

小兌冲水庫的喀斯特漏水和坝址選擇的初步意見

張 風 岐

一、一般地質情况

小兌冲水庫区位于昆明凹陷之东緣, 羊桥向斜之东南翼。岩层一般走向NE, 傾向NW, 变化不大。本区最古老岩层为前震旦紀昆阳系板岩。分布在水庫上游万家河一带。震旦紀撒江砂岩不整合于昆阳系之上, 是庫区分布最广的岩层。其上为上震旦紀灯影灰岩, 中央数层頁岩及薄层灰岩。庫区尾部小选水一带, 尚有石灰岩分布, 岩层年代不明。

燕山运动是本区主要造山运动, 构造綫近于南北向, 作用力多来自西北方向。由于大小兌冲两大逆掩断层的存在, 使震旦紀灯影灰岩两次重复出现于庫区的南北向沟谷中; 水庫上游, 向NE傾伏的褶曲多見。

二、水庫地区的喀斯特現象

本区的震旦紀灰岩, 質較純, 多厚层状。沿裂隙和层面的喀斯特极为发育, 尤以其上层, 質更純, 单层厚达50米以上, 无頁岩夹层, 喀斯特更为发育, 有大批的漏斗和天然豎井, 一般高出現代河谷160—230米。有名的双落洞高出河面160米, 洞口直径約5米, 扔石头下去17秒鐘方能到底, 估計深度在百米左右。巨大的喀斯特凹地雨后积水一米以上, 但一夜即可消失, 而与其相通的龙潭馬上就出潭水, 这一切都說明水流暢通无阻。地下有巨大的喀斯特通道。

在天生桥一带, 小兌冲小河流經地下暗河之上, 有巨大的溶洞与其相通, 高达10米以上, 其中石鐘乳、石筍聳立, 从洞中尚可听到地下水流的聲音。

柴石滩下游坝段, 右岸有一地下暗河, 水系从

一裂隙中流出, 出口只高于南盤江水面約9米, 流量約20公升/秒, 从侧面一很小的洞口进去, 里面却是一很大的地下河道, 亦有約1米左右的冲积砂层, 說明水来自远方。

据上所述, 震旦紀灰岩喀斯特非常发育, 使水庫工程地質調查趋于复杂。

三、水庫的滲漏問題

水庫地区属中高山地形, 相对高差400米以上, 庫区南面有比南盤江低之河谷盆地存在, 岩层以震旦紀砂岩为主, 看来南面永久性的水庫滲漏不会太大。但因断层关系在庫区部分地区出现了灰岩(如图1)。

由于庫区岩层走向比較完整規則(南北向), 傾角較大, 加之河流多弯曲, 干流和支流多次穿过灰岩, 特别是小兌冲小河上游, 喀斯特非常发育的灰岩分布在松毛地一带, 并直通坝区下游, 其分布高程尚未测出, 为水庫漏水至此, 可能产生大量的喀斯特滲漏。

为了对水庫滲漏問題作出明确的結論, 必須在庫区进行較大范围的1/5万水文地質工程地質測繪, 弄

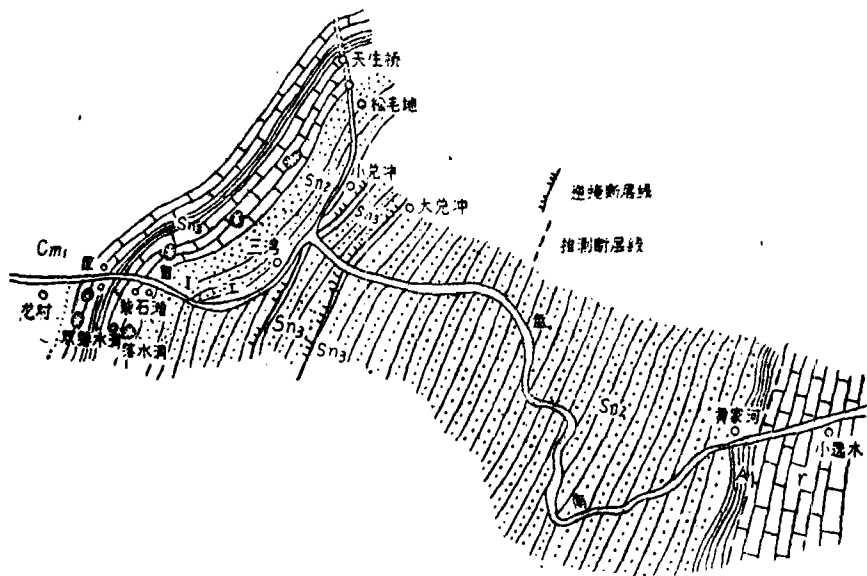


图 1. 小兌冲水庫地質草图

C_{m1} —下寒武紀頁岩, 砂岩和灰岩; S_{n1} —上震旦紀灯影灰岩; S_{n2} —中震旦紀撒江砂岩; A—前震旦紀板岩; Y—时代不明之灰岩; I—三灣坝址; II—柴石滩上游砂岩坝址; III—柴石滩上游灰岩坝址; IV—柴石滩下游坝址

