

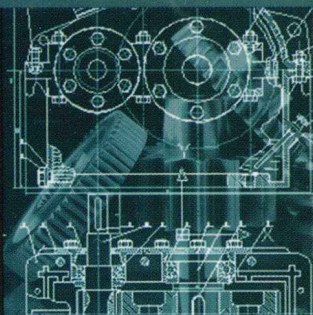
普通高等教育国家级规划教材《机械原理》配套教材

[高校教材]

# 机械原理课程设计

邹焱飏 翟敬梅 主编  
李杞仪 主审

MECHANICAL PRINCIPLE  
COURSE DESIGN



中国轻工业出版社


普通高等教育国家级规划教材《机械原理》配套教材

# 机械原理课程设计

邹焱飏 翟敬梅 主编

张 铁 李 琳 参编

李杞仪 主审

 中国轻工业出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

机械原理课程设计/邹焱飏, 翟敬梅主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2010. 2

普通高等教育国家级规划教材《机械原理》配套教材  
ISBN 978-7-5019-7406-1

I. ①机… II. ①邹…②翟… III. ①机构学 - 课程设计 - 高等学校 - 教材 IV. ①TH111

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 213392 号

## 内 容 提 要

本书是为机械基础课程实践教学环节——机械原理课程设计的需要而编写的。本书包括八章和三个附录。主要内容包括三个部分：第一部分为课程设计指导部分，主要介绍机械原理课程设计的一般过程、机械传动方案设计、机构创新设计的思考方法和实例等；第二部分为课程设计资料部分，主要介绍课程设计中要用到的一些基本知识和实用方法，包括特殊功能的机构、常用机构的解析法、机械运动方案设计实例分析；第三部分为课程设计题目部分，主要介绍典型机构设计题目。

本教材可用于高等工科院校机械类各专业机械原理课程设计，也可供其他有关院校和专业以及工程技术人员进行机械运动方案分析设计时参考。

责任编辑：王 淳    责任终审：孟寿萱    封面设计：锋尚设计  
版式设计：王超男    责任校对：吴大鹏    责任监印：张 可

出版发行：中国轻工业出版社（北京东长安街6号，邮编：100740）

印    刷：河北高碑店市德裕顺印刷有限责任公司

经    销：各地新华书店

版    次：2010年2月第1版第1次印刷

开    本：787×1092 1/16    印张：9.25

字    数：223千字

书    号：ISBN 978-7-5019-7406-1    定价：16.00元

邮购电话：010-65241695    传真：65128352

发行电话：010-85119835 85119793    传真：85113293

网    址：<http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

70586J1X101ZBW

## 前 言

机械原理课程设计的主要目的是为学生在完成课堂教学基本内容后提供一个较完整的从事机械设计初步实践的机会。本书的编写宗旨就是指导学生能在短时间内，将所学的机械基础理论运用于一个简单的机械系统，通过机械传动方案总体设计，机构分析和综合，进一步巩固掌握课堂教学知识，并结合实际得到工程设计方面的初步训练，培养学生综合运用技术资料，提高绘图、运算的能力。同时，注重学生创新意识的开发。

全书共分8章，第1章概要介绍了机械原理课程设计目的、任务、内容、方法、以及机械原理课程设计的说明书的编写。第2章主要讲述了机械传动系统设计的基本方法。第3章主要讲述了执行机构中的运动协调设计的初步知识。第4章讲述了机械系统运动方案设计的初步知识。第5章介绍了用于实现特殊功能的机构。第6章介绍了常用机构解析法设计的相关知识。第7章介绍了冰淇淋自动包装机和冲压式蜂窝煤成型机两种典型机构的运动方案设计。第8章为课程设计题目部分，主要介绍典型机构设计题目。附录1介绍了机构运动简图符号，附录2介绍了常用机构的特点及其应用，附录3介绍了机械传动的特点。

