

## 前 言

波澜壮阔的无产阶级文化大革命，使我国社会主义革命进入到崭新的历史阶段，极大地推动了社会生产力的发展。批林批孔斗争的伟大胜利，更加巩固和发展了无产阶级文化大革命的伟大成果。

经过无产阶级文化大革命和批林整风、批林批孔运动锻炼的冶金战线上的广大职工，在毛主席为首的党中央领导下，坚持党的基本路线，认真学习无产阶级专政理论，以阶级斗争为纲，认真贯彻落实毛主席的一系列重要指示，高举“鞍钢宪法”的光辉旗帜，坚持独立自主，自力更生，艰苦奋斗，勤俭建国的方针，抓革命，促生产，不断地取得革命与生产的新胜利。

在革命和生产的一派大好形势下，为适应冷轧带钢生产不断发展和广大工人及技术人员的需要，在各级领导、老工人和技术人员的大力支持和帮助下，作者将多年来参加连续酸洗生产实践的经验加以总结，编写成本书。

由于个人工作的局限性和水平有限，书中缺点错误在所难免，欢迎读者批评指正。

编 者

一九七五年十二月

# 目 录

第一章	连续酸洗机组概述 .....	1
第二章	原料 .....	5
	(一) 钢卷的堆放 .....	5
	(二) 对原料的要求 .....	8
第三章	带钢表面的氧化铁皮 .....	12
	(一) 氧化铁皮的生成及影响因素 .....	12
	(二) 氧化铁皮的结构 .....	16
	(三) 氧化铁皮的厚度 .....	22
	(四) 氧化铁皮的性质 .....	23
第四章	酸洗原理 .....	27
	(一) 酸洗反应 .....	27
	(二) 影响酸洗的因素 .....	29
	(三) 酸洗缓蚀剂 .....	38
	(四) 酸溶液中加食盐的意义 .....	44
	(五) 酸溶液的调配 .....	45
	(六) 酸溶液的分析 .....	49
	(七) 硫酸的消耗 .....	51
	(八) 酸溶液的加热 .....	53
第五章	连续酸洗机组的设备 .....	68
	(一) 带翻钢机的链式运输机 .....	68
	(二) 拆卷机 .....	70
	(三) 铁皮破碎机 .....	77
	(四) 矫直机 .....	83
	(五) 下切剪 .....	85
	(六) 焊接机 .....	90

(七) 焊缝光整机 .....	105
(八) 缝合机 .....	110
(九) 活套坑 .....	112
(十) 酸洗槽系统 .....	117
(十一) 冷、热水洗槽 .....	146
(十二) 烘干机 .....	153
(十三) 圆盘剪 .....	155
(十四) 碎边剪 .....	159
(十五) 涂油机 .....	162
(十六) 卷取机 .....	164
(十七) 拉辊 .....	170
第六章 酸洗工艺制度及操作要点 .....	173
(一) 酸洗工艺制度 .....	173
(二) 酸洗操作要点 .....	179
第七章 酸洗带钢表面缺陷 .....	189
(一) 酸洗气泡(氢脆) .....	189
(二) 过酸洗 .....	194
(三) 欠酸洗 .....	195
(四) 锈蚀 .....	196
(五) 夹杂 .....	196
(六) 划伤 .....	197
(七) 压痕 .....	199
第八章 机组生产能力的确定 .....	200
第九章 废酸的回收 .....	205
(一) 废酸回收的意义 .....	205
(二) 硫酸亚铁结晶的原理 .....	205
(三) 废酸回收方法 .....	206
(四) 硫酸的贮存 .....	214
(五) 卸酸方法 .....	216

第十章 连续酸洗机组的发展 .....	217
(一) 概述 .....	217
(二) 采用的主要措施 .....	218
(三) 几条不同类型酸洗机组的特点 .....	220
(四) 连续盐酸酸洗 .....	224
第十一章 盐酸塔式酸洗简介 .....	227
(一) 盐酸塔式酸洗的优缺点 .....	227
(二) 盐酸塔式酸洗机组工艺特点 .....	228
(三) 盐酸塔式酸洗机组设备特点 .....	229
(四) 酸洗塔类型 .....	231
(五) 废酸的再生 .....	232
(六) 一条盐酸塔式酸洗机组的特点 .....	239

