

GB/T 18400.6—2001

前 言

本标准是根据国际标准 ISO 10791-6:1998《加工中心检验条件 第6部分:进给率、速度和插补精度》制定的,在技术内容上与该国际标准等效,其编写格式按 GB/T 1 系列标准的规定进行了改写。

本标准与 ISO 10791-6 存在以下主要差异:

- 1) 由于本标准结构层次简单,因此取消了国际标准的目次;
- 2) 取消了国际标准的引言,将其部分内容放入第一章范围中;
- 3) 取消了国际标准的附录 A,将其内容放入第二章引用标准中。

本标准是加工中心检验条件系列标准之一,本系列标准包括以下 12 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:立式加工中心 几何精度检验;
- 第 3 部分:分度或连续分度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;
- 第 5 部分:工件夹持托板的定位精度和重复定位精度;
- 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;
- 第 11 部分:噪声辐射的评定;
- 第 12 部分:振动强度的评定。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国金属切削机床标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:北京机床研究所。

本标准主要起草人:李双庆、张维。

ISO 前言

ISO(国际标准化组织)是世界范围内各国标准化组织(ISO 成员)的联合组织。国际标准的制定工作通常由 ISO 的技术委员会完成。对技术委员会设立的某一专题感兴趣的每个 ISO 成员都有权在该技术委员会表达自己的意见。与 ISO 有联系的国际组织、官方或非官方机构也可参加此项工作。ISO 与负责电气标准的国际电工委员会(IEC)合作密切。

经技术委员会接受的国际标准草案,在发往各成员征求意见后表决。国际标准的发布要求至少 75% 的成员投票通过。

国际标准 ISO 10791-6 由 ISO/TC 39 机床技术委员会的 SC2 金属切削机床检验条件分委员会制定。

ISO 10791 总标题为“加工中心检验条件”,它包括如下几部分:

- 第 1 部分:卧式和带附加主轴头机床的几何精度检验(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的几何精度检验(垂直 Z 轴);
- 第 3 部分:分度或连续分度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;
- 第 5 部分:工件夹持托板的定位精度和重复定位精度;
- 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;
- 第 11 部分:噪声辐射的评定;
- 第 12 部分:振动强度的评定。

本标准中的附录 A 是提示的附录。

中华人民共和国国家标准

加工中心 检验条件

第6部分:进给率、速度和插补精度检验

GB/T 18400.6—2001
eqv ISO 10791-6:1998

Test conditions for machining centres—
Part 6: Accuracy of feeds, speeds and interpolations

1 范围

本标准规定了加工中心的主轴转速、各个数控线性轴线的进给率及两个或两个以上数控线性轴线和/或回转轴线同时运动所产生轨迹的运动精度的要求及检验方法。

本标准适用于一般用途的普通精度加工中心。当其结构、部件和运动符合本标准时,数控镗、铣床也可参照使用。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

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
(eqv ISO 230-1:1996)

JB/T 3051—1999 数字控制机床 坐标和运动方向的命名 (eqv ISO 841:1974)

ISO 230-4:1996 机床检验通则 第4部分:数控机床的圆检验

3 一般要求

3.1 本标准中所有线性尺寸、偏差和相应的允差均用毫米(mm)为单位表示,角度尺寸的单位用度(°)为单位表示,角度偏差和相应的允差用比值表示,在有些情况下为清晰起见,也用微弧度(μ rad)或秒(")为单位表示。其换算关系见下式:

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

3.2 使用本标准时,应参照GB/T 17421.1的有关规定。尤其是机床检验前的安装、主轴和其他运动部件的空运转温升、检验方法和检验工具的精度。

3.3 本标准所列出的运动精度检验项目的顺序,并不表示实际检验次序。为了装拆检验工具和检验方便,可按任意的次序进行检验。

3.4 检验机床时,根据结构特点并不是必须检验本标准中的所有项目。为了验收目的而要求检验时,可由用户取得制造厂同意选择一些感兴趣的检验项目,但这些检验项目必须在机床订货时明确提出。