全书由邹焱飏、翟敬梅主编。第1章、第2章、第3章以及附录1、2、3由邹焱飏编写。第4章由张铁编写。第5章和第8章由翟敬梅编写，第6章和第7章由李琳编写。全书由李杞仪教授主审。

在编写过程中，我们参考并引用了大量有关机械原理课程设计方面的论著、资料，限于篇幅，不能在文中一一列举，在此一并对其作者致以衷心的感谢。

由于作者水平有限，书中内容难免存在不足和错误之处，我们恳请读者给予批评指正。最后我们对支持本书编写和出版的所有业者表示衷心的感谢。

编 者

2009年11月9日

# 目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 机械原理课程设计的目的和任务	1
1.2 机械原理课程设计的内容和方法	1
1.3 机械原理课程设计的说明书的编写	2
第 2 章 机械传动系统设计	4
2.1 原动机的种类和选择	4
2.2 传动的类型及选择	6
2.3 总传动比的确定及分配	9
第 3 章 执行机构中的运动协调设计	12
3.1 机构设计概述	12
3.2 执行机构运动规律设计	13
3.3 执行机构运动协调设计	17
3.4 机械运动循环图设计	20
第 4 章 机构系统运动方案设计	26
4.1 机构选型	26
4.2 机构的创新设计	29
4.3 基于功能分析的机构系统运动方案设计方法	41
4.4 运动方案的评价	48
第 5 章 实现特殊功能的机构简介	52
5.1 间歇运动机构	52
5.2 定传动比匀速转动机构	57
5.3 往复运动机构	62
5.4 行程放大机构	69
5.5 行程可调机构	73
5.6 增力机构	75
第 6 章 常用机构的解析法设计	78
6.1 平面连杆机构设计	78
6.2 凸轮机构设计	83
6.3 圆柱齿轮机构设计	86
第 7 章 机械运动方案设计实例分析	92
7.1 冰淇淋自动包装机运动方案设计	92
7.2 蜂窝煤成型机机构运动方案设计	98
7.3 书本打包机运动方案设计	106
第 8 章 机械原理课程设计题目选编	111

---

8.1	医用棉签卷棉机 .....	111
8.2	洗瓶机 .....	112
8.3	平压印刷机 .....	112
8.4	自动打印机 .....	113
8.5	四工位专用机床 .....	114
附表 1	机构运动简图符号 .....	116
附表 2	常用动力机的类型及主要特点 .....	136
附表 3	按运动和功能对机构进行分类 .....	136
附表 4	常用机构的主要性能与特点 .....	137
附表 5	各类机械传动特性的比较 .....	138
附表 6	各类机械传动的特性和应用 1 .....	139
附表 7	各类机械传动的特性和应用 2 .....	139



# 第 1 章 绪 论

## 1.1 机械原理课程设计的目的和任务

### (1) 目的

机械原理课程设计是机械原理课程教学中最后的一个重要的实践性教学环节，是培养学生进行机械运动方案设计、机械创新设计以及应用计算机对工程实际中各种机构进行分析和设计能力的一个重要的训练过程。其目的如下。

