

The background features a large, stylized yellow gear-like shape on the left side. A horizontal line with several small rectangular blocks, resembling a wire drawing die, passes through the center of the image. The overall color scheme is a warm yellow.

# 钢 丝 的 连 续 生 产

GANGSI  
DE  
LIANXU  
SHENGCHAN

冶金工业出版社

# 钢丝的连续生产

周 良 朱振明 谢崇峻 编译

冶金工业出版社

## 内 容 简 介

本书论述了钢丝生产工艺过程连续化方面的理论和实践。介绍了近几年来国外发展的各种钢丝生产连续机组，其中包括钢丝热处理和镀锌过程合并的连续机组。介绍了快速电接触法热处理在低碳钢丝，中、高碳钢丝和合金钢丝方面的应用，以及拉拔连续化的研究成果。

本书可供金属制品工厂和科研、设计机构的工程技术人员使用，也可供有关专业的大学和中等专业学校的师生参考。

## 钢 丝 的 连 续 生 产

周 良 朱振明 谢崇峻 编译

冶金工业出版社出版

(北京北河沿大街嵩祝院北巷39号)

新华书店北京发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

850×1168 1/32 印张 6 11/16 字数 175 千字

1988年1月第一版 1988年1月第一次印刷

印数00,001~2,800册

ISBN 7-5024-0129-6

TF·36 定价1.95元

## 编译者的话

本书主要根据苏联1979年И.Н.涅多维济依(Недовизий)等编写的《钢丝生产过程的连续化》(СОВМЕЩЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА ПРОВОЛОКИ, МОСКВА “МЕТАЛЛУРГИЯ”1979)/一书并参照其它生产金属制品的主要国家的有关资料增补适当内容而编译的,着重收入最新资料,重点是工艺和设备。

钢丝生产实现现代化,必须采取一定的技术措施,以便以较少的投资在较短的时间内达到优质高产的目的。将钢丝生产的各个过程,如热处理、表面准备和拉拔连续起来可以提高劳动生产率,减少中间运输工序,缩小占地面积。

本书叙述钢丝生产连续工艺过程的理论和实践,介绍了各种机械除锈方法,综述了国外发展的各种连续化机组:如热处理-酸洗连续机组。热处理-表面准备-镀锌连续机组,钢丝焙炼和镀锌连续机组,低碳钢丝退火-拉拔连续机组,中、高碳钢丝快速电焙炼和拉拔连续机组,以及高合金钢丝热处理和拉拔连续机组。这些机组中有一些是值得我们借鉴的,有一些则属于将来值得研究的课题。最后,书中探讨了钢丝生产过程改进的远景方向。

