

Construction Machinery

建筑施工机械

曹善华 主编



同济大学出版社

建 筑 施 工 机 械

曹 善 华 主 编



同济大学出版社

(沪 204 号)

内 容 提 要

本书阐述了建筑施工用的桩工机械、地下连续墙成槽机械、土方机械、混凝土机械、钢筋加工机械、起重机械、装饰工程机械、手持机动工具等的类型、工作原理、典型结构、应用范围和选用计算。重点介绍了土方机械、塔式起重机和混凝土机械。还介绍了建筑施工机械中常用机械零件、部件、液压元件和液压基本回路的基本概念、基本知识和基本计算方法。

本书可作高等工业学校土木建筑专业的教学用书,也可供建筑工程有关技术人员参考。

责任编辑: 缪临平

封面设计: 王肖生

建 筑 施 工 机 械

曹善华 主编

同济大学出版社出版

(上海四平路 1239 号)

浙江上虞科技外文印刷厂排版

同济大学印刷厂印刷

新华书店上海发行所发行

开本 787×1092 1/16 印张 24.75 字数 594 千字

1992 年 10 月第 1 版 1992 年 10 月第 1 次印刷

印数: 1—4000 定价: 9.80 元

ISBN 7-5608-1014-4/TU·114

前 言

随着建筑机械化程度的提高,各种建筑施工机械越来越广泛地用于建筑施工现场,对减轻繁重的体力劳动、保证工程质量、加快施工速度、提高劳动生产率起了决定性作用。当前,了解和熟悉各种建筑施工机械,正确掌握机械的选用方法,已是高等工业学校土木建筑专业学生和有关工程技术人员的重要业务知识。本书编写目的,就是要向读者介绍国内常用建筑施工机械的类型、应用和选用方法。

本书内容包括建筑施工机械和机械零件与液压传动两部分,以建筑施工机械为主,可以作为高等工业学校土木建筑专业的教学用书,也可供有关工程技术人员参考。

建筑施工机械部分阐述基础工程机械、土方机械、混凝土机械、钢筋加工机械、起重机械和装饰工程机械的类型、工作原理、适用范围、典型结构、技术特点和选用方法,对其中重要机种,还列出了机械的型号编制方法和主要技术规格。

机械零件与液压传动部分,以介绍机械传动的基本概念、主要零部件、基本性能和计算,以及液压传动的主要元件和基本回路为主,使读者具备必要的机械传动和液压传动知识,以便了解和熟悉建筑施工机械的构造和传动,内容结合建筑施工机械。

由于建筑施工机械涉及面广,为了便于教学,编写时力求简明扼要、突出重点,着重叙述基本概念、原理、选用和工作特点,尽量反映国内成熟的新机种、新技术,对部分重要机械,也述及其发展方向,还适当地介绍国外一些先进机械的技术参数。

本书由曹善华教授主编。第一篇第一章至第六章由汪信远副教授编写,第二篇第三章由丁玉兰副教授编写,第二篇第二章第五、六节由刘希平高级工程师编写,其余章节均由曹善华编写。

在编写过程中,得到同济大学有关专家的指导和帮助,特此致谢。由于编写人员水平有限,加以编写时间仓促,错误之处谨请读者批评指正。

编 者

1991年12月

目 录

第一篇 机械零件及液压传动

第一章 螺纹联接与螺旋传动	(1)
第一节 螺纹的类型及主要参数.....	(1)
第二节 螺纹联接和螺纹联接件.....	(4)
第三节 螺纹联接应注意的几个问题.....	(7)
第四节 螺旋传动.....	(8)
第二章 带传动与链传动	(11)
第一节 带传动.....	(11)
第二节 链传动.....	(19)
第三章 齿轮传动	(23)
第一节 齿轮传动的特点和类型.....	(23)
第二节 直齿圆柱齿轮传动.....	(24)
第三节 斜齿圆柱齿轮传动.....	(34)
第四节 圆锥齿轮传动.....	(36)
第五节 蜗杆传动.....	(38)
第六节 轮系.....	(40)
第七节 减速器.....	(45)
第四章 轴和轴承	(48)
第一节 轴.....	(48)
第二节 轴毂联接.....	(52)
第三节 滑动轴承.....	(54)
第四节 滚动轴承.....	(60)
第五章 联轴器和离合器	(70)
第一节 联轴器.....	(70)
第二节 离合器.....	(73)
第六章 连杆机构和凸轮机构	(77)
第一节 连杆机构.....	(77)
第二节 凸轮机构.....	(85)
第七章 液压传动的元件和基本回路	(89)
第一节 液压传动的原理和概念.....	(89)
第二节 液压泵和液压马达.....	(93)
第三节 液压缸.....	(103)

