

## 附件 5 桃曲坡等三座大坝安全评价报告

### 陕西省利用世界银行贷款与英国国际开发署赠款农村安全饮水与环境卫生项目 涉及的桃曲坡水库大坝等三座大坝安全评价报告

#### 1 项目涉及的大坝概况

##### 1.1 大坝概况

本项目（涵盖首批 20%和后续 80%项目内容）拟采用水库供水方式的项目区共计三个项目区，即耀州区马咀、豹村项目区，印台区西塬项目区，均出现在首批 20%项目中。

首批 20%项目中马咀项目区水源为桃曲坡水库，豹村项目区水源为豹村水库，西塬项目区水源为马勺沟水库。本项目涉及的大坝包括桃曲坡水库大坝、豹村水库大坝和马勺沟水库大坝，由于三座大坝坝高均超过 15m，根据世行安全政策 OP4.37 和世行代表团的要求，编制了本项目涉及的三座大坝安全评价报告。

三座大坝概况如下：

##### 1) 桃曲坡水库大坝概况

桃曲坡水库大坝建成于 1979 年，坝址位于耀州区石柱乡的马咀峡中奥陶统石灰岩峡谷区，砂页岩不整合于灰岩之上，并夹有煤层，裂隙及岩溶发育。库岸及库盆由石炭一二迭系砂岩、页岩互层组成。

##### ①大坝工程

大坝为均质土坝，坝高 61m，坝长 200m，坝顶宽 8m。坝顶高程 792m。

大坝迎水坡为干砌石护坡，背水坡为草皮护坡。

##### ②溢洪道工程

溢洪道位于右岸坡地上，溢洪道采用了侧槽式溢洪道，由侧流埝、侧溜槽、浅水道、浅水坡和尾水渠等组成，侧流埝埝顶高程 788.5m。

##### ③放水设施工程

放水设施设计有高低放水洞，高洞为 2.6×2.6m 的矩形半园拱式断面，设计流量为 4.4m<sup>3</sup>/s，放水低洞承担排洪、拉砂、泄空水库的任务，直径 3m，设计放水流量 8m<sup>3</sup>/s。

##### 2) 豹村水库大坝概况

豹村水库大坝建成于 1985 年，坝址位于山间河谷地段，座落于砂页岩上，

坡积构造，岩层倾向上游，砂页岩除表面层风化破坏外，下部分砂岩裂隙发育，有走向 NW275°和 NE33°的两组节理相互串通。

### ①大坝工程

大坝为均质土坝，土坝高 27.7m，坝长 81.2m，坝顶宽 5.0m，最大坝底宽 162.84m，迎水坡为干砌石护坡，背水坡为 4×4m 的干砌石方格草皮护坡。

### ②溢洪道工程

溢洪道位于右岸坡地上，溢洪道采用了侧槽式溢洪道，溢洪道由侧流埝、侧溜槽、浅水道、浅水坡和尾水渠等部分组成，侧流埝埝顶高程 784.82m，埝长 40.0 m，其中 3.0 m 布设于横端，埝顶溢流水深 1.52 m，埝顶溢流水深 2.82 m。

变断面侧流槽采用梯形断面形式，其底宽由 3.0 m，变到 7.0 m，边坡系数为 1.5。浅水道长 118 m，纵坡 0.006，为底宽 7.0 m，口宽 17.8 m，深 3.6 m 的梯形断面。

### ③放水设施工程

放水设施由放水涵洞、闸门竖井和工作桥三部分组成。放水洞面宽 1.2m，高 1.65m 的园弧浆砌石拱涵，洞长 148.3m，纵坡 1/100 进出口为八字墙式，设计放水流量为 0.8m<sup>3</sup>/s。

闸门井布置在坝前距坝轴线 14.0m 的位置，井高 265m，内径 3.2m，井壁最大厚度 0.8m，上部最小厚度 0.4m，采用浆砌石砌筑。闸门井内检修、工作钢闸门各一扇，在闸门上安设螺杆式启闭机进行操作控制。

工作桥宽 2.0m，净跨 5.0m，桥面高程 787.8m。

### 3) 马勺沟水库大坝概况

水库的大坝建成于 1980 年，坝址位于山间河谷地段，座落于砂页岩之上，坡积、洪积粉状壤土及粘壤土分布于山坡及台地区，河床为沙页岩互层构造，岩层倾向上游，砂页岩除表面层风化破碎外，下部分砂岩裂隙发育，有走向 NW275°和 NE33°的两组节理互相串通。

工程于 70 年代动工兴建，1980 年 5 月首期工程竣工，后因水库淤泥等问题，又进行了两次大坝加高，1983 年 8 月工程全部完成。

1970 年首次设计坝高 25m，洪水按 50 年一遇设计，200 年一遇校核。

1972 年加固设计和 1983 年最终扫尾工程加固设计使工程达到了现状规模。

1983 年加固后，最大坝高 40.0m，坝长 120m，坝顶宽 3.0m，坝底宽 241.0m，上游坝坡坡比为 1:3，下游坝坡坡比为 1:2.75。

①大坝工程

大坝为碾压式均质土坝，坝顶高程 1204.9m，坝高 40.0m，顶宽 3.0m，最大底宽 241.0m，迎水面坡比分别为 1:2，1:3，背水坡比分别为 1:2.5，1:2.75 和 1:3，背水坡为草皮护坡，坝脚设堆石排水体。

