



□ □ □ □ □ □ □ □ □ □

□ □ □ □ □ □ □ □ □ □

(送审稿)

浙江省水利河口研究院

浙江省水库大坝安全监测中心

二〇一八年五月

# 浙江省开化县茅岗水库 大坝工程质量评价报告

审 定 人：于桓飞

审 核 人：施齐欢

校 核 人：吉顺文

项目负责人：吉顺文 王 凯

报告编写人：王 凯

项目组成员：施齐欢 何耀辉 吉顺文

王 凯 张 婷 金泉华

胡天翰 方春晖 闫 滨

李 飞 王利容 赵 翀

浙江省水利河口研究院  
浙江省水库大坝安全监测中心

## 目 录

1 工程概述 .....	1
1.1 工程概况 .....	1
1.2 建设过程 .....	2
2 工程地质条件评价 .....	4
2.1 地勘工作 .....	4
2.2 库区工程地质条件评价 .....	4
2.3 坝址区工程地质条件 .....	5
2.4 结论 .....	10
3 主坝坝体工程质量评价 .....	11
3.1 坝基处理 .....	11
3.2 筑坝材料 .....	12
3.3 坝体防渗 .....	13
3.4 坝体构造 .....	14
3.5 混凝土浇筑质量 .....	14
3.6 现场检查及检测 .....	16
3.7 结论 .....	18
4 副坝坝体工程质量评价 .....	19
4.1 坝基处理 .....	19
4.2 筑坝材料选择与填筑 .....	19
4.3 坝体结构 .....	21

4.4 现场检查及检测 .....	22
4.5 结论 .....	22
5 其他建筑物工程质量评价 .....	24
5.1 灌溉发电输水隧洞工程质量评价 .....	24
5.2 非常溢洪道工程质量评价 .....	24
5.3 上坝道路 .....	26
5.4 结论 .....	26
6 结论与建议 .....	27
6.1 地质条件评价 .....	27
6.2 主坝工程质量评价 .....	27
6.3 副坝工程质量评价 .....	28
6.4 其他建筑物工程质量评价 .....	28
6.5 工程质量评价结论 .....	28

# 1 工程概述

## 1.1 工程概况

茅岗水库位于浙江省开化县境内，马金溪支流中村溪上游，距开化县城 30km。茅岗水库总库容 1116 万  $\text{m}^3$ ，主流长 8.35km，集雨面积 30 $\text{km}^2$ ，是一座以灌溉为主结合发电、防洪等综合利用的中型水库。茅岗水库于 1969 年开工建设，1977 年建成，2006 年进行除险加固，2010 年除险加固竣工验收。

水库主要由主坝、副坝、灌溉发电输水隧洞、非常溢洪道、放空洞、上坝道路等建筑物组成，工程等别为 III 等，主坝、副坝、非常溢洪道等主要建筑物级别为 3 级，按 50 年一遇（ $P=2\%$ ）洪水设计，PMF（最大可能）洪水校核；灌溉发电输水隧洞、放空洞、上坝道路等次要建筑物级别为 4 级，按 30 年一遇（ $P=3.3\%$ ）设计，200 年一遇（ $P=0.5\%$ ）校核。水库正常蓄水位 301.04m（1985 国家高程基准，下同），相应库容 875 万  $\text{m}^3$ 。2006 年除险加固设计，主要建筑物按 50 年一遇（ $P=2\%$ ）洪水设计，5000 年一遇（ $P=0.02\%$ ）进行校核。水库正常蓄水位 301.04m（1985 国家高程基准，下同），相应库容 875 万  $\text{m}^3$ ；设计洪水位为 303.54m，相应库容 1031 万  $\text{m}^3$ ，相应下泄流量 425 $\text{m}^3/\text{s}$ ；校核洪水位 304.91m，相应库容 1116 万  $\text{m}^3$ ，相应下泄流量 864 $\text{m}^3/\text{s}$ 。

### 1、主坝

主坝分为左非溢流坝段、溢流坝段、右非溢流坝段。坝顶长度 120m，其中溢流坝段长度为 50m。溢流坝段顶高程为 301.04m，最大坝高为 38m，左右非溢流坝段顶高程为 305.04m，最大坝高为 42m。左非溢流坝段和溢流坝段为 80 号砂浆砌石重力坝。右非溢流坝段为上游侧 80 号砂浆砌石和下游侧干砌块石混合重力坝。溢流坝段和非溢流坝段上游均设 150 号 0.6~1.5m 厚混凝土面板防渗，后又增设了 5cm 厚高频振捣钢丝网水泥面板。

### 2、副坝

副坝位于主坝右侧 40m 处，为均质土坝，坝顶高程为 306.27m，最大坝高为 6.00m，上下游坝坡及坝顶均设干砌块石衬护。上游坝坡加厚至 1:2.5，设 12cm 厚浆砌 C25 混凝土预制块，并设 30cm 厚砂卵石反滤，设排水管。下游坝坡 1:

2.5, 下游设干砌块石护坡, 坝脚设排水棱体。

### 3、溢洪道

溢洪道位于主坝中间溢流坝段, 进口宽 50m, 堰顶高程 301.04m。溢流坝段溢流头部为 150 号钢筋混凝土, 直线段为水泥砂浆砌条石, 反弧段及挑流鼻坎为 150 号钢筋混凝土, 表层配置直径 6mm 钢筋网。消能设施为挑流消能。加固后反弧段及挑流鼻坎为 C25 钢筋混凝土。

### 4、非常溢洪道

非常溢洪道位于副坝右侧 43m 处, 原为自溃坝式侧堰溢洪道, 堰型为宽顶堰, 堰顶高程 301.54m, 堰宽 40.7m。自溃坝为粘土和山壤土混合坝, 坝顶高程 304.56m。2006 年除险加固取消自溃坝, 溢流堰改为实用堰, 堰顶高程 304.16m。

### 5、灌溉发电输水隧洞

灌溉发电输水隧洞位于主坝左坝头山体。最大发电引水流量为  $3.16\text{m}^3/\text{s}$ , 隧洞进口段为城门洞型断面, 断面尺寸为  $1.2\text{m}\times 1.8\text{m}$ , 其余段为圆形断面, 衬砌后直径 1.5m, 隧洞总长度为 111m, 进口底高程为 271.56m。

### 6、放空洞

放空洞设置在溢流坝段, 进水口中心线高程为 266.19m, 直径为 0.8m, 排架式启闭机平台高程为 273.91m, 设手动螺杆式启闭机。

## 1.2 建设过程

本工程于 1969 年 10 月开工, 1977 年 5 月竣工。保坝工程非常溢洪道 1978 年开工, 1979 年竣工。由于原防渗面板混凝土质量差, 坝体漏水, 1986 年 5 月开始进行高频振捣钢丝网水泥面板的施工, 1987 年 3 月 10 日竣工。

