

机械毕业设计指导



第一分册

史贵权 编

JIXIE BIYE SHEJI ZHIDAO

哈尔滨兵器工业职工大学

前 言

为满足教学需要，本书是根据1983年11月全国部分职工高校沙市会议精神，将原1983年1月编写的《毕业设计指导书》修改编写而成的。

本分册从毕业设计的目的、选题、指导教师的职责和指导方式、技术设计、答辩及评分标准等对机械制造工艺及设备专业毕业设计进行了系统的论述；从方案拟定、运动设计、结构设计、工艺规程制定、编写设计计算说明书等方面指出了设计中遵循的原则和学生常出现的错误及纠正方法；列举了皮带传动、齿轮、轴、主轴轴承、凸轮等主要零部件的设计计算公式、数据和实例，给出了学生应掌握的基础知识、专业知识，可作为学生准备答辩的复习大纲。本分册还在附录中，收录了毕业设计中常用的若干资料。

本书可作为工科职工高校机械制造工艺及设备专业学生毕业设计的指导书，也可供指导教师作为教学参考资料。

本分册承任建勋、党云生、孙重明同志审阅，提出很多宝贵意见，本教研室的同志都给予了大力帮助，在此谨致以衷心地感谢！

由于编者水平有限和编写时间匆促，遗漏欠妥之处在所难免，竭诚希望读者批评指正。

编 者

一九八四年四月

目 录

第一章 总论

§ 1—1	毕业设计的目的	(1)
§ 1—2	毕业设计程序	(1)
§ 1—3	时间分配	(1)
§ 1—4	设计前的准备	(1)
§ 1—5	毕业设计题目的选择	(2)
§ 1—6	指导教师的职责和指导方式	(3)
§ 1—7	毕业实习	(4)
§ 1—8	制定方案和总体设计	(4)
§ 1—9	技术设计的要求	(4)
§ 1—10	答辩	(6)
§ 1—11	成绩的评定	(7)

第二章 设计中若干问题的指导

§ 2—1	正确处理独立工作与协作互助的关系	(8)
§ 2—2	时间分配	(8)
§ 2—3	正确理解题意	(8)
§ 2—4	运动参数的确定	(9)
§ 2—5	减小中心距的措施	(9)
§ 2—6	减小噪声的措施	(10)
§ 2—7	齿轮齿数的确定	(12)
§ 2—8	双公用齿轮	(13)
§ 2—9	确定齿轮齿数应注意的问题	(15)
§ 2—10	主轴的转速误差与调整	(16)
§ 2—11	传动方案的评定	(17)
§ 2—12	主运动功率及电机型号的确定	(17)
§ 2—13	功率计算时应注意的问题	(20)
§ 2—14	m_j 和 m_w 大小的比较	(21)
§ 2—15	验算弯曲刚度的判断条件	(22)
§ 2—16	验算弯曲刚度的计算条件	(24)
§ 2—17	主传动的总体布局	(25)
§ 2—18	普通车床主轴三点支承的统计与分析	(27)

§ 2—19	主轴前轴径	(28)
§ 2—20	齿轮在轴上的固定	(29)
§ 2—21	齿轮宽度	(31)
§ 2—22	轴承的安装	(32)
§ 2—23	箱体的安装	(33)
§ 2—24	结构设计应注意的问题	(34)
§ 2—25	编制工艺规程应注意的问题	(35)
§ 2—26	编写设计计算说明书应注意的问题	(36)

第三章 主要传动件的计算

§ 3—1	三角胶带传动计算	(37)
§ 3—2	圆柱直齿轮的强度计算	(42)
§ 3—3	传动轴的计算	(47)
§ 3—4	滚动轴承的计算	(52)
§ 3—5	主轴组件的验算	(57)
§ 3—6	凸轮设计计算实例	(61)

第四章 设计答辩复习思考题

§ 4—1	机床方面	(68)
§ 4—2	工艺方面	(69)
§ 4—3	机械原理、机械零件方面	(70)
§ 4—4	公差与配合方面	(71)
§ 4—5	金属材料及热处理方面	(72)
§ 4—6	切削原理与刀具方面	(72)
§ 4—7	液压传动方面	(73)

附 录

一、毕业设计图纸、说明书的要求及答辩评分标准	(74)
二、新编齿轮齿数表	(75)
三、通用机床主要技术参数	(82)
四、2268100型双向推力向心轴承	(87)
五、加工花键轴尺寸及相应滚刀直径 D 刀	(88)
六、法兰式主轴端部结构	(88)
七、铣床主轴端部结构	(89)
八、切削用量	(90)
九、表面光洁度选择举例	(98)
十、优先配合的性质与典型应用	(99)

十一、公差与配合新旧国标对照表.....	(100)
十二、各种加工方法的合理加工精度.....	(101)
十三、新旧国标精度等级对照表.....	(101)
十四、各公差等级应用的典型示例.....	(102)

主要参考文献

第一章 总 论

§ 1—1 毕业设计的目的

按着教学计划规定,学生在学完三年教学计划所规定的全部课程之后,需进行毕业设计,这是学生综合运用所学过的全部理论知识与实践相结合的重要的实践性教学环节。

其主要目的是:

