

BQ 分级法和南非 CSIR

分级法在地下油库选址中的应用

唐文颖 (江苏省水文地质海洋地质勘查院, 江苏 淮安 223005)

摘要: 根据现场钻探、地质调查、室内岩石试验、波速测试以及水文地质试验的测试结果, 分别采用国标 BQ 分级法和南非 CSIR 分级法对岩体基本质量进行评价, 获得地下油库三个备选洞库围岩质量评价指标 BQ 值和 RMR 值, 进而对备选洞库围岩岩体进行详细定级并对分级结果进行对比。结果显示, 两种方法对备选地下油库岩体质量定级的结果基本一致, 通过对三个方案地下洞室围岩质量分级结果对比, 优先选择方案一作为地下油库建设地址。

关键词: 地下油库; 岩体质量评价; BQ 分级法; 南非 CSIR 分级法; RMR 值

0 引言

石油是重要的化工原料, 同时又是关系到国计民生的战略物资, 对国民经济和社会发展有着特殊的战略意义, 被称为“国民经济的血液”。

我国是石油进口大国, 当前国际形势动荡不安、国际油价剧烈波动, 石油战略储备对于我国十分重要, 如果石油储备不足, 外界原因导致石油供应中断, 将严重影响国民经济持续稳定高质量发展, 给国家安全和人民生活带来重大影响, 因此国家建设石油储备库十分必要。

一般来说, 当石油储备库规模达到一定规模, 地下水封石油洞库具有投资少、污染小、占地少、安全性高、运营管理方便、管理费用低等特点, 因此, 建设国家战略石油储备库首选地下洞库。地下储油洞库的稳定性分析评价是地下储油库建设中的关键问题, 不仅决定了储油库的设计方案, 而且影响储油库建成后的工作运行状况。

本文选用 BQ 分级法和南非 CSIR 分级法对地下储油库围岩进行岩体质量评价, 为地下储油库的选址、设计、开挖方案优化、开挖过程中围岩稳定性分析及评价提供重要依据。

1 岩体概况

地下油库选址方案一 ZK1 钻孔揭露覆盖层为第四系残坡积粉质黏土夹碎石, 土体内有孤石分布, 下伏基岩为燕山晚期第三次侵入岩 (γ_3^3), 岩性主要为灰白色、灰青色、杂灰黑色中粒花岗岩, 半自形粒状结构, 块状构造, 微风化以上岩体致密、坚硬, 主要矿物成分为钾长石、斜长石、石英、黑云母。

地下油库选址方案二 ZK2 钻孔揭露覆盖层为第四系残坡积粉质黏土夹碎石, 土体内有孤石分布, 下伏基岩为燕山晚期第一次侵入岩 ($\eta \gamma_1^1$), 岩性主要为灰白色混杂黑色斑点二长花岗岩, 半自形粒状结构, 块状构造, 微风化以上岩体致密、坚硬, 主要矿物成分为斜长石、钾长石、黑云母、少量石英, 零星见角闪石。

地下油库选址方案三 ZK3 钻孔揭露覆盖层为第四系残坡积粉质黏土夹碎石, 土体内有孤石分布, 下伏基岩为燕山晚期第二次侵入岩 (γ_2^2), 岩性主要为肉红色、黑白相间花岗闪长岩, 不等粒结构, 块状构造, 微风化以上岩体致密、坚硬, 主要矿物成分为斜长石、钾长石、黑云母, 含少量石英、角闪石。

综合本次钻探、地质调查、物探、钻孔声波测试、钻孔压水试验等多种手段的勘察和试验结果, 本次参选的三个方案岩体均有不同程度的节理裂隙发育。地下油库位置岩体结构类型以块状结构为主, 岩体基本稳定。