2005 年 11 月, 衢州市水利局组织召开茅岗水库大坝安全鉴定专家组会议, 形成《大坝安全鉴定报告书》, 大坝安全类别评定: 二类坝。2005 年 11 月, 浙江省水利厅(浙水管〔2005〕40 号)文《关于下达 2006 年全省千库保安工程建设计划的通知》中将茅岗水库列入 2006 年千库保安工程建设计划中。2006 年 3 月, 开化县水电实业公司委托衢州市水利水电勘测设计有限公司编制完成了《开化县茅岗水库除险加固工程初步设计报告(送审稿)》。2006 年 8 月, 衢州市水

利局在开化县组织召开了茅岗水库除险加固工程初步设计审查会。2006年9月，衢州市水利局（衢州水利〔2006〕55号）文《关于开化县茅岗水库除险加固工程初步设计的批复》基本同意《初设报告》内容。2006年9月，衢州市水利水电勘测设计有限公司完成施工图设计，并于11月进行施工图交底。

2006年11月20日，衢州市水利局〔2006〕259号文下达了茅岗水库除险加固工程开工令。茅岗水库除险加固工程于2006年11月22日动工，除险加固工程主要包括主坝、发电隧洞、副坝、非常溢洪道及附属工程的加固工程组成。混凝土混凝土混凝土混凝土混凝土混凝土混凝土2007年4月11日，衢州市水利局主持对茅岗水库除险加固工程蓄水检查，检查结论认为本工程挡水建筑物、泄洪建筑物、输水建筑物已满足安全蓄水运行条件，一致同意恢复蓄水。2007年4月11日、2007年8月22日，由监理单位主持、参建单位代表组成的验收工作组进行了包括主坝溢流面、主坝灌浆在内的10个分部工程验收，验收结论经过衢州市质监站核定，该10个分部工程的质量等级均为优良。2009年3月20日开化县水电实业公司主持茅岗水库除险加固工程单位工程暨合同项目完工验收，鉴定结论认为该除险加固工程已按批准的设计文件和合同内容全部完成，工程质量优良。2010年12月4日，通过衢州市水利局主持召开的开化县茅岗水库加固工程竣工验收。

## 2 工程地质条件评价

### 2.1 地勘工作

茅岗水库施工前未进行地质勘探，坝址区地质情况不明。为了解坝址区水文地质、工程地质与施工质量，2005 年安全鉴定阶段，浙江广川工程咨询有限公司对茅岗水库进行了地质勘察工作。除险加固后运行至今，大坝运行正常，现有地质资料能满足安全评价需要，本次安全鉴定主要根据 2005 年地质查勘结果和运行情况对工程地质条件进行评价。

### 2.2 库区工程地质条件评价

#### 2.2.1 地质概况

库区为低山、丘陵侵蚀剥蚀地貌，海拔高程一般为 300~500m。库区山体较雄厚，山顶多呈浑圆状，山谷切割强烈，呈“V”字型，形成狭长的山间盆地。区内水系较发育，地表植被发育，树木茂盛，水土流失现象轻微。库区分布的地层主要为新元古界河上镇群虹赤村组二段（Pth<sup>2</sup>）、震旦系休宁组一段（Zx<sup>1</sup>）、二段（Zx<sup>2</sup>）和第四系松散堆积层，如表 2.2-1 所示。

#### 2.2.2 库区渗漏

库区地下水类型有基岩裂隙水和第四系松散堆积层的孔隙潜水，主要受大气降水补给。基岩裂隙水主要受断层及节理控制，深部基岩一般为不透水性。孔隙潜水主要埋藏于第四系松散堆积层中，透水性一般，厚度不大。库区不存在通向邻谷的断层，不存在永久渗漏通道，水库已运行多年，不存在永久渗漏问题。

#### 2.2.3 库岸稳定

近坝岸坡大部分基岩出露，由块状、坚硬的浅变质细砂岩、粉砂岩组成，坡度 40°~60°，未发现较大滑坡及崩塌体。库内岸坡节理裂隙发育，主要有两组陡倾角裂隙和一组缓倾角裂隙，斜交岸坡，不存在大的缓倾角顺坡不利结构面，局部存在小掉块，但不会出现整体失稳现象，近坝库岸基本稳定。



表 2.2-1 库区地层分布表

地层名称	岩性描述	分布部位
新元古界河上镇群虹赤村组二段（ $Pth^2$ ）	浅变质砂泥质碎屑岩	主坝坝址区
震旦系休宁组一段（ $Zx^1$ ）	凝灰质泥岩、砂岩、砾岩	副坝坝址区及库区中部
震旦系休宁组二段（ $Zx^2$ ）	粉砂质细砂岩、粉砂泥岩	库区中部和库尾
第四系冲洪积层（ $Q_4^{al+pl}$ ）	砂砾卵石层	河谷、河床及河床阶地
第四系松散堆积层（ $Q_4^{el+dl}$ ）	粉质粘土、碎石土	两岸山坡

2.2.4 区域地质和地震

工程区属区域构造相对稳定区，根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），区域设防水准为 50 年超越概率 10%的地震动参数：地震动峰值加速度为 0.05g（相应地震基本烈度为Ⅵ度），地震动反应谱特征周期为 0.35s。

2.3 坝址区工程地质条件

2.3.1 地形地貌

主坝位于原沟谷转弯处，沟谷高程 263~317m，左右岸均为一小山丘，左岸高程 312m，右岸高程 317m。两岸谷坡基本对称，坡度较陡，约为 35~50°，沟谷较宽，约 60~80m，呈“U”形。副坝坝址区地形为马鞍形垭口，左侧山顶高程 317m，坡度 25°~35°，右侧山顶高程 310m，坡度 20°~30°。右岸山坡覆盖层较厚，左岸较薄，局部基岩裸露。

2.3.2 地层岩性

主坝坝基地层属新元古界河上镇群虹赤村组二段（ $Pth^2$ ），岩性为浅变质细砂岩、粉砂岩，岩质中等坚硬~坚硬，新鲜岩体结构完整，岩层产状：N40°~50°W/NEZ40°。根据岩石风化程度、结构特征和完整性等，由上到下划分为强、弱、微三级风化带。其中，强、弱风化带主要分布于两坝肩，该处岩体风化严重，较为破碎；而河床段主要为弱~微风化带，工程地质条件较好。

副坝坝基钻孔揭露的地层有第四系残坡积（ $Q_4^{el+dl}$ ）粉质粘土及震旦系休宁组一段（ $Zx^1$ ）粉砂岩。震旦系休宁组一段（ $Zx^1$ ）粉砂岩处由上而下分布有全、

