农网10kV配电线路无功优化智能系统

辽宁配网科技有限公司

湖南省三友电器有限责任公司

沈阳农业大学信息与电气工程学院

报告人：朴在林

•主 要 内 容

1. 问题的提出
2. 10kV配电线路无功优化智能系统
3. 无功优化智能系统案例分析
4. 项目创新点
5. 结束语

1.问题的提出

(1)无功补偿的投切依据认识不清

目前10kV线路无功补偿的控制方式都是以功率因数为依据进行投切，而功率因数只是考核指标而不是直接反应经济指标。

①功率因数是随有功变化而变化，同时无功变化也随着变化，然而功率因数是两个变量的函数，有时有功变化无功补偿也动作，显然是不合理。无功补偿应该针对的是无功负荷的平衡而与有功无关。

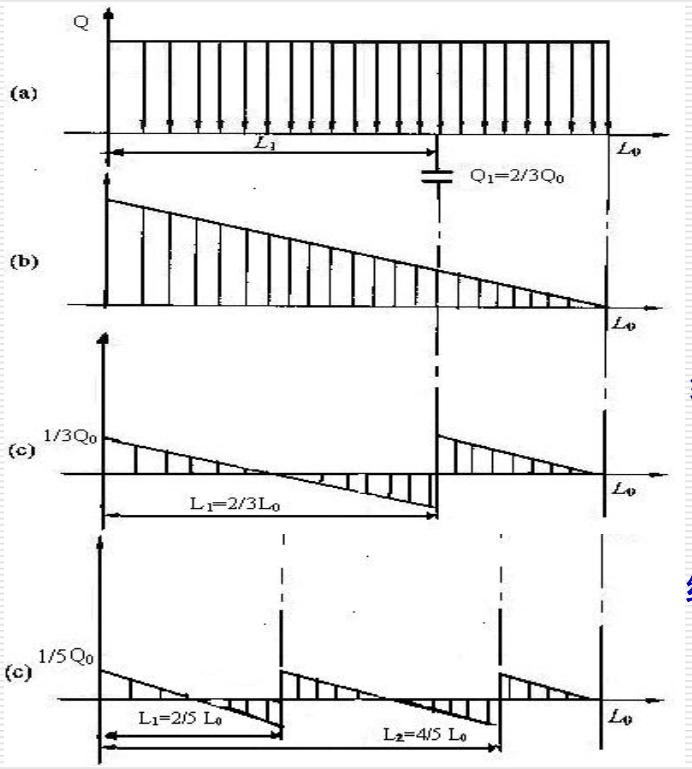
②另一方面功率因数不能直接反应无功的大小，比如，满负荷的10000KVA变压器，当功率因数在0.9～0.95之间变化时无功负荷在4358～3122KVAR之间波动。

应以更为直接的采集无功负荷为依据进行无功补偿的投切控制。

1.问题的提出

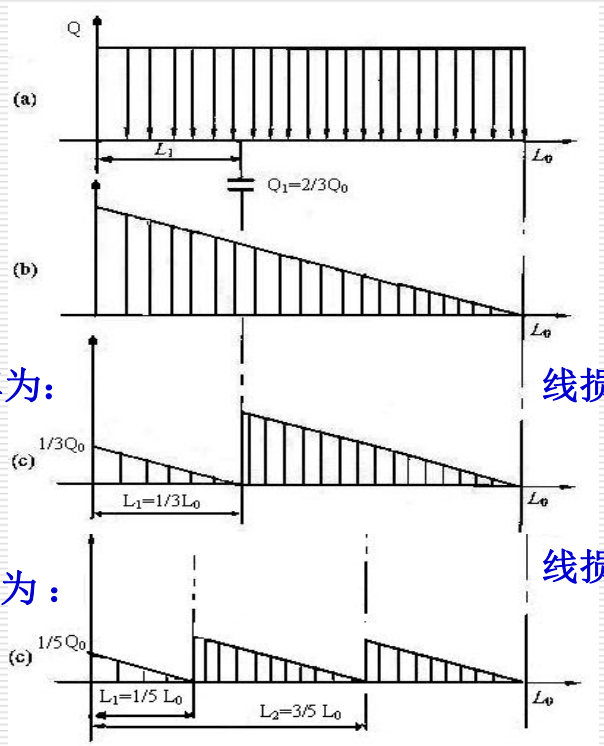
(2)无功补偿点与投切方式的关系认识不清

国网部门文件通知中给出了“典型负荷分布线路无功补偿安装位置与补偿容量表”，若按照试行文件单点补偿2/3、两点补偿2/5和4/5理论实施，采用功率因数控制方式，则2/3补偿点和4/5补偿点永远补不上。



线损下降率为：
88.9%

线损下降率为：
96%



线损下降率：
66.7%

线损下降率：
86.4%

1.问题的提出

(3)无功补偿投运率低认识不清

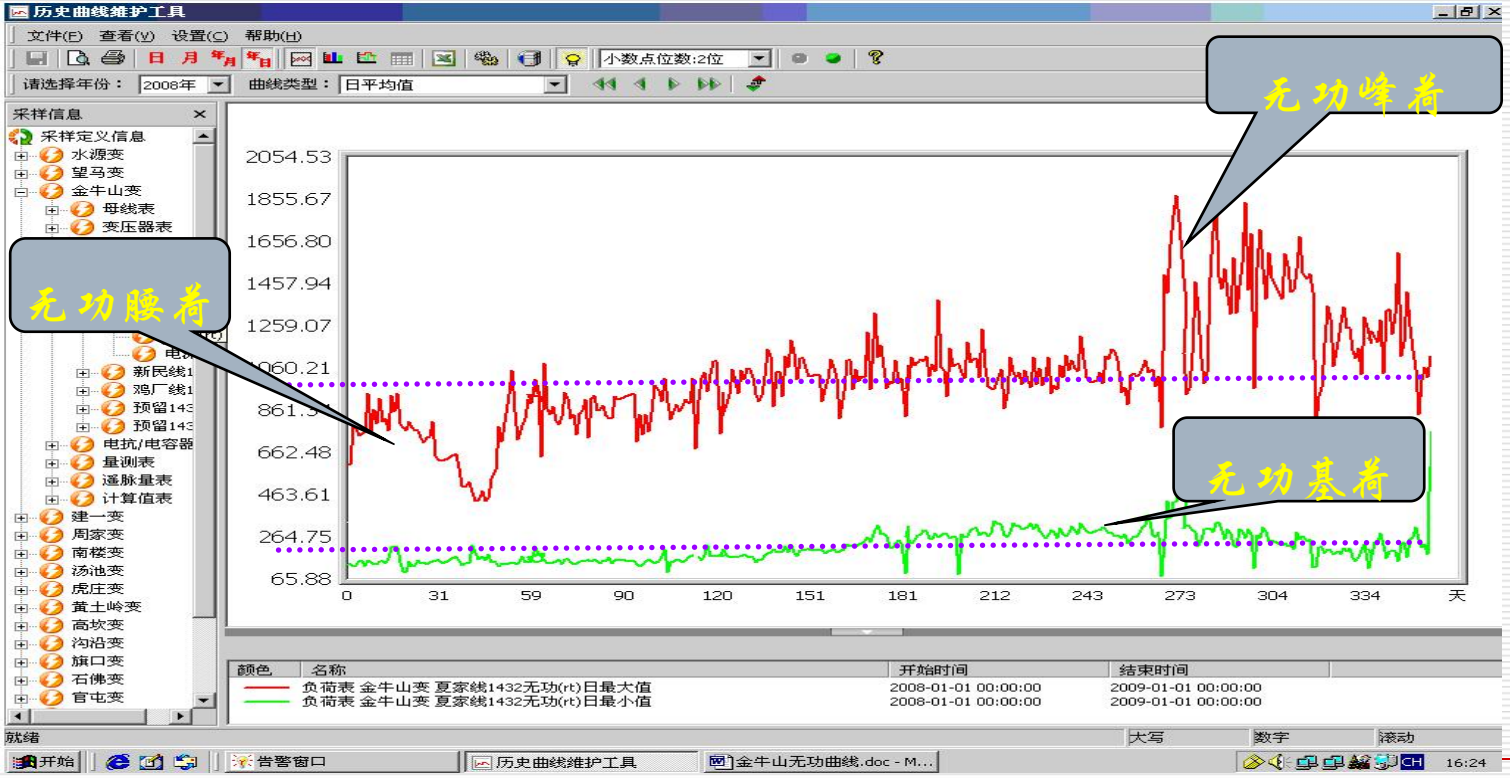
配电网无功补偿一直是供电部门关注的一项技术，功率因数自动投切装置在随机和随器低压补偿中已成为比较成熟的技术，得到了良好的效果。其主要原因是功率因数控制器可以多组投切。

