

21 世纪

自学 · 复习 · 考研系列丛书

金属切削机床 试题精选与答题技巧

● 机械工程系列

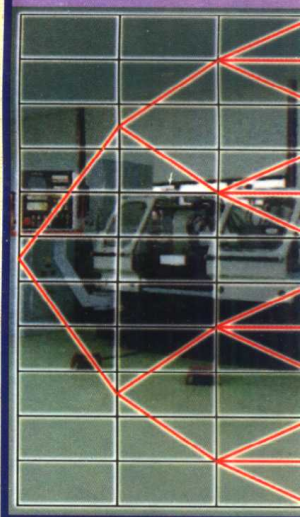
突出重点
明确思路
提高能力

JINSHU QIEXIAO JICHUANG SHITI

JINGXUAN YU DATI JIQIAO

贾延林 编

哈尔滨工业大学出版社



8.3
C1

21 世纪自学·复习·考研系列丛书

机械工程系列

金属切削机床试题精选与答题技巧

贾延林 编

哈尔滨工业大学出版社

哈 尔 滨

内 容 提 要

本书是针对“金属切削机床”课程为学生复习和考研排忧解难编写的复习指导书,主要帮助学生解决考什么、怎么考、怎么答、怎么复习等问题。书中给出了本课程的考试范围,并通过例题、历届试题说明了考试的方式和题型。同时还通过对参考教材的提纲化和条理化,以及对典型范例的剖析,为考生指明答题的要点、思路和方法。

本书主要包括:第一章机床设计的基本要求;第二章机床总体设计;第三章传动设计;第四章进给传动设计;第五章主轴组件设计;第六章支承件设计;第七章导轨设计;第八章控制系统设计;附录。书中每章都结合教学大纲指出了必备知识和考试要点,列举了诸多典型范例,并予以剖析解算及分析讨论。本书附录中还给出了哈尔滨工业大学研究生入学考试模拟试题及答案要点、研究生入学考试试题、本科生期末考试试题及《金属切削机床》(下册)的考试复习重点章节。

本书内容全面、重点突出、线索清楚,具有较强的指导性,是一本有效的“金属切削机床”课程复习和考研指导书。

机械工程系列

机械原理试题精选与答题技巧

机械设计试题精选与答题技巧

金属切削原理试题精选与答题技巧

金属切削机床试题精选与答题技巧

机械制造工艺学试题精选与答题技巧

机械工程系列

金属切削机床试题精选与答题技巧

Qixie Jichuang Shiti Jingxuan yu Dati Jiqiao

贾延林 编

*

哈尔滨工业大学出版社出版发行

哈尔滨市工大节能印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/16 印张 6 字数 146 千字

2000年1月第1版 2000年1月第1次印刷

印数 1~4 000

ISBN 7-5603-1453-8/TH·75 总定价 40.00 元
(每册定价 8.00 元)

前 言

“金属切削机床”一直是机械制造类专业的专业主干课,也是机械制造类专业硕士研究生入学考试的重要科目之一。每年都有很多考生要求举办该科目的考试辅导班,并要求购买历届考研试题或复习参考资料,其中有不少是外地考生。但由于客观条件的限制,一直无法满足这一要求。随着招生名额的不断扩大和选考“金属切削机床”考生人数的逐年增加,编写一本有效地指导和帮助考生复习备考的指导书势在必行。

正是为了适应上述要求,我们编写了这本供考研用的《金属切削机床试题精选与答题技巧》。考虑到本门课程的特点和考生的实际要求,本书与考研指定参考书配合使用,期望起到辅助和指导作用。编写本书的主要目的是帮助考生解决四大问题:第一,回答考什么的问题。即说明本课程的考试范围,使考生能避开不要求的内容,集中精力复习好重点内容和一般要求的内容。第二,回答怎么考的问题。考生常常询问“金属切削机床”课怎么考,都有什么题型等。虽然题型并非关键,实际内容才是最重要的,但是本书还是通过例题和附录中的多套历年试题以及有关说明,回答了这一问题。第三,解决怎么答的问题。即面对考题,考生应当怎样分析问题,作出恰当的回答,取得满分或高分。本书通过对参考教材内容的提纲化和条理化,以及例题中的分析、回答,每道例题后的“分析和讨论”等,帮助考生掌握解题思路和方法,准确把握采分点。第四,解决怎么复习的问题。帮助考生如何通过分析、联想来记忆,进而通过归纳整理有关内容,列出提纲,使之便于记忆,收到事半功倍的效果。当然,上述只是作者的期望,究竟效果如何,还得靠读者使用后作出结论。

