

从瑞士水电建设经验 谈我省集资办中型水电站

杨渭汶

(四川省水力发电工程学会)

当前, 电力供应不足已成为我省工农业经济发展的制约因素。根据四川省能源研究会受省科委的委托, 在1987年4月《四川2000年能源发展战略研究》初稿中提出: 能源需求中电力是突出的环节, 结合我省资源条件, 到本世纪末对电力的开发, 提出以下建议(表1)。

表1

项 目	1985年底已投产装机容量(万kW)	1986~2000年新增装机容量(万kW)	本世纪末达到装机容量(万kW)	(2)/(3)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
主网水电	130	626	750	1:4.77
主网火电	184	366	550	1:2.0±
地方电网	115	235	350	1:2.04
合 计	429	1221	1650	

*西南电管局提出2000年前新增装机应为1400万kW。

上表中主网火电, 经有关部门前几年的努力, 重庆电厂扩建的40万kW已投产, 白马电厂40万kW明年亦可投产, 加上其它在建的、近年内可以争取施工的, 总装机达481万kW。即使黄桷庄的120万kW受煤矿制约, 至少可作为本世纪末或结转到下世纪初投产的项目, 比较有把握的有361万kW, 与需要的366万kW基本符合。

主网水电: 目前在建的渔子溪二级、铜街子、宝珠寺共140万kW, 加上今年下半年开始施工的二滩300万kW, 合计为440万kW。与需要的620万kW尚有缺口180万kW, 应争取本世纪内能够投产较大型项目1~2个, 以满足“八五”期内用电急需, 如大型项目有困难, 宜向中型电站发展。

地方电网: 已建的115万kW中, 小水电占94%左右, 今后增加的235万kW, 火电规模要适当加大, 但水电仍占较大比重。可喜的是地方电网中的水电已开始从小型向中型发展。最近省人民政府决定, “七五”期间把发展中型水电, 作为地方电力的建设重点。对中型水电的建设, 省水电厅作了大量前期工作, 已初步选出15个投资少、工期短、效益高的项目, 装机容量均在5万kW左右。其中马回4.61万kW, 江口5.1万kW, 两电站已经国家计委及水电部批标兴建, 目前已开始施工准备, 确保“七五”期间投产发电。

这样主网水电及地方电网建设的重点将逐渐向中型水电转移。过去中型水电是国家

和地方两不管或少管的范畴，随着电的急需及改革的不断深入，中型水电站的建设必将进入一个新的发展阶段。

国家科委在1985年制定的《技术政策—能源部分》中指出：“水电是可再生的一次能源，必须贯彻优先开发的方针，尽可能扩大水电建设的规模。……中型水电站投资较少，工期较短，应统一规划，鼓励地方和企业集资兴办，国家加以扶植，谁建设谁受益”。

我省可开发的中型水电站，总容量为1354万kW，目前已开发利用的仅5%左右，潜力非常巨大。对集资办中型水电站，限制其发展的因素主要是低电价、高利息、高税利三大问题，归根到底是建设、运行、销售的生产关系约束了生产力的发展。如何使这些生产关系适应生产力的发展，作者借鉴欧洲瑞士国的经验，提出集资办中型水电站的一些意见，供领导及有关单位参考。

一、瑞士水电建设的一般情况

瑞士是欧洲的一个内陆国家，面积41300km²，人口约360万，分别相当于四川省的7.5%和6.3%。截至1981年底，全国水、火电装机合计约1410万kW，其中水电装机约1150万kW，占整个电力装机的81%；若以发电量计，水电占70%。瑞士是以水电为主，解决电力供应的一个成功实例。

瑞士全境是山地和高原，著名的阿尔卑斯山脉横贯南部，众多大、中、小河流在此发源，向东、西、南、北分流。所以水电站的流域面积一般都不大，高水头电站在南部比较普遍，中部次之，北部莱茵河为低水头的径流电站，水力资源丰富。

瑞士是世界上有名的旅游国家。但资源比较贫乏，只有极少量的煤、铁、石油和铀矿。为了利用其丰富的水力资源，早在上世纪末就开始起步，五十至六十年代的二十年间，达到了建设高峰，奠定了水电建设领先于工农业生产的基础。用瑞士人自己的话来说，水电建设奠定了“工业的基石”。为便于分析，现将瑞士已建成的5万kW以上的水电站，按河流（见图1）、年代（见表2）说明如下：

