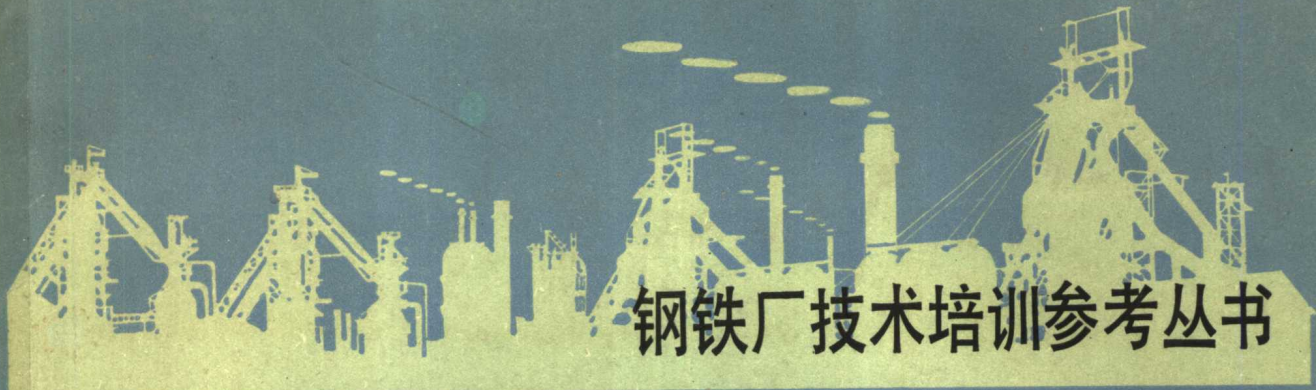




钢铁厂技术培训参考丛书

线材、 小型棒材精整

冶金工业出版社

84年10月18日

1.6
44

钢铁厂技术培训参考丛书

线材、小型棒材精整

耿树林 译

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，是《线材、小型棒材轧制》一书的继续。

本书的主要内容包括线材和棒材的精整、热处理、冷拔、锻造等。为使读者易于理解这些工艺过程，本书使用大量图表，文字叙述也较简明易懂。本书后面附有“教学指导书”，对有关名词等作了通俗的解释。每章的后面都附有一些练习题，以加深对内容的理解。

钢铁厂技术培训参考丛书

线材、小型棒材精整

耿树林 译

*

冶金工业出版社出版发行

(北京市灯市口74号)

冶金工业出版社印刷厂印刷

*

787×1092 1/16 印张 9 1/4 字数 210 千字

1982年4月第一版 1982年4月第一次印刷

印数 00,001~3,500 册

统一书号: 15062·3703 定价1.00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 言

这本《线材、小型棒材精整》是《线材、小型棒材轧制》一书的继续，是条钢生产部门线材棒材方面的一本简明教科书。本书是为从事钢铁事业的人们系统掌握各制造工序的基本知识而编写的。

大家知道，工厂生产的线材、棒材不经过加工就使用是很少的，而是要经过精整、热处理、冷拔、锻造等工序，按各种不同用途加工后，才送去实地应用的。通常大家都想知道，轧制产品是经过哪些工序成为最终产品的，也想系统地学习这些工序的知识。

为了使大家易于理解这些工艺过程，本书使用了大量图表，在表达上尽量使大家容易接受，解释也力求简明易懂。在编辑上，除了考虑叙述上的方便，还尽量把那些必需而且重要的条目选择收集进来。另外，在各章的末尾还有一些练习题，希望能由此达到对课文更加深入的理解。

目 录

第1章 线材精整 1	(1) 缺陷检查及清理作业的目的..... 27
1. 卷取作业..... 1	(2) 二次加工和缺陷检查及清理作业..... 27
(1) 线材的卷取..... 1	(3) 缺陷检查及清理方法..... 29
(2) 卷取装置..... 1	(4) 缺陷清理标准及容许存在范围..... 30
(3) 卷取作业和盘条的质量..... 4	6. 棒材精整设备..... 31
2. 冷却作业..... 4	(1) 精整设备..... 31
(1) 冷却作业..... 4	(2) 缺陷检查设备..... 37
(2) 直接热处理法..... 5	7. 检查作业..... 40
(3) 二次氧化铁皮..... 5	(1) 制品的标准和质量特征..... 40
(4) 直接热处理线材的质量..... 7	(2) 精整工序产生的缺陷..... 43
3. 线材的质量和标准..... 7	8. 打捆、标记和发货作业..... 44
(1) 尺寸公差和椭圆度..... 7	(1) 打捆作业..... 44
(2) 缺陷..... 9	(2) 标记..... 45
(3) 脱碳..... 11	(3) 发货作业..... 45
(4) 机械性能..... 11	练习题..... 46
(5) 氧化铁皮..... 12	第3章 热处理 47
4. 精整作业..... 12	1. 钢铁状态图..... 47
(1) 钩式输送机..... 12	2. 热处理的种类和目的..... 48
(2) 切头切尾..... 12	(1) 正火..... 48
(3) 检查..... 13	(2) 退火..... 49
(4) 打捆..... 16	(3) 淬火..... 50
(5) 标记..... 17	(4) 回火..... 52
(6) 发货..... 19	(5) 发蓝处理..... 53
练习题..... 21	(6) 索氏体化处理..... 53
第2章 棒材精整 22	3. 热处理设备..... 53
1. 前言..... 22	(1) 热处理炉的分类..... 54
2. 冷却作业..... 22	(2) 热处理炉的特性..... 54
(1) 冷却作业..... 22	(3) 热处理炉简介..... 55
(2) 冷床..... 23	4. 保护气氛热处理..... 57
3. 切断作业..... 24	(1) 保护气体的种类..... 57
(1) 冷剪切..... 24	(2) 光亮热处理..... 58
(2) 热锯切..... 25	练习题..... 58
(3) 气割..... 25	第4章 棒材的二次加工(银亮钢棒材的制造) 60
(4) 倒棱..... 25	1. 拉拔加工..... 60
4. 计数作业..... 26	(1) 概述..... 60
(1) 计数作业..... 26	(2) 拉拔加工的原理..... 60
(2) 计数装置..... 26	
5. 缺陷检查及清理作业..... 27	

