

大型盾构隧道工作井施工技术

童立农

(上海隧道工程股份有限公司,上海市 200082)

摘要:盾构法隧道在一些城市得到广泛利用,双管双向车道盾构隧道的工作井深度和平面尺寸都较大,对施工技术要求很高,施工过程中的难度和风险亦大。该文以上海已建成的大型盾构隧道的工作井为例,分析其施工特点。经实践表明,地下连续墙围护设计合理可靠;坑底和坑外转角加固方法可行,可增加地下连续墙结构的抗倾覆稳定性,减少围护结构的位移,防止转角幅发生扭转变形;框架结构形式不仅能保证围护结构在开挖阶段变形量较小,同时能很好地满足使用阶段功能的要求;针对工程特点,采用的深井降水和土方开挖顺序等技术措施方便有效,保证了工作井施工的成功。

关键词:盾构隧道;大型工作井;支护方案

中图分类号:U455.43 文献标识码:A 文章编号:1009-7716(2006)04-0126-03

1 概述

近年来盾构隧道在大中型城市广泛利用,修建隧道主要服务于地铁和城市道路领域。当作为城市快速干道的组成的一部分时,对隧道的服务水平要求较高,上海近年来用盾构法修建的几条越江隧道都采用双管双向车道形式,盾构机的直径都在11 m以上,如翔殷路隧道外径11.37 m、上中路隧道外径14.5 m、长江隧道外径15 m。用作盾构机出洞的工作井的深度和平面尺寸都较大,对工作井的施工技术无疑提出了较高的要求。

该文以上海已建成的盾构隧道工作井为例,分析其设计与施工特点,为今后同类工程提供借鉴与参考。

2 工程概况和地质条件

2.1 工作井尺寸

工作井在隧道的施工阶段,用作盾构机的出发井;在使用阶段,其主要用于布置消防与废水泵房、变电所和电缆通道等设施。表1中列出了几条典型大型盾构隧道工作井的基本情况。工作井的宽度,主要依据所使用盾构大小的不同,由两条隧道间的最小间距控制,以保证盾构推进时对相邻隧道的影 响;工作井的长度主要考虑盾构机吊装和拼装要求;工作井的开挖深度主要考虑满足隧道最小覆土厚度要求。翔殷路隧道工作井布置见图1,工作井平面尺寸38.0 m×22.5 m,深22.4 m,地面标高+4.5 m。

2.2 地质条件

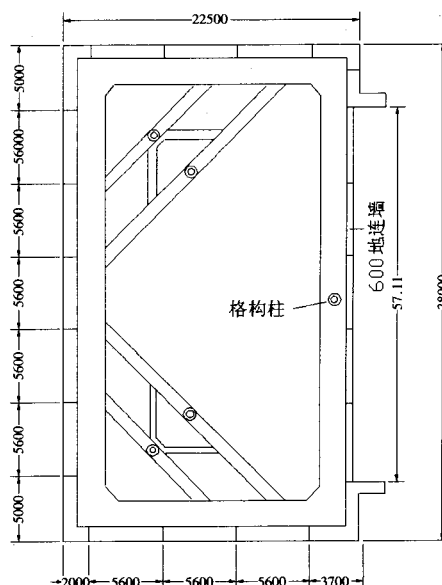
上海越江隧道工作井场地临近黄浦江或长江岸边,多有水塘、暗浜,工程地质条件较复杂。表

表1 典型大型盾构隧道工作井的基本情况比较表

项 目	翔殷路隧道	上中路隧道	长江隧道
隧道外径(m)	11.37	14.50	15.00
工作井平面尺寸 宽×长(m)	38.0×22.5	46×22	48×22
开挖深度(m)	22.4	26.2	26.96

层一般含有结构松散的杂填土,对工作井围护结构的施工质量有不利影响。场地浅层多为粉性土或夹薄层粉砂,渗透性强,地下连续墙成槽时易坍塌,基坑开挖时易产生流砂和管涌等不良地质现象;其下的灰色淤泥质粘土层一般厚度较大,属高压缩性、高灵敏性软土,易出现触变及蠕变。场地深层受古河道切割影响,⑥层暗绿~草黄色粘土有时局部缺失。