清石灰岩的分布和喀斯特发育情况,直至隔水层或水文地质分水岭地区。

四、坝址选择问题

对100米高的重力坝来说,对坝基要求是非常严格的,加之本区地震非常强烈,达苏联标准8—9级,震旦纪灰岩喀斯特非常发育,而各个时代的地层中又时常夹有软弱岩层,因此,坝址选择是水库工程地质勘察的关键。为了进行仔细的考虑,曾在小岔河口至龙对之间选择了三个比较坝段,现将各坝段的工程地质条件叙述于下:

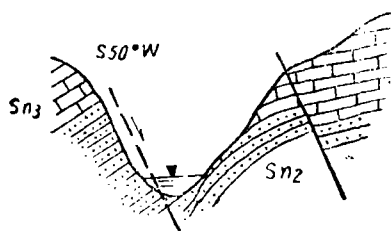
1. 三湾张飞庙坝段(拟建坝高150米)(图2)。

坝基位于震旦纪砂岩上,岩层走向与河谷一致,顺层面可能发生经常性的渗漏,坝基左岸岩层顺坡,清基困难;细粒的石英砂岩中有软弱的泥质砂岩夹层,恐难满足150米高之重力坝对基础的要求;坝基本身虽然避免了喀斯特渗漏,但在小岔冲小河上游将回水至喀斯特非常发育的天生桥一带,库水有可能通过地下暗河渗向坝区下游,左坝肩也因断层使震旦纪灰岩重复出现,坝肩单薄,也可产生大量的喀斯特渗漏。

对150米高坝来说,必须经过详细的工程地质勘测,方能作出肯定的结论。

2. 柴石滩上游坝址,此方案有两个坝址。

(1) 砂岩坝址(图3)。



坝下为粗粒石英砂岩,致密坚硬,厚22米,岩层倾向左下方,倾角41°,其下层为紫红色页岩,厚10米,上层为石灰岩。虽然坝基避免了喀斯特问题,但是只有坝体总宽度(100米)的一部分(约40米)能放在厚层砂岩上,其余部分不可避免的

要放在页岩和灰岩上;左坝肩有一很大的崩塌体(估计约30万方左右),清基困难,工程量也将大大增加。并且两岸砂岩分布不连续,推测在河槽部分尚有断层存在。

(2) 灰岩坝段(图4)。

坝基为上震旦纪厚层灰岩,岩石非常坚硬,将能

满足100米高之重力坝对基础的要求。虽有三层软弱的页岩和薄层灰岩夹层,但只要经过详细的工程地质测绘(1/2000)和勘探,作出地质平面图和河谷纵剖面图,经过认真的分析,将坝体完全放在坚硬的厚层灰岩上是可能的;虽然喀斯特非常发育,但是考虑施工处理时,则有以下坝段不可比拟的优点,因石灰岩分布范围很小,估计与库水接触的面积不过63米²,只要在河底加伏盖,对其两岸所有的裂缝和溶洞进行堵塞即可防渗,工程量也不会太大。对于坝下和坝肩,只要经过鑽探和坑槽探,查明喀斯特溶洞的所在及分布高程,同时必须了解地下水位高程,进一步弄清其与河水的补给关系,以便进行处理,防止渗漏,保证坝体稳定是完全可能的。

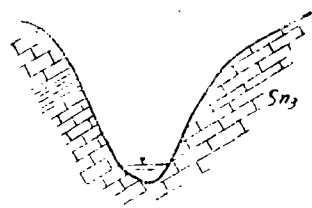


图 4

图4和河谷纵剖面图,经过认真的分析,将坝体完全放在坚硬的厚层灰岩上是可能的;虽然喀斯特非常发育,但是考虑施工处理时,则有以下坝段不可比拟的优点,因石灰岩分布范围很小,估计与库水接触的面积不过63米²,只要在河底加伏盖,对其两岸所有的裂缝和溶洞进行堵塞即可防渗,工程量也不会太大。对于坝下和坝肩,只要经过鑽探和坑槽探,查明喀斯特溶洞的所在及分布高程,同时必须了解地下水位高程,进一步弄清其与河水的补给关系,以便进行处理,防止渗漏,保证坝体稳定是完全可能的。

3. 柴石滩下游坝段(图5)。

坝基位在上震旦纪上部的厚层灰岩上,单层厚达50余米;无软弱夹层,作为重力坝之坝基是非常理想的,但是喀斯特非常发育,左(?)右两岸均有巨大的

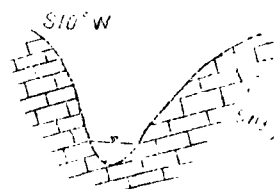


图 5

地下暗河存在,当我们转攻为守,考虑施工处理时,是非常困难的,处理面积将达20万方左右,是其最大的缺点。

4. 结论

以上各坝段比较方案,各有优劣,为了选出优良的坝段,必须对各比较方案作许多细致的工作,其中包括大比例尺的测绘,勘探和各种试验工作,才能作出肯定性的结论。

经过多方面的对比以后,认为柴石滩上游之灰岩坝段是比较好的,当然,它也有一些缺点,但是在边勘探,边设计,边施工的做法下,它具有“退可以守”的优点。为此,必须把勘测和施工准备之重点放在此坝段上,经过详细的工程地质测绘,鑽探,大量的坑槽探,嗣探揭露和各种试验工作以后,选出最优良的坝址是完全可能的。

