

电能表自动化检定 及仓储智能系统研究

贵州电网有限责任公司 组编



◆贵州电网有限责任公司科技创新系列丛书◆

电能表自动化检定 及仓储智能系统研究

贵州电网有限责任公司 组编



贵州大学出版社

Guizhou University Press

图书在版编目(CIP)数据

电能表自动化检定及仓储智能系统研究/ 贵州电网有
限责任公司组编. —贵阳: 贵州大学出版社, 2015.12

(贵州电网有限责任公司科技创新系列丛书)

ISBN 978-7-81126-836-2

I. ①电… II. ①贵… III. ①电度表—自动检定系
统一研究②仓储系统—研究 IV. ①TH706②F253

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 321698 号

编 者: 贵州电网有限责任公司

责任编辑: 但明天

出版发行: 贵州大学出版社

印 刷: 贵阳精彩数字印刷有限公司

开 本: 720 毫米×1000 毫米 1/16

印 张: 20

字 数: 468 千字

版 次: 2015 年 12 月 第 1 版

印 次: 2016 年 10 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-81126-836-2

定 价: 81.00 元

版权所有 违权必究

本书若出现印装质量问题, 请与本社联系调换。

电话: 0851-85981027

编委会

主 编

刘 颖 吴筑晖 姜 琦

副主编

赵海燕 史卫华 胡 舰

参 编

龙高翼 刘建安 丁 娜 肖祖才
邓媛萍

前言

随着社会对能源需求的快速增长和电力技术突飞猛进的发展，电力系统规模越来越大，自动化程度日趋提高，计算、监视及控制问题日益复杂，对电力系统的经济运行、安全生产提出了更高的要求。因此，单相电子式电能表的大规模普及势在必行，由此将造成电能表检定量激增，而传统检定模式是人工搬运、人工接线、人工检定，劳动重复频率高，机械性强度大，人机工效较低，不能满足现阶段发展的需求，迫切需要一种全新的高效率、高质量、稳定和低成本运作的智能测量系统取代传统模式，实现电能表集中检定。

电能表自动化检定线是自动化物流技术、自动化检定技术、信息科学集成的综合性科学技术工程，它是以自动化传输线为主要标志，以成套自动化检定表位为基础，以先进的计算机控制为主要手段组成的智能量测系统。

国际上，当前电能表自动化智能检定线的研制仅处于起步阶段，电能表生产厂家也设计制造了生产流水线，但都只是在部分环节实现了智能检测，而且主要针对的是电能表生产环节。

中国南方电网公司提出立足于自主创新，充分运用先进的科技手段，结合计量中心机构设置与场地建设，以贵州电网安顺供电局为试点，建设一体化的单相电子式电能表自动化检定线智能量测系统，实现将自动检定流水线投入实用化运行，全面促进计量检定的集约化管理和标准化建设，大力提升生产效率的发展目标。

参与本书编写的人员主要是贵州电网公司安顺供电局市场部、设备部、

计量中心专业骨干。本书由赵海燕、史卫华主编，姜琦、胡舰副主编，刘颖、吴筑晖、龙高翼、刘建安、丁娜、肖祖才、邓媛萍主要参加编写，赵海燕对全书进行了校阅。

贵州电网公司科技部和设备部对本书的编写给予了大力支持，贵州大学电气工程学院也给予了大量帮助，在此一并表示衷心感谢！

由于编者水平有限，虽经多次校阅，错误、疏漏之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 绪论.....	1
1.1 电能表自动化检定与仓储智能系统现状.....	1
1.2 传统电能表检定存在的问题.....	2
1.2.1 生产效率低下.....	3
1.2.2 检定项目不全.....	3
1.2.3 仓储管理落后.....	4
1.2.4 无法实现计量资产全生命周期管理.....	4
1.3 电能表自动化检定及仓储智能系统建设背景.....	5
1.4 电能表自动化检定及仓储智能系统建设的必要性.....	7
第 2 章 电能表自动化检定及智能仓储系统设计架构.....	9
2.1 设计思路.....	9
2.2 建设目标.....	10
2.3 实施流程.....	10
2.4 功能实现.....	14
2.4.1 功能描述.....	14
2.4.2 关键技术.....	17
2.5 具体方案.....	18
2.5.1 总体设计方案.....	18
2.5.2 自动化检定流水线实施方案.....	19
2.5.3 立体仓储实施方案.....	20

