

浅埋暗挖技术在燃气管线施工中的应用

陈 霜

北京市公用工程设计监理有限公司, 北京 100023

[摘要]随着城市建设的快速发展,市政管线建设中要不断穿越高速公路、铁路等重要交通设施,明挖法严重干扰交通,破坏环境。在明挖不适应的条件下,采用浅埋暗挖是最佳的方法,它的优势在离地表很近的地下进行各种类型地下洞室暗挖施工,显示了巨大的优越性并在燃气管线施工中得到了广泛应用。下面以天龙源温泉天然气工程为例介绍浅埋暗挖技术在燃气管线施工中的应用。

[关键词]浅埋暗挖;燃气管线;应用

DOI: 10.33142/ec.v3i8.2375

中图分类号: TU996

文献标识码: A

Application of Shallow Buried Excavation Technology in Gas Pipeline Construction

CHEN Shuang

Beijing Public Engineering Design Supervision Co., Ltd., Beijing, 100023, China

Abstract: With the rapid development of urban construction, municipal pipeline construction must continue to pass through the highway, railway and other important traffic facilities. The open cut method seriously interferes with the traffic and damages the environment. Under the condition that the open excavation is not suitable, the shallow buried and concealed excavation is the best method. It has the advantage of carrying out various types of underground excavation construction in the underground very close to the surface, which shows great advantages and is widely used in gas pipeline construction. The following is an example of Tianlongyuan hot spring natural gas project to introduce the application of shallow buried and concealed excavation technology in the construction of gas pipeline.

Keywords: shallow buried excavation; gas pipeline; application

1 工程概况

天龙源温泉天然气工程起点为北京市昌平区北京湾别墅大门(八达岭高速南侧),横穿八达岭高速路及 G110 辅线后沿八达岭高速路辅路向东至天龙源温泉度假村,终点位于虎峪沟东侧,总长度 0.774 公里。其中横穿八达岭高速及 G110 辅线,采用浅埋暗挖工艺施工,长度 120 米。一衬顶覆土距路面深度 8.2 米。

暗挖隧道结构为半圆拱,直边墙、平底板。采用复合衬砌结构型式,初期支护为钢格栅加喷射混凝土结构(钢筋格栅+钢筋网+喷射混凝土),二次衬砌为模筑钢筋混凝土结构。两次衬砌之间设柔性防水层。初衬喷射 C20 混凝土,二衬模注 C30 抗渗 P8 级混凝土,隧道净空 1.6mX1.7m 的半圆拱直墙,隧道总长度为 120m。^[1]

工程结构安全等级:二级;二衬结构设计基准期:50 年;混凝土环境类别为二 b 类,地下工程防水等级:二级。



图 1 隧道贯通

2 工程地质与水文地质情况

暗挖隧道穿越土层主要以卵石为主, 含 20%~25% 级配良好的中砂。卵石粒径不等, 最大粒径不小于 25cm, 土壤无粘聚力。近 3~5 年地下水位埋深约 20m 以下。

3 浅埋暗挖施工工艺流程

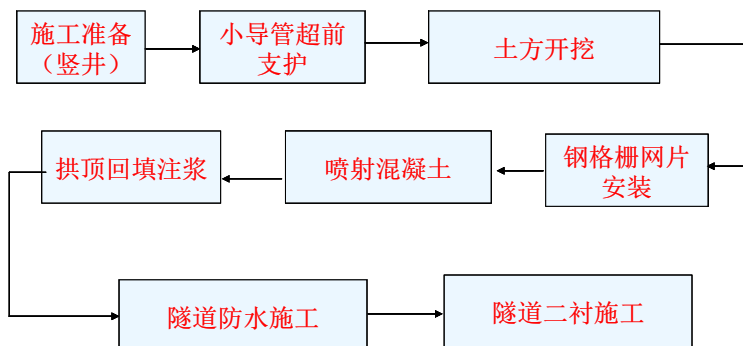


图 2 浅埋暗挖施工工艺流程

3.1 竖井施工 (隧道开挖准备)

