

# Analysis of Yunnan Smart Grid Construction

Shengping Zhao<sup>1</sup>, Dada Wang<sup>2</sup>, Xiangyu Tan<sup>2</sup>, Shaoquan Zhang<sup>2</sup>, Xuefeng Hu<sup>1</sup>, Lei Tian<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Yunan Power Grid Corporation, Graduate Workstation of China Electric Power University, Kunming

<sup>2</sup>Yunan Electric Power Test & Research Group CO, LTD. Electric Power Research Institute, Kunming

Email: zhaoshengping1988@126.com

Received: Jan. 29<sup>th</sup>, 2013; revised: Feb. 17<sup>th</sup>, 2013; accepted: Feb. 26<sup>th</sup>, 2013

Copyright © 2013 Shengping Zhao et al. 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.

**Abstract:** Yunnan power grid has a complex structure and shoulders the dual task of local power supply and power export. In this paper, by analyzing the Yunnan power grid status quo and comparing Yunnan power grid with the smart grid, Yunnan smart grid construction should be advised: as the device is the basis of the system, it is necessary to strengthen the development of real-time automation, the interactive technologies between the electrical appliance and the users, and construct the electricity market which is suitable for the smart grid.

**Keywords:** Yunnan Power Grid; Smart Grid; Power Network Planning

## 云南智能电网建设浅析

赵盛萍<sup>1</sup>, 王雷达<sup>2</sup>, 谭向宇<sup>2</sup>, 张少泉<sup>2</sup>, 胡雪峰<sup>1</sup>, 田雷<sup>1</sup>

<sup>1</sup>华北电力大学云南电网公司研究生工作站, 昆明

<sup>2</sup>云南电力试验研究院(集团)有限公司电力研究院, 昆明

Email: zhaoshengping1988@126.com

收稿日期: 2013年1月29日; 修回日期: 2013年2月17日; 录用日期: 2013年2月26日

**摘要:** 云南电网肩负着云南电力供应和电力外送双重任务, 自身结构复杂。本文通过分析云南电网现状, 对比云南电网与智能电网要求的差距, 提出在云南智能电网的建设中要注意: 设备是系统的基础, 要加强实时、自动化、电器和用户的交互式技术的开发, 建设与智能电网相适应的电力市场。

**关键词:** 云南电网; 智能电网; 电网规划

### 1. 我国建设智能电网建设相关政策

智能电网是实施新的能源和优化资源配置的重要平台。实施智能电网技术研发和示范工程, 加快推进智能电网相关产业发展, 是服从国家战略、落实科学发展观的重要举措。

2011年3月发布的《国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》提出的“十二五”期间电力行业转型升级、提高产业核心竞争力的总任务是“适应大规模跨区域输电和新能源发电并网的要求, 加快现代电网体系建设, 进一步扩大西电东送规模; 完善区域主

干电网, 发展特高压等大容量、高效率、远距离先进输电技术, 依托信息、控制和储能等先进技术, 推进智能电网建设, 切实加强城乡电网建设与改造, 增强电网优化配置电力能力以及供电可靠性”<sup>[1]</sup>。

### 2. 云南智能电网建设现状

智能电网是经济和技术发展的必然结果。云南电网公司积极探索适应本省电网特点的智能电网规划。从“建设智能电网是基于云南能源开发的需要”、“建设智能电网是基于电网安全可靠的需要”、“建设智能

电网将推动云南经济社会发展”三个方面出发积极促进智能电网建设<sup>[2]</sup>。

1) 数字变电站建设

2006年3月27日, 110千伏曲靖翠峰变电站投产运行, 这是完成改造的中国南方电网首座数字化变电站, 所有设备都采用了我国具有多项自主知识产权的国产设备, 采用了光电式互感器加强保护性能; 新型计量系统来提高评估精度。翠峰变电站现在作为实验基地, 是云南数字变电站运行、管理研究的平台。同年6月, 220千伏营上变, 实现煤矿双回路供电。

面临的问题:

由于相关技术还不成熟, 大规模储能并没有规划。配网方面, 供电局在做的只是基础设施改造, 以旧换新等, 还没有向智能配网过度的基础设施改造规划。

2) 智能微网建设

以云电科技园智能微网研究及示范工程为例(如图1), 项目定位于建设充分体现智能电网特征的多级智能微网, 实现科技园区控制的自动化, 发电、配电、用电数据采集的信息化, 智能微网与大电网、单户型智能微网及电动汽车充电的互动化。项目建设了 200 kW 光伏、20 kW 风机、248 kWh 锂电池堆、支持 100 kW 充放电的超级电容器组、3 台 100 kW 双向储能变换器、505 kW 柴油发电机组、监控系统、电量采集系统、智能用电设备及其控制系统、7 套电动汽车交

流桩、2 套电动汽车直流充电桩等。建立了具有设备实时状态监测、光伏功率预测、园区负荷预测、分时电价模拟、并网运行控制、模式切换控制、孤岛运行控制等功能的综合监测控制系统和高级应用平台(如图2)。

面临的问题:

云电科技园智能微网项目仅仅是停留在了示范阶段, 还没有进入产业化研究。储能形式不够多样化, 还不能带负载做短路试验<sup>[3]</sup>。

3) 新能源并网建设

以大理为例, 大理州风能资源丰富, 根据省、州风电场规划, 大理州共规划了 55 个风电场, 可开发的风能资源容量超过 700 万千瓦, 分布于全州 12 个



Figure 1. Micro-grid demonstration project  
图 1. 微网示范工程

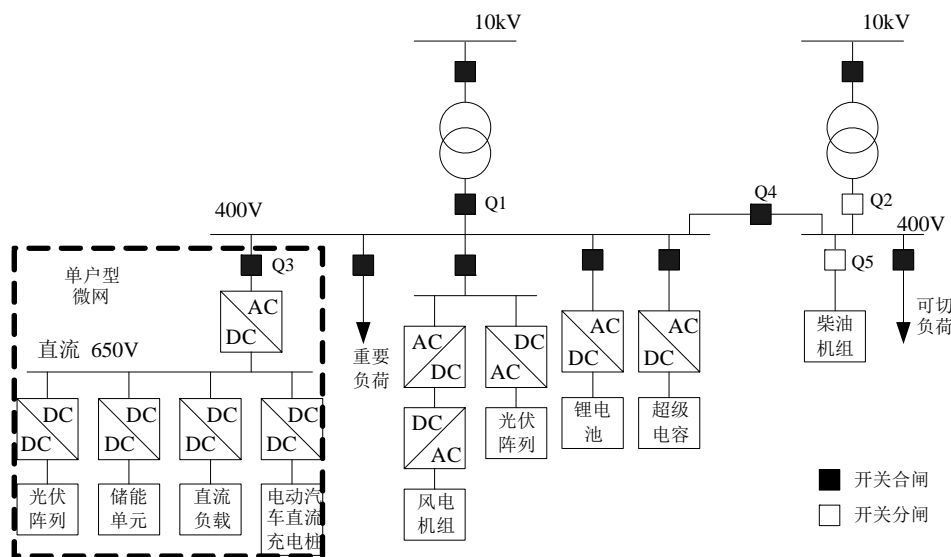


Figure 2. Smart micro-network structure  
图 2. 云电科技园智能微网结构

县市。全州风力发电具有较大的潜能优势，开发前景良好。具体情况如表 1。

根据国家已核准、有路条的电源项目及前期工作进展情况，提出了大理州 2015 年推荐的电源装机总容量为 279 万千瓦(不含三江干流大型水电站)，其中水电 110.6 万千瓦、新能源 168.4 万千瓦。电源构成比重为：40%:60%。

