

“十二五”上海重点图书
“双一流”高校本科规划教材

(第二版)

机械设计课程设计

JI XIE SHE JI KE CHENG SHE JI

主编◎安琦 王建文

 华东理工大学出版社
EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

“十二五”上海重点图书
“双一流”高校本科规划教材

机械设计课程设计

(第二版)

主编◎安琦 王建文

 华东理工大学出版社
EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

· 上海 ·

图书在版编目(CIP)数据

机械设计课程设计 / 安琦, 王建文主编. —2 版
—上海: 华东理工大学出版社, 2021.8
ISBN 978-7-5628-6546-9

I. ①机… II. ①安… ②王… III. ①机械设计—课
程设计—高等学校—教材 IV. ①TH122-41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2021)第 151312 号

内 容 提 要

本书以培养学生的基本机械设计能力和创新设计能力为目标。在编写过程中,充分考虑工程实际中机械设计的逻辑过程,强调设计的合理性、规范性和创新性,突出设计思维和设计能力的培养。

全书分为上下两篇,上篇以变速箱设计为对象,详细阐述了设计方案的拟订、运动和动力学参数的计算、主要传动件的设计、变速箱装配图及零件图的绘制、设计说明书的撰写;下篇提供了机械设计常用标准及规范,尽量涵盖必要的设计资料,去除不必要的部分,使得可读性更强。

本书可供普通高等院校机械类、近机类专业师生使用,也可作为工程技术人员的学习及设计参考资料。

项目统筹 / 吴蒙蒙

责任编辑 / 吴蒙蒙

装帧设计 / 徐 蓉

出版发行 / 华东理工大学出版社有限公司

地址: 上海市梅陇路 130 号, 200237

电话: 021-64250306

网址: www.ecustpress.cn

邮箱: zongbianban@ecustpress.cn

印 刷 / 广东虎彩云印刷有限公司

开 本 / 787 mm × 1092 mm 1/16

印 张 / 12

字 数 / 292 千字

版 次 / 2012 年 1 月第 1 版

2021 年 8 月第 2 版

印 次 / 2021 年 8 月第 1 次

定 价 / 46.80 元

版权所有 侵权必究

第二版前言

本教材从2012年1月出版以来,得到国内多所高校的采用,使用反响很好。但随着时间的推移,编者在教学实践过程中也感到原教材在有些方面仍有改进的空间。为此,作者对原教材进行了修订,对整本教材的编写做了进一步完善。

本教材的编写和修订,得益于作者多年来从事机械设计课程设计的教学及教学改革,并在教学过程中针对如何提升学生的机械设计能力进行持续的研究及实践。本次修订中,作者参阅了国内外大量的相关教材和文献。在满足实际机械设计要求、逻辑性提升、课程设计中方便学生学习掌握等方面进行了完善。

本次的修订工作主要体现在以下几点:

1. 进一步强调了设计思想和设计的逻辑顺序。对变速箱的设计逻辑过程进一步细化,从逻辑上对变速箱设计方法的介绍进一步优化,将设计过程的每一个计算、参数查取、尺寸确定都与具体的设计目标相结合,促使学生在阅读教材过程中,能够通过实践形成对设计方法的掌握,并在设计过程中逐步理解设计应该遵循的一般顺序,从而掌握机械设计的基本逻辑方法。

2. 在变速箱设计中进一步强调基本设计能力的培养。从原理的构思、基本参数的计算、传动元件的设计、装配图及零件图的绘制等几个环节入手,通过方法的介绍及具体实例的引入,告诉学生方案的确定及分析方法、装配图和零件图该如何绘制,进一步强调了标准和规范的应用方法,培养学生严格依据规范和标准进行独立设计的能力。

3. 进一步强调了机械创新设计能力的培养。所谓机械创新设计能力,就是针对一个实际的工程问题,应用所学的专业理论构思新的原理,并将原理设计成具体的装配图和零件图。为此,在第一版的基础上,本次修订在变速箱设计的介绍中,引入对方案的比较与分析讨论,并明确鼓励学生构思自己的方案。在附录2中增加了若干实际的设计题目,供读者选择进行创新设计实践。

