

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

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 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 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 16462《数控车床和车削中心检验条件》的第 1 部分。GB/T 16462 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；
- 第 5 部分：进给率、速度和插补精度检验；
- 第 6 部分：精加工试件精度检验；
- 第 7 部分：在坐标平面内轮廓特性的评定；
- 第 8 部分：热变形的评定。

本文件代替 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》，与 GB/T 16462.1—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 Z 轴运动的平行度(见 5.3 的 G6,2007 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 G16,2007 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 G19,2007 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/T 17421.1—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

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/T 17421.1—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 $X > 1\,000$ 时公差“ $0.080/1\,000(16'')$ ”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 1 000,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,本文件对应 GB/T 16462.1—2007(部分代替 GB/T 16462—1996)；
- 本次为第二次修订。

引 言

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/T 16462 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/T 17421.1—2023 和 GB/T 17421.7—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,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,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,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 17421.7—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,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工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(μrad)或角秒(")为单位来表示,其换算关系见公式(1)。

$$0.010/1\,000 = 10\,\mu\text{rad} \approx 2'' \quad \dots\dots\dots (1)$$

4.2 执行 GB/T 17421.1—2023 和 GB/T 17421.7—2016

使用本文件时应按照 GB/T 17421.1—2023 和 GB/T 17421.7—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/T 17421.1—2023 和 GB/T 17421.7—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。

检验工具的有价值信息可在 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/T 19660—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

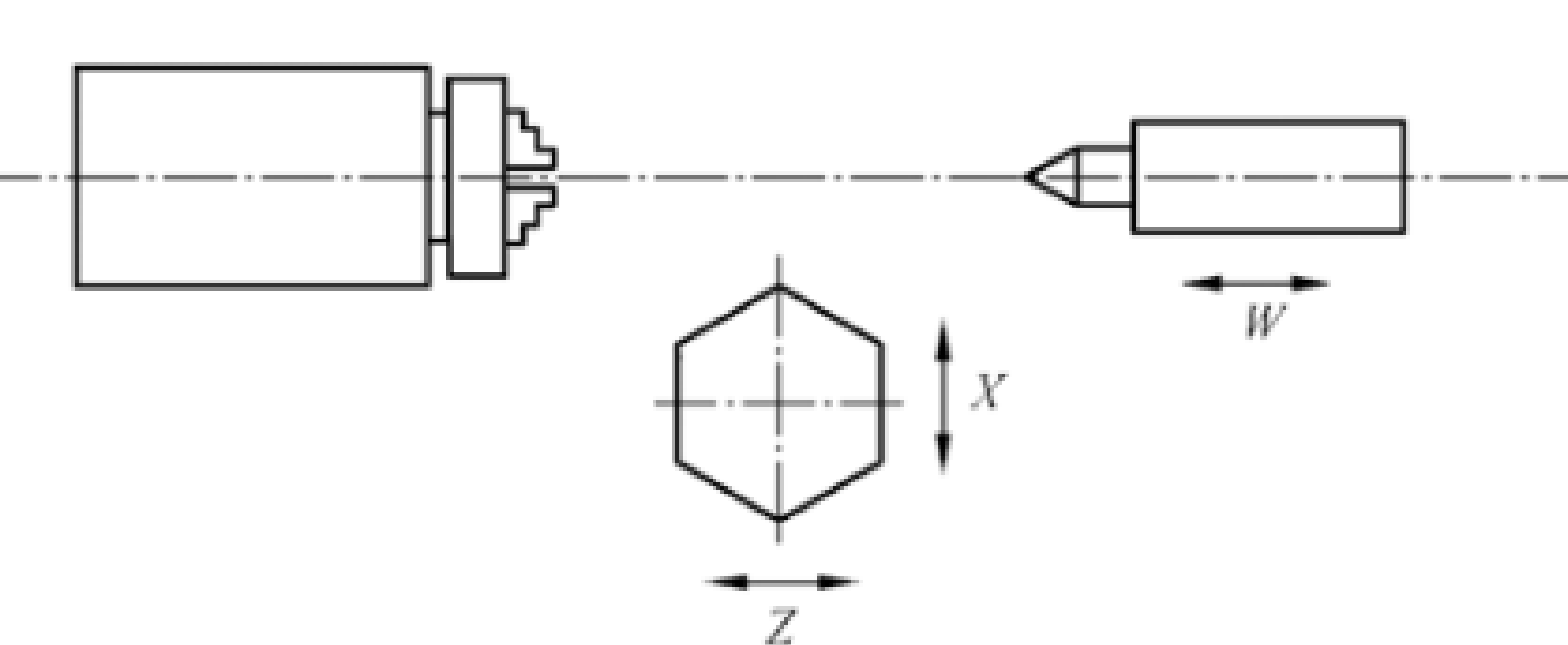
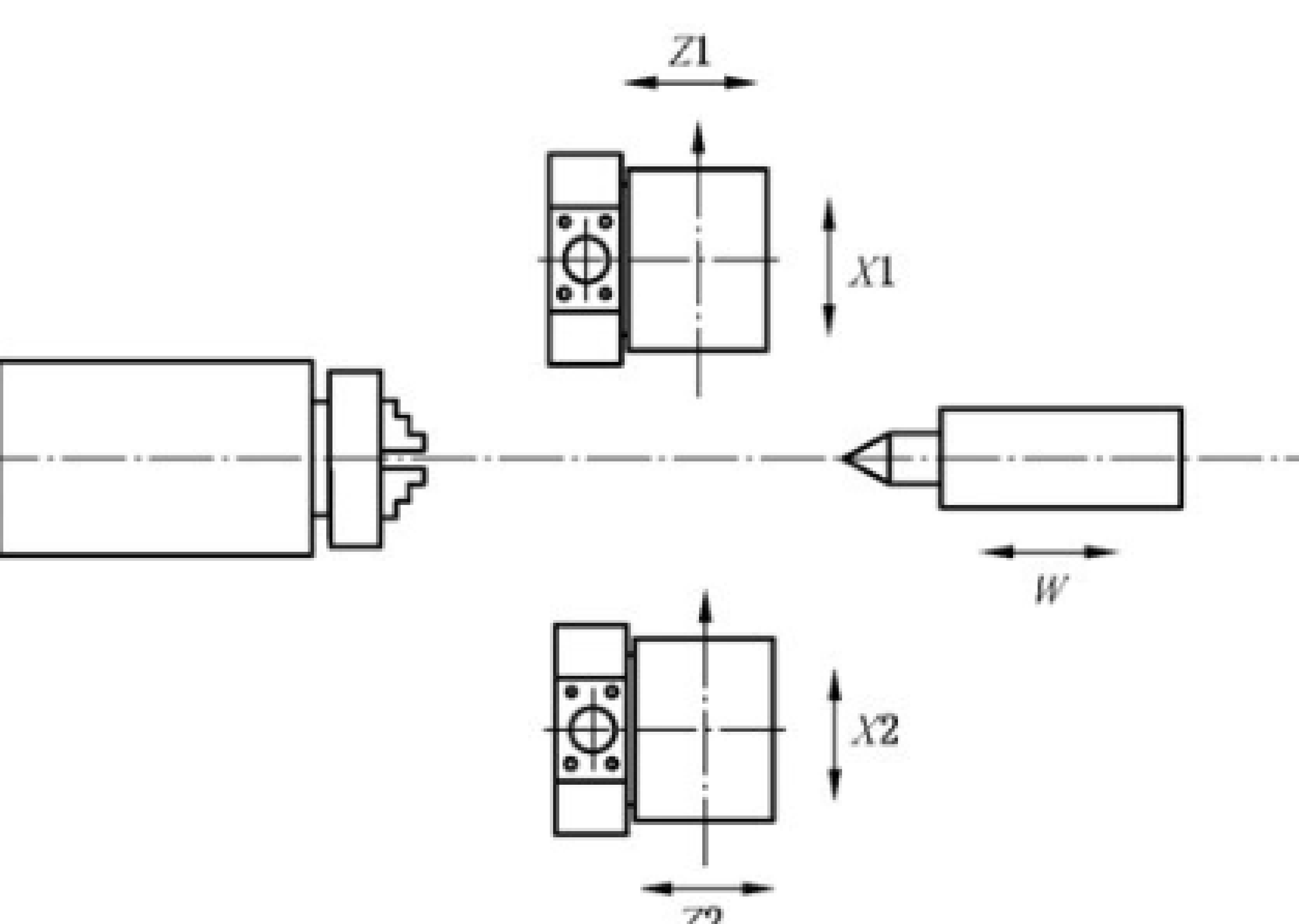
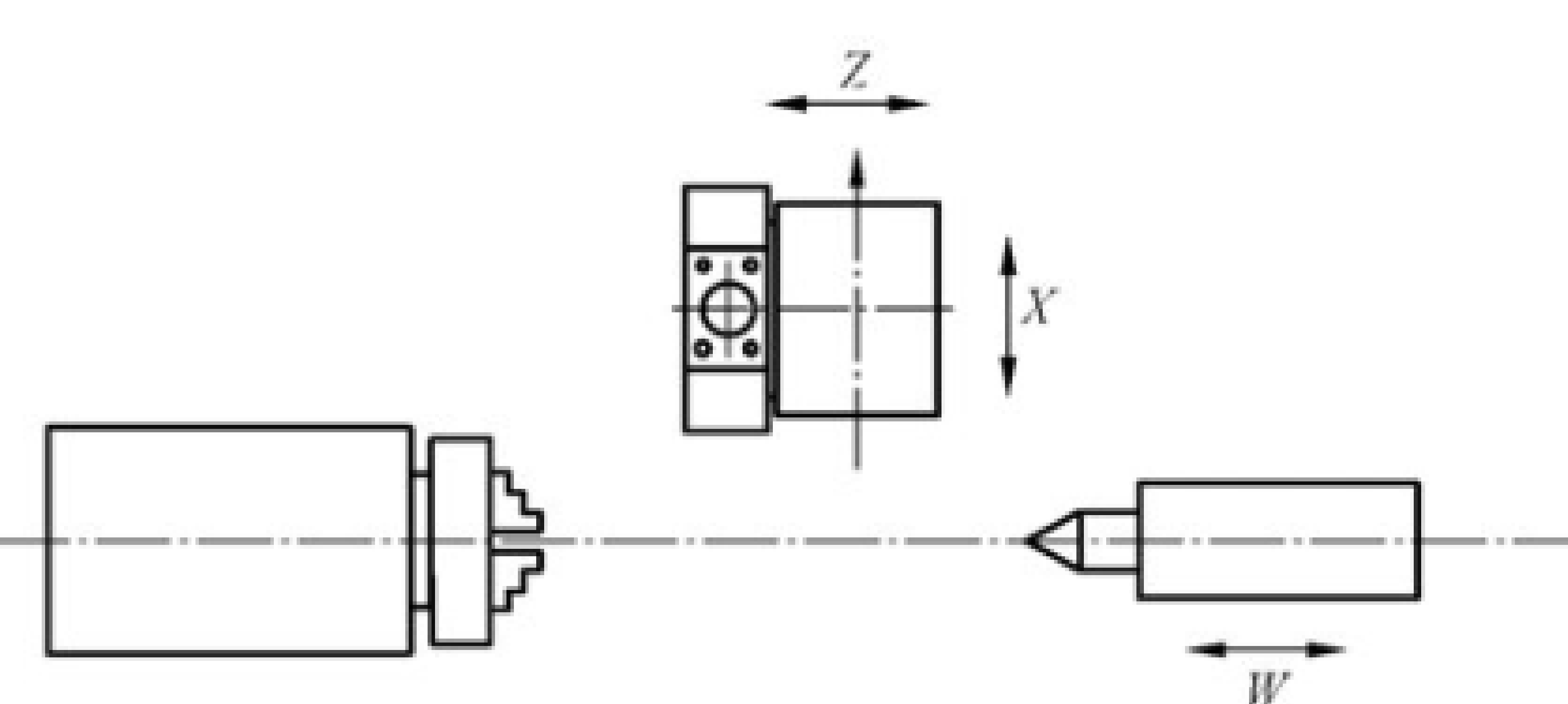
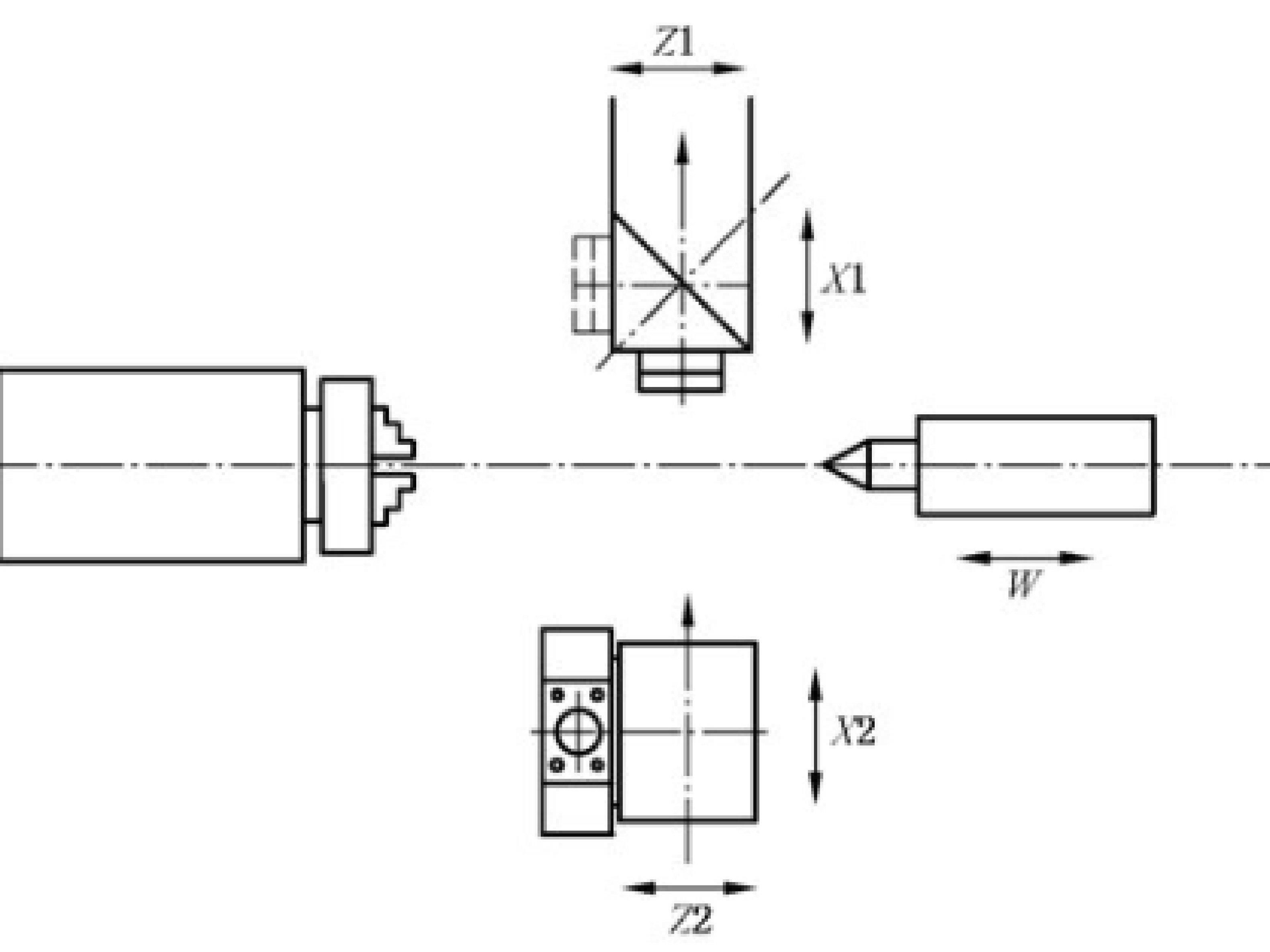
A 型——配置尾座	
A1 型：配置一个刀架	A2 型：配置两个刀架
<p>刀架型式： 配置 a) 型刀架：</p> 	<p>刀架型式： 注：两个刀架型式可以不同。 配置两个 b) 型刀架：</p> 
<p>配置 b) 型刀架：</p> 	<p>配置 b) 型和 f) 型刀架：</p> 

