

ICS 25.040

CCS J 50

T/CI

团 体 标 准

T/CI XXX—20XX

数控机床可靠性测试方法

Reliability testing methods for CNC machine tools

20XX – XX – XX 发布

20XX – XX – XX 实施

中国国际科技促进会 发 布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本要求	2
4.1 一般原则	2
4.2 电气设备、电气元器件和电缆的选择	2
4.3 电源	2
4.4 运行环境	2
4.5 搬运、运输和存放	2
4.5.1 运输和存放	2
4.5.2 搬运	2
4.6 颜色要求	2
4.6.1 标志的颜色	2
4.6.2 控制元件的颜色	2
4.6.3 指示元件的颜色	3
4.6.4 导线的颜色	3
4.7 接地	3
4.8 控制设备：位置、安装和电柜	3
4.9 导线和电缆	3
4.10 配线	3
5 功能要求	3
5.1 基本功能	3
5.2 保护功能	3
6 性能要求	3
6.1 配置高端数控装置	4
6.2 定位精度	4
6.3 重复定位精度	4
6.4 进给速度	4
6.5 联动轴数	4
6.6 其他要求	4
7 控制系统的通信要求	4
8 安全要求	5
8.1 电击防护	5
8.1.1 电击防护的要求	5
8.1.2 电电气设备的要求	5
8.1.3 弱电电气设备的要求	5

8.2 电气设备的保护	5
8.2.1 电气设备的保护要求	5
8.2.2 防护门联锁保护	5
8.3 等电位联结	5
8.4 控制电路和控制功能	5
8.4.1 控制电路和控制功能的要求	5
8.4.2 控制电路电源	5
8.4.3 保护联锁	5
9 可靠性要求	5
9.1 平均故障间隔时间 MTBF	5
9.2 平均修复时间 MTTR	5
10 运维要求	5
11 试验方法	6
11.1 安全试验方法	6
11.1.1 紧急停止试验方法	6
11.1.2 保护连接电路的连续性	6
11.1.3 绝缘电阻试验	6
11.1.4 耐压试验	6
11.2 可靠性试验方法	6
12 技术文件	6
12.1 概述	6
12.2 提供的资料	6

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。

本文件由中国国际科技促进会提出并归口。

本文件起草单位包括：北京通标华信标准技术服务有限公司等。

本文件主要起草人：。

征求意见稿

高端数控机床控制系统技术规范

1 范围

本标准规定了高端数控机床控制系统一般要求、功能要求、性能要求、通信要求、安全要求、可靠性要求、运维要求、试验方法等要求。

本标准适用于高端数控机床控制系统，其他数控机床控制系统可参照执行。

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 14050—2008	系统接地的型式及安全技术要求	
GB/T 23567.1—2009	数控机床可靠性评定 第1部分：总则	
GB/T 26675—2011	机床电气、电子和可编程控制系统 绝缘电阻试验规范	
GB/T 26676—2011	机床电气、电子和可编程控制系统 耐压试验规范	
GB/T 26679—2011	机床电气、电子和可编程控制系统 保护联结电路连续性试验规范	
GB/T 32666.1—2016	高档与普及型机床数控系统 第1部分：数控装置的要求及验收规范	
GB/T 32666.2—2016	高档与普及型机床数控系统 第2部分：主轴驱动装置的要求及验收规范	
GB/T 32666.3—2016	高档与普及型机床数控系统 第3部分：交流伺服驱动装置的要求及验收规范	
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 7251.1—2023	低压成套开关设备和控制设备 第1部分：总则	
GB/T 7251.2—2023	低压成套开关设备和控制设备 第2部分：成套电力开关和控制设备	
JB/T 11723—2013	数控车床电气控制系统技术条件	
JB/T 11724—2013	数控磨床电气控制系统技术条件	

