



河北省地方计量技术规范

JJF (冀) XX 2024

低压电流互感器计量性能在线评估规范

Specification for Online Evaluation of Measurement Performance
of Low Voltage Current Transformer

(报批稿)

2024 - XX - XX 发布

2024 - XX - XX 实施

河北省市场监督管理局 发布

低压电流互感器计量性能在线评估规范

Specification for Online Evaluation of
Measurement Performance
of Low Voltage Current Transforme

JJF (冀) XX—2024

本规范经河北省市场监督管理局于 2024 年 XX 月 XX 日批准，
并于 2024 年 XX 月 XX 日起实施。

归口单位：河北省市场监督管理局

起草单位：国网河北省电力有限公司营销服务中心

河北省计量监督检测研究院

本规范委托河北省市场监督管理局负责解释

本规范主要起草人：申洪涛

康 鹏

阎 超

参加起草人：陶 鹏

史 轮

王俊龙

冯 波

徐建云

目录

1	范围.....	1
2	引用文件.....	1
3	术语.....	1
3.1	计量用低压电流互感器.....	1
3.2	运行误差.....	2
3.3	计算运行误差.....	2
3.4	误差在线测量模块.....	2
3.5	计量性能在线评估.....	2
3.6	计量性能在线评估系统.....	2
4	概述.....	2
5	技术要求.....	3
5.1	误差在线测量模块.....	3
5.2	低压电流互感器计量性能在线评估系统.....	4
6	计量性能评估方法.....	5
6.1	评估流程.....	5
6.2	数据采集.....	5
6.3	数据清洗.....	6
6.4	误差超差判断.....	6
6.5	指标标准化.....	6
6.6	指标权重计算.....	6

6.7	模糊灰度模型综合评估计算.....	7
6.8	检验复核反馈.....	7
7	评估结果与处理.....	7
7.1	优.....	8
7.2	良.....	8
7.3	中.....	8
7.4	低.....	8
7.5	差.....	8
附录 A	参量说明及标准化定义.....	9

引 言

JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001《通用计量术语及定义》和 JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规范编制工作的基础性系列规范。

本规范为首次发布。

低压电流互感器计量性能在线评估规范

1 范围

本规范适用于接入低压电流互感器计量性能在线评估系统中运行的低压电流互感器（以下简称互感器）计量性能的在线评估。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

GB/T 20840.2-2014 互感器 第 2 部分：电流互感器的补充技术要求

GB/T 22071.1-2018 互感器试验导则 第 1 部分：电流互感器

DL/T 1081-2016 电能管理信息系统技术规范

DL/T 1690-2017 电流互感器状态评价导则

DL/T 2032-2019 计量用低压电流互感器

JJF(冀)174-2020 智能电能表运行校准规范

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

3 术语

GB/T 20840.2-2014、GB/T 22071.1-2018 和 DL/T 1690-2017 中界定的以及下列的术语和定义适用于本规范。

3.1 计量用低压电流互感器 low voltage current transformer for metrology

安装在 0.4kV 电力线路上作计量用途的电流互感器。

[参考 DL/T 2032-2019, 3.1]。

3.2 运行误差 operating error

低压电流互感器在现场运行条件下的实际计量误差。

3.3 计算运行误差 calculated operating error

在现场运行条件下,通过在线测量及采集数据计算的低压电流互感器的计量误差。

3.4 误差在线测量模块 error online measurement module

对低压电流互感器运行状态下的二次回路阻抗、电压、电流、计算运行误差进行实时测量和计算的硬件模组。

3.5 计量性能在线评估 on-line evaluation of measurement performance

对低压电流互感器运行中状态进行数据监测、状态评估分析。

3.6 计量性能在线评估系统 measurement performance on-line evaluation system

通过获取在线监测和在线采集的电能计量数据,对低压电流互感器运行中状态、计量准确度进行监测、状态评估的系统,简称评估系统。

4 概述

本规范规定了低压电流互感器计量性能在线评估的技术要求、监测数据及评估方法。

低压电流互感器计量性能在线评估采用评估系统、误差在线测量模组软硬件结合的技术方案。误差在线测量模块可以实时测量并计算互感器计算运行误差,监测二次回路故障。评估系统参照 JJF(冀)174-2020《智能电能表运行校准规范》具有对低压

台区中 1 级、2 级电能表的计量功能和运行误差进行监测功能，构建影响互感器计量性能的特征参量数据库，对多维度特征参量进行不同的权重打分，采用模糊灰色综合评价法对各维度打分进行综合分析，形成互感器运行状态下计量性能评价打分，最后依据打分结果指导电流互感器检测、检修与运维更换工作开展。

