

高效强力五轴加工中心（A/B 摆台） 精度检验

1 范围

本文件规定了高效强力五轴加工中心的几何精度、定位精度和重复定位精度、工作精度的检验要求、检验方法以及相应的公差。

本文件适用于线性轴线行程至30000mm的高效强力五轴加工中心（A/B摆台）（以下简称机床）。

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 17421.1-2023 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 (ISO 230-1:2012, IDT)

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

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)

GB/T 34880.2-2017 五轴联动加工中心检验条件 第2部分：立式机床精度检验

GB/T 33150-2016 五轴联动高架横梁移动龙门铣床 精度检验

GB/T 19660-2005 工业自动化系统与集成机床数值控制坐标系和运动命名 (ISO 841:2001, IDT)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 高效 Efficient

一次装夹通过AB摆台在一定角度范围内任意摆动，配合主轴完成粗加工、半精加工、精加工等多道工序，进而节省单件加工时间，提高切削效率。

3.2 强力 powerful

配备大扭矩主轴，额定扭矩为400N.m，主轴主要指标包括最高转速能达到6000r/min，可满足航空航天领域薄壁翼舵类钛合金结构件的高效率加工。

3.3 五轴加工中心 5-axis machining center

具有五个数控轴线，即三个线性轴线（X、Y、Z）和两个回转轴线（A、B、C任意组合），可实现五轴联动切削的加工中心。

4 一般要求

4.1 测量单位

本文件中所有线性尺寸及相应公差均用毫米（mm）为单位表示，角度尺寸的单位为（°），角度偏差和相应的公差用比值表示，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：

$$0.01/1000 = 10 \times 10^{-6} = 10 \mu\text{rad} \approx 2''$$

4.2 执行标准

使用本文件时应按照GB/T 17421.1—2023、GB/T 17421.7—2016和GB/T 33150—2016的要求执行，尤其是机床检验前的安装，主轴和其他运动部件的温升、检验方法和检验工具的推荐精度及检验结果的评定和表示。

4.3 安装水平

按GB/T 17421.1—2023中6.1的规定调整机床床身安装水平，精密水平仪在纵向和横向的读数均不应超过制造商的规定。

4.4 检验顺序

本文件所给出的检验项目的顺序，并不表示实际检验顺序。为了使装拆检验工具和检验方便，可按任意次序进行检验。

4.5 检验项目

检验机床时，根据机床的结构特点确定检验项目，并不是必须检验本部分中的所有项目。为了验收目的而要求检验时，可由用户取得供货方（或制造厂）的同意，选择一些感兴趣的项目进行检验，但这些检验项目必须在机床订货时明确提出。

本文件中的G14、G15项均应在机床主轴达到中速稳定温度时进行，宜在15min内完成。

4.6 检验工具

本文件所规定的测量方法和检验工具仅为例子，可以使用相同指示量和具有至少相同精度或更小精度的其它检验工具。线性位移测量仪应具有 0.001 mm 或2” 的分辨力。测量不确定度与公差之间的关系应参考GB/T 17421.1—2023的第5章。

4.7 工作精度

工作精度检验应在精切加工后进行。工作精度检验建议按GB/T 17421.1—2023的B.1.3给出的条件进行。

4.8 软件补偿

当软件设备能补偿某些几何偏差时，相关的检验项目可以按制造厂和用户的协议，在用或不用这些补偿的情况下进行检验。当使用软件补偿时，宜在检验项目中标明。

4.9 机床结构

本文件中的机床的坐标和运动方向按 GB/T19660-2005的规定，图1包含了显示部件沿三个线性轴线和两个回转轴线运动的五轴加工中心结构型式及其坐标、运动方向的示例。

