

## 圆柱式通孔导电环装配工艺技术

衣伟, 毛书勤

(长春光学精密机械与物理研究所, 吉林 长春 130031)

**摘 要:** 介绍了导电环的主要用途及分类; 以一种常用的圆柱形通孔导电环为例, 介绍了导电环的内部结构和主要组成部分; 针对该导电环的结构特点、技术参数要求以及工作环境等要求, 着重阐述了导电环的装配流程; 而后对装配过程中需特殊考虑的抗干扰措施以及绝缘强度检测措施进行了介绍; 最后总结了导电环装配过程中应注意的主要问题。

**关键词:** 导电环; 装配工艺; 质量控制

**中图分类号:** TN60 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3474 (2010) 05-0293-03

## Assemble Technics of Column Through Hole Rotation Slip-ring

YI Wei, MAO Shu-qin

(Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics,  
Chinese Academy of Sciences, Changchun 130031, China)

**Abstract:** The use and sorts of rotation slip-ring are introduced. For example, the structure and the compose of a typical column through hole rotation slip-ring are presented. To the structure, parameter, and working environment of rotation slip-ring, the assemble flow is expatiated. Then, the anti-jamming measure and insulation intensity detecting measure are elaborated. At last, the problems in the assemble process of rotation slip-ring are summarized.

**Key words:** Rrotation Slip-ring; Assemble Technics; Quality control

**Document Code:** A **Article ID:** 1001-3474(2010)05-0293-03

导电环俗称滑环,是一种用于实现活动部件间电气连接的活动组件,用来代替信号线与电源线。通过导电环,可实现活动部件360°无限制的旋转,导电环中代替信号线的部分通常被称作信号环;代替

电源线的部分通常被称为功率环,目前信号环有被光纤滑环取代的趋势。导电环是电气设备中较为精密的组件之一,它的可靠性、稳定性和使用寿命直接关系到整个设备能否正常运行<sup>[1]</sup>。导电环种类繁多,从结构上通常可分为以下几种,如图1所示。

滑环结构可分为圆盘式和圆柱式两种。其中圆柱式的滑道是沿着圆柱的轴心排列的,就像螺栓上的螺纹一样,如帽形系列和过孔系列等导电环。圆盘式的滑道是同心的,就像在唱片机上的沟道一样,如盘式滑环系列。这里,我们主要以圆柱式通孔导电环为例介绍整个导电环的装配过程。

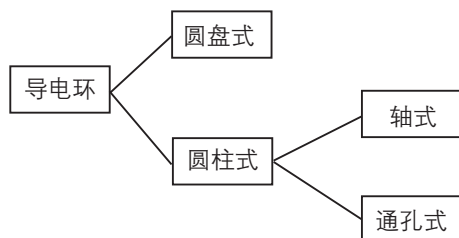


图1 导电环分类示意图

## 1 导电环装配工艺技术

### 1.1 导电环的结构

无论是何种形式的导电环,它们内部结构基本都是由两个部分组成,即转子和定子。一般而言,导电环“环”的部分为转子,“刷”的部分则为定子。导电环的“环”由表面镀金材料制成,导电环的“刷”由触头镀铂的弹性材料制成。导电环除了环和刷之外,还配有精密轴承、组合支架、酚醛绝缘垫和防尘罩等结构<sup>[2]</sup>。下面将详细介绍导电环的结构及装配过程。

以一种常用的圆柱形通孔式导电环为例,其包含120路输出,采用了内部四层“环”和“刷”结构,内两层为信号环,外两层为功率环。其大体由10个部分组成,具体如图2所示。

