 所示，它是在常规连轧机的基础上出现的一种形式。本来想用它来大幅度提高产量，但实际上不大可能，因为常规连轧机影响生产的关键是带钢穿带，而变异的常规冷连轧机组在穿带上节省时间并不多。

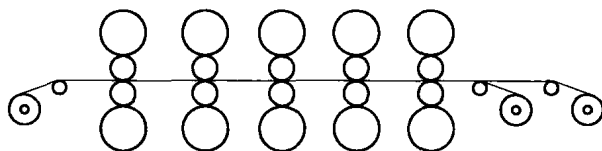


图 1-6 变异的常规冷连轧机组

1.3 工艺设计依据

与机组线相关的合同、技术附件、批复报告、会议纪要和可行性研究报告及初步设计等资料均是工艺设计依据。

1.4 项目概况

项目概况包括待设计机组线的地理位置、占地情况和该项目的周围相关的工业链情况。地理位置决定着机组线的最低和最高标高，占地情况决定机组的布置形式，周围的相关工业链决定各种原材料和供辅材料及能源供应的情况等，这些情况在设计时都是不得不考虑的因素。比如，目前，坐落在海边的厂区，在布置机组时就要考虑地下水位比较浅，为了降低基建防水的难度，机组的最低标高最好不要太低。

1.5 设计范围与任务

首先,要明确设计范围,设计的范围是单一的生产线还是包括生产线的配套设施;是分期工程、改造工程还是全部工程。如果是分期工程,必须考虑前期和后期的衔接,如果是全部工程,必须把所有的供辅设施考虑全面,如果是改造工程,则要做到与相关工序配套。

其次,要明确设计任务,也就是说要明确设计机组的产品大纲和产品要求,机组的产品大纲决定着机组线的形式,产品要求决定着辊系的选择。

1.6 设计原则

(1) 以科技进步为主导,以市场为导向,以经济效益为中心,优化产品结构,选择高附加值、高技术含量的产品。

(2) 选用的工艺、技术和设备,要坚持成熟、可靠、适用、经济、先进的原则,立足国产化、节能节水、降低消耗、降低成本、增强产品竞争力。

(3) 要充分结合类似工程的设计和建设经验,在保证工艺技术、设备功能等,符合规范的前提下,优化设计方案,尽量节省投资。

(4) 设计要严格贯彻执行国家和地方政府有关节能、环保、安全、卫生、消防、减震设防与工程建设有关的法律、法规、标准、规范。

1.7 工艺设计的方法

工艺设计有很多种方法,如算法、经验法、比较法、图解法等。有时可能用其中的一种方法来确定某个参数,有时可能用其中的两种方法,甚至有时为了确定一个参数,多种方法同时使用。

2 产品方案的确定

任何一个单位在投资建设一条生产线之前，首先要作调查研究工作。调查研究的主要内容是进行市场调查，占有市场技术情报和资料，掌握外部环境条件，预测市场趋势。之后做可行性研究报告，报告主要包括进行技术研究和费用预测，对市场前景、投资环境、生产条件、生产规模、生产组织、成本与效益等进行全面的分析研究，并上报国家政府的相关部门进行审批，拿到政府的批复后方可进行初步设计和详细设计，初步设计与详细设计不同之处就是初步设计只对机组线的工艺和设备情况等作简单描述，但是详细设计应该有的项目一项也不能少。详细设计包括了初步设计的所有内容。本书所论述的设计为详细设计，为读者提供比较全面的设计资料，以供读者参考。

冷轧板带钢的产品大纲是冷轧车间工艺设计的依据。它是由公司决策部门根据国家近期和长期发展的需要而下达的设计指令。在市场条件下，用户是上帝，既要满足近期客户的要求，也要考虑长期市场的需求，从而留有发展扩大和改造的可能。在经济全球化的今天，还要考虑到国内外各大钢厂的现状和发展，以及自己条件的可能，不造成恶性竞争，盲目发展，投资浪费。产品大纲主要包括产品规格、品种、用途及产量等。我们设计的生产线既要考虑产量问题，同时质量也是不容忽视的一个指标，一般，我们在作产品大纲的同时，对产品的工艺保证值也有严格的要求。

2.1 产品规格

冷轧板带钢产品规格包括厚度、宽度、钢卷内径、钢卷外径及钢卷卷重等参数。板带钢的厚度和宽度根据市场调研情况而定，一般，在设备能力允许的条件下，生产市场需求量比较大、供应比较紧缺的高附加值产品。钢卷的内径根据行业标准确定，目前冷轧板带钢常用卷筒直径为 $\phi 450\text{mm}$ 、 $\phi 508\text{mm}$ 、 $\phi 610\text{mm}$ ，一般，成品厚度小于 0.3mm 的薄规格产品采用卷筒直径为 $\phi 450\text{mm}$ ；成品厚度在 $0.3 \sim 0.8\text{mm}$ 范围的机组采用卷筒直径为 $\phi 508\text{mm}$ ；成品厚度在 0.5mm 以上的机组卷筒直径为 $\phi 610\text{mm}$ ，具体卷取机卷筒直径的计算后面详细介绍。成品钢卷的重量与机组卷取设备能力有关，如果不是连续机组，成品钢卷的重量一般都小于原料重量；如果是连续机组，一般都是在焊缝处对带钢进行分卷，则成品钢卷重量小于或等于原料重量，也有并卷的现象。成品钢卷的外径通过钢卷重量、宽度

及内径可以计算,不过需要说明的是,钢卷在卷取过程中层与层之间并不是完全紧密贴实的,计算过程中要考虑带钢的卷紧系数,一般冷轧带钢的卷紧系数取0.9~0.98;同时,在确定钢卷外径时还要考虑与之相匹配的下一工序的开卷能力。比如某公司的产品规格如下:

带钢厚度 0.2~1.2mm;
带钢宽度 700~1250mm;
钢卷内径 $\phi 508/\phi 610$ mm;
钢卷外径 $\phi 2000$ mm(max);
钢卷重量 26t(max);
钢卷的单位板宽重量为 21kg/mm。

2.2 产品品种及年产量

冷轧板带钢产品品种按照力学性能分有CQ级、DQ级、DDQ级、SDDQ级、EDDQ级等,CQ级为商用级,DQ级为冲压级,DDQ级为深冲级,SDDQ级为特深冲级,EDDQ级为超深冲级;按含碳量分有低碳钢、高碳钢、优质合金钢等等。产品的品种不同,轧制所需要的轧制力不同,需要的动力也差别很大。产品品种及年产量参见表2-1和表2-2。表2-1为年产量为72.28万吨的1420mm酸洗-轧机联合机组按品种分的产品大纲,表2-2为年产量为120万吨的1450酸洗-轧机联合机组按品种和年产量分的产品大纲。

表 2-1 1420mm 酸洗-轧机联合机组产品大纲

用 途	规格/mm	品 种	年产量/t	百分比/%	备 注
电镀锡板卷	厚度: 0.18~0.55 宽度: 700~1200	T2.5	20000	2.68	E2.8占40% E5.6占35% E8.4占15% E11.2占10%
		T3	200000	28.57	
		T4	140000	20	
		T5	40000	5.71	
小 计			400000	57.14	DI板10000t
冷硬卷	厚度: 0.30~0.80 宽度: 700~1200	CQ	177540	23.57	
		DQ	112980	15	
		DDQ	32280	4.29	
小 计			322800	42.86	
总 计			722800	100	