强、弱三级风化带。坝基和左、右坝肩全、强风化带厚，工程地质条件较差。

### 2.3.3 地质构造

坝址区主要受北东及北北东断裂构造的控制。主坝右侧山体有茅岗——下渭断裂（ $F_3$ ）通过。受其影响右坝肩岩层受挤压较强烈，岩体破碎，岩石硅化强烈；并发育一组石英岩脉，条带状分布，产状为  $N55^\circ\sim 60^\circ E/NWZ50^\circ\sim 70^\circ$ 。左坝肩山体节理裂隙比较杂乱，主要发育两组陡倾角裂隙和一组缓倾角裂隙。副坝坝轴线偏下游面有茅岗——下渭断裂（ $F_3$ ）通过。坝址处岩层挤压强烈，节理裂隙发育，岩体破碎，产状为  $N40^\circ\sim 50^\circ E/NW \angle 45^\circ\sim 55^\circ$ 。上游面左侧山体有一软弱夹层， $N10^\circ E/NW \angle 65^\circ$ ，宽 0.1m，延伸长 3m；一组裂隙走向近垂直副坝轴线，倾向坡内， $N10^\circ\sim 20^\circ W/NEZ40^\circ\sim 45^\circ$ ，延伸较长。

### 2.3.4 水文地质

主坝基础为强风化带为弱透水，弱风化带为弱~中等透水，弱~微风化带为弱透水下带~微透水，微风化带为弱透水下带~微透水。水文地质试验成果见表 2.3-1。副坝基础为全、强风化带为中等透水，局部弱透水；强~弱风化带为中等透水。水文地质试验成果见表 2.3-2。

### 2.3.5 岩体物理力学性质

主、副坝坝基岩体物理力学参数建议值如表 2.3-3、表 2.3-4 所示。

表 2.3-1 主坝坝基压水试验成果表

风化程度	部位	桩号	孔号	试验段深度(m)	渗透系数 k(cm/s)	渗透性等级
强风化	左坝肩	K0+003.5	ZK4	8.65~14.05	7.63	弱透水上带
	右坝肩	K0+116	ZK1	8.95~13.95	3.3	弱透水中带
				13.5~18.1	2.07	弱透水下带
弱风化	左坝肩	K0+003.5	ZK4	12.55~18.95	1.85	弱透水下带
		K0+014.2	ZK3	22.45~27.05	13.62	中等透水
				27.4~32.3	3.18	弱透水中带
	右坝肩	K0+116	ZK1	18.65~23.35!	1.05	弱透水下带
弱微风化	左坝肩	K0+003.5	ZK4	18.95~24.35	1.1	弱透水下带
	右坝肩	K0+096	ZK2	30.55~35.55	2.17	弱透水下带
		K0+116	ZK1	23.5~28.6	0.78	微透水
微风化	左坝肩	K0+003.5	ZK4	24.45~29.65	2.69	弱透水下带
		K0+014.2	ZK3	32.85~37.45	2.61	弱透水下带
				35.40~40.55	1.8	弱透水下带
	右坝肩	K0+096	ZK2	34.5~39.1	1.65	弱透水下带

表 2.3-2 副坝坝基注水试验成果表

部位	桩号	孔号	试验段深度(m)	渗透系数 k(cm/s)	渗透性等级
接触带	pk0+002.3	zk5	3~3.55	6.40E-04	中等透水
	pk0+009	zk6	5.4~6.1	2.10E-04	中等透水
全风化	pk0+024.7	zk7	2.95~4.15	4.70E-04	中等透水
全~强风化	pk0+024.7	zk7	3.5~7.3	3.70E-05	弱透水
			7.3~11.5	3.40E-04	中等透水
强风化	pk0+002.3	zk5	3.55~6.85	2.50E-04	中等透水
			6.82~10.25	1.80E-04	中等透水
	pk0+009	zk8	7.3~9.75	2.50E-04	中等透水
		zk9	5.2~8.3	2.70E-04	中等透水
强~弱风化	pk0+002.3	zk5	10.25~15.25	2.80E-05	弱透水
	pk0+009	zk6	6.1~13.75	1.80E-04	中等透水

表 2.3-3 主坝坝基岩体物理力学参数建议值

岩性	岩体风化程度	饱和密度	饱和抗压强度	泊松比	变形模量	软化系数	岩体承载力	抗剪断强度 (岩体)		抗剪断强度 (混凝土/岩)	
		g/cm <sup>3</sup>	Rb (MPa)	μ	Eo(GPa)	kd	fr(MPa)	f'	c'(MPa)	f'	c'(MPa)
浅变质细砂岩、粉砂岩	强风化	2.69	40~60	0.27			0.8	0.65	0.4	0.8	0.5
	弱风化	2.71	50~80	0.22	8	0.78	2	1	0.8	0.9	0.7
	微风化	2.72	70~90	0.2	12	0.83	3.5	1.1	1	1	0.9

表 2.3-4 副坝坝基岩体物理力学参数建议值

土层	湿容重	饱和容重	抗剪强度	
	kN/m3	kN/m3	c (kPa)	Φ (°)
①坝体粉质粘土	18.3	18.8	20	22.5
②风化层接触带	18.6	19	19.5	23

## 2.4 结论

1、工程区区域构造稳定，地震动峰值加速度为 0.05g（相应地震基本烈度为Ⅵ度）；库岸基本稳定，不存在库区渗漏。

2、主坝坝基岩性为浅变质细砂岩、粉砂岩，中间段坝基为弱风化岩体，岩质坚硬致密，强度较高，工程地质条件较好。左右坝段坝基局部为强风化岩体，硅化强烈，中等坚硬，裂隙发育，完整性较差，工程地质条件一般。主坝坝体与基岩接触面胶结较好，坝基岩体不存在较大的软弱结构面，利于坝基稳定。

3、副坝坝基岩性为粉砂岩，受  $F_3$  断裂带的影响，节理裂隙发育，岩体破碎，全、强风化带岩体厚，工程地质条件差。

### 3 主坝坝体工程质量评价

#### 3.1 坝基处理

##### 1、坝基开挖与承载力评价

根据设计与竣工资料，结合 2005 年地质勘探成果，茅岗水库大坝建设时坝基进行过清基处理，中间段（K0+013~K0+100）清基彻底，坝基为弱风化岩体，左右两端残留部分硅化的强风化岩体。硅化的强风化岩体饱和抗压强度中等，弱风化岩体饱和抗压强度较高，坝基岩体抗压强度和承载力基本能满足要求。

##### 2、坝体与坝基接触面评价

右坝肩坝体浆砌块石与坝基岩体间有 1.7~3.7m 厚的混凝土浇筑层，左坝肩薄。混凝土浇筑层较密实，无较大空洞，上下接触面紧密结合，接触良好。

##### 3、坝基抗滑稳定评价

（1）中间段（K0+013~K0+100）坝基为弱风化岩体，岩质坚硬致密，强度较高，岩体完整性一般，岩层产状与坝轴线小角度相交，倾角较陡，且倾向上游，利于坝基稳定。

（2）左右两坝段（K0+000~K0+013 和 K0+100~K0+120）坝基为强风化岩体，岩体完整性较差。但该强风化岩体大部分已硅化，强度中等，岩层走向与坝轴线小角度相交，且倾向上游，有利于坝基稳定。左右两坝肩不存在倾向下流的缓倾角结构面，利于坝基稳定。位于大坝右侧山体的 F3 断层倾角陡倾，且倾向山体内部，对坝肩稳定性影响不大。

