

机械毕业设计指导



第二分册

史贵权等编

JIXIE BIYE SHEJI ZHIDAO

哈尔滨兵器工业职工大学

前 言

为满足教学的需要,本书是根据1983年11月全国部分职工高校沙市会议精神,将1983年1月编写的《毕业设计指导书》修改编写而成的第二分册。

本分册在编写时注意到职工大专院校的特点,努力贯彻“精选内容、保证基础、加强实践,讲究教法”的原则,就职工大专院校机械制造工艺及设备专业学生毕业设计中所涉及到的必须掌握的基础知识、技术基础知识和专业知识以思考题的形式出现并作了相应的解答。

本书可作为工科职工大专院校机械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。

全书由史贵权主编。参加本分册编写的有史贵权(第一章、第七章)、任建勋(第三章、第四章)、孙重明(第二章)、林宝国(第五章、第六章)、朱乐魁(第二章)等同志。在编写中,本校机械教研室的同志都给予了大力帮助,在此致以衷心的感谢!

由于编者水平有限,和编写时间匆促,误漏欠妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

一九八四年十二月

目 录

第一章 机床部分

1. 设计机床的基本要求是什么? (1)
2. 机床的“三化”是指什么? 提高“三化”程度有什么重要意义? (1)
3. 通用机床主传动系统设计应满足的基本要求是什么? (1)
4. 通用机床主传动系统变速范围是怎样确定的? (2)
5. 拟定变速系统时, 选择公比 φ 的原则是什么? 应注意什么问题? (4)
6. 转速级数 Z 是怎样确定的? 应注意什么问题? (5)
7. 为使转速级数不变而扩大转速范围应怎样做? 有什么影响? (5)
8. 合理的转速图应符合哪几条原则? (5)
9. 转速图与结构网之间有什么联系和区别? (6)
10. 传动结构式反映哪些内容? (7)
11. 混合公比的传动结构式怎样写? (7)
12. 拟定转速图时, 确定齿轮齿数主要应考虑什么? (7)
13. 什么叫公用齿轮? 使用公用齿轮有什么优缺点? (7)
14. 常用的扩大变速范围的传动系统有哪几种? 各有什么优缺点? (7)
15. 普通车床主轴转速是等比数列, 这样有什么优点? (8)
16. 操纵方式选择的原则是什么? 操纵力的大小多少为好? 操纵手柄的布置应在什么区域内? (9)
17. 三种集中操纵变速方式各有什么优缺点? (10)
18. 普通车床上双向片式摩擦离合器有哪些作用? 所在轴的转速应在什么范围内? (10)
19. 什么叫顶齿现象? 怎样消除顶齿现象? (11)
20. 什么叫计算转速? 它有什么用途? (11)
21. 单公比和混合公比的主传动系统主轴的计算转速各是怎样确定的? (12)
22. 进给系统的计算转速怎样确定? (13)
23. CA6140型车床上双向片式摩擦离合器摩擦片的压紧力是怎样获得的? 怎样传递的? (13)

24. 主轴组件都是由哪些元件组成的? 主轴组件的功用是什么? (14)
25. 二支承结构的主轴和三支承结构的主轴各有什么优缺点? 各在什么情况下适用? (14)
26. 主轴的轴颈怎样确定? 内孔径怎样确定? (14)
27. 主轴的定位有几种情况? 各有什么特点? (17)
28. 提高主轴组件综合刚度的措施有哪些? (17)
29. 为什么车床主轴前孔是用莫氏锥度? 而铣床主轴前孔用的是7:24锥度? (18)
30. 短锥法兰式车床主轴与卡盘是如何安装定位的? (18)
31. 主轴轴承为什么有间隙调整装置? 调整间隙的目的是什么? 怎样调整? (18)
32. 怎样选择导轨的截面形状? (20)
33. 怎样选择镶条和导向面的位置? (21)
34. 组合机床的总体方案设计的步骤如何? (21)
35. 组合机床不同方案分析比较的主要指标有哪些? (22)
36. 工序图有什么作用? 绘制工序图应注意些什么问题? (22)
37. 组合机床选用刀具和切削用量时应注意哪些问题? (23)
38. 加工示意图表示哪些内容? 绘制方法怎样? (24)
39. 选择通用部件时应注意哪些问题? (27)
40. 编制生产率计算卡的方法怎样? (27)
41. 机床联系尺寸图的作用与内容是什么? 怎样绘制联系尺寸图? (28)
42. 多轴箱传动系统的拟定应满足哪些要求? (30)

