

2006 版

新编煤矿机电设备

选型设计及故障 诊断实用手册

中国煤炭工业出版社

TD6-62
G-858
2

2006 版
**新编煤矿机电设备选型
设计及故障诊断实用手册**

第二卷

主编：顾文卿(中国矿业大学)

中国煤炭工业出版社

第二部分 煤矿常用机械设备

第十一篇

机械设备概论

第一章 概述

机械是机械设备和器材的总称。机械产品是机械生产部门为工农业生产、国防、施工建设以及国民经济各部门提供各种机械的统称。在现代化建设中机械设备已成为必不可少的劳动工具,起着主导和决定性的作用。例如在地质勘探和煤炭采掘中,没有钻探机和各种采掘机械就无法得到地下宝藏。因此,作为减轻体力劳动和提高生产率的重要劳动工具,机械设备构成了生产力的重要组成部分。使用机械设备进行生产的水平是衡量一个国家工业水平的明显标志。

第一节 机械设备的基本组成

任何机械设备,不论其用途,性能如何,仅从各部分完成职能的角度来分析。其主体结构都有原动、传动、执行和控制等四个基本组成部分。

(一) 原动部分

是机械设备动力的来源,为执行部分提供需要的动力。作为动力部分的原动机有电动机、内燃机、气(液)压动力装置等。

(二) 执行部分

处于整个传动路线的终端,完成机械预期的动作,其结构形式取决于机械本身的用途,如水泵的水轮、卷扬机的卷筒、耙斗装岩机的耙斗等。

(三) 传动部分

介于原动部分和执行部分之间,是连接动力部分和执行部分的桥梁,将原动机的运

动和动力传递分配给执行部分。常用传动装置有机械传动装置、液(气)压传动装置、电气传动装置等。

机械传动装置是目前机械设备中最主要和应用最广泛的一种传动装置,机械传动能得到较精确的传动比,传递动力较大,变速范围宽,可以往任何方向传动,但工作条件要求苛刻,制造成本较高。液压传动和气压传动应用日趋广泛。液压传动传递功率大,传动平稳,工作安全可靠,很有发展前途,缺点是传动比不够精确。气压传动多用于小型机械工具中。电气传动是项新技术,煤矿机械中大型卷扬机的深度指示器采用了自整角发射机和自整角接收机组成的电气传动装置。

(四) 控制部分

其作用是控制机械的其他基本部分,使操作者能随时实现或终止预定的功能。现代机械控制包括机械控制系统和电子控制系统两部分。

除以上四部分外,机械设备还有操纵部分、支承部分和其他辅助部分。

第二节 机械图样

表达物体形状和大小的图样是生产中不可缺少的技术文件。不同的生产部门对图样有不同的要求,建筑工程中使用的图样称为建筑图样,机械制造业中所使用的图样称为机械图样。设计者通过图样来表达设计对象;制造者通过图样来了解设计要求,并依据图样来制造机器;使用者也通过图样来了解机器的结构和使用性能;在各种技术交流活动中,图样也是不可缺少的。通常采用以下几种方式来描述机械的结构、性能和特点。

(一) 工作原理图

用来表达机械设备工作原理的图样叫工作原理图。原理图绘制方式无严格规定,图形的复杂程度视机械设备的复杂情况而定,原则是通过图形能把机械工作情况表达清楚。

(二) 传动系统示意图

在分析复杂的机械设备或设计新机械时,需要把复杂的机械用简单的线条和规定的符号将其传动系统、零部件间的相互关系及运动特性等表示出来,表示这些内容的图形

称为机械传动系统示意图。在机械传动系统示意图中,各组成部分间的相对位置与实物大小不需严格符合比例,但必须能定性地表达各部件传动间的运动关系。

(三) 外形结构示意图

用正投影或轴测投影的基本作图方法制成的图样称为外形结构示意图,此种图表达了机械的外形及组成结构。用轴测投影方法可得到立体感强且能较好地表示机械组成的立体结构示意图。复杂的机械常用这种图形帮助有关人员了解掌握机械设备。

(四) 机械零件图和装配图

零件图和装配图是机械设备的重要技术资料,是制造加工及装配机械设备的工作依据,所以又叫工作图。这两种图均由设计工程师按照严格的国家制图标准(GB/T 131—1993、GB/T 4459.1—1995)绘制。它表达零件的结构大小、相对位置、连接方式、传动路线和装配关系等。这种图一般较难看懂。可由上述三种图作它的辅助图。

