

# 高压电器中密绕弹簧防腐的解决办法

温铭丽 李铁军 / 平高集团有限公司研发中心

**在**高压电器中，经常要用到密绕弹簧，密绕弹簧又常常处于露天位置，一旦锈蚀，弹力下降，增加了弹簧的接触电阻，降低了产品的通电能力。它所控制的机构（开关）就无法有效分断，影响整个供电区域，造成不可估量的损失。因此，密绕弹簧的防腐问题就显得尤为重要。

## 1 存在问题

我们常用的密绕弹簧有 PE0966 触头弹簧、PE0173 弹簧、PD14926 弹簧和 PD14813 弹簧等。下面就以 PE0966 触头弹簧为例说明一下我公司采用的防腐方法。PE0966 触头弹簧原材料为 3 碳素弹簧钢丝 C 级，全长  $98 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ ，使用时处于拉伸状态，要求用 190 N 的拉力拉伸至 110 mm，松开后能恢复到原状态，如图 1 所示。

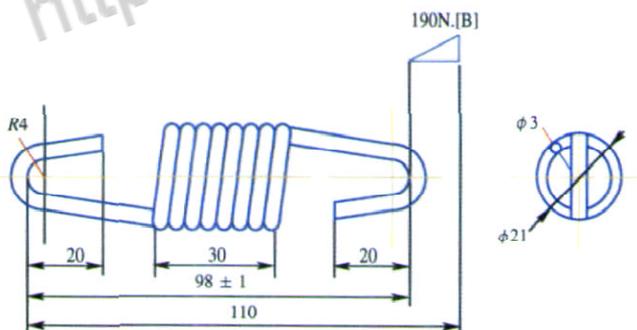


图 1 PE 0966 触头弹簧

以前采用镀锌的处理方法，但是密绕弹簧属于弹性零件，拉伸时基体表面涂层会脱落，引起锈蚀。采用渗锌、镀锌硅等防腐蚀处理方法也存在同样的问题。因此，通过比较，决定采用达克罗技术（Dacromet）处理的方法。

## 2 采用新技术处理

达克罗技术，在国标 GB/T 18684—2002 上称为锌铬涂层技术，是将水基锌铬涂料浸涂、刷涂或喷

涂于钢铁零件或构件表面，经烘烤形成的以鳞片状锌和锌的铬酸盐为主要成分的无机防腐蚀涂层，是一项符合清洁生产要求的全新表面处理技术，耐蚀性和耐热性能良好。由于它在生产中不产生氢脆，所以此技术最适合弹性零件（弹簧、高强度紧固件）的涂覆。达克罗处理的工艺流程是：来件 脱脂 除锈 涂覆 烘烤 冷却 包装 出厂。包装出厂前一般采用盐雾试验和硝酸铵快速腐蚀对比试验的方法检测防腐蚀效果。

我们采用达克罗技术对 PE0966 触头弹簧进行防腐处理。首先，对 500 件弹簧按照常规工艺方法处理，并对常规工艺方法处理后的弹簧进行了硝酸铵快速腐蚀对比试验。具体试验准备及要求如下。

试验方案：一种为弹簧在原状下的试验，一种为模拟使用状态下的试验。

试验方法：按 GB/T 18684—2002 锌铬涂层技术条件的抽样方案，随机抽取 3 件试样，进行硝酸铵快速腐蚀试验。

试验条件：试剂：20% 的硝酸铵溶液。

温度： $70 \pm 2$ 。

设备：恒温水浴每隔 15 min 观察一次。

试验结果：如表 1 所示。

表 1 硝酸铵快速腐蚀对比试验结果

样件状态	样件数量	基体出现红锈时间/min	达到国标级别	备注
原状	3	72	级	
拉伸状态	3	15	级	用工字形工装

从表 1 可以看出：PE0966 触头弹簧在拉伸状态下做硝酸铵快速腐蚀试验时，其结果根据 GB/T 18684—2002 的判别标准是不合格的。经过分析，我们发现弹簧涂覆不合格的主要原因是弹簧的匝与匝之间不能浸上达克罗溶液导致的。我们又进一步探讨，认为该弹簧采用一般工艺，在除锈和涂覆时，没有采用工装对弹簧进行拉伸处理，才引起溶液渗不进间隙。制作工装使弹

