

研究简报

# 一种新型电能表可靠性预计软件设计

马宇明<sup>1</sup>, 李 林<sup>1</sup>, 高 佳<sup>1</sup>, 邱忠梅<sup>2</sup>, 赵 阳<sup>2</sup>

(1. 江苏省计量科学研究院, 江苏 南京 210007)

(2. 南京师范大学电气与自动化工程学院, 江苏 南京 210042)

电能表可靠性测试和预计可以提高国内电子式电能表可靠性预计技术研究和应用水平, 有利于提高国内电子式电能表的可靠性水平和科技含量. 通过电能表可靠性预计, 可提高电能表可靠性预计的准确性, 有利于电力公司应用可靠性技术准确预计电能表的寿命, 节约电网成本, 提高电能表厂家的市场竞争力, 还可为国内电子式电能表有关标准的制定提供参考. 电子式电能表作为一种电能计量设备, 现有的标准有很多, 例如, 美国军用标准 MIL-HDBK-217F、美国的可靠性研究中心的 PRISM、美国可靠性信息中心的 217PLUS、贝尔实验室的 Telcordia SR-332、法国的 FIDES、国际电工委员会的 IEC/TR-62380、德国西门子公司的 SN29500, 以及我国的国军标 GJB/Z 299C-2006 和 GJB/Z 108-1998 等等.

## 1 基于 Labview 的新型电能表可靠性预计软件

为了进行电能表可靠性预计, 本文设计了一种基于 Labview 软件的新型电能表可靠性预计软件, 用于电子式电能表的可靠性寿命预计, 指导安装式电能表的检定和轮换周期的制定. 该软件的主面板如图 1 所示, 预计模型如图 2 所示.



图 1 软件主面板

Fig. 1 The main panel of software

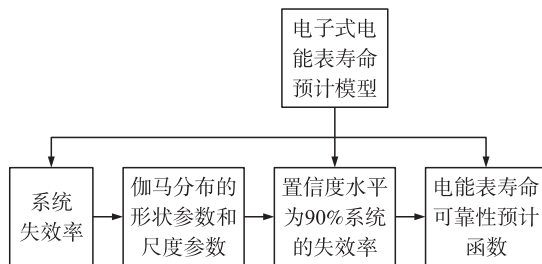


图 2 电子式电能表寿命预计模型

Fig. 2 A model for lifetime forecasting of electronic watt-hour meters

## 2 电能表可靠性预计软件影响因素

不同的环境温度下电能表的可靠性有较大的区别. 因此, 在软件设计阶段考虑了两种情况, 即环境温度分别为 30°和 40°的情况. 软件由三大构成部分组成, 即环境温度为 30°时的 6 个计算单元, 其中包括每个单元的  $\lambda_{90\%}$  及其可靠寿命所占总电能表失效率的百分比, 环境温度为 40°时的 6 个计算单元, 以及整个电能表的总失效率和可靠寿命的计算.

系统在不同使用环境下有着不同的使用环境影响因子. 在特定的使用环境下, 系统的失效率和标准

差为:

$$\lambda_s=\pi_E\sum_{i=1}^n\lambda_i,$$
$$\sigma_s=\pi_E\sqrt{\sum_{i=1}^nC_i^2}.$$

伽马分布的形状参数为:

$$\alpha=(\lambda_s/\sigma_s)^2.$$

尺度参数为:

$$\beta=\sigma_s^2/\lambda_s.$$

由伽马分布的逆运算可求得置信度水平为 90% 的系统失效率为:

$$\lambda_{90\% \text{ UCL}}=G^{-1}(90/100,\alpha,\beta).$$

考虑了具体生产厂家的生产工艺及设计影响因子,电能表寿命可靠性预计函数为:

$$MTTF'=1/\lambda_{90\% \text{ UCL}}\pi_m.$$

环境因子是电子设备在某种存在电网谐波的实际使用环境(称环境 I)下的失效率与实验室条件(称环境 II)下失效率之比,用以表征相同产品在不同严酷度等级的环境中失效快慢的程度,是电网谐波对电能表可靠性寿命影响的重要参数.结合电能表失效率特点,本课题将可靠度下降到 90% 的使用时间作为我国电子式电能表的可靠寿命指标.

3 电能表可靠性预计软件验证实验

表 1 所示为温度为 30 ℃ 时对某单相费控智能电能表(DDZY71)、某三相费控智能电能表(DTZY71)、某单相电子式电能表(DDS135)、某三相四线电子式电能表(DTS135)、某单相费控智能电能表(DDZY131)及某三相三线电子式电能表(DSSD2815)进行的可靠性寿命预计结果.预计结果与实验测试结果基本符合,说明该软件对电能表的寿命预计具有可行性和有效性.

表 1 电能表可靠性预计软件实验结果对比

Table 1 The result contrast of the experiment about the predicting reliability software of watt-hour meters

型号	整表失效率(FIT)	整表标准差(FIT)	90% UCL		
			失效率(FIT)	MTTF(年)	可靠寿命 $t_{0.90}$ (年)
DDZY71	446.46	89.63	564.49	202.23	21.3
DTZY71	958.66	58.32	1034.12	110.39	11.6
DDS135	521.47	40.23	573.65	198.99	21.0
DTS135	588.7	118.9	745.2	153.19	16.2
DDZY131	580.25	75.44	678.79	168.17	17.7
DSSD2815	673.30	54.58	744.13	153.41	16.2

4 结语

本文设计了一种新型电能表可靠性寿命预计软件,且对电能表工作在不同温度下的影响因子进行参数提取.通过几种不同电能表可靠性寿命预计实验结果对比,验证该软件的可行性和有效性,同时为提高电能表可靠性预计准确性、准确预计电能表的寿命及节约电网成本提供理论依据,具有一定的工程应用价值.

[责任编辑:严海琳]