

充分发挥四川省水能资源的战略 优势——优先发展水电

本刊编辑组

编者按：1. 原文系学会81年12月向四川省委的技术咨询性报告。本刊刊载时，作了适当删减，未全文发表。

2. 原文系由“水能规划及动能经济专业委员会”编写，学会讨论，曹秉铨付理事长统改定稿。参加编写的有：蔡承忠、孙若蕴、张登仕、周见名、杨永年、毕福生、王作人、宋锡川和陈宗义等同志。

3. 鲁大东省长对原文作了如下批示：“这份材料我看过了。设想是对的，这个远景规划总会实现。” 鲁大东 2.26.

近几年来，四川省能源供应出现了全面的紧张局面，电力问题尤为突出，已经严重地影响国民经济的发展。这是十年浩劫我省能源建设遭到严重干扰和破坏以及长期以来对发展水电重视不够所造成的后果。因此，当前电力供应的被动局面，不是暂时现象，它还将继续一个时期，影响相当深远。出路何在？已成为普遍关心的问题。本文旨在从我省能源的实际情况出发，阐明我省水能资源在能源构成中的战略优势地位，以及从根本上解决我省电力供应不足就必须优先发展水电的理由和根据。提出对今后二十年内我省水电建设安排的意见和设想。对于不少同志所关心的水电工期、造价、发电能力的季节性变化、投资经济效果和库区淹没等问题，也作了一些分析和说明，以利统一认识，共同促进我省水电事业的迅速发展。在我省优先发展水电，这是一项十分艰巨的任务，存在着不少有待解决的问题，在这里也择要提出了一些建议和意见，以供领导机关和有关部门参考。

一、水能资源在四川省能源构成中的地位

四川省一次常规能源有水能、煤炭、天然气、石油四种。其基本情况如下：

(一) 水能 我省水能资源理论蕴藏量占全国的22.2%。可能开发的水电装机容量为9167万千瓦，年发电量为5153亿度，后者占全国的26.8%，西南云、贵、川三省的52%，长江流域的一半。西部山区包括盆地西部边缘，可能开发的水能资源约占全省的85%。主要集中于金沙江、雅鲁江、大渡河三大江河流域。水量丰富。洪枯水量比值不大，枯水期流量相对较丰。规划中的大型水电站（装机25万千瓦以上）总容量占可能开发容量的82%。少数规模

在300万千瓦以上，个别达1000万千瓦。电源点多位于高山峡谷少数民族地区。筑坝建库，一般淹没损失轻微，以年发电量一亿度为单位计算，平均淹没土地30~50亩，不到全国平均数的3%。建坝工程量也相对较小，为我省水电建设的重点地区。但也同时存在不少困难和不利条件。如在高山峡谷地区建坝，不易形成较大库容调节性能良好的水库，大多只能起季调节作用。由于交通不便，地形陡峻，河道狭窄，洪水流量大，河床有深厚复盖层，且地处发生过强烈地震的区域，地质构造复杂。江河又是我国主要林区大量木材浮运的通道等，都给电站建设带来许多困难，欲把资源拿到手，要作很大的努力。盆地水能资源主要分布于长江干流、嘉陵江、涪江、渠江流域的四川腹地。省境白龙江、乌江下游河段以及川东长江的一些支流上也有资源分布。我省丘陵腹地人口稠密，人多地少，为主要农区。为了避免建坝淹没损失过大，一般壅水不高，故电源点比较分散，规模一般不大。本区交通方便，地质构造较为简单。在西部地区会遇到的困难这里大多并不存在，是其有利之处。

我省水能资源如此丰富，在五十年代即已基本查明。但是迄今开发程度很低，到一九八〇年底止，已建成大中小型水电站总容量不过200万千瓦（其中：小型约占40%），仅占可能开发容量的2.2%。一九八〇年发水电72.7亿度，仅占可能发电量的1.4%。两者均低于全国平均水平。

（二）煤炭 全省煤炭到一九七九年未止，已探明储量仅占全国探明储量的1.1%。

全省原煤产量，一九七九年为3838万吨，一九八〇年产3898万吨。经过调整，预计到一九八五年产量可达4100万吨，“七五”期间年产量不会有多大的增长，估计到本世纪末，我省原煤年产量将不超过5000万吨。我省煤炭消费，基本上以产定销。一九八〇年发电用煤约600万吨，占总产15.8%，占省统配煤的36%。对省统配煤的产销平衡影响颇大。随着我省国民经济的发展，对煤炭的需求也有相应的增长。按照我省煤炭工业的现状，煤炭生产不仅不能满足近期的需要，且往后供需矛盾更加尖锐。其根本原因，乃是我省已查明的煤炭储量不足，为此必须早作打算，妥善解决。

（三）天然气 现已探明的储量约1100亿立方米，后备资源尚待查明。

天然气的消费构成，一九八〇年化工、化纤生产原料用气和燃料用气约各占一半。天然气作为一种宝贵的化工原料和一种净洁的高效燃料，今后无论资源情况和产量有何变化，应首先用来满足工业原料和城市人民生活的需要。作为工业燃料，是极大的浪费，应予严格限制。

（四）石油 省内石油储量尚待进一步查明，目前产量有限。

我省一次常规能源的各种构成见表1。

根据我省能源资源及其开发利用情况，其特点可以归纳如下：

（1）煤炭在我省当前能源生产和供应中占主导地位。今后仍将占十分重要的位置。但已探明储量不足，开采水平已接近最终规模，增产潜力有限，无论近期、远景，都无法满足国民经济发展的需要，而且缺口越来越大。这是我省能源问题的主要矛盾。

（2）水能资源十分丰富，在全省可开发能源中占绝对优势。但开发程度很低，潜力很大。应多搞水电，节约火电用煤，缓和煤炭供需的矛盾。

（3）天然气应首先满足工业原料和城市人民生活的需要，在今后的能源生产消费构成中，比重将逐渐下降。

表 1.