面临的问题：

1) 云南水、风能等新能源的分布和地区电力消耗能力成反比，目前的输电通道不能解决一些地区的窝电问题。

2) 地区风能、水利电产业发展缺乏理性规划，电源建设速度超过电网建设速度必然会导致限电，浪费资源。

3) 水电调节性能差，丰枯出力悬殊；风电受季节、天气变化大。由此看出新能源上网对电网的稳定性是个挑战：水电需要加强孤网运行能力；风电需要开发相应的 AGC、AVC 控制策略。

### 3. 云南智能电网规划

智能电网要求建成满足自愈、互动、可靠、兼容的电网，来确保电网的可靠、安全、方便，并鼓励和促进用户积极参与电力系统运行和管理的基础。但是，目前对于智能电网还没有提出被广泛认可的概念，并且缺少合理、详细的电网建设规划<sup>[4]</sup>。受目前技术发展的限制，智能电网的规划要求还有很多不能实现。

#### 3.1. 云南电网发展面临的问题

云南电网发展处于飞速发展时期，但是电源规划与电网规划相割裂，不利于建设优化的网架结构。主要存在的问题有：

1) 电网动态稳定问题依然是影响电网运行安全和电力送出的主要制约因素，地区电网发生低频振荡

Table 1. Dali wind power construction of 2012  
表 1. 2012 年大理风电建设情况表

分类	数量	装机/(万千瓦)	投资/(亿)
已建成项目	10	46.88	48.85
在建项目	11	52.58	48.89
准备期项目	20	96	90
规划风场	36	>500	

的风险依然存在。电网全面整合及分析设备数据的能力不足不能有效的应对风险。

2) 针对云南电网部分地区经常需要面对的暴雨、雷电、盐蚀等灾害，没有提出充分考虑极端气候灾害的应急措施，需要制定差异化的设计标准，提高战略性输电通道、各电压等级骨干线路和向重要用户供电的输变电设施抵御灾害的能力。

3) 设备的数字化/智能化能力还欠缺。设备是系统的基础，设备的数字化水平限制了系统数字化运行水平的提升。

4) 实时监测设备状态的能力不足。不利于调度的实时控制。

#### 3.2. 云南智能电网规划分析

云南电网在未来 2~3 年内，将是特高压、数字化变电站建设的高峰期，智能调度将被逐渐引入。

2011~2014 年用电信息采集和智能电表的需求将有较快增长。随着电网企业的业务从传统模式下隔离分散向协同创新方向发展，在技术引领与业务融合的双重推动下，将产生各种新的业务，在进行电网规划时要考虑到这些新业务<sup>[5]</sup>(表 2)，这就对今后智能电网的发展规划提出了新的要求。

##### 3.2.1. 智能电网发展规划的重点

目前各国政府支持的重点是智能电表，第一步就是安装智能电表，然后实现可再生能源发电的上网和并网。具体来看：

1) 美国发展智能电网的重点在配电和用电侧，注重推动可再生能源发展，注重商业模式的创新和用户服务的提升。

Table 2. New changes in the grid business  
表 2. 电网业务新变化

序号	智能电网要求	业务新变化
1	柔性系统，追求资源优化配置能力	实现数据收集、数据整理体系，注重分析决策能力
2	实现电网安全运行自愈	实现模拟仿真分析，预先识别风险，快速隔离并恢复
3	在安全稳定的基础上更加注重节能和市场效益的最大化	生产、管理、经验业务不断融合，实现生产侧和需求侧的业务互动
4	更加注重新技术在电网中的应用	物联网、云计算等新兴 IT 技术的应用研发

2) 欧洲国家发展智能电网主要是把风能、太阳能、电动汽车等可再生能源、分布式电源的接入作为侧重点。

3) 日本主要围绕大规模开发太阳能等新能源, 确保电网系统稳定, 构建智能电网<sup>[6,7]</sup>。

结合我国以及云南地区的特点, 确立云南智能电网发展规划的重点:

1) 在现有网架基础上, 在特定环节加强投入。解决新能源大规模、远距离、低消耗的问题, 提高电网接纳新能源的能力。

2) 加快智能电表的研究以及推广应用。

3) 加强发电站到各配电网的传感器网络与通信网络, 提高电力监控能力, 增强综合通信功能, 为电网风险的预测和规避提供保障。

4) 大力发展风能、光伏发电新能源发电、并网技术。

### 3.2.2. 相关政策分析

相关政策的制定关键是在国家层面:

1) 制定智能电网通用技术标准。同时要求各电网公司、地区制定并发布适合本地区快速发展智能电网所需的标准体系。

2) 制定相关法律法规确保用户和电网运营商的数据受到最高级别的保护, 保障电网的信息安全。

3) 制定发展智能电网的行动计划, 同时要求各电网公司、地区制定并发布适合本地区的智能电网行动计划<sup>[8]</sup>。

4) 促进进一步的技术创新。对智能电网相关技术、设备的研发提供政策支持, 为相关企事业单位提供绿色通道以及减免税收的优惠政策。

5) 确保电力资源合理定价, 形成综合市场交易体系(如图 3)。

云南要结合自身的情况发展智能电网:

1) 制定适合云南快速发展智能电网所需的标准体系。

2) 制定适合云南智能电网发展的行动计划。

3) 制定相关政策鼓励智能电网的示范应用如: 智能电表在嵩明的推广、云电科技园的智能微网示范工程。

4) 推进大用户与发电企业的直接交易; 建立有利于促进电网健康发展的输、配电价格机制; 对电网安

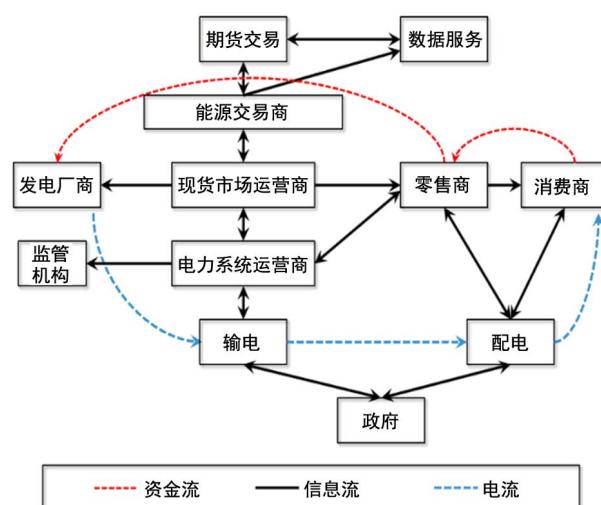


Figure 3. Possible future electricity market structure and mode of operation  
图 3. 未来电力市场的可能结构和运作模式

全、可靠和经济运行的关键绩效指标进行跟踪和考量等。在以上尝试下建立更加合理完善、资源节约、用户积极参与的电力市场<sup>[9]</sup>。

5) 鼓励智能电网产业发展。激励本地智能电网产业成长, 吸引外来智能电网产业投资发展。努力实现从分散的电力装备制造业到形成产业集聚模式的转变。

### 3.2.3. 智能电网技术分析

#### 1) 资产建设和运维

设备是系统的基础, 当前的委托运维管理模式影响了更精细化的设备管理要求的进一步实现。这就要求电力系统研发出带处理器的智能设备, 基于标准协议建立适合电网的数据总线<sup>[10,11]</sup>建成远程视频监控。

总结云南电网现状在设备状态监测、数据整合和分析决策等环节上进行新技术研发:

a) 完善设备的数字化/智能化能力, 加强实时监测设备状态的能力。状态监测和检修状态监测可以给生产和运行人员提供更多的信息帮助进行方式安排和检修, 以求在保证可靠性的前提下, 减少停运和维护费用。

b) 增强全面整合及分析设备数据的能力。数字化/智能化设备的开发和建设不完善, 应用能力不足; 对关键设备的全面状态监测能力还不能满足要求; 同时设备信息整合与分析展现的能力太差; 缺乏全面的信息共享, 没有形成设备管理的信息平台, 这些都不利

