

丝绸机械基础及设计

(基础部分上册)

浙江丝绸工学院

丝绸机械基础及设计

（基础部分上册）

浙江丝绸工学院
《丝绸机械基础及设计》编写组编

内 容 提 要

本书共分基础部分上册、基础部分下册、制丝机械部分和丝织机械部分四册。基础部分上册内容包括螺纹联接及螺旋传动、皮带传动、链传动和齿轮传动四章；基础部分下册包括轴及其联接、轴承、弹簧、凸轮机构、连杆机构、轮系和其它机构七章。

浙江省地方国营塘栖印刷厂印刷

绪 言

在英明领袖华主席和党中央的正确领导下，工业学大庆的群众运动推动着全国工业生产的迅猛发展。具有悠久历史的我国丝绸工业也焕发了青春，丝绸机械的品种日益增多，质量不断提高，而且许多机型都已成为定型产品，丝绸工业的机械设备面貌正在日新月异。

在三届和四届人大，敬爱的周总理根据伟大的领袖和导师毛主席的指示，提出了在本世纪内实现我国农业、工业、国防和科学技术现代化的宏伟规划。今天，华主席和以华主席为首的党中央正领导全国人民为实现毛主席的遗志而努力奋斗，我们决心紧跟华主席的战略部署，为实现四个现代化贡献我们的力量。

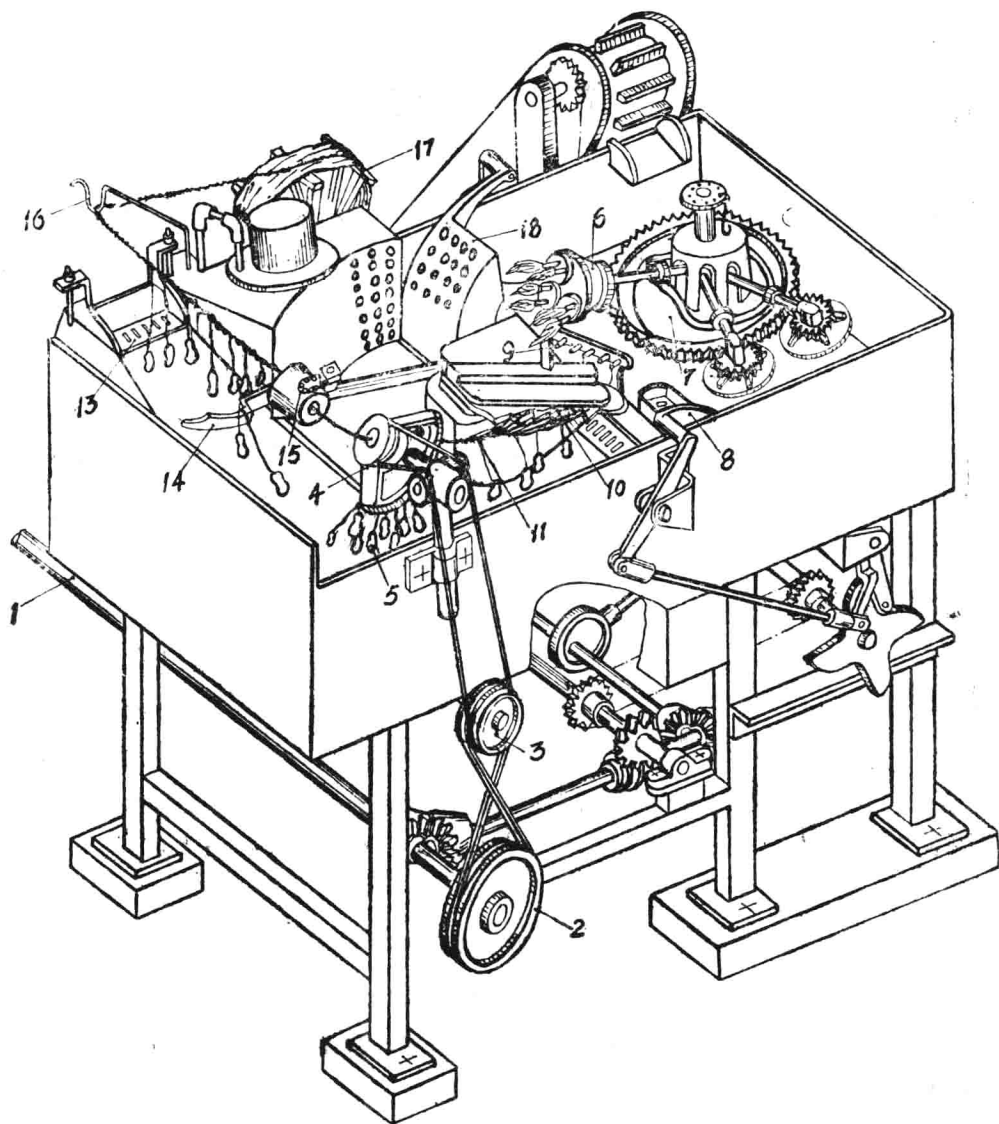
现在摆在我们面前的光荣而又艰巨的任务就是要力求尽快实现丝绸工业机械化、自动化，减轻工人劳动强度，改善劳动条件，提高生产效率，使我国丝绸工业赶上和超过世界先进水平。一个高举工业学大庆的红旗，坚决贯彻“鞍钢宪法”，大搞技术革新和技术革命的群众运动正在全国丝绸工业战线大力开展起来，为革命钻研技术，向科学技术进军，向丝绸机械的先进水平进军的热潮也正在掀起。为了同时提供从事丝绸机械工作者的参考和七、二一工大学员的学习，我们编写了《丝绸机械基础及设计》教材。

