

金沙江虎跳峡枢纽考察简报

中国科学院西南地区综合考察队工交分队水利组

一九六五年八月十日

为了配合××地区电力建设，我组一行七人于今年六月下旬至七月下旬对虎跳峡及虎跳峡——拖顶河段，进行了野外考察。同时根据过去有关单位对虎跳峡枢纽所提出的研究成果，就虎跳峡水利枢纽综合利用问题，进行了初步分析和研究。由于工作时间短促和我们的业务水平所限，故所提出的意见是很粗浅的。仅供领导参考。有誤之处，悬請指正。

中国科学院西南考察队

工交分队金沙江水利组

一九六五年八月十日于昆明

金沙江虎跳峡枢纽考察简报

一、自然条件

虎跳峡位于石鼓至梓里的大河弯上（图片₀₁）。石鼓至梓里河道长二百六十九公里，直线距离仅三十六公里，水面落差五百三十五米。长仅十六公里的虎跳峡，水面落差竟达二百米，是金沙江落差最集中的河段。

虎跳峡控制逕流面积二十三点五万平方公里，约占金沙江总流域面积的百分之四十七。水量丰富而稳定。据石鼓水文站自一九三九年以来实测资料统计，其多年平均流量为 1540 立米/秒。多年平均逕流总量为四百五十五亿立米。六至十月份逕流量占年总量百分之七十五。实测最大洪峰流量 7380 立米/秒，最小流量为 310 立米/秒。水位变幅七米左右。

虎跳峡以上的洪水特性与金沙江相似，但峰小量大的特点更为突出。据调查，一八九一年最大历史洪水洪峰流量为 8860 立米/秒。最大四十五天平均洪量为一百四十二亿立米。

石鼓站多年平均（悬移质）输沙率为 332 公斤/秒，多年平均输沙量约一千零五十万吨，历年最大输沙量一千六百三十万

吨。

虎跳峡两岸山体高大，左岸为哈巴雪山，主峰海拔五千二百米，右岸为玉龙雪山，主峰高达五千九百六十米（图片⁰⁷）。河流深切其间，两岸相对高程均在一千米以上，谷坡距水面二百至三百米以下为悬岩峭壁（图片¹⁴）。水面宽六十至一百二十米。峡谷右岸谷坡在 70° 左右，岩体较完整，支沟不发育；左岸谷坡较缓，一般为 30° 至 40° ，支沟较多，最大的如大深沟，常年流量达 $1\text{---}3$ 立米/秒。峡谷出口有大具坝和有可坝子，面积约十五平方公里，可做施工场地（图片¹⁷）。

峡内地质构造系属横断山脉褶皱带的玉龙山复式背斜，为紧闭的束状褶曲，由两个背斜和一个向斜组成。构造线方向近于南北，核部地跨两家人至本地弯，出露岩性为石鼓片岩，^厚厚约五百米。东翼地处核桃园以东至下峡口，岩层倾向东，倾角 40° 至 45° ，岩性由西往东为中厚层白色大理石，薄层灰岩，厚度大于一千米。西翼位于二十四拐以西，岩层倾向西，倾角 35° 至 45° ，岩性由东往西，为中厚层白色大理岩（厚约一百米）、落鱼片岩（厚五百米以上）。两岸岩层节理发育，尤以复背斜核部石鼓片岩出露地段更为明显，又因山高、谷深、坡陡，岸边剪切裂隙发育及风化作用，常形成石流、岸边崩塌等物理地质现象（图片⁰⁴）。如左岸两家人处岩体崩塌，形成二十至三十米宽的石流，直泻江边。核桃园对岸曾发生岸崩，崩塌体高达三百米左右，使江水断流，至今仍束窄江面二分之一左右（图片⁰⁴）。

区内溶洞不发育，下峡口右岸距水面高约一百五十米处有一大洞，据初步分析，并非溶洞之遗迹，而是古河流冲淘而成（图片）。

本区地震据文献记载，烈度达八度。据我们在峡内作宏观调查，一般只是房屋微动，未发现倒屋现象。因此，初步认为不会超过七度。但虎跳峡周围的永胜、丽江、中甸等地都是强震区，地震对枢纽工程影响如何，有待进一步研究。

