



团 体 标 准

T/ZZB 3620—2024

环形线单晶硅棒截断机

Loop mono-silicon cutting machine

2024 - 02 - 15 发布

2024 - 03 - 15 实施

浙江省质量协会 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 基本参数 1

5 型号 2

6 基本要求 2

7 技术要求 3

8 试验方法 4

9 检验规则 6

10 标志、包装、运输和贮存 7

11 质量承诺 8

附录 A （规范性） 精度项目要求及检验方法 9

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由浙江省质量协会归口。

本文件主要起草单位：天通日进精密技术有限公司。

本文件参与起草单位：嘉兴学院、嘉兴嘉麟智能科技有限公司。

本文件主要起草人：苏静洪、裴忠、张钦亮、梁文、康维东、戴建良、陆吴强、俞佳文、吴西、翟潇杰、徐海钢、章魏威、周振峰、王锐。

本文件评审专家组长：陈锋。

环形线单晶硅棒截断机

1 范围

本文件规定了环形线单晶硅棒截断机的基本参数、型号、基本要求、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存和质量承诺。

本文件适用于采用环形金刚线加工直径为 200 mm~340 mm 的单晶硅棒截断机（以下简称截断机）。

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 307.1—2017 滚动轴承 向心轴承 产品几何技术规范（GPS）和公差值
- GB/T 1958—2017 产品几何技术规范(GPS) 几何公差 检测与验证
- GB 2894 安全标志及其使用导则
- GB/T 5226.1—2019 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件
- GB/T 7344 交流伺服电动机通用技术条件
- GB/T 9969 工业产品使用说明书 总则
- GB/T 14264 半导体材料术语
- GB 15760—2004 金属切削机床 安全防护通用技术条件
- GB/T 17421.1—1998 机床检验通则 第1部分：在无负荷或精加工条件下机床的几何精度
- GB/T 17421.2—2016 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 17421.5 机床检验通则 第5部分：噪声发射的确定
- GB/T 17587.3—2017 滚珠丝杠副 第3部分：验收条件和验收检验

3 术语和定义

GB/T 14264界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

环形线单晶硅棒截断机 loop mono-silicon cutting machine

具备上料、切割头定位、支撑固定、切割、吹干及下料功能，将单晶硅圆长棒采用环形金刚线切割成短硅棒的加工成套设备。

4 基本参数

截断机的基本参数应符合表1的规定。

表1 基本参数

项目名称		参数
切割头	数量/个	≥1

表 1 基本参数（续）

项目名称		参数
切割头	驱动配置	每个切割头可独立控制
金刚线	最大线速度/（m/min）	≥2100
	线张力范围/N	0~150
加工直径范围/mm		200~340

5 型号

截断机型号编制规则如下：



示例：XX HJ 09 表示为 XXX 公司生产的切割头数量为 9 个的环线截断机。

6 基本要求

6.1 设计研发

- 6.1.1 应采用计算机辅助软件进行产品结构设计，三维模拟装配方法进行产品验证。
- 6.1.2 应采用仿真软件对主体结构切割头、床身等的强度、刚性特性进行分析、校核。
- 6.1.3 应具备满足客户个性化定制需求的模块化、智能化设计研发能力。

6.2 原材料与零部件

- 6.2.1 主轴、线轮轴等处角接触球轴承精度等级应不低于 GB/T 307.1—2017 中 5 级的要求。
- 6.2.2 滚珠丝杠精度登记应不低于 GB/T 17587.3—2017 中 7 级的要求。
- 6.2.3 伺服电机应符合 GB/T 7344 的规定。
- 6.2.4 金刚线的破断力应不低于 210 N。

