

ERJI JIANZAOSHI ZHIYE ZIGE
KAOSHI PEIXUN JIAOCAI

二级建造师执业资格考试培训教材

机电安装工程 管理与实务

JIDIAN ANZHUANG
GONGCHENG GUANLI YU SHIWU

本书编委会 编写

JIDIAN ANZHUANG
GONGCHENG GUANLI
YU SHIWU



中国环境科学出版社

北科院

二级建造师执业资格考试培训教材

机电安装工程项目管理与实务

本书编委会 编写

中国环境科学出版社

图书在版编目(CIP)数据

机电安装工程管理实务/宋世军主编. —北京:中国环境科学出版社,2005.6

二级建造师执业资格考试培训教材

ISBN 7-80209-139-X

I. 机… II. 宋… III. 机电设备—建筑安装工程—建筑师—资格考核—自学参考资料 IV. TU85

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 057610 号

出版发行 中国环境科学出版社建筑图书出版中心
(100062 北京崇文区广渠门内大街 16 号)
网 址 <http://www.cesp.cn>
电子信箱 bianji3@cesp.cn
电 话 010—67112739

印 刷 北京市联华印刷厂
经 销 各地新华书店
版 次 2005 年 9 月第一版
印 次 2005 年 9 月第一次印刷
印 数 1—3000
开 本 787×1092 1/16
印 张 16.75
字 数 410 千字
定 价 34.00 元

【版权所有,请勿翻印、转载,违者必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题,请寄回本社更换

《机电安装工程管理实务》

编 委 会

主 编：宋世军

主 审：李 伟

副 主 编：张瑞军 付光达

参编人员：张秀德 李 伟 邢 琳 赵文波 史国萍

陈冬辰

序

二级建造师是从事中型施工管理的主体,是以专业技术为依托、以工程项目管理为主的执业注册人士。二级建造师考试面向中专及以上学历的施工管理人员。二级建造师注册受聘后,可以担任建设工程总承包或施工管理的项目经理,从事其他施工活动管理,从事法律、行政法规或国务院建设行政主管部门规定的其他业务。实行建造师执业资格制度后,我国大中型项目的建筑业企业项目经理将逐步由取得注册建造师资格的人士担任,以提高项目经理素质,保证工程质量。

本书编委会依据全国二级建造师执业资格考试大纲和国家人事部与建设部颁布的《建造师执业资格制度暂行规定》(人发[2002]111号)编写了《二级建造师执业资格考试培训教材》。二级建造师执业资格考试大纲由综合科目考试大纲和专业科目考试大纲两个部分组成,其中综合科目考试大纲包括两个科目,即:《建设工程施工管理》和《建设工程法规及相关知识》。专业科目考试大纲为《专业工程管理与实务》。

本套培训教材包括《建设工程施工管理》、《建设工程法规及相关知识》、《房屋建筑工程管理与实务》、《公路工程管理与实务》、《市政工程管理与实务》、《装饰装修工程管理与实务》、《机电安装工程管理与实务》、《水利水电工程管理与实务》、《电力工程管理与实务》、《矿山工程管理与实务》共10册。本套培训教材既可作为全国二级建造师执业资格考试学习用书,也可供其他从事工程管理人员使用,以及大中专院校专业师生教学参考。

本套培训教材在编写过程中,得到了山东省建设厅执业资格注册中心的大力支持和指导;同时也得到了其他高等院校、同行专家的关心和帮助,在此一并致谢。

本套培训教材虽经过反复审核和修改,但仍难免存在不足之处,希望读者提出宝贵意见,以便进一步完善。

本书编委会

2005年6月

前 言

机电安装工程涵盖了机械设备工程、电气工程、电子工程、自动化仪表工程、建筑智能化工程、消防工程、电梯工程、管道工程、动力站工程、通风空调与洁净工程、环保工程、非标设备制造等,其施工活动包含安装、调试、竣工验收各个阶段。

本书根据《二级建造师执业资格考试大纲(机电安装工程专业)》的要求,阐述了从事机电安装工程项目管理所应具备的相关知识。内容包括机电安装工程施工技术基础知识与技术要点;机电安装工程施工管理专业知识;有关机电安装工程建设的法律、法规、规范、标准等。考虑到考生的实际工作任务繁重,难以广泛查阅相关的手册备考,本书尽量详尽地讲述重点知识点,同时突出了对机电安装工程项目施工管理的知识介绍和相关的法律、法规的掌握、运用,体现了对机电安装工程二级建造师的能力考核要求。

