



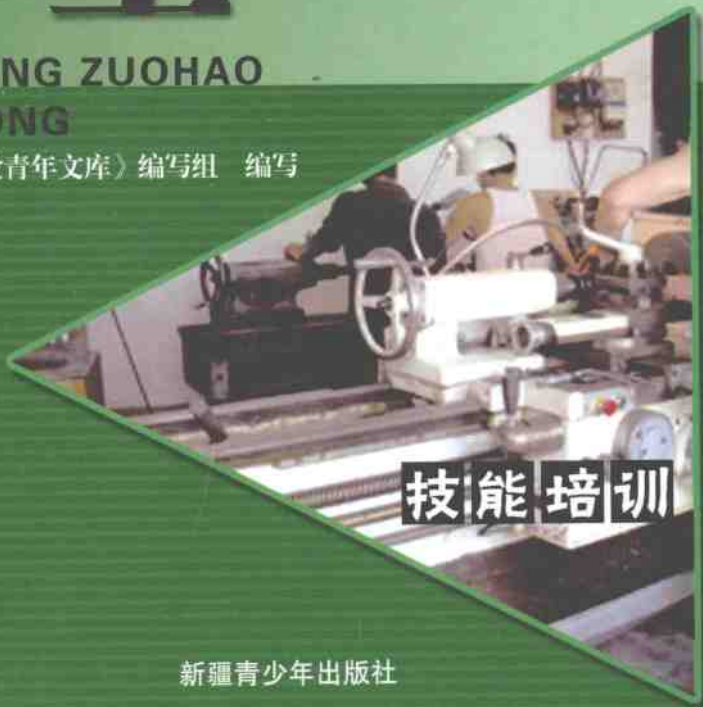
新农村建设青年文库

精品装配“农家书屋” 智力支撑新农村建设

# 怎样做好 车工

ZENYANG ZUOHAO  
CHEGONG

《新农村建设青年文库》编写组 编写

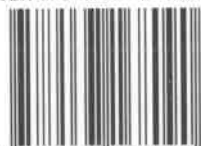


新疆青少年出版社

本书是您通往致富道路的金钥匙，一书在手，  
让您轻松打开致富之门。

出 版 人 徐 江  
责任编辑 马 俊 康日峥  
责任校对 郑路平 付 晶  
封面设计 孙 嘉

ISBN 978-7-5371-6809-0



9 787537 168090 >

定价：11.80元

新农村建设青年文库

# 怎样做好车工

《新农村建设青年文库》编写组 编写

新疆青少年出版社

**图书在版编目(CIP)数据**

怎样做好车工/《新农村建设青年文库》编写组编写. —乌鲁木齐:新疆青少年出版社, 2009. 5

(新农村建设青年文库)

ISBN 978-7-5371-6809-0

I. 怎… II. 新… III. 车削—基本知识 IV. TG510.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 074598 号

**新农村建设青年文库**

**怎样做好车工**

《新农村建设青年文库》编写组 编写

---

新疆青少年出版社出版

(地址:乌鲁木齐市胜利路二巷 1 号 邮编:830049)

廊坊市华北石油华星印务有限公司印刷

787 毫米×1092 毫米 32 开 3.5 印张 50 千字

2009 年 5 月第 1 版 2009 年 5 月第 1 次印刷

印数:1—10000 册

---

ISBN 978-7-5371-6809-0 定价:11.80 元

如有印装质量问题请与承印厂调换

# 编 委 会

顾 问:符 强 中共新疆维吾尔自治区委员会常委、  
纪检委书记

主 编:蔡 捷 原中国农业科学院农业信息研究所副  
所长、研究员

张 兴 中国科技大学博士生导师

王 音 原新闻出版总署监管局助理巡视员

陈 彤 新疆农业科学院院长

编委会成员:吕英民 高亦珂 曹流俭 戴照力

王超平 陈连军 张大力 王伟强

张亚平 张亚南 刘兆丰 刘吉舟

陶予润 方成应 王 军 李结华

丁忠甫 付改兰 殷 婧 张爱萍

白会钗 李翠玲 高 敏 曹 亮

# 序

这是一个龙腾盛世、凤舞九天的时代。新世纪开篇，我们迎来了“十七大”的召开，迎来了激荡着“同一个世界、同一个梦想”的奥运圣火，迎来了全体中华儿女激情满怀共建和谐社会的热潮。这是一个共享生活、共同进步的時代。建设社会主义新农村，成为建设中国特色社会主义事业一项重要而紧迫的民心工程。辛勤耕耘在神州大地数千年的中华民族的伟大农民，追随时代脚步，迎来了分享祖国繁荣昌盛、享受幸福生活的最美好时刻。

这是一个走过光荣与辉煌、充满激情与梦想、承载使命与希望的时代。重视“三农”、反哺“三农”已成为各行各业的共识，并内化为积极行动。国家新闻出版总署、中央文明办、国家发展和改革委员会、科技部、民政部、财政部、农业部、国家人口和计划生育委员会等八个部委，联合发起了“农家书屋”工程，亿万农民同胞迎来了知识、文化与科技的种子，开启了以书为友、墨香盈室的崭新大门。

在党和国家政策的指引下，在国家有关部门的积极扶持下，“农家书屋”作为社会主义新农村建设的智力工程，得到了社会各界的普遍关注和大力支持，这一战略工程中

最活跃的力量——出版社，更是为之全力以赴。

今天，这套《新农村建设青年文库》系列丛书由新疆青少年出版社出版，应该说这是出版社和编写组的大批专家、学者们倾力为“农家书屋”献上的一份厚礼。丛书编写组的最大心愿是，希望它能为解决“三农”问题提供切实有效的帮助，为加强农村文化建设和提升农民文化生活水平做出贡献，为社会主义新农村建设奉献一份绵薄的心力。

目前，“三农”读物提前进入了白热化竞争阶段，各家出版社纷纷使出浑身解数，以期占领一席之地。这是个好现象，是社会各界，尤其是扮演着传播优秀文化和先进科技知识的“大使”角色的作者和出版社，对社会主义新农村建设的空前关注和大力支持，是新时期中国图书界出现的可喜局面。

然而，众人拾柴、群策群力的大好形势背后，也存在着一些弊病和缺陷。归纳起来，有以下三个问题值得我们思考：

第一，“三农”读物的内容。从大的方面看，图书内容主要集中在种植与养殖领域；从小的方面看，种植类图书主要集中在粮食作物、传统作物和瓜果蔬菜类，养殖类图书主要集中在猪、牛、羊、鸡、鸭、鹅等常见家畜家禽，内容重复率高。

第二，“三农”读物的质量。部分图书在文稿质量上把关不严，有的遣词用句过于深奥晦涩，有的知识讲解过于简单老套，有的专注于理论层面的阐述而忽略了技术性指导等，质量良莠不齐。

第三,“三农”读物的出版趋势。放眼时代,“三农”读物将在很长一段时间内,一直占据着图书市场的重要席位,很多出版社在努力为社会主义新农村建设奉献自己一份心力的同时,也间接地、无意识地导致了“三农”分类读物“冷热不均”的现象。

针对这三个问题,《新农村建设青年文库》编写组成员苦费了一番心思,在构思、策划整套书的框架时,着力解决这些问题,并在耗时数月的编辑过程中,以切实解决好社会主义新农村建设过程中遇到的实际问题为着眼点和出发点,精心架构起一个集录最新知识、表述简洁明了、应用简单有效、涵盖面广泛的社会主义新农村建设的科学指导体系。具体来说,《新农村建设青年文库》系列丛书有以下几个引人注目的特点:

首先是知识点的“新”。本丛书密切结合了当下时代发展的趋势,在遴选图书主体的相关知识点时,优先强调了内容的新,摒弃了陈旧不合时宜的成分。细心的读者几乎可以从每本书中发现这个特点,尤其是有关信息化技术的图书。比如在《如何使用电脑操作系统》一书中,就详细介绍了微软公司最新的 VISTA 操作系统。

其次是叙述语言的“简”。农民读者的文化结构决定了“三农”读物的行文特点。因此,本丛书在策划阶段就提出了“让农民朋友看得懂、用得上、学得会”的编写方针。这一方针指导着编写组所有成员在创作与编辑书稿时,注重并努力做到逻辑结构清晰自然、提问设计一目了然、语言表达言简意赅,真正契合“农家书屋”装备图书的要求。



再次是实践指导的“活”。本丛书全部采用问答式架构方式,弃用了可有可无的理念、原理、原则、意义等理论层面的内容,重点推介农民生活和农村、农业生产实际需求旺盛的知识点,以期凭突出的实用性、指导性、科学性和前瞻性,为广大农民提供强大的智力支撑。

最后是知识面的“全”。除了具备市场上早已成熟的传统种植、养殖类图书,还特意把更多的目光聚焦在了特种种植与养殖、法律法规、维修与加工、农民工工作与生活指导、生活保健等市场初兴的图书领域,以及创业经营、商服技术、生态农业、新能源技术等几乎被“三农”读物市场遗忘的角落,这将为促进农村文化整体建设起到积极的作用。

《新农村建设青年文库》从多个层面见证了这套丛书本身的优越性,是“三农”读物市场不可多得的一分子,是“农家书屋”工程不可多得的装备书,也是社会主义新农村建设不可多得的好帮手。诚然,由于出版时间仓促、编者水平有限等客观因素,洋洋数百册图书存在瑕疵也是在所难免的。但瑕不掩瑜,希望广大农民朋友和热心读者,能衷心喜欢上这套丛书。

丛书编委会

2008年7月



1. 什么是车工?	1
2. 什么是车床?	1
3. 车床有哪些类型?	2
4. 车床有哪些性能?	4
5. 车床由哪几部分组成? 各自的用途有哪些?	5
6. 刀架由哪些部分组成?	6
7. 车工在车床操作时,应遵守哪些安全规则?	8
8. 如何做好合格的车工?	9
9. 齿轮有哪几种类型?	11
10. 齿轮常见故障有哪些形式?	12
11. 齿轮故障产生原因有哪些?	14
12. 斜齿圆柱齿轮的特点是什么?	16

13. 加工圆柱齿轮齿坯时,应怎样选择定位基准? .....	17
14. 在齿坯加工过程中,如何安排加工顺序? .....	17
15. 机器中常见的轴有几种? 各自有哪些用途? .....	18
16. 机器中常见的轴承有哪几种? 各有何用途? .....	19
17. 滚动轴承有哪些故障形式? 产生的原因是什么? .....	21
18. 车床中常用的联轴器有哪几种? 各自有何用途? .....	24
19. 什么是粗糙度? .....	26
20. 如何检测粗糙度? .....	27
21. 刀具切削部分材料应具备哪些条件? .....	28
22. 刀具主要角度变化所起的作用有哪些? .....	28
23. 切屑是怎样切下来的? 在切屑过程中有哪些现象和问题产生? .....	30
24. 标准麻花钻有哪些缺点? 如何改进? .....	30
25. 什么叫机器、机构、机械、构件和零件? .....	31
26. 冷却润滑油有什么作用? .....	33
27. 常用的冷却润滑油有哪些? .....	33
28. 什么是机床夹具? .....	34
29. 夹具具有哪些作用? .....	34

30. 夹具分哪些类型? .....	35
31. 什么叫组合夹具? 应用组合夹具有什么 好处? .....	35
32. 组合夹具由哪些元件组成? 这些元件有 哪些作用? .....	36
33. 什么叫定位基准? 对定位基准有什么要求? .....	37
34. 工件的定位基准面有哪些表面? .....	37
35. 什么叫切削时的振动? 振动对加工有什么 影响? .....	38
36. 如何消除或减少振动? .....	38
37. 什么叫内应力? .....	40
38. 产生内应力的原因是什么? .....	40
39. 如何消除内应力? .....	41
40. 什么叫轴、细长轴和细长杆? .....	42
41. 车削细长轴时容易出现哪些问题? 如何解决? ...	43
42. 为什么说细长轴比较难车? .....	43
43. 用来车削细长轴的车床, 应具备哪些条件? .....	44
44. 车削细长轴时, 对中心孔有什么要求? .....	44
45. 车削零件时, 如何确定工序集中原则, 还是 工序分散原则? .....	45
46. 车削台阶轴时, 应先车哪一端? 为什么? .....	45

47. 车削轴上的螺纹时,应安排在粗车以后,还是在精车以后? ..... 46
48. 车削时,如何确定粗车、半精车和精车的顺序? ... 46
49. 轴类零件的技术要求是什么? ..... 48
50. 如何合理选择车刀并刀磨和装卡? ..... 49
51. 选择哪些方式和方法装夹工件,才能防止和减少工件的弯曲和变形? ..... 50
52. 粗车外圆时,主轴正常转动,车刀吃刀量稍激增太些,车刀就自动停止移动,这是什么原因?应如何解决? ..... 51
53. 车床主轴制动器失灵的原因是什么?应如何解决? ..... 52
54. 车削时,用横滑板手柄按刻度盘格数调整好吃刀量准备切削,这时发现吃刀量太大必须减小,于是把手柄倒转几格再切削,可这时车刀却没有后退,这是什么原因?如何解决? ..... 52
55. 怎样调整车床主轴与轴承的间隙? ..... 54
56. 怎样调整车床长丝杠的轴向窜动? ..... 55
57. 怎样调整开合螺母的松紧程度? ..... 56
58. 怎样检验车床纵滑板移动对主轴轴线平行度?检验这一项目有什么意义? ..... 56

59. 怎样检验尾座移动对纵滑板移动的平行度? ..... 57
60. 车出来轴表面的母线不直(中凹、中凸、弯曲)是什么原因? ..... 59
61. 车出来轴颈的圆度超差是什么原因? ..... 59
62. 车出来轴颈的圆跳动超差是什么原因? ..... 60
63. 车削轴的外圆表面时,有时在表面上出现一圈圈节状的浅刀痕,这是什么原因? ..... 60
64. 车出来轴的外圆表面,其粗糙度达不到要求是什么原因? ..... 61
65. 在车床加工时,往往发现加工出来的零件发生变形,甚至造成废品,这是怎么回事? ..... 62
66. 用切断刀切割工件时,刀头容易折断的原因是什么? ..... 62
67. 用切断刀切断工件时,正切法容易产生振动,反切法(刀刃向下)比较顺利,这是什么原因? ..... 63
68. 车盘轮类零件的两端面时,如何保持两端面间的平行度? ..... 63
69. 精车端面时,发现有中凹现象,这是什么原因? ... 64
70. 精车端面时,端面跳动超差的原因是什么? ..... 64
71. 精车大端面时,端面上每隔一定距离重复出现一次波纹的原因是什么? ..... 64

