

与瓷绝缘体有关的电场分布、故障检测、维护及安全

下图 1 显示了瓷绝缘体串周围的电场的变化的理念。注意到绝缘体周围的电场很重要。正电子高压带电线路测试仪上的正电子电场传感器检测电场的变化。该变化可以从绝缘体圆周上的任何位置检测到。

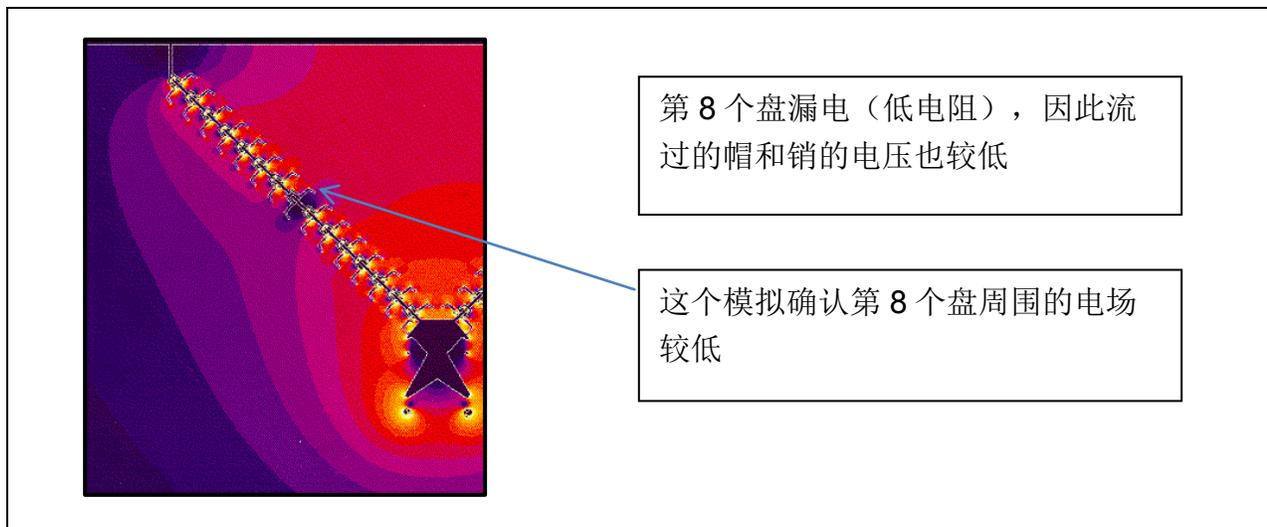


图 1：电场分布

导电缺陷会降低绝缘体盘的帽和销之间的电压。这反过来又降低绝缘体盘周围的电场。这是第一次滑动表明了缺陷的盘的位置。

Positron 绝缘测试仪与绝缘体没有任何电接触，不影响电场及其安全使用。

下面图 2 和图 3 显示了瓷绝缘体的典型结构。电压存在于每个瓷绝缘体的管帽和销之间。每瓷绝缘体的帽和销之间有瓷壳和水泥。自然而然发生的典型的故障，主要是水泥的退化。运行一段时间之后，由于温度的变化引起的热胀冷缩，暴露于过压和机械张力环境中，绝缘子串的更换，在瓷壳上会出现裂缝、小孔或裂隙。水或湿度能穿透这些裂隙从而加剧了劣化。

