

中华人民共和国国家标准

GB/T 16462.1—2023

代替 GB/T 16462.1—2007

数控车床和车削中心检验条件

第1部分：卧式机床几何精度检验

**Test conditions for numerically controlled turning machines and turning centres—
Part 1: Geometric tests for machines with horizontal workholding spindle**

(ISO 13041-1:2020, MOD)

2023-12-28 发布

2024-07-01 实施

目 次

前言	m
引 言	V
1 范围.....	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 一般要求	2
4.1 测量单位	2
4.2 执行 GB/ T 17421. 1—2023和 GB/ T 17421.7—2016	2
4.3 机床的调平	2
4.4 检验顺序	2
4.5 检验项目.....	2
4.6 检验工具.....	2
4.7 简图.....	3
4.8 线性运动.....	3
4.9 刀架与刀具主轴	3
4.10 机床的分类	3
4.11 软件补偿	8
4.12 公差	8
4.13 非检验轴线	8
5 几何精度检验	9
5.1 工件主轴.....	9
5.2 轴线运动的直线度	11
5.3 线性运动与工件主轴的关系	14
5.4 线性轴运动的角度误差.....	21
5.5 尾座	24
5.6 刀架和刀具主轴.....	28
5.7 回转工件主轴或刀具主轴	37
附录A (资料性)工件主轴和刀具主轴回转轴线的误差运动	39
A.1 工件主轴的回转精度	39

A.2 刀具主轴的回转精度	41
参考文献	43

前

本文件按照 GB/T1.1—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/T16462《 数控车床和车削中心检验条件》的第1部分。GB/T16462 已经发布了以下部分：

- 第1部分 卧式机床几何精度检验；
- 第2部分 立式机床几何精度检验；
- 第3部分 倒置立式机床几何精度检验；
- 第4部分 线性和回转轴线的定位精度及重复定位精度检验；进给率、速度和插补精度检验；
- 第5部分 精加工试件精度检验；
- 第6部分 在坐标平面内轮廓特性的评定；
- 第7部分 热变形的评定。

本文件代替 GB/T16462.1—2007((数控车床和车削中心检验条件第1部分：卧式机床几何精度^{07/}检验》，与GB/T16462.1—2007 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(见第1章，2007年版的第1章)；
- b) 删除了“机床的操作模式”的术语和定义(见2007年版的3.3)，增加了“刀架”的术语和定义(见3.3)；
- c) 增加了对检验工具的要求和说明(见4.6)；
- d) 删除了“机床的尺寸范围”(见2007年版的4.11)；
- e) 增加了对非检验轴线的要求(见4.13)；
- f) 将检验方法中“参照标准的相应条款”更改为“按标准中相应条款的规定”(见第5章的G2~G15、G17~G26、G30, 2007 年版的 G1~G24)；
- g) 增加了 Z 轴、X 轴、Y 轴运动的直线度检验(见5.2的G3-G5)；
- h) 更改了 G6 为工件主轴轴线对乙轴运动的平行度(见5.3的06, 2007年版5.2的G3)；
- i) 增加了 X轴运动、Y轴运动对Z轴运动的垂直度检验(见5.3的G7、G8)；
- j) 更改了Y轴运动对X轴运动的垂直度、X轴运动对C'轴的垂直度、副主轴与工件主轴的同轴度要求(见5.3的 G9、G10、G12, 2007 年版5.2的 G5、G4、G6)；
- k) 更改了 Z 轴运动、X 轴运动的角度误差要求(见5.4的G13、G14, 2007 年版5.3的G7、G8)；
- l) 更改了尾座W轴和床鞍Z轴同时运动距离的一致性要求(见5.5的016, 2007年版5.4的 G10)；
- m) 更改了尾座套筒轴线、尾座套筒锥孔轴线对Z轴运动的平行度要求(见5.5的G17、G18, 2007 年版5.4的 G11、G12)；
- n) 更改了工件主轴顶尖和尾座顶尖对Z轴移动的等距度要求(见5.5的019, 2007年版5.4的 G13)。

本文件修改采用ISO 13041-1:2020《数控车床和车削中心检验条件第1部分：卧式机床几何精度检验》。

本文件与 ISO 13041-1:2020的技术性差异及其原因如下：

用 GB/T17421.1—2023 代替了 ISO 230-1 (见第1章、4·2)，增加可操作性，便于本文件的
GB/T 16462.1—2023

应用；

- 用规范性引用的 GB/T 17421.7—2016 代替了 ISO 230-7:2015和 ISO 230-7(见4.2)，增加可操作性，便于本文件的应用；
- 将“参照 ISO 230”更改为“执行 GB/T17421.1—2023 和 GB/T 17421.7—2016”(见4.2)，增加可操作性，便于本文件的应用；
- 将检验方法中“参照标准的相应条款”更改为“按标准中相应条款的规定”(见第5章的G2-G15、G17~

G26、G30), 适合我国国情, 与国内其他机床精度检验标准一致;

——增加了G14 检验项目中 $X > 1000$ 时公差“ $0.080/1000(16'')$ ”的规定(见5.4的G14), 因为X轴运动(刀架滑板运动)的行程可超过1000, 所以增加此内容。

本文件做了下列编辑性改动:

——删除了图1、图2中“注”的内容;

——删除了在精度检验表格中的“实测偏差”一栏(见第5章的G1-G30)

——删除了附录B(资料性)“非ISO 语言术语”。

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: 通用技术集团沈阳机床有限责任公司、通用技术集团机床工程研究院有限公司、沈阳机床股份有限公司、通用技术集团大连机床有限责任公司、中国机械总院集团云南分院有限公司、安阳鑫盛机床股份有限公司、浙江凯达机床股份有限公司、河北拓思机械设备有限公司、浙江金火科技实业有限公司。

本文件主要起草人: 郭静、化春雷、刘春时、谭智、张维、王兴海、吴俊勇、刘洪强、董建军、朱攀、陈妍言、李运生、王焕平、李春营、祁卫中、李书林、柳青。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为:

——1996年首次发布为 GB/T 16462—1996;

——2007年第一次修订时分为部分出版9本文件对应GB/T16462.1—2007 部分代替GB/T16462—1996)

---本次为第二次修订。

GB/T 16462《数控车床和车削中心检验条件》属于数控车床和车削中心检验通用标准，确立了机床精度和性能检验的原则和要求。

GB/T 16462《数控车床和车削中心检验条件》由八个部分构成。

- 第1部分：卧式机床几何精度检验。目的在于规范数控卧式车床和车削中心的几何精度检验方法及相应的要求。
- 第2部分：立式机床几何精度检验。目的在于规范数控立式车床和车削中心的几何精度检验方法及相应的要求。
- 第3部分：倒置立式机床几何精度检验。目的在于规范倒置数控立式车床和倒置立式车削中心的几何精度检验方法及相应的要求。
- 第4部分：线性和回转轴线的定位精度及重复定位精度检验。目的在于规范数控车床和车削中心的线性和回转轴线的位置精度检验方法及相应的要求。
- 第5部分：进给率、速度和插补精度检验。目的在于规范数控车床和车削中心主轴转速、线性轴线的进给率及轴线同时运动所产生轨迹的运动精度检验方法及相应的要求。
- 第6部分：精加工试件精度检验。目的在于规范精加工条件下标准试件的一系列切削检验方法及相应的要求。
- 第7部分：在坐标平面内轮廓特性的评定。目的在于规范数控车床和车削中心的轮廓特性检查方法。
- 第8部分：热变形的评定。目的在于规范数控车床和车削中心的机床结构和定位系统热变形的评定方法。

本文件是 GB/T16462 的第1部分，主要规范了普通精度的数控卧式车床和车削中心的几何精度检验的方法，可为数控卧式车床和车削中心的几何精度检验提供依据和指导。

基于实际机床检验需求，本文件修改了部分数控卧式车床和车削中心的几何精度检验项目，增加了 Z 轴、X 轴、Y 轴运动的直线度，增加了 X 轴运动、Y 轴运动对 Z 轴运动的垂直度。此外，为了检验工件主轴和刀具主轴回转轴线的误差运动，本文件增加了工件主轴和刀具主轴的回转精度检验内容。

数控车床和车削中心检验条件

第1部分：卧式机床几何精度检验

1 范围

本文件根据GB/T17421.1—2023 和 GB/T17421.7—2016 规定了普通精度的数控卧式车床和车削中心(见3.1和3.2定义)的几何精度检验要求和方法及相应的公差。

在可应用场合下9本文件也适用于卧式转塔车床和单轴自动车床。

本文件解释了数控卧式车床和车削中心的不同概念、不同配置及通用特点9并提供了控制轴的术语和名称

本文件仅适用于机床的精度检验,它不适用于机床的运转检验(如机床的振动、异常的噪声、部件的爬行等检验)及机床的特性检验(如速度、进给量),因为这些检验通常在精度检验之前进行。

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9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/T17421.1—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, JDT)

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 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

数值控制车床 **numerically controlled turning machine**

数控车床 **NC turning machine**

在数值控制或计算机数值控制下运行的车床。

3.2

车削中心 **turning centre**

配有动力驱动刀具装置9并且其夹持工件主轴具有围绕其轴线定位能力的数控车床。

注:这类机床可以包括附加特性,如可以由刀库进行自动换刀。

3.3

刀架 **tool turret**

能够定位切削刀具完成加T 操作的多刀夹持装置。

4 一般要求

4.1 测量单位

在本文件中，所有的线性尺寸、偏差和相应的公差单位为毫米(mm)，角度尺寸的单位为度(°)，而角度偏差及相应的公差用比值表示，但是在有些场合，也可使用微弧度(mrad)或角秒(″)为单位来表示，其换算关系见公式(1)。

$$0.010/1000=10^{-5} \text{ rad} \approx 2.06 \times 10^{-5} \text{ arcmin} \approx 1.296 \times 10^{-6} \text{ arcsec} \quad \dots \quad \dots (1)$$

