

数控大赛尖兵题典

全国 数控大赛 实操试题及详解 (数控车)

李明 主编

● 上篇考察选手批量生产中的工艺分析和处理、保证质量方法和编程技巧等基础能力。内容包含基础训练部分和配合训练部分，以帮助选手加强基础训练，适应大赛氛围。

● 中篇考察选手应对配合类零件的能力，如各零件加工工艺之间的合理衔接、加工路线的合理选择、编程加工与手动加工合理应用、后台编辑的应用、装夹定位的合理性，进一步体现选手高速、高效、高质的能力。

● 下篇考察选手应用数控车床CAM编程加工与手工编程加工的综合能力。



化学工业出版社

数控大赛尖兵题典

全国 数控大赛

实操试题及详解
(数控车)



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

全国数控大赛实操试题及详解 (数控车) / 李明主编.
北京: 化学工业出版社, 2013.4
(数控大赛尖兵题典)
ISBN 978-7-122-16266-3

I. ①全… II. ①李… III. ①数控机床-车床-车
削-题解 IV. ①TG659-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 003899 号

责任编辑: 王 烨

文字编辑: 谢蓉蓉

责任校对: 顾淑云

装帧设计: 尹琳琳

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 化学工业出版社印刷厂

787mm×1092mm 1/16 印张 14 字数 296 千字 2013 年 4 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 48.00 元

版权所有 违者必究

随着现代制造业的发展数控技术得到广泛应用，数控高技能人才的需求量也与日俱增，全面提高数控车工职业素质和专业技能迫在眉睫。为了促进职业教育，提升数控车编程和操作技能，我们结合教学实践和参加各级数控技能大赛的经验，编写了《全国数控大赛实操试题及详解<数控车>》。

本书以职业教育理论和现代企业观为指导，以职业教育教学大纲为基础，以各级数控技能大赛典型试题和训练试题为内容，注重基本技能和技能拓展，突出分析解决问题的方法和知识的迁移，力求体现方法性、科学性、先进性、启发性和适用性。本书可使读者开阔视野，获取更多的信息，拓宽专业知识面，以提高职业技能和应对各种大赛的技巧。

本书以数控车工职业的认知能力和思维形式为前提，充分体现以工艺为主线、以操作技能和手工编程为基础、以自动编程为辅助、以相关知识为依托的数控车加工特点。以数控车加工零件特点分类，以数控大赛试题类型划项目，以培训过程为顺序；突出工艺、编程和操作的关系，规范加工过程，展示加工的多重性，激发学员优化选择的空间。配以上篇——数控技能大赛数控车工基础训练试题详解、中篇——数控技能大赛数控车工手工编程篇、下篇——数控技能大赛数控车自动编程篇，共计 11 个实例，力求完整地展示技能大赛实训培训过程，以及技能提高过程。

本书适用于全国数控技能大赛集训、数控相关专业职业学校学生实训提高教材，也可作为职业培训教材和技能鉴定试题。读者对象为高等职业技术学院数控技术应用专业、模具专业、数控维修、机电一体化专业学生，以及数控车床编程与操作工的各类社会化培训学员。

本书由李明主编，任涛、李乡香副主编，康占武、周炳华、刘志、李君旸、章彦飞参编。本书在编写过程中，参阅了国内外相关书籍文献，参考了国家级各类大赛和各省数控大赛训练比赛部分试题，得到了许多专家的支持和指导，在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平限制，书中难免存在一些疏漏，敬请谅解。有些观点仅代表个人看法，仅供参考交流。敬请各位读者批评指正！

编者

目录

上篇 数控技能大赛数控车工基础训练试题详解——1

基础训练一 轴类零件加工训练.....	2
基础训练二 螺纹轴零件加工训练.....	10
基础训练三 曲面零件加工训练.....	20
配合训练一 圆柱配合和螺纹配合训练.....	29
配合训练二 曲面配合和螺纹配合.....	44
配合训练三 灯泡和灯座配合.....	60

中篇 数控技能大赛数控车工手工编程篇——75

实例一 2006年河北省数控技能大赛数控车试题详解.....	76
实例二 2009年中央企业职工技能大赛数控车工决赛试题详解.....	89
实例三 2008年全国中等职业学校数控技术技能大赛数控车试题详解.....	105

