

2015年湖北省电力行业

电测量新技术与实践研究



中国电力科学研究院

国网湖北省电力公司

武汉大学

湖北省电机工程学会电测专业委员会

编



中国出版集团



世界图书出版公司

2015 年湖北省电力行业 电测量新技术与实践研究

中国电力科学研究院

国网湖北省电力公司

武汉大学

湖北省电机工程学会电测专委会

编

中国出版集团

世界图书出版公司

广州·上海·西安·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

2015 年湖北省电力行业电测量新技术与实践研究 / 中国电力科学研究院等编. —广州: 世界图书出版广东有限公司, 2015. 12
ISBN 978-7-5192-0560-7

I. ①2… II. ①中… III. ①电子测量技术—文集 IV. ①TM93-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 315832 号

2015 年湖北省电力行业电测量新技术与实践研究

作 者	中国电力科学研究院 国网湖北省电力公司 武汉大学 湖北省电机工程学会电测专委会
策划编辑	吴小丹
责任编辑	汪再祥
出版发行	世界图书出版广东有限公司
地 址	广州市新港西路大江冲 25 号
电 话	020-84459702
编辑邮箱	uyling@163.com
印 刷	武汉三新大洋数字出版技术有限公司
规 格	787mm×1092mm 1/16
印 张	18.25
字 数	330 千
版 次	2015 年 12 月第 1 版 2015 年 12 月第 1 次印刷
ISBN	978-7-5192-0560-7/TK·0004
定 价	72.00 元

版权所有 翻印必究

《2015 年湖北省电力行业电测量新技术与实践研究》

编委会

主 编：雷 民 王再义 王先培 方 毅

副主编：张 军 申 莉

编 委：（排名不分先后）

邓桂平	雷 鸣	陈 俊	王 委	孙 静	童璐园
占 磊	汪 俐	王 进	曹得胜	汪旭祥	张 硕
李 晶	黄 明	岳长喜	徐子立	肖 伟	汪 泉
王 欢	李 俊	姜春阳	郭 玥	刘少波	汪司珂
杨 春	郑 欣	李 俊	年俊华	段 珩	仇 娟



目 录

计量管理及信息化技术篇

95598 全业务集中后客户服务风险分析与研究	003
电能表配送整合优化问题	009
基于海量数据的电能计量资产全寿命周期管理	013
解析智能电网中智能电表重要性及前景	019
浅谈 FRID 在计量资产全寿命周期管理的应用	023
浅谈密钥管理系统在智能电网中的应用	027
信息融合目标跟踪算法研究	032

计量与测试技术篇（电能与电测部分）

电能计量装置错误接线现场检查及判断	045
浅谈电子式电能表检定装置检定及其测量结果的不确定度评定	051
浅谈对 1.0 级三相四线费控智能电能表的理解与检测	059
浅谈供电系统电能计量误差	068
浅析智能电能表的概念及检定方法	072
数字式检测设备相位准确度量值溯源方法研究	078
一种简单的电能表误差比对计算器	086
智能电能表质量一致性检测系统设计	091

计量与测试技术篇（高电压及大电流部分）

500kV 避雷器及 CVT 不拆引线试验方法及分析	105
冲击电压波形测量软件	113
电容式电压互感器在线校准技术研究	128



电压互感器二次回路压降产生原因及对策	136
高压电能计量装置校准方法探讨	141
高压交流电压精密测量系统	152
合并单元误差现场在线检测方案设计	162
基于 PMU 的时间同步及溯源技术研究	171
基于 SF ₆ 分解产物融合判断的 GIS 绝缘劣化趋势分析	179
计量互感器频率特性浅析	192
宽频电容式分压器的研制	198
浅析专变用户计量 PT 熔断器故障原因与对策	208
直流电流测量装置现场检测方法探讨	212
直流互感器建模方法与运行特性研究	218
直流电流互感器现场检测方法及应用	229
直流互感器的传变特性研究	239