(3) 加工条件对拉拔力的影响.....61	(4) 热锻造用设备.....83
(4) 拉拔设备.....63	(5) 自由锻.....83
(5) 拉拔的工艺过程.....64	(6) 模锻.....84
2. 剥皮.....65	2. 冷锻造.....85
(1) 概述.....65	(1) 冷锻造的特点.....85
(2) 工艺过程.....66	(2) 冷锻造的基本方法.....86
3. 无心砂轮研磨机研磨.....66	(3) 冷锻造用坯料.....86
(1) 概述.....66	(4) 冷锻造用机械.....89
(2) 工艺过程.....66	3. 滚轧成形.....90
4. 银亮钢棒材的质量特征.....67	(1) 螺纹的滚轧方法.....90
练习题.....68	(2) 滚轧搓丝的优点.....90
第5章 线材的二次加工69	4. 切削.....90
1. 热处理.....69	(1) 切削加工的种类.....90
2. 拉丝前的预处理.....69	(2) 工作机械.....92
(1) 去除氧化铁皮.....69	(3) 切削成形产品的实例.....92
(2) 润滑处理.....70	练习题.....95
3. 拉丝.....71	第7章 按用途选择钢材96
(1) 拉丝机.....71	1. 按零件的用途选择材质.....96
(2) 拉模.....73	(1) 普通钢.....96
(3) 拉丝用润滑剂.....73	(2) 线材和线材的二次加工制品.....96
(4) 其他.....73	(3) 合金结构钢.....96
4. 加工对丝的质量的影响.....74	(4) 工具钢.....96
(1) 对机械性能的影响.....74	(5) 弹簧钢.....97
(2) 成品钢丝上的缺陷.....75	(6) 轴承钢.....97
5. 表面扒皮法.....76	(7) 易切削钢.....97
(1) 刮皮.....76	(8) 日本工业标准的其他钢种.....97
(2) 剥皮.....76	(9) 日本工业标准以外的标准.....97
(3) 研磨.....76	2. 按成形方法选择材料.....98
6. 线材的二次加工制品.....77	(1) 热轧材直接使用.....98
练习题.....81	(2) 热锻造用钢材.....98
第6章 钢材的成形82	(3) 切削加工用钢材.....98
1. 热锻造.....82	(4) 冷锻造用钢材.....98
(1) 热锻造的特点.....82	3. 关于淬透性和淬火钢.....98
(2) 热锻造的目的.....82	4. 硼钢.....100
(3) 加热操作.....83	练习题.....101

教 学 指 导 书

第1章 线材精整102	1-2 机械性能.....103
1. 学习目的.....102	1-3 前滑率.....103
2. 用词解释及补充说明.....102	1-4 填充率.....103
1-1 轧废率.....102	1-5 波动控制.....103

1-6 间歇式水冷法.....	104	3-15 回火脆性	122
1-7 铅浴淬火和空气淬火.....	104	3-16 回火性能曲线	122
1-8 DP法、KP法、ED法.....	104	3-17 时效硬化	122
1-9 线材缺陷的分类.....	105	3-18 辐射管	122
1-10 热态尺寸测定装置.....	105	3-19 马弗炉	122
1-11 热态缺陷检验装置.....	107	3-20 碳势	122
1-12 盘条重量的演变.....	107	4. 练习题解答.....	122
3. 练习题解答.....	108	第4章 棒材的二次加工	123
第2章 棒材精整	109	1. 学习目的.....	123
1. 学习目的.....	109	2. 用词解释及补充说明.....	123
2. 用词解释及补充说明.....	110	4-1 网格法.....	123
2-1 氧化铁皮.....	110	4-2 钢材拉拔时中心和外层的变 形应力.....	123
2-2 冷剪机的切断原理和间隙.....	111	4-3 拉拔力.....	123
2-3 被切断材料的温度控制.....	111	4-4 材料对拉拔力的影响.....	126
2-4 脱磁方法和磁性确定.....	111	4-5 矫直变形.....	126
2-5 用超声波探伤机检测“缺陷”	112	4-6 磁力探伤仪和涡流探伤仪.....	126
2-6 抽样检查法.....	113	4-7 银亮钢棒.....	127
3. 练习题解答.....	113	4-8 表面光洁度的表示法.....	129
第3章 热处理	114	3. 练习题解答.....	130
1. 学习目的.....	114	第5章 线材的二次加工	130
2. 补充说明.....	114	1. 学习目的.....	130
(1) 钢铁状态图	114	2. 用词解释及补充说明.....	130
(2) 热处理的种类和目的	115	5-1 氧化铁皮的溶解.....	130
(3) 热处理设备	118	5-2 钢丝绳	131
(4) 保护气氛热处理	119	5-3 钢丝的试验方法.....	131
3. 用词解释.....	121	5-4 总断面缩小率(也叫断面收缩率).....	131
3-1 铁磁性.....	121	5-5 加工对线材性能的影响.....	132
3-2 顺磁性.....	121	5-6 镀覆.....	132
3-3 A ₃ 相变点	121	3. 练习题解答.....	133
3-4 A ₁ 相变点	121	第6章 坯料的成形	134
3-5 析出.....	121	1. 学习目的.....	134
3-6 物理性质.....	121	2. 用词解释及补充说明.....	134
3-7 一般热处理.....	121	6-1 用高频电流加热.....	134
3-8 韧性.....	121	6-2 感应加热炉.....	134
3-9 淬火裂纹.....	121	6-3 冷镦钢丝.....	134
3-10 氧化	121	3. 练习题解答.....	134
3-11 脱碳	121	第7章 按用途选择坯料	135
3-12 残余应力	122	1. 学习目的.....	135
3-13 残余奥氏体	122	2. 练习题解答.....	135
3-14 常年时效变化	122		