4.2 执行 GB/T17421.1—2023 和 GB/T 17421.7—2016

使用本文件时应按照**GB/T 17421.1—2023** 和 **GB/T17421.7—2016**，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。

在“检验方法”一栏中，表述了该项检验所按照的**GB/T17421.1—2023** 和 **GB/T17421.7—2016** 的有关条款，以及所涉及的有关规定。每项几何精度检验给定的公差见G1~G30。

4.3 机床的调平

在对机床进行检验之前，宜根据供应商/制造商的推荐值对机床进行调平(按 **GB/T 17421.1—2023** 中 6.1.1 和 6.1.2的规定)。

4.4 检验顺序

本文件中所列出的检验项目顺序并不表示实际检验顺序，为了拆装检验工具和检验方便，可按任意顺序进行检验。

4.5 检验项目

检验机床时，根据其结构特点不需要或不可能对本文件中的所有项目进行检验。为了验收目的而要求检验时，经供应商/制造商的同意，用户可以选择一些与部件和/或特性相关的项目进行检验。但这些检验项目应在机床订货时明确提出。如果没有规定检验项目和相关费用的协议，依据本文件进行验收试验，不能被视为对任何缔约方具有约束力。

4.6 检验工具

在所描述的检验中给定的检验工具仅为示例。其他具有相同程度的测量能力和具有相同或更小测量不确定度的检验工具同样可以使用。

当用于相关检验中时，所提及的指示器不仅可以指度盘式指示器，还可以指任何种类的线性位移传感器，如指针式或数字式测量仪器、线性可变差动变压器(位移传感器)、线性刻度位移计或非接触传感器。

同样地，所提及的平尺可以指任何类型的直线度基准计量标准，如激光束、专用光学元件、花岗石或陶瓷或钢制或铸铁直尺、直角尺侧面、圆柱角尺母线、任何立方体的直线轨迹或安装在T型槽或其他基准上的专用检具。

所提及的直角尺可以是任何类型的方形检具，如花岗石或陶瓷或钢制或铸铁方尺、圆柱角尺、基准立方体或专用检具。

检验工具的有关信息可在**ISO/TR 230-11** 中获得。

4.7 简图

为简便起见，本文件中与几何精度检验有关的简图只用一种类型的机床为例。

4.8 线性运动

为简便起见图1、图2和表1中所列举的机床轴线都是按GB/T19660—2005中6.1的规定使用字母和数字命名的(如X1、X2……)。在所有示例中字母U、V或W可以被替换。

4.9 刀架与刀具主轴

按3.2的定义,车削中心不仅配有固定的刀具,而且还配有动力驱动的旋转刀具,即刀架也应有动力驱动机构。当使用的刀具数量超过刀架装刀能力时,可以在刀架上配置自动换刀装置或更换刀架。

图3给出了刀架与刀具主轴的典型示例。

4.10 机床的分类

本文件涉及的机床分为两类基本配置(见表1、图1和图2)

——A型:配置尾座的机床;

-----B型:不配置尾座的机床。

A型机床通常能进一步分为两种型式:

——A1型:配置一个刀架;

——A2型:配置两个刀架。

注:配置多个刀架的机床,本文件规定的检验适用所有刀架。

B型机床通常能进一步分为四种型式:

——B1型:配置一个主轴箱;

——B2型:配置两个同轴对置的主轴箱;

——B3型:配置两个绕B轴回转的主轴箱;

