

高 等 院 校 教 材

精 密 机 械 零 件 与 部 件 设 计

北京工业学院 401 教研室 编

国 防 工 业 出 版 社

精密机械零件与部件设计

北京工业学院 401 教研室 编

国防工业出版社

内 容 简 介

本书为高等院校光学仪器专业的教材。共分联接、弹性元件、机械传动、运动支承、仪器常用组合件等五篇二十章。包括了常用的机械零件及部件。内容以设计、计算、误差分析、典型结构为主，并介绍了有关标准及参数。

本书还可作为机电仪器，精密机械等专业的教师、学员以及有关技术人员的参考书。

精密机械零件与部件设计

北京工业学院 401 教研室 编

*

国防工业出版社 出版

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

*

787×1092¹/₁₆ 印张20⁵/₈ 480千字

1980年7月第一版 1980年7月第一次印刷 印数：0,001—5,300册

统一书号：15034·1985 定价：2.15元

前 言

为适应光学仪器专业的需要,在原用教材《精密机械》的基础上,改编成这本教材。新教材加强了理论基础;增添了新内容;引入了新的国家标准;并尽可能地符合国际标准。

全书分联接、弹性元件、机械传动、运动支承、仪器常用组合件等五篇二十章。包括了光学机械仪器中常用的机械零件及组合件。内容以设计、计算、误差分析、典型结构为主,并介绍了有关标准及专业厂用数据。

本课程的前修课为:《高等数学》、《理论力学》、《材料力学》、《机械制图》、《机械原理》及必要的公差、工艺知识等。本课程讲授完毕后进行课程设计时,还必须辅以《光学仪器设计手册》或《精密机械设计手册》。

为了推行国家标准,凡从国家标准中引用的数值及量纲均未按国际单位制(SI)换算,使用时应予以注意。

本教材系集体编写,何献忠同志负责主编,樊大钧同志负责主审,参加编写及审查的还有:王仲彬、盛鸿亮、丁伯瑜、王惠敏等同志。限于编者水平,错误在所难免,希使用此教材的同志提出批评指正。

编 者

1979年4月

目 录

第一篇 联 接

第一章 可拆联接结构设计	3
§1 概述	3
§2 广义螺纹联接	4
§3 销钉联接结构设计	14
§4 键联接结构设计	15
第二章 永久联接结构设计	17
§1 概述	17
§2 焊接结构设计	17
§3 铸合联接结构设计	20
§4 压合联接结构设计	21
§5 铆接结构设计	22
§6 胶接结构设计	23
第三章 光学零件固紧结构设计	24
§1 概述	24
§2 圆形光学零件固紧结构设计	24
§3 非圆形光学零件固紧结构设计	32
§4 光学零件的胶接固定	35

第二篇 弹性元件

第四章 螺旋弹簧设计	39
§1 基础知识	39
§2 圆柱形螺旋弹簧设计	53
§3 圆柱形螺旋弹簧误差分析	59
§4 提高弹簧使用性能的措施	62
§5 非圆柱形螺旋弹簧	66
第五章 片板弹簧设计	68
§1 基础知识	68
§2 片簧设计	69
§3 发条设计	72
第六章 碟形弹簧	78
§1 基础知识	78
§2 基本计算公式	79
§3 结构参数规范及材料	83

第三篇 机械传动

第七章 摩擦传动	86
§1 概述	86
§2 定传动比的摩擦传动	86
§3 无级摩擦传动	89
第八章 带传动	93
§1 基本知识	93
§2 弹簧带传动	96
§3 绳式带传动及齿孔带传动	99
§4 齿形带传动	102
第九章 齿轮传动	109
§1 概述	109
§2 齿轮传动的方式及其选择	110
§3 齿轮的结构尺寸和常用形状	112
§4 齿轮常用材料	124
§5 齿轮与轴的常用联接	124
§6 传动比的选择和分配原则	127
§7 齿数和模数等参数的选择	131
§8 各种齿轮的受力分析及强度	133
§9 传动链中力的分析	144
§10 齿轮误差分析	147
§11 减小空回的结构及措施	156
§12 行星传动机构	158
第十章 螺旋传动	167
§1 普通螺旋传动概述	167
§2 螺旋传动中的误差分析	168
§3 精密螺旋传动设计	172
§4 滚珠丝杠传动	175
第十一章 轴	180
§1 概述	180
§2 轴的材料	180
§3 设计轴的理论基础	180
§4 轴的结构设计	183
第十二章 联轴节及离合器	185
§1 概述	185

§ 2 几种联轴节的结构和特点.....	185
§ 3 几种离合器的结构和特点.....	189

第四篇 运动支承

第十三章 滑动轴承.....	196
§ 1 概述.....	196
§ 2 圆柱形滑动轴承.....	196
§ 3 圆锥形滑动轴承.....	203
§ 4 滑动轴承的润滑.....	205
§ 5 轴系典型结构.....	207
§ 6 液体静压轴承.....	212
§ 7 气体静压轴承.....	215
第十四章 滚动轴承.....	218
§ 1 概述.....	218
§ 2 仪器中常用的标准滚动轴承.....	218
§ 3 滚动轴承的精度等级和游隙.....	220
§ 4 球轴承中钢球受力及摩擦力矩的分析.....	221
§ 5 滚动轴承的选择.....	225
§ 6 滚动轴承组合结构设计.....	231
§ 7 非标准(散装)滚动轴承.....	238
第十五章 直线运动导轨.....	244
§ 1 概述.....	244
§ 2 滑动摩擦导轨.....	245
§ 3 液体静压导轨.....	250
§ 4 滚动摩擦导轨.....	251

