

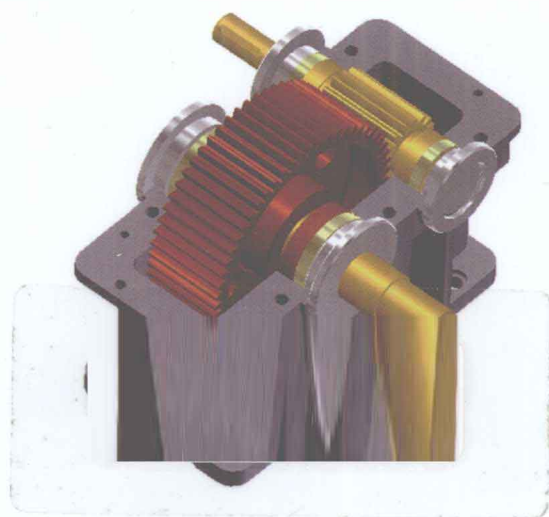


普通高等教育“十二五”规划教材

PUTONG GAODENG JIAOYU "12·5" GUIHUA JIAOCAI

机械设计课程设计

吴洁 宗振奇 张磊 主编



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press



普通高等教育“十二五”规划教材

机械设计课程设计

吴 洁 宗振奇 张 磊 主编

北 京
冶金工业出版社
2011

内 容 提 要

本书是根据“机械设计”和“机械设计基础”课程教学基本要求编写的,可供学生在进行课程设计时使用。本书主要包括机械设计课程设计指导、计算机辅助绘图、机械设计课程设计常用标准和规范、设计参考图例和机械设计课程设计题目等五个部分内容。本书以圆柱齿轮减速器作为设计对象,详细叙述了减速器的结构、设计方法和步骤。通过举例、图示、文字说明等手段,引导学生完成各阶段的设计内容。

本书可供高等工科院校机械类、近机械类及非机械类各专业进行机械设计课程设计、机械设计基础课程设计以及设计大作业使用,也可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计课程设计/吴洁,宗振奇,张磊主编. —北京:
冶金工业出版社,2011.8

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5024-5681-8

I. ①机… II. ①吴… ②宗… ③张… 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(2011)第150699号

出 版 人 曹胜利

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷39号,邮编100009

电 话 (010) 64027926 电子信箱 yjchs@cnmip.com.cn

责任编辑 程志宏 廖 丹 美术编辑 李 新 版式设计 孙跃红

责任校对 卿文春 责任印制 李玉山

ISBN 978-7-5024-5681-8

北京兴华印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

2011年8月第1版,2011年8月第1次印刷

787mm×1092mm 1/16;14印张;335千字;211页

29.00元

冶金工业出版社发行部 电话:(010) 64044283 传真:(010) 64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街46号(100010) 电话:(010) 65289081(兼传真)

(本书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

前 言

《机械设计课程设计》是根据教育部有关机械设计和机械设计基础课程的教学基本要求,结合多年的教学实践经验编写的。本书的编写目的在于训练学生对所学知识、理论、技能的应用能力以及查阅相关资料的能力。本书具有以下三个特点:

1. 在满足课程设计需要的前提下,进行了精心压缩和编排,内容力求新颖和实用,便于学生学习使用;

2. 具体、详尽地阐述了课程设计的工作任务和完成步骤,并按各设计阶段的要求作了明确的安排,同时附有必要的技术资料,着重培养学生的独立思考和创新能力,提高课程设计的质量;

3. 采用最新的国家标准和技术规范。

参加本书编写工作的有吴洁(第1章~第13章)、宗振奇(第14章、第15章)、康凤华(第16章、第17章)、张磊(第18章~第21章),本书由吴洁、宗振奇和张磊任主编。王冠五担任本书主审,并在提供了许多宝贵意见和建议,在此编者表示衷心感谢。