第三节 机械设备性能评价

机械设备性能评价是一个涉及到技术经济等许多因素的复杂问题。不同产品有不同的评价指标,在理论上可以从以下几个方面对机械设备性能进行评价。

(一) 工作能力

指机械设备完成某项预定任务的本领。评价不同机械的能力,有不同的具体指标。如水泵的能力是指其排水的扬程和流量;液压支架的能力则指初撑力和额定工作阻力大小;采煤机的能力是指单位时间内采多少吨煤。另外,生产系统中每个设备的工作能力要与系统的能力匹配,系统中任一设备的能力不能小于系统的能力,但也不是越大越好,过于大的能力则会增加不必要的费用。

(二) 能耗

指机械设备工作时能量的消耗量。设备能量的消耗与其能力有关,一般说来,能力越大,能耗也越大。因此,用“比能耗”来衡量设备的性能,比能耗=能耗/能力,即对同类机械设备,产生单位能力所消耗的能量。显然,比能耗越小,机械设备性能越好。

(三) 效率

指机械设备从外部能源接收的能量对外所做有用功的转化率。效率表明该设备对能量的利用程度,当然,设备的效率越高越好。由于设备在运行中存在电磁损耗和摩擦损耗,所以任何机械的效率都永远小于100%。如果机械设备具有若干环节,总效率则等于全部环节各效率的乘积。

(四) 适用条件

是说明某机械设备可以或者必须在什么样的情况下使用。如煤电钻只能在煤层或较软的半煤岩上钻孔,岩石电钻则可在较硬的岩石上钻孔。煤矿企业应从井下工作这一特殊条件出发,在选择、使用机械设备时,必须对适用条件予以充分重视。显然,适用条件越宽,机械设备的用途越广,生产中使用得就越普遍。

(五) 其他

对于使用者和供应者,还要从以下几个方面去衡量一台机械设备的性能:

- (1) 价格;
- (2) 重量和体积;
- (3) 服务年限;
- (4) 检修方便程度;
- (5) 易损件制作与购置的难易程度。

第二章 机械产品的分类

机电产品包括电工产品和机械产品。用于发电、输配电、变电、用电的设备和器材,以及对电路和设备起调节、控制、检测、保护作用的电器仪表等,称为电工产品;利用机械原理工作的机械及其装置和零件,称为机械产品。机械产品的种类繁多,由于分类的着眼点和依据不同,有很多分类方法。

第一节 按机械的用途和自然属性分类

(一) 动力机械设备

用作动力来源的机械,如蒸汽机、内燃机等。

(二) 机械加工设备

指制造机械的金属切削机床、锻压机械、铸造机械、木工机械等。

(三) 通用机械设备

指广泛用于国民经济各个部门甚至生活设施中的机械,如工业泵、阀门、风机、气体压缩机、冷冻设备和减速器等。

(四) 交通运输机械

指用于长距离或变距离运载人及物的机械,如汽车、船舶、飞机、架空索道等。

(五) 起重运输机械

指用于物体提升和搬运一定距离的机械,如各种起重机、运输机、卷扬机、升降电梯、

叉车、电动葫芦等。

(六) 工程机械

指用于工程建设中开采、筑路等的机械,如挖掘机、推土机、凿岩机、压路机、转载机等。

(七) 农业机械

指用于农、林、牧、副、渔各行业生产中的机械,如畜牧机械、排灌机械、农机具等。

(八) 轻工机械

指用于轻工业各部门的机械,如纺织机械、食品加工机械、造纸机械、印刷机械、包装机械、制药机械等。

(九) 各部门归口专用机械

指工业部门各行业生产中专用的机械设备,如冶金机械设备、煤炭机械设备、地质勘探设备等。

(十) 其他类

如轴承及工具类、液压元件、密封件、配件及标准件等。

第二节 煤矿机械设备的分类

煤矿由于环境关系,对机械设备一般要求具有防爆、坚固耐用,有的还要求具有阻燃、抗静电的性能,其特点是专用性强。煤矿机械按其使用方式分为:

(一) 固定安装式

这类机械设备称主要指的是矿井提升设备、主排水设备、通风设备和压气设备。

(二) 移动式机械

这类机械设备指的是采掘设备、支护设备、矿井运输设备、局部通风与排水设备以及

其他辅助设备等。

本书下篇从煤炭生产行业机械设备的使用现状出发,介绍主要的煤矿机械设备和煤矿标准机械,如采煤机械设备、支护设备、掘进机械设备、运输及钻眼机械、罐笼、箕斗等。同时还介绍煤矿生产中使用的通用机械和起重运输机械,如水泵、风机、空压机、提升机、绞车以及与上述机械设备的配套机械和有关配件。

第三章 机械传动

机械传动机构是机械设备的重要组成部分,是将其原动部分的动力和运动传递并分配给机器工作执行部分的桥梁装置。它的作用可归纳为五个字:“两传三改变”。“两传”是指传动运动、传递动力;“三改变”是指改变转速、改变转矩、改变运动形式。转速变化的倍数用传动比 i 表示,对于减速传动,其 $i > 1$,转矩相应增大 $i\eta$ 倍(η 是传动率)。对于增速传动,其 $i < 1$ 转矩相应减小 $i\eta$ 倍,常见机械传动机构有以下几种。

第一节 螺旋传动

螺纹除了可用于连接件(如螺丝、螺栓)外,还可用作传动件。螺旋传动主要用于变回转运动为直线运动,同时传递动力,调整零件间的相互位置和距离。如车床丝杠和螺旋千斤顶都是应用螺纹传动的典型实例。图3-1所示为螺旋千斤顶工作原理示意图。

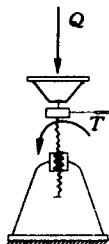


图 3-1 螺旋千斤顶工作原理示意图

(一) 传动螺纹齿形

用于传动的螺纹齿形主要有三种:矩形、梯形和锯齿形,其中以梯形齿螺纹应用得最普遍。

(二) 材料

螺杆材料一般选用 A_3 、 A_5 、 45° 、 50° 中碳钢,对于重要的螺杆,还要求有较高的耐磨性,需进行热处理,可选用 65Mn、40Cr 或 18CrMnTi 等。螺母材料通常比螺杆软,用耐磨性较好的铸造锡青铜、无锡青铜、黄铜或铸铁等。

(三) 传动特点

螺旋传动具有以下优点:

(1) 螺旋导程一般很小,减速比大,此传动多用于微量调整、慢速传动及以较小的力矩克服较大的轴向载荷的场合。

(2) 取适当的螺纹升角,传动机构具有自锁性能。

(3) 传动平稳,结构简单。

缺点是传动效率低,不宜用于大功率传动。实践中常把这种螺旋传动称为螺旋机构。

第二节 带传动

(一) 组成和工作原理

带传动是利用张紧在带轮上的传动胶带与带轮的摩擦或啮合来传递运动和动力的。一个皮带轮从原动机接受运动能量的叫主动轮,主动轮通过传动带带动另一个皮带轮转动,对外输出能量。被带动的轮子叫从动轮。

带传动通常是由主动轮 1、从动轮 2 和张紧在两轮上的环形带 3 所组成。根据传动原理不同,带传动可分为摩擦传动型[图 3-2(a)]和啮合传动型[图 3-2(b)]两大类。本节啮合传动型不做讨论。

带传动是依靠带与带轮之间的摩擦力来工作的,因此,带必须在张紧的状态下套在带轮上,即带有一个预张紧力,从而使带和带轮的接触面上产生正压力。这样就把主动轮的能量通过带传递给从动轮,克服工作载荷对外做功。在正常工作时,理论上主动轮的圆周线速度和带的速度、从动轮的圆周线速度三者相等。由此可知,两轮的转速与其轮径成反比。

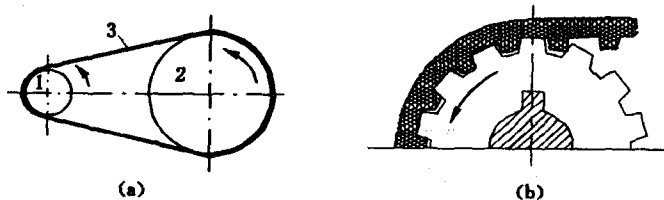


图 3-2 带传动的两种类型

假设环行带预张紧力为 F_0 , 环行带不转或无载荷时, 沿环行带全长各处的张力均等于 F_0 , 见图 3-2(a)。当传递载荷运转时, 见图 3-2(b), 因环行带与带轮间产生了摩擦力, 两边环行带的张力不再相等。紧边(主动边)环行带张力由 F_0 增至 F_1 , 松边(从动边)环行带张力则由 F_0 降为 F_2 。根据理论力学的推导分析计算得出公式为:

$$F_1 = F_2 e^{f\alpha_1} \quad (3-1)$$

式中 f ——主动轮与环行带之间的摩擦因数;

