

龙滩水电站地下洞室群布置及监控设计

张孝松

(中南勘测设计研究院, 湖南 长沙 410014)

摘要: 龙滩水电站是一座具有发电、防洪和航运等综合效益的大型水利枢纽工程, 简述其庞大地下洞室群的布置及地质条件, 同时, 还就该地下洞室群的监控设计问题进行了讨论。监测结果表明, 地下洞室群的围岩是稳定的, 其设计也是合理的。

关键词: 水利水电工程; 地下洞室群; 支护设计; 监控; 龙滩水电站

中图分类号: TV 31

文献标识码: A

文章编号: 1000-6915(2005)21-3983-07

LAYOUT AND MONITORING-CONTROLLING DESIGN OF UNDERGROUND OPENINGS AND TUNNELS FOR LONGTAN HYDROPOWER STATION

ZHANG Xiao-song

(Mid-South Design and Research Institute for Hydroelectric Projects, Changsha 410014, China)

Abstracts: Longtan Hydropower Station is a large water conservancy project including electricity generation, flood control, navigation and so on. Layout of the large underground openings and tunnels and its geological conditions are described briefly. Besides, a monitoring-controlling design problem of the underground openings and tunnels is discussed. Monitoring results show that the surrounding rock of the underground openings and tunnels is stable and its design is reasonable.

Key words: hydraulic and hydropower engineering; underground openings and tunnels; support design; monitoring and controlling; Longtan Hydropower Station

1 龙滩水电站地下洞室群布置

龙滩水电站由碾压混凝土重力坝、右岸两级垂直升船机及左岸输水地下发电系统等构成。它是一座具有发电、防洪和航运等综合效益的大型水利枢纽工程。电站正常蓄水位 400 m, 装机容量为 9×700 MW。

1.1 地下洞室群布置的概况

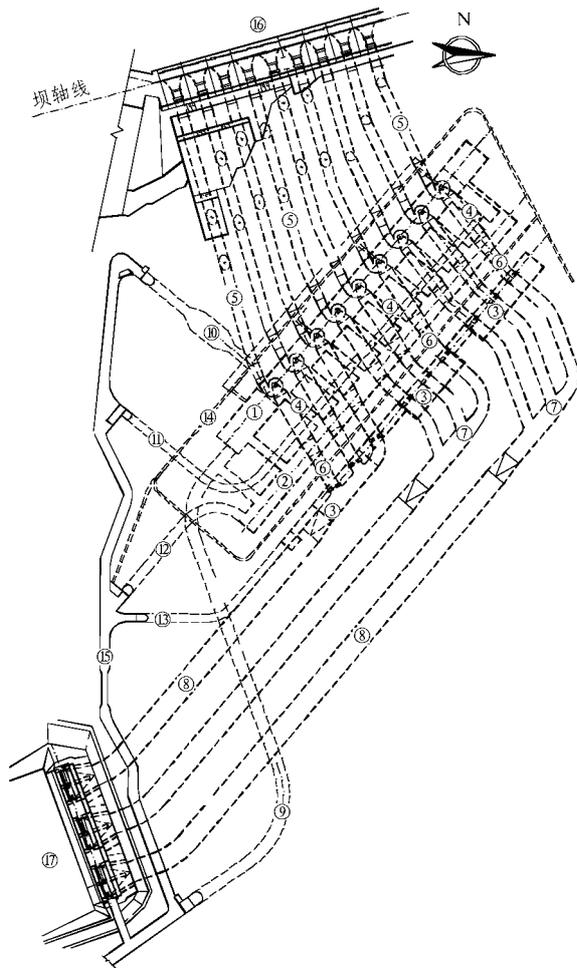
左岸输水地下发电系统由输水和发电两大部分构成^[1]。输水部分由进水口、引水隧洞、调压井、尾水支管、岔管、尾水隧洞、出水口等组成; 发电

部分由主厂房、主变洞、母线洞、出线竖井、通风洞、排水廊道、交通洞等组成。左岸山体雄厚, 地形整齐, 山顶高程 650 m, 岸坡坡度 32°~42°。左岸洞室群纵横交错, 规模巨大, 在坝址 0.6 km² 的左岸山体内部布置有大小 119 条计 30 km 长的输水发电地下洞室群, 总开挖量达 3.40×10⁶ m³。图 1 为龙滩水电站输水发电系统平面布置。

9 台机为一字坝式进水口, 单洞单机引水, 平面管线布置为 9 条引水管自进水口正交引出, 用隧洞穿过左岸坝线下游山体, 与厂房纵轴线交角 65° 斜向引入厂房。引水上、下平洞间 1#~6# 机斜井连接, 7#~9# 机竖井连接。引水洞开挖洞径 11.2 m,

收稿日期: 2005-06-26; 修回日期: 2005-07-28

作者简介: 张孝松(1962-), 男, 1987 年于成都科技大学水工专业获硕士学位, 现为教授级高级工程师, 主要从事水电工程水工方面的设计与研究工作。
E-mail: xszhang@msdi.cn.