3.5 本标准所规定的检验工具仅为例子。可以使用相同指示量和具有至少相同精度的其他检验工具。指示器应具有0.001 mm的分辨率。

3.6 机床的坐标和运动方向应符合JB/T 3051的规定。

3.7 为简明起见,本标准仅附某些结构型式的机床简图。

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 2001-07-20 批准

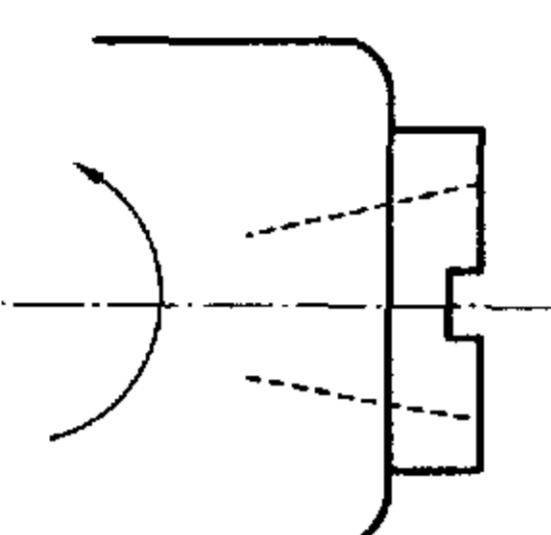
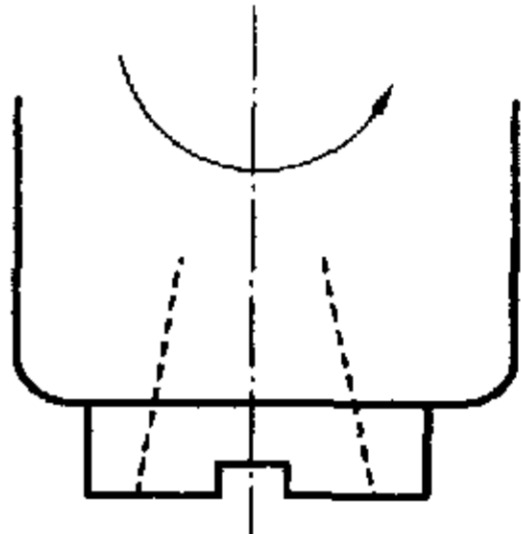
2002-03-01 实施

GB/T 18400.6—2001

4 运动精度检验

4.1 速度精度检验(K1)和进给精度检验(K2)

检验目的是检查键盘指令和部件实际运动之间,控制系统中的所有电气、电子和运动链的综合精度。

<p>检验项目</p> <p>检验主轴顺时针和逆时针旋转时,每个转速范围的 1/2 最高转速和最高转速的精度。</p>	K1																																									
<p>简图</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div>																																										
<p>允差 ±5%</p>																																										
<p>实测偏差</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">转速范围</th> <th style="width: 15%;">旋转方向</th> <th style="width: 15%;">程编转速</th> <th style="width: 15%;">实际转速</th> <th style="width: 15%;">偏差%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2"></td> <td>逆时针</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>顺时针</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2"></td> <td>逆时针</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>顺时针</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2"></td> <td>逆时针</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>顺时针</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2"></td> <td>逆时针</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>顺时针</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		转速范围	旋转方向	程编转速	实际转速	偏差%		逆时针				顺时针					逆时针				顺时针					逆时针				顺时针					逆时针				顺时针			
转速范围	旋转方向	程编转速	实际转速	偏差%																																						
	逆时针																																									
	顺时针																																									
	逆时针																																									
	顺时针																																									
	逆时针																																									
	顺时针																																									
	逆时针																																									
	顺时针																																									
<p>检验工具</p> <p>转速表或频闪仪或其他检验工具</p>																																										
<p>备注:</p> <p>如要读出瞬时速度,则应测取五个读数并计算平均值。应在稳定转速状态下测取读数,以避免启动和停止时的加速度/减速度。倍率应被设定为 100%。</p> <p>使用下列公式计算主轴转速的偏差:</p> $\text{偏差} = \frac{\text{实际转速} - \text{程编转速}}{\text{程编转速}} \times 100\%$																																										