72. 车削铸铁时, 是否要加冷却润滑油? 为什么? ..... 65
73. 车削有色金属时, 是否要加冷却润滑油?  
为什么? ..... 65
74. 车削有色金属时, 有些什么困难? 如何解决? ..... 66
75. 车削有色金属时, 是否可以用磨砂布抛光?  
为什么? ..... 67
76. 如何选用工序间的加工余量? ..... 67
77. 铰刀有哪几种? 它们之间有什么不同? ..... 68
78. 怎样保证铰孔质量? ..... 69
79. 在车床上用铰刀铰出来的孔径, 有时大于要求  
尺寸, 有时小于要求尺寸, 这是什么原因? ..... 70
80. 车螺纹时, 螺距精度与哪些因素有关? ..... 71
81. 车出来螺纹的牙形不准确的原因是什么? ..... 72
82. 车削长丝杠时, 车出来的中径圆度超差是什么  
原因? ..... 73
83. 车削普通螺纹时, 牙形已车尖, 外径也比要求  
小得多, 但螺纹环规(过端)还是不能旋入, 这  
是什么原因? ..... 73
84. 车螺纹时, 车刀在行走过程中有忽左忽右窜动  
现象, 这是什么原因? ..... 74
85. 车螺纹时, 车刀在切削中途突然停止行走, 但床

- 头主轴和工件仍在转动,这是什么原因? ..... 74
86. 车螺纹时,在未按下开合螺母时,丝杠转动得很  
 好,可是一按下开合螺母,丝杠就停止转动,  
 或时停时转,这是什么原因? ..... 75
87. 在车床上车螺纹时,应检测的是螺纹哪些  
 部位? ..... 75
88. 什么是螺纹的综合测量法? 怎样进行测量? ..... 76
89. 什么叫碳素钢? 它们的种类、特点和用途  
 如何? ..... 77
90. 什么叫碳素工具钢? 它们的用途如何? ..... 78
91. 什么叫合金钢? 它们的种类、特点和用途  
 如何? ..... 79
92. 什么叫铸铁? 它们的种类、特点和用途如何? ..... 81
93. 什么叫有色金属? 它有哪些种? ..... 83
94. 铜和铜合金有哪些种? 它们的特点和用途  
 如何? ..... 83
95. 铝和铝合金有哪些种? 它们的特点和用途  
 如何? ..... 84
96. 镁和镁合金有什么特点? 它们的用途如何? ..... 85
97. 钛和钛合金有什么特点? 它们的用途如何? ..... 86
98. 什么叫热处理? 热处理的目的是什么? ..... 86



99. 什么叫退火? 退火的目的是什么? .....	87
100. 什么叫正火? 正火的目的是什么? .....	88
101. 什么叫淬火? 淬火的目的是什么? .....	89
102. 什么叫回火? 回火的目的是什么? .....	91
103. 什么叫调质? 调质的目的是什么? .....	92
104. 什么是热变形? 热变形对刀具、机床和工件 有什么影响? .....	93

## 1. 什么是车工?

车工是在车床上利用工件的旋转运动和刀具的移动来改变毛坯形状和尺寸,将其加工成所需零件的一种切削加工方法。其中工件的旋转为主运动,刀具的移动为进给运动。

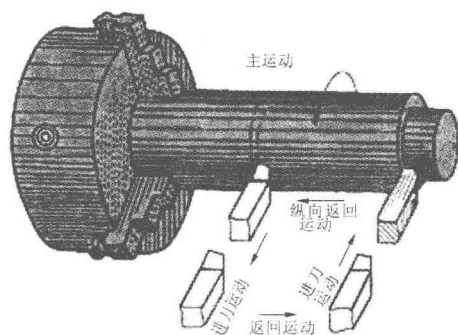


图1 车削运动

## 2. 什么是车床?

车床是主要用车刀对旋转的工件进行车削加工的机床。在车床上还可使用钻头、扩孔钻、铰刀、丝锥、板牙和滚花工具等进行相应的加工。车床主要用于加工轴、

盘、套和其他具有回转表面的工件，是机械制造和修配工厂中使用最广的一类机床。

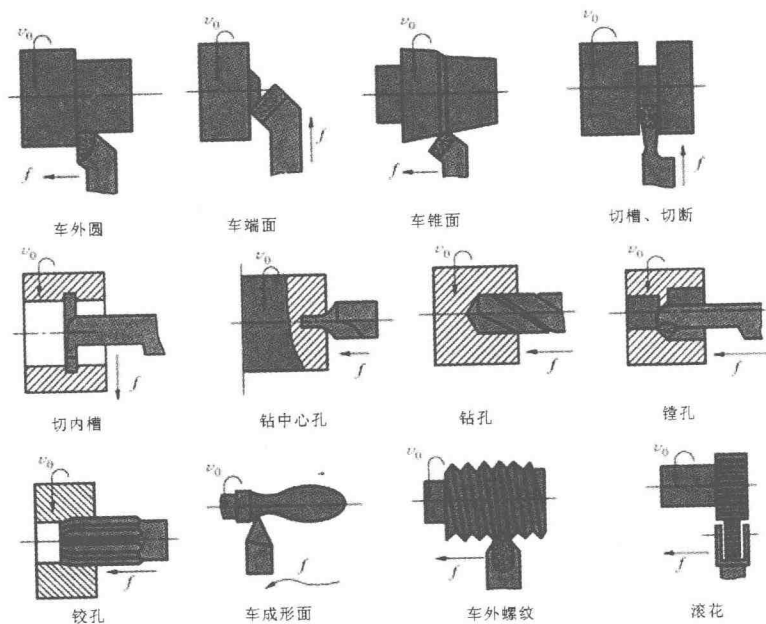


图2 车床所能加工的典型表面

### 3. 车床有哪些类型？

(1) 普通车床的加工对象广，主轴转速和进给量的调整范围大，能加工工件的内外表面、端面和内外螺纹。

这种车床主要由工人手工操作，生产效率低，适用于单件、小批生产和修配车间。

(2) 转塔车床和回转车床具有能装多把刀具的转塔刀架或回轮刀架，能在工件的一次装夹中由工人依次使用不同刀具完成多种工序，适用于成批生产。

(3) 自动车床能按一定程序自动完成中小型工件的多工序加工，能自动上下料，重复加工一批同样的工件，适用于大批、大量生产。

(4) 多刀半自动车床有单轴、多轴、卧式和立式之分。单轴卧式的布局形式与普通车床相似，但两组刀架分别装在主轴的前后或上下，用于加工盘、环和轴类工件，其生产率比普通车床提高 3~5 倍。

(5) 仿形车床能仿照样板或样件的形状尺寸，自动完成工件的加工循环，适用于形状较复杂的工件的小批和成批生产，生产率比普通车床高 10~15 倍。有多刀架、多轴、卡盘式、立式等类型。

(6) 立式车床的主轴垂直于水平面，工件装夹在水平的回转工作台上，刀架在横梁或立柱上移动。适用于加工较大、较重、难以在普通车床上安装的工件，一般分为单柱和双柱两大类。

(7) 铲齿车床在车削的同时，刀架周期地作径向往

复运动，用于铲车铣刀、滚刀等的成形齿面。通常带有铲磨附件，由单独电动机驱动的小砂轮铲磨齿面。

(8) 专门车床是用于加工某类工件的特定表面的车床，如曲轴车床、凸轮轴车床、车轮车床、车轴车床、轧辊车床和钢锭车床等。

(9) 联合车床主要用于车削加工，但附加一些特殊部件和附件后，还可进行镗、铣、钻、插、磨等加工，具有“一机多能”的特点，适用于工程车、船舶或移动修理站上的修配工作。

## 4. 车床有哪些性能？

车床的性能包括：加工性能、操作性能和参数性能。

(1) 加工性能是指切削效率（能否进行高速切削，以缩短加工时间，提高机床切削效率）和加工零件范围（能进行各种车削加工情况，包括车削公制螺纹、英制螺纹、模数螺纹和径节螺纹情况，能否用钻头、绞刀、丝锥加工，加工后的精度和表面粗糙度达到哪一级等）。

(2) 操作性能是指是否有自动化装置和安全装置，切屑排除是否方便，操纵手柄数是否减少到最小限度，手柄布局是否合理方便。

(3) 参数性能是指车床主轴转速和进给量范围、中心高度和两顶尖最大距离、刀架行程、刻度盘示值、电动机功率和转速等。

## 5. 车床由哪几部分组成？各自的用途有哪些？

(1) 变速箱。变速箱用来改变主轴的转速。主要由传动轴和变速齿轮组成。通过操纵变速箱和主轴箱外面的变速手柄来改变齿轮或离合器的位置，可使主轴获得12种不同的速度。主轴的反转是通过电动机的反转来实现的。

(2) 进给箱。利用它内部的齿轮变换机构，通过箱体外面的操纵手柄，把主轴的回转运动传给丝杠或光杠，并使丝杠或光杠有各种不同的转速。

(3) 挂轮箱。把床头箱主轴的回转运动传给进给箱。挂轮箱内的齿轮可根据进给箱上铭牌的说明加以调换，一般称它为交换齿轮。

(4) 床头箱。用来使车床的主轴及主轴上的卡盘作回转运动。床头箱上的各个手柄用来变换主轴转速，其中最左面下角的一个手柄是用来把主轴的运动传给进给

箱、滑板箱等几个部分。

(5) 滑板箱。把丝杠和光杠的回转运动传给滑板，使各个滑板及滑板上的车刀作纵向或横向进给。

## 6. 刀架由哪些部分组成？

刀架用来夹持车刀并使其作纵向、横向或斜向进给运动。它由以下几个部分组成：

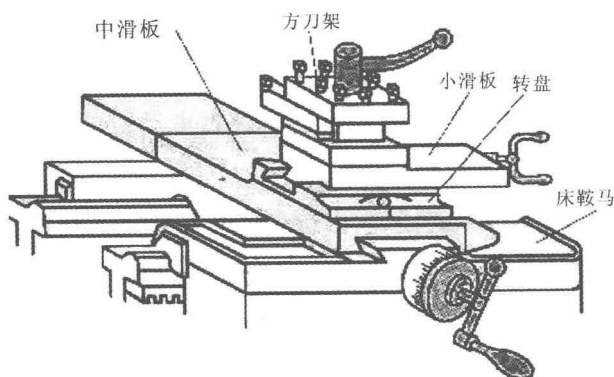


图3 刀架

(1) 床鞍。它与溜板箱连接，可沿床身导轨作纵向移动，其上面有横向导轨。

(2) 中滑板。可沿床鞍上的导轨作横向移动。

(3) 转盘。它与中滑板用螺钉紧固，松开螺钉便可

在水平面内扳转任意角度。

(4) 小滑板。它可沿转盘上面的导轨作短距离移动；当将转盘偏转若干角度后，可使小滑板作斜向进给，以便车锥面。

(5) 方刀架。它固定在小滑板上，可同时装夹四把车刀；松开锁紧手柄，即可转动方刀架，把所需要的车刀更换到工作位置上。

(6) 尾座。尾座用于安装后顶尖以支持工件，或安装钻头、铰刀等刀具进行孔加工。它主要由套筒、尾座体、底座等几部分组成。

(7) 转动手轮，可调整套筒伸缩一定距离，并且尾座还可沿床身导轨推移至所需位置，以适应不同工件加工的要求。

(8) 床身。床身固定在床腿上，床身是车床的基本支承件，床身的功用是支承各主要部件并使它们在工作时保持准确的相对位置。

(9) 丝杠。丝杠能带动大拖板作纵向移动，用来车削螺纹。丝杠是车床中主要精密件之一，一般不用丝杠自动进给，以便长期保持丝杠的精度。

(10) 光杠。光杠用于机动进给时传递运动。通过光杠可把进给箱的运动传递给溜板箱，使刀架作纵向或横



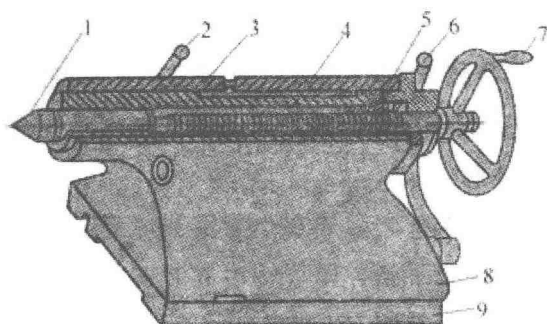


图4 尾座

向进给运动。

(11) 操纵杆。操纵杆是车床的控制机构，在操纵杆左端和拖板箱右侧各装有一个手柄，操作工人可以很方便地操纵手柄以控制车床主轴正转、反转或停车。

## 7. 车工在车床操作时，应遵守哪些安全规则？

(1) 工作时应戴工作帽，身穿工作服，脚穿工作鞋，但不要带手套。

(2) 工作时不能将头离转动的工件太近，以防切屑进入眼睛，如果是飞溅的碎屑，则应该戴上护目镜。

(3) 手和身体不能靠近正在旋转的地方，如带和带

轮、齿轮、丝杠等，更不能在这些地方说笑打闹。

(4) 工件和车刀必须装夹得很牢固，卡盘上的扳手应及时取下，以防飞出伤到人。

(5) 装夹较重工件或调换卡盘时，应使用起重设备，或请人帮忙，不要独自干。

(6) 不要用量具去度量正在转动的工件，也不要用手去摸转动的工件表面。

(7) 不可用手直接去清除切屑，应用专用的钩子清除。

(8) 不要用手去刹住正在转动的卡盘。

(9) 不要任意拆装电气设备。

## 8. 如何做好合格的车工？

一般在开始工作之前，应做以下工作：

(1) 检查车床各部分机构是否完好，有无防护设备。如果正常，则用低速开车 1~2 分钟，看看运转是否正常，同时让床头箱内润滑油进入有关部位。如果机床有异常，应立即通知修理部门。

(2) 检查所有加油孔，并按润滑部位图说明进行加油。

(3) 熟悉图纸和工艺, 确定加工方法。

(4) 准备工具、夹具、刀具和量具。

(5) 检查工件毛坯是否有缺陷, 加工余量是否够。

在工作期间应做到以下几点:

(1) 爱护车床, 不允许在床面上敲击物件, 床面上不准放工夹具, 应经常保持机床清洁和润滑。

(2) 节约用电, 工作时不任意让机床空转, 离开机床随手停车、关灯。

(3) 变换速度时, 必须先停车。

(4) 每一件工具应放在固定位置上, 不乱丢乱放, 并应根据工具自身的用途使用, 不能任意代用。

(5) 车刀钝刃后应及时转位或刃磨, 不能用钝刃车刀继续切削, 否则会增加车床负荷, 损坏车床, 并使加工表面质量下降。当然, 也不应把还可以使用的车刀轻易丢掉而造成浪费。

