

浅谈喀斯特地区大口径长输管道岩石顶管

叶广岳

中国石油管道局工程有限公司第三工程分公司, 河南 郑州

收稿日期: 2023年5月5日; 录用日期: 2023年6月19日; 发布日期: 2023年6月28日

摘要

中缅(国内段)项目在顶管方案选择中, 如果穿越地区为岩石地层, 按照常规的选择, 我们有两种方法: 一是采用液压风镐破碎岩石。二是选用国外(德国海瑞克或日本拉萨公司等)岩石顶管机。前者顶进速度缓慢, 不适合长距离施工; 后者造价昂贵, 在中缅管道(国内段)施工中大部分的顶进作业为“土层-岩石层-土层”交替施工, 使用岩石顶管机除了要大大增加项目投资外, 也显示不了设备的优越性。因此根据贵州地区在岩石层隧道施工的方法, 结合中缅管道(国内段)的工程实际情况, 最终决定采用敞开式顶管和微差控制爆破成孔顶进的方法, 即“顶管-爆破施工技术”。

关键词

顶管, 大口径长输管道, 喀斯特地区

Discussion on Rock Jacking of Large Diameter Long Distance Pipeline in Karst Areas

Guangyue Ye

No.3 Branch Company, China Petroleum Pipeline Engineering Co., Ltd., Zhengzhou Henan

Received: May 5th, 2023; accepted: Jun. 19th, 2023; published: Jun. 28th, 2023

Abstract

In the pipe-jacking plan of China & Myanmar (domestic) project, if the rout got across the rock stratum regions, two methods will be chosen according to the common methods: one method is that the rock was broken by hydraulic-pneumatic hammer; another is to choose the rock pipe-jacking machine of a foreign company (German herrenknecht or Japanese companies, etc.) in

Lhasa. The speed of the former method is slow and it was not suitable for long distance constructions, while the expenses of the latter were expensive. The construction of "soil-rock-soil" in turn was common among most parts of the jacking operations in China & Myanmar (domestic) project. Like this practical situation, the use of rock pipe-jacking machine not only increased the extra expenses of project, but also the superiority of the equipment could not be reflected. According to Guizhou province in rock tunnel construction method, combined with the actual engineering situation in project of China & Myanmar pipe (domestic), the open pipe-jacking and differential controlling blasting hole was used in jacking and propelling project. The technology was called pipe-jacking and blasting construction.

Keywords

Pipe-Jacking, Large Diameter Long Distance Pipeline, Karst Area

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 前言

中缅油气管道(国内段)采取气、油双线并行方式建设。其中,天然气管道干线长约 1800 公里,由云南瑞丽入境,经贵州到达广西。中国石油天然气管道局工程有限公司第三工程分公司承建了贵州省境内的 4/5 的施工任务,根据统计,仅贵州段,中缅管道与各种公路的交叉就达到了 25 次,且多数为交通流量大的国道,省道以及高速公路。如果采用传统的开挖施工,不仅征地方面要付出相当的人力、财力代价,对地面交通也会产生不可估量的影响:一方面开挖敷设地下管道势必会造成交通中断,造成巨大的经济损失,另一方面开挖出来的渣土的堆放、外运会对百姓的生活带来不便,对当地的自然生态环境也会产生一定影响。针对以上情况,相比较开挖施工,顶管施工不用阻断交通,不破坏道路和植被,因而可以避免开挖施工所带来的对交通和当地生态环境的干扰,且减少了开挖施工的地下作业工程量。