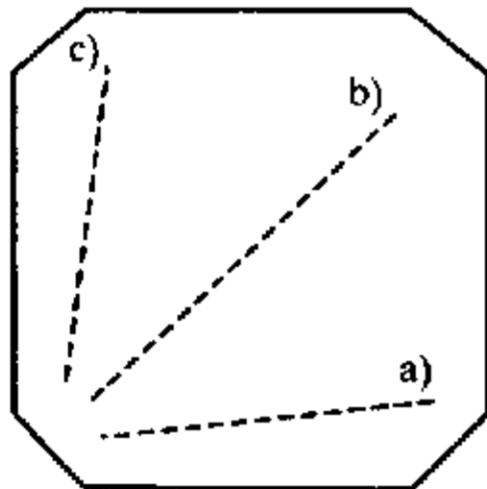
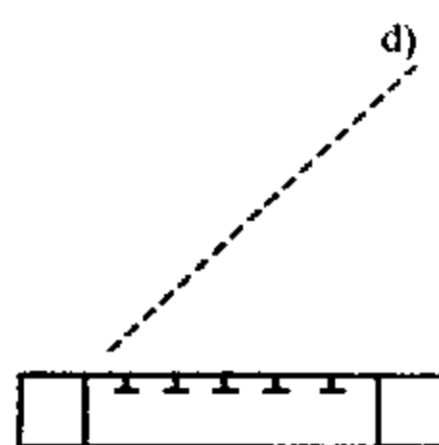
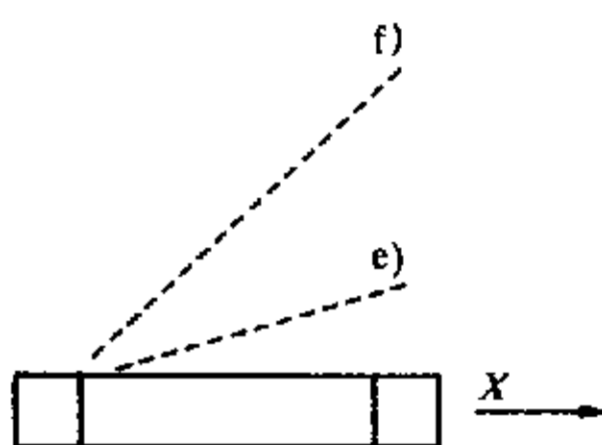
GB/T 18400.6—2001

检验项目 在下列进给率下检验线性轴线的进给率的精度： a) 100 mm/min; b) 1 000 mm/min; c) 最大进给率; d) 快速移动。	K2																																																																																
简图 <div style="text-align: center;"> </div>																																																																																	
允差 ±5%																																																																																	
实测偏差 <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="3">程编进给率</th> <th rowspan="3">轴线方向</th> <th colspan="6">轴 线</th> </tr> <tr> <th colspan="2">X</th> <th colspan="2">Y</th> <th colspan="2">Z</th> </tr> <tr> <th>实际进给</th> <th>偏差%</th> <th>实际进给</th> <th>偏差%</th> <th>实际进给</th> <th>偏差%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">100 mm/min</td> <td>正 向</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>反 向</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">1 000 mm/min</td> <td>正 向</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>反 向</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">最大进给率 ... mm/min</td> <td>正 向</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>反 向</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">快速移动 ... mm/min</td> <td>正 向</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>反 向</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table>		程编进给率	轴线方向	轴 线						X		Y		Z		实际进给	偏差%	实际进给	偏差%	实际进给	偏差%	100 mm/min	正 向							反 向							1 000 mm/min	正 向							反 向							最大进给率 ... mm/min	正 向							反 向							快速移动 ... mm/min	正 向							反 向						
程编进给率	轴线方向			轴 线																																																																													
				X		Y		Z																																																																									
		实际进给	偏差%	实际进给	偏差%	实际进给	偏差%																																																																										
100 mm/min	正 向																																																																																
	反 向																																																																																
1 000 mm/min	正 向																																																																																
	反 向																																																																																
最大进给率 ... mm/min	正 向																																																																																
	反 向																																																																																
快速移动 ... mm/min	正 向																																																																																
	反 向																																																																																
检验工具 激光干涉仪或秒表																																																																																	
备注： 如用干涉仪读瞬时速度，则应沿行程测取五个读数并计算平均值。 如使用秒表，则应在比程编长度短的测量长度上测量时间，以避免两端点的加速度/减速度。 倍率应被设定为 100%。 使用下列公式计算进给率的偏差： $\text{偏差} = \frac{\text{实际进给率} - \text{程编进给率}}{\text{程编进给率}} \times 100\%$																																																																																	

