

项目 3 传动轴加工工艺规划与尺寸链分析

请使用 PDF 阅读器幻灯片模式放映

XXX 大学

主讲：XXX

2026-05-16

- 1. 项目 3 传动轴加工工艺规划与尺寸链分析 2
 - 1.1. 学习目标 3
 - 1.2. 绘制成型轴的二维图形 6
 - 1.3. 拟定加工工艺路线 17
 - 1.4. 规划工艺流程 23

1. 项目 3 传动轴加工工艺规划与 尺寸链分析

1.1. 学习目标

1.1.1. 素质目标

- 1 培养严谨认真的工作态度：熟悉传动轴加工工艺的标准要求，规范操作流程。提高对加工精度和质量控制的认识，培养一丝不苟的工作习惯，在细节中体现专业素养。
- 2 提升团队协作与沟通能力：在工艺规划和尺寸链分析过程中，分工合作，共同完成项目任务，增强团队协作意识。学会与他人有效沟通，明确各自职责，确保信息传递准确无误。
- 3 工匠精神的培养：通过传动轴加工工艺的细节分析，理解制造精度对产品性能的影响，提升对高质量制造的责任感。

1.1. 学习目标

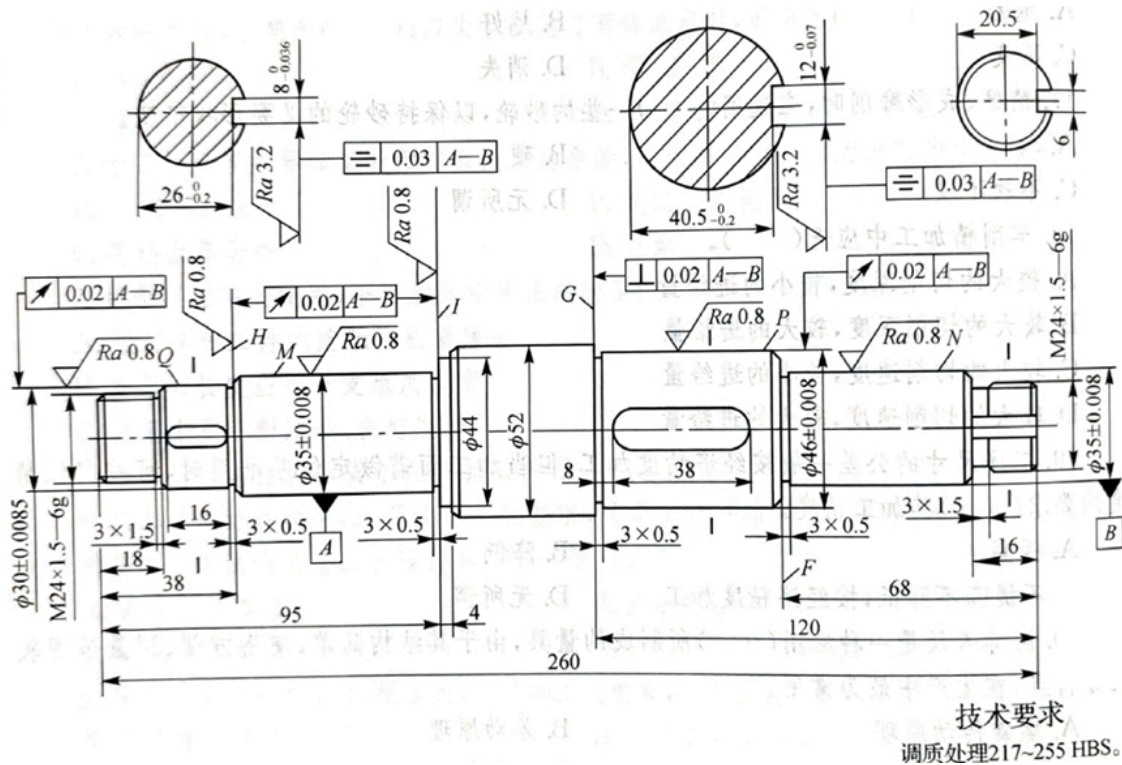
1.1.2. 学习目标

- 1 掌握传动轴加工工艺的基本方法：学习传动轴的加工流程（如粗加工、半精加工、精加工等），熟悉车床的操作与应用。理解传动轴加工中的关键技术问题，如装夹方式、刀具选择、切削参数优化等。
- 2 学习尺寸链分析的方法：掌握尺寸链的基本概念和构成原理，理解影响传动轴精度的关键因素。学会利用尺寸链分析方法预测和控制加工误差，确保传动轴的几何精度符合要求。
- 3 工艺文件的制定能力：学习如何编写加工工艺卡片、工序图和技术规范等工艺文件，明确加工流程和技术要求。理解工艺优化的基本思路，通过改进工艺提高生产效率和产品质量。

