

普通高等院校“十二五”规划教材

普通高等院校“十一五”规划教材

普通高等院校机械类精品教材



顾 问 杨叔子 李培根

机械设计基础课程设计

JIXIE SHEJI JICHU KECHENG SHEJI

(第二版)

贾北平 韩贤武 主 编



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>

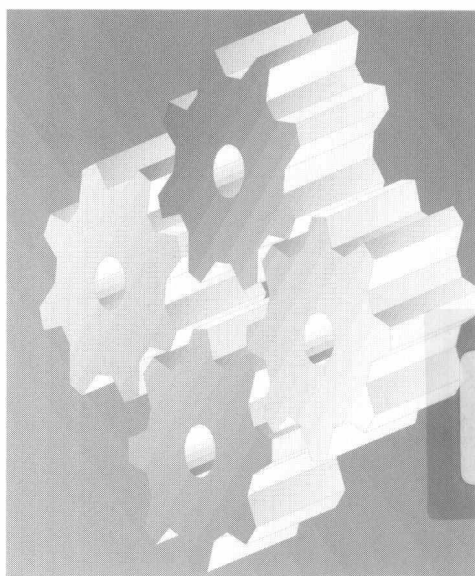


普通高等院校“十二五”规划教材
普通高等院校“十一五”规划教材
普通高等院校机械类精品教材

顾问 杨叔子 李培根

机械设计基础课程设计

(第二版)



主 审 杨晓兰
主 编 贾北平 韩贤武
副主编 倪素环 徐 颖
曹丽娟 王静平
张世艺



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

中国·武汉

内 容 提 要

本书是根据教育部制定的高等工业学校《机械设计课程教学要求》和《机械设计基础课程教学基本要求》编写而成的。

本书以介绍减速器设计为主,主要包括传动装置的总体设计、传动零件的设计计算、装配图设计的三个阶段,零件工作图设计、技术文件的编写等机械设计过程,并以一、二级齿轮减速器和蜗杆减速器为例,较为详细地介绍了设计步骤及设计规范。本书还附有设计参考题目、参考图例、装配图常见错误示例及说明、常用的设计资料。

本书可供高等工业学校本科近机类及非机类各相关专业进行机械设计基础课程设计时使用,也可供有关专业技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础课程设计(第二版)/贾北平 韩贤武 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2012.10
ISBN 978-7-5609-8309-7

I. 机… II. ①贾… ②韩… III. 机械设计-课程设计-高等学校-教材 IV. TH122-41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 188720 号

机械设计基础课程设计(第二版)

贾北平 韩贤武 主编

策划编辑:俞道凯

责任编辑:刘 飞

封面设计:李 嫒

责任校对:朱 霞

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321915

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:华中科技大学印刷厂

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:9.25 插页:2

字 数:240千字

版 次:2012年10月第2版第1次印刷

定 价:19.80元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

普通高等院校“十二五”规划教材

普通高等院校“十一五”规划教材

普通高等院校机械类精品教材

编审委员会

顾 问：杨叔子 华中科技大学

李培根 华中科技大学

总主编：吴昌林 华中科技大学

委 员：（按姓氏拼音顺序排列）

崔洪斌 河北科技大学

冯 浩 景德镇陶瓷学院

高为国 湖南工程学院

郭钟宁 广东工业大学

韩建海 河南科技大学

孔建益 武汉科技大学

李光布 上海师范大学

李 军 重庆交通大学

黎秋萍 华中科技大学出版社

刘成俊 重庆科技学院

柳舟通 湖北理工学院

卢道华 江苏科技大学

鲁屏宇 江南大学

梅顺齐 武汉纺织大学

孟 逵 河南工业大学

芮执元 兰州理工大学

汪建新 内蒙古科技大学

王生泽 东华大学

闫占辉 长春工程学院

杨振中 华北水利水电学院

尹明富 天津工业大学

张 华 南昌大学

张建钢 武汉纺织大学

赵大兴 湖北工业大学

赵天婵 江汉大学

赵雪松 安徽工程大学

郑清春 天津理工大学

周广林 黑龙江科技学院

序

“爆竹一声除旧，桃符万户更新。”在新年伊始，春节伊始，“十一五规划”伊始，来为“普通高等院校机械类精品教材”这套丛书写这个“序”，我感到很有意义。

近十年来，我国高等教育取得了历史性的突破，实现了跨越式的发展，毛入学率由低于10%达到了高于20%，高等教育由精英教育而跨入了大众化教育。显然，教育观念必须与时俱进而更新，教育质量观也必须与时俱进而改变，从而教育模式也必须与时俱进而多样化。

