

# 带钢精整设备

周国盈 编著

机械工业出版社



# 带钢精整设备

周国盈 编著

## 前 言

带钢轧制后,一般都应进行精整处理。以往这些工序大多由若干单体设备来完成的。这样,生产率低、劳动条件差。目前由于连轧成卷带钢的发展,精整工序也将采用成卷带钢的连续精整机组。

任何精整机组,都有它们的共同性设备,如头尾设备、张力控制设备、跑偏控制设备、成卷带钢上料及运输设备等。还有一些特殊设备,如横切机组中飞剪设备、矫直机组中的连续矫直设备等。

本书将论述带钢精整机组的共同性设备和一些重要的特殊设备的结构及其设计计算。对于精整机组的设备设计,不仅要注意各个单体设备设计,同时还要注意连续精整机组的特点。

本书根据国内外有关资料,结合个人的一些研究心得写成。作者还在书中提出有关卷取机、连续拉伸矫直机等设备的理论及计算方法。由于作者水平有限,书中有错误和不妥之处,希同志们批评指正。

本书在编写过程中,得到武钢冷轧厂、上海重型机器厂、第一重型机器厂、第二重型机器厂、武汉钢铁设计院、北京钢铁设计院、上海冶金设计院、西安重型机械研究所等单位提供资料。最后承蒙西安重型机械研究所、北京钢铁学院机械系等单位审稿,本书大部分插图是由青岛钢铁厂轧钢车间技术组同志描绘的。作者在此一并表示感谢。

周 国 盈  
1979 年 9 月

# 目 录

<b>第一章 精整机组概况</b> .....	1
一、冷轧薄板生产工艺 .....	1
1. 冷轧薄板的生产过程 .....	1
2. 硅钢板的生产过程 .....	3
二、精整机组的分类 .....	3
三、典型精整机组 .....	4
1. 酸洗机组 .....	4
2. 退火机组 .....	6
3. 电镀锡机组 .....	6
4. 热镀锌机组 .....	7
5. 纵切(分条)机组 .....	7
6. 横切机组 .....	9
四、活套装置及其计算 .....	11
五、机组基本参数 .....	12
1. 机组产量 .....	12
2. 机组速度 .....	13
3. 卷重与卷径 .....	13
4. 机组张力 .....	15
六、机组张力控制 .....	17
<b>第二章 头尾设备</b> .....	22
一、开卷直头设备分类及其结构 .....	22
1. 冷连轧机组预开卷站 .....	22
2. 开卷设备分类及其结构 .....	22
3. 直头设备分类及其结构 .....	26
二、开卷机设计计算 .....	28
1. 压辊压紧力计算 .....	28
2. 圆柱头径向压力 $N$ 计算 .....	29
3. 开卷机传动功率计算 .....	30
三、张力卷取机分类及其结构 .....	32
1. 扇形块式卷取机 .....	32
2. 棱锥式卷取机 .....	33
3. 助卷器 .....	41
四、卷取机设计计算 .....	41
1. 卷筒径向压力计算 .....	41
2. 卷筒当量半径的确定 .....	45
3. 卷筒强度条件 .....	47
4. 卷取机卷取张力的选择 .....	48
5. 卷取张力控制 .....	48
6. 张力损失计算 .....	50
7. 卷筒胀缩机构受力分析 .....	52
8. 卷筒钳口夹紧力计算 .....	55
9. 轴向胀缩液压缸行程计算 .....	56
10. 卷取机功率计算 .....	57
<b>第三章 剪切设备</b> .....	63
一、铡刀剪的结构及其设计计算 .....	63
1. 铡刀剪结构 .....	63
2. 铡刀剪基本参数 .....	68
3. 剪切力计算 .....	68
4. 侧向力计算 .....	70
5. 液压剪液压系统计算 .....	70
6. 飞轮选择 .....	72
二、圆盘剪及碎边剪 .....	73
1. 圆盘剪的结构 .....	73
2. 圆盘剪基本参数 .....	73
3. 圆盘剪剪切力计算 .....	77
4. 圆盘剪传动功率计算 .....	77
5. 碎边剪的结构及其设计计算 .....	80
三、飞剪的结构及其设计计算 .....	83
1. 飞剪结构 .....	83
2. 剪切长度调节 .....	90
3. 均速方法 .....	92
4. 速比计算 .....	96
5. 剪切力及剪切力矩计算 .....	97
6. 传动功率计算 .....	99
四、摆式飞剪 .....	101
1. 摆式飞剪结构 .....	103
2. 飞剪的同步速度 .....	103
3. 调整剪切长度 .....	106
4. 均速机构 .....	107
5. 空切机构 .....	108
6. 摆式飞剪传动功率计算 .....	109
7. 曲柄式摆式飞剪 .....	111
<b>第四章 矫直设备</b> .....	123
一、辊式矫直机的分类 .....	124

## IV

二、辊式矫直设备的结构 .....	125
1. 机列布置 .....	125
2. 矫直机本体的组成 .....	126
3. 辊式矫直机的结构 .....	129
三、辊式矫直机基本参数 .....	134
1. 辊距 $t$ 与辊径 $D$ .....	134
2. 辊身长度 $L$ .....	136
3. 辊子数目的选择 .....	136
4. 矫直速度 $v$ .....	136
四、辊式矫直机设计计算 .....	136
1. 矫直基本理论 .....	136
2. 矫直钢板时辊子上的作用力 .....	140
3. 轧件矫直后残余应力 $\sigma_0$ .....	141
4. 轧件塑性变形功 .....	142
5. 矫直机传动功率计算 .....	143
五、联合矫直设备设计计算 .....	144
1. 基本理论 .....	144
2. 传动功率计算 .....	146
六、连续拉伸弯曲矫直设备的结构 .....	146
七、连续拉伸矫直设备设计计算 .....	149
1. 基本理论 .....	149
2. 电动机传动功率计算 .....	151
3. 张力辊径的确定 .....	152
4. 带钢在张力辊上的打滑 .....	153
<b>第五章 张力控制设备 .....</b>	<b>156</b>
一、夹送辊设计计算 .....	156
1. 上辊驱动的夹送辊 .....	157
2. 下辊驱动的夹送辊 .....	158
3. 双驱动的夹送辊 .....	159
4. 双排双驱动的夹送辊 .....	160
二、张力辊设计计算 .....	160
1. 张力辊处在“电动状态”下工作 .....	160
2. 张力辊处在“发电状态”下工作 .....	165
三、带压辊的张力辊设计计算 .....	165
1. 张力辊处在“发电状态”下工作 .....	165
2. 张力辊处在“电动状态”下工作 .....	166
四、S 辊设计计算 .....	167
1. S 辊处在“发电状态”下工作 .....	167
2. S 辊处在“电动状态”下工作 .....	167
五、张力形成器 .....	168