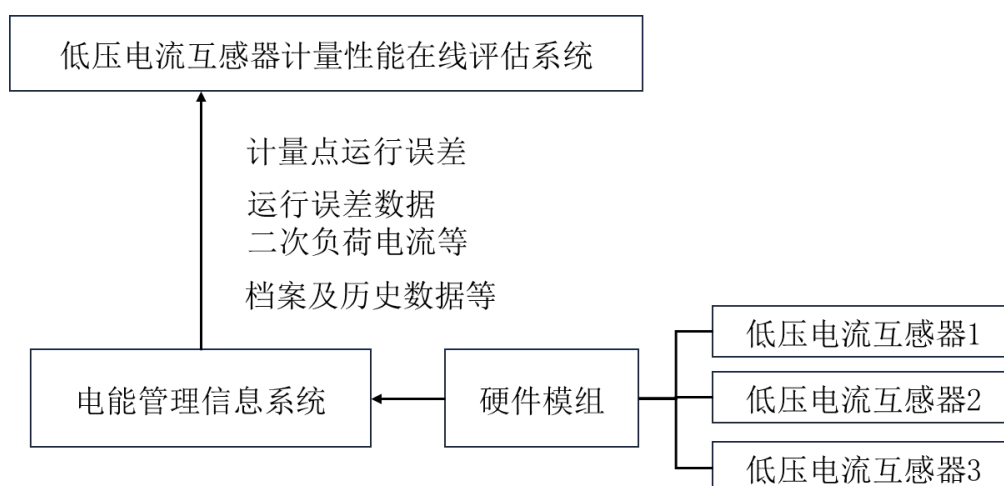


图 1 低压电流互感器计量性能在线评估原理框图

5 技术要求

5.1 误差在线测量模块

5.1.1 环境条件

环境温度：（-25~55）℃；

相对湿度：≤90%。

5.1.2 功能

准确度等级不小于 2 级。包括以下测量、计算及设置功能。每日采集数据量不少于 24 点（采集间隔 60 分钟）。

表 1 误差在线测量模块数据项与功能项

序号	项目	内容
1	数据测量	二次回路电流
2		电压电流相位角
3		二次回路电压
4		环境温湿度
5		二次阻抗
6	分析计算	计算运行误差
7		二次回路状态监测告警
8	参数设置	设备编号
9		计量点信息
10		数据采集计算间隔
11	本地功能	状态指示
12		恢复出厂设置

5.2 低压电流互感器计量性能在线评估系统

5.2.1 运行安全要求

低压电流互感器计量性能在线评估系统应具有软件防篡改和版本控制功能。

5.2.2 数据安全要求

低压电流互感器计量性能在线评估系统应具有数据防修改、防丢失功能，不得修改计算运行误差等原始数据。采集数据及评估结果应至少保存 1 年。

5.2.3 数据存储及管理功能

低压电流互感器计量性能在线评估系统应包含档案类数据库、时序类原始数据库、特征参量数据库和标签数据库，档案类数据库包含被检测低压电流互感器档案，时序类原始数据库包含表 1 中数据测量和分析计算项，特征参量数据库包含性能参量、可靠性参量、工况参量、设备参量，具体数据项见附录 A，标签数据库包含业务专家根

据现场核查情况对互感器给出综合评估分数数据项。系统应具有数据库管理功能，包括对数据库访问、数据库监控、数据库备份、数据库故障恢复等功能。

5.2.4 计量性能评估

低压电流互感器计量性能在线评估系统具有对被监测低压电流互感器运行状态计量性能评估的功能。评估周期每周 1 次。

6 计量性能评估方法

6.1 评估流程

计量性能评估按照以下流程进行：

- 1) 数据采集；
- 2) 数据清洗；
- 3) 误差超差判断；
- 4) 指标标准化；
- 5) 指标权重计算；
- 6) 综合评估计算；
- 7) 评估结果应用；
- 8) 检验复核反馈。

6.2 数据采集

通过误差在线测量模块获取互感器运行误差，通过电能管理信息系统获取二次负荷电流、二次回路电流、档案信息等数据。误差在线测量模块采集频度为每天不少于 24 轮次。

6.3 数据清洗

通过数据清洗算法对数据进行筛选处理，剔除异常数据，避免因数据错误导致的误判，确保后续数据分析结论准确有效。

6.4 误差超差判断

误差在线测量模块实时输出误差数据经数据清洗后，判断误差值是否超差。当低压电流互感器误差值连续 3 次有效判别为超差，将低压电流互感器计量性能评估为“差”，进入核验复核环节。

6.5 指标标准化

按照附录 A 标准化定义公式对原始信息计算特征参量指标数值，形成模型特征参量数据集。

6.6 指标权重计算

将标签数据库按照 3:1 的原则分为训练库和测试库，以上次指标权重计算结果（若第一次计算则用专家打分指标权重）为初值，以模型精确率 $\geq 95\%$ 、召回率 $\geq 95\%$ 为目标，对模型进行训练和测试，计算各指标权重系数。

