

[均压环]

高压开关用绝缘套管均压环结构设计

文/特变电工中发上海高压开关有限公司 张 辉

在126 kV和145 kV电压等级的气体绝缘金属封闭式组合电器中，一般情况下套管不使用均压环，但在一些特定的试验场景下，需要应用均压环来满足试验过程和结果测试的需要。这种应用场景下均压环的设计除了满足自身的性能要求外，还应具备便捷性。

由于一些电站的特殊布置，制造厂的出厂试验工装无法及时满足型式试验和出厂试验对126 kV和145 kV电压等级气体绝缘金属封闭开关设备（以下简称GIS）的局部放电测量要求。

在以往的GIS套管用均压环结构中，多使用固定螺栓插接，如果是临时使用，则使用软线将均压环捆绑在套管端子上，这样除了不够便捷外，可能出现电场结构特别不均匀的情况。

为此，设计可通用在瓷套管与复合套管需要屏蔽场景的均压环，极大提升试验效率，同时在结构设计中考虑安装便捷、稳定，使用后也能够方便取下。

初步结构设计和仿真验算

均压环设计的基本原则：

- 1) 均压环下端在套管顶部第一个伞之上，尽量保证干闪距离。
- 2) 均压环上端高于接线端子（导电板），达到最大化的屏蔽作用。
- 3) 中径尺寸保证上法兰的插接标准件等尖角在屏蔽范围之内。

初步设计结构如图1所示，图1中的 $\phi 400$ 尺寸保证上法兰的插接标准件等尖角在屏蔽范围之内。

在局部放电试验电压174 kV、管径为R30 mm

的给定条件下，均压环二维电场计算结果如图2所示，三维电场计算结果如图3所示。

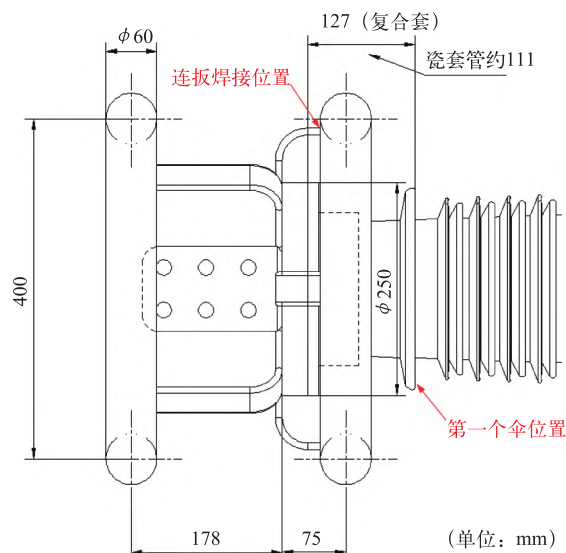


图1 符合设计原则的均压环初步结构设计

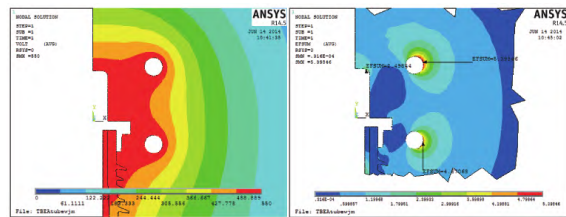


图2 二维电场等效云图

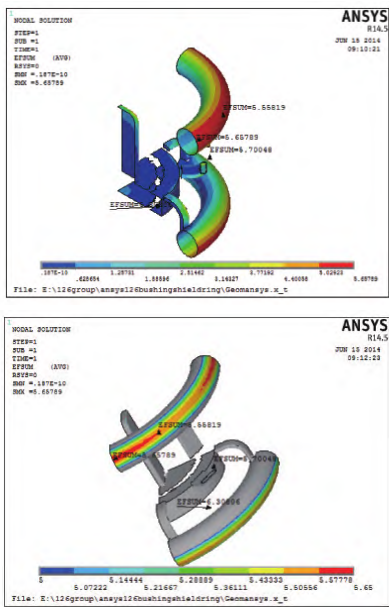


图3 三维电场等效云图

整理出场强数据见表1，发现场强不佳。

表1 局放试验电压174 kV场强最大值

管径	维数	部位	场强最大值/ (kV/mm)
R30	二维	均压环	1.707 7
		接线板	0.790 3
	三维	均压环	1.79 0
		安装板	1.803 3
		接线板	1.732 7
许用场强 (AIR)			2.0

优化电场策略和结果

局部空气放电判据相对来说较模糊，现给出两个建议。

1) 对应管径R30 mm的均压环装配，在局部放电试验局放量测试电压174 kV下，三维电场计算均压环装配中的电场强度最大值发生在安装板上，最大值为1.8 kV/mm，略大于环上的场强1.79 kV/mm。考虑到该小板的形状及尺寸不易控制，建议将该板继续往里面移动。