本书第一、二、五、六、七各章由周良编译,第八章由谢崇峻编译,第四章由朱振明、谢崇峻编译,第三章由朱振明、谢崇峻、周良编译。

本书由马鞍山钢铁设计研究院高级工程师李寿柏审核,编译者深表谢意。

由于编者水平有限,书中难免有错误和不妥之处,希望读者指正。

# 目 录

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| <b>第一章 钢丝生产工艺</b> .....         | 1  |
| 第一节 碳素钢丝生产工艺系统 .....            | 1  |
| 第二节 拉拔前线材和钢丝的表面准备 .....         | 2  |
| 第三节 拉拔 .....                    | 4  |
| 第四节 热处理 .....                   | 9  |
| 第五节 钢丝的拆卷和盘卷包装 .....            | 10 |
| <b>第二章 机械除锈</b> .....           | 19 |
| 第一节 氧化铁皮的形成和计算 .....            | 19 |
| 第二节 机械除锈 .....                  | 22 |
| 第三节 机械除锈设备 .....                | 28 |
| 第四节 机械除锈线材的拉拔特点和钢丝质量 .....      | 31 |
| 第五节 机械除锈的技术经济指标 .....           | 35 |
| <b>第三章 连续机组</b> .....           | 37 |
| 第一节 热处理酸洗连续机组 .....             | 37 |
| 第二节 热处理酸洗连续机组的工作制度 .....        | 41 |
| 第三节 热处理酸洗连续机组的技术经济指标 .....      | 45 |
| 第四节 钢丝热处理-表面准备-镀锌连续机组 .....     | 45 |
| 第五节 散圈式连续处理机组 .....             | 48 |
| 一、机械除锈-散圈酸洗-表面处理连续机组 .....      | 48 |
| 二、拉丝-散圈热处理-表面处理连续机组 .....       | 50 |
| 第六节 电接触加热焙炖及表面处理连续机组 .....      | 52 |
| 第七节 国外连续机组实例 .....              | 64 |
| 一、线材机械除锈、酸洗及拉拔连续机组（意大利） .....   | 64 |
| 二、铅焙炖第二步电镀热扩散镀黄铜连续机组（意大利） ..... | 64 |
| 三、钢丝焙炖-酸洗-表面处理连续机组（加拿大） .....   | 66 |
| <b>第四章 钢丝焙炖和镀锌的连续化</b> .....    | 71 |
| 第一节 镀锌钢丝的用途和镀锌方法 .....          | 71 |
| 第二节 热镀锌工艺 .....                 | 72 |
| 第三节 钢丝焙炖和镀锌连续化的先决条件 .....       | 75 |
| 第四节 钢丝热处理和镀锌连续机组 .....          | 77 |

|                                          |            |
|------------------------------------------|------------|
| 一、焙炖盐浴槽 .....                            | 77         |
| 二、钢丝镀锌槽 .....                            | 79         |
| 三、焙炖和镀锌连续机组的工作特点 .....                   | 82         |
| 第五节 钢丝焙炖和镀锌连续化的技术经济指标 .....              | 85         |
| <b>第五章 低碳钢丝退火和拉拔的连续化 .....</b>           | <b>86</b>  |
| 第一节 低碳钢丝退火的目的和方法 .....                   | 86         |
| 第二节 感应退火 .....                           | 87         |
| 第三节 电接触加热退火 加热参数的计算 .....                | 90         |
| 第四节 退火-拉拔或拉拔-退火连续机组 .....                | 98         |
| 第五节 钢丝加热的电接触装置 .....                     | 105        |
| 第六节 退火-拉拔或拉拔-退火过程连续化的稳定方法 .....          | 114        |
| 第七节 快速加热方法对钢丝机械性能和结构组织变化的影响 .....        | 126        |
| 第八节 退火-拉拔机组拉拔钢丝的特点 .....                 | 134        |
| 第九节 退火-拉拔连续机组和拉拔-退火连续机组的技术<br>经济指标 ..... | 140        |
| <b>第六章 焙炖和拉拔的连续化 .....</b>               | <b>143</b> |
| 第一节 焙炖在钢丝生产中的作用 .....                    | 143        |
| 第二节 钢丝电焙炖的特点 .....                       | 146        |
| 第三节 电焙炖装置 装置参数的计算 .....                  | 150        |
| 第四节 电焙炖后钢丝拉拔的特点 成品钢丝的质量 .....            | 156        |
| 第五节 电焙炖的技术经济指标 .....                     | 159        |
| <b>第七章 高合金钢丝热处理和拉拔的连续化 .....</b>         | <b>162</b> |
| 第一节 合金钢丝的特性 .....                        | 162        |
| 第二节 钢丝的热处理制度 .....                       | 164        |
| 第三节 钢丝的电接触热处理方法 热处理的各项参数 .....           | 166        |
| 第四节 热处理质量 .....                          | 175        |
| 第五节 高合金钢丝热处理-拉拔连续机组的拉拔特点 .....           | 182        |
| 第六节 高合金钢丝热处理与拉拔连续化的技术经济指标 .....          | 186        |
| <b>第八章 钢丝生产工艺改进的远景方向 .....</b>           | <b>188</b> |
| 第一节 钢丝生产的技术经济模型 .....                    | 188        |
| 第二节 自动化流水线 .....                         | 199        |
| 第三节 流水线操作的安全技术 .....                     | 202        |
| 第四节 自动化流水线的技术经济指标 .....                  | 203        |
| <b>参考文献 .....</b>                        | <b>205</b> |

