

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 100m², 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“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。

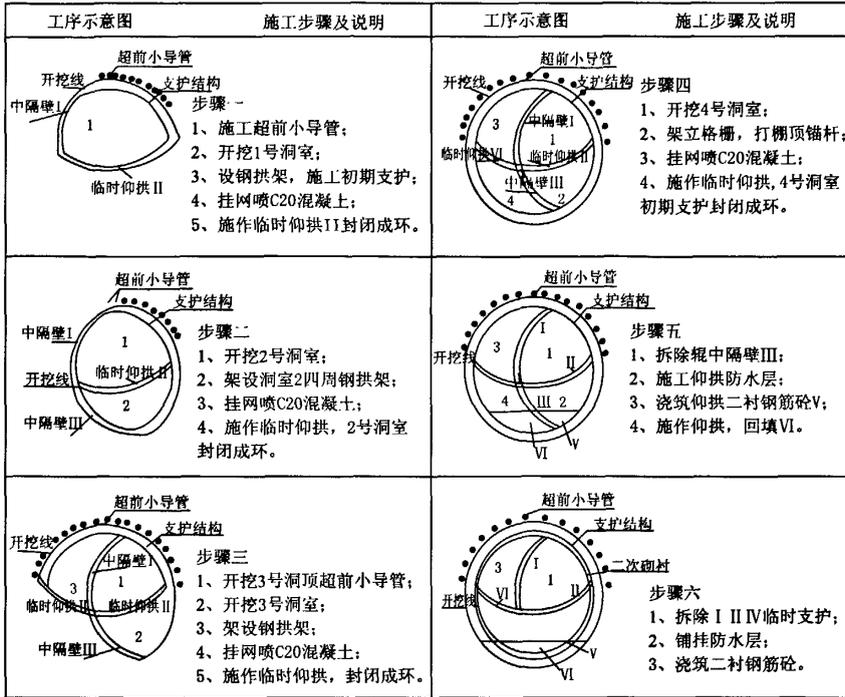


图1 CRD工法施工程序图

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^{3D} 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.