



中华人民共和国国家标准

GB/T 16462—1996

数控卧式车床 精度检验

Numerically controlled turning machines
—Testing of the accuracy



C9709891

1996-07-05 发布

1997-02-01 实施

国家技术监督局 发布

前 言

本标准是 JB 4369—86《数控卧式车床 精度》的修订版,修订时等效采用英国标准 BS 4656:第 28 部分:1988《数控车床精度和检验方法》,同时对一些在实践中证明适合我国国情,又不妨碍国际通用的技术内容稍作修改和增加。

本版本对原标准作如下修改:

本标准 4.5 条对几何精度和工作精度检验二者之间作了无相关制约的说明。后者不再代替前者,因此几何精度的允差有一些项目比原标准放松,而工作精度允差则大多比原标准提高。

本标准与 BS 4656 标准的主要差异:

G17 项为参照 ISO 的 754 号文件(ISO/TC39/SC2N754)增加的项目。为适应具有铣削、钻削功能的数控卧式车床检验的需要,在附录 A 中补充了 4 个检验项目。考虑现在数控卧式车床一般没有设置方刀架,减少了 G15 项。G18 与 P5 项按 BS 标准 1991 年 3 月发布的第 1 号修改单修改。

本标准的附录 A 是标准的附录。

本标准从 1997 年 2 月 1 日起实施。1997 年 2 月 1 日起本类型机床一般应符合本标准的规定。

本标准从生效之日起,JB 4369—86《数控卧式车床 精度》作废。

本标准由中华人民共和国机械工业部提出。

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:南京机床厂、长城机床厂、沈阳第三机床厂、沈阳第一机床厂、上海第二机床厂、济南第一机床厂、大连机床厂。

BS 前言*

本标准是在机械、工程和手工工具标准化委员会指导下起草的。该标准是以原机床工业研究协会即现在称为现代工业技术研究所提出的草案为基础。本标准正在被国际标准化组织(ISO)讨论。

注：数控车床有各种不同的结构型式和尺寸规格，有用于对棒料加工的，有用卡盘工作的。本标准包含了与不同型式的主轴端部或不同结构的回转刀架相适应的检验项目。

本标准是已撤消的 BS 4656:第 28 部分:1981 的修订本。

本标准的 3.5 条对几何精度和工作精度检验二者之间作了无相关制约的说明，所以后者不再代替前者。其他的改变如下：

G8 测量仪器；

G12 对允差栏内容的充实；

G17 提出替换方法 G17(b)；

G18 重复度检验，因已经出版的 BS 4656:第 16 部分也未规定允差，故删去；

G19 检验序号修改为 G18；

P1 和 P3 允差压缩；

图 3 附加说明。

仪器检验：G18 为在空载条件下评定轮廓精度的检验，与检验 P5 一起作为检验 P1 到 P4 的附加任选检验项目。图 3 给出了 P5 的试件尺寸。G18 是用标准圆比较仪检查通常互为垂直的两直线坐标轴所产生的圆周运动。标准圆比较仪可采用不同形式，即安装在工件和刀具相应位置上的球柄仪，或为固定在工件位置的标准圆盘和安装在刀具位置上的直线位移测头。借助某种连接到标准圆比较仪上的数据测取系统可获得表示机床圆弧插补半径偏差的图形。

G18 项可用于检查与机床精度相关的规定允差，并作为确定机床几何精度误差、伺服驱动误差或控制系统误差的偏差原因的辅助诊断手段。

仪器检验的分析是建立在对不同运动方向试验数据进行统计的基础上。为确定机床的最佳轮廓精度，每次检验后可能要改变操作条件。在工作现场要达到此目的，应使调整和分析时间最少，并注意试验结果不受切削因素影响。

工作精度检验 P5 的试件：对于检验 P5 的专用试件，选择形状的主要原则如下：

- a. 体现轮廓精度的最大值；
- b. 形状简单，便于加工(程序编制)；
- c. 易于检验。

在图 1 和图 2 中所示的试件(用于 P1 到 P4)，仅能满足第一个原则，即体现轮廓精度的最大值，过中心的球截体试件(用于检验 P5)易于满足所有三条原则。利用一个 105°的圆弧球截体，使用标准的计量工具能容易地获得数据的变化范围。