②溢洪道工程

溢洪道位于大坝左岸，由进口段，溢洪洞段和出口段三部分组成，进口高程 1200.32m，进口段长 36.0m，宽 4.0m，高 3.3m，渠底比降为 1/400；溢洪洞长 50.3m，洞宽 3.5m，进口洞高 5.25m，出口洞高 4.7m，溢洪洞比降为 3/100；出口段长 12m，比降为 0.075，出口段与沟道夹角为 10.4°。溢洪道设计流量为 41m<sup>3</sup>/s，校核流量为 67.8m<sup>3</sup>/s。

③放水洞及输水渠道工程

放水洞位于大坝右岸，由涵洞和卧管组成，涵洞尺寸为 0.8×0.8m 的矩形，卧管尺寸为 0.3m，放水洞最大流量为 1.0m<sup>3</sup>/s。放水洞后有输水渠道相连接，断面形式为 U 型，U 型砌体直径为 0.9m，渠深比降为 1/2000，水流量为 0.3m<sup>3</sup>/s。

3 座水库大坝主要建筑物组成和大坝等级如表 1-1、1-2 所示。

表 1-1 3 座水库主要建筑物组成统计表

序号	名称	桃曲坡水库	豹村水库	马勺沟水库
1	大坝	√	√	√
2	溢洪道	√	√	√
3	放水洞	高洞、低洞	√	√

表 1-2 3 座水库大坝等级表

项目	桃曲坡水库	豹村水库	马勺沟水库
工程等级标准	III等（中型）	IV等（小(1)型）	IV等（小(1)型）
主要建筑物标准	大坝 II、其余 III	IV 级	四级
次要建筑物标准	IV 级	V 级	/

1.2 工程设计、施工情况

1.2.1 工程设计概况

桃曲坡水库工程是由陕西省水利电力勘测设计院承担完成设计的，包括地形测绘、工程地质勘察、土工及部分材料试验等，同时在解决不同专业技术难题方面也聘请了西北水科所、西北农学院、陕西理工大学进行配合研究。技术标准参

照原苏联编制的《碾压式土坝设计规范》和《水工手册》。

豹村水库工程是由铜川市耀州区水务局水工队承担完成设计的，包括地形测绘、工程地质勘察、土工及部分材料试验等，技术标准参照原苏联编制的《碾压式土坝设计规范》和《水工手册》。

马勺沟水库工程是由铜川市印台区水利局承担完成设计的，包括地形测绘、工程地质勘察、土工及部分材料试验等，技术标准参照原苏联编制的《碾压式土坝设计规范》和《水工手册》。

### **1.2.2 工程施工情况**

#### **1) 桃曲坡水库**

1969 年 10 月 11 日开工。水库建设是在“边勘测、边设计、边施工”的情况下进行工程建设的，1971 年 9 月 25 日大坝方案最终确定为碾压式均质土坝方案。

1972 年 4 月 15 日小断面开始铺土回填，到达 770m 高程，可拦蓄 100 年一遇洪水；大断面全面铺开一次性完成填土 97 万  $\text{m}^3$ 。

1973 年 5 月 26 日完成大坝填筑。

1971 年 6 月至 1983 年 5 月陆续完成低洞工程、放水塔工程、溢洪道工程、高洞工程、竖井掘进工程放水塔工程和隧洞衬砌工程。

1991 年～1993 年溢洪道右岸高边坡两次应急消坡减载消除土方 10 万余方。

1999 年 4 月开工建设溢洪道加闸工程，2001 年溢洪道加闸工程全面竣工。

#### **2) 豹村水库**

豹村水库由铜川市耀县水利局组织当地的农民施工，施工技术人员是当时的县水利局的技术人员，施工队伍是楼村乡、小丘乡民工组成，其中包括农村中有技术的机电工、铁工、石工、瓦工、木工。限于当时的条件，施工以人工为主，机械为辅。大坝施工搬运土方主要以人力架子车为主，大坝碾压主要靠拖拉机牵引碌羊足碾，局部采用人工夯实。清基、隧道开挖、溢洪道开石，采用机械打眼及人工打眼相配合进行。

#### **3) 马勺沟水库**

马勺沟水库由铜川市印台区水利局组织当地的农民施工，施工技术人员为水利局的技术人员，施工队伍由当地民工组成，其中包括农村中有技术的机电工、铁工、石工、瓦工、木工。限于当时的条件，施工以人工为主，机械为辅。大坝

施工搬运土方主要以人力架子车为主，大坝碾压主要靠拖拉机牵引砵羊足碾，局部采用人工夯实。清基、隧道开挖、溢洪道开石，采用机械打眼及人工打眼相配合进行。

2 大坝运行情况回顾

三座水库大坝自建成后，一直在运行使用。运行情况简要回顾如下：

1) 桃曲坡水库于 1974 年 3 月 9 日蓄水，1975~1979 年 5 年补漏，建成至今水库正常发挥效益。

2) 豹村水库于 1978 年冬开始兴建，1985 年竣工并投入运行，至今已正常运行 21 年。

3) 马勺沟水库始建于 1970 年，1980 年 5 月竣工，当时坝高 25m。1980 年进行第一次大坝加高，1982 年 8 月完工时坝高达到 38.0m。1983 年 3 月完成土坝加高扫尾工程，使坝高达到 40.0m，并在坝顶修筑了高度为 1.0m 的防浪墙。1997 年，曾对大坝卧管进行了维修。该大坝 1980 年开始使用，正常运行 26 年。