为便于考生的学习和查阅,本书章、节的编排与《二级建造师执业资格考试大纲(机电安装工程专业)》基本一致。本书内容丰富、知识点突出,便于考生理解和掌握,是考生必备的考试学习用书。本书可以作为机电安装工程项目施工承包的项目经理和管理人员的培训教材,也可以作为从事工程管理专业人员的参考书及中等专业学校相关专业的教学参考用书。

本书作者均为具有丰富经验的学者和教师。由李伟教授主审,宋世军主编,付光达、张瑞军副主编。编者有:机械部分 邢琳;电气、电子与建筑智能、消防部分 李伟、史国萍;通风空调与管道部分 张秀德;建筑给水排水部分 陈冬辰;施工管理部分 宋世军、张瑞军、赵文波。在编写过程中得到了李晓壮和彭凌等同志的帮助,在此深表谢意。

限于编者水平和时间短促,本书可能存在不足之处,殷切希望广大读者批评指正,以便进一步修改完善。

编 者

2005 年 7 月

目 录

第一篇 机电安装工程施工技术	(1)
第一章 机电安装工程施工技术基础知识	(1)
第一节 常用机械传动系统的主要类型	(1)
第二节 流体阻力及阻力损失	(11)
第三节 电路基本知识	(13)
第四节 常用材料的种类和适用范围	(14)
第二章 机械设备安装工程的施工要点	(25)
第一节 机械设备安装的施工程序	(25)
第二节 机械设备基础的检验要点及设备与基础的连接方法	(27)
第三节 设备试运转、性能试验和验收的条件	(31)
第三章 电气装置(35kV 及以下)安装工程的施工技术	(34)
第一节 电气工程的施工程序	(34)
第二节 高低压电气设备、低压电气器具、布线系统安装的施工	(38)
第三节 变配电所电气设备、布线系统、继电保护回路交接试验的基本要求	(41)
第四章 管道与锅炉安装工程的施工技术	(43)
第一节 管道工程的施工程序	(43)
第二节 管道系统试验的类别及其实施工要点	(54)
第三节 锅炉及配套设备的施工技术要点	(62)
第五章 通风、空调、洁净工程的施工技术	(70)
第一节 通风与空调工程的施工程序	(70)
第二节 通风与空调工程风管系统的施工技术要点	(71)
第三节 净化空调系统的施工技术要点	(75)
第六章 火灾自动报警及消防联动控制系统的施工技术	(77)
第一节 火灾自动报警及消防联动控制系统的施工要点	(77)
第二节 火灾自动报警及消防联动控制系统的验收要求	(80)
第七章 起重技术在机电安装工程中的应用	(82)
第一节 起重机械的分类及使用特点	(82)
第二节 吊装方法和吊具的选用原则	(84)
第八章 建筑智能化工程的施工技术	(87)
第一节 智能化系统的组成	(87)

第二节	典型智能化子系统安装和调试的基本要求	(88)
第九章	电梯安装工程的施工技术	(93)
第一节	电梯工程的施工程序	(93)
第二节	电梯施工安全技术措施要点和机电部件安装协调要点	(93)
第十章	焊接技术在机电安装工程中的应用	(95)
第一节	常用焊接方法的特点及其选用	(95)
第二节	焊接设备和焊接材料的选用	(97)
第三节	焊接工艺评定及焊接工艺程序的主要内容	(98)
第四节	焊接变形和焊接应力控制的主要方法	(100)
第十一章	防腐和绝热过程的施工技术	(102)
第一节	防腐结构的施工技术	(102)
第二节	绝热结构的施工技术	(108)
第十二章	环保工程的施工技术	(116)
第一节	工业污水处理工程的施工技术	(116)
第二节	噪声及降低噪声措施	(117)
第十三章	仪表安装工程的施工技术	(120)
第一节	仪表取源部件、盘、柜、箱的施工技术要点	(120)
第二节	仪表线路、管路的施工技术要点	(122)
第二篇	机电安装工程施工管理	(123)
第一章	工程项目投标与合同管理	(123)
第一节	工程项目投标	(123)
第二节	合同管理	(126)
第二章	机电安装工程施工进度计划的管理	(142)
第一节	单位工程施工程序的确定和施工阶段的划分	(142)
第二节	工程项目施工进度计划的编制	(144)
第三节	网络计划技术	(148)
第四节	单位工程施工进度计划的实施	(154)
第五节	施工月、旬作业计划的编制与实施	(156)
第三章	机电安装工程项目的成本管理	(161)
第一节	工程项目成本管理概述	(161)
第二节	工程项目成本控制方法	(163)
第三节	工程项目成本核算	(165)
第四节	单位工程项目成本计划的编制	(168)
第五节	单位工程项目成本计划的控制	(170)
第六节	单位工程项目成本的分析	(172)