(6) 爱护量具, 保持清洁完好, 并经常校正量具的精确度。

(7) 第一个零件加工好以后, 先送交检验人员检查, 检查合格后涂上防锈油, 然后继续加工下一个零件。

工作结束后, 应做到以下几点:

(1) 把所有用过的物件擦干净, 并放在原来的位置,

需要上油的应涂上一层防锈油。

(2) 把加工好的零件连同工作单一起交给检验人员。如果零件还没有加工完毕，需交给下一班继续加工时，则需交代清楚。

(3) 把不需要再用的工夹具交还工具室。

(4) 清理车床。用刷子刷去机床上的切屑，再用纱头擦去机床上各部分油污，最后按规定在各个部位加注润滑油。

(5) 接受下一天任务。先熟悉图纸和工艺，然后准备工夹量具。

## 9. 齿轮有哪几种类型？

齿轮应用广泛，种类很多。按齿廓曲线可分为渐开线齿轮、摆线齿轮、圆弧齿轮等。按外形可分为圆柱齿轮、锥齿轮、非圆齿轮、齿条、蜗杆—蜗轮等；按轮齿所在的表面可分为外齿轮和内齿轮；按齿线形状可分为直齿轮、斜齿轮、人字齿轮、曲线齿轮等。按制造方法可分为铸造齿轮、切制齿轮、轧制齿轮、烧结齿轮等。

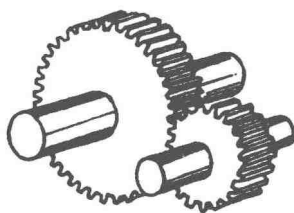


图 5 直齿轮

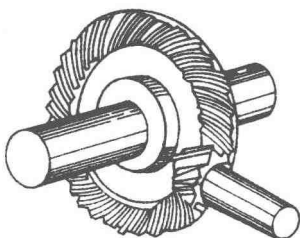


图 6 锥齿轮

## 10. 齿轮常见故障有哪些形式？

(1) 齿面磨损。润滑油不足或油质不清洁会造成齿面磨粒磨损，使齿廓改变，侧隙加大，以至由于齿轮过度减薄导致断齿。一般情况下，只有在润滑油中夹杂有磨粒时，才会在运行中引起齿面磨粒磨损。

(2) 齿面胶合和擦伤。对于重载和高速齿轮的传动，齿面工作区温度很高，一旦润滑条件不良，齿面间的油

膜便会消失，一个齿面的金属会熔焊在与之啮合的另一个齿面上，在齿面上形成垂直于节线的划痕状胶合。新齿轮未经磨合便投入使用时，常在某一局部产生这种现象，使齿轮擦伤。

(3) 齿面接触疲劳。齿轮在实际啮合过程中，既有相对滚动，又有相对滑动，而且相对滑动的摩擦力在节点两侧的方向相反，从而产生脉动载荷。载荷和脉动力的作用使齿轮表面层深处产生脉动循环变化的剪应力，当这种剪应力超过齿轮材料的疲劳极限时，接触表面将产生疲劳裂纹，随着裂纹的扩展，最终使齿面剥落小片金属，在齿面上形成小坑，称之为点蚀。当“点蚀”扩大连成片时，形成齿面上金属块剥落。此外，材质不均匀或局部擦伤，也容易在某一齿上首先出现接触疲劳，产生剥落。

(4) 弯曲疲劳与断齿。在运行过程中承受载荷的轮齿，如同悬臂梁，其根部受到脉冲循环的弯曲应力作用最大，当这种周期性应力超过齿轮材料的疲劳极限时，会在根部产生裂纹，并逐步扩展，当剩余部分无法承受传动载荷时就会发生断齿现象。齿轮由于工作中严重的冲击、偏载以及材质不均匀也可能会引起断齿。断齿和点蚀是齿轮故障的主要形式。

齿轮故障还可分为局部故障和分布故障。局部故障集中在一个或几个齿上，而分布故障则在齿轮各个轮齿上都有体现。

## 11. 齿轮故障产生原因有哪些？

(1) 制造误差。齿轮制造误差主要有偏心、齿距偏差和齿形误差等。偏心是指齿轮（一般为旋转体）的几何中心和旋转中心不重合，如图 8（a）中的小轮。齿距偏差是指齿轮的实际齿距与公称齿距有较大误差，如图 8（b）中的大齿轮。而齿形误差是指渐开线齿廓有误差。



图 7 偏心、齿形偏差

(2) 装配不良。齿轮装配不当会造成工作状态劣化。如图 9（a）所示，当一对互相啮合的齿轮轴不平行时，会在齿宽方向只有一端接触，或者出现齿轮的直线性偏差等，使齿轮所承受的载荷在齿宽方向不均匀，不能平稳地传递动扭矩，如图 9（b）所示。这种情况称为“一

端接触”，会使齿的局部承受过大的载荷，有可能造成断齿。

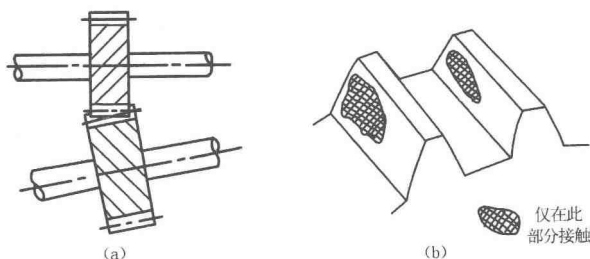


图8 齿轮装配不当

(3) 润滑不良。对于高速重载齿轮，润滑不良会导致齿面局部过热，造成色变、胶合等故障。导致润滑不良的原因是多方面的，除油路堵塞、喷油孔堵塞外，润滑油中进水、润滑油变质、油温过高等都会造成齿面润滑不良。

(4) 超载。对于工作负荷不平稳的齿轮驱动装置（例如矿石破碎机、采掘机等），经常会出现过载现象，如果没有适当的保护措施，就会造成轮齿过载断裂，或者长期过载导致大量轮齿根部疲劳裂纹、断裂。

(5) 操作失误。操作失误通常包括缺油、超载、长期超速等，都会造成齿轮损伤、损坏。



## 12. 斜齿圆柱齿轮的特点是什么？

斜齿圆柱齿轮简称斜齿轮。一对斜齿轮啮合时，由于同时啮合的齿数比直齿多，所以传动平稳，适宜于高速大功率或受力较大的地方，如车床主轴上的斜齿轮等。此外，齿面磨损也比较均匀，延长了使用寿命。但它有一个缺点，就是由于斜线结束，在运转时会产生轴向力，所以需要加止推轴承，或用两个螺旋方向相反的斜齿轮组合在一起。螺旋角越大，轴向力也越大，斜齿轮不能作滑移齿使用。

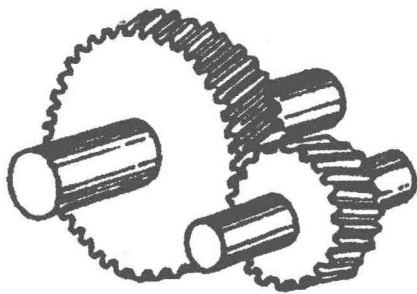


图9 斜齿轮

### 13. 加工圆柱齿轮齿坯时，应怎样选择定位基准？

根据“基准重合”原则，应选择齿轮的装配基准和测量基准作为定位基准，而且尽可能在整个加工过程中保持基准的统一。

对于带孔的齿轮，一般选择内孔和一端面定位，基准端面相对内孔端面跳动应符合标准规定。当批量较小不采用专用心轴以内孔定位时，也可选择外圆作找正基准，但外圆相对内孔的径向圆跳动应有严格的要求。

对于较小的齿轮轴，一般选择中心孔定位。

### 14. 在齿坯加工过程中，如何安排加工顺序？

齿坯加工在齿轮整个加工过程中占有重要地位，因为齿坯加工将做出以后齿形加工和检测用的基准。

(1) 大批大量生产的齿坯加工，一般以毛坯外圆及端面定位，粗车端面、钻、扩孔，然后以端面定位拉孔。接着以内孔定位精车外圆、端面、切槽、倒角等。

(2) 中、小批生产的齿坯加工，大致以粗车外圆、端面和内孔，然后精车内孔，并以内孔定位上心轴，精车外圆、端面等。

## 15. 机器中常见的轴有几种？各自有哪些用途？

(1) 转轴。用于既承受扭矩又承受弯矩的场合。它有半圆键轴、平键轴和花键轴三种。

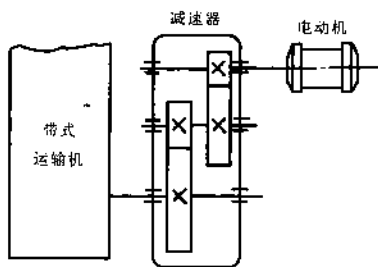


图 10 转轴

(2) 传动轴。主要承受扭矩而不承受弯矩或弯矩很小的场合。

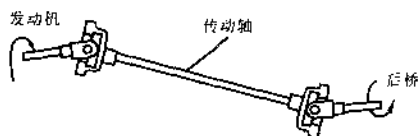


图 11 传动轴

(3) 心轴。只承受弯矩而不承受扭矩的场合。

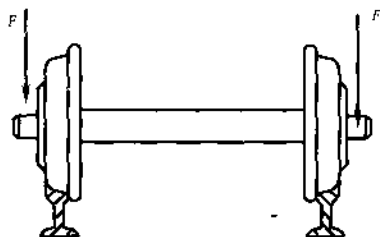


图 12 心轴

## 16. 机器中常见的轴承有哪几种？各有哪些用途？

(1) 滑动轴承可分为整体式（用来支撑轴及轴上部零件，并保持轴的旋转精度）、剖分式和追形式。

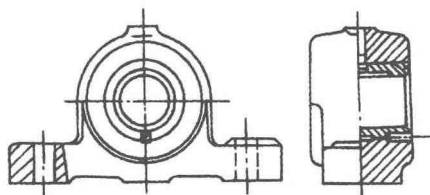


图 13 整体式

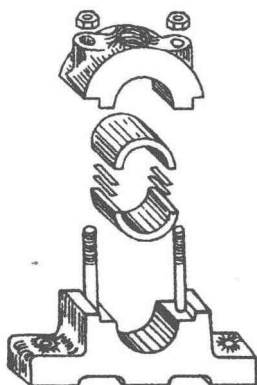


图 14 剖分式

(2) 滚动轴承可分为向心轴承（主要承受径向载荷）、推力轴承（主要承受轴向载荷）和向心推力轴承（能同时承受径向载荷和轴向载荷）。

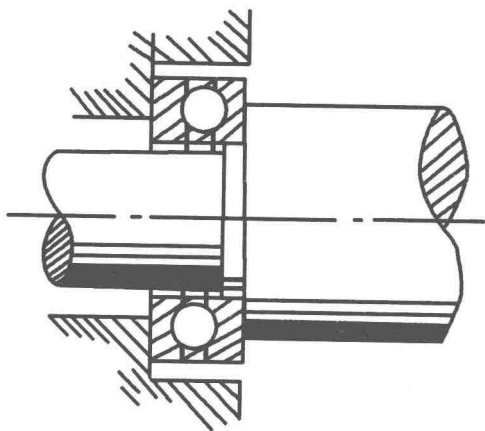


图 15 推力轴承

## 17. 滚动轴承有哪些故障形式？产生的原因是什么？

(1) 疲劳剥落。滚动轴承的内外滚道和滚动体表面既承受载荷又相对滚动，由于交变载荷的作用，首先在表面下一定深度处（最大剪应力处）形成裂纹，继而扩展到接触表面使表层发生剥落坑，最后发展到大片剥落，这种现象就是疲劳剥落。疲劳剥落会造成运转时的冲击载荷、振动和噪声加剧。通常情况下，疲劳剥落往往是

滚动轴承失效的主要原因，一般所说的轴承寿命就是指轴承的疲劳寿命，轴承的寿命试验就是疲劳试验。试验规程规定，在滚道或滚动体上出现面积为 0.5 平方毫米的疲劳剥落坑就认为轴承寿命终结。滚动轴承的疲劳寿命分散性很大，同一批轴承中，其最高寿命与最低寿命可以相差几十倍乃至上百倍，这从另一角度说明了滚动轴承故障监测的重要性。

(2) 磨损。由于尘埃、异物的侵入，滚道和滚动体相对运动时会引起表面磨损，润滑不良也会加剧磨损，磨损的结果使轴承游隙增大，表面粗糙度增加，降低了轴承运转精度，因而也降低了机器的运动精度，振动及噪声也随之增大。对于精密机械轴承，往往是磨损量限制了轴承的寿命。

此外，还有一种微振磨损。在轴承不旋转的情况下，由于振动的作用，滚动体和滚道接触面间有微小的、反复的相对滑动而产生磨损，在滚道表面上形成振纹状的磨痕。

(3) 塑性变形。当轴承受到过大的冲击载荷或静载荷时，或因热变形引起额外的载荷，或有硬度很高的异物侵入时都会在滚道表面上形成凹痕或划痕。这将使轴承在运转过程中产生剧烈的振动和噪声。而且一旦有了

压痕，压痕引起的冲击载荷会进一步引起附近表面的剥落。

(4) 锈蚀。锈蚀是滚动轴承最严重的问题之一，高精度轴承可能会由于表面锈蚀导致精度丧失而不能继续工作。水分或酸、碱性物质直接侵入会引起轴承锈蚀。当轴承停止工作后，轴承温度下降达到露点，空气中水分凝结成水滴附在轴承表面上也会引起锈蚀。此外，当轴承内部有电流通过时，电流有可能通过滚道和滚动体上的接触点处，很薄的油膜引起电火花而产生电蚀，在表面上形成搓板状的凹凸不平。

(5) 断裂。过高的载荷可能会引起轴承零件断裂。磨削、热处理和装配不当都会引起残余应力，工作时热应力过大也会引起轴承零件断裂。另外，装配方法、装配工艺不当，也可能造成轴承套圈挡边和滚子倒角处掉块。

(6) 胶合。在润滑不良、高速重载情况下工作时，由于摩擦发热，轴承零件可以在极短时间内达到很高的温度，导致表面烧伤及胶合。所谓胶合是指一个零部件表面上的金属粘附到另一个零部件表面上的金属的现象。

