

团 体 标 准

T/CAMMT XXXX—XXXX

超精密单点金刚石车床

Ultra-precision single point diamond lathe

（征求意见稿）

2023-5

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

中国机械制造工艺协会 发 布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 结构型式 1

5 基本要求 2

 5.1 环境条件 2

 5.2 主电源要求 2

 5.3 供气要求 2

 5.4 电气要求 2

 5.5 加工工件规格要求 2

6 技术要求 2

 6.1 床身支架 2

 6.2 床身 3

 6.3 X、Z 轴部件 3

 6.4 数控系统 3

 6.5 刀架部件 4

 6.6 主轴部件 4

 6.7 喷雾冷却系统 4

 6.8 液压系统 4

 6.9 气动系统 4

7 性能要求 5

8 试验方法 5

 8.1 技术要求 5

 8.2 性能测试 5

9 检验规则 6

 9.1 检验分类 6

 9.2 出厂检验 6

 9.3 型式检验 6

10 标志、包装、运输和贮存 6

 10.1 标志 6

 10.2 包装 6

 10.3 运输 7

 10.4 贮存 7

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由中国机械制造工艺协会提出。

本文件由中国机械制造工艺协会标准工作委员会归口。

本文件起草单位：北京海普瑞森超精密技术有限公司、北京汉锐金马数控科技有限公司、北京众衡智能科技有限公司、济南华腾精密机械有限公司、北京易威智能科技有限公司、 。

本文件主要起草人：

超精密单点金刚石车床

1 范围

本文件规定了超精密单点金刚石车床的结构型式、基本要求、技术要求、性能要求、试验方法、检验规则、标志、包装、贮存和运输等内容。

本文件适用于超精密单点金刚石车床的生产和质量控制。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 191 包装储运图示标志
GB/T 3766 液压传动 系统及其元件的通用规则和安全要求
GB/T 7932 气动 对系统及其元件的一般规则和安全要求
GB/T 10610 产品几何技术规范（GPS） 表面结构 轮廓法 评定表面结构的规则和方法
GB/T 13277.1—2008 压缩空气 第1部分：污染物净化等级
GB/T 13306 标牌
GB 15760 金属切削机床 安全防护通用技术条件
GB/T 16462.4 数控车床和车削中心检验条件 第4部分：线性和回转轴线的定位精度及重复定位精度检验
GB/T 17421.2 机床检验通则 第2部分：数控轴线的定位精度和重复定位精度的确定
GB/T 23572 金属切削机床 液压系统通用技术条件
GB/T 39128 机床数控系统 人机界面
JB/T 8356 机床包装 技术条件
JB/T 12384 机床电气设备及系统 电气控制柜技术条件
JB/T 14347.1 工业机械电气设备及系统 数控系统功能测试规范 第1部分：总则
JB/T 14347.2 工业机械电气设备及系统 数控系统功能测试规范 第2部分：基本功能
JB/T 14347.3 工业机械电气设备及系统 数控系统功能测试规范 第3部分：扩展功能

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

超精密单点金刚石车床 ultra-precision single point diamond lathe
是一种加工元件表面粗糙度可达 $\lambda/10$ 量级，用于物理学领域的工艺试验仪器。

4 结构型式

超精密单点金刚石车床的各工件应无锐边、毛刺，各接合面、滑动面无肉眼可见划痕，结构型式见图1。

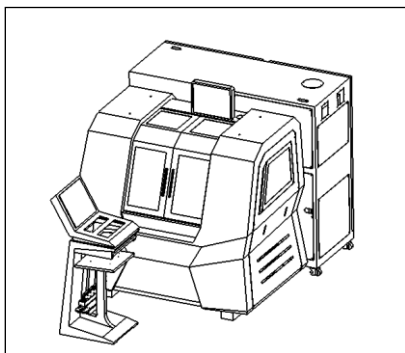


图1 超精密单点金刚石车床结构型式图

5 基本要求

5.1 环境条件

5.1.1 超精密单点金刚石车床安装应安装含有减震地基的精密加工室,且避免阳光直射或振动,无酸、无腐蚀气体、无烟雾、无降尘。

5.1.2 超精密单点金刚石车床应能在以下环境条件下正常使用:

- a) 温度控制: $22\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- b) 温度梯度: $\leq 1\text{ }^{\circ}\text{C/h}$;
- c) 环境湿度: 10%~50%, 无结露。

5.2 主电源要求

超精密单点金刚石车床主电源应满足以下要求:

- a) 电压: AC380 V, 三相五线制;
- b) 电源频率: 50 Hz~60 Hz;
- c) 电压波动: $\pm 10\%\text{max}$;
- d) 容量: 15 kW;
- e) 设备功率: $\leq 15\text{ kW}$ 。

5.3 供气要求

超精密单点金刚石车床供气管路各个环节应连接牢固且满足以下要求:

- a) 空气压力: 0.6 MPa, 稳定供给;
- b) 流量: $> 300\text{ L/min}$;
- c) 供气洁净度: 灰尘粒度 $< 0.5\text{ }\mu\text{m}$, 除油、除水。

5.4 电气要求

超精密单点金刚石车床电气柜应满足JB/T 12384的要求。

5.5 加工工件规格要求

超精密单点金刚石车床加工工件规格应满足以下要求:

- a) 最大直径: $\Phi 100$;
- b) 最大长度: 100 mm;
- c) 最大重量: 3 KG。

6 技术要求

6.1 床身支架

超精密单点金刚石车床床身支架应具备气浮垫,使其支撑床身基座,气浮垫铁充气压力应为0.045 MPa~0.060 MPa。

6.2 床身

超精密单点金刚石车床床身应采用人造大理石制成,且应在加工工件质量小于等于3 kg、温度环境为(22±1)℃时保持高精度,并具有不生锈、耐酸碱、耐磨性、不磁化、不变形等特点。

6.3 X、Z 轴部件

6.3.1 超精密单点金刚石车床 Z 轴部件应为液体静压导轨且满足以下要求:

- a) 最大行程: 200 mm;
- b) 直线度: 0.1 $\mu\text{m}/100\text{ mm}$;
- c) 分辨率: 1 nm;
- d) 最大进给速度: 20 mm/s;
- e) 摩擦系数: 0.005。

6.3.2 超精密单点金刚石车床 X 轴部件应为液体静压导轨且满足以下要求:

- a) 最大行程: 200 mm;
- b) 直线度: 0.1 $\mu\text{m}/100\text{ mm}$;
- c) 分辨率: 1 nm;
- d) 最大进给速度: 20 mm/s;
- e) 摩擦系数: 0.005。

6.4 数控系统

超精密单点金刚石车床数控系统应具备以下功能:

- a) 软件运动控制特性,包括但不限于:
 - 1) 点到点快速运动;
 - 2) 运动前瞻控制;
 - 3) 三次样条插补模式 spline;
 - 4) 自动硬件捕捉/触发功能;
 - 5) 交互式手动运动;
 - 6) 支持 S 曲线加减速的直线插补;
 - 7) 支持 S 曲线加减速的圆弧插补;
 - 8) 三次隐士样条插补 Hermite-spline。
- b) 伺服特性,包括但不限于:
 - 1) 运动控制周期达到微秒级;
 - 2) 纳米级控制及插补能力;
 - 3) 伺服控制;
 - 4) PID 控制器,阻尼滤波器;
 - 5) 速度、加速度、摩擦前馈补偿;
 - 6) 支持 C 语言的用户自定义控制算法。
- c) 补偿特性,包括但不限于:
 - 1) 力矩补偿;
 - 2) 反向间隙补偿;
 - 3) 刀具半径补偿;
 - 4) 位置补偿(1D&2D)。
- d) 安全特性,包括但不限于:
 - 1) 跟随误差报警;
 - 2) 负载极限报警;
 - 3) 看门狗计时器;
 - 4) 程序和通信校验;
 - 5) 硬件和软件限位;