下篇 数控技能大赛数控车自动编程篇——123

实例一 第五届河北省数控技能大赛数控车试题详解.....	124
实例二 2009年全国中等职业学校数控技能大赛数控车试题详解.....	168

参考文献——217

上 篇

数控技能大赛数控车工 基础训练试题详解

本篇主要介绍大赛试题中单件和两件配合件的批量生产和手工编制程序,是大赛编程实操基础。单件零件包括轴类零件、螺纹类零件和曲面类零件,两件配合件包括圆柱面配合、圆锥面配合、螺纹配合和二次曲面配合等基础配合。其中,零件手工编程轮廓包括圆柱阶台、圆锥、槽类、螺纹、二次曲线等。本篇考察选手批量生产中的工艺分析和处理、保证质量方法和编程技巧等基础能力。本篇内容包含基础训练部分和配合训练部分,以帮助选手加强基础训练,适应大赛氛围。



基础训练一

轴类零件加工训练

一、试题文件

1. 要求

- (1) 毛坯尺寸： $\phi 40\text{mm} \times 110\text{mm}$ 。
- (2) 零件材料：45 圆钢。
- (3) 完成时间：180min。
- (4) 手工编程，批量生产。

2. 零件图

- (1) 零件三维示意如图 1-1 所示。

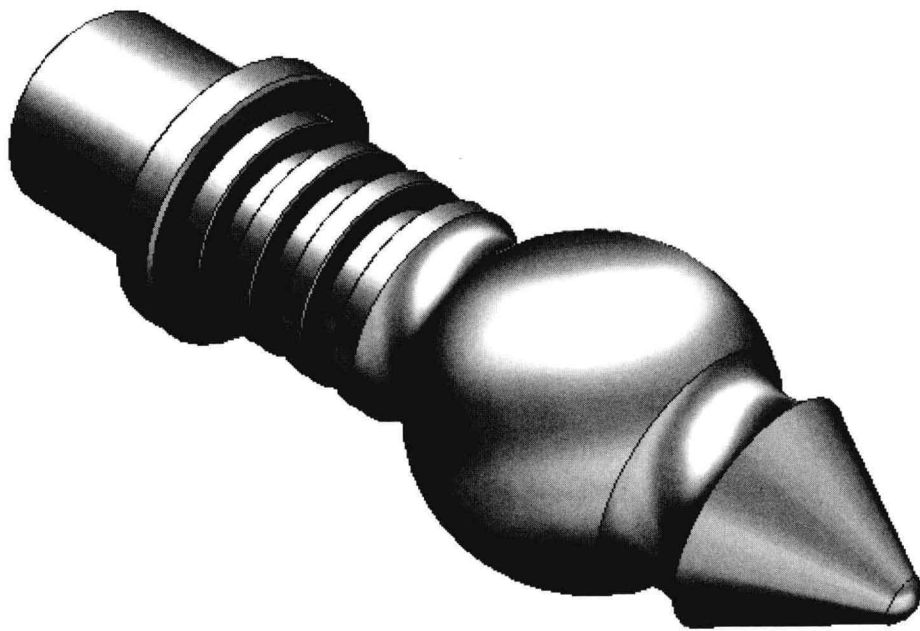


图 1-1 三维零件图

- (2) 零件图如图 1-2 所示。

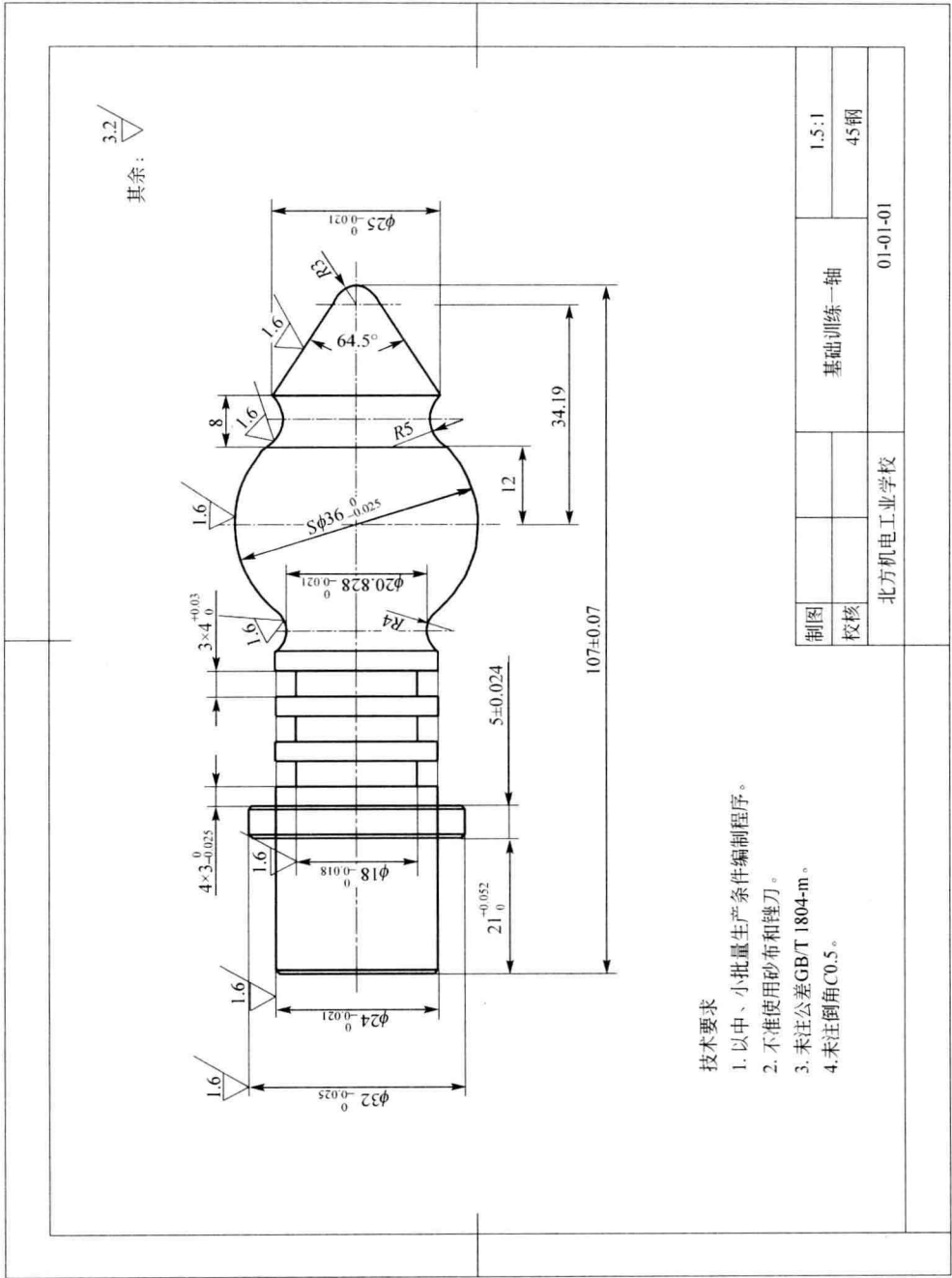


图 1-2 零件图



3. 评分表

评分表见表 1-1。

表 1-1 评分表

序号	考核项目	考核内容及要求	配分	评分标准	检测结果	扣分	得分	备注
1	外圆及成形面	$\phi 25_{-0.021}^0 \text{ mm}$	IT 6	超差 0.01 扣 3 分				
2		$S\phi 36_{-0.025}^0 \text{ mm}$	IT 6	超差 0.01 扣 3 分				
3		$\phi 20.828_{-0.021}^0 \text{ mm}$	IT 5	超差 0.01 扣 3 分				
