

制線機械設計

下冊

制丝机械设计

下册

浙江丝绸工学院

制丝机械设计下册目录

第五章 卷绕机构	5 - 1 ~ 1 2 2
第一节 卷绕机构设计的基本要求	5 - 4 ~ 1 8
一、 卷装的主要型式	5 - 4
二、 卷装质量要求	5 - 9
三、 卷绕机构设计的主要要求	5 - 1 0
第二节 园柱凸轮——齿轮式导丝机构	5 - 1 9 ~ 3 2
一、 导丝机构的结构	5 - 1 9
二、 差微作用	5 - 2 1
三、 凸轮设计	5 - 2 3
第三节 周转轮系式导丝机构	5 - 3 2 ~ 4 4
一、 三齿轮络交机构	5 - 3 2
二、 周转轮系——盘形凸轮式导丝机构	5 - 3 8
第四节 螺杆式导丝机构	5 - 4 4 ~ 6 7
一、 螺杆（导丝凸轮）的设计	5 - 4 5
二、 卷绕比	5 - 5 5
三、 筒子转速差微变动	5 - 6 0
四、 导丝速度递减问题	5 - 6 6
第五节 槽筒导丝机构	5 - 6 7 ~ 8 0
一、 槽筒沟槽曲线设计	5 - 6 8
二、 槽筒结构设计	5 - 7 6

三、	槽筒工作图	5 - 7 9
第六节	三锥度卷绕成形机构	5 - 8 1 ~ 9 2
一、	导丝器运动规律分析	5 - 8 2
二、	成形机构主要参数的确定	5 - 8 7
三、	防凸边装置	5 - 9 1
第七节	张力控制机构	5 - 9 3 ~ 1 0 7
一、	卷绕恒线速装置	5 - 9 3
二、	张力递减装置	5 - 1 0 2
三、	张力平衡器	5 - 1 0 6
第八节	故障自停装置	5 - 1 0 7 ~ 1 2 2
一、	筒子自动缫丝机除糙自停装置	5 - 1 0 8
二、	小戉自动缫丝机丝条故障切断 防止装置	5 - 1 1 0
第六章	煮茧机	6 - 1 ~ 8 8
第一节	煮茧机设计概论	6 - 1 ~ 3
一、	煮茧原理	6 - 1 - 5 1
二、	煮茧机的设计要求及 煮茧机类型	6 - 2
第二节	园盘煮茧机设计	6 - 3 ~ 5 1
一、	工艺流程及主要部件结构	6 - 4
二、	分配板设计	6 - 1 3
三、	煮茧桶桶盖夹紧装置	6 - 2 2
四、	凸轮板设计	6 - 2 9
五、	传茧器	6 - 4 1

六、	传动设计	6 - 4 8
第三节	循环式煮茧机设计	6 - 5 1 ~ 8 8
一、	循环式煮茧机各区段槽长的确定	6 - 5 3
二、	渗透区的主要结构设计	6 - 5 8
三、	煮茧机轨道设计	6 - 6 6
四、	自动开盖机构设计	6 - 7 3
五、	循环式煮茧机的传动设计	6 - 7 9
六、	煮茧机链轮设计	6 - 8 5

第五章 卷绕机构

卷绕机构是自动缫丝机、复摇机等制丝机械的重要部份。它的作用是将缫制的生丝卷绕在小瓮或筒子上（后者是指筒子缫丝机而言）；或者是在复摇工艺中将小瓮上的生丝再次卷绕在大瓮或筒子上（后者是指筒子复摇设备）。卷绕的目的的一方面是为了便于生丝的储存和运输；另一方面是通过复摇（再卷绕）使丝片整形，去除疵点，得到适当的回潮率等。因此，卷绕质量的好坏对提高劳动生产率 and 保证生丝质量都有很大的影响。对卷绕机构的研究是改进制丝机械的主要内容之一。

近几年来，制丝机械中的卷绕机构发展很快。以往仅有一般自动缫丝机和大瓮复摇机，卷绕容量小，线速低，卷绕机构设计的重点仅放在防止显著的重叠上。机构较为简单，厂丝成品为绞装丝，在丝织厂还需经过络丝等准备工艺，才能进行牵经和卷纬。最近出现了筒子自动缫丝工艺和复摇成筒工艺，厂丝成品为较大容量的筒子，其卷装量一般都在500克以上。前者可称为一步法，即缫丝成品可直接牵经或卷纬；后者为两步法，即多了一道由小瓮至筒子的复摇工艺，但总的来说，两者都省去了多道工序。这些新工艺的出现，促使卷绕机构不断发展。如筒子容量的加大，卷绕速度的提高，使卷绕机构的设计不但要考虑防止重叠；而且还要保证良好的成形；张力大小及波动的控制；机构尽可能平衡；噪音尽量减少等等要求。这些方面，我国制丝工业陆续积累了一定的经验，卷绕机构的型式也日益增多，从丝织成品的反映看，卷装丝的质量是在逐渐提高的。

