

T/SDMTGM

山东机床通用机械工业协会团体标准

T/SDMTGM 0016—2024

铺丝铺带机 ABC 三轴数控摆角头 精度检验

Axis-A/B/C Swing Head of Automated Tape laying and Fiber Placement Machine----

Accuracy Test

2024 - 10 - 16 发布

2024 - 10 - 16 实施

目 次

前 言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 轴线运动坐标命名	1
3.1 机床的运动轴线	1
3.2 轴线的命名	2
4 一般要求	2
4.1 计量单位	2
4.2 参照标准	2
4.3 检验环境	2
4.4 检验顺序	3
4.5 检验工具	3
5 几何精度检验	4
5.1 A 轴与 X 轴的平行度	4
5.2 C 轴与 XY 平面的垂直度	5
5.3 B 轴与 Y 轴的平行度	6
5.4 B 轴与 A 轴的垂直度	7
5.5 附件安装面与 XY 平面的平行度	8
5.6 附件连接盘端面与 C 轴的垂直度	9
5.7 附件连接盘与 C 轴的同轴度	10
5.8 摆头抓取附件的径向重复精度	11
5.9 摆头抓取附件的轴向重复精度	12
5.10 A、B、C 轴之间的距离	13
6 定位精度和重复定位精度	14
6.1 A 轴的定位精度和重复定位精度	14
6.2 B 轴的定位精度和重复定位精度	15
6.3 C 轴的定位精度和重复定位精度	16

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文本的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由山东机床通用机械工业协会提出、归口并组织实施。

本文件起草单位：济南二机床集团有限公司、西安华晟复材科技有限公司。

本文件主要起草人：孙政虎、史军、段玉岗、贾会述、包鹏超、张少秋、黄义涛、张宽、郑淑铃、孟宪江、任璐、刘莉、李安、刘持辉。

本文件首次发布。

铺丝铺带机 ABC 三轴数控摆角头精度检验

1 范围

本文件规定了铺丝铺带机 ABC 三轴数控摆角头的几何精度、定位/重复定位精度的要求及检验方法。

本文件适用于龙门移动式铺丝铺带机ABC三轴数控摆角头的精度检验。

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 1182-2018 产品几何技术规范（GPS） 几何公差 形状、方向、位置和跳动公差标注

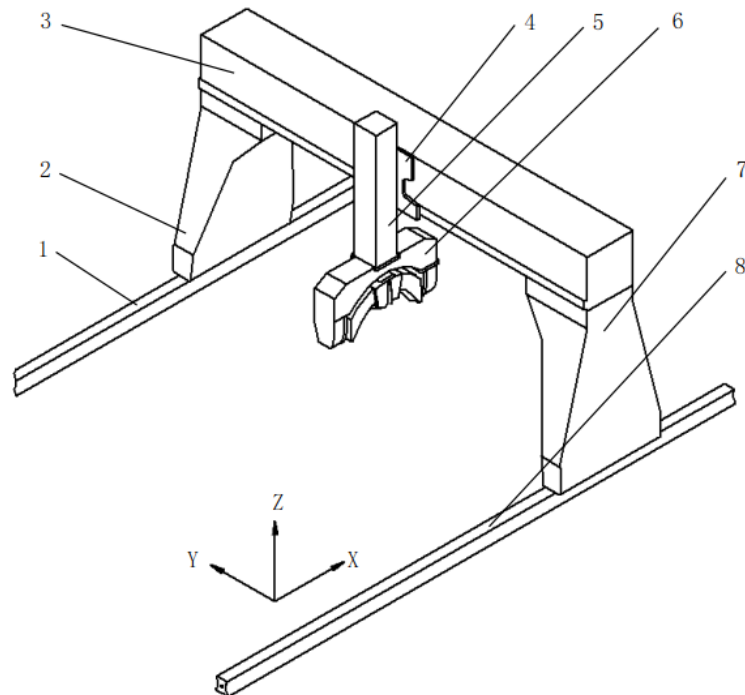
GB/T 17421.1-2023 机床检验通则 第 1 部分：在无负荷或准静态条件下机床的几何精度