表 1 车削中心配置示例（续）

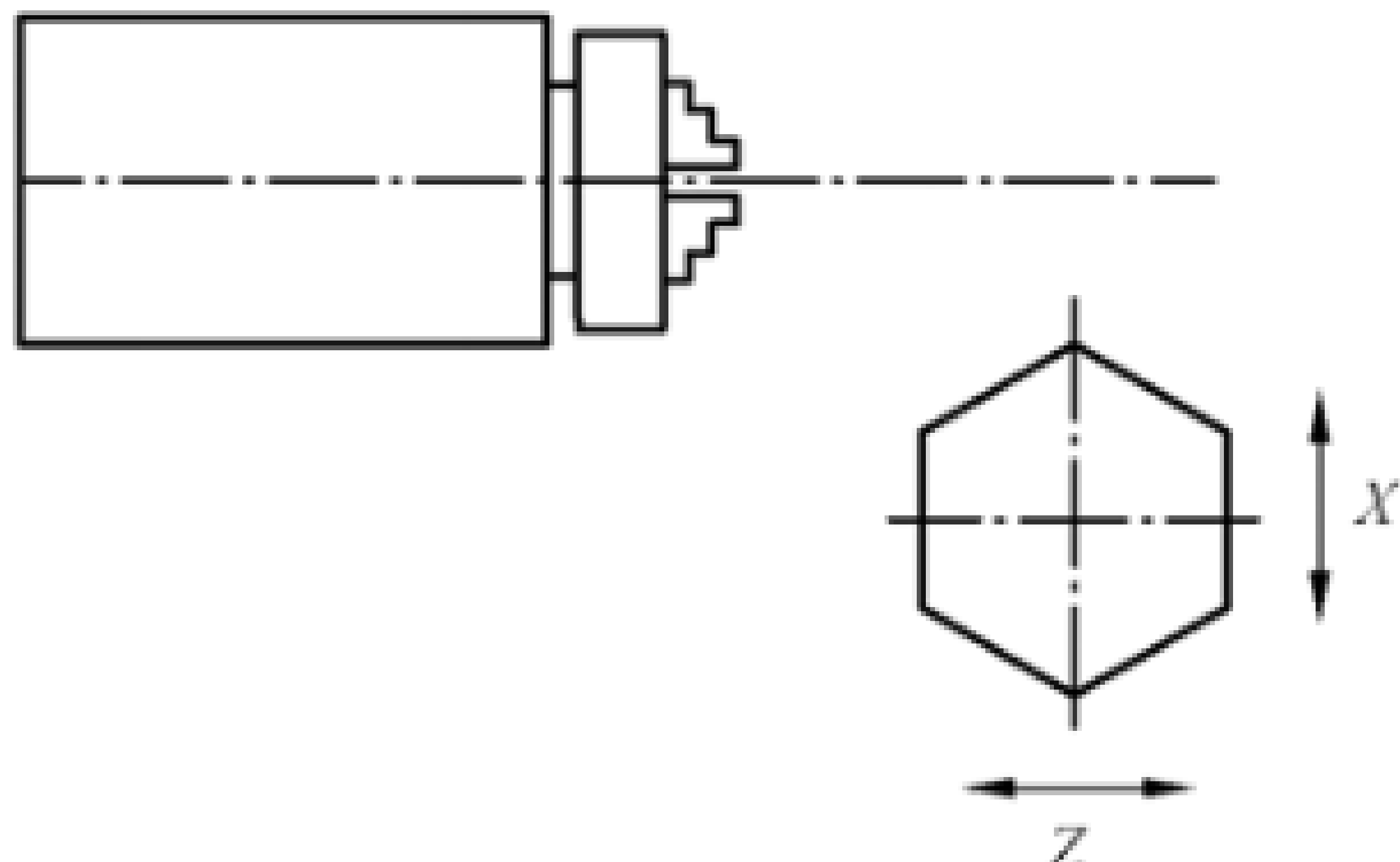
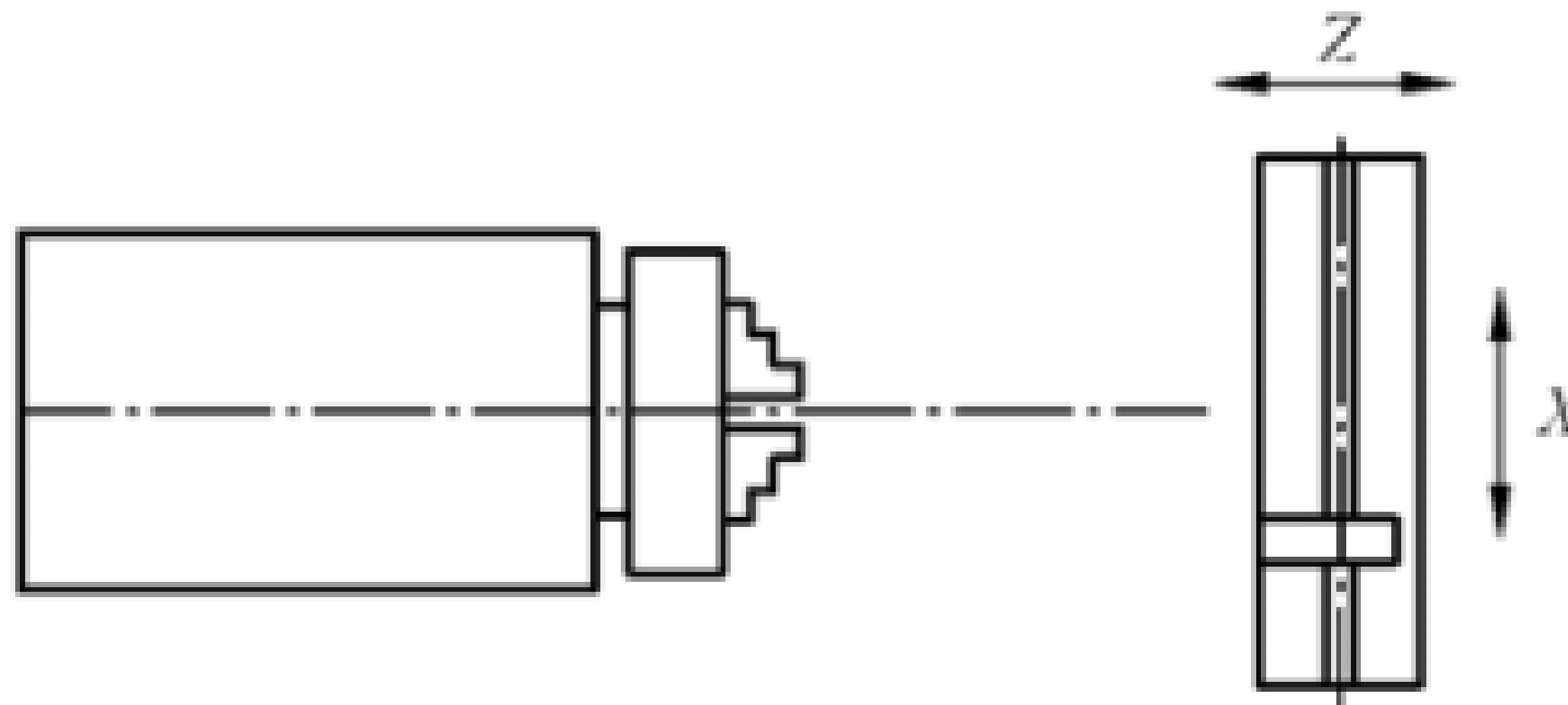
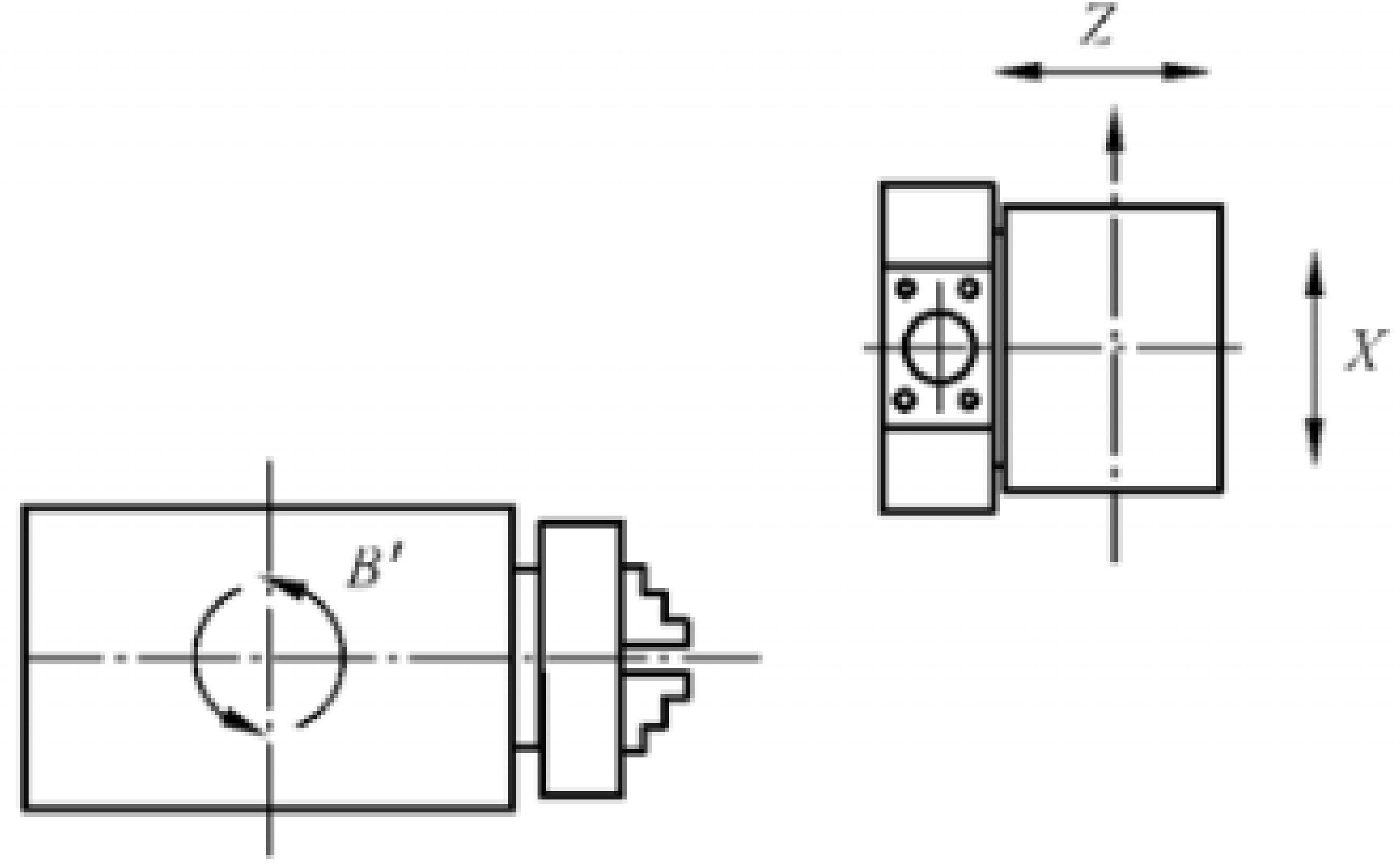
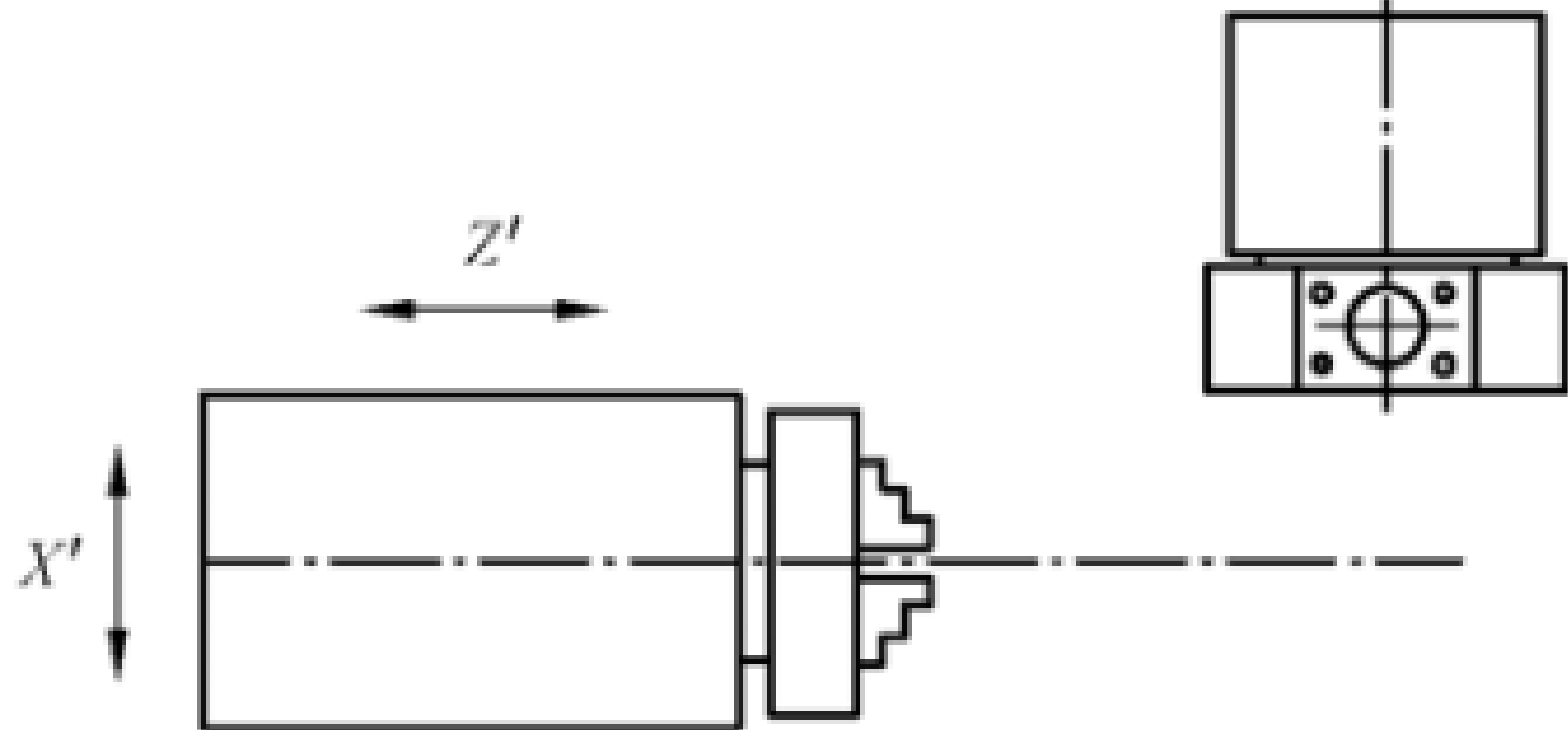
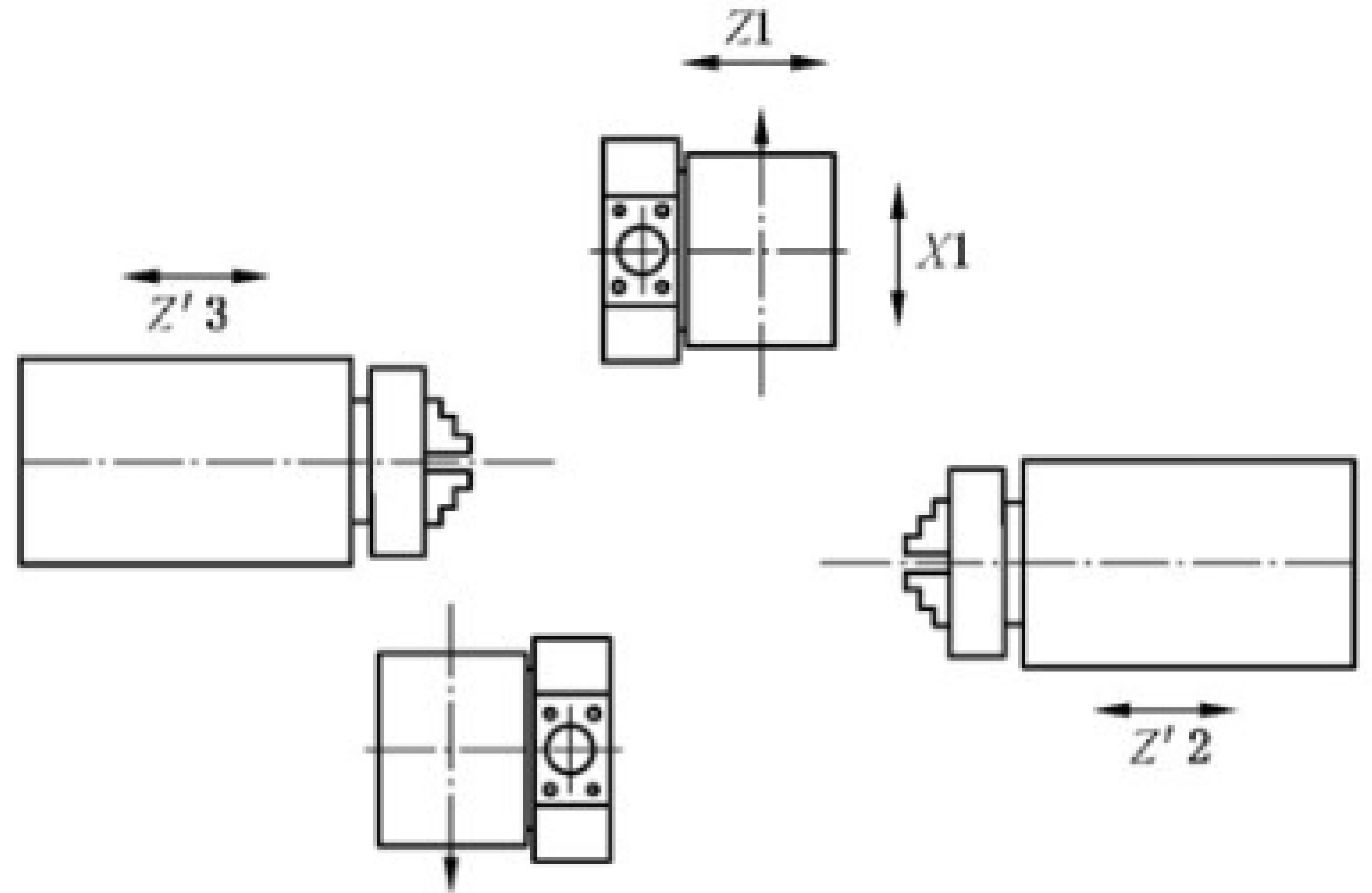
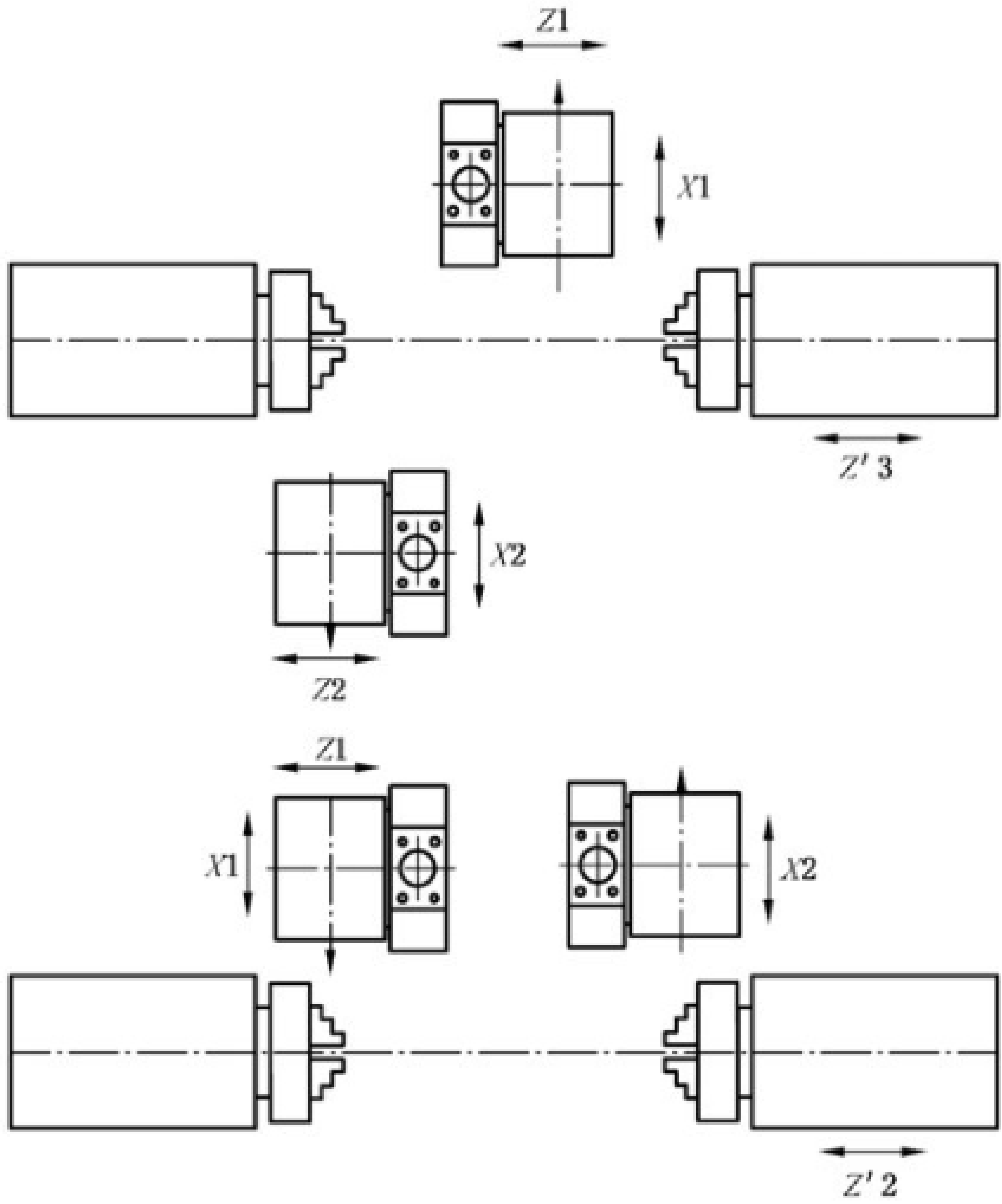
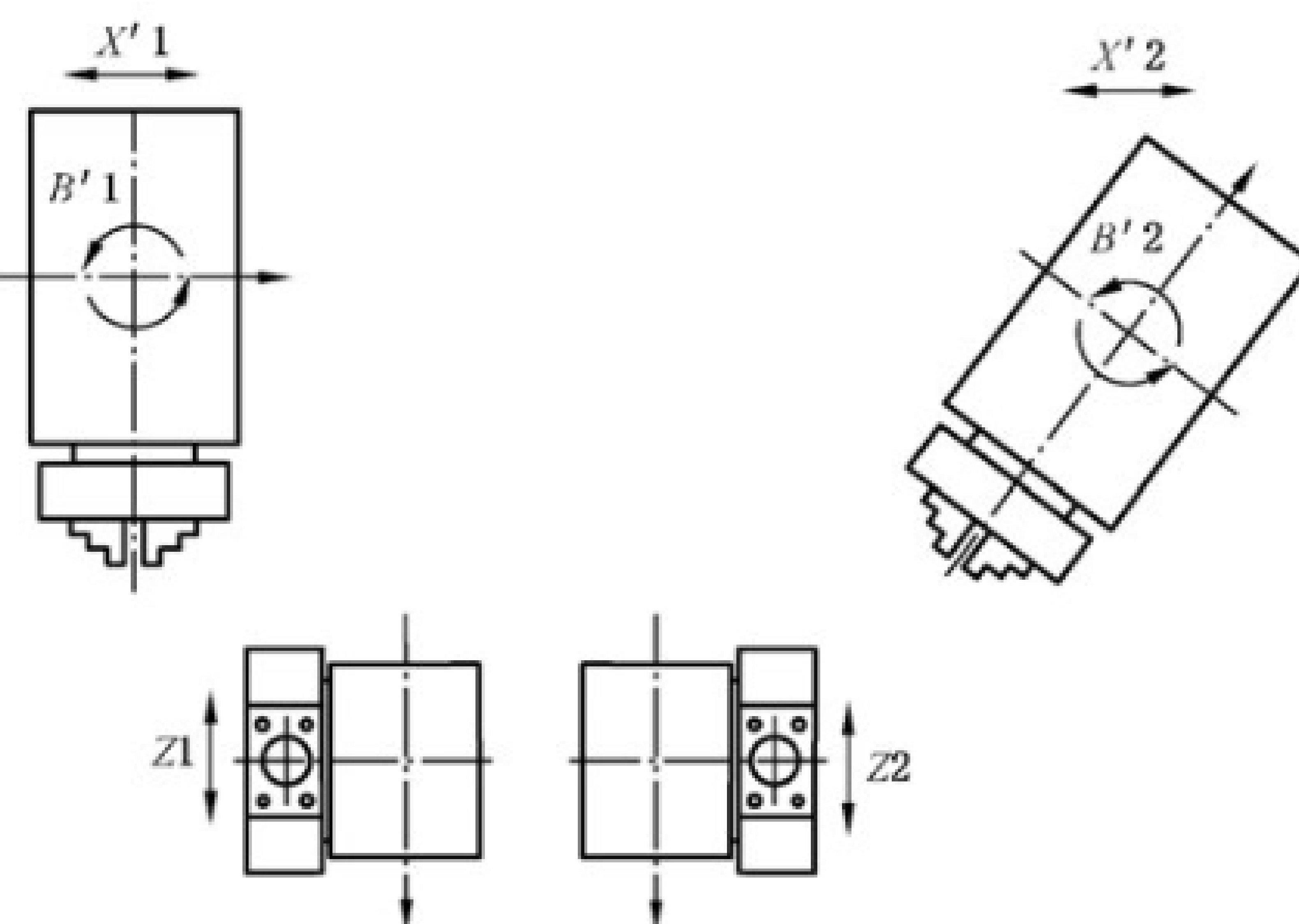
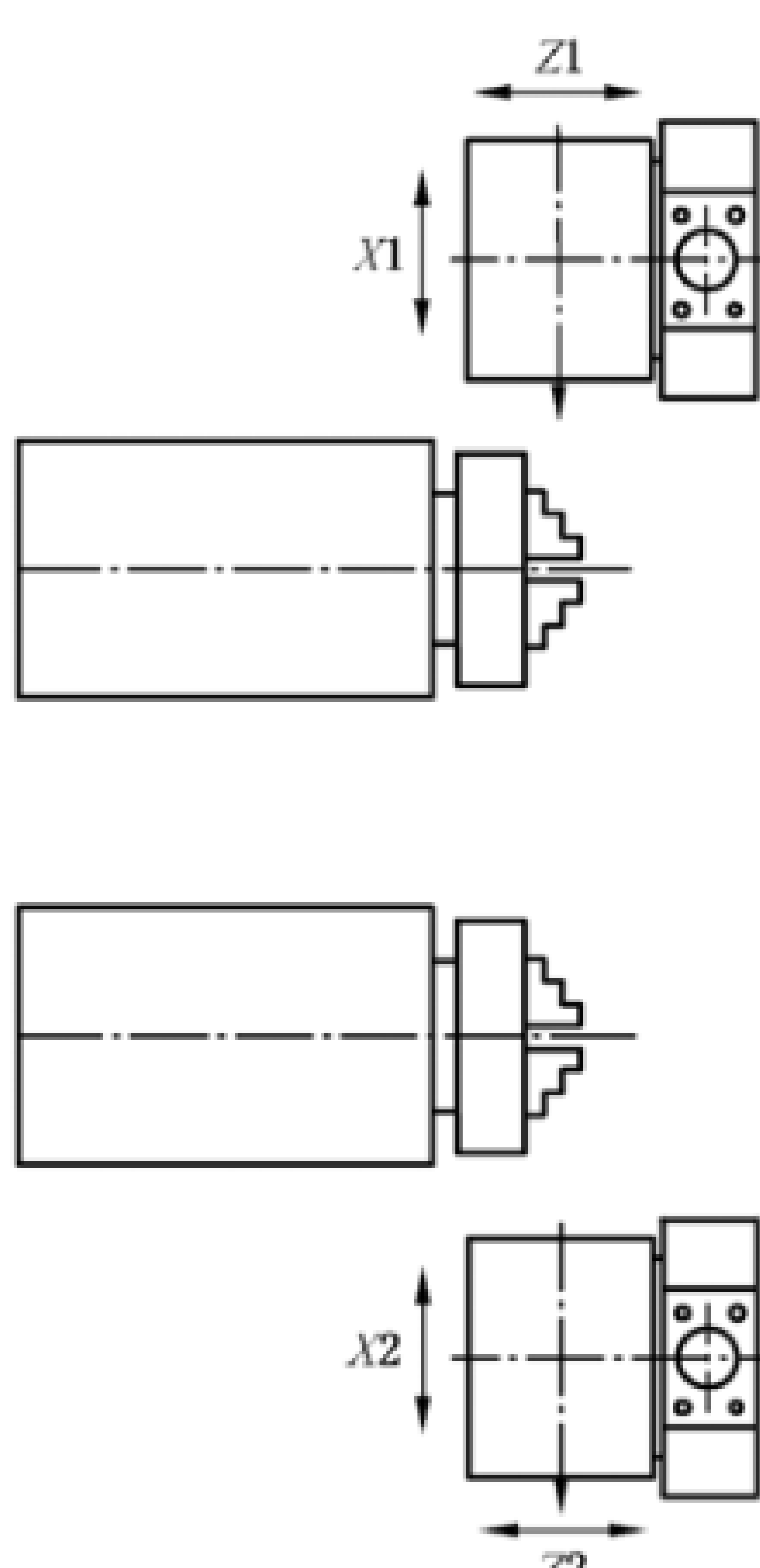
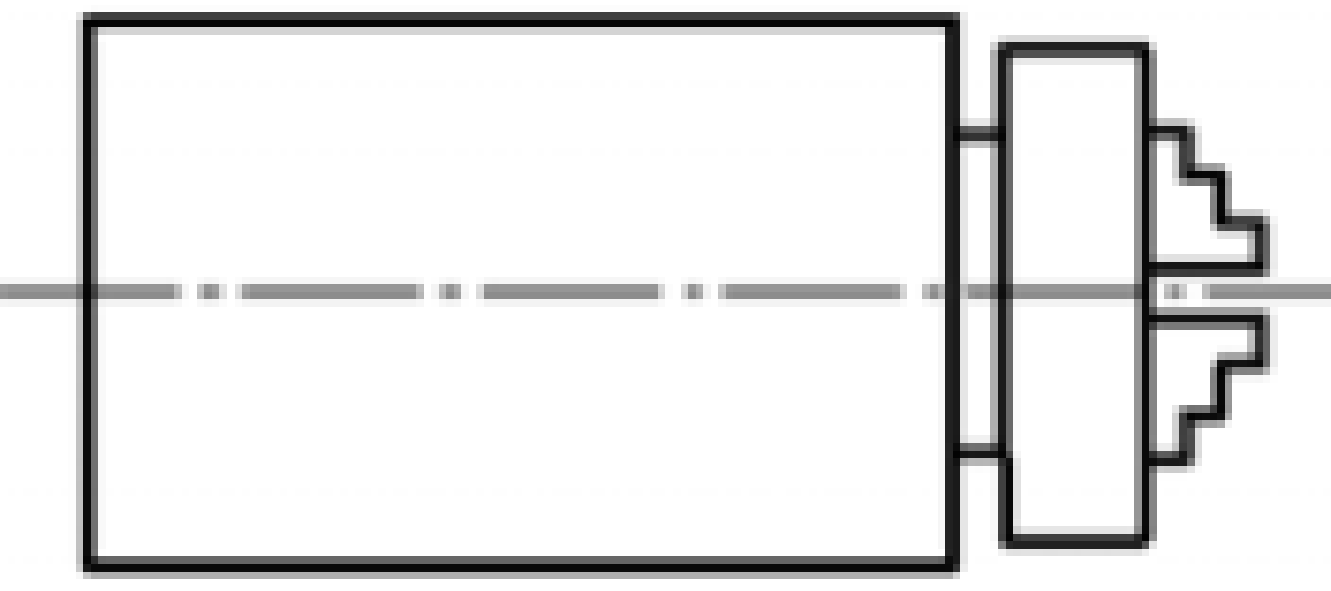
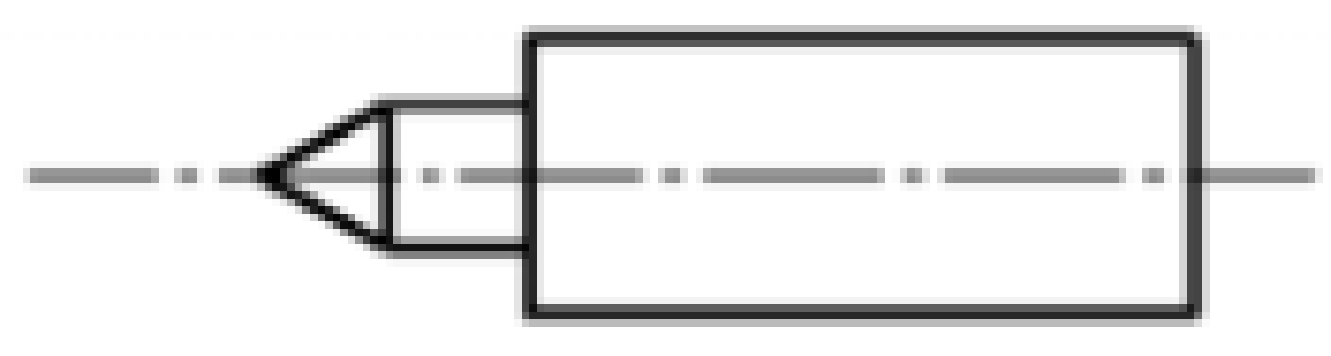
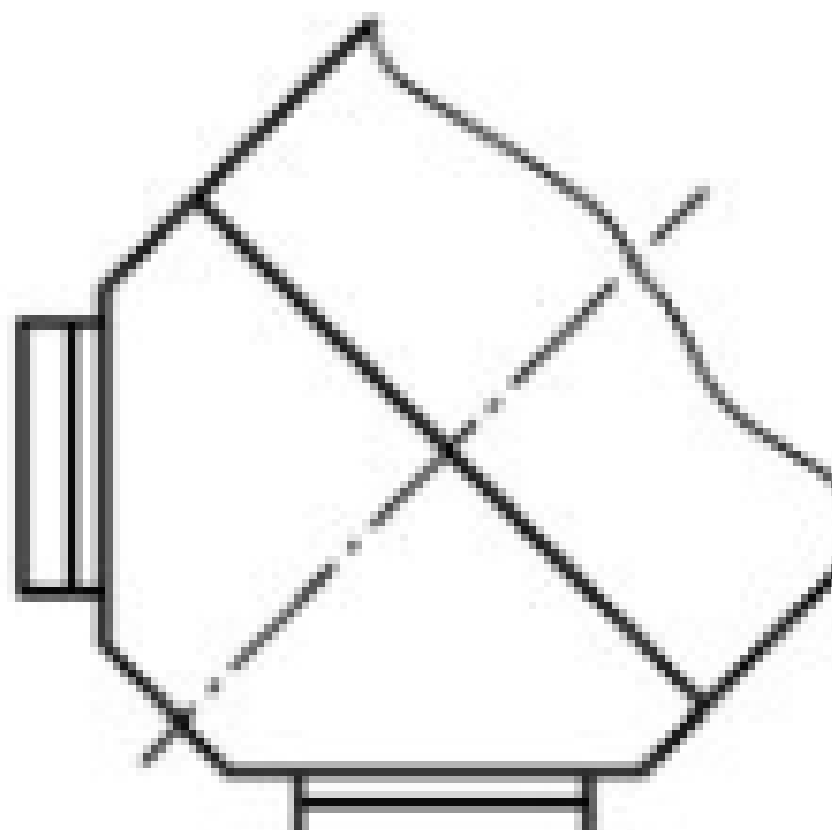
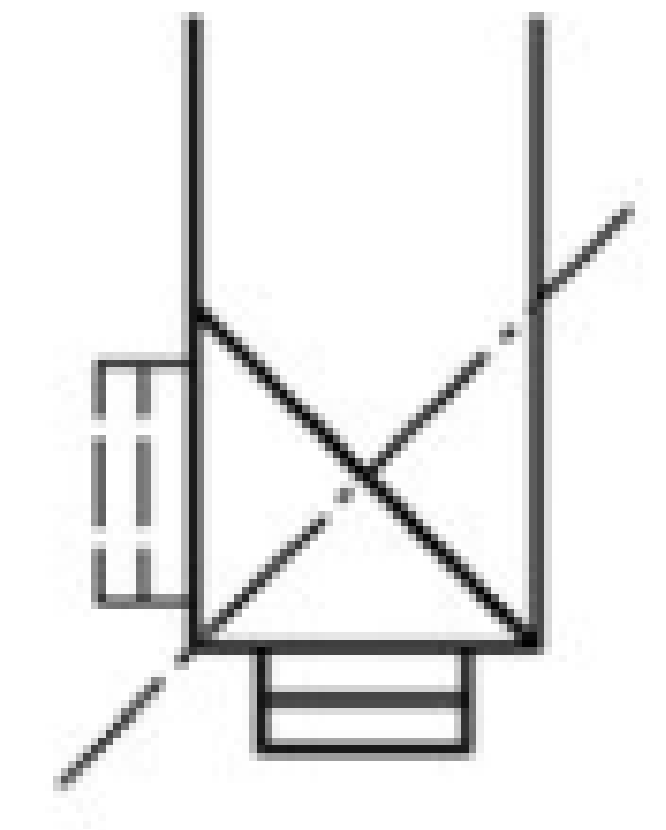
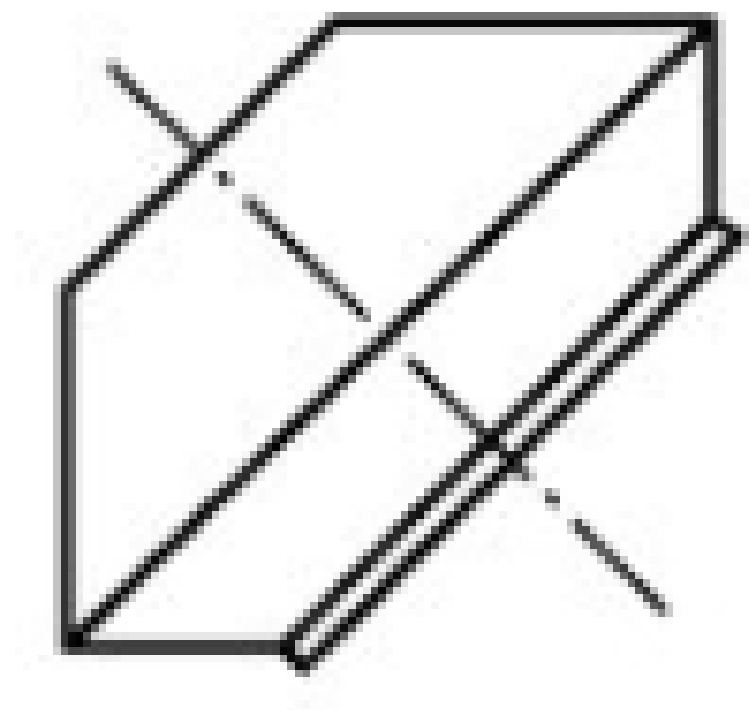
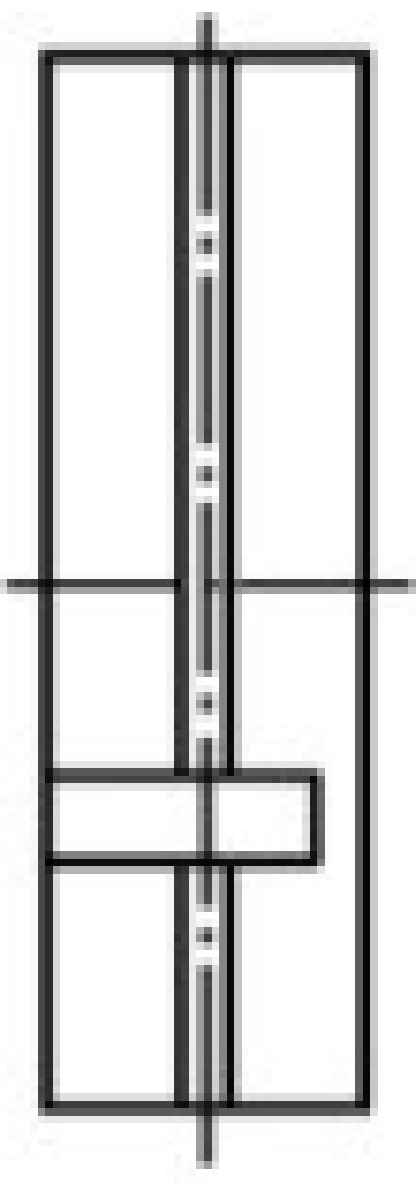
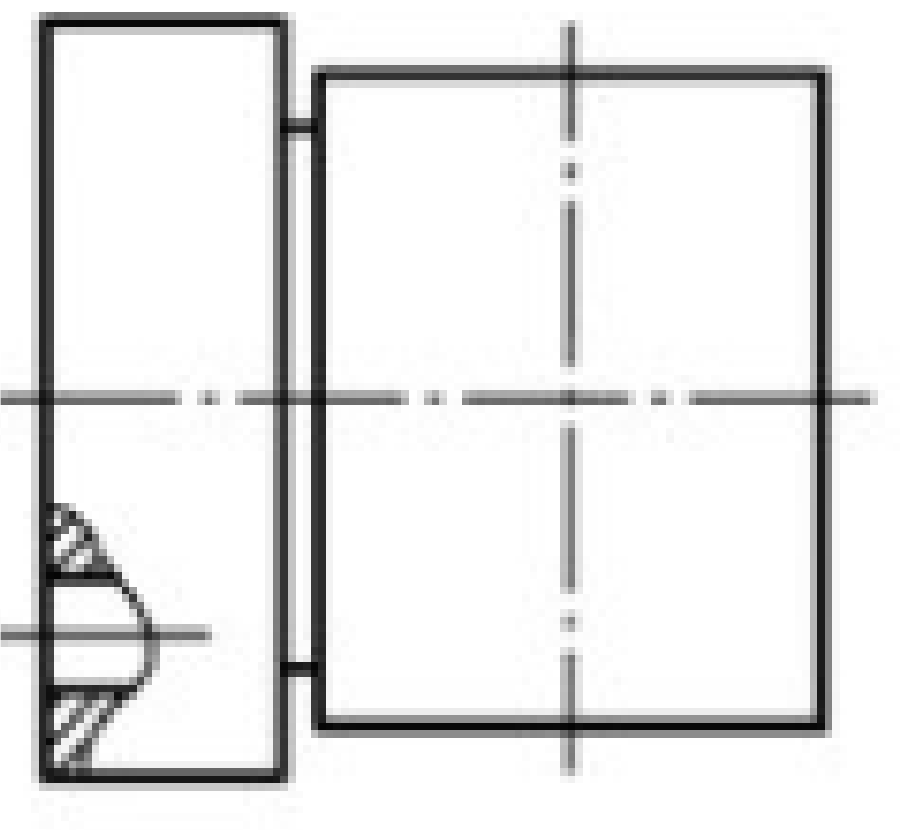
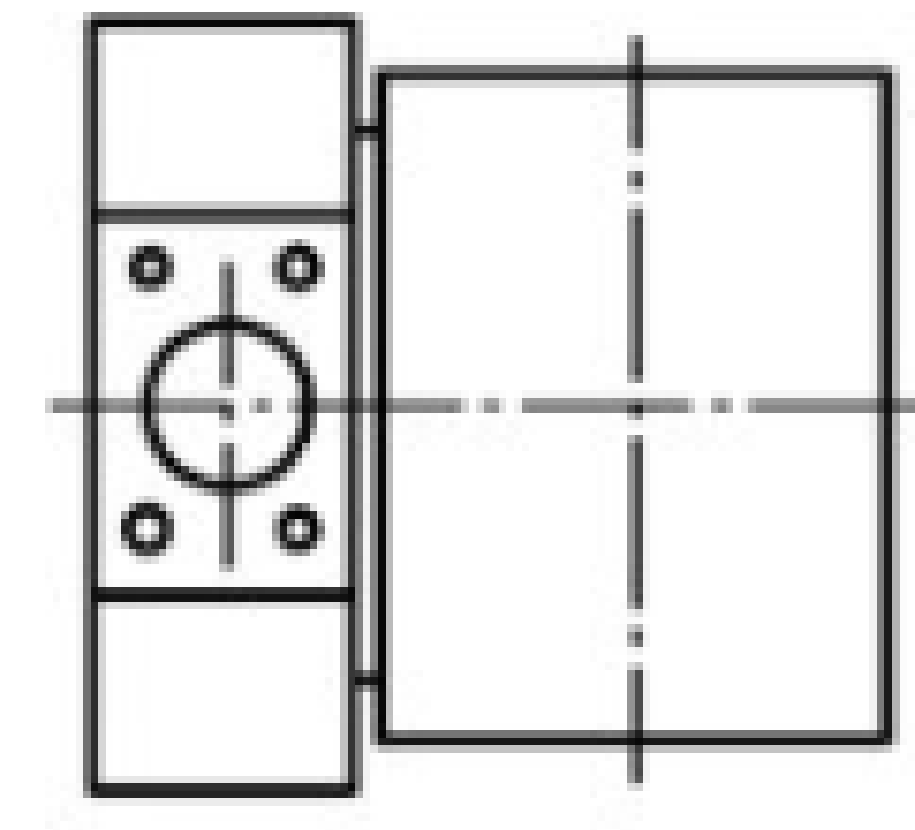
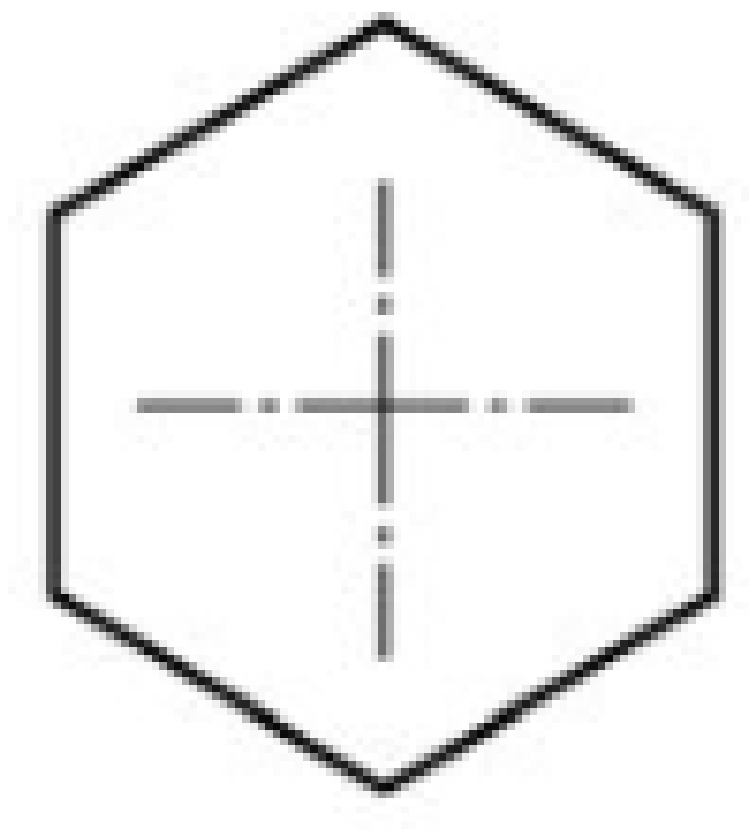
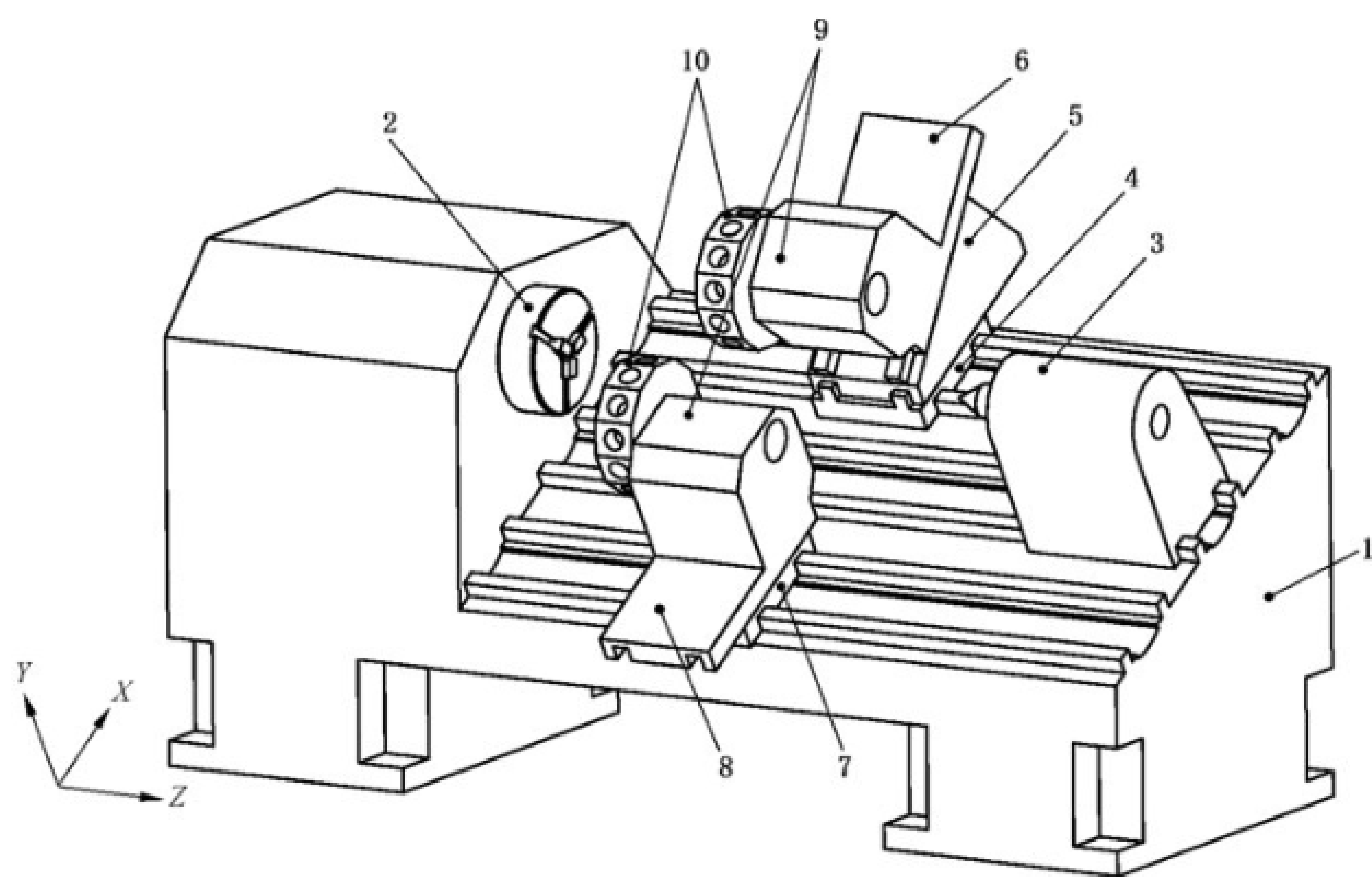
B 型——不配置尾座	
B1 型：配置一个主轴箱	
<p>配置 a) 型刀架：</p> 	<p>配置 d) 型刀架：</p>  <p>配置 B' 轴旋转主轴箱：</p> 
<p>配置 b) 型刀架：</p> 	
B2 型：配置两个同轴对置的主轴箱	
<p>任意型式的刀架：</p> 	<p>两主轴箱能成一直线排列：</p> 

