

关于大渡河规划

清华大学 张宪宏

编者按：清华大学水利系张宪宏教授，在百忙中于今年6月底到7月初，应邀参加了大渡河独松～瀑布沟河段各梯级的踏勘。本文系张教授察勘后在水电部成都勘测设计院座谈会上的发言，内容具体，论点明确，对我省如何开发大渡河水电资源，提出了很好的意见。大渡河水力资源丰富，电源点集中，地理条件优越。经成勘院二十多年来的辛勤劳动，获得了优先开发的必要勘测设计资料。诚然，也正如张教授所谈，还有一些工作要进一步研究。为了更好地论证大渡河开发的重要意义和各梯级的发开顺序，以加快大渡河的水电开发速度，为我省的能源开发，促进四化建设作出贡献，特将此文刊出，供各级领导和关心这方面的同志们参考。

成勘院的同志们对大渡河已经做了大量的工作，前后达二十多年，相形之下，我们十多天走马看花，读读报告，对问题的认识那就很肤浅了。更因为规划所牵涉的问题很多，以往对四川水电建设接触也很少。所以只能就自己的初步了解，讲讲目前在头脑中出现的一些印象，许多地方可能是很不正确的，请同志们指正。

我们这次踏勘从瀑布沟开始，前后经过老鹰岩、龙头石、大岗山、硬梁包、冷竹关、长河坝、猴子岩、季家河坝、马奈和独松等共11个梯级。查勘的重点是瀑布沟，大岗山和独松。规划中可能淹没的几个关键城镇，结合路过停留也都看了一下。

一、

大渡河道全长1,062公里，流域面积77,400公里²，水力资源理论蕴藏量3,132万千瓦，可能开发水力资源2,348万千瓦。

经过查勘，给人的最深刻的印象是：大渡河是全国不可多得的，极有价值的水电富矿。从独松到铜街子527公里河段上，集中落差达到1,900米（包括独松集中落差），水力资源理论蕴藏量占大渡河干流的83%，可以装机1,760万千瓦，平均年电能1,000亿度以上，电能方面几乎相当于黄河上游和红水河两大水电基地的总和。在地理位置上，瀑布沟到成都和重庆分别为190和360公里；独松到成都和重庆分别为210和470公里。瀑布沟电站紧靠成昆铁路，其它各个枢纽也都有公路通达，可以说地理位置适中，交通困难较小，尤以瀑布沟坝址相当方便。此外，整个梯级的任务比较单纯，主要是发电，漂木每年约100万米³；防洪要求主要是在乐山以下岷江下游段落；铜街子有些灌溉的任务。整个梯级全部开发淹没耕地14.5万亩，人口8.5万人，与全国相当规模的工程比，淹没数量较小，而且有条件在不同时期分步地加以解决。成勘院二十多年来对大渡河完成的勘测、规划和设计工作数量很大，已经形成很扎实的

基础。因此，加速优先开发大渡河的水电资源是有条件的。这对于解决我国的能源，特别是四川省的能源，有很大的意义，对加快四川的四化建设非常重要。

二、

在已经做的规划工作中，以独松和瀑布沟两个控制性水库的挡水高程做为主要参数，构成四组方案进行比较，这一主导思想也是正确的。从地质、地形，动能经济指标看，以独松2310米正常挡水位和瀑布沟850米正常挡水位的第Ⅰ方案为推荐方案，这一结论基本上是合适的。至于龚嘴加高到590米，可以留待有机会时再予实现。

由于大渡河坡度陡，因而规划梯级数目多一些，高坝数目也多一些，这是合理的，以后还可以进行一些调整。水工方面，瀑布沟以上多选用土石坝型，符合复盖层较深（一般在60~80米）这一特点，也是切合实际的。从以上这些方面看，现在的规划是成功的，可以成为提交上级审查的基础。

目前，大渡河的规划还要再进行一些修改、补充和征求意见的工作。特别是对大渡河下一步的开发顺序，要进行更加深入的研究，甚至做一些重大的变动；对一两个重点枢纽，要有更进一步的勘测设计，要尽早筹组科学研究工作。

