

文章编号: 1003-7837(2003)01-0068-05

粉末冶金制品三坐标测量的基准定位方法

丁燕, 蔡一湘, 张立华, 谭立新

(广州有色金属研究院, 国家钛及稀有金属粉末冶金工程技术研究中心, 广东 广州 510651)

摘要: 粉末冶金制品与机械切削加工的零件不同, 其表面存在孔隙, 表面粗糙。采用三坐标测量机测量其工作面时往往存在偏差。采用同线多点(>5)、同面多线(>3)的基准定位方法, 可确保坐标系精确定位, 测量误差减小及制品尺寸的准确测量。

关键词: 粉末冶金制品; 测量方法; 测量误差

中图分类号: TG806 **文献标识码:** A

三坐标测量机适用于测定机械产品的自由曲线及曲面, 且可逆向仿形 CAD, 具有极高的测量精度和稳定性。但将其用于测量粉末冶金制品的精密工作面时, 却发现同机重装测量或不同机测量时, 其结果差异较大, 且远远超出粉末冶金制品综合偏差可控值。本文通过了解三坐标测量机的测量原理和粉末冶金制品尺寸的偏差特征, 分析了误差产生的原因, 并通过 CAD 逆向模拟得以证实, 提出了在测量时基准定位方式的改善方法。

1 测量误差及分析

图1为粉末冶金不锈钢制品工作面示意图。该制品的测量是以图示基准孔作为回转轴心。

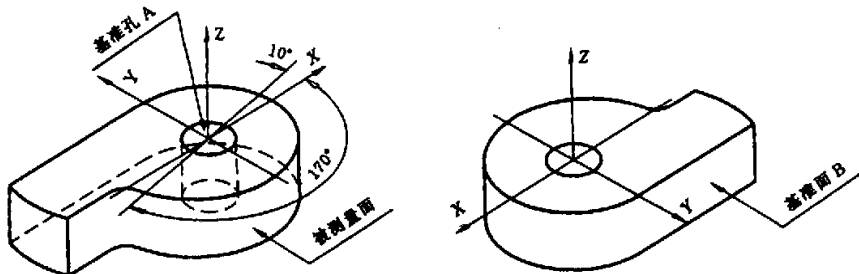


图1 粉末冶金不锈钢制品工作面示意图

Fig. 1 The working profile of the sintered 316L part

收稿日期: 2002-09-29

作者简介: 丁燕 (1968-), 女, 江西九江人, 工程师, 学士。

1.1 粉末冶金制品的三坐标测量

粉末冶金制品工作曲面三坐标测量的结果列于表 1。从表 1 可以看出,R1 的偏差范围为 $-0.067\sim0.016\text{ mm}$,波动值为 0.083 mm ;R2 的偏差范围为 $-0.213\sim0.332\text{ mm}$,波动值为 0.545 mm ;R3 的偏差范围为 $-0.129\sim0.216\text{ mm}$,波动值为 0.345 mm 。除 R1 接近 R 值外,其他测量结果严重超差,而该类粉末冶金制品径向尺寸的综合误差可控制在 0.10 mm 波动范围内,显然测量存在误差。

表 1 粉末冶金零件三坐标的测量结果
Table 1 Measuring results of the P/M part in three coordinate system

角度 $\alpha/^{\circ}$	图标尺寸 R/mm	三坐标测量值 ¹⁾ /mm			测量值与图标值的偏差/mm		
		R1	R2	R3	$\Delta R1$	$\Delta R2$	$\Delta R3$
+10	5.25	5.235	5.124	5.466	-0.015	-0.126	0.216
0	5.70	5.656	5.550	5.906	-0.044	-0.151	0.206
-10	6.20	6.136	6.005	6.311	-0.064	-0.195	0.111
-20	6.50	6.452	6.294	6.696	-0.048	-0.206	0.196
-30	6.80	6.750	6.587	6.981	-0.050	-0.213	0.181
-40	7.10	7.042	6.887	7.183	-0.058	-0.213	0.083
-50	7.25	7.201	7.058	7.293	-0.049	-0.192	0.043
-60	7.30	7.265	7.137	7.317	-0.035	-0.163	0.017
-70	7.40	7.361	7.250	7.350	-0.039	-0.150	-0.050
-80	7.45	7.416	7.369	7.386	-0.034	-0.081	-0.064
-90	7.50	7.469	7.492	7.446	-0.031	-0.008	-0.054
-100	7.55	7.524	7.604	7.497	-0.026	0.054	-0.053
-110	7.55	7.531	7.687	7.565	-0.019	0.137	0.015
-120	7.60	7.583	7.785	7.604	-0.017	0.185	0.004
-130	7.65	7.636	7.890	7.633	-0.014	0.240	-0.017
-140	7.70	7.696	7.985	7.672	-0.004	0.285	-0.028
-150	7.80	7.789	8.105	7.690	-0.011	0.305	-0.110
-160	7.80	7.795	8.127	7.695	-0.005	0.327	-0.105
-170	7.85	7.866	8.182	7.721	0.016	0.332	-0.129
最小值					-0.067	-0.213	-0.129
最大值					0.016	0.3315	0.216
平均值					-0.030	0.000	0.024