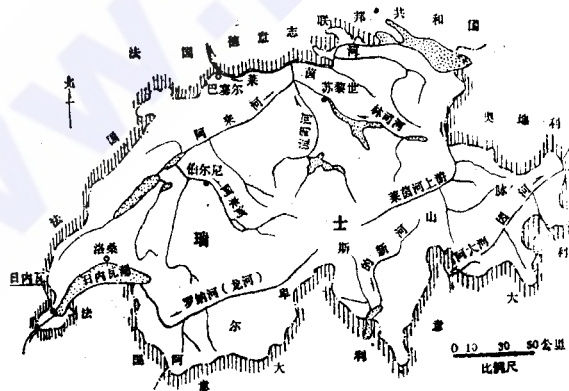


图1

表 2

河流名称	按年代的装机总容量(万kW/水电站座数)					合计
	三十年代 及以前	四十年代	五十年代	六十年代	七十年代	
1. 因 河				33.8/2		33.8/2
2. 莱茵河上游	31.9/3		15.7/2	7.2/1		54.8/6
3. 莱茵河			27.0/3	110.3/7	34.6/2	171.9/12
4. 林司河	15.2/2			26/1		41.2/3
5. 流司河			5.3/1	16/1		21.3/2
6. 阿来河	8.3/1	26/2	12.5/1		7/1	53.8/5
7. 罗纳河 (龙河)		33.2/4	68/7	136.4/6	46.7/4	284.3/21
8. 的新河		11.6/2	21/2	94.7/7		127.3/11
9. 阿大河			13.8/2			13.8/2
合 计	55.4/6	70.8/8	163.3/18	424.4/25	88.3/7	802.2/64

从上表可以看出:

1. 瑞士在四十年代末(1949年), 全国5万kW以上的水电站装机总容量已达126万kW, 这个数字大致相当四川省1985年末的130万kW水平。五十、六十年代, 瑞士水电建设进入高潮, 从1950~1969年的二十年内, 建成5万kW以上的水电站总装机达587.7万kW(43座)。也就是说, 这二十年内, 每年投产的装机容量平均为29.4万kW(2.1座)。

2. 瑞士没有自己的出海口岸, 两次世界大战虽然都没有参加, 但由于周围参战国的禁运, 油、气、煤的输入受到了严重的影响, 所以第二次世界大战后, 下决心建设自己的水电, 以水电代油、代气、代煤。经过1945~1949年的积极准备, 二十年内就结出了丰硕的成果。(那时欧洲各国, 都开始各自的大规模建设, 不论投资及建设材料可以想像是比较紧缺的)。

3. 瑞士在1971年底, 5万kW以上的水电站总装机容量达802万kW, 其中10~30万kW的占半数, 25万kW以上的仅7座, 最大的一座装机为37万kW; 合计总装机容量为206万kW, 可以认为瑞士的水电站, 绝大多数在中型范畴。

瑞士由于大量水电站的投入运行, 廉价的电力, 促进了工业的迅速发展, 使国家工农业产值在结构上发生了质的变化。机电设备, 精密仪器的制造及化工产品开始占主要部分, 传统的旅游业及钟表制造的收入降为次要地位。七十年代末以来, 国民经济总产值人平一直超过1万美元, 除人口少的几个中东石油输出国外, 瑞士的人平产值, 超过了美国、日本、西德等位居世界前列。

4. 在瑞士城镇及绝大部分农村的生活领域, 都实现了电气化。瑞士生活水平一般高出我国十倍以上, 但电费在日高峰时段按瑞士币制计算为0.132法郎/度, 晚上低谷时段只0.051法郎/度, 折合我国人民币, 以1980年比值计算分别为0.119及0.046元/度, 到1986年7月因几经调整, 分别为0.29及0.11元/度。总的来说, 仍相当四川省目前生活用电单价0.22元/度。瑞士一个四口人的家庭, 三室一厅, 电炉烧饭、冰箱、空调、照明及另屋用电以250~300度/月计算, 每月电费支出仅及一般职工收入的1%左右。电气化程度这样高, 而电费又这样低, 不能不归功于水电。

