

獅子灘水力发电站 施工技术总结

卷 一

工程概况及准备工程

獅子灘水力發電工程局著

水利电力出版社

PDG

前 言

獅子灘水电站是我国第一个五年计划内最先兴建的一批水电站中工程量最大的一个。該电站的勘测工作开始于二十年前，是旧中国最早提出要开发的水电站之一。在獅子灘水电站的开发历史中，最能够看出新旧中国水电建设事业的对照。

龙溪河虽只是一条长不到200公里的小河，蕴蓄水力资源却有10万千瓦以上，离重庆仅有80公里。由于四川煤炭缺乏，龙溪河水力的开发是有很大经济价值的。在龙溪河全河的梯级开发方案中，獅子灘水电站的水库担负着为下游各梯级电站调节流量的任务，是全河开发的关键。但是在国民党统治的15年中，对龙溪河的开发采取了时断时续、另敲碎打的方式，对獅子灘以下各个梯级电站进行了局部的开发，而对于作为龙溪河全河开发关键的獅子灘水电站，则由于工程规模大，始终未敢动手。1938年至1943年间，建造了第四梯级下清沱碛水电站，装机容量约3000瓩。1940年时在第三梯级迴龙寨水电站进行了小部分的土木工程，旋即停工。1946年开始在第二梯级上清沱碛水电站施工，到1949年解放时约完成了一半土木工程，解放后继续完成了余留下的土木工程和全部机电安装工程，在1953年发电。由于没有獅子灘水电站的调节，下游各级电站枯水季的发电量是很不可靠的。

1949年冬，国民党匪军在撤退前夕，对龙溪河上唯一已经发电的下清沱碛水电站予以彻底炸毁。解放后立即进行了恢复，恢复工程在1950年完成，恢复后的容量为3040瓩。

解放后对獅子灘水电站进行了深入的研究，在开发规模方面，解放前考虑獅子灘水库的正常高水位为340公尺，水库容量4.69亿方，装机容量15000瓩。解放后在设计过程中最后确定的獅子灘水电站正常高水位为347公尺，库容8.3亿方为一多年调节水库，装机容量

48 000 瓩。下游各級电站的容量亦因而有很大的变化。除狮子灘本身装机容量增加 33 000 瓩外，上清淵洞水电站原设计 40 000 瓩，因地下厂房不好扩建，只能把第二台机组容量由原设计的 7 000 瓩提高到 5 500 瓩。迴龙寨的装机容量原定为 6 000 瓩，按新设计改为 10 000 瓩。下清淵洞也在原来的 3040 瓩以外，将另行扩充为 30 000 瓩。全河开发总容量，由原来的 64 000 瓩，提高到 107 540 瓩。从这里可以明显地看出旧计划在流域规划方面的缺点，和新设计在充分利用水力资源方面的优越性。

狮子灘水电站具有高达 52 公尺，长达 1014 公尺的攔河大坝和长达 1400 公尺的隧洞，工程量是很大的。但是这样大的工程，只在短短 26 个月的时间內便完成发电了，这不能不认为是新中国水电建设的一个胜利。

随着狮子灘水电站的完成，上清淵洞水电站也已全部建成，迴龙寨和下清淵洞两水电站均在施工中，预计到 1958 年底，这两个水电站亦将完成，龙溪河全河的梯级开发，即可全部实现。

在狮子灘工程中，我国第一次采用了堆石坝的坝型。这一坝型的选用曾经过了慎重的多方面的考虑，最后由于狮子灘坝址的地质较复杂，缺乏适宜于筑土坝的土壤，也缺乏适合于筑混凝土坝的粗细骨料，交通运输不便，天气多阴雨，而现场又有充分的合格的石料，且有方便的溢流和引水的地形，终于决定选用了堆石坝，这一坝型的选定是完全合理的、正确的。

狮子灘堆石坝的断面，采用了与一般堆石坝较为不同的结构。上游面采用了较大体积的块石混凝土胎，混凝土胎和堆石坝体之间又设有一个楔形体。这一断面的采用是考虑了一定的具体情况的。但是在施工过程中感觉到这一断面比较复杂，施工上有相当的不便，尚待今后设计中研究改进。