1) 通过课程设计，综合运用所学的知识，理论联系实际去分析和解决与本课程有关的工程实际问题，并使学生进一步巩固和加深所学的理论知识。

2) 使学生得到拟定运动方案的训练，并具有初步的机械选型与组合及确定传动方案的能力。培养学生开发和创新机械产品的能力。

3) 使学生掌握机械运动方案设计的内容、方法、步骤，并对动力分析与设计有一个较完整的概念。

4) 进一步提高学生的运算、绘图、表达及运用计算机和查阅有关技术资料的能力。

5) 通过编写说明书，培养学生的表达、归纳及总结能力。

### (2) 任务

机械原理课程设计的任务一般可分为以下几部分。

1) 根据给定机械的工作要求，合理地进行机构的选型与组合。

2) 拟定该机械系统的运动方案（通常拟定多个）、对各运动方案进行对比和选择，最后选定一个最佳的运动方案作为本设计的方案。绘出机构运动简图。

3) 对选定方案中的机构（凸轮机构、连杆机构、齿轮机构、其它常用机构等）进行设计和分析。

4) 拟定、绘制机构运动循环图。

5) 设计飞轮，进行机械动力分析与设计。

## 1.2 机械原理课程设计的内容和方法

### (1) 内容

1) 机械运动方案设计，主要任务是完成一个简单机械的总体运动方案设计。首先进行机构的型综合，即正确地选择机构的类别。要求学生从各个常用机构中选择 2~3 种适当的机构（当然也可以有创新机构）并进行合理的组合，以实现所需求的运动。

2) 按照传动比以及其它设计要求，确定简单机械的总体尺寸，计算各级传动比，给出各执行机构与传动机构的初步尺寸。

3) 绘制机械系统运动简图，编制机器运动循环图。

4) 对所选出的 2~3 种常用机构进行运动设计, 即具体机构的尺度综合, 求出机构的主要尺寸。

5) 对上述机构进行运动分析。绘制平面连杆机构运动线图, 或进一步进行动力分析飞轮转动惯量的确定。绘制机械系统动力分析图。

6) 编写设计计算说明书, 列出计算公式及程序, 绘制相关的图纸, 对结果进行分析讨论。

课程设计题目, 可由教师根据本校具体情况及不同专业的需要来选定, 但为了保证课程设计的基本内容, 以及一定程度的综合性和完整性, 课程设计的选题应注意以下几点:

1) 一般应包括三种基本机构 (平面连杆机构、齿轮机构、凸轮机构) 的分析与综合;

2) 应具有多个执行机构的运动配合关系和运动循环图的分析与设计;

3) 运动方案的选择与比较。

## (2) 方法

机械原理课程设计的方法有图解法、解析法、实验法三大类。

1) 图解法是利用已知条件和某些几何关系式, 通过几何作图求得结果。这种办法具有几何概念清晰、形象、直观、定性简单, 以及便于检查结果的正确与否等优点; 其缺点是作图繁琐, 精度不高。但它是学生掌握机械原理课程的基本概念、基本原理最有效的方法, 是进行解析设计的基础。

2) 解析法是通过建立数学模型, 编制框图和程序并借助于计算机得出其结果, 该方法的计算精度高、速度快、能解决较复杂的问题, 因此在实际设计中得到了越来越广泛的应用。

3) 实验法是通过建立模型、计算机动态演示与仿真、CAD/CAM 等, 使设计的机械产品、零件得以实现。这种方法不仅可验证设计的效果, 还可培养学生的创新意识和实践动手能力。