“丝绸机械基础及设计”主要是一门设计性课程，它是在介绍一般机械设计原理的基础上，尽可能有选择地结合我国定型丝绸机械设备和当前使用的某些机械的典型部件和另件，通过对它们的分析，阐述丝绸机械的结构原理和设计方法。

毛主席教导我们：“就人类认识运动的秩序说来，总是由认识个别和特殊的事物，逐步地扩大到认识一般的事物。”为了进一步说明本教材的内容，我们通过如下两个在丝绸机械上“个别的和特殊的”例子，作一些简单的剖析，因为这两个例子是非常典型的，它对于理解机械的组成和机械设计的内容是很有帮助的。

第一个例子，如图一所示，为ZD721型自动缫丝机的索理绪机构。

传动轴1由车身输入动力，通过皮带轮2和过桥轮3，带动精理偏心盘4，由于偏心盘的高速转动，牵动绪丝使茧子5产生上下跳动，起到理绪作用。茧丝先由索绪体6索出绪丝，通过有绪茧翻斗8把茧子从索绪锅翻到理绪锅，当回转的索绪体6经过凸轮7时同时抬起，钉耙9把索绪体上的绪丝收集起来，经过锯齿片移丝装置10，初步形成一条丝辫11，丝辫靠大筵17的牵引，慢慢向前移动，通过精理偏心盘4，正绪茧由水流

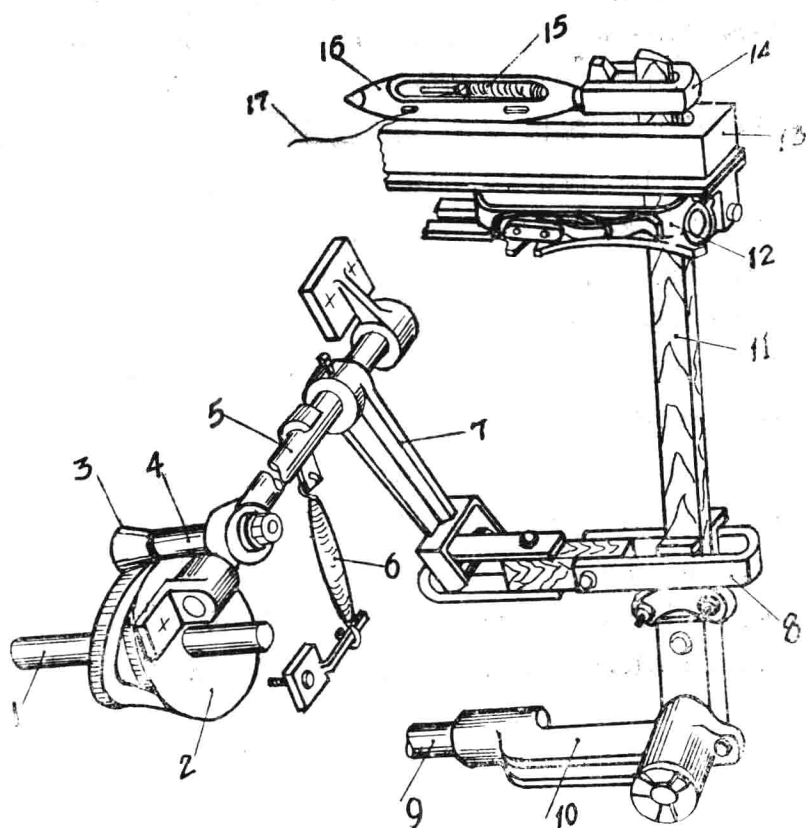


(图1)

冲向自动加茧部，同时绪丝由电热丝15切断后由捞针14重新捞到向前移动的丝辫上，移向集丝钩16，由自动加茧斗13，定量加入给茧机中。从上述说明，自动缫丝机车头由车身传入动力，通过皮带轮传动偏心盘、捞针等工作执行机构，一条拖有正绪茧的丝辫移向加茧斗，完成了索理绪的任务。

