

• 高等学校教学用书 •

合金钢轧制

GAODENG XUEXIAO JIAOXUE YONGSHU



冶金工业出版社

高等学校教学用书

合金钢轧制

东北大学 张强 主编

冶金工业出版社

(京)新登字036号

高等学校教学用书

合金钢轧制

东北大学 张强 主编

冶金工业出版社出版

(北京北河沿大街高碑店北街28号)

新华书店总店科技发行所发行

天津新华二厂印刷厂印刷

787×1092 1/16 印张 10.75 字数 253 千字

1993年10月第一版 1993年10月第一次印刷

印数 1~1100册

ISBN 7-5024-1218-2

TG·183(课)定价5.20元

前 言

根据1990年冶金部教材工作会议,为适应我国合金钢材生产不断发展的情况,确定编写《合金钢轧制》教学用书。此书作为金属压力加工专业学生的选修教材,目的在于使学生对合金钢材的轧制生产有所了解。此书也可用作从事合金钢材生产的科技人员及有关专业学生的参考书。

本书力求在满足教学要求的同时,反映国内外新技术和新成就。

本书由东北大学张强及北京科技大学王有铭编写。全书共有8章,其中第1、2、3、4、8章由张强编写,第5、6、7章由王有铭编写。

为了更好地吸收各兄弟院校的经验,1991年10月,在沈阳召开了冶金部所属部分高等院校有关教师参加的《合金钢轧制》教材审稿会。代表们认真地审查了原稿,并提出了很多宝贵的意见。编者在此表示感谢。

由于编者水平有限,书中不妥之处,恳请读者给予批评指正。

目 录

绪论	1
1 合金钢分类、生产工艺和车间组成	3
1.1 合金钢分类	3
1.2 合金钢轧制的工艺过程	4
1.3 合金钢轧钢厂(或车间)的组成和设备布置	9
2 合金钢钢锭和钢坯	14
2.1 合金钢钢锭	14
2.2 合金钢钢坯生产	18
3 合金钢钢锭和钢坯的加热	27
3.1 导热系数	27
3.2 热胀系数	29
3.3 氧化	33
3.4 脱碳	35
3.5 过热与过烧	37
3.6 制定合金钢钢锭和钢坯加热制度的原则	39
4 合金钢材热轧后冷却方法	41
4.1 冷却过程中及完全冷却之后产生的缺陷及防止措施	41
4.2 冷却方法的选择和冷却制度	43
4.3 合金钢热轧后的热处理制度	44
5 合金结构钢的轧制	45
5.1 合金结构钢的种类及化学成分	45
5.2 合金结构钢的轧制工艺性能	50
5.3 按化学成分分类各类合金结构钢材生产特点	55
5.4 合金结构钢轧制工艺	56
5.5 合金结构钢的形变热处理	61
5.6 合金结构钢常见缺陷及防止方法	76
6 滚动轴承钢的轧制	78
6.1 滚动轴承钢的种类及化学成分	78
6.2 滚动轴承钢的原料及对其要求	82
6.3 轴承钢的质量控制	83
6.4 滚动轴承钢的轧制工艺特点	89
6.5 滚动轴承钢的轧制工艺	92
6.6 滚动轴承钢轧制新工艺	97
7 合金工具钢和高速钢的轧制	100
7.1 合金工具钢的种类及化学成分	101
7.2 合金工具钢轧制生产的原料	102
7.3 合金工具钢的质量控制	102
7.4 合金工具钢的轧制工艺性能	106

7.5 合金工具钢的轧制工艺.....	109
7.6 高速工具钢的种类及化学成分.....	116
7.7 高速工具钢的组织及特点.....	116
7.8 高速钢的轧制生产工艺.....	122
7.9 合金工具钢和高速工具钢的轧后冷却.....	126
7.10 合金工具钢和高速工具钢钢材热处理	127
8 不锈钢和耐热钢的轧制	129
8.1 不锈钢和耐热钢的化学成分及组织分类.....	129
8.2 不锈钢和耐热钢的轧制工艺性能.....	131
8.3 不锈钢及耐热钢的热轧生产.....	136
8.4 不锈钢的温轧.....	157
8.5 不锈钢及耐热钢的冷轧.....	158
参考文献	163

绪 论

为了提高钢的机械、物理、化学及工艺性能,以满足使用上的需要,钢中加入一定量的铬、镍、锰、钨、钼、钒、钴、铌及稀土等合金元素,这种钢称为合金钢。按我国特殊钢厂公认的分类,合金钢分为:合金结构钢、轴承钢、弹簧钢、合金工具钢、高速工具钢、不锈钢和耐热钢等。

我国一贯重视合金钢的生产与发展,特别是在党的十一届三中全会以来,无论是在产量、质量,还是在科研的成果及新技术的采用方面,都取得明显的成就。在产量上,1988年合金钢的产量比1982年的相对增加87.708%,平均每年增加14.618%,超过同期整个钢产量的增长水平。在质量上,我国轴承钢性能达到世界水平,出口到东南亚地区;弹簧钢,工具钢,高速钢都有出口,性能达到国际水平;一些超低碳不锈钢,如00Cr17Ti,在性能上达到国外同类产品水平。我国有一批专家、教授,长期将基础理论与应用技术开发密切结合,在合金钢材生产方面研究出一批有较高水平的科研成果,例如:掌握了控轧控冷技术,广泛用来控制改善螺纹钢筋、船板钢、管线钢、轴承钢等钢的金相组织,简化了生产工序,提高了钢材综合机械性能,目前已推广到奥氏体不锈钢的生产;进行了大量的钢号的合金钢变形抗力模型的研究,使变形抗力模型适合我国具体生产条件,制定出了合理的轧制工艺制度;系统地研究了变形条件对叶片钢的组织、性能的影响,使我国30万/60万汽轮发电机应用的叶片钢生产立足于国内,不再进口;从研究中,得到 $^{1}\text{Cr18Ni9B2Ti}$ 钢的最佳塑性的温度及保温时间,破除了硼含量大于1.6%便不能加工的传统观点,为原子能吸收中子的材料立足于国内作出了贡献;采用合理的精锻工艺,不仅提高了高速钢的成材率,也改善了碳化物的分布,提高了高速钢的质量;冷轧 $45\times 17\text{mm}$ 较大断面0Cr18Ni10不锈钢异型扁钢,精度达到冷拔要求,改变了传统的机械加工方法,既节约了材料,又提高了生产率,降低了成本。在扩大合金钢材的品种、规格方面,也取得很大的成就,目前我国合金钢材的自给率已达95%以上。

