

摘要:研究目的:武汉轨道交通4号线是武汉市轨道交通网络中的一条重要线路,通过越江隧道沟通武昌和汉阳,越江隧道工程施工风险大,影响因素多,对整个工程的进度起着控制作用,本文针对越江线路方案和环境特点,国内外类似工程的实践经验,进行技术经济条件比较和评价,拟通过研究分析选择一种技术先进、安全可靠、规模合理、能保证工程质量的越江隧道施工方案。

研究结论:通过对4号线越江通道线路走向4种方案的研究分析和2种越江隧道施工方案的比较得知,越江通道线路走向应综合考虑线路线型、客流量、设站条件、沿线拆迁等因素的影响后择优选择。越江隧道施工方案应针对环境条件和类似工程的实践经验,进行技术经济条件的比选后确定。本工程经研究分析、比选后,线路走向推荐采用腰路堤方案,隧道施工推荐采用常规的单孔单线直径6.2m的小断面盾构法施工,可有效降低工程实施难度,确保工程安全,减小工程总投资。

关键词:越江线路;隧道施工;方案研究

## 1 问题的提出

武汉轨道交通4号线越江区段是全线重点控制工程之一,主要原因是隧道过长,工程的施工风险较大,影响因素较多;其次是采用不同的施工方法,影响到长江两岸设站与线路实施方案,尤其影响到线路布置、车站功能、周边土地利用、交通接驳等。因此,应以技术先进、安全可靠、规模合理为原则,对几种线路走向方案和隧道施工方案进行研究和比较,选出较优过江方案。

## 2 线路走向方案研究

武汉轨道交通4号线是武汉市轨道交通网络中重要的一条线路,通过越江隧道沟通武昌和汉阳,串联国铁武汉站、武昌站及汉阳站等重要交通枢纽。4号线共穿越武汉市汉阳区、武昌区、洪山区、青山区等4个城区。据预测4号线将承担较大比例的过江客流,如果2015年4号线延长到五里墩,将每天承担13万人次的过江量,达到全市公共交通过江量的12%;到2021年4号线将每天承担约34万人次的过江量,承担公共交通过江量的25%;远期每天则承担49万人次的过江量,占公共交通过江总量的27%。4号线线路走向示意图如图1所示。