(7) 保持架损坏。由于装配或使用不当可能会引起保持架发生变形，增加它与滚动体之间的摩擦，甚至使



某些滚动体卡死不能滚动，也有可能造成保持架与内外圈发生摩擦等。这一损伤会进一步使振动、噪声与发热加剧，导致轴承损坏。

## 18. 车床中常用的联轴器有哪几种？ 各自有哪些用途？

(1) 圆盘式联轴器。主要是把同一轴线上两根轴作固定联接。

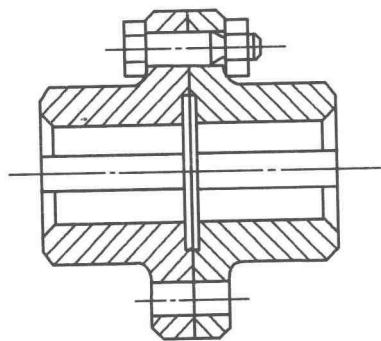


图 16 圆盘式联轴器

(2) 套筒式联轴器。主要是把同一轴线上两根轴作固定联接。

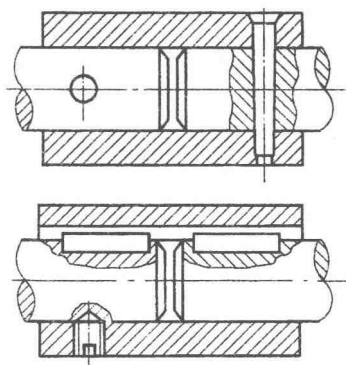


图 17 套筒式联轴器

(3) 十字滑块式联轴器。主要是把同一轴线上两根轴作固定联接，在运动时能自动调整中心位置。

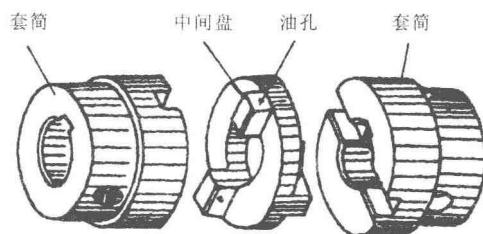


图 18 十字滑块式联轴器

(4) 万向联轴器。把相交某一角度的两根轴联接在一起。

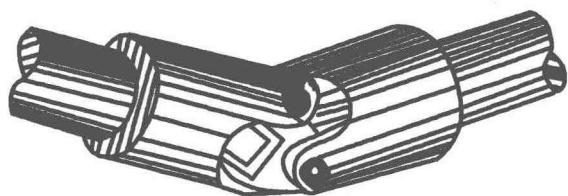


图 19 万向联轴器

## 19. 什么是粗糙度?

任何方法加工, 由于刀痕及振动、摩擦原因都会在工件表面留下凹凸不平的波峰波谷现象, 粗糙度用来表示这些微小峰谷的高低程度和间距状况。

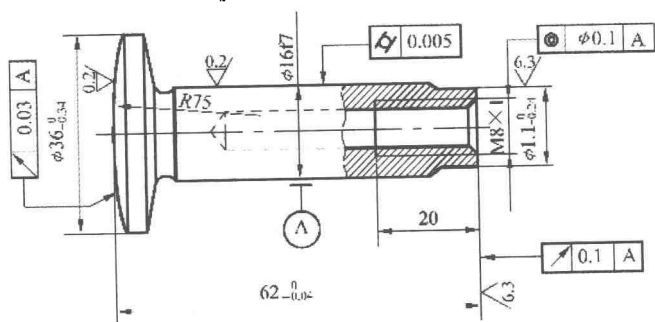


图 20 位置精度、粗糙度标注示例

表面粗糙度的评定参数很多, 最常用的是轮廓算术

平均偏差  $R_a$ 。常用加工方法所能达到的表面粗糙度值。

## 20. 如何检测粗糙度?

检验粗糙度的方法主要有标准样板比较法（不同的加工法有不同的标准样板）、显微镜测量计算法等。在实际生产中，最常用的检测方法是标准样板比较法。比较法是将被测表面对照粗糙度样板，用肉眼判断或借助于放大镜、比较显微镜进行比较；也可以用手摸、指甲划动的感觉来判断表面粗糙度。选择表面粗糙度样板时，样板材料、表面形状及制造工艺应尽可能与被测工件相同。

表面要求	表面特征	$R_a(\mu m)$	加工方法
粗加工	可见明显刀痕	50	粗车、粗镗、粗铣、粗刨、钻孔
	可见刀痕	25	
	微见刀痕	12.5	
半精加工	可见加工痕迹	5.3	半精车、精车、精铣、粗磨、精镗、铰孔、拉削
	微见加工痕迹	3.2	
	不见加工痕迹	1.6	
精加工	可辨加工痕迹方向	0.8	精铰、刮削、精拉、精磨
	微辨加工痕迹方向	0.4	
	不辨加工痕迹方向	0.2	

表 1 不同表面特征的表面粗糙度

## 21. 刀具切削部分材料应具备哪些条件？

(1) 高的硬度：即要求有较高的冷硬度，常温硬度要求在 HRC60 以上。

(2) 足够的强度和韧性：刀具在切削过程中要承受较大的切削力和冲击，只有具有足够的强度和硬度，才能防止断裂和崩刃。

(3) 良好的耐磨性：必须具有良好的抵抗磨损的能力，以保持刀刃锋利。

(4) 优异的耐热性：即要求有较高的红硬性，能在高温下仍保持原来的硬度、强度和耐磨性。

(5) 良好的工艺性：即刀具材料自身的加工工艺性能，如热处理性能、切削加工性能和焊接性能要良好。

## 22. 刀具主要角度变化所起的作用有哪些？

(1) 前角。使刀具切削刃具有锐利的切削性能，减少切削区域变形，降低切削力和机床功率消耗，减少切

削热；减少切屑与刀具前面的摩擦；可改变刀具前面的受力情况，以适应加工需要。

(2) 后角。使切削刃锋利；减少刀具后面与工件表面之间的摩擦；在一定情况下，适当改变后角可起消振作用。

(3) 主偏角。在相同的吃刀量和进给量情况下，可以改变主要切削刃参加工作长度，改变切削厚度，以适用刀具强度、受力、散热和断屑需要；改变径向力和轴向力之间的比例。

(4) 过渡偏角。提高刀尖强度，减少刀尖崩碎，改善散热情况；减少工件表面上残留面积的高度，减少加工表面粗糙度。

(5) 副偏角。减少副切削刃与加工表面摩擦；改变刀尖强度和刀头散热情况，减少加工表面粗糙度。

(6) 刃倾角。改变切屑流动方向，改善已加工表面粗糙度，并有集屑、分屑和消振作用；增加刀头强度，耐冲击，使切削平稳；可增大实际切削前角；能起锯削作用，使切削易于切下；可减少刃口圆弧半径，能进行微量切削，改善已加工表面粗糙度。

## 23. 切屑是怎样切下来的？在切屑过程中有哪些现象和问题产生？

在金属切削过程中，当刀具沿着进给方向接触工件的那一瞬间，刀具切入金属表面，使这部分金属受到挤压后发生弹性变形、塑性变形最后离开了本体而形成带状切屑、节状切屑或崩碎切屑。

在这一过程中，出现各种物理现象（如切削力、切削热和刀具磨损等）和许多问题（如积屑瘤、表面硬化等），必须了解和研究这些现象和问题，以利于提高生产效率。

## 24. 标准麻花钻有哪些缺点？如何改进？

(1) 钻刃上前角分布不合理，即钻刃上各点前角不等，近外缘处大，该处刃口虽然锋利，但易碎裂；近中心处前角小，甚至是负值，即 $-54^{\circ} \sim -60^{\circ}$ ，切削不顺利，可以通过修磨前面和横刃来解决。

(2) 横刃太长，棱边又狭，定心不好，轴向力大，

这样可能会使钻出来的孔径扩大或呈多边形。可以修磨横刃，将原横刃磨短至原来长度的  $1/5 \sim 1/3$ ，同时磨出横刃处新形成的两条内刃前角。

(3) 钻刃太长，切屑所占据的空间体积大，排屑不顺利，冷却液又不易进入。可以磨成圆弧形分屑槽，使切屑变狭容易导出。

(4) 副后角等于零（棱边），造成棱边与孔壁摩擦增加。由于该处切削速度增加，产生热量大，所以磨损较快。可以修磨棱边，增加倒锥，磨出双重锋角。

## 25. 什么叫机器、机构、机械、构件和零件？

(1) 机器。机器必须具有以下三个特征：它们是人工的物体组合；它们各部分之间具有确定的相对运动；它们用来代替或减轻人类的劳动去完成有用功（如起重机、洗衣机和金属切削机床等）或转换机械能（如内燃机、发电机等）。

(2) 机构。机构仅具有机器的前两个特征。例如内燃机中活塞、连杆、曲轴和气缸体组成的曲柄连杆机构；车床中使滑移齿轮能在花键轴上滑移的一套（拨叉、连



接轴、销、手柄等)操纵机构等。

(3) 机械。若撇开机器在作功和转换能量方面所起的作用, 仅从结构和运动观点来看, 则机器与机构之间并无区别, 因此说机械是机器和机构的总称。

(4) 构件。组成机构的各个实体称为构件。构件是由零件组合而成的, 凡彼此之间没有相对运动, 而其他零件之间可以有相对运动的零件组合体称为构件。构件可以是单一的整体, 也可以是几个零件组成的刚性联接。例如, 内燃机中的连杆就是由连杆体、连杆盖、轴瓦、螺栓和螺母等几个零件组成, 这些零件形成一个整体而进行运动, 所以称为一个构件。构件是运动的最小单元。

(5) 零件。零件是构件的组成部分。机构运动时, 属于同一构件中的零件, 相互之间没有相对运动, 例如曲柄连杆中的连杆体、连杆盖、轴瓦、螺栓和螺母等都称为零件。零件是制造的单元。

在机械制造中, 通常把零件分为两大类: 一类称为通用零件, 它在各种机械中都能经常遇到, 如螺钉、键、垫圈、滚动轴承等。通用零件一般按国家标准做成一定的规格和尺寸, 所以又称标准件。另一类称为专用零件, 它只能出现于某些机械中, 如汽轮机中叶片、内燃机中

的活塞等。

## 26. 冷却润滑液有什么作用？

(1) 冷却作用。减少摩擦、减少切削热；将已产生的热量带走。

(2) 润滑作用。减少刀具前面与切屑、后面与工件之间的摩擦。

(3) 清洗作用。将细小的切屑冲走，防止切屑末粘附在工件、刀具和机床上。

(4) 防锈作用。加入防锈添加剂，使其有良好的防锈作用。

(5) 减小切削力。因冷却润滑液分子能往缝里钻，使切削省力。

## 27. 常用的冷却润滑液有哪些？

(1) 切削油。切削油的主要成分是矿物油，少数采用动物油、植物油和复合油。

(2) 乳化液。乳化液是将乳化油用水稀释而成的。乳化油是由矿物油、乳化剂、防锈剂、稳定剂、防霉剂、

抗泡沫剂等配成，用水稀释后即成乳白色的或半透明状的乳化液。使用时，把膏状乳化油加约 19 倍重的水，即成平时所用的乳化液。

(3) 水溶液。水溶液的主要成分是水，加入一定量的水溶性防锈剂，则可防锈。水溶液的冷却性能较好，润滑性能较差。

## 28. 什么是机床夹具？

用于安装工件以确定工件与切削刀具的相对位置的工  
具，叫做夹具。在机械加工中与机床有关的夹具，叫做  
机床夹具，与车床有关的夹具叫做车床夹具。

## 29. 夹具有哪些作用？

夹具的作用如下：①缩短辅助时间，提高劳动生产率；②易于保证加工精度，并使加工精度稳定；③扩大机床的加工范围；④降低对工人的技术要求和减轻工人的劳动强度。

## 30. 夹具分哪些类型？

车床夹具具有以下三类：①通用夹具：结构尺寸已规格化，如三爪卡盘和四爪卡盘；②专用夹具：针对某一工件或某一工序的加工要求而专门设计、制造的专用装置；③组合夹具：是用一套预先制造好的标准元件及合件组装而成的专用夹具。

## 31. 什么叫组合夹具？应用组合夹具有什么好处？

利用一套预先制造好的、不同形状、不同尺寸规格、具有互换性且耐磨性较好的标准元件和合件，根据工件的加工要求，采用组合的方式拼装而成的各种专用夹具，叫做组合夹具。

应用组合夹具，可以缩短生产准备周期，及时供应所需夹具；保证加工质量，提高生产效率，减轻劳动强度；节约设计和制造夹具的工时和材料。

## 32. 组合夹具由哪些元件组成？这些元件有哪些作用？

(1) 基础件。用来作为夹具的底座。一般有长方形基础件、方形基础件、圆形基础件和基础角铁等。

(2) 支承件。用来直接支承不同形状、不同高度的工件加工定位。常用的有方形或长方形支承、垫片、垫板、V形角铁、伸长板等。

(3) 定位件。用来固定元件与元件、元件与工件之间的相对位置尺寸，以保证夹具的装配精度和工件的加工精度。常用的有定位销、定位键、定位支座等。

(4) 导向件。用来引导刀具切削加工方向的。常用的有钻模板、钻铰套、导向支承等。

(5) 压紧件。用来使工件压紧在夹具上，保证在外力影响下，工件在夹具上定位的位置不变。此外，还可作定位挡板及加强夹具刚性使用。

(6) 紧固件。用来连接和紧固元件与元件的组合。常用的有螺钉、螺母、垫圈等。

(7) 辅助件。一般无固定用途，但使用适当可减轻夹具重量，增强夹具刚性。常用的有连接板、回转压板、

摇板、滚花手柄、支承环、支钉、三爪支承、支承帽等。

(8) 合件。它是在组装过程中不拆散使用的独立部件。用它可以扩大组合夹具的使用范围，加快组装，提高组合夹具的适用性。常用的有导向合件、分度合件、支承合件和夹紧扣合件等。

### 33. 什么叫定位基准？对定位基准有什么要求？

工件上与夹具定位元件工作表面相接触的表面叫做定位基准。对定位基准有以下几个要求：①尽量使工件的定位基准与加工工序基准重合；②尽量用已加工表面作为定位基准；③应使工件安装稳定，在加工过程中因切削力或夹紧力而引起的变形最小；④尽量采用基准统一原则，以保证工件各相关面的位置精度；⑤应使工件定位方便，夹紧可靠，操作方便，夹具结构简单。

### 34. 工件的定位基准面有哪些表面？

可作为工件的定位基准面有以下几种：①工件平面；②工件外圆表面；③工件圆柱孔表面；④圆锥孔表面；

⑤螺纹表面；⑥花键孔表面。

## 35. 什么叫切削时的振动？振动对加工有什么影响？

在金属切削过程中，机床—刀具—工件系统往往会发生颤动，这种颤动叫做振动。振动结果是在加工表面上留下波纹，同时有特征性的噪声出现，使刀具损坏，机床连接件松动甚至损坏。由于振动有时就不得不降低切削用量，从而影响生产率的提高，同时还会影响操作者的健康。

