

# 谈浅埋土质隧道暗挖法施工

陈昌黎

(安徽省核工业勘查技术总院, 安徽 合肥)

**摘要:** 根据新奥法隧道施工理论, 结合杭州市象山隧道施工的实例, 扼要地介绍了浅埋土质隧道 (暗挖法) 施工的 CRD 工法, 全面阐述了浅埋土质隧道 CRD 工法的施工要点。

**关键词:** 浅埋; 土质隧道; CRD 工法; 施工要点

**中图分类号:** U455.43

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1672-7428 (2009) S1-0393-02

随着交通建设的飞速发展, 新奥法隧道施工理论也得到了广泛的推广和灵活的应用, 在浅埋及土质围岩段, 采用 CRD 工法进行暗挖施工, 可以取得较为理想的效果。

## 1 工程实例

### 1.1 工程概况

杭州市象山隧道设计为小间距 (2.0~4.0m) 双向曲线隧道, 单洞长度分别为 216m 和 218m, 隧道开挖断面约 100m<sup>2</sup>, 隧道拱顶埋深 5~20m。隧道围岩主要为黄色粉质粘土, 局部含有少量孤石, 隧道中段约 10~15m 围岩为强风化岩体。设计围岩级分别为 V、VI 级围岩。

本隧道埋深较浅, 围岩极差, 而地表山体因客观因素而不得明挖, 根据新奥法理论, 经综合分析后, 本隧道采用 CRD 工法进行暗挖施工。暗洞衬砌采用复合式衬砌结构: 初期支护采用钢筋格栅拱架 (间距 50cm)、锚杆、钢筋网及 30cm 厚喷射混凝土, 二次衬砌为 45cm 厚钢筋混凝土。中隔壁及临时仰拱采用工字钢及 15cm 厚喷射混凝土。

### 1.2 CRD 工法施工工序

CRD 工法, 又名“十字交叉中隔壁工法”。该方法以地层预加固为前提, 以锚、网喷支护为基础, 充分发挥加固后的地层与初支体系共同受力, 承受外部荷载, 以监控量测手段指导施工, 控制初支结构的拱顶沉降和收敛, 确保开挖洞室和地面建筑物的安全。

CRD 工法暗挖施工时, 自上而下步步为营,

分块成环, 随挖随撑, 及时做好初期支护。并待初期支护结构的拱顶沉降和收敛已经稳定后, 自下而上拆除初期支护结构中的临时中隔壁墙及临时仰拱, 再施做外包防水层, 施作二次衬砌结构。

本隧道 CRD 工法施工具体做法如图 1。

## 2 CRD 工法施工要点

CRD 工法遵循“预支护、小分块、短进尺、快封闭、勤量测”的施工原则, 这“十五字”, 也就是 CRD 工法的施工要点, 针对象山隧道, 其施工要点如下。

### 2.1 预支护

目的是加固围岩, 使其自稳能力得到加强。本隧道的具体做法是: 洞口段采用“大管棚+注浆”进行预支护, 洞身段采用“小导管+注浆”进行预支护。

### 2.2 小分块

根据隧道断面大小, 本隧道断面分为四个块体进行开挖及初期支护施工, 及按 CRD“四步法”施工。

### 2.3 短进尺

洞口段 (20m 范围), 开挖循环进尺控制在 50~75cm; 洞身段, 开挖循环进尺控制在 1.0m。

### 2.4 快封闭

每一分块开挖后, 及时架设工字钢、格栅拱架及锚喷支护, 使其尽快封闭成环, 最大程度地控制围岩变形。

### 2.5 勤量测

严格按照制定的量测方案进行量测, 重点做好拱

收稿日期: 2009-08-30

作者简介: 陈昌黎 (1967-), 男, 汉族, 工程师, 国家注册监理工程师, 一级建造师 (公路), 中国地质大学 89 级探工系掘进专业毕业, 一直从事井巷及公路隧道工程施工, 担任技术负责人, 具有丰富的隧道及井巷施工经验。

