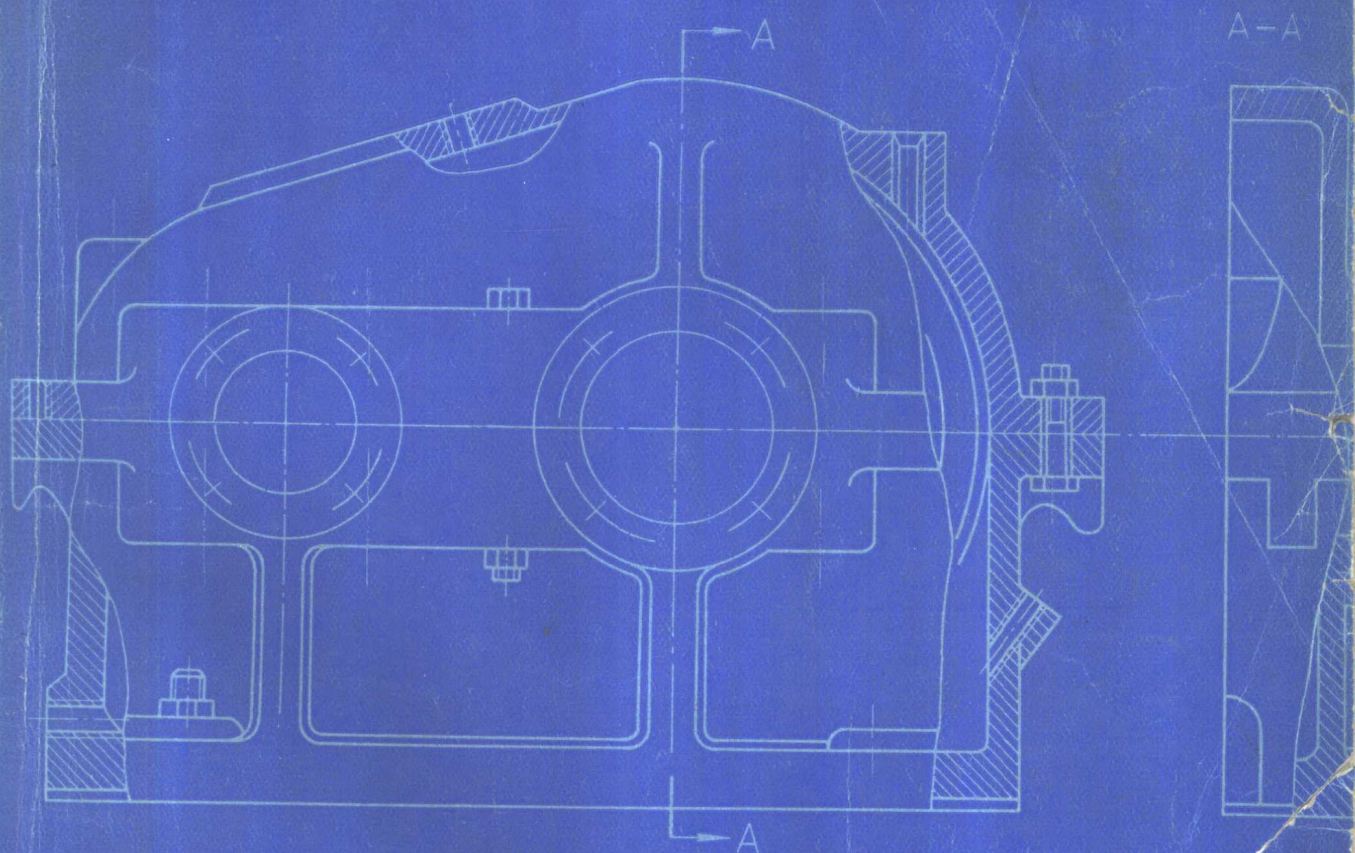


高等学校教学用书

机械零件课程设计

毛振扬 陈秀宁 施高义 编



MECHANICAL PARTS COURSE DESIGN

浙江大学出版社

027934

TH13
2054

机械零件课程设计

毛振扬 陈秀宁 施高义 编

浙江大学出版社

152-5

内 容 提 要

本书以减速器的设计为例，系统介绍了机械传动装置的设计内容、方法和步骤。全书包括：设计总论，总体设计，传动件设计与计算，减速器结构设计，装配图绘制和总成，设计计算说明书编制等八章。书中提出八个课程设计的题目供教学选用，此外还精选了最新的有关标准、规范和必备的设计资料。