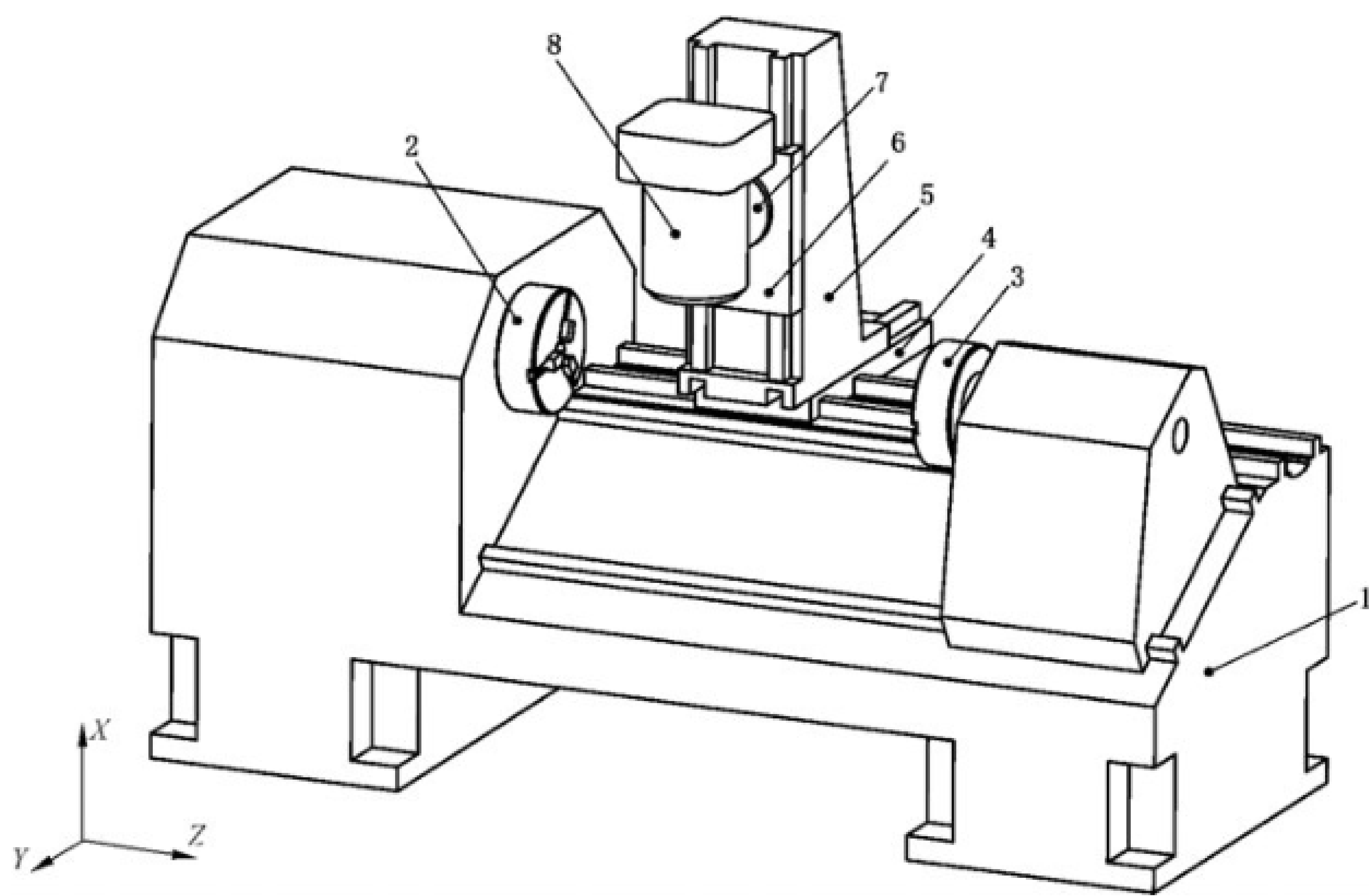
表 1 车削中心配置示例（续）

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>轴线的运动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> <div><div><p>主轴箱</p></div><div><p>尾座</p></div></div> <p>a) 型~g) 型刀架, 另见图 3。</p> <div></div> <div><p>a)</p><p>b)</p><p>c)</p><p>d)</p><p>e)</p><p>f)</p><p>g)</p></div>	



- 标引序号说明：
- | | |
|-----------------------|--------------------------|
| 1 —— 床身； | 6 —— 滑板， P 轴； |
| 2 —— 工件主轴， C' 轴； | 7 —— 第 2 床鞍， Z_2 轴； |
| 3 —— 尾座， W 轴； | 8 —— 第 2 刀架滑板， X_2 轴； |
| 4 —— 第 1 床鞍， Z 轴； | 9 —— 第 1 刀架和第 2 刀架； |
| 5 —— 第 1 刀架滑板， X 轴； | 10 —— 第 1 刀架刀盘和第 2 刀架刀盘。 |

图 1 配有两个刀架和尾座的卧式车削中心示例



- 标引序号说明：
- | | |
|-----------------------|-----------------|
| 1 —— 床身； | 5 —— 立柱， Y 轴； |
| 2 —— 工件主轴， C' 轴； | 6 —— 滑板， X 轴； |
| 3 —— 副工件主轴， C'_2 轴； | 7 —— 旋转 B 轴； |
| 4 —— 床鞍， Z 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

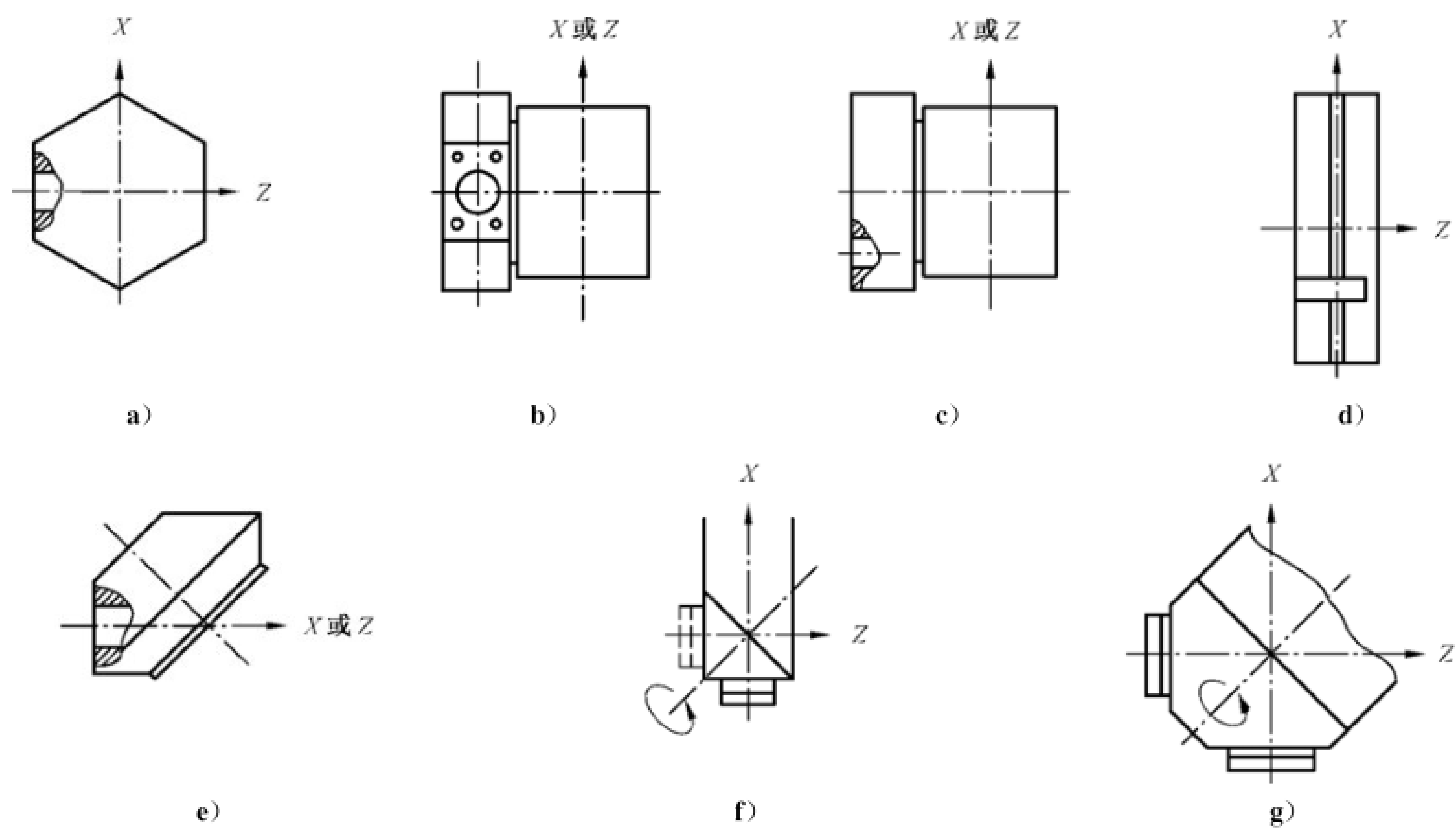


图 3 刀架与刀具主轴布局示例

- 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；
 - d) 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，那么在这些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/T 17421.1—2023 中第 4 章），公差最小折算值应为 0.005 mm。

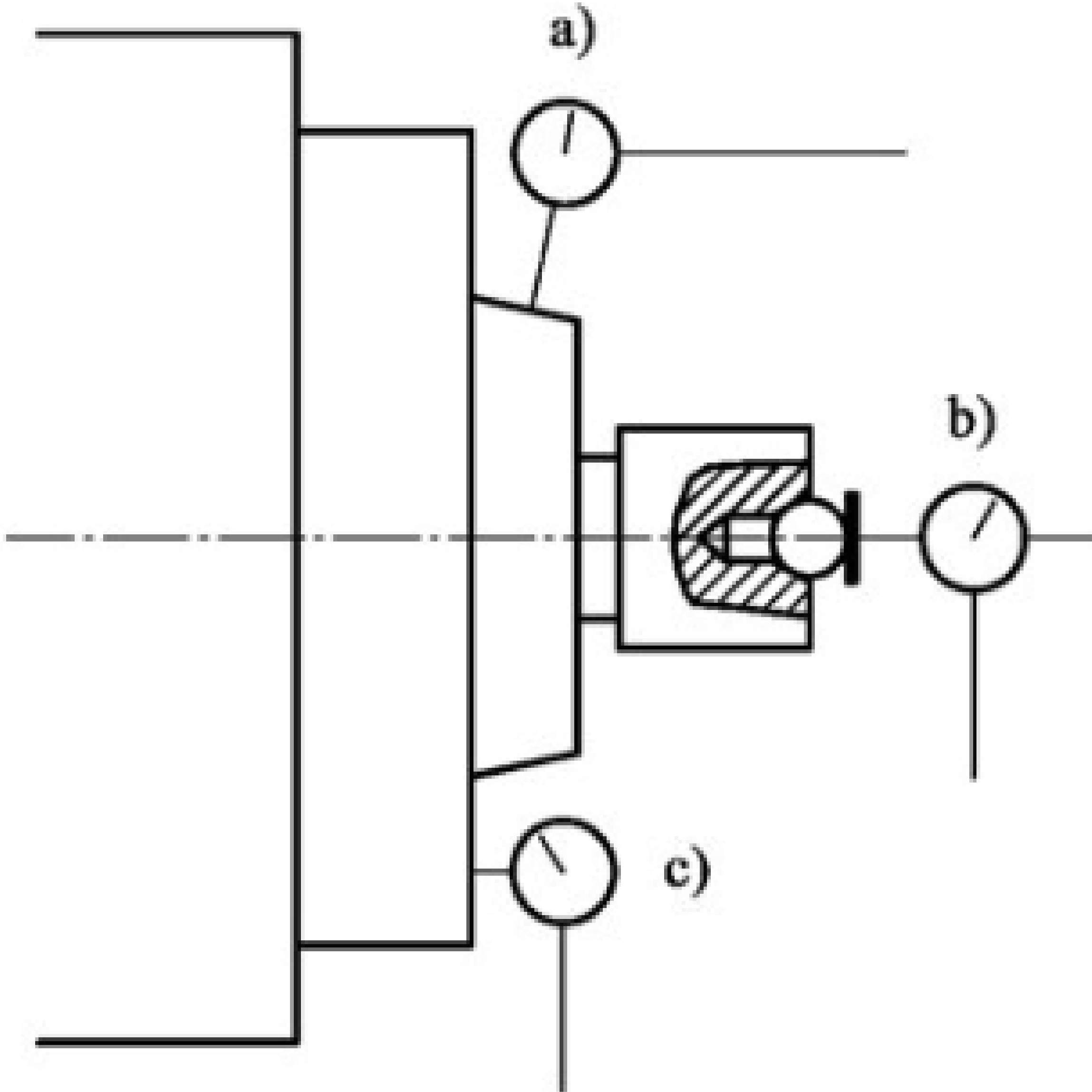
原则上，角度公差是以 1 000 以上的测量距离给出的。一个典型的测量长度转化的角度在括号中给出；例如：0.060/1 000(0.015/250)。