用电信息采集篇

基于机会网络抄表技术研究	249
解决襄阳地区采集终端通讯信号问题的探索	253
清江流域梯级电厂电能量计量主站系统的技术特点及应用	257
用电信息采集故障处理电子化管理探讨	265
用电信息采集系统应用趋势	268
用于三相标准电能表的高精度数据采集系统	273
低压带互感器用户费控改造的探索与应用	283



计量管理及信息化技术篇





95598 全业务集中后 客户服务风险分析与研究

陈娅莉 袁伟

国网荆州供电公司客户服务中心

摘要：优质服务是国家电网公司的生命线，95598 是公司服务工作的“窗口”和“门面”。实行 95598 全业务集中，是国网公司全面深化“三集五大”体系建设、强化供电服务全过程监督的重要举措。95598 全业务上收国网公司后，荆州公司（以下简称“公司”）在生产经营、营销服务及电网建设等方面的供电服务压力和风险逐步显现，如何采取有效措施来解决投诉率高等问题，防范客户服务风险，优化客户服务指标，提升公司优质服务水平，需要引发我们深刻的思考。

关键词：全业务集中 客户服务 风险研究 研究措施

一、背景介绍

继 2013 年 11 月 9 日公司 95598 投诉、举报、意见、建议、表扬五项业务上收后，2014 年 9 月 20 日，公司 95598 供电服务热线由属地化管理正式转变为国网集中运营模式，实现了 95598 全业务集中。

自 95598 业务上收以来，2014 年 1 季度，公司受理国网 95598 投诉工单 555 笔，同比上升 10 倍，投诉受理总量位居全省第 3 位，暴露出公司的供电客户服务工作还存在很多短板，内外环境对供电客户服务工作提出了更高要求。针对供电客户服务工作面临的新形势、新挑战，需要立足现状，以客户需求为导向，深入开展客户服务风险分析与研究，着眼公司长远发展，从服务手段、服务品质、服务渠道和服务监管等方面加快推进技术创新和管理创新，积极构建供电客户服务风险管理常态机制，实现公司供电客户服务水平不断提升。

二、存在的问题和风险

(一) 供电质量问题突出, 反映出客户基本用电需求得不到保障

2014年1—10月, 公司受理的95598投诉中, 供电质量投诉564笔, 其中低电压投诉349笔、频繁停电投诉215笔。供电质量投诉占公司投诉总量的53.31%, 属实量占投诉总量的95.63%, 分别位居全省第1位, 高于全省平均水平133.05%。

1. 低电压问题突出, 主要反映出配电网投入不足问题

供电质量与客户的生产生活存在着密切关系, 部分地区特别是农村地区低电压问题尤为显著。2014年1—10月, 农网低电压投诉344笔, 占公司低电压投诉总量的98.57%。客户端电压远低于国家电能质量标准, 客户正常生产生活用电需求得不到满足, 且长期未能得到彻底解决, 造成客户重复投诉。一是农村低压配电网投入不足, 受制于投资额度制约, 部分农村地区电网网络结构薄弱, 供电可靠性差、电压低等状况长期得不到改善。二是客户基数和新增数大。目前公司营业户数约为322万户, 其中农网用户300万户, 占比93.17%, 居全省第1位。随着农村经济的不断发展, 农民生活水平不断提升, 农网改造速度与农村新增负荷不相匹配, 造成低电压。三是负荷变化大。低电压问题具有明显的季节性特点, 主要集中在夏季高温和春节民工返乡期间, 加之近年极端天气出现的概率上升, 情况更为严重。四是管理不到位。部分单位供电设施管理不到位, 配网运行维护不力, 配电网建设改造缺乏统筹协调, 这也是造成配电网供电能力不足的重要原因。

2. 频繁停电问题突出, 反映出配电网结构薄弱和停运管理问题

配电网供电网架结构薄弱, 供电水平低, 生产与营销工作的不统一, 未提前细分工作内容、预判工作量等原因, 造成线路停电现象频发, 客户对供电质量不满意而投诉。一是网架结构差, 设备陈旧, 低压配网改造资金投入不足, 导致频发跳闸停电。二是停电计划缺乏统筹, 随意停电、超范围停电、超时限停电和重复停电等问题突出, 停电信息发布时存在“宽打窄用”, 实际停电时间与计划不符, 造成用户投诉。三是带电作业开展不够, 配网状态检修、不停电作业、标准化抢修工作开展不平衡, 部分单位带电检测、不停电作业等装备及工器具配置水平偏低。

