

# 固原市隆德县中森骨干坝溢洪道设计方案

王 睿

宁夏河海工程咨询管理有限公司 宁夏银川 750000

**摘要:** 中森骨干坝于2000年8月建成, 主要作用是拦泥。由土坝和放水卧管两部分组成。骨干坝总库容164.40万 $m^3$ 。其中: 拦泥库容50.0万 $m^3$ , 滞洪库容114.4万 $m^3$ 。设计洪水标准30年一遇, 校核洪水标准300年一遇。

**关键词:** 骨干坝; 溢洪道

## Design of spillway for Zhongsen backbone dam in Longde County, Guyuan City

Rui Wang

Ningxia Hehai Engineering Consulting Management Co., Ltd. Ningxia Yinchuan 750000

**Abstract:** Zhongsen Key Dam was built in August 2000, and its main function is to retain mud. It is composed of an earth dam and a horizontal drain pipe. The total storage capacity of the main dam is 1.644 million  $m^3$ . Among them, the silt retaining storage capacity is 500000  $m^3$  and the flood detention storage capacity is 1.144 million  $m^3$ . The design flood standard is once in 30 years, and the check flood standard is once in 300 years.

**Keywords:** backbone dam; spillway

### 1 溢洪道泄量规模

#### 1.1 来洪过程

骨干坝上游无其他水利工程, 区间设计洪水过程线( $p=3.33\%$ )如下表1-1。

#### 1.2 泄量计算

拟建开敞式溢洪道堰顶高程为2040.5m(坝顶高程为2044.0m), 堰顶宽度为2.5m。溢流堰为宽顶无坎平底堰, 泄洪流量按下式计算。

$$Q = \sigma_s m n b \sqrt{2g} H_0^{1.5}$$

式中:  $\sigma_s$ —淹没系数, 由于堰末接陡坡明渠, 为自由出留  $\sigma_s=1.0$ ;

$m$ —计及侧收缩系数的流量系数, 对于单孔闸, 按《水力计算手册》表3-2-4直接查出流量系数,  $m=0.36$ ;

$n$ —孔数;  $n=1$ ;

$b$ —单孔净宽;  $b=2.5m$ ;

$H_0$ —包括行进流速水头的堰顶水头, 行进流速较小, 可忽略不计, 故,  $H \approx H_0$ ;

溢洪道泄洪流量计算成果见下表1-2。

表1-1 设计洪水过程线 单位:  $m^3/s$

时刻	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
洪峰流量	0.0	9.2	11.6	7.6	20.3	31.0	3.8	0.2	0.0	7.7	23.4	20.8	2.5	16.5	3.8	0.3	0.0	0.0

表1-2 溢洪道泄量计算成果表

高程H (m)	泄量 ( $m^3/s$ )
2040.5	0.00
2041	1.41
2042	7.32
2043	15.75
2044	26.09

### 1.3 骨干坝特性曲线表

表1-3 骨干坝特性曲线表

水位 (m)	面积 (万 $m^2$ )	库容 (万 $m^3$ )
2012	0.00	0.00
2014	0.03	0.03
2016	0.36	0.42
2018	0.89	1.67

水位 (m)	面积 (万 m <sup>2</sup> )	库容 (万 m <sup>3</sup> )
2020	1.55	4.11
2022	2.12	7.78
2024	2.90	12.80
2026	3.82	19.52
2028	4.70	28.04
2030	6.21	38.95
2032	7.56	52.72
2034	8.26	68.54
2036	9.77	86.57
2038	11.15	107.49
2040	12.09	130.73
2042	14.10	156.92
2044	15.83	186.85

