

# 全国电网互联对西南电网的影响

杨 楠

(成都煤炭管理干部学院,成都,610072)

**摘 要** 全国联网形成电力大市场势在必行。在分析联网的意义、原则和方式的基础上,对西南电网在联网中的位置、外送电网方式及策略作了初步论述。

**关键词** 联网 直流输电 电力市场 水火电互补

## 1 全国电网互联的意义

我国能源资源和经济发展的地理分布极不平衡,占全国国民生产总值 70% 的华东、华南、华中、东北地区的煤炭资源只占全国的 10.6%,可开发的水电资源只占全国的 21%。而经济相对落后的西南、西北地区能源储量极为丰富,其中煤炭资源的 70% 集中在晋、陕、蒙,全国可开发的水电资源 78% 分布在西南及西北部分地区。根据最新的普查资料统计,其中四川省水能资源理论蕴藏量为 14 268.85 万 kW,约占全国的 1/4,居全国各省区首位,且落差集中,淹没较少,易开发。为保持东部地区经济持续健康发展,带动中西部经济发展,必需实现西电东送,北电南送,这样,才能获得能源与经济平衡。因此,全国电网互联对实现能源资源优化配置,促进全国经济均衡互补地发展,具有重大意义。而四川能源资源在全国能源中将占有举足轻重的地位。

全国联网的另一个意义在于实行统一调度。可利用我国国土辽阔,时差和气候差异,实现跨地区补偿,水火电互补,事故备用设备的集中使用。我国幅员辽阔,东西相距约 5 200 km,东西占经度约 62 度,东西时差约 4 h;南北相距约 5 500 km,南北跨纬度约 49 度,北国冰封时节,南海仍是一片盛夏景象。加之各区域水文特征差异,水火电特性差异,利用东西时差、南北温差及流域间水文径流差异,对各区域电网峰谷进行统一平衡调度,可充分利用水电操作简单、启动迅速、运行灵活、能适应剧烈负荷变动、宜担任峰荷和负荷备用、事故备用等优点,以提高全国水电设备的利用小时,大幅度减少全国总装机容量,减少电力的重复建设及火电环境污染,有利于电力可持续发展战略的顺利进行。全国联网还有利于实行厂网分离,带动电力进入全国电网流通市场,增强对宏观经济的调控能力。

## 2 全国电网联网的原则

全国联网涉及能源分布与规划,地区经济发展与

用电规划,电力系统和高压技术以及通讯、调度(包括继电保护和自动化)等专业技术的发展。针对正在起步的全国电网,应首先研究联网原则以指导联网工作的进行,否则,不合理的大电网对经济发展和电网安全运行将造成不可估量的损失。建议全国联网的技术方案应考虑以下原则:

(1) 全国联网应贯彻“安全第一”的方针,可靠性应优于经济性。联网效益是自然形成的,没有可靠性也就没有经济性。

(2) 联网后的电网管理应分层分区进行。分层就是按电压等级分层,分区就是按供电区域分区。各大区能按自己的具体情况进行电网规划、设计,按自己电网的参数运行管理,不受其它大区电网的影响。

(3) 电网跨大区以采用纯直流异步联网为宜。高压直流输电有许多优点,如用作远距离输电方式时无交流输电方式的同步运行稳定性问题,可避免交流联网时短路容量的增加,互联网间可异步运行,有利于互联网各自的调度和运行,减少事故时相互间影响。随着技术进步,晶闸管设备价格下降和可靠性提高,在欧美等发达地区,直流输电方式倍受青睐。

(4) 全国联网应采用 750 kV 以上的特高压。因全国已形成的六大区电网,均以 500 kV 为主网网架,若全国联网仍以 500 kV 相连,则会出现一系列问题。如短路电流太大,开关难以承受。全国用于调峰和调频的备用容量巨大,必须采取分层分区分散调整。另外,庞大的 500 kV 电网联在一起,一出事故互相影响,处理困难。

## 3 西南电网在全国电网中的地位

西南地区是我国重要能源基地,拥有丰富的水力资源和地热、太阳能、风能等多种形式的能源。由于火电造价上涨和环境保护的需要,开发水能和地热、太阳能、风能势在必行。特别是水能,既是清洁能源,又是再生能源,而且大型化技术上完全成熟,仅以四