狮子灘工程由于工程量较大，施工期限较短，在施工中采用了较高程度的机械化。30 余万方的混凝土，57 余万方的堆石，极大部分是采用机械化施工的。然而我们缺少这样大量机械化施工的经验，工作中还有不少缺点和困难。但是通过本工程，对机械化施工积累了初步

的經驗，這些經驗是寶貴的，對今後水電建設工作是有很大的幫助的。

獅子灘工程的另一個特點是工程的多樣性。大壩主體除大量的堆石工程外，還有大量的混凝土工程；而大壩以外的幾個小壩則有土壩、條石壩等不同型式；除攔河壩工程以外，還有引水隧洞、調壓井、廠房和單獨的溢洪道。幾乎水電工程中的各項重要水工結構物，在獅子灘工程中都包括了。這當然增加了工程的複雜性，但由此也積累了一些施工經驗和培養了一些施工人才。

獅子灘混凝土壩工程中採用了填加大塊石的新技术措施，節約了水泥約 10 000 噸，最大塊石填加率達到 26%。這一措施現在已成為一個成熟的先進經驗，在國內各水電、水利工程中推行。獅子灘的石料開采曾用了大爆炸的方法，一次炸出石料 3000 到 5000 方，在數量上保證了石料的供應。又在隧洞襯砌工作中，採用了鋼模台車來代替木模，節省了大量木料。這些經驗以及其他許多工程上的特殊措施，都是很值得重視的。

由於獅子灘工程局工作同志們的 effort，得以及時編出了獅子灘水電站的施工總結，對這一巨大工程的施工活動進行了詳細的記述，總結的內容是豐富的。為了使這一工程的經驗得到更加廣泛的傳播，水電建設總局決定將這一總結分開刊行，以滿足一切關心獅子灘工程，關心我國水電建設的同志們的要求和期望。

應當指出，本總結也存在著一定的缺點，譬如篇幅冗長，敘述過程羅列事實較多，而分析利弊，綜合研究較少。編寫人對此已進行了數次的修改和補充，但結果仍不能令人完全滿意。

本總結僅包括了獅子灘工程的施工部分，此外還有獅子灘水電站的設計總結、獅子灘水電站的機電安裝總結，均在編寫中，將陸續刊行。

水力發電建設總局

一九五七年八月

目 录

前 言

第一章 工程概况	5
第一节 工程内容	5
第二节 施工布置	11
第三节 施工总进度	12
第四节 堆石填施工后的意见	16
第二章 房屋、交通运输工程	18
第一节 房屋工程	18
第二节 公路交通	24
第三节 木便桥工程	26
第四节 铁道工程	34
第三章 混凝土工程	43
第一节 采砂洗砂	43
第二节 采石场	48
第三节 混合系统	60
第四章 风、水、电的供应	67
第一节 动力工程	67
第二节 电讯工程	74
第三节 给水工程	81
第四节 压气系统	88
第五章 施工导流	92
第一节 导流计划	92
第二节 排水涵洞工程	97
第三节 降雨与洪水预报	104

第一章 工程概況

第一节 工程內容

一、龙溪河流域概況及阶梯开发計劃

龙溪河为長江北岸的一条支流(見書末插圖 1-1),發源于四川省梁平县境,流至長寿县城东南入長江,全長 130 公里,流域面积为 2880 平方公里。河身曲折,上游坡度較緩,下游多陡灘瀑布,仅獅子灘以下至河口 24 公里間,落差即达 140 公尺。

龙溪河流域雨量充沛,年平均降雨量达 1159.8 公厘;夏季約占 42.4%,秋季次之,冬季最小,仅占 5%;平均年雨日为 113.9 日。最高温度为 44°C ,最低温度为零下 2.5°C ,相对湿度为 80—90%,年平均蒸發量为 1122.4 公厘。