附:《钢铁厂技术培训参考丛书》书目

第1章 线材精整

1. 卷取作业

(1) **线材的卷取** 线材在精轧机上于 $950\sim 1050^{\circ}\text{C}$ 下轧成规定尺寸,然后在精轧机和卷线机之间的水冷带上冷却到 $750\sim 900^{\circ}\text{C}$,并由卷线机卷成盘。

在线材轧制设备中,卷取作业的操作速度是最高的,因此,轧废率高(参见指导书1-1)。另外,由于盘圆时的温度高,会产生划伤、氧化铁皮和机械性能(参见指导书1-2)不良等缺陷,对质量的影响大,要求有很高的操作技术。

另外,从设备维护方面来看,布线盘容易震动、轴承和给油装置的维护检修、与线材接触部分的磨损部件的更换和修补等等,这些与产量和质量都有直接联系。

(2) **卷取装置** 卷取装置由将线材送入卷线机的夹送辊、把线材卷起来的卷线机和盘卷输送机组成。

a. 夹送辊 夹送辊的位置要尽量靠近卷线机。使用夹送辊的目的有:

- ① 在生产速度低的粗线材时,将线材尾部由精轧机送到卷线机。
- ② 从精轧机到卷线机间线材在走行中有阻力,用夹送辊辅助线材行走。
- ③ 在生产细线材的线速度很高,线材尾部从布线盘出来的时候,由于离心力的作用,盘卷尾部会散开,用夹送辊进行控制。

不论在什么时候,夹送辊的圆周速度都必须准确地与轧件的速度相同。这里,当轧件的线速度高的时候,要考虑线材的前滑率(参见指导书1-3),这样,夹送辊转数就必须给定。

夹送辊的型式有:

- ① 象轧机的型式,采用二重式水平辊(图1-1)。
- ② 为换辊方便,采用外伸式悬臂辊。
- ③ 使用高速立式布线盘,创造了链式导卫装置或辊动导卫装置(图1-2)。

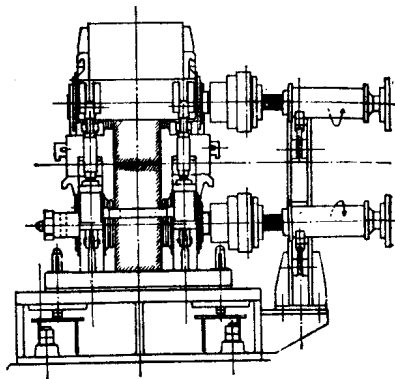


图 1-1 二重式夹送辊

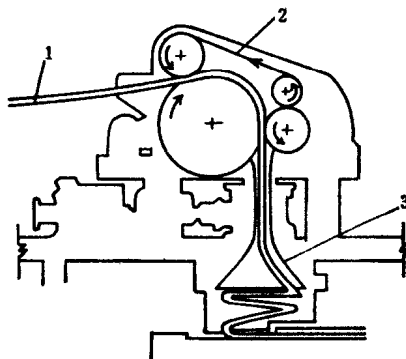


图 1-2 链轮导向式夹送辊
1—轧材, 2—导向链轮, 3—布线盘

夹送辊影响线材质量的主要原因是给定的辊子间隙不当和辊子表面有缺陷，因此，必须对此加强管理。

b. 卷线机

卷线机的型式可大致分为过去使用的布线式和成圈式，以及1965年发明并广为普及了的斯太摩尔式。这种区分法是按线材尺寸、轧制速度、盘卷重量来分的。

(a) 布线式卷线机 布线式卷线机(如图1-3所示)由布线盘、积线筒和推出机组成。回转着的布线盘将走行着的线材缠绕成环状，并一环一环地积累到积线筒上，构成盘卷后，由推出机推出。这种形式的卷线机每卷一圈线材要扭转一次(不适于卷取方扁型材——译者注)。