(二) 服务装备落后, 是引发客户服务风险的重要技术原因

据统计, 2014年1—10月, 公司受理客户营业投诉282笔, 占投诉总量的



26.65%，其中抄表催费投诉 172 笔，占营业投诉总量的 60.99%。抄催服务质量已经成为影响客户服务水平的重要因素。目前公司用电信息采集系统覆盖率仅 38%，与国网公司系统平均水平相差约 37%，与省公司系统平均水平相差约 7%。省公司实现费控功能的 20 万户，荆州公司未在其中。由于装备落后，仍采取人工服务为主的传统抄收模式，抄催服务方式单一，抄催员工重视考核指标而淡化优质服务现象较为突出。抄催服务人员作为代表供电企业为客户提供面对面服务的重要渠道之一，在抄表催费服务过程中，因服务方式不妥、规范化用语不当、服务技巧缺乏或对客户表达的相关服务诉求缺少责任意识等问题而导致客户投诉的风险增大。

（三）员工素质问题是客户服务的主要风险点

2014 年 1—10 月，公司受理服务投诉 100 笔，其中一线人员服务行为问题的投诉 77 笔，占比 77%。

1. 一线员工服务问题突出，反映出服务人员结构性矛盾

部分单位一线服务人员没有树立“以客户为导向”的服务意识，缺乏服务技巧，甚至当面与客户发生语言、肢体冲突，带给客户不良感知，进而引发投诉。一线员工服务意识淡薄、态度生硬、技能不足，是引发服务投诉的直接原因。一是一线服务人员构成与客户服务要求不相匹配。从一线员工队伍构成来看，近年来，以电费抄催为代表的面向客户提供服务的一线服务队伍，已经形成以农电工、社会化用工性质为主的用工模式，尤其是在农村地区，农电工队伍综合素质普遍偏低，加之电费催收压力大，薪酬待遇低，员工缺乏企业归属感，工作责任心和主动服务意识较差，这与越来越高的客户服务工作要求难以匹配。二是基层客户服务管理机构对客户服务资源的管控能力被不断削弱，基层单位重业务轻服务，严重影响了基层客户服务管理人员的工作效率和工作积极性。三是抢修工作站人员配备严重不足。95598 全业务集中后，市、县调控中心抢修远程工作站负责受理和回复辖区抢修工单、录入停电信息等工作，两级抢修远程工作站人员配置严重不足，平均仅 1 人/班，在迎峰度夏（冬）、突发大面积停电故障、除夕等用电高峰期，现有人员将难以应对因业务工单蜂拥导致的工作量骤增，形成服务风险点。

2. 基础用电服务问题集中，反映出思想认识不够

“优质服务是供电企业的生命线。”随着社会的不断进步，客户用电需求层次也呈现出高品质、多样化的特点。然而，集中暴露的基础用电服务问题，反映出部分单位对供电客户服务工作的认识还不够。一是客户服务工作压力纵向传导不够。部分单位简单下达服务工作任务，却不及时开展服务工作的思想认识传导，



导致一线员工思想认识不到位，容易形成上下思想对抗，滋生抵触情绪，影响服务工作成效。二是客户服务责任落实不到位。部分单位客户服务态度没有摆正，没有以客户导向为出发点去考虑客户服务管理问题，以包代管、对农电工甩包袱、责任包保问题较为突出，客户服务工作责任落实不到位，形成了客户服务管理的真空地带。三是客户服务压力横向传导不够，仍有部分单位和人员不明形势，固步自封，认为客户服务就是前台营销人员的工作，和“后台人员”没有关系。思想认识偏差导致大量“后台人员”普遍缺乏客户服务意识，本位思想严重，换位思考能力欠缺，影响客户服务工作效率，形成客户服务风险。

