

一种计量数据校验工具设计与实现

杨华浩 何润泉

(广东电网有限责任公司茂名供电局, 广东 茂名 525000)

【摘要】 计量数据作为配电网的重要组成部分, 其数据质量影响着配电网系统各个功能的应用质量, 对配电网监管有着十分重要的影响; 因此探讨一种基于电网模型的计量数据校验规则和工具则显得十分重要和迫切。

【关键词】 配电网; 海量数据处理; 智能运维; 数据质量; XML

引言:

电力计量数据贯穿于电力系统发、输、变、配、用各个环节, 具有数据体量大、覆盖范围广、价值密度高、实时准确性强的鲜明特点。国家电网高度

重视电力计量数据的采集、分析和应用, 已建成覆盖 5 亿电力用户的计量数据自动采集系统。如今计量数据已经是配电网调度及监控的重要组成部分, 计量数据的质量高低也代表着配电网各个数据应用系统的功能质量, 以及配电网调度系统的监管质量。因此, 对计量数据的校验具有重要的意义, 可以加强计量数据建设与应用, 促进计量数据与产业深度融合, 对服务数字中国建设和经济社会高质量发展有很大助力。目前系统缺少一种基于配电网模型的计量数据校验方法, 对计量数据的质量把控不足, 需建立一种基于配电网模型的计量数据校验方法, 正确掌握各地区的用电历史详情, 进而对电力资源进行调度, 因地制宜、因时制宜地为需求量较大的地区供应更多的电力资源, 提高电力资源利用率, 同时促进电力行业更加经济高效的发展^[1]。

一、软件设计

(一) 现状

计量数据在配电网中具有重要的意义, 计量数据可以用于实时监测电力负荷的变化。通过准确地测量电流、电压和功率等参数, 配电网管理者可以了解不同时间段和地点的负荷情况, 有助于调整供电策略和提高系统的运行效率。

计量数据可用于检测配电网中的故障, 即异常的电流、电压或功率值可能表明系统中存在问题。通过实时监测和分析计量数据, 可以更快速地检测故障, 并确定故障发生的位置, 有助于迅速采取修复措施, 提高系统的可靠性。

利用计量数据可监测电力质量, 包括电压波动、谐波、频率等。保持良好的电力质量对于电力设备的稳定运行和用户设备的正常使用至关重要。计量数据的实时监测可以帮助发现电力质量问题并进行相应调整。

通过计量数据, 配电网管理者可以评估系统的能效, 了解能源消耗情况。这有助于制定节能措施, 提高系统的整体能效性能; 同时, 可通过计量数据校验、分析相应线路开关的远程操作是否生效。

长期的计量数据收集可以为系统的规划和优化提供数据支持。基于历史数据的分析可以帮助制定更好的系统升级和扩展计划, 以满足未来的电力需求。

总体而言, 计量数据在配电网中的应用可以提高系统的可靠性、安全性, 降低运行成本, 支持可持续发展, 并提供更好的用户服务。

因此对计量数据的校验则显得十分重要。计量数据校验主要从数据准确性、系统安全性和稳定性、故障检测、数据质量管理进行考虑, 计量数据的准确性对于电力系统运行和管理至关重要。通过对计量数据进行校验, 可以及时发现并纠正潜在的测量误差或设备故障, 确保数据的真实可信; 错误的计量数据可能导致对电力系统状态的错误评估, 进而影响系统的安全性和稳定性。通过校验计量数据, 可以更好地了解电流、电压、功率等参数的实际情况, 有助于提前发现潜在问题, 确保系统的正常运行; 校验计量数据有助于检测潜在的设备故障或系统故障。异常的计量数据可能是设备损坏或故障的迹象, 通过对数据进行校验, 可以更早期地发现并解决问题, 降低故障对系统运行的影响; 数据质量是有效运行电力系统和支撑决策的基础。通过建立数据校验机制, 可以更好地管理数据质量, 提高数据的可信度和可用性。因此需要设计一种对计量数据的校验方法, 实现对计量数据的校验。

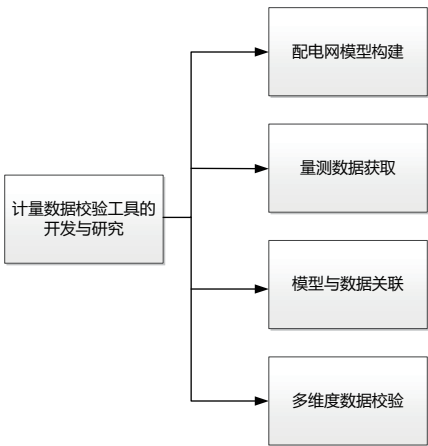
(二) 总体目标

1. 计量数据校验。根据数据特征以及系统的实际情况，创建一种量测数据的可靠性分析工具软件，该软件读取配电网实时模型、指定时间段内的计量数据文件，并完成模型、数据关联；从而实现可在数据密度、数据活跃度、数据关联情况的多维度对计量数据的数据准确性、数据合规情况、数据质量等情况进行校验，最终完成计量故障分析与检测。

