

[GIS]

新型145 kV绝缘隔板机械强度研究

文/特变电工中发上海高压开关有限公司 孟维东 汤伟 魏俊梅

在气体绝缘金属封闭开关设备（GIS）中，绝缘隔板起着隔离相邻气室、支撑导体的重要作用。绝缘隔板的机械强度是保证GIS安全可靠运行的基础。详细介绍了新型145 kV绝缘隔板的设计特点；应用有限元分析计算软件对其力学性能进行了数值仿真，计算结果表明，特定形状的中心嵌件可以有效提高其力学性能。该新型145 kV绝缘隔板在质量监督检验中心顺利通过了整套型式试验，进一步验证了其力学性能的可靠性。

132 kV等级电网是印度、伊朗等中亚国家的基本网架，145 kV气体绝缘金属封闭开关设备（以下简称为GIS）是保证其安全可靠运行的重要设备。

在GIS中，绝缘隔板起着隔离相邻气室、支撑导体的重要作用。绝缘隔板的机械强度力学是保证GIS安全可靠运行的基础。为有效节省占地面积，145 kV GIS采用三相共箱设计，典型隔板如图1所示，这种三相共箱设计特点给145 kV绝缘隔板的设计和优化带来了较大的难度，成为GIS设计中的突出难点。

145 kV绝缘隔板技术参数及主要特点

特变电工上开公司为迎合国内外电力市场对145 kV GIS的大量需求，采用强度仿真等计算机辅助设计手段研制开发了具有完全自主知识产权的145 kV GIS。145 kV绝缘隔板结构外形如图1所示。

145 kV 绝缘隔板主要技术参数如表1所示。

新型145 kV绝缘隔板由3个中心嵌件、铝法兰及树脂浇注部分等组成，该隔板在145 kV GIS母线中的典型应用如图2所示。

新型145 kV绝缘隔板具有如下主要特点。

1) 采用三相一体化设计，三个导体呈等边三

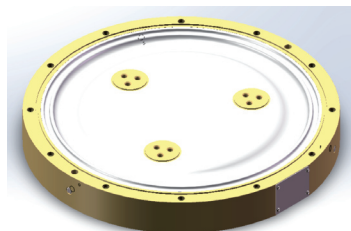


图1 新型145 kV绝缘隔板

表1 145 kV绝缘隔板主要技术参数

项目	数值
额定电压/kV	145
额定电流/A	3 150
额定频率/Hz	50
额定峰值耐受电流/A	100
额定短路持续时间/s	4
额定雷电冲击耐受电压/kV	650
额定短时工频耐受电压/kV	275
爆破压力/MPa	≥2.4

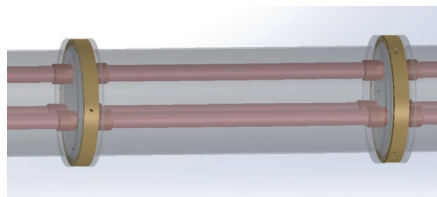


图2 145 kV绝缘隔板在GIS母线中的典型应用

角形均匀布置。

2) 采用对称设计, 没有通常隔板的凹凸面, 方便GIS设计和安装。

3) 采用铝法兰结构, 使得绝缘隔板与罐体联接时不必使用铜(或铝)短接板, 节约了有色金属材料, 简化了装配工艺。

4) 中心嵌件采用特殊形状, 有效改善了绝缘隔板的力学性能。

5) 中心嵌件在浇注前进行特殊喷砂工艺处理, 增加了中心嵌件和树脂间的黏合力, 进一步提高了绝缘隔板的力学性能。

145 kV绝缘隔板力学性能研究

绝缘隔板的力学性能主要取决于其结构形状、树脂体系、浇注工艺、中心嵌件和环氧树脂界面间的结合力。

结合145 kV绝缘隔板水压强度型式试验, 应用有限元数值分析计算软件ANSYS, 对其一侧承受1 MPa压力时的机械强度进行了数值仿真。为比较中心嵌件形状对其力学性能的影响, 计算时考虑了两种嵌件形状。

1. 计算模型

145 kV绝缘隔板结构上具有对称特点, 为有效提高计算精度, 节省计算时间, 计算模型采用六分之一模型, 如图3所示。两种嵌件形状对比如图4所示。

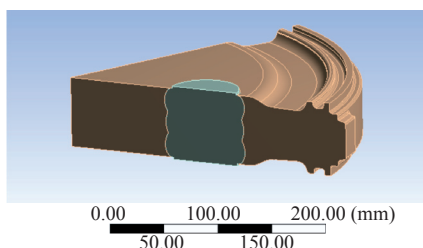
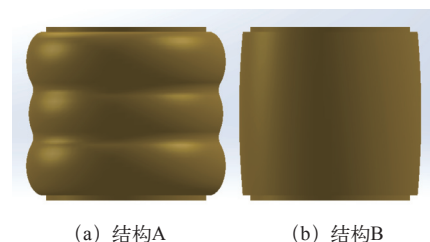


图3 计算模型



(a) 结构A (b) 结构B
图4 145 kV隔板两种嵌件对比

2. 计算结果

当145 kV绝缘隔板中心嵌件采用结构A, 一侧

承受1 MPa压力时, 其位移等值云图分布如图5所示, 应力等值云图分布如图6所示。两种形状嵌件在相同1 MPa受压情况下, 界面处的应力对比如图7所示。两种嵌件的隔板各关键位置的应力最大值对比如表2所示。