以国家需求与社会发展为导向，走多样化人才培养之路是今后高等教育教学改革的一项重要任务。在前几年，教育部高等学校机械学科教学指导委员会对全国高校机械专业提出了机械专业人才培养模式的多样化原则，各有关高校的机械专业都在积极探索适应国家需求与社会发展的办学途径，有的已制定了新的人才培养计划，有的正在考虑深刻变革的培养方案，人才培养模式已呈现百花齐放、各得其所的繁荣局面。精英教育时代规划教材、一致模式、雷同要求的一统天下的局面，显然无法适应大众化教育形势的发展。事实上，多年来许多普通院校采用规划教材就十分勉强，而又苦于无合适教材可用。

“百年大计，教育为本；教育大计，教师为本；教师大计，教学为本；教学大计，教材为本。”有好的教材，就有章可循，有规可依，有鉴可借，有道可走。师资、设备、资料（首先是教材）是高校的三大教学基本建设。

“山不在高，有仙则名。水不在深，有龙则灵。”教材不在厚薄，内容不在深浅，能切合学生培养目标，能抓住学生应掌握的要言，能做到彼此呼应、相互配套，就行，此即教材要精、课程要精，能精则名、能精则灵、能精则行。

华中科技大学出版社主动邀请了一大批专家，联合了全国几十个应用型机械专业，在全国高校机械学科教学指导委员会的指导下，保证了当前形势下机械学科教学改革的发展方向，交流了各校的教改经验与教材建设计划，确定了一批面向普通高等院校机械学科精品课程的教材编写计划。特别要提出的，教育质量观、教材质量观必须随高等教育大众

化而更新。大众化、多样化决不是降低质量,而是要面向、适应与满足人才市场的多样化需求,面向、符合、激活学生个性与能力的多样化特点。“和而不同”,才能生动活泼地繁荣与发展。脱离市场实际的、脱离学生实际的一刀切的质量不仅不是“万应灵丹”,而是“千篇一律”的桎梏。正因为如此,为了真正确保高等教育大众化时代的教学质量,教育主管部门正在对高校进行教学质量评估,各高校正在积极进行教材建设、特别是精品课程、精品教材建设。也因为如此,华中科技大学出版社组织出版普通高等院校应用型机械学科的精品教材,可谓正得其时。

我感谢参与这批精品教材编写的专家们!我感谢出版这批精品教材的华中科技大学出版社的有关同志!我感谢关心、支持与帮助这批精品教材编写与出版的单位与同志们!我深信编写者与出版者一定会同使用者沟通,听取他们的意见与建议,不断提高教材的水平!

特为之序。

中国科学院院士
教育部高等学校机械学科指导委员会主任

杨红子

2006.1

前 言

“机械设计基础”是大学近机类及非机类相关专业的一门重要专业基础课程,而“机械设计基础课程设计”是该课程重要的一个实践教学环节。只有通过“机械设计基础课程设计”的实际训练,才能使学生在机械设计方面的基本能力和分析解决工程实际问题的能力得到锻炼和提高,从而真正达到教育部特别强调的高校要“注重能力的培养,着力提高大学生的学习能力、实践能力和创新能力”的要求。本书正是继“机械设计基础”理论课程之后,为学生进行课程设计实践训练环节而编制的配套教材。

本书可与《机械设计基础》教材配套使用,因此本着“少而精,突出重点,强调实用”的原则,避免与教材内容重复,注重简明实用。在设计资料的选用上力求贯彻最新标准,尽量采用国家最新标准。本书以机械传动装置设计和装配图设计为重点,较为详尽地介绍了整个设计过程的设计步骤。对学生从接受设计任务到最后完成答辩的全过程进行了具体说明,具有较强的指导性和实用性。