1.1. 学习目标

1.1.3. 项目目标

完成如图示的传动轴加工工艺规划，内容涵盖毛坯、余量与公差、工艺路线制定以及尺寸链等方面。



1.2. 绘制成型轴的二维图形

任务：通过查询标准确定锻造工件的毛坯尺寸，并通过图形方式呈现

1.2.1. 毛坯类型

输出轴的材料可选用优质碳素结构钢 45。考虑到生产类型为中批量，且传动轴对力学性能要求较高，同时会受到转矩和弯矩的作用，所以选择锻件作为毛坯类型。

1.2.2. 制造方法

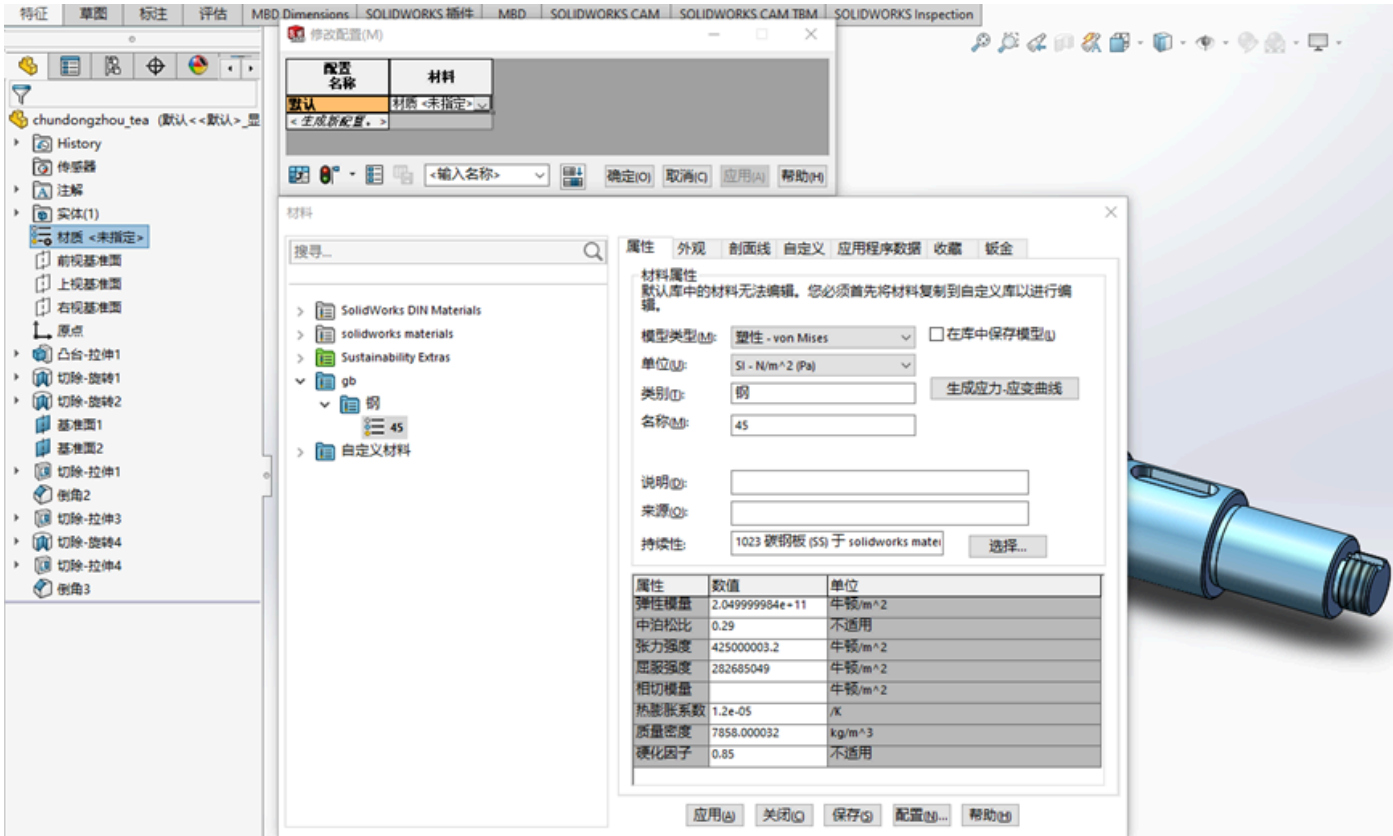
鉴于毛坯类型为锻件，结构生产类型属于中批生产，且零件结构较为简单，因此确定毛坯制造方法为模锻。

1.2. 绘制成型轴的二维图形

1.2.3. 毛坯类型及公差

1. 零件重量 (SolidWorks 环境)

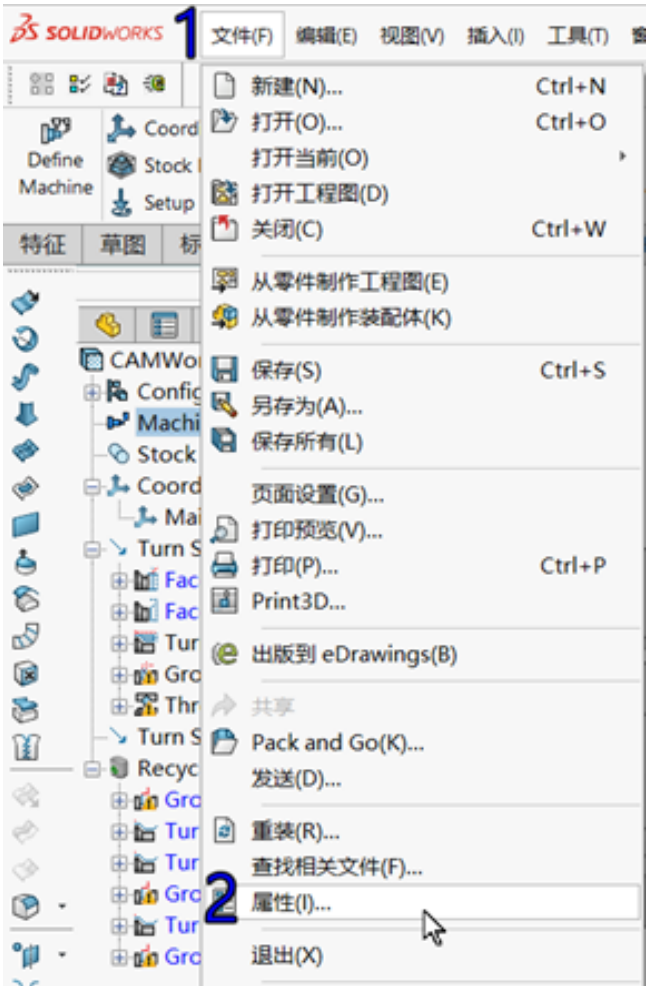
1. 项目 3 传动轴加工工艺规划与尺寸链分析



1.2. 绘制成型轴的二维图形

通过属性查询文件重量

1. 项目 3 传动轴加工工艺规划与尺寸链分析



摘要信息

摘要 自定义 配置特定				
材料明细表数量:				无
删除(D)				
	属性名称	类型	数值 / 文字表达	评估的值
1	Description	文字		
2	Weight	文字	"SW-质量@chundongzhou_tea.SLDPRT"	2.429
3	Material	文字	"SW-材质@chundongzhou_tea.SLDPRT"	45
4	质量	文字	"SW-质量@chundongzhou_tea.SLDPRT"	2.429
5	材料	文字	"SW-材质@chundongzhou_tea.SLDPRT"	45
6	单重	文字	"SW-质量@chundongzhou_tea.SLDPRT"	2.429

1.2. 绘制成型轴的二维图形

1. 项目 3 传动轴加工工艺规划与尺寸链分析

1.2.4. 估计单边余量

表 A.1 锻件内外表面加工余量（GB/T 12362—2016）

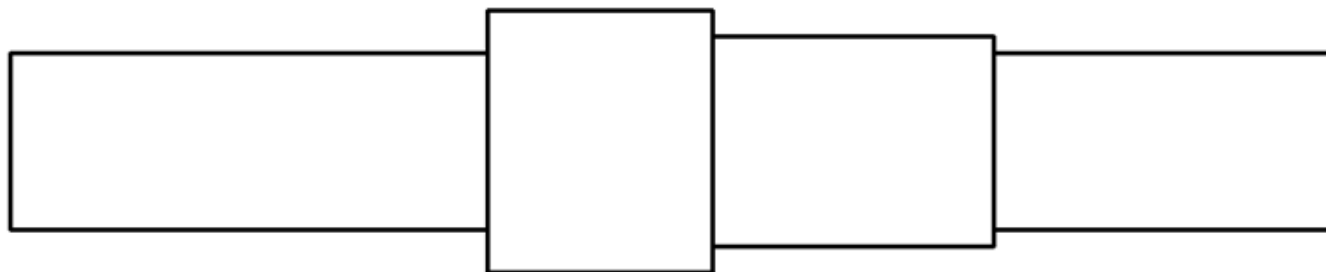
单位：mm

锻件质量 kg		零件表面 粗糙度 Ra μm $\geq 1.6 \cdot \cdot < 1.6$			形状复杂系数 $S_1 S_2 S_3 S_4$			单边余量							
								厚度方向	水平方向						
									0	315	400	630	800	1250	1600
大于	至							315	400	630	800	1250	1600	2500	
0	0.4							1.0~1.5	1.0~1.5	1.5~2.0	2.0~2.5	—	—	—	—
0.4	1.0							1.5~2.0	1.5~2.0	1.5~2.0	2.0~2.5	2.0~3.0	—	—	—
1.0	1.8							1.5~2.0	1.5~2.0	1.5~2.0	2.0~2.7	2.0~3.0	—	—	—
1.8	3.2							1.7~2.2	1.7~2.2	2.0~2.5	2.0~2.7	2.0~3.0	2.5~3.5	—	—
3.2	5.6							1.7~2.2	1.7~2.2	2.0~2.5	2.0~2.7	2.5~3.5	2.5~4.0	—	—
5.6	10.0							2.0~2.5	2.0~2.5	2.0~2.5	2.3~3.0	2.5~3.5	2.7~4.0	3.0~4.5	—
10.0	20.0							2.0~2.5	2.0~2.5	2.0~2.7	2.3~3.0	2.5~3.5	2.7~4.0	3.0~4.5	—
20.0	50.0							2.3~3.0	2.3~3.0	2.5~3.0	2.5~3.5	2.7~4.0	3.0~4.5	3.0~4.5	—

