

铜街子水电站碾压混凝土坝(1986~ 1997 年) 安全监测成果分析

谭 登 明, 魏 大 智
(中国水利水电第七工程局, 四川 郫县 611730)

摘 要: 铜街子水电站是我国最早应用碾压混凝土筑坝技术施工的大型水利枢纽工程。通过介绍碾压混凝土坝监测仪器布置和长达 12 年的监测成果分析, 探讨碾压混凝土坝施工中应注意的问题, 可供同类工程参考。

关键词: 碾压混凝土; 层间间歇; 基础约束; 温度应力; 自生体积; 微膨胀

中图分类号: TV 642 2; TV 698 1

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2000)04-0065-06

1 概 述

1.1 工程概况

铜街子水电站位于四川省乐山市境内, 地处盆地边缘, 是大渡河流域梯级开发的最后一级电站。坝址距上游已建成的龚嘴水电站 33 km。

该电站是以发电为主, 兼顾漂木、灌溉和改善通航条件综合利用的水利枢纽工程。枢纽建筑物包括: 1 号副坝、左岸堆石坝、左岸挡水坝段、河床式厂房坝段、左右冲沙底孔坝段、溢流坝段、右岸挡水坝段、筏闸坝段、右岸堆石坝等。最大坝高 82 m, 坝顶全长 1 028.6 m。电站总装机容量 600 MW, 年均发电量 32.1 亿 kW · h。

重力式左岸挡水坝, 也称左岸接头坝, 共分 4 个坝段, 坝顶长 70.75 m, 最大坝高 59 m。其中 N₄ 坝段形成导流明渠左导墙。混凝土量 10.62 万 m³, 分期施工工程量见表 1。

表 1 左岸挡水坝混凝土分期施工工程量表

坝段编号	起止高程 /m	常态混凝土 /万 m ³	碾压混凝土 /万 m ³	总量 /万 m ³
1~3	425.0~437.0	0.87	1.89	2.76
	437.0~459.0	0.65	2.41	3.06
4	420.0~449.2	1.00	1.37	2.37
	449.2~459.0	0.18	0.29	0.47
1~4	459.0~479.0	0.56	1.40	1.96
合 计		3.26	7.36	10.62

注: 表中工程量为设计量, 竣工时铺筑碾压混凝土 6.2 万 m³。

施工中, N₁₋₃ 坝段采用通仓铺筑碾压, 切缝机切缝, 最大仓面积 2 400 m²; N₄ 坝段单独通仓碾压, 最大仓面积 900 m²。

重力式溢流坝共分 5 个坝段, 每段长 21 m, 总

长 105 m, 底宽 67 m。护坦沿坝轴线方向长 105 m, 顺水流方向长 180~ 250 m。混凝土总量 46.98 万 m³, 其中碾压混凝土 25.13 万 m³, 分部工程量见表 2。碾压混凝土施工采用通仓薄层铺筑, 层厚 h = 1 m。从高程 419.50 m 至 420.80 m, 5 个坝段通仓铺筑, 创 7 000 m² 大仓面施工纪录。

表 2 溢流坝、护坦混凝土工程量表

部 位	碾压混凝土 /万 m ³	常态混凝土 /万 m ³	合 计 /万 m ³
溢流坝	13.77	13.96	27.73
护 坦	11.36	7.89	19.25

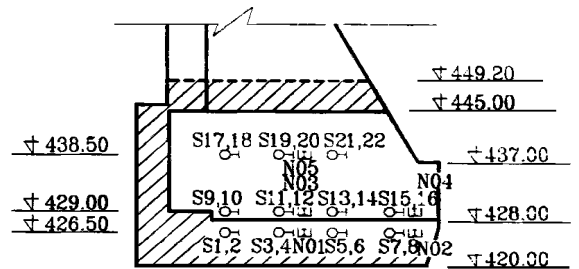
1.2 自然条件

铜街子电站所在地气候湿润、温和。坝区气温、水温、地温、雨量、湿度、蒸发量特征值见表 3、表 4。

2 监测仪器布置

铜街子水电站碾压混凝土坝安全监测仪器主要布置在左岸挡水坝 N₄ 坝段和溢流坝 N₁₇ 坝段。

左岸挡水坝 N₄ 坝段监测仪器分 3 个观测截面, 布置两向应变计 11 组。高程 426.50 m 截面的仪器位于第 7 浇筑层中心常态混凝土内; 高程 429.00 m 和 438.50 m 截面的仪器分别位于第 9 浇筑层和第 12 浇筑层中心碾压混凝土内, 见图 1。



