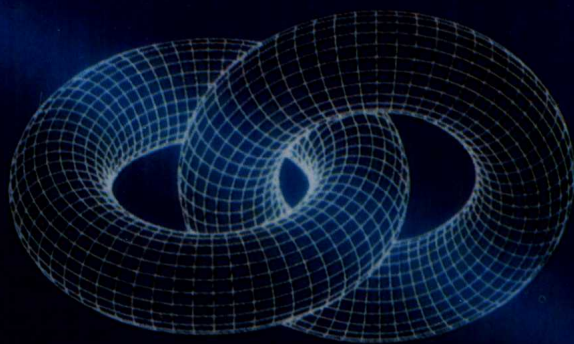


吴柏枝 著



机械设计 程序与结构

科学出版社

机械设计程序与结构

吴柏枝 著

科学出版社

1995

(京) 新登字 092 号

内 容 简 介

本书本着便于制造、使用、维修和获得高经济效益的原则,详细介绍机械与设备的设计程序、主要环节和设计方法、机械结构的设计、注意事项以及如何使机械结构符合制造工艺的要求等。本书共八章,内容包括机械与设备的设计程序和经济性,法兰连接、定位、导向、防松、调整、零件工艺等结构的设计。全书图文并茂,实用性强。

本书可供各类机械设计人员、大专院校机械专业师生及机械技术人员、机械维修人员等使用和参考。

机械设计程序与结构

景柏枝^{*}著

责任编辑·李义发

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1995年5月第 一 版 开本 787×1092 1/16

1995年5月第一次印刷 印张·11 1/4 插页 2

印数 1—2000 字数: 258 000

ISBN 7-03-004302-2/TH·30

定价: 24.50元

前 言

机械设计程序是有效地开展机械设计工作所必须遵循的规律，它包括设计中所实施的步骤、经历的环节、采用的方法以及应当注意的事项等。在设计中还要考虑到制造、使用、维护等方面的问题，使产品在实际使用过程中可能出现的每一个具体问题在设计时就能得到妥善解决。

在机械设计过程中，要熟悉不同结构的特性、构造和使用场合。这样才能使所设计的机械与设备不仅结构合理、制造简单、使用方便，而且能获得可观的经济效益，使之成为物美价廉、质量优良的产品。

本书从生产实践出发，将机械设计的程序和结构设计方面的知识，以及关于如何使机械与设备获得良好经济性的措施与途径介绍给读者。它将对一切从事机械设计人员及大专院校机械专业的师生有所帮助。

本书的出版得到中国科学院高能物理研究所的大力支持。此外，还得到郭可谦教授、左民研究员的热情帮助，在此表示衷心感谢。

由于水平有限，书中难免有错误之处，敬请读者批评指正。

作 者

目 录

前 言

第一章 机械与设备的设计程序	1
§ 1.1 模拟实验	1
§ 1.2 选择机构	3
§ 1.3 结构简图的绘制	43
§ 1.4 机械图的设计	48
§ 1.5 模型实验	51
§ 1.6 调试与总结	52
§ 1.7 注意设计方法	54
第二章 机械与设备的经济性	59
§ 2.1 机械与设备应具有良好的经济性	59
§ 2.2 降低机械与设备的使用费用	61
§ 2.3 减少机械与设备的重量	61
§ 2.4 正确地选择材料	63
§ 2.5 采用简单的制造工艺	73
第三章 法兰连接结构的设计	74
§ 3.1 法兰之间的连接结构	74
§ 3.2 法兰面与机件的连接结构	85
§ 3.3 波纹管的法兰连接结构	86
第四章 定位结构的设计	88
§ 4.1 柱面定位结构	88
§ 4.2 锥面定位结构	90
§ 4.3 球面定位结构	91
§ 4.4 斜面定位结构	92
第五章 导向结构的设计	93
§ 5.1 槽形导向结构	93
§ 5.2 轴套导向结构	95
§ 5.3 轨道导向结构	97
第六章 防松结构的设计	99

§ 6.1 止动垫圈防松结构	99
§ 6.2 弹簧垫圈防松结构	100
§ 6.3 螺母组合防松结构	101
第七章 调整结构的设计	104
§ 7.1 螺旋调整结构	104
§ 7.2 斜面调整结构	107
§ 7.3 圆柱螺旋弹簧调整结构	108
§ 7.4 蜗杆调整结构	109
第八章 零件工艺结构的设计	111
§ 8.1 铸造零件的工艺结构	111
§ 8.2 锻造零件的工艺结构	118
§ 8.3 冷冲压零件的工艺结构	125
§ 8.4 焊接件的工艺结构	132
§ 8.5 热处理零件的工艺结构	143
§ 8.6 机械加工零件的工艺结构	153
§ 8.7 合理的装配工艺结构	168
主要参考书目	174

第一章 机械与设计程序

一台新的机械与设备是随着生产的发展而产生的。同其它新事物一样，它也有着一段不断完善、不断提高的过程。机械与设计程序如下所述。

§ 1.1 模拟实验

新的机械与设计，不是凭空想出来的，而是在科学理论的基础上进行的。设计者根据先进的科学理论，用简易的装置进行实验，以摸索理论应用于生产过程中的条件和所需要的步骤，这样的实验称为模拟实验。通过模拟实验进一步理解机械与设备的原理，为应用于生产过程作好技术上的准备。经过模拟实验所设计出来的机械与设备，不但有科学理论作指导，而且也有生产过程所需要的实验数据为依据。这样，使设计建立在可靠的基础上，使所设计出来的机械与设备在生产和使用中发挥作用。