作为特色之一，本书将通常分散的设计指导书、参考图、标准、规范和设计资料等结合起来编写，使用极为方便；同时借助若干实例分析，着意对设计思路和方法加以引导。

本书可作为机械类和近机类专业的教材。

机 械 零 件 课 程 设 计

毛振扬 陈秀宁 施高义 编

责任编辑 王沛民

• • • •

浙江大学出版社出版

浙江良渚印刷厂印刷

浙江省新华书店发行

• • • •

开本787×1092 1/16 印张22 字数500千字

1985年8月 第一版

1985年8月第一次印刷

印数1-15,000

统一书号：15337·009 定价：3.80元

前 言

本书是根据1980年5月审订的高等工业学校机械类“机械零件教学大纲(草案)”中对机械零件课程设计提出的目的和要求编写的。初稿于1983年8月由浙江大学印刷厂铅印,并经我校及兄弟院校试用。这次出版,在总结我校多年教学经验及广泛吸取各兄弟院校使用意见和建议的基础上,作了进一步修正、提高和更新。

本书从教学要求出发,针对当前机械零件课程设计的选题情况,按课程设计的一般步骤进行编写。考虑到当前学生设计需用的手册和参考资料不能人手一册,本书将设计指导书、参考图及有关标准和设计资料等结合起来编写。

本书主要阐述减速器设计及以减速器为主体的一般传动装置设计;其中着重分析结构设计,对于计算问题仅择其要点作必要说明。为帮助学生了解优化设计方法在本课程设计中的应用,本书编入优化方法的计算示例。书中除对一般机件结构的合理设计作简要介绍外,并设有减速器结构一章,专门分析减速器各主要组成部分的结构方案、设计要点及结构尺寸的确定。本书还编入设计参考用的多种典型结构图,并对照学生在结构设计中的常见错误作了示范分析。对于零件工作图部分,着重介绍典型零件工作图的尺寸标注和形位公差查注,并有相应的查注指示图及工作图示例。本书所列标准、规范和设计资料尽量采用最新颁布的、较成熟的数据。

本书注意设计思路和方法的引导,并注重设计能力的培养。利用本书并经教师适当指导,学生可在规定的学时数内独立地完成课程设计。

本书可供高等工业学校机械类和近机类专业机械零件课程设计使用。对于减速器以外的课程设计题目,本书仅供结构设计时参考。

建议在讲授《机械零件》课程期间将本书发给学生,以配合教学及学生作业。

本书零件工作图中的形位公差承我校工程制图教研室尤绍权同志审查,在此深表感谢。

参加本书编写的有:陈秀宁(第一、二、三章),毛振扬(第四、五、六章及设计题目),施高义(第七、八章及附录)。由毛振扬同志主编。全书经全永听教授审阅。

限于编者水平,书中错误和不妥之处欢迎读者批评指正。

编者于杭州玉泉 1984年12月

目 录

第一章 总 论

§ 1-1 机械零件课程设计的目的	(1)
§ 1-2 机械零件课程设计的内容	(1)
§ 1-3 机械零件课程设计的一般步骤	(2)
§ 1-4 机械零件课程设计时应注意的事项	(3)

第二章 机械传动装置的总体设计

§ 2-1 分析和拟定传动装置的运动简图	(5)
§ 2-2 选择电动机	(11)
§ 2-3 计算传动装置的总传动比及分配各级传动比	(14)
§ 2-4 计算传动装置的运动和动力参数	(15)
§ 2-5 传动装置总体设计计算示例	(17)

第三章 传动件的设计计算与机件合理结构

§ 3-1 传动件的设计计算	(23)
§ 3-2 机件结构的合理设计	(24)

第四章 减速器的结构

§ 4-1 概述	(36)
§ 4-2 减速器的润滑与密封	(39)
一、减速器的润滑	(39)
二、润滑油和润滑脂的选择	(45)
三、减速器的密封	(48)
§ 4-3 减速器的箱体结构	(54)
一、箱体的结构型式	(54)
二、箱体的结构设计要点	(56)
三、箱体的结构尺寸确定	(61)
§ 4-4 滚动轴承部件的结构	(65)
一、滚动轴承的轴向固定	(65)
二、滚动轴承的游隙及其调整	(68)
三、滚动轴承的配合	(71)
四、滚动轴承的装拆及其对轴承部件结构设计的要求	(73)
五、轴承盖、套杯和调整垫片组	(76)
六、典型减速器滚动轴承部件的常用结构	(81)