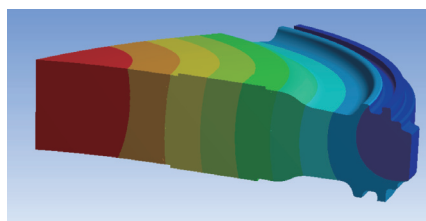


图5 145 kV绝缘隔板位移等值云图分布 (结构A)

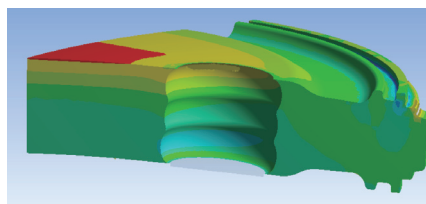
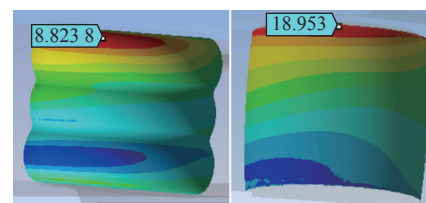


图6 145 kV绝缘隔板应力等值云图分布 (结构A)



(a) 结构A (b) 结构B

图7 145 kV绝缘隔板应力等值云图分布

表2 145 kV绝缘隔板关键位置应力最大值
(一侧承压1 MPa压力时)

隔板模型	隔板沿面应力/MPa	界面处应力/MPa
中心嵌件结构A	21.5	8.823
中心嵌件结构B	22.6	18.953

3. 结果分析及校核

由图5、图6、图7和表2可知, 当145 kV绝缘隔板中心嵌件采用不同结构时, 隔板沿面的应力最大值几乎没有变化, 原因是盆子沿面的应力分布仅取决于绝缘隔板的形状。但对于界面处的应力分布, 当采用结构A时的应力较结构B时降低很多。因此, 新型145 kV绝缘隔板中心嵌件采用结构A。

当145 kV绝缘隔板中心嵌件采用结构A, 一侧承受1 MPa压力时, 其上的应力最大值为21.50 MPa。在恰当的配比及浇注工艺保证下, 环氧树脂的破坏应力可以达到75 MPa, 其水压耐受

强度可高达3.5 MPa。因此,该绝缘隔板的力学性能满足要求,且具有一定的安全裕度。

型式试验验证

145 kV绝缘隔板在西安国家高压电器质量监督检验中心顺利通过了国家标准要求的水压爆破试验,爆破压力高达3.4 MPa,破坏形态如图8所示。145 kV绝缘隔板型式试验的顺利通过,进一

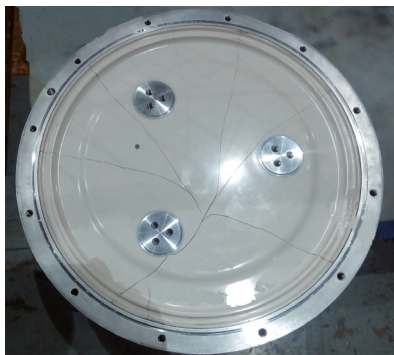


图8 145 kV绝缘隔板破坏形态

步验证了其力学性能的可靠性。

结束语

特变电工上开公司开发了具有独立自主知识产权的新型145 kV绝缘隔板。对其力学性能的相关研究表明。

1) 中心嵌件形状对绝缘隔板的机械强度有重要影响。经仿真计算,嵌件采用结构A的145 kV绝缘隔板可以耐受3.4 MPa水压试验压力,满足其力学性能要求。

2) 145 kV绝缘隔板顺利通过了型式试验及水压型式试验验证,进一步验证了其力学性能的可靠性。

特变电工新型145 kV绝缘隔板的研制成功,为其新型145 kV GIS的安全可靠运行提供了必要的技术保障。EA

(收稿日期:2017.04.12)

(编辑:刘群彦)

(上接第95页)

2. 总体测辨法

总体测辨法,利用等效理论,将接在枢纽变电站母线的配电网看成一个整体,只把这个负荷端口的电气特性进行等效,不用统计太多的负荷信息。

总体测辨法的优点是,负荷信息不用收集太多,方法简单,辨识结果真实。其缺点是,电力系统中的扰动数据不容易捕捉,并且在模型校验时,需要收集大量的实测数据。

3. 故障拟合法

故障拟合法,根据模拟的电力系统事故,修正已有负荷模型的结构和参数,使之尽量接近实际的电力系统事故。

故障拟合法的优点是,对参数调整后的负荷模型,对电力系统故障具有比较高的模拟精度。缺点是,根据故障拟合法所得的模型,适用性、应用范围和应用条件还需要机理分析和合理解释。

负荷建模的发展动态

20世纪70年代以来,美国电力研究院以统计

综合法来研究负荷建模,并研发了最具影响的软件包EPRLOADSYN。

20世纪80年代前后,出现了总体测辨负荷建模方法。该方法,根据系统辨识理论,依托计算机数据采集与处理技术,对现场测量,获得负荷特性样本,进而确定综合负荷模型。

我国负荷建模工作始于20世纪80年代,国家电网公司于2003年成立负荷建模工作组,2004年、2005年实地试验,获得了宝贵的大扰动实测数据。中国电力科学研究院根据国家电网公司的大扰动实测数据,提出了考虑配电网的综合负荷模型及其参数确定方法。国内若干院校科研团队也对负荷建模方法进行了深入研究,大大丰富了负荷建模理论,进一步推动了负荷建模的实用化。

随着分布式发电技术的进步和分布式电源的大量接入,负荷建模迎来了新的挑战,电力负荷建模的发展方向,将朝着“研究对象广泛化、研究手段综合化”的方向发展。EA

(收稿日期:2017.04.19)

(编辑:刘群彦)