



中国南方电网

CHINA SOUTHERN POWER GRID

云南电网公司



云南省电机工程学会

编

2007

云南电力技术 论坛论文集

云南出版集团公司
云南科技出版社



中国南方电网

CHINA SOUTHERN POWER GRID

云南电网公司



云南省电机工程学会

编

2007

云南电力技术 论坛论文集

云南出版集团公司
云南科技出版社

图书在版编目(CIP)数据

云南电力技术论坛论文集/云南省电机工程学会,云南电网公司主编. —昆明:云南科技出版社,2007.9
ISBN 978-7-5416-2664-7

I.云… II.①云…②云… III.电力工业—科学技术—云南省—文集 IV.TM-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 140327 号

云南出版集团公司

云南科技出版社出版发行

(昆明市环城西路 609 号云南新闻出版大楼 邮政编码:650034)

云南教育学院印刷厂印刷 全国新华书店经销

开本:889mm×1194mm 1/16 印张:48.5 字数:1021 千字

2007 年 9 月第 1 版 2007 年 9 月第 1 次印刷

定价:160.00 元

《2007 云南电力技术论坛论文集》

编辑委员会

主 任：廖泽龙

副 主 任：赵建宁

委 员：薛 武 叶 峰 李 平 熊志全 段一雄

编 审：张希载 张 炎 焦 仁 陈庆生 朱万里 杨开琪

胡仁心 熊志全 李 平 段一雄 朱云飞 贾充钢

郑增泰 陈壬泉 马景堃 毕志周

主 编：李 平

副 主 编：段一雄

责任编辑：朱云飞 李希强 林外仙

出版前言

云南电力技术论坛是云南省电机工程学会与云南电网公司联合组织举办的电力技术交流盛会，自 2004 年首次举办以来今年已是第四届。学术交流是科技创新的源头，电力科技工作者通过这个平台激发起科技创新的热情，营造了浓郁的学术氛围，促进了学术研究、科技成果、技术实践的总结和科技水平的提高。

本届论坛的主题是“科技创新、持续发展”。收到论文集 240 多篇文章，内容涉及电力科研、设计、制造、电网、电厂、运行、调试、节能降耗、安全等各个方面。云南电力大发展汇聚了广大电力科技工作者的奋发努力，他们在各自的岗位上不断创造出骄人成绩的同时，还不断思索、不断总结、不断提高。本届论坛的论文从电力行业不同专业、不同角度出发，探讨新科技，推广新成果，总结新经验，很多论文所阐述的课题本身就已经获得了不同级别的科技进步奖，如《35kV/2kA 高温超导电缆系统的研制及测试》、《数字化变电站研究》、《云南电力技术监督管理信息系统》、《云南输电线路气象区划研究》、《基于电网状态评估的风险防范管理体系研究》、《云南电网“十一五”科技发展展望》、《云南电网公司发展战略研究》等。

这次由云南科技出版社编辑出版《2007 年云南电力技术论坛论文集》旨在不断总结提高我们组织编辑能力、促进提高论文写作水平的同时，还向广大电力工作者，向社会提供电力科技新信息，共享云南电力科学技术的新成果，支持云南电力科技事业的创新和发展。

云南电力面临着电力大发展的历史机遇。2006 年末，云南全省发电总装机容量达 1853 万千瓦，同比增长 39.32%，完成发电量 753.04 亿千瓦时，同比提高 20.7%，高于全国平均增速 7.2 个百分点，云南电网超常规发展，电网 220kV 主干网络已覆盖除迪庆州之外的全省 16 个地州，“云电送粤”和“云电送越”负荷和电量均创历史新高，目前已建成投产 4 条对越送电通道，大大促进了云南经济的发展，2007 年云南省生产总值预计增长 9% 以上。为此，云南省委、省政府明确提出要加快以水电为主的电能基地建设步伐，将电力作为云南省未来发展的重要经济支柱产业。

电力大发展既为我们电力科技工作者提供了施展才华的舞台，也向我们提出了挑战。学习掌握当今世界电力新技术、新工艺，把握电力科技时代脉搏，让电力插上科技腾飞的翅膀，更好地为电力发展服务是广大电力科技工作者义不容辞的责任。通过云南电力技术论坛这个平台，大家交流切磋、资源共享，展示科技人员的聪明才智，促进和提升云南电力技术论坛的品牌和效应。

祝云南电力技术论坛越办越好！

云南电力技术论坛编辑委员会

2007 年 9 月于昆明

目 录

节能降耗

再论云南绿色电力建设	段一雄 熊志全 朱云飞 (1)
采用循环经济模式, 实现粉煤灰资源综合利用	刘志刚 雷开友 薛跃宇 (7)
如何让低压无功补偿在配电网中发挥最大作用	龙自平 (10)
电能计量装置远程校验及在线监测系统应用研究	杨如康 (13)
降低线损的方法探讨和研究	徐家英 杨如康 (16)
电压质量差别电价	唐寅生 (19)
变电站员工应树立节能意识	张 焱 (23)
电网降损需要制度创新	唐寅生 (24)
电能量计量系统之间数据交换技术方案探讨	蒋亚坤 (27)
对电能量采集与计费系统的探讨	朱 晔 (29)
0. 01 级数字压力标准装置全自动检定系统的实现	王 恩 陈 郑 (33)
电测量仪表检定装置自动校验检定系统开发应用	熊 浩 曹 敏 杨 晴 (35)
实验室温湿度监测及处理信息系统的开发应用	熊 浩 曹 敏 杨 晴 (40)
交流采样原理及其测量装置校验方法的探讨	苏丽萍 (44)
三相三线电能计量装置错误接线分析	聂 晶 (46)
电测(热工)仪表综合管理系统的开发与应用	王红梅 (51)
电能计量技术在数字化变电站中的应用初探	廖慧敏 (53)
昭通电网电能质量在线监测的应用与分析	李 锐 杨堂华 (58)
浅谈乡镇供电所的线损管理	马登泽 (59)
采用新举措 提高县级供电企业线损管理水平	姚 伟 (61)
浅谈配网中的无功补偿	马国清 (65)

