

# 新奥法施工原理在隧洞施工中的应用

史晓玲

中国水利水电第十二工程局有限公司

DOI:10.32629/btr.v3i5.3089

**[摘要]** 本文依托临海市方溪水库工程施工I标项目(以下简称“方溪水库”),对新奥法施工原理在隧道施工中的技术要点进行了分析与探究,作为施工单位,必须从根本上认识到新奥法在隧道施工当中的重要作用,在具体的施工过程中,紧密结合工程实情,科学合理地使用新奥法将隧道开挖施工工作做到位,从而更好地保证隧道工程的整体质量。

**[关键词]** 新奥法; 隧洞施工; 应用

## 1 概况

方溪水库位于浙江省临海市括苍镇境内,永安溪流域支流方溪上,坝址地处方溪村上游约450m,控制流域面积84.8km<sup>2</sup>。主要由混凝土面板堆石坝、岸边溢洪道、发电引水系统及发电厂房等组成。发电引水隧洞工程地质条件基本较好,围岩以II类为主;部分洞段围岩等级为III~IV类,在施工过程中将严格按照“新奥法”进行组织施工,精心制定爆破设计,确保开挖质量。

## 2 隧洞开挖施工

### 2.1 总体安排及开挖方法概述

#### 2.1.1 施工总体安排

先进行隧洞边坡的土石方明挖、支护、洞口的锁口,再进行洞内开挖。考虑工程总体施工进度,引水隧洞计划从进口及出口双向同时掘进,待两工作面相距20m时,采用单头掘进,确保施工安全。

#### 2.1.2 开挖方法

施工隧洞设计为城门洞型,开挖断面为4.2×5.2m(宽×高),因工期紧,为满足施工进度要求,开挖采用全断面光面爆破<sup>[1]</sup>。

隧洞开挖采用YT-28气腿钻钻孔,掏槽孔采用直线掏槽,掏槽孔部位中心位置采用风钻钻42mm的空孔,不装药,以改善掏槽效果,周边光面爆破、非电毫秒微差起爆,钻孔直径为d=42mm,开挖循环进尺计划为2.5m左右,月进尺150mm。

#### 2.2 钻孔与爆破设计

##### 2.2.1 隧洞断面参数

临时交通洞为城门洞型,开挖宽度为4.20m,开挖中心高度为5.20m,两侧直墙段高度为4.0565m,拱顶半径为2.50m。断面面积为19.60m<sup>2</sup>。

##### 2.2.2 隧洞爆破参数设计

(1) 炮孔直径(d): d=42mm。

(2) 掏槽孔深度(L掏): L=4.0m(根据掏槽眼布置原则,小断面隧道采用直形掏槽)。

(3) 辅助孔深度(L辅): L=3.5m。

(4) 周边、底板孔深度(L边): L=3.5m。

(5) 光面参数。

①不耦合系数,合理的不耦合系数应使炮孔压力低于岩壁动抗压强度,而高于动抗拉强度,通常,不耦合系数为1.5~2.5,选用2.0。

②光爆孔间距(a): 一般取炮孔直径的8~15倍。在节理裂隙比较发育的岩石中,应取小值;在整体性好的岩石中,可取大值,a取50cm。

③最小抵抗线W(E),即光面层厚度或周边孔到邻近辅助孔间的距离,是光面孔起爆时的最小抵抗线,一般应大于或等于光面孔间距。选取与围岩相对应的E值为70cm。炮眼布置图及爆破参数表(附后)。

#### ④单位炸药单耗量(q)。

根据岩石普氏系数及掘进断面尺寸和循环进尺的炮孔深度,并参考国家定额标准,结合以往隧道施工经验及实际情况,暂取炸药单耗q=1.4kg/m<sup>3</sup>; (实际施工过程中q值应随断面增大而减小,反之增大)。

#### ⑤炮孔数目。

炮孔数目的多少直接影响每一循环凿岩工作量、爆破效果、循环进尺。暂按下式估算炮孔数目,施工中,根据具体情况再作调整,以达到最佳爆破效果。

炮孔数目(N): 按下式估算:

$$N = Q_{总} / Q_{个} \quad \text{式中: } Q_{总} = q \times S \times L \times \eta \quad Q_{个} = (a \times L \times G) / h$$

Q<sub>总</sub>—每一掘进循环所需的炸药量, Kg; S—开挖面积; L—平均炮孔深度, m; η—炮孔利用率,一般为0.8~0.9,取0.9; Q<sub>个</sub>—平均每个炮孔装药量, Kg; a—平均装药系数,即装药深度与炮孔深度之比, h—药卷长度, φ32乳化炸药, h=0.2m; G—药卷重量, φ32乳化炸药, G=0.2Kg; 经计算: Q<sub>总</sub> 3.3m=95.8Kg; Q<sub>个</sub>=1.45Kg

N 3.3m=Q<sub>总</sub>/Q<sub>个</sub>=68个, (其中: 光爆孔34个);

#### ⑥隧洞爆破参数表。

发电引水隧洞断面掘进爆破参数表

炮眼				雷管段位	炸药			
名称	数量(个)	眼深(m)	垂直夹角		炸药类型	装药长度(m)	每孔装药量(kg)	总装药量(kg)
掏槽眼	5	3.7	90	1	粉状乳化	3.0	3.0	15.0
掏槽眼	4	3.7	90	3	粉状乳化	3.0	3.0	12.0
辅助眼	10	3.5	90	5	粉状乳化	1.8	1.8	18.0
辅助眼	15	3.5	90	7	粉状乳化	1.8	1.8	27.0
周边眼	27	3.5	-5	9	小药卷	1.8	0.7	18.9
底眼	7	3.5	-5	11	粉状乳化	1.8	0.7	4.9
合计	68							95.8