布线式卷线机的特点：

① 一般适用于卷取 $\phi 13$ 毫米以下高速轧制的线材。通常，在线材直径在 $\phi 5.5$ 毫米，速度超过20米/秒的情况下使用这种卷线机。

② 回转布线盘或吐丝盘与成圈器相比，惯性力小，而且在轧制中不需要每根线材都起、停车一次，所以，电机容量有原来的 $1/2 \sim 1/3$ 即可。

③ 布线盘比较小，能够靠波动控制(参见指导书1-5)调整转数，改变成圈直径，所以能改变盘卷的卷取形状。

④ 盘卷卷取密实，冷却速度缓慢。盘重增加时，这种影响就更大。

(b) 成圈式卷线机

成圈式卷线机(如图1-4所示)是由回转绕线轴或绕线架将走行着的线材卷到卷筒上的。

本装置是由与线材同步的旋转内绕线架、外绕线架、盘卷提升工作台和盘卷推出机组成的。

成圈式卷线机有以下特点：

① 线材的速度在20米/秒以下时，可用其卷取所有直径的线材。这是通常形式的卷取机很难做到的。

② 这种卷取形式对轧材没有扭转作用，所以不只是线材能用，扁钢和方钢也能使用。

③ 线材盘成盘卷后，每盘都要停车、开车，随着盘重增大，机械也必须随之增大。

④ 同布线式卷线机一样，卷好的盘卷的冷却速度慢，需要在卷取或是在输送链上的输送过程中，采取辅助冷却措施。

(c) 斯太摩尔式卷线机 采用布线式或成圈式卷取方法都有盘卷内外冷却速度显著不同的缺点。因而发明了斯太摩尔等线材冷却设备。这种装置(见图1-5)是在过去的布线式卷线机上加上冷却输送链和盘卷收集装置所组成。线材需要经过这些装置之后再盘成卷。

使用这一系列设备制造出来的线材，由于在输送链上进行了强制冷却而得到了热处理，从而改善了线材的机械性能，这样可以省去二次加工时的热处理。另外，二次氧化铁皮产生得少而且均匀，所以在生产盘重超过1吨的重盘盘条时，这种设备是必不可少的。

