

# 浅析含钙芒硝岩体的工程地质特性

潘 杰

(四川省水利水电勘测设计研究院勘察分院, 四川 郫县 611731)

摘 要: 在含钙芒硝岩体上建闸、建坝工程国内外尚少见, 雅安大兴水电站工程大坝基础就是建在钙芒硝含量不尽相同的岩体上。从其物理、化学、地下水方面对其工程地质特性进行分析, 提出一些观点和认识, 与大家讨论, 使之对含钙芒硝岩体的工程地质特性有更深入、更全面的了解。

关键词: 钙芒硝; 溶蚀; 腐蚀性; 特性; 封闭

中图分类号: P642

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2000)04-0063-02

## 1 概 述

雅安市大兴水电站位于雅安市东南约 4 km 的大兴乡和姚桥镇境内。电站已进行到初步设计阶段, 设计装机容量 7.3 万 kW, 坝高 30 m。

工程区内无大的断裂构造形迹。据 1/400 万《中国地震烈度区划图》, 本区地震基本烈度为 VII 度。

电站枢纽区主要分布白垩系上统灌口组 (K<sub>2g</sub>) 和第四系 (Q<sub>4</sub>) 松散堆积层, 根据岩性的不同将 K<sub>2g</sub> 分为四个工区层, 各层岩性特征见表 1。

表 1 枢纽区地层岩性特征表

时代	工区分层	岩 性 特 征	厚度/m
Q <sub>4</sub>	aQ <sub>4</sub> <sup>2</sup>	砂卵石层, 砾石成分以火成岩为主, 直径 2~15 cm 之间, 磨圆度和球度较好, 砂为粉细砂, 含量约为 20% 左右。	5~11
	aQ <sub>4</sub> <sup>1</sup>	具二元结构下部为砂卵石层, 砾石成分以花岗岩、辉绿岩等为主, 砂为粉细砂; 上部为棕黄色砂壤土, 厚 1~2 m。	6~12
K <sub>2g</sub>	K <sub>2g</sub>	泥岩、粉砂质泥岩、泥质粉砂岩不等厚互层。	15~17
	K <sub>2g</sub>	紫红色泥岩夹薄层粉砂质泥岩及含粉砂泥质钙芒硝。	5~17
	K <sub>2g</sub>	钙芒硝与薄层粉砂质泥岩不等厚互层, 钙芒硝占该层的 50%。	12~35
K <sub>2g</sub>	棕红色泥质粉砂岩为主, 其中上部含厚 1.5 m 的钙芒硝粉砂质泥岩及粉砂泥质钙芒硝, 部分地段溶蚀孔洞发育, 孔径 1~2 cm。	>45	

## 2 含钙芒硝岩体的工程地质特性

### 2.1 岩体分类

通过对枢纽区岩体进行钻探取样试验, 岩体中钙芒硝含量各不相同, 根据其含量的不同可分为 4 类, 各类特征见表 2。

### 2.2 物理特性

钙芒硝为单斜晶系半自形~自形、板状和短柱状晶体, 常见晶面有对称面 (c) 和四个柱面 (m)。晶形完整, 无色透明, 含杂色时带色, 如含铁时带浅灰

收稿日期: 2000-08-15

表 2 钙芒硝分类特征表

岩 性	性 状 特 征	风化后
富钙芒硝	浅褐灰色, 半自形~自形结构, 钙芒硝含量大于 70%, 结晶粗大。	起霜
含泥质钙芒硝	浅灰绿色, 致密状、隐晶泥状结构, 钙芒硝含量 50%~70%, 可见泥质物沿层面形成泥带。	起霜
含粉砂质钙芒硝	棕褐色, 粉砂泥状结构, 钙芒硝含量 30%~50%, 结晶较好, 晶形较小。	起霜
钙芒硝粉砂质泥岩	棕紫色, 粉砂泥状结构, 钙芒硝含量小于 30%, 强度低, 抗风化力极差。	起霜, 呈散体结构