第七节	施工方案的技术经济比较	(174)
第四章	机电安装工程的质量管理	(177)
第一节	质量管理概述	(177)
第二节	施工人员的控制	(178)
第三节	施工机具和检测器具的控制	(180)
第四节	工程材料的控制	(181)
第五节	施工方法和操作工艺的控制	(183)
第六节	施工环境的控制	(185)
第七节	典型工程的质量检验	(186)
第八节	常见质量通病的分析及预防措施	(188)
第九节	质量事故的调查与分析	(190)
第十节	质量事故处理报告的编制	(193)
第五章	机电安装工程施工安全管理	(196)
第一节	施工安全管理组织及安全管理责任制	(196)
第二节	施工危险源的辨识	(198)
第三节	施工安全技术措施的主要内容	(201)
第四节	施工机械的安全管理	(203)
第五节	临时用电的安全管理	(205)
第六节	施工安全事故的分析及其处理程序	(207)
第七节	伤亡事故发生时的应急措施	(210)
第六章	机电安装工程项目内部协调、外部协调和任务划分	(212)
第一节	工程项目内部协调、外部协调管理	(212)
第二节	施工任务的划分及交底	(213)
第七章	机电安装工程质量检验和质量问题处理	(216)
第一节	单位工程质量检验的主要依据和主要内容	(216)
第二节	质量问题处理的程序 and 基本要求	(218)
第八章	机电安装工程施工现场文明施工的管理	(221)
第一节	施工现场安全防护和标识	(221)
第二节	现场文明施工的措施	(223)
第九章	机电安装工程项目成本的构成和竣工结算	(225)
第一节	工程项目成本的构成	(225)
第二节	工程项目竣工结算的依据和程序	(226)
第十章	机电安装工程施工竣工验收和回访保修	(227)
第一节	竣工验收的依据和程序	(227)
第二节	工程回访和保修的管理要求	(228)

第三篇 机电安装工程法规及相关知识	(231)
第一章 机电安装工程法规	(231)
第一节 《特种设备安全监察条例》有关制造、安装、改造的许可制度和生产安全责任的 规定	(231)
第二节 《中华人民共和国计量法》有关计量器具使用和计量检定的规定	(234)
第二章 机电安装工程建设标准强制性条文相关知识	(237)
第一节 《建筑工程施工质量验收统一标准》(GB 50300—2001)强制性条文的有关 规定	(237)
第二节 《机械设备安装工程施工及验收通用规范》(GB 50231—98)强制性条文的有关 规定	(239)
第三节 《建筑电气工程施工质量验收规范》(GB 50303—2002)强制性条文的有关 规定	(240)
第四节 《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》(GB 50242—2002)强制性 条文的有关规定	(243)
第五节 《通风与空调工程施工质量验收规范》(GB 50243—2002)强制性条文的有关 规定	(247)
第六节 《智能建筑工程质量验收规范》(GB 50339—2003)强制性条文的有关 规定	(252)
第七节 《钢结构工程施工质量验收规范》(GB 50205—2001)强制性条文的有关 规定	(253)
考试样题	(257)
参考文献	(258)

第一篇 机电安装工程施工技术

第一章 机电安装工程施工技术基础知识

第一节 常用机械传动系统的主要类型

机器通常由原动机、工作机和传动系统三部分组成。传动系统是将原动机的运动和动力传递给工作机的中间装置,它是机器的重要组成部分。机械传动系统可用于传递平行轴、相交轴和交错轴间的运动和动力。机械传动系统除了能变换运动形式和速度外,还可将运动合成或分解,将一种运动变换成几种运动并分配给工作机构,使之获得所需要的运动形式和速度以达到预定的生产能力。

机械传动系统主要包括:常用机械传动,如齿轮传动、蜗杆传动、带传动、链传动、轮系等;常用传动零件,如轴、键、轴承、离合器、联轴器等;常用机构,如连杆机构和凸轮机构等。

1 常用机械传动的类型及特点

(1) 齿轮传动

齿轮传动是现代各种机械传动中应用最为广泛的一种传动。工程中常用的减速器,变速箱等,基本上都是采用齿轮传动。齿轮传动通过两轮轮齿的啮合来传递运动和动力。

1) 齿轮传动的类型:齿轮传动的类型很多,按照两齿轮轴的相对位置、齿向及啮合,齿轮传动可分类如下:

① 平面齿轮传动。平面齿轮传动用于两平行轴之间的传动,按齿向又可分为:直齿圆柱齿轮传动,斜齿圆柱齿轮和人字齿圆柱齿轮传动。按啮合情况又分为外啮合、内啮合、齿轮齿条传动。

② 空间齿轮传动。空间齿轮传动用于两相交轴或两交错轴之间的传动。有齿轮轴线相交的圆锥齿轮传动和齿轮轴线交错的斜齿轮(螺旋齿轮)传动等。

工程上应用最广泛的齿轮齿廓曲线为渐开线。渐开线标准齿轮的主要参数和基本尺寸的主要名称有:齿数、模数、压力角、分度圆、齿顶圆、齿根圆等。

2) 齿轮传动的主要特点:与其他机械传动相比,齿轮传动的主要特点是:

① 能保证恒定的传动比,因此传动平稳,这是齿轮传动获得广泛应用的主要原因之一。

② 传递功率和圆周速度范围广,功率可以从很小到几十万千瓦,圆周速度又可从很低到 300 m/s 。

③ 传动效率高,一对齿轮传动效率可达 $98\% \sim 99.5\%$ 。

④ 工作可靠,使用寿命长,结构紧凑。

⑤ 可实现平行轴,任意角相交轴和任意角交错轴之间的传动。

⑥ 制造和安装的精度要求较高,需要专门加工、测量设备,成本高。

⑦ 不宜用于远距离两轴间的传动。

(2) 蜗杆传动

蜗杆传动由蜗杆、蜗轮和机架组成。蜗杆的形状与螺杆相仿,一般作主动件。蜗轮的形状与斜齿圆柱齿轮相似。蜗杆传动用于传递空间两交错轴(一般交错角之和等于 90°)之间的运动和动力,如蜗杆减速器。

1) 蜗杆传动的特点:

① 传动比大,结构紧凑。一般在动力传动中,单级传动比 $i = 8 \sim 80$,在分度机构中, i 可达1000以上,故传动结构紧凑。

② 传动平稳、噪声小;由于蜗杆为连续的螺旋齿,它与蜗轮的啮合是连续的,故传动平稳性好,噪声小。

③ 可实现自锁。和螺旋副一样,当蜗杆导程角小于齿面间的当量摩擦角时,反行程自锁,即只能用蜗杆驱动蜗轮,而蜗轮不能驱动蜗杆。这种性能对于起重设备很有意义。

④ 滑动速度大,则摩擦损失大,发热量大,传动效率低。一般传动效率为 $0.7 \sim 0.8$,自锁时效率甚至低于 0.5 。为了减摩和耐磨,蜗轮常用青铜材料制造,因而成本较高。

2) 蜗杆传动的主要参数及基本尺寸:蜗杆传动的主要参数及基本尺寸有:模数、压力角、蜗杆头数、蜗轮齿数、直径系数、蜗杆分度圆导程角、传动比、蜗轮分度圆直径、中心距等。

3) 蜗杆传动的正确啮合条件:蜗杆传动的正确啮合条件是:蜗杆轴面模数和轴面压力角分别等于蜗轮的端面模数和端面压力角;蜗杆的分度圆导程角等于蜗轮的螺旋角,且蜗杆和蜗轮的旋向相同。

(3) 带传动

带传动是由主动带轮、从动带轮和紧套在带轮上的环形带及机架组成的。由于环形带紧套在带轮上,借助它们之间产生的摩擦力,当主动带轮回转时,通过传动带驱动从动轮转动,从而完成两轴间运动和动力的传递。

1) 带传动的传动特点及应用:

① 带是挠性体且具有良好的弹性,能缓和冲击、吸收振动,故带传动运转平稳、噪声小。

② 传动过载时,带会在小带轮上打滑,可防止其他零件的损坏,起到安全保护的作用。

③ 结构简单、制造方便、易损件(带)更换快、成本低廉、维护方便,适用于两轴中心距较大的场合。

④ 带与带轮工作面间存在弹性打滑,不能保证准确的传动比,且外廓尺寸较大。

⑤ 带传动因需张紧,故作用在轴和轴承上的力较大,传动效率较低,且不能应用于有易燃、易爆气体的场合。

2) 带传动的类型:按截面的形状分,带传动可分为平带、V带及多楔带、同步齿形带等。但目前工程上V带应用最广。

3) 带传动张紧、安装、维护:带传动在使用中要考虑带的张紧以保证带传动的工作压力;应按设计要求选取V带型号、长度和根数;新旧不同的V带不能混用;安装时,先将中心距缩小,带套在带轮上慢慢拉紧,不要硬撬,带装好后,调整带的张紧度。

