光学电压传感器——技术概述

简介

Zedelef (http://www.zedelef.com.au/) 研制的无源光学传感器能探测电力线电压及其相位。传感器探测电压范围广，从低配电电压到高输电电压 (<1kV~1MV)；探测精确度高，线性度好，并且不受电磁干扰。

该传感器体型小巧，无需电源，无需与待测导体电气连接，只通过单根光纤远程与信号处理单元（又称头端或合并单元）连接。多个传感器可同时连于同一头端，并与头端相距数公里远。

传感系统能以其轻巧的探测单元有效地替代仪用电压互感器与相关的电压测量仪器，应用范围广，安装环境不受限，适用于室内外，电力传输，铁路，采矿及其他危险工业环境。Zedelef 电压传感器可与 ABB 的 FOCS，通用电气和阿尔斯通的 COSI CT 等产品互补，探测电压而非电流，探测原理不同，但在规格、成本与应用范围上同样具有优势。

传感器原理

光学电压传感器是由用于光纤遥测系统的 Zedelef 无源电光转换器发展而来。传感器中心为反射率可变的镜面，一面为非金属介质镜，一面为液晶涂层。这种液晶为电场敏感型，使得从液晶反射回来的光强与周围电场线性相关。传感器通过光纤将反射光传回到头端，头端测量反射光强并将其转换成所需的模拟电信号或数字信号输出。

传感器设计

传感器探头为小巧的陶瓷/玻璃圆柱体(外直径 12mm, 高 20mm)，内中嵌有液晶与介质镜，镜面与标准单模光纤连接，光纤为 SMF28(外直径 250µm)，并带有 900µm 的保护层(见图 1)。

传感器不含任何金属或导电材料，仅通过光纤连接到头端的询问单元，将光信号转换为测量到的电压(单位 V)与电场(单位 V/m)。

传感系统可将多个 (如 4, 16, 32 及以上) 传感探头以菊花链结构轻松接入同一根光纤，同时获取多路信号。该传感网络覆盖范围广，可达 50km (标准光纤的信号衰减为 0.18dB/km)。

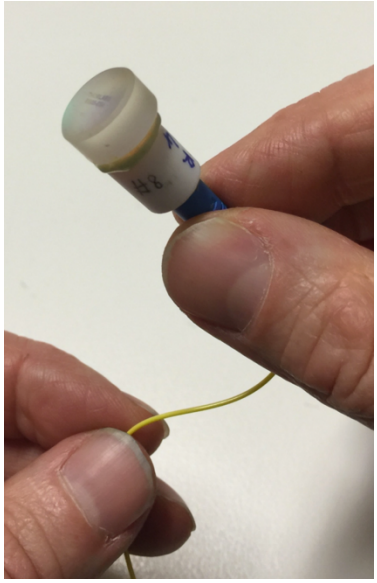

图 1. 电压/电场传感器原型

性能

传感器输出信号随外界电场强度变化关系见图 2。传感器可探测的电场强度高达 2000kV/m，精确度为 0.05%，分辨率为 1kV/m。在图 2 的测试系统中，100V 对应场强 1kV/m，22kV 对应场强 244kV/m，由于受限于测试设备，测量结果最高为 378kV/m。

传感器带宽约为 4kHz，可用于研究暂态行为。根据澳大利亚标准 AS60052，上升时间 1.2µs, 衰减时间 50µs 的高压脉冲信号可用于模拟雷击电压，图 3 为针对这种脉冲电压的光信号响应。暂态响应是该电压/电场传感系统的重要特性。

