

# 克隆转换开关的测绘和主要尺寸的计算

文根保, 方新, 文莉

(中国航空工业航空救生装备有限公司, 湖北 襄阳 441002)

**摘要:** 克隆转换开关装机后始终无法正常地工作, 使用方回复说所有克隆件的孔都错位。如此只能对克隆件和进口样件进行测绘, 由于克隆大、小件基准的丧失, 不使用三坐标测量仪直接对孔位进行测量。便采用了与组件7孔配合间隙为零的研磨长测量销, 可将克隆组件和进口组件穿插在一起, 发现 $3\times\Phi 4H7$  mm孔确实均错了半个孔位。以测量销分别对克隆组件和进口组件进行了千分尺和三坐标测量仪的测量。孔错位原因是采购商提供的图纸尺寸中有一个孔位角度值为 $21^{\circ}22' \pm 3'$ , 而测量5组不同批次进口组件的角度值为 $21^{\circ}54' \pm 3'$ , 这样就造成与该角度值相关的 $3\times\Phi 4H7$  mm孔出现错位。原因找到之后, 便可以对注塑模进行修理。

**关键词:** 克隆; 转换开关; 测绘; 尺寸; 精度

**引用论文:** 文根保, 方新, 文莉. 克隆转换开关的测绘和主要尺寸的计算[J]. 橡塑技术与装备, 2026, 52(6):67-71.

**中图分类号:** TQ320.63

**文章编号:** 1009-797X(2026)06-0067-05

**文献标识码:** B

**DOI:** 10.13520/j.cnki.rpte.2026.06.015

## 0 引言

测绘虽然说是机械设计的基本内容和基础技术, 但也是克隆转换开关的关键技术。若不能准确地测量出转换开关大、小件样件的形状、尺寸和精度, 又不能检测出它们的材料, 还不能确定它们的技术要求, 就不可能克隆出转换开关的大、小件。目前, 最新的测绘技术就是使用激光扫描仪对转换开关的大、小件样件进行扫描, 直接生成大、小件的三维造型。但这种三维造型还是不能直接运用于注塑模的造型, 需要进行处理后才可以进行, 原因是样件可能会出现失真的现象。因此, 需要以手工测绘和三坐标测量仪测量加上计算的方法求出大、小件正确孔位尺寸。

转换开关是进口的工业生产自动流水线上机械手中的一种运动转换装置。大、小件就其精度而言是注塑件中的极品, 加之存在着多项关键技术, 需要解决多方面的技术难题才能够克隆出该产品。该产品在自动流水线上, 同时使用的数量达36套和48套之多, 自动流水线是24h的运转, 又是极易损坏的产品。其进口的价值不菲, 1年中更换的数量非常之大, 进口所需的外汇数量也相应十分巨大。为了不影响生产, 该产品的储备量也是十分惊人的。克隆转换开关, 就这样成为企业十分迫切需要解决的问题。转换开关组件, 如图1所示。

## 1 克隆转换开关材料的选定

转换开关所产生的变形和缩痕, 主要是由注塑材

料的收缩率过大所引起的。转换开关材料的测定, 开始采用物理的方法和化学分析的方法进行初步的判断, 后来采用光谱分析仪进行分析, 确定了主要成分是: 聚碳酸酯。其收缩率为: 0.5%~0.7%, 收缩率仍然是偏大, 保证不了转换开关的精度要求, 并仍然有微小的缩痕。再后采用了30%的亚光微珠增强聚碳酸酯, 其收缩率只有: 0.3%~0.4%, 亚光。便完全达到了进口材质的标准, 甚至其性能优于进口材质的要求。

注射成型加工的转换开关大、小件, 不论是精度、强度、变形量和外观质量都达到外国进口转换开关的水平。因塑材中含有30%的微粒玻璃珠, 一是材质中微细的玻璃珠的密度和均匀性也增加了, 使注射的产品不易产生缩痕与变形; 二是强度和耐磨性提高了。为此, 转换开关的寿命增加了。