4) V带的型号:V带已标准化。普通V带的截形分为Y、Z、A、B、C、D、E七种,窄V带的截形分为SPZ、SPA、SPB、SPC四种。

(4) 链传动

链传动是由装在平行轴上的主动链轮、从动链轮和绕在链轮上的环形链条组成,工作时,通过链条与链轮轮齿的啮合来传递运动和动力的。

1) 链传动的类型: 根据用途的不同,链传动分传动链、起重链和牵引链。传动链用于传递运动和动力、起重链用于起重机械中提升重物;牵引链用于链式输送机中移动重物。

传动链按结构分为滚子链和齿形链(无声链)。滚子链由内链板、外链板、销轴、套筒和滚子组成(见图 1-1a),应用较广泛。滚子链已标准化,分 A、B 两种系列,常用的是 A 系列。当传动大功率时,可采用双排链或多排链。

齿形链由许多齿形链板铰接而成(见图 1-1b),多用于高速或运动精度较高的传动装置中。

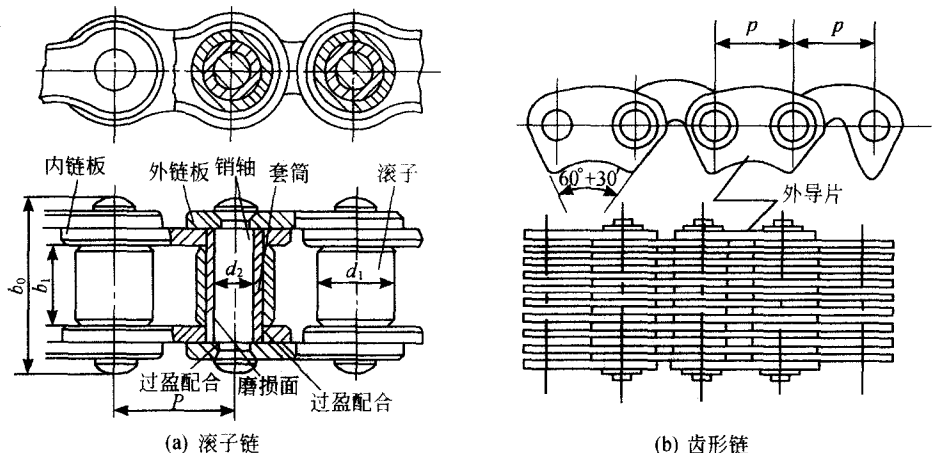


图 1-1 滚子链和齿形链

2) 滚子链的标记: 滚子链的标记为: 链号 ~ 排数 × 整链节数 标准编号

例如: 08A ~ 1 × 88 GB 1243.1 ~ 1983 表示: A 系列, 节距 12.7 mm, 单排, 88 节的滚子链。

3) 链传动的特点及应用: 链传动与其他传动类型相比,主要有以下特点:

① 链传动是具有中间挠性件的啮合传动,与带传动相比,无弹性滑动和打滑现象,故能保证准确的平均传动比,传动效率高,结构紧凑,传动功率大,张紧力较小。

② 与齿轮传动相比,结构简单,加工成本低,安装精度要求低,适用于较大中心距的传动,还能适用高温、多尘、油污等恶劣的工作环境。

③ 由于链条是由刚性链节组成,绕在链轮上以后形成折线,故链传动会出现“多边形效应”,从而使链条速度忽大忽小地周期性变化,并伴有链条的上下抖动,因此链传动的瞬时传动比不恒定,传动平稳性差,有冲击和噪声,亦不能用于变速和急速反向的场合。

链传动适用于两轴线平行且距离较远、瞬时传动比无严格要求、工作环境恶劣的场合,一般应用范围为: 传递的功率 $P \leq 100 \text{ kW}$; 链速 $v \leq 15 \text{ m/s}$; 传动比 $i \leq 7$; 中心距 $a \leq 5 \sim 6 \text{ m}$; 效率为 0.92 ~ 0.97。

4) 链传动的使用与维护: 为保证链传动正常、持久地工作,应当注意以下维护措施:

① 按链条速度和工作温度正确选择润滑油的牌号,并保证润滑。

② 为安全和防尘,链传动应装设防护罩。

③ 定期检查链轮轮齿和链条,及时更换已损坏的链节。若换修次数太多,应更换整根链条。

- ④ 注意检查接头链节处止锁零件(如弹簧卡)是否松脱。
- ⑤ 拆除链节时,须先把止锁零件取出,打下销轴时,应避免将其头部墩粗,使拆卸困难。
- ⑥ 运转过程中如果噪声太大,则可能是链轮不共面、松垂度不合适、润滑不良、链条或链轮磨损所致,应及时查明原因,并采取相应的措施。

