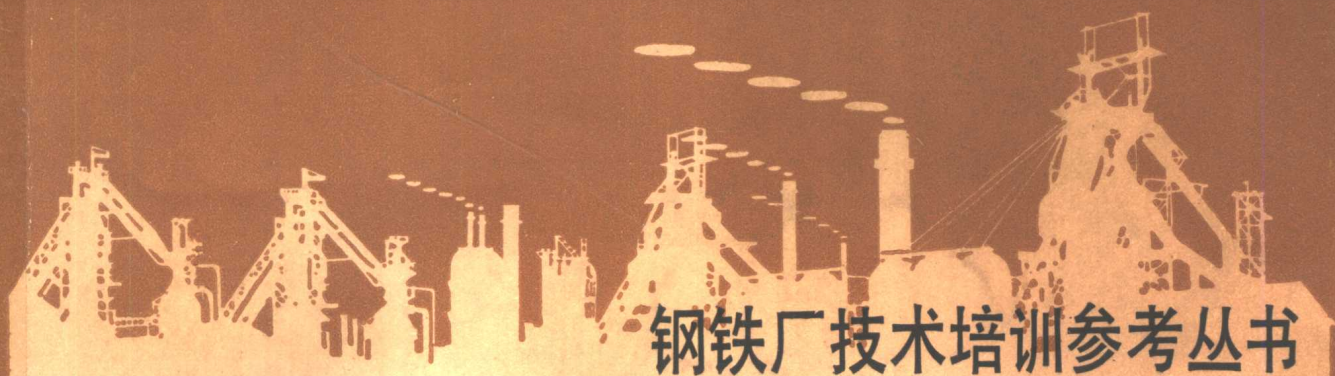




钢铁厂技术培训参考丛书

轧钢概论

冶金工业出版社

6
36

钢铁厂技术培训参考丛书

轧 钢 概 论

李 安 国 译
张 清 伏 校

冶金工业出版社

内 容 提 要

本书是《钢铁厂技术培训参考丛书》之一，属于专业概论部分，是学习轧钢生产工艺和设备入门书。

全书共分10章，主要介绍初轧、中厚板、热轧薄板、冷轧薄板、棒材、线材、型钢、钢管的轧制工艺和设备概况。每部都分别讲了产品质量要求和各种缺陷产生的原因及其消除办法。

本书比较全面地介绍了日本现代轧钢技术的概貌，对各种轧制技术的优缺点进行了分析比较，并提出了今后的发展方向。

本书可供钢铁厂工人、冶金技工学校师生，尤其是钢铁企业各级管理干部学习轧钢知识时参考。

钢铁厂技术培训参考丛书

轧 钢 概 论

李安国 译 张清仕 校

*

冶金工业出版社出版发行

(北京灯市口74号)

冶金工业出版社印刷厂印刷

*

787×1092 1/16 印张 8 1/4 字数 187 千字

1982年8月第一版 1982年8月第一次印刷

印数00,001~5,000册

统一书号: 15062·3876 定价0.90元

出版说明

《钢铁厂技术培训参考丛书》(以下简称《丛书》)是为了适应我国钢铁企业开展职工技术培训工作的需要,由我社组织翻译的一套日本的技术培训教材,拟分册陆续出版,由我社内部发行,供钢铁企业开展技术培训时参考,也可以供具有初中以上文化程度的职工自学技术时参考。

这套《丛书》包括技术基础知识11本,专业概论8本,冶炼和轧钢专业知识46本(冶炼专业13本,轧钢专业33本),共计65本(具体书名见书末的《钢铁厂技术培训参考丛书》书目)。

这套《丛书》所介绍的工艺、设备和管理知识,取材都比较新,反映了日本钢铁工业的技术水平和管理水平。这套书在编写时,对理论方面的知识,作了深入浅出的表达;对设备方面的知识,配有大量的结构图,简明易懂;对工艺方面的知识,给出了较多的操作工艺参数,具体明确。这套《丛书》的编写特点可以概括为:新、广、浅,即所介绍的知识比较新,所涉及的知识面比较广,内容的深度比较浅。

为了便于教和学,书的每章都附有练习题,概括了该章的主要内容;每本书的后面都附教学指导书,既有技术内容的补充深化和技术名词的解释,又有练习题的答案。

根据我们了解,日本对这套书的使用方法是:技术基础知识部分和专业概论部分是所有参加培训学员的共同课程;冶炼和轧钢专业知识部分是供专业教学用的。由此可以看出,日本的职工技术培训,主要强调的是扩大知识面,强调现代钢铁厂的工人,应该具有广博的科技知识。这一点,对我们今后制订技工学校和职工技术培训的教学计划,是会有参考意义的。

我们认为这套《丛书》不仅适合钢铁企业技工学校和工人技术培训作教学或自学参考书,也可作中等专业学校编写教材的参考书,其中的技术基础知识部分和专业概论部分也可作各级企业管理干部的技术培训或自学参考书。

在翻译和编辑过程中,对原书中与技术无关的部分内容我们作了删节。另外,对于原书中某些在我国尚无通用术语相对应的技术名词,我们有的作为新词引进了;有的虽然译成了中文,但可能不尽妥当,希望读者在使用过程中,进一步研讨。