为了了解本章学习的内容，在图 5 - 1 上表示了自动缫丝机 (a) 和筒子复摇机 (b) 卷绕机构的大致组成情况。它们一般都由传动机构、导丝机构 (包括差微防叠装置)、张力控制装置、成形机构、卷取机构等等所组成。根据具体机械的要求，上述各部份可能有所取舍或增加其它特有的装置。

从图上可见，卷取机构的主要部件是不断回转着的筘子或筒子，它是由传动机构所带动的，同时，也是在传动系统的驱动下，导丝机构将回转运动通过诸如凸轮等作用转换成导丝器的往复运动，经过导丝器的生丝则均匀地分散卷绕在筘 (筒) 子上。张力控制装置的作用是使卷绕在筒子上的生丝保持稳定的张力状态。成形机构则使筒子卷装容量加大时能保持良好的外形。自动缫丝机中的丝故障切断防止装置可使丝条出现故障时不致因张力过大而切断，与此类似，在复摇成筒机中则可以设置断头自停装置。本章重点介绍以上各机构中的主要部份的工作原理和设计方法。

对制丝机械来说，卷绕机构的发展是在近几年才较为突出的。但在其它材料的纺织工艺中，如棉、麻、毛、特别化纤工业中，卷绕机构的型式早已多种多样，而且线速高、容量大，它们可以作为发展制丝机械卷绕机构的借鉴。但是，由于生丝具有纤度细、表面光滑、富有弹性，不耐磨等特点，有时还要在湿态情况下卷绕，故其它纺织机械的卷绕机构是不能完全适用的，而应该针对生丝的特性去设计合适的机构。举例来说，槽筒式卷绕机构在棉纺络纱机和化纤机械中是广泛应用的。其机构简单，噪音小，但这种直接摩擦传动却使生丝质量降低，因此在纤度较大时，可用于生丝卷绕，而对常见 20 / 22 规格的生丝进行卷绕却较为困难。所以制丝机械中的卷绕机构设计应该是以生丝卷绕理论作为依据。

