

# 无额外支洞布置条件下大断面洞室 开挖施工方案

叶雷震<sup>1</sup> 房敦敏<sup>2</sup>

(1. 杭州市农村水利管理总站, 浙江 杭州 310016;  
2. 华东勘测设计研究院有限公司, 浙江 杭州 310014)

**【摘要】** 千岛湖配水工程分水江左右岸地下检修阀室断面为窄高的城门洞形,且纵向长度较短,没有条件布置额外的施工支洞分层开挖。本文介绍的开挖施工方案,有效解决了现场问题,安全、高质量地完成了检修阀室的开挖支护,节约了直线工期。

**【关键词】** 地下检修阀室; 导洞; 分层开挖

中图分类号: TV554

文献标志码: B

文章编号: 1005-4774(2017)05-0008-04

## Construction plan of large cross section cavern excavation under the condition without additional branch hole layout

YE Leizhen<sup>1</sup>, FANG Dunmin<sup>2</sup>

(1. Hangzhou Rural Water Conservancy Management Station, Hangzhou 310016, China;  
2. Huadong Engineering Corporation Limited, Hangzhou 310014, China)

**Abstract:** The underground service valve chest cross section on the left and right bank of Fenshui River in Qiandaohu Water Distribution Project is narrow and high city-gate form. Its longitudinal length is shorter. There are no conditions to arrange additional construction branch holes for stratified excavation. The construction excavation plan introduced in the paper can effectively solve the problems in the site. Excavation support of service valve chests can be finished safely with high quality, thereby saving straight line construction duration.

**Keywords:** underground service valve chest; pilot tunnel; stratified excavation

### 1 工程概况

千岛湖配水工程输水隧洞采用穿江隧洞的型式穿越分水江,管线与分水江流向基本垂直布置,沿线穿过分水江右岸塘包山、桐郑公路、分水江、S208省道,在左岸穿过尖山。分水江跨江段工程线路从上游至下游主要建筑物包括右岸检修阀室段、DN5000隧洞钢衬段和左岸检修阀室段。其中左右岸检修阀室布置在分水

江两岸雄厚山体内部。

分水江1号地下检修阀室位于分水江1号支洞与输水主洞连接段处,检修阀室为城门洞形,高度19.55m,宽度12.5m,长度20.15m,洞室底部高程1.50m,顶部高程21.25m(较分水江1号支洞顶部高11.7m)。纵剖面布置见图1。

分水江2号地下检修阀室位于分水江2号支洞与输水主洞连接段处,布置型式同分水江1号地下检修

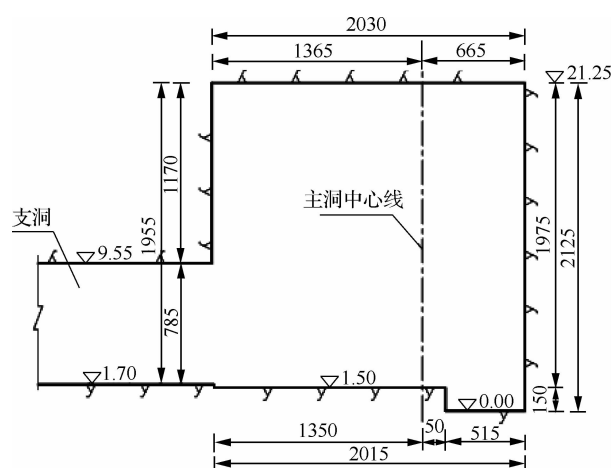


图1 分水江1号地下检修阀室纵剖面(单位:m)

阀室类似。

从横断面尺寸看,地下检修阀室为高19.55m、宽12.5m的窄高城门洞形断面,且纵向长度仅为20.15m,在施工时存在以下难点:①受结构布置条件限制,阀室施工无法再布置额外的施工支洞自顶部开始逐层下挖;②检修阀室横断面尺寸较大,高且宽,但纵向长度较短,采用直接自支洞底部起坡、导洞开挖至顶部逐层下挖机械出渣的方案难度极大;③采用从底部向上层开挖的常规施工方案安全风险大,进度慢。鉴于以上特点,检修阀室施工需打破常规,采取提前起坡、导洞先行、人工出渣、逐层下挖的方案。