§ 4-5 轴和传动零件的结构	(90)
一、 轴的结构	(90)
二、 齿轮、蜗杆、蜗轮、带轮及链轮的结构	(96)
§ 4-6 减速器附件的结构	(106)
一、 油标	(106)
二、 油塞	(110)
三、 窥视孔	(111)
四、 通气器	(112)
五、 吊环螺钉、吊耳及吊钩	(114)
六、 定位销和起盖螺钉	(118)
§ 4-7 减速器的典型结构图 (图4-93~图4-102)	(119)

第五章 减速器装配草图的设计和绘制

§ 5-1 概述	(140)
一、 装配图和装配草图	(140)
二、 装配草图设计和绘制的大致阶段	(140)
§ 5-2 装配草图设计的准备阶段	(140)
§ 5-3 初绘装配草图及计算轴和轴承阶段	(143)
§ 5-4 完成装配草图及检查、修正阶段	(150)

第六章 减速器装配图的绘制和总成

一、 标注尺寸	(158)
二、 编写零件序号	(159)
三、 编制零件明细表和标题栏	(160)
四、 标出减速器的技术特性	(161)
五、 编写技术要求	(161)

第七章 零件工作图的设计和绘制

§ 7-1 零件工作图设计概述	(163)
§ 7-2 轴类零件工作图的设计和绘制	(164)
一、 视图	(164)
二、 标注尺寸	(164)
三、 标注尺寸公差和形位公差	(166)
四、 标注表面粗糙度	(169)
五、 撰写技术要求	(169)
六、 轴的零件工作图示例	(171)
§ 7-3 齿轮类零件工作图的设计和绘制	(171)
一、 圆柱齿轮工作图	(172)
二、 圆锥齿轮工作图	(181)
三、 蜗杆、蜗轮工作图	(187)

§ 7-4 箱体(铸造)工作图的设计和绘制	(194)
一、视图	(194)
二、标注尺寸	(194)
三、标注尺寸公差、形位公差及表面粗糙度	(196)
四、撰写技术要求	(199)
五、箱体工作图示例	(199)
第八章 编制设计计算说明书	
§ 8-1 设计计算说明书的内容	(202)
§ 8-2 设计计算说明书的要求和注意事项	(202)
§ 8-3 设计计算说明书的书写格式示例	(203)
机械零件课程设计选题	(204)
附 录	(210)
附录一 材料	(213)
附录二 一般标准	(221)
附录三 公差与配合	(224)
附录四 形位公差及表面粗糙度	(241)
附录五 渐开线圆柱齿轮精度	(246)
附录六 圆锥齿轮传动公差	(267)
附录七 蜗杆传动公差	(275)
附录八 套筒滚子链及其链轮	(286)
附录九 螺纹及螺纹联接	(289)
附录十 键、销联接	(305)
附录十一 轴系零件的紧固件	(308)
附录十二 滚动轴承	(313)
附录十三 润滑及密封	(326)
附录十四 联轴器	(332)
附录十五 电动机	(339)
参考文献	(344)

第一章 总 论

§ 1—1 机械零件课程设计的目的

机械零件课程设计是《机械零件》课程的最后一个教学环节。其目的是:

1.综合运用机械零件课程及其它有关先修课程的理论和生产实际知识进行机械设计训练,使理论知识和生产实际知识密切地结合起来,从而使这些知识得到进一步巩固、加深和扩展。

