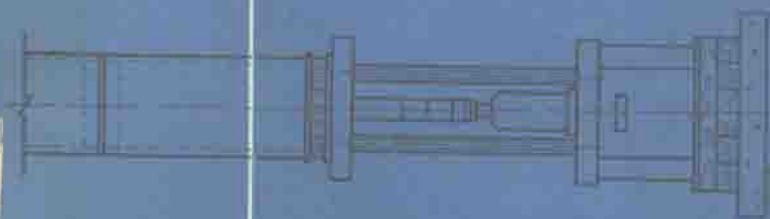


# 利用顶管法 重建土坝放水洞涵管

广东省水电局编



水利出版社

# 利用顶管法 重建土坝放水洞涵管

广东省水电局编

水利出版社

---

## 内 容 提 要

本书系根据土坝、土堤顶管施工的实际经验编写而成的，其主要内容包括：概论、顶管设计、顶管施工以及常遇问题的处理措施等。

本书可供中小型水库工程设计施工人员、技术管理人员和工人阅读参考。

## 利用顶管法重建土坝放水洞涵管

广东省水电局编

\*

水利出版社出版

(北京德胜门外六铺炕)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力印刷厂印刷

\*

787×1092毫米 32开本 2 $\frac{1}{2}$ 印张 51千字

1980年8月第一版 1980年8月北京第一次印刷

印数 0001—3140册 定价 0.30元

书号 15047·4080

## 前 言

建国以来，我省人民发扬自力更生，艰苦奋斗的革命精神，兴修了大量的中小型水库。在抗御水旱灾害，保证农业丰收以及发电、供水等方面都发挥了很大作用。

在修建中小型水库时，为了加快施工，降低造价，多采用坝下埋管的形式。因此，涵管质量的好坏，直接影响到土坝的安全。我省已修建的中小型水库土坝的坝下涵管，绝大部分质量是好的，但也有少数质量不好，以致发生断裂、渗漏、汽蚀等损坏，影响水库安全和发挥效益。还有些水库由于原建涵管内径较小，不能进洞加固或重建新管，往往需要破坝施工，然后回填坝身。这种施工方法，不仅费工大，投资多，而且回填坝身较难达到原来的质量标准。

近年来，我省已有十几座水库工程采用“顶管法”重建涵管，施工快、投资少，取得了较好的效果，也积累了一些经验。一九七七年原水利电力部水文水利管理司嘱我局编写本书，以便提供其他地区参考。本书执笔人麦尔康，校阅人牛运光、江泳。

由于时间短，加上我们水平有限、调查研究不够，对书中错误之处，诚恳地希望读者批评指正。

广东省水电局

一九八〇年一月

# 目 录

## 前 言

|                |    |
|----------------|----|
| 第一章 概论         | 1  |
| 第二章 顶管设计       | 14 |
| 第一节 管线的选定      | 14 |
| 第二节 管道的布置      | 15 |
| 第三节 管道设计       | 16 |
| 第四节 顶力计算       | 27 |
| 第五节 后座设计       | 37 |
| 第三章 顶管施工       | 40 |
| 第一节 概述         | 40 |
| 第二节 顶管前的准备工作   | 41 |
| 第三节 顶管的方法及步骤   | 48 |
| 第四节 施工机具的使用和操作 | 54 |
| 第五节 回填灌浆       | 56 |
| 第六节 安全措施       | 60 |
| 第四章 常遇问题及处理措施  | 61 |
| 第一节 纠偏         | 61 |
| 第二节 故障的防止和排除   | 64 |
| 第三节 硬土层或岩石的处理  | 66 |
| 第五章 结束语        | 68 |

## 第一章 概 论

为了防止水旱灾害，保证农业高产稳产，以及充分利用水利资源发电及供水，我省修建了大量的水库工程。在兴建中、小型水库土坝时，有不少采用坝下埋管的布置，把放水洞埋设在土坝下部。这样，放水洞成为土坝的组成部分，其质量的好坏，直接影响到土坝的安全。据国外西佛琴尼公司等统计，由于放水洞损坏渗漏而导致土坝失事的，约占土坝失事总数的13~19%。为此，建好和管理维修好坝下放水管涵洞是极为重要的。