一条河流的规划是一件很复杂的工作，不可能在短时间完成，也不可能一成不变。规划不仅会因勘测设计工作的深入、人们的认识发生变化，而随之更动。再由于国家工农业的发展，能源需求的增长，交通条件的改善，科学技术水平的提高，也就是国家力量的增强，规划也会因之发生变动。因此，规划不断进行一些修改并不奇怪。但是对于规划梯级的任务、对于关键性的水库、对于几个主要枢纽的基本坝型坝高、对于开发的顺序则应尽可能规划得妥善一些，变动小一些。能这样，规划就很好了，有些变动也无碍大局。

这次规划明确了独松是龙头水库，瀑布沟电站效益最为显著，龚嘴加高势在必行，这些意见都是对的，但是又都有几个难于达成一致意见的问题。规划将大渡河分为两段，大岗山以下为近期开发段落。但是对于这两段中那个电站应该先行开发，又有不同的意见。我想就这几个问题有关的地质、水工、经济讲一些粗浅的看法。

龚嘴加高，只有在时机许可的时候才可能实现。什么是许可的时机？龚嘴装机70万千瓦，约占四川总装机的1/4，没有替代装机，是不可能进行加高的。即使铜街子以及几个中型电站投产后，那时也未必有条件让龚嘴停下来。恐怕要在二滩、瀑布沟这样的大电站投产后，才会出现这种可能性。即或那时，还可能需要进行进一步比较，是加高龚嘴还是开发新的梯级电站在经济上更为有利。

三、

瀑布沟从经济指标上看，是个很优越的电站，正常挡水位为850米时，总库容52.5亿米³，有效库容38.7亿米³，可进行不完全的年调节，装机280万千瓦，保证出力88.2万千瓦，另外还可以使龚嘴和铜街子增加保证出力大约为24万千瓦，对四川电网的电能质量是个很大的改善；瀑布沟的库容可以拦蓄上游来的大部分泥沙，对于解救龚嘴的泥沙危害，会有很大的作用；瀑布沟的地质，地形条件，有做高达195米的土石坝和大型地下厂房的可能；瀑布

沟的交通条件非常有利。但是瀑布沟蓄水至850米高程时淹没汉源县耕地 31,851 亩, 人口 57,637 人, 这虽然不是不可克服的困难, 但必须经四川省委的同意, 要有妥善的安排。考虑四川目前的水电多是季节性的, 今后能源要以水电为主, 没有几个高坝大库, 是无法完成这个任务的。权衡得失, 充分汇报, 是会得到四川省委的支持的。瀑布沟另一个困难就是有关高土石坝的设计、施工技术。这在我国的水电建设中还是一个有一定困难的课题, 也是不可否认的。只要这些问题能得到解决, 大家也都会乐于先上瀑布沟的。

200米以上的高土石坝, 近二十年来世界上已修建了好几座, 这和我们过去所理解的堆石坝很不同, 它基本上就象是我国北方常常采用的辗压式土石坝。但是现代的大型高土石坝, 有不少技术问题是我們不大熟悉的, 这主要有:

掺拌石渣的粘土防渗墙, 以减少下沉, 防止石料夹持作用下的防渗墙断裂。

地基的处理。瀑布沟坝址河床复盖层深达60米, 我国虽有不少经验, 但混凝土防渗墙下面还可能要进行岩石的帷幕灌浆, 这在我国仍缺少经验。至于高土石坝在复盖层地基上的承载力, 即稳定性, 也是我们要研究的问题。

高土石坝枢纽的泄洪结构, 一般采用泄洪隧洞, 这虽然不是难题, 但我国的实践都较少。由于泄水结构难度大, 下游有较厚的复盖, 也有不少特殊的问题。

各国公认的高土石坝的困难, 还有施工期的过水问题, 这与混凝土坝有较大的差别。一般要求坝体填筑后, 第一年的过洪标准为百年一遇, 第二年二百年一遇, 逐年增加。由于这个原因, 土石坝的施工要求高度机械化, 实现高速度填筑, 年填筑量甚至要1,000万米³, 瀑布沟这样一个坝应该在3~4年内完成坝体施工。若上游有大水库调节施工洪水, 对采用土石坝则是很有利的条件。