(1) 培养学生进行综合分析和提高解决实际问题的能力,从而达到巩固、扩大、深化所学知识的目的。

(2) 培养学生调查研究,熟悉有关技术政策,运用国家标准、规范、手册、图册等工具书,进行设计计算、数据处理、编写技术文件的独立工作能力。

总之,通过毕业设计使学生建立正确的设计思想;初步掌握解决本专业工程技术问题的方法和手段;从而使学生受到一次工程师的基本训练。

§ 1—2 毕业设计程序

毕业设计因是实践性的教学环节,由于时间所限,它不可能完全按照工厂的设计程序来进行。一般毕业设计可分为如下四个阶段:

1. 实习阶段:通过毕业实习实地调查研究、收集有关资料、掌握同类设备的结构、工作原理和设计的基本要求。
2. 制定方案、总体设计阶段。
3. 技术设计阶段:绘制图纸、整理设计计算说明书。
4. 答辩阶段:自述设计内容,回答问题。

§ 1—3 时 间 分 配

1. 接受任务收集阅读有关资料	0.5周
2. 毕业实习	2周
3. 制定方案、总体设计	2周
4. 绘制图纸	6周
5. 整理设计计算说明书、准备答辩	2周
6. 答辩	0.5周

§ 1—4 设计前的准备

毕业设计准备工作通常在第五学期初开始进行。

学校应指定专人负责收集、选择毕业设计题目;聘请指导教师;联系、确定实习单

位；汇总学生平时学习成绩；将学生适当分组以及为学生补上与毕业设计题目有关的必要知识等。

将学生分组时，应考虑到设计题目的大小、难易程度、学生原工种情况以及所学理论知识掌握的程度和实际工作能力等等。通常应是：学习成绩较好的学生分配到科研性课题组；实践经验较丰富的学生应分配到生产性课题组；模拟性课题组也应有一些学习成绩好的学生，以便带动同组其他学生。

§ 1—5 毕业设计题目的选择

毕业设计题目的选择是毕业设计中的一个重要环节。毕业设计题目选择得是否适当将直接影响学生能否得到全面锻炼，并将直接影响到能否全面考核学生掌握所学知识的程度及运用所学知识解决问题的能力。为此，毕业设计题目的选择应十分认真。

1. 毕业设计题目的选择原则

(1) 毕业设计题目应从毕业设计的目的和专业的需要与可能出发，应有利于巩固、深化和扩大学生所学的基础知识、技术基础和专业基础知识；亦可在密切结合教材的前提下作适当引伸。

(2) 毕业设计题目的难易程度应适当。要求指导教师应对之把握较大，而学生经过一定的努力也可完成。如难度过大，指导教师把握较小，则难以保证如期完成；若难度过小，学生又得不到应有的锻炼，自然达不到毕业设计的目的。一般应以具有大专水平中等程度学生的十周设计工作量为宜。

(3) 毕业设计题目在科学技术上要有一定的先进性。

2. 毕业设计题目类型

(1) 生产题目

此类题目来源于本专业的生产实际且为生产所急需。职工大学背靠工厂企业，学生又有一定的生产实际经验。选择这种题目，单位的积极性高，能协助和支持学生的毕业设计，也便于各单位对学生有全面的了解，以及便于将来对学生的使用。选择这样的题目，也有利于指导教师理论联系实际，做到教学相长。

应注意的是毕业设计虽是实践性的教学环节，是对学生进行一次工程师的基本训练，但又不能与工厂的产品设计或技改设计完全等同起来。在进行这种课题中，一定要注意以满足教学要求为主，收尾工作应在毕业设计结束后再由设计者或他人完成。选择这种题目还存在着知识面窄（或有一定局限性）、设计周期难控制等不利的因素。

(2) 模拟题目

这类题目通常是以车、铣、钻等通用设备的设计与改造为主，有时也是假拟的非标准设备的设计。这种题目一般是结构成熟、典型、资料丰富、指导教师把握大，也易使学员受到全面的锻炼。

(3) 科研题目

这类题目可以是其他机械产品或试验装置的设计和研究报告，也可是零部件、机构的改进设计以及零件计算方法的分析，机床发展方向的论证和专题论证（如精度分析）的论文。

§ 1—6 指导教师的职责和指导方式

毕业设计的具体工作基本上是在指导教师指导下完成的。指导教师的思想水平、业务能力、工作责任心对学生的毕业设计质量影响很大，因此在确定指导教师时要严格审查。

指导教师应具备的条件是两大方面：一是学术水平较高、实践经验较丰富、对工作认真负责具有讲师或工程师以上职称的同志；二是指导教师必须是有充分的时间、能经常深入到学生中进行指导的同志。

为确保指导教师能对每个学生都进行细致的指导，指导教师的工作量不宜过大，一般以指导二至四名学生为宜。

指导教师的职责和指导方式如下：

1. 指导教师的职责

指导教师应把培养学生独立分析问题和解决问题的能力作为总的指导思想。指导教师应掌握学生设计方法、步骤、进度，提出启发性的问题、引导学生钻研设计问题，使学生顺利而有效地进行设计。