第二章 工艺部分

1. 什么是零件的设计精度? 什么是零件的加工精度? 两者之间有何区别? (31)
2. 加工误差与加工精度有何关系? (31)
3. 什么是零件机械加工的工艺过程? 什么是零件装配的工艺过程? (31)
4. 什么是机加工工艺规程? 装配工艺规程? (31)
5. 在机械加工中, 获得尺寸精度的方法有几种? 各种加工方法影响加工精度的主要因素是什么? (31)
6. 什么是工艺基准? 按用途不同工艺基准可分为几种基准? (31)
7. 设计基准与工艺基准有什么区别? (31)
8. 试述增环、减环、封闭环之间的关系? (31)
9. 工艺规程的作用? (32)
10. 定位基准包括几种基准? (32)
11. 什么是粗基准? 什么是精基准? (32)

12. 选择粗基准的原则是什么?	(32)
13. 选择精基准的原则是什么?	(32)
14. 工序集中与工序分散的特点是什么?	(32)
15. 机加工序顺序的安排应遵循什么原则?	(32)
16. 选择加工方法应注意的问题是哪些?	(32)
17. 机械加工各加工阶段的任务是什么?	(33)
18. 加工过程划分阶段的原因是什么?	(33)
19. 编制零件的机加工工艺规程时, 机床选择的原则是什么?	(33)
20. 获得形状精度的机加方法有哪些? 各自的定义是什么?	(33)
21. 工艺系统的振动基本类型有几种? 危害最大的是什么振动? 为什么? (33)	(33)
22. 轴类零件加工工艺规程制订的原则是什么?	(33)
23. 箱体零件加工工艺规程制订的原则是什么?	(33)
24. 连杆加工工艺规程制订的原则是什么?	(33)
25. 制订丝杠的加工工艺时, 要注意掌握哪几个要点?	(34)
26. 圆柱齿轮加工分几个阶段?	(34)
27. 保证装配精度的工艺方法有几种? 各自定义是什么?	(34)
28. 装配顺序的一般规律是什么?	(34)
29. 制订装配工艺规程的基本原则有哪些?	(34)
30. 什么叫机械加工中的原始误差?	(34)
31. 原始误差应包含哪些内容?	(34)
32. 原理误差是如何形成的?	(34)
33. 机床误差包括哪些方面? 其中起决定作用的误差是什么?	(34)
34. 什么是机床主轴的回转精度? 它表现为几种基本形式?	(34)
35. 保证和提高加工精度有哪些途径?	(35)
36. 加工表面质量的主要内容是什么? 其影响因素有哪些?	(35)
37. 减少强迫振动的基本途径有哪些?	(35)
38. 什么叫成组技术? 应用成组加工的意义何在?	(35)
39. 成组技术有哪些分类方法?	(36)
40. 机床夹具必须满足的基本要求是什么?	(36)
41. 在机床夹具设计中, 为保证制件、刀具、机床间的正确位置, 必须采取的措施是什么?	(36)
42. 什么叫定位? 什么叫定位基准?	(36)
43. 什么叫六点定位法则? 制件的合理定位是否一定要求限制六个自由度?	(36)
44. 支承钉、摇板、球面垫、浮动支承各能限制几个自由度?	(36)
45. 短V型块、长V型块各能限制几个自由度?	(36)
46. 短圆柱销、长圆柱销能限制几个自由度?	(37)

47. 短锥销、长锥销各能限制几个自由度?	(37)
48. 什么叫超定位? 超定位可能会产生哪些不良后果?	(37)
49. 什么叫制件的正确定位?	(37)
50. 在夹具设计中必须满足的误差不等式是什么?	(37)
51. 在夹具设计中如何限制好制件的自由度?	(38)
52. 试述判断第一种自由度的一般方法?	(38)
53. 试阐述定位基准的分类?	(38)
54. 选择定位基准的原则是什么?	(38)
55. 定位基准为平面时, 定位误差的计算特点为何?	(39)
56. 定位基准为圆柱面时, 定位误差的计算特点为何?	(39)
57. 正确夹紧的五原则是什么?	(39)
58. 试述夹具机构的分类?	(39)
59. 夹具机构处于正常运动状态的标志是什么?	(39)
60. 夹具机构正确传动应包括哪些内容?	(39)
61. 夹具机构保持正确换向的主要标志是什么?	(40)
62. 夹具机构中常见的换向机构有哪些?	(40)
63. 在夹具机构中对多执行件的动作有哪些要求?	(40)
64. 在夹具机构中获得需要的独立动作的措施有哪些?	(40)
65. 试述夹具机构中, 浮动环节的分类及其常见的形式?	(40)
66. 试述一个执行件与执行对象多点接触的方法?	(40)
67. 为保证在切削过程中, 夹具机构处于静止状态、夹具机构必须满足哪 些条件?	(40)
68. 在夹具结构中, 对定位元件有哪些要求?	(40)
69. 定位元件有哪些结构形式?	(41)
70. 试述夹紧机构的分类?	(41)
71. 试述偏心夹紧机构的自锁条件?	(41)
72. 试述凸轮夹紧机构的自锁条件?	(41)
73. 杠杆夹紧机构有哪些扩力形式?	(41)
74. 什么叫成形法加工?	(41)
75. 什么叫包络法加工?	(41)
76. 刀具切削部份的构造要素有哪些?	(42)
77. 刀具在主剖面参考系内有哪些主要角度?	(42)
78. 刀具材料必须具备哪些基本条件?	(42)
79. 目前金属切削中选用何种刀具材料?	(42)
80. 经常采用的高速钢有几种?	(42)
81. 经常采用的硬质合金有哪几种?	(43)
82. 如何正确选用硬质合金刀具材料?	(43)