峡谷区对外交通目前仍靠陆运。峡谷内左岸仅有一条驮马路。上峡口距白汉场到中甸公路仅四公里。下峡口大具坝距丽江至鸣音公路的三道拐三十余公里，今年秋后即可通车。此外，由峡口以上鲁南渡口至其宗长一百余公里河道可通木船。下峡口以下河道滩多水急，但经整治后，可望通航。

二，综合利用对虎跳峡开发的要求

（一）发电

虎跳峡是金沙江落差最集中的河段。流量丰富而稳定。十六公里长的峡谷蕴藏约二百五十万瓩的水力资源（按多年平均流量计）。据初估，虎跳峡上游每增加十亿立米调节库容，则可增加十至十一万瓩保证出力。此外，上下峡口坝址地形、工程地质条件，为水利资源的开发提供了优越条件（图片^{02,03}）。又因虎跳峡地处“××”地区的边缘（距西昌二百一十公里、攀枝花一百八十公里、昆明三百四十公里），输电线路都不远。因此，虎跳峡的开发，将为“××”地区工农^业迅速发展提供巨大的动力。

（二）水运

虎跳峡以上金沙江流域內蘊藏有約四亿立米的森林資源，以及多种有色金属和其它矿藏資源。仅森林資源一項，据初估，每年可开采四百万立米。这些資源的开发，不仅滿足了国家建設的急需，而且可增加国家的收入。但是，虎跳峡已成为当前开发这些資源和沟通金沙江中下游航道的最大障碍。因此，木材的流放和船舶运输对虎跳峡水利枢纽的兴建，提出了急迫的要求。

（三）防洪

金沙江河床深切，两岸农田、村鎮一般位置較高，故其本身无防洪要求。但金沙江为长江上游最大支流，洪量占宜昌站的百分之三十至四十，是长江上游洪水的主要来源之一。金沙江的洪水供給长江以高大基流，并常与其它支流洪水遭遇，造成长江三峡的高大洪峰。在长江流域规划中，远期要求其分担防洪庫容达三百至四百亿立米。金沙江的洪水虽多来自雅砻江汇口以下，但对于这样大的防洪庫容非一至二个枢纽所能承担。故应根据金沙江洪水特性在虎跳峡以上、雅砻江以及金沙江下游分段控制較為适宜。虎跳峡以上如按千年一遇設計洪水調节，下泄流量接近多年平均洪峰流量5000立米/秒时，則需防洪庫容一百零六亿立米。

根据上述分析，国民經济各部門的发展，尤其是电力与航运均对虎跳峡水利枢纽的建設提出迫切的要求。因此，在考虑开发虎跳峡时，不能不考虑綜合利用。仅滿足单一經济部門发展的要

求，將必定限制了水利資源的合理利用，影响了国民經济的全面發展。

三、对虎跳峽水力枢纽开发的意見

关于虎跳峽的开发，有关单位曾提出一些开发的設想。主要有四个方案：

（一）在上峽口建低坝拦水，自左岸用鋼筋混凝土管和半隧洞，引水至下峽口发电。引水管道长十六公里，得水头二百米。初期引水流量360立米/秒，获保証出力60万瓩；

（二）在上峽口建低坝拦水，自右岸开鑿隧洞，引水至下峽口发电。隧洞长十六公里，电站动能主要指标同（一）；

（三）在下峽口修建二百米混凝土高坝；

（四）在下峽口采用大爆破填筑二百米堆石高坝；

此外，还曾提出跨大灣，长隧洞引水方案，洞长三十六公里。因其工程艰巨，不易实现，故不予考虑。

上述四个方案，可归納为两种开发方式，即引水式与堤坝式。現就这两种开发方式，进行初步的探討。

从地形、工程地質条件来看，引水式开发則由于峽內两岸山高、坡陡、谷狹、水量巨大，要在谷坡上修建巨型引水渠道，不但工程異常艰巨，而且布置上也有困难。此外，峽谷左岸工程地