参加本书编写的有:重庆科技学院贾北平(第1、2章)、重庆科技学院韩贤武(第3章,附录A、B)、大连海洋大学曹丽娟(第4章,附录C)、西北工业大学王静平(第5章、附录H、I)、重庆交通大学张世艺(第6章,附录E、F)、上海师范大学徐颖(第7章、附录G)、河北科技大学倪素环(第8章、附录D)。参加编写工作的还有重庆科技学院杨晓兰、斯建钢等。全书由贾北平、韩贤武担任主编,杨晓兰担任主审。

编者恳请广大读者在使用过程中,对本书的错误和欠妥之处予以批评指正。对本书的宝贵意见请寄至重庆科技学院机械基础教学与实验中心,收件人韩贤武,邮编:401331。

编 者
2012年8月

目 录

第 1 章 概述	(1)
1.1 课程设计的目的	(1)
1.2 课程设计的内容及任务	(1)
1.3 课程设计的一般步骤	(1)
1.4 课程设计中应注意的问题	(2)
第 2 章 传动装置的总体设计	(3)
2.1 传动装置的组成方案及特点分析	(3)
2.2 电动机的选择	(6)
2.3 总传动比计算和各级传动比的分配	(8)
2.4 传动装置的运动和动力参数计算	(9)
第 3 章 传动零件的设计计算	(14)
3.1 减速器箱体外传动零件设计	(14)
3.2 减速器箱体内传动零件设计计算	(15)
第 4 章 装配图设计的第一阶段	(17)
4.1 装配图的设计准备	(17)
4.2 减速器的结构尺寸	(18)
4.3 减速器装配图设计的第一阶段	(22)
4.4 轴、滚动轴承及键连接校核计算	(36)
第 5 章 装配图设计的第二阶段	(37)
5.1 传动零件的结构设计	(37)
5.2 滚动轴承的润滑与密封	(41)
第 6 章 装配图设计的第三阶段	(45)
6.1 箱体结构设计	(45)
6.2 减速器附件设计	(48)
6.3 完成装配图	(53)
第 7 章 零件工作图设计	(59)
7.1 零件工作图的内容	(59)
7.2 轴零件工作图设计要点	(59)
7.3 齿轮零件工作图设计要点	(63)
7.4 带轮零件工作图设计要点	(67)
第 8 章 编写设计计算说明书	(69)
8.1 设计计算说明书主要内容	(69)
8.2 设计计算说明书书写格式	(69)
8.3 准备答辩	(69)

第9章 课程设计参考题目及图例	(71)
9.1 课程设计参考题目	(71)
9.2 课程设计参考图例	(74)
附录	(85)
附录 A 一般标准与规范	(85)
附录 B 电动机	(92)
附录 C 联轴器	(94)
附录 D 螺纹	(105)
附录 E 键连接	(112)
附录 F 销连接	(114)
附录 G 滚动轴承	(117)
附录 H 润滑剂	(134)
附录 I 密封件	(137)
参考文献	(142)

第 1 章 概 述

1.1 课程设计的目的

课程设计是机械设计基础课程的重要实践环节,是对学生进行的一次较为全面的机械设计训练,其主要目的是:

- ① 培养学生综合运用本课程及其他先修课程的有关知识,进行简单的机械设计,进一步巩固、深化、扩展有关机械设计方面的理论知识;
- ② 培养学生分析和解决工程实际问题的能力,掌握机械零件、机械传动装置以及简单机械的一般设计方法和步骤,熟悉有关标准和规范;
- ③ 提高学生在计算、绘图、计算机辅助设计、运用设计资料(手册、图册)等方面的能力。

1.2 课程设计的内容及任务

课程设计一般选择本课程学过的部分通用零件所组成的机械传动装置或以简单机械为设计对象。目前,多采用以齿轮减速器为主的机械传动装置为设计题目,设计的主要内容一般有以下几个方面:

- ① 拟订、分析传动装置的设计方案;
- ② 选择电动机,计算传动装置的运动和动力参数;
- ③ 进行传动装置的设计计算,校核轴、轴承、联轴器、键等;
- ④ 绘制减速器装配图、零件工作图;
- ⑤ 编写设计说明书。

课程设计要求完成以下任务:

- ① 减速器装配图 1 张(用 A1 或 A2 图纸绘制);
- ② 零件工作图 2~3 张;
- ③ 设计计算说明书 1 份。

1.3 课程设计的一般步骤

课程设计一般可按以下步骤进行。

(1) 设计准备。

- ① 认真阅读任务书,明确设计内容和任务要求;
- ② 熟悉有关设计资料(手册、图册);
- ③ 观看录像、参观实物或模型,进行减速器拆装实验,了解设计对象的结构和制造特点。

(2) 传动装置总体设计。

- ① 拟订传动方案;
- ② 选择电动机;

- ③ 计算传动装置的总传动比并分配各级传动比;
- ④ 计算各轴的转速、功率和转矩。
- (3) 传动零件的设计计算。
 - ① 计算齿轮(或蜗杆)传动、带传动、链传动的主要参数和几何尺寸;
 - ② 计算各传动件上的作用力。
- (4) 绘制装配图。
 - ① 确定减速器结构方案;
 - ② 绘制减速器装配草图,并进行轴、轴上零件和轴承组合的结构设计;
 - ③ 校核轴的强度、轴承的寿命、键的强度;
 - ④ 设计减速器附件;
 - ⑤ 画正式装配图底线,标注尺寸,填写明细栏;
 - ⑥ 加深线条,编写技术要求和减速器特性表等。
- (5) 绘制零件工作图。
- (6) 编写设计计算说明书。
- (7) 答辩。

1.4 课程设计中应注意的问题

在课程设计中应注意以下几点。

(1) 注意正确使用标准和规范。在设计中应严格遵守并尽量采用国家标准、部颁标准、行业标准和规范。标准与规范是评价设计质量的指标之一。对于非标准的数据,也应尽量圆整成标准数列或选用优先数列。

(2) 认真设计草图是提高设计质量的关键。由于草图是正式图的依据,所以草图也应该按正式图的比例绘制,在画草图过程中应注意各零件间的相对位置,有些细部结构可以先用简化画法画出。

(3) 设计过程中应注意检查核对计算数据与实际绘图的一致性。设计过程是一个边设计、边计算、边修改的过程,应经常进行自查和互查。发现错误应及时修改,以免造成大的返工。

(4) 注意设计数据的记录和整理。数据是设计的依据,应及时记录和整理好计算数据,以供下一步设计及编写设计说明书之用。

(5) 处理好参考资料和创新的关系。任何设计都不可能凭空设想而不依靠任何资料,因此,充分利用各种资料,既是加快设计进度、提高设计质量的重要保证,也是设计能力的重要体现。任何新的设计任务,都是根据特定的设计要求和具体工作条件提出来的,所以必须针对具体情况进行分析,将参考已有资料与创新设计两者很好地结合,才能使设计质量和设计能力得到提高。

第 2 章 传动装置的总体设计

传动装置是用来传递运动和动力、变换运动形式,以实现工作机预定的工作要求的装置,是机器重要的组成部分。实践证明,机器的工作性能、质量及成本在很大程度上取决于传动装置设计的合理性,所以传动装置的合理设计是一个十分重要的问题。

机械传动装置总体设计包括确定传动方案、选择电动机型号、计算总传动比、合理分配各级传动比及其计算传动装置的运动和动力参数等,为设计各级传动件作准备。

2.1 传动装置的组成方案及特点分析

如图 2-1 所示为电动绞车机构简图。电动绞车主要由原动机(电动机 1)、传动装置(减速器 3)和工作机(卷筒 5)三部分组成,各部分通过联轴器 2、4 连接起来。为实现工作机预定的功能要求,可以有不同的传动方案。合理的传动方案除应满足工作机的功能要求、工作可靠性和适应客观条件外,还应力求使工作机结构简单、尺寸紧凑、加工方便、成本低廉、传动效率高和使用维修方便等。要同时满足这些要求往往是很难的,因此在设计时应优先保证重点要求。图 2-2 所示为带式运输机的四种传动方案,下面分别对它们进行简要分析和比较。