龙溪河的流量極不均匀,暴雨后即产生洪水,此情形多集中于夏季。实测最大流量为 2650 方/秒,最枯流量仅为 6.54 方/秒,多年平均逕流总量为 16.0 亿方/秒,多年平均流量为 50.8 方/秒,估計千年洪水流量为 7000 方/秒(見書末插圖 1-2)。

獅子灘水电站攔河坝处于侏儸紀(普查以前为白堊紀)砂頁岩互層的傾斜層的軸部,岩層傾向左岸,岩性变化不定,成層亦不規則(見書末插圖 1-3)。砂岩含高嶺土及云母片,节理發育,抗風化性不高。頁岩則極易風化,新鮮岩石暴露空气中一、二日即自行崩解,抗压强度低。

龙溪河是采取四級阶梯开发(圖 1-4),电站分別布置于獅子灘、上清淵壩、廻龙寨及下清淵壩四处,利用的总落差为 179 公尺(表 1-1)。

二、电站的特性、效益及开发經過

龙溪河流域及獅子灘工区的勘测工作,早在解放前 1935 年就已开始。地形測量曾作过沿河及水庫 1/25 000 地形圖,工区 1/1000 及 1/500 地形圖。水文測量在 1937 年开始設站观测。地質勘测亦于 1937

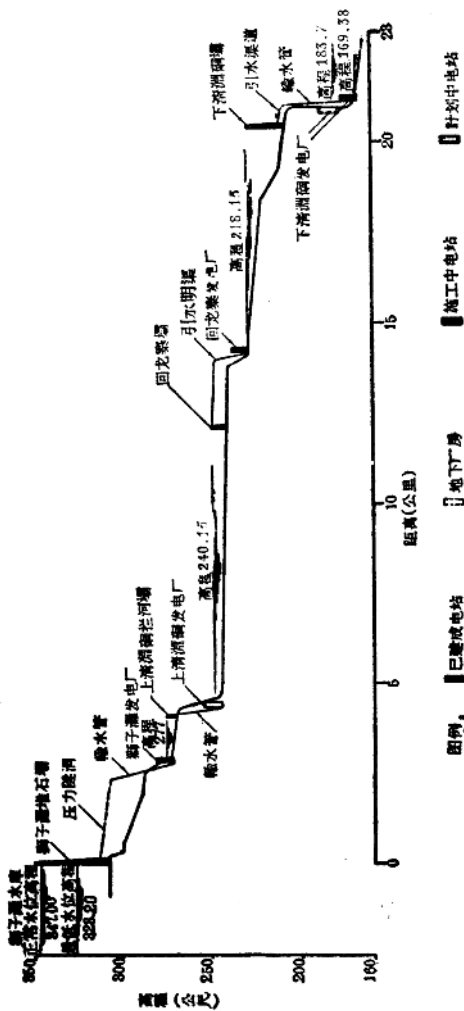


图 1-4 龙溪河梯级开发纵剖面图

各經电站装机容量及正常高水位表

表 1-1

指 标 电站名称	开發形式	平均引 用流量	利用落差	变 动 容 量 距			
		方/秒	公 尺	已完成	扩建中	合 計	备 註
獅 子 灘	混 合 式	43.2	70	48 000		48 000	
上 清 湖 兩	混 合 式	42.5	28	10 500		10 500	
退 龙 寨	引水道式	40.48	22		16 000	16 000	
下 清 湖 兩	混 合 式	48.0	59	3 040	50 000	53 040	
合 計			179	61 540	46 000	107 540	

年进行調查及鑽探。截至解放时止，十余年中，虽曾作过不少工作，但因反动政府对于水电事業根本不予重視，所以当时的勘测工作是不够全面和系統的，精确度也不够，而水文地質工作則根本没有进行。对整个地質結構，岩層情况都未得到正确的了解。所以对于工区地質是否适宜于水工建筑的問題，一直不能提出結論性的意見。

解放后，在党的领导下，水电建設事業得到了蓬勃的發展。对地形地質及水文各方面的勘测工作都已全面地开展起来，所以在獅子灘初步設計阶段已能提出比較全面的初步資料，使工程方案的选择能建筑在較好的基础上。

