

# 新技术 新产品

## 复合绝缘技术在高压电器中的应用与发展

天水长城开关厂(甘肃) 赵利生

小型化的高压电器产品优点日益突出,使人们对它青睐有加。小型化也就意味着对绝缘介质的优质选取与合理使用,其实高压电器每一次大的技术进步也都离不开绝缘技术的发展。可以这么说,高压电器小型化的历史也是绝缘技术进步的历史。

**1. 高压电器的主绝缘** 目前,3.6~40.5kV 开关柜产品中通常会采用的主绝缘方式有附表所示的四种类型。

气体绝缘中由于 SF<sub>6</sub> 气体为非环保材料,它的使用受到较大的限制。

主回路若采用固体绝缘,可以实现小型化、免维护,提高表面接地层的环境性,但固体绝缘有很高的技术要求,在国内目前还没有一个生产厂家在这方面有所突破。在固体绝缘应用初期我们没有必要机械地使用,可以分为两步操作,首先采用过渡办法,即复合绝缘方式。这样可以缩小高压电器的体积,而且对环氧树脂浇注体的要求不是十分苛刻。当环氧树脂浇注工艺达到一定水平后,可以进一步上升到真正的固体绝缘,这样可以大幅度缩小高压电器的体积。

所谓复合绝缘方式,是在相间及相地之间由空气+固体绝缘件来绝缘。固体绝缘件有被覆绝缘层的导体、涂敷绝缘层导体、隔板绝缘等几种。目前,硅胶材料由于绝缘性能的提高,由它包覆或涂敷导体也可以考虑使用。我们初步验证时在 φ30mm 的导体上包覆了厚度 8mm 的硅胶,试验时导体上施加高压,硅胶外层接地,测得的工频耐压值为 90kV/min,结果较为理想(还需进一步研究)。

国外,3.6kV、7.2kV、12kV

绝缘方式	空气绝缘	油绝缘	固体绝缘	气体绝缘
绝缘介质	空气或复合绝缘	变压器油	环氧树脂	SF <sub>6</sub> 、N <sub>2</sub> 等
优点	柜体制造要求相对较低,制造成本低,经济性好	目前已很少采用	环境适应性强、安全性高、维护极少、小型化程度高	
缺点	对环境适应能力差;电力等级越高,所需绝缘距离越大		柜体没有密封要求	SF <sub>6</sub> 气体为非环保材料;柜体要求密封,工艺性差
			工艺性差	

高压电器中主要采用的绝缘方式是空气绝缘、复合绝缘,低压气体绝缘、固体绝缘等方式。这些绝缘方式并存,空气绝缘占主导地位,这主要从经济性考虑。24V、36kV 等级的高压电器趋向于使用复合绝缘、低压气体绝缘、固体绝缘方式,以取代空气绝缘方式。

### 2. 复合绝缘结构的应用

国外,ABB、日本三菱、美国西屋等公司在开关柜上已开始大量使用复合绝缘结构,尤其在 12~36kV 开关柜上,使产品的小型化率有很大的提高。在 36kV 开关柜上,主要采用的绝缘结构,ABB、日本三菱是:涂敷+隔板+空气绝缘结构;美国西屋是:涂敷+包敷+空气绝缘结构。

在我厂, KYNB - 40.5、ZN63A - 12 等产品使用了被覆绝缘、涂敷绝缘、隔板绝缘+空气的复合绝缘方式。40.5kV 开关柜宽度由过去 1800mm 缩小为 1200mm,体积大大缩小。它是将零散的复合绝缘处理系统化、正规化,而不是过去简单地将绝缘板作为绝缘介质。目前,流化母线已在 12kV 高压开关柜上批量使用。

采用复合绝缘结构的开关柜绝缘构成是:

**1. 主母线、分支母线绝缘敷层** 将主母线、分支母线用流化、环氧浇注、硅胶包覆等方式,使其被固体绝缘层包覆起来,见图 1,由空气和固体绝缘这两部

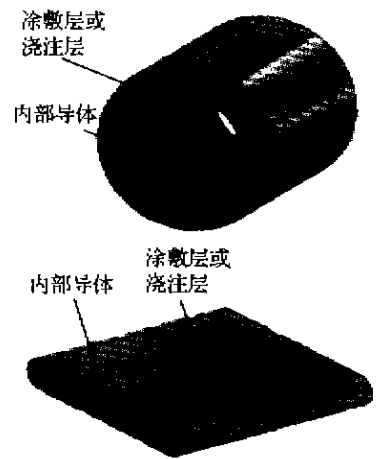


图 1

分来维持耐受电压。该固体绝缘层的表面不接地,从原理上讲为一种屏障绝缘。被覆绝缘层在电场衰减,耐受电压上升的同时,绝缘层因电容大,电压几乎都由空气来分担。

母线在外形尺寸、机械性能以及电气性能方面都有有效的检验方法,单个零件的绝缘性能的检验还有待进一步的研究。

(2) 隔板 通常相间、相对地间主要采用绝缘隔板+空气的复合绝缘方式。这种方式简单有效。日本三菱 35kV 开关柜采用这种绝缘结构较为普遍。但是在绝缘距离不够大或工作环境恶劣的情况下,这种结构的缺点是对环境的适应能力明显差。