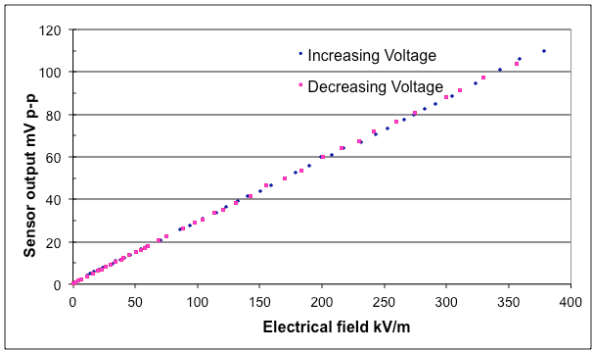

图 2. Zedelef 传感器输出信号与电场强度关系

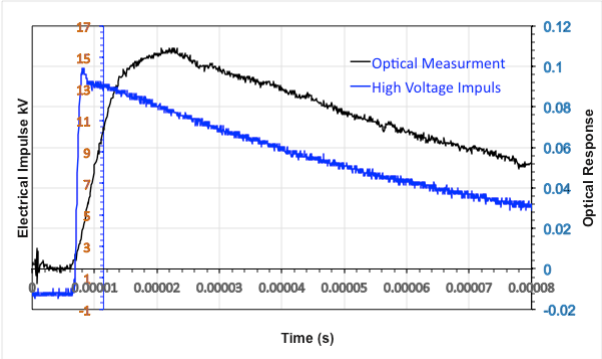

图 3. 传感器的高压脉冲响应

多个传感器连入传感网络可探测出电场的电势分布。图 4 为距离 22kV 圆形截面导体不同距离的传感器的探测信号。图 5 为针对该应用的电压传感系统原型。除此以外，传感器的小巧结构也使之易与其他产品集成，实现多种结构。

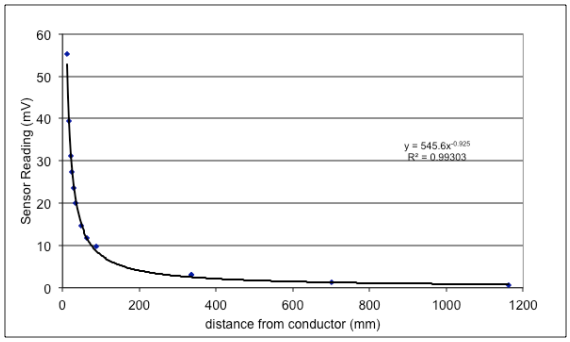

图 4. 距离 22kV 导体不同距离的传感器输出信号

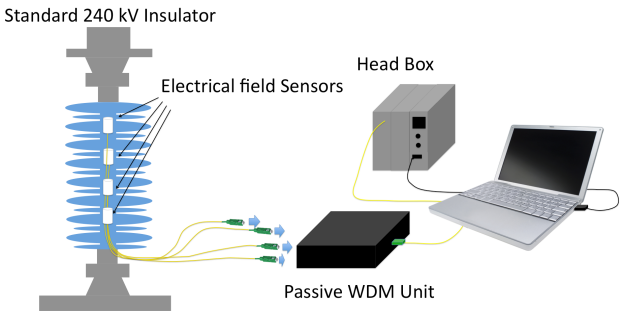

图 5. 电压传感器应用原型

优势

Zedelef 光学电压传感器集成了光学传感技术的典型优势与其自身的增值特色，可为客户提供更多益处。它不需 SF6 或油绝缘纸等绝缘材料，更环保，使用更安全。传感器探头自身带有中空的高压绝缘体，内中嵌有小巧的电场传感器。传感器在绝缘体内部的位置以及将直接测量值转换为电压的数学模型都可以调整设定，使测得的电压

不受环境变化以及三相系统中其他相变化所带来的外部影响。这些外部因素会改变待测电场，但传感器测量的方式以及位置的调整可使测量值不受影响。

此外，传感系统的轻巧结构与非电气特性使之具有其他优势，包括：

- 测量电压范围广，从 1kV 到 1MV；
- 动态范围与频响范围宽；
- 小巧，质轻，适用于室内外及密闭空间，扩大了交通，采矿，工业控制，电网等应用上的测量范围；
- 固有的电绝缘性；
- 不含电子或金属部件——全无源系统；
- 坚固，一体化结构——抗振动。

联系人：

Yingge (Lucy) Chen, Business Development: yingge.chen@unsw.edu.au

Dr. Zourab Brodzelli, CTO: zourab.brodzeli@zedelef.com.au