

新奥法施工在浅埋层隧道中的应用

甘体民 (铁道部第十六工程局第四工程处, 101400)

新奥法是一项修建隧道和地下工程的新技术,也是当前隧道施工中普遍推广应用的一项新方法。它是应用岩体力学的理论,以维护及充分利用围岩自承能力的特性为基点,采用锚杆和喷射混凝土为主要支护手段及时支护,以控制围岩的变形和松弛,从而使围岩成为支护体系的组成部分,再通过围岩和支护的量测监控获得的反馈信息变化数据为依据来指导隧道及地下工程的设计施工。

新奥法已广泛运用于破碎岩体、软弱、富含地下水等地质的隧道。在以喷锚支护为前提的基础上,还采用了浅层注浆、钢拱支撑、管棚及其小导管注浆,格栅拱架等一系列保护、加固支护地层的措施。

槐树岭隧道是北京西客站西长联络线上最长的一座浅埋层隧道,地质条件差,且渗水量大,施工十分困难,为使该隧道按期贯通,我们采用了新奥法施工。本文叙述新奥法在该隧道的施工运用。

1 隧道概况

槐树岭隧道为全长 820m 的双线电气化铁路隧道,最大埋深 25m,最浅 13m,属浅埋层隧道。隧道穿越槐树岭残丘,属北京西山南麓剥蚀残丘群,海拔 102m,相对高差 24m。隧道顶部建有机关、工厂、学校等单位。另有重型坦克试验跑道通过洞顶,与线路中线斜交 30°,部分地表为深沟谷地,隧道拱顶距沟底仅 3~5m。

隧道所经地区,其地表层为第四系全新统人工堆积层,下伏基岩为第三系始新统长辛店组砾岩及泥质岩。最大冻结深度 1.0m,地震烈度 8 度。

2 设计概况

该隧道设计全长 820m,除进口为 6.0m 直墙偏压明洞和出口 4m 直墙明洞均设仰拱外,其余 810m 洞身采用复合衬砌。以格栅支撑,锚杆挂网,喷混凝土为初期支护,厚 30cm,内设 18cm×18cm 矩形钢筋焊接格栅支撑。曲墙带仰拱的二次衬砌,厚 45cm,模筑混凝土(含仰拱)全封闭式。

按槐树岭隧道的地质特征及围岩类别,根据新奥法的施工原理及其原则,采用超前小导管、格栅支撑、锚杆挂网、挂板喷射混凝土(简称模喷)进行初期

支护;上半部弧形导坑正台阶分部开挖,二衬紧跟,先墙后拱,仰拱封闭的施工方法及程序确保了施工安全。

采用无轨运渣,小吨位自卸翻斗车与大吨位自卸翻斗车配合使用,装载机与人工配合装渣。钢筋格栅在工地设置加工制做场,专门定型加工制做。

3 开挖掘进施工

本工程所处地段均为严重风化的泥质胶结砾岩,特点是透水性较强,见水易坍,无水时胶结又比较坚硬,且颗粒多为大小不均的卵石胶结而成,给钻眼爆破带来极大的困难。开挖施工中,根据格栅支撑设计分节、制作、拼装结构的特点,采取了半弧形导坑开挖先行的正台阶分部开挖方式。先开挖上弧导坑两侧及顶部。留出中部核心土体,以防坍塌。地质比较松软、渗水量较大的地段,可先于洞顶开挖线周边以 10° 的向上倾角插打 $\varnothing 42\text{mm} \times 350\text{mm}$ 钢管、间距为 300mm 的超前导管,以加强拱顶围岩的自承能力,防止周边围岩因开挖受振而扰动失稳。对一般较密实坚硬的地段,则采用松动微爆破或风镐人工兼用的开挖方法。总的原则是尽量保持围岩稳定,不致于因受振、扰动而坍塌。

4 安装格栅,实施喷锚支护

喷锚支护是新奥法的技术基础,为充分利用围岩的自稳特性,减少围岩的扰动,而以喷射混凝土封闭围岩而达到自稳状态。一般岩层较好处喷层厚度为 6cm 以上;地质较差时,可以锚杆挂网喷射混凝土(厚度为 10cm 以上),或加设钢筋格栅(或型钢架)作为隧道开挖初期支护。本工程采用了锚杆挂网,钢筋格栅喷 30cm 厚的初期支护。

喷射混凝土施工过程中,将有 25% 以上甚至更多的混凝土被喷射面反弹而损失,其耗费时间较长,同时还产生极大的粉尘污染,并造成极大浪费。为此利用格栅支撑为依托,采用挂板喷射混凝土的施工方法(简称模喷混凝土)。