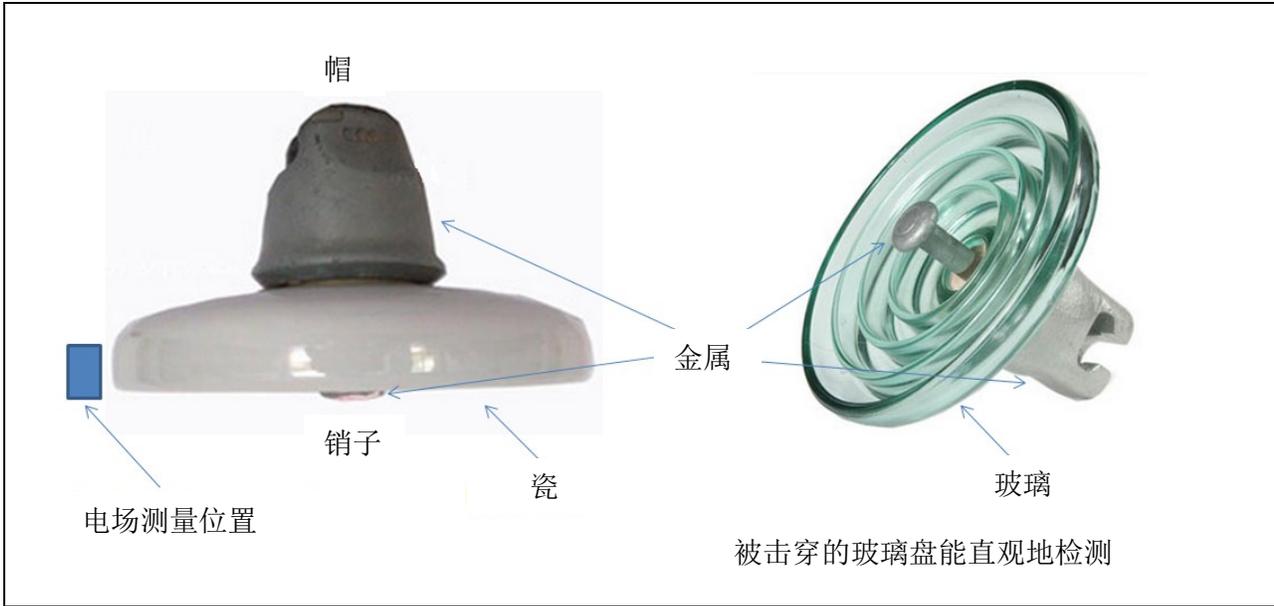


图 2：陶瓷与玻璃绝缘体

一旦开始恶化，它将更迅速地继续下去。这降低了销和帽之间的有效间隙。电流泄漏随时间而增加，直到整个绝缘盘发生故障。早期检测可以防止故障。强烈建议使用它从而尽快更换有缺陷的绝缘盘。

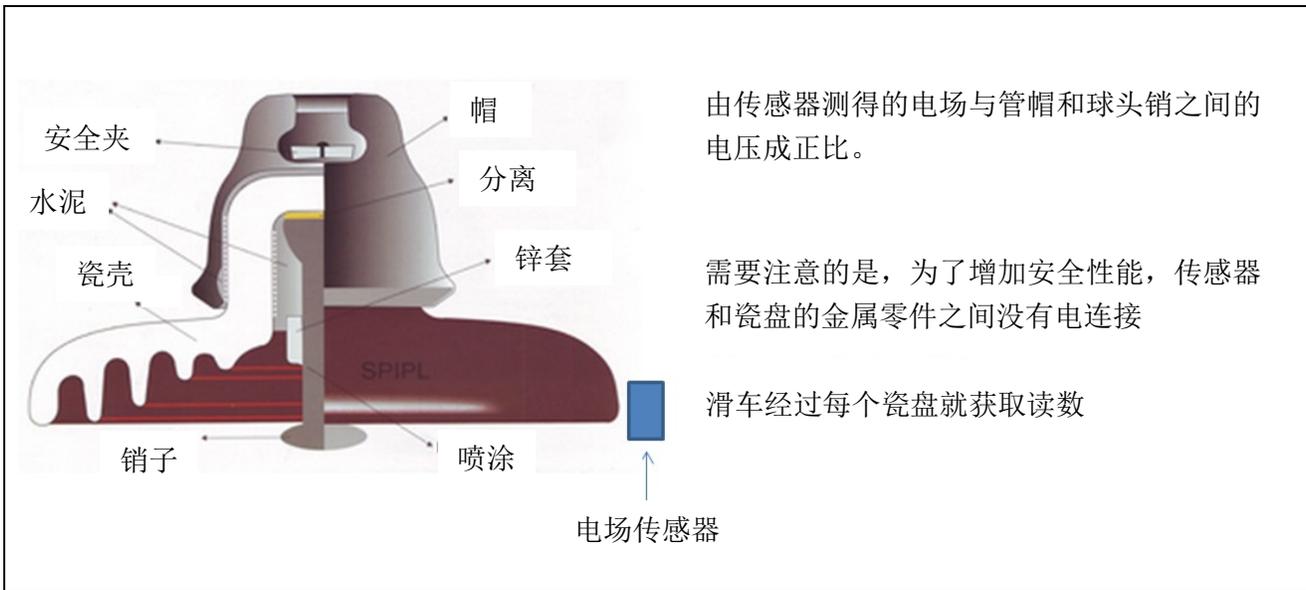


图 3：电场测量

Positron 的测试仪能瞬时检测到这些缺陷。电力部门可以选择立即更换现场有缺陷的绝缘体，以节省昂贵的额外的卡车卷（卡车使用的时间和几个人工的费用），可以存储和下载结果，以便日后和将来进行分析和安排维护。

