

编者按：“小管径顶管法”是经多年研究探索，并已在多宗小型水库涵管改造中成功应用的一种新型施工技术，该技术具有缩短工期、节约投资和渡汛安全等优点，值得推广应用。

## “小管径顶管法”在重建输水涵管中的应用

陈克滨

(揭阳市水电工程公司)

揭阳市现有小(一)型水库 91 宗,小(二)型水库 299 宗、山塘水库 1129 宗。这些工程在几十年的生产实践中,对抗御水旱灾害,促进我市工农业生产发展发挥了巨大的作用,但是大部份山塘、水库始建于 50、60 年代,由于当时受材料、资金、技术等原因的限制,又经几十年的运行,均存在不同程度的隐患,特别是土坝输水涵管相当部分已出现沉陷错位、裂缝、漏水,严重影响水库的安全。为此重建输水涵管是保证水库安全的重要措施。过去重建输水涵管一般是破坝埋管。近年来,随着施工技术的改进,采用顶管法重建水库输水涵管(一般内径大于 80 cm)已相当普遍,也取得了较好的效果。

1992 年揭阳市水电工程公司成立顶管队,同年 11 月即在普宁市下三坑水库采用顶管法重建输水涵管,只用 14 天时间完成了钢管内径 90 cm,长 79.35 m 的顶管任务。紧接着我们又用这种施工方法,先后完成了普宁市葫芦出水水库、白暮洋水库、大坝仔水库、揭西鲤鱼沟水库、揭东老雨亭水库、世德堂水库等重建输水涵管的顶管任务,效果良好,得到广大干群的好评。但这种边挖边顶的顶管法只适应于内径 80 cm 以上的输水涵管重建工程的施工。而对内径小于 50 cm 的输水涵管的重建,因涵管管径太小根本无法进洞挖土,此法就无法应用了。这样如何用顶管法应用小管径输水涵管重建工程,即“小管径顶管法”在重建输水涵管中的应用就成了我们的研究课题。我们在总结“边挖边顶”施工方法的基础上,对小管径顶管法在理论上进行了探讨摸索,并提出了符合理论依据的施工技术,1997 年 2 月我们在惠来县山狗洞水库用“小管径顶管法”重建输水涵管,进行了大胆的尝试,完成了长 42 m,内径 30 cm

的钢结构涵管的顶管任务,打响了“小管径顶管法”重建输水涵管的第一炮。紧接着又完成了普宁市水磨坑水库、揭东锡场盘峡水库的顶管任务。这一方法的应用,既减少开挖土方工程量,又是大大缩短了工期,节约了工程投资,有利于工程安全渡汛和提前发挥效益,受到了当地党政、市水利部门的肯定。我们认为目前小型山塘水库的输水涵管大部分为瓦管、三合土管,很多存在不同程度的隐患,“小管径顶管法”为重建水库小管径输水涵管提出了一种新的施工方法,值得推广。现将“小管径顶管法”的有关问题分述以下:

### 1 适应条件

“小管径顶管法”适应于小型山塘水库管径小于 50 cm 的输水涵管重建工程。重建的输水涵管中心线应通过土坝填土部份的坝体,避开两坝肩的山坡,以免碰到坚硬的原山体或岩石,导致顶管失败,同时也要求土坝坝体的沉陷已稳定,否则重建的输水涵管会因不均匀沉陷而损坏。

### 2 工作原理

“小管径顶管法”的工作原理与“边挖边顶”的顶管法基本相同,但“小管径顶管法”无法先由人工挖洞,也无法用经纬仪和水平仪跟班控制轴线的平面位置和高程,而只布设工作坑和后镇墩,并在钢管前端加焊一个特制套头,其外径略大于钢管的外径,利用定向铁轨、定向环固定轴线方位、高程,采用油压千斤顶,以后镇墩为依托,直接将钢管顶进,然后再切除特制套头。工作原理可根据打桩的工作原理来考虑,只不过一般打桩是垂直向下的,小管径顶管是水平方向的。顶管时遇到阻力:一是套头管端的阻力;二是套头管周的摩擦力;三是顶进管段下部的摩