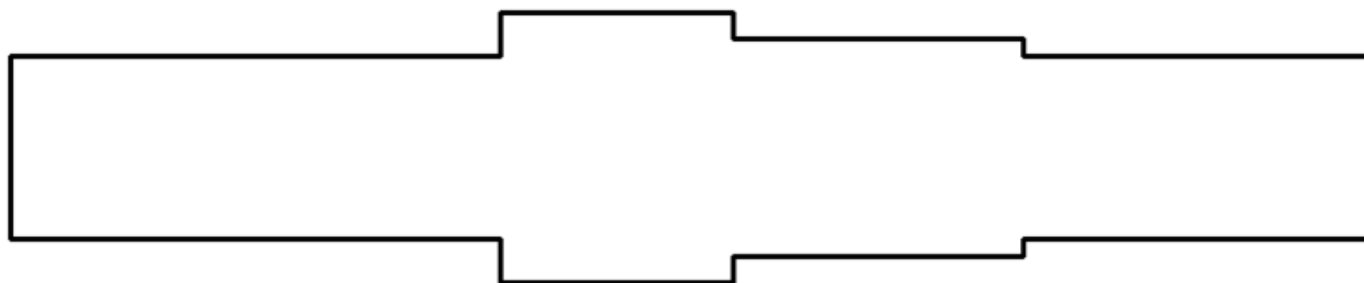
1.2. 绘制成型轴的二维图形

1.2.5. 画毛坯草图

1、绘制毛坯轮廓

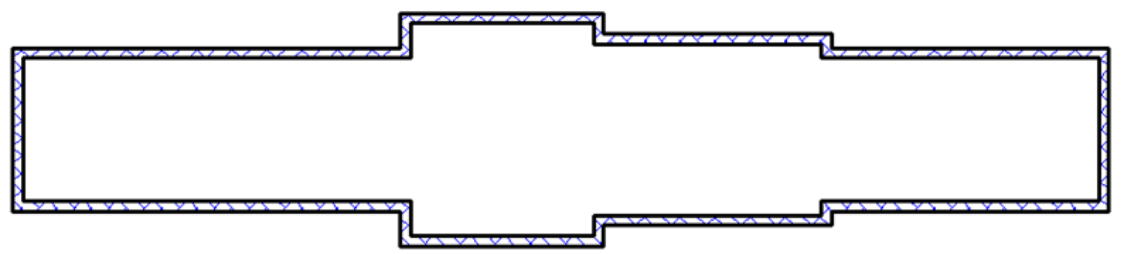


2、生成多义线

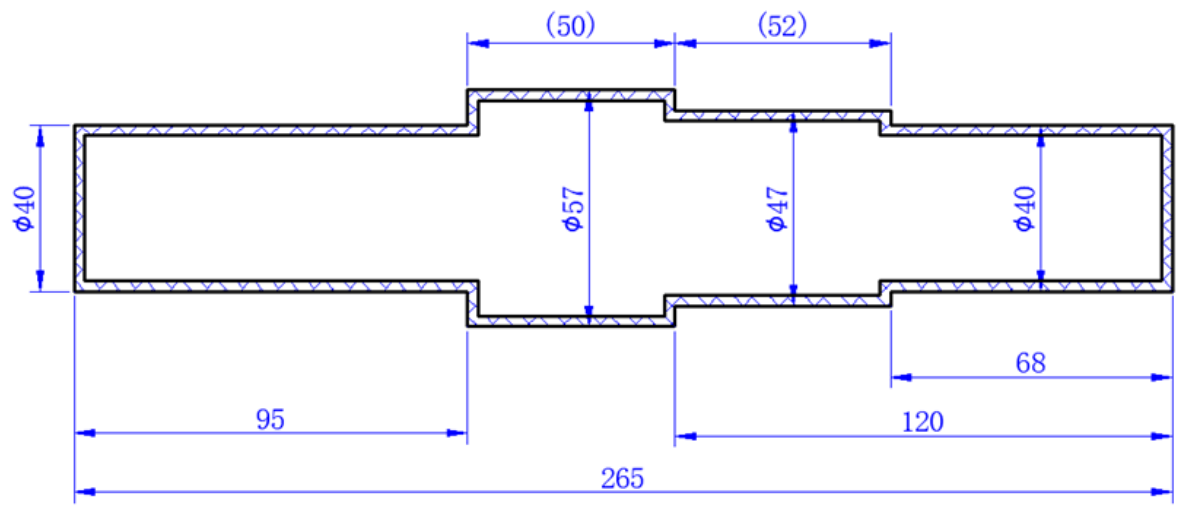


1.2. 绘制成型轴的二维图形

3、绘制余量区域



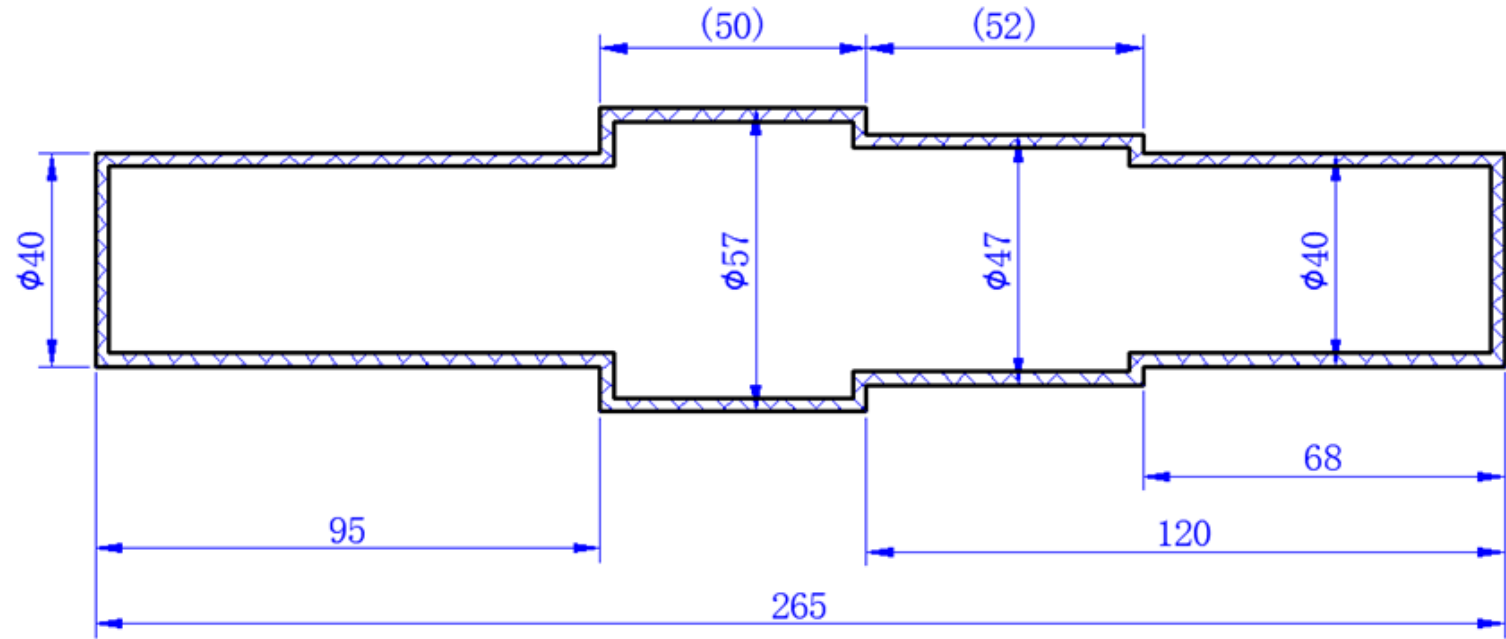
4、标注毛坯基本尺寸



1.2. 绘制成型轴的二维图形

1.2.6. 确认单边余量是否合适

1、锻件毛坯图



1.2. 绘制成型轴的二维图形

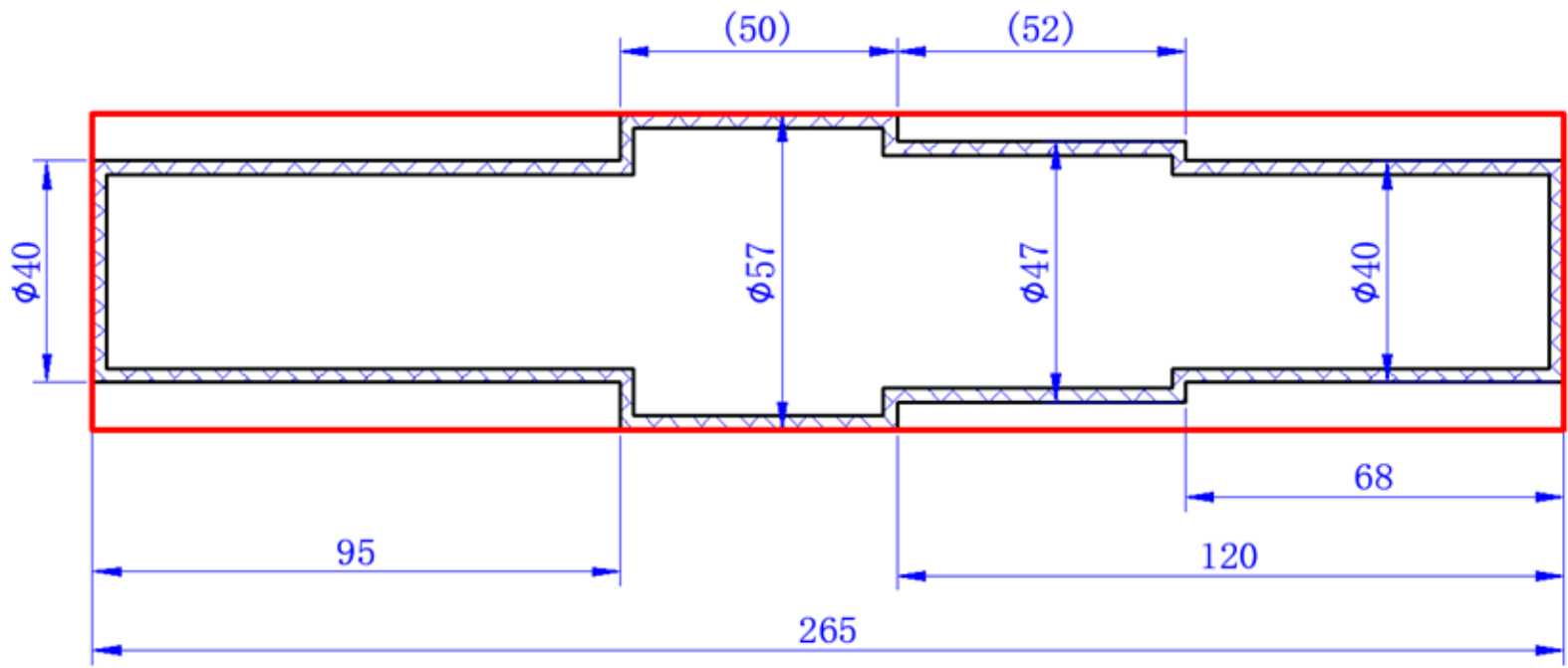
1. 项目 3 传动轴加工工艺规划与尺寸链分析

2、计算锻件重量

锻件重量/kg↵	直径/mm↵	长度/mm↵	重量/kg↵
=0.25×PI()×7.85/1000000↵	40↵	95↵	0.937137↵
=0.25×PI()×7.85/1000000↵	57↵	50↵	1.001565↵
=0.25×PI()×7.85/1000000↵	47↵	52↵	0.708204↵
=0.25×PI()×7.85/1000000↵	40↵	68↵	0.670793↵
=0.25×PI()×7.85/1000000↵	0↵	0↵	0↵
=0.25×PI()×7.85/1000000↵	0↵	0↵	0↵
=0.25×PI()×7.85/1000000↵	0↵	0↵	0↵
↵ ↵ ↵			合计：3.3177↵
锻件包容体重量↵		↵	↵
=0.25×PI()×7.85/1000000↵	70↵	260↵	7.854688↵

