

新疆卡拉贝利水利枢纽工程地质勘察的特点与难点研究

马军

新疆水利水电勘测设计研究院

DOI:10.12238/hwr.v5i1.3586

[摘要] 卡拉贝利水利枢纽工程地质构造背景极为复杂,地震活动频繁,地震烈度高,技术公关难度大,在勘察期做了大量的地质勘探工作和分析研究工作,总结出了在地质构造复杂,地震活动频繁,地震烈度高等不利条件下选址、建坝可贵经验,为工程选址提供了扎实可靠的基础资料。主要难点及特点如下:①区域地质构造背景极为复杂,活动断裂发育,地震活动频繁,地震基本烈度高,拟选坝址条件受限;②新近系软岩高边坡的支护和防止风化的处理措施;③地表水及地下水的强腐蚀性;④高泥沙含量。针对该工程以上勘察难点和特点进行了大量的勘察工作和专题研究。

[关键词] 特点; 难点; 先进性; 创新; 突破

中图分类号: TV6 **文献标识码:** A

1 工程概况

卡拉贝利水利枢纽工程位于新疆喀什地区和克孜勒苏柯尔克孜自治州交界处的中低山区,该工程处于克孜勒苏河中游河段出山口处,是以防洪、灌溉为主,兼顾发电等综合效益。设计最大坝高92.5m,正常高水位1770.0m,坝顶高程1775.5m,总库容2.57亿 m^3 ,电站装机70MW。工程规模为大型(2)型。

2 工程特点及难点

2.1地质构造复杂,地震活动频繁,地震烈度高。工程区位于西昆仑山与南天山构造带的复合部位,在大地构造单元上属塔里木地台次级构造单元西南坳陷(IX54)的喀什凹陷(IX54-2)构造单元内。由于工程区位于西昆仑山与南天山构造带的接合部位,是帕米尔—西昆仑地震带的北部边缘,也是帕米尔—印度板块与欧亚板块碰撞带附近,因而造成新构造活动极为强烈,地质构造极为复杂,全新世活动断裂表现明显,特别是近场区一带的几条区域断裂均具有活动性,如卡兹克阿尔特断裂(F4)、木什背斜北缘逆断层带、乌恰褶皱带和明尧勒背斜等;同时也是地震多发区域,地震活动频繁,地震烈度高,场地区域构造稳定条件差,成为前期工程选址、复杂地质构造背景下进行工程勘察和分析研究的一大难点。

2.2软岩、高边坡。工程区主要建筑物均布置在左岸(联合进水口)。岩性为新近系(N2)的砂岩、砂砾岩夹泥岩,属软岩地层,具有遇水软化、失水崩解的特性。通过前期勘探发现,由于高烈度、地震频发及明尧勒背斜的影响,在施工中联合进水口会形成了105m左右的高边坡。加之软岩地层遇水软化、失水崩解的特点,如何解决高边坡的开挖支护和软岩地层抗风化又是主要难点之一。

2.3高硫酸盐、强腐蚀性。工程区内地下水主要有两类:一类为基岩裂隙水,另一类为河床冲积砂卵石层中的孔隙潜水。对混凝土具有结晶类硫酸盐中等~强腐蚀性。工程区一带几乎所有水系(包括河水)均存在水质差、腐蚀性强的特点,这是其它水利工程所很少遇到的问题,如何查清水质差的原因,成为该工程勘察难点之一。

2.4高泥沙。高泥沙是本工程的特点之一。克孜勒苏河经中、新生代的地质,尤其是新近系地层中分布大量的泥岩、砂岩、砂砾岩等软弱岩层,这些软岩极易风化、侵蚀,泥岩具有遇水崩解的特性。通过前期收集的资料克孜勒苏河多年平均侵蚀模数为 $1021t/km^2$,平均含沙量为 $5.66kg/m^3$,平均输沙量1366.8万t,所以有“红水河”之称。加之库区河段阶地

发育,植被稀少,河床两岸冲沟发育,暴雨、洪水季节将产生的泥石流带入库区。大量的推移质和悬移质淤积,是水库淤积难点。

3 工程勘察先进性及创新、突破

3.1由于工程区一带区域地质构造背景极为复杂,地震活动频发、地震烈度高,场地区域构造稳定性差。前期勘察中,充分收集各种区域地质和地震资料,走访调查,利用航卫片、谷歌卫星地图,现场追踪等勘察手段,查清了近场区一带活动断裂的分布位置、规模及活动时代,研究和分析了距选定坝址最近的卡兹克阿尔特区域性活动断裂(F4)和明尧勒背斜等对工程的影响程度。分析论证认为卡兹克阿尔特断裂位于坝址以南1.45km处的基岩山坡上,是一条南倾的缓倾角逆掩断层,坝址和库区位于逆掩断层段的下盘一侧,且有一段距离,不会遭到活动断层的直接破坏,但受到高地震烈度的影响在所难免。另外在该断层上全新统最新活动部位在坝址以西13km以远别尔托阔依达里亚出山口一带,因此,对工程直接影响程度不大;明尧勒背斜位于坝址左岸,活动时代为早更新世,相对较老,对工程也不会构成影响。考虑到工程区地震地质背景复杂,且北部60km处的乌恰老县城由于地震原因基本被毁,并