例如：硒静电复印机是运用硒的光电导特性进行设计而制成的。非金属半导体硒具有灰硒（六角晶硒）、红硒（单斜晶硒）以及不定形硒（玻璃状硒）三种形态，其中不定形硒有良好的光电导特性，它在避光处的电阻值达到 $10^{12}—10^{15}\Omega/\text{cm}$ ，从而成为绝缘体。当受到光线照射时，电阻下降到千分之一，成为导体。设计者根据不定形硒的特性设计出简易装置来进行模拟实验，即将高纯度的硒镀在导电基体铝板上，在暗处将充电电极（钨丝）加以正电压，使其产生电晕放电，在镀硒的铝板上产生一层均匀的正电荷。这一过程简称为充电〔图1.1(a)〕。接着用光源照射原稿（被复印的文稿或图稿），原稿通过镜头反射到镀硒的铝板上。这时，没有文字和没有图像的部分，由于接受的光线强，其镀硒部分变为导体，正电荷通过铝板接地而消失；有文字和图像的部分，由于接受的光线弱，正电荷保存下来，使之形成电荷像（也称静电潜像）。这一过程简称为曝光〔图1.1(b)〕。带负电荷的墨粉微粒均匀地接触于带静电潜像的铝板时，被带正电荷的静电潜像吸引而成为可见的像，这一过程简称为显影〔图1.1(c)〕。将白纸放在铝板上，给白纸上面的转印电极（钨丝）以正电压，将带负电荷的墨粉像吸附在白纸上，这一过程简称为转印〔图1.1(d)〕。白纸被碘钨灯照射后，含有树脂成分的墨粉像便溶固于纸面，成为永久性的固定像，这一过程简称为定影〔图1.1(e)〕。转印后的硒板上仍残存少量的正电荷，此时给消电电极（钨丝）以负电压，使其产生电晕放电，将铝板上的正电荷中和，残存的墨粉像便成为游离状态。这一过程简称为消电〔图1.1(f)〕。然后用棉花或柔软的布清理硒板表面，这一过程简称为清扫〔图1.1(g)〕。最后，用荧光灯照射清理后的硒板，使残存的电荷全部消失，为下次复印作好准备。这一过程简称为全曝光〔图1.1(h)〕。

从上述模拟实验中可以看到，复印原理需要经过充电、曝光、显影、转印、定影、消电、清扫、全曝光等程序，其中充电、曝光、显影、转印、定影为工作阶段，消电、清扫、全曝光为准备阶段。通过上述模拟实验后，将每一程序所获得的最佳参数和工作

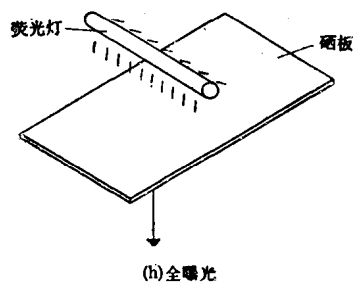
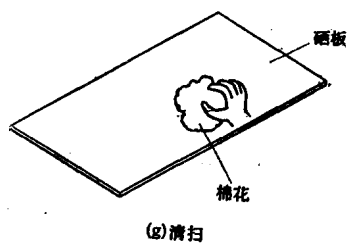
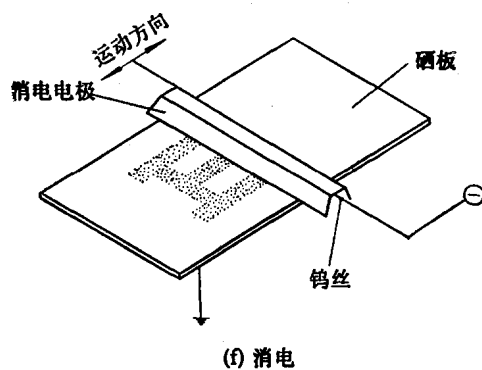
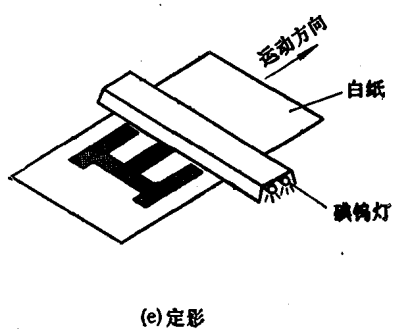
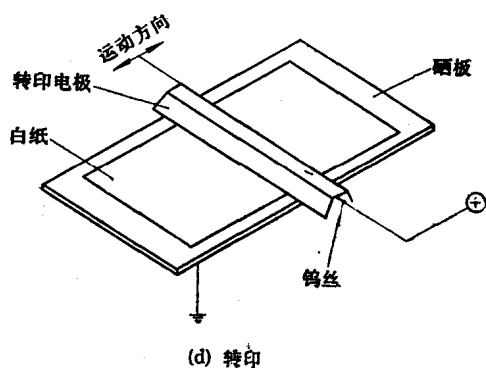
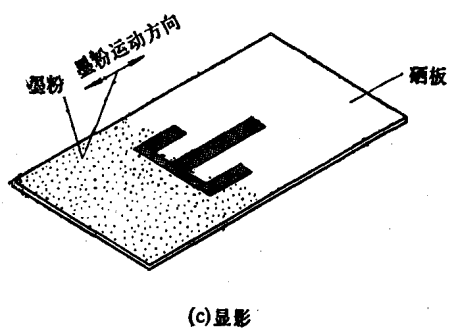
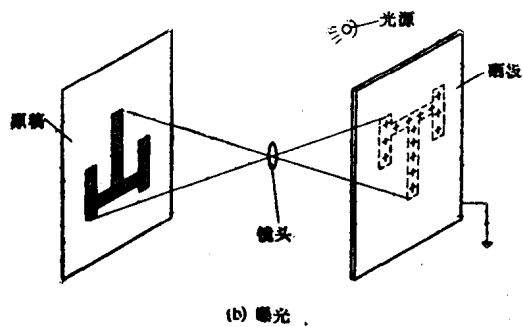
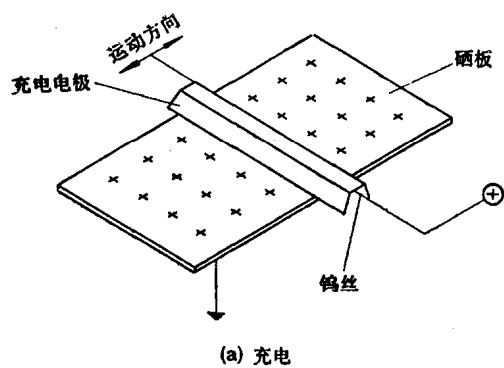