4		$\phi 18_{-0.018}^0 \text{ mm}$	IT 6	超差 0.01 扣 3 分				
5		$\phi 24_{-0.021}^0 \text{ mm}$	IT 5	超差 0.01 扣 3 分				
6		$\phi 32_{-0.025}^0 \text{ mm}$	IT 5	超差 0.01 扣 3 分				
7	圆弧	R3	1	不合格不得分				
8		R5	1	不合格不得分				
9		R4	1	不合格不得分				
10	长度	$21_{0}^{+0.052} \text{ mm}$	IT 4	超差 0.01 扣 2 分				
11		$5 \text{ mm} \pm 0.024 \text{ mm}$	IT 4	超差 0.01 扣 2 分				
12		$4 \times 3_{-0.025}^0 \text{ mm}$	IT 4×4	每处超差 0.01 扣 2 分				
13		$3 \times 4_{0}^{+0.03} \text{ mm}$	IT 3×4	每处超差 0.01 扣 2 分				
14		$107 \text{ mm} \pm 0.07 \text{ mm}$	IT 3	超差不得分				
15	圆锥	64.5°	3	不合格不得分				
16	粗糙度	$6 \times Ra1.6$	Ra 6×1	每处降一级不得分				
文明生产		按有关规定每违反一项从总分中扣 3 分，扣分不超过 20 分；发生重大事故即取消考试资格						
其他项目		未注尺寸公差按照 GB/T 1804-m 确定；工件必须完整，考试工件局部无缺陷（夹伤等），扣分不超过 10 分						
程序编制		程序中有严重违反工艺的即取消考试资格；有小问题则酌情扣分，扣分不超过 20 分						
加工时间		90min 后尚未开始加工即终止考试；180min 后，每超过 1min 扣 1 分；210min 时终止考试						
总分		80 分+20 分（安全文明操作分）						
记录员		监考人		检察员		考评人		

二、图样分析