四川省一次常规能源构成表

能 源		每年可开发量		一九八〇年生产		一九八〇年消费	
		数 量	%	数 量	%	数 量	%
水电	亿 度	5150		72.7		82.46	
	折合标煤万吨	22350	86.4	316	9.1	358	9.6
煤炭	万 吨	4700		3898		3900	
	折合标煤万吨	5360	13.0	2783	79.6	2786	75.1
天然气	亿立方米	13		31.5		31.5	
	折合标煤万吨	158	0.6	382.4	10.9	382.4	10.3
石油	万 吨	9		9.5		130	
	折合标煤万吨	13		13.6	0.4	186	5.0
合计	折合标煤万吨	25881	100	3495	100	2712	100

注：1. 各种能源标煤折合率按省统一规定计算。

2. 一九八〇年由甘肃碧口水电站购入9.76亿度。

3. 煤炭按采储比1:150计算可能开发量，一九八〇年消费为估计数。

4. 天然气可开发量按采储比1:25计算，三项数量中均已将原料用气按1980年实用31亿立方米扣除。

(4) 石油关键在寻找新的可采资源，增产才有希望。

(5) 我省80%的人口在广大农村牧区。许多地方燃料短缺，影响生活生产，能源问题还没有得到解决。除继续发展小水电外，还应因地制宜开发利用各种新能源和再生能源，如生物能（沼气、薪炭林）、太阳能、风能、地热能等。特别是发展沼气，已见成效，尤应大力推广。使广大农村地区需要的能源，首先是生活用能问题，尽可能做到就地解决。

据此，我省的能源政策似可归结为：“加强资源勘探。狠抓煤炭，多搞水电。用好天然气，努力争取多产石油。广大农牧地区因地制宜，充分开发利用各种分散能源，尽量就地解决”。

二、为什么四川省要优先发展水电

修建水电站除了前面所说的我省水能资源的战略优势地位外，尚具有下述优点：首先，水能是一种净洁的可再生能源，对环境没有污染。能量利用率较高，一旦建成，就可长期利用。这与火电依赖消耗性能源为燃料，而且往往污染环境形成鲜明的对比。第二，水能资源是一种分布广泛而又能大量集中经济开发利用的主要再生能源。第三，水电在电力系统中具有

运行机动灵活的特点。在系统中往往担任调频、调峰任务，有利于保证电能质量。并能使火电机组平稳运行，降低煤耗。水电在系统中承担事故备用容量，在几分钟内即可消除事故，或防止事故扩大，使系统恢复正常运行，大大提高电力系统的安全性。第四，建设水电站，除发电外，往往还同时具有如防洪、灌溉、航运、城市供水、养殖、旅游等等一种或几种效益。第五、水电成本低廉。在四川发电成本每度不到一分钱，大约为火电的三分之一。丰水期内发出的电能往往占全年的70%以上，既有大量季节性电能可以利用，又有降低现行电价的实际可能性。这就为扩大用电范围发展电化、电冶等大耗电工业提供了有利条件。

水电作为现代能源工业的历史，迄今不过七八十年。从三十年代起，首先在一些欧美经济发达国家比较迅速地发展起来。且不说那些现在水电比重占绝对优势的如挪威、瑞士、加拿大、巴西等一些国家，就是那些目前水电比重较小的如美国（12%）、法国（28%）、日本（16%）等国家，也都曾经历过一个优先或积极开发水电的历史时期，它们的水电比重曾分别达到37%、61%和85%。只因近来条件较好的资源已基本开发完毕或其他原因才使水电比重逐渐降下来的。自从石油价格猛涨以来，一些发达国家又在积极地重新开发水能资源，扩建改建老厂，挖掘潜力。第三世界的许多国家也都在大力发展水电，世界银行并给以经济上的支持。总结国际上的经验，走积极发展水电的道路，可以说是一条普遍的规律。我们在四川既尝到过积极开发水电的甜头，也吃了水电建设被耽误的苦头，经验教训是很深刻的。

我们在上面说了水电的许多优点，并不是贬低火电、不要火电，而火电设备出力不受季节变化的影响，水电是难以办到的。所以在优先发展水电、提高水电比重的同时，也还要适当地增加火电容量，才能在系统中互相配合，充分发挥各自的优势，取长补短，提高全电力系统的经济效益。

总的说来，提出在四川省实行优先发展水电这个长期方针，主要理由有三条：一是水电有许多优点，特别是因为水能是一种可以持续利用的净洁的再生能源，在电力建设中具有特殊重要的意义，这是主要根据；二是我省水能资源十分丰富，在能源资源中占有战略优势地位，这是必要的条件；三是发展水电经济效果良好（后面还要具体说明），这是经济上的合理性。集中到一点，就是按照客观规律办事。

在我省优先发展水电，必须实行大中小结合，以大型为骨干的方针。重点在西部。近期应首先选择一些规模适当、见效快、建设条件较好的大中型工程作为建设对象。小水电站要在整顿、巩固、配套并在搞好规划的基础上继续稳步发展，逐步增加单机容量较大电站的比重。在地区分布上适当注意平衡，使更多的农村、集镇用到水电。装机规模一般以满足当地需要为原则。注意经济效果、提高工程质量。小水电纳入主网存在的问题，要妥善解决。