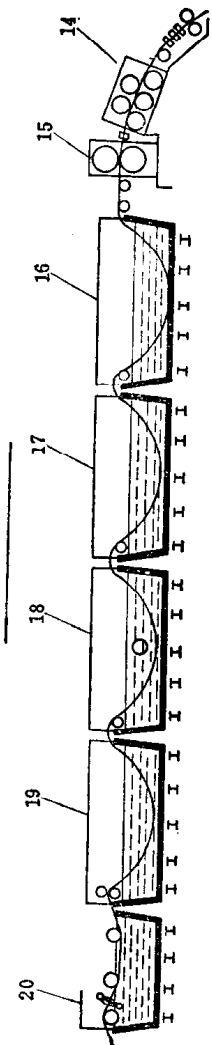
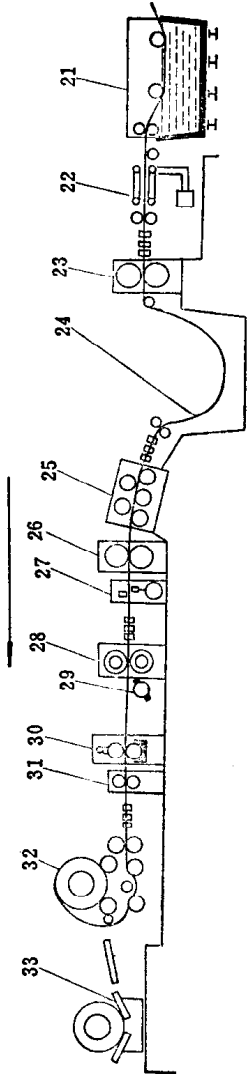
## 第一章 连续酸洗机组概述

带钢冷轧前必须清除其表面氧化铁皮，这一工序由连续酸洗机组来完成。所谓连续酸洗，就是将带钢连续地通过专门的酸洗槽进行连续酸洗。为达到过程的连续，将前一带钢的尾端与后一带钢的前端焊接或缝合起来，从酸洗槽通过，最后卷成一定重量的钢卷，剪断带钢。

连续酸洗机组，根据工作性质分成三段：上料、拆卷、带钢表面氧化铁皮破碎、矫直、剪头剪尾、焊接、焊缝光整以及缝合为进料段；酸洗、冷热水洗以及烘干为酸洗段；剪边、涂油以及最后卷取为出料段。为满足各段工作性质特别是速度差异的要求，达到酸洗连续进行，在酸洗段的两端各设一活套坑。

图1为连续酸洗机组示意图。其工艺过程是：钢卷用挂着钳式吊具的吊车自原料放置库吊出，立置在链式运输机上，经翻钢机1翻转90度成平卧，然后翻钢机再将钢卷翻送到锥体式拆卷机2上进行拆卷。拆开的带钢经拆卷机本身的一对拉辊3送入三辊式铁皮破碎机4，由双拉辊5牵引进行带钢表面氧化铁皮破碎。带钢自双拉辊走出进入五辊直机6矫直，经1<sup>#</sup>电动下切剪7切头尾，送入闪光对焊机8将前后二带钢焊接起来，通过犁刀式光整机9进行焊缝光整。如焊接机工作不正常，则二带钢通过缝合机11缝合。上述各工序完成后，由1<sup>#</sup>拉辊12将带钢自进料段拉出送入1<sup>#</sup>活套坑13贮存。