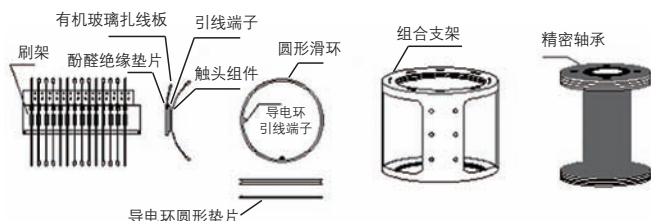


图2 导电环结构示意图

### 1.2 导电环技术参数

设计人员依据设备的设计指标要求,在表1中提出了导电环的具体技术参数。

### 1.3 导电环装配流程

在满足导电环技术参数的基础上,通过长期实践,我们制定出装配导电环典型的工艺流程如图3所示。

表1 导电环技术参数

技术参数	指标要求
最大工作速度 $n/(r \cdot \min^{-1})$	250
可选环数 $n$ /路	120
导线规格	镀银AF200-0.35
导线长度 $L/\text{mm}$	800
耐压 $U/\text{V}$	600
工作温度 $\theta/^\circ\text{C}$	$-40 \sim +80$
绝缘电阻 $R/\text{M}\Omega$	1 000 (500 V, DC)
动态接触电阻变化值 $R/\Omega$	$\leq 0.05$
接触面材料	铂和金
防护等级	IP51~IP65
外壳材料	铝合金框架和铜皮
信号	数字/模拟视频
电刷和环接触压力 $F/\text{N}$	$65 \pm 0.5$

导电环的整个装配流程大致可分为10个环节,即装前准备、环引线焊接、刷引线焊接并捆扎、调试刷的压力、测试环之间的绝缘强度、清洗各组件、捆扎引出线、焊接插头以及检验。

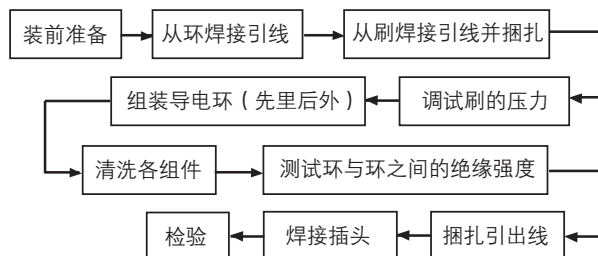


图3 导电环装配流程图

#### 1.3.1 装前准备

导电环装配前应进行如下准备工作：

a) 检验出线槽是否满足布线的尺寸要求,如出线槽空间妨碍顺畅出线,应返回到机械加工部门并适当处理;

b) 导电环引线端子表面应光滑和无毛刺。孔内所焊导线的直径比焊盘孔直径小 $0.2 \text{ mm} \sim 0.4 \text{ mm}$ 为原则;

c) 刷引线端子应接触可靠,与触头组件之间不小于 $3 \text{ mm}$ ,如图4所示;

d) 相邻刷触头间应保持平行状态。

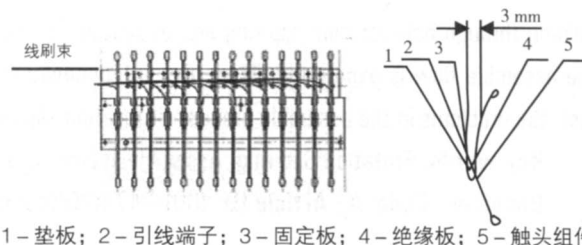


图4 导电环装前准备示意图

#### 1.3.2 环的引线方法

将剥好的导线端头从环的平面插入引线端子的焊线孔,并把插入的导线端头露出部分等分为两份,用镊子把它向两边坦平,涂上助焊剂,选用大功率烙铁将导线端头与滑环端子焊牢,焊点不得高于环的平面,如焊接平面有毛刺可用细锉锉平,具体操作方法如图5所示。

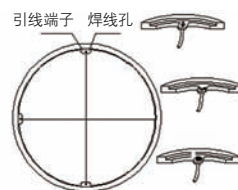


图5 导电环“环”引线示意图

### 1.3.3 电刷引线与绑扎

首先,将待焊导线端头和电刷端子进行搪锡处理,然后将待焊导线平行放在电刷的端子上焊牢,以此类推把所有导线对号入座焊在导电环端子上,如图6所示。完成后沿着出口的方向把导线整齐地捋顺并进行捆扎。在捆扎过程中起步接头和收尾接头应与电刷同侧,不要放在背面,以免磨损造成松套。还要注意捆扎的线高跟电刷之间要保持3 mm或以上的距离,如图7所示。环和电刷等组件焊接完成后,需用酒精和石油醚等清洗剂对其进行反复清洗直至将组件上的多余物全部清洗干净为止。

