

# 淤地坝中UPVC管与钢筋混凝土管施工工艺与投资对比分析

马 轶,张维江,李 娟

(宁夏大学 土木与水利工程学院,银川 750021)

**摘 要:**以宁夏固原市西沟、大坪两座试验淤地坝为例,通过对放水涵管技术性能、施工工艺及工程造价方面的比较,得出用UPVC管代替钢筋混凝土管作为淤地坝放水涵管,具有密水性好、水力条件优越、运输及施工方便、使用寿命长、工程造价低的优点,具有广泛的应用价值和推广价值。

**关键词:**UPVC管;淤地坝;宁夏

**中图分类号:**S157.31

**文献标识码:**A

**文章编号:**1005-3409(2007)03-0021-03

## Analysis on Construction Craft and Invest Contrast of the Pipe of UPVC and Reinforced Concrete in Silt Storage Dams

MA Yi, ZHANG Wei-jiang, LI Juan

(Civil and Water Conservancy Engineering College, Ningxia University, Yinchuan 750021, China)

**Abstract:** Two experiments on silt storage dams in Xigou and Daping, Guyuan City in Ningxia were taken for example, compared with the technique performance, construction craft and construction cost of sluice culvert can deduce that applied UPVC pipe as sluice culvert supersede reinforced concrete pipe, it possesses good airtight and superior hydraulic condition, transportation and construction convenience, long service life, reduction of engineering cost, which has great extensive value of application and expansion.

**Key words:** UPVC pipe; silt storage dams; Ningxia

宁夏南部山区植被覆盖率低,降水量少,且多集中在7、8、9三个月,多以暴雨形式出现,极易造成水土流失。

淤地坝是人们在长期同水土流失斗争实践中,创造出的一种行之有效的水土保持工程措施,可以起到拦截泥沙、保持水土、淤地造田、增产粮食、加快脱贫致富等综合作用。在近几十年的发展中取得了巨大成就,产生了显著的生态效益、经济效益和社会效益<sup>[1]</sup>。

作为淤地坝重要组件的放水建筑物,在整个工程投资中占有很大比例。目前淤地坝中放水建筑物普遍采用现浇或预制钢筋混凝土管,该施工方法存在施工速度慢、强度大、质量不易控制、施工费用高等缺点,从而影响了淤地坝的发展。

用新型材料UPVC管代替传统的钢筋混凝土管、明渠和陡坡作为放水管道,在施工方面,不但可加快速度,而且安装方便,大大降低劳动强度,从而提高工效。在造价方面,UPVC管造价低,能够减少投资。因此UPVC管应用于淤地坝中,对淤地坝建设将起到积极的推动作用。

本文就UPVC管和钢筋混凝土管两种管材的施工工艺与工程造价进行对比分析,探讨UPVC管在淤地坝中的应用价值。

### 1 工程概况

试验坝为固原市原州区张易镇境内的西沟淤地坝和大坪中型淤地坝,均位于属葫芦河流域一级支流的张易河流域。两座淤地坝分别于2004年和2005年进行了用UPVC

管(de315)代替钢筋混凝土管(Dn800)作为放水涵管的试验研究。

#### 1.1 工程原设计简介

##### 1.1.1 西沟坝

西沟坝放水建筑物设计泄流量为 $0.15 \text{ m}^3/\text{s}$ 。由卧管、消力井、涵管、明渠、陡坡、消力池、渐变段等七部分组成。

卧管末端用消力井与坝下涵管连接,涵管为无压流,钢筋混凝土圆形结构,浆砌石管座。管径 $0.8 \text{ m}$ ,壁厚 $0.10 \text{ m}$ ,单节管长 $2 \text{ m}$ ,总管长 $30 \text{ m}$ (15节),比降 $1/100$ 。管接头处采用钢筋混凝土套管连接,涵管与套管间预留 $1 \text{ cm}$ 宽缝隙,用沥青油麻填塞。沿涵管长每 $10 \text{ m}$ 设一道截水环。

涵管出口接明渠,明渠长 $6.30 \text{ m}$ ,为 $C_{20}$ 砼矩形结构,渠底宽 $0.8 \text{ m}$ ,渠深 $0.8 \text{ m}$ ,渠底比降 $i = 1/100$ 。

明渠后接陡坡,陡坡比降依地形选用 $1/3$ ,跌差 $8 \text{ m}$ ,水平长 $24 \text{ m}$ ,矩形断面形式,底宽 $0.8 \text{ m}$ ,边墙高 $0.8 \text{ m}$ ,为 $C_{20}$ 砼结构,陡坡中间设置伸缩缝一条。

