

Rule-Based Verification and Correction Methods for Exported Data from Distribution GIS

Nan Ma

Production and Technical Department of Shenzhen, Futian District, Shenzhen
Email: mananxjtu@139.com

Received: Nov. 11th, 2013; revised: Dec. 10th, 2013; accepted: Dec. 18th, 2013

Copyright © 2013 Nan Ma. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. In accordance of the Creative Commons Attribution License all Copyrights © 2013 are reserved for Hans and the owner of the intellectual property Nan Ma. All Copyright © 2013 are guarded by law and by Hans as a guardian.

Abstract: For solving the quality issues and inconsistency problems of the accounting & graphical data from PMS and the data from SCADA of Shenzhen Futian Power Supply Bureau of China, a set of data verification and repair methods based on intelligent rules is proposed in this paper. Applying these methods can check and repair the data of network topology, device electrical parameters and the data consistency of PMS and SCADA. The proposed methods can convert the raw data into cooked data to meet the requirements of advanced analysis of distribution network; thus the improvement of distribution network automation and the routinization of assessment and planning of distribution network can be greatly promoted. The actual data validation and application of Shenzhen Futian Power Supply Bureau show that the methods provided in this paper can meet the actual requirements of distribution network evaluation.

Keywords: PMS; SCADA; Rule-Based; Topology; Data Verification and Correction; Graph Theory

中压配电网评估基础数据的校验与修复

马楠

深圳福田供电局, 深圳
Email: mananxjtu@139.com

收稿日期: 2013年11月11日; 修回日期: 2013年12月10日; 录用日期: 2013年12月18日

摘要: 针对深圳福田供电局提供的 PMS 台帐和图形信息以及 SCADA 数据存在质量问题以及对对应关系不一致的问题, 提出了一套基于智能规则的数据校验与修复方法。可以实现对电网拓扑结构, 设备电气参数, PMS 与 SCADA 一致性的校验与修复。经过修复的数据便由无法适用配电网高级分析的“生数据”转化为满足高级分析需求的“熟数据”, 可以极大的推动配电网自动化水平的提高以及评估、规划工作的日常化。通过对深圳福田供电局的实际数据的校验与应用表明, 本文的方法能够满足实际评估工作的要求。

关键词: 生产管理系统; 数据采集与监视控制; 规则; 拓扑; 数据校验与修复; 图论

1. 引言

随着城市建设的快步发展, 负荷增长及用户对供电质量要求的提高, 城市电网作为城市建设中的一项重要基础设施, 电网的改造和扩建就成了迫在眉睫的

任务。科学的分析对于指导城市电网建设和改造至关重要, 对电网的经济建设、合理布局以及提高供电可靠性具有重大指导意义。

因此通过计算机技术, 采用先进的数学模型, 实

现基于 GIS (地理信息系统)^[1-8]的配电网综合评估功能,及时地发现配电网存在问题,以更加合理地配置电源、优化网络结构,使配电网更加具有可扩展性和可持续发展的能力,从而使有限的投资可以发挥最大的经济效益。

由于一般配电 GIS 定位为生产设备管理系统,数据的更新维护采用多用户分布方式,很难保证同一时间断面上数据的一致性,无法完全反映电网真实状态。海量 GIS 数据维护困难,质量难以保证。有必要研究高效、智能的数据校验与修复方法和工具来实现对配电 GIS 数据的智能自动修复。减轻维护配电 GIS 数据的工作强度,提高 GIS 数据质量使其满足支持各种高级分系功能的需求,以便更好的利用 GIS 数据资源,进行数据深度加工,从海量数据中为配电网管理提取出关键信息,提高管理水平。

虽然 GIS 数据的质量问题在各研究领域已经引起重视^[9-12],但对如何解决实际系统 GIS 数据的质量问题很少有报道。

在深圳供电局及下属的各分局,PMS (基于 GIS 的输配电生产管理系统)已经广泛应用在调度、计划、生计等电力部门。各部门维护最新的电网信息,并及时反映在 PMS 中,实时监控,即时反馈,方便电力公司内部各部门协调沟通、效率快捷。针对深圳福田供电局的《基于 GIS 的中压配电网智能技术评价系统》试点项目中 SCADA 与 PMS 数据不一致,PMS 部分数据缺失、有误的问题,提出了一整套数据校验与修复的规则,开发了数据修复与校验功能模块,并在中压配电网智能技术评价系统进行了实际应用。

2. 校验修复规则

2.1. 规则构成

在应用深圳福田实际数据进行配电网现状分析的时候,发现 PMS 数据主要问题体现在以下几个方面:

- (1) 设备信息不合理,比如线路型号不在标准系列范围内等;
- (2) 设备编码信息丢失,比如线路编号等;
- (3) 设备属性值重复,比如线路出现编码重复等;
- (4) 馈线树内出现两个变电站出口节点;
- (5) 馈线树内存在环路;

(6) 整个网络范围内有大量不带电的孤立设备,主要为休止电缆;

(7) 线路地理接线图与数据库中数据不对应,即图库信息不对应;

(8) 电气信息不全,比如线路型号、配变容量、线路长度等信息丢失。

上述问题可以归纳为三个方面问题:数据表问题,拓扑关系问题,电气参数问题,下面所研究的数据校验与修复方法就是针对这三个方面进行的。

因此,针对深圳福田 SCADA 与 PMS 数据的实际情况,提出了数据处理的规则,并按应用的方向不同分成了数据校验规则和修复规则两大部分。

其中校验规则主要包括:1) 数据表校验;2) 电网拓扑结构校验;3) 电气设备参数校验。修复规则主要包括:1) 数据表修复;2) 电网拓扑结果修复;3) 电气设备参数修复。

2.2. 规则描述

2.2.1. 数据表校验与修复规则

数据表校验与修复是依据系统内数据字典中的一致性定义进行的,分为表内校验与修复和表间校验与修复,通过正则表达式以及表外键来实现。主要用于校验修复 PMS 数据中设备状态、属性值重复记录以及各个表之间数据的合理性(如线路,配变型号等)。

2.2.2. 电网拓扑结构校验与修复规则

深圳 PMS 图形数据以及拓扑数据的错误主要体现在为拓扑关系的错误,即大环、小环和孤岛的存在,不符合配电网正常运行时的拓扑结构要求。

配电网络是闭环设计,开环运行的。正常运行时呈辐射状供电,每个网络设备只能和至多一个电源点有连接关系。但是由于 PMS 数据维护问题,造成了配电网络中存在大环、小环和孤岛。

(1) 大环校验与拆解

大环校验的实质就是给定一条出线的出口节点,在该条出线内搜索是否有其它变电站出口节点。如果没有,则不存在大环。如果有,则说明有大环并找出其通路。

大环修复的原则主要通过断开其通路上的开关来实现的。主要是将大环通路上闭合的开关断开。开关满足如下条件的应优先改变状态:1) 该开关断开后

两侧出线的负荷最为均衡。2) 正常情况下状态为断开(即起到联络作用的开关);

(2) 小环校验与拆解

小环校验的实质就是在给定出线范围内查找是否存在环路。如果存在则说明有小环, 否则没有小环。

小环修复规则主要通过断开其环路上的开关或删除支路实现拆解。

2.2.3. 电气设备参数校验与修复规则

电气设备参数校验与修复主要分为线路和配变两种情况:

(1) 线路参数校验与修复规则

对支路信息中缺少线型或长度的记录进行校验并自动修复。缺少长度则采用地理接线图上测量所得长度进行修复; 如缺少线型则综合参考 1) 相邻支路线型; 2) 所在馈线范围内主要线型进行修复; 3) 通过主干拓扑可以确定线路主干, 判断线路是主干还是支路, 根据深圳电力规划导则中的主干, 支路型号进行修复。其中 1 的优先级最高, 2 次之, 3 最低。

(2) 配变参数校验与修复规则

对配变信息中缺少容量的记录进行校验并自动修复。修复规则为 1) 采用容量系列中与所在馈线范围内配变平均容量最接近的值; 2) 依据导则选择最接近的选型容量; 3) 对于双电源用户中缺少一台配变容量的, 采用另一台具有容量的配变进行数据补充。

3. 算例

深圳福田区 PMS 系统维护的 10 kV 电网如图 1 所示。

深圳福田某 10 kV 配电网中共有 220 kV 变电站座, 110 kV 变电站 21 座, 10 kV 出线 713 回, 配变 5268 台, 开关 15,046 个。总计节 55,387 个, 支路 40,125 条。

采用本文所应用的配电数据校验与修复方法, 依据如下流程进行数据校验修复, 如图 2 所示。

(1) 从配电网数据库提取数据, 进行第一次全网拓扑。经过电网拓扑计算后就有了所选范围内各设备和线路的供电关系。接下来可以进行大环校验或者孤岛操作, 在实际工程应用中, 一般首先进行大环校验。

