目录

摘要 ……（1）

第一章 管材弯曲的概况及背景…… （2）

第二章 管材弯曲加工的原理…… （3）

第三章 管材弯曲变形程度 …… （10）

第四章 弯管机的类型 …… （13）

第五章 本设计的基本结构和原理 …… （15）

弯管机的基本结构…… （15）

电气原理……（15）

操作原理与分析…… …（17）

保证弯管质量的设计措施……（18）

第六章 本设计参数的选择和计算…… （22）

电机的选择…… （22）

电气元件的选择和计算…… （22）

传动比的分配…… （22）

带传动的计算和选择…… （23）

减速器的选择…… （24）

连轴器的选用…… …… （25）

齿轮的选择和计算…… （26）

轴的设计和校核…… （26）

轴承的选择…… （30）

轴承盖的设计…… （31）

机体…… （31）

总结 …… （32）

参考文献…… （33）

附录…… （34）

摘要

弯曲是成形工序之一，应用相当广泛，在工业生产中占有很大的比重。在工业生产中，弯曲成形方法很多，使用的设备和工具也是多种多样的。这里主要介绍的是管类弯曲成形工艺及弯管机。

管类弯曲件的结构，应具有良好的工艺性，这样可以简化工艺过程，并可以提高管类弯曲件的公差等级。管类弯曲件的工艺性分析是根据弯曲过程的变形规律，并总结弯曲件实际生产经验提出的。

管材的弯曲加工在工业生产中占有非常重要的地位，弯管机是管材弯曲的主要设备。根据各种弯管机的不同性能以及其生产特点，就原来弯管机所存在的一些诸如弯曲质量差、劳动强度大、效率低等问题，本次设计的弯管机是采用机械传动，半自动控制的一种弯管机，主要是对其整体的结构进行设计，使其能够适应生产的需要，达到省工、省时、提高生产效率、提高生产精度的目的。

该机主要有弯曲模、机体、挡料架、传动机构、电气控制系统等组成。电机通过皮带传动带动涡轮减速器传动，再通过传动轴、齿轮付，将动力传到弯曲模上，使弯曲模旋转。

关键词： 管材弯曲　自动弯管机　　设计

ABSTRACT

Bending is one of the forming processes, which has a wide application and occupies a prodigious proportion in industry production. It's mainly produced for the technological properties of the pipe bended part and the design of bending machine.

In order to simplify the technical process and enhance the tolerance grade of the pipe bended part, the structure of the pipe bended part should have good technological properties. The analysis of the pipe bended part is based on the deformation rule and on experience.

The bending of the pipe plays an important role in the industry manufacture. The bending machine is the mostly implement in the pipe bending. According to the bending machine's different property and it's manufacture property. Thinking of the problem such as the worse bending quality, the low efficient and so on. We design a completely auto bending machine.

This bending machine is made up of the bending model, the machine frame, the transmit mechanism, the electric control system (include the brake system) and so on. First, the electric machine through the belt transmission to drive the worm speed reducer. Then through the transmit axis and the gear, the mechanism transmit the power to the bending model, so the model begin to revolve.

Key words : bending machine, bend, pipe bending

第一章　管材弯曲的概况及背景

管材塑性加工是对管材的二次加工，属于管材的深加工技术。管材塑性加工在现代工业生产中占有很重要的地位。管材的弯曲加工是管材塑性加工的一种。

管材的弯曲加工，在金属结构、农牧机械、工程机械、动力机械及石油化工、轻工、管道工程、航空航天等工业部门，占有十分重要的地位。用管材制造的弯曲零件，无论是平面弯曲件，还是空间弯曲件，除大量应用于其体、液体的输送管路外，在金属结构中的应用也十分广泛。采用管材弯曲加工管件，除了常用钢、铜、铝管外，也在使用各种合金及其他 金属管作为管坯。

管材弯曲与板材弯曲加工相比，虽然从变形性质方面看非常相似，但由于管材空心横断面的形状特点，弯曲加工时不仅易引起横断面形状发生变化，而且也会使壁厚发生变化。因此，在弯曲加工方法、需要解决的工艺难点、产品的缺陷形势及防止措施、弯曲用模具或工具及设备等方面，两者之间存在很大差别。

一般说来，对于生产批量不大且具有一定长度的弯管件，在无专用设备的情况下，可利用简单得弯管装置进行手工绕弯；而当生产批量较大时，应在专用弯管设备上绕弯。绕弯需在专用弯管机上进行弯曲加工。根据其工艺特点，可分为有芯弯管、无芯弯管和顶压弯管三种。另外在生产中也常利用简单弯管装置进行手工弯管。但由于手工弯管机耗时、耗力，而且效率比较低。基于这种状况，急需对手动弯管机进行改进，在对不同形式的弯管机进行了详细的调研后，结合生产的实际，并经过多次分析，初步确定了基本的方案，对现存的手动弯管机进行改进使其适应自动生产的要求。