如上所述，这种形状的试件在大多数型式的数控车床上是容易加工出来的，测量也比较直接。另外，通过插入中间程序段，如每 15°，可以观察到一个程序段到一个程序段的动态变化，在各转换点上的变化便表示了一个多段轮廓的形状特性。

执行本标准不免除法律责任。

*) 本前言已按英国 1991 年 3 月 28 日发布的第 1 号修改单修改。

目次

前言 I

BS 前言 II

1 范围 1

2 引用标准 1

3 定义 1

4 检验方法的应用 1

5 允差的表示 2

6 简图 2

7 机床的尺寸范围 2

8 几何精度检验 2

9 工作精度检验 2

附录 A(标准的附录) 具有铣削、钻削功能的数控卧式车床精度的补充检验项目 19

中华人民共和国国家标准

数控卧式车床 精度检验

GB/T 16462—1996

Numerically controlled turning machines
— Testing of the accuracy

1 范围

本标准规定了床身上最大车削直径 200~1 000 mm 的数控卧式车床的几何精度和工作精度的要求及检验方法。

本标准适用于一般用途和普通精度的数控卧式车床。也适用于具有铣削、钻削功能的数控卧式车床。

本标准不适用于机床的运转检验(振动、不规则噪声、运动部件的爬行等)、机床的参数检验(转速、进给量等),这些检验应在精度检验前进行。

本标准不适用于程序控制车床。

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 1182—80 形状和位置公差 术语及定义

GB 10931—89 数字控制机床 位置精度的评定方法

JB 2670—82 金属切削机床 精度检验通则

3 定义

本标准采用下列定义。

3.1 主平面 primary plane

通过刀尖与主轴轴线所确定的平面,该平面对工件直径尺寸产生主要影响。

3.2 次平面 secondary plane

通过主轴轴线且与主平面垂直的平面,对工件直径尺寸产生次要影响。

4 检验方法的应用

4.1 在使用表 1 和表 2 中列出的检验项目时,必须参照 JB 2670,尤其是机床检验前的安装、主轴和其他运动部件的升温、测量方法和检验工具的推荐精度。

4.2 表 1 中列出的几何精度检验项目的顺序并不表示实际检验次序,为了便于检验工具的装拆和检验,可按任意次序进行检验。

4.3 本标准中规定的所有检验项目,不是都必须检验的。用户可以在制造厂同意下,自由选择其感兴趣的一些检验项目,但这些检验项目必须在机床订货时,明确提出。

4.4 当实测长度与本标准规定的长度不同时,允差应根据 JB 2670—82 的 2.3.1.1 的规定按能够测量

国家技术监督局 1996-07-05 批准

1997-02-01 实施

的长度折算。折算结果小于 0.01 mm 时,仍按 0.01 mm 计。

4.5 工作精度检验时,试件的检验应在精车后进行。

工作精度的检验结果,应该不受那些具有相同特性的几何精度检验结果的制约。

5 允差的表示

本标准使用了表示允差的不同方法,每一种方法具有一个特定的表示形式,使用方法如下:

……/……这种表示形式适用于垂直度允差;

在任意……测量长度上为……这种表示形式适用于直线度和平行度允差,并用于规定测量长度上的局部允差;

每……测量长度上为……这种表示形式适用于直线度和平行度允差,并且用于推荐的测量长度,如果测量长度不同于本标准规定的测量长度时,则按比例方法进行折算。

6 简图

为了简便起见,本标准仅用一种型式的机床简图为例。

7 机床的尺寸范围

本标准将机床划分为两个尺寸范围。通常允差的给定取决于机床的尺寸,机床的尺寸范围是以机床床身上最大车削直径为基准。其范围如下:

范围 1 最大车削直径 200~500 mm。

范围 2 最大车削直径大于 500~1 000 mm。

有些允差也要取决于顶尖距(DC)。

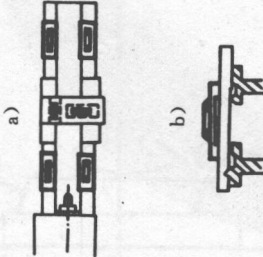
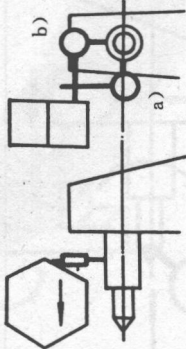
8 几何精度检验