但因为要求开工發電的时期紧迫，所以設計阶段的工作，是在边勘测边設計边施工的情况下进行的。勘测設計工作都随施工的进度提出勘测資料及設計圖紙，这样虽然不免發生突击或脫节的情况，但基本上滿足了施工的要求。

獅子灘水电站工区的地質条件較为复杂；岩系厚度不一，岩相变化亦多，且岩石强度不高，易受風化。但經反复研究后，对工程地質条件較差部分，加以必要的技术措施，对整个水电站水工建筑物的安全与稳固仍然是可以保証的。

獅子灘水电站最大毛水头为 71.5 公尺，最小为 45 公尺，計算净水头为 64.3 公尺，年平均用水量为 13.82 亿方，最大引用水量为 101.6 方/秒。年平均可靠出力为 14 700 瓩，多年平均發電量为 2.06

亿度。

全部工程总预算造价为 95 535 568 元，除收回金额 11 129 460 元外，工程总造价共 84 406 108 元。其中水库清理及移民费为 9 832 955 元占 8.8%，建筑安装为 73 200 801 元占 76.8%，施工机械运费为 7 952 499 元占 8.3%。

每瓩工程造价为 1758 元，每瓩时发电成本为 0.0135 元，每瓩时造价按多年平均生产电能为 0.042 元。

三、电站的总体布置

狮子滩水电站位于龙溪河口以上约 25 公里处。由狮子滩至跳石瀑布天然河道长 3.2 公里，直线距离 1.6 公里，天然落差 32 公尺。本工程即利用此段落差，在狮子滩上筑坝蓄水，沿右岸隧洞引水至跳石下游的厂房发电。

右岸沿坝轴綫三公里距离中山的缺口共有四个，现利用第二缺口作为溢洪道，以控制水库水位，其余三缺口，一个修建堆石坝、一个修建干砌石坝、一个修建土石混合坝加以堵塞。

水库建成后，水位抬高约 40 公尺，迴水长度约 30 公里；总蓄水量 8.3×10^8 方，约佔多年平均流量 160×10^8 方的 52%，有效库容约 7.0×10^8 方。

拦河坝(堆石坝)位于狮子滩口上游约 150 公尺处，断面的前部高程在 340.0 公尺以下为块石混凝土，以上为浆砌条石。上游面用钢筋混凝土止水板。在块石混凝土与堆石之间设置楔形体，在体内填加骨料。上游面与块石混凝土面接触处作人工滑动面，以增加其灵活性。当堆石沉陷时它是起着保持平衡及傳遞水压力的作用，以避免块石混凝土牆因受水压力作用而产生拉应力，招致块石混凝土的开裂，引起渗漏，影响整个坝身安全。并在河床右侧坝身下设置两个 4 公尺方形的排水涵洞，以供施工期间导流排水之用；完工后用作洩水道以放空水库，并在隧洞检修时期供下游电站用水。

坝顶长 1014.31 公尺，顶宽 8 公尺，自开挖最深处至坝顶为 52 公尺。堆砌石及填料约 54 万余方，各种混凝土约 20 万方，灌浆约 19 000 公尺。

堆石坝为本电站主体挡水建筑物，利用当地材料，适合于坝址地质条件；并且能满足紧迫的工期要求。堆石坝为挡水式非溢洪坝，避免了坝址下游节理发育的河床被冲刷的危险。堆石坝的断面大，可满足基础较弱岩层的稳定要求，同时在当地雨天多，气温高的情况下，采用堆石坝在施工时也远比其他坝型更为适宜，并对缩短施工期限非常有利，所以堆石坝的选定是经济的、合理的。

溢洪道宽 106 公尺，溢流顶高程为 340.00 公尺，桥面高程为 350.00 公尺。溢流顶上装有宽 18 公尺高 7 公尺的弧形闸门 5 套，各设电动启闭机一套。溢洪道经水库调节后的最大溢流量，即千年一遇洪水经过调节后的流量为 3500 方/秒，对下游已建成的电站可无妨害。