第3章 电能表自动化检定及仓储智能系统的建设	23
3.1 概述	23
3.2 电能表自动化检定系统	25
3.2.1 电能表自动化检定建设	26
3.2.2 系统功能描述	27
3.3 电能表智能仓储系统	34
3.3.1 仓储区域建设	36
3.3.2 系统硬件建设	37
3.4 智能生产管理系统	49
3.4.1 系统建设	51
3.4.2 功能描述	51
3.4.3 管理控制系统	51
第4章 系统的运用和维护	77
4.1 总体运行情况	77
4.2 系统运用	78
4.2.1 自动化检定流水线运用	78
4.2.2 仓储智能系统运用	95
4.3 运用中的技术改造	99
4.3.1 自动化检定流水线改造	100
4.3.2 仓储智能系统改造	107
4.4 系统维护	109
4.4.1 自动化检定流水线运行维护	109
4.4.2 仓储智能系统运行维护	139
4.5 系统总体分析	141
4.5.1 自动化检定流水线运用情况	142
4.5.2 自动化检定流水线及仓储智能系统目标应用小结	143
第5章 总结与展望	145
5.1 项目总结	145

5.2 项目展望.....	147
附录 A 管理类	149
自动化检定运行管理规范.....	151
区域集中检定管理制度.....	167
区域集中调度、配送制度.....	169
自动化仓储区域管理制度.....	171
自动化检定区域维护使用及保养制度.....	174
自动化仓储区域维护使用及保养制度.....	178
自动化区域卫生管理制度.....	180
附录 B 技术类	183
仓储智能系统作用指导书.....	185
自动化检定调度平台作业指导书.....	236
自动化检定流水线监控系统作业指导书.....	260

第 1 章

绪 论

电能表是供电企业与发电企业、电力客户进行贸易结算的计量仪表，属国家强制检定的电能计量器具，依据国家计量法要求必须通过实验室检定合格方可进行安装使用，确保计量准确、可靠。随着电力体制改革的深入，提升节能降耗水平，加强需求侧管理，实施灵活电价政策，促使电能计量检定技术的研发和应用得到快速发展。

1.1 电能表自动化检定与仓储智能系统现状

随着电能计量检定技术的发展，以及自动化、智能化控制技术在电能计量检测领域的不断应用，国内外电能表生产及检定单位在电能表自动化检定与智能仓储建设方面开展了一系列研究与应用。

首先，在电能表自动化检定方面，2005 年丹麦一家电力公司建设了一套电能表检测流水线。2008 年国内深圳浩宁达、长沙威胜等电能表生产厂家也设计制造了生产流水线，在部分环节上实现了智能检测。2009 年浙江省电力公司绍兴电力局开发建设了电能表智能化检定流水线系统，实现了检定作业全过程的智能化、自动化，但技术上还有很大的提升空间。

据不完全统计，北京电力公司、石家庄供电公司、合肥供电公司、浙江

省电力公司、云南电网公司、广东佛山供电局等都已将电能表自动化检定纳入项目规划。这些项目建成后基本都能实现检定过程自动化，但因自动化检定是一项新兴技术，目前存在检定方法不相同、检测项目不相同、自动化程度不相同、流程设计不相同、可扩展性能力不相同的问题。

在智能仓储建设方面，自动化仓储是一项成熟技术，20 世纪 60 年代初，美国、日本等国家开始采用计算机控制的立体仓储建设，到了 20 世纪 70 年代我国开始进行研制，并在各行业广泛应用。2006 年以后，该项技术逐步应用在电能计量装置仓储管理上，重庆、泰安、潍坊等电能计量中心均陆续建成智能仓储系统，实现电能表集约化、自动化的仓储管理，但是在技术应用上，有的单位内部物流传输较多采用转接、提升，传输效率与平行传输方式相比还有一定的提升空间。