输变电技术

35kV/2kA 高温超导电缆系统的研制及测试

.....	侯 波 廖泽龙 韩征和 肖 鹏 侣蜀明 信 赢 刘 庆 毕延芳 (67)
高海拔直流绝缘子污秽特性试验研究	马 仪 李 明 (72)
电网高频率安全稳定防线的研究和实施	吴 琛 谢一工 李玲芳 程 旻 (77)
基于 WebGIS 的电网污区分布地理信息系统研究	侯亚非 (81)
空气间隙在高海拔的直流放电特性	李小建 李锐海 文 华 段一雄 (84)
翠峰 110kV 数字化变电站研究建设介绍	孙志祥 晋伟平 杨俊宏 彭志勤 周俭宪 (90)
2007 年云南电网枯期方式网架适应性研究	赵建宁 李玲芳 张 丹 赵 斌 杨 强 (91)
变电站智能防误系统的研究应用	刘 东 晏海清 吴聪明 (96)
低压母线快速保护实施方案讨论	程 颖 (100)
滇西六地州电网安全运行分析及措施研究	吴 琛 李玲芳 张 丹 张 杰 程 旻 赵 斌 (103)
一起由直流接地造成的断路器跳闸事故原因分析	程 颖 (110)

云南电网 500/220kV 电磁环网解环方案研究

..... 李玲芳 吴琛程 吴 张 丹 张 杰 赵 斌 (114)	
云南电网 500kV 线路保护双通道改造设计方案讨论	程 颖 (118)
海拔变化及环境温度对 SF ₆ 气体湿度检测的影响	周年荣 (121)
500kV 紧凑型架空送电线路在高海拔地区的推广应用	陈 黎 聂颖涛 金 波 (126)
500kV 线路及变电站工频电磁场测试研究	陈宇民 (130)
GIS 设备绝缘性能检测技术	赵现平 (131)
变电站对时系统性能测试方法的研究	黄 翔 (132)
变电站防电气误操作闭锁系统研究	傅 禹 黄 翔 周利明 (136)
电子式互感器测试方法的研究	曹 敏 梁仕斌 李 毅 王 昕 陈 郑 张忠才 苏逢春 (139)
基于 oracle 数据库的变压器油色谱分析综合故障诊断系统	
..... 李仕林 宋 斌 罗运柏 孔旭晖 夏桓桓 (144)	
建设工程中几种实用的电缆故障点的查找方法	马光华 李正志 段 勇 (147)
特殊结构电流互感器现场校验方法	刘 涛 梁仕斌 郑建云 苏逢春 张忠才 谭志龙 (149)
铁心剩磁对电流互感器性能的影响	梁仕斌 曹 敏 文 华 (152)
现场电力变压器空载损耗试验设计及实施	文 华 李 明 王景林 郑增泰 王耀龙 (158)
500kV 断路器套管 CT 试验及技术分析	梁仕斌 曹 敏 李 毅 刘拉揆 刘 涛 (159)
对特殊过程的识别与确认	樊 立 (163)
500kV 直线转角塔绝缘子串带电更换专用工具的研发	周银松 董兴海 (166)
变电站蓄电池在线监测系统	杨昌武 (171)
变压器油色谱微水在线监测装置应用	许建祥 董兴海 (173)
金属封闭柜内带电运行设备局部放电检测研究	董兴海 (178)
容性设备绝缘在线监测系统	董兴海 朱云武 (179)
输电线路接地网布置形式改造研究	董兴海 周银松 华 涛 (181)
主变冷却控制系统开发应用研究	朱光先 董兴海 (184)
色谱在线监测	王仕荣 (186)
220kV 可控放电避雷针在高海拔地区的应用研究	黄修乾 (187)
500kV 漫昆线带电作业几个技术问题的探讨	李建云 (189)
500kV 线路型氧化锌避雷器在高海拔地区的应用	赖炬强 (193)
变电站综合自动化系统选型问题的探讨	洪 涛 (196)
绝缘在线监测的应用分析	杨本学 (200)
气相色谱在电力系统中的运用	赵树春 (203)
输电线路杆塔新型接地装置的应用研究	杨学全 (205)
小电源上网对 110kV 变压器中性点间隙电流保护的影响	王雁雄 (209)
用异频法测量电网工频参数的探讨	黄 华 (210)
两回 110kV 线路同时跳闸引起变电站全站失压分析	蒋德军 王永康 (215)
变电站高压开关柜光纤式在线温度测试系统应用探讨	蒋德军 王永康 (217)
光传感方式盐密值应用研究	蒋德军 王永康 (219)
变电站二次设备抗干扰措施探讨	张立民 (223)
防止二次电压向 TV 一次反充电的措施	刘 东 (225)
输电线路绝缘子的可靠性评价	刘春虎 (228)
输电线路绝缘子污秽在线监测系统应用研究	傅宣葵 李 兢 (230)
四象限无功与功率因数调整电费	聂 晶 (234)

