

工训复习

工程材料

材料的性能包括使用性能(包含了力学性能)和工艺性能，需要弄明白硬度、强度和韧性的基本常识。

① Note

硬度

- 布氏硬度
 - 淬火钢球压痕面积大 数据重复性好但不能测试太硬的材料
- 洛氏硬度
 - 压痕小
- 维氏硬度
 - 四方锥形金刚石

强度

抵抗塑性变形 屈服强度 和断裂 抗拉强度 的能力

常用金属材料包括

- 含碳量<2.11%的碳素钢&合金钢
- 以及含碳量>2.11%的铸铁。

为什么工程材料会劝退呢？因为非本专业的你没有办法把书上的表2-2、表2-3背下来。

① Note

碳素钢

硫、磷分别在高温低温时可以增加钢的脆性

碳钢

- 碳素结构钢

45钢属于优质碳素结构钢。45钢具有价格便宜、切削加工性能好、淬火后硬度较高等特点，经过调质处理后，具有良好的强韧性和一定的耐磨性，因此被广泛应用于制造结构零件及中低档的塑料模具。

工训复习

工程材料

材料的性能包括使用性能(包含了力学性能)和工艺性能，需要弄明白硬度、强度和韧性的基本常识。

力学性能、物理性能和化学性能
铸造性能、焊接性能、压力加工性能、切削性能和热处理性能

① Note

硬度 + 强度 + 韧性 + 3个工训上过的
(焊接热处理铸造)
总结的工训一楼那一屋子的叫工艺性能

硬度 这里提到的都是测试硬度的材料

• 布氏硬度 HB

▪ 淬火钢球压痕面积大 数据重复性好但不能测试太硬的材料

• 洛氏硬度 HRC

▪ 压痕小

• 维氏硬度 HV

▪ 四方锥形金刚石

• 布氏用钢球，可测多次，压痕面积大但不能测

特硬

• 维氏硬度用金刚石

• 洛氏硬度压痕小

强度 → 屈服和抗拉 ⇒ “压”和“拉”两个方向

抵抗塑性变形 屈服强度 和断裂 抗拉强度 的能力

常用金属材料包括

- 含碳量<2.11%的碳素钢&合金钢
- 以及含碳量>2.11%的铸铁。

2.11% } 以上 铸铁，含C多得铸造
} 以下 合金+碳素钢，含C低

为什么工程材料会劝退呢？因为非本专业的你没有办法把书上的表2-2、表2-3背下来。

① Note

碳素钢

S, P 会增加脆性

Nb, Mg, Al, Si, P, S, Cl.

元素周期表中随原子量增加

与什么温度下增加脆性“对应(标记)”

碳钢 → 低C，淬火后硬度高

- 碳素结构钢

45钢性质良好，调制后可作结构零件和中低端塑料模具。

45钢属于优质碳素结构钢。45钢具有价格便宜、切削加工性能好、淬火后硬度高等特点，经过调质处理后，具有良好的强韧性和一定的耐磨性，因此被广泛应用于制造结构零件及中高档的塑料模具。

- 碳素工具钢

合金钢 是在碳素钢的基础上加入合金元素制成的钢

- 合金结构钢

- 合金工具钢

- 特殊性能钢

铸铁

强度、塑性差，但铸造、磨、耐震性好
切削加工 C素钢都好、

抗拉强度、塑性、韧性都差

但具有优良的耐磨性、减震性、铸造性能与切削加工性

类别	牌号	碳含量(%)	主要合金元素	性能特点	应用举例
碳素钢	Q235	≤0.2	微量	良好的塑性和韧性	建筑结构、汽车制造、机械制造等轻负荷部件
	45	0.42-0.50	微量	较高的强度和韧性	机械零件、工具、紧固件等
	T8	0.75-0.85	微量	较高的硬度和脆性	手工工具、木工工具等
	T12	1.0-1.1	微量	极高的硬度和脆性	高级手工工具、量具等
合金钢	40Cr	0.37-0.45	Cr	良好的综合机械性能	汽车、航空、机械制造中的高强度部件
	35CrMo	0.32-0.40	Cr, Mo	高强度、耐疲劳性	高负荷机械零件、发动机曲轴等
	9CrSi	0.85-0.95	Si	高耐磨性、高硬度	弹簧、刀具、轴承等
铸铁	HT200	2.7-3.1	C	良好的铸造性和切削性	机床床身、发动机缸体等
	KTH330-08	3.1-3.4	C, Si, Mn	高强度、耐磨性	扳手、犁刀、传动链条阀门、船用电机壳、管接头等

08F钢和W18Cr4V钢是两种不同类型的钢材，具有不同的化学成分和性能，适用于不同的用途。
塑性好，

1. 08F钢：

08F钢含0.08% C，具有好的焊接和冷加工性能，低而更韧。

- 08F钢是一种低碳钢，其碳含量约为0.08%。由于其低碳含量，08F钢具有良好的焊接性能和冷加工性能，同时具有较低的硬度和较高的韧性。
- 用途：08F钢常用于制造需要良好焊接性能和冷加工性能的部件，例如汽车车身、容器、管道、电缆护套等。由于其良好的塑性，它也适用于制造一些需要冷成型加工的部件。

2. W18Cr4V钢：

硬度高 耐磨、热稳定性好， \Rightarrow 合金，用于作切削工具。

- W18Cr4V钢是一种高速工具钢，属于钨系高速钢。其化学成分中含有较高比例的钨(W)、铬(Cr)和钒(V)。这种钢材具有极高的硬度、耐磨性和热稳定性。
- 用途：W18Cr4V钢主要用于制造高速切削工具，如钻头、铣刀、拉刀、齿轮刀具等。由于其优异的耐磨性和热稳定性，这种钢材非常适合用于高效率的金属切削加工，尤其是在高速和高温的工作条件下。

举例说明：

- 08F钢：
 - 在汽车制造中，08F钢可以用于制造汽车的车身部件，如车门、引擎盖和后备箱盖，这些部件需要通过冷冲压成型，并且需要良好的焊接性能以便于与其他部件组装。
- W18Cr4V钢：
 - 在机械加工行业，W18Cr4V钢可以用于制造高精度的铣刀，这些铣刀在高速旋转下进行金属切削，需要极高的耐磨性和热稳定性以保持切削性能和延长刀具寿命。

这两种钢材因其独特的性能特点，在各自的应用领域内发挥着重要作用。

像08F钢、W18Cr4V钢是出了一道选择题去考是不是用这些材料去做什么种类的用途的。S和P掺杂进去有什么用也是考到了的。

非金属材料主要掌握塑料和陶瓷。热固和热塑是高中时的常识吧（笑
麻花钻使用的金属材料

① Note

塑料

按照应用可分为

- 工程塑料
- 通用塑料
- 耐热塑料

热塑性和热固性

陶瓷

- 普通陶瓷
 - 天然硅酸盐材料
- 特种陶瓷
 - 高熔点的碳化物、氧化物、氮化物、硅化物等的烧结产物
- 金属陶瓷
 - 指的是用陶瓷的生产方法制取的金属与碳化物或其它化合物的粉末制品

麻花钻

红硬性

麻花钻头通常由高速钢 (High-Speed Steel, 简称HSS) 制成。高速钢是一种含有钨、钼、铬、钒等合金元素的工具钢，具有很高的硬度、耐磨性和红硬性 (即在高温下保持硬度的能力)。这些特性使得高速钢成为制造麻花钻头的理想材料，因为麻花钻头在钻孔过程中需要承受高压力和摩擦力，同时还要保持锋利的切削刃。