几何精度检验项目见表 1。

9 工作精度检验

工作精度检验项目见表 2。

表 1 几何精度检验项目

序号	简 图	检验项目	允 差		检验工具	检验方法 参照 JB 2670 的有关条文
			范围 1	范围 2		
G1		床身导轨的 直线度: a) 纵向; b) 横向 (本检验仅适 用于床身纵 向导轨大于 500 的机床)	a) $500 < DC^{1)} \leq 1\,000$ 0.020 $DC > 1\,000$ 0.020 每增加 1 000 允 差增加 0.010 局部公差: 在任 意 250 测量长 度上为 0.007 5 b) 0.040/1 000 ²⁾	a) $500 < DC \leq 1\,000$ 0.030 $DC > 1\,000$ 0.030 每增加 1 000 允 差增加 0.020 局部公差: 在任 意 250 测量长 度上为 0.010 b) 0.040/1 000 ²⁾	精密水平仪, 光学的或其 他方法	3.1.1; 5.2.1.2.2.1; 5.2.1.2.2.2; 5.4.1.2.7 对于纵向行程小于 500 的机床, 本检验可 以由 G11 项替代。 a) 沿导轨全长在等距离各位置上检验, 水平仪 可以放在溜板上; b) 沿着导轨全长的任意位置上水平仪的读数 不得超过允差值
G2		尾座套筒轴 线对主刀架 溜板移动的 平行度: a) 在主平面 内; b) 在次平面 内	a) 每 300 测量 长度上为 0.015 b) 每 300 测量 长度上为 0.020	a) 每 500 测量 长度上为 0.030 b) 每 500 测量 长度上为 0.040	指示器	5.4.2.2.3 进行检验时, 尾座套筒伸出有效长度后, 按正常工作状态锁紧

1) DC 为顶尖距。
2) 0.040/1 000 表示水平仪的角度值。

表 1(续)

mm

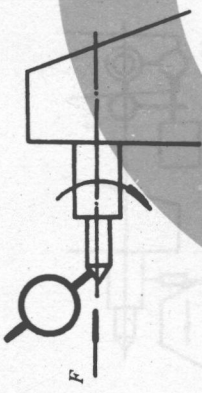
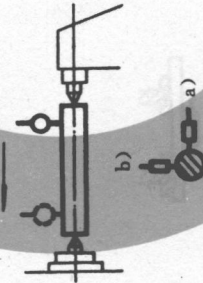
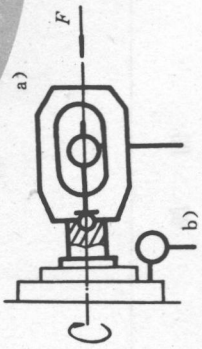
序号	简 图	检 验 项 目	允 差		检 验 工 具	检 验 方 法 参照 JB 2670 的有关条文
			范围 1	范围 2		
G3		旋转式尾座 顶尖的跳动	0.015	0.020	指示器	5.6.1.2.2; 5.6.2.1.2 力 F 的值应是消除轴向间隙的最小值, 其值由制造厂规定。 指示器测头垂直触及被检验表面, 旋转顶尖进行检验
G4		顶尖轴线对 主刀架溜板 移动的平行 度; a) 在主平面 内; b) 在次平面 内	a) $DC \leq 500$ 0.015 500 < $DC \leq 1\ 000$ 0.020 顶尖距每增加 1 000, 允差增加 0.005; 最大允 差为 0.030 b) 0.040	a) $DC \leq 500$ 0.020 500 < $DC \leq 1\ 000$ 0.025 顶尖距每增加 1 000, 允差增加 0.005; 最大允 差为 0.050 b) 0.060	a) 对于 $DC \leq 1\ 500$ 时: 指示器和顶尖间的检验棒或平尺。 DC 为任何值: 钢丝和显微镜或光学方法。 b) 指示器和检验棒或光学方法	5.2.3.2.3; 5.2.3.2.1; 5.4.2.2.3 或 5.2.1.2.3; 5.2.3.2.3; 5.4.2.2.3 检验棒的长度等于最大顶尖距。 尾座套筒按正常工作状态锁紧。在检验棒的两端测取读数
G5		a) 主轴的周 期性轴向窜 动; b) 主轴的卡 盘定位端面 的跳动	a) 0.010 b) 0.020 (包括周期性的 轴向窜动)	a) 0.015 b) 0.025 (包括周期性的 轴向窜动)	指示器和专用装置	5.6.2; 5.6.3 力 F 的值应是消除轴向间隙的最小值, 其值由制造厂规定。 进行检验时, 应旋转主轴。 指示器安装在机床固定的部件上