(d) 推出机和输送机 用布线式和成圈式卷线机卷取的盘条，由推出机送到输送机上。输送机有链式的、板式的和辊式的。

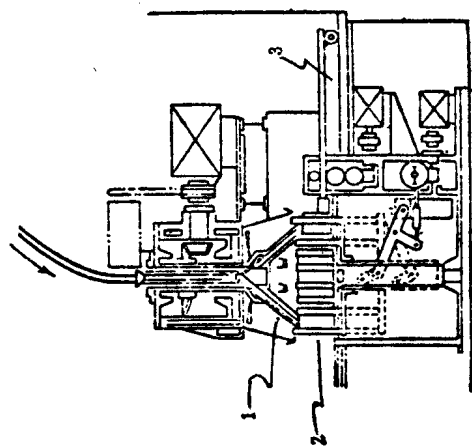


图 1-3 布线式卷线机

1—布线盘，2—绕线架，3—盘卷推出机

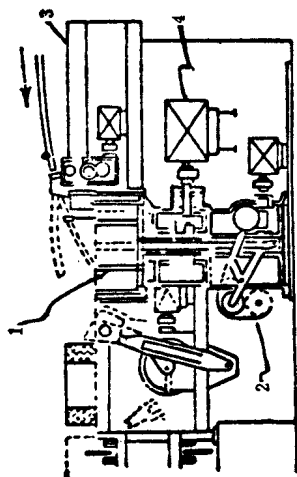


图 1-4 成圈式卷线机

1—绕线架，2—盘卷提升机，3—盘卷推出机，4—电机

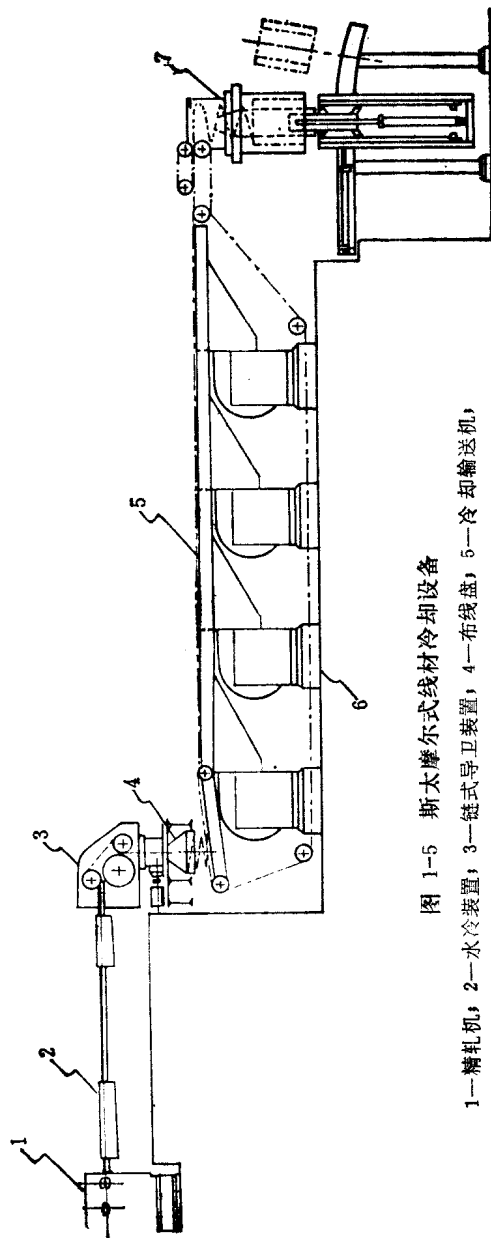


图 1-5 斯太摩尔式线材冷却设备

1—精轧机，2—水冷装置，3—链式导卫装置，4—布线盘，5—冷却输送机，6—冷却用风机，7—盘卷收集装置

使用这一连串设备的时候,机械和盘卷下部相接触的地方要柔软,以免划伤盘条,而盘条的头尾更不要咬到机器缝里。像这样细小的地方都要给予重视。

(3) 卷取作业和盘条的质量 制造盘条时,卷线机及其附属设备对盘条的质量影响很大,现叙述以下主要几点:

a. 划痕 在线材卷取过程中或在之后的搬运过程中,都会使线材产生划痕。

盘重越大,产生缺陷的可能性越大。因此,必须下工夫避免设备与盘条互相摩擦。在不可避免摩擦的地方,要改善机械的材质,最好进行表面加工处理,提高其硬度;对设备进行定期修补也是不可缺少的。

b. 卷取的形状 线材由卷线机卷成内径 $\phi 700 \sim \phi 900$ 毫米、外径 $\phi 1100 \sim 1300$ 毫米的盘卷。盘卷的高度因其重量和直径的不同而异。考虑到运输及堆放场地,希望盘卷尽量密实、低矮。人们用填充率(参见指导书1-4)一词作为表达盘卷卷取好坏的指标。

在用卷线机卷取线材时,如果卷线机的圆周速度比线材的线速度快,则盘卷的直径小;若圆周速度比线材的线速度慢,则盘卷的直径大。利用这个关系,变化卷线机马达的转数,就能做到对盘卷填充率的控制。这就是所谓对卷线机进行波动控制(参见指导书1-5)。

c. 物理性能及氧化铁皮 线材通常是在 750°C 以上的高温下被卷成卷的,由于以后的冷却速度不同,其物理性能和氧化铁皮的量有显著差别。采用成圈式或布线式设备,盘卷的外部 and 中心的物理性能和氧化铁皮的量不可避免的要有一些差别。为改善产品质量,要尽量压低卷取温度,要在卷取过程中和在输送机上施行强制冷却。

下述直接热处理法能改善这个过程,使线材的物理性能和氧化铁皮均匀。因此,在制造冷却速度慢的、盘重大的盘卷时,直接热处理设备是不可缺少的。

2. 冷却作业

(1) 冷却作业 轧制完了的线材要在卷取和送往下一道工序的过程中进行冷却。冷却的目的有以下三点:①抑制线材表面产生二次氧化铁皮;②改善线材质量;③使下道工序容易操作。

一般使用水和空气。作为冷却介质,按线材的形状,大致可分为以下三种冷却方法。

a. 线材出精轧机后,在走行中进行冷却的方法 线材在精轧机上轧完后,经导卫装置送往卷线机。为了控制二次氧化铁皮,通常用 $2 \sim 10$ 公斤/厘米²的高压水喷撒行走着的线材。同时,根据卷取温度,调节冷却水量。另外,在冷却方法上,有采用短时间间歇冷却办法的(参见指导书1-6),以便使线材的表面和内部的温度尽量均匀。但也有只通过长的水冷带的,以及采用其他种方法的。

b. 散卷冷却法 采用这种方法的主要目的是进行直接热处理。线材从卷线机出来,在输送带上散成一连串的线圈,这样冷却就能比较均匀。在输送床上设有风嘴,进行强制风冷,用调节风量的办法控制冷却速度。这种方法叫斯太摩尔法。还有其它方法,如施劳曼法,这是一种使线圈与输送带互相垂直、线圈间又互不重叠的方法。

c. 盘卷冷却法 此法是将线材卷成盘,一边在板式输送机上或在链式输送机上进行强制风冷,一边喷雾进行水冷。生产粗线材或在不具备直接热处理装置的细线材工厂使用这种方法。另外,在钩式输送机上冷却也可以列入这一类。在这种状态下,盘卷内外的冷

却速度差随盘卷重量的增大而增加，质量也就随重量增加而变坏。

作为线材的冷却设备，可选用上述 a、b、c 三种冷却方法所介绍的设备。它们有代表性的几种冷却方法列于表1-1。

(2) 直接热处理法 若想使硬钢线材在二次加工的拉拔过程中不断线，拉拔前必须进行热处理。这种热处理有铅浴淬火 (LP法) 和空气淬火 (AP法) (参见指导书1-7)。这样的热处理，可使线材全长上的物理性能 (抗拉强度、断面收缩率、延伸率等) 得到改善而且均匀。由此看出，利用终轧后1000°C的余热，可以制造出的线材质量 相同于LP法与AP法制造的质量。从而开展利用余热技术的研究。