(5) 轮系

由一系列相互啮合的齿轮而组成的传动系统称为轮系。轮系广泛应用于各种机械装置中。

1) 轮系的类型:

由齿轮轴线位置是否固定:

① 定轴轮系。轮系运转时,各齿轮轴线的位置相对于机架都固定不动,则该轮系称为定轴轮系,如图 1-2 所示的手动提升装置。

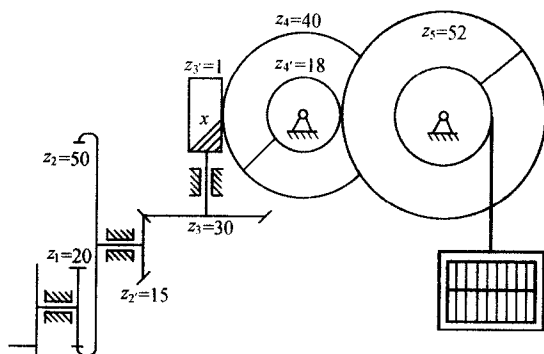


图 1-2 手动提升装置

② 周转轮系(行星轮系)。轮系运转时,至少有一个齿轮的几何轴线可绕另一齿轮的几何轴线转动,则该轮系称为周转轮系,如图 1-3 所示的手动葫芦。在周转轮系中,既能自转,又能公转的齿轮称为行星轮;与行星轮啮合的齿轮称太阳轮;支撑行星轮的构件称行星架(转臂或系杆),太阳轮与行星架绕同一轴线回转。

在建筑机械中,除了应用标准的行星减速器以外,对于如“调度绞车”(一种行星齿轮传动卷扬机)、混凝土振捣器、起重机和挖掘机的回转机构等都采用了行星齿轮传动。

③ 复合轮系。为定轴手动提升装置轮系和周转轮系或几个周转轮系的组合,如图 1-4 所示的建筑用绞车的行星轮减速器。

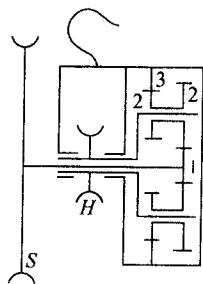


图 1-3 手动葫芦

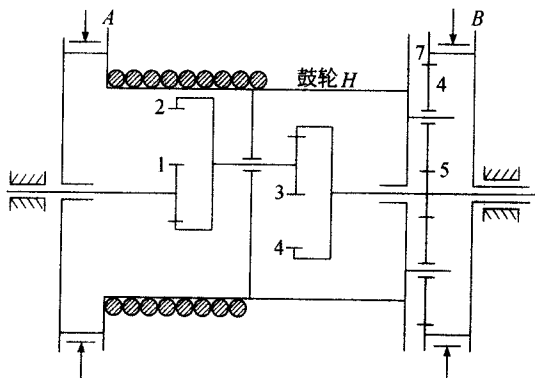


图 1-4 建筑用绞车

2) 轮系的功用: 轮系可以实现较远距离运动传递并保证结构紧凑;可实现大功率传动且结构紧凑;可以由一个主动轴带动若干个从动轴同时旋转,实现分路传动;可获得大的传动比,采用行星轮系,很少几个齿轮可得到很大的传动比;可在主动轴转向不变的条件下改变从动轴的转向,实现换向运动;可实现运动的合成或分解,如汽车差速器;可实现变速传动,如汽车变速箱。

(6) 螺旋传动

螺旋传动是利用螺杆和螺母来传递运动和动力的,它可将回转运动变为直线运动,如车床丝杠传动、螺旋压力机、螺旋千斤顶和螺旋升降机。

螺旋传动按用途可分为: 传力螺旋、传导螺旋和调整螺旋。

螺旋传动的特点: 能获得很大的减速比且具有增力特性;可实现自锁性,以保证安全工作,但机械效率较低。

2 传动件的主要类型和特点

在机械设备中,轴、键、联轴节和离合器是最常见的传动件,用于支承、固定旋转零件和传递扭矩。

(1) 轴

轴是机器中的重要零件之一,用于支承旋转的机械零件,如齿轮、带轮等,以传递运动和动力。

1) 轴的类型及应用: 按承受载荷的不同轴可分为转轴、传动轴和心轴。转轴既传递扭矩又承受弯矩,如齿轮减速器中的轴;传动轴只传递扭矩而不承受弯矩或弯矩很小,如汽车的传动轴;心轴则只承受弯矩而不传递扭矩,如自行车的前轴。