本工程制作工作 1 座竖井, 工作井净空尺寸为 7m×5m×10.6m; 竖井采用钢筋框架+网喷混凝土+临时钢支撑的结构形式。锚喷墙厚度 300mm。竖井土方采用分层开挖, 电葫芦垂直提升出土的施工方法。

(1) 施工工序

测量放线→竖井锁口圈梁施工→立龙门架→开挖竖井土方→安装钢格栅网片→喷射混凝土→制作临时支撑→竖井封底。

(2) 竖井施工控制要点

①按图纸规范要求进行竖井锁口圈梁施工。

②竖井施工应逐榀开挖, 开挖时采用对角开挖, 严禁整个墙体同时悬空。按设计格栅间距作为一个开挖步距, 严禁超挖。(每个步距的工序包括开挖土方、安置格栅、焊连接筋、挂网片、喷射 C20 砼, 封闭成环。当一个步距初支施工完成后, 才可以开挖下一个步距。圈梁下部 1.0m 范围, 马头门顶部 1.0m 范围, 格栅间距缩小至 0.3m, 作为加强格栅, 其他部位随着竖井向下开挖, 按设计步距 0.6 米安装格栅。)

③分层开挖要及时进行挂网喷射混凝土护壁, 保证井壁背后土体稳定。

④混凝土原材料配合比、计量、搅拌、喷射必须符合规定, 喷射混凝土强度必须和设计要求一致。

⑤格栅安装、焊接要牢固, 符合规范要求。

⑥严格按施工方案进行马头门施工。

3.2 超前小导管注浆加固

为保证暗挖掘进施工安全, 预防拱顶坍塌, 采用超前小导管注浆加固土层结构, 改善受力条件, 控制地层沉陷, 保证开挖过程中不出现坍塌和沉陷现象。

(1) 小导管制作: 小导管采用 $\Phi 32.5$ 的无缝钢管, 长度 $L=3\text{m}$ (管口套丝, 小导管前端 2m 范围内布设泻浆孔, 孔径 $\Phi 8$, 梅花形布置, 间距 25cm)。小导管纵向搭接 1.0m。小导管预先加工, 注浆管一端做成尖形, 另一端焊上铁箍, 在距铁箍端 0.75 处开始钻孔, 钻孔沿管壁间隔 100~200mm 呈梅花形布设, 孔位互成 90° , 孔径 6~8mm。^[2]

(2) 小导管安装:

①注浆钢管应沿洞室开挖轮廓线布置, 外插角 $10^\circ\sim 15^\circ$ 左右, 处理坍塌时可适当加大。

②注浆压力应根据地层致密程度决定, 一般为 0.3~0.5MPa ($>0.6\text{MPa}$), 否则浆液过大, 造成浪费。

(3) 注浆施工

①钻孔: 用 YT-28 钻机沿开挖轮廓线外钻孔, 孔深 3m。

②安设注浆管: 将经过加工的注浆管置入孔内并对孔口止浆处理。

③注浆: 注浆前先喷混凝土封闭掌子面以防漏浆, 水泥浆注浆机, 注浆顺序由下向上, 浆液用搅拌桶搅拌。当注

浆压力稳定上升,达到设计压力并持续稳定 10 分钟后,不进浆或进浆量很小时,即可停止注浆,进行封孔作业。

3.3 隧道土体开挖

隧道超前支护完成后,进行土体开挖。结构开挖时,按照“管超前、短开挖、严注浆、强支护、早封闭、勤量测、速反馈、控沉陷”的原则进行。必须严格控制每一个开挖循环的进尺不得超过相邻钢格栅的间距(50cm)为准,严禁超挖。上断面与下断面要保证 1.0m 的距离,每步开挖完成,立即喷射混凝土封闭掌子面,防止侧向土方涌入,使操作人员处于安全的开挖环境中。本工程选用正台阶法开挖,施工时分一个台阶进行开挖,先开挖拱顶部,再开挖墙体及底板部位。开挖前用激光导向仪发射激光速控制隧道中线、外轮廓线、拱顶高程。