2.学习和掌握通用机械零件、机械传动装置或简单机械的一般设计方法,培养学生设计能力和解决实际问题的能力。

3.对学生在计算、制图、运用设计资料(包括手册、标准和规范等)以及进行经验估算等机械设计方面的基本技能进行一次训练,以提高这些技能的水平。

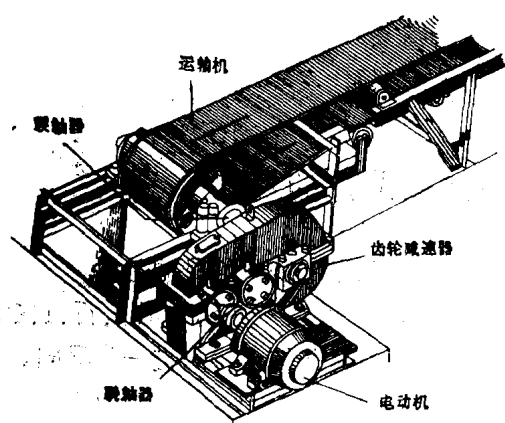
§ 1—2 机械零件课程设计的内容

考虑机械零件课程设计的题目和内容时应正视的是:(1)从学生设计能力的培养过程来看,机械零件课程设计是学生第一次进行较为全面的机械设计训练,这时学生对设计方法尚不熟悉;(2)从课程内容上看,它以通用零、部件设计为主,应与专业课程设计相区别;(3)从性质上说,它属于课程设计,应满足教学要求,不能等同于工厂的产品设计。因此,机械零件课程设计的题目应包括本门课程的主要内容,专业知识不宜较多涉及,资料应比较齐全,学生易于着手;课题的工作量应使多数学生能在规定时间内独立完成,并有时间查阅资料和独立思考问题。基于这些考虑,机械零件课程设计一般选择由本课程所学过的大部分零件所组成的机械传动装置或简单机械作为设计课题。目前较多采用的是以齿轮减速器为主体的机械传动装置。图1-1所示带式运输机的传动装置就是一例,它包括以下内容:

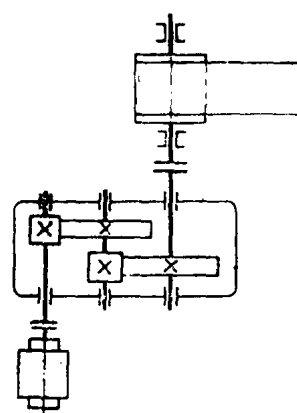
- 1.传动方案的分析和拟定;
- 2.电动机的选择与传动装置运动和动力参数的计算;
- 3.传动零件(如齿轮或蜗杆传动、带传动)的设计;
- 4.轴的设计;
- 5.轴承及其组合部件设计;
- 6.键联接和联轴器的选择及校核;
- 7.箱体、润滑及附件的设计;
- 8.装配图和零件图的设计;
- 9.设计计算说明书的编写。

机械零件课程设计一般要求每个学生完成以下工作:

- 1.减速器装配图一张(1号或0号图纸);
- 2.零件工作图若干张(传动零件、轴和箱体等,具体由教师指定);



(a)



(b)

图1-1 带式运输机

3. 设计计算说明书一份。

课程设计完成后进行总结和答辩。

对于不同专业，由于培养要求和学时数不同，选题和设计内容及分量应有所不同。

本书附有若干套机械零件课程设计题目，可供选题时参考。

§ 1—3 机械零件课程设计的一般步骤

以上述设计题目为例，课程设计大体按以下几个阶段进行。

阶 段	主 要 内 容	占总学时 参考比例
I. 设计准备	1. 阅读和研究设计任务书，明确设计内容和要求；分析设计题目，了解原始数据和工作条件； 2. 通过参观(模型、实物、生产现场)、看电视录象及参阅设计资料等途径了解设计对象； 3. 阅读本书有关内容，明确并拟订设计过程和进度计划。	4%
II. 传动装置的总体设计	1. 分析和拟定传动装置的运动简图； 2. 选择电动机； 3. 计算传动装置的总传动比和分配各级传动比； 4. 计算各轴的转速、功率和转矩。	10%
III. 各级传动的主体设计计算	设计计算齿轮传动、蜗杆传动、带传动和链传动等的主要参数和尺寸。	5%

(续上表)

IV. 减速器 装配草图 的设计和 绘制	1. 装配草图设计的准备工作: 主要是分析和选定减速器的结构方案; 2. 初绘装配草图及计算轴和轴承: 作轴、轴上零件和轴承部件的结构设计; 校核轴的强度、滚动轴承的寿命和键、联轴器的强度; 3. 完成装配草图, 并进行检查和修正。	35%
V. 减速器 装配图的 绘制和总 成	1. 绘制装配图; 2. 标注尺寸、配合及零件序号; 3. 编写零件明细表、标题栏、减速器特性及技术要求等。	25%
VI. 零件工 作图的设 计和绘制	1. 齿轮类零件的工作图; 2. 轴类零件的工作图; 3. 箱体类零件的工作图。 (具体由设计指导教师指定)	10%
VII. 设计计 算说明书 的编写	整理和编写设计计算说明书。	9%
VIII. 设计总 结和答辩	1. 完成答辩前的准备工作; 2. 参加答辩。	2%

必须指出, 上述设计步骤并不是一成不变的。机械零件课程设计与其它机械设计一样, 从分析总体方案开始到完成全部技术设计的整个过程中, 由于有一些矛盾在拟定传动方案时, 甚至在完成各种计算设计时尚未显露, 而待结构形状和具体尺寸表达在图纸上时, 这些矛盾才会充分暴露出来, 故设计时须作必要修改, 才能逐步完善。亦即需要“由主到次, 由粗到细”, “边计算, 边绘图, 边修改”及设计计算与结构设计绘图交替进行, 这种反复修正的工作在设计中往往是经常发生的。