# 第一章 钢丝生产工艺

## 第一节 碳素钢丝生产工艺系统

钢丝生产由许多工序组成，其中典型的工序是拉拔，而拉拔本身又包括一系列工序：先将钢丝端头压尖，随即穿入拉丝模，再从拉丝模中拉出并固定到拉拔卷筒上，焊接钢丝的断线头，开动拉丝机，从成品卷筒上卸下成盘钢丝，监视拉丝机的运行和操作等。

随着生产技术的改进，有可能把过去各个独立的工序联合成

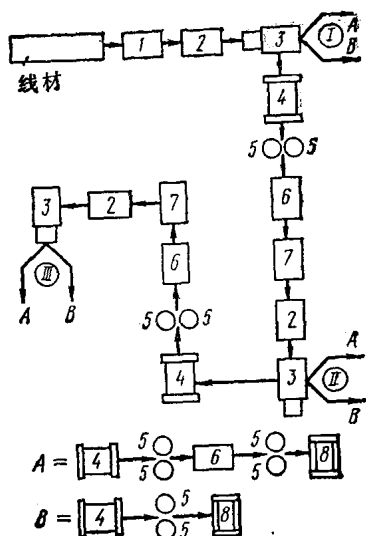


图 1-1 低碳光面钢丝生产工艺流程

1—线材表面除锈；2—钢丝表面涂润滑料底层；3—拉拔；4—将钢丝卷成盘卷或卷到大工字轮上；5—运输盘卷或大工字轮；6—钢丝热处理；7—钢丝表面准备；8—满轴工字轮或盘卷的包装；

I—粗钢丝；II—中等尺寸钢丝；III—低碳钢细丝

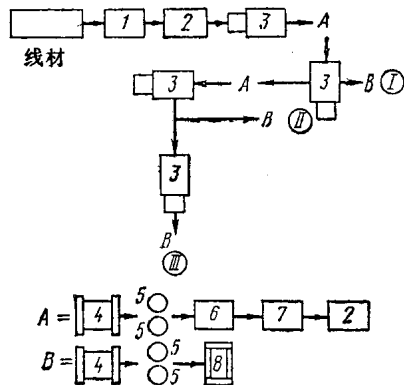


图 1-2 钢绳用光面钢丝生产工艺流程 (图中代号同图1-1)

连续工序。例如，三个不同的工序（线材表面除锈，拉拔前线材表面准备，拉拔），目前在大多数生产低碳钢丝的工厂中都已联合成一道工序，即线材机械去锈拉拔法。

图1-1示出了低碳钢丝生产工艺系统图，而图1-2则示出了钢绳钢丝的工艺系统图。这些工艺流程都是采用连续过程生产之前所使用的。

## 第二节 拉拔前线材和钢丝的表面准备

钢丝生产的原料是冶金工厂用热轧法生产的直径5.0~12.0毫米的线材。实际生产中多半采用直径6.5毫米的线材，但目前国外采用直径5.5毫米线材的已越来越多。金属制品厂对线材的质量是按加工成钢丝的消耗指标和成品钢丝的质量指标来评定的。

线材金属中含有非金属夹杂、疏松、气孔、气泡、以及轧制缺陷，如折叠、裂缝、压痕、毛刺等，会增加拉拔时的断线次数，并会降低成品钢丝强度和塑性的均匀性的指标。拉拔过程和成品钢丝质量也决定于金属的化学成分和组织的均质性，有害杂质（如铜、锡、铅）的含量以及气体和非金属夹杂的含量。按照国

外资料，目前在拉拔低碳钢丝时拉丝机停车时间约有45%是由于冶炼和轧制缺陷引起的<sup>[1]</sup>。所要求的线材质量很大程度上决定于轧制加热后的冷却方法。在线材生产过程中采用快速冷却方法不仅可降低线材表面的氧化铁皮量，还可显著减少脱碳层的厚度。