表 1(续)

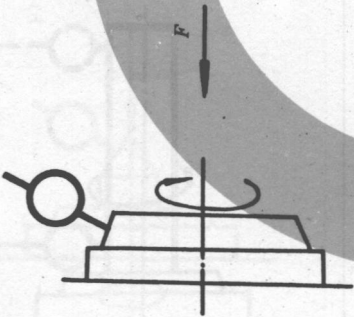
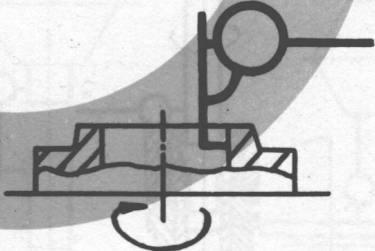
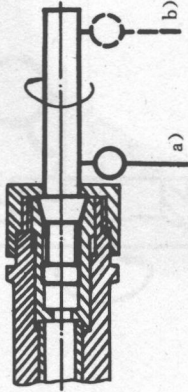
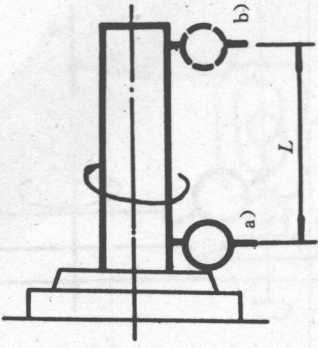
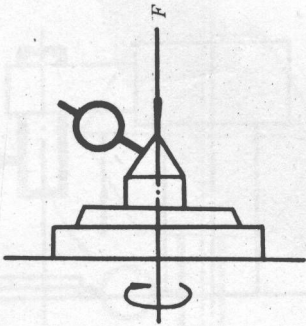
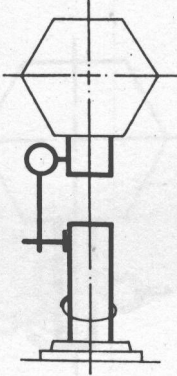
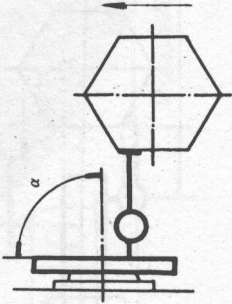
序号	简 图	检验项目	允 差		检验工具	检验方法 参照 JB 2670 的有关条文
			范围 1	范围 2		
G6		主轴轴端的 卡盘定位锥 面的径向跳 动	0.010	0.015	指示器和专 用装置	5.6.1 力 F 的值应是消除轴向间隙的最小值,其 值由制造厂规定。 进行检验时,应旋转主轴。 指示器安装在机床的固定部件上,指示器 测头垂直触及在被检验表面上
G7		主轴定位孔 的径向跳动 (用于具有安 装夹持工件 装置的定位 孔的机床)	0.010	0.015	指示器	5.6.1 在进行检验时,应旋转主轴。 指示器安装在机床的固定部件上,指示器 测头垂直触及在被检验表面上

表 1(续)

序号	简 图	检验项目	允 差		检验工具	检验方法 参照 JB 2670 的有关条文	mm
			范围 1	范围 2			
G8		安装在主轴内的推紧套的内支承锥面的径向跳动；	a) 0.025 b) 0.040		指示器和具有完整的弹簧夹头支承面的检验棒	5.6.1 在进行检验时，应旋转主轴。 指示器安装在机床的固定部件上，其测头垂直触及在被检验表面上	
		a) 在主轴轴端处； b) 在 100 距离处 (用于主轴内装推紧式固定长度的弹簧夹头的机床)					
G9		主轴锥孔轴线的径向跳动；	a) 0.010 b) 0.020 L=300	a) 0.015 b) 0.050 L=500	指示器和检验棒	5.6.1.2.3 在进行检验时，应旋转主轴。 指示器安装在机床的固定部件上，其测头垂直触及在被检验表面上	
		a) 靠近主轴端面； b) 距主轴端面“L”处					

mm

表 1(续)

