

# 治沟骨干工程施工新技术研究

闫宇振 崔中兴

(西安理工大学水电学院·西安市·710048)

**摘要** 该文对定向爆破筑坝先期拦洪蓄水,再给爆堆体注水固结,水坠加坝整修的施工技术进行了研究,并结合内蒙乌兰察布盟麻地壕治沟骨干工程进行了实践验证。对这一技术在理论和实施方面的问题及处理方法进行了分析讨论。

**关键词:** 定向爆破筑坝 注水固结 水坠坝

## Research on A New Construction Technology of A Key Project for Gully Harness

Yan Yuzhen Cui Zhongxing

(College of Hydraulic and Hydroelectric Engineering, Xi'an University of Science and Engineering, 710048, Xi'an, PRC)

**Abstract** A new construction method is analysed, that is to construct a dam for intercepting flood and storing water in the earlier stage of a project, and pouring water into the thrown pole for consolidation, and sinking soil into water to add to the dam by using directional blasting. As is verified by a gully correction project named Madihao in WulanCabu league of the Inner Mongolia. The problems showing in the construction and theory of the technology are analysed. So do the treatment method of these problems.

**Keywords** directional blasting; pouring water into the thrown pole for consolidation; sinking soil into water to add to the dam

我国黄河上、中游地区的陕、晋、蒙等省、区,是世界上水土流失最为严重的地区之一。严重的水土流失使这些地区土地沙化,农林牧生产用地缩小,生态环境恶化,成为这一地区贫困的主要根源。利用治沟骨干工程(即拦水淤地坝)作为水保的一项工程措施,我国已成功地治理了大片的土地,形成了良好的梯级坝地,还沙造田,改善了生态环境,促进了经济发展。

治沟骨干工程大坝主体的施工技术,经历了人工夯实,机械运土碾压,水力冲填三个发展阶段。其中以水力冲填筑坝最为经济,与碾压筑坝相比可节约资金约 50%。但是由于大多数治沟工程缺少水源,不具备水坠筑坝条件,以往的经验均是汛期前采用运土碾压筑拦洪断面,蓄水水坠施工。由于治沟骨干工程所处的位置均在人迹稀少,交通条件差的地区,缺乏施工机械和设备,因此采用碾压筑坝或碾压修筑前期拦洪坝具有一定的困难。因此,寻求经济、快速、灵活而不需大型机械的施工方法具有重要的现实意义。为此我们提出了采用“爆破筑坝先期拦蓄

洪水,爆堆体注水固结,水坠法加坝整修”新施工方法。

## 1 定向爆破修筑前期拦洪坝的可行性

定向爆破筑坝技术,自 1958 年开始在我国应用以来,已建成了数十座大坝工程。定向爆破筑坝以其快速经济不需大型机械等特点,受到建设单位和施工单位的关注和欢迎。该技术在水利工程中应用,最突出的矛盾是爆破对坝肩基岩的破坏和水工防渗的矛盾,其次是爆破和水工布置的矛盾。水保工程中,采用这一技术修筑拦洪坝,主要是临时拦洪蓄水,为水坠筑坝创造条件。拦洪坝工作水头相对较低,只要保证拦洪断面的渗透稳定即可满足要求。据以往工程的经验,当洪水来临时,由于大量的水土流失,会使梯坝上游面迅速形成一个防渗铺盖,利于坝体的渗透稳定。此外,黄河上、中游治沟骨干工程所处的地区大都沟深坡陡,沟道狭窄具有较理想的爆破筑坝条件。

## 2 定向爆破—水坠法筑坝技术工程实验研究

### 2.1 工程简介

麻地壕治沟骨干工程位于内蒙古自治区乌兰察布盟,清水河县境内,是正峁沟流域的下游支流治理工程。坝控流域面积  $4.9\text{km}^2$ 。枢纽工程由土坝、溢洪道两部分组成。工程规模见表 1:

该工程坝

表 1 麻地壕治沟骨干工程规模表

参 数	指标值	参 数	指标值
设计频率 (%)	3.3	校核频率 (%)	0.33
坝地保收频率 (%)	10	淤积年限 (a)	20
总库容 ( $10^4\text{m}^3$ )	125.4	防洪库容 ( $10^4\text{m}^3$ )	50.5
拦泥库容 ( $10^4\text{m}^3$ )	74.9	最大坝高 (m)	33
坝顶长 (m)	190	溢洪道长 (m)	78
坝体土方 ( $10^4\text{m}^3$ )	12.8	石方 ( $\text{m}^3$ )	250.0
混凝土 ( $\text{m}^3$ )	50.0	淤地面积 ( $\text{hm}^2$ )	10.7

