

# 市域铁路长大隧道单、双洞选型方案研究

贾俊杰

中铁第四勘察设计院集团有限公司

**摘要:** 随着《交通强国建设纲要》以及《关于推动都市圈市域(郊)铁路加快发展的意见》等政策及意见的相继出台,市域铁路作为都市圈的主要联通手段,建设规模逐年增加。为减少线路对城市地块及建成区的影响,目前在建及规划市域铁路在城市中大多采用隧道形式敷设,不可避免地涉及隧道单、双洞选型问题。本文以上海机场联络线华泾站东端至度假区站东端区间隧道单、双洞选型为例,对单、双洞方案对沿线环境敏感点影响、对沿线市政道路的影响、对穿越桥梁的影响、对车站的影响以及工程投资等方面进行了比选,最终推荐此段采用单洞双线方案。本文比选思路可为类似工程方案研究提供参考。

**关键词:** 市域铁路; 长大隧道; 隧道选型; 影响因素

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2024.09.066

市域铁路由于其服务城市通勤客流特性,决定了其必须进入城市内部<sup>[1]</sup>。为减少线路对城市地块及建成区的影响,目前在建及规划市域铁路在城市中大多采用隧道形式敷设<sup>[2]</sup>,由于单、双洞形式各自存在一定的优缺点,不可避免地涉及隧道单、双洞选型问题<sup>[3]</sup>。为了提高市域铁路的生命力,本文以上海机场联络线为例,从多个方面对隧道单、双洞形式进行比选。为其他相似工程提供参考。

## 一、工程概况

### (一) 研究范围

上海机场联络线自虹桥站引出沿沪杭客专东侧向南,穿过沪杭铁路通道后折向东沿春申塘走行,设华泾站,之后下穿黄浦江,沿外环线、迎宾高速南侧走行,经三林、张江、迪士尼度假区至浦东机场,分别设三林南站、张江站、度假区站及浦东机场站,出浦东机场后接入沪通二期上海东站西侧机场线车场<sup>[4]</sup>。

机场联络线以黄浦江为界,分为浦西段和浦东段。浦西段经论证后采用盾构单洞双线方案,已通过审查<sup>[5]</sup>。本文研究范围为浦东段华泾站东端至度假区站东端区间,长度为25.5km,含区间风井3座,地下车站3座,隧道区间23.8km。

### (二) 沿线主要控制因素

机场联络线位于上海市区,沿线高层住宅等建筑物较多,距机场联络线较近的有市韵家园小区、绿宝馥庭、康桥半岛别墅区、康桥鑫都、上海师范大学附属中学等,其中康桥半岛为浦东段高档住宅小区,社稳风险较高。线路自康桥鑫都北侧近距离通过,小区居民参与度较高,为主要的社稳风险源和环境敏感点。此外,机场线需下穿既有8号线,影响三林南站的埋深和工程造

价。在罗山路立交处,线路需同时下穿罗山路主路桥孔和轨道交通11号、16号线桥孔,穿越条件苛刻。除罗山路立交外,沿线有1条高速公路和10条城市道路与机场线相交,应尽量避免对重要道路的导改,降低盾构施工对沿线地面交通的干扰。

### (三) 单、双洞方案所需建设通道宽度

#### 1. 双洞方案所需建设通道宽度

双洞方案采用的盾构断面直径为9.0m,两侧构筑物保护宽度不小于3m,两条单洞结构净距1D(D为隧道直径)9.0m,双洞方案所需建设通道宽度 $L=9.0 \times 2 + 9.0 + 3 \times 2 = 33.0\text{m}$ 。

#### 2. 单洞方案所需建设通道宽度

单洞方案采用的盾构断面直径为13.6m,两侧构筑物保护宽度不小于3m,单洞方案所需建设通道宽度 $L=13.6 + 3 \times 2 = 19.6\text{m}$ 。

### (四) 转换段设置原则

单洞双线区间线间距为6.1米,盾构由单洞变为双洞首先需拉大线间距,由6.1米拉大至13.5米,满足盾构始发条件;变线间距地段需明挖施工,因此为减小明挖范围,变线间距地段应尽量利用曲线尽快拉大线间距,减小明挖段长度。