第二个例子：如图二所示，为K251型自动丝织机的投梭机构。

梭子16在梭道中来回飞行，把经子15上的纬丝17带入织口，梭子的来回运动，是由



(图 2)

装在中心轴上的左右两侧投梭凸轮 2 来传递的，投梭转子 3 活套在外轴 4 上转动，平时靠拉簧 6 的作用，压在投梭凸轮的表面，在投梭侧轴 5 的前端装有投梭臂 7，拉带 8 套入投梭臂，它的另一端套入投梭棒 11，投梭棒装在固定在摇轴 9 上的座脚 10 内，投梭棒 11 的上端套有皮结 14。当中心轴回转时，投梭凸轮便推动投梭转子，由于投梭侧轴按顺时针方向转动，然后拉动拉带，使投梭棒向机内运动，推动皮结内侧的梭子射向对侧的梭箱，梭子沿着箱座 13 来回运动，梭子和投梭棒由皮卷 12 定位。这个投梭部件由中心轴传入动力，由凸轮传动转子，经拉带的传递，由投梭棒皮结来推动梭子，以完成投梭运动。

如再继续观察一些其它种类机械的组成也是同样。这些丝绸机械就其外观和用途来说是多种多样的，但是仔细剖析它们的内部结构和组成，可以发现，任何一台完整的机械正如马克思曾经指出的“一切已经发展的机器，都由三个本质不同的部分——发动机、传动机构和工具机或工作机——构成。”机械的三个组成部分中，发动机即为动力

来源的电动机等，一般是根据工作的需要可选用标准产品，不需要自行设计的。对于传动机构和工作执行机构，由于不同机械的使用目的、工艺要求各不相同，一般均需自行设计的，这就是本教材所要分析解决的问题。

凡在丝绸机械的传动系统中，具有一般功用与性能的另件，如皮带轮、齿轮、蜗杆蜗轮、轴、轴承、联轴器、离合器以及凸轮、连杆、间歇机构等均属通用另部件，这些另部件是组成机械的基础，属于本课程所要讨论的基础部分。

制丝和丝织机械的工作执行机构，其另件的功用及性能也各不相同，如上述自动缫丝机索理绪机中的偏心盘、捞针、锯齿移丝片装置；丝织机械的投梭机构中的打棒、皮结、梭子等都是专用另部件，均属于专业机械的设计部分，是本课程所要讨论的制丝和丝织专业机械的设计部分。

本教材在编写过程中，广大工人师付和技术人员对本书的编写曾给予热情鼓励和大力支持，提供了许多宝贵资料和意见，对此我们表示衷心的感谢。

由于我们思想和业务水平不高，对毛主席教育革命思想领会不深，加以时间匆促，未能广泛征求意见，因此本书一定存在不少缺点和错误。我们恳切地希望广大工人师付和技术人员以及使用本教材的工农兵学员给予批评指正，并把意见寄给我们，以便作进一步修改。

浙江丝绸工学院
《丝绸机械基础及设计》编写组

目 录

第一章 螺纹联接与螺旋传动

§ 1—1 螺纹的基本概念	(1)
一、螺纹的形成及参数	(1)
二、螺纹联接的工作原理	(2)
三、螺纹的种类	(3)
§ 1—2 螺纹联接	(4)
一、螺纹联接的结构	(4)
二、螺纹联接的防松	(8)
三、螺纹联接的计算	(9)
§ 1—3 螺旋传动	(12)
一、磨损计算	(12)
二、刚度验算	(13)
三、强度验算	(14)
四、稳定性验算	(16)

第二章 摩擦传动

§ 2—1 摩擦轮传动	(18)
一、概述	(18)
二、园柱形摩擦轮传动	(19)
三、园锥形摩擦轮传动	(21)
四、变传动比的摩擦轮传动	(23)
五、摩擦轮的结构及材料	(24)
§ 2—2 平皮带传动	(26)
一、皮带传动工作原理	(26)
二、平皮带传动型式	(27)
三、平皮带的种类和尺寸	(31)
四、平皮带轮的材料和结构	(32)
§ 2—3 三角皮带传动	(33)

一、三角皮带传动的特点及应用	(33)
二、三角皮带传动设计的步骤和方法	(33)

第三章 链传动

§ 3—1 概述	(46)
§ 3—2 链和链轮的结构	(46)
一、套筒滚子链	(46)
二、齿形链	(50)
三、链轮	(51)
四、链和链轮的材料	(55)
§ 3—3 链传动的运动性质和计算方法	(56)
一、链传动的运动性质	(56)
二、链传动的参数选择	(58)
三、链传动的磨损验算	(60)