2. 软件工具设计。XML 是一种元标记语言 [2]，当前系统使用该语言创建构建各个配电网供电线路。基于场景使用要求，工具软件能够读取 XML 模型，在软件内存中构造配电网模型，并根据量测文件数据读取，完成数据与模型关联，最终实现量测数据校验。由于对万级数量用户的计量数据进行分析，每天均需要下载百万级数据，量测数据巨量而且配网模型复杂，软件需考虑并处理巨量数据带来的内存不足问题。

二、软件架构

基于软件工具设计，工具软件分为四大功能模块，基于 XML 的配网模型生成模块获取配电网模型；量测数据读取模块实现对计量数据在指定时间内的全量获取，模型与数据关联模块、数据分析模块实现从多个维度对计量数据进行校验。



(图 1)

三、软件功能设计

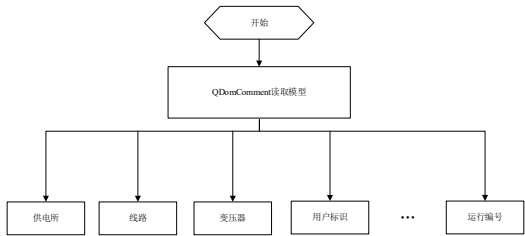
(一) 软件工具框架

采用跨平台图形用户界面应用程序开发框架 Qt [3]，作为软件工具界面框架。Qt 具备跨平台、性能优越等特点广泛用于各种工业应用，包括控制系统、人机界面 (HMI)、自动化设备、嵌入式系统等。

(二) 模型构建

通过 Qt 组件 QDomcomment 解析配电网单线图模

型 XML 文件，采用 QHash、QMap 哈希表，以 GISID、RDFID 为主键进行分类存储，选择出模型分析需要的数据，如供电所，线路名称，变压器，运行编号等。以该方法能在模型分析时提供快速读取方法，通过模型分层优化算法，针对配电网单线图模型的特点，更能快速完成对不同模型间的设备参数读取操作。



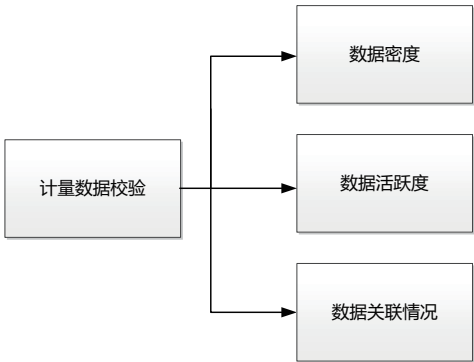
(图 2)

(三) 计量数据读取

根据量测文件结构组成，对量测文件进行读取，在量测文件中，依照量测标识读取量测数据，并获得量测标识与用户标识；再基于已在配网模型文件解析得到的设备用户标识，实现数据与模型的关联。

(四) 多维度计量数据校验

基于配网数据采集需求，将在数据密度、数据活跃度以及数据关联情况，三个维度对计量数据进行校验。首先是数据密度，根据执行校验的时间范围，将密度转换成具体的合格采集次数，对计量文件中各个采集量测点进行校验，从而获得数据密度校验，在工具的测试中，结合配电网的运行要求，计量数据 15 分钟内应有至少一次合格的数据刷新，即每小时要有 4 次以上的合格采集次数。在对数据密度校验时，同时对数据变化率进行实时计算，获得变化率校验结果，如果计量数据连续多个采集点数据变化率不满足要求，即数据活跃度存在问题，会被工具判断为死数。关联校验则在数据与模型关联时完成，关联的设备应有对应的计量数据，如三相电流，三相电压，有功功率，无功功率以及功率因数。



(图 3)