址处右岸山体高 55m,为设计坝高的 1.67 倍,岸坡  $45^\circ$ ,有一 55m 长的平直段,山体厚实,满足定向爆破筑坝的条件。沟道狭窄平均宽仅 15m,要求土方抛距较小,可保证较低单耗。

### 2.2 爆破设计

爆破采用条形药包,单岸,单药包布置形式,见图 1 药室、导洞断面  $1.7\text{m} \times 1.5\text{m}$ ,药室空腔比大于 1.8。设计爆破总方量  $4.4 \times 10^4\text{m}^3$ ,爆堆平均高 17m,马鞍点高 16.5m。爆破参数选择见表 2。

表 2 爆破参数表

$W$ (m)	$W_{侧}$ (m)	$K$ ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	$n$
27	27	1.1	1.15

表中:  $W$ — 最小抵抗线;  $W_{侧}$ — 侧向不逸出半径;  $K$ — 炸药单耗;  $n$ — 爆破作用指数。

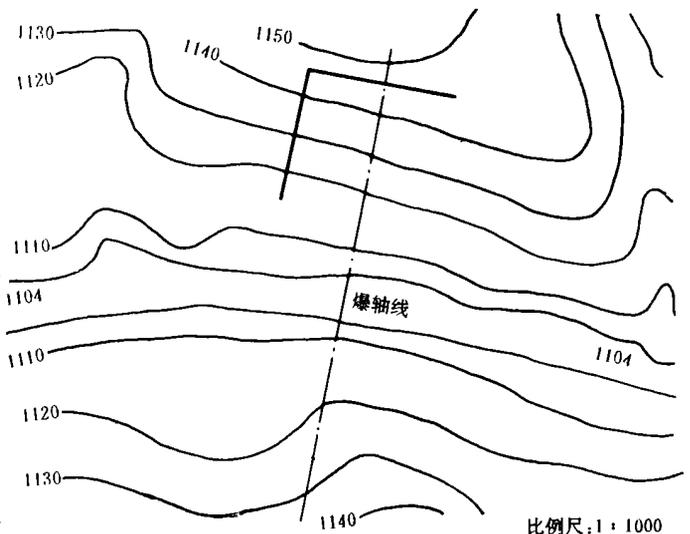


图 1 药室布置示意图

比例尺: 1:1000

炸药采用铵油炸药,分别按下面两种配比现场加工: a 硝铵: O# 柴油: 木粉 = 92: 4: 4

b 硝铵: O# 柴油 = 94% ~ 95% : 5% ~ 6%

药量计算的公式:

$$q = \frac{2}{1+n} kw^2 (0.4 + 0.6n^3); Q = ql$$

式中:  $q$ — 每  $m$  药室装药量 (kg/m);  $Q$ — 总药量 (kg)

$L$ — 药室长 (m); 其余符号含义同表 2 爆破药量计算按  $l = 27m$ , 药室实际长 25m 经计算:

$Q = 26t$  爆破漏斗计算公式见表 3, 计算剖面见图 2

表 3 爆破漏斗计算公式

$R_c$	$R$	$R'$	$R_k$	$P$
$0.56 \frac{q}{\Delta}$	$W \sqrt{1+n^2}$	$W \sqrt{1+U_n^2}$	$(1.1 - 0.33g^\theta) \cdot R$	$(0.27n + 0.39)w$

表中:  $R_c$ — 压缩圈半径;  $R$ — 下破裂线;  $R'$ — 上破裂线;  $R_k$ — 可见漏斗半径;  $P$ — 可见漏斗深度;

$\Delta$ — 炸药密度,取  $0.8t/m^3$ ;  $U_n$ — 土压缩系数,取 150;  $\theta$ — 地形坡度。

计算结果见表 4

表 4 爆破漏斗计算表

参数	参数值	参数	参数值	参数	参数值
$n$	1.15	$Q(t)$	30	$R(m)$	41.15
$K(kg/m^3)$	1.10	—	15.0	$R'(m)$	80.71
$w(m)$	27	$U$	6	$R_k(m)$	31.69
$q(kg/m)$	1126	$R_c(m)$	8.14	$P(m)$	18.91

抛掷堆积计算公式见表 5

表 5 抛掷堆积计算公式

$L_m$	$L_c$	$s$	$h$	$B$	$L_b$
$\frac{1}{2} K_m Q^{\frac{1}{3}} (1 + \sin \theta)$	$\frac{1}{2} K_c Q^{\frac{1}{3}} (1 + \sin \theta)$	$S_{抛} \cdot Z$	$2S/L_1$	$l_1 + R_c$	$B + 3.5nw$