图 1.1 硒板静电复印的工作程序。

条件, 按图1.2所示格式绘制成硒板静电复印原理图。

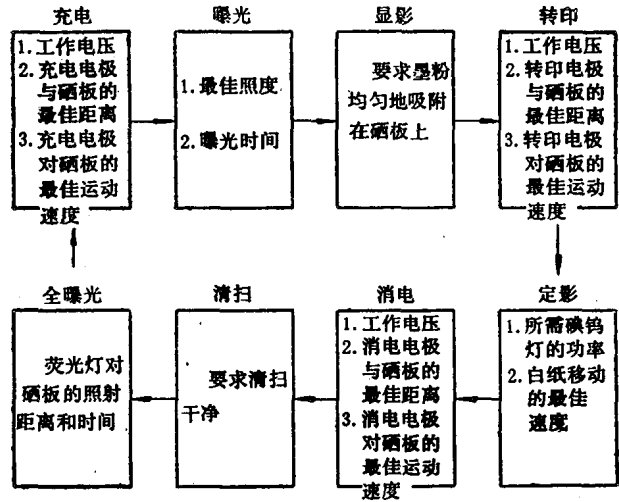


图 1.2 硒板静电复印原理图。

由于简易的模拟实验还不能应用于生产, 为满足生产的要求, 需要在结构上进行改进。目前生产的硒静电复印机不是采用硒板, 而是采用硒鼓, 当硒鼓转动一次, 即完成了充电、曝光、显影、转印、定影、消电、清扫、全曝光等程序。硒鼓工作原理图如图1.3所示。

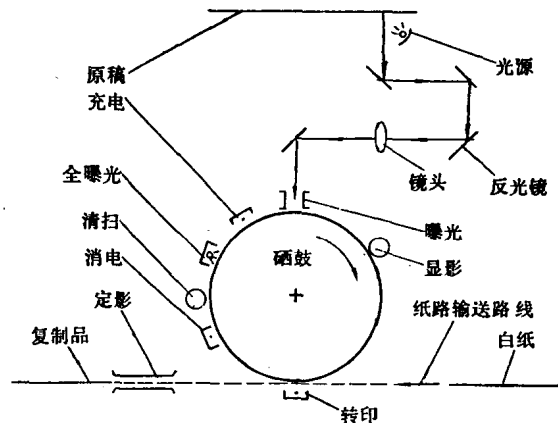


图 1.3 硒鼓静电复印原理图。

§ 1.2 选择机构

任何机械与设备不管它们的结构复杂程度如何, 都有其共同的地方, 一般都由工作机构、原动机、传动机构三个部分组成。

(一) 工作机构 它是完成工艺动作的部分, 机械与设备通过工作机构来进行工作, 在选择原动机及传动机构时, 都必须根据工作机构的运动要求及受力情况来定。

(二) 原动机 它是机械与设备的动力来源。电是工业生产的主要能源, 所以机械与设备的原动机多为电动机, 此外还有蒸汽机和内燃机。在液压或气压传动中, 电动机带动油泵或空气压缩机工作, 使油液或气体形成一定压力, 因此油泵或空气压缩机是液压或气压传动的原动机。

(三) 传动机构 它是原动机与工作机构之间的连接部分。其作用是将原动机的运动和动力传递到工作机构上去。根据不同用途, 传动机构可分为如下两类:

1. 变换运动速度的机构, 称为变速机构。在设计工作中经常遇到工作机构与原动

机之间速度相差过多的问题，这是由于大多用作原动机的电动机转速高，而工作机构转速要求较低的缘故。要使工作机构获得所需要的转速，可通过齿轮传动、蜗杆传动、链传动、带传动等机构减速来实现。除减速机构外，某些机械与设备有时还需要采用增速机构。

如果不考虑机构的传动效率，当变速机构的输出轴的速度低于输入轴的速度时，输出轴端的力矩将以相同的比例大于输入轴端的力矩，这就是说，减速机构具有增大力矩的作用，而增速机构与此相反。因此，有时使用减速机构并不是为了减速，而是为了增大力矩。

2. 变换运动形式的机构，称为转换机构。原动机输出的运动形式往往是固定不变的，而工作机构的运动形式则常常与原动机的运动形式不同。要想将原动机的固有运动形式转换成工作机构所需要的运动形式，可通过不同运动形式的传动机构来实现。常用的有齿轮传动、蜗杆传动、链传动、带传动、螺旋传动机构、凸轮机构和连杆机构等。