2. 喀斯特地质特点和顶管特点

2.1. 云贵地区的喀斯特地貌特点

具有溶蚀力的水对可溶性岩石进行溶蚀等作用所形成的地表和地下形态的总称。又称岩溶地貌。水对可溶性岩石所进行的作用,统称为大喀斯特作用。它以溶蚀作用为主,还包括流水的冲蚀、潜蚀,以及坍塌等机械侵蚀过程。这种作用及其产生的现象统称为喀斯特。溶性岩石有 3 类:① 碳酸盐类岩石(石灰岩、白云岩、泥灰岩等)。② 硫酸盐类岩石(石膏、硬石膏和芒硝)。③ 卤盐类岩石(钾、钠、镁盐岩石等)。其中在贵州的实际岩石顶管操作当中以石灰岩、泥灰岩居多,这种岩石硬度能到达 70 左右。这几种岩石特性多变,有时还会在其中夹杂类晶石,黄色、黄红色的喀斯特特性粘土,但黏土层一般不大于 1000 mm。在这种地形地貌顶管,首先要做好顶管前的分析,选用一种最合适的方案。

2.2. 顶管方案的选用及方案特点

采用“顶管-爆破施工技术”时,可根据需要选择不同的炸药,不仅可利用传统炸药进行定向爆破,也可利用新型的无声破碎剂。其特点:

- 1) 现场大型设备少, 人员投入少, 有效地降低了成本;
- 2) 与开挖作业相比, 土方量减少, 避免了超占地, 降低了征地费用;
- 3) 顶管一爆破施工, 作业面基本在地下, 不会出现尘土飞扬的情况, 对交通影响小;
- 4) 对路面的干扰小, 不阻断交通, 不破坏道路和植被, 有利于对当地自然环境的保护;
- 5) 如果利用无声破碎剂, 在施工时无震动、无噪音、无毒气, 而且不是危险品, 便于运输、保管。

3. 适用范围

- 1) 本工法适用于长距离输油、输气管道的建设, 也适用于城镇管网的建设, 尤其在云贵典型喀斯特地貌地区[1];
- 2) 适用地质: 石方地段, 以及不能进行开挖作业的非石方地段;
- 3) 适用管径: $\phi 600 \text{ mm} \sim \phi 1219 \text{ mm}$ 。

4. 工艺原理

特殊地质构造下的方案应用

第一种就是纯石方[2]。在这种地质情况下顶管, 一般采用松动爆破技术后由人工再以辅助类工具把松动的石块分层次的慢慢取出, 经测量后方可顶进套管; 但在埋深较深的情况下可以直接分三段爆破成孔, 但在爆破的时候需采用毫秒雷管, 这种方法成本较高, 效果也非常好。其方法和步骤如下:

- 1) 测量中轴线安装并固定好导轨, 底座要用高标号混凝土填满, 两侧用工字钢焊接固定。之后安装后靠背, 用混凝土使背铁和原地形精密结合。

- 2) 安装测量仪器架并用混凝土固定, 靠洞口方向须有保护措施, 以免爆破震动造成测量偏向。

- 3) 先使用大型空气动力设备, 沿管道的轴线破除一道大于管径, 宽度为 30 cm 的圆环, 形成减震带, 以此减少爆破引起对周围岩体影响。每次破除深度为 50 cm。然后用 18 型钻头钻爆破孔, 需要注意的是空压机至少是四缸 16 立方的, 钻头根据石方的硬度和分层状况采用梅花钻或十字钻, 钻杆 1~2 米, 孔深决不能超过 2 米, 一般在 1.5 米左右, 这样对周围的震动影响会相对较小。钻孔分为中心孔、辅助孔和边孔, 其中中心孔为 6 个、辅助孔为 12 个、边孔为 14 个。可根据需爆破的直径调整。

- 4) 安放炸药。有持证的爆破员进行完成, 每个爆破孔安放 1~3 个雷管, 每个雷管不超过 20 g 硝铵酸炸药。待起爆导线连接到起爆器后, 周围 150 米警戒, 确定没人没车时有爆破员开启爆破。之后用送风设备持续送风 10 分钟(根据管道长短, 直到管道内无异味)。爆破后对碎石进行清理。