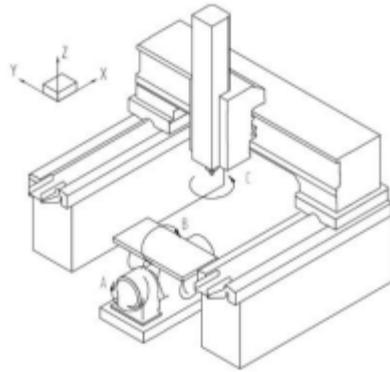


图1 高效强力五轴加工中心（A/B 摆台）结构型式图

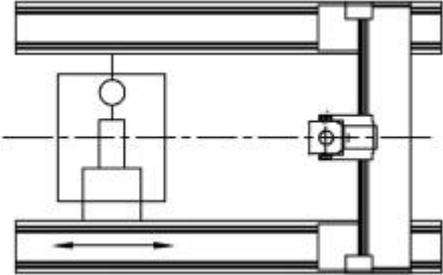
4. 10 最小公差

本部分中，所有公差值均为指导值。在机床验收时，也可由用户和制造商/供应商协商确定其他公差值。在订购机床时应明确说明所需/商定的公差值。

当实测长度与本文件规定的长度不同时，公差应根据GB/T 17421.1-2023中4.1.2的规定进行折算。折算结果小于 0.005 mm 时，仍按 0.005 mm 计。

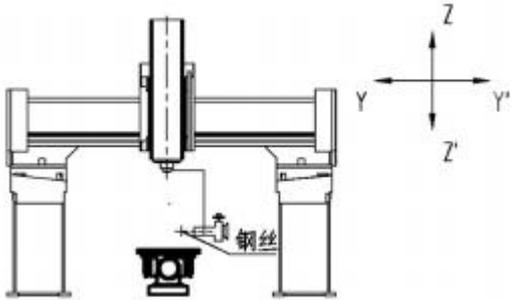
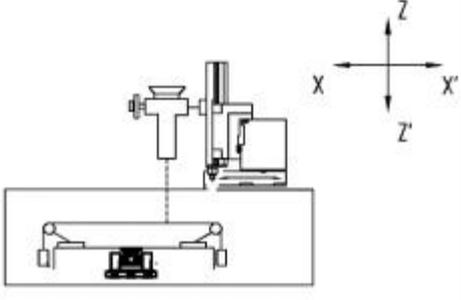
5 几何精度检验

5.1 线性运动的直线度误差

<p>检验项目</p> <p>基准导轨在水平面内的平行度。</p>	G1
<p>简图</p> 	
<p>公差</p> <p>0.04;</p> <p>局部公差：在任意 1000 测量长度上为 0.02。</p>	
<p>检验工具</p> <p>线性位移测量仪、导向支座。</p>	

检验方法(按 GB/T17421.1-2023 中 12.3.2.2 的规定)

线性位移测量仪安装在导向支座上,支座的一个导向平面与一个导轨的侧面接触并沿该面按规定的范围移动。测头沿另一个导轨的侧面滑动。

<p>检验项目</p> <p>X轴线运动的直线度：</p> <p>a) 在Z-X垂直平面内；</p> <p>b) 在X-Y水平平面内。</p>	G2
<p>简图</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>a)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>b)</p> </div> </div>	
<p>公差</p> <p>a)和 b):</p> <p>0.04;</p> <p>局部公差：在任意 1000 测量长度上为 0.01。</p>	
<p>检验工具</p> <p>a) 平尺和线性位移测量仪或光学方法；</p> <p>b) 平尺和线性位移测量仪或钢丝和显微镜或光学方法。</p>	

检验方法(按 GB/T 17421.1—2023 中 3.4、3.4.4、3.9.2、4 和 8.2 的规定)

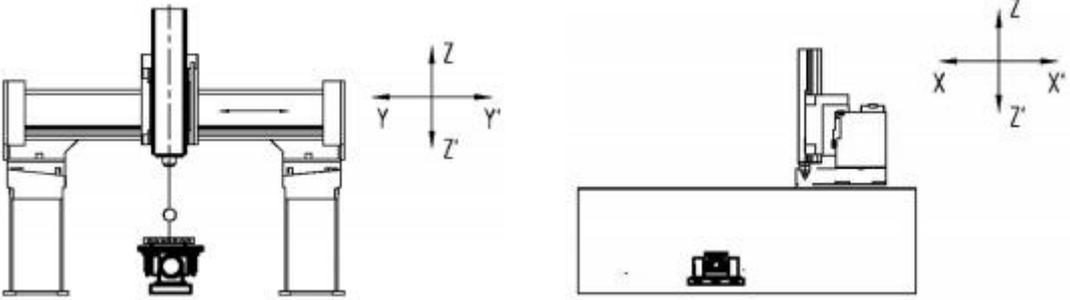
平尺或钢丝或直线度反射器都应置于工作台、摇篮上。如主轴能锁紧，则线性位移测量仪或显微镜或干涉仪可装
在主轴上，否则检验工具应装在机床的主轴箱上。