质条件复杂，石流、岸崩等现象严重，对引水管道的修建和运行均很不利。同时由于引水管道部分地段，岩层走向与河流近于平行，倾向与谷坡方向一致，^角倾向 $30-40^{\circ}$ ，岩层节理发育，特别是片岩和千枚岩地段，经深挖后，谷坡的稳定条件将更为恶化，若一旦受地震力的作用，可能导致山坡连同管道一起滑动。但是，峡谷地形对于堤坝开发却是有利的，坝体工程量不大。对于大爆破筑坝更为优越。下峡口坝址是大理岩，岩体完整，岩性坚硬，能满足任何坝型的要求。由此可见，堤坝开式比引水式开发更为优越。

从综合利用看，堤坝式开发可淹没峡谷中的滩险，使河道渠化。电站引水管道可与过木筏道、航道分开布置，无甚干扰，可满足发电和航运的要求；引水式开发使发电与航运之间的矛盾难以解决。若考虑航道与引水管道相结合，干扰是难免的，则航运要求很难满足。同时要求引水管道及进水口做成无压，这将增加其过水断面，增加了工程量。如果考虑航道与引水管道分别建在两岸，投资必然很大，而且也影响了后期水力资源的利用。就防洪而言，两种开发方式均无防洪效益。虎跳峡上下峡口都具有修建高坝的良好条件，可获得较大的库容，这对发电也是有利的。但淹没损失大，如上峡口修建 150 米高坝，可获总库容 176 亿立米，则要淹没农田近 10 万亩，迁移人口 4 万余人，这是不允许的。根据这次对拖顶枢纽的考察，和对“南水北调”资料的分析，拖顶和王大龙二枢纽都有建高坝的条件，可代替虎跳峡枢

紐的調節水庫。因此，虎跳峽樞紐可以不考慮防洪要求。由此可見，堤壩式開發比引水式開發更為優越。

從近期開發與遠景結合來看，堤壩式開發能隨着上游調節流量的增加，容易擴大裝機，能夠合理的充分的利用水力資源。同時可以根據需要，分期修建筏道和航道，逐步滿足航運要求，容易做到遠近結合；引水式則不然，當電站引水流量為360立米/秒時，有壓引水管道直徑達1.1米。若上游逕流達到不完全年調節時，調節流量為1100—1200立米/秒，則需要增加2至3條引水管道。這不僅不經濟，而且在峽谷地區，布置上困難也很大。因此，引水式開發將給后期水力資源的開發設下了難以克服的障礙。由此可見，堤壩式開發比引水式開發更為優越。

從能量利用來看，堤壩式開發不僅在遠期可以充分利用上游調節流量，而且由於電站引水管道很短，水頭損失小；引水式開發則因電站引水管道太長，在正常流速下，水頭損失約30米，初期（裝機60萬瓩）能量損失較堤壩式開發多9—10萬瓩。由此可見，堤壩式開發比引水式開發更為優越。

從施工條件來看，引水式開發不需導流和清基，施工戰綫長，其施工期可能短些。但是，由於地形、工程地質條件的複雜性，所以施工期間將要比預想的時間要長。如果大爆破筑壩變成現實，其施工期將更短。

從國防安全來看，在高山峽谷中，堤壩式開發與引水式開發，差異不大，均較隱蔽。

綜上述可知，堤坝式开发，不仅可以滿足国民經济各部門綜合利用的要求，而且容易做到由近及远，远近結合，使水力資源得到更合理、充分的利用。因此，虎跳峽水力樞紐应采用堤坝式开发为宜。

×

×

×

虎跳峽是个優越的水利樞紐，它的开发不仅可以給“××”地区建設提供强大的电源，而且能夠沟通金沙江中下游航道，促进上游森林和矿藏資源的开发。但是，对于这样巨型电站若立即着手建設或在三、五年內投产，困难是很多的，因为：

(1) 是居于大江大河上的巨型樞紐，必須对流域內各国民經济部門发展对其所提出綜合利用要求，进行深入、細致的調查研究；同时，由于过去勘测工作基础較差，对于內在的自然規律掌握得尚不充分。因此，勘测設計任务很重。

(2) 有不少科研試驗項目，如大爆破筑坝問題，大容量、高水头机組的制造問題，高坝通航与过木問題，高海拔、高电压、大容量的电力輸送問題等都有待进一步研究。故建議有关单位能迅速組織力量进行試驗研究，为早日开发虎跳峽水力資源创造条件。

