

## 一、零件的分析

### 1.1 轴的作用

轴的主要作用是支承回转零件及传递运动和动力。按照轴的承受载荷不同，轴可分为转轴、心轴和传动轴三类。工作中既承受弯矩又承受扭矩的轴成为转轴，只承受弯矩的轴称为心轴，只承受扭矩而不承受弯矩的轴称为传动轴。

### 1.2 轴的工艺分析

该轴主要采用 40Cr 钢能承受一定的载荷与冲击。此轴为阶梯轴类零件，尺寸精度，形位精度要求均较高。 $\Phi 21$ ， $\Phi 22.5$ ， $\Phi 24$ ， $\Phi 22.55$  为主要配合面，精度均要求较高，需通过磨削得到。轴线直线度为  $\phi 0.01$ ，两键槽有同轴度要求。在加工过程中须严格控制。

〈1〉该轴采用合金结构钢 40Cr，中等精度，转速较高。经调质处理后具有良好的综合力学性能，具有较高的强度、较好的韧性和塑性。

〈2〉该轴为阶梯轴，其结构复杂程度中等，其有多个过渡台阶，根据表面粗糙度要求和生产类型，表面加工分为粗加工、半精加工和精加工。加工时应把精加工、半精加工和粗加工分开，这样经多次加工以后逐渐减少了零件的变形误差。

