

DOI:10.16799/j.cnki.esdqyfh.2024.11.010

新城路过江通道总体方案设计

张 扬,过文魁

(杭州市城乡建设发展研究院,浙江 杭州 310000)

摘 要:以杭州市新城路过江通道方案设计为工程背景,立足于方案研究当下的规划条件,根据功能定位和交通流量进行了预测分析。通过方案比选,论证了建设形式,从定性分析和流量预测两个层次论证了建设规模,并从工程总体方案、横断面布置、重要节点三个方面论述了总体设计方案。主要研究结论:一是过江通道宜采用隧道形式;二是过江通道宜采用双向 6 车道断面形式(主线双 4+ 两侧连续紧急停车带);三是慢行通道有必要设置,建议在远期下沙大桥城市快速化改造中实现。

关键词:过江通道;建设形式;人非过江功能

中图分类号: U412

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2024)11-0043-06

0 引 言

“拥江发展”的主要概念源于杭州市,以钱塘江为核心,形成多中心、网络化、组团式、生态型的城市结构,主张将钱塘江视为城市的中轴线和母亲河,优化城市的发展空间和功能布局,依据《杭州市综合交通专项规划(2021—2035 年)》形成“两环八横五纵八连”的城市道路总体布局(见图 1),实现“一核”与“九星”间高效连通。新城路过江通道作为“两环八横五纵八连”的一部分,其建设是优化城市交通、连接城市两岸、促进城市发展的重要部分。



图 1 “两环八横五纵八连”城市快速路总体布局图

1 工程概况

本次研究的新城路过江通道南起建设四路(萧

山区),北至 18 号大街(钱塘区),全长约 10 km。从项目所在区位来看,新城路过江通道从南向北依次连接新塘街道、杭州南站,以及江南科技城、东部湾新区等城市开发重要片区,枢纽连接功能显著,是下沙大桥及九堡大桥过江功能的重要补充。图 2 为新城路过江通道工程范围图。



图 2 新城路过江通道工程范围图

2 功能定位及服务对象

2.1 功能定位

考虑杭州城市交通发展趋势,并分析道路在城市中的区位优势,新城路过江通道的功能定位如下:

(1)增强跨区道路衔接

形成一条钱塘区至萧山区铁路以东片区的直接通道,缩短里程、节省时间,缓解通城高架(九堡大桥)、绕城东线(下沙大桥)交通压力,加强钱塘、萧山两区之间的联系。

(2)加快骨干网络成形

新城路过江通道可串联起多条杭州跨区域连接主通道,包括绕城北线、钱塘快速路、机场高速、空港

收稿日期:2024-03-08

作者简介:张扬(1981—),男,工学学士,高级工程师,从事道路交通研究工作。

高架、彩虹快速路、亚太路、德胜快速路等,可强化区域沟通和交通到发。

(3) 缓解现状通道压力

现状九堡大桥、下沙大桥作为东部区域内唯二的过江通道,承担着重要的客货运交通需求。九堡大桥主要解决市域内中短距离客运过江需求,下沙大桥主要解决中长距离客货运需求。常态化的交通拥堵严重制约了过江桥梁的通行能力,新增过江通道可缓解现状交通压力。