<b>第六章 跑偏控制设备 .....</b>	<b>172</b>
一、跑偏原因分析及其控制 .....	172
1. 出现跑偏的主要原因 .....	172
2. 减少带材跑偏的措施 .....	173
3. 跑偏控制方法 .....	174
二、带材在圆柱形辊子上运行的基本原理 .....	174
三、自动定心辊基本形式及其定心原理 .....	176
1. I 型自动定心辊 .....	176
2. II 型自动定心辊 .....	176
3. III 型自动定心辊 .....	177
4. IV 型自动定心辊 .....	178
5. 窄身辊 .....	178
6. 定心辊组 .....	179
四、摆动辊的定心作用及控制系统 .....	179
1. 摆动辊的定心作用 .....	179
2. 检测器位置及摆点选择 .....	181
3. 摆动辊控制系统 .....	182
五、其他定心装置 .....	184
1. 齐边器 .....	184
2. 升降辊定心装置 .....	185
六、浮动开卷机 .....	185
七、浮动卷取机 .....	186
1. 油缸和惯性负荷频率 $f_{惯}$ 的计算 .....	189
2. 纠偏速度 .....	189
3. 执行液压缸推力计算 .....	190
4. 油缸流量计算 .....	191
5. 液压系统功率计算 .....	191
<b>第七章 带卷上料、运输及翻卷设备 .....</b>	<b>193</b>
一、上料及运输设备 .....	193
1. 机组上料 .....	193
2. 运输机的分类及其结构 .....	195
3. 移动式上料升降台 .....	199
4. 双联运送小车的上料装置 .....	199
5. 运输机的传动功率计算 .....	199
二、翻卷设备 .....	201
1. 翻卷机 .....	201
2. 带卷回转台 .....	202
三、称量设备 .....	205
<b>参考文献 .....</b>	<b>207</b>

# 第一章 精整机组概况

随着工业技术的发展,近十几年来,冷轧薄板(包括镀锌板、镀锡板、硅钢板、汽车板等)的产量得到迅速增长。目前,世界各国都广泛采用连续式冷轧机组生产薄板。对于硅钢板,大部分则采用 20 辊轧机。此外,目前还采用一些单机座四辊可逆式冷轧机。

经冷轧机组轧制后的薄板,必须经过处理加工,才能获得镀锌板、镀锡板、硅钢板以及汽车板等。为了适应冷轧连续化成卷生产的要求,国内外相继出现各种类型处理加工成卷带钢的连续精整机组。由于连续精整机组生产率高、劳动条件好,便于实现机械化和自动化,所以,国内外都十分重视连续精整机组的理论研究、设计计算、制造及生产等。

## 一、冷轧薄板生产工艺

现代化冷轧机组不断地向高速、自动化方向发展,相继出现计算机控制的高度机械化和自动化冷轧机组。目前,普遍采用 4~6 机架冷连轧机组生产冷轧薄板。一般说来,六机架冷连轧机组能轧制板型好、品种多的薄板。这里应指出,对于五机架冷连轧机组,只要合理分配各机架的压下量,在最后 1~2 机架上采用较小的压下量,也能生产质量好、产量高,品种多的冷轧薄板。因此,目前许多国家都在建造五机架冷连轧机组。图 1-1 为 1700 五机架冷连轧机组布置图。在该冷轧机组上,可以将经过酸洗后的带厚为 1.5~6 毫米,带宽为 600~1570 毫米的热轧卷,轧制成带厚为 0.2~3 毫米,带宽为 600~1500 毫米的普通钢板和汽车钢板,卷重为 45 吨;经过镀锌机组的处理加工,能获得带厚为 0.25~2.5 毫米,带宽为 700~1500 毫米的镀锌板,卷重为 45 吨;经过镀锡机组的处理加工能获得带厚为 0.15~0.55 毫米,带宽为 550~1050 毫米的镀锡板,卷重为 20 吨。该冷连轧机组基本参数为:

- 工作辊辊径为  $\phi 610$  毫米(最小为  $\phi 540$  毫米),辊身长度为 1700 毫米;
- 支持辊辊径为  $\phi 1525$  毫米(最小为  $\phi 1400$  毫米),辊身长度为 1700 毫米;
- 最大轧制压力为 2500 吨;
- 液压压下速度为 2~2.5 毫米/秒;
- 液压介质的压力为 250 公斤/厘米<sup>2</sup>;
- 液压压下液压缸直径为  $\phi 965$  毫米,活塞的行程为 100 毫米;
- 轧制速度为 1800 米/分。

### 1. 冷轧薄板的生产过程

由热连轧厂所供给的热轧卷要进行酸洗。酸洗的目的是去除带钢表面的一切非金属成份,尤其是氧化物。酸洗后,热轧卷进入冷连轧机组进行冷轧。在冷轧时,采用大量的乳化液和润滑油脂来冷却轧辊,往往这些乳化液就粘附在带钢表面,这些残留物就给带钢下一步工序平整和退火带来困难。冷轧后带钢必须进行电解脱脂。电解脱脂后的带钢,要进行退火。退火目的是用来消除冷轧时所产生的冷轧加工硬化。带钢经过平整机组,对带钢表面进行平整,最后经过横切机组,剪切成单张薄钢板。这就是普通板和汽车板的生产过程。