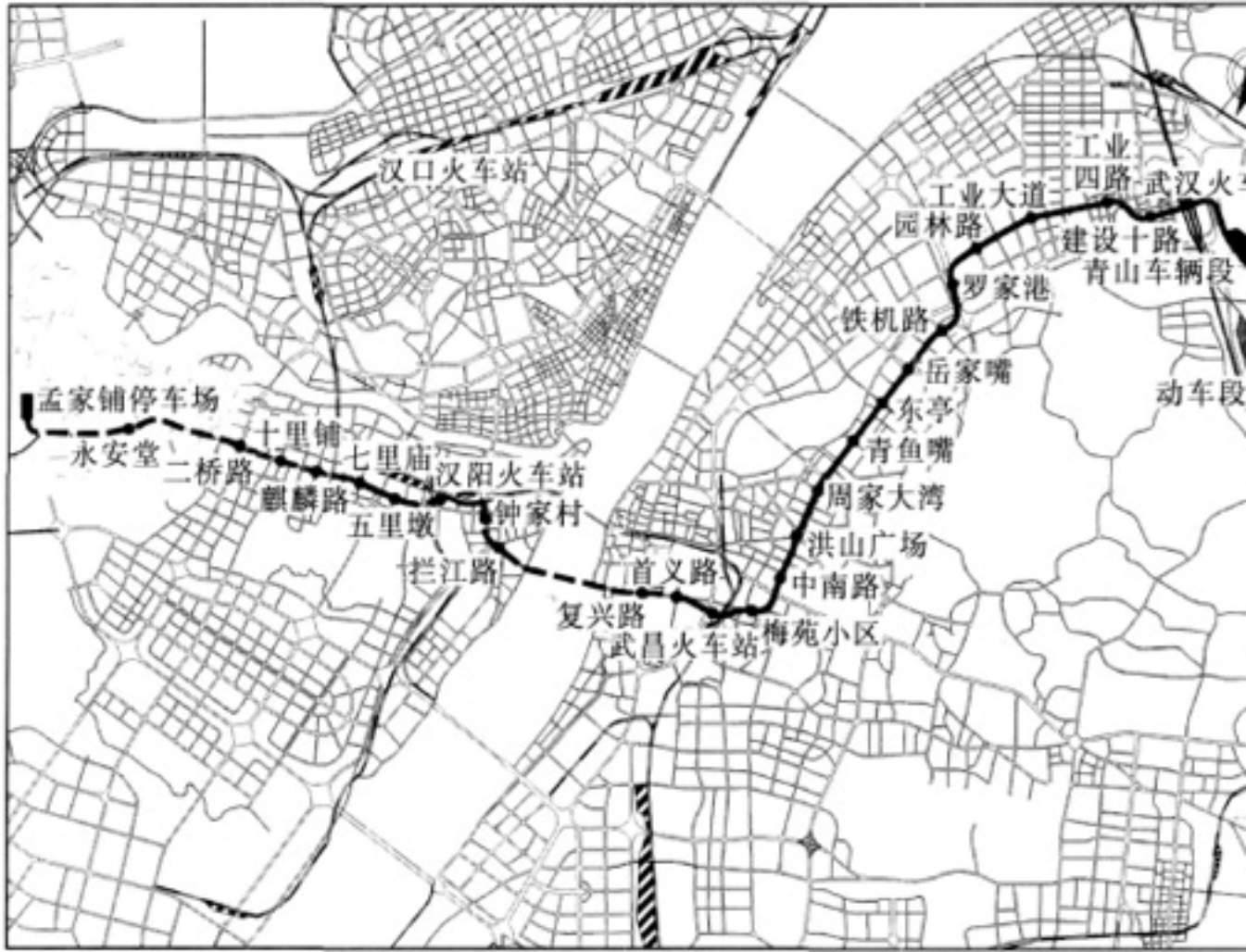


图 1 武汉市轨道交通 4 号线线路走向示意图

### 2.1 线路方案控制因素分析

4 号线越江区段为该工程的重要部分,其关键性控制工程有:

(1)汉阳地区,钟家村商业中心及规划轨道交通 6 号线。钟家村城市副中心等项目的建设,将带动新区发展。规划的轨道交通 6 号线与 4 号线的换乘衔接方案将影响越江线路方案;

(2)越江隧道工程;

(3)武昌地区,武昌火车站及规划轨道交通 5 号线。为配合武汉火车站和武昌火车站的建设,4 号线的武昌火车站和武汉火车站站需与两火车站的土建工程同步施工。规划的轨道交通 5 号线与 4 号线的换乘衔接方案也将影响越江线路走向方案。