4. 进一步体现了近年来机械设计学科的发展要求。根据教学过程的实际应用,结合读者的反映,本次修订过程,对部分采用的规范、标准进行了更新,对部分例题内容进行了增删,对所有的插图进行了完善,对于跟不上时代的表述方法进行了修改,使得本教材进一步完善和紧跟学科发展要求。

本教材的编写和修订过程中,全体编者多次进行了研讨,并主要由华东理工大学机械与动力工程学院安琦、王建文、李正美、殷勇辉负责完成修订定稿工作。

限于编者能力,新版教材尚无法达到完美的程度,恳请广大教师和学生批评指正。

编者

2020年9月于上海

前 言

“机械设计课程设计”是机械类专业十分重要的一门课程,该课程使学生有机会将“机械设计”课程中学习到的理论知识和设计方法加以应用,进而培养基本的机械设计能力。作为“机械设计课程设计”的任课教师,长期的教学实践使我们深深感到,编写一本更加符合实际机械设计要求、逻辑性更好、便于学生在设计中应用的教材十分必要。

本教材在编写过程中,充分考虑了实际机械设计的逻辑过程以及目前国际上机械设计课程教学内容的发展,以最大限度培养学生的设计思想和独立设计能力为出发点,使得本教材具有如下一些特点。

1. **强调设计思想的培养。**所谓设计思想就是在设计过程中的每一个环节中指导性的分析方法和设计思路,它反映在设计方案的确定、工作原理的构思、结构设计、装配图与零件图的绘制以及设计说明书的撰写等整个设计过程。本教材在每一个知识点的编写中,着重介绍分析、综合与判断的方法,从而使学生不仅学会如何设计,同时掌握设计的思想,即知其所以然。

2. **强调设计的逻辑过程。**所谓设计的逻辑过程就是一般的机械设计应该遵循的合理过程,有了合理的过程才能保证合理的设计结果。为此,本教材在前后章节的安排上、在每一章的知识顺序安排上进行科学的整合,使得知识体系更加合理,学生在设计过程中,将形成自然的翻阅过程,一步步地完成设计过程,不仅会使学生的学习效率提高,同时也将通过这个过程让学生自然掌握机械设计的一般过程。

3. **强调基本设计能力的培养。**基本设计能力的培养体现在变速箱的设计实践中,本教材在深入分析变速箱设计的特点基础上,进行了设计逻辑分解,在方案的制订上强调分析与优化,在传动件的设计上设置了相关的设计例题,在装配图和零件图的绘制上强调逻辑顺序和规范性,注重设计方法的阐述。

4. **强调机械创新设计能力的培养。**所谓机械创新设计能力,其实就是在面对一个实际设计问题时进行设计的能力。本教材单独设置了一章内容阐述创新机械设计的特点和方法,并通过具体的设计案例说明什么是创新机械设计以及如何设计,并在附录中提供了大量的可供学生进行创新机械设计实践的题目。

5. **强调设计的合理性和规范性。**合理性和规范性是一个优秀机械设计的重要标志,本教材在方案的制订、设计计算、设计图绘制、说明书撰写等方面,强调哪些需要细化、哪些可以简化、哪些一定要符合规范。在设计资料的编写中,尽量涵盖必要的设计资料,去除不必要的部分,从而使得整个教材的篇幅十分简洁,降低学生的阅读负担,从而提高学习效率。

本教材由华东理工大学的安琦、王建文编写,其中安琦编写第1、2、4、7、8、9、12、13、14、15章,王建文编写第3、5、6、10、11章,华东理工大学的王小芳、陈琴珠、夏守浩参与了本教材的编写方案讨论。此外,华东理工大学研究生李正美、陈守俊、江丰元等同学参与了文字及图表的整理工作。全书由安琦进行统稿编辑。