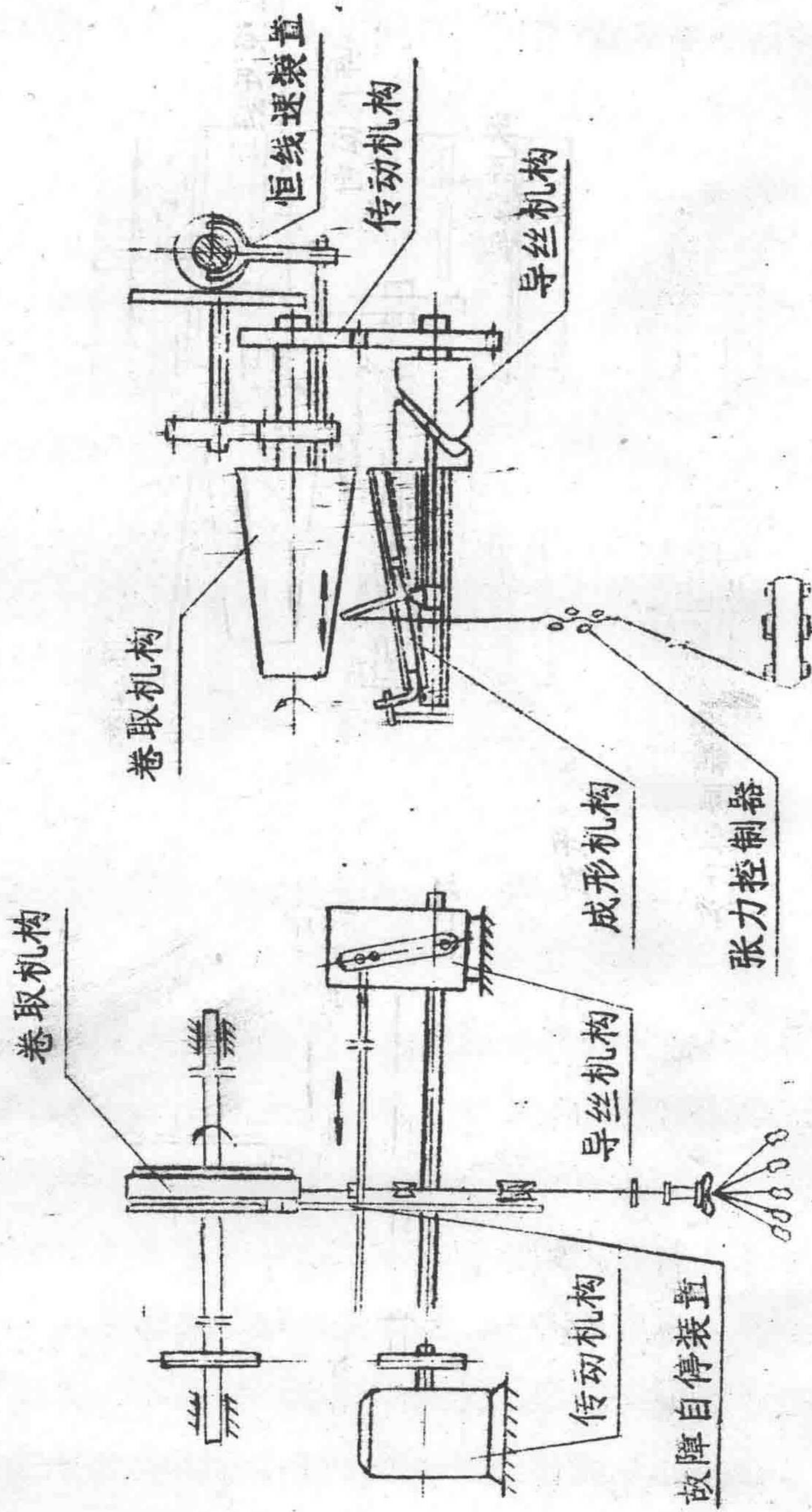


图 5-1 典型的卷绕机构

第一节 卷绕机构设计的基本要求

一、卷装的主要型式

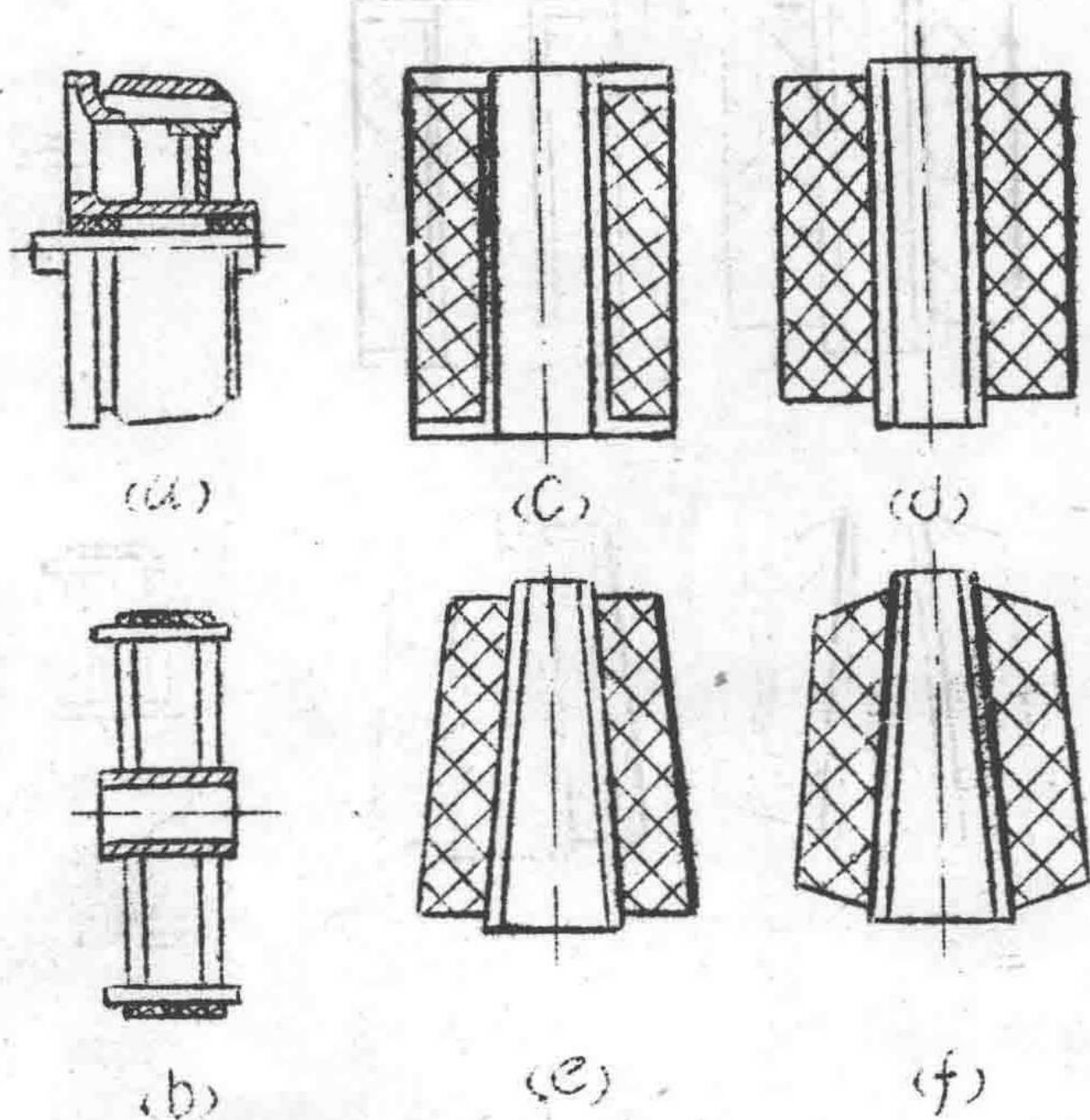


图 5 - 2 卷装形式

图 5 - 2 为几种常见的卷装型式。(a) 为在小锭上的卷绕；(b) 为在大锭上的卷绕；(c) 为在有边筒管上的园柱形卷绕；(d) 为在无边筒管上的园柱形卷绕；(e) 为在无边筒管上的园锥形卷绕；(f) 为在无边筒管上的三园锥（菠萝形）卷绕。在丝织准备机械中，卷绕型式更多，如单端园锥形卷绕等。

不论是哪一种卷装型式，丝条都是以螺旋线的形状逐层地卷绕在筒（锭）子上，当螺旋线运动到锭（筒）的两端时进行折返，因此，卷装的两端丝条排列形式较为复杂，但卷装的中部较为简单，即为分布在园柱面上或园锥面上的螺旋线。于是，卷绕丝条的基本

参数就是螺距和升角。螺旋线的螺距即为筒子转动一周，丝条的轴向移动距离。升角即为螺旋线上升的角度，又称为卷绕角。分析研究螺距和卷绕角的大小及其变化规律对于卷绕机构设计是很重要的。各种卷装型式归纳起来，有园柱形和园锥形两种，下面就分别加以讨论。

(一) 园柱形卷绕

在园柱形卷绕中，丝条为园柱螺旋线（图 5-3），取坐标系 $OXYZ$ ，其中 Y 轴表示导丝器运动方向， XOZ 平面即为卷装端面，在此坐标系中的螺旋线方程式为：