本书主要是针对报考哈尔滨工业大学硕士生的考生并适当兼顾本专科生期末备考而编写的,对学习或复习“金属切削机床设计”这门课的其他读者也有一定的参考价值。需要指出的是,随着近年来教学改革的深入进行,各院校所用的教材和讲课学时出现了很大差别,且相互来不及沟通,因此,各院校的同—课程的讲课范围和重点都会有所不同,进而造成考试要求及重点的不同,请读者在使用中注意。

本书主要与哈尔滨工业大学及其他院校指定的教学和考研参考书——顾熙棠等编的《金属切削机床》(下册)(上海科学技术出版社出版)配合使用,书中每章内容为三部分:“主要内容”、“基本要求和重点”、“例题及分析”。书后有四个附录。附录 I 收入 2 套研究生入学考试模拟试题及答案要点;附录 II 收入 1998 年、

II 金属切削机床试题精选与答题技巧

1999 年 2 套哈尔滨工业大学研究生入学考试试题和答案要点及 1993 年、1994 年 2 套早期研究生入学考试试题;附录 III 收入 4 套哈尔滨工业大学本科生期末考试试题;附录 IV 给出了《金属切削机床》(下册)的考试复习重点章节。

由于水平所限,加之时间仓促,书中一定有不妥之处,恳请读者提出宝贵意见。

作 者

1999 年 9 月

目 录

第一章 机床设计的基本要求	
必备知识和考试要点	(1)
第二章 机床总体设计	
2.1 必备知识和考试要点	(2)
2.2 典型范例和答题技巧	(6)
第三章 主传动设计	
3.1 必备知识和考试要点	(11)
3.2 典型范例和答题技巧	(20)
第四章 进给传动设计	
4.1 必备知识和考试要点	(37)
4.2 典型范例和答题技巧	(38)
第五章 主轴组件设计	
5.1 必备知识和考试要点	(39)
5.2 典型范例和答题技巧	(44)
第六章 支承件设计	
必备知识和考试要点	(47)
第七章 导轨设计	
必备知识和考试要点	(50)
第八章 控制系统设计	
必备知识和考试要点	(54)

附录

- 附录 I 研究生入学考试模拟试题及答案要点 (56)
- 附录 II 部分研究生入学考试试题及答案要点 (66)
- 附录 III 部分本科期末考试试题 (82)
- 附录 IV 《金属切削机床》(下册)考试复习重点章节 ... (90)

第一章 机床设计的基本要求

必备知识和考试要点

1. 主要内容

明确何为机床设计的基本要求。不同的设计方案会有不同的技术经济效果,这些效果如何进行衡量呢?就需制定一些尺度。这些尺度有时称为技术经济指标,所谓机床设计的要求也就是指这些技术经济指标。

不同的教材上可能有不同的条款,但其主要内容基本一致,主要指标如下:

- ① 工艺范围。
- ② 静态精度(其中包括几何精度、运动精度、传动精度和定位精度)。
- ③ 动态精度(涉及机床的刚度、抗振性和热变形等内容)。
- ④ 精度保持性。
- ⑤ 生产率和自动化。
- ⑥ 噪声。
- ⑦ 可靠性。
- ⑧ 标准化(包括机床品种系列化、零部件通用化和零件标准化)及模块化。
- ⑨ 造型和色彩。
- ⑩ 成本。

显然,从不同的角度提出了不同的指标,可将上述 10 个指标分为如下几类:

- ① 工艺指标:工艺范围。
- ② 精度指标:静态精度、动态精度和精度保持性。
- ③ 性能指标:生产率和自动化、噪声、可靠性。
- ④ 外观指标:造型和色彩。
- ⑤ 经济指标:标准化、成本。