第五篇 仪器常用组合件

第十六章 限动器和定位器.....	257
§ 1 限动器.....	257
§ 2 定位器.....	267
第十七章 调速器.....	270
§ 1 基本知识.....	270
§ 2 制动式调速器.....	271
§ 3 擒纵式调速器.....	280
第十八章 减振器.....	285
§ 1 概述.....	285
§ 2 减振器的工作原理.....	285
§ 3 减振器性能参数的选择和安装.....	288
§ 4 减振器的类型及选择.....	289
第十九章 微动装置和锁紧装置.....	293
§ 1 微动装置.....	293
§ 2 锁紧装置.....	299
第二十章 示数装置.....	303
§ 1 概述.....	303
§ 2 刻度.....	303
§ 3 度盘与指标.....	309
§ 4 示数装置的误差.....	312
§ 5 几种示数装置的结构.....	315
§ 6 示数装置的精读方法.....	317

第一篇 联 接

任何仪器都由若干零件组成。各零件通过不同的联接方式和联接件组合成部件，然后又使各部件相联，构成完整的仪器。这样做的主要原因是：

(1) 仪器固有特性。如望远镜，为观察远距离目标，必须借助于望远光学系统（见图 I-1），但组成光学系统的各零件，必须通过机械结构，保持其确定的相对位置，方能构成具有实用价值的仪器。

(2) 结构工艺性。由于加工、装配和使用等原因，仪器或它内部的某些结构都不可能是一个零件。甚至有的零件由于形状特殊，但为了能够加工或便于加工，则应考虑用组合件代替，如“T”形薄壁零件（见图 I-2）则可分成两件，然后点焊。又如复合齿轮（见图 I-3），为使锥齿轮能够加工，也应分成两件，然后相联。

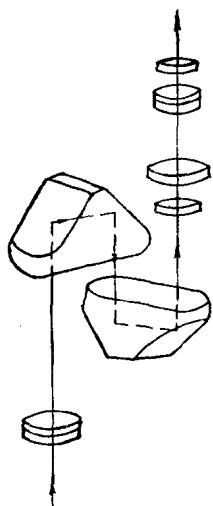


图 I-1 望远镜光学系统

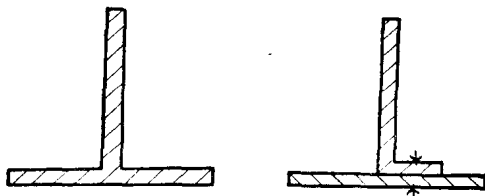


图 I-2 薄壁零件结构改进

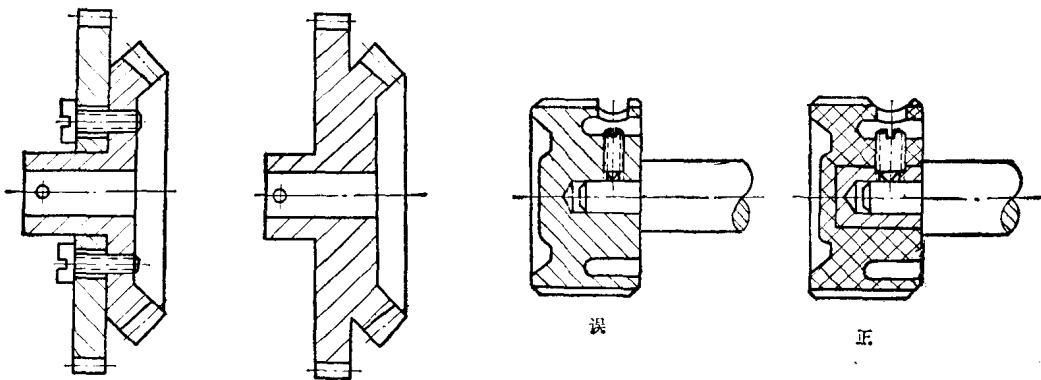


图 I-3 复合齿轮结构改进

图 I-4 手柄结构改进

(3) 使用要求与材料性能。有的零件在形状上虽可独立构成一件，加工也无困难。但对各部分性能要求不同，如仪器中的某些手轮（见图 I-4），它和轴的直接联接部分要求具有较高的强度，而与手指的接触部分则要求绝缘或绝热。这时应分成内、外套各一件，内套为金属件，外套为非金属件。

(4) 结构尺寸比例。如齿轮，有时轮缘直径与轴颈相差不大，可以做成一体，即带轴齿轮。有时轮缘直径与轴颈相差较大，而又不适于选用锻造坯料时，则应分成两件，然后相联（见图 I-5）。