高速钢麻花钻头适用于加工各种金属材料，包括碳钢、合金钢、不锈钢、铜、铝等。它们可以用于手动钻孔或在钻床、铣床、车床等机床上进行钻孔操作。

除了高速钢，还有其他类型的材料也用于制造钻头，例如：

1. **硬质合金**：硬质合金钻头由碳化钨 (WC) 和钴 (Co) 等硬质材料制成，具有更高的硬度和耐磨性，适用于加工硬度较高的材料，如硬化钢、钛合金等。
2. **陶瓷**：陶瓷钻头具有极高的硬度和耐热性，适用于高速钻孔和加工高温合金。
3. **金刚石**：金刚石钻头由天然或人造金刚石制成，具有最高的硬度和耐磨性，适用于加工非金属材料，如玻璃、陶瓷、石材等。
4. **涂层钻头**：为了提高钻头的性能，一些钻头会在高速钢或硬质合金基体上涂覆一层或多层耐磨材料，如TiN (氮化钛)、TiCN (碳氮化钛)、AlTiN (铝钛氮) 等。

选择合适的钻头材料取决于被加工材料的类型、加工条件和所需的加工效果。

对象、自己现有条件 想达到目的

热处理

四把火

热处理的基本工艺方法包括退火、正火、淬火和回火。首先你需要了解这些操作是怎么做的，都有啥用。然后要知道马氏体是淬火得到的，硬度HRC尽量记。回火的三种分类需要格外注意，比如弹簧你就要用中温回火，高耐磨就用低温回火。表面热处理会出几个选择题选项。

① Note

正、回、退、淬

热处理基本工艺方法

随炉冷却

热处理是通过加热、保温和冷却等手段，改变金属材料内部组织结构，以获得所需性能的工艺过程。热处理的基本工艺方法包括：

退火 \Rightarrow 缓慢冷却，消除应力，增加塑性和韧性

1. **退火**：将金属加热到适当温度，保温一段时间后缓慢冷却，目的是消除应力、细化晶粒、降低硬度、提高塑性和韧性。

2. **正火**：将金属加热到适当温度，保温一段时间后在空气中冷却，目的是改善材料的切削性能和机械性能。

正火也可以是为淬火做准备

正火 \Rightarrow 空气冷却，改善材料切削性能与机械性能

3. **淬火**：将金属加热到适当温度，保温一段时间后迅速冷却，目的是提高硬度和强度，但会增加脆性。

淬火 \Rightarrow 急剧冷却 \Rightarrow 不抗拉强度 \Rightarrow 脆，但硬度高。

↑
(时间)

快速，要高于临界速度才能得到马氏体。

改善脆性，降低硬度

冷却时应当使得冷却速度大于临界冷却速度，才能获得马氏体组织，高于临界温度，但回火温度较低，在这个前提下应当尽量缓慢冷却，减少内应力，防止变形和开裂。

5. 回火：淬火后的金属重新加热到低于临界温度，保温一段时间后冷却，目的是降低硬度和脆性，提高韧性，稳定组织。
回火是淬火后一步

58~64HRC

1. 低温回火150~250°C 高硬度 (58~64HRC)，耐磨性 刀具、量具 低温回火，硬度高而弹性好
2. 中温回火350~500°C 高弹性极限 强度、韧性、中等硬度 (38~50HRC)：弹簧 38~50HRC
3. 高温回火500°C以上 消除内应力，保持强度与硬度的同时，也具有较好的韧性与塑性
通常将钢件淬火以及高温回火的复合热处理称为调质处理 主要应用于重要结构零件，如轴、齿轮、连杆等
25~35HRC 调质：复合热处理 \Rightarrow 淬火 + 回火

马氏体与硬度

马氏体是通过淬火得到的一种硬而脆的组织，其硬度通常很高，硬度值通常用HRC（洛氏硬度）表示。淬火后的马氏体硬度一般在HRC 50以上，具体硬度值取决于材料的成分和淬火条件。

马氏体 HRC 50以上

表面热处理

表面热处理是通过改变材料表面的化学成分和组织结构来提高表面硬度、耐磨性、抗疲劳性和耐腐蚀性的热处理方法。常见的表面热处理方法包括：

- 渗碳：增加表面碳含量，提高表面硬度和耐磨性。
- 氮化：增加表面氮含量，提高表面硬度和耐磨性。
- 感应淬火：通过感应电流快速加热表面，然后迅速冷却，提高表面硬度。

选择题选项

1. 以下哪种热处理方法可以提高材料的硬度和耐磨性？

- A. 退火
 - B. 正火
 - C. 淬火
 - D. 回火
- 解析：淬火是通过快速冷却来增加材料硬度和耐磨性的热处理方法。退火和正火通常用于降低硬度和提高塑性，而回火虽然可以提高韧性，但其主要目的是降低淬火后的脆性，而不是直接提高硬度和耐磨性。因此，正确答案是 C. 淬火。

2. 马氏体的硬度通常用什么单位表示？

- A. 布氏硬度
- B. 洛氏硬度
- C. 维氏硬度
- D. 肖氏硬度

- **解析：**马氏体的硬度通常用洛氏硬度（HRC）来表示，因为洛氏硬度测试适合于测量硬材料的硬度。布氏硬度（HB）和维氏硬度（HV）也用于测量硬度，但洛氏硬度测试更为常用。肖氏硬度（HS）通常用于测量软材料的硬度。因此，正确答案是 **B. 洛氏硬度**。

3. 用于提高弹簧弹性和韧性的热处理方法是：

- A. 低温回火
 - B. 中温回火**
 - C. 高温回火
 - D. 淬火
- **解析：**中温回火可以提高材料的弹性和韧性，这是弹簧等弹性元件常用的热处理方法。低温回火通常用于提高硬度和耐磨性，高温回火用于提高材料的综合机械性能。淬火是增加硬度的热处理方法，但不直接提高弹性。因此，正确答案是 **B. 中温回火**。

4. 感应淬火属于哪种热处理方法？

- A. 表面热处理
 - B. 整体热处理
 - C. 化学热处理
 - D. 机械热处理
- **解析：**感应淬火是一种表面热处理方法，它通过感应电流快速加热材料表面，然后迅速冷却，以增加表面硬度和耐磨性。整体热处理涉及整个材料的加热和冷却，化学热处理涉及材料表面的化学成分变化，而机械热处理通常指通过机械方法改变材料的结构。因此，正确答案是 **A. 表面热处理**。

铸造

型砂的五大性能要求

- **强度：**保证不被金属液破坏，但是不能太硬 阻碍铸件收缩
- **透气性：**透气性不好 产生气孔，圆形、粒大、均匀较好
- **耐火性：**抵抗高温液体金属热作用能力，含 SiO_2 越多、粒度大->耐火性好
- **可塑性**
- **退让性：**体积可以被压缩不阻碍铸件收缩