由于编者水平和经验所限,误漏欠妥之处,敬请各位同仁及广大读者给予指正。

编 者
2011年5月

目 录

第一部分 机械设计课程设计指导

第1章 机械设计课程设计总论	1
1.1 机械设计课程设计的目的和内容	1
1.1.1 课程设计的目的	1
1.1.2 课程设计的内容	1
1.1.3 课程设计的任务	1
1.2 机械设计课程设计的步骤	2
1.3 机械设计课程设计中应注意的问题	3
第2章 机械传动装置的总体设计	5
2.1 拟定传动方案	5
2.2 减速器类型简介	5
2.3 电动机的选择	7
2.3.1 选择电动机类型和结构型式	7
2.3.2 确定电动机的功率	7
2.3.3 确定电动机的转速	8
2.4 传动装置总传动比的确定和分配	9
2.4.1 传动装置总传动比	9
2.4.2 合理分配各级传动比	9
2.5 传动装置的运动和动力参数计算	10
2.6 设计计算示例	11
第3章 传动零件的设计	17
3.1 减速器外传动零件设计	17
3.1.1 带传动	17
3.1.2 链传动	17
3.1.3 开式齿轮传动	17
3.1.4 选择联轴器类型和型号	18
3.2 减速器内传动件设计	18

第4章 减速器的结构与润滑	20
4.1 减速器的结构	20
4.1.1 箱体	20
4.1.2 附件	23
4.2 减速器的润滑	24
4.2.1 传动零件的润滑	24
4.2.2 滚动轴承的润滑	26
第5章 减速器装配图设计	28
5.1 概述	28
5.2 初绘减速器装配草图（第一阶段）	29
5.2.1 绘制圆柱齿轮的轮廓	29
5.2.2 绘制箱体的内壁线	29
5.2.3 绘制轴承座外端面线	31
5.2.4 确定轴承在轴承座孔中的位置	31
5.2.5 初算轴的直径	31
5.2.6 轴的结构设计	32
5.2.7 轴、轴承及键联接的校核计算	34
5.3 轴系部件的结构设计（第二阶段）	35
5.3.1 传动零件的结构设计	35
5.3.2 轴承端盖的结构设计	35
5.3.3 轴承润滑结构的设计	35
5.3.4 轴外伸处密封结构的设计	36
5.4 减速器箱体和附件设计（第三阶段）	38
5.4.1 箱体的结构设计	38
5.4.2 减速器附件设计	42
5.5 完成减速器装配工作图（第四阶段）	43
5.5.1 尺寸标注	44
5.5.2 技术特性与技术要求	44
5.5.3 零件编号	45
5.5.4 编制零件明细栏及标题栏	45
5.5.5 检查装配图并修改	45
5.6 减速器装配图常见错误示例	46
5.7 圆锥-齿轮减速器装配图设计的特点与绘图步骤	49
5.7.1 确定齿轮、箱体内壁和轴承座外端面位置	49
5.7.2 进行轴的结构设计，确定轴上力作用点和支承点	49
5.7.3 小圆锥齿轮轴系部件设计	50
5.7.4 箱座高度的确定	51
5.8 蜗杆减速器装配图设计的特点与绘图步骤	51

5.8.1 按蜗轮外圆确定箱体内壁和蜗杆轴承座位置	51
5.8.2 按蜗杆轴承座尺寸确定箱体宽度及蜗轮轴承座位置	51
5.8.3 进行轴的结构设计, 确定轴上力的作用点和支撑点	52
5.8.4 蜗杆轴系部件设计	52
5.8.5 蜗轮的结构、蜗轮轴承的润滑	53
5.8.6 箱体高度	54
5.8.7 整体式箱体	54
5.8.8 蜗杆减速器的散热	54
第6章 零件工作图设计	55
6.1 轴类零件工作图设计要点	55
6.1.1 视图	55
6.1.2 尺寸标注	55
6.1.3 形位公差的标注	55
6.1.4 表面粗糙度的标注	56
6.1.5 技术要求	56
6.2 齿轮类零件工作图设计要点	56
6.2.1 视图	56
6.2.2 尺寸、公差和表面粗糙度的标注	57
6.2.3 啮合特性表	57
6.2.4 技术要求	57
6.3 箱体类零件工作图设计要点	57
6.3.1 视图	57
6.3.2 尺寸标注	57
6.3.3 技术要求	58
第7章 编写设计计算说明书及答辩准备	59
7.1 设计计算说明书的内容	59
7.2 设计计算说明书的要求	59
7.3 课程设计总结	60
7.3.1 课程设计总结的目的	60
7.3.2 课程设计总结的内容	60
7.4 课程设计答辩	61
7.4.1 课程设计答辩的目的	61
7.4.2 答辩的准备工作	61