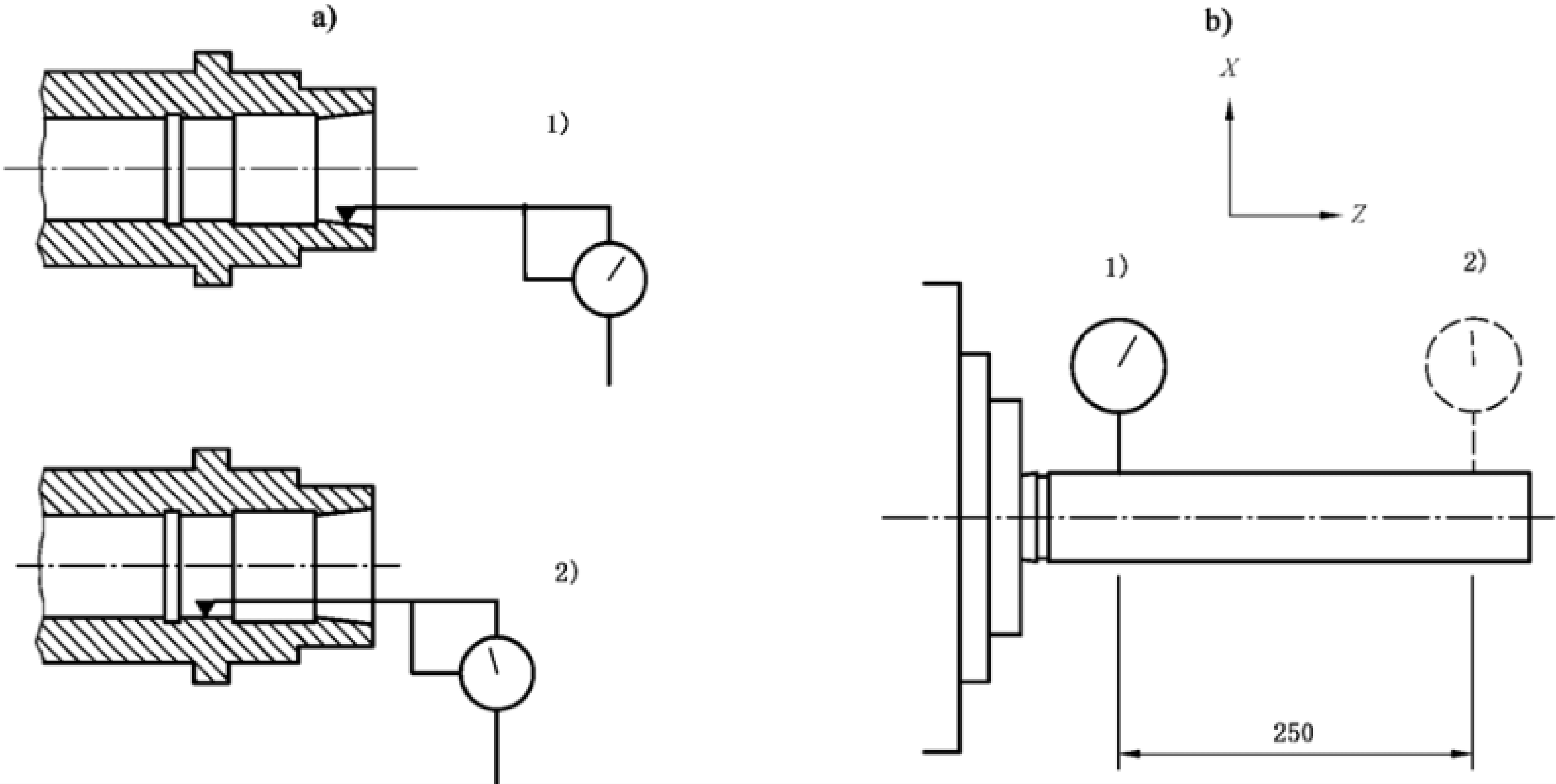
4.13 非检验轴线

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。

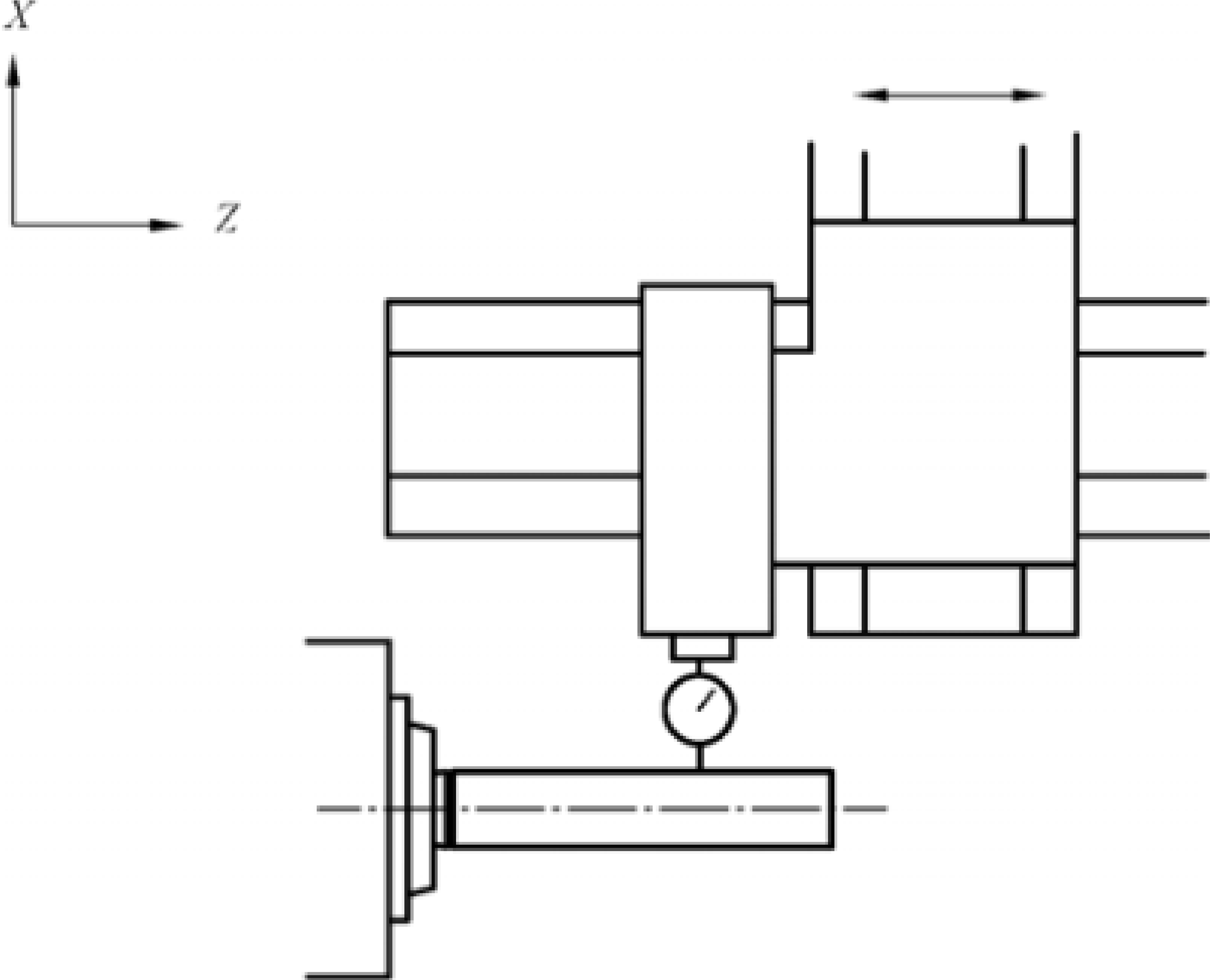
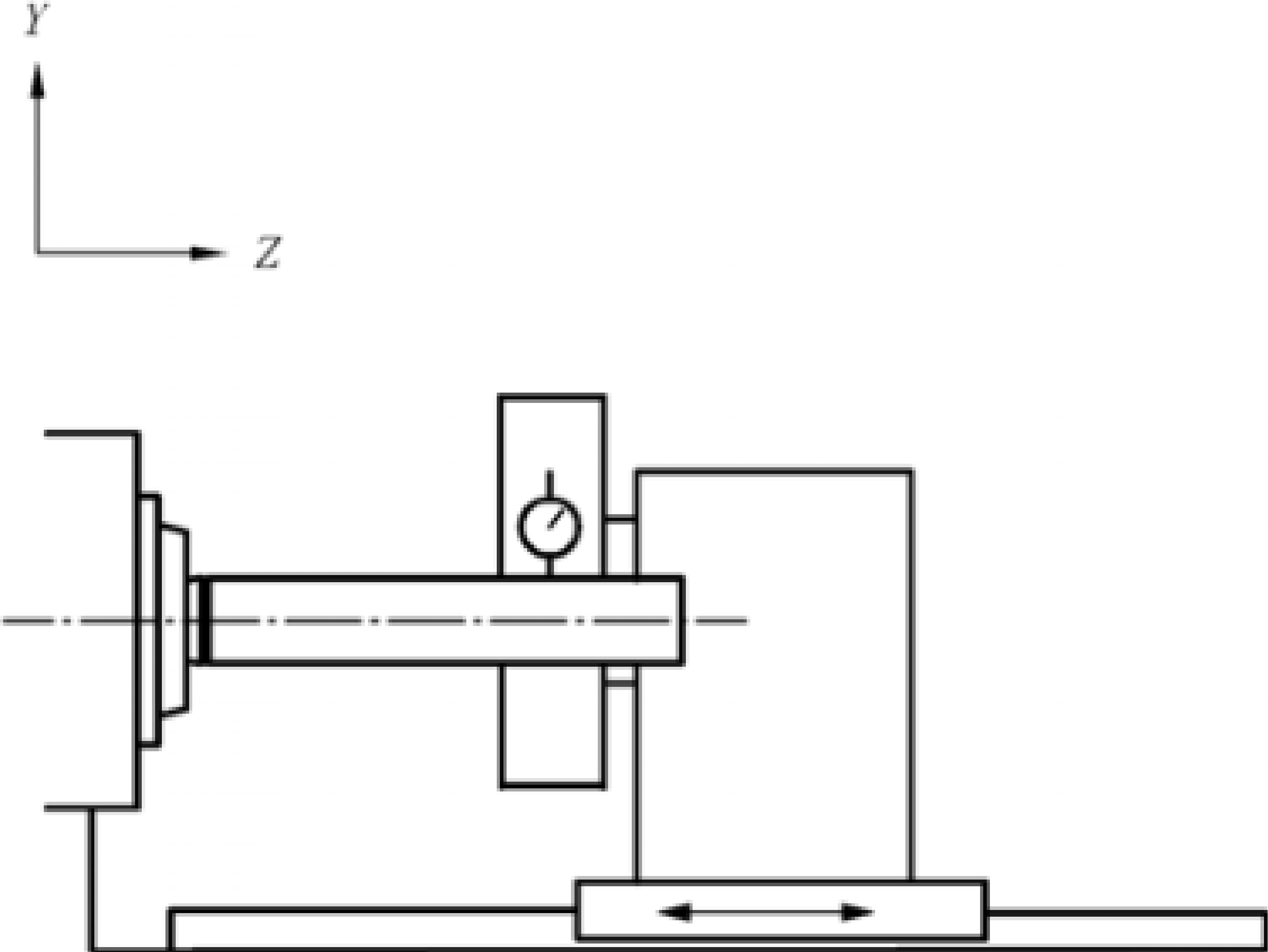
5 几何精度检验

5.1 工件主轴

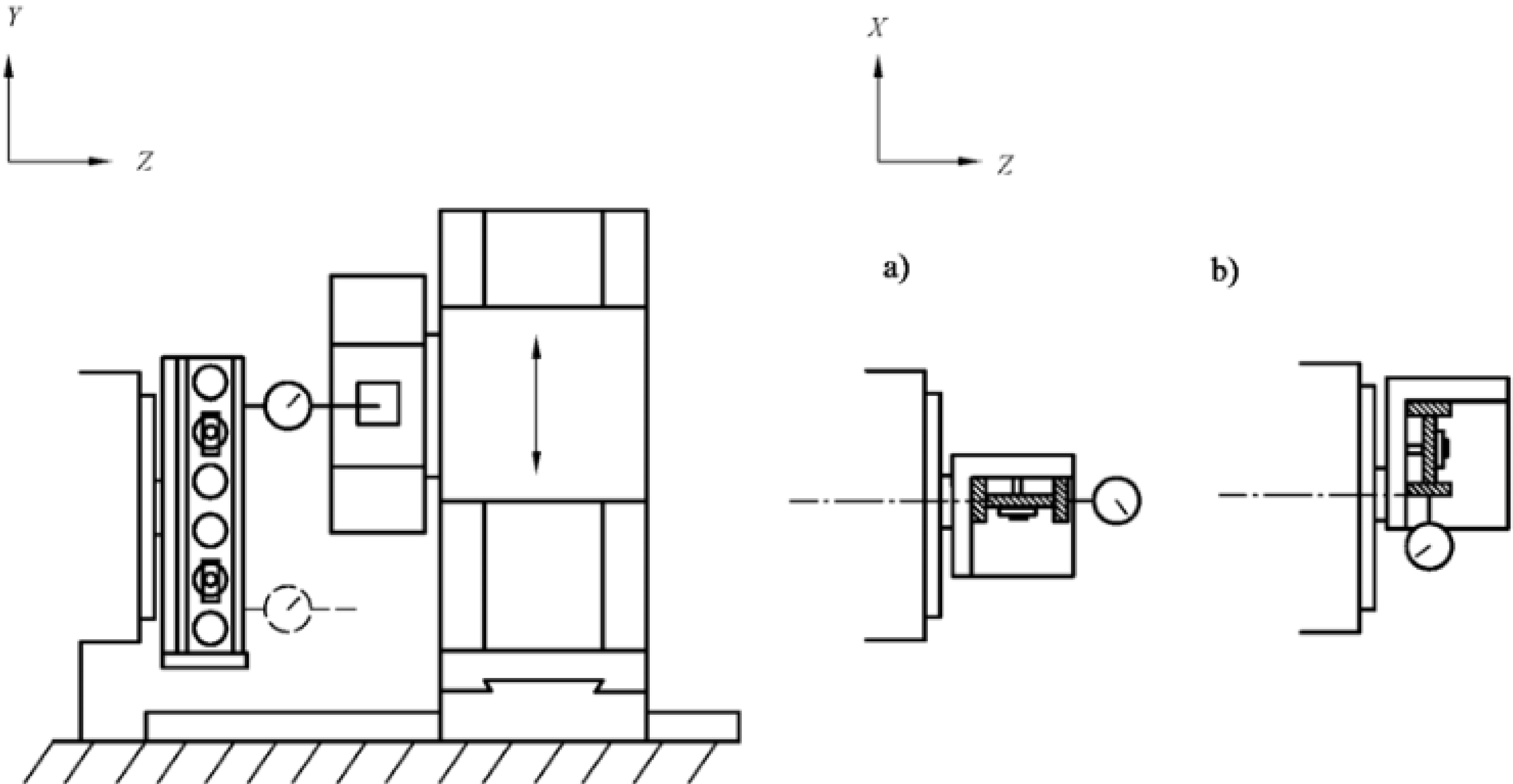
检验项目		G1												
工件主轴端部： a) 定心轴颈的径向跳动； b) 主轴轴向误差运动； c) 主轴端面的跳动。														
简图														
公差		<table><tr><th>$D \leq 250$</th><th>$250 < D \leq 500$</th><th>$500 < D \leq 1\,000$</th></tr><tr><td>a) 0.005</td><td>0.008</td><td>0.012；</td></tr><tr><td>b) 0.005</td><td>0.005</td><td>0.005；</td></tr><tr><td>c) 0.008</td><td>0.010</td><td>0.015。</td></tr></table> <p>D 为床身上最大回转直径。</p>	$D \leq 250$	$250 < D \leq 500$	$500 < D \leq 1\,000$	a) 0.005	0.008	0.012；	b) 0.005	0.005	0.005；	c) 0.008	0.010	0.015。
$D \leq 250$	$250 < D \leq 500$	$500 < D \leq 1\,000$												
a) 0.005	0.008	0.012；												
b) 0.005	0.005	0.005；												
c) 0.008	0.010	0.015。												
检验工具		指示器， 对于 b)，带有检验球的检具。												
检验方法		a) GB/T 17421.1—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/T 17421.1—2023 中 3.5.5。 c) GB/T 17421.1—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		G2
工件主轴孔的径向跳动		
a) 测头直接触及：		
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)		
$D \leq 250$	$250 < D \leq 500$	$500 < D \leq 1\,000$
1) 0.010	0.015	0.020；
2) 0.015	0.020	0.025。
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/T 17421.1—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。		

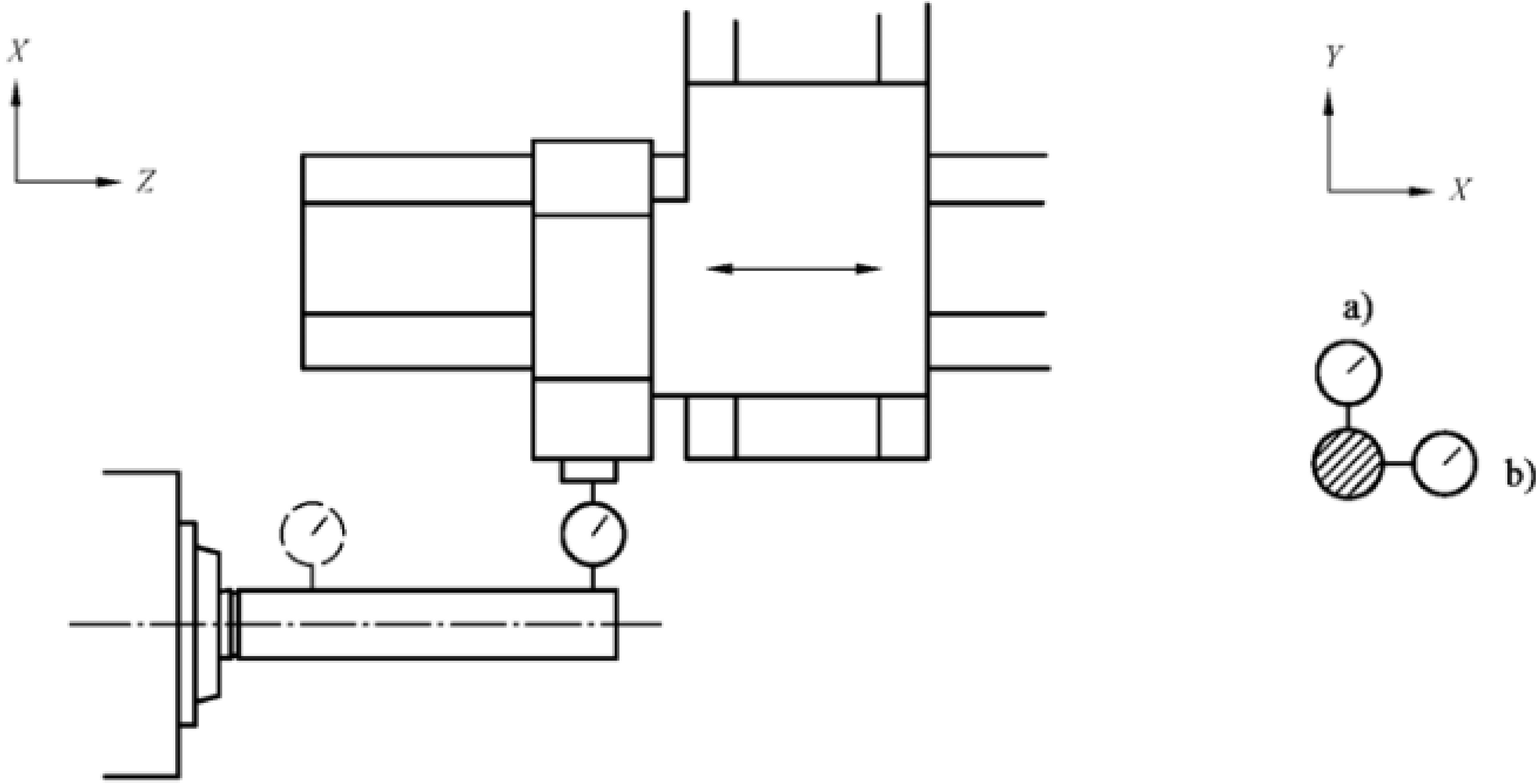
5.2 轴线运动的直线度

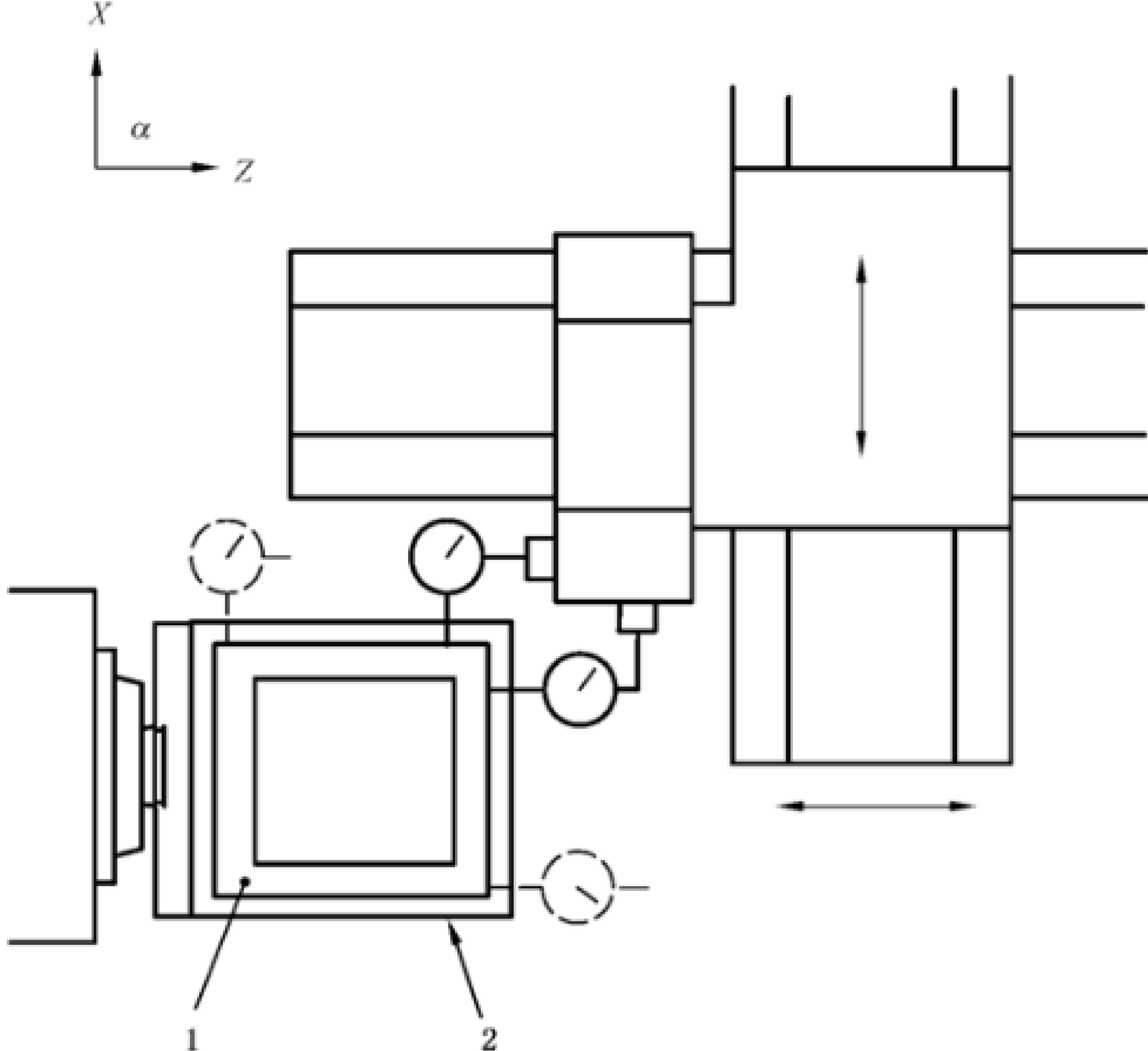
检验项目		G3
Z 轴运动的直线度： a) 在 ZX 平面内(E_{xz})； b) 在 YZ 平面内(E_{yz})。		
简图		
<div><div><p>a)</p></div><div><p>b)</p></div></div>		
公差		
<div><div>$Z \leq 500$</div><div>0.010；</div></div> <div><div>$500 < Z \leq 1\,000$</div><div>0.015；</div></div> <div><div>$1\,000 < Z \leq 2\,000$</div><div>0.025；</div></div> <div><div>$2\,000 < Z \leq 5\,000$</div><div>0.050；</div></div> <div><div>$5\,000 < Z \leq 10\,000$</div><div>0.080。</div></div> <div>局部公差：在 300 测量长度上为 0.007。</div>		
检验工具		
检验棒和指示器或光学仪器。		
检验方法(按 GB/T 17421.1—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。		

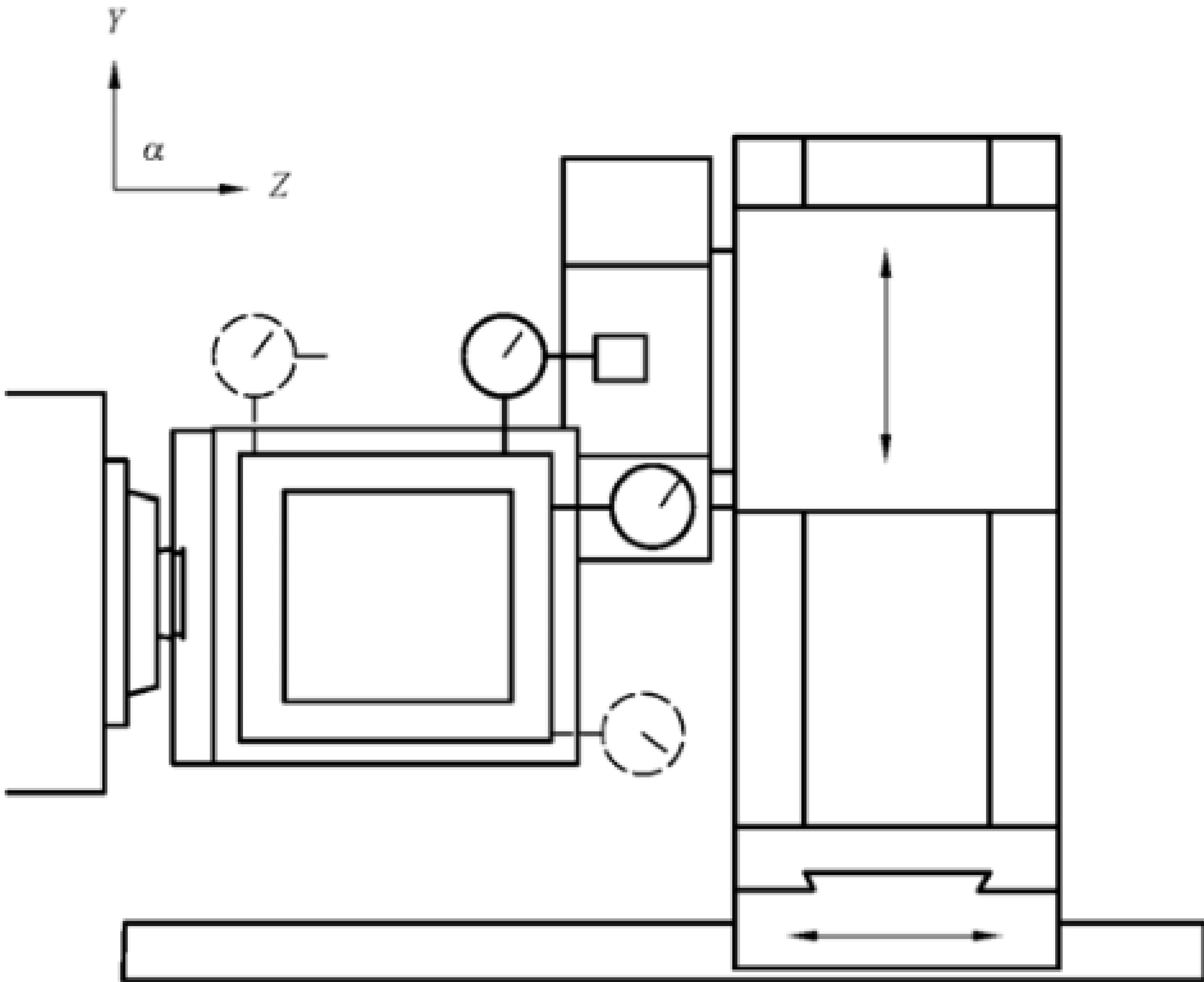
检验项目		G4
X 轴运动的直线度： a) 在 ZX 平面内(E_{ZX})； b) 在 XY 平面内(E_{YX})。		
简图		
公差		$X \leq 500$ 0.010； $500 < X \leq 1\,000$ 0.015； $X > 1\,000$ 公差由制造商/供应商和用户确定。 局部公差：在 300 测量长度上为 0.007。
检验工具		平尺和指示器或光学仪器。
检验方法(按 GB/T 17421.1—2023 中 8.2.2.4、12.1.3.2、12.1.3.3 和 12.1.3.4 的规定)		如果主轴用于安装平尺时，主轴应锁紧。 调整平尺端面与 X 轴运动平行。 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(E_{ZY})； b) 在 XY 平面内(E_{XY})。		
简图		
		