川省的水力资源为例,水力资源理论蕴藏量 1 万 kW 以上河流共 747 条,技术可开发水电装机 10 345.96 万 kW,年发电量 5 568.64 亿 kW·h,经济可开发水电装机 7 611.2 万 kW,年发电量 4 017.64 亿 kW·h。四川水电资源不仅丰富,而且有许多突出的优势:一是四川气候湿润,降雨频繁,且河流源出雪山,所以水量丰沛而稳定;二是落差大而集中,如金沙江、大渡河、雅砻江等主要河流天然落差都在 2、3 km 以上,具备建巨型电站的优势条件;三是电站水库淹没少,对环境的影响小;四是距负荷中心成渝等市只有 200~600 km。四川水能资源的开发能够带动其他资源的开发,发展民族经济,利于本地水源涵养和水土保持,促进生态良性循环,根治长江泥沙问题。西南特别是四川应成为“西电东送”的主力电源点。

随着西南水电规模开发,西北地区煤电扩大建设规模后,西电东送和北电南送的电力将大幅度增加,全国电网将以三峡电站为中心,华中电网为枢纽进行调剂、调峰和补偿。西南、西北将进行水、火电力的双向互补为辅,西南电网实现对华南地区及通过华中电网对华东、闽台、华南的外送为主的策略。

根据《四川省国民经济和社会发展“九五计划”和 2010 年远景目标纲要》,2010 年力争实现全省国民生产总值比 2000 年翻一番,经济增长速度超过全国平均水平一至两个百分点,西南将成为经济发展热点地区。经济增长将带动电力的需求。到下个世纪中叶,西南、西北、华北将无多余电力资源可供外送,各缺能地区只能依靠发展核电或其它新能源以适应其电力供需的各自平衡的格局。但仍然存在汛期西南水电向东部送大量高峰电力,枯水期西北煤电、东部核电向西南送大量低谷电量。既缓冲东部、西部电网的调峰困难,也缓解西部补偿电源的困难。

#### 4 西南电网外送电的联网方式

按远景规划,全国的电网和电源基地划分为 10 个大区:东北(辽、吉、黑和内蒙古东部);华北(京、津、冀、鲁);“三西”(山西、陕西北部、内蒙古西部)火电基地;西北(陕、甘、宁、青)水电基地;华中(包括三峡)水电基地;华东(沪、苏、浙、皖)、西南(云、贵、川、藏)水电基地;华南(两广、海南和港澳)和闽台、新疆火电基地。其中有两个火电基地,3 个水电基地,其余 5 个为净受电区。

西南对外送电有利于振兴经济,特别是丰水期可以较廉价格出售弃水电量,枯水期亦可适当接受邻网火电,形成水火电优势互补。

西南地区周边,北有“三西”火电基地和西北水电基地,东有华中水电基地,南有华南核电,对西南形成一个能源包围圈。更由于全国电力市场的机制没有形成,加之西南地区长期缺电造成的影响,西南地区能源优势一时难以发挥。

联网送电方式有两种:一种是以特高压由电源区直达受电区;另一种是由电源区穿越中间区域再到受电区。前者以送电为主,获得联网效益为辅,后者以送电为辅,获得联网效益为主,这两种方式应该因地制宜,不搞一刀切。例如为了水火相济,西南水电可直送华南、西北,亦可经华中水电基地再送华东、闽、台。

目前,由于特高压还没有出现,各大区间宜用纯直流异步联网为宜,以保证系统的安全可靠。采用直流异步联网设计时应注意到换流站和逆变站接入点交流电网的短路容量和电压支撑符合技术要求,多回并联送电的送变站之间有足够的电气距离,就不存在跨大区电网的安全稳定和事故连锁反应问题,又能提供紧急支援而不会危及自身电网的安全。

目前,三峡到华东已确定用直流  $\pm 600$  kV 及已建成  $\pm 500$  kV 葛南线送电。2003 年三峡首批机组发电后,将实现四川与华中、华东电网联网。西北到四川的宝成线可用  $\pm 400$  kV 直流相联。由于我国特高压输电技术刚刚开始试验、设计、制造和运行,经验远未成熟,因此可适当引进技术和设备,目前只能搞若干过渡方案且具体方案须结合工程实际论证。

#### 5 西南电网联网的策略

(1) 随着四川的二滩、宝珠寺、广安、成都等大型电站投产,长达 20 多年的电力供不应求有所缓解,西南电网将逐步实施对外送电。因此必须重视外送电意义,认真研究联网工作及外区电力负荷和电力市场的发展规律,做到有的放矢,减少工作失误。

(2) 随着社会主义市场经济体制的完善,打破地区经济壁垒和电力行业的垄断,消除地方保护主义,建立全国电力市场,促进公平竞争,实现互利联网,优化能源配置,降低电力成本和电价,更有力地为用户服务。四川电网的决策者宜放眼量,正视邻网电力优势,积极参加电力市场的竞争。