限于编者水平和时间仓促,书中缺点和错误在所难免,恳请广大读者批评指正。

编者

2011年8月于上海

目 录

上篇 变速箱设计

第 1 章	绪论	3
1.1	课程设计的作用	3
1.2	课程设计的内容	3
1.3	课程设计的步骤	4
1.4	课程设计的注意事项	5
第 2 章	变速箱总体设计	7
2.1	传动方案的比较与确定	7
2.2	电动机型号及参数选择	11
2.3	传动装置的传动比分配与确定	13
2.4	传动装置的运动和动力参数计算	15
第 3 章	变速箱传动元件设计	19
3.1	皮带传动设计	19
3.2	链传动设计	22
3.3	齿轮传动设计	23
3.4	联轴器选用	29
3.5	传动轴的初步设计	30
3.6	滚动轴承寿命计算	34
第 4 章	变速箱装配图设计及绘制	36
4.1	准备工作	36
4.2	变速箱装配草图初步绘制	37
4.3	轴系部件的结构设计	40
4.4	变速箱的润滑与密封设计	46
4.5	变速器箱体设计	50
4.6	变速箱附件设计	53
4.7	校核轴的强度	59
4.8	变速箱装配图的完成	61
4.9	变速箱装配图例及常见错误	66
第 5 章	变速箱零件图设计及绘制	71
5.1	零件图绘制注意事项	71
5.2	轴类零件工作图绘制	72
5.3	齿轮类零件工作图绘制	73
5.4	箱体类零件工作图绘制	73
5.5	变速箱零件图例	74

第 6 章	设计说明书撰写及答辩准备	79
6.1	设计说明书的撰写目的及一般格式	79
6.2	设计说明书的主要内容	80
6.3	课程设计的总结和答辩	81
第 7 章	机械创新设计	83
7.1	概述	83
7.2	机械创新设计的一般过程	84
7.3	机械创新设计的常用方法	84
7.4	机械创新设计的评价	87

下篇 机械设计常用标准及规范

第 8 章	常用数据及标准	91
8.1	一般标准和常用数据	91
8.2	基本结构及标注	94
第 9 章	常用机械材料	99
第 10 章	公差配合、形位公差、表面粗糙度	107
10.1	公差与配合	107
10.2	形位公差	114
10.3	表面粗糙度	119
第 11 章	螺纹连接、键连接、销连接	121
11.1	螺纹连接	121
11.2	键与花键连接	134
11.3	销连接	136
第 12 章	电动机与联轴器	138
12.1	电动机	138
12.2	联轴器	140
第 13 章	滚动轴承	148
第 14 章	润滑与密封	161
14.1	常用润滑剂及选择方法	161
14.2	常用润滑装置	162
14.3	密封装置	164
第 15 章	渐开线圆柱齿轮的精度	167
15.1	圆柱齿轮的精度	167
15.2	齿坯精度要求	173
15.3	精度等级的标注	174
附录 1	变速箱设计题目	175
附录 2	机械创新设计题目	180
参考文献	184



上篇 变速箱设计

第1章 绪论

1.1 课程设计的作用

“机械设计课程设计”是“机械设计”的一门延续课程,在学完“机械设计”课程后学习。“机械设计”课程主要完成的任务是学习在普通工作条件下一般参数的通用机械零件和部件的工作原理、结构、材料、设计及选型方法,而“机械设计课程设计”课程的主要任务就是如何利用在“机械设计”课程中学习到的设计理论知识,针对具体的设计对象开展机械设计的实践,进一步强化“机械设计”课程所学习到的设计理论知识,初步掌握对简单机器的整机设计能力。

本课程的基本教学目标包括:

(1) 制订机械传动和机械结构总体方案的能力培养。运用机械设计的相关理论,结合设计题目给定的综合条件及参数,在全面考虑机器的功能要求、可靠性要求、成本要求、空间尺寸要求、效率要求、强度要求、外观要求以及环境条件要求等一系列因素下,制订整台机器的基本设计方案。

(2) 将机械原理设计转化为具体的装配图和零件图的设计能力培养。运用机械设计的相关知识,将机械原理设计转化为实际加工制造所需要的零部件图纸。在这一转换过程中将针对某一具体的设计题目,在综合考虑加工方法、热处理方法、密封结构、润滑方式、安装方式、检修维护等一系列因素下,通过理论计算、结构设计,并参照有关设计规范要求,绘制出能够送交工厂加工生产的装配图和零件图。