第四节	液压控制阀	(106)
第五节	辅助装置	(116)
第六节	液压基本回路	(122)

第二篇 建筑施工机械

第一章	基础工程机械	(129)
第一节	柴油锤	(129)
第二节	振动锤	(136)
第三节	蒸汽锤和液压锤	(143)
第四节	静力压桩机	(147)
第五节	灌注桩成孔机	(150)
第六节	地下连续墙成槽机	(155)
第七节	桩架	(160)
第二章	土方机械	(164)
第一节	类型和工作原理	(164)
第二节	推土机	(165)
第三节	铲运机	(174)
第四节	单斗装载机	(180)
第五节	单斗挖掘机	(186)
第六节	多斗挖掘机	(199)
第七节	平地机	(205)
第八节	压实机械	(211)
第三章	钢筋混凝土施工机械	(224)
第一节	材料称量设备	(225)
第二节	混凝土搅拌机	(232)
第三节	混凝土搅拌楼(站)	(252)
第四节	混凝土输送机械	(258)
第五节	混凝土振动器	(270)
第六节	钢筋加工机械	(280)
第四章	起重机械	(292)
第一节	类型和主要参数	(292)
第二节	起重机的零部件	(296)
第三节	起重机的主要工作机构	(310)
第四节	简单起重机	(314)
第五节	桅杆起重机	(321)
第六节	轮式起重机	(323)
第七节	履带起重机	(333)
第八节	塔式起重机	(335)

第九节 龙门起重机.....	(356)
第十节 缆索起重机.....	(358)
第十一节 建筑施工升降机.....	(360)
第十二节 起重机械的使用计算.....	(364)
第五章 装饰工程机械.....	(367)
第一节 灰浆机械.....	(367)
第二节 喷涂机械.....	(373)
第三节 地坪加工机械.....	(378)
第四节 手持机动工具.....	(381)

第一篇 机械零件及液压传动

第一章 螺纹联接与螺旋传动

在机械中广泛地应用着带有螺纹的零件,如螺栓、螺母、丝杆等,它们主要用于机械零件的联接、机械零件之间相互位置的调整或进行机械传动。

第一节 螺纹的类型及主要参数

一、螺纹的类型

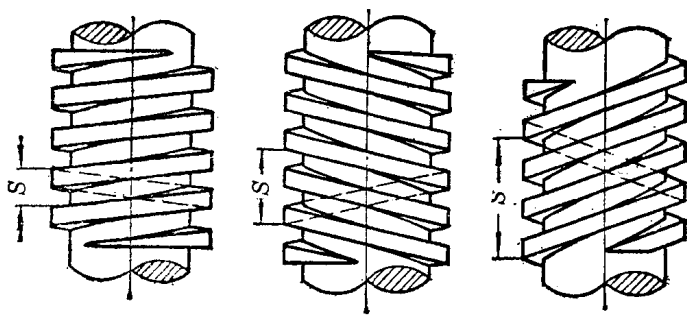
螺纹按其轴面的牙型不同,可分为三角形螺纹(图 1-1-1 *a*)、矩形螺纹(图 1-1-1 *b*)、梯形螺纹(图 1-1-1 *c*)、锯齿形螺纹(图 1-1-1 *d*)和半圆形螺纹(图 1-1-1 *e*)



a) 三角形螺纹 b) 矩形螺纹 c) 梯形螺纹 d) 锯齿形螺纹 e) 半圆形螺纹

图 1-1-1 螺纹的牙型

根据螺旋线的绕行方向,螺纹又有右旋螺纹(图 1-1-2 *a*、*c*)和左旋螺纹(图 1-1-2 *b*)两种,常用的是右旋螺纹。



a) 右旋螺纹

b) 左旋螺纹

c) 右旋螺纹

图 1-1-2 不同旋向和线数的螺纹

按照螺旋线数目,螺纹又可分为单线螺纹(图 1-1-2 *a*)、双线螺纹(图 1-1-2 *b*)和 3 线螺纹(图 1-1-2 *c*)等。为了便于制造,多线螺纹通常不超过 4 线。另外,按照螺纹母体形状,螺纹还分为:圆柱螺纹——在圆柱面上形成的螺纹;圆锥螺纹——在圆锥面上形成的螺纹。圆