(5) 装调与维修。为便于装调，大部分仪器上都有装调用孔，然后再加可拆卸盖。为维修仪器内部，也必须具有可以拆卸的外壳或外盖。

可见，联接在仪器结构中起着重要作用。联接结构与联接方式的好坏对结构的强度、精度、寿命、工艺性、使用性能、成本等方面都会带来直接影响。

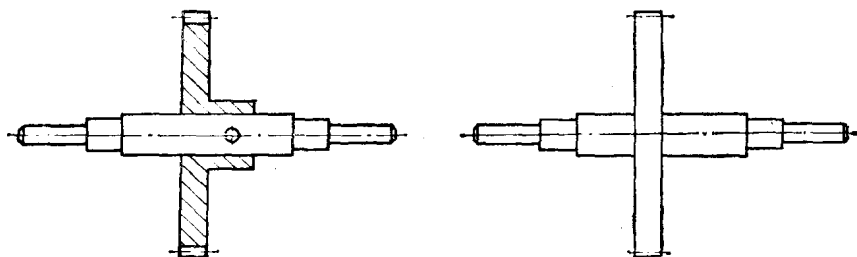


图 I-5 齿轮结构改进

因此，对联接结构应提出下列基本要求：

- (1) 保证足够的联接强度；
- (2) 保证要求的联接精度；
- (3) 在振动和冲击条件下，保证联接结构工作可靠；
- (4) 保证良好的工艺性。

常用的联接方式分为：可拆联接、永久联接和光学零件固紧三类。第三类实际是前两类中某种联接方式的综合运用，即通过可拆联接和永久联接方式将光学零件与机械零件相联。由于光学零件固紧有特殊要求，故另列一类，以便讨论。

第一章 可拆联接结构设计

§ 1 概 述

拆开联接时, 构成联接的所有零件 (包括联接件) 均不发生破坏, 这种联接称为可拆联接。

对可拆联接结构的基本要求是:

- (1) 多次拆装后, 零件的相对位置精度应保持在所要求的范围内;
- (2) 多次拆装后, 各组成零件均不应损坏;
- (3) 多次拆装后, 零件的相关尺寸不变;
- (4) 振动和冲击下, 零件的相对位置精度不变。

常见的可拆联接有: 广义螺纹联接 (包括: 螺纹联接、螺钉联接、螺栓联接), 销钉联接, 键联接, 速拆联接和夹紧联接。

速拆联接——是指互相联接的零件能迅速相联和拆卸的一种联接方式。它常用于需要经常拆卸和联接的结构中, 如灯头插座 (见图 1-1)。这种联接不能保证被联接件有精确的相对位置精度, 但拆装方便、迅速。此外, 还有一些常见的速拆联接结构 (见图 1-2)。

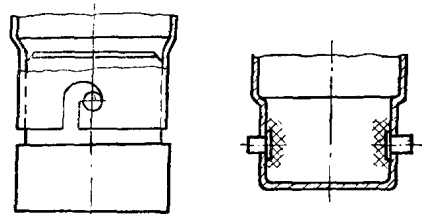


图1-1 插口灯头的联接结构

夹紧联接——它是利用联接时产生的夹紧力把被联接零件联在一起。联接结构主要产生夹紧力, 而不直接起联接作用。联接牢靠程度取决于夹紧力大小。这种联接方式常用于零件相对位置常需改变处。常用结构见图 1-3。

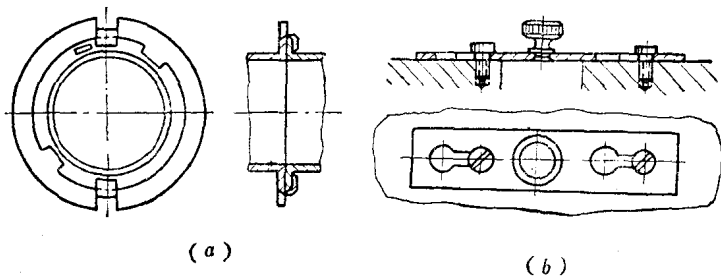


图1-2 常见的速拆联接结构

a—凸缘开槽联接; b—平面槽销联接。

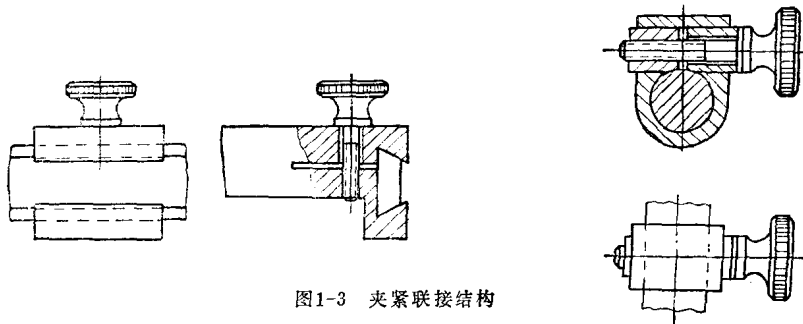


图1-3 夹紧联接结构

§ 2 广义螺纹联接

依图 1-4 可见, 直接在相联零件上加工出参数相同的螺纹, 然后靠螺纹相联的结构称螺纹联接(见图 1-4 中(a)); 如用螺钉使相联零件固紧的则称螺钉联接(见图 1-4 中(b)); 如用螺栓固紧的则称螺栓联接(见图 1-4 中(c))。由于上述联接结构都直接或间接依靠螺纹相联, 如螺纹损坏, 则联接结构亦坏, 故这类联接统称为广义螺纹联接。