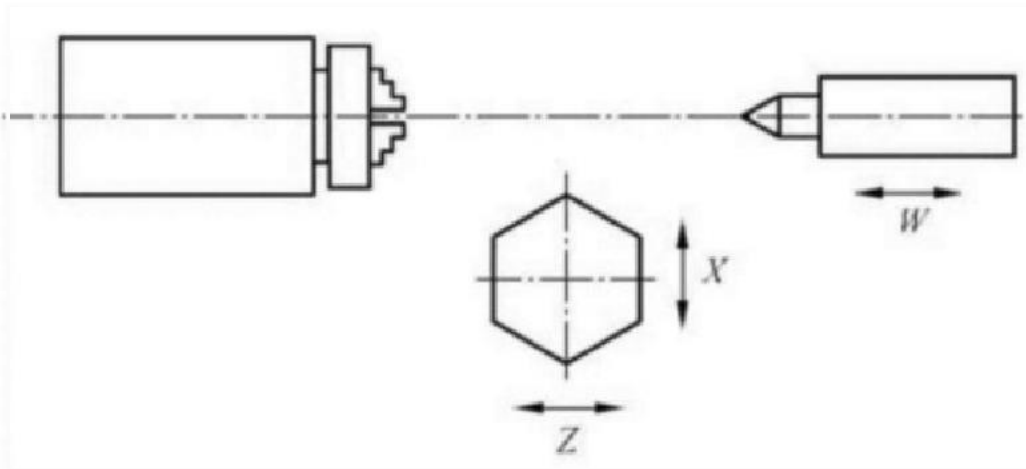
——B4型:配置两个平行的主轴箱。

表1车削中心配置示例

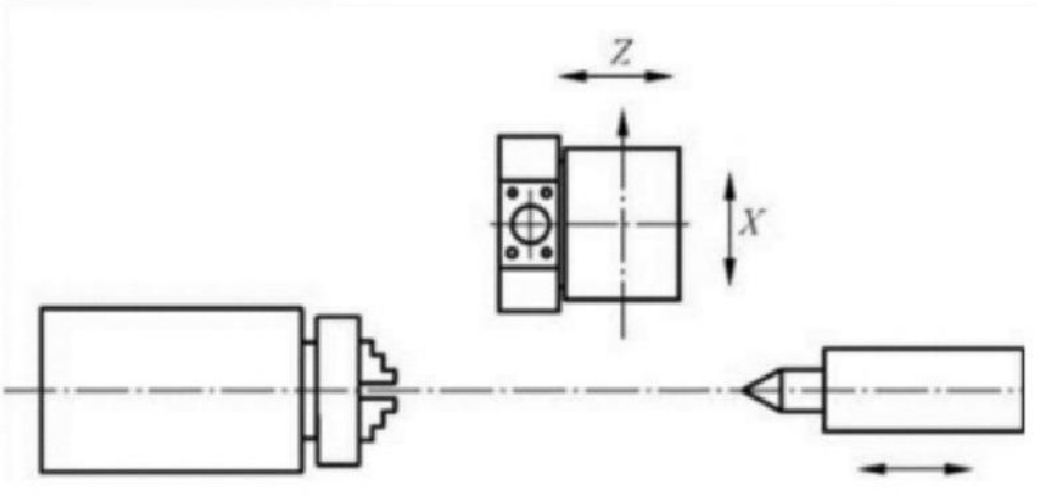
A型

A1型：配置一个刀架

刀架型式：



配置 b)型刀架：



配置a) 型刀架：

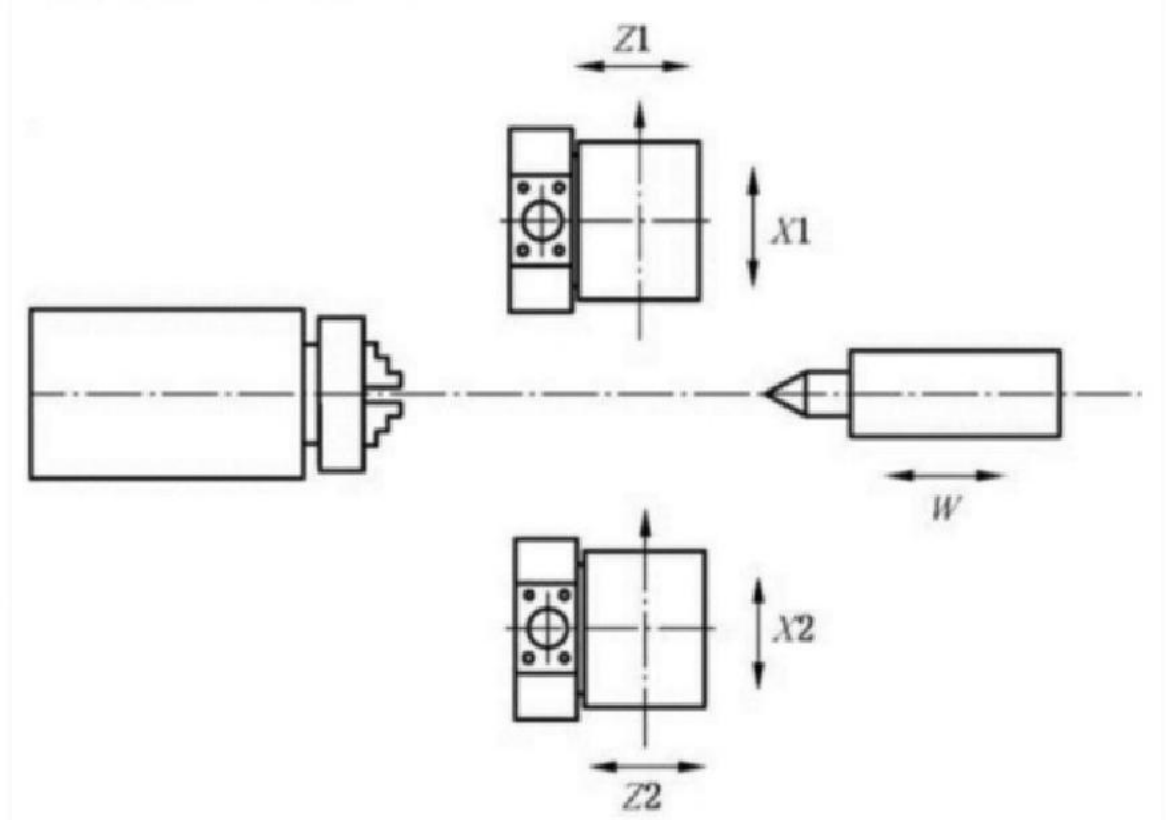
配置尾座

A2型：配置两个刀架

刀架型式：

注：两个刀架型式可以不同。

配置两个b) 型刀架：



配置 b) 型和 f) 型刀架：

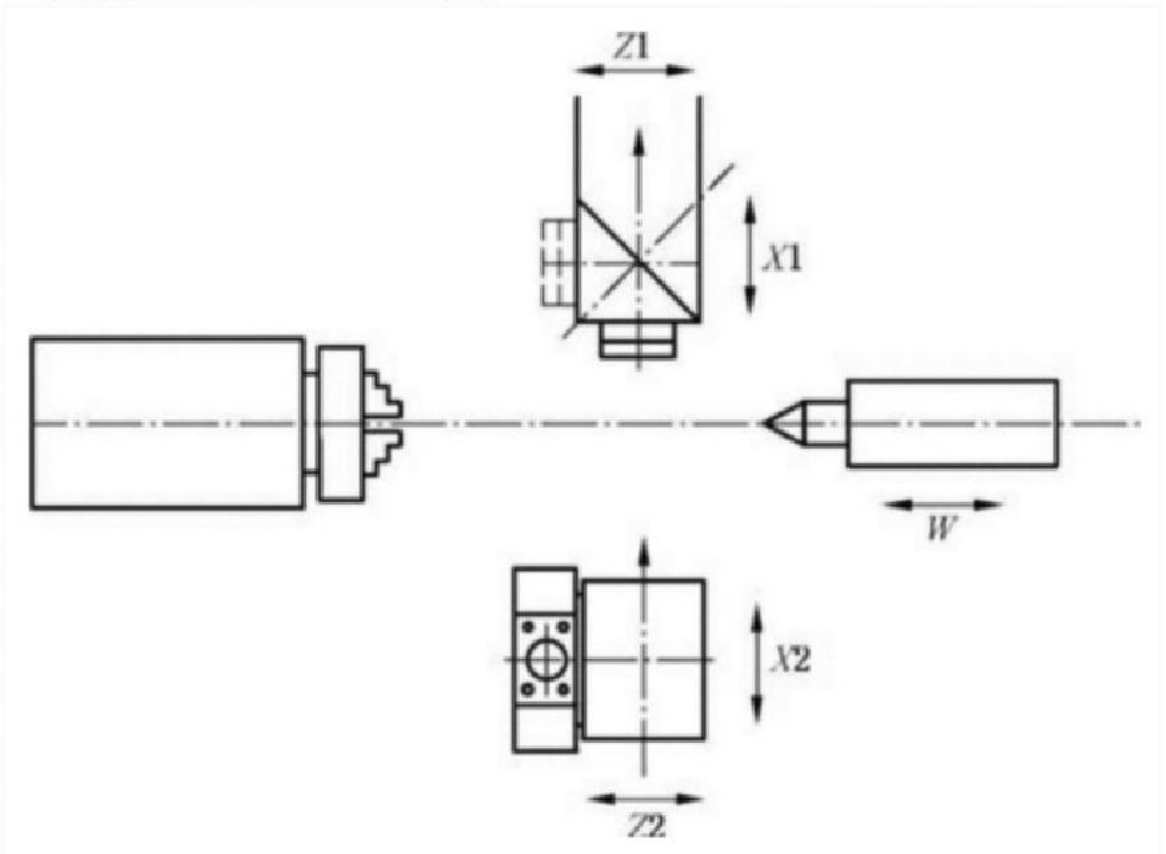


表 1 车削中心配置示例（续）

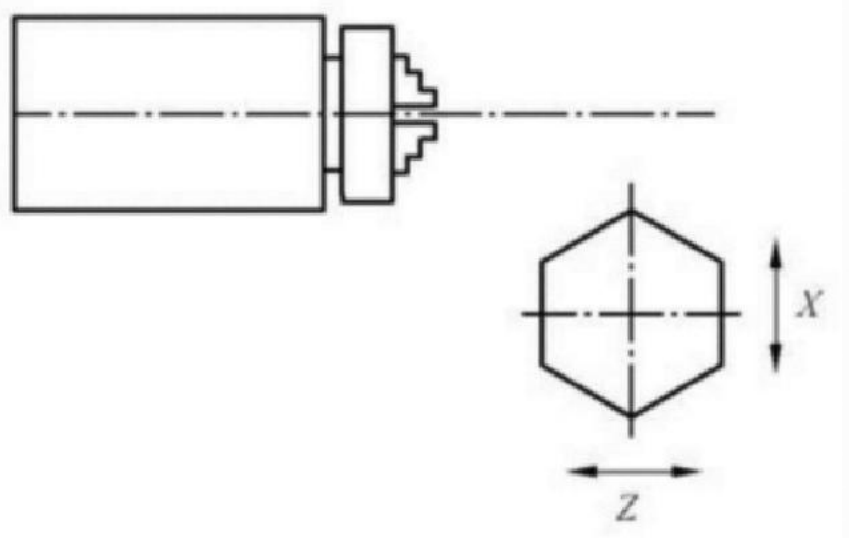