参加这套《丛书》翻译、审校工作的有上海宝山钢铁厂、东北工学院、鞍山钢铁公司、北京钢铁学院、武汉钢铁公司、冶金部情报研究总所等单位的有关同志。现借这套《丛书》出版的机会,向上述单位和参加工作的同志表示感谢。

整套《丛书》的书目较多,篇幅较大,而翻译、出版时间又较仓促,书中错误和不妥之处,欢迎广大读者批评指正。

一九八〇年二月

序

本书是以钢铁工业现场工作人员为对象，以提高轧钢的基础技术知识为目的而编写的。内容尽量浅显易懂，便于自学。由于篇幅所限，要把有关轧钢的大量的内容完全详尽地包括进去是不可能的，故在本书中仅较全面地叙述了有关轧钢生产的概要。也就是说，只集中了在轧制加工中现场工作人员最必须掌握的一些内容。从第2章到第9章，叙述了轧制方法，包括开坯、厚板、热轧薄钢板、冷轧薄钢板、棒材及线材、型钢、钢管等轧制的概要。此外，在各章中同时只叙述了需要精整加工及其它有关的内容。在各章后面列出了对各种钢材的质量要求，同时提到了目前存在的一些问题。

另外，在各章的末尾还附有习题，供了解读者对该章内容理解情况的参考。

目 录

第1章 前 言	1	3. 生产工艺	30
1. 轧制和轧制技术的进步	1	(1) 坯料	30
2. 轧制钢材的品种、用途和产量	2	(2) 加热	30
(1) 半成品	2	(3) 轧制	31
(2) 条钢	3	(4) 矫直、冷却	33
(3) 钢板	4	(5) 定尺、剪断及其它	33
(4) 钢管	5	(6) 热处理及其它	34
第2章 轧制加工方法	6	4. 质量要求	35
1. 轧制的定义	6	(1) 尺寸	36
2. 轧制加工的基础	7	(2) 平直度	36
(1) 塑性加工的定义	7	(3) 内部性能	36
(2) 塑性加工的基础	7	(4) 表面状态	36
(3) 热加工及其材质变化	8	(5) 机械性能	36
(4) 冷加工及其材质变化	9	练习题	36
(5) 变形抗力	10	第5章 热轧薄板	37
(6) 轧制加工	11	1. 热轧薄板的定义	37
3. 轧机的构造和形式	16	2. 生产工序及平面布置	37
(1) 轧机的构造	13	3. 生产工艺	38
(2) 轧机的种类和特征	19	(1) 坯料	38
练习题	19	(2) 加热	39
第3章 初 轧	21	(3) 轧制	39
1. 初轧(开坯)的定义	21	(4) 精整及其它	42
2. 生产工序及平面布置	21	4. 质量要求	44
3. 生产工艺	22	(1) 汽车用	44
(1) 初轧用原料(钢锭)	22	(2) 结构用	45
(2) 钢锭均热	23	(3) 加工用	45
(3) 初轧生产	24	(4) 钢管和冷弯型钢用	45
(4) 热清理	25	(5) 压力容器用	45
(5) 剪切和冷却	25	(6) 特殊用途用	45
(6) 钢坯精整	26	(7) 冷轧用	45
4. 质量要求	26	练习题	45
(1) 尺寸和形状	27	第6章 冷轧薄钢板	46
(2) 表面状态	27	1. 冷轧薄钢板的定义	46
(3) 内部性能	28	2. 生产工序及平面布置	46
练习题	28	3. 生产工艺	47
第4章 厚 板	29	(1) 坯料	47
1. 厚板的定义	29	(2) 酸洗	48
2. 生产工序与平面布置	29	(3) 轧制	48

(4) 洗涤.....	52	3. 生产工艺.....	74
(5) 退火.....	52	(1) 坯料.....	74
(6) 调质轧制.....	53	(2) 加热.....	74
(7) 精整.....	54	(3) 轧制.....	75
(8) 表面处理.....	55	(4) 精整.....	78
4. 质量要求.....	56	4. 冷弯型钢概要.....	79
(1) 板厚精度.....	57	(1) 冷弯型钢的定义.....	79
(2) 表面状态.....	57	(2) 冷弯型钢的特征.....	80
(3) 平直度(形状).....	57	(3) 冷弯型钢的生产工艺.....	80
(4) 冲压加工性.....	57	5. 质量要求.....	80
练习题.....	57	(1) 宽缘工字钢.....	81
第7章 棒材和线材	58	(2) 钢板桩.....	81
1. 棒材和线材的定义.....	58	(3) 钢轨.....	81
2. 生产工序及设备概要.....	59	(4) 工字钢.....	81
3. 生产工艺.....	61	(5) 槽钢.....	81
(1) 坯料.....	61	(6) 等边角钢.....	82
(2) 加热.....	61	练习题.....	82
(3) 轧制.....	62	第9章 钢 管	83
(4) 精整.....	67	1. 钢管的定义.....	83
4. 二次加工.....	68	2. 无缝钢管生产方法.....	83
(1) 棒材及线材的热处理.....	68	(1) 生产方法概述.....	83
(2) 棒材二次加工.....	68	(2) 坯料.....	84
(3) 线材的二次加工.....	69	(3) 加热.....	84
5. 质量要求.....	70	(4) 斜轧穿孔法.....	85
(1) 尺寸公差.....	70	(5) 压力穿孔法.....	88
(2) 表面缺陷.....	70	(6) 冷拔和冷轧.....	89
(3) 氧化铁皮.....	70	(7) 精整.....	90
(4) 偏析.....	70	3. 焊接钢管生产方法.....	91
(5) 脱碳.....	70	4. 质量要求.....	92
(6) 拉拔性.....	71	(1) 化学工业用钢管.....	92
练习题.....	71	(2) 锅炉钢管.....	93
第8章 型 钢	72	(3) 结构钢管.....	93
1. 型钢的定义.....	72	练习题.....	93
2. 生产工序与平面布置.....	73	第10章 轧制技术展望	94