另外，随着盘卷重量的增加，用过去的冷却方法线材的冷却速度慢，二次氧化铁皮的数量增加，发生了盘卷内物理性能不一致的问题。就在解决这些问题、创造线材冷却装置的过程中，有人将轧制完了的线材成圈地摆在输送机上，并在集圈前调节冷却速度，使线材全长都能快速而均匀的冷却。直接热处理法从此得到了实际应用。

这种设备最初应用最广的是斯太摩尔法，后来有斯劳曼法以及日本创造的新日铁的DP法、神户制钢的KP法、住友电工的ED法 (参见指导书1-8) 等等。表1-1上的③是斯太摩尔法 (见图1-6)，④是斯劳曼法 (见图1-7)。

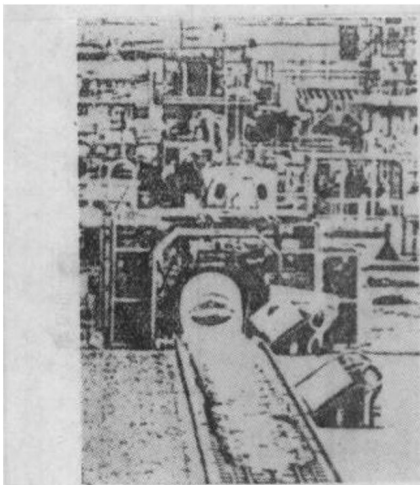


图 1-6 斯太摩尔法

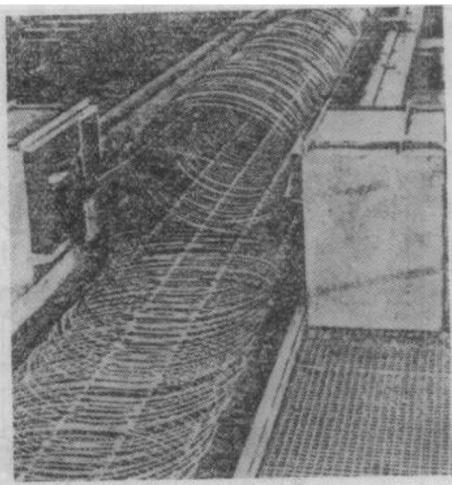


图 1-7 斯劳曼法

(3) 二次氧化铁皮 热轧后线材表面的氧化铁皮呈黑色，同被称作铁锈的红色氧化铁皮不一样。从这里可以了解到氧化铁皮有好几种。

二次氧化铁皮的组成如图1-8所示，其组成是越往外层，氧比铁的数量就越多。

表1-2上列举了各种氧化铁皮的特征。

线材在二次加工厂拉拔前要先去除表面上的二次氧化铁皮。清除氧化铁皮的方法有酸洗法和机械法。

采用酸洗法清理时，为缩短酸洗时间，线材表面的氧化铁皮越少越好，但从组成上看，容易被酸去除的是含FeO多的氧化铁皮。

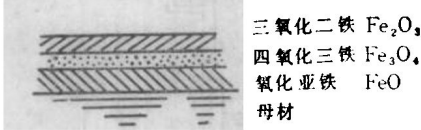


图 1-8 热轧材的氧化铁皮

表 1-1 几种有代表性的冷却方法比较

装 置	图	冷 却 方 法			特 点
		走行中冷却	散卷冷却	盘卷冷却	
①		较好	无	差	1) 盘卷内外冷却速度不均匀。 2) 盘卷重量越大，冷却速度越慢。
②		较好	无	较好	1) 虽然装有辅助冷却装置，但盘卷内部的冷却速度仍较慢。
③ 斯太摩尔法		好	很好	差不必进行缓慢冷却	1) 以在输送机上进行强制风冷为主。 2) 能够靠调节风量改变线材的机械性能。 3) 由于冷却作业与盘卷的重量无关，所以能够生产重型盘卷。
④ 斯劳曼法		很好	好	差不必进行缓慢冷却	1) 装有将一小部分线材垂直重叠放置的输送机。 2) 以水冷为主，在输送机上进行自然冷却。 3) 冷却作业与盘卷的重量无关。

表 1-2 氧化铁皮的特征

种 类	颜 色	是 否 易 溶 解 于 酸	硬 度 HV(50)	剥 离 性
FeO	灰色	易 溶	270~350	良好
Fe ₃ O ₄	黑色	难 溶	420~500	不好
Fe ₂ O ₃	红色	稍 溶	1030	不好

采用机械方法清理是靠线材的曲折使氧化铁皮剥离的，因此，FeO的比率应该高且有比较厚的氧化铁皮才好。

制造出这种容易被清除的氧化铁皮组织的同时，形成的氧化铁皮的量也增加，必须对氧化铁皮的量进行控制。此外，这种线材在贮藏和运输过程中会产生Fe₂O₃红锈，使去除氧化铁皮后的线材表面出现麻点，因此，这样做并不好。