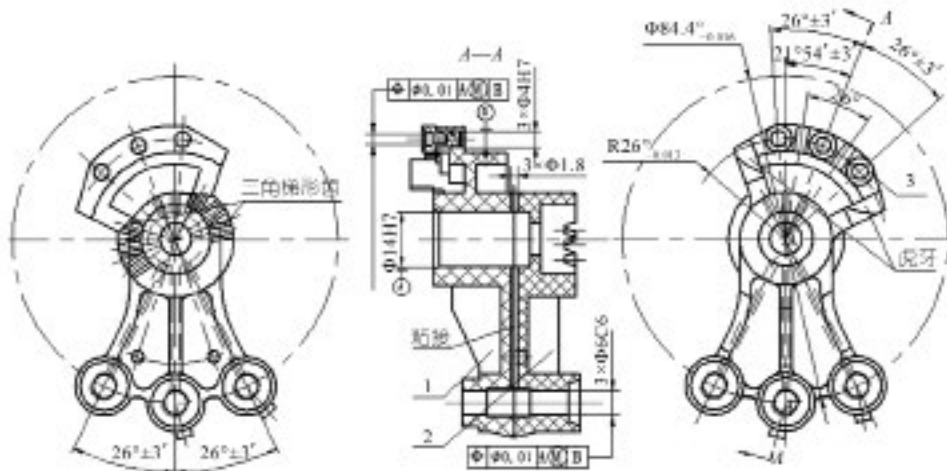
## 2 转换开关样件的测绘

选用了五套不同批次的转换开关大、小件样件进行测绘, 并需要作好记录。

### 2.1 测绘内容

主要是对组件进行测绘, 其中主要是针对 $\Phi 14H7$  mm、 $3\times\Phi 6G6$  mm和 $3\times\Phi 4H7$  mm的孔径、中心距、孔位线的角度和圆柱度进行精确的测量。而对其他形状和尺寸, 只有进行一般测量即可。

作者简介: 文根保(1946-), 男, 高级工程师, 主要从事模具设计与制造的研究工作。



1—大件；2—小件；3—定位件

图1 转换开关组件图

## 2.2 测绘专用工具

测量  $\Phi 14H7$  mm、 $3 \times \Phi 6 G6$  mm 和  $3 \times \Phi 4 H7$  mm 等孔径时，需要采用与这些孔配合间隙为零的长测量芯棒，进行精确的测量。

## 2.3 检测的量具与设备

孔径的测量采用千分表进行初检，采用三坐标测量仪进行校检；中心距采用千分尺进行初检，采用三坐标测量仪进行校检；孔的圆柱度采用千分表进行初检，采用圆度仪进行校检<sup>[1]</sup>；孔位线的角度可以根据孔中心距离采用计算方法进行初算，用三坐标测量仪进行校核<sup>[2]</sup>。

## 2.4 转换开关样件的测量数据

根据图 2(a) 的草图和图 2(b) 组件样件测绘的数据和精度，进行六套转换开关样件组件的测量。测量的数据，如表 1 所示。

## 2.5 六套转换开关样件测量数据的比较

对五套转换开关样件测量数据进行归类 and 对比后

可得。  
(1)  $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$  的数值在 42.20 mm 左右，偏差在  $+0.001 \sim -0.014$  mm 之间，可见这 3 个  $\Phi 6G7$  mm 孔距离  $\Phi 14H7$  mm 孔中心距的公称尺寸为 42.20 mm，结合标准公差值后取为  $0 \sim -0.016$  mm，故可确定为 R

$42.20^{0}_{-0.016}$  mm。

(2)  $l_1$ 、 $l_2$ 、 $l_3$  的数值在 26.00 mm 以内，偏差为  $0 \sim -0.025$  mm 之间，可见这三个  $\Phi 4H7$  mm 孔距离  $\Phi 14H7$  mm 孔中心距的公称尺寸为 26.00 mm，结合标准公差值后取为  $0 \sim -0.013$  mm，故可确定为 R  $28.00^{0}_{-0.013}$  mm。