83. 在切削过程中, 切削力是如何产生的?	(43)
84. 影响切削力因素有哪些?	(43)
85. 在切削过程中, 切削热是如何产生的?	(44)
86. 影响切削温度的主要因素有哪些?	(44)
87. 刀具磨损有哪几种形式?	(44)
88. 刀具磨损的原因有哪些?	(44)
89. 什么叫刀具的耐用度? 与刀具寿命有何不同?	(45)
90. 如何合理地选择耐用度?	(45)
91. 衡量材料切削加工性能的标志是什么?	(45)
92. 切削液在切削过程中有哪些作用?	(46)
93. 切削液分为几大类?	(46)
94. 积屑瘤是如何形成的?	(46)
95. 积屑瘤对表面质量和工件尺寸精度有哪些影响?	(46)
96. 刀具前角有哪些功能?	(46)
97. 如何选择合理的前角?	(46)

第三章 液压传动部分

1. 国内外液压技术发展状况怎样?	(47)
2. 什么叫粘度? 常用的粘度单位及换算关系怎样?	(48)
3. 什么叫压力? 有几种表示方法?	(48)
4. 我国现有液压油系列品种有哪些?	(49)
5. 怎样正确选用液压油?	(49)
6. 选择液压系统的工作油液时应考虑哪些因素?	(51)
7. 什么叫层流和紊流? 如何判断?	(52)
8. 为什么在液压系统中对油液的流动速度要有一定限制?	(52)
9. 什么是液压泵的容积效率, 机械效率和总效率?	(53)
10. 液压泵和液压马达的流量, 扭矩和功率的计算公式怎样?	(53)
11. 何为液压泵的自吸能力? 如何计算?	(54)
12. CB—B型齿轮泵能反转吗? 为什么?	(54)
13. 高压齿轮泵的结构有何特点?	(54)
14. 双作用式叶片泵和限压式叶片泵的叶片在转子槽中各是如何放置的?	(55)
15. 限压式叶片泵的特性曲线形状受哪些因素影响?	(55)
16. 什么是液压缸的差动连接? 单杆活塞式液压缸实现往复运动速度相等 的条件是什么?	(55)
17. 液压缸在设计时应考虑哪些问题?	(56)
18. 何为换向阀的位数、通数和中位机能?	(56)
19. 交、直流电磁换向阀有何区别?	(56)

20. 换向阀带机械定位器有什么作用? (57)
21. 溢流阀和安全阀有什么区别? (57)
22. 何为溢流阀的启闭特性? (57)
23. 试说明在液压系统中, 当液压阀后的负载所能建立起的压力若低于、
等于、大于其调整压力时, 阀芯处于何种状态? (57)
24. 节流阀和调速阀有何本质区别? (58)
25. 电液比例阀和普通阀相比有何特点? (58)
26. 何为液压阀的公称通径? (59)
27. 何为液压阀的公称压力? (59)
28. 何为液压阀的公称流量? (60)
29. 怎样选择液压阀? (61)
30. 以“O”形密封圈为例说明固定、往复和旋转用时有何区别? (63)
31. 怎样选用滤油器? (64)
32. 设计液压系统时, 调速回路居何位置? 为什么? (65)
33. 怎样根据系统工作压力来选择液压泵? (65)
34. 何谓板式集成连接, 有哪些缺点? (66)
35. 何谓块式集成连接? (67)

第四章 电工部分

1. 什么叫有功功率、无功功率和视在功率? (68)
2. 什么叫功率因数? (68)
3. 一般常用的三相交流电流电路中有几种接线方法? (68)
4. 在星、角接线中相电压和线电压、相电流和线电流之间有什么换算关
系? (69)
5. 什么叫交流电的有效值? (70)
6. 什么叫感抗和容抗, 电抗和阻抗? (70)
7. 什么叫负荷率? (71)
8. 电动机种类是怎样划分的? (71)
9. 三相异步电动机型号中的字母和数字代表什么意义? (71)
10. 常用三相异步电动机适用的范围, 简单结构如何? (72)
11. 什么是电动机的机械特性? (73)
12. 电动机的磁极数与转数有什么关系? (74)
13. 什么叫电动机的转差率? (74)
14. 鼠笼式异步电动机和绕线型异步电动机都有什么特点? (75)
15. 鼠笼式异步电动机一般采用什么方法起动? 哪种起动方法较好? (75)
16. 鼠笼式异步电动机起动特性怎样? (76)
17. 应怎样选择电动机? (76)
18. 感应电动机的制动方法有哪些? (77)