因为在实训中我们只是做了砂型铸造的铸型，没有亲眼见到滚烫的金液，所以这里需要特别注意一下。

铸造的优点是成本低、复杂空腔、适应性强，缺陷是力学性能不如锻件高、晶粒粗大、气孔、夹渣、砂眼等。

首先是砂型铸造，型砂的五大性能要求和组成要看一眼，五个铸造工艺也要看一眼（尤其注意起模斜度和铸造圆角）

① 收缩余量 加工余量 ② 起模斜度
④ 铸孔、槽及芯头 ③ 铸造圆角

分型面是上下砂型的接触面，应选择在模样的最大截面处，重要的加工面要向下或处于侧面（因为如果有渣子和气泡的话它们会浮上去）。

浇注系统的外浇口、直浇道、横浇道、内浇道和冒口必考。

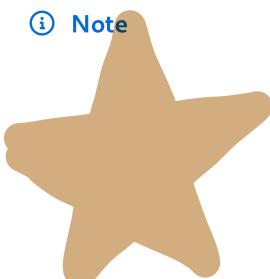
浇注温度低会产生浇不足、冷隔和气孔，温度高会导致缩孔、裂纹、晶粒粗大和黏砂。

浇注速度的后果同样需要了解。

温度过低会出现气孔、冷隔和浇不足
温度过高会呈现缩孔、裂纹、晶粒粗大和黏砂。

熔炼

① Note



液体金属流入铸型型腔的通道

浇注系统

外浇口

外

漏斗形和盆形

- 分为漏斗形（小）盆形（大）
- 缓冲，分离熔渣 分离渣

直浇道 直

- 连接外浇口与横浇道 产生静压力
- 利用高度差产生静压力

横浇道 横

- 连接直浇道和横浇道 挡渣
- 挡渣

内浇道 内

- 直接和型腔相连接的通道 位置速度方向
- 控制金属液的位置、速度、方向

熔炼

铸铁——冲天炉

铸钢——电弧炉

有色金属——坩埚炉

冒口：补缩缺的
金属液
不属
于浇道系
统。

排气、溢渣、观查

除了

铁以及
镁基叫黑色金属，其余叫有色金属。

自由锻和模锻在选择部分是考到了的。这一块没怎么复习，在考试中应该也不是大头（冲压同理，大概考的是两三道选择题里的一两个选项这种。

自由锻（普遍采用）

设备

- 空气锤
- 蒸汽-空气锤
- 水压机
- 手工自由锻（各种锤）锤

加热设备（热源不同）

- 火焰加热炉（反射炉、煤为燃料）
- 电加热炉（电阻加热、接触加热、感应加热）

加热缺陷

- 脱碳 → 加热 C 跑了 C 脱碳影响
- 过烧 不能用热处理消除 → 被“打”了结构退化有缺口、单线拉加工改善不了什么
- 过热
- 裂纹 → 打坏了

板料冲压

设备

- 剪床
- 冲床

焊接

电弧焊的焊机分为DC和AC。

- AC 简单便宜但电弧不太稳定，
- DC 稳定但复杂昂贵。

直流焊接的接线法，主要看焊件接的是正极还是负极

- 前者（正极）称为正接，适用于黑色金属和厚板。
- 后者（负极）称为反接，适用于有色金属和薄板。

焊条直径&长度

- 焊芯直径（长度）就是焊条直径（长度）
- 常用直径：2.0-5.0mm 2~5mm
- 长度：250-450mm 长度为 250~450mm
- 工件厚度2mm→焊条直径1.6-2mm 工件厚2mm→焊条直径1.6-2mm
- 8mm前厚度增加1mm直径增加1mm左右（经验判断）
- 厚度8-12mm直径4-5mm 8-12mm → 4-5mm 焊条直径

焊接电流&速度

- 电流过大：金属熔化快、熔深大、飞溅大、烧穿、咬边
- 电流过小：未焊透、夹渣、生产率低
- $I = (30 \text{ 到 } 60 \text{ 倍 } d)$ 电流单位A，直径单位mm (30~60) A/cm² 1A
- 焊速过快：焊缝熔深浅、熔宽小、未焊透
- 焊速过慢：熔深浅、熔宽大、薄件易穿透

空间位置
平焊（操作方便，焊接质量高）
立焊
横焊
仰焊

药皮

作用
改善焊接工艺性
机械保护作用
冶金处理作用

改善工艺性
机械保护作用
冶金处理作用
改善焊缝质量

- 碱性焊条应该采用直流反接。可以保证电流燃烧稳定
- 对受力均匀，是应用最多的街头形式
焊条=焊芯+药皮，药皮考了一道选择题。酸性氧化物组成的药皮就是酸性焊条，反之就是碱性焊条。前者DC/AC都能用，但容易断；后者只能用DC，但力学性能好，适用于中、高碳钢的焊接。酸性延展性好，但易断。碱性要求高，但质量也高。

焊条直径、焊接电流、焊接速度和空间位置都是考了的，需要注意他们的地位以及决定因素。

① Note

工作厚度、焊接质量决定焊条直径再决定焊接电流

地位以及决定因素

被焊工件厚度、焊接质量→焊条直径→焊接电流

气焊通过乙炔和氧气来焊接厚度在3mm以下的低碳钢薄板、高碳钢、铸铁和有色金属及合金。其中C₂H₂/O₂比例不同分为3种火焰，碳化焰对本身含碳量比较高的母材有增碳作用，要搭配起来。

气割是直接把母材烧掉来实现金属切割，需要注意被割材料的要求。

电阻焊就是压力焊，需要注意电焊、缝焊与对焊各自的适用条件，如电焊要求4mm以下薄板，缝焊要求3mm以下密封容器等。

钎焊分为硬钎焊和软钎焊，可以连接异种金属，甚至金属和非金属。硬钎焊的钎料熔点高（分界点：450℃），一般用Cu/Ag，应用于刀具焊接；软钎焊钎料熔点低，用Sn，应用于电子元件和线路。

450℃以上硬钎焊 ⇒ Cu/Ag

450℃以下软钎焊 ⇒ 焊锡 Sn

① Note

气焊

焊接厚度比较低

电弧焊相比，焊接质量差，但胜在方便

减小火焰先少给 O₂ 增大火焰先给乙炔。

- 在实操调整时，如果要减小火焰，先减少氧气，要增大火焰，先增加乙炔

	1.0~1.2 中性焰	碳化焰 O ₂ H ₂ >O ₂ 为碳化	氧化焰 >1.2 >1.2 为氧化
O ₂ /C ₂ H ₂	1.0-1.2	<1.0	>1.2
火焰特性		还原性	氧化性
适用金属	低、中碳钢、 <u>合金钢</u>	高碳钢、铸铁、硬质合金	黄铜

气割

中低C钢。
(合金钢含C也不多)

高C、铸铁、都是高C的
硬质合金

氧化焰

氧气切割主要用于切割碳钢和低合金钢等易于氧化的金属材料。对于不锈钢、铝、铜等不易氧化的金属材料，氧气切割则不适用，因为这些材料在高温下不易形成氧化物，或者形成的氧化物熔点很高，不易被切割。
主要就是因为不能氧化，不好切

要求：

- 金属的燃点应低于熔点，否则切割时金属先熔化变为熔割过程，不能形成整齐的切口
- 燃烧生成的金属氧化物的熔点应低于金属本身的熔点，且流动性好，便于使燃烧生成的氧化物能及时被熔化吹走
- 金属燃烧可以产生大量的热，并且金属导热性低，这样才能保证气割处的金属有足够的预热温度，使切割过程能连续进行

电阻焊

- 点焊：薄板结构
- 缝焊：连续点焊，要求比点焊还薄，用于密封管道和容器
- 对焊：强度要求不高，直径不能太大

切削加工

强烈建议把表6-1、6-3过一下，加工精度这一节很重要。

省流 (by Wbx) ①各种磨精度最高 ③冲压铸造 铸造最次

② 刨次之

表 6-1 常用加工方法相应的尺寸公差等级

加工方法	IT 等级															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1-5 研磨																
5-9 周磨、平磨																
5-8 金刚车、镗																
5-9 拉削																
6-11 铰削																
7-12 车削、镗削																
7-12 铣削																
8-11 刨削、插削																
9-13 钻削																
9-14 冲压																
10-15 压铸																
13-16 砂型铸造																
13-15 自由锻																

省流之 ① 优质 C 含量钢：手动刀具，锯条 ② 合金工具钢：低速成形，丝锥、铰刀

3. 刀具材料和刀具结构

③ 高速钢：中速，形状复杂刀具，钻头 ④ 硬质合金：高速刀具，车刀，铣刀

制造刀具的材料应具有高的硬度、耐磨性和热硬性以及良好的工艺性和经济性。

常用刀具材料分类、主要特性和用途见表 6-3。

表 6-3 常用刀具材料的主要特性和用途

种类	常用牌号	硬度 HRA	抗弯强度 /GPa	热硬性 /°C	相对价格	相对切削成本	工艺性能	用途
优质碳素工具钢	T8A~T13A	81~83	2.16	200	0.3	1.91	可冷热加工成形，刃磨性好	用于手动工具，如锉刀、锯条
合金工具钢	9SiCr, CrWMn	81~83.5	2.35	250~300			可冷加工成形，刃磨性好，热处理变形小	用于低速成形刀具，如丝锥、铰刀
高速钢	W18Cr4V, W6Mo5Cr4V2	82~87	1.96~4.41	550~600	1	1	可冷热加工成形，刃磨性好，热处理变形小	用于中速及形状复杂刀具，如钻头
硬质合金	YG8, YG3, YT5, YT30	89~93	1.08~2.16	800~1000	10	0.27	粉末冶金成形，多镶嵌片使用，性较脆	用于高速切削刀具，如车刀、铣刀

切削运动中，主运动就是转动，进给运动就是轴向运动。

切削用量的三个要素包括

- 切削速度 (刀在工件上所留下痕迹的速度)
- 进给量 (刀片本身的走刀量)
- 背吃刀量 (吃刀深度),

对精加工影响最大的是切削速度
对粗加工, 影响最大的是背吃刀量 / 切削速度

粗加工首先需要考虑背吃刀量, 精加工影响最大的则是切削速度

精度要求越高越耗能.