溢洪坝体为混凝土筑成，共分五孔；每孔净跨距 18 公尺，闸墩宽 4 公尺，溢流顶至开挖最深处为 22 公尺。

溢洪道长 358 公尺，纵向坡度随地面而变，最大为 11%。渠底除桩号 0+110~0+340，一般基础岩石较好，除须灌浆处理外，其余都用钢筋混凝土衬砌。两侧导墙均用浆砌条石，作成挡土墙形式。

溢洪道尾端消能，采用差动式消能方式。消力槛尾部成齿状斜面，经试验采用最优形式；上齿宽 2 公尺，斜面末端倾角与水平成 32° 角，下齿宽 1.3 公尺，斜面末端倾角与水平成 26° ，形成跌空水舌，分散单宽流量，减少下游冲刷。

溢洪道以东，高程低于 350.00 公尺的缺口尚有 3 个，均用小坝加以堵塞。

第一小坝在太平寨进口，地面高程 345.50 公尺，采用堆石坝填筑，坝顶高程 350.00 公尺，宽 8.00 公尺、长 100.00 公尺，最大坝高 9.60 公尺。堆石坝上游面为浆砌条石，接触水面部分为钢筋混凝土防渗墙，下游为堆石，浆砌条石与堆石之间加碎石填料的楔形体。堆石坝上游斜坡坡度为 1:0.15，下游堆渣（渣是指当地清基的土石混合物）坡度为 1:2.0。

第二小坝为黄家埡口土石混合坝，地面高程为 335.00 公尺，坝顶高程 350.00 公尺，宽 2.5 公尺，长 139.62 公尺，坝最高部分约 25 公

尺。迎水面堆石坡 1:3, 背水面 1:2, 堆石与土間, 設置倒濾層。

第三小坝为全家垭口干砌石坝, 地面高程为 342.00 公尺, 坝顶高程仍为 350.00 公尺, 宽 4.00 公尺, 有公路通过坝顶与其他小坝及大坝相通, 最大坝高 17.50 公尺。干砌条石坝之上游面有浆砌条石及钢筋混凝土斜牆, 迎水面坡度为 1:0.5, 背水面干砌条石坡度为 1:0.7, 再下鋪廢渣坡度变为 1:2.0。

在大坝右岸格号 0+716~3+866 的条形山脊一带, 除埋藏較深的砂岩外, 均系風化的岩石。为避免年久逐渐崩坍, 而影响坝身安全; 經研究認為危險的地段, 在水庫水位变化范围内, 用粘土及塊石作成护坡加以保护。

引水隧道在河的右岸。进水口建筑在河的左岸, 进水口之前为明渠, 長約 380 公尺, 与上游河道相連; 其后为隧洞, 長約 1400 余公尺, 开挖直徑, 因岩石不同自 5.8~6.6 公尺, 用鋼筋混凝土襯砌后, 內徑为 5.0 公尺。

調压井为差动式, 位于隧洞尾端。大井用鋼筋混凝土襯砌, 上部直徑为 21.5 公尺, 下部为 19.5 公尺; 井管全用鋼筋混凝土筑成, 內徑为 5.46 公尺。自隧洞襯砌底部至調压井頂盖高 47.3 公尺。到井管頂高 43.3 公尺。

調压井經压力水道与厂房相接, 压力水道在岩石中挖成隧洞, 用鋼筋混凝土襯砌而成, 有主洞一条支洞四条。主洞分傾斜与水平兩部分, 傾斜部分与水平面成 40° 的傾角, 長約 60 公尺; 水平部分長約 45 公尺, 四个支洞即由此水平部分分出, 其中心高程与水平段主洞中心高程在同一水平面上, 其方向在平面圖上与傾斜段主洞平行, 直徑为 2.6 公尺。第四支洞与水平段主洞以半徑 15 公尺的弯洞相联, 第一支洞中心綫与傾斜段主洞中心綫相連, 第二、三支洞在第一、四支洞之間, 第一与第二及第三与第四支洞中心間距 9.5 公尺, 第二与第三中心距离为 10 公尺。