## 2 总体施工方案

检修阀室采用人工钻爆法开挖,因其顶部高程高于支洞顶部高程11.70m,故在开挖过程中采取“提前起坡、导洞先行、一坡到顶、分层分块、人工出渣、及时支护”的施工方案。

开挖采用人工钻爆法,先进行导洞开挖,再交替进行两侧边墙开挖;开挖时对原施工台架进行改造,部分洞段开挖时进行垫渣并搭设排架,爆破前拆除排架。

由于导洞坡度较大(55.76%),出渣时先人工将上层石渣清理至导洞,再由挖掘机将石渣集中至施工支洞平坡段,最后由装载机装车,自卸车出渣。

地下阀室系统支护主要型式有普通中空注浆锚

杆、自进式中空注浆锚杆、挂钢筋网、喷射混凝土。在导洞施工过程中,因开挖未到位,为保障施工安全,需采取必要的临时支护,临时支护主要型式有普通砂浆锚杆、喷射混凝土。

## 3 实施方案

### 3.1 施工顺序

分水江1号地下阀室共分为6步开挖、支护,施工顺序为准备工作(支洞开挖支护)→导洞开挖支护→阀室起拱线及导洞以上部位开挖支护→阀室导洞两侧第二层、第三层开挖支护→拱架至阀室之间导洞扩挖、落底并支护(支洞上断面)→阀室第四层开挖支护。

### 3.2 准备工作(支洞开挖)

在支洞内开始准备工作,自转弯段结束后即开挖支洞上断面(9.1m×5m)至导洞开始位置,开挖石渣填至后部20m范围内作为交通通道。

上断面开挖结束后,在导洞开挖前安设5榀I20a钢拱架作为锁口拱架,并在最后1榀拱架顶部施做锁口锚杆( $\phi 25\text{mm}$ , $L=4.5\text{m}$ 砂浆锚杆),锚杆角度较导洞爬坡角度大 $15^\circ$ ,支洞开挖支护如图2所示。

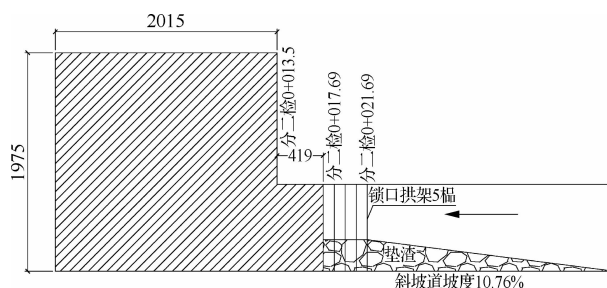


图2 支洞开挖支护(单位:m)

### 3.3 导洞开挖

导洞断面尺寸为5m×5m,坡度为55.76%,每循环开挖搭设排架钻孔,向上开挖直至地下阀室顶部。

在开挖导洞过程中,为保障安全,采取必要的临时支护( $\phi 25$ , $L=2.5\text{m}$ 随机锚固剂锚杆、喷随机C25混凝土),后期扩挖时破除,见图3、图4。

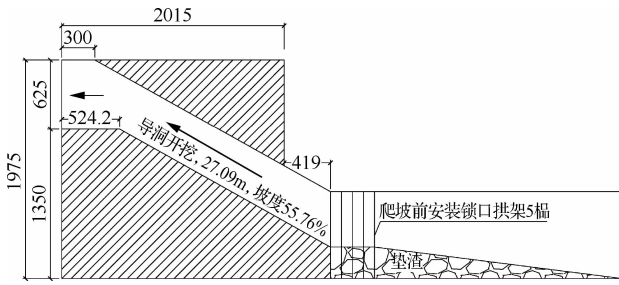


图3 导洞开挖流程(单位:m)

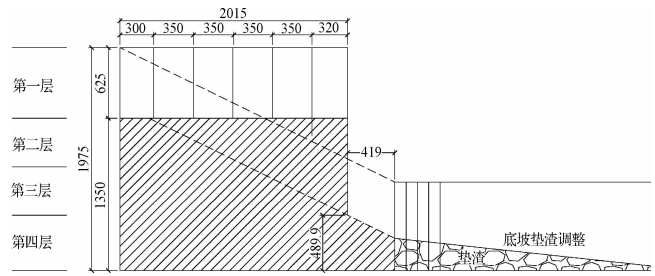


图6 阀室起拱线以上及导洞以上部位开挖施工流程(沿边墙剖切)(单位:m)