##### 4、坝基防渗处理评价

（1）坝基于 1973 年进行帷幕灌浆防渗处理，中间段布置一排帷幕孔，两坝肩布置两排帷幕孔，孔距 1.5m，帷幕深度一般 20m。坝趾处进行固结灌浆，三排孔，孔距 1.5~2.0m，排距 6m，深度 5m。灌浆后，经压水试验，左坝段坝基表层 4.5~9.0m 内岩体透水率为 7.63~13.6Lu，大于 5Lu，不满足规范要求；右坝段坝基岩体透水率小于 5Lu，满足规范要求。

（2）2006 年除险加固，在坝基上游设防渗帷幕，伸入相对不透水层 5m，左右坝肩延伸至相对不透水层与正常水位相交处。沿坝轴线设一排防渗帷幕，

帷幕向上游偏  $3.3^\circ$ ，帷幕孔距为 2.5m，灌浆压力 1.0MPa，帷幕灌浆孔布置满足规范要求。帷幕灌浆质量检查孔压水和注浆试验成果见表 3.1-1。

**表 3.1-1 主坝帷幕灌浆质量检查孔压水和注浆试验成果统计表**

孔号	孔位桩号	透水率 (Lu)		
		第一段	第二段	第三段
主检 1	0+0.38 (3~4#)	0.47	0.53	0
主检 2	0+30.38 (15~16#)	0.43	0.006	
主检 3	0+45.38 (21~22#)	0.36	0.14	
主检 4	0+65.38 (29~30#)	0	0	0.495

根据检查孔压水和注浆试验，《混凝土重力坝设计规范》(SL319-2005)，“坝高在 100m 以下的重力坝帷幕排数可采用一排，帷幕孔距可为 1.5~3m；坝高在 50m 以下的重力坝，相对隔水层的透水率应不大于  $5Lu$ ”。因此，茅岗水库坝基防渗帷幕布置满足规范要求，根据检查孔检查坝基透水率满足规范要求。

(3) 为减少坝基扬压力，在坝基防渗帷幕下游（廊道内）设置 17 只排水孔，在施工期间采用手工炮杆造孔，用无砂混凝土管与坝体廊道连接，渗流汇集在廊道排水沟，再由排水总管排出坝体。经监测资料分析，坝体廊道各测压管扬压力和扬压力系数基本稳定，无明显增大趋势；坝体廊道总渗漏量基本稳定，无明显增大趋势。除险加固帷幕灌浆效果较好。

(4) 本工程为浆砌块石重力坝，坝体本身为透水体，坝基渗水大部分通过坝体排除，坝基排水孔大部分无水。

(5) 蓄水运行过程中，左坝段廊道内有 16 处漏水点，随着库水位升高，漏水量增大；右坝段廊道内有 3 处漏水点，2 处漏水量不大，但随着库水位升高，漏水量略有增大。

(6) 综合分析认为，茅岗水库大坝坝基灌浆效果整体较好，左坝段、中间坝段和右坝段相对隔水层的透水率均小于  $5Lu$ ，满足规范要求。左坝段廊道内有 16 处漏水点，随着库水位升高，漏水量增大；右坝段廊道内有 3 处漏水点，2 处漏水量不大，但随着库水位升高，漏水量略有增大。

### 3.2 筑坝材料

坝体为细骨料混凝土砌块石，块石母岩为灰绿色微风化浅变质砂岩，棱角



状，大小不等；胶结材料为细骨料混凝土，经钻探揭露，浆砌块石填充饱满，局部有孔隙空洞分布，垫层混凝土填充饱满，整体性较好。右坝肩砌石体与岩基之间有 1.7~3.7m 厚的混凝土灌浆盖板，整体性较好；左坝肩混凝土盖板较薄，仅为 0.5m。

### 3.3 坝体防渗

#### 1、混凝土防渗面板

茅岗水库主坝防渗采用的是在坝体上游面设置混凝土防渗面板。1986 年对原混凝土面板进行防渗补强处理。

主坝坝体上游混凝土防渗面板厚度变化情况见表 3.3-1。上游防渗面板厚度大于规范规定的防渗面板厚度为  $1/30 \sim 1/60$  的最大工作水头，顶部厚度为 0.5m ( $\geq 0.3\text{m}$ )。故防渗面板厚度满足《砌石坝设计规范》(SL25-2006) 要求。

表 3.3-1 上游防渗面板厚度变化表

坝体高程(m)	267.35	272.13	280.13	288.13	296.13	300.98
面板厚度(m)	1.5	1.3	1.1	0.9	0.7	0.5
最大水头 (m)	37.3	32.52	24.52	16.52	8.52	3.67
面板厚度/水头	1 / 24	1 / 25	1 / 22	1 / 19	1 / 12	1 / 7

该防渗面板的厚度满足规范要求，但由于防渗面板建设时施工技术所限，致使混凝土防渗面板在运行初期出现裂缝，导致坝体漏水。

#### 2、高频振捣钢丝网水泥面板

(1) 1986 年在原混凝土面板外部做高频振捣钢丝网水泥面板，平均厚度 5.0cm。该水泥面板温度缝及板缝止水的设置存在防渗薄弱环节，面板 288m 处水平裂缝的处理的耐久性不强，坝体防渗存在薄弱环节。

原混凝土面板设三条温度竖缝，采用沥青井、止水橡皮及沥青麻片的联合防渗措施。由于沥青麻片防渗效果差，且未设止水铜片，沥青及聚乙烯胶泥易老化，防渗耐久性差，坝体防渗存在薄弱环节。1986 年在原面板外部增设高频振捣钢丝网水泥面板，新面板设有水平和垂直伸缩缝，竖缝 10 条，水平缝设 3 条，伸缩缝止水上口宽 3cm，下口宽 2.5cm，缝内浇灌聚乙烯胶泥，缝面上再粘一层以环氧树脂为粘结剂的平板橡皮，以螺栓固定。

(2)2006 年除险加固,高频振捣防渗面板伸缩缝内填“SR”柔性止水材料,表面粘贴 SR 三元乙丙防渗盖片,周边用 30mm 宽 2mm 厚不锈钢片和 M8 不锈钢膨胀螺栓与面板固定,膨胀螺栓间距 0.4m。面板裂缝两侧各 15cm 范围内用毛刷或钢丝刷去除浮尘、油污等杂物,沿裂缝表面涂刷 20cm 宽厚 0.8-1.0mm 弹性环氧涂料。

### 3、排水设施

主坝坝体廊道内设有坝体排水孔,但坝体排水孔由于 1987 年面板补强时堵塞,在廊道内的其它部位自然形成了 22 个排水点,并加以观测。

### 4、坝体充填灌浆

2006 年除险加固进行主坝充填灌浆。根据充填灌浆质量检查孔压水和注浆试验成果,主坝右非溢流坝段 0+85.76 (37#~38#) 处第一段透水率为 5Lu,第二段为 1Lu,第三段为 5.0Lu,第四段为 3.0Lu。主坝右非溢流坝段 0+115.76 (49#~50#) 处第一段透水率为 0.44Lu,第二段为 0.17Lu。试验结果均能满足《混凝土重力坝设计规范》(SL319-2005)要求 ( $q \leq 5Lu$ )。