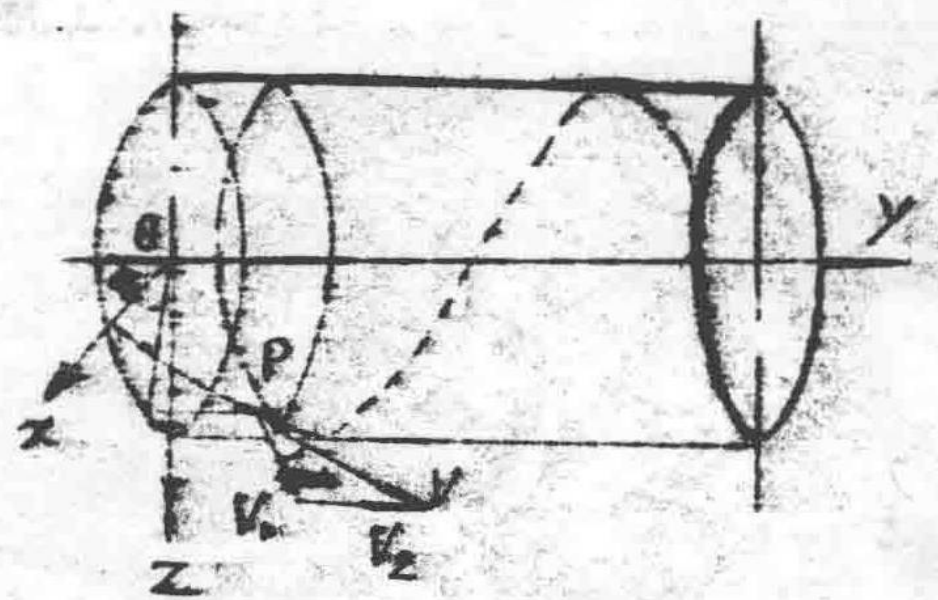


图 5-3 园柱形卷绕

$$\left. \begin{aligned} X &= R \cos \varphi = R \cos \omega t \\ Y &= V_2 t \\ Z &= R \sin \varphi = R \sin \omega t \end{aligned} \right\}$$

(5-1)

其中： R ——园柱体半径，即卷绕半径。

φ ——筒子转角

ω ——筒子转动角速度

V_2 ——导丝器往复导丝速度

t ——时间

在式 (5-1) 中， $\varphi = \omega t$ ，即筒子是等角速转动，这在某一卷绕半径时是正确的，下面将会看到，不同卷绕半径时， ω 可能不为常数。而导丝速度 V_2 除在两端折返区间之外，其它大部份行程皆可设计为等速运动，即 V_2 为常数，这也是指某一卷绕半径而言，有的卷绕机构中，不同卷绕半径时导丝速度也是变化的。

根据图 5-3 上卷取点 p 的速度图，可以用下式求得卷绕丝条的卷绕角 α ，即：

$$\sin \alpha = \frac{\dot{y}}{\sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2}} \quad (5-2)$$