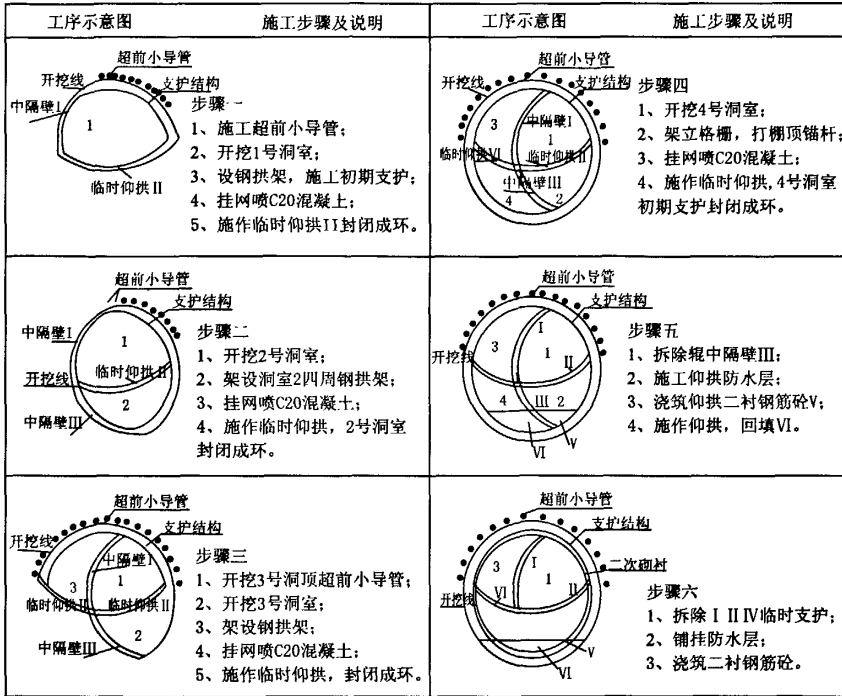


图1 CRD工法施工程序图

顶下沉、地表下陷及水平收敛量测，及时对量测数据进行分析并反馈给设计，以便及时修改及调整支护参数。

3 体会及建议

3.1 重视地表排水

土质围岩渗水性较强，而浅埋土质围岩，地表水更易渗透。众所周知：原状土在干燥状态下，具有一定的自稳能力，但若含水量过大，就会逐步失去自稳能力，甚至完全失去自稳能力。因此，必须十分重视地表排水工作。象山隧道的具体做法是：洞顶设置环形截水沟，地表设置网格形的小排水沟与截水沟相连，这样，可使雨季地表排水顺畅，最大程度的减少地表水渗入围岩。

3.2 及时进行洞口段衬砌

对软弱围岩隧道，“挂口进洞”难度大，洞口塌方事故多。因此，对洞口段除按常规进行围岩监控量测及地表观测外，还须及时进行二次衬砌，真正做到“快锁口”、“紧锁口”，从根本上杜绝洞口塌方事故的发生。

反面案例：象山隧道施工初期，由于施工准备工作不充分，钢模衬砌台车未准备完毕，在暗洞进

洞6.5m时，遇特大暴雨侵袭，造成洞口大塌方。

其余三个洞口施工时，吸取了该洞口的教训，在暗洞“进洞”前，首先进行了明洞衬砌，暗洞“进洞”9m时，及时进行了“第一模”（6.0m）暗洞二次衬砌。由于衬砌及时，这三个洞口施工较为安全、顺利。

3.3 严格按CRD工法顺序施工

CRD工法要求各分块施工严格按顺序进行，CRD工法“四步法”的施工顺序为：单侧上部→单侧下部→另外一侧上部→另外一侧下部。施工中，不得先施工整个上部，否则就变成了带有中隔壁的台阶法，支护结构的先后受力状况就会发生变化，安全系数就会降低。

3.4 初期支护快速进行

“快封闭”包含两方面含义：一方面，要求开挖后，立即对开挖暴露的围岩面进行喷射混凝土封闭；更重要的一方面是快速进行初期支护，使拱架等初期支护结构尽快闭合，形成环状的刚性承载结构，能最大的程度的承受围岩荷载，从而控制围岩的蠕变，使围岩的自稳能力达到最大程度的发挥。

(下转第399页)

面两方向来分析沉降规律的机理。同时,对比监测点实际沉降结果与数值模拟计算结果发现本文所采用的 FLAC<sup>3D</sup> 数值模拟结果与实际情况较为符合,对隧道信息化施工有一定的指导意义。

#### 参考文献:

- [1] 黄俊,张顶立. 地铁暗挖隧道上覆地层大变形规律分析[J]. 岩土力学,2004,25(8):1288-1292.
- [2] 黄俊,张顶立. 地铁重叠隧道上覆地层变形的数值模拟[J]. 岩石力学与工程学报,2005,24(12):2176-2181.
- [3] 韩焯,李宁, Jamie R. STANDING. 地铁隧道施工引起地层位移规律的探讨[J]. 岩土力学,2007,28(3):609

- 613.
- [4] Villy A. Kontogianni, Stathis C. Stiros. Induced deformation during tunnel excavation: Evidence from geodetic monitoring[J]. Engineering Geology 2005;(79); 115-126.
- [5] Thomas Kasper, Gunther Meschke. A numerical study of the effect of soil and grout material properties and cover depth in shield tunnelling[J]. Computers and Geotechnics 2006;(33); 234-247.
- [6] M. Cai. Influence of stress path on tunnel excavation response-Numerical tool selection and modeling strategy[J]. Tunnelling and Underground Space Technology 2008;(23); 618-628.

(上接第 394 页)

### 3.5 不得“偷减”工序

CRD 工法工序复杂,施工繁琐,效率低,进度慢。因此,人们很容易产生以“偷减”工序来加快进度的想法,实际上,这种想法是十分错误的,因为 CRD 工法是针对极软弱围岩而采取的施工方法,它的每道工序都是十分必要的,一旦“偷减”工序,很容易发生安全事故。

反面案例:施工中采用了省略“临时仰拱”的工序,实际上就是把 CRD 工法变成了 CD 工法,结果第二天该处就出现了“侧壁起鼓”现象。

### 3.6 适时进行二次衬砌

正常情况下,通过围岩监控量测,确认围岩稳定后,便可进行二次衬砌。但对浅埋土质隧道而言,围岩的自稳能力较弱,当受外界因素(地表

水或地下水的渗入、爆破震动等)影响时,围岩的自稳能力就会大大降低,甚至可能出现围岩失稳情况。因此,要时刻做好二次衬砌的准备工作,当量测结果反映围岩不能逐步收敛时,要及时对该处进行二次衬砌,以避免塌方事故发生。

对自稳能力极差的围岩,必要时,须采取“短掘短砌”。

#### 参考文献:

- [1] 麻永华,贺善宁. 建筑物下浅埋暗挖隧道施工技术研究[J]. 隧道/地下工程,2004,(12).
- [2] 王梦恕. 地下工程浅埋暗挖技术通论[M]. 合肥:安徽教育出版社.
- [3] 黄成光. 公路隧道施工[M]. 北京:人民交通出版社.