序号	简 图	检 验 项 目	允 差		检 验 工 具	检 验 方 法 参照 JB 2670 的有关条文
			范围 1	范围 2		
G10		主 轴 顶 尖 的 跳 动	0.015	0.020	指示器	5.6.1.2.2:5.6.2.1.2 力 F 的值应是消除轴向间隙的最小值,其 值由制造厂规定。 指示器安装在机床的固定部件上,其测头 垂直触及在被检验表面上
G11		回 转 刀 架 移 动 对 主 轴 轴 线 的 平 行 度: a) 在 主 平 面 内; b) 在 次 平 面 内	a) 每 300 测量 长度上为 0.015 (检验棒伸出端 只许偏向刀具) b) 每 300 测量 长度上为 0.025	a) 每 300 测量 长度上为 0.025 (检验棒伸出端 只许偏向刀具) b) 每 300 测量 长度上为 0.040	指 示 器 和 检 验 棒	5.4.1.2.1 指示器安装在回转刀架上。 应注意检验棒的径向跳动
G12		回 转 刀 架 横 向 移 动 对 主 轴 轴 线 的 垂 直 度	0.010/100 $\alpha > 90^\circ$		指 示 器 和 圆 盘 或 平 尺	5.5.2.2.2 指示器安装在回转刀架上。 同一个滑座上装有两个回转刀架时,这项 检验只适用于端面切削的回转刀架

mm

表 1(续)

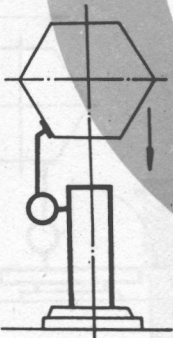
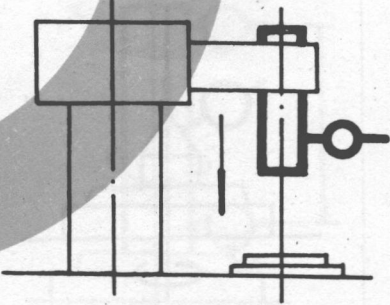
序号	简 图	检 验 项 目	允 差		检 验 工 具	检 验 方 法 参照 JB 2670 的有关条文
			范围 1	范围 2		
G13		工具孔轴线与主轴轴线的重合度： a) 在主平面内； b) 在次平面内	a)和 b) 0.030	a)和 b) 0.040	指示器和检验棒	5.4.4.2 检验棒固定在专用刀夹中或工具孔中。回转刀架在它的前面位置或者尽可能地靠近主轴端面。指示器尽可能地靠近回转刀架触及在检验棒上。 本检验对每一个工具孔位置都应检验
		工具孔轴线对回转刀架纵向移动的平行度： a) 在主平面内； b) 在次平面内	a)和 b) 每 100 测量长度上为 0.030	a)和 b) 每 100 测量长度上为 0.040	指示器和检验棒	5.4.2.2.3 检验棒固定在专用刀夹中或工具孔中。指示器安装在机床的固定部件上。 本检验对每一个工具孔位置都应检验
G14						

表 1(续)

mm

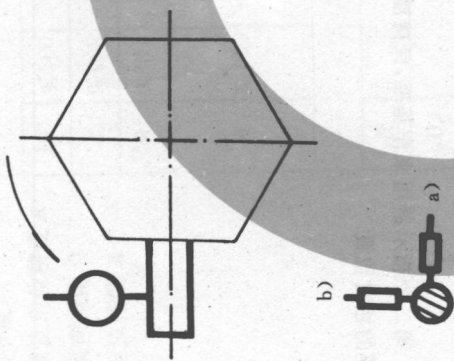
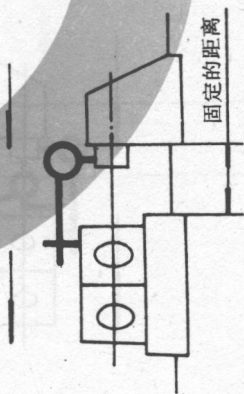
序号	简 图	检验项目	允 差		检验工具	检验方法 参照 JB 2670 的有关条文
			范围 1	范围 2		
G15		回转刀架转位的重复度: a) 在主平面内; b) 在次平面内	a) 0.005 b) 0.010 在距回转刀架或刀夹端面 100 处测量		指示器和检验棒	指示器安装在机床的固定部件上,其测头触及在检验棒上。 在回转刀架的中心行程处记录读数,用自动循环使回转刀架退回,转位 360°,再返回原来的位置,记录新的读数。 误差以回转刀架至少回转三周的最大和最小读数之差值计。 本检验对回转刀架的每一个位置都应重复进行检验,对于每一个位置,指示器都应调到零
		尾座移动对主刀架溜板移动的平行度: a) 在主平面内; b) 在次平面内	a)和 b) $DC \leq 1\,500$ 0.030 $DC > 1\,500$ 0.040	a)和 b) 0.040	指示器	5.4.2.2.5 尾座尽可能地靠近主刀架溜板,使其一起移动,得出读数。为了使固定在回转刀架上的指示器测头总是触及在同一点上,尾座套筒应保持锁紧状态。进行检验时,尾座应按正常工作状态锁紧。沿着行程在每隔 300 处记录读数。 误差以指示器读数的最大差值计
G16(a)						