2 岩体质量评价方法

2.1 BQ 值评分法 (国标)

岩体基本质量分级依据《工程岩体分级标准》(GB50218-94) 规定, 将岩体基本质量的定性特征与岩体基本质量指标 (BQ) 相结合, 按表 1 确定。

根据现场钻探、室内岩石试验、波速测试以及水文地质试验的测试结果, 按 BQ 分级法分别对三个方案 3 个钻孔揭露岩体的基本质量指标 (BQ) 进行统计, 并对各钻孔的岩体基本质量分级评价如图 1-3 所示。

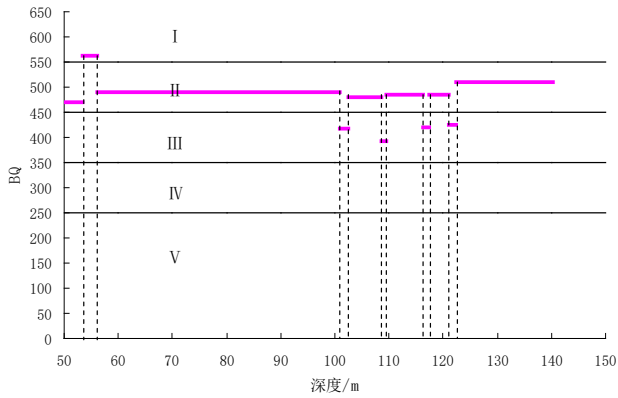


图1 方案一 ZK1 孔 BQ 法评分与深度关系图

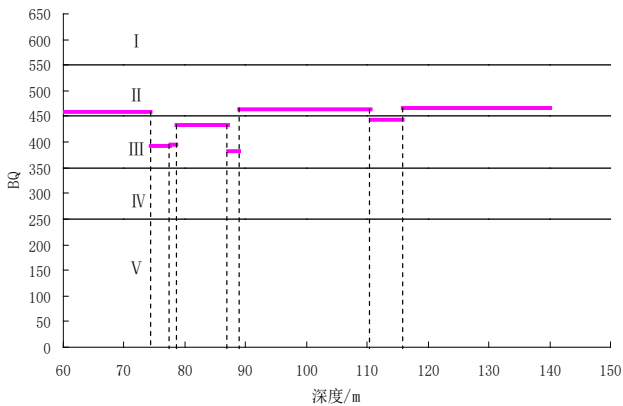


图2 方案二 ZK2 孔 BQ 法评分与深度关系图

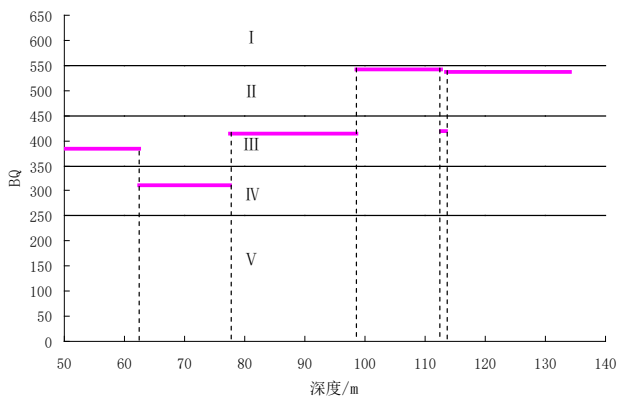


图3 方案三 ZK3 孔 BQ 法评分与深度关系图

2.2 南非 CSIR 分级法

南非 CSIR 分级由岩块强度、RQD 值、节理间距、节理条件及地下水条件 5 种指标组成，各指标数值按表 2 的标准评分，求和获得 RMR 值，按表 3 对围岩进行分级。

根据现场钻探、室内岩石试验、波速测试以及水文地质试验的测试结果，按南非 CSIR 分级法分别对三个方案 3 个钻孔揭露岩体综合评分获取 RMR 值进行统计，并对各钻孔的岩体基本质量分级评价如图