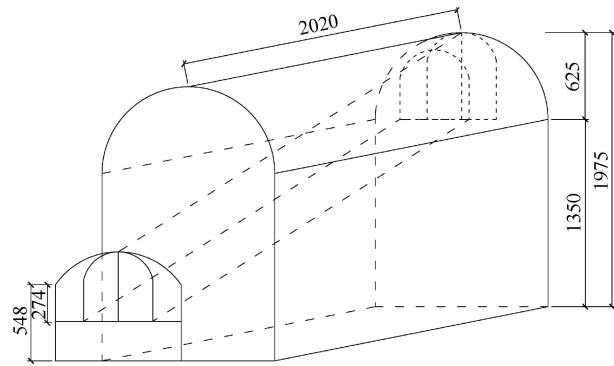


图4 导洞开挖三维效果(单位:m)

### 3.4 阀室起拱线以上及导洞以上部位开挖

利用开挖到位的中导洞,对阀室起拱线以上及导洞以上部位由内至外、左右两幅交替进行分部开挖。每一幅开挖到位后立即在阀室顶拱进行系统支护,支护完成后才能进行下一步开挖。如此循环,直至阀室起拱线以上及导洞顶部开挖、支护全部完成,见图5、图6、图7。

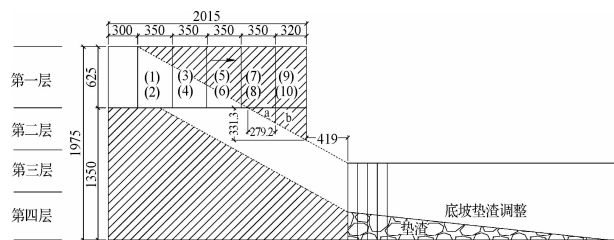


图5 阀室起拱线以上及导洞以上部位开挖施工流程(沿导洞剖切)(单位:m)

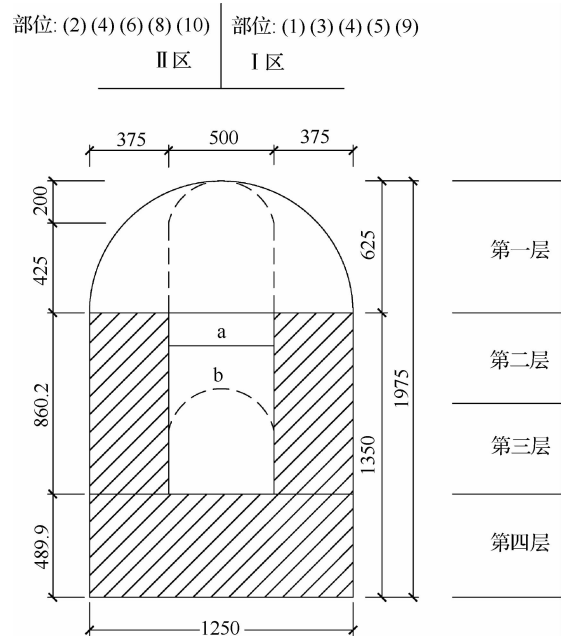


图7 阀室起拱线以上及导洞以上部位开挖施工流程(正视图)(单位:m)

交替、分层开挖支护的原则进行。开挖支护流程如图8、图9所示。

### 3.5 阀室导洞两侧第二层、第三层开挖支护

地下阀室起拱线以上及导洞以上部位开挖支护结束后开始地下阀室边墙落底,按照由外至内,两侧边墙

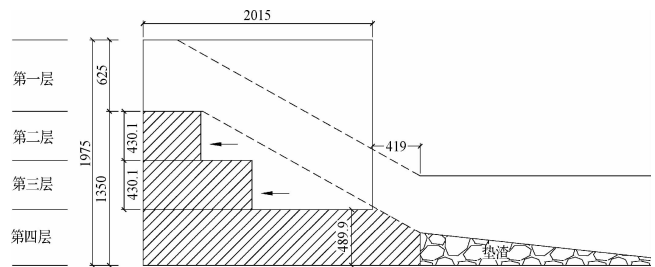


图8 阀室导洞两侧第二层、第三层开挖支护流程(沿导洞剖切)(单位:m)