2.2 服务对象

新城路过江通道主要连接城市各主要分区,承担城市间、分区间的大容量、中短距离交通。其服务对象以客运为主,兼顾非机动车和人行交通。

3 主要技术标准

(1) 道路等级

城市主干路。

(2) 设计速度

$V=60$ km/h。

(3) 净空高度

主干路: ≥ 4.5 m^[1]。

人行道及非机动车道: ≥ 2.5 m。

(4) 车道宽度

混行车道:一条车道宽度 3.5 m。

转向车道:3.5 m。

交叉口直行车道:一条车道宽度 3.25 m。

(5) 隧道

隧道分类:特长距离隧道、一类隧道。

隧道结构设计年限:100 a。

隧道通行货车标准:限载量 ≤ 30 t、危化品车辆禁止通行。

4 总体方案设计

4.1 建设规模论证

从南京、武汉、上海、重庆等城市的过江通道建设情况来看,国内各大城市过江通道以 4 车道居多。

新城路过江通道作为杭州城市过江通道系统骨架中的重要组成部分,不但承担钱塘区和萧山区两岸的交通联系,同时还承担与区域路网的交通联系,交通功能非常重要。

通过调查杭州市钱塘江现状过江通道规模和流量可知,现状望江隧道(双向 4 车道)开通 3 a,庆春隧道(双向 4 车道)运营开通 12 a,其高峰时段整体

的服务水平较高,均可达到二级服务水平,故通过类比,新城路隧道采用双向 4 车道也基本可满足交通服务需求。

本次研究同时根据杭州市居民出行特征,以早高峰小时交通出行作为分析对象,针对各道路区段预测规划年高峰小时交通量,对新城路过江通道及地面道路进行断面容量分析,结果见表 1。

表 1 2045 年断面流量预测分析表

路段	单向断面 流量 / (pcu·h ⁻¹)	2 车道断面规模		3 车道断面规模	
		通行能力 / (pcu·h ⁻¹)	服务 水平	通行能力 / (pcu·h ⁻¹)	服务 水平
德胜路— 钱塘快速路	2 043	2 693	0.76(C)	4 032	0.51(B)
钱塘快速路— 钱江二路	1 567	2 693	0.58(C)	4 032	0.39(B)
钱江二路— 建设四路	1 919	2 693	0.71(C)	4 032	0.48(B)

片区内主要交通流集中于德胜路—钱塘快速路段、机场高速—彩虹快速路段,为区域内部沟通交通流;跨区衔接交通流主要集中于沿江两岸,总体采用双向 4 车道规模时,其服务水平为 C 级,即稳定流,可满足两岸间服务需求。

结合《城市地下道路工程设计规范》(CJJ 221—2015)第 4.3.8 节,长或特长单向 2 车道城市地下道路宜在行车方向的右侧设置连续式紧急停车带^[2],故本次考虑在过江隧道 2 车道侧设置连续式 3.5 m 紧急停车带,既满足规范要求,又可预留远期双向 6 车道拓宽改造空间。

4.2 建设形式

根据《杭州市综合交通专项规划(2021—2035 年)》,钱塘江两岸沿线共布置有 8 座大桥,分别是之江大桥、钱江大桥、复兴大桥、西兴大桥、彭埠大桥、九堡大桥、下沙大桥及江东大桥。

若新城路通道采用桥梁形式,区域周边江面上将形成 4 座大桥(九堡大桥、运河二通道、下沙大桥及新城路大桥)布局,且互相不平行,造成江面轴线凌乱。同时,本次研究也进行了桥梁与隧道在功能需求方面的比选,结果见表 2。

4.3 总体布置

本次研究范围全长约 10 km,共设置 1 座特长隧道,3 对地面出入口/平行匝道。主线北岸出入口设置于 20 号大街以北,同时考虑主线与 20 号大街转向需求,设置 1 对平行匝道接入;江南主线出入口设

表2 过江通道建设形式比选

对比项目	过江隧道方案	过江桥梁方案
城市交通功能	解决客运过江需求,缓解下沙大桥及九堡大桥的压力	兼顾客运及货运通道功能,同时可满足慢行过江需求
地块增值功能	沿线为商业居住区,采用隧道方案对地块属性增值有利	采用跨江桥梁,车辆交通噪声大,不利于地块增值
对钱塘江潮涌自然景观的影响	对钱塘江潮世界性自然景观无影响	大桥桥墩将影响江潮自然涌动,破坏潮汐的美感
慢行需求	在过江隧道内实施人行、非机动车通行,安全保障要求高,无法满足	可较好地实现慢行交通过江,实施难度小,且桥面通行空间开阔
对钱塘江航道的影 响	对通航无影响	通航位置位于江面弧形段,对船舶通航产生一定影响
结论	推荐	—