#### 1.4 调洪演算

起调水位为溢洪道底板高程, 即为2040.50m。根据骨干坝设计洪水过程线、溢洪道泄量计算成果表及骨干坝特性曲线表进行调洪计算, 调洪过程见下表1-4。

表 1-4 骨干坝设计洪水调洪过程表

序号	时刻 (h)	入库洪水量 (m <sup>3</sup> /s)	水库水位 (m)	水库库容 (万 m <sup>3</sup> )	下泄流量 (m <sup>3</sup> /s)
1	0	0.00	2040.50	137.28	0.00
2	1	9.23	2040.62	138.88	0.34
3	2	11.55	2040.89	142.36	1.09
4	3	7.63	2041.11	145.25	2.05
5	4	20.27	2041.41	149.21	3.84
6	5	30.97	2041.97	156.46	7.11
7	6	3.82	2042.19	159.83	8.96
8	7	0.22	2042.04	157.56	7.68
9	8	0.01	2041.86	155.06	6.48
10	9	7.73	2041.79	154.19	6.09
11	10	23.40	2042.03	157.34	7.55
12	11	20.83	2042.35	162.10	10.23
13	12	2.48	2042.38	162.56	10.50
14	13	16.52	2042.36	162.24	10.31
15	14	3.83	2042.35	162.19	10.29
16	15	0.34	2042.17	159.51	8.78
17	16	0.02	2041.98	156.70	7.22
18	17	0.00	2041.80	154.30	6.13
19	18	0.00	2041.64	152.25	5.21

从以上调洪过程表可以看出, 溢洪道最大泄量为10.5m<sup>3</sup>/s, 对应最高水位为2042.38m, 原校核洪水位为2042.50m, 计算的最高水位低于原校核洪水位0.12m, 本次设计溢洪道流量规模确定为10.5m<sup>3</sup>/s。

## 2 溢洪道布置及结构设计

根据地形条件, 开敞式溢洪道布置在左坝肩桩号K0-11.5位置。主要由进口段、控制段、明渠、陡坡、消力池及海曼组成。建筑物基础位于泥岩、角砾层上, 底板下设0.1m厚的C15砼垫层。结构参考《溢洪道设计规范》(SL253-2018)、已建工程案例, 设计溢洪道为矩形断面, 整体式现浇钢筋砼结构, 砼强度等级C25, 抗冻等级F150, 抗渗等级W4。

### 2.1 进口段

底板高程2040.5m, 水平长8.43m, 底板厚0.3m, 进口宽6.0m, 收缩角12°。进口处底板下设2.0m深的齿墙, 厚0.5m, 边墙高0.5-3.5m。

### 2.2 控制段

控制段为钢筋砼箱涵, 为防止发生接触渗流破坏, 两侧设钢筋砼刺墙与坝体连接, 长2.7m, 厚度0.3-0.6m, 箱涵顶高程2044.0m, 控制段长4.6m, 底宽2.5m, 底板厚度0.5m, 侧墙顶宽0.4m, 内则垂直, 外边坡1:0.2, 顶板厚度0.3m, 交通桥两侧布设钢筋砼防撞墩。进口段与控制段之间设沉降缝, 缝宽3cm, 用橡胶止水带止水。

### 2.3 一级明渠

控制段后接一级明渠, 水平长16.12m, 纵向坡比1/100, 底宽2.5m, 根据水面线确定, 边墙高1.6-3.5m, 转弯段半径12.5m, 转角50°, 明渠出口高程2040.34m。中间设伸缩缝, 缝宽3cm, 用橡胶止水带止水。伸缩缝处底板下设齿墙, 深1.0m, 宽0.8m。

### 2.4 一级陡坡

一级明渠后接一级陡坡, 水平长27.4m, 比降1/3.0, 进口高程2040.34m, 出口高程2031.21m, 落差9.13m。底宽2.5m, 根据水面线确定, 边墙高1.0-2.3m, 中间设伸缩缝、齿墙, 结构与上述相同。

### 2.5 一级消力池及二级明渠段

一级陡坡末端接一级消力池(SUBIII型), 水平长8.0m, 底宽2.5m, 底板厚0.4m, 根据消力池跃后水深确定, 边墙高2.3m, 边墙顶部宽0.3m, 内侧垂直, 外侧边坡1:0.1。消力池底板高程2031.21m, 趾墩高0.3m, 间距及墩宽均为0.3m, 中墩高0.5m, 间距及墩宽均为0.4m, 迎水面垂直, 顶部宽0.3m, 背水面边坡1:1, 尾坎高0.5m, 迎水面边坡1:2.0, 顶部宽0.3m, 背水面垂直。