色, 含较多泥质质点包裹体时成烟灰色, 多裂纹时带乳白色, 劈理发育时带彩色晕圈等。其条痕为白色, 玻璃光泽, 性脆, 中等硬度, 味咸带苦, 在水中局部溶解, 且缓慢, 在盐酸中溶解完全。钙芒硝裸露地表后常出现次生白色粉末, 体积产生膨胀。

### 2.3 化学特性

钙芒硝化学分子式为 Na<sub>2</sub>O·CaO·2SO<sub>3</sub>, 其化学成分为 Na<sub>2</sub>Ca(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>。据光谱及 X 光分析结果证实杂质较少, 有硬石膏包裹体, 方解石, 石膏, 水云母和高岭土, 偶见长石粉屑。

通过对岩体中的钙芒硝取样, 并碾制成粉末进行 24 h 溶解试验, 其结果见表 3。

表 3 钙芒硝溶解试验汇总表

溶液类型	试验组数	岩性	化学分析结果 /%						
			不溶物	CaO	MgO	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	MgSO <sub>4</sub>	CaSO <sub>4</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
盐酸	4	富钙芒硝	3.63	19.31	0.98	62.04	2.94	46.88	39.36
			33.11	9.04	44.34	21.94	42.68		
蒸馏水	2	芒硝	31.11	8.98	0.35	46.80	0.11	21.57	46.57
			6.53	26.52	1.99	54.32	5.93	64.37	
盐酸	8	含泥质钙芒硝	50.58	10.90	29.45	26.45	43.61		
			54.44	21.81	0.08	18.87	0.72	27.7	44.00
备注			不足 100% 部分为微量元素						

从表 3 中可以看出, 钙芒硝在盐酸中溶解较完全, 在河水、蒸馏水中的溶解情况基本一致。3 个月, 与盐酸反应后最终溶解 94%~97%, 遇水后最

终溶解 30% ~ 70%。

## 2.4 地下水特性

通过对枢纽区进行钻探揭示, 钙芒硝在地下水的渗流作用下易溶蚀, 溶蚀后呈蜂窝状, 直径一般 2 ~ 5 mm, 大者可达 20 mm, 少量具方解石充填。据钻孔压水试验, 岩体一般透水率  $q = 3.4 \sim 43 \text{ Lu}$ , 属弱 ~ 中等透水层, 局部可达 161 Lu, 属强透水层, 与岩体中钙芒硝的溶蚀程度密切相关。据钻孔地下水水质分析,  $\text{SO}_4^{2-}$  含量达 348.85 ~ 1026.6  $\text{mg/L}$ , 对普

通水泥拌制的混凝土具有强的硫酸盐腐蚀性, 而相应的地表水则属重碳酸硫酸钙型水, 对任何水泥拌制的混凝土均无腐蚀性。

## 2.5 物理力学特性

通过对枢纽区岩层进行钻孔取样试验, 其试验成果见表 4, 从表中可以看出, 几种岩石的饱和单轴抗压强度平均值为 17.80 ~ 28.4 MPa, 软化系数 0.57 ~ 0.74, 属软岩, 按坝基岩体质量分类属 C<sub>III</sub> ~ C<sub>IV</sub>。弱风化较完整岩体可作为坝基持力层。

表 4 岩石试验成果汇总表

岩性	风化程度	试验组数与平均值	比重	干密度 $/\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	孔隙率 /%	吸水率 /%	弹模 $/10^3 \text{ MPa}$	泊桑比	抗压强度		软化系数	抗剪强度	
									干 $\text{MPa}$	湿 $\text{MPa}$		摩擦系数	凝聚力 $\text{MPa}$
富钙芒硝	新鲜	试验组数	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		平均值	2.76	2.72	1.4	38.7	0.30	42.45	27.90	0.66	0.69	0	0
含泥质钙芒硝	弱风化	试验组数	5	6	6	6	4	4	3	3	3	4	4
		平均值	2.76	2.32	16.26	9.25	4.48	0.25	24.20	17.80	0.74	0.64	0
钙芒硝粉砂质泥岩	新鲜	试验组数	2	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2
		平均值	2.78	2.47	8.0	6.54	17.42	0.22	29.81	20.89	0.70	0.60	0
泥质粉砂岩	弱风化	试验组数	2	2	2	2	3	3	3	2	3	2	2
		平均值	2.58	2.64	11.65	4.29	11.06	0.27	38.887	22.16	0.57	0.57	0
砂岩	新鲜	试验组数	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4
		平均值	2.76	2.54	7.99	3.13	13.84	0.33	45.0	28.4	0.63	0.60	0