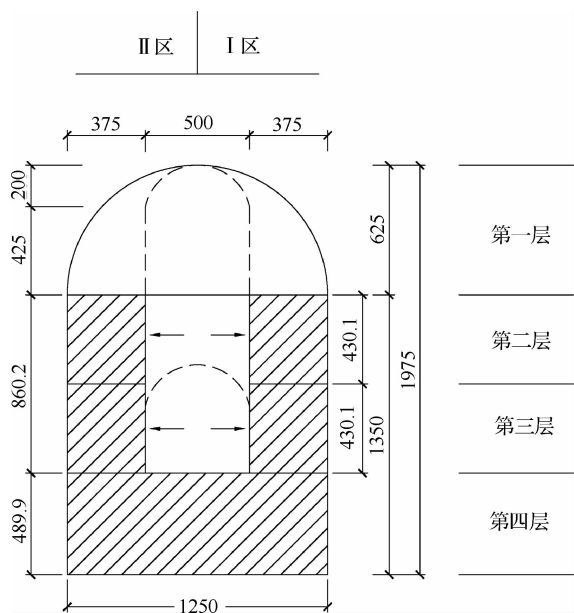


图9 阀室导洞两侧第二层、第三层开挖支护  
流程(正视图)(单位:m)

### 3.6 拱架至地下阀室之间导洞扩挖、落底至支洞下断面顶部(一次完成)

为进行地下阀室最后一层及支洞落底安全施工,首先进行支洞内拱架至地下阀室之间导洞扩挖、落底并及时支护,开挖支护流程见图10。

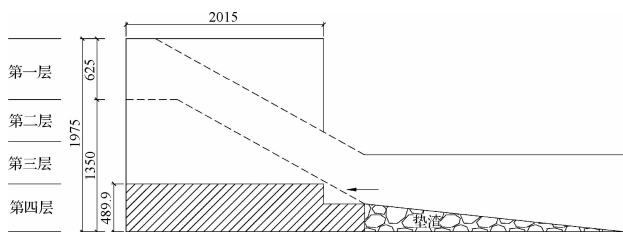


图10 拱架至阀室之间导洞扩挖、落底开挖支护  
流程(单位:m)

### 3.7 阀室第四层开挖

自支洞向阀室方向进行开挖并及时支护,至拱架位置时将钢拱架连接至支洞底部。至此阀室开挖支护完成,开挖支护流程见图11、图12。

## 4 施工计划安排

分水江1号地下检修阀室施工计划见右表。

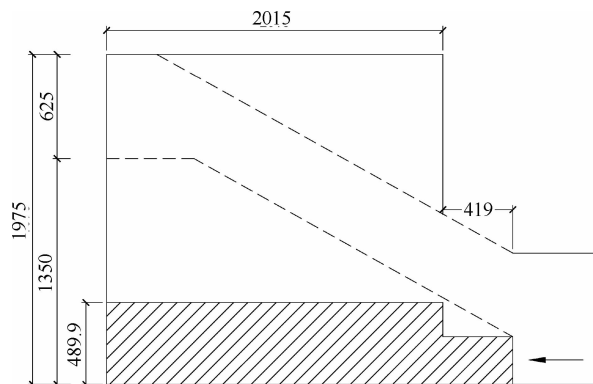


图11 拱架至阀室之间导洞扩挖、落底开挖支护  
流程(单位:m)

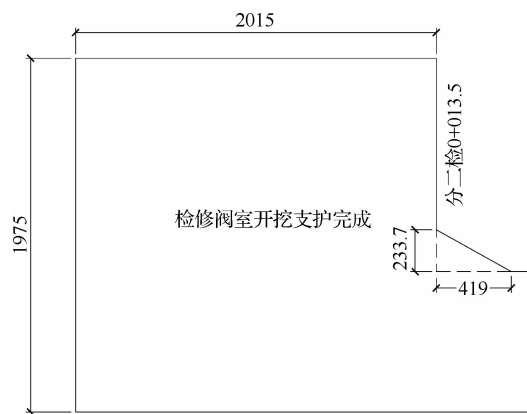


图12 检修阀室开挖支护完成(单位:m)