教 学 指 导 书

第1章 前 言	95	1-3 可锻铁.....	95
1. 学习目的.....	95	1-4 直到生产出轧制钢材的工序.....	97
2. 术语解释和补充说明.....	95	第2章 轧制加工方法	97
1-1 铁和钢的区别.....	95	1. 学习目的.....	97
1-2 精炼.....	95	2. 术语解释和补充说明.....	98

2-1 偏析	98	4-4 矫直机	106
2-2 夹杂物	98	4-5 锅炉用钢板	106
2-3 缩管	98	4-6 高强度钢板	106
2-4 气泡	98	4-7 连续铸钢法	106
2-5 韧性	98	4-8 平直度	106
2-6 轧制加工能使钢锭变成优质钢		4-9 除鳞装置	106
材的原因	98	4-10 精轧	106
2-7 水力驱动轧机	98	4-11 X射线测厚仪	106
2-8 合金	98	4-12 水冷轨道造成的黑印	107
2-9 晶粒度对钢的各种性能的		4-13 测力传感器	107
影响	99	4-14 马氏体	107
2-10 相变	99	4-15 低温用钢	107
2-11 热加工温度范围	99	4-16 JIS (日本工业标准)	107
2-12 关于钢材的试验方法	100	4-17 (英国) 劳氏船级社标准	107
2-13 屈服强度	101	4-18 AB (美国船级社标准)	107
2-14 抗张强度	101	4-19 标准中所规定的事项	107
2-15 延伸率	101	4-20 超声波探伤仪	107
2-16 断面收缩率	101	3. 练习题解答	108
2-17 延伸性	101	第5章 热轧薄板	108
2-18 齿轮座	101	1. 学习目的	108
2-19 压下调整	101	2. 术语解释及补充说明	109
2-20 导卫装置	101	5-1 二辊不可逆式周期轧机	109
3. 练习题解答	101	5-2 薄板坯	109
第3章 初 轧	102	5-3 粗轧	109
1. 学习目的	102	5-4 粗轧机	109
2. 术语解释与补充说明	103	5-5 端头剪切机	109
3-1 半成品	103	5-6 氧化铁皮破碎机	109
3-2 钢坯精整	103	5-7 带材	109
3-3 按脱氧形式对钢种进行的分类	103	5-8 纵切圆盘剪	109
3-4 蓄热室	104	5-9 不锈钢	109
3-5 低碳钢	104	5-10 硅钢	109
3-6 轧制程序表	104	5-11 分层和夹层	109
3-7 空冷	104	5-12 切头	109
3-8 缓冷	104	5-13 三段式连续加热炉	110
3-9 喷丸处理	104	5-14 轧边机	110
3-10 磁粉探伤仪	104	5-15 精轧出口温度	110
3. 练习题解答	104	5-16 轧辊凸度	110
第4章 厚 板	105	5-17 精整操作	110
1. 学习目的	105	5-18 耐候性	110
2. 术语解释及补充说明	105	5-19 耐海水性	110
4-1 焊接法	105	3. 练习题解答	110
4-2 可焊性	106	第6章 冷轧薄钢板	111
4-3 热处理	106	1. 学习目的	111