线材表面的氧化铁皮对钢丝的拉拔有很大的影响。线材表面氧化铁皮层的含量超过18克/米<sup>2</sup>时，就会阻碍拉拔过程并会使钢丝质量变坏。从线材上去除氧化铁皮可用各种不同方法，例如，硫酸或盐酸溶液酸洗法、用辊子弯曲法、喷丸法、喷吹铁丸或磨料。最广泛使用的是硫酸和盐酸酸洗法。近年来机械除锈法越来越受到重视。关于机械除锈法将在第二章内详细叙述。

没有覆层的纯金属表面在空气中会迅速氧化，形成一薄层氧化膜。这种氧化膜很致密，空气中的氧不能透过，可防止金属继续氧化。氧化膜在温度150℃以下起保护作用。所以在采用任何除锈方法时线材在大气中表面都会保持一层氧化物。

线材和钢丝的拉拔是通过硬质合金模进行的。金属和拉丝模材料在接触时会互相粘结。所以在通过硬质合金模拉拔钢丝时，钢的表面和模子表面必须用一层润滑膜隔开。

润滑料的材料应与线材表面牢固粘合，并且当拉拔时在拉丝模和线材接触面上形成的压力和温度下不致破坏，还应具有与拉丝模材料较小的粘合力，也就是保证在与拉丝模接触的表面上具有较小的摩擦系数。

在线材上形成隔离层的实际方法有两种：

第一种方法 先在线材上涂上一层与线材粘合良好的材料，这一层材料叫做润滑料底层，但这并不能保证拉拔时摩擦系数低。为了保证拉拔时摩擦系数低，必须涂上拉丝润滑料，这一层润滑料在拉丝前直接涂在润滑料底层上。

第二种方法 将线材涂上一层能同时完成润滑料底层和拉丝润滑料两重作用的材料。

目前用作钢丝润滑料底层材料的有硼砂、磷酸盐、水玻璃、铜等。拉丝前线材表面使用的最便宜的润滑材料就是石灰，石灰

溶液浓度为10~14%。线材沾石灰是在酸洗工序完成后进行。线材在清除掉氧化铁皮，用流动水冲去酸和酸洗液残渣后送去沾石灰。沾石灰是将线盘沉入石灰乳液槽中，上下摆动数次。实践表明，往中等浓度的石灰乳中多次浸入线材较经高浓度的石灰乳中浸入一次的效果要好，石灰涂层质量显著提高〔2〕。浸过石灰的线材再送往干燥炉以去除石灰乳中的水分，线材表面就形成石灰涂层。酸洗后沾石灰还可以将水洗后可能残留的酸中和掉。沾石灰广泛用于低碳钢线材加工。对于中碳钢则采用硼砂溶液。硼砂溶液较石灰溶液具有更大的粘附能力。以前曾采用铜作为润滑料底层。线材的涂铜是将线盘浸入硫酸铜溶液中数次。目前采用涂铜作为润滑料底层的已很少，因为涂铜钢丝的耐蚀性差。过去采用涂铜的现已为涂硼砂或磷化处理所取代。采用磷化处理可以在线材表面上得到一层多孔的、韧性好的非金属薄膜，它比之石灰和硼砂薄膜表面显微起伏的均平性更好，且能保证拉拔时润滑料附着良好。磷酸盐涂层不仅可容易地使拉拔过程得以实现，并且有一定的防蚀作用。这种涂层在生产钢绳钢丝时已得到广泛的采用。往线材表面上涂润滑料底层所用时间基本上和酸洗时间相同。

目前由于采用了机械去锈法，所以就可将机械去锈、拉拔前的表面准备以及拉拔联合成为一道工序。关于这方面的详细情况将在第二章内叙述。

### 第三节 拉 拔

线材在单次拉丝机或多次拉丝机上拉拔是要使钢丝得到一定的形状、需要的尺寸和特殊的性能。拉拔时利用拉丝模使横断面积极缩小。拉丝模主要是用硬质合金制造的。为了拉拔极细钢丝需使用钻石模。拉丝模的主要参数是：入口锥角，出口锥角，工作锥角和定径带的长度（图1-3）。