我国有丰富的合金资源,钒、钛、钨、钼、镍、铌、稀土等有色金属的储量都居于世界前列。生产具有我国资源特点的合金钢材,不仅经济,而且具有重大的战略意义。另一方面,也可以认为我国发展合金钢材生产有良好的资源条件与美好的前景。

不能否认,我国某些合金钢材在质量上与技术先进国家相比还有差距,例如有的轴承钢、合金无缝钢管的尺寸精度不够,齿轮钢的淬透性不够理想等。当然,这些会在不断改进中消除。

在军工、航天、原子能、机械、船舶、石油、化工、能源、建筑、轻工等工业部门,以及人们生活用品方面,都可见到合金钢材的应用。因此,合金钢材是国民经济各个部门不可缺少的原材料。合金钢的各方面性能优于非合金钢,用其代替非合金钢使用,可起到以质代量的目的。合金钢材的发展,必然会推动钢铁产品的升级换代,促进各个行业的进步,改善社会用钢结构,对企业和社会都会产生很大效益。

从钢铁工业本身来看,合金钢的冶炼和加工技术,都属于钢铁工业的高层技术。合金钢材的生产,可以带动整个钢铁工业的工艺、技术和装备水平的发展。

合金钢材的质量,不仅取决于炼钢和热处理工艺,也与轧制生产工艺密切相关。每一

类合金钢材轧制生产流程及每个工序的工艺制度，都有其本身的特点，因为除共性的质量问题外，还有其本身特有的质量问题，所以为了使得各自特有质量符合要求，应有各自对应的生产流程和工艺制度，例如合金结构钢和高速钢的常见质量问题有所不同，生产合金结构钢材时，常遇到的质量问题是强度指数与塑性指数不能同时满足标准上规定要求；而在生产高速钢材时，常遇到的质量问题是淬裂与碳化物不均匀级别不符标准规定要求。即使是同一类钢材，当金相组织不同时，彼此在生产中常见的质量问题也不同，因而生产流程和工艺制度也有区别；例如马氏体不锈钢与铁素体不锈钢都属于不锈钢，但马氏体不锈钢材生产中常见的质量问题是如何防止淬裂，而铁素体不锈钢材生产中常见的质量问题是如何防止过热与粗晶。

“合金钢轧制”这个金属压力加工学科的分支，无论从结构上或系统上，还是从内容的衔接上，均已较为成熟。编者以先共性后特性的原则，按教学要求，归纳了合金钢材的生产实践，综合有关理论，加入编者有关科研成果，编写了这本《合金钢轧制》教材。教材共八章，前四章论述了合金钢材生产的共性问题，后四章论述占合金钢材产量比例较大的合金结构钢、轴承钢、合金工具钢及高速钢、不锈钢和耐热钢的轧制工艺。

合金钢轧制除与非合金钢轧制一样按轧制温度范围分为热轧、温轧、冷轧外，还有超低温轧制；在钢材分类方面，与非合金钢一样，有钢板、型钢、钢管及异型钢材。合金钢按用途、化学成分、组织分类，比非合金钢有更多的内容可以论述，但由于教学时间的限制，只能按教学要求，本着少而精的原则，进行有重点的论述。

通过学习本门课程，应达到：

- (1) 了解各类合金钢材生产，有制定合金钢材生产流程及工艺制度的能力；
- (2) 了解各类合金钢材生产中的主要质量问题与解决的措施；
- (3) 了解在合金钢材生产中国内外采用的新技术。

1 合金钢分类、生产工艺和车间组成

1.1 合金钢分类

归纳起来，合金钢的分类方法有四种：(1) 按加入钢中合金元素及含量多少顺序来命名的合金钢分类；(2) 按合金钢在室温时的金相组织不同来命名的合金钢分类；(3) 按合金钢用途来命名的合金钢分类；(4) 综合考虑，按合金元素与用途对合金钢命名的分类，或是按合金元素与组织对合金钢命名的分类，或是按组织与用途对合金钢命名的分类。

1.1.1 按加入钢中合金元素及含量多少顺序来命名合金钢的分类

这种方法是按加入合金元素量最多的那一种进行大类合金钢的命名，如锰钢、镍钢、铬钢、钨钢、钒钢等。

实际中，许多合金钢中所含的合金元素，不止一种，常是两种以上。这种情况命名合金钢的方法是，按合金元素含量多少顺序排列，如铬镍钢，表示钢中铬含量大于镍含量，又如铬镍钒钢，表示钢的三种合金元素中，含铬量最多，含钒量最少，镍含量居中。多于三种以上合金元素的钢，也是按这个原则来命名。

不同的合金元素、不同的含量，对相变点的影响不同，对扩大 α -固溶体或扩大 γ -固溶体的影响程度也不同，对钢的组织结构影响不同，对钢的机械性能、化学性能、物理性能和工艺性能的影响也不同。