第二部分 计算机辅助绘图

第8章 计算机辅助绘图	63
8.1 概述	63

8.2 AutoCAD 绘图基础	64
8.2.1 AutoCAD 用户操作界面	64
8.2.2 AutoCAD 的主要功能	66
8.2.3 AutoCAD 工程制图的基本设置	67
8.3 AutoCAD 绘图示例	69
8.3.1 选用模板图, 开始绘新图	69
8.3.2 绘制图形	69
8.3.3 布局	70
8.3.4 标注	70

第三部分 机械设计课程设计常用标准和规范

第9章 常用数据和一般标准	73
9.1 常用数据	73
9.2 一般标准	76
第10章 常用材料	87
10.1 黑色金属材料	87
10.2 有色金属材料	95
10.3 工程塑料	97
第11章 公差配合与表面粗糙度	98
11.1 标准公差	98
11.2 基本偏差系列	98
11.3 形状和位置公差	102
11.4 表面粗糙度	105
第12章 齿轮传动、蜗杆传动的精度和公差	106
12.1 渐开线圆柱齿轮精度	106
12.1.1 精度等级及其选择	106
12.1.2 齿轮副检验	106
12.1.3 圆柱齿轮各种公差值	107
12.1.4 齿轮副的齿侧间隙	108
12.1.5 齿轮毛坯公差和齿轮表面粗糙度	114
12.1.6 齿轮精度的图样标注	115
12.2 锥齿轮的精度	115
12.2.1 精度等级及其选择	115
12.2.2 圆锥齿轮副侧隙	120
12.2.3 圆锥齿轮毛坯公差	122

12.2.4 圆锥齿轮精度的图样标注	123
12.3 圆柱蜗杆、蜗轮精度	124
12.3.1 精度等级	124
12.3.2 蜗杆、蜗轮及传动的检验与公差	124
12.3.3 蜗杆传动的侧隙	126
12.3.4 齿坯公差和蜗杆、蜗轮的表面粗糙度	129
12.3.5 图样标注	130
第13章 联接件和紧固件	131
13.1 螺纹	131
13.2 螺栓和螺钉	133
13.3 螺母	140
13.4 垫圈	142
13.5 挡圈	143
13.6 螺纹零件的结构要素	147
13.7 键联接	149
13.8 销联接	152
第14章 滚动轴承	154
第15章 联轴器	163
第16章 润滑与密封	168
16.1 润滑剂	168
16.2 润滑装置	170
16.3 密封装置	173
第17章 减速器附件	177
17.1 检查孔及检查孔盖板	177
17.2 通气器	177
17.3 轴承盖	178
17.4 起吊装置	179
17.5 螺塞及封油垫	180
17.6 挡油盘	180
第18章 常用传动零件的结构	181
18.1 圆柱齿轮的结构	181
18.2 圆锥齿轮的结构	182
18.3 蜗轮蜗杆的结构	183
18.3.1 蜗杆的结构	183

18.3.2 蜗轮的结构	184
18.4 带轮结构	185
第19章 电动机	187

第四部分 设计参考图例

第20章 参考图例	191
20.1 减速器装配图示例	191
20.2 零件工作图示例	204

第五部分 机械设计课程设计题目

第21章 胶带输送机的传动装置设计	207
21.1 设计要求	207
21.2 技术数据	207
参考文献	211

第一部分 机械设计课程设计指导

第1章 机械设计课程设计总论

1.1 机械设计课程设计的目的和内容

1.1.1 课程设计的目的

机械设计课程是一门技术基础课，目的在于培养学生机械设计能力。机械设计课程设计是机械设计课程最后一个重要的实践性教学环节，也是学生第一次较为全面的机械设计训练，学习该课程要达到的目的是：