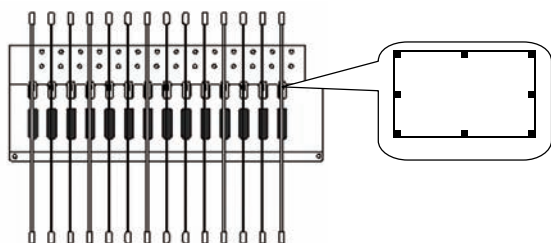


图6 导线焊在导电环端子上

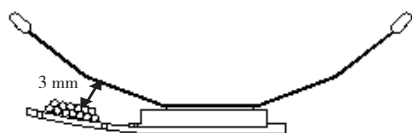


图7 捆扎线高与电刷之间的距离

### 1.3.4 装配和调整电刷

装配应从最内层开始。首先把环按顺序依次一次放嵌入轴承和组合支架之间,全部装进后,用顶盖沿螺纹方向旋转把环压紧,然后把电刷推入环和组合支架之间用沉头螺丝把紧,看看环和电刷位置是否对应,如发现电刷有跳环现象应及时更正。另外有的电刷头未与环面接触或接触压力过大都应进行调整,如图8所示。电刷头一端用绝缘胶片垫起另一端用弹簧秤套住电刷触头垂直90°轻轻拉起,并

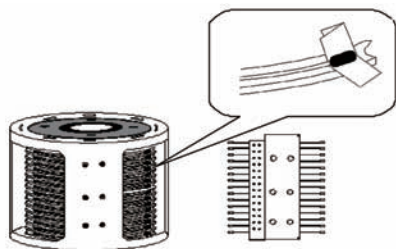


图8 环和电刷位置

用蜂鸣器表笔测量电刷和环监视它们之间通断,当弹簧秤拉到蜂鸣器停止鸣叫时,说明电刷和环已脱离接触,这时我们读取弹簧秤上的压力是否满足要求,如果不满足要求需反复改变电刷的形状,直到压力达到 $65 \text{ N} \pm 0.5 \text{ N}$ 为止。每个电刷都需按此方法调整一遍以保证导电环电刷和环之间接触可靠,旋转轻便<sup>[3]</sup>。

### 1.4 抗干扰措施

由于导电环是一个空间狭小和走线密集的部件,各种信号都在环内集中,因此各种信号间互感和互容现象严重。加之滑环和电刷无法采取屏蔽保护,十分容易受到干扰。所以我们在导电环装配过程中需要从电磁兼容角度进行综合考虑,采用屏蔽和接地的方法有效抑制辐射干扰。具体包括:

- 将动力线和信号线分开,并各自导线外层进行屏蔽处理;
- 屏蔽皮依据导线传输信号频率,采取不同的接地方法;
- 层与层之间外壳都进行了屏蔽处理;
- 电刷与环接触表面压力适度和旋转平滑以防止拉弧带来干扰;
- 对动力传输时,通过导电环之前要进行滤波以有效抑制传导干扰。

采用了这些措施,最大限度地抑制了电磁干扰对导电环的影响。

### 1.5 绝缘强度检测

用兆欧表测量环与环之间的绝缘强度,常温条件下,功率环间绝缘电阻不低于 $1\,000 \text{ M}\Omega$ ;信号环间绝缘电阻不低 $500 \text{ M}\Omega$ 。

## 2 导电环装配注意事项

导电环装配是一项技术性较强的工作,在操作过程中如下问题需要特别予以重视:

- 导电环布线前必须首先复检各层导电环的绝缘强度;
- 在导电环装联过程中必须严格按本技术要求执行,避免导电环内部因短路造成打火花,既而造成引线烧焦或人体触电而造成危险;
- 装联过程中必须对工作现场的多余物进行有效控制;
- 环引线焊接时,应尽量减少导线焊接根部的焊锡浸润量(注意焊接时间),以保持导线根部的柔软性;

(下转第309页)