2. 术语解释和补充说明	112	2. 术语解释和补充说明	116
6-1 加工性	112	8-1 异型坯料	116
6-2 深冲加工	112	8-2 轻轨	116
6-3 轧制润滑油	112	8-3 耳子	116
6-4 深冲	112	8-4 折叠	116
6-5 铝镇静钢	112	8-5 导卫装置	116
6-6 辊缝	112	8-6 活套控制	116
6-7 冲压加工	112	8-7 输送辊道	116
6-8 时效	112	8-8 翻钢机	116
3. 练习题解答	112	8-9 压弯	116
第7章 棒材和线材	113	3. 练习题解答	117
1. 学习目的	113	第9章 钢管	117
2. 术语解释及补充说明	114	1. 学习目的	117
7-1 飞剪	114	2. 术语解释和补充说明	118
7-2 缩管	114	9-1 电焊管	118
7-3 发状裂纹	114	9-2 螺旋焊管	118
7-4 推料机式	114	9-3 UOE压焊管	118
7-5 步进式	114	9-4 炉焊管	118
7-6 脱碳	114	9-5 油井用钢管	118
7-7 围盘	114	9-6 折叠	118
7-8 加勒特式线材轧机	114	9-7 无氧化加热炉	118
7-9 断面收缩率	114	9-8 感应加热炉	118
7-10 轧辊机架	114	9-9 自动轧管机法	118
7-11 终轧前废品	114	9-10 于仁恩·赛茹尔内热挤压法	118
7-12 直接热处理	114	9-11 双涂层	118
7-13 索氏体组织	114	3. 练习题解答	118
7-14 椭圆度	114	第10章 轧制技术的展望	120
7-15 缴粗	114	1. 学习目的	120
3. 练习题解答	114	2. 术语解释和补充说明	120
第8章 型钢	115	10-1 形变热处理法	120
1. 学习目的	115	10-2 张力减径机	120
附：《钢铁厂技术培训参考丛书》书目	121		

第1章 前言

1. 轧制和轧制技术的进步

1775年英国的亨利·哥德在普茨茅斯港的劳德里建立了一个炼铁厂，对新的铁精炼法（参见指导书1-1）进行了研究，发明了反射炉中用煤做燃料使生铁变为熟铁的方法，从而取代了以前使用木炭精炼生铁的方法（参见指导书1-2）。

这种方法是使用类似于反射炉形式的搅炼炉（见图1-1），它是一种小型浅底炉，以生铁为原料，当时可得到大量熟铁（参见指导书1-3）。具体操作方法是：在炉床上铺上铁矿石，再放上生铁，用煤做燃料加热，然后，加入氧化铁，用铁棒充分搅拌，使生铁和铁矿石发生作用，碳含量逐渐减少，制造粘稠状的熟铁（类似我国古代的炒钢——编者）。使用这种炉子，搅拌操作是不可缺少的，所以叫做搅炼法。由于这种搅炼法的发明，使钢有了轧制的可能性。随后钢铁加工也采用了瓦特发明的蒸汽机（1769年），用轧机代替了铁锤，形成了焦炭高炉→搅炼法→轧机这样一种新的钢铁技术体系。

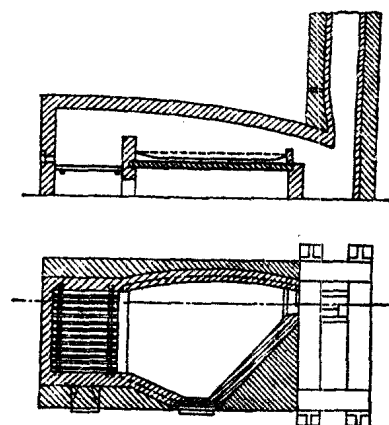


图 1-1 搅炼法(左手方向为煤炭燃烧室)

其结果，获得了廉价的熟铁，同时，熟铁的应用也推广了，而轧机成了钢铁加工的主要设备。

在欧洲，钢构件和钢筋混凝土同时得到发展，其次厚板轧制也有了进展。1887年下水的英国艾利斯号军舰，就是最初的钢制的舰船，以后钢质舰船的进步和厚板轧制技术的进步相互促进，日新月异地向前发展。由于装甲板和炮弹的竞争，出现了镍钢和铬钢。为了解决这些新钢种的硬度问题，提高了轧机的强度。随后钢管轧机有了新的进展。1885年曼内斯曼兄弟发明的钢管轧制法，扩大了钢管的用途，使生产高压管成为可能。

随着钢轨、型钢、厚板、钢管轧制技术的进步，传统的棒材、线材、薄板的轧制、镀锌薄钢板的生产也都相应的取得了进展。

线材和带钢从十九世纪就有了连续轧制法。用这种方法生产宽幅薄板的试验工作也早已开始。二十世纪二十年代，由于汽车工业、食品罐头工业以及机械和电气工业的发展，在美国才可能形成宽带钢连续轧制工业。美国轧钢公司于1923年建造了第一台带材轧机，1926年美国哥伦比亚炼钢公司又建起了现代连续式带材轧机。

这台美国的连续式带材轧机，在第二次世界大战后对全世界的钢铁工业发生了很大的影响，并成为日本现代钢铁工业的基础。二次大战后，特别是1950年以后，有了新的进

展, 改进了加热炉自动控制, 采用了X射线测厚仪等。六十年代, 由于板厚自动控制的采用, 板宽控制的研制成功, 驱动电机和控制回路的改善, 轧制润滑剂的改良, 板厚、张力、压下量、轧制力等测量仪器可靠性的提高, 换辊操作机械化等各项轧制技术的全面现代化, 导致操作速度大幅度加快, 作业率也提高了。二次大战后日本轧制技术的革新是从型钢、棒材、线材的制造工艺开始的, 后来才波及到线材、型钢、棒材的近代化。线材轧制在五十年代前半期由于日本引进了西德和美国的全连续轧机, 生产面貌为之一新。进而由于半导体元件的应用使电机控制得到了改善, 轧机机架的改革等使轧制速度再次得到提高, 最新的全连续轧机上, 所有机架呈水平与垂直交替配置完全消除了线材的扭绞现象, 精轧速度已提高到60米/秒以上。