公差		
$Y \leq 500$ 0.010； $500 < Y \leq 1\,000$ 0.015； $Y > 1\,000$ 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/T 17421.1—2023 中 8.2.2.4、12.1.3.2、12.1.3.3 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 G11。		

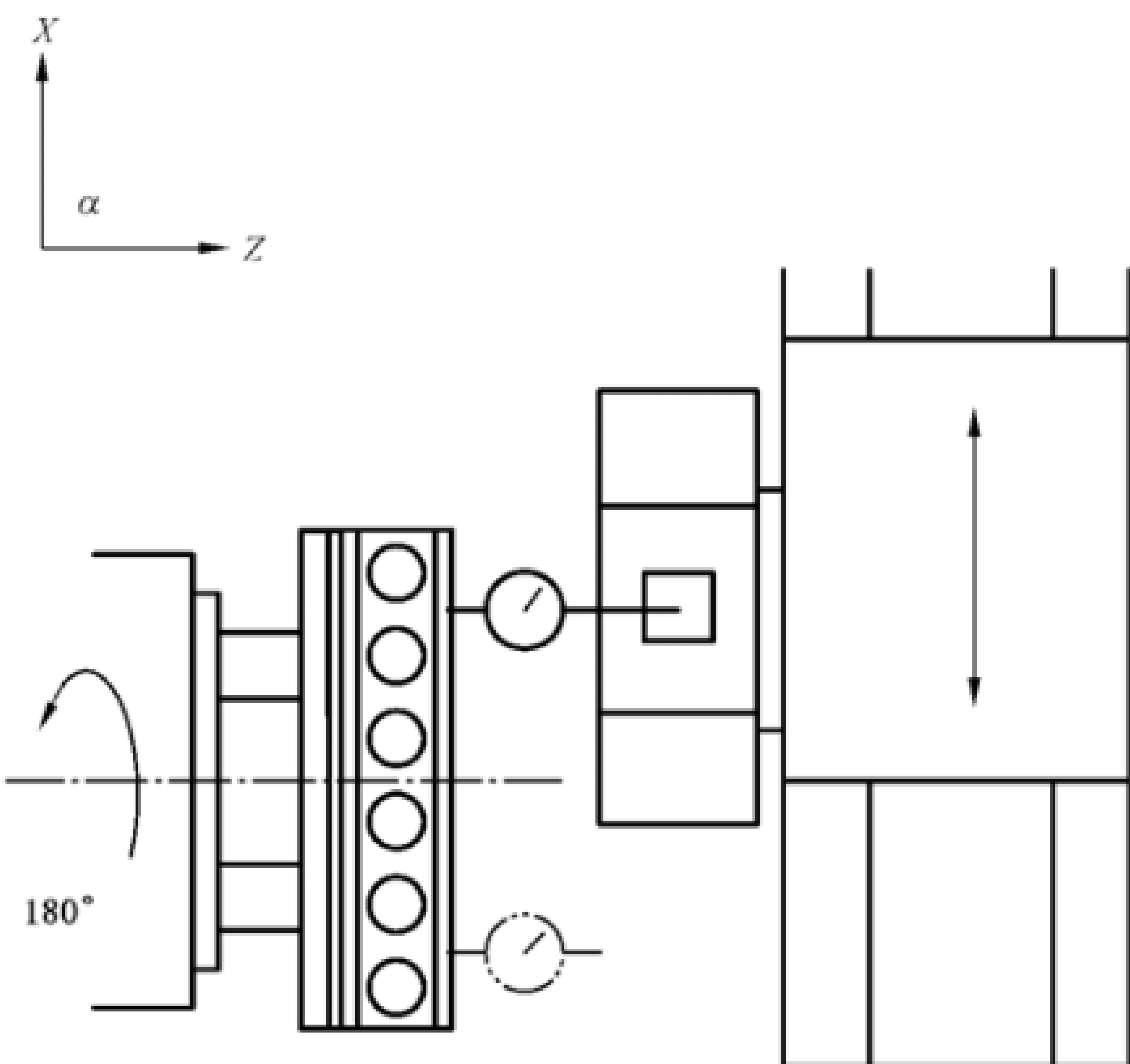
5.3 线性运动与工件主轴的关系

检验项目		G6
工件主轴轴线对 Z 轴运动(床鞍运动)的平行度： a) 在 YZ 平面内 $[E_{A(OZ)(C)}]$ ； b) 在 ZX 平面内 $[E_{B(OZ)(C)}]$ 。		
简图		
		
公差		
a) 0.060/1 000(0.015/250)； b) 0.040/1 000(0.010/250)。		
检验工具		
a)和 b) 指示器和检验棒或光学仪器。		
检验方法(按 GB/T 17421.1—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。		

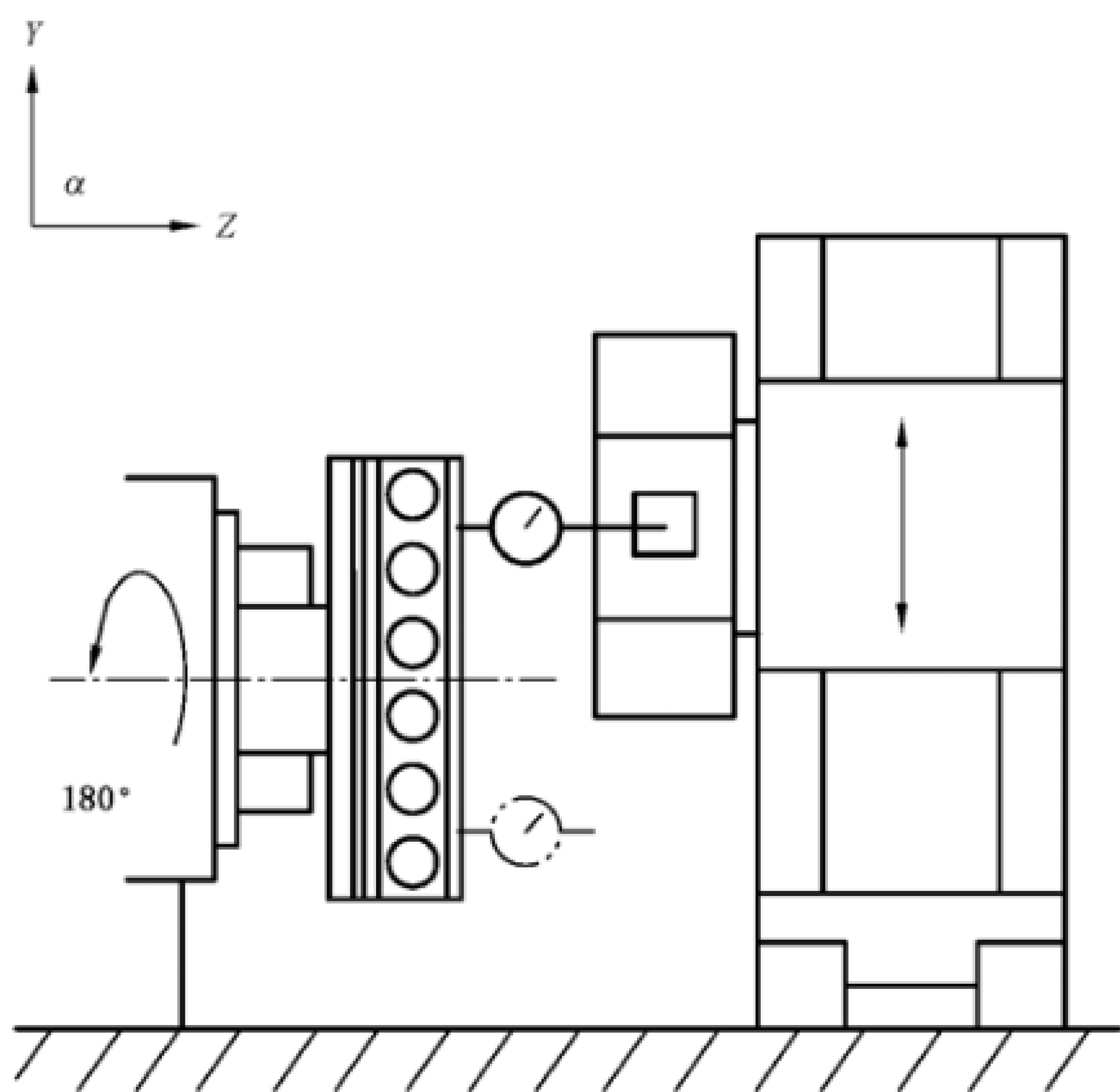
检验项目		G7
X 轴运动对 Z 轴运动的垂直度 $[E_{B(OZ)X}]$ 。		
简图		
<div></div> <div>标引序号说明： 1——直角尺； 2——专用夹具。</div>		
公差		
0.050/1 000(0.015/300)。		
检验工具		
指示器和直角尺或光学仪器。		
检验方法(按 GB/T 17421.1—2023 中 10.3.2 和 12.4 的规定)		
指示器固定在刀架上靠近刀具位置。		
将直角尺放置在工件主轴上,并使其基准面与 Z 轴运动平行。		
移动指示器,使其测头触及直角尺的测量面,测量面平行于 XY 平面。		
通过 X 轴运动在垂直面内进行检验。垂直度误差以测量长度上读数的最大差值计。		
α 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。		

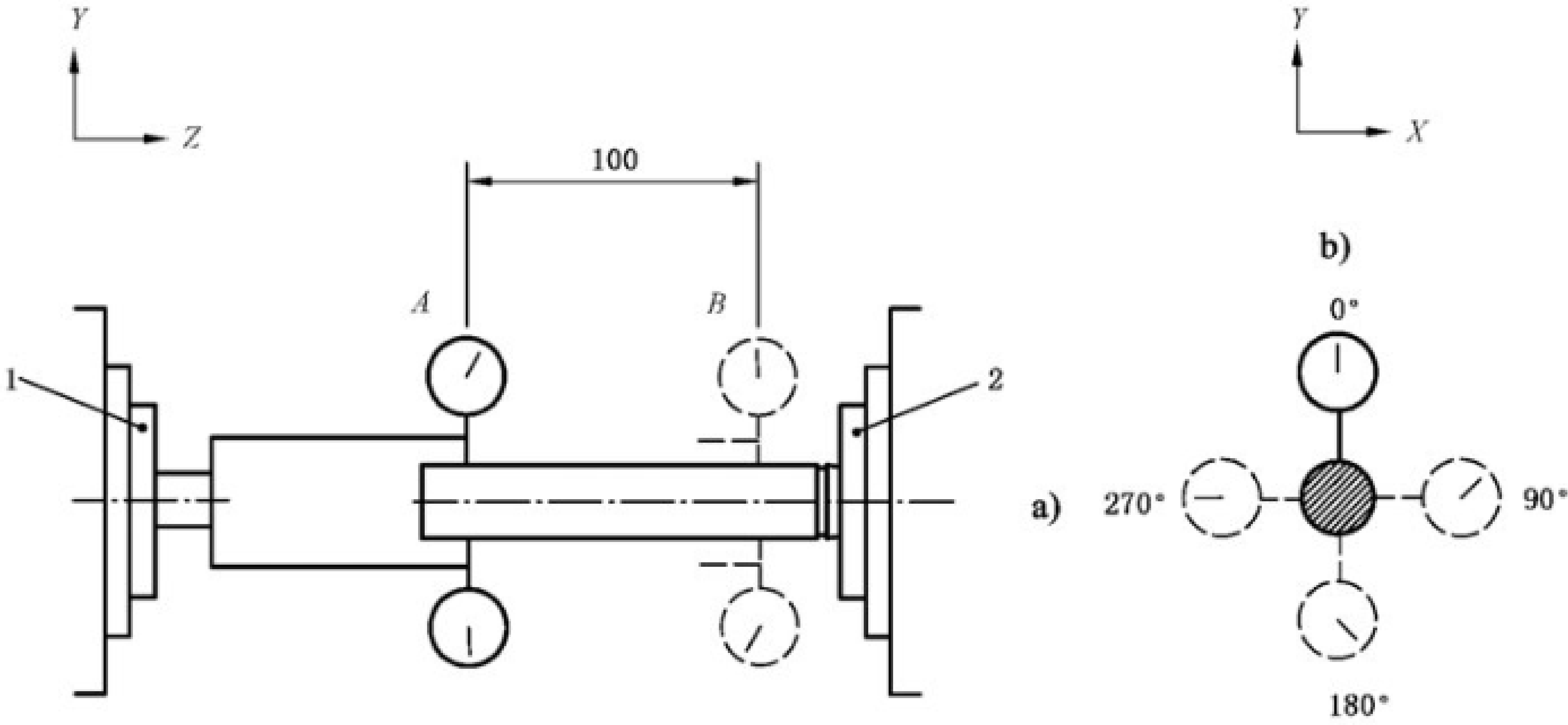
检验项目		G8
Y 轴运动对 Z 轴运动的垂直度 $[E_{A(OZ)(Y)}]$ 。		
简图		
		
公差		
0,070/1 000(0,020/300)。		
检验工具		
指示器和直角尺或光学仪器。		
检验方法(按 GB/T 17421.1—2023 中 10.3.2 和 12.4 的规定)		
指示器固定在刀架上靠近刀具位置。		
将直角尺放置在工件主轴上,并使其基准面与 Z 轴运动平行。		
移动指示器,使其测头触及直角尺的测量面,测量面平行于 XY 平面。		
通过 Y 轴运动在垂直面内进行检验。垂直度误差以测量长度上读数的最大差值计。		
α 角的实际值(小于、等于或大于 90°)应予以说明。		
检验结果可以通过 G6 和 G11 的组合检验获得。		

检验项目	G9
Y 轴运动(刀架滑座)对 X 轴运动(刀架滑板)的垂直度 $[E_{C(OX)Y}]$ 。 此项检验适用于所有具有 X 轴和 Y 轴的刀架。	
简图 <div data-bbox="672 638 1428 1409"></div> <p>标引序号说明： 1——直角尺； 2——专用夹具； 3——花盘。</p>	
公差 0.070/1 000(0.020/300)。	
检验工具 指示器、花盘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 X 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 YZ 平面内进行检验。垂直度误差以测量范围内最大读数差值计。 α 角的实际值(小于、等于或大于 90°)应予以说明。	

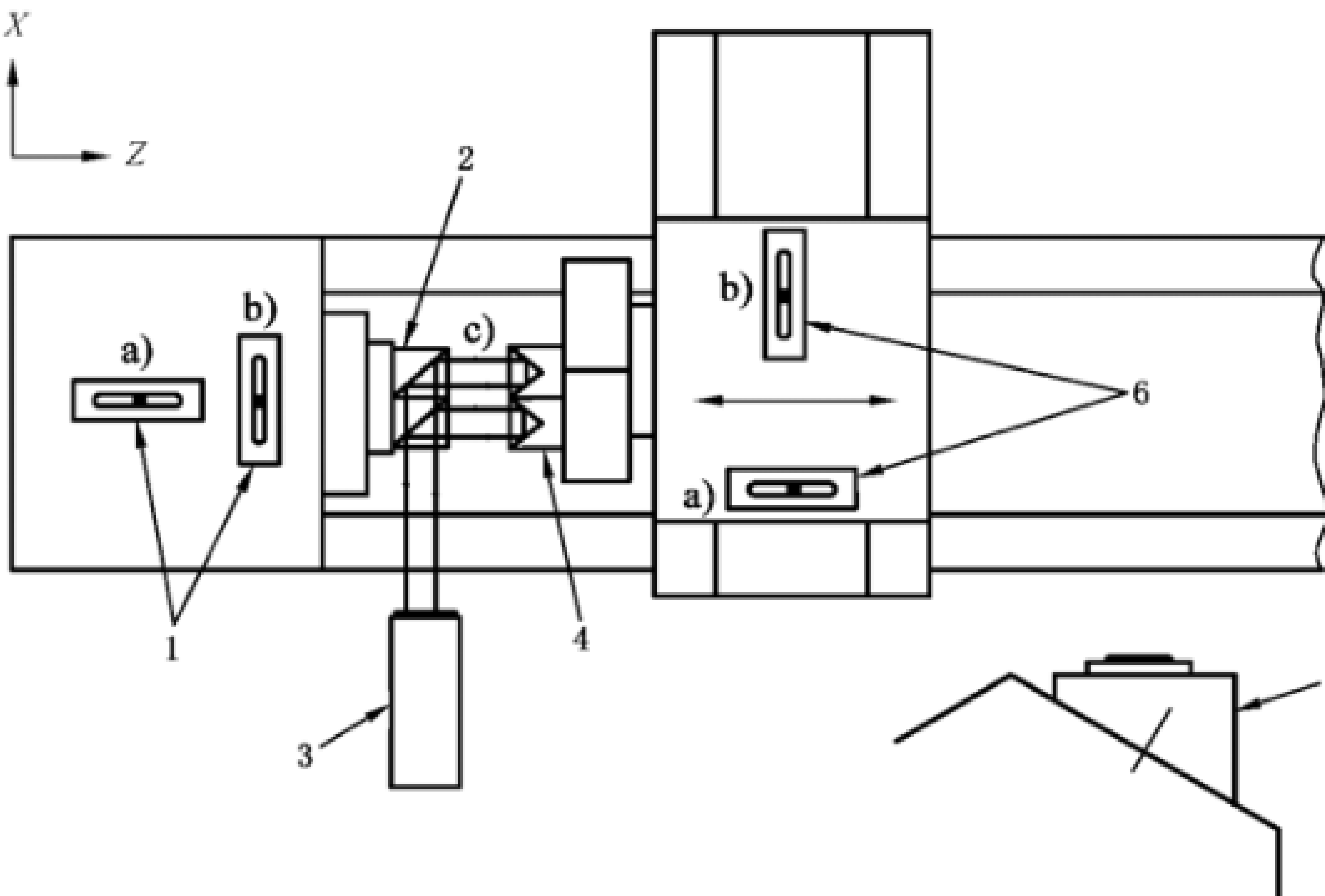
检验项目		G10
X 轴运动对工件主轴轴线(C'轴)在 ZX 平面内的垂直度 $E_{B(OC)X}$ 。		
简图		
		
公差		
<div><div>$D \leq 500$</div><div>0.050/1 000(0.015/300)</div></div> <div>$500 < D \leq 1\,000$</div> <div>0.080/1 000(0.025/300);</div>		
<div>D 为床身上最大回转直径。</div> <div>α 角应小于或等于 90°。</div>		
检验工具		
指示器、花盘和平尺。		
检验方法(按 GB/T 17421.1—2023 中 12.4.7 的规定)		
<div>指示器固定在刀架上靠近刀具位置。</div> <div>将平尺固定在花盘上,花盘安装在工件主轴上。</div> <div>调整平尺的端面与工件主轴(C'轴)旋转平面平行并近似与 X 轴运动平行。</div> <div>在 X 轴运动的若干位置上进行检验,然后将主轴旋转 180°进行第二次测量,误差以两次测量结果的平均值计。</div> <div>所有工件主轴均应检验。</div> <div>检验装置可用于 G4。</div>		

 D 为床身上最大回转直径。 α 角应小于或等于 90° 。

检验项目		G11
Y 轴对 C' 轴的垂直度 $E_{A(OC)Y}$ 。		
简图		
		
公差		
0.080/1 000(0.025/300)。		
检验工具		
指示器、花盘和平尺。		
检验方法(按 GB/T 17421.1—2023 中 12.4.7 的规定)		
指示器固定在刀架上靠近刀具位置。		
将平尺固定在花盘上,花盘安装在工件主轴上。		
调整平尺的端面与工件主轴(C'轴)旋转平面平行并近似与 Y 轴运动平行。		
在 Y 轴运动的若干位置上进行检验,然后将主轴旋转 180°进行第二次测量。误差以两次测量结果的平均值计。		
所有工件主轴均应检验。		
α 角的实际值(小于、等于或大于 90°)应予以说明。		
检验装置可用于 G5。		

检验项目		G12
副主轴与工件主轴的同轴度(仅适用于对置主轴):		
a) 在 ZX 平面内[偏移量 $E_{X(OC)C2}$ 和平行度 $E_{B(OC)C2}$];		
b) 在 YZ 平面内[偏移量 $E_{Y(OC)C2}$ 和平行度 $E_{A(OC)C2}$]。		
简图		
		
标引序号说明: 1——工件主轴, C' 轴; 2——副主轴, $C'2$ 轴。		
公差		
在 100 测量长度上:		
$D \leq 250$		$D > 250$
偏移量:		
a) 0.010		0.015;
b) 0.015		0.020。
平行度:		
a) 0.100/1 000(0.010/100)		0.150/1 000(0.015/100);
b) 0.150/1 000(0.015/100)		0.200/1 000(0.020/100)。
D 为床身上最大回转直径。		
检验工具		
指示器和检验棒或光学仪器。		
检验方法(按 GB/T 17421.1—2023 中 10.2 和 12.3.4 的规定)		
将指示器/支架固定在工件主轴上,检验棒安装在副主轴孔内。		
旋转工件主轴,使指示器测头在 ZX 平面内位置 A 处触及检验棒并测取第一次读数。旋转两主轴,每 90°位置再分别测取读数。在 B 处重复测量。在 A、B 两处 0°和 180°之间的读数差值之半分别为 A、B 两处在 ZX 平面内两旋转轴线之间的偏移。在 A、B 两处 90°和 270°之间的读数差值之半分别为 A、B 两处在 YZ 平面内两旋转轴线之间的偏移。		
同轴度误差包括偏移和平行度误差。偏移误差以在 B 处的偏移量计。平行度误差以在 A、B 两处偏移量的差值与 A、B 两处的距离(100)之比计。		

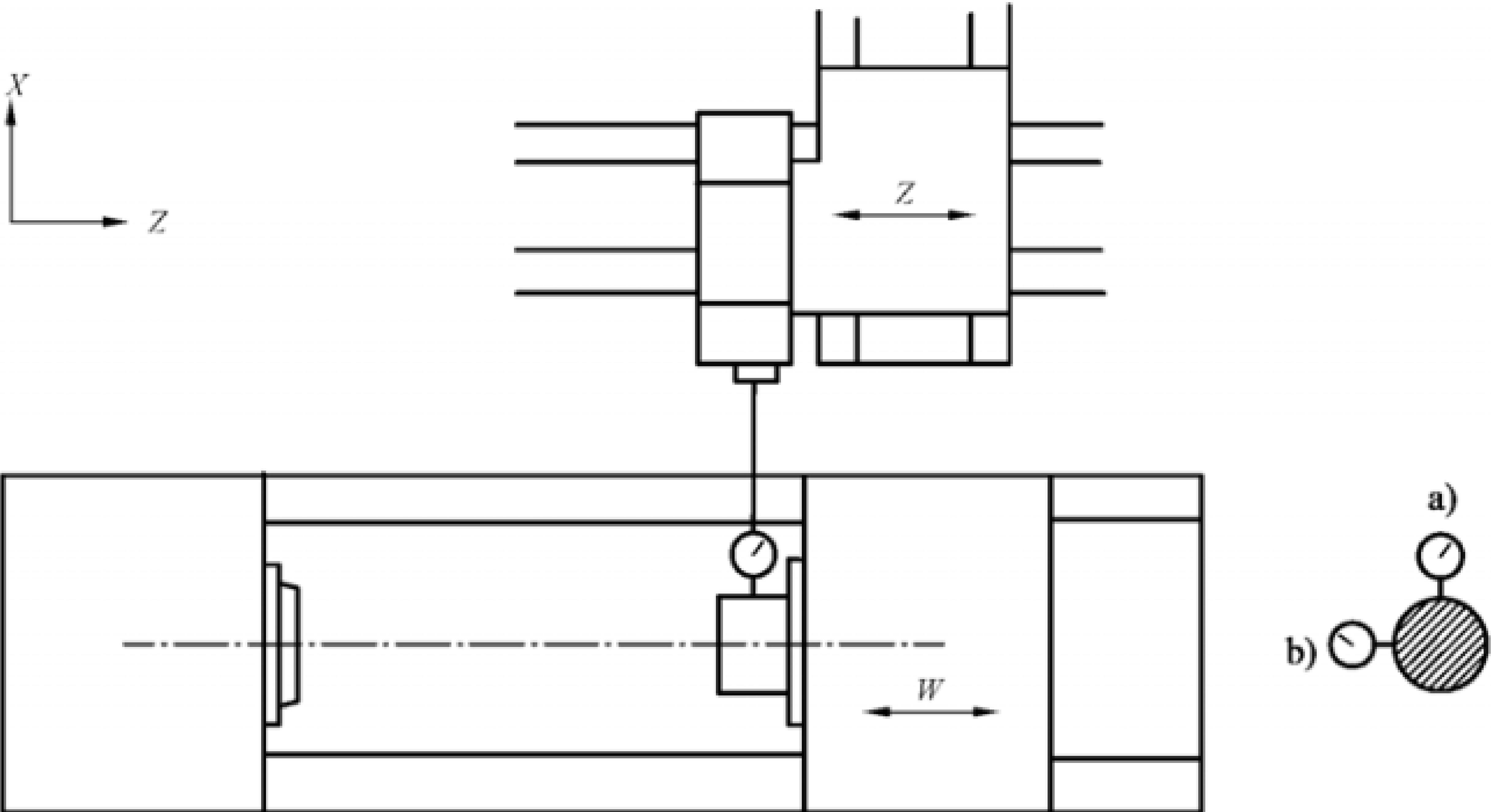
5.4 线性轴运动的角度误差

检验项目		G13				
<p>Z 轴运动(床鞍)的角度误差:</p> <p>a) 在 YZ 平面内,E_{AZ};</p> <p>b) 在 XY 平面内,E_{CZ};</p> <p>c) 在 ZX 平面内,E_{BZ}。</p>						
简图						
						
<p>标引序号说明:</p> <p>1——基准水平仪;2——角度干涉仪;3——激光头;4——角度激光反射镜;</p> <p>5——安装桥板,在无水平仪安装平面的场合;6——检验水平仪。</p>						
公差						
<p>a)、b)和 c):</p> <table><tr><td>$Z \leq 2\,000$</td><td>$Z > 2\,000$</td></tr><tr><td>0.060/1\,000(12'')</td><td>0.080/1\,000(16'')</td></tr></table>			$Z \leq 2\,000$	$Z > 2\,000$	0.060/1\,000(12'')	0.080/1\,000(16'')
$Z \leq 2\,000$	$Z > 2\,000$					
0.060/1\,000(12'')	0.080/1\,000(16'')					
检验工具						
<p>a) 精密水平仪(X 轴水平时)、自准直仪和反射器或激光角度干涉仪;</p> <p>b) 精密水平仪;</p> <p>c) 自准直仪和反射器、激光角度干涉仪。</p>						
检验方法(按 GB/T 17421.1—2023 中 8.3.2.1 和 8.4.2.3 的规定)						
<p>对于斜床身,作用面与水平面有一个角度,当有可能水平放置水平仪时,可以使用一个专用桥板放在精密水平仪下进行 b)倾斜检验,但不应用于 a) 俯仰检验。</p> <p>当使用自准直仪时,应调整目镜的十字线与 Z 轴平行或垂直。</p> <p>应在往复两个运动方向上沿行程至少 5 个等距位置上进行检验。角度误差以最大和最小读数之差计。</p>						