(3) 导体支持部、连接部的绝缘

① 母线连接部位 母线与母线的搭接,基本类型有“一”型、

《电世界》2002 年第 5 期

“L”型、“T”型等,见图2。目前

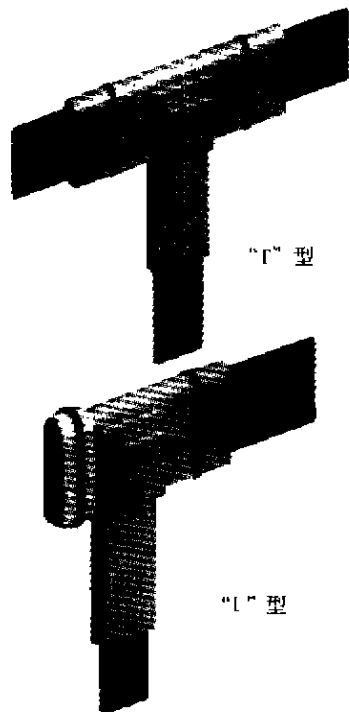


图 2

这三种类型都有成型的绝缘罩,与流化层一起可以将40.5kV开关柜空气绝缘距离缩小到200mm以下,另外还可将绝缘罩改为绝缘胶带包覆。这两种方法都有密封性差的缺点,而且空气绝缘距离的尺寸缩小还远远不够,应采取更为有效的措施,比如环氧浇注、硅胶密封等。

②母线支撑部位 母线与绝缘子等支撑件的搭接比较简单,

种类单一,相对来说处理起来简单得多。现在主要用橡胶类的绝缘帽密封(见图3),尚处于试用阶段。

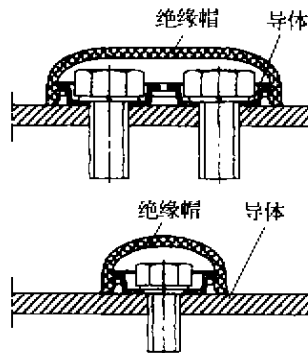


图 3

③母线与一次元件连接部位 主要指母线与电流互感器、电压互感器、触头盒、避雷器等元件的搭接。

由于母线与一次元件的搭接部的形状复杂多变,处理起来比较困难,目前还没有太好的解决办法,只能以绝缘胶带包覆或个别部位使用专用绝缘盒之类的材料或零件绝缘。搭接部采用环氧浇注、填充硅胶(需要开不同种类的模具)。

还有主母线、电缆连接需要在现场施工,这时的施工质量如何控制、如何检验,还需继续探讨。

3. 复合绝缘材料的发展 高新技术的发展推动了新型材料

的研制。绝缘材料向着耐高压绝缘、耐热绝缘、阻燃绝缘、特殊绝缘等方向发展。原有的环氧树脂也有了长足的发展,除了要求快固化、低应力、耐热外,还要求高纯度、分子量均匀的环氧树脂,以便更好地提高环氧树脂的性能。

复合绝缘中的新型固体绝缘材料发展是与纳米技术有关的。主要有以下两种:

(1) 纳米绝缘材料 是聚合物与无机纳米粉料的复合物。这种绝缘材料是有机相和无机相在纳米范围的复合,两相之间的界面面积非常大,存在界面间的化学结合,形成理想的粘接力,可消除无机相与有机相之间热膨胀系数不匹配的问题,并将无机物的刚性、稳定性和阻燃性与有机聚合物的韧性、加工性及介电性能综合在一起,从而产生许多新的特性,在电工、电子等领域展现出广阔的应用前景

(2) 纳米热固性绝缘材料 (纳米环氧绝缘材料、纳米聚酯绝缘材料) 是在环氧树脂中加入一定量的纳米SiO<sub>2</sub>(平均粒径20nm),所得复合材料的冲击强度、拉伸强度和断裂伸长率都有极大的改善。它可承受较大的载荷,并具有增强、增韧的功能。

(编辑 水佳)



据《电世界》2002年第1期“读者信箱”刊登的《变频器主机转备用时的过流跳闸的原因及解决方法》问答,按所提供的情况,可能在参数设置方面没有充分利用变频器所具备的功能,如“速度搜索”功能。该功能是对由于惯性等仍在旋转的电机进行速度搜索,并从搜索到的某个速度开始平滑地起动的速度,这一功能特别适用于电动机由工频驱