簧在抛丸和涂覆时拉开，改变涂覆工艺参数使拉伸后的弹簧不产生塑性变形。不仅要使弹簧匝与匝之间能浸上达克罗溶液，硝酸铵快速腐蚀试验合格，而且保证在拉伸至110 mm时，其拉力为190 N。我们采用了以下措施。

1) PE0966 触头弹簧的尺寸为 98 mm ± 1 mm，涂覆槽的有效深度315 mm，据此做有效高度分别为300 mm、305 mm、310 mm的“工”字形简易工装。

2) 在“工”字形工装上每边挂3个弹簧，进行试验。试验方案：在260、290、300的炉温下涂覆达克罗。然后分别测弹簧的变形量，涂层的结合力，硝酸铵快速腐蚀试验、拉力试验和泛黄试验。试验结果：有效高度为300 mm时，硝酸铵试验不合格，有效高度为310 mm时，形变量大，拉力试验不合格，有效高度为305 mm时各项指标较佳。具体数据如表2、表3、表4所示。

表2 有效高度305 mm工装在260 炉温下试验结果一览表

编号	除锈后尺寸/mm	1 涂后尺寸/mm	变形量/mm	2 涂后尺寸/mm	变形量/mm	结合力(级)	拉力试验/N	泛黄试验	硝酸铵快速腐蚀试验
101	98.64	98.84	0.20	99.00	0.16	2	190	不合格	60 min无锈点
102	97.46	97.46	0.00	97.46	0.00	2	196	不合格	60 min无锈点
103	98.12	98.22	0.10	98.32	0.10	2	192	不合格	60 min无锈点
104	97.66	97.76	0.10	97.82	0.06	2	195	不合格	60 min无锈点
105	97.32	97.40	0.08	97.48	0.16	2	196	不合格	60 min无锈点
106	97.62	97.74	0.12	97.86	0.12	2	195	不合格	60 min无锈点
平均值			0.10		0.10	不合格	194		合格

表3 有效高度305 mm工装在290 炉温下试验结果一览表

编号	除锈后尺寸/mm	1 涂后尺寸/mm	变形量/mm	2 涂后尺寸/mm	变形量/mm	结合力(级)	拉力试验/N	泛黄试验	硝酸铵快速腐蚀试验
101	98.68	98.74	0.06	98.92	0.18	2	190	不合格	60 min无锈点
102	98.26	98.44	0.18	98.70	0.26	2	192	不合格	60 min无锈点
103	97.30	97.46	0.16	97.56	0.20	2	197	不合格	60 min无锈点
104	98.60	98.82	0.22	98.84	0.02	2	190	不合格	60 min无锈点
105	97.10	97.12	0.02	97.16	0.04	2	198	不合格	60 min无锈点
106	98.12	98.24	0.12	98.30	0.06	2	192	不合格	60 min无锈点
平均值			0.12		0.12	不合格	193		合格

表4 有效高度305 mm工装在300 炉温下试验结果一览表

编号	除锈后尺寸/mm	1 涂后尺寸/mm	变形量/mm	2 涂后尺寸/mm	变形量/mm	结合力(级)	拉力试验/N	泛黄试验	硝酸铵快速腐蚀试验
101	98.64	98.86	0.22	99.00	0.14	4	190	合格	60 min无锈点
102	97.30	97.66	0.36	97.81	0.15	4	196	合格	60 min无锈点
103	97.60	97.68	0.08	97.81	0.13	5	195	合格	60 min无锈点
104	97.80	97.84	0.04	97.98	0.14	4	194	合格	60 min无锈点
105	98.42	98.48	0.06	98.60	0.12	4	191	合格	60 min无锈点
106	97.86	98.04	0.18	98.19	0.15	5	193	合格	60 min无锈点
平均值			0.16		0.14		193		合格

3) 通过试验得出的结论是：工装的最佳有效高度为305 mm，烘烤涂层的最佳温度为300。

4) 设计、制作工装。因为浸涂管的直径是610 mm，考虑到要方便工人操作，一次装入量要尽可能大，并且考虑到还要提高工装的利用率(工装还要适合同类件使用)等情况，画出的工装设计图如图2所示。每个工装一次性能挂360个PE0966弹簧。通过可行性论证后，按照图样焊制了工装，如图3所示。