4-6 所示。

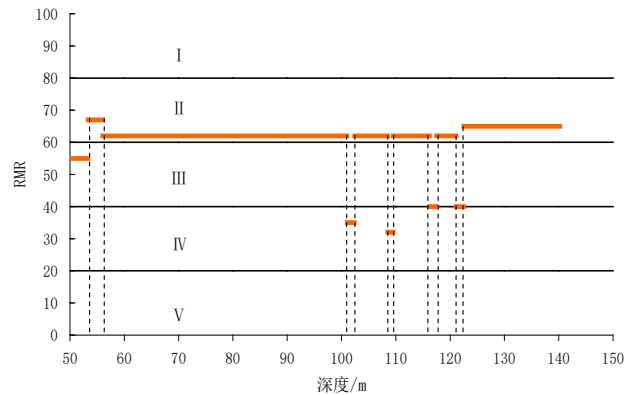


图4 方案一 ZK1 孔 RMR 值评分与深度关系图

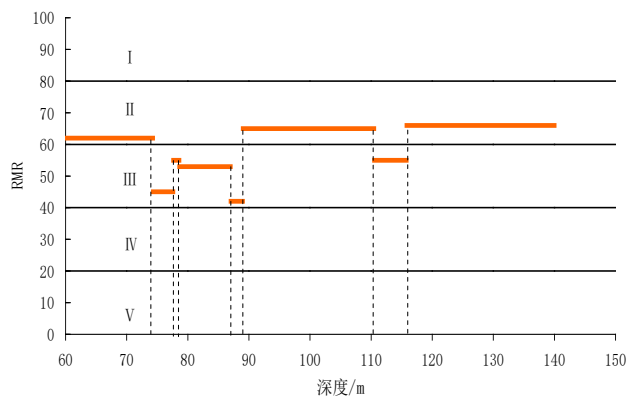


图5 方案二 ZK2 孔 RMR 值评分与深度关系图

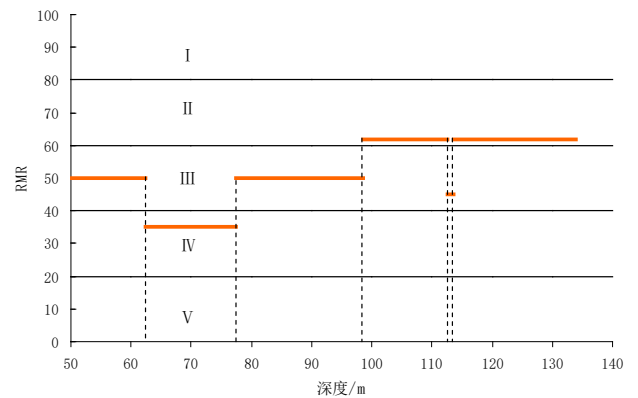


图6 方案三 ZK3 孔 RMR 值评分与深度关系图

3 岩体质量综合评价

根据钻探揭露，地下油库选址方案一场区微风化花岗岩埋深约 28.6m，单轴饱和抗压强度在 59.44~79.32MPa，平均 69.46MPa，属于坚硬岩。ZK1 孔微风化岩体平均纵波速度 4714m/s，总体上岩体完整，局部较破碎，岩体结构类型为块状结构。根据 BQ 分级法以 II 级为主，局部 I 级和 III 级；根据南非 CSIR 分级法以 II 级为主，局部 III 级和 IV 级。

地下油库选址方案二场区微风化花岗岩埋深约 89.0m, 单轴饱和抗压强度在 58.74~73.77MPa, 平均 65.86MPa, 属于坚硬岩。ZK2 孔微风化岩体平均纵波速度 4523m/s, 总体上岩体较完整, 局部较破碎, 岩体结构类型为块状结构。根据 BQ 分级法以 II 级为主, 局部 III 级; 根据南非 CSIR 分级法以 II 级为主, 局部 III 级。