对刀具耐用度影响程度 切削速度>进给量>背吃刀量

刀具耐用度影响程度: ①切削速度 ②进给量
③背吃刀量

切削工具中, 车刀、刨刀属于单刃刀具, 钻头、铣刀属于多刃刀具 (一道选择题选项)。

切削速度>进给量>背吃刀量

车刀的如下几个参数非常重要:

- 前角大 前刀面与正交面的夹角 精加工, 刀具锋利, 但刀刃强度降低; 省流: 前后角大 ⇒ 精加工
- 后角大 精加工, 减小摩擦;
- 主偏角大 (趋向垂直) 能够减小振动、改善切削条件, 但是刀具散热变差;
- 副偏角大 能减小摩擦, 但表面粗糙度增大;
- 刀倾角正 精加工, 切屑流向待加工表面;
- 刀倾角负 粗加工, 切屑流向已加工表面, 且刀体强度高;
通常, 制作车刀时并没有预先制出前角 (γ_0), 而是靠在车刀上刃磨出排屑槽来获得前角的。
排屑槽也叫断屑槽, 它可以: 折断切屑, 不产生缠绕; 控制切屑的流出方向, 保持已加工表面的精度; 降低切削抗力, 延长刀具寿命。

主偏角大 ⇒ 切削好, 散热差
副偏角大 ⇒ 减小摩擦, 但粗糙度

车削加工 (主要是普车)

普车构成, 这个没有搞懂, 但确实是考了 (这部分没有复习好, 但车床绝对是重点) 只知道用丝杠来车螺纹, 不知道那个螺距具体是看丝杠的还是和工件的比例。

- 车圆锥
 - 实习的时候使用的是转动小拖板法
- 传动系统考了一道选择题的两个选项。
- 三爪卡盘自动定心精度低, 四爪卡盘不能自动定心夹紧力大精度高。
- 顶尖、花盘、心轴、中心架都考了,
- 其中中心架考了整整一道选择题的四个选项

车外圆、车端面、孔加工、车圆锥都有涉及, 但主要是在车外圆和车圆锥上。

偏移尾座法没法车内圆锥面 (锥孔)

车床构成

- 床身
- 主轴箱 (床头箱)
- 进给箱
- 溜板箱
- 拖板 (大中小)
- 刀架: 用来夹持刀具, 并作纵向、横向或斜向的进给运动
- 尾座

- 三爪卡盘: 自动定心, 精度低, 夹紧力小, 适用于中小型规则工件
- 四爪卡盘: 不能自动定心, 夹紧力大, 精度高, 适用于毛坯、不规则、较重工件
- 顶尖
 - 前顶尖在主轴锥孔, 随工件转动
 - 后顶尖在尾座
- 种类:
 - 正顶尖 普通顶尖
 - 活顶尖 精度较高的顶尖
 - 反顶尖
- 花盘
 - 通槽可安装螺栓, 可加角铁
 - 应安装压板, 以防工件变形
- 心轴 避免盘套类工件掉头的径向误差
 - 锥度心轴: 摩擦力小, 不能承受较大切削力, 精加工
 - 圆柱心轴: 摩擦力大, 夹紧力大, 螺母固定, 工件两端面需与孔垂直避免心轴变形
- 中心架: 避免细长轴工件变形, 固定在床身, 3支承爪支承在外圈
- 跟刀架: 细长光轴, 2支承爪可调松紧, 在大拖板侧面随大拖板移动

车端面

1. 车刀刀尖应对准工件中心，否则将在端面中心处车出凸台，并易崩坏刀尖。

2. 车端面时

- 切削速度由外向中心逐渐减少，会影响端面的粗糙度

- 因此，工件速度应比车外圆略高。

- 用 45° 右偏刀车端面时，由外向中心车削时，凸台是瞬间车掉，易产生振动，损坏刀具

- 因此，切削接近中心时，应放慢进给速度。

- 对于有孔的工件，车端面时，常用右偏刀由中心向外进给，这样切削厚度较小，刀刃有前角，因而切削顺利，粗糙度较小。

3. 车削直径较大的端面时，为避免因车刀受刀架移动产生凸出或凹进，可将拖板固定在床身上进行横向切削，背吃刀量用小刀架调节

车螺纹

车外圆

粗加工

使用外圆粗车刀，要求吃刀深，走刀快
前角小、后角小、主偏角小但不能太小

- 保证正确的牙形角

- 车刀的刀尖角应等于牙形角 α

- 车刀刀尖必须与工件中心等高，车刀刀尖角的等分线必须与工件的轴线相垂直

- 保证工件的螺距

- 调整车床和交换齿轮，调节主轴到丝杠的传动比

- 在工件旋转一周时，车刀准确移动一个螺距



钻削、铣削和磨削

钻削、刨削考了什么没印象了。

铣削考了铣床的主要附件（平口钳、回转工作台、万能立铣头、万能分度头）不包括哪个，lz选的万能铣头。

高速铣削相对普通铣削的优势也是考到了的，注意切削热少，加工精度高。

磨削出乎我意料的考了非常多的题目，刚好在lz的复习盲区。所以还是建议大家看一下磨床和砂轮的知识，比如有道选择题考的是砂轮硬度是指什么。

Note

砂轮硬度

砂轮硬度是指砂轮中磨料颗粒结合剂的结合强度，它决定了磨料颗粒在磨削过程中从砂轮表面脱落的难易程度。砂轮硬度是影响磨削性能和加工效果的重要因素之一。

砂轮硬度的分类

砂轮硬度通常分为以下几类：

1. 软砂轮：磨料颗粒容易从砂轮表面脱落，适合于磨削软材料或需要大量磨料参与切削的场合。

钻削

钻削加工是钻头作旋转的主运动，同时钻头本身又作轴向的进给运动

- 麻花钻：有两条对称的主切削刃，如刃磨时两条主切削刃不相等，则所钻孔直径要大于钻头直径
- 钻孔过程容易引偏使孔径容易增大

扩孔、铰孔、镗孔

- 扩孔：孔加工的最后工序或作为铰孔前的准备工序
- 铰孔：精加工
- 镗孔：精加工，用于箱体、机架等结构复杂的中、大型零件上孔与孔之间的加工，容易保证孔与孔之间、孔与基准面之间的尺寸精度及位置精度

铣削

- 铣床
 - 铣刀：圆柱铣刀、端铣刀（可铣平面斜面垂直面）等
 - 平口钳
 - 回转工作台：对较大工件进行分度，或加工具有圆弧表面和圆弧形腰槽的零件
 - 万能立铣头
 - 万能分度头： $n=40/Z$, n为分度手柄圈数，40为分度头定数，Z为工件的等分数
- 铣齿轮：单件小批量生产、精度低的齿轮
- 铣削与刨削相比，除狭长平面外，生产率高
 - 其主要原因是由于铣刀是由多齿和多刃组成，铣削工作同时由参加工作的几个刀齿和刀刃承担，切削用量大，刀齿与工件接触时间短，刀具冷却条件好，铣刀的耐用度高，所以铣削具有较高的生产率及加工精度

