

隧洞施工方法分析

赵宁 谷黎明

(黄河勘测规划设计研究院有限公司, 河南, 郑州, 450003)

摘要: 通过对隧洞常规施工方法优缺点的分析比较, 结合选择施工方案需要考虑的因素, 对引水隧洞施工方法研究提供参考。

关键词: 钻爆法 掘进机法 施工方法

1. 前言:

尽管我国水资源总量大, 但是人均占有量少, 水资源分布不均, 缺水问题较为严重。随着社会经济的不断发展, 水资源污染问题日益严重, 加剧了水资源紧张的局面, 需要重点建设一系列长距离引水工程, 以此满足人民群众生活和生产的需求。并且, 2020年中央一号文件提出“抓紧启动和开工一批重大水利工程和配套设施建设, 加快开展南水北调后续工程前期工作, 适时推进工程建设”。隧洞工程是长距离引水工程非常重要的部分。选择合理的施工方案对控制工程投资、工程进度、规避施工风险尤为重要, 本文通过对隧洞常规施工方法优缺点的分析比较, 并结合选择施工方案需要考虑的因素, 对长距离引水隧洞施工方法研究提供参考。

2. 施工方法比较

隧洞施工工法主要为钻爆法、掘进机法, 各有其优缺点。

(1) 钻爆法

钻爆法是通过钻孔、装药、爆破等多工序顺序作业实现隧洞开挖。

特点: 机动灵活、地层适应能力强。但是, 相对掘进机施工速度慢, 施工作业环境条件差, 在特定环境下炸药供应及爆破施工受限。

对长隧洞工程要满足施工通风、工期等要求, 需通过设置施工支洞实现“长洞短打”。对深埋长隧洞工程而言, 受地形条件影响, 施工支洞设置受限(超深竖井、超长斜井), 钻爆法施工的出渣系统、施工通风难度较大。对浅埋隧洞而言, 增多了辅助通道的数量, 钻爆法施工的优势无法显现。

(2) 掘进机法

掘进机法是大型联合施工设备以机械能直接破岩掘进隧洞。是传统钻爆法施工在无法设置施工支洞或设置施工支洞非常困难, 受开挖工作面限制工期得不到保障、施工出渣、通风排烟困难等问题而发展起来的。

特点: 在适宜的地质条件下, 具有掘进效率高、对围岩扰动小、开挖面光滑、超挖量小、质量好、安全、洞内作业环境好、独头掘进长度5km~20km以内、对工程周围环境影响小等一系列优点。但是, 设备一次性投入高; 对地质条件相对钻爆法比较敏感, 适宜地质条件下掘进速度高, 不适宜时掘进效率大为降低, 甚至出现卡机等; 设计制造周期长, 一般为10~12个月; 设备庞大, 大件运输重量和尺寸均较大, 施工道路必须满足大件运输要求; 工业广场布置需要满足掘进机组装及施工运行期物料运输设备、物料堆场等场地布置要求; 施工支洞需满足高效施工物料运输要求。

钻爆法和掘进机比较参见表1:

表1 钻爆法与掘进机法施工特点比较表

比较内容	钻爆法	掘进机法
------	-----	------

	开挖形状	适用于各种断面	一次施工只适应于一种断面，一般为圆形
适用范围	开挖直径	1.5 m 以上	一般为 3~12m
	长度	独头施工长度一般 3km 以下，超过 3km 需要布置出渣、通风支洞	独头施工长度 6km~20km
	岩石抗压强度	一般都能适应，但需采取支护措施	一般为 20 MPa~200MPa
	地质条件适应性	适应范围广，遇到不良地质条件时，钻爆法施工机动灵活，可采取多种方式对围岩进行支护	对大的断层破碎带及大的挤压变形等不良地质洞段适应性较差，受施工空间限制，采用辅助工法种类有限，不能及时采取多种灵活的支护方式，需要采取专项处理措施
	施工速度	钻孔、装药、爆破、通风排烟、出渣、支护等施工工序间断进行，大断面隧洞需分步开挖施工，不能一次成洞，施工速度较慢，一般平均月进尺 80m~250m	掘进机从开挖、装渣、出渣、衬砌等各工序均能实现交叉平行作业和连续掘进，开挖成洞速度较快，一般平均月进尺 400~1000m
施工质量	对围岩影响	爆破应力对围岩扰动较大，松弛区较厚，可能发生突然塌方，增加水流侵入的可能性；	开挖后隧洞断面成形好，围岩平整、扰动较小
	支护	受爆破应力影响，松弛区较厚，增加支护量	由于扰动小，围岩稳定性好，可减少支护 90%，同时由于掘进中几乎无超挖，开挖断面接近设计断面尺寸，可节省支护材料
	炸药	需要炸药爆破施工，炸药供应受特定时期及特定区域环境影响，工期会受火攻材料供应的影响	无须炸药爆破，施工不受特供火攻材料影响
	洞内施工环境	爆破烟尘多，长隧洞施工通风困难，凿岩机振动和噪声大，洞内施工作业环境差	掘进机施工无炮烟污染，加之掘进机配置有除尘、集尘装置，可保持洞内空气清新，工作环境较好
	施工安全保障	施工安全性较差：装药、爆破具有不确定因素，有一定风险；爆破对围岩扰动大，不利于围岩稳定，施工人员暴露在作业面，存在一定的安全风险，	TBM 带有局部或整体护盾，人员在护盾下工作，有利于人员安全，减少事故隐患；带有系列支护系统，对不良地质段及时支护，减少了围岩坍塌，保证安全。
	人员及技术水平	施工人员多，劳动强度大，对人员技术水平要求较低	施工人员较钻爆法少 30%~50%，劳动强度较低，以机械、电子设备操作为主，对人员技术水平要求较高
	施工支洞	必须增加开挖工作面需要的支洞、竖井和横通洞，单工作面间距不宜超过 3km	可减少临时的施工支洞（斜井、竖井等）数量，独头工作面 15~20km
	一次性设备投资	为掘进机设备投资的 40%~50%	掘进机每米直径约 280 万美元

3. 不同施工方法分析

隧洞施工采用何种施工方法，应根据隧洞工程设计（直径、长度、埋深、支护结构等）、工程地质情况（围岩类别、岩石抗压强度、构造及破碎程度、地下水及性质等）、施工环境条件（气候特征、生态环境、交通能力、水电资源、施工场地、施工支洞布置）、工程工期和工程投资、TBM设备制造水平等综合分析确定。

4. 小结

地质条件是隧洞工程施工方案规划和设备选型的基础，对深埋长隧洞工程地质及水文地质条件复杂，岩性多变且存在大的断层构造带。为充分体现掘进机高投入、高效率、高收益性，对地质条件较适宜TBM施工的洞段采用掘进机施工，对大的断层构造带采用钻爆法施工，以充分发挥钻爆法施工机动灵活的优势。这种掘进机与钻爆法联合施工方案，摒弃各自劣势，相互补充，将两种工法优势得以发挥。实现快速安全施工，减小生态环境影响。

参 考 文 献：

- [1] 《水工建筑物地下开挖工程施工规范》SL378-2007

作者简介：赵宁（1978—），女，陕西长安人，高工，主要从事水利水电工程设计工作。

E-mail: zhaoning0625@126.com

手机号: 13783612362