第五章 材料热处理

1. 选择机器零件的材料应考虑哪些基本问题? (79)
2. 工程材料分哪几类? (79)
3. 金属材料的性能包括哪些内容? (80)
4. 我国钢材是怎样分类的? (80)
5. 什么是热处理? (81)
6. 什么样的零件才能承受热处理? (81)
7. 金属材料的热处理主要分为哪些类型? (81)
8. 什么是退火, 其目的何在? (82)
9. 什么是正火? 其目的何在? (82)
10. 什么是淬火? 其目的何在? (82)
11. 什么是回火? (82)
12. 什么是调质处理? (83)
13. 什么是钢的表面淬火? (83)
14. 什么是化学热处理? (83)
15. 弹簧热处理分为哪几种? (83)
16. 刀具用哪些材料? (83)
17. 什么是铸铁? 它与生铁、熟铁、碳钢有何区别? (84)
18. 什么是白口铸铁、灰口铸铁、可锻铸铁, 球墨铸铁? (84)
19. 解释下列代号含义? (85)

第六章 公差与配合

1. 什么是基孔制、基轴制? (86)
2. 示意绘出下列公差带代号的公差带图解, 并确定其基本偏差?
..... (86)
3. 极限尺寸判断原则是什么? (86)
4. 试解释滚锥轴承内圈各项形位公差标注的含意? (87)
5. 形位误差的五种检测原则是什么? (87)
6. 滚动轴承的精度等级是如何划分的? (88)
7. 简述与滚动轴承相配合的特点? (88)
8. 简述矩形花键的定心方式及如何选择? (88)
9. 试解释在装配图上矩形花键联接的标注? (88)
10. 试解释下列螺纹标记? (89)
11. 影响普通螺纹联结互换性的主要因素是什么? (90)
12. 为保证互换性、螺纹的合格条件是什么? (90)

13. 普通螺纹一般常用的配合是哪种?	(90
14. 对齿轮传动的使用要求主要有哪几方面?	(90
15. 试解释下面齿轮精度标注中各项含义?	(90
16. 试解释齿轮工作图中, 齿轮精度标注中各项含义及检验项目	(91

第七章 机械原理与机械零件

1. 机械零件的工作能力指的是什么能力?	(92
2. 提高机械零件疲劳强度的措施有哪些?	(92
3. 磨损过程分为几个阶段? 怎样跑合可延长零件的寿命?	(92
4. 实现流体润滑的方法有哪几种? 获得流体动压润滑的最基本条件是什么? 流体静压润滑的主要优点是什么?	(93
5. 什么叫机构的自由度? 机构要满足什么条件才能有确定的相对运动? (93	
6. 螺纹的螺距和自锁间有什么关系?	(93
7. 螺纹联接松脱的原因何在? 按防松原理防松的方法可分为几类? 具体的防松方法和装置各有哪些?	(93
8. 为什么通常螺母的螺纹圈数不宜大于10?	(94
9. 为什么安排固定销尽可能相隔远些?	(94
10. 圆锥销的锥度是多少? 公称直径等于什么? 圆锥销上的螺纹头有什么作用?	(94
11. 花键和平键联接相比有哪些缺点? 为何矩形花键和渐开线花键应用最广? 三角形花键多用在什么场合?	(94
12. 什么叫曲柄? 铰链四杆机构有曲柄存在的条件是什么? 满足这一条件是否一定存在曲柄?	(94
13. 凸轮的理论轮廓与实际轮廓有何区别? 基圆半径是指哪一条轮廓曲线的最小向径?	(94
14. 什么是凸轮的压力角? 为什么要规定许用压力角?	(95
15. 渐开线齿轮传动有哪些优点?	(95
16. 什么叫齿轮模数、它与分度圆有什么联系? 它有什么物理意义?	(95
17. 齿轮传动常见失效形式有哪些? 齿轮传动的设计准则通常是按哪些失效形式决定的?	(95
18. 简述轮齿齿面收敛性点蚀和扩展性点蚀的特点及防止措施, 为什么在齿根面上靠近节线处首先出现点蚀?	(95
19. 为什么经常使一对齿轮传动两轮齿面的硬度有一差值, 两轮齿面的硬度差值以取多大较为合适?	(96
20. 标准齿轮传动有哪些主要缺点? 什么叫变位齿轮? 齿轮变位的目的是否仅仅是为了避免根切?	(96
21. 当实际中心距大于标准中心距时, 能否用齿轮的可分性来代替变位传	