注: S——应变计; N——温度计

图 1 左岸挡水坝 N₄ 坝段监测仪器布置图

表 3 气温、水温、地温特征值统计表

项 目	月 份												年平均
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
月平均气温 /	7.2	8.5	12.6	17.3	21.2	23.4	25.5	25.2	21.5	17.3	12.9	8.7	16.8
旬平均气温 /	旬平均	7.0	7.4	11.1	15.8	20.1	22.7	25.0	25.8	23.2	18.6	14.8	10.4
	中甸	7.1	8.9	12.9	17.4	20.9	23.4	25.5	25.3	21.4	17.5	12.8	8.8
	下旬	7.3	9.6	14.2	19.0	22.1	24.3	25.8	24.6	20.2	16.1	11.6	7.7
月绝对最高气温 /	18.6	23.3	29.5	33.7	35.3	37.5	38.0	39.0	36.8	30.5	26.0	23.7	
月绝对最低气温 /	-3.0	-2.5	2.0	2.1	10.4	12.1	12.0	17.0	11.9	5.5	3.0	-2.0	
月平均河水温度 /	7.5	9.0	11.7	15.7	17.4	17.9	19.2	19.6	17.8	15.2	12.0	9.0	14.3
月平均地温 /	13.1	13.8	14.5	17.0	19.7	22.1	24.2	25.6	24.8	22.1	19.2	17.0	19.4

表 4 雨量、湿度、蒸发量特征值统计表

项 目	月 份												年平均
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
月平均降雨量 /mm	23.5	36.1	55.9	92.3	128.8	159.8	340.5	394.1	174.9	94.4	48.6	28.0	1582.5
月平均降雨天数 /d	12.2	14.1	16.1	15.9	16.9	17.6	19.3	18.9	19.7	19.5	15.0	12.8	198
降雨强度(<5mm) /d	10.9	11.8	12.5	9.4	9.7	9.5	7.1	7.4	10.6	12.5	11.6	10.7	123.7
月平均湿度 /%	86	87	86	85	81	86	89	88	90	92	90	89	
月平均蒸发量 /mm	20.7	21.8	44.4	65.6	86.3	84.2	99.8	102.0	54.1	34.6	25.6	18.0	657.1

溢流坝 N₁₇ 坝段为重点监测坝段, 布置 3 个观测基面。其中: 桩号 0+279.00m 和桩号 0+293.00m 为温度监测基面; 桩号 0+286.00m 为综合监测基面, 该基面设应变观测截面 3 个, 高程分别为 410.00m、417.80m、430.00m, 另增设温度观测截面 2 个, 高程 439.70m、447.80m。综合监测基面内共布置监测仪器 125 支, 仪器名称、数量见表 5。

溢流坝 N₁₇ 坝段应变计组除 SS17-5 埋设于常态混凝土区, 其余均埋设于碾压混凝土区, 见图 2。图中 SS17-1、SS17-2、SS17-6 为 9 向应变计组, 其余均为 5 向应变计组。

3 碾压混凝土施工

3.1 左岸挡水坝 N₄ 坝段

(1) 设计混凝土标号分区: 上游面 2.5m、基础层 3.0m、导流明渠侧 2.0m 范围内浇筑 C₂₀S₆ 常态混凝土, 其余部位铺筑 C₁₀S₂ 碾压混凝土。

