

機掘洞探利用水力發電的探討

李 德 仁

提法不妥

水能是一种廉价的电力，而电气化将是我国实现工业社会主义基本的和主要的方法之一，我們有很多地質勘探地区蘊藏着相当丰富的水能，可是很少引起多数同志的注意。据初步估計，在中南約有40%左右，西南約有50%，华东还有20%多的野外隊，有可能建立中、小型水力发电站，不僅可以解决勘探队的动力用电，改变掘进坑道的油灯照明，增进掘进作业的安全，保証工人身心健康外，对节约国家燃料，促进农业生产都有极大好处。笔者为探討这个问题，去年曾先后参观了陕西、四川、河南等省农村的各种不同类型的小型水电站近廿余所，又調查了貴州某隊杉树林工区竹林河的水力資源，如以水城隊作实例來說明具有自然条件（即有較优越的地形条件、充足的流量和适当的水头）的野外隊建設小型水电站在技术上之可能性和經濟上之必要性。当然这不見得十分成熟，旨在拋磚引玉，有賴大家共同來研討。

一、建站技術上的可能性

有人認為在我們地質部門利用水能来解决动力問題簡直是开玩笑，很多技術問題无法解决。事实并不是这样，就以勘测、設計、施工、運轉管理等方面的具体工作来看，还是可以解决的。

1. 在开始建立一个水力发电站以前，必須求得該河流的流量、流速、深度、兩岸的高度及土壤的成分和埋藏的条件等等資料，以作編制技術設計之依据，而这些工作具体一点說不外乎下列各項：

a. 在地形方面一般的可以利用原有的 $\frac{1}{10000}$ 或 $\frac{1}{25000}$ 的地形图，再測一建築物附近的 $\frac{1}{500}$ 的地形图以作引水口、渠道、厂址等之選擇即够了。

b. 地質方面：一般在建築物附近挖試坑以了解其基礎上复盖层的厚度、性質，提出可靠資料即可。

c. 水文及气象資料，虽然由于勘探隊或普查隊所到之处往往是人烟稀少的山区，所利用的河段还往往是一些小河的上游、支河或瀑布，以往的水文資料特別缺乏，但只要提出所利用河段的大致保証流量和洪枯流量以及一年中水位的大致变化情况。在气象方面更可大致了解历年降雨量与蒸发量及气温、風速、

湿度的最大、最小平均值和風的經常方向、降雨降雪起訖時間，冰冻起訖日期天数等，以能供水文計算、电气設計、厂房通風等运用即行。

d. 交通、運輸、工程材料及劳动力的来源等在地質勘探設計书或报告中已有載述無需再作，不过在劳动方面应着重了解机械安裝、泥水、木匠等技術力量的来源。

顯然上述資料的取得完全可由地質及水文方面的同志在进行普查的同时担負起来，于普查結束前二、三个月提出資料，不致于有多大困难。

2. 資料提出后即需开始編制技術經濟調查報告或技術設計：一般小型水电站的設計是分兩個阶段或一个阶段完成的。設計內容及要求大致是这样：

技術經濟報告包括以下各項：

1. 根据 $\frac{1}{10000}$ 或 $\frac{1}{25000}$ 甚至于 $\frac{1}{200000}$ 的地形图

說明建築物的位置和河流的流域情况根据文献和調查所得的資料研究的水文情况。

2. 預計将被淹没在水庫以內的河段踏勘情况以及所利用水工建築物的勘查情况。

3. 地点的選擇決定布置形式并算出可能得到的落差、流量、和水电站容量。

4. 查明供电性質，并根据概略的定額数字計算用戶負荷。

5. 根据估計的水电站价值和用戶电气化价值，作出經濟概算。

6. 算出一班設備容量的价值和发每度电成本。

7. 关于建設水力发电站可能性的結論。

8. 指出編制技術設計以前应作勘测工作的范围。

一阶段設計的內容为：水文分析、水能計算、总体布置及結構物尺寸的确定，机电設備的選擇，輸电綫总的設計、工料預算、总投资預算、电能成本預算以及施工組織設計和施工圖紙等。

根据野外隊的特点建設水电站的設計工作也可根据不同情况參照上述規定采取一或二阶段进行之。而該項工作究竟由誰來担負較為合适呢？根据农村水电站的建設經驗可以：

(1) 由隊組織机械和生产部門共同負責提出各

項計参数委托水电部門的勘测設計院（每省均有）或水輪机厂、电器厂等代做。但在時間上不一定能滿足我們的要求。

（2）培养一批水电技术骨干，專門从事勘测設計工作。地質部勘探技术研究所今年拟对野外隊小型水力发电站作出—套标准設計来供大家参考，这将更有利于此問題的解决。所以在技术設計上也不致有很大問題。