于电网的整体管理调度。

c) 完善电网规程, 实现远程修改保护定值, 为实现故障条件下的自适应调整打下基础。

#### 2) 系统运行

为了适应智能电网的要求, 以下几个方面研发新的技术来加强系统运行的准确性、安全性、可靠性:

a) 系统快速全面准确的数据采集能力。

b) 系统高速可靠的实时信息通信能力。

c) 系统实时运行状态在线分析, 准确合理的计划安排能力。

d) 系统故障的提前预防和实时预警以及快速恢复能力。

#### 3) 信息技术管理

要实现全面、及时、准确的信息收集和处理, 加强信息技术管理, 应集中精力完善以下方面<sup>[12]</sup>的研究:

a) 开发智能化电力元件: 每一个元件作为独立的代理(Agent), 能够快速进行事件处理, 相互通信。

b) 建立集成化的通信基础架构: 实时采集的数据在各个智能元件之间传送; 实现跨越各个分布式系统或代理的信息交换。

c) 快速仿真决策: 实时跟踪评价电力系统的运行状态, 一旦发生故障, 能够对各种可能的事件组合进行快速仿真并提供决策支持<sup>[13]</sup>。

## 4. 小结

实现智能电网建设, 首先要为用户安装智能设备以及通讯接口, 允许用户和分布式电源参与市场<sup>[14,15]</sup>。

其次, 需要更高级的输配电技术、合理的管理制度来提供可靠的电力服务。实现智能电网建设的关键: 新技术的开发来保障电网的稳定、安全; 风险的预测、规避; 国家政策的导向与支持。

## 参考文献 (References)

- [1] 中国新能源网. 智能电网“十二五”中国电力市场需求分析 [URL]. <http://www.china-nengyuan.com/news/14477.html>
- [2] 赵怡斌. 浅谈智能电网特点及发展前景及云南电网智能电网建设现状、应用与实践[J]. 硅谷, 2010, 23: 14.
- [3] 程军照, 李澍森, 冯宇, 陈晓燕, 凡勇, 左文霞, 石延辉. 发达国家微网政策及其对中国的借鉴意义[J]. 电力系统自动化, 2010, 34(1): 65-68.
- [4] 王兴国, 姚力强, 常澍平, 郭江龙, 张赞. 基于智能电网的节能调度实现方法探讨[J]. 河北电力技术, 2009, 28(S): 47-54.
- [5] 马洪琪, 苏振东, 李希强. 云南智能电网建设分析[J]. 云南电力技术, 2010, 12(3): 1-3.
- [6] 张智刚, 夏清. 智能电网调度发电计划体系架构及关键技术[J]. 电网技术, 2009, 33(20): 2-8.
- [7] 陈星莺, 顾欣欣, 余昆, 刘皓明, 王平. 城市电网自愈控制体系结构[J]. 电力系统自动化, 2009, 33(24): 38-42.
- [8] 王明俊. 自愈电网与分布能源[J]. 电网技术, 2007, 31(6): 1-7.
- [9] 吴俊勇. 中国智能电网的效益评估和政策机制研究[J]. 电力科学与技术学报, 2010, 25(4): 9-13.
- [10] 苗新, 张恺, 陈希, 章欣, 孙声波, 吴国良, 周昭茂, 田世明, 李建岐. 建设智能电网的发展对策[J]. 电力建设, 2009, 30(6): 6-10.
- [11] 罗万兴. 资产全寿命周期管理研究与实施[J]. 陕西电力, 2008, 36(11): 28-31.
- [12] 赵珊珊, 张东霞, 印永华. 智能电网的风险评估[J]. 电网技术, 2009, 33(19): 7-10.
- [13] IBM 全球企业咨询服务部. 建设智能电网, 创新运营管理——中国电力发展的新思路[Z], 2006.
- [14] 张钦, 王锡凡等. 电力市场下需求响应研究综述[J]. 电力系统自动化, 2008, 32(3): 97-106.
- [15] The US Department of Energy. Smart grid: Enabling the 21st century economy. Power Systems Conference and Exposition, 2008: 9-12.