发电厂房位于跳石瀑布下游約 200 公尺处, 为引水道式的地面厂房, 分主厂房及第一、二两个付厂房。主厂房內包括安裝間及机器間長 57.74 公尺, 寬 13.7 公尺, 最大高度 26.0 公尺。第一付厂房在主

厂房之后侧，分四層，長 18.9 公尺，寬 12.8 公尺，高 16.57 公尺，作电气操作之用。第二付厂房在主厂房侧面，分二層，長 18.4 公尺，寬 12.4 公尺，高 7.0 公尺，作机械修理办公室及值班人員食宿等用。

主厂房都以 285.0 公尺高程为界，285.0 公尺以下为水下部分，285.0 公尺以上为水上部分，全用钢筋混凝土結構。

第二节 施工布置

一、内外交通綫

工程所需全部外購物資均經長江航运到長寿下游之羊角堡碼頭，再經全長 28 公里的龙溪公路运至工地。工地内部交通亦以龙溪公路为主干，分別以支路啣接各倉庫、工厂、料場及生活区。大坝下游設木便桥一座，以与左岸条形山脊各工程及黑石坪条石場相接（見書末插图1-5）。

右岸大小采石場均以 762 公厘軌距之輕便鐵道直通大坝与碎石厂，以柴油机关車拖翻板車运输石料。填基开挖及隧洞出碴則采用 610 公厘軌距的輕便鐵道，使用人推斗車或機車牽引。

二、压气系統

工地設有中心压气站四处，位于隧洞进口、电厂、大坝西端与大采石場等地附近，分別供应各工程施工的需要。施工进行到后期时，为了便于压缩空气調节、供应与进行机器檢修起見，乃將各站管路相連。工地上每日平均用气量約为 20 万方左右，其每方的价值为 0.0162 元。

三、給水系統

中心抽水站設于大坝下游木桥附近，以低压水泵兩台，自龙溪河內抽水入平流沉淀池，經处理后以四台高压水泵并联压入左右岸高地蓄水池內，再以干支管分別供应用水單位。最大用水量約为 7000 吨/日，平均用水量为 5000 吨/日左右，其价为 0.166 元/吨。

由于統一供水，使在管路設置等方面均較节省，并便于管理，滿足了工程及生活用水的需要。

四、电力供应

工地最高用电量约为 3400 瓩，电力主要依靠上碕电站供应，并以重庆至工地的高压输电补其不足。另外在工地还设有四台柴油发电机，合计 960 瓩，做为备用。在线路布置方面，设置了中央变电站，分别以高压输电呈辐射状送至各工程地点，并降压使用。在工地至重庆高压线未建成前，上碕电站因枯水时电量不足曾一度影响工程进度，这是在原计划中所未估计到的，因此，在机械化程度较高的工地，对电力供应必须做充分的考虑。

狮子滩工程之准备工作于 1954 年第二季度开始，准备工程中之临时厂房、仓库、办公室、宿舍及公共福利建筑与对外交通的龙溪公路的改线、加宽及路面翻修工作，均于 1954 年第二季度开工；其余码头扩建、工地交通线、动力厂压气系统及混合系统等工程，均于 1954 年第三季度起配合正式工程陆续兴工，于 1955 年第二季度末基本完成（见书末插图 1-6）。

第三节 施工总进度

按国家任务规定，狮子滩水电站必须及早建成（见书末附表 1-2）以适应重庆地区迫切的电力需要。本站装机容量为 48 000 瓩，预计于 1956 年第四季度末装好一台开始运转，整个基建工程（包括准备工程及电机设备，安装在内的工期规定为三年（1954 年～1956 年），任务紧、时间短，土石方开挖约一百万方，堆砌块石、条石 60 余万方，要在短短二年半的时间内完成这样大的工作量，除了依靠人力外，主要工程还必须大量使用机械。

狮子滩水电站自开工后，施工机械化的程度有很大提高，如土石开采机械化施工所完成的工作量已占总工作量 95% 以上，混凝土浇筑机械化百分比已达 100%（表 1-3）。