第二章　弯曲加工原理

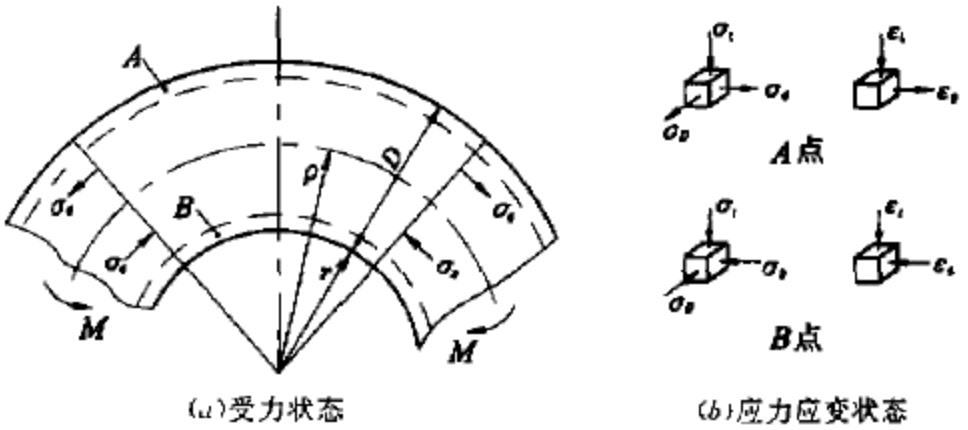
一、 弯曲变形特点

管材在外力矩作用下弯曲时，弯曲变形区的外侧材料受到切向拉伸伸长，内侧材料受到切向压缩而缩短。由于切向应力σ_θ和应变ε_θ沿管材断面的分布是连续的，故当弯曲过程结束，由拉伸区过渡到压缩区，在其交界处一定存在着一层纤维，它的长度等于管坯的原始长度，即该层纤维的应变ε_θ=0，此纤维层称为应变中性层，它在断面中的位置可用曲率半径ρ_ε表示。切向应力沿断面的分布，由弯曲外侧的拉应力转变为内侧的压应力，其断面内也一定存在着一层纤维，该纤维层上的应力σ_θ=0，此纤维层称为应力中性层，它在断面中的位置可用曲率半径ρ_σ表示。

管坯在弹性弯曲阶段，应力沿断面呈线性分布，应力与应变间的关系遵守胡克定律，故应力中性层和应变中性层相互重合并通过断面重心。随着弯曲过程的进行，当弯曲变形程度超过材料的屈服极限后，变形性质有弹性变为塑性，故在弯曲过程中应力中性层和应变中性层不仅不相互重合，也不通过断面重心，而是随曲率的增大逐渐向曲率中心方向移动，并且应力中性层的移动量大于应变中性层的移动量。不过，当弯曲变形程度不大时，中性层的移动量很小，为简化分析和计算，通常都忽略不计，而认为在弯曲过程中应力中性层和应变中性层重合且通过断面重心，并用ρ表示弯曲后断面重心层的曲率半径。在实际生产中，当计算弯曲件的管坯长度时，为使得计算更加简便，有时也用断面中心层的曲率半径代替中性层的曲率半径来近似计算，这是因为最终的管坯长度需试模后才能确定。

由金属塑性成型原理可知，任意变形过程，其变形区的应力应变状态都与变形条件有关。在此仅对管材的均匀弯曲（只承受弯曲力矩 M）进行分析讨论。

假定均匀弯曲过程中，材料纤维之间没有相对错动，弯曲变形区的应力应变状态如下图所示，其中 A 点表示弯曲外区（拉伸区）的应力应变状态，B 点表示内区（压缩区）的应力应变状态。其应力应变状态受弯曲外区和内区的影响而不同。管材弯曲时的受力及其应力应变状态见图 2-1：



(a)受力状态　　(b)应力应变状态

图 1　管材弯曲时的受力及其应力应变状态

图 2-1 管材弯曲时的受力及其应力应变状态

当弯曲变形程度较小时，仅在切向产生较大的应力σ_θ，而管壁厚度方向和圆周方向产生的应力σ_t　σ_D都很小，理论分析时可忽略不计，应力中性层可视为与应变中性层重合，并通过断面重心。随弯曲变形程度的增大，塑性变形区由断面的外缘和内缘逐渐向中间扩展，立体的应力状态逐渐显著。

管材弯曲变形时，主要是依靠中性层内、外纤维的缩短与伸长，故切向应变ε_θ即为绝对值最大的主应变。根据塑性变形体积不变条件，另两个方向上必然产生与ε_θ符号相反的应变。假定弯曲过程中管径不发生变化，则可视为平面应变状态，即$|\sigma_\theta|=|\varepsilon_t|$。

由上述应力应变分析可知，在中性层外侧的材料受切向拉伸应力，使管壁减薄；中性层内侧的材料受切向压缩应力，使管壁增厚。由于位于弯曲变形区最外侧和最内侧的材料受切向应力最大，故其管壁厚度的变化也最大。当变形程度过大时，最外侧管壁会产生裂纹，最内侧管壁会出现皱折，弯曲后断面也易发生畸变而成为近似椭圆形。其变形程度见图 2-2：

