

ICS 17.040.30  
J 42



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 24759—2009

---

## 柱坐标测量机

Cylindrical coordinate measuring machines

2009-12-15 发布

2010-09-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会 发布

## 前 言

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国量具量仪标准化技术委员会(SAC/TC 132)归口。

本标准负责起草单位：中国测试技术研究院。

本标准参加起草单位：成都工具研究所。

本标准主要起草人：徐海卫、李卫春、冉庆、黄朝胜、李德维、姜志刚、吴堂贵、王伟、覃欣。

## 柱坐标测量机

### 1 范围

本标准规定了柱坐标测量机的术语和定义、型式与基本参数、要求、试验方法、检验方法、标志与包装等。

本标准适用于测量范围为  $r: 50 \text{ mm} \sim 6\,000 \text{ mm}$ ,  $\varphi: 0^\circ \sim 360^\circ$ ,  $z: 0 \sim 2\,000 \text{ mm}$  的手动型柱坐标测量机。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 191 包装储运图示标志(GB/T 191—2008, ISO 780:1997, MOD)

GB 4208 外壳防护等级(IP 代码)(GB 4208—2008, IEC 60529:2001, IDT)

GB/T 4879 防锈包装

GB/T 5048 防潮包装

GB/T 6388 运输包装收发货标志

GB/T 9969 工业产品使用说明书 总则

GB/T 14436 工业产品保证文件 总则

GB/T 17163 几何量测量器具术语 基本术语

GB/T 17626.2—2006 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验(IEC 61000-4-2:2001, IDT)

### 3 术语和定义

GB/T 17163 中确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

#### 3.1

**标准柱坐标系 standard cylindrical coordinate system**

图1所示为柱坐标系,在直角坐标系下,空间任意一点  $M$  的位置用坐标  $(x, y, z)$  表示,而在柱坐标系下,空间一点  $M$  的位置用坐标  $(r, \varphi, z)$  表示。各变量的变化范围是:

$$0 \leq r < +\infty, 0 \leq \varphi \leq 2\pi, -\infty < z < +\infty$$

直角坐标与柱坐标的关系为:

$$x = r \cos \varphi,$$

$$y = r \sin \varphi,$$

$$z = z$$

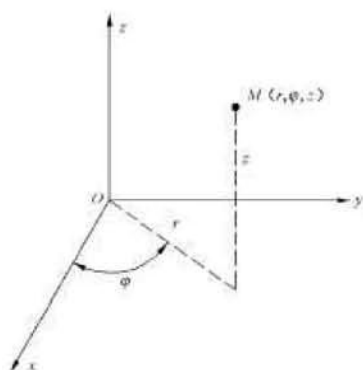


图1 柱坐标系

实例:

典型的被测物体:螺旋桨(如图2所示)。

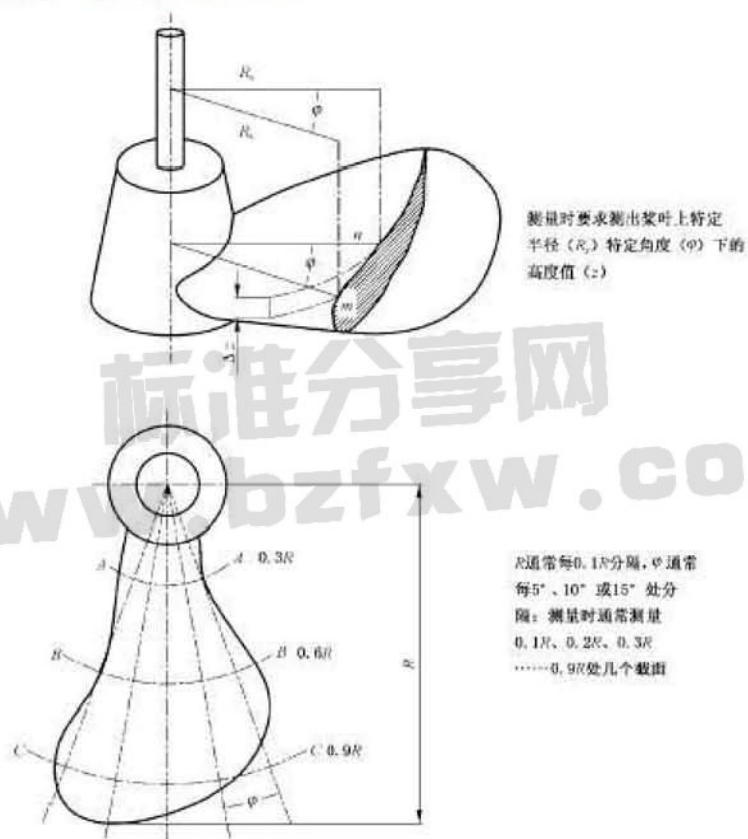


图2 螺旋桨被测物体

### 3.2

柱坐标测量机 cylindrical coordinate measuring machines

柱坐标测量机(以下简称测量机)是利用传感器技术和电子技术对物体进行坐标测量的数字化几何

量测量仪器,用来测量物体表面点的坐标( $r$ 、 $\varphi$ 、 $z$ ),从而确定物体的相关参数。例如用于对船用螺旋桨进行半径、螺距、角度等参数检测的仪器。

#### 4 型式与基本参数

##### 4.1 测量机的结构型式如图3所示

图3仅为测量机结构简明示意图,不表示详细结构。

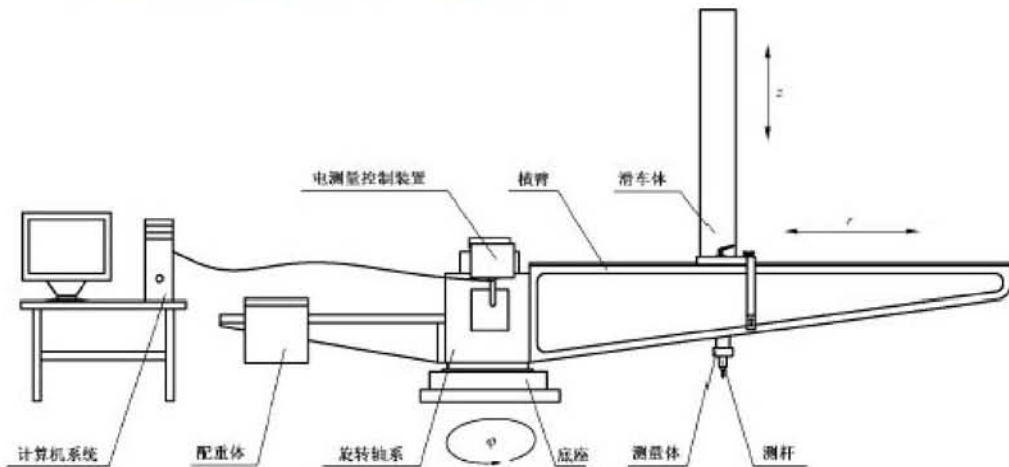


图3 测量机结构示意图

##### 4.2 测量机测量范围

测量机测量范围应符合如下规定: $r$ :50 mm~6 000 mm、 $\varphi$ : $0^{\circ}$ ~ $360^{\circ}$ 、 $z$ :0~2 000 mm。

#### 5 要求

##### 5.1 外观

测量机不应有锈迹、碰伤、划痕以及其他影响使用性能的外部缺陷。

##### 5.2 相互作用

5.2.1 测量机在正常使用状态下,横臂绕轴系做圆周运动,滑车体沿横臂水平方向做直线运动,测杆在垂直平面内做上下直线运动,要求所有运动平稳,无阻滞,可在量程内任意位置上稳定测量。

5.2.2 对于有圆周制动及两个直线位移方向制动的测量机,制动后应定位可靠。

##### 5.3 电测量控制装置

###### 5.3.1 功能键

测量机电测量控制装置的功能键应灵活、可靠;符号及图文标注应清晰且含义准确。

###### 5.3.2 数字显示屏

测量机电测量控制装置数字显示屏的数字显示应清晰、完整,无闪烁现象。

###### 5.3.3 数值漂移

测量机电测量控制装置数字显示屏的数值漂移1 h内应不大于0.01 mm。

###### 5.3.4 通讯接口

测量机电测量控制装置要求设置通讯接口;制造商应提供控制器与其他设备之间的通讯电缆。

###### 5.3.5 防护等级(IP)

测量机电测量控制装置应具有防水、防尘能力,其防护等级不得低于IP40(见GB 4208)。

## 5.3.6 工作环境

测量机电测量控制装置应能在环境温度 $-5\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于80%的条件下，能够正常工作。

