

# 獅子灘水电站的堆石壩

(李鶚鼎 陈培根)

龍溪河是重慶下游長江北岸的一條支流，發源于四川省梁山縣百里漕，流域面積2880平方公里，雨量丰沛，多年平均降雨量为1162公厘。全河長約140公里，自獅子灘至注入長江河口一段，瀑布灘口相联，河床峻陡，落差集中。根据全河的流域规划，分成獅子灘、上清淵硐，迴龍寨及下清淵硐四个梯級电站，供給重慶地区电力系统日益增長的負荷需要。獅子灘水电站則是龍溪河上游的第一个梯級电站。

獅子灘堆石壩是水电站中一个最重要的水工建筑物。它控制龍溪河流域面積的92%；并形成面積为63平方公里、容積达8億2千多万立方公尺的水庫。經水庫調節后，河流天然流量的利用程度达90%左右。除增加了本电站的可靠出力，亦增加了下游已建成及正在修建的三个梯級水电站的可靠出力。

## (一)壩型的選擇

在獅子灘水电站的設計过程中，曾選擇了多种多样的壩型來進行比較：土壩、混凝土溢流壩、混凝土擋水壩、連拱壩、平板壩、土石混合壩以及堆石壩，都列入了考慮和選擇的對象。設計人員們在苏联專家們的具体指導下，主要从壩址的工程地質情况和工地建筑材料并結合着施工条件工程造价和施工期限几方面進行了深入地研究和分析。

壩址地質屬于白堊紀砂岩和頁岩的互層，并有泥質砂岩和砂質粘土岩。岩層的厚度和物理性質变化很大，成層甚不規則。有些地段尚夾有風化破碎帶及夾泥層。壩址处除右岸及河槽地段为堅好的獅子灘砂岩，厚度約20~30公尺外，在左岸壩的接头附近，岩層交錯，風化破碎情况嚴重。特別是夾泥層及破碎帶的滑动摩擦系数甚小，一般僅0.2~0.34，在这样的地質条件下，需選擇像土壩、土石混合壩或堆石壩等断面較大的壩型，对防止壩体及基礎的滑动才有把握。

，建造上述大体積土石壩，土料和石料都是可能的建筑材料。獅子灘地区附近的土料，屬于砂質粘土；虽可筑壩，但天然含水量較高，一般为24~28%，不易压实，而施工地区雨日甚多，平均占全年总天数的37%，使降低含水量和具体施工都極困难，因此采用土料，工期無保証，造价也不一定經濟。同时獅子灘一帶堅好的砂岩數量丰富，砂岩的湿抗压强度虽僅每平方公分300~400公斤，但尚可使用，而就地取

材，便宜經濟，所以，最后終于选定了堆石壩的壩型。

堆石壩在世界上也是一种常用的壩型，一般在水泥比較缺乏而天然石料很丰富的地区，或因地质条件所限，不适宜采用混凝土壩或其他类型壩的时候，采用堆石壩是比較經濟的，但堆石壩的一般缺点在于体積龐大，石头又硬又重，施工机械化比較困难，施工速度受限制，因此堆石壩也不是任何地点都能經濟适宜的。

世界上已建造的最高的堆石壩已超过 100 公尺，如美國加里福尼亞州的鹽泉壩（*Salt springs Dam*），但是在世界上高度在 50 公尺以上，体積在 70 万立方公尺以上的堆石壩，只不过四五个，獅子灘堆石壩最高 52 公尺，体積約 80 万立方公尺，不但在我國是第一次建造的大型堆石壩，在世界上也是一个很大的堆石壩了。

一般大型堆石壩的構造，常分为三部分，一为迎水面的鋼筋混凝土止水板，二为干砌石壩体，三为堆石部分。为了避免干砌石部分的費工費时，加快堆石壩的施工速度，獅子灘的堆石壩將干砌石部分改为塊石混凝土的剛体，而在这个剛体和后面堆石部分之間，增加了一个楔形体，这种型式的堆石壩，世界上僅有九龍的新民壩采用过，但是新民壩的楔形体是用粗砂料填充的一个三角形，为了保証这个三角形填料能起一定的作用，而当地粗砂，又很缺乏，因此獅子灘的堆石壩，改用了上下游具有人工滑动面，本身具有足够重量，能產生可靠主动压力的楔形体，这是獅子灘堆石壩的一个特点，也是在堆石壩方面一个新的設計。