表 1 小管径顶管法与明挖法工程造价比较表

工程  名称	涵管长度  (m)	涵管内径  (m)	管顶覆土厚度 (m)	顶管法										明挖法										备注			
				建安工程费 (万元)	管壁厚度 (mm)	工 程 量			顶管及灌浆(万元)			劳动工日 (万工日)	每米综合评价 (万元)	建安工程费 (万元)	管壁厚度 (mm)	工 程 量				主要材料			劳动工日 (万工日)		每米综合评价 (万元)		
																土方 (万 m³)		浆砌石 (万 m³)	砼 (m³)	钢管及制作	安装及顶管	灌浆费				土方 (万 m³)	
						开	回	开	回																		
						挖	填	挖	填	挖	填					挖	填									挖	填
水磨坑水 库	97	023	17	28	8	0.11	0.11	0.04	25	493	784	35	0.22	0.29	48	200	12	12	0.03	0.03	82	4	115	2	4.1	0.49	
西坑水库	86.8	0.3	16	30.63	8	0.125	0.125	0.032	45	5.24	7	4.7	0.25	0.35	57.85	200	1.25	1.25	0.027	0.027	85	7.25	1.35	4.55	5.14	0.67	
马湖大片	62	0.3	14.5	21.25	8	0.09	0.08	0.027	24	3.82	5.46	3.1	0.27	0.34	38.65	200	0.75	0.75	0.024	0.023	80	5.1	27.5	3.15	3.13	0.62	

摩擦力。当顶力大于上述三种阻力的总和时,钢管就顶进了。

3 顶力的计算

根据上述工作原理,“小管径顶管法”顶力的计算公式如下:

$$P = (r^2 R + 2lf + wf)k$$

- P——总顶力(t);
- r——套头外径(m);
- R——套头前进方向土体极限承载力(t/m²);
- l——套头长度(m);
- f——套头管周与土体小极限摩擦系数;
- w——顶入土体管段的重量(t);
- k——安全系统(1.5~2.0)。

4 后镇墩

后镇墩的布设可利用当地实际地形加以改造加固而成;顶管时,油压千斤顶是以镇墩为依托,故后镇墩要有足够的重量。镇墩重量计算公式如下:

$$W = \frac{p}{f}$$

- W——镇墩的重量(t);
- p——最大总顶力(t);
- f——镇墩与土体的摩擦系数。

5 注意事项

5.1 管线的选择应综合考虑,工作坑和后镇墩的布设,交通运输的要求,更重要的是要使涵管的中心线通过土坝填筑的坝体。

5.2 最好选用每节管长度6m的左右无缝钢管,管壁厚度以10mm左右为宜。

5.3 顶管完成后除前后工作面预留灌浆孔、排气孔进行水泥灌浆,还应沿管轴线在坝顶布孔进行水泥灌浆,灌浆压力一般控制在0.1~0.3MPa之间,灌浆除了有回填、固结、防渗的作用外,对涵管的防锈保护也有良好的作用。

5.4 要重视老涵管的封堵和水泥灌浆。不要只重视新涵管的施工质量,而忽略老涵管的封塞。

6 对“小管径顶管法”的评价

“小管径顶管法”有下列优点:

- 6.1 施工期短。在工作坑等准备工作安排就绪的情况下,单纯顶管一般每天可以顶进10m左右,而后镇墩、工作坑的布设不受汛期的限制,可以提前考虑、安排,有利于工程安全渡汛和提前发挥效益。
- 6.2 工程质量好。对坝体、观察设施不产生任何干扰。顶管完成后进行灌浆补强,使管身与土体紧密结合,不产生空隙,质量有保证。
- 6.3 节约劳动力,减少劳动强度,降低工程成本。以普宁水磨坑水库为例,涵管长度97m,用顶管法工程费28万元,劳动工日0.22万个,综合每米造价0.29万元,而破坝法工程总费用则48万元,劳动工日4.8万个,综合每米造价0.49万元。又如普宁西坑水库、马湖水库“小管径顶管法”一般可降低工程造价50%。详见表1。

(收稿日期:1999—05—20)