6.3 工艺与装备

- 6.3.1 截断机各部件应采用专用工装、夹具进行组装。
- 6.3.2 压紧立柱、立柱部件应采用精度不低于 0.01 mm 的数控机床或加工中心进行加工。

6.4 检验检测

6.4.1 应具备几何精度、工件精度、安全防护及功能要求等项目检测能力。

6.4.2 应具备三坐标测量仪、硬度测试仪、振动测试仪、声级计等检测设备。

7 技术要求

7.1 外观

7.1.1 外表面不应有明显的凸起、凹陷或粗糙不平，不应有磕碰、划伤和锈蚀。

7.1.2 非机械加工的金属外表面应涂漆或采用规定的其他方法进行防护。

7.1.3 电气、气动、润滑和冷却等管道的外露部分应布置紧凑，排列整齐，必要时应用管夹固定。管子不应产生扭曲、折叠与撕裂现象。

7.1.4 外露的焊缝应平直、均匀，不应有裂纹、杂渣、焊瘤、烧穿等外观缺陷。

7.1.5 涂层应光滑、平整，颜色、表面光泽应均匀一致，不应有明显的刷痕、桔皮、起皱等缺陷。

7.1.6 各种标牌应清晰、耐久，并固定在合适、明显位置，牢固、平整、不歪斜。

7.2 功能要求

7.2.1 控制系统应具有程序参数设置、手动和自动操作的功能，显示装置应能正确显示工作参数。

7.2.2 控制系统应具有故障报警显示功能。

7.2.3 应具有手动上下料、手动定位、自动切割等功能。

7.2.4 装夹应准确、可靠，并有到位自锁功能。

7.2.5 运动部件在中等进给速度时，正、负向启动、停止的控制应灵活、可靠、准确。

7.2.6 各类控制按钮触控灵敏可靠，指示灯能正确响应。

7.2.7 气动装置密封性和润滑性能良好，控制动作灵活、准确，且无渗（泄）漏现象。

7.2.8 安全、保险、防护装置以及电气系统的控制、联锁、保护功能应可靠，动作应灵活、准确。

7.2.9 在操作界面中有选择自动切割模式功能，能设置或修改线速度、进给速度、进给行程等参数。

7.3 整机性能

7.3.1 空载性能

7.3.1.1 轴承温升不应超过 35 K。

7.3.1.2 运动部件移动应平稳、灵活，无明显爬行和振动，限位应可靠。

7.3.1.3 截断机的空运转噪声声压级应不大于 80 dB (A)。

7.3.2 负载性能

7.3.2.1 截断机正常运转时，各部分动作应平稳、协调、灵活、可靠，各种指示应准确，无冲击、震动、异响等不良现象。

7.3.2.2 气动系统、润滑系统工作应稳定可靠，各联结处无渗漏现象。

7.4 截断效率

单切割头切割直径为254 mm的单晶硅棒时，截断时间应不大于10 min。

7.5 安全防护

7.5.1 电气系统布线符合 GB/T 5226.1—2019 中第 13 章的规定

- 7.5.2 指示灯和显示器应符合 GB/T 5226.1—2019 中 10.3 的规定。
- 7.5.3 光标按钮应符合 GB/T 5226.1—2019 中 10.4 的规定。
- 7.5.4 电气系统标记、警告标示和参照代号应符合 GB/T 5226.1—2019 中第 16 章的规定。
- 7.5.5 设备外露可导电部分应按照 GB/T 5226.1—2019 中 8.2.1 的要求连接到保护联结电路上。保护联结电路的连续性应符合 GB/T 5226.1—2019 中 8.2.3 的规定。PE 端子和各保护联结电路部件的有关点之间的每一个保护联结电路的电阻应不大于 0.1 Ω 。
- 7.5.6 在动力电路导线和保护联结电路间施加 500 Vd.c 时测得的绝缘电阻应不小于 1 M Ω 。
- 7.5.7 在动力电路导线和保护接地电路之间应经受 50 Hz，1000 V，至少 1 s 时间的耐压试验，无闪络和击穿现象。
- 7.5.8 安全光幕、防护门应符合 GB 15760—2004 中 5.5.2 的规定。

7.6 精度

7.6.1 几何精度

应符合本文件附录A中表A.1的规定。

7.6.2 定位精度和重复定位精度

应符合本文件附录A中表A.2的规定。

7.6.3 工件精度

截断机的工件精度应符合表2的规定。

表2 工件精度

单位为毫米

序号	项目	要求
1	短棒端面平面度	≤ 0.25
2	短棒两端面平行度	≤ 0.5
3	短棒端面垂直度	≤ 0.8
4	出刀口崩边	≤ 2

8 试验方法

8.1 外观

采用感官法进行检验。

8.2 功能要求

- 8.2.1 对截断机进行程序参数设置、手动和自动操作，并检查显示装置工作参数是否显示正确。
- 8.2.2 目测检查控制系统是否有故障报警显示功能。
- 8.2.3 设置一个工作程序，进行空运转，核查截断机是否有手动上下料、手动定位、自动工序转移等功能。
- 8.2.4 对截断机进行装夹操作，检查是否准确、可靠，并检查是否有到位自锁功能。

8.2.5 对各坐标上的运动部件,在中等旋转及进给速度连续进行各10次的正、负向启动、停止的操作试验,并选择适当的增量进给进行正、负向操作试验,动作应灵活、可靠、准确。手动功能用目测法、触摸法进行。