## 5.3.7 静电放电抗扰度

测量机电测量控制装置抗静电放电干扰能力应不低于1级(见GB/T 17626.2—2006)。

## 5.4 测量精度

## 5.4.1 几何精度

测量机的几何精度要求见表1。

表 1

型式	R轴				Z轴	R轴与Z轴的垂直度
	横臂圆同平行度 <sup>a</sup>	横臂与平台平行度	在水平面内的直线度	半径误差	直线度	
普通型	0.3 mm/360°	0.1 mm/1 000 mm	0.2 mm/全程	0.5 mm	0.1 mm	0.1 mm/1 000 mm
高精型	0.15 mm/360°	0.05 mm/1 000 mm	0.1 mm/全程	0.2 mm	0.05 mm	0.05 mm/1 000 mm

<sup>a</sup> 横臂圆同平行度是指将测量体放置在横臂臂长的20%和70%位置时绕旋转轴系旋转与平台的平行度。

## 5.4.2 定位精度

测量机的定位精度要求见表2。

表 2

型式	R轴定位精度	Z轴定位精度	$\varphi$ 轴角度定位精度
普通型	$0.1+0.1L(\text{mm})$	$0.05+0.05L(\text{mm})$	$2' / 360^{\circ}$
高精型	$0.05+0.05L(\text{mm})$	$0.03+0.03L(\text{mm})$	$1' / 360^{\circ}$

注：L是指测量长度，单位为m。

## 5.5 重复性

测量机各项几何精度的重复性应不大于表1规定值的1/3。 $\varphi$ 轴定位精度的重复性应不大于表2规定值的1/3，R轴和Z轴定位精度的重复性应不大于表2规定值的前半部分，比如：对于高精型的测量机R轴定位精度的重复性应不大于0.05 mm，Z轴定位精度的重复性应不大于0.03 mm。

## 5.6 最大响应速度

测量机R、Z向的传感器响应速度应不小于300 mm/s， $\varphi$ 向的响应速度应不小于3 r/min。

## 6 试验方法

## 6.1 防水、防尘试验

测量机电测量控制装置的防水、防尘试验应符合GB 4208的规定。

## 6.2 静电放电抗扰度试验

测量机电测量控制装置的抗静电放电干扰试验应符合GB/T 17626.2的规定。

## 7 检验方法

## 7.1 外观

目力观察。

## 7.2 相互作用

7.2.1 圆周旋转、水平及上下移动，要求顺畅无阻滞，并能停稳在任意位置，保持平衡。

7.2.2 检查电气部分的开关、按键，要求灵敏可靠；电测量控制装置应工作正常。

### 7.3 数值漂移

在各轴自由停止的状态下,观察电测量控制装置显示屏的显示值在1 h内的变化量不大于0.01 mm。

### 7.4 横臂圆周平行度

测量机置于精度为1级的平台上,以测量机底座地面延伸平面为理想平台平面。

将测量体放置在横臂臂长的20%和70%位置,将百分表安装在测量体下方,百分表测头与平台表面接触;推动横臂(R轴)绕 $\varphi$ 轴旋转,百分表的最大示值与最小示值之差即为横臂圆周平行度。

### 7.5 R轴(横臂)与平台平行度

用分度值/分辨力为0.01 mm的指示表进行检测。

将测量体放置在尽量靠近轴心的位置,指示表安装在测量体下方,指示表测头与平台表面接触,锁定 $\varphi$ 轴旋转,沿R轴移动,指示表的最大示值与最小示值之差即为横臂与平台平行度。

### 7.6 R轴在水平面内的直线度

用分度值/分辨力为0.01 mm的指示表进行检测。

将指示表安装在测量体上,精度为0级的平尺侧放在平台上,其工作表面与平台垂直,且平行于R轴,指示表测头与平尺工作表面相接触;将滑车从R轴的示值小端推向示值大端,指示表的最大示值与最小示值之差即为R轴在水平面内的直线度。