表 2 专家打分指标权重

指标名称	权重
误差稳定性	13%
误差一致性	11%
计量点运行误差	10%
历史误差数据	10%
额定二次负载	9%
二次回路异常	7%

二次负荷电流	5%
历史家族故障频次	5%
电压波动率	5%
运行时长	5%
历史异常频次	5%
准确度等级	4%
运行工作频率	2%
安装位置	2%
铁芯材质	2%
变比	2%
年度温差	1%
温湿度	1%
日温差均值	1%

6.7 模糊灰度模型综合评估计算

特征指标标准化数值乘以指标权重矩阵乘以模糊关系隶属度矩阵,计算出模糊灰度综合评价得分。评价计算结果分为:优、良、中、低、差五个等级。

6.8 检验复核反馈

根据现场检验对评估得分的复核反馈,更新标签数据库。通过特征数据集的长期积累储备,不断补偿优化各类指标权重,监测评估模型将实现对低压电流互感器计量性能更为准确的评价。

7 评估结果与处理

7.1 优

当评估结果打分在 80~100 之间为优，则该互感器状态优秀，可继续运行，可免于抽检。

7.2 良

当评估结果打分在 60~80 之间为良，则该互感器状态良好，可继续运行，作为抽检对象，按照抽检要求执行检测工作。

7.3 中

当评估结果打分在 40~60 之间为中，则互感器存在超差隐患，需加强关注，应尽快安排停电计划开展现场检测复核。

7.4 低

当评估结果打分在 20~40 之间为低，说明互感器超差风险较大或存在回路故障，需发起预警，提醒立即安排现场复核及故障调查。

7.5 差

当评估结果打分在 0~20 之间为差，互感器处于高危情况，说明互感器目前已经超差或者发生回路故障，应立即停止使用，进行现场复核、检测及更换。

附录 A

参量说明及标准化定义

低压电流互感器的 19 项指标，其性能指标和可靠性指标是不可或缺的，除此之外的其他指标缺失时，为了不影响系统计算，该项指标计为 100。各参量定义及具体标准化细则参见下表。

表 A.1 参量说明及标准化定义

序号	参量类型	参量名称	参量定义	数据来源	标准化定义
1	性能参量	误差稳定性	低压电流互感器在环境温度、输入电流、负载变化等条件下,其测量误差保持不变的能力。定量计算为不同条件下测量误差集中度的变化百分比。	档案及历史数据	取所有点误差值（数据处理后），大小排序，取中间的 80%,最大值减去最小值，得到 range： range/准确度 ≤ 0.5；分数=100 0.5 < range/准确度 ≤ 1.0； 分数=100-（range/准确度）*30，最低 70 分 1.0 < range/准确度；分数=100-（range/准确度）*50，最低 0 分。
2		误差一致性	同一型号、同一批次的低压电流互感器,其测量误差之间的差异。定量计算为不同设备之间稳定度的标准差大小。	档案及历史数据	计算所有误差点的前后的差值绝对值，求平均：avg avg/准确度 ≤ 0.2；分数=100 0.2 < range/准确度 ≤ 0.8；分数=100-（range/准确度）*30，最低 70 分 0.8 < range/准确度；分数=100-（range/准确度）*50，最低 0 分。
3		历史误差数据	单台低压电流互感器历史监测与检测误差数据。	档案及历史数据	最近 5 次的计算结果（如果没有 5 次，按实际次数计算平均误差值） 误差/准确度 ≤ 0.8；分数=100 0.8 < 误差/准确度 ≤ 6；分数=100-（误差/准确度）*6，最低 74 分 6 < 误差/准确度；分数=100-（误差/准确度）*10，最低 0 分。