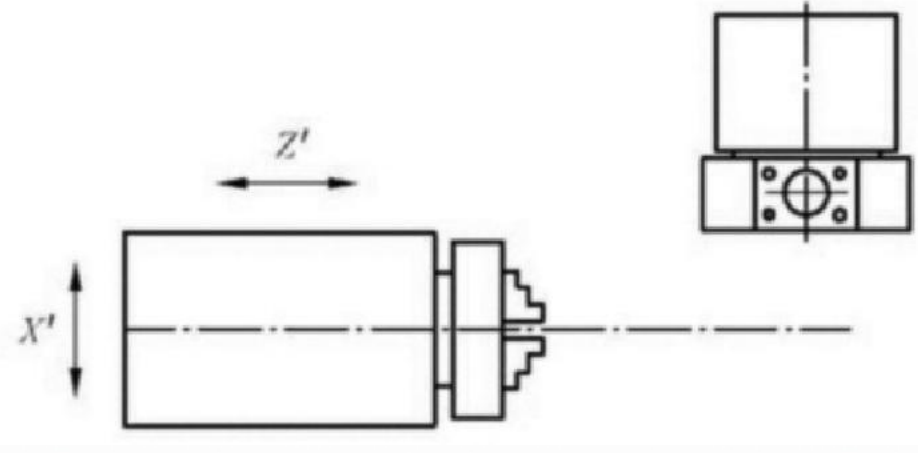
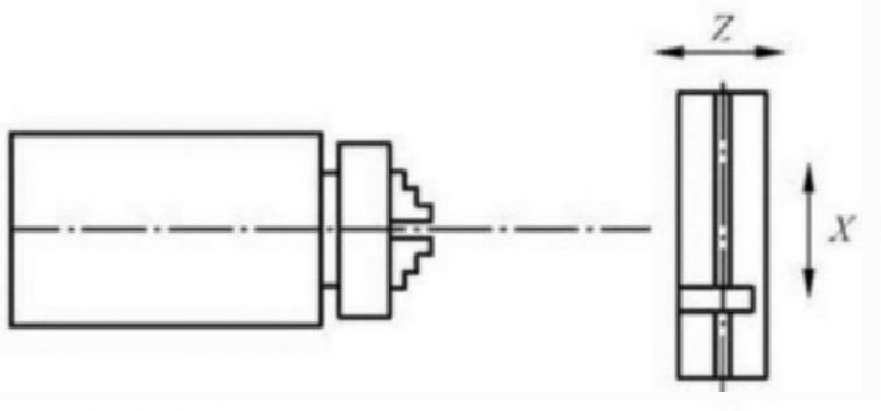
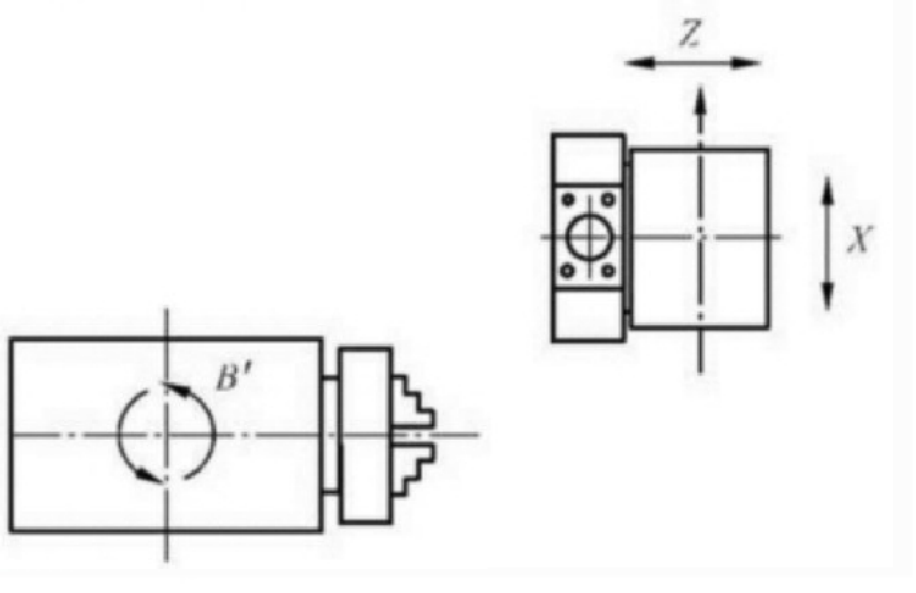
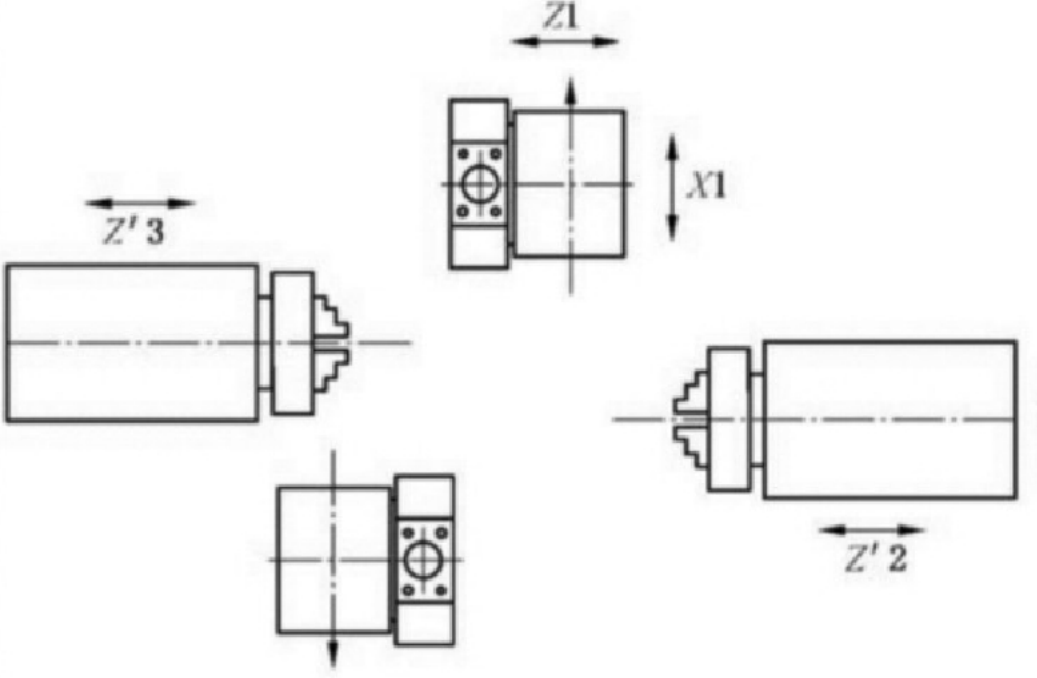
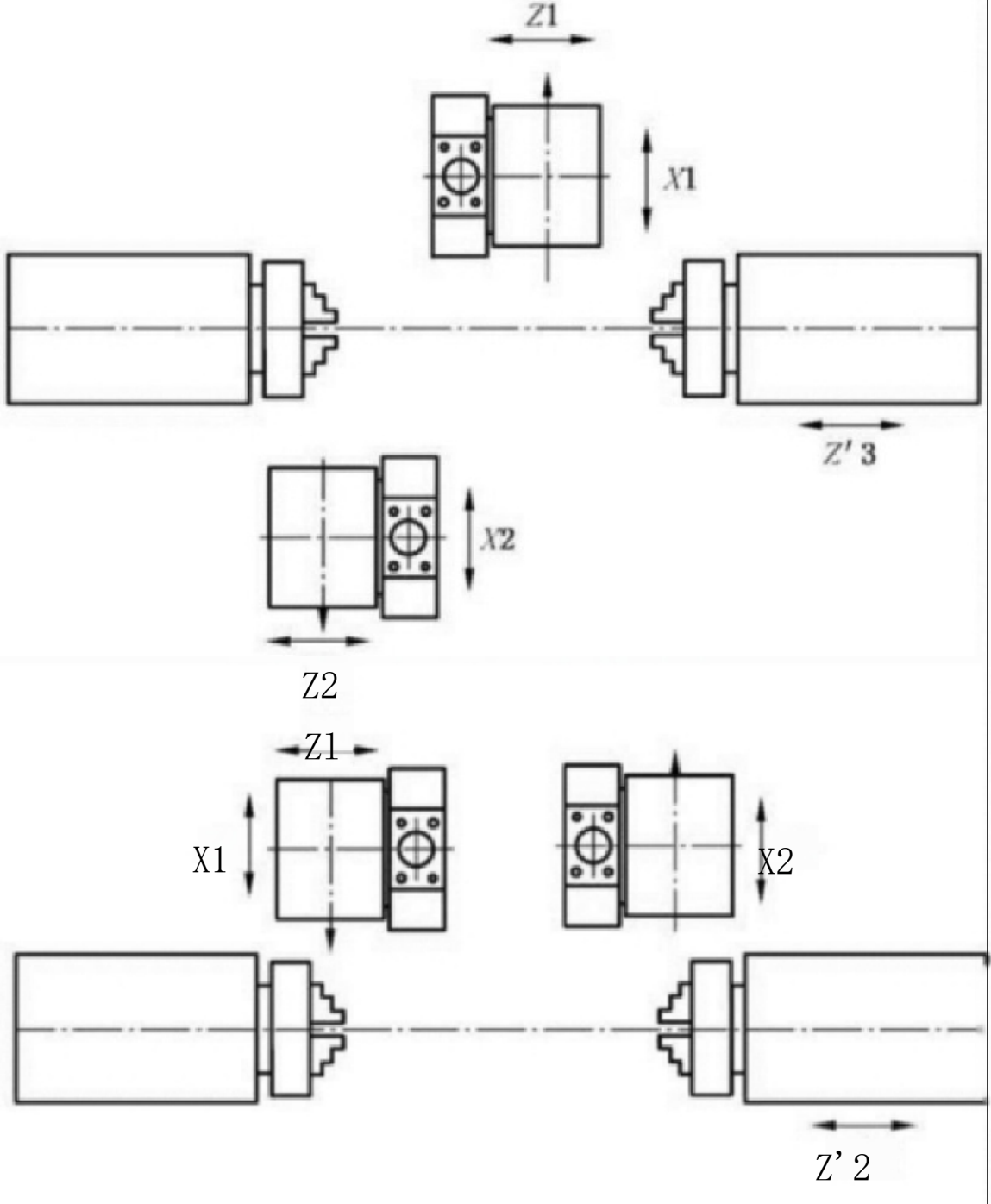
B型——不配置尾座	
B1型：配置一个主轴箱	
<p>配置a)型刀架：</p>  <p>配置b)型刀架：</p> 	<p>配置d)型刀架：</p>  <p>配置B'轴旋转主轴箱：</p> 
B2型：配置两个同轴对置的主轴箱	
<p>任意型式的刀架：</p> 	<p>两主轴箱能成一直线排列：</p> 