(1) 通过课程设计培养学生综合运用机械设计课程及其他先修课程的理论知识，解决工程实际问题的能力，并通过实际设计训练，使理论知识得以巩固和提高；

(2) 通过课程设计的实践使学生掌握一般机械设计的基本方法和程序，培养独立设计能力；

(3) 进行机械设计工作基本技能的训练，包括计算、绘图能力；利用计算机辅助设计能力；查阅和运用设计资料（手册、图册、标准、规范）等。

1.1.2 课程设计的内容

机械设计课程设计的题目一般选择通用机械中常用的传动装置，如图1-1所示，传动装置中可以包括圆柱齿轮传动、圆锥齿轮传动或蜗杆传动的减速器、带传动、链传动及联轴器等常用零部件。课程设计的主要内容包括以下几方面：

(1) 确定传动装置的传动方案；

(2) 选择电动机，计算传动装置的运动和动力参数；

(3) 进行传动件的设计计算，校核轴、轴承、联轴器、键的强度等；

(4) 绘制减速器装配图及典型零件图；

(5) 编写设计计算说明书。

1.1.3 课程设计的任务

机械设计课程设计要求完成以下任务：

- (1) 绘制减速器装配图 1 张 (A0 号或 A1 号图纸);
- (2) 零件工作图 2 张 (齿轮、轴、箱体等, A3 图纸);
- (3) 设计计算说明书 1 份。

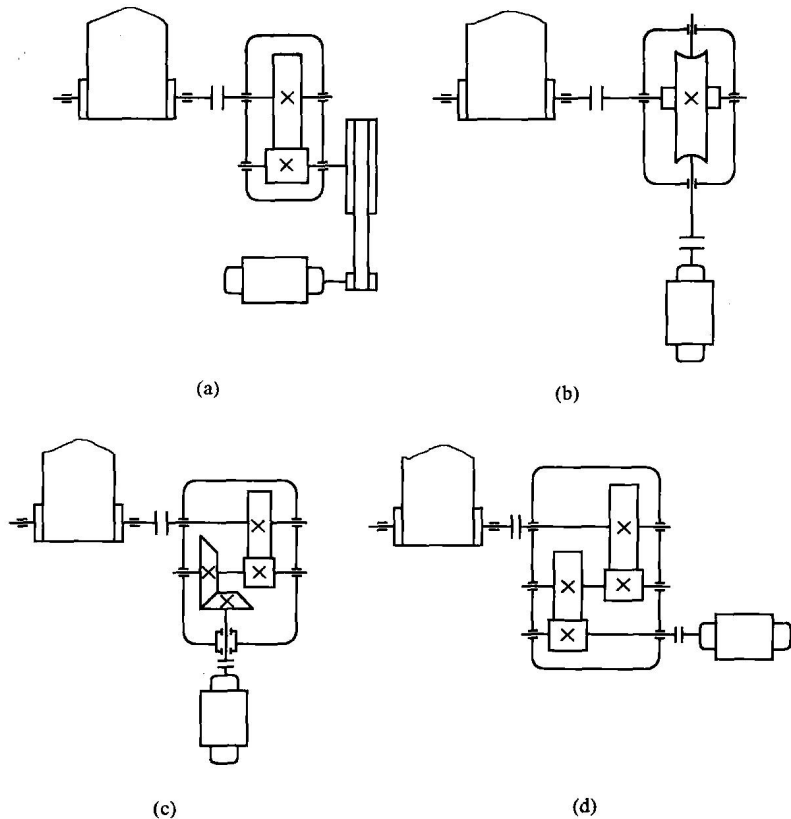


图 1-1 通用机械传动方案

1.2 机械设计课程设计的步骤

机械设计课程设计是一次较全面较系统的机械设计训练, 因此应遵循机械设计过程的一般规律, 大体上按以下步骤进行。

(1) 设计准备。认真阅读设计任务书, 明确设计要求和条件; 通过阅读相关资料、图纸、参观实物、模型、录像或减速器拆装实验等, 了解设计对象; 拟定设计计划等。

(2) 传动装置的总体设计。根据设计要求拟定传动总体布置方案, 选定电动机类型和型号, 确定总传动比和各级传动比, 计算各轴转速和转矩。

(3) 传动件设计计算。设计计算各级传动件的参数和主要尺寸, 例如减速器外传动零件 (带、链等) 和减速器内传动零件 (齿轮、蜗杆传动), 以及选择联轴器的类型和型号等。