（四）内外协同不畅，是形成客户服务风险的管理因素

“三集五大”体系建成后，随着专业化分工越来越细，营销与电网其他专业、营销内部各专业之间的界限越来越多，以前较为宽泛、原则的协同机制难以适应细化的分工，导致不少工作需要增加大量人工协调量才能推进，降低了工作效率，劣化了客户体验。从 95598 工单情况看，公司 2014 年 1—10 月客户催办业务的 95598 工单占总工单量的 7.38%，接近投诉量，业务迟办也成为引发投诉的风险点。另外，电网公司的服务能力不能满足日益增长的客户需求。近年来，虽然客户群体和客户需求在不断增长，但电网尤其是低压配网建设相对滞后，服务装备、设施配备不足，技术手段没有明显进步，导致部分客户受电网卡口影响不能新增用电设备，部分客户有通过网络或手机办理业务的需求，但电网公司无法提供服务。

（五）同业对标压力大，对客户服务提出了更高要求

95598 全业务上收后，国网公司构建了以总部为核心、上下贯通的一体化运营监管体系，公司将承办国网下发的全业务工单，工单处理量较业务上收前大幅增长。同时，由于业务工单实行全过程规范化管理，工单处理回复的要求更加严格，因此对员工的业务水平和服务能力提出了更高要求。

三、研究措施

（一）全面加强配电网运维管理，保障用户可靠供电

一是从供电质量投诉中梳理客户需求，依据配电网规划，分析负荷新增趋势；结合实际情况，提出增加台区布点、增容和改造等储备项目。二是全面诊断配电网供电能力、网络结构和装备水平，深入挖掘配电网存在的主要问题。针对配网



中压电网网架结构差、互供能力不强、设备比较陈旧等问题，2015 年项目安排重点加强 10 千伏配电网建设，优化供电范围，提高配电网整体供电能力，满足新增负荷供电需求。三是加大资金投入力度，全力推进“低电压”综合治理，使供电卡口和低电压问题逐步得到缓解。四是加强配网停运管理。明确配网停运责任，梳理管理流程，全面落实“能带不停”，通过大力推行绝缘杆作业法和大力开展电缆不停电作业等，减少临时停电率和故障停电率。五是大力推进营配数据贯通，开展数据整理和采录工作，保证停电信息发布准备率。

（二）强化服务品质管理，促进客户服务体验持续提升

一是切实提升窗口服务质量。加强供电服务标准化建设，统一规范服务渠道、服务项目和服务行为，大力推行“五牌三制五上墙”标准化供电营业厅建设，提高窗口人员服务水平和服务技能；深化窗口首问负责制，增强窗口人员主动服务意识，加快提升客户服务品质。二是完善各类服务举措。积极推进“供电服务网格化”管理，服务手段探索 OTO 模式；建立采集系统“三级监控、四级运维”体系和智能化的电力营销渠道；全面推行业扩报装“E 网通”，进一步简化业扩报装手续、优化报装流程、缩短报装时限；积极拓展电费缴纳方式，推广窗口“一柜通”服务模式，满足客户多样化缴费需求。三是深入开展营销违规行为清理整顿，深入实地开展明察暗访，严查行风和优质服务违规违纪行为。

（三）优化岗位机构设置，提升服务人员综合素质

一是严格按照《国家电网公司“大营销”体系建设方案》岗位要求和职能划分，结合实际工作需要，进一步优化调整人员配置，确保工作流程顺畅，提高客户服务效率。二是重视、关心农电工、社会化用工，充分发挥其在企业中的作用，营造培养人才、吸引人才、留住人才、充分发挥人才作用的良好环境，激励更多优秀人才为公司服务工作做出贡献。三是加大客户服务宣传力度。以企业文化建设为依托，大力营造优质服务氛围。通过组织开展服务类主题活动，加大对公司服务宗旨、服务理念以及正面服务案例的宣传力度，促使员工牢固树立服务意识。同时，以公司走访客户、客户走进“国家电网”、面对面座谈等活动为载体，增进供用电双方沟通了解，拉近与客户的距离，争取客户的支持和认可。四是加强服务技能技巧培训。加大一线员工培训力度，重点加强供电所长，窗口、抄表、催费、抢修人员及农电工培训，通过汇编学习《投诉案例库》，进一步强化服务意识，提高服务技能，努力实现投诉事件的源头防范和过程控制，不断提高客户满意度。