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

数控机床 numerical control machine tool

一种装有程序控制系统的自动化机床。

3.2

高端数控机床 high-end numerical control machine tool

具有高速、精密、智能、复合、多轴联动、网络通讯等功能的数控机床。

3.3

超速保护 OPT over speed ptotection

机床保护系统功能之一。当机床轴速度上升到保护限值时，采取紧急停止措施。

3.4

可靠性 reliability

机床控制系统在规定的条件下和规定的时间区间完成规定功能的能力。

3.5

故障 fault

机床不能执行规定功能的状态。

3.6

平均故障间隔时间 MTBF mean time between failures
相邻两个故障间工作时间的平均值。

3.7

时间 MTTR mean time to restoration
从发现故障到恢复规定性能所需时间的平均数。

4 基本要求

4.1 一般原则

机床控制系统本身不应产生危险，并能对人身和设备提供安全保护。

4.2 电气设备、电气元器件和电缆的选择

机床控制系统的电气设备应符合设计要求，设计选用的电气设备、电气元器件和电缆应符合GB/T 7251.1和GB/T 7251.12的要求，并应有产品质量证明书。

4.3 电源

电源的各项参数应符合设计要求。

4.4 运行环境

机床电气设备应符合GB/T 5226.1-2019中4.4的规定。

4.5 搬运、运输和存放

4.5.1 运输和存放

电气设备应可以在-25℃~55℃的温度范围内进行运输和存放，并能经受温度不高于70℃、时间不超过24h的短期运输和存放。

4.5.2 搬运

控制系统需要与主机分开的、或独立于主机的重大电气设备，应提供合适的手段，以供起重机或类似设备操作。

4.6 颜色要求

4.6.1 标志的颜色

要求如下：

产品所使用的标识（标志）的颜色选择GB 5226.1、GB 18209.1~18209.3等有关规定；标志颜色使用的一般原则为：

- “禁止”（紧急状况）用红色；
- “警告”（警告、注意、危险、异常状况）用黄色；
- “安全状态及允许”（正常状况）用绿色；
- “应遵守的规定或强制性干预”用蓝色；
- 白、灰、黑未赋予具体含义，可选择使用。

4.6.2 控制元件的颜色

控制元件的颜色要求如下：

- a) 急停操动器颜色应选用红色（见GB 5226.1—2019的第10章）。当急停采用红色蘑菇头按钮时，作为“急停”特定标志应在蘑菇头周围的外圈部分衬托黄色。
- b) 按钮（或按键）等的颜色：“启动/接通”按钮（按键）的颜色优先是白色，也允许用灰、黑或绿色，不允许用红色。“停止/断开”按钮（按键）的颜色优先是黑色，也允许用灰或白色，不允许选用红色，但靠近急停操作器不宜使用红色。

- c) 作为启动/接通与停止/断开交替操作的按钮（按键）的优先颜色为白、灰或黑色，不允许用红、黄或绿色。
- d) 对于按动它们即引起运转而松开它们则停止运转的按钮（按键），其优先颜色为白、灰或黑色，不允许用红、黄或绿色。
- e) 复位按钮应为蓝、白、灰或黑色。如果他们还用作停止/断开，最好使用白、灰或者黑色，优先选用黑色，但不允许用绿色。
- f) 黄色供异常条件使用，例如：在异常加工情况或自动循环中断事件中。
- g) 蓝色的按钮及蓝色的光标按钮用于要求强制性的干预操作，如复位功能。
- h) “白、灰、黑”色的按钮以及光标按钮未赋予具体含义，可作为操作（或操作指示）功能选择使用。

4.6.3 指示元件的颜色

指示元件（指示灯、闪烁指示灯等）的颜色要求如下：

- “禁止”（紧急状况）用红色；
- “警告”（警告、注意、危险、异常状况）用黄色；
- “安全状态及允许”（正常状况）用绿色；
- “应遵守的规定或强制性干预”用蓝色。