施工中, 基础层上部高程 423.00m 至 425.00m 改浇 C₁₀S₂ 常态混凝土, 高程 425.00m 至 428.00m

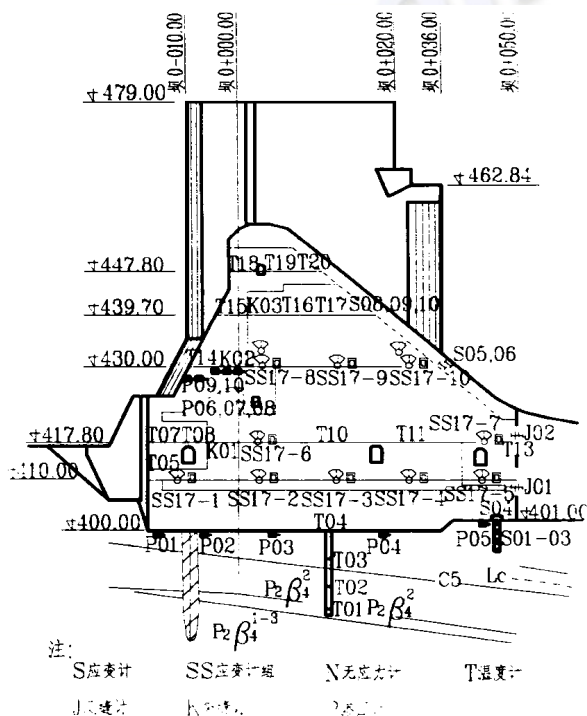


图 2 溢流坝 N₁₇ 坝段监测仪器布置图

表 5 溢流坝 N₁₇ 坝段综合监测基面仪器布置数量统计表

仪器类别	基岩温度计	混凝土温度计	基础渗压计	坝体渗压计	裂缝计	测缝计	基岩应变计	混凝土应变计 /支			无应力计	合计
	/支	/支	/支	/支	/支	/支	/支	单向	5向	9向	/支	
数量	4	14	5	5	3	2	4	5	45	27	11	125

m 及高程 445.00m 上部改浇 C₁₅S₄ 常态混凝土。

(2) 碾压混凝土施工资料, 见表 6。

N₄ 坝段碾压混凝土原采用峨眉 425 号普通硅酸盐水泥, 至第 12 层时曾改用峨嵋 525 号普通硅酸盐水泥, 但配合比未调整, 混凝土实际标号达到了 C₁₅S₄。

(3) 浇筑块升高速度, 见表 7。

1986 年 5 月 16 日, 混凝土浇筑至高程 449.20

m 后进行河床截流, 形成长期间歇层面(间歇时间 > 180 d)。

3.2 溢流坝 N₁₇ 坝段

(1) 设计混凝土标号分区: 上下游面 2.5m、基础层 3.0m 及廊道周围 2.0m 范围内浇筑 C₂₀S₆ 常态混凝土, 溢流面 3.0m 范围内浇筑 C₄₀ 抗冲混凝土, 其余部位铺筑 C₁₀S₂ 碾压混凝土。

施工中, 基础层上部高程 403.00m 至 408.00

表 6 左岸挡水坝 N₄ 坝段碾压混凝土铺筑统计表

层别	分层高程 /m	分层高度 /m	块体中心混凝土标号	水泥品种及标号	水泥用量 C + F /kg · m ⁻³	仪器埋设高程 /m	浇筑起止日期 (年、月、日、时~ 日、时)	出机口混凝土温度 /			混凝土弹模 /10 ³ MPa	
								最小	最大	一般	E ₂₈	E ₉₀
19	447.5	1.7	常态混凝土 C15	峨嵋	109+72		1986 05 14 00~ 16 22	21	25.5	23	24.6	29.2
18	446.0	1.5		425	88+59		1986 05 07 18~ 09 19	19	25	21~ 24		
17	445.0	1.0	碾压混凝土 C10	峨嵋 525	79+79		1986 04 25 09~ 26 03	18	21	19~ 20	18.0	23.5
16	443.5	1.5					76+76		1986 04 17 19~ 18 22	15	22	15~ 18
15	442.5	1.5	碾压混凝土 C10	峨嵋 525	79+79		1986 04 08 21~ 10 06	16	19.5	17~ 18		
14	440.5	1.5							1986 04 02 10~ 03 19	13	19	14~ 15
13	439.5	1.0	碾压混凝土 C10	峨嵋	79+79		1986 03 22 02~ 23 04	10	14	13		
12	435.5	4.0							1986 03 14 02~ 16 19	16	20	17~ 18
11	432.5	3.0	碾压混凝土 C10	峨嵋	79+79		1986 03 06 02~ 08 19	11	18	12~ 14		
10	429.5	3.0							1986 02 23 02~ 26 12	8	12	9~ 10
9	428.0	1.5	碾压混凝土 C15	峨嵋 525	104+45		1986 02 15 13~ 16 22	8	13	10~ 12	16.0	21.0
8	427.0	1.0							1986 02 05 16~ 06 11	7	9.5	8~ 9
7	426.0	1.0	常态混凝土 C10	峨嵋 525	77+51		1986 01 30 02~ 31 13	9.5	11.5	10	24.6	29.2
6	425.0	1.0							1986 01 25 02~ 26 11	7	10	8~ 9
5	424.0	1.0	常态混凝土 C10	峨嵋	117+29		1986 01 19 09~ 20 09	10	12	11	20.0	26.0
4	423.0	1.0							1986 01 13 08~ 14 14	7	10	7~ 9
3	422.0	1.0	基础混凝土 C20	新大坝	137+34		1985 12 06 01~ 06 20	12	15	13~ 15		
2	421.0	1.0							1985 12 01 02~ 01 21	10	12	12
1	420.0	1.0		峨嵋 525			1985 11 25 20~ 26 20	11	15	13~ 14	28.9	34.1