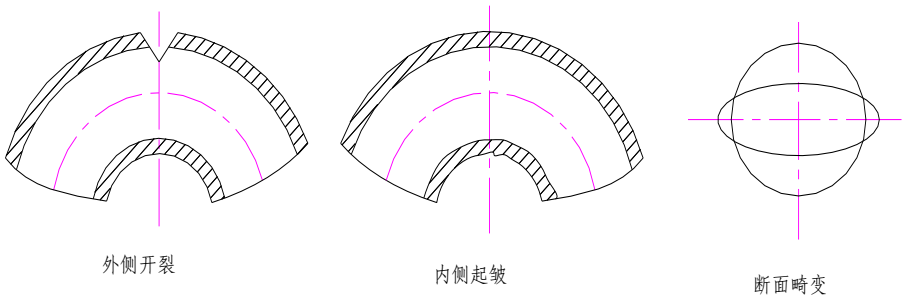


图 2-2 管材弯曲缺陷

二、横断面形状的变化

对于管材的弯曲加工，除非弯曲工艺中采取必要的措施（如在管内放填料或由芯棒支撑等），否则，弯曲时会因变形程度的不同，或大或小的都将发生断面形状的畸变现象。空心管坯弯曲加工时，其断面形状的变化情况如下。

管坯在弯矩 M 作用下弯曲时，弯曲变形区的中性层外侧受切向拉应力，内侧受切向压应力。由于弯曲内、外侧管壁上切向应力在法向的合力（外侧切向拉应力的合力 N_1 向下，内侧切向压应力的合力 N_2 向上）的作用，使弯曲变形区的圆管断面在法向受压力而产生畸变，即法向直径减少、横向直径增大，而成为近似椭圆形。变形程度越大，畸变现象越严重。

下图是对铝制圆管外径 30㎜，壁厚 2、2.5、3㎜ 的 A1100（相当于我国铝牌号 L5）软质材料，施加弯曲力矩，弯曲时横断面形状的变化情况。随着弯曲变形程度的增加，可以看到图中的断面形状变得上下对称（即在弯曲的圆管上内外侧部对称）。变形程度越大，断面形状变扁的程度亦越大。特别是薄壁管，其断面形状不再是椭圆形。为了定量分析这种变化的大小，可采用长轴变化率和短轴变化率研究其变化情况，从其变化曲线可以看出，在弯曲的开始阶段，两种变化铝大体相等，但随着弯曲程度的增大，短轴变化率则相应增大，此即表示了横断面形状的非对称性的大小。

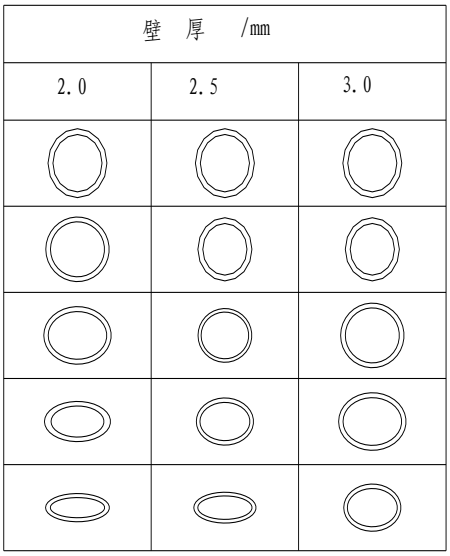


图 2-3 铝管弯曲时横断面形状的变化

由于用于长轴变化铝、短轴变化率不可能从整体上反映断面形状变化的实质，故生产中常用椭圆率衡量

$$\text{椭圆率}=\frac{D_{\max}-D_{\min}}{D_{\max}}\times 100\% \qquad (2\text{-}1)$$

式中 D_{max} D_{min}--在弯曲后管材同一横断面的任意方向，测得的最大的、最小的外径。生产中常把椭圆率作为检验弯管质量的一项重要指标。

根据管材弯曲件的使用性能不同，对其椭圆率的要求也不同。例如用于工业管道工程的弯管件，高压管不超过 5%，中、低压管为 8%；铝管为 9%；铜合金、铝合金管为 8%。

管材弯曲件断面形状的畸变，一方面可能引起断面积的减小，从而增大流体流动的阻力，另一方面也影响管件在结构中的功能效果。因此，管材弯曲加工时，必须采取各种措施防止断面形状的畸变，将畸变量控制在最小的范围内。

防止断面形状畸变的有效途径是：

（1） 弯曲变形区用芯棒支撑断面，防止断面产生畸变。对于不同的弯曲工艺，应采用不同类型的芯棒。压弯和绕弯时，多采用刚性芯棒，芯棒的头部呈半球形或其他曲面形状。管材弯曲时，芯棒处于弯曲变形区（直线段与弯曲段相交接的位置），随着绕弯或压弯时弯曲变形区的转移，芯棒则始终从管坯内部支撑断面。有时也采用柔性芯棒，这种类型的芯棒是由多节段芯棒组装而成，各节段之间用类似于万向联轴结构，它在一定范围内可任意地相对转动。弯曲过程中，这种柔性芯棒可随管坯的变形而自由弯曲，故防断面畸变的效果较好，且弯曲后从管内取出也很方便，但缺点是制造麻烦。