试题是一轴类零件，外圆轮廓车削加工。材料为调质 45 钢，硬度为 HRC26~32，毛坯尺寸为 $\phi 40 \text{ mm} \times 110 \text{ mm}$ 。

零件轮廓由台阶、圆弧面、沟槽等组成；各部加工精度要求较高，技术要求中要求按照中、小批量进行编程加工，所以在工序安排及程序编制过程中应按要求进行。

三、设备要求

机床型号：CAK6140；数控系统：FANUC 0i Mate-TC；四位刀台。

四、刀具清单（要求刀具）

刀具清单见表 1-2。

表 1-2 刀具表

序号	刀具名称	刀具规格	刀尖圆弧半径/mm	材料	数量
1	外圆车刀	刀尖角为 80° , $K_r 90^\circ \sim 95^\circ$	0.4	机夹涂层刀片	1
2	外圆车刀	刀尖角为 35° , $K_r 90^\circ \sim 95^\circ$	0.4	机夹涂层刀片	1
3	外圆切槽车刀	刀宽为 3mm	0.2	机夹涂层刀片	1

五、工艺分析与加工方案

1. 加工分析

(1) 零件尺寸精度均为 h7。如 $\phi 25_{-0.021}^0$ mm、 $\phi 20.828_{-0.021}^0$ mm、 $\phi 32_{-0.025}^0$ mm、 $21_{0}^{+0.052}$ mm 等。

(2) 表面质量多数要求 Ra1.6, 部分在 Ra3.2, 表面不得使用砂布和锉刀进行修研处理。对刀具及切削三要素的合理选择, 具有较高的要求, 需粗、精加工分刀加工。

(3) 零件曲面精度要求较高, 如 $S\phi 36_{-0.025}^0$ mm 球面。必须进行刀具半径精准补偿。

(4) 工件中部有三道沟槽, 同时精度要求高, $4 \times 3_{-0.025}^0$ mm、 $3 \times 4_{0}^{+0.03}$ mm、 $\phi 18_{-0.018}^0$ mm、 $\phi 24_{-0.021}^0$ mm, 影响加工工艺刚性; 需合理安排加工顺序, 保证加工刚性, 同时为了保证三槽一致性, 减少程序量, 可使用子程序编程方法。