表 7 左岸挡水坝 N₄ 坝段块体升高速度表

观测截面高程 /m	层间间歇 /d	覆盖层浇筑速度 /m · 月 ⁻¹	至复盖层长间歇面厚度 /m	h/L
438.50	5 $\frac{1}{4}$	6.8	10.2	0.4
429.00	6 $\frac{1}{6}$	7.2	20.2	0.20
426.50	5 $\frac{1}{8}$	6.6	22.5	0.13

m 改浇 C₁₅S₄ 常态混凝土。顶部 446.00m 以上改浇 C₂₀S₆ 常态混凝土。

(2) 浇筑块升高情况: 1988 年 4 月浇筑基础层混凝土, 继续上升至高程 408.00m 后, 间歇 5 个多月开始铺筑上部碾压混凝土。块体升高及层间间歇情况见表 8。

表 8 溢流坝 N₁₇ 坝段块体升高统计表

浇筑起止高程 /m	混凝土类别	浇筑起止时段	备注
400.00~ 408.00	常态	1988 年 6 月	基础部位混凝土, 间歇 5 个多月。
408.00~ 412.20	碾压	1988 年 12 月底	间歇时间 90 d。
412.20~ 421.50	碾压	1989 年 7 月下旬	间歇时间 80 余 d。
421.50~ 433.50	碾压	1989 年 12 月上旬	较长时间间歇。

注: 铜街子水电站混凝土浇筑总量近 300 万 m³, 由于河床截流等原因影响及施工中为使各个坝段能平行上升, 按施工进度安排, 块体升高过程中常出现间歇时间较长的层面。