## (二)獅子灘堆石壩的結構形式

獅子灘堆石壩長 1014 公尺，最高 52 公尺，壩頂寬 8 公尺，主要組成的四个部分为①上游迎水面的鋼筋混凝土防滲牆 ②塊石混凝土壩体 ③下游堆石部分 ④中間的楔形体（圖 1,2）。

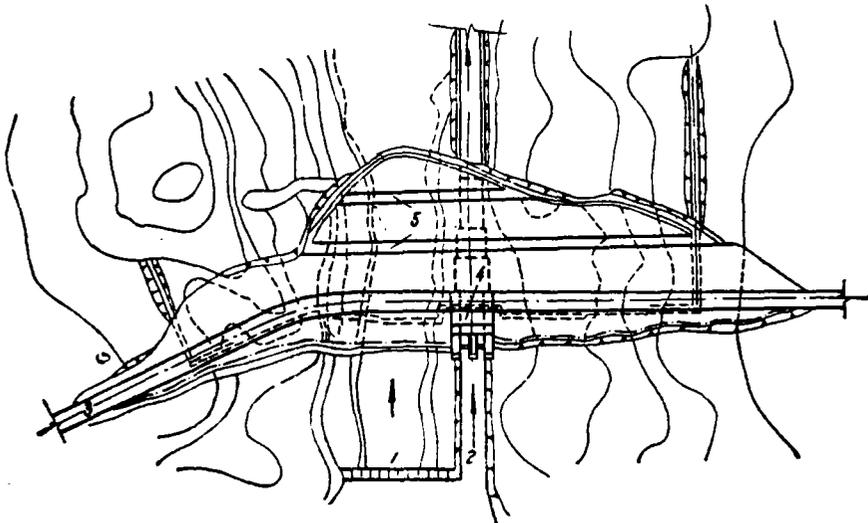


圖 1

(1) 上游迎水面的鋼筋混凝土防滲牆是用 170 号标号的鋼筋混凝土，作成 30 至 100 公分厚的一面斜牆，貼复在塊石混凝土壩体的上游面，更利用真空作業增加表面的抗滲能力。斜牆每 10 至 15 公尺寬，有垂直伸縮縫，每十公尺高有水平伸縮縫，以減少壩体变形时斜牆开裂的可能。伸縮縫中皆有瀝青和阻水銅片。斜牆和塊石混凝土之間有一層瀝青麻布相隔，使二者之間能有相对的活动；以便在壩体变形时，斜牆可以避免連帶被拉开裂。塊石混凝土的表面有縱橫排水溝，从防滲牆滲透的水，經排水溝流至壩体廊道，再排至壩的下游。防滲牆的底部是圓頭形，窩在下面混凝土阻水牆上，接縫用瀝青麻布隔开，并插入阻水銅片，使能自由微作轉动而不漏水。在防滲牆的上游跟脚更塗以双層瀝青麻布，并用粘土加以复蓋以防漏水。

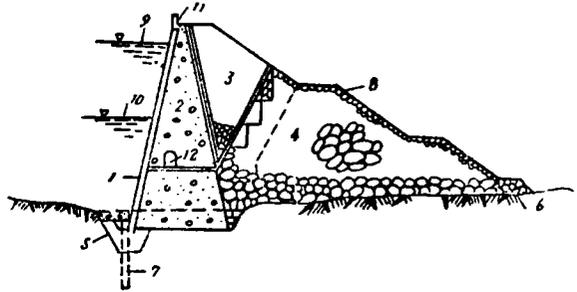


圖 2

(2) 塊石混凝土壩土为頂部寬 2 公尺，上游面坡度 1:0.28，下游坡度 1:0.15 的混凝土壩体，內中填放 20% 左右的塊石，以節約水泥。壩体要建筑在巩固的基礎上，同时为防止基礎下面和兩岸接头因水庫形成而产生漏水現象，在壩体前趾建造一道混凝土阻水牆，并在其下进行深孔帷幕灌浆。由于基礎岩石有節理及裂隙，在壩体基礎上，还需进行固結灌浆，壩体每隔 10 或 15 公尺有一工作縫，縫中設瀝青柱阻水。壩体中設有廊道寬 1.5 公尺高 2.5 公尺，廊道中及壩体上游面均有排水系統，將滲水排至壩体下游。在壩中段偏右，有進水塔一座，其下为 4×4 公尺双孔排水涵洞（圖 3），涵洞長約 150 公尺伸延至堆石壩以外，排水涵洞除施工时起導流作用外，運轉期間必要时可將水庫放空，对壩身进行檢查修理，并保証当獅子灘水电站引水系統和电厂檢查时，下游各梯級电站的用水。