六十年代日本高速公路、高层建筑、港湾等工程项目激增, 为了满足这些土木工程对型钢的需要, 从那时起就建设了专门生产宽缘工字钢的工厂。另外, 中小型钢材的轧制, 与钢板轧制同时都连续化了。对异形钢材、钢板桩、冷弯型钢等提出形状、强度特点的要求后, 钢铁工程技术人员及其他有关技术人员同心协力, 对这些新材料的轧制技术也进行了研制工作。

在制管工业中, 二次大战后发展了焊接制管技术。在日本电阻焊管的产量激增, 从质量上来说, 也已经能生产石油、天然气管路和发电厂蒸汽透平用的钢管了。由于这种管材的原料材质和制造技术的改善, 孔型设计的改进等使成型技术得到了提高, 高频焊接的采用、超声波、涡流探伤法的发展等项新技术中, 许多是由日本独立完成的。在无缝钢管制造方面从第二次世界大战前延续下来的斜轧穿孔技术得到了提高。另外, 由于玻璃润滑剂热挤压法的引入, 这种方法已成为当前无缝不锈钢管生产的主要方法。

2. 轧制钢材的品种、用途和产量

轧制钢材(参见指导书1-4)的种类有数十种以上, 其中主要的有如表1-1中所列出的钢轨、钢板桩、型钢、棒材、线材、厚板、中板、热轧薄板及带卷, 冷轧薄板及带卷、硅钢薄板及带卷、钢管、轮箍等。而这些钢材各自还可分成几种或十几种。由1973年各种钢材产量的比例可以看出, 在表1-1里厚板、中板为19%, 棒材约为14%, 热轧薄板约为13%, 型钢约为13%, 冷轧薄板约占13%, 钢管约占10%, 线材约占7%。现就其中主要的品种简要介绍如下:

(1) 半成品

a. 钢坯(大方坯) 钢坯是由钢锭在初轧机上轧制而成的。横断面形状近于正方形, 每边尺寸为130~350毫米, 长度为1000~6000毫米。它的用途大都直接轧制大型和中型钢, 或者制成小钢坯及其他钢坯等。还有做为外销的锻造钢坯。

b. 小钢坯(小方坯) 形状和大钢坯相同, 只是横断面每边尺寸不到50~130毫米的正方形, 长为1000~20000毫米。

c. 扁钢坯(板坯) 扁钢坯是把带钢用的扁平钢锭粗轧得更扁一些而得。其横断面为矩形, 尺寸大体上是厚为45~300毫米, 宽为200~2000毫米, 长为1000~9000毫米。其用途是厚板、中板和薄板的坯料。

d. 异形钢坯 它是大型型钢用的坯料, 粗轧到接近于成品型钢形状的一种特殊半成品。主要用于轧制宽缘工字钢、钢板桩等产品。

表 1-1 1973年日本普通钢材按品种分类的产量

品 种		产量, 万吨	占总产量的比例, %	用 途
	钢 轨	55.3	0.60	钢轨
	钢板桩	120.8	1.31	护岸, 防波堤, 水门, 人孔, 游泳池, 其他土木建筑工程, 其他
	简易钢板桩	10.5	0.11	
	小 计	131.3	1.42	
型	宽缘工字钢	555.1	6.02	桥梁, 建筑用钢框架, 船舶, 车辆, 其他
	大 型	177.4	1.93	
	中 型	223.6	2.43	
	小 型	85.3	0.93	
	冷弯型钢	162.8	1.76	
	小 计	1204.2	13.07	
棒 材	大 型	31.9	0.34	机械零件, 土木, 建筑, 船舶, 车辆, 螺钉, 螺母, 其他
	中 型	60.9	0.64	
	小 型	1166.6	12.60	
	小 计	1259.4	13.67	
线 材	盘 条	92.6	1.0	螺钉, 螺母, 机械零件, 其他
	普 通	289.3	3.14	钢丝、镀锌钢丝、金属网、钉子、螺栓、铆钉、刺钢丝、螺钉、石笼
	特 殊	227.6	2.47	钢丝绳, 铠装线, 钢琴丝, 预应力混凝土用钢丝, 弹簧, 其他
	小 计	609.5	6.61	
	厚 板	1573.4	17.00	造船, 车辆, 钢框架, 桥梁, 重型机械, 槽子, 锅炉, 送水管, 化学装置, 建筑物
	中 板	180.3	1.94	小型船舶, 油槽车, 车辆, 大型滚桶, 其他
	小 计	1753.7	19.03	
热轧薄板	薄 板	61.5	0.67	电镀原板, 汽车部件, 车辆, 桶罐, 一般结构物, 家用电器, 其他
	带 卷	1166.6	12.66	
	小 计	1228.1	13.33	
冷轧薄板	冷轧钢板	298.1	3.24	汽车外板, 搪瓷器皿, 家具, 建筑用品, 家用电器, 电梯, 办公用品, 其他
	冷轧宽带卷	848.5	9.20	
	磨光带钢	25.8	0.28	
	小 计	1172.4	12.72	
	冷轧电工钢带	109.7	1.19	电动机, 发电机, 变压器, 通信机
	镀锡薄钢板	195.1	2.12	食品罐, 石油罐, 家庭用具, 装饰品
	镀锌薄钢板	518.3	5.62	建筑用, 广告牌, 黑板, 汽车用, 其他
	其他电镀钢板	74	0.81	
	小 计	897.1	9.74	
钢 管	热轧钢管	707.9	7.68	煤气用, 一般用, 高压用, 化学工业用, 气体容器, 油井用, 水道用, 汽车用, 建筑用, 其他
	冷轧钢管	33.4	0.36	
	电镀管	147.9	1.61	
	小 计	889.2	9.65	
	轮 箍	14.5	0.16	车辆, 其他
	合 计	9214.7	100.0	