4.2 直线插补精度检验(K3)

检查目的是检查两个以上相同进给率运动(45°角)的线性轴线的联动,以及检查在可能产生爬行运动的非常低的进给率(小角度)下它们的每个轴线的动作。

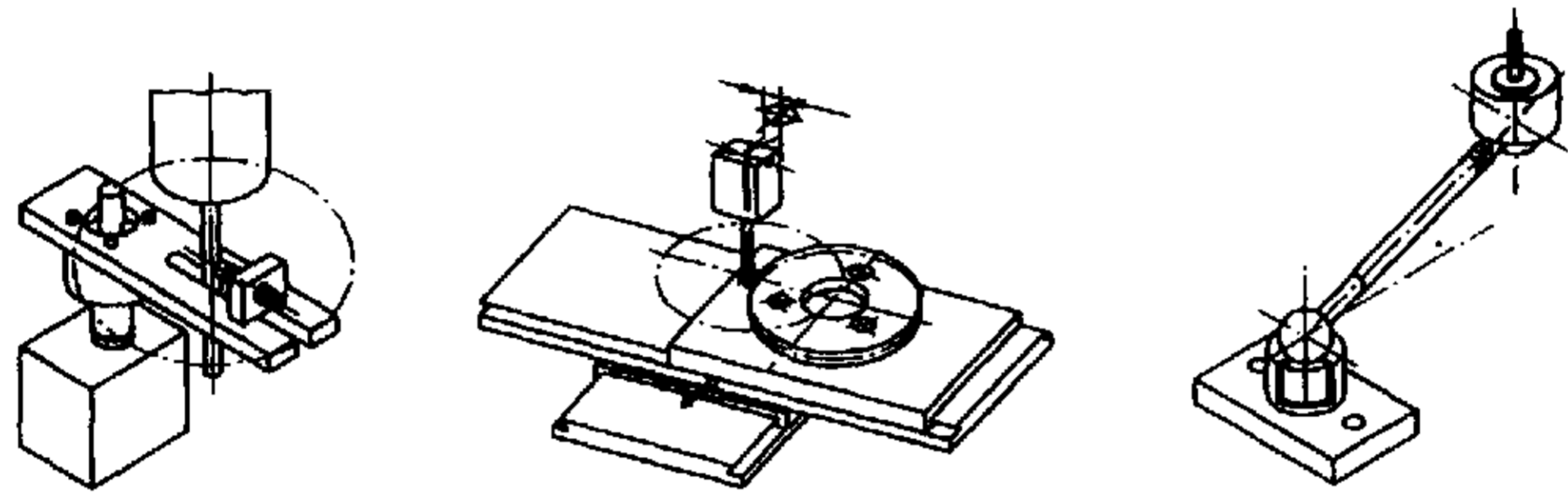
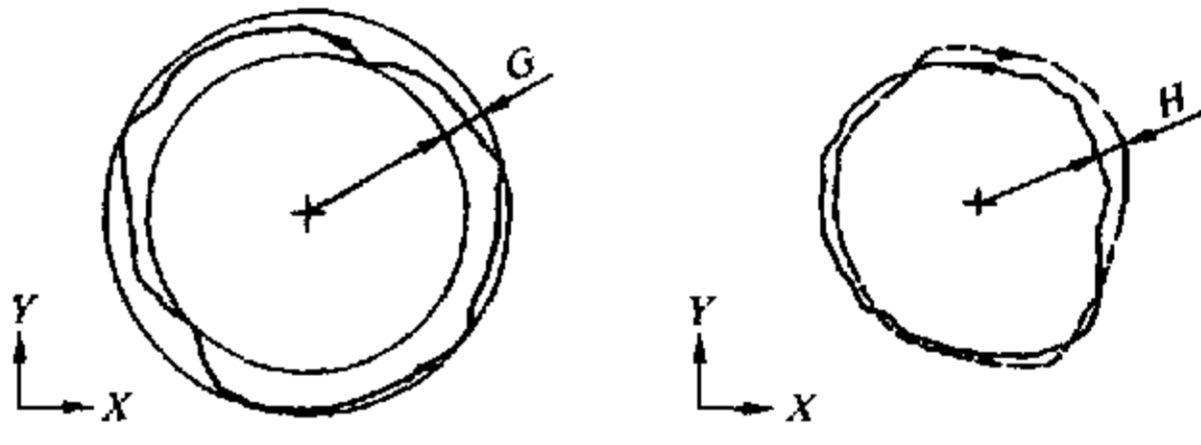
GB/T 18400.6—2001