§ 1—4 机械零件课程设计时应注意的事项

一、机械零件课程设计是学生第一次较全面的设计训练, 它对以后的设计工作打好基础具有重要意义。学生在设计的全过程中必须严肃认真, 刻苦钻研, 一丝不苟, 精益求精, 才能在设计思想、方法和技能各方面都获得较好的锻炼和提高。

二、机械零件课程设计是在教师指导下由学生独立完成。教师的主导作用主要在于指明设计思路, 启发学生独立思考, 解答疑难问题和按设计进度进行阶段审查。学生必须发挥设计的主动性, 主动思考问题、分析问题和解决问题, 而不应处处被动地依赖指导教师查资料、给数据、定答案。

三、设计中要正确处理参考已有资料与创新的关系。设计是一项复杂、细致的劳动，任何设计都不可能是由设计者脱离前人长期经验积累的资料而凭空想象出来。熟识和利用已有的资料，既可避免许多重复工作，加快设计进程，同时也是提高设计质量的重要保证。善于掌握和使用各种资料，如参考和分析已有的结构方案，合理选用已有的经验设计数据，也是设计工作能力的重要方面。然而任何新的设计任务总是有其特定的设计要求和具体工作条件，因而又不能盲目地、机械地抄袭资料，而必须具体分析，创造性地进行设计，使设计质量和设计能力都获得提高。

四、学生应在教师的指导下订好设计进度计划，注意掌握进度，按预定计划保质保量循序完成设计任务。前已述及，机械设计应边计算，边绘图，边修改，设计计算与结构设计绘图交替进行，这与循序完成设计任务并不矛盾，学生应从第一次设计开始就逐步掌握正确的设计方法。

五、整个设计过程中要注意随时整理计算结果，并在设计草稿本上记下重要的论据、结果、参考资料的来源以及需要进一步探讨的问题，使设计的各方面都做到有理、有据，这对设计的正常进行、阶段自我检查和编写计算说明书都是必要的。

第二章 机械传动装置的总体设计

机械传动装置的总体设计,主要是分析和拟定传动装置的运动简图、选择电动机型号、合理分配传动比及计算传动装置的运动和动力参数,为计算各级传动件、设计和绘制装配草图提供条件。

§ 2—1 分析和拟定传动装置的运动简图

机器通常由原动机、传动装置和工作机三个基本职能部分组成。传动装置传送原动机的动力,变换其运动以实现工作机预定的工作要求,它是机器的主要组成部分。实践证明,传动装置的重量和成本通常在整台机器中占有很大的比重;机器的工作性能和运转费用在很大程度上也取决于传动装置的性能、质量及设计布局的合理性。由此可见,合理拟定传动方案具有重要意义。

传动方案通常由运动简图表示;它用简单的符号来代表一些运动副和机构,能显示机器运动特征及运动链。如图1-1a所示为一带式运输机传动装置的外形图,图1-1b即为其运动简图,这种运动简图不仅明确地表示了组成机器的原动机、传动装置和工作机三者之间运动和力的传递关系,而且也是设计传动装置中各零、部件的重要依据。

现代机器多以交流电动机作为原动机,它以满载转速 n_m 提供连续的回转运动。倘若机器工作轴需以 n_w 连续回转(如图2-1所示回转筛、图2-2所示之混砂机),那么拟定传动装置方案最基本的要求就是选择一个(或串联几个)传递连续回转运动的机构,

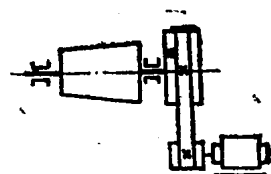


图2-1 回转筛

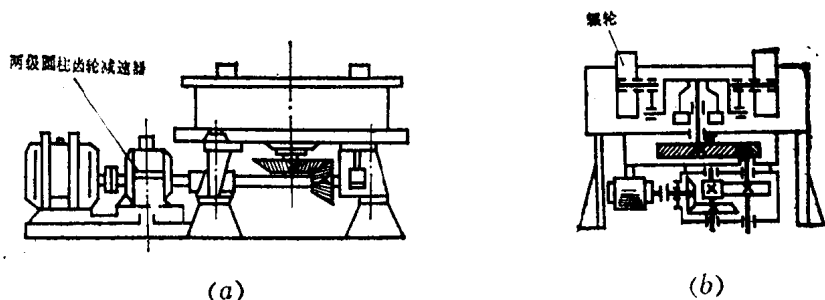


图2-2 混砂机

使其传动比(或总传动比) $i = \frac{n_m}{n_w}$;若工作机不是等速连续回转,这就需要首先选择能将等速连续回转变换为工作机所要求运动特性的机构(此机构实际上为工作机的一部分),再以该机构作等速连续回转的主轴作为工作轴,并算出该轴所需转速 n_w ,然后按上述方法,在电动机与工作轴之间选择传递连续回转运动的相应机构,使其总传动比 $i = \frac{n_m}{n_w}$,这样最终也实现了