3 座水库自建成以来未出现过非常和特殊情况（如大的汛情和大的地震）。水库的最高水位超过正常蓄水位，超出值不大，均未达到设计洪水位，说明水库只是经历了比正常高水位稍高水位的考验，还没有经受设计洪水以上洪水的考验，水库出现的最低水位均高于水库设计的死水位，坝前出现低水位以及水位升降情况，均未影响迎水坡的稳定，也没有发现异常情况。具体数值见表 2-1。

表 2-1 3 座水库历史水位极值表

水库名称	超出最高水位值/m	高出最低水位值/m
桃曲坡	789.0m/2003 年	762.8m/1979 年
豹村	784.82m/2003 年	768.0m/1997 年
马勺沟	/	/

泄洪设施包括溢洪道、泄洪洞、泄洪底洞、溢洪洞还未经受过大的洪水考验，但这些泄洪设施均不同程度的溢过洪、泄过洪，泄洪量不大，历时短，运行正常。

放水设施运行正常。

综上所述，3 座水库在多年运行中，运行情况属基本正常。

3 大坝安全鉴定及其结论

根据水利部《水库大坝安全鉴定办法（水管[1995]86 号）》（见本节附件 4.2.4-5）要求，在水库大坝运行期间，每 6-10 年对水库大坝进行一次全面安全检查或鉴定。三座水库主管部门分别于 2001、2002 年组织大坝安全专家组对三

座大坝进行了安全鉴定，鉴定活动时间、组织实施者如表 3-1 所示。

表 3-1 三座大坝安全鉴定汇总表

大坝	时间	组织实施者
桃曲坡水库大坝	2001.10	陕西省水利水电勘测设计院、 陕西省水库大坝安全管理监测中心、 西安理工大学、桃曲坡水库灌溉管理局
豹村水库大坝	2002	铜川市水务局、西安理工大学、耀州区水务局
马勺沟水库大坝	2001.6.1	印台区水务局、西安理工大学、印台区水工队

大坝安全审查从设计标准复核、设计洪水复核、大坝稳定复核、工程质量评价、工程质量评价、大坝安全评价等六个方面来综合评价大坝安全状况。

3.1 设计标准复核

3 座水库原设计标准是根据《水利水电枢纽工程等级划分及设计标准》（SDJ12-78）确定的，并报上级主管单位批准审定的。

安全鉴定按照现行国标《防洪标准》GB50201-94 和部颁《水利水电枢纽工程等级划分及设计标准》（SDJ12-78）进行复核，3 座水库大坝主要建筑物组成见表 3-2

表 3-2 3 座水库主要建筑物组成统计表

序号	名称	桃曲坡水库	豹村水库	马勺沟水库
1	大坝	√	√	√
2	溢洪道	√	√	√
3	放水洞	高洞、低洞	√	√

大坝主要建筑物的原批准审定的工程与本次按新标准复核的工程等级没有变化，见表 3-3

表 3-3 3 座水库大坝等级标准复核成果表

	项目	桃曲坡水库	豹村水库	马勺沟水库
原设计标准	工程等级标准	Ⅲ等（中型）	Ⅳ等（小(1)型）	Ⅳ等（小(1)型）
	主要建筑物标准	大坝Ⅱ、其余Ⅲ	Ⅳ级	四级
	次要建筑物标准	Ⅳ级	Ⅴ级	/
复核设计标准	工程等级标准	Ⅲ等（中型）	Ⅳ等（小(1)型）	Ⅳ等（小(1)型）
	主要建筑物标准	大坝Ⅱ、其余Ⅲ	Ⅳ级	四级
	次要建筑物标准	Ⅳ级	Ⅴ级	/
原设计标准是否符合要求		符合	符合	符合

## **3.2 设计洪水复核**

### **3.2.1 复核依据**

- (1)《防洪标准》(GB50201-94)
- (2)《水利水电工程设计洪水计算标准》(SL-93)
- (3)《水利工程水利计算规范》(SL104-95)

### **3.2.2 复核要求**

- (1) 分析原设计的径流、洪水、泥沙和水库调节的设计计算原则和结果，掌握水库运行以来的洪水发生情况和水库汛期调度原则和方案。
- (2) 在原设计的基础上延长水文系列，调查历史洪水，重新分析计算不同频率下的洪峰流量和洪量。
- (3) 采用不同方法分析计算，确定较为合理的复核成果，在计算过程中对洪水资料系列代表性进行分析，对成果的合理性进行评价。
- (4) 设计洪水过程线的推求，应选择资料较完整、精度较高，在设计条件下可能发生的实测洪水过程线进行推求。
- (5) 按照复核后的洪水标准和各水库泄洪建筑物的实际泄洪能力以及新的库容曲线进行水库调节计算，确定新的水库特征水位，为大坝超高符合提供可靠数据。
- (6) 复核成果与原设计成果进行比较，分析其合理性。
- (7) 提出洪水复核结论。

