



中华人民共和国国家标准

GB/T 17421.1—2023/ISO 230-1:2012

代替 GB/T 17421.1—1998

机床检验通则 第1部分：在无负荷或 准静态条件下机床的几何精度

Test code for machine tools—Part 1: Geometric accuracy of machines operating
under no-load or quasi-static conditions

(ISO 230-1:2012, IDT)

2023-08-06 发布

2024-03-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
引言	V
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
3.1 概述	2
3.2 机床坐标系和运动命名法的术语	2
3.3 静柔度和滞后的术语	3
3.4 线性轴线的术语	4
3.5 回转轴线的术语	12
3.6 运动轴线的平行度误差和垂直度误差的术语	17
3.7 轴线平均线之间其他关系的术语	22
3.8 多轴运动检验的术语	23
3.9 机床作用面、机床部件和试件几何精度的术语	28
4 公差	31
4.1 通则	31
4.2 机床作用面、机床部件和试件的公差	36
4.3 公差相关的附加限制条件	36
5 检验、检验方法和检验工具的不确定度	37
6 准备工作	37
6.1 机床检验前的安装	37
6.2 机床检验前的状态	38
6.3 检验装置与检验工具	38
7 机床静柔度和滞后检验	39
7.1 通则	39
7.2 外力作用下机床静柔度和滞后检验	40
7.3 内力作用下机床静柔度和滞后检验	41
7.4 带回转轴线机床的静柔度和滞后检验	43
8 线性运动轴线的几何精度检验	45
8.1 概述	45
8.2 直线度误差运动检验	45
8.3 线性定位误差运动检验	50
8.4 角度误差运动检验	51

9	回转轴线的几何精度检验	55
9.1	执行 ISO 230-7	55
9.2	角度定位误差运动	55
10	运动轴线的平行度、垂直度、同轴度和相交度	58
10.1	运动轴线的平行度	58
10.2	轴线平均线的同轴度误差	64
10.3	运动轴线的垂直度误差	67
10.4	轴线平均线间的相交度	74
11	多轴运动检验	75
11.1	总则	75
11.2	线性轨迹	76
11.3	圆轨迹	76
11.4	圆锥运动	83
11.5	用球形检具和线性位移测量仪的球插补检验	84
11.6	两线性轴运动形成表面的平面度误差	85
11.7	特殊检验	86
12	机床作用面的几何精度——直线度、平面度、垂直度和平行度的检验	88
12.1	机床作用面的直线度误差	88
12.2	机床工作台的平面度	97
12.3	作用面的位置和方向	105
12.4	运动的垂直度误差、线和面的垂直度误差	114
12.5	回转部件的径向跳动	119
附录 A (资料性)	机床坐标系与位置和方向误差	121
附录 B (资料性)	试件检测	130
附录 C (资料性)	与 ISO 230-1:1996 版变化对照一览表	132
附录 NA (资料性)	与 GB/T 17421.1—1998 版变化对照一览表	140
	参考文献	153
	索引	154

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。

本文件是 GB/T 17421《机床检验通则》的第 1 部分。GB/T 17421 已经发布了以下部分：

- 第 1 部分：在无负荷或准静态条件下机床的几何精度；
- 第 2 部分：数控轴线的定位精度和重复定位精度的确定；
- 第 3 部分：热效应的确定；
- 第 4 部分：数控机床的圆检验；
- 第 5 部分：噪声发射的确定；
- 第 6 部分：体和面对角线位置精度的确定（对角线位移检验）；
- 第 7 部分：回转轴线的几何精度；
- 第 10 部分：数控机床探测系统测量性能的测定。

本文件代替 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》，与 GB/T 17421.1—1998 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了文件适用范围，指明了不适用的范围（见第 1 章，1998 年版的第 1 章）；
- b) 增加了“规范性引用文件”一章（见第 2 章）；
- c) 增加了“术语和定义”一章（见第 3 章）；
- d) 更改了“代表线”和“代表平面”，用“参考直线”和“参考平面”代替（见 3.4.12、3.8.8，1998 年版的 5.2、5.3）；
- e) 将运动轴线的平行度误差和垂直度误差的定义与部件和特征的平行度误差和垂直度误差进行了区分，前者用角度关系表示，后者用距离关系表示。（见 3.6、3.9、10.1、10.3、12.3.2、12.4，1998 年版的 5.4.1、5.4.2、5.5.1、5.5.2）；
- f) 更改了公差要求，公差准则中明确了合格区与不合格区的确定规则，明确了局部公差的评定方法（见第 4 章，1998 年版的 2.3）；
- g) 增加了“检验、检验方法和检验工具的不确定度要求”一章（见第 5 章）；
- h) 更改了机床检验前准备工作要求，明确了检验前检查要求、环境温度要求、预检步骤、检验装置与检验工具要求（见第 6 章，1998 年版的第 3 章）；
- i) 增加了“机床静柔度和滞后检验”一章（见第 7 章）；
- j) 增加了“测量程序”和“数据分析”内容（见 7.2.3、7.3.3、8.2.3、8.3.3、8.4.3、9.2.3、10.3.2.5）；
- k) 增加了光学仪器对空气折射率变化敏感の説明，以及对局部弯曲影响的处理措施（见 8.2.2.3、8.2.2.4、8.2.2.5、8.3.2.1、8.4.2.2、11.6.2）；
- l) 增加了以下检验内容和检验方法：
 - 线性定位误差运动检验方法（见 8.3）；
 - 角度误差运动检验，用直线度差值测量法（见 8.4.2.4）；
 - 回转轴线的几何精度检验（见第 9 章）；
 - 两线性运动轴线间的平行度误差检验（在两个平面内）：基于两直线度误差运动的测量；线性运动轴线与回转轴或机床主轴的轴线平均线间的平行度误差检验；用激光直线度干涉仪测量/用检验球和线性位移测量仪测量；两回转轴间的平行度误差检验（见 10.1.2.2、10.1.4.2、10.1.4.4、10.1.5）；

