

问题讨论

介绍张冲关于加快开发我国水电的设想

冯宝兴

金永堂 王葆沂

杨人光

(吉林省社会科学院)(水利水电科学研究院)(中国科学院力学研究所)

我国水能资源丰富,其特点是80%的水能蕴藏在深山峡谷的江河之中,水量充沛,落差集中,这是优点;但另一方面,深谷江河上谷窄山高,水深流急,交通不便,给用常规方法筑坝带来难以克服的困难。能否找到适合深谷江河特点的开发方法,是能否迅速开发这些丰富水能资源的关键。已故的全国政协副主席张冲同志经过多年的思考、查勘和研究,提出用定向大爆破的方法,不作防渗体,在深谷江河上堆筑高厚堆石坝,建设大型水电站的设想。现将其设想简介如下。

张冲的设想,是以我国西南深谷江河上天然堆石坝的客观存在、现代爆破技术的发展以及我国工程界对爆破技术的实际应用为依据的。在深谷江河上,江面狭窄而两岸高山耸立,对常规筑坝来说,导流和施工现场布置都比较困难,是不利条件;但对定向爆破来说,却是有利因素。定向爆破筑坝施工程序是:先在两岸或一岸山体中打好发电引水隧洞,同时在山峰爆破区按照爆破设计要求,打好装药洞室,装进炸药,按设计程序起爆,顷刻间即可形成大坝,截断江流,使江水从引水洞中下泄。用这种方法筑坝,可不必筑上下游围堰,不用清基,不用专作导流洞,不用浇筑大量混凝土,不用复杂的施工机械,不用做大量的基础处理工作,避免了施工场地布置的困难,也避免了施工期围堰合龙、防汛渡汛等难题。这就使常规筑坝中技术复杂的施工,简化为打洞子和定向爆破两项主要工作,技术上避难就易,化繁为简,这是张冲设想的第一个优点。

张冲设想的第二个优点是,经济上可以节省大量投资。用人工堆筑土石坝,每方上坝材料需20元以上,混凝土筑坝,每方上坝材料需50元以上;而用定向爆破方法筑坝,每方上坝材料仅需两元左右。虽然定向爆破堆石坝的坝坡较缓,体积较大,但总投资仍可节省 $1/3\sim 1/2$ 。据苏联70年代修建和设计爆破堆石坝与常规的土石坝比较,坝愈高,爆破堆石坝的经济效益愈显著:坝高由60米增至370米,坝的投资缩减为原来的50~15.4%;枢纽投资相对降低8~45%。如果不作基础和坝身的防渗体,则投资还可进一步节省很多。

张冲设想的第三个优点是,施工期可以大大缩短。由于大坝是在起爆后顷刻间形成的,又不需作防渗体,不清基,不做围堰,只需打洞子、装炸药和整理坝面,因而工期能大大缩短,水库能很快建成和发挥作用,从而使经济效益成倍提高。

张冲设想的第四个优点是,这种坝在抗震与防空方面具有更大的安全性。定向爆破堆石坝因上坝材料便宜,坝体可做得很厚,又因是散粒材料,抗震性好,空袭亦不易破坏,所以比一般坝型安全度大。