然而，目前国内外这些已建或在建的项目中，尚无一例将电能表自动化检定系统与智能仓储系统相连接。未连接智能仓储的自动化检定线很难满足大规模校验所需准确、快速的供表需求，不易形成有效的规模化生产线；未连接自动化检定线的智能仓储系统，整体效率也有待提高。建设电能表自动化检定与智能仓储一体化的智能生产系统，将实现计量检定生产全过程的智能化、自动化，达到国内外领先水平。

1.2 传统电能表检定存在的问题

南网公司系统现有的计量管理模式，客观上造成了标准设备配置参差不齐，生产和仓储设施建设差异大，工作效率较低，难以满足用户检定的需求，进一步全面、深入地分析传统检定管理模式，从现行的仓储、搬运、检定流程等各环节中，不难发现影响检定效率大幅提升的问题。

影响检定效率大幅提升的问题主要表现在 4 个方面，即生产效率低下、检定项目不全、仓储管理落后、无法实现计量资产全生命周期管理。

1.2.1 生产效率低下

图 1-1 所示为传统模式检定工作流程。

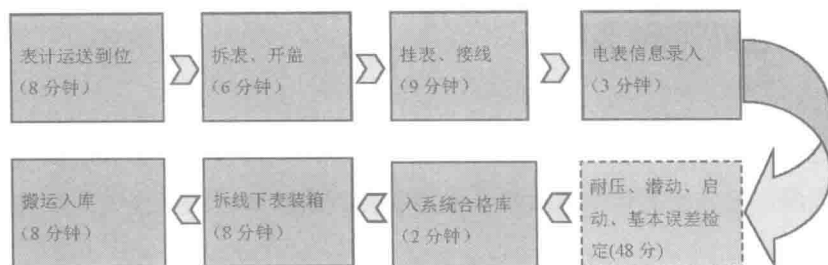


图 1-1 传统模式检定工作流程

经过安顺供电局计量中心实测，一台 24 表位传统校验台测试一批次 10 (40) A 电能表的整体耗时约 92 分钟。其中辅助工序长达 52 分钟，占总时间的 57%，全部为人工操作，劳动强度大。

2010 年计量中心共拥有 4 台 24 表位人工检定装置，按上述流程，每天最大检定量为 384 只；考虑人员调休及检定标准送检等特殊情况，年检定量约为 5 万只。

截至 2010 年 1 月，贵州西南部安顺、六盘水、兴义地区供电用户为 223 万户，按照 5 年为一个检定周期测算，综合考虑用户自然增长，西南部电能表检定需求预计将达到 60 万只以上。因此，安顺供电局作为覆盖六盘水、兴义的首家区域集中检定中心，其检定能力只能满足该区域检定需求量的 8.3%，生产效率低下。

1.2.2 检定项目不全

随着技术的发展，传统电能表将全面被多功能电能表取代。相对于传统电能表，多功能电能表不仅精度高、功耗低，而且能够实时测量和计算出电

力运行的各项参数，给电力系统和电力用户都带来了极大的方便，然而传统检定装置的检定项目不全，不能按照检定规程要求对多功能电能表进行全面检定。

1.2.3 仓储管理落后

传统仓储管理是将电表成箱堆放在仓库中，然后按照电能表的型号、批次、来源、检定状态等信息进行分类存放，划线管理。由于全人工操作故存在几个问题：

- 空间利用率低。受叠放高度限制，电表叠层堆放一般不超过 2m，仓库存储量受限；
- 采用人工码垛，货物难以堆放整齐，易掉落伤人或损坏电表；
- 人工记录仓储数据，工作量大，资产管理仅能到箱，无法到表，为电能表资产全生命周期管理带来难度；
- 分县局计量资产无法进行实时监控，无法合理安排检定计划、配送计划。