注:1)R1 为美国 brown & sharpe 公司的 chameleon 7107 测量值;R2 为德国 wenzel 公司的 LH65 三坐标测量机的测量值;R3 为客户在国外测量值。

1.2 误差分析

三坐标测量机的基准坐标的定位方法是通过测定基准孔圆柱 A 面上的 5 个点或通过测定基准孔的上下两个平面圆来确定测量坐标系原点的位置;通过测定 B 面的的几点来确定 B 面与坐标轴 X。这种基准的确定方法一般适合于全致密材料旋转加工出来的孔或切削加工面。对一般机械切削的致密零件来说,作为基准面的 B 面比较平整、粗糙度低,用来确定测量坐标轴方向是准确的。基准孔 A 的加工方式是以同心回转加工,圆度及同心度很高,作为测量基准

孔比较理想. 但粉末冶金零件是通过粉末压制、烧结工艺制成, 其密度一般仅为致密材料的 90%, 制品表面不可避免存在孔隙, 粗糙度较大. 同时在烧结过程中由于压坯密度或温度场的不均匀导致不均匀收缩, 往往使烧结制品的内圆孔的圆度偏低. 在平面和圆柱面只取少量的点或仅以上下两圆来确定测量坐标系原点及坐标轴, 必然会使测量基准坐标系产生偏移或旋转, 从而使被测曲面与空间直角坐标系间出现位置度偏差, 影响测量结果.

2 CAD 模拟结果

用 CAD 技术将粉末冶金不锈钢制品的测量值与图标尺寸值绘制进行比较, 如图 2 所示. 从图 2 可以看到, 图 2(a) 拟合良好, 图 2(b) 和图 2(c) 的偏移有明显的方向性. 用 CAD 对 R2 和 R3 的测量图作少量的旋转和位移后, 发现可以与图标图较好地吻合, 见图 3. 这说明基准面 B 的测量误差会引起测量基准坐标系的旋转误差, 基准轴线 Z 的误差则会产生测量基准坐标系的原点位移.

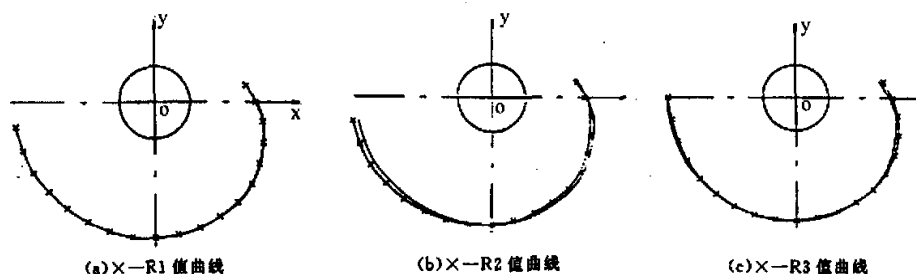


图 2 粉末冶金制品测量值与图标值的比较

Fig. 2 Comparison between the measured value of the P/M part and the standard dimension

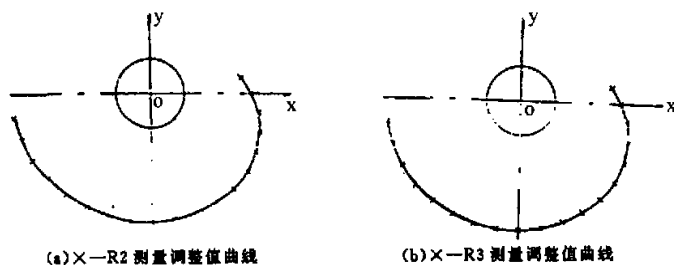


图 3 测量值调整后与图标值的比较

Fig. 3 Comparison between the measured value after correction and the standard dimension

根据调整后的图形, 再借助 CAD 模拟测量, 测出调整后的轨迹尺寸列于表 2. 从表 2 可知, R2 偏差范围为 $-0.053 \sim 0.041$ mm, 波动值为 0.094 mm; R3 偏差范围为 $-0.054 \sim 0.057$ mm, 波动值为 0.111 mm. 轮廓曲线基本上在粉末冶金工艺控制的范围之内. 可以证实三坐标测量机的测量误差是由于测量基准坐标偏移而引起的测量误差, 没有真实反映出粉末冶金制品的实际偏差.