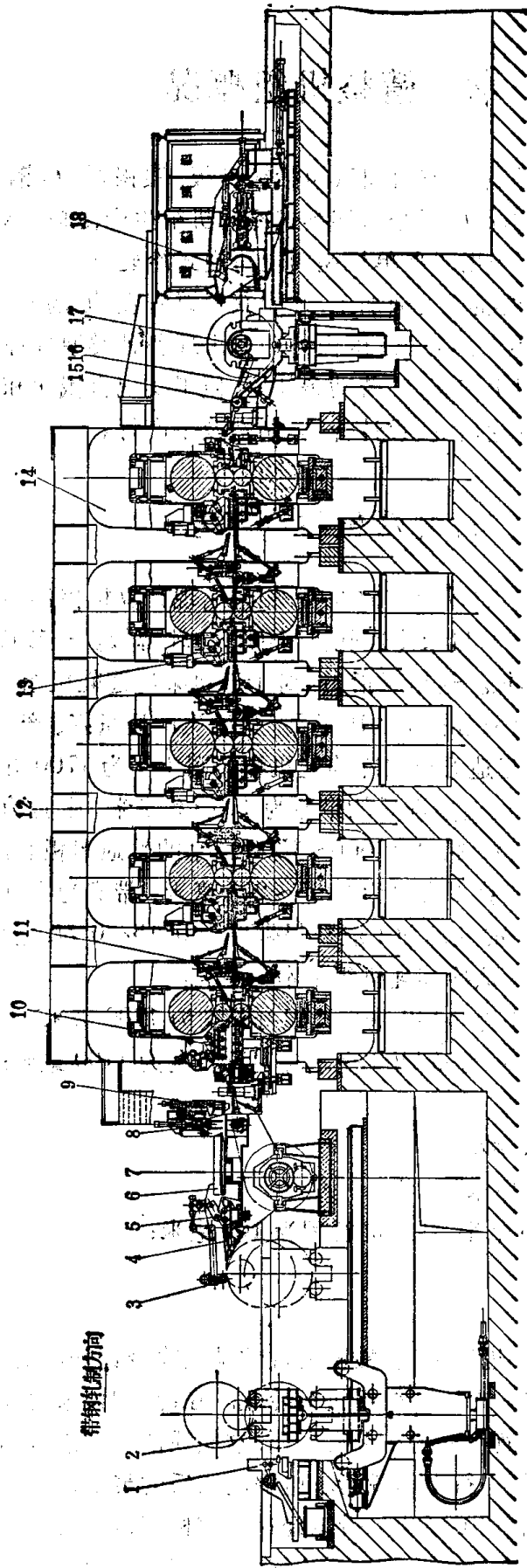


图 1-1 1700 五机架冷连轧机组布置图

- 1—剥捆扎带机 2—钢卷升降车 3—压辊 4—直头机(包括开卷刀及摆动导板) 5—三辊矫直机 6—带钢夹持器
- 7—双圆柱头胀缩开卷机 8—夹送辊 9—带钢夹辊设备 10—辊式进口导板台 11—张力辊 12—导向板 13—带有侧导板的带钢压紧器 14—五机架冷连轧机 15—转向辊 16—摆动导板 17—卷取机 18—助卷器

镀锡板生产过程:

热轧卷 → 酸洗 → 冷轧 → 电解脱脂 → 退火 → 镀锡层 → 成品剪切。

镀锌板生产过程:

热轧卷 → 酸洗 → 冷轧 → 电解脱脂 → 退火 → 镀锌层 → 成品剪切。

## 2. 硅钢板的生产过程

热轧硅钢带在进行冷轧以前,必须进行酸洗。酸洗目的是除鳞、去氧化层。对硅钢带,一般采用抛丸酸洗。抛丸的目的,是对带钢表面进行连续除鳞,带钢表面经丸粒连续打击,使表面氧化铁皮松落,从而提高酸洗效果。酸洗溶剂一般采用3%浓度的HCl。过去大多采用H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>酸洗。实际经验表明,HCl酸洗法效果好,表面光洁。酸洗后的硅钢带进行冷轧。目前大部分采用20辊可逆式冷轧机。冷轧后要进行退火。退火可消除加工硬化、脱碳、改变电磁性能等。然后硅钢带再一次进行冷轧,再进行退火。退火作业一般在连续退火炉内进行,炉内充有保护气体N<sub>2</sub>,可得光亮的带钢表面,故称为光亮退火。最后,在硅钢带表面上涂上绝缘层,进入剪切机组剪切成品。

在生产取向硅钢时,必须进行高温退火。高温退火一般在罩式退火炉内进行。高温退火的目的,是使硅钢带进行两次再结晶,得到理想的取向组织,提高取向度,改善磁性;进行最终脱碳退火,使碳量降到最低限,从而保证高磁性,低铁损;排除硅钢中有害夹杂,净化钢质。带钢在进行高温退火以前,带钢表面必须涂上氧化镁涂层(又称隔离层),可以防止高温退火时带钢的粘结,同时还为涂绝缘层创造良好的底层。经高温退火后,要去除氧化镁涂层。最后,在硅钢带表面涂上绝缘层,进入剪切机组剪切成品。

## 二、精整机组的分类

按其用途,连续精整机组大体上可分为准备机组、作业机组和成品机组三大类。

**准备机组:** 用来为处理加工作业作准备的机组。主要是进行重卷、修边等工序。重卷是为了满足作业机组的卷径要求,小卷焊成大卷,松卷卷成紧卷。修边(剪边)是为了防止带钢在以后轧制中出现边缘裂纹;同时还可对带钢两边的缺陷(包括厚度不同)进行修边。

有时为了满足出厂规格,对成品要进行重卷(有时也修边)。这样的重卷机组不应属于准备机组。

**作业机组:** 用来完成某一个(或几个)特定作业的机组。如用来消除带钢表面氧化铁皮的酸洗机组,用来消除冷轧时加工硬化的退火机组,以及同时完成酸洗退火两个特定作业的酸洗退火机组。还有如对带钢表面进行涂层的涂层机组。如涂塑料层机组、镀锡机组等。

**成品机组:** 用来完成将作业机组已处理加工的成品带卷进行剪切、矫直、涂油及成品包装等工序。对热连轧厂来说,热轧卷就是成品。因此,成品机组还应包括,热轧带卷的平整分卷、纵切、横切等工序的作业机组。

(1) 纵切机组(分条机组): 用来把成卷宽带钢,分切成几条窄带钢。

(2) 横切机组: 用来把成卷带钢,剪切成一定定尺长度的钢板。

(3) 矫直机组: 用来矫平带钢,使带钢的表面获得所要求的平整度。目前在连续矫直机组中,常采用辊式矫直机、张力辊组联合矫直设备、连续拉伸矫直设备及连续拉伸弯曲矫直设备等。



(4) 涂油机组: 用来对带钢表面涂油, 以防止带钢表面生锈。

(5) 磨光机组: 用来对带钢表面(或两侧边)进行磨光。以获得良好的带钢表面, 满足用户要求。

(6) 包装(捆扎)机组: 用来包装钢板的包装机组; 用来捆扎成卷带钢的捆扎机组。目前包装(捆扎)工作大部分实现自动化和半自动化。

### 三、典型精整机组

下面介绍几条典型连续精整机组概况及其机组组成。

#### 1. 酸洗机组

它用来除去热轧带钢表面的氧化铁皮, 以供冷轧所需。对于硅钢和不锈钢, 目前大部分采用抛丸法除鳞, 即丸粒连续地打击带钢表面, 使其表面氧化铁皮松散或剥落, 作为酸洗前的预处理。一般说来, 带钢表面氧化铁皮 70% 由抛丸法除鳞, 尚有 30% 的氧化铁皮, 则由酸洗法清除。抛丸法是借助于喷丸装置来打击带钢表面。喷丸器在带钢上面安装两个, 在带钢下面安装两个。因此, 带钢上下两面可以同时喷丸清理。抛丸装置还设有一套去丸装置及丸粒回收装置。抛丸装置后面布置有酸洗槽, 对带钢氧化铁皮进一步除鳞。