柱螺纹应用最广泛。

二、圆柱螺纹主要参数

螺纹的主要参数有(图 1-1-3):

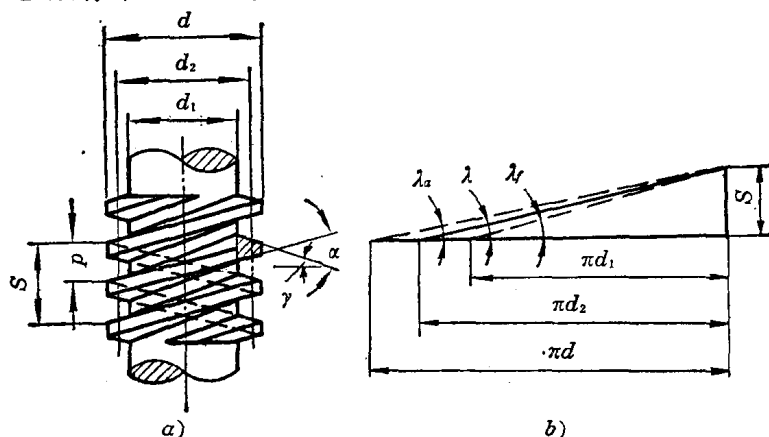


图1-1-3 螺纹的主要参数

大径(外径) d ——螺纹的最大直径,规定它为公称直径。

小径(内径) d_1 ——螺纹的最小直径。

中径 d_2 ——处于大径和小径之间的一个假想圆柱直径,沿该圆柱母线上螺纹牙的厚度与牙槽宽度相等。

螺距 p ——相邻两螺纹牙上对应点之间的轴向距离。

导程 S ——沿同一螺旋线上相邻两螺纹牙上对应点之间的轴向距离。对于单线螺纹, $S=p$ (图 1-1-2 a);对于多线螺纹, $S=zp$, z 为螺纹的线数(图 1-1-2 b、c)。

升角 λ ——螺旋线的切线与垂直于螺纹轴线的平面间的夹角。在螺纹的不同直径处,升角的大小是不相同的,通常是以中径 d_2 处的升角来表示螺纹的升角 λ 。由图 1-1-3 b 知

$$\tan \lambda = \frac{S}{\pi d_2} = \frac{zp}{\pi d_2}$$

牙型角 α ——通过螺纹轴线的平面内,螺纹牙两侧边的夹角。

牙型斜角 γ ——通过螺纹轴线的平面内,螺纹牙的侧边与螺纹轴线的垂线间的夹角。对

于对称牙型, $\gamma = \frac{\alpha}{2}$ 。

三、常用螺纹

1. 三角形螺纹

(1) 普通螺纹

我国标准中将牙型角 $\alpha = 60^\circ$ 的三角形米制螺纹称为普通螺纹(图 1-1-4 a),这种螺纹应用最广。

普通螺纹按螺距不同,分为粗牙普通螺纹与细牙普通螺纹。其区别是,当外径相同时,细牙螺纹的螺距较小,螺纹深度及升角也随之减小。因而具有细牙螺纹的螺栓,其强度较高、自锁性较好。但细牙螺纹不耐磨,易滑扣,不宜经常装拆。所以通常广泛应用粗牙螺纹。

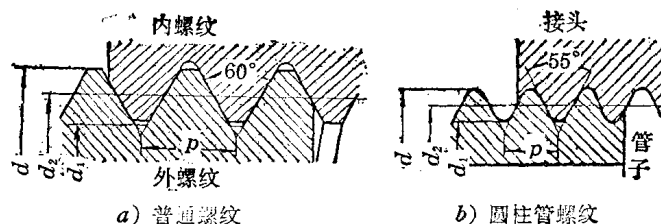


图 1-1-4 普通螺纹和圆柱管螺纹

粗牙普通螺纹的基本尺寸见表 1-1-1。

(2) 英制螺纹

牙型角 $\alpha = 55^\circ$, 也有 $\alpha = 60^\circ$ 的, 公称直径的单位为英寸, 螺距以每英寸牙数表示, 也有粗牙、细牙之分。多在修配英、美等国家的机件时使用。

(3) 管螺纹

用于管联接的螺纹一般有四种, 除了普通细牙螺纹外, 还有三种, 即 55° 圆柱管螺纹(图 1-1-4 b)、 55° 圆锥管螺纹和 60° 圆锥管螺纹。管螺纹的公称直径是管子的公称通径。圆柱管螺纹广泛应用于水、煤气、润滑管道系统中。圆锥管螺纹能保证紧密性, 适用于密封要求高的管道联接。