拉丝模入口锥、工作锥、出口锥角度的大小决定于许多技术因素、钢丝的机械性能和所采用的润滑料。在实际生产中使用最多的是入口锥 $24^\circ$ ，出口锥 $90^\circ$ ，工作锥 $12^\circ$ 。

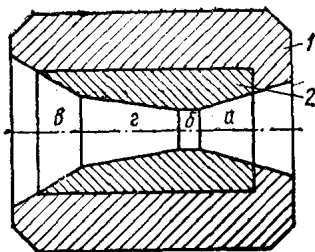


图 1-3 拉丝模

1—模套；2—模芯；a—出口锥；b—一定径带；e—入口锥；z—工作锥

拉拔时在拉丝模工作锥内表面上产生的压力达5000~30000公斤力<sup>①</sup>/厘米<sup>2</sup>。这种压力会造成很高的径向压力，从而使拉丝模破损。为了增大拉丝模体抗径向压力的性能，将模体镶入钢套中。

为了减小拉丝模的外部摩擦采用拉拔润滑料。拉拔润滑料在钢丝进入拉模前直接涂在钢丝上。润滑料应能抗高压，且在高温下能保持其润滑性能和润滑薄膜的完整性。例如，在拉拔高碳钢丝时润滑料在拉丝模内受到的压力达210公斤力/毫米<sup>2</sup>，并且在变形区终端温度可达200°C，而在条件不好时，温度还会更高。拉拔润滑料应与钢丝的润滑料底层粘合良好。否则润滑料就会从钢丝上拉脱下来，而没有润滑料实际上是不可能拉拔的。

制造拉丝润滑料主要使用脂肪酸和以脂肪酸为基的肥皂。钢丝的干拉广泛使用具有最高熔点的肥皂粉（钙皂）。对于湿拉则常采用各种乳化液作润滑料，大多是肥皂和矿物油或植物油的混合溶液。为了使润滑料得到特殊性能，如要改善钢丝表面质量，通常在润滑料中加入添加剂。可用作添加剂的有硫磺、磷、石墨、二硫化钼等。

图1-4示出了拉拔钢丝和钢棒用的拉丝模，润滑料在润滑区的流体动力效果所形成的压力下进入模子的工作区。在这种模子

① 0.102公斤力/毫米<sup>2</sup>等于1兆帕。——编者

中摩擦系数的平均值为普通拉丝模的1/10。苏联各金属制品厂多半使用乌拉尔黑色金属研究所设计的装配模（图1-5）。

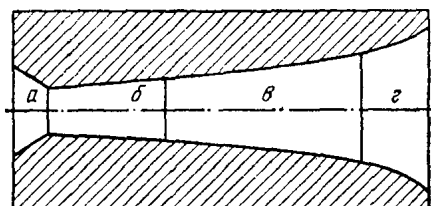


图 1-4 拉拔钢丝和钢棒用的压力模  
a—出口锥；b—定径锥；c—润滑区和工作区；d—入口锥

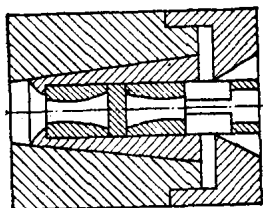


图 1-5 装配模

生产上实际使用装配模可以提高拉丝速度约15%。采用装配模可以拉拔机械去锈的线材。线材表面不必在肥皂润滑料内作拉拔前的专门预处理。

表示拉拔主要特征的参数值是：延伸比 $\mu$ 、与之相关的压缩率 $\delta$ 以及拉拔力 $P_{\text{拉}}$ 。

延伸比 $\mu$ 等于钢丝进入拉丝模前横断面积 $F_{\text{H}}$ 与从拉丝模出来后横断面积 $F_{\text{K}}$ 的比。因为拉丝时金属体积实际上不变，所以根据关系式 $F_{\text{H}}L_{\text{H}} = F_{\text{K}}L_{\text{K}}$ 得出， $\mu = \frac{F_{\text{H}}}{F_{\text{K}}} = \frac{L_{\text{K}}}{L_{\text{H}}}$ 。横断面积减小与原横断面积之比称压缩率 $\delta$ 。此值与延伸比 $\mu$ 的值的关式如下：