根据以上分析,张冲设想如能尽快实现,对加速开发我国西南丰富的水能资源,解决四化建设中的能源问题,具有战略意义。现以金沙江为例,对此作一扼要说明。

金沙江上游的虎跳峡,峡谷长17公里,集中落差200米。虎跳峡江面最窄处为40米,最宽处为100米左右。初步规划在上峡口和下峡

口作两级开发。上峡口水面海拔约1,800米,多年平均年来水总量为422亿米³,右岸为玉龙雪山,左岸为哈巴雪山。岸边山体,高出水面千米以上,坡度约为55度。据实践经验,40度坡就是定向爆破的良好条件,因此可以从两岸起爆,筑起高291米的大坝,上游坡1:3,下游坡1:6,共需土石方量5,200万米³,需用炸药52,000吨。坝成后,拥水高度241米即可得库容467亿米³,回水淹没耕地仅一万多亩,搬迁一万多人。虎跳峡居于金沙江上游,来水主要靠雪水补给,年际间径流量差别不大。拥水高201米以下的库容为发电与死库容,201至241米为调蓄与防洪库容。上峡口多年平均流量为1,338米³/秒,万年一遇的最大洪水经水库调洪后,其最大下泄量为3,850米³/秒。为确保大坝安全和最大限度利用水能,即按最大下泄量设计,开凿直径为14.5米的引水发电隧洞4条。这样即能满足洪水不漫坝的要求,因而可不设或简化溢洪建筑物。装机600万千瓦,年利用3,040小时,保证出力200万千瓦,年发电量可达182亿度。虎跳峡下峡口水面海拔约1,600米,左岸高出水面230米处有一台地,右岸为70度陡壁,高出水面1,000多米,可在右岸爆破,用炸药约12,000吨,上坝方量1,200万米³,坝高200米以上。下峡口水库与上峡口水库联合运行,也可装机600万千瓦,保证出力200万千瓦,年发电182亿度。上下峡口合计,全年发电量为364亿度,相当于1981年全国发电量的12%。按直线距离计,虎跳峡距渡口168公里,距西昌220公里,距昆明348公里,距宜宾468公里,距成都540公里、距重庆668公里,均在50万伏超高压输电距离以内。从虎跳峡下峡口至宜宾还有1,300多米落差可以利用。而自下峡口至宜宾约1,200公里的河段上,还有宝山峡、雷石滩、乌东德、金刚峡等峡谷地段多处,均宜用定向爆破方法筑坝。对金沙江实行梯级开发后,总共可装机6,000万千瓦,年发电3,000亿度,约等于1981年全国的发电量;而其总淹没耕地不过39万亩,迁移人口不过20多万人,而金沙江沿岸的铁、钒、铅、钛、

锌、铜、钨、钴等丰富矿藏以及18万公里的森林所蓄积的7亿米³木材,将可得到充分开发利用。但是,有些同志对采用定向大爆破筑高坝也存在着担心。他们主要担心两个问题:第一,不作防渗体,坝的渗透稳定如何,是否会产生“管涌”(即水流把细颗粒从坝体或基础中带出来,而产生淘空现象)而引起垮坝?第二,没有防渗体的爆破堆石坝是否会因漏水多而影响正常蓄水?

为回答这两个问题,请看自然界和工程实践中的事实:

1933年8月25日,岷江上游叠溪城附近发生了一次7.4级大地震,叠溪城在地震中沉没于山崩之下,山崩堵塞了岷江河道,堆起了两座130~150米高的天然堆石坝,形成了两座天然水库。这两座天然堆石坝基础和坝体都未经任何人工防渗处理,经受了许多年的洪水漫溢,现在坝体已经稳定。较大的称大海子,蓄水8,000万米³,较小的称小海子,蓄水5,000万米³。另外,在四川省雷波县境内有一个马湖天然坝,坝高70米,经常蓄水3~4亿米³,自古以来,经过了多少次地震考验,至今巍然屹立。在苏联高加索的阿姆脱尔河上,由于两岸崩塌,形成了库深125米、坝高250米的天然湖泊;在塔吉克共和国的穆尔加河上,两岸塌落后形成了740米高的乌沙依天然堆石坝,形成水深485米、蓄水22亿米³的萨列兹湖。这几个天然坝都是透水的。并没有发生“管涌”而影响坝体的稳定。

从工程实践中看:陕西石砭峪水库,爆破堆石坝未作防渗处理前,曾安全蓄水高达40余米,坝体是稳定的;云南永胜县康家河水库的爆破堆石坝在未作防渗处理而蓄水28米高度时,坝体也是稳定的。

理论的研究对爆破堆石坝的渗透稳定问题也作了肯定的回答。水利水电科学研究院有同志曾对我国和苏联定向爆破的实践材料进行分析,并在试验室内作了试验。他们认为,坝体的渗透稳定性主要取决于爆破堆石坝的颗粒的级配是否连续和密实度。如果干容重大于1.8