对于普通碳钢, 过去采用辊式破鳞机进行破鳞, 带钢经小辊径的辊式破鳞机, 受到多次弯曲, 使带钢氧化铁皮产生粗大的裂纹和机械剥落。这种破鳞方法比较老式, 效果不理想, 前后设备复杂。目前采用连续拉伸弯曲矫直设备, 同时起破鳞和矫直作用。这种新型破鳞矫直设备的实际效果, 已被国外生产实践所证实。为了取得较好的除鳞和矫直效果, 建议带钢在最大酸洗速度(140 米/秒)下, 其延伸率为 0.6~0.8% 为宜。

酸洗溶剂: 对于不锈钢采用混合酸(一般溶剂重量含有 15% 硝酸和 3~5% 氢氟酸)。对碳钢过去曾采用浓度为 12~25% 的  $H_2SO_4$ , 酸液温度 80~100°C。目前则多半采用 HCl, 盐酸液浓度为 3~15%, 酸液温度为 70~80°C。盐酸酸洗较硫酸酸洗具有显著优点: 对氧化铁皮的溶解能力强、酸液温度较低蒸气消耗较少; 盐酸酸洗几乎是纯化学酸洗, 对金属的腐蚀较小, 金属耗损较低; 由于产生的氢气少, 不加缓蚀剂也不致产生酸洗氢脆现象; 经盐酸洗后的带钢表面质量很好, 洁白光亮近于金属本色; 盐酸废酸经再生装置可以全部回收, 生产成本也较低。因此, 近年来盐酸酸洗逐步取代硫酸酸洗。

抛丸酸洗过程: 带钢首先经过开卷展平, 接着带钢表面经受抛丸打击。经过抛丸打击后, 带钢表面氧化铁皮已脱落或松散, 这样可加快带钢酸洗。然后将带钢进入盛有 HCl 溶剂的酸洗槽内(HCl 浓度为 3%, 温度为 70~90°C)进行酸洗。酸洗后带钢表面要经过清洗。一般带钢经刷洗机清洗后, 经过水的温度为 90~95°C 的热水槽。带钢表面的残留水分, 要采用热空气干燥装置烘干。为了卷成一定长度的钢卷, 在卷取机前设有剪切机。有时还设有圆盘剪, 进行修边剪切。为了取得必需的卷取张力, 往往设有张力形成器; 对于薄带钢, 可采用张力辊装置。有时为了防止酸洗后带钢表面生锈, 在机组中还设有涂油装置。为了保证因机组头部剪切、焊接等开卷机停车, 而使机组中部连续作业, 往往在机组头部与中部之间, 应设有前活套装置。同样为了保证因机组尾部剪切而卷取机停车, 而使机组中部连续作业, 在机组尾部与中部之间, 也应设有后活套装置。

图 1-2 所示为碳钢连续酸洗机组。它用来处理酸洗带厚为 1.5~6 毫米, 带宽为 600~1570

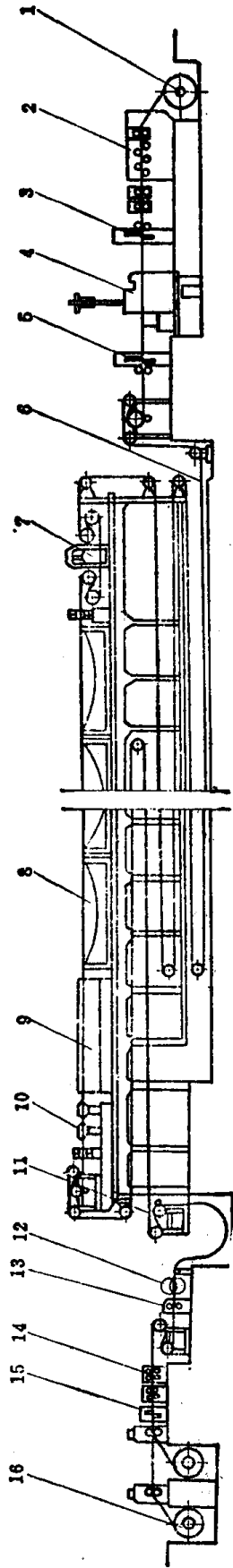


图 1-2 碳钢酸洗机组

- 1—开卷机 2—夹送辊和矫直机 3—1\*剪切机 4—闪光焊接机 5—2\*剪切机 6—前活套 7—拉伸弯曲矫直机 8—酸洗槽  
9—清洗槽 10—干燥器 11—后活套 12—圆盘剪 13—碎边剪 14—涂油机 15—分卷剪切机 16—卷取机

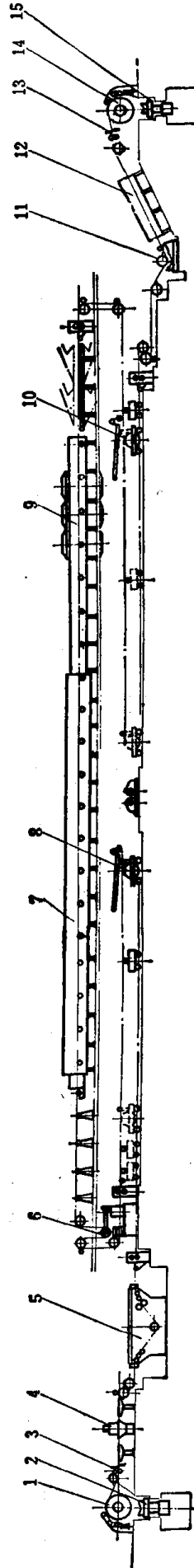


图 1-3 硅钢光亮脱炭退火机组

- 1—开卷机(悬臂式) 2—上卷小车 3—液压剪 4—焊接机 5—三氯乙烯去油装置 6—跳动辊(调节退火炉内张力) 7—脱碳退火炉 8—前活套小车 9—循环冷却装置 10—后活套小车  
11—氧化镁涂层装置 12—烘干装置 13—液压剪 14—卷取机 15—卸卷小车

毫米的碳钢带。机组速度：头部 500 米/分；中部 200 米/分；尾部 300 米/分。本机组设有带卷准备站、磁力辊式直头机、闪光焊、用来除鳞和矫直带钢的拉伸弯曲矫直机等新设备。

为了缩短机组长度，增加储套量。可采用设有双层车式活套的酸洗机组。它用来处理碳素带钢由于热轧所造成的铁鳞，获得较清洁的金属表面，以供冷轧所需。酸洗剂为 HCl，酸洗槽为水平放置。带钢经酸洗后，用水进行清洗、中和、最后烘干。在开卷段和卷取段，各备有双层车式活套装置，以适应停车时间的需要。活套是设在实际酸洗段的下面。在作业段出口端，还设有剪边剪和涂油装置。这条机组的基本参数为：处理材料为含碳量 0.8% 的热轧碳钢，带钢宽度为 250~650 毫米，带钢厚度为 1.2~7.0 毫米，强度极限为 25~50 公斤/毫米<sup>2</sup>。机组速度：头部为 400 米/分；中部为 220 米/分；尾部为 200 米/分。机组张力：头部为 1500 公斤；酸洗段为 4000 公斤；尾部为 5000 公斤；活套段为 2000 公斤。

