



中华人民共和国国家标准

GB/T 18400.10—2021/ISO 10791-10:2007

加工中心检验条件 第 10 部分：热变形的评定

Test conditions for machining centres—
Part 10: Evaluation of thermal distortions

(ISO 10791-10:2007, IDT)

2021-03-09 发布

2021-10-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 一般要求	1
3.1 计量单位	1
3.2 参照标准	1
3.3 检验工具	1
3.4 检验顺序	1
3.5 检验项目	2
4 环境温度变化误差(ETVE)的检验	2
4.1 总则	2
4.2 检验方法	2
4.3 检验工具	2
4.4 检验结果的表示	3
4.5 记录信息	4
5 由主轴旋转引起的热变形	4
5.1 检验要求	4
5.2 检验方法	4
5.3 检验工具	4
5.4 检验结果的表示	4
5.5 记录信息	5
6 由线性轴移动引起的热变形	5
6.1 检验方法	5
6.2 检验工具	6
6.3 检测结果的表示	6
6.4 记录信息	6
参考文献	8

前 言

GB/T 18400《加工中心检验条件》分为以下 10 个部分：

- 第 1 部分：卧式和带附加主轴头机床几何精度检验（水平 Z 轴）；
- 第 2 部分：立式或带垂直主回转轴的万能主轴头机床几何精度检验（垂直 Z 轴）；
- 第 3 部分：带水平主回转轴的整体万能主轴头机床几何精度检验（垂直 Z 轴）；
- 第 4 部分：线性和回转轴线的定位精度和重复定位精度检验；
- 第 5 部分：工件夹持托板的定位精度和重复定位精度检验；
- 第 6 部分：进给率、速度和插补精度检验；
- 第 7 部分：精加工试件精度检验；
- 第 8 部分：三个坐标平面上轮廓特性的评定；
- 第 9 部分：刀具交换和托板交换操作时间的评定；
- 第 10 部分：热变形的评定。

本部分为 GB/T 18400 的第 10 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分使用翻译法等同采用 ISO 10791-10:2007《加工中心检验条件 第 10 部分：热变形的评定》。

与本部分中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下：

- GB/T 17421.3—2009 机床检验通则 第 3 部分：热效应的确定（ISO 230-3:2001，IDT）。

本部分由中国机械工业联合会提出。

本部分由全国金属切削机床标准化技术委员会（SAC/TC 22）归口。

本部分起草单位：江苏高精机电装备有限公司、国家机床质量监督检验中心、东风设备制造有限公司、江苏高端数控机床有限公司、北京工业大学。

本部分主要起草人：郑金来、崔海斌、陈妍言、李书林、石玉红、张猛、李玉萍、张维、黄祖广、刘志峰。

引 言

加工中心是一种可以进行多种加工的数控机床,包括铣削、镗孔、钻孔和攻丝,以及根据加工程序的设定,从刀库或类似存储单元中实现自动交换刀具。多数加工中心带有多方位运动控制装置,可以将工件送至刀具加工位置。

GB/T 18400 的目的是尽可能为产品的比对、验收、维护或其他目的,提供广泛、全面的测试和检查信息。

GB/T 18400 通过参照 ISO 230 机床检验通则的相关部分,规定了一些类似检验要求,适用于独立或集成在柔性加工系统的具有水平或垂直主轴,或具有不同类型的万能头的加工中心。

GB/T 18400 还规定了一般用途普通精度加工中心对应的检测公差,或检测结果的最大允许值。

对于结构布置、部件和运动符合本部分所述检验条件的数控铣床和数控镗床,也可采用本部分全部或部分要求。

加工中心检验条件

第 10 部分:热变形的评定

1 范围

GB/T 18400 的本部分参照 ISO 230-3 规定了加工中心机床结构和定位系统在长度范围内热变形的检测评定。

本部分适用于线性轴行程至 2 000 mm 的加工中心机床。

本部分规定了三种检测方式,分别为:

- 环境温度变化误差(ETVE)检验;
- 由主轴旋转引起的热变形检验;
- 由线性轴移动引起的热变形检验。

应当注意,对于本部分所描述的检验没有给出具体公差数值。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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。

ISO 230-3:2007 机床检验通则 第 3 部分:热效应的确定(Test code for machine tools—Part 3: Determination of thermal effects)