一级消力池后接二级明渠段, 水平长9.0m, 纵向坡比1/100, 底宽2.5m, 边墙高1.6-2.3m, 明渠出口高程2031.12m。

一级消力池与二级明渠之间设沉陷缝、齿墙, 结构

与上述相同。

根据水利计算手册(2006版):  $FRC=6.77 > 4.5$ , 收缩断面流速为  $12.32\text{m}^3/\text{s} < 15\text{m}^3/\text{s}$ , 因此, 可采用 USBR111 型消能池消能。

由于趾墩的存在使得收缩水深变为  $h_{c1}$ 。  $h_{c1}$  可由下式解出

$$\frac{h_1}{2} \left[ \sqrt{1 + 8 \times \frac{aq^2}{gh_1^3}} - 1 \right]$$

$$16.1h_{cr}^3 - (24.8Fr_{c1}^2 + 52.2)h_{cr} + 32.2Fr_{c1}^2 = 0,$$

式中:  $h_{c1} = h_{c1}/h_c$

相应的跃后水深  $h''_{c1}$  可由下式

$$h''_{c1} = \frac{h_{c1}}{2} \left[ \sqrt{1 + 8 \times Fr_{c1}^2} - 1 \right]$$

$$\text{式中: } Fr_{c1} = \frac{q}{h_{c1} \sqrt{gh_{c1}}}$$

计算得:  $h_{c1} = 0.81$ ,  $h_{c1}'' = 1.75$ 。

趾墩墩宽和间距可近似等于  $h_c = 0.34$ , 取  $0.3\text{m}$ 。

中墩高度  $h_3$ 、尾坎高  $h_4$  由图 4-2-16 查出。  $h_3 = 0.5\text{m}$ ,  $h_4 = 0.5\text{m}$ 。

趾墩、中墩间距布置参考图 4-2-15-USB111 型消能池(水力计算手册)。

消力池长  $L_k$  由图 4-2-17 查出,  $L_k = 7.6\text{m}$ , 取  $8.0\text{m}$ 。

消力池边墙高度  $H = h_{c1}'' + 0.5 = 1.75 + 0.5 = 2.25$ 。取  $H = 2.3\text{m}$ 。

### 2.6 二级陡坡

二级明渠后接二级陡坡, 水平长  $62.0\text{m}$ , 比降  $1/3.0$ ,

进口高程  $2031.12\text{m}$ , 出口高程  $2010.45\text{m}$ , 跌差  $20.67\text{m}$ 。底宽  $2.5\text{m}$ , 边墙高  $1.0\text{--}2.5\text{m}$ 。中间设伸缩缝、齿墙, 结构与上述相同。

### 2.7 二级消力池

二级陡坡末端接二级消力池(SUBIII型), 水平长  $10\text{m}$ , 底宽  $2.5\text{m}$ , 底板厚  $0.4\text{m}$ , 边墙高  $2.5\text{m}$ , 边墙顶部宽  $0.3\text{m}$ , 内侧垂直, 外侧边坡  $1: 0.1$ 。消力池底板高程  $2010.45\text{m}$ , 趾墩高  $0.3\text{m}$ , 间距及墩宽均为  $0.3\text{m}$ , 中墩高  $0.6\text{m}$ , 间距及墩宽均为  $0.4\text{m}$ , 迎水面垂直, 顶部宽  $0.3\text{m}$ , 背水面边坡  $1: 1$ , 尾坎高  $0.6\text{m}$ , 迎水面边坡  $1: 2.0$ , 顶部宽  $0.3\text{m}$ , 背水面垂直。二级消力池长度、边墙高度计算方法同一级消力池。

### 2.8 海漫段

三级明渠出口铺设  $5.0\text{m}$  长的干砌石海漫, 厚度  $0.5\text{m}$ , 底宽  $8.5\text{m}$ 。

## 3 结束语

骨干坝下游有居民、道路, 垮坝洪水影响防洪安全, 新增溢洪道是必要的, 溢洪道流量规模应根据设计洪水, 通过调洪演算确定。溢洪道应根据实际地形条件进行布置、结构参考《溢洪道设计规范规范》、已建成功实例进行确定。

### 参考文献:

- [1] 《水土保持工程设计规范》GB51018-2014.
- [2] 《水工混凝土结构设计规范》(SL191-2008).
- [3] 《溢洪道设计规范》(SL253-2018).
- [4] 《水利计算手册》(2006版).