指导教师的具体职责如下：

(1) 向学生布置设计课题，设计任务书，讲解设计题目的目的、性质、原始数据及设计要求。

(2) 指导学生拟定调研提纲、收集必要的参考资料。

(3) 指导学生制定毕业设计的进度计划（注意制定计划要切实可行、留有余地以保证全部任务按时完成）。

(4) 在设计中分阶段有计划地向学生介绍一些有启发性的设计思想，引导学生少走弯路。

(5) 定期辅导答疑、检查设计进度和质量。

(6) 审阅设计计算说明书和图纸，实事求是地写出评语。

(7) 指导学生准备答辩。

(8) 向答辩小组介绍学生设计过程的表现及平时成绩。

2. 指导方式

为培养学生独立工作能力，可采用集体辅导与个人辅导相结合的方式。

集体辅导是在每一设计阶段开始和该设计阶段结束时，对共性的问题进行集体指导，对多数学生提出的共性疑难问题进行集体答疑。在拟定方案总体设计阶段和绘制图纸结束时，指导教师集体对每个课题进行初审，集思广益、纠正错误。

个人辅导则是采用定时定人制的辅导方式。即指导教师对各个学生在一定时间内（如一天或两天）轮流对每个学生进行辅导。在个人辅导中指导教师应听取学生关于设计工作进行情况的汇报，查阅学生设计计算与图纸，回答学生提出的问题，检查设计中的缺点与错误，帮助学生解决问题并提出启发性的问题，布置下一阶段的设计任务等。

在设计中学生提出的疑难问题，指导教师可不直接回答而应作启发性的提示（或指出有关的参考资料由学生自行查阅解决），若仍解决不了，指导教师再予解答。这样做

有利于培养和发挥学生独立工作能力与创造精神。但要注意：既不能包办代替，也不能放任自流。

§ 1—7 毕业实习

毕业实习是在学生接到任务书之后在指导教师的指导下进行的。在有关单位参观收集资料或是对同类型设备作较为系统的调查研究，都是扩大知识面、开阔眼界的极好机会，也是毕业设计中必不可少的重要环节。一切有可能的院校要尽力创造条件，搞好毕业实习。毕业实习可以以教学班为单位，也可以以课题组为单位进行。后者有着针对性强的优点。毕业实习地点，原则上以本市为主，必要时也可到外地实习。

为了达到毕业实习的目的，须有针对性地确定实习内容、聘请讲课教师、安排好实习路线、落实好学生的食宿等问题。

学生在实习中要针对毕业设计题目，认真实习、详细纪录与课题有关的问题，如参数、结构、工艺、材料等。毕业实习后要认真填写实习总结报告，且在指导教师审阅同意后方可进行后续设计工作。

§ 1—8 制定方案和总体设计

在毕业实习的基础上，每个学生都要参加所承担课题的方案制定，充分发表自己的见解。学生能否独立思考、拟定方案应作为方案拟定阶段考核依据。

方案的优劣将直接影响设计的质量、成绩的高低。因此在拟定方案时应经过周密思考、慎之又慎，对已初步拟定的几种方案认真分析比较后才能确定一种较为合理的方案。

工艺性题目在工艺方案的基础上还要设计相应的工艺装备。设备性题目在方案拟定的同时还要进行设备的总体布局。不论是上述哪种性质的题目，虽然在方案拟定、总体设计上有所不同，但都应使所设计的设备或工装达到效率高、质量好、重量轻、体积小、结构简单、使用方便这一总方针。

§ 1—9 技术设计的要求

一、设备设计性题目

技术设计的内容包括设计图纸和编写设计计算说明书两大部分。

1. 图 纸

所设计的图纸应有能充分表明整台设备的总体图以及代表设备特点的主要部件的装配图、主要零件的工作图。图纸总量以折合零号图纸计约4—5张。具体要求如下：

(1) 总 图

总图包括装配图、传动系统图、液压原理图、电气原理图。

装配图通常有正视图、侧视图及必要的辅助视图。正视图是指从操纵工人正常操纵地点看的视图。装配图应反映出操纵系统的手柄、手轮，电气系统的电动机、电气箱、照明设备、主要电缆、行程开关、按钮等和液压冷却及润滑系统的外露部分，设备安装

和运输的构造特点，外形极限尺寸以及其他表明设备规格的尺寸等。

传动系统图内容包括主传动和进给传动链及其他辅助运动链，主传动和进给传动的转速图。通常传动系统图画在设计计算说明书中。

液压传动原理图上应有工作循环图、电磁铁动作顺序表、以及各元件的型号。

电气原理图上应附电器字母符号说明表及必要的某些电器的工作说明表。

(2) 部件装配图

部件装配图包括展开图和剖面图。部件视图应与总图中该部件的工作位置一致，应尽量从主视图上取剖面图。比例尺尽可能用一比一。注出配合公差、齿轮齿数和模数、螺旋角等以及为后续绘制零件图所必需的尺寸。