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

3 轴线运动坐标命名

3.1 机床的运动轴线

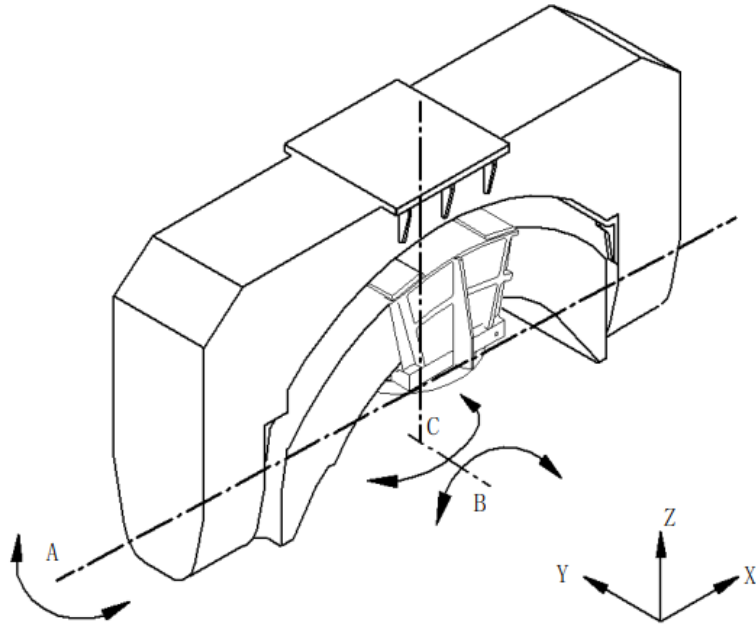
铺丝铺带机整机示意图见图1，ABC三轴数控摆角头旋转轴示意图见图2。



说明：

1——左床身；	2——左立柱；	3——横梁；	4——溜板；
5——滑枕体；	6——ABC 摆头；	7——右立柱；	8——右床身

图1 铺丝铺带机整机示意图

图2 ABC三轴数控摆角头旋转轴示意图

3.2 轴线的命名

轴线的命名如下：

X轴——龙门框架沿床身导轨水平纵向移动

Y轴——滑枕随溜板沿横梁导轨水平横向移动

Z轴——滑枕沿溜板导轨竖直移动

A轴——摆动体在竖直平面内绕X轴旋转

轴——拖板沿摆动体导轨在竖直面内绕Y轴旋转

C轴——回转体在水平面内绕Z轴旋转

4 一般要求

4.1 计量单位

本文件所有线性尺寸单位为mm，角度尺寸单位为°，角度偏差主要用比值表示。在有些情况下为了清晰，可用微弧度或弧秒表示。其换算关系见下式： $0.010/1000=10\ \mu\text{rad}\approx 2''$ 。

4.2 参照标准

使用本文件时应参照GB/T 17421.1-2023执行，尤其是机床检验前的安装，运动部件的空运转升温、检验方法和检验工具的推荐精度。

4.3 检验环境

4.3.1 测试区域不应有太阳直射或其它热源，无强烈的空气流动。

4.3.2 在验收期间记录测试开始前至少连续24小时的温度值，同时必须定期记录机床旁不同位置的温

度，要求检测时环境温度值应处于 $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 之间，同一点8小时内的温度波动值不应超出 2°C ，相邻各点在同一时刻的温差不得超出 0.5°C/m 。

4.3.3 环境最大湿度70%。

4.3.4 环境最大振动加速度 0.2g 。

4.4 检验顺序

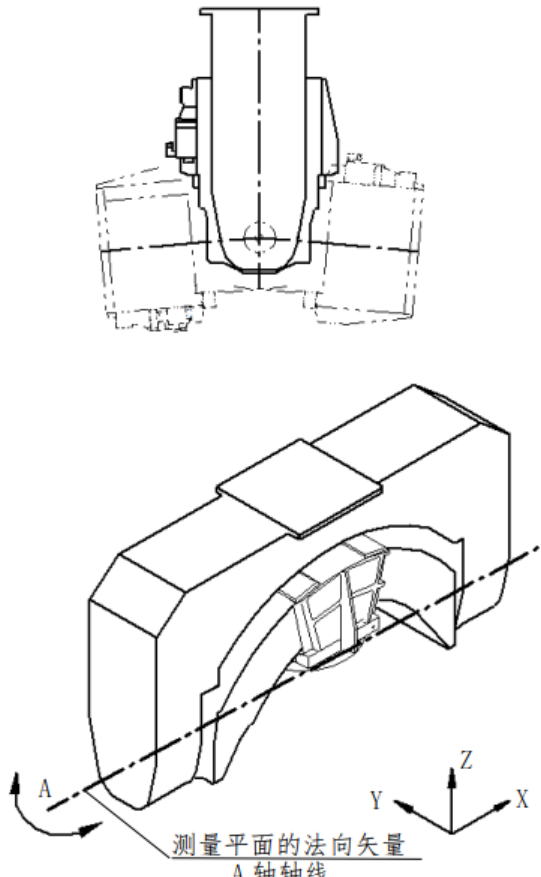
本文件所列出的检验项目顺序，并不表示实际的检验顺序，为了装拆检验工具和检验方便，可按任意次序进行检验。

4.5 检验工具

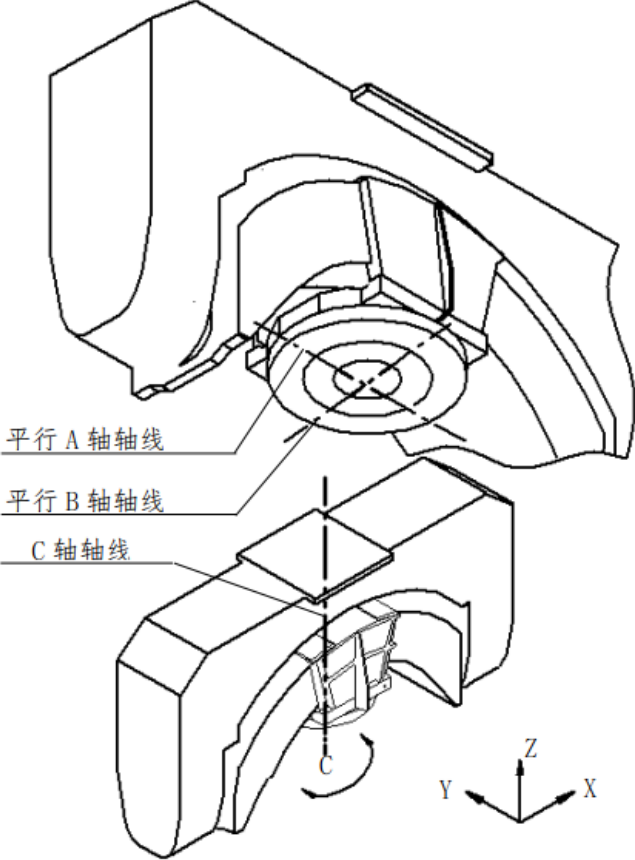
本文件所规定的检验工具仅为举例，可以使用相同指示量或具有至少相同精度的其他检验工具。