三、关于水电建设中几个主要问题的说明

加速开发我国丰富的水能资源，通过三十年来的实践经验，上下认识基本趋于一致。近来中央又把优先开发水电作为我国能源政策的重要组成部分，方向已经明确。但是长期以来，一些关心电力建设的同志认为：水电建设周期长，往往缓不济急；投资大；洪枯水发电能力差别大；设备利用程度低等，不如火电有利。水电还有库区淹没损失的大问题。为了统一认识，我们认为有必要按照实际情况作一些解释和说明。

(一) 关于建设周期问题

从我省已建成的几座主要水电站看，从导流工程正式开工到第一台机组投产的工期，狮子滩(装机4.8万千瓦)只用了两年。龚咀(70万千瓦)、映秀湾(13.5万千瓦)、渔子溪一级(16万千瓦)分别为5.8、5.0和6.3年。它们都是在十年动乱期内建成的。如果不受干扰，工期还可能缩短。水电站从开始发电到全部投产的时间，会受负荷需求或设备供应等因素的影响。龚咀电站历时七年多是不正常的，如果单就机组安装速度而论，大约三年多时间就可以把全部机组装好投产。我省水电今后开发重点在西部，且大部都是大型工程，自然条件复杂，施工困难，存在着不少使工期延长的因素。考虑了这些因素，大中型工程所需要工期估计如表2。

表2. 大中型水电工程工期估计表

工程类型	大 型 工 程			
	中型工程	25~50	50~100	100~300
装机规模(万千瓦)	小于25	25~50	50~100	100~300
正式开工到开始发电需要工期(年)	3—5	5—7	7—9	9—11
开始发电到全部投产需要工期(年)	1—1 $\frac{1}{2}$	2	2	2—3

水电站的建设周期，受自然条件影响较小。土建工程量远比同等规模的水电站小。估计从开工到投产，中型工程工期为2—3年，大型工程3—5年(川南豆坝火电厂装机30万千瓦，建于“文革”时期，开工后四年二个月开始投产)，都要比同等规模的水电站为短。大型工程差别尤为明显。但是必须指出，给火电厂供应燃料的煤矿建设周期却是相当长的。以建设一个容量100万千瓦年发电量为50亿度的水电站为例，开始投产工期9年，总工期11年。如用一个年净发电量相同的火电厂来代替，一年需耗用原煤300多万吨，需建若干对大中型矿井才能满足电厂用煤的需要。中型煤矿一般要在开工五年后才能出煤，7—8年达到设计能力。大型煤矿开始出煤需8—9年。由此可见，决定火电厂投产的迟早，不是火电厂本身而是煤矿的建设周期。各种不同工业企业的建设周期，是由企业本身的特点、规模以及建设条件所客观决定的。如果人们充分意识到水电工期长的这一特点，如同对待煤炭工业那样，根据需要与可能，妥善地安排建设计划，使每年都有足够的资金投入建设，保证一定的在建规模，使水电的生产能力按计划陆续增加，那是不难做到的。否则临渴掘井，自然缓不济急，陷于被动。在这个问题上我们应当认真吸取过去的经验教训。

(二) 关于造价问题

据我省已建成投产的八座大中型水电站统计，每千瓦造价737—1267元，平均为912元。我省几座主要火电站平均每千瓦造价为642元。如火电按每千瓦设备每年消耗原煤3.5吨计，需增加煤矿投资350元。此外，煤炭运输约占我省铁路运输总量三分之一，每千瓦火电尚需摊铁路投资约100元。每千瓦的输变电投资，水电因离负荷中心较远，应大于火电。估计水火电每千瓦分别摊350元和250元。

照以上水火电本身造价加上各自的附加投资后，水火电每千瓦的综合造价分别为1262元

和1342元,火电略高,差别不大。近几年来,由于调整物价,按目前情况估计,水火电每千瓦平均造价大约分别为1200元和800元,计入附加投资后每千瓦分别为1550元和1500元,基本一致。这种趋势,估计在今后相当长时期内不会有明显的变化。

(三) 关于水电站发电能力的季节性变化问题

我省大多数水电站,由于水库调节性能较差,河流来水量夏丰冬枯这一客观自然规律起着主导作用,确实存在丰枯水季发电能力差别较大的问题。“可靠出力”这一水电站特有的动能指标,只是意味着某一保证率条件下,在某一时段内的平均发电能力,通常指的是一年中发电能力最低时期。但是,此时水电站拥有大量富余的设备容量,可用以承担系统的部分调峰任务和其他任务,其总容量远远超过可靠出力。除了发电量要受可靠出力所提供电量的限制外,实际上不存在按固定的可靠出力运行的情况。因此,水电站的可靠出力,在大多数情况下,与其说是一种容量指标,不如说是一种电量指标。其次需要说明的是,水电站的装机容量,系由必需容量与重复容量所组成。必需容量又分为工作容量与备用容量。以龚咀电站为例,装机容量70万千瓦,可靠出力18.3万千瓦,占26%。设计工作容量40~44万千瓦(实际运行中达到37万千瓦)。另分担系统负荷备用容量5.5万千瓦,事故备用容量4.5万千瓦。检修一台机组占用容量10万千瓦。共计必需容量为60~64万千瓦,为总装机容量的86~91%。重复容量仅6~10万千瓦。狮子滩电站可靠出力1.47万千瓦,按必需容量装机4.8万千瓦,已全部得到充分利用。我省其他一些水电站,包括在建的和规划设计中的,必需容量一般都占装机容量的三分之二以上,说明容量利用程度并不见低。设置重复容量,在经济上也是合理的。我省近年来电力供应严重不足的根本原因,是电力建设远远落后于负荷增长的需要。为了缓和供电的紧张状态,不得不在丰水季多发多供。除部分火电设备进行检修外,几乎动用了系统内所有可以动用的设备来发电,其中也包括了重复容量和不应当动用的备用容量(此时因水电满发,这些容量已经转移到火电方面来了,使动用成为可能)。但是一到枯水季节,由于水电重复容量发电能力的消失,水电原来承担的那一部分备用容量又无法动用来正常发电,其结果必然导致系统发电能力的大幅度下降,被迫实行限电。由此可见,丰水季多发,本来就是临时性的应急措施,并且是以降低系统运行安全稳定性为代价的。要从根本上扭转这种被动局面,必须大大加速电力建设的步伐,争取早日做到电力先行,同时结合采取其他如设置丰水季多用电的大耗电用户等有效措施,有计划地调整丰枯水季的系统负荷,以适应水电站的特点。那末,系统的正常运行就能够得到保证,枯水季严重缺电的现象,也就完全可以避免。

