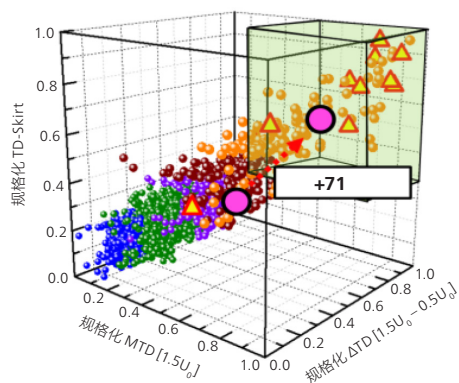


statex®

BAUR 电缆使用寿命统计预测软件

开发企业  **KEPCO**
KOREA ELECTRIC POWER CORPORATION



介质损耗因数测量规格化评估参数 MTD、 Δ TD 和 TD-Skirt 之间相互关系的 3D 示意图：图中右上方框区域表示具有较高的故障可能性。

基于经验的电缆状态判断和统计剩余使用寿命预测

- 根据不同损耗因数参数对整个电缆网络状态的分析
- LT Wizard – 用于确定剩余使用寿命的参数定义统计工具
- 用于统计预测 MV 电缆的剩余使用寿命的创新型专利评估算法
- 经过对 15,000 条电缆线路的 45,000 次介质损耗因数测量验证

分析软件 statex® 用于基于通过 VLF-truesinus® 电压 (Very Low Frequency 频率极低) 的损耗因数诊断具体确定电缆线路的老化状态、老化速度和统计剩余使用寿命。

除了根据 IEEE 400.2 的常规评估参数 (SDTD、MTD 和 Δ TD), statex® 还考虑了一个表示损耗因数 (TD) 的时间稳定性的新参数 TD-Skirt。这实现了对电缆线路的老化指数 R 和老化速度 V_R 的计算。也同样能够给出准确的建议,何时应进行再次测量或者需要在电缆线路上作业。在计算时还纳入了电缆的经济运行限值和内部安全期,由此可以确定必须更换电缆的最佳时间点。

通过考虑各自的企业规章和以三维矩阵可视化显示不同评估参数之间的复杂关系, statex® 为经济和运行安全资产管理提供了一种具有开创性的新可能性。

特征

- LT Wizard – 一种综合性统计工具,用于评估测量结果和在计算不同电缆类型和电缆长度的剩余使用寿命时定义极限值
- 关于整个网络状态的信息,能够有针对性地应对临界电缆状态进行应对
- 电缆老化速度和剩余使用寿命的测定
基于通过 VLF-truesinus® 电压的损耗因数诊断
- 以规格化评估参数 MTD、 Δ TD 和 TD-Skirt 之间相互关系的 3D 示意图作为测定电缆剩余使用寿命的基础
- 在测定电缆维修时间点时考虑企业特定规章 (供电安全)
- 用于预估剩余使用寿命的新评估参数 TD-Skirt
- 用于综合判断电介质损耗、电压和时间稳定性的老化指数 R
- 计算“需要采取行动”的日期
- BAUR 诊断系统提供需要精度的测量数据
- 在中心电缆数据库中简便地维护测量和电缆数据

目标

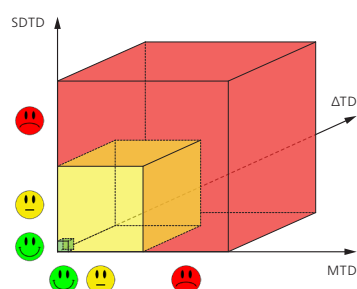
- 完美预测电缆线路的剩余使用寿命
- 降低失费率
- 避免社会成本

统计剩余使用寿命预测 (原理)