我省修建的坝下埋管式中、小型水库土坝，绝大部分质量是好的，但也有少数水库由于勘测设计考虑不周，施工质量不好，或者运用不当，致使坝下埋设的放水洞涵管发生断裂、渗漏、汽蚀等损坏，影响了水库的安全，严重的不能发挥效益甚至不能继续使用。对存在缺陷或遭受破坏的坝下放水管涵洞，一般采用以下方法处理：

1. 对于局部性洞壁发生裂缝、漏洞和汽蚀的，可用水泥砂浆或环氧砂浆等材料进行填补；
2. 损坏分布面较广的，可采用灌浆、喷浆等办法处理；
3. 破坏比较严重且洞径较大的，可采用内衬或内套管的办法处理；
4. 破坝重建新管。

以上各种处理方法，由于受各种条件的限制，有时往往不能取得理想的效果。如台山县山窑田水库土坝右岸设有内

径60厘米的预制钢筋混凝土管，长150米。1962年发现管段接口处严重漏水，虽两次灌浆处理，但没有彻底解决问题。又如阳江县沙湾水库放水洞侧墙和底板均为浆砌条石，洞顶为砖拱结构，由于砌筑质量不好，建成后漏水严重。1964年曾采用内套管方法处理，在洞内套入内径为60厘米的钢筋混凝土管，长65米，管外空隙用块石混凝土填充，并加灌浆处理。当时效果还好。运用几年以后，发现放水洞漏水日趋严重。经检查发现管内接头漏水，有三处射水喷砂，每十分钟喷砂量达1公斤左右。经堵塞处理，情况有所缓和，但并未彻底解除险情。因此，该水库一直被列为控制蓄水的危险水库。

对于原建放水洞内径较小而损坏又较严重的水库，由于进洞施工困难和质量不好，只能重建新管。有些水库的放水洞虽然质量上没有问题，但随着效益的扩大，要求增大放水洞的过水能力，也需重建新管。

以往重建新管都不得不把土坝挖开，一直挖到原建放水洞底，重新埋设新管，然后回填坝身，恢复原状。这种施工方法不仅费工大，耗资多，而且把已经固结的大坝挖开重新填筑，较难达到原来的密实性，新旧土结合处如果处理不好，还会造成隐患，甚至发生裂缝或渗漏。更为重要的是破坝重建新管具有一定的危险性。尤其是当放水洞上填土厚度较大时，危险性就更大。如有一小型水库破坝重建放水洞，施工期间遭遇一场大雨，造成很大的被动。

近年来，我省有些水库工程采用“顶管法”重建放水洞，取得了很好的效果。顶管法是在土坝或土堤的一侧或两侧，将预制的管段（钢筋混凝土管、钢管、铸铁管等）按设计要求，用油压千斤顶逐节顶进坝体内，参见图1和图2。

顶管施工法，早在一九五三年，北京市城市建筑部门就

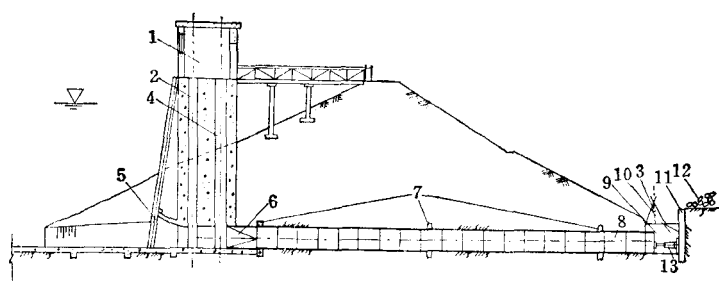


图 1 涵管顶管布置示意图

1—进水塔；2—检修门槽；3—起吊设备；4—事故门槽；5—拦污栅；6—渐变段；7—截水环；8—涵管；9—工作坑；10—出土沟；11—钢筋混凝土后座；12—堆石；13—油压千斤顶