Positron 测试仪是一种早期检测仪器。一个非常小的降低或绝缘击穿（整个绝缘盘电压降为 1%）都会被检测到，并以图示显示在电脑上。所有的测试结果都可以很容易地下载到检索表中。这也使得电力部门能够对整个时间段进行退化评估。一些地区的绝缘体可能比其他地区的绝缘体退化得更快些。

“缺陷度”在图中清晰可见。人们既可以看到小缺陷也可以看到重大缺陷。缺陷度很容易通过下降曲线的振幅看到。（参见曲线图 1）。

美国电气和电子工程师协会标准认为这样的陶瓷绝缘子是“短路的”，即如果绝缘体的销和帽之间有 25% 电压或更少的电压流过，这与正常的绝缘体盘相比就是短路的。Positron 与魁北克水电公司密切合作，已经对数百个有缺陷的绝缘子串进行了多次测试。经过多年的辛勤工作和扫描，我们使用电场法建立这个阈值的设置。Positron 测试仪附带软件有工厂设置的这个值。该阈值被看作是图上的水平线（见图 1）。低于特定绝缘子盘的相关曲线，而且很容易看到低于这条线。这并不是说人们应该等到缺陷很严重才更换绝缘子盘。

图 1 是电脑屏幕上正电子测试仪所形成的曲线图的一个例子，它允许对瓷盘的缺陷度进行评估。（注：红色曲线是绝缘子串的正向扫描而蓝色曲线是使用正电子测试仪的向后扫描。虽然只需扫描一次，事实上，这两个扫描彼此校正证明该扫描是正确完成。）

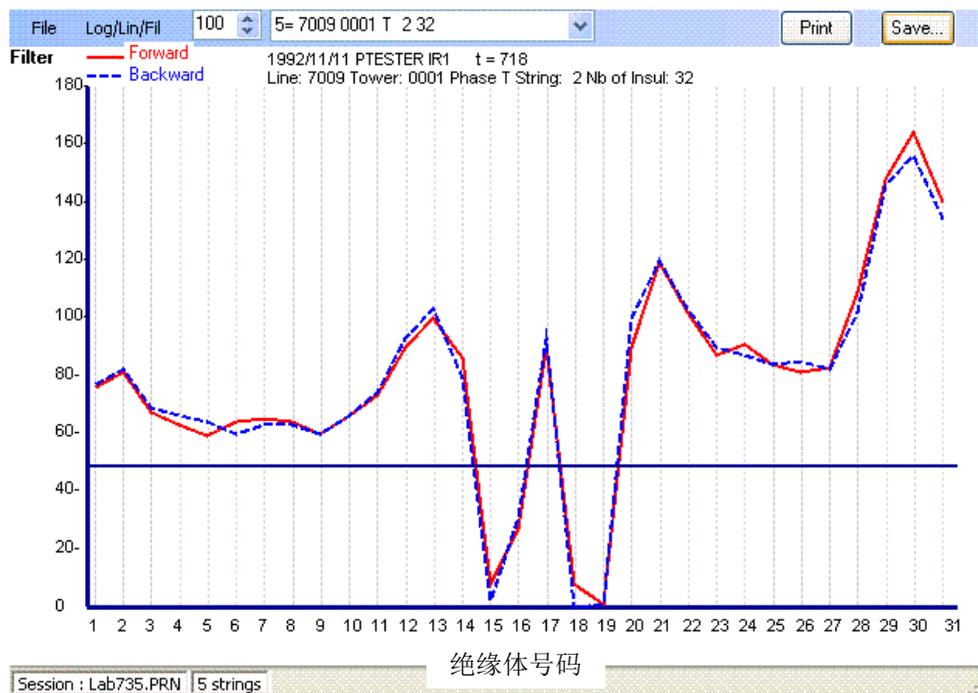


图 1: 瓷盘 15 号、16 号、18 号和 19 号处于蓝色线之下，是有缺陷的

瓷绝缘体的退化速率因制造商不同而不同，同时还受到湿度、温度条件、污染和绝缘子串的机械张力、发生过电压（标么值曝光）和它的应力的影响。目前还没有公开的有关退化速率的数据。