表中:  $L_m$ — 最远抛距;  $L_c$ — 质心抛距;  $K_m, K_c, Z$ — 系数,分别取 2.9, 1.8 和 0.95

$l_1$ —  $L_m - L_c$ ;  $h$ — 堆积三角形高;  $L_0$ — 堆积起点到药包中心的水平距离。

$S$ — 堆积三角形面积;  $S_{抛}$ — 抛掷三角形面积;  $B$ — 堆体上宽;  $L_b$ — 堆体下宽; 其余符号含义同前。

计算结果见表 6

表 6 抛掷堆积计算结果表

$B(m)$	$l_b$	$\bar{h}$	$h_v$	$V_{总}(10^4 m^3)$	$V_{抛}(10^4 m^3)$	$V_{堆}(10^4 m^3)$
33.14	141.82	17	16.5	4.4	2.8	2.8

表中  $h_v$ — 马鞍点高度;  $V_{总}$ — 爆破总药量;  $V_{抛}$ — 抛掷药量;  $V_{堆}$ — 堆积药量;  $\bar{h}$ — 堆积平均高度; 其余符号含义同前。

爆后实测爆堆体顶宽 30m,底宽 120m,平均堆高 16m,上游坡比 1: 2.75(下游处发生小冲炮), 实测平均干密度  $1.55t/m^3$ 。各项指标达到设计要求。

### 2.3 爆堆体注水固结

据以往的经验,爆堆体平均密实度较大,可以满足坝体填筑要求,但爆堆体存在不同程度

的不均匀沉降,会造成堆体裂缝,须进行处理。由于爆破堆体不均匀沉降多发生于堆体与两岸岸坡结合部位,因此应对这些部位进行处理。处理方法可采用排冲法造孔,灌注清水固结。

试验坝因爆破当年流域来水量小,不具备条件而未进行堆体注水固结及水坠加坝。第 2 年汛期开始蓄水,此时左、右岸坝肩与堆体结合处各出现了一条裂缝,采用一台出流量 70t/h 的水泵灌注泥浆 1h,裂缝即被充填闭合。在后期的水坠施工中,未发现新的裂缝出现。

## 2.4 水坠加坝

爆破后第 2 年开始水坠加坝,在此期间水位曾达到防洪渡汛高程,但爆堆体工作正常,经受住了考验。

(1) 水坠施工采用单岸单畦连续冲填方案。为了避免在坝面形成稀泥带,输泥渠的出口位置选用多个。输泥渠采取多沟造泥,单沟输泥布置形式。

(2) 边埂修筑。将坝壳区已填的黄土先拍成埂,在冲填过程不断加固提高。埂外坡与坝坡一致取 1:2,内坡取 1:1,埂顶宽度不小于 1.0m,埂高大于 0.5m。

(3) 坝体垂直排水采用砂井,水平排水采用涵管。

## 3 结 语

工程建成后运行情况良好,未出现明显的不均匀沉降,坝体蓄水期间亦未出现渗透问题。坝体的正常运行说明采用爆堆体先期蓄洪,然后水坠加坝整修在理论和实践上都是可行的。经分析比较,采用新的施工技术,上坝土方单价平均约 1.55元/m<sup>3</sup>,较碾压坝土方单价 2.50元/m<sup>3</sup>,降低 38%。综上所述,作者认为:

(1) 在水保工程中爆破—水坠法筑坝技术是一种经济可行的施工技术。特别是在只有大坝“一大件”的工程中和有大坝与溢洪道的“两大件”工程中,可避免爆破与水工布置的矛盾,使这一施工新技术更能发挥其优势。

(2) 爆堆体与坝肩结合处堆体密度较小,堆体注水固结时应认真处理。对已出现裂缝采用灌注泥浆处理是一种有效的方法。

(3) 爆堆体作为临时蓄洪断面,只要满足拦洪要求即可,一般爆破抛掷上坝方量不宜太大,否则会减少水坠土方,增加工程造价。

## 参 考 文 献

- 1 冯叔瑜等.露天大爆破.北京:冶金工业出版社,1979
- 2 B II 涅特里加等编.顾慰慈等译.水工建筑物设计手册,北京:水利电力出版社,1992
- 3 陈国良等.黄土高原地区的雨水利用技术与发展.水土保持通报,1995
- 4 康世荣等编.水利水电工程施工组织设计手册.北京:水利电力出版社,1990

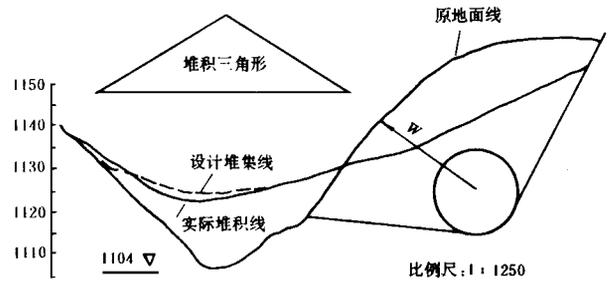


图 2 抛掷堆积计算剖面图