限流电阻对 MOA 测试的影响	沈洪伟 (238)
真空断路器真空灭弧室现场检测方法	沈洪伟 (240)
瓷绝缘子结构、型式对其交流污闪特性影响	冉启鹏 胡家华 李 杰 王 欣 (243)
电网结构特征及其效益研究	段树乔 (247)
高压隔离开关的完善化改造	沈 力 (252)
SF ₆ 断路器运行检修中存在问题的调查分析	沈 力 (254)
蓄电池内阻在线监测系统简介	周长青 黄兴凯 (256)
故障电流下 CT 的带载能力研究	王 晖 (260)
碧罗雪山特殊气象区域 110kV 线路事故分析	熊仲金 (263)
数字化变电站光电式 TA 极性测试方法研究	周 宪 孙二双 简学军 陈 波 李运梅 (267)
110kV 线路 J1 型耐张塔跳线引流线风偏放电分析	刘有胜 陈品文 (270)
110kV 整站数字化变电站主变保护装置的现场调试研究	周俭宪 肖 榕 崔吉方 晋伟平 李明山 (274)
TV 一次侧加装消谐器后三相电压不平衡原因分析	李国友 曹琪琳 (275)
钳式接地电阻测试仪使用探讨	赵德敏 (279)
浅谈变压器相间后备保护存在的问题及改进方法	庄明万 肖 榕 (281)
曲靖电网 110kV 电气化铁路用电谐波危害分析	徐 杰 俞扬波 (284)
一次 110kV 线路单相断线故障的继电保护动作分析	李国友 孙建华 阳家书 (285)
输电线路防雷改进措施的研究	姜德华 高 翔 (288)
变压器差动保护检验方法的改进	曾 旭 庞曙颖 吴 猛 (292)
中性点不接地系统电容电流的研究	王昆林 (294)
对分体式变压器绕组变形试验的分析	孔凡宁 (296)
导线脱冰跳跃对架空避雷线放电的处理措施	杨华文 梁开旺 (299)
扎线绕线器的设计与应用	马 志 (301)
“评说” 电器设备的在线监测装置	张 焱 (303)
电力安全工作规程与安全电压系列	张 焱 (305)
航测结合 GPS 在山区送电线路中的应用	单孝仲 (306)
浅谈数字化变电站中的基础技术	隆 丽 王国海 (311)
500kV CVT 现场校验装置检测分析	刘丽云 (314)
变电所工程电缆敷设及二次接线工艺改进	文有翠 (318)
高土壤电阻率地区防雷接地安装探讨	董志旭 (321)
浅谈二次接线在电气工程施工中的重要性	徐树宽 (323)
变电设备状态检修的研究与实施	张显俊 (324)
加强继电保护管理提高文山电网安全运行水平	陈绍光 (327)
浅谈测量用电流互感器	倪和春 (332)
浅谈输电线路防雷措施	孙云山 (334)
浅议文山城区中低压电网的规划	莎应美 (338)

配电技术

10kV 架空配电线路的导线排列方式变化处理	李 华 (340)
谐波的监测方法与防治措施	苏丽萍 (342)
10kV 配电变压器保护的配置	冯 源 (344)
10kV 线路装设接地线时间长的改进措施	卓 蓉 李 燕 (347)

自行研制高压电缆分支箱接地装置的应用.....	陶建平 (349)
变电所电缆选择及数量统计.....	陈 红 (352)
低压成套开关设备在国家强制认证之后.....	张 俊 (354)
110kV 架空线路防雷保护	雷 俊 (358)
单相接地故障的特征及处理.....	林方学 (360)
关于砚山县城新开发住宅小区配电设施的思考.....	李忠元 (361)

发电技术

小湾水电站电气优化设计.....	卫 玲 王冠莹 申晓明 陈正标 (363)
300MW 循环流化床 SA-213T91 钢焊接工艺研究	董正波 (369)
300MW 循环流化床机组模拟量控制应用难点分析	刘友宽 卢 勇 李正志 杜朝波 马光华 (373)
机力通风冷却塔技术改造.....	李云飞 (377)
锅炉“四管”防磨防爆的经验.....	王成荣 (380)
循环冷却水运行现状及药剂配方改进.....	陈小昆 (383)
有胶囊纤维过滤器的改造探讨.....	陈小昆 (385)
大型机组继电保护技改要领探讨.....	赵 翔 (388)
进相运行试验的制约因素分析及对策.....	赵 翔 (391)
预防 TA 断线的应急措施.....	赵 翔 (395)
老虎山电站倒虹吸管共振灾害规避的技术应用.....	郭云聪 王正文 王 芳 (397)
交流异步电动机无功功率补偿的技术探讨.....	吴 捷 何 鑫 (402)
DCS 内部模块实现的控制器处理周期测试新方法	李 萍 刘友宽 (404)
大型机组新型内置式除氧器的特点及性能试验.....	沈发荣 (405)
分散式数据采集系统在大型电站汽机性能试验中的应用.....	沈发荣 (412)
火电厂辅助控制系统中 PLC 的可靠性措施	李正志 马光华 段 勇 (418)
浅析如何保证凝汽器水位测量的准确性.....	汪 斌 张丽萍 (420)
浅析软逻辑实现汽机的甩负荷试验.....	罗扬曙 刘友宽 董均宇 刘 升 (424)
水电机组运行稳定性试验及故障处理分析.....	董鸿魁 丁永胜 (426)
细节——决定成败.....	崔志刚 (432)
一次跳机事故引发的对 300MW 循环流化床锅炉控制方案的思考.....	杜朝波 刘友宽 卢 勇 (434)
综合平衡法在合江水电站的应用.....	庄耀祖 (437)
基于插值 DDS 的程控功率源研制	王洪全 (440)
价值工程分析方法在中小水电项目选坝中的应用.....	于守全 (443)
大唐电厂酸碱计量间环氧自流平地面施工技术.....	何建云 (446)
大型火电机组施工用电系统常见故障探讨.....	王焕麟 孙家宏 (448)
大型火电厂施工用电工作探讨.....	王继明 (450)
发电厂汽轮机基础底板大体积混凝土施工方法.....	何建云 (455)
昆钢 25MW 机组启动调试故障处理	王焕麟 (457)
曲靖电厂二期工程主蒸汽管道现场焊接工艺研究.....	董正波 (459)
提高氢冷发电机气密性试验真实性的探讨.....	张丽萍 汪 斌 (463)
改善水轮机组运行稳定性的讨论.....	邹兴德 (467)
浅谈格雷二级电站复合电压启动过电流保护.....	赵仁亮 (469)
浅谈下石龙水电站工程建设管理.....	胡 瑜 (471)