5 几何精度检验

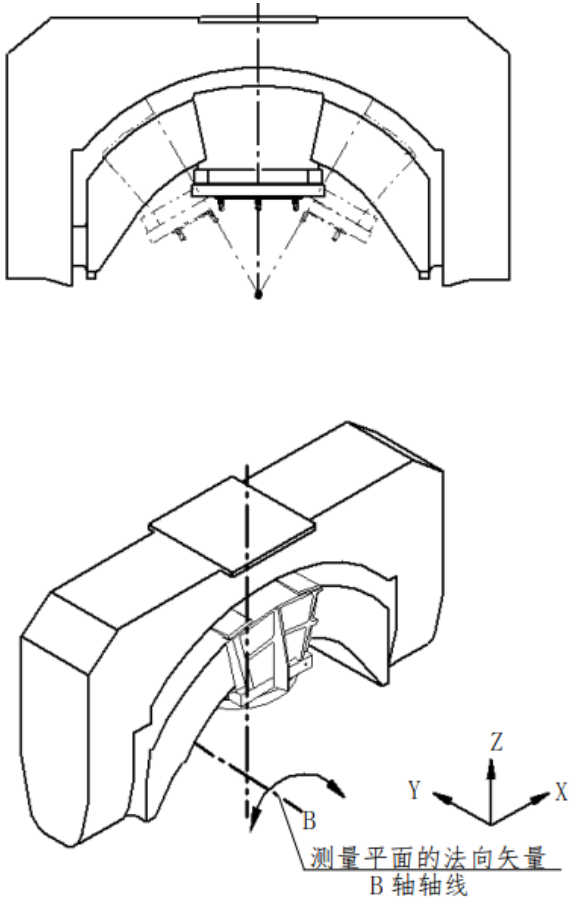
5.1 A 轴与 X 轴的平行度

检验项目 A 轴与 X 轴在垂直平面的平行度	G1
简图 	
公差 <p style="text-align: center;">0.02°</p>	
检验工具 激光跟踪仪	
检验方法 1) 将工具球定位在摆头 A 轴箱体加工面上, 移动机床创建坐标系。 2) 旋转 A 轴, 在正负限位范围内进行测量, 创建一个测量平面; 识别创建的平面的法向矢量, 比较法向量与 X 轴的平行度。 注: A 轴旋转范围内, 每 5° 测量一个数值。	

