

彭阳县西岔洼大型淤地坝布置方案

马向军¹ 韩亚男²

1. 宁夏河海工程咨询管理有限公司 宁夏 银川 750000

2. 彭阳县水务局 宁夏 彭阳 756500

摘要：淤地坝是防治水土流失的一项重要工程措施，具有拦泥淤地、调蓄洪水、改善生态环境、兼顾交通等多项功能，深受治理区干部群众的欢迎。随着时间推移，规划新建的淤地坝一般兼具多项功能，受各项条件限制，淤地坝布置和设计难度不断增加。本文通过实际案例希望能够为淤地坝规划设计、建设同仁提供一种布置思路。

关键词：西岔洼；淤地坝；布置

1 项目背景

淤地坝是黄土高原治理水土流失的一项有效措施，国家发展改革委、水利部在2003-2008年实施了黄土高原地区淤地坝试点工程。工程实施后，起到了很好的示范带动作用，有效保护了区域水土资源、有力促进了脱贫攻坚和生态文明建设，深受治理区干部群众的欢迎。2021年6月国家发展改革委、水利部下发了《黄河流域淤地坝建设和坡耕地水土流失综合治理“十四五”实施方案》，要求在山西、陕西、内蒙古、青海、宁夏、甘肃、河南7省（自治区）的黄河多沙区，以多沙粗沙区为重点区域布局淤地坝。西岔洼大型淤地坝是《彭阳县国民经济和社会发展规划第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》12座大型淤地坝之一^[1]，建设的主要目的：一是防治水土流失延缓下游小虎洼水库淤积，二是兼顾交通解决当地居民去村委办事绕行远的问题。

2 地形地貌

项目区属黄土丘陵地貌单元，总体地势由西北向东南倾斜，西北高东南低；山体表面为黄土覆盖，冲沟较为发育，地面高程在1548-1650m之间。地形起伏较大，水土流失严重。河谷大体呈西北至东南方向展布。由于流水切割侵蚀，河谷大致呈“U”型，沟底宽度约10-20m。河谷两岸岸坡较陡。两岸为黄土丘陵，呈现为黄土梁。场地未发现泥石流、地面塌陷等不良地质现象。但在拟建库区左、右岸分布有较多的落水洞。

3 河流水系

拟建淤地坝属茹河流域李家沟左岸支沟石峡沟支沟，地理坐标东经106°47'3.95"北纬35°59'45.16"，坝址以上流域面积4.97km²。

石峡沟：起于草庙乡井壕，于孟塬乡虎山庄村三岔口汇入李家沟，全长21km，沟道比降1.8%。沟道左右岸有7条较大支沟汇入，西岔洼淤地坝位于最上游左岸支

沟，下游2.8km处建有小虎洼小（一）型水库^[2]。

李家沟：发源于草庙乡乌雀湾，终于城阳乡杨坪村，全长39km，上游左岸为石峡沟、右岸为小弯沟，河道纵向比降0.8%，下游建有西庄中型水库。



图1 水系图

4 水文气象

区域深居内陆，气候属典型大陆性季风气候，地处温带半干旱气候区。年平均气温8.0℃；1月最冷，7月最热，日照充足，全年日照2500h以上。沟道一般11月中、下旬开始结冰，次年2月中旬开始融冰，3月底终冰，冰情以岸冰为主，封冻多发生于12、1月份，最长封冰日数为60d。多年平均风速2.7m/s，最大冻土深度1.15m。

流域多年平均年径流深23mm，多年平均径流量11.43万m³，多年平均输沙模数5500t/km²，年输沙总量3.01万t。输沙量主要集中在6~9月，占全年输沙总量的96.8%。20年一遇洪水洪峰流量及洪水总量（P=5%）分别为14.27m³/s和14.23万m³；200年一遇洪水洪峰流量及洪

水总量 ($P = 0.5\%$) 分别为 $25.97\text{m}^3/\text{s}$ 和 29.26万m^3 。

5 工程地质

拟建库区出露的地层有新近系中新统彰恩堡组 (N_{1z}) 泥岩; 第四系上更新统 (Q_3^{col}) 黄土, 第四系全新统 (Q_4^{leol}) 黄土, 第四系全新统冲洪积 ($Q_4^{2\text{al+pl}}$) 粉质黏土等, 现分述如下:

(1) 第四系全新统冲洪积 ($Q_4^{2\text{al+pl}}$) 粉质黏土

分布在河床上部, 很湿-饱和, 冲洪积形成, 具水平层理。

(2) 第四系全新统 (Q_4^{leol}) 黄土

主要分布于主沟道两岸上部。浅黄色~黄褐色, 稍湿~湿, 稍密~中密, 土质较均匀, 可见虫孔和植物根孔及根茎, 铣挖较容易, 在孔壁上有白色钙质粉末, 呈星点状分布, 含少量零星分布的砾石, 手搓有粗糙感, 摇震反应中等, 切面无光泽反应, 具中高压缩性, 风积成因。

(3) 第四系上更新统 (Q_3^{col}) 黄土

主要分布于主沟道两岸上部, 浅黄色~黄灰色, 稍湿~湿, 中密~密实, 具垂直节理, 土质较均匀, 手搓有粗糙感, 摇震反应中等, 切面无光泽反应, 风积成因, 具中低压缩性, 不具湿陷性, 在该地区地表广为分布, 厚度较大。

(4) 新近系中新统彰恩堡组 (N_{1z}) 泥岩

泥岩: 分布在河床及黄土下部, 砖红色、紫红色泥岩, 泥质结构, 属内陆湖泊相沉积。

6 坝址选择

该淤地坝限于交通功能实现, 可供坝址选择的范围有限, 经现场勘察, 上游以左右岸均可通路的位置为界, 下游以小虎洼水库校核水位淹没的末端为界, 该段沟道长度仅300m, 坝址条件唯一。

7 工程布置

7.1 困难及布置思路

经初步计算该淤地坝淤积库容为 44.55万m^3 , 加上调洪库容, 该淤地坝的总库容会超过 50万m^3 , 根据《淤地坝技术规范》(SL/T804-2020) 关于工程规模的要求, 库容超过 50万m^3 小于 100万m^3 的淤地坝为大(二)型淤地坝, 应按土坝、泄洪建筑物、放水建筑物“三大件”布置, 泄洪建筑物和放水建筑物不宜布置在同一侧。分析地形图, 该段沟道上下游形状基本一致, 沟道呈U字型, 沟底宽约23m, 沟口宽约106m, 沟深约40m, 坝址处沟道两岸岸坡较陡, 左岸岸坡整体坡比约为1:1.3, 下陡上缓, 右岸岸坡整体约1:1, 左岸岸坡以上为台地, 右岸岸坡向上高差70m外为耕地, 右岸不具备布置建筑物条件, 建筑物需布置在左岸。

为同时满足该淤地坝“三大件”布置要求和泄洪建筑物、放水建筑物不在同一侧布置的要求, 考虑下游小虎洼水库为本淤地坝的控制性工程, 采用宁夏回族自治区水利厅水土保持处、自治区水土保持监测总站《关于2023年度新建淤地坝前期工作中有关技术问题的说明与答复》中“有些大型淤地坝因受地形限制无法布置“三大件”时, 可以考虑将放水和泄洪建筑物合并布置, 同时具备和兼顾放水和泄洪两种功能, 即溢洪道的进口高程应低于设计淤泥面至少2.0m以上, 前期充分利用部分淤积库容防洪, 后期利用部分防洪库容拦泥, 最后淤积库容和部分滞洪库容淤满后采取降等报废办法进行处理”。

7.2 拦泥库容

多年平均输沙量根据悬移质输沙量和推移质输沙量, 按下列公式计算:

$$\overline{W}_{sb} = \overline{W}_s + \overline{W}_b$$

\overline{W}_{sb} ——多年平均输沙量, t/a

\overline{W}_s ——多年平均悬移质输沙量, t/a

\overline{W}_b ——多年平均推移质输沙量, t/a

项目区悬移质输沙模数为 $5500\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$, 淤地坝控制流域面积 4.97km^2 , 则悬移质输沙量 \overline{W}_s 为 $5500 \times 4.97 = 2.74\text{万t/a}$, 推悬比取0.1, 则推移质输沙量 \overline{W}_b 为 0.27万t/a 。多年平均输沙量 $\overline{W}_{sb} = \overline{W}_s + \overline{W}_b = 2.66 + 0.97 = 3.01\text{万t/a}$ 。

拦泥库容按下列公式计算:

$$V_L = \frac{\overline{W}_{sb}(1-\eta_s)N}{\gamma}$$

V_L ——拦泥库容, 万m^3 ;

\overline{W}_{sb} ——多年平均输沙量, 为 $3.01\text{万t} \cdot \text{a}$;

η_s ——坝库排沙比;

N ——设计淤积年限, 为20a;