2. 梯形螺纹

表 1-1-1

粗牙普通螺纹(附: 细牙螺纹的螺距)

(mm)

公称直径(大径) d	粗 牙 螺 纹			细牙螺纹螺距 p
	中径 d_2	小径 d_1	螺距 p	
6	5.350	4.918	1	0.75
8	7.188	6.647	1.25	
10	9.026	8.376	1.5	1.25, 1, 0.75
12	10.863	10.103	1.75	1.5, 1.25, 1, 0.5
(14)	12.701	11.835	2	1.5, 1
16	14.701	13.835	2	
(18)	16.376	15.294	2.5	2, 1.5, 1
20	18.376	17.294	2.5	
(22)	20.376	19.294	2.5	
24	22.052	20.752	3	
(27)	25.052	23.752	3	
30	27.727	26.211	3.5	
(33)	30.727	29.211	3.5	2, 1.5
36	33.402	31.670	4	3, 2, 1.5
(39)	36.402	34.670	4	
42	39.077	37.129	4.5	

注: ①优先选用不带括号的公称直径。

②螺纹标记示例: M 24 表示直径 24 mm 的粗牙普通螺纹;

M 24×1.5 表示直径 24 mm、螺距 1.5 mm 的细牙普通螺纹。

这种螺纹剖面呈梯形,牙型角 $\alpha = 30^\circ$ (图1-1-5 a),效率较高。当采用剖分螺母时,可以调整因磨损而产生的过大间隙。因此梯形螺纹广泛用于传动螺旋和起重螺旋中。

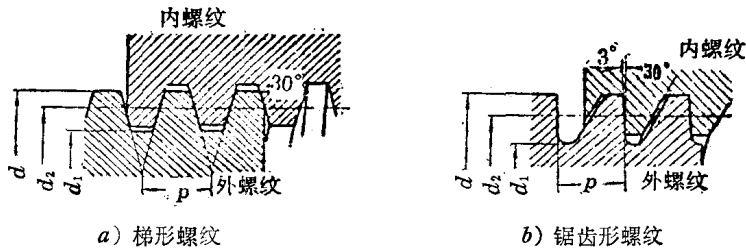


图 1-1-5 梯形螺纹和锯齿形螺纹

3. 锯齿形螺纹

这种螺纹牙型斜角一侧为 3° ,另一侧为 30° (图 1-1-5 b),效率较高,强度较大,但只适用于单向传动,工作面是牙型斜角 3° 的一边。锯齿形螺纹常用于受载很大的起重螺旋及螺旋压力机中。

上述各种螺纹均已标准化。三角形螺纹主要用于联接,梯形螺纹和锯齿形螺纹则用于传动。

第二节 螺纹联接和螺纹联接件

一、螺纹联接的基本类型

螺纹联接有以下四种基本类型:

1. 螺栓联接

其结构特点是被联接件上不必加工螺纹孔(图 1-1-6),比较方便,应用最广。主要用于被联接件不太厚并能从两边进行装配的场合。图 1-1-6 b 采用铰制孔用螺栓,螺栓杆与孔壁之间没有间隙,主要用于需要利用螺杆直接承受横向载荷(垂直于螺栓轴线)的场合。