大体上说, 这就是采用高土石坝我们所不大熟悉的技术问题。这些技术在国外已是相当普遍地在采用, 对于我们中国来说, 主要的也是个实践的问题。考虑到我国今后的水电建设发展速度, 我们是有能力解决些问题的; 另一方面这也是我国水电建设发展现阶段所面临必须解决的课题。高土石坝是否有把握采用, 这是瀑布沟电站能否优先开发的先决条件, 关系十分重大, 我们应该切实地组织力量, 及早开始有关课题的研究。

四、

独松也是大渡河梯级的关键性电站, 是梯级规划中的第一个梯级。这个电站坝址的花岗岩形成年代较晚, 构造少, 完整性高, 易于进行大型地下结构开挖, 是难得的好坝址。但是, 这里的覆盖层深达80米, 也只能做土石坝。现在推荐的第Ⅰ方案, 将独松挡水高程定为2310米, 可得库容49.6亿米³, 有效库容26.8亿米³, 装机136万千瓦, 保证出力50万千瓦, 最大坝高236米。独松水库每增加一个流量, 下游梯级即可增加1.5万千瓦的保证出力, 效益非常明显。独松水库建成后还将大大有利于以下梯级的兴建。现规划拟进一步研究独松高坝方案(Ⅰ), 即把挡水位提高到2360米, 最大坝高286米, 可得总库容80亿米³, 这将给整个梯级的效益带来很大的影响。看来, 这一论证工作是很有必要的。这样方案Ⅰ可以发展为方案

I。为充分调节大渡河的水量和得到更优越的动能经济指标，独松电站也应该是一个优先开发的项目，甚至有可能直接排在瀑布沟之后，从而实现自上而下的河流梯级开发方式，以增大梯级的总出力，减少下游枢纽的施工困难。独松的淹没也较大，有15,000人，富绕的金川小盆地将被淹没，这是一个损失。但独松电站的交通条件较差，投资较大。

关于开发次序是个争论较大的问题，下阶段有必要开展开发顺序的研究工作，仍然应该采用内部回收率的概念，也就是动态规划，以得到定量的概念，求出优化方案，这样说服力就更大些。

五、

大岗山电站是这次查勘花时间最多的一个项目。规划是在大岗山建混凝土坝，高175米，装机175万千瓦，保证出力34.3万千瓦。大岗山已完成的地勘工作数量较大。坝区为花岗岩地段，岩石属中等完整程度，但普遍有强烈挤压影响的迹象。从河谷形态和其它一些构造看，这一带有过多次构造运动和强烈冰川活动。大岗山坝址位于上升地块，因此，复盖层在此处最浅，最厚处上坝址不过14.2米，是做混凝土坝的有利条件。此外，淹没也很小。交通条件虽不如瀑布沟，但较其它枢纽还是方便的。在施工方面，建混凝土坝比建土石坝更有把握些。仅仅从这些方面看，把大岗山列为优先开发的项目是可以理解的。但是，大岗山从规划上看，有严重的缺点——坝高达到175米，而库容只有4.5亿米³，有效库容仅1.5亿米³，电站仍然是径流式的。大岗山只有在上游有大库容的电站投入运行后，才能产生较大的效益，但它本身对于改善四川电网的电能质量作用小，为尽早地形成以水电为主作用不大。此外，在龚咀受泥沙威胁的情况下，仍不能起到解救的效果。这样看来，首先开发大岗山就不如瀑布沟有利。目前，大岗山电站的更大问题，是坝址区的构造稳定性一时难于得出结论。大岗山断块的上下游边界尚未勘定，如果海流沟是个大的断裂带，或者是个严重的挤压破碎带（而这是非常可能的），那么大岗山这个断块的面积就相当小了。大岗山坝址西距摩西大断裂4.5公里，东有金坪大断裂；鲜水河、龙门山、冕宁震中都距坝址很近。目前地震大队虽已将大岗山地震烈度从九度降为八度，不一定列为强烈地震带，但从大地三角网测量说明，这个地块每年仍有升降活动，加上温泉、悬水和深层地下水等各种异常现象，这个地块的稳定性不能不引起人们的争论。大岗山坝址有岩脉240多条，大约21%为全破碎，局部破碎为44%。综合这些条件，虽然不能说这里没有建坝的可能，但是，至少目前也不能说这里适于建造高达175米的混凝土坝。现在，还需对大岗山继续做些地勘工作，把构造稳定性的问题弄得更清楚些。在稳定性未查清楚，经济上又没有明显有利的结论之前，不宜于建造高坝，更不宜于先期开发。即或对于瀑布沟坝址，由于三个方面有地震活动中心（即马边震中东南距70公里，康定震中西北距90公里，冕宁震中西南距95公里），在今后拟定建筑物的设防标准时，还需要进行专门的论证，或许在七度的基础上予以提高。