3 一般要求

3.1 计量单位

本部分中所有线性尺寸和偏差的单位为毫米(mm);角度尺寸的单位为度(°),角度偏差通常用比值表示,但在某些情况下为了清晰,可用微弧度(μrad)或角秒(")表示。表达式的等效关系如下:

$$0.010/1\ 000=10\times 10^{-6}=10\ \mu\text{rad}\approx 2''$$

温度单位为摄氏度(°C)。

3.2 参照标准

本部分的应用应参照 ISO 230-3 中的规定进行,尤其是机床检验前的安装、测量方法的描述和检测结果的表示。

3.3 检验工具

本部分推荐使用的检测仪器和工具仅作为示例列出。可以使用相同指示量和具有相同或更高测量精度的其他仪器。

3.4 检验顺序

本部分的检验可以单独进行也可以按照任意组合进行。每次检验之前,机床应与环境温度保持一

致。因此,在各项检验之间,应给予机床充分的冷却时间,并在检验时严格遵守,通常应至少与热检的时间相当,此时机床中各个部件已经完成升温。

3.5 检验项目

检验机床时,不是本部分中列出的所有项目都必须检验。为了验收目的而要求检验时,用户可以与供应商/制造商达成协议,选择一些与机床结构或特性感兴趣的相关项目进行检验,但这些检验项目应在机床订货时明确指出。在机床验收检验时,如果没有明确规定检验项目和相关费用的协议,仅仅参照本部分进行验收,对缔约双方都没有任何约束力。

4 环境温度变化误差(ETVE)的检验

4.1 总则

环境温度变化误差(ETVE)的检验目的是揭示环境温度变化对机床或机床各个部件造成的弯曲或变形的影响。该项测试不得用于机床之间的比较。

建议机床供应商/制造商提供有关温度环境类型的指导意见,以使机床能够以指定的精度运行。用户有责任为操作机床提供可接受的温度环境。但是,如果用户按照机床供应商/制造商提供的建议给出温度环境测试,而机床没达到性能要求,那么责任应由机床供应商/制造商承担。

4.2 检验方法

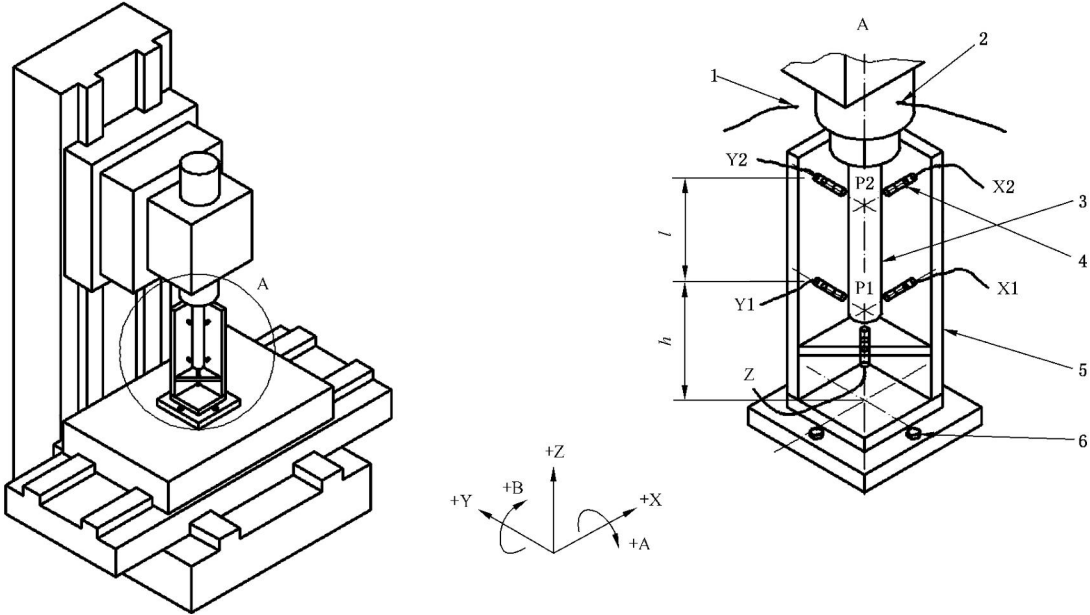
检验方法应符合 ISO 230-3:2007 中 5.2 的规定。图 1 是进行该项检验时典型的测量仪器安装方式。

在数控系统(NC)“保持”(HOLD)模式下,机床各轴可能会有温升,特别是垂直方向上。这种情况下,建议各个控制系统在“关闭”(OFF)状态下进行环境温度变化误差(ETVE)检验。这点应在检验报告中说明。

4.3 检验工具

本项目所需检验工具如下:

- 线性位移传感器;
- 温度传感器;
- 检验棒;
- 数据采集设备。



说明：
X1,X2,Y1,Y2,Z —— 线性位移传感器；
1 —— 环境空气温度传感器；
2 —— 主轴轴承温度传感器；
3 —— 检验棒；
4 —— 线性位移传感器；
5 —— 夹具；
6 —— 用螺栓固定在工作台上的夹具。