置于钱江二路以北,采用一次出洞形式。图3为新城路过江通道总体布置图。

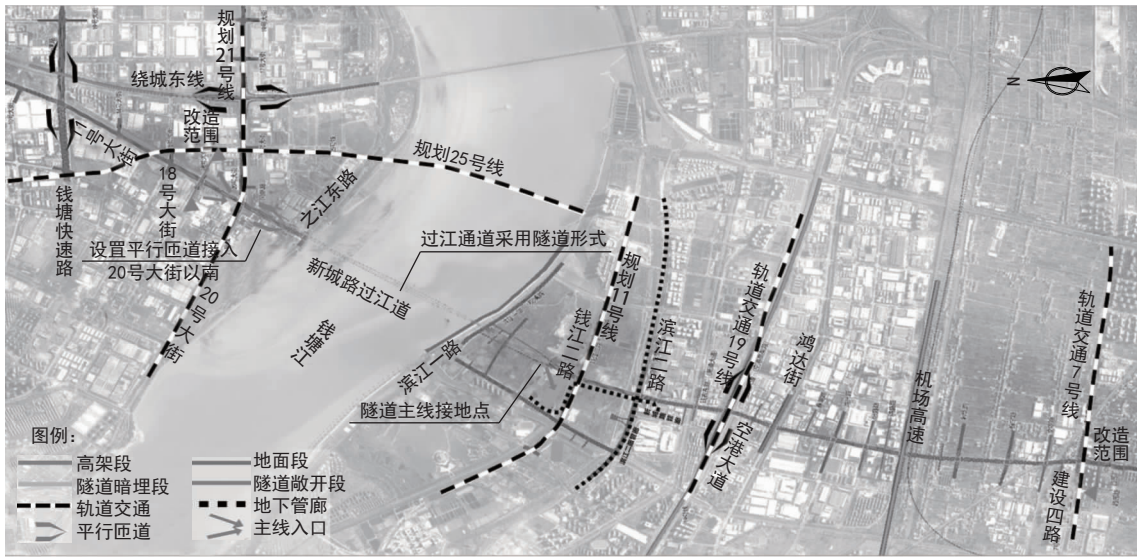


图3 新城路过江通道总体布置图

新城路面标准段总宽度为42 m:2.5 m人行道 + 3.5 m非机动车道 + 2 m分隔带 + 11.5 m机动车道 + 3 m中央分隔带 + 11.5 m机动车道 + 2 m分隔带 + 3.5 m非机动车道 + 2.5 m人行道。

(2)新城路过江隧道段(见图5)

新城路过江隧道段标准横断面,单洞内上层机动车道总宽11.5 m:0.5 m路缘带 + 3.5 m(连续停车带/预留双6改造条件) + 3.5 m车行道 + 3.5 m车行道 + 0.5 m路缘带 = 11.5 m。其下为管线及疏散空间,结合水务一体化,单洞内布置一根DN1600给水管。

(3)20号大街以北隧道敞开标准段(见图6)

20号大街以北隧道敞开标准段横断面布置如

(1)钱塘江北段:之江东路—18号大街段长1.2 km,设置1对平行匝道用于20号大街的车流转换,并在20号大街以北设置过江隧道主线出入口。

(2)钱塘江盾构段:长约2 km,采用双管隧道形式下穿钱塘江。

(3)钱塘江南段:滨江一路—建设四路段长约6.8 km,过江隧道主线出入口设置于钱江二路以北,以接入地面路网系统,服务周边区块出行。

4.4 横断面布置

(1)新城路面标准段(见图4)

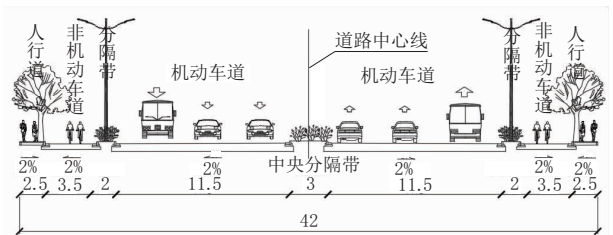


图4 地面段整体建设规模示意图(单位:m)