第四章 齿轮传动

§ 4—1 概述	(65)
§ 4—2 渐开线齿轮传动的平稳性、可分性和正确啮合条件	(65)
一、渐开线、渐开线方程及渐开线的性质	(65)
二、渐开线齿轮各部分的名称及其计算	(73)
三、渐开线齿轮传动的平稳性	(77)
四、渐开线齿轮传动的可分性	(79)
五、渐开线齿轮传动的正确啮合条件	(80)
§ 4—3 齿轮传动的质量指标	(80)
一、重迭系数	(80)
二、滑动系数	(84)
§ 4—4 齿轮制造方法简介	(86)
一、铸造法	(86)
二、切削法	(86)
§ 4—5 变位直齿圆柱齿轮	(90)
一、变位齿轮概念及变位齿轮的特点	(90)
二、变位齿轮对的种类	(93)

三、变位齿轮的应用·····	(106)
四、变位系数的选择·····	(112)
§ 4—6 园柱齿轮的精度·····	(121)
一、齿轮的精度要求·····	(121)
二、齿轮的精度等级及其选择·····	(121)
三、齿轮毛坯公差·····	(123)
§ 4—7 齿轮传动的失效形式和强度计算·····	(124)
一、齿轮传动的失效形式·····	(124)
二、齿轮材料的选择·····	(126)
三、确定齿轮主要参数的方法·····	(128)
四、齿轮传动中的作用力·····	(128)
五、轮齿的抗弯强度计算·····	(130)
六、轮齿表面接触强度计算·····	(134)
§ 4—8 直齿园柱齿轮的工作图·····	(137)
一、齿轮工作图的内容·····	(137)
二、园柱齿轮的构造·····	(137)
三、齿厚的测量·····	(141)
§ 4—9 直齿园柱齿轮的测绘·····	(152)
一、已知齿轮所采用的标准制度的测绘方法·····	(153)
二、情况不明的齿轮测绘方法·····	(155)
三、变位齿轮的测绘方法·····	(158)
§ 4—10 斜齿园柱齿轮传动·····	(163)
一、斜齿轮的形成和其啮合特点·····	(163)
二、斜齿园柱齿轮尺寸的计算·····	(164)
三、斜齿轮的当量齿轮和当量齿数·····	(165)
四、斜齿园柱齿轮的强度计算·····	(166)
五、斜齿园柱齿轮的另件图·····	(170)
六、斜齿园柱齿轮的测绘·····	(172)
§ 4—11 直齿园锥齿轮·····	(175)
一、园锥齿轮概述·····	(175)
二、园锥齿轮的渐开线齿形及园锥齿轮的相当齿轮和当量齿数·····	(175)

三、直齿圆锥齿轮各部分尺寸的计算.....	(177)
四、等隙齿圆锥齿轮.....	(179)
五、直齿圆锥齿轮的切齿方法简介.....	(179)
六、变位直齿圆锥齿轮.....	(180)
七、直齿圆锥齿轮的强度计算.....	(194)
八、圆锥齿轮的工作图.....	(197)
九、直齿圆锥齿轮的测绘.....	(200)
§ 4—12 螺旋齿轮传动.....	(203)
§ 4—13 蜗杆传动.....	(205)
一、蜗杆蜗轮传动的形成和特点.....	(205)
二、蜗杆传动主要参数的选择及几何尺寸的计算.....	(206)
三、变位蜗杆传动.....	(209)
四、蜗杆传动的精度等级.....	(211)
五、蜗杆传动的强度计算.....	(212)
六、蜗杆传动的效率.....	(216)
七、蜗杆和蜗轮的工作图.....	(218)
八、蜗杆传动的测绘.....	(222)

第一章 螺纹联接与螺旋传动

螺纹联接是工业上以及日常生活中应用广泛的可拆卸联接。在机器的重要部位，由于螺纹联接的损坏，可以导致严重的事故。螺旋传动，如机床丝杠、千斤顶等可看成螺纹联接的一种（动联接），在构造和受力等方面与螺纹联接既有区别，又有共同之处，故在本章一并讨论。

§1-1 螺纹的基本概念

一、螺纹的形成及参数

为了正确地选择螺纹，必须了解螺纹的形成及参数。螺纹的形成是将一直角三角形绕在圆柱体上，三角形的斜边便是螺旋线（图 1-1），若使螺旋线变粗，并使其横截

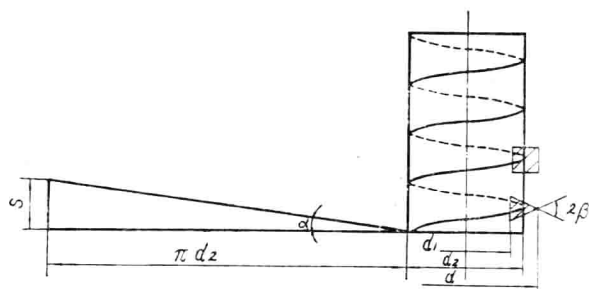


图 1-1

面成为三角形，则成三角形螺纹。其横截面成矩形，则成矩形螺纹。根据螺纹的旋向又可分为右旋螺纹和左旋螺纹。螺旋线从右边绕上去的称为右旋螺纹，如（螺 1-1）；反之，称为左旋螺纹。机器上绝大多数采用右旋螺纹，只有个别情况下才用左旋螺纹。