(2) 条钢●

a. 棒材 棒材是由钢锭或者钢坯轧制而成的, 在钢材市场上仍然是最多的。根据断

● 日本的钢材分类方法与我国不同, 钢材名称也不一样, 本书按日本分类方法译出。——编辑

面形状划分为圆的、扁的、六角的、八角的、半圆的等等，此外还有周期断面棒材等。除断面形状外，根据尺寸大小，又可分为大型、中型和小型。各个品种的直径、边长、宽度等尺寸都已标准化。棒材中需要量最多的是小型棒钢。

圆钢的用途非常广泛，从机械、土木、建筑、船舶、车辆到二次制品的光亮钢棒、螺栓、螺母、铆钉等等。方钢用做小型拉门轨道、铁道用道钉等，大中型方钢作为锻铸件，多用于车辆上。扁钢用做板簧、机械零件、钢框架、农具、刃具等，用途也较广泛。六角钢主要用做螺母。在圆钢上每隔一定间距出现波节或者凹凸的周期断面棒材，是混凝土钢筋用的钢材。

b. 型钢 根据断面形状分为大型、中型、小型三种。这种型钢和棒材一样，也是用途很广的钢材。小型型钢以等边角钢为最多。大型型钢中，宽缘工字钢、槽钢、等边角钢、不等边角钢等较多，也有其它特殊品种。其中宽缘工字钢是一种断面性能优良的钢材，其断面为H形，它的边较普通工字钢的边宽，而且要求边的内外面平行。这种钢材可以做结构用和基础桩用，前者用做要求有高度安全性的建筑用梁、地下构件；后者用在基础工程上。钢板桩在型钢中具有特殊的用途，形状复杂，壁的厚度也薄，和轧制其他钢材相比，其技术是比较复杂的。这种钢材用于护岸、防波堤、水门、人孔、游泳池等处，其他使用钢框架的土木工程中，可以说也一定要使用这种钢材。

c. 线材 普通线材的直径尺寸已经标准化了，也有标准线径是5.5毫米，一盘重2吨左右的线材。和这个标准相比，太粗的产品以前称作粗号线材，现在尚没有明确规定。最粗线径可达19毫米，在此值以上的称作成卷圆钢。按材质可分为普通线材，特殊线材，特殊钢线材等；在数量上普通线材生产最多。普通线材用做低碳钢丝、镀锌钢丝，金属网、钉子、螺丝、铆钉、刺钢丝、冷加工标准件、石笼等；特殊线材用做铠装线、涂药电焊条芯、钢绞线、钢丝绳、弹簧、幅条、伞骨、缝纫机针、预应力混凝土用钢丝等。

d. 钢轨 按照每米长的单重，钢轨可分为轻轨与重轨，通常在22公斤以下的称为轻轨，在此以上的称为重轨。钢轨按用途分为铁路用、电车用、吊车用、升降机等。近年来，大量生产了新干线用的重轨。

(3) 钢板 钢板中有热轧钢板及冷轧钢板（包括板片和带卷）之分。按其品种，钢板又分为厚板、中板、花纹板、双金属钢板；在薄板中有热轧薄板、冷轧薄板、宽带钢、镀锡薄钢板、镀锌薄钢板、热镀铝钢板、特殊薄膜钢板，还有硅钢板。

热轧钢板中，厚度在6毫米以上的为厚板，3~6毫米者为中板，3毫米以下的称为薄板，宽带钢是指宽度在600毫米以上的带钢。

冷轧钢板中，镜面宽带钢是指宽度在600毫米以上带钢卷，钢板和带钢的区别是以板片状还是带卷状来划分的。

厚板的用途非常广泛，主要用于造船、车辆、钢框架、桥梁、重型机械、槽罐、锅炉、高压送水管、化工装置等，特别是在造船方面用的最多。花纹板的生产方法与厚板相同，只是用刻有花纹的精轧辊来进行精轧。最近在热轧带钢轧机上轧制较薄的钢卷较多。由于船舶涉及生命财产的安全，所以造船用钢板和锅炉钢板一样，在交货时必须进行严格的质量检查。