所以，按合金元素及其含量多少顺序来命名合金钢，有利于对合金钢性能及组织进行分析。

1.1.2 按合金钢在室温时组织命名合金钢的分类

按室温时合金钢的金相组织命名合金钢，有：铁素体，铁素体-珠光体，铁素体-马氏体，铁素体-奥氏体，珠光体，珠光体-马氏体，马氏体，奥氏体，奥氏体-铁素体，莱氏体等。

不同组织的合金钢，在熔炼及浇铸后凝固时，元素或化合物的偏析程度不同；在加热过程中，对于导热的影响、热应力的影响、过热和过烧的倾向也不相同；在轧制过程中，对于塑性、变形抗力、摩擦系数和宽展等影响也不同；对于热轧后冷却过程中的冷却应力、组织应力和冷裂倾向的影响也不同。

按组织将合金钢分类，对于合金钢轧制生产，是最有用的一种分类方法，知道了所轧合金钢的组织，可以制定对应的最佳工艺过程与工艺制度，以得到符合标准要求的优质合金钢材。

1.1.3 按合金钢用途命名的分类

在绪论中介绍了我国特殊钢中的合金钢的分类，是按合金钢的用途命名的。

不同用途的合金钢，在熔炼、浇铸或连铸、加热、锻造或轧制、冷却、精整等必有工序的整个生产过程中，易发生的现象及可能产生的质量问题是不同的。为了满足质量要求，需要增加的辅助工序，如热处理、表面清理、酸洗或碱洗等，也是不同的。

从制定合理的工艺制度与预防产生缺陷的角度考虑，按用途命名合金钢是最有用的一种分类方法。

1.1.4 综合考虑命名合金钢的分类

从上述三种合金钢的分类方法的优点可以看出,如果按合金元素与组织两个方面综合命名合金钢,如高铬铁素体钢、高锰奥氏体钢等,既可有利于对性能变化和相的组织结构变化的判断,又可有利于最佳工艺过程与工艺制度的制定;如果按合金元素与用途两个方面来综合命名合金钢,则既有利于性能与组织结构变化的分析,又有利于确定最佳的工艺过程和工艺制度,如命名铬镍不锈钢、铬不锈钢、钨铬钒高速工具钢等等;如按组织和用途两方面综合命名合金钢,如马氏体不锈钢、奥氏体耐热钢、珠光体合金结构钢等,既可有利于工艺过程与工艺制度的制定,又可有利于生产中缺陷的防止。

1.2 合金钢轧制的工艺过程

1.2.1 工艺过程制定的依据

制定轧制合金钢的工艺过程时,与轧制普碳钢相同的是,应考虑:(1)产品技术标准中的各项指标与交货要求;(2)坯料与现有的设备。此外,尚要考虑所轧合金钢的组织、化学成分及用途,以及生产中易产生的缺陷防止和消除的附加工序,如清理或修磨、热处理、缓冷、酸洗等等。

1.2.2 按轧制时合金钢的温度区域的分类

按轧制时合金钢轧件的温度情况,可以分为热轧、温轧、冷轧和超低温轧制。

一般,位于 $900\sim 1200^{\circ}\text{C}$ 范围内的轧制,称为热轧。除去少数钢号的耐热钢及高速钢的钢锭有时采用热锻开坯外,所有其它钢号的合金钢钢锭的开坯,以及厚度较大的钢材,都是采用热轧方法加工。因为轧制温度高,合金钢的塑性好,变形抗力相对低。

通常,位于 $200\sim 800^{\circ}\text{C}$ 范围内的轧制,称为温轧。温轧适用于厚度较小的低塑性合金钢材的轧制,如4Cr13、W18Cr4V钢板的温轧等。

习惯上称室温时的轧制为冷轧。冷轧多适用于厚度小的合金钢板带及合金钢管。由于冷轧钢材表面光洁度高,尺寸精度也高,可以达到冷拔材的尺寸精度,编者以冷轧代替冷拔,成功地冷轧了 $45\times 17.5\text{mm}0\text{Cr}18\text{Ni}12$ 异形不锈钢扁钢,为冷轧厚度较大合金钢开了先例;在零下 20°C 情况,成功地冷轧了直径10mm的5Cr21Mn9Ni4N气阀钢、W18Cr4V高速钢,为低温冷轧难变形钢开了先例。

一些奥氏体及奥氏体-马氏体不锈钢,在 -196°C 时,进行超低温轧制,可以显著地提高强度。

实际生产中,常见的是热轧与冷轧。以下,重点介绍热轧与冷轧的工艺过程。

1.2.3 热轧工艺过程

合金钢钢材的品种分类与普碳钢一样,也是分为型钢、板带钢、钢管和特殊钢材四大类。品种不同,彼此的工艺过程也不尽相同。

但不论是普碳钢材,或是合金钢材,热轧工艺过程中,加热、轧制、精整(包含剪切或锯切,以及矫直等)这三个主要工序,皆是不可避免的。不同的是为了保证质量,增添必要的辅助工序,如热处理、酸洗、清理等。