### 3.2.3 复核结果

3 座水库大坝洪水复核成果见表 3-4。

表 3-4 3 座水库大坝洪水复核成果表

	项目	单位	桃曲坡水库	豹村水库	马勺沟水库
原设计洪水情况	设计洪水标准	年	100	50	50
	设计洪峰流量	m <sup>3</sup> /s	2180	138	74
	设计洪水起调水位	m	/	784.82	1199.12
	设计洪水位	m	788.2	786.34	1202.03
	设计洪水下泄流量	m <sup>3</sup> /s	1350	67.8	35.6
	设计洪水总量	10 <sup>4</sup> ×m <sup>3</sup> /s/d	2313/1	92.7/1	56.5/1
原校核洪水情况	校核洪水标准	年	1000	200	500
	校核洪峰流量	m <sup>3</sup> /s	3880	228	129
	校核洪水起调水位	m	/	784.82	1200.24
	校核洪水位	m	790.5	787.64	1203.39
	校核洪水下泄流量	m <sup>3</sup> /s	2660	176	71.0
	校核洪水总量	10 <sup>4</sup> ×m <sup>3</sup> /s/d	4516/1	117.9/1	123
一九九八年洪水复核情况	设计洪水标准	年	100	50	50
	设计洪峰流量	m <sup>3</sup> /s	1780	134	74
	设计洪水位	m	787.46	786.29	1202.03
	设计洪水下泄流量	m <sup>3</sup> /s	1200	66.3	21.6
	设计洪水总量	10 <sup>4</sup> ×m <sup>3</sup> /s/d	2768/1	97.6	56.5/1
	设计洪水起调水位	m	784	784.82	1203.39
	校核洪水标准	年	1000	500	500
	校核洪峰流量	m <sup>3</sup> /s	3250	387	405
	校核洪水起调水位	m	784	784.82	
	校核洪水位	m	789.38	788.4	1203.39
	校核洪水下泄流量	m <sup>3</sup> /s	2420	205	59.30
	校核洪水总量	10 <sup>4</sup> ×m <sup>3</sup> /s/d	4902/1	189	123/1
	现坝顶高程	m	792.0	789.8	1204.9
	防浪墙高程	m	无	无	1205.9
	洪水复核结论		安全	安全	安全



### 3.3 坝体稳定复核

#### 3.3.1 大坝基本情况

3 座水库大坝坝体基本情况见表 3-5。

表 3-5 3 座水库大坝坝体基本情况

项目	单位	桃曲坡水库	豹村水库	马勺沟水库
坝型		均质土坝	均质土坝	均质土坝
坝顶高程	m	792.0	789.8	1204.90
坝底高程	m	731.0	760.6	1164.9
坝高	m	61	29.2	40
工程等级		III等	IV等	IV等
大坝建筑级别		三级	四级	四级
大坝地震烈度	度	6	6	6
设计洪水标准	年	100	50	50
设计洪水流量	m <sup>3</sup> /s	1780	138	271
设计洪水位	m	787.46		1202.03
校核洪水标准	年	1000	500	500
校核洪水流量	m <sup>3</sup> /s	3250	387	405
校核洪水位	m	789.38	788.4	1202.28
水库正常挡水位	m	784.0	784.82	1196.9
上游坝坡级数	级	4	1	2
一级坝坡坡比		1: 2.5	1:3.0	1:2
二级坝坡坡比		1: 3.0	/	1:3
三级坝坡坡比		1: 3.5	/	/
四级坝坡坡比		1: 3.0	/	/
下游坝坡级数	级	4	3	3
一级坝坡坡比		1: 2	1:2.5	1:2.5
二级坝坡坡比		1: 2.5	1:2.75	1:2.75
三级坝坡坡比		1: 3.0	1:2.75	1:3
四级坝坡坡比		1: 1.5	/	/

#### 3.3.2 大坝稳定复核内容

大坝稳定复核的主要内容有：

- (1) 坝体超高复核。根据洪水复核结果进行坝体超高复核，验证坝顶高度的安全性。
- (2) 坝体渗透稳定性复核。
- (3) 上、下游坝体坡度稳定性复核。对上下游坝坡进行水位降落期、稳定渗流期及遭遇地震时的稳定性分析计算，验证坝坡稳定性。

3.3.3 依据标准、规范

大坝安全稳定复核依据的标准规范如下：

- (1)《水利水电枢纽工程等级划分及设计标准（山区、丘陵区）》（SDJ12-78）。
- (2)《碾压式土石坝设计规范》（SDJ218-84）。
- (3)《水工建筑物抗震设计规范》（SDJ10-78（试行））。
- (4)《陕西省地震审查监视防御分布图》1996.1。

3.3.4 大坝超高复核

根据规范大坝超高复核计算如下：

$y=R+e+A$

式中：

- y---坝顶超高， m
- R---最大波浪在坝坡上的爬高， m
- e---最大风壅水面高度， m
- A---安全加高， m

计算风浪爬高和风壅水面高度采用《碾压式土石坝设计规范》（SDJ218-84）附录---莆田试验站公式。

依据《碾压式土石坝设计规范》（SDJ218-84）4.4.3 条，应分别按以下运行情况计算：

- (1) 设计洪水位加正常情况的坝顶超高。
- (2) 设计洪水位加非常情况的坝顶超高。
- (3) 设计洪水位加非常情况的坝顶超高再加地震安全超高。

计算结果及分析见表 3-6

表 3-6 3 座水库大坝超高复核成果表

项 目		桃曲坡水库	豹村水库	马勺沟水库
坝 高 复 核	现坝定高程/m	792.0	789.8	1204.9
	现防浪墙坝定高程/m	793.0	无	1205.9
	坝底高程/m	731.0	760.6	1164.9
	坝高/m	61	29.2	40
	复核坝顶高程/m	790.75	789.56	1204.9