这些指标和要求贯彻机床设计课的各个主要章节,如主轴组件、支承件和导轨设计等,同时也是机床设计的常识性内容。

2. 基本要求及重点

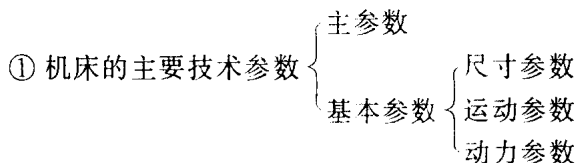
- (1) 记住主要技术经济指标。
- (2) 理解工艺范围的静态精度和动态精度、几何精度、运动精度、传动精度和定位精度、机床的金属消耗量等主要概念。
- (3) 了解各项基本要求及指标:
 - ① 机床的精度等级及代号。
 - ② 按《金属切削机床噪声测量标准》要求,一般机床噪声不大于 85 dB(A),精密机床不大于 75 dB(A)。
- (4) 明确提高主要指标的途径,如生产率的概念及提高生产率的途径。

第二章 机床总体设计

2.1 必备知识和考试要点

1. 主要内容

(1) 机床主要参数的分类及定义



② 主参数(亦称主要规格)。机床的主参数表示机床的加工范围。JB 1836—76 标准统一规定了我国机床主参数的内容。

③ 尺寸参数。机床的尺寸参数是指机床的主要结构尺寸。包括:与被加工零件有关的尺寸;标准化工具或夹具的安装面尺寸;主要的结构尺寸等。

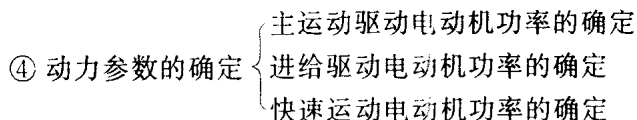
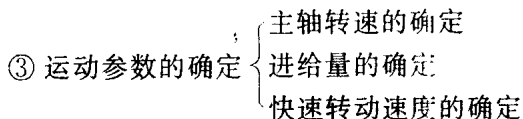
④ 运动参数。运动参数系指机床执行件,如主轴、工作台、刀架等的运动速度。

⑤ 动力参数。动力参数一般指机床电动机的功率。包括:主运动驱动电动机、进给运动驱动电动机、主运动及进给运动共用的驱动电动机、辅助运动驱动电动机(或快速运动电动机)及液压泵驱动电动机等的功率。

(2) 主要技术参数的确定

① 主参数的确定:通用机床主参数的数值通过系列设计确定。

② 尺寸参数的确定:尺寸参数一般参考现有机床确定。对于某些与被加工零件有关的尺寸参数可按被加工零件的尺寸确定;对已经系列化的通用机床,其尺寸参数要按系列设计规定来确定。



2. 基本要求与重点

① 熟悉机床的主要技术参数、各参数的定义。

② 掌握运动参数和动力参数的确定方法。重点掌握主运动的主轴转速、主运动电动机功率和快速运动电动机功率的确定方法。

确定主轴转速时,首先考虑所设计机床为专用机床还是通用机床。若为专用机床,则其主轴转速根据该专用机床所要完成的加工工艺所要求的切削速度和刀具或工件的直径确定,即

$$n = \frac{1000v}{\pi d} \quad (2.1)$$

式中 v ——选定的切削速度, m/min;

d ——刀具或工件的直径, mm。

对于通用机床, 由于所完成的加工工艺范围广, 其所用刀具和加工工件材料、尺寸均不相同, 因此, 所需切削速度及主轴转速也不同。确定主轴的多种不同转速必须解决两方面的问题: 一是这么多种转速在什么范围内变化, 即应确定其最高、最低转速或称极限转速; 二是在极限转速范围内主轴转速按什么规律变化, 或者说应按什么规律排列。

(1) 主轴最高、最低转速

仍以式(2.1)为出发点, 所不同的是因 v 和 d 是变化的, 所以取其极限值, 得

$$n_{\max} = \frac{1000v_{\max}}{\pi d_{\min}} \quad (2.2)$$

$$n_{\min} = \frac{1000v_{\min}}{\pi d_{\max}} \quad (2.3)$$

式中 $n_{\max}$ 、 $n_{\min}$ ——主轴最高、最低转速, r/min;

$v_{\max}$ 、 $v_{\min}$ ——最高、最低切削速度, m/min;

$d_{\max}$ 、 $d_{\min}$ ——最大、最小计算直径, mm。



① 此公式不必死记硬背, 只要记住式(2.1), 然后变化 v 、 d , 使其最大、最

小, 就可获得最高转速 $n_{\max}$ 和最低转速 $n_{\min}$ 。

② 在应用式(2.2)、(2.3)时, 还应注意 v 与 d 必须是同一典型工序的参数, 为使参数确定得合理, 应适当多选几个典型工序。

③ 式中的 $d_{\max}$ 、 $d_{\min}$ 并非机床上可能加工的最大、最小直径, 而是指常用的经济合理的最大、最小加工直径。一般取 $d_{\max} = k \cdot D$, $d_{\min} = R_d \cdot d_{\max}$ 。其中, D 为可能或名义上的最大加工直径 (mm); k 为系数; R_d 为计算直径范围。 k 和 R_d 的取值见参考教材。