1.2.4 无法实现计量资产全生命周期管理

南方电网公司中长期发展战略要求开展计量资产全生命周期管理，从入库、校验、安装、运行、退役直至报废进行全过程管控。但目前正在运行的营销管理系统、计量检定管理系统相互独立，而且仓储数据由人工管理未实现信息化，难以实现数据的共享、整合以及与业务的无缝衔接，未形成计量资产全生命周期的闭环管理。

1.3 电能表自动化检定及仓储智能系统建设背景

随着电力体制改革的深入，提升节能降耗水平，加强需求侧管理、实施灵活电价政策，促使电能计量技术的研发和应用得到快速发展。面对新形势，南网公司提出了建设“智能、高效、可靠、绿色”电网的中长期发展战略。传统的机械式电能表已不能满足电网发展的需求，电能计量专业将面临大量的电能表轮换所带来的检定量激增问题，只有将检定和仓库管理向全过程自动化方向发展，推进电能表集中检定及全生命周期资产管理工作，才能大幅度提高电能计量检定效率。

为了认真践行科学发展观，深化“集团化管理模式、一体化管理制度，加强公司的有效管控能力”工作，推行电能计量集中检定管理模式，提高供电局的电能计量检定与物流效率，深入研究公司智能计量的检测手段与措施，加快“标准化、规范化、专业化、集约化、现代化”电能计量装置管理，建设国内一流水平计量（分）中心，贵州电网有限责任公司提出了积极稳妥地推进计量（分）中心建设的任务。

2009年11月20日，贵州电网公司成立计量装置检定与仓储一体化管理研究与建设课题组。通过研究成果，在安顺供电局进行计量中心示范项目建设，研究自动化检定流水线 and 智能仓储技术，建设集约高效的计量（分）中心，充分运用先进的物流输送系统，结合计量中心的机构设置与场地建设，形成电能表计量检定与仓储管理一体化的智能生产系统，实现电能表从新购入库（待检）、待检出库、上料检定、下料装箱、箱表入库等全过程作业的智能、自动化生产系统，全面促进计量检定“人、财、物”的集约化管理和生产力的大力提升，全面推进计量业务应用的标准化建设。

贵州电网公司以建设“电能表自动化检定与仓储智能系统”项目为契机，组织研究提升检定效率的可行性方案，按照“集约化、规范化、精益化”思

路，实现集中检定管理模式，以科技创新带动管理飞跃，提出建设区域集中的计量中心战略构想：在“十二五”期间，贵州电网建设 4 个区域集中的计量中心，电能表年检定能力超过 300 万只。

第一阶段以安顺供电局为试点单位建设区域集中计量中心，覆盖六盘水、兴义供电局，探索建设与管理模式。第二阶段在贵阳、遵义、凯里进行推广建设，形成中部、北部、西南、东南 4 个区域中心覆盖全省，如图 1-2 所示。