（2） 在弯曲管坯内充填颗粒状介质（砂、盐等）、流体介质（水、油）弹性介质（橡胶）或低熔点合金等，也可代替芯棒的作用，以防端面形状

畸变。这些充填物质，都可在弯曲变形之后取出，不影响产品的使用性能。这种方法的实用较为容易，也比较广泛，多用于中小批量的生产。但缺点是增加了放置和清除充填物的工序。

（3） 在弯曲变形区用模具型腔表面从管材外面限制断面形状的畸变。即按管材的端面形状，做成与之相吻合的模具型腔，以阻碍断面的歪扭，限制断面的畸变。例如型模式冷推弯工艺，就是利用这一原理，有效的防止了断面畸变，其断面椭圆率不超过 3%~5%。再如用压弯模冷压或热压管弯头的工艺，其管坯外面由模具型腔表面从外面限制，管坯里面则放置型芯和马蹄起支撑作用。这不仅是生产弯头的典型工艺，而且也是从管坯里外联合限制断面形状畸变的典型例子。

三、管壁厚度的变化

由应力应变状态分析可知，在弯曲过程中性层外侧由于切向拉 应力作用而使壁厚减薄，在中性层内侧由于切向压应力作用而使壁厚增厚，且位于最外侧和最内侧的管壁，其壁厚的变化最大。因此，导致了壁厚不均现象。

在此仍以铝质圆管的均匀弯曲为例，分析讨论其壁厚变化的情况。设管坯原始壁厚为 t，弯曲后最大壁厚为 $t_{\max}$，最小壁厚为 $t_{\min}$ 而以 $\frac{t_{\max}-t_{\min}}{t}$ 作为壁厚不均度的定义，壁厚与管坯半径之比 t/R_0 越小，壁厚不均度就越大。同时，弯曲程度就越大，壁厚不均度亦越大。若将这一情况用经验公式表示，则有

$$\frac{t_{\max}-t_{\min}}{t}=0.092\left(\frac{t}{R_0}\right)^{-0.324}\lg\left(\frac{R_0}{R}\right)+0.158\left(\frac{t}{R_0}\right)^{-0.324} \qquad (2\text{-}2)$$

$$0.02\le R_0/R\le 0.15;\quad 0.1\le t/R_0\le 0.5$$

式中 R_0----管坯外直径（mm）

R-----中性层弯曲直径（mm）

管壁厚度的变薄，降低了管件承受内压的能力。因此，生产中常用壁厚减薄率作为衡量壁厚变化大小的技术指标，以满足管件的使用性能。

$$\text{壁厚减薄率}=\frac{t-t_{\min}}{t}\times 100\% \qquad (2\text{-}3)$$

式中 t----管材原始壁厚（mm）

$t_{\min}$----管材弯曲后最小壁厚（mm）

根据管件的使用性能不同，对壁厚减薄率亦有不同的要求。例如用于

工业管道工程的管件，对高压管不超过 10%；对中、低压管不超过 15%；且不小于设计计算壁厚。

管壁厚度的变薄量，主要取决于管材的相对弯曲半径 R/D 和相对厚度 t/D，下面以薄壁管的均匀弯曲为例，导出壁厚最大变薄量的理论计算公式。

设薄壁管外径为 D，原始壁厚为 t，弯曲后壁厚为t_1，弯曲中性层曲率半径为ρ 。由于弯曲时变薄现象发生在弯曲外侧，故只需分析外壁的变形情况。

管材最外壁的平均切向应变ε_θ为

$$\varepsilon_\theta = \ln\frac{\rho+(D-t)/2}{\rho} \tag{2-4}$$

管材最外壁的厚向应变ε_t为

$$\varepsilon_t = \ln\frac{t_1}{t} \tag{2-5}$$

假定弯曲时管径不变，则周向应变$\varepsilon_D = 0$，故可视为平面应变状态。

根据塑性变形体积不变条件

$$\varepsilon_\theta + \varepsilon_t + \varepsilon_D = 0 \tag{2-6}$$

当$\varepsilon_D = 0$　　$\varepsilon_t = -\varepsilon_\theta$，则

$$\begin{aligned} \ln\frac{t_1}{t} &= -\ln\frac{\rho+(D-t)/2}{\rho} = \ln\frac{\rho}{\rho+(D-t)/2} \\ \frac{t_1}{t} &= \frac{\rho}{\rho+(D-t)/2} = \frac{2\rho}{2\rho+D-t} \\ t_1 &= \frac{2\rho}{2\rho+D-t}t = \frac{2\rho/D}{2\rho/D+1-t/D}t \end{aligned} \tag{2-7}$$