(3) 零件图应能反映出该零件的真实情况，也就是说按此零件图能制造出该零件。因此，所有尺寸、公差、材料热处理等都必须正确，所有技术条件都得在图上标注。

2. 设计计算说明书

设计计算说明书的内容应有对同类型设备的性能和结构分析，所设计设备的方案论证和图纸说明，所设计设备的运动计算、动力计算、对所设计设备从质量、安全、经济性能等方面的定性或定量的分析，指出设计特点和存在的问题及改进措施。

设计计算说明书总量以16开纸计不少于50页。

具体要求如下：

(1) 设计计算说明书的论证要有科学根据，需有说服力。

(2) 计算部分须指出公式来源并说明公式中符号代表的意义，公式中所用的常数或系数必须正确，计算结果要足够准确。计算过程可省略，可将计算中采用的数据及计算结果列表表示。

(3) 设计计算说明书叙述要有条理、要分章节段落，所用词句要通顺简练、字要写得清楚易认，不应有错别字和不是国家规定的简体字。所有图表、线图、简图应画得正规。

二、工艺设计性题目

此类题目技术设计内容包括编制工艺规程、绘制图纸、编写计算说明书三部分。

1. 图 纸

应有被加工零件图、机动夹具或上下料装置、运输装置的结构装配图或刀具、量具的结构图以及专用设备的主要部件图。

图纸总量折合零号图纸计约2—3张。

2. 工艺规程

应有机械加工过程卡、机械加工工艺卡、机械加工工序卡、技术检查卡。

3. 计算说明书

其内容应有：

(1) 任务的提出。

(2) 工艺方案分析。

- (3) 工艺规程制定: 所用设备、工具、刀具、切削用量、夹具和量具等的选择。
 - (4) 实现工艺方案所需工装(或专用设备)的设计计算。
 - (5) 工艺专题分析, 如精度分析。
 - (6) 经济效果的分析和结论。
- 说明书总量以16开纸计不少于60页。

三、科研性题目

其内容和工作量可由指导教师参考上述设备设计性题目的内容和工作量提出, 并经有关领导同意后确定。

§ 1—10 答 辩

毕业答辩不仅是对学生毕业设计成果的总检验, 也是对学生所学理论知识和分析问题、解决问题能力的综合考核。是评定学生毕业设计成绩的主要依据。

毕业答辩的方式可分为两种。一种是大会答辩, 毕业设计答辩委员会全体委员参加, 非答辩学生允许参加旁听。另一种方式是以一个或几个课题设计小组为单位的分组答辩, 非答辩学生不参加旁听, 由答辩委员会的部分委员参加。大会答辩可为小组答辩起到示范作用。分组答辩由于几个组同时进行, 这样可缩短总的答辩时间, 但不便于统一掌握情况和评分标准。因此分组答辩后各答辩组要平衡分数, 这是不可少的步骤。

答辩的过程通常是:

(1) 学生在规定的日期内需完成全部设计任务。将所设计图纸和设计计算说明书(或专题论文)一起交给指导教师审查、签字, 合格者方可送答辩委员会予审。

(2) 答辩开始学生用不超过20分钟的时间简单介绍所设计的内容。主要包括:

- ① 毕业设计的题目、设计目的、内容及要求。
- ② 解决课题主要部分的方案比较和依据。
- ③ 计算分析及结论。
- ④ 设计成就和存在的问题。

(3) 答辩委员会成员提出问题、学生答辩(时间不宜超过30分钟)。

(口头答辩的目的是为了全面了解学生的基本理论、基本概念掌握的程度和应用所学知识分析和解决问题的能力, 因此所提问题应围绕毕业设计题目)。

(4) 答辩委员会评议

① 指导教师介绍学生在设计过程中的表现和平时学习成绩(这一步骤也可以是参阅指导教师的评语。)

② 评议设计和答辩水平、初定评语和成绩。

③ 把小组初定成绩提交答辩委员会进行平衡。

④ 答辩委员会审查通过并签字。

(5) 答辩委员会主任宣布成绩。

§ 1—11 成绩的评定

1. 评定成绩过程中应考虑的问题

评定成绩应考虑以下三个方面：

- (1) 平时情况：学生在设计中的工作态度是否认真，是否能独立地完成设计任务。
- (2) 设计图纸和设计计算说明书：所承担课题或研究专题的难易程度、工作量大小、方案论证、结构和工艺的合理性，图面质量是否好及设计计算方法与结果是否正确。
- (3) 口头答辩：着重考核学生对所完成的设计的认识，并考核与所设计课题有关的基础理论和专业知识的掌握情况。

2. 评分原则

- (1) 对学生所承担的课题难易程度和工作量大小要区别对待；
- (2) 学生在设计和答辩过程中，有独立的正确见解应适当加分；
- (3) 平时情况考核可占总成绩的30%，设计图纸和说明书及口头答辩考核可占总成绩的70%。