方案一,如图 2-2(a)所示,第一级为带传动,第二级为一级圆柱齿轮减速器。带传动能缓冲、吸振,过载时有安全保护作用,因此这种方案得到了广泛应用。但带传动在结构上的宽度和长度尺寸都较大,且不适用于大功率的机械传动和恶劣的工作环境。

方案二,如图 2-2(b)所示,电动机直接与圆柱齿轮减速器相连接,此减速器宽度尺寸较大,但由于圆柱齿轮易于制造、传动准确,因而应用较广。

方案三,如图 2-2(c)所示,电动机直接接在蜗杆减速器上,该结构最紧凑,但蜗杆传动效率低,功率损失大,且成本较高。

方案四,如图 2-2(d)所示,电动机直接与圆锥-圆柱齿轮减速器相连接,该结构的宽度尺寸比方案二的小,但圆锥齿轮加工比圆柱齿轮困难。

以上四种传动形式各有所长,设计时应根据不同的性能要求和工作特点,选取合理的传动方案。

在分析传动方案时,应根据常用机械传动方式的特点及其在布局上的要求,注意考虑以下几点。

- ① 带传动平稳性好,能缓冲吸振,但承载能力小,宜布置在高速级。
- ② 链传动平稳性差,且有冲击、振动,宜布置在低速级。
- ③ 圆锥齿轮越大加工越困难,斜齿传动的平稳性较好,因此都宜放在高速级。
- ④ 蜗杆传动能实现大的传动比,传动平稳,但效率低、成本高。当放在高速级时,蜗轮材