根据生产需要，螺纹又可分为单头螺纹和多头螺纹。图 1-1 是单头螺纹。若在圆柱体的同一横截面上，在对称位置用两个三角形同向绕成如（图 1-2），则称为双头螺纹。螺纹的头数以 n 表示。螺

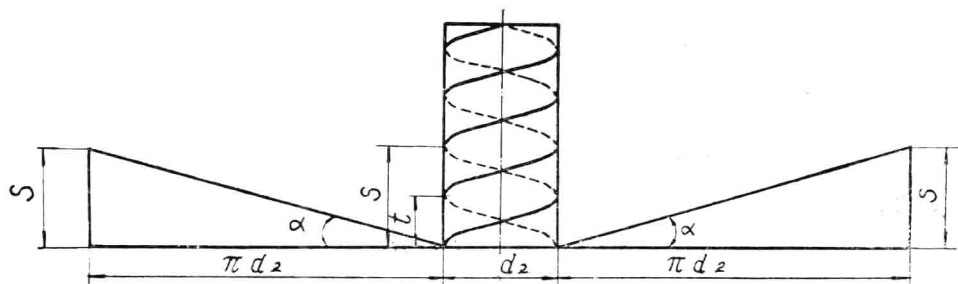


图 1-2

纹的外径 d 为公称尺寸, 内径为 d_1 , 中径为 $d_2 = \frac{d_1 + d}{2}$ 。螺距 t 是螺纹相邻两牙上对应点的轴向距离。升距 S 是螺纹线绕一周升高的轴向距离, 所以 $S = nt$ 。导角为 α , $\operatorname{tg} \alpha = \frac{S}{\pi d_2}$ 。牙形角 2β 是螺纹剖面两侧边夹角见(图1—1)。

二、螺纹联接的工作原理

1. 螺旋付中力的关系:

“研究任何过程, 如果是存在着两个以上矛盾的复杂过程的话, 就要用全力找出它的主要矛盾”。螺旋付中主要是轴向力 Q 与扳手力矩 M 所产生的圆周力 P 的关系(图1—3)。现在先讨论矩形螺纹的情况。

螺母在螺纹上旋转, 可以看成一重物 Q 在具有 α 角的斜面上等速移动(图1—4)。如果不考虑摩擦力, 则两物体间的总作用力必在法线方向; 若考虑了摩擦力, 则总作用力 R 偏过一个角度 ρ (ρ 为摩擦角), 摩擦系数 $f = \frac{F}{N} = \operatorname{tg} \rho$ (式中 F 为摩擦力)。总作用力 R 可分解成垂直分力 Q 与水平分力 P , 由图1—4可知 $P = Q \operatorname{tg}(\alpha + \rho)$

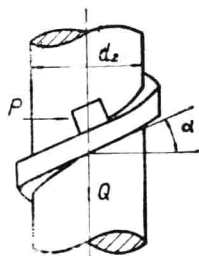


图 1-3

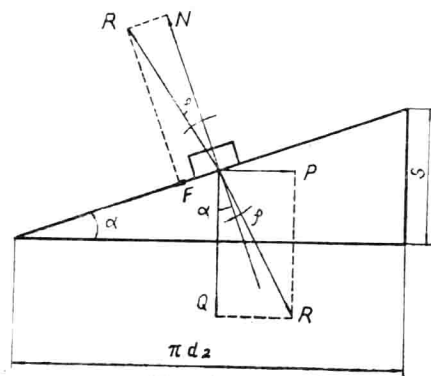


图 1-4

则扳手力矩 M 与轴向力 Q 之间的关系为:

$$M = Q \cdot \frac{d_2}{2} \operatorname{tg}(\alpha + \rho) \quad (1-1)$$

至于三角螺纹的情况, 同样是重物 Q 在牙面上等速移动, 不过因为存在牙形角 2β , 牙面上的正压力 N 增大了,

$$\text{正压力 } N = \frac{Q}{\operatorname{Cos} \beta},$$

故摩擦力 F 也增大了,

$$\text{摩擦力 } F = Nf = \frac{Q}{\operatorname{Cos} \beta} f = Qf'.$$

令 $f' = \frac{f}{\operatorname{Cos} \beta}$, f' 称为当量摩擦系数。并令 ρ' 为当量摩擦角, 则

$$\operatorname{tg} \rho' = f' = \frac{f}{\operatorname{Cos} \beta} \quad (1-2)$$