其中各速度分量 $\dot{x}$ 、 $\dot{y}$ 、 $\dot{z}$ 是 x 、 y 、 z 对时间的导数，为：

$$\left. \begin{aligned} \dot{x} &= -R\omega \sin \omega t ; \\ \dot{y} &= V_2 ; \\ \dot{z} &= R\omega \cos \omega t . \end{aligned} \right\} \quad (5-3)$$

将式 (5-3) 代入式 (5-2)，可得：

$$\sin \alpha = \frac{V_2}{\sqrt{(R\omega)^2 + V_2^2}} = \frac{V_2}{\sqrt{V_1^2 + V_2^2}} \quad (5-4)$$

其中 $V_1 = R\omega$ ，为卷装表面卷取点 p 的园周速度。上式的分母 $\sqrt{V_1^2 + V_2^2} = V$ ，为卷绕速度。

筒子转过一圈所需时间为 $2\pi/\omega$ ，那么，丝条螺旋线的螺距 H_0 可通过下式计算：

$$H_0 = V_2 \cdot \frac{2\pi}{\omega} \quad (5-5)$$

由于卷绕角和螺距的大小及变化规律不同，就有不同形式的卷绕。

如卷绕角 α 很小（这种情况发生在导丝速度 V_2 十分缓慢的场合），螺旋线的螺距基本上等于丝条直径，丝圈是平行而紧密地卷绕在筒子上，称为平行卷绕。这种筒子密度大，但是却存在一系列缺点。因其两端丝圈很容易受到破坏，所以卷绕厚度只能很小，要不就要使用有边筒子（图 5-2 C），而有边筒子将给后道工序带

来很多弊病，如在整经时只能在周向退绕，并且在退介时要利用丝条本身张力使筒子回转，而在起动和停车时，由于筒子的惯性，或者可能使丝条张力过大；或者可能使丝条松弛。在筒子回转时，随着筒子直径不断减小，筒子回转角速度逐渐增加，造成丝条的张力变化很大。因此，有边筒子不能实现高速整经，影响劳动生产率的提高。最后，有边筒子筒管本身所占容积大，筒管重量相对来说也大，使卷绕容丝量减少。所以，在筒子自动缫丝机和筒子复摇机中都不采用这种形式的卷绕。

卷绕角 α 较大时（这时导丝器移动速度 V_2 相对较大），移为交叉卷绕。往往将生丝卷绕在纸质或塑料的锥形筒管上，成为圆锥形或菠萝形筒子（图 5-2，e，f）。筒管重量轻，制造成本低，整经时可轴向退介，即筒子不动，丝条从轴向抽出，这样既能保持生丝质量，又能提高效率，因而目前广泛采用这种卷绕形式。

进一步分析式（5-4）和式（5-5），可以见到，在导丝速度 V_2 恒定的情况下，因卷绕半径 R 随着卷装量的增多而加大，所以如若筒子转速 ω 保持不变，则卷取表面圆周速度 V_1 随 R 增加而正比例地增加，卷绕角 α 却因卷绕半径的增加而不断减小，它仅能在同一丝层面上保持为常数。不过其螺距 h 不因 R 变化而变化，所以这种卷装形式称为等螺距卷绕。卷取机构采用筒（筘）子卷装轴心直接驱动时，转速 ω 始终不变，就是这种卷绕。在卷绕过程中，丝条卷绕速度 V 的不断变化将引起张力的变化，且筒子成形不良，所以是不利的。但这一点对丝片相对厚度较小（如自动缫丝机的筘子）的情况问题并不严重。

另一种情况，筒子的驱动是依靠卷装表面的直接摩擦传动，如槽筒式及其它摩擦滚筒，摩擦轮式的卷绕机构，则筒子卷取表面圆

周速度 V_1 保持不变。或者利用某种措施使筒子转速 ω 随卷绕半径的增大而下降，同样达到 V_1 不变的效果。那么从式 (5-4) 可以见到，不管 R 如何变化，在卷绕过程中，卷绕角 α 的大小始终保持为常数，这就是等升角卷绕。这时，随着 ω 的下降，螺距 h_0 将不断增大，只是在一个丝层面上才能为常量。

(二) 园锥形卷绕

图 5-4 为园锥形卷绕时丝条的排列情况。园锥筒子大端半径为 R' ，小端半径为 R'' ，在导丝速度 V_2 亦为常数时，丝条则为园锥螺旋线。如图示的坐标系，则螺旋线参数方程式为：