温度是80℃，通常取110℃~160℃，时间1min~5min，一般在150℃下保持90s或125℃下保持3min，便能完全固化，参考曲线如图9所示。

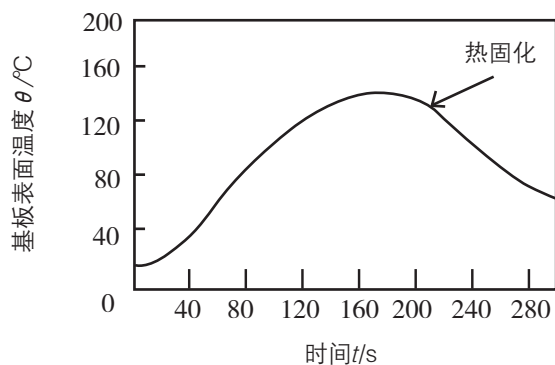


图9 环氧树脂胶黏剂固化曲线

（待续）

参考文献：

- [13] 孙典生. 表面贴装胶粘剂涂覆工艺的选择与优化[J]. 电子工艺技术, 2001,7:150-154.
- [14] 王君. 胶粘剂在SMT组装技术中的应用（待续）[J]. 电子工艺技术, 2001,11:242-247.

收稿日期:2010-05-05

（上接第289页）

- [2] 梁万雷, 曹白杨. 表面组装印制电路板的可制造性设计[J]. 电子工艺技术, 2006,29(2):74-76.
- [3] 江平. DFM软件的应用性研究[J]. 电子工艺技术, 2008,29(6):331-333.
- [4] 王天曦, 王豫明, 李忆等. 贴片工艺与设备[M]. 北京:电子工业出版社, 2008.
- [5] 赵俊伟, 申戈利. 面向表面组装工艺技术的PCB焊盘设计[J]. 电子工艺技术, 2002,23(5):192-195.
- [6] 刘艳新, 白云. 小型化和无铅互联的板级电路设计[J]. 电子工艺技术, 2009,30(2):82-85.
- [7] 彭占勇. 表面贴装印制板设计要点[J]. 电子工艺技术, 2001,22(1):16-17.

收稿日期: 2010-08-16

（上接第292页）

标，因此，在镀铬之后，再增镀金，这样不仅在耐高温性能上很好，在光纤的机械特性上也得到了进一步的加强。

#### 4 结论

耐高温金属衣层光纤的热应力分析对其性能有着重要的意义。通过选择恰当物理特性（弹性模量、热延展率和泊松比）和厚度的金属材料来减少金属衣层与光纤的热应力，可以对金属衣层光纤进行优化设计，并且对金属衣层光纤的制作工艺有着重要的意义。

参考文献：

- [1] C R Kurkjian, J T Krause, M J Matthewson. Strength and fatigue of silica optical fibers[J]. Lightwave Technol, 1989, 7(9):1360-1370.
  - [2] Shiue Sham-Tsong, Shen Ting-Ying. Effect of thermal stresses on the static fatigue of double-coated optical fibers[J]. Materials Chemistry and Physics, 2005, 89:159-163.
  - [3] Yang Yu-Ching, Lee Haw-Long. Transient thermal loading induced optical effects in single-coated optical fibers with interlayer thermal resistance[J]. Optical Fiber Technology, 2008,14: 143-148.
  - [4] Shiue Sham-Tsong. Thermal stresses in metal-coated optical fibers[J]. Journal of applied physics, 1998, 83(11): 5719-5723.
- 收稿日期: 2010-08-09

（上接第295页）

#### 3 结束语

导电环作为旋转的电气接口被广泛应用于地面、航空和航天领域的仪器设备中。由于它作用重要、结构复杂且精密程度较高，更需要我们下大力气不断在装配工艺上总结、积累和创新，及时整理工作中各种好的思路和方法，使得我们的导电环装配技术不断进步从而促进导电环装配质量的不断提高。

参考文献：

- [1] 高云国. 定向太阳帆板导电环的研制[J]. 光学机械, 1989(1):39-44.
- [2] 陆伟琴. 汇流环新材料配对试验与分析[J]. 电子机械工程, 1999(2): 14-17,22.
- [3] 姜彬, 范天泉, 曹学东. 导电环接触电阻的改进测量方案[J]. 计量技术, 2007(8): 6-8.

收稿日期: 2010-07-19