

城市地铁与地下空间设计 施工方法及效率探讨

殷险峰

(中铁能源投资有限公司, 四川 成都 610072)

摘 要: 介绍城市地铁与地下空间设计施工的各种方法, 诸如, 明挖施工法、暗挖施工法、半明半暗施工法等。着重阐述各种施工方法的特点及效率。最后提出如何提高地铁与地下空间开发效率的设想。

关键词: 城市地铁; 地下空间; 设计; 施工; 效率

2 各种施工方法的特点与效率

2.1 明挖施工法

明挖施工法的机械利用率一般能够达到80%以上, 人工作业主要限于钢筋和模板工程及其他辅助作业。明挖施工要尽可能使用机械作业, 充分开发机械潜力。其特点是:

(1) 基坑防护作业一般采用钻机、旋挖钻机、旋喷钻机等专用设备, 施作地下连续墙、防渗墙、围护桩等垂直防护。水平防护多采取对撑体系或锚索、锚杆网喷支护等。

(2) 挖、装、运全部采用机械和自卸车辆完成。

(3) 混凝土生产采用集中拌合或工厂生产, 道路运输采用混凝土搅拌运输车, 作业面输送采用混凝土泵车或混凝土输送泵, 振捣一般采用人工插入式振动棒或自动附着式振动器, 大体积混凝土浇筑可采用机械群振器, 也可采用机械碾压混凝土。

(4) 钢筋加工安装一般是人工集中加工半成品, 再在作业面人工绑扎, 机械化程度最低。

(5) 模板工程一般是组合模板或制式模板, 采取机械辅助人工架

以轻轨和地铁为标志的城市轨道交通正方兴未艾, 目前已有近20个城市开工或立项待批。

在城市交通深入地下的同时, 以减少占用土地, 增加城市容量为目标的各种工程, 正开发着地面以下的空间, 形成了现代化大城市发展的重要标志。城市化的发展, 对各种形式的地下建筑同样有着巨大的需求, 从投资效益和环境影响等因素考虑, 如何降低成本, 加快建设显得甚为重要。

1 城市地铁与地下空间的主要施工方法

(1) 明挖施工法。对于新规划的城区或者老城区, 在能够有一定时间的地面全封闭, 地铁线路埋深较浅, 且深基坑支护和排水有较好的技术保证和安全的情况下, 一般采用明挖方法施作结构再回填恢

复地面。这种方法, 可采取现浇或预制拼装法施工结构, 施工难度小, 容易保证质量, 工作面开阔, 作业效率高, 造价也比较低。但开挖与回填量较大, 易受气候影响。

基坑的防护质量以及基底与地下水的处理, 是施工的关键。在地面不受制约的情况下, 一般倾向于采取明挖方案。

(2) 暗挖施工法。对于旧城区, 或者是新城区的地面条件不允许, 地铁线路埋深较深, 宜采取对地面影响不大, 非敞开的暗挖法。这种方法对地面影响小, 基本不受气候影响, 可以全天候施工。一般有钻爆法、浅埋暗挖法、顶进法、盾构或TBM掘进机等。

(3) 半明半暗施工法。也称盖挖逆作法, 这种方法需要部分封闭地面, 分段推进施工, 但可部分维持交通流量。

设,机械化程度不高。

(6) 水平和垂直运输一般靠塔吊、门式起重机、轮胎式液压起重机、移动索吊等。

明挖施工作业,不可预见因素少,施工工艺都比较成熟,只要施工组织安排合理,效率较高,工期可靠。可能影响进度的是施工期间气象情况及基底地质状况。

2.2 暗挖施工法

(1) 钻爆法和浅埋暗挖法。这种方法的特点是大规模使用人力作业,机械作业为辅助,机械利用效率一般不超过50%。钻爆法主要针对岩石地层;浅埋暗挖法主要针对以软质围岩为主,不需采取爆破方法开挖的情况。其特点是作业比较灵活,适合于结构形式比较复杂,工程量较小,难以使用大型机械开挖的作业面。