热轧薄板是热带钢轧机生产的，所以被特别称为宽带钢。薄板主要用途有电镀用原板，车辆，大铁筒，一般构件及家用电器等等。

冷轧薄板在冷轧带钢轧机上进行生产，把热轧带卷酸洗后在冷轧带钢轧机上连续轧制而成。

冷轧薄钢板的表面光洁，这种材料做的制品，表面电镀的效果也较好，还适于冲压加工。冷轧薄钢板的用途极为广泛，如汽车壳体 和部件、车辆、家用电器、电镀用的原板等。镀锡薄板是在极薄钢板上镀锡而成的，可用做罐头盒等。硅钢板是磁性材料，含硅量比普通钢板多得多，用于发电机、电动机、变压器等电器设备上。

（4）钢管 根据钢管的生产方法可以分成若干种。无缝钢管是在专门的穿孔机上穿孔，再在这个孔中放入硬度很大的芯头进行轧制，或者通过热模具挤出的。它没有缝，是高级钢管，主要用途是高压用管，化工用钢管，气体容器用钢管，油井用钢管，水道和煤气用钢管。炉焊管是使加热的管坯通过喇叭筒形模孔熔接而成的。普通焊接管通过冷成型，制成管坯，通过电阻加热和煤气加热焊接成的，用电阻法熔接的叫做电焊管。焊接管可用做煤气管、一般用管、化工用高压管、油井用钢管、水道用钢管、自行车和汽车用钢管等。

第2章 轧制加工方法

1. 轧制的定义

在炼钢厂通常用铸造法生产的钢锭，由于它的晶粒粗大，并含有如图 2-1 所示的偏析（参见指导书2-1）、夹杂物（参见指导书2-2）、缩孔（参见指导书2-3）、气泡（参见指导书2-4）等内部缺陷，韧性（参见指导书2-5）很差，不适合直接作钢材使用。

这种钢锭经过反复地加热和加工，在使晶粒细化的同时，这些内部缺陷也将被压碎和破碎，并尽量消除之，生产出所希望的各种尺寸规格和形状的强度高韧性好（参见指导书2-6）的优质钢材。

这种加工方法有各种加工形式，但在使钢发生塑性变形方面是一样的。其中，如图 2-2 所示，坯料从上下两个旋转着的轧辊之间通过时产生连续变形，把这种方法叫做轧制加工（简称轧制），而这种轧制加工所使用的机器叫做轧机。

轧制的历史很悠久，古时使用木锤或石锤把金属块打成薄片。据说十五世纪中期，在印度采用两个旋转着的木棒，压榨甘蔗，挤出糖浆。这种机器的出现，使当时的欧洲人受

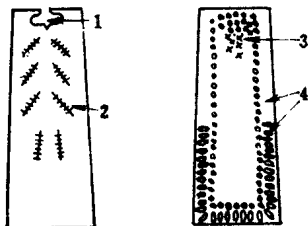


图 2-1 钢锭断面上的缺陷

1—缩孔；2—偏析；3—非金属夹杂物；4—气泡

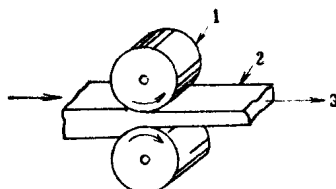


图 2-2 轧制加工

1—轧辊；2—轧件；3—轧制方向

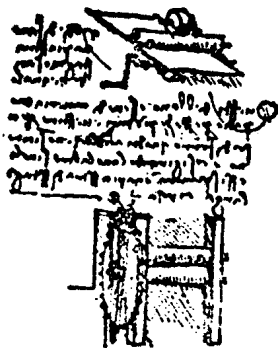


图 2-3 1486年时雷奥纳尔德·达·温契设计的轧机草图

到了启发，他们研制成功了轧制金属板用的轧机。

十五世纪后半期雷奥纳尔德·达·温契（レオナルド・ダ・ヴィンチ）所设计的这种样子的轧机草图，如图 2-3 所示。它主要用于家庭小规模生产，轧制硬币和装饰品等。

到十八、十九世纪时，轧机的动力（参见指导书2-7）逐步地由水力→蒸汽→电力发展起来，轧机本身也随之迅速改进，直到二十世纪的今天所出现的所谓高速度、高精度带钢连轧机。根据加工温度，轧制加工分成熟轧和冷轧。