通过模拟实验弄清所要设计的机械与设备的原理，才能有目的地选择合理的机构。在选择机构时，可按下列步骤进行选择。

1.2.1 从工作机构的工艺动作来考虑工作机构

机械与设备是通过工作机构的运动形式，即工作机构所特有的工艺动作来发挥作用，使其从事某些预定的工作。因此，工作机构的工艺动作与工作机构的具体结构有直接关系，一般来说，工作机构要实现的工艺动作越多，其本身的结构就越复杂。设计者在选择工作机构时，应从工作机构所要实现的工艺动作来分析，在许多情况下，其工作机构的工艺动作并非只是一种简单的运动形式，而往往是具有多种运动形式。因此，设计者应通过分析，首先考虑工作机构的主体运动，然后再考虑工作机构的辅助运动。例如要实现在工件上钻孔这一目的（如图1.4所示），按照钻孔原理有两种实现的方案：一种是工件固定，钻头在回转过程中向工件方向运动；另一种是工件回转，钻头向工件方向运动。由于使钻头回转的结构比起工件回转的结构要小得多，因此在专门用于钻孔的装置中均采用钻头回转、工件固定的方案来达到钻孔的目的。从上述方案可看到：钻头作回转运动，以便通过切削刃来加工出所需的孔径。另一方面，钻头要往钻孔方向作直线运动才能加工出孔的深度，因此钻头的回转运动是钻孔的主体运动，钻头的直线运动是钻头的辅助运动，只有这两种运动相结合才能钻出一定长度的孔径来。为了实现上述工艺动作，通常采用如图1.5所示的结构形式，图上钻头通过钻头夹头与主轴连接，主轴的下半部分在两个单列向心球轴承和一个单列推力球轴承的支承下，安装在一套筒里面，这样主轴可在套筒内转动。主轴的上半部分加工成花键轴，套在一花键套筒里面，花键套筒外面常装有皮带轮或齿轮（图上未示出），并由电动机、传动机构（图上未示出）连接使花键套筒转动而带动主轴（同时也带动钻头），从而实现回转运动。主轴的上下运动是由齿轮带动主轴套筒上的齿条而使与它相连的主轴（同时也带动钻头）实现上下运动的。主轴（实际上是钻头）的回转运动与上下运动就是钻孔工作机构的运动形式，目前立式或台式等钻床基本上都采用上述类似的工作机构。

在确定工作机构时除考虑运动形式外，还必须根据工艺要求及各种工作环境条件，综合考虑运动精度、运动的平稳性、工作与机构的可靠性及其它一些问题。有时这些问

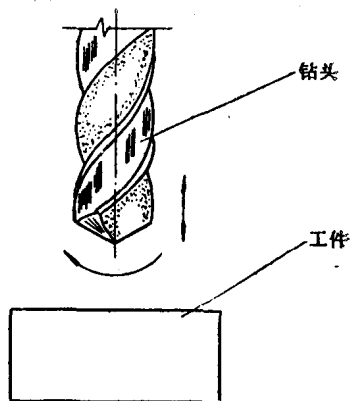


图 1.4 在工件上钻孔示意图。

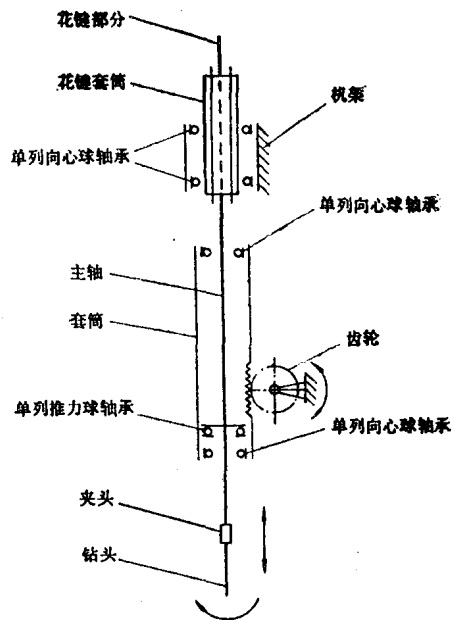


图 1.5 钻头运动的结构形式。

题的妥善解决比运动形式的选定要困难得多。

1.2.2 选择原动机

原动机的选择是根据工作机构的运动要求确定的。在机械与设备的设计中常用的原动机有电动机、内燃机、液压传动系统的油泵和气压传动系统的空气压缩机等。设计者必须了解它们的特点及用途，才能根据所设计的机械与设备的工作情况选择所需要的原动机。

(一) 电动机 电是工业生产的主要能源，将电能变为机械能的电动机常作为机械与设备的原动机。电动机的选择首先要根据工作机构的要求来考虑，如负载的大小如何，起动是否频繁以及制动、反转、调速的要求。同时还应考虑电动机的工作条件，如温度、湿度、灰尘、水气、易爆、易燃、酸碱、腐蚀等方面，并且还要根据电动机的类型、性能、特性来确定。常用的电动机有异步电动机和直流电动机。

1. 异步电动机。异步电动机属于交流电动机，由于电动机中转子的速度往往不能达到旋转磁场的速度，或者说不可能与旋转磁场同步，故称为异步电动机。异步电动机按转子结构型式可分为鼠笼式异步电动机和绕线式异步电动机。鼠笼式异步电动机结构简单，便于制造，运行可靠，维修方便，价格便宜，但调速困难，起动转矩较小，功率因数较低。绕线式异步电动机有较好的起动性能，可在一定范围内进行调速，但维修比较困难，价格也贵些。因此，一般只有在鼠笼式电动机满足不了使用要求的情况下才选用绕线式异步电动机。由于异步电动机具有许多优点，故在工业上已获得广泛的应用。