## 2. 退火机组

它的头部设备(开卷直头设备)及尾部设备(包括卷取机及其他辅助装置)，与酸洗机组无多大原则区别。退火作业一般在退火炉内进行。光亮退火时，带钢往往在保护气体下进行退火。从而可获得较光亮的带钢表面。因此，在机组中应设有退火炉设备。为了消除带钢表面在轧制时所带来的油脂对退火质量的影响，带钢在进退火炉前，先应通过去油装置。为了保证退火质量，应保持炉内张力恒定。因此，退火机组中还应设有张力调节装置等。

图 1-3 示为硅钢光亮脱碳退火机组。用来对宽度 800~1050 毫米，厚度 0.35~0.7 毫米，强度极限 80~110 公斤/毫米<sup>2</sup>，屈服极限 70~100 公斤/毫米<sup>2</sup> 的硅钢带进行退火处理。机组速度：头部 5~30 米/分；中部 5~20 米/分；尾部 5~30 米/分。机组张力：头部 250~750 公斤；中部 150~550 公斤；尾部 550~3000 公斤。

目前较先进的硅钢退火机组的基本参数：机组速度：头部 80 米/分；中部 60 米/分；尾部 80 米/分。

具有活套塔的不锈钢光亮退火机组，退火可消除由于冷轧所造成的加工硬化。为了获得光亮的带钢表面，退火在保护气体下进行。炉子是煤气燃烧的塔式炉，约高出地平面 50 米左右。铬镍钢约 1080°C，铬钢为 600~800°C 进行退火。位于炉子出口侧的冷却段，也是在保护气体下操作的。如果有必要，带钢还可以进行化学钝化处理，此时用硝酸(约 5% 重量)、温度约 40~50°C。为了防止炉子气体的污染，提高退火质量，带钢在进退火炉前，先应通过碱性去油装置。开卷段及卷取段都配有塔式活套，以贮存带钢，以适应停车所需的时间。从而保证机组连续生产。这条机组基本参数为：带钢宽度 600~1550 毫米，带钢厚度 0.2~3.0 毫米，带钢的强度极限 160 公斤/毫米<sup>2</sup>；机组速度：头部 5~60 米/分，作业段 5~50 米/分，尾部 5~60 米/分；机组张力：头部 100~1000 公斤，作业段 150~1800 公斤，尾部 500~700 公斤，活套处 150~200 公斤。

## 3. 电镀锡机组

镀锡机组一般可分为热镀锡和电镀锡两种。热镀锡镀锡层较厚，一般为 3~5 微米。机组速度低，一般为 0.2~0.3 米/秒。而电镀锡镀层较薄，一般为 0.5~1.5 微米。机组速度为 5~10 米/秒，产量较高，约 14~16 万吨/年，它比热镀锡高十多倍。由于上述原因，目前新建的镀锡机组大部分采用电镀锡。

图 1-4 为电镀锡机组。该机组处理材料为冷轧带钢，其强度极限为 45 公斤/毫米<sup>2</sup>，屈服极限为 35 公斤/毫米<sup>2</sup>，带厚为 0.15~0.55 毫米，带宽为 550~1050 毫米。机组速度：开卷段

为 40~400 米/分,处理段为 40~300 米/分,卷取段为 40~400 米/分。

机组头部设有两台开卷机,可保证机组连续生产,减少活套内带钢贮存量。由于镀锡带钢比较薄,不宜采用刮板式直头机,而采用磁力带式直头机。由于头部设有两台开卷机,头部应设有双层夹送辊和双层复式剪切机。带钢经开卷直头后,进入复式剪切机切去带钢头部。切好头的带钢进入焊接,焊接后的带钢经过张力辊后进入活套塔。然后带钢进入圆盘剪进行修边。带钢要经过电解脱脂,目的是去掉冷轧板表面的油脂。经过电解脱脂以后的带钢,再进入酸洗槽进行酸洗。酸洗后的带钢经过刷洗。带钢经过电解脱脂、酸洗、刷洗等工序以后,带钢表面非常干净。带钢进入电镀锡槽镀锡层。带钢进入电镀锡槽以前,应先经过润湿槽,对带钢表面进行润湿。如果不润湿进入电镀,便会产生气泡,以致使锡分子不容易附在带钢表面。带钢经过电镀锡以后,还要进入软溶段,其作用可使镀锡层锡粒粘附在带钢表面,并得到表面光泽、加工性能良好的镀锡带钢。再进入化学处理(钝化处理),即经过碳酸盐溶液对锡带进行清洗。然后,经过铬酸盐电解处理。使镀锡带钢表面形成一层很薄又很致密的锡氧化膜,可使它起防腐作用。这对于应用于食品工业的镀锡板是很重要的。然后进入热空气干燥器(利用蒸气加热,温度为 110~120°C),从干燥器出来的锡带钢进入静电涂油。它是利用静电感应的原理,将锡带钢涂上极薄一层油,起保护锡带钢表面的作用。镀锡带钢进入后活套塔,最后剪切分卷,卷取成品锡带卷。尾部设有两台卷取设备轮换交替工作。该机组与定尺剪切机组连在一起。在定尺剪切机组中,设有滚筒式飞剪(设有非圆齿轮均速机构,可提高剪切定尺长度精度)。因此,本机组可以生产出锡带卷,还可生产单张镀锡板。

#### 4. 热镀锌机组

镀锌带钢的锌层较厚,一般在 120~600 克/米<sup>2</sup>。镀锌有热镀锌和电镀锌两种。这里介绍连续热镀锌机组。镀锌前带钢先经过脱脂退火处理,带钢在炉内经过氧化高速加热、还原和冷却到一定温度。采用跳动辊控制退火炉内张力。带钢经过采用保护气体密封的通道,进入锌锅。带钢离开锌锅以后,垂直地向上通过排列在带钢两侧的气刀,锌层厚度可由气刀来控制。气刀就是在锌锅出口采用可控的喷嘴,向带钢沿一定角度喷吹压缩空气或过热蒸气,以除去多余的锌液。机组设有连续拉伸弯曲矫直设备,用来矫平带钢,细化锌花和均匀镀层。然后进行铬酸处理,在带钢表面喷一层很薄的铬酸盐溶液,并烘干,以增加锌层抗氧化性能和减少锌带钢的白锈点。最后把锌带钢分条,或剪成定尺单张锌钢板,还要涂油以增加防腐能力。最后垛板,包装出厂。