(3) 根据  $L_z$  和  $L_y$  的数值在 19.00 mm 以内，可以确定两个  $\Phi 6G7$  mm 空间距为 19.00 mm。由公式  $\text{acsin} \alpha_3 = \frac{19/2}{42.2} = 13^\circ$ 。

(4) 根据  $L_z$  和  $l_y$  的数值在 11.70 mm 之内，可以确定两个  $\Phi 4H7$  mm 空间距为 11.70 mm。又由于  $l_0 = 9.7$  mm，由公式  $\text{acsin} \alpha_1 = \frac{9.7}{26} = 21^\circ 54'$ ， $\text{acsin} \alpha_2 = \frac{11.7/2}{26} = 13^\circ$ 。

## 2.6 组件样件的数据和精度

根据上述测量样件主要尺寸数据的结论，可以得到组件样件的数据和精度，如图 2(b) 所示。

## 3 转换开关主要尺寸配合性质、精度等级、几何公差、表面粗糙度和技术要求

根据测量的数据，并结合长期使用的经验可作出以下规定。

表 1 五套转换开关样件测量的数据

套号	$L_1$	$L_2$	$L_3$	$L_z$	$L_y$	$l_1$	$l_2$	$l_3$	$l_0$	$l_z$	$l_u$
1 <sup>#</sup> (正)	42.186	42.186	42.196	18.98	18.98	25.965	25.965	25.995	9.7	11.678	11.678
(反)	42.201	42.20	42.20	18.99	18.99						
2 <sup>#</sup> (正)	42.186	42.196	42.186	18.97	18.97	25.985	25.965	25.968	9.69	11.668	11.678
3 <sup>#</sup> (正)	42.186	42.186	42.186	19.00	19.00	25.985	25.975	25.965	9.7	11.668	11.678
4 <sup>#</sup> (正)	42.186	42.186	42.186	18.99	18.99	25.985	25.975	25.985	9.70	11.678	11.658
5 <sup>#</sup> (正)	42.196	42.196	42.192	18.89	18.88	25.995	25.985	25.985	9.68	11.678	11.708