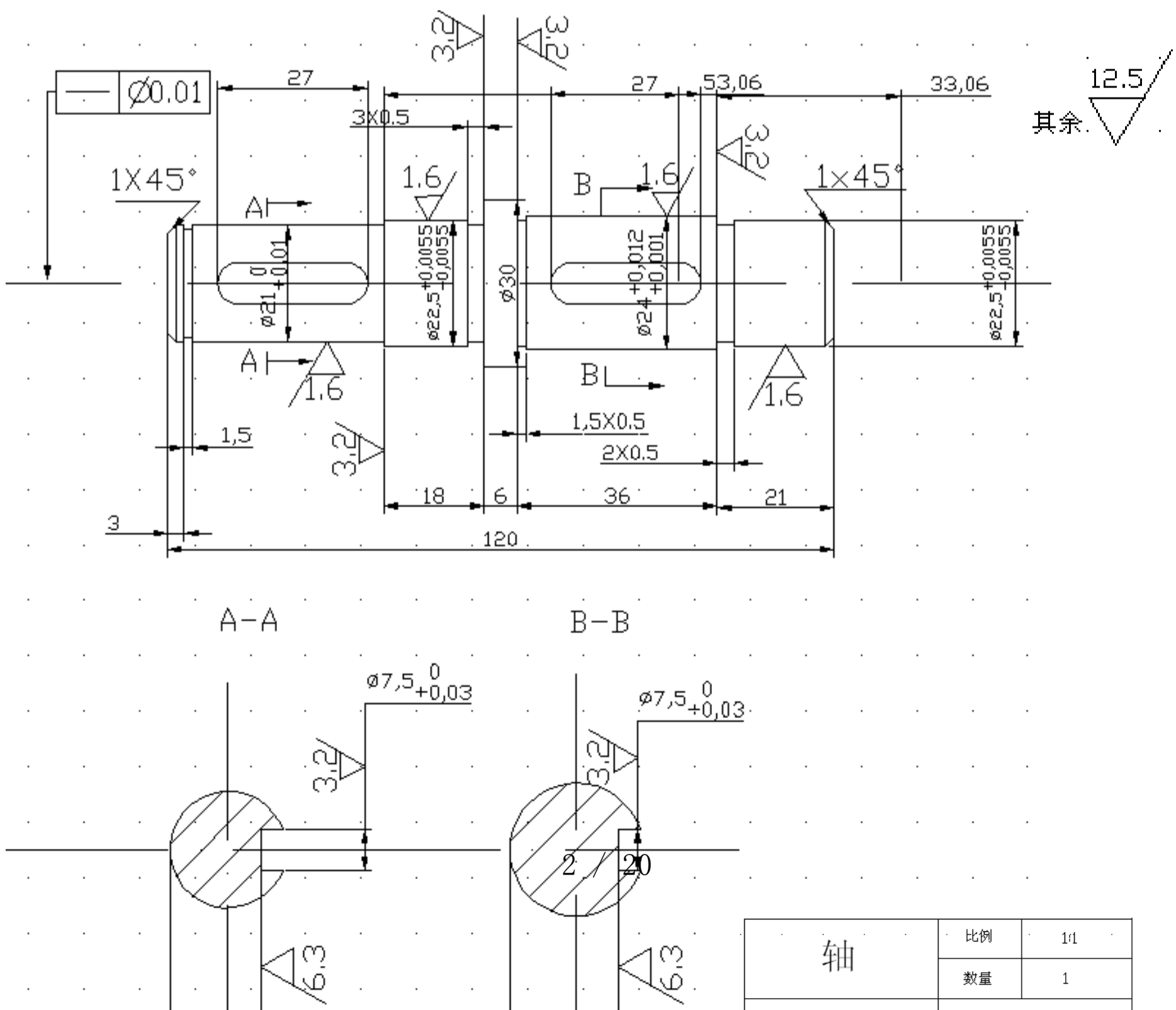
〈3〉零件毛坯采用模锻，锻造后安排正火处理。

〈4〉该轴的加工以车削为主，车削时应保证外圆的同轴度。

〈5〉在精车前安排了热处理工艺，以提高轴的疲劳强度和保证零件的内应力减少，稳定尺寸、减少零件变形。并能保证工件变形之后能在半精车时纠正。

<6> 同一轴心线上各轴孔的同轴度误差会导致轴承装置时歪斜，影响轴的同轴度和轴承的使用寿命。在两端面钻中心孔进行固定装夹可以有效防止径向圆跳动、保证其同轴度。

零件图如下



轴的各表面粗糙度、公差及偏差见表一

加工表面	尺寸及偏差 (mm)	公差及精 度等级	表面粗糙度 Ra( $\mu\text{m}$ )	形位公差
轴段 1		IT6	1.6	轴线直线度为 
轴段 2		IT8	1.6	轴线直线度为 
轴段 2 端 面			3.2	
轴段 3		未注	12.5	轴线直线度为 
轴段 3 端 面			3.2	
轴段 4		IT6	1.6	轴线直线度为

轴段 4 端 面			3.2	
轴段 5		未注	1.6	轴线直线度为 
键槽 2		IT7	3.2	
键槽 5		IT7	3.2	

表一

## 二、工艺规程设计

### 2.1 确定毛坯的制造形式

阶梯轴材料为 40Cr 钢，要求强度较高，且工件的形状比较简单，毛坯精度低，加工余量大，因年产 5000 件，所以达到批量生产水平。综合考虑，采用锻件，其锻造方法为模锻，毛坯的尺寸精度要求为 IT12 以下。

### 2.2 定位基准的选择

正确的选择定位基准是设计工艺过程中的一项重要内容，也是保证加工精度的关键，定位基准分为精基准和粗基准，以下为定位基准的选择。

粗基准的选择。

#### <1> 粗基准的选择

应能保证加工面与非加工面之间的位置精度，合理分配各加工面的余量，为后续工序提供精基准。所以为了便于定位、装夹和加工，可选轴的外圆表面为定位基准，或用外圆表面和顶尖孔共同作为定位基准。用外圆表面定位时，因基准面加工和工作装夹都比较方便，一般用卡盘装夹。为了保证

重要表面的粗加工余量小而均匀，应选该表面为粗基准，并且要保证工件加工面与其他不加工表面之间的位置精度。按照粗基准的选择原则，选择次要加工表面为粗基准。又考虑到阶梯轴的工艺特点，所以选择  $\phi 30$  的外圆及一端面为粗基准。

## 〈2〉精基准的选择

根据轴的技术要求，轴的中心线为设计基准，也是测量基准，按照基准重合原则及加工要求，应选轴心线及一端面为精基准，其他各面都能以此为定位，从而也体现了基准统一的原则。