- 6) 驱动器使能/报警;
- 7) 编码器计数缺失报警。
- e) 计算特性,包括但不限于:
 - 1) 实时多任务系统;
 - 2) 32~64 位浮点数编程;
 - 3) 三角函数和其他自定义函数。
- f) CNC 显示,包括但不限于:
 - 1) 机械位置的显示;
 - 2) 零件程序的显示;
 - 3) 参数显示;
 - 4) 坐标系的显示;
 - 5) 刀具位置的显示;
 - 6) 机床状态的显示;
 - 7) I/O 状态及报警显示。

6.5 刀架部件

超精密单点金刚石车床刀架部件应满足以下要求:

- a) 刀架行程应满足粗调行程为 25 mm, 精调行程为 5 mm;
- b) 精调整每圈调整量为 0.25 mm;
- c) 刀支架与刀架立柱运动垂直度为 5 μm ;
- d) 刀支架与刀架立柱运动平行度为 5 μm 。

6.6 主轴部件

超精密单点金刚石车床主轴部件应满足以下要求:

- a) 回转精度: 0.05 μm ;
- a) 摩擦系数: $<1/10$ 滚动摩擦系数;
- b) 转速: 0 r/min~6000 r/min。

6.7 喷雾冷却系统

超精密单点金刚石车床应采用雾化切削液冷却及润滑切削刀具, 且油雾箱压力应 $<0.3\text{ MPa}$ 。

6.8 液压系统

- 6.8.1 液压系统应独立设置且采用伺服液压站。
- 6.8.2 液压站应由油箱、液压泵、电机、调压阀、蓄能器、恒温控制机等组成。
- 6.8.3 液压站为液体静压导轨提供液压润滑油, 应使用美孚力图 H46 液压油。
- 6.8.4 液压站指标参数应满足表 1 的要求。

表1 液压系统指标参数

序号	项目	要求
1	使用介质	一般矿物系液压油 (46#)
2	供电电压	AC220V, 50Hz, 三相
3	输出压力范围	2.0 MPa~4.0 MPa
4	流量	无负荷时, 4 L/min
5	油温	(25 $\pm$ 5) $^{\circ}\text{C}$

6.9 气动系统

空气压缩机产生的高压空气应经过初步过滤干燥后接入机床粗过滤器进气口, 再经过机床配备的冷凝干燥箱和精过滤器, 成为干燥洁净的高压空气, 各指标参数应满足表2的要求。

表2 气动系统指标参数

序号	项目	要求
1	机床供气压力	≥ 0.5 MPa 除油、除水
2	空气洁净度	GB/T 13277.1-2008中3级精度要求
3	粗过滤精度	$0.3\ \mu\text{m}$
4	精过滤精度	$0.01\ \mu\text{m}$
5	过滤器最大使用压力	1.0 MPa