浅埋暗挖施工一般通过竖井、导洞等辅助作业面进入主作业面。靠点多面广,平行作业和交叉作业来完成工作量,使工期缩短。但作业地点不可避免造成环境污染、混乱和过多的安全隐患点。

由于浅埋暗挖法施工在地下,受到空间制约,大型机械无法施展,可供使用的小型设备较少,因此,机械化程度和工效都较低。一般情况下,开挖主要是靠人工铁锹和风镐、手持风枪,机械只作为辅助。运输工具主要靠手推车,机械运输为辅。地下钢架运输安装靠人工,喷混凝土也是靠人工上料、人工操作喷锚头,劳动强度大、污染严重。临时支护钢筋混凝土的凿除,靠人工风镐和铁锤,钢筋模板工程大部分靠人工,区间一般使用模板台车,车站和折返线等多使用

组合模板和支撑拱架,混凝土大多使用混凝土输送泵,个别使用人工浇筑。通风比较薄弱,可采取不完善的机械通风或自然通风,空气污浊度较高。防水施工也是完全人工作业,如塑料防水板使用的热焊机、膨润土防水毯全靠人工操作和铺设。月进尺一般在50 m左右,地铁施工工期一般在3~5年,总体效率低下。采用预支护措施,尤其是能够一次性完成预支护的,往往能够节约过程工艺时间,加快施工进度。个别能够形成流程化机械作业的,可以获得较高的掘进效率,如预筑拱法曾获得月掘进340 m的成绩,其稳定月进尺在200 m左右,其最佳作业工况是匀质地层。

(2) 顶进法施工。顶进施工完全靠机械,人工辅助。机械化程度70%左右,有钢管顶进法和预制混凝土结构顶进法,一般适合于软质地层,用于短距离隧道穿越。要求有足够的操作空间,有施作反力的靠背和导向设施,中间土体采用人工或机械开挖。施工准备期长,施工效率较低。

(3) 盾构或TBM掘进机法。掘进机法主要应用于连续的地铁区间和部分车站的修建,是以大规模机械作业为主,完全自动化控制,操作人员少,其盾构每班操作人员约10人,效率很高,要求工程规模与机械的寿命周期相匹配,或者是一个临界饱和的经济作业量。全软岩或软硬混杂以软质围岩为主的地层宜采用盾构掘进机法;全硬岩或少部分硬岩的地层宜使用TBM掘进机法。盾构法主要有插刀盾构法、土压平衡盾构法、泥水盾构法、复合式盾构法等。除地铁以外的城

市地下空间的开发,因工程开发的空间有限,断面形状不规则,机械效率难以发挥,成本高,一般不宜采用此类方法。

盾构或TBM掘进机法采用工厂化运作模式,全自动化操作,掘进、出渣、衬砌、注浆一次完成,极少人工辅助,使用人力最少,机械化程度一般在90%以上。盾构适合的经济掘进长度在4 km以内,平均月进尺在300 m左右,受各种因素影响,实际进尺往往只是其理论生产能力的1/3。TBM硬岩掘进机的经济掘进长度一般在5 km以上,平均月进尺一般在500 m以上,理论月掘进进尺可以达到1 000 m以上。硬岩掘进机一般不适合于富水软弱围岩工况,需要采取更换刀头刀盘或人工先行处理等特殊措施。变截面的护盾掘进机可以适应不同断面的软弱围岩,但人工操作强度相对较高。盾构的隧道施工工期一般在3年左右,是施工效率最高的。

2.3 半明半暗施工法

该施工法的特点是,首先在结构两侧施作桩基础或围护桩,然后半幅开挖或搭设地面交通桥,在挖至地面以下结构穹顶(或顶板)的底标高后,清理作业面,施作钢筋混凝土穹顶并与桩基础或围护桩连接,在结构强度达到承载力要求后,将开挖空间回填密实。然后,在穹顶和围护桩保护下,一次性开挖剩余土体至结构地板底标高,最后施作结构地板和墙部结构。

