

# 基于RMR法和BQ法确定马关县河边水库工程岩体力学参数研究

道正全

文山壮族苗族自治州水利电力勘察设计院

DOI:10.32629/hwr.v4i2.2776

**[摘要]** 如何将室内岩块试验得到的力学参数合理转化为现场工程岩体的力学参数,一直是困扰岩土工程实践带有挑战性的难题。基于现场工程地质调查结果、室内试验数据和理论分析,采用RMR法、BQ法对河边水库坝基岩体钻孔岩芯进行了质量评价和分级,由RMR值、BQ值确定了大坝基础岩体的物理力学参数,值得借鉴和推广,对类似工程实践有重要指导意义。

**[关键词]** RMR法; BQ法; 岩体质量; 力学参数

## 引言

在岩土工程稳定性研究中,工程岩体力学参数的研究及确定是关键问题之一。工程岩体力学参数的取值,应反映工程岩体的工程环境、地质特性、尺寸效应等,既要考虑数学上的统计分析,也要考虑岩体材料的物理力学特性。本文以河边水库坝基岩体勘察工程为背景,以坝址左岸平洞PD1内三个变形试验点高程地质钻孔岩芯岩性、岩样室内实验资料及理论分析为基础,按RMR值和BQ值分别对三处变形试验点岩芯进行质量评价分级,依工程岩体质量分级,确定试验点岩体相应的力学指标幅值范围,通过与PD1内岩体原位试验值比较分析,肯定了RMR法、BQ法确定岩体力学参数值的可用性、工程实用性。

## 1 工程简介

马关县河边水库位于云南省文山州马关县仁和镇落却河干流上,河边水库设计坝型为堆石混凝土重力坝,最大坝高为61.9m,坝轴线长198m,坝顶高程1330.0m,总库容2380.0万 $m^3$ ,正常蓄水位1328.17m,死库容413.0万 $m^3$ ,相应库水位1304.20m,水库属中型水库,主要建筑物有大坝枢纽和输水系统,工程等级为III等,主要建筑物为3级,次要建筑物为4级。水库功能为集镇和农村人畜供水、工业供水和农业灌溉供水等。

工程推荐坝址地形地貌总体较为简单,河谷深切,河流基本顺直,河曲不发育,河床坡降小,水流平缓,属构造侵蚀中山地貌,河谷主要呈不对称

故障;其次,注重设备接地处理。通常情况下,接地线多设置在静电感应较强的位置。在设置接地线时,相关人员要采取切实可行的安全防护措施,预防触电事故。

### 3.3 做好电力设备故障缺陷记录工作

定期检查电力电气设备的运行状况,是维护变电系统安全稳定运行的基本前提,而积极做好电力电气设备检查记录工作,则是加强电力电气设备管理的必要条件。一旦电力设备出现故障,必须如实记录设备参数信息,以此为后期排查工作提供可靠的参考依据,辅助维修人员排除设备故障隐患。另外,电力系统的监控中心也要如实记录电力电气设备的故障缺陷,做好记录备份工作,生成完整的数据记录系统。一旦发现电力系统存在问题,立即调取信息协助处理。与此同时,对现有的数据信息进行保存,以免对后续工作造成不必要的影响。在日常工作中,值班人员应做好电力设备运行故障记录工作,第一时间向上级部门汇报,确保电力设备及整个变电系统的安全稳定运行,最大限度的压缩电力设备维修成本。

### 3.4 加强电力设备故障性能评估

的“V”型峡谷。出露地层主要有寒武系上统唐家坝组( $\in 3t$ )灰色中厚层泥质条带灰岩夹白云质灰岩和第四系残坡积( $Q^{ed}$ )、崩塌堆积( $Q^{col}$ )和冲洪积( $Q^{al}$ )等组成。坝址区无大的断层构造通过,地质构造总体较为简单,岩层主要呈单斜产出,产状较为稳定,岩层总体倾向左岸,岩层产状主要为 $305\sim 320^\circ \angle 20\sim 30^\circ$ 。坝址区基岩多裸露,岩体风化不强,其主要物理地质作用主要表现为小规模崩塌和岩体的卸荷作用。

