

斜坡卸荷岩体的氡异常特征

Abnormal characteristics of radon in the unloaded rock mass slope

卫 宏¹, 王兰生²

(1. 海南大学 理工学院, 海南 海口 570228; 2. 成都理工大学 环境与土木工程学院, 四川 成都 610059)

关键词: 斜坡; 卸荷岩体; 氡异常

中图分类号: TU 458. 3

文献标识码: A

文章编号: 1000- 4548(2004) 04- 0569- 02

作者简介: 卫 宏(1957-), 男, 汉族, 海南大学教授。主要从事地质工程、岩土工程专业的教学和科研工作。

0 序 言^{*}

随着沟谷的下切, 斜坡岩体发生卸荷作用, 在斜坡岩体的一定范围内形成卸荷松动带。松动带内结构面发育且多呈拉张状态, 岩体破碎, 严重影响斜坡稳定和工程安全, 成为斜坡稳定的重要研究内容^[1]。

斜坡岩体的卸荷深度和卸荷强度与地质构造、岩石类型、斜坡高度、沟谷下切过程、地应力场以及工程开挖等因素有关。对某些工程岩体的研究表明, 弱卸荷的水平深度可达一百余 m, 特殊情况下可达数百 m^[2]。

目前, 主要通过现场工程地质调查配合电法、地震等物探手段, 由工程人员根据工程经验来判断斜坡岩体的卸荷深度。研究发现, 斜坡卸荷岩体的氡值明显高于正常岩体, 具有突出的氡异常, 其氡异常曲线可作为划分斜坡卸荷松动带的依据。

1 卸荷岩体的氡异常

1.1 实测卸荷岩体的氡异常曲线

图 1 为雅砻江官地水电站 DX37 探洞氡异常剖面图。DX37 探洞围岩主要由玄武岩构成, 洞底存在一充填有黄色次生夹泥的断层。玄武岩是一种放射性元素含量相对较低的岩石, 据实测, 其氡异常背景值不大于 3 脉冲/2 min, 接近 CDα- 1 测氡仪仪器本底, 卸荷带最大氡异常值仅 6 脉冲/2 min, 断层氡异常值可达 16 脉冲/2 min, 探测效果较差。

图 2 为川藏公路二郎山隧道东段氡异常剖面图。二郎山隧道东段围岩主要由二叠系互层的泥岩、砂岩与石灰岩等沉积岩组成, 隧道深 1250 m 处存在一条两壁紧闭的正断层。

沉积岩石中放射性元素含量比玄武岩高, 据实测, 其氡异常背景值不超过 20 脉冲/2 min, 是 CDα- 1 测氡仪仪器本底的 10 倍, 卸荷带最大氡异常值可达 78 脉冲/2 min, 断层带氡异常值高达 175 脉冲/2 min, 探测效果较好。

1.2 卸荷岩体氡异常的特点

尽管雅砻江官地水电站和川藏公路二郎山隧道相距数百 km, 位于不同的大地构造单元上, 在岩性、地质构造、地应力等诸方面相差很大, 但二郎山隧道与官地 DX37 探洞的围岩却具有类似的氡异常特点, 差别仅在于氡异常的大小而已。其测氡曲线具有下述共同特点:

(1) 自坡面向坡内, 岩体卸荷强度逐渐降低, 岩体结构逐渐转好, 水平压应力逐渐增大并最终转为正常应力场, 测氡曲线整体上亦随之变化, 由高氡异常转为接近正常背景的低氡异常。

(2) 在深入山体一定深度后, 二郎山隧道和官地 DX37 探洞中, 都存在一个弱卸荷的岩体紧密挤压带^[3] (因地形地貌等地质条件的差异, 二郎山隧道为 1000 m 以内, 官地 DX37 探洞仅为 50 m 以内)。以紧密挤压带为界, 以外岩体松动, 断层、节理等结构面多呈张开状态, 具有滴水、淋水现象, 个别的在揭露后甚至发生股状涌水现象。靠近地表部位的断层节理中常夹有次生夹泥; 而紧密挤压带内, 节理紧闭, 干燥, 岩体呈紧密嵌合状态, 与表部卸荷洞段岩体完全不同。二郎山隧道在 1000 m 以内, 最大水平压应力达 57 MPa。现场测氡发现, 紧密挤压带内表现为明显的低氡异常, 以外表现为明显的高氡异常。

(3) 斜坡岩体强卸荷带内(岩体紧密挤压带以外), 氡值较高, 测氡曲线呈小幅度参差状起伏; 弱卸荷带内(岩体紧密挤压带及其以内) 氡值较低, 测氡曲线表现为低凹平缓状态, 两者均值之比约为 4: 1。