本工程主要建筑物是堆石主坝、溢洪道、引水隧洞、调压井、高压水道及厂房等。其中尤以堆石主坝，是施工上的主要关键，因此，施工措施就以这一工程为中心，结合考虑溢洪道、引水隧洞及厂房等工程的配合；并以土石坝、条石坝的建筑，为施工的调节。

施工机械化程度調查表(1955—1956)

表 1 3

工作名称	計量單位	总工程量	机械完成	百分比	备 註
土方开挖	方	288 091.36	12 459.00	4.32	利用碎石机碎石 只1955年11个月 統計資料
石方开挖	方	823 232.85	815 531.84	99.06	
采 砂	方	217 847.0	67 184.09	30.84	
土方回填	方	82 690.75	82 690.75	100.00	
碎 石	方	330 874.27	325 068.17	98.25	
鋼筋切断	吨	197.22	140.00	70.99	
混凝土拌攪	方	316 256.03	315 266.73	99.63	
土料开采	方	119 292.16	101 132.60	84.78	
土料裝車	方	119 292.16	119 292.16	100.00	

由于工期紧迫要求主坝于技术上可能的最短时期内完成，故采取施工措施时必须对此加以充分考虑。

攔河坝工程于1954年8月开始导流部分的排水道及圍堰工程，年底完成放水。坝基的开挖及处理工作，于1954年10月开始，1955年初河槽基础处理后，开始浇筑地石混凝土，于洪水前浇筑至高程311公尺，两岸及河床桥墩均至高程320公尺。洪水期间，两岸繼續加高，至1955年度第二枯水季，集中力量突出河床部分，至1956年洪水前坝身应作到高程340公尺。堆石于1955年第二季开始，上游面，钢筋混凝土斜墙及楔形体均于1955年第四季度开始，以配合上述工程的进度。自1956年第三季度起始蓄水，1957年第二季度完成全部大坝工程，其蓄水后的情形如图1-7。

大坝混凝土从拌合場將混凝土裝入罐后，直接用机車牵引至坝下，由門式起重机提升至浇筑面。門式起重机每台日运输量为560方，工地有兩台，每台配备机車二輛。这些机械設備，特别适宜于地石混凝土墙这样大规模的浇筑工作，不仅简化了脚手架等的布置，节省了大量劳动力；而且保证了大坝的施工进度，在运输过程中也保证了混凝土的质量。

堆石坝堆石部分的施工，自采石場將石料用机車及翻板車拖



圖 1-7 完工后的堆石壩

运，在坝体上先搭設高約 8 公尺的木架鋼梁棧橋，石料拖至桥上后向兩側傾倒。堆好一層后，升高时繼續架設棧橋，直至坝頂，堆石用人工加以整理。

溢洪道于 1955 年 1 月开挖基础，第四季度开始混凝土浇筑，1956 年洪水前溢流坝体浇至高程 333.5 公尺，以备洪水期間可能溢流之用。1956 年枯水季繼續浇筑，并安裝閘門及啓門設備，于 1957 年第二季末全部完成。

三个小坝及条形山脊的保护，于 1955 年第四季起配合大坝陸續施工，1956 年洪水前达到高程 340，年底全部完成。

溢洪道土石方开挖約近 40 万方，表面土層，主要以人力开挖，并配以兩部鏟运机施工。部分可用作附近土石混合坝填料之好土，則以 1 方及 0.75 方之鏟运机挖土裝¹車，用机关車牵引 0.6 方翻斗車裝运。石方开挖，采用分層分段爆破，每層厚約 2—4 公尺。混凝土骨料自配料樓配好，用汽車运至溢洪道附近的拌合場，溢洪坝体高程 330 公尺以下，用混凝土罐由汽車裝运履帶式起重機吊运澆搗。用 9 吨門式起重機，經下游护坦上軌道来回澆搗高程 330 公尺以上。护坦則用履帶式起重機沿澆筑塊进行澆搗，完成后情形如圖 1-8。