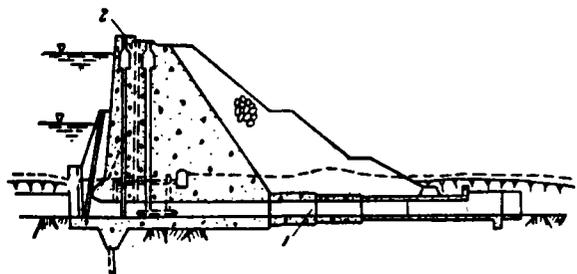


圖 3

進水塔上設置定輪閘門兩套及啓門設備，以控制排水涵洞的泄水。另有塔水閘門一套，供檢修定輪閘門時用。

(3) 下游堆石部分包括堆石壩壩体中的堆石和干砌石。堆石部分前坡 1:0.5 与楔形体相接下游面坡度为 1:1.5。自壩頂而下，每隔 15 公尺高度，有 4 公尺寬馬道一处，作为日后檢修壩面沉陷的交通道路。边坡与基礎相交处，有一梯形的干砌壩趾。边坡表面有 0.6 至 1 公尺厚的一層干砌石护面(圖 2)。堆石中埋設有观察堆石沉陷变形的永久測点及通至基礎下的揚压力測管。

(4) 楔形体是塊石混凝土壩体与堆石之間楔子形狀的填充物；其作用是防止堆石由于沉陷而与塊石混凝土壩体失去密切接触。因此在堆石壩壩身中間部位筑成兩边有人工滑动面的楔形体（圖 4）。人工滑动面的目的在于减少楔形体与上游塊石混凝土壩体和下游堆石之間的摩擦，以楔形体本身的重量來增加对塊石混凝土部分的主动压力，防止在堆石沉陷时，塊石混凝土部分發生过度的变形。在靠近塊石混凝土壩体一面的人工滑动面，是一層 3 公分厚由煤焦油瀝青和粘性土壤混合的塑性体，外面复盖一層 5 公分厚的預制鋼筋混凝土板。靠近堆石一面的人工滑动面是在干砌石的斜面上作成 4 公分厚的鋼絲網噴漿面。两个滑动面之間，依不同的部位，以卵石、碎石和塊石填充。

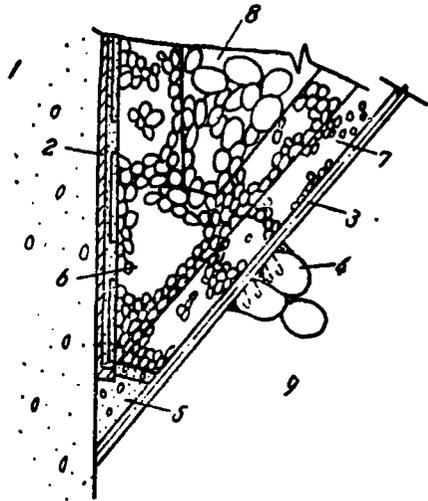


圖 4

### (三) 獅子灘堆石壩的施工

獅子灘水电站堆石壩的总体積約为 77 万立方公尺，其中主要有混凝土及鋼筋混凝土 21 万立方公尺，楔形体 12 万立方公尺，堆石砌石 41 万立方公尺以及漿砌条石等。对于这样龐大体积的堆石壩，施工前要仔細分析流域的水文資料研究導流方法，計算壩体在各施工阶段断面的安全；考慮施工机械的利用，施工現場的布置和其他施工条件等。組織堆石壩的施工要按照一定的施工程序，經過技術圖紙、設備，材料，劳动力的平衡，根据需要进行配合，减少干擾，來安排施工总進度：第一个枯水季要完成圍堰導流和河槽基礎工程。洪水來时由排水涵洞泄流及河槽混凝土壩体上溢流，兩岸仍進行堆石及澆筑混凝土。第二个枯水季中要完成足够高度的上游档水部分及堆石的安全断面，并筑好溢流道溢流体的第一期工程，以宣泄洪水。在第三个施工年度中以最短的时间把堆石壩筑完。