水轮发电机组励磁系统浅析·····	许 亮 (475)
中小型水电站岔管安装定位浅析·····	胡 瑜 (478)
威龙电站供水系统的技术改造·····	李美轩 (480)
威龙发电厂 35kV 母线 TV 烧毁原因浅析·····	梁云学 (481)
文山州中小水电站发展综述·····	黄 伟 (483)
云南富宁谷拉电站水力机械设计·····	李在林 (485)

调度和通信

2007 年云南电网主网高周切机方案研究·····	程 昊 吴 琛 李玲芳 (489)
调度日志图形化的研究与实施·····	董 雷 (494)
南方电网通信“十一五”规划传输技术探讨·····	雷云辉 (498)
以信息化手段打造技术监督工作新平台·····	洪 波 石少勇 (502)
防误智能告警系统在红河电网调度中的应用·····	龙玉海 吉德志 沈 军 (504)
基于 IEC61970 的信息资源整合平台·····	谭 宽 肖 剑 许元琪 (508)
地区电网调度员培训仿真系统技术探讨·····	王 琳 (514)
昆明地区电网“黑启动”研究·····	李永锋 杨春雨 (517)
昆明供电局信息中心机房控制系统的开发应用·····	王悦宁 刘 晔 (524)
昆明官渡电力有限公司信息一体化系统·····	邹 航 (526)
2006 年曲靖电网运行分析·····	角丽萍 吴卫文 (531)
光纤技术在数字化变电站现场施工中的运用研究 ·····	周仝宪 陈忆君 晋伟平 崔吉方 杨 云 (534)
线路保护与高频收发讯机接口方式的现场应用探讨·····	柏兴山 (537)
ADSS 光缆在直线铁塔发生磨损的解决方法·····	吴 奕 (538)
MSTP 光传输技术在云南电力通信网的应用·····	龚 宇 (539)
变电站综合自动化系统及其新发展·····	洪 涛 (543)
电网保护与通信接口的配合及传输性能对其影响·····	赵兴富 (547)
特别维护变电站通信电源集中监控解决方案·····	蒋丽琼 (553)
220kV 变电站无功自动投切技术·····	王洪全 (555)
农村 35kV 常规变电站改无人值守后的调度管理·····	朱礼君 (558)
浅谈 LCU 增加 PLC 以太网模块的技术改造·····	张 斌 (560)

综 合

云南电网“十一五”科技发展展望·····	廖泽龙 赵建宁 邹立峰 叶 锋 (563)
云南电网实时监测系统方案研究·····	吴 琛 赵 斌 李玲芳 张 杰 程 昊 张 丹 (569)
对云南水电开发及外送能力的研究和认识·····	钱 芳 卢 敏 (575)
金沙江一期工程换流站规划选站的建议·····	卢 敏 李正然 陈 岭 (580)
加强电网运行维护, 确保对越送电安全·····	龙玉海 (584)
对西藏电力外送的初步认识·····	陈 岭 张敏环 (587)
云南电网低频振荡安全预警及辅助决策系统构建方案·····	王 凯 (590)
云南电网实时在线安全稳定评估与控制系统应用设想·····	赵 斌 (594)
谈一谈我对“安全管理”的认识·····	戚来福 (598)
铁塔放样之我见·····	钱 晖 (599)
多边形钢管杆展开图放样法的优化·····	陈琼丽 (601)

我州电网存在的技术失误和技术偏见及其改进对策	程志东 (605)
从瑞丽江一级电站建设引发的思考	赵兴盛 尹凤娇 段一雄 (610)
W-DDM 分布式继电保护图纸管理系统在云南电网的应用	张杰 程颖 赵明 (613)
基于电网设备状态评估的风险防范管理体系的应用	吴娟 陈永琴 (616)
安全发展, 从自己做起	甘建军 (619)
安全文化在企业安全生产中的重要作用	高俊 王顺仁 (621)
百事安为首, 防护保万全	何伟 (623)
浅谈“要我安全”和“我要安全”	夏艺铭 (625)
浅谈班组安全文化	余建良 (626)
实现安全生产四零目标应着力抓好人的行为安全化	陈建云 (629)
现场作业工单系统的研发和应用	廖晓峰 冯俊宗 董兴海 周银松 (631)
“班组规范化管理信息系统”的开发与应用	王晓梅 (633)
输变电工程建设的全过程造价控制管理	苏红专 (636)
输变电工程建设引入项目融资 ABS	苏红专 (640)
质量及职业健康安全管理系统	杨文波 (643)
基于作业指导书的现场作业工单系统建设	谭宽 周立鹤 (649)
RCM 项目在云南电网公司应用研究初探	杨清 (652)
PI2000 workflow 引擎在昆明供电局的应用	赵扬 (658)
地理信息管理系统建设与应用	谭国安 (661)
电力大系统组成及其要素研究	段树乔 (665)
输电线路巡检管理、地理信息系统研发	张苏 邓华 (670)
昆明供电局自助缴费系统的开发与应用	刘晔 徐兵元 高伟 (673)
实施组织变革, 创建一流供电企业	杨爱民 (675)
强化管理, 依法推进多种经营产业发展	杨如康 平海荣 (679)
云南电网电力社会普遍服务的目标与途径	凌征仲 (682)
封印钳、铅封管理的新尝试	喻俊贤 (686)
高科技打造防窃电监控网	喻俊贤 (688)
小水电接入系统方案的经济评价方法研究	郭强 宁亚娟 (693)
供电企业绩效考核研究与应用	郑文荣 王昆林 (697)
县级供电企业如何服务新农村建设	姚伟 (700)
云南电网公司县级供电企业档案管理工作指导书编制研究	黄兴仓 周琼凤 (702)
安全文化与安全性评价	张焱 (705)
电气工作票中安全技术措施的规范性建议	张焱 (707)
火电建设施工机械的基层技术管理	冯英 (709)
谈变电所改扩建工程施工项目管理	文有翠 (712)
运用 P3 软件促进火电项目管理现代化	梁坤 (715)
变电运行管理之我见	刘国超 (718)
杜绝习惯性违章 保障电力建设安全	张素华 (722)
对安全需求的思考	聂顺荣 (725)
浅谈班组安全管理	洪兴波 (727)
浅谈供电企业安全性评价	胡应翠 (731)
浅谈小水电站的技术管理	王辉 (738)
浅析发电厂设备检修管理	顾海军 (740)