五、石灰岩地区水库调查的几点体会

1. 石灰岩地区的水库调查,经常碰到的是喀斯特漏水问题,为了作出正确的工程地质结论,必须进行石灰岩分布地区的水文地质工程地质测绘,查明区域地质构造,追溯石灰岩的分布及其喀斯特发育情况,

尤其是有关的河間及分水岭地区——包括支流与干流間，干流本身河曲之間以及干流与邻近河谷之間——如有喀斯特化灰岩連通了庫內与庫外，必須予以特別注意。当有隔水层存在时只要調查到迴水綫上即可做出結論，当地下水位高出水庫迴水綫时，虽然喀斯特非常发育，也可不再进行大范围的測繪，但是絕不能根据个别的泉水出露高程作出这样的結論，必須根据多数泉水露头，通过訪問和認真研究分析，避免把悬挂水当成飽水帶而作出錯誤的結論。

当无隔水层存在而地下水位又很低时，必須調查到水文地質分水岭地区，以對水庫作出明确的結論。

在測繪过程中，必須对各种喀斯特現象进行全面的描述，并标在图上。尤其要注意喀斯特分布高程及其发育規律，以便找出水庫漏水的可能通道，对每一个喀斯特窪地和落水洞，应了解它們的吸水情况和补給面积，通过訪問和多方面的分析，找出其出口，了解出水情况，借以判断深部喀斯特发育程度。如某一落水洞的补給面积很大，能在短時間內落下大量的积水，而与其相通的龙潭很快的出現渾水，涌水量馬上增大，据此判断，水流暢流无阻，深部有巨大的喀斯

特通道。

只有对石灰岩的喀斯特現象进行了深入的了解以后，方可对水庫漏水問題作出正确的結論。

2. 对小兌冲水庫各比較坝段进行了多方面的对比以后，認為将坝放在震旦紀石灰岩上是比較适宜的。在8—9級的地震地区建近百米高之重力坝，对坝基要求將是非常严格的，必須有极坚硬的厚层基岩作基础，方能保証坝体的稳定。

坝区的震旦紀砂質灰岩，非常坚硬，岩层走向与河谷近于垂直，傾角很大，层次特厚，单层厚者达50米以上，这是庫区其他岩层所不能比及的，只有这样才能滿足高坝的要求。

坝区的石灰岩，虽然喀斯特非常发育，有可能产生坝基和繞坝渗漏，但怕的不是有喀斯特存在，怕的是对喀斯特了解不清，对其危害性認識不足。只要进行了深入的地表了解和勘探試驗工作，查明喀斯特所在，进行适当的处理（而且估計所需要的面积不会太大），將完全能够滿足100米高之重力坝对地質的要求。当然喀斯特問題对于导流或輸水隧洞的开挖來說也是个重要的問題。

問題解答

問：在水文地質普查工作中，对矿泉应进行那些必要的工作？

答：首先，着重观察矿泉附近的地質-水文地質条件，包括地質构造特征、含水层岩性及其裂隙发育程度、地史过程中的火成岩活动及火山活动、新构造运动特征、地表水系，其它类型地下水的分布与运动方向、矿泉露头表征以及矿泉分布的規律、范围等等，將这些与矿泉相关的地質体及地質現象联系起来，并結合矿水特征（温度、化学成分、动态等），初步解决矿泉的成因。这些都应在記錄簿中描述并草繪矿泉示意地質剖面；將所有矿泉位置、标高标繪在平面图上。

其次，对矿泉进行如下訪問調查工作：矿泉

的发现时代及其历史变迁、矿泉的多年或年动态（涌水量、温度等）、历来利用情况（大多数矿泉被当地居民用以沐浴而得知可治疗那些疾病，飲用，灌溉等）、附近有无与矿水有关的地方性疾病（如氟斑齿等）及其分布范围、当地气候、交通、风景及經濟状况等，还須收集前人对该矿泉所作的工作成果。

再者，对矿泉露头作如下的研究：測定水溫（如有不同温度的泉，須分別測定）、用各种方法測定流量、应特別注意矿泉水的物理性質及泉口沉积物的描述与取样，应进行泉水的野外化学分析，并取水样2—4升送室内进行化学全分析及光譜分析，以便全面了解矿水的特征（包括其些微量組份，量虽不多，但具实际意义）。如条件許可，还应測定水中的气体成分和放射性特征。

对矿泉收集的全部資料（野外記錄及分析資料），經分析整理后均应列入报告的水文地質一章中，并給以进一步利用的評價。