表中所列大坝超高复核值为各水库大坝各种情况下所计算最高坝顶高程，可知水库大坝现坝顶高程均高于复核坝顶高程，均满足要求。

3.3.5 渗透稳定分析

进行渗透计算是为了确定设计情况下的浸润线及等势线，以进行坝坡稳定分

析，计算渗透量，渗透坡降，判断渗透稳定性，确定坝体自由水面位置。

按照《碾压式土石坝设计规范》（SDJ218-84）第 7.1.2 条规定，大坝渗透稳定分析计算主要分析在上游正常高水位与下游相应的最低水位情况下大坝的渗透稳定。

计算断面取河床最大断面、设计不利断面或在运行管理中已发现渗透水量较大的断面进行渗透稳定复核。参数指标及计算结果见表 3-7。

表 3-7 3 座水库大坝渗透稳定分析成果表

项 目		单位	桃曲坡水库	豹村水库	马勺沟水库
大坝 渗流 稳定性 分析	试 值	坝体填土（水平）	cm/s	$3.02 \times 10^{-7}$	$3.1 \times 10^{-5}$
		淤积层（垂直）	cm/s	$1.00 \times 10^{-4}$	$1.00 \times 10^{-4}$
		坝基（水平）	cm/s	$8.00 \times 10^{-4}$	$6.56 \times 10^{-4}$
		坝基（垂直）	cm/s	$8.00 \times 10^{-4}$	$7.2 \times 10^{-4}$
	渗 透 坡 降	平均值		0.72	0.69
		最大值		0.82	0.93
		最小值		0.19	0.32
		允许渗透坡降		3	3
		是否渗透稳定		稳定	稳定
	渗 流 量	单宽渗流量	m <sup>3</sup> /d/m	1.70	0.035
		总渗流量	m <sup>3</sup> /d	510	120

从表 3-7 可知各水库大坝填土计算的渗透坡降均小于  $i_{允}$ ，能满足渗透稳定的要求。

3.3.6 坝坡稳定分析

计算按《碾压式土石坝设计规范》（SDJ218-84）和《水工建筑物抗震设计规范》（SDJ10-78（试行））进行，坝坡稳定分析采用瑞典圆弧法计算，并用简化的毕肖普法、美国工程师团法、罗厄法进行校核。

计算断面取河床最大断面，最薄弱断面或在运行管理中已发现渗透水量较大或出现裂缝的断面进行大坝稳定复核。有关填土的计算指标采用土工试验指标，如表 3-8

表 3-8 3 座水库大坝稳定计算有关主要材料特性表

项 目		单位	桃曲坡水库	豹村水库	马勺沟水库
坝体填土物理力学性质	含水量	%	18.03	22.2	3.23
	湿容重	$\text{g/m}^2$	2.02	2.01	0.53
	干容重	$\text{g/m}^2$	1.71	1.60	0.35
	饱和容重	$\text{g/m}^2$	2.08	2.10	6.69
	垂直渗透系数	$\text{cm/s}$	$1.68\text{E-}7$	$2.2\times 10^{-5}$	$1.10\times 10^{-5}$
	水平渗透系数	$\text{cm/s}$	$3.02\text{E-}7$	$3.1\times 10^{-5}$	$8.12\times 10^{-6}$
	总应力指标 C	KPa	40	34	6.69
	总应力指标 $\phi$	度	21	20	1.25
	有效应力指标 $C'$	KPa	20	33	5.98
	有效应力指标 $\phi'$	度	25	24.6	2.32

计算分两种情况：

(1) 正常运行情况：

A) 上游正常高水位降落至死水位或淤积层时，对上游坝坡的稳定计算。

B) 上游正常高水位，下游最低水位条件下时，对下游坝坡的稳定计算。

(2) 非常运行情况：

C) 上游正常高水位降落至死水位或淤积层时，对并遭遇地震情况下的上游坝坡的稳定计算。

D) 上游正常高水位，而下游最低水位时，对并遭遇地震情况下，对下游坝坡的稳定计算。

按照以上 4 种情况经过稳定计算，其结果坝坡最小安全系数见表 3-9

表 3-9 3 座水库大坝稳定安全系数成果表

项 目		桃曲坡水库	豹村水库	马勺沟水库
正常运行	上游坡安全系数	1.56	1.19	1.323
	下游坡安全系数	1.43	1.24	1.171
	规范要求安全系数	1.20	1.15	1.15
非常运行	上游坡安全系数	/	/	/
	下游坡安全系数	/	/	/
	规范要求安全系数	/	/	/
结论	上游坡	稳定	稳定	稳定
	下游坡	稳定	稳定	稳定