## 3.4 坝体构造

### 3.4.1 坝顶布置和交通

溢流坝段坝顶设置有长度 50m,宽为 3.2m 的 4 跨钢筋混凝土结构平板交通桥,混凝土强度为 C30;防浪墙采用钢筋混凝土砌筑,与坝体连为一体,两端与坝肩基岩相接,防浪墙高 1.1m,满足《砌石坝设计规范》(SL25-2006)要求。

### 3.4.2 坝内廊道

在靠近上游面处设置廊道,廊道底部高程 272.04m,廊道内设有可靠的照明和排水设施,并设有扬压力观测孔,满足规范要求。

## 3.5 混凝土浇筑质量

### 3.5.1 廊道加固

根据《混凝土重力坝设计规范》(SL319-2005),“坝体内部混凝土标号不应

低于  $R_{90}100$ （相当于 C8）”。根据开化县建筑工程质量监督站检测中心对廊道 C25 混凝土钻芯取样检测抽检结果，该处混凝土抗压强度最小值为 19.8MPa，平均值为 25.7MPa，满足设计强度要求和规范要求。

经施工单位自评和监理单位复核，该项目 3 个单元工程优良率为 100%。

### 3.5.2 主坝顶及交通桥施工

坝顶新建交通桥工程为三墩四跨，桥面宽度 3.2m，混凝土强度 C30，桥墩直径 0.8m，桥板高度 0.6m，桥总长 50.8m，单块桥板 12.7m。

根据《混凝土重力坝设计规范》(SL319-2005)，“坝体过流表面混凝土标号不应低于  $R_{28}250$ （相当于 C23）”。根据开化县建筑工程质量监督站检测中心对交通桥 C30 混凝土钻芯取样检测抽检结果，该处混凝土抗压强度最小值为 30.2MPa，平均值为 36.6MPa，满足设计强度要求和规范要求。

### 3.5.3 溢流坝段加固

高程 274.243m 以上反弧段原混凝土和砌石拆除，重新采用 C30 钢筋混凝土浇筑，直线段与反弧切点有 279.18m 调整为 280.18m，反弧底高程由 276.04m 调整为 274.74m，反弧半径由 8m 调整为 13m，挑射角由  $50^\circ$  调整为  $20^\circ41'50''$ ，鼻坎顶高程由 278.96m 调整为 275.58m。溢流堰头部段表层松散混凝土凿除，冲洗干净，刷无机粘结剂一度，面层采用 10cm 厚 C30 钢丝网混凝土补强。溢流面直线段经凿除原砌缝中的松散水泥砂浆后，使用水泥砂浆重新灌缝。根据《混凝土重力坝设计规范》(SL319-2005)，“坝体过流表面混凝土标号不应低于  $R_{28}250$ （相当于 C23）”。混凝土设计强度满足规范要求。

该溢流坝段混凝土浇筑所用原材料质量检测结果均为合格，如表 3.5-1 所示。

根据衢州市交通工程试验检测中心混凝土钻芯取样抗压强度试验结果，主坝溢洪道反弧段 2#块混凝土强度等级为 C25，混凝土抗压强度 34.1MPa，满足设计要求。

根据开化县建筑工程质量监督站检测中心混凝土钻芯取样抗压强度试验结果，主坝溢洪道溢流面混凝土强度等级为 C30，混凝土抗压强度平均值为

37.2MPa，最小值为 37.2MPa，满足设计要求。

**表 3.5-1 混凝土材料检测情况汇总表**

材料名称	规格型号	产地	数量	组数	结论
水泥	普硅 32.5	开化村头	360t	2	合格
	普硅 32.5	常山光宇	600t	1	合格
砂料	中砂	开化音坑	1400m <sup>3</sup>	2	合格
粗骨料	5~20mm	开化石板桥		1	合格
	20~40mm	开化石板桥		1	合格
钢筋	Φ 筋永	江苏永钢	29.1t	1	合格
钢筋	Φ 筋永	江苏永钢		1	合格
钢筋	Φ 筋如	江苏如泉		1	合格
钢筋	Φ 筋芜	安徽芜湖富鑫		1	合格
钢筋	Φ 筋无	江苏无锡雪浪		1	合格
钢筋	Φ 筋无	江苏无锡雪浪		1	合格
钢筋	Φ 筋西	山东西王		1	合格

### 3.6 现场检查及检测

#### 3.6.1 左、右非溢流坝段

1、主坝左非溢流坝段上游坝面防渗面板上部有大量的网状裂缝。前期发现的 4 条裂缝均已做过修补处理，目前状态基本完好。主坝右非溢流坝段上游坝面防渗面板上部局部有网状裂缝，前期发现的 12 条裂缝均已做过修补处理，目前状态基本完好。主坝各坝段上游坝面混凝土防渗面板各块之间伸缩缝基本完好，无错位、拉开现象。

2、主坝左非溢流坝段下游坝面有 4 处渗水，并有析出物渗出。其余坝面基本平整、无塌陷、缺失等缺陷，局部勾缝砂浆剥落。主坝右非溢流坝段下游坝面基本平整、无塌陷、缺失等缺陷，局部勾缝砂浆剥落。

3、主坝左、右非溢流坝段防浪墙外观完整，无裂缝、破损现象。各块防浪墙之间伸缩缝基本完好，无错位、拉开现象。

4、主坝左、右非溢流坝段坝顶顶面外观完整，无裂缝、破损现象。

### 3.6.2 溢流坝段

1、主坝溢流坝段上游坝面防渗面板前期发现的 15 条裂缝均已做过修补处理，其中 12 条目前状态基本完好，其余 3 条修补处理的裂缝目前仍然开裂，3 条裂缝位于溢流坝段第 5 块，裂缝长 1.0~2.5m，缝宽 0.10~0.20mm。主坝溢流坝段上游坝面防渗面板顶部有 3 处破损。

2、溢流面曲线段水流冲刷明显，局部混凝土存在冲刷，混凝土局部砂浆剥落、石子裸露。第 2 孔溢流面曲线段在高程 297.313m 位置上有 1 条垂直水流向裂缝，裂缝长 3.0m，缝宽 0.25mm，并有浅黄色的析出物渗出。

3、溢流面直线段为浆砌条石结构，其外观基本完整，无裂缝、塌陷、破损现象，局部勾缝砂浆剥落。

4、溢流面反弧段为混凝土结构，各块混凝土局部砂浆剥落、石子裸露。第 1 块反弧段有 2 条垂直水流向裂缝，裂缝长 0.5~1.0m，缝宽 0.15~0.20mm。第 5 块反弧段有 2 条裂缝，其中 1 条顺水流向裂缝，裂缝长 1.1m，缝宽 0.20mm，1 条垂直水流向裂缝，裂缝长 1.5m，缝宽 0.25mm。根据本次现场检测混凝土碳化深度试验抽检结果，第 2 孔正常溢洪道溢流面混凝土碳化深度为 4.5mm，相对偏大。