吨/米³，颗粒大小搭配得很好，成连续混合排列，那么，水虽能从中漏出，却不能把小颗粒冲出坝外，把坝淘空，坝体就能在渗漏条件下保持稳定。他们分析了云南省江川县白龙爆破堆石坝，苏联布尔雷克爆破试验坝以及广东南水爆破堆石坝和陕西石砭峪爆破堆石坝等坝的探井取样和表面颗粒统计得出的数据，结论认为，爆破堆石坝结构中，级配连续、密实度较高（干容重2.0~2.3吨/米³）。因此，爆破堆石坝渗透稳定是一般性的，不是个别现象。

至于是否会因漏水太多而影响正常蓄水的问题，也可用事实回答。前面提到的天然水库大小海子和马湖经常是满库的。采用定向爆破堆成的石砭峪水库，在坝体防渗前蓄水40余米时，下游渗漏量只有0.7米³/秒，康家河水库防渗处理前蓄水28米，下游渗漏量只有0.2米³/秒。天然地震和人工定向爆破形成的坝，事实证明其密实度较大，渗漏不严重，对于大、中型河流不会影响水库正常蓄水。实践还表明，水库蓄水后，由于水中泥沙淤塞坝体空隙，起着天然防渗体的作用，使渗漏量大大减少。例如苏联巴依伯斯克起爆成坝后，在50米水头作用下，淤积后的渗漏量减少到1/5~1/10。而且，现代爆破技术还可以作到爆破时预先采取措施，运用平面爆破法在其上游坝面形成粘土斜墙，或通过炸药包的特殊布置，使爆破后形成坝中心颗粒较细、级配较好、空隙率较小的区域，以减少渗漏。总之，采用适当的爆破技术完全能够把渗透量控制在允许限度以内，保证正常蓄水。如必要时，水库运行一段时间后，也还可以补作防渗处理。如在迎水面抛掷碎石和粘土；或死水位以上坝体迎水面作防渗体、死水位以下打混凝土墙；或在坝体中间由爆破形成的细粒区采用灌浆的办法形成防渗帷幕；等等。这些方法都在工程实践中采用过，并证明是有成效的。

至于河北东川口定向爆破坝1963年被洪水冲垮了，是因为溢洪道偏小，造成漫坝而失事；这不能否定爆破筑坝的技术。在深谷江河上用定向爆破筑坝，由于地形优越，淹没损失小，

上坝材料便宜，因而有可能构筑高坝大库，留出足够的防洪库容，进行枯洪调节；在汛期蓄下大量洪水，不但能够保证坝体本身的安全，而且能减轻乃至消除下游的洪灾。

在小江小河上，我们虽已筑起50多座定向爆破堆石坝，但根据这些经验，向大江大河进军，除了靠理论上的论证与实验室的试验外，还必须结合工程实践，进行中间试验。经过初步查勘，我们提出以下两个坝址作为中间试验的目标。

一个是在金沙江支流普渡河上的凳子山，另一个是在金沙江支流牛栏江上的天花板。这两个坝址都具有三个特点：一是能满足中间试验的条件；二是淹没损失小，经济效益好；三是下游人烟极稀少，对下游无威胁。凳子山峡谷长1.5公里，平均年来水量25亿米³，最大毛水头160米，装机13万千瓦，两岸高出水面500~600米，坡度为60~70度。初步设计用炸药7,500吨，爆破土石方量714万米³，筑成水头150米高的大坝。天花板峡谷长约3公里，全年来水量50亿米³，最大毛水头180米，装机30万千瓦。两岸高出水面800米，平均坡度70度。初步设计用炸药10,000吨，筑成水头150米高的大坝。如果实现了其中一个，有了爆破150米的经验，就为建造200多米高坝创造了有利条件，就可向金沙江的虎跳峡进军了。

（上接第41页）进行压力隧洞围岩的K值试验，当压力与变形曲线出现转折点时，不可即认为围岩在转折点相应的压力下已达屈服强度。可将试验压力继续增大进行试验，视后段曲线发展的趋势，予以判断究竟是属于强度破坏或仅是K值减小。

3.隧洞有无渗压，对围岩抗力有较大的影响。在压力隧洞衬砌中，如采取有效的防渗排水措施，是能够充分利用围岩体的承载能力的。在隧洞围岩试验中，应根据未来隧洞的工作条件选择相应的试验方法，例如对光面爆破不衬砌隧洞，采用不衬砌的压水试验；对钢板衬砌隧洞，采用径向千斤顶法试验。