二、瑞士水电建设的基本经验

分管理体制与技术两方面叙述。

1. 管理体制

电厂或梯级组成的电厂，是一个经济实体，按协议向电网售电，并自负盈亏。电厂由企业或企业及地方集资（少数亦有国外合资的）。由集资者按股派出代表组成董事会决定电厂大计。由董事会任命负责人在基建阶段选择设计单位、施工招标、质检及验收工作，投产以后负责运行及利润分配。由于水电站一旦建成，其发电成本远较火电为低，除去应上交的税利，一般能保证每年分成较多地高出银行同期定期存款的利息，所以企业及地方乐于在这方面集资。如南部大狄克逊斯系统，包括两个梯级，总装机容量67.2万kW（不包括原已发电老厂的14万kW），总投资共16亿瑞士法郎，由洛桑瑞士西部电力公司、拜尔州（州为其国家下的省，实际面积相当于我国一个大县）、伯尔尼电力公司及巴登瑞士北部电力公司等四家组成。其中瑞士西部电力公司集资60%，余三家各13.33%。1950年开始施工准备，1961年大坝及两个梯级水电站相继建成。跨流域引水系统于1965年建成，跨流域引水系统包括最大引用流量为90m³/s、长105km的引水隧洞，75个取水点及总装机19.27万kW的水泵站四座，规模相当庞大。由于工期相对较长，每年平均投资约1亿瑞士法郎，由四家集资者按以上比例分摊。

2. 技术方面

就勘测设计、施工及机组制造等分别说明。

勘测设计 瑞士对自己的水资源不仅充分利用，而且做到精打细算，几乎滴水不漏。在修建高混凝土坝及高抽水蓄能方面有较丰富的经验。高285m的大狄克逊斯混凝土重力坝，至今仍为世界上最高的混凝土重力坝（总混凝土量596万m³，总库容4.0亿m³）。瑞士修建的双曲薄拱坝较多，在24座100m以上的高坝中，竟占了20座。这些拱坝断面很薄，厚高比为0.113~0.227，所以坝体混凝土量少。长隧洞引水系统与我国现行采用方法类同，但在有条件的地段，五十年代中期就引用锚喷混凝土作永久支护。虽然采用常规的钻架台车开挖，但光面爆破不仅有效地控制了超挖，特别是减少了对围岩的扰动，从而增强了围岩自我承载能力，并取得了较好的节约效果。厂房，特别是高水头电站，不论河谷狭窄与否，多数做成地下式，采用喷锚混凝土代替厚重的钢筋混凝土衬砌。例如，日内瓦湖东侧的宏林抽水蓄能电站的厂房，跨度30.5米，围岩为中等石灰岩，1968年就成功的以喷锚混凝土作顶拱及边墙的永久支护。笔者曾于1979年登上厂房顶棚夹层，观看顶拱喷锚层的质量，基本上无裂缝，渗漏水量亦极少，证明质量良好。

瑞士对大坝、地下厂房的监测工作十分重视，特别能做到连续自动监测，对保证安全起到了重要的作用。

施工 机械化程度较高，施工人员不多。一个电站分阶段施工，一般只有300人左右，最大的大狄克逊斯坝施工人员亦不到500人，连同几个隧洞、厂房等，高峰人数亦仅1500人。一般中型电站的工期5~6年，施工质量良好。山区的水电站，混凝土天然骨

料缺乏,多用冰川沉积物的块卵石经破碎后,用皮带机运送到坝头集中使用。该国气候条件比较有利,坝体混凝土温控仅用冷却水管进行二期降温,不采用复杂的骨料预冷,一定程度上减少了混凝土的单价。总之,施工质量及工期一般能得到保证。设计部门也敢于采用先进的结构型式,尽可能的节约工程量。先进合理的设计大大简化了施工,施工与设计互相促进,形成了一种设计技术与施工水平不断发展的良性循环,这是值得提倡的。

机组制造 BBC (Brown Boveri Company) 发电机厂,具有制造单机容量一百万千瓦级发电机的能力,Escher Wyss 是水轮机、闸阀和分岔钢管的著名制造厂,新月牙形内加强肋钢岔管就是该厂首创。除向本国提供上述设备外,还向许多国家出口。他们依靠设备比较齐全,又具有精密测试仪表的优势,其效率高出其他发达国家约1%。该厂技术负责人强调说,他们产品的出售价格虽略高于其他发达国家,但考虑到效率较高的优点,从长远来说是合算的。