1.2.3.1 合金钢开坯与型材热轧工艺过程

普碳钢材的热轧工艺过程,一般是:加热→轧制→切断→冷却→矫直→检查→标记与打捆→称重→入库。热轧大断面钢坯时,一般没有矫直和打捆工序。

图 1-1 为生产多种合金钢的开坯与型材生产工艺过程。

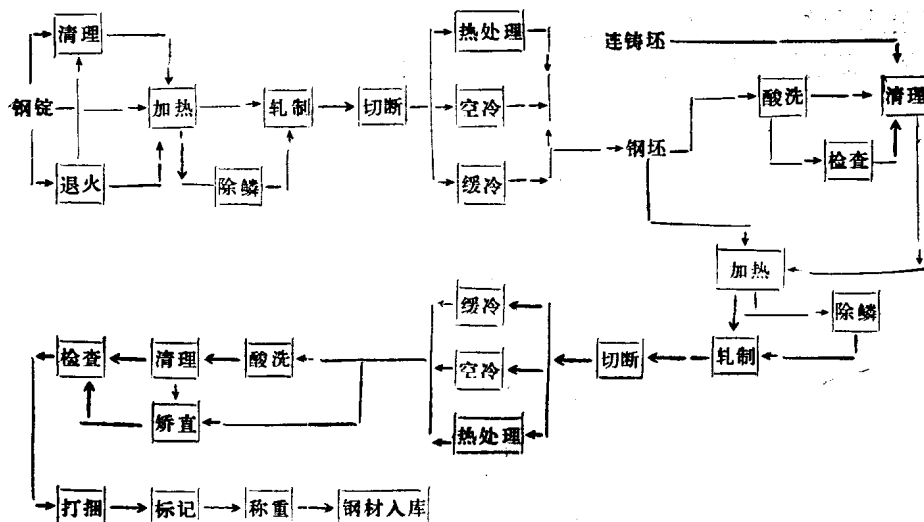


图 1-1 合金钢开坯及型钢生产工艺过程

对比普碳钢与合金钢开坯与型钢生产工艺过程，可以看出：

(1) 合金钢钢锭在加热之前，有清理、或退火、或退火 + 清理的工序。而普碳钢钢锭开坯时，没有这些工序。

多数合金钢钢锭，特别是合金元素含量多的合金钢钢锭，表面常有裂纹。因此在加热之前，需要进行表面清理，去除裂纹，甚至进行整体的剥皮。

有些含碳量较高的珠光体、珠光体-马氏体、马氏体、莱氏体等合金钢在铸造凝固过程中倾向于碳化物偏析。为了减轻偏析，这些合金钢（GCr15、Cr12、W18Cr4V等）钢锭需要在加热之前进行扩散退火。

当碳化物含量较高的铸锭表面有裂纹时，由于表面硬度高，则需在退火软化后，方可进行清理去除裂纹。

一些低合金钢钢锭不易产生表面裂纹，也没有严重的偏析。所以无需上述的附加工序。

(2) 热轧开坯得到的普碳钢钢坯，一般经过空冷工序，冷却到室温；而合金钢坯，则按钢的组织不同，采取不同的冷却方式或热处理。

一些珠光体-马氏体及马氏体的合金结构钢，如15CrMoV、12Cr2Ni4WA、40CrNiMoA、37CrNi3A等，易产生白点。为了避免白点的产生，热轧之后，进行缓冷。

合金元素含量较高的马氏体钢（3Cr2W8、Cr12Mo、4Cr13、Cr10Si2Mo、37CrNi3A等）、珠光体-马氏体钢（9CrSi2、Cr12AlSi等）和高速钢（W18Cr4V、W9Cr4V等）等，如果在热轧之后，进行空冷，则由于较大的组织应力及冷缩应力，易产生冷裂。为了避免这种缺陷，除轧制过程中注意冷却轧辊的供水外，热轧之后应采用缓冷或热处理。