5、溢流面反弧段下部最低位置有 1 条垂直水流向裂缝，贯穿第 1 块~第 5 块溢流面反弧段，缝宽 0.30~0.50mm，贯穿至廊道，且廊道顶部存在漏水。本次现场检测混凝土抗压强度试验抽检结果表明，第 1~4 孔溢洪道溢流面混凝土强度推定值分别为 25.0MPa，25.4MPa，27.7MPa，30.0MPa，满足设计强度要求（C13）。

6、溢流面左、右挡墙为浆砌条石结构，其外观基本完整，无裂缝、变形、破损现象，局部勾缝砂浆剥落。

7、交通桥桥面及湖栏均为大理石结构，其外观基本完整，无裂缝、破损现象。交通桥各孔桥梁、桥板、桥墩混凝土结构外观基本完整，无裂缝、露筋、破损现象，局部砂浆剥落、石子裸露。本次现场检测混凝土碳化深度试验抽检结果表明，第 1 根和第 3 根交通桥桥墩存在碳化现象，碳化深度平均值分别为

1.5mm 和 1mm。本次现场检测混凝土抗压强度试验抽检结果表明，第 1~3 根交通桥桥墩混凝土强度推定值分别为 47.1MPa，44MPa，42.4MPa，满足设计强度要求（C30）。

### 3.7 结论

1、该大坝坝基岩体抗压强度和承载力基本能满足要求，坝体与坝基上下接触面紧密结合，接触良好。

2、该坝中间段坝基为弱风化岩体，岩层产状与坝轴线小角度相交，倾角较陡，且倾向上游，利于坝基稳定；左右两坝段坝基岩层走向与坝轴线小角度相交，且倾向上游，有利于坝基稳定。左右两坝肩不存在倾向下游的缓倾角结构面，利于坝基稳定。位于大坝右侧山体的 F3 断层倾角陡倾，且倾向山体内部，对坝肩稳定性影响不大。因此坝基抗滑稳定能满足规范要求。

3、现场扬压力观测结果看扬压力系数正常，坝基防渗效果较好。坝体材料、分缝与止水、坝顶及坝内廊道等设置符合规范要求，现状坝面平整顺直，无异常变形。

4、从现场检查及检测情况看，上游防渗面板前期发现的 19 条裂缝经修补，目前状态基本完好，有少量修补的表面环氧涂层剥落；左、右两坝段面板上部局部存在网状裂缝；溢流坝段上游面板顶部有 3 处混凝土破损，目前尚不影响面板整体防渗；溢洪道反弧段底部有纵向裂缝，贯穿至廊道顶部。

4 副坝坝体工程质量评价

4.1 坝基处理

副坝纵轴线清基不彻底，接触带属中等透水性，存在接触渗漏问题。坝基和左右坝肩全、强风化带厚，工程地质条件较差，并以中等透水性为主，局部弱透水性，存在坝基渗漏和绕坝渗漏。

4.2 筑坝材料选择与填筑

1、土性

茅岗水库坝体填筑料较单一，无明显分区，副坝坝型为粘土均质坝。副坝填土为粉质粘土。

2、颗粒含量

坝体各填筑料粒径组含量百分比统计见表 4.2-1。由此可见该副坝填土（粉质粘土）主要由粉粒和粘粒组成，两者平均含量总和为 88%，偶含砾石，土质较均匀。

表 4.2-1 副坝坝体填筑料粒径组含量百分比统计表

土层 名称	含量百分比(%)								备注
	砾石		砂粒		粉粒		粘粒		
	范围	均值	范围	均值	范围	均值	范围	均值	-
粉质 粘土	1.4~19.4	6	2.8~15	6	26.2~50.5	41.9	37~57.9	46.1	副坝填土

3、渗透性

根据《碾压式土石坝设计规范》（SL274-2001）要求，“均值坝防渗土料的渗透系数不应大于  $1\times10^{-4}\text{cm/s}$ 。”室内渗透试验统计成果见表 4.2-2，结果表明：坝体填土②粉质粘土约 29%的土样属极微~微透水，约 57%的土样属弱透水，约 14%的土样属中等透水。由此可见该均质坝坝体填土以弱~微透水为主，少量中等透水，防渗性能基本满足规范要求。

表 4.2-2 副坝坝体填土防渗性能分析统计表

项目 1	水平渗透系数 kh(cm/s) (土样数/百分比)	样本数 (组)	<10-5	10-5~10-4	>10-4
		8	3/37.5%	4/50%	1/12.5%
项目 2	垂直渗透系数 kv(cm/s) (土样数/百分比)	样本数 (组)	<10-5	10-5~10-4	>10-4
		6	1/17%	4/66%	1/17%
汇总	渗透系数 k(cm/s) (土样数/百分比)	样本数 (组)	<10-5	10-5~10-4	>10-4
		14	4/29%	8/57%	2/14%

4、压实度

表 4.2-3 除险加固前副坝坝体填土压实度分析统计表

干密度				压实度 Dc			Dc>96% 土样 数 /百分比组/%
最小 (g/cm <sup>3</sup> )	最大 (g/cm <sup>3</sup> )	均值 (g/cm <sup>3</sup> )	标准值 (g/cm <sup>3</sup> )	最小 (g/cm <sup>3</sup> )	最大 (g/cm <sup>3</sup> )	均值 (g/cm <sup>3</sup> )	
1.38	1.49	1.45	1.62	85.2%	92.0%	89.5%	0/0%

根据《碾压式土石坝设计规范》（SL274-2001）要求，“3 级以下的中坝压实度应为 96%~98%。”除险加固前浙江广川工程咨询有限公司室内击实试验统计成果见表 4.2-3 所示，结果表明：粉质粘土填筑压实度无一组土样满足规范要求，平均压实度为 89.5%，粘性土压实度不能满足规范要求。

除险加固后由浙江省水电建筑基础工程有限公司送样，开化县建设工程质量安全监督管理站试验室进行的室内击实试验统计成果见表 4.2-4 所示，结果表明：粉质粘土填筑压实度所有土样均能满足规范要求。



表 4.2-4 除险加固后副坝坝体填土压实度分析统计表

部位	干密度 (g/cm <sup>3</sup> )	设计压实度 (%)	实测压实度 (%)	结论
副坝土料	1.661	≥96	96.6	合格
副坝土料	1.658	≥96	96.4	合格
副坝土料	1.672	≥96	97.2	合格
副坝土料	1.689	≥96	98.2	合格
副坝土料	1.653	≥96	96.1	合格
副坝土料	1.680	≥96	97.7	合格

说明：土料最大干密度 1.72g/cm<sup>3</sup>。

## 4.3 坝体结构

### 4.3.1 坝体分区

根据《碾压式土石坝设计规范》(SL274-2001) 要求,“均质坝宜分为坝体、排水体、反滤层和护坡等区。”副坝为均质粘土坝,依据材料不同可分成 4 个区,如附图 1 所示。坝体分区满足规范要求。