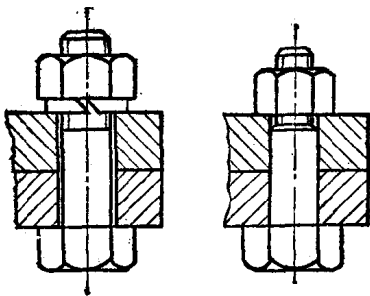


图 1-1-6 螺栓联接

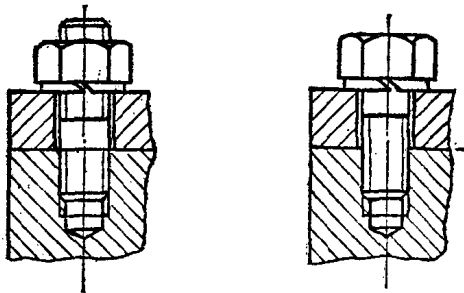


图 1-1-7 双头螺柱联接和螺钉联接

2. 双头螺柱联接

这种联接用于被联接件之一太厚不便制出对穿孔,且需经常拆装或因结构上限制而必须采用盲孔的场合(图1-1-7 a)。双头螺柱的一端应旋紧在被联接件的螺纹孔中。

3. 螺钉联接

如图 1-1-7 *b* 所示,螺钉直接旋入被联接件,省去了螺母。它也用于被联接件之一太厚的场合,但不宜经常装拆,否则被联接件的螺纹孔容易损坏。

4. 紧定螺钉联接

这种联接(图 1-1-8) 常用来固定两零件的相对位置,可传递不大的力或转矩。

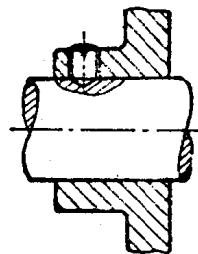


图1-1-8 紧定螺钉联接

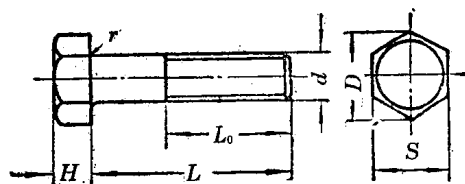
二、螺纹联接件

螺纹联接件包括螺栓、双头螺柱、螺钉、螺母及垫圈等,大都已标准化。

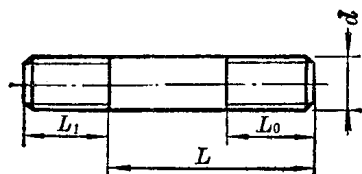
普通螺纹联接件,按制造精度分为粗制、精制两类。粗制的多用于建筑、木结构及其他次要场合;精制的广泛应用于机械设备中。

1. 螺栓

常用螺栓的头部呈六角形(图 1-1-9 *a*)。螺栓通常用 A3、35 号钢、45 号钢 等碳素钢制造。对于强度要求较高的螺栓则可用合金钢制造。



(a) 螺栓



(b) 双头螺柱

图 1-1-9 六角头螺栓和双头螺柱

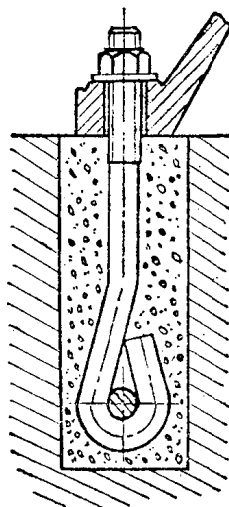


图1-1-10 地脚螺栓联接

2. 双头螺柱

双头螺柱两端均制有螺纹(图 1-1-9 *b*) 其材料与螺栓相同。

3. 地脚螺栓

地脚螺栓是将机座或机架固定在地基上的一种特殊螺栓(图 1-1-10)。

4. 螺钉、紧定螺栓

螺钉和紧定螺钉的头部有六角头、内六角头、圆头、方头、十字槽头(图 1-1-11 *a*) 等多种形状,末端也具有各种形状(图 1-1-11 *b*),以适应不同应用场合。

5. 螺母

螺母的形状有六角的、圆的(图 1-1-12) 等多种。六角螺母又有厚薄不同,扁螺母用于尺寸受到限制处,厚螺母用于经常装拆易于磨损之处。圆螺母常用于轴上零件的轴向固

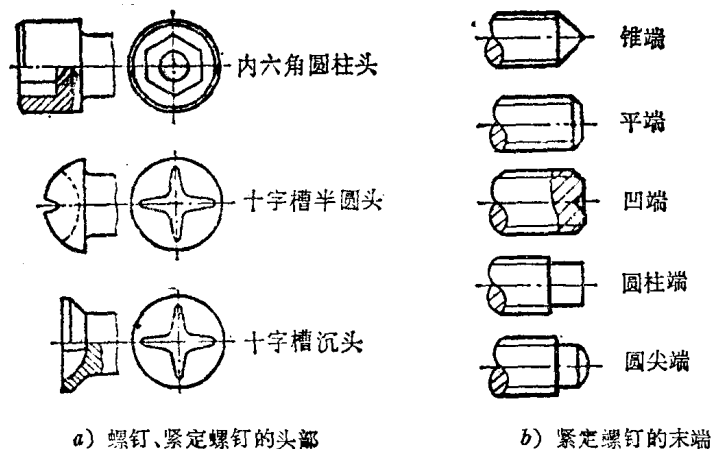


图 1-1-11 螺钉、紧定螺钉的头部和端部

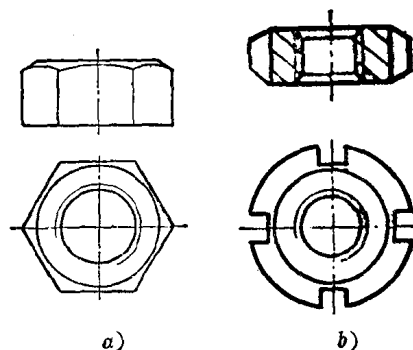


图 1-1-12 螺母

定。螺母材料宜较螺栓略软。

6. 垫圈

垫圈起保护支承面和垫平的作用。常用的圆垫圈如图 1-1-13 所示。当被联接件表面倾斜时(例如槽钢等),要采用斜垫圈(图 1-1-14)。具有防松作用的垫圈见第三节。