## 36. 如何消除或减少振动？

(1) 机床方面。①机床床脚应刚性地固定在基座上，最好灌注水泥，并用适当的弹性支座或隔振材料，如弹簧、橡胶、软木、毡呢等。土壤也有隔离作用，基础周围挖有防振沟也有效果。②设计机床时应选用能吸收振动能量的材料，例如铸铁就比钢料好，所以床身、床脚、轴承座多采用铸铁。③增加主轴刚性，如采用三个支承，减少轴的伸出长度和增加轴承长度等。④调节机床主轴

与轴承、拖板或工作台与楔铁之间的间隙。此外，应提高主轴轴颈的圆度。⑤拖板、工作台与导轨在不用时尽量把它们夹紧。⑥消除丝杠与螺母之间的间隙。

(2) 刀具方面。①应用较大的主偏角和副偏角，以减小径向力。②增大刀具前角，使刀刃锋利，减小切屑与刀具前面的摩擦，使切削力减小。③刀尖圆弧半径应尽量取得小些。④后角取得小些。⑤不要用磨损的刀具继续切削，及时刃磨或更换。⑥应尽量选用截面较大的车刀。⑦应用弹簧刀杆或反装车刀。

(3) 夹具方面。①应用大卡盘比小卡盘好，四爪卡盘比三爪卡盘好，工件直接用螺钉紧固在花盘上比卡盘夹持好。②一顶一夹比两顶尖装夹好，两端用卡盘夹持比一顶一夹好（后顶尖上卡盘应安装在特制的活顶尖上）。③应用刚性顶尖比活顶尖好。如果一定要用活顶尖，则活顶尖应直接安装在尾座套筒上内，尾座套筒尽可能伸出短些。

(4) 切削用量方面。切削速度对振动影响最大，当然随材料不同而变化，应采用较小（20 米/分以下）或最高（80 米/分以上）切削速度，20~80 米/分最不利。吃刀量增大，振动越强烈。进给量大小能改变振动状况，一般宜增大进给量来减小振动，即采用低速大进给方法。



如果第一次进给有振痕留下，则第二次进给时，应改变第一次进给时所用的切削速度和进给量。

### 37. 什么叫内应力？

当零件在没有任何外界负荷的作用而在零件材料内部存在着应力时，这种应力叫做内应力。内应力是互相平衡的，因此在外表面一点也看不出的。内应力有时几乎达到破坏极限，但在外形上它与没有内应力的零件并无区别。

### 38. 产生内应力的原因是什么？

产生内应力的原因由于坯料的加工方法不同而不同：

(1) 铸件的内应力。金属液体浇入铸型以后，在凝固与冷却时其体积要发生收缩。在收缩时会受到铸型阻碍，或者由于铸件各部分在冷却过程中存在温度差异而引起阻碍，使各部分或是拉长或是压缩致使产生内应力。

(2) 锻件或热处理件。这是由于热加工过程中不均匀冷却所引起的。其根源是由于材料自塑性状态转变为弹性状态时，工件各处的温度有着差异的缘故，或者是

由于金属内部结构改变的缘故。

(3) 冷压加工（冷轧、冷拉、冷辗、冷挤、冲孔、滚压）件。冷压加工时，使工件表面硬化，并在表面层的金属中呈现内应力。应力层切除后，应力立即重新分布，它使棒料、薄板、圆盘等产生扭曲变形等。

如果材料没有内应力，那么由于冷校正的缘故也会产生内应力。对于热校正，它是通常的锻造操作，而是在加热状态下进行的，一般地说，它是不会发生任何的内应力。

(4) 切削加工。切削加工过程也会产生内应力，其性质与上面所说相同。例如粗加工的结果，是在工件表面层中要产生应力，促使工件变形。在以后的加工中应力层要被切除，因此工件的形状又要改变。但在以后精加工过程中仍会产生内应力，不过由于这时的切削用量较小，所产生的内应力影响很小。当然对精密零件要特别当心。

## 39. 如何消除内应力？

要消除内应力，一般采用以下三种处理方法：

(1) 对于铸件。在机械加工之前（或在粗加工以

后),将铸件放置室外 6~18 个月,也可用人工时效方法,即将铸件放入退火炉中,然后缓慢升到  $500^{\circ}\text{C} \sim 600^{\circ}\text{C}$ ,保温较长时间后,缓慢地冷却下来。

(2) 对于锻件(包括热轧件)。  
①人工时效:将工件吊挂 1~2 周,每天敲打 10~20 分钟。  
②高温时效:粗加工之后,半精加工之前,将工件加热至  $550^{\circ}\text{C}$ ,保温 6~8 小时,然后冷却至  $300^{\circ}\text{C} \sim 200^{\circ}\text{C}$  出炉冷却。  
③低温时效:半精加工之后,精加工之前,将工件放在油中加热至  $180^{\circ}\text{C}$ ,保温 24 小时后冷却。

(3) 对于切削加工。在切削加工过程中,采用工序分散原则,即只有把工件所有部分粗加工后,再进行各部分精加工。同时采用小吃刀量多次进给的方法来减小或消除内应力。

## 40. 什么叫轴、细长轴和细长杆?

长度大于直径的圆柱体叫做轴;直径与长度之比在 1:20 以上的轴叫做细长轴;直径与长度之比在 1:100 以上的叫做细长杆。

## 41. 车削细长轴时容易出现哪些问题？ 如何解决？

(1) 工件受热产生变形，甚至会使工件卡死在顶尖间而无法加工。

(2) 工件受切削力的作用而产生弯曲，从而引起振动，影响工件的加工精度和表面粗糙度。

(3) 工件高速旋转时，由于离心力的作用，加剧了工件的弯曲和振动，使切削速度降低。

(4) 连续切削时间长，刀具磨损量大。

这些问题致使细长轴工件形位精度和表面粗糙度无法达到要求，因此车削细长轴的关键技术是解决刀具以及工件在加工过程中的弯曲、振动、变形问题。

## 42. 为什么说细长轴比较难车？

(1) 细长轴的刚性差，车削易产生振动，工件极易弯曲，特别是装夹不妥更易变形。

(2) 由于车削时产生的热和跟刀架卡爪与工件发生摩擦所产生的热，使工件伸长，如果工件两端没有伸长

余地，那就会产生弯曲。

(3) 由于工件较长，刀具在切削过程中磨损较大，易使工件呈锥形。

(4) 由于工件下垂、变形、振动，易使工件产生竹节形、棱形等缺陷。

### 43. 用来车削细长轴的车床，应具备哪些条件？

(1) 两顶尖间中心线，不论在水平面上还是在垂直面上，都应与纵滑板导轨平行。

(2) 机床纵、横、斜滑板的楔铁应作适当调整，尽量减少连接零件之间的间隙。

(3) 平衡机床的传动零件，修整或调换已损零件，如带轮、齿轮、齿条等，使车刀在切削过程中不跳动。

### 44. 车削细长轴时，对中心孔有什么要求？

中心孔是作定位基准用的，它的深度、锥角及两中心孔的同轴度对轴的加工精度有直接影响。必须按轴的

直径大小来选用中心钻大小，最好在专用的钻中心孔设备上钻中心孔，这样轴两端的中心孔就在一条轴线上。

此外，对精度要求较高的轴，它的中心孔必须经过研磨。在车削加工中，应保护好中心孔，不使它损伤，为后道工序提供保证。

## 45. 车削零件时，如何确定工序集中原则，还是工序分散原则？

当零件的批量较小或只有几个，加工表面的相互位置精度要求较高，或者是重型零件，而车床精度和通用性又比较高时，应采用工序集中原则。即把第一个零件完全车好后，再车第二、三个零件。

反之，采用工序分散原则，即先车好全部零件的一个表面，然后再车全部零件的第二、三个表面。

## 46. 车削台阶轴时，应先车哪一端？为什么？

一般是先车直径大的一端，再车直径小的一端，这样可以保证轴在加工过程的刚度，加工以后的相互位置

精度。

## 47. 车削轴上的螺纹时，应安排在粗车以后，还是在精车以后？

一般是安排在半精车以后车。待螺纹车好以后，再精车各级外圆。

如果轴的刚性好，或轴的精度要求不太高，螺纹也可以安排在精车外圆以后再车。

## 48. 车削时，如何确定粗车、半精车和精车的顺序？

一般规则是：一开始就进行零件各个表面粗车，只有在全表面进行粗车以后，才进行半精车和精车。理由如下：

(1) 粗车时，由于吃刀量和进给量较大，所产生的切削力也大，因此必须把工件夹紧。但是这样会使零件表面夹毛或变形。如果把零件的一个表面全部车好，那么粗车另一端表面时，就要把经过精车的表面夹在卡盘中，结果会把这个表面损伤。

(2) 粗车时会产生大量的热，影响零件的尺寸精度。把粗车和精车分开后，使零件在精车之前有冷却机会。

(3) 在任何毛坯中，都存在内应力。当表面上车去一层金属以后，内应力将重新分布而使零件变形。粗车时零件变形很大，如果把某一精度要求很高的表面，一开始就车到最后的精度要求，这个表面将由于车削其他表面而引起的内应力重新分布而失去原有精度。虽然精车时也要车去金属，但由于切屑很薄，内应力所引起零件的变形很小。

(4) 可以合理选用机床。例如，粗车时可以在精度低、动力大的机床上进行。精车可以在精度高的机床上进行。

(5) 由于精车放在最后，可以避免光洁的表面在多次装夹中损伤。

(6) 可及时发现毛坯的缺陷（如砂眼、裂缝）。如果把一个表面精车以后，再去粗车另一表面，这时如果发现另一表面有缺陷而必须更换毛坯，那么前面所做的一切都是徒劳无功的。



## 49. 轴类零件的技术要求是什么？

要使加工出来的轴类零件成为合格品，必须考虑以下几个技术要求：

(1) 尺寸精度。主要是直径和长度，直径的要求比长度高得多，特别是与其他零件（如轴承）配合的部分，要求更高，常常规定有严格要求的公差，一般是 IT5～IT8 级精度。

(2) 几何形状精度。主要是支承和配合轴颈的圆度和圆柱度。对于一般精度的轴类零件，其公差可取轴颈公差的二分之一；对于高精度轴，则取轴径公差的四分之一。

(3) 相互位置精度。主要是内外表面或几个轴颈之间的同轴度、定位端面与轴颈轴线的垂直度。轴的重要内外圆和端面的圆跳动，一般要求在 0.005～0.01 毫米范围之内。

(4) 表面粗糙度。随着机器运转速度的提高，对轴颈表面粗糙度愈来愈高，一般在 Ra0.40～0.80 之间。

(5) 其他要求。对轴类零件规定有热处理要求。

## 50. 如何合理选择车刀并刀磨和装卡?

(1) 车刀的选择。首先考虑刀杆的强度和韧性，一般选用刀杆材料为 45# 钢，考虑刀具的耐用度和锋利性，刀头材料选用硬质合金类。

(2) 车刀的刃磨。①为了减少细长轴的弯曲，在实际切削中径向切削力越小越好，而刀具的主偏角是影响径向力的关键因素，因此在不影响刀具的情况下，应尽量增大车刀主偏角，实践中选用  $80^{\circ} \sim 90^{\circ}$  为好。为了减小切削力和切削热，实践中选用较大的前角，一般为  $15^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 。②在实际切削中，为了使切屑流向待加工面以防损坏已加工面，影响加工质量，一般取正的前角  $3^{\circ}$  左右。③为了减少径向切削力，减少工件的振动，在实践中选择较小的刀尖圆弧半径小于 0.3 毫米，倒棱的宽度也应较小。

另外，为使切屑能顺利弯曲折断，在车刀前面磨断屑槽，同时切屑刃表面粗糙度要求 3.2 微米以下，使刀具经常保持锋利。

(3) 车刀的装卡。为了有效地减少刀具的径向切削力，实践证明，精车安装车刀时可使刀尖略低于工作轴



线 0.2~0.5 毫米，这样可有效地分解径向切削力，并使车刀切入容易。

## 51. 选择哪些方式和方法装夹工件，才能防止和减少工件的弯曲和变形？

(1) 工件的装夹。粗车或半精车时，工件采用一夹一顶的方法，并用中心架辅助支撑。精车时，工件选用拨杆两顶尖间安装，并用跟刀架辅助支撑。

(2) 中心架、跟刀架的使用和调整。①中心架的使用和调整。使用中心架时，中心架的支撑爪圆弧要与工件外径圆弧相符，在切削中每个支撑爪与轴外圆保持相同的微小间距，使用中注意润滑和随时调整与轴的间距。

②跟刀架的使用和调整。跟刀架固定在床鞍上使用时，要求每个支撑爪都能与轴保持相同的微小间距并随时调整，使用中要进行注油润滑。

## 52. 粗车外圆时，主轴正常转动，车刀吃刀量稍微增大些，车刀就自动停止移动，这是什么原因？应如何解决？

这是由于滑板箱自动停止走刀机构的弹簧压力不够的缘故，或者是床头箱主轴以下的传动系统中某对齿轮脱离啮合，或某一零件损坏而使走刀停止。

自动停止走刀机构有多种形式，常见的如下图所示，这几种机构，只要调整弹簧的压力即可解决问题。

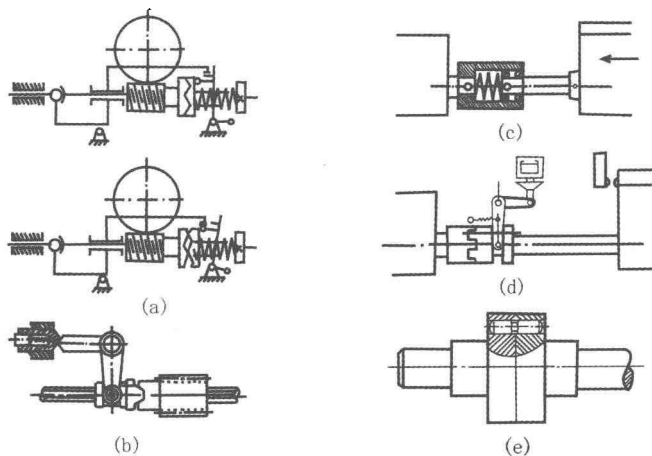


图 21 自动停止走刀机构

## 53. 车床主轴制动器失灵的原因是什么？应如何解决？

车床主轴制动器有电器制动和机械摩擦制动两类，这里主要介绍摩擦制动。下图是一种钢式摩擦制动器，当要求车床主轴停止转动时，操纵手柄 1 或 2 放在中间位置，通过 3 转动、4 移动、5 转动、6 移动，6 上的凸起部分把杠杆的下端顶起，上端后让而收缩钢带，把轴 7 上的摩擦轮刹住，这样就可使轴 7 停止转动，如果钢带不能紧抱摩擦轮，就会造成制动失灵，这时可调节螺钉 8，即可收紧钢带。图 22 中 9 是丝杠，10 是光杠。