测量线应尽量靠近工作台、摇篮中央或头、尾架中心连线。

检验方法(按 GB/T17421.1-2023 中 8.2 的规定)

平尺或钢丝或直线度反射器都应置于工作台上。如主轴能锁紧，则指示器或显微镜或干涉仪可装在主轴上，否则检验工具应装在机床的主轴箱上。

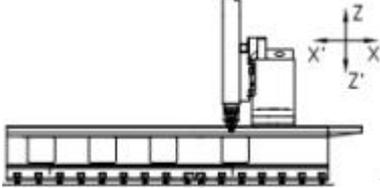
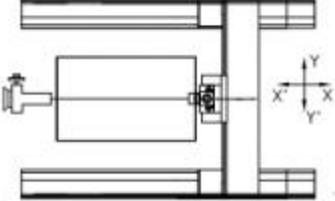
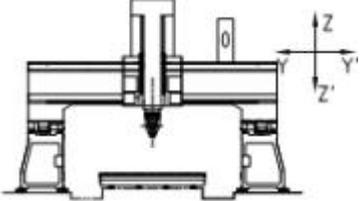
测量线应尽量靠近工作台。

<p>检验项目</p> <p>Z轴线运动的直线度：</p> <p>a) 在Z-X垂直平面内；</p> <p>b) 在Y-Z垂直平面内。</p>	G5
<p>简图</p>  <p style="text-align: center;">a) b)</p>	
<p>公差</p> <p>a)和b)：</p> <p>0.020/1000。</p>	
<p>检验工具</p> <p>角尺和指示器或钢丝和显微镜或光学方法。</p>	

检验方法(按 GB/T17421.1-2023 中 8.2 的规定)

角尺或钢丝或直线度反射器都应置于工作台中央。如主轴能锁紧，则指示器或显微镜或干涉仪可装在主轴上，否则检验工具应装在机床的主轴箱上。

5.2 线性运动的角度误差

<p>检验项目</p> <p>X 轴线运动的角度偏差：</p> <p>a) 在 Z-X 垂直平面内；</p> <p>b) 在 X-Y 水平平面内；</p> <p>c) 在 Y-Z 垂直平面内。</p>	G3
<p>简图</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>a)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>b)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>c)</p> </div> </div>	
<p>公差</p> <p>a) 和 b)</p> <p>$X \leq 4000$: 0.04/1000 ;</p> <p>$X > 4000$: 0.06/1000。</p> <p>测量长度每增加 1000, 公差增加 0.01/1000。</p> <p>c)</p> <p>0.02/1000。</p> <p>测量长度每增加 1000, 公差增加 0.005/1000。</p>	
<p>检验工具</p> <p>a) 精密水平仪或光学角度偏差测量工具；</p> <p>b) 光学角度偏差测量工具；</p> <p>c) 精密水平仪。</p>	

检验方法(按 GB/T17421.1-2023 中 3.4.16 和 8.4 的规定)

检验工具应置于运动部件上（主轴箱或横梁上）：

a)（俯仰）纵向； b)（偏摆）水平； c)（倾斜）横向。

沿行程在等距离的五个位置上检验。

应在每个位置的两个运动方向测取读数，最大与最小读数的差值应不超过公差。

检验方法(按 GB/T17421.1-2023 中 3.4.16 和 8.4 的规定)