(5) 为了满足中、小批量加工要求, 需解决轴向定位准确性, 限制工件五个自由度, 解决刀具耐用度。

2. 加工准备

(1) 装夹定位。保证批量加工装夹定位精度, 建立轴向定位基准。采用三爪自定心卡盘, 软爪加工后装夹工件。软爪加工需装夹 $\phi 36 \leq \phi 30$ 的圆柱工件, 加工软爪内台为 $\phi 40.5$ mm $\times$ 30 mm, 保证两端面平整。

先用软爪装夹定位毛坯, 保证内台定位, 对左端台阶进行加工; 再以软爪大端装夹定位以加工 $\phi 24_{-0.021}^0$ mm 台阶, 及另一端。

(2) 坐标系的确定

① 加工左端轮廓时, 以左端面 and 轴心线交点作为工件坐标系原点。首把刀具对刀时以软爪右端面作为测量基准面, 确定测量值, 确定工件坐标系, 保证全长余量。

② 加工右端轮廓时, 以 R3 和轴心线交点作为工件坐标系原点。首把刀具对刀时以软爪右端面作为测量基准面, 确定测量值, 确定工件坐标系, 保证全长尺寸。

(3) 刀具的选择。针对零件轮廓特点, 选用刀尖角为 80° 、 $K_r 90^\circ \sim 95^\circ$ 车刀进行粗加工, 选用刀尖角为 35° 、 $K_r 90^\circ \sim 95^\circ$ 车刀进行精加工和曲面轮廓加工, 选用 3mm 切断进行槽加工。

(4) 切削参数的确定。针对工件材料、加工性质和加工质量要求, 合理选择调整切削参数, 具体加工参考数值见工艺卡片。

3. 加工路线的确定

(1) 工序一 (图 1-3): 车左端 $\rightarrow$ 采用 G71 粗加工循环进行粗加工 $\rightarrow$ 采用 G70 进行精加工。完成 $\phi 32_{-0.025}^0$ mm、 $\phi 24_{-0.021}^0$ mm 加工, 同时, 对 $S\phi 36_{-0.025}^0$ mm 进行粗加工, 车至 $S\phi 37$ mm。

(2) 工序二 (图 1-4): 车右端 $\rightarrow$ 采用 G71 粗加工循环进行粗加工 (完成右端与已加工相接) $\rightarrow$ 采用 G73 进行凹面粗加工 (通过粗加工, 使外轮廓各部精加工余量均匀) $\rightarrow$ 采用半径补偿 G41/G42, 对外轮廓进行精加工 $\rightarrow$ 采用子程序编程加工三矩形槽。