3. 施工安裝、運轉管理并不是一件什么复杂的工作，尤其是運轉管理較火电簡單得多，地質勘探部門的机电技术干部及工人完全可以解决，即使有什么較大的技术問題，还可仿效农村的办法請附近电厂給予协助解决。这是可以做到的。

二、經濟上的必要性

無論从地質勘探的特点或節約国家燃料来看，都是經濟合算的。究竟建設一座小型水电站需要多少投資呢？应根据自然条件、容量的大小、建筑物的繁簡，施工的难易以及是否能就地取材废料利用等等因素来决定的。肯定的說水电較火电經濟的多（但水电建設投資較大）而建設山区高、中水头的电站又較平原低

水头的省錢。笔者搜集了陝西、四川等省的几个农村小型低水头电站的建設投資及年運輸費用的經濟指标附錄如后：

从上表可知由于前述因素的不同，因而基建投資也各異。同时还可以看出在基建投資中土建占总投資的28—74%，土建和輸电綫路的投資又占总投資的50—80%，所以在山区优越的自然条件下加之临时性的構築物，土建部分的投資可以大大减少。年運轉費用及电能成本則选非火电所可比。下面是笔者搜集的四川省某水电厂与某火电厂电价資料：

火电与水电单独發電成本比較表 (1)

成本項目	水电單位成本 (元)	火电正常單位 成本(元)	比較增減、
燃料	0	0.01473	— 0.01473
基本工資	0.00257	0.00364	— 0.00107
基本折旧	0.00646	0.00654	— 0.00007
經常修理及 材料	0.00273	0.00335	— 0.00066
其他費用	0.00534	0.01932	— 0.01398
合計	0.01710	0.04725	— 0.03015

低水头農村水电站的電力經濟指标

水电站名	装机容量 (瓩)	基本建設投資(元)				每装机 耗投資 (元)	实現 資金 (元)	年供电量 (度)	年運輸費用(元)					供電 成本 (元/ 度)	实售 电价 (元/ 度)
		土 建 工 程	机 电 設 备	輸 电 綫 路	总 計				折旧及 大修	小修 費用	人員 工資	其他	总 計		
梓帳水电站	160	100,000 28.5%	150,000 43.0%	100,000 28.5%	350,000			364,800	7000 29.0%	11760 48.8%	5330 22.2%	24,090	0.066		
峨眉水电站	24	15,000 50%	9000 30%	6000 20%	30,000			57,600	150 5.1%	2470 85.3%	276 9.6%	2896	0.25	① 0.53	
崇慶安樂 水电站	3.0	492 36%	440 32.3%	431 31.7%	1363	454	446	5590	287 27.6%	39 3.8%	562 54.1%	151 14.5%	1037	0.186 0.267	
崇慶三江 水电站	5.6	842 27.19%	1426 46.0%	837 26.9%	3105	555	3105	11,900	424 29.3%	90 6.2%	689 47.6%	245 16.9%	1448	0.122 0.333	
崇慶北門 水电站	30	9379 52.1%	6119 34.0%	2500 13.9%	17,998	600	17998	31,000	630 26.4%	677 28.3%	733 30.6%	351 14.7%	2391	0.077 0.333	
溫江西門 水电站 2	9.4	3949 71%	1618 29%	—	5567	593	5567	10,000	553 32.9%	173 10.3%	693 41.1%	264 15.7%	1683	② 0.168 0.400	
郫縣犀浦 水电站 3	10	3489 19.3%	6024 33.2%	8607 47.5%	18,120	1812	13,230	8740	1073 44%	511 20.9%	479 19.6%	380 15.5%	2443	③ 0.280 0.391	
新凡禾登 乡水电站	28	13,672 74.0%	4085 22.2%	704 3.8%	18,461	660	10310	3820	889 45%	373 18.9%	468 23.8%	242 12.3%	1972	0.516 0.267	

备注：1. 水、火电成本平均計算，2. 无輸电投資系發電厂成本，3. 对農民实售0.222元/度。

說明：1. 表中数字除梓潼、峨眉兩电站系筆者在現場搜集者外，余为西南水工試驗所供給的資料，其中有的电站發電机是水利廳撥給的，未直接付款，因此投資額得特別低。

火电与水电并联运行的綜合成本比較表 (2)

成本項目	水电單位成本 (元)	火电担任峯荷 成本(元)	綜合平均單位 成本(元)
燃料	0	0.01549	0.00528
基本工資	0.00257	0.00549	0.00370
基本折舊	0.00646	0.00806	0.00701
經常修理及材料	0.00273	0.00521	0.00537
其他費	0.00534	0.01363	0.00991
合計	0.01710	0.05333	0.02949