2. 直流电动机。 直流电动机是用直流电源供给电能，通过电磁感应将电能转换

为机械能而使负载转动。直流电动机的启动、制动和调速性能都相当好。因此，在选择直流电动机时，应根据各类机械与设备在使用方面的特殊要求来选择不同特性的直流电动机。例如，大型轧机就需要启动、制动和调速较好的直流电动机；起重机需要启动和制动性能较好的直流电动机；许多金属切削机床则需要调速范围较大的直流电动机。

常用电动机的特性及用途见表1.1，供选用电动机时参考。

表 1.1 常用电动机的特性及用途

型 号	名 称	特 性	用 途
Y (IP23)	防护式三相异步电动机	防止水滴、铁屑及其它杂物进入电动机内部	适用于不频繁启动的防水、防尘的一般机器与设备，如机床、水泵、鼓风机以及农业、运输、矿山等机械
Y (IP44)	封闭式三相异步电动机	防止灰尘、铁屑及其它杂物进入电动机内部	
YQ	高启动转矩异步电动机	启动转矩比Y型的大	适用于启动静载和载荷较大的机器与设备，如压缩机、锤击机以及运输、农业、起重机械
YH	高转差率三相异步电动机	启动转矩较大，启动电流较小	适用于转矩较大，在冲击条件下工作的机器与设备，如冲床、剪床以及锻压、起重、运输机械
YZ	起重冶金用的异步电动机	能负重载，但不宜长时间连续工作	适用于起重与冶金的辅助机械
YZR	起重冶金用的绕线转子异步电动机		
YD	多速三相异步电动机	可得多种转速	适用于专用机床和万能机床以及需变速的机器与设备
Y YR	绕线转子异步电动机	启动性能较好，能在较小范围内调速	当配电容量不足时，在鼠笼式电动机不易启动的情况下使用
Z ₂	防护式直流电动机	运行稳定，不受负载变化的影响，但调速范围不大	适用于风扇、泵、离心机等调速不大、但需要运行稳定的机器与设备
Z ₃	防护式直流电动机	调速范围较大，转动惯性较小	适用于机床、造纸、纺织等调速范围较大的机器与设备
ZZJ	起重及冶金用的直流电动机	能逆转，耐冲击，有一定过载能力	适用于起重机械与冶金的辅助设备

(二) 液压传动系统中的原动机 液压传动具有许多特点：由于油液有吸收振动和延缓冲击的作用，所以液压传动工作平稳，动作灵敏，换向容易，并易于实现无级调速和过载保护。由于大多数零件在油液的润滑下工作，因此零件的使用寿命较长，与机械传动和其它电力传动相比，在输出相同功率的情况下，液压传动具有体积小、重量轻、惯性小的特点，因此在各种自动化、半自动化的机床和自动线上相当多地采用液压传动。特别在电液联合传动系统和气液联合传动系统的应用逐渐增多时，液压传动将获得更为广泛的应用。

由于液压传动在运行中不可避免地会产生泄漏，使工作平稳性受到影响，因而不宜使用在传动比要求高的场合。为了减少泄漏，液压传动的传动件需要有较高的配合要求，这必然给加工带来一定的困难。此外，液压传动对工作环境的温度有一定的要求，若室温过高或过低时，将会给液压传动造成困难。这是由于当温度变化过大时，油的粘

度也会相应发生较大变化,从而影响机械与设备的运动平稳性。由于液压传动的管路有液压损失,管路愈长损失愈大,因此,在设计中应尽量减少管路长度、弯曲和直径的变化以及远距离的传动。

液压传动系统中的原动机是油泵,它在电动机的带动下,将电动机输入的机械能转变为油液的压力能,以推动液动机(油缸、油马达)工作。

常用的油泵有齿轮泵、叶片泵和柱塞泵。

齿轮泵利用泵体内一对相互啮合的齿轮,在运转中形成部分真空,将油吸入泵体,然后随着齿轮的旋转,将油从轮齿间挤出而成为一种具有压力的油液输送到管道上去。齿轮泵的结构紧凑,体积小,运行可靠,容易制造,便于维护,成本低。其缺点是漏油较多,流量不够均匀,轴承受力较大,一般只适用于压力为2.5MPa以下的液压传动系统。

叶片泵利用安装在泵体内径向带有叶片的转子在泵体内转动,由于离心力的作用,叶片与泵体所形成的工作空间不断变化而将油吸入与压出。叶片泵和齿轮泵相比,其工作平稳,噪音较小,流量较均匀,使用寿命较长。但由于参与运动的零件较多而使结构较为复杂。一般使用在工作压力为2.5—7MPa的液压系统。

柱塞泵是以柱塞的往复运动来进行吸油和压油的。其容积效率较高,密封性能较好。由于运动零件多为回转体零件,因此便于加工制造。通常使用在工作压力为7MPa以上的液压系统。由于柱塞泵比齿轮泵和叶片泵能获得较大的压力,因而在液压系统中获得广泛的应用。