—主厂房； —主变洞； —尾水调压井； —母线洞； —引水洞；
—尾水支洞； —尾水岔管； —尾水隧洞； —进厂交通洞； —
主厂房进风洞； ⑪—母线排风洞； ⑫—主变排风洞； ⑬—尾调交通洞；
⑭—排水洞； ⑮—260 公路； ⑯—进水口； ⑰—尾水出口

图 1 输水发电洞群平面布置图

Fig.1 Layout of underground openings and tunnels

与厂房斜向相交处引水洞间距 18.2 m。主厂房、主变洞和尾水调压井三大主洞室依次平行布置，纵轴线 310°。主厂房、主变洞及尾水调压井之间岩墙厚度分别为 43.00, 27.46 m，与相邻洞室平均跨度比分别为 1.79 和 1.40。主厂房上部(高程 206 m 以上)开挖尺寸为 398.5 m × 28.9 m × 55.7 m(长 × 宽 × 高，以下同)，岩壁吊车梁以上开挖跨度 30.7 m，主厂房拱顶高程 261.2 m，厂房最大开挖高度 75.1 m。主变洞开挖尺寸 400.0 m × 19.8 m × 20.7 m，主变洞拱顶高程 253.9 m。母线洞开挖尺寸 10 m × 12.8 m(长 × 宽)，母线洞间岩柱厚度 22.5 m。尾水调压井为“三机一井”的长廊式布置，共 3 个，1# 井开挖尺寸 68.3 m × 20.05 m × 84.31 m，2# (3#) 井开挖尺寸 76.7 m (95.85 m) × 22.73 m × 63.35 m，井拱顶高程均 272.7 m，1#，2# 井间岩柱厚度 61 m；2#，3# 井间岩柱厚度

26.4 m。

3 条尾水隧洞与尾水调压井平行，1# 尾水隧洞直接从 1# 尾水井右端墙引出，2#，3# 尾水井通过 2 个三合一的岔洞与 2#，3# 尾水隧洞连接，尾水隧洞开挖洞径 22.6 m，尾水洞间岩柱厚度为 29.4 m。尾水出口布置在下游离坝轴线约 800 m 处。

1.2 主要洞室布置与地质条件的关系

地质条件是影响洞室布置的最主要因素之一。龙滩主厂房、主变室和尾水调压井布置区是坝址区地质条件相对较好的地段之一。三大主洞室置于中陡倾角层状结构的 II, III 类围岩、局部 IV 类围岩内。岩性为砂岩、粉砂岩、泥板岩夹少量灰岩。地层为三叠系中统板纳组(T_{2b})，三大洞室穿越的 T_{2b}¹⁸ ~ T_{2b}⁴¹ 层，多为中厚层互层状软硬相间层状岩体，岩层为单斜构造并倾向厂房下游侧，岩层产状为 345° ~ 350° NE 55° ~ 62°。主洞室布置区围岩强度较高，饱和抗压强度砂岩为 130 MPa，泥板岩为 40 ~ 80 MPa；变形模量为 13 ~ 20 GPa。水文地质条件较简单，多为裂隙水，表现为沿断层、层间错动或结构面交汇处渗水，岩体透水性较小。厂区实测地应力的最大主应力平均值为 12 MPa，最大主应力方位 280° ~ 330°。选定三大主洞室纵轴线 310°。发电主厂房洞室右端距河岸约 160 m，上覆岩体厚度 120 ~ 240 m。

三大主洞室纵轴线与岩层走向的夹角 35° ~ 40°。三大主洞室北端墙均已避开了 F₆₃ 大断层，与其最小距离约 20 ~ 35 m。主洞室群基本上布置在 F₆₃ 断层以南，F₁ 断层以北，层间错动发生在 F₃₂, F₂₂ 之间。洞室布置区内对洞室围岩影响较大的主要是层间错动及 F₁, F₅₆, F₅₆₋₁, F₇, F₁₃ 等断层。F₁ 断层从主厂房安装间斜穿，与厂房轴线呈 30° ~ 35° 夹角。