隧道初期支护施工:开挖顺序为:先进行拱顶(I区)的开挖,拱顶开挖完成后,及时安装钢格栅及网片并喷射早强混凝土,拱顶施工完成后进行右侧格栅(II区)的开挖施工及锚喷,右侧格栅施工完成后进行左侧格栅(III区)的开挖施工及锚喷,最后进行底部格栅的施工。

土方开挖控制要点:超前土方开挖,开挖方法符合施工组织设计要求,控制开挖进尺不大于 0.5M(榀架中心间距)。拱部开挖前要进行注浆加固。保证遵循“注浆加固一段,开挖一段,封闭一段”的原则。

隧道土方开挖施工过程中,按设计尺寸严格控制隧道开挖断面,严禁欠挖和超挖,每进尺 10 米在一衬拱顶用全站仪设定中心点,然后用固定好的激光仪照射中心点垂线,预防隧道中心偏移。随时观察洞内开挖工作面的土层情况,做好沉降观测。沉降观测预警值 20mm,报警值 25mm。

3.4 格栅网片加工、安装

(1) 钢格栅加工

土体开挖面形成后应及时架设格栅钢架,格栅钢架按照设计纵向间距 500mm 排放,钢格栅主筋采用 4Φ20 钢筋,格栅连接板采用 4 个角钢 L100×80 组成,位于钢格栅主筋内侧,与钢格栅主筋双面焊。连接板主筋外采用 4Φ20 帮焊筋与格栅主筋相焊接。钢格栅纵向方向设置 Φ6@300 箍筋,箍筋采用单面焊 10d。钢格栅内连接筋(之字筋与 U 型筋)为 Φ12 的螺纹钢。连接板用螺栓相连接,连接板间采用焊接方式。格栅内外分别设置 Φ6@100×100 的钢筋网片。格栅间环向连接拉结筋按设计要求采用梅花布置设置 Φ16@1000 拉结筋。

(2) 钢格栅安装

钢格栅在场外制作,制作前钢筋必须送检,合格后方可加工使用,严格按照图纸要求配料加工,首榀钢格栅经监理验收合格后,才能成批加工,格栅钢架搬运时,必须轻拿轻放,以防止变形;格栅钢架施工间距必须满足设计要求;安装时一定要校正垂直度,螺栓必须上齐拧紧。外挂单层网片,网片之间相互搭接一个网孔,网片必须绑扎牢固。钢格栅主筋保护层内外均 25mm。

3.5 初衬喷射混凝土

喷射混凝土应在钢筋格栅、钢架及钢筋网安装完成,符合要求后进行。

(1) 喷射砼的材料要求:水泥采用普通硅酸盐水泥,碎石粒径要<15mm,钢筋网片在使用前要进行除锈。

(2) 混合料的配比:喷射用混凝土采用湿拌法,水泥与砂、石的重量比控制在 1.0:3.5~1.0:4.0 之间,水灰比采用 0.45,砂率控制在 55 以上配比为经验值,施工中要根据试验室的配比进行。

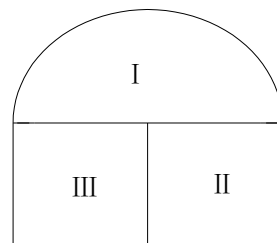
(3) 混凝土喷射:首先在土壁上喷一层 3cm 厚素混凝土保护层,挂网完成后立即喷射 C20 早强混凝土。喷射混凝土厚度 25cm。混凝土喷射分片依次自下而上进行,先喷格栅与拱(墙)壁间混凝土,后喷两拱之间混凝土。每次喷层厚度为拱顶 5~6cm,边墙 7~10cm。要求喷完后全部盖住钢拱架,且表面平整无大凹凸,并符合设计轮廓线。

3.6 隧道拱顶注浆、雷达检测

隧道及地下工程中的回填注浆具有堵水、固结拱背后松散地层及充填可能存在的空隙,并最大限度地减少地层松动和地面沉降改善结构受力条件和控制地层沉降等多重作用。

(1) 管道初期衬砌混凝土闭合并达到设计强度后,应进行背后注浆,注浆作业应符合下列要求:

①初期衬砌的背后注浆作业距开挖面的距离不宜小于 5m。



隧道土方开挖顺序

图 3 隧道土方开挖顺序

②背后回填注浆管每断面布置三根,分别设于拱顶和两侧拱肩部位,纵向间距1.5m;注浆管采用 $\Phi 32$ 钢管,长度70cm,在喷射砼前预埋,并与格栅钢架焊接在一起,内端用牛皮纸包裹,外端露出支护表面10cm,用棉砂封堵加以保护。

③采用压力为0.5MPa,注射1:0.5水泥砂浆。

(2) 初支变形缝处理

隧道初支变形缝间隔30m设置一道。用20mm厚聚苯板做分界板,待隧道两侧喷射混凝土及防水层施工完后,将缝中聚苯板剔成宽20mm,深65mm的缝,然后用聚合物水泥砂浆嵌缝深30mm,在聚合物水泥砂浆干硬后,在缝中嵌填双组分聚硫橡胶。变形缝施工完成,用沥青聚氨酯及涤纶布就地制作止水带。

(3) 隧道整体贯通后,对隧道拱部进行雷达检测。

3.7 隧道防水施工

暗挖主体结构自防水等级为P8,防水层由4mm厚PE衬垫和0.8mm厚LDPE卷材组成,施工顺序为:基层处理→变形缝及施工缝防水处理→铺PE泡沫塑料垫→铺LDPE卷材防水板→焊接质量检查→密封充气检查。根据设计要求,在通道结构中设置了两道防水线:第一道是在二衬与初支之间设置防水层;第二道是防水混凝土结构自防水。在做好这两道防水线的同时,还要做好防水的薄弱环节—施工缝、变形缝处的防水处理。在防水层的施工过程中给予了高度的重视,加强管理,严把施工工艺质量关,在搭接、收头、结构转弯处等部位最易出现缺损,必须认真检查,防止漏焊。另外,在绑扎钢筋时更易损坏防水层,要格外小心,特别是施工缝、变形缝处最难防水。为保险起见,在施工缝和变形缝中间设置了橡胶止水带进行防水处理,且在变形缝外层设置弹性密封膏嵌缝,确保了结构不渗不漏。^[3]

3.8 二衬施工

根据施工总体安排,初衬及防水施工完毕后,二衬施工应分仓进行,以变形缝为界整个隧道分为4仓,应分段施工,每两仓同时施工,并作为一周期。隧道二衬结构为模筑混凝土(C30、P8),底板厚250mm,边墙与拱顶厚250mm,隧道底板以上采用预制定型钢模,用满堂红脚手架进行支撑,泵送混凝土浇筑,底板拱墙均以伸缩缝为界,每30m一段,采用C30商品混凝土。

二衬施工工艺流程:

准备工作→底板及侧墙清理→放线→绑扎底板钢筋→浇筑底板砼→绑扎侧墙和顶部钢筋→支立侧墙和顶部模板→浇筑侧墙和顶部砼。

4 小结

(1) 对于浅埋暗挖工程,在严格控制中心和高程同时监理人员要控制施工单位骨架、格栅、网片的制作质量及安装质量、根据土质情况控制土方开挖步距,严把试验、计量关保证一衬施工质量,有监理检查记录。

(2) 对于防水工程,现场监理人员除了对防水施工进行验收外还要检查和督促施工单位按规范要求对防水层采取有效的保护措施。

(3) 对于结构混凝土工程,要求监理人员要按图纸规范要求,对钢筋绑扎、模板支护、混凝土浇筑进行检查,并有详细的检查记录。

[参考文献]

[1]戴景祥.长距离连续非开挖铺设管线方式研究[D].北京:北京建筑大学,2016.

[2]毛辉.浅谈浅埋暗挖施工技术在燃气工程中的应用[J].城市燃气,2012(02):7-11.

[3]王建新,陈寿根,王靖华.深圳地铁4号线二期工程某段燃气管线保护技术[J].隧道建设,2010,30(03):331-335.

作者简介:陈霜(1984.8.27-),女,第一学历毕业于北京农学院,农业推广专业;第二学历毕业于北京建筑大学,建筑环境与设备工程专业;单位:北京市公用工程设计监理有限公司。