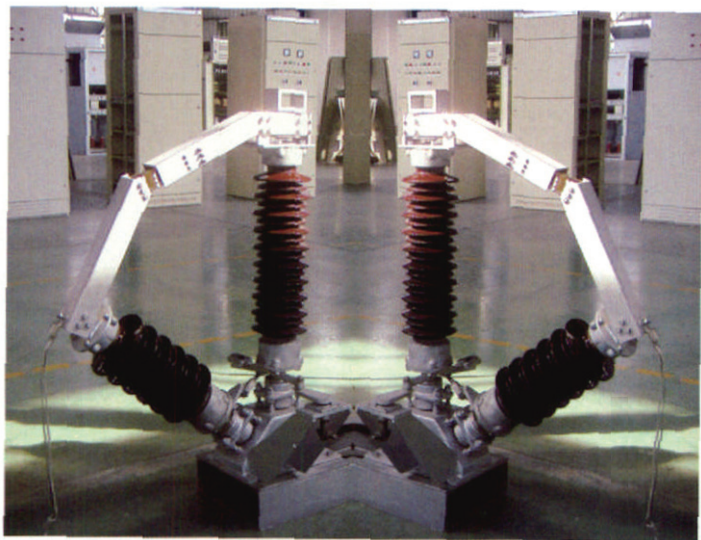




高压电器产品的防震措施及建议

西安高压电器研究院 王从刚

引言

电力是重要的生命线工程之一。然而，近期在海地、智利、印尼等国先后发生的一系列地震却使电网遭受了巨大损失。沉痛的代价警示我们，在自然灾害频发的情况下，如何提高电网应对和抗击地震的能力是值得输变电行业认真思考的重要课题，希望籍此为提高高压电器产品的抗地震可靠性提供有益的思路。

高压电器产品受损情况

以我国汶川地震为例，这次地震对电力设施造成了巨大破坏，国家电网在这次地震中有258座110kV及以上变电站不同程度受损，90座停运，直接损失超过120亿元，受损停运35kV及以上变电站171座；10kV及以上输电线路2769条，损失负荷390万kW。

汶川地震使得当地电网供电设施遭到严重破坏，为了解、掌握地震灾害对输变电设备造成的破坏和影响，提高输变电设备抗击地震等自然灾害的能力，现回顾一下汶川地震高压电器产品受损情况。

断路器

汶川地震对电力设施造成了巨大损害。据统计，252kV断路器有30台受损，其中绵阳安县变电站5台断路器全部倒塌，本体断裂或倾斜18台，因裂缝SF₆气体严重泄漏6台，机构故障1台；126kV断路器有38台受损，其中本体断裂或倾倒25台，瓷套裂纹2台，机构漏油6台，分合闸

指令错误1台；合闸线圈烧坏2台，放弧1台，油色变黑1台。主要是瓷套支柱元件断裂或裂缝，造成本体倒塌、漏气（或漏油）以及操动机构故障等，见图1、图2。

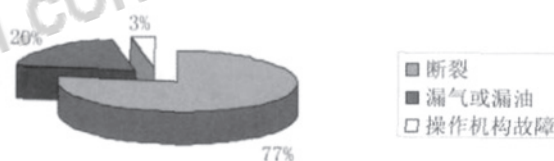


图1 252 kV断路器震后受损统计（按受损类型）

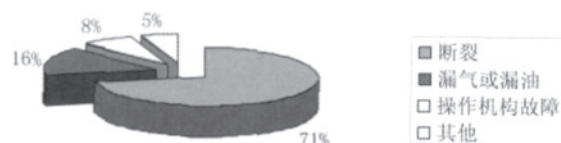


图2 126 kV断路器震后受损统计（按受损类型）

原因分析：此次地震造成开关设备损失严重的主要原因是强烈地震引起的开关类设备承受地震烈度严重超标。依照国家标准的要求，开关类设备抗震烈度为7度，而此次重灾区普遍烈度超过8度，最大烈度达11度。地震烈度超出了电力设施的设防烈度，地震作用时间长。因此，该区域的开关设备受损严重，甚至完全毁损。