三大主洞室纵轴线与地应力最大主应力方向夹角约为 30° 左右。另外，垂直三大主洞室边墙方向的水平应力为 5.8 ~ 10.5 MPa，侧压力系数为 1.5 ~ 1.9。

2 地下洞室群支护设计

2.1 支护设计方法

龙滩地下洞室支护设计，历经设计各阶段，确立了以“利用围岩为承载主体、充分发挥围岩的自承作用”支护设计准则，确定了洞室以锚喷支护为主、电缆竖井以及过水洞室考虑另加混凝土衬砌的支护设计方案，并遵循新奥法理论，采用动态化监控、信息化设计。

根据有关技术规范规定^[2], 龙滩水电站地下洞室群的支护设计在初步设计阶段进行了工程直接类比、弹塑性理论计算、块体稳定分析、平面地质力学模型试验、平面有限元计算, 招标阶段进行了三维非线性弹塑性损伤有限元计算和巴顿 Q 系统分类, 施工详图阶段进行了 FLAC^{3D} 有限差分和三维断裂损伤有限元计算并考虑各阶段专家咨询建议。锚喷支护设计方法有多种, 主要有工程类比法、理论计算法和现场监控法。设计以工程类比法为主, 初选支护参数; 用极限平衡理论计算法进行局部稳定和支护承载力验算, 调整支护参数; 用有限元计算法评价支护整体加固效果, 提出加强支护重点部位; 实施中坚持现场监控, 及时调整支护参数。另外, 作者还认为, 龙滩水电站地下洞室所采用的设计方法与工程地质力学综合集成方法论^[3]的理念是一致的, 两者都主张大型地下工程群的设计以理论分析、专家群体经验及现场监测成果的综合集成为基础。

2.1.1 工程类比法

工程类比法是工程地质力学综合集成方法论中专家群体经验的具体体现。在设计中采用了直接对比法和间接类比法。直接对比法依据收集已建和在建国内外规模相近工程的锚喷支护参数以资对比; 间接类比法包括按规程规范依围岩类别确定支护参数法、 Q 系统分类推荐参数法和锚杆长度与洞室跨度、高度关系的统计分析法。

龙滩引水洞、尾水洞、交通洞和通风洞等尺寸

相对较小, 受三大主洞室及洞室间开挖的影响均小一些, 按规程规范法确定锚喷支护参数; 主厂房、调压井洞室跨度大、边墙高, 依据岩体综合质量指标 Q 值和开挖当量尺寸, 计算围岩压力, 选择支护分类, 提出支护参数。主厂房 Q 系统分类推荐支护参数列于表 1。

2.1.2 理论计算法

理论计算法包括极限平衡法和数值法计算法。极限平衡法采用了围岩塑性松弛区极限平衡分析和块体极限平衡分析。

(1) 围岩塑性松弛区极限平衡分析

洞室开挖后围岩塑性松弛区内的山岩压力由围岩的形变压力和极限平衡圈内自重形成的松动压力构成, 需要由支护提供足够的抗力维持其平衡。形变压力利用双向不等压的卡斯特纳(Kastner)修正公式计算。结合地应力、侧压系数和围岩抗剪断强度指标, 考虑塑性区 c 值受开挖爆破及沿围岩深度变化影响予以折减, f 值受影响小, 依此计算形变压力。龙滩为水平构造地应力场, 侧压系数大于 1, 剪切楔形滑移体在洞室顶、底部出现, 松动压力顶拱为塑性圈内自重压力。用解极值办法, 计算最小山岩压力。初选支护参数验算围岩承载能力, 按照锚、喷、网联合加固围岩形成承载拱原理, 主厂房验算参数顶拱 II₂ 围岩锚杆 $\phi 28@1.5\text{ m}$, $L = 5\text{ m}/8\text{ m}$ 交错, 喷混凝土 200 mm, 挂网 $\phi 12/\phi 8@250$, III₁ 围岩锚杆 $\phi 32@1.5\text{ m}$, $L = 8\text{ m}/10\text{ m}$ 交错, 喷混凝土 200 mm, 挂网 $\phi 14/\phi 10@250$ 。表 2 为主厂房承载

表 1 主厂房 Q 系统分类推荐支护参数

Table 1 Suggested support parameters for powerhouse by Q system

部位	围岩类别	各类围岩百分比/%	Q 值	推荐支护参数
顶拱	II ₂	31	10 ~ 50	张拉锚杆@1.5 m, $L = 5\text{ m}/7\text{ m}$, 并用预应力锚索补充支护压力, 挂网不喷混凝土
	III ₁	65	4 ~ 30	锚杆、锚索类同上, 但挂网喷混凝土 200 mm
边墙	II ₂	21	$5 \times (10 \sim 50)$	张拉锚杆@1.5 m, 挂网不喷混凝土
	III ₁	58	$(2.5 \times 4) \sim (5 \times 30)$	张拉锚杆@1.5 m, $L = 8\text{ m}/10\text{ m}$, 并用预应力锚索补充支护压力, 挂网喷混凝土 150 mm