计划数据校验工具

计量数据校验工具

计算文件: 选择计算文件 20230908 模型名称 已加载 配置文件 选择计算文件 Import Model 刷新 帮助 设置 全部

L201数据 模型识别项目编号表 模型标识符管理 数据源模型控制 开关L201号信息

用户号信息 搜索 导出

文件名	公文名	关联校验	1101校验	L201校验	GIDB	用户编号	量测点标识	Ia	Ic	Ib	Ia	Ib	Ic	P	Q	cos
110kV丁家湾...信阳市恒业市政工程有限公司		量测标识缺失	-	-	393001462822401	9900303046										
110kV丁家湾...信宜市靖康地产业有限公司(靖李华景)		量测标识缺失	-	-	39220551342200	03900019772432										
110kV丁家湾...金湖村公用箱变		用户编号缺失	-	-	393000927846701	9900233216										
110kV丁家湾...教育部初中部		-	1a死数 1b死数 1c死数 -	P死数 1b死数 1Co死数 -	39220622878300											
110kV丁家湾...信阳市信通中学专变		-	1b死数 1b死数 -	-	39300090823861	039000041050305	25596554946	0	0	0	88	88	88	0	0	0
110kV丁家湾...信阳市丰汇实业有限公司#1专变		量测标识缺失	-	-	39220142982400	039000011889156										
110kV丁家湾...信阳市丰汇实业有限公司#2专变		量测标识缺失	-	-	39220143005600	039000011889156										
110kV丁家湾...信阳市丰汇实业有限公司#3专变		量测标识缺失	-	-	39220143031700	039000011889156										
110kV丁家湾...信阳市丰汇实业有限公司碧桂园二期#1住宅变压器		用户编号缺失	-	-	39220365841296											
110kV丁家湾...信阳市丰汇实业有限公司碧桂园二期#2住宅变压器		用户编号缺失	-	-	39220658415300											
110kV丁家湾...信阳市丰汇实业有限公司碧桂园二期充电桩专变		-	1b死数 1b死数 -	-	39220659914100	039000226736572	28851419116	83	0	84	83	0	87	80	87	77
110kV丁家湾...信阳市丰汇实业有限公司碧桂园二期商业专变		-	1c死数 -	-	39220659874100	03900022735814	28851419093	37	36	0	88	82	84	66	52	62
110kV丁家湾...信阳市丰汇房地产开发有限公司#2专用箱变		-	1b死数 1b死数 -	-	39220732125900	039000212474314	26626491004	94	0	95	79	0	71	95	94	68
110kV丁家湾...塘堰十九队配变		量测标识缺失	-	-	393000877594001											
110kV丁家湾...信阳市汇利丰房地产开发有限公司专用台变		量测标识缺失	-	-	39480078174200	0390008231213646										
110kV丁家湾...信阳市汇利丰房地产开发有限公司专用箱变		量测标识缺失	-	-	39220691944700	039000231213646										
110kV丁家湾...碧桂园配变-壹室变压器#1住宅变压器		-	1a死数 1b死数 1c死数 -	P死数 1b死数 1Co死数 -	39220424064440	039000151306315	15654295014	0	0	0	86	85	81	0	0	0
110kV丁家湾...碧桂园配变-壹室变压器#2住宅变压器		-	1a死数 1b死数 1c死数 -	P死数 1b死数 1Co死数 -	392205465132800	039000151806344	15654647705	0	0	0	87	89	87	0	0	69
110kV丁家湾...成达晟源小区		用户编号缺失	-	-	39220559628700											
110kV丁家湾...信阳市教师城初级中学专用箱变		量测标识缺失	1a死数 1b死数 1c死数 -	P死数 1b死数 1Co死数 -	39220557091600	0390000041050305	25596554946	0	0	0	88	88	88	0	0	0
110kV丁家湾...信阳市教师城初级中学学生宿舍专变		-	-	-	392201418425100	039000142577949										
110kV丁家湾...信阳市丰汇实业有限公司碧桂园三期#3住宅变压器		-	1b死数 1b死数 -	-	39220658789600	039000822663060	4133731852	93	0	95	78	0	77	108	96	76
110kV丁家湾...信阳市丰汇实业有限公司碧桂园二期#4住宅变压器		-	1b死数 1b死数 -	-	392206587770100	039000822663060	4133731852	93	0	95	78	0	77	108	96	76
110kV丁家湾...信阳市兴洲房地产开发有限公司专用箱变		-	1b死数 1b死数 -	-	39220601681700	0390008212474314	26626491004	94	0	95	79	0	71	95	94	68
110kV丁家湾...教育城幼儿园		-	1b死数 1b死数 -	-	393000916046201	428108588200	83	0	81	87	107	107				
110kV丁家湾...碧桂园二期#4商业变压器		-	1b死数 1b死数 -	-	392206465232500	039000015096872	152181991004	94	0	95	73	0	73	97	96	78
110kV丁家湾...水庫移民村2号公用箱变		用户编号缺失	-	-	39480113260700											
110kV丁家湾...茂名石化商业管理有限公司#3专用箱变		-	1b死数 1b死数 -	-	3949480128232800	0390008264682442	46757358382	102	0	102	86	0	78	108	110	92
110kV丁家湾...茂名石化商业管理有限公司#1专用箱变		-	1b死数 1b死数 -	-	3949480123860300	0390008264682442	46757358382	102	0	102	86	0	78	108	110	92
110kV丁家湾...茂名石化商业管理有限公司#2专用箱变		-	1b死数 1b死数 -	-	3949480128087400	0390008264682442	46757358382	102	0	102	86	0	78	108	110	92
110kV丁家湾...信阳市丰汇实业有限公司碧桂园二期公共物业专变		-	1b死数 1b死数 -	-	39220659955100	039000822663060	4133731852	93	0	95	78	0	77	108	96	76
110kV丁家湾...靖康城二期配电柜#1住宅专变		用户编号缺失	-	-	392206515117900											
110kV丁家湾...靖康城二期#1住宅专变		用户编号缺失	-	-	392203511510500											
110kV丁家湾...信宜市靖康城南街开发有限公司靖康城临电专用台变		量测标识缺失	-	-	392203238756300	0390008234439225										
110kV丁家湾...物业专变		-	1b死数 1b死数 -	-	39220398446800	0390000139213584	1377753434	95	0	93	81	0	80	98	96	20
110kV丁家湾...商业专变		-	1b死数 1b死数 -	-	39220398446800	039000013925106	1378410091	94	0	96	77	0	73	97	94	94
110kV丁家湾...商业专变		-	1b死数 1b死数 -	-	39220398446800	039000013925106	1378410091	94	0	96	77	0	73	97	94	94
110kV丁家湾...商业专变		-	1b死数 1b死数 -	-	39220646545400	039000013925106	1378410091	94	0	96	77	0	73	97	94	94
110kV丁家湾...靖康城铁站配变		-	采集数不足 1a死数 -	采集数不足	39300156963501	039000007764222	3042940187	4	37	85	85	86	43	5	3	
110kV丁家湾...信宜市信康房地产开发有限公司(天香名门)专用箱变		-	1b死数 1b死数 -	-	392206915114800	0390008207398014	25844496801	94	0	94	80	0	74	97	95	85
110kV丁家湾...新力房地产(天香花苑)4#住宅公用配电站#1变压器		用户编号缺失	-	-	392205578401400											
110kV丁家湾...新力房地产(天香花苑)4#住宅公用配电站#2变压器		用户编号缺失	-	-	392205578421200											
110kV丁家湾...新力房地产(天香花苑)5#住宅公用配电站#1变压器		用户编号缺失	-	-	392205578438300											
110kV丁家湾...新力房地产(天香花苑)5#住宅公用配电站#1变压器		用户编号缺失	-	-	392205578438900											
110kV丁家湾...新力房地产(天香花苑)6#住宅公用配电站#1变压器		用户编号缺失	-	-	392205578452000											