而在10kV配电线路中应用始终没有很好地解决，其原因之一是10kV开关所限不能多组投切，其二是无功负荷只有超出补偿容量时才能投入，结果线路无功电源投运率低。

2. 10kV配电线路无功优化智能系统

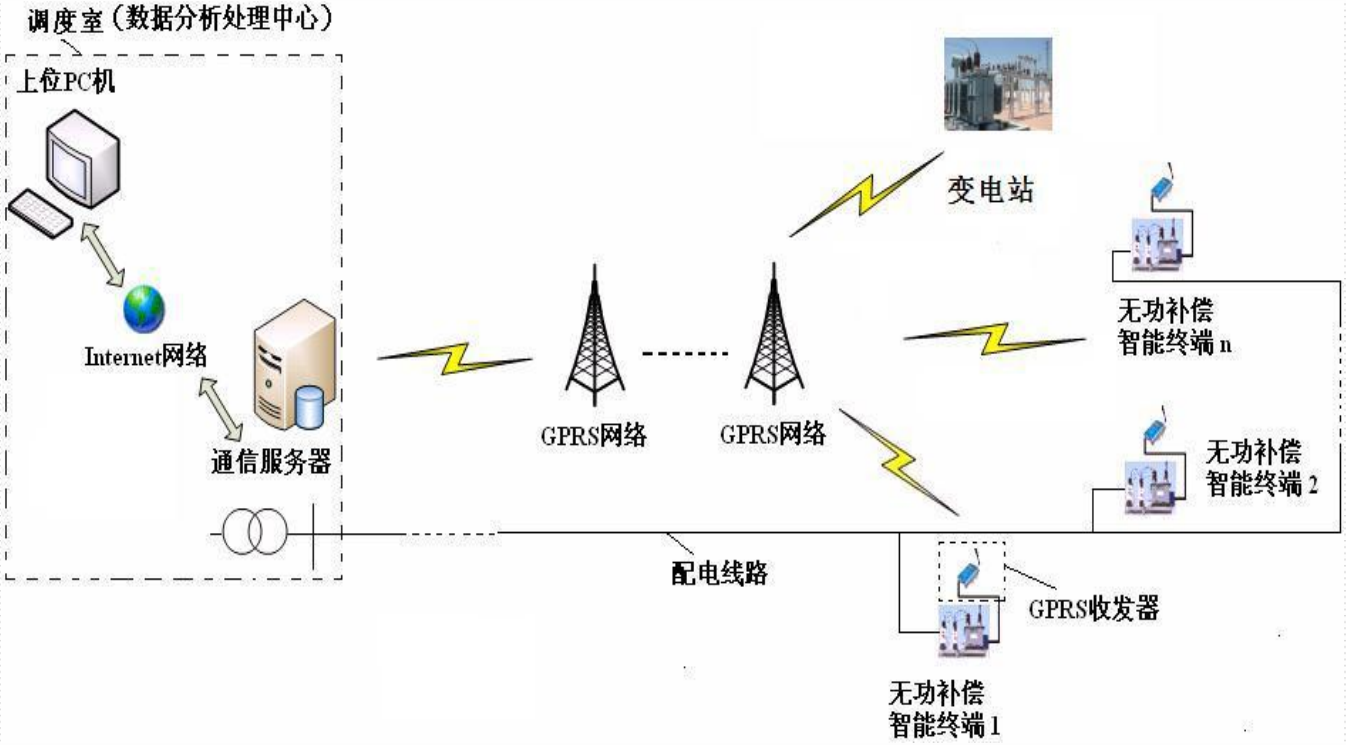
2.1 智能系统无功补偿优化的原则

“全面规划，合理补偿，分级安装，就地平衡”。线路无功优化智能系统不同补偿点容量相同时末端投入为先、切除为后；电容投入时线路无功总负荷大于其补偿容量的10%时下达投入命令。



2. 10kV配电线路无功优化智能系统

2.2 无功优化智能系统组成与特点



10kV配电线路无功优化智能系统：由上级远程主控微机、下级执行微机和远程通信网络的两级微机控制系统、下位机投切控制器、真空接触器开关、电压互感器、补偿电容器等主要部分组成。

2. 10kV配电线路无功优化智能系统

2.2 无功优化智能系统组成与特点

（1）本智能系统依调度室或变电站读取配电线路无功数据，或变电站配电线路出口第一台无功补偿点（下位机）获取无功数据经过GPRS上传到上位机系统；

（2）上位机采集线路的无功功率实时数据，根据模糊控制算法计算出所需补偿线路需要投入或切除电容器容量，根据下位机通过远程通信传输的线路各补偿点投切状况和实测电压确定投切对象后，再通过远程通信网络向投切对象发送控制指令；