- 动,以凑足中心距? (96)
22. 一个标准齿轮可以和一个变位齿轮正确啮合吗? (97)
23. 蜗轮蜗杆传动有什么特性? 蜗轮的旋向怎样判断? (97)
24. 多列链传动为什么一般不用多于4列的链? (98)
25. 链传动的许用功率曲线是在什么条件下得到的? 在实际使用中要进行
哪些项目的修正? (98)
26. 带传动的弹性滑动与打滑有何区别? 它们对带传动各有什么影响? ... (98)
27. 轴的作用是什么? 心轴、转轴、传动轴的区别是什么? (98)
28. 选择滚动轴承类型时主要考虑哪些因素? (98)
29. 滚动轴承有哪些失效形式? 计算准则是什么? (99)
30. 何谓滚动轴承额定寿命、额定动载荷? 向心推力轴承的当量动载荷怎
样确定? (99)
31. 联轴器与离合器的作用有何异同? (99)
32. 说明弹性联轴器弹性联接的作用? (99)
33. 弹簧指数C对弹簧的刚度和变形有何影响? (99)

第一章 机 床 部 分

1. 设计机床的基本要求是什么？

答：从事机床设计的人员，应妥善处理既要赶超国际水平，又要符合国情；既要技术上先进，又要经济上合理；既要好用，又要好修好造等方面的关系。努力实践，大胆创新，更多地设计和制造出效率高、质量好、重量轻、体积小、结构简单、使用方便，具有我国风格的机床。设计机床的基本要求有以下几点：

- (1) 一定的工艺范围；
- (2) 保证精度与光洁度；
- (3) 有足够高的生产率和自动化程度；
- (4) 操作维修方便、使用安全可靠；
- (5) 提高三化程度；
- (6) 噪声小；
- (7) 成本低，重量轻。

此外对设计的机床还要求有外形美观、占地面积小、不漏油、不漏气、不漏水等。

2. 机床的“三化”是指什么？提高“三化”程度有什么重要意义？

答：“三化”是指机床品种系列化、零部件通用化和零件标准化。提高“三化”程度对发展机床品种、规格、数量与质量，对于机床的制造、使用与修理，对于新产品设计和对老产品革新等方面都有十分重要的意义。“三化”是我国一项重要的技术政策，也是产品设计的方向。

系列化包括机床参数标准的制定、系列型谱的编制和产品的系列设计。它主要用于通用机床，目的是用最少数规格和型式的机床，最大程度地满足国民经济各部门的需要。

不同型号的同类机床采用相同的零部件称零部件通用化。如主参数为320毫米的卧铣和立铣，其零部件通用化程度达95~98%，这样就使零部件品种减少、生产批量增加、便于组织生产、降低机床成本、缩短设计周期、加快机床品种的发展。

机床零件设计中尽量使用国家规定的标准化零件，称零件的标准化。标准件可以外购或按国家标准由专业化工厂制造。据统计，由专业厂大量生产所提供的紧固件，其成本可降低到 $1/8 \sim 1/4$ ，材料利用率可达80—95%，工时降低到 $1/23 \sim 1/14$ ，占用车间设备减少为10%，大大地节省了设计和制造工作量。

3. 通用机床主传动系统设计应满足的基本要求是什么？

答：机床传动系统设计的好坏将会直接影响到机床的使用性能和结构性能。经济合理的方案，一定是在保证机床所需工作性能的前提条件下，由所需零件数量较少，结构简单，制造装配容易，使用和维修都方便的零部件所组成。设计机床主传系统必须满足下列基本要求：

(1) 机床的末端执行件的最高转速和最低转速、变速范围、变速级数、相邻各级转速之比都需保证足够的范围和适用的数值。对于直线往复运动的机床来说,也有类似性质的要求,例如执行件的每分钟往复次数和直线切削速度,也应该保证足够的变速范围和变速级数,并应保证适用的极限数值和级比数值。

(2) 机床的动力源主电机和传动机构都需要保证传递足够的功率和扭矩,并且要求传动效率高。对于中等功率以上和速度较高的机床更需要注意这个问题。

(3) 机床的传动件特别是传动链末端执行件都需要保证足够的精度、刚度、抗振性能,并且要求温升小和热变形小。因为这些因素会对机床的加工质量起着重要的影响作用。不仅在结构设计中,就是在传动设计中也需要提前考虑这些因素。

(4) 机床的操作和控制需要灵便轻巧和安全可靠,机床的调整维修要求简单方便,机床的噪音应该尽量小些,以保证生产工人的正常工作条件。

(5) 机床结构应尽量简单紧凑、制造方便、成本低廉。

(6) 对机床的自动化程度和生产率方面的要求应该恰当合理。因为它们直接或间接地影响工人的劳动强度。

4. 通用机床主传动系统变速范围是怎样确定的?

