

中期仿真报告

一、 实验目的：

- 1、 了解聚丙烯电缆内部线路结构，根据其内部的电气参数，建立电缆详细的电磁暂态模型；
- 2、 计算中压情况下电缆模型的阻抗参数，在 ANSYS/EMTDC 有限元分析软件中进行非线性分析并搭建电缆线路仿真模型加以验证。
- 3、 对不同工况下聚丙烯电缆的模拟测试
 - (1)明确聚丙烯的电气性能，模拟聚丙烯电缆在不同温度情况下的工作情况；
 - (2)研究空间电荷效应在聚丙烯电缆中的绝缘老化现象；研究聚丙烯电缆在不同机械应力强度和化学环境下的绝缘特性；
 - (3)模拟聚丙烯电缆在不同环境情况下的运行状况，建立其绝缘老化模型。

二、 实验内容：

- 1、 对电缆结构进行分析，并使用 comsol 有限元仿真软件进行建模。其中，电缆尺寸参数和相关材料如下表所示：

序号	工序	结构及材料	结构尺寸及公差		净重 (kg/km)
			厚度 mm	外径 mm	
1	导体	铜	/	42.5	10943
		绝缘皱纹纸			18.0
2	导体包带	半导体高强度带	0.18×2		61

		无纺布带	0.25	43.1	21
3	三层 共挤	超光滑屏蔽料	1.5	46.1	约 273
		超净化绝缘料	16.0	78.1	约 2985
		超光滑屏蔽料	1.0±0.2	80.1	约 288
4	缓冲层	半导体单面阻水带	0.5×2	84.1	194
5	铝护套	纯铝	2.3	100.7	2342
		塑料薄膜			约 12
6	隔离层	沥青	0.25	101.2	165
7	外护套	外护套	5.0	111.2	1707
8	石墨				约 5
9	电缆 近似重量				18961