## 1.3 机械原理课程设计的说明书的编写

### (1) 机械原理课程设计说明书的主要内容

设计说明书是整个设计计算的整理和总结, 也是实际生产中审核机器设计的主要技术文件之一。课程设计说明书的内容大致包括以下几个方面。

1) 目录 (标题、页次)。

2) 设计题目 (包括设计的条件、要求等)。

3) 原动机的选择。

4) 传动比的分配。

5) 传动机构的选择和比较。

6) 执行机构的选择和比较。

7) 机构运动简图或设计方案的拟定和比较。

8) 机械系统运动循环图。

9) 对所选的机构进行运动分析、动力分析与设计, 并绘出机构的运动分析、动力分



析图和凸轮、飞轮的设计图纸。

10) 列出计算公式及主程序和所调用的子程序。

11) 对结果进行分析讨论。

12) 主要参考资料(资料号、主要作者、书名、版本、出版地、出版年份)。

### **(2) 编写课程设计说明书的有关要求**

1) 课程设计说明书必须用黑色或蓝色钢笔书写。

2) 计算内容,应先列出公式、后代入数据、再写出结果,并标明单位,省略中间的运算过程,对重要数据用简短语言给出结论。

3) 说明书中应编写必要的大、小标题,所用的公式和数据应注明其来源(参考资料的编号和页次)。

4) 说明书用16开的纸书写,并装订成册。

### **参 考 文 献**

[1] 孙恒,陈作模.机械原理[M].第六版.北京:高等教育出版社,2001

[2] 付则绍.机械原理[M].第二版.北京:石油工业出版社,1998

[3] 刘毅主编.机械原理课程设计(第一版).华中科技大学出版社,2006

## 第 2 章 机械传动系统设计

机械系统通常由原动机、传动装置、工作机和控制操纵部件及其它辅助零部件组成。工作机是机械系统中的执行部分，原动机是机械系统中的驱动部分，传动装置则是把原动机和工作机有机联系起来，实现能量传递和运动形式转换不可缺少的部分。

### 2.1 原动机的种类和选择

#### 2.1.1 原动机的种类

原动机的种类，如表 2-1、表 2-2。

表 2-1

第一类原动机

类别	工业汽轮机		汽油机		柴油机	燃气轮机
	小型 100~1000	大型 10000~600000	四冲程 1.0~260	二冲程 0.6~110		
功率特性/kW					5~38000	50~25000
功率、重量	较大		小		较大	最大
热效率或燃油消耗率/(N/kW·h)	冷凝 ≈15%	冷凝 ≈25%	3.4~2.75	5.1~4.2	2.5~2	4.2~2.5
特点	<p>启动力矩大，转速高，变速范围较大，运转平稳，寿命长。</p> <p>设备复杂，制造技术要求高，初始成本高。</p> <p>中型气轮机的效率在大型和小型之间</p>		<p>结构紧凑，重量轻，便于移动，转速高，能很快启动达到满载运转。热效率约为 25%。燃料价高，易燃，废气会造成大气污染</p>		<p>工作可靠，寿命长，维护简单，运转费低，燃料较安全。热效率约为 36%。初始成本较高，废气会造成大气污染</p>	<p>结构紧凑，重量轻，启动快而力矩大，运转平稳，用水少，可用廉价燃油，维护简便。热效率约为 30%。设备较复杂，制造技术要求高，初始成本高，燃料消耗较多</p>
应用	适用于大功率高速驱动，如压缩机、泵、风机、发电机（发电厂）		多用于汽车		应用很广，如各种车辆、船舶、农业机械、挖掘机、压缩机	用于大功率高速驱动，如原油输送、发电

表 2-2

第二类原动机

类别	电动机	气压马达 (气缸)	液压马达 (液压缸)
尺寸	较大	较小	最小
功率、重量	大	比电动机大	最大
输出刚度	硬	软	较硬
调速方法和性能	直流电动机可改变电枢的电阻、电压或改变磁通进行调速。交流电机通常是不调速的, 需要时则也可通过变频、变极或变转差率进行调速	用气阀控制, 简单、迅速, 但不精确	通过阀控或泵控改变流量, 调速范围大
反转性能	通常是单向回转的, 需要时可采用反向开关, 或特殊电路反向, 简单	通过方向控制阀反向供气, 简单、迅速	通过方向控制阀反向供油或使变量装置超过中心位置, 简单
运行温度的控制	在正常环境下使用, 电机采用风冷, 温升应低于允许值	排气时空气膨胀而自冷	对油箱进行风冷或水冷
高温使用性能	受绝缘的限制, 采用耐热的绝缘材料和特殊设计, 可提高使用温度	取决于结构材料的允许使用温度	受油液最高使用温度的限制, 采用高温油可提高使用温度
防爆性能	需采用防爆电动机	介质不会燃爆, 可用于易燃易爆的环境中	用于易燃环境时, 必须使用防燃性油
恶劣环境适应性	需采用防护式, 或封闭式电动机	适用于多尘、潮湿和不良的环境中	需用密封结构
故障反应	运转故障或严重过载, 可能烧坏电动机, 需考虑过载保护装置	过载不引起部件损坏	过载不引起部件损坏
噪声	噪声小	噪声较大, 排气口应安装消声器	噪声较大
初始成本	低	较高	高
运转费用	最低	最高	高
维护要求	较少	少	较多
功率范围	0.3~10000kW, 范围极广	受气压马达尺寸限制, 与供气压力有关。使用范围: 15kW 以下, 与马达类型有关。特别适应于 0.75kW 以下的高速转动	受实际油压 (一般最大为 34N/mm <sup>2</sup> ) 和马达尺寸的限制。小功率 (0.75kW 以下) 效率低, 成本高