从以上两个电压等级受损断路器的相关统计分析可以看出，断路器这种瓷质设备具有相当的高度（重心高），在地震波的作用下，很容易产生倾覆作用，使得产品根部瓷质断裂，同时引发其他故障。

隔离开关

受地震影响损坏的隔离开关中，550kV隔离开关1台，252kV隔离开关53台，其中瓷支柱断裂或折断43台，瓷支柱裂纹1台。126kV等级隔离开关共有48台受损，其中支柱断裂、倾倒39台，裂纹2台。126kV及252 kV受损隔离开关占整个受损隔离开关的98.9%。从各个等级隔离开关受损类型统计可以看出，断裂或倾倒是主要的受损方式，另外隔离开关变形也是一种主要的受损方式。见图3、图4。

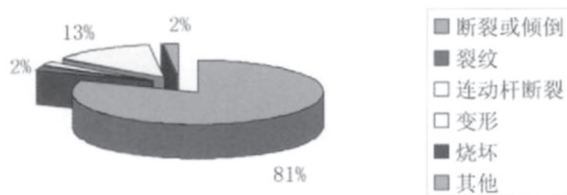


图3 252 kV隔离开关受损形式统计

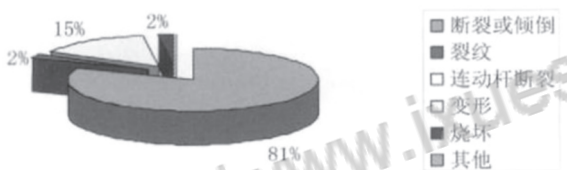


图4 126kV隔离开关受损类型统计

原因分析：从图中可看出，隔离开关损坏的主要原因是瓷绝缘子受损，由于陶瓷属脆性材料，抗弯性能差，设备结构形状特殊，又细又长且上部质量较大，地震时瓷套管的根部承受很大力矩，迫使瓷套管抗弯强度不足而断裂。特别是在瓷套管与其他材料的连接处，变形不协调加大了瓷套管的断裂和损坏。

开关设备抗震应对措施和建议

地震是由于地壳深层发生断裂、错位等地层运动而造成临近震源区域内大面积地壳震动。地震波有纵波、横波，且随着震距加大，纵波越来越弱。因此，大部分地震灾害是由横波造成的。高压电器设备多为型态细长、阻尼比小，且大多由脆性瓷件作绝缘套管或承重立柱，抗地震能力低，这也是造成汶川地震时电网解列、瘫痪的主要原因之一。从汶川地震中我们应吸取教训并

得出如下结论,在地震频发地区选择高压电器产品时应优先选用：

重心低、顶部重量轻等有利于抗震的结构型式的电气设备，如GIS、HGIS、罐式SF₆断路器等；

设备支架尽量采用钢结构；

设备外瓷套宜采用高强瓷材料或选用复合套管；

高强瓷支柱绝缘子和绝缘套管为绝缘支柱的电气设备；

采用自振频率与一般场地地震波的主频率相差较大的电气设备，同时也可采用减震器或阻尼器，改变设备体系的频率和阻尼比。

地震对电力设备具有巨大的破坏力，因此，电力设备的抗震设计日益引起人们的注意。根据地震板块区域烈度划分，适当提高部分开关设备的抗震设防等级，保证骨架电网和重点用户是经济、高效的方法。根据有关资料的分析研究，对高压电器产品的抗震预防做以下建议：