## 54. 车削时，用横滑板手柄按刻度盘格数调整好吃刀量准备切削，这时发现吃刀量太大必须减小，于是把手柄倒转几格再切削，可这时车刀却没有后退，这是什么原因？如何解决？

这是由于横滑板丝杠与螺母之间的间隙太大造

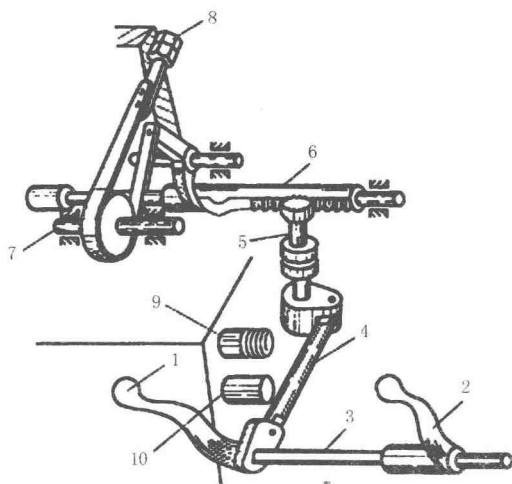


图 22 车床制动器

成的。这时可以先把前后螺钉松开，然后拧紧中间一个螺钉，把斜楔向上拉，直至手柄摇传轻松为止，这样可把间隙消除到最低限度，最后再拧紧前后螺钉。

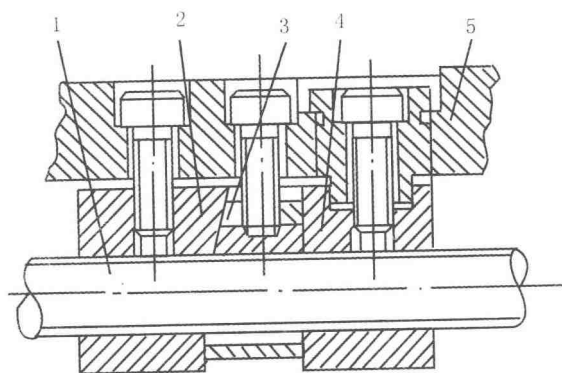


图 23 横滑板丝杠与螺母

## 55. 怎样调整车床主轴与轴承的间隙？

车床主轴上轴承有滑动轴承和滚动轴承两种：一般滑动轴承是内柱外锥的，要减小间隙时，可松开右端螺母，拧紧左端螺母，最后再拧紧右面螺母。

有时车床前轴承是用双列滚动轴承的。调整时松开螺钉 3，拧紧螺母 1 使衬套向右移动而把滚动轴承内圈也向右移动。由于主轴有锥度而把内圈略涨大而减少与外圈的间隙。图 24 中 2 是主轴，4 是床头箱箱体。

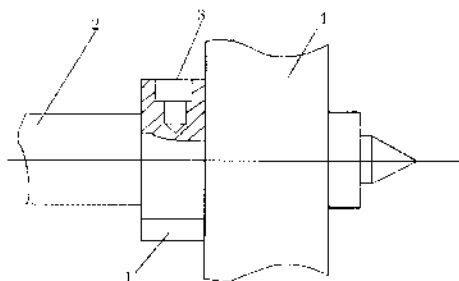


图 24 主轴前轴承的调整

## 56. 怎样调整车床长丝杠的轴向窜动?

松开右面的一个圆螺母 4，稍拧紧左面一个圆螺母，然后拧紧右面一个圆螺母即可。

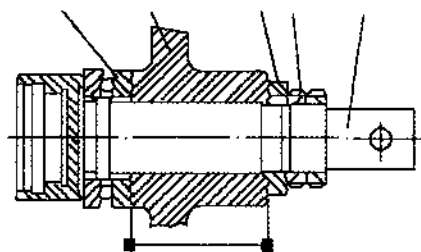


图 25 车床长丝杠的调整



## 57. 怎样调整开合螺母的松紧程度？

松开并紧螺母，稍许拧紧调节螺钉，使开合螺母燕尾块在导轨中滑动平稳，并有一定间隙（约 0.03 毫米），然后拧紧并紧螺母，使用时能轻便无阻就可以了。

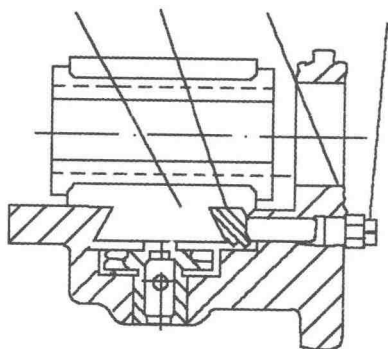


图 26 开合螺母的调整

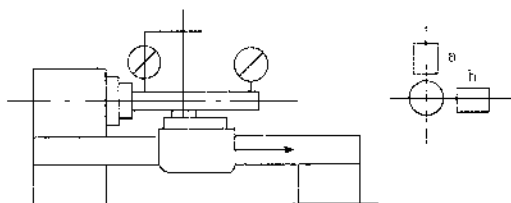
## 58. 怎样检验车床纵滑板移动对主轴轴线平行度？检验这一项目有什么意义？

- (1) 检验工具。指示器和检验棒。
- (2) 检验方法。将指示器固定在滑板上（如图 27 所

示), 使其测头触及检验棒的表面: a. 在垂直表面; b. 在水平面内, 移动纵滑板检验。将主轴旋转 180 度, 再同样检验一次。a、b 误差分别计算, 两次测量结果的代和之半, 就是平行度误差。

(3) 允差 (最大工件回转直径小于或等于 800 毫米)。a. 在 300 毫米测量长度上为 0.02 毫米, 只许向上偏; b. 在 300 毫米测量长度上为 0.015 毫米, 只许向前偏。

如果这一项目的误差超差, 则会使车出来外圆呈圆锥形。



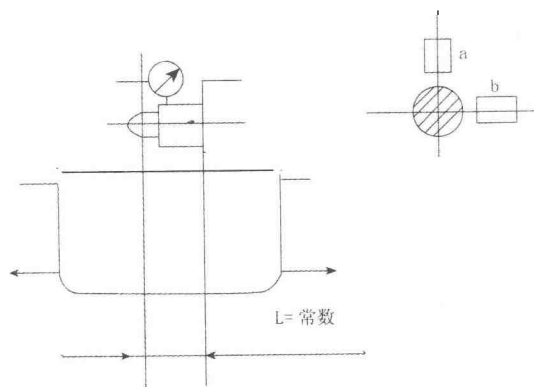
27 纵滑板移动对主轴轴线平行度检验

## 59. 怎样检验尾座移动对纵滑板移动的平行度?

(1) 检验工具。指示器。

(2) 检验方法。将指示器固定在纵滑板上（如下图所示），使其测头触及尾座体端面的顶尖套上：a. 在垂直面内；b. 在水平面内，锁紧顶尖套，使尾座与纵滑板一起移动，在纵滑板全部行程上检验。a、b 的误差分别计算，指示器在任意 500 毫米行程上和全部行程上读数的最大差值就是局部长度和全长上的平行度误差。

(3) 允差（最大工件回转直径小于或等于 800 毫米，长度小于 1500 毫米）a 和 b 为 0.03 毫米；在任意 500 毫米测量长度上为 0.02 毫米。



28 尾座移动对纵滑板移动的平行度检验

## 60. 车出来轴表面的母线不直（中凹、中凸、弯曲）是什么原因？

一般有以下几个原因：

- （1）滑板导轨与主轴中心线不平行（包括水平面和垂直面），或导轨弯曲。
- （2）前后顶尖中心线与床身导轨不平行。
- （3）由于切削温度升高而使轴产生弯曲。

## 61. 车出来轴颈的圆度超差是什么原因？

- （1）主轴轴颈的圆度超差。
- （2）毛坯余量不均，加上主轴与轴承之间的间隙较大，在车削过程中吃刀量发生变化。
- （3）如果在两顶尖间车削，则是由于两中心孔不吻合，中心孔与顶尖单面接触，磨损不均匀等。

## 62. 车出来轴颈的圆跳动超差是什么原因？

圆度超差的轴颈，也会引起圆跳动。除此之外，前顶尖脉动、中心孔不圆或有切屑留在中心孔内也会引起圆跳动。

## 63. 车削轴的外圆表面时，有时在表面上出现一圈圈节状的浅刀痕，这是什么原因？

这要看刀痕的情况：如果刀痕在固定地方出现，这可能是床身下的齿条某一齿有损坏的地方，当纵滑板内与齿条啮合的小齿轮与它接触时，就产生一刀痕。如果刀痕之间的距离等于小齿轮圆周长度（ $\pi \times \text{齿数} \times \text{模数}$ ），则是小齿轮上某一齿有损伤。

## 64. 车出来轴的外圆表面，其粗糙度达不到要求是什么原因？

(1) 车床刚性不足。主要是各滑板上的楔铁太松、传动件旋转不平衡、车床地基不稳等引起振动。

(2) 车刀刚性不足。主要是刀杆截面尺寸太小、伸出太长、刀垫薄而多且不平整引起振动。

(3) 工件装夹不稳。主要是工件伸出太长，两顶尖装夹时，工件中心孔尺寸太小，且床尾套筒又不锁紧等。

(4) 车刀的前角太小，断屑又不好，刀尖圆弧不当，后角太大。

(5) 产生积屑瘤。主要是车刀前面和后面不光洁，所选用切削速度又容易产生积屑瘤（20~80 米/分），进给量又太大。

(6) 没有使用足够的冷却润滑液。

## 65. 在车床加工时，往往发现加工出来的零件发生变形，甚至造成废品，这是怎么回事？

这是由于工件的热变形和内应力引起变形以及装夹不妥等原因造成的，应采用适当的措施来阻止。

## 66. 用切断刀切割工件时，刀头容易折断的原因是什么？

(1) 切断刀的副偏角和副后角不合适；磨得太大，削弱了刀头强度，磨得太小容易夹住切屑。此外，这两个角度又磨得不对称，使刀头歪斜，容易折断。

(2) 刀刃没有安装在工件中心线上且又歪斜。

(3) 进给量太大。

(4) 主轴与轴承、各滑板楔铁间隙太大引起振动。

(5) 刀具前面出屑槽不合理，切屑排不出而嵌在工作槽中，折断了刀头。

## 67. 用切断刀切断工件时，正切法容易产生振动，反切法（刀刃向下）比较顺利，这是什么原因？

正切时工件重力向下，切断刀把工件往上抬，这时如果主轴与轴承之间的间隙又太大，工件就会上下跳动而引起振动。

反切时，工件重力向下，切断刀又把工件向下压，方向一致，因此较为稳定。

## 68. 车盘轮类零件的两端面时，如何保持两端面间的平行度？

一般采用以下几个方法：

(1) 把已加工的一个端面反过来与三爪卡盘的反爪贴平（三个卡爪已经过修正）夹紧再车另一端面。

(2) 应用端面挡铁。即在主轴锥孔中插一端面挡铁（端面经过精车），将已车过的端面与挡铁贴平并卡爪夹紧。

(3) 应用软卡爪。在三爪卡盘上，卸下硬卡爪，换



上软卡爪（未淬火），并把卡爪车成台阶形，然后将工件已车好的一个端面贴平软卡爪的台阶中夹紧。

（4）如果工件有孔，则可把工件安装在心轴上车两端面。

## 69. 精车端面时，发现有中凹现象，这是什么原因？

这主要是横滑板导轨与主轴中心线不垂直的缘故。

## 70. 精车端面时，端面跳动超差的原因是什么？

主要是主轴轴向窜动，或轴向游隙太大。

## 71. 精车大端面时，端面上每隔一定距离重复出现一次波纹的原因是什么？

这主要是横滑板丝杠与螺母之间的间隙太大，或丝杠弯曲。

## 72. 车削铸铁时，是否要加冷却润滑液？为什么？

车削铸铁时，一般不加冷却润滑液。因为铸铁中有石墨存在，起了润滑作用。此外，车下来的崩碎粉末屑，加冷却润滑液以后会把切屑拌在一起，会阻塞损坏导轨及其他润滑系统。

## 73. 车削有色金属时，是否要加冷却润滑液？为什么？

(1) 粗车黄铜和青铜时，由于切去余量较多，工件发热量大，一般可以用乳化液；精车时，由于余量小，发热不多，可以不加冷却润滑液。为了使切屑容易切离，也可以加些菜油。

(2) 精车铝合金时，一般不加冷却润滑液，特别是不加乳化液。因为乳化液水分中的氢容易和铝起化合作用，使工件表面产生极细小的针孔。有时为了减少切屑在刀具和工件上的粘附，可以采用煤油或煤油与松节油的混合油进行冷却润滑。粗车时加些乳化油影响不大。

(3) 车镁合金时，一般不用冷却润滑液。因为它很可能引起车削过程中燃烧，甚至爆炸。有时为了降温和排屑，则可以用压缩空气。

## 74. 车削有色金属时，有些什么困难？ 如何解决？

(1) 有色金属的强度和硬度低，在装夹和切削过程中容易使工件变形和划伤。所以，在加工过程中最好用弹性夹具和塑料心轴等夹具，或从棒料上一次切下来。在装夹和搬运过程中必须特别小心。

(2) 有色金属的塑性和韧性较好，容易产生积屑瘤，从而影响工件表面粗糙度。为了防止上述缺陷，可以增大车刀前角，研磨刀具前面。其次，还可采用较高的切削速度。

(3) 有色金属的线膨胀系数大，工件尺寸变化大，刚车好的工件尺寸比常温时大，不易掌握精度。因此在车削时尽量减少热量，当温度降低后再测量工件尺寸，或将尺寸放大些留有收缩量，不过这一点必须通过试验。

## 75. 车削有色金属时，是否可以用磨砂布抛光？为什么？

尽量避免用磨砂布抛光。因为有色金属的表面硬度较低，用磨砂布抛光时，砂布上的极细小颗粒脱落后，会粘附在工件表面上，甚至会压入工件表面内，这样当这个表面与其他表面配合做相对运动时，会划伤与它相配合的表面。

## 76. 如何选用工序间的加工余量？

工序间的加工余量大小对提高工件的加工质量和劳动生产率有很大关系，选用时应注意以下几点：

(1) 应选用最小的工序间余量，这样可以缩短加工时间，降低成本，但也不能太小，特别是最后的工序。一般说来，加工余量的大小，应做到加工后能保证得到图纸上所规定的尺寸精度和粗糙度。