磨削

磨床

内外圆磨床

普通外圆磨床 vs 万能外圆磨床 \Rightarrow 万能可磨内圆柱、内圆锥。

- 普通外圆磨床：只能加工外圆柱、外圆锥、端面
- 万能外圆磨床：外圆柱、外圆锥、端面 内圆柱、内圆锥
 - 包含床身、砂轮架、头架（主轴箱，装夹工件）、尾架、工作台
- 内圆磨床：端面、内圆柱、内圆锥

平面磨床

特点

- 能加工硬度很高的材料
- 能获得高精度和低粗糙度的加工表面
- 磨削温度高（冷却液还可起到排屑和润滑作用）
- 磨削时径向力很大
- 砂轮具有“自锐性”

磨削过程是切削、刻划和滑擦三种过程的综合

切削、刻划和滑擦三种过程的综合

磨削运动

- 主运动——指砂轮的旋转运动
- 进给运动：
 - 平面磨削的进给运动：
 - 纵向进给：工作台带动工件的往复直线运动
 - 垂直进给：砂轮向工件深度方向的移动
 - 横向进给：砂轮沿其轴线的间隙运动。
 - 外圆磨削进给运动：
 - 圆周进给：工件的旋转
 - 纵向进给：工作台带动工件的往复直线运动
 - 横向进给：砂轮向工件轴心的移动。

2. 中等硬度砂轮：磨料颗粒的脱落速度适中，适合于大多数常规磨削作业。

3. 硬砂轮：磨料颗粒不易脱落，适合于磨削硬材料或需要保持砂轮形状稳定性的场合。

砂轮硬度的影响因素

砂轮的硬度受以下因素影响：

- 结合剂类型：结合剂是将磨料颗粒固定在砂轮上的材料，如树脂、陶瓷、橡胶等。不同类型的结合剂具有不同的硬度和强度。
- 磨料颗粒的固定程度：磨料颗粒与结合剂的结合强度越高，砂轮硬度越高。
- 磨料颗粒的粒度：粒度越细的磨料颗粒，其固定在砂轮上的难度越大，因此细粒度的砂轮通常硬度较低。*因为越细越难固定。*

砂轮硬度的选择

选择合适的砂轮硬度对于磨削加工至关重要，它直接影响到磨削效率、工件表面质量以及砂轮的使用寿命。以下是一些选择砂轮硬度的指导原则：

- 注意是 硬 vs 软；软 vs 高。*
- 工件材料硬度：加工硬材料时，应选择硬度较高的砂轮；加工软材料时，应选择硬度较低的砂轮。*磨削力度/深度大时应选硬且较高砂轮，仍然“强” vs “强”*
 - 磨削条件：磨削深度大、磨削力强时，应选择硬度较高的砂轮；磨削深度小、磨削力弱时，可选择硬度较低的砂轮。
 - 磨削效率和表面质量：需要高磨削效率时，可选择硬度较高的砂轮；需要高表面质量时，应选择硬度适中的砂轮。*高质量→细/低硬度；高效率→硬度高的速度快*
 - 砂轮的磨损情况：砂轮磨损快时，可能需要选择硬度较高的砂轮；磨损慢时，可选择硬度较低的砂轮。

正确选择砂轮硬度，结合适当的磨削参数，可以有效提高磨削加工的效率和质量。在实际应用中，应根据具体的加工要求和工件材料特性，选择最合适的砂轮硬度。

钳工

划线也出乎我意料的考了非常多，比如划线到底正不正式、又大又不规则的工件用什么支承工具（千斤顶）等。錾削虽然书上只有两页，但是还是考了两道题，具体是啥因为没复习到印象不深刻。

Note

錾削

錾削是一种传统的金属加工技术，属于手工锻造工艺的一部分。它主要通过使用錾子（一种带有锋利刃口的工具）和锤子来对金属进行加工，以去除多余的金属、修整形状或进行表面处理。錾削通常在金属加热到一定温度后进行，这样可以降低金属的硬度，使其更容易被錾子切割。

划线

- 通过划线合理分配加工余量 亦称借料
- 划出的线条有一定的宽度，划线误差0.25-0.5mm，因此通常不能以划线操作为确定最终尺寸的依据 而是在加工过程中通过测量来控制尺寸精度

划线工具

基准工具

- 划线平板或平台

支撑工具

- 方箱：夹持、用于加工尺寸较小而加工面较多的零件
- 千斤顶：工件较大时，可用千斤顶在平板上支撑
- V形铁：碳钢制成，支撑圆柱形工件
- 角铁 配合压板使用，垂直

划线工具

- 划针：在工件表面划线
- 划卡：确定轴和孔的中心位置
- 划针盘：立体划线和校正工件
- 划规：圆、量取尺寸、等分线段
- 高度游标尺：不可对毛坯划线，怕损坏

选择划线基准的原则

- 选择工件的设计基准作为划线基准
- 有重要孔，以孔轴线作为划线基准
- 没有重要孔，选较大平面作为划线基准
- 有已加工的平面，以此面作为划线基准

选择设计基准作为划线基准

- 油槽錾
- 錾削常用手锤0.5kg，全长300mm

錾削方法

- 平面錾削法：起錾、錾削、錾出
- 槽錾削法

錾削

錾子

- 碳素工具钢，刃部经淬火和回火
- 平錾 扁錾
- 尖錾 窄錾

錾削的主要步骤包括：

1. 加热金属：将需要加工的金属工件加热到适当的温度，通常在锻造温度范围内，以便于錾削。
2. 定位和固定：将加热后的金属工件放置在工作台上，并使用夹具或固定装置将其固定，以确保在錾削过程中工件不会移动。
3. 使用錾子和锤子：操作者使用锤子敲击錾子的柄部，利用錾子的刃口对金属进行切割或修整。錾削时，操作者需要根据需要加工的形状和尺寸，调整錾子的角度和位置。
4. 去除多余金属：通过錾削，可以去除金属表面的多余部分，或者对金属表面进行修整，以达到所需的形状和尺寸。
5. 冷却和后续处理：錾削完成后，工件需要冷却。根据需要，可能还需要进行后续的热处理、打磨或抛光等处理。

錾削是一种非常灵活的加工方法，适用于小批量生产或对精度要求不高的场合。它能够实现对金属的精细加工，但效率相对较低，且需要操作者具有一定的技能和经验。随着现代机械加工技术的发展，錾削在工业生产中的应用已经逐渐减少，但在一些特定的金属工艺和艺术加工领域，如金属雕塑、传统工艺制作等，錾削仍然是一种重要的加工手段。

锯削非常经典。无论是软厚用粗齿、硬薄用细齿，还是 $10\sim15$ 的起锯角，往返长度超过 $2/3$ ，都在选项中出现过。锉削今年只考了交叉锉跟什么有关，在①②③④里选。

① Note

交叉锉（Cross Cut File）是一种具有交叉排列的锉齿的锉刀，它在金属加工和木工中被广泛使用。这种锉刀的设计使得它在两个方向上都能有效地去除材料，因此得名“交叉锉”。交叉锉的齿形设计使其在横向和纵向都能进行锉削，非常适合于去除金属表面的毛刺、平整表面或进行精细的锉削工作。

交叉锉的特点：

1. 齿形排列：交叉锉的齿形是交叉排列的，这种排列方式使得锉刀在两个方向上都能有效地去除材料。这种设计使得交叉锉在进行横向和纵向锉削时都能保持良好的切削性能。
2. 齿形角度：交叉锉的齿形角度通常设计为45度或60度，这种角度有助于提高锉削效率，同时减少材料的粘附。
3. 齿形深度：齿形的深度决定了锉刀的切削能力。较深的齿形适合于去除大量材料，而较浅的齿形则适合于精细的锉削工作。
4. 齿形密度：齿形的密度决定了锉刀的切削速度和表面粗糙度。齿形密度越高，锉削速度越快，但表面可能越粗糙；齿形密度越低，锉削速度越慢，但表面越光滑。