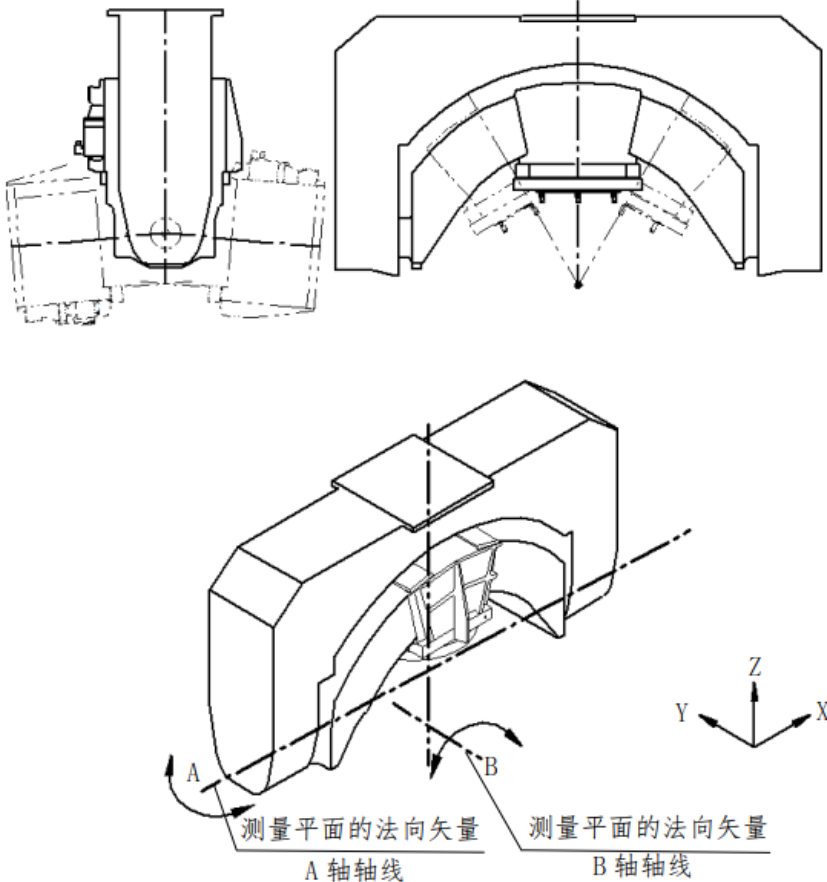
5.2 C 轴与 XY 平面的垂直度

检验项目 C 轴与 XY 平面之间的垂直度	G2
简图 	
公差 <p style="text-align: center;">0.03°</p>	
检验工具 激光跟踪仪	
检验方法 <ol style="list-style-type: none"> 1) 将反射器定位在最大半径的头部下侧的加工面。 2) 移动机床创建坐标系。 3) 设置 A、B 和 C 轴零点，并将 A、B 和 C 轴移至零位。 4) 将 C 轴旋转 180° 进行所有测量。创建一个测量平面，识别创建的平面的法向矢量，测定法向量与 X/Y 轴的垂直度。 	

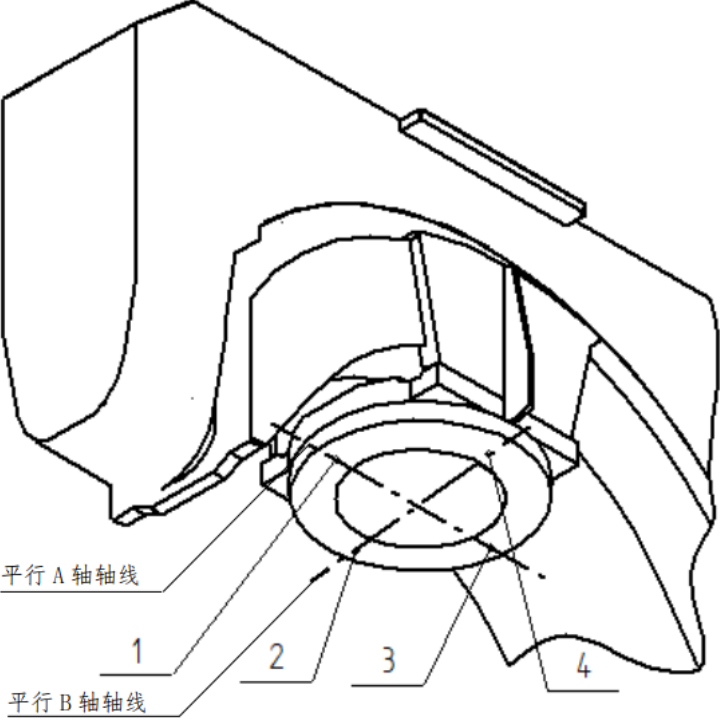
5.3 B轴与Y轴的平行度

检验项目 B轴与Y轴的平行度	G3
简图 	
公差 <p style="text-align: center;">0.02°</p>	
检验工具 激光跟踪仪、工具球	
检验方法 <ol style="list-style-type: none"> 1) 移动机床创建坐标系。 2) 将反射器支架放在最靠近B轴导轨的头部上，将反射器放在支架上进行测量。 3) 在B轴旋转范围内，沿B轴行程进行测量，每5°测量一次。 4) 在B轴上创建一个测量平面，识别创建的平面的法向矢量，比较法向矢量与Y轴的平行度。 	

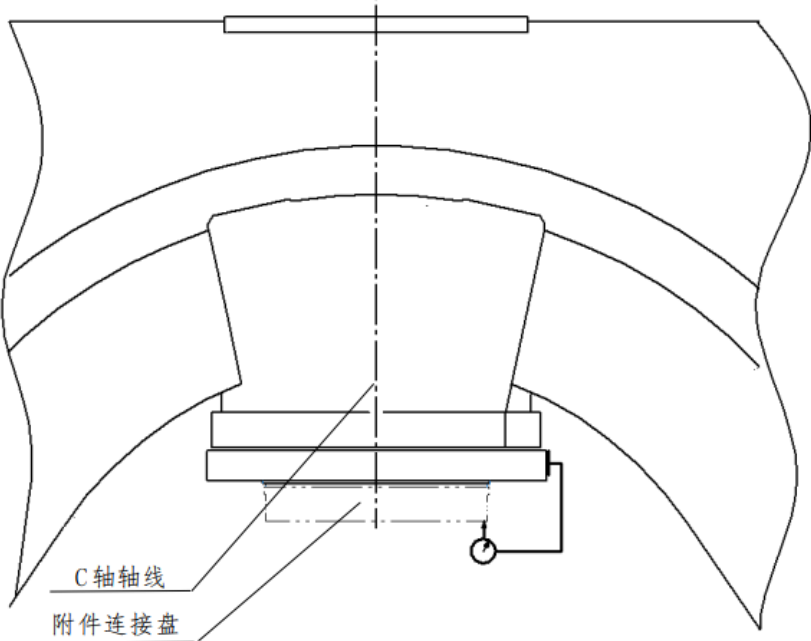
5.4 B轴与A轴的垂直度

检验项目 B轴与A轴的垂直度	G4
简图  <p>测量平面的法向矢量 A轴轴线</p> <p>测量平面的法向矢量 B轴轴线</p>	
公差 <p style="text-align: center;">0.01°</p>	
检验工具 激光跟踪仪、工具球	
检验方法 <ol style="list-style-type: none"> 1) 移动机床创建坐标系。 2) 将反射器支架放置在靠近B轴导轨的头部上。将反射器放置在支架上进行测量。 3) 在B轴旋转范围内沿B轴行程进行测量，每5°测量一次；在B轴上创建一个测量平面。 4) 在A轴旋转范围内每5°测量一次，创建一个平面。 5) 测定A轴和B轴之间的角度。 	