可知对于三角螺纹, 力的关系是:

$$P = Q \operatorname{tg} (\alpha + \rho') \text{ 或 } M = Q \frac{d_2}{2} \operatorname{tg} (\alpha + \rho') \quad (1-3)$$

2. 螺旋付的自锁:

当拧紧螺母的扳手拿掉以后, 园周力就消失, 即 $P = 0$ 。由于螺栓已经产生弹性变形, 轴向载荷 Q 仍然存在, 这时要求螺纹在轴向载荷 Q 作用下, 依靠螺纹间摩擦阻力而不松脱。这种现象称为螺纹自锁。在图1-5

中即要使 $\rho' \leq fN$, 也就是自锁条件为 $\alpha < \rho$

对三角螺纹 $\alpha < \rho'$ 。

由于 $\rho' > \rho$, 故三角螺纹比矩形螺纹自锁性好。

对于有润滑油和光洁的螺纹表面, 可取 $f = 0.1$ 。公制螺纹 $2\beta = 60^\circ$, 则当量摩擦系数

$$f' = \frac{f}{\operatorname{Cos} 30^\circ} = 0.1155, \text{ 即 } \rho' = 6^\circ 35',$$

而公制粗牙螺纹 $\alpha = 1.5^\circ \sim 5^\circ$, 因此都是自锁的。细牙螺纹与相同直径粗牙螺纹相比, 螺距小而 α 角较小, 故自锁条件更好。

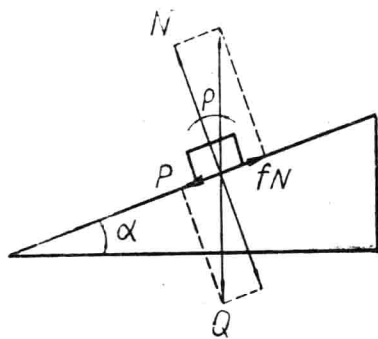


图 1-5

3. 螺旋付的效率: 螺母拧紧一转所作的输入功为

$$A_{\text{入}} = P \cdot \pi d_2 = Q \operatorname{tg} (\alpha + \rho) \pi d_2$$

此时重物 Q 升高 S , 所作的功为

$$A_{\text{出}} = QS = Q \pi d_2 \operatorname{tg} \alpha$$

故效率

$$\eta = \frac{A_{\text{出}}}{A_{\text{入}}} = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} (\alpha + \rho)} \quad (1-4)$$

对于三角螺纹的效率, 把公式中的 ρ 改为 ρ' , 即得:

$$\eta = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} (\alpha + \rho')} \quad (1-5)$$

因为 $\rho' > \rho$, 故三角螺纹效率较低, 不宜作传动用。

三、螺纹的种类

按螺杆轴向剖面的形状可分为:

1. 三角形螺纹: 国家标准规定, 牙形角 $2\beta = 60^\circ$, 用于联接。分为粗牙普通螺纹和细牙普通螺纹。细牙螺纹的螺纹深度与导角都小, 自锁性好, 对于薄壁另件用细牙螺纹联接比较适宜。还有英制三角形螺纹, 其牙形角 $2\beta = 55^\circ$, 螺距用每吋几牙来表示。这种螺

纹用于修配旧机器上的原时制螺纹配件。新设计时不使用。

2. 矩形螺纹：这种螺纹的牙形角 $2\beta = 0^\circ$ ，效率较高，多作为传动用。但牙的根部强度较低，螺纹磨损后轴向间隙无法补偿，易松动。这种螺纹没有标准化。

3. 梯形螺纹：这种螺纹的剖面形状为梯形，牙形角 $2\beta = 30^\circ$ ，效率不如矩形螺纹而牙根强度较大，且磨损后间隙可以消除，多用于机床丝杠及分度机构等传动螺旋中。

4. 锯齿形螺纹：这种螺纹的剖面形状象锯齿，螺纹的一侧边为工作面 $\beta = 3^\circ$ ，另一侧边为非工作面 $\beta = 30^\circ$ ，它具有梯形螺纹与矩形螺纹的优点，但只能单向受力。多用于单向受力的重载螺旋中，如螺旋压力机等。