### 2.1.2 原动机的选择

1) 必须考虑到现场能源供应情况。在有电源的条件下尽可能选择电力驱动, 因为它

成本低，操作控制方便，机械活动范围广，离电源远或无电源时可考虑选择柴油机作为原动机。当有现成气源时（如铸造车间）可选用气力驱动（气动马达和气缸）。

2) 必须考虑到原动机的机械特性和工作制度与工作机相匹配。例如挖掘机工作时当遇到大的阻力（如巨石、古树根等）时，为保护整个机械装置，它应能立即停止工作（称此为挖掘特性），所选原动机也必须具有此特性。又如纺织机械上用的电动机应选用连续工作制，而起重机械上用的电动机应根据该起重机械工作的频繁程度选取相应的工作制度（ $FC = 15\% \sim 60\%$ ）

3) 必须考虑到工作机对原动机提出的启动、过载、运转平稳性、调速和控制等方面的要求。如电力机车要求原动机启动力矩大、调速范围宽。

4) 必须考虑到工作环境的因素。如防爆，防尘、防腐蚀等。例如对于食品机械必须考虑到不能污染食品以及便于清洗等要求。所以在考虑选择油缸和气缸作为原动机时，应选择气缸，而油缸的漏油会污染食品。

5) 必须考虑工作可靠，操作简易，维修方便。比如在单机集中驱动和多机分别驱动两者之间，考虑到操作维修方便往往选择多机分别驱动为好。

6) 为了提高机械系统的经济效益，必须考虑经济成本，包括初始成本和运转维护成本。

此外，所选原动机的额定功率必须满足负载需要，但也不宜过大。对电动机来说，所选电动机功率过大造成功率因数过低也是不经济的。

## 2.2 传动的类型及选择

在原动机和工作机之间必须加入传动装置，通过它来传递动力或改变运动形式、参数，这是因为：

1) 工作机所要求的速度通常和原动机的额定速度不一致，需要减速或增速（大多数情况下要求减速）。

2) 工作机要根据生产要求进行速度调节，而原动机通常只以一种恒定的额定转速运转，如果通过改变原动机的速度来满足工作机的变速要求，往往经济成本较高。对于某些类型的原动机无法通过其本身变速来满足工作机的生产工艺要求。