轴按轴线的形状不同,分为直轴、曲轴、挠性轴。直轴的轴线是一条直线,在工程中,大多数的轴是直轴;曲轴的轴线不是一条直线,常用于往复式机械设备中,将旋转运动转换成往复运动,或将往复运动转换成旋转运动,如活塞式压缩机的主轴和汽车发动机的主轴;挠性钢丝轴是由几层紧贴在—起的钢丝层构成,可以把转矩和旋转运动灵活地传到任何位置,如混凝土振捣器。

2) 轴的材料: 轴的材料通常采用碳素钢和合金钢,碳素钢比合金钢价廉,对应力集中的敏感性小,机械性能也较好,所以应用较为广泛。

常用的碳素钢为 30、35、40、45、50 号钢,为了提高轴的机械性能,应进行调质或正火处理。对于不重要或受力较小的轴,可用 Q235、Q275 等普通碳素结构钢。对于有特殊要求的轴,常采用合金钢。

3) 轴的结构设计要求: 轴的结构应满足制造与安装要求、轴上零件的定位与固定、改善轴的受力状况以及减小应力集中等要求。

轴的结构设计: 根据轴上零件的安装、定位以及轴的制造工艺等方面的要求,合理地确定轴的结构形式和尺寸。

4) 轴的工作能力计算: 轴的强度计算: 多数情况下轴的工作能力主要取决于轴的强度。这时只需对轴进行强度计算(静强度和疲劳强度),以防止断裂或塑性变形。

轴的刚度计算: 对刚度要求高的轴(如车床主轴)和受力大的细长轴,还应进行刚度计

算,以防止工作时产生过大的弹性变形而影响机器的工作。轴的刚度分为弯曲刚度和扭转刚度,前者以挠度或偏角来度量,后者以扭转角来度量。轴的刚度计算通常是计算轴受载时的变形量是否小于允许值。因此,轴的刚度计算包括“轴的弯曲变形计算”和“轴的扭转变形计算”两项。

轴的稳定性计算:对高速运转的轴,还应进行振动稳定性计算,以防止发生共振而产生破坏。

(2) 键

键主要用来实现轴和轴上零件之间的周向固定以传递扭矩,如减速器中齿轮与轴的联结。有些键还可实现轴上零件的轴向固定或轴向移动。

键分为平键、半圆键、楔向键、切向键和花键等。

平键的两侧是工作面,靠挤压传递扭矩,上表面与轮毂槽底之间留有间隙。其定心性能好,装拆方便。常用的平键有普通平键和导向平键两种。

半圆键也是以两侧为工作面,有良好的定心性能。半圆键可在轴槽中摆动以适应毂槽底面,但键槽对轴的削弱较大,只适用于轻载联接。

楔向键的上下表面是工作面,键的上表面有 1:100 的斜度,轮毂键槽的底面也有 1:100 的斜度。把楔向键打入轴和毂槽内时,其表面产生很大的预紧力,工作时主要靠摩擦力传递扭矩,并能承受单方向的轴向力。其缺点是会迫使轴和轮毂产生偏心,仅适用于对定心精度要求不高、载荷平稳和低速的联接。楔向键又分为普通楔键和钩头楔键两种。

切向键是由一对楔向键组成,能传递很大的扭矩,常用于重型机械设备中。

花键是在轴和轮毂孔周向均布多个键齿构成的,称为花键联接。它适用于定心精度要求高、载荷大和经常滑移的联接,如变速器中,滑移齿轮与轴的联接。按齿形不同,花键连接可分为矩形花键和渐开线花键。

(3) 联轴器、离合器

联轴器和离合器主要用于轴与轴之间的联接,使其一起回转并传递转矩。用联轴器联接的两根轴,只有在机器停止工作后,经过拆卸才能把它们分离;如汽轮机与发电机的联接。用离合器联接的两根轴在机器工作中就能方便地使它们分离或接合,通常用作操纵机械传动系统的启动、停止、换向及变速。如汽车中发动机与变速器的联接。