这里还要说一说水力发电设备的利用程度问题。我省大中、型水电站的设计计算利用小时数大多数在5000小时以上,居全国前列。同国内一些火电占绝对优势的系统相比,也不相上下。总的说来,设备利用程度是比较高的。另一方面,也必须指出,只要水电站的装机容量的确定是经济合理的,则据以计算所得的利用小时数,无论是高是低,自然也都是合理的。它不是设计水电站所追求的某种经济指标。水电站利用小时数的多少,同它的经济效果并没有必然的内在联系,因而不宜把它当作衡量经济效果的指标。在实际运行中,达不到设计计算平均指标,除了受来水影响外,还可能有其他原因,应作具体分析。

(四) 关于投资的经济效果问题

根据多年资料统计分析，我省水火电每度发电成本分别为0.8分和2.5分。按统一电价计算，每度电积累分别为6.0分和3.4分。每度电利润分别为4.9分和2.3分。一九八〇年全网资金积累率和利润率分别为22.2%和15.5%。就系统内部在同等基础上进行计算比较，水火电的资金积累率分别为28.1%和19.1%。利润率分别为23.7%和11.1%。水电明显高于火电。如果所发水电全部用火电代替，全部火电利用小时提高到5600小时，积累率和利润率大约将分别提高到22%和13%，仍未超过上述全电网的实际水平。为此选择两个具有一定代表性的水火电站，按其建设投资和投产时间的实际情况，用3%的年利率进行了投资偿还年限的计算，其结果如表3。

表3. 水火电站投资偿还年限计算表

电站名称	按利润计算投资偿还年限 (年)		按积累计算投资偿还年限 (年)	
	从投资开始算起	从发电开始算起	从投资开始算起	从发电开始算起
豆坝火电厂	15	9	12	6
葵咀水电站	14	7	12	5

注：从开始发电到全部投产，豆坝和葵咀分别为3.5和7年。

通过以上分析和对比，可见在我省多搞水电，相对于火电来说，在经济效果方面也是较好的。

(五) 关于水电站建设中的淹没损失问题

筑坝建库，淹没土地和其他固定资产，需要安置移民，经济上当然要受到损失，但同时却获得了发电和其他的综合效益。因此有一个得失的衡量问题。表4、表5列出了我省和全国各大区已建成大中型水电站淹没土地和迁移人口的统计数字和单位指标。从对比中可以看出，我省淹没土地和迁移人口指标仅分别为全国平均数的29%和34%，远低于华北、华东、中南地区。此外，我们还以大家认为库区淹没较大、移民较多的宝珠寺水电站为例，同我省黑龙滩、鲁班、三岔坝、升钟等几个已建、在建的水利工程列表作一比较。可以看出，仅就灌溉效益而言，除万亩灌面移民指标略高于黑龙滩和升钟外，宝珠寺的其他指标都是最低的。宝珠寺淹没耕地30550亩，按每亩年产值83元计，每年损失254万元。淹没房屋20600间，迁移人口26210人。以上淹没损失和移民安置费用已决定按每人2300元一次补偿，计6026万元。又淹没公路86公里需要重建。效益方面，每年从库内引水约10亿立方米，增加灌溉面积233万亩，每年可增产粮食5—7亿斤，增加产值5600—7900万元。净效益如何合理分配于水库和灌溉渠系工程方面，问题比较复杂，因缺乏资料，难以估计。在灌溉效益实现以前，因有水库调节（有效库容13.4亿立方米）而增加的年发电量约3亿度，每度利润以四分计，每年可增加发电利润1200万元。枯水季可靠出力显著增加，相应减少了大量补充火电投资。效益是显而易见的。此外，经水库调节，可削减不同频率的洪峰流量20%~40%，对保护下游易受淹城镇农田有显著作用。总的说来，在我省修建水电站，淹没损失是相对较轻的，得

大于失。今后建设重点在西部高山峡谷地区，一般淹没损失轻微。只要在水电建设中重视淹没和移民问题，把损失控制在经济合理范围以内，并使移民得到妥善的安置，有关各方面的利益得到切实的保障，那么水库淹没就不会成为水电建设的障碍，问题也是不难解决的。