1.2. 绘制成型轴的二维图形

3、锻件包容示意



1.2. 绘制成型轴的二维图形

1.2.7. 确定毛坯公差尺寸

0 ~ 30mm 间尺寸公差为+1.4/-0.6；按对称标注调整为 ± 1.0 。

30 ~ 80mm 间尺寸公差为+1.5/-0.7；按对称标注调整为 ± 1.1 。

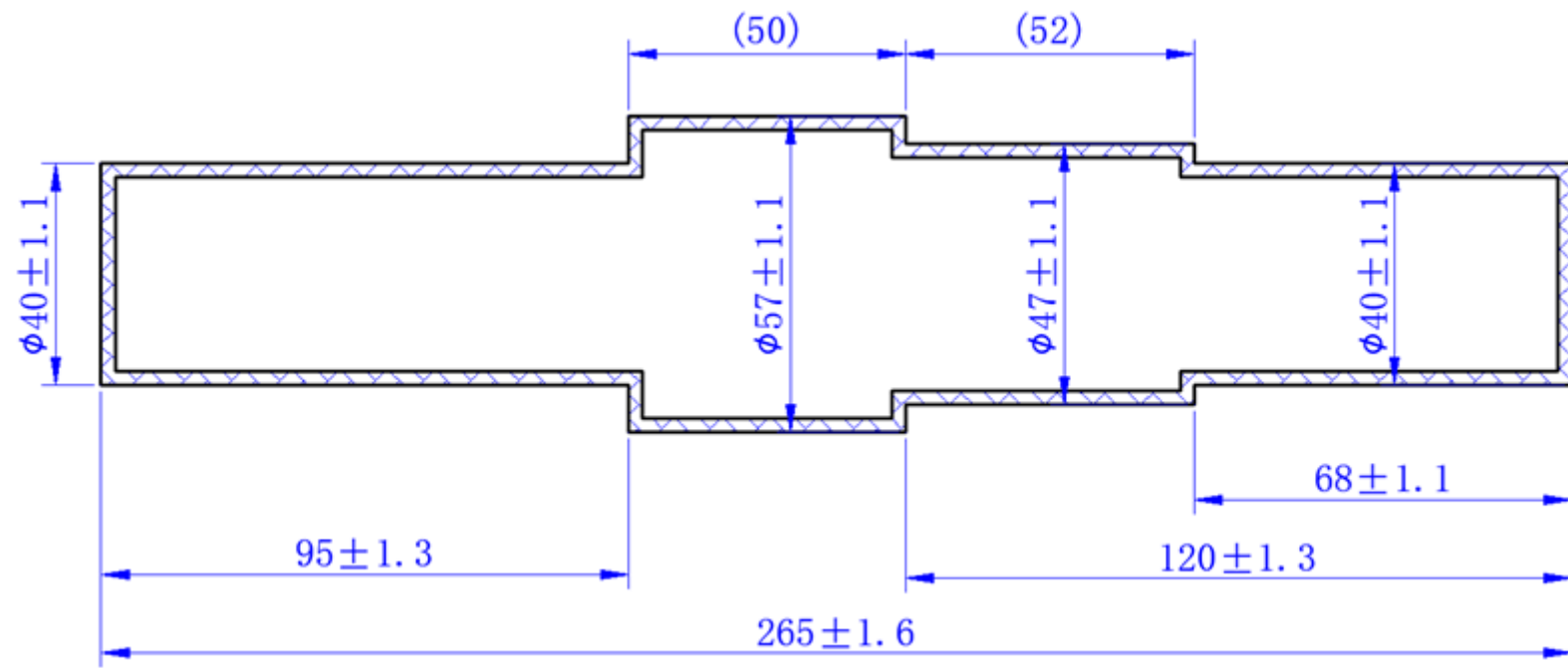
80 ~ 120mm 间尺寸公差为+1.7/-0.8；按对称标注调整为 ± 1.3 。

180 ~ 315mm 间尺寸公差为+2.1/-1.1；按对称标注调整为 ± 1.6 。

1.2. 绘制成型轴的二维图形

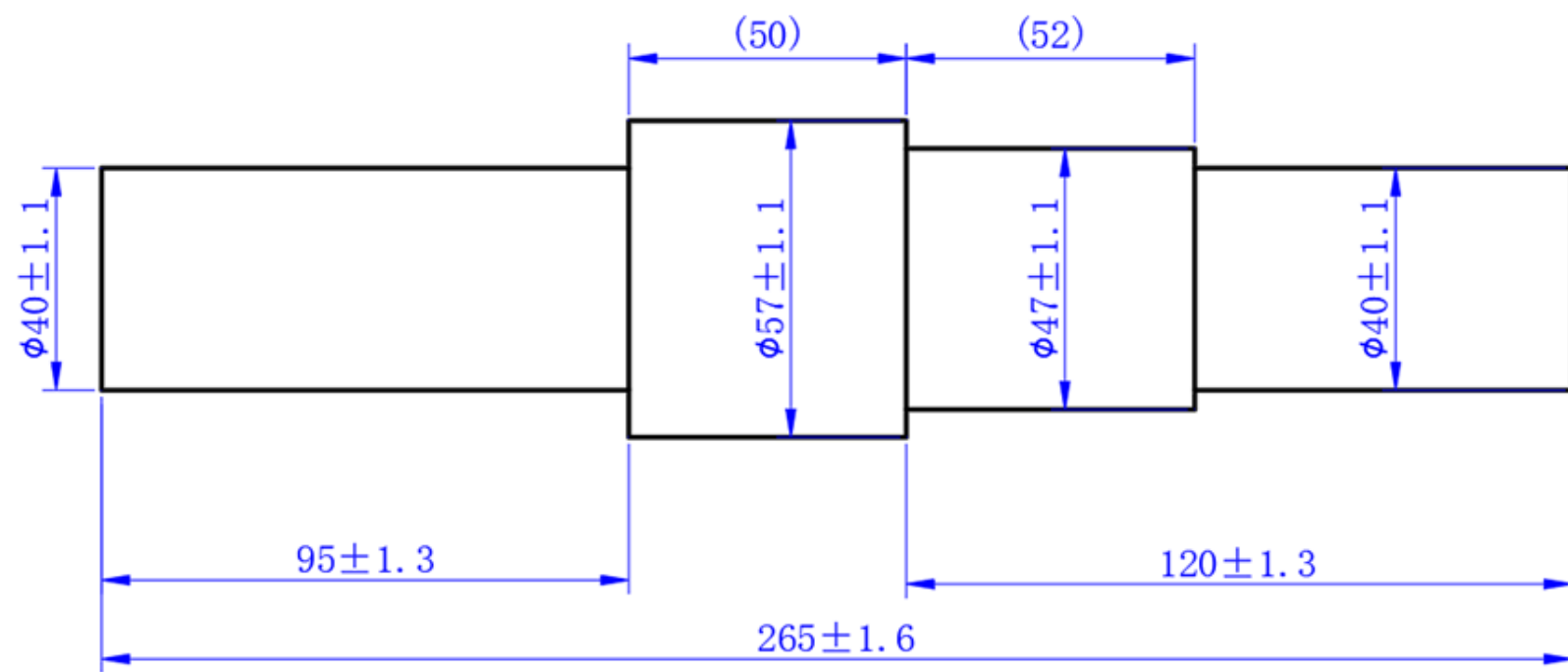
1.2.8. 确定毛坯图

零件为轴类零件，毛坯可以采用棒料。最大直径 $\phi 57\text{mm}$ ，长度 265mm 。选用棒料毛坯为热扎圆钢 $\phi 58 \sim 270\text{mm}$ ，然后锻造。



1.3. 拟定加工工艺路线

任务：基于如图示的锻造毛坯，开展工艺路线规划。



1.3. 拟定加工工艺路线

1. 项目 3 传动轴加工工艺规划与尺寸链分析

1.3.1. 选择定位基准

- (1) 精基准：以轴的轴线作为精基准，其实现方式是借助两端面的中心孔。
- (2) 粗基准：把两端φ35外圆面当作粗基准。

1.3.2. 选择表面加工方法

表 3.3 标准公差数值（GB/T1800.2—2020）

基本尺寸		公差值														
		IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
大于	到	μm								mm						
—	3	3	4	6	10	14	25	40	60	0.10	0.14	0.25	0.40	0.60	1.0	1.4
3	6	4	5	8	12	18	30	48	75	0.12	0.18	0.30	0.48	0.75	1.2	1.8
6	10	4	6	9	15	22	36	58	90	0.15	0.22	0.36	0.58	0.90	1.5	2.2
10	18	5	8	11	18	27	43	70	110	0.18	0.27	0.43	0.70	1.10	1.8	2.7
18	30	6	9	13	21	33	52	84	130	0.21	0.33	0.52	0.84	1.30	2.1	3.3
30	50	7	11	16	25	39	62	100	160	0.25	0.39	0.62	1.00	1.60	2.5	3.9
50	80	8	13	19	30	46	74	120	190	0.30	0.46	0.74	1.20	1.90	3.0	4.6
80	120	10	15	22	35	54	87	140	220	0.35	0.54	0.87	1.40	2.20	3.5	5.4
120	180	12	18	25	40	63	100	160	250	0.40	0.63	1.00	1.60	2.50	4.0	6.3