奥氏体时效钢，如21-4N（5Cr21Mn9Ni4N）气阀钢等，热轧后，宜先缓冷，而后空冷。

(3) 轧制成品合金钢材所用的钢坯或连铸坯，只有低合金结构钢才直接进行加热，而

后轧制，一般在加热前不需清理。而易于产生裂纹的合金工具钢、不锈钢等坯料，则需先清理，或是经酸洗暴露表面裂纹后，予以清理。

(4) 合金钢成品钢材热轧、切断后，依据钢的组织与断面尺寸的大小，进行空冷，或

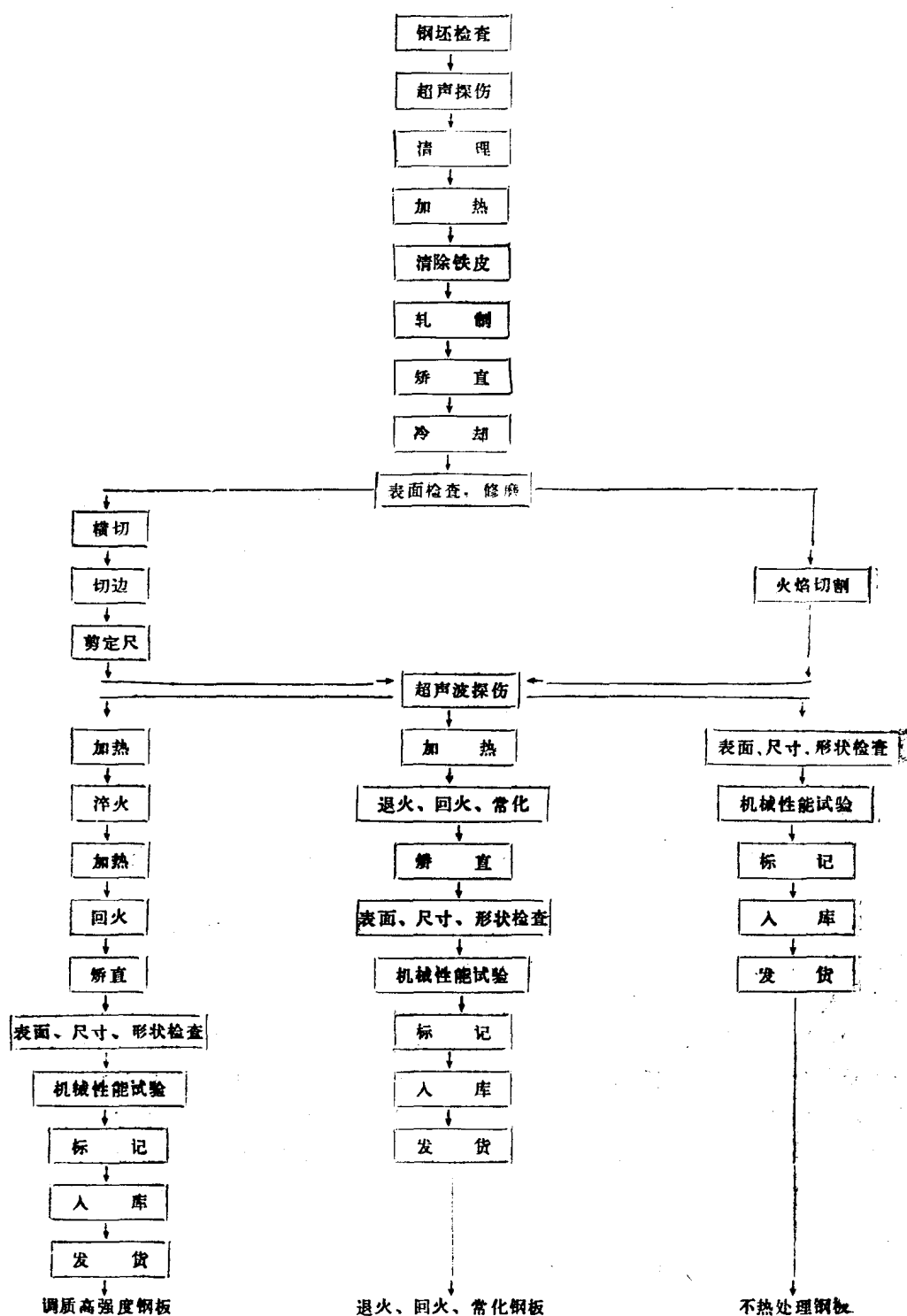


图 1-2 合金钢中、厚板热轧生产工艺过程

缓冷，或热处理。而不是象普碳钢那样，皆是空冷。

(5) 易于产生表面缺陷的合金钢材，在冷却之后，尚需进行酸洗、清理。

1.2.3.2 合金钢板带热轧生产工艺过程

合金钢板带尺寸不同，用户要求供货状态不同，轧机型号不同，热轧生产工艺过程也不同。

板带热轧生产用的坯料，目前主要是初轧坯（用以生产中厚板）、或锻坯（用以生产厚150mm以上的特厚钢板）、或连铸坯（用以生产中、厚板）。

图1-2为依据交货状态不同的调质高强度钢板、退火或回火或常化的钢板、以及不需要进行热处理钢板的生产工艺过程。在超声波探伤之前，三类交货状态的钢板生产工艺过程，是相同的。而在超声波探伤之后，三类交货状态的钢板生产工艺过程彼此不同，主要区别在于有无热处理及热处理方法不同。