2) 对应二维电场计算，均压环管径为R30 mm时，场强最大值1.707 7 kV/mm；均压环管径为R35 mm时，场强最大值为1.590 4 kV/mm；均压环管径为R40 mm时，场强最大值为1.486 9 kV/mm。考虑到该均压环仅在局放试验使用，建议管径选偏大一些更安全可靠。

按照上述建议，在图1的基础上修改均压环结

构，如图4所示，仿真验算如图5所示，优化后三维电场等效云图中，包括均压环、安装板及接线板三个位置的三维场强数据，整理出场强数据见表2，发现场强最大值在许用场强范围内。

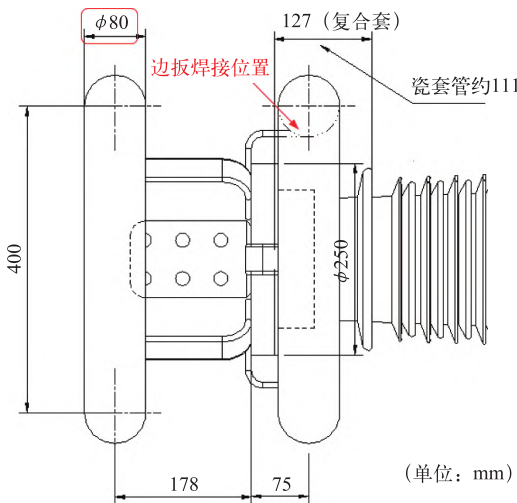


图4 改进后均压环结构设计

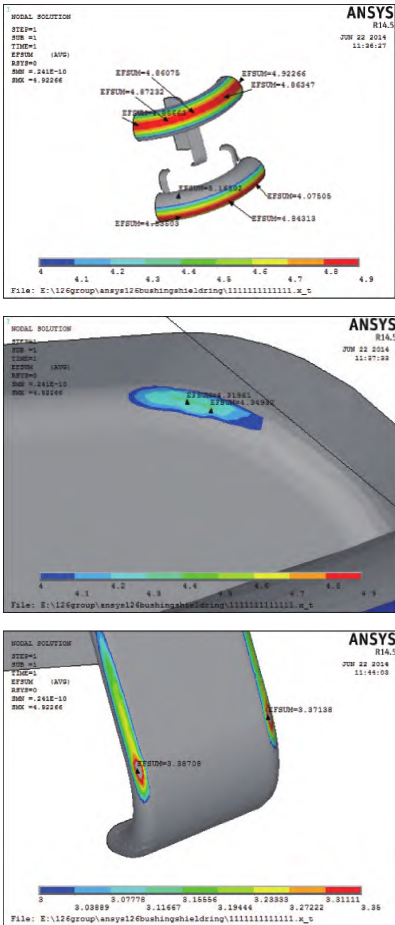


图5 优化后三维电场等效云图

表2 局放试验电压174 kV场强最大值

管径/mm	维数	部位	场强最大值/（kV/mm）
R40	二维	均压环	1.707 7
		接线版	0.790 3
	三维	均压环	1.79 0
		安装板	1.803 3
		接线版	1.732 7
许用场强（AIR）			2.0

对应改进后的设计，安装板上的场强下降很多，均压环上和接线板上的场强相对裕度更大。

便捷拆装设计

采用一体式连接，且不再采用本体密封相关紧固件，保证本体密封性。

直接套入并插接标准件定位，安装简便。

本方案插接的定位标准件也可以采取螺母紧固措施，如图6所示。

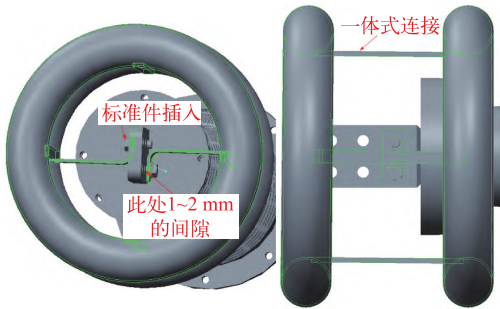


图6 便捷拆装的结构设计

结束语

在均压环的结构设计和改进设计方案比对仿真验算结果中，均压环设计的基本原则是科学的，应该遵守。在均压环需要焊接工艺时，也应选择恰当的焊缝位置，利用均压环自身屏蔽功能，规避焊缝带来的电场不利因素。

本文的均压环结构设计最终采用了两个“L板”兼顾夹紧功能的结构，仅插接两个紧固件即可。EA

(收稿日期：2021-09-26)