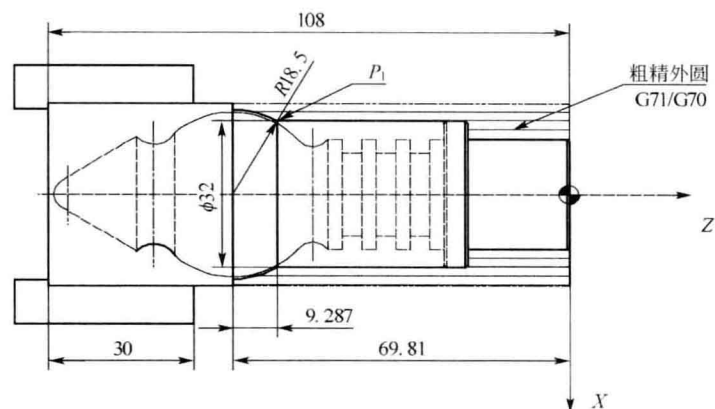


图 1-3 工序一简图

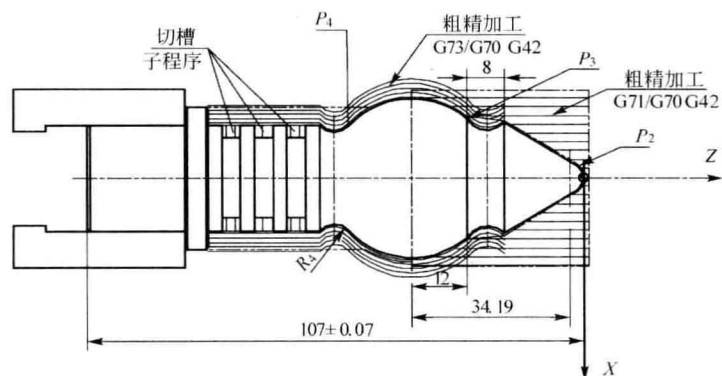


图 1-4 工序二简图

4. 数值计算

分别计算出未知基点和节点坐标值。工序二计算如图 1-5 所示。

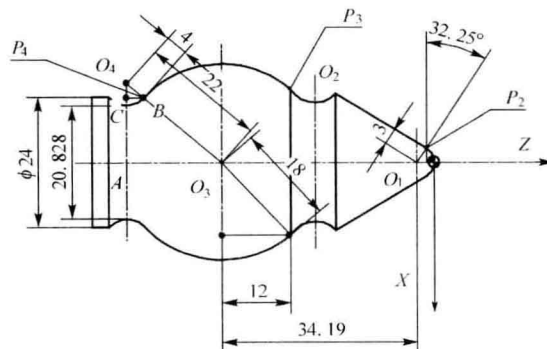


图 1-5 工序二计算示意图

(1) 求工序一 P_1 节点坐标。利用勾股定理计算出工艺节点 P_1 , $\phi 32$ mm 与 $S\phi 37$ mm 相交点坐标值 (X32, Z-60.523) (见图 1-3)。

(2) 求工序二 P_2 、 P_3 、 P_4 基点坐标

① 利用三角函数计算出基点 P_2 坐标, R_3 与 64.5° 斜线切点坐标值(X5.15,Z-1.858)。

② 利用勾股定理计算出 P_3 坐标, $R5$ 与 $R18$ 交点坐标值 (X26.833, Z-25.19)。

③ 计算 P_4 基点坐标。首先利用勾股定理计算出 $O_3A=16.62\text{ mm}$ ，利用相似三角形对应边比相等求出 $BC=3.022\text{ mm}$ 、 $O_4C=2.621\text{ mm}$ ，根据已知条件可计算出 P_4 基点， $R18$ 与 $R4$ 切点坐标值 ($X24.061$, $Z-51.422$)。

六、建立工艺文件

工艺过程卡的填写见表 1-3。

表 1-3 数控机床零件加工工艺过程卡

[illegible]

七、加工程序编制与说明

(1) 工序一: 车左端, 程序编制见表 1-4。

表 1-4 零件加工参考程序 (一)

程 序 内 容	说 明
O0001;	程序名
G50 S1800;	主轴限速
G99 G96 S110 M03;	粗车外轮廓
T0101 M08;	
G00 X100 Z50;	
G01 X48 Z0.2 F5;	
X0 F0.15;	
G00 X42 Z3;	
G71 U3 R1;	
G71 P01 Q02 U0.8 F0.3;	
N01 G42 G00 X22;	
G01 Z0.5 F0.2;	
X24 Z-0.5 F0.05;	
Z-21 F0.1;	
X31;	
X32 Z-21.5 F0.05;	
Z-60.523 F0.1;	
G03 X37 Z-69.81 R18.5;	
N02 G01 X40;	
G00 X150 Z200 M09;	精车
T0202 M08 S140;	
G41 G00 X28 Z0;	
G01 X0 F0.1	
G40 G00 X42 Z3;	
G70 P01 Q02	
G40 G00 X150 Z250 M09;	
M30;	程序结束

(2) 工序二：车右端，程序编制见表 1-5。

表 1-5 零件加工参考程序 (二)

程 序 内 容	说 明
O0002;	程序名
G50 S1800;	主轴限速
G99 G96 S110 M03;	粗精车 64.5°
T0101 M08;	为了保证锥面圆弧面精度采用刀尖圆弧半径
G00 X100 Z50;	补偿
G01 X48 Z0.2 F5;	
X0 F0.15;	
G00 X42 Z3;	
G71 U3 R1;	

续表

[illegible]

表 1-6 子程序

程 序 内 容	说 明
O100;	子程序名
G01 W-7 F5;	
U-10 F0.1;	
U10 F5;	



