

# 某长距离输水隧洞 TBM 施工中转场方案的探讨

王红帅

新疆水利水电勘测设计研究院

DOI:10.12238/hwr.v5i12.4106

**[摘要]** 某长距离输水工程5#隧洞TBM5-2施工洞段与TBM5-3施工洞段之间钻爆洞段长6.7km,施工过程中存在转场的问题,对转场方案进行了专题研究。通过比较钻爆洞段选择平底马蹄型通过洞,采取TBM部分拆除滑行通过。解决了TBM全部拆卸存在的不确定因素,减小了步进难度,经济高效。

**[关键词]** 隧洞; TBM转场; 步进; 平底马蹄型

中图分类号: TV222 文献标识码: A

## Discussion on Transfer Scheme of TBM in the Construction of a Long-distance Water Conveyance Tunnel

Hongshuai Wang

Xinjiang Water Conservancy and Hydropower Survey, Design and Research Institute

**[Abstract]** The drilling and blasting tunnel section between TBM5-2 and TBM5-3 of a long-distance water conveyance project 5# tunnel is 6.7km long. There is a problem of transfer during construction. A special study on the transfer scheme is carried out. By comparing the drilling and blasting tunnel sections, the flat bottom horseshoe type tunnel is selected, and the TBM is used to partially dismantle the tunnel and slides through it. The uncertain factors existing in the disassembly of TBM are solved, the stepping difficulty is reduced, and it is economical and efficient.

**[Key words]** tunnel; TBM transfer; stepping; flat horseshoe

### 引言

随着水利工程的蓬勃发展,长距离输水工程中采用TBM掘进已成为国际上快速开挖隧道的潮流,是国内外最先进的隧洞施工方法之一。如引松供水工程、引汉济渭、青海引大济湟等大型工程。TBM转场周期直接影响到总工期和经济效益,故转场需进行专题研究,以期减少TBM的转场周期,降低步进难度,缩短工期,取得更大的经济效益。

### 1 工程概况

某长距离输水隧洞全线共有隧洞5条,5#隧洞洞长36km,布置1台TBM,设置5条施工支洞,将TBM5分成3段,5#隧洞出口1km为钻爆洞,钻爆洞末端设置组装洞,长300m,洞内组装完成后开始掘进。TBM5-2施工洞段末端为9#支洞,TBM5-3施工洞段起点为6#支洞,之间为6.7km钻爆洞段,TBM5-2掘进完成后转场至TBM5-3是施工中的一大难点。

方案一 组装拆卸工期及相关费用统计表

序号	项目	描述	费用(万元)	备注
一	工期			
1	拆卸组装	190天	/	
2	调试	15天	/	
3	检修及转场	50天	/	
4	交叉	45天	/	
二	费用			
1	人工费	工人 40人	304	400元/人·天
		技术及管理人员 10人	228	1200元/人·天
2	拆卸过程中易损坏更换部件	液压及低压流体系统管路附件、电缆、设备密封面密封件、10.9级以上螺栓螺母及双头螺柱、8.8级螺栓及螺母、传感器等	1500	
3	刀盘维修	拆卸过程中会对刀盘、刀盘法兰面有损伤,拆卸过程中需切割部分耐磨板。	200	
4	拆卸洞室	土建	234	40m扩大洞
		80t+80t 桥吊	130	
5	部件运输	长 7.8km,其中 1.02km 坡度为 12.9%的斜井	200	
6	施工人员误工费	在 TBM 拆除、转运、组装期工人误工费	285	190天,每天150元,共100人
7	其他	不可预见性问题	200	
8	总费用		3281	