表 1(续)

mm

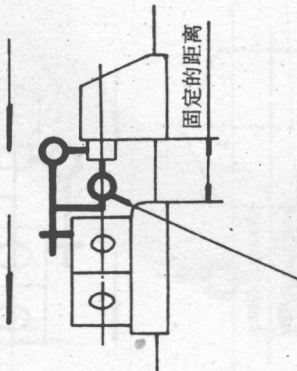
序号	简 图	检验项目	允 差		检验工具	检验方法 参照 JB 2670 的有关条文
			范围 1	范围 2		
G16(b)		尾座移动对主刀架溜板移动的平行度: a) 在主平面内; b) 在次平面内 (仅适用于尾座不能在动力下移动的机床)	a)和 b) $DC \leq 1\,500$ 0.030 $DC > 1\,500$ 0.040	a)和 b) 0.040	指示器	5.4.2.2.5 尾座尽可能靠近主刀架溜板,把安装在溜板上的第二个指示器相对于尾座套筒端面调整为零(如图所示)。 溜板移动时也手动移动尾座直至第二个指示器读数为零。使尾座和溜板的相对距离保持不变。 按以上方法使溜板和尾座继续沿床身移动。 只要第二个指示器始终指示为零,则第一个指示器相应地指示出平行度误差。 为了使固定在溜板上的指示器测头总是触及在同一点,尾座套筒应保持锁紧状态。 在进行检验时,尾座应按正常工作状态锁紧。沿着行程在每隔 300 处记录读数。 误差以指示器读数的最大差值计

表 1(续)

mm

序号	检验项目	允 差						检验工具	检验方法
G17	位置精度	Z 轴						激光干涉仪或线纹尺读数显微镜	5. 5. 1 工作行程小于等于 1 500 时,选取不少于 10 个目标位置;工作行程大于 1 500 时,在常用工作行程 1 000 内,选取不少于 10 个目标位置,其余行程每 300 左右取 1 个目标位置。 在机床不动部位固定激光干涉仪,使其光束通过主平面且平行于回转刀架的运动方向。在回转刀架上固定反射镜按数控程序,使回转刀架沿轴线快速移动,分别对每个目标位置从正负两个方向趋近,以线性循环方式连续检测五次,测出每个位置偏差,即实际位置与目标位置之差值。 按 GB 10931 规定的方法,计算出正负方向的平均位置偏差 $(\bar{X}_j \uparrow, \bar{X}_j \downarrow)$ 和标准偏差 $(S_j \uparrow, S_j \downarrow)$ a) 误差以 $6 S_j \uparrow, 6 S_j \downarrow$ 中的最大值计,即 $R=6 S_{j \max}$ b) 误差以 $(\bar{X}_j \uparrow - \bar{X}_j \downarrow)$ 中的最大绝对值计,即 $B = B_j _{\max}$ c) 误差以 $(\bar{X}_j \uparrow + 3 S_j \uparrow), (\bar{X}_j \downarrow + 3 S_j \downarrow)$ 中的最大值与 $(\bar{X}_j \uparrow - 3 S_j \uparrow), (\bar{X}_j \downarrow - 3 S_j \downarrow)$ 中的最小值之差值计,即 $A = (\bar{X}_j + 3 S_j)_{\max} - (\bar{X}_j - 3 S_j)_{\min}$
	a. 重复定位精度 R	DC	≤ 500	$> 500 \sim 1\ 000$	$> 1\ 000 \sim 1\ 500$	$> 1\ 500 \sim 2\ 000$	$> 2\ 000$		
	b. 反向差值 B	R	0. 008	0. 010	0. 013	0. 016	0. 020		
	c. 定位精度 A	B	0. 010	0. 012					
		A	0. 020	0. 025	0. 032	0. 040	DC 每增加 1 000,允差值增加 0. 010		
		X 轴							
		R	0. 007						
		B	0. 006						
		A	0. 016						

mm

表 1(完)