#### 5. 纵切(分条)机组

纵切机组按圆盘剪是否传动,可分为拉剪式纵切机组和圆盘剪为传动的纵切机组。

拉剪式纵切机组:该机组依靠传动卷取机的张力,拉动圆盘剪进行纵切,圆盘剪不是传动的。为了引料方便,圆盘剪选用一台小功率电动机。拉剪式纵切机组的优点在于:圆盘剪和卷取机各装有不需调速控制的交流电动机;不需考虑因卷取机卷径变化所引起的速度变化。该机组缺点是:分条较厚带钢比分条较薄带钢要快。因此,在分条较薄带钢时,有可能使带钢在卷取机与圆盘剪之间发生下垂,造成卷取机卷得较松。因此,这种拉剪式纵切机组,适用于较厚带钢,一般厚度为 2.5~5 毫米左右为宜。

圆盘剪为传动的纵切机组:该机组中的圆盘剪与卷取机均为同步传动。基本上克服了拉剪式纵切机组剪切较薄带钢时所出现的带钢下垂。该机组缺点是:要求考虑卷取机卷径变化所引起的速度变化。因此,必须采用直流电动机,并对它进行速度控制。随着卷径增大而使卷

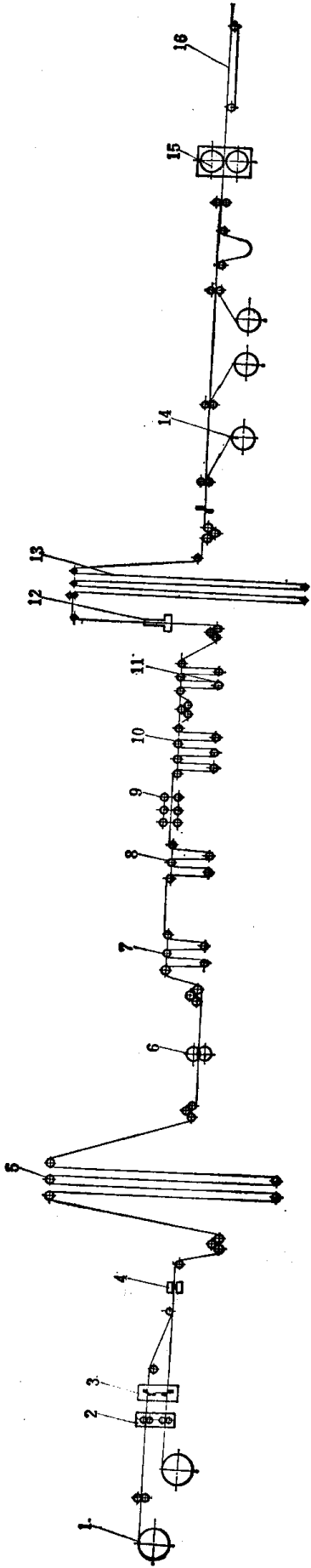


图 1-4 电镀锡机组

- 1—开卷机 2—双层夹送辊 3—双层复式剪切机 4—焊接机 5—前活套塔 6—圆盘  
 7—脱脂装置 8—酸洗装置 9—刷洗装置 10—电镀锡 11—化学处理(钝化处理)  
 12—静电涂油 13—后活套塔 14—卷取机 15—飞剪 16—运输装置

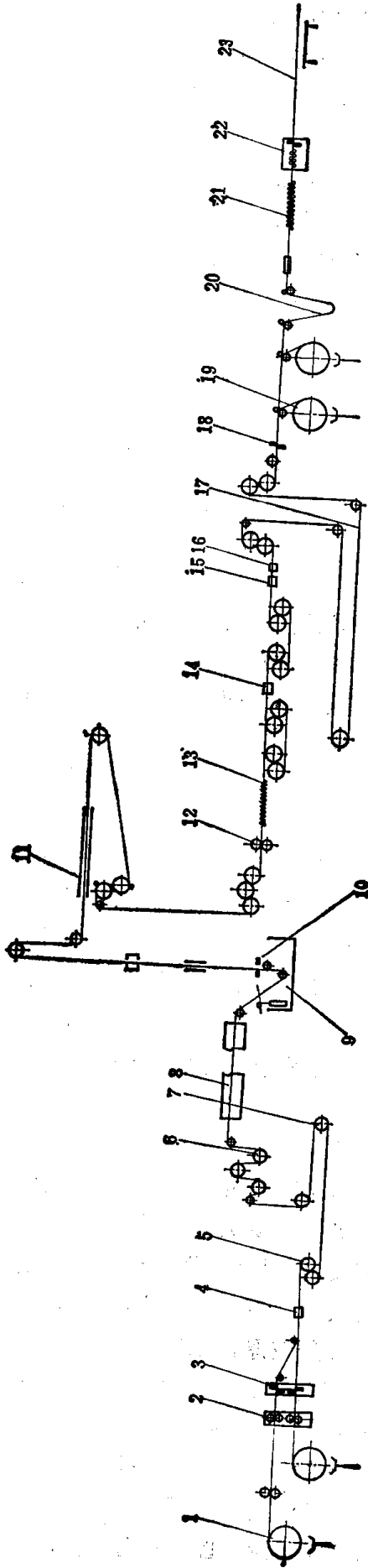


图 1-5 热镀锌机组

- 1—开卷机 2—双层夹送辊 3—双层复式剪切机 4—焊接机 5—1#3 辊 6—跳动辊 7—前活套 8—退火炉 9—锌  
 锅 10—气刀装置 11—冷却装置 12—平整机 13、21—辊矫直机 14—连续拉伸矫直设备 15—铬酸处理 16—热  
 风干燥器 17—后活套 18—分卷剪机 19—卷取机 20—活套坑 22—曲柄式摆式飞剪 23—磁力辊道

取机卷筒转速下降,才能保持卷取机在卷取过程中圆周速度不变。一般说来,这种机组圆盘剪与卷取机之间张力较小,适用于薄带钢,一般厚度为0.25~2毫米。有时往往要保证带钢分条无横向偏移(无跑偏),在圆盘剪前后设有自由活套坑,实现无张力剪切。在这种情况下,卷取机的张力则由圆盘剪后面的张力辊与卷取机建立。这种机组,由于能保持一定的卷取张力,卷取机卷得比较紧。带钢分条时尽可能减少剪边(一般剪边最大值不超过50毫米)。带钢出现跑偏,就可能使剪边增加。跑偏严重时,使圆盘剪失去经常工作。因此,一般采用浮动开卷机进行跑偏控制,从而可保证圆盘剪经常工作。

纵切速度随剪切材料不同而异,可按表1-1选取。

表1-1 带材纵切速度值

剪切材料	硅钢	不锈钢	冷轧低碳钢	热轧低碳钢	铝及轻合金	非铁金属及合金
正常值(米/分)	80	100	200	200	200	100
最大值(米/分)	150	200	400	400	300	200