(2) 确定加工余量时，要考虑到零件是否要进行热处理，以及热处理时的变形情况。

(3) 要考虑到零件尺寸的大小。因为零件尺寸大，

由切削力和内应力所引起的变形可能性也增大，相应的加工余量也应增大。

(4) 要注意所使用的设备情况和加工方法。

## 77. 铰刀有哪几种？它们之间有什么不同？

常用的铰刀有机铰刀和手铰刀两种。机铰刀的刀齿部分较短，顶端有较大的锋角  $2\varphi$ ，以便进入孔内，并保护刀刃；手铰刀的刀齿部分较长，锋角较小。

铰刀刀齿有奇数齿和偶数齿两种。奇数齿铰刀制造麻烦，它的直径不容易测量。偶数齿铰刀制造方便（它总有两个对称的齿，容易测量），目前多用偶数齿铰刀。

对于手铰刀，如果刀齿数是偶数，那么它的刀齿是不均等分布的。因为在工作时，如果铰刀由于金属材料硬度不均而偏向一边，那么它就会在某些地方出现棱形凹槽。如果铰刀刀齿间距相等，某一个切削刃受到了一些压缩，就生成了凹槽，这样所有的切削刃都将重复地陷入这个凹槽中，结果就会加工出带棱形表面的不正确内孔来。此外，操作者手用铰刀旋转的角度是一定的，当每次旋转后停下来时，每个刀刃总是撞在前一次

切屑所断的地方，这样就会在孔壁上产生颤痕，所以手铰刀刀齿做成不均等分布的。

## 78. 怎样保证铰孔质量？

(1) 铰刀绝不可倒转，否则容易磨损。

(2) 用机铰刀时，要在铰刀退出内孔后再停车，否则孔壁会有痕迹。

(3) 铰削钢件内孔时，切屑碎末容易粘在刀齿上，因此在使用时要用油石将刀刃修光，否则会损伤孔壁。

(4) 铰削钢件内孔时，可用较浓的乳化液来提高表面质量，用二硫化钼更好。铰铸件内孔时，一般不加润滑液，但可以加些煤油。但必须注意，加煤油会使孔径缩小。

(5) 用手铰刀铰孔时，工件夹持应牢固可靠，铰刀应与工件端面垂直。

(6) 用机铰刀时，为了能使铰刀对准工件中心，最好应用浮动刀杆。

(7) 铰刀用毕后，应把刀槽中的切屑刷干净，涂上防锈油，并套入护套，以防碰伤刀刃。

## 79. 在车床上用铰刀铰出来的孔径，有时大于要求尺寸，有时小于要求尺寸，这是什么原因？

孔径大于要求尺寸的原因：

(1) 没有仔细检查铰刀的尺寸。因为有些新铰刀是留有研磨余量的，供使用前研磨，若不了解这一情况就使用新铰刀，当然会使孔径大于要求尺寸。

(2) 在安装铰刀时，未对准工件中心，所以要应用浮动刀杆。

孔径小于要求尺寸的原因：

(1) 铰刀使用已久，尺寸变小。一般铰刀加工 20~30 个零件以后就失去精度了。

(2) 由于热胀冷缩使孔径缩小。刚铰好的孔若用塞规过端用力通过，当工件卸下隔了一些时间以后，孔径得到冷却而缩小。因此刚加工好孔应用塞规时不能用力而要轻轻通过。

(3) 铰钢料孔时，加工余量大，铰刀强迫进入内孔而使孔径发生弹性变形而增大。但当铰刀退出以后，孔径弹性复原而缩小。

## 80. 车螺纹时，螺距精度与哪些因素有关？

车出来螺纹的螺距精度与以下几个方面有关：

(1) 车床本身丝杠的螺距误差。这个误差将直接影响到工件，并且影响最大。因此，精度要求较高的丝杠或其他螺纹，应在精密丝杠车床上车削，或者利用很少使用而没有磨损的一段丝杠（略加改装）。此外，为了避免车床丝杠由于自重而引起弯曲，在车床不开动时，要定时转动丝杠于不同角度。

(2) 从主轴到丝杠的传动系统中，齿轮的精度与安装误差。因此要求在这一传动系统中，中间齿轮尽量少，最好由主轴直接传给丝杠。此外，最后一对齿轮的传动比尽量小，且从动轮的精度要高，因为它的误差将全部传给丝杠。车削精密丝杠用的车床，它的一套齿轮应具有较高的精度。

(3) 床身导轨在水平面内偏斜，将使螺距产生累积误差。

(4) 车长丝杠时，车床前后顶尖不同轴，工件转动不均匀，造成螺距有周期误差。



(5) 车床传动系统中，交换齿轮齿数不对或近似值。

(6) 在切削过程中，工件变形、切削热使工件温度升高等原因造成螺距误差。

## 81. 车出来螺纹的牙形不准确的原因是什么？

牙形不准确包括牙形角不对、牙形倾斜和牙形两侧面凹凸不平三个方面。

牙形角不对是由于车刀刀尖角不对。精车时应用有径向前角的车刀，刃磨时按倾斜的前面去测量刀尖角，但在安装时，刀尖仍按工件中心，这样刀具前面不通过工件半径方向，造成牙形角不准确。

牙形倾斜是由于车刀安装不准确，刀尖与工件轴线不垂直。

牙形两侧凹凸不平主要是由于车刀前面垂直于螺纹两侧面安装，使一条刀刃高于工件中心，另一条刀刃低于工件中心，结果造成两侧面不平。

应用硬质合金车刀车削三角螺纹时，刀尖角应比牙形角小 0.5 左右。因为这时工件发生弹性变形，牙底处金属多，弹性复原大，使牙形角扩大。

## 82. 车削长丝杠时，车出来的中径圆度超差是什么原因？

车削长丝杠时，是应用跟刀架的，以外圆为基准，如果工件外圆有锥度或有圆度误差，都会使工件中径产生误差。提高机床—刀具—工件系统刚性，增加走刀次数，可以减小误差。

## 83. 车削普通螺纹时，牙形已车尖，外径也比要求小得多，但螺纹环规（过端）还是不能旋入，这是什么原因？

一般有以下几个原因：①交换齿轮的齿数不对，产生螺距误差；②牙形角太大；③螺纹的第一牙变形，即第一牙的牙形歪扭。由于上述原因，所以环规旋入有困难。

## 84. 车螺纹时，车刀在行走过程中有忽左忽右窜动现象，这是什么原因？

这主要是由于丝杠有轴向窜动。有时主轴轴向窜动较大时也会有这种现象，但很少见。

## 85. 车螺纹时，车刀在切削中途突然停止行走，但床头主轴和工件仍在转动，这是什么原因？

(1) 交换齿轮安装以后没有限制它的轴向移动，即没有把螺母或挡圈固定好，结果齿轮脱离啮合而停止转动。

(2) 有些旧式车床，床头箱以后的三星扳手松动，受到振动后脱离原位而使传动中断。

(3) 进给箱或纵滑板箱内传动零件松动以致脱开。

(4) 进给箱输出轴与丝杠连接用的联轴节上的锥销，由于振动等原因，从销孔脱出，以致丝杠停止转动。

## 86. 车螺纹时，在未按下开合螺母时，丝杠转动得很好，可是一按下开合螺母，丝杠就停止转动，或时停时转，这是什么原因？

(1) 交换齿轮之间只啮合一点点，再加上挂轮架刚性又不好，或者没有固定好，这样在开合螺母未按下时，由于传递扭矩不大，所以丝杠还能转动。当开合螺母按下时，齿轮就无法传递较大扭矩，脱离啮合，丝杠停止转动。

(2) 交换齿轮与轴联接的一个键脱落，但齿轮内孔与轴的配合又是很紧，因此在空载时丝杠能转动，重载时(开合螺母按下时)，齿轮在轴上打滑，致使丝杠停转。

## 87. 在车床上车螺纹时，应检测的是螺纹哪些部位？

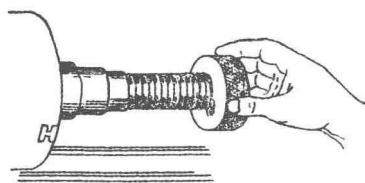
主要是检测螺纹的螺距、牙形角和中径，此外，还有螺纹表面粗糙度等。

对于普通螺纹(三角螺纹)，一般是采用综合测量

法。而传动用螺纹（梯形螺纹、锯齿形螺纹、蜗杆螺纹等），则是采用分项测量法，即分别测量螺纹的螺距、牙形角和中径。当然由于条件和具体情况不同，这三项可有不同的测量方法。

## 88. 什么是螺纹的综合测量法？怎样进行测量？

综合测量法是把螺距、牙形角和中径结合在一起考虑，用一种标准量规来检测（如下图所示）。测量时，如果量规的通端能通过，止端不能通过，则表示合格。当然，如果两端都能通过，或都不能通过，则表示不合格。



(a) 螺纹环规



(b) 螺纹塞规

图 29 标准螺纹量规

## 89. 什么叫碳素钢？它们的种类、特点和用途如何？

含碳量低于 2.11%，并含有少量的磷、硫、硅、锰等杂质的铁碳合金叫做碳素钢，又叫碳钢。

碳素钢分普通碳素结构钢和优质碳素结构钢两类。

普通碳素结构钢有 Q195、Q215、Q235、Q255 和 Q275 五种；Q195 和 Q275 不分等级，化学成分及力学性能必需保证；（Q215 和 Q255 有 A 级和 B 级之分，其中 B 级做常温冲击试验。

普通碳素结构钢多用于要求不高的零件，如螺钉、螺母、堆圈、销等。

优质碳素结构钢中有害杂质磷和硫的含量比较少，钢的质量好，它既保证化学成分，又保证力学性能，一般用来制造力学性能要求较高的零件。

优质碳素结构钢有低碳钢、中碳钢和高碳钢三种：

低碳钢含碳量一般小于 0.25%，它的强度比较低，但塑性和韧性都比较好，容易冲压，因此常用来制成各种板材，制造各种冲压零件与容器。低碳钢可用来制造各种渗碳零件（经表面渗碳淬火后，零件表面硬度高耐

磨性好，而心部保持着一定的强度和韧性），如齿轮、短轴、销等。常用低碳钢牌号有 08、10、15、20 和 25 钢等。

中碳钢含碳量一般在  $0.3\% \sim 0.6\%$ ，它具有较高的强度，但塑性和韧性差些。中碳钢可用调质处理来提高强度和韧性，因此可用来制造各种轴类、杆件、套筒、螺栓和螺母等。如调质之后再经表面淬火，则可使表面硬而耐磨，可用来制造各种耐磨零件，如齿轮、花键轴等。常用中碳钢牌号有 30、35、40、45 和 50 钢等。

高碳钢含碳量一般大于  $0.6\%$ ，它的硬度和强度较高，但塑性和韧性较差。如经过淬火并中温回火之后，不但具有较高的硬度，而且具有良好的弹性，因此可以用来制造对性能要求不太高的弹簧，如板弹簧、螺旋弹簧等。常用的高碳钢牌号有 60、65、70 钢等。

## 90. 什么叫碳素工具钢？它们的用途如何？

在碳素工具钢中，由于磷、硫含量较少，所以钢的质量较好。

碳素工具钢具有较高的硬度、耐磨性和足够的韧性，

一般用来制造各种工具、模具、量具和切削刀具（低速）等。常用的碳素工具钢牌号有优质钢 T7、T8、T13 和高级优质钢 T7A、T8A、T13A 等两大类。

## 91. 什么叫合金钢？它们的种类、特点和用途如何？

在碳素钢中加入一种或几种合金元素，以获得特定性能的钢称为合金钢。

加入钢中的合金元素有锰、硅、铬、镍、钼、钨、铝、钛和硼等，它们一般是在熔炼过程中加入的。

加入合金元素的目的有三个：①提高钢的力学性能，如强度、硬度和韧性等；②改善钢的热处理性能，如提高淬透性、回火稳定性和减少淬火变形等；③使钢获得某种特定的性能，如耐热、耐磨和耐腐蚀等。

合金钢的特点和用途如下：

(1) 合金结构钢。合金结构钢具有高的淬透性，热处理后具有良好的综合性能，主要用来制造承受负荷较大或截面尺寸较大的机器零件。

合金结构钢分合金渗碳钢、合金调质钢、合金弹簧钢和滚动轴承钢四种。合金渗碳钢的平均含碳量在



0.1%~0.25%，合金元素总的含量不超过5%。这种钢经过渗碳淬火并低温回火之后，其表面具有很高的硬度及耐磨性，而心部却能保持着足够的强度和韧性，一般用来制造活塞销、齿轮、凸轮、轴类等。

合金调质钢的平均含碳量在0.3%~0.45%，一般经过调质处理后再使用。经过调质后的钢具有很高的硬度和强度，良好的韧性，可用来制造轴、螺栓、连杆、齿轮等。

合金弹簧钢的含碳量一般在0.5%~0.7%，经过淬火并中温回火之后，可得到较高的弹性极限、高的疲劳强度和足够的韧性，所以可用来制造各种弹簧。

滚动轴承钢的含碳量一般在0.95%~1.1%。这种钢的主要合金元素是铬，并含有适量的硅和锰，经过淬火并低温回火之后，可得到很高的硬度、高的耐磨性、高的抗压强度和疲劳强度，所以可用来制造滚动轴承的各种零件。

(2) 合金工具钢。合金工具钢具有较高的硬度和耐磨性，足够的韧性，耐高温性能好，热处理变形小，常用来制造刀具、量具和模具等。

合金工具钢有刃具钢、量具钢和模具钢三种：

刃具钢的含碳量一般在0.8%~1.5%，常加入铬、

锰、硅、钨、钼、钒等元素，它有低合金工具钢和高速钢等几种。这种钢主要用来作切削刀具。

量具钢的含碳量约在 0.9%~1.5%，主要合金元素有铬、钨、锰等。常用的量具钢有铬锰钢、铬钨锰钢等。这种钢主要用来制造卡尺、千分尺、样板等量具。

模具钢的含碳量一般在 0.8%~1.0%，它具有高的硬度和耐磨性、热处理变形小等特点。常用的模具钢有 T8A、T10A、CrWMn、Cr12、5CrMnMo 等。这种钢主要用来制造锻模、冲模和压铸模等。

## 92. 什么叫铸铁？它们的种类、特点和用途如何？

含碳量大于 2.11% 的铁碳合金称为铸铁。工业上常用的铸铁一般含碳量是 2.5%~4%。铸铁除含碳量较高之外，还有较高的含硅量，杂质元素硫和磷也较多。

铸铁中含有石墨，石墨本身具有润滑作用和吸油能力，因此它具有良好的减摩性和切削加工性。此外由于铸铁的含碳量较高，使它的熔点低，流动性好，因此易于铸造。

常用的铸铁有下面四种：

(1) 白口铸铁。口铸铁的断口呈银白色，它的硬度较高，脆性大，很难切削加工，因此工业上很少直接用它制造机械零件，而是用来作炼钢原料。但也有用来制造轧辊、拉丝模和球磨机等零件的。