#### (1) 施工導流

在第一个枯水季中，除了开挖排水道，做好排水涵洞的鋼筋混凝土洞壁外，并在壩前建筑一道木籠圍堰，这样就可以在枯水期中攔断河流，把河水引導流入排水道，經過排水涵洞流到下游，开始在干涸的河槽中進行开挖，鑽孔灌漿等工作。木籠圍堰有一定的高度，僅能在枯水期將河水档在壩基工作地段以外，到洪水期河水仍然翻过圍堰，流入原來的河道，但是那时原河床的壩基开挖和处理工作，已經完成并已澆筑了一定高度的塊石混凝土和过河桥梁的桥墩。

在洪水期原河床地方，不繼續進行工作，而在兩岸進行塊石混凝土，堆石和鋼筋混凝土防滲牆的工作。到第二个枯水季再重新恢复河床上的工作，集中力量，加高中部的壩体，防滲牆，堆石和楔形体，到第二年洪水再來臨時，全壩已有足够的高度和安全断面，使河水改道从已完成第一期工程的溢洪道排泄洪水全部施工導流工作需要二个枯水期。

## (2) 基礎开挖和处理

獅子灘水电站的壩址地質構造是由白堊紀的砂岩，泥質砂岩，粘土岩和砂質粘土岩所組成。在河槽及右岸的基礎上，砂岩岩層較厚左岸則為較薄的砂頁岩互層，并有風化破碎帶及夾泥層。为了使壩体及兩岸的接头建筑在堅固的基礎上，就要將基礎上松軟的复盖層，風化岩層，破碎帶等挖去。开挖時用手風鑽打眼放炮，以斗車卷揚机出碴，另以輕型履帶式起重機，木制桅杆式起重機，進行裝車及垂直運輸。施工規範要求混凝土壩体下的基礎在距離設計开挖綫以上 30 公分時不得放炮，以免影响基礎的完整。对于阻水牆开挖要求特別嚴格，开挖時要打防震孔，并限制裝炸藥量，在特殊部分不准采用爆炸方法，僅能用石工或風鎬挖掘，以免因爆炸而振松周圍岩石，損傷基礎。对于堆石部分开挖要求較寬，但遇有粘土岩時，因其很易風化，須立即用漿砌条石或混凝土或噴漿方法封閉。

灌漿工作分为帷幕灌漿，固結灌漿和收縮縫灌漿。帷幕灌漿是在阻水牆內沿壩軸上游用岩心鑽机以硬質合金鑽頭鑽深孔，一般采用分段高压灌漿。灌漿前進行沖洗和注水試驗，以求出孔內各段的滲水率，決定所用水泥漿的起始稠度。帷幕灌漿最大压力采用水庫最高水位時水压力的 150%，用灌漿机把按比例配合的水泥漿压入基礎下的深处，膠合和填塞基礎岩石的縫隙，沿壩軸上游形成一道防水幕。达到防止或减少漏水的目的，在灌漿完畢后，要作兩次檢查，一次为選擇十分之一的鑽孔在原孔鑽开檢查試漏，一次在已灌好的鑽孔中間插入檢查孔，進行檢查試漏，檢查如不合格，皆需重新处理，以確保帷幕灌漿的質量。

固結灌漿是在塊石混凝土壩体的基礎上進行，一般是 5 公尺的淺孔，用手風鑽來鑽孔。对于基礎地質情况較差的地区，也采用深孔固結，是用岩心鑽机或風動車架式鑽机鑽孔。固結灌漿的目的是使水泥漿灌入基礎下，在裂縫中填塞固結，以增加基礎的巩固和整体性。伸縮縫灌漿是灌塞阻水牆与岩石接触面間，因收縮所造成的縫隙。

## (3) 塊石混凝土壩体

水泥、沙、和碎石在壩下游設置的混凝土混合系統中，根据設計的标号，按試驗的比例和級配，在配料樓配合，經混合机攪拌成混凝土后，注入容積为 3 立方公尺的混凝土罐內。混凝土罐置于平板車上，以柴油机关車牽引运至澆筑工作面附近，用門架式起重機將混凝土罐吊至澆筑工作面的木模內（圖 5）。澆筑前，木模要立准架穩，防止澆搗時變形。先在已清洗好的表面上勻鋪一層水泥砂漿，然后澆 30~40 公分厚