表 A.1 参量说明及标准化定义（续）

序号	参量类型	参量名称	参量定义	数据来源	标准化定义
4	性能参量	计量点运行误差	互感器所关联的电能计量点运行综合误差。	电能表运行校准监测	计量点运行误差的计算结果： 超差值/2% ≤ 1, 分数=100 1 < 超差值/2% ≤ 5; 分数=100- (超差值/2%) *5, 最低 75 分 5 < 超差值/2% ; 分数=100- (超差值/2%) *10, 最低 0 分。
5	可靠性参量	二次回路异常	二次回路异常告警频次。	误差在线测量模块	出现异常信息分数 0 分。
6		二次负荷电流	互感器二次负荷电流有效值。	误差在线测量模块	和额定二次电流对比： 比值为 Ratio Ratio ≤ 0.3; 分数=Ratio*330, 最低 99 分 0.3 < Ratio ≤ 0.6; 分数=100 0.6 < Ratio ; 分数=100- (Ratio-0.6) *10, 最低 0 分。
7		历史家族故障频次	一定期间内,某一低压电流互感器型号发生故障的次数。直接统计故障次数。	档案及历史数据	家族故障频率 Fre: Fre ≤ 0.1%; 分数=100 0.1% < Fre ≤ 1%; 分数=100-Fre*3000, 最低 70 分 1% < Fre; 分数=100-Fre*5000, 最低 0 分。
8	工况参量	电压波动率	低压电流互感器电压波动变化情况。	误差在线测量模块	电压波动率打分： 波动率 ≤ 1%; 分数=100 1% < 波动率 ≤ 5%; 分数=100- (波动率-1%) *7.5 = N1, 最低 70 分。 5% < 波动率; 分数=N1- (波动率-5%) *10, 最低 0 分。
9		运行工作频率	低压电流互感器运行中的工作频率。	电能表运行校准监测	基于互感器的实际运行频率 ratio 评分： 50HZ ≤ ratio ≤ 60HZ; 分数=100 48.5HZ ≤ ratio < 50HZ 或 60HZ ≤ ratio < 61.8HZ; 分数= 80 45HZ ≤ ratio < 48.5HZ 或 61.8HZ ≤ ratio < 66HZ; 分数= 60 其余，评分为 0。

表 A.1 参量说明及标准化定义 (续)

序号	参量类型	参量名称	参量定义	数据来源	标准化定义
10	工况参量	运行时长	低压电流互感器安装运行后的工作时间。直接统计运行时间。	档案及历史数据	运行时长打分： 时长≤2年；分数=100； 2年<时长≤8年；分数=100-(时长-2)*5，最低70分。 8年<时长；分数=70-(时长-8)*10，最低0分。
11		历史异常频次	低压电流互感器出现异常状态的总次数。	档案及历史数据	分数=100-频次*20，最低0分
12		安装条件	低压电流互感器安装条件。	档案及历史数据	室内计量箱：100分； 室外计量箱：80分 室内无计量箱：60分； 高海拔：50分； 高盐雾：40分； 室外无计量箱：0分
13		年度温差	一年内,低压电流互感器工作环境温度的最大与最小差值。直接测量环境温度最大值与最小值的差值。	误差在线测量模块	年度温差打分： 年温差 ≤10℃；分数=100 10℃< 年温差 ≤30℃；分数=100-(温差-10)*1.5=N1，最低70分。 30℃< 年温差；分数=N1-(温差-30)*2，最低0分。
14		日温差均值	一定期间内,低压电流互感器日工作环境温度变化的平均值。计算方法为温差总和除以天数。	误差在线测量模块	日温差均值(打分周期内)打分： 日温差 ≤10℃； 分数=100 10℃< 日温差 ≤20℃； 分数=100-(温差-10)*3=N1，最低70分。 20℃< 日温差；分数=N1-(温差-20)*5，最低0分。
15	温湿度	环境温度和湿度	误差在线测量模块	按照常温(20℃)，干燥(20%相对湿度)为最佳工作环境，按温度与湿度偏离最佳工作环境情况进行打分： 打分 = 100 - T - 20 - 20 * H - 20%	

表 A.1 参量说明及标准化定义（续）

序号	参量类型	参量名称	参量定义	数据来源	标准化定义
16	设备参量	铁芯材质	低压电流互感器使用的铁芯材料。定性描述,如按“磁软硅钢”、“一般硅钢”、“碳钢”和“其他合金”四个等级来定性评估铁芯材质。	档案及历史数据	常见的铁芯材质: 纳米晶 分数 100; 硅钢 分数 60; 其他 分数 80;
17		准确度等级	低压电流互感器的准确度等级,如 0.2、0.5、1 等。	档案及历史数据	电流互感器准确度常见 5 个等级: 0.1 (S) 分数 100; 0.2 (S) 分数 90; 0.5 分数 80; 1.0 分数 70; 2.0 分数 60
18		变比	低压电流互感器的变比,如 500A/5A 等。	档案及历史数据	长期超负载使用影响互感器寿命,通过最近 1 个月内负荷电流数据大小排序前 10% 的平均值 I_m , 与 (变比*二次侧额定电流) 的比值进行评分: 比值小于 0.9,分数 100; 比值介于 0.9 到 1.1, 分数 $(100-(I_m/5-0.9)*100)$; 比值大于 1.1,分数 $(80-(I_m/5-1.1)*300)$ 。
19		额定二次负载	低压电流互感器的二次负荷,如 10VA 等。	档案及历史数据	互感器二次负载 Z_b 大于额定二次负载 Z_n 或者 Z_b 太小时,互感器误差会增加,综合专家经验按如下公式进行打分: Z_b 小于 $0.25Z_n$, 分数为 $100-(0.25-Z_b/Z_n)*400$ Z_b 大于 $0.25Z_n$ 且小于等于 Z_n 时, 分数为 100 Z_b 大于 Z_n 时, 分数为 $100-(1-Z_b/Z_n)*400$