瑞士还有中小型的水轮发电机制造厂,特别在高水头水轮机、高水头抽水蓄能水泵制造方面,有较丰富的经验。他们凭借技术上的优势,从西德等国进口钢材,利用廉价的水电作为加工动力,产品除供本国需要外,大部分用以出口,从而使机电制造业成为国民经济总产值中的重要组成部分。

三、关于集资办我省中型水电站问题

我省水力资源十分丰富,乘改革、开放、搞活的东风,把中型水电站搞上去,参照上述瑞士经验,前景是十分广阔的。

汶川县的草坡水电站,是我省集资办的第一个中型水电站,装机容量3万kW,预计1988年内可以投产。汶川也是小水电发展较快的县分之一,亦是全国100个农村办小水电试点县之一,1985年底已达到全国农村电气化初级标准。(按:到1986年底止全国100个试点县中已有12个县达标,其中有我省的汶川和荣经二县)。汶川县近三年逐步提出以小水电为突破口,提供充足的电力吸引外地厂商到汶川办厂和向成都电网卖电相结合的发展战略,加快了商品电开发的步伐,在搞好产、供、销的过程中,三年来平均发电9300万度/年,其中本县生产、生活用去近3000万度,向成都电网售电3000多万度。1986年产值约400万元,利润约100万元,占全县工业利润的1/3,相当该县当年财政收入的一半。

汶川县的实践证明,电力本身就是紧缺商品,它把本地资源优势转化为商品优势,并带动本县及附近地区经济的发展,经济效益与社会效益均很好。从中还可看出,在3万kW的草坡电站投产以后,其效益会更加显著。值得指出的是,以上是在低电价、高利息、高税利的旧生产关系中取得的,与电力自我发展能力的要求还差得很远,但从中可以看出,它潜在的生命力是强大的。

为了鼓励集资办电,国务院早在1985年5月就批转了国家经委等部门《关于集资办电和实行多种电价的暂行规定》,对改革、搞活起到了良好的指导作用。批文中还谈到“各电网和省级电业部门可根据本规定制定实施细则,报上级批准后执行”。

1985年12月辽宁省人民政府为支持小水电,明确规定小水电属计划外电量,纳入议价的分配范围;并规定“每年丰水期6~9月电价不变,其它8个月在原电价的基础上,每度电增加0.11元,电网取代销费1~1.2分”。这样大大激发了群众办电的积极性。过去群众说:“八十年代的造价,五十年代的电价”“办电的负债,用电的发财”,调整电价后,贷款得以偿还。实施一年多以来,成效显著。福建省在扶植集资办中型水电更迈出了新步伐,将乐县范厝水电站(3.6万kW)由省电力局,县、闽江局三方集资,工期约三年,今年底一台机组即将投产。

我省每度电工业产值不如辽宁高,辽宁等省的情况当然不能直接引用,但为加速我省中型水电站的发展,应根据国务院批示精神,参照兄弟省经验,结合本省具体情况拟出自己的实施细则,以正式文件昭示于地区、县、企业、集体及个人。内容建议包括以下几个方面。

(1)体制 新建中型水电站或中型梯级水电站,要成为一个经济上的实体,由集资者按股推派代表组成管理委员会(相当于一般公司的董事会,股东对电站拥有产权,可以分取利润)。由管理委员会推选负责人进行电站的筹建,包括选择设计单位、施工招标,以及施工过程中的监督与验收。电站投产后,负责运行,偿还贷款,分发股息及有关扩大再生产等事宜。

电站与其它独立核算的工矿企业一样,受省有关厅(局)的领导或指导。电站在施工及运行期间,需要国家统配的材料及设备,允许大部分纳入地方的物资、设备供应计划。

(2)集资份额及电价 在集资份额上,地方、企业、集体或个人,集资部分为电站总投资的40~50%,银行贷款30~25%,利息争取从优;国家扶植30~25%(或600~500元/千瓦),年利息3.6%,偿还期建议可宽限到20年左右。