(4) 传动装置的装配草图设计。绘制传动装置的装配草图, 选择联轴器, 初定轴径; 轴的结构设计; 选择轴承类型并设计轴承的组合结构; 计算轴上力作用点的位置和轴承支

点跨距；校核轴和键联接的强度；校核轴承的寿命；确定减速器箱体和附件的结构。

(5) 工作图设计。包括装配工作图设计和零件工作图设计。

(6) 编写设计说明书。整理编写设计计算说明书，总结设计的收获和经验教训。

(7) 答辩。答辩工作应对每个学生单独进行，答辩以设计指导教师为主，答辩中所涉及的问题，主要包括设计方法、计算原理、结构设计、查取的数据、装配和零件工作图、尺寸与公差配合以及设计计算说明书等方面。

机械设计课程设计时间分配如表1-1所示。

表1-1 课程设计进度表

次序	设计内容	占总设计工作量百分比/%
1	设计准备	3
2	传动装置的总体设计	4
3	传动件设计计算	10
4	传动装置装配草图设计	40
5	装配工作图设计	20
6	零件工作图设计	10
7	编写设计说明书	10
8	答辩	3

1.3 机械设计课程设计中应注意的问题

在机械设计课程设计中应注意以下几个问题。

(1) 机械设计课程设计是在教师指导下由学生独立完成的，教师的作用在于指明设计思路、启发学生独立思考、解答疑难问题和按设计阶段审查。因此在设计中提倡学生独立思考、深入钻研的学习精神，学生必须发挥设计的主动性，要按照机械设计课程设计的教学要求，认真阅读有关参考资料，仔细分析有关参考图例的结构，创造性地进行设计。而不是处处被动、依赖指导教师查资料、给数据、定答案。

(2) 机械设计课程设计是对学生第一次较全面的设计训练，产品设计是一个“设计-评价-再设计(修改)”渐进与优化的过程，采用边设计、边绘图、边修改的“三边”设计方法，对不合理的结构和尺寸必须及时加以修改。学生在机械设计课程设计全过程中应严肃认真、一丝不苟、精益求精。

(3) 正确处理继承与创新的关系。设计中要正确运用标准和规范，正确继承以往的设计经验和参考已有资料，既可减轻设计的重复工作量，加快设计进程，又有利于提高设计质量。但是继承不能盲目地、机械地抄袭资料，而要具体分析、创造性地设计，当遇到与设计要求有矛盾时，也可突破标准和规范的规定而自行设计。

(4) 在设计中要正确处理设计计算和结构设计之间的关系，在确定零件结构尺寸时应注意以下几点：

1) 由几何条件导出的公式，其参数间为严格的等式关系，计算得到的尺寸一般不能

随意圆整或变动，结构尺寸应严格与其相等（例如齿轮分度圆直径、齿顶圆直径、齿根圆直径等）；

2) 由强度、刚度、耐磨性等条件导出的公式，其参数间常为不等式关系，计算得到的是零件必须满足的最小尺寸，不一定就是最终所采用的结构尺寸，结构尺寸应不小于所计算出的尺寸并圆整（例如轴的初估直径等）；

3) 经验公式常用于确定那些外形复杂、强度情况不明等零件的尺寸，这些尺寸关系是近似的，一般应圆整（例如箱体的结构尺寸等）；

4) 对于一些次要尺寸，可以考虑加工、使用等条件，参照类似结构加以确定。

(5) 在整个设计过程中要注意随时整理计算结果，保证机械设计课程设计图纸和设计计算说明书的质量。要求设计图纸图面整洁，制图符合标准，设计计算说明书书写工整、条理清晰，说明书中设计参数的选取与图纸所反映的相应参数一致。