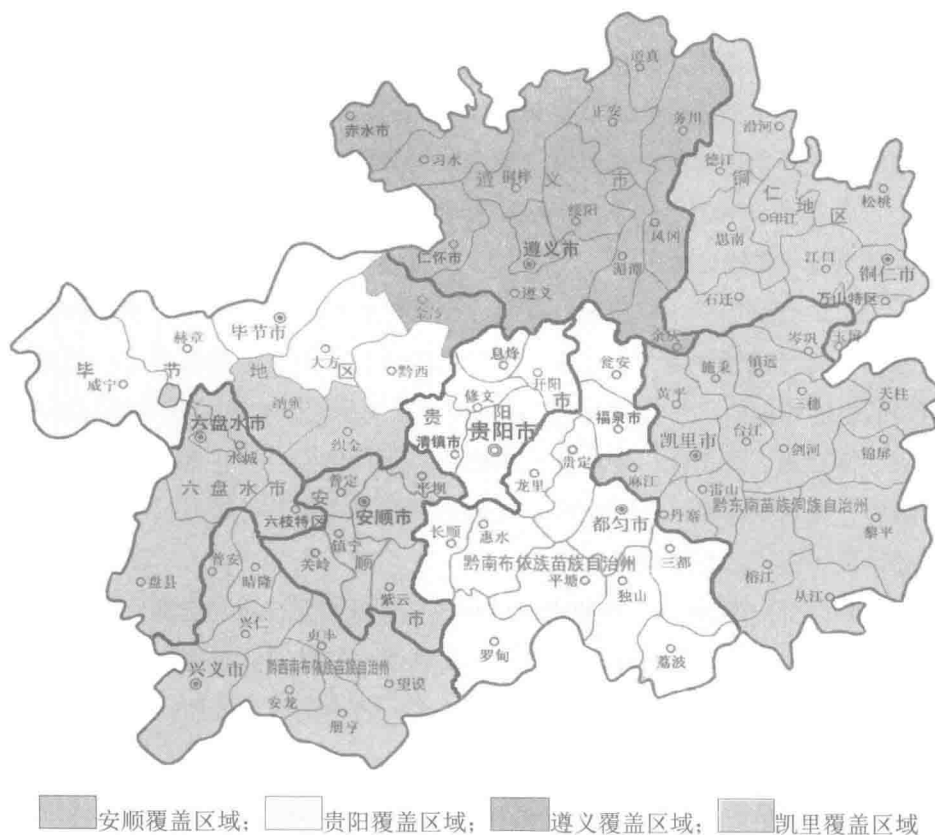


图 1-2 贵州省区域计量检定覆盖示意图

传统检定模式下，人工作业环节多，集中检定效率低，给集约方式下的规模化运作带来了困难，客观上造成管理标准、技术标准、工作标准不一致，标准设备配置参差不齐，生产和仓储设施建设差异大，统一配送范围受限，

资源相对分散，工作效率较低，运营成本较高，难以保证检定标准和检定结果的高度一致，难以满足快速推广应用智能电能表的需求。

为此，需要我们积极探索专业化管理、集中化建设的新思路，特别是当前，随着智能电能表型号、功能等技术标准的统一，智能化计量检定系统、自动化仓储设备等先进技术的快速发展和成功应用，为实现电能计量的专业化、集中化建设奠定了基础；随着集中统一的营销信息系统的推广应用，为电能计量的集中检定、统一配送提供了有效的技术支撑；随着公路交通的快速发展，为电能计量器具的统一配送创造了条件。在这样的条件下，提出了建设计量中心智能化生产系统的新模式，从而实现电能计量器具智能化集中检定、自动化仓储管理。

1.4 电能表自动化检定及仓储智能系统建设的必要性

随着南网公司加快推进营销自动化采集终端建设，大规模安装应用智能电能表，对计量检定工作的质量效率提出了更高的要求，现状却难以满足南网公司“集团化管理模式、一体化管理制度，加强公司的有效管控能力”的更高要求。同时，各市、县由于受经济发展不平衡、地理环境条件差异大、人口数量及分布不均等因素影响，造成计量工作流程不统一，计量检定结果不一致，势必造成计量授权为省市县多级授权，导致投入的人力、物力大，承受的阻力和压力多，制约了南网公司计量整体授权工作的开展。

成立集约高效的计量（分）中心，通过自动化检定流水线和智能仓储技术的推广应用，消除人为和地域因素引起的检定质量差异，有效提高检定和配送工作质量效率和计量管理水平，实现省级计量检定整体授权，将增强南网公司系统计量工作的管控力和影响力，必将进一步提高计量的透明度、公信力，确保准确公正计量，塑造南网公司良好的服务形象。

通过优化整合计量资源，转变计量管理方式，采用基于自动传输和全自动检定的智能化检定技术、基于自动仓储和现代化物流系统的智能化仓储技术等先进手段，规范省级计量（分）中心的具体建设标准和建设方案，为有序推进计量（分）中心建设夯实基础，为深入推进计量自动化系统建设、智能用电服务体系建设、南网公司“营销一体化”体系建设提供强有力的技术保障和支撑，提升南网公司履行社会职责的能力，树立贵州电网南网公司良好的品牌形象，将在经济效益、社会效益、科技创新等方面产生深远的意义。