表 2 初选支护参数承载能力验算

Table 2 Calculated bearing capacity under initial support parameters

部位	围岩类别	山岩压力*/MPa	P_m	P_h	P_w	P_g	K
主厂房 顶拱	II ₂	0.11	0.085	0.085	0.008	0.246	3.85
	III ₁	0.16	0.120	0.064	0.011	0.214	2.56

注: * 为弹塑性理论计算山岩压力; P_m, P_h, P_w, P_g 分别为锚杆、喷混凝土、钢筋网、岩石承载拱提供的支护抗力; K 为安全系数, 是 $(P_m + P_h + P_w + P_g)/$ 弹塑性理论计算山岩压力。

能力验算结果。

(2) 块体极限平衡分析

块体稳定计算表明：由 3 组随机节理构成的节理块体在洞周出现机遇最大，出现频率约为 3~5 个/(100 m²)，规模普遍较小，块体体积小于 1.7 m³，系统支护喷混凝土应能维持其稳定；由断层或层间错动面和少数延伸较长的缓倾角节理或裂隙性错动面构成的楔体出现的随机性大，在每条断层与洞壁交汇处都有可能发生，该类楔体在洞轴线上沿洞顶或洞壁发生的频率约为每 30~50 m 一个，节理长度为 5 m 时，最大楔体高度为 3.9 m，山岩压力 0.01~0.26 MPa，系统支护锚杆参数应能维持其稳定要求；由 3 条断层或 2 条断层和层间错动构成的特定楔体，多出现在 F₁ 断层两侧，对大的特定楔体，用锚杆和预应力锚索局部加强支护。

(3) 招标阶段有限元计算分析

1994 年原招标设计阶段，模拟普通砂浆锚杆支护后，弹塑性平面有限元和三维非线性弹塑性损伤有限元计算分析表明：厂房顶拱最大下沉 12.2 mm，上、下游边墙向洞内收敛水平最大位移分别为 32.5，12.4 mm；调压井顶拱最大下沉 22.7 mm，上、下游边墙最大位移均为 40 mm，均发生在调压井的中下部；母线洞顶最大下沉达 14.1 mm；尾水管顶板最大下沉达 12.6 mm。围岩的最大切向压应力主厂房在拱顶，为 26.3 MPa，调压井在底板，为 37.4 MPa，小于围岩抗压强度。

2 种计算表明，塑性区三大洞室顶拱一般深度在 5~8 m，均较小，而边墙上分布范围及深度均较大。

采用支护锚杆参数 $\phi 28@1.5\text{ m}$ ， $L = 8\text{ m}$ ，三维计算锚杆应力见表 3。

表 3 三维计算锚杆应力

Table 3 Calculated stress of bolt by 3D FEM MPa

地点	顶拱	上游边墙	下游边墙
厂房	一般为 50~80	一般为 60~100，最大为 130	一般为 80~100，最大为 218
调压井	一般为 50~80	一般为 80~140，最大为 182	一般为 60~130，最大为 185

表 3 中锚杆拉应力一般达到了设计强度的 16%~45%，调压井上下游边墙锚杆应力比主厂房的大，最大应力一般发生在洞室交叉处附近。

计算锚杆应力及高边墙塑性区较大，反映锚杆支护作用是明显的，但需要加强。在厂房和调压井内，施工详图设计调增部分长的预应力锚杆及增加

预应力锚索。

(4) 施工详图阶段的数值法分析

2001 年尾水调压井的边墙高度因设计优化进一步降低(井降低 10 m，，井均降低近 30 m)，在原计算塑性区较大范围的主厂房、调压井上下游边墙增加了系统预应力锚索，调增了部分长的预应力锚杆。2002 年按照招标文件上确定的支护参数，进行了三维有限元计算。模拟招标图中布置锚杆、锚索和施工投标批准的开挖步序，模拟主要断层和陡倾角层面，分别采用 Marc 程序、FLAC^{3D} 和三维断裂损伤有限元进行计算，计算结果表明，与水平层状岩层中的洞室开挖比较，位于陡倾角层状岩体中的龙滩水电站地下洞室群围岩的变形具有明显的非对称特征，围岩在开挖过程中明显沿层面错动。主洞室上下游边墙的变形机理不同，上游侧边墙的岩体在沿层面滑动的同时，在垂直层面的方向上略有张开；下游侧边墙的岩体则在向洞内倾倒的同时顺层上移；变形量大小及最大值出现的部位也不一致。表 4 为 3 种计算方法的顶拱下沉变位、边墙向洞内收敛水平变位。围岩的最大压应力为 34.5 MPa，发生在调压井下部的尾水管附近。塑性区范围较原 1994 年结果均有较大的改善。