4.6.4 导线的颜色

导线的颜色要求如下：

- a) 当使用颜色代码标识导线时，颜色要求如下：
 - 1) 交流动力电路、直流动力电路用“黑色”；
 - 2) 交流控制电路用“红色”；
 - 3) 直流控制电路用“蓝色”；
 - 4) 保护接地电路用“黄/绿双色”。
- b) 电缆（如多芯电缆）中的颜色不受 a) 限制。

4.7 接地

接地符合GB 14050—2008中第5章的规定。

4.8 控制设备：位置、安装和电柜

所有控制设备的位置和安装应易于接近和维护，预期操作不受外部因素或条件的影响，并符合GB/T 5226.1—2019中第11章的规定。

4.9 导线和电缆

导线和电缆的选择应适合于工作条件，并符合GB/T 5226.1—2019中第12章的规定。

4.10 配线

电缆的连接及布线、导线的标识应符合GB/T 5226.1—2019中第13章的规定。

5 功能要求

5.1 基本功能

高端机床控制系统应具备手动、点动、速度控制、位移控制、速度/位移切换等基本功能。

5.2 保护功能

高端机床控制系统应具备过电压、欠电压、过电流、缺相、短路、过热、超速、过载、编码器异常等保护功能和相应的报警功能。

6 性能要求

6.1 配置高端数控装置

主要技术指标如下：

- 插补周期为0.125ms；
- 程序前瞻段数至少为2000；
- 程序处理速度至少为7200段/s；
- 插补最小分辨率为1nm；
- 具有1通道~8通道及以上，且每个通道具有8轴及以上联动的能力；
- 同时具有两种以上现场总线伺服接口、样条插补等；
- 具有符合五轴联动加工机床、精密数控车床和车削加工中心、车铣复合加工机床等控制功能要求的能力。

6.2 定位精度

定位精度指标见表1。

表1 定位精度

机床类型	各轴定位精度		
	X	Y	Z
重型机床	行程 2000mm 以内 0.012mm； 行程每增加 1000mm，精度增加 0.005mm	行程 2000mm 以内 0.012mm； 行程每增加 1000mm，精度增加 0.005mm	行程 2000mm 以内 0.012mm； 行程每增加 1000mm，精度增加 0.005mm
非重型机床	0.008mm	0.008mm	0.008mm

6.3 重复定位精度

重复定位精度指标见表2。

表2 重复定位精度

机床类型	各轴定位精度		
	X	Y	Z
重型机床	0.008mm	0.008mm	0.008mm
非重型机床	0.005mm	0.005mm	0.005mm

6.4 进给速度

进给速度要求如下：

- a) 重型机床进给速度大于等于 10m/min；
- b) 非重型机床进给速度大于等于 40m/min。

6.5 联动轴数

联动轴数达到四轴及以上。

6.6 其他要求

其他要求包括：

- 复合化；
- 智能化。

7 控制系统的通信要求

通信和网络应按相应的IEC和ISO标准接入。当机械及其有关设备需要连接到通讯网络（即机械和遥控器之间的指令和数据传输）时，网络接口应符合IEC和ISO标准以及供方的建议。在此情况下，设备应设置键控开关或类似的装置，它将“锁住”来自遥控器任何可能引起危险情况的指令。由开关控制的电路应只允许由人靠近机器控制其功能。控制系统还应符合下列要求：

- 配备以太网接口；

——能与上位机进行数据交换。

8 安全要求

8.1 电击防护

8.1.1 电击防护的要求

电气设备应具保护人免受电击的能力，并符合GB/T 5226.1—2019中第6章的规定。

8.1.2 强电电气设备的要求

现场所有的强电电气设备应可靠接地，接地母线排所在位置应明显，接地端子标记应清晰。

8.1.3 弱电电气设备的要求

现场所有的弱电电气设备应通过隔离变压器供电。

8.2 电气设备的保护

8.2.1 电气设备的保护要求

电气设备应具保护设备免受损坏的能力，并符合GB/T 5226.1—2019中第7章的规定外，还应满足下列要求。

8.2.2 防护门联锁保护

当机床在危险区域按照防护门时，防护门应具有电气的联锁保护。只有当防护门关好后，才能启动主轴和机床运动部件。如果在被保护区域内的危险没有消除，则不允许打开安全防护门。机床在调试或维修时，应设置专用开关或装置解除联锁，调试或维修结束后，应恢复防护门联锁保护功能。