3. 评分标准

毕业设计成绩按优秀、良好、及格、不及格四级评定。评分标准应由答辩委员会通过，并向学生公布。

具体评定标准如下：

优秀：凡能全面达到下列要求者、可评为优秀；

- (1) 分析与运算正确、基本概念、基础理论清楚、有一定的独立见解。
- (2) 结构正确、工艺性和经济性能好，图面符合制图标准、质量好。
- (3) 设计计算说明书（或专题研究项目论文）编写得条理清楚、系统、书写整洁、插图工整清晰。
- (4) 答辩中自述简明扼要、重点突出、回答问题思路清楚正确。
- (5) 在设计过程中反映出有较强的独立工作能力。

不及格：凡有下述一两方面问题者应评为不及格：

- (1) 设计不认真努力，不能按时完成任务或不能达到设计任务书所规定的基本要求。
- (2) 某些主要部分不是独立完成的或独立工作能力差。
- (3) 在设计中出现缺乏分析论证，结构出现重大错误，设计计算出现原则错误，在答辩中虽经指出但又不能提出改正措施。
- (4) 平时及答辩表现出基本概念不清，经启发仍不能阐明毕业设计的基本论点。
- (5) 被取消答辩资格者。

其他成绩等级如良好、及格等标准基本上也可参照以上几方面（详见附录）。

第二章 设计中若干问题的指导

§ 2—1 正确处理独立工作与协作互助的关系

正如前面所指出的那样,毕业设计的目的是:通过毕业设计使学生建立正确的设计思想,初步掌握解决本专业工程技术问题的方法及手段,使学生受到一次工程师的基本训练。

为此,在整个设计过程中,(如拟定方案、动手绘图、编写技术文件等),应始终提倡以学生独立思考为主,以指导教师的辅导为辅的原则。

做为一个合格的工程技术人员,除有必要的专业知识外,也需要具有协作互助的精神。故在设计中应始终提倡协作互助,但又要反对不加分析,不加取舍地生搬硬套的作法。

学生在设计过程中是否有较强的独立工作能力,是否能协作互助得好都应作为重要的考核内容写进评语中。

§ 2—2 时间分配

因方案论证是设计成败的关键,故确定方案时,应非常慎重。在时间上也应给予充分的保证。一般来说,方案论证所用的时间可约占总设计时间的三分之一。

绘制图纸和编写设计计算说明书是花费精力和所用时间较多的阶段。图纸量和设计计算说明书量越大,所用时间也就越多。所以,在能达到设计目的、表明方案的前提下,不应单纯追求加大图纸和设计说明书的工作量。因此在能完成规定任务后,所超额的工作量的多少,不应作为评分的先决条件,只能供作参考。

准备答辩的过程是知识更深入,更条理化的过程。所以应有较充分的时间进行这一工作。在以往的设计中,常有因未按预定计划进度进行,而不得不把这一时间挤掉,仓促上阵答辩的情况,因而得不到预期的好成绩。这是应引以为戒的。

§ 2—3 正确理解题意

设计题目的已知条件往往是机床的主要参数(如普通车床的最大加工直径是 $\phi 400$ 毫米等)。学生常常是以给定的机床主参数去找同尺寸规格的国内外机床作参考,而根本不去考虑各种类似尺寸规格(如最大加工直径稍小于或稍大于 $\phi 400$ 毫米)的机床的技术性能,因而不会对问题有一个全面的认识。甚至也有的学生在理解题意时,往往把题目理解限制在最小的范围内,以致选中了一台机床作为典型,生搬硬套地搞设计,不去广泛地吸收其它机床营养。

对设计任务书中提出的设计任务,不明确设计目的和要求,这也是经常出现的现象。不明确设计的目的与要求,就不能大胆地、深入地去钻研同类型机床的特点及发现其中的问题。

学生接受题目后,由于对所设计机床应有的功用不清楚,因而在典型工序的选择上,以几种常见的有限工序来设计机床的主要运动参数和动力参数,结果导致一系列的错误。这样的问题也应引起注意。

§ 2—4 运动参数的确定

1. 转速 n

学生在设计中常简单地认为,要想决定转速 n ,必须先知道切削速度 v 。为确定 v ,往往以刀具材料允许的切削速度为依据。如题目中刀具的材料为硬质合金,就查到硬质合金材料的刀具允许的 $v=200(r.p.m)$,如照此数值来计算,势必会造成转速很高。因此应注意区别刀具允许的切削速度与实际生产中采用的切削速度的不同。正确的作法是,应以典型工序中用到的切削速度(以生产中实际采用的切削速度以及选择类比机床的年代不同数值应有所不同)来计算所需的转速数值。

在确定转速 n 时,还应考虑工艺发展的实际情况,应尽可能把目前的生产状况包括进去,如镗削中的浮动镗孔、陶瓷刀具的应用对转速的影响。

另外,在使用转速 n_{max} 和 n_{min} 的计算公式时,对 d_{max} 、 d_{min} 、 v_{max} 、 v_{min} 认识的不正确(如认为 d_{max} 就是车床的最大加工直径、铣床上的最大铣刀盘直径)将会导致 n_{max} 和 n_{min} 的计算错误。 d_{max} 、 d_{min} 在机床设计课中已有论述, v_{max} 、 v_{min} 也有具体方法确定。还应注意在加工螺纹时,车内螺纹比车外螺纹的切削速度低20—25%。