第2章 机械传动装置的总体设计

传动装置的总体设计,主要包括拟定传动方案、选择原动机、确定总传动比和分配各级传动比以及计算传动装置的运动和动力参数。

2.1 拟定传动方案

机器通常由原动机、传动装置和工作机三部分组成。传动装置将原动机的动力和运动传递给工作机,合理拟定传动方案是保证传动装置设计质量的基础。在课程设计中,学生应根据设计任务书,拟定传动方案。

合理的传动系统方案,除了应满足工作机性能要求、适合工况条件及工作可靠外,还应使传动系统结构简单、尺寸紧凑、加工方便、成本低廉、效率高及便于使用和维护等。要同时满足这许多要求常常是困难的,在进行传动系统方案设计时应统筹兼顾、保证重点。

当采用几种传动形式组成多级传动时,拟定运动方案要合理布置其传动顺序,重点要注意以下几点。

(1) 带传动承载能力较低,在传递相同转矩时结构尺寸较啮合传动大;但带传动平稳,能吸振缓冲,应尽量置于传动系统的高速级;这样,转速较高,传递相同功率时的扭矩较小。

(2) 滚子链传动运转不均匀有冲击时,套筒滚子链不适于高速传动,宜布置在传动系统的低速级。

(3) 圆锥齿轮的模数增大后加工更为困难,一般应将其置于传动系统的高速级,且对其传动比加以限制;但需注意当锥齿轮的速度过高时,其精度也需相应地提高,因此会增加制造精度要求和成本。

(4) 斜齿轮传动的传动平稳性较直齿轮好,相对地可用于高速级;开式齿轮传动一般,工作环境较差,润滑条件不良,故寿命较短,对外廓的紧凑性要求低于闭式传动,相对应布置在低速级。

(5) 蜗杆传动的传动比大,承载能力较齿轮传动低,常布置在传动系统的高速级,以获得较小的结构尺寸和较高的齿面滑动速度,易于形成流体动压润滑油膜,提高承载能力和传动效率。

(6) 传动装置的布局要求结构紧凑、匀称、强度和刚度好。

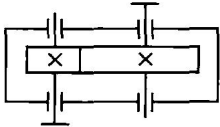
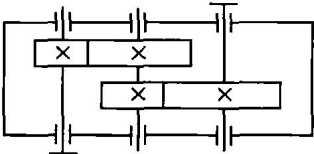
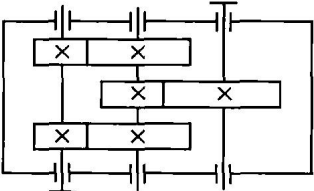
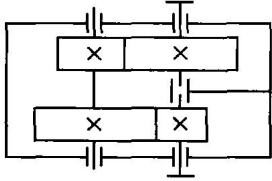
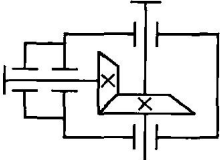
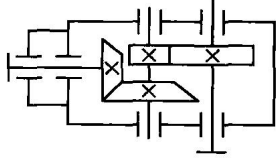
2.2 减速器类型简介

减速器是指原动机与工作机之间独立的封闭传动装置,由于用来降低转速并相应地增

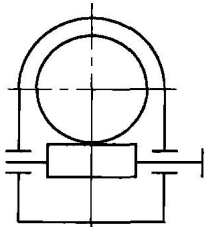
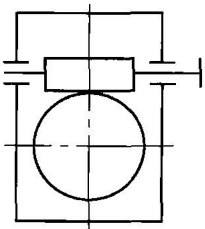
大扭矩。减速器是一种典型的机械基础部件，广泛应用于各个行业，如机械、冶金、运输、化工和建筑等行业。

减速器种类很多，用来满足各种机械传动的不同需要，其主要类型、特点及应用见表 2-1。减速器分为标准减速器和非标准减速器两类。标准减速器是按国家有关标准设计和制造的，由专门工厂成批生产。