## 6. 横切机组

1) 固定式剪机剪切静止带钢的机组: 该机组采用固定剪机,将静止带钢剪切成定尺长度的钢板。此类机组设备比较简单,除了设有一台结构简单剪切机以外,还设有开卷机,夹送辊,矫直机及长度测量装置、堆放被剪切后钢板的台架等。该机组生产率低、剪切定尺精度也差,但设备较简单。

2) 固定式剪机剪切运动带钢的机组: 该机组采用固定式剪机,将运动带钢剪切成定尺长度的钢板。它与上述横切机组的区别,在于夹送辊不停车连续送料,所以该机组中,除了设有与上述机组相类似设备以外,在夹送辊与剪机之间,应设有补偿设备(活套坑或驼峰辊道)。由于没有停车时间,该机组可获得较高产量。

3) 飞剪剪切运动带钢的机组: 该机组可利用飞剪,将运动带钢剪切成定尺长度的钢板,生产率高,设备比较复杂。一般在机组中多半采用滚筒式飞剪、曲柄式飞剪以及摆式飞剪等。上述飞剪都不能用来剪切大于厚度8毫米的带钢卷。图1-6为具有摆式飞剪的横切机组。它由上料运输链上料、开卷(双锥头开卷机)直头(五辊直头机)设备、液压剪、废料收集车、送料辊、活套、十一辊矫直机、摆式飞剪、十三辊矫直机、磁力辊道、垛板台、废板收集台等组成。剪切厚度2~6毫米,宽度700~1050毫米,材料的强度极限 $\sigma_b=70$ 公斤/毫米<sup>2</sup>,屈服极限 $\sigma_s=40$ 公斤/毫米<sup>2</sup>的带钢。机组速度0.85~1.7米/分。

1964年西德投产了一条厚带钢横切机组(图1-7)<sup>[4]</sup>。用来剪切带宽为2080毫米,带厚为12.7毫米的热轧带钢。在这条机组中,采用了新型“直进式”飞剪,即刀刃作往复直线运动。刀刃从静止加速到超过带钢恒定速度,然后控制到带钢速度(超过1~3%)进行剪切。在剪切以后,剪刀刀刃加速返回到开始位置。这些动作均由电子和机械联锁装置进行控制。

目前多半采用多用途的联合机组,如纵横联合剪切机组、矫直成品包装机组等。

从上述所介绍的机组概况来看,连续精整机组不论其用途如何,机组组成一般都包括头、中、尾三部分。头部包括开卷展平设备、剪切机、焊接机、夹送辊、张力辊等。中部是属于工艺部分。随作业要求不同而异。如退火机组的退火炉设备,酸洗机组的酸洗设备,镀锡机组的镀锡设备等等。尾部包括卷取机、剪切机、夹送辊、张力辊等。

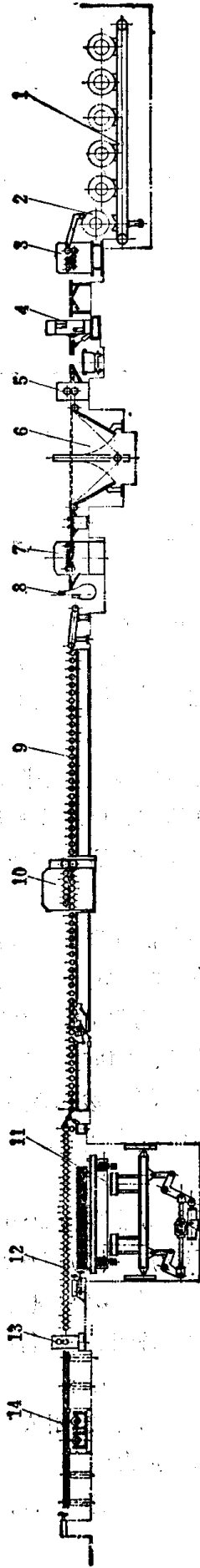


图 1-6 具有摆式飞剪的横切机组

- 1—钢卷运输链 2—开卷机 3—直头机 4—液压剪 5—夹送辊 6—活套坑 7—十一辊矫直机 8—摆式飞剪 9—检查辊道 10—十三辊矫直机 11—垛板台 12—磁力辊道 13—废品抛料辊 14—废品收集摆动台

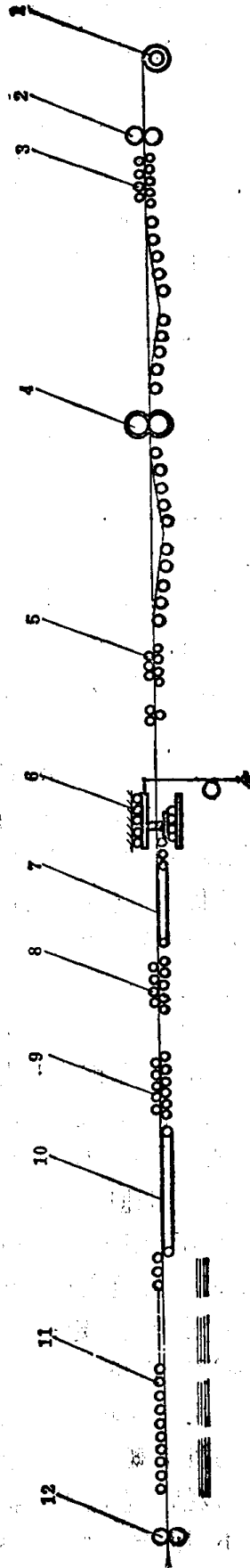


图 1-7 厚带钢横切机组

- 1—开卷机 2—夹送辊 3—预矫直机 4—圆盘剪 5—精矫直机 6—直进式飞剪 7—1# 运输辊道 8—1# 矫直机 9—2# 矫直机 10—2# 运输辊道 11—磁力辊道 (包括垛板台) 12—夹送辊

跑偏控制设备是机组必不可少的设备。跑偏控制是连续机组的关键问题。往往由于跑偏问题没有得到解决,影响到连续精整机组的正常生产。国内外在这方面都有深刻的教训。

同样,为了保证机组的连续生产,用来贮存带钢的活套装置,也是连续精整机组必不可少的设备。

#### 四、活套装置及其计算

机组头部由于上卷、剪切、焊接等工作而断续运转。但机组中部则是连续运行,这样就应该在头部与中部之间,设有前活套装置。在开卷机停车时,则可耗用前活套中所贮存的带钢,保证机组连续工作。同样,在机组尾部,由于剪切、卸卷等工作,也是断续运转的。这样也要求在尾部与中部之间,设有后活套装置。当尾部停车时,将带钢贮入后活套,保证中部连续工作。活套中的带钢贮存量与停车时间有关。