带钢由2<sup>#</sup>拉辊15自1<sup>#</sup>活套坑拉出，并经1<sup>#</sup>无传动的五辊



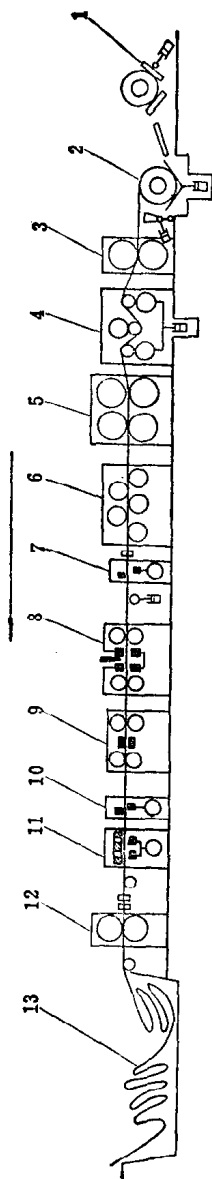


图 1 连续酸洗机组示意图

1—带翻钢机的链式输送机，2—拆卷机，3—拆卷拉辊，4—铁皮破碎机，5—双拉辊，6—五辊矫直机，7—1\*下切剪，8—闪光焊接机，9—犁刀式光整机，10—2\*下切剪，11—缝合机，12—1\*拉辊，13—1\*活套坑，14—1\*无传动五辊矫直机，15—2\*拉辊，16—1\*酸洗槽，17—2\*酸洗槽，18—3\*酸洗槽，19—4\*酸洗槽，20—冷水槽，21—热水槽，22—烘干机，23—3\*拉辊，24—2\*活套坑，25—2\*无传动五辊矫直机，26—4\*拉辊，27—3\*下切剪，28—圆盘剪，29—碎边剪，30—涂油机，31—毡辊，32—卷取机，33—斜辊道

矫直机14矫直在活套坑中产生的弯曲，送入“串级式”的硫酸溶液酸洗槽16~19进行酸洗。带钢从最末一个酸洗槽走出首先进入有高压水冲洗的冷水槽20，清洗去带钢自酸洗槽中带出的酸液，接着进入接近沸腾的热水槽21进一步清洗和预热，而后通过蒸汽加热的热风烘干机22烘干，由3#拉料辊23将带钢自酸洗段拉出送入2#活套坑24。

4#拉辊26将带钢自2#活套坑拉出，经2#无传动的五辊矫直机25矫直，送入圆盘剪28进行剪边。毛边进入碎边剪29剪碎除去。剪边后的带钢经辊式涂油机30将其上下表面涂上防锈油，最后由辊式卷取机32卷成钢卷。当钢卷达到要求重量时，由3#电动下切剪27剪断带钢，用液压卸卷机将钢卷推出卷取机，通过斜辊道33送轧前放置场贮备。



## 第二章 原 料

### (一) 钢卷的堆放

连续酸洗用的原料是热轧带钢卷。带钢卷经链式运输机或电动小车运进原料库堆放贮存。钢卷的堆放一般采取立置和卧置。

#### 一、钢卷立置

钢卷立置是采用自动吊钳吊运的(图2)。其优点是：钢卷立置时垛与垛的间距较小，因此占地面积较小。垛的高度



图 2 自动吊钳吊钢卷的情形

只要不超过吊车吊运钢卷所需的最大位置 and 保证吊运安全即可。钢卷通常堆放三层到四层(图3)。



图 3 钢卷立置堆放的情形

钢卷立置堆放可避免钢卷互相压扁，并能造成筒形，有自然抽风的作用，从而加速钢卷的冷却，缩短钢卷库存停留时间，有利于钢卷的周转。其缺点是：由于钢卷往往有“塔形”，因此卷与卷之间会将塔峰压折。当吊钳下落吊卷冲击力较大时，也容易将塔峰卡出破口或压折。实践证明，带钢边部压折部位除内角小于90度者外，一般都能被

拉辊压直过来；但压折内角小于90度者，则被压倒而成折叠，给以后各工序造成不利条件。遇有这种情况时，可在上料前预先用气割割去压折部位。被吊钳卡出破口的带钢边较严重者，也需预先割除，否则当带钢跑偏时易使带钢撕破，严重时会使带钢断裂。