检验工具应置于运动部件上:

a) (俯仰) 纵向; b) (偏摆) 水平; c) (倾斜) 横向。

当 Y 轴线运动引起主轴箱和工件夹持工作台同时产生角运动时, 这种角运动应分别测量并给予标明。在这种情况下, 当使用水平仪测量时, 基准水平仪应置于机床的非运动部件 (主轴箱或工件夹持工作台) 上。

沿行程在等距离的五个位置上检验。

应在每个位置的两个运动方向测取读数, 最大与最小读数的差值应不超过公差。

检验方法(按 GB/T17421.1-2023 中 3.4.16 和 8.4 的规定)

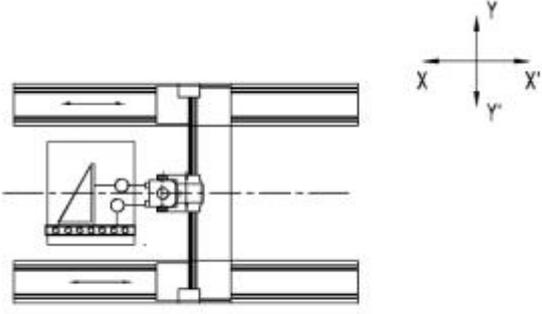
应沿行程至少在等距离的五个位置进行检验，在每个位置的两个运动方向测取读数，最大与最小读数的差值应不超过公差。

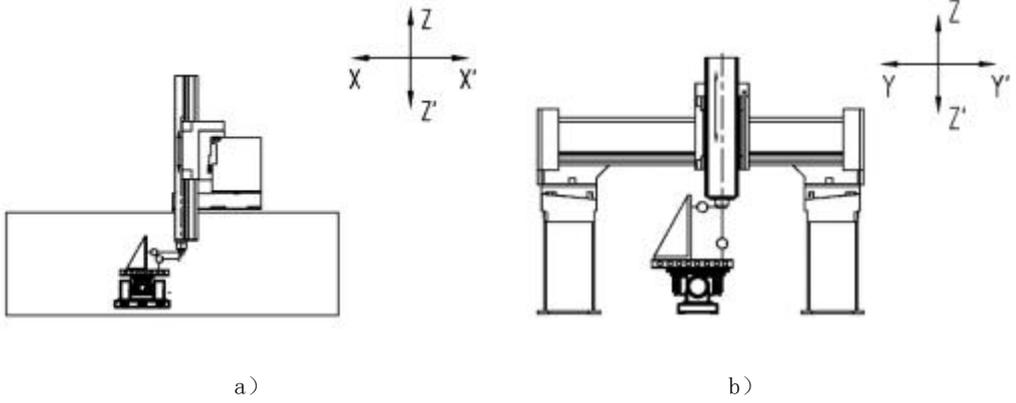
检验工具应置于运动部件上：

- a) (俯仰) 纵向； b) (偏摆) 水平。

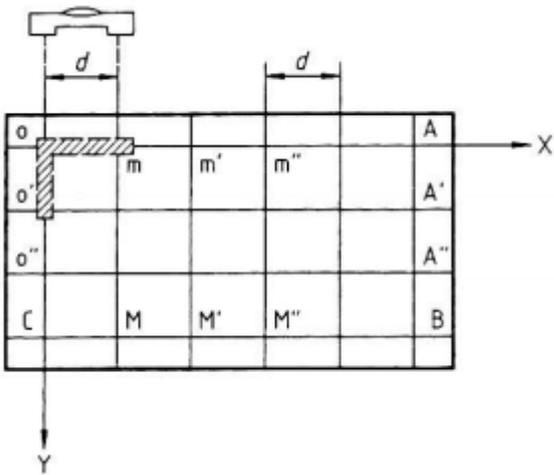
当Z轴线运动引起主轴箱和工件夹持工作台同时产生角运动时，这种角运动应分别测量并给予标明。在这种情况下，当使用精密水平仪测量时，基准水平仪应置于机床的非运动部件（主轴箱或工件夹持工作台）上。