于1986年县城搬迁了新址,针对该工程而言,工程勘察中充分认识到了其复杂程度,预测工程设计上也将遇到较大的难题和挑战,根据地震安全性专题研究工作,结论为工程场地地震基本烈度为Ⅷ度强。

根据这一结论,说明工程场地地震地质背景是复杂的,因此由中国地震局地壳应力研究所工程区内设置了地震监测台网进行监测,这在新疆大型水利水电工程中属首例具有地震监测台网监测的一座水库。水工设计针对地震基本烈度Ⅷ度强这一结论,多次研究论证、咨询、调研,大坝设计按100年超越概率2%的地震动峰值424.4gal进行复核,得到上级主管审查部门的认可。工程建设中后期,改版的GB18306-2015《中国地震动参数区划图》,工程场地地震动峰值加速度为0.40g,相应的地震基本烈度为Ⅸ度,地震烈度进一步提高。针对地震烈度提高情况,大坝复核按100年超越概率2%的地震动峰值424.4gal满足要求,部分建筑物进行了抗震加固处理措施,确保工程运行安全。

针对工程区域地震活动频繁而强烈,活动断层位移量突出而显著的特性。地震台网的建设,采用全自动化(GPS)先进监测的手段有以下优点:①为工程重点地区的地震预测研究提供一个长期稳定的监测能力;②为工程大坝进行地震反应监测,以监测可能发生的破坏性强烈地震对大坝的影响,为工程抢险提供决策依据;③对卡兹克阿尔特断裂加强活动性监测;④在地震活动出现异常变化及大震发生时,及时向水库管理部门提供地震活动趋势判断意见,以及应急救援和防震减灾对策建议。所以在高地震烈度、地震频发区域建坝,在新疆乃至全

国都是首例。

3.2在前期勘探中采用勘探成果和三维立体效果图相对比方法,分析显示联合进水口地形地质条件较为复杂,发电洞、2#导流洞及1#导流洞闸井基础均位于基岩陡坎前缘的崩坡积物上,且坝址区为高震区,为抗震不利地段。为闸井及岸坡安全条件考虑,地质建议将闸井镶嵌置于基岩出露的基岩陡坎上,以达到安全牢固的效果。

3.3根据前期对水文地质的调查和试验成果分析,造成硫酸盐型中等~强腐蚀的主要原因:由于上游河段地层中含有大量石膏盐份随基岩裂隙水汇入河水所致。通过勘察中的试验数据分析和研究,在设计中采用了高抗硫酸盐水泥来解决地下水和河水中等~强腐蚀性的问题,从而保证了工程建筑物的安全及使用寿命。

3.4河水的高泥沙含量是水库淤积的主要原因,为此,我院技术委员会通过讨论研究并外部委托进行水工模型试验。根据试验结果来看,在水库运行后期可以通过1#导流泄洪排沙洞进行冲、排沙处理,从而解决部分水库淤积的问题。

综上所述,在前期勘察及施工过程中,针对高震区、地震频发地区建坝,对高烈度、地震频繁、强腐蚀、工程高边坡、水库渗漏、库岸稳定、地下洞室围岩稳定性等重大工程地质问题开展了深入的研究工作。

3.5在水利工程中的创新和突破。在整个地质勘察过程中自始至终精心研究、精心策划、精心设计、精心施工。主要针对上述特殊的工程地质问题展开较全面广泛的专题研究,并借鉴已建相关工程中的成功、失败经验。在勘察工程中我们首先充分收集各种区域地质和

地震资料,走访调查,现场追踪,并采用了坑探、钻探、试验、物探与原动力触探等勘探手段相结合的方法,查明了活动断裂带的工程地质特性和渗透特征,及其对工程的影响,提出了处理建议。针对本工程的特殊性,不仅利用常规勘察手段进行了勘察,还结合航卫片,谷歌卫星地图,利用遥感地质解译新技术,较好的解决了山区勘探难度大的问题,查明了工程区内的复杂工程地质条件和水文地质条件,为坝址的选择、隧洞的围岩分类分段提供了依据;为本工程施工中的准确超前预报提供了保证。通过开展地震活动频繁等地质问题的专题研究,结合施工中地震台网的建设,进行动态监测,查明了分布规律及危害程度,为科学制定施工中的防护措施和工程处理措施提供了依据。特别是地震对各建筑物的衰变规律以及运移方式可能产生的长期危害,设计了特殊的工程处理措施,保证了工程安全。工程在地震活动频繁与烈度高的区域内建设,在软岩地层、强腐蚀及高泥沙水利工程的施工处理上,为国内外在地震活动频繁与烈度高的区域内建设水利工程提供了1:1的实体数字模型。也代表了我国和全国目前水利工程建设勘察更高的水平。

[参考文献]

[1]蒋小军,曹荣国.新疆某水利枢纽坝址工程地质问题及施工处理[J].陕西水利,2019(01):143-145+150.

[2]邓刚,周森,周光奎.塔里木河综合治理塔河干流东河滩分水枢纽工程[J].河南水利与南水北调,2012(14):63-64.

[3]黄振伟.南水北调中线工程丹江口水利枢纽大坝加高工程地质勘察[C].水利水电工程勘测设计新技术应用.中国水利水电勘测设计协会,2018:130-142.