## 二、钢卷卧置

其缺点是：钢卷卧置时垛与垛的间距较大，由于必须留出吊钩平行活动的余地，因此占地面积较大；钢卷冷却条件较差，不利于钢卷的及时周转；卷与卷之间容易互相压扁成椭圆形，堆的钢卷层数越多，钢卷压扁得越严重，特别是当钢卷温度较高时，压扁的程度尤甚。钢卷压扁给拆卷造成困难，严重者往往报废。因此钢卷卧置的层数是受到限制的。

其优点是：钢卷卧置可避免“塔峰”被压折，吊具损坏钢卷的可能性较小。

钢卷无论立置或卧置堆放，垛与垛之间均须留有一定宽度的走道，以便查找钢号和保证安全。

钢卷堆放应按钢质和炉罐号集中堆放，有条不紊，以防混钢造成质量事故。

### 三、原料库面积的确定

1. 钢卷立置面积的确定：钢卷立置占地面积取决于钢卷的外径。通常讲钢卷外径是指理论值，但实际上钢卷层与层之间是有一定间隙的，因此实际的钢卷外径要比理论值大。所以计算钢卷占地面积时应取钢卷的实际外径，这样就必须将钢卷卷紧程度系数考虑进去。

钢卷立置占地面积由下式确定：

$$S_{\text{立}} = \frac{\pi \left( \frac{D}{K} \right)^2}{4}$$

式中：  $S_{\text{立}}$ ——钢卷立置面积，米<sup>2</sup>；

$D$ ——钢卷理论外径，毫米；

$K$ ——钢卷卷紧程度系数。

钢卷卷紧程度与带钢卷取时的温度、张力以及板形（浪形）有关。钢卷卷紧程度系数一般取0.9。

2. 钢卷卧置面积的确定：钢卷卧置占地面积实际上等于钢卷外径与钢卷高度（带钢宽度）之积，则：

$$S_{\text{卧}} = \frac{D}{K} \cdot B$$

式中：  $S_{\text{卧}}$ ——钢卷卧置面积，米<sup>2</sup>；

$B$ ——钢卷高度（带钢宽度），毫米。

原料库面积的确定，还必须考虑以下两个因素。一是钢卷在库内冷却到 $50^{\circ}\text{C}$ 以下所需时间，也就是钢卷的周转时间，通常为7~10天。毫无疑问，库的面积应满足酸洗机组7~10天生产能力所需钢卷数量的贮存量要求。二是钢卷垛与垛之间要留有一般约1米宽的走道，因此库面积还需增加 $\frac{1}{4}\sim\frac{1}{5}$ 左右。

## (二) 对原料的要求

原料带钢卷的外观质量，对连续酸洗机组的生产能力、酸洗后的表面质量及酸洗操作有直接影响。如带钢宽度及厚度偏差、边部浪形、镰刀弯、塔形、扁卷、长舌头、冷松卷、气泡及结疤、夹杂及铁皮压入、划伤等。

### 一、带钢宽度及厚度偏差

带钢宽度往往是中间窄两头宽。有时中间窄得剪不着边而被迫改尺，两头宽得剪下的毛边超过允许宽度。在保证成品宽度和剪切质量的前提下，确定带钢宽度偏差应以带钢中间剪边后不会窄尺和提高钢材收得率的原则而定。一般以正50毫米、负零为宜。实践证明，当宽度超过最大允许偏差时，毛边过宽，入碎边剪则剪不断，促使碎边剪与减速机接手销子折断；毛边过窄（10毫米以下）时，在带钢偏离剪切中心线的情况下，带钢可能空过圆盘剪而造成窄尺。很窄的毛边，即使剪过去也不易顺利进入毛边导槽，这样往往出现跑边现象。

带钢的厚度一般是头部比尾部厚0.15~0.20毫米，这对焊接和光整是不利的。有时带钢全长达超厚。故带钢厚度偏差应依据不影响焊缝和光整质量而定。当带钢（普通碳钢）厚度1.8~2.2毫米时，偏差应为正负0.20~0.24毫米；厚度