备注: 1. 每循环进尺 3.3m, 爆破效率 90%, 每循环方量 67.4m<sup>3</sup>。  
2. 实际炸药单耗 1.42kg/m<sup>3</sup>; 最大单段药量 27.0kg; 每循环总装药量 95.8kg。  
3. 光爆炮眼痕迹率 95%。现场可参照以上指标调整。

#### 2.2.3 隧洞爆破起爆网络

隧洞爆破网络设计采用孔内延时, 孔外采用瞬发非电雷管分区簇联, 每簇不超过20发雷管。在隧道口段网路联接时应根据与被保护物的距离不同, 按Q<sub>max</sub>=R<sup>3</sup>(VKP/KK')<sup>3</sup>/a公式计算结果来控制最大单响药量, 使爆破震动不超过安全规程规定, 施工过程中还应根据爆破点与保护物结构、距离不同控制单响药量。

#### 2.3 特殊地质地段的隧洞施工

##### 2.3.1 对于易塌方地层的隧洞施工

在断层及其他复杂地层,如在破碎松软、渗水、漏水、流砂等不良地质构造中进行隧洞施工,防止围岩坍塌和衬砌沉降变形是关键问题。对于I~III类围岩洞段,初期支护主要采用锚喷支护;对于破碎带、断层及其他复杂地层洞段采取必要措施进行处理,结合以往施工经验,采取如下相应措施:

#### (1) 一般措施。

①在思想上重视它。提前开展有关情况的调查,根据调查情况,认真分析研究,选择合理的施工方法,制定相应的技术措施避免在施工中造成困难,影响工程进展。

②采用地质超前预报,对地质和水文条件进行预报,根据预报结果和已揭露的岩石情况综合判断,对前方的地质情况做到心中有数。

③缩短开挖进尺,严格控制爆破的单段起爆药量,确保爆破震动速度控制在2.0cm/s以内,同时加强爆破振动速度监测,及时调整爆破参数。

④爆破后要及时出碴,及时进行支护,减少掌子面暴露时间,并根据围岩量测情况来决定该段是否加强支护。

⑤技术人员必须现场旁站值班,随时观察了解掌子面的情况,及时采取有效措施。

#### (2) 塌方预防及处理。

①塌方预防。防止塌方是保证安全施工和快速掘进的关键,因此施工人员必须从思想上引起足够重视,施工前根据设计提供的地质勘探资料,制订勤观测、短开挖、强支护等切实可行的施工方案。施工过程中,随时观察和监测有无异常,不断修正和完善原设计方案。

②塌方处理。不同类型的塌方,选择不同的处理方案本工程的特点,对预计可能发生的几种塌方情况,提出以下的措施:

(1) 裂隙扩张造成的小塌方: 此类塌方多发生在轻微风化或裂隙较密集的围岩中,主要是由于开挖和支护方法不当造成,常发生在爆破后的几个小时内,虽然塌方数量不大,但威胁工作面的施工安全,施工中拟用加强锚喷法。

(2) 中等塌方: 塌方量较大,塌方范围在10m左右,多发生在两条相邻、倾向相对的断层带或两种岩层交接带。在塌方之前,常有掉块现象,其频率

及块度随爆破振动烈度、振动频率和地下水活动强度的增加而提高。在塌方后,常有较稳定的顶板,继续塌方的可能性不大,一般用锚喷法、插筋排架法、护顶法、管棚法等处理。

(3) 大塌方: 该类塌方在100m<sup>3</sup>以上,塌穴高度在10m以上,当洞顶岩层较薄时,易发生冒顶。处理措施为:若塌方堵塞整个隧洞,且对塌方规模和规律还不了解,可采用锚喷法、管棚法等多种处理措施;当塌方段埋藏较浅或地质条件较为复杂时,从洞内处理难以保障安全,可采用灌浆法和环行导洞法综合处理。

#### 2.3.2 对于松散地层隧洞施工

松散地层的特点是:结构松散,胶结性弱、稳定性差,在施工中极易发生坍塌,若有地下水时则更甚。

松散地层隧洞的施工方法是:先护后挖、密闭支撑、边挖边封闭的方法。在这类地层中开挖坑道,主要是减少对围岩的扰动,必要时可采用超前注浆预加固地层方法,及早控制地下水。

#### 3. 结语<sup>[3]</sup>

利用新奥法施工进行施工的时候,应该结合隧洞工程的具体特征、围岩具体条件、工期要求以及各个方面的影响,确定出最为科学合理的施工方案,并结合具体情况,预计施工过程中可能会出现的问题,根据具体问题制定出相应的应对措施,将问题与隐患事先解决到位,从而更好地保证隧洞施工的安全性,提高隧洞工程的经济性<sup>[3]</sup>。

#### 【参考文献】

- [1] 张金平. 新奥法隧洞施工技术[J]. 价值工程, 2015(03): 120-121.
- [2] 李慧臻. 新奥法隧道施工技术要点分析[J]. 《城市建筑》, 2015(05): 226.
- [3] 周丽. 新奥法技术在水库输水隧洞工程中的应用探析[J]. 陕西水利, 2015(02): 85-86.

#### 作者简介:

史晓玲(1987--),女,河北石家庄人,汉族,工程师,目前担任分局工程技术办公室副主任,主要研究方向: 水利水电施工。