表 2-1 常用减速器的类型、特点及应用

名 称	运 动 简 图	推荐传动比	特点及应用
单级圆柱 齿轮减速器		$i \leq 8 \sim 10$ 常用: 直齿 ≤ 4 斜齿 ≤ 6	轮齿可做成直齿、斜齿和人字齿。直齿用于速度较低 ($v \leq 8 \text{ m/s}$)、载荷较轻的转动，斜齿轮用于速度较高的传动，人字齿轮用于载荷较重的传动中
两级圆柱 齿轮减 速器	展 开 式 	$i = i_1 i_2$ $i = 8 \sim 60$	结构简单，但齿轮相对于轴承的位置不对称，因此要求轴有较大的刚度。高速级齿轮布置在远离转矩输入端，这样，轴在转矩作用下产生的扭转变形和轴在弯矩作用下产生的弯曲变形可部分地互相抵消，以减缓沿齿宽载荷分布不均匀的现象。用于载荷比较平稳的场合。高速级一般做成斜齿，低速级可做成直齿
	分 流 式 	$i = i_1 i_2$ $i = 8 \sim 60$	结构复杂，但由于齿轮相对于轴承对称布置，与展开式相比载荷沿齿宽分布均匀，轴承受载较均匀。中间轴危险截面上的转矩只相当于轴所传递转矩的一半。适用于变载荷的场合。高速级一般用斜齿，低速级可用直齿或人字齿
	同 轴 式 	$i = i_1 i_2$ $i = 8 \sim 60$	减速器横向尺寸较小，两对齿轮浸入油中深度大致相同，但轴向尺寸大和重量较大，且中间轴较长、刚度差，使沿齿宽载荷分布不均匀。高速轴的承载能力难于充分利用
单级圆锥 齿轮减速器		$i = 8 \sim 10$	齿轮可做成直齿、斜齿或曲线齿。用于两轴垂直相交的传动中，也可用于两轴垂直相错的传动中。由于制造安装复杂、成本高，仅在传动布置需要时才采用
两级圆锥 - 圆柱齿轮 减速器		$i = i_1 i_2$ 直齿 圆锥齿轮 $i = 8 \sim 22$ 斜齿或 曲线齿圆锥齿轮 $i = 8 \sim 40$	特点同单级圆锥齿轮减速器，圆锥齿轮应在高速级，以使圆锥齿轮尺寸不致太大，否则加工困难

续表 2-1

名 称	运 动 简 图	推荐传动比	特点及应用
单级蜗杆减速器		$i = 10 \sim 80$	蜗杆在蜗轮下方啮合处的冷却和润滑都较好, 蜗杆轴承润滑也方便, 但当蜗杆圆周速度高时, 搅油损失大, 一般用于蜗杆圆周速度 $v < 10\text{m/s}$ 的场合
		$i = 10 \sim 80$	蜗杆在蜗轮上, 蜗杆的圆周速度可高些, 但蜗杆轴承润滑不太方便

2.3 电动机的选择

电动机为标准化、系列化产品, 设计中应根据工作机的工作情况和运动、动力参数, 根据选择的传动方案, 合理选择电动机的类型、结构型式、容量和转速, 提出具体的电动机型号。

2.3.1 选择电动机类型和结构型式

电动机有交流和直流之分, 一般工厂都采用三相交流电, 因而选用交流电动机。交流电动机分异步、同步电动机, 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, 目前应用较广的 Y 系列自扇冷式笼型三相异步电动机, 结构简单、起动性能好, 工作可靠、价格低廉、维护方便, 通常适用于不易燃、不易爆、无腐蚀性气体和无特殊要求的场合, 如运输机、机床、农机、风机、轻工机械等。

2.3.2 确定电动机的功率

电动机功率选择直接影响到电动机工作性能和经济性能的好坏, 若所选电动机的功率小于工作要求, 则不能保证工作机正常工作; 如果功率过大, 则电动机不能满载运行, 功率因素和效率较低, 从而增加电能消耗, 造成浪费。

对于载荷比较稳定、长期运转的机械(如带式输送)通常按照电动机额定功率选择: 首先估算传动系统的总效率, 再根据工作机特征计算工作机所需电动机功率, 最后选定电动机额定功率, 且使电动机额定功率不小于工作机所需电动机功率。由于负载是稳定的, 无需进行过载能力的校核; 当电动机不带负载起动时, 也无需进行起动条件的校核, 其额定功率等于或略大于电动机所需的输出功率。确定电动机功率的具体步骤如下。