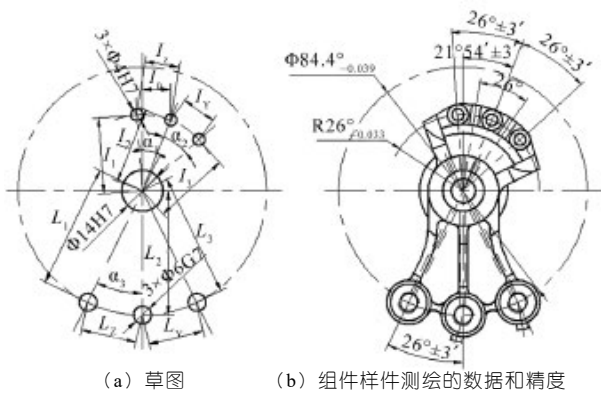


图2 样件主要数据测绘与样件数据的确定和精度的确定

### 3.1 克隆转换开关大、小件的装配要求

(1) 粘接面粘接要求：大、小件的粘接面粘接后不能产生漏气的现象；

(2) 四孔气密性要求：3×Φ6G6 mm 和 Φ14H7 mm 孔不能产生漏气的现象；

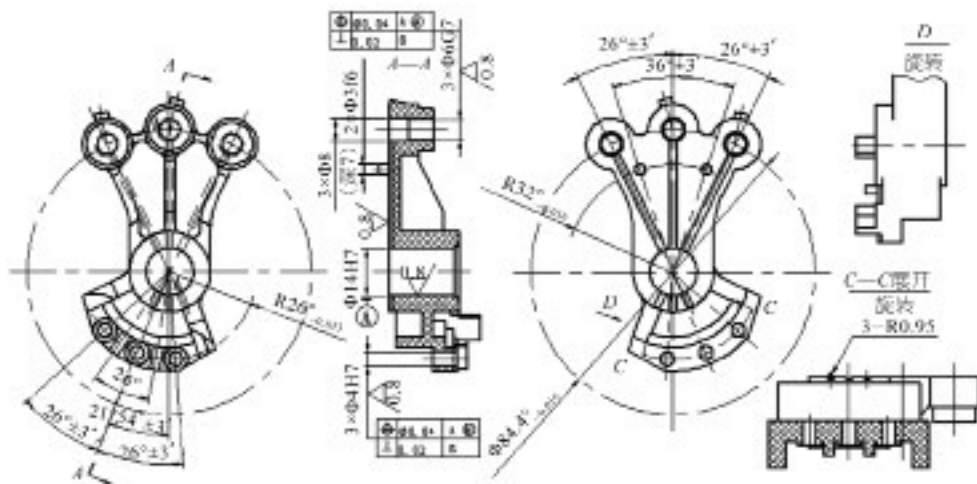
(3) 通气孔气密性要求：3×Φ1.8 mm 的通气孔不能产生串气和堵气的现象；

(4) 气压要求：粘接后的转换开关应保持3个工作的大气压；

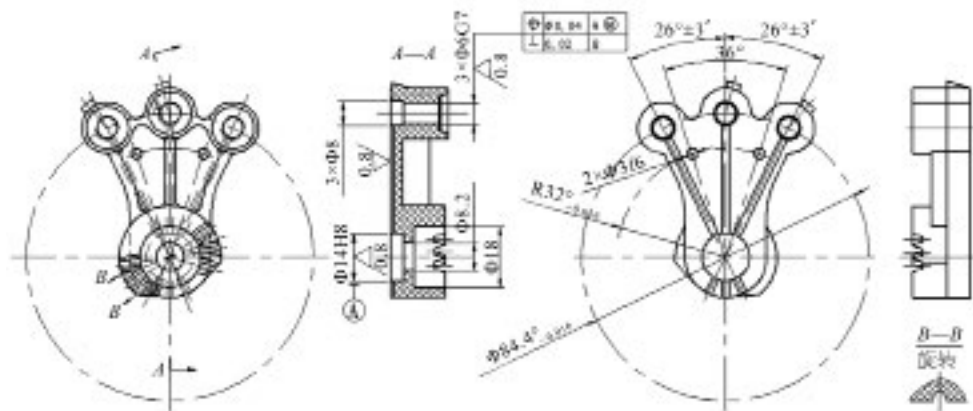
(5) 混装要求：克隆转换开关应与进口转换开关能混合使用。

### 3.2 克隆转换开关大、小件的精度要求

如图3所示，大、小件造型不算复杂，所有孔的轴线都是在垂直粘接面的同一方向，并且与大、小件脱模方向一致。但是，大、小件的尺寸精度、几何精度和表面粗糙度的要求都很高，甚至超过了金属机械加工件的精度。



(a) 大件精度要求



(b) 小件精度要求

图3 转换开关大、小件精度要求

(1) 孔的精度：Φ14H7( $0^{+0.018}$ )mm、2×Φ3H7( $0^{+0.010}$ )mm 和 3×Φ4H7( $0^{+0.012}$ )mm 孔 均 为 IT7 级，

3×Φ6G6( $0^{+0.012}$ / $0^{+0.040}$ )mm 为 IT6 级；

(2) 轴的精度：2×Φ3f6 mm 为 IT6 级；

(3) 平面度:大、小件粘接面的平面度不大于 0.02 mm ;

(4) 圆柱度要求:  $\Phi 14H7$  mm 与  $3 \times \Phi 6G6$  mm 四孔的圆柱度不大于 0.01 mm ;

(5) 克隆要求:  $\Phi 14H7$  mm 与  $3 \times \Phi 6G6$  mm 四孔的孔位要求一致, 还要与进口件一致。

### 3.3 换开关的技术要求

如图 3 所示, 为了确保转换开关的形状、尺寸、精度和表面粗糙度与样品一致, 为了确保转换开关的使用功能与样品一致, 对转换开关的技术要求如下:

(1) 转换开关孔的精度要求: 要求转换开关的变形很小。其中大孔为:  $\Phi 14H7$  mm, 三个孔为:  $\Phi 6G6$  mm 和三个小孔为:  $\Phi 4H7$  mm, 它们的精度在金属机加件中都算是高的。孔位的精度要求也很高, 孔壁和部分型面的表面粗糙度为:  $Ra0.8$ , 孔的圆柱度仅为 0.01 mm。这也就说明了转换开关的变形应很小;

(2) 气密性要求: 大件 1 和小件 2 的粘接面是要在三个大气压的条件下连续工作的, 粘接面不能存在漏气的现象。三个  $\Phi 1.8$  mm 的孔在大件 1 和小件 2 的粘接面上是各自为半圆形孔, 粘接后三个  $\Phi 1.9$  mm 的孔不能有串气和堵气的现象的存在;

(3) 胶带要求: 大件 1 和小件 2 的粘接面两侧的胶带要有 4~6 mm 宽, 并且是等宽;

(4) 定位销配合要求: 三个定位销 3 压入大件 1 的孔内, 不能松动;

(5) 外表面要求: 转换开关的外表面为哑光。

## 4 供应商图纸的更改

原本是按照供应商提供图纸制造注塑模, 但所加工出来的转换开关, 以七根相应的长测量芯棒将克隆产品与样品穿插在一起时,  $3 \times \Phi 4H7$  mm 的孔总是与样品的孔位相差半个孔。究其原因是提供的图纸 2(b) 中  $21^\circ 54' \pm 3'$  的角度尺寸出现了误差, 原图是  $21^\circ 22' \pm 3'$ , 造成了  $3 \times \Phi 4H7$  mm 的孔出现了错位。

## 5 转换开关克隆的研制过程

转换开关克隆的研制过程: 包括转换开关注塑模的克隆设计和制造; 大、小件精度处理措施; 大、小件的后处理; 大、小件的粘接和气密性试验等工艺环节。经过上述各个环节后, 转换开关的克隆才能算是基本完成。

### 5.1 注塑模的克隆设计和制造

大、小件成型加工是要通过注塑模才可生产出来的, 也只有克隆出了注塑模后才能克隆出大、小件。克隆注塑模则要依靠进口样品上的模具结构成型痕迹, 运用痕迹技术才能够还原进口样品的注塑模。

### 5.2 大、小件精度处理措施

大、小件精度是指孔的尺寸精度和圆柱度, 对于大、小件尺寸精度而言是指标准公差值 IT6 和 IT7 级, 其主要是通过成型销尺寸的精度控制来获得。而孔的圆柱度控制, 则通过利用注塑件脱模后塑料的二次收缩特性, 插入大于成型销尺寸的限形销来控制孔的圆柱度, 经此处理后, 孔的圆柱度可控制在 0.005 mm 之内。

大、小件的制造误差大都在 0.012 mm 之内, 平面度在 0.02 mm 之内, 孔的圆柱度均在 0.01 mm 之内。可以说大、小件在塑料件中的精度是极品, 不采用特殊措施是不可能达得到的。采用了收缩率为 0.3%~0.4% 的 30% 哑光微珠增强聚碳酸酯, 并配合调整到合理成型工艺参数, 只是解决了收缩和微收缩的问题。同时解决了粘接面的平面度在 0.02 mm 之内的要求, 为解决之后不漏气和串气的现象奠定了基础。

### 5.3 大、小件后处理

由于大、小件的材料是聚碳酸酯, 经注射成形后易产生内应力, 致使大、小件开裂。为此, 成型后大、小件应进行退火处理。大、小件注射前的塑料颗粒应进行干燥处理, 否则, 大、小件会因潮湿的塑料颗粒在料筒加温的过程产生雾气而出现银丝。