### 7.7 Z轴直线度

用自准直仪或激光干涉仪等仪器进行检测

### 7.8 Z轴的垂直度

本项垂直度分 $x-z$ 平面和 $y-z$ 平面的垂直度;检测可在两个或两个以上平面内进行,在R轴行程的30%和60%两处进行(本条中的 $x-z$ 平面和 $y-z$ 平面为直角坐标系下的平面)。

检测与 $x-z$ 平面的垂直度:将分度值/分辨力为0.01 mm的指示表安装在测量体下端上,角度尺放置在平台上,指示表测头垂直指向角度尺工作面且与工作面接触,测量体沿Z轴向由上至下或由下至上移动,百分表指针示值的最大与最小值之差即为本项垂直度误差;

检测与 $y-z$ 平面的垂直度:将指示表和角度尺转动90°位置后按上述方法测试。

### 7.9 R轴半径误差

采用划针(笔)与钢板尺(侧面直线度在0.1 mm范围内)进行检测。

将划针(笔)安装在测量体下方,针(笔)尖指向平台,打一点,清零圆周计数,推动横臂绕轴旋转60°,每隔60°,打一点,共计6点。用钢板尺测量相邻点的距离,其最大最小值之差在规定范围内;6次测量值的最大值与最小值之差即为R轴半径误差。

### 7.10 R轴定位误差

用激光干涉仪进行检测。

将激光干涉仪的光柱沿R轴轴线方向找正,在仪器规定范围内,进行间距不大于1/20行程的逐点数据比较(激光干涉仪的标准长度与电测量控制装置上显示的数值进行比对),其最大差值即为R轴定位误差。

### 7.11 Z轴定位误差

用激光干涉仪进行检测。

将激光干涉仪的光柱沿Z轴轴线方向找正,在仪器规定范围内,进行间距不大于1/10行程的逐点数据比较(激光干涉仪的标准长度与电测量控制装置上显示的数值进行比对),其最大差值即为Z轴定位误差。

### 7.12 $\varphi$ 轴角度定位误差

用多面棱体( $n \geq 4$ )和自准直仪进行检测。

将多面棱体安装在测量机 $\varphi$ 轴中心上方,将自准直仪安装在横臂(R轴)上,且光靶沿R轴轴线方

向指向多面棱体；找准标准零位后，将 $\varphi$ 轴清零，将横臂绕 $\varphi$ 轴转动 $(360/n)^\circ$ 后，读数显 $\varphi$ 轴示值，比较其与标准角度的差值即为 $\varphi$ 轴角度定位误差。

#### 7.13 重复性

按7.4~7.9的检测方法，重复测量同一参数3次，所得的最大值与最小值之差为测量重复性。

#### 7.14 最大响应速度

移动R、Z轴，在速度 $\leq 300$  mm/s的情况下，测量机的R、Z轴能正常计数；旋转 $\varphi$ 轴，在速度 $\leq 3$  r/min的情况下，测量机的 $\varphi$ 轴能正常计数。

### 8 标志与包装

#### 8.1 标志

##### 8.1.1 测量机上应标志：

- a) 制造厂厂名或注册商标；
- b) 测量范围( $r, \varphi, z$ )；
- c) 产品制造日期及产品序号；
- d) 防护等级高于IP40时，宜标有防护等级标志。

##### 8.1.2 测量机外包装的标志应符合GB/T 191和GB/T 6388的规定。

#### 8.2 包装

##### 8.2.1 测量机的包装应符合GB/T 4879和GB/T 5048的规定。

8.2.2 测量机经检验符合本标准要求的应具有符合GB/T 14436规定的产品合格证，产品合格证上应标有本标准的标准号、产品序号和出厂日期；以及符合GB/T 9969规定的使用说明书，标准附件及装箱单。



参 考 文 献

- [1] GB/T 12916—1991 船用金属螺旋桨技术条件.
- [2] ISO 484-1:1981 Shipbuilding—Ship screw propellers—Manufacturing tolerances—Part 1: Propellers of diameter greater than 2.50 m(造船 船舶螺旋桨 制造公差 第1部分:螺旋桨直径 $>2.50$  m).
- [3] ISO 484-2:1981 Shipbuilding—Ship screw propellers—Manufacturing tolerances—Part 2: Propellers of diameter between 0.80 and 2.50 m inclusive(造船 船舶螺旋桨 制造公差 第2部分:螺旋桨直径 $0.80$  m $\sim$  $2.50$  m).
-