### 2.2 线路走向方案研究

结合线网规划对 4 号线过江段线路走向共研究了 4 种方案,其线路走向方案示意图如图 2 所示。



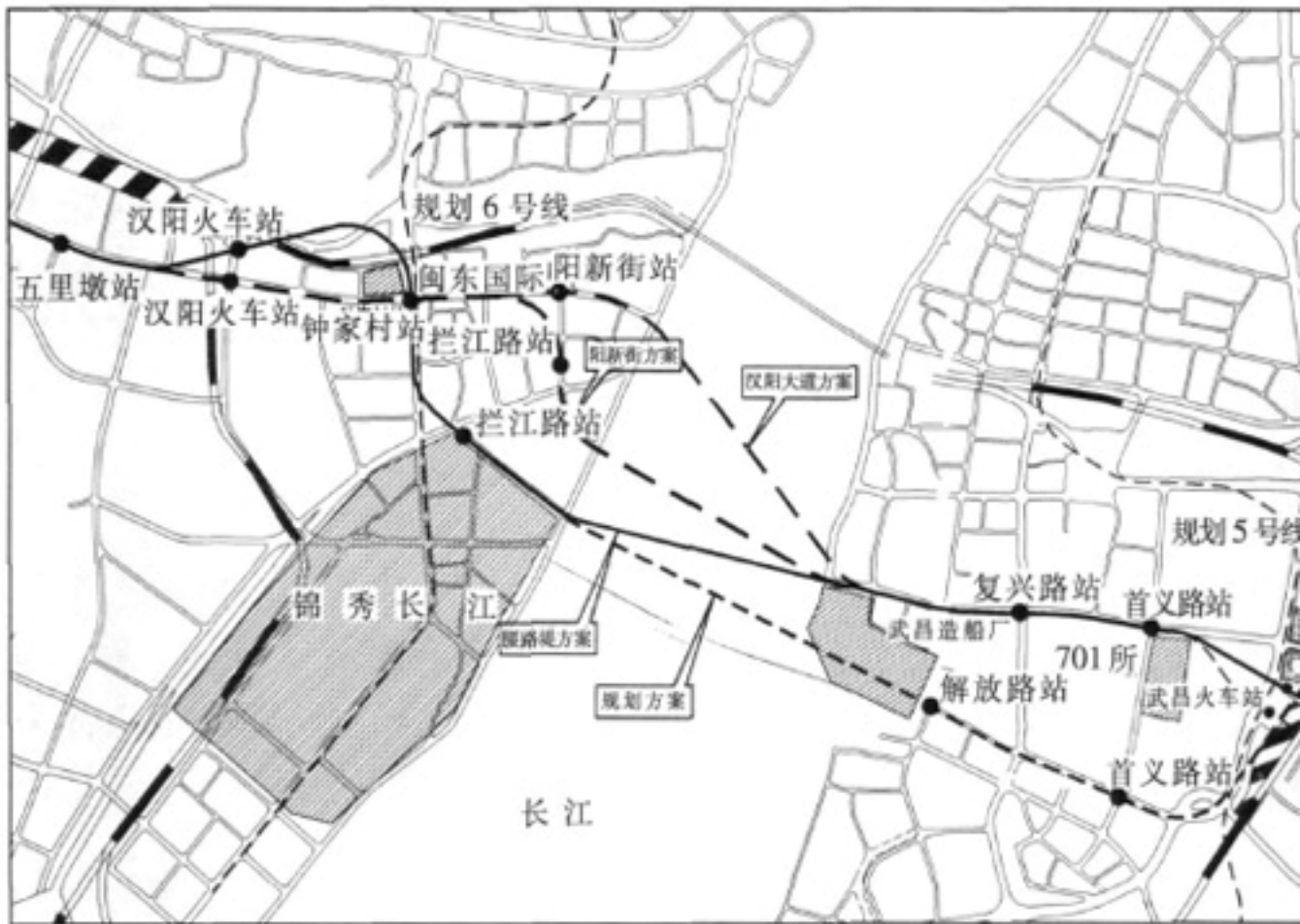


图 2 越江段方案示意图

### 2.2.1 方案 1: 规划方案

线路沿汉阳大道向东走行,在闽东国际高层建筑前向南沿鹦鹉大道前行,后经腰路堤穿越长江,在武昌侧保安街上岸,继而沿保安街行至中山路后,向北直到武昌火车站,共设 6 个车站:五里墩站、汉阳火车站、钟家村站、拦江路站、解放路站和首义路站。

工程方案特点如下:

- (1)线路在钟家村段夹直线太短,无法在此设站,而钟家村客流集散量较大,不设站无法满足过江客流的需求;
- (2)线路上穿武昌造船厂(军工企业),江边竖井及征地拆迁问题和隧道施工将会对船厂造成很大干扰;
- (3)城市规划公路过江通道为经马鹦路过江,后到武昌侧的保安街,轨道交通越江通道与其在保安街发生冲突。

### 2.2.2 方案 2: 腰路堤方案

线路沿汉阳大道向东走行,在闽东国际高层建筑前向南沿鹦鹉大道前行,后经腰路堤穿越长江,在武昌侧紫阳路上岸,继而沿紫阳路走行,过首义路后向东南穿越地块直到武昌火车站,共设 6 个车站:五里墩站、汉阳火车站、钟家村站、拦江路站、复兴路站和首义路站。

工程方案特点如下:

- (1)受钟家村西北角闽东国际高层建筑限制,线路由汉阳大道转入鹦鹉大道需展线并 2 次下穿京广铁路(下穿处为高路堤,工程条件较好),才能设钟家村站,展线长度 263 m;
- (2)线路影响 701 船舶研究所临紫阳路的 2 幢 2 层楼房;
- (3)腰路堤道路相对较宽,工程条件较好。



### 2.2.3 方案3:阳新街方案

线路沿汉阳大道向东走行,在与阳新街的交叉处右拐,沿阳新街走行继而穿越长江,在武昌侧紫阳路上岸,继续沿紫阳路走行,过首义路后向东南穿越地块直到武昌火车站,共设6个车站:五里墩站、汉阳火车站站、钟家村站、拦江路站、复兴路站和首义路站。

工程方案特点如下:

- (1)阳新街街道狭窄,施工条件差;
- (2)线路影响701船舶研究所临紫阳路的2幢2层楼房。

### 2.2.4 方案4:汉阳大道方案

线路沿汉阳大道向东走行,沿汉阳大道方向穿越长江,在武昌侧紫阳路上岸,继续沿紫阳路走行,过首义路后向东南穿越地块直到武昌火车站,共设6个车站:五里墩站、汉阳火车站站、钟家村站、阳新街站、复兴路站和首义路站。

工程方案特点如下:

- (1)线路距规划线位远,相对较偏,从汉阳大道越江至紫阳路,越江长度较腰路堤方案长125m;
- (2)线路同样影响701船舶研究所临紫阳路的2幢2层楼房。

上述4种线路走向方案特征如表1所示。

表1 4种线路走向方案特征对比表

方案种类	线路长度	线型	与规划6号线换乘情况	越江长度	施工条件
规划方案	8 615 m	较差	钟家村段夹直线太短,无法设站	1 530 m	腰路堤红线宽 30 m,施工条件较差
腰路堤方案	7 730 m	较差	与规划6号线平行换乘,换乘条件好	1 475 m	腰路堤红线宽 30 m,施工条件较差
阳新街方案	7 371 m	较好	与规划6号线“十”字换乘,换乘条件稍差	1 450 m	阳新街红线宽 20 m,施工条件较差
汉阳大道方案	7 465 m	较好	与规划6号线“十”字换乘,换乘条件稍差	1 600 m	汉阳大道红线宽 30 m,施工条件较差

## 3 越江隧道施工方案比选

越江隧道可供选择的施工方案主要有沉管法、盾构法和矿山法。因长江江面航运繁忙、水位高、流速快,江底地形起伏较大,两岸建筑物密集等原因,采用沉管法施工难度较大。在淤泥、粉细沙层中采用矿山法施工风险更大,且造价高,工期难以保证,同时由于隧道埋深较深,不利于线路纵坡及两岸车站站位的设置,因此也不宜于采用矿山法施工。盾构法对地质的适应性强,技术成熟,国内地铁工程施工过程中已有多处盾构过江的工程实例。如上海地铁过黄浦江、广州地铁过珠江,其隧道施工均采用盾构法施工过江,武汉市公路隧道过江也采用盾构法掘进,为此,本工程推荐采用盾构法施工。

根据本工程采用的工程技术标准,拟定了2种盾构结构进行方案比选:

- (1)常规的单孔单线直径6.2m的小断面(以下简称小洞方案);
- (2)单孔双线直径11.0m的大断面(以下简称大洞方案)。

### 3.1 小洞方案

#### 3.1.1 断面拟定

小洞方案采用2个常规的地铁单孔单线隧道过江,隧道外径6.2m,内径5.5m,其断面示意图如图3所示。根据通风防灾、给排水等系统要求单独设置中间风井、联络通道、排水泵房。

#### 3.1.2 线路平纵断面方案

本方案越江区段长度为3183m,采用单孔单线隧道,线间距从拦江路站至江边及长江段为13m,过江后由13m过渡到复兴路站的15m。线路出拦江路后沿着腰路堤走行,在武汉市机附二厂附近进入长江,穿越长江后在临江大道和紫阳路交叉口位置西侧的六角亭码头上岸,并沿着紫阳路走行,最后到达复兴路站。

拦江路站设为地下两层岛式车站,地面标高26.7m,轨面标高10.02m,车站覆土4.65m,车站埋深17.62m。线路从拦江路站端部开始以28‰坡度长750m和23.52‰坡度长1000m的下坡,到达隧道的武昌侧线路最低点(-34m),然后再以4‰坡度长250m和28‰坡度长1100m的上坡到达隧道的复兴路站的端部,复兴路站设为地下四层岛式车站,地面标高23.5m,轨面标高-2.2m,车站埋深25.7m。





### 3.2 大洞方案

#### 3.2.1 断面拟定

采用单孔双线隧道,隧道外径 11.0m,内径 10.0 m,其断面示意图如图 4 所示。圆形隧道横断面的车道板、烟道板分上中下 3 部分,上部为排烟道;中间部分为行车道;下部为服务层,设置泵房、强、弱电等管路。