工作机所要求的运动。如图 1-1 所示的带式运输机, 采用带传动机构将主动带轮之等速连续回转变换成输送带的连续移动。设 v_w 为输送带要求之工作速度(m/s), D 为主动带轮的直径(mm), 则其工作轴的转速应为 $n_w = \frac{6 \times 10^4 v_w}{\pi D} \text{ min}^{-1}$ 。

实现工作机预定的运动是拟定传动方案最基本的要求。但满足这个要求可以有不同的机构类型, 不同的顺序和布局, 以及在保证总传动比相同的前提下分配各级传动机构以不同的分传动比来实现的许多方案。这就需要将各种传动方案加以分析比较, 针对具体情况择优选定。合理的传动方案应满足工作机的性能要求, 适应工作条件, 并且工作可靠, 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护便利等。要同时满足这些要求常常是困难的, 设计时首先要保证重点要求。如图 2-3 所示是带式运输机的四种传动方案。显然, 方案 a 结构最紧凑, 但在长期连续运转的条件下, 由于蜗杆传动的效率较低, 功率损失较大; 方案 b 的宽度尺寸较方案 c 小, 但圆锥齿轮加工比圆柱齿轮困难; 方案 d 的宽度和长度尺寸都比较大, 且带传动不适应繁重的工作条件和恶劣的环境。但若用于链式或板式运输机, 则带传动将发挥过载保护作用的优点。

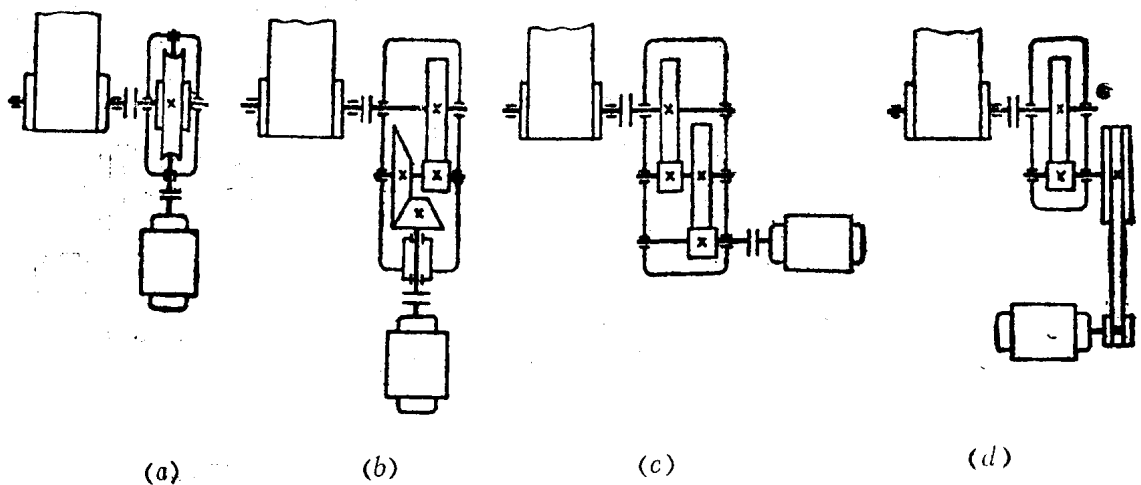


图 2-3 带式运输机的四种传动方案

分析和选择传动机构的类型是拟定传动方案的重要一环, 通常应考虑机器的动力、运动和其他要求, 再结合各种传动机构的特点和适用范围, 分析比较, 合理选择。为便于选型, 这里将常用的传动机构的特点及其应用列于表 2-1 和表 2-2。传动装置中广泛采用减速器。常用减速器的型式、特点及其应用列于表 2-3。

对采用几种传动型式组成的多级传动, 拟定运动简图时应合理布置其传动顺序。通常考虑以下几点:

1. 带传动承载能力较低, 在传递相同扭矩时结构尺寸较啮合传动大, 但传动平稳, 能缓冲吸震。应尽量放在传动装置的高速级, 此时, 转速较高, 在传递相同功率时扭矩较小。
2. 链传动运转不均匀, 有冲击, 宜布置在低速级。
3. 蜗杆传动多用于传动比大、传递功率不大的情况。其承载能力较齿轮为低, 常布置在传动装置的高速级, 以获得较小的结构尺寸, 同时由于有较高的齿面相对滑动速度, 易于

表2-1

传递连续回转运动常用机构的性能和适用范围

传动机构 选用指标	平型带传动	三角带传动	摩擦轮传动	链传动	齿轮传动		蜗杆传动
功率 kW (常用值)	小 (≤ 20)	中 (≤ 100)	小 (≤ 20)	中 (≤ 100)	大 (最大达 50000)		小 (≤ 50)
单级传动比 (常用值) (最大值)	2~4 6	2~4 15	$\leq 5 \sim 7$ 15~25	2~5 10	圆柱 3~5 10	圆锥 2~3 6~10	7~40 80
传动效率	中	中	中	中	高		低
许用的线速度 m/s	≤ 25	$\leq 25 \sim 30$	$\leq 15 \sim 25$	≤ 40	6级精度 直齿 ≤ 18 非直齿 ≤ 36 5级精度达100		$\leq 15 \sim 35$
外廓尺寸	大	大	大	大	小		小
传动精度	低	低	低	中等	高		高
工作平稳性	好	好	好	较差	一般		好
自锁能力	无	无	无	无	无		可有
过载保护作用	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	中等	差		差
要求制造及安装精度	低	低	中等	中等	高		高
要求润滑条件	不需	不需	一般不需	中等	高		高
环境适应性	不能接触酸、碱、 油类、爆炸性气体		一般	好	一般		一般

注：(1) 行星齿轮机构未列入本表，需要时可查阅机械设计手册。

(2) 传递连续回转运动，还可采用双曲柄机构（一般为不等角速度）和万向联轴器（传递相交轴运动）。

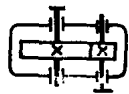
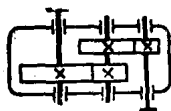
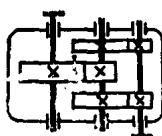
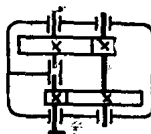
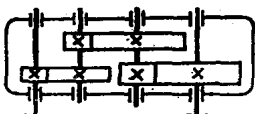
表2-2

实现其他特定运动常用机构的特点与应用

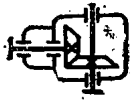
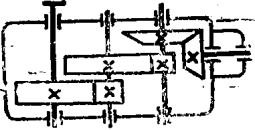
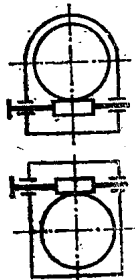
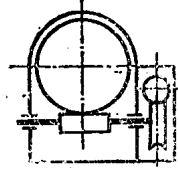
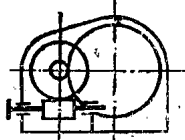
运 动 形 式		传动机构	特 点 和 应 用
间歇回转		槽轮机构	运转平稳, 工作可靠, 结构简单, 效率较高, 多用来实现不须经常调节转动角度的转位运动。
		棘轮机构	常和连杆机构或凸轮机构组合, 以实现间歇回转; 冲击较大, 但转位角易调节, 多用于转位角小于 45° 或转动角度大小常需调节的低速间歇回转。
移 动	等速直线移动或环形移动	带 传 动	平稳, 传递功率不大, 多用于水平运输散粒物料或重量不大的非灼热机件, 加装料斗后可作垂直提升。
		链 传 动	传递功率较大, 常用于各种环形移动的输送机。
	往复直线运动	连杆机构	常用曲柄滑块机构; 结构简单, 制造容易, 能传递较大载荷, 耐冲击, 但不宜高速; 多用于对构件起始和终止有精确位置要求而对运动规律不必严格要求的场合。
		凸轮机构	结构较紧凑, 其突出优点是在往复移动中易于实现复杂的运动规律, 如控制阀门的启闭很适宜; 行程不能过大, 凸轮工作面单位压力不能过大; 重载容易磨损。
		螺旋机构	工作平稳, 可获得精确的位移量, 易于自锁, 特别适用于高速回转变成缓慢移动的场合, 但效率低, 不宜长期连续运转; 往复可在任意时刻进行, 无一定冲程。
		齿轮齿条机构	结构简单紧凑, 效率高, 易于获得大行程, 适用于移动速度较高的场合, 但传动平稳性和精度不如螺旋传动。
		绳 传 动	传递长距离直线运动最轻便, 特别适用于起升重物之上下升降运动。
往 复 摆 动		连杆机构	常用曲柄摇杆机构、双摇杆机构, 其他与作往复直线运动之连杆机构同。
		凸轮机构	与作往复直线运动凸轮机构同。
		齿条齿轮机构	齿条往复移动, 齿轮往复摆动; 结构简单、紧凑, 效率高; 齿条之往复移动可由曲柄滑块机构获得, 也可由气缸、油缸活塞杆之往复移动获得。
曲 线 运 动		连杆机构	用实验方法或连杆图谱而获得近似连杆曲线。
振 动		凸轮机构	中等频率, 中等负荷; 如振动送砂机。
		连杆机构	频率较低, 负荷可大些; 如振动输送槽。
		旋转偏重惯性机构	频率较高, 振幅不大且随负荷增大而减小, 如惯性振动筛。
		偏心轴强制振动机构	利用偏心轴强制振动; 频率较高, 振幅不大且固定不变, 工作稳定可靠, 但偏心轴固定轴承受往复冲击易损坏。