(三) 气压传动系统中的原动机 气压传动结构简单,动作迅速,反应快,所需的介质空气来源充足,即使由于部分管路密封不良,而使能量遭受一定损失,也不会给工作造成危害。因此使用安全,工作可靠,在过载的情况下也不会损坏气动零件,特别在高温、振动、潮湿、尘埃、腐蚀、易燃、易爆等工作环境较恶劣的情况下,选用气压传动更为有利。一般气压传动所需的压缩空气,其压力常低于1MPa,这样在设计气压传动装置时无需采用昂贵的材料和复杂的加工工艺。因而制造容易,成本低。因此,在许多工业部门上获得广泛的应用。但气压传动装置也存在一个不可忽视的缺点,即由于空气介质具有可压缩性以及外载的变化都容易影响到工作的平稳性。为了克服这一缺陷,目前在机械制造业上已逐渐运用气动液压结构,它具有气动动作迅速与液压平稳的优点,已应用在自动机床和夹具等方面。

气压传动系统中的原动机是空气压缩机,经它压缩后的空气,能产生较大的压力,使其具有一定能量来推动气缸作直线运动或使气马达作回转运动。

根据压缩空气的工作方式不同,空气压缩机可分为活塞式、回转式和离心式。

活塞式空气压缩机是利用活塞在气缸中的运动,将空气吸入、压缩,并成为压力气体而排出。其特点是效率高,这是回转式与离心式空气压缩机所比不上的。另外,排气压力与排气量的范围较大。但活塞式空气压缩机重量较重,体积较大,气流有脉动性。

回转式空气压缩机常用的有滑片式与螺杆式两种。滑片式空气压缩机是利用一个安装在圆筒形气缸内,径向装有滑片的偏心转子在气缸内转动。在离心力的作用下,滑片紧压在气缸内壁,并将空气吸入与排出。螺杆式空气压缩机是利用气缸内一对阳螺杆与阴螺杆的转动,通过气缸内壁的空间不断变化来吸气与排气。回转式空气压缩机结构紧

湊，排气连续而均匀，但排气压力较低，气流阻力较大，效率较低。

离心式空气压缩机利用安装在气缸内带有叶轮的转子在气缸内转动。由于离心力的作用和叶轮里的扩压流动，使空气通过叶轮后获得较大的压力，并使该压缩机获得较大的排气量。离心式空气压缩机的排气量较大，但结构较复杂，效率比活塞式的要低。

目前，在上述活塞式、回转式、离心式空气压缩机中以活塞式空气压缩机使用最为普遍。

1.2.3 熟悉常用传动机构的特点及用途

当工作机构和原动机确定后，就可考虑选择合适的传动机构，将原动机的运动和动力传递给工作机构。由于工作机构的工作状况和运动形式对传动机构有一定的要求，因此要根据常用传动机构的特点及用途，按照工作机构的要求来选择合适的传动机构。

(一) 齿轮传动 齿轮传动是通过主动轮的齿廓曲线来带动与它啮合的从动轮的齿廓曲线，从而达到传递运动和动力的目的。它是常用传动机构中应用最普遍和最重要的一种传动机构。齿轮传动有定传动比传动与变传动比传动两类，本书只介绍最常用的定传动比传动。

符合齿廓啮合基本定律的共轭曲线均可作为齿廓曲线。对于定传动比传动的齿轮而言，常用的齿廓曲线有渐开线、摆线、圆弧及变态摆线等。其中又以渐开线为最常用，因此本书只介绍渐开线齿轮传动。

渐开线齿轮传动有直齿圆柱齿轮传动、斜齿圆柱齿轮传动、圆锥齿轮传动、螺旋齿轮传动等

齿轮传动与其它传动机构相比，它具有许多优点，如传动比精确，传动效率高，所传递的功率和圆周速度范围较大，结构紧凑，轴承压力小，运行可靠，使用寿命较长，维护简单。其缺点是，精度高的齿轮制造费用高，精度低的齿轮在传动中容易发生振动，噪音也比较大，在齿轮装配时要求有较高的安装精度，对于中心距较大的传动来说，不宜采用齿轮传动。

对于直齿圆柱齿轮，由于重合度较小，故只适用于承载能力较低的传动。但对于斜齿圆柱齿轮来说，由于接触线为斜直线，因此在传动中两轮轮齿是逐渐进入啮合而又逐渐脱离啮合的，其重合度较大，由于在运行中同时有几对齿参与工作，因此承载能力较大，运行也平稳，故适用于高速重载传动。斜齿在传动时会产生轴向力，为了抵消轴向力的作用，可以采用人字齿轮。它相当于由两个直径相等、螺旋角相同而轮齿旋向相反的斜齿轮所组成，在运转时，它可以自行平衡其轴向力，因而螺旋角可适当加大，借以提高其承载能力，因此人字齿轮常用在高速、重载的齿轮传动装置上。但其制造困难，其成本较高。

圆锥齿轮可传递两相交轴间的运动和动力，通常轴间夹角为 90° 。但由于圆锥齿轮的齿廓大端与小端并不相等，因而受力不均，加上制造精度不高，安装困难，传动中常发生振动和噪音，如果不是由于结构上需要，一般尽可能避免选用。

此外，还有由一系列齿轮组成的轮系。轮系分定轴轮系和周转轮系，定轴轮系应用最广泛，周转轮系也在较多的场合下使用。周转轮系又分为行星轮系和差动轮系。

近年来，还出现一种称为谐波齿轮传动的机构。由于它具有较大的传动比，传动精

度高,能承受较大的载荷以及传动效率高、体积小、重量轻的特点,因而在某些有特殊要求的传动中获得了愈来愈广泛的应用。

当采用齿轮传动结构时,在设计中要注意下列问题:

1. 为了使齿轮传动能正常工作,必须使两轴间的距离偏差在一定的公差范围内,并选择好齿侧间隙。通常在高温、高速和重载工作条件下的齿轮传动,应选取较大的侧隙;对于一般齿轮传动可取中等侧隙;对经常正反转和重复精度要求较高的以及速度不高的传动,则可取较小的侧隙。