### 2.3 拟定轴的工艺路线

#### 2.3.1 零件表面加工方法的选择

本零件的加工面有外圆、端面、键槽等，材料为 40Cr，参考有关资料，加工方法选择如下：

□  $\phi 30$  外圆面：为未注公差尺寸，表面粗糙度为  $Ra12.5\mu m$ ，需进行粗车、半精车。

□ 外圆面：公差等级为 IT8，表面粗糙度为  $Ra1.6\mu m$ ，需进行粗车、半精车、精车。

□ 外圆面：公差等级为 IT6，表面粗糙度为  $Ra1.6\mu m$  需进行粗车、半精车、精车、粗磨、精磨。

端面：本零件端面为回转体端面，尺寸精度都要求不高，表面粗糙度为  $Ra3.2\mu m$ ，需进行粗车、半精车。

键槽：槽宽公差等级为 IT7，槽深公差等级未注，表面粗糙度为  $Ra3.2\mu m$ ，需采用三面刃铣刀，粗铣、半精铣

## 2.3.2 工艺顺序的安排

### 〈一〉机械加工工序

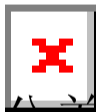
〈1〉遵循先基准平面后其他的原则：机械加工工艺安排是总是先加工好定位基准面，所以应先安排为后续工序准备好定为基准。先加工精基准面，钻中心孔及车表面的外圆。

〈2〉遵循先粗后精的原则：先安排粗加工工序，后安排精加工工序。先安排精度要求较高的各主要表面，后安排精加工。

〈3〉遵循先主后次的原则：先加工主要表面，如车外圆各个表面，端面等。后加工次要表面，如铣键槽等。

〈4〉遵循外后内，先大后小原则：先加工外圆再以外圆定位加工内孔，加工阶梯外圆时先加工直径较大的后加工直径小的外圆。

〈5〉次要表面的加工：键槽等次要表面的加工通常安排在外圆精车或粗磨之后，精磨外圆之前。

〈6〉对于轴右端及中间轴段  加工质量要求较高的表面，安排在后面，并在前几道工序中注意形位公差，在加工过程中不断调整、保证其形位公差。

〈7〉按照先面后孔的原则：先加工端面，再铣键槽。

### 〈二〉热处理工序的安排

在切削加工前宜安排正火处理，能提高改善轴的硬度，消除毛坯的内应力，改善其切削性能。在粗加工后进行调质处理，能提高轴的综合性能。最终热处理安排在半精车之后磨削加工之前。其能提高材料强度、表面硬度

和耐磨性。在精加工之前安排表面淬火，这样可以纠正因淬火引起的局部变形，提高表面耐磨性。

### 〈三〉辅助工序的安排

在粗加工和热处理后，安排校直工序。在半精车加工之后安排去毛刺和中间检验工序。在精加工之后安排去毛刺、清洗和终检工序。

综上所述，该轴的工序安排顺序为：下料——锻造——预备热处理。

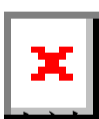


该轴的加工工序：车端面——粗车——调质——半精车——精车——车端面——铣键槽——淬火——磨外圆——精磨——检验。

#### 2.3.3 加工阶段的划分

该轴精度要求较高，其加工阶段可划分为粗加工、半精加工、精加工阶段。

1、在粗加工阶段，粗车外圆，以高生产效率去除毛坯余量。

2、在半精加工阶段，对外圆进行半精车，铣键槽等，减小粗加工中留下的误差，使加工面达到一定的精度，为精加工做好准备。

3、精加工阶段，、 $\sigma_{30}$ 、 外圆面表面粗糙度要求为  $Ra1.6\mu m$ ，对其进行精车以达到要求。而对于  外圆面其公差等级为 IT6，表面粗糙度要求为  $Ra1.6\mu m$  安排粗磨、精磨。

#### 2.3.4 确定工艺路线

根据以上的加工工艺过程的分析确定零件的工艺路线如表二

工序号	工序名称	工序内容
-----	------	------

10	模锻	毛坯锻造加工
20	热处理	正火
30	车端面	车断头及端面保证端面尺寸，钻中心孔；调头车另一端面，钻中心孔；
40	粗车	粗车轴段 3 外圆，以其端面为基准面，依次粗车轴段 1、2 外圆；调头再以轴段 3 右端面为基准粗车轴段 4、5；粗车各退刀槽
50	热处理	调质
60	半精车	以轴段 3 外圆为基准依次半精车轴段 1、2 外圆；半精车槽深 0.5 的 2 个；调头再以轴段 3 外圆为基准半精车轴段 4、5 外圆；半精车槽深 0.5。
70	精车	用调整法找正以顶尖中心线为基准精车轴段 1；精车轴段 2。调头精车轴段 4；精车轴段 5；
80	车端面	车端面保持长 122；倒角 1X45 调头车另一端面保持全长 120；倒角 1X45 度，车槽深 0.3
90	粗铣键槽	铣两个宽为 7 的键槽
100	半精铣键槽	半精铣两个键槽
110	热处理	表面淬火
120	粗磨	粗磨轴段 1；调头粗磨轴段 4
130	精磨	精磨轴段 4；调头精磨轴段 1
140	检验	