表 1 车削中心配置示例 (续)

B3型：配置两个绕B轴回转的主轴箱	B4型：配置两个平行的主轴箱
<p>主轴箱在加工位置：</p> <p style="text-align: center;"> $X' 1$ $X' 2$ </p> <p style="text-align: center;"> $B' 1$ $B' 2$ </p> <p style="text-align: center;"> $Z 1$ $Z 2$ </p>	<p>可以通过主轴箱实现，Y轴的运动为可选。</p>
<p>使用的符号</p> <p style="text-align: center;"> 主轴箱 尾座 </p> <p>a) 型~g) 型刀架，另</p> <p style="text-align: center;"> a) b) c) d) e) f) g) </p>	

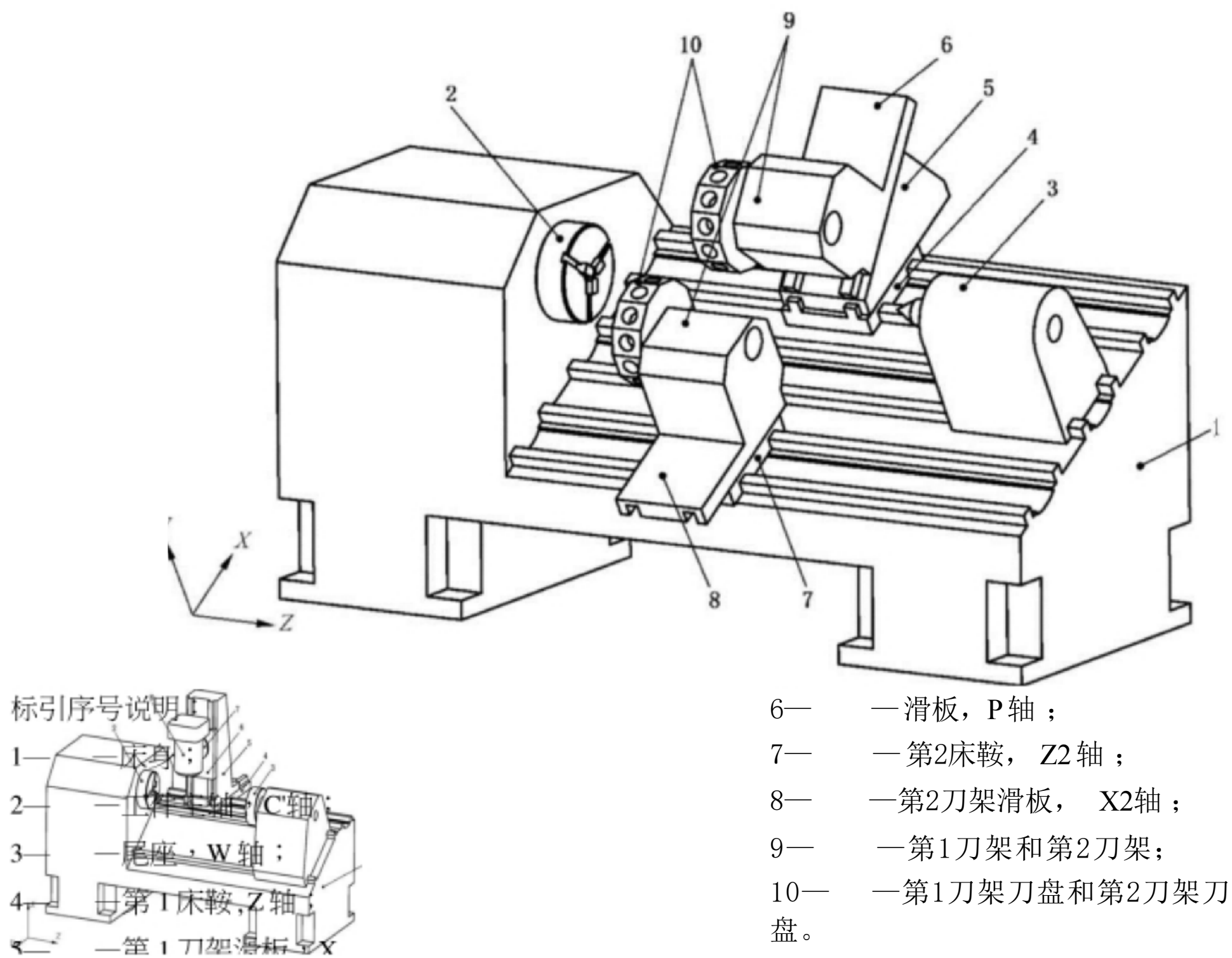


图 1 配有二个刀架和尾座的卧式车削中心示例

》
标引序号说明：

- 1床身；
2— 工件主轴，C'轴；
3— 一副工件主轴，C2轴；
4—床鞍，Z轴；

- 5—立柱，Y轴；
6—滑板，X轴；
7—旋转B轴；
8 刀具主轴箱。

图2配有双主轴、刀具主轴和B轴的卧式车削中心示例

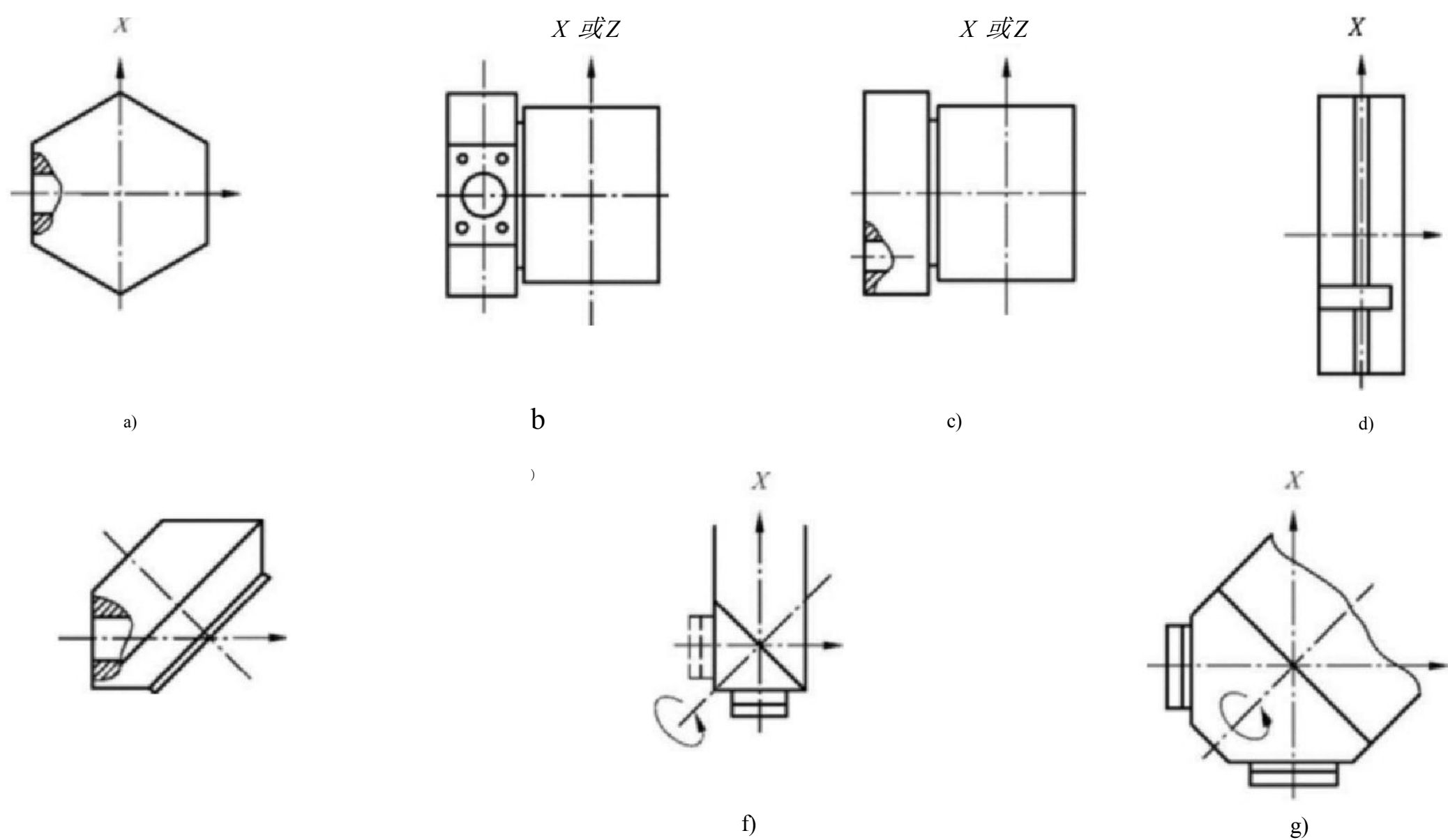


图3刀架与刀具主轴布局示例

图3给出了下列型式：

- a) 卧式刀架：刀架回转轴线在Y方向，这种刀架既可以配置固定的刀具，也可配置动力驱动刀具或两种组合配置；
- b) 刀具径向安装的轮式刀架：刀架回转轴线在X轴或Z轴方向，这种刀架可以只配置固定的刀具，也可以只配置动力驱动的刀具，或两种配置的组合；
- c) 刀具轴向安装的轮式刀架：刀具相对于刀架回转轴向安装（也可以是b）和c）两种型式的组合； c1) 直排刀架；
- e) 斜式刀架：刀具只能在X轴或Z轴方向上使用；
- f) 带单刀具头的单刀具主轴：通过回转刀具头，刀具主轴可在X轴和Z轴方向上运动，但需要一个换刀装置和刀库；
- g) 斜式双主轴刀具头：一个轴配置固定刀具，另一个轴可配置动力驱动刀具。

4.11 软件补偿

如果利用内置的软件手段能有效地补偿几何精度、位置精度、轮廓精度和热效应的偏差，那么在检测时是否使用补偿功能宜根据用户和供应商/制造商之间的协议而定。为了检验目的而使用软件补偿时，轴线不应被锁定。

4.12 公差

当实测长度与本文件规定的长度不同时，公差按实测长度折算（见GB/T17421.1—2023 中第4章）9公差最小折算值应为0.005 mm。

原则上，角度公差是以1000以上的测量距离给出的一个典型的测量长度转化的角度在括号中给出例如：0.060/1000(0.015/250)。

4.13 非检验轴线

在一个运动轴线上进行几何精度检验时，其他非检验状态的轴线的位置可能影响检验结果。因此这些轴线的位置与刀具、工件的偏移均应在检验结果中予以说明。

5 几何精度检验

5.1 工件主轴

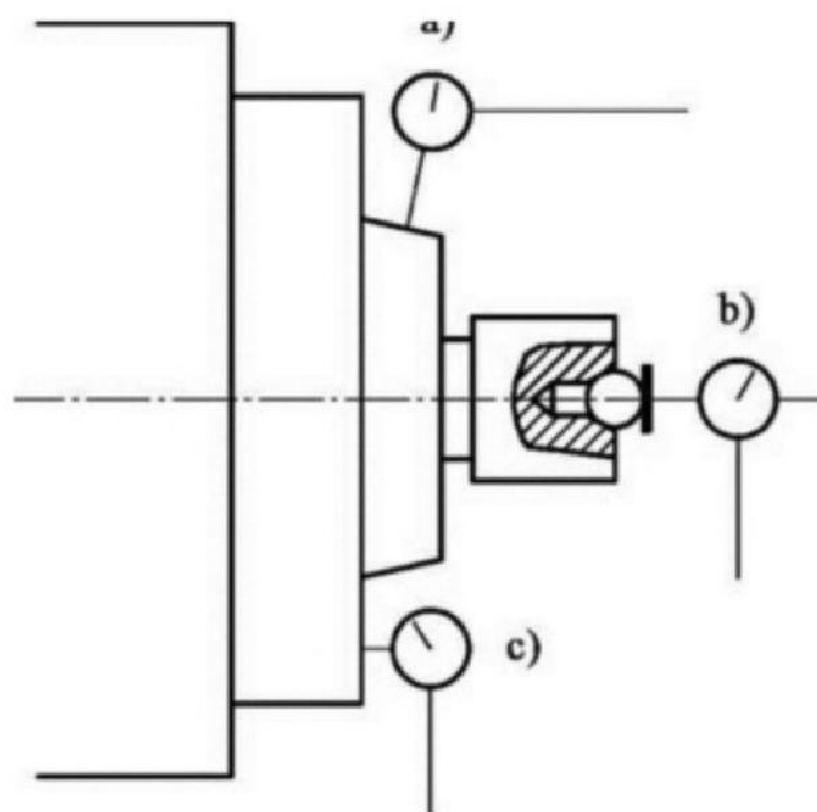
G1 检验项

目

工件主轴端部：

- a) 定心轴颈的径向跳动；
- b) 主轴轴向误差运动；
- c) 主轴端面的跳动。

简图



公差

	DC250	250<D<500	500<D<1000
a) 0.005		0.008	0.012;
b) 0.005		0.005	0.005;
c) 0.008		C. 010	0.015。

D 为床身上最大回转直径。

检验工具

指示器，

对于 b) 带有检验球的检具。

检验方法

- a) GB/T17421.1—2023 中3.9.7:当测量表面为圆锥面时,指示器的测头应垂直于被测表面。
- b) GB/T17421.1—2023 中3.5.5。
- c) GB/T17421.1—2023 中12.5.2:应在最大直径上进行检验。