2.2~4.0毫米时，偏差应为正负0.22~0.26毫米。

## 二、边部浪形

带钢边部浪形通常是因热轧过程中两边压下量不均而使两边延伸不同所造成的。

带钢在机组上运行时浪形部位的下表面往往被划伤，浪形较严重时，促使带钢剪边后出现多肉和带钢成卷后出现端部卷得松紧不同等缺陷；冷轧过程中不稳定并跑偏甚至造成带钢缠辊现象。因此，要求带钢在1米长度内的浪形应不多于3个，浪高应不超过100毫米。

## 三、镰刀弯

因热轧板坯两边长度方向厚度和加热温度不均以及两边压下量不等，促使轧制时延伸不同，故在带钢长度方向出现如同镰刀形弯曲。

有镰刀弯的带钢在机组上运行时必然跑偏。镰刀弯经圆盘剪剪边后也不可能取直，带钢卷取时产生塔形，并使钢卷两端卷得松紧不均(镰刀弯端则松)。为此要求带钢的镰刀弯在3米长度内不大于10毫米。

## 四、塔形

由于带钢的镰刀弯，促使热轧带钢在卷取过程中产生塔形(参看图2)。

塔形钢卷在辑道上运输，尤其是用钳式吊具吊运时，塔峰易窝折或卡出破口。当窝折的内角小于90度情况下，则必然被拉辊压成折叠。当破口深度超过剪边宽度时，破口则剪不掉，当带钢跑偏时很可能在破口处被撕断。

塔形钢卷在拆头时不易对正机组中心线，拆卷过程中常造成带钢跑偏。综上所述，钢卷塔形高度一般允许80~100毫米。

## 五、扁卷

温度在  $400^{\circ}\text{C}$  以上的钢卷，在辊道上运输时，由于吊卸不及时钢卷互相冲撞挤压，造成扁卷。扁卷的短径应不小于拆卷锥体直径，否则拆卷将是很困难的。



图 4 带钢卷外圈的长舌头

## 六、长舌头

长舌头多出现在带钢的尾端(图 4)。这是因为带钢轧制时尾端失去了控制，使其延伸自由所造成的。

长舌头不利于钢卷的拆头，往往需要多次反复才能拆开。长舌头有时下垂上翘，在机组上运行时常常卡钢，损坏机组下护板。为了保证焊缝质量，带钢热轧后或酸洗前，应将带钢的长舌头预先剪掉和割掉。

## 七、冷松卷

由于热轧机出事故(多半是堆钢)，带钢不能热卷取，而不得不在冷状态下卷取，因此钢卷卷得松。冷松卷在拆卷过程中由于产生层间滑动，带钢经常划伤。冷卷取带钢常造成中间折叠；当折叠处拉开后，带钢多半在叠处折断，故冷松卷实际上是废品。

## 八、气泡及结疤

气泡及结疤从外观上不易发现，只有当带钢经酸洗后才表现出来。气泡呈孔隙或裂缝状态，结疤呈凹坑而出现。这种缺陷经冷轧一般是不能消除的。因此要求带钢无气泡及结疤。

### **九、夹杂及铁皮压入**

夹杂及铁皮压入，从外观上较容易发现。这种缺陷多数是酸洗不掉的；较轻微的即使能够酸洗掉，带钢上将留下坑痕，冷轧后坑痕便扩大而成为废品。

### **十、划伤**

带钢表面不得有大于带钢厚度正负一半深度的划伤；过深的划伤冷轧后不能消除，结果降低带钢的冲压等性能。

实践指出，带钢表面允许有深度（或高度）不大于厚度正负偏差一半的压痕、发裂、麻点及轧辊网纹。这样的缺陷在冷轧压下率达40%时基本上可以消除。

对带钢头尾缺陷长度的要求，根据冷轧机型式不同而不同。连轧机带钢头尾丢的较短，可逆式轧机则带钢头尾丢的较长。作为可逆式轧机的带钢，一般头尾缺陷允许在5米长度以内。

钢卷外圈应用白色铅油标明炉罐号、钢质、规格、重量及卷序号，以防混淆。

### 第三章 带钢表面的氧化铁皮

根据热轧带钢在加热、轧制及冷却过程中与空气接触的温度、时间等因素的不同，带钢表面氧化铁皮的生成、结构、厚度、性质也有所不同；具体地分析研究这些特征，对氧化铁皮的控制和清除都是有益的。