α_1 ——环行带在主动轮上的围包角, rad。

环行带两边张力差即为带传动能克服的最大工作阻力 F , 即:

$$F = F_1 - F_2 = F_2(e^{f\alpha_1} - 1) \quad (3-2)$$

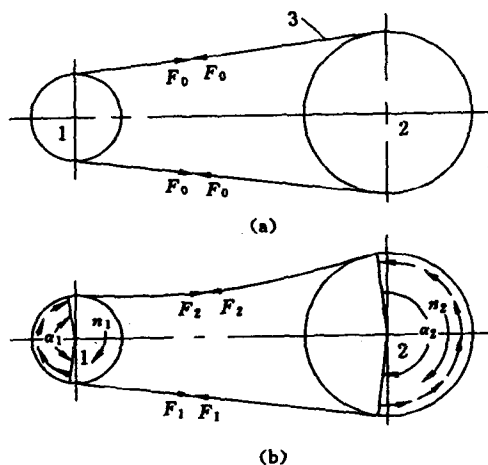


图 3-3 皮带传动示意图

在张紧力 F_0 一定的条件下, 当 F 超过某一极限值时, 环行带在带轮上打滑, 产生“带不动”现象, 而不能正常工作。因 F_2 的大小决定环行带的预张紧力 F_0 。为了克服打滑, 可增大张紧力 F_0 , 也可用增加胶带在主动轮上的围包角 α_1 和两者间摩擦因数 f 的办

法。要注意的是张紧力 F_0 不能过大,否则将降低胶带的使用寿命,并使带轮轴承受载荷增大,降低轴承的使用寿命。所以对于一定规格的带传动来说,所能传递的动力是有一定限度的,它不可能通过增加预张紧力 F_0 的办法无限制地增加。

传动带常用的有平行环行带、三角环行带、圆形环行带等类型。三角环行带在机械设备中使用最广泛。原因是三角带在带轮槽中三面受摩擦力,在张紧力相同时,传递的动力比平行环行带大,三角胶带为标准件。有关胶带的结构和型号可查阅相关手册。

(二) 带传动的特点

带传动具有以下优点:

- (1) 可用于两轴中心距较大的传动;
- (2) 环行带有弹性,可缓冲和吸振,使传动平稳,噪声小;
- (3) 过载时,环行带打滑可防止其他零件损坏;
- (4) 结构简单。

缺点是传动比不能保持定值,环行带寿命较短,功率不高。

第三节 链传动

(一) 组成

链传动是在两个或两个以上链轮之间用链作为挠性拉拽元件的一种啮合传动,如图 3-4 所示,广泛用于农业、采矿、冶金、起重、石油、化工、军事等各种机械的动力传递中。

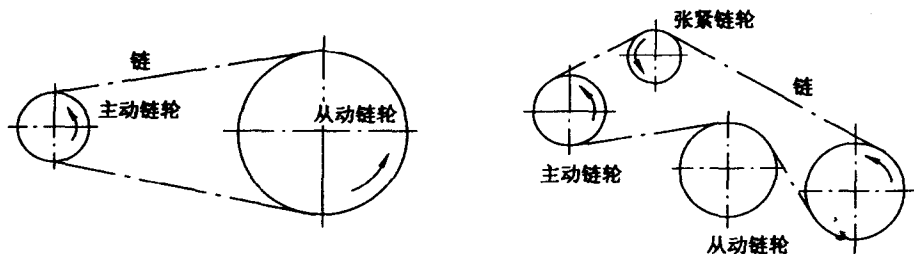


图 3-4 链传动的形式

链条的形式有套筒链、套筒滚子链、齿形链和成型链等。矿山使用的刮板输送机设

备采用圆环链。

传动时链条包在链轮上,围成多边形。主动轮匀速转动时,链条和从动轮的速度呈周期性变化,这种情况将造成传动不平稳,所以链传动不适用于太高的传动速度。链传动从原理上讲不要求张紧力。但链条太松会引起啮合不良和链条的振动,故链子的松紧要适宜,要设置必要的张紧装置。同时为改善链轮与链条的接触磨损,工作时应注意润滑。安装时主、从动轮应在同一平面内,否则易脱链。