图1-3为用行星轧机轧制合金钢板卷的热轧生产工艺过程。

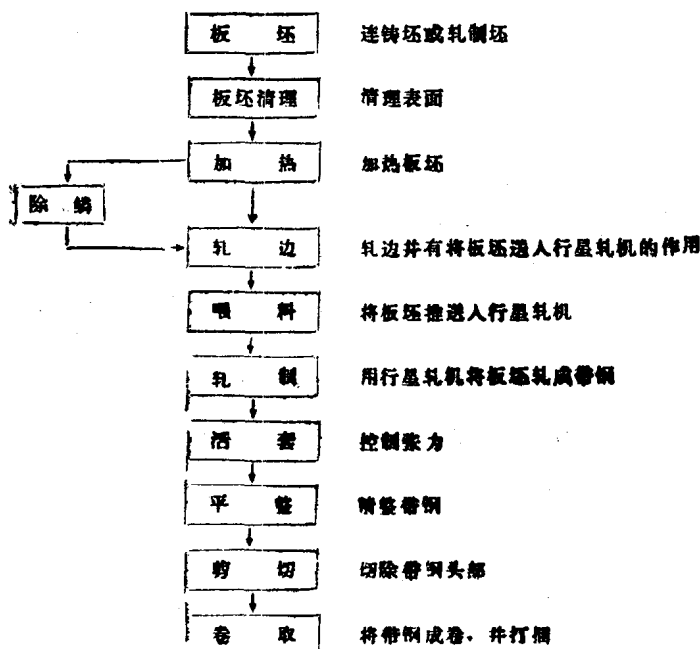


图1-3 行星轧机轧制合金钢板带的热轧生产工艺过程

1.2.3.3 合金钢管热轧生产工艺过程

用于生产热轧合金钢管的原料，一般为钢坯，有时也用钢锭。

合金钢管与普碳钢管生产工艺过程的主要区别在于，前者增加了酸洗、热处理等工序。

图1-4为有三辊式轧管机组的合金钢管厂生产轴承钢管和渗碳钢管的生产工艺过程。

1.2.4 合金钢材冷轧工艺过程

冷轧的原料多是热轧坯。属于铁素体或马氏体钢的热轧坯，需先经退火消除应力，奥氏体钢热轧坯，一般无需进行退火工序。

冷轧前，坯料应有清洁的表面。批量小时，可以采用研磨方法；批量大时，可进行酸洗。

当冷轧变形达到极限总变形量时，继续冷轧，将发生轧裂。如接近或达到极限总变形

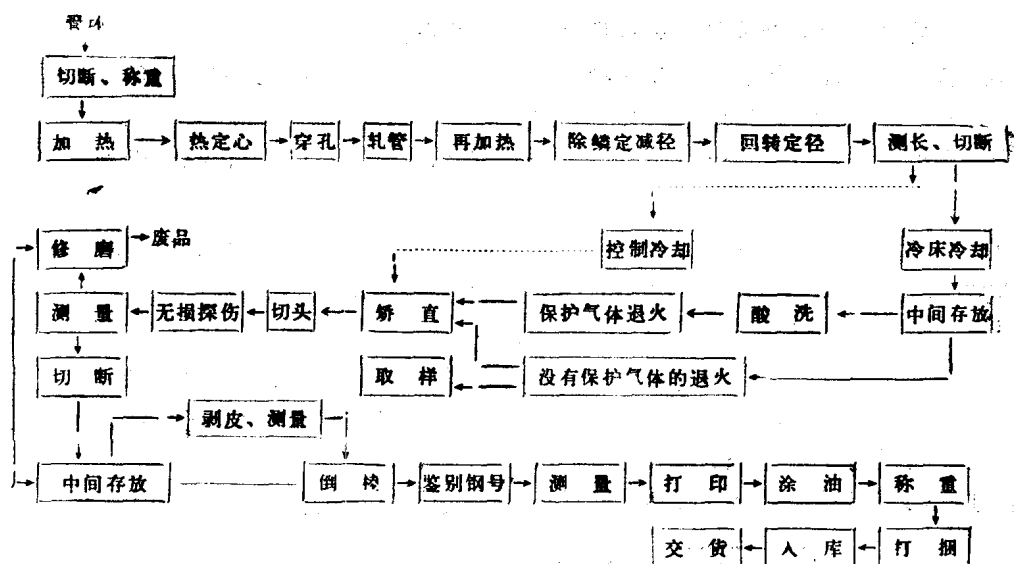


图1-4 热轧轴承钢管（→）及渗碳钢管（-----）的生产工艺过程

量，但轧件断面尺寸仍大于成品尺寸要求，则需要中间退火，消除硬化。退火之后，进行酸洗，得到清洁表面。一般情况，合金钢材的冷轧极限总变形量小于普碳钢的。

当冷轧的轧件达到成品尺寸要求，按交货状态的规定，进行必要的附加工序，如最终的退火-酸洗，或光亮退火，或固溶，或调质等处理。

冷轧后的剪切、平整、矫直和抛光等辅助精整工序，按品种及用户的定货要求，确定有无。

冷轧成品入库之前，照例是要经过检验、称重、标记与打捆等工序。

图1-5、图1-6和图1-7分别为冷轧合金钢管、合金钢型材及不锈钢板带的冷轧生产工艺过程。

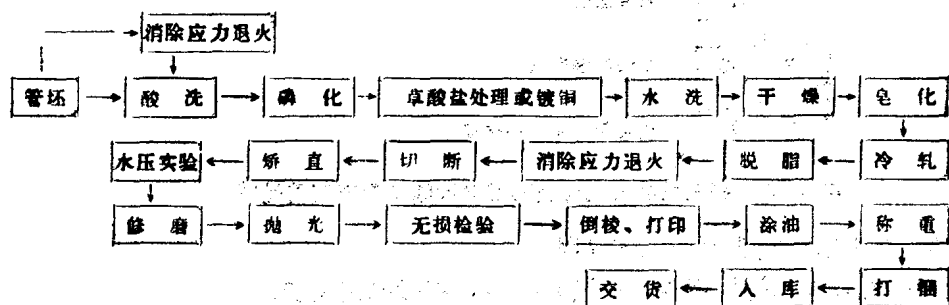


图1-5 合金钢管冷轧工艺过程

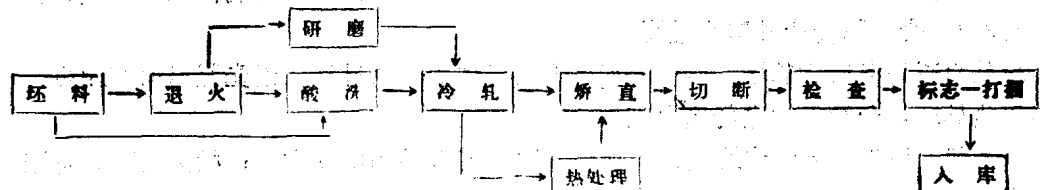