- 5) 渣土外运和修边。可用工具把碎石装进自制轮式推车内推出由起重设备吊出, 之后测量员用经纬仪再次测量中轴线, 确定中心位置后修边。

- 6) 安装管材进行顶进。需要注意的是管材的管下底不能有任何成块的石渣, 以免在顶进时造成管材裂纹。

- 7) 管道顶进结束后首先要对管缝进行处理, 根据情况的不同进行注浆或喷浆, 注浆为纯水泥浆, 一般在管外壁和爆破形成面之间距离较小的情况下操作。喷浆为湿砂石料, 一般在管外壁和爆破形成面之间距离较大的情况下操作。

- 8) 爆破 - 顶进 - 挖土 - 爆破 - 顶进 - 挖土, 如此循环, 一个顶进周期为 3 个小时, 一天可顶进 4 m。

第二种就是泥加石。在这种地质条件下顶管难度非常大, 虽然采用的方法和纯石方相同, 但是在处理爆破孔时要文字记录好每一个孔在什么深度是什么地质, 并对爆破孔编号, 在安放炸药时一定不能放在土层面上, 否则就会形成漏气, 安放的炸药起不到任何作用, 从而导致成孔失败或效果不明显。

5. 工艺流程、操作要点及执行的施工标准与规范

5.1. 工艺流程

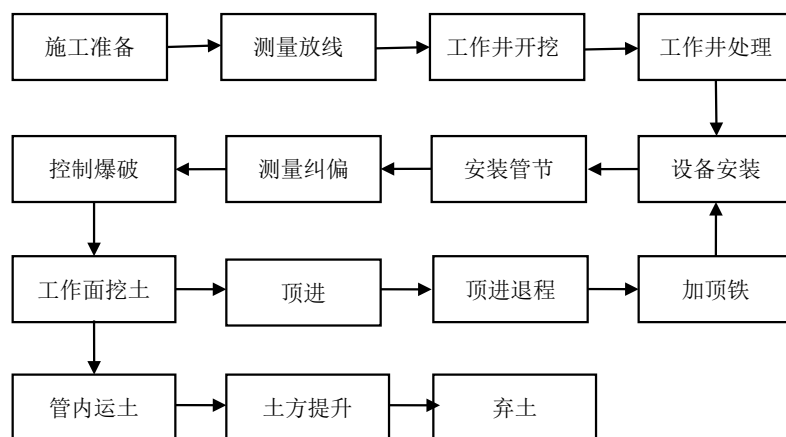


Figure 1. Rock jacking of large diameter long distance pipeline flow diagram

图 1. 长输管道岩石顶管流程图

顶管主要工艺流程如图 1，依据施工规范[3]要求主要工序共分为 15 项，与普通顶管区别在于控制爆破环节，关键工序主要是工作井处理、设备安装、控制爆破等。

5.2. 操作要点

5.2.1. 施工准备

- 1) 组织施工人员熟悉施工图，进行技术交底。
- 2) 开工前预先与公路主管部门联系，按照路政部门的要求办理穿越施工手续。
- 3) 应向路政等有关部门了解清楚穿越地段内地下是否有通讯线路、管道等设施，对于此类设施应请主管部门的有关人员现场指定位置，人工开挖，使之暴露。
- 4) 顶管设备、配套设备及各种机具材料准备齐全。

5.2.2. 测量放线

- 1) 根据设计给定的控制桩位，用经纬仪放出穿越中心轴线，并确定穿越中心桩，施工作业带边线桩，撒上白灰线。
- 2) 放线的同时放出操作坑与接管坑的位置和开挖边线。
- 3) 保护好公路两侧中心线上的标志木桩，以便按该桩测量、审核操作坑开挖深度和穿越准确度。

5.2.3. 工作井开挖

1) 根据设计要求，在穿越道路两端各开挖一个工作井，在公路一侧开挖一个顶进工作井，在另一侧开挖一个接收工作井，工作井尺寸为长 × 宽 = 6 m × 6 m，深度按设计要求定。若公路两侧有水沟，在公路一侧修筑 5 m 宽的两道围堰，在另一侧修筑 4 m 宽的两道围堰，围堰间铺设涵管保证水沟的畅通，并用抽水泵将围堰内的水抽干净。

