

团 体 标 准

T/CAMS XXXX—XXXX

数控车床可靠性试验规范

Specification for rapid reliability test of Numerically controlled turning machines

（征求意见稿）

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

中国机械工业标准化技术协会 发布

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 试验方式	2
5 试验要求	2
6 试验方法	3
7 数据采集和记录	7
8 可靠性评定	7
附录 A（资料性） 可靠性试验记录	8

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。

本文件由中国机械工业标准化技术协会提出。

本文件由中国机械工业标准化技术协会机床专业委员会归口。

本文件起草单位：国家机床质量监督检验中心、通用技术集团机床工程研究院有限公司、沈阳机床股份有限公司。

本文件主要起草人：王军见、官端阳、刘洪强、赵钦志、李丹丹、问梦飞、曹志强、张维、李广泉、卢振伟、毕星瑞、张云峰、孟永伶、周永胜、胡裕、孙道金、姜华、张亮。

本文件为首次发布。

数控车床可靠性试验规范

1 范围

本文件规定了数控车床（以下简称机床）在进行模拟现场可靠性试验和评定时的试验方式、试验要求、试验方法、数据采集和记录、可靠性评定。

本文件适用于新研制和新改进的数控车床产品的可靠性符合性验证、测定、鉴定和评定。

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 2900.13-2008	电工术语 可信性与服务质量
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 6477-2008	金属切削机床 术语
GB/T 16462.1-2007	数控车床和车削中心检验条件 第1部分 卧式机床几何精度检验
GB/T 16462.2-2017	数控车床和车削中心检验条件 第2部分：立式机床几何精度检验
GB/T 16462.3-2017	数控车床和车削中心检验条件 第3部分：倒置立式机床几何精度检验
GB/T 16462.4-2007	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 16462.6-2017	数控车床和车削中心检验条件 第6部分：精加工试件精度检验
JB/T 13085.1-2017	精密数控卧式车床和车削中心 第1部分：精度检验
JB/T 13085.2-2017	精密数控卧式车床和车削中心 第2部分：技术条件
GB 22997-2008	机床安全 小规格数控车床与车削中心
GB 22998-2008	机床安全 大规格数控车床与车削中心
GB/T 23567.1-2009	数控机床可靠性评定 第1部分：总则
GB/T 23567.3-2018	数控机床可靠性评定 第3部分：数控车床与车削中心
JB/T 2322.2-2006	卧式车床 第2部分：技术条件
GB/T 9061-2006	金属切削机床通用技术条件

3 术语和定义

GB/T 2900.13-2008、GB/T 6477-2008、GB/T 23567.1-2009界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

数控车床 Numerically controlled turning machines

主运动为工件相对刀具旋转，切削能是由工件而不是刀具提供的数控机床。

注：该类数控机床由数字控制装置提供自动功能。

[GB/T 6477-2008，定义3.1.1]

3.2

失效 failure

产品完成要求的功能的能力的中断。

注1：失效后，产品处于故障状态。

注2：“failure(失效)”与“fault(故障)”的区别在于，失效是一次事件，故障是一种状态。

注3：这里定义的“失效”，不适用于仅由软件构成的产品。

[GB/T 2900.13-2008，定义191—04—01]

3.3

符合性试验 compliance test

表明产品的某一特征或某一性质是否符合所述要求的试验。

[GB/T 2900.13-2008, 定义191—14—02]

3.4

模拟现场试验 simulation field test

在指定和受控条件下（可模拟或不模拟现场实际工况）所做的符合性试验或测定试验。

注：改写GB/T 2900.13-2008, 定义191—14—04。

4 试验方式

4.1 试验方案

4.1.1 对于新研制和新改进的机床，应采用无替换的定时截尾试验的模拟现场试验。模拟现场试验一般应为连续可靠性试验。

4.1.2 因各种原因中途停止试验，应重新进行试验。

4.2 定时截尾试验时间

每台样机累积试验时间 $T \geq 380h$ 。

5 试验要求

5.1 试验环境

5.1.1 试验时的室温、湿度和气压应符合产品使用说明书规定的运行范围。

5.1.2 一般情况下，机床的电源电压应在 323V~418V 范围之内，电压频率应在 49Hz~51Hz 范围内。产品说明书对机床电源另有规定的，按说明书规定执行。