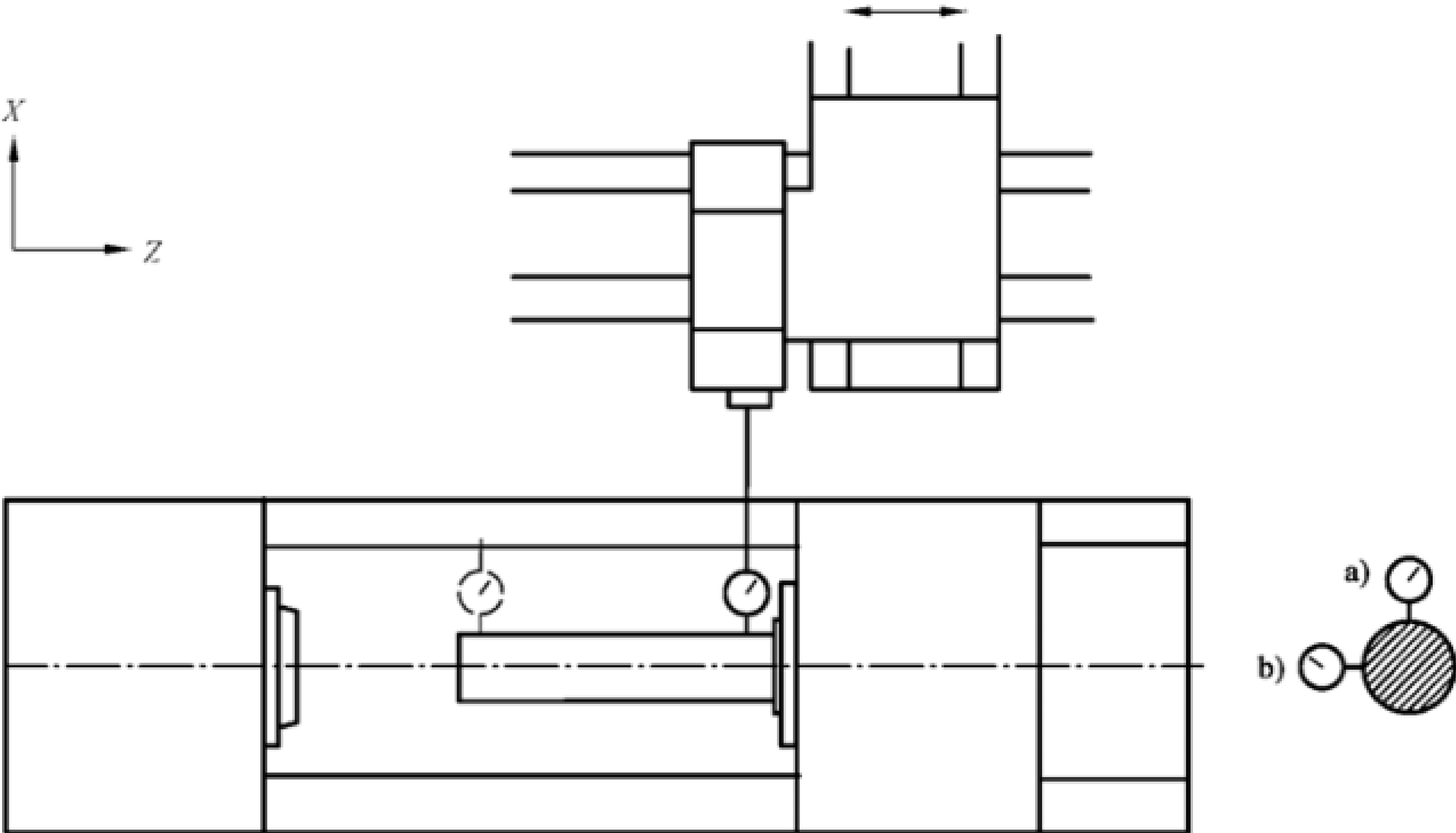
检验项目		G14				
<p>X 轴运动(刀架滑板运动)的角度误差:</p> <p>a) 在 XY 平面内,E_{CX};</p> <p>b) 在 YZ 平面内,E_{AX};</p> <p>c) 在 ZX 平面内,E_{BX}。</p>						
简图						
<div></div> <p>标引序号说明:</p> <p>1——基准水平仪;2——角度干涉仪;3——激光头;4——角度激光反射镜;</p> <p>5——安装桥板,在无水平仪安装平面的场合;6——检验水平仪。</p> <p>注:简图仅适用水平的 X 轴。</p>						
公差						
<p>a)、b)和 c):</p> <table><tr><td>$X \leq 1\,000$</td><td>$X > 1\,000$</td></tr><tr><td>0.060/1\,000(12'')</td><td>0.080/1\,000(16'')</td></tr></table>			$X \leq 1\,000$	$X > 1\,000$	0.060/1\,000(12'')	0.080/1\,000(16'')
$X \leq 1\,000$	$X > 1\,000$					
0.060/1\,000(12'')	0.080/1\,000(16'')					
检验工具						
<p>a) 精密水平仪、自准直仪和反射器或激光角度干涉仪;</p> <p>b) 精密水平仪(如果 X 轴水平);</p> <p>c) 自准直仪和反射器、激光角度干涉仪。</p>						
检验方法(按 GB/T 17421.1—2023 中 8.3.2.1、8.4.2.3 和 8.4.2.4 的规定)						
<p>对于斜床身,作用面与水平面有一个角度,当有可能水平放置水平仪时,可以使用一个专用桥板放在精密水平仪下进行 a)俯仰检验,但不应用于 b)倾斜检验。</p> <p>当使用自准直仪时,应调整目镜的十字线与 X 轴平行或垂直。</p> <p>应在往复两个运动方向上沿行程至少 5 个等距位置上进行检验,角度误差以最大和最小读数之差计。</p>						

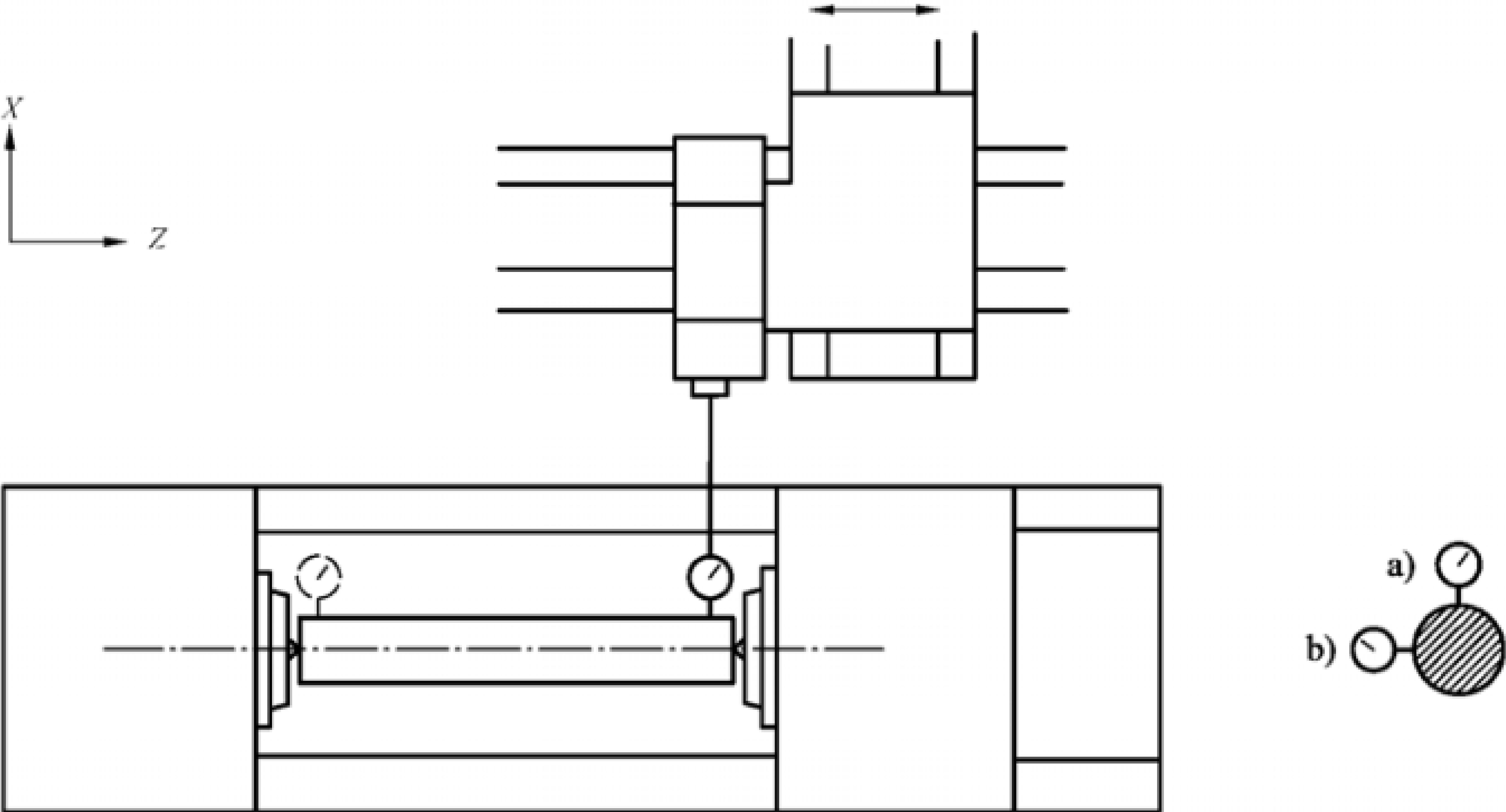
<p>检验项目</p> <p>Y 轴运动(刀架运动)的角度误差:</p> <p>a) 在 YZ 平面内,E_{AY}(绕 X 轴倾斜);</p> <p>b) 在 ZX 平面内,E_{BY}(倾斜);</p> <p>c) 在 XY 平面内,E_{CY}(绕 Z 倾斜)。</p>		G15
<p>简图</p> <p>标引序号说明:</p> <p>1——基准精密水平仪;</p> <p>2——直角尺;</p> <p>3——精密水平仪。</p> <p>注: 简图仅适用垂直的 Y 轴。</p>		
<p>公差</p> <p>a)、b)和 c):</p> <p>$Y \leq 500$ $0.040/1\,000(8'')$;</p> <p>$Y > 500$ 公差由制造商/供应商和用户确定。</p>		
<p>检验工具</p> <p>a) 精密水平仪(Y 轴垂直时)或自准直仪和反射器或激光角度干涉仪;</p> <p>b) 平板和指示器或扫描激光器;</p> <p>c) 放置在专用桥板上的精密水平仪或自准直仪和反射器或激光角度干涉仪。</p>		
<p>检验方法(按 GB/T 17421.1—2023 中 8.4.2.1 的规定)</p> <p>不应在斜床身上用精密水平仪进行 a)和 c)检验。</p> <p>当使用自准直仪时,应调整目镜的十字线与作用面平行或垂直。</p> <p>应在往复两个运动方向上沿行程至少 5 个等距位置上进行检验,角度误差以最大和最小读数之差计。</p>		

5.5 尾座

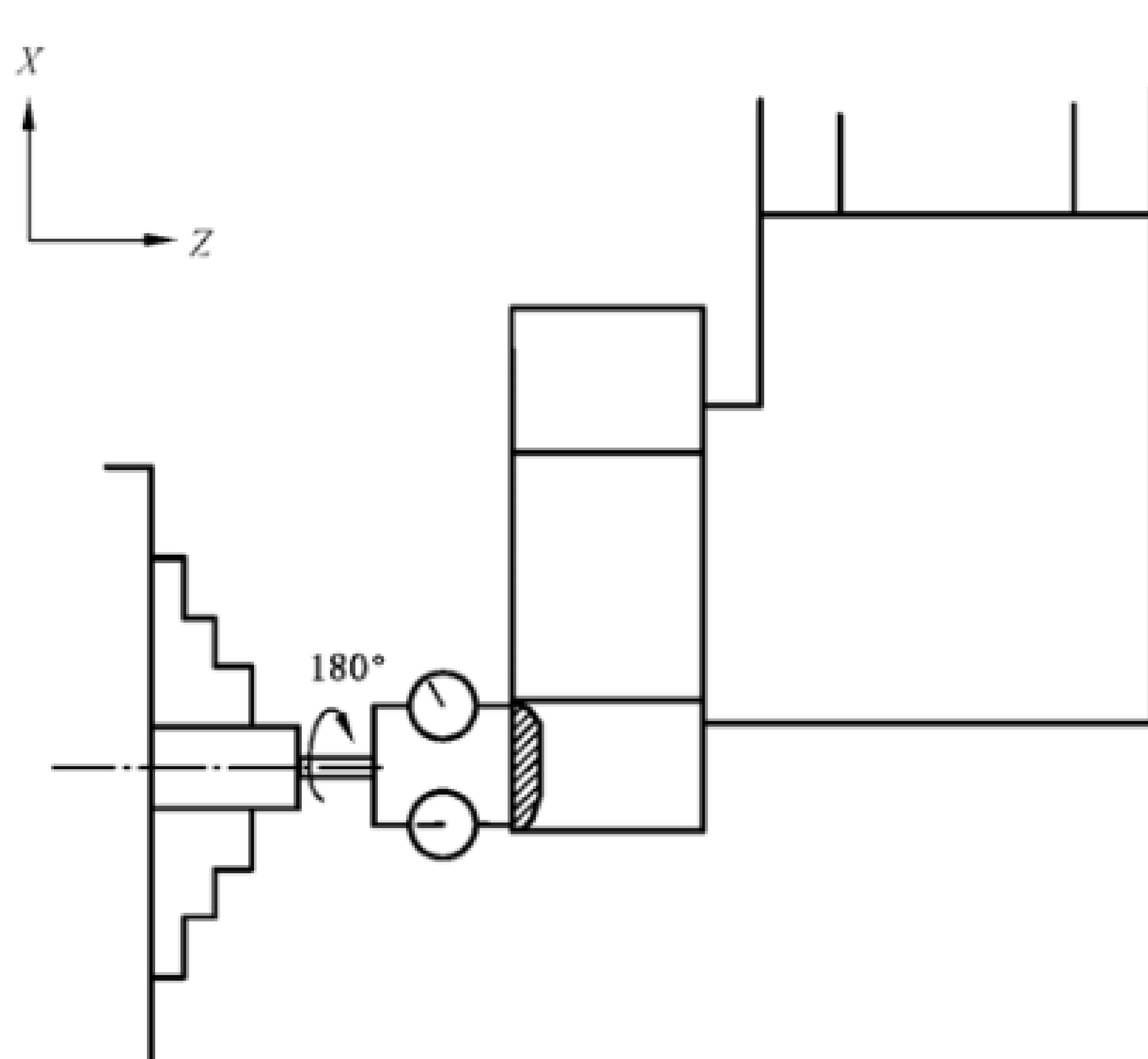
检验项目		G16
尾座 W 轴和床鞍 Z 轴同时运动距离的一致性： a) 在 ZX 平面内； b) 在 YZ 平面内。		
简图		
		
公差		
$Z \leq 1\,000$	a) 0.040	b) 0.060；
$1\,000 < Z \leq 2\,000$	a) 0.060	b) 0.100。
检验工具		
指示器或光学仪器。		
检验方法		
<p>将指示器/支架固定在刀架上，指示器测头分别在 ZX 和 YZ 平面内触及尾座套筒，同时移动床鞍 Z 轴和尾座 W 轴并记录指示器读数。</p> <p>应在往复两个方向上沿行程至少 5 个等距位置上进行检验，距离的一致性误差以最大和最小读数之差计。</p> <p>如果手动操作尾座，在测量记录前应将尾座套筒锁紧，并确保在尾座套筒的相同点上测取读数。</p> <p>当床鞍和尾座不能同时运动时，床鞍应先朝主轴箱方向运动到第一个测量位置，然后再移动尾座直到指示器触及测量位置为止。对于反方向检验，运动的顺序做相应的改变。</p>		

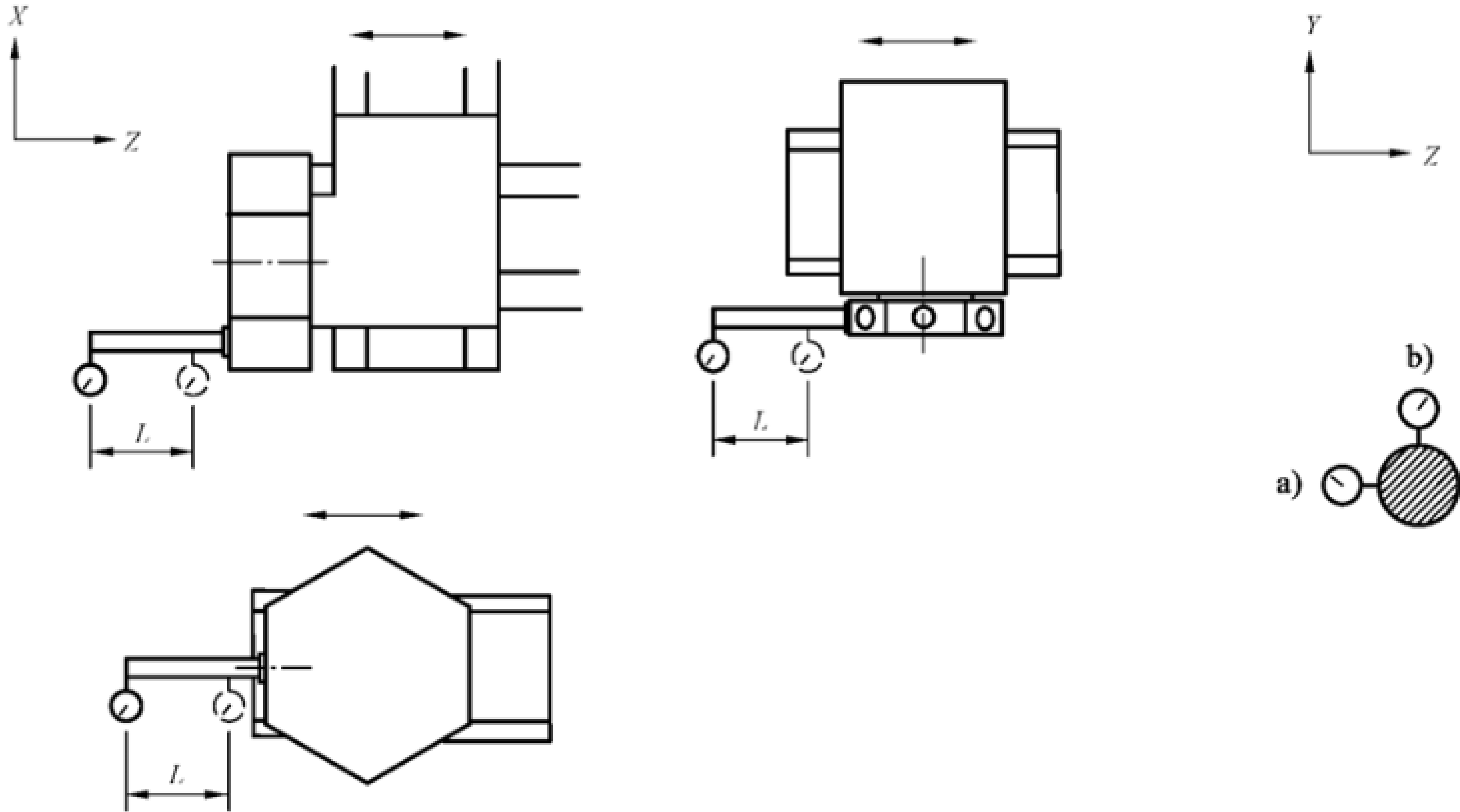
检验项目		G17
尾座套筒轴线对 Z 轴运动的平行度： a) 在 ZX 平面内 $[E_{B(OZ)套筒}]$ ； b) 在 YZ 平面内 $[E_{A(OZ)套筒}]$ 。		
简图		
公差		
在 250 测量长度上 0.025。		
检验工具		
指示器。		
检验方法(按 GB/T 17421.1—2023 中 12.3.3 的规定)		
尾座套筒处于伸出状态,固定指示器使其测头触及尾座套筒表面,移动床鞍 Z 轴检验,记录指示器读数。		
平行度误差以指示器读数的最大差值计。		

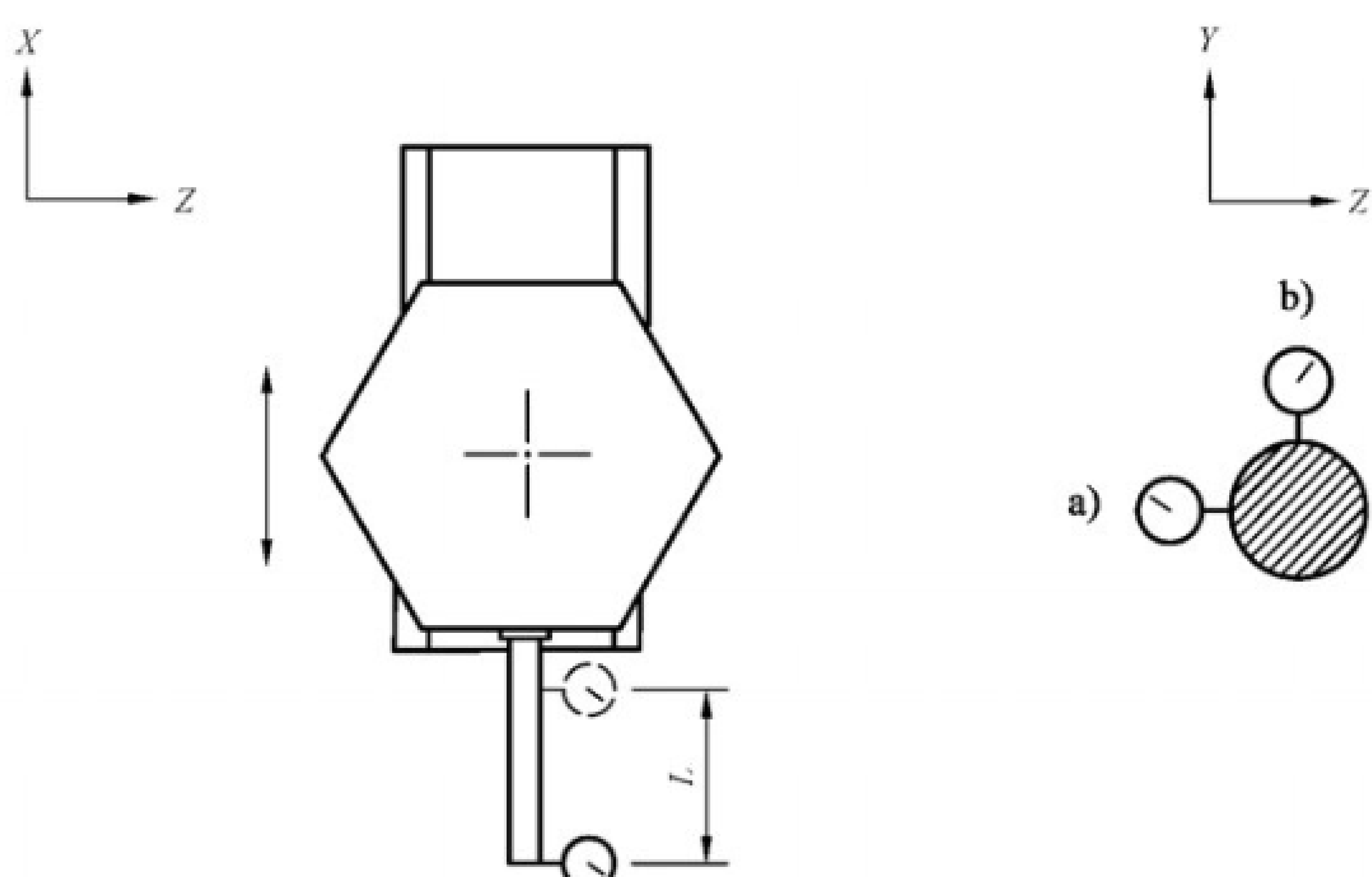
<p>检验项目</p> <p>尾座套筒锥孔轴线对床鞍 Z 轴运动的平行度：</p> <p>a) 在 ZX 平面内；</p> <p>b) 在 YZ 平面内。</p>	G18
<p>简图</p> 	
<p>公差</p> <p>a) 和 b) 0.060/1 000(0.015/250)。</p>	
<p>检验工具</p> <p>检验棒和指示器或准直激光器。</p>	
<p>检验方法(按 GB/T 17421.1—2023 中 10.1.4.1 的规定)</p> <p>尾座套筒处于退回位置,检验棒插入套筒内,将指示器固定在刀架上,指示器测头触及靠近尾座端部位置的检验棒上,记录读数。</p> <p>按测量长度移动床鞍 Z 轴,并记录读数。</p> <p>拔出检验棒,使其相对尾座套筒旋转 180°,重复上述检验。</p> <p>误差以两次测量读数(180°转位前和转位后)的平均值与两次测量点间距离之比计。</p>	

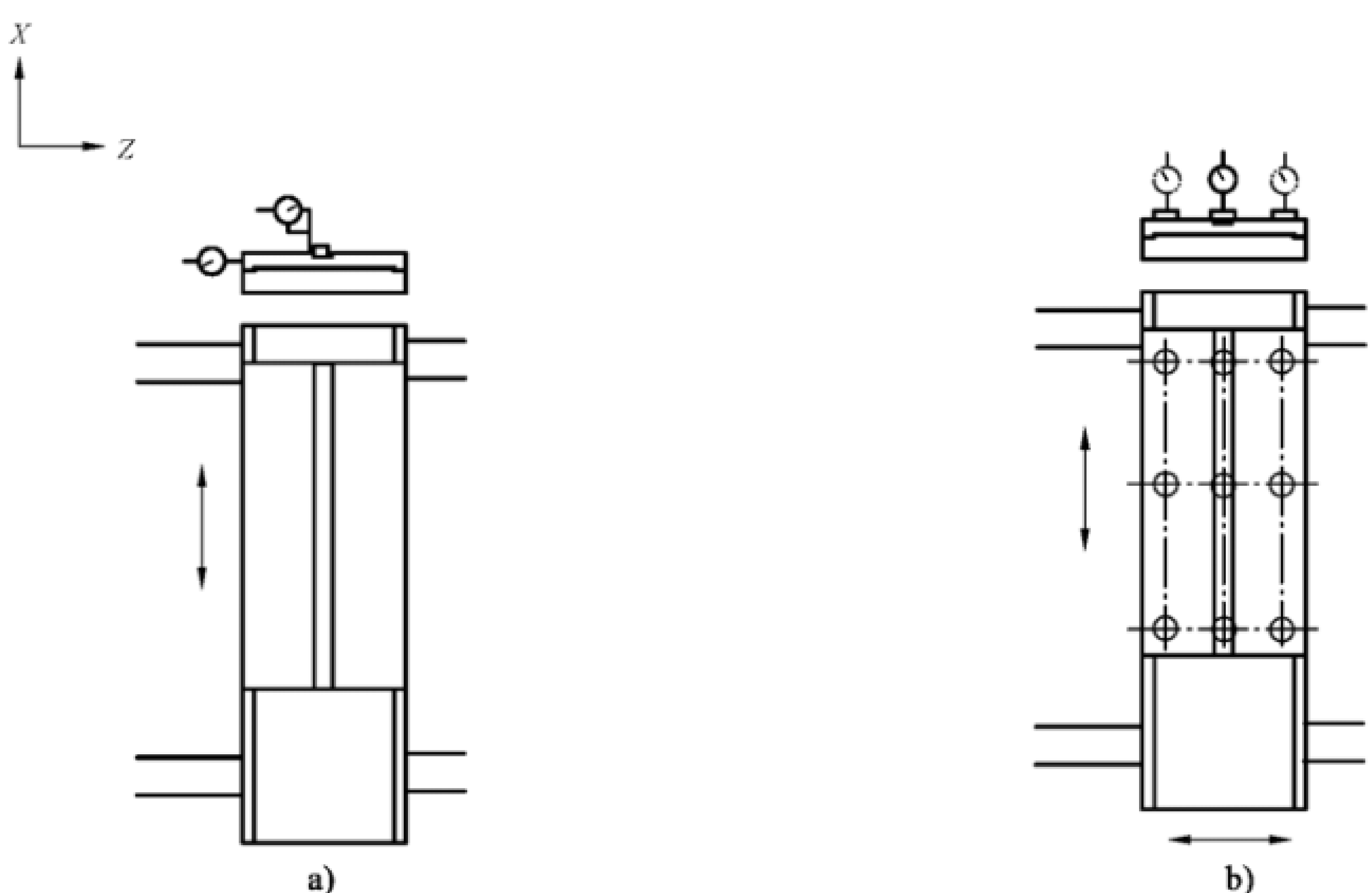
检验项目		G19
工件主轴顶尖和尾座顶尖对 Z 轴移动的等距度： a) 在 ZX 平面内； b) 在 YZ 平面内。		
简图		
		