陡坡后接消力池,消力池为坎式消能形式,池长 $5 \text{ m}$ ,为矩形结构,底宽 $0.8 \text{ m}$ ,池深 $0.5 \text{ m}$ ,为 $C_{20}$ 砼结构。

池后接出口渐变段,出口渐变段为矩形断面,底宽 $0.8 \text{ m}$ ,边墙高 $1.4 \text{ m}$ ,长度 $3 \text{ m}$ ,为 $C_{20}$ 砼结构。

##### 1.1.2 大坪坝

大坪坝放水建筑物设计泄流量为 $0.189 \text{ m}^3/\text{s}$ 。由卧管、消力井、涵管、明渠、陡坡、消力池、海漫等七部分组成。

涵管布置在挖方基础上,断面为混凝土圆管,比降 $1/$

\* 收稿日期:2006-09-15

作者简介:马 轶(1982-),男(回族),宁夏回族自治区海源县人,硕士研究生,主要从事水土保持方面的研究;通讯作者:张维江。

100,涵管采用内径为 60 cm,管壁厚 0.10 m,长为 3 m 承插式预制钢筋混凝土管,总长 33 m;浆砌石管座用素混凝土,厚 0.3 m,包角 135°。涵管出口接 12 m 明渠,比降  $i=1/100$ ,渠底宽 0.6 m,渠深 1 m。明渠后接陡坡,坡度 1:3,陡坡长 8.4 m,矩形断面,尺寸为 0.6 m × 0.8 m,材料用混凝土现浇,陡坡后接消力池。消力池为矩形断面,尺寸为 0.6 m × 1.0 m,长为 3.5 m,消力池后接 1.5 m 海漫。

## 1.2 试验设计简介

### 1.2.1 西沟坝

试验设计主要用 0.6 Mpa 的 UPVC 管代替原设计中的涵管、明渠、陡坡段。

卧管末端用消力井与 UPVC 管连接,涵管为有压流。管材为 0.6 Mpa 的 UPVC 管,壁厚 0.92 cm,管长 60 m(代替原涵管、明渠和陡坡),前 36 m 管底比降 1/100,后 24 m 管底比降依地形选用 1/3,通过塑钢弯头连接。每节管长 6 m,采用承插口密封胶圈柔性连接方式。设计泄水流量为 0.15 m<sup>3</sup>/s。

### 1.2.2 大坪坝

卧管末端用消力井与涵管连接,涵管为有压流。管材为 0.6 Mpa 的 UPVC 管,管长 44 m,前 34 m 管底比降 1/100,后 10 m 管底比降 1/3,不同比降管段之间通过塑钢弯头连接,每节管长 6 m,采用承插密封胶圈柔性连接方式。设计泄流量为 0.19 m<sup>3</sup>/s。

## 2 两种管材的技术性能比较

### 2.1 钢筋混凝土管性能

(1) 抗外压能力强。可以承受很大的外部压力,满足埋在土坝下的强度要求。

(2) 水力性能差、能耗高。钢筋混凝土管内壁较粗糙,粗糙系数  $n$  一般在 0.13~0.14,水流阻力大。如果管道直径较小,则容易发生管道堵塞现象<sup>[2]</sup>。

(3) 密封性差。接头处采用套管连接后,用沥青油麻填塞缝隙,管道接口容易发生渗漏。

### 2.2 UPVC 管性能

(1) 抗内压能力强,抗外压能力稍弱。内压可达 1.6 Mpa 以上。

(2) 水力性能好。UPVC 塑料排水管内壁光滑,粗糙系数小,一般粗糙系数  $n$  在 0.009 左右。水流畅通,阻塞机率也较低。

(3) 密水性好。UPVC 管的管节长度比钢筋混凝土管长,采用承插式橡胶圈柔性接口,管材不透水,因此密水性好。

(4) 使用寿命长。一般在正常使用条件下,寿命在 50 年以上,满足淤地坝使用年限。

(5) 适应变形能力强。在 20 时 UPVC 管材的弹性模量为  $3 \times 10^5$  N/cm<sup>2</sup>,试验表明<sup>[3]</sup>: UPVC 管(De315)在接头处发生转角 7° 的情况下,接头处不发生漏水现象,因此,对坝体的不均匀沉降适应能力强。