电价除自用部分外,上网部分按合同向国家电网输送。鉴于中型水电站在集资的性质及比例上,大致与小型水电站相同,而难度上更大,具有开拓性质,建议原则上纳入议价范畴,洪水期不低于保护电价(如0.08~0.09元/度),枯水季适当提高。区别了洪、枯水期电价后,在政策上亦促使中型水电站向有调节的方向发展。

(3)税利及利益分配 关于税利的上交,宜不高于煤炭、石油等能源项目。具体是,在未付息期间,允许免交能源、交通税、产品税5%,在银行贷款及国家扶植的本息还清以后,各种税率合计不超过10%,或再规定投产后一定时期内不变。

关于集资者利益分配,除享受银行同期存款的正常利息外,鉴于中型电站建设具有开拓性质,允许增发一定数量的红利。还本期间红利不高于5~10%,还本以后亦不高于8~12%。多余的作为扩大再生产的资金。

(4)坚持基本建设程序 为保证电站投产后能正常运行,坚持设计、施工各阶段的基建程序,是十分重要的环节。根据现行规定,计划下年度施工项目,初步设计与概算要在本年度10月分以前获得批准。计划列入“八五”计划的项目,1990年要有批准的可行性研究。由于中型水电站工期较短,一般3~5年,今后三年多时间内,不仅要为“七五”后期施工项目提出初步设计,还要为“八五”立项的提出可行性研究,任务比

(下转16页)

四、结 语

(一) 沙金坝综合测试基地是目前国内研究深厚覆盖层特性的最大综合测试基地, 为系统研究深厚覆盖层工程地质与水文地质特性提供了比较完善的模拟对比设施, 且可多次反复使用, 开创了地质、试验、综合测井等专业间的相互联系, 促进了各专业的发展。1985年12月在北京由水电部主持, 聘请专家召开的部级评审会上, 给予很高评价。该项目属国内首创, 填补了国内空白, 效益显著。

(二) 从深厚覆盖层综合测试模拟对比试验成果看, 利用综合测试方法可以对河床深厚覆盖层作定性分层, 结合试验工作可对各层次的容重、颗粒组成、结构作出定量评价。

(三) γ - γ 测井中, 影响定量评价的因素很多, 孔径是诸因素中影响最大的。为提高测试精度, 钻孔应使用 MY-1A、SM 植物胶无固相冲洗液护壁, 孔径以 73 及 89mm 为佳。在裸孔中测试, 以利进一步深入研究。

(四) 今后将对冰碛泥砾石系列、现代河流冲积层系列进行综合测试模拟对比试验, 进一步研究深厚覆盖层的特性, 并作定量评价, 为工程设计提供物理力学参数。

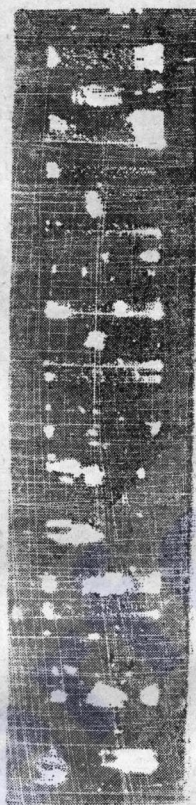


图 12 粗料土模拟层超声成相照片

(上接第6页)

较艰巨, 亦需一定数量的勘测设计前期工作费, 需要有关厅、局分别规划, 省计委统一安排, 这是第一关; 第二关是集资; 第三关是电站开工以后, 所需水泥、钢材及施工设备较多, 需要及早筹划, 有的可利用现有厂、矿扩建, 有的可在适当地点筹建中小水泥厂, 这对减少议价采购比重, 减少运距, 降低造价, 有十分重要作用。

综上所述: 我省中型水电有丰富的资源, 建国 38 年来又有修建大、中型水电站的实践经验。瑞士国土面积及人口均为我省的 1/14, 他们在 20 年内能够建成 5 万 kW 以上的水电站 588 万 kW (中型为主), 我省电力十分紧缺, 结合改革的深入, 经过努力在 2000 年前建成一批容量稍多的大中型水电站, 应该是有希望的。

以上是发展我省中型水电站的论证, 但并不排斥逐步开发我省大型水电站和积极开发小水电的方案。大、中、小并举是国家的已定方针, 中型水电站的建设是多方面都不可忽视的。