答:机床极限转速须根据切削用量的选择而定,而切削用量的选择与很多因素有关,如工件、刀具的材料,加工精度和光洁度以及机床振动与平稳性等。但基本出发点是保证有较高的加工质量和生产率,以便充分发挥机床和刀具的最高效能。

通用机床极限切削用量是以该规格机床上所能加工的几种典型工件的切削用量决定的。按照典型工序的切削速度和刀具直径(或工件直径)计算主轴最高、最低转速(即极限转速),计算公式如下:

$$n_{\max} = \frac{1000 U_{\max}}{\pi d_{\min}}$$

$$n_{\min} = \frac{1000 U_{\min}}{\pi d_{\max}}$$

式中: $n_{\max}, n_{\min}$ ——分别为主轴最高、最低转速(rpm);
 $U_{\max}, U_{\min}$ ——分别为最高、最低切削速度(m/min);
 $d_{\max}, d_{\min}$ ——分别为最大、最小计算直径(mm)。

应当指出,通用机床的 $d_{\max}$ 和 $d_{\min}$ 并不是机床上可能加工的最大和最小直径,而是指常用的经济加工的最大和最小直径。对于通用机床,一般取:

$$d_{\max} = K \cdot D$$

$$d_{\min}/d_{\max} = Rd$$

式中: D ——可能加工的最大直径(mm);

K ——系数,根据对现有同类型机床使用情况的调查确定(如摇臂钻床:
 $K=1.0$;普通车床: $K=0.5$)。

Rd ——计算直径范围($Rd=0.20-0.25$)。

例如,对某 $\phi 400$ mm普通车床的设计,计算主轴极限转速如下:

(1) 计算 $n_{\max}$ 根据分析,用硬质合金车刀对小直径钢材精车外圆时,主轴转

速为最高。按经验，并参考切削用量资料，取 $v_{max}=150\text{ m/min}$ ， $K=0.5$ ， $R_d=0.2$ 。则：

$$\begin{aligned}d_{max} &= KD = 0.5 \times 400 = 200\text{ mm} \\d_{min} &= R_d \cdot d_{max} = 0.2 \times 200 = 40\text{ mm} \\n_{min} &= \frac{1000v_{max}}{\pi d_{min}} = \frac{1000 \times 150}{\pi \times 40} = 1192\text{ rpm}\end{aligned}$$

(2) 计算 n_{min} 根据分析，下列两道工序所要求的主轴转速当中，较低的一个为主轴最低转速。

a. 用高速钢车刀，对铸铁材料的盘形零件粗车端面。按经验，并参考切削用量资料，取 $v_{min}=15\text{ m/min}$ ，则：

$$n_{min} = \frac{1000v_{max}}{\pi d_{max}} = \frac{1000 \times 15}{\pi \times 200} = 24\text{ rpm}$$

b. 用高速钢刀具，粗车合金钢材料的梯形螺纹（丝杠）。根据调查 $\phi 400\text{ mm}$ 普通车床加工丝杠的最大直径为 $\phi 40\text{ mm}$ 。按经验，并参考切削用量资料，取 $U_{min}=1.5\text{ m/min}$ ，则：

$$n_{min} = \frac{1000v_{min}}{\pi d_{max}} = \frac{1000 \times 1.5}{\pi \times 40} = 11.9\text{ rpm}$$

由计算可知，后一道工序所要求的主轴转速最低。

用上述方法求得的主轴极限转速，有时由于典型工序选择不当，或原始数据有偏差，可能与实际需要相差较大。因此应到生产现场调查研究，以取得合理的主轴转速。也可以对用户进行调查访问，统计同类型机床的主轴极限转速，进行分析比较后，加以确定。

对若干个使用 $\phi 400\text{ mm}$ 普通机床的使用部门进行了解并统计，得到在这些机床上的常用主轴转速如下：

- 加工轴类零件 $n=400\sim 900\text{ rpm}$
- 加工盘形零件 $n=150\sim 300\text{ rpm}$
- 机修工作 $n=80\sim 150\text{ rpm}$
- 车大导程螺纹 $n=10\sim 40\text{ rpm}$

个别机床所用的最高转速可达到 1500 rpm ，最低转速为 7 rpm 。

(3) 统计国内外同类型同规格机床主轴极限转速见下表1—1：

表1—1

参 数	机 床 型 号							
	G620—1	GA6140	M200	1K62	200HN	LSD200	PLZ400	SL65
	中 国	中 国	美 国	苏 联	法 国	西 德	民主德国	瑞 士
最大加工直径 (mm)	400	400	400	400	405	400	400	400
主轴最高转速 (rpm)	1200	1400	2260	2000	1600	1000	1400	1430
主轴最低转速 (rpm)	12	10	18	12.5	32	24	24	31