4 监测成果分析

4.1 监测成果

4.1.1 左岸挡水坝 N₄ 坝段

(1) 坝体中心部位实测温度及应力过程线图

3。

(2) 混凝土坝体温升与龄期关系, 见图 4。

(3) 混凝土温度应力与龄期关系, 见图 5。

(4) 混凝土自生体积变形, 见图 6。

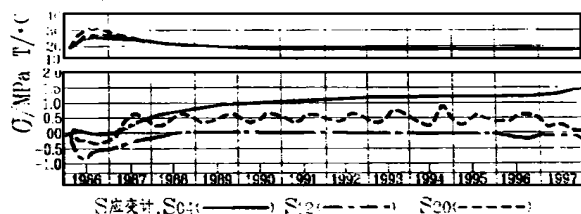


图 3 左岸挡水坝 N₄ 坝段中心实测温度及应力过程线图

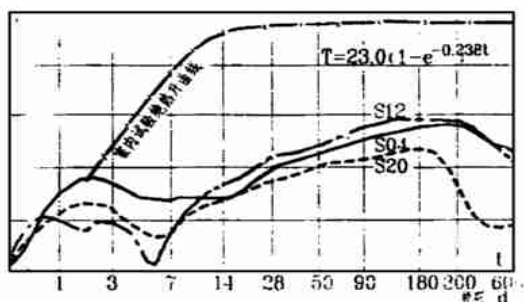


图 4 左岸挡水坝 N₄ 坝段坝体温升与龄期关系曲线图

4.1.2 溢流坝 N₁₇ 坝段

(1) 该坝段坝体中心部位 5 向应变计组 SS17-3 和 SS17-9 实测温度及应力过程线图见图 7、图 8。

(2) 混凝土自生体积变形, 见图 9、图 10。

(3) 坝体温度场, 见图 11、图 12。

4.2 监测成果分析

4.2.1 左岸挡水坝 N₄ 坝段坝体温度

(1) 温升特点: 由于浇筑层间都有 5~ 6 d 间歇

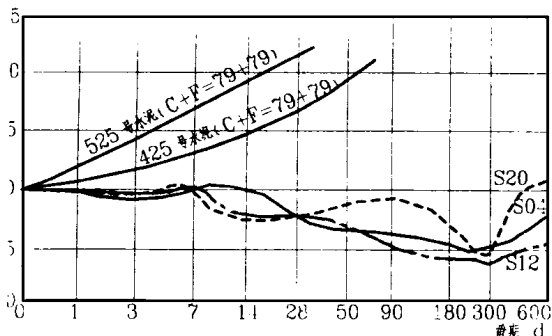


图5 左岸挡水坝N₄坝段混凝土温度应力与龄期关系曲线图

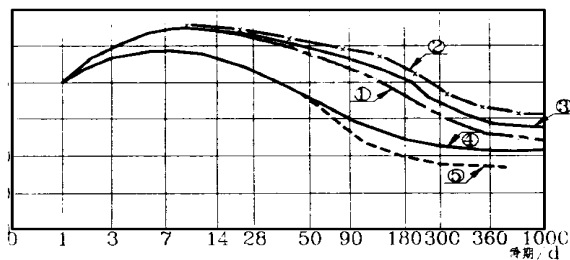


图6 左岸挡水坝N₄坝段混凝土自生体积变形图

注: N₀₁, N₀₃, N₀₅为425号普硅水泥, 煤灰掺量50%;
N₀₂, N₀₄为525号普硅水泥, 煤灰掺量50%;
曲线1、2平均值;
N₂₀₁(明渠底部)常态混凝土, 525号大坝水泥, 煤灰掺量20%;
N₉₀₁(筏闸底部)常态混凝土, 525号普硅水泥, 煤灰掺量20%。

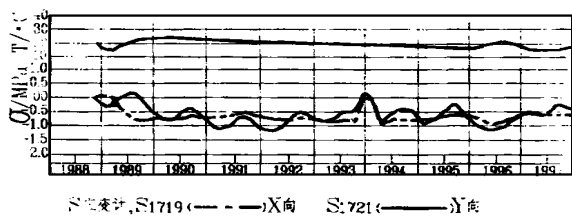


图7 溢流坝N₁₇坝段应变计组SS17-3实测温度及应力过程线图

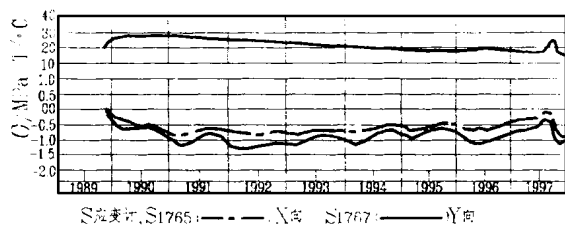


图8 溢流坝N₁₇坝段应变计组SS17-9实测温度及应力过程线图

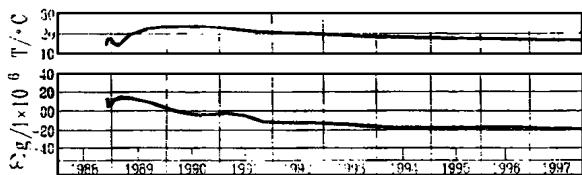


图9 溢流坝N₁₇坝段应变计组SS17-3混凝土自生体积变形图
时间, 层内温度在间歇期内出现第一峰值后随即下降, 显示了薄层浇筑的降温效应, 即通过层面散发大量热量。见表7、图4。