表 4 三维计算主洞室的最大位移

Table 4 The max.calculated displacements of the main cavern by 3D FEM mm

方法	主厂房			调压井		
	顶拱	上游边墙	下游边墙	顶拱	上游边墙	下游边墙
Marc 法	21.1	48.6	68.4	18.4	37.1	61.2
FLAC ^{3D} 法	26.5	66.7	53.3	32.2	62.3	67.3
断裂损伤有限元法	12.1	58.5	60.9	17.2	59.4	77.9

另外，在施工详图阶段还进行了 FLAC^{3D} 计算，分析结果表明，支护后洞室的塑性区，三大洞室顶拱基本控制在 1~2 m 内，主厂房上游边墙的塑性区小于下游边墙的，下游边墙最大 8~12 m，主厂房和主变洞之间的岩体稳定性相对较好，两者之间没有塑性贯通区域，在主变洞与调压井间受断层控制的区域形成局部的(厚度 6 m 左右)塑性连通区域，而对没有断层控制的区域，岩体中间还将保留一段弹性岩体，调压井上下游边墙塑性区最大 10 m。另外，支护锚杆应力主厂房最大达到 227.6 MPa，调压井支护锚杆应力的最大值为 239.6 MPa。

计算塑性区较大的改善，说明设计调增部分长

的预应力锚杆以及增加预应力锚索作用是明显的,调整的支护设计是合理的。

2.1.3 现场监控法

由于龙滩地下岩体构造复杂,层状岩体各向异性和泥板岩、砂岩岩性差异,洞室跨度、高度,与相邻洞室关系,交叉洞室位置等各不相同,再加上开挖爆破的影响,构造十分复杂,因此,龙滩地下洞室群在施工过程中及时建立了监测系统,并根据监测反馈成果,分析应力和变位情况,评估支护参数,调整支护设计。采用动态化监控、信息化设计。

2.2 支护参数的选择

2.2.1 基本原则

锚杆直径的选择应充分发挥其材料特性,使锚杆应力在具备一定安全度的情况下尽量接近其抗拉强度。预应力锚杆,为使其提供较大预张力,杆体应粗一些。锚杆长度与洞室跨度、边墙高度关系较大,随着洞室尺寸增大,围岩塑性松动区范围相应增大。合理的锚杆长度应大于松动区厚度,且应有一定贮备。大跨度洞室,为施工方便及充分发挥锚杆的作用,一般采用长短相间的锚杆。

至于系统锚杆,一般采用间、排距 1.5 m,需要加强支护的部位,间、排距可增密到 1.2 ~ 1.0 m。喷混凝土厚度一般取洞室开挖跨度的 1/100 ~ 1/120。

2.2.2 参数的综合选择

依据上述设计方法和原则,结合喷射混凝土新材料(钢纤维混凝土、聚丙烯微纤维混凝土)的应用,采用了一次性注入速凝、缓凝水泥药卷的预应力锚杆和一次性注浆的无粘结锚索快速施工新工艺。龙滩水电站主要洞室锚喷支护参数综合选择考虑如下:主要洞室的锚杆长短相间布置。一般采用普通砂浆锚杆,但对于主厂房、调压井等需要加强的部位,则采用 150 kN 预应力锚杆;考虑到钢纤维具有较强的抗拉强度、韧性,可替代挂网喷射混凝土,加快施工进度,而聚丙烯喷射混凝土具有较强的抗裂性能,主厂房和主变洞顶拱、主厂房发电机层以上的边墙及母线洞喷钢纤维混凝土,主变洞边墙及调压井喷聚丙烯微纤维挂钢筋网混凝土。但其他洞室素喷混凝土;另外,对洞室交叉部位强调超前锁口支护。