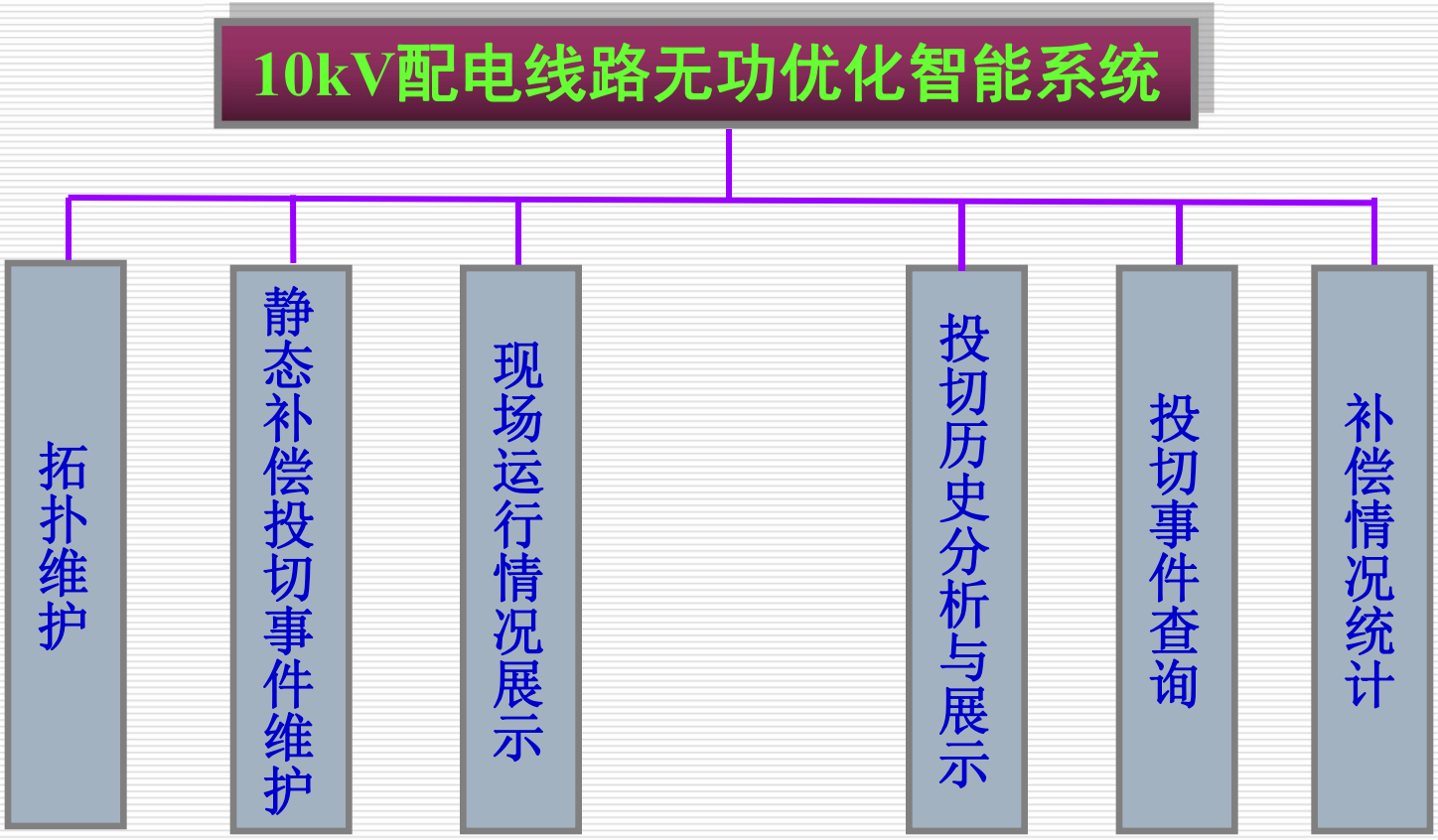
（3）线路补偿点不同容量3个及以上时，至少组成7种以上补偿运行方式；

（4）每个电容器补偿点下位机具有实时检测电压和投切状态的功能，上位机可以直接整定电压的上下限值，电压过高、过低下位机指令电容器立即切除；

（5）智能实现电压和功率因数双控的目的。

2. 10kV配电线路无功优化智能系统

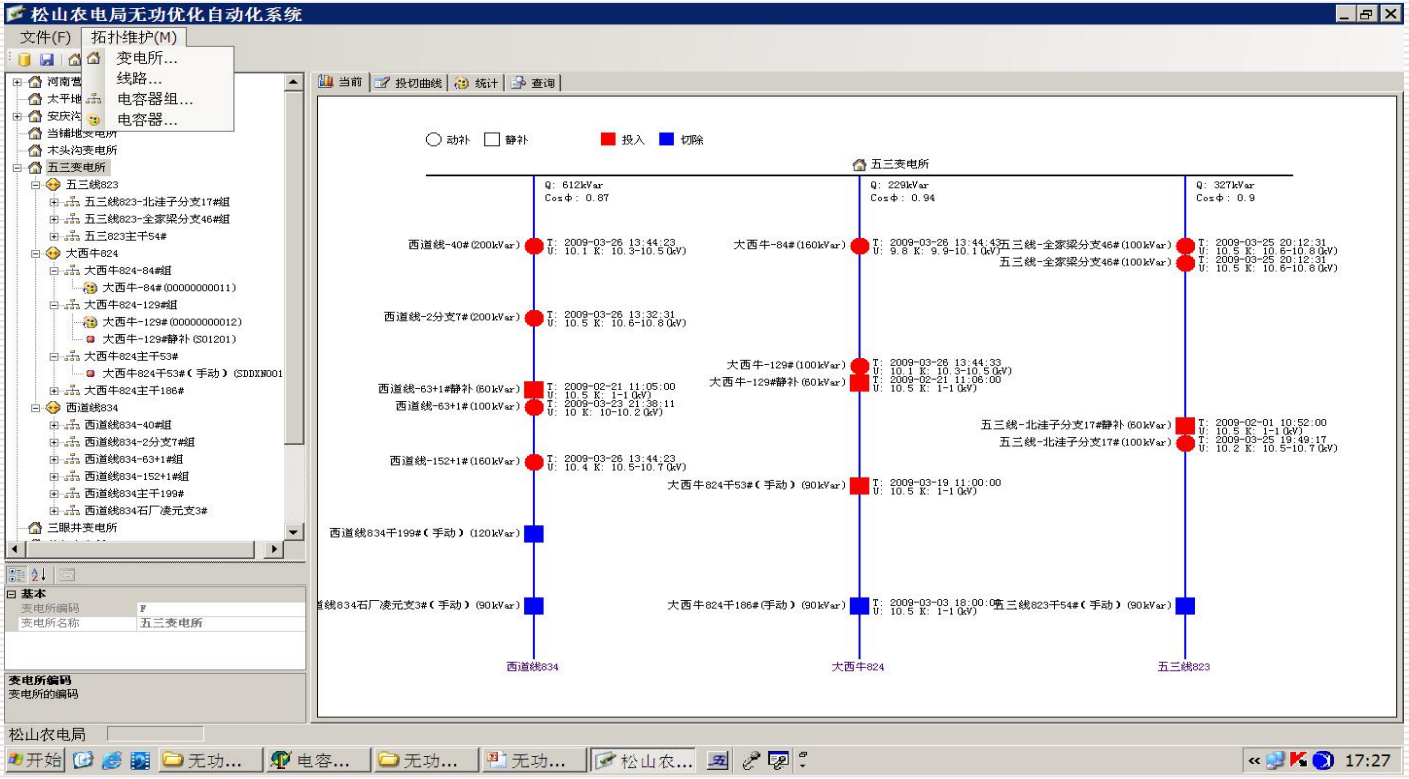
2.3 系统功能



2. 10kV配电线路无功优化智能系统

2.3 系统功能

①拓扑维护

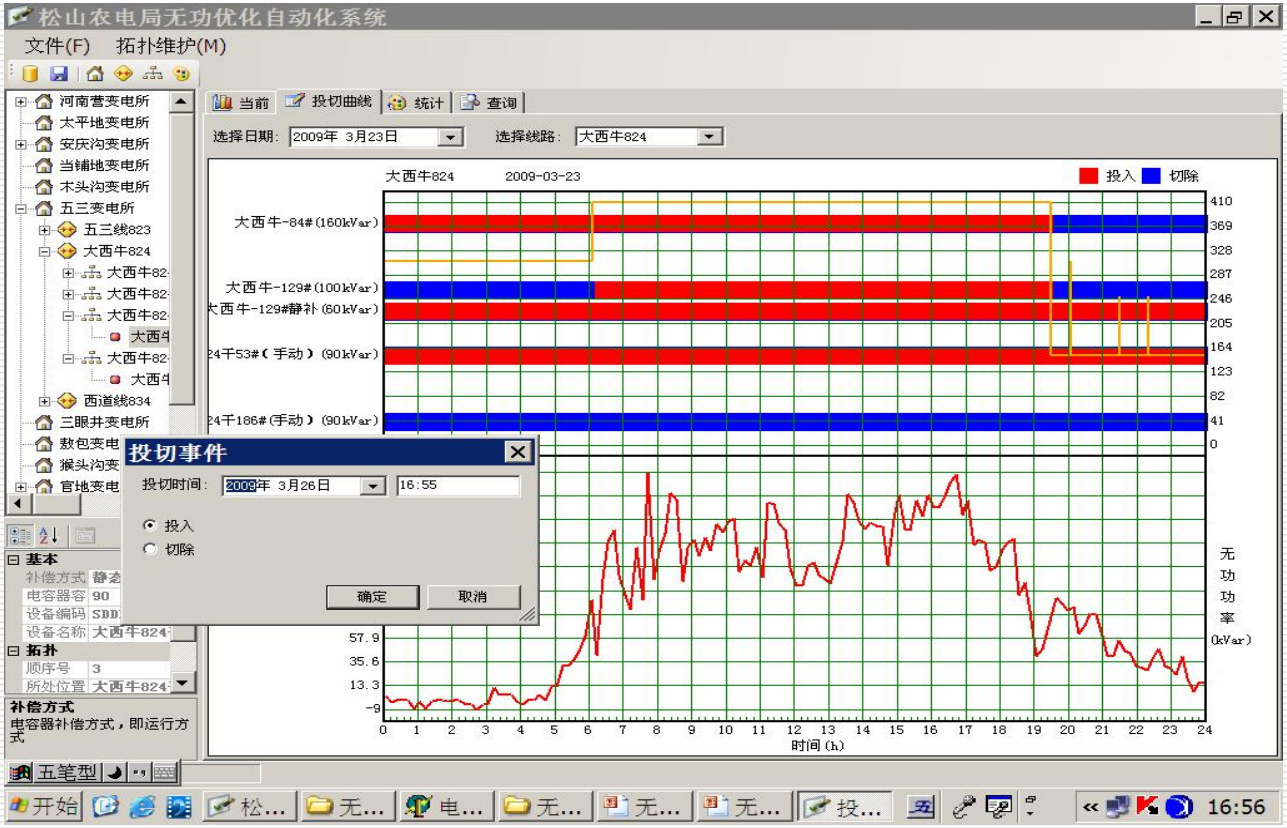


通过系统提供的拓扑维护功能增减变电站、线路和电容器，并可以指定电容器和线路之间的关系，电容器的补偿方式，以及线路和变电站之间的关系，使得系统的运行方式非常灵活。

2. 10kV配电线路无功优化智能系统

2.3 系统功能

②投切历史分析与展示

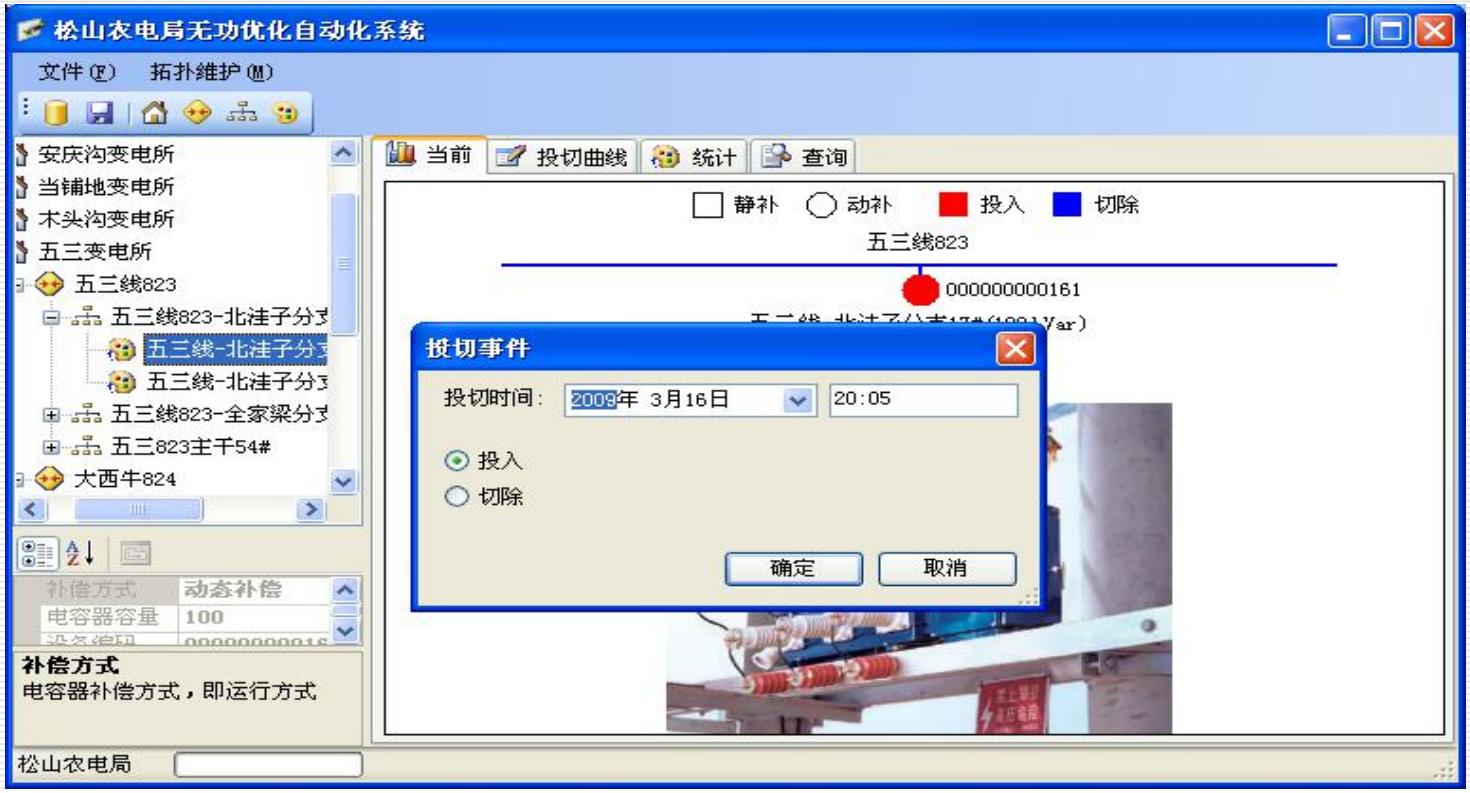


查找任何一个补偿点投切曲线的时间段、投切容量和无功功率曲线，对照调度自动化信息判定其投切合理性，同时，对补偿前后线路无功功率的变化一目了然，有利于补偿效果分析。