## 3 两种管材的施工工艺比较

### 3.1 钢筋混凝土管

(1) D800 钢筋混凝土管密度为 2.5 g/cm<sup>3</sup> 左右,每节重约 1.65 t,装卸均需机械,且搬运损坏率高。

(2) 基槽开挖土方量大,主要以机械开挖为主,结合人工开挖,工程量大。

(3) 管底需要做浆砌石基础,基础养护周期长,施工进度

慢,投资增加。

(4) 安装时需用机械吊装,施工机械多,安装费用高。

### 3.2 UPVC 管

(1) 质量轻,搬运方便。UPVC 管常温下的密度为 1.38 g/cm<sup>3</sup>,运输及操作方便。

(2) 人工开挖基槽,无需做基础,直接铺设在原状土上。

(3) 安装快捷、方便,施工周期短。安装时只需人工操作,安装费用低。

## 4 钢筋混凝土管与 UPVC 管的工程造价比较

管材的选择既要满足安全可靠,还要满足经济性。下面从两种管材的造价、运输、安装等方面进行工程造价比较。

### 4.1 管材造价对比

UPVC 管材价格与钢筋混凝土价格分别以当时宁夏青龙管道厂的造价和固原市预制厂造价为准。2004 年,de315UPVC 管单价 145 元/m,Dn800 钢筋混凝土管单价 200 元/m,对比得出 UPVC 管造价比钢筋混凝土管每米降低 27.5%。

### 4.2 运输费用对比

在管材装卸方面,de315UPVC 管单位长密度为 24.75 kg/m,长 6 m 的管子重 148.5 kg,完全可由人工装卸;而 Dn800 钢筋混凝土管单位长密度为 549.5 kg/m,长 3 m 的管子重 1 648.5 kg,需要借助机械装卸。在运输方面,钢筋混凝土管单位长密度是 UPVC 管的 22 倍,故选用 UPVC 管费用低。

### 4.3 安装费用对比

#### 4.3.1 基槽开挖及基础处理

钢筋混凝土管基槽需要用机械开挖,设计基槽开挖宽度为 1.8 m,开挖深度为 1.2 m;按设计坡度基槽开挖整平以后,做浆砌石基础,浆砌石宽 1.2 m,厚 0.3 m。而 UPVC 管基槽只需人工开挖,开挖宽度为 0.4 m,开挖深度为 0.5 m。西沟与大坪泄水建筑物工程量见表 1。

表 1 西沟与大坪泄水建筑物工程量

西沟	原设计	C <sub>20</sub> 砼	m <sup>3</sup>	22.5
		砌石	m <sup>3</sup>	11
		开挖土方	m <sup>3</sup>	155
	2	回填土方	m <sup>3</sup>	60
		8 水泥土回填	m <sup>3</sup>	24.5
		开挖土方	m <sup>3</sup>	72
大坪西沟	试验	开挖土方	m <sup>3</sup>	72
	设计	回填土方	m <sup>3</sup>	24
		C <sub>20</sub> 砼	m <sup>3</sup>	15.6
	原设计	砌石	m <sup>3</sup>	12
		开挖土方	m <sup>3</sup>	146
		回填土方	m <sup>3</sup>	56
	2	8 水泥土回填	m <sup>3</sup>	21.6
		开挖土方	m <sup>3</sup>	65
	试验	开挖土方	m <sup>3</sup>	65
		回填土方	m <sup>3</sup>	22

表 1 说明:UPVC 管基槽开挖土方量要远远小于钢筋混凝土管基槽开挖,且无需做基础,直接铺设在原状土上;而钢筋混凝土管需要做基础,一方面,基础养护时间长,不利于提高工程施工效率;另一方面,增加了工程造价。

### 4.3.2 安 装

钢筋混凝土管的施工工序为:开挖-地基处理-基础支护-混凝土搅拌-基础浇注-养护-管道场内运输及吊装定位-接口及养护-试水及回填<sup>[4]</sup>。钢筋混凝土管需要用机械安装,同时需配备混凝土搅拌机、振捣器等辅助机械。

塑料管的施工工序为:开挖-地基处理-管道安装-接

口 - 试水及回填<sup>[4]</sup>。施工时,先按设计比降放好底坡线,再校核比降和高程。由上游一端逐节向下游一端安装。只需 5~6 个工人,用两个紧线器即可完成安装。

钢筋混凝土管场内运输及吊装须借助机械才能完成;管道安装完毕后需要对混凝土精心养护,待混凝土达到预定强度后,方可进行后续工作。而同长度的 UPVC 管要比钢筋混凝土管轻得多,安装中只需人工搬动,安装方便、快捷。故用 UPVC 管代替钢筋混凝土管,不但安装强度减少,而且安