图1-6 合金钢型材高精度冷轧工艺过程

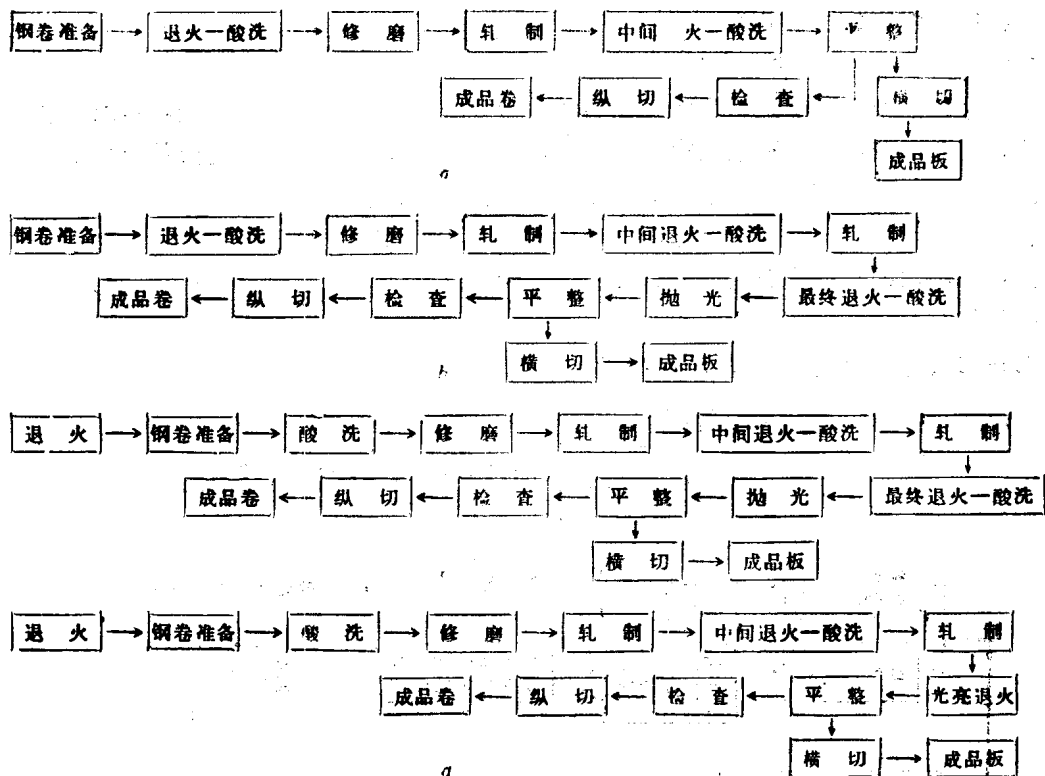


图1-7 冷轧不锈钢带钢和钢板的生产工艺过程

a——奥氏体冲压带钢和钢板的生产工艺过程；

b——奥氏体抛光带钢和钢板的生产工艺过程；

c——不冲压加工的铁素体、马氏体带钢和钢板的生产工艺过程；

d——铁素体、马氏体钢光亮带钢和钢板生产工艺过程

为了提高产品质量，提高钢材的合格率与成材率，降低成本，取得更多的经济效益，合金钢厂专业化是发展的方向。例如，我国的太原钢铁公司主要生产不锈钢，大连钢厂重点生产合金工具钢与高速钢，抚顺钢厂重点生产耐热钢与耐热合金，日本大同特殊钢公司知多厂专门生产汽车用合金结构钢、易切削钢、轴承钢的圆钢和扁钢，瑞典的SKF轴承公司炼钢分厂专门生产轴承钢，法国的VALLOREC钢管集团所属钢厂，有的专门生产轴承钢管，有的专门生产原子能电站用钢管。由于专业化，轧钢厂的生产工艺过程也相应的单一化。

1.3 合金钢轧钢厂（或车间）的组成和设备布置

1.3.1 合金钢轧钢厂的组成

在生产规模较大的合金钢轧钢厂，为了便于集中管理与提高设备利用率，一般集中热处理及清理设备。而轧钢厂中仅有加热区段（热轧情况）、轧制区段、电机房、精整区段、中间库房及成品库房、备品库等，基本上和普碳钢的轧钢厂组成相同。

规模较小的合金钢轧钢厂，除包含普碳钢轧钢厂的组成而外，尚有热处理、酸洗、缓冷和清理等区段。

1.3.2 合金钢轧钢厂设备布置

与普碳钢轧钢厂一样，合金钢轧钢厂也是以产品种类来命名轧钢厂，如初轧厂，型钢

厂、线材厂、板带钢厂、钢管厂等。

1.3.2.1 初轧厂的设备布置

尽管连铸技术不断发展，能够用连铸方法生产连铸坯的钢种不断扩大，但国外新建合金钢厂，除个别专业化的不锈钢或品种数量不多的合金钢厂外，还设有传统的轧制钢锭的初轧机。我国特殊钢厂中，多数设有 $\phi 850\text{mm}$ 二辊可逆式初轧机。