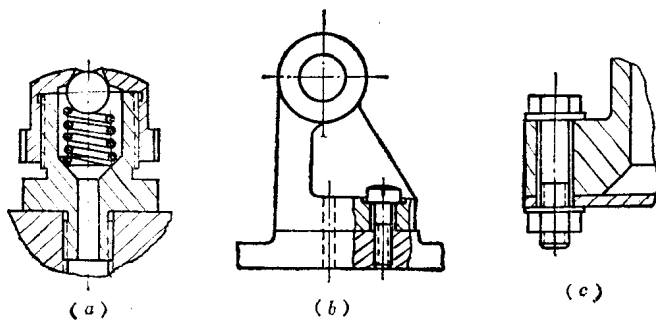


图1-4 螺纹联接

一、有关螺纹的基本知识

A. 螺纹的形成及基本参数

以一底边长为 πd_1 的直角三角形, 绕于直径为 d_1 的圆柱体上, 三角形的斜边在圆柱体上所绕成的曲线即为螺旋线(见图 1-5)。如用一平面图形(三角形、矩形), 使其一边紧靠于圆柱母线并沿螺旋线移动, 且平面始终通过圆柱轴线, 则图形所经过的空间即形成了相应的螺纹(三角形螺纹或矩形螺纹)。

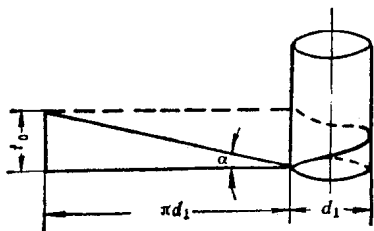


图1-5 螺旋线的形成

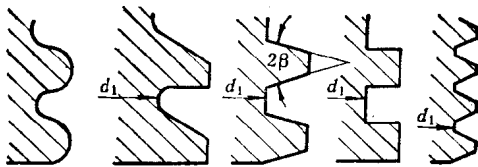


图1-6 不同断面形状的螺纹

根据螺纹的断面形状, 还有梯形螺纹、锯齿形螺纹和圆形螺纹(见图 1-6)。联接螺纹中最常用的是三角形螺纹。

由于形成螺旋线时的绕行方向可右可左, 因而形成了右螺纹和左螺纹。常用的是右螺纹(即螺钉垂直于地面顺时针方向旋转为拧紧)。

为获得较大的升距, 除单线螺纹外, 还有双线、三线或多线螺纹。为保证“自锁”, 联接常用单线螺纹。

凡在圆柱体上形成的螺纹称外螺纹或阳螺纹。用同样方法在圆形孔壁上形成的螺纹称内螺纹或阴螺纹。

螺纹的主要参数(见图 1-7)有:

螺距 t ——沿螺纹轴线方向相邻两螺纹牙间的距离。

升距 t_0 ——同一螺旋线上沿螺纹轴线方向的相邻两牙间距离。对于单线螺纹，升距与螺距相等 ($t_0 = t$)；对于多线螺纹，则 $t_0 = nt$ ， n 为螺纹线数。升距亦称导程。

螺纹外径 d ——亦称公称直径，即螺纹的最大直径。

螺纹内径 d_1 ——即螺纹的最小直径。对于普通螺纹 $d_1 = d - 1.0825 t$ 。

螺纹中径 d_2 ——为一假想圆直径，用以计算升角。概略可取为 $d_2 = (d_1 + d)/2$ 。对于普通螺纹 $d_2 = d - 0.6495 t$ 。

螺纹公称工作高度 h ——即实际螺纹牙的高度。

螺纹升角 α ——通过螺纹中径的螺纹与其轴线的垂直平面所夹的角， $\text{tg } \alpha = t_0 / \pi d_2$ 。

牙形角 β ——在螺纹轴向平面内，牙形两侧边夹角。对于普通螺纹 $\beta = 60^\circ$ 。

B. 常用螺纹

1. 普通螺纹 即公制三角形螺纹 (亦见图 1-7)。按国家标准 GB 192-63 规定，螺纹剖面为三角形，牙形角为 60° ，螺距以毫米计，螺纹配合后有间隙，大小由切制螺纹的刀具保证。由于螺纹牙根部强度高，牙表面摩擦大，故常用作联接螺纹。