2. 齿轮传动应考虑采取一些良好的润滑措施,否则将由于润滑条件不良而使轮齿受到磨损。对于闭式齿轮传动来说,一般可采用浸油润滑,即将齿轮的齿面浸入油中。当采用多级传动时,为使那些距离油面过高的齿轮得到润滑,常在转速较高的大齿轮下面设一打油轮,通过与大齿轮的啮合,将油传递到远离油面的齿轮上去。油池要具有一定深度,避免由于齿轮的运转而掀起沉积在箱底的油泥。因此,在设计齿轮箱时,其箱底与齿轮齿顶圆的距离应在30mm以上。

当齿轮圆周速度或传递的功率较大时,应采用喷油润滑,通过专用油泵,把油喷到啮合的齿面或轴承上去。

3. 在选择齿轮材料时,由于小齿轮的转数比大齿轮的要多,因而齿面磨损较快,所以小齿轮齿面硬度应比大齿轮的齿面硬度要高,一般应高出HB30—50。

4. 在选择小齿轮时应注意:对于闭式齿轮传动,在满足弯曲疲劳强度的前提下,小齿轮齿数可选择多些,这样可增大齿轮的重合度和传动平稳性,同时还可降低滑动速度,提高其使用寿命,一般小齿轮齿数 z_1 可取为20—40;对于开式齿轮传动来说,为避免传动尺寸过大,小齿轮齿数不宜过多,一般 z_1 可取为17—20;对于标准齿轮,为了避免根切,小齿轮齿数 z_1 不应小于17。

(二) 带传动 带传动有摩擦型与啮合型两类。摩擦型带传动包括三角带、平型带和特殊带传动;啮合型带传动指同步齿形带传动。

摩擦型带传动是靠带与带轮之间的摩擦力来传递运动和动力的,因此传动平稳,噪音小。由于带有一定的弹性,具有较好的缓冲和吸振性能,过载时带在带轮上打滑,可避免其它传动件受到破坏。带传动结构简单,便于制造,维护容易,成本较低,能使用在中心距较大的轴间传动。但由于带传动容易产生打滑现象,不易获得精确的传动比,而且传动效率和带的寿命也较低,因此常用于功率不大但中心距又较大的传动上。

摩擦型带传动常使用三角带和平型带传动。断面形状特殊的带传动只在结构不得不采用时才加以选用。由于三角带与轮槽接触所产生的摩擦力比平型带与轮面接触所产生的摩擦力大,因此,三角带比平型带具有较大的承载能力,应用也相当广泛。

啮合型同步带传动是由主动带轮带动与它啮合的同步齿形带,将运动和动力传递给从动带轮。由于是啮合传动,因此具有准确的传动比,其结构紧凑,传动平稳,无噪音,一个主动同步带轮可以带动若干被动同步带轮运动,它适于在低速下传递运动和动力。其缺点是安装精度要求较高,成本也较高。

采用带传动结构时,在设计中要注意下列问题:

1. 在结构允许的情况下,应尽可能地选用直径较大的带轮,这是由于带轮直径的加大,可大大减少带的弯曲应力,提高带的使用寿命,当然带轮不可选择过大,以免结

构庞大而不紧凑。

2. 带的主动轮和从动轮的中心线必须平行, 两轮轮槽必须在同一平面上, 否则不但传动不平稳, 而且也影响到带的使用寿命。

3. 带在使用一段时间后会产生产塑性变形而伸长, 使张紧力逐渐降低, 因此在设计中要考虑配备张紧装置, 以便张紧带。对于摩擦型的带传动, 一般是通过调整主动轮上的电动机机座来张紧带。常用的方法有下述四种。

对于水平安置的电动机, 采用带滑轨的底座和调节螺钉的定期张紧装置。如图1.6(a)所示, 电动机固定在带滑轨的底座1上, 当调节带时, 松开螺母2, 上紧螺钉3, 待带调整后, 再上紧螺母2。

对于重量较小、但需垂直安置的电动机, 可采用如图1.6(b)所示的张紧装置。电动机固定在底板1上, 轴2一端的螺纹部分与底板两侧的中间部分连接后, 上紧螺母3以防轴2转动, 轴2的另一端插入机架4, 当用手调整电动机来张紧带后, 上紧紧定螺钉5。

对于重量较大、需垂直或近似于垂直方向安置的电动机, 可采用摆动架来调整电动机[图1.6(c)], 电动机固定在摆动架1上, 摆动架可绕销轴O转动, 当调整带时, 松开螺母2, 上紧螺母3, 推动摆动架1绕O点顺时针方向转动, 带即可张紧。