云南富宁谷拉电站安全生产管理浅析·····	李在林	(742)
网损纵向分析在电网方式中的运用研究·····	程 旻 李文云 蒋亚坤	(756)
TA 导纳带电测试的应用研究 ·····	杨如康 徐家英 平海荣	(758)
云南高海拔地区 500kV 紧凑型线路导线选型及布置 ·····	潘基书	(761)
2007 年云南电网动态稳定问题研究 ·····	李玲芳 张 丹 吴 琛	(744)
电网建设中继电保护调试质量的监理方法·····	吴 捷 魏 薇	(747)
电网建设“绿色通道”管理模式的构建及效果分析·····	蔡 彪 吕凌宇 杨云辉 李 浩 角丽萍	(750)
伪劣电线电缆产品的特征和识别方法·····	蒋陆肆 张 贺	(753)

再论云南绿色电力建设

段一雄 熊志全 朱云飞

(云南省电机工程学会 云南电网公司 云南 昆明 650011)

摘 要: 在云南电力超常规发展和出现许多新问题及新变化的形势下, 需要进一步提高对绿色电力及其内涵的认识, 营造促进云南绿色电力建设的法律、法规环境, 提供技术与资金支持, 完善和落实促进云南绿色电力发展的相关政策措施; 应着眼于更大范围的资源优化配置, 通过科学的规划指导电源的有序开发和电网的快速建设, 加快水电发展, 优化煤电, 加强电网建设, 积极开发新能源, 重视环境保护, 深化电力改革, 扩大开放, 实施走出去战略, 坚定不移地走建设绿色电力之路。

关键词: 科学发展观 云南 绿色电力

1 引言

2005年, 笔者曾撰写了“落实科学发展观, 建设云南绿色电力”一文, 阐述了绿色电力的概念及内涵, 并就云南绿色电力建设提出了一系列意见和建议。两年来, 云南电力有了很大的发展, 出现了很多新情况和新变化, 笔者感到有必要再次就云南绿色电力建设的有关问题进行讨论, 提出意见和建议, 以供参考。

2 云南电力的新发展

2005年以来, 云南经济强劲增长, 对电力的需求持续加大。电力紧缺, 极大地刺激了云南电力建设的热潮, 电源和电网实现了跨越式发展。2006年末, 全省发电装机容量达18530MW, 同比增加39.32%, 是历史上发电装机增加最多的一年, 完成发电量753.04亿kW·h, 同比提高20.7%, 高于全国平均增速7.2个百分点。

近两年, 云南电网超常规发展。2006年云南电网装机容量达13194.9MW, 同比2005年增长48.5%, 其中水电5459.9MW, 占总装机的41.38%, 火电7735MW, 占总装机的58.62%; 统调电网最高日发电量和最高发电负荷18次创新高, 分别达到2.08亿kW·h和10098MW, 同比增长35.8%和42.2%; 省内日供电量33次创新高, 达到1.51亿kW·h, 同比增长29.4%; “云

电送粤”最大电力和电量分别达到2396MW和107.27亿kW·h, 同比增长50.1%和62.96%; 对越南送电7.61亿kW·h, 同比增长132.6%。

截至2007年初, 云南电网220kV主干网络已覆盖除迪庆州之外的全省16个地州; 拥有500kV变电站10座, 500kV变压器14台, 变电容量10500MVA, 500kV线路24条, 总长度3142.9km, 220kV变电站59座, 变电容量16038.5MVA, 220kV线路147条, 总长度6957.495km; 专设高压电抗器16台, 总容量2100MVar。

“十一五”期间云南经济发展势头继续趋好, 政府工业投资将是“九五”和“十五”期间投资的总和, 产能增幅较大。2007年新增工业项目多, 主要集中于钢铁、电解铝、有色冶炼、黄磷、电石、化工、水泥等高耗能项目。云南电网新增负荷将达1100MW, 其中新增大工业负荷800MW, 全省用电量需求预测为698.3亿kW·h, 其中省内用电量需求518.4亿kW·h, “西电东送”计划154.9亿kW·h, 对越送电25亿kW·h, 预计全省国民生产总值的增长在9%以上。

云南省委、省政府高度重视电力产业的发展, 明确提出要加大培育电力支柱产业的力度, 把云南建设成为全国以水电为主的优质能源基地。目前云南在建电源装机超过16000MW, 一大批输变电项目正在进行中, 世界上第一个特高压直流输电工程

业已开工。2007 年, 云南电网计划新投火电机组 6 台, 水电机组 88 台, 建设投产 500kV 开关站 1 座、220kV 变电站 13 座, 扩建 500kV 变电站 1 座、220kV 变电站 6 座。预计到 2007 年末, 云南电网统调装机容量达 17374MW, 其中水电 7539MW, 占总装机的 43.4%, 火电 9835MW, 占总装机的 56.6%; 云南电网将有 500kV 变电站 10 座, 500kV 开关站 1 座, 500kV 变压器 15 台, 变电容量 11250MVA, 500kV 线路 35 条, 220kV 变电站 72 座, 220kV 变压器 147 台, 变电容量 20418MVA。从上可见, 云南电力进入到前所未有的最好的发展时期。

3 困难和问题

3.1 能源效率

无论从全国或是从云南来看, 能源效率问题都是一个值得关注的话题。和国际先进水平相比, 我们的能源效率仍较低。特别云南还处于以原材料工业为主的重化工业阶段向以高加工度化工业为主的阶段的过渡时期, 产业结构中高能耗、粗加工所占的比例较大, 并且将会持续较长的时间, 故能源利用效率较低, 节能潜力巨大。