表 2 调整后的测量结果与图标尺寸的比较

Table 2 Comparison between the measuring results after correction and the standard dimension

角度 $\alpha/^\circ$	图标尺寸 R/mm	调整后的测量值/mm		调整后测量值与图标值的偏差 ¹⁾ /mm	
		R2	R3	$\Delta R2$	$\Delta R3$
+10	5.25	5.257	5.279	0.007	0.029
0	5.70	5.714	5.717	0.014	0.017
-10	6.20	6.194	6.159	-0.006	-0.041
-20	6.50	6.523	6.550	0.023	0.050
-30	6.80	6.795	6.857	-0.005	0.057
-40	7.10	7.083	7.089	-0.017	-0.011
-50	7.25	7.242	7.239	-0.008	-0.011
-60	7.30	7.284	7.294	-0.016	-0.006
-70	7.40	7.347	7.348	-0.053	-0.052
-80	7.45	7.417	7.397	-0.033	-0.053
-90	7.50	7.488	7.470	-0.012	-0.030
-100	7.55	7.549	7.539	-0.001	-0.011
-110	7.55	7.582	7.593	0.032	0.043
-120	7.60	7.628	7.649	0.028	0.049
-130	7.65	7.689	7.696	0.039	0.046
-140	7.70	7.741	7.741	0.041	0.041
-150	7.80	7.834	7.766	0.034	-0.034
-160	7.80	7.840	7.774	0.040	-0.026
-170	7.85	7.891	7.796	0.041	-0.054
最小值				-0.053	-0.054
最大值				0.041	0.057
平均值				0.008	0.000

注：1) $\Delta R2$ 为旋转 -3° ，位移 $\rightarrow 0.3\text{ mm}$ 后的测量值； $\Delta R3$ 为旋转 -1.4° ，位移 $\leftarrow 0.09\text{ mm}$ ， $\downarrow 0.05\text{ mm}$ 后的测量值。

我们认为在用三坐标测量机测量粉末冶金制品曲面时，其坐标系基准的选择应采取同线多点(>5)，同面多线(>3)，以减少由于测量基准坐标的偏移而引起的测量误差。用机加工的致密圆棒插入粉末冶金制品圆孔，以此圆棒作为基准来确定测量坐标圆也可以大大减小测量误差。

应用这些方法，在随后的三坐标测量中表现出良好的重复性，制品尺寸均在粉末冶金工艺控制的范围之内。

3 结 论

由于粉末冶金制品轮廓曲面微观表面特征的影响，在用三坐标测量机测定其复杂形状柱面零件轮廓精度时，易产生坐标系基准位移或偏转现象，引起测量误差。采用同线多点(>5)，同面多线(>3)的基准定位方法，可确保坐标系精确定位，减少测量误差，提高制品尺寸测量的可靠性。

A method of setting benchmark of three coordinates for measuring P/M part

DING Yan, CAI Yi-xiang, ZHANG Li-hua, TANG Li-xin

(China National Engineering Research Center for P/M of Titanium and Rare Metals,

Guangzhou Research Institute of Non-ferrous Metals, Guangzhou 510651, China)

Abstract: As compared with the surface of as-machine part, the surface of P/M part is more rough and exists appearant pores. When measuring its profile with three-coordinate measuring instrument, there are often errors. If a method of multi-points (>5 points) on the same line and multi-lines (>3 lines) on the same profile is used in setting the measuring benchmark, we can ensure to set coordinate accurately, to reduce the measuring errors and to measure exactly the part dimension.

Key words: powder metallurgy products; measurement methods; measuring error

~~~~~

书 讯

### 《爆炸焊接和金属复合材料及其工程应用》

本书由郑远谋编著。作者根据金属物理学的观点,在生产实践、科学研究和大量国内外资料的基础上,全面和系统地论述爆炸焊接的工艺及其原理,从而建立起一整套爆炸的焊接的金属物理学理论,并提供大量的金属复合材料的生产工艺、组织性能及其工程应用方面的资料。全书分五篇:1. 爆炸焊接金属物理学原理;2. 爆炸焊接能源和能量基础 炸药与爆炸;3. 爆炸焊接工艺和技术基础 爆炸复合材料;4. 爆炸焊接金属学和金属物理学基础 爆炸复合材料学;5. 爆炸焊接和爆炸复合材料研究及应用的工具资料。全书约 152 万字,图 1400 余幅,表 700 余张,参考文献 1000 余条。

本书由(长沙)中南大学出版社于 2002 年 4 月出版。每册定价 135 元(含邮费)。

联系电话:郑远谋:020-84666601,0750-8805248;出版社:0731-8830980,8829482(电传)。