所有工件主轴均应检验。

主轴旋转采用数控装置控制。

注:主轴误差运动检验见附录A中AR1检验。

检验项目

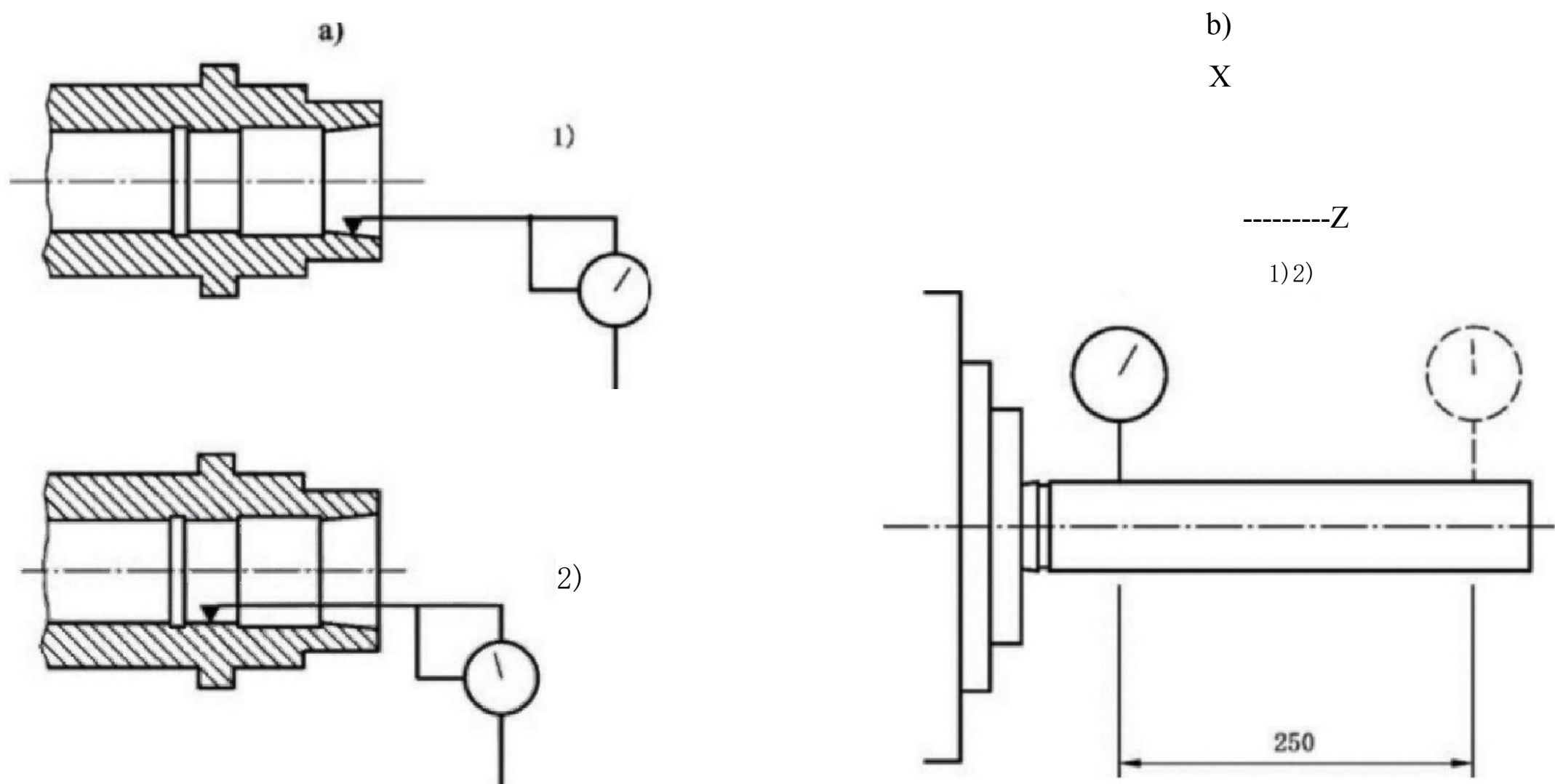
T 件主轴孔的径向跳动

a) 测头直接接触及:

- 1) 前锥孔面;
- 2) 后定位面。

b) 使用检验棒检验:

- 1) 靠近主轴端面;
- 2) 距主轴端面 250 处。



简图

公差

a) 1)和2) 0.008

b) 在250测量长度上或全行程上(全行程<250时)

	D<250	250<D<500	500<D<1000
1)	0.010	0.015	0.020;
2)	0.015	0.020	0.025o

D为床身上最大回转直径。

检验工具

指示器和检验棒。

检验方法(按GB/T174 21.1—2023 中3.9.7和12.5.3的规定)

检验应在ZX 和 YZ 平面内进行。检验时将主轴缓慢旋转,在每个检验位置至少转动两转进行检验。拔出检验棒,使其相对主轴旋转90。重新插入,至少重复检验4次,误差以测量结果的算术平均值计。测量时,应采取步骤减少切向力对测头的影响。

每个主轴箱主轴均应检验。主轴旋转采用数控装置控制。

注:主轴倾斜误差运动检验见附录A 中 AR1 检验。

5.2 轴线运动的直线度

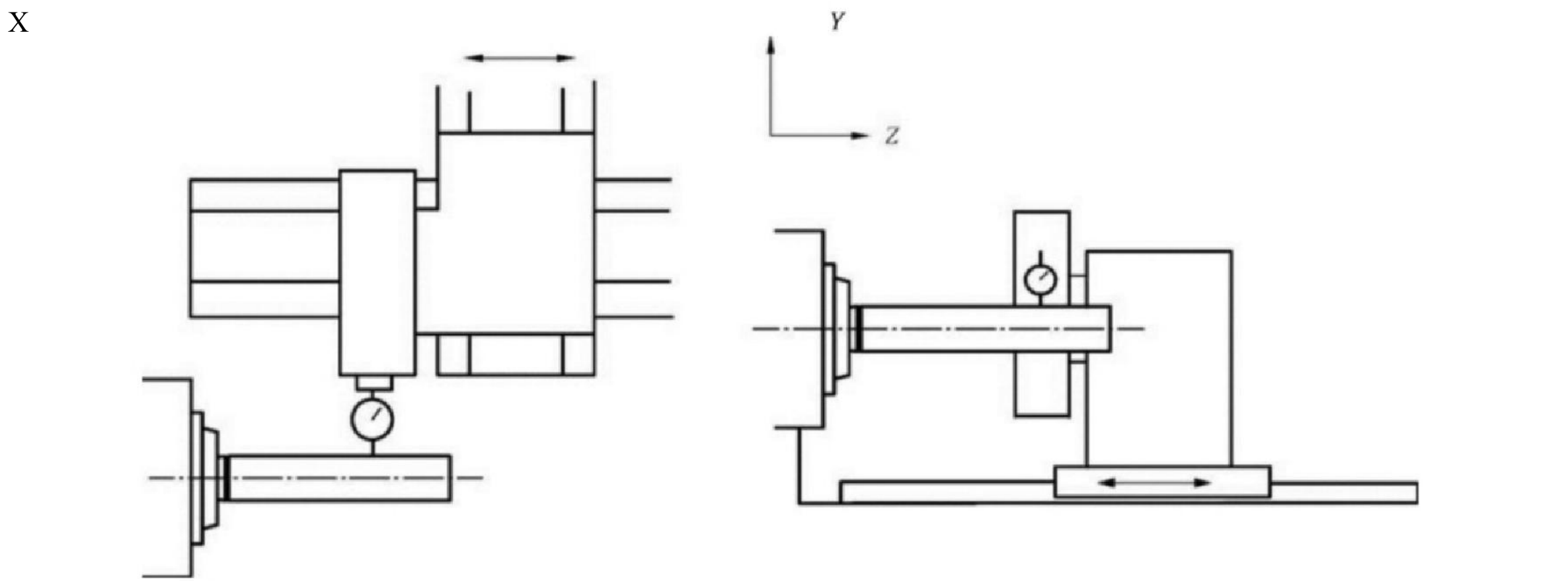
检验项目

Z 轴运动的直线度:

a) 在 ZX 平面内(Exz);

b) 在 YZ 平面内(Ey)。

简图



公差

ZM500	0.010;
500<Z<1000	0.015;
1000<Z<2000	0.025;
2000<Z<5000	0.050;
5000<Z<10000	0.080。

局部公差：在300 测量长度上为0.007。

检验工具

检验棒和指示器或光学仪器。

检验方法(按GB/T17421.1—2023 中8.2.2.4的规定)当主轴用于安装检验棒时,如可能·主轴应锁紧。检验应在 Z 轴运动的若干位置上进行。

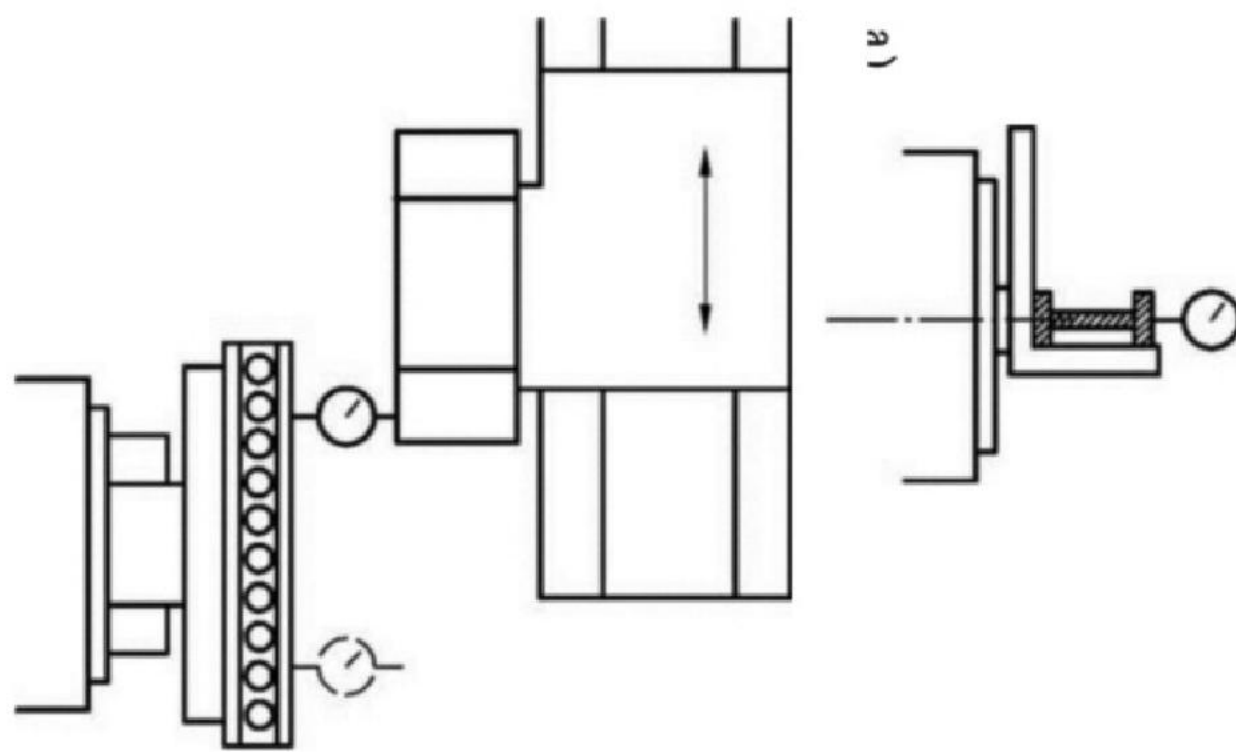
检验装置可用于G6。

检验项目

G4

X轴运动的直线度:

- a) 在ZX 平面内 (E_{zx});
- b) 在XY平面内(E_{vx})o



公差

XV500	0.010;
500<X<1000	0.015; 公差由制造商/供应商和用户确定。
X>1000	局部公差：在300测量长度上为0.007。

检验工具

平尺和指示器或光学仪器。

检验方法(按 GB/T17421.1 2023 中8.2.2.4 J2.1.3.2 J2.1.3.3和12.1.3.4的规定)

- 如果主轴用于安装平尺时9主轴应锁紧。
- 调整平尺端面与X 轴运动平行。
- 平尺的测量平面应在主轴中心线高度处。
- 检验应在X 轴运动的若干位置上进行。
- 指示器距刀夹表面的偏移应在检验结果中予以说明。
- 检验装置可用于G10.

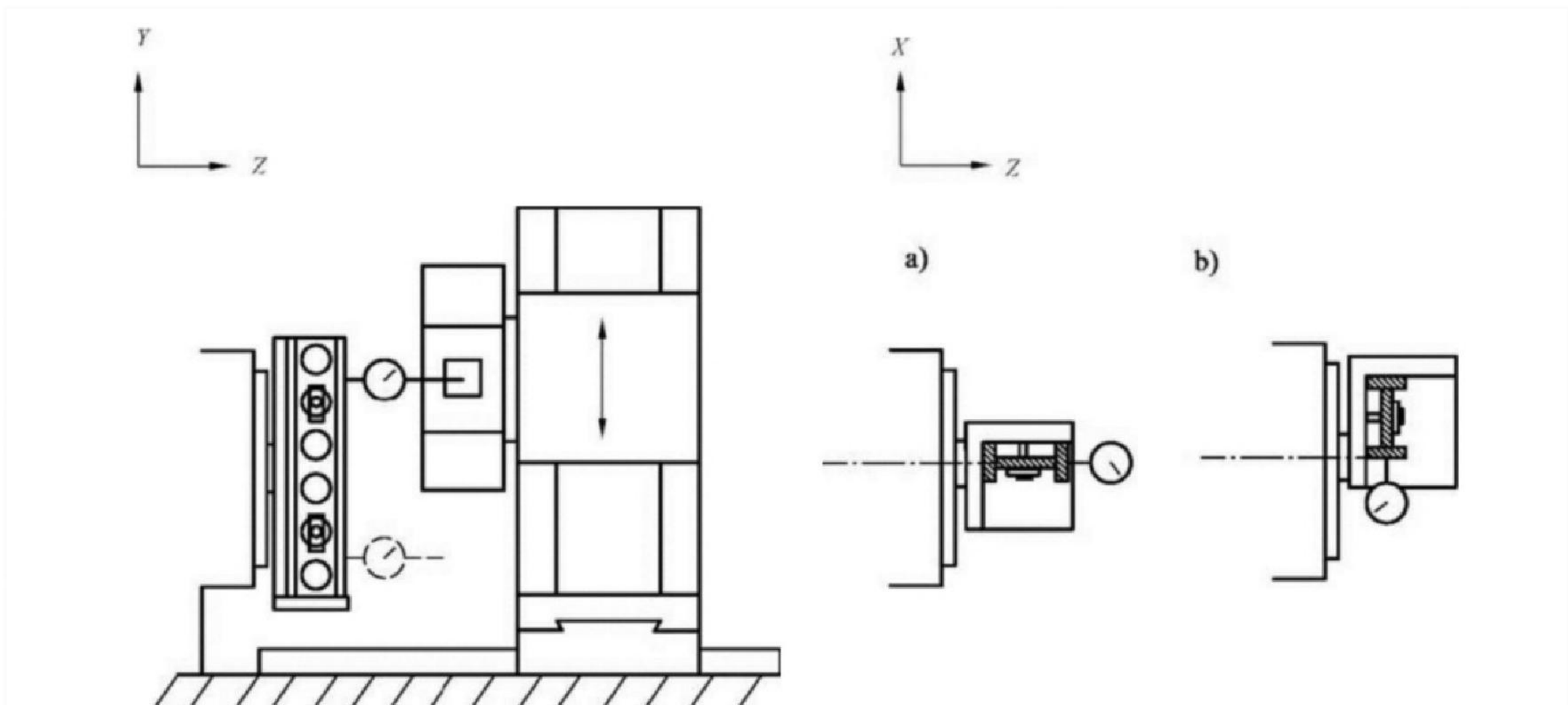
检验项目

G5

Y 轴运动的直线度:

- a) 在 YZ 平面内 (EzY);
 b) 在 XY 平面内 (ExY)。

简图



公差

YM500	0.010;
500<Y<1000	0.015;
Y>1000	公差由制造商/供应商和用户确定。
局部公差: 在300 测量长度上为0.007。	

检验工具

平尺和指示器或光学仪器。

检验方法(按 GB/T17421.1—2023 中8.2.2.4 J2.1.3.2 J2.1.3.3和12.1.3.4的规定) 如果主轴用于安装平尺时, 主轴应锁紧。

调整平尺端面与Y 轴运动平行。

平尺的测量平面应在主轴中心线高度处。

检验应在Y 轴运动的若干位置上进行。

检验装置可用于Gilo

5.3 线性运动与工件主轴的关系

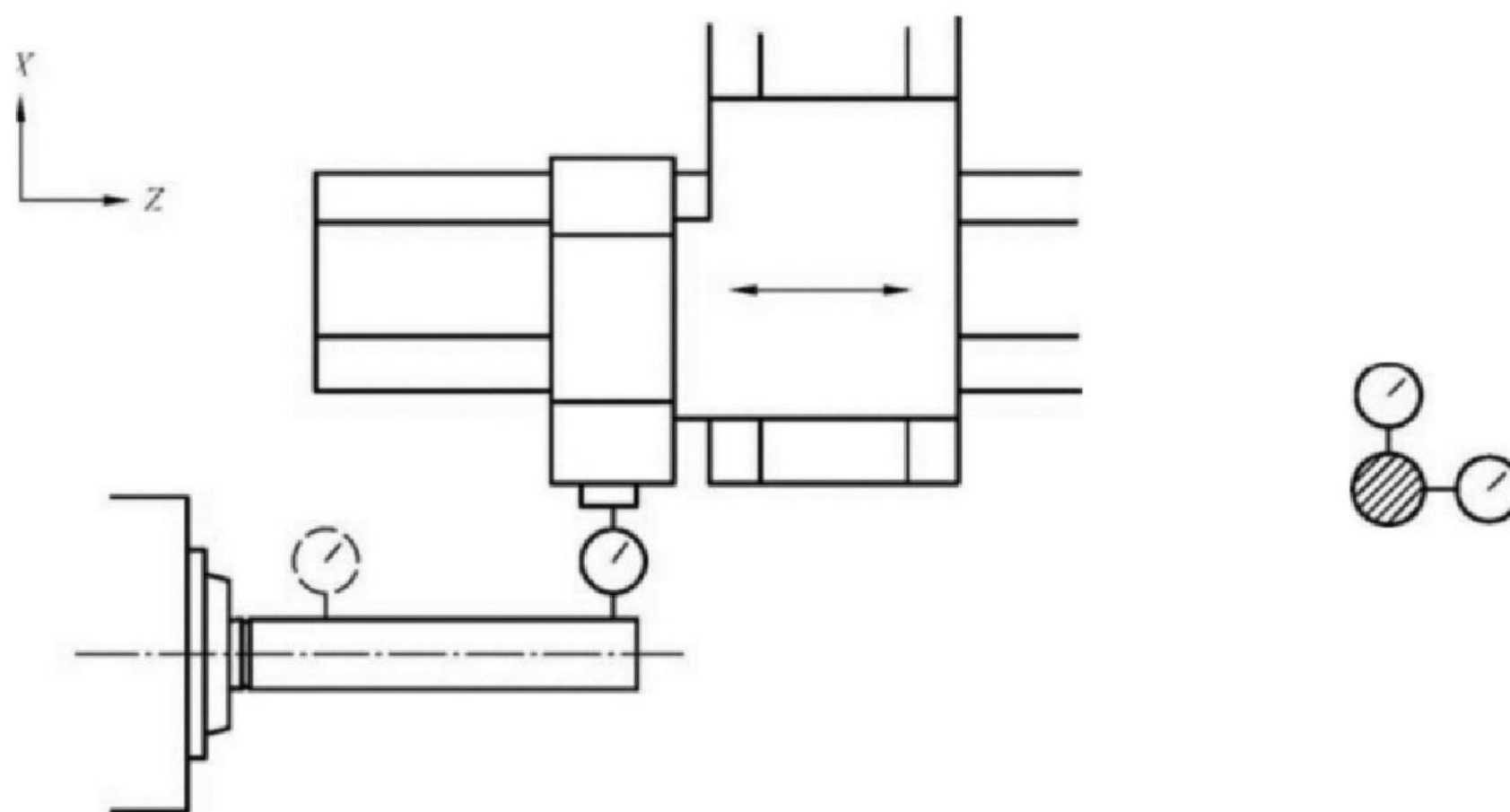
G6

检验项目

T. 件主轴轴线对Z轴运动(床鞍运动)的平行度:

a) 在 YZ 平面内];

b) 在 ZX 平面内 (EB@心)。



简图
公差

a) 0.060/1000 (0.015/250);

b) 0.040/1000 (0.010/250)。

检验工具

G 和 b) 指示器和检验棒或光学仪器。

a)