4.1 安装格栅支撑

在上半弧形导坑开挖施工中,两侧先行开挖(留

下中部核心土体),再掏槽开挖中顶部,嵌入格栅支撑,将三片格栅用 $\varnothing 16$ 螺栓连接,形成整体,以每进0.75m安装格栅1幅。纵向以 $\varnothing 22$ 螺纹钢筋焊接。格栅与围岩间设钢筋网,并按要求打入锚杆,将锚杆、钢筋网与格栅支撑焊接成一体(见图1)。

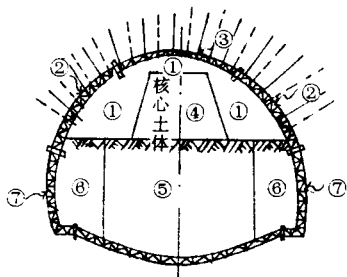


图1 半弧形导坑及施工步骤

4.2 打锚杆挂网

(1)在格栅腰部至拱脚处,按0.4~0.6m高打入长2.0~2.5m的锚杆。格栅拱脚处,至少要打入2~4根,以加强其承托力,所有锚杆均与格栅支撑焊接成一体。

(2)用 $\varnothing 22$ 、长100cm纵向钢筋(横向1.5m间距),与前后两幅格栅焊接。

(3)沿格栅与围岩间铺设钢筋网,将网与格栅点焊成一体。

(4)对已安装的格栅进行中线、标高及各部尺寸的全面检查,确认无误后将模板挂立于格栅上。模板随喷混凝土的增高而加高,首次不宜挂的太高,一般以3块钢模为宜(<1.0m)。

4.3 挂板

在格栅定位安装的基础上,两侧同时挂板,每侧使用2根 $\varnothing 10$ mm钢筋,于模板端头面上,沿格栅内拱圈将模板(一般厚5cm)夹于钢筋与格栅间,并于模板端头底部垫2~3cm厚水泥砂浆垫块,用12号铁丝穿过模板捆绑在模外的钢筋上。

4.4 喷射混凝土

(1)模喷混凝土的各项配料,与一般喷射混凝土要求相同,选择经过试验且符合规范要求的砂、石料设计施工配合比。

(2)将拌制好的干料过筛,除去杂质和粗颗粒,并按水泥重量的4%均匀掺入速凝剂,输入喷射机内。

(3)开机调整风压和水压(一般风压为0.13~0.15MPa,水压0.15~0.2MPa),并经试喷后持喷嘴

向模盒内分段喷射。喷距控制在1m左右,喷射时使喷头左右、前后摆动,均匀喷射,随着喷射的增高而加拼模板。

(4)喷射封顶时,从内端头持喷枪向拱顶逐步喷射,直至喷满。

(5)脱模:一般待周围混凝土喷射完毕,达到终凝后即可脱模,模板周转使用。

(6)两侧边墙仍可依照此法挂板喷射混凝土,完成两侧墙的初期支护。

5 施工监控量测

通过围岩量测,及时提供围岩反馈信息变化数据以指导施工。根据设计要求,于初期支护段,每间隔16m,在拱顶部、两腰起拱线以上0.5m处及上半拱脚以上1m处的喷射过程中,预埋量测钢桩。每日早、晚现场观察,并使用周边收敛仪逐点量测,掌握拱顶、地表下沉量及围岩的变位信息。如数据超过允许值要及时采取对策。

6 二次模筑混凝土衬砌

二次混凝土衬砌,是完成复合衬砌的关键工序,尤其是曲墙曲线隧道,二次衬砌的施工难度更大,为此利用 $\varnothing 42$ mm钢管自行制作适合曲墙衬砌、拆装方便的拼装式简易衬砌台架。墙拱一次循环长度为8m。

自起拱线以下1m,沿拱部周围与初期支护间铺设CCR911橡胶防水板,并在循环工作接头缝处铺设橡胶止水带等防水材料。

二次衬砌的施工程序是:

(1)进行中心线和水准测量,准确测定左线中心点和水平标高,为组立台架、安装模板提供标准。

(2)组立衬砌台架(含拱架)。

(3)于工作接头缝处组装橡胶止水带和封端板。

(4)沿衬砌台架两侧曲墙带铺装模板,模板可随混凝土灌注的高度随时加高。

(5)灌注边墙混凝土前应对衬砌台架的各部尺寸、标高及各部受力是否均衡稳固,认真检查,以防受力后变形跑模。灌注边墙混凝土时,两侧应对称同时升高,以免偏压变位。

(6)挂铺橡胶防水板:待边墙灌至距起拱线尚差1.5m时,即挂铺拱部橡胶防水板。可利用初期支护时挂板固定模板的铁丝(铁丝拆模后均已嵌入混凝土)张挂橡胶板。也可利用冲击钻,于初期支护的顶部打孔,楔入木楔,钉钉张挂。须将拱顶无用的铁丝及障碍物清除或扎弯,以不损伤防水板为佳。张挂防