图 1—6 是用同一比例绘出螺距相同的四种螺纹的牙形，从牙形可比较其强度及效率。

此外，还有用于两管联结的管螺纹，薄壁制品联结的园螺纹。应用时可参考设计手册。

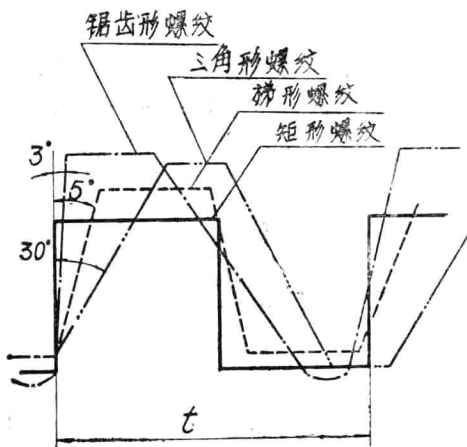


图 1-6

§1—2 螺纹联接

联接用的螺纹绝大多数采用三角形单头螺纹，它自锁性好，强度高，加工也方便。联接的结构型式和尺寸应符合加工、装配、使用等方面的要求。如装拆螺栓必须留有一定的上下轴向空间及拧紧螺母时须有使用扳手空间等。

一、螺纹联接的结构

螺纹联接的结构形状很多，但可归纳成以下几种类型：

(1) 螺栓联接：当被联接的两个零件都能制出通孔时采用，如图 1—7。

(2) 螺钉联接：当被联接零件中的一个不能制成通孔时采用，在不通的孔中攻出螺纹，靠螺钉拧入螺孔而紧密联接。如图 1—8。

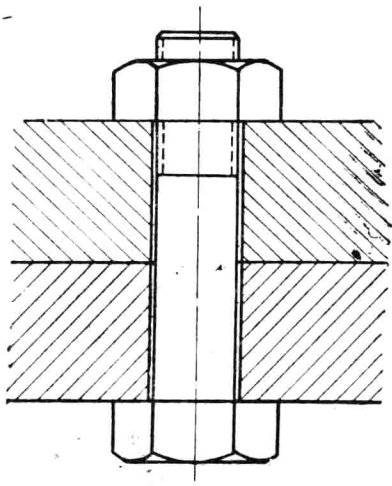


图 1-7

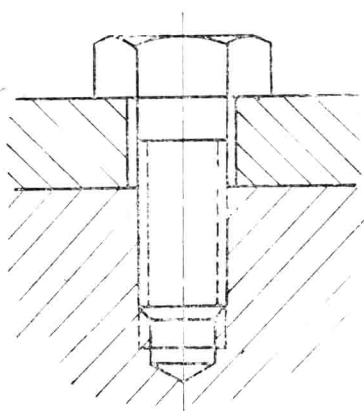


图 1-8

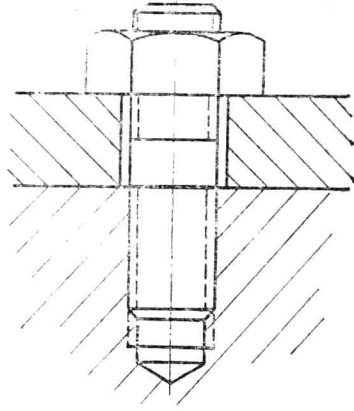


图 1-9

(3) 双头螺栓联接: 双头螺栓的两端都有螺纹, 一端拧入被联接件的螺孔中, 安装时应将螺纹全部拧入直至不能再拧转为止, 使螺杆与孔有较大的锁紧力。螺杆的另一端则穿过另一被联接件与螺母配合, 如图1—9。双头螺栓用于被联接件的螺纹孔因经常拆卸而易磨损的场合。

为了保护被联接件表面或增大支承面, 有时在螺母或钉头下面放上垫圈。

螺栓、螺钉、双头螺栓、螺母、垫圈等都有国家标准, 其结构尺寸可查机械设计手册。螺栓按其加工精度分为粗制、精制及半精制。粗制螺栓除螺纹外, 不进行切削加工, 多用于不重要或精度要求很低的地方。半精制螺栓只在头部的支承面和螺栓杆末端经过车削加工。精制螺栓用光拉六角形钢棒车削加工而成, 用得最广。精制螺栓又分为普通的