(2) 灰口铸铁。灰口铸铁的断口呈灰色，它的硬度低，性质较软，容易切削加工；抗拉强度小，抗压强度大（与抗拉强度相比），塑性差，不能进行压力加工；熔点低，流动性好，冷却凝固时收缩量小，因此其铸造性能较好。但灰口铸铁中的石墨呈片状，对基体有割裂作用，当铸铁受拉力或冲击力作用时，容易破裂。

灰口铸铁常用于底座、箱体、盖、飞轮、缸体、齿轮、凸轮、卡盘、阀壳等。

(3) 可锻铸铁。可锻铸铁又称马铁。可锻铸铁中的石墨呈团絮状，大大降低了对基体的割裂作用，因此，可锻铸铁具有较高的力学性能，尤其是塑性和韧性有较明显的提高。但是，可锻铸铁实际上是不能锻造的。可锻铸铁常用于汽车、拖拉机零件、机床附件、绞板、曲轴、连杆齿轮、活塞等。

(4) 球墨铸铁。球墨铸铁中的石墨呈球状，它对基体的割裂作用降低到最小程度，使球墨铸铁的机械性能有很大提高，与钢相近，因此，有些零件可以用球墨铸

铁代钢。球墨铸铁常用于农机具、汽车拖拉机差速器壳体、阀壳、齿轮、轴瓦、汽缸套、柴油机曲轴等。

## 93. 什么叫有色金属？它有哪些种？

工业上把钢铁材料叫做黑色金属，其他金属叫做非铁材料，又叫有色金属。有色金属常做成合金。

有色金属分以下四类：

(1) 重金属密度大于 5 克/立方厘米，如铜、镍、钴、铅、锌、锡等。

(2) 轻金属密度小于 5 克/立方厘米，如铝、镁、钠、钙、钾等。

(3) 贵金属金、银等。

(4) 稀有金属包括稀有轻金属（钛、锂、铍等）和稀有难熔金属（钨、钼、钽、铌等）。

## 94. 铜和铜合金有哪些种？它们的特点和用途如何？

铜有很多种，常用的以下三种：

(1) 紫铜。紫铜又称纯铜，表面呈紫色，有较好的

导电性、导热性和耐腐蚀性。紫铜易于热压或冷压加工，一般不做结构零件，常用于冷加工（冲、挤、拔）方法制造电线、电缆、铜管等。

（2）黄铜。铜和锌的合金称为黄铜。黄铜有普通黄铜和特殊黄铜两大类。特殊黄铜是在普通黄铜中加入如铝、锰、硅、铅等合金元素来提高耐磨性等。特殊黄铜又分压力加工和铸造两种。常用黄铜作供排水管、艺术品、螺钉、螺母、散热器等。

（3）青铜。在铜合金中加入主要元素不是锌而是锡、铝、硅或铍等其他元素的称为青铜，因此就有锡青铜、铝青铜、硅青铜和铍青铜等。青铜一般是经过铸造而成的，它的强度、硬度、耐腐蚀性都比黄铜好。常用青铜作弹性元件、耐磨零件、弹簧、接触片、轴承、蜗轮等。

## 95. 铝和铝合金有哪几种？它们的特点和用途如何？

铝和铝合金一般有以下两种：

（1）纯铝。纯铝是一种银白色的金属，它的密度小、熔点低、导热和导电性能好。铝还具有良好的抗腐蚀能力。纯铝的强度较低，硬度不高，但塑性很好，可以通

过压力加工制成各种型材。工业上多用纯铝作导线、配制铝合金和制作强度要求不高的耐腐蚀的器具和零件。

(2) 铝合金。金在纯铝中加入硅、铜、镁、锰等合金元素，即可获得强度较高的铝合金。铝合金分铸造铝合金和形变铝合金两大类：

第一类，铸造铝合金。铸造铝合金的塑性较差，一般不能进行压力加工，只能采用铸造方法获得制品，如内燃机、汽车的活塞、气缸体等。

第二类，形变铝合金。形变铝合金的塑性较好，可以在冷态或热态进行轧制、锻造等压力加工。常用来制造轻载荷的冲压件及要求耐腐蚀的零件。

## 96. 镁和镁合金有什么特点？它们的用途如何？

镁是银白色的金属，在空气中易被氧化而使表面发暗。镁的密度小，熔点低，当温度升高到  $410^{\circ}\text{C} \sim 450^{\circ}\text{C}$  时，便会强烈氧化而燃烧。

由于镁的强度非常低，抗腐蚀性也很差，因此在工业上很少应用。

镁合金的强度比较高，能承受冲击载荷，而且容易



进行切削加工和进行表面修饰，因此在机械制造中得到广泛应用。

## 97. 钛和钛合金有什么特点？它们的用途如何？

钛呈银白色，密度小，熔点较高，耐腐蚀性好和强度较高。目前工业中多应用钛合金，它已成为飞机、导弹等较理想的结构材料。钛合金的导热性较差，摩擦因数大，切削加工时易粘刀，因此切削加工性较差。

## 98. 什么叫热处理？热处理的目的是什么？

通过将金属件加热、保温和冷却，改变金属的内部组织，从而达到改善金属的性能的工艺方法叫做热处理。

热处理的目的使金属材料内部组织和晶粒的粗细发生变化，提高材料的使用性能，延长零件的使用寿命等。

## 99. 什么叫退火？退火的目的是什么？

将金属件加热到一定温度，保温一定时间，然后缓慢地冷却到室温的热处理工艺叫做退火。

退火的目的是：①降低金属的硬度，提高塑性，以利于切削加工及冷变形加工。②细化晶粒，均匀金属的组织及成分，改善金属的性能及为以后的热处理作准备。③消除金属中内应力，防止零件加工后变形及开裂。

根据钢的成分和处理目的不同，常用的退火方法可分为下面几种：

(1) 完全退火。将钢件加热到临界温度（不同钢材临界温度不同，一般是  $710^{\circ}\text{C} \sim 750^{\circ}\text{C}$ ，个别合金钢的临界温度可达  $800^{\circ}\text{C} \sim 900^{\circ}\text{C}$ ）以上  $30^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$ ，保温一定时间，然后随炉缓慢冷却（或埋在砂中冷却），这一过程称为完全退火。

完全退火的目的是细化晶粒，均匀组织，降低硬度，充分消除内应力等。完全退火适用于含碳量在  $0.8\%$  以下的锻件或铸钢件。

(2) 球化退火。将钢件加热到临界温度以上  $20^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$ ，经过保温以后，缓慢冷却至  $500^{\circ}\text{C}$  以下再出炉空



冷，这一过程称为球化退火。

球化退火的目的是降低钢的硬度，改善切削性能，并为淬火做好准备，以减少淬火后变形和开裂。

球化退火适用于含碳量大于 0.8% 的碳素钢和合金工具钢。

(3) 去应力退火。将钢件加热到  $500^{\circ}\text{C} \sim 650^{\circ}\text{C}$ ，保温一定时间，然后缓慢冷却（一般采用随炉冷却或灰埋冷却），这一过程称为去应力退火，又称低温退火。

去应力退火的目的是消除钢件焊接和冷校直时产生的内应力，消除精密零件切削加工时产生的内应力，使这些零件在以后的加工和使用过程中不易发生变形。

去应力退火适用于各种铸件、锻件、焊接件和冷挤压件等。

## 100. 什么叫正火？正火的目的是什么？

将钢件加热到临界温度以上  $40^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$ ，保温一定时间，然后在空气中冷却的热处理方法叫做正火。

正火的加热、保温与前两种退火相同，所不同的是正火是在空气中冷却，冷却速度快。正火后钢的硬度、

强度较退火高。

正火的目的：①改善组织结构和切削加工性能。含碳量小于0.5%的锻件，常用正火代替退火。②对力学性能要求不高的零件，常用正火作为最终热处理。③消除内应力。

对于低碳钢和中碳钢，如果要达到上述目的，可以采用正火方法。对于高碳钢，用正火可以为球化退火做好组织上准备。

## 101. 什么叫淬火？淬火的目的是什么？

将钢件加热到淬火温度，保温一段时间，然后在水、盐水或油中（个别材料在空气中）急速冷却的过程叫做淬火。

淬火的目的：①使钢件获得较高的硬度和耐磨性。②使钢件在回火以后，得到某种特殊的性能，如较高的强度、弹性和韧性等。

常用的淬火方法有下面几种：

第一种，单液淬火。将钢件加热到淬火温度，经过保温以后，在一种淬火剂中冷却。单液淬火只适用于形

状比较简单、技术要求不太高的碳素钢及合金钢件。淬火时，对于直径或厚度大于 5.8 毫米的碳素钢件，选用盐水或水冷却；合金钢件选用油冷却。

第二种，双液淬火。将钢件加热到淬火温度，经过保温以后，先在水中快速冷却至  $300^{\circ}\text{C} \sim 400^{\circ}\text{C}$ ，然后移入油中冷却。

采用双液淬火，既能保证钢件硬度，又可防止变形和开裂，但操作难度大。

第三种，火焰表面淬火。用乙炔和氧气混合燃烧的火焰喷射到零件表面，使表面迅速加热到淬火温度，然后立即用水向零件表面喷射。

火焰表面淬火适用于单件或小批生产，要表面硬而耐磨，并能承受冲击载荷的大型中碳钢和中碳合金钢件，如大型轧辊、曲轴和齿轮、导轨等。

第四种，表面感应淬火。将钢件放在感应器中，感应器在一定频率的交流电的作用下产生磁场，钢件在磁场作用下产生感应电流，使钢件表面迅速加热到淬火温度，这时立即把水喷射到钢件表面。这一过程称为表面感应淬火。经表面感应淬火的零件，表面硬而耐磨，而心部保持着较好的强度和韧性。表面感应淬火适用于中碳钢和中等含碳量的合金钢件。

## 102. 什么叫回火？回火的目的是什么？

将淬火后的钢件加热到临界温度以下，保温一段时间，然后在空气或油中冷却的热处理工艺称为回火。

回火是紧接着淬火以后进行的一道热处理工序，也是热处理的最后一道工序。通常，淬火和回火总是连在一起的，称为最终热处理。

回火的目的：①获得所需要的力学性能。在通常情况下，零件淬火后的强度和硬度有很大提高，但塑性和韧性却有明显降低，而零件的实际工作条件要求有良好的强度和韧性。选择适当的回火温度进行回火后，可以获得所需要的力学性能。②稳定组织，稳定尺寸。③消除内应力。

根据钢件对性能要求的不同，回火方法有下面几种：

(1) 低温回火。将淬硬的钢件加热到  $150^{\circ}\text{C} \sim 250^{\circ}\text{C}$ ，并在这个温度保温一定时间，然后在空气中冷却。

低温回火的主要目的是消除钢件因淬火而产生的内应力。一般多用于切削刀具、量具、模具、滚动轴承和

渗碳零件等。

(2) 中温回火。将淬火后的钢件加热到  $350^{\circ}\text{C} \sim 450^{\circ}\text{C}$ ，经保温一段时间冷却下来，这一过程称为中温回火。

中温回火的主要目的是为了使钢件获得较高的弹性，一定的韧性和硬度。一般用于各类弹簧，也用于热冲模等零件。

(3) 高温回火。将淬火后的钢件加热到  $500^{\circ}\text{C} \sim 650^{\circ}\text{C}$ ，经过保温以后冷却下来，这一过程称为高温回火。

高温回火的主要目的是为了使钢件获得较好的综合力学性能，即较高的强度和韧性及足够的硬度，它几乎可以完全消除钢件因淬火而产生的内应力。

高温回火主要用于要求高强度、高韧性的重要结构零件，如主轴、曲轴、凸轮、齿轮和连杆等。

## 103. 什么叫调质？调质的目的是什么？

将淬火后的钢件进行高温（ $500^{\circ}\text{C} \sim 600^{\circ}\text{C}$ ）回火，这种双重热处理方法称为调质。

调质的目的是细化晶粒，使钢件获得较高的韧性和足够的强度，使其具有良好的综合力学性能。

调质多用于各种重要的结构零件，如轴类、齿轮、连杆等。

调质一般是在粗加工之后进行的，经过调质以后再进行精加工。

## 104. 什么是热变形？热变形对刀具、机床和工件有什么影响？

在金属切削过程中，切削时的机械功几乎全部转变为热，这些热分散到切屑、刀具、工件、机床、夹具和周围空间中，使刀具、工件、机床等由于受热而发生变形，即热变形。

(1) 刀具的热变形。尽管切削热只有极少部分传给刀具，但切削刃的温度仍可达到很高的数值，因此刀体也要变热。由于刀体变热，刀头就会伸长，使吃刀量增大而把工件直径车小。刀头伸长快慢与变热时间有关，它随车刀上温度上升而逐渐减缓，当温度不再增加时，刀头伸长也就停止了。

刀头伸长量与刀头伸出长度、截面大小、刀片厚度、

刀刃锋利程度和加工材料有关。刀头伸长量与刀杆截面成反比，与刀片厚度也成反比，与加工材料强度成正比。加冷却润滑液可以减少刀头伸长量。

(2) 机床的热变形。机床热变形主要是床头箱，其他部位可以忽略不计。床头箱变形会使主轴中心高度增加，水平方向内位移。这与主轴转速有关：转速愈高变形愈大，当主轴每分钟 400~500 转时，主轴垂直方向位移约 0.04~0.05 毫米。水平方向位移约 0.01 毫米。当然这还与其他因素有关；如卡盘上装夹工件的位移量要比两顶尖装夹大等。

(3) 工件的热变形在切削过程中，由于切削热的传导，会使工件变热，温度上升。工件变热有两种情况：即均衡变热和不均衡变热；均衡变热时，零件的尺寸将会改变，而形状仍保持不变化。而不均衡变热时，不仅零件的尺寸要变化，它的形状也会发生变化。

第一种，均衡变热。均衡变热时的零件温度决定传入零件的热量、重量和比热容。同时传入零件的热量又与切削用量有关。

当其他条件相同时，零件愈重，热变形愈小，因此加工直径和长度相同的轴和管子时，轴的变化比管子小。加工薄壁且余量又大的工件时变形大，因此工件经粗加

工后不能立即进行精加工。

随着切削速度增加，工件的温度逐渐下降。这是因为切削速度增加时，热量来不及传给工件的缘故。

进给量增大时（很小的进给量除外），传入零件的热量降低，工件温度下降。吃刀量增大时，工件的温度增加。

第二种，不均衡变热。不均衡变热是由于单面受热所造成。例如车削薄片时，当工件的一边切除大量金属时，这一边就要变热，如果不等它冷却就去加工另一边，则工件就要变形。

工件受到阳光照射或暖气热量影响，外部变热，内部仍是冷的，工件就会发生扭曲。