- 轴线平均线的同轴度误差检验:固定点跳动测量(见 10.2.2);
 - 两线性运动轴线的垂直度误差检验:用基准平尺和基准分度台测量;用光学直角尺和激光直线度干涉仪测量;用圆检验及对角线位移评定直线度误差(间接法)(见 10.3.2.3、10.3.2.4、10.3.2.6);
 - 线性运动轴线与回转轴或机床主轴的轴线平均线间的垂直度误差检验(见 10.3.3);
 - 两轴线平均线间的垂直度误差检验(见 10.3.4);
 - 垂直轴线平均线间的相交度检验(见 10.4.2);
 - 多轴运动检验(见第 11 章,11.3.4.2~11.3.4.4 除外);
 - 用顺序三点法进行机床作用面的直线度误差检验(见 12.1.3.5)。
- m) 删除了运动的垂直度误差、线和面的垂直度误差测量中加轴向压力来消除轴向游隙的建议(见 1998 年版的 5.5.1.2.1);
- n) 删除了内表面的径向跳动试验方法中仅适用于滚珠和滚柱轴承的主轴的限制要求(见 1998 年版的 5.6.1.2.3);
- o) 删除了以下检验内容和检验方法:
- 线性运动轴直线度误差运动检验的角度测量法(见 1998 年版的 5.2.3.2.1.5);
 - 用坐标测量机测量平面度(见 1998 年版的 5.3.2.5);
 - 分度、丝杠传动组件的线性位置偏差的确定、角度游隙、圆柱度检验(见 1998 年版的 6.1、6.2、6.3、6.7);
 - 用试件测量法进行圆度检验(见 1998 年版的 6.6.2);
 - 用高度规方法测量工作精度检验中的加工直径一致性(见 1998 年版的 6.8.2.2)。

本文件等同采用 ISO 230-1:2012《机床检验通则 第 1 部分:在无负荷或准静态条件下机床的几何精度》。

本文件做了下列最小限度的编辑性改动:

——增加了附录 NA(资料性)。

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。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国金属切削机床标准化技术委员会(SAC/TC 22)归口。

本文件起草单位:通用技术集团机床工程研究院有限公司、上海机床厂有限公司、武汉重型机床集团有限公司、重庆机床(集团)有限责任公司、沈机集团昆明机床股份有限公司、沈阳机床(集团)有限责任公司、江苏高精机电装备有限公司、四川普什宁江机床有限公司、秦川机床工具集团股份公司、烟台环球机床装备股份有限公司、齐重数控装备股份有限公司、杭州蕙勒智能科技有限公司、济南章力机械有限公司、浙江亿洋智能装备科技股份有限公司、浙江永力达数控科技股份有限公司、广东科杰技术股份有限公司、安徽新诺精工股份有限公司、北京广宇大成数控机床有限公司。

本文件主要起草人:黄祖广、张维、陈妍言、于春平、薛瑞娟、赵钦志、芦华、徐皓莉、喻可斌、何春树、谭智、刘正东、杨成兵、文晓妮、李军、王静、李书林、张越东、聂应新、胡巍、卢艳辉、韩纪光、唐安伟、郑勇、李同、李琴、于启军。

本文件于 1998 年首次发布,本次为第一次修订。

引 言

GB/T 17421《机床检验通则》属于机床检验通用标准,确立了机床精度和性能检验的原则和要求。

GB/T 17421 拟由以下部分构成:

- 第 1 部分:在无负荷或准静态条件下机床的几何精度。目的在于规范机床在无负荷或准静态条件下几何精度和工作精度的检验方法。
- 第 2 部分:数控轴线的定位精度和重复定位精度的确定。目的在于规范检验和评定数控机床轴线的定位精度和重复定位精度的方法。
- 第 3 部分:热效应的确定。目的在于规范机床环境温度、主轴及线性轴热变形的检验方法。
- 第 4 部分:数控机床的圆检验。目的在于规范数控机床轮廓特性的检验和评定方法。
- 第 5 部分:噪声发射的确定。目的在于规范机床及其相关辅助装置的噪声测试方法。
- 第 6 部分:体和面对角线位置精度的确定(对角线位移检验)。目的在于规范机床空间精度的检验方法。
- 第 7 部分:回转轴线的几何精度。目的在于规范机床回转轴线几何精度的检验方法。
- 第 8 部分:振动。目的在于提供了机床振动评估的一般程序。
- 第 9 部分:ISO 230 机床检验系列标准的不确定度估算的基本方程。目的在于提供机床检验的测量不确定度评估的方法。
- 第 10 部分:数控机床探测系统测量性能的测定。目的在于规范检验和评定数控机床探测系统性能的方法。
- 第 11 部分:机床几何精度检验用测量仪器。目的在于提供机床几何精度检验测量仪器特性的信息。
- 第 12 部分:精加工试件。目的在于规范各类机床精加工试件特征的评定。

本文件是 GB/T 17421 的第 1 部分,主要规范了在无负荷或准静态条件下机床几何精度和工作精度的检验原理、检验要求和检验方法,还提供了检验工具正确使用方法,可为各类机床产品精度检验提供依据和指导。

本文件是为了解决机床技术、测量方法和测量仪器的进步问题而进行修订,同时消除了与其他新规范中测试方法的矛盾。

基于实际机床精度评价需求,有必要在轨迹的误差运动和功能表面/工件的缺陷之间进行清晰地分离,因此本文件修改了运动轨迹的平行度误差和垂直度误差的定义,以便在观察机床运动时排除直线度误差;这些定义不同于描述机床部件和特征的平行度和垂直度误差,对于部件和特征,垂直度误差和平行度误差直接符合源自其他标准(如 ISO 1101)的平行度误差和垂直度误差定义。

随着新的测量方法与工具的开发,上一版的附录 A 变得更加广泛,单独成为了 GB/T 17421 部分标准。本文件引入了新的测量方法与工具,以适应更高的精度测量和实现更快的测量。

此外,为了使本文件与 ISO 14253《产品几何量技术规范(GPS) 工件与测量设备的测量检验》(所有部分)保持一致,引入了其测量不确定度的相关内容。

机床检验通则 第1部分:在无负荷或准静态条件下机床的几何精度

1 范围

本文件规定了机床在无负荷或准静态条件下几何精度和工作精度的检验方法,这些方法同样适用于其他类型的工业机械的检验。

本文件适用于加工金属、木材等的动力驱动机床,其通过切削去除工件材料或产生塑性变形的形式进行加工,不适用于动力驱动便携式手动工具。

本文件仅涉及机床的几何精度检验,不涉及机床的运转检验(如振动,部件爬行等)和参数检查(速度、进给量)。

本文件不涉及通常切削力小于加速力的高速机械运动的几何精度检验。

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。

ISO 1 产品几何技术规范(GPS) 产品几何规范和验证的标准参考温度[Geometrical Product Specifications (GPS)—Standard reference temperature for geometrical product specification and verification]

注: GB/T 19765—2005 产品几何量技术规范(GPS) 产品几何量技术规范 and 检验的标准参考温度(ISO 1:2002, IDT)

ISO 230-2 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(Test code for machine tools—Part 2: Determination of accuracy and repeatability of positioning of numerically controlled axes)

注: GB/T 17421.2—2023 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(ISO 230-2:2014, IDT)

ISO 230-4 机床检验通则 第4部分:数控机床的圆检验(Test code for machine tools—Part 4: Circular tests for numerically controlled machine tools)

注: GB/T 17421.4—2016 机床检验通则 第4部分:数控机床的圆检验(ISO 230-4:2005, IDT)

ISO 230-6 机床检验通则 第6部分:体和面对角线定位精度的测定(对角线位移检验)[Test code for machine tools—Part 6: Determination of positioning accuracy on body and face diagonals (Diagonal displacement tests)]

注: GB/T 17421.6—2016 机床检验通则 第6部分:体和面对角线定位精度的测定(对角线位移检验)(ISO 230-6:2002, IDT)

ISO 230-7 机床检验通则 第7部分:回转轴线的几何精度(Test code for machine tools—Part 7: Geometric accuracy of axes of rotation)

注: GB/T 17421.7—2016 机床检验通则 第7部分:回转轴线的几何精度(ISO 230-7:2006, IDT)

ISO 841 工业自动化系统与集成 机床数值控制 坐标系和运动命名(Industrial automation systems and integration—Numerical control of machines—Coordinate system and motion nomenclature)