检验方法(按 GB/T17421.1—2023 中10.1.4.1和10.1.4.3的规定)

对于用指示器和检验棒测量的每个平面·旋转工件主轴找出径向跳动的平均位置,然后在Z轴方向上移动床鞍检验,并测取最大读数差。记录测量数据前主轴应锁紧。

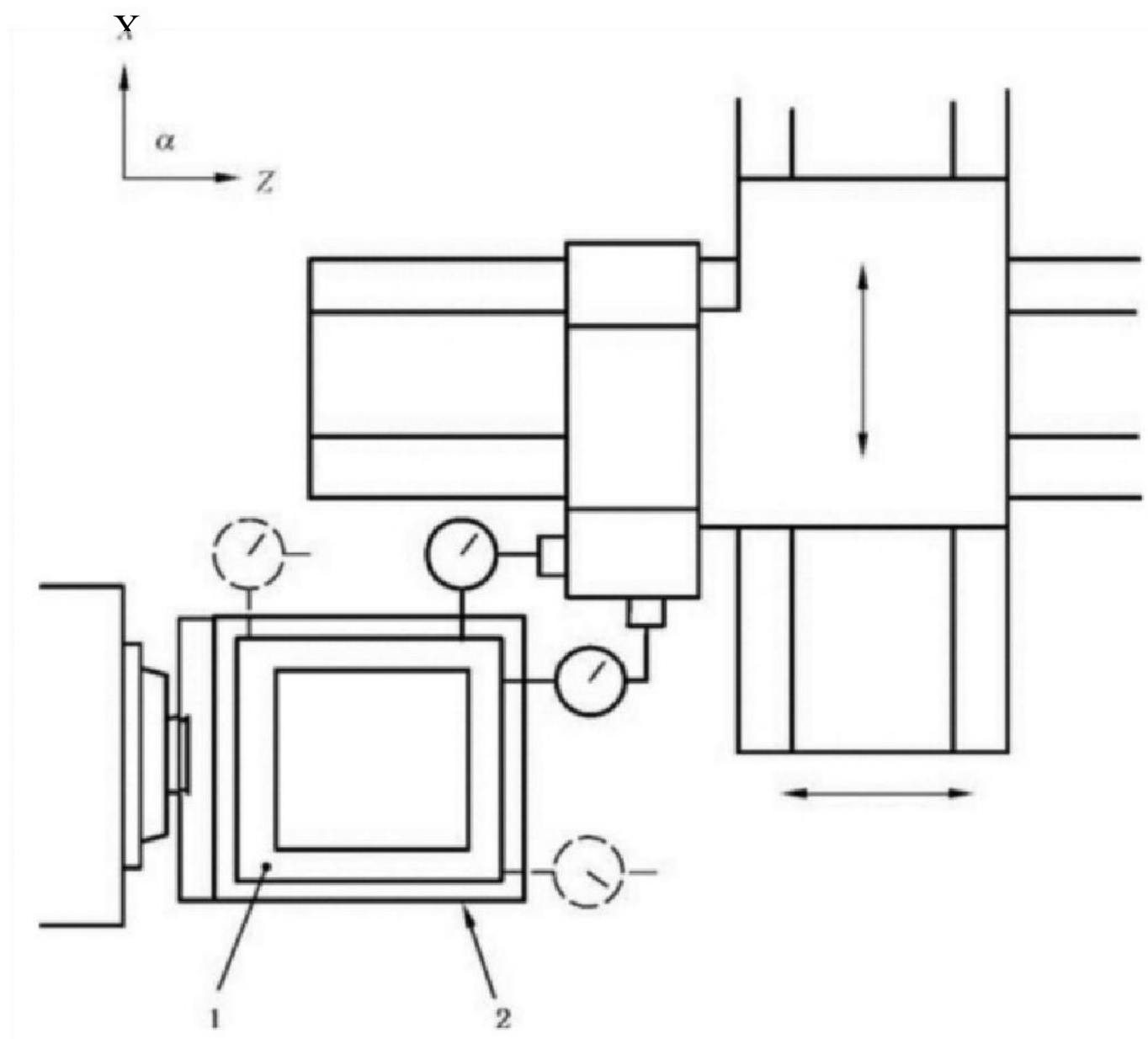
所有工件主轴和Z轴运动均应检验。

检验装置可用于G3

检验项目

X轴运动对乙轴运动的垂直度 [EB(()z) x 10

简图



标引序号说明:

1——直角尺;

2 专用夹具。

公差

0.050/1000 (0.015/300)。

检验工具

指示器和直角尺或光学仪器。

检验方法 (按GB/T 17421.1—2023中10.3.2和12.4的规定)

指示器固定在刀架上靠近刀具位置。

将直角尺放置在工件主轴上,并使其基准面与Z轴运动平行。

移动指示器,使其测头触及直角尺的测量面,测量面平行于XY平面。

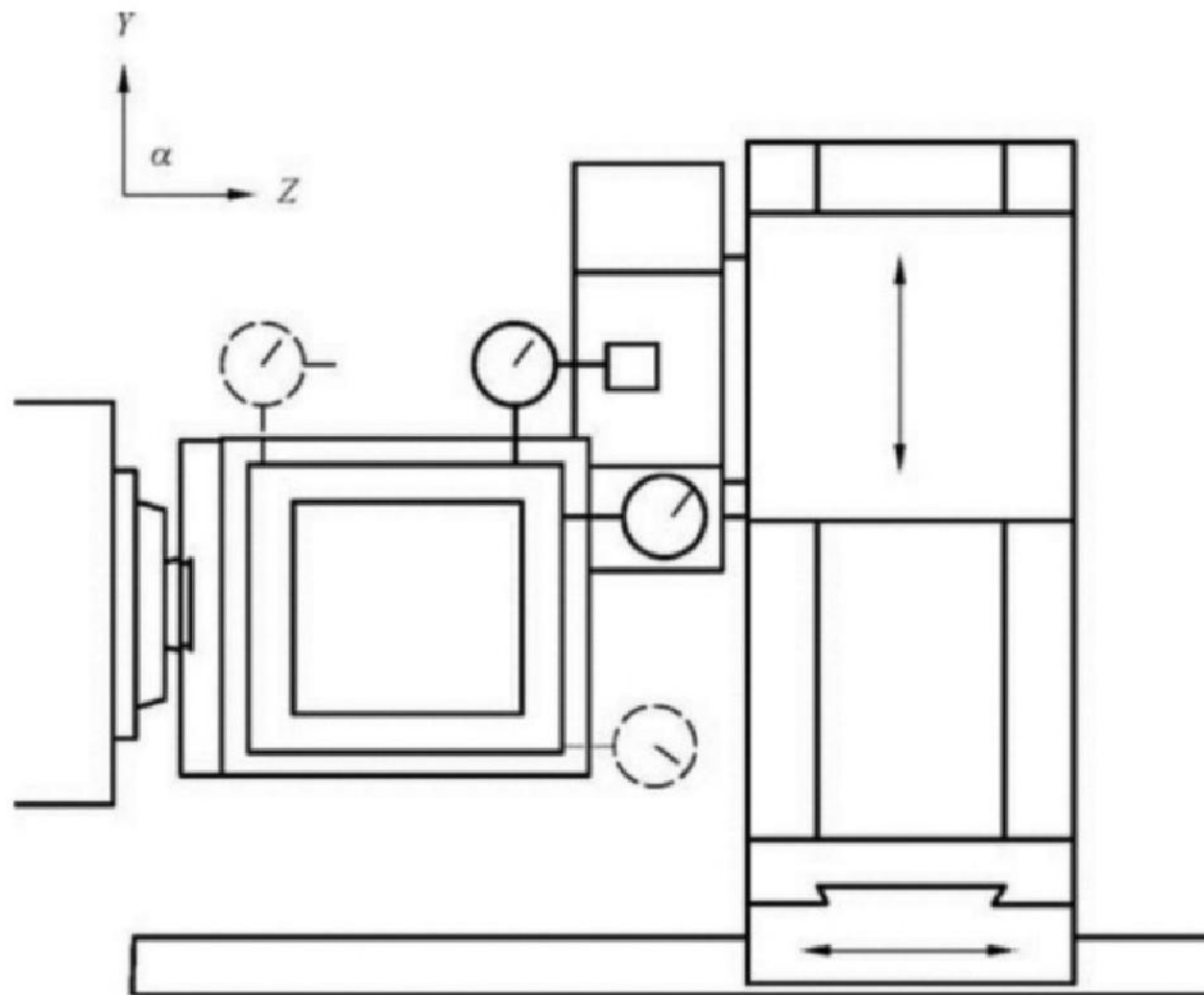
通过X轴运动在垂直面内进行检验。垂直度误差以测量长度上读数的最大差值计。a角的实际值(小于、等于或大于90。)应予以说明。

检验结果可以通过G6和G10的组合检验获得。

检验项目

γ 轴运动对z轴运动的垂直度(E A < 0 Z) (Y)] o

简图



公差

0.070/1000(0.020/300)。

检验工具

指示器和直鱼尺或光学仪器。

检验方法(按GB/T1742 1.1—2023 中10.3.2和12.4的规定)

指示器固定在刀架上靠近刀具位置。

将直角尺放置在工件主轴上，并使其基准面与Z轴运动平行。

移动指示器，使其测头触及直角尺的测量面，测量面平行于XY平面。

通过Y轴运动在垂直面内进行检验。垂直度误差以测量长度上读数的最大差值计。a角的实际值(小于、等于或大于90。)应予以说明。

检验结果可以通过G6和G11的组合检验获得。

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/526202055144010143>