7 性能要求

超精密单点金刚石车床加工工件表面粗糙度（Ra）应 $<2\ \text{nm}$ ，面形精度PV应 $<0.2\ \mu\text{m}$ 。

8 试验方法

8.1 技术要求

8.1.1 床身支架测试

超精密单点金刚石车床床身支架应按照图纸要求进行检测，判断气浮垫铁安装面共面、平面度及其水平调节阀的浮起高度和床身基座浮起水平度。

8.1.2 床身测试

超精密单点金刚石车床床身测试应按照图纸要求分别对床身外观、镶嵌件及精度要求进行检测。

8.1.3 X、Z轴部件测试

超精密单点金刚石车床X、Z轴部件测试应按照GB/T 17421.2中的规定进行检测。

8.1.4 数控系统测试

超精密单点金刚石车床数控系统测试应按照JB/T 14347.1、JB/T 14347.2、JB/T 14347.3以及GB/T 39128中的规定进行检测。

8.1.5 刀架部件测试

超精密单点金刚石车床刀架测试应进行抽样检测，并满足以下要求：

- a) 调整时顺畅、无卡顿、无晃动现象；
- b) 使用千分表检测刀支架与刀架立柱运动垂直度和运动平行度。

8.1.6 主轴部件测试

超精密单点金刚石车床主轴部件测试应按照GB/T 17421.2中的规定进行检测。

8.1.7 喷雾冷却系统测试

超精密单点金刚石车床冷却系统测试应按照GB 15760中的规定进行检测。

8.1.8 液压系统测试

超精密单点金刚石车床液压系统测试应按照GB/T 23572和GB/T 3766中的规定进行检测。

8.1.9 气动系统测试

超精密单点金刚石车床气动系统测试应按照GB/T 7932中的规定进行检测。

8.2 性能测试

超精密单点金刚石车床表面粗糙度按照GB/T 10610的规定进行检测，面形精度按应按照GB/T 16462.4的规定进行检测。

9 检验规则

9.1 检验分类

产品的检验分为出厂检验与型式检验。

9.2 出厂检验

9.2.1 每台产品均应进行出厂检验，经过检验合格后方能出厂，并具有证明合格的产品出厂证明书。

9.2.2 出厂检验项目见表 3。

表3 检验项目

序号	检验项目	出厂检验	型式检验	测试方法
1	床身支架	—	√	8.1.1
2	床身	—	√	8.1.2
3	X、Z轴部件	√	√	8.1.3
4	数控系统	—	√	8.1.4
5	刀架部件	—	√	8.1.5
6	主轴部件	√	√	8.1.6
7	喷雾冷却系统	—	√	8.1.7
8	液压系统	—	√	8.1.8
9	气动系统	—	√	8.1.9
10	性能	√	√	8.2
^a “√”表示需要检验项目，“—”表示无需检验项目				

9.3 型式检验

9.3.1 在下列情况下，产品应进行型式检验：

- a) 新设计的产品（包括转厂生产），在定型鉴定前应进行型式检验；
- b) 连续生产的产品，每三年应进行一次型式检验；
- c) 正式投产后，当设计、制造工艺或主要元器件有较大改变可能影响产品性能时，应进行型式检验；
- d) 停产一年以上又重新生产时，应进行型式检验。

9.3.2 型式检验项目见表 3。

9.3.3 型式检验应在出厂检验合格的产品中任意抽取一台作为检验样品。

9.3.4 产品型式检验中任何一项不符合要求，则为型式检验不合格。型式检验不合格允许采取纠正措施，排除不符合要求的因素后进行复检，直至全部项目符合要求为止。

10 标志、包装、运输和贮存

10.1 标志

10.1.1 产品应在明显的位置固定产品铭牌。铭牌应符合 GB/T 13306 的要求，一般应标明下列内容：

- a) 制造单位名称；
- b) 产品商标；
- c) 产品的名称和型号；
- d) 制造年月或出厂编号。

10.1.2 产品的各种管线、接插件接口均应标识清楚、规范。

10.1.3 产品的各种警示标牌齐全、规范。

10.2 包装

10.2.1 产品包装应符合 JB/T 8356 中的要求。

10.2.2 包装前应将产品清理干净，涂防锈油脂。

- 10.2.3 包装前应将产品可动零部件移到产品平衡位置后固定。
- 10.2.4 每台产品应附使用说明书、合格证明书、装箱单。
- 10.2.5 包装箱外表面应刷标志，标志内容应符合 JB/T 8356 的要求。
- 10.2.6 包装储运图示标志应按 GB/T 191 的要求。
- 10.2.7 产品发运时，应附有以下文件：
 - a) 产品出厂合格证；
 - b) 产品使用说明书；
 - c) 装箱单；
 - d) 随机备件、附件清单；
 - e) 安装图样。

10.3 运输

- 10.3.1 产品在运输过程中，应避免剧烈振动、碰撞、雨淋、化学腐蚀性物质及有害气体的侵蚀。
- 10.3.2 搬运应轻拿轻放、堆码整齐，严禁翻滚和抛掷。

10.4 贮存

产品应贮存在干燥、通风、无火源、无腐蚀性气（物）体处，如露天存放应有防雨措施。