④ 这样确定的主轴最高、最低转速, 还应与现有同类机床进行比较, 或根据调查研究的结果进行修正, 才能最后确定。有时还要考虑技术进步, 在转速上留有一定余地。

(2) 主轴转速的合理排列

主轴转速最好是无级变化, 以合理地满足各种各样的工艺要求, 实现切削速度的连续变化, 但由于结构、成本及其他技术上的困难, 机床还不能都采用无级变速, 大多数普通机床还是有级变速。所以本课程无论在讲述上还是在考试中都以有级变速为重点内容。

多数机床的主轴转速均按等比级数排列。其优点是:

① 使转速范围内的转速相对损失均匀;

② 使变速传动系统简化。

对于第一点, 应掌握何为相对速度损失, 对机床生产率有何影响, 何谓最大相对速度损失。注意: 这里是使相对速度损失均匀, 而不是损失最小。因为均匀就可以人为地控制, 要小则小, 要大则大。用什么控制? 就用转速的等比数列的公比 φ 来控制。即希望速度损失小则用较小的 φ 值; 希望结构简单则用较大的 φ 值, 此时, 相对速度损失就大些。

(3) 公比 φ 的标准值和标准转速数列

要求掌握:

$$\textcircled{1} \text{ 制定标准公比的原则 } \begin{cases} 1 < \varphi \leq 2 \\ \varphi = \sqrt[E_1]{10}, E_1 \text{ 为正整数} \\ \varphi = \sqrt[E_2]{2}, E_2 \text{ 为正整数} \end{cases}$$

要求能说明理由。

② 记住 7 个标准公比: 1.06、1.12、1.26、1.41、1.58、1.78 和 2。

③ 记住各标准公比之间的关系:

a. 记住 1.26、1.41、1.58 和 1.06 的关系: $1.26 = 1.06^4$ 、 $1.41 = 1.06^6$ 、 $1.58 = 1.06^8$ 。

b. 记住 1.26、1.41 和 2 的关系: $2 = 1.26^3$ 、 $2 = 1.41^2$ 。

c. 记住 1.26、1.58 和 10 的关系: $10 = 1.26^{10}$ 、 $10 = 1.58^5$ 。

d. 记住 1.26、1.58 和 1.12 三者之间的关系: $1.26 = 1.12^2$ 、 $1.58 = 1.12^4$ 、 $1.58 = 1.26^2$ 。

④ 掌握设计机床时选取公比 φ 值的原则:

a. 对于中型通用机床, 一般取中等 φ 值 (如 $\varphi = 1.26$ 或 $\varphi = 1.41$)。

b. 对专门化机床、自动化机床, 应取较小的 φ 值, 一般取 $\varphi = 1.12$ 或 $\varphi = 1.26$ 。

c. 对于大型机床, 公比应取得更小些, 一般取 $\varphi = 1.06$ 、 $\varphi = 1.12$ 或 $\varphi = 1.26$ 。

d. 对于非自动化小型机床, 公比应取大一些, 一般为 $\varphi = 1.58$ 、 $\varphi = 1.78$ 或 $\varphi = 2$, 因其加工时间所占比例不大。

选取公比 φ 的规则为:

大型机床						
1.06	1.12	1.26	1.41	1.58	1.78	2
	专门化、自动化机床		通用机床	非自动化小型机床		

(4) 变速范围 R_n 、公比 φ 和级数 Z 之间的关系

$$R_n = \varphi^{(Z-1)} \quad (2.4)$$

这是基本公式, 必须牢记。还可以根据要求或为了计算方便, 变换成下述两种形式

$$\varphi = \sqrt[Z-1]{R_n}$$

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

(5) 查表法确定主轴转速

利用 1~1000 的大表; 利用以 $\varphi = 1.06$ 为公比的 1, 1.06, ..., 9.5 的小表。

(6) 进给量的确定

$$\begin{cases} \text{无级变速方式} \\ \text{有级变速方式} \begin{cases} \text{等差数列} \\ \text{等比数列} \end{cases} \end{cases}$$