续表

程序内容	说明
W-0.5; U-10 F0.1; W0.5 U10 F5; W0.5; U-10 F0.1; W-0.5 U10 F5; M99;	子程序结束

八、加工和检测

(1) 加工中，应注重基本操作环节，装夹快速准确，对刀熟练快捷，输入程序熟练、快速、准确。准确掌握基本要领和技巧。

(2) 熟练掌握各种量具的使用，快速准确测量是加工的基础。



基础训练二

螺纹轴零件加工训练

一、试题文件

1. 要求

- (1) 毛坯尺寸： $\phi 45\text{mm} \times 114\text{mm}$ 。
- (2) 零件材料：45 圆钢。
- (3) 完成时间：180min。
- (4) 手工编程，批量生产。

2. 零件图

- (1) 零件三维示意如图 1-6 所示。
- (2) 零件图如图 1-7 所示。

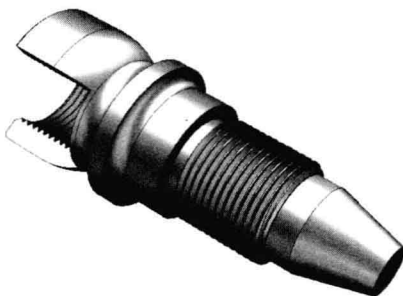


图 1-6 三维零件图





3. 评分表

评分表见表 1-7。

表 1-7 评分表

序号	考核项目	考核内容及要求		配分	评分标准	检测结果	扣分	得分	备注
1	外圆及成形面	$\phi 42_{-0.03}^0$ mm	IT	6	超差 0.01 扣 2 分				
2			Ra	4	降一级扣 2 分				
3		$\phi 34_{-0.025}^0$ mm	IT	6	超差 0.01 扣 2 分				
4			Ra	4	降一级扣 2 分				
5		$\phi 25_{-0.02}^0$ mm	IT	6	超差 0.01 扣 2 分				
6			Ra	4	降一级扣 2 分				
7		$\phi 26_{-0.04}^0$ mm	IT	6	超差 0.01 扣 2 分				
8			Ra	4	降一级扣 2 分				
9		R20±0.02 mm	IT	6	超差 0.01 扣 2 分				
10	外螺纹	M30×2-6g		9	不合格不得分				
11			Ra	4	降一级扣 2 分				
12	内螺纹	M30×2-6G		9	不合格不得分				
13			Ra	4	降一级扣 2 分				
14	圆锥	30° ±2′	IT	6	超差 2′ 扣 2 分				
15			Ra	4	降一级扣 2 分				
16	长度	110 mm±0.08 mm	IT	4	超差 0.01 扣 1 分				
17		$57_{-0.05}^0$ mm	IT	4	超差 0.01 扣 1 分				
18		$25_{+0.05}^0$ mm	IT	4	超差 0.01 扣 1 分				
19		$27_{-0.05}^0$ mm	IT	6	超差 0.01 扣 1 分				
文明生产		按有关规定每违反一项从总分中扣 3 分，扣分不超过 20 分；发生重大事故即取消考试资格							
其他项目		未注尺寸公差按照 GB/T 1804-m 确定；工件必须完整，考试工件局部无缺陷（夹伤等），扣分不超过 10 分							
程序编制		程序中有严重违反工艺的即取消考试资格；有小问题则酌情扣分，扣分不超过 20 分							
加工时间		90min 后尚未开始加工即终止考试；180min 后，每超过 1min 扣 1 分；210min 时终止考试							
总分		80 分+20 分（安全文明操作分）							
记录员		监考人			检察员		考评人		

二、图样分析

试题是一轴类零件，包含内外轮廓车削加工。材料为调质 45 钢，硬度为 HRC26~32，毛坯尺寸为 $\phi 45\text{mm} \times 114\text{mm}$ 。

零件轮廓由阶台、圆弧面、沟槽、内外螺纹等组成。重点以内外螺纹加工要素为主；以外大圆 $\phi 42\text{mm}$ 为基准，有两处同轴度要求，均为 0.012mm；尺寸精度要求较高；表面粗糙度要求均为 $Ra3.2$ 。技术要求中要求按照中、小批量进行编程加工，故在工序安排及程序编制过程中应考虑批量加工特点。