3 提高地铁与地下空间开发效率的思路

3.1 系统地研究施工的效率

城市地铁及地下空间是现代

化城市的一项重要基础设施。应对加快地铁与地下空间开发效率进行综合研究,系统分析目前设计施工中影响效率的因素,找出主要问题,前瞻性地提出解决问题的思路 and 具体措施。

3.2 不断提高设计质量

一个好的设计思路,必须是能够用最简明有效的方式,全面考虑工期、投资、环保等因素。由于在未来的基础设施建设中,政府投资项目越来越少,商业投资越来越多,投资商更加关注工期对投资的影响。在工期和投资的权衡中,投资业主往往愿意以金钱换速度。

结合所积累的大量工程案例经验,再借鉴现代地铁与地下工程的最新理论成果,能够给设计者奠定基本的设计思路,然后根据工程的特点和需要,创新产生最佳的设计质量。

一般的地下工程,要提高施工效率,缩短工期,就必须尽可能多地使用机械作业,提高机械的空间利用效率,减少人工作业范围和辅助作业频次。中小型专用机具设备的开发和运用及其对地下工程施工条件的改善,是设计时必须关注的要素。

大规模地下工程,必须关注大型专用设备如盾构机、TBM 掘进机等技术的发展和工程运用实例,关注效率和效益、投入和产出的关系,积极引导投资主体采用大型专用设备方案。

3.3 提高施工效率

3.3.1 加速机具设备研发

(1) 对于盾构、TBM 等大型设备,应抓紧解决机具对围岩变化的适应性的问题。如盾构掘进机主要

适用于软质围岩,但遇到部分硬质围岩,通过更换刀具、刀盘,启动高压水力切割,增设特殊处理舱门和机械作业臂等也能够从技术上解决。另外,盾构的推进进尺与出渣量的平衡问题也需要加以改善,以控制地表沉降。同时盾构在软岩中的转向与方向控制问题也需要进一步改善。TBM 掘进机主要在硬质围岩地层发挥效率,对付偶发的软弱围岩也应能从技术上予以解决,如增加备用护盾、备用封闭舱门、更换刀具、扩大刀盘开口,增设特殊处理通道和辅助作业臂等。但对于推进过程出现的突发涌水和高承压水需从技术上给以解决。另外,需要开发可变断面护盾,伸臂式防护盾,进一步改进伸臂铣刨式掘进机的性能,以适应软硬岩层可变断面的掘进施工。

(2) 对于预切槽护拱法及超前钢管护拱法所用的设备,急需解决其对于变化地层的适应性,以及如何降低成本和进一步提高工效的问题。

(3) 研发适合浅埋暗挖法施工的专用机具设备。

①采用变频电机技术和特殊配置的卷扬提升设备,已经能够高效的解决竖井、基坑等的物料、弃渣的垂直运输问题,需要完善的是专用化改造和配套。

②混凝土与喷锚料的运输一般靠管道运输,需要改善的问题有:输送管道使用轻质材料和便于快速连接、增长输送距离、适应更多弯道而不堵管、减少残留混凝土量等。

③目前世界上能够在狭小空间灵活高效作业的机具太少,较通用的设备是小型履带式挖掘机、钹

斗机、气动式装渣机、刮板式挖掘装载机等。建议开发能够灵活移动、多角度摆动、无需回转的挖装运一体机,挖掘头可以装在输送臂端部,挖掘执行机构可以用液力驱动的挖斗、蟹爪、铣刀等,输送臂可以采用履带、刮板或螺旋输送机,能够随挖随运。为解决作业角度的全面覆盖,输送臂可有一定伸缩功能,也可以安装伸缩挖掘头。传统挖掘设备,一般是用折臂完成变幅的功能,但在狭小空间容易碰撞顶板,改善这一缺陷的主要办法就是采用伸缩臂或部分伸缩臂,这种设备最好配置铣刀或小幅挖掘装置。该设备要有灵活转向和移动与平衡能力,不宜太重,且容易拆装。也可开发低重心无人驾驶挖掘装载机。动力宜采用电动或电柴双动力环保型。