安全和连续运行的另一个重要因素就是在瓷串中缺陷盘的数量。有缺陷的盘的数量越大，发生灾难性事故、中断服务、危及人员的危险就越大。绝缘子串中绝缘盘的数量越小，对有缺陷的瓷盘的冲击和危险就越大，因为故障瓷盘将构成该绝缘子串的长度的更大百分比。

我们附上了一份美国电气电子工程师协会论文（《美国电气电子工程师协会电力输送学报》，2002年7月第3号第17卷）关于“带电线路作业的绝缘子串中瓷（或玻璃）绝缘子良好状态的最低数量”。

该文件是基于带电作业应在下述条件下进行的事实：

- 不下雨的情况
- 在工作区域没有雷电
- 断路器合闸设备被禁用。
- (在潮湿的条件下工作是安全的)

注意：如果绝缘盘的绝缘恶化到原来的介电强度的 25%，那就认为这个盘有危险的缺陷。（即，缺陷度是绝缘体的销和帽之间的电压是一个良好的（健康）绝缘体上的电压的 25%。）

该文件指出为确保安全运行，一个绝缘子串保证有最少数目的良好状态的瓷盘：

- 绝缘子串中瓷盘的数量
- 瓷盘的尺寸（最基本的是 146 毫米*254 毫米）
- 绝缘子串的缺陷瓷盘的位置
- 高程
- 在电力线路上安装避雷器和保护气隙的最大预期过压
- 瞬间过电压波形
- 污染

最大预期的过电压取决于所安装的过电压控制装置。它用标么值来表示。标么值是线路的额定电压。例如，一个标么值是 2 表明在最坏的条件下，该线路上的电压可以达到额定电压的 200%。标准的标么值变化从 1.7 至 3 标么值，取决于所安装的过电压控制装置。

给出了一个表值函数：

- 最大系统电压（从 121 千伏到 800 千伏，同相位）
- 绝缘体的数量（从 7 到 34 个）
- 最大预期电压上升（从 1.7 标幺值到 3 标幺值）

安全带电作业线上的绝缘子串上有缺陷的瓷绝缘子的数目是由绝缘子的数目、绝缘体的品牌、线路上的电压、绝缘体的数目和绝缘体的大小决定的。绝缘子串中可接受的安全缺陷瓷盘的百分比也因电力公司的不同而不同。

对于预防性维护，Positron 建议更换所有有缺陷的瓷盘，即使绝缘子串被认为仍然是安全的。在它们变成危险的工作之前，可以在带电线路现场进行更换。

安全性能：Positron 纳入一个“即时报告”功能，其软件算法和内部微处理器能确定有缺陷的瓷绝缘子的数目（即不符合阈值），并可立即用测试仪上的红色闪烁灯提醒用户，并报告有缺陷的绝缘子的数目。既不需要人也不需要电脑来进行判断。该信息立即可用。

为维护而进行的绝缘子测试的频率：

还没有既定标准来确定瓷绝缘子的衰变率。Positron 绝缘测试仪可以使用电场测量和检测技术确定每个瓷绝缘子盘缺陷程度。这个信息可以用来检查退化的程度，从而确定哪些绝缘体需要关注。它还可以帮助电力部门监视退化并建立自己的标准进行预防性维护。

显然，如果线路有频繁跳闸、故障或错误的报告，这些线路应得到优先和更频繁的关注。同理，也应该用于从大型发电站或国家的重要机构，大城市和重要的工业中心的输电线路。

测试频率也受绝缘体的质量、绝缘子串适度张力的影响，对于安装 5 年以上的，以及建筑物接地不良的地区，测试的频率比较高。

通常情况下，如果绝缘子质量好，工作条件好的话，可以隔 5 年进行一次测试。而对于事故多发地段、重要基础设施区域、以及使用 Positron 测试仪检测和报告缺陷绝缘子的建筑物，这种时间间隔要短得多，在这种情况下，时间间隔偶尔被短到 6-12 个月。