的混凝土，再填充表面清洗干淨，保持湿润状的60~100公斤重的塊石。塊石間距不小于20公分，經震動器震搗后使混凝土与塊石結合密实。塊石填充率在獅子灘施工中一般約为20%，最高可达26%。每段混凝土澆完后，即進行養生，間隔一定時間，（一般3天）再進行上層或相鄰段的澆制。壩体混凝土的标号为90号。每段壩体混凝土与鄰段接縫間，設瀝青阻水柱及鑊槽（圖

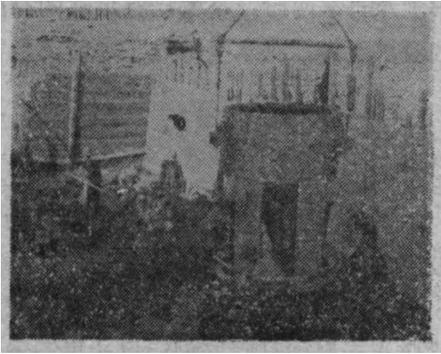


圖5 澆筑塊石混凝土壩体，用大型起重機將混凝土罐吊入木模內

6)。

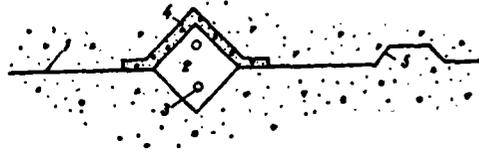


圖6

6)。阻水牆鋼筋混凝土标号为140号，澆筑时要預埋帷幕鑽孔管和止水銅片等。

#### (4) 鋼筋混凝土防滲斜牆

在堤壩的迎水面，先在塊石混凝土壩面上鋪一層瀝青麻袋，使壩体混凝土与斜牆隔开，用真空混凝土作業，澆筑170号标号鋼筋混凝土的防滲斜牆，以防止在高水头的压力下及当壩体發生局部沉陷或变形时滲透漏水。除堤壩底部及頂部用木制吊架外，均用鋼吊架安裝在塊石混凝土斜面上，用真空模板及真空泵來進行混凝土的真空作業。真空模板中有薄層鉄紗網，在密閉的情況下，將混凝土中多余的水份用真空泵吸出，以增加斜牆的抗滲能力。斜牆每塊垂直分縫与壩体分段相同，水平縫每10公尺有一伸縮縫，裝有止水銅片并填塞瀝青，每5公尺为水平工作縫，亦裝止水銅片。以防漏水。

#### (5) 堆石及干砌石

堆石壩堆砌石所用的石料，要求堅固，未風化，其容重不小于每立方公尺2.4噸，濕抗压强度每平方公分不小于350公斤。石料由采石場（距壩址約3公里）供应。采石时用旋轉式鑽機鑽孔，孔徑110~120公厘。孔距，孔深及孔数隨地質及开采情况而定。一般情况孔距为4~8公尺；孔深为12~15公尺。每孔裝硝破炸藥60~70公斤。采石时，用電雷管通电源引導爆炸。每次爆破可采石3000~5000立方公尺，其中爆破后尺寸过大的石料，尚需用手風鑽打孔，再裝炸藥進行二次爆破，改小石料尺寸，以適應現場的起重能力，便于裝車和卸車。用大爆破采石后，需加工改小的石料約占采石量的25~40%，除用二次爆破外，还采用双合鑊破石（用兩個鉄鑊对劈破石，是工地創造的一种先進人工破石办法），以節省炸藥。每方石料采石所需的炸藥消耗量为0.18~0.22公斤。

石料經輕便鐵路以柴油機車牽引3~4輛(視運輸路線的坡度及天氣晴雨而定)容積為4立方公尺的翻板車,運至堆砌石的工作面傾卸(圖7)。堆石前先在基礎上用較大的石料干砌一公尺厚,以緩沖石料下落的冲击力,防止基礎岩石受劇烈震動,然後再在上面進行堆石。堆石的石料拋卸後,以高壓水槍沖填小石塊,並以人工撬動整理,使堆石獲得最大的密實度。规范要求堆石

的空隙率不大于35%;基礎部分干砌石的空隙率不大于30%;周圍邊緣的干砌石空隙率不大于25%堆石工作展開的方式一種是堆路堤法:

即先用塊石堆筑一條能通行單綫輕便鐵道的路堤(堆筑路堤用輕型履帶式起重機吊石及人工整理),然後向兩側進行堆石,擴大交通路線及堆石工作面。另一種方式為高架棧橋法:在堆石部位中架設不同高程的棧橋;橋架或橋墩的材料,

根據具體情況選用木料、條石、混凝土或塊石,橋面用工字鋼架設,上鋪枕木鋼軌。從橋上向兩側拋卸石料。拋卸自由落下的高度一般為5~8公尺,以不損傷石料為原則。如棧橋過高,應在其下先以石料堆筑緩沖體,減少自由落下的高度。當堆石石料能沿坡度滾動時,對石質已無損害。施工以來高架棧橋堆石法對於加快堆石速度,收到較好的效果。

每3000~5000立方公尺的堆石,進行一次空隙率的測驗。測驗時折除堆石十數立方公尺,用磅秤稱重量並測量斷面,計算求出的空隙率,須符合施工規范的要求。

堆石中裝置基礎揚壓力測管,以測定堆石壩基礎下受水壓後的上托浮力。在堆石部分的邊坡上埋設永久觀測點,長期觀察堆石壩的沉陷和壩體的位移。

## (6) 楔形體

楔形體上游面的人工滑動面,用粘土、軟瀝青和防腐油混合的塑性體做成。粘土、軟瀝青、防腐油按1:0.32:0.08比例混合為塑性體。施工時,在塑性體加工廠的加熱容器中,先將軟瀝青加熱至 $100^{\circ}\text{C}\sim 150^{\circ}\text{C}$ (一般約 $120^{\circ}\text{C}$ ),再加入防腐油,另將經過研篩後的粘土烘烤至 $80^{\circ}\text{C}\sim 100^{\circ}\text{C}$ 後,徐徐倒入油料內,並連續地攪拌。拌合時保持溫度不低於 $100^{\circ}\text{C}$ 經約一小時後,達到要求的和易性。制做好的粘土瀝青塑性體,摩擦角不能大於 $6^{\circ}$ 並要求冬天不硬夏天不溶。製造時經常取樣進行試驗以保證要求的質量,制做瀝青混合物時,要特別注意技術保安工作,防止中毒;工作人員需着防毒的衣物,按操作規程進行工作。人工滑動面的施工為先將5公分厚的



圖7 堆石石料正由翻板車上傾卸下來



圖8 在楔形體中拼裝鋼筋混凝土預制板,其下流為已完成的鋼絲噴漿面

鋼筋混凝土預制板在塊石混凝土壩體背後進行拼裝，與壩體混凝土表面保持3公分空隙（用小木條隔开），接着把加热的混合塑性體緩緩地灌入（圖9），用插針搗實。為防止混合塑性體逐漸加高后，從接縫中擠出，預制板接縫都作成榫槽，同時在拼裝時，將搭縫內側，鋪上瀝青麻布條，並在板后臨時加以支撐，隨即將楔形體填料逐漸加高。當气温適合的情況下，亦可先將混合塑性體先鋪在鋼筋混凝土的預制板上，再在工作面拼裝，接縫處仍需填灌部分塑性混合物，使其充滿空隙。