等比数列适合大多数机床, 其确定方法与主轴转速相类似。

等差数列多用于螺纹加工机床, 如螺纹车床、螺纹铣床和螺纹磨床等, 以满足加工螺纹要求, 因为螺纹导程为分段的等差数列。还用于利用棘轮棘爪机构实现进给的机床, 如刨床、插床等, 这是由棘轮棘爪机构运动特征所决定的。

掌握并会应用公式

$$C = \frac{f_{\max} - f_{\min}}{Z_i - 1} \quad (2.5)$$

式中 $f_{\max}$ 、 $f_{\min}$ ——最大、最小进给量；

Z_f ——进给量级数；

C ——相邻进给量差值。

也可把 $f_{\max} - f_{\min} = R_f$ 看成进给量范围，得 $C = \frac{R_f}{Z_f - 1}$ 或 $R_f = C (Z_f - 1)$ ，以便与式(2.4)

比较，便于记忆。

(7) 快速运动速度的确定

快速运动为辅助运动，不参与切削过程。采用快速运动的目的是：

① 减少辅助时间，以提高生产率；

② 减轻操作者的劳动强度，特别是对于较大型的机床，更是如此。

快速运动速度的确定方法常采用对比法，即参考现有机床的类似部件的快速运动速度，根据所设计机床的特点及要求进行修改。如移动部件的质量大，则速度取小些；若要求生产率高，且快速运动电动机的功率较大，则速度取大些。

(8) 主运动驱动电动机功率的确定

常用算法、统计分析法和实测法相结合的方法来确定主电动机驱动功率。掌握计算法的基本公式，即

$$P = P_c + P_i + P_a \quad (2.6)$$

公式中涉及的 P_c 、 P_i 和 P_a 的名称分别为切削功率（或称有效功率）、空载功率和载荷附加功率，单位均为 kW。了解其中各项的计算公式，掌握其定义和影响因素。

特别应区分空载功率 P_i 和载荷附加功率 P_a 的差别。空载功率与载荷无关，它是消耗传动件的摩擦、搅油和克服空气阻力等方面的功率，随传动件速度的增高而增大。传动件愈多，尺寸愈大，转速愈高，轴承和胶带预紧力愈大，装配质量愈差，则空载功率愈大。

载荷附加功率则指施加切削载荷后所增加的传动件摩擦功率，它随切削功率的增大而增大。掌握 $P = P_c / \eta_{\Sigma} + P_i$ 及额定功率的概念。

(9) 进给驱动电动机功率的确定

进给驱动电动机功率的确定也应用算法、统计分析法和实测法。其特点是进给速度低，故空载功率很小，计算时可以略去不计。因此，进给电动机的功率主要取决于有效功率和传动件的机械效率。（注意，其效率一般比较主运动传动链低，此项不可忽略）

又由于同主运动相比，进给功率相对较小，有时可用粗略计算或比较法确定。

(10) 快速运动电动机功率的确定

常用类比法来确定快速运动电动机的功率，有时也借助于算法和实测法。快速运动电动机启动时，既要克服惯性力，又要克服摩擦力，故此时所需功率最大，其功率应按此情况确定。计算公式为

$$P_q = k(P_m + P_{fr}) \quad (2.7)$$

式中 P_q ——快速运动电动机功率；

k ——安全系数，一般取 $k = 1.5 \sim 2.5$ ；

P_m ——克服惯性力所需的功率；

P_{fr} ——克服摩擦力所需的功率。

P_m 和 P_{fr} 的计算公式不要求记忆，但应定性了解其影响因素。

2.2 典型范例和答题技巧

对于直接问答式的问题,由于其内容明确,可在教材上直接找到,我们将不作或少作练习,但不等于不作考试要求,习题或练习中我们将举一些有代表性、有一定技巧或易于出错的习题,通过解题,以巩固应掌握的内容。

【例 2.1】 已知: $n_{\min} = 12.5 \text{ r/min}$, $\varphi = 1.26$, 变速级数 $Z = 12$, 用查表法确定主轴各级转速。

【解法 1】 本题可直接利用参考教材第 33、34 页中的表 2-4 求得答案。

基本解法如下。

① 在表 2-4 上部找到 $\varphi = 1.26$ 。

② 在其纵行中从 1、1.25、1.6 向下查找,一直到找到 12.5,此为 n_1 。

③ 然后在本行中依次查出并记下相应数字共 12 级。

由此得到主轴转速依次为:

12.5、16、20、25、31.5、40、50、63、80、100、125、160。

本题解法为最基本解法。

【解法 2】 由于标准公比有 $\varphi = \sqrt[10]{10}$ 的关系,故标准数列在数值上也存在 10 倍关系,即后面某标准数值可以是前面某标准数值的 10 倍,或者说标准数的 10 倍仍为标准数,且连续的标准数乘以 10 后仍为同公比的标准数。因此,可在 $\varphi = 1.26$ 一行中查到 1.25,然后依次向下共查出并记录 12 个标准数,只需将各数乘以 10 (小数点向右移一位或在后面加 0 即可),便得到同样的 12 级标准转速。

【例 2.2】 已知: $n_1 = 31.5$, $\varphi = 1.41$, $Z = 12$, 用查表法确定主轴的各级转速。

【解】 解法参照【例 2.1】的基本解法,在 $\varphi = 1.41$ 纵行内找到 31.5,然后依次向下查出 45、63、90、125、180、250、355、500、710、1 000。此时是 11 级转速,还差一级。如何找到呢,还得靠标准数列的 10 倍关系,由于标准数乘以 1 000 还是同系列的标准数,因此,最后一个数 1 000 与最前面的 1 是等同的。所以表 2.4 可循环使用,只是 1 和 1 000 相当于同一数,不要重复取数。因此,应在 $\varphi = 1.41$ 行中 1 的下面取 1.4,乘以 1 000,得 1 400,这个数就是第 12 级转速。

分析与讨论

教材中表 2.4 的数字可循环使用,使得有限个标准数所组成的标准系列可以无限扩展,所以数列(如主轴转速级数和转速)不受表的长度限制。

【例 2.3】 已知: $n_1 = 40$, $\varphi = 1.41$, $Z = 12$, 用查表法确定主轴各级转速。

在 $\varphi = 1.41$ 纵行中找不到 40,我们可以从两个不同的途径解决此问题。

【解法 1】 利用【例 2.1】中【解法 2】的方法,在 $\varphi = 1.41$ 纵行中找到 4 与 40 有 10 倍关系,然后依次取 5.6、8、11.2、16、22.4、31.5、45、63、90、125、180,分别乘以 10 后,即获得本题要求的 12 级转数:

40、56、80、112、160、224、315、450、630、900、1 250、1 800。

【解法 2】 利用 $1.41 = 1.06^6$ 的关系,在 $\varphi = 1.06$ 纵行中找到 40,然后从 42.5 开始每查到第 6 个数,如 56、80 就记下来,同样可得 12 级主轴转速。

分析与讨论

本题用【解法 2】时易于数错行，故建议用【解法 1】。但有的时候只能用【解法 2】。

【例 2.4】 已知： $n_1 = 35.5$ ， $\varphi = 1.26$ ， $Z = 16$ ，用查表法解出主轴各级转速。

【解法 1】 利用【例 2.3】中【解法 2】的原理， $1.26 = 1.06^4$ ，在 1.06 纵行中找到 35.5，从下一个数开始每数 4 个数记下第 4 个数，则 16 级转速为：

35.5、45、56、71、90、112、140、180、224、280、355、450、560、710、900、1120。

其中 1120 也是返回到 1.12 查得。

【解法 2】 由于 $1.26 = 1.12^3$ ，且在 1.12 纵行中能查到 35.5，因此，可在 $\varphi = 1.12$ 纵行中，从 35.5 查起，每隔一个（即每查 2 个数）取一个数如 35.5、45、56…，同样可获得答案。

分析与讨论

【解法 2】较直观、方便，不易错，如可能，则尽量用此法。

以上各题均为基本练习，必须掌握，但应注意，在考试中常常为节省篇幅，只给出一个小的表格，比如 $\varphi = 1.06$ 的小表，要求根据已知条件确定主轴各级转速。

【例 2.5】 已知： $\varphi = 1.06$ 的标准数列为：

1	1.06	1.12	1.18	1.25	1.32	1.4	1.5	1.6	1.7
1.8	1.9	2	2.12	2.24	2.36	2.5	2.65	2.8	3
3.15	3.35	3.55	3.75	4	4.25	4.5	4.75	5	5.3
5.6	6	6.3	6.7	7.1	7.5	8	8.5	9	9.5