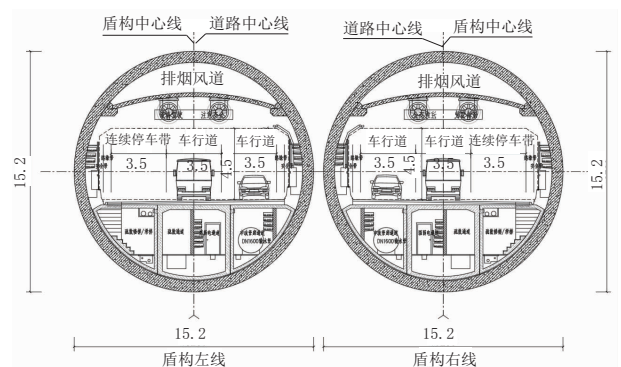


图5 过江隧道标准横断面示意图(单位:m)

下:3 m人行道 + 3.5 m非机动车道 + 1.5 m分隔带 + 8 m辅道机动车道 + 24.3 m分隔带(用于布置隧道

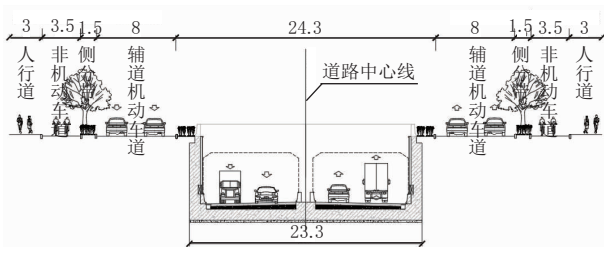


图6 20号大街以北隧道敞开区标准横断面示意图

主线出入口)+8 m 辅道机动车道 +1.5 m 分隔带 +3.5 m 非机动车道 +3 m 人行道。

4.5 纵断面设计

主干路纵断面设计标准见表3。

表3 主干路纵断面设计标准

类别	地面主干路	过江隧道
计算行车速度/($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$)	60	60
最大纵坡推荐值/%	5	4
最大纵坡极限值/%	6	5
纵坡最小坡长/m	150	150
凸形竖曲线:	极限最小半径/m	1 200
	一般最小半径/m	1 800
凹形竖曲线:	极限最小半径/m	1 000
	一般最小半径/m	1 500
竖曲线最小长度/m	120	120

5 重要节点方案

5.1 过江通道节点

新城路(文津路)过江通道对杭州城市东部片区路网结构的完善,对南北向各组团之间的紧密联系和协同发展,有着重要的纽带作用。

根据隧道断面布置,盾构法可选择单管双层和双管单层布置方案。本次设计对两种断面布置进行了深入研究。

(1)单管双层方案设计

根据技术要求,该项目车行道建筑限界为4.5 m,车道宽度为3.5 m,设计标准为双向4车道+连续紧急停车带。如采用单管双层方案,根据建筑限界及隧道通风、消防、管线布置等空间要求,盾构管片外径达17.6 m,内径达16.1 m,属于非常规尺寸超大断面。图7为盾构单管双层。

单管双层断面虽然可在一定程度上节约造价(盾构总长约2 230 m,双管单层造价约16亿元,单管双层造价约12.3亿元,节约造价约3.7亿元,节省约22%),但采用该种断面形式存在诸多不利因素:

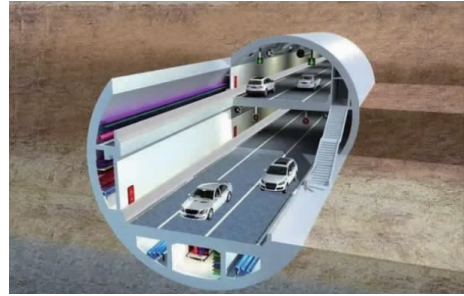


图7 盾构单管双层隧道断面剖面图

首先,该断面尺寸直径过大,盾构制造存在不确定性,施工过程风险不可控;其次,由于空间约束,其对于过江管线及疏散通道的布置存在一定困难;再次,采用双层形式,隧道出入口的展线布置相交双管更长,进而影响其对于周边区块的交通服务功能。