以 2005 年为例, 我国的供电煤耗为 370g/kW·h, 而发达国家为 355g/kW·h; 厂用电率, 我国为 5.78%, 发达国家为 4%; 线损率, 我国为 7.81% (云南电网公司为 6.28%), 世界平均水平为 6%。按 2005 年的电量计算, 线损率如果降低一个百分点, 可节约标准煤 925 万吨, 如果达到世界先进水平, 全年可节约标准煤 1333 万吨。

电力行业要提高能源效率就应积极采用先进技术, 推广使用高效节能的设备, 改进电力调度方式, 实施节能环保调度, 加大技术改造力度, 提高设备利用效率, 淘汰效率低、煤耗高、污染排放重的小火电机组和损耗高的老旧输变电设备, 加强电力需求侧管理等。这些对于云南来说, 尤为重要。

3.2 电力结构的优化

近几年云南火电和小水电发展较快, 云南电网中火电装机容量已占总装机的 58.62%, 以往长期存在的水电比重过大的局面已经改变。未计入地方电力小火电机组的 7735MW 的火电装机, 每天要烧掉的煤和排放的粉尘及二氧化硫等有害气体数量惊人, 这其中 100MW 及以下机组仍占有一定比重。而在水电装机中, 小水电占有相当的比例。据

2007 年初的统计, 云南电网统调的水电机组共计 131 台, 其中容量在 40MW 以下的达 101 台。除了环境保护问题外, 小机组不但技术经济指标低, 能耗高, 其数量多也加大了运行调度的困难。另外, 其他可再生能源发电的开发研究和应用进展缓慢, 云南电力存在电力结构有待优化的问题。

3.3 电力建设的质量和安全

伴随着云南电力的超常规发展, 所出现的电力建设质量和安全隐患不容忽视, 给电力安全生产也带来影响, 加之电力设备生产增长过快, 存在技术装备总体水平偏低的情况, 这在地区和县级电力企业更显得突出, 企业升级和技术进步的任务繁重。

3.4 电网发展

从全国来看, 电网建设存在的主要问题有: 科学合理的电网投资收益机制尚未建立, 网架结构不合理, 电网企业资产负债率高, 投入不足; 电网建设体制缺乏自我约束和成本控制意识, 改革滞后影响新的电价机制的形成; 各区域电网主网架相对薄弱, 不能适应更大范围资源优化配置的需要; 局部电网卡脖子现象还存在, 城市配电设施负担较重; 电网调度监管体系不健全等。

除了上述全国的一般情况外, 云南还有自己的问题: 电网建设相对滞后, 与电源建设不匹配, 电网建设与营运体系不能适应发展需要。随着规模的快速扩大和与南方电网主网联系的更为紧密, 云南电网的安全压力增大; 建设任务更加繁重, 建设资源更为短缺, 供货矛盾更为突出, 加之项目核准、审批要求越来越严格, 外部建设环境的制约给电网发展带来了巨大压力; 电网快速扩张给各级管理带来严峻挑战, 基础管理薄弱的问题依然存在; 受水情、煤情和产业结构调整及市场变化等因素影响, 电力供应将呈现波动起伏的局面, 经营形势复杂多变; 由于历史的原因, 云南地方电力一直占有近 1/3 的天下, 虽然现在大电网已经扩展到了全省 16 个地州, 但在少数地方, 仍有人对大电网进入的作用和意义认识不到位, 心存疑虑, 一些关系尚未完全理顺; 另外, 地、县电力企业管理水平亟待提高, 农网历史欠账多, 农电安全形势不容乐观。

3.5 其他方面

电站建设, 特别是小水电无序建设的现象依然存在, 而火电项目则存在煤源与电源不配套、电煤供应紧张以及火电企业夹在“市场煤”与“计划电”中间处境尴尬的情况;

一些地方环境脆弱,节能减排形势严峻,旧的污染尚未得到完全治理,新的污染又在出现,“上大压小”面临较多困难;

从全省来看,电力技术装备总体水平偏低,产业升级和技术进步的任务繁重;

某些深层次的矛盾和问题还有待于通过电力改革的深化和发展的加快来逐步解决。总的来看,目前云南电力离绿色电力的目标还有较大的差距。

4 讨论和建议

4.1 观念的转变和认识的提高

目前最大的障碍还在于观念的转变和认识的提高。绿色电力建设不仅仅是个环保问题,更是一个关系到能源安全的社会经济问题,是关系到云南经济是否能可持续发展和社会长治久安的大问题。中国高速发展的经济面临着日益增大的环境污染风险。电力将成为云南的第一大支柱产业,但是电力对环境的影响和污染不容忽视。太湖的水污染事件给我们敲响了警钟。如果天空是昏暗的,喝的水有臭味,呼吸的空气污浊,人们有理由质疑这样的经济发展代价是否值得,这样的社会能否和谐。绿色电力是云南循环经济的重要组成部分,建设绿色电力是云南省培育电力支柱产业的必由之路,是创造绿色GDP、建设绿色经济强省的必需和保障。对此,必须成为全民、全社会的共识,形成强有力的舆论宣传、导向和监督,并落实到每个项目建设的工作中和行动上。

4.2 云南电力发展的政策取向

科学发展观和构建和谐社会是我国“十一五”电力工业发展的战略思想指导,基本方针是提高能源效率,保护生态环境,加强电网建设,有序发展水电,优化发展煤电,积极推进核电建设,适度发展天然气发电,鼓励新能源发电。电力工业的发展要与能源资源条件相适应,要靠科技进步来转变增长方式,实现可持续发展,并进一步深化电力体制改革和扩大对外开放。这也是我国“十一五”期间电力工业发展的政策取向。