（四）实行多专业协同，横向融合反应快速

随着 95598 业务集中规模的不断扩大，需要业务支撑部门的专业协同，特别是当前营销和生产信息的横向融合趋势日益显现。首先要积极与调控、运维部门沟通，充分发挥调控中心的抢修指挥调度作用，优化电力抢修资源配置，切实提升抢修服务能力，提高抢修效率。加强对抢修类投诉事件的跟踪考核，提高供电服务质量，让供电服务更加便民惠民。

其次是加强停电信息管理，严格执行停电信息报送考核通报制度，做到信息接收不遗漏，信息发布不滞后；对信息报送不及时、不准确的单位进行手机短信通报，确保停电信息发布及时、准确。因此，建立服务协同、保电协同和营配贯通的格局，对进一步优化电力抢修、提高抢修效率有极大的推动作用，这将大幅提升供电优质服务水平。

（五）实行全过程跟踪，服务监督落实有力

一是以“两保三压减”为目标，以压减 95598 投诉为主线，建立投诉闭环管理机制，根据供电服务的薄弱环节，加强对供电服务质量的日常管控，保证上下信息流转的对称性。二是畅通投诉工单处理通道。对受理的国网投诉工单，严格按照“加强疏导、分级处理、限时办结、优质高效”的要求限时督办；对各投诉部门反馈的处理结果进行认真审核，并严格按照国网投诉工单填写要求在系统中准确、完整回复。三是实施上收业务运行情况周报和月报制度，做好业务上收运营分析，对服务风险提出可行性分析报告，全力做好服务质量监控，保证公司优质服务水平。四是认真落实国网工单回访制，对受理的国网工单，确保先联系后回访，对凡是回访不合格的工单，退回处理单位重新调查，把好工单反馈质量关，最大限度降低国网退单率，提升客户满意率。

随着各项客户服务提升措施的不断落地，客户服务风险防控工作取得了显著成效。2014 年 2 季度以来，公司客户服务投诉呈现逐月下降趋势，投诉受理总量和属实量分别下降了 61.08%、78.02%。建立客户服务风险分析与研究的长效机制，使客户服务管理线条更加清晰，为持续提升公司供电客户服务水平提供了有力保障。只有供电服务得到客户广泛肯定，才能使企业的社会价值和品牌价值得到最大体现。





电能表配送整合优化问题

潘雨婷

湖北省电力公司武汉供电公司客户服务中心计量室

摘要：智能电能表的推广和更换是建设坚强智能电网的一项基础性工作。预计未来5年，我国将换装约1.7亿只智能电能表，大规模换装智能电能表会导致电力公司计量中心仓储库存量增加和物流配送网络规模不断扩大。提高智能电能表的库存、配送等物流工作的质量和效率，同时降低物流成本已成为武汉供电公司计量室面临的重要物流管理课题。本文从系统论的角度，分析智能电能表从主仓库到配送中心物流配送网络系统，对该物流系统的库存控制和配送运输整合优化问题开展研究，运用遗传算法对库存配送集成问题进行系统求解分析，以期寻求电力计量中心对智能电能表的库存控制和配送运输整合优化问题的最优解决方案。首先，本文介绍了国家电网公司智能电能表的库存、配送等整个物流工作过程，并对传统库存控制问题、配送问题进行了描述与分析。其次，分析了武汉供电公司客户服务中心计量室智能电能表的库存与配送模式，分析并设定了智能电能表库存控制策略，实现了库存与配送的实质整合。以智能电能表库存与配送的实际问题为例进行实证分析，结果表明，应用文中提到的第三方物流配送，可以稳定获取该问题的近似最优解。

关键词：智能电能表 第三方物流 库存控制 配送运输

武汉供电公司客户服务中心计量室目前的电能表检定检测的数量为120万台。面对日益庞大的检定检测数量，目前计量室汽车班的配送能力远远达不到，面对此问题，计量室提出了第三方物流配送方案。