(3) 撰写设计计算说明书、编写技术文件的能力培养。学会使用各种设计资料(包括设计标准、设计规范、设计手册、设计图册等),学会机械设计的数据处理方法、编写设计计算说明书和设计文件。

(4) 初步进行机械创新设计的能力培养。针对一个实际的设计问题,培养学生在没有专门设计指导教材的情况下进行方案制订、装配图设计、零件图设计和设计说明书撰写的能力。

1.2 课程设计的内容

从20世纪50年代开始,我国“机械设计课程设计”所选择的设计题目基本上都是针对一个变速箱进行设计。之所以选择变速箱作为设计题目是有其内在合理性的,因为变速箱是一个相对独立的机械设备,并且应用十分普遍。尤其重要的是,变速箱的设计过程几乎应用了“机械设计”课程教学的全部内容,可以使学生的机械设计能力得到全方位的巩固和提高。

本教材附录1中提供了若干个变速箱相关的设计题目,可以供课程设计时选用。如果选择如图1-1所示的两级齿轮传动变速箱作为设计题目,则设计内容应该包括如下几个方面:

- (1) 对设计题目进行分析,进行传动装置的方案总体设计;
- (2) 电动机的选择及各级传动装置的运动和动力学参数计算;
- (3) 各级传动零件的设计计算;

- (4) 变速箱装配图和零件图的设计和绘制；
 (5) 变速箱设计计算说明书撰写和课程设计答辩。

一般要求学生课程设计中完成以下任务：

- (1) 绘制变速箱装配图 1 张；
 (2) 绘制变速箱零件图 2~3 张(可以是箱体、轴、传动零件等)；
 (3) 编写变速箱设计计算说明书 1 份。

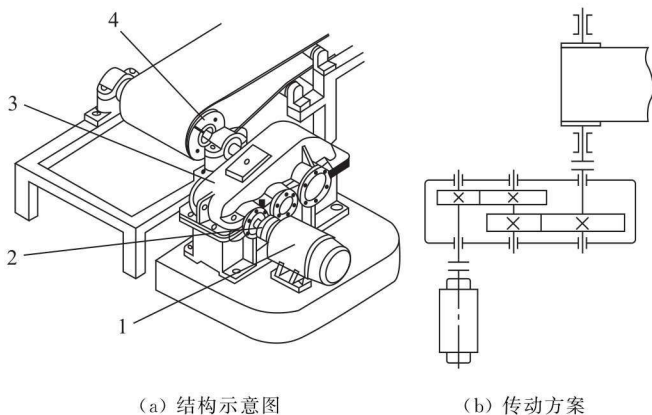


图 1-1 带式输送机的传动装置

1—电动机；2—联轴器；3—减速度器；4—驱动滚筒

1.3 课程设计的步骤

机械设计课程设计过程其实就是一个与工业实际机械产品设计基本一致的过程,面对一个产品设计的项目,首先要根据设计目标(功能要求、应用环境要求、经济性要求、可靠性要求、外观要求等),通过查阅资料和市场调研确定设计任务。当然,对于机械设计课程设计来说,由于其是一个培养学生的过程,往往是由教师给出题目,也就是所谓的设计任务书。

拿到设计任务书后,学生应仔细研究任务书要求,根据设计任务书提供的原始设计数据和工作条件,从方案的设计入手,通过总体方案设计、零部件设计,最后以装配图、零件图和设计计算说明书作为设计的最终结果。

机械设计课程设计的一般步骤可以分为以下几个方面。

(1) 设计前的准备工作。这部分工作包括:① 研究设计任务书,分析设计题目,了解设计要求和内容;② 观察实物或模型,进行变速箱装拆实验;③ 将机械设计课程的有关内容再复习一下;④ 准备好设计需要的资料、图书、工具、图纸,并初步拟订一个计划进度(如果用计算机绘图,应该将相关绘图软件安装好)。这部分所用时间大约占总设计时间的 5%。