5.1.3 机床四周 2 米范围内不应有热源辐射、阳光直射和高于工作台面的障碍物情况。

5.2 预检验

5.2.1 试验产品应质检合格，具备出厂条件。

5.2.2 试验前，机床应按 JB/T 2322.2-2006 或企业编制的数控程序进行空运转预运行试验，试验时间一般为 24h。

5.2.3 试验前，不允许对机床进行任何质量方面的特殊处理。

5.3 试验装置和仪器

5.3.1 采用的可靠性试验装置应安全、可靠，并应满足试验要求。

5.3.2 采用的测量仪器应经过检定，并在检定期限内。

5.4 模拟现场试验

5.4.1 应尽量模拟机床的实际使用工况。

5.4.2 机床的润滑、冷却等系统等应在正常工作状态下。

5.4.3 试验装置安装应牢固可靠。

5.4.4 应根据试验机床特性，编制试验用载荷谱和工况谱。

5.4.5 试验时不应改变机床工作原理，以及故障和失效机理。

5.5 预防性维护

试验过程中允许按规定程序进行正常的预防性维护（如必要的更换、调整、润滑等）。

5.6 故障判定和计数原则

5.6.1 故障的判定原则应按 GB/T 23567.3 中的规定。

5.6.2 故障的计数原则应按 GB/T 23567.3 中的规定。

6 试验方法

6.1 试验内容

机床可靠性试验的试验内容见表1。

表 1 机床可靠性试验一览表

序号	试验项目	试验时间	试验说明	相关条款
一、可靠性空运转试验				
1	可靠性空运转试验	≥48h	主要考核换刀动作、快速直线运动和主轴高速回转运动的安全、冷却、排屑等可靠性	6.2.1.1
二、可靠性切削试验				
2	最大扭矩切削试验		主传动系统最大扭矩的切削试验	6.2.2.1
3	最大功率切削试验		主传动系统最大功率的切削试验	6.2.2.2
4	综合切削试验	≥48h	考核机床不同加工状态下的可靠性	6.2.2.3
三、可靠性加载试验				
5	X 轴加载试验	≥72h	模拟 X 轴进给运动加载试验	6.2.3.1
6	Z 轴加载试验	≥72h	模拟 Z 轴进给运动加载试验	6.2.3.1
7	多维力加载试验	≥72h	模拟机床多维力加载试验	6.2.3.2
8	主轴扭矩加载试验	≥72h	模拟主轴扭矩加载试验	6.2.3.3
9	最大工件负重试验		模拟卡盘最大夹持工件直径、长度及重量试验	6.2.3.4
四、可靠性验证项目（需要前、后两次试验）				
10	精度检验		按产品现行精度标准、规范或设计要求检验主要项目	6.2.4.1
11	工作精度检验		按产品现行精度标准、规范或设计要求检验标准试件的工作精度	6.2.4.2

12	主轴空运转平稳性试验		测试主轴不同转速下的振动、电流波动	6.2.4.3
13	主轴热变形试验		测试主轴中速空运转和主轴停止运转状态下的热位移	6.2.4.4
14	主轴高速温升试验		测试主轴高速运转下的温度和温升	6.2.4.5
15	机床系统静刚度试验		测试机床系统径向和轴向静刚度	6.2.4.6
16	典型试件分散性/加工一致性试验		测试机床运行状态下加工精度的分散度和一致性水平	6.2.4.7

6.2 试验过程

6.2.1 可靠性空运转试验

6.2.1.1 可靠性空运转试验

6.2.1.1.1 在 GB/T 23567.3-2018 空运转试验内容基础上，采取强化措施，考核换刀动作、快速直线运动和主轴高速回转运动的安全、冷却、排屑等可靠性。

6.2.1.1.2 数控程序的设置应包括：主轴采用中速和高速运转，增加进给轴快速定位动作，增加主轴高速运行的时间，增大冷却液体的喷射量、增加模拟切削运动、增加刀架的换刀动作等。