在高温下的冷却速度越慢，氧化铁皮产生的越多。由图1-9可知，氧化铁皮的组成随温度而变化。

从高温到900℃进行快速冷却，可以减少FeO的生成数量；在700℃以下快速冷却，能够减少Fe₃O₄和Fe₂O₃的生成数量。

使用线材冷却设备时，要考虑这些情况，要采用适合于所生产的钢种及其用途的冷却方法进行操作。

(4) 直接热处理线材的质量 直接热处理的目的和二次加工的铅浴淬火和空气淬火一样，都是为了改善线材的机械性能，并使其整个长度上都能均匀一致。这样，就能使线材在拉伸时不断线，并可保证拉伸后的机械性能。即使钢的成分相同，其机械性能也因其730℃以上开始冷却时的冷却速度不同而变化。冷却速度快，钢的组织就细小而致密，从而改善了机械性能。但是，冷却速度超出某一界限后再快冷，钢就会变得非常坚硬而且脆，所以这样做对线材并不合适。

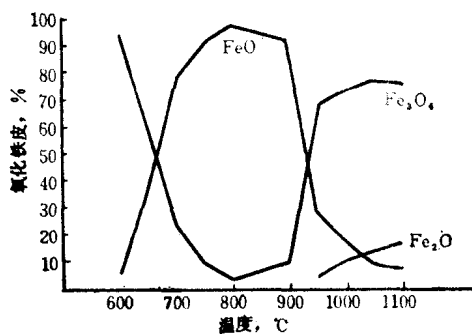


图 1-9 氧化铁皮产生的温度和组成的关系

图1-10所示是几种有代表性的冷却方法的冷却速度。图1-11是在各种冷却方法下化学成分（碳当量）^①与抗拉强度的关系。

合适的冷却速度因钢种不同而异。采用直接热处理法要根据钢种、线材的尺寸和用途来控制冷却速度，就是说要调节水冷带的水量和鼓风机的风量，这样就能和二次加工所进行的热处理一样，因而能获得相同的机械性能。表1-3所列的是三种线材质量的比较，即采用直接热处理法进行冷却的线材，采用通常的卷取方法进行冷却的线材和二次加工时进行热处理的线材的比较。

3. 线材的质量和标准

(1) 尺寸公差和椭圆度 线材的尺寸标准用尺寸公差和椭圆度来表示。成品必须满

① 将钢中影响淬透性的化学成分都换算成碳含量。

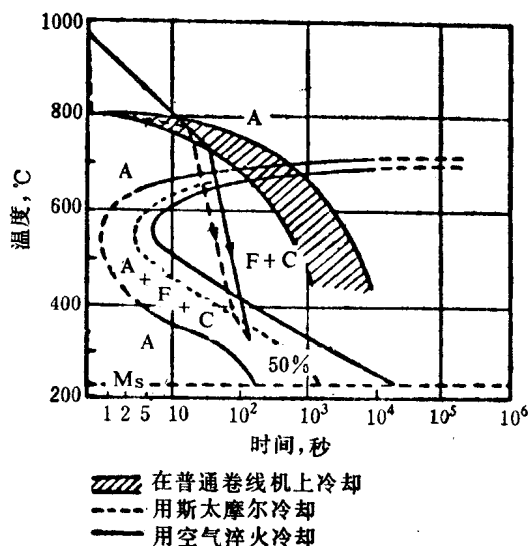


图 1-10 线材冷却速度的比较
A—奥氏体；F—铁素体；C—渗碳体；Ms—
马氏体开始析出

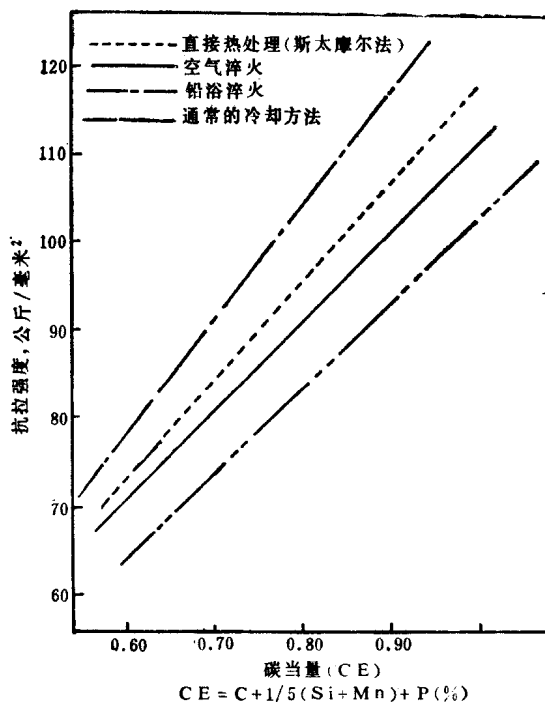


图 1-11 线材碳当量与抗拉强度的
关系 (φ5.5毫米)

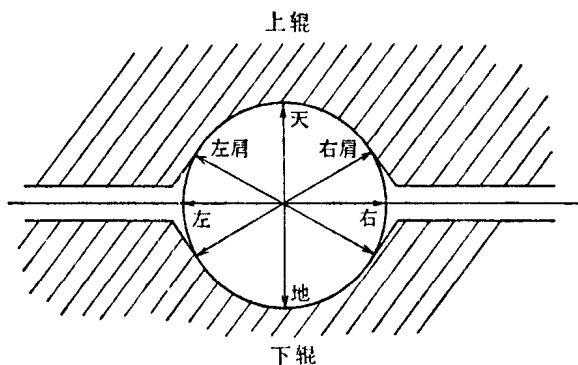


图 1-12 测量圆钢直径的位置

足这两方面的标准要求。

线材直径使用千分尺或极限量规测量。图1-12上的3~4个点是具有代表性的测量点。量具上测出的数值读到1/100。图中的天地表示上下方向，左右表示轧辊轴向方向。两肩是靠近轧辊辊缘部份，是常出现倒棱的地方，因此取这个方向作为测量的对象。