(2) 传动装置的方案设计和总体设计。这部分工作包括:① 根据机械原理和机械设计相关知识,结合设计任务书的要求,拟订若干传动装置的原理方案,并通过比较分析确定出一种较好的传动方案作为本设计的方案;② 根据设计任务书要求,选择合适的电动机;③ 确定传动装置的总传动比以及各级传动的传动比;④ 计算传动装置的运动和动力参数。这部分所

用时间大约占总设计时间的5%。

(3) 变速箱传动零件的设计。这部分工作主要包括:① 设计从电动机向变速箱传递动力的传动零件(一般为皮带传动或链传动);② 设计变速箱内部的传动零件(一般为直齿轮传动、斜齿轮传动、蜗杆传动或锥齿轮传动)。这部分所用时间大约占总设计时间的5%。

(4) 变速箱装配草图的设计。这部分工作主要包括:① 确定变速箱各传动轴的大致结构和每段轴的基本直径尺寸,选择联轴器;② 确定变速箱各零件的相互位置;③ 选择滚动轴承并进行寿命计算,选择键连接、轴承端盖、窥视孔、油标等标准件,确定传动润滑方式;④ 设计变速箱箱体结构;⑤ 对传动轴进行强度校核计算,校核轴承的寿命;⑥ 完成箱体草图绘制。这部分所用时间大约占总设计时间的35%。

(5) 变速箱装配图和零件图绘制。这部分工作包括:① 对绘制好的装配图草图进行检查,去掉多余线条,改正错误,完成剖面线,形成装配图;② 标注必要的装配尺寸和结构尺寸,编写零件号,撰写标题栏和技术说明;③ 选择若干零件,绘制零件图。这部分所用时间大约占总设计时间的30%。

(6) 撰写设计计算说明书。这部分工作包括:① 将设计过程中各部分的设计计算过程进行整理,编写设计计算说明书;② 设计计算说明书要按照规定的格式进行撰写;③ 设计计算说明书的撰写顺序要与设计过程相一致。这部分所用时间大约占总设计时间的15%。

(7) 课程设计总结与答辩。这部分工作主要包括:① 撰写设计总结,主要内容为设计过程的体会、设计的优缺点等;② 参加答辩,回答老师及同学们针对设计所提出的问题(答辩也可以在设计过程中以指导教师提问的形式随机进行)。这部分所用时间大约占总设计时间的5%。

1.4 课程设计的注意事项

“机械设计”是培养学生的机械设计理论知识的课程,这些理论知识是否能够转化为学生实际的机械设计能力,关键就要看“机械设计课程设计”课程的教学效果。可以说,“机械设计课程设计”是机械类专业学生进入大学后第一次较为全面的机械设计能力训练,要达到预期的教学效果,应注意以下几个方面的问题。

(1) 在思想上重视“机械设计课程设计”课程的学习。一定要树立“设计能力来源于设计实践”的思想,只有通过实际的设计训练才能将在“机械设计”课程中学习到的知识真正掌握,形成实际的机械设计能力。

(2) 树立主动设计思想,鼓励学生自己构思创新性的方案。虽然课程设计是有指导教材的,但绝不能依赖教材而被动地设计,绝不能照搬照抄,提倡自己动脑筋思考,深入钻研,将“机械设计”课程学习中学到的理论知识灵活应用,做到设计中的每一步都有根据,每一根线条的绘制都有出处。

(3) 重视培养一丝不苟的严谨设计作风。机械设计过程讲究的是科学严谨、精益求精、严格规范,来不得半点的马虎,要通过这个过程学习机械设计的扎实基本功,培养规范意识和责任意识,从而养成机械设计的良好工作作风。

(4) 重视培养综合的机械设计能力。要成为一名优秀的机械设计工程师,一定要树立大设计观念,因为一个好的设计需要设计者具备全方位的知识并进行合理应用才能实现。在设

计时,要综合考虑原理、加工方法、热处理方法、拆装及维护、功能及成本等一系列因素,同时还要考虑结构、工艺及标准化问题。因此,在设计中应明确优化思想,边计算、边设计、边绘图、边修改,不断完善,追求卓越。