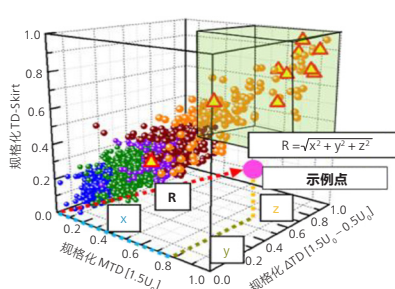
分析软件 statex® 的专利算法基于对 15,000 (约 7,000 km) 条电缆线路的 45,000 个测量数据的统计评估计算出一个三维的老化指数 R。该算法由 Korea Electric Power Corporation (韩国电力公司, KEPCO) 与木浦大学 (韩国) 合作开发并获得专利。

在考虑 MTD 和 ΔTD 的规格化评估的同时, 三维老化指数 R 的计算还考虑了新评估参数 TD-Skirt。除了在 IEEE 400.2 中定义的参数 MTD、SDTD 和 ΔTD , 老化指数 R 的计算还实现了精确建议何时应进行再次测量或者需要在电缆线路上作业, 例如 3 年后。

根据 IEEE 400.2 评估*



采用 statex 评估



结合再次测量和重新测定老化指数 R, 以两次测量的指数 R 为基础计算出电缆线路的老化速度和预期剩余使用寿命。此时可以通过经济运行限值和供电企业的特定安全期之间的差值决定何时需要对电缆线路作业。

示例 - KEPCO 通过采用 statex® 实现节约

根据 IEEE 400.2 对 15,000 条电缆线路的介质损耗因数测量数据评估表明, 约 255 km 处于正在运行状态的电缆位于“需要采取行动” (🔴) 之列。

使用 statex® 对同一测量数据的评估确定, 仅有约 55 公里处于正在运行状态的电缆具有 < 2 年的统计剩余使用寿命。这意味着约 200 km 电缆尚无需更换。

与根据 IEEE 标准的评估相比, KEPCO 在采用 statex® 的测量评估中将单一电缆的统计剩余使用寿命平均提高了 11 年。

软件的评估可能性

- 显示电缆线路的 L1、L2 和 L3 的老化指数 R
- 3D 显示老化指数 R 的历史变化 - 与 KEPCO 的 45,000 个测量点相比
- 结果:
 - 老化指数 R
 - 老化速度 V_R
 - 统计剩余使用寿命
 - 再次测量的时间点
 - 计算出的失灵日期
 - 3D 状态图表
 - TD-Skirt 图表
- 在计算出的可能失灵前发出警报
- 重新再次测量提醒功能
- 导入 BAUR 介质损耗因数测量数据 (BMF、MMF、IMF、MHT、CSV)

企业特殊设置可能

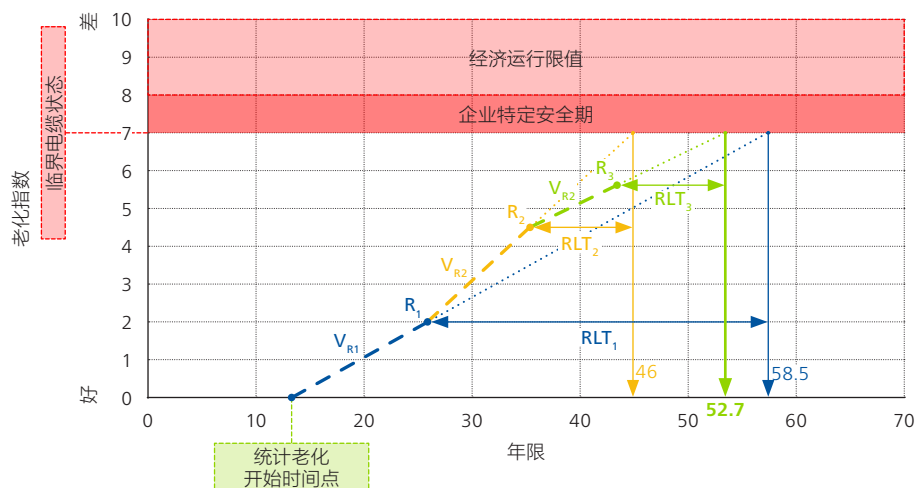
- 不同电缆类型的老化指数
- 老化指数 R 的极限值
- 在计算出的工作时间到期前对维修或更换电缆的安全缓冲期
- 定义自己的评估标准或根据 IEEE 400.2 的标准