2) 工作井的基础，在土质较好并无地下水时，采用方木基础；如有地下水时则用 C20 混凝土基础 500 mm 厚。工作井的基础用于固定导轨，导轨通常使用钢轨敷设于基础上，用地脚螺栓固定或在混凝土中埋钢件，而后再将钢轨与基础连接。工作井的开挖以机械开挖为主，人工配合进行。如果地下水位高于

出发井和接收井基坑底部，在两井处各设 5 套井点降水装置，井管直径为 $\phi 400$ mm，井管深度根据操作坑的深度确定，数量为每个工作井周围设 5 个井点，抽水泵采用 4 寸潜水泵。

3) 工作井后背墙采用 30 cm 厚钢筋混凝土，并在后背中夹设槽钢以加强后背强度。

4) 根据土质情况，对井壁进行放坡，必要时工作井两侧井壁要采取相应的支撑措施，例如加道木、钢板及钢桩，避免造成塌方现象。

5.2.4. 设备安装

1) 设备下井前，要对已挖好的井底基础进行测量找平，符合技术要求。

2) 工作井处理完毕，用汽车吊安装后背墙挡板，支撑托架及推进轨道等，测量校正导轨面，保证套管中心线与设计中心相吻合，保证施工精确度。

3) 安装刃脚。

刃脚装于首节管端部，刃脚由外壳、内环和筋板三部分组成，刃脚外壳套于顶进管外部，遮板端部呈 $20^{\circ}\sim 30^{\circ}$ ，尾板宽度 15~20 cm。管道前端面安装刃角，起切土的功能，减小顶进阻力，控制塌方。

4) 安装管节。

管节安装下井前应先进行外观检查包括管端面的平直度，管壁表面的光洁度及端面上有无纵向裂缝，检查合格的管子用吊车吊到顶管工作导轨上，准备连接顶进，详见图 2。

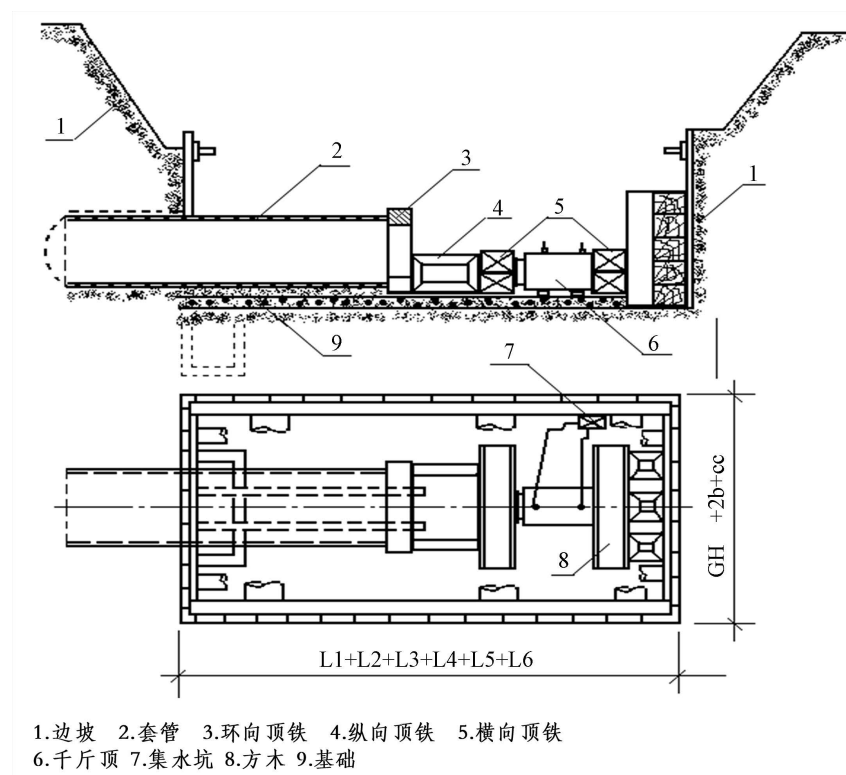


Figure 2. Jacking of pipeline diagram

图 2. 顶管示意图

管道顶进时所用顶铁包括环形顶铁，方顶铁和横铁。

环形顶铁安放在管端面处，它的内、外径尺寸要与管端面尺寸相适应，厚度 300~500 mm。它的作用是使方顶铁传来的顶力较均匀地分布到被顶管端面上，以免管端面顶坏。