施工计划表

序号	工序名称	用时/d	备注
1	支洞开挖支护	3	支洞上断面长6.48m,按照每循环开挖进尺2.5m,每日两循环计划,开挖1.5d,支护1.5d,用时3d
2	导洞开挖支护	14	导洞长度约27m,按照每循环开挖进尺2m,每日一循环计划,每日进尺2m,夜间支护,用时14d
3	阀室起拱线以上开挖支护	22	洞段长度约20m,共分22循环,每天一循环,剩余时间进行支护,22d
4	阀室第二层、第三层开挖支护	10	洞段长度约20m,上下两层及两侧交替开挖。按照平均每日进尺4m计划,用时10d
5	支洞内导洞扩挖及落底	1	长度4.19m,一次爆破完成,剩余时间支护,用时1d
6	支洞及阀室最后一层落底	4	洞段长度约31m,自支洞向内开挖。按照平均每天两循环,每循环4m,每日进尺8m计划,剩余时间支护,用时4d
	总计	54	

(下转第15页)



图3 人工应急喷射混凝土支护

#### 4.3 利用锚喷支护加固顶拱围岩

敞开式 TBM 在软弱围岩段施工时,可利用安装在主梁上的锚杆钻机打锚杆支护顶部围岩,然后利用安装在连接桥上的混凝土喷射机械手,对围岩进行喷混凝土作业,及时封闭围岩,防止围岩的风化和变形失

(上接第 11 页)

### 5 质量与安全要求

#### 5.1 安全要求

- a. 施工前对施工人员做好安全教育及技术交底。
- b. 开挖采用短进尺、弱爆破的方式,分层、分块开挖,最大限度减少对围岩的扰动,开挖后立即进行系统及临时支护。
- c. 施工前首先进行排险工作,排险由上往下进行,首先进行机械排险,然后进行人工排险,人工排险时利用撬棍清理顶拱悬挂危石,顶拱危石排除完毕后进行边墙部位危石清理。排险完毕,由安全员验收后方可进行施工。
- d. 导洞及阀室起拱线以上部位开挖过程中,在导洞底部加工挡石排架,防止顶部滑塌滚石伤人。
- e. 严格按照制定的开挖、支护流程进行施工,保证施工人员一直位于安全区域,严禁冒进。
- f. 严格按照相关技术标准及要求进行锚喷支护施工,做到支护一区,安全一区。
- g. 锚杆作业中,要密切注意观察围岩或喷射混凝土的剥落、坍塌。清理浮石要彻底,施工中,要及早发

稳。设置锚杆和喷混凝土作业,可与主机掘进同时进行。

#### 5 结语

辽宁省大伙房水库 TBM3 施工段开挖施工过程中,采取了支设钢拱架、挂钢筋网、喷混凝土等辅助作业措施,合理调节 TBM 掘进参数,保证了 TBM 的掘进效率,顺利通过了出口浅埋偏压洞段、查梁子河谷、大洛河谷等不良地质洞段。本文对于敞开式 TBM 隧洞开挖施工有一定借鉴意义。◆

#### 参考文献

- [1] 汪洪泉. 超长水工隧洞 TBM 法开挖施工供电方法探讨[J]. 中国水能及电气化,2015(4):22-24.
- [2] 王梦恕,王占山. TBM 通过断层破碎带的施工技术[J]. 隧道建设,2001(3):1-4.
- [3] 朱玉峰,祝云川. 大伙房水库输水工程查梁子不良地质段 TBM 施工对策分析[J]. 水利建设与管理,2007(5):45-47.

现危险征兆,及时处理。

- h. 喷射混凝土时应注意以下几点:①喷射前要检查作业地段的围岩,并清理浮石、危石等;②喷射机要安放在围岩稳定区域,同时喷射作业地段应加强照明和通风;③喷射时严格掌握好风压、水压,加强综合防尘措施;④风嘴不准对人,以免射伤人。

#### 5.2 质量要求

- a. 测量人员及时进行测量放样与断面检测,为施工质量提供技术保障。隧道开挖测量放样由测量工程师负责,使用全站仪定点,水准仪控制标高,钢尺、钢钉及红油漆画出开挖轮廓线,以保证开挖边线准确。
- b. 增强质量意识,严格按照设计图纸、制定方案及相关规范、质量标准进行施工,保证一次性验收通过。

### 6 结语

分水江 1 号地下检修阀室的施工属该标段关键线路,采用“提前起坡、导洞先行、一坡到顶、分层分块、人工出渣、及时支护”的施工方案,安全、快速完成了检修阀室开挖支护,节约了直线工期,可以为其他类似工程提供借鉴。◆