* 根据 IEEE 400.2 的评估标准:

- 🟢 无需采取行动
- 🟡 建议进一步检查
- 🔴 需要采取行动

示例 – 计算电缆的统计剩余使用寿命

在下面的示例中, 统计老化开始时间点 DSP (degradation starting point) 采用了 13 年后, 临界电缆状态 CP (critical point) 取值为 7.0。



在工作时间 DP (duty period) 26 年后的首次介质损耗因数测量得出一个电缆老化指数 R_1 的数值 2.0。由此可以在首次测量后计算出老化速度 V_{R1} 。通过老化速度可以在首次测量后计算统计剩余使用寿命 RLT (remaining life time)。

$$V_{R1} = \frac{R_1}{DP_1 - DSP} = \frac{2.0}{26 \text{ 年} - 13 \text{ 年}} = 0.15 \text{ 年}^{-1}$$

$$RLT_1 = \frac{CP - R_1}{V_{R1}} = \frac{7.0 - 2.0}{0.15 \text{ 年}^{-1}} = 32.5 \text{ 年}$$

由统计剩余使用寿命可以推导出电缆在达到临界电缆状态时的预计工作年限 A_{CP1} ：

$$A_{CP1} = DP_1 + RLT_1 = 26 \text{ 年} + 32.5 \text{ 年} = 58.5 \text{ 年}$$

10 年后的再次测量, 即在电缆工作时间为 36 年时得出第二个老化指数 R_2 的数值 4.5。那么老化速度 V_{R2} 、统计剩余使用寿命 RLT_2 和在达到临界电缆状态时的预计工作年限 A_{CP2} 的计算如下：

$$V_{R2} = \frac{R_2 - R_1}{DP_2 - DP_1} = \frac{4.5 - 2.0}{36 \text{ 年} - 26 \text{ 年}} = 0.25 \text{ 年}^{-1}$$

$$RLT_2 = \frac{CP - R_2}{V_{R2}} = \frac{7.0 - 4.5}{0.25 \text{ 年}^{-1}} = 10 \text{ 年}$$

$$A_{CP2} = DP_2 + RLT_2 = 36 \text{ 年} + 10 \text{ 年} = 46 \text{ 年}$$

8 年后的再次测量, 即在电缆工作时间为 44 年时得出第三个老化指数 R_3 的数值 5.7。那么老化速度 V_{R3} 、统计剩余使用寿命 RLT_3 和在达到临界电缆状态时的预计工作年限 A_{CP3} 的计算如下：

$$V_{R3} = \frac{R_3 - R_2}{DP_3 - DP_2} = \frac{5.7 - 4.5}{44 \text{ 年} - 36 \text{ 年}} = 0.15 \text{ 年}^{-1}$$

$$RLT_3 = \frac{CP - R_3}{V_{R3}} = \frac{7.0 - 5.7}{0.15 \text{ 年}^{-1}} = 8.7 \text{ 年}$$

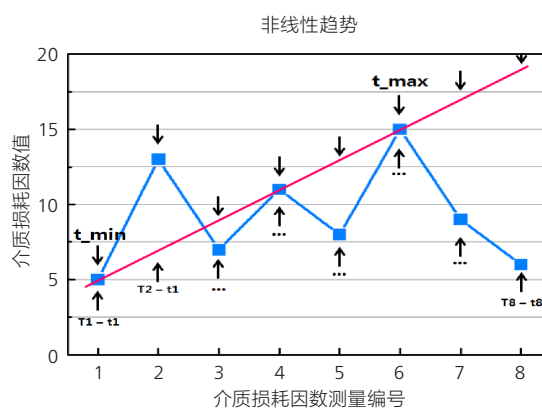
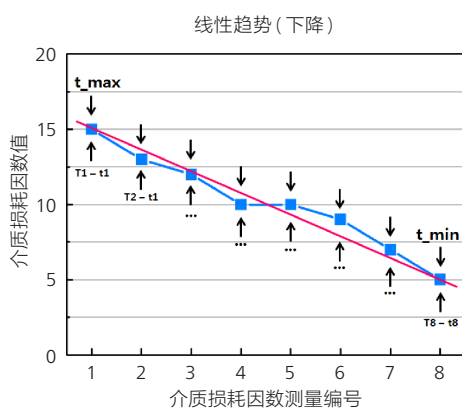
$$A_{CP3} = DP_3 + RLT_3 = 44 \text{ 年} + 8.7 \text{ 年} = 52.7 \text{ 年}$$