方顶铁是在顶管过程中调节间距的垫铁,因此方顶铁的长度要根据千斤顶的冲程、管节长度而确定。方顶铁的两项端面严格要求平整与平行,若达不到这一要求时不可使用。因为顶端间不平行,在作业时容易发生顶铁外弹。顶管横铁安在千斤顶与方顶铁之间,将多只千斤顶的顶推力传递到两侧的方顶铁上。横铁断面尺寸 300×300 mm,长度按被顶管口径及千斤顶数量确定,公路套管规格为DN1500 mm 砼管,横铁长度应为1.6米。制作时,要求工作面要平行和平整,特别是中间一条焊缝要避免凸出。

5.2.5. 控制爆破

控制爆破既要进行岩石破碎,达到预期的工程目的,又要将爆破形成的震动、飞石和空气冲击波等危害控制在安全的范围内。该工法采用浅孔控制爆破方案,总的原则是多钻孔、少装药,并采用强覆盖,防止飞石和空气冲击波的危害,为减少一次爆破药量,必须控制每次爆破的进尺。根据相关的安全规范要求,设计的每次进尺深度为0.5 m,钻孔深度为0.5~0.6 m。此外,一次爆破进尺大,还将造成较长的空顶距离,不利于地下掘进安全。因此,要采用边掘进边顶进的顺序施工。爆破开挖顺序是首先进行掏槽和扩槽爆破,然后再逐步爆破其余位置。

5.2.6. 顶管作业

1) 顶进也就是使用千斤顶设备把钢筋混凝土套管沿导轨推顶到满足套管放置的挖土作业面内,顶进操作要坚持“先挖后顶,随挖随顶”的施工原则[4]。千斤顶顶进一个冲程后,千斤顶复位,在横铁和环形顶铁间装进合适的顶铁,然后继续顶进。顶铁安装应平直,顶进时严防偏心,以免使顶铁崩出伤人。顶进时注意油压变化,发现不正常时立即停止顶进,并检查原因。千斤顶活塞伸展长度应在规定范围内,以免损坏千斤顶结构。在整个顶进操作中应坚持连续作业,若顶进间隔时间过长,土拱容易下塌,使顶力增大。

2) 管节稳定后,在管内侧两管节对口的地方按设计要求采用专用橡胶圈,缝隙用沥青麻丝抹平,在管内用钢涨圈将两节管接口支撑牢固,使接口处于刚性连接,避免在顶进中受力产生错口,保证顶进过程中高程和方向的准确性。钢涨圈是用6~10 mm钢圈焊成的圆环,宽260~300 mm,环外径比钢筋混凝土管内径小30~40 mm。

3) 挖土

顶进管节的方向和高程的控制,主要取决于挖土操作,工作面上挖土不但影响顶进效率,更重要影响质量控制,这就要求对挖土有严格的要求。

a) 必须在规定的范围内开挖,不得超挖,管底土基弧度在 $120^\circ \sim 135^\circ$ 范围内一定要保持管壁与原土层表面吻合。

b) 顶进时要时刻注意判断顶部是否有塌落的风险,一旦有土塌落,必须立即采取措施,使用水泥砂浆固定模板对塌落部分进行修补,修补后再进行顶进,以防公路塌陷。

c) 在人工挖土时,不得搅动管底下部的地基土。

d) 根据土质情况,工作面向前挖至0.1~0.2 m时,顶进一次,挖出的土要及时外运。

e) 开挖后要及时顶进,及时测量,可使顶力限制在较小的范围内。

4) 运土

采用双轮小推车运土,从工作面挖下来的土,要及时通过管内用小推车水平运输至工作坑内,然后垂直提升至地面。

6. 人员与设备

在施工过程中,需要投入一个穿越施工机组,具体资源配置见表1、表2。

Table 1. Equipment configuration plan for one crossing construction unit**表 1.1** 个穿越机组设备配置计划