且 $n_{\max} = 1500$ ， $\varphi = 1.26$ ， $R_n = 50$ ，确定主轴各级转速。

【解】

$$\textcircled{1} n_1 = n_{\min} = \frac{n_{\max}}{R_n} = \frac{1500}{50} = 30 \text{ r/min}。$$

② 由 $1.26 = 1.06^4$ ，应按每 4 个数取最后一个。

③ $n_1 = 30$ ，在表中取 3，然后每数第 4 个数为标准数，依次为 3，3.75，4.75，…，9.5，然后返回前面取 1.18，1.5，1.9，…，9.5。

1	1.06	1.12	1.18	1.25	1.32	1.4	1.5	1.6	1.7
1.8	1.9	2	2.12	2.24	2.36	2.5	2.65	2.8	3
3.15	3.35	3.55	3.75	4	4.25	4.5	4.75	5	5.3
5.6	6	6.3	6.7	7.1	7.5	8	8.5	9	9.5

再返回到 1.18，1.5，分别乘以 10、100、1000，即得主轴各级转速为：

30、37.5、47.5、60、75、95、118、150、190、236、300、375、475、600、750、950、1180、1500。

注意

实际答卷时，不必写出过程，可简单回答如下：

$n_1 = \frac{n_{\max}}{R_n} = \frac{1500}{50} = 30 \text{ r/min}$, 由 $1.26 = 1.06^4$ 在表中查得各级主轴转速为:

30、37.5、47.5、60、75、95、118、150、190、236、300、375、475、600、750、950、1180、1500。

分析与讨论

① 本题亦可用 $Z = \frac{\lg R_n}{\lg \varphi} + 1$, 求出级数 Z 。然后从 1.5 向前查(方法如前, 每 4 个数取 1 个), 共 18 个数。当然也可在算出 Z 后, 再算出 n_1 , 从前向后查

② 本题关键是记住常用标准公比和 1.06 的关系, 否则无从做起。

③ 注意返回前面取数, 以达到足够级数。

④ 注意在相应标准数的基础上乘以 10、100 或 1000。

⑤ 若记住 $1.26^{10} = 10$, 则可知 $n_{11} = n \cdot \varphi^{10} = 10n_1$, 必然为 300, 同理 $n_{12} = 375$, 这样, 从 $n_{11} \sim n_{18}$ 只要在 $n_1 \sim n_8$ 转速后面加零即可获得, 不必再继续查表。

本题方法必须牢牢掌握。

【例 2.6】 已知: $\varphi = 1.12$ 的标准数列有:

1、1.12、1.25、1.4、1.6、1.8、2、2.24、2.5、2.8、3.15、3.55、4、4.5、5、5.6、6.3、7.1、8、9, 且 $n_1 = 35.5$, $\varphi = 1.26$, $Z = 18$, 确定主轴各级转速。

【解】 由 $1.26 = 1.12^2$ 在给定表中查得主轴各级转速为:

35.5、45、56、71、90、112、140、180、224、280、355、450、560、710、900、1120、1400、1800。

分析与讨论

由于 $1.26 = 1.12^2$, 故在表中每隔 1 个数取 1 个数即可, 然后相应乘以 10、100、1000 得到结果。

但应注意到有下列划线的各转速恰为前面相应转速的 10 倍, 也是从第 11 级开始, 每级转速都是前面相应转速的 10 倍, 故答题时可利用此关系, 凡 1.26 到第 11 级后即取前面第一级后加“0”, 依此类推。既可节省答卷时间, 用于难题或复查, 又可减少出错的几率。

分析与讨论

以上两题难度不大, 关键在以下两点:

① 记住标准公比之间的关系。

② 记录转速数值时不要数错间隔数。排除错误的方法为, 当 $\varphi = 1.26$ 时, 由于 $1.26^3 = 2$, 则 $n_4 = n_1 \cdot \varphi^3 = 2n_1$, 同理 $n_5 = 2n_2$, 故有每隔 2 个数应存在基本上是 2 倍数的关系, 如本例中

$$71 = 2 \times 35.5 \quad 90 = 2 \times 45 \quad 112 = 2 \times 56 \cdots$$

应该指出, 有时仅是近似 2 倍, 如 450 和 224 之间, 不能把 450 写成 448, 或把 224 写成 225, 因为标准数列中的数是不能任意改动的。正如 $\varphi = 1.26$, 在标准数列中只有 1.25, 而无 1.26, 但它们在地位上却是同等的。