$$\delta = 1 - \frac{1}{\mu}。$$

每道次延伸比的值决定于许多工艺因素，特别是决定于钢丝的强度。

设以 $\varepsilon = 1n\mu$ 称为钢丝的变形度。在压缩率很小时 $\varepsilon \approx \delta$ 。在拉拔过程中起决定性作用的是最大变形值，此值可以用不经热处理而通过一系列拉丝模的办法来达到。最大变形值决定于钢号、拉拔前钢丝表面准备和拉拔道次数。含碳量为0.7%的粗晶粒钢经拉拔可使压缩率达97%，而细晶粒钢则只能达93%。此时粗晶粒碳素钢所得强度为331公斤力/毫米<sup>2</sup>，而细晶粒钢的强度为276公斤力/毫米<sup>2</sup>。

拉拔过程最重要的特征参数是使钢丝拉过拉丝模时施加到拉模出口处上的力的大小，此力称为拉拔力。拉拔力决定于金属性能、拉拔速度、压缩率大小、拉丝模孔情况、润滑料以及其它因素。

从理论上讲拉拔力随着拉拔速度的提高而增大，这是由于金属的塑性阻力增大的缘故。但在现有的拉拔速度下这一因素却显不出来。因为，使它明显表现出来时的拉拔速度，将比目前所达到的速度高许多倍。

拉拔力随速度的增加而增加也要依靠惯性力；钢丝进入拉丝模的速度较从拉丝模出来的速度小。实际上重量为 $m$ 的钢丝在进入拉丝模之前具有的速度为 $v$ ，则它所具有的动能为 $\frac{mv^2}{2g}$ 。在

从拉丝模出来后钢丝的速度为 $v_1$ ，具有的动能为 $\frac{mv_1^2}{2g}$ 。在钢丝通过拉丝模的过程中动能的增量为：

$$\frac{m}{2g}(v_1^2 - v^2) = \frac{mv_1^2}{2g} \left[ 1 - \left( \frac{v}{v_1} \right)^2 \right] \quad (1-1)$$

此种动能的增量是由拉拔力的作用造成的。我们把用于克服钢丝惯性力的部分拉拔力用 $\Delta p$ 表示，即得

$$\Delta p l = \frac{m}{2g} \left[ 1 - \left( \frac{v}{v_1} \right)^2 \right] v_1^2 \quad (1-2)$$

式中  $l$  ——重量为 $m$ 的钢丝在拉丝模出口处的长度。

如果分别以 $F_H$ 和 $F_K$ 代表拉丝模前、后钢丝的横断面积，而

只用 $\rho_n$ 代表钢丝的比重，则得：

$$\frac{v}{v_1} = \frac{F_K}{F_n} = \frac{1}{\mu}; \quad m = \rho_n l F_K,$$

代入方程式 (1-2) 中，得

$$\frac{\Delta P}{F_K} = \frac{\rho_n v_1^2}{2g} \left[ 1 - \left( \frac{1}{\mu} \right)^2 \right], \quad (1-3)$$

但  $\frac{\Delta P}{F_K} = \Delta \sigma_{\text{вон}}$  (由于惯性力引起的拉拔应力的增量)。

现将  $\Delta \sigma_{\text{вон}}$  与拉拔速度和延伸比的关系分列于下：

|                                                     |      |      |      |      |
|-----------------------------------------------------|------|------|------|------|
| $\mu$                                               | 1.3  | 1.5  | 1.6  | 1.3  |
| $v$ (米/分)                                           | 1000 | 1000 | 1000 | 3000 |
| $\Delta \sigma_{\text{вон}}$ (公斤力/毫米 <sup>2</sup> ) | 0.04 | 0.06 | 0.07 | 0.36 |
| $\mu$                                               | 1.5  | 1.3  | 1.5  | 1.6  |
| $v$ (米/分)                                           | 3000 | 5000 | 5000 | 5000 |
| $\Delta \sigma_{\text{вон}}$ (公斤力/毫米 <sup>2</sup> ) | 0.54 | 1.0  | 1.5  | 1.75 |