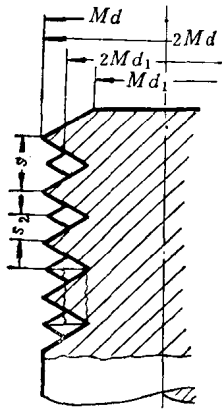


图1-8 细牙螺纹与粗牙螺纹的比较

在普通螺纹中又分为粗牙普通螺纹和细牙普通螺纹两种。两者相比，细牙螺纹的特点是：当公称直径相同时，螺距、螺纹深度、升角都较小；但内径较大，强度较高，“自锁”能力较强。图 1-8 为第二种细牙螺纹 $2Md \times s_2$ 与同样公称直径的粗牙螺纹 $Md \times s$ 的比较。

表1-1 细牙螺纹分类

λ	1.5	2	3	4
细牙螺纹	1	2	3	4

由螺距减小系数 λ 的不同，将细牙螺纹分为四种 (见表 1-1)。 λ 是粗牙螺纹螺距与同样公称直径的细牙螺纹螺距之比。

细牙螺纹常用于薄壁或细小零件，或用于承受冲击、振动的联接中。在军用光学仪器中，由于结构特点与工作环境特殊，大量采用普通细牙螺纹和特种细牙螺纹 (WJ593-67)。

2. 英制螺纹 常见的英制螺纹有威氏螺纹和赛勒氏螺纹两种。牙形都是三角形，仅牙形角不同。威氏螺纹牙形角为 55° ，通用于英国和加拿大等国。赛勒氏螺纹牙形角为 60° ，通用于美国。

英制螺纹的尺寸以英寸计，并以每英寸长度上的螺纹牙数来区分粗牙和细牙。若用 t 表示螺距，则每英寸上的螺纹牙数 $i_0 = 25.4/t$ 。

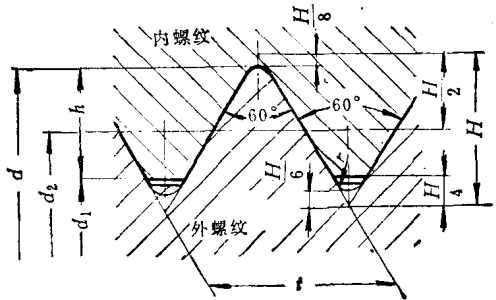


图1-7 螺纹的主要参数

3. 目镜螺纹 它是一种特殊用途的梯形多线细牙螺纹（见图 1-9），专用于目镜框与镜管相联，故称目镜螺纹。

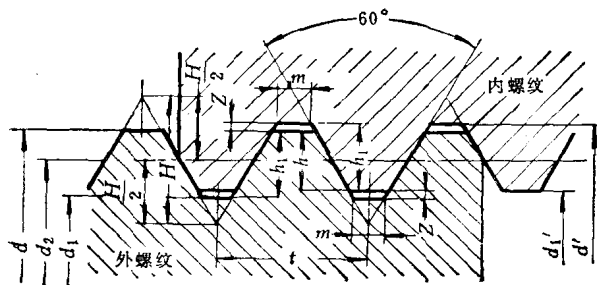


图1-9 目镜螺纹

目镜框应能在镜管内均匀、轻快转动，并在转角不大于 360° 时获得几毫米的轴向位移。为适应不同视度的观察者调节视度，就应选用这种专用螺纹。

4. 显微镜物镜螺纹 它是国际通用的特殊标准螺纹（见图 1-10），牙形角为 55° ，公称直径 $4/5$ 英寸，每英寸 36 牙，专用于

显微镜物镜组与镜管的联接。各国标准相同是为便于更换使用不同倍率的物镜。

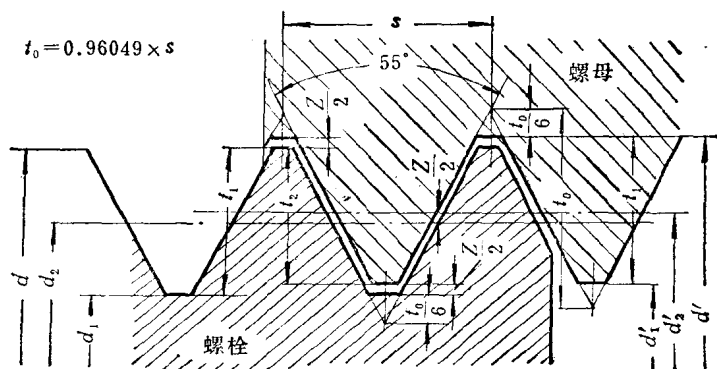


图1-10 显微镜物镜螺纹

此外，还有专用于联接管道的特殊细牙管螺纹；联接灯泡、灯座用的圆螺纹；用作传动螺旋的梯形螺纹和矩形螺纹。

C. 螺纹联接强度分析

许多仪器中，联接结构所承受的工作负荷通常较小，一般不进行强度计算。如果承受的工作负荷较大，可参阅有关著作详细计算强度或进行强度校核。现仅概略分析于下：

螺纹联接中受力情况比较复杂。如以螺钉联接为例（见图 1-11），为使两零件联接可靠，在承受工作负荷前，必须先拧紧螺钉产生一定的压紧力（亦称预加锁紧力）。由于压紧力的存在，螺钉就要产生拉伸变形和相应的拉伸应力。螺钉和被联接零件都是弹性体，预加锁紧力随拧紧力增加而渐增，这时，螺纹接触面上的摩擦也逐渐增大。当预加锁紧力达到 P_0 时，相联螺纹中就产生一定摩擦阻力矩，此力矩使螺钉产生扭转变形和相应的扭转剪应力。

