

两种方法对某电站引水隧道岩体质量分级的研究

魏玉峰¹, 喻邦江²

(1. 成都理工大学环境与土木工程学院, 成都 610059; 2. 贵州省交通规划勘察设计研究院, 贵阳 550001)

摘 要: 在对比分析水电工程地质勘察规范岩分类方法和RMR 分类的基础上, 利用这两种方法对 某水电站引水隧道围岩岩体质量进行了分级, 结果表明, 两种方法均能较全面地反映岩体的整体性质, 并且结果具有良好的一致性和相关性。通过分析, 给出了二者的相关关系式。

关键词: 引水隧道; 岩体质量分级; RMR

中图分类号:TV 233. 1

文献标识码: A

文章编号:1005-3409(2005)02-0141-03

Research on Rock Mass Classification for Draw Water Tunnel of a Power Station by Two Methods

WEI Yu-feng¹, YU Bang-jiang²

(1. College of Environment and Civil Engineering, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China;

2. Communication Survey and Planning Institute of Guizhou Province, Guiyang 550001, China)

Abstract: After analyzing the rock mass classification defined by criterion of geological reconnaissance of water conservancy and hydroelectric project and RMR, the rock mass in a draw water tunnel of a hydropower station is classified. The result indicated that both two means could roundly reflect the unity characteristic of the rock, moreover has good consistency and relativity. The interrelated relation is given by the analysis.

Key words: draw water tunnel; rock mass classification; RMR

在工程中岩体分级是基础工作的重要环节,合理的岩体质量分级,不仅可以对工程区岩体模式及强度做出准确的评价,还可以作为正确选取力学参数、确定建基面等工作的基础,其工程意义重大。目前国内外对于工程岩体分类的方法有很多种,如 Barton 的 Q 系统分类、Bieniaswki 的 RMR(地质力学)分类、Wickham 的岩石结构评价分类(RSR)、以及我国的工程岩体分级标准(国标)、水利水电工程地质勘察规范中的围岩分类(国标)和坑道工程围岩分类等等多种方法,这些方法许多都是通过工程实践得出的,并且在众多的工程应用中得到检验。本文主要是探讨水利水电工程地质勘察规范中的分类(简称水电分类)方法和RMR 在工程应用中的区别和联系^[1~4]。

1 两种分类方法评分标准的对比

水电分类方法所考虑的影响因素主要有岩石强度、完整性系数 K_v 、结构面状态、结构面方位以及地下水状态等 5 个方面;而RMR 参与评分的因素主要有岩石强度、岩石质量指标 RQD、结构面间距、结构面方位以及地下水状态,同一种影响因素,在两种不同分类方法中的评分标准也有所不同,下面对评分标准中主要的差别对比分析:

(1) 围岩类型对应分值。对两种围岩分类方法进行对照,不同方法中的同类围岩对应的分值不同,见表 1:

表1 水电围岩分类、RMR 分类围岩类型分值对应表

分类方法					
水电工程地质勘察规范中的分类	100 ~ 85	85 ~ 65	65 ~ 45	45 ~ 25	< 25
Bieniawski 地质力学分类(RMR)	100 ~ 80	80 ~ 60	60 ~ 40	40 ~ 20	< 20

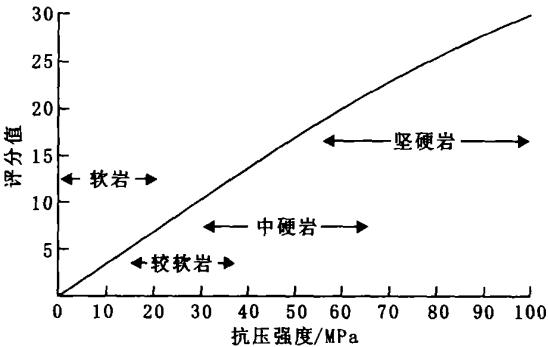


图1 水电分类岩石强度评分

¹ 收稿日期: 2004-07-25
作者简介: 魏玉峰(1979-), 男, 硕士研究生, 主要从事岩土工程的研究工作。



图2 RMR 分类岩石强度评分

(2) 岩石强度。岩性均一时, 饱和抗压强度取其算术平均值; 岩性有差异时, 饱和抗压强度按各类岩石所占的比例加权平均来求取。两种方法的评分标准如图 1、图 2:

图 1 中水电围岩分类方法中已经划分出了硬质岩和软质岩等各种级次, 比较图 2 可知, 水电分类中岩石的饱和抗压强度评分所占的权重值比 RMR 要高一些。

(3) 两种分类方案中其它影响因素的评分标准也有所不同, 如结构面间距、结构面状态和地下水状态等因素, 但是它

们的基本思想是一致的, 都是考虑多因素对工程的影响, 按其影响程度评分, 最后取代数和作为岩体评分值, 并根据分类标准划分围岩类型^[15]。

2 引水隧道岩体质量分级

某水电站位于四川西南部, 引水隧洞由两库引水隧洞和发电引水隧洞两部分组成, 研究区出露地层主要为三叠系和泥盆系, 洞线所穿越的地层岩性为三叠系(T₁₋₂)板岩夹大理岩、中泥盆统(D₂)的变质砂岩和板岩以及大理岩。总体上河谷两岸属构造剥蚀的中高山, 山体浑厚、山势陡直。

引水隧洞作为线性构筑物, 往往要穿越不同的地质、地貌单元, 从而提高了工程本身的难度和复杂度。在各单元间存在较大的差异时, 常需要因地制宜, 根据研究对象的不同而采取不同的研究方案和手段进行研究。本次研究在实际操作过程中综合考虑了地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质条件及物理地质现象等多方面的因素, 将引水隧洞全线分为多个不同的地质单元进行评价。图 3 为引水隧道的轴线图^[6]:

在沿线选取有代表性的露头, 根据地质体规律, 对引水隧道进行岩体质量分级, 结果如表 2:

表 2 引水隧道沿线岩体质量分级结果表

分段位置		越岭隧道	坝址区	P3+ 000— P3+ 900 段	P3+ 900— P4+ 372	P4+ 372— P4+ 740	P4+ 740— P5+ 000	P5+ 000— P6+ 000	P6+ 000— P8+ 000
岩 性		板 岩	板 岩	板 岩	板 岩	大理岩	板 岩	大理岩夹板岩	大理岩夹板岩
R _b /Mpa		153.6	153.6	145.9	170.1	132.7	99.5	101.7	83.0
评 分		13	13	13	14	13	12	15	12
RQD/%		34.4	64.7	59.5	48.7	90.3	45	88.6	92.4
评 分		8	13	13	8	20	7	17	20
裂隙间距/mm		40	82	54	65	491	90	1102	1839
评 分		5	8	5	8	5	5	15	15
RMR 分类	结构面	光滑弯曲< 5 mm	光滑平直间	光滑弯曲间	弯曲光滑泥质	粗糙平直	弯曲光滑泥质	起伏粗糙不	粗糙不连续<
	状态	充填方解石	距< 2 mm	距< 2 mm	充填< 2 mm		充填< 2 mm	连续< 1 mm	1 mm 微风化
	评 分	12	10	12	10	25	15	20	20
	结构面方位	与洞线夹角 17 陡倾角	与洞线斜 交中倾角	与洞线斜 交中倾角	与洞线近于 正交、中倾角	与洞线近于 平行陡倾角	与洞线斜 交中倾角	与洞线斜 交中倾角	与洞线斜 交中倾角
	评 分	- 10	- 5	- 5	- 5	- 10	- 10	0	- 3
水电分类	地下水	潮湿	干燥	滴水	渗水	渗水	渗水	干燥	渗水
	评 分	7	15	3	4	4	4	10	4
	RMR 分值	35	54	41	39	57	33	77	68
	围岩类别								
	R _b /Mpa	153.6	153.6	145.87	170.1	132.7	99.5	101.7	83.0
	评 分	30	30	30	30	30	30	30	25
	K _v	0.037	0.405	0.353	0.256	0.713	0.227	0.69	0.728
	评 分	2	17	14	10	29	9	27	28
	结构面	光滑弯曲< 5 mm	光滑平直间	光滑弯曲间	弯曲光滑泥	粗糙平直	弯曲光滑泥	起伏粗糙不	粗糙不连续<
	状态	充填方解石	距< 2 mm	距< 2 mm	质充填< 2 mm		质充填< 2 mm	连续< 1 mm	1 mm 微风化
	评 分	12	15	12	12	21	12	21	24
	结构面方位	与洞线夹角 17 陡倾角	与洞线斜 交中倾角	与洞线斜 交中倾角	与洞线近于 正交中倾角	与洞线近于 平行陡倾角	与洞线斜 交中倾角	与洞线斜 交中倾角	与洞线斜 交中倾角
	评 分	- 10	- 8	- 2	- 2	- 10	- 5	- 5	0
	地下水	潮湿	干燥	滴水	渗水	渗水	渗水	干燥	渗水
	评 分	0	0	- 2	- 2	- 2	- 2	0	- 2
	总 分	34	54	52	48	68	44	73	75
	围岩类别								