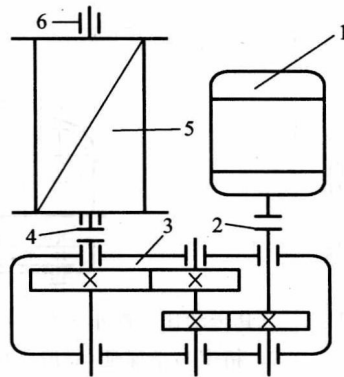


图 2-1 电动绞车机构简图

1—电动机;2、4—联轴器;
3—减速器;5—卷筒;6—轴承

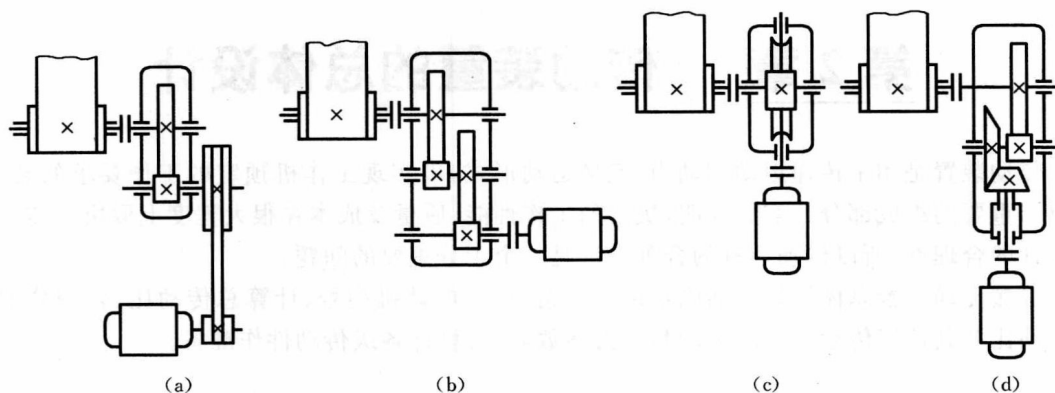


图 2-2 带式运输机的四种传动方案

料应选用锡青铜；布置在低速级时可采用铝铁青铜或灰铸铁。

⑤ 开式齿轮传动的工作条件较差，润滑条件不好，磨损严重，应布置在低速级。

⑥ 为简化传动系统，一般总是将改变运动形式的机构（如连杆机构、凸轮机构等）布置在传动系统的末端。

常用减速器的主要类型和特点见表 2-1，常用传动机构的性能及适用范围见表 2-2。

表 2-1 常用减速器的主要类型和特点

类型	简图及特点
一级圆柱齿轮减速器	水平轴 立轴 其传动比一般小于 5。可用直齿、斜齿或人字齿齿轮，传递功率可达数万千瓦，效率较高。工艺简单，精度易于保证，一般工厂均能制造，应用广泛。轴线水平布置、上下布置或铅垂布置
二级圆柱齿轮减速器	展开式 分流式 同轴式 其传动比一般为 8~40，用斜齿、直齿或人字齿齿轮。结构简单，应用广泛。展开式由于齿轮相对于轴承为不对称布置，因而沿齿向载荷分布不均，要求轴有较大刚度。分流式则齿轮相对于轴承对称布置，常用于较大功率、变载荷场合。同轴式减速器长度方向尺寸较小，但轴向尺寸较大，中间轴较长，刚度较差，两级大齿轮直径接近，有利于浸油润滑。轴线可以水平、上下或铅垂布置

续表

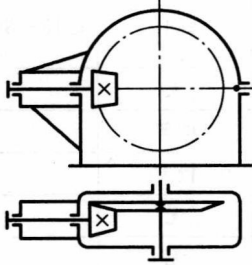
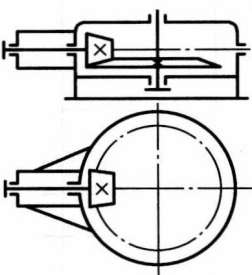
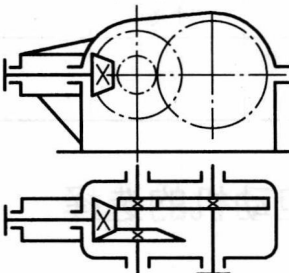
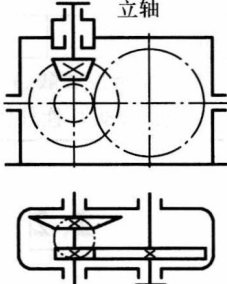
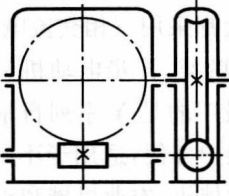
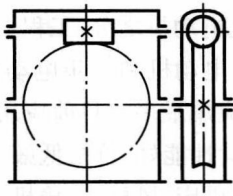
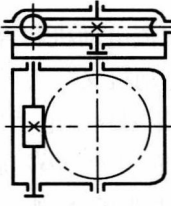
类型	简图及特点
一级圆锥齿轮减速器	水平轴  立轴  其传动比一般小于3,用直齿、斜齿或曲齿齿轮
二级圆锥圆柱齿轮减速器	水平轴  立轴  锥齿轮应布置在高速级,使其直径不致过大,便于加工
一级蜗杆减速器	蜗杆下置式  蜗杆上置式  立轴  结构简单,尺寸紧凑,但效率较低,适用于载荷较小、间歇工作的场合。蜗杆圆周速度 $v \leq 4 \sim 5$ m/s 时用蜗杆下置式, $v > 4 \sim 5$ m/s 时用蜗杆上置式,采用立轴布置时密封条件要求高

表 2-2 常用传动机构的性能及适用范围

选用指标		传动机构					
		平带传动	V带传动	链传动	齿轮传动		蜗杆传动
功率(常用值)/kW		小(≤ 20)	中(≤ 100)	中(≤ 100)	大(最大达 50000)		小(≤ 50)
单级传动比	常用值	2~4	2~4	2~5	圆柱 3~5	圆锥 2~3	10~40
	最大值	5	7	6	8	5	80
传动效率		查表 2-3					