<p>检验项目</p> <p>在 100 mm 至 300 mm 测量长度上,检验由两线性轴线直线插补所产生轨迹的精度。</p> <p>卧式加工中心:</p> <p>a) $\frac{dZ}{dX}=0.05$; b) $\frac{dZ}{dX}=1$; c) $\frac{dX}{dZ}=0.05$; d) $\frac{dY}{dZ}=1$; e) $\frac{dY}{dX}=0.05$; f) $\frac{dY}{dX}=1$。</p> <p>立式加工中心:</p> <p>a) $\frac{dY}{dX}=0.05$; b) $\frac{dY}{dX}=1$; c) $\frac{dX}{dY}=0.05$; d) $\frac{dZ}{dY}=1$; e) $\frac{dZ}{dX}=0.05$; f) $\frac{dZ}{dX}=1$。</p> <p>依靠程编的便利条件,可以选定 3°角来取代 $\arctan 0.05$ 的角(=2°51'45")。</p>	<p>K3</p>
<p>简图</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>水平面</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>YZ垂直平面</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>与 X轴平行的垂直平面</p>  </div> </div>	
<p>允差</p> <p style="text-align: center;">任意 100 mm 长度上为 0.020 mm</p>	
<p>实测偏差</p> <p style="text-align: center;">长度.....mm</p> <p>a) b) c) d) e) f)</p>	
<p>检验工具</p> <p>平尺或正弦规,指示器或带自动图形记录仪的电子探测器</p>	
<p>备注:</p> <p>测量长度应大致位于工作台的中间位置。</p> <p>在选定角度和行程长度后,如主轴能锁紧,则指示器¹⁾可装在主轴上,否则应装在主轴箱上,并适当垂直于运动方向。</p> <p>放置平尺或正弦规,使指示器测头触及平尺或正弦规,并调整其方向。</p> <p>然后沿程编轨迹分别在两个方向以 250 mm/min 的进给率移动轴线,并在测量长度之外反向,分别记下每个方向的最大与最小读数间的差值。</p> <p>应记录较大的偏差及其方向。</p> <hr style="width: 20%; margin-left: 0;"/> <p>1) 必要时,推荐采用与自动图形记录仪连接的电子探测器,以便获得更加明了的测量图。</p>	

4.3 圆弧插补精度检验(K4)