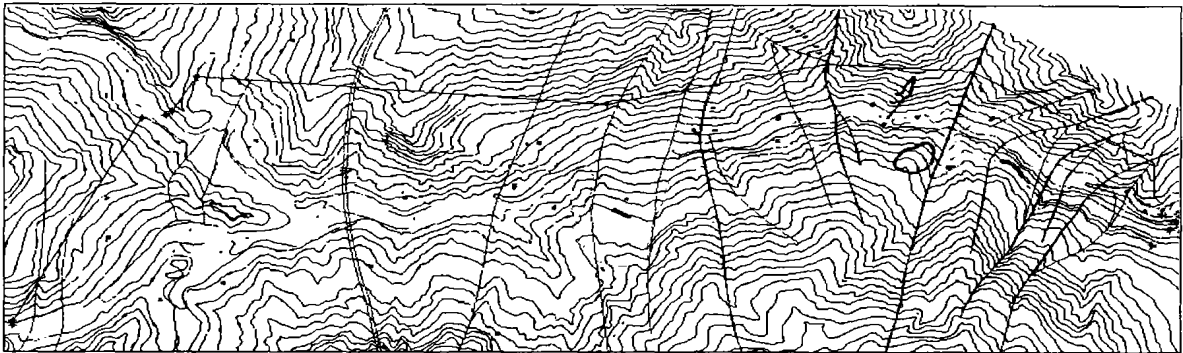


图3 引水隧道轴线图

在评价过程中,对于层状岩体的饱和抗压强度(R_b)值根据具体的情况可以选取顺层加压时的强度和垂直层面加压时的强度值,文中为了增加可比性,作者仅节选出垂层加压方式的强度值。由表2可以看出,引水隧道全线为Ⅱ~Ⅲ类围岩,无Ⅰ、Ⅳ类出现,利用RMR和水电分类所得的结果基本一致,越岭隧道和引水隧道全线总长7 618 m,综合两种分类方法,Ⅱ类围岩占26.9%,Ⅲ类围岩占66.6%,Ⅳ类围岩占6.5%。