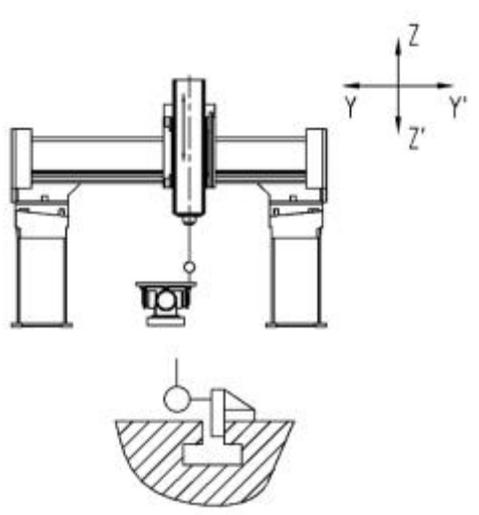
5.3 线性运动间的垂直度误差

<p>检验项目</p> <p>滑板（Y 轴线）移动对横梁（X 轴线）移动在水平面内的垂直度。</p>	G8
<p>简图</p> 	
<p>公差</p> <p>0.02/1000。</p>	
<p>检验工具</p> <p>平尺或平板、角尺和指示器。</p>	
<p>检验方法(按 GB/T17421.1-2023 中 10.3.3 的规定)</p> <p>平尺或平板应平行于 X 轴线放置。</p> <p>应通过直立在平尺或平板上的角尺检查 Y 轴线。</p> <p>如主轴能锁紧，则指示器可装在主轴上，否则指示器应装在机床的主轴箱上。</p> <p>应记录角度 α 的值（小于、等于或大于 90°），用于参考和可能进行的修正。</p>	

<p>检验项目</p> <p>滑枕垂直移动（Z 轴线）和工作台面的垂直度：</p> <p>a) 在 YZ 平面内；</p> <p>b) 在 XZ 平面内。</p>	G9
<p>简图</p>  <p style="text-align: center;">a) b)</p>	
<p>公差</p> <p>a) 和 b)：</p> <p>0.020/300。</p>	
<p>检验工具</p> <p>线性位移测量仪、平板、等高块、角尺（弯板）。</p>	
<p>检验方法(按 GB/T17421.1-2023 中 12.4.1 和 12.4.8 的规定)</p> <p>工作台上放一平板。</p> <p>a) 用等高块调整平板顶面与 X 轴运动方向平行。在平板上放一角尺（弯板），并使其垂直面平行于 Y 轴运动方向。</p> <p>b) 用等高块调整平板顶面与 Y 轴运动方向平行。在平板上放一角尺（弯板），并使其垂直面平行于 X 轴运动方向。</p> <p>Y、Z 轴运动部件均固定在行程中间位置。</p> <p>将线性位移测量仪装在主轴部件上,并将其测头调至垂直于 Z 轴轴线，并触及角尺垂直面。</p>	

5.4 工作台或托板

<p>检验项目</p> <p>AB摆台工作台面的平面度:</p>	G10
<p>简图</p> 	
<p>公差</p> <p>0.025</p> <p>局部公差：在任意 1000 测量长度上为 0.02。</p>	
<p>检验工具</p> <p>精密水平仪或平尺、量块、指示器或光学方法。</p>	
<p>检验方法(按 GB/T17421.1-2023 中 3.5.5 和 12.5.2 的规定)</p> <p>X轴线和Y轴线置于其行程的中间位置。工作台面的平面度应检查两次，一次工作台锁紧，一次不锁紧（如适用的话），两次测定的偏差均应符合公差要求。</p> <p>检验适用于尺寸符合GB/T25379.1-2010和GB/T25379.2-2010规定的托板。</p>	

检验项目 横梁移动(Y 轴线)对工作台纵向中央或基准 T 形槽的平行度。	G11
简图 	
公差 0.025。 局部公差：在任意 1000 测量长度上为 0.02。	
检验工具 指示器、T 形角尺。	

检验方法(按 GB/T17421.1-2023 中 12.3.2.5.1 的规定)

将指示器装在主轴部件上并尽可能地靠近主轴端部，使其测头触及基准T形槽测量面或T形角尺检验面。

沿Y轴线移动横梁，记录指示器读数的最大差值。

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/075201121112012010>