表2-3

常用减速器的型式、特点及应用

名 称	简 图	传动比范围		特 点 及 应 用	
		一般	最大值		
单级圆柱 齿轮减速 器		直齿 ≤ 4 斜齿 ≤ 6	10	轮齿可为直齿、斜齿或人字齿。箱体常用铸铁铸造。支承多采用滚动轴承，只有重型或特高速时才采用滑动轴承。	
圆 柱 齿 轮 减 速 器	两级展开 式圆柱齿 轮减速器		8 ~ 40	60	是两级减速器中应用最广泛的一种。齿轮相对于轴承不对称，要求轴具有较大的刚度。伸出轴上的齿轮常布置在远离轴伸出端的一边，以减少因弯曲变形所引起的载荷沿齿宽分布不均现象。高速级常用斜齿，低速级可用斜齿或直齿。建议用于载荷较平稳场合。
	两级分流 式圆柱齿 轮减速器		8 ~ 40	60	低速轴上的齿轮相对于轴承为对称布置，载荷沿齿宽分布较均匀。中间轴危险断面上的扭矩是传递扭矩的一半。高速级多用斜齿，一边右旋，另一边左旋，轴向力可抵消。结构较复杂，需多用一对齿轮，轴向尺寸大。建议用于变载场合。
	两级同轴 线式圆柱 齿轮减速 器		8 ~ 40	60	箱体长度较小，两大齿轮浸油深度可以大致相同。但减速器轴向尺寸及重量较大；高速级齿轮的承载能力不能充分利用；中间轴承润滑困难；中间轴较长，刚度差；仅能有一个输入端和输出端，限制了传动布置的灵活性。
	三级展开 式圆柱齿 轮减速器		40 ~ 200	400	特点是传动比大，其余与两级展开式相同。

(续表2-3)

圆锥及圆锥—圆柱齿轮减速器	单级圆锥齿轮减速器		直齿 ≤ 3 斜齿 ≤ 5	10	用于输入轴与输出轴相交的传动。
	两级圆锥—圆柱齿轮减速器		8~15	圆锥直齿20 圆锥斜齿40	用于输入轴与输出轴相交而传动比较大的传动。圆锥齿轮应在高速级，以减小锥齿轮尺寸利于加工，轮齿可制成直齿或斜齿。
	三级圆锥—圆柱齿轮减速器		25~75	200	用于输入轴与输出轴相交而传动比很大的传动。其他与两级圆锥—圆柱齿轮减速器相同。
蜗杆减速器	单级蜗杆减速器 a) 蜗杆下置式 b) 蜗杆上置式		7~40	80	传动比大，结构紧凑，但传动效率低，用于中小功率、输入轴与输出轴垂直交错的传动。下置式蜗杆减速器润滑条件较好，应优先选用。但当蜗杆圆周速度太高 ($v > 4\text{m/s}$) 时，搅油损失大，才用上置式蜗杆减速器；此时，蜗轮轮齿浸油润滑，但蜗杆轴承润滑较差。
	两级蜗杆减速器		300 ~800	3600	传动比很大，结构紧凑，但效率很低，用于小功率、传动比很大而结构紧凑的场合。
	蜗杆—齿轮减速器		60~90	480	传动比较单级蜗杆减速器高、较两级蜗杆减速器低，但效率较两级蜗杆减速器高。