此外，对规划中坝高很大、库容很小的梯级都应再加以考虑，比较更为有利的方案，或增大库容、或减小坝高、或压低淹没损失，以取得更好的经济效果。因此，整个梯级的数目和一些枢纽的位置，还可能有所变动。这些次要的枢纽的变动，施工次序的穿插，可以逐步加以解决，不一定一要次全部解决。

六、

最后,再讲几点有关规划的其它问题,以供参考。

1. 泥沙,特别是底沙,还要进行更深入的研究。在目前的资料中,几乎没有任何实测推移质的资料。对于排沙的措施,虽然不是规划中要解决的问题,但是对于大渡河梯级,究竟要不要排沙的这个问题,做为一个根本的指导思想,需要加以探讨。

2. 水文方面,目前用万年一迁加15%的洪水做为校核洪水,再加15%做为保坝洪水。这个数字,对于土石坝枢纽是偏大还是偏小?不大明确。建议对最大可能洪水加以分析,以资比较。瀑布沟是最后一个大水库,有必要研究超高的数量。从多方面研究泄洪方式,包括溃坝行洪的情况,滞留措施等。

3. 地震,也要考虑最大可能地震的问题,研究地震震中位置,以便和拟定设防烈度进行比较。由于坝高较大,也不适于采用一般的烈度概念。需要研究潜在震源,可能震级等产生的影响。

4. 要在规划中进一步考虑综合利用的问题,这是水利工程的基本原则,尽管大渡河的任务单纯些,提出的要求少。

5. 注意勘探工作和设计规划阶段的平衡,整个梯级间的平衡。在规划阶段要更加着重从地层、地貌、构造、地震、水文地质各个方面做出地质评价,采用多种勘测手段,完成上述各方面任务,以加快速度,减少投资。

6. 注意四川省各河流间规划的平衡。发电工程不同于灌溉和防洪,更别于一条河一条河的进行开发。迄今,四川水电的开发方式是各河并进,这在初期是合适的,今后则值得探讨。

7. 尽早开展组织有关土石坝的科学研究工作,包括土石坝的材料、构造;土石坝的应力应变的计算方法;土石坝枢纽的组成、典型布置,有关建筑物的类型、构造等;深厚复盖层的处理;土石坝的施工方法及机械设备;大型地下洞室的开挖计算等。当然有些项目也可以和其它河流的工程项目相结合。

总的看来,大渡河极有开发的价値,对四川省影响很大。特别是在龚咀,铜街子两电站已存在后,继续兴建上游大水库的电站,效益会更加显著。但是大渡河各梯级的坝高度大,地质复杂,需采用土石坝。要妥善解决这些问题不是很容易的,必需加紧、加快前期工作,才有可能在较近期内进行开发,这不但要有成勘院的努力,还需要水电部和四川省委给予更多的支持和加强领导。