(5) 重视经验兼顾规范和理论计算。机械设计是一项十分特殊的工作,虽然设计的零部件有不少尺寸可以通过理论计算获得,但还有很多尺寸是无法(或难以)通过理论计算获得的,这时前人积累的经验往往就要发挥很重要的作用。例如,结构设计往往是在经验的帮助下进行的。因此,要重视经验,并在重视经验的同时兼顾理论计算的结果。经验固然重要,但经验往往不能覆盖所有的实际应用,这就需要将经验与理论计算进行有效结合,做出综合的设计判断。此外,机械设计很重要的一点是,在设计的所有阶段,一定要兼顾规范和标准,各行各业都会有不同的规范要求,这就要求设计者不断学习规范,灵活地运用规范。

(6) 重视机械创新设计能力的培养。机械设计课程设计虽然主要介绍的是变速箱的设计方法,但在教学过程中应尽可能加入创新设计的内容。因为在实际的设计工作中,是没有针对某一具体问题的指导教材的。可以说,所有实际的机械设计都属于创新设计,需要设计者具备结构创新和原理创新的能力。因此,机械创新设计能力的培养是十分重要的。

第 2 章 变速箱总体设计

变速箱的总体设计包括传动方案及传动级数的确定、电动机的选择、传动比的分配、各级传动的运动和动力参数的计算以及传动装置的布置方式确定等。在这几项工作中,传动方案的确定最为关键。

2.1 传动方案的比较与确定

一个完整的机器通常由原动机、传动装置和工作机三部分构成。传动装置处于原动机和工作机中间,传动装置的主要作用是改变原动机的速度、改变转矩或力、改变运动形式、改变动力和运动参数,协调原动机和工作机之间的运动关系和动力关系。在机械设计中,传动装置是大多数机器的主要组成部分。例如,在汽车中,制造传动部件所花费的劳动量约占制造整个汽车的 50%,而在金属切削机床中则占 60%以上。因此,传动装置的设计对整台机器的性能、尺寸、重量和经济性等整体性能有很大的影响。

由于针对一个具体的设计问题,传动方案可以有多种不同的选择,设计确定传动方案就显得十分重要,需要根据设计任务书的要求,通过拟订若干种不同的传动方案,进行比较分析和优化,选择最佳的传动方案。

常用的机械传动方式很多,比如我们在“机械设计”课程中学习到的皮带传动、链传动、齿轮传动、蜗轮蜗杆传动、锥齿轮传动等。在一个具体的设计中究竟用到哪些传动以及如何使用这些传动形式是拟订传动方案的关键,为此,首先要弄清各种传动方式的特点。表 2-1 列出了几种常用传动方式的基本特点。

表 2-1 常用传动方式的特点

性能指标	传动方式						
	平带传动	V 带传动	圆柱摩擦轮传动	链传动	齿轮传动		蜗杆传动
功率 P/kW	小(≤ 20)	中(≤ 100)	小(≤ 20)	中(≤ 100)	中(最大达 50)		小(≤ 50)
单级传动比: 常用值 最大值	2~4 5	2~4 7	2~4 5	2~5 6	圆柱 3~5 8	圆锥 2~3 5	10~40 80
	中	中	较低	中	高		较低
许用线速度 $v/(\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$	≤ 25	$\leq 25 \sim 30$	$\leq 15 \sim 25$	≤ 40	6 级精度直齿轮 ≤ 18 非直齿 ≤ 36 5 级精度可达 100		滑动速度 $v_s \leq 50$
外廓尺寸	大	较大	大	较大	小		小
传动精度	低	低	低	中等	高		高