根据表 3-9 可知大坝安全系数计算结果均能满足规定的安全系数要求。

3.4 工程质量评价

各水库大坝主管单位委托有关科研单位对于坝体进行了土工试验，试验内容主要包括渗透系数、允许渗透坡降、渗流量以及大坝坝体填土的土壤物理力学指标。

分析结果显示 3 座大坝的各项渗透指标，如坝体、坝基水平、垂直的渗透系数以及渗透坡降、渗透量等均能满足渗透稳定要求。

3.5 工程运行评价

（1）工程运行评价：3 座水库自建成蓄水至今，大坝都经受了正常蓄水位及低水位运行的考验。从工程安全监测结果来看，目前大坝的沉陷量随时间的推进而变小，有的已经趋于稳定。水平位移目前也已趋于稳定，从建成至今大坝的运行基本是正常的，没有发现异常变化。

（2）溢洪、输水设施虽未经受大洪水的考验，但各库均已不同程度运用多次，工作情况正常，没有出现重大问题。

（3）工程安全监测：各库均有一些简易设备进行监测。对大坝监测内容包括：坝体沉降、垂直、水平位移、浸润线、绕坝渗透等项目，各库基本上能够按照有关标准进行监测，基本上达到了监测目的。

（4）通讯及交通：各库通讯手段落后陈旧，尚达不到准确、迅捷的对外联络的目的。水库对外交通条件差，上坝道路等级标准低，缺少交通工具，防汛抢险难度大。

3.6 大坝安全评价

（1）设计标准

3 座水库设计标准如表 3-10 所示：

表 3-10 3 座水库设计标准表

水库名称	水库工程等级	大坝工程等级	防洪标准	
			设计	校核
桃曲坡	中型	三级建筑物	100 年一遇	1000 年一遇
豹村	小（一）型	四级建筑物	50 年一遇	500 年一遇
马勺沟	小（一）型	四级建筑物	50 年一遇	200 年一遇

(2) 洪水复核

表 3-11 3 座水库洪水复核成果表

设计洪水	桃曲坡水库			豹村水库			马勺沟水库		
	频率 (%)			频率 (%)			频率 (%)		
	2	0.5	0.2	2	0.5	0.2	2	0.5	0.2
原设计值	2180	3880	/	138	176	/	1202	/	1203
复核值	/	/	/	134	/	387	1202	/	1203

(3) 大坝稳定复核

大坝稳定复核按照《碾压式土石坝设计规范》(SL274-2001) 及《水工建筑物抗震设计规范》SDJ10-78 进行, 地震设防烈度为 7 度。

大坝稳定分析计算采用抗剪强度计算公式, 通过计算, 当发生设计洪水、校核洪水、地震时, 大坝抗滑稳定安全系数分别如表 3-12 所示。上述大坝抗滑稳定安全系数均能满足规范要求, 大坝稳定。

表 3-12 不同情况下大坝抗滑安全系数复核成果表

水库名称	设计洪水时	校核洪水时	地震时
桃曲坡	/	/	7°
豹村	/	/	7°
马勺沟	1202.07	1203.19	7°

(4) 大坝质量评价

大坝运行以来外观完整, 对于现状质量状况进行钻孔、压水试验、取样分析、钻探声波测井等方法进行了综合勘察, 分析认为目前坝体质量尚好。

大坝安全鉴定结果汇总如表 3-13 所示：

表 3-13 大坝安全鉴定结果汇总表

项 目		大坝所在水库名称		
		桃曲坡水库	豹村水库	马勺沟水库
安全等级		二类	二类	二类
大坝安全鉴定评价分析	洪水标准复核结果	达到 GB50201-94 洪水标准		
	抗震稳定复核结果	<6°	<6°	<6°
	结构稳定分析评价	在允许荷载的各种组合情况下，最小稳定安全系数大于规范值，水库大坝目前运行安全		
	渗流稳定分析评价	经复核，大坝渗流量在允许范围内，大坝无渗流溢出，大坝渗流稳定		
	运行情况回顾	三座水库大坝自建成后，一直在运行使用，大坝不存在沉陷、滑坡、裂缝等现象		
	存在主要问题	①左右坝肩存在浅层裂缝 ②溢洪道高边顶部出现坡裂缝 ③仍存在库区渗漏问题 ④大坝安全监测系统设备老化、通讯系统落后 ⑤高低放水闸启闭机及闸门损坏，影响运行	①缺乏大坝安全监测设施设备 ②上坝公路等级较低 ③通讯系统落后	①缺乏大坝安全监测设施设备 ②通讯系统落后、 ③高低放水闸启闭机及闸门老化，影响运行

综上所述，项目涉及的三座大坝自建成以来，运行良好，大坝安全鉴定结论表明大坝无严重安全隐患，能够为本项目所利用。

针对三座大坝目前存在的问题，建议作如下处理：

- ① 对裂缝进行开挖、回填，对坝体充填灌浆处理；
- ② 削坡减载处理，消除隐患；
- ③ 查找库区渗漏点，进行补漏处理；
- ④ 建立满足要求的大坝安全监测系统，
- ⑤ 对通讯系统进行改造和加强；
- ⑥ 更换、维修启闭机和闸门；