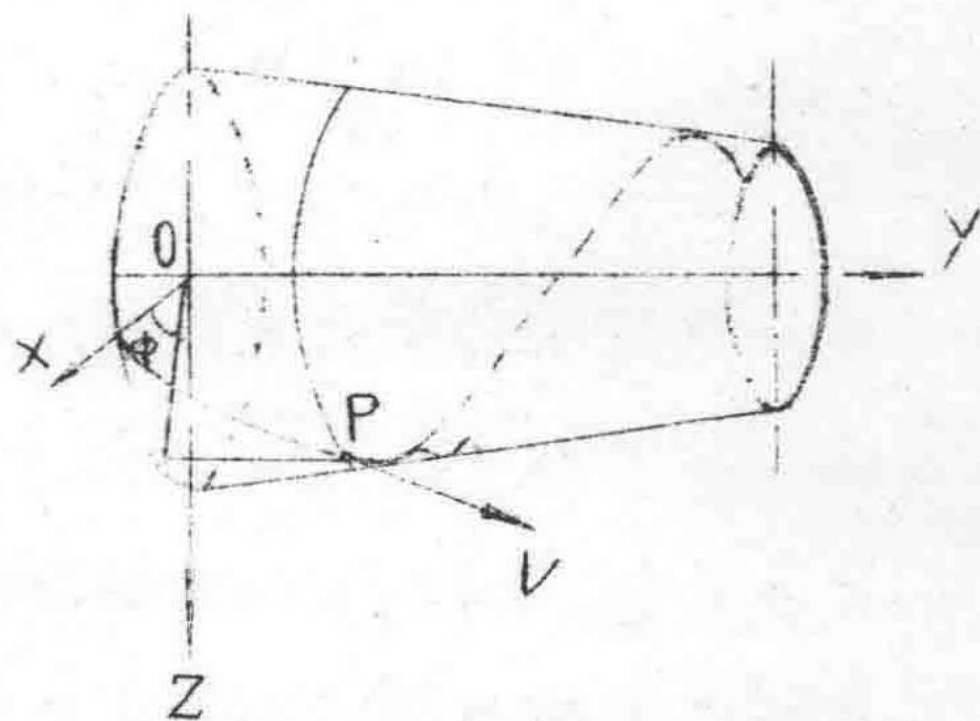


图 5-4 园锥形卷绕

$$\left. \begin{aligned} X &= R \cos \varphi = (R' - y \operatorname{tg} \beta) \cos \omega t ; \\ y &= V_2 t ; \\ Z &= R \sin \varphi = (R' - y \operatorname{tg} \beta) \sin \omega t . \end{aligned} \right\} \quad (5-6)$$

其中： R ——卷取点相应的卷绕半径

β ——园锥筒子的半锥顶角

φ ——筒子转角，在某一丝层可以认为 $\varphi = \omega t$ ， ω 为筒子转速， t 为时间。

则可得：

$$\left. \begin{aligned} \dot{X} &= -\omega R' \sin \omega t + V_2 \operatorname{tg} \beta (\omega t \sin \omega t + \cos \omega t) ; \\ \dot{y} &= V_2 ; \\ \dot{Z} &= R' \omega \cos \omega t - V_2 \operatorname{tg} \beta (\omega t \cos \omega t + \sin \omega t) . \end{aligned} \right\} \quad (5-7)$$

如前所述，卷绕角 α 仍可用式 (5-2) 求得，故将式 (5-7) 各项代入式 (5-2)，即：

$$\sin \alpha = \frac{V_2}{\sqrt{(R\omega)^2 + (V_2 \operatorname{tg} \beta)^2 (1 + \omega^2 t^2) - 2R\omega V_2 \omega^2 \operatorname{tg} \beta + V_2^2}}$$

$$= \frac{V_2 \cos \beta}{\sqrt{V_2^2 + (R\omega)^2 \cos^2 \beta}} \quad (5-8)$$

观察式(5-8)可以看到：尽管在同一丝层面上，导丝速度 V_2 ，半锥顶角 β ，筒子转速 ω 皆为常数，但卷绕角 α 仍然是变化的，即随着 R 的改变而改变，靠近小端，则卷绕角加大；靠近大端则卷绕角减小。若 $\beta = 0$ ，即为园柱形卷绕。

其螺距变化情况和园柱形卷绕相似，即在卷装轴心直接驱动情况下，且筒子转速保持不变时，螺距亦为常数。但若采用摩擦传动驱动筒子，螺距将随着卷绕半径的增加而变化。

进行园锥形卷绕的主要目的是为了便于轴向退介，因此都采用无边筒子，仅有交叉卷绕。

二、卷装质量要求

在丝绸生产中，卷绕是一道中间工序，卷装完成的筒子应该既便于运输储存，又便于下道工序的加工，所以对卷装质量提出了一系列的要求，主要的有如下几点：

卷装容量大：容量大的筒子在整经和卷纬时接头少，质量好，可减少停车和辅助时间。在卷绕时也可减少落丝或落筒操作，因此降低了劳动强度，提高了机器的劳动生产率，通常小甬容量仅有150克左右，筒子缫丝机的筒子容量一般为500克，复摇筒子可达1000克或1000克以上。要做到容量大就需要加大卷装尺寸和提高筒子密度。