2. 10kV配电线路无功优化智能系统

2.3 系统功能

③固定补偿投切事件手动录入

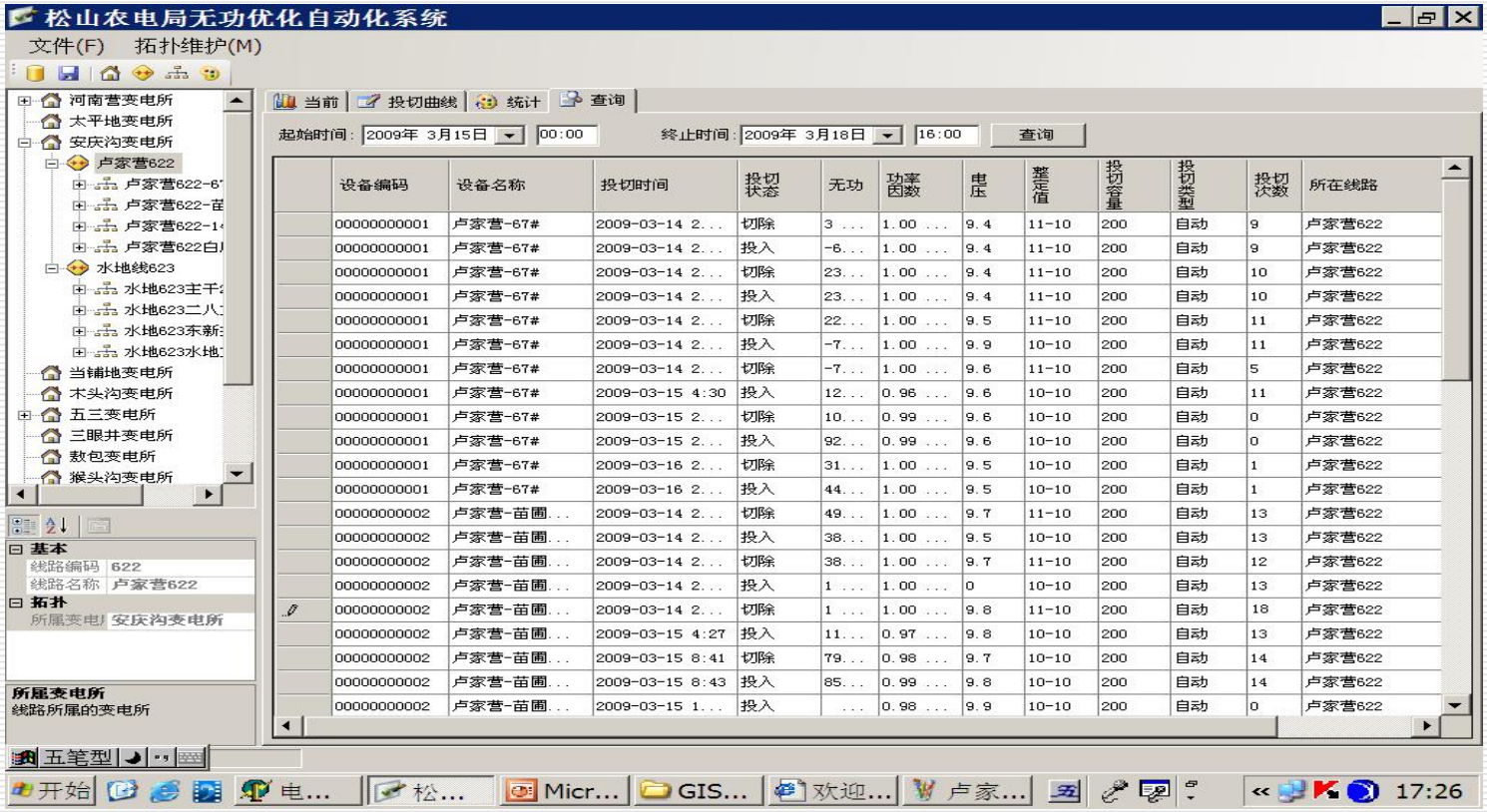


以固定方式进行补偿的电容器，由于无法通过自动的方式记录其投切事件，因此系统提供了手动录入投切事件的接口。能够方便地将固定补偿器的投切情况与动态补偿进行综合分析。

2. 10kV配电线路无功优化智能系统

2.3 系统功能

④投切事件查询

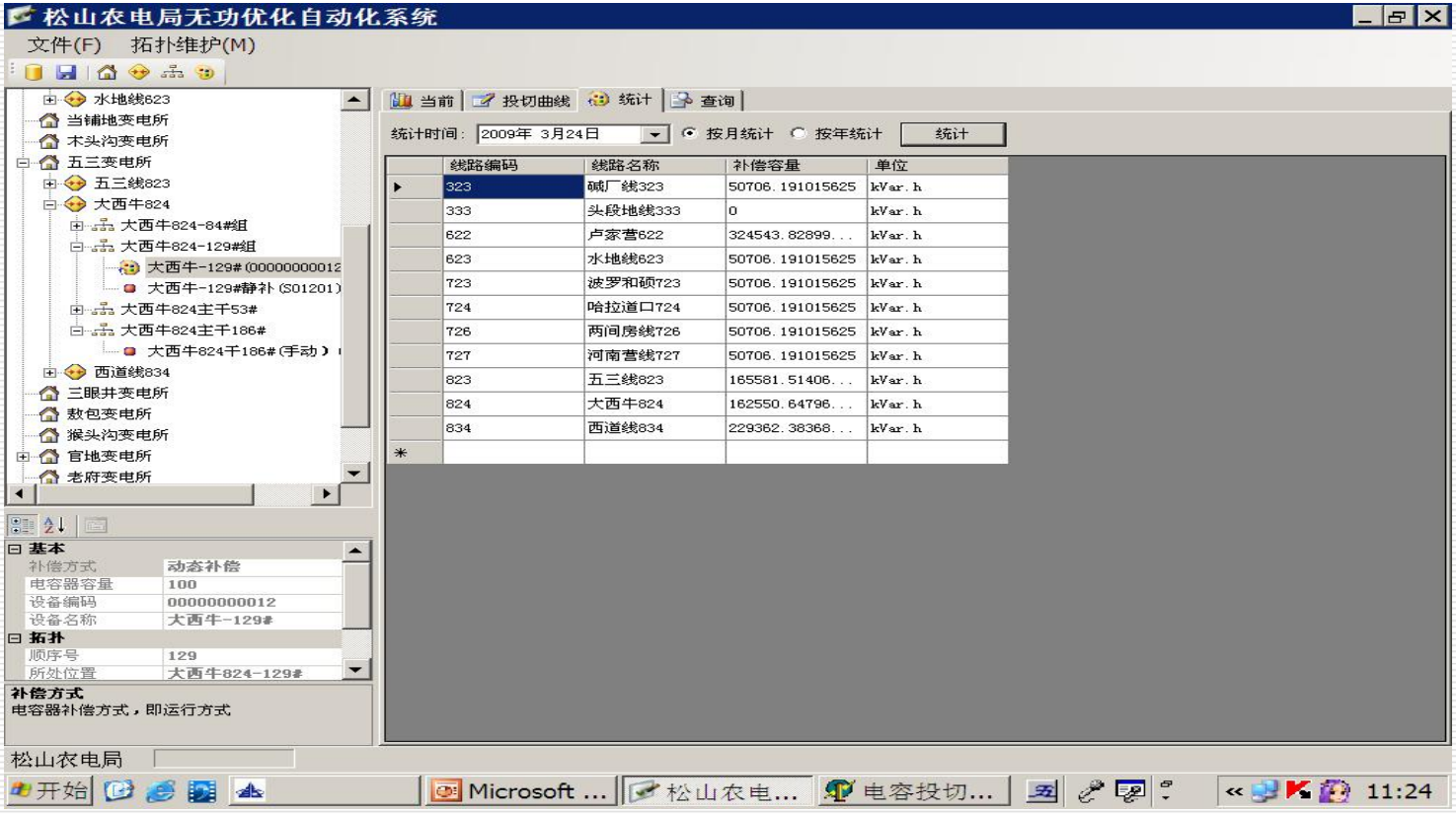


系统运行一段时间后，可以查找到补偿线路任意一个时间段内的投切情况及投切当时相关信息（电压、功率因数、无功功率、整定值等等），这样有利于掌握更多的负荷变化规律。

2. 10kV配电线路无功优化智能系统

2.3 系统功能

⑤投切容量统计

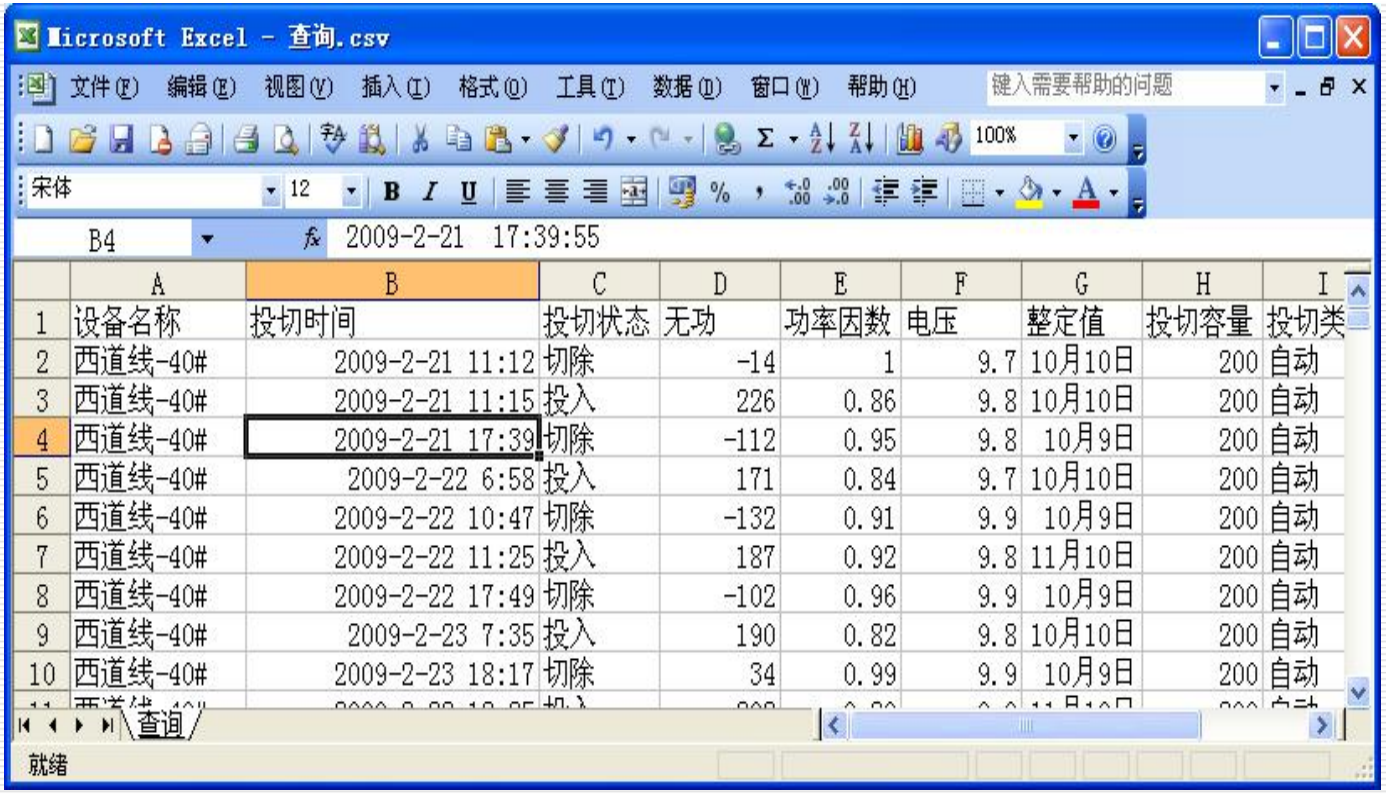


按月或按年计算各条10千伏线上所有电容器的投入容量与投入时间（小时）的乘积，明确了整条线路上电容器的月或年总投入千乏小时，掌握电容器投运率。

2. 10kV配电线路无功优化智能系统

2.3 系统功能

⑥数据导出功能

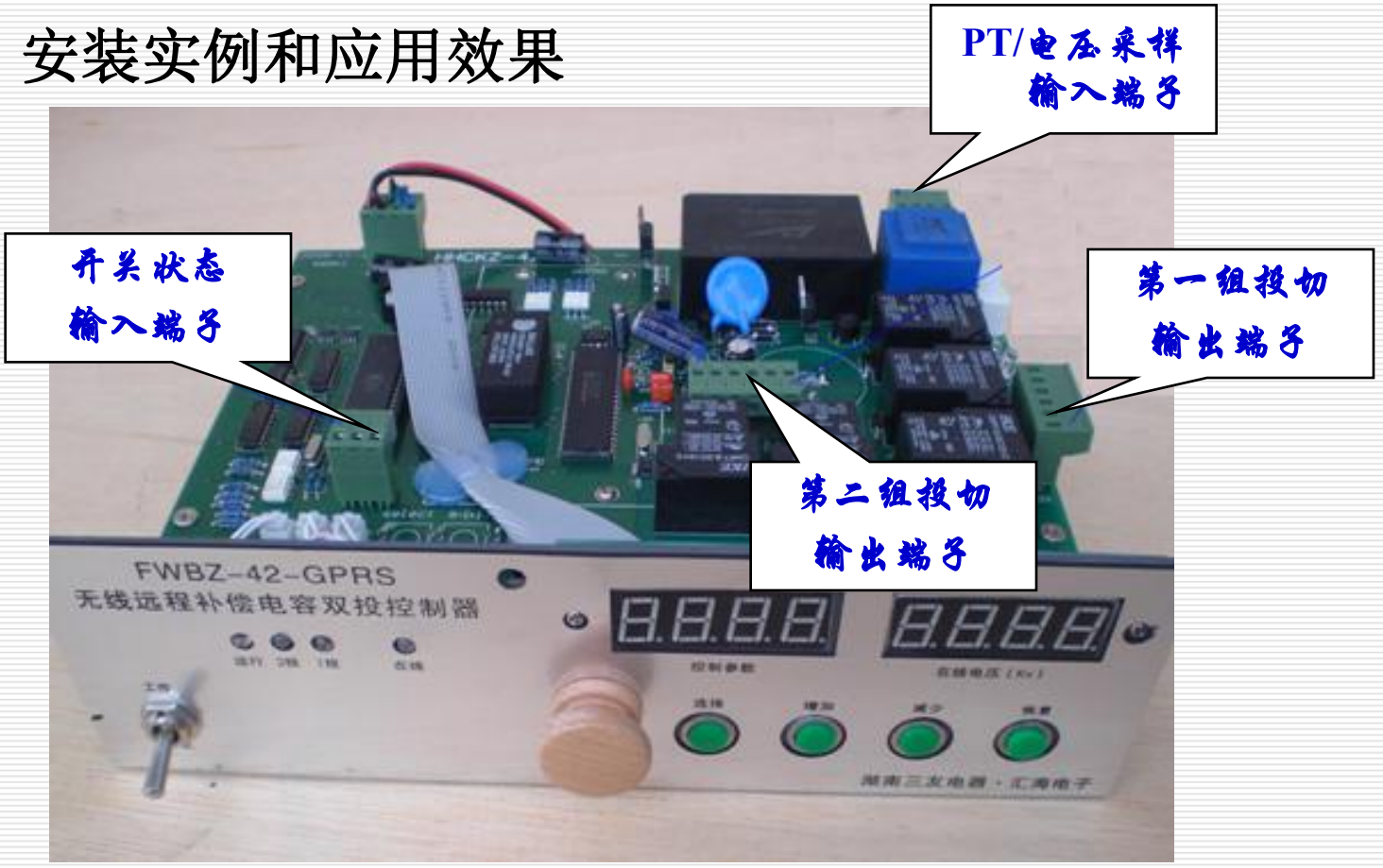


	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	设备名称	投切时间	投切状态	无功	功率因数	电压	整定值	投切容量	投切类
2	西道线-40#	2009-2-21 11:12	切除	-14	1	9.7	10月10日	200	自动
3	西道线-40#	2009-2-21 11:15	投入	226	0.86	9.8	10月10日	200	自动
4	西道线-40#	2009-2-21 17:39	切除	-112	0.95	9.8	10月9日	200	自动
5	西道线-40#	2009-2-22 6:58	投入	171	0.84	9.7	10月10日	200	自动
6	西道线-40#	2009-2-22 10:47	切除	-132	0.91	9.9	10月9日	200	自动
7	西道线-40#	2009-2-22 11:25	投入	187	0.92	9.8	11月10日	200	自动
8	西道线-40#	2009-2-22 17:49	切除	-102	0.96	9.9	10月9日	200	自动
9	西道线-40#	2009-2-23 7:35	投入	190	0.82	9.8	10月10日	200	自动
10	西道线-40#	2009-2-23 18:17	切除	34	0.99	9.9	10月9日	200	自动