图 1 主轴旋转引起的热变形和环境温度变化误差(ETVE)检验时的典型安装方式

4.4 检验结果的表示

表 1 给出了检验结果的表示格式示例,此外还应按照 ISO 230-3:2007 中 5.4 的规定,提供一种检验结果的图形表达方式。

表 1 环境温度变化误差(ETVE)检验结果的表示格式

参 数	检 验 结 果
时间 / min	
$ETVE_X/mm$	
$ETVE_Y/mm$	
$ETVE_Z/mm$	
$ETVE_A/(^{\circ})$	
$ETVE_B/(^{\circ})$	

4.5 记录信息

应记录以下信息：

- a) 机床商标、型号和名称；
- b) 制造日期(如果有)；
- c) 机床出厂编号；
- d) 检验时间和日期；
- e) 测量时装夹的位置；
- f) 温度传感器的位置；
- g) 传感器类型；
- h) 检验棒和夹具的简图和材料；
- i) 使用的热补偿方法；
- j) 任何特殊检验方法；
- k) 检验前的机床准备过程；
- l) 控制系统接通(ON)还是关闭(OFF)；
- m) 如果与显示的坐标系不同时,偏移的实际方向应记录。

5 由主轴旋转引起的热变形

5.1 检验要求

每个主轴均应进行一次检验。

5.2 检验方法

检验方法应符合 ISO 230-3:2007 中 6.2 的各项规定。图 1 为检验该项时的典型安装方式。用户和供应商/制造商检验前应约定好,主轴是采用恒定转速还是按照一定的主轴转速图谱进行检测。在主轴转速恒定的情况下,双方对检测时采用的主轴转速应达成一致;如果按照主轴转速图谱检测,双方对检测时采用的主轴转速和时间间隔长短应达成一致。

注:主轴按照最高转速成一定百分比的一种转速下运行一段设定时间后,然后主轴停车一段时间(例如主轴以最高转速的 70%持续运转 3 min,主轴停止 1 min)作为主轴使用的一个采样周期。然后重复这个循环到试验周期结束。有关所采用的主轴转速图谱需由用户和供应商/制造商协商后确定。

检验应持续进行 4 h,并加上 1 h 的主轴停止时间。

5.3 检验工具

本项目所需检验工具如下：

- 线性位移传感器；
- 温度传感器；
- 检验棒；
- 数据采集设备。

5.4 检验结果的表示

表 2 为该项检验结果的表示格式示例,此外还应按照 ISO 230-3:2007 中 6.4 的规定,提供一种检验结果的图形表达方式。

表 2 主轴 C 旋转引起的热效应检验结果的表达格式

	X1 mm	Y1 mm	Z mm	A (")	B (")
在最初 60 min 内	$d(\text{EXC})_{\text{P},60} = \dots$	$d(\text{EYC})_{\text{P},60} = \dots$	$d(\text{EZC})_{60} = \dots$	$d(\text{EAC})_{60} = \dots$	$d(\text{EBC})_{60} = \dots$
在主轴运转的整个 周期内 $t = \dots$	$d(\text{EXC})_{\text{P}1,t} = \dots$	$d(\text{EYC})_{\text{P}1,t} = \dots$	$d(\text{EZC})_t = \dots$	$d(\text{EAC})_t = \dots$	$d(\text{EBC})_t = \dots$
距离, $l = \dots$					

5.5 记录信息

应记录以下信息：

- a) 机床商标、型号和名称；
- b) 制造日期(如果有)；
- c) 机床出厂编号；
- d) 检验时间和日期；
- e) 设置的测量位置；
- f) 温度传感器的位置；
- g) 传感器的类型；
- h) 检验棒和夹具的简图和材料；
- i) 使用的热补偿方法；
- j) 任何特殊检验方法；
- k) 检验前机床的准备过程；
- l) 主轴转速范围；
- m) 如果与显示的坐标系不同时,热漂移的实际方向应记录；
- n) 测量时主轴的相对位置。

6 由线性轴移动引起的热变形

6.1 检验方法

检验方法应符合 ISO 230-3:2007 中 7.2 的规定。图 2 为用于检验的典型安装方式。

在实际检测中,主要轴线和辅助轴线应使用不同的进给率。

例如:对于主要轴线的进给率可以设定在最大进给率的 50%,而对于辅助轴线,进给率可以设定在最大进给率(f_{max})的 20%。

检验采样周期应由两个时间段组成:待检轴线 4 h 的预热时间和 1 h 的冷却时间。当最后 60 min 内检出的变形量小于最初 60 min 内最大变形的 15%时,可以停止测量。