(2) 逐一对树进行大环校验, 如没有大环, 直接进入下一步; 如有大环, 由用户操作或程序自动进行

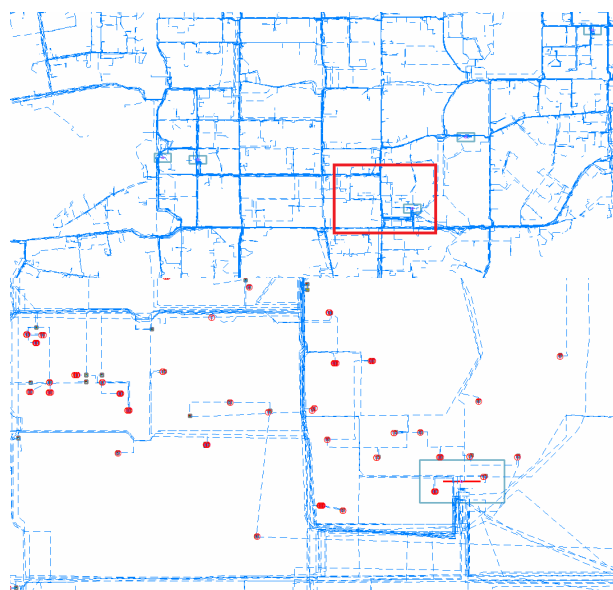


Figure 1. Certain 10 kV distribution network in Shenzhen Futian
图 1. 深圳福田某 10kV 配电网

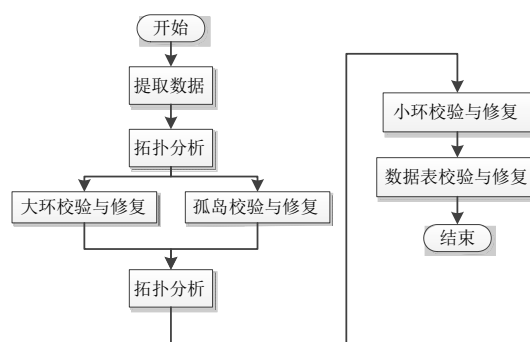


Figure 2. Verification and correction flow chat for data
图 2. 数据校验与修复流程图

大环拆解, 然后在所涉及树中进行带有大环校验功能的局部拓扑来验证拆解结果, 本过程反复直至没有大环。示例如图 3 所示: 发现了由 A 站至 B 站拓扑通路, 通过断开通路中合适位置的开关, 拆解了该大环。

(3) 进行孤岛操作, 首先根据用户需要进行孤岛分离; 然后对孤岛进行局部拓扑来验证分离结果, 本过程反复直至用户确认; 最后将需要的孤岛连入, 不需要的删除或停运, 本过程反复直至用户确认。示例如图 4 所示, 后端两个配电室及其供电线路没有连通任何电源, 校验为孤岛, 通过闭合左侧配电室出线开关, 修复了该孤岛。

(4) 大环修复和孤岛操作后改变了网络的连接关系, 为保证小环校验与修复在更新后的拓扑连接关系上进行, 需要进行一次拓扑分析。

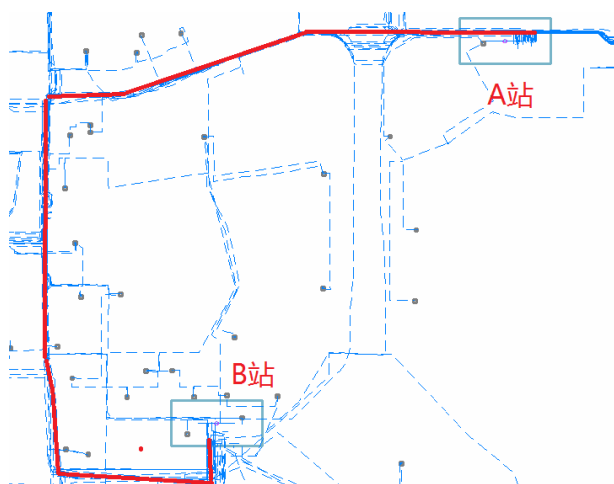


Figure 3. Result of verification for a certain large ring
图 3. 某大环校验结果

(5) 逐一树进行小环校验，如无小环，直接进入下一步；如有小环，则由用户手动操作或程序自动进行小环拆解，然后在所涉及树中进行带有小环校验功能的局部拓扑来验证拆解结果，本过程反复直至没有小环。