## 2 工程岩体质量评价方法

### 2.1 RMR方法

RMR(Rock Mass Rating)岩体质量分类方法[3],是由Bieniawski于1973年提出、1989年作了进一步修改后所建立起来的一套岩体分类系统,它综合考虑岩石单轴抗压强度(R1)、岩石质量指标RQD(R2)、节理间距(R3)、节理条件(R4)和地下水条件(R5)5个通用参数和一个取决于节理方向对工程影响的修正参数R6,给出一个随岩体质量情况从0递增到100的总评分值,作为衡量岩体工程质量的综合特征值RMR。即:

$$RMR = R1 + R2 + R3 + R4 + R5 + R6 \quad (1)$$

根据RMR值,将工程岩体的质量分为5级,非常好的岩体、好的岩体、一般岩体、差的岩体、非常差的岩体。

Z. T. Bieniawski总结大量工程实践经验,得出RMR与岩体变形模量E间存在如下的关系式:

若电力电气设备发生故障,应从不同方面评估设备性能可靠性,争取在最短时间内排除设备故障。电力设备故障性能评估与技术人员的综合素质存在直接关联。为此,电力企业应定期组织技术人员培训,增强技术人员的安全责任意识,从而优化其专业技能水平,强化职业道德素养,及时准确的排除电力设备故障,确保整个变电系统的良好运行。

## 4 结束语

综上所述,大力开展变电运行安全管理与设备维护工作具有深远的现实意义,该项工作可优化设备性能,排除设备隐患,进而增强变电系统运行的时效性和稳定性,提升整个电力系统的安全系数。

### [参考文献]

- [1]任志杰.电力系统变电运行安全管理及其维护[J].建材与装饰,2018(02):243.
- [2]王浩.电力系统变电运行安全管理及设备维护分析[J].湖北农机化,2019(20):85.
- [3]胡海峰.电力系统变电运行安全管理及设备维护[J].城市建设理论研究(电子版),2018(35):1.

E 2RMR-100 (2)

根据工程岩体的RMR评分,当RMR 50时,Sarafim和Dereira建立了得到工程界证实、并被广泛应用的RMR 与岩体变形模量E间的关系式:

$$E = 10 \left( \frac{RMR - 10}{40} \right) \quad (3)$$

2.2 BQ方法

由于RMR法未考虑岩体的应力状态,本文将我国工程岩体分级标准BQ法,作为RMR法的补充与参照提出,对拓展RMR 法的实用性有积极的意义。BQ法综合考虑了岩体的抗压强度、岩体的完整性、地下水、主要软弱结构面产状对工程的影响,以及初始应力状态对工程的影响等,进行工程岩体分级时,先按下式计算岩体的基本质量指标BQ:

$$BQ = 90 + 3R_c + 50k_v \quad (4)$$

式中: R<sub>c</sub>为岩体饱和单轴抗压强度; k<sub>v</sub>为岩体完整性指标。

计算出岩体的基本质量指标(BQ)后,再结合工程实际情况,按下式计算岩体基本质量指标修正值[BQ]:

$$[BQ] = BQ - 100 (K_1 + K_2 + K_3) \quad (5)$$

式中: K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub>, K<sub>3</sub>分别为地下水影响、主要软弱结构面产状影响和初始应力状态影响修正系数。

按照我国工程岩体分级标准,工程岩体质量共分为5级,相应的岩体基本质量指标BQ值见表1。由BQ法确定的工程岩体质量等级所对应的岩体力学参数建议值见表2。

表1 BQ 法岩体质量分级标准

岩体质量级别	岩体质量的定性特征	岩体质量指标 BQ 值
I	坚硬岩,岩体完整。	550
II	坚硬岩,岩体较完整;较坚硬岩,岩体完整。	451~550
III	坚硬岩,岩体较破碎;较坚硬岩或软硬岩互层,岩体较完整;较软岩,岩体完整。	351~450
IV	坚硬岩,岩体破碎;较坚硬岩,岩体较破碎~破碎;较软岩或软硬岩互层,且以软岩为主,岩体较完整~破碎;软岩,岩体完整~较完整。	251~350
V	较软岩,岩体破碎;软岩,岩体较破碎~破碎;全部为极软岩或全部为极破碎岩。	250