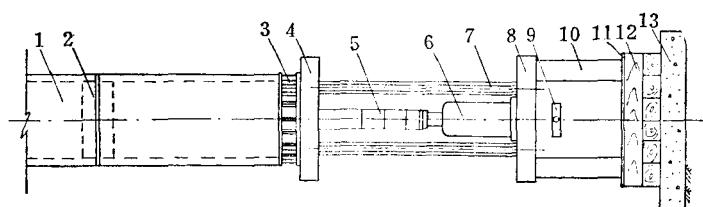


图 2 顶管平面布置示意图

1—钢筋混凝土涵管；2—内胀圈；3—钢环；4、8—横梁；5、10—顶梁；6—油压千斤顶；7—轻型钢轨；9—测量台；11—钢板（8~10毫米）；12—枕木；13—钢筋混凝土后座

已在上下水道工程中予以采用。此后在城建、铁路和公路部门推广，至今已经积累了比较丰富的经验。我省是于一九六五年开始采用的。在水利水电工程中采用顶管法施工，至今已有15座水库和水利工程成功地重建了放水涵洞。表1即为我省水库与黄河大堤采用顶管法施工的情况。

顶管施工法与开槽埋管相比，具有如下优点：

1. 可以大大减少土石方开挖和回填量。据统计，采用顶

表 1

广东省水库和黄河大堤

| 工 程 名 称           | 湖光岩水库隧洞                                                  | 湖 光 岩 水 库<br>放 水 涵                                   | 湖光岩水库东干渠<br>厚 高 公 路 涵                                                |
|-------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 工程地点              | 湛江市湖光公社                                                  | 湛江市湖光公社                                              | 湛江市湖光公社                                                              |
| 坝 型               | 天然小山                                                     | 土 坝                                                  | 天然小山                                                                 |
| 最大坝高(米)           | 36                                                       | 12.5                                                 | 12                                                                   |
| 库容(万立方米)          | 3059                                                     | 3059                                                 |                                                                      |
| 工程性质              | 新 建                                                      | 新 建                                                  | 新 建                                                                  |
| 土 质               | 黑色火山岩                                                    | 黄 粘 土                                                | 黄 粘 土                                                                |
| 涵管直径(厘米)<br>内径/外径 | $\phi 200/240$                                           | $\phi 125/155$                                       |                                                                      |
| 涵管长度(米)           | 388                                                      | 54                                                   | 57                                                                   |
| 涵管自重(吨)           | 1350<br>(按388米计算)                                        | 90(按54米计算)                                           | 26(按57米计算)                                                           |
| 最大顶力(吨)           | <300(40米时)                                               |                                                      | <200(30米时)                                                           |
| 后座型式              | 浆砌块石                                                     | 浆砌块石                                                 | 浆砌块石                                                                 |
| 环向配筋              | 内外二层主筋<br>$\phi 0.9 @ 12.5$ 厘米                           | 内外二层主筋<br>$\phi 1.6 @ 10$ 厘米                         | 内外二层主筋 $\phi 6 @ 13$ 厘米<br>内外二层钢丝网 $\phi 0.9$ , 网格 $10 \times 10$ 毫米 |
| 纵向配筋              | 内主筋纵向 $\phi 0.9 @ 27.2$ 厘米<br>外主筋纵向 $\phi 0.9 @ 30.3$ 厘米 | 内主筋纵向 $\phi 0.9 @ 25$ 厘米<br>外主筋纵向 $\phi 0.9 @ 28$ 厘米 | 内外二层 $\phi 0.6 @ 47$ 厘米                                              |
| 开竣工期              | 1965.11.25~<br>1966.3.23                                 | 1965.9.28~10.21                                      | 1966.4.18~5.4                                                        |
| 实际顶管日<br>(天/台班)   | 120/360                                                  | 20/60                                                | 14/42                                                                |
| 最高工效(米/班)         | 1.4                                                      | 2.2                                                  | 2.8                                                                  |
| 灌浆材料用量            |                                                          |                                                      |                                                                      |
| 钢材耗量(吨)           | 34.92                                                    | 3.81                                                 | 2.84                                                                 |
| 水泥耗量(吨)           | 200                                                      | 12                                                   | 4.5                                                                  |
| 劳动力(工)            | 9000                                                     | 1600                                                 | 1060                                                                 |
| 投资(万元)            | 16.5                                                     | 1.31                                                 | 0.70                                                                 |
| 高程偏差(厘米)          | 3                                                        | 0                                                    | 10.6(施工中已纠正)                                                         |
| 左右偏差(厘米)          | 3                                                        | 3                                                    | 10.7(施工中已纠正)                                                         |
| 顶进型式              | 两边顶进                                                     | 两边顶进                                                 | 两边顶进                                                                 |