(6) 对小环修复后的数据再进行一次拓扑分析。

(7) 经上述各步后，数据库中数据的拓扑关系已经满足要求，但还需用户通过手动修改并进行局部拓扑来最终确定校验与修复结果。至此，拓扑校验与修复过程结束。

除去人工修复操作时间，整个自动修复过程共用时 3 小时 23 分钟。校验得大环 5 个，小环 248 个，孤岛 2776 片；校验修复后没有大环、小环以及孤岛。

经过实际操作，证实本文所研究的数据校验与修复方法是可行和有效的。

3.1. 分析

经过对修复过程的记录数据分析，发现：

(1) 248 个小环中有 211 个小环是由同一位置重复录入的两条房内连接线造成的环路。

(2) 2776 片孤岛中有 1825 片孤岛是由停运的配电变压器引起的，其中大部分为双电源用户的备用变压器。

针对上述两种情况，开发了特异化数据调整工具，将上述小环中一条支路进行删除，对简单配变孤立做停运处理。经过上述自动数据修复，大大降低了人工数据修复的工作量。

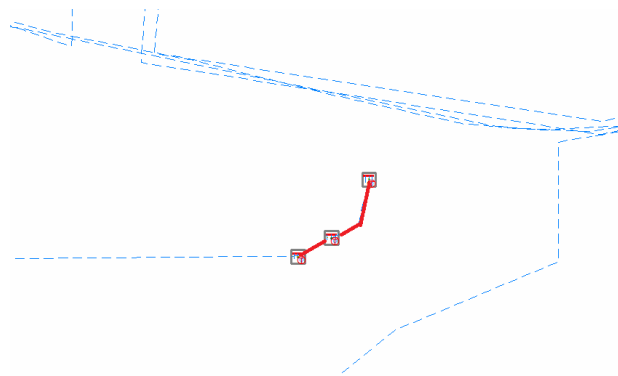


Figure 4. Result of verification for a certain island
图 4. 某孤岛校验结果

4. 结论

本文主要工作如下：

(1) 根据中压配电网拓扑结构的特点及高级分析计算对数据的要求制定了针对配电 GIS 系统导出数据校验与修复规则。

(2) 开发出可人机交互的配电 GIS 系统导出数据校验与修复功能，该功能以 Access 为后台数据库，并作为配电网评估系统的一个子菜单^[12]成功得到应用。

实际应用表明，配电 GIS 系统导出数据通过本文方法和所开发系统进行校验与修复后，能满足配电网评估规划等高级分析计算的要求，对深入分析配电网以及充分利用数据资源具有重要意义。

深圳 PMS 数据质量基本良好，但满足评估规划等高级应用则存在一定的缺陷和不足，需要在数据一体化信息平台项目中予以解决。

5. 致谢

本次论文编写完成得到了天津大学能量与自动化学院罗凤章讲师以及天津天大求实电力新技术股份有限公司徐英虎工程师的悉心指导和帮助，在此表示诚挚的谢意。同时也对相关参考文献的撰写者表示衷心的感谢。

参考文献 (References)

- [1] 陈述彭, 鲁学军, 周成虎 (1999) 地理信息系统导论. 科学出版社, 北京.
- [2] 邱家驹, 李军 (1997) 配电网络地理信息系统. 电力系统自动化, 21, 13-16.
- [3] 何春林 (2001) 配电 GIS 功能和实现方法初探. 中国电力, S1, 52-55, 59.
- [4] 王成山, 王赛一 (2004) 基于空间 GIS 的城市中压配电网

- 智能规划——(一)辐射接线模式的自动布局. *电力系统自动化*, **28**, 45-50.
- [5] 吴奇石, 邱家驹 (1998) 基于 GIS 的配电网规划人工智能方法(一)——配电网规划智能决策支持系统概述. *电力系统自动化*, **22**, 17-19, 62.
- [6] 余贻鑫, 王成山, 肖峻, 等 (2000) 城网规划计算机辅助决策系统. *电力系统自动化*, **24**, 59-62.
- [7] 孟昉, 顾洁, 等 (2002) 基于地理信息系统的配电网规划软件包的开发. *电力自动化设备*, **22**, 4-6.
- [8] 翁颖钧, 朱仲英 (2003) 地理信息系统技术在电力系统自动化中的应用. *电力系统自动化*, **27**, 74-78.
- [9] 丁建勋, 程效军, 等 (2005) 浅谈珠海市基础空间数据检查与建库预处理. *地理空间信息*, **3**, 30-32, 35.
- [10] 王卫安, 孙红春 (1999) 地理信息系统的质量控制. *测绘通报*, **4**, 32-34.
- [11] 陈为公, 陈为标, 蔡洪春 (2002) 基于 MAPGIS 的地质空间数据库中数据质量的研究. *地质与资源*, **11**, 233-235.
- [12] 肖峻, 高海霞, 葛少云, 等 (2005) 城市中压配电网评估方法与实例研究. *电网技术*, **29**, 77-81.