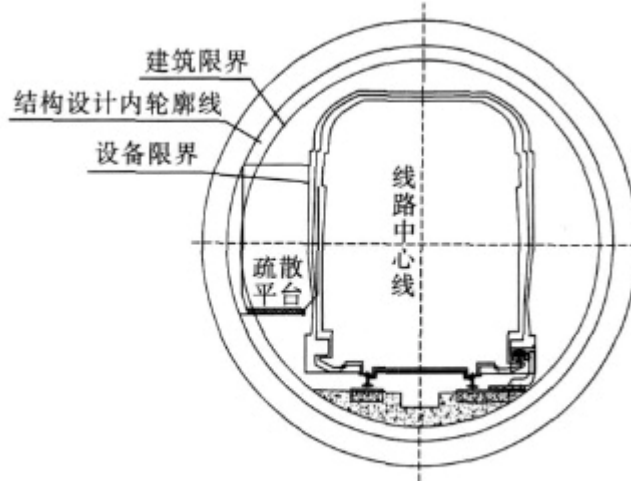


图 3 小洞方案断面图

#### 3.2.2 线路平纵断面方案

本方案越江区段长度为 3 178m,采用单孔双线隧道,线间距为 5 m,线路出拦江路后沿着腰路堤走行,在武汉市机附二厂附近进入长江,穿越长江后在临江大道和紫阳路交叉口位置西侧的六角亭码头上岸,并沿着紫阳路走行,最后到达复兴路站。

拦江路站设为地下两层侧式车站,地面标高 26.7m,轨面标高 10.00m,车站覆土 4.72m,车站埋深 17.69m。线路从拦江路站端部开始以 28‰坡度长 1 000 m、25.5‰坡度长 700 m、3‰坡度长 250 m 的下坡,到达隧道的武昌侧线路最低点(-36.11 m),然后再以 29‰坡度长 1 170 m 的上坡,到达隧道的复兴路站的端部,复兴路站设为地下四层侧式车站,地面标高 23.5 m,轨面标高-2.18 m,车站埋深 25.7 m。

#### 3.3 2种方案的优缺点

- (1)小洞方案线路平纵断面条件较好,对地铁运营有利,而大洞方案有 29‰的长大坡。
- (2)小洞方案施工风险高,主要集中在中间风井、江中横通道及泵房施工上,大洞方案风险相对较低。
- (3)大洞方案的投资高,较小洞方案工程总投资高出约 1 亿元。

考虑到工程投资、运营条件、施工风险及对轨道线路相邻区间的影响等因素,越江隧道施工推荐采用小洞方案。



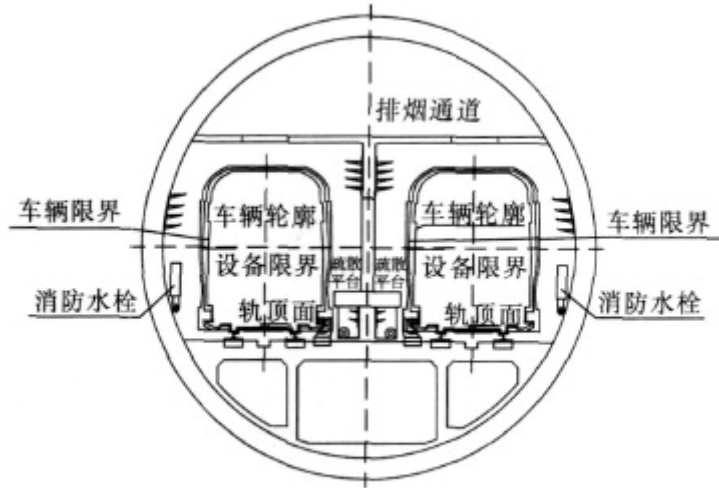


图 4 大洞方案断面图

#### 4 结论

通过对越江隧道施工方案的研究分析,得出如下结论:

(1)越江通道线路走向应综合考虑线路线型、客流量、设站条件、沿线拆迁等因素的影响,经多种方案比较,择优选择。本工程研究的越江通道线路走向推荐采用腰路堤方案。

(2)越江隧道施工方案的选择需要针对越江线路走向方案和环境特点,国内外类似工程的实践经验,进行技术经济条件的比较和评价后,作出最优选择。经研究分析本工程推荐采用常规的单孔单线直径 6.2 m 的小断面(简称小洞方案)盾构法施工方案。

参考文献:

[1]GB 50157—2003,地铁设计规范[S].

[2]中铁第四勘察设计院集团有限公司.武汉轨道交通 4 号线过江专题研究[R].武汉:中铁第四勘察设计院集团有限公司, 2007.

[3]毛保华.城市轨道交通[M].北京:科学出版社, 2001.