前活套带钢贮存量  $s_{前}$  为:

$$s_{前} = v_A t_{头} \quad (1-1)$$

式中  $v_A$ ——机组中部速度,又称为机组作业速度;

$t_{头}$ ——开卷机的停车时间,即机组头部停车时间。

后活套带钢贮存量  $s_{后}$  为:

$$s_{后} = v_A t_{尾} \quad (1-2)$$

式中  $t_{尾}$ ——卷取机的停车时间,即机组尾部停车时间。

根据  $s_{前}$  及  $s_{后}$ ,可决定前后活套车的行程,或活套塔的高度,或活套坑的深度。

目前常采用活套坑、活套塔、活套车三种活套装置:

活套坑:设备简单,要深挖坑(深达 10 多米),增加土建投资。对较薄带钢还容易出现折叠,擦伤带钢表面。一般适用于较厚的带钢。

活套塔:可以不要深挖坑,但要求厂房高。这样亦相应增加土建投资。在活套塔移动辊子升降时,由于加减速速度,会产生惯性力,影响带钢张力。因此,常采用减少移动辊子数目,加大行程,减少移动辊子的  $GD^2$  值等方法来克服。此外,由于带钢自重,塔顶带钢张力大于底部带钢张力。这一点在设计时应充分加以注意。活套塔断带处理亦较困难。

活套车:不需要挖深坑,亦不要高厂房。若采用多层车式活套,还可减少机组总长度。与塔式活套相比,带钢张力还可大些。活套车仍是目前常采用的较好的一种活套装置。

具体选用哪一种形式,视具体情况而定。

综合上述,连续精整机组有许多共同性设备(典型设备),即不论什么机组都是必不可少的。如头尾设备(开卷和卷取设备),张力控制设备(张力辊与夹送辊设备)、跑偏控制设备,上料设备以及活套装置等。

精整机组中除了上述共同性设备以外,还有某些机组特有的特殊设备(重点设备)。如纵横剪切机组中飞剪和圆盘剪设备;矫直机组中矫直设备等。

本书将分章讨论精整机组中各项典型设备和重点设备的设计计算。与工艺极为密切的机组中部设备。如退火炉设备、酸洗设备等本书不予讨论。



## 五、机组基本参数

在进行机组工艺设计时,必须确定机组基本参数(机组产量、机组速度及机组张力等)。一般可先按计算公式初步确定机组基本参数。最后还要根据生产实践加以修正。

### 1. 机组产量

在工艺设计时,首先要决定机组产量。机组产量与机组速度  $v$  (一般指机组作业段的速度  $v_A$ )、带材宽度  $b$ 、带材厚度  $h$  等有关。机组产量  $Q$  可按下列公式计算:

$$Q = \frac{60G}{T} k \quad (\text{吨/小时}) \quad (1-3)$$

式中  $G$ ——在作业时间  $T$  内处理加工的卷重,吨;

$T$ ——作业时间,分钟;

$k$ ——机组利用系数,可按表 1-2 选取。

若处理加工带钢的长度为  $L$ , 机组作业速度为  $v_A$  (米/分), 则作业时间  $T = \frac{L}{v_A}$ , 上式变为:

$$Q = \frac{60G}{L} k = \frac{60Gv_A k}{L} = \frac{60bhL\gamma v_A k}{L} = 60bh\gamma v_A k$$

对于带钢作业机组, 比重  $\gamma = 7.8$  吨/米<sup>3</sup>, 若  $b$  和  $h$  的单位为毫米。则上式变为

$$Q = \frac{60bh \times 7.8 \times v_A k}{10^6} = \frac{4.7}{10^4} bh v_A k \quad (\text{吨/小时}) \quad (1-4)$$

为了简化计算,可采用图表法。根据不计及  $k$  的公式(1-4)的图表(图 1-8), 和由表 1-2 查得的机组利用系数  $k$  进行计算(见例题)。

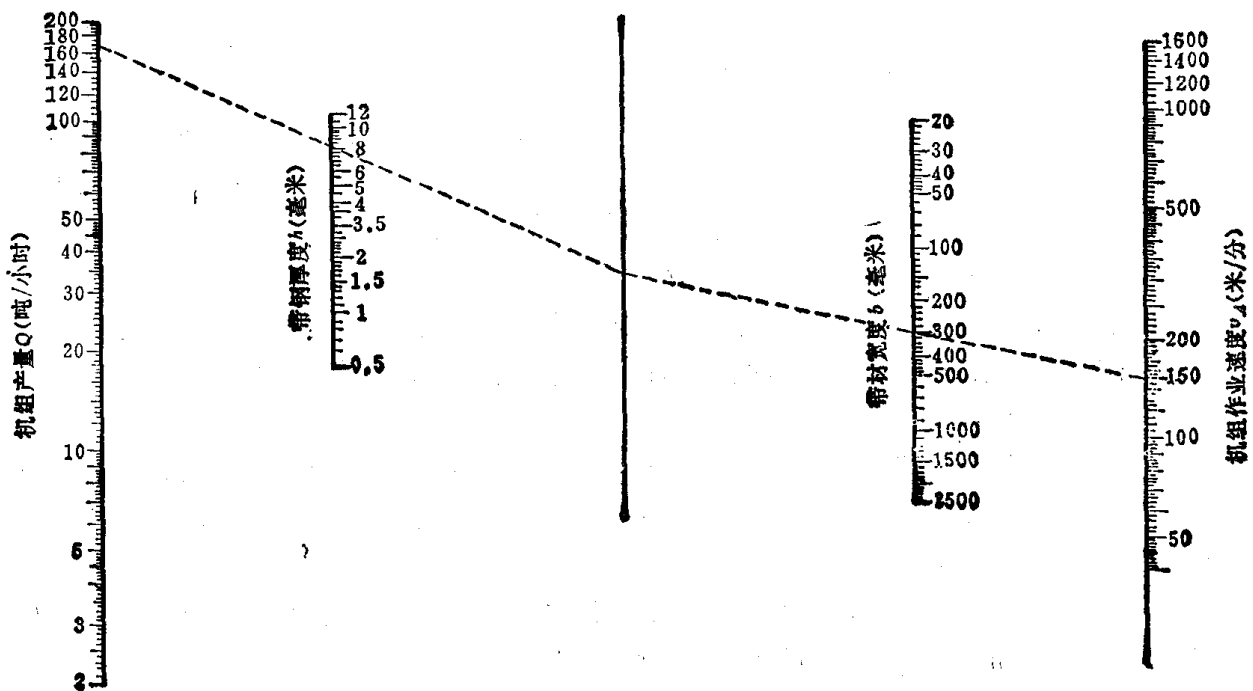


图 1-8 机组产量计算图表