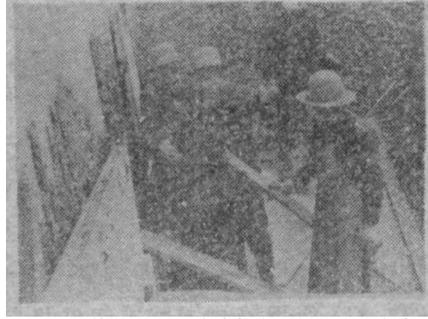


圖9 楔形體內拼裝鋼筋混凝土預制板后，還要注入粘土瀝青和防瀝油的混合物構成人工滑動面

楔形體底部三角形地帶填充軟瀝青加沙的混合物（圖4），其作用是當堆石發生沉陷，楔形體隨之下降時，鋼筋混凝土的預制板亦能嵌入軟



圖10 采石場的石料經爆破后用柴油機關車運往堆石壩



圖11 堆石壩上繁忙的運輸綫，圖為高架石棧橋上下正在運送混凝土和堆

瀝青加沙的混合物中。軟瀝青加沙混合物的成份和配合比為

2號煤焦油瀝青	29%
防瀝油	1%
干淨河沙	70%

楔形體靠近堆石的一面先干砌一層整齊的塊石或毛條石，上面鋪一層鋼絲網，并錨入石縫內，用噴漿機將水泥砂漿噴在上面。噴漿工作分塊進行，要求噴漿厚度為4公分。

在楔形體的中間，分層按設計規定的尺寸分別填充卵石，碎石和塊石。规范要求填充料的容重，每立方公尺不小于1.6噸。

當堆石壩建成以后，由于堆石發生沉陷的緣故，在最初几年還要適當的補充楔形體中的填料和后面的堆石料。

#### （四）一些体会

从獅子灘堆石壩的設計和施工中有以下一些体会。在地質情况較差，基礎岩層的

摩擦系数較小,而沿岸或附近有足够数量并符合質量的堆石料可以开采利用的情況下,堆石壩一般是比較經濟的。目前在我國大規模建設中水泥鋼材还比較缺乏,在適宜的條件下,堆石壩壩型有其一定有利的條件。

高度機械化的施工是大型水工建築物施工的正确方向。而堆石壩的缺點之一,則在它不像混凝土壩甚至土壩那樣容易布置全面高度的機械化施工。因此,如何能尽量作到機械化施工以提高施工效率,正是堆石壩在設計和施工中应当充分考慮的問題。獅子灘堆石壩在設計人工滑動面楔形體方面,解決了剛體与堆石部分的密切結合問題,但在結構方面,还嫌过于复雜,粘土瀝青的制作澆灌,鋼筋混凝土板的預制拼裝,干砌石噴漿面的制造,一層層卵石、碎石、塊石的填充,都使機械化施工無法展开,影响了筑壩的速度。因此,在以后堆石壩設計中,如何更加簡化,便利機械化施工,加速工程建設,降低工程造价,尚需進一步研究改進。

一般大型堆石壩的施工,石料裝車多用挖斗容量为三、四立方公尺的大電鏟,而在獅子灘僅使用少量的小型起重機,尚有很大部分用人工抬運,效率既低且造成过重的體力勞動,影响工人健康,是以后应加改進的。

在石料運輸工具方面,一般平坦地区多采用輕便鐵路或标准鐵路,以機車牽引,在山地地区因坡度常較陡急,多采用大型自卸汽車。獅子灘处于山地地区但因利用現有設備,采用了鐵路機車,在運輸及堆放石料方面皆有許多不便,以后在山区建筑堆石壩時,可以多考慮汽車運輸方式,以發揮機械運輸的效率。

在石料的堆放填實方面,大部采用人工,虽曾試用以口徑 25 公厘,噴射速率每秒 13 公尺的高压水槍冲填,但效果不高,僅能冲動二公寸大小石料。利用高压水槍來冲填堆石空隙,保證堆石質量尚有待繼續研究改進。

堆石壩質量的控制,除岩石的抗压强度,抗風化,抗冻性能等条件以外,主要在如何达到設計要求的容重,不超过規定的最大空隙率。而控制空隙率的根本办法,应根据开采方法,搬運能力,找出最適宜的石料級配比例。獅子灘堆石壩采用的石料級配約为大石(60公斤以上)75%,中石(30~60公斤)15%,小石(3~30公斤)5%,碎石(小于3公斤)5%。

堆石的級配应从采石場爆破着手,不断地改進采石的爆破方法,使爆破后的石料尺寸,就大致能滿足級配的要求,这样可以混合鏟運裝車,不必再將大小石塊分別處理,既便利施工又能保證質量达到又多又快又好又省的全面要求。

开采石料獅子灘采用 120 公厘孔徑, 12~15 公尺孔深,每孔 60~70 公斤炸藥,每次爆破采石 3000~5000 立方公尺的較大規模的爆破方法,在采石的效率,成本方面皆較小規模手風鑽的开采方式优越,在日后堆石壩的施工中,如地質(岩層厚度)設備条件等允許,还可試用更大規模的爆破。

堆石壩施工,从开采爆破到搬運堆放,較其他壩型的施工,容易發生人身伤亡事故,安全技術工作必需特別注意。

獅子灘水电站的堆石壩是我國目前自行設計和施工的第一个大型堆石壩,在这裏

堆石壩的建造中我們取得了不少的經驗,我們將會在今后水电建設事業不斷的發展中,取得建造各种类型大壩的丰富經驗。