装速度加快,从而缩短了施工周期,减少了工程投资。  
4.4 总工程造价分析对比

人工单价,该工程所在地为 11 类工资地区,根据《黄河水土保持生态工程设计概(估)算编制办法及费用标准》中的有关规定,人工单价取 14.07 元/工日。

施工用电电价:施工用电以电网供电电价 0.5 元/(kW·h)计算。

施工水价为 6.0 元/ m<sup>3</sup>。建筑工程概算见表 2 和表 3。

表 2 西沟建筑工程概算表

工程或费用名称	原设计方案				试验设计方案			
	单位	数量	单价/元	合价/元	单位	数量	单价/元	合价/元
管道安装	m	30	516	15480	m	60	167.06	10024
C <sub>20</sub> 混凝土浇筑	100 m <sup>3</sup>	0.225	27749	6244				
浆砌石	100 m <sup>3</sup>	0.11	15829	1741				
土方开挖	100 m <sup>3</sup>	1.55	298	462	100 m <sup>3</sup>	0.72	298	215
土方回填	100 m <sup>3</sup>	0.72	830	598	100 m <sup>3</sup>	0.24	830	199
2 8 水泥土回填	100 m <sup>3</sup>	0.245	11758	2881				
防水层(青麻沥青)	100 m <sup>3</sup>	0.12	9780	1174				
伸缩缝(沥青油膏)	m <sup>3</sup>	0.03	3998	120				
钢筋制安	t	0.15	5518	828	t	0.026	5518	144
防渗板(UPVC 板)					m <sup>2</sup>	3	135	405
塑钢弯头					个	1	930	930
镇墩					m <sup>3</sup>	0.21	276.5	58
水坠密实					m <sup>3</sup>	50	6	300
合 计				29627				12275

表 3 大坪建筑工程概算表

工程或费用名称	原设计方案				试验设计方案			
	单位	数量	单价/元	合价/元	单位	数量	单价/元	合价/元
管道安装	m	33	382.7	12629	m	54	168.2	9083
C <sub>20</sub> 混凝土浇筑	100 m <sup>3</sup>	0.156	27752	4329				
浆砌石	100 m <sup>3</sup>	0.12	15838	1901				
土方开挖	100 m <sup>3</sup>	1.46	304	444	100 m <sup>3</sup>	0.65	304	198
土方回填	100 m <sup>3</sup>	0.56	839	470	100 m <sup>3</sup>	0.22	839	185
2 8 水泥土回填	100 m <sup>3</sup>	0.216	11767	2542				
防水层(青麻沥青)	100 m <sup>3</sup>	0.11	9785	1076				
伸缩缝(沥青油膏)	m <sup>3</sup>	0.04	4010	160				
钢筋制安	t	0.24	5527	1327	t	0.027	5527	149
防渗板(UPVC 板)					m <sup>2</sup>	136	3	408
塑钢弯头					个	1	960	960
镇墩					m <sup>3</sup>	0.2	277.5	56
水坠密实					m <sup>3</sup>	60	6	360
合 计				24878				11399

5 结论与讨论

上述比较结果表明,在淤地坝中运用 UPVC 管具有以下几点:

- (1)采用 UPVC 管,施工周期比钢筋混凝土管缩短 30 %~50 %,工程造价可降低 55 %左右。
- (2)UPVC 管安装技术简单易学,符合当地群众大规模淤地坝建设的需要。
- (3)UPVC 管水力条件、密水性好,接头不易发生渗漏。

参考文献:

[1] 刘正杰. 黄土高原淤地坝建设现状及其发展对策[J]. 中国水土保持, 2003, (4): 1- 3.  
[2] 张文渊. UPVC 管推广应用中的主要问题与建议[J]. 建材工业信息, 2000, (9): 15- 16.  
[3] 许其昌. 给水排水塑料管道设计施工手册[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2002. 84- 85.  
[4] 白萍, 王峰. 室外排水工程采用塑料管和钢筋混凝土管的比较[J]. 给水排水, 2004, 30(6): 86- 88.

(4)运输方便,运输费用低。

(5)施工强度小,施工周期短。

但是,UPVC 管作为淤地坝中的一种新型管材,还存在一些不足,需要进一步完善。如: UPVC 管的承载力有限,西沟和大坪两座试验坝埋深分别为 7.25 m 和 8.71 m,两年的应力应变观测表明,没有出现断裂、变形失稳、接头漏水等现象。但是当管道埋深增加、地基条件变化、回填不密实时,是否能够安全运行,还需要进一步研究。