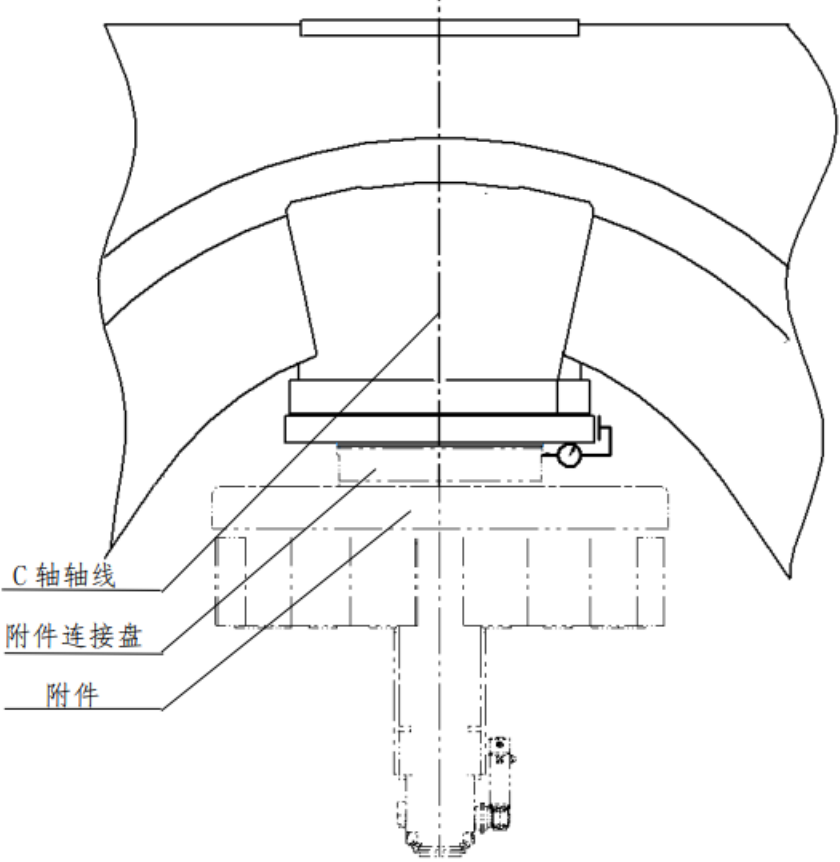
5.5 附件安装面与 XY 平面的平行度

检验项目 附件安装面与机床的 XY 平面的平行度	G5
简图 	
公差 0.050mm	
检验工具 千分表	
检验方法 <ol style="list-style-type: none"> 1) 将 A 轴和 B 轴移至零位，拆卸铺丝/铺带头附件，以便检测附件安装面。 2) 在机床外侧安装一个千分表。 3) 基准面上的 1 号点与千分表接触，并重置千分表。 4) 在 X 轴和 Y 轴方向上移动机床，测量均匀分布的 1、2、3 和 4 号点。 <p>注：测量点圆周直径 $\phi 600\text{mm}$。</p>	