方案二 组装修卸工期及相关费用统计表

序号	项目	描述	费用 (万元)	备注
一	工期			
1	拆卸、组装及步进	150 天	/	平均 90m/天
2	恢复、维修	无	/	
3	检修及转场	30 天		
4	交叉工期	30 天	/	
5	弧形底板施工	168 天	/	长 6.7km
二	费用			
1	人员需求	工人 20 人	120	400 元/人·天
		技术及管理人员 4 人	72	1200 元/人·天
2	拆卸洞室	土建	50	局部扩挖洞室
		吊装设备	50	安装简易吊装设备
3	步进机构	弧形底步进机构	250	
4	步进导向槽或导向装置左右偏差	30mm/25m	70	
5	拆卸过程中易损坏部件	刀盘把合螺栓及刀盘与主驱动把合双头螺柱	40	
6	刀盘维修	拆卸过程中会对刀盘、刀盘法兰面有损伤,拆卸过程中需切割部分耐磨板。	200	
7	部件运输	长 7.8km 其中 1.02km 为坡度 12.9% 的斜井	40	
8	施工人员误工费	在 TBM 拆除、转运、组装修卸期剩余工人误工费	270	150 天, 每天 150 元, 共 120 人
9	其他	不可预见性问题	300	
10	总费用		1462	
11	弧形底板施工费用		697	

方案三 组装修卸工期及相关费用统计表

序号	项目	描述	费用 (万元)	备注
一	工期			
1	拆卸、组装及步进	135 天	/	平均 120m/天
2	恢复、维修	无	/	
3	检修及转场	30 天		
4	交叉	30 天	/	
5	平底施工	84 天		长 6.7km
二	费用			
1	人员需求	工人 20 人	108	400 元/人·天
		技术及管理人员 4 人	65	1200 元/人·天
2	拆卸洞室	土建	50	局部扩挖洞室
		吊装设备	50	安装简易吊装设备
3	拆卸过程中可能损坏部件	刀盘把合螺栓及刀盘与主驱动把合双头螺柱	40	
4	刀盘维修	拆卸过程中会对刀盘、刀盘法兰面有损伤,拆卸过程中需切割部分耐磨板。	200	
5	部件运输	长 7.8km 其中 1.02km 为坡度 12.9% 的斜井	40	
6	施工人员误工费	在 TBM 拆除、转运、组装修卸期剩余工人误工费	243	135 天, 每天 150 元, 共 120 人
7	其他	不可预见性问题	150	
8	总费用		946	
9	平底施工费用		348	

2 转场方案比选

6.7km 钻爆通过洞段衬砌后断面直径为 7.5m, 而 TBM 刀盘为 7.8m, 需对 TBM 部件进行局部拆卸步进通过或全部拆卸后运输, 经研究共制定以下三种方案:

2.1 方案一: 整机拆卸后重新组装

TBM 施工完成 TBM5-1、TBM5-2 共 17.5 km 后整机拆解, 在 9# 支洞设置拆卸洞并增加一台 80t+80t 桥吊, 将拆卸后的 TBM 部件经 7.8km (其中 1.02km 为坡度 12.9% 的斜井运输) 运至 6# 支洞组装修卸室重新组装、调试。

由于 TBM 已掘进 17.5km, 整机拆卸后重新组装会有很多不可预见性问题, 拆解过程中对零部件的损伤无法预测, 对接下来的第三段 8.5km 掘进有较大影响。

2.2 方案二: TBM 局部拆解, 通过洞段洞底为弧底

通过洞段洞径为 7.5m, 洞型为弧底马蹄型。待 TBM 完成第二阶段后, 需拆卸 TBM 刀盘、左侧护盾、右侧护盾、顶护盾、左上护盾、右上护盾及部分主梁附属平台及护栏。为保证 TBM 按预设轴线步进, 弧型底板需设置两道导向槽装置。

弧形步进机构在施工中存在以下可能导致 TBM 无法步进的风险:

(1) 目前施工中弧形底面的施工案例较少 (西秦岭隧道及重庆地铁有过使用案例) 且步进距离短, 本工程步进 6.7km, 弧形步进机构及步进施工无成功经验, 施工风险高。

(2) 弧形步进机构对隧洞底弧面的精度要求较高, 轴线方向圆度应控制在 15mm/25m 以内, 导向槽两侧弧面圆度应控制在 10mm 以内, 施工难度大。

(3) 弧形底面圆度偏差较大时: 步进与洞壁面接触变为线接触, 存在 TBM 倾翻的风险; 易导致步进机构变形损坏; 步进机构与洞面接触面积小, 洞面无法给 TBM 步进提供足够的摩擦力, 出现“打滑”现象。

(4) TBM 步进时由于推力油缸无法保证同步伸缩, 存在将 TBM 推出导向槽的风险, 导致 TBM 倾翻, 风险较大。

2.3 方案三: TBM 局部拆解, 通过洞段洞底为平底

通过洞段洞径为7.5m,洞型为平底马蹄型。待TBM完成第二阶段后,需拆卸TBM刀盘、左侧护盾、右侧护盾、顶护盾、左上护盾、右上护盾及部分主梁附属平台及护栏,平底底板设中心导向槽即可。