续表

选用指标	传动机构				
	平带传动	V带传动	链传动	齿轮传动	
许用的线速度/(m/s) (一般精度等级)	≤ 25	$\leq 25 \sim 30$	≤ 40	$\leq 15 \sim 30$	$\leq 5 \sim 15$
外廓尺寸	大	大	大	小	
传动精度	低	低	中等	高	
工作平稳性	好	好	较差	一般	
自锁能力	无	无	无	无	
过载保护作用	有	有	无	无	
使用寿命	短	短	中等	长	
缓冲吸振能力	好	好	中等	差	
要求制造及安装精度	低	低	中等	高	
要求润滑条件	不需	不需	中等	高	
环境适应性	不能接触酸、碱、油类物质以及爆炸性气体		好	一般	

2.2 电动机的选择

电动机已经标准化、系列化,设计时只需根据工作载荷、工作机的特性和工作环境等条件,选择电动机的类型、结构形式、容量(功率)和转速,并在产品目录中查出其型号及有关尺寸。

2.2.1 电动机类型的选择

电动机有交流电动机和直流电动机之分,工程上大都采用三相交流电,因此一般都采用交流电动机。交流电动机又分为异步电动机和同步电动机两类,异步电动机又分为笼型和绕线型两种,其中以普通笼型异步电动机应用最多。目前应用最广的是Y系列自扇冷式笼型三相异步电动机,它结构简单,工作可靠,启动性能好,价格低廉,维护方便,适用于不易燃、不易爆、无腐蚀性气体、无特殊要求的场合,如用在机床、风机、运输机、搅拌机、农业机械和食品机械等中。

2.2.2 电动机功率的确定

在连续运转的条件下,电动机发热不超过许可温升的最大功率称为额定功率。当负荷达到额定功率时的电动机转速称为满载转速。电动机的铭牌上都标有额定功率和满载转速。Y系列电动机的结构及技术数据可查阅有关机械设计手册或电动机产品目录。

电动机功率的大小应根据工作机所需功率的大小和中间传动装置的效率以及机器的工作条件等因素来确定。如所选电动机功率小于工作要求功率,则不能保证工作机正常工作,且电动机在长期过载下工作易过早损坏;如所选电动机功率过大,电动机由于不能满载运行,功率因素和效率较低,将使能量得不到充分利用而造成浪费。因此,在设计中一定要选择合适的电动机功率。

课程设计一般选择长期连续运转,载荷不变或很少变化的机械为设计对象。确定电动机

功率的原则是,电动机的额定功率 P_{ed} 应是工作机要求的功率 P_d 的 $1 \sim 1.3$ 倍,即 $P_{ed} \geq (1 \sim 1.3)P_d$,这样,电动机在工作时就不会过热,因此,一般情况下可以不校验电动机的转矩和发热量。

如图 2-3 所示的带式运输机,其工作机所需要的电动机输出功率为

$$P_d = \frac{P_w}{\eta} \quad (2-1)$$

式中: P_w 为工作机所需输入功率,单位为 kW; η 为电动机至工作机之间的总效率。

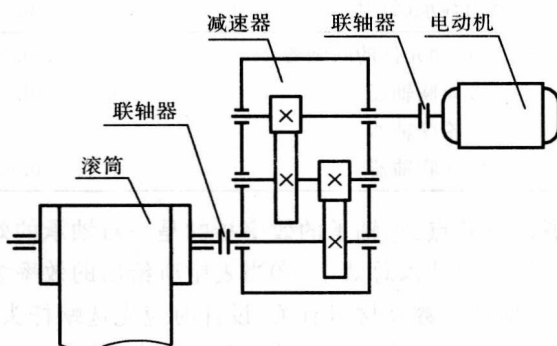


图 2-3 带式运输机传动简图

工作机所需功率 P_w 由机器的工作阻力和运动参数(线速度或转速)求得,可由设计任务书给定的工作机参数(F 、 v 或 T 、 n)按下式计算:

$$P_w = \frac{Fv}{1000\eta_w} = \frac{F}{1000\eta_w} \times \frac{\pi D n_w}{60 \times 1000} \quad (2-2)$$