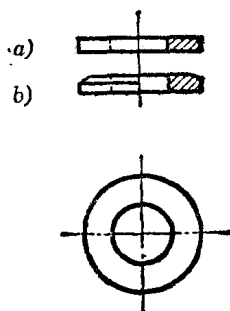


图 1-1-13 圆垫圈

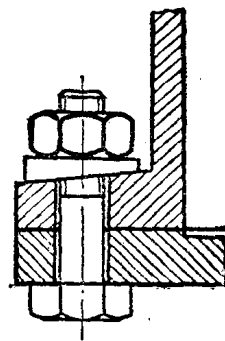


图 1-1-14 斜垫圈

三、螺纹联接件的选择

螺纹联接件的选择一般包括三方面内容,即螺纹联接类型选择;螺栓的数目及配置的确
定;螺纹联接件的规格尺寸选择。

通常可根据联接的结构需要并参照同类机械使用情况确定螺纹联接类型和螺栓的数目
及其配置。实际应用中,螺栓往往成组使用(称为螺栓组联接)。因此,在确定了螺纹联接类
型后,还应确定螺栓的数目及其分布。

螺纹联接件的规格尺寸一般是根据联接的工作情况、结构需要并参照同类机械使用经
验来选择。然后通常还要对螺纹联接件的强度进行计算。计算的目的是确定(或校核)
螺栓危险剖面的尺寸(主要是螺纹小径 d_1)。螺栓的其他尺寸以及螺母、垫圈尺寸,则根据螺
栓直径并结合联接的结构需要按标准选定。

螺栓联接的强度计算可参阅《机械零件》和《机械设计手册》等文献。

第三节 螺纹联接应注意的几个问题

一、螺纹联接的防松

联接用的三角形螺纹具有自锁性能,拧紧后的螺纹联接件,一般在静载荷和工作温度变化不大时不会自动松脱。但是在冲击、振动和变载荷作用下,螺纹联接有可能松动。温度变化较大时,由于螺栓与被联接件的温度、变形差异等原因,也可能发生松脱现象。因此,对螺纹联接要采取必要的防松措施。

螺纹联接防松的根本问题在于防止螺母与螺栓之间的相对转动。防松的方法很多,常用的有以下几种:

1. 弹簧垫圈

弹簧垫圈(图 1-1-15)用弹簧钢制成,装配后垫圈被压平,其反弹力能使螺纹间保持压紧力和摩擦力,能防止联接松脱。

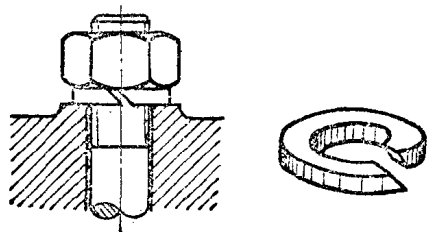


图 1-1-15 弹簧垫圈

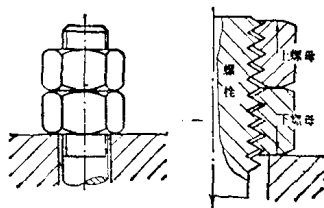


图 1-1-16 双螺母

2. 双螺母

利用两螺母(图1-1-16)的对顶作用使螺栓始终受到附加拉力,致使两螺母与螺栓的螺纹间保持压紧力和摩擦力。

3. 槽形螺母与开口销

槽形螺母拧紧后,用开口销穿过螺母上的槽和螺栓端部的销孔,使螺母与螺栓不能相对转动,见图 1-1-17。

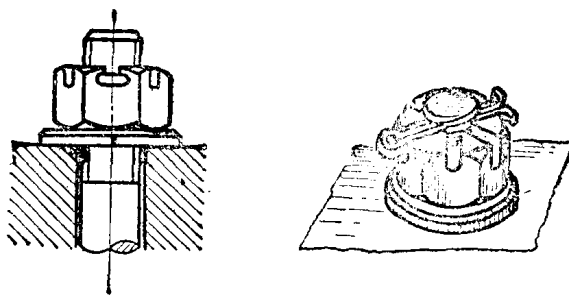


图 1-1-17 槽形螺母与开口销

4. 止退垫圈与圆螺母

将垫片的内翅嵌入螺栓(轴)的槽内,拧紧螺母后再将垫圈的一个外翅折嵌入螺母的一个槽内,螺母即被锁住,见图 1-1-18。

5. 串联钢丝

用低碳钢丝穿入各螺钉头部的孔内,将各螺钉串联起来,使其相互制动。使用时必须注意钢丝的穿入方向(见图 1-1-19, 上图正确,下图错误)。

6. 粘合防松

在旋合的螺纹表面涂以粘合剂,防松效果良好。

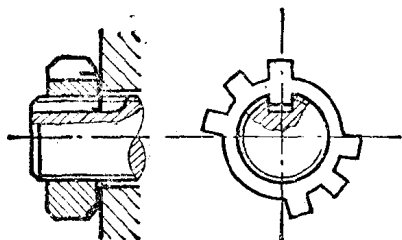


图 1-1-18 止退垫圈与圆螺母

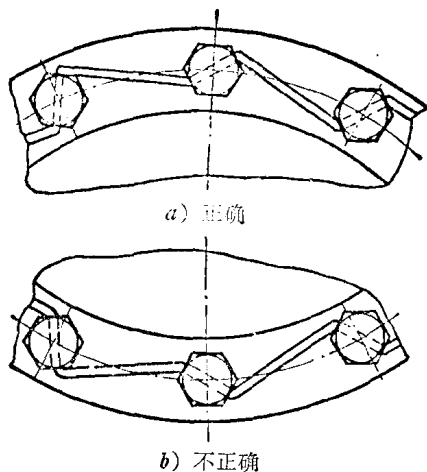


图 1-1-19 串联钢丝

二、支承面的平整

若被联接件支承表面不平或倾斜(图 1-1-20 a),螺栓将受到偏心载荷作用,产生附加弯曲应力,从而使螺栓剖面上的最大拉应力可能比没有偏心载荷时的拉应力大得多。所以必须注意支承表面的平整问题。如图 1-1-20 b、c 所示的凸台和凹坑都是经过切削加工而成的支承平面。对于型钢等倾斜支承面,则应采用如图 1-1-14 所示的斜垫圈。

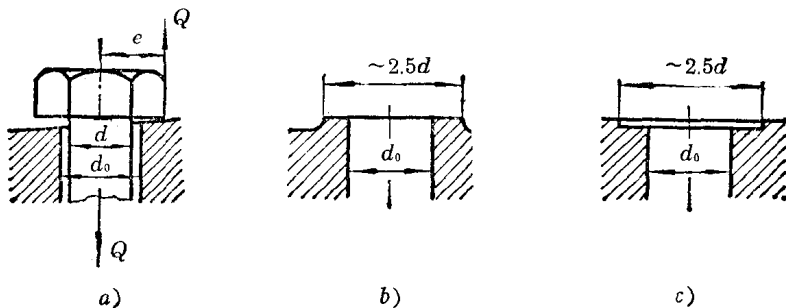


图 1-1-20 支承表面的平整

三、扳手空间

设计螺纹联接时,要注意留有扳手扳动时的必要空间,否则就无法装拆。各种结构情况下的扳手空间尺寸可参考机械设计手册。

第四节 螺旋传动

螺旋传动主要用来把回转运动变为直线运动。常用的是滑动螺旋传动(螺杆与螺母的

螺旋面间产生滑动摩擦)。在某些精密机械及要求传动效率高的场合,还采用滚动螺旋传动(螺杆与螺母的螺旋面间产生滚动摩擦)。

一、滑动螺旋传动

按使用要求的不同,滑动螺旋传动主要有两类:

1. 传动螺旋

以传递动力为主,用较小的力矩转动螺杆(或螺母)而使螺母(或螺杆)产生轴向运动和较大的轴向力,可以用来做起重和加压等工作,如图1-1-21a所示的螺旋千斤顶和图1-1-21b所示的螺旋压力机等。