检查目的是检查变进给率下两线性轴线(通常为 X 和 Y)的联动,包括如下点:在这些点上其中一个轴线的进给减速至零且运动反向。

GB/T 18400.6—2001

<p>检验项目</p> <p>在下列直径和两个进给率的情况下,按照 ISO 230-4 在 360°上检验两线性轴线圆弧插补所产生轨迹的圆度偏差 G 和圆滞后 H(通常在 XY 平面内):</p> <p>1) $\phi 40$ mm 2) $\phi 80$ mm 3) $\phi 160$ mm 4) $\phi 320$ mm a) 100 mm/min a) 140 mm/min a) 200 mm/min a) 280 mm/min b) 250 mm/min b) 350 mm/min b) 500 mm/min b) 700 mm/min</p> <p>应检查顺时针和逆时针轮廓运动的圆度偏差 G。</p>	<p>K4</p>
<p>简图</p> 	
<p>允差</p> <p>a) $G_{XY} = 0.03$ mm $G_{YX} = 0.03$ mm $H_{XY} = 0.02$ mm</p> <p>b) $G_{XY} = 0.05$ mm $G_{YX} = 0.05$ mm $H_{XY} = 0.04$ mm</p>	
<p>实测偏差</p> <p>a) 进给率=..... $G_{XY} = \dots\dots$ $G_{YX} = \dots\dots$ $H_{XY} = \dots\dots$</p> <p>b) 进给率=..... $G_{XY} = \dots\dots$ $G_{YX} = \dots\dots$ $H_{XY} = \dots\dots$</p>	<p>名义轨迹的直径</p> <p>检验工具的定位</p> <p>—— 圆心($X/Y/Z$)</p> <p>—— 刀具基准偏置($X/Y/Z$)</p> <p>—— 工件基准偏置($X/Y/Z$)</p> <p>获取数据方法</p> <p>—— 起始点</p> <p>—— 测量点数</p> <p>—— 数据修匀过程</p> <p>使用的补偿</p> <p>非检验轴线的位置</p>
<p>检验工具</p> <p>检验棒和专用回转夹紧装置及电子探测器,或母圆盘和二维测头,或球杆仪</p>	
<p>备注:</p> <p>直径可与上述值最大相差 25%。在这种情况下,进给率应按照 ISO 230-4:1996 的附录 C 进行修正。</p> <p>当检验棒处于回转夹紧装置的回转轴线上或二维测头处于母圆盘的中心时,两轴线调零。</p> <p>从四个象限中的任意一个象限开始插补,插补时的起始点不能在四个换向点,以避免遗漏其机械性能的检验。</p> <p>当使用回转夹紧装置时,如果图形上显示波长为 360°的偏差,则应更好地调整夹紧装置的位置,或反之,即将轴线重新设定到更好的位置处。</p>	

GB/T 18400.6—2001

4.4 角度插补精度检验(K5)

该项检验适用于 45°对分万能主轴头,其目的是检查两回转轴线特殊型式插补的精度,它能使回转轴线 D 回转 180°,轴线 B 回转 90°,从而使主轴从垂直位置移至水平位置,反之亦然,并始终保持平行于同一平面。

