

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  $161 \text{ Lu}$ , 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  $348.85 \sim 1026.6 \text{ mg/L}$ , 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  $17.80 \sim 28.4 \text{ MPa}$ , 软化系数  $0.57 \sim 0.74$ , 属软岩, 按坝基岩体质量分类属  $\text{C}_{\text{III}} \sim \text{C}_{\text{IV}}$ 。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