# 采用顶管法施工的情况

|                   |                                          |                            |
|-------------------|------------------------------------------|----------------------------|
| 花县磨刀坑水库           | 深圳水库供水涵管                                 | 调顺岛陆军生产基地北大堤排水涵            |
| 花县花山公社            | 宝安县深圳                                    | 调顺岛北大堤8#地                  |
| 土 坝               | 土 坝                                      | 土 坝                        |
| 17.5              | 12.5                                     | 8.7                        |
| 190               |                                          |                            |
| 修 建               | 修 建                                      | 新 建                        |
| 砂质粘土              | 石英砂岩风化土, 绢之<br>母千枚岩风化土                   | 砂质粘土                       |
| $\phi 120/141$    | $\phi 180/210$                           | $\phi 120/161$             |
| 74                | 56                                       | 42                         |
| 80                | 156.8(按56米计算)                            | 103(按42米计算)                |
| 257               | 352                                      | <200                       |
| 钢木混合结构            | 钢筋混凝土和枕木钢板<br>混合结构                       | 浆砌块石                       |
| $\phi 0.9@9.5$ 厘米 | 外层 $\phi 1.2@10$ 厘米<br>内层为12厘米厚钢板的内<br>衬 | 内外二层主筋 $\phi 1.2@$<br>8厘米  |
| $\phi 0.6$ , 共16根 | 外层主筋 $\phi 0.9@20$ 厘米                    | 内外二层副筋 $\phi 0.6@30$<br>厘米 |
| ~1967.5           | 1974.2~5                                 | 1974.9.9~9.29              |
| 39/               | /53                                      | 20/60                      |
| 1.4               | 4                                        | 1.6                        |
| 水泥31吨             |                                          |                            |
| 2.1               |                                          | 6.188                      |
| 43(包括灌浆)          |                                          | 14                         |
| 1200              |                                          | 940                        |
| 2.69              |                                          | 3(包括围堰等费用)                 |
| 9.6               | 1.1                                      | 6(施工中已纠正)                  |
| 4.5               | 0.6(偏右)                                  | 12(施工中已纠正)                 |
| 后端顶进              | 后端顶进                                     | 后端顶进                       |

续表

| 工程名称              | 山窑田水库放水涵       | 沙湾水库放水涵                                | 陈坑水库放水涵       |
|-------------------|----------------|----------------------------------------|---------------|
| 工程地点              | 台山县那扶公社        | 阳江县大沟公社                                | 台山县白沙公社       |
| 坝型                | 土坝             | 土坝                                     | 土坝            |
| 最大坝高(米)           | 28             | 14                                     | 14            |
| 库容(万立方米)          | 285            | 1380                                   | 1435          |
| 工程性质              | 修建             | 重建                                     | 修建            |
| 土质                | 原山破碎风化砂岩       | 花岗岩风化土                                 | 原山赤子黄泥        |
| 涵管直径(厘米)<br>内径/外径 | $\phi 96/116$  | $\phi 120/160$                         | $\phi 96/116$ |
| 涵管长度(米)           | 112            | 62.52<br>(顶进53.4米)                     | 36            |
| 涵管自重(吨)           | 94             | 全管分22节, 每节重<br>6.25 最长顶进14节, 重<br>87.5 | 30            |
| 最大顶力(吨)           | 85             |                                        | 没有记录          |
| 后座型式              | 预埋长20米涵管<br>作座 | 浆砌块石及混凝土结构                             | 原山后座          |
| 环向配筋              | $\phi 0.9@10$  | $\phi 0.9@20$                          | $\phi 0.9@10$ |
| 纵向配筋              | $\phi 0.9@20$  | $\phi 0.9@25$                          | $\phi 0.9@20$ |
| 开工工期              | 1977.5~11      | 1976.3.27~4.17                         | 1975.3~5      |
| 实际顶管日(天/合班)       | 34/100         | 14/42                                  | 20/60         |
| 最高工效(米/班)         | 1.0            | 1.5米/工日                                | 0.6           |
| 灌浆材料用量            | 水泥27吨          | 水泥21吨, 黄泥50吨                           | 水泥7.0吨        |
| 钢材耗量(吨)           | 3.3            | 3                                      | 1.06          |
| 水泥耗量(吨)           | 8.8            | 管段22节, 水泥耗量<br>28, 连进出口共100            | 5.4           |
| 劳动力(工)            | 4000           | 3000                                   | 2600          |
| 投资(万元)            | 3              | 1.5                                    | 1.0           |
| 高程偏差(厘米)          | 破坝一段低4         | 4                                      | 偏高25          |
| 左右偏差(厘米)          |                | 偏左0.8, 偏右1                             | 偏右5           |
| 顶进型式              | 后端顶进           | 人工挖土, 两端顶进                             | 后端顶进          |