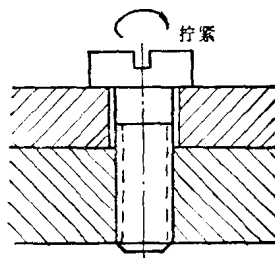


图1-11 单个螺钉拧紧

可见，这种联接中的螺钉，同时承受拉伸和扭转。为简化计算，可以假想一个计算负荷 $P = 1.3P_0$ ，然后按纯拉伸来进行强度计算，即

$$\frac{4 \times 1.3 P_0}{\pi d_1^2} \leq [\sigma]$$

或

$$d_1 = \sqrt{\frac{5.2 P_0}{\pi [\sigma]}}$$

式中 d_1 ——螺纹内径；

$[\sigma]$ ——螺钉材料许用拉应力。

将预加锁紧力增大以包括扭转的影响，来确定螺钉是可靠的。又因螺钉是标准件，只要确定了内径 d_1 ，就可查得公称直径 d 及其它各部分尺寸。

理论和实验都已证实，由于螺杆和螺母的变形性质不同（螺杆拉伸，螺母压缩）、刚度不同，即使制造或安装都很精确的螺纹联接，螺纹各圈上的负荷分布也不均匀。接近于承压面的第一牙最大，约占34%，然后按等比级数递减，到第10牙时，仅占1%（见图1-12）。因此，设计螺纹联接时，相联牙数应不少于4；如无特殊要求，也不应多于10，过多对提高强度无意义。

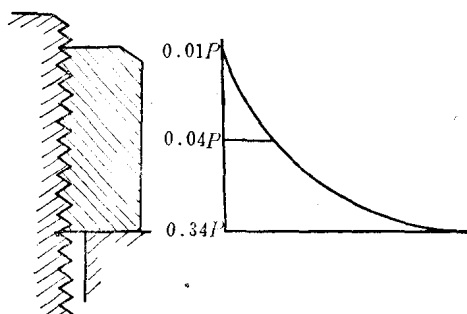


图1-12 螺纹各圈之间负荷分配

D. 螺纹“自锁”条件

螺纹“自锁”是保证联接可靠的另一基本条件。如螺纹升角过大，联接结构将不能承受任何轴向负荷，甚至由于螺杆自重，也会使联接自动分离。所以，所有联接用螺纹的升角 α 一定要小于摩擦角 ρ ，故螺纹“自锁”条件为 $\alpha < \rho$ 。 $\rho = \text{tg}^{-1} f$ ， f 是螺纹牙表面的滑动摩擦系数。多线螺纹升角较大，“自锁”能力低，不宜用作承受轴向负荷的联接螺纹。

二、螺纹联接结构设计

螺纹联接的特点是：直接在相联零件上加工出螺纹，然后相联，不需另加其它联接件。因此，相联零件上应有一定长度的一段圆柱体，以便加工外螺纹；而另一件上，应能在相联部分加工出对应的螺纹孔。当然，相联零件的材料皆应能加工出螺纹，否则就不可能采用螺纹联接。

光学仪器中最常见的螺纹联接结构，是透镜框与镜管相联（见图1-13）。

结构设计要点：

A. 选定螺纹类型

根据设计要求选择螺纹类型是结构设计的最基本问题。如前所述，梯形和矩形螺纹常用作传动螺旋；管螺纹、目镜螺纹和显微镜物镜螺纹都是专用螺纹。所以，一般联接都用普通螺纹；光学仪器中多用细牙螺纹，主要因相联零件较薄，且要求“自锁”，并非为提高静负荷强度。

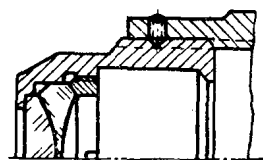


图1-13 镜框与镜管联接

所谓选型，即根据结构设计的主要技术要求、相联件结构特点、负荷性质等来选择合适的螺纹，使这种螺纹的固有特点获得最充分的利用。

B. 确定材料和尺寸

如图 1-13 示镜框与镜管相联结构，螺纹尺寸可按相关结构确定，但螺纹必须符合标准。螺纹材料往往并不取决于联接强度，而取决于相联零件在仪器中的作用。为了轻便，镜筒可选铝合金，则螺纹亦为铝合金。