2. 转速级数 z

对于通用机床(如车、铣床等)主轴往往有多级转速,以适应不同的加工需要。在应用公式计算转速级数 z 时,往往得的不是一个整数,如是20.36。此时学生往往容易选级数为20级,这样确定的级数往往达不到设计要求的调速范围。若设计中不允许缩小调速范围时,则应取21级。只有当指明可以缩小调速范围时才能取20级。

§ 2—5 减小中心距的措施

减小中心距的措施很多,如采用多速电机从而减少一个机械变速组,或在运动设计中采取适当的措施。合理的运动设计是减小中心距的有效办法。

1. 采用升速传动

对于普通车床,由于I轴上装有摩擦离合器等元件,该轴应作为组件在箱体中装卸。为便于装卸,齿轮应从小到大排列,如图2--1所示,即 $Z_1 < Z_2 < Z_3$ 。由于齿轮根圆应大于摩擦片嵌筒的外圆,导致齿轮 Z_1 、 Z_2 、 Z_3 的外径较大,使中心距较大。若采用升速传动可减小被动轮的外径,从而可缩小中心距。但也应注意齿轮 Z_3 的外径不能与摩擦片外片外径相碰。

2. 第一扩大组前移

若将图2--1所示的普通车床主传动系统第一扩大组移到基本组前面,且使大齿轮 Z_2 靠近摩擦片(如图2--2所示),I轴上的两个正向传动齿轮作为第一扩大组的主动轮,它们的直径相差较大,为减小中心距被动轮应尽可能的小。若 Z_2 为升速传动的主

动轮，公比 $\varphi=1.41$ ，则 Z_4 的节圆直径仅为 Z_2 的一半。 $Z_3:Z_5=1:1.41$ ， Z_3 的节圆直径也不大，则 I、II 轴中心距可减小。但要注意，第一扩大组前移会导致装配工艺性不好。

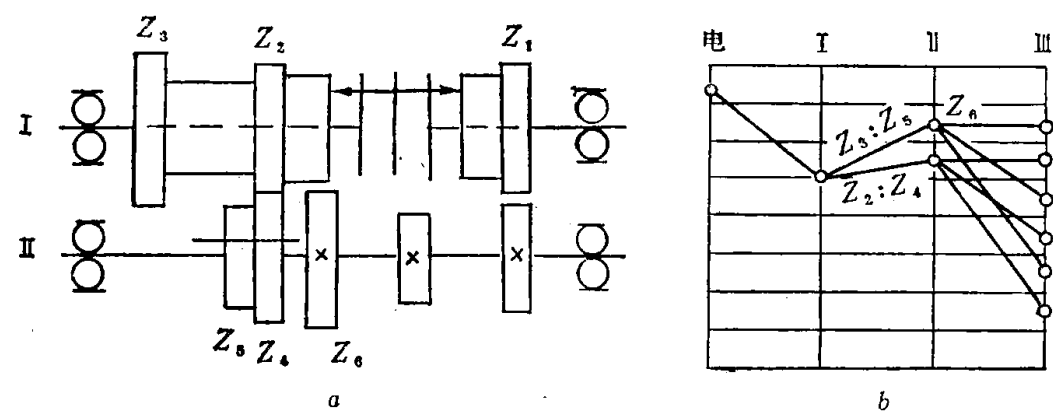
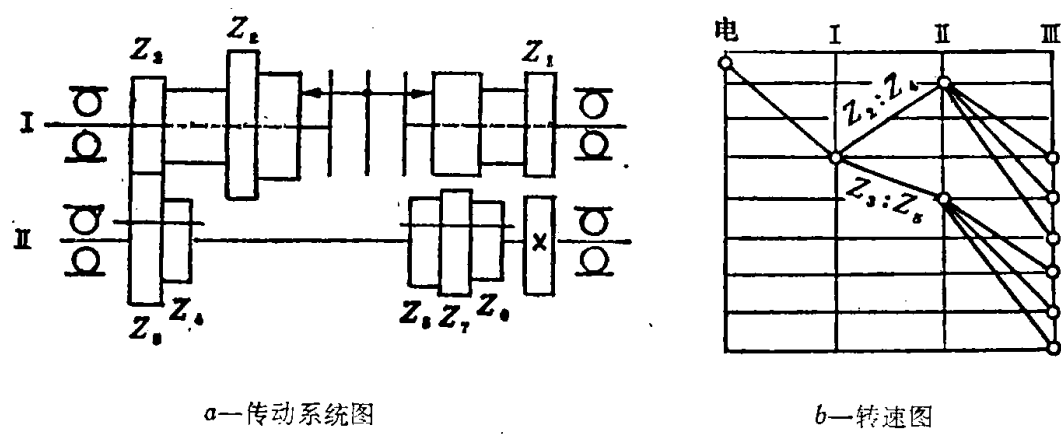