尺寸公差是表示超出名义尺寸的容许界限，在盘条的整个长度

上，直径最大和最小的地方都必须在公差范围内。所以，公差所表示的是最大值和最小值。

因为椭圆度是表示线材圆度偏差的，所以用同一断面上直径的最大值减最小值来表示。

表1-4列出线材直径的标准。从表中可以看出，不同钢种有不同的容许公差。另外，线材直径的实测值从纵向上看是不一样的，其原因有以下几点：①使用带张力的轧制方法时张力值有变化；②加热炉滑轨造成黑印和轧制过程中温度下降；③多根轧制，造成断面形状不一致；④导卫装置等对轧材的诱导不良。

但是，由于引力作用线材两头出的耳子●部份除外，因为这部份尺寸不合格的必须切

● 请参照指导书中1-9的线材缺陷分类：“耳子”。

表 1-3 直接热处理线材、一般线材和空气淬火线材的
机械性能、金属组织和氧化铁皮数量的比较

盘 卷 序 号		抗拉强度 (公斤/ 毫米 ²)	延 伸 率 (%)	层状珠光体 所 占 比 例 (%)	氧化铁皮厚度 (毫米)			
					FeO	Fe ₃ O ₄	Fe ₂ O ₃	合 计
采用通常卷取法冷却	1	92.5	46.3	25	0.0051	0.0051	0.0025	0.0127
	2	95.1	45.8	25	0.0127	0.0051	0.0025	0.0203
	3	90.0	38.2	25	0.0076	0.0025	0.0025	0.0126
	4	93.2	47.4	25	0.0064	0.0051	0.0013	0.0128
	5	91.1	44.2	25	0.0102	0.0025	0.0025	0.0178
	6	92.1	48.7	25	0.0102	0.0028	0.0013	0.0140
采用直接热处理法冷却 (斯 太摩尔法)	1	107.9	58.9	10~15	0.0064	0.0038	0.0013	0.0105
	2	106.9	55.4	10~15	0.0064	0.0038	0.0013	0.0115
	3	103.1	55.4	10~15	0.0089	0.0038	0.0013	0.0140
	4	106.9	58.9	10	0.0025	0.0025	0.0013	0.0076
	5	106.6	55.7	10	0.0064	0.0025	0.0013	0.0102
	6	105.6	55.4	10	0.0089	0.0025	0.0013	0.0127
在二次加工厂进行空气淬火	1	101.0	55.4	15~20	0.0318	0.0064	0.0025	0.0407
	2	101.5	52.0	10~20	0.0315	0.0064	0.0025	0.0404
	3	100.3	53.0	10~20	0.0330	0.0051	0.0013	0.0394
	4	102.5	51.1	10~20	0.0318	0.0064	0.0013	0.0395
	5	100.3	56.7	10~20	0.0254	0.0064	0.0013	0.0331
	6	99.3	54.7	10~20	0.0318	0.0064	0.0013	0.0395

除掉。这段不合格部份的长度随张力和机架间的距离增加而增大，并且尾部比头部长。图 1-13列举了线材整个长度上的直径差。

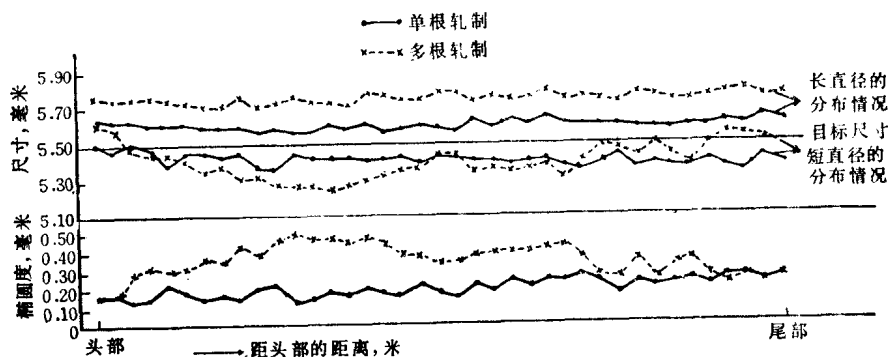


图 1-13 线材全长上的尺寸分布情况

(2) 缺陷 线材在检查时发现的缺陷可按指导书上所表示的那样进行分类。

现将这些缺陷的检查手段分类如下：①在轧制线的最后一道工序上设置缺陷自动检测器；②在钩式输送机上用肉眼检查；③从盘条头部取样进行精密检查。

关于线材缺陷的长度、深度和宽度，一般只讨论深度。关于深度，在日本工业标准的“不能有有害缺陷”一节中有所叙述。其具体数值，根据下道工序的加工方法和最终产品的用途，各企业有不同的标准。然而，就是同样的表面缺陷，在有的情况下给用户使用是有害的，而在另一种情况下又是无害的。因此，要同用户预先商定质量标准，以便共同确