接前页

槽鑿

- 鑿削常用手锤0.5kg，全长300mm

鑿削方法

- 平面鑿削法：起鑿、鑿削、鑿出
- 槽鑿削法

锯削非常经典。无论是软厚用粗齿、硬薄用细齿，还是10~15的起锯角，往返长度超过2/3，都在选项中出现过

锉削今年只考了交叉锉跟什么有关，在①②③④里选。

① Note

锯削

- 锯条
 - 碳素工具钢，淬火和回火，58~62HRC
 - 常用锯条长300mm、宽12mm、厚0.8mm
 - 粗齿、中齿和细齿
 - 装在锯弓上，锯齿向前，松紧适当，不能歪斜和扭曲
 - 选用齿越细-材料越硬越薄
 - 粗齿：软材料（如铜、铝等有色金属）及厚工件
 - 中齿：普通钢、铸铁及中等厚度的工作
 - 细齿：较硬的材料（如中碳钢、合金钢等）或较薄的工作（如板料、钢管等）
- 锯削方法
 - 起锯角应小于15°，并用左手拇指靠住锯条，锯弓作往复运动，左手施力，右手推进，用力要均匀；返回时，锯条轻轻地滑过加工面，速度不宜太快
 - 锯削开始和终了时的压力和速度均应减少
 - 锯条长度应充分利用，即往返长度不应少于2/3，以免局部过早磨损
 - 锯缝如有歪斜，不可强扭，应将工件翻转90°，重新起锯

锉削

锉刀

- 碳素工具钢，淬火和回火，58~62HRC
- 按用途分类：普通锉刀、整形锉刀（又称什锦锉）和特种锉刀

- 按齿纹分为粗齿（每10mm有4~12齿）、中齿（每10mm有13~24齿）、细齿（每10mm有30~40齿）和油光锉（每10mm有40齿以上）
- 选用
 - 粗齿：粗加工及锉削较软的材料（如铜、铝等）
 - 中齿：粗锉后的加工
 - 细齿：锉光表面及锉削较硬的材料（如钢、铸铁等）
 - 油光锉刀：精锉后的表面修光
 - 整形锉刀很小、形状很多，主要用于修整精密细小的零件
 - 特种锉刀用于加工特形表面

锉削方法

- 锉刀水平为原则
- 交叉锉：粗加工，生长率高
- 顺向锉：精加工锉平和锉光
- 推锉：修光，适用于锉削细长工件及台阶面
- 圆弧面
 - 顺挫（粗）
 - 滚挫（精，外圆弧）

交叉锉（Cross Cut File）是一种具有交叉排列的锉齿的锉刀，它在金属加工和木工中被广泛使用。这种锉刀的设计使得它在两个方向上都能有效地去除材料，因此得名“交叉锉”。交叉锉的齿形设计使其在横向和纵向都能进行锉削，非常适合于去除金属表面的毛刺、平整表面或进行精细的锉削工作。

交叉锉的特点：

- 齿形排列：交叉锉的齿形是交叉排列的，这种排列方式使得锉刀在两个方向上都能有效地去除材料。这种设计使得交叉锉在进行横向和纵向锉削时都能保持良好的切削性能。
- 齿形角度：交叉锉的齿形角度通常设计为45度或60度，这种角度有助于提高锉削效率，同时减少材料的粘附。
- 齿形深度：齿形的深度决定了锉刀的切削能力。较深的齿形适合于去除大量材料，而较浅的齿形则适合于精细的锉削工作。
- 齿形密度：齿形的密度决定了锉刀的切削速度和表面粗糙度。齿形密度越高，锉削速度越快，但表面可能越粗糙；齿形密度越低，锉削速度越慢，但表面越光滑。

交叉锉的应用：

1. **金属加工**: 在金属加工中，交叉锉用于去除金属表面的毛刺、平整表面或进行精细的锉削工作。它特别适合于需要在两个方向上进行锉削的场合。
2. **木工**: 在木工领域，交叉锉可以用于去除木材表面的毛刺、平整木材表面或进行精细的锉削工作。它特别适合于需要在两个方向上进行锉削的场合。
3. **模型制作**: 在模型制作和手工艺品制作中，交叉锉可以用于精细的锉削工作，以达到所需的形状和尺寸。
4. **工具维护**: 交叉锉还可以用于维护和修理工具，如去除工具上的锈迹、平整工具表面或进行精细的锉削工作。

攻丝和套丝又是重点，而可怜的lz又没有复习到。丝锥、板牙的一系列说明还是要看的。装配今年考的是车床的主轴箱属于什么装配（部件装配）。好像还考了CAD包不包括装配设计。

(i) Note

攻丝

工具

- **丝锥**: 2~3支一组，头锥、二锥、三锥
- **铰杠**: 夹持、扳转丝锥，应与丝锥匹配

攻丝前需要钻孔，一般钻孔的孔径应略大于螺纹内径 *钻孔孔径应略大于螺纹内径*。

钻孔直径 d 可用经验公式计算或查表确定。

- 塑性材料（钢、紫铜等） $d=D-P$
- 脆性材料（铸铁、青铜等） $d=D-(1.05\sim1.1)P$

式中：D——大螺纹直径；P——螺距。

- 攻盲孔（不通孔）螺纹时孔的深度=要求螺纹的长度+0.7D。
- 将钻好的孔倒角，把头锥装在铰杠上，两手加压（大小合适）进行攻丝
- 注意要保持丝锥垂直，旋转一周后，要倒转
- 钻通孔螺纹时，注意丝锥切削部分要完全伸出孔端，然后用二锥、三锥完善螺孔

套丝

- 工具：板牙、板牙架

套扣前应检查圆杆直径，圆杆直径太大，板牙难以套入；太小则套出的螺纹牙形不完整。

圆杆直径D也可经验公式计算或查表来确定。 $D=d-0.13P$

式中：d——外螺纹外径； P——螺距。

一般材料韧性愈大，则圆杆直径愈小。

- 套扣前，圆杆的端面要倒角，倒角深度要超过螺纹全深。
- 套扣的操作与攻丝很相似，两手施力应均匀，保持板牙架手柄与圆杆垂直。

装配

- 分类
 - 组件装配：两个以上零件安装在一个基础件上组合为组件
 - 部件装配：组件、零件安装在另一个基础件上组合成独立部件
 - 总装配：部件、组件、零件安装在另一个较大较重的基础零件上组合成整台机器
- 典型零件装配
 - 平键连接
 - 滚珠轴承
 - 螺纹连接件

数车

这里建议大家复习12-2、12-3的表格，以及线下作业的代码例子。最后五道题中有八分都涉及数车的指令，其中一道考的是指令纠错，比如把顺转（M03或者G02）说反，槽多切了1mm等

(i) Note

G代码（准备功能）

G代码用于指定机床的运动模式和操作方式。它们告诉机床执行特定的运动或操作，如直线插补、圆弧插补、快速定位等。

G00 快速

G01 直线

G02 顺时针

G03 逆时针

- G00：快速定位，用于快速移动刀具到指定位置
- G01：直线插补，用于以恒定速度沿直线路径移动刀具
- G02：顺时针圆弧插补，用于沿顺时针方向进行圆弧运动
- G03：逆时针圆弧插补，用于沿逆时针方向进行圆弧运动
- G28：返回参考点，用于将刀具移动到机床的参考点
- G90：绝对编程，表示后续的坐标值是相对于原点的绝对位置
- G91：增量编程，表示后续的坐标值是相对于当前位置的增量

S代码（主轴速度）

S代码用于设定主轴的转速。它通常与M代码一起使用，以控制主轴的启动和停止。S代码后面通常跟随一个数值，表示主轴的转速（单位为转/分钟）。

- S1000：设定主轴转速为1000转/分钟

M代码（辅助功能）

M代码用于控制机床的辅助功能，如主轴的启动和停止、冷却液的开关、刀具的更换等。M代码后面通常跟随一个数值或字母，表示特定的辅助功能。

- M03：主轴正转 M03 正转
- M04：主轴反转 M04 反转
- M05：主轴停止 M05 主轴停止
- M06：刀具更换
- M08：冷却液开启
- M09：冷却液关闭