图2-1



a—传动系统图

b—转速图

图2-2

§ 2—6 减小噪声的措施

1. 降低齿轮的圆周速度

机床的噪声受齿轮圆周速度的影响，即与齿轮的节圆直径及所在轴的转速有关。因而适当降低转速且减小节圆直径，既可减小噪声又可减小中心距。

图2—3所示a、b两方案的主要区别在于 II III 轴间的传动比不同。其中 I II 轴 a 方案转速比 b 方案低一格，总转速和低了625(r.p.m)。因此，a 方案噪声比 b 方案低。另外，两方案相比，II III 轴间最小降速比不同，而 II 轴上小齿轮节圆直径相差不大，但被动轮节圆直径 b 方案比 a 方案大，因此 II III 轴间中心距 a 方案较 b 方案要小。

2. 减少传动件数

图2—4为降低机床噪声而设计的车床主传动系统图及转速图。II 轴上齿数24的齿轮右移与内齿离合器结合，II 轴和 IV 轴联到一起，III 轴停转。运动由 I 轴经 $\frac{54}{47} \cdot \frac{68}{42}$ (或

$\frac{43}{68}$ 或 $\frac{61}{49}$) 两对齿轮传到主轴, 得到630—1600(r.p.m)的高转速。由于大大地缩短了传

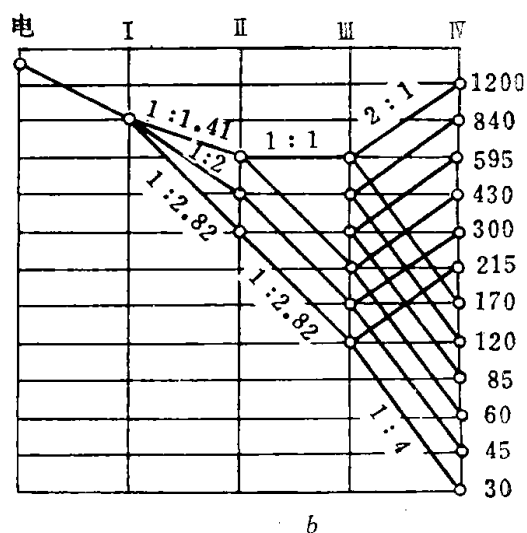
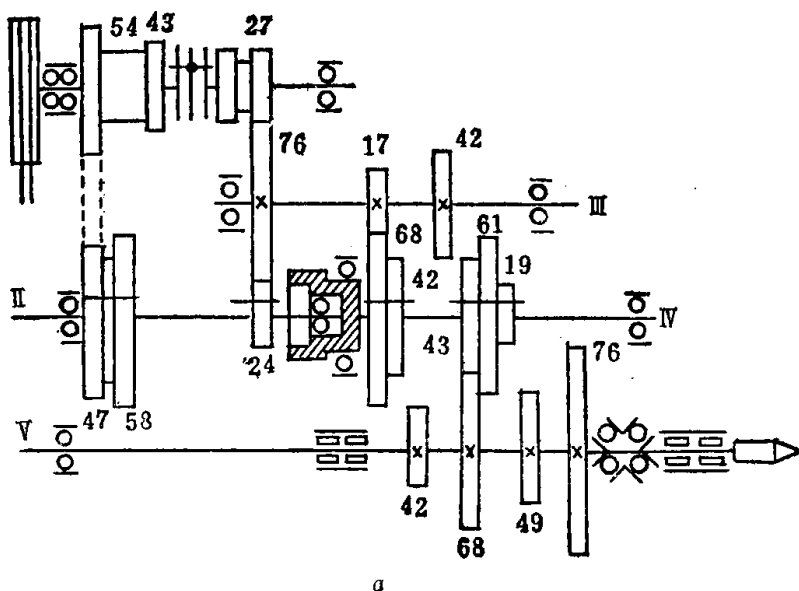
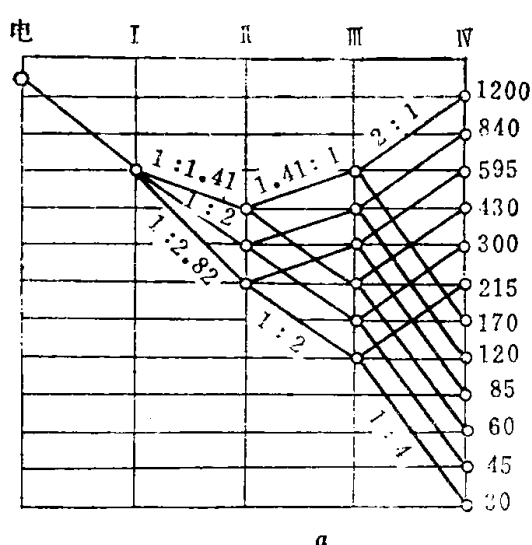