【例 2.7】 已知: 主轴转速为标准的等比数列, 且 $n_1 = 10$ 、 $n_2 = 14$, 求: n_3 、 n_4 、 n_5 、 n_6 。

【解】 由 $\varphi = \frac{n_2}{n_1} = \frac{14}{10} \approx 1.41$ 知, 主轴转速是以 $\varphi = 1.41$ 为公比的等比数列。

又由 $1.41^2 = 2$, 得

$$n_3 = n_1 \cdot \varphi^{3-1} = 10 \times \varphi^2 = 10 \times 2 = 20$$

同理

$$n_4 = n_2 \times 2 = 14 \times 2 = 28$$

$$n_5 = n_3 \times 2 = 20 \times 2 = 40$$

$$n_6 = n_4 \times 2 = 28 \times 2 = 56$$

【例 2.8】 已知： $n_1 = 37.5$, $\varphi = 1.26$ 。求： n_{14} 。

【解】 $n_{14} = n_1 \cdot \varphi^{13} = n_1 \cdot \varphi^{10} \cdot \varphi^3$

故

$$n_{14} = 37.5 \times 10 \times 2 = 750$$

分析与讨论

本题利用 $1.26^{10} = 10$ 、 $1.26^3 = 2$ ，即确定标准公比原则中的 2 和 3 两条原则，获得答案。上述关系应记住。

当然，从理论上可以有

$$n_{14} = n_1 \cdot \varphi^{13} = 37.5 \times 1.26^{13} = 37.5 \times 20.175\ 161 = 756.568\ 53 \approx 756$$

这种解法是错误的，因为 756 不是标准数值。应注意，1.26 只是名义上的标准数，不是一个精确值，不能直接用乘方计算标准转速，它的定义值为 $\sqrt[3]{2}$ 和 $\sqrt[10]{10}$ ，所以，要计算时，只能取 $1.26^3 = 2$ 和 $1.26^{10} = 10$ 或 $1.26^2 = 1.58$ （标准数列为 1.6）。

同理 1.41 的定义为 $\sqrt{2}$ 。只能取 $1.41^2 = 2$ 、 $1.41^4 = 4$ 。

【例 2.9】 已知：某等比数列中 $n_1 = 20$ 、 $n_4 = 40$ 。求： n_{27} 。

【解】 $n_4 = n_1 \cdot \varphi^3$

$$\text{因为 } \varphi = \sqrt[3]{n_4/n_1} = \sqrt[3]{40/20} = \sqrt[3]{2} = 1.26$$

故

$$n_{27} = n_1 \cdot \varphi^{26} = n_1 \cdot (\varphi^{10})^2 \cdot (\varphi^3)^2 = 20 \times 10^2 \times 2^2 = 8\ 000$$

分析与讨论

本题类似【例 2.8】，稍有变化。实际机床主轴一般不会有 27 级且 8 000 r/min 转速，这里是为加深理解和学会应用公比 φ 的有关特性。

【例 2.10】 已知： $n_3 = 40$ ， $n_4 = 50$ ，求： n_{11} 。

【解】 $\varphi = \frac{n_4}{n_3} = \frac{50}{40} = 1.26$

$$\text{因为 } n_4 = n_1 \cdot \varphi^3$$

所以

$$n_1 = \frac{n_4}{\varphi^3} = \frac{50}{2} = 25$$

则

$$n_{11} = n_1 \cdot \varphi^{10} = 25 \times 1.26^{10} = 250$$

分析与讨论

本题仍然利用 $1.26^3 = 2$ 和 $1.26^{10} = 10$ 来求解。由于不能直接用 1.26 的任意乘方进行运算，所以，不能由 $n_3 = 40$ 、 $n_4 = 50$ 直接求出 n_{11} 。因为 $n_{11} = n_3 \cdot \varphi^8$ 或 $n_{11} = n_4 \cdot \varphi^7$ 中的 φ^8 和 φ^7 都不能直接求得。所以，应由 n_4 利用 $1.26^3 = 2$ 的关系，返回到 n_1 ，再由 n_1 利用 $1.26^{10} = 10$ 的关系求得 n_{11} 。

* 凡未加说明的均指标准的等比数列。