地下油库选址方案三场区微风化花岗岩埋深约 98.0m, 单轴饱和抗压强度在 86.05~94.72MPa, 平均 90.38MPa, 属于坚硬岩。ZK3 孔微风化岩体平均纵波速度 3684m/s, 总体上岩体较完整, 局部破碎, 岩体结构类型为块状结构。根据 BQ 分级法以 II、III 级为主, 局部 IV 级; 根据南非 CSIR 分级法以 II、III 级为主, 局部 IV 级。

根据以上分析结果, BQ 分级法和南非 CSIR 分级法对岩体质量分级的结果基本一致, 方案二和方案三中两种方法分级结果一致, 方案一分级结果略有不同, 原因主要有两个: 一是两种方法在岩体质量分级计算时参数的选取存在误差; 二是两种方法计算过程中考虑的影响因素不同。

4 结论

以上三个方案中, 方案一微风化基岩埋藏最浅, 方案二次之, 方案三最深。综合以上 BQ 值评分和 RMR 值评分分析, 本次预选的三个地下水封石油库方案的优先顺序建议为: 方案一、方案二、方案三。

参考文献:

- [1] 杨峰. 惠州地下水封储油洞库群围岩稳定性分析与评价 [D]. 北京: 中国地质大学, 2011.
- [2] GB50218-94. 工程岩体分级标准 [M]. 中华人民共和国建设部, 1995.
- [3] 金立平. 中国公路隧道围岩分级法和挪威 Q 值法及南非 RMR 法对应关系探讨 [J]. 城市道桥与防洪, 2013 (03):203-205.
- [4] 王乐华, 李建荣, 李建林, 王孔伟, 许晓亮, 宛良朋. RMR 法评价体系的修正及工程应用 [J]. 岩石力学与工程学报, 2013, 32(S2):3309-3316.

作者简介:

唐文颖 (1987-), 男, 汉族, 江苏淮安人, 硕士研究生, 工程师, 从事水工环地质勘察及研究工作。

表 1 岩体基本质量分级^[2]

基本质量级别	岩体基本质量的定性特征	岩体基本质量指标 (BQ)
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	550~451
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	450~351
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~较破碎; 软岩, 岩体完整~较完整	350~251
V	较软岩, 岩体破碎; 软岩, 岩体较破碎~破碎; 全部极软岩及全部极破碎岩	≤ 250

表 2 岩体地质力学 (RMR) 分类参数及其评分值

岩块强度			RQD		结构面间距		结构面条件			地下水条件		
点荷载强度 / MPa	单轴抗压强度 / MPa	评分值	取值范围 / %	评分值	节理间距 / cm	评分值	节理面条件	评分值	每 10m 长的隧道涌水量 / (L·min ⁻¹)	节理水压 / 最大主应力的值	一般条件	评分值
> 10	> 250	15	90~100	20	> 200	20	节理面很粗糙, 节理不连续, 节理宽度为零, 节理面岩石未风化	30	无	0	完全干燥	15
4~10	100~250	12	75~90	17	60~200	15	节理面稍粗糙, 宽度 < 1mm, 节理面岩石微风化	25	< 10	0.1	潮湿	10
2~4	50~100	7	50~75	13	20~60	10	节理面稍粗糙, 宽度 < 1mm, 节理面岩石严重风化	20	10~25	0.1~0.2	洞壁湿	7
1~2	25~50	4	25~50	8	6~20	8	节理面光滑或含厚度 < 5mm 的软弱夹层, 张开度 1~5mm, 连续	10	25~125	0.2~0.5	滴水	4
低抗压强度	5~25	2	< 25	3	< 6	5	含厚度 > 5mm 的软弱夹层, 张开度 > 5mm 节理连续	0	> 125	> 0.5	流水	0
	1~5	1										
	< 1	0										

表 3 岩体级别分类及岩体质量评价表

岩体质量描述	非常好	好	一般	差	很差
围岩分级	I	II	III	IV	V
RMR 值	100~81	80~61	60~41	40~21	< 21