④狭小空间的运输设备目前有小型内燃翻斗车、小型装载机、电动输送带等,但效率不高,建议开发小型双向驾驶的轮胎自卸车,低高度装运一体机(最好是不需转向的),快速拼装轻型带式输送设备,沙石泵送系统等,并采用环保动力。

⑤喷射混凝土宜广泛使用湿喷工法,喷射机最好置于容易推动或自带动力的移动底盘上,喷射头安装在可以远程控制的能伸缩、旋转的液压臂上,液压臂安装在可自动行走的底盘上。混凝土采用轮胎式自带动力的双向驾驶的低高度混凝土罐车运输,也可采用泵送。

⑥钢架的移动和架立,除在结构和工艺上改进传统连接方式外,可以研制移动式机械臂辅助作业。

⑦钢筋混凝土的拆除,除在工

第三方逆向物流的基本理论 及其决策研究

曾倩琳, 周万森

(福州大学 公共管理学院, 福建 福州 350002)

摘 要:从逆向物流的内涵、构成、特点和第三方物流的论述入手,分析了外包逆向物流的趋势和优势,并定性分析了企业在决定逆向物流业务外包时要考虑的因素,在此基础上,用层次分析法评价备选的第三方逆向物流企业。

关键词:逆向物流;业务外包;层次分析法

随着经济全球化浪潮的迭起,“清洁生产—绿色流通—合理消费”的可持续性环保模式的发展,以及供应链管理循环系统和环保法规的完善,使20世纪90年代末期兴起的逆向物流,越来越受到学术界和企业界的关注。

1 第三方逆向物流基本理论

1.1 逆向物流的内涵、构成和特点
对于一个完整的物流系统,逆向物流是其不可分割的组成部分。

美国物流管理协会(HAI)对逆向物流作的定义是:逆向物流是为了回收资源或正确处理废弃物,在高效及适当成本下,对原材料、在制品、产成品及相关信息从消费点到产出点的流动和储存进行规划、实施和控制的过程。

逆向物流由退货逆向物流和回收逆向物流两部分构成,退货逆向物流是指下游顾客将不符合订单要求的产品退回给上游供应商,其流程与常规产品流向正好相反;

回收逆向物流是指最终顾客所持有的废旧物品回收得到供应商所属的各节点企业。

逆向物流中的物资流动与正常的商品流的方向相逆,即从消费者→中间商→制造商→供应商,具有逆向性。逆向物流产生的地点、时间和数量具有不确定性,发生逆向物流的地点一般比较分散无序,因退货或报废的商品处理过程的复杂增加了其复杂程度。逆向物流中的商品通常缺少规范包装,又具有不确定性,难以充分利用运输和仓储的规模效益。此外,许多商品需要人工检测、判断和处理,效率低下,极大地增加了人工费用。在逆向流动过程中所产生一系列的运输、仓储、处理等费用冲减了退回或召回商品的价值,所以该类产品具有价值递减性。对消费者没有

艺上和材料上改善外,急需研制小型高效低强度破除设备,如安装在带有自行底盘的伸缩臂或挖掘臂上的液压锤。

⑧对于模筑混凝土,需要研制更加高效和适用各种断面的易拆装或可移动式模板台车,机械臂振捣机,低重心起重设备,更加灵活

通畅的泵送设备等。

3.3.2 开发高效工法

可靠、高效、成熟的工法是提高工程质量和效率的综合保证。如何周密组织、合理配置资源,优化工艺和流程,最大限度发挥设备效率,需要引起设计和施工等方面的关注,工法的积累是技术进步和创

新的重要组成部分。

基于新理念和新技术的工法,侧重新设备、新材料的工法,侧重环保的工法等,都有可能成为工程设计施工提高效率的重要途径。

收稿日期:2006-01-09

责任编辑:黄宣鹄