所以，壁厚最大变薄量△t 为

$$\Delta t = t - t_1 = t\left(1-\frac{2\rho/D}{1+2\rho/D-t/D}\right) \tag{2-8}$$

在实际生产中，弯曲外侧的最小壁厚$t_{\min}$和内侧的最大壁厚$t_{\max}$，通常用以下两式作近似估算

$$\begin{aligned} t_{\min} &= t\left(1-\frac{1-t/D}{2R/D}\right) \\ t_{\max} &= t\left(1+\frac{1-t/D}{2R/D}\right) \end{aligned} \tag{2-9}$$

式中　　t----管材原始厚度(mm)

D ---管材外经(mm)

R---中心层弯曲半径(mm)

有上面两式可知，管壁厚度的变化量与管材相对厚度 t/ D 及相对弯曲半径 R /D 有关。

管壁厚度的变薄，不仅与相对弯曲半径和相对厚度有关，而且弯曲方法对其的影响极大。在各种弯曲工艺中，凡是能够降低中性层外侧的拉应力数值；或改变变形区的应力状态，增加压应力成分的方法，都有助于减小壁厚变薄量。

管壁厚度的变薄，必然降低管件承受内压的能力，影响管件的使用性能。因此，常常需采取各种措施，以使壁厚变薄量尽可能小。

减小管壁厚度变薄的主要途径是：

1）　降低中性层外侧产生拉什变形部位的拉应力数值。例如采用电阻局部加热的方法，降低中性层内侧金属材料的变形抗力，使变形更多的集中在受压部分，达到降低受拉部分压应力数值的目的。

2）　改变变形取得应力状态，增加压应力成分。例如绕弯工艺中采用顶压弯管方法，可是壁厚变薄量显著减少。该方法是在弯曲的同时沿管坯轴向再施加一轴向压力，从而改变了弯曲过程中的应力分布情况，使弯曲中性曾发生有内向外的移动。这样，便扩大了压缩区（增加了压应力成分），而相应的减小了拉伸区，故可达到减小壁厚变薄量的目的。再如型模式推弯工艺，也是通过对管坯轴向施加压力，改变了变形区的应力状态，增加了压应力的成分，从而较好的克服了管壁过度变薄的缺陷。

综上所述，与实心的板材弯曲相比，由于管材是空心薄壁结构的断面形状，因此弯曲时易引起以下几种不良现象：

1）　管材弯曲外侧易过度变薄，甚至产生开裂；

2）　管材弯区内侧易发生失稳起皱；

3）　管材截面易产生畸变（近似椭圆形）

在此应当说明，对于管壁厚度的变薄现象，从目前的弯曲工艺来看，还没有找到从根本上完全控制管壁变薄的理想方法，生产上采取的若干工艺措施，大都是以能保证管件允许的最小壁厚为前提，以便最大限度地将壁厚变薄量控制在尽可能小的范围内。对于管材弯曲时内侧的起皱和断面产生的畸变现象，尚难用理论分析的方法进行定量计算，只能在工艺上采取一些措施尽量预防起皱和减少断面畸变。为了获得弯管断面的正确形状，生产中也往往在弯后采用校形的工艺方法。采用的校形工艺有：在弯管内通以高压液体的液压校形法；将钢球压入管内，并使之通过的钢球校形法等。另外还应指出，管材弯曲与任何一种塑性变形一样，都伴有弹性变形，当载荷卸去后，弯曲中性层外侧的纤维因弹性恢复而缩短，内侧纤维因弹性恢复而伸长，故使弯曲率和弯曲角发生变化，这种现象称为回弹。对于管材弯曲的回弹问题，虽然有些文献根据塑性弯曲理论导出了计算回弹量的表达式，当往往与生产实际情况相差较大，不便使用，故目前大都是依靠生产现场的经验数据，通过试验修正，达到消除回弹影响的目的。总之，为提高管材弯曲成型的质量，还有待作进一步的理论与试验研究工作。

第三章　弯曲变形程度

管材的弯曲变形程度，取决于相对弯曲半径 R /D 和相对厚度 t/ D 的数值大小。R /D 和 t/ D 越小，表示弯曲变形程度越大。当变形程度过大（即 R /D 和 t/ D 过小）时，弯曲中性层的最外侧管壁会产生过度变薄，甚至产伸开裂；最内侧管壁将明显增厚，甚至失稳起皱；同时，随着变形程度的增加，断面形状的畸也愈加严重。因此，为保证管件的成形质量，必须控制起变形程度在许可的范围内。

管材弯曲时的允许变形程度，称为弯曲成形极限。管材得弯曲成形极限与板材弯曲时不同。板材的弯曲成形极限，主要取决于材料的力学性能，通常以弯曲时未产生裂纹前的内侧最小弯曲半径$r_{\min}$表示。$r_{\min}$值越小，说明成形极限越大。由于管材薄壁结构的断面形状能够引起诸如断面形状畸变、壁厚不均匀及失稳起皱等新问题，因此考察其成形极限时，必须充分考虑这些问题对制件使用性能的影响。这就是说，按照管件用途的不同，其成形极限就各不相同。换言之，管材的弯曲成形极限不仅取决于材料力学性能即弯曲方法，而且还应考虑管件的使用要求。