(4) 断层部位, 氡异常突然增大, 测氡曲线表现为突兀的尖峰, 氡异常值是正常地区(或紧密挤压带)背景值的 8 倍左右, 是卸荷带的 4 倍左右。

2 卸荷岩体氡异常的成因分析

据研究^[2, 4], 地面氡异常与地应力场、岩体结构、地

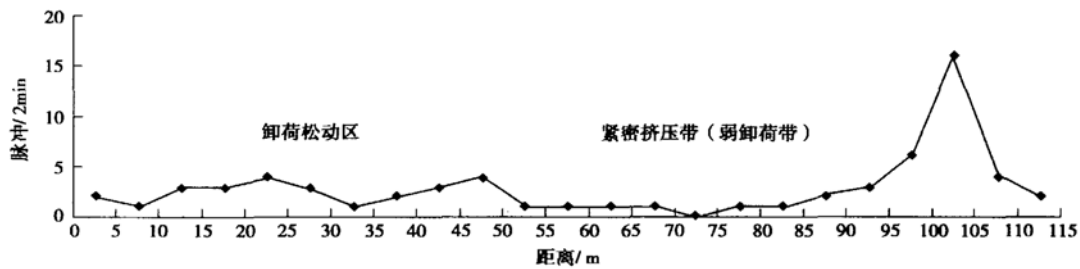


图1 官地 DX37 探硐氡异常剖面图

Fig. 1 Abnormal section of radon in exploratory tunnel DX37 of Guandi

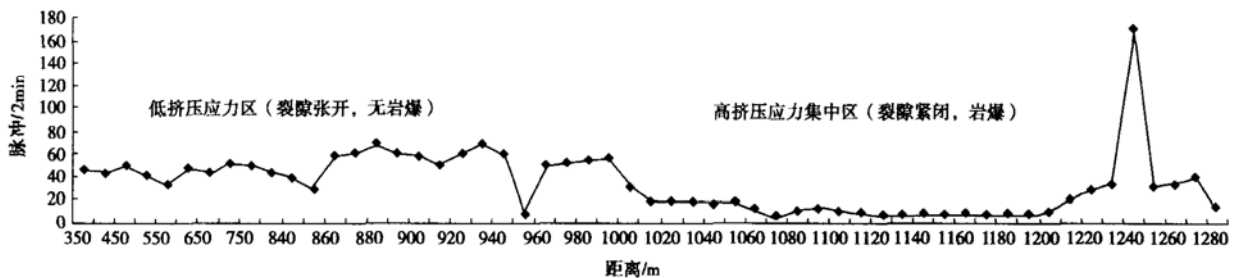


图2 二郎山隧道东段氡异常剖面图

Fig. 2 Abnormal section of radon in tunnel of Erlang mountain

下水等因素有关。其中,岩体中的各种结构缺陷(断层、陷落柱、矿山采空区等)都表现为高氡异常。

斜坡岩体卸荷带内, σ_1 铅直、 σ_2 平行于斜坡走向、 σ_3 水平且垂直于斜坡走向,表现为正断型应力场。在这种应力场作用下,原来与斜坡产状近似的裂缝被进一步拉开,同时会形成与其产状近似的新张裂缝。进一步拉开的裂缝成为地表水下渗的通道,同时也是地下气体在深部压力作用下由下向上运移的通道。而且,由于地面大气压与地下深处地应力大小的巨大反差,这些裂缝实际上具有强大的烟囱效应。因而,斜坡卸荷带中的裂隙既是地下氢气的富集场所,也是地下氢气向上运移的通道,必然表现出较高的氢气异常。这说明了为什么斜坡卸荷带氢异常高于山体内正常应力区与紧密挤压区的原因。

但是,与断裂破碎带、矿山采空区等相比,斜坡卸荷带中的张裂缝一方面多为靠近地表的表层裂缝,另一方面与地外大气直接相通,其集气、累积效应都不如前二者,因此氢异常值不高。这正是图中斜坡卸荷带氢异常低于断层氢异常的原因。

3 结 论

(1) 在斜坡岩体中,由坡面向坡内,存在明显的卸荷分带现象,即卸荷带、紧密挤压带与正常岩体。

(2) 不同斜坡岩体卸荷带内的岩体结构不同,氢异常曲线不同。卸荷带内岩体松动,结构面张开,其中夹有次生夹泥和地下水活动。这种岩体结构有利于地下氢射气的运移与富集,也有利于氢射气自地下向上运移直达地表,并在地表形成与斜坡岩体卸荷分带相应的氢异常分区。其中,斜坡岩体卸荷松动带具有明显的高氢异常,其氢值是正常区的4倍左右。

(3) 根据斜坡岩体卸荷分带及其相应的氢异常特征,可以利用地面测氢技术来探测斜坡岩体卸荷带的水平深度,评价斜坡岩体的卸荷特点。

参考文献:

- [1] 陈剑平,张倬元,肖树芳. 松动岩体工程地质研究[A]. 见: 张倬元,等. 工程地质研究进展[C]. 成都: 西南交通大学出版社, 1993.
- [2] Wei Hong, et al. Crustal stress and the migration of Radon[A]. Proceedings of the International Conference on Mountain Environmental and Development[C]. Chengdu, China, 2002.
- [3] 卫宏,王兰生. 川西山区公路边坡地质灾害研究[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2001.
- [4] Wei Hong, Liu Hongfu, Wang Lansheng. Exploring study about mined-out area with the radon measuring on the ground[A]. Engineering and Environmental Geophysics for the 21st Century [M]. Sichuan Publishing House of Science and Technology, 1997.