(图 4)

（五）数据优化处理

由于配网采集点数量巨大，密度也巨大，软件工具仅缓存异常数据，针对异常数据的异常类型进行标注，如量测标识缺失，量测数据为死数，或采集点不足等，对校验正常的采集点，仅记录校验密度和该采集点的最终校验结果。

基于工具的校验结果，我们可以分析出几种计量数据典型问题：

1. 用户编号缺失，GIS 系统有 GISID，生产、营销系统无或未正确匹配，即 GIS 系统配变 GISID 存在，根据 GISID 在生产、营销系统均查询不到对应变压器，核实变压器实际是否存在，若不存在，在生产系统使用 GIS 编辑功能，在 GIS、生产系统删除此变压器；若存在，则在生产系统发起电子化移交单，新增设备资产，再使用 GISID 在营销系统核查是否生成该变压器。

2. 量测标识缺失, GIS 系统有 GISID, 生产、营销系统正确匹配, 无量测数据, 可通过 GIS 系统找到(配变名称、所属线路等查询)已存在的配变, 用 GISID 与营销系统已存在对应变压器关联, 重新关联量测。

四、结语

目前,我国电力相关行业专业技术人员存在一定缺口,许多电力公司的工作人员仅具备基础用电

常识,还有一些工作人员身兼数职,企业并未针对电力计量设备的检查和管理设置专门的岗位,导致了两个较为突出的问题,一是人员专业素质难以得到保障,计量数据校验正确性不高,二是人力不足,计量数据校验效率低下。通过对计量数据校验工具的研究,解决了这项计量数据分析工作的痛点,研究提出了一种基于电网模型的,从数据密度、数据活跃度、数据关联情况三个维度的计量数据校验规则,并依照该规则开发了相应的计量数据校验工具,为计量数据校验提供了可靠、有效的方法,大幅提高配网工作人员的工作效率,减少运维人员计量信息复核时间。

参考文献:

[1] 王一茗. 大数据背景下的电力计量装置故障智能化诊断技术应用 [J]. 中阿科技论坛 (中英文), 2021, 5.

[2] Jasmin Blanchette, Mark Summerfield. C++ GUI with Qt4 编程 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2021.

[3] 贾素玲,王虹森等.XML 技术应用(第二版)
[M]. 北京:清华大学出版社,2017.

基金项目：广东电网有限责任公司职创项目
030900KZ23060019