最后,综合地分析和比较计算和调查所得的结果为1192rpm;调查结果:用户常用转速为900rpm,国产机床为1200~1400rpm,国外机床为1000~2260rpm。从我国实际情况出发,根据用户的需要为900rpm,因需留有发展余地且参考计算结果,取所设计机床的主轴最高转速为1200rpm,最低转速为10rpm。

又如,X625型铣床主轴极限转速的确定如下:

由实践得知,铣削的最高转速是钻小孔、铣小宽度的槽及有色金属;铣削的最低转速是在重切条件下加工高强度合金及满足特殊工艺要求的加工。根据统计资料及调查结果,对工作台宽250、320、400mm的铣床使用的主轴转速,大于1000rpm和小于50rpm的不超过2~4%。考虑到今后的发展,X625型铣床取 $n_{max} = 1250\text{rpm}$
 $n_{min} = 50\text{rpm}$ 。

再如,某厂在C616车床和同类型车床上使用的转速范围是:

精加工轴类零件:工件直径为60~70mm,转速常用1350~2000rpm;

精加工丝杠:工件直径为30~40mm,转速常用44~60rpm;

精加工蜗杆:工件直径为26mm以上,转速常用14~20rpm;

镗孔:孔径为30~100mm以上,转速常用60~90rpm。

由此可见,高速多用于精车外圆,低速多用于精车丝杠、蜗杆等。

某厂在自行设计CM6132车床时,广泛地进行调查研究,听取用户意见,认为原C616车床的最低转速45rpm偏高,不能满足精车丝杠、蜗杆的要求,希望降低到20rpm左右。而最高转速不能低于2000rpm。故设计CM6132车床时,其最高转速为2000rpm,最低转速为19rpm,这样来源于实践,比较合理。

当将 n_{min} 、 n_{max} 确定后,则变速范围 R_n 便可由下式算得:

$$R_n = \frac{n_{max}}{n_{min}}。$$

5. 拟定变速系统时选择公比 φ 的原则是什么? 应注意什么问题?

答:选择标准公比 φ 的一般原则如下:

(1) 对于通用机床,一般取 $\varphi = 1.26$ 或 1.41 。

这是因为通用机床由于加工对象复杂、工艺范围很宽、要求变速范围很大。如公比 φ 取小值,则转速级数很多,变速箱的结构就过于复杂,给设计和制造都带来麻烦。且通过机床加工时,一般辅助时间都较长,即使公比 φ 稍取大一点,对生产率的影响也不大,故一般取标准值中的中间值。如C620—1X62W取 $\varphi = 1.26$;C616取 $\varphi = 1.41$ 等。

(2) 对于大批大量生产用的专用机床、自动化机床、公比应取小些。

这类机床的自化程度都很高,加工时所花的辅助时间很少,用于大批大量中。选择合理的切削用量对提高机床的生产率影响很大,所以要求公比 φ 取小值。从结构上看,由于这类机床工艺范围较窄,变速范围不大,且不经常变速,多采用挂轮变速的方式,因而也允许取小值,一般取 $\varphi = 1.12$ 或 1.26 。

(3) 对于大型机床公比应取小一些。

大型机床的特点是加工大工件,机动时间很长,选择合理的切削用量对提高机床生

产率和保证加工质量的关系很大，所以要求 φ 取小值。一般取 $\varphi = 1.12$ 或 1.06 ，甚至用无级变速，如龙门刨床。

(4) 对于非自动化小型机床，公比应取大值。

一般来讲，小型机床结构都比较简单、要求变速级数少、希望 φ 取大值。从使用上来看小机床加工的零件小，机动时间不长，公比 φ 即使取大些，对生产率的影响也不大，所以一般取 $\varphi = 1.58$ 或 1.78 。

在设计机床时，若采用标准公比和标准数列，当然对设计计算工作会带来很多方便，可以省去许多计算工作量。但选择标准公比的原则并不是绝对不可违反的。在某些具体情况下也可以灵活运用，特别是在自制专用设备中，就不一定机械地遵守。

6. 转速级数Z是怎样确定的？应注意什么问题？

答：通用机床主轴转速或进给量是等比数列的其变速范围 R_n 、公比 φ 、转速级数Z三者的关系如下：

$$Z = \frac{\lg R_n}{\lg \varphi} + 1$$

当变速范围 R_n 、公比 φ 已确定的情况下，可由上式计算出转速级数Z。

应指出的是计算出的转速级数Z不一定是整数。在有级变速装置中常用双联或三联滑移齿轮块，因而常用的级数在转速不重复时为3、4、6、8、9、12、16、18、24，即 $Z = 3、4、6、8、9、12、16、18、24$ 。当计算得Z不是整数或不是上述级速数列中的一种时应进行圆整。如计算出 $Z = 16.4$ ，应取 $Z = 18$ 而不取 $Z = 16$ 。若取 $Z = 16$ 会缩小机床的变速范围因而会降低机床的技术经济指标，即导致工艺范围变小。只有指明可缩小变速范围的情况下，才能取 $Z = 16$ 。