3) 原动机的运动形式比较单一，比如通常只能做匀速转动，而工作机的运动形式由生产的工艺要求而定，它们是多种多样的，如直线运动、往复摆动、螺旋运动等。

4) 在单机集中驱动时，需要一台原动机来带动若干组不同速度大小，不同运动形式的工作机（或执行机构）。

5) 为了工作安全及维修方便，或因机器的外廓尺寸受到安装空间、运输条件的限制等其它原因，必须把原动机和工作机分成两个部件，而它们中间则由传动装置来连接。

### 2.2.1 传动的类型

传动的分类方法很多，现按工作原理，传动比变化及传动输出速度变化情况来分，并分别列于表 2-3 和表 2-4。

表 2-3

传动按工作原理分类

传动类型		说明	
摩擦传动	摩擦轮传动 (直接接触)	圆柱形、槽形、圆锥形、圆柱圆盘形	
	挠性摩擦传动 (靠中间挠性件)	带传动: V带, 平带、多楔带、圆形带、绳及钢丝绳传动	
	摩擦式无级变速传动	定轴的(无中间体的、有中间体的) 动轴的 有挠性元件的	
机械传动	齿轮传动	圆柱齿轮传动	啮合形式: 内、外啮合, 齿条 齿形曲线: 渐开线, 单、双圆弧, 摆线 齿向曲线: 直齿, 螺旋(斜)齿, 曲线齿
		圆锥齿轮传动	啮合形式: 外、内啮合, 平顶及平面齿轮 齿形曲线: 渐开线、单、双圆弧 齿向曲线: 直齿, 斜齿, 弧线齿及曲线齿
		行星轮系	渐开线齿轮行星传动(单自由度、多自由度) 摆线针轮行星传动 谐波传动(三角形齿、渐开线齿)
		非圆齿轮传动	可实现主、从动轴间传动比按周期性变化的函数关系
	蜗杆传动	圆柱蜗杆传动	按形成原理可分为普通圆柱蜗杆传动和曲面圆柱蜗杆传动
		环面蜗杆传动	二次包络线蜗杆传动 一次包络线蜗杆传动
		锥蜗杆	
	挠性啮合传动	链传动、带传动	
	螺旋传动	摩擦形式: 滑动, 滚动, 静压 头数: 单头, 多头	
	连杆机构	曲柄摇杆机构, 双曲柄机构, 曲柄滑块机构, 曲柄导杆机构, 液压缸驱动的连杆机构	
	凸轮机构	直动和摆动从动杆, 反凸轮机构, 凸轮式无级变速器	
组合机构	齿轮连杆, 齿轮凸轮, 凸轮连杆, 液压连杆机构		
流体传动	气压传动	运动形式: 往复移动, 往复摆动, 旋转 速度变化: 恒速, 有级变速, 无级变速	
	液压传动		
	液力传动	液力变矩器 液力耦合器	
	液体黏性传动	与多片摩擦离合器相似, 借改变摩擦片间的油膜厚度与压力, 以改变油膜的剪切力进行无级变速传动	
电力传动	交流电力传动	恒速, 可调速	
	直流电力传动	恒速, 可调速	
磁力传动	可透过隔离物传动: 磁吸引式, 涡流式 不可透过隔离物传动: 磁滞式, 磁粉离合器		

表 2-4 传动按传动比变化情况分类

传动分类		说明	传动举例
定传动比传动		输入与输出转速对应, 适用于工作机工况固定, 或其工况与原动机工况对应变化的场合	带、链、摩擦轮传动, 齿轮、蜗杆传动
变传动比传动	有级变速	一个输入转速对应于若干个输出转速, 且按某种数列排列, 适用于原动机工况固定而工作机有若干种工况的场合, 或用来扩大原动机的调速范围	齿轮变速箱
	无级变速	一个输入转速对应于某一范围内无限多个输出转速, 适用于工作机工况很多或最佳工况不明确的情况	各种机械无级变速器、液力耦合器与变速器、液体黏性传动、电磁滑差离合器
	按周期性规律变化	输出角速度是输入角速度的周期函数, 用来实现函数传动及改善某些机构的动力特性	非圆齿轮、凸轮、连杆机构、组合机构

## 2.2.2 传动的选择

### (1) 传动类型选择时应考虑的因素

选择传动类型时所依据的主要指标应是: 效率高、经济成本低、外廓尺寸小、重量轻、运动性能良好及便于加工制造和维修, 既能满足生产条件又安全可靠。具体地说, 选择传动类型时应考虑到:

1) 原动机的工况应与工作机工况相匹配, 即它们的工作点接近各自的最佳工况, 而且工作点尽可能稳定。原动机和传动装置在启动、制动、调速性能、机械特性、反向和空载等方面能符合工作机的要求。