6.2.1.1.3 试验开始前，机床导轨润滑油应充足，电柜门、各防护门处于正常关闭状态。

6.2.1.1.4 可靠性空运转试验时间应至少 48h。

6.2.2 可靠性切削试验

6.2.2.1 最大扭矩切削试验

6.2.2.1.1 在主轴恒扭矩的调速范围内，选用适当的主轴转速，采用强力车削外圆方法进行试验，切削长度一般宜为 40mm。

6.2.2.1.2 试验次数不少于 3 次。

6.2.2.1.3 试验前进行不低于 30min 的主轴中速空运转升温试验。

6.2.2.1.4 在进行主轴最大扭矩的切削试验时，机床工作应正常平稳，运动应准确，各传动元、部件和变速系统应正常、可靠。

6.2.2.2 最大功率切削试验

6.2.2.2.1 在主轴恒功率的调速范围内，选用适当的主轴转速，采用高速切削外圆方式进行试验。

6.2.2.2.2 试验次数不少于 3 次。

6.2.2.2.3 试验前进行不低于 30min 的主轴中速空运转升温试验。

6.2.2.2.4 在进行主轴最大功率的切削试验时，机床工作应正常平稳，运动应准确，各传动元、部件和变速系统应正常、可靠。

6.2.2.3 综合切削试验

6.2.2.3.1 加工试件可参考企业提供的切削规范或规定的加工要求，考核机床在加工状态下的可靠性。

6.2.2.3.2 试验时，切削工序应包括粗加工、半精加工和精加工，切削时间不低于该项试验时间的 35%~40%。

6.2.2.3.3 试验时，加工行程应覆盖 60%以上的机床最大加工区域。

- 6.2.2.3.4 试验时，应包括车削外圆、车削螺纹等多种形式的功能性考核项目。
- 6.2.2.3.5 加工试件的数量由试验方和制造方协商确定。
- 6.2.2.3.6 切削试验时间应至少 48h。
- 6.2.2.3.7 记录切削时间、运行时间，监测机床温度、振动及故障情况。

6.2.3 可靠性加载试验

6.2.3.1 轴线加载试验

- 6.2.3.1.1 在模拟工作状态下，对机床 X 轴、Z 轴分别进行循环加载试验。
- 6.2.3.1.2 加载力应大于 0.75 倍对应方向的最大抗力，加载时间为总试验时间的 35%~40%。
- 6.2.3.1.3 加载间隔期内，考核各直线运动部件的快速移动动作的可靠性。
- 6.2.3.1.4 加载间隔期内，考核刀架转位动作的可靠性。
- 6.2.3.1.5 主轴转速、进给速度等运行参数应按工况谱的规定。
- 6.2.3.1.6 每个轴线试验时间应至少 72h。
- 6.2.3.1.7 记录加载时间、机床运行时间，监测机床温度、振动及故障情况。

6.2.3.2 多维力加载试验

- 6.2.3.2.1 在一定的转速条件下，对机床进行 X 向、Z 向同时加载试验。
- 6.2.3.2.2 刀架安装多维力弹簧加载装置，主轴安装模拟工件，通过进给实现对机床的轴向加载；同时，专用刀柄压缩径向加载弹簧，实现对机床的径向加载。
- 6.2.3.2.3 加载力应接近实际切削力，通过弹簧压缩量调整加载力幅值，加载时间不低于总试验时间的 35%~40%，试验应连续运行不少于 72h。
- 6.2.3.2.4 加载间隔期内，考核进给轴快速定位动作的可靠性。
- 6.2.3.2.5 加载间隔期内，考核刀架转位动作的可靠性。
- 6.2.3.2.6 主轴转速、进给速度等运行参数应按工况谱的规定。
- 6.2.3.2.7 记录加载时间、机床运行时间，监测机床温度、振动及故障情况。

6.2.3.3 主轴扭矩加载试验

- 6.2.3.3.1 在模拟工作状态下，在机床低速运转下进行扭矩加载试验；在机床高速运转下进行功率加载试验。
- 6.2.3.3.2 加载间隔期内，考核机床刀塔正反向换刀动作。
- 6.2.3.3.3 加载间隔期内，考核各直线运动部件的快速移动动作的可靠性。
- 6.2.3.3.4 加载扭矩、加载功率、加载时间、加载频次应按载荷谱的规定。
- 6.2.3.3.5 主轴转速等运行参数应按工况谱的规定。
- 6.2.3.3.6 主轴扭矩加载时间应至少 72h。
- 6.2.3.3.7 记录加载时间、机床运行时间，监测机床温度、振动及故障情况。

6.2.3.4 最大工件负重试验

- 6.2.3.4.1 试验前进行不低于 30min 的主轴中速空运转。
- 6.2.3.4.2 用与设计规定的卡盘最大夹持直径、长度及重量相当的重物作为工件，分别进行不同转速的空运转。
- 6.2.3.4.3 运转时应平稳、可靠、无明显异响；低速运转时应无明显的爬行现象。