土石混合坝的填土，自取土場裝上自动傾卸卡車运至坝上卸下，用八輪汽胎輾压，單位压力为 1—2 公斤/公分²(羊角輾因使用不当而停止)。

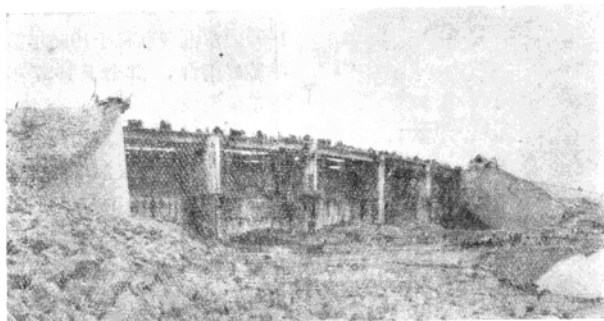


圖 1-8 完工后的溢洪道

引水道明渠及隧洞导洞的开挖均于1954年第四季度开工，1955年1月主洞开挖，10月开始砌砌。调压井及压力水道开挖，均于1955年第三季开始，混凝土及钢板砌砌工作于1956年第二季施工，引水道全部工程于1956年9月底完成。

隧洞开挖采取上下导坑两种开挖方法，导坑部分均未进行支撑，在岩石较坏的情况下，下导坑有一定优点，采用此法占开挖的60%左右。隧洞掘进速度平均日进2.72—2.87公尺，鑽眼用風鑽，出碴用蓄电机車牵引斗車。压力水道采用全面掘进法，斜坡段用絞車曳引箕斗將石碴运往隧洞輸出，水平段由厂房向内掘进。

隧洞砌砌分底拱与边拱二部分进行，底拱使用弧形鋼模，边拱采用鋼模台車和木模两种，用混凝土泵浇筑。鋼模台車及混凝土泵的使用，加速了施工进度，同时也取得了一定的經驗。高压水道在鋼管安装后进行砌砌工作。

进水口明渠开挖采用分段分層开挖法，混凝土浇筑利用脚手架及溜槽。调压井先在中心开挖方形导洞，石碴由井上用卷揚机吊出；扩大时利用出碴溝。砌砌工作分上下兩層进行，最初曾使用滑动木模，因效率低未加使用。

厂房及发电站于1955年第三、四季开工至次年第三、四季完成



圖 1-9 厂房外觀

土建及变電的设备安裝工作(圖 1-9)。水輪發電機于 1956 年第四季裝好兩台，其余于 1957 年第一季度完成。

水庫清理分兩期进行，水庫淹沒高程 335 公尺以下部分，于 1955 年第四季与 1956 年內第一季进行，335 公尺高程以上部分于 1956 年冬季至 1957 年內第一季进行。水庫区內的移民工作分三期进行，于 1956 年 4 月全部迁

移完畢。

第四节 堆石坝施工后的意見

尽管地質惡劣、獅子灘堆石坝的建成在速度上、質量上都較良好；但也存在着許多缺点。應該特別指出的獅子灘堆石坝是种混合式坝，坝型比較复杂，因而造成投資大、施工布置和施工管理的困难。虽然經過不断的克服和解决，只能說是相对的改进了一些，基本的缺点还是存在的。但在另一方面由于坝体工程施工的多样性，在同一時間內显示出了各种工程的优点和缺点，因此吸取这些經驗和教訓并从而分析几种坝型的施工特点，对今后工作或許有参考的价值。

自然条件影响着坝型的选择，例如在岩基較差、土壤缺乏、交通不便、而石料充足、具有优越的溢流和引水地形等。选择堆石坝或者在相反的条件下不选择堆石坝，必須根据具体条件才能加以說明。在这里只就獅子灘施工的实例分析几种簡單的坝型——混凝土重力坝、堆石坝、土坝。至于拱坝和混合式坝，因为比較复杂故不予討論。在分析的过程中存在着很大的局限性，而且資料不全(阻水塔帷幕灌浆未整理)，只能算作是一种學習。

坝体的造价：以 50 公尺坝高計算混凝土重力坝、堆石坝、土坝的体积比例为 1:4.1:7.2^①。