或

$$P_w = \frac{T n_w}{9550\eta_w} \quad (2-3)$$

式中: F 为工作机的工作阻力,单位为 N; v 为工作机滚筒的线速度,单位为 m/s; D 为工作机滚筒的直径,单位为 mm; n_w 为工作机滚筒的转速,单位为 r/min; T 为工作机的阻力矩,单位为 N·m; η_w 为工作机的效率,对于滚筒,一般取 $\eta_w = 0.96$ 。

由电动机至工作机的总效率 η 为

$$\eta = \eta_1 \eta_2 \eta_3 \cdots \eta_n \quad (2-4)$$

式中: $\eta_1, \eta_2, \eta_3, \cdots, \eta_n$ 分别为传动装置中各传动副(如齿轮、蜗杆、带或链等)、轴承、联轴器的效率,其概略值可按表 2-3 选取。

表 2-3 机械传动、轴承及联轴器效率的概略值

类 型		开 式	闭 式
齿轮传动	圆柱齿轮传动	0.94~0.96	0.96~0.99
	圆锥齿轮传动	0.92~0.95	0.94~0.98
	单级 NGW 行星齿轮传动	—	0.97~0.99
蜗杆传动	自锁蜗杆	0.30	0.40
	单头蜗杆	0.50~0.60	0.70~0.75
	双头蜗杆	0.60~0.70	0.75~0.82
	四头蜗杆	—	0.82~0.92
	圆弧面蜗杆	—	0.85~0.95

续表

类 型		开 式	闭 式
链传动 与带传动	链传动	0.90~0.93	0.95~0.97
	摩擦轮传动	0.70~0.88	0.90~0.96
	平带传动	0.97~0.98	—
	V带传动	0.94~0.97	—
轴 承	滚动轴承(每对)	0.98~0.995	
	滑动轴承(每对)	0.97~0.99	
联 轴 器	具有中间可动元件的联轴器	0.97~0.99	
	万向联轴器	0.97~0.98	
	齿轮联轴器	0.99	
	弹性联轴器	0.99~0.995	

计算总效率时要注意以下几点:①轴承的效率指的是一对轴承的效率;②同类型的几对传动副、轴承或联轴器,要分别单独计入总效率;③当表中所给出的效率为一范围值时,一般可取中间值;④蜗杆传动效率与蜗杆头数及材料有关,设计时应先选蜗杆头数,并估计其效率,待设计出蜗杆传动的参数后再确定效率,并校核电动机所需功率。

2.2.3 确定电动机转速

具有相同额定功率的同类型电动机有几种不同的同步转速。低转速电动机的级数多、外廓尺寸较大、质量较大、价格较高,但可使总传动比及传动装置的尺寸减小,高转速电动机则与其相反。设计时应综合考虑各方面因素,再最后选取适当的电动机转速。三相异步电动机有四种常用的同步转速,即 3000 r/min、1500 r/min、1000 r/min、750 r/min。一般多选同步转速为 1500 r/min 或 1000 r/min 的电动机。为使传动装置设计合理,可以根据工作机的转速要求和各传动副的合理传动比范围,推算电动机转速的可选范围,即

$$n_d = (i_1 i_2 \cdots i_n) n_w \quad (2-5)$$

式中: n_d 为电动机可选转速范围; $i_1, i_2, \dots, i_n$ 分别为各级传动机构的合理传动比范围。

电动机的类型、结构、功率和转速确定以后,可由手册查出电动机型号,并根据型号将其额定功率、满载转速、中心高、轴伸尺寸、键连接尺寸等一并查出。

设计传动装置时,电动机的输出功率一般按工作机实际需要的电动机输出功率 P_d 计算,电动机的转速则取满载转速。

2.3 总传动比计算和各级传动比的分配

电动机选定以后,由电动机的满载转速 n_m 和工作机的转速 n_w ,可算出传动装置的总传动比为

$$i = \frac{n_m}{n_w} \quad (2-6)$$

对于多级传动,总传动比 i 为

$$i = i_1 i_2 i_3 \cdots i_n \quad (2-7)$$

计算出总传动比后,即可分配各级传动的传动比。传动比分配的合理与否,将直接影响传