## 二、方案说明

因浦西段盾构采用单洞方案,线路出华泾站后连续下穿春申塘和黄浦江,且线路近距离经过光华绿苑和景盛家园小区。黄浦江以西不具备设置转换段条件,因此下穿黄浦江采用单洞双线方案。

浦东段盾构方案主要受区间盾构、车站规模、沿线环境敏感点、单双洞转换井设置、与沿线道路交叉防护等因素影响,根据影响因素,分别对三林南站西端转换双洞方案、三林南站东端转换双洞方案、张江站西端转换双洞方案、全段单洞方案进行研究。

### (一) 三林南站西端转换双洞方案

线路以单洞双线形式下穿黄浦江后在黄浦江东岸设转换段拉开线间距,线路以双洞形式引入三林南站,出站后线路以双洞形式下穿8号线后往东至研究终点均采用双洞敷设形式。

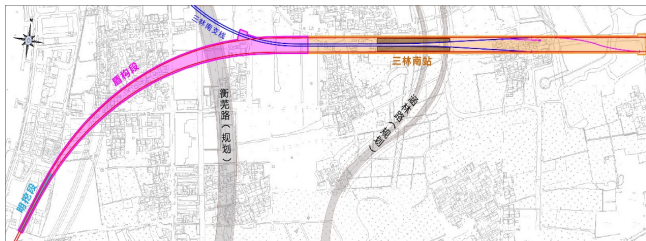


图1 三林南站西端设转换井双洞方案示意图

### (二) 三林南站东端转换双洞方案

线路以单洞形式穿越黄浦江后采用6.1米线间距引入三林南站，出站后线路需下穿8号线，无法进行明挖施工，需继续采用单洞盾构下穿8号线后在8号线以东设单双洞转换井，之后线路采用双洞单线形式敷设。

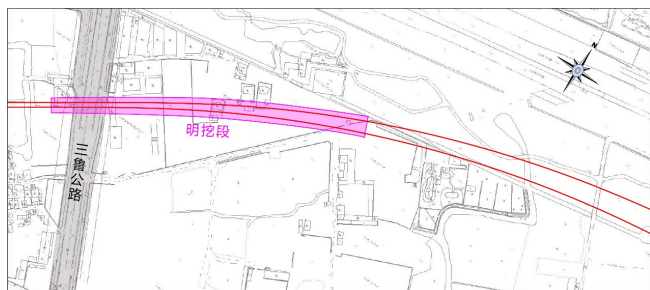


图2 三林南站东端设转换井双洞方案

### (三) 张江站西端转换双洞方案

线路以单洞形式穿越黄浦江后采用6.1米线间距引入三林南站，出站后继续以单洞形式下穿8号线，往东经康桥半岛小区后在罗山路西侧设转换段，之后线路以双洞形式下穿罗山路立交后往东至研究终点。