由于龙滩电站地层具有典型中陡倾角层状岩体的特点,因此,三大洞室都存在着上游边墙及左端

墙岩体顺层剪切滑移变形,下游边墙及右端墙岩体倾倒蠕变的问题。作者发现,龙滩主洞室的上游边墙潜在不稳定体接近一正立的直角三角形,而下游边墙潜在不稳定体接近一倒立的直角三角形。同时考虑到高边墙中部变位及塑性区的有限元计算结果较大,以及对陡倾层状岩体上岩-壁吊车梁整体稳定的要求,在主厂房上游边墙、调压井的上游边墙及左端墙的中下部等部位都采用预应力系统锚索重点加强支护,而在主厂房下游边墙、调压井的下游边墙及右端墙的中上部则采用预应力系统锚索重点加强支护。

考虑主变洞和调压井间的岩墙,因受主变洞和调压井开挖而两端临空,故属加强支护范围,所以采用对穿预应力锚索进行加固。另外,用 E. Hock, E. T. Brown 的矿柱破坏理论对各洞室间的岩墙稳定性进行了分析,计算结果表明,尾水管间岩柱也属于重点加强加固支护范围。因此,对尾水管间岩柱通过尾水管边墙上低吨位(400 kN)对穿锚索与砂浆锚杆相间设置进行加强。

对特定的大块体,在开挖过程中,及时判定,通过稳定计算分析,用锚索和预应力长锚杆锚固不稳定的块体。

由此提出龙滩水电站主要洞室典型支护见图 2。

2.2.3 动态调整

为了实现动态设计,首先要建立起一个有效的监测系统^[4,5],对整个施工过程进行监测。作者强调根据动态监测调整支护参数的方法。为减少篇幅,本文仅举如下 3 个实例以说明如何进行动态调整的。

(1) 在主厂房第 2 层开挖过程中和第 3 层开挖初期,出现下游拱角附近边墙多处顺层开裂及主厂房桩号 HL0+000 ~ HL0+050 段下游边墙拱脚段部分锚杆应力超设计值的现象,且此现象多出现在泥板岩与砂岩互层岩体内,多系浅层开裂。据分析,该段岩性软硬相间,顶拱开挖后,受应力集中、围岩松弛和爆破振动等多重影响,下游边墙向临空面产生倾倒变形,又因层面光滑,抗剪强度较低,层间产生剪切变形,导致互层岩体接触面开裂。此时若锚杆应力计布置在层面上,则必然产生较大的局部应力。为此,设计在相应部位补充了部分长(预应力)锚杆以提高互层岩体的整体承载能力。