5) 试用工装。把脱脂后的PE0966触头弹簧，挂在

设计的工装上，进行抛丸除锈，然后带工装一起涂覆达克罗溶液，涂和涂时的炉温参数为：1区150，2区300，3区300。

6) 按照上述条件试验，我们对1200件正在生产的PE0966触头弹簧进行了达克罗涂覆，不仅在做硝酸铵试验时匝与匝之间能达到60 min 基体无锈点的3级国标，达克罗涂层的其他技术指标也合格，而且也通过了要求的拉力试验，试验结果令人相当满意，如图4所示。

(下转第63页)



图3 采用焊点形态图识别和专家系统分析的智能化 AOI 系统原理图

对工厂所有 SMT 生产线进行监控的要求，并节约了生产投资。若使用情况良好，可考虑再引进几台 AOI 设备在线使用，以改变目前主要依靠人工目测的现状，提高工厂的自动化生产水平。

### 5.3 避免 AOI 测试的局限性

由于 AOI 技术是一项新技术，还有一些不完善的地方，因此在引进上不能盲目。对于正在考虑引进这一新技术的企业，建议在对各种型号 AOI 设备进行仔细调研的基础上，先引进一台适合的 AOI 设备离线使用，主要用于工厂所有 SMT 生产线产品的抽检工作，另外若生产线出现特别的问题，也可根据情况对某条线特别的位置(如回流焊后等)进行全检，这样既兼顾了设备的利用率，同时又考虑了

任何事物都不可能是十全十美，AOI 技术也存在其不足之处：如，AOI 系统不能检测电路错误；对不可见焊点(如 BGA)的检测也无能为力；AOI 检测设备的可靠性、准确性不能令人完全信任；SPC 应用不够成熟等。需要指出的是，由于上述局限性的存在，AOI 还不能完全取代 ICT、X 射线测试等其他技术，应通过与其他技术一起使用来达到最佳的测试效果。EM

(收稿日期:2008.10.14)

(上接第 59 页)

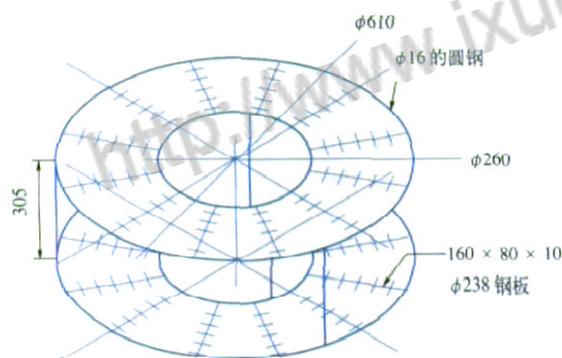


图2 工装设计图

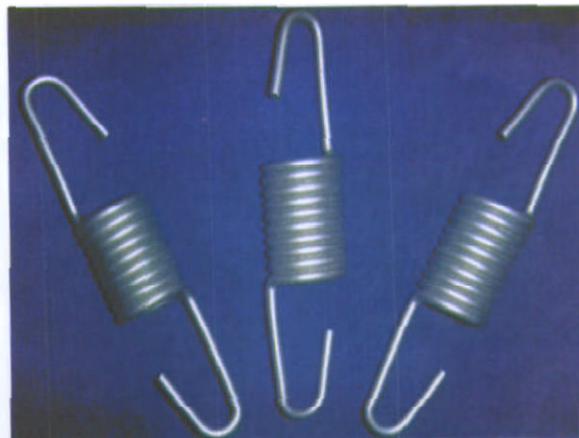


图4 进行了达克罗涂覆的触头弹簧



图3 按照图样焊接的工装

之后，我们对改进后的工艺进行了验证，并跟踪了 5 批次 PE0966 弹簧的涂覆情况，结果除挂钩处接触面(该处在使用时套有黄漆管，属于技术允许的)漏涂外，其余各项指标均合格。因为设计的工装尺寸合适，同类件如：PE0173 弹簧、PD14926 弹簧及 PD14813 弹簧也能利用此工装进行涂覆，不但提高了工装的利用率，而且成功地解决了密绕弹簧的防腐问题。EM

(收稿日期:2008.10.09)