表 4. 全国各地区已建水电站淹没损失统计表

地 区	装机容量 (万千瓦)	设计年 发电量 (亿度)	淹 没 土 地		迁 移 人 口	
			万 亩	亩/万度	万 人	人/万度
东 北	226.57	95.08	33.9	0.357	11.88	0.125
华 北	46.99	11.244	45.29	4.028	29.17	2.594
华 东	254.46	88.657	98.06	1.106	78.94	0.890
中 南	683.01	333.15	222.0	0.666	152.84	0.459
西 北	250.52	120.51	17.08	0.142	7.13	0.059
西 南	271.0	137.4	19.84	0.144	12.75	0.093
其中：						
四川	117.2	61.45	10.16	0.16	5.87	0.125
贵州	86.9	42.56	6.49	0.152	3.41	0.08
云南	66.9	33.37	3.19	0.096	1.40	0.042
全 国	1732.55	786.041	436.17	0.555	292.71	0.372

表 5. 宝珠寺等水电与水利工程水库淹没损失比较表

项 目	升 钟 (在建)	鲁 班 (已建)	黑 龙 滩 (已建)	三 岔 坝 (已建)	宝 珠 寺 (拟建)
总 库 容 (亿立方米)	13.4	3.46	3.58	2.23	25.4
淹 没 耕 地 (亩)	30463	9236	16574	33000	30600
迁 移 人 口 (人)	20373	12561	9976	22854	26200
控制灌溉面积 (万亩)	208	62.69	121.3	59.5	233
每 亿 立 方 米 库容淹地(亩)	2273	2669	4630	14798	1205
每 万 亩 灌 面 淹地(亩)	146	147.3	136.6	555	131
每 亿 立 方 米 库容迁人口(人)	1520	3630	2787	10248	1031
每 万 亩 灌 面 迁 移 人 口(人)	98	200	82	384	112

四、对我省今后二十年内水电建设安排的意见和设想

我省一九八〇年底共有水火发电设备容量396万千瓦，其中水电为197万千瓦（内有小水电约78万千瓦）占50%。一九八〇年发电量162.25亿度，其中水电72.7亿度（内小水电20.5亿度，）占44.8%。据有关部门初步规划，到一九八五年需年发电量210亿度（其中网内180亿度）。一九九〇年需290亿度（其中网内240亿度）。一九九〇年以后按增长率为5%和7%两种方案推算，到2000年分别为470亿度和570亿度。

我省大中型水电站建设，五十年代和六十年代曾先后有过两次较快的发展，成绩是显著的。但是在七十年代初龚咀等电站先后投产以后，在长达七、八年之久的一段时间内，基本上没有新项目继续投入建设，以致在一个相当长的时期内水电生产能力增长停滞。目前在建的大中型水电站，铜街子（装机 $4 \times 15 = 60$ 万千瓦）处于施工准备阶段，抓得紧一些，有可能在一九九〇年前部分投产。渔子溪二级（装机 $4 \times 4 = 16$ 万千瓦）主体工程尚未全面动工，如能增加投资，加强施工力量，一九八五年可能有一台机投产。唯南桠河三级（装机 $3 \times 4 = 12$ 万千瓦）可在一九八二年投产，一九八五年前全部建成。此外，计划由贵州乌江渡水电站每年送电10亿度。平衡结果，一九八五年尚需增发火电12亿度，增加发电用煤约70万吨。“七五”期内网内需要增长60亿度，如仅靠在建的铜、渔两水电站，估计“七五”期内可能新增水电容量不过27万千瓦。倘缺额全由火电补足，则到了一九九〇年，网内需增发火电约45亿度，一年增加发电用煤270万吨，势必严重影响煤炭平衡，供需矛盾更加尖锐。为使一九九〇年以前能有较多的水电投产，必须在一九八五年以前尽早安排新的投建项目。可以考虑的有白龙江的宝珠寺（装机 $4 \times 16 = 64$ 万千瓦）和岷江太平驿（装机20~26万千瓦）。前者接近负荷中心，有灌溉等综合效益，建设条件较好，初步设计已经批准。只要妥善解决水库淹没和移民问题，投资有着，即具备开工条件。抓得紧一些，一九九〇年有可能部分投产。太平驿是一个引水式电站，还需要进行勘测设计。但工程比较简单，工期较短，建设已有经验。争取一九九〇年前部分投产，亦有可能。照此框算，“七五”期内，网内有可能新增水电约50万千瓦，年发电量约30亿度，缺额仍需由火电补足。要实现以上打算，须作很大的努力。看来“七五”电力供应是个难关，日子很不好过。

一九九一年至二〇〇〇年按5%的增长率计，网内需增加年发电量180亿度，相应增加装机约400万千瓦。为使全年容量电量平衡，水火电装机应有适当的比例，水火按1:0.70（即水电比重达到60%）计算，十年内水电应增容量240万千瓦。为满足这一时期水电生产能力增长的需要，一九九〇年以前须有容量足够的新项目及时投入建设。可供选择的有乌江彭水（装机约120万千瓦），以洽勒为龙头水库的南桠河四个梯级（装机约40万千瓦，属中型工程），岷江紫坪铺（装机40万千瓦），雅砻江桐子林（装机40万千瓦），锦屏引水电站（最终规模300万千瓦，第一期100—150万千瓦），二滩装机200万千瓦，以及大渡河上的一些条件较好的点子。只要做好规划选点工作，早定点，投资有保证，早动手，这十年内增加水电三百万千瓦或再多一些，是完全可以做到的。这里要着重指出的是，我省大多数水电站调节性能较差，目前规划中少数调节能力良好的大型工程，自然条件复杂、工程艰巨，要确定其可行性，还需作大量工作，看来不是在一九九〇年以前所能够考虑的建设对象。而以洽