应变计S12温升曲线反映出峨嵋425号普硅混

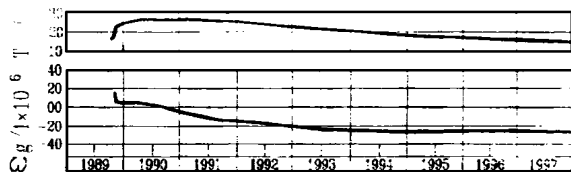


图10 溢流坝N₁₇坝段应变计组SS17-9混凝土自生体积变形图

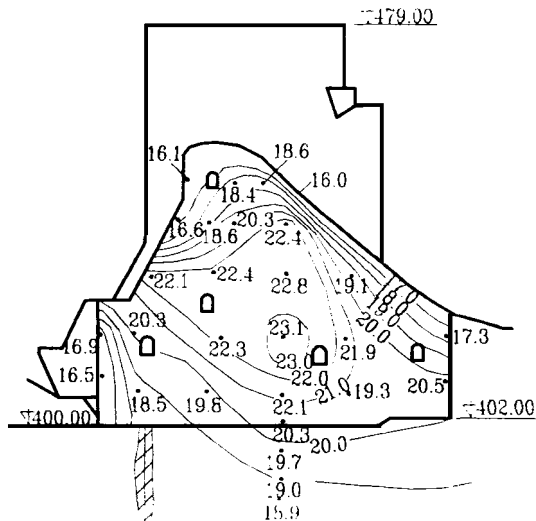


图11 溢流坝N₁₇坝段1992年坝体温度场图

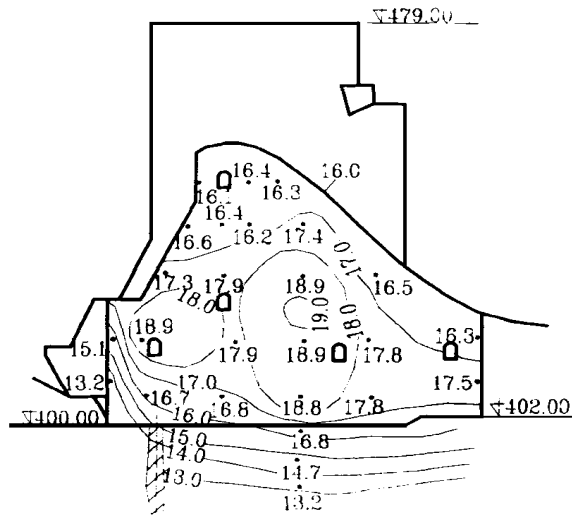


图12 溢流坝N₁₇坝段1994年坝体温度场图

凝土较525号普硅混凝土早期温升高, 碾压铺筑后1d即出现温升峰值 $T_{max} = 5.2$ 。

应变计S04、S20温升曲线反映了峨嵋525号普硅常态混凝土和碾压混凝土温升峰值出现在浇筑后第二天, T_{max} 分别为9和7, 常态混凝土比碾压混凝土温升峰值高2。图示可见, 无论早期或后期, 常态混凝土温升均高于碾压混凝土温升。

(2) 仪器层上部混凝土继续浇筑后, 仪器层的温升取决于该层混凝土后期的水泥水化热, 上部混凝土浇筑速度和下传热量, 外界气温影响, 逐渐形成温升曲线第二峰值。实测坝体最高温升值14.5, 出现在应变计S12。实测各仪器层温升速率一般在上

部混凝土浇筑 2~3 m 后便逐渐趋于一致, 见图 4。

应变计 S20、S12 截面高程分别为 438.50 m 和 429.00 m, 两截面碾压混凝土标号相同, 水泥用量相同, 且前者水泥标号高于后者, 见表 6。截面高程 438.50 m 接近长期间歇面, 上部混凝土覆盖层较薄, 热量容易散发; 截面高程 429.00 m 上部混凝土覆盖层较厚, 近乎处于绝热状态, 故应变计 S20 实测温度峰值较 S12 小, 见表 7、图 4。

(3) 碾压混凝土施工速度 $V = 6 \sim 7$ m/月, 混凝土温升高峰(第二峰值)一般出现在块体混凝土铺筑 180 d 后, 继而温度缓慢下降, 历时 4 年达到稳定温度 18℃ 左右, 见图 3、图 4。

(4) 碾压混凝土的最高温升值 14.5℃, 约等于原设计峨嵋 425 号普硅常态混凝土水泥用量低于 100 kg/m^3 时的最高绝热温升值。

(5) 室内试验峨嵋 525 号普硅绝热温升 $T_{\max} = 23$ ℃。块体实测资料显示 425 号和 525 水泥最高温升值无明显差异, 见表 6、图 4。

4.2.2 左岸挡水坝 N₄ 坝段温度应力

(1) 坝体中心应力实测资料显示, 强约束区 ($h/L = 0.2$) 范围内的高程 429.00 m 观测截面碾压混凝土, 在 12 年监测期内未出现危险基础约束应力。最初 2 年温度应力处于压应力状态, 实测最大压应力约 -0.6 MPa, 第 3 年开始由受压状态逐渐转变为受拉, 稳定变化于 +0.1~ -0.1 MPa 之间。高程 426.50 m 观测截面常态混凝土, 最初 1 年多时间呈受压状态, 后转变为受拉, 变化缓慢, 最大拉应力约 +1.4 MPa, 见图 3、图 5。

(2) 浇筑层间间歇 5~6 d, 混凝土温升出现第一峰值后, 上层未继续铺筑混凝土, 块体温度必然下降。若受寒潮侵袭, 降温过快, 表层混凝土尚处在早龄期, 弹模值小, 不可避免地会出现拉应力。因此, 对间歇层面的温度应力应引起重视, 施工中应考虑酌情缩短层间间歇时间, 或采取适当层面保温措施促进表层混凝土早强, 以防止裂缝产生。

4.2.3 左岸挡水坝 N₄ 坝段混凝土自生体积变形

(1) 埋设于坝下游侧, 接近坝趾和岩坡, 长期处于潮湿状态下的无应力计 N02、N04 自生体积变化规律一致。埋设于坝体中心部位的无应力计 N01、N03、N05 自生体积变形变化规律相近且较前者为小。混凝土浇筑 15 d 内, 自生体积变形呈微膨胀并达到峰值, 以后缓慢收缩, 历时半年后膨胀变形逐渐趋零, 见图 1、图 6。这一特性对抵抗混凝土早期出现的拉应力是有利的。