8.2.6 对截断机数字控制的各种指示灯、控制按钮、机械按钮等进行操作及运转试验,动作应灵活、可靠。

8.2.7 启动吹气系统时用手感觉各相应零部件处有气吹出,目测各动作灵活、准确,各系统应无渗(泄)漏现象

8.2.8 对机床的安全、保险、防护装置以及电气系统的控制、联锁、保护功能进行试验,功能应可靠,动作应灵活、准确。

8.2.9 在操作界面中选择自动切割模式,并设置金刚线速度、进给速度、进给行程等参数进行模拟切割试验,整个操作过程能顺利完成。

8.3 整机性能

8.3.1 空载性能

8.3.1.1 在室温(20 ± 5)℃条件下,线张力100 N、线速度2000 m/min单方向连续运行不少于30 min,切割头主轴轴承及被动轮轴承达到稳定温度,并在靠近轴承处用红外测温仪检测。

8.3.1.2 在室温(20 ± 5)℃条件下,线张力100 N、线速度2000 m/min条件下,运动部件高速进给和快速移动,只在除行程两 endpoints (起点和终点)之外的2/3全行程上进行检验,运行过程中检验功能要求。

8.3.1.3 噪声按 GB/T 17421.5 的规定进行检验。

8.3.2 负载性能

采用表3规定的的试验参数进行负载试验,检查截断机运行情况。

表3 试验参数

金刚线 mm	单晶硅棒长度 mm	线速度 m/min	线张力 N	平均进给速度 mm/min
$\phi 0.6$	≥ 1000	2000	100	35

8.4 截断效率

在表3试验参数下运行截断机,采用直径为254 mm的单晶硅棒,当截断机金刚线(多头时,随机选择一头的金刚线)接触到单晶硅棒表面时开始计时;当一组单晶硅棒截断完成后,停止计时,记录实际截断时间。

8.5 安全防护

8.5.1 电气系统布线按 GB/T 5226.1—2019 中第13章规定的试验方法进行检验。

8.5.2 指示灯和显示器按 GB/T 5226.1—2019 中10.3规定的试验方法进行检验。

8.5.3 按钮按 GB/T 5226.1—2019 中10.4规定的试验方法进行检验。

8.5.4 电气系统的标记、警告标志和参照代号按 GB/T 5226.1—2019 中第16章规定的试验方法进行检验。

8.5.5 保护联接电路的连续性按 GB/T 5226.1—2019 中18.2.2规定的试验方法进行检验。

8.5.6 绝缘电阻按 GB/T 5226.1—2019 中18.3规定的试验方法进行检验。

8.5.7 耐压试验按 GB/T 5226.1—2019 中18.4规定的试验方法进行检验。

8.5.8 安全光幕、防护门采用目测和实际操作进行检验。

8.6 精度

8.6.1 几何精度

按本文件附录A中表A.1的规定进行。

8.6.2 定位精度和重复定位精度

按本文件附录A中表A.2的规定进行。

8.6.3 工件精度

8.6.3.1 按表3的试验参数进行加工，短棒平面度按 GB/T 1958-2017 中表 C.3 规定的方法进行检验。

8.6.3.2 按表3的试验参数进行加工，短棒平行度按 GB/T 1958-2017 中表 C.8 规定的方法进行检验。

8.6.3.3 按表3的试验参数进行加工，短棒垂直度按 GB/T 1958-2017 中表 C.9 规定的方法进行检验，短棒长度应不小于 300 mm。

8.6.3.4 按表3的试验参数进行加工，用精度为 0.01 mm 的游标卡尺测量短棒的径向崩边尺寸。

9 检验规则

9.1 检验分类

产品检验分出厂检验和型式检验。检验项目见表4。

表4 检验项目

序号	检验项目		技术要求	试验方法	出厂检验	型式检验
1	外观		7.1	8.1	√	√
2	功能要求		7.2	8.2	×	√
3	整机性能	空载性能	7.3.1	8.3.1	√	√
4		负载性能	7.3.2	8.3.2	×	√
5	截断效率		7.4	8.4	×	√
6	安全防护	电气系统布线	7.5.1	8.5.1	√	√
7		指示灯和显示器	7.5.2	8.5.2	√	√
8		光标按钮	7.5.3	8.5.3	√	√
9		标记、警告标志和代号	7.5.4	8.5.4	√	√
10	安全要求	保护联接电路连续性	7.5.5	8.5.5	√	√
11		绝缘电阻	7.5.6	8.5.6	√	√
12		耐压试验	7.5.7	8.5.7	×	√
13		安全防护	7.5.8	8.5.8	√	√
14	精度	几何精度	7.6.1	8.6.1	√	√
15		重复定位精度和定位精度	7.6.2	8.6.2	×	√
16		工件精度	7.6.3	8.6.3	×	√