根据上面的数据可知，当拉拔速度超过已达到的速度至少五倍时，惯性力对拉拔过程才会有显著的影响。

拉拔力决定于拉丝模和钢丝接触表面上的摩擦系数值。摩擦系数值随速度而变化。这是由于如下原因。随着速度的增加，往拉丝模内的流体动力压力增加，也就是润滑料膜层的厚度增加。这会促使摩擦系数减小。但是随着速度的增加，接触面的发热量也增加，从而导致润滑料的润滑作用变坏，这是由于润滑料的粘性降低造成的。因此摩擦力又会增加。因为上述原因同时起作用，所以自然会造成速度增加到一定值前摩擦力不变的情况。这一点已被生产实践所证实。只要接触面温度一达到使润滑料分解或烧焦的程度，那么摩擦力就会急剧增长，致使拉丝过程不能继续进行。所以随着拉丝速度的增加，影响拉拔力的重要因素是拉拔时接触面的发热。

计算拉拔力时要在某种程度上考虑作用于拉拔动力制度的各种因素。拉拔力可以按照如下各种公式计算：А.П.加夫里连柯

公式、И.Л.别尔林公式、B.M.祖拉耶夫公式以及С.И.古布金公式等。

计算拉拔力用的所有已知计算公式都是在一定假设基础上用理论方法导出的，该假设是：金属在拉丝模中塑性流动时，横断面平均的主应力 $\sigma_1$ 和 $\sigma_2$ 与金属的屈服点 $\sigma_s$ 具有如下的关系：

$$\sigma_1 - \sigma_2 = \sigma_s$$

这一关系式是近似正确的。对 $[(\sigma_1 - \sigma_2) - \sigma_s]$ 这一差值直到现在从理论上还未作出评价。这一差值不可能用实验方法评定。所谓的实验方法就是测量拉拔力并将其值与按照公式计算出来的值加以比较，这是由于在计算公式中还有一个近似值 $f$ ——摩擦系数。由于这个因素最好用理论-实验方法来制定拉拔力的计算公式<sup>[3]</sup>。

## 第四节 热 处 理

热处理是为了使成品钢丝或半成品钢丝得到一定的综合物理-机械性能。在实际生产中采用的钢丝热处理方法有：再结晶退火、焙炖、淬火-回火等。

再结晶退火的目的是消除拉拔过程中冷作硬化所引起的影响。再结晶退火时将钢丝加热到高于再结晶温度并在该温度下保温一定时间。众所周知，冷作硬化的金属含有许多不同晶体结构缺陷（空穴、位错、杂质原子积聚等）。这些晶体结构缺陷在达到一定温度（对于纯铁为450°C）时即变为金属再结晶的中心。由于在新的结晶中心的基础上晶格的重新排列，金属就摆脱了由于冷作硬化所引起的晶体结构缺陷。再结晶的临界温度决定于钢丝的变形程度、原始晶粒大小、外来杂质数量和保温时间。再结晶退火主要用于低碳钢丝。一般在650~700°C下进行。退火一般使用直通式炉、辊底式炉和罩式炉。在氧化气氛（空气）中完成的退火叫黑退火。黑退火时在钢丝表面上形成氧化铁皮。钢丝表面上不产生氧化铁皮的退火叫做光亮退火。光亮退火在具有还原气氛和保护气体的情况下进行。

中、高碳钢丝热处理最常用的形式是焙炖。焙炖主要用来消除冷作硬化所引起的影响，并且在钢丝材料中建立一种特殊组织，使其与拉拔配合起来可以得到规定的综合物理-机械性能。