|                |                                   |               |
|----------------|-----------------------------------|---------------|
| 那子壩水库放水涵       | 石坑水库放水涵                           | 大坑水库放水涵       |
| 台山县深井公社        | 博罗县福田公社                           | 台山县赤溪公社       |
| 土 坝            | 土 坝                               | 土 坝           |
| 15             | 24.4                              | 16            |
| 90             | 767                               | 172           |
| 修 建            | 修 建                               | 修 建           |
| 原山坝头赤珠黄泥       | 砂质粘土                              | 原山坡砂砾土        |
| $\phi 96/116$  | $\phi 100/130$                    | $\phi 96/116$ |
| 62             | 105 (要顶进段90)                      | 56            |
| 52             | 117.9 (以90米计算)                    | 47            |
| 68             | 90米时设计为658吨, 已顶进52米, 实际为293吨      | 59.5          |
| 原山后座           | 人工后座, 采用加大出口八字墙                   | 原山后座          |
| $\phi 0.9@10$  | 双筋 外层 $\phi 1.2$<br>内层 $\phi 1.2$ | $\phi 0.9@10$ |
| $\phi 0.9@20$  | $\phi 0.6$                        | $\phi 0.9@20$ |
| 1976.12~1977.2 | 1978.1.1~                         | 1977.4~5      |
| 39/117         | 已顶进52米共41/123                     | 23/69         |
| 0.8            | 1.5                               | 1.3           |
| 水泥13.0吨        | 在已顶进管52米段内耗用<br>水泥60吨             | 水泥6吨          |
| 1.83           | 7.7                               | 1.66          |
| 9.6            | 94                                | 8.4           |
| 2000           | 2100                              | 1200          |
| 1.2            | 6                                 | 1.5           |
| 偏高1            | 11(前端1、2、3节管已错动)                  | 符合设计          |
| 偏左0.5          | 2                                 | 符合设计          |
| 后端顶进           | 两端顶进                              | 后端顶进          |

续表

| 工 程 名 称           | 深 冲 水 库 放 水 涵 | 鹅 斗 水 库 放 水 涵 |
|-------------------|---------------|---------------|
| 工程地点              | 台山县那扶公社       | 台山县汶村公社       |
| 坝 型               | 土 坝           | 土 坝           |
| 最大坝高(米)           | 16.7          | 15            |
| 库容(万立方米)          | 93            | 465           |
| 工程性质              | 修 建           | 扩 建           |
| 土 质               | 原山坡坚硬粘性红土     | 原山坝头坚实红壤土     |
| 涵管直径(厘米)<br>内径/外径 | $\phi 96/116$ | $\phi 96/116$ |
| 涵管长度(米)           | 62            | 70            |
| 涵管自重(吨)           | 52            | $\approx 59$  |
| 最大顶力(吨)           | 43            | 56.7          |
| 后座型式              | 原山后座          | 预埋涵管长20米作后座   |
| 环向配筋              |               |               |
| 纵向配筋              |               |               |
| 开竣工期              | 1978.1~5      | 1978.3~4      |
| 实际顶管日(天/台班)       | 20/60         | 18/54         |
| 最高工效(米/班)         | 1.5           | 3.6           |
| 灌浆材料用量            | 水泥40吨         | 水泥27吨         |
| 钢材耗量(吨)           | 1.83          | 2.07          |
| 水泥耗量(吨)           | 9.3           | 10.5          |
| 劳动力(工)            | 1500          | 2000          |
| 投资(万元)            | 2.0           | 1.5           |
| 高程偏差(厘米)          | 符合设计          | 符合设计          |
| 左右偏差(厘米)          | 符合设计          | 符合设计          |
| 顶进型式              | 后端顶进          | 后端顶进          |