综上所述，管材的弯曲成形极限应包括以下几个内容：

1)　　中性层内侧拉伸变形区内最大的伸长变形，不致超过材料塑性允许值而产生破裂的成形极限；

2)　　中性层内侧压缩变形区内，受切向压应力作用的薄壁结构部分不致超过失稳起皱的成形极限；

3）　　如果管件有椭圆度要求时,控制其断面形状畸变的成形极限；

4）　　如果管件有承受内压的强度要求时，控制其壁厚件薄率的成形极限。

由此可见，确定管材的弯曲成形极限是一个较为复杂的问题。尤其对成形质量较高要求的弯曲件，在制定弯曲工艺、确定工艺参数时，上述四种成形极限的条件，都要得到保证。同时也应说明，对于一般用途的弯曲件，当采用通常的弯曲方法加工时，大都是以对管件的强度、外观不发生质量缺陷，作为决定成形极限的依据，无须过于苛求，只要管件能满足使用要求即可。

下面仅讨论弯曲中性层外侧拉伸变形区不产生破裂时必须满足的成形极限条件。

中性层外侧拉伸变形区内各点的伸长应变值ε ，用下式计算

$$\varepsilon = Y/\rho \qquad (3\text{-}1)$$

式中　ρ ---弯曲中性层的曲率半径

Y ---计算的伸长应变点与中性层的距离。

管材断面上距离中性层最远的位置，具有最大的伸长变形。为了保证最大伸长应变$\varepsilon_{\max}$不致超过材料塑性所允许的极限值,必须满足以下条件

$$\varepsilon_{\max} = \frac{h}{\rho} \le \delta \qquad (3\text{-}2)$$

式中　ρ ---弯曲中性层曲率半径

h ---弯曲外侧距中性层的最大距离

δ ---金属材料的伸长率

上式式按最大拉伸应变值计算成形极限的方法，它只满足管件不产生破裂的成形极限条件。但在实际生产中，由于管件有不同的使用性能要求，仅考虑满足不产生破裂的成形极限条件，显然是不够的。因此，生产中常以内侧弯曲半径 r 作为衡量弯曲变形程度的工艺参数。R 值越小，表示弯曲变形程度越大，其允许的最小弯曲半径r_{min}，可作为管材弯曲的成形极限。r_{mir}与多种因素有关，如材料弯曲力学性能、管坯结构尺寸（外径及壁厚）、弯曲加工方式等。

不同弯曲加工方式的最小弯曲半径见表 3-1，钢管和铝管的最小弯曲半径见表 3-2。

表 3-1 弯曲加工方式和最小弯曲半径

管材类别	弯曲加工方式	最小弯曲半径 Rmin
中、低压钢管	热弯	2.5D
	冷弯	4D
	折皱弯	2.5D
	压弯	1D
	热推弯	1.5D
高压钢管	冷、热弯	5D
	压弯	1.5D
有色金属管	冷、热弯	3.5D

表 3-2 钢管和铝管的最小弯曲半径

管材外径	4	6	8	10	2	14	16	18	20	22
最小弯曲半径	8	12	16	20	28	32	40	45	50	56
管材外径	24	28	30	32	35	38	40	44	48	50
最小弯曲半径	68	84	90	96	105	114	120	132	144	150

第四章　弯管机的类型

弯管机是管材弯曲加工的主要设备。其结构形式很多，按弯管时加热与否可分为冷弯管机和热弯管机两类，按传动方式可分为机械传动、液压传动，按控制方式分为手控、半自动、自动和数控四种。机械传动式弯管机机构简单，制造方便，通用性较大。液压弯管机传动平稳、可靠、噪声小、结构紧凑，能弯制不同直径的管材。半自动的弯管机，一般只对角度实行自动控制，主要用于中、小批量生产。自动控制的弯管机对管材的运送、弯管、和空间转角的弯管全过程实行自动控制。常见弯管机的类型：

一、手动弯管机

常用的手动弯管机由钢夹套、固定导轮、活动导轮及夹圈等机件构成，并用螺栓固定到机架上。弯管前，首先把管坯装在两导轮的中间，并将管端套入固定导轮的夹圈内。弯管时，转动钢夹套并带动活动导轮，是围绕固定导轮转动，便可完成弯管工作的全过程。该手动弯管机的最大弯曲角度可达 180 度，其主要技术参数为下表：

表 4-1　手动弯管机的性能参数

技术指标	数据		
弯管直径/mm	15	20	25
弯曲半径/mm	50	63	85
外形尺寸/mm	500×152×292	640×162×292	722×230×271
重量/N	110	140	170

二、机动弯管机

常用的机动弯管机（用蜗轮蜗杆驱动），可弯曲直径为 15-32mm 的管材。机动弯管机有机架、涡轮减速器、电动机及四副导轮等机件构成，其工作原理同手动弯管机。弯管时，先把管坯装入相应直径的导轮府内，并用夹圈予以固定，然后开动电机，使活动导轮绕固定导轮转动，便可完成弯管工作。本设计就属于这一类型的半自动弯管机，局部有所改动。