γ ——泥沙容重, 取 $\gamma = 1.35\text{t}/\text{m}^3$ 。

由于淤地坝不设放水建筑物, 溢洪道设置较高, 不考虑其排沙作用, 即坝库排沙比为零。将各值代入上式, 计算得拦泥库容 $V_L = 44.55\text{万m}^3$ 。

7.3 工程规模确定

根据库容曲线, 设计淤积高程为1571m, 考虑工程运行安全性, 溢洪道底板设置于设计泥面以下; 按淤地坝建成未淤积时200年一遇洪水库容对应高程确定溢洪道底板高程为1567.4m, 设计淤泥面高程为1571m, 比溢洪道底板高程高3.6m, 满足文件大于2m要求。溢洪道尺寸确定、泄流量确定、水位库容曲线、来洪过程、调洪验算非本文论述重点, 不再赘述, 以下为调洪验算结果。

校核洪水调洪过程线 (P = 0.5%)

序号	时段	入库洪水流量 (m³/s)	淤地坝水位 (m)	淤地坝库容 (万m³)	下泄流量 (m³/s)
1	0	0.00	1571.00	44.75	0.00
2	1	19.35	1571.44	46.90	7.40
3	2	25.97	1572.47	52.21	8.43
4	3	20.49	1573.41	57.39	9.27
5	4	6.81	1573.70	58.92	9.50
6	5	8.12	1573.56	58.21	9.40
7	6	0.52	1573.24	56.43	9.12
8	7	0.01	1572.68	53.33	8.62
9	8	0.00	1572.13	50.32	8.11

由计算过程表可得：淤地坝校核洪水位 (P = 0.5%) 为1573.7m，对应库容58.92万m³，溢洪道下泄流量9.5m³/s。淤地坝设计总库容为58.92万m³，淤地坝拦泥库容为44.75万m³，滞洪库容为14.17万m³。

7.4 坝高确定

淤地坝坝高H由拦泥坝高H_L、滞洪坝高H_Z、安全超高△H三部分组成，按下列公式计算： $H = H_L + H_Z + \Delta H$

拦泥坝高 $H_L = 1571.0m - 1550m = 21.0m$ ；

滞洪坝高 $H_Z = 1573.7m - 1571.0m = 2.7m$ ；

淤地坝坝高大于20m时安全超高△H取1.5m~2.0m，本次设计取1.5。

计算淤地坝坝高为 $H = H_L + H_Z + \Delta H = 21 + 2.69 + 1.5 = 25.2m$ ，坝顶高程为1550m+25.2m = 1575.2m。

7.5 工程布置

土坝垂直沟道布置，为碾压式黄土均质坝，坝高25.2m，坝顶长91.6m，坝顶宽5.0m，坝顶高程为1575.2m。前坝坡1：2.5，后坝坡1：2.0并设1级1.5m宽马道，前后坝坡均采用植物护坡，坝顶设砂砾石路面，坝后设排水体，排水体顶高程1554m，坝体与岸坡结合处设排水沟。

泄洪建筑物为涵洞式溢洪道，涵洞布置于左坝肩坝轴0+084桩号处，与坝轴线呈54°夹角，总长129.88m，由

进口段、涵洞段、明渠段、陡坡段、消能段及海漫段组成，溢洪道涵洞段进口底板高程为1567.4m，设1孔，宽1.5m，高2.0m，最大下泄流量为9.5m³/s^[3]。

左岸改建现有生产道路317m（水平长315m），路面宽3.5m，铺设0.15m厚砂砾石，设置混凝土排水沟，并对现状871m乡村砂砾路加铺砂砾路面；右岸新建上坝路379m（水平长376m），路面宽3.5m，铺设0.15m厚砂砾石，设置混凝土排水沟。

结束语：随着淤地坝建设推进，建坝条件较好的坝址基本都已修建了淤地坝，规划新建淤地坝受制条件较多，本项目通过泄洪放水建筑物合一的方式布置，以期水土保持工作着提出淤地坝布置的新思路。

参考文献

- [1] 张家璇,李永业,宋晓腾,等. 淤地坝排洪渠—溢洪道组合式泄洪过流的物理试验和数值模拟[J].水电能源科学, 2024,42(3):115-118.
- [2] 高雅玉,黄泉,宋玉,等.黄土高原半干旱区淤地坝安全监测方法[J].水土保持研究,2024,31(4):59-66,85.
- [3] 王琳,褚珍雄,薛一峰,等.考虑降雨-洪水-泥沙作用下的淤地坝溃决致灾风险评估[J].水力发电学报,2024,43(8): 32-45.