用户指定查询或统计条件，可查询出满足统计条件的投切事件或统计信息。用户可将统计信息导出到文本文件或导成Excel文件，便于用户在Excel系统下对数据进行分析或制作出满足要求的统计报表。

3. 无功优化智能系统案例分析

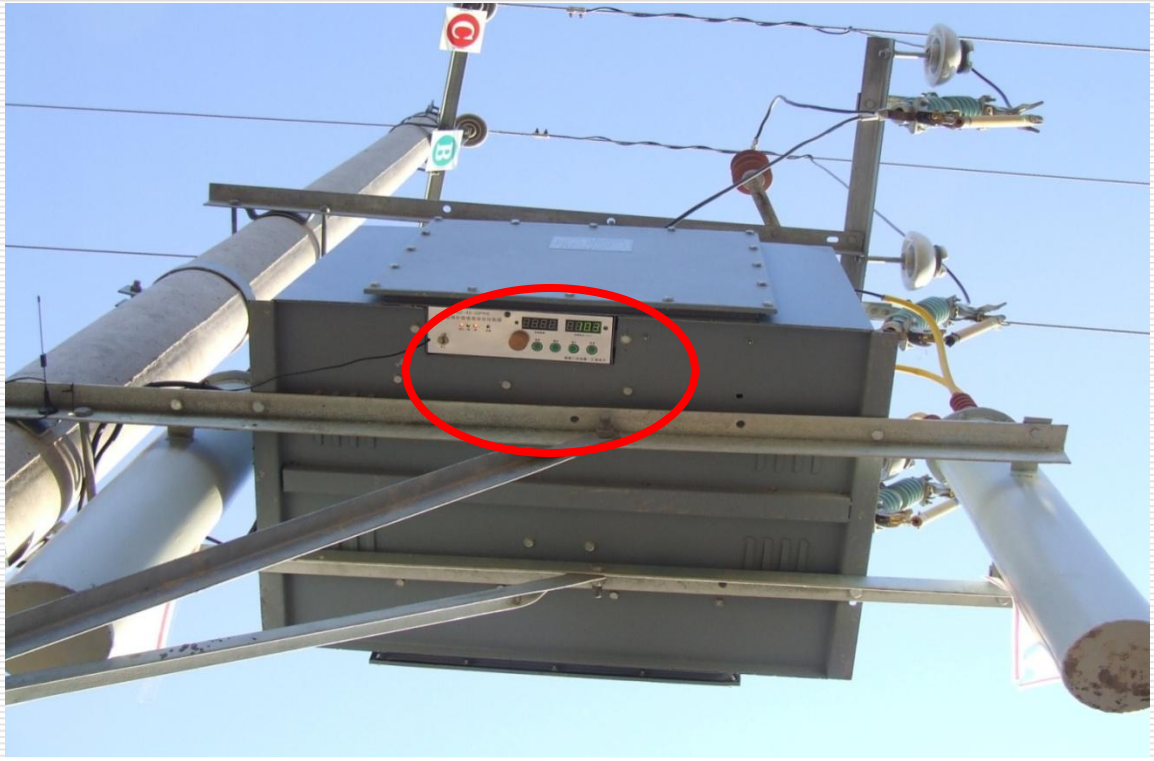
3.1 安装实例和应用效果



下位机投切控制器：下位机投切控制器分为单投和双投两种类型

3. 无功优化智能系统案例分析

3.1 安装实例和应用效果



下位机投切控制器安装位置

3. 无功优化智能系统案例分析

3.1 安装实例和应用效果

单投型(1动)单杆安装

单投补偿点（1固+1动）单杆安装

3. 无功优化智能系统案例分析

3.1 安装实例和应用效果

双投补偿点（1动+1动）单杆安装

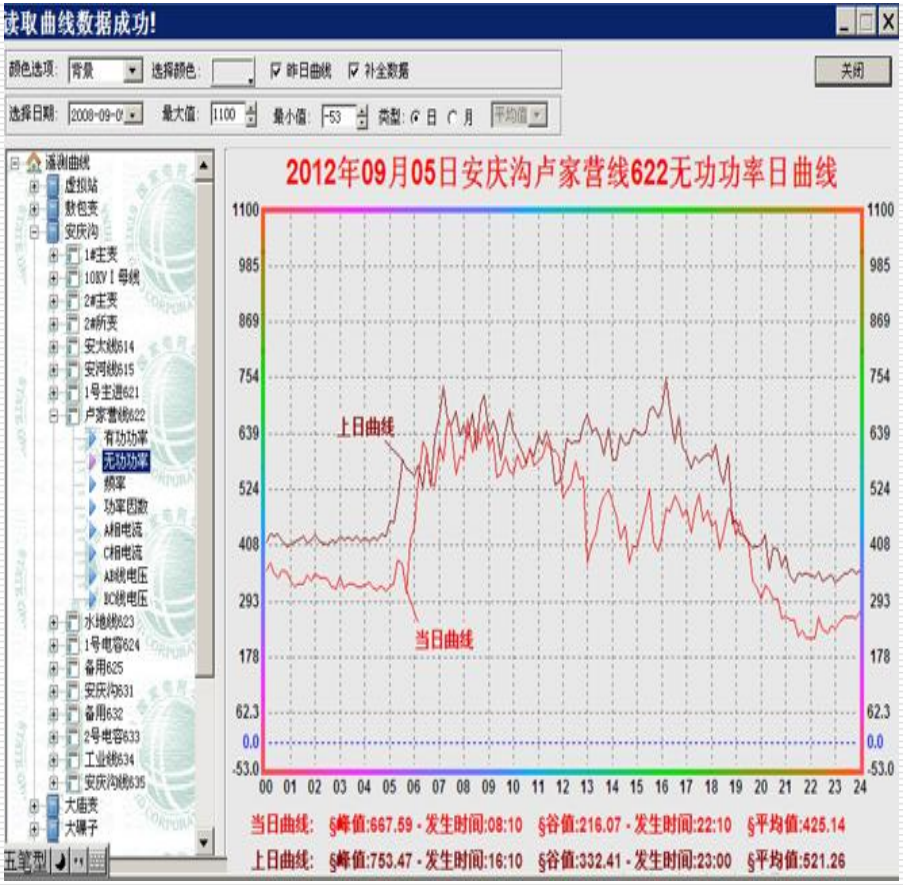
3. 无功优化智能系统案例分析

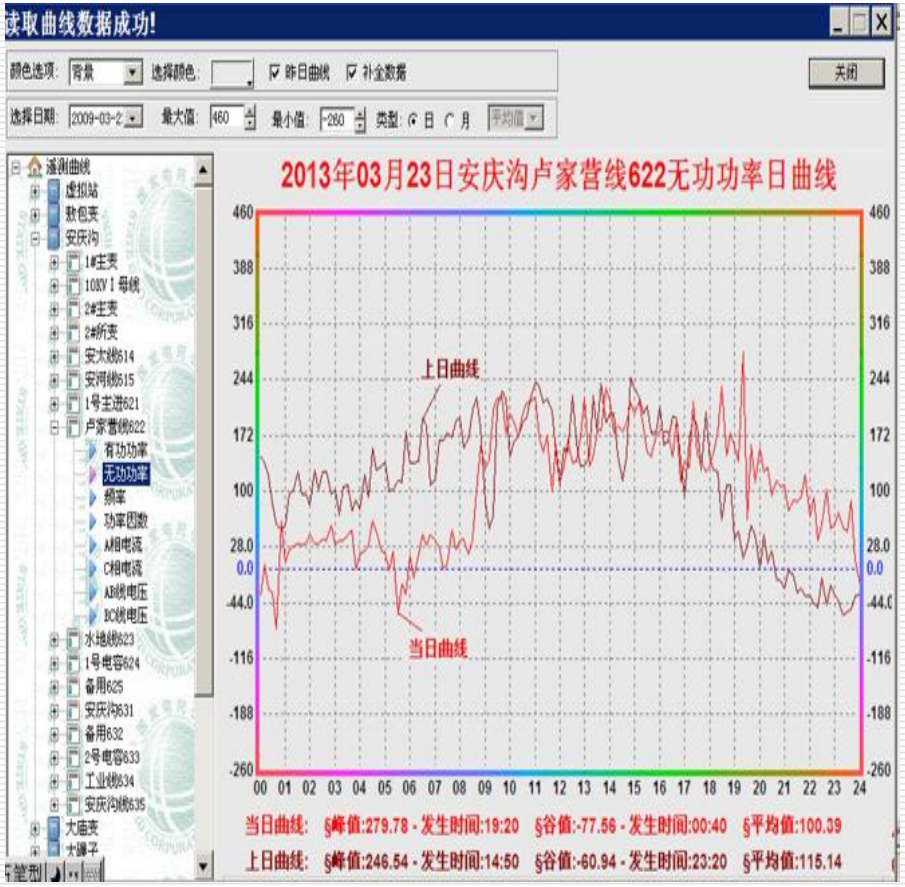
3.1 安装实例和应用效果

国内同类产品安装示例

3. 无功优化智能系统案例分析

3.1 安装实例和应用效果

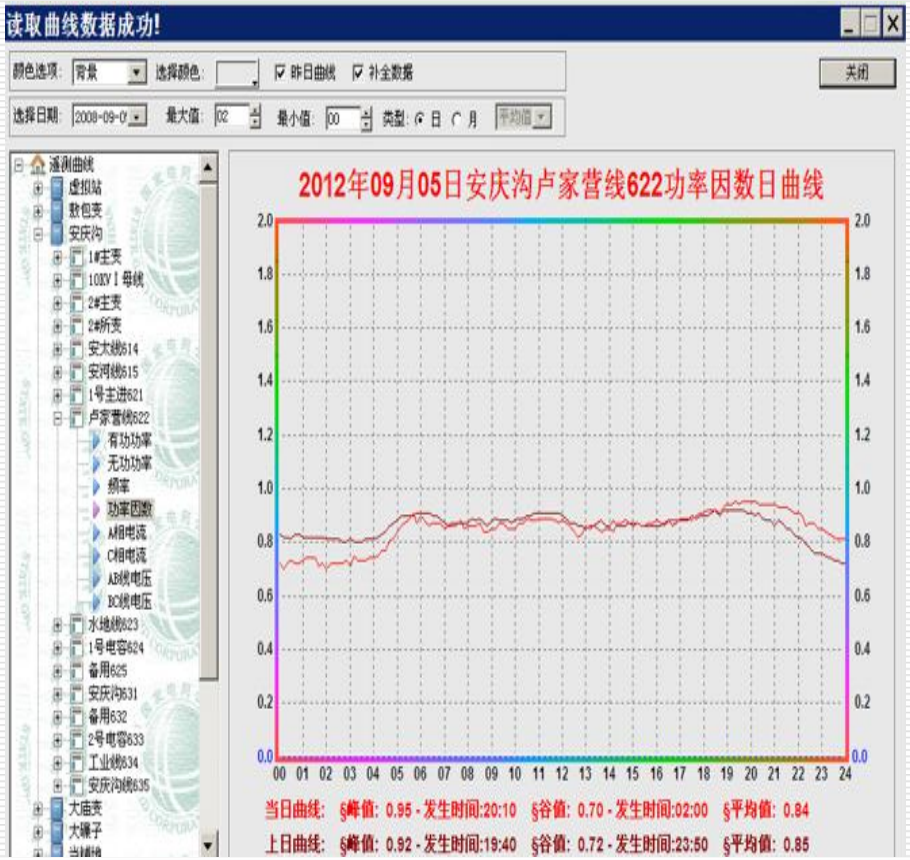


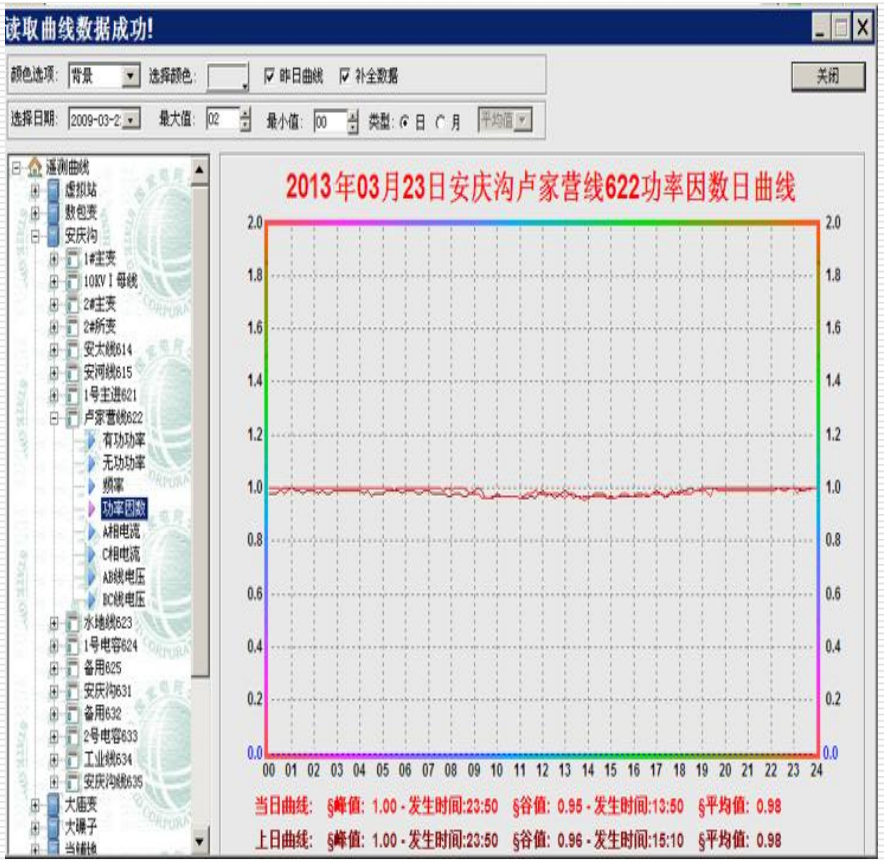


项目实施前后无功功率比较

3. 无功优化智能系统案例分析

3.1 安装实例和应用效果

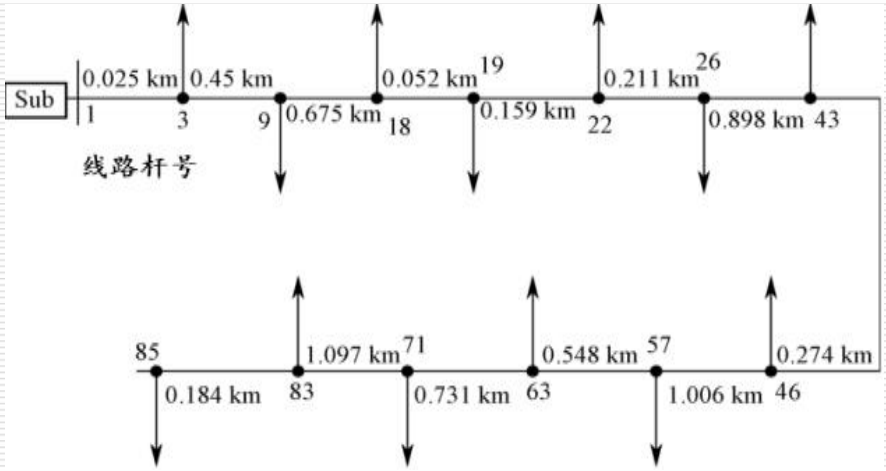


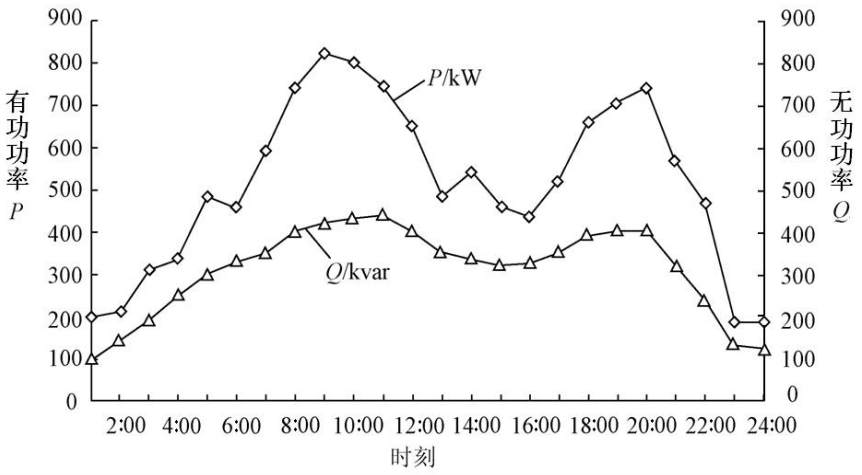


项目实施前后功率因数比较

3. 无功优化智能系统案例分析

3.2 相同无功配置下“就地控制”与“系统控制”比较分析





电容器组编号	C1	C2	C3	C4
安装位置	19节点	43节点	43节点	83节点
容量	120kvar	60kvar	100kvar	90kvar

3. 无功优化智能系统案例分析