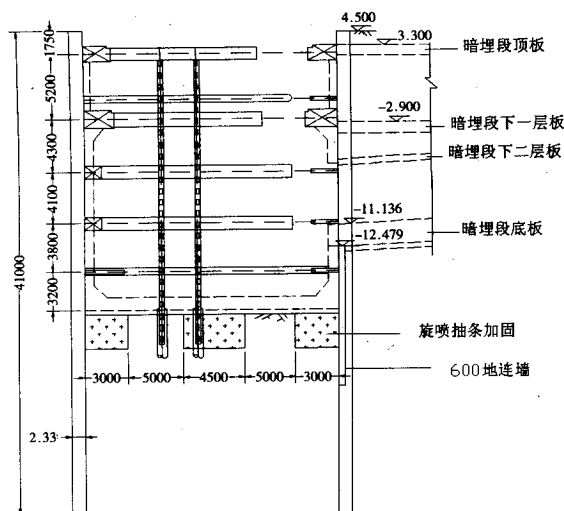
场地的潜水主要赋存在②₂粘质粉土、②₃灰色粘质粉土和③₂砂质粉土层中,⑤₂粘质粉土、⑦₁草黄~灰色粘质粉土和⑦₂灰色砂质粉土的地下水一般为承压水。工作井开挖时一般需验算⑤₂层的承压性。



(a) 工作井第三道混凝土支撑平面布置图

收稿日期:2006-04-08

作者简介:童立农(1969-),男,浙江岱山人,工程师,主要从事隧道工程施工管理工作。



(b) 工作井支撑布置剖面图

图1 翔殷路隧道工作井典型断面图

3 工作井的支护方案和施工技术

3.1 支护方案

大型盾构隧道工作井因开挖深度较大,故基本采用地下连续墙围护,支撑体系以钢筋混凝土支撑为主。在表2中列出了几条典型大型盾构隧道工作井围护结构的基本情况。地下连续墙兼作主体结构的一部分,各分幅间采用锁口管接头形式连接。在基坑内还需设置钢立柱,通过联系梁与各道支撑连接,减小支撑跨度。

表2 典型大型盾构隧道工作井维护基本情况比较表

项 目	翔殷路隧道	上中路隧道	长江隧道
地下连续墙厚度 (mm)	1000	1200	1000
地下连续墙深度 (m)	41	45	45
开挖深度 (m)	22.4	26.2	26.96
支撑形式	四道钢筋混凝土支撑 + 两道钢支撑,其中第二道钢支撑为临时支撑	五道钢筋混凝土支撑	五道钢筋混凝土支撑 + 一道钢支撑

3.2 地下连续墙的施工

因地下连续墙兼作主体结构一部分,并需考虑相邻暗埋段同时施工的影响,故对其质量要求较高,需从设计和施工上采取切实可行的技术措施,严格控制地下连续墙成槽与成墙质量、墙体垂直度、混凝土密实性和接头防渗,以及预埋件位置等,确保工程质量。目前工程中主要采取的技术措施如下:

(1) 导墙深度需进入原状土或加固土 30 cm 以上。在导墙外侧浇筑钢筋混凝土道路供车辆和机械行驶,分散重型设备等造成的侧压力影响。

(2) 防止成槽段坍方。控制泥浆指标,依据现场试成槽结果确定泥浆的配合比,提高泥浆密度,增加静水压力,槽段底标高以上 20 cm 处泥浆指

标相对密度小于 1.2。

(3) 由于场地浅层一般分布有粉性土或薄层粉砂,易造成地下墙坍孔,需布置轻型井点降水。

(4) 控制墙体垂直度:选用成槽垂直度好的液压抓斗成槽机,在成槽过程中利用侧斜仪,对槽段的垂直度和坍孔情况进行跟踪测定。上海大型盾构隧道工作地下连续墙一般采用 HS855 履带吊加 LIEBHERR HSWG2.8/800-1200 液压抓斗施工。