对于承受较大负荷的螺纹联接，应经强度计算后再确定其材料及尺寸。计算方法可查阅《机械零件》。

C. 完善结构

为保证联接质量，还应注意以下几点：

(1) 除零件全部外表面均为螺纹的外，螺纹尾部应有退刀槽，以保证相联零件的相对位置（见图 1-14）。退刀槽的形状和尺寸应符合 GB3-58 规定。

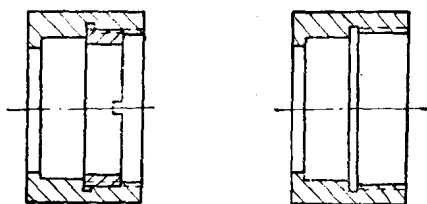


图1-14 螺纹联接用退刀槽

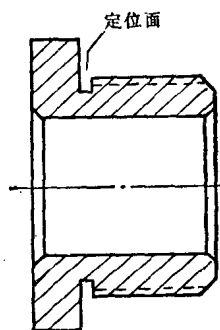


图1-15 利用端面定位

(2) 如要求相联零件轴向位置一定，经常利用端面加以限制（见图 1-15），故端面应有垂直度要求。

(3) 如联接需保证较高的同轴度，则螺纹前应加光滑圆柱面作引导部分（见图 1-16），依靠此圆柱面的配合来保证同轴度。

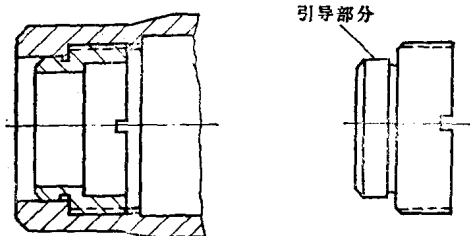


图1-16 螺纹联接引导部分

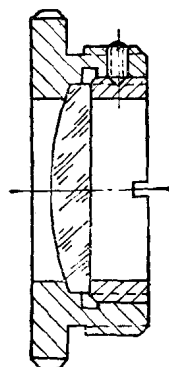


图1-17 加紧定螺钉防松

(4) 对于军用仪器，螺纹联接一般都要加紧定螺钉（或称止螺）防止松动（见图 1-17）。

三、螺钉联接结构设计

如两零件的相联部分无外圆面（如为平板），或有外圆表面但不适于采用螺纹联接（如圆柱面短），且又要求经常拆卸时，可以采用螺钉联接。

螺钉联接实际上是利用螺钉压紧或顶紧相联零件。图 1-18 是将螺钉穿过齿轮上的通孔，利用螺钉头部压紧两零件。因此，在被固紧的零件之一上必须具有大于螺钉直径（一般为 $1.1d$ ）的通孔，不能两件都是螺孔，否则螺钉头不能压紧两零件。图 1-19 为螺钉顶紧结构。它是在轮毂上加工出螺孔，螺钉拧入后，靠端部顶紧。

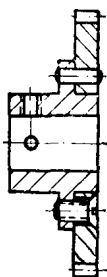


图1-18 螺钉固紧齿轮

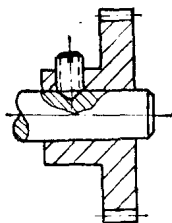


图1-19 螺钉顶紧齿轮

可见，螺钉联接结构简单，装拆方便，可以保证一定的联接精度和联接强度。但是，必须在一个相联零件上能加工螺孔，且要保证一定的深度，否则不宜采用这种联接方式。

A. 螺钉的种类

螺钉是构成螺钉联接的基本零件之一，它的种类很多，绝大部分已标准化。已公布的标准见《精密机械设计手册》中的紧固零件汇总表。

所有螺钉分为三类，即紧固螺钉、紧定螺钉和特殊用途螺钉（见图 1-20）。图中（a）作调整零件用；（b）作支承零件用；（c）作导向零件用。

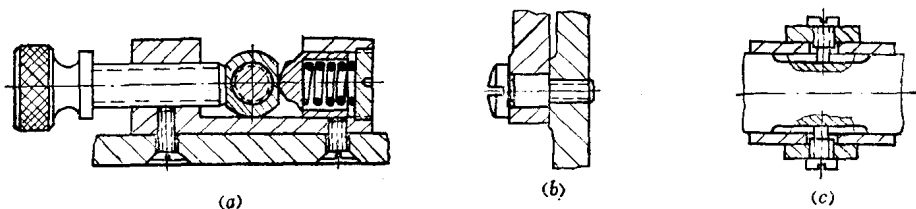


图1-20 特殊用途螺钉

所有螺钉（除支承螺钉外），只有头部和尾部形状不同。不同的头部形状，是由强度、美观、操作、结构尺寸等原因所决定。不同的尾部形状，是由用途和相关零件的形状等原因所决定。螺纹长度除保证拧入深度外，适当增长，对提高疲劳极限有利。无螺纹部分外径，有时反比螺钉外径小，它可减小螺纹部分对应力的敏感性，有利于承受冲击。对于辗制螺钉，则由工艺原因所致。

如无特殊需要，应按标准选择螺钉的形状、尺寸和材料。设计中所用螺钉类型应力求统一，便于备件。

B. 结构设计要点

1. 螺钉选型 最普通的联接螺钉是圆柱头螺钉 (GB65-66)。为了增加钉头强度和美观, 可用球面圆柱头螺钉 (GB66-66)。仪器中多用它作紧固件。如要求联接强度不高, 且为美观, 避免钉头碰手, 可用半圆头螺钉 (GB67-66)。如联接件较薄, 又不希望钉头外露, 联接强度也要求不高, 可用沉头螺钉 (GB68-66)。如联接强度要求特高, 可用六角头螺钉 (GB21-66)。最近, 已大量使用内六角头和内十字头螺钉。