续表

性能指标	传动方式					
	平带传动	V带传动	圆柱摩擦轮传动	链传动	齿轮传动	蜗杆传动
工作平稳性	好	好	好	差	一般	好
自锁能力	无	无	无	无	无	可有
过载保护	有	有	有	无	无	无
使用寿命	短	短	短	中等	长	中等
缓冲吸振能力	好	好	好	一般	差	差
制造安装精度	低	低	中等	中等	高	高
润滑要求	不需要	不需要	少	中等	高	高
环境适应性	不能接触酸、碱、油类、爆炸性气体等有腐蚀性的介质		一般	好	一般	一般

在确定传动装置的总体方案时,学生应积极发挥创新能力,培养独立设计的意识和能力,在充分调研的基础上,提出自己的设计方案。方案的确定其实就是一个不断比较、分析和优化的过程。一般而言,传动效率高、寿命长、外廓尺寸小、重量轻是方案优化的目标。

针对一个变速箱的设计,其传动方案可以用机构运动简图表示,拟订若干种不同的方案,进行选择性设计。例如,设计如图 1-1 所示的带式输送机的传动装置可以初步拟订出图 2-1 所示的几种传动方案。

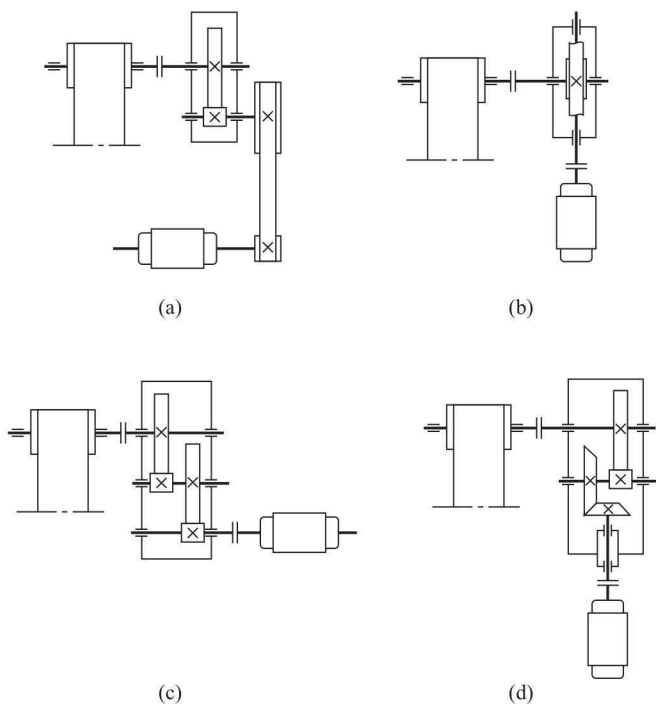


图 2-1 带式输送机的传动方案

一个好的传动方案,首先要满足功能要求,同时还应具有工作可靠、结构简单紧凑、效率高、经济性好及使用维护方便等优点。但实际中要找到完全满足这些要求的传动形式是十分困难的,一般是通过对几种拟订的传动方案进行比较,找出相对较好的方案。以下列出了机械传动方案制订过程中应该遵循的一般原则。

(1) 功率小时,宜选用结构简单、价格便宜、标准化程度高的传动方案,以降低制造费用。

(2) 功率大时,宜优先选用传动效率高的传动方案,以节约能源、降低生产费用。齿轮传动效率最高,自锁蜗杆传动和普通螺旋传动效率最低。

(3) 速度低、传动比大时,有多种方案可供选择。比如:① 采用多级传动,这时,带传动宜放在高速级,链传动宜放在低速级;② 要求结构尺寸小时,宜选用多级齿轮传动、齿轮-蜗杆传动或多级蜗杆传动。传动链应力求短一些,以减少零件数目。

(4) 链传动只能用于平行轴间的传动;带传动主要用于平行轴间的传动,功率小、速度低时,也可用于半交叉或交错轴间的传动;蜗轮蜗杆传动能用于两轴空间交错的传动,交错角为 90° 的最常用;齿轮传动能适应各种轴线位置的传动。