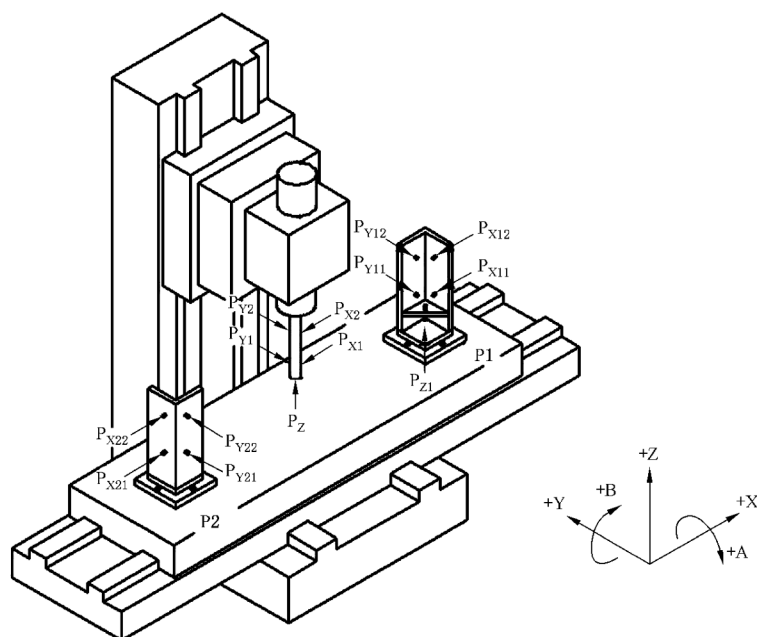


图2 线性轴移动引起的热变形检验时的典型安装方式

6.2 检验工具

本项目所需检验工具如下：

- 线性位移传感器；
- 温度传感器；
- 专用检验棒；
- 数据采集设备。

6.3 检测结果的表示

对于机床上的每条轴线,应表达出位置漂移对时间的关系(例如,图2的测试设备)：

- 两处测点上定位误差的图形表达,目标位置1是: $d(EXX)_{P1}$, $d(EYX)_{P1}$, $d(EZX)_{P1}$,目标位置2是: $d(EXX)_{P2}$, $d(EYX)_{P2}$, $d(EZX)_{P2}$ ；
- 两处测点上俯仰误差的图形表达,目标位置1是: $d(EBX)_{P1}$,目标位置2是: $d(EBX)_{P2}$ ；
- 两处测点上倾斜误差的图形表达,目标位置1是: $d(EAX)_{P1}$,目标位置2是: $d(EAX)_{P2}$ ；
- 检验期间测得的环境温度对时间的曲线。

6.4 记录信息

应记录以下信息：

- a) 机床商标、型号和名称；
- b) 制造日期(如果有)；
- c) 机床出厂编号；
- d) 检验时间和日期；
- e) 测量轴线的位置；
- f) 温度传感器位置；

- g) 移动速度；
- h) 停留时间；
- i) 起始点和结束点位置；
- j) 补偿能力和设备；
- k) 使用的仪器；
- l) 使用的热膨胀系数；
- m) 温升过程(包括温升过程的时间周期)；
- n) 检验开始和结束时被测物体的温度；
- o) 如果与显示的坐标系不同时,位置漂移的实际方向应记录。

参 考 文 献

- [1] GB/T 8129—2015 工业自动化系统 机床数值控制 词汇
 - [2] 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
 - [3] 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
 - [4] GB/T 19765—2005 产品几何量技术规范(GPS) 产品几何量技术规范和检验的标准参考温度
 - [5] ISO/TR 16015:2003 Geometrical product specifications (GPS)—Systematic errors and contributions to measurement uncertainty of length measurement due to thermal influences
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
加工中心检验条件

第 10 部分:热变形的评定

GB/T 18400.10—2021/ISO 10791-10:2007

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100029)
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址:www.spc.org.cn

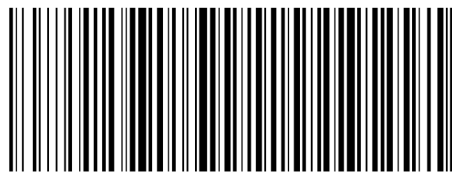
服务热线:400-168-0010

2021 年 3 月第一版

*

书号:155066·1-67055

版权专有 侵权必究



GB/T 18400.10-2021



码上扫一扫 正版服务到