公差		
	检验棒长度≤500	500<检验棒长度≤2 000
a)	0.020	0.030；
b)	0.040	0.060。
检验工具		
检验棒和指示器。		
检验方法(按 GB/T 17421.1—2023 中 10.1.4.3 和 10.1.5 的规定)		
沿检验棒若干位置上进行测量。		
误差以最大和最小读数差值计,考虑最大和最小读数位置的径向跳动。确保两测量点检验棒的径向跳动最小化。		
替代方法:可使用两个校准检验棒,分别安装在工件主轴和尾座中。		

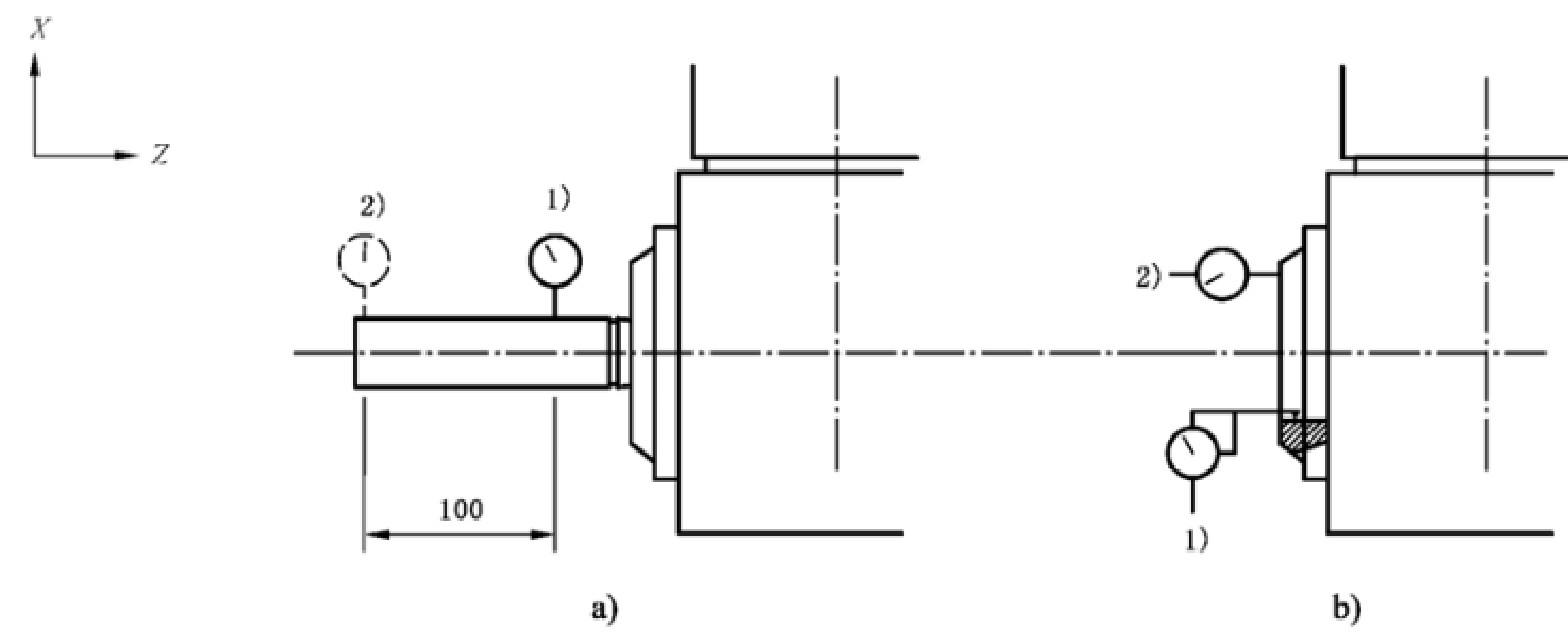
5.6 刀架和刀具主轴

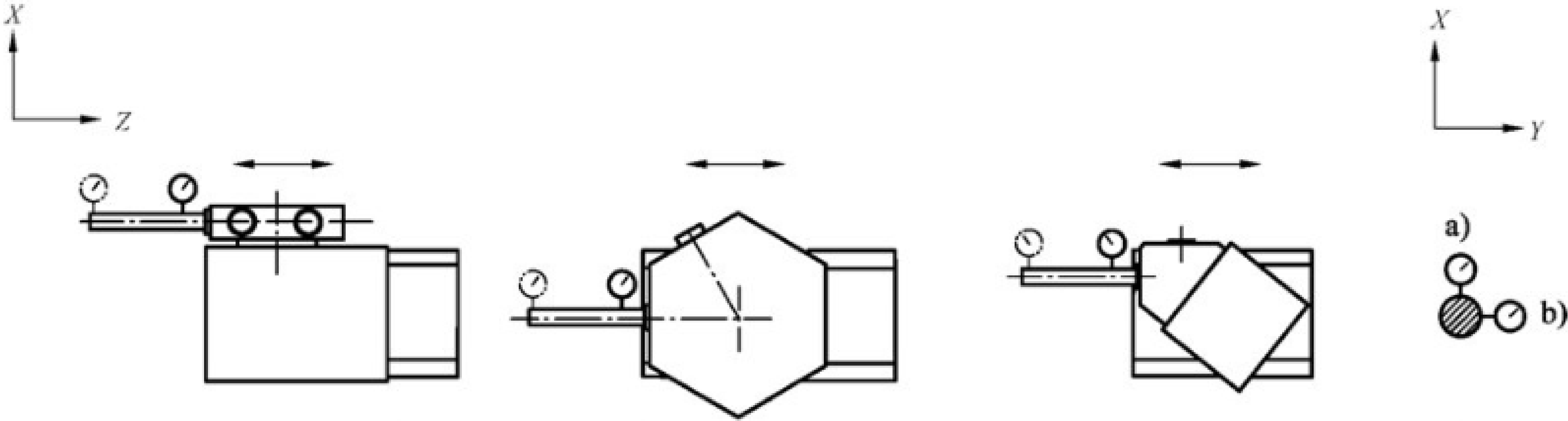
检验项目		G20
刀架工具安装基面对工件主轴轴线的垂直度。 注：此项检验适用于工具安装基面与工件主轴轴线垂直的刀架。		
简图		
		
公差		
0.020/100 回转直径。		
检验工具		
指示器。		
检验方法(按 GB/T 17421.1—2023 中 10.3.3 的规定)		
每个刀架安装基面均应检验。		
考虑切削刀具的安装面积,回转直径应为最大测量直径。		
垂直度误差以测量直径上读数的差值计。		

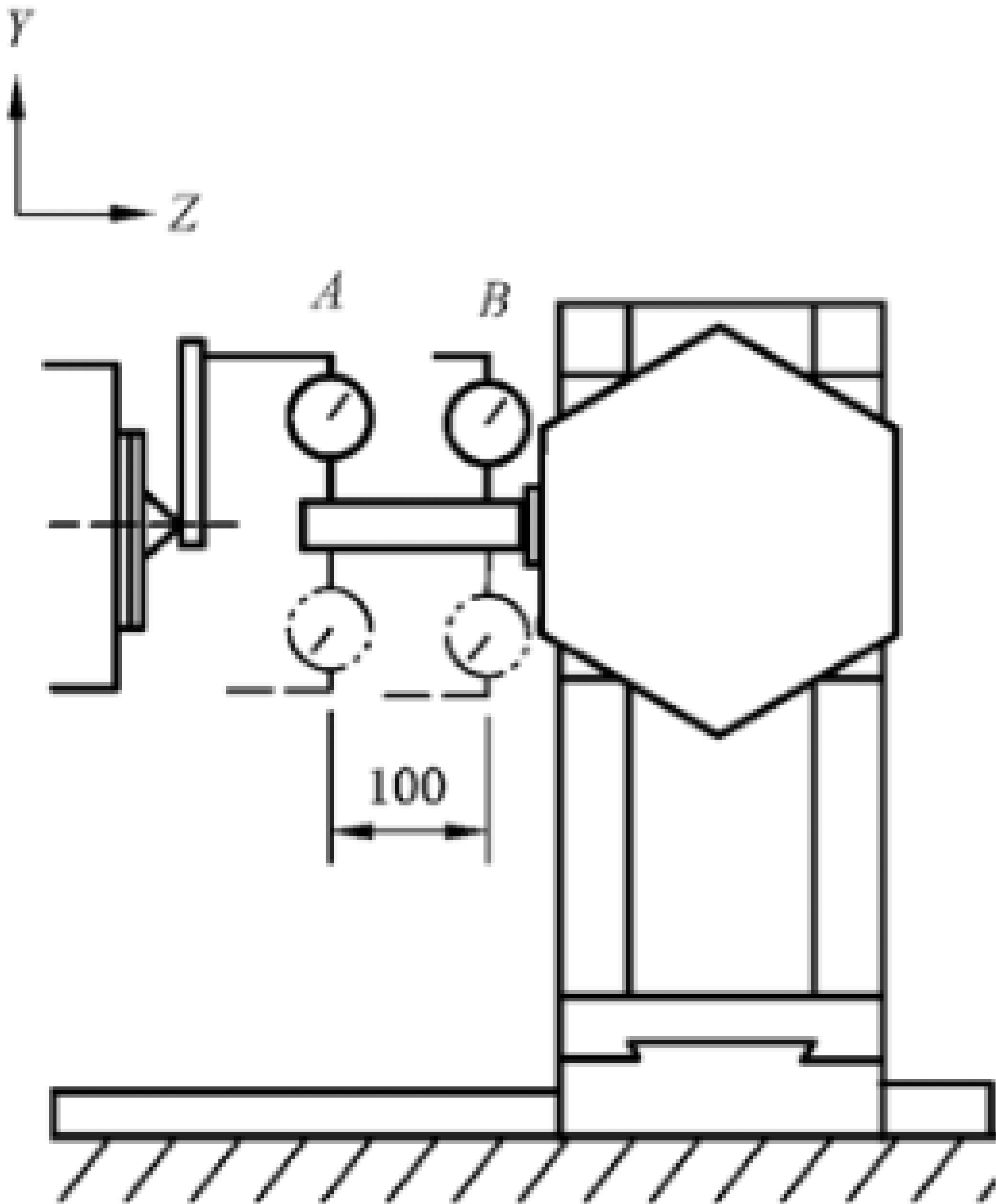
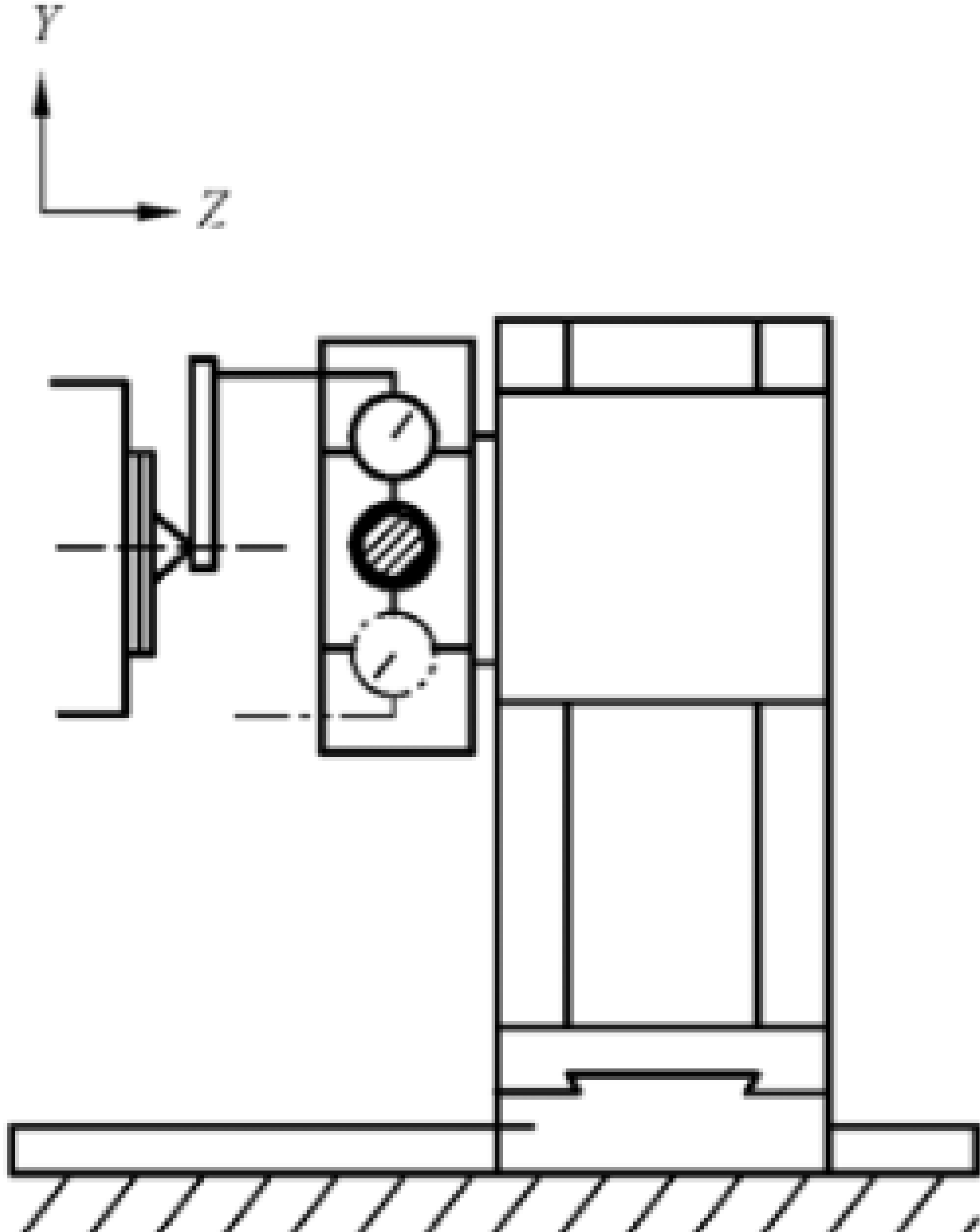
<div>检验项目</div> <div>刀架工具安装孔轴线对 Z 轴运动的平行度： a) 在 ZX 平面内； b) 在 YZ 平面内。 注：此项检验适用于工具安装孔轴线与 Z 轴运动轴线平行的刀架。</div>	G21
<div>简图</div> <div></div>	
<div>公差</div> <div>a) 和 b) L = 100 0.030。</div>	
<div>检验工具</div> <div>检验棒和指示器。</div>	
<div>检验方法(按 GB/T 17421.1—2023 中 10.1.4.1 和 10.1.4.3 的规定)</div> <div>将检验棒固定在刀架工具安装孔内,固定指示器使其测头分别在 ZX、YZ 平面内触及检验棒。 每个刀位均应检验。 刀架应处在前部位置或尽可能地接近主轴。 如果工具安装方式需要法兰连接的,检验棒应重新设计。 平行度误差以测量长度上读数的差值计。</div>	

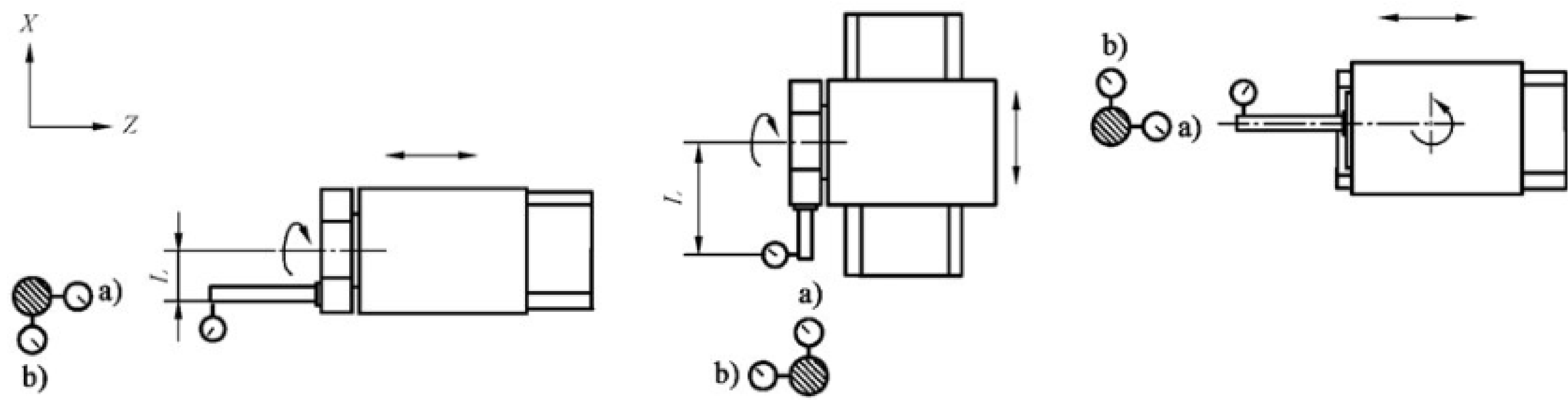
<p>检验项目</p> <p>刀架工具安装孔轴线对 X 轴运动的平行度：</p> <p>a) 在 ZX 平面内；</p> <p>b) 在 XY 平面内。</p> <p>注：此项检验适用于工具安装孔轴线与 X 轴运动轴线平行的刀架。</p>	G22
<p>简图</p> 	
<p>公差</p> <p>a) 和 b) $L=100$ 0.030。</p>	
<p>检验工具</p> <p>检验棒和指示器。</p>	
<p>检验方法(按 GB/T 17421.1—2023 中 10.1.4.1 和 10.1.4.3 的规定)</p> <p>将检验棒固定在刀架工具安装孔内上,固定指示器使其测头分别在 ZX 平面内[a)检验时]、XY 平面内[b)检验时]触及检验棒。</p> <p>每个工位均应检验。</p> <p>刀架应处在前部位置或尽可能地接近主轴。</p> <p>如果工具安装方式需要法兰连接的,检验棒应重新设计。</p> <p>平行度误差以测量长度上读数的差值计。</p>	

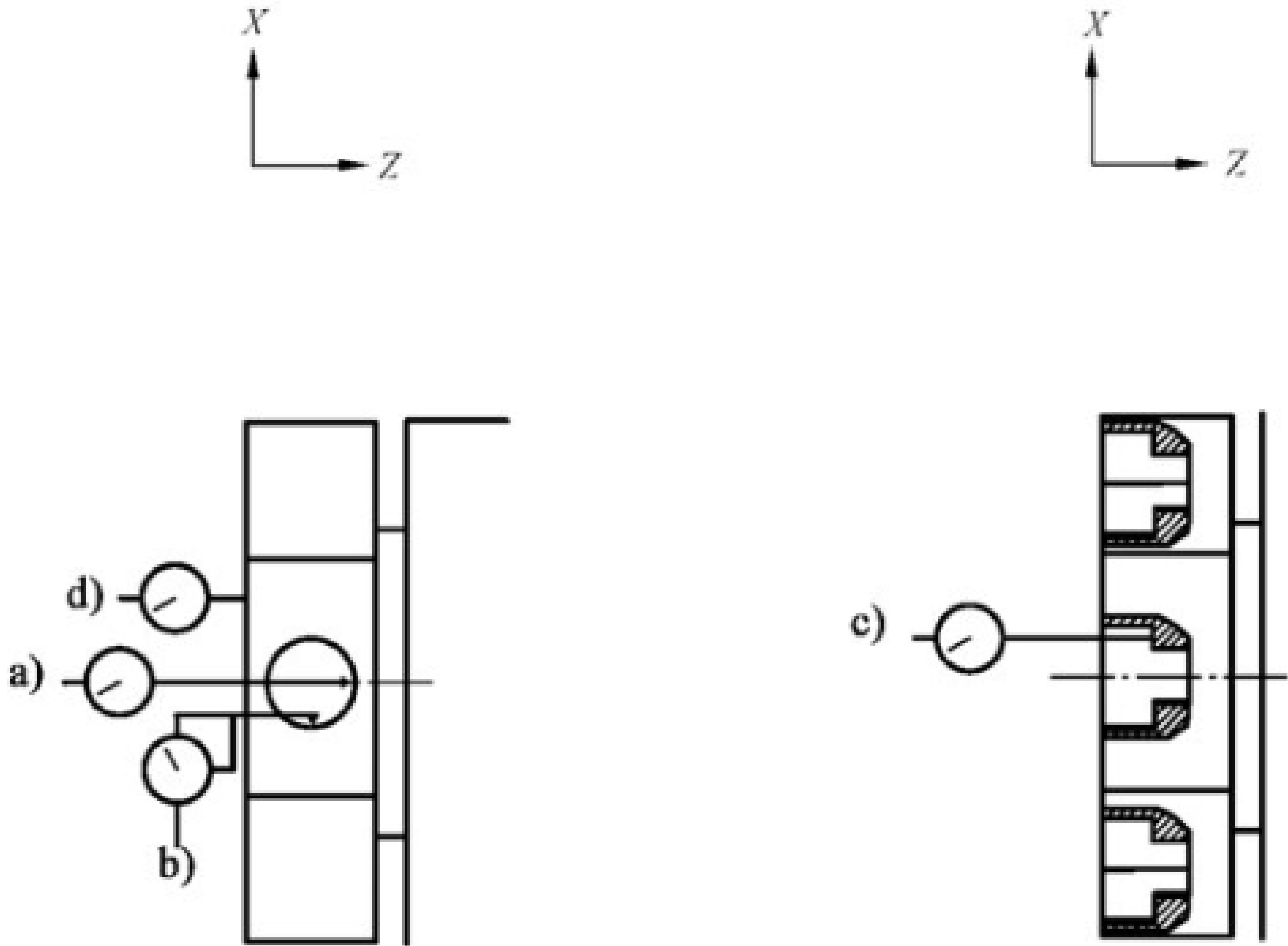
检验项目		G23
直排刀架检验： a) 横向滑板的基准槽或基准侧面对 X 轴运动的平行度； b) 横向滑板的刀具安装面对 ZX 平面的平行度。 注：此项检验仅适用于 d 型直排刀架(图 3)。		
简图		
		
公差		
a) 在 300 测量长度上为 0.030； b) 在 300 测量长度上为 0.025。		
检验工具		
指示器和量块。		
检验方法(按 GB/T 17421.1—2023 中 12.3.2.5.1 的规定)		
对于 a)：沿测量长度在若干位置上进行检测，平行度误差以测取读数之间的最大差值计。 对于 b)：在 X 轴和 Z 轴两个方向上，采用 3×3 模式测量，测量位置应位于安装面的两端和中间。使用量块跨越中心槽。		

检验项目		G24
刀具主轴安装孔的径向跳动和端面跳动		
a) 内锥孔的径向跳动：		
1) 靠近主轴端部；		
2) 距主轴端部 100 处。		
b) 圆柱孔：		
1) 主轴端部的径向跳动；		
2) 主轴端部的端面跳动。		
简图		
		
公差		
a)		
1) 0.010；		
2) 0.015。		
b)		
1) 0.010；		
2) 0.010。		
检验工具		
检验棒和指示器。		
检验方法(按 GB/T 17421.1—2023 中 12.5.3 的规定)		
对于 a)和 b):在 ZX 和 YZ 面内检测。		
应至少重复 4 次检验,每次都将检验棒相对主轴旋转 90°重新插入,记录读数的平均值。		
所有的主轴均应进行检验,并且在最大直径上测取读数。		
对于 b)2):检验应在最大可能半径上进行检验。		
注：刀具主轴误差运动检验见附录 A 中 AR2 检验。		

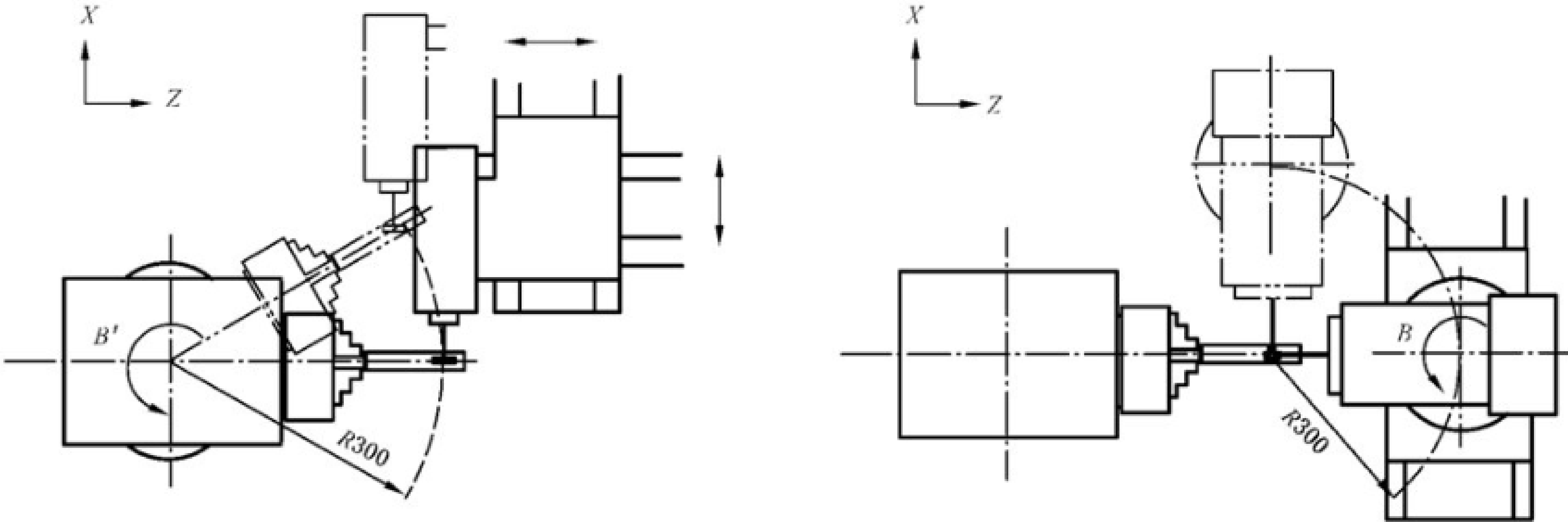
<p>检验项目</p> <p>刀具主轴轴线对 Z 轴床鞍运动的平行度：</p> <p>a) 在 ZX 平面内；</p> <p>b) 在 YZ 平面内。</p> <p>注 1：此项检验适用于所有回转刀架主轴。</p> <p>注 2：Z 可以由 W 或 R 替代。</p>	G25
<p>简图</p> 	
<p>公差</p> <p>a) 和 b) 0.200/1 000(0.020/100)。</p>	
<p>检验工具</p> <p>检验棒和指示器。</p>	
<p>检验方法(按 GB/T 17421.1—2023 中 10.1.4.1 和 10.1.4.3 的规定)</p> <p>旋转刀具主轴使其处于径向跳动的平均位置,然后在 Z 轴方向移动刀架。</p> <p>替代方法:沿检验棒测取读数,将主轴旋转 180°,在相同位置重复上述检验。平行度误差以两次测量读数的平均值计。</p> <p>每个刀具主轴均应检验。</p>	