2) 对传动的尺寸、重量和布置方面应做到紧凑、轻巧、合理, 同时又要便于安装和维修。

3) 能适应工作环境条件, 如多尘、高温、低温、潮湿、腐蚀、易燃、易爆等恶劣环境、噪声的限度等。

4) 经济成本低, 即工作寿命长、传动效率高、初始费用、运转费用和维修费用低。

5) 操作和控制方式简便。

6) 必须符合国家的技术政策, 现场的技术条件和环境保护等其它要求。

### (2) 传动类型选择的原则

1) 对于大功率传动, 应优先选用高效率的传动, 以节约能源。

2) 当工作机要求与原动机同步时, 不宜采用摩擦传动, 而应采用无滑动的传动装置(如啮合传动)。

3) 传动装置应尽可能采用标准化、系列化产品, 便于互换从而降低初始和维修费用。

4) 当载荷变化频繁, 而且可能出现过载时, 不宜采用啮合传动而可采用摩擦传动、流体传动, 或在传动装置中配备过载保护设施。

5) 为了降低初始费用, 在满足使用要求前提下, 尽可能选择结构简单的传动装置, 即简化和缩短传动链。

6) 当原动机的调速比能与工作机的变速要求相适应时, 可直接联接或采用定传动比的传动装置; 当工作机要求的变速范围大, 原动机的调速措施不能满足其机械特性和经济要求时, 应采用变传动比的传动。通常从降低成本角度出发尽量采用有级变速, 只有工作机生产工艺需要连续变速时, 才选用无级变速传动。此外, 在传动装置中传动比的分配应合理。

## 2.3 总传动比的确定及分配

### 2.3.1 确定总传动比

原动机选定后, 根据原动机的额定转速  $n_{\text{原}}$  和工作轴的转速  $n_{\text{工}}$  即可确定传动装置的总传动比  $i_{\text{总}}$

$$i_{\text{总}} = \frac{n_{\text{原}}}{n_{\text{工}}}$$

根据总传动比按各级传动进行分配

$$i_{\text{总}} = i_1 i_2 i_3 \cdots i_n$$

式中  $i_1, i_2, i_3 \cdots i_n$  为各级传动的传动比。

### 2.3.2 总传动比的分配原则

传动比的合理分配是传动装置设计中的一个重要问题。它将直接影响到传动装置的外形尺寸、重量、润滑条件、装拆性能和整个机器的工作能力。因此它是运动计算的重要组成部分。

传动比分配的一般原则:

- 1) 各级传动比应在推荐范围内选取, 在特殊情况下也不要超过所允许的最大值;
- 2) 使各级传动的承载能力得到充分发挥, 并使其结构尺寸协调和匀称;
- 3) 使各级传动具有最小的外形尺寸, 最小的重量和中心距;
- 4) 在两级或多级齿轮减速器中, 使各级大齿轮的浸油深度大致相等, 以利实现浸浴润滑;
- 5) 所有的传动零件应便于装配和拆卸;
- 6) 为提高传动链的传动精度, 减小空回, 应使最后一级的减速比最大;
- 7) 对于周期性变化的载荷, 为了避免某几个轮齿的磨损过分集中, 建议用不可约分的传动比。如  $i = \frac{25}{27}$ 、 $\frac{17}{31}$  等;
- 8) 在经常正反转的传动链中希望传动链总转动惯量小。

要使分配传动比的方案满足上述所有原则是不可能的, 也是不现实的。因此, 设计时应拟定不同的分配方案, 在各个指标上进行对比, 最后确定一个最合理的方案。



### 2.3.3 传动比的选择与计算

1) 在 V 带—齿轮传动装置中,  $i_{\text{总}} = i_{\text{带}} i_{\text{齿}}$  一般应使  $i_{\text{带}} < i_{\text{齿}}$ , 以使整个传动装置的尺寸较小, 结构紧凑。如果  $i_{\text{带}}$  太大就有可能使大带轮的半径  $R$  大于减速器的中心高  $H$  (图 2-1), 从而造成安装上的困难。