### 5.4 大、小件粘接胶面的处理措施

为了使大、小件容易脱模, 常会在注塑模中喷涂脱模剂。这样大、小件粘接面就保留有脱模剂而影响粘接性能, 进而影响其密封性和强度。为了清除粘接面残余的脱模剂, 应先用汽油进行清洗, 再将大、小件粘接面浸泡二氯甲烷和三氯乙烷液中 3~4 mm。二氯甲烷和三氯乙烷液会溶解聚碳酸酯材料, 并且容易挥发, 大、小件粘接面只能在液体中浸泡 2~3 s 后便要提出。所浸泡的 2~3 mm 的距离不易控制。为此, 特制作了粘接面浸涂胶带深度的控制盒。

### 5.5 大、小件的粘接

由于粘接后大、小件粘接面和  $3 \times \Phi 6G6$  mm 及  $\Phi 14H7$  mm 不能产生漏气的现象,  $3 \times \Phi 1.8$  mm 的通气孔不能产生串气和堵气的现象, 并且粘接后的转换

开关应保持 3 个工作的大气压。所以大、小件的粘接至关重要，采用 AB 树脂胶进行粘接，树脂胶的成份为：树脂胶 A 组分，粘接剂，增加塑性；树脂胶 B 组分，固化剂，增加脆性；二丁酯，稀释剂；颜色糊。并且还需使用黏结夹具。

### 5.6 三个定位销的装配

三个定位销与对应孔配合的过盈量太大，会造成大件的  $3 \times \Phi 4H7$  mm 孔开裂，过盈量太小，又会脱落，为此可用 502 胶粘接。

### 5.7 气密性试验

由于大、小件粘接后不允许存在漏气、串气、堵气现象和保持 3 个工作的大气压的要求，因此，克隆件必须 100% 的进行气密性试验。

## 6 结束语

由此可见克隆塑料产品，并不仅仅是将塑料件克隆就了事，还需做出多方面的工作才能够完成塑料产品的克隆。克隆塑料产品的根本性工作，是对塑料样件所进行的测绘。若对塑料样件的测绘（包括形状尺寸、精度、材料和技术要求等内容）都做不到准确，那谈何塑料件的克隆。故要求对测绘工作，应做到准确、全面和细致。

#### 参考文献：

- [1] 王建明. 三坐标轮毂测量仪检测非球面研究[J]. 苏州大学：光学技术，2013(4).
- [2] 陈曦, 郭陪基, 王建明, 仇谷烽. 离轴非球面三坐标检测技术[J]. 苏州大学：光学技术，2013(4).

## Surveying and mapping of the cloning switch and main dimensions calculation

Wen Genbao, Fang Xin, Wen Li

(China Aviation Industry Hangyu Life-Saving Equipment Co. LTD., Xiangyang 441007, Hubei, China)

**Abstract:** After the cloning switch was installed, it failed to operate normally. The user reported that all the holes in the cloned parts were misaligned. Consequently, we had to conduct measurements on both the cloned and imported samples. However, due to the loss of benchmarks for the cloned large and small parts, it was not feasible to directly measure the hole positions using a three-coordinate measuring machine. Therefore, we employed a grinding long measuring pin with a zero clearance fit with the 7-hole assembly, allowing the cloned and imported assemblies to be interchanged. It was later discovered that the  $3 \times \Phi 4H7$  mm holes were indeed misaligned by half a hole position. We used the measuring pin to conduct micrometer and three-coordinate measuring machine measurements on the cloned and imported assemblies respectively. The reason for the hole misalignment was that one of the hole angle values in the drawing provided by the purchaser was  $21^{\circ}22' \pm 3'$ , while the measured angle values for five different batches of imported assemblies were  $21^{\circ}54' \pm 3'$ . This resulted in the misalignment of the  $3 \times \Phi 4H7$  mm holes related to this angle value. Once the cause was identified, the injection mold could be repaired.

**Key words:** cloning; switch converter; surveying and mapping; dimensions; precision

(R-03)