勒为龙头水库的南桷河其他梯级电站和锦屏引水电站，从动能经济和运行观点来衡量，都是非常优越而难得的点子，而且也有争取较早建设的条件。冶勒是一个具有多年调节水库的水电站，南桷河全部梯级开发完成后，可以在枯水季提供约43万千瓦的可靠出力，超过了二个龚咀电站的可靠出力。洪水季还可提供水电所缺乏的事故备用容量，承担系统部分尖峰负荷，是一个比较理想的水电电源。锦屏引水电站可采取分期开发，有利于大量减少投资积压。第一期先搞100—150万千瓦，得到可靠出力76万千瓦。这个电站隧洞长约16公里，处于二、三千米高山之下，只有进出口两个施工工作面，主要是解决洞子的施工技术问题，虽有困难，但与同等规模的高坝电站相比，毕竟要简单一些。建议把这两个项目尽早列入规划设计计划，并解决进点的交通问题，为它们创造建设的必要条件。一九九一至二〇〇〇年间，除完成续建工程，并安排一些在后期投产的工程外，还要为二〇〇〇年以后准备电源而投入一批新建项目，这里就从略了。总的来说，我省水电建设重点在西部，而以雅砻江锦屏以下河段（包括锦屏、二滩、桐子林等四个点子共装机940万千瓦），以及大渡河中段为首先开发的河段。交通比较方便，工作也做得多些。前者除供电本省外，还可向云、贵输送，为大规模发展那里的电冶、电化大耗电工业创造条件。对于网外电力需求的增长，采取尽量就地解决的办法，主要靠水电。

当前要狠抓在建工程，保证投资，加强施工力量。宝珠寺要早上，力争于“七五”期内能投产。近期则应有计划地抓紧对一批规模适当的大中型工程，如太平驿、紫坪铺、南桷河梯级、彭水、瀑布沟、桐子林等项目的规划选点工作，以便早日选定其中一些投资省、见效快的项目投入建设，力争在“七五”期间多增加一些水电。二滩是一项巨型骨干工程，条件优越，技术复杂，工作要继续下去，做深做透，直至完成初步设计，作为储备建设项目。锦屏引水长隧洞施工技术问题，如能提前进行研究，不但对建设条件会有所了解，也可以大大加速以后设计工作的进程。这些都是水电站建设的前期工作，必须认真研究、妥善安排，才能为建设创造必要的前提。

根据我省电力增长的需要，粗估了水电需要的投资。前两个五年大中型水电可能分别增加容量16万千瓦和50万千瓦，需分别投资8~10亿元和18~20亿元。后十年按5%增长率计算，需增加水电240万千瓦左右，包括为二〇〇〇年以后准备电源，需投资35~40亿元。

关于西电东送问题，从我省资源条件看、从技术上看，应当说是完全可能的。但我省水电的特点是丰枯发电能力差别较大，从四川西部向中南或更远向华东地区千里送电，其规模大小、成本水平和电能质量、以及受电地区的具体情况如何，都会影响它的经济效果。因此可以说，西电东送问题主要是一个经济问题，须待我省有大量余电时才有实现的可能性。其前景如何，现在还很难说，需要深入研究。

五、对加速我省水电建设的意见和建议

（一）必须切实解决水电的资金问题

当前发展我省大中型水电站最突出的是资金问题。为了实现前面所说的建设安排，在当前国家财力有限的情况下，要设法多方开辟资金来源渠道。例如，地方自筹一部分资金，搞一些规模较小的项目；或与中央合作办水电，分享利润；使用银行贷款，用于工期短、见效

快的工程上；发行水电建设股票，发动企业认购，投产后给予用电优惠；水库土地淹没损失，采用逐年补偿的方式，以减少基建资金支出等。

(二) 妥善解决库区土地淹没（包括施工占地）损失的补偿和移民安置问题

五十年代国家颁布的“国家土地征用办法”已不适用，无法执行。除须由国家颁布新的土地征用法、以便有所遵循外，对移民的安置问题，必须结合当地具体情况，在工程规划选点阶段（或可行性研究阶段）就应开始进行研究，提出原则性的处理方案。由于农村出现了新的情况，如人口增加、实行联产计酬责任制等，过去搞过的那种大量移民就近后靠或插队的办法，现在已很难实行。因此，大量移民应采取相对分散安置的原则，办法可以灵活多样。如在原料有保证、产品有销路的条件下兴办集体企业；帮助有关社队兴修水利，广开工付业门路，提高生产水平，增加收入，在保证人平分配不减少、生产生活提高不受影响的条件下，通过协商，安置部分移民；有计划地利用水电站施工场地数以十万平方米计的大量房屋等设施，建设小城镇，尽可能多办一些劳动密集型企业，多安置一些移民就业；举办水库养殖和旅游事业，优先安置移民等。此外，每年从每度电利润中提取一厘钱的水电基金，要有效地用于解决受淹地区和移民安置的遗留问题。关于土地淹没和移民安置等的补偿标准问题，我们认为要从实际出发，区别对待，不宜定得过死。移民安置费用，按照不降低或略高于移民原来居住条件水平的原则一次发给，并帮助他们解决运输和建材供应等问题。土地淹没、占用补偿费用，可按每亩税后年净产值由国家逐年给予补偿，发电后则作为电站生产费用开支（为满足初期需要，可予付头几年补偿费用），按照事先协议，合理地分配于有关方面，用于发展生产，改善生活。