(5) 当地下墙进入⑦土层时,由于该土层强度较高,可采用钻先导孔再用液压抓斗挖土方式成槽,保证开挖速度和垂直度。在泥浆中可适当增加重晶石的掺量,提高泥浆粘度,保证土体的稳定。

(6) 防止混凝土绕流:采用 150 t 吊机将锁口管垂直入槽,锁口管靠自重植入槽底土体,管背回填土方。

(7) 控制锁口管上拔时间:锁口管在混凝土浇灌 3 h 后开始顶升,顶升压力应大于 10 MPa,顶升高度 10 cm 左右,放松抱箍,以后每隔一段时间顶升松动一次,若松动顶升压力大于 15 MPa,则需增加提升高度、缩短间隔时间,为保证接头管顺利拔出。

(8) 防止接头渗漏水:利用特制刷壁器,从下而上刷拖槽段,刷壁次数不小于 5 次,直至钢丝刷上无泥为止,以减少地下连续墙接头沉降和防止混凝土夹泥。

3.3 地基加固

为防止坑底土体隆起,增加地下连续墙结构的抗倾覆稳定性,减少围护结构的位移,通常对坑底进行“井”字形抽条加固,加固深度为坑下 3 m。在工作井与后续暗埋段结构衔接处的外转角位置,采用高压旋喷加固,加强工作井后靠土体的强度,防止转角幅发生扭转变形,加固范围为自地面至基坑底板下 3.0 m。例如,翔殷路隧道旋喷桩设计桩径为 1500 mm,纵向桩间距和横向桩间距均为 1300 mm,为保证旋喷桩与地下墙的有效连接,靠近地下连续墙的桩距为 300 mm。上中路隧道土体加固平面图见图 2 所示。加固后土体 28 天无侧限抗压强度大于 1.2 MPa。头两道钢筋混凝土支撑与井内中框架结构合二为一。

为确保基坑开挖后的安全,现场根据开挖后的情况和监测数据,在基坑外有选择的进行双液跟踪注浆。注浆时需控制注浆压力、流量和注浆配合比。经多次测试和监测,确定注浆压力为 0.2~0.3 MPa,流量为 10 L/min,配合比为:甲液为水:水泥:膨润土(重量比)=110:200:5.7,乙液为水:水玻璃=2:1,甲液:乙液(体积比)为 1:1。

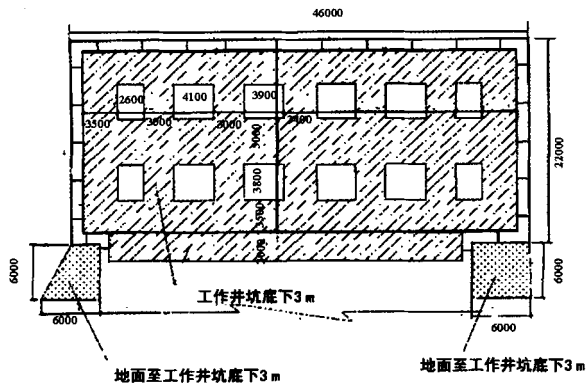


图2 上中路隧道工作井高压旋喷加固布置平面图

3.4 井点降水

上海土层属软土地基,地下水位较高,场地及水文地质条件决定了基坑开挖必须采取深井降水措施,将承压水降低至安全高度。

在按常规理论计算确定的井点布置方案后,应进一步通过现场抽水试验,校核承压水头高度和实际出水量,对井点设计进行验证和改善。

在长江隧道工程中,依据地质资料确定的设计方案为在坑外布置11口53m深的井点进行降水。但在经过现场抽水试验后发现,单井出水量小,且抽水井降水时观测井的水位下降不大,反映出场地土体的渗透性较计算要差,单井降水的影响范围要比计算小得多。因此,对原设计方案进行了如下调整:

(1)减少坑外降压井的数量,在坑内增加布置9座降压井。

(2)增加降水井的深度至63m,提高降水井水利曲线的影响范围;

(3)工作井内布置混合井,同时抽取潜水和承压水,以减少坑内井点的数量。

调整后的井点布置见图3。在地下墙施工前,为防止槽段坍落,需提前间隔状开启降水井抽水。在地下连续墙施工完成后,基坑正式开挖时,应提前20d抽水,及时降低地下连续墙坑内水位。降压井在基坑开挖到15m深时开始抽水,保证施工时底板的稳定。目前工作井及后续的暗埋段的施工已顺利完成。

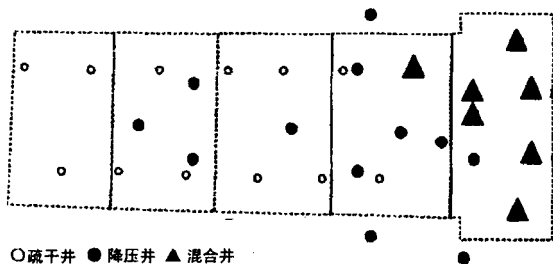


图3 长江隧道工作井井点布置平面图

3.5 土方的开挖与支撑的施工

工作井和邻接的暗埋段深基坑同时开挖,由工作井方向逐段向暗埋段方向推进。由于工作井的开挖深度比暗埋段深,相邻暗埋段的底板将先于工作井底板开始施工。在开挖过程中,始终坚持“分层分段、对称平衡、限时开挖和随挖随撑”的原则进行。混凝土支撑采取早强措施,提高早期强度,减少基坑变形和施工工期的要求。

3.6 内部结构

工作井内部结构为地下连续墙围护下的现浇钢筋混凝土结构。由于工作井埋深较大,故沿工作井深度方向设置两道横向框架:中框架和顶框架,在底板设置底梁,沿竖向设置壁柱,这构成工作井在施工和使用阶段的主要受力体系。

内部结构的施工可采取顺筑法施工,在开挖到底后由下往上逐层浇注内部结构。在工作井横向往内衬墙上需安装钢圈,供盾构出洞需要,洞圈的安装应以盾构纵坡相一致,提高出洞时的止水性能。

工作井底板在施工阶段一般无法满足抗承压水的要求,需设深井点抽水,且结构底板需预留泄水孔,待内部结构完成并覆土后,方可将其封闭。

4 施工监测

基坑施工期间,在周边环境和基坑土体上设置各种监测点,组成监测体系。监测的主要内容有:周边沉降监测;地下连续墙压顶梁、立柱的沉降和水平位移监测;地下连续墙深部测斜;坑外深层土体侧向位移;坑外地下水水位及孔隙水压力;地下连续墙外侧土压力;支撑轴力监测;基坑隆起及底板变形监测。在各施工阶段,对监测数据的异常进行分析,寻找原因,采取有针对性措施,例如同步注浆加固、调整挖土进度和及时施工支撑等,保证周边环境的安全和施工的顺利进行。

5 结语

双管双向车道盾构隧道的工作井深度和平面尺寸较大,对工作井的施工技术要求较高,施工过程中的难度和风险亦较大。该文介绍了工作井施工的一些关键技术,经实践表明,围护结构安全可靠,开挖过程中各项监测数据基本都在控制范围之内,开挖后地下连续墙接头部位基本无渗漏现象,内部结构施工方便,主要经验总结如下:

(1)地下连续墙围护设计合理可靠。

(2)坑底和坑外转角加固方法可行,可增加地下连续墙结构的抗倾覆稳定性,减少围护结构的

高速公路工程建设风险管理问题的研究

郝治斌

(常州高速公路投资发展有限公司,江苏常州 213003)