合金钢厂初轧机，除生产方坯外，多数还兼轧圆坯和扁坯。

当可以利用初轧坯的余热，继续轧制得到大尺寸断面的成品钢材时，在初轧机后还设有成品轧机。

图1-8为常见的合金钢初轧厂的生产工艺过程。

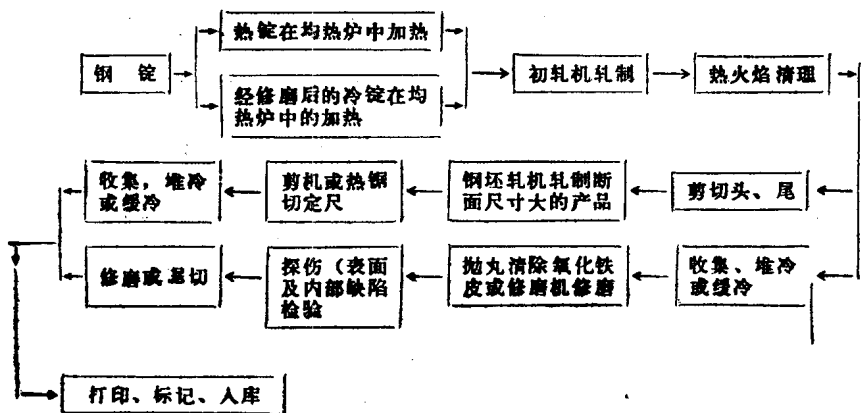


图1-8 合金钢初轧厂生产工艺过程

初轧厂的设备是依据工艺过程的各个工序的需要选择的。设备的布置顺序，则是依据工艺流程确定的。

图1-9为一个合金钢初轧车间的设备平面布置图。

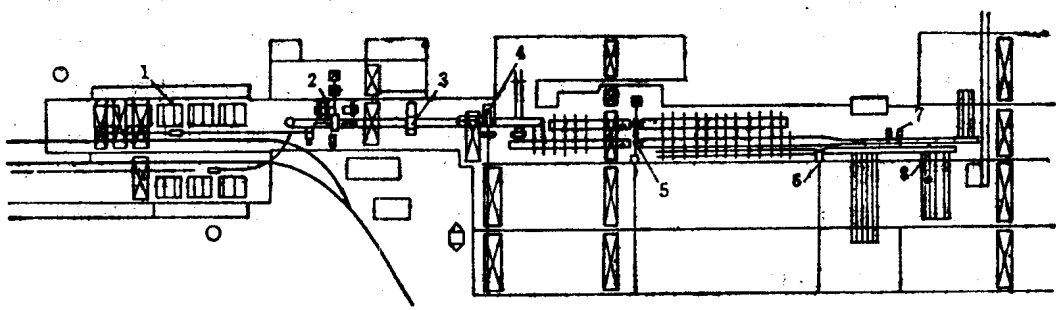


图1-9 初轧车间设备平面布置图

1—均热炉；2—初轧机 $\phi 1020$ ；3—火焰清理机；4— $900 \times 10^4\text{N}$ 剪机；5— $\phi 820$ 及 $\phi 780$ 钢坯轧机；6— $600 \times 10^4\text{N}$ 剪机；7—热锯；8—冷床

车间中有 $\phi 1020\text{mm}$ 初轧机、 $\phi 820\text{mm}$ 钢坯轧机、及 $\phi 780\text{mm}$ 钢坯轧机各一架。原料为重 6.5t （尺寸为 $700 \times 700/550 \times 550 \times 2300\text{mm}$ ）及 4.6t （尺寸为 $640 \times 640/520 \times 520 \times 2050\text{mm}$ ）的钢锭。生产的成品为边长 $110 \sim 145\text{mm}$ 的方坯及直径为 $130 \sim 250\text{mm}$ 的圆钢。

1.3.2.2 中小型合金钢材轧制车间设备平面布置

在较长的一个时期,认为合金钢,特别是高合金钢塑性差,适宜在低速情况下轧制,轧机型式多采用横列式。

但从70年代后期,生产高合金钢的中小型钢及线材,开始采用高速的半连续式和连续式轧机。高速轧制情况,轧件温降相对小,首尾温差小,特别适用于热轧变形温度范围窄的合金钢的轧制。

图1-10为生产中、小型钢的合金钢轧制车间设备平面布置图。

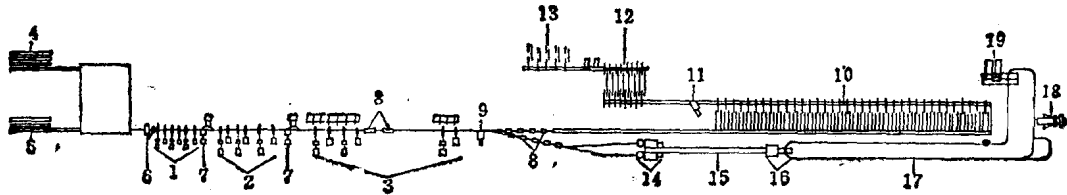


图1-10 中小型合金钢轧制车间设备平面布置图

1—6个机架的粗轧机组; 2—6个机架的中轧机组; 3—6个机架的精轧机组; 4—钢坯存放台架; 5—废坯收集台架; 6—高压可逆夹持辊加热炉出料机; 7—切头及事故剪; 8—水冷通道; 9—冷床前的飞剪; 10—长78m、宽8.5m的冷床; 11—冷剪; 12—打捆机; 13—称重设备; 14—卷取机; 15—盘卷输送机; 16—盘卷运送台; 17—钩式输送机; 18—盘卷捆扎台; 19—盘卷卸取台

该车间所用钢坯尺寸为 $100 \times 100 \times 12000$ 、 $130 \times 130 \times 12000$ 及 $150 \times 150 \times 12000$ mm。生产直径为10~55mm的条材及直径为10~42mm的盘卷。条材的最大轧制速度为14m/s, 盘卷的最大轧制速度为18m/s。轧制的钢种为碳钢、低合金钢、不锈钢及耐热钢。年产量为 25×10^4 t。

轧机由粗轧机组、中轧机组及精轧机组组成, 每个机组各有6个机架。依据钢种的不同、钢材断面尺寸的不同, 可采用不同的轧制温度。按轧制温度, 可分高温轧制温度范围, 常化温度轧制温度范围, 以及控制轧制温度范围。在铁-碳状态图上三种温度范围所在部位, 如图1-11所示。

轧制低合金钢时, 直径大于50mm的圆钢, 依具体钢号而定, 可以采用高温轧制, 或是高温轧制及中温轧制。直径小于等于50mm的某些低合金结构钢, 可以采用控制轧制, 如图1-12所示, 轧件在精轧机组第4机架后用水快冷, 冷至控轧温度于精轧机组的最后两个机架进行控轧。终轧之后的钢材, 用水控冷。

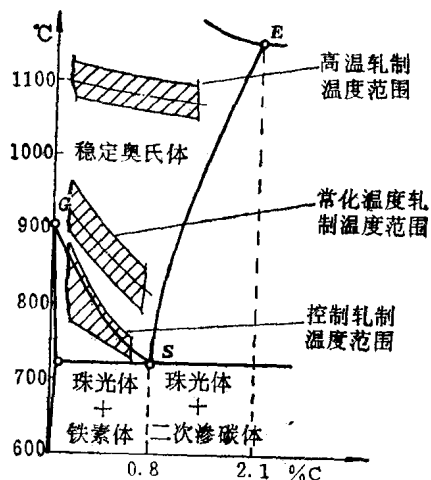


图1-11 高温轧制、常化温度轧制、控制轧制对应的温度范围

除不锈钢外的合金元素含量高的特殊钢轧制图, 如图1-13所示。特殊钢不采用控制轧制。

图1-14为奥氏体不锈钢轧制图。从图中看出, 有两种情况, 一种情况是热轧后空冷, 如图中上三行的情况; 另一种是热轧后连续水冷, 如图中下二行的情况。