为避免高压开关柜等电气设备元件的移位、倾倒，设备元件要固定在建筑物的结构体上或墙壁上，如果独立式安装有倾倒危险，根据需要可用墙或天井等防震设施安装。

如果柜内有移开式部件，应进行适当的固定，防止地震时飞出。

与外部主电路的连接端子部分应避免过度负重。

安装于地板的高压设备，为避免地震力导致高压电器产品移位、倾倒，应使用地脚螺栓固定在地板上。地脚螺栓需承受作用于产品的地震力所引起的拉拔力和剪切力。

设置防震装置的元件水平方向与垂直方向应设制动装置；制动装置应具有足够的耐地震冲击强度，并牢固地固定在结构体上。

导线应有适当的垂度，尤其是出线使用铜排的情况下，采用软连接等可动性导线。

进线电缆长度应设计适当的裕量，连接高压母线及设备的导线，根据需要选用具有可动性导线（软连接），并设计适当的裕量长度。



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

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SF₆气体密度、湿度及泄漏检测技术](#)
- [2. 中压环网柜的优势和发展趋势](#)
- [3. \$\beta\$ -七叶皂甙钠的生产与建议](#)
- [4. 不怕一万,最怕万一——旅途中本本保养与维护五要素](#)
- [5. 110千伏户外复合绝缘高压交流隔离开关在扬州诞生](#)
- [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SF₆高压电器发展新动向](#)
- [8. 浅谈亚麻产品的开发](#)
- [9. 陕西宝光七种新产品通过了省级投产鉴定](#)
- [10. 印度尼西亚农村砖混结构房屋抗震性能分析](#)
- [11. S7-300PLC在电器试验站中的应用](#)
- [12. 政策性保险产品市场营销之路](#)
- [13. 地震逃生十大技巧](#)
- [14. 日本房屋建筑防震措施探究 \(2\)](#)
- [15. 澜沧——耿马地震建筑震害分析与经验教训](#)
- [16. 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](#)

- [17. 日本炼油厂的防震举措](#)
- [18. 智能化高压电器的通讯自动化——“智能化高压电器”之五](#)
- [19. 江苏思源赫兹互感器有限公司](#)
- [20. 苟锐锋：跫音如歌——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](#)
- [21. 聚丙烯技术新进展](#)
- [22. 山东省加强农村防震减灾知识宣传](#)
- [23. V法铸造在高压电器铝筒体生产上的应用](#)
- [24. HXD1D型机车柜式成套高压电器的设计](#)
- [25. 六氟化硫高压电器设备运行、检修技术问题分析](#)
- [26. 长开跨入高压电器领域](#)
- [27. 追忆褚善元同志](#)
- [28. 冲击电压发生器雷电波的负载特性及其波形分析的改善](#)
- [29. 定西地区召开防震减灾工作会议](#)
- [30. 电容屏套管在SF₆气体绝缘高压电器中的应用](#)
- [31. 贸易结合度分析出口战略选择](#)
- [32. 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](#)
- [33. 327国道改线工程沂河特大桥抗震设计](#)
- [34. 电镀节银十年回顾](#)
- [35. 高压电极形状的优化设计](#)
- [36. 《日本高压开关设备技术发展最新动态》简介](#)
- [37. 假如发生地震](#)
- [38. 可编程控制器在大容量试验室的应用](#)
- [39. 农村民用建筑应有规范的抗震防震措施](#)
- [40. “九五”——2010年海南香草兰初产品集中加工的建议](#)
- [41. 浅析高压电器的检修与保养](#)
- [42. 国内126kV封闭式组合电器的技术发展](#)
- [43. 高压SF₆封闭组合电器\(GIS\)的发展及故障诊断](#)
- [44. 玻璃钢管道特性及生产工艺的探讨](#)
- [45. 云南传统民居原生态设计探析](#)
- [46. Is快速限流器](#)
- [47. 桥上高压电缆防震分析](#)
- [48. 高压电器设备绝缘试验技术研究](#)
- [49. 不饱和聚酯SMC,DMC在中高压电器中的应用](#)
- [50. 远方投退重合闸装置的研制及存变电站中的应用](#)