1.3. 拟定加工工艺路线

1. 项目 3 传动轴加工工艺规划与尺寸链分析

- (1) $\varphi 35 \pm 0.008$ 外圆。查公差表得到公差等级为 IT6。
- (2) $\varphi 46 \pm 0.008$ 外圆。查公差表得到公差等级 IT6。
- (3) $\varphi 52$ 外圆。近似选取 IT14 作为 $\varphi 52$ 外圆的公差等级。

表 3.4 《一般公差·未注公差的线性尺寸公差》(GB1804—2000) 单位: mm

公差等级	基本尺寸分段							
	>0.5~3	>3~6	>6~30	>30~120	>120~400	>400~1000	>1000~2000	>2000~4000
精密 f	± 0.05	± 0.05	± 0.1	± 0.15	± 0.2	± 0.3	± 0.5	—
中等 m	± 0.1	± 0.1	± 0.2	± 0.3	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2
粗糙 c	± 0.2	± 0.3	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2	± 3	± 4
最粗 v	—	± 0.5	± 1	± 1.5	± 2.5	± 4	± 6	± 8

1.3. 拟定加工工艺路线

1.3.3. 规划加工方法

(1) 两段 $\varphi 35 \pm 0.008$ 外圆。公差等级为 IT6，粗糙度为 Ra0.8。

分析：考虑到选取更高等级的粗糙度 Ra0.4 必定是可接受的。确定选用“粗车→半精车→粗磨→精磨”的加工方案。

(2) $\varphi 46 \pm 0.008$ 外圆。公差等级为 IT6，粗糙度为 Ra0.8。

分析：与上述分析一致，确定选用“粗车→半精车→粗磨→精磨”的加工方案。

(3) $\varphi 52$ 外圆。公差等级为 IT14。鉴于公差数值较大，通常通过粗加工即可达成加工要求，故而选取较低等级的粗糙度 Ra12.5。

分析：查阅表 3.5，应选用“粗车”加工方法。

综合上述分析结果，粗车时选取 IT11 级公差，粗糙度为 Ra12.5；半精车时选取 IT8 级公差，粗糙度为 Ra3.2；粗磨时选取 IT7 级公差，粗糙度为 Ra0.8；精磨时选取 IT6 级公差，粗糙度为 Ra0.4。

1.3. 拟定加工工艺路线

1.3.4. 加工阶段的划分

基于上述规划的加工方法，为满足不同的加工精度与表面粗糙度要求，加工阶段可归纳为以下三类：

- (1) 粗加工，即粗车；
- (2) 半精加工，即半精车；
- (3) 精加工，即粗磨和精磨。

1.3. 拟定加工工艺路线

1.3.5. 确定工序顺序

考虑到各加工方法之间的先后顺序关系，工序可作如下安排：

锻造→正火→铣两端面中心孔→粗车→调质（热处理）→半精车→铣键槽→车螺纹→粗磨→精磨。

1.4. 规划工艺流程

任务：确定工艺流程，并在软件中标示出加工表面。

1. 锻造（模锻）

模锻所采用的设备与工装分别为压力机和锻模。依据本项目任务一“确定锻造毛坯尺寸”的结果，模锻后获得尺寸为 $\varphi 58 \times 270 \text{mm}$ 的圆柱形毛坯

2. 热：正火

正火是一种常用的金属热处理方法，它是将工件加热至临界温度以上，保温一段适宜时间后，在空气中冷却的热处理工艺。经过正火处理的工件硬度适中，有利于后续的切削加工。正火所使用的设备为箱式电炉。

1.4. 规划工艺流程

3. 粗车：试切外圆面

模锻和正火后的工件外圆面较为粗糙，这会对工件在车床上的定位与加工造成影响。所以，需先进行试切操作，在不影响尺寸的前提下，切除少量余量，以使外圆表面相对光滑。试切时，采用 C6132 车床及 75° 外圆车刀。



1.4. 规划工艺流程

4. 铣、钻：铣两端面，保证总长，钻中心孔

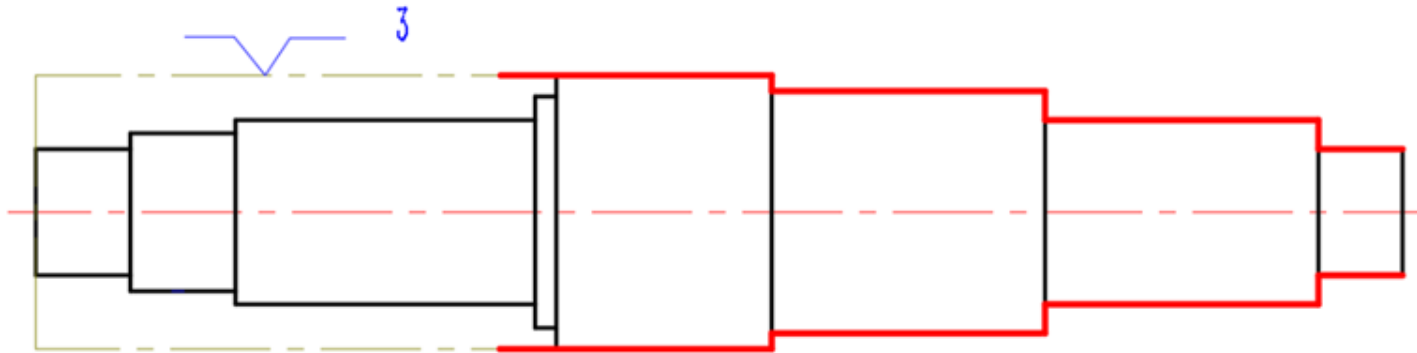
为确保在加工过程中始终以轴线作为统一基准，需在毛坯两端加工出中心孔。在此工序中，设定使用的设备为 Z820 机床与专用夹具，利用端铣刀和中心钻完成端面与中心孔的加工



1.4. 规划工艺流程

5. 粗车：装夹工件左端，粗车端面、外圆、台阶面

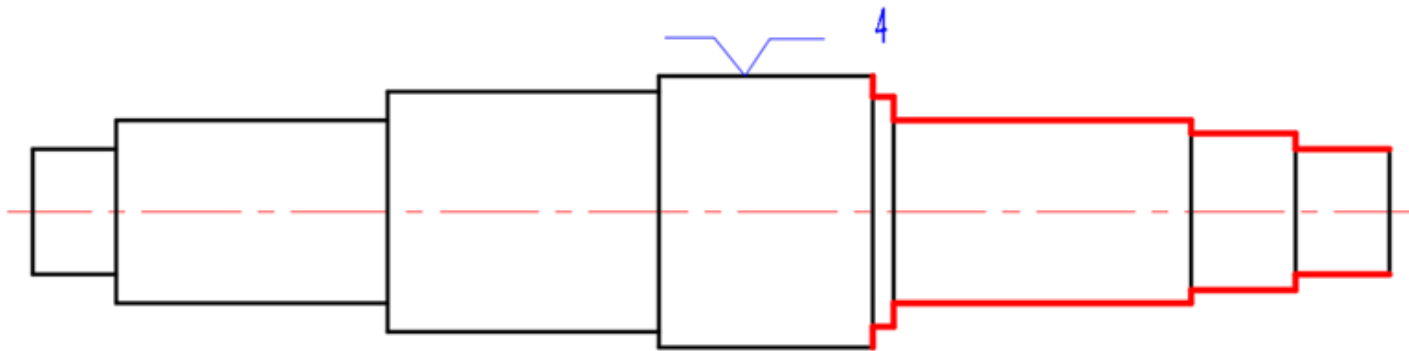
以工件左端及外圆面作为定位基准，采用 C6132 车床，选用固定/活动顶尖作为夹具，采用 90° 车刀作为刀具，并使用卡规作为量具进行检验