(三) 加强西南三省地区的国民经济和电力建设规划工作

电力工业的状况如何，对国民经济的发展影响极大。建议常设一个负责制订西南三省地区国民经济发展规划的领导机构，它的主要任务之一是从三省的能源和其他资源以及工农业的具体情况出发，统筹规划三省的能源和电力建设，以及相适应的现代工业的合理构成和布局。加强现由西南电管局领导的三省电力规划工作。省的电力建设规划工作，则由省电力局组织领导有关业务部门、在地区规划的领导下具体进行，并以此指导电力建设的前期工作。加强计划性，避免盲目性。

(四) 加强水电建设的前期工作，迅速改变落后面貌

我省水能资源十分丰富，电源点众多，自然条件复杂，规划选点任务艰巨。水电站的规划选点工作，是整个前期工作的要害，处于十分重要的地位，必须要用大力去抓。目前的情况，一是缺乏已完成初步设计的建设储备项目，二是对于项目安排的先后缓急、未能做到在已有资料的基础上进行充分的民主讨论和分析研究，以致计划安排的目的性不够明确，存在一定主观随意性。领导机关对此也重视不够。建议从组织上、工作方法上采取有效措施，切实加强和改善这一工作。此外，作为前期工作尖兵的地质勘探队伍，长期以来工作艰苦，待遇不如其他部门同等人员，子女教育等问题得不到妥善的解决，思想不安定，且技术队伍老化，后继乏人。再者技术装备落后，一直是个薄弱环节，对整个前期工作影响很大，必须大力予以加强。希望电力部和地方党组织加强对前期工作、特别是规划选点工作的领导，帮助有关业务部门改进工作。

(五) 改革现行水电施工体制，提高施工机械化程度

现行水电土建施工全能工程局的施工体制，队伍庞大，负担沉重，问题很多。现在四川的一个工程局职工18000人（连同随行家属达三万人），承担大工程可能还不够用。每转移到一个新的工地，首先要修建大量房屋，安排好职工及其家属的生活和子女教育等问题，任务十分繁重，严重地分散了领导精力，延长了施工准备时间，也不利提高施工技术和管理水平。西部地区地处深山峡谷，地形陡峻，缺乏大片施工场地，又是少数民族地区，大量人员进入工地，困难更多。除建设并办好职工生活基地外，建议在全国范围内、首先在西南地区建立起专业性的施工企业，承担各个工程的有关项目，有计划地进出各个工地。工程局只需保留一支精干的施工管理力量和基本工人队伍，以便集中主要精力，协调现场各个部门的施工活动，把工程管好。现在工地使用人力过多的另一重要原因，是主要工序机械化程度一般不算低、而辅助工序却往往由于未能协调配合而使用过多的人力。因此，今后在继续提高主要工序机械化程度的同时，要着重解决辅助工序（包括辅助企业）的机械化作业问题，使之配套成龙，从而把施工的综合机械化程度在原有的基础上大大提高一步，以有效地减少现场人力，减轻工程负担，提高工效，降低造价。

(六) 适应水电特点发展大耗电工业

我省大多数水电站的一个主要特点，是调节性能较差，丰枯水出力悬殊。这是一种自然规律。从长远看，这种情况也不会有根本性的改变。如果现行全年用电基本均衡的工业体制长久维持不变，则水电比重的提高将受限制。为了变改这种不相适应的局面，建议利用联网后的有利条件，在三省范围内统筹规划，积极发展各种大耗电工业。如四川的铁合金、炼钢，云南的电解磷（每吨需电14000度），贵州的电解铝（每吨需电18000度）。这些电冶，电化工业产品都是国内所迫切需要的，有的还从国外进口。可以有计划地安排它们丰水季多生产，枯水季少生产。同时实行丰水季优惠电价，以抵偿由于全年生产不均衡而增加的生产成本，使之也能获得合理的利润。

此外，水电建设中经常遇到的综合利用问题，如水电站与过木、铁路建设方面等方面的矛盾问题，涉及不同国民经济部门的业务范围，往往意见不一，影响工作进行，希省政府加强对这一工作的领导。关于合理地分担综合利用的投资，发挥中央地方二个办电积极性、以及给地方以利益等问题，建议中央和地方共同研究，早日解决。

× × ×

在四川省优先发展水电，这是历史赋予我们的光荣任务。存在着许多有利条件。我们已经有了—支经过考验规模相当的专业队伍，积累了较丰富的建设经验，各项工作都已—定的基础。但是也应当看到，任重道远，困难不少。把大量资源拿到手，要作—巨大的努力。关键在于加强对水电建设的集中领导。迅速克服—些业务部门存在着的思想领导上的涣散软弱状态。健全领导班子。切实解决好诸如资金、加强规划选点和地勘工作、施工占地和水库淹没损失补偿标准以及移民安置等几个紧迫问题。我们深信，在中央的大力支持和能源政策的正确指导下、在省委和人民政府的正确领导下，依靠全体水电职工的共同努力和有关部门的通力