注：标有“√”的为应检验项目，标有“×”的为不需要检验项目。

9.2 出厂检验

- 9.2.1 截断机出厂检验应逐台检验，出厂检验项目见表 4。
- 9.2.2 截断机应出厂检验合格后方可出厂，并附有产品合格证。

9.3 型式检验

- 9.3.1 当出现下列情况之一时，应进行型式检验：
- 试制的新产品或老产品转厂生产时；
 - 当产品的设计、工艺或所用材料有重大改变时；
 - 产品停产 1 年以上恢复生产时；
 - 出厂检验结果与上次型式检验有较大差别时。
- 9.3.2 应从出厂检验合格成品中随机抽取 1 台进行型式检验，型式检验项目见表 4 规定。
- 9.3.3 型式检验存在不合格项时，判为不合格。

10 标志、包装、运输和贮存

10.1 标志

- 10.1.1 截断机都应有铭牌。铭牌应固定在明显易见的位置上。
- 10.1.2 对易造成人体伤害的位置应设置符合 GB 2894 规定的安全标志。如“当心触电”、“注意安全”、“当心机械伤人”等标志。
- 10.1.3 截断机的铭牌上应标出下列各项：
- 产品的型号和名称；
 - 产品编号；
 - 制造日期；
 - 产品标准号；
 - 生产厂名称及地址。

10.2 包装及说明书

- 10.2.1 截断机的包装应有防锈、防潮措施。
- 10.2.2 包装箱上应有怕雨、向上、小心轻放等字样或标志。
- 10.2.3 使用说明书的编写应符合 GB/T 9969 的要求，至少应包括：
- 产品名称；
 - 产品概述（用途、特点、使用环境及主要使用性能指标和额定参数等）；
 - 线路图、接地说明；
 - 安装和使用要求，维护和保养注意事项；
 - 产品附件名称、数量、规格；
 - 常见故障及处理办法一览表，售后服务事项和生产者责任；
 - 生产厂名和地址。