1.4. 规划工艺流程

6. 粗车：调头装夹，粗车端面、外圆、台阶面

当一端加工完毕后，需调头对另一端进行加工。同样采用 C6132 车床，选用固定/活动顶尖作为夹具，采用 90° 车刀作为刀具，并使用卡规作为量具进行检验



1.4. 规划工艺流程

7. 热：调质 HBS217 255

调质后的硬度范围为 HBS217 255，在此硬度范围内，零件能够承受中等载荷，且具备一定韧性与耐磨性。

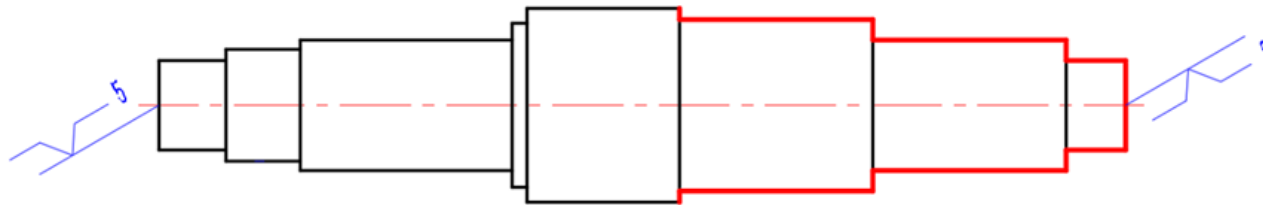
8. 车：修研中心孔

利用中心钻、研磨棒等工具，对已加工的中心孔进行修复与研磨，以提升其精度和质量

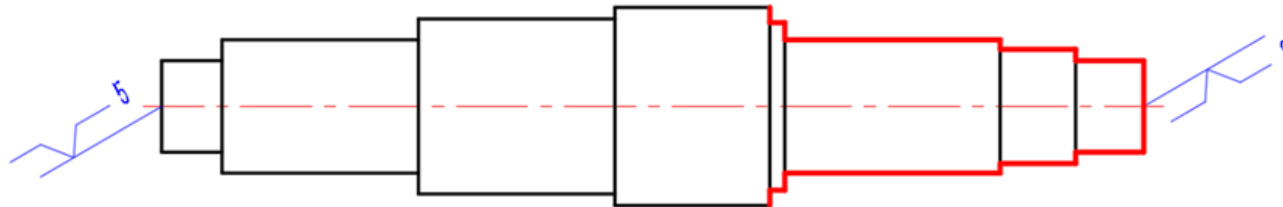
1.4. 规划工艺流程

9. 半精车：半精车大端外圆、台阶面、倒角

重新装夹工件左端，针对右端外圆、台阶面、倒角等实施半精车加工,借助 C6132 车床与固定/活动顶尖，选用 90° 车刀，并采用卡规作为量具。装夹方式为两顶尖装夹。