卷装坚固：卷装坚固要求筒子在卷绕时丝条能稳定在丝层，相邻丝圈能保持整齐的排列，而在储存和运输过程中，卷装形：受到破坏，筒子形状完整，没有松散、滑移和塌边等不良现象。

退绕方便：要求在高速下能很轻便的退介，不脱圈、不断、不纠缠乱丝。

保证生丝质量：经过卷绕工艺，仍应不破坏生丝质量，保持高的强力、伸度和抱合力。如卷绕生丝张力大小合适，波动小，丝磨损小。

干燥容易：这主要反映在缫丝和湿态下的复摇时，因为缫丝的生丝回潮率不合适，要进行定型和干燥，这就要求丝条排列重叠少，有清晰的网状花纹、卷装均匀。湿态下复摇时要有充分干燥，因此也必须有与上述类似的要求，热空气能顺利而均匀地透到卷装整体，水份也能表里一致地蒸发。

三、卷绕机构设计的主要要求

根据以上对卷装质量的要求，在进行卷绕机构设计时，有问题是要给以充分注意的。

(一) 防止重叠

从提高卷装强度，防止滑移、塌边；便于退介，防止在退介时出现丝条之间纠缠不清、脱圈、断头；以及其它后道工序如干定型的需要，要求在卷绕过程中相邻的丝圈不要重叠，不要出现凸起箍，或明显的条带形状。

为什么会出现重叠呢？

在卷绕过程中，常常要求卷绕线速恒定，于是随着筒子直径加大，转速将逐渐降低，因此在筒子上丝条一次导丝往复所绕

圈数量是在不断减小的，如果正好成为整圈数，那么紧接着在下次往复中的后层丝圈又会重复绕在上次所绕的位置上，形成“重叠”。由于丝条很细，卷绕半径的变化极其缓慢，所以重叠现象就会在一段时间内连续发生，使筒子表面形成明显的条纹。

导丝器往复一次，丝圈数为整数，则为最不利的重叠。如果往复二次、三次、……绕上去的丝圈数为整数，同样将发生重叠，不过这种重叠随着往复次数的增多而逐渐减弱其影响。图 5-5 条示了这些重叠出现时丝条折返点的位置。(a) 为一次往复丝圈数是整数的情况，(b) (c) 分别为二次和三次往复丝圈数为整数。