三、有芯弯管机

有芯弯管机可弯曲直径 32-159mm 的管材。当弯曲不同直径的管材时可换用不同直径的弯管导轮、压块及芯棒。弯管机有机架、转动工作台、弯曲导轮、连接压块的支撑杆、顶架、芯棒、偏心夹圈及电动机等构成。弯管机上有手柄，可以控制机床减速器的离合，以及进退顶架及压块，以便调节管坯的夹紧程度。弯管速度可通过更换齿轮副来调节。

弯管时，先将芯棒插入管坯内，并用偏心夹圈将管坯紧固到弯曲导轮上。当旋转工作台转动时，管坯被逐渐弯曲成形。芯棒在整个弯曲过程中保持不动，起作用是从内部支撑管壁，防止弯曲部分呈椭圆形。其技术性能见下表：

表 4-2　有芯弯管机的性能参数

技术指标	数据		
弯管直径/mm	32-89	38-108	38-159
弯管最大壁厚/mm	5	8	8
弯管半径/mm	85-350	75-800	75-1000
最大弯曲角度/°			
当弯曲半径≤400mm	180	180	180
当弯曲半径＞400mm		90	90
弯曲导轮回转速度/r·min	0.6	0.43	0.43
配套导轮数	6	9	11
电机功率/kw	4.5	7	2*7
重量/N	16740	27340	40000

四、中频感应电热弯管机

这类弯管即可实现加热、弯曲及冷却连续进行的弯管过程。这类弯管机有机械和电气两部分构成，机械部分即弯管的夹持及施力部分，电气部分则包括电机及中频发生装置。根据弯管时施加的弯矩方法的不同，弯管机分为推弯式和拉弯式两种类型。

推弯式中频感应弯管机通过对管坯轴向施加推力，边加热、边弯曲、变喷水冷却，从而完成弯管过程的。

拉弯式中频感应电热弯管机主要用于弯制壁厚管件。这种弯管机较上述推弯式弯管机结构要简单，它无需设置纵向机横向顶管机构。

用中频感应电热弯管机时，应使感应圈距弯管弯曲内侧的空隙小一些，外侧大一些，以保证内侧壁加热好些。感应加热宽度视中频功率、感应圈宽度、感应圈于管坯的相对位置而定。其技术性能见下表

表 4-3　中频弯管机的性能参数

技术指标	数据	技术指标	数据
弯管直径/mm	95-299	纵向及横向传动电机的功率/kw	4.5
弯管壁厚/mm	＜10	中频电热装置	
最小弯曲半径/mm	1.5D（D 为弯管直径）	功率/kw	100
机构进给速度/mm/s		频率/Hz	2500
纵向	0.3-3	外形尺寸/m	5.2×1.62×1.05
横向	0.2-2	重量 kN	50

第五章　本设计的基本结构和原理

通过对上述各种类型的分析比较，考虑到经济性和实用性等多方面的因素，最后确定了本次设计的弯管机的基本结构及其工作原理。本次设计的弯管机是采用机械传动，半自动控制的一种弯管机，主要是对其整体的结构进行设计，使其能够适应生产的需要，达到省工、省时、提高生产效率、提高生产精度的目的。

一、弯管机的基本结构

该机主要有弯曲模、机体、挡料架、传动机构、电气控制系统（包括刹车系统）等组成。电机通过皮带传动带动涡轮减速器传动，再通过传动轴、齿轮付，将动力传到弯曲模上，使弯曲模旋转。其简图如下图 5-1：