由此可知單獨运行时水电比火电成本每度低0.3015元, 併联运行时低0.01776元。不但电能成本比火电低, 而且机械事故也比火电少。

三、建站時間的可能性

時間因素是影响生产的主要关键, 如果所建水电站赶不上生产的需要而又无移交的可能, 不但造成人力物力的浪费, 更重要的是影响勘探任务的完成。一般农村低水头小型水电站(3—30瓩)的建設時間为3—5个月。絳帳水电站(200瓩)是农村中較大的电站, 按照正规的勘测、設計、施工步骤进行工作的, 而且水工結構較复杂, 水輪机室具有鋼筋混凝土結構, 高压輸电綫路长达11公里, 全部建設時間(包括停工待料在內)只花了11个月。貴州惠水水电站(容量150瓩)。全部建設時間也不过一年(也停工待料一些时期)。溫江最近建設的一所低落差河床引水式容量200瓩的具有永久性磚、石、洋灰結構的厂房和堆石攔河坝的东电厂。在勘测、設計、施工緊密的配合下只花了半年左右。因此可以断定, 在自然条件較优越的勘探隊建造一所小型水电站(50—200瓩)的时间絕不会比他們長。而根据普查勘探所需的年限来看, 在七八个月時間內能建成的話还是允許的。

根据以上理由, 我认为只要野外隊具有較好的自然条件(地形、流量及落差)即使水电站的出力不能滿足整个勘探隊的需要, 那怕是滿足一个車間或一个工区的用电而建立最小型的水电站也是合算的。現在就以貴州水城隊为例來說明这个問題。

貴州水城隊是从54年进行普查的, 55年轉入勘探, 該隊杉树林工区有竹林河由西北方向东南方流经本矿区至陶家大山成瀑布下瀉, 自然条件較优越, 落差約137公尺, 据該隊56年8月—57年3月9个月調查統計, 該河流的最枯流量为0.01秒公方, 最大流量为1.921秒公方, 一般流量为0.15—0.25秒公方, 所以若以0.1秒公方为設計流量, 則初估出力約为:

$$N = 6.5 \cdot Q_p \cdot H_p = 6.5 \times 0.1 \times 137 = 89.05 \text{瓩}$$

若选用下述特性的水輪机及发电机各一台:

1. 水輪机: 冲击(戽斗)式, 單噴咀臥軸

$$\text{出力: } N = \frac{r \cdot Q_p \cdot H_p \cdot n}{75} = 155 \text{馬力}$$

$$\text{比轉速: } n_s = 26 \sqrt{\frac{Z_0}{n}} = 26$$

$$\text{轉數 } n = \frac{n_s \cdot H_p^4 \sqrt{H_p}}{\sqrt{N}} = 1000 \text{轉/分}$$

$$\text{噴咀直徑 } d = 1.1 \delta = 5.6 \text{公分}$$

$$\text{轉輪直徑 } D = 37.2 \frac{\sqrt{H_p}}{n} = 45 \text{公分}$$

$$\text{戽斗數目 } Z = (5.0 \sim 5.7) \sqrt{\frac{D}{\delta}} =$$

=15 或 17 取 15 个

2. 发电机: 采用C型115瓩, 50周波三相交流电压 $\frac{400}{280}$ 伏的臥軸直联发电机。

以上二項加上全套配電设备及高低压升降变压器总计約42,000元。

虽然由于引水部分地形欠佳需要开挖60—80公尺引水隧洞与76立方公尺的擋水坝及敷設137公尺左右的高压輸水管(无縫鋼管其經濟直接取0.5公尺)合計鋼材13.54噸。此外还有机房、高、低压輸电綫等, 估計电站的总投资約10万8千6百余元, 建筑時間最多不过8个月, 可赶上机棚山地施工所需动力的需要。現在該工区是采用移动式柴油动力油灯及电石灯照明。笔者根据水电容量可能解决的用电范围統計了动力、照明所消耗的燃料数字全年支出約12万2千9百元, 較建站总投资多支出1万4千余元, 显然若該隊建立小型水电站来解决动力、照明問題, 从55年至57年可以节约大量柴油, 無論从時間上或經濟上来看是完全可能而非常合算的。在技术上也不致有多大困难。

四、結尾語

前面已經說过了, 在勘探隊充分地利用水力发电, 不僅对国民經济有极大的意义, 也是实现勤儉办地質事业的良好措施。但是千万不能忽視野外隊的动力是地質勘探部門的心臟, 無論利用水电或火电来解决动力問題, 都必須要求絕對可靠, 因而在确定建設水电站的时候, 必須獲得各項充分的可靠資料, 必須保証有足够的流量和按期供电的可能性, 安全性以及經濟合理性。

一般來說, 水电建設時間較火电長, 投資比火电大, 也沒有移动式柴油动力方便, 但从長远利益看, 水电較任何动力經濟灵活, 管理也方便, 节省大量燃料, 所以希望从事这项工作的同志和各級領導同志給予充分重視, 并大力支持, 共同来进行研討。