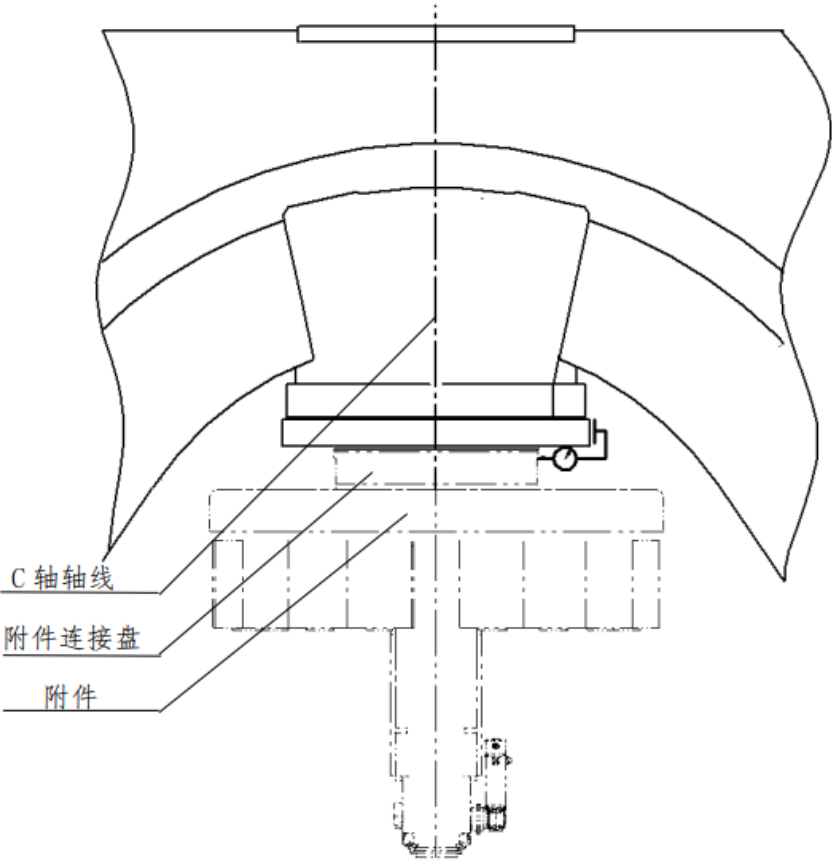
5.6 附件连接盘端面与 C 轴的垂直度

检验项目 附件连接盘端面与 C 轴的垂直度	G6
简图 	
公差 0.050mm	
检验工具 千分表	
检验方法 <ol style="list-style-type: none"> 1) 将 A 轴、B 轴和 C 轴移至零位。 2) 在摆头 B 轴溜板安装一个千分表，千分表与附件连接盘端面接触。 3) C 轴范围内旋转，记录绝对值最大值作为评定值。 	

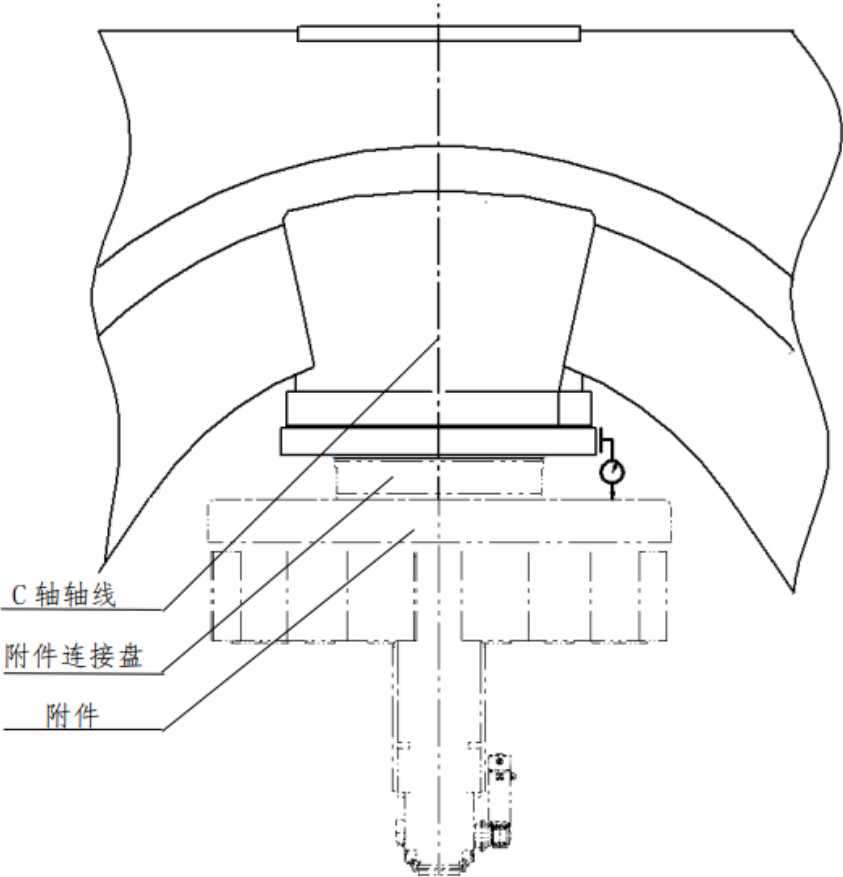
5.7 附件连接盘与 C 轴的同轴度

检验项目 附件连接盘与 C 轴的同轴度	G7
简图  <p>C 轴轴线 附件连接盘 附件</p>	
公差 $\phi 0.050\text{mm}$	
检验工具 千分表	
检验方法 <ol style="list-style-type: none"> 1) 将 A 轴、B 轴和 C 轴移至零位。 2) 在摆头 B 轴溜板安装一个千分表，千分表与附件连接盘外圆接触。 3) C 轴范围内旋转，记录绝对值最大值作为评定值。 	