表2 BQ 法岩体级别对应的力学指标建议值

岩体质量级别	I	II	III	IV	V
岩体峰值凝聚力 /MPa	2.1	1.5~2.1	0.7~1.5	0.2~0.7	0.2
岩体峰值摩擦角 /( )	60	50~60	39~50	27~39	27
变形模量E /GPa	33	20~33	6~20	1.3~6	1.3
泊松比μ	0.2	0.2~0.25	0.25~0.3	0.3~0.35	0.35

3 确定岩体力学参数

3.1 基础数据

河边水库设计坝型为堆石混凝土重力坝,最大坝高为61.9m,坝轴线长198m,总库容2380.0万m<sup>3</sup>,正常蓄水位1328.17m,属中型水库,大坝枢纽工程等别为III等3级。工程地质勘察深度基本上达到了《中小型水利水电工程地质勘察规范(SL55—2005)》等规范的要求,于推荐坝址区布置了11个钻孔(4个为补充勘探孔),钻孔内进行了相应的水文地质工程地质试验、岩

芯取样室内实验及声波测井,左右岸开挖两个勘探平洞(左岸PD1为30.8m,右岸平洞为40.6m)了解坝基岩体结构,平洞内进行了现场刚性承压板法变形试验及混凝土与岩体接触面抗剪试验。

本文以PD1内三个变形试验点高程(洞底2m×2m的范围,洞深分别为6~8m、8~10m、14~16m三处)的地质资料为基础数据(如表3)进行RMR法及BQ法岩体力学参数确定和综合评判,为有效验证RMR法及BQ法综合评判岩体力学参数的可用性,结合变形试验点现场实验成果,对RMR法及BQ法综合评判岩体力学参数进行可用性分析。

表3 RMR法、BQ法岩体质量分级基础数据

试验点	E1	E2	E3
平洞轴线方向/( )	323	323	323
岩石单轴抗压强度/(MPa)		67.8	71.4
RQD值/(%)		43.2	36
节理间距/(cm)	70~100	40~55	未见明显裂隙
节理条件	节理稍发育,局部褐铁矿化,矿化沿节理充填	节理稍发育,裂隙多闭合,稍有方解石脉充填	未见明显裂隙
地下水条件	干燥	干燥	点滴状、干燥
主要软弱结构面方向/( )	①75~95° ∠ 70~75°、② 180~200° ∠ 70~85° 和③ 250~270° ∠ 65~80°	①75~95° ∠ 70~75°、② 180~200° ∠ 70~85° 和③ 250~270° ∠ 65~80°	①75~95° ∠ 70~75°、② 180~200° ∠ 70~85° 和③ 250~270° ∠ 65~80°
岩体完整性系数K <sub>v</sub>	~	0.5~0.6	> 0.75(按0.75算)

3.2 岩体力学参数确定

以PD1内三个变形试验点高程地质钻孔岩芯岩性、岩样室内实验资料及如表5所列的基础数据为基础,按RMR值和BQ值分别对E1、E2、E3等三处变形试验点的钻孔(个别变形点数据为参照试验点附近5m范围内钻孔资料)岩芯进行质量评价分级,依工程岩体质量分级,确定试验点岩体相应的力学指标幅值范围。

4 结论

在解决室内岩块试验数据向现场工程岩体力学参数的微宏转化方面,本文基于现场工程地质调查结果、室内试验数据和理论分析,采用RMR法、BQ法对河边水库坝基岩体钻孔岩芯进行了质量评价和分级,由RMR值、BQ值确定了大坝基础岩体的物理力学参数,通过与PD1内岩体原位试验值比较分析,肯定了RMR法、BQ法确定岩体力学参数值的可用性,值得借鉴和推广,对类似工程实践有重要指导意义。

[参考文献]

[1]张飞,颜春军,赵玉仑.白云鄂博铁矿主矿岩石力学参数的确定[J].包头钢铁学院学报,1998,17(1):1-4.  
[2]罗一忠,叶粤文.大厂91号矿体岩石力学参数工程处理[J].江西有色金属,1998,12(3):9-12.  
[3]刘佑荣,唐辉明编著.岩体力学[M].武汉:中国地质大学出版社,2008:8.