1) 联轴器的类型及应用: 联轴器分刚性和弹性两大类。

刚性联轴器由刚性传力件组成,分为固定式和可移动式两类。固定式刚性联轴器不能补偿两轴的相对位移,凸缘联轴器是刚性联轴器中应用最广泛的一种。这种联轴器是把两个带有凸缘的半联轴器用键分别与两轴端联接,然后用螺栓把两个半联轴器联成一体,以传递运动和转矩(图 1-5)。这种联轴器具有两种主要的结构形式:图 1-5a 是普通的凸缘联轴器,通常是靠铰制孔螺栓联结实现两轴的对中,靠螺栓承受挤压与剪切来传递转矩。当要求两轴分离时,只需要卸下螺栓即可,不用移动轴,装拆简便。图 1-5b 是有对中榫的凸缘联轴器,靠一个半联轴器上的凸肩与另一个半联轴器上的凹槽相配合而对中。联接两个半联轴器的螺栓为普通螺栓,此时螺杆与钉孔壁间存在着间隙,转矩靠两半联轴器结合面的摩擦来传递。

可移动式刚性联轴器能补偿两轴的相对位移。

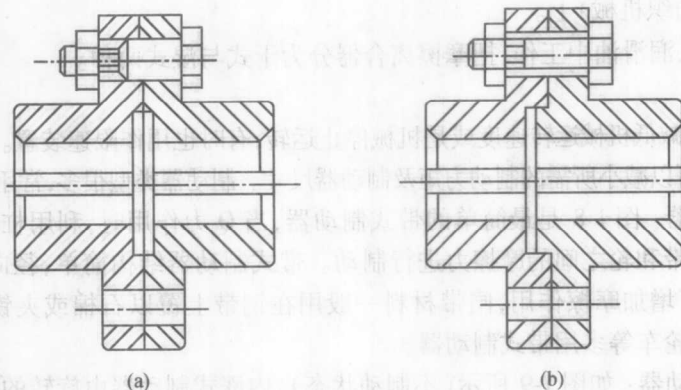


图 1-5 凸缘联轴器

如图 1-6 所示的十字滑块联轴器。因中间盘上的两榫可在两半联轴器的相互垂直的凹槽中滑动,因而运转时可补偿两轴间的径向偏移,此时主动轴与从动轴的角速度相等,但中间盘会产生很大的离心力,从而增大动载荷及磨损。这种联轴器结构简单,径向尺寸小,能补偿轴的径向偏移和角偏移;但不耐冲击,易于磨损,适用于转速 $n < 250 \text{ r/min}$,轴的刚度较大,无剧烈冲击,两轴线的径向偏移量 $y \leq 0.04 d$ (d ——轴径,mm)和角偏移在 $30'$ 以下的情况。

再如图 1-7 所示的双万向联轴器(又名十字铰链联轴器),它由两个叉形接头 1、3,一个十字形接头 2 和一些轴销组成。为了保证双万向节的传动比恒等于 1,中间十字形接头两端的叉面应在同一平面内。

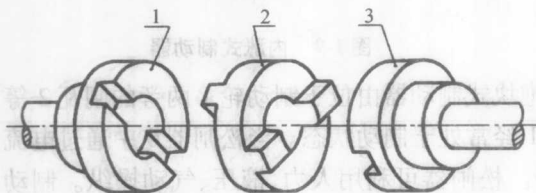


图 1-6 十字滑块联轴器

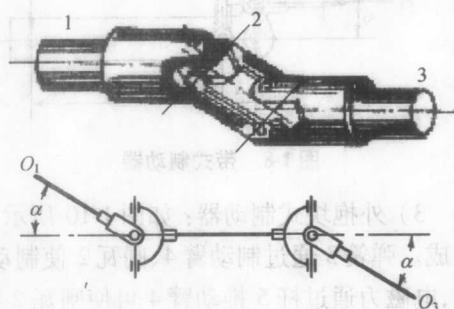


图 1-7 双万向节联轴器

弹性联轴器包含弹性元件,所以不仅可以补偿两轴线的位移和角位移,还有吸振和缓冲的能力。常用的弹性元件材料有钢、橡胶和尼龙及夹布胶木等。常用的弹性联轴器有弹性套柱销联轴器、弹性柱销联轴器等。

2) 离合器类型及应用: 离合器主要分牙嵌式和摩擦式两类,此外,还有电磁离合器和自动离合器等。

牙嵌式离合器是靠牙的相互嵌合来传递运动和转矩的。结构简单、紧凑,结合时两半离合器间没有相对滑动,但只能在两轴不回转或两轴转速差很小时进行接合,以免牙齿因受撞击而折断。

摩擦离合器是在主动摩擦盘转动时,通过压紧主、从动盘接触面而产生的摩擦力来传递运动和转矩的,有单盘式和多盘式两种。

单圆盘摩擦离合器结构简单,但径向尺寸大,而且只能传递不大的转矩,常用于轻型机