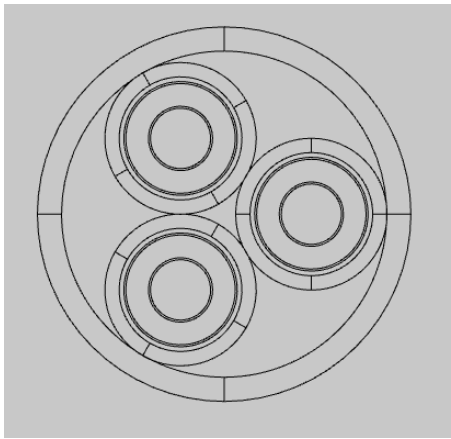


Figure 1 电缆结构图

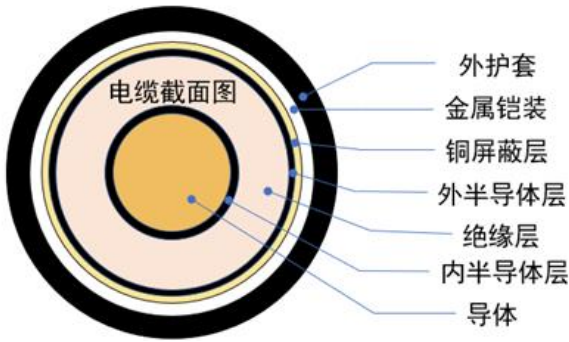


Figure2 COMSOL 建模图

三、 实验结果及其分析：

(1) 电场分析

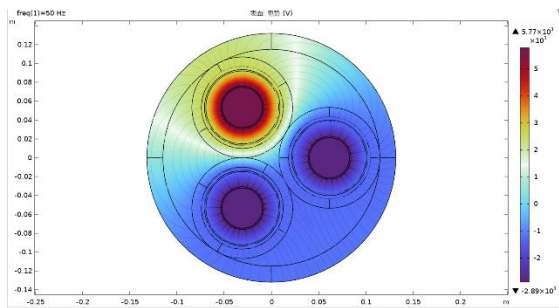


Figure 3 电势

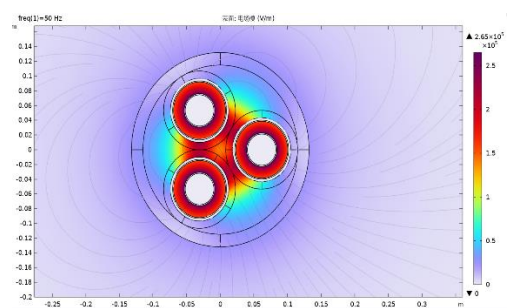


Figure 4 电场模

电场在绝缘体中最明显，在金属中则可以忽略不计。屏蔽层外电场较小，这表明屏蔽层发挥了有效作用。

(2) 磁场分析

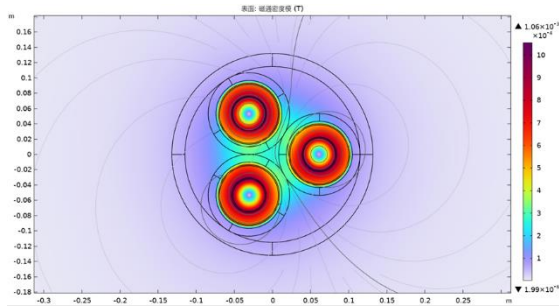


Figure 5 磁通密度模

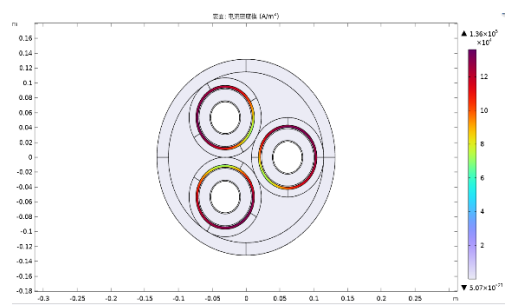


Figure 6 面外电流密度

- 1、磁通密度呈现三相对称，与相无关。
- 2、面外电流是屏蔽层的电流，相应的损耗为电阻类型（与磁滞损耗或介质滞后损耗相反），遵循欧姆定律。

(3) 损耗分析

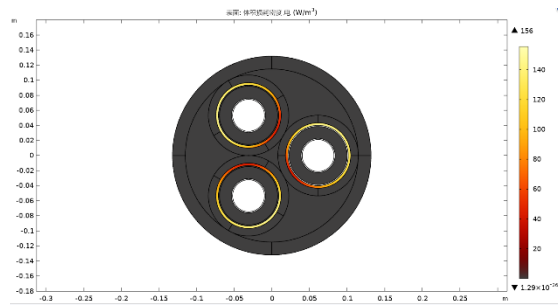


Figure 7 体积损耗密度

经计算，
相损耗为：281.55 （W/Km）

屏蔽层损耗为：5.6776E-7（W/Km）

（4）阻抗参数计算：

50.000Hz，10KV（中压），75A；

经计算，

相交流电阻：783.44（mΩ/Km）

相电感：0.42905（mH/Km）

相电容：

相 1 电容：0.13884（uF/Km）；相 2 电容：0.13884（uF/Km）；相 3 电容：0.13884（uF/Km）

每相电容（解析）：0.26026（uF/Km）

（5）热效应分析：

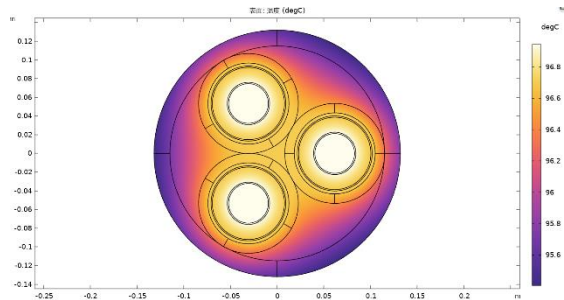


Figure 8 运行T为90℃时电缆热效应

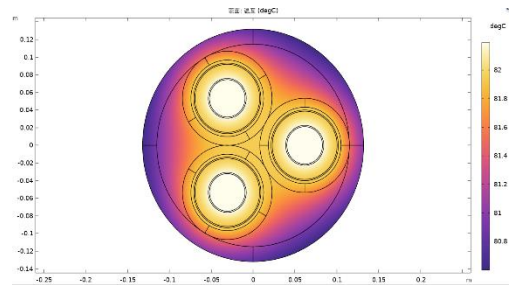


Figure 9 运行T为75℃时电缆热效应

我们对将电缆运行温度范围设置为 20℃到 105℃，分别分析了这些温度下的电缆屏蔽层损耗和相损耗。一方面，损耗的增加会导致温度进一步升高，从而造成更多的损耗；另一方面，较高的电阻率会抑制电压驱动的感应电流，导致这意味着寄生效应减弱，集肤深度变大。

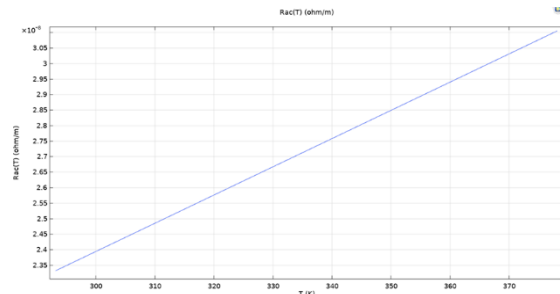


Figure 10 线性电阻率

分析结果显示：温度由室温（20℃）升高到额定运行温度 90℃，与室温基础二维构型相比，电阻增加了约 13%（电感属性基本保持不变），相中包含线性电阻率时，预计损耗至少会损耗增加 24%。其中一部分

相损耗是由电流驱动现象引起的，其余部分则是由寄生效应（集肤效应和邻近效应）导致的。