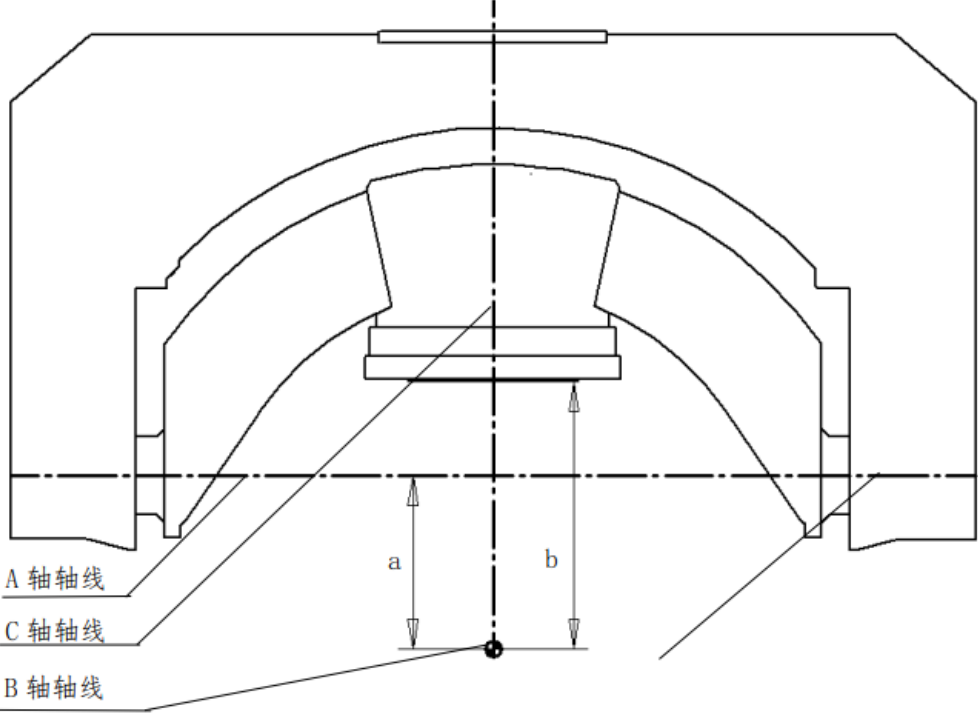
5.8 摆头抓取附件的径向重复精度

检验项目 摆头自动抓取附件的径向重复精度	G8
简图 	
公差 <p style="text-align: center;">0.050mm</p>	
检验工具 <p style="text-align: center;">千分表</p>	
检验方法 <ol style="list-style-type: none"> 1) 将 A 轴、B 轴和 C 轴移至零位。 2) 在摆头 B 轴溜板安装一个千分表，千分表与附件连接盘外圆接触，调整表读数。 3) 松脱附件后，二次抓取附件，记录千分表数读数。 4) 松脱/抓取附件动作重复 5 次，并分别记录数据，最大值作为评定数据。 	

5.9 摆头抓取附件的轴向重复精度

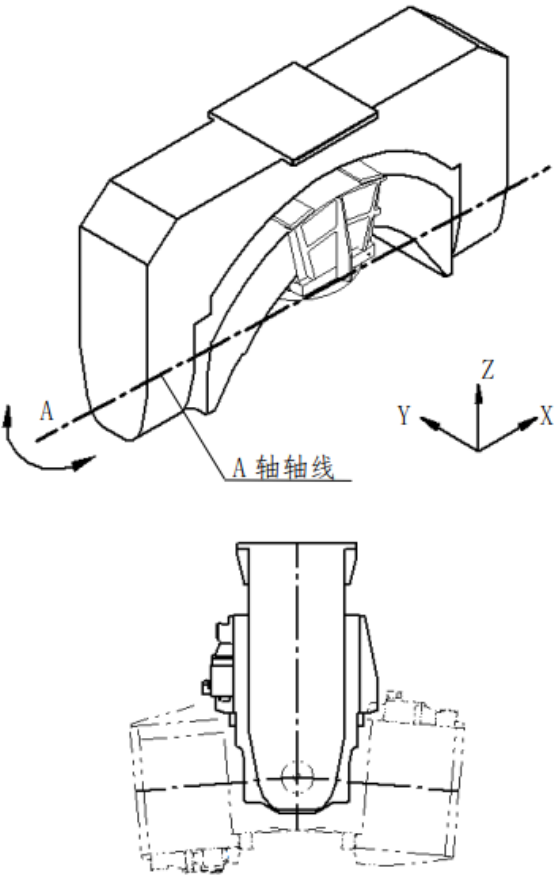
检验项目 摆头自动抓取附件的轴向重复精度	G9
简图 	
公差 <p style="text-align: center;">0.030mm</p>	
检验工具 千分表	
检验方法 <ol style="list-style-type: none"> 1) 将 A 轴、B 轴和 C 轴移至零位。 2) 在摆头 B 轴溜板安装一个千分表，千分表与附件连接盘端面接触，调整表读数。 3) 松脱附件后，二次抓取附件，记录千分表读数。 4) 松脱/抓取附件动作重复 5 次，并分别记录数据，最大值作为评定数据。 	