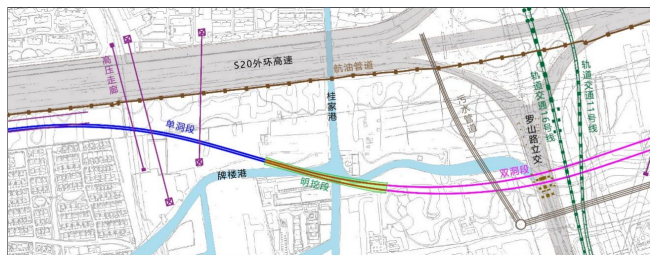


图3 张江站西端设转换井双洞方案

### (四) 全单洞方案

线路以单洞形式穿越黄浦江后往东至度假区站东端区间盾构全段采用单洞双线形式敷设。

## 三、方案比选

由于不同方案会对区间和车站布置产生不同的影响，因此本文从区间、车站以及转换段角度分别进行比较，并进行综合比选。

#### (一) 区间方案比较

##### 1. 对沿线环境敏感点影响

三林南西端转换双洞方案受外环绿化带控制，线间距拉大后，线路往南偏移，距车站端部的学校及住宅距离均有所减小，环评压力大，社稳风险高。

三林南东端转换双洞方案以单洞形式下穿8号线后转为双洞形式，往东距离小区距离与西端转换方案一致，环评压力大，社稳风险高。

张江站西端转换双洞方案对沿线学校、小区及康桥半岛距离远，影响较小，环评压力小，社稳风险低。

全单洞方案由于通道宽度小，距离沿线小区距离较双洞方案大，社稳风险和环评压力相对较小。

##### 2. 对沿线市政道路的影响

三林南西端转换双洞方案在比较范围内线路与1条高速公路和10条城市道路相交下穿道路桥孔，左右线分幅穿越，不需改造既有道路，对城市道路影响较小；双洞下穿道路桥孔6处12孔，下穿轨道交通2处4孔，其余为下穿道路路基段；因穿越桥孔均需采取加固防护措施，双洞方案分幅穿越桥孔，工程风险点增加，防护工程量增大，工程投资增加。

三林南东端转换双洞方案道路影响较其他方案基本一致，双洞下穿桥孔6处12孔，下穿轨道交通2处4孔；转换段位于三鲁公路处，施工过程需断挖三鲁公路，对交通影响较大。

张江站西端转换双洞方案道路影响较其他方案基本一致，其中单洞下穿桥孔3处3孔，双洞下穿桥孔3处6孔，下穿轨道交通2处4孔，节省3孔防护费用。

单洞方案不需对沿线下穿道路进行改造，对道路影响与其他方案相当；下穿桥孔6处6孔，下穿轨道交通2处2孔，防护费用最低。

#### 3. 对罗山路立交节点的影响

研究方案转换井均位于罗山路立交以西，因此该节点主要比选单双洞对桥桩基础的影响。

双洞方案左右线分幅穿越罗山路桥孔和轨道交通11号、16号线桥孔，因盾构洞径小，穿越条件充裕，盾构边距桥墩桩基距离最近处为4.4米，工程风险低。

单洞方案线路单洞穿越罗山路桥孔和轨道交通11号、16号线桥孔，因盾构洞径大，穿越条件紧张，盾构边距桥墩桩基距离最近处为1.8米，工程风险高。

## (二) 车站方案比较

#### 1. 三林南站

三林南西端转换双洞方案线路以双洞形式引入三林南站，正线线间距39.5米，采用正线外包三林南支线形式，车站长942米，标准段宽47米，基坑开挖投影面积40009m<sup>2</sup>。三林南东端转换双洞方案在三林南站正线线间距为6.1米，车站采用三林南支线外包正线方案，车站标准段宽48.1m，长665m，基坑开挖投影面积24239m<sup>2</sup>，较西端转换方案开挖面积减小15770m<sup>2</sup>。张江站西端转换双洞方案以及全单洞方案与三林南东端转换双洞方案一致。

#### 2. 张江站

张江站为大站快车越行站，考虑到对车站西端小区的影响，双洞方案分别研究正线越行和配线越行方案。

正线越行：车站为岛式站，采用正线越行，标准段宽36.1m，长835m，开挖投影面积27600m<sup>2</sup>。

配线越行：车站为岛式站，采用正线越行，标准段宽36.1m，长790.5m，开挖投影面积24670m<sup>2</sup>。

如采用全单洞方案，张江站标准段宽37.4m，长690.6m，开挖投影面积20890m<sup>2</sup>。

#### 3. 度假区站

采用双洞方案，车站为地下二层岛式站，车站长783.4m，车站标度宽27.1m，开挖投影面积27780m<sup>2</sup>。

采用全单洞方案，车站为地下二层侧式站，车站长608.8m，车站标准宽28.6m，开挖投影面积22648m<sup>2</sup>。

**(三) 转换段比较**

**1. 三林南西端转换双洞方案**

线路以单洞形式穿过黄浦江后在黄浦江东岸设转换段，转换段长约270m，平均开挖深度45.96m，工程投资约9.55亿元，紧邻黄浦江东岸，且开挖深度较大，工程风险大，工程投资高、实施难度巨大。