(5) 工作中可能出现过载的设备,宜在传动系统中设置一级摩擦传动,以便起到过载保护的作用。但摩擦会有静电发生,在易爆、易燃的场合,不能采用摩擦传动。

(6) 载荷经常变化,频繁换向的传动,宜在传动系统中设置一级能缓冲、吸振的传动(如带传动、链传动),或工作机采用液力传动(中速)或气力传动(高速)。

(7) 工作温度较高、潮湿、多粉尘、易燃、易爆的场合,宜采用链传动、闭式齿轮传动或蜗杆传动。

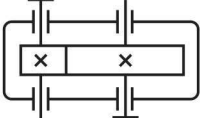
(8) 要求两轴严格同步时,不能采用摩擦传动和流体传动,只能采用齿轮传动或蜗轮蜗杆传动。

图2-1所示的几种传动方案各有优缺点,方案(a)制造成本低,但宽度尺寸大,带传动的寿命不高,不宜在恶劣的环境中工作。方案(b)结构紧凑,环境适应性好,但传动效率低,制造成本较高,长期连续工作困难。方案(c)工作可靠,传动效率高,维护方便,环境适应性好,但宽度尺寸较大。方案(d)工作可靠,传动效率高,维护方便,环境适应性好,尺寸小,但锥齿轮制造精度不高。可以看出,这四种方案各有优缺点,具体选用时要根据实际工况的特点进行确定。比如,在矿井下工作的机器,考虑安全性要求,不能采用有摩擦传动的元件;速度要求高的传动不能采用锥齿轮传动;对于大型设备,由于其对效率有较高的要求,不能采用蜗轮蜗杆传动等。

在进行机械设计课程设计时,即使教材或指导教师已经给出了传动方案,学生也应该对所采用的传动方案进行分析,指明其采用的理由,并且鼓励学生拟订自己的传动方案。

变速箱的内部传动机构的选择与布局也是传动方案制订过程的关键内容,表2-2列出了几种常用变速箱的内部布局形式。

表2-2 常用变速箱的内部布局

名称	运动简图	传动比范围		特点及应用
		一般	最大值	
一级圆柱齿轮变速箱		≤ 5	8	齿轮可做成直齿、斜齿或人字齿。直齿轮用于速度较低或载荷较低的传动;斜齿或人字齿轮用于速度较高或载荷较大的传动

续表

名称	运动简图	传动比范围		特点及应用
		一般	最大值	
二级圆柱齿轮变速箱(展开式)		8~40	60	结构简单,但由于齿轮位置不对称,轴的弯曲刚度要求较高。用于载荷较为平稳的场合,轮齿可以为直齿或斜齿
二级圆柱齿轮变速箱(同轴式)		8~40	60	长度较短,但轴向尺寸较大、重量较重,中间齿轮润滑困难,中间轴较长
二级圆柱齿轮变速箱(分流式)		8~40	60	高速齿轮可以为斜齿轮,低速级可以为人字齿轮或直齿轮,结构较为复杂,但齿轮对称分布,载荷沿齿宽分布均匀,轴承受载均匀,中间轴受到的转矩较小,可以用于变载荷
一级圆锥齿轮变速箱		≤ 3	5	用于输入轴和输出轴两轴线相交的传动,可以做成卧式或立式,轮齿可以做成直齿或斜齿
二级圆锥-圆柱齿轮变速箱		8~15	圆锥直齿 22 圆锥斜齿 40	锥齿轮应布置在高速级,锥齿轮可以做成直齿、斜齿或曲齿,圆柱齿轮可以做成直齿或斜齿
蜗轮蜗杆变速箱(蜗杆下置)		10~40	80	蜗杆与蜗轮啮合处的润滑较好,蜗杆轴承的润滑较好,但蜗杆圆周速度不能太大,一般用于蜗杆圆周速度范围为 $\leq 4\sim 5$ m/s的情况
蜗轮蜗杆变速箱(蜗杆上置)		10~40	80	拆装方便,蜗杆的圆周速度允许高一些,但蜗杆轴承的润滑不便,需要采用特殊结构。一般用于蜗杆的圆周速度范围为 $\geq 4\sim 5$ m/s的情况
行星齿轮变速箱		3~9	20	体积小,结构紧凑,重量轻,但结构复杂,制造和安装精度要求高