5.10 A、B、C 轴之间的距离

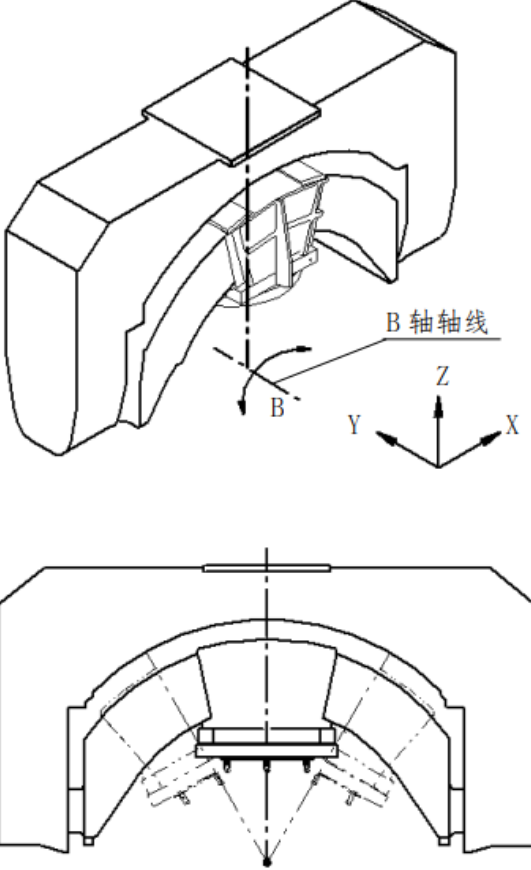
检验项目 A、B、C 轴中心的偏差	G10
简图 	
公差 A&B:0.100mm; B&C:0.100mm; A&C:0.100mm;	
检验工具 激光跟踪仪、工具球	
检验方法 <ol style="list-style-type: none"> 1) 安装面安装工具球。 2) 移动机床创建坐标系。 3) 将激光跟踪仪的反射镜安放到工具球上，需要考虑到工具球与反射镜半径相对位置差值。 4) 获取用轴运动创建的平面的法向矢量。 5) 比较生成的法向矢量之间的距离。 	

6 定位精度和重复定位精度

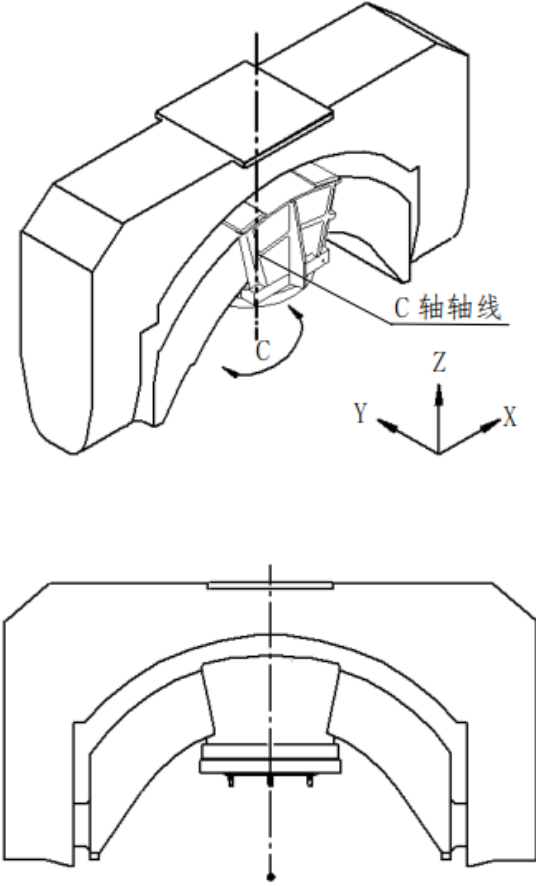
6.1 A 轴的定位精度和重复定位精度

检验项目 A 轴的定位精度和重复定位精度	P1
简图 	
公差 定位精度:36 " 重复定位精度:18 "	
检验工具 激光跟踪仪或激光干涉仪	
检验方法 <ol style="list-style-type: none"> 1) 将 A 轴、B 轴和 C 轴旋转至零点。 2) 跟踪仪反射器放置在球的位。 3) 在 A 轴工作行程中执行一次完整的双向行程, 每 10° 进行一次测量, 用测量点创建一个参考系统。 4) 更改跟踪仪上的测量单位以获取每个点的位置作为球坐标, 获得角度误差。 5) 在整个工作行程中执行 5 次完整的双向行程, 每 10° 测量一次。 	

6.2 B 轴的定位精度和重复定位精度

检验项目 B 轴的定位精度和重复定位精度	P2
简图 	
公差 定位精度:36 " 重复定位精度:18 "	
检验工具 激光跟踪仪或激光干涉仪	
检验方法 <ol style="list-style-type: none"> 1) 将 A 轴、B 轴和 C 轴旋转至零点，移动机床创建坐标系。 2) 将激光跟踪仪的反射镜安放到拖板上。 3) 在 B 轴工作行程中执行一次完整的双向行程，每 10° 进行一次测量，用测量点创建一个参考系统。 4) 更改激光跟踪仪上的计量单位来获得点的位置作为球面坐标。 5) 在整个行程上进行 5 次完整的双向运动，每 10° 测量一次。 	

6.3 C 轴的定位精度和重复定位精度

检验项目 C 轴的定位精度和重复定位精度	P3
简图 	
公差 <div style="text-align: right;"> 定位精度:36 " 重复定位精度:18 " </div>	
检验工具 激光跟踪仪或激光干涉仪	
检验方法 <ol style="list-style-type: none"> 1) 将 A 轴、B 轴和 C 轴旋转至零点，移动机床创建坐标系。 2) 将激光跟踪仪的反射镜安放到回转体上。 3) 在 C 轴工作行程中执行一次完整的双向行程，每 30° 进行一次测量，用测量点创建一个参考系统。 4) 更改激光跟踪仪上的计量单位来获得点的位置作为球面坐标。 5) 在整个行程上进行 5 次完整的双向运动，每 30° 测量一次。 	