(2) 针对监测预应力锚杆应力普遍较大的情况,

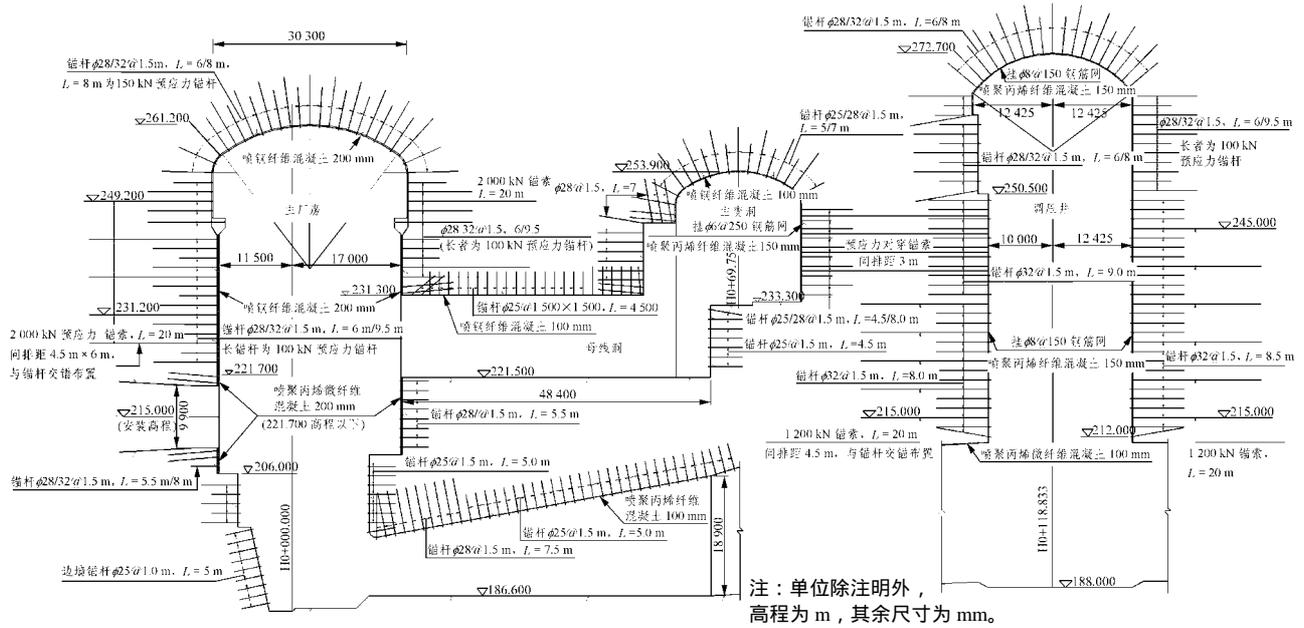


图2 主要洞室典型支护图

Fig.2 Typical support diagram of main cavern

将主洞室设计的预应力锚杆的张拉力降低。

(3) 监测表明地下洞室群变形最大部位出现在主厂房上游边墙桩号 HR0+015.000 ~ HL0+043.000 m 段。另外，该段有由断层 F₁、层面、节理 J₄₁₅ 和 J₄₁₀ 等复合结构面组合的特定块体。为此，在开挖过程中，设计根据不断揭露的地质情况，考虑吊车梁荷载不利影响，计及部分结构面的 *c*, *φ* 值，并作了多次核算，先后采用了 52 根预应力 2 000 kN 的长为 25 ~ 30 m 的无粘结预应力锚索对其锚固，确保其稳定。

3 地下洞室群的稳定性评价

龙滩水电站主厂房于 2001 年 11 月 23 日开始开挖，到 2005 年 3 月 6 日，地下洞群洞挖全部结束。至 2005 年 4 月 15 日止的监测成果表明：主厂房最大位移发生在边墙特定块体上，为 84.95 mm；主厂房边墙一般部位最大水平位移为 41.35 mm；主变洞的边墙最大水平位移为 16.25 mm；调压井边墙最大水平位移为 38.70 mm。三大洞室顶拱的下沉均在 10 mm 以内。最近连续 5 个月内位移速率除主厂房边墙特定块体为 0.026 mm/d 外，其余各最大位移点的变化速率均小于 0.007 mm/d(见图 3, 4)。据此，可以认为洞室的位移均在计算范围内，位移速率在稳定范围内。龙滩水电站输水发电地下洞群开挖支

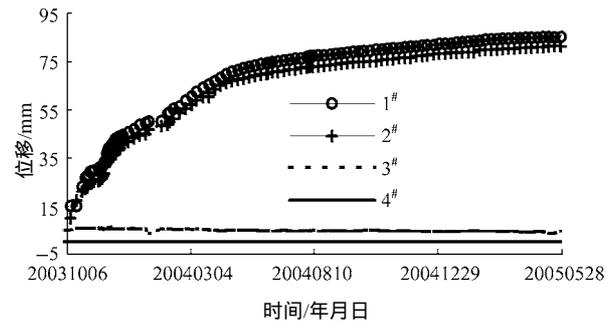


图3 主厂房上游边墙特定块体四点位移计 MB4-3(高程 234.60 m)变形历时曲线(起始时间：2002-08-18)

Fig.3 Variation of displacement with time for MB4-3 in the wedge of upward wall of powerhouse (start, 2002-08-18)

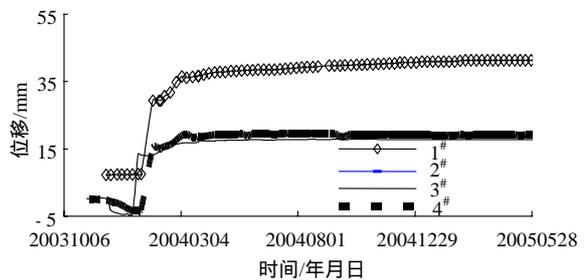


图4 主厂房边墙一般部位最大位移测点位移计 MB4-4(下游墙，高程 229.75 m)变形历时曲线(起始时间：2003-11-04)

Fig.4 Variation of displacement with time for MB4-4 in the downward wall of powerhouse (start, 2003-11-14)

护后围岩是稳定的，布置和支护设计是合理的。

4 结 论

(1) 龙滩水电站地下厂房洞室群的布置是在充分考虑了地质条件的基础上进行的。无论在理论还是工程实践上,这一布置方法都是值得肯定的。

(2) 虽然龙滩地下厂房洞室群的结构和地质条件都十分复杂,但由于采用了由理论分析、工程类比(即专家群体经验)、监测和监控设计等方面相结合的动态设计方法和信息化施工,因此取得了成功。

参考文献(References):