T代码（刀具选择）

T代码用于选择和激活特定的刀具。在数控机床上，每把刀具都有一个唯一的编号，T代码后面跟随的数值即为刀具的编号。

- T01：选择刀具号为01的刀具
- T1D1

F代码（进给率）

在实际编程中，G、S、M、T代码通常会组合使用，以实现复杂的加工任务。例如，一个典型的数控程序行可能包含G代码、S代码、M代码和T代码，如：

```
1 | G00 X0 Y0 Z0 S1500 M03 T01
```

这行代码表示快速移动刀具到原点（X0, Y0, Z0），设置主轴转速为1500转/分钟，启动主轴正转，并选择刀具号为01。

预习作业回顾

序号	主程序	注释
1.	G95;	旋转进给率,毫米/转
2.	T1D1;	调用 1 号外圆车刀
3.	M03 S800;	主轴正转 , 转速 800r/min
4.	G00 X42 Z5	快速移动到循环起点
5.	CYCLE95 (" 02 ", 1, 0, 0.5, 0, 0.2, 0, 0.1, 9, 0, 0, 2);	毛坯循环 , CYCLE95 (NPP 轮廓子程序名 , MID 进给深度 , FALZ 精加工余量 Z 向 , FALX 精加工 余量 X 向 , FAL 精加工余量 , FF1 粗加工 进给 , FF2 插入进给 , FF3 精加工进给 , VARI 加工类型 , DT 停顿时间 , DAM 路径长度 , VRT 退回行程)
6.	G00 X100 Z100;	退刀
7.	M05;	主轴停止
8.	T2D2;	调用 2 号切槽刀 , 分两次车
9.	M3 S400;	主轴正转 , 转速 400r/min
10.	G00 X27 Z-25;	车槽(DE 段) , 第一刀定位
11.	G01 X23 F0.05;	第一刀车削进给
12.	G00 X27;	第一刀退刀
13.	G00 Z-2;	第二刀定位
14.	G01 X23 F0.05;	第二刀车削进给
15.	G00 X40;	第二刀退刀
16.	G00 X100 Z100;	退刀
17.	M30;	程序结束

序号	子程序 02.iso	注释
1.	G01 X21 Z0;	从循环起点沿直线车削到 A 点
2.	G01 X25 Z-2;	车倒角 (AB 段)
3.	Z-25;	车 Ø25 外圆 (BF 段)
4.	X30 Z-40;	车圆锥面 (FG 段)
5.	Z-55;	车 Ø30 外圆 (GH 段)
6.	CR=5 : G03 X40 Z-60 CR=5	车圆弧 (HI 段) , i5 指定半径的字符是 CR=
7.	G01 Z-80;	车 Ø40 外圆 (IJ 段)

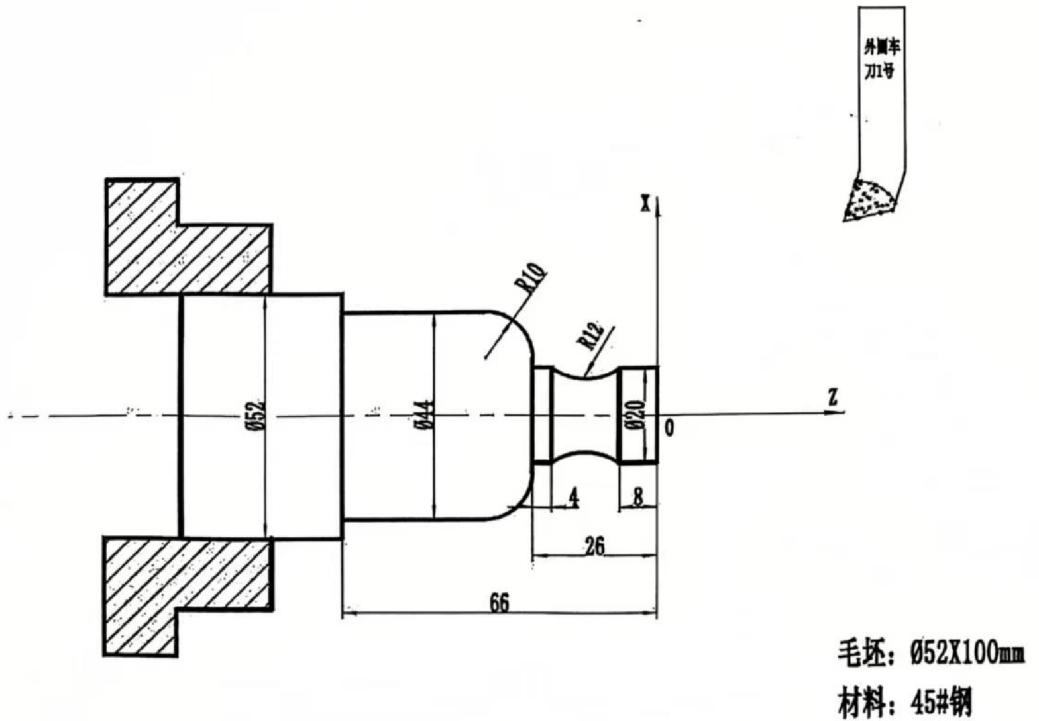


图 3

3. 编程题 : 请使用 i5 数控系统指令编写图 3 所示零件程序 , 毛坯为 45# 钢 , 直径 Ø52mm , 参数合理自定。

```

G95;
T1D1;
M03 S800;
G00 X52 Z5;
CYCLE95("03", 1, 0, 0.5, 0, 0.2, 0, 0.1, 9, 0, 0, 2);
G00 X100 Z100
M30
3 程序 03.i50
G01 X20 Z0;
Z-8
G02 X20 Z-22 CR=12;
G01 Z-26;
X24;
G03 X44 Z-36 CR=104;
G01 Z-66;

```

表12-2

表 12-2 准备功能 G 指令代码

代码	功能保持到被取消或被同样字母表示的程序指令所代替	功能仅在所出现的程序段内有作用	功能	代码	功能保持到被取消或被同样字母表示的程序指令所代替	功能仅在所出现的程序段内有作用	功能
G00	a	—	点定位	G51	#(d)	#	刀具偏置+/-
G01	a	—	直线插补	G52	#(d)	#	刀具偏置-/0
G02	a	—	顺时针方向圆弧插补	G53	f	—	直线偏移注销
G03	a	—	逆时针方向圆弧插补	G54	f	—	直线偏移 X
G04	—	*	暂停	G55	f	—	直线偏移 Y
G05	#	#	不指定	G56	f	—	直线偏移 Z
G06	a	—	抛物线插补	G57	f	—	直线偏移 XY
G07	#	#	不指定	G58	f	—	直线偏移 XZ
G08	—	*	加速	G59	f	—	直线偏移 YZ
G09	—	*	减速	G60	h	—	准确定位 1(精)
G10~G16	#	#	不指定	G61	h	—	准确定位 2(中)
G17	c	—	XY 平面选择	G62	h	—	快速定位(粗)
G18	c	—	ZX 平面选择	G63	—	*	攻丝
G19	c	—	YZ 平面选择	G64~G67	#	#	不指定
G20~G32	#	#	不指定	G68	#(d)	#	刀具偏置, 内角
G33	a	—	螺纹切削, 等螺距	G69	#(d)	#	刀具偏置, 外角
G34	a	—	螺纹切削, 增螺距	G70~G79	#	#	不指定
G35	a	—	螺纹切削, 减螺距	G80	e	—	固定循环注销
G36~G39	#	#	永不指定	G81~G89	e	—	固定循环
G40	d	—	刀具补偿/刀具偏置注销	G90	j	—	绝对尺寸
G41	d	—	刀具补偿(左)	G91	j	—	增量尺寸
G42	d	—	刀具补偿(右)	G92	—	*	预置寄存
G43	#(d)	#	刀具偏置(正)	G93	k	—	时间倒数, 进给率
G44	#(d)	#	刀具偏置(负)	G94	k	—	每分钟进给
G45	#(d)	#	刀具偏置+/-	G95	k	—	主轴每转进给
G46	#(d)	#	刀具偏置+/-	G96	I	—	恒线速度
G47	#(d)	#	刀具偏置-/-	G97	I	—	每分钟转数(主轴)
G48	#(d)	#	刀具偏置-/+	G98~G99	#	#	不指定
G49	#(d)	#	刀具偏置 0/+				
G50	#(d)	#	刀具偏置 0/-				