图2-3

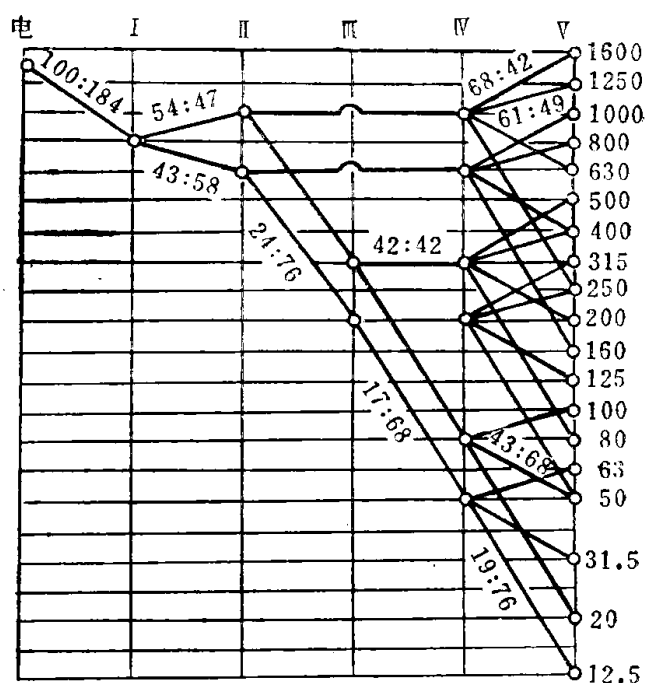


图2-4

动链, 从而降低了噪声。

当齿数为24的齿轮左移时, 这时与内齿轮离合器脱开, 与齿数为76的齿轮相啮合。运动经 II III IV 轴四对齿轮啮合传到主轴, 得 500r.p.m 以下的低转速。虽然同时啮合齿轮多于两对, 但因转速低, 噪声也不大。又省掉了象 CA6140 上的反向介轮, 排除了因介轮轴的悬伸而造成的齿轮噪声。

该设计齿轮圆周速度低。当 $n_{主} = 1250 r.p.m$ 时, 齿数为49、模数为3的齿轮与 IV 轴上齿数为61的齿轮相啮合, 齿数为49的齿轮, 其圆周速度为: $v = 9.62 m/s$ 。而 C620—1 车床, 当主轴转速 $n_{主} = 1200 r.p.m$ 时, 主轴上大齿轮的圆周速度为 $v = 10.43 m/s$ 。

3. 避免使用高速圆锥齿轮

由于圆锥齿轮的齿形是近似的渐开线,故难提高其加工精度,因而为了降低噪声,应避免在高速轴上使用圆锥齿轮。例如X52K立式铣床,为改变传动方向而采用一对圆锥齿轮传动主轴,因而比同参数的X62W卧式铣床噪声要高。在新设计的同类型立式铣床中把传动轴布置成与主轴相平行的方向上,而省掉了圆锥齿轮传动(如图2—5所示)。

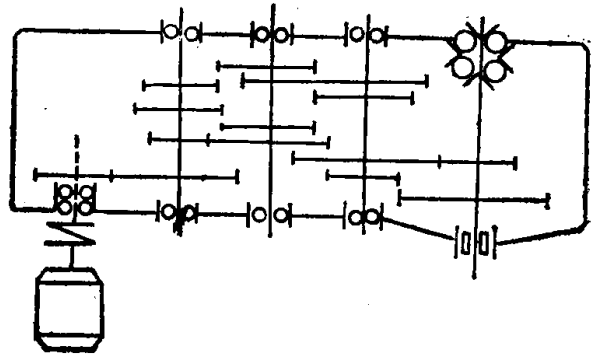


图2—5

§ 2—7 齿轮齿数的确定

变速组中齿轮齿数的确定常用如下两方法:

一、计算方法

1. 变速组中模数相同时齿轮齿数的确定计算步骤如下:

- (1) 考虑到避免根切和齿轮能合理地装入传动轴这二个因素,首先确定变速组内升速比最大或降速比最小的传动付中的小齿轮齿数;
- (2) 按已知传动比确定该齿轮付的大齿轮;
- (3) 算出该齿轮付的齿数和 S_z ;
- (4) 按下式计算变速组内其余齿轮付的齿轮齿数。

$$Z_i = \frac{i_i}{1+i_i} S_z \quad (2-1)$$

$$Z'_i = \frac{1}{1+i_i} S_z = S_z - Z_i \quad (2-2)$$

式中:

S_z —已确定的齿数和,亦即变速组内任意一对齿轮付的齿数和;

Z_i 、 Z'_i —分别为任意一对齿轮付的主动与被动轮的齿数;

i_i —相应的(已知)传动比。

(5) 将计算的齿轮齿数值圆整为整数,并使变速组内各齿轮付的齿数和 S_z 相等。

2. 变速组中模数不同时齿轮齿数的确定计算步骤如下:

- (1) 与同类型机床比较或初步估算确定变速组内各齿轮付的模数 m_1 和 m_2 。
- (2) 按下式确定无公因数的整数 e_1 和 e_2

$$\frac{S_{z1}}{S_{z2}} = \frac{m_2}{m_1} = \frac{e_2}{e_1} \quad (2-3)$$

(3) 选择系数 K (K 为整数)。

(4) 按下式计算各齿轮付的齿数和 S_{z1} 、 S_{z2} :

$$S_{z1} = K e_2 \quad (2-4)$$