|              |                                                                                                |                |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 长坑水库放水涵      | 董楼引黄闸                                                                                          | 小沙水库放水涵        |
| 台山县水步公社      | 河南省濮阳县董楼村                                                                                      | 从化县良口公社        |
| 土 坝          | 土 堤                                                                                            | 土 坝            |
| 26           | 10(填土高8米)                                                                                      |                |
| 960          | 引水6立方米/秒                                                                                       |                |
| (套 管)        | (引黄灌溉闸)                                                                                        |                |
| 原旧混凝土涵管内径1米  | 重 壤 土                                                                                          | 花岗岩风化土         |
| $\phi 73/96$ | $\phi 150/184$                                                                                 | $\phi 100/120$ |
| 112          | 总长80.8, 顶进长28                                                                                  | 总长74, 顶进长60    |
| 85           | 总重177.6, 顶进重62.2                                                                               |                |
| 79.4         | 288                                                                                            |                |
| 浆砌石后座        | 重力式浆砌石后座                                                                                       | 浆砌石推力墩         |
|              | 内层 $12 \times \phi 1.2 @ \rightarrow 17.5$ 厘米<br>外层 $12 \times \phi 0.8 @ \rightarrow 17.5$ 厘米 |                |
|              | $56 \times \phi 0.8 @ 17.5 \sim 20$ 厘米                                                         |                |
| 1978.10~12   | 1968.10.17~11.9                                                                                |                |
| 4.5/13       | /56                                                                                            |                |
| 10           | 2                                                                                              |                |
| 水泥15吨        | 黄泥浆                                                                                            |                |
| 2.65         | 6                                                                                              |                |
| 14.0         | 30                                                                                             |                |
| 1100         | 9000                                                                                           |                |
| 4            | 4                                                                                              |                |
| 符合设计         | $\pm 1$                                                                                        |                |
| 符合设计         | $\pm 1.9$                                                                                      |                |
| 后端顶进         | 两端顶进                                                                                           |                |

管法施工较破坝法可减少土石方开挖和回填量80%以上。如阳江县沙湾水库用顶管法施工，开挖回填土石方为破坝法的20%；深圳水库约为7~10%；湛江市郊湖光岩水库仅为2~3%。

2. 施工期短，安全可靠。破坝施工，一般需要几个月的时间，而顶管法不计预制管时间，实际顶管约需二十多天。如台山县陈坑水库第四副坝（坝高8米）1965年破坝换管，大规模施工三个月。1975年，该库第一副坝（坝高14米）用顶管法重建放水洞，实际顶管时间仅20天。由于施工期短，可以充分利用春耕后至汛前一段时间。

3. 节约劳力。破坝法施工因开挖回填量大，又要抢工，争取在汛前完成以保安全，因此往往需要动用大批劳力。而用顶管法施工可以大大节约劳力。如磨刀坑水库用破坝法重建放水洞需劳动工日为95000个，而采用顶管法只用了1200个工日，仅为破坝法施工劳力的1.3%。又如湖光岩水库放水涵和东干渠公路涵用顶管法施工，节约劳动工日都在90%以上。