淬火-回火一般用于钢丝加工的最后阶段。这种热处理形式广泛用于弹簧钢丝的生产中。

## 第五节 钢丝的拆卷和盘卷 包装

为拉丝准备好的线材运往拉丝机旁并放在放线架上。在拆卷速度和盘重都不大时，采用带有铸铁底盘或钢底盘、上部可卸的放线架。铸铁底盘具有制动机构，在停车时即起作用，可以防止乱线。对于拆卷速度较大和大容量线盘，则采用固定式放线架。经热处理后的半成品钢丝可以呈大盘卷状或卷到大工字轮上供往拉丝机。如果钢丝以大盘卷状送至拉丝机，则其拆卷设备可以和线材所用拆卷设备一致。大工字轮上钢丝的拆卷则要在具有制动的专用设备上进行。成品钢丝或待加工钢丝可以卷成大盘卷或卷到大工字轮上。一般常用拉丝机的最后卷筒把钢丝卷成盘卷，利用起线装置卸下线盘。所卸下的线盘要加以捆绑，准备好待运。

在拉丝生产中卷到大工字轮上以及卷成重线盘具有重要作用。为了得到重线盘要使用附加连续卸线装置的拉丝机。这些装置可以卸下重线盘，实现拉丝机的不停车连续卸线。卷到工字轮上对于拉丝工人较为方便，对运输和包装也方便。

在钢丝生产的各个工序中商品钢丝的捆扎和包装工序机械化和自动化程度最低。最近苏联设计了成盘钢丝压实成形台，线盘机械化捆扎机和重盘卷（1100公斤）卷取机<sup>[4]</sup>。现简单介绍如下：盘卷压实成形台见图1-6，共设计了两种规格，一种与直径650毫米的卷筒配合使用，另一种则与直径550毫米卷筒配合使用。

图1-6上虚线示出了盘卷压实机构压实杆的原始位置，它位于成形托架导向杆之内，不会伸出杆外。从拉丝机卷筒上卸下的盘卷安放到成形托架上，利用压缩空气将压实杆围绕销子回转，然后通过压实杆将盘卷压实成形，然后再捆扎。之后用压缩空气

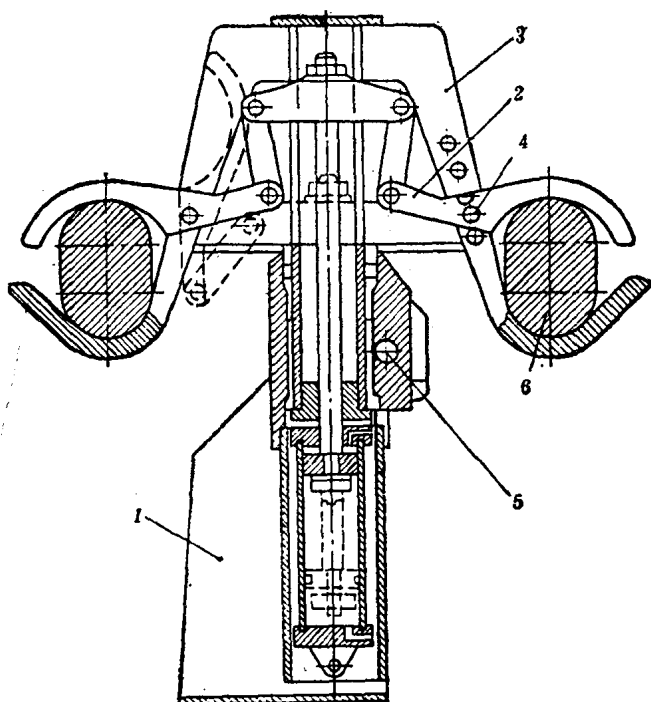


图 1-6 钢丝盘卷压实成形台

1—底座；2—带风动气缸的盘卷压实机构；3—成形托架；4—销子；  
5—水平轴；6—钢丝盘卷

将盘卷送到气缸的顶部位置。压实杆返回到原始位置。拉丝工人围绕水平轴回转托架，即可将盘卷翻到接收装置中。用销子将压实杆固定到成形托架的不同孔内可以调节压实机构，能将钢丝盘卷调整到任意高度。盘卷压实成形台可安装到制造重达120公斤钢丝盘卷的所有拉丝机上。

在上述压实成形台的基础上设计了一种盘卷捆扎机，见图1-7。其主要技术性能如下：风动传动，捆扎钢丝直径为2.5毫米（双丝捆扎），捆扎盘卷一处所用时间为10秒，捆扎三处为50