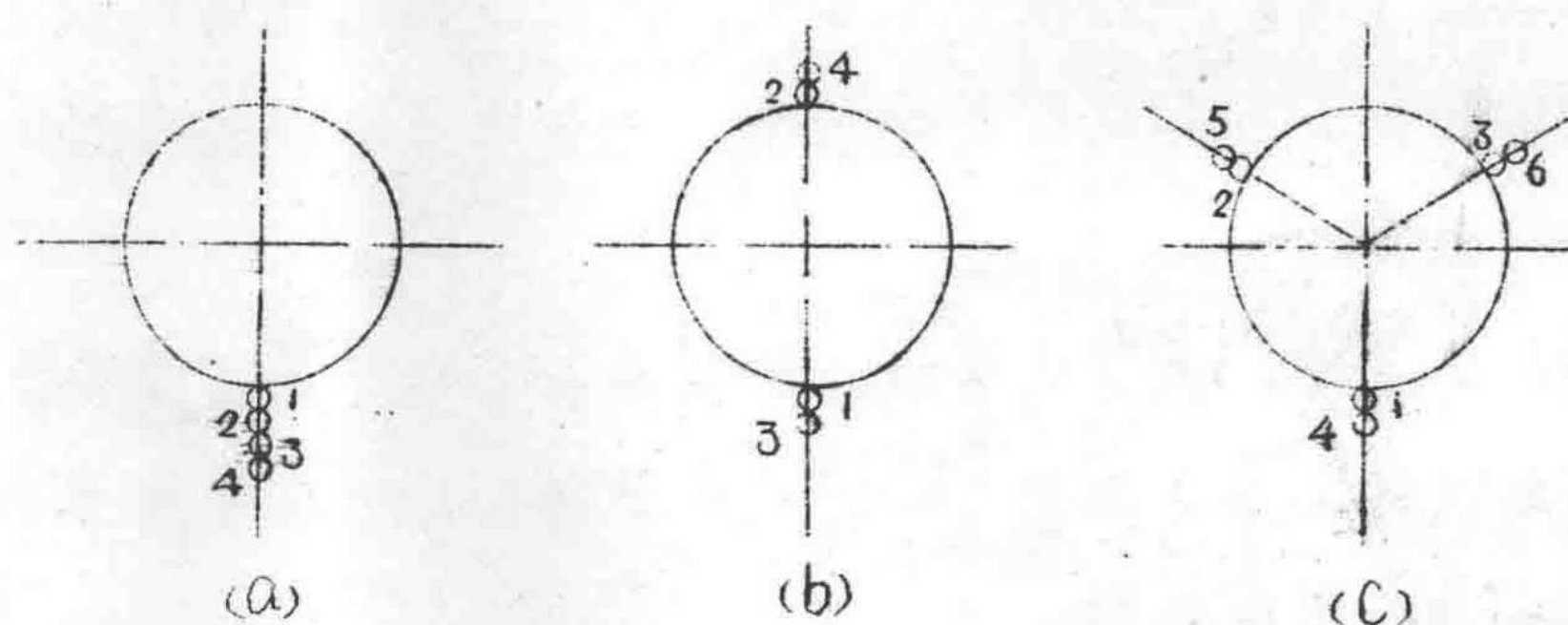


图 5-5 重叠

在缫丝机的筘子卷绕中，筘子直径相对于丝片厚度大得多，因此并没有采取实现恒卷绕速度的措施，锥为筘轴直接驱动，但转速不会逐渐下降，不致引起如上所述的那种重叠原因。但若导丝部份和筘子卷取部份的传动参数设计不当，丝条在端部的折返点经过一定数量的往复后也会重合在一起，出现重叠。

所以在进行卷绕机构设计时，必须采取防叠措施，增设防叠机构，至少应在大量的导丝往复次数之后才发生重叠，这个往复次数为重叠周期，也就是说有很大的重叠周期。

(二) 密度大小及均匀性

筒子卷绕密度是指在单位卷装体积内丝的重量，密度的大小决定于丝条在卷绕体积内填满空间的情况和生丝比重及纤度，它与卷绕机构传动方式、卷绕张力和卷绕参数有关。如筒子直接摩擦传动或筒子表面有压辊，则滚筒与压辊的压力越大，筒子密度越高，卷装越坚实。卷绕丝圈因张力产生的经向分力，也会使内层丝圈受压而紧密，故张力大则筒子密度大。此外丝条排布也影响密度，卷绕角小则密度大，故平行卷绕的密度最大。

密度大的筒子卷装容量大，因而可减少接头，减轻劳动强度，且由于卷装坚实而便于搬运，不致松散。但过大的密度也是不利的，如对后道工序干燥，定型有不良影响，密度过大也常常反映了卷绕张力过大的弊病。所以筒子手感软硬，是否富有弹性是考察卷绕质量的一个方法。

对密度的要求，除了大小外，还要求整个筒子密度均匀。对均匀性影响最大的因素有两个：一个是筒子端部的密度增加；一个是圆锥筒子大小端密度不均。

图 5 - 6 为丝条在卷绕端部的折返情况，理论上说，卷绕角为 α 的丝条应在 m 点折返，实际上由于导丝器至卷取点间存在自由丝段，以及由于丝条的惯性等原因，折返处不是一个点而是一个区间，即 l 段和卷绕丝条 $a_1 b a_2$ 。该曲线的形式及其排布方

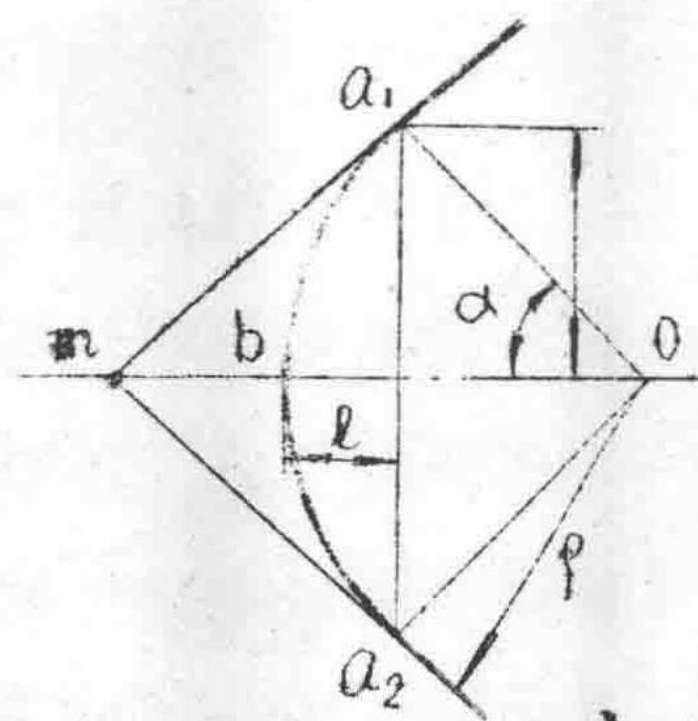


图 5 - 6 丝条折返区间

程是由卷取速度和自由丝段长度所决定的，方程式较为复杂。这里，仅为了说明问题方便起见，假定 $a_1 b a_2$ 是一段以 p 为半径的圆弧， $a_1 m$ 与 $a_2 m$ 为该圆弧的切线。因此可以对 l 部份的密度进行对比。