### 4.3.2 反滤层和排水棱体

根据《碾压式土石坝设计规范》(SL274-2001) 要求,“人工施工时,水平反滤层的最小厚度可采用 0.30m。”副坝上游护坡与坝壳之间设厚 0.3m 的砂卵石反滤层,其最小厚度满足规范要求。

该副坝坝趾处设排水棱体。由外至内分别设粗砂(厚 25cm)、10~20mm 石子(25cm)、20~40cm 石子(25cm)三层包裹土料,内部为堆砌石。

根据《碾压式土石坝设计规范》(SL274-2001) 要求,“棱体排水设计时,顶部高程应超出下游最高水位,超过的高度,3 级大坝应不小于 0.5m;顶部宽度不宜小于 1.0m”。该副坝坝趾处排水棱体顶部高程 300.21m,下游最高水位 298.71m。坝顶高程超出下游最高水位 1.5m,棱体顶部宽度 1.5m,排水棱体上游坡脚无锐角。”因此,排水棱体顶部超高、顶部宽度、上游坡脚均能满足规范要求。

### 4.3.3 上下游护坡和副坝台阶

根据《碾压式土石坝设计规范》(SL274-2001) 要求,“上下游护坡可采用

堆石、干砌石等；覆盖范围自坝顶起至死水位下不宜小于 2.5m，最低水位不确定时护至坝脚。”上游护坡厚 0.12m，护至坝踵；下游护坡采用干砌块石，厚 0.3m，护至排水棱体。上、下游护坡材料、覆盖范围等均能满足规范要求。

上游护坡和副坝台阶均采用 C25 混凝土预制块。根据开化县建筑工程质量监督站检测中心对上游护坡 C25 混凝土钻芯取样检测抽检结果，该处混凝土抗压强度为 19.6MPa，满足设计强度要求。

#### 4.4 现场检查及检测

副坝上游坝面为预制混凝土六角块护坡，上游坝面平整、无塌陷、缺失等缺陷；副坝下游坝面为预制混凝土六角块护坡，下游坝面平整、无塌陷、缺失等缺陷；副坝坝顶顶面外观完整，无裂缝、塌陷、破损现象。

#### 4.5 结论

1、副坝坝型为粘土均质坝，坝体填筑料试验结果表明副坝填土土质较均匀，防渗性能基本可以满足规范要求，且除险加固后副坝填土压实度能满足规范要求。

2、副坝分区合理，副坝下游坝脚增设了排水棱体，棱体与坝体之间设有可靠的反滤层，坝体结构满足规范要求。

3、副坝坝基和左右坝肩全、强风化带厚，工程地质条件较差，存在坝基渗漏和绕坝渗漏。建坝时纵轴线清基不彻底，接触带属中等透水性，存在接触渗漏问题。但是从 2007 年至今水库运行情况来看，水库水位超过正常蓄水位运行的时间短暂，而副坝纵轴线坝基高程为 300.84m，与水库正常蓄水位 301.04m 基本持平，且副坝坝基地形特征（副坝坝基上下游高程低，中部坝基高程高）有利于增加水的渗透阻力，结合副坝填土本身较好的防渗性，以及排水棱体和反滤层有利于进一步阻止渗透破坏，分析认为副坝坝体产生渗透破坏的可能较小。

从历年巡查情况看，未发现肉眼可见的渗水。

4、现场检查及检测结果表明，副坝上游坝面平整、无塌陷、缺失等缺陷；

副坝下游坝面为预制混凝土六角块护坡，下游坝面平整、无塌陷、缺失等缺陷；副坝坝顶顶面外观完整，无裂缝、塌陷、破损现象。

综合分析认为，副坝防渗性能良好。

## 5 其他建筑物工程质量评价

### 5.1 灌溉发电输水隧洞工程质量评价

1、根据《水工混凝土结构设计规范》(SL191-2008)，“处于三类环境（淡水水位变化区）的混凝土强度等级应至少为 C25。”洞内岔管混凝土剥落处人工凿除松散混凝土，露出新鲜面，侧边开挖与外露面成直角，保证混凝土厚度不小于 10cm，接触面冲洗干净，采用 C25 混凝土人工插捣密实，表面原浆抹光，毛毯覆盖浇水养护。混凝土强度等级满足规范要求。

2、进水口喇叭口碳化混凝土人工凿除，通过验收后先涂抹环氧基液，后进行环氧砂浆抹面施工，主剂采用 E44 环氧树脂，固化剂采用乙二胺，稀释剂丙酮，填充料为水泥和过筛细砂（经干燥处理），按照推荐配比进行配比试验后得出实际施工参数。施工后效果良好。达到设计要求。经建设、监理、设计、质监等单位联合验收合格。

3、现场检查及检测表明，进水口启闭机房屋顶表面粉刷层剥落，启闭机房四周墙体均存在明显的渗水现象。启闭平台梁板混凝土结构外观完整，无裂缝、露筋、破损现象。

进水口左侧墙混凝土局部砂浆剥落、石子裸露。进水口右侧墙混凝土局部砂浆剥落、石子裸露。进水口左、右侧墙之间连系梁外观完整，无裂缝、露筋、破损现象。进水口左、右排架柱外观基本完整，无裂缝、露筋、破损现象，局部砂浆剥落、石子裸露。

### 5.2 非常溢洪道工程质量评价

1、根据《水工混凝土结构设计规范》(SL191-2008)，“处于二类环境（露天环境）的混凝土强度等级应至少为 C25。”根据《溢洪道设计规范》(SL253-2000)，“非常溢洪道宜采用开敞式。当两岸坝肩山势陡峻又需要较大的溢流前缘宽度时，可采用侧槽式进口。侧槽式溢洪道侧堰可采用实用堰，堰顶可不设闸门，靠堰一侧边坡可取 1:0.5~1:0.9。”

非常溢洪道包括堰体、泄槽两大部分工程。除险加固拆除自溃坝，改建为开敞式曲线型实用堰，采用 C25 混凝土浇筑，堰顶高程为 304.16m。采用 WES 曲线，直线段接原护坡坡度，坡比为 1:0.7。清除泄槽内废渣。拆除侧槽原破损浆块石坡及护底，泄槽底板采用 20cm 厚 C25 混凝土浇筑，泄槽边坡采用 20cm 厚 C25 混凝土浇筑。溢洪道进口型式、直线段坡比、混凝土强度等级均能满足规范要求。

2、根据《溢洪道设计规范》(SL253-2000)，“帷幕灌浆孔宜设一排，孔距可为 1.5~3.0m。对于灌浆压力，帷幕孔表层段不宜小于 0.2~0.5MPa，孔底段不宜小于 0.4~0.8MPa。”