8.3 等电位联结

等电位联接的要求应符合GB/T 5226.1—2019中第8章的规定。

8.4 控制电路和控制功能

8.4.1 控制电路和控制功能的要求

控制电路和控制功能应符合GB/T 5226.1—2019中第9章的规定以外，还应满足下列要求。

8.4.2 控制电路电源

控制电源应从主电源切断开关的负载侧引出。控制电路由交流电源侧供电时应使用变压器，这些变压器应用独立的绕组。如果使用了几个变压器，这些变压器的绕组要按二次侧电压同相位的方式连接。

8.4.3 保护联锁

当电气控制系统具有一个以上的电气控制部件，由于任一部件发生故障可能导致破坏时，对控制电路应安排保护联锁，必要时，保护联锁要能中断机床所以动作，并且不允许危及人身安全。

9 可靠性要求

9.1 平均故障间隔时间 MTBF

平均故障间隔时间不小于500h

9.2 平均修复时间 MTTR

平均修复时间不大于50h

10 运维要求

按规定时间间隔进行机床控制系统的检查和保养。检查内容包括数控系统、驱动系统、电气系统、液压系统、气动系统、附件交换系统、排屑系统、测量系统、监控系统等。

11 试验方法

11.1 安全试验方法

11.1.1 紧急停止试验方法

当按下紧急停止按钮后，紧急停止功能应符合GB/T 5226.1—2019中第9章中的9.2.3.4的规定。

11.1.2 保护连接电路的连续性

保护连接电路的连续性试验按照GB/T 5226.1—2019中第18章中的18.2的规定以外，还应按GB/T 26679—2011进行检测。

11.1.3 绝缘电阻试验

绝缘电阻试验按照GB/T 5226.1—2019中第18章中的18.3的规定以外，还应按GB/T 26675—2011进行检测。

11.1.4 耐压试验

耐压试验按照GB/T 5226.1—2019中第18章中的18.4的规定以外，还应按GB/T 26676—2011进行检测。

11.2 可靠性试验方法

可靠性试验方法按照GB/T 23567.1—2009中第11章和第12章进行。

12 技术文件

12.1 概述

为了安装、操作和维护机所需的资料，应以简图、图、表图、表格和说明书的形式提供，这些简图、图、表图、表格应符合GB/T 24341的要求，其中的图形符号应按GB/T 24340绘制，这些资料应使用供方和用户共同商定的语言，提供的资料可随机床复杂程度而异。这个文件能显示电气设备的所有器件并使之能够连接到供电网上。

12.2 提供的资料

随机床提供的技术资料应包括主要文件（元器件清单或文件清单）。

配套文件包括：

- a) 设备、装置、安装以及电源连接方式得清楚全面地描述；
- b) 电源要求；
- c) 实际环境（如照明、振动、噪声级、大气污染）的资料（在适当场合）；
- d) 概略图或框图（在适当场合）；
- e) 电路图；
- f) 编制的基本加工程序，特别是典型零件的加工程序（必要时）；
- g) 辅助功能M代码的定义（必要时）；
- h) 宏参数中公共变量部分的定义（必要时）；
- i) 安全防护装置、联锁功能和防止危险的防护装置，尤其是以协作方式工作的机械防护装置的联锁的详细说明（包括互连接线图）；
- j) 安全防护的说明和有必要暂停安全防护功能时（如调整或维修）所提供措施的说明；
- k) 保证机械安全和安全维护的程序说明；
- l) 搬运、运输和存放的有关资料；

由于采取的保护措施引起遗留风险的资料，指出是否需要任何特殊培训的信息和任何需要个人防护设备的资料。

征求意见稿