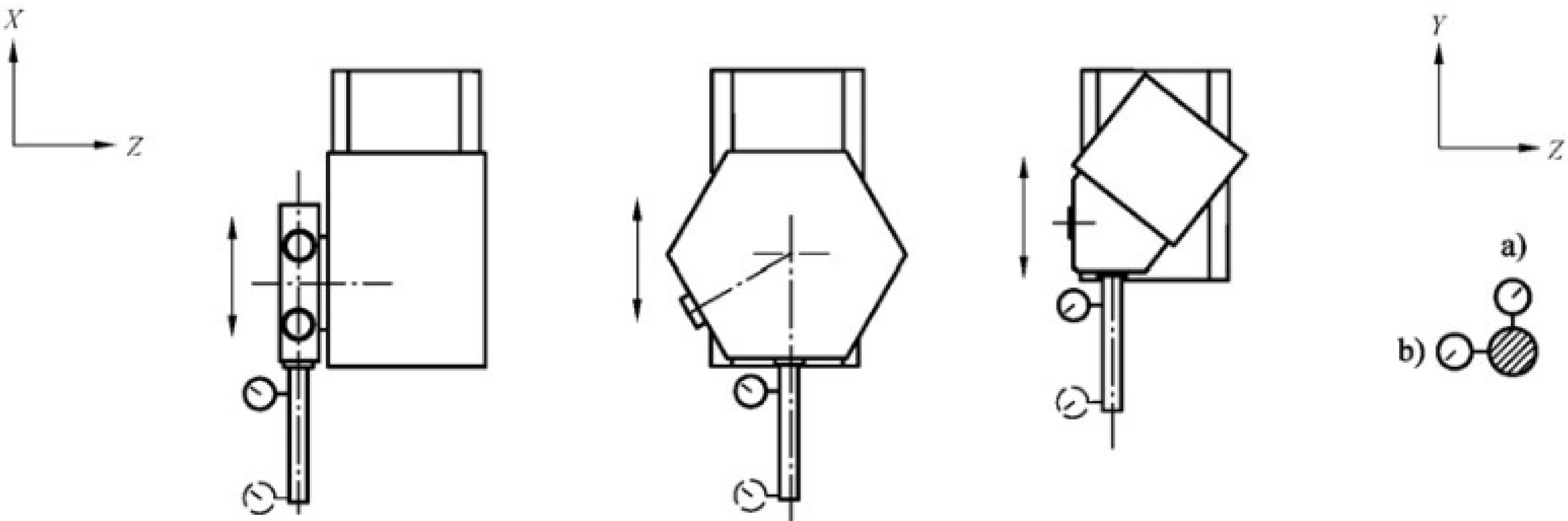
检验项目		G26
刀具主轴轴线与工件主轴轴线的同轴度或相交度误差： a) 刀具主轴轴线与工件主轴轴线平行时的同轴度(在 ZX 平面和 YZ 平面内)； b) 刀具主轴轴线与工件主轴轴线正交时的相交度(在 YZ 平面内)。		
简图		
<div><div></div><div></div></div> <div><div>a)</div><div>b)</div></div>		
公差		
a)	偏移	平行度
	0.030	0.30/1 000(0.030/100)；
b)	偏移	
	0.030。	
注：a) 为 ZX 平面和 YZ 平面内的公差。		
检验工具		
检验棒和指示器。		
检验方法(按 GB/T 17421.1—2023 中 10.2 和 10.4 的规定)		
将指示器固定在工件主轴上,检验棒安装在刀具主轴孔内。		
a) 旋转工件主轴,使指示器测头在 ZX 平面内位置 A 处触及检验棒并测取第一次读数,旋转主轴每 90°再分别测取读数。在 B 处重复检验。在 A、B 两处 0°和 180°之间的读数差值之半分别为 A、B 两处在 ZX 平面内两旋转轴线之间的偏移。 在 A、B 两处 90°和 270°之间的读数差值之半分别为 A、B 两处在 YZ 平面内两旋转轴线之间的偏移。 同轴度误差包括偏移和平行度误差,偏移误差以在 B 处的偏移量计。 平行度误差为在 A、B 两处偏移的差值与 A、B 两处的距离(100)之比。		
b) 固定指示器位置,使其在 YZ 平面内触及检验棒,沿 Z 方向移动刀架并在检验棒最高点记录读数,记录 Z 位置。移开床鞍使指示器清零。将工件主轴旋转 180°,然后使床鞍在 Z 位置重新定位,重复移动床鞍,以便找到最低点,并记录最低点的数值。 相交度误差为 0°和 180°测量读数差值之半。 每个工位均应检验。		

检验项目		G27
刀架转位的重复定位精度： a) 在 YZ 平面内： 1) 刀具主轴与工件主轴平行； 2) 刀具主轴与工件主轴正交； 3) 配有自动换刀机构的机床。 b) 在 ZX 平面内： 1) 刀具主轴与工件主轴平行； 2) 刀具主轴与工件主轴正交； 3) 配有自动换刀机构的机床。		
简图		
<div></div> <p>标引序号说明： L——刀架中心线到指示器测量点的径向距离。</p>		
公差		
a) 和 b)		
<div><div>$L \leq 100$</div><div>0.005</div></div> <div><div>$L > 100$</div><div>0.010。</div></div>		
检验工具		
检验棒和指示器。		
检验方法		
<p>对于 1) 和 2) 检验, 刀架位于行程的中间位置, 固定指示器使其测头在 0° 和 90° 触及检验棒, 记录刀架轴线位置和指示器的读数。</p> <p>沿与检验棒轴线平行方向移开刀架, 指示器读数复零, 将刀架转位 360°, 在自动循环状下, 将刀架移动到所记录的位置, 重新记录指示器的读数。</p> <p>对于 3) 检验, 在指示器的测量范围内移开刀架(在 X 轴和 Z 轴方向), 然后将刀架转到它的一个末端位置并摆动回到其记录位置。在自动循环状下, 将刀架(在 X 轴和 Z 轴方向)移动到所记录的位置。记录指示器读数。</p> <p>对于 1)、2) 和 3) 检验, 重复检验三次, 每次开始检验时都应将指示器读数复零。误差以三次测量结果中的最大差值计。</p> <p>应至少在刀架三个不同工位上进行检验, 每次检验指示器读数都应复零。</p>		

<div>检验项目</div> <div>刀架转位的定位精度</div> <div>a) 在基准孔(槽)内,Z 向;</div> <div>b) 在基准孔(槽)内,X 向;</div> <div>c) 在基准槽内,Z 向;</div> <div>d) 在刀架基准面上,Z 向。</div>	G28
<div>简图</div> <div></div>	
<div>公差</div> <div>a)、b)、c)和 d) 0.030。</div>	
<div>检验工具</div> <div>指示器和检验棒。</div>	
<div>检验方法</div> <div>将指示器测头分别触及刀架基准孔或槽 a)、b)和 c)上,记录刀架轴线位置并记录指示器的读数。移开刀架,指示器读数复零,将刀架转到下一工位,刀架轴线重新复位,记录指示器读数。</div> <div>如果使用刀架安装基面,那么指示器测头还应触及 d)面进行检验。</div> <div>每个工位重复检验三次,刀架转位的定位精度误差以所有指示器读数的最大差值计。</div> <div>刀架转位的重复定位精度和安装检验棒的重复定位精度可能影响测量读数。</div>	

5.7 回转工件主轴或刀具主轴

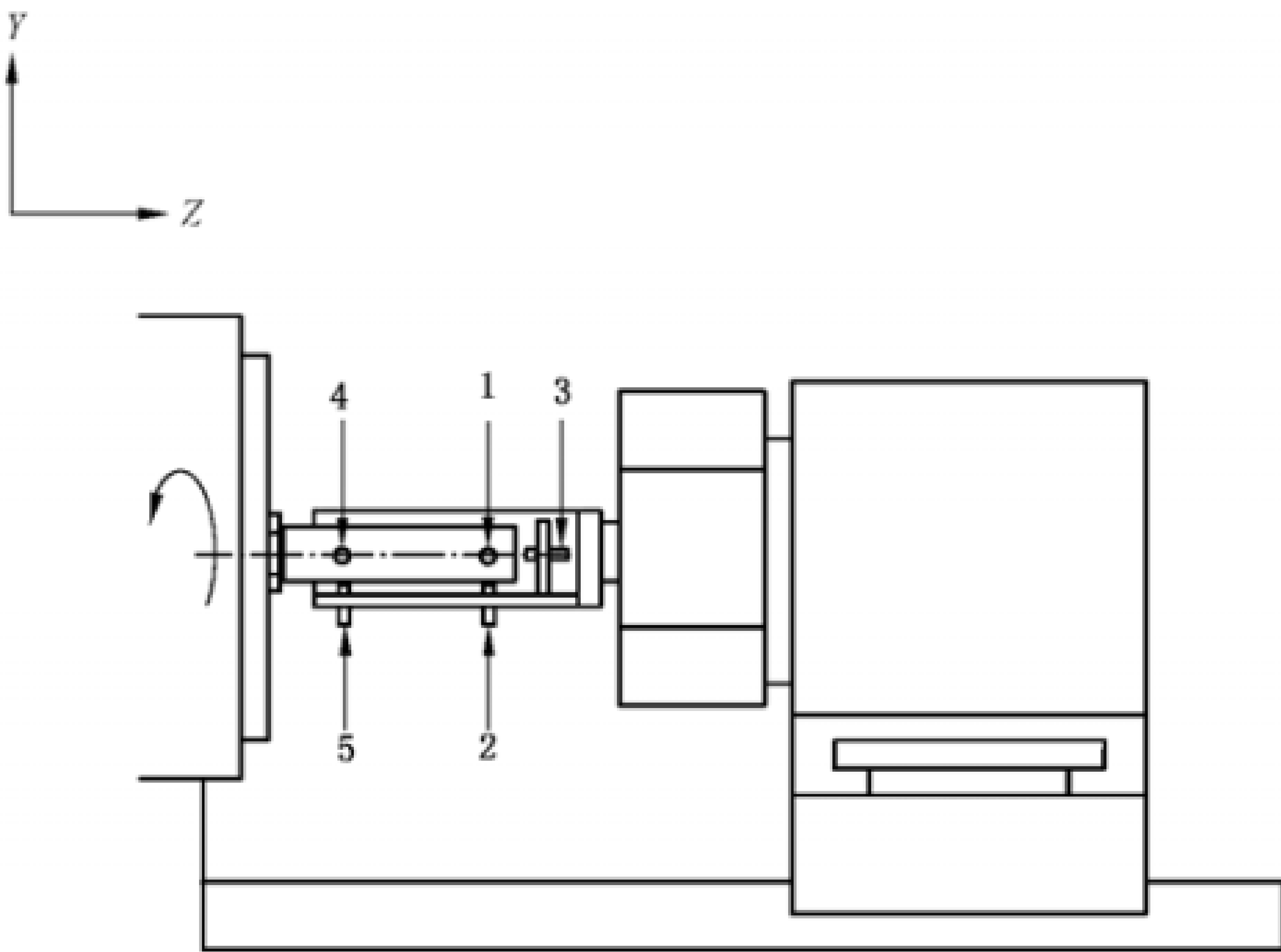
检验项目		G29
距离的一致性： a) 工件主轴轴线上的一点绕 B' 轴回转时,与 ZX 运动平面； b) 刀具主轴轴线上的一点绕 B 轴回转时,与 ZX 运动平面。		
简图		
		
公差		
回转角度：		$\pm 30^\circ$ $\pm 60^\circ$ ；
在 300 半径上：		0.030 0.060。
如果采用不同的半径,公差应按比例调整。		
检验工具		
检验棒和指示器。		
检验方法		
在平行于 ZX 平面内插入检验棒在工件主轴内,指示器安装在刀架上。		
对于 a):指示器的测头在距 B' 轴回转中心 300 处触及检验棒表面,回转 B' 轴到 $+30^\circ(+60^\circ)$,然后在 ZX 平面移动刀架使指示器测头触及检验棒相同的点并记录第一次读数。回转 B' 轴到 0° ,然后在 ZX 平面移动刀架使指示器测头触及检验棒相同的点并记录第二次读数。回转 B' 轴到 $-30^\circ(-60^\circ)$,然后在 ZX 平面移动刀架使指示器测头触及检验棒相同的点并记录第三次读数。		
对于 b):指示器的测头在距 B 轴回转中心 300 处触及检验棒表面,回转 B 轴到 $+30^\circ(+60^\circ)$,然后在 ZX 平面移动刀架使指示器测头触及检验棒相同的点并记录第一次读数。回转 B 轴到 0° ,然后在 ZX 平面移动刀架使指示器测头触及检验棒相同的点并记录第二次读数。回转 B 轴到 $-30^\circ(-60^\circ)$,然后在 ZX 平面移动刀架使指示器测头触及检验棒相同的点并记录第三次读数。		
距离的一致性以指示器三次读数最大差值计。		
重复测量三次。距离的一致性以测量结果的平均值计。		

检验项目		G30
刀具主轴轴线对 X 轴运动的平行度： a) 在 XY 平面内； b) 在 XZ 平面内。 注 1：此项检验适用于所有回转刀架主轴。 注 2：X 可以由 X2 替代。		
简图		
		
公差 a)和 b) 0.200/1 000(0.020/100)。		
检验工具 检验棒和指示器。		
检验方法(按 GB/T 17421.1—2023 中 10.1.4.1 和 10.1.4.3 的规定) 旋转刀具主轴使其处于径向跳动的平均位置,然后在 X 轴方向移动刀架。 替代方法:沿检验棒测取读数,将主轴旋转 180°,在相同位置重复上述检验。平行度误差以两次测量读数的平均值计。 XZ 平面内重复上述检验。		

附录 A
(资料性)

工件主轴和刀具主轴回转轴线的误差运动

A.1 工件主轴的回转精度

检验项目		AR1
工件主轴(C 轴)回转轴线的误差运动		
a) 在 X 方向的径向误差运动(E_{XC})；		
b) 在 Y 方向的径向误差运动(E_{YC})(只适用于车削中心)；		
c) 轴向误差运动(E_{ZC})；		
d) 绕 X 轴倾斜误差运动(E_{AC})(只适用于车削中心)；		
e) 绕 Y 轴倾斜误差运动(E_{BC})。		
简图		
		
标引序号说明： 1~5——传感器。 注：传感器 2 和传感器 5 仅适用车削中心。		
公差		
		主轴最高转速的百分比
		10% 50% 100%
a) 总径向误差运动值(E_{XC})		0.005(全部速度)；
b) 总径向误差运动值(E_{YC})		0.005(全部速度)；
c) 总轴向误差运动值(E_{ZC})		0.003(全部速度)；
d) 总倾斜误差运动值(E_{AC})		由供应商/制造商和用户确定；
e) 总倾斜误差运动值(E_{BC})		由供应商/制造商和用户确定。
如果主轴最低转速大于最高转速的 10%，那么主轴宜在最低转速下运行。		
如果经供应商/制造商双方同意决定将此项检验加入合同产品的验收程序，那么双方也宜共同确定相应的公差值。		

检验工具

检验棒、非接触传感器和角度测量装置或与主轴平均线稍微偏心安装的两个精密检验球和非接触传感器。

检验方法(按 GB/T 17421.7—2016 中有关规定)

本检验是带有固定敏感方向的主轴检验(见 GB/T 17421.7—2016 中 5.5)

安装测量仪器后,主轴宜以 50%最大转速下预热 10 min,用户和制造商/供应商之间有协议要求除外。

总误差运动和总误差运动值在 GB/T 17421.7—2016 的 3.2.4 和 3.5.1 中分别给予了定义。

a)、b) 总径向误差运动值 E_{xc} 和 E_{yc} (使用传感器 4 和传感器 5)。

径向误差运动测量在 GB/T 17421.7—2016 的 5.5.3 中给予了描述。径向误差运动宜尽可能靠近主轴端部测量(见本项检验简图中传感器 4 和传感器 5)。

对于每个径向误差运动 E_{xc} 和 E_{yc} ,宜提供一个带有一个最小二乘方圆圆心(LSC)(见 GB/T 17421.7—2016 中 3.4.3)的总误差运动极坐标曲线图(见 GB/T 17421.7—2016 中 3.3.1)。

c) 总轴向误差运动值 E_{zc} (使用传感器 3)。

轴向误差运动测量在 GB/T 17421.7—2016 的 5.5.4 中给予了描述。

对于轴向误差运动 E_{zc} ,宜提供一个带有极坐标图卡中心(PC)(见 GB/T 17421.7—2016 中 3.4.1)的总误差运动极坐标曲线图(见 GB/T 17421.7—2016 中 3.3.1)。

d)、e)总倾斜误差运动值 E_{ac} 和 E_{bc} (使用传感器 2 和传感器 5,传感器 1 和传感器 4)。

倾斜误差运动测量在 GB/T 17421.7—2016 的 5.5.5 中给予了描述。任意一个倾斜误差运动也可仅用一个非接触传感器检查(见 GB/T 17421.7—2016 中 5.5.5.2 和 5.5.5.3)。

对于每个倾斜误差运动 E_{ac} 和 E_{bc} ,宜提供一个带有极坐标图卡中心(PC)(见 GB/T 17421.7—2016 中 3.4.1)的总误差运动极坐标曲线图(见 GB/T 17421.7—2016 中 3.3.1)。

对于这些检验,下列参数宜予以描述:

- 1) 测量时径向、轴向或端面的位置;
- 2) 使用的所有仪器、标靶和夹具的标识;
- 3) 检验装置的位置;
- 4) 与检验装置相连的任何线性或回转定位平台的位置;
- 5) 敏感方向的角度,例如轴向、径向或合适的中间角度;
- 6) 检验结果的表示,如误差运动值、极坐标曲线图、时基图、频谱图;
- 7) 主轴的旋转频率(对于静态误差运动为零);
- 8) 以秒或主轴转动次数为单位的时间周期;
- 9) 合适的温升或试运转程序;
- 10) 按赫兹或周波给出的仪器频率响应,包括任何电子滤波器的滚降特性。在数字显示仪器情况下,位移分辨率和取样率;
- 11) 结构环路,包括测取误差运动的各个传感器相对于主轴箱的位置和方位,还包括与主轴轴线和参考坐标轴的定位有关的特定物体以及与这些物体相关联的元件。
- 12) 检验的时间和日期;
- 13) 所有检验仪器的型号和校准状态;
- 14) 可能影响检验结果的其他操作条件,如环境温度。

如果不需要检验倾斜误差运动(按供应商和用户协议),那么只需要使用三个传感器(传感器 3、传感器 4 和传感器 5)且可用精密检验球代替检验棒。

A.2 刀具主轴的回转精度

检验项目

AR2

刀具主轴回转轴线(动力刀具)的误差运动：

- a) 径向误差运动(E_{RC1})；
- b) 轴向误差运动(E_{ZC1})；
- c) 倾斜误差运动(E_{TC1})。

简图

The diagram illustrates a machine tool setup for measuring tool spindle rotation axis errors. A coordinate system is defined with the Y-axis pointing vertically upwards and the Z-axis pointing horizontally to the right. The tool holder, labeled with a dashed centerline, is mounted on a spindle. Five sensors are indicated by numbered arrows: 1 points to the radial sensor, 2 points to the axial sensor, 3 points to the tilt sensor, 4 points to the radial sensor, and 5 points to the axial sensor. The spindle is connected to a motor unit, which is shown with a curved arrow indicating rotation. The motor unit is mounted on a base, which is connected to a larger machine structure.

标引序号说明：
1~5——传感器。

公差

	主轴最高转速的百分比					
	10%	50%	100%			
a) 总径向误差运动值(E_{RC1})	0.005(全部速度)；					
b) 总轴向误差运动值(E_{ZC1})	0.003(全部速度)；					
c) 总倾斜误差运动值(E_{TC1})	由供应商/制造商和用户确定。					
如果主轴最低转速大于最高转速的 10%，那么主轴宜在最低转速下运行。						
如果经供应商/制造商双方同意决定将此项检验加入合同产品的验收程序，那么双方也宜共同确定相应的公差值。						

检验工具

检验棒、非接触传感器和角度测量装置或与主轴平均线稍微偏心安装的两个精密检验球和非接触传感器。

检验方法(按 GB/T 17421.7—2016 中有关规定)

本检验是带有旋转敏感方向的主轴检验(见 GB/T 17421.7—2016 中 5.4)

安装测量仪器后,主轴宜以 50%最大转速下预热 10 min,用户和制造商/供应商之间有协议要求除外。

总误差运动在 GB/T 17421.7—2016 的 3.2.4 中给予了定义,总误差运动值在 GB/T 17421.7—2016 的 3.5.1 中分别给予了定义。

a) 总径向误差运动值 E_{RCI} (使用传感器 4 和传感器 5)。

径向误差运动测量在 GB/T 17421.7—2016 的 5.4.2 中给予了描述。径向误差运动尽可能靠近主轴端部测量(见本项检验简图中传感器 4 和传感器 5)。

对于径向误差运动 E_{RCI} ,宜提供一个带有一个最小二乘方圆圆心(LSC)(见 GB/T 17421.7—2016 中 3.4.3)的总误差运动极坐标曲线图(见 GB/T 17421.7—2016 中 3.3.1)。

b) 总轴向误差运动值 E_{ZCI} (使用传感器 3)。

轴向误差运动测量在 GB/T 17421.7—2016 的 5.4.4 中给予了描述。

对于轴向误差运动 E_{ZCI} ,宜提供一个带有极坐标图卡中心(PC)(见 GB/T 17421.7—2016 中 3.4.1)的总误差运动极坐标曲线图(见 GB/T 17421.7—2016 中 3.3.1)。

c) 总倾斜误差运动值 E_{TCI} (使用传感器 1、传感器 2、传感器 4、传感器 5)。

倾斜误差运动测量在 GB/T 17421.7—2016 的 5.4.3 中给予了描述。倾斜误差运动也可仅用两个非接触传感器检查(见 GB/T 17421.7—2016 中 5.4.3.2)。

对于倾斜误差运动 E_{TCI} ,宜提供一个带有极坐标图卡中心(PC)(见 GB/T 17421.7—2016 中 3.4.1)的总误差运动极坐标曲线图(见 GB/T 17421.7—2016 中 3.3.1)。

对于这些检验,下列参数宜予以描述:

- 1) 测量时径向、轴向或端面的位置;
- 2) 使用的所有仪器、标靶和夹具的标识;
- 3) 检验装置的位置;
- 4) 与检验装置相连的任何线性或回转定位平台的位置;
- 5) 敏感方向的角度,例如轴向、径向或合适的中间角度;
- 6) 检验结果的表示,如误差运动值、极坐标曲线图、时基图、频谱图;
- 7) 主轴的旋转频率(对于静态误差运动为零);
- 8) 以秒或主轴转动次数为单位的时间周期;
- 9) 合适的温升或试运转程序;
- 10) 按赫兹或周波给出的仪器频率响应,包括任何电子滤波器的滚降特性。在数字显示仪器情况下,位移分辨率和取样率;
- 11) 结构环路,包括测取误差运动的各个传感器相对于主轴箱的位置及定向,还包括与主轴轴线和参考坐标轴的定位有关的特定物体以及与这些物体相关联的元件。
- 12) 检验的时间和日期;
- 13) 所有检验仪器的型号和校准状态;
- 14) 可能影响检验结果的其他操作条件,如环境温度。

如果不需要检验倾斜误差运动(按供应商和用户协议),那么只需要使用三个传感器(传感器 4、传感器 5 和传感器 3)且可用精密检验球代替检验棒。

参 考 文 献

- [1] GB/T 4020—1997 卧式车床 精度检验
 - [2] GB/T 8129—2015 工业自动化系统 机床数值控制 词汇
 - [3] ISO/TR 230-11:2018 Test code for machine tools—Part 11: Measuring instruments suitable for machine tool geometry tests
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
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
GB/T 16462.1—2023

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100029)
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址: www.spc.net.cn

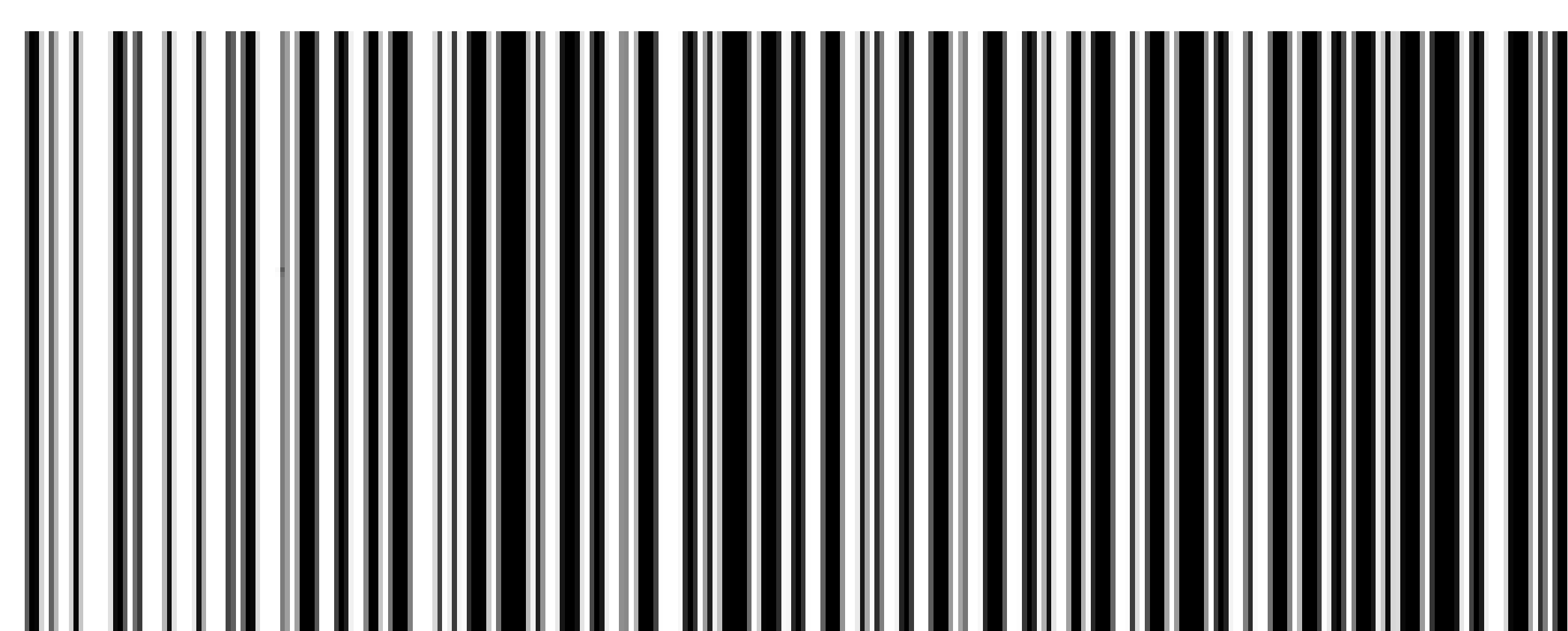
服务热线: 400-168-0010

2023 年 12 月第一版

*

书号: 155066 · 1-74819

版权专有 侵权必究



GB/T 16462.1—2023

www.bzxz.net

免费标准下载网