(2) 无应力计 N01~N05 观测资料显示, 大量掺

用粉煤灰的碾压混凝土, 虽然水泥标号不同, 但环境条件相同时, 自生体积变化无明显差异。常态混凝土与碾压混凝土因砂石骨料相同, 胶凝材料用量相近, 自生体积变形也无明显差别, 见表 6、图 6。可见, 大量掺用粉煤灰的混凝土其自生体积变形主要与混凝土骨料的物理特性和环境潮湿条件直接相关。

(3) 铜街子水电站所用粉煤灰 CaO 含量为 $6.82\% < 10\%$, 属美国 ASTM 标准 F 类低钙粉煤灰。掺用此类粉煤灰的混凝土早期具有微膨胀性, 但早期强度比不掺粉煤灰混凝土低, 后期强度则超过不掺粉煤灰混凝土。因此, 加强层面养护, 促进火山灰效应, 可提高碾压混凝土的抗裂性能。

4.2.4 溢流坝 N₁₇ 坝段坝体温度

(1) 浇筑层内温升特点和变化规律与左岸挡水坝 N₄ 坝段相似, SS17-3 和 SS17-9 温升第一峰值出现在碾压混凝土铺筑后第一天, $T_{\max} = 4 \sim 6$ ℃。

(2) 仪器层上部继续铺筑混凝土后, 该层温升主要取决于上部混凝土上升速度。SS17-3 仪器层上部铺筑一薄层混凝土后, 间歇了较长时间, 该组仪器温升第二峰值 T_{\max} 仅 4℃, 高程 412.00 m 以上继续铺筑混凝土后, 形成了温升第三峰值 $T_{\max} = 9.5$ ℃。SS17-9 仪器层上部混凝土基本上是连续铺筑的, 多次温升峰值不明显, 最高温升值 $T_{\max} = 11.6$ ℃, 类似左岸挡水坝 N₄ 坝段, 出现在 τ_{00} 以后。

(3) 仪器层混凝土温升达到最高峰值后, 层内温度开始下降, 由于没有人工冷却措施, 散热是缓慢的, 降温速度每年 3~4℃。实测资料显示, 1996 年上半年基本达到稳定温度, 见图 7、图 8。

4.2.5 溢流坝 N₁₇ 坝段温度应力

(1) 5 向应变计组 SS17-3 和 SS17-9 监测成果显示: 由于碾压混凝土采用通仓薄层铺筑, 层内温升第一峰值与下部混凝土温差较小, 实测 $\tau = 14$ d 以前应力值很小, 且呈压应力状态。

(2) SS17-3 应力变化规律与层面间歇时间和继续铺筑的外部条件直接相关。该组仪器距间歇 5 个多月的常态混凝土层面(高程 412.20 m) 距离 2.0 m。1989 年初仪器层温度由 20℃ 逐渐降至 14℃, 降温仅 6℃, σ_t 显示混凝土产生了短时 +0.1 MPa 拉应力, 见图 7。显而易见, 常态混凝土层面上发生了较大的降温, 接近该层面的碾压混凝土受长间歇层面老混凝土约束, 会产生较大的拉应力。故冬季混凝土长间歇层面上应加强保温措施。

(3) SS17-9 应力一直处在受压状态, 呈周期变化, 波动于 -0.4~ -1.3 MPa 之间。

(4) SS17-3 和 SS17-9 实测 α_t 和 σ_t 不一致, 最大

差值 0.5 MPa, 主要原因是仪器层上部荷载(包括结构自重)作用和温度影响所致。

4.2.6 溢流坝 N₁₇ 坝段混凝土自生体积变形

(1) SS17-3 和 SS17-9 两组 5 向应变计组的无应力计实测混凝土自生体积变形呈单调收缩型, 见图 9、图 10, 与成勘院科研院所室内试验结果一致。该所室内试验成果列于表 9。

表 9 C₁₀号碾压混凝土室内试验自生体积变形表

龄期 /d	3	7	15	30	60	90	180	250	360
$\epsilon_s \times 10^{-6}$	0.5	-1.0	-1.4	-3.6	-5.5	-6.5	-9.6	-11.5	-16.2

(2) 溢流坝 N₁₇ 坝段碾压混凝土 1988 年、1989 年采用峨嵋大坝 525 号水泥掺 50% 粉煤灰。实测资料表明, 该粉煤灰混凝土早期也具有微膨胀性, τ_{28d} 膨胀量最大为 12.5×10^{-6} 。