轧制还按轧材的品种来分类，如轧制钢坯的初轧，生产成品钢材的厚板轧制，薄板热轧，薄板冷轧，线材轧制，型钢轧制，钢管轧制等几大类。

2. 轧制加工的基础

(1) 塑性加工的定义 通过加工发生变形。

一般来说,材料受到外力作用时发生变形,当外力去除后回复到原来形状,把这种性质叫做弹性,这种变形叫做弹性变形。

但是,在外力超过某个数值以上时,当外力去除后,也不能再回复到原来的形状,多少残留一些变形,这种性质叫做塑性,这类变形叫做塑性变形。

所有的材料均具有弹性和塑性,塑性加工就是利用材料的这种塑性,制造所希望尺寸和形状制品的方法。

(2) 塑性加工的基础

a. 金属的晶粒和加工 金属是晶体,常温下加工时比较硬。

雪花是美丽的,仔细一看是晶体状的(图2-4)。红宝石和蓝宝石也是晶体。

金属和合金(参见指导书2-8)也是由很多个这样的晶体集合而成的结晶组织。

金属和合金放在金相显微镜下观察时,可清楚地看到是由许多小颗粒构成的龟甲状组织,如图2-5所示。每一个小颗粒称作物晶粒,晶粒的集合态叫作结晶组织。

金属丝的某一部分在常温下经反复弯曲多次,最后被折断。这是因为当在一个地方反复弯曲时,晶内发生应变、该处就变硬、变脆,最后达到不能再承受外力的程度。因此,

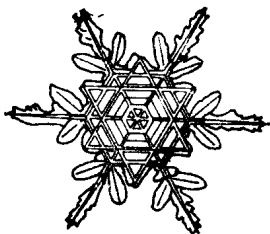


图 2-4 雪花结晶

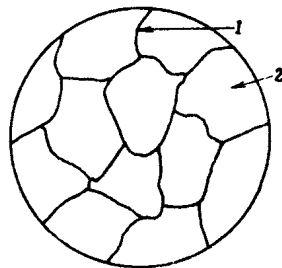


图 2-5 金属晶粒

1—晶界; 2—晶粒

在常温下加工材料时所产生的硬脆现象叫作冷加工硬化。如果把这样加工硬化状态的材料放在金相显微镜下观察,就能看到晶粒变小并沿着某一个方向被拉长,如图2-6所示的那样。

b. 金属再结晶 把加工硬化了的材料,加热到某一温度以上时它将发生软化。

常温下加工的金属和合金的结晶颗粒,如前所述,它沿着某一方向变得细长并发生硬化,而将此种材料加热到某一温度以上时,在晶粒边界处将有新的晶粒出现,最后全都变成新的晶粒,此种现象叫做再结晶(如图2-7所示)。再结晶开始的温度叫做再结晶温度。

再结晶温度随着材质不同而不同,但是同一材质加工率越大再结晶温度就越低。表2-1中列出了主要金属的再结晶温度。

常温下加工的金属和合金加热后发生再结晶时,整体变成了没有应变的新晶粒,使材料回复到加工前的状态。

c. 热加工和冷加工 以再结晶温度为界限分成热和冷两个温度范围。

塑性加工中,根据被加工材料的温度不同,在再结晶温度以上范围进行的加工称为热

加工，在再结晶温度以下范围进行的加工称为冷加工。

热加工时，由于材料的塑性很高，所需的动力小，容易获得较大的变形量。而冷加工则具有所加工的制品表面光洁、尺寸精确等特征。

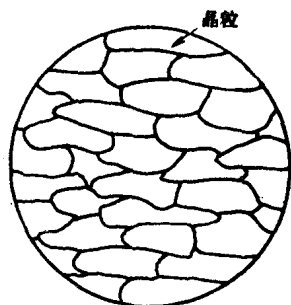


图 2-6 晶粒变形



图 2-7 再结晶机构

表 2-1 主要金属的再结晶温度

(单位:°C)

金 属	再结晶温度	金 属	再结晶温度	金 属	再结晶温度
镁	150	铜	200	镉	常 温
铝	150	锌	常温	锡	常温以下
铁	450	钨	900	钨	1200
镍	600	银	200	铅	常温以下

(3) 热加工及其材质变化

a. 热加工时金属组织的改善 通常，铸造钢锭的结晶组织粗糙，而且在晶粒边界处有成分偏析，内部含有小气泡，无均匀性，这种铸造钢锭强度低，韧性不佳。

这种状态的钢锭，其性能可以通过热加工得到改善。也就是说，由于反复多次加工，这些粗糙的晶粒被破碎，在晶粒细化的同时，气泡被压紧而消失。再有加工前，在高温下均热，偏析在某种程度上也会减轻。

b. 热加工和方向性 由于各方向上性能不同，材料保持着方向性。

切断热加工钢材，观察其断面，能看到晶体内部的纤维状组织（参照图2-8）。这种纤维组织是沿加工方向延长的非金属夹杂物和成分偏析等分布而成的，这种组织对钢材的机械性能影响很大，使沿加工方向和垂直加工方向的强度出现差异。

c. 热加工和金属再结晶 再结晶一出现，就防止了加工硬化。

由于热加工，晶粒一发生变形，立刻就发生再结晶，形成新的没有应变的晶体，以代替原来有应变的晶体。以热轧为例，图 2-9 表示出热加工中的组织变化情况。在轧辊左侧轧件中的晶粒，进入轧辊后，全部被压碎，且沿轧制方向伸长；而且通过轧辊后立即开始产生新的小晶粒，并随时间延续而长大，形成新的晶粒。它们的形状几乎大小相同，不再沿着某个方向伸长。这样，热加工时，由于在加工过程中晶粒再结晶，不会引起冷加工时出现的那种加工硬化现象，故可以继续加工。

d、热加工时的终轧温度和晶粒度的变化 产品的质量要求是由材料的化学成分以及