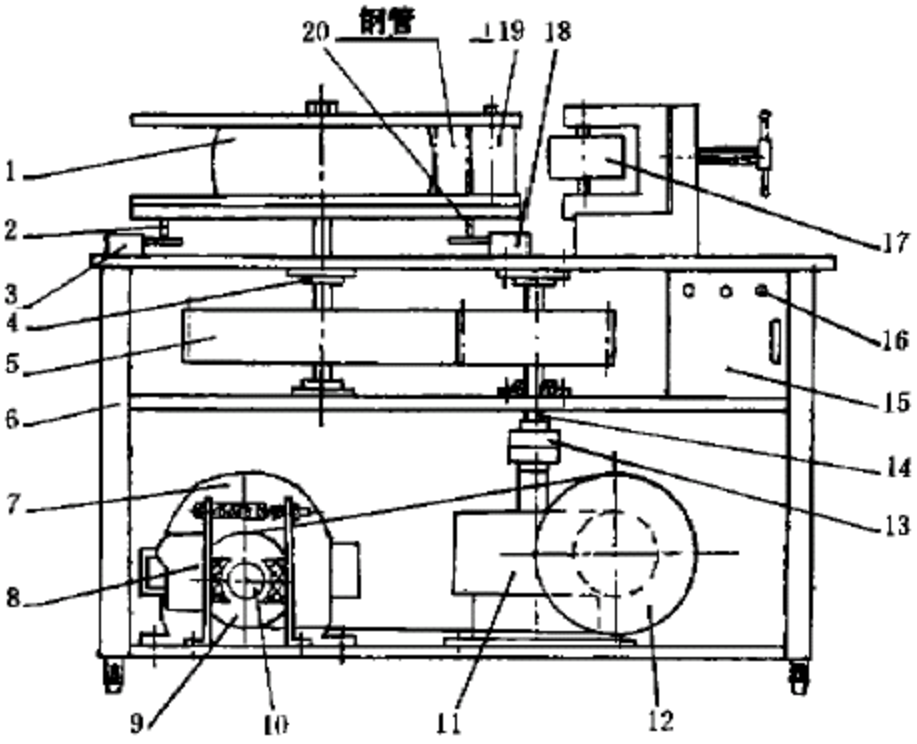


图 1　自动弯管机外形简图

1—弯曲模　2--调角杆　3—行程开关　4—轴承　5—齿轮付
6—机体　7—电机　8—电磁制动器(DT)　9—小皮带轮　10—刹车轴
11—蜗轮减速器　12—大皮带轮　13—联轴器　14—传动轴　15--电箱
16—按钮开关　17—挡料架　18—行程开关　19—固定块　20—回位杆

图 5-1 自动弯管机外形简图

二、电气原理

1、电气原理

图 2 所示为自动弯管机的电气原理图，。将方钢管穿过弯曲模的上下板

之间，并使固定块固定。按下电机正转开关 SB_2，交流接触器 KM_1 吸合，电磁制动器 DT 吸合，刹车鼓打开，电机 M 正转，通过传动机构驱动弯曲模逆转。当弯曲模转至钢管所需的角度时，调角杆将行程开关 ST_2 顶开，接触器 KM_1 断电脱开，电机正转停止，DT 失电，刹车鼓刹住电机的输出轴。实践证明，此时电机不得立即启动反转，否则会导致钢管的回弹角增大，影响钢管的成形角，从而影响钢管的弯曲质量。待取出弯曲好的钢管之后，再次按下电机反转开关 SB_3，接触器 KM_2 吸合，同时电磁制动器 DT 吸合，刹车鼓再次打开，电机 M 反转，弯曲模顺转。当回位杆顶开行程开关 ST_1 时，电机反转停，DT 失电，刹车鼓再次刹住电机输出轴，弯曲模回到原位。

自动弯管机电气原理图见下图 5-2(附图纸):

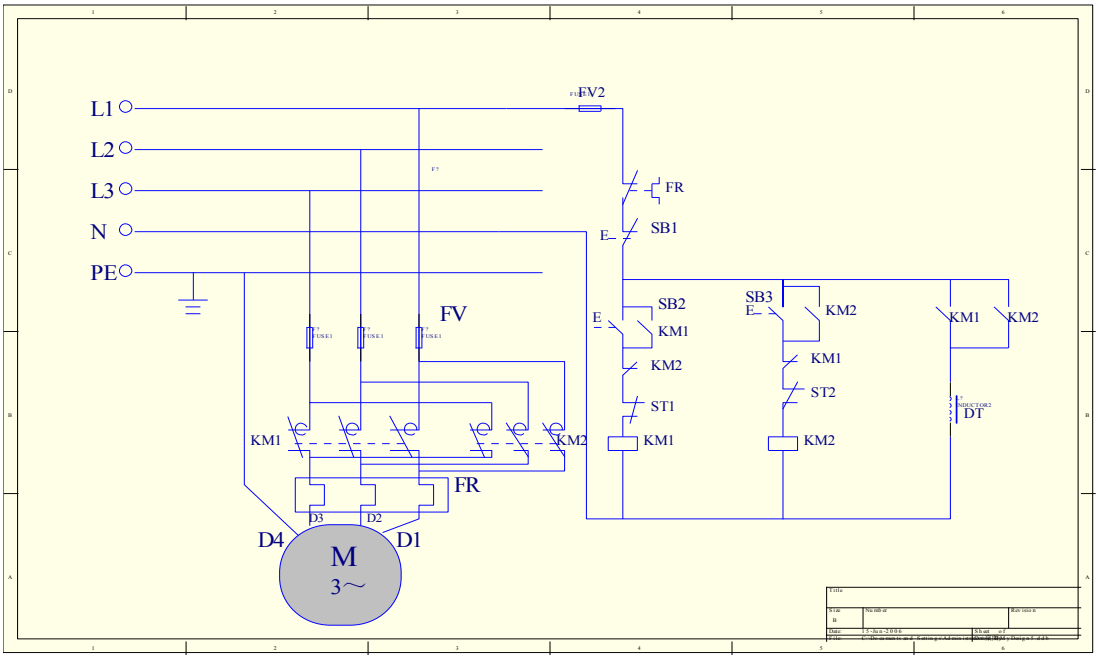


图 5-2 自动弯管机电气原理图

表 5-1 电气符号对照表

符号	名称
SB_1	停止按钮
SB_2	正转按钮
SB_3	反转按钮
KM_1　KM_2	交流接触器
ST_1　ST_2	行程开关
DT	电磁制动器
FU	熔断器
FR	热继电器

三、操作原理与分析

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：https://d.book118.com/455002311200011141