6.2.4 可靠性验证项目

6.2.4.1 精度检验

- 6.2.4.1.1 普通精度等级的数控卧式车床和车削中心几何精度检验按 GB/T 16462.1-2007 的规定，精

密精度等级的数控卧式车床和车削中心几何精度检验按 JB/T 13085.1-2017 的规定，一般用途的数控立式车床和立式车削中心几何精度检验按 GB/T 16462.2-2017 的规定，一般用途的倒置数控立式车床和倒置立式车削中心几何精度检验按 GB/T 16462.3-2017 的规定，或按企业标准、技术规范的规定。

6.2.4.1.2 普通精度等级的数控车床和车削中心定位精度和重复定位精度检验按 GB/T 16462.4-2007 的规定，精密精度等级的数控车床和车削中心定位精度和重复定位精度检验按 JB/T 13085.1-2017 的规定，或按企业标准、技术规范的规定。

6.2.4.1.3 在可靠性加载试验前、后均应进行机床精度检验。

6.2.4.2 工作精度检验

6.2.4.2.1 普通精度等级的数控车床和车削中心（包括数控卧式主轴机床、数控立式主轴机床和数控倒置立式主轴机床）按 GB/T 16462.6-2007 的规定，精密精度等级的数控卧式车床和车削中心定位精度和重复定位精度检验按 JB/T 13085.1-2017 的规定，或按企业标准、技术规范的规定，对样机进行典型试件工作精度检验。

6.2.4.2.2 加工试件的数量由试验方和制造方协商确定。

6.2.4.2.3 在可靠性加载试验前、后均应进行工作精度检验。

6.2.4.3 主轴空运转平稳性试验

6.2.4.3.1 在机床不同转速下，测试主轴端部 X、Z 两个方向振动、主轴伺服输出端三相电流，评价其平稳性水平。

6.2.4.3.2 从主轴 600r/min 开始运转测量，转速以 300r/min 为步距递增，直到主轴最高速度为止。

6.2.4.3.3 记录各级转速下主轴箱体前端部 X、Z 两个方向的振动速度，对振动大于 0.5mm/s 的典型特征数据应进行频谱分析。

6.2.4.3.4 记录各级转速下主轴伺服输出端的三相电流值，计算电流不平衡量及波动度。

6.2.4.3.5 在可靠性加载试验前、后均应进行主轴空运转平稳性试验。

6.2.4.4 主轴热变形试验

6.2.4.4.1 试验包括主轴中速空运转和主轴停止运转两种状态，连续监测机床主轴的轴向、径向热位移。

6.2.4.4.2 在主轴上安装一个直径 $\geq 20\text{mm}$ 的精密钢球，用于测量热位移变化量。

6.2.4.4.3 主轴以 10%最高转速递增，2min 升一档转速，直到主轴最高转速 50%的恒定转速。

6.2.4.4.4 在试验中，传感器每 5min 采样一次，在主轴连续运行 6h 后，停止主轴运转，并继续监测 18h 的环境状态数据，试验时间至少为 24h。

6.2.4.4.5 在可靠性加载试验前、后均应进行主轴热变形试验。

6.2.4.5 主轴高速温升试验

6.2.4.5.1 试验时，机床应带卡盘运行。

6.2.4.5.2 机床主轴应从最低转速起依次运转至卡盘允许的最高转速，包括低、中、高速在内的不少于 10 种转速，各转速的运转时间不应小于 2min，最高转速运转时间不应少于 3h，使主轴达到稳定温度（热稳定温度梯度为 $\leq 3^\circ\text{C}/\text{h}$ ），并在主轴前后轴承位置测量温度和温升。

6.2.4.5.3 在各种转速运转时，工作机构应平稳、可靠，在最高转速运转时，不应有周期性的冲击声。

6.2.4.5.4 在可靠性加载试验前、后均应进行主轴高速温升试验。

6.2.4.6 机床系统静刚度试验

6.2.4.6.1 分别在 X、Z 两个方向对机床系统进行静刚度试验。

6.2.4.6.2 X 方向施力点距主轴端面 $125\pm 10\text{mm}$ ，测量点为主轴端部；Z 方向施力点为轴线中心点，

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/328143076076006121>