(3) 为缩小地区经济发展的差距,保持综合国力的整体增长,从“九五”开始,国家加大了支持中西部地区投资发展力度。应抓住机遇,将这些政策落到实处。为保证电力建设资金的需求,应充分利用国家的优惠政策,拓宽筹资途径,广泛地、多渠道地筹集电力建设资金,力争西电东送成为国家的战略工程。

(4) 在联网过程中充分考虑西南、华中水电和西

(下转第 75 页)

的连接焊缝及固定螺栓再复查一遍,并将螺帽点焊牢固。工程师在检测记录上签字认可后,方可浇筑门槽二期混凝土。二期混凝土采用2 m一层进行浇筑,浇筑后对门槽再进行复测。

#### 4 闸门止水间隙的控制

由于制造变形等因素,在门叶、门槽预拼装修整时已发现闸门止水间隙不能全部达到0.03 mm的设计要求。经工程师、业主同承包商商定采用以下措施在安装中使闸门止水间隙达到设计要求。

##### 4.1 强制门槽变形

在下部门槽安装、调整完成后,将闸门吊入门槽就位。在闸门与门槽配合反轨面、底坎与门楣处中间塞6~8对小楔子板,然后检查止水间隙。用0.03 mm塞尺检查,每隔200 mm检查一点,应不能通过。如有局部间隙过大,可借助外力,如千斤顶、连接螺栓等调整,使门槽产生局部变形。加固时,在门槽上游设置4个20 t的千斤顶,使闸门青铜止水面与门槽主轨不锈钢表面紧密压合,并对局部间隙过大经调整后的部位进行强制固定,然后通过门槽上游端与凑合节的焊接及门槽二期混凝土浇筑时产生的定形力量使门槽与闸门的止水间隙达到设计要求。

##### 4.2 研磨门槽

按4.1的方法如不能达到设计止水间隙的要求,则采用研磨门槽的方法。首先准备闸门吊装用的承压梁、卷扬机和滑轮组。启闭机室顶部原设有吊装12 t油缸的承压梁,而闸门重量约42 t,所以采用180的钢管对原有吊梁进行了加固。研磨前,用10 t卷扬机通过滑轮组将闸门提到门槽顶部锁定,用压力水清洗闸门和门槽,在清洗干净的水封表面

涂抹红丹粉,然后用卷扬机降下闸门离底坎约15 mm,用2只千斤顶从门槽侧面加20 t的荷载强迫门叶紧靠在门槽的水封面上,然后减少千斤顶荷载,使门叶继续降下10~12 mm。重复操作3次,以使红丹粉能显示出门槽水封面上的较高点,然后吊起闸门,抛光修整这些较高点。重复上述步骤,直到满足0.03 mm为止。

##### 4.3 刷镀门槽

按4.1方法处理后,如水封间隙大于0.1 mm,为减少研磨工作量可采用刷镀方法处理。首先测出闸门与门槽水封的实际间隙,对需刷镀的部位作好记号,清洗刷镀部位。刷镀时,进行表面活化,刷镀结合底层后刷镀面层。刷镀后进行抛光修整,使其达到设计要求。因门槽水封材料为不锈钢,故刷镀结合底层采用Cu基镀液,刷镀面层选用Ni基镀液。

在实际安装过程中,经过4.1的调整方法后,检查水封间隙仅有几处不满足设计要求。间隙在0.04~0.08 mm之间,后经4.2的方法处理了10多次,使水封间隙全部达到了0.03 mm的设计要求(检测时用2个20 t的千斤顶,使闸门与门槽靠紧)。

#### 5 结语

二滩拱坝底孔工作闸门设计水头120 m,仅采用刚性止水,这在国内尚属首例。安装中采用两台缆机直接吊装闸门就位的方法以及在闸门止水间隙的调整中采用的强制门槽变形和研磨门槽的方式值得同行借鉴。虽然刷镀门槽的方法在此次施工中没有用上,但也可作为一种调整间隙的手段供同行参考。

作者简介

宋向男 国家电力公司成都勘测设计研究院监理处 工程师

(收稿日期:1998-08-15)

(上接第5页)