表12-3

表 12-3 辅助功能 M 代码

代码	在程序段指令运动同时开始	在程序段指令运动完成后开始	功能保持到被注销或适当程序指令所代替	功能仅在所出现的程序段内有作用	功能	代码	在程序段指令运动同时开始	在程序段指令运动完成后开始	功能保持到被注销或适当程序指令所代替	功能仅在所出现的程序段内有作用	功能
M00		*	*	*	程序停止	M32~M35	#	#	#	#	不指定
M01		*	*	*	计划停止	M36	*		#		进给范围 1
M02		*	*	*	程序结束	M37	*		#		进给范围 2
M03	*	*	*	*	主轴顺方向	M38	*		#		主轴速度范围 1
M04	*	*	*	*	主轴逆方向	M39	*		#		主轴速度范围 2
M05	#	#	*	*	主轴停止	M40~M45	#	#	#	#	如需要可作齿轮换挡
M06	#	#	*	*	换刀						不指定
M07	*	*	*	*	2号冷却液开	M46~M47	#	#	#	#	
M08	*	*	*	*	1号冷却液开	M48		*	*	*	注销 M49
M09		*	*	*	冷却液关	M49	*		#		进给率修正旁路
M10	#	#	*	*	夹紧	M50	*		#		3号冷却液开
M11	#	#	*	*	松开	M51	*		#		4号冷却液开
M12	#	#	#	#	不指定	M52~M54	#	#	#	#	不指定
M13	*	*	*	*	主轴顺方向冷却液开	M55	*		#		刀具直线位移,位置 1
M14	*	*	*	*	主轴逆方向冷却液开	M56	*		#		刀具直线位移,位置 2
M15	*	*	*	*	正运动	M57~M59	#	#	#	#	不指定
M16	*	*	*	*	负运动	M60	*	*	*	*	更换工作
M17~M18	#	#	#	#	不指定	M61	*		*		工件直线位移,位置 1
M19	*	*	*	*	主轴定向停	M62	*		*		工件直线位移,位置 2
M20~M29	#	#	#	#	永不指定	M63~M70	#	#	#	#	不指定
M30	*	*	*	*	纸带结束	M71	*		*		工件角度位移,位置 1
M31	#	#	*	*	互锁旁路	M72	*		*		工件角度位移,位置 2
						M73~M89	#	#	#	#	不指定
						M90~M99	#	#	#	#	永不指定

特种加工

特种加工考的数量也出乎意料。比如电子束、离子束和超声波能不能加工金属材料的问题，考场上看到真的是一脸懵逼。

电火花只能加工导电材料（半导体也算）

(i) Note

电子束、离子束和超声波能不能加工金属材料的问题

是的，电子束、离子束和超声波都可以用来加工金属材料，每种方法都有其独特的应用和优势。

电子束加工

电子束加工是一种利用高能电子束对材料进行加工的技术。电子束可以聚焦成非常小的点，因此具有很高的能量密度。电子束加工通常用于以下方面：

- **电子束焊接**：通过高能电子束的热效应，可以实现金属材料的精确焊接，尤其适用于难以焊接的材料或精密部件。
- **电子束切割**：电子束可以用来切割金属材料，尤其适合于切割厚板或复杂形状的零件。
- **表面改性**：通过电子束照射，可以改变金属表面的微观结构，提高其耐磨性、耐腐蚀性等性能。

离子束加工

离子束加工是一种利用高能离子束对材料进行加工的技术。离子束加工可以分为离子束刻蚀和离子束注入两种主要方式：

- **离子束刻蚀**：通过离子束的物理撞击作用，可以去除材料表面的原子，实现精细的表面加工或图案化。
- **离子束注入**：通过将离子注入到材料表面，可以改变材料表面的化学成分和微观结构，从而改善材料的性能。

离子束加工特别适合于半导体材料的加工，以及在材料表面形成特定的化学和物理性质。

超声波加工

超声波加工是一种利用超声波振动能量对材料进行加工的技术。超声波加工通常用于以下方面：

- **超声波切割**：利用超声波振动的刀具进行切割，适用于切割硬质材料，如玻璃、陶瓷、硬质合金等。
- **超声波钻孔**：通过超声波振动的钻头进行钻孔，适用于加工小孔或深孔。
- **超声波抛光**：利用超声波振动的工具进行抛光，可以提高工件表面的光洁度。

超声波加工的特点是加工过程温和，不会产生大量的热量，适合于精密加工和对热敏感材料的加工。

电解加工考了一个什么材料能够适用的选项

① Note

电解加工（Electrochemical Machining, ECM）是一种利用**电化学反应去除材料**的非传统加工方法。它适用于**加工各种导电材料**，尤其是那些难以通过传统机械加工方法加工的材料。电解加工特别适合于以下类型的材料：

1. **硬质材料**: 如硬质合金、不锈钢、钛合金等, 这些材料硬度高, 机械加工困难, 但电解加工可以有效去除。
2. **高熔点材料**: 如钨、钼等, 这些材料的熔点非常高, 传统加工方法难以加工, 而电解加工不受材料熔点的限制。
3. **复杂形状零件**: 对于具有复杂形状和内腔的零件, 电解加工可以实现无接触加工, 避免了传统机械加工中刀具难以进入的问题。
4. **高精度要求零件**: 电解加工可以实现高精度的尺寸控制和表面光洁度, 适用于精密零件的加工。
5. **易碎材料**: 如玻璃、陶瓷等, 这些材料在机械加工时容易碎裂, 而电解加工可以避免这种问题。

激光加工可以加工深而窄的小缝微孔, 而且可以切割很多金属和非金属

其余的特种加工都有涉及, 而内容却只有几页, 复习的性价比很高

① Note

第十三章 特种加工

浙江大学
工程训练中心

- ◆ 加工用的工具材料可以低于被加工材料的硬度;
- ◆ 加工过程中工具和工件之间不存在显著的机械切削力。

□ 特种加工种类

- ◆ 按其能量来源和工作原理的不同, 在生产中应用较多的可分为电火花加工、电解加工、激光加工、超声波加工和一些新兴的特种加工。

□ 电火花加工

- ◆ 电火花加工是利用工具电极和工件两极之间脉冲放电时产生的电腐蚀现象对工件进行尺寸加工的加工方法。
- ◆ 电火花加工的主要特点是脉冲放电的能量密度很高, 可以加工用常规机械加工方法难以加工或无法加工的材料和形状。加工时, 工具电极与工件不直接接触, 两者之间的宏观作用力小, 不受工具和工件刚度限制, 有利于实现微细加工, 而且工具电极材料不需比被加工的工件材料硬, 因此工具电极制造容易。

□ 特种加工的能源形式

- ◆ 特种加工一般按照利用的能量形式分类如下：
- ◆ 电、热能：电火花加工、电子束加工、等离子弧加工；
- ◆ 电、机械能：离子束加工；
- ◆ 电、化学能：电解加工；电解抛光；
- ◆ 电、化学、机械能：电解磨削、电解珩磨、阳极机械磨削；
- ◆ 光、热能：激光加工；
- ◆ 化学能：化学加工、化学抛光；
- ◆ 声、机械能：超声波加工；
- ◆ 机械能：磨料喷射加工、磨料流加工、液体喷射加工。

60

3D打印

3D打印=快速成型=增材制造。光固法的精度最高。其余的看一看教材和ppt就行

CAD/CAM

因为lz没用过solidworks等主流CAD，只用过1个小时的UG（而且当时CAD我们组没有一个人完成全部流程），所以看教材也是寸步难行，好在今年没有考多少。（好的那我也不理了嘻嘻）