⑦ 铺设、修筑上坝公路，提高公路等级。

## 4 大坝安全审查指南

### 4.1 适用范围

该指南适用于以下大坝，或直接从属于该工程的在建大坝：

4.1.1、坝高 $\geq 15\text{m}$ 的大坝，以及那些出于安全考虑也需要审查的 $< 15\text{m}$ 的大坝；

4.1.2、未接受过安全审查，且在过去 6~10 年中未被授予安全许可的大坝；

4.1.3、在过去 6~10 年内接受过安全审查、被评为“三级大坝”，但是没有加固也没有被授予安全许可的大坝；

4.1.4、坝高介于 10~15m 之间，蓄水量 $> 100 \times 10^4 \text{ m}^3$ 以上的小型大坝。

### 4.2 安全审查组织

4.2.1、大坝的安全审查由该项目省项目办组织和实施。该部门须指定相关专业人员成立致力于大坝安全审查的临时专家小组。

4.2.2、该专家小组一般由 3 名专业人员组成，成员资历要求包括：

1) 水利专业技术人员 1 人；

2) 水文工程专业技术人员 1 人；

3) 大坝工程专业技术人员 1 人；

4) 每个成员须具备在该领域从事专业技术工作 15 年以上的工作经历。

该专家组每年工作一周时间，负责检查项目涉及的所有大坝，检查大坝运行、维护情况以及大坝出现的安全问题，提出运行、维护的建议、措施以及管理维护的要求，最终形成一份大坝安全检查报告报世界银行。

### 4.3 审查程序及报告内容

4.3.1、省项目办将制定大坝安全审查参考条款和工作计划，并且指定专家小组。

4.3.2、大坝运行和维护部门须提供以下文件和材料以供安全审查：

1) 大坝运行和维护报告；

2) 关于调查、审查和设计大坝的相关信息和数据；

3) 关于建造大坝的相关信息和数据（包括所用建筑材料的清单）；

4) 大坝投入使用的移交过程中的记录和图纸；



- 5) 大坝每年运行和维护的相关材料和记录;
- 6) 有关大坝安全监控、数据编制以及数据和结果分析的材料和记录。

4.3.3、省项目办须指定一个相应的研究机构对大坝安全进行分析和评估,并准备正式的报告。该正式报告须包含以下几个方面:

- 1) 洪水设计的审查,包括对水文计算,水库防洪调度计划的审查;
- 2) 地震设计的审查,包括地震裂度以及大坝的抗震性;
- 3) 技术质量分析和评估,包括大坝建造期以及当前的技术质量;
- 4) 有关结构的渗漏稳定性分析,包括大坝的变形;
- 5) 大坝的运行情况分析,包括大坝老化情况的分析;
- 6) 对大坝安全的总体评估,并准备一份用来陈述有关大坝安全的结果的报告;
- 7) 运行及维护计划,包括组织结构,工作人员,技术专家,运行及维护程序以及安全监测系统(见大坝运行及维护指南)
- 8) 紧急情况预案,明确指定各职责部门的职责,当大坝不能正常工作的危险即将发生时,或当按计划排放的水流量威胁到下游的生命、财产或依赖于水流量水平的经济时,使各部门各司其职,包括:清楚的说明大坝运行决策制定的责任内容和相关紧急情况下通信的责任内容;在地图上标出在各种紧急情况下的淹没线;洪水预警系统及其特点;受灾地区的转移疏散程序以及紧急援助、支持和设备的运送程序(见大坝应急方案指南)。

4.3.4、在大坝安全审查期间,为了便于研究和评判,有必要开展补充调查和测试以取得更多的信息时,省项目办应该指派有效的小组来开展该项工作。小组须按要求展开调查,进行研究,并就调查结果形成报告。

4.3.5、省项目办须每年组织一次大坝现场检查。专家小组和大坝安全分析评估小组须参加该项检查。专家组在审查大坝安全评价报告的基础上对工程现场进行检查。现场检查内容包括:

- (a) 大坝:建造的年份;建筑质量;渗漏状况和趋势;大坝在运行过程的稳定性;
- (b) 溢洪道:建造年份;建筑质量;结构稳定性;
- (c) 放水工程:建筑质量;运行情况;结构稳定性;

(d) 金属结构：使用期限；机械提升装置的运行情况；闸门的情况；

(e) 大坝监控设备：运行情况。

大坝运行和维护部门应全力配合该项工作。检查工作结束后，须写出一份《大坝安全现场检查报告》。

4.3.6、专家小组应对上述信息，材料和报告内容进行讨论，最终对大坝安全作出总体评估，并决定大坝的级别。

若一个大坝被评为三级大坝，有必要明确指出，对大坝的最大蓄水量和最高水位线的规定工作应优先于加固大坝和调整大坝的工作。安全审查报告完成后应上交到更高级别的大坝行政管理部门，并进行审查与存档。

#### 4.4 经费预算

该工程由大坝安全审查经费进行财政支持。大坝安全审查合同的订立应与世界银行《选择和雇佣顾问指南》相一致。

据调查，项目区共有 3 座大坝需要审查，审查费用共计 7 万元人民币。本项目主管部门将向当地的大坝行政管理部门通报大坝安全审查结果，尤其是对于被评为三类坝的大坝，但不负担加固资金。大坝的整治经费由大坝行政管理部门筹集。