10.3 运输

截断机在装卸及运输过程中应小心轻放，避免碰撞和冲击，避免雨淋或水浸泡，严禁与酸、碱等腐蚀物品混运。

10.4 贮存

10.4.1 经包装的截断机产品，应妥善地存放在相对湿度不超过 90%和通风良好的场所，不得颠倒或侧放。

10.4.2 对临时露天存放的包装箱应采取防雨、防潮和防止碰撞等措施。

11 质量承诺

11.1 符合使用说明书的条件下，产品自到货之日起质保期 18 个月，在质保期内如出现因产品质量问题造成的设备故障，生产厂应进行免费维修。

11.2 如出现产品质量诉求时，生产厂应在 4 小时内做出响应，24 小时内提供解决处理方案。

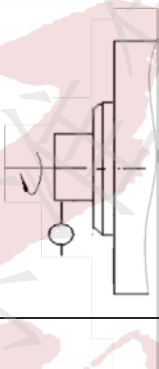


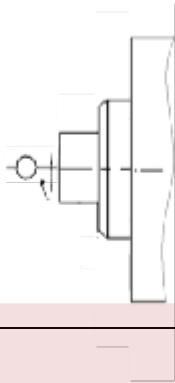
附 录 A
(规范性)
精度项目要求及检验方法

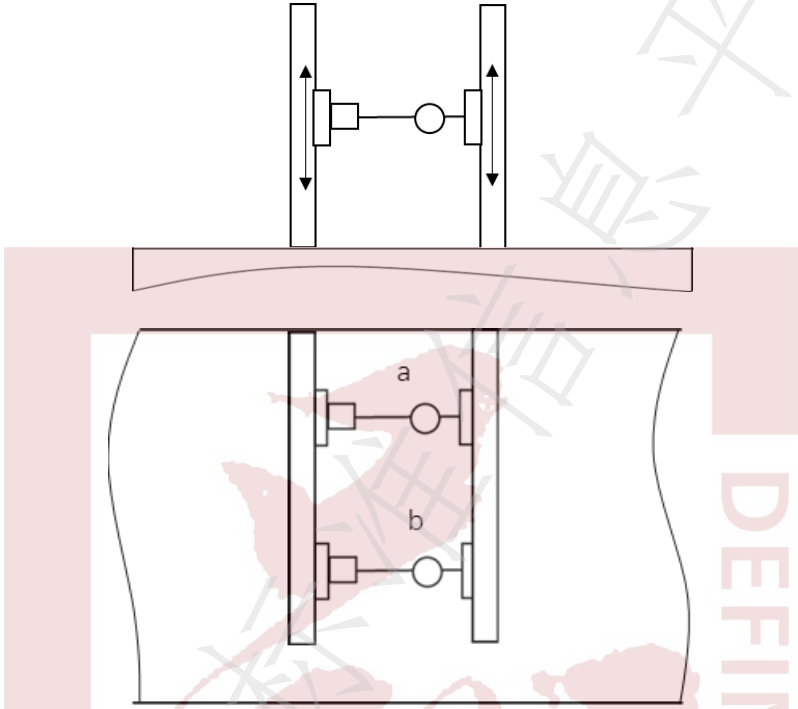
A.1 几何精度检验

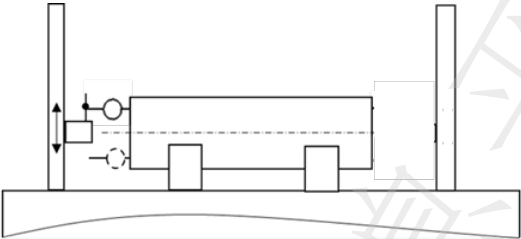
几何精度检验项目、允差及检验方法见表A.1。

表A.1

检验项目	G1	
切割头主辊外圆径向跳动		
简图		
允差	0.02	
检验工具	百分表/千分表	
检验方法	按GB/T 17421.1—1998中5.6.1.2.2的规定进行。	

检验项目		G2
切割头主辊轴向窜动误差		
简图		
允差	0.02	
检验工具	百分表/千分表	
检验方法	按GB/T 17421.1—1998中5.6.3.2的规定进行。	

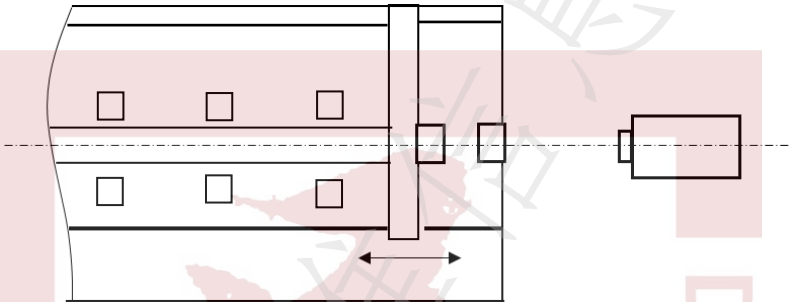
检验项目		G3
切割头移动的平行度		
a) 水平方向；		
b) 垂直方向。		
简图		
		
允差		a 及 b: 0.15/300
检验工具		百分表/千分表
检验方法（参照 GB/T 17421.1—1998 中 5.4.2.2.5 的规定）		
1. a、b 二指示器固定在一切割架上，使触头水平距离 600 mm，触及另一切割头主辊端面，转动表盘使二指示表示值为零。将二切割架朝同一方向按相同速度一起移动 300 mm；		
2. 分别读取 a、b 表的示值；		
3. 水平方向误差以 a、b 读数代数差之半计；		
4. 垂直方向误差以 a、b 绝对值大者计。		

检验项目	G4
切割头移动对 V 型支撑导轨中心的垂直度	
简图 	
允差 0.15/300	
检验工具 标准圆柱量棒、百分表/千分表	
检验方法 （参照 GB/T 17421.1—1998 中 5.5.2.2.3 的规定） 1. 将标准圆柱量棒放置于 V 型导轨支撑面上并固定；指示表固定于切割头上，调整表架及百分表，使测头触及量棒端面，切割头上下移动 300 mm； 2. 误差以指示表读数的最大差值计。	

A.2 定位精度和重复定位精度检验

定位精度和重复定位精度检验项目、允差及检验方法见表A. 2。

表A. 2

检验项目		P1
切割架移动的定位精度和重复定位精度		
简图		
		
允差		
检验项目		1200mm 行程
双向定位精度 A		0.80
单向定位精度 A↑和 A↓		0.50
单向重复定位精度 R↑和 R↓		0.20
检验工具		
激光干涉仪		
检验方法（参考 GB/T 17421.2—2016 的规定）		
1. 使用激光测量装置时，一反射镜固定于被测运动部件上，另一反射固定于机架上，干涉仪激光头置于三角架上。		
2. 按 GB/T 17421.2—2016 中第 3、4、7 章确定检验条件、检验程序和检验结果。		