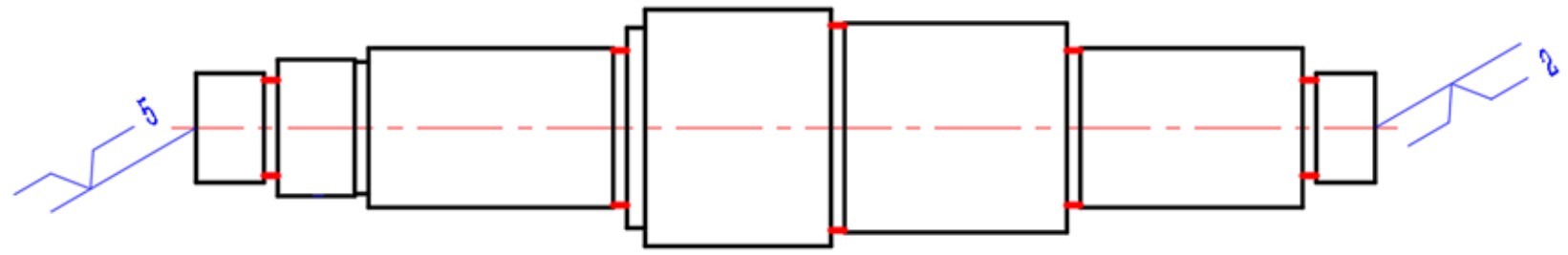
10. 半精车：半精车小端外圆、台阶面、倒角



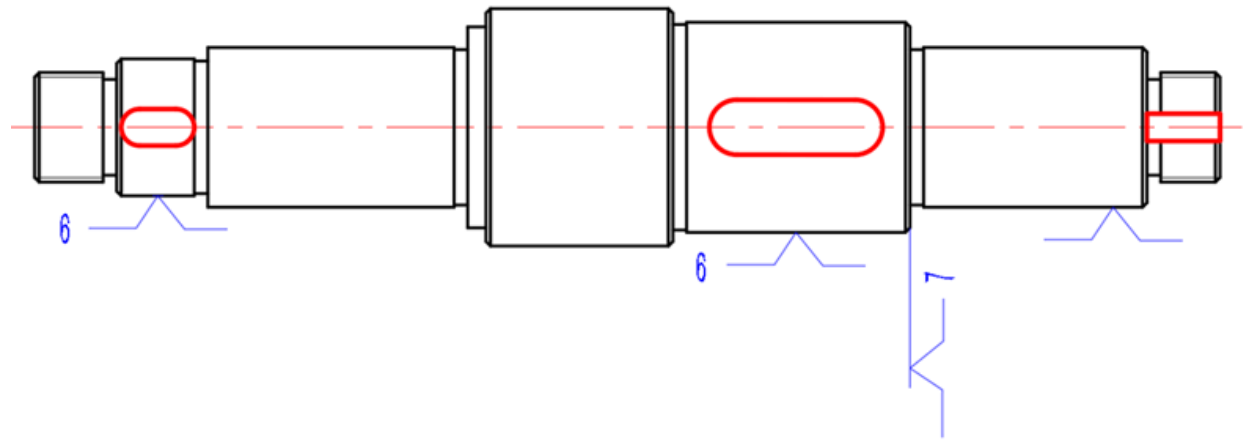
1.4. 规划工艺流程

1. 项目 3 传动轴加工工艺规划与尺寸链分析

11. 粗车：粗车 6 处沟槽



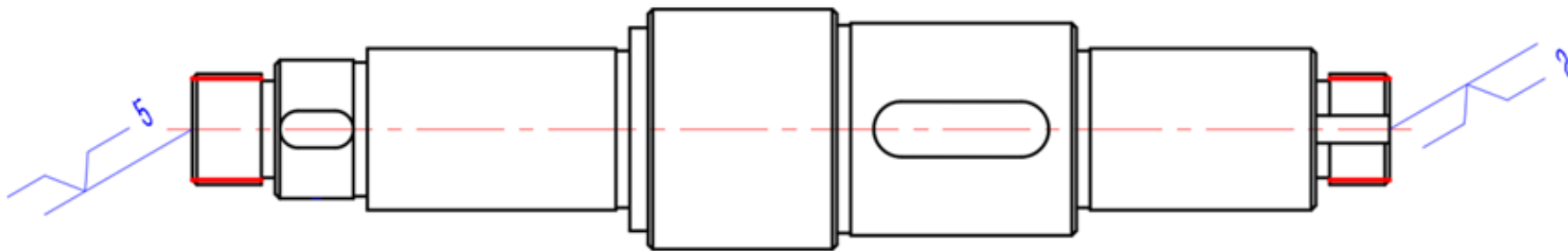
12. 铣：铣 3 处键槽



1.4. 规划工艺流程

1. 项目 3 传动轴加工工艺规划与尺寸链分析

13. 车：车 2 处螺纹



14. 热：时效

采用的时效设备即为箱式电炉。

15. 修研：修研中心孔

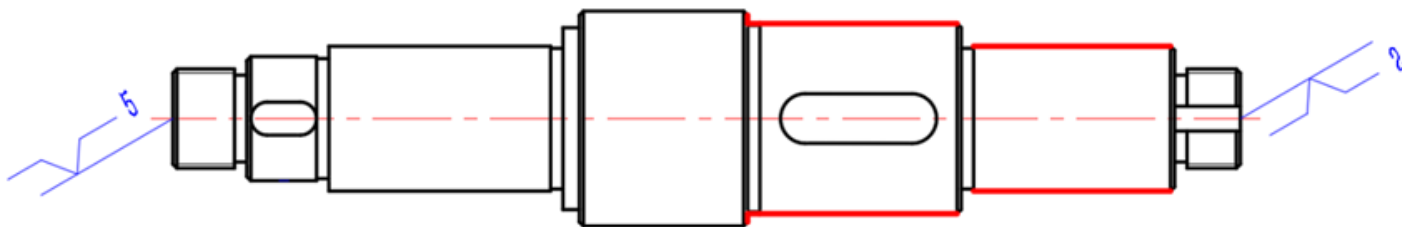
为进一步提升装夹精度，对中心孔进行再次修研。在此工步中，利用 C6132 车床、硬质合金顶尖以及研磨膏等进行修研操作。

1.4. 规划工艺流程

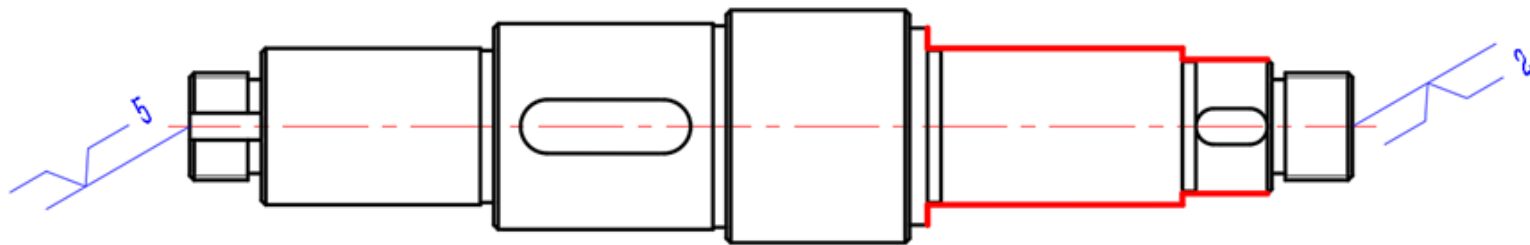
1. 项目 3 传动轴加工工艺规划与尺寸链分析

16. 粗磨：粗磨大端外圆，靠磨台肩

采用两顶尖装夹方式，利用 M1462 磨床、砂轮以及卡规等，进行大端外圆和台肩的粗磨加工与检验

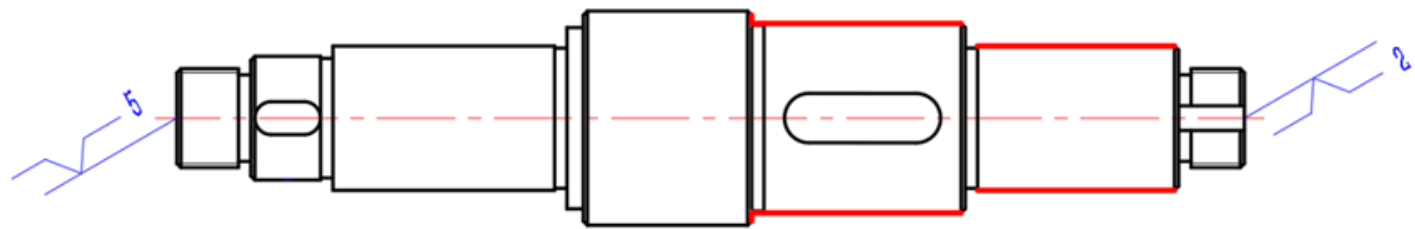


17. 粗磨：粗磨小端外圆，靠磨台肩

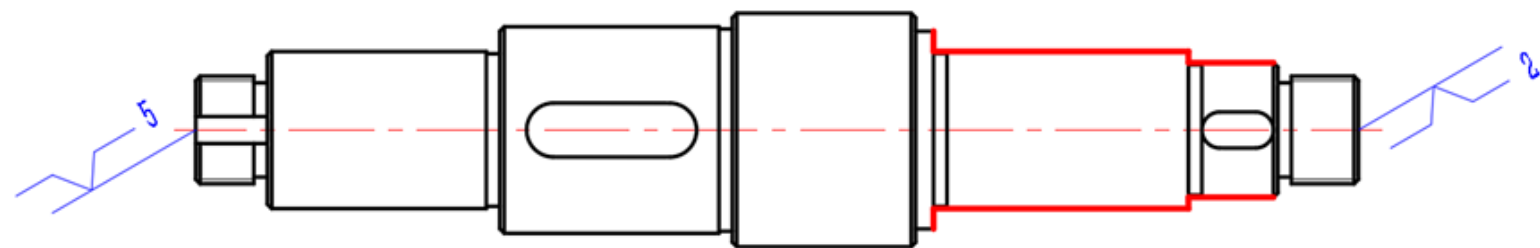


1.4. 规划工艺流程

18. 精磨：精磨大端外圆，靠磨台肩



19. 精磨：精磨小端外圆，靠磨台肩



1.4. 规划工艺流程

20. 检验

运用量具（例如卡尺、千分尺、百分表等）对产品的关键尺寸进行测量；依据产品的用途与要求，实施相关的性能测试。

21. 入库

应对产品实施恰当包装，旨在防范其在储存与运输过程中遭受损坏。包装材料与方法需依据产品特性及要求予以确定。应在产品及其包装上清晰标注产品名称、规格型号、数量、批次、生产日期等关键信息，以方便仓库管理人员进行识别与管理。