7. 为使转速级数不变而扩大变速范围应怎样做？有什么影响？

答：从上题中转速级数的公式 $Z = \lg R_n / \lg \varphi + 1$ 中可以看出，若使公比 φ 的数值变大，在Z不变的情况下，变速范围 R_n 可增大。但是由于公比 φ 增大相对速度损失就越大，因而选用合理的切削速度就越困难。

有时为了获得较大的变速范围，而又不想增加变速级数时，可采用混合公比的办法，即使经常使用的转速段取较小的公比，用得较少的较速段取较大的公比。例如Z3040型机床主传动系统就是这样。

采用混合公比的变速系统，由于把某些转速分布排得疏散一些，把某些转速分布得密集一些，能扩大变速范围又能够提高使用性能。

8. 合理的转速图应符合哪几条原则？

答：拟定转速图是设计传动系统的重要内容。它对整个机床设计质量（如结构的繁简、尺寸的大小，效率的高低、使用与维修方便等）有较大的影响，因此必须全面慎重考虑。

合理的转速图应符合下列原则：

(1) 前多后少的原则

由于机床的传动系统通常是采用双联或三联滑移齿轮进行变速，所以每个变速组的

传动付数最好的 $P=2$ 或 3 。这样可使总的传动付数量最少。如主轴为18级转速的传动系统有下列几种可能实现的方案:

$$\textcircled{1} 18 = 3 \times 3 \times 2 \quad \textcircled{2} 18 = 3 \times 2 \times 3$$

$$\textcircled{3} 18 = 2 \times 3 \times 3 \quad \textcircled{4} 18 = 3 \times 6$$

$$\textcircled{5} 18 = 6 \times 3 \quad \textcircled{6} 18 = 2 \times 9$$

综上所述,应采用由三个变速组所组成的方案,即 $\textcircled{1} \sim \textcircled{3}$ 这三种方案总的传动付数量最少。

又因为当传递功率一定时,转速较高的轴所传递的扭矩 M 较少。在其它条件相同的情况下,传动件(齿轮、轴等)的尺寸就可以小一些,这对于节省材料、减少机床重量及尺寸都是有利的。因此在设计传动组时,应使较多的传动件在高转速下进行工作,且应尽可能地使靠近电动机的变速组中的传动付数多一些,而靠近主轴的变速组中传动付数少一些,这即所谓前多后少的原则。上例中应选 $18 = 3 \times 3 \times 2$ 的方案

(2) 基本组和扩大组的确定

一般情况下,各变速组的排列应尽可能设计成基本组在前,第一扩大组次之,依此类推最后扩大组在最后。也就是说,各变速组的扩大顺序应尽可能与运动的传递顺序一致。即要求各变速组的变范围应逐渐增大,在转速图或结构网中表现出前面变速组传动比的连线的分布紧密,而后面变速组传动比连线的分布则较松,即所谓前紧后松的原则。

(3) 变速组中的极限传动比及变速范围

设计机床主传动系统时,要考虑两种情况:降速传动应避免被动齿轮尺寸大而增加变速箱的尺寸,一般限制降速传动比的最小值 $i_{\min} \geq 1/4$;升速传动应避免扩大传动误差和减少振动,一般限制直齿轮升速传动比最大值 $i_{\max} < 2$,斜齿轮传动比较平稳,可取 $i_{\max} \leq 2.5$,即主传动各变速组的最大变速范围为:

$$r = \frac{2 \sim 2.5}{\frac{1}{4}} = 8 \sim 10$$

一般在设计机床传动系统时,任何一个变速组的变速范围都应尽量满足上述要求。但当条件许可或处理得当时,也可超出这个范围。

(4) 合理分配传动比的数值

一般应尽量注意以下几点:

①各传动付的传动比应尽可能不超出极限传动比 $i_{\max}$ 和 $i_{\min}$;

②各中间传动轴应有适当高的转速。在传动顺序上,各变速组的最小传动比应采取逐渐降速的原则,这样可使中间轴的转速提高,即所谓先慢后快的原则;

③为了便于设计和使用,传动比值最好取标准公比的整幂次,这样可直接查表确定齿轮齿数。

9. 转速图与结构网之间有什么联系和区别?

答:变速组内的相邻传动比关系可用结构网或转速图表示。

一个结构式对应一个结构网,一个结构网可以画出不同的转速图(如改变中间轴的