《电世界》2002年第5期

动切换到变频驱动,对两台变频器间的切换也更为有效。如安川变频器还可以对速度搜索过程中的动作电流、时间等进行设定。如果需要进行搜索运行的变频器不采用“速度搜索”功能,那么由于惯性,当正在旋转的电动机切换到变频器时,引起变频器过流跳闸的概率非常之大。因为惯性,此时旋转的电动机实质上已变成了发电机。在这两个未经相

位同期控制的电源并列到一起时,将会产生大电流引起变频器过流保护。这非同期电源并列产生的电流大小取决于电动机的惯性和变频器的输出电压及频率的大小,当变频器的输出电压及频率一定时,电动机旋转的惯性越大,则产生的非同期电源并列时的电流越大,反之则小。

以上意见,供参考。

(编辑 伟明)

(215)·23·

## 关于《变频器主机转备用时的过流跳闸的原因及解决方法》补充

张彦海



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



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. 浅谈机械自动化技术在我国的发展](#)
- [2. 高压电器制造业中的浇铸绝缘](#)
- [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. 高转换率稀土复合电热膜在我国研制成功](#)
- [6. 如何实现机械制造的自动化](#)
- [7. 把握电业脉搏——记陕西电力科学研究院高压电器技术研究所副所长王森](#)
- [8. 高功率CO<sub>2</sub>激光+电弧复合焊技术在船舶制造业中的应用](#)
- [9. 复合地基施工技术探讨](#)
- [10. 红外测温技术在复合绝缘子检测中的应用](#)
- [11. 高压电器的绝缘设计与结构](#)
- [12. 技术的复合——现代大跨木结构的探索](#)
- [13. 国外电袋复合除尘器技术的发展及现状](#)
- [14. 清大液化气、复合汽油连续报道12年技术重大突破 现场考察成功学员每天赢利4000多元](#)
- [15. 我国机械自动化技术的发展之路](#)
- [16. 有关电磁噪声复合吸收体技术的介绍（二）](#)

- [17. 复合地层盾构施工换刀加固技术](#)
- [18. 一种钢塑交织复合门窗型材](#)
- [19. 复合内防腐技术在高含水油罐中的应用](#)
- [20. 应变测量的电测技术在高压电器中的应用](#)
- [21. 复合好氧+BAF处理技术](#)
- [22. 《废纸塑铝复合包装物回收分拣技术规范》行业标准征求意见会议召开](#)
- [23. 复合土钉墙技术在深圳的应用与发展](#)
- [24. 创新源于技术,更精于专……金石东方——塑料复合管道设备专家](#)
- [25. 复合电刷镀技术在机械装备维修中的应用与发展](#)
- [26. 小电流接地系统绝缘监察技术的应用与发展](#)
- [27. 浅议多技术复合智能卡的现状及发展趋势](#)
- [28. 论变压器绝缘故障分析方法及其在线监测技术](#)
- [29. 清大液化气、复合汽柴油连续报道12年技术重大突破 现场考察成功学员每天赢利4000多元](#)
- [30. 电容屏套管在SF<sub>6</sub>气体绝缘高压电器中的应用](#)
- [31. 创新源于技术,更精于专……金石东方——塑料复合管道设备专家](#)
- [32. 选电热水器严把四关](#)
- [33. 复注支护技术在复合软弱岩层巷道的应用](#)
- [34. 复合绝缘子检测新技术](#)
- [35. IP技术在INTERNET网中的应用与发展](#)
- [36. 可编程控制器在大容量实验室的应用](#)
- [37. 多媒体给绘画艺术带来的冲击与机遇](#)
- [38. 电气设备的绝缘在线监测及状态检修](#)
- [39. 对变压器绝缘故障的几点分析](#)
- [40. 天晟新材\(300169\)高分子发泡材料和复合夹芯技术的领导者](#)
- [41. 浅析机械自动化技术现状及发展](#)
- [42. “地铁屏蔽门结构式绝缘”技术成功通过科技成果评价](#)
- [43. 界面聚合制备复合荷电镶嵌膜关键技术及其应用](#)
- [44. 低交通量农村公路复合封层罩面技术](#)
- [45. 高压电器设备绝缘试验技术研究](#)
- [46. 黑龙江省水稻稀植机插深施肥技术的应用与发展](#)
- [47. 热力机械复合除雪除冰方法](#)
- [48. 高压电器支柱绝缘结构绝缘强度的研究](#)
- [49. 清大液化气、复合汽柴油连续报道13年技术重大突破现场考察成功学员每年赢利100万](#)
- [50. 远方投退重合闸装置的研制及存变电站中的应用](#)