云南电力的发展在遵循这一政策取向的同时,要结合本省实际,充分发挥出自身的特色和优势,即要加快水电有序发展,优化煤电,加强电网建设,积极开发新能源,重视环境保护,深化电力改革,扩大开放,实施走出去战略,坚定不移地走建设绿色电力之路,为云南经济社会的发展提供强有

力和持续的电力保障。

4.3 关于能源大省和能源强省

云南一直以来都以能源大省自居,但云南能源丰富是与中、东部省份相对比较而言,到本世纪中叶同样可能会出现能源短缺。况且如果站在南方电网,泛珠三角地区,全中国乃至大湄公河次区域的高度,放眼未来,则应该有新的认识和新的思维。云南缺油少气,煤炭主要是灰分高、发热量较低的劣质褐煤和劣质烟煤以及含硫量较高的无烟煤,能源以水电为主,水电主要金沙江、澜沧江和怒江三大水系,三条大江中又有两条流经东南亚各国,开发中和经济发展中可能出现许多新情况和新问题。故此,我们对于云南能源在云南省和区域长远发展大局中的定位应该有清醒的认识,正确的估计,不宜过于客观。

还需要指出的是,大并不一定就强。只有把能源大省建设成为能源强省,云南的能源基地作用才能得以充分发挥,而建设绿色电力正是实现由能源大省向能源强省转变的基础和保障。

4.4 更大范围的资源优化配置与“走出去”战略的实施

2006年,云南与45年不遇的严重干旱狭路相逢,加之电煤供应紧张,电力需求持续旺盛,供电形势复杂而严峻。在最艰难的时刻,南方电网和周边省份“雪中送炭”,不仅调减了“云电送粤”的电量,还及时向云南送电,有效缓解了缺电的压力,充分发挥了南方区域电网余缺调剂大平台的作用,再次显示了资源大范围优化配置的重要性和必要性。

在经济发展全球化和区域合作加强的大趋势下,实现更大范围的资源优化配置不仅是云南电力发展的需要,也是云南经济社会发展的需要。云南绿色电力发展应考虑全国电力发展战略和电力结构调整要求,实现区域电力建设优化布局 and 全国范围内以及澜沧江—湄公河次区域的电力资源优化配置,实现电力与经济、社会、环境的可持续发展。应坚持以市场为导向、经济效益为中心,与经济社会发展相适应并适度超前,在统一规划、合理布局的前提下,优化整合电力资源,充分应用最先进的科学技术,加快电源与电网建设,不但要满足当前的环保要求,还要充分预见到未来的环境要求。

作为更大范围资源优化配置中的一个重要环节,云南电网公司以高度的政治敏感性和良好的市

场拓展意识,充分发挥地理、地缘优势和技术优势,全力推进对外电力合作,贯彻实施“走出去”战略。

2004年9月,国内第一个110kV电压等级对国外送电工程——云南河口—越南老街110kV输变电工程投运。两年之后,云南红河——越南河口的220kV联网工程投运,形成了以两回220kV、三回110kV线路对越南送电的格局,并与越南第一电力公司合资组建了越中电力投资公司,开发越南小中河水电项目。

2006年12月,我国第一个在缅甸投资的水电BOT(建设—经营—移交)项目——瑞丽江一级电站成功截流,云南联合电力开发有限公司(由云南电网公司、云南华能澜沧江有限公司和云南机械进出口公司联合组建)与缅甸联邦电力一部水电实施司正式签署缅甸瑞丽江一级水电站开发运营合资协议,该电站建成后将通过230kV及220kV输电线路向缅甸及云南德宏送电;与缅甸电力一部签署了共同开发水电资源的合作意向书并启动了缅甸南卡河、南垒河及萨尔温江上游流域的联合踏勘;与泰国湄公学院联合开展了区域能源规划与项目管理培训等。

以上所做的,不仅开启了对外电力合作及实现更大范围资源优化配置的良好局面,还为两国经济发展和友谊加深做出了贡献,具有重要的政治意义、经济意义和国际意义。今后,要继续努力推动这方面的工作向纵深发展。

4.5 关于电源建设

(1) 加快水电有序开发

水电是云南绿色电力建设的优势和重点,要在高度重视环境保护的同时尽可能地加快开发,在开发利用时要很好地和防洪、抗旱、农业灌溉及水土保持等结合起来,争取更大的综合社会经济效益。要做好科学的规划,重视开发的前期工作,坚决避免中小水电建设的无序竞争和对环境的破坏。笔者在参考文献[1]中提到的一些水电开发建设中的近视和短期行为,如森林植被恢复不够,再生产补充不足,工程前期工作周期短、深度浅,环境影响评估未引起足够的重视等,这些情况现在依然存在,应认真对待,加以解决。

中、小型水电是云南以水电为主的电力支柱产业的重要组成部分,应结合“汛、枯”、“峰、谷”电价和调节水库投资分摊、效益补偿政策,用经济

等手段,协调好大电和小电的关系,共同发展。

关于水电开发特别是大型水电项目的环境影响、生态影响问题,笔者的感觉是说得多,做得不多,踏踏实实的研究少。环境影响,尤其生态影响是多方面的、长期的、综合的和细微的,很多时候更是难以觉察到的,而对其的研究同样是多方面的、长期的、综合的和艰苦细致的,并且是没有经济效益的(至少是没有眼前的、直接的经济效益)。显然,我们的投入不足,研究不够。有些事情,该企业做,企业也能做。但有些事,特别是基础性研究,例如建设大型、巨型水电工程产生的生态环境改变影响问题,所谓大型水库是否会诱发地震等问题,则应该由政府出面,国家投资,组织科研部门、高等院校、企事业单位联合协调进行。云南的水电资源极为丰富早日实现省委、省政府培育以水电为主的电力支柱产业的目标。