论文专家

论文写作，论文降重，  
论文格式排版，论文发表，  
专业硕博团队，十年论文服务经验



硕博团队

SCI期刊发表，论文润色，  
英文翻译，提供全流程发表支持  
全程美籍资深编辑顾问贴心服务

免费论文查重：<http://free.paperyy.com>

3亿免费文献下载：<http://www.ixueshu.com>

超值论文自动降重：[http://www.paperyy.com/reduce\\_repetition](http://www.paperyy.com/reduce_repetition)

PPT免费模版下载：<http://ppt.ixueshu.com>

---

## 阅读此文的还阅读了：

- [1. GIS高压电器SF<sub>6</sub>气体密度、湿度及泄漏检测技术](#)
- [2. 棉花“矮、密、早”高产栽培调控机理的研究](#)
- [3. 110千伏户外复合绝缘高压交流隔离开关在扬州诞生](#)
- [4. “直流断路器关键技术研究”课题取得重大进展](#)
- [5. 超磁致伸缩致动器的磁-机械强耦合模型](#)
- [6. 环氧玻璃布真空压力浸胶材料的研制及其在高压电器上的应用](#)
- [7. 国内外SF<sub>6</sub>高压电器发展新动向](#)
- [8. S7-300PLC在电器试验站中的应用](#)
- [9. 《史》《汉》疏密论](#)
- [10. 2008年高压开关技术研讨会暨中国高压电器网年会和一届三次网委会在西安召开](#)
- [11. 智能化高压电器的通讯自动化——“智能化高压电器”之五](#)
- [12. 冬小麦超千斤简化栽培新途径研究](#)
- [13. 江苏思源赫兹互感器有限公司](#)
- [14. 苟锐锋：登音如歌——访中国西电集团西安高压电器研究所副所长、国际IEC/SC22F主席苟锐锋](#)
- [15. 绕制弹簧夹具](#)
- [16. V法铸造在高压电器铝筒体生产上的应用](#)

- [17. HXD1D型机车柜式成套高压电器的设计](#)
- [18. 全国有色金属行业第十三届优秀工程勘察奖获奖项目](#)
- [19. 六氟化硫高压电器设备运行、检修技术问题分析](#)
- [20. 在高压电器防腐中应用TH861新型涂料的试验](#)
- [21. 长开跨入高压电器领域](#)
- [22. 谈滴灌棉花“密、早、矮”栽培](#)
- [23. 追忆褚善元同志](#)
- [24. 绕密鼓形弹簧胎具](#)
- [25. 巧绕细长小弹簧](#)
- [26. 冲击电压发生器雷电波的负载特性及其波形分析的改善](#)
- [27. 一种新型的防腐紧固件](#)
- [28. 高压电器中密绕弹簧防腐的解决办法](#)
- [29. 新疆绿洲地区棉花“密、矮、早、膜”种植技术](#)
- [30. 电容屏套管在SF<sub>6</sub>气体绝缘高压电器中的应用](#)
- [31. 企业为主体参与标准制修订工作取得显著成绩——西安高压电器研究所有限责任公司企业标准化工作简况](#)
- [32. 密封与防腐](#)
- [33. 电镀节银十年回顾](#)
- [34. 高压电极形状的优化设计](#)
- [35. 软氮化工艺在电器行业听应用](#)
- [36. 《日本高压开关设备技术发展最新动态》简介](#)
- [37. 可编程序控制器在大容量试验室的应用](#)
- [38. 鼓泽县棉花“矮密早”栽培技术应用](#)
- [39. 动词“绕”基于意象图式的多义解析](#)
- [40. 浅析高压电器的检修与保养](#)
- [41. 高压SF<sub>6</sub>封闭组合电器\(GIS\)的发展及故障诊断](#)
- [42. 绕弹簧用的引导夹具](#)
- [43. Is快速限流器](#)
- [44. 意识形态与典律形式:新批评经典](#)
- [45. 应用冗余理论分析新疆绿洲“矮、密、早”种植模式](#)
- [46. 嵌入式系统中闪存数据完整性处理方法](#)
- [47. 高压电器设备绝缘试验技术研究](#)
- [48. 不饱和聚酯SMC,DMC在中高压电器中的应用](#)
- [49. 对高压电器设备进行的探讨](#)
- [50. 远方投退重合闸装置的研制及存变电站中的应用](#)