表二



## 2.4 加工工序的设计

### 2.4.1 加工余量的确定

加工余量见表三

加工表面	工序名称	工序余量	工序尺寸	精度等级
轴段 3	粗车	4	$\Phi 30$	IT11
轴段 1、4 外圆面	半精磨	0.1	$\Phi 22.5(+0.0055, -0.0055)$	IT6
	粗磨	0.25	$\Phi 22.6(0, -0.018)$	IT7
	精车	0.25	$\Phi 22.85(0, -0.027)$	IT8
	半精车	2.2	$\Phi 23.1(0, -0.043)$	IT9
	粗车	8.7	$\Phi 25.3(0, -0.11)$	IT11
轴段 2 外 圆面	精车	0.3	$\Phi 24(+0.012, +0.001)$	IT8
	半精车	1.5	$\Phi 24.3(0, -0.043)$	IT9
	粗车	8.2	$\Phi 25.8(0, -0.11)$	IT11
轴段 5 外 圆面	精车	0.3	$\Phi 21(0, -0.01)$	IT8
	半精车	1.5	$\Phi 21.3(0, -0.043)$	IT9
	粗车	8.2	$\Phi 22.8(0, -0.011)$	IT11
键槽	半精铣	1.5	$7.5(0, -0.03)$	IT7

	粗铣	6	$9(0, -0.075)$	IT11
--	----	---	----------------	------

表三

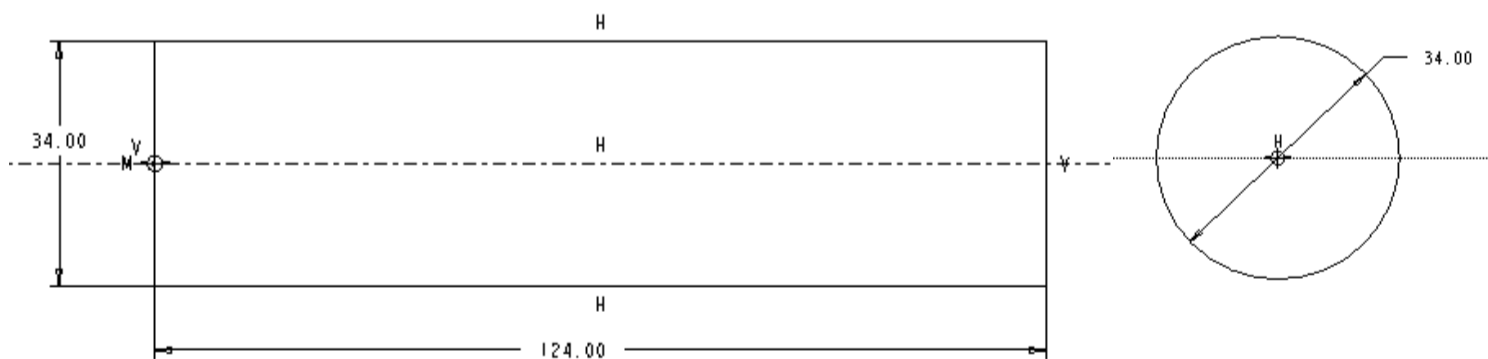
### 2.4.2 毛坯尺寸及公差等级

由工艺人员手册可查得锻件单边余量厚度方向 1.5-2mm，取 2mm，水平方向为 2.0-2.7mm，取 2.5mm. 锻件质量小于 1kg，长度等于 120mm，取其上偏差 +0.17mm，下偏差-0.08mm。锻件厚度尺寸小于 40mm，取其上偏差+0.12mm，下偏差-0.04mm。B/H<1, 故取起偏角为 5 度。则锻件毛坯长度尺寸为 ，直径尺寸为 。根据零件图各部分的加工精度要求，锻件的尺寸公差等级为 8-12 级，加工余量等级为普通级，故取 IT=12 级。

### 2.4.3 毛坯图的绘制

根据零件图可知该轴各加工表面的粗糙度至少为 12.5μm。

综上，锻件毛坯图如下所示。



### 2.5 确定切削用量及基本工时

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/208111127140006113>