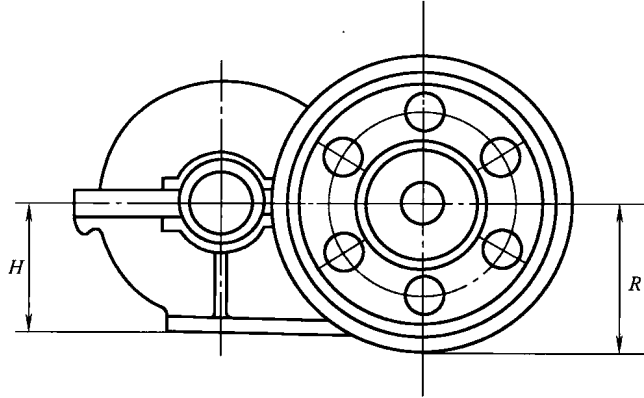


图 2-1

2) 对于两级圆柱齿轮减速器, 为使两对齿轮的齿面承载能力大致相等 (假定两对齿轮的配对材料和齿宽系数均相同), 以获得最小的外形尺寸, 应取高速级传动比  $i_{\text{高}}$  为:

$$i_{\text{高}} = \frac{i_{\text{总}}}{2} \frac{\sqrt[3]{i_{\text{总}}^2 + 1}}{\sqrt[3]{i_{\text{总}} + i_{\text{总}}}}$$

3) 对于同轴线式两级圆柱齿轮减速器, 为了提高高速级齿轮的承载能力, 并照顾到各级齿轮的润滑条件, 可取

$$i_{\text{高}} = \sqrt{i_{\text{总}}} - (0.01 \sim 0.05) i_{\text{总}}$$

4) 为了使两个大齿轮的浸油深度大致相等, 以利润滑, 对于展开式和分流式圆柱齿轮减速器通常取  $i_{\text{高}} = (1.2 \sim 1.3) i_{\text{低}}$ , 或按图 2-2 的曲线分配传动比。

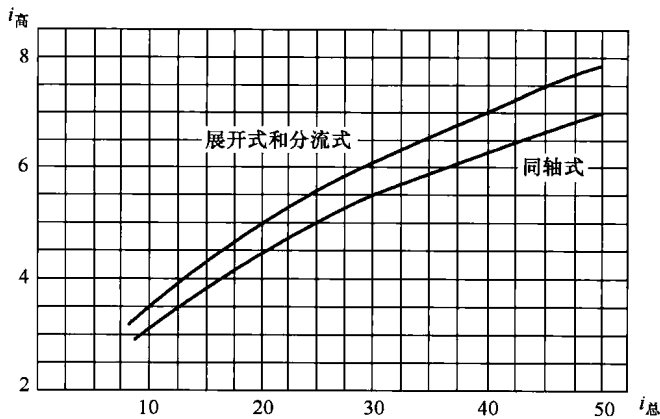


图 2-2

5) 对于两级圆锥-圆柱齿轮减速器, 考虑到圆锥齿轮尺寸越大, 制造越困难, 因此高速级的圆锥齿轮传动比  $i_{\text{高}}$  不宜太大。根据齿面承载能力相等, 并获得较小外形尺寸的原则, 通常取  $i_{\text{总}} \approx 0.25i_{\text{总}}$ , 且  $i_{\text{总}} \leq 3$ , 如要求两个大齿轮的浸油深度大致相等时, 允许  $i_{\text{总}} = 3.5 \sim 4$ 。

6) 对于蜗杆-齿轮减速器, 齿轮传动的传动比大致可取为:

$$i_{\text{齿}} \approx (0.03 \sim 0.06) i_{\text{总}}$$

7) 对于两级蜗杆减速器, 为了总体布置的方便, 通常应保证  $a_{\text{低}} \approx 2a_{\text{高}}$  ( $a_{\text{高}}$ 、 $a_{\text{低}}$  分别表示减速器高速级和低速级的中心距), 此时, 两级蜗杆传动的传动比大致相等, 即

$$i_{\text{高}} \approx i_{\text{低}} \approx \sqrt{i_{\text{总}}}$$