与铰制孔的两种, 普通精制螺栓联接时, 在螺栓与被联接件的孔之间有间隙, 而铰制孔精制螺栓联接的螺杆与被联接的孔的公称尺寸相同。

一般螺纹另件的材料常用炭素钢, 如A2、A3、15、35等, 重要螺钉用合金钢。

如果被联接另件支承面不平, 它与螺母或螺钉头接触不良会使螺杆歪斜

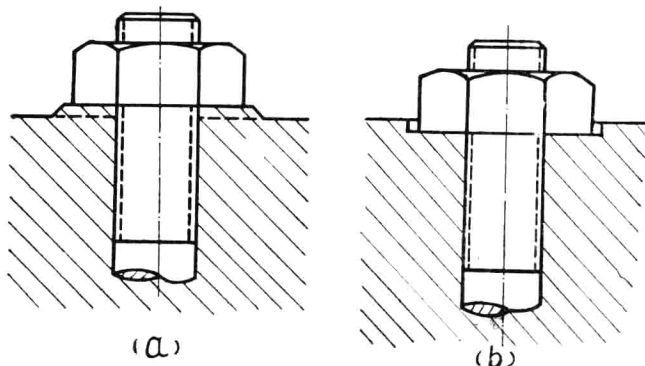


图 1-10

而弯曲，使螺杆截面上的应力急剧增大。为了避免这种不良现象，支承面应该加工切平，制成凸台或鱼眼坑（图 1—10）

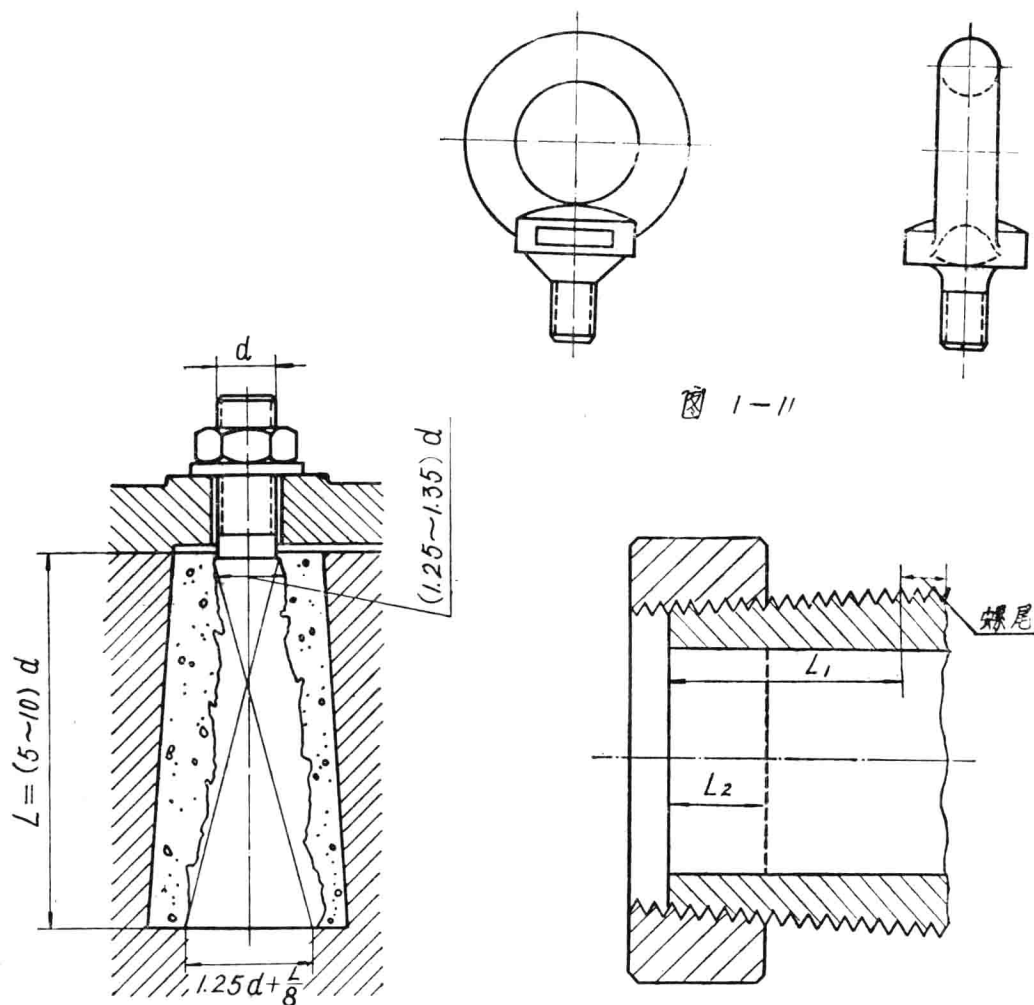


图 1-12

图 1-13

另外，如吊环螺钉（图 1—11）带有耳环和园形肩部，主要是装在机器的盖式壳体上，以便装配和搬运时起吊之用；地脚螺栓专门用来将机架或机座固定到地基上（图1—12），插入地基的一端可以制成钩状、棘齿或两边叉开等形状；管路的螺纹联接如图 1—13 所示，它的螺距和槽深都比普通螺纹小，通常带有 $\frac{1}{8}$ 锥度，这样对管壁的强度影响较小，联接又严密可靠。一般把内锥管螺纹的大端口径叫做基面，外螺纹以手拧入后将被分成两段，长为 L_2 的一段直径小于基面直径， L_1-L_2 的一段直径大于基面直径，如果继续用扳手拧紧，联接便从间隙配合转变为过盈配合，得到紧密的联接。