摘 要:高速公路工程建设项目工程量大,建设工期长,投资巨大,易受不可抗拒因素和意外事故的影响,具有风险性大,风险不确定的特点。该文讨论了工程建设项目风险管理的特点、项目管理的方法、资源分配以及工程保险合同等内容。

关键词:高速公路;工程建设;风险管理

中图分类号:U412.366 **文献标识码:**B **文章编号:**1009-7716(2006)04-0129-03

0 前言

高速公路是 20 世纪 30 年代在西方发达国家开始出现的专门为汽车交通服务的基础设施。高速公路在运输能力、速度和安全性方面具有突出优势,对实现国土均衡开发、建立统一的市场经济体系、提高现代物流效率和公众生活质量等具有重要作用。我国从 1988 年实现高速公路零的突破,到 2005 年年底高速公路通车里程接近 4 万 km。2004 年 12 月 17 日,《国家高速公路网规划》业经国务院审议通过,标志着中国高速公路建设发展进入了一个新的历史时期。

由于高速公路工程建设项目建设周期长,且易受不可抗拒因素(洪水、台风、地震等)和意外事故(火灾、爆炸等)的影响,会带来诸如工期延长、成本增加、计划修改等,这些都会造成经济效益的降低,甚至公路建设工程的失败。所谓风险是指项目对无法达到预定目标的可能性和结果的一种测评。风险管理是门新兴的学科,它是一种降低因风险带来的负面影响的过管理,以规范各方关系,保护投资者和承包商的利益,降低因风险带来的损失,其作用越来越明显,在我国高速公路工程建设中提高风险管理水平已势在必行。

收稿日期:2006-05-16

作者简介:郝治斌(1972-),男,山西平遥人,工程师,副总经理,从事桥梁工程和工程管理工作。

位移,防止转角幅发生扭转变形。

(3)框架结构形式不仅能保证围护结构在开挖阶段变形量较小,同时能很好地满足使用阶段功能的要求。

(4)针对工程特点,采用的地下连续墙施工、地基加固、深井降水和土方开挖顺序等技术措施,方便有效,保证了工作井施工的成功。

1 风险管理概述

风险管理(Risk Management)是指处理风险的行为或实践活动,包括对风险的计划、评估(识别及分析)、提出应对风险的处理方法及对风险的监控(通常是用来发现风险是如何变化的)。

风险管理并不是一项局限于风险管理部门本身的独立的活动,它实际上是总体的项目管理的一部分。风险管理应该与关键的项目实施过程紧密相连。所谓关键过程包括总体项目管理、系统工程、成本、质量、范围及进度等,但不仅仅限于此。

风险管理是一项主动性强的管理工作,合理的风险管理应尽力减少某个事件发生的概率(可能性);如果发生,则应尽力缩小其影响范围。

风险管理应在项目开始建立,并将项目工期内所发生的风险记录在案。风险管理过程包含以下几个互相关联的部分:计划、评估(识别及分析)、处理和监控。

风险管理已成为公路建设工程管理中不可或缺的一环。高速公路工程项目风险管理贯穿于一个高速公路工程项目从拟订规划、确定项目规模、工程设计、工程施工、直至建成投产的全部过程,是总体的项目管理的一个组成部分。高速公路建设项目风险管理的研究和推广对促进我国高速公路经济稳定、持续、快速的发展具有重大的现实意义。

参考文献

- [1]姚爱国,汤凤林.基坑支护结构设计方法讨论[J].工业建筑,2001,31(3):7-10.
- [2]刘少福,罗建华.上海外滩金融中心深基坑施工技术[J].施工技术,2000,29(1):10-11.
- [3]应宏伟,王奎华等.杭州解百商业城半逆作法深基坑支护设计与监测[J].岩土工程学报,2001,23(1):79-83.
- [4]刘国彬,黄院雄等.超载时地下连续墙的槽壁稳定行分析与实践[J].同济大学学报,2001,23(1):79-83.
- [5]沈永东,王吉云.上海长江隧道试验段工程技术.2005 上海国际隧道工程研讨会文集.[C].2005,33-40.