(3) 一个巨型樞紐，大量建筑材料、設備需从外地运入，但該地距鉄路綫500公里，全靠公路轉运有所困难，特别是对若干重型元件的运输困难更甚。

鉴于上述情况，我們建議当前除加紧对虎跳峽樞紐的勘测設

計工作外，还应对近区中小型的水力資源和火电厂的建設条件作必要的摸底，以便在巨型电站的准备和建設过程中，可以先投入几个条件較好的中小型电站，以滿足“××”地区建設的迫切需要。

参考文献：

- (1) 金沙江流域规划意見书 长办 1960年12月
- (2) 金沙江考察报告(丽江石鼓——巴塘邦扎共河段)
中国科学院南水北調考察队 1960年8月
- (3) 金沙江虎跳峽河段查勘报告提綱
长办 1965年4月

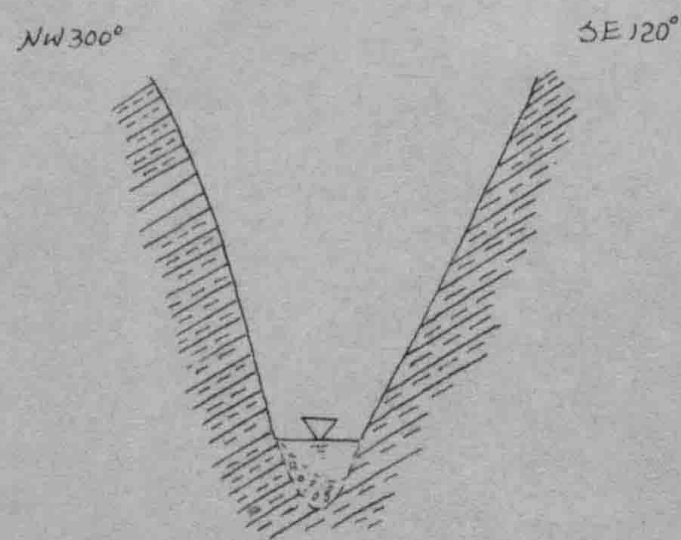
虎跳峡

工程地質示意图

1:50000

I—I' 剖面地質示意图

1:10000



II-II' 剖面地質示意图

1:10000

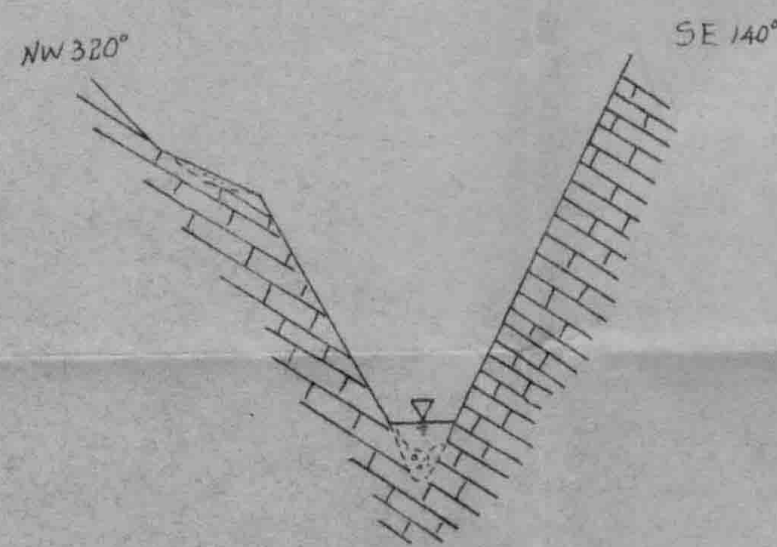
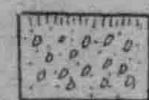
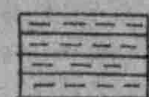


圖 例



半胶結、松散沉积物。



綠泥石片岩、鈣質千枚岩。



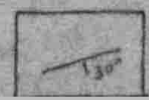
白色大理岩、中厚层灰岩。



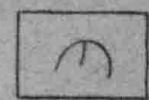
土黄色、灰綠色片岩、千枚岩。



岩层界線



岩层產状



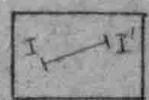
崩 塌



溶 洞



温 泉



剖面線



流 石

金沙江流域水利枢纽布置示意图

1:2000000