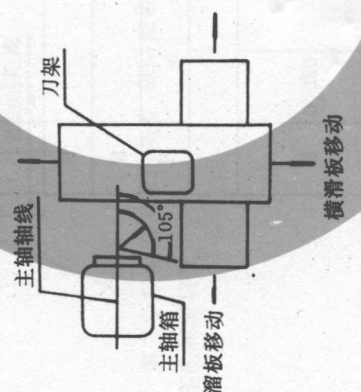
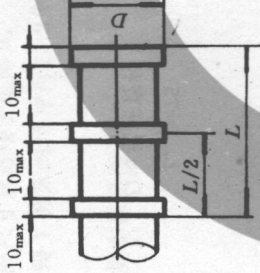
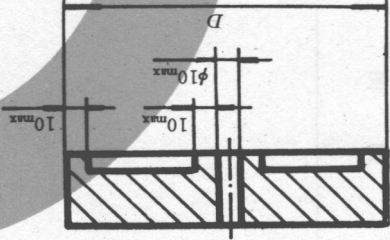
序号	简 图	检验项目	允 差			检验工具	检验方法 参照 JB 2670 的有关条文
			尺寸	范围 1	范围 2		
G18		在无负载状态下的轮廓精度 (此项为附加任选项目)	半径 <100 <150 <250 <350 <500 <750	>105° 0.010 0.015 0.025 — — —	>105° — — — 0.035 0.045 0.060	线性位移传感器、球柄仪或标准圆盘、数据记录仪	检验应在无负荷状态下进行。 球柄仪分别安装在相应刀具和工件的位置上。在沿一个圆弧轮廓的运行中用装在球柄仪中的两个单轴线测头检测两旋转中心间的相对位移。 如用标准圆盘系统,则圆盘装于工件位置,而测头装在(单轴线或二维的)刀具位置上。 然后按完成一段圆弧插补编程,该圆弧以主轴线为起点,环绕标准圆盘 105°,反过来也可以。
							注 1 圆盘的直径应不小于床身上最大回转直径的 50%,最大直径为 250。 2 圆盘的精度必须在高精度的仪器上测定。 3 圆盘的位置应在通过主轴线平面的平面内,并且在正常使用范围内。 4 最好用圆盘以便于使用市场上可买到的计量仪器

表 2 工作精度检验项目

序号	简 图	检验性质	检验项目	允 差		检验工具	说明 参照 JB 2670 的有关条文
				范围 1	范围 2		
P1	 $L=0.5$ 最大车削直径或 $2/3$ 最大车削行程。 范围 1 最大为 250 范围 2 最大为 500 $D_{\min}=0.3 L$	精车夹持在标 准的工件夹具上的 圆柱形试件。 单刃车刀安装 在回转刀架的一个 工位上。 检验零件的材 料和刀具的型式及 形状、进给量、切削 深度、切削速度均由 制造厂规定,但应与 4.5 一致	a) 圆度 靠近主轴轴端 的检验零件的半径 变化(见 GB 1182); b) 切削加工直径的 一致性 检验零件的每 一个环带直径之间 的变化	a) 0.003 b) 300 长度上 为 0.020 相邻环带间的差值不应超过 两端环带间测量差值的 75%	a) 0.005 b) 300 长度上 为 0.030	圆度仪 千分尺	3.1 和 3.2 4.1 和 4.2
P2	 $D_{\min}=0.5$ 最大车削直径	精车夹持在标 准的工件夹具上的 试件端面。 单刃车刀安装 在回转刀架上的一个 工位上。 试件的材料及形状、 刀具的型式及形状、 进给量、切削深度、 切削速度均由制造 厂规定,但应与 4.5 一致	精车端面的平面度	300 直径上为 0.025 只许凹		平尺和量块	3.1 和 3.2 4.1 和 4.2