<p>检验项目</p> <p>在由两轴线角度插补所产生轨迹的四个位置,检验主轴轴线与 YZ 垂直平面的平行度,按照下列公式:</p> $\tan B = \frac{\sqrt{2} \sin D}{1 + \cos D}$ <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 25%;">a) B=0°</td> <td style="width: 25%;">b) B=54°44'8"</td> <td style="width: 25%;">c) B=74°27'28"</td> <td style="width: 25%;">d) B=90°</td> </tr> <tr> <td>D=0°</td> <td>D=90°</td> <td>D=137°3'31"</td> <td>D=180°</td> </tr> <tr> <td>α=0°</td> <td>α=30°</td> <td>α=60°</td> <td>α=90°</td> </tr> </table>	a) B=0°	b) B=54°44'8"	c) B=74°27'28"	d) B=90°	D=0°	D=90°	D=137°3'31"	D=180°	α=0°	α=30°	α=60°	α=90°	<p>K5</p>
a) B=0°	b) B=54°44'8"	c) B=74°27'28"	d) B=90°										
D=0°	D=90°	D=137°3'31"	D=180°										
α=0°	α=30°	α=60°	α=90°										
<p>简图</p>													
<p>允差</p> <p>由供方/制造厂和用户约定。</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 25%;">a)</td> <td style="width: 25%;">b)</td> <td style="width: 25%;">c)</td> <td style="width: 25%;">d)</td> </tr> </table>		a)	b)	c)	d)								
a)	b)	c)	d)										
<p>实测偏差</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 25%;">a)</td> <td style="width: 25%;">b)</td> <td style="width: 25%;">c)</td> <td style="width: 25%;">d)</td> </tr> </table>		a)	b)	c)	d)								
a)	b)	c)	d)										
<p>检验工具</p> <p>检验棒和指示器</p>													
<p>备注:</p> <p>如果可能,测量时 X 轴线锁紧。</p> <p>开始运动之前检查 a),分别在靠近主轴端部和距主轴端部 300 mm 处测取两个读数,手动回转主轴以便使径向跳动的影响减至最小。</p> <p>在检验棒上标记角度位置。</p> <p>然后开始运动并在程编位置处停止。</p> <p>在 b)、c)和 d)的任一位置,在靠近主轴端部的上述标记的相同点处触及检验棒。如果可能,锁紧 X 轴线并将指示器调零。然后仅移动 Y 轴线和 Z 轴线,在距主轴端部 300 mm 处触及检验棒并记录偏差。</p>													

GB/T 18400.6—2001

4.5 五轴球形插补精度检验(K6)

该项检验适用于具有互相垂直或成 45° 的两回转轴线的万能主轴头,其目的是检查主轴端部在与其垂直的球形表面上所描述的圆轨迹的精度。

该检验在球形的正上方八分区进行,并包含着三个轴线在某一时刻的同时运动。根据机床和主轴头的结构,可在更长的或不同方向的圆弧上和其他的八分区内检验。

检验项目	K6																																																
检验由五轴(每次三轴线)球形插补在通过下列从 a) 至 g) 的七个位置所产生轨迹的精度:																																																	
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>C</th> <th>X</th> <th>Y</th> <th>Z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>0°</td> <td>0°</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>R</td> </tr> <tr> <td>b)</td> <td>-90°</td> <td>0°</td> <td>0</td> <td>R</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>c)</td> <td>-90°</td> <td>90°</td> <td>-R</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>d)</td> <td>0°</td> <td>90°</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>R</td> </tr> <tr> <td>e)</td> <td>90°</td> <td>90°</td> <td>R</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>f)</td> <td>90°</td> <td>180°</td> <td>0</td> <td>R</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>g)</td> <td>0°</td> <td>180°</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>R</td> </tr> </tbody> </table>		A	C	X	Y	Z	a)	0°	0°	0	0	R	b)	-90°	0°	0	R	0	c)	-90°	90°	-R	0	0	d)	0°	90°	0	0	R	e)	90°	90°	R	0	0	f)	90°	180°	0	R	0	g)	0°	180°	0	0	R
	A	C	X	Y	Z																																												
a)	0°	0°	0	0	R																																												
b)	-90°	0°	0	R	0																																												
c)	-90°	90°	-R	0	0																																												
d)	0°	90°	0	0	R																																												
e)	90°	90°	R	0	0																																												
f)	90°	180°	0	R	0																																												
g)	0°	180°	0	0	R																																												
简图																																																	
允差 由供方/制造厂和用户约定。																																																	
实测偏差																																																	
检验工具 标准球体和带自动图形记录仪的电子探测器,或球杆仪																																																	
备注: 从初始位置趋近 a),使轴线做如下运动: X 在负向 Y 在正向 Z 在负向 将探测器调零,并沿规定的轨迹移动,连续记录下探测器的信号。 半径为 R 的程编球形的中心必须与标准球体的中心或球杆仪球轴颈的中心重合。 实测偏差为沿程编轨迹所读取读数的最大差值。																																																	