通过考虑电缆的特定老化, 由对两次再次测量的评估得出电缆的可能工作时间为约 52.7 年。

VLF 介质损耗因数标准

新评估参数 TD-Skirt

对于有绝缘损耗的电缆, 存在例如介质损耗因数数值在一个电压级内持续上升、下降或波动等预兆。变化程度称为 TD-Skirt, 说明介质损耗因数测量的时间稳定性。为此由连续的八次介质损耗因数测量在最大和最小介质损耗因数数值之间划出一条虚拟线。此时测量值的线性 (上升) 趋势表明存在电缆绝缘层的电介质损耗变化, 下降或非线性趋势则表示在终端套筒或接头中存在潮湿或放电。



老化指数 R

老化指数 R 由规格化数值 MTD、 ΔTD 和 TD-Skirt 计算得出, 说明被检测电缆在测量时间点的电缆绝缘层状态。它以三维矢量显示。

$$R = \sqrt{\text{MTD}_{\text{标准化}}^2 + \Delta TD_{\text{标准化}}^2 + \text{TD-Skirt}_{\text{标准化}}^2}$$

技术数据

一般信息		系统前提条件	
用户界面语言	英语、德语、 按需提供其他语言	操作系统	Windows 7 (或更高) 推荐：Windows 8 (或更高)
数据导入格式	BMF、MMF、IMF、MHT、CSV	内存	最少 4 GB RAM 推荐：最少 8 GB RAM
报告导出格式	PDF、PNG	SQL 服务器	Microsoft SQL Server 2014
		Microsoft .NET Framework	4.5 (或更高)

可用的软件许可证

许可证	功能		
	R 计算	剩余使用寿命预测	LT Wizard
statex® core	✓	X	X
statex® pro (主许可证)	✓	✓	✓
statex® pro 的附加许可证 用于接入一个附加工作岗位 (仅限结合 statex® pro 主许可证)	✓	✓ (计算参数集中通过statex® pro 主许可证的 LT Wizard 设置)	X
statex® pro 套装： 1 个主许可证 + 2 个附加许可证	✓	✓	✓



软件由 KEPCO 开发

联系方式：

BAUR GmbH (Headoffice Österreich)
T +43 (0)5522 4941-0
F +43 (0)5522 4941-3
headoffice@baur.at
www.baur.eu

BAUR Prüf- und Messtechnik GmbH
T +49 (0)2181 2979 0
F +49 (0)2181 2979 10
vertrieb@baur-germany.de
www.baur-aermany.eu

BAUR France
T +33 (0)9 800 10 300
F +33 (0) 172 718 485
info@baur-france.at
www.baur.eu/fr

Baur do Brasil Ltda.
T +55 11 297 25 272
atendimento@baurdobrasil.com.br
www.baurdobrasil.com.br

奥地利保尔公司上海代表处
电话 +86 (0)21 6133 1877
传真 +86 (0)21 6133 1886
shanghaioffice@baur.at
www.baur.eu/china

BAUR Test Equipment Ltd. (UK)
T +44 (0)20 8661 957
sales@baurtest.com
www.baurtest.com

BAUR Representative Office Hong Kong
T +852 2780 9029
F +852 2780 9039
office.hongkong@baur.at
www.baur.eu

BAUR 代理商：
www.baur.eu/en/baur-worldwide