**2. 三林南东端转换双洞方案**

受下穿8号线条件控制，线路以单洞形式下穿8号线后，在8号线以东利用平面曲线设转换段，转换段长465m，平均开挖深度30m，工程投资约9.61亿元。转换段范围较长，基坑开挖规模大，对周边环境影响较大，且开挖过程需对三鲁公路进行翻交导改，对交通影响较大。

**3. 张江站西端转换双洞方案**

线路以单洞形式经过康桥半岛后，在康桥半岛以东

与罗山路立交之间进行单双洞转换，之后以双线形式下穿罗山路立交。转换段长405米，开挖深度29m，主要工程投资约8.17亿元。

**4. 全单洞方案**

盾构段采用单洞方案与浦西段贯通，无需增设转换段，施工风险低，对周边环境影响小。

**(四) 综合比选**

主要工程投资及分析比选如表1所示。双洞方案虽然区间盾构造价较单洞方案低，车站埋深浅；但受线间距影响，车站开挖规模均比单洞方案大，车站整体造价高；同时因需要设置单双洞转换段，转换段长大基坑开挖，工程实施难度大，工程风险高，投资大；双洞方案通道宽度宽，距沿线环境敏感点近，环评难度大，社稳风险高；双洞方案和单洞方案对沿线道路交通影响相当，均可从桥孔间穿越，不需要改造既有道路，但双洞方案分桥孔穿越，穿越点较单洞方案翻倍，工程风险点增加。综合比选，浦东段盾构形式推荐采用工程投资省、风险点少、环境影响小的单洞方案。

表 1 主要工程投资及分析比选表

项目	单位	全单洞方案	三林南东端转换双洞方案	张江站西端转换双洞方案	三林南西端转换双洞方案
环境影响		距离小区远，环境影响小	距离小区近，环境影响大	距学校、小区远，环境影响小	距离小区近，环境影响大
道路交叉影响	罗山路立交节点	导改罗山路两侧便道，距11、16号线桥桩距离1.8米。	导改罗山路两侧便道，距11、16号线桥桩4.4米。	导改罗山路两侧便道，距11、16号线桥桩4.4米。	导改罗山路两侧便道，距11、16号线桥桩4.4米。
	其他市政道路	不需导改，交通影响小	不需导改，交通影响小	不需导改，交通影响小	转换段与三鲁公路交叉，需导改三鲁公路，交通影响大。
道路改移	处	2	5	5	2
工程投资	亿	111.04	119.40	119.72	127.38
投资差额	亿	0.00	8.36	8.68	16.34

**四、总结**

本文针对市域铁路长大隧道单双洞选型问题，以上海机场联络线华泾站东端至度假区站东端区间隧道单、双洞选型为例，从区间、车站以及转换段三个方面出发，提出四种选型方案，并比较了四种方案对沿线环境敏感点、沿线市政道路、穿越桥梁的影响，同时分析了四种方案的施工风险以及工程投资。经过综合比选，采用单洞双线方案工程投资省、风险点少、环境影响小。本文比选思路可为类似工程方案研究提供参考。

**参考文献**

[1]牛乐乐. 市域铁路下穿城市道路等复杂环境下节点方案选线技术研究[J]. 科学技术创新, 2022,

(18): 98-101.

[2]肖明清. 隧道工程[M]. 武汉: 湖北科学技术出版社, 2015.

[3]王辉煌. 城区高速铁路特长隧道单、双洞方案研究[J]. 工程技术研究, 2023, 8(05): 1-4.

[4]中铁第四勘察设计院集团有限公司. 上海轨道交通市域线机场联络线工程可行性研究[R]. 武汉: 中铁第四勘察设计院集团有限公司, 2018.

[5]中铁第四勘察设计院集团有限公司. 上海轨道交通市域线机场联络线浦西段盾构形式研究[R]. 武汉: 中铁第四勘察设计院集团有限公司, 2019.