#### (一) 氧化铁皮的生成及影响因素

带钢表面的氧化铁皮，是由于钢中的铁原子和空气或氧化性气体中的氧原子，在一定条件下互相扩散化合而成的。

扩散过程通常有两种方式：一是氧原子溶解在氧化铁皮中形成固溶体，然后深入的原子渐渐地按照走向金属的方向移动，或金属原子溶解在氧化铁皮中形成固溶体，然后深入的原子渐渐地走向与氧原子运动相反的方向；二是氧化铁皮是不完整的，即氧化铁皮具有许多孔隙和裂缝，铁和氧的原子就沿着孔隙和裂

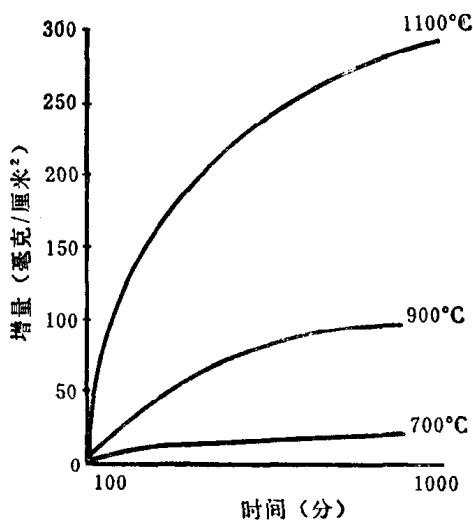


图 5 高温时铁在空气中的氧化抛物线曲线



缝而互相扩散。

铁原子和氧原子由于互相扩散的结果产生了化合即腐蚀，形成了氧化铁皮。扩散和化合这两个过程的快慢，受温度和时间等条件的影 响。因此，氧化铁皮的生成及成长过程是相当复杂的。

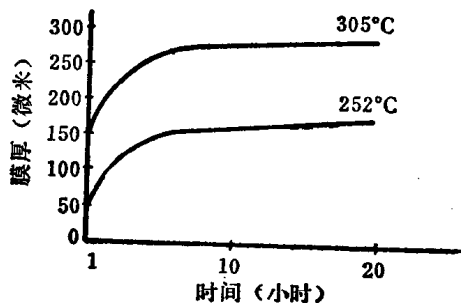


图 6 温度不高时铁在空气中氧化的对数曲线

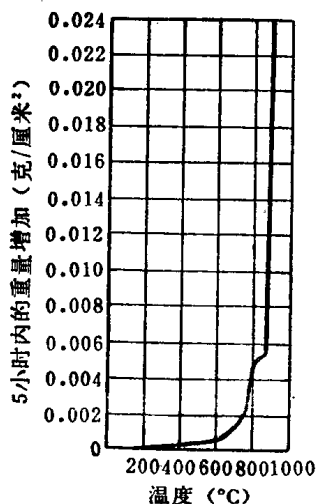


图 7 温度对碳钢氧化速度的影响

氧化铁皮的成长与温度和时间有直接关系，特别是在高温的条件下，随着温度的增高，氧化铁皮成长的速度快并成抛物线形式，如图 5 所示。当温度在 375°C 以下时，氧化铁皮成

长的速度慢并成对数曲线，如图 6 所示。

碳钢在 600°C 以下时氧化速度较慢，当温度达到 700°C 以上时，则氧化速度急剧加快，如图 7 所示。

热轧带钢从最后一架精轧机轧出温度在 800~900°C 范围内，正是钢氧化速度快的区间。因此应加速冷却到 600°C 以下为理想。

热轧带钢从最后一架精轧机轧出到卷取这段时间里是裸露在空气中的，其表面氧化速度与空