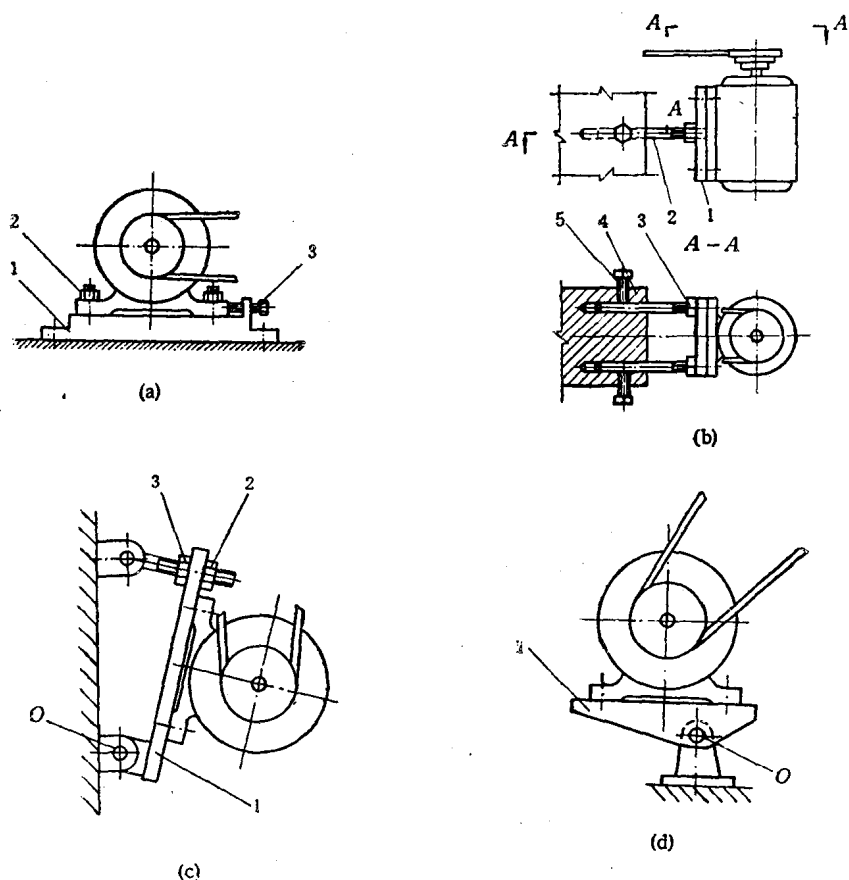


图 1.6 关于电动机的安装。(a)水平安装; (b)垂直安装;
(c)近似于垂直方向上的安装; (d)安装在浮动架上。

另外,还可以采用浮动架的自动调整装置〔图1.6(d)〕,将电动机放在浮动架1上,通过电动机的重量,使带轮绕销轴O浮动,以此达到自动调节带的松紧程度。

4. 当带轮中心无法调节时,可采用张紧轮的结构。由于张紧轮会影响带的寿命,所以只在结构十分需要时才加以采用,张紧轮一般置于松边,轮槽尺寸应与带轮相同,其直径一般小于小带轮直径。

5. 由于同步齿形带是无端的,因此在机械与设备内部用于多轴传动的结构时,结构上应考虑到同步齿形带的安装和拆卸。

6. 带传动要采取防护措施(如加安全护罩等),以免在传动中由于带与人身接触而发生安全事故。

(三) 蜗杆传动 蜗杆传动是用于传递空间互相垂直、但不相交的两轴之间的运动和动力的。按照蜗杆的形状,蜗杆传动分为圆柱蜗杆传动和圆弧面蜗杆传动以及锥蜗杆传动。其中以圆柱蜗杆传动应用为最多。在圆柱蜗杆传动中,按轴向剖面的螺旋齿形来分:具有直齿齿廓的蜗杆的传动称为普通蜗杆传动;具有圆弧齿廓的蜗杆的传动称为圆弧齿蜗杆传动。由于直齿齿廓的蜗杆传动便于加工,所以普通的蜗杆传动获得广泛的应用。

蜗杆传动可获得较大的传动比,对于传递动力的单级传动,一般常用 $i < 80$ (i 为传动比)。蜗杆传动是利用蜗杆螺旋面推动蜗轮轮齿来工作的。因此,传动平稳,噪音小,传动比准确,而且传动结构紧凑。但蜗杆的传动效率比较低,因此只常用于那些要求传动比大但传递功率不大的减速机构。要提高蜗杆的传动效率可增加蜗杆的头数。然而,在某些情况下,还可利用传动效率低这一特点,将蜗杆螺旋线导角设计在 5° 以下,而使蜗杆传动具有自锁性。因为当传动效率 $\eta < 0.5$ 时,作用在蜗轮上的力矩不会使蜗杆转动。因此,常用传动效率较低的蜗杆传动装置来起吊重物,以便省去制动装置。

采用蜗杆传动结构,设计中要注意下列问题:

1. 由于蜗杆传动效率低,所损失的能量将转变为热量。对于闭式蜗杆传动,特别在连续工作的情况下,若设计上对散热问题考虑不周时,则会因热量不易带走,导致润滑油失效,摩擦系数急剧增大,使轮齿加快磨损,甚至出现胶合现象,将大大降低这种蜗杆传动装置的使用寿命。因此,支承蜗杆传动的箱体(如减速器的外壳),要考虑足够的散热面积,要进行热平衡计算,必要时在箱体上增设散热片,利用循环水冷却等措施。

2. 大功率传动时,由于效率低而造成的能量损失也相应地大。在连续运动的情况下,传热散热问题显得更加突出。因此,在大功率连续工作时应尽量避免采用蜗杆传动。

3. 由于蜗杆传动的相对滑动速度较大,增大了产生胶合和磨损破坏的可能性。因此,在选择蜗杆和蜗轮材料时,不仅要考虑其强度,而且还要考虑这些材料的跑合性与耐磨性。通常,蜗杆材料选用优质碳素结构钢或合金钢,并经过热处理,以提高其表面硬度。蜗轮齿圈的材料常选用铸造锡青铜或铸造铝青铜等材料。

4. 设计蜗杆传动结构,要充分考虑其润滑问题。若润滑不良,不但影响其传动效率,而且也降低其使用寿命,因此蜗杆传动润滑的设计原则与齿轮传动的相同。

(四) 链传动 链传动由主、从动链轮和传动链条组成。主动轮通过轮齿和链节