3.2 相同无功配置下“就地控制”与“系统控制”比较分析

时段	无补偿时有功损耗/kW	就地控制策略优化结果					系统控制策略优化结果				
		电容器投切状态				优化后有功损耗/kW	电容器投切状态				优化后有功损耗/kW
		C1	C2	C3	C4		C1	C2	C3	C4	
1	0.12	0	0	0	0	0.12	0	1	0	0	0.1
2	0.16	0	0	0	0	0.16	0	0	0	1	0.12
3	0.32	0	1	0	0	0.27	1	1	0	0	0.25
4	0.43	1	1	1	0	0.3	0	1	0	1	0.28
5	0.8	1	0	1	0	0.62	0	1	1	1	0.59
6	0.78	1	0	1	0	0.57	1	1	0	1	0.52
7	1.16	1	0	1	0	0.93	1	1	0	1	0.86
8	1.75	1	0	1	0	1.46	1	1	1	1	1.36
9	2.09	1	0	1	0	1.79	1	1	1	1	1.67
10	2.02	1	0	1	0	1.71	1	1	1	1	1.58
11	1.83	1	0	1	0	1.51	1	1	1	1	1.37
12	1.42	1	0	1	0	1.14	1	1	1	1	1.04
13	0.87	1	0	1	0	0.64	1	1	0	1	0.58
14	1	1	0	1	0	0.78	1	1	0	1	0.73
15	0.77	1	0	1	0	0.57	1	1	0	1	0.52
16	0.72	1	0	1	0	0.51	1	1	0	1	0.47
17	0.97	1	0	1	0	0.74	1	1	0	1	0.67
18	1.43	1	0	1	0	1.16	1	1	1	1	1.07
19	1.62	1	0	1	0	1.34	1	1	1	1	1.24
20	1.75	1	0	1	0	1.47	1	1	1	1	1.36
21	1.04	1	0	1	0	0.84	1	1	0	1	0.79
22	0.69	0	1	0	0	0.62	0	1	0	1	0.55
23	0.13	0	0	0	0	0.13	0	0	0	1	0.1