协作，一定能够克服重重困难，期于十年后初见成效，本世纪末有一个较大的变化，争得电力先行的主动权，为迅速发展我省水电事业作出应有的贡献。

四川省部分水电项目指标表

附表：

项 目	单 位	南 垭 河	渔 子 溪	大 渡 河	白 龙 江	岷 江	岷 江	雅 砻 江	乌 江
		Ⅲ 级	Ⅱ 级	铜子街	宝珠寺	紫坪铺	太平驿	桐子林	彭 水
多年平均流量	秒立米	37.0	53	1500	335	485	373	1870	1300
正常蓄水位	米	1369.5	1501	474	588	842	1092	1015	293
总库容	亿立米		0.007	2	21	4.7	0.038	0.7206	13.7
有效库容	”		0.0056	0.52	13.4	3.3	0.03	0.3006	5.9
最大水头	米	294	301.8	40	101.4	97	130	28.55	89
可靠出力	万千瓦	2.8/8.4	3.8	13	15.6	9.9	9.2	10/15.8	28.4
装机容量	”	12	16	60	64	40	20—26	40	120
年发电量	亿度	6.4/7.42	8.9	32.1	22.78	22.7	14—16	20.91 23.12	60
坝 型		混凝土 闸 坝	混凝土 闸 坝	混凝土 土坝	混凝土 土坝	堆石坝	混凝土 闸 坝	混凝土坝	混凝土坝
最大坝高	米		31.5	76	130	124	25	59	118
引水线长	公里	洞7.0	洞7.6				洞10.0		
淹没耕地	亩			4230	30550	10200	60	65	10000
迁移人口	人			5480	26210	15220	100	200	17000
土石方开挖量	万立米	151	210	609	284	550	115	500—600	700—800
土石方堆筑量	”		22	155	70.7	1030			
混凝土浇筑量	”	33	31.5	280	258	66	100	100—125	300—350
总投资	亿元	2.05	2.0	8—9	7—8	5—6	3—4	5—6	12—14
第一台机投产期	年/年	11	8	11	7	6	5	5	7
总工期		12	9	12	8—9	7—8	6	6	9
备 注		在 建	在 建	在 建	初 设	规 划	规 划	初 设	选 坝

四川省部分水电项目指标表 (续一)

项 目	单 位	龙 河	南 桎 河	雅 砻 江	雅 砻 江	大 渡 河	大 渡 河	
		芭蕉滩	石板水	治 勒 二 滩	锦屏二级	龚嘴加高	瀑布沟(低)	
多年平均流量	秒立米	20.1	34.2	14.9	1680	1240	1500	1272
正常蓄水位	米	620	427	2655	1200	1637	590	740—750
总库容	亿立米	3.16	0.051	3.03	58		18.5	0.54—1.13
有效库容	”	2.7	0.017	2.82	32.7		8.8	0.12—0.6
最大水头	米	65.3	155.5	625	188	309	115.8	63—73
可靠出力	万千瓦	0.55	3.0	13.5	100	76/120—190	39.2	18—21.2
装机容量	”	1.95	10.5	16	300	150/300	210	80
年发电量	亿度	0.73	3.5	6.56	168	114/180—206	100.9	44.2—46
坝 型		堆石坝	砌石坝	堆石坝	重力拱坝	混凝土闸坝	混凝土坝	堆石坝
最大坝高	米	79	18	107	245	50	145	82—92
引水线长	公里		洞4.75	洞9.0		洞15.9		
淹没耕地	亩	8543	102		16700		增5891	280—480
迁移人口	人	9524	42		19920		增16644	500—700
土石方开挖量	万立米	108.5	62.5	150	1029	566/1110	增219	462—
土石方堆筑量	”	128.85	4.5	510		104		278—
混凝土浇筑量	”	16.7	15.0	17.0	830	176/364	增345	77.4—
总投资	亿元	1.2	0.8	2—2.5	30	12/21	增11—12	6
第一台机投产期	年/年	4	3	5	8—10	8—9	6—7	6—7
总工期		5	4	6	11—12	10—11	9	7—8
备 注		初	设	规划	选坝	规 划	规 划	规 划

四川省部分水电项目指标表 (续二)

项 目	单 位	大渡河 瀑布沟 (高)	大渡河 大岗山 (低)	大渡河 大岗山 (中)	金沙江 向家坝	金沙江 溪罗渡	金沙江 白鹤滩	大渡河龙头石
多年平均流量	秒立米	1272	1070	1070	4650	4650	4250	1060
正常蓄水位	米	850	1100	1150	380	600	820	955
总库容	亿立米	46.9	4.6	10.6	49.4	121.0	195	1.2
有效库容	"	32.2	1.6	5.1	9.4	48.0	93	
最大水头	米	173	145.0	194.7	111	201	200	50
可靠出力	万千瓦	80	31.9	48.1	132	819	325	11
装机容量	"	250	160	210	464	968	830	40—45
年发电量	亿度	133.5	85.0	114.5	257	535	457	25±
坝 型		堆石坝	重力拱坝	重力拱坝	混凝土坝	混凝土坝	混凝土坝	左: 混凝土坝 右: 堆石坝
最大坝高	米	200	175	225	175	275	264	
引水线长	公里							
淹没耕地	亩	26688	375	7875	32100	34860	73980	
迁移人口	人	50856	215	4391	56800	28200	60670	
土石方开挖量	万立米	1200	(450)	626	3654	2240	2123	
" " 堆筑量	"	2350			150	180	54	
混凝土浇筑量	"	154	(270)	588	1430	2060	1200	
总投资	亿元	25	(15—17)	20—21	55.4	84	74	
第一台机投产期	年/年	8—9	8—7	8—9	10.5—11	11—12	11—12	
总工期		10—11	9—10	10—11	12—13	13—14	13—14	
备 注			规 划	规 划	规 划	规 划	规 划	规 划

- 注: 1. 本表由水利电力部成都勘测设计院提供;
 2. 本表可靠出力和年电量为单独运行的数值;
 3. 有两个数字的、大数为梯级联合运行的数值。