序号	设备名称	规格型号	单位	数量
1	液压千斤顶	400 t	台	2
2	挖掘机		台	1
3	发电机	50 Kw	台	1
4	潜水泵	4 寸	台	7
5	汽车吊车	25 t	台	1
6	双排车	解放	台	2

Table 2. Personnel configuration plan for one crossing construction unit**表 2.1** 个穿越机组人员配置计划

序号	工种(职务)	单位	数量
1	机组长	人	1
2	技术员	人	1
3	质检员	人	1
4	HSE 监督员	人	1
5	测量工	人	2
6	发电工	人	1
7	挖掘机司机	人	1
8	汽车司机	人	3
9	普工	人	10
10	专业爆破人员	人	2
11	电工	人	2

7. 质量控制

7.1. 质量保证措施

1) 根据设计给定的控制桩位，用测量仪放出穿越轴线，操作坑和接管坑的位置尺寸。质量检查员应确保这些尺寸准确。

2) 顶管作业坑的选择应合适，应设置在图纸给定的套管长度的外侧，应选择穿越处场地宽阔的一侧，一般位于地面标高较低的一侧。

3) 作业坑应用经纬仪测量中心线及基底面高程，误差控制在 ± 20 mm 之内。在基底面上铺设导轨，在地下水位高的地段应采用相应的排水设施。

4) 顶管工作开始后应连续施工，不应中途停止。套管安装完成后，拆除机具，进行主管穿越准备。

5) 在套管中安装的管道应已检漏且无漏点，所有焊口均应按要求经无损检测合格，且压力测试合格。

7.2. 顶管质量的检测

管节在顶进时，必须对顶进管段中线的方位及高程严格控制，以保证顶管的质量。顶管时的中线容易产生方位和高程上的偏差。其原因有以下几个方面：

1) 由于两侧千斤顶的顶力不对称，或后背发生倾斜，造成中线左右偏离。

2) 由于顶力作用点和管中线不一致,造成中线左右偏差。在前方挖土时,管底超挖而使高程起伏的不均现象。

3) 顶管的端面或后背上下部位的土壤承载力相差较大。

4) 导轨安装有较大误差。

5) 顶铁制造质量差,受力后变形。

根据设计要求,工作井的方位、高程、标定管道中心线、设定临时水准点等,都要进行精心测量,开始顶进的首节测量非常重要,首节管顶进好坏、方位是否正确直接关系到顶进的质量。

对每节管吊装下井组对时,要及时进行相关的测量,并在正常顶进 1~3 米时就应测量一次,管线位置发生顶偏移时,要及时采取校正措施。

7.3. 顶管质量的控制

1) 顶管高程的控制,可在顶井中悬空固定水准仪,在顶管首端设立十字架。每次测量时,若十字架在管首端的相对位置不变,水准仪的高程亦固定不变,只要量出十字架交点偏离的垂直距离,就可读出顶管的高程偏差。若水准仪从坑外引进绝对高程,那么顶进管段的各点高程也可推测出来。顶管时的方位偏差,可在坑上面引出中线,在中线方位的两点向坑内吊设两根垂球线,若管首端通过中心点的垂球线和上两垂球线在一条直线上,则顶管方位是准确的,否则存在偏差。

2) 对管内工作面已挖成形,要由专检人员进行质量检验符合要求后,方准进行顶进作业。

3) 对含水量大的粉土、砂土、砂砾土挖土后不能形成土拱,可采取润滑处理,以减少管壁与土壤的摩擦

7.4. 顶管偏差校正

在顶管过程中校正偏差是保证顶管质量的有力措施,偏差是逐渐积累起来的,也只有逐渐校正过来,偏差过大校正就很困难,因而在顶管过程中应勤校测,发现偏差及时校正。校正的方法分坑内和管端面纠偏这两类方法,具体作法如下:

1) 挖土校正法:在管子偏向设计中心的一侧适当超挖,而在相对的一侧不超挖或留坎,使管子在继续顶进中,逐渐回到设计位置,校正中不得猛纠硬调,以防产生相反结。

2) 顶木校正法:当偏差大于 20 毫米或者用挖土法校正无效时,可用圆木或方木一端顶在管子偏离设计中心的一侧管壁上,另一端装在垫有钢板或木板的管前土壤上,支架稳固后开动千斤顶,利用顶进时顶木斜支管子所产生的分力,使管子得到校正。

3) 千斤顶校正法:这种矫正法基本上同顶木校正法,即用小千斤顶接一短顶木,利用小千斤顶的顶力使管位得到校正。

4) 加垫块校正法:即在顶管末端与顶铁间的适当位置垫上一块相应厚度的楔形钢板,使顶铁和管间形成一角度,顶进时可使被顶管得到纠正。

8. HSE 保证措施

8.1. 顶管过程的 HSE 保证措施

1) 管道穿越工程施工应遵守国家 and 行业有关健康、安全与环境的法律、法规及相关规定。

2) 管道穿越工程施工应制定可行的施工作业安全措施和应急预案,配备足够的应急资源并进行应急演练。

3) 应做好施工交通安全管理工作,运输机械应定期保养,各机械部件运转安全可靠。

- 4) 施工中应佩戴防护服、安全帽和工作鞋等劳保用品。
- 5) 管道穿越工程施工应限制在施工便道及施工作业带的占地宽度内。弃渣、施工废弃物应按要求进行处理, 并避免泄露和扬尘。
- 6) 施工中造成的土地、植被等原始地貌、地表的破坏, 应按设计要求予以恢复。
- 7) 施工中配电箱应放置在避水、干燥的地方, 且接地良好, 并应密封。应设专人管理并定期检查、维修和保养, 不应私自乱接电源。
- 8) 施工中应采取措施减少施工噪音和振动。
- 9) 穿越施工作业区应设置安全警戒区, 防止无关人员进入穿越施工现场, 避免发生安全事故。
- 10) 施工人员必须经过安全培训后持证上岗。各类机械必须有专人负责, 做到定人定岗。
- 11) 试压要有专人负责, 严格按照试压方案去做, 要做好试压时安全防护工作。
- 12) 穿越施工要由专业起重工指挥吊装, 要采用通俗、易懂的专业手势、旗语等, 要平衡操作, 严格遵守安全管理条例。
- 13) 液压顶管机油管接头要经常检查, 防止工作时松动。
- 14) 如发现机械设备有故障或有其它因素影响时, 应暂停挖土。顶进要坚持“先挖后顶、随挖随顶”的原则, 每次挖土不得超过刃角前端。每次挖土之后应立即进行施力顶进, 停歇时间不易超过 12 小时。
- 15) 井下作业为保证安全必须配备至少 2 个爬梯。
- 16) 必须保证安全用电^[5], 安装专用配电盘, 配备有效的漏电保护器; 尽量减少电缆或电线的接头, 接头时使用防水胶布; 电源插座必须放置在安全的位置, 不得随意放置地下或与水有接触。