4.2.7 坝体温度场

溢流坝 N₁₇ 段坝体 1992 年及 1994 年平均温度温度场见图 11、图 12。

(1) 离坝体边缘较近的测点温度随外界气温呈周期性变化, 但较同期气温滞后 2~3 个月且变幅较小。坝体内部测点温度一直呈下降趋势, 一般不受外界气温影响。

(2) 坝体中心部位温度最高, 与边缘部位温度相比, 1992 年年平均温度差 7 左右, 1994 年年平均温度差 3 左右。

(3) 坝体实测温度与采用二维有限元法对碾压混凝土坝温度场全过程仿真计算结果相近, 坝体中

心仿真计算稳定温度与 1994 年实测温度仅相差 1 左右。

5 结束语

(1) 铜街子水电站所在地的自然条件下, 碾压混凝土利用冬春季节施工达到低温入仓(10~12)、大量掺用粉煤灰(C/F=1/1)与薄层铺筑(h=1m)等措施并用, 可保证混凝土温升不超过 15。

(2) 大量掺用粉煤灰的混凝土在使用低钙粉煤灰(F类)时, 早期微膨胀性对混凝土抗裂有利。

(3) 碾压混凝土早期强度偏低, 冬季层间间歇时间宜适当缩短, 必要时应考虑层面保温措施。同时, 应加强层面湿润养护, 防止混凝土干缩和促进火山灰效应, 提高混凝土抗裂性能。层面保温措施和利用薄层层面散热各有利弊, 考虑温控措施时应统筹兼顾。

(4) 我国现行混凝土规范只对龄期 90 d 以前的混凝土作了规定。高掺粉煤灰混凝土强度的发展是在龄期 180 d 甚至 360 d 以后, 即碾压混凝土的后期强度高。为推广碾压混凝土筑坝技术, 宜加强高掺粉煤灰混凝土后期的物理、力学特性研究。开展原型观测是其中重要的一环。

作者简介:

谭登明(1940年-), 男, 四川荣经人, 中国水利水电第七工程局设计院原副总工程师, 高级工程师, 从事水电施工及科学技术工作;

魏大智(1937年-), 男, 四川雅安人, 中国水利水电第七工程局原副总工程师, 教授级高工, 从事水电工程技术与管理工

南桤河冶勒电站技施设计(含招标文件编制)阶段勘测设计合同正式签订

7月20日, 成都院胡敦渝院长和四川南桤河水电开发公司段凌剑总经理在南桤河冶勒水电站技施设计(含招标文件编制)阶段勘测设计合同文本上郑重签字, 标志着冶勒水电站建设进入了新的阶段。

参加签字仪式的有南桤河水电开发公司陈建春总工、李昌兵处长, 成都院郑声安、章建跃、郭勇副院长, 经营开发部

宗仁怀主任、陈继勋、刘勇副主任和生产管理部牟治银主任、张泽武副主任。

冶勒水电站(水库)是南桤河流域梯级开发的龙头电站(水库), 库容 2.98 亿 m³, 装机 240 MW, 坝高 125.5 m, 坝型为沥青混凝土心墙堆石坝, 地质条件较为复杂。它的开工建设, 将推动整个南桤河流域的梯级滚动开发。

四川省水力发电工程学会“2000年地质学术报告会”在郫县召开

由四川省水力发电工程学会地勘专委会举办的“2000年地质学术报告会”于2000年8月4日~6日在郫县召开。参加本次会议的有: 国家电力公司成都勘测设计研究院, 四川大学, 成都理工学院, 四川省水利水电勘测设计研究院, 四川省水利学校及四川省地质学会等6个单位的代表70余人。

提交会议交流的论文共13篇, 内容丰富, 议题广泛。省水电学会秘书长樊天龙的《抓住西部大开发机遇, 促进四川电力发展》、成都理工学院黄润秋教授的《长江三峡工程永久船闸高边坡地质概化模型研究及变形分析》、成勘院彭世雄

高工的《紫坪铺水利枢纽的工程地质条件》、四川大学张健海副教授的《大型地下洞室围岩稳定研究》等专家的学术报告, 受到了与会代表的高度评价。

会议期间, 参加会议的专家、学者和专业技术人员积极踊跃地进行学术交流和讨论。

此次“地质学术报告会”除了进行学术交流外, 省水电学会地勘专委会秘书长范焰仙还对前一时期学会工作做了总结并就2001年学会工作做了进行了安排。

四川省水利院勘察分院 辜明清