4. 节约钢材、水泥和资金。据统计比较，宝安县深圳水库采用顶管法的钢材用量仅为破坝法的30%；水泥用量为50%，投资为60%。花县磨刀坑水库顶管的钢材和水泥用量分别为破坝法的30%、50%。台山县陈坑水库用顶管法比破坝法节约资金约12000元；磨刀坑水库节约资金50%以上。

5. 工程质量较好。用顶管法施工，将预制管顶进后，进行回填灌浆，可将管外壁与开挖土洞面之间的空隙填密。因此顶管后投入运用，很少发现有渗水现象。

6. 用顶管法施工不影响坝（堤）面的建筑物和观测设施，而且施工时也不影响水库的正常运用。深圳水库用顶管

表 2 磨刀坑水库开挖坝体重建涵管与顶管方案的比较

| 方 案 | 工程量(立方米) |     |       | 主 要 材 料 |      |     |      |    |      |     |      | 费 用 (元) |       |       |       | 劳 动 日<br>(工日) |
|-----|----------|-----|-------|---------|------|-----|------|----|------|-----|------|---------|-------|-------|-------|---------------|
|     |          |     |       |         |      |     |      |    |      |     |      |         |       |       |       |               |
|     | 混凝土      | 浆砌石 | 土石    | 水 泥     | 钢 材  |     | 木 材  |    | 石 料  | 材料  | 施工   | 回填      | 工资    | 总计    |       |               |
|     |          |     |       |         | 吨    | 元   | 吨    | 元  |      |     |      |         |       |       | 立米    |               |
| 开 挖 | 137      | 220 | 62600 | 77      | 5400 | 7.2 | 5700 | 60 | 6000 | 357 | 2150 | 19250   | 29000 | 48250 | 95000 |               |
| 顶 管 | 39       | 0   | 80    | 43      | 3010 | 2.1 | 1680 | 4  | 400  | 39  | 240  | 5330    | 10100 | 1750  | 23780 | 1200          |

表 3 湖光岩水库隧洞、放水涵工程明挖（或分块衬砌）与顶管方案比较

| 序 号 | 工 程 名 称      | 方 案    | 工 程 量<br>(立方米) |       |       | 主 要 材 料 |       |       |       |     |       | 费 用 (万元) |       |        |      |       | 劳 动 日<br>(工日) |        |       |
|-----|--------------|--------|----------------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|-----|-------|----------|-------|--------|------|-------|---------------|--------|-------|
|     |              |        | 混 凝 土          | 浆 砌 石 | 土 石   | 水       | 泥     | 钢     | 材     | 木   | 材     | 石        | 料     | 材      | 施 工  | 回 填   |               | 工      | 总 计   |
|     |              |        |                |       |       |         |       |       |       |     |       |          |       |        |      |       |               |        |       |
| 1   | 湖光岩水库涵洞      | 分块衬砌顶管 | 920            |       | 3600  | 296     | 24000 | 44    | 31000 | 280 | 42000 | 830      | 16600 | 12.075 | 5.87 | 0.69  | 2.565         | 21.2   | 21000 |
|     |              |        | 600            |       | 2000  | 200     | 16000 | 34.92 | 24500 | 117 | 17500 | 540      | 10800 | 7.79   | 5.86 | 0.605 | 2.245         | 16.5   | 9000  |
| 2   | 湖光岩水库放水涵     | 明挖顶管   | 45             |       | 14400 | 15      | 1200  | 11.9  | 8200  | 30  | 4500  | 41       | 820   |        |      |       |               | 3.5936 | 16600 |
|     |              |        | 36             |       | 110   | 12      | 960   | 3.8   | 2700  | 7.6 | 1140  | 33       | 660   |        |      |       |               | 1.3075 | 1600  |
| 3   | 湖光岩水库东干渠厚公路涵 | 明挖顶管   | 51             |       | 8616  | 9       | 720   | 6.9   | 4850  | 5.5 | 830   | 46       | 920   |        |      |       |               | 1.1217 | 11900 |
|     |              |        | 11             |       | 226   | 4.5     | 360   | 2.84  | 2000  | 2   | 300   | 10       | 200   |        |      |       |               | 0.7007 | 1060  |

注 表中空白项，因缺资料故未填上。