#### 4.5 资金来源

大坝安全审查后，如有必要进行大坝加固和调整工作，应由该大坝管理部门筹措。资金来源可以是以下几种渠道：

(a) 当地财政厅（局）基础建设预算（包括特殊基金）；

(b) 水利工程建设基金，用来建设水利工程，可从以下两种来源获得：

    当地政府基金（通过行政事业性收费）

    省级人民政府批准的防洪专项经费，整合成地方水利基建资金

(c) 从国内银行或其他金融机构的贷款；

(d) 经过国家允许，通过发行政府公债筹集的资金；

(e) 向外国政府或国际金融机构筹集的资金；

(f) 其他用于水利建设计划的合法资金（如以工代赈资金，农业发展基金等）

### 5 大坝安全管理与维护工作

中国对大坝安全非常重视，相继出台了专门法规和规章，建立了健全的

管理机构负责大坝的安全管理与维护工作。

A. 管理依据和管理要求

大坝安全管理工作依据

大坝安全管理工作，根据 1991 年 3 月 22 日国务院第 78 号令颁布的《水库大坝管理条例》和水利部水管[1995]86 号《水库大坝安全鉴定办法》）等进行。

大坝安全管理要求主要包括：

1) 安全调度计划。每座水库大坝的管理单位，每年都要结合大坝的最新检查情况，制定控制运行计划，按分级管理向主管单位报批后，严格按计划执行，确保水库安全；

2) 安全检查。坚持执行定期检查，包括汛前、汛后检查和特殊检查，检查结果分别上报管理单位和主管单位；另外，大坝运行期每 6-10 年进行一次全面安全检查或鉴定。

3) 连续和定期观测。大坝的各个组成部分都要连续（由预埋仪表等监测）和定期观测，并及时进行资料分析，以了解工程的安全情况；

4) 防汛工作。对防洪工程实行行政首长负责制，根据事先制订的防汛预案，开展防汛工作，确保大坝度汛安全。

5) 应急计划。对超标准洪水，制定有应急计划，确保大坝安全，使灾害减少到最低限度。

B. 管理机构

上述三座水库中，桃曲坡水库属于陕西省桃曲坡水库灌溉管理局管理的中型水库，其余两座均为区水利局管理的小型水库。水库的日常管理和维护由水库管理机构负责，大坝管理由相应水库管理机构的负责，机构及职责范围见表 4-1。

表 4-1 三座水库大坝管理机构简表

水库	管理机构	人员数量	职责范围
桃曲坡水库大坝	桃曲坡水库灌溉管理局	156	日常管理和维护
豹村水库大坝	耀州区水利局	20	日常管理和维护
马勺沟水库大坝	印台区水利局	15	日常管理和维护

C. 安全管理实施计划

三座水库管理机构都根据上述要求制订了详细的安全管理实施计划，包括管理目标、任务安排、岗位责任制等。大坝日常安全管理按水库安全管理实施计划实施。

## 6 省项目办管理工作

在本项目实施和运行期间，省项目办将及时收集各水库大坝每年汛前、汛后、和特别安全检查报告，组织一个由 3 名专家组成的临时大坝安全检查小组每年对大坝安全情况进行一次检查，汇总形成报告并报世行（纳入世行的年度报告中）。

该专家组每年工作一周时间，负责检查项目涉及的所有大坝，检查大坝运行、维护情况以及大坝出现的安全问题，提出运行、维护的建议、措施以及管理维护的要求，最终形成一份大坝安全检查报告报世界银行。

## 7 大坝安全基本结论

本项目三个项目点将从水库引水作为饮用水水源，涉及的三座水库均为已建成水库，大坝都已正常运行多年。由水库主管部门组织的大坝安全专家组在 2001、2002 年进行的全面安全鉴定表明，三座大坝均为二类坝，运行正常、安全稳定。

本项目从水库引水量相对很小，引水工程量小、施工短暂，工程施工不会对大坝安全造成影响。

本项目涉及的项目区均为远离大坝的农村，通过管道引水到项目点作为饮用水水源。由于各项目点均有一些其它水源可作临时饮用水源，短时大坝安全问题对项目点的影响相对较小。

水库取水取水点都在大坝上游，所以即使出现短时大坝安全的情况，项目也不会遭受财产损失。

大坝下游河流沿岸居民较少，且大都距离河流较远，短时的大坝安全问题带来的洪水下泄不会影响到下游居民的生产生活活动。

中国目前大坝安全管理的法规、规章比较完善，三座水库均有专门管理机构进行大坝安全管理。政府部门每年都组织大坝安全专家对大坝进行汛前、汛后和专项检查，保障大坝正常、安全、稳定运行。

在本项目实施、运行期间，项目办将聘请水利、水工、大坝等方面的专家组建大坝安全专家组，每年对大坝安全情况进行一次检查，汇总评价并报世行。

本报告附件如下：

附件 5-1 关于桃曲坡等三座水库二类坝安全鉴定成果的核查意见（2001.10）

附件 5-2 铜川市耀州区豹村水库大坝安全鉴定报告（2006.6）

附件 5-3 铜川市印台区马勺沟水库大坝安全鉴定报告（2006.3）、关于马勺沟水库大坝安全鉴定报告的补充

附件 5-4 水库大坝安全审查指南

附件 5-5 水库大坝运行和维护指南

附件 5-6 大坝安全应急预案指南