(二) 传动特点

链传动有以下优点:

- (1) 两链轮中间距可大可小;
- (2) 与带传动相比,传动比较准确,作用在轴上的力较小;
- (3) 能够在较复杂的环境中使用;
- (4) 效率较高, $\eta \approx 98\%$ 。

缺点是传动平稳性差,且只能用于平行轴间的运动。

链传动主要用于传动比要求较准确,且两轴相距较远,速度低,条件恶劣(如高温、灰尘、泥浆等环境)不宜采用带传动的地方。通常适用范围:中心距 $A \leq 8\text{ m}$,功率小于 150 kW,链速小于 15 m/s,传动比 $i \geq 7 \sim 8$ 。

第四节 齿轮传动

(一) 传动特点

齿轮传动是近代机械制造中应用最广泛的传动形式之一,与其他传动形式比较,它具有稳定的传动比,且能保证传动比恒定不变;适用的载荷与速度范围很广,传递的功率可由很小到几万千瓦;结构紧凑,传动效率高;使用寿命长。

其主要缺点是对制造和安装精度要求较高;制造精度较低时,传动的噪声和振动较大;不适宜远距离两轴之间的传动。

(二) 分类

齿轮传动的分类如图 3-5 所示。直齿、斜齿和人字齿圆柱齿轮用于两平行轴之间

的传动;直齿、斜齿和曲齿圆锥齿轮用于两相交轴之间的传动;螺旋齿轮和双曲线齿轮用于相错轴之间的传动。此外还有:可将旋转运动变为直线运动的齿轮齿条传动;轴间距离小时,可采用更为紧凑的内啮合齿轮传动等。

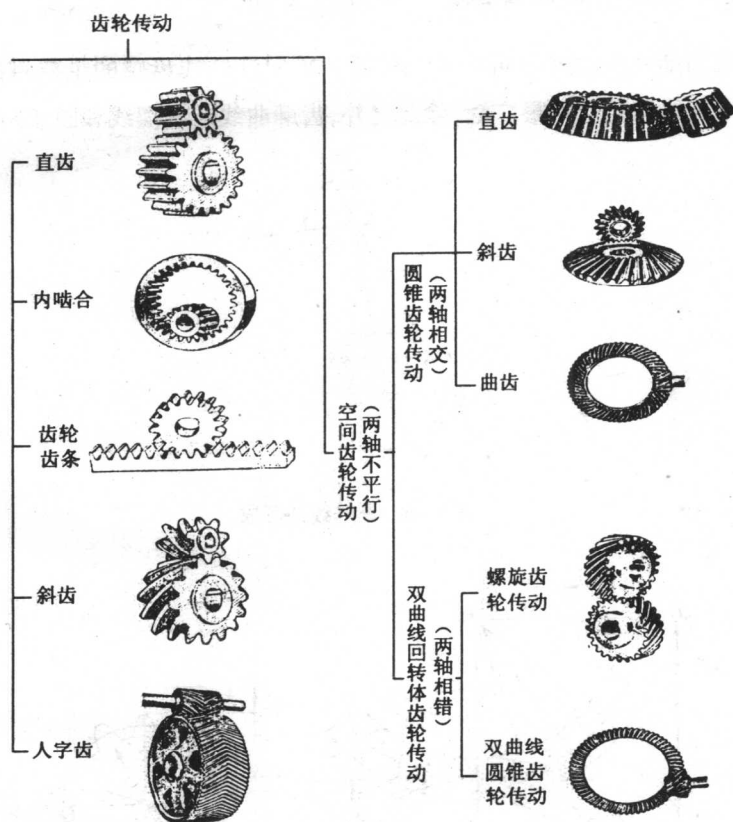


图 3-5 齿轮传动的分类

按齿轮的工作条件,又可分为闭式传动、开式传动和半开式传动三种。传动封闭在箱壳内,并能保证良好润滑的称为闭式传动。开式传动是外露的,不能保证良好的润滑。半开式传动介于二者之间,大多数齿轮浸入油池内且上装护罩。

(三) 齿轮传动的传动比

齿轮传动机构的传动比 i 为其主动轮与从动轮的转速之比。一对齿轮传动是依靠主动轮的轮齿依次拨动从动轮的轮齿来实现的,两齿轮的转速与其齿数成反比,即:

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{Z_2}{Z_1} \quad (3-3)$$