(2) 优化煤电

火电是云南绿色电力建设的主要难点。云南的火电就是煤电。云南煤炭资源主要分布在滇东、滇东北和滇南地区,且远离负荷中心,虽然要做到煤电的合理布局谈何容易,但却应该努力优化结构、节约资源、保护环境,综合考虑和平衡煤源、水源、电力市场、电网、运输、环保等因素,提高技术水平和经济性。要全力推广应用洁净煤燃烧技术,积极建设采用高参数、大容量机组的项目及有利于电网安全、多方向、分散接入电力系统的项目。

云南电力最终应是“水电为主、火电为辅、水火互补、协调发展”的格局。从资源的长期、有效、节约利用和环境、生态保护的角度考虑,应该控制煤电的开发规模。这里,笔者要提及褐煤液化的话题。据有关资料介绍,云南褐煤液化不仅技术上可行、经济上合理,而且具有竞争优势,应该积极推进该项目的开发研究和实施,这对于云南来说,已不再是一个简单的煤电结构优化的问题,其意义重大,影响深远。

(3) 节能减排

节能减排是国家为完成“十一五”节能和环保指标的重要保证措施,是当前全国经济工作的一项关键任务,电力行业处于突出的位置。电力行业落实节能减排主要在三个方面,一是改进发电调度方式,二是关停小火电机组,三是加大脱硫力度。

改进传统的发电调度方式,以节能、环保、经

济为标准,制定新的调度规则来进行调度是电力行业节能减排的主要环节。实行节能经济调度技术上是可行的,但要涉及行业利益格局的调整、电价改革和调度信息公开等问题,需要认真研究对待。

长时间以来,国家关停小火电机组的产业政策一直难以落实。这中间原因很复杂,除涉及行业利益调整外,还因为对小机组有需求,有利润。随着电力供需矛盾的缓解,加之发电调度方式改革,小火电机组的生存空间会越来越有限。在此情况下,应落实好国家发改委推出的“上大压小”新政策,争取更大的发展空间。

目前电力行业的二氧化硫排放量占全国的50%以上,其减排目标,主要通过燃煤电厂实施脱硫工程的“工程脱硫”、淘汰小火电机组的“结构脱硫”和改变调度方式的“管理脱硫”三大措施来实现。

对于云南大量的小水电,简单的用“上大压小”和“以大代小”的办法显然不行,主要还要进行小水电机组的节能改造,努力提高技术和管理水平。同时,需要关注一些以自备电厂名义上马的小火电项目存在的问题。

(4) 关于可再生能源的开发

云南有着丰富的太阳能、风能、地热能 and 生物质能资源,目前的主要问题是支持政策措施不够或是其落实难度大、基础工作和产业体系薄弱以及市场保证机制不完善等。

笔者认为,从云南的实际出发,可再生能源的开发主要着眼于未来。目前情况看,首先应该做并且可以做的是垃圾发电和余热发电,垃圾发电要从昆明逐步发展到各地州、县城,并在有条件的工农业厂矿发展余热发电;在太阳光伏利用技术研究及产业发展上云南一直处于国内领先,现在已有了光伏发电的试点,应很好总结提高;生物质能方面,以其主要利用形式之一的沼气技术为例,虽然在推广速度、池型开发上居全国领先水平,但综合利用开展缓慢,技术缺乏规范性,基本无大中型工程,未形成规模效益,总体来看,云南生物质能的研究与开发力量不足,离实用仍有差距;另外,建议在地热资源丰富的地区开展建立水电—地热发电互补系统的试点,在一些年平均风速超过3.5m/s的地区发展风力发电。总之,对可再生能源的开发,应积极而因地制宜地进行,逐步扩大其在农村、边远地区和某些特殊地区、特殊领域中的应用,最终能以分散电源的方式接入电网,发展成为云南绿色电

力的一个重要组成部分。

4.6 电网建设

在云南绿色电力建设中电网将发挥重要的核心和骨干作用。

认真研究云南电力的需求和“西电东送”、“云电外送”的需求,充分考虑到更大范围的资源优化配置和“走出去”战略的实施,认真进行云南电力近期、中期和远期发展规划的研究,通过电网规划指导电源的有序开发,加快电网的建设。

云南煤炭资源有效供给能力不足,且地质条件复杂,开采资源丢失严重,从能源安全和资源合理利用出发,应慎重研究确定云南火电建设总规模和合理的建设时序,在满足电网汛枯调节、安全运行和可靠供电的前提下配置适当的火电。水电资源虽然丰富但毕竟总量有限,煤炭资源只够本省百年使用,应该善待。要处理好开发与储备、自用与外送、近期需求与长远可持续发展的关系,确定合理适度的水火电开发规模。

电源开发与电网建设应协调规划。为加强电网结构,理顺潮流,减少交叉,应根据电站地理位置、规模特性,划分出各大型电站的供电方向。争取金沙江下游的乌东德电站(装机容量7400MW)接入昆明500kV环网,构成对昆明负荷中心的近距离强大电源支撑。另还有观音岩、鲁地拉、龙开口、金安桥等距昆明250km左右的几个大型电站,应直接接入云南电网,既可优先满足云南用电需求,又有利于云南电网建设。

外送电源,应尽可能考虑分片分组开发,联合外送,以形成规模外送能力、充分发挥外送通道效益,有利于网架建设合理布局,前段时间存在的各开发商东一个、西一个跑马圈地的情况必须改变。要避免长官意志、业主意志和开发商意志等干扰因素对规划的影响。面对今后几千亿元的电源和电网建设投资,一定要做好宏观规划。

面对目前超过16000MW的在建电源装机,云南电网的建设速度还得加快,主网架结构要进一步加强,大电网要进一步扩展和延伸,并带动地方电网和农村电网的进步和发展。云南电网公司要发挥核心、示范和指导作用,依靠科技进步和科技创新,促进企业向绿色电力企业的转变和发展,通过科学的规划设计和新技术、先进工艺的采用,最大限度降低电网建设和电力生产对生态环境的影响。

4.7 营造促进绿色电力建设的法律、法规环境

我国虽然已经颁布实施了《节能法》、《电力