隧洞底面平底施工平整度可控,TBM拆卸、步进、维修及转场工期及费用较低;平底式TBM步进机构为目前施工中常用的结构形式,其对隧洞底面适应性强、步进效率及可靠性高;洞室底面不平整时可采用填塞钢板或其他填塞无保证TBM顺利通过,步进风险较低。

### 3 结论

(1)避免全部拆卸在运输、组装、调试过程中存在的不可遇见性问题,采取局部拆除步进通过。弧形底面通过洞施工难度较大,难以控制表面精度,底面通过洞施工平整度可控,适应性强、步进效率及可靠性高。

(2)转场作为TBM施工过程中的重大难点,需选择可靠、可控、周期短的转场方案,长距离步进是此次转场的关键。随着地下工程的发展,采用TBM掘进已成为经济、高效的施工方法之一,TBM转场所遇见的问题会越来越多,希望通过本文的研究,可以为以后此类工程的建设提供以下借鉴。

#### [参考文献]

- [1]李文富.输水隧洞TBM长距离步进方案研究[J].人民珠江,2015,36(3):88-91.
- [2]刘芳,罗晓军.敞开式TBM转场检修及步进的关键问题[J].水利技术监督,2016,24(02):103-104+110.
- [3]韩志远.TBM转场超长距离步进技术研究与应用[J].东北水利水电,2015,33(02):17-18+34.
- [4]陈俊文,高随芹,占华龙.敞开式TBM平底步进及存在问题与对策[J].矿

山机械,2017,45(03):59-62.

[5]齐志冲,贺飞.敞开式TBM滑板式步进技术在引松工程的应用[J].隧道建设,2017,37(S1):184-188.

[6]靳念柱.浅析TBM中间转场检修技术[J].吉林水利,2018,(01):59-62.

[7]曹宁宁.TBM洞内平底板步进施工技术[J].建设机械技术与管理,2014,27(07):86-89.

[8]周雁领.敞开式TBM步进技术[J].隧道建设,2015,35(05):468-472.

[9]赵清泊.西秦岭特长隧道TBM步进段弧形基础的设计与施工[J].路基工程,2011,(02):175-177.

#### 作者简介:

王红帅(1988—),男,汉族,河南人,大学本科,工程师,水利水电设计及施工。

### 中国知网数据库简介:

#### CNKI介绍

国家知识基础设施(National Knowledge Infrastructure, NKI)的概念由世界银行《1998年度世界发展报告》提出。1999年3月,以全面打通知识生产、传播、扩散与利用各环节信息通道,打造支持全国各行业知识创新、学习和应用的交流合作平台为总目标,王明亮提出建设中国知识基础设施工程(China National Knowledge Infrastructure, CNKI),并被列为清华大学重点项目。

#### CNKI 1.0

CNKI 1.0是在建成《中国知识资源总库》基础工程后,从文献信息服务转向知识服务的一个重要转型。CNKI1.0目标是面向特定行业领域知识需求进行系统化和定制化知识组织,构建基于内容内在关联的“知网”、并进行基于知识发现的知识元及其关联关系挖掘,代表了中国知网服务知识创新与知识学习、支持科学决策的产业战略发展方向。

#### CNKI 2.0

在CNKI1.0基本建成以后,中国知网充分总结近五年行业知识服务的经验教训,以全面应用大数据与人工智能技术打造知识创新服务业为新起点,CNKI工程跨入了2.0时代。CNKI 2.0目标是将CNKI 1.0基于公共知识整合提供的知识服务,深化到与各行业机构知识创新的过程与结果相结合,通过更为精准、系统、完备的显性管理,以及嵌入工作与学习具体过程的隐性知识管理,提供面向问题的知识服务和激发群体智慧的协同研究平台。其重要标志是建成“世界知识大数据(WKBD)”、建成各单位充分利用“世界知识大数据”进行内外脑协同创新、协同学习的知识基础设施(NKI)、启动“百行知识创新服务工程”、全方位服务中国世界一流科技期刊建设及共建“双一流数字图书馆”。