对于同一种螺钉有 A 型 (辗制) 和 B 型 (切制) 两种, 两种的静负荷强度基本相同。B 型螺钉供应量大而普遍, 常被选用。如承受脉动负荷, 则应选用 A 型。

2. 螺钉排列 除单个螺钉联接外, 螺钉有直线排列、圆周排列、矩形排列等几种, 都应注意螺钉排列的相对位置 (见图 1-21)。

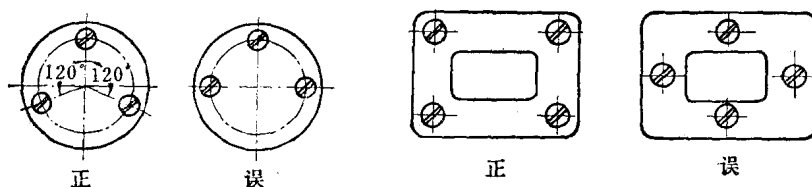


图1-21 螺钉排列的相对位置

如在侧壁上的圆周排列, 应注意重力方向。应在装上第一个螺钉后, 零件基本处于正常位置。对于矩形排列, 应注意螺钉拧紧后不应有“撬边”现象。对于圆周排列, 螺钉分布应均匀对称。

3. 螺钉通孔直径 对于螺钉组联接, 为保证装配时全部螺钉都能拧入, 必须注意选取螺钉与通孔间间隙及孔间距偏差。通孔大小确定了间隙大小。

通孔直径取决于螺钉直径及装配精度, 见表 1-2。

表1-2 通孔公称直径

螺钉、螺栓、双头螺栓的公称直径(毫米)		1.0	1.2	1.4	1.6	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	10
通孔直径 (毫米)	精确装配	1.2	1.4	1.6	—	2.2	—	3.2	4.3	5.5	6.5	8.5	10.5
	中等装配	1.5	1.7	2.0	—	2.5	—	3.6	4.8	6.0	7.0	9.0	11
	粗糙装配	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	12

螺钉孔间距偏差, 如需计算时, 可查阅有关设计手册。

4. 螺钉材料、直径及数量 对于需要承受外加负荷的螺钉联接, 多用钢制螺钉。材料选定后, 可根据联接结构形状、尺寸及排列形式, 假定数量和直径 d_1 , 然后校核强度。如要求密封, 可适当增加螺钉数量。

对于不承受外加负荷, 且有特殊要求时, 才采用有色金属螺钉 (如方向盘中, 为防磁而采用铜螺钉), 螺钉数量与直径可依排列形式、结构形状和尺寸选定。

5. 螺钉拧入深度 为保证联接强度, 螺钉拧入深度必须等于或略大于表 1-3 的数值。

如需在薄壁零件上制作螺孔, 则应局部加厚或局部改换材料 (见图 1-22), 以保证拧入深度。

表1-3 螺钉拧入深度



螺钉直径	最 小 拧 入 深 度 (毫 米)								l_2 (无螺纹尾) 不 小 于 (毫米)	l_3 不 小 于 (毫米)
	钢 螺 钉 拧 入				黄 铜 螺 钉 拧 入					
	钢	黄铜	铸铁	铝	钢	黄铜	铸铁	铝		
M1	1	1	1.2	1.8	1	1	1	1.5	1	2
M1.2	1	1	1.5	2.2	1	1	1.2	1.8		
M1.4		1.2	1.8	2.8			1.5	2.2		
M1.6	1.2	1.5	2.2	3.2	1.2	1.2	1.8	2.8		2.5
M2		1.5	2.2	3.2	1.2	1.2	1.8	2.8		
M2.5	1.5	1.8	2.8	4	1.5	1.5	2.2	3.2	1.5	3
M3	1.8	2.2	3.2	5	1.8	1.8	2.8	4		
M4	2.2	2.8	4	6	2.2	2.2	3.2	5	1.5	4
M5	2.8	3.2	5	7	2.8	2.8	4	6	1.5	5
M6	3.2	4	6	8	3.2	3.2	5	7	2	6
M8	4	5	7	10	4	4	6	8	2.5	8
M10	5	6	8	12	5	5	8	10	3	9

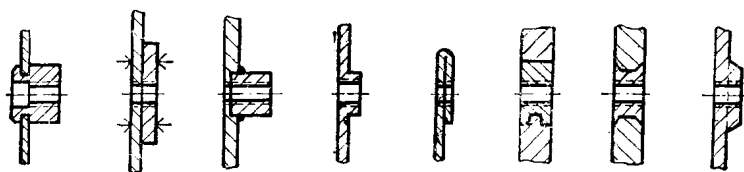


图1-22 局部加厚或局部改变材料

可见，如被联接件的厚度及拧入深度一定，则螺钉长度及螺纹长度均可确定。螺钉长度与螺钉直径之比一般不大于8~10，否则应将钉头沉入，以减小长度（见图1-23）。



图1-23 钉头沉入被联接件