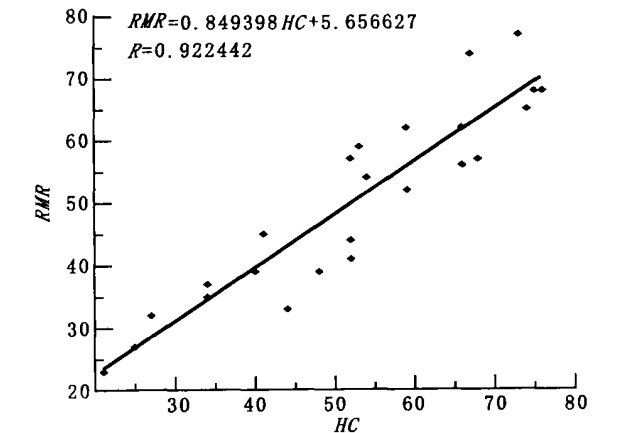


图4 RMR与水电分类HC值关系曲线

3 分级结果对比及关系研究

通过对沿线多处露头使用水电分类方法和RMR对围岩进行质量分级,并将二者的评分过程与结果进行对比分析可以看出,岩石的饱和抗压强度对最终围岩类别的影响,水电分类方法要远远大于RMR,在水电分类中岩石强度一项的分值变化范围是在0~30之间,而RMR仅为其一半,对于板岩等层状岩体,同一层位、风化相同的岩体垂层加压时测得的饱和抗压强度要比顺层加压是测得的强度大的多,因此利用水电分类方法对岩体质量进行分级时垂层的一般要较顺层的高一

级,也就是说利用垂层加压获得的饱和抗压强度进行评分得到的围岩类别Ⅱ类相当于顺层加压饱和抗压强度评分的Ⅲ类上到Ⅳ类。另外,对结构面方位的修正二者也略有差异,RMR不但考虑到了结构面的倾角,还考虑了层状岩体的倾向对开挖的影响,认为顺倾向开挖相对不利一些。

RMR分类与水电分类都是采用多因素分别评分,并且二者的基本思想和参与评分的因素是接近的,因此对于引水隧道两种方法的分类结果之间应该存在一定的相关关系,下面对整个引水隧道两种方法的分级结果进行线性回归分析,将RMR的分值作为纵坐标值,而水电分类的分值HC值作为横坐标值,作出二者之间的关系曲线(图4):

经过分析后得到下面的关系式:

$$RMR=0.849\ 398HC+5.656\ 627$$
$$R=0.922\ 442$$

这与陶连金等在1998年提出的关系式 $RMR=0.863\ 66HC+13.817^{[7]}$ 近乎一致。

RMR与水电分类HC值的相关性较好,在实际的工程应用中可以综合使用这两种方法进行分级,并将结果互相验证。

4 结 论

通过研究得到如下认识:

(1)利用水电分类以及RMR对引水隧道围岩进行质量分类,并对不同分类方法的分类结果进行对比分析,表明隧洞所穿越的地层中,三叠系的薄层板岩围岩的类型以Ⅱ类为主,而泥盆系的厚层大理岩夹少量板岩围岩类型以Ⅲ类为主,部分洞段为Ⅱ~Ⅲ类;整个洞段无Ⅰ和Ⅳ类岩体;

(2)通过对水电分类和RMR的对比分析可知,二者都能比较全面地反映影响岩体质量的各种因素,并且能够综合性、定量两方面的因素去评价,二者具有较好的相关性,文中给出了它们的相关关系式。

参考文献:

[1] GB50218-94,工程岩体分级标准[S].
[2] 林韵梅,等.岩石分级的理论与实践[M].北京:冶金工业出版社,1996.
[3] 中华人民共和国水利部.水利水电工程地质勘察规范[S].北京:中国计划出版社,1999.
[4] 胡卸文,黄润秋.水利水电工程中的岩体质量分类探讨[J].成都理工学院学报,1996,23(3):64-68.
[5] ZT比尼奥斯基.工程岩体分类[M].吴立新,王建锋,等译.徐州:中国矿业大学出版社,1993.
[6] 聂德新.大金坪水电站隧洞围岩稳定性研究报告[R].成都:成都理工大学工程地质研究所,2003.
[7] 陶连金,张倬元,等.复杂工程岩体稳定性[M].成都:成都科技大学出版社,1998.