北火电的互补,以及南北负荷的错峰效益和东西负荷的时差效益。特别是装机18.2 GW的超巨型三峡电站发电后,将实现与华中、华东电网联网(即三峡电力系统)覆盖8省两市,人口占全国的46%,发电量占全国的40%,国民生产总值占全国的41%。该地区将成为全国联网的基础。随着三峡上游的金沙江、大渡河、乌江等流域的水电开发,在2030年前可能建成10多座大型水电站,总调节库容达700多亿 $m^3$ 。这些水量都将注入三峡水库,充分利用流域径流补偿调节,实行统一调度以大大提高三峡电站的保证出力,实现全年均衡发电,利用各电网峰谷时差,进而实现全年调峰。调峰范围西起成都,北达北京,东至上海,南到广州,三峡电站自然成为全国电网的中心电站。

(5)全国联网后形成电力大市场及厂网分离对电力工作是一个新的考验。西南电网各省局(公司)应积极参与电力市场运行机制的形成,做好各项基础工作,加强对电网规划、建设、调度和经营工作,努力提高电力运行水平和经营管理水平,而且要深入研究邻网电力负荷和电力市场发展情况,力争在全国电力市场竞争中立于不败之地。

#### 参考文献

- 1 张育英. 全国电网联网战略方案的探讨. 电网技术, 1998, (4)
- 2 钱家骥. 关于西北电网的探讨. 电网技术, 1998, (4)
- 3 马怀新. 四川电力工业发展概况及展望. 四川水力发电, 1998, (1)
- 4 徐奇. 也谈全国联网. 电网技术, 1998, (5)

作者简介

杨楠女 成都煤炭管理干部学院工程技术系 工程师 工学士

(收稿日期:1998-11-27)

## ABSTRACT

### Analysis on Acceptable Electricity Price for Sichuan Industrial Enterprises

Wang Zunxiang

(Hydroelectric Engineering Society of Sichuan, Chengdu, 610061)

Ma Guangwen

(Sichuan University, Chengdu, 610065)

**Abstract** At present, electricity price is low for the Sichuan Network so that capital with interest of hydropower projects can not be repaid easily. Low profit from construction of hydropower station directly influences simple reproduction and expanded one of power enterprises. On the other hand, consumers waste electricity extravagantly, leading to shortage of power supply and limitation of development for national economy. It is necessary to raise electricity price. However, a reasonable price is very important for national economy, energy saving, power development and benefits of consumers. Therefore, it is essential for us to determine acceptable electricity price for consumers.

**Key words** electricity price, cost, prices

### Influence of National Network Interconnection on the Southwest Network

Yang Nan

(Chengdu Coal Management Cadre Institute, Chengdu, 610072)

**Abstract** It is imperative to realize national network interconnection to form a good market for electricity. Based on analysis on significance, principle and mode of network interconnection, the role of the Southwest Network in the National Network, interconnection mode and plan for outgoing electricity are discussed.

**Key words** network interconnection, direct current transmission, electricity market, complementation of hydropower and thermal power

### Probability Distributed Unknown Multipurpose Risk Decision

Fang Daonan Ye bingru

(Jiangsu Investment and Management Corporation, Nanjing, 210029)

**Abstract** In this paper, the study on the multipurpose risk decision, in which the unknown probability of the risk factors can't be described, is made. First, the causes of risk formation are analyzed and the uncertainty of the model structure is considered. Then the surrogate risk function (sensitivity index) is adopted to assess risk. Subsequent, the multipurpose risk decision maths model is set up and the solution for the model is presented. Finally, the model and the solution are used in computation in the second stage planning of Danjiangkou Reservoir. The computation results show that the model and the solution established by surrogate risk function are correct and reasonable.

**Key words** multipurpose, risk decision, surrogate risk function

### A Preliminary Study on the Hydrologic Properties of Mountain Rivers

Wang Xiekang Yi Liqun Fang Duo Lin Shanyi

(Sichuan University, Chengdu, 610065)

**Abstract** Mountain rivers are characterized with distinct geographic features. And then, the nature of mountain rivers in the southwestern region is discussed. Based on measured data, preliminary study of its hydrological properties is introduced and provides a reliable basis to development of the southwestern mountain river resources.

**Key words** mountain river, hydrologic properties, flood hydrograph

### Analysis and Study on Sediment Delivery Ratio

Wang Xiekang Ao Ruchuang Yu Guoliang Fang Duo

(Sichuan University, Chengdu, 610065)

**Abstract** Sediment delivery ratio has always not been defined accurately and distinctly. This paper has made further study on the concept and impact factors of sediment delivery ratio. By firstly introducing grain size and duration factors, making use of dimensional analysis, the formula for calculating sediment delivery ratio has been obtained in different areas. It concluded that sediment delivery ratio should theoretically be in inverse proportion to erosive area instead of the whole catchment area.

**Key words** sediment delivery ratio, dimensional analysis, erosion