补偿装置投运率

就地控制： 39.6%

系统控制： 71.9%

全天有功损耗

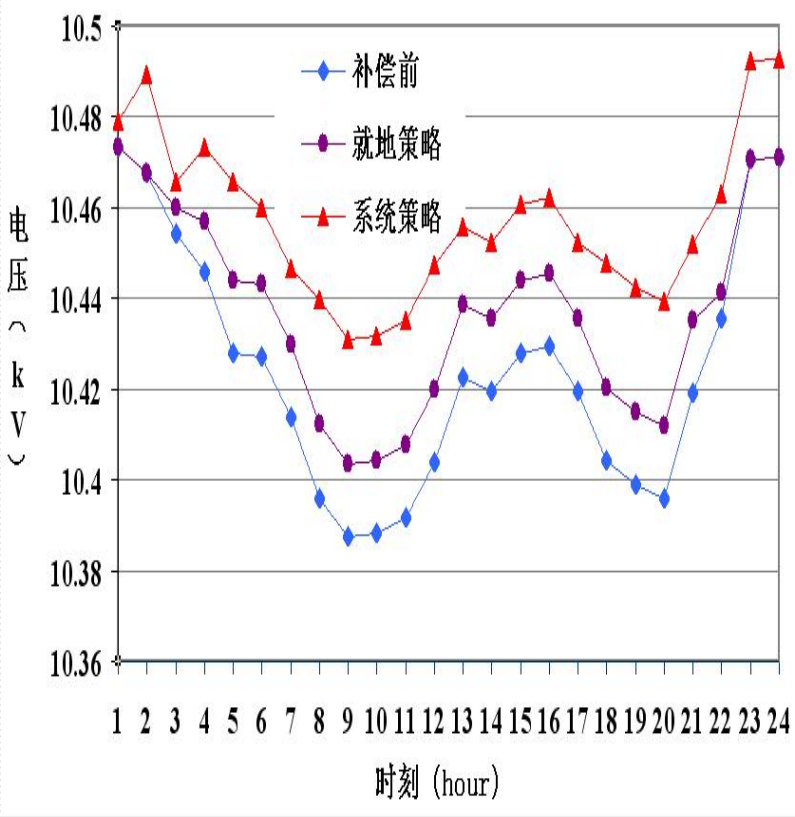
无补偿时： 24kW

就地控制： 19.5 kW

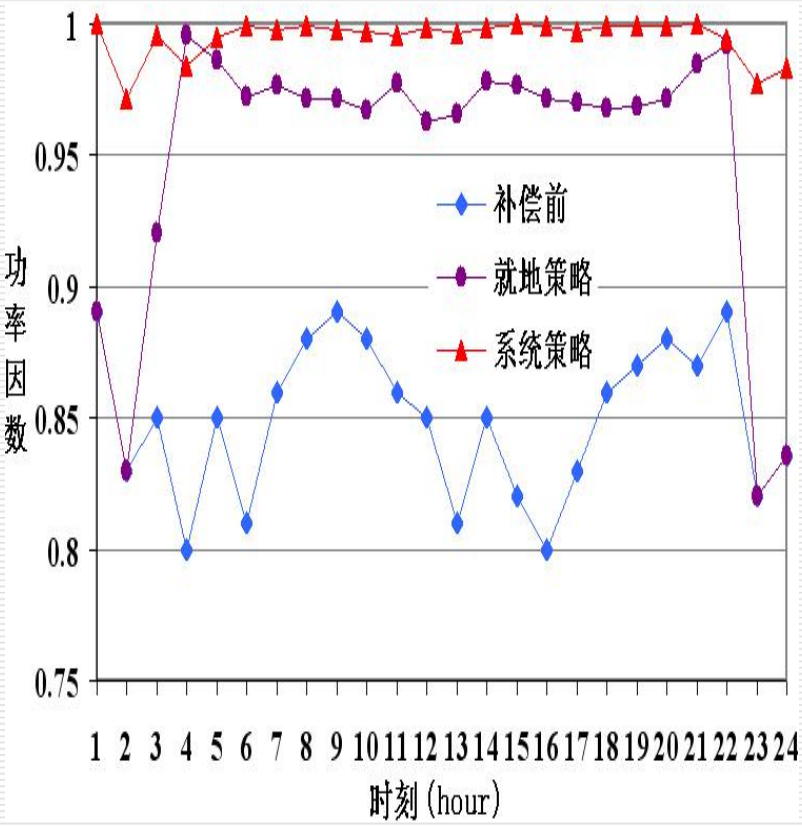
系统控制： 18 kW

3. 无功优化智能系统案例分析

3.2 相同无功配置下“就地控制”与“系统控制”比较分析



线路末端电压比较



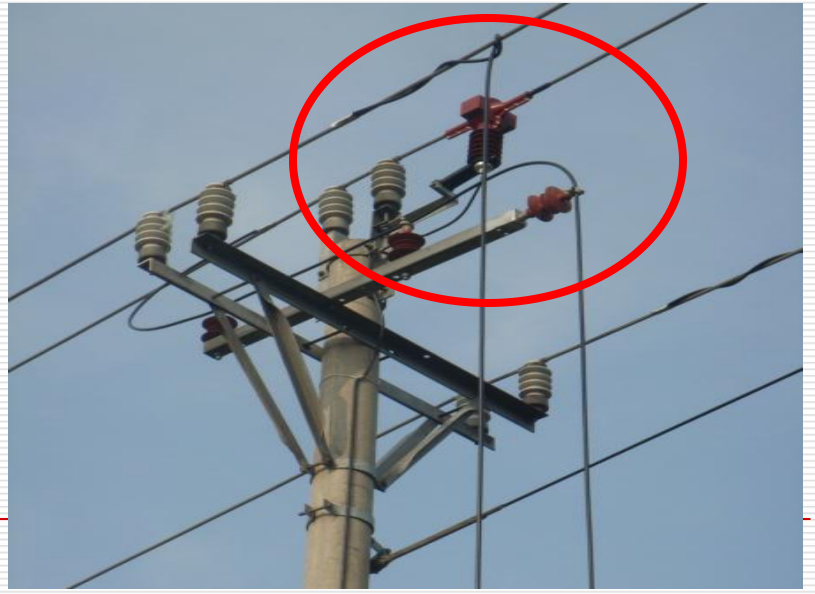
线路首端功率因数比较

4. 项目创新点

（1）投切控制方式首次提出了以无功负荷为依据的控制策略。

（2）10kV配电线路无功优化智能系统，自动投切装置以电压约束条件按无功需求实现异地远程上、下位机系统控制方式，不需要采样电流，体积小、成本低。达到电压和功率因数双控目的。补偿效果远优于国内功率因数就地控制型同类产品。软件系统实现了无功优化的自动化管理。

（3）项目组设计变电站出口附近安装一台自动投切装置，该装置单独装有电流互感器，成功解决了数据读取问题，使系统不再受调度室局域网的变动和限制，确保系统能够稳定运行，更便于推广应用。



5. 结束语

（1）项目组提出的系统控制策略下整条线路有功损耗、线路末端电压、线路首端功率因数都明显优越于就地控制策略。

（2）就地（功率因数）控制策略有功变化会导致电容器投切，而系统控制策略电容器投切与有功变化没有关系，有效提高设备运行可靠性。

（3）按系统控制策略选择的补偿点电容器投运率比按就地控制（按功率因数）策略高出32.3%。案例分析可以看出在安装位置和容量相同的条件下，按系统控制策略投切比就地控制策略的降损效果更优越。

系统控制策略提供了一种充分利用网络化、信息化、自动化的集成技术实现农网10kV线路无功补偿优化的新途径。随着国家智能电网建设步伐的加快，该系统控制策略一定会有广阔的应用前景。

5. 结束语

2010年由辽宁省科技厅组织，黄其励院士担任主任委员，鉴定结论为：

该项研究是基于通讯、网络、计算机融为一体的集成技术，实现异地采样上下位机智能控制技术填补国内空白。在农村配电网领域处于国际领先水平。

成果证书

沈阳农业大学、东北电网有限公司、赤峰市农电局、湖南省三友电器有限责任公司

你单位完成的 农村配电网无功优化自动化系统技术集成与应用

项目，经审查，被确认为省级科学技术研究成果，

特发此证。

登记号：20100185

辽宁省科学技术厅

二〇一〇 年 三月

辽宁省科学技术奖励

证 书

为表彰辽宁省科学技术奖获得者，

特颁发此证书。

奖励种类：科学技术进步奖

项目名称：农村配电网无功优化自动化系统技术集成与应用

奖励等级：三等

获 奖 者：朴在林

证书号：2016-J-3-32-R01

谢
谢