8.2. 爆破安全操作规程

- a) 爆破员注意事项。
 - 1) 爆破员工作前必须穿戴好符合标准的劳动防护用品。
 - 2) 爆破员班前、班中严禁喝酒, 并注意休息, 班中严禁打闹。
 - 3) 爆破员要熟练掌握所操作设备、使用爆破仪器的性能, 并随时检查设备、仪器的完好状况。
 - 4) 爆破员必须持证上岗, 并听从爆破技术员的指挥。
 - 5) 爆破作业现场严禁烟火, 并禁止无关人员进行爆破作业区。
 - 6) 雷雨季节爆破应遵守《雷雨天爆破安全规定》。
 - 7) 爆破员对所领用的爆破器材要严加看管, 不得丢弃、遗失或转交非爆破工作人员, 不准擅自销毁或挪做他用。
- b) 起爆器材加工。
 - 1) 严禁在爆破器材存放间、休息室、台阶根部或有火源的地方加工起爆器材。
 - 2) 切割导火索和导爆管时应使用快刀, 导火索一头切成垂直面, 一头切成斜面。
 - 3) 装配火雷管前, 要对雷管进行检查, 不符合要求者严禁使用。
 - 4) 装配火雷管时, 应将导火索垂直面的一端轻轻插入雷管。
 - 5) 测试电雷管阻值只能用电雷管测试专用欧姆表。
 - 6) 测试好的电雷管, 应将脚线两端连接短路。
 - 7) 使用电雷管起爆时, 雷管脚线或起爆火线不得搭接在铁风管上或电缆线上, 起爆前均应采取短路保护措施。
 - 8) 加工起爆药包时, 要用竹质或木质锥子在药卷中心扎孔并将雷管全部插入后, 用胶布或雷管脚线固定, 以防脱出。

9) 用导爆管起爆时, 导爆管不得打结、拉伸。

10) 填塞时不得把石块填入孔中, 防止将导爆管挤断或将电雷管脚线挤断, 禁止用铁器作炮棍, 禁止用炮棍冲击孔中的雷管或药包。

11) 采用电雷管起爆时, 作业区内禁止带电设备运行, 应认真做好爆破线路的绝缘。

c) 起爆及检查。

1) 爆破前应通知现场人员撤离到安全位置, 并拉响警报, 在确认无误后, 方可起爆。

2) 爆破完毕等炮烟散尽后, 必须对爆后现场进行确认, 如发现盲残炮要及时处理, 暂时无法处理的, 要做好明显标记上报施工队或矿山有关管理人员。

3) 处理盲残炮要遵守《国家爆破安全规程》中盲残炮处理的有关规定。

4) 爆破完毕, 要将剩余爆破器材清点后退回库房。

9. 效益分析

9.1. 经济效益

本文讨论的套管内岩石爆破的技术可行性非常强, 相比较采用横孔钻机, 成本要低廉; 相比较人工采用手持风镐等人工破碎岩石, 成本虽然高于人工破碎岩石, 但岩石爆破技术大大提高了施工进度。综合考量, 顶管穿越公路, 采用套管内岩石爆破的方案具有较强的实用性。

9.2. 社会效益分析

该方案对地面交通影响较小, 可以较大的提高综合功效, 相比较传统的开挖施工, 大型设备投入少, 减少超占地, 降低对环境的破坏, 为今后在类似地段的施工积累了宝贵的经验和提供了成功的实例。

10. 总结

采用该施工方法进行施工作业, 与传统顶管施工相比该施工方法安全可靠, 质量较好, 缩短作业时间, 提高工效, 取得了良好的经济效益, 新的施工方法对于在喀斯特地区岩石段施工有重大的指导意义, 为今后管道在含有石方段山地及类似地区施工起到了示范作用, 为后期类似地段的管道顶管施工提供了宝贵的经验。

参考文献

- [1] 程春. 浅析喀斯特岩溶地区长输管道设计技术[J]. 中国石油石化, 2017, 1(40): 91-92.
- [2] 刘庆新. 岩石地层大口径长距离管道顶管施工技术[J]. 石油工程建设, 2014, 40(1): 38-39.
- [3] 续理. GB50424-2015 油气输送管道穿越工程施工规范[S]. 北京: 中国计划出版社.
- [4] 陈艳. 顶管工艺在高速公路施工中的应用[J]. 广东建材, 2010, 26(4): 124-126.
- [5] 徐荣杰. JGJ46-2005 施工现场临时用电安全技术规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社.