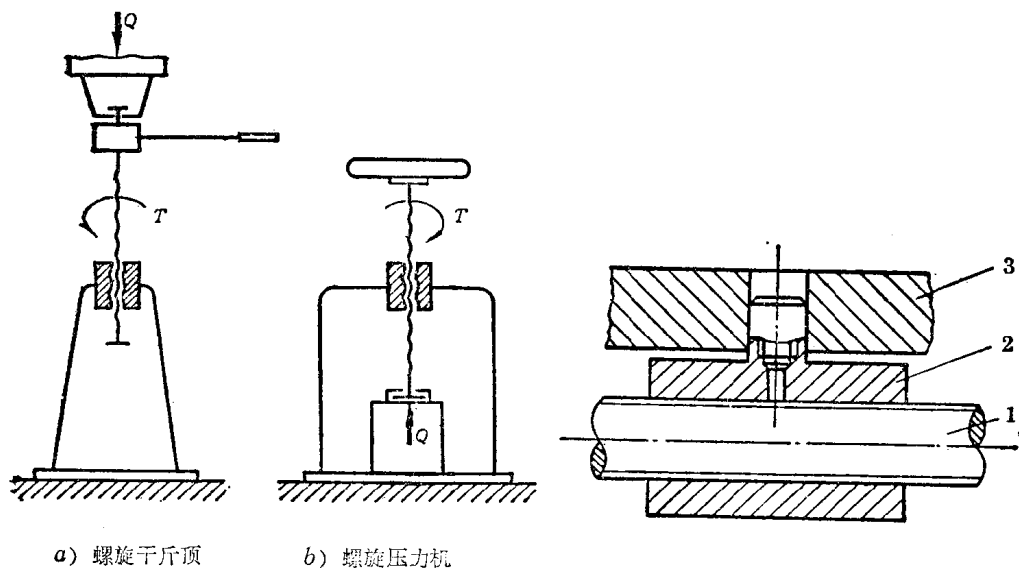


图 1-1-21 螺旋千斤顶和螺旋压力机

图 1-1-22 车床刀架横向进给螺旋传动

1—螺杆; 2—螺母; 3—滑板

2. 传导螺旋

以传递运动为主,要求具有较高的运动精度。在机床中常用传导螺旋作刀架或工作台的进给机构。图 1-1-22 为一种车床刀架横向进给用的螺旋传动。螺杆 1 旋转时推动螺母 2 连同横向滑板 3 (刀架装在滑板 3 上)作直线运动。

螺杆和螺母的材料除要求有足够的强度和耐磨性外,还要求两者相配时摩擦系数要小。一般的螺杆常用 45、50 钢制造;重要的螺杆可选用 40 Cr、65 Mn 钢等,并经热处理。常用的螺母材料有铸造锡青铜 ZQSn10-1、ZQSn 6-6-3;重载低速时可用强度较高的铸造铝铁青铜 ZQAl9-4。

二、滚动螺旋传动

如图 1-1-23 所示,在螺杆 1 和螺母 4 之间的螺旋滚道内放有滚珠 3,当螺杆与螺母相对转动时,滚珠沿滚道滚动,这就使螺旋面间的摩擦成为滚动摩擦,这种螺旋称为滚动螺旋或滚动丝杆。

为了使滚动螺旋中的滚珠能循环滚动,在螺杆和螺母之间设有封闭循环的滚道。如图

1-1-23 所示,螺母上即设有回程通道 2。

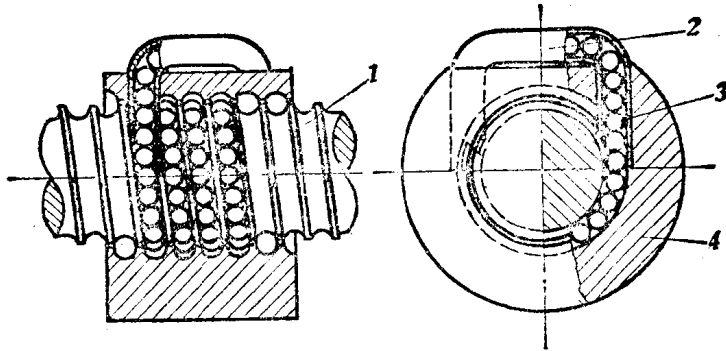


图 1-1-23 滚动螺旋

1—螺杆; 2—回程通道; 3—滚珠; 4—螺母

滚动螺旋传动的特点是:效率高,一般在 90% 以上;磨损很小,并可以用预紧的方法消除螺杆与螺母之间的间隙。因此,可得到高的传动精度。此外,具有运动可逆性(不具自锁性),即在轴向力作用下,可由直线运动变为转动。其主要缺点是:结构复杂,制造较困难;滚珠与滚道为点接触,不宜传递大载荷;在有些应用场合,为防止逆转需有防逆装置。