## 2.6 工程地质特性

通过上述试验表明, 钙芒硝属可溶性岩, 在地下水的溶蚀作用下易溶蚀而呈蜂窝状, 据钻探揭示, 一般溶蚀深度在 50m 范围内, 且有随着钙芒硝含量增高而溶蚀性降低的趋势。弱风化较完整含钙芒硝岩体具备建坝条件。但建坝后, 加大了坝上、下游的水头差, 地下水的活动增强, 溶蚀加剧, 将加快坝基岩体的渗漏及渗透变形。而地下水中  $\text{SO}_4^{2-}$  含量高, 对普通水泥拌制的混凝土具有强的硫酸盐腐蚀性。因此, 作为坝基持力层, 对含钙芒硝岩体应采取特殊有效的工程处理措施, 建议对含钙芒硝岩体采取封闭处理, 以截断或降低地下水对其产生的溶蚀, 从而保

证坝基岩体的整体稳定性。由于含钙芒硝岩体具有裸露地表后易风化解体且体积膨胀的特性, 因此, 在基坑开挖后应及时进行封闭或回填处理。

## 3 结束语

在含钙芒硝岩体上建闸、建坝工程国内外尚少见, 对含钙芒硝岩体的试验和工程地质特性研究仅为初探, 对该种岩体作为地基的工程处理尚有进一步研究的必要。

### 作者简介:

潘杰 (1961 年-), 男, 重庆长寿人, 四川省水利水电勘测设计研究院勘察分院, 工程师, 从事水电工程地质工作。

# 四川华能冷竹关水电站 1 号机组转子吊装成功

2000 年 7 月 2 日, 冷竹关水电站 1 号机组转子一次性吊装成功, 标志着冷竹关水电站建设进入一个新的里程碑, 预示着提前发电已指日可待。华能康定公司总经理陈其伟宣布冷竹关水电站 1 号机组转子吊装正式开始, 水电十局安装分局随即有条不紊地进行转子吊装工作, 45 min 后, 在一片欢呼声中, 冷竹关水电站 1 号机组重达 120 t 转子一次性吊装成功。

冷竹关水电站系瓦斯河流域梯级滚动开发的最末一级, 是四川省民族地区“九五”期间 8 个重点骨干工程首推项目, 是甘孜州解放以来最大的一个项目, 总装机容量 180 MW, 总投资 12.6 亿元, 也是全国同类型电站机组中水头最高 (326 m) 的电站。该工程由长 233 m, 高 24 m 的闸坝, 6.2 km 长的引水隧道、地下厂房, 控制楼及 238 km 的 220 kV 的输变电工程组成。

冷竹关水电站由成勘院设计, 四川二滩国际工程咨询有限责任公司监理, 水电七局、十局和铁十五局承建, 自 1998 年 7 月 18 日总监理工程师发布开工令以来, 经过近两年的努力, 使冷竹关水电站的建设速度达到了国内同等工程的先进水平, 且质量控制良好, 未发生过任何重大质量安全事故。预计到 8 月底, 闸坝将全部浇筑到坝顶高程, 长 6.24 km 的隧洞将完成全部支护, 地下厂房将进入最后的装修和机组调试阶段。首台机组已于 10 月 29 日投产发电。

建设冷竹关水电站, 不仅可以为四川省的发展提供更多的电力, 为瓦斯河流域梯级滚动开发打下坚实的基础, 同时对尽快增强甘孜州的“造血功能”和经济实力, 加快民族地区脱贫致富步伐, 增进民族团结, 实现稳藏安康具有重要的政治意义和经济意义。

本刊记者 李燕辉