建筑管理 与管理科学

北京西客站工程的经济管理

王燕雯 (北京西客站工程总指挥部, 100055)

北京西客站工程是由铁道部和北京市合作建设(铁路投资 62.5%、北京市投资 37.5%)的大型综合性建设项目。全部建筑面积为 75 万 m^2 , 其中站区建筑 40 万 m^2 , 包括南、北站房综合楼、高架候车厅、行包房和为旅客服务的银行、邮政、旅馆、商服业、地下车库; 地铁车站结构预埋及隧道工程; 市政设施有站前广场、新建四座立交桥、扩展五条道路; 铁道专业工程有西长正线铺轨 123km、沿线建筑 35 万 m^2 、九座大桥、两座隧道, 直通房山县长阳村与京广线接轨。

与西客站同期配套建设的还有年处理 3000 万袋的邮件中心、为 160 万 m^2 建筑提供热源的供热厂、装机 10 万门的电信局及 11 万 V 变电站。

北京市政府和铁道部联合组建了工程建设总指挥部, 负责全部建设任务的实施。工程的总部署为一年准备、三年建设, 计划在 1995 年底达到铁路客运开通条件。经过一年准备, 工程于 1993 年 1 月 19 日破土开工。

总指挥部内设计划财务部, 办理工程建设的计划、统计、财务拨款、投资和造价管理、工程招投标、概算审查、工程结算等事务。

西客站工程在投资控制与造价管理方面, 依据建设项目的总规模和国家计委批准西客站建设的计划任务书中确定的“投资切块、限额设计、招标承包”

水板时应尽量贴近初期支护面, 以保证拱部混凝土与初期支护密贴。

(7) 实施仰拱封闭, 完成全部二次衬砌。最后进行隧道铺底及水沟电缆槽的混凝土灌注。

7 几点体会

(1) 模喷施工, 必须具备一定条件才能保证工程质量, 取得效益。必须做到有承托挂板的钢支撑或钢筋焊接的格栅支撑; 喷射混凝土要符合要求并按比例掺用速凝剂, 以减少模板受力; 必须向模盒内喷射, 不要直接灌注混凝土。

(2) 像本工程这样严重风化的泥质砾岩具有见水易塌、无水则硬的特点, 开挖前须认真制定开挖方法及程序。在开挖过程中应尽可能保持开挖面的稳

的要求进行管理。

1 经济管理模式

1.1 投资切块

总指挥部对投资切块分两步进行。

第一步先将投资划分为两大块, 即征地拆迁费和工程建设费。

西客站工程从站区到铁道沿线需征地 266ha (4000 市亩), 安置居民拆迁用房 30 万 m^2 , 搬迁企、事业单位 241 个, 范围涉及五个区县。为统一征地拆迁的各项政策, 总指挥部以拆迁部为主编制征地、拆迁费用计划。

工程费用则由总指挥部规划设计部组织各设计单位依据各类工程的设计方案(有部分初步设计)提出工程概算, 经总指挥部审查并经上级同意, 做为第一步投资切块的依据。结果是征地拆迁费占总投资的 26%, 工程费用占总投资的 74%。

在征地拆迁费中征地费占 38.5%, 居民安置及企、事业单位搬迁占 61.5%。

在工程费中站区建筑占工程费的 37.7%; 地铁结构预埋占 8.3%; 市政设施占 19.3%; 铁路专业工程占 33.4%。

第二步是工程费用分解。

工程费用内容为按设计图纸、概算定额及其规定计算的施工费用, 也包括与此有关的其他施工费

定, 减少过量振动, 以避免围岩受扰动而坍塌。因此, 对开挖所暴露的岩面, 应尽快喷素混凝土加以封闭, 以增强围岩的自承能力, 为初期支护争取时间, 保障开挖顺利进行。

(3) 隧道防水层铺设质量直接影响隧道的耐久性和运营。对橡胶板的工作搭接缝必须粘接密贴、压实, 否则隧道长期受水侵蚀, 将减少隧道的使用年限。

(4) 二次复合衬砌, 直接影响隧道外观质量, 故施工过程中, 要做到中线、水平准确无误; 衬砌台架模板组装要稳固、密贴; 混凝土要分层捣固, 对称灌注。