堰体基础进行帷幕灌浆，设一排防渗帷幕，帷幕孔距 3m，灌浆压力 0.5MPa，两边各向岸坡延伸 10m。帷幕孔距及灌浆压力满足规范要求。

3、根据衢州市交通工程试验检测中心对非常溢洪道溢流面 C25 混凝土钻芯取样检测抽检结果，该处混凝土抗压强度为 29.6MPa，满足设计强度要求。

根据本次现场检测抽检试验成果，非常溢洪道实用堰堰体与非常溢洪道泄洪槽底板共 2 组混凝土芯样测试龄期抗压强度平均值分别为 33.5MPa, 29.8MPa, 均大于设计强度等级值 (C25)。

4、根据本次现场检测混凝土碳化深度抽检试验成果，非常溢洪道泄洪槽第 4、11 块边坡碳化深度均值分别为 2.0mm、1.5mm，在正常范围内。

5、根据《混凝土重力坝设计规范》(SL319-2005)，“坝高在 50m 以下时，帷幕的防渗标准为 5Lu。”

根据帷幕和充填灌浆质量检查孔压水和注浆试验成果，非常溢洪道 0+04.5 (6~7#) 处第一段透水率为 1.5Lu，第二段为 0.51Lu；非常溢洪道左 0+34.5 (17~18#) 处第一段透水率为 1.15Lu。均能满足规范要求 ( $q \leq 5Lu$ )。

6、从现场检查及检测情况来看，实用堰堰面外观基本完整，无裂缝、露筋、破损现象，局部砂浆剥落、石子裸露；泄洪槽护坡外观基本完整，无裂缝、露筋、破损现象，局部砂浆剥落、石子裸露。泄洪槽护坡各块之间伸缩缝基本完好，无错位、拉开现象。

各块泄洪槽底板受水流冲刷明显，混凝土局部砂浆剥落、石子裸露，从上

游起第 7~第 12 排左右两块泄洪槽底板混凝土砂浆剥落、石子裸露。第 7 排左右两块泄洪槽底板混凝土砂浆剥落、石子裸露。第 12 排左右两块泄洪槽底板混凝土砂浆剥落、石子裸露。从上游起第 3 排泄洪槽底板有 3 条顺水流向裂缝，裂缝长 0.2~0.6m，缝宽 0.10~0.20mm。

### 5.3 上坝道路

1、根据《水工混凝土结构设计规范》(SL191-2008)，“处于二类环境（露天环境）的混凝土强度等级应至少为 C25。”

上坝道路从非常溢洪道出口连接至主坝右岸，包括上坝道路土方开挖和回填，上坝抢险道路 C25 混凝土硬化；副坝下游处路边新建停车场；道路临空面设置 C20 混凝土防撞墩；道路口设置 C25 钢筋混凝土土门楼及北大门。混凝土强度等级满足规范要求。

2、根据开化县建筑工程质量监督站检测中心对上坝道路 C25 混凝土钻芯取样检测抽检结果，该处混凝土抗压强度为 30.6MPa，满足设计强度要求。

### 5.4 结论

1、灌溉发电输水隧洞进水口喇叭口混凝土强度等级复核规范要求，施工质量满足设计要求。

现场检查及检测时，启闭机房四周墙体均存在明显的渗水现象，进水口左侧墙混凝土局部砂浆剥落、石子裸露，局部砂浆剥落、石子裸露。建议及时处理。

2、非常溢洪道进口型式、直线段坡比满足规范要求，混凝土强度现场检测抽检结果满足设计和规范要求。帷幕孔距、灌浆压力和透水率试验结果满足规范要求。部分混凝土结构存在碳化现象，但碳化深度较小。

3、上坝道路混凝土强度等级满足规范要求，施工质量满足设计要求。

## 6 结论与建议

### 6.1 地质条件评价

1、工程区区域构造稳定，地震动峰值加速度为 0.05g（相应地震基本烈度为Ⅵ度）；库岸基本稳定，不存在库区渗漏。

2、主坝坝基岩性为浅变质细砂岩、粉砂岩，中间段坝基为弱风化岩体，岩质坚硬致密，强度较高，工程地质条件较好。左右坝段坝基局部为强风化岩体，硅化强烈，中等坚硬，裂隙发育，完整性较差，工程地质条件一般。主坝坝体与基岩接触面胶结较好，坝基岩体不存在较大的软弱结构面，利于坝基稳定。

3、副坝坝基岩性为粉砂岩，受  $F_3$  断裂带的影响，节理裂隙发育，岩体破碎，全、强风化带岩体厚，工程地质条件差。

### 6.2 主坝工程质量评价

1、该大坝坝基岩体抗压强度和承载力基本能满足要求，坝体与坝基上下接触面紧密结合，接触良好。

2、坝基于 1973 年进行帷幕灌浆防渗处理，2006 年除险加固时，对坝基防渗帷幕进行补强，根据检查孔检测结果，坝基透水率满足规范要求。现场扬压力观测结果看扬压力系数正常，坝基防渗效果较好。

3、坝体材料、分缝与止水、坝顶及坝内廊道等设置符合规范要求，现状坝面平整顺直，无异常变形。原坝体渗漏严重，通过 1986 年上游增设钢丝网水泥面板，2006 年右坝段充填灌浆、面板止水加固处理，坝体渗漏情况明显改善。溢流面加固处理混凝土浇筑质量合格。

4、从现场检查及检测情况看，上游防渗面板前期发现的 19 条裂缝经修补，目前状态基本完好，有少量修补的表面环氧涂层剥落；左、右两坝段面板上部局部存在网状裂缝；溢流坝段上游面板顶部有 3 处混凝土破损，目前尚不影响面板整体防渗；溢洪道反弧段底部有纵向裂缝，贯穿至廊道顶部。

### 6.3 副坝工程质量评价

1、副坝坝型为粘土均质坝，坝体填筑料试验结果表明填土土质较均匀，防渗性能基本可以满足规范要求。

2、2006 年除险加固在下游坝脚增设了排水棱体，棱体与坝体之间设反滤层，坝体结构满足规范要求。

3、副坝坝基和左右坝肩全、强风化带厚，工程地质条件较差，建坝时纵轴线清基不彻底，接触带属中等透水性。由于坝体较矮小，常年水头较低，运行期未发现渗水现象。

4、现场副坝坝顶外观完整，无裂缝、塌陷、破损现象；上、下游预制混凝土护坡平整、无塌陷、缺失等缺陷。

### 6.4 其他建筑物工程质量评价

1、灌溉发电输水隧洞进水口喇叭口混凝土强度等级满足规范要求，施工质量满足设计要求。现场进水口左侧墙混凝土局部砂浆剥落、石子裸露，启闭机房四周墙体均存在渗水现象。

2、非常溢洪道进口型式、直线段坡比满足规范要求，混凝土强度现场检测结果满足设计和规范要求。帷幕孔距、灌浆压力和透水率试验结果满足规范要求。

3、上坝道路混凝土强度等级满足规范要求，施工质量满足设计要求。

### 6.5 工程质量评价结论

综合以上质量情况并根据《水库安全鉴定评价导则》(SL258-2017)的规定：茅岗水库工程质量基本满足设计和规范要求，运行中虽暴露局部质量缺陷，尚不影响工程安全，质量综合评定为“合格”。