- [1] 张孝松,罗俊军. 龙滩水电站输水发电系统布置设计及研究[J]. 红水河,2001,20(2):25-29.(Zhang Xiaosong ,Luo Junjun. Design and research on the configuration for water passage of electric generating system of LHP[J]. Hongshuihe, 2001, 20(2): 25-29.(in Chinese))
- [2] 中华人民共和国国家标准编写组. 锚杆喷射混凝土支护技术规范(GB50086-2001)[S]. 北京:中国计划出版社,2001.(The National Standards Compilation Group of People's Republic of China. Specifications for Bolt-shotcrete Support(GB50086 - 2001)[S]. Beijing: China Planning Press, 2001. (in Chinese)).
- [3] 杨志法. 系统科学在工程地质力学中的应用[A]. 见:中国科学院地质研究所工程地质力学开放研究试验室 1992 年年报[C]. 北京:地震出版社,1993. 127-136.(Yang Zhifa. The application of systems science in engineering geology mechanics[A]. In: Annual Report in 1992 Engineering Geology Mechanics Open Research Library, Institute of Geological Research, Chinese Academy of Sciences[C]. Beijing: Earthquake Press, 1993. 127-136.(in Chinese))
- [4] 二滩水电开发有限责任公司. 岩土工程安全监测手册[M]. 北京:水利电力出版社,1998.(Ertan Hydropower Development Company, Ltd. Manual of Security Monitoring in Rock and Soil Engineering[M]. Beijing: Water Resources and Electric Power Press, 1998.(in Chinese))
- [5] 杨志法,齐俊修,刘大安,等. 岩土工程监测技术及监测系统问题[M]. 北京:海洋出版社,2004.(Yang Zhifa, Qi Junxiu, Liu Daan, et al. Monitoring Methods and System in Geotechnical Engineering[M]. Beijing: China Ocean Press, 2004.(in Chinese))

第四届全国基坑工程研讨会 (征文通知)

为迎接 2008 年北京奥林匹克运动会和 2010 年“城市,让世界更美好”上海世界博览会,中国建筑学会建筑施工学术委员会基坑工程专业委员会将于 2006 年 11 月在上海召开第四届全国基坑工程研讨会。本次大会将展示和交流全国基坑工程领域在理论与实践方面的最新研究成果、发展趋势及热点难点问题,同时邀请国内外知名专家和学者对学科发展动态作专题报告。

主办单位: 中国建筑学会建筑施工学术委员会基坑工程专业委员会、上海市力学学会岩土力学专业委员会

承办单位: 现代设计集团华东建筑设计研究院有限公司、上海交通大学、同济大学、上海建工(集团)总公司、上海申通集团有限公司、中船第九设计研究院、上海城建集团

协办单位: 岩土工程学报、上海建筑设计研究院有限公司、上海申元岩土工程有限公司、武汉地质勘察基础工程有限公司上海公司、上海天裕建筑工程有限公司、上海普盛建设工程有限公司、上海凌翌建设工程有限责任公司、浙江鼎业基础工程有限公司

主题及议题: 1、关于学科发展动态的特邀报告;2、围绕下列主题进行学术交流与研讨:(1) 基坑工程理论分析及应用;(2) 基坑工程设计方法与实践;(3) 基坑工程施工技术及应用;(4) 基坑工程测试技术;(5) 基坑工程实录及事故分析;(6) 基坑工程的风险评估与管理;(7) 其他

会议征文要求: 1、应征论文要求内容具体、明确、严谨、未公开发表过,文责自负且不涉及保密内容。论文字数一般不超过 8 000 字(含图表与公式)。本次会议录用论文将以《岩土工程学报》增刊形式发表;2、论文格式严格按照《岩土工程学报》的格式编辑、排版。来稿务必一式两份,以供审查用(作者自留底稿),并请写明邮编、详细通讯地址及联系电话、电子邮箱地址。

大会秘书处: 周香莲 俞彬 岳建勇 曹益

重要日期: 1、提交论文截止日期为 2006 年 4 月 15 日,以当地邮戳为准;2、经专家审查后,将录用通知及修改意见一并于 2006 年 6 月底以前寄给论文第一作者;3、作者根据审查意见修改定稿,于 2006 年 7 月底以前将排版的电子文本以附件形式用 E-mail 发送到会议组委会,并同时通过邮局寄来修改稿打印件及修改说明,以备会前出版发行;4、会议时间:2006 年 11 月上旬。

联系方法: 上海市华山路 1954 号上海交通大学船舶海洋与建筑工程学院王建华同志收(请在信封上注明“第四届全国基坑工程研讨会”字样),邮编:200030;联系电话:021-62932915;传真:021-62932915;电子邮箱:shjikeng@yahoo.com.cn.