一、电能表从到货至配送出库的流程

电能表厂家到货后，将货物摆放在指定位置，由库房管理人员清点箱数，数目与到货通知的数目完全一致，则在到货通知单上签字，并通知相关负责人签发抽样单。库房人员凭抽样单随机抽取相应数量的电能表送检定检测实验室进行抽样检定，抽样检定合格则拆掉全部的整箱电能表，并对发货数量进行清点，数量准确无误后再进行普检，普检合格率达到要求后才能安排发货至二级库，达不到要求则通知厂家办理退货。

目前，生产调度平台要求整个批次的电能表合格率达到 98.5% 才能进行整批电能表入库环节，这就严把关了电能表的质量问题。但是在整个批次检定完毕后再进行配送，计量室汽车班将面临车辆不够、资产班面临人员不够调配的问题。

计量室目前的配送车辆只有 1 辆敞式货车，而这辆车不符合武汉供电公司关于运输电能表的要求，经研究，计量室决定采取第三方物流配送的形式。

二、第三方物流的选择

第三方物流是由供方与需方以外的物流企业提供物流服务的业务模式。

首先，组成外包物流的决策团，包括汽车班、资产班、办公室等部门的负责人以及计量室领导，明确外包物流的具体目的是满足不断增长的电能表需求数量，弥补计量室汽车班车辆不足、资产班人员不足的问题，同时实现企业的成本降低。

其次，选择外包的物流功能，如运输、附加服务等。

再次，制定主要的选择准则。对第三方物流供应商的评估应该从确立挑选准则开始。最初的标准应该包括质量、费用和传递能力。按照传统做法，第三方物流供应商的递送能力往往决定了一个供应商的核心能力。当挑选过程变得越来越精确，其他的标准诸如财务实力、信息系统架构、操作和定价上的弹性、专业管理技术的深刻和文化差异等都在挑选过程中扮演着重要角色。挑选准则必须准确反映出企业的目标和目的。这些标准同时也成为企业的 RFP (Request For Proposal)，也就是计划要求的基线。

最后，通过合理的筛选程序，经过调查、发函、评审等程序筛选出价格低、服务质量好、公司信誉高、有从业经验的第三方物流提供者。





三、第三方物流服务的管理

1. 流程管理

日期	计量室资产管理	二级库资产管理	第三方物流
配送前一天	填录配送当天的表格，明确种类及数量。做好配送前电能表清点准备工作。		接受配送当天的调车计划，做好派车管理工作。
配送当天	确认配送表格，签发放送单据。清点实际配送数量是否与配送单、SG186 系统相符合。SG186 系统配送出库。二级库接收后，单据的回收整理工作。	根据 SG186 系统及配送单据，清点实物数量，签收配送单。	按时到达库房，和库管员一起清点实物数量，领取配送单。配送至二级库房后，配送单签字完成后交给计量部资产管理作为结算依据。

2. 紧密而奉献的合作关系

计量室资产班班长会根据配送地合理安排配送线路，通过线路与数量的组合，做到数量最多、线路最合理。如在江夏配送线路中，江夏区的电能表数目不足以装满一整车，那么在合理的范围内，将会进行武昌区的组合配送，以达到配送数量以及线路优先组合的方案。地区组合的优先方案为汉阳区、蔡甸区、开发区；武昌区、东湖高新区、江夏区；汉口区、新洲区。

3. 强有力的绩效管理

将企业物流活动外包给第三方物流后，并不意味着计量室对外包的物流活动可以不闻不问，相反，要定期或者不定期的对第三方物流进行绩效评估，确保外包物流的质量。所使用的物流绩效指标主要有：及时运输、存货清单正确率、顾客满意度、运输差错等。可由外包决策团组成评审小组或聘请独立的外部人员对第三方物流的绩效进行监控，确保外包物流的质量。

四、企业实施物流外包的注意事项

1. 制定具体、详细、具有可操作性的工作范围
2. 协助第三方物流服务供应商认识企业
3. 建立冲突处理方案
4. 不断进行调整
5. 保持弹性