(2)双管单层方案设计

双管单层方案外径为15.2 m,内径为13.9 m,为目前国内单向3车道(两车道+连续停车带)过江隧道常用断面,并有向标准化发展的趋势,工法成熟,工程造价相对合理。图8为盾构双管单层示意图。

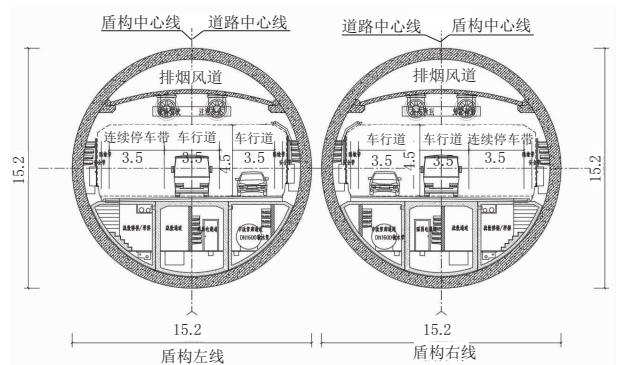


图8 盾构双管单层示意图(单位:m)

由于是双管单层隧道,故主线出入口衔接较为顺利,交通转换方便。双管单层设计在运营期间更便于维护和管理,减少了管理和维护成本。双管单层隧道在应对洪水、地震等自然灾害时具有较好的抗灾能力,降低了灾害损失风险。

综上所述,建议盾构方案选择双管单层盾构方案(见表4)。

5.2 慢行交通节点

由于该项目越江盾构段隧道长度长,若行人经由隧道过江,仅在江中盾构段就需要步行约40 min,算上深入地堡绕行距离,通过整个隧道需1.3 h,时间长且环境体验较为压抑。参考现状钱塘江过江通道——九堡大桥,其慢行空间内更多的是以解决非机动车过江需求为主,故本次慢行交通主要考虑解决非机动车过江需求。

表4 盾构单管双层、盾构双管单层方案比选表

比选项目	盾构法(双管单层)	盾构法(单管双层)
断面尺寸	外径 15.2 m, 内径 13.9 m	外径 17.6 m, 内径 16.1 m
车道尺寸	双向 3.5 m × 3	双向 3.5 m × 3
通行净高/m	4.5	4.5
交通功能	由于是双管隧道,故主线出入口衔接较为顺利,交通转换方便,实现过江交通多级、快速疏解,交通功能较为完善	交通功能较盾构法双管方案较差,出入口衔接转换段受双层车道层位限制,需要设置较长展线,影响钱塘江两岸进出口设置位置
设备制造	15 m 级大直径盾构机国内制造工艺已经比较成熟,中铁装备、铁建重工、隧道股份等国内盾构主流生产企业均可生产	盾构机直径将超过 17.5 m,同目前香港屯门一赤鱗角隧道所使用的全球最大直径(17.6 m)盾构机,盾构设备制造存在一定不确定性,国际上仅德国海瑞克生产过,盾构制造技术不够成熟
附属功能	可较好满足 DN1600 水务一体化过江需求,同时管道内设置有完备的连续疏散通道,确保应急安全	难以满足 DN1600 水务一体化过江需求,同时对于疏散通道的设置,盾构内空间较局促
工程风险	施工工艺成熟,工程经验丰富,工程风险可控,工期可控	因直径过大,施工过程存在较多不确定风险,工程风险不可控,将导致工程工期不可控
单位造价	每孔每米 36 万元	每孔每米 55 万元
推荐性	推荐	—

机动车与非机动车并存的盾构断面布置如下:盾构隧道管片的内部横向设有车道板,车道板将隧道内部空间分设为上部的机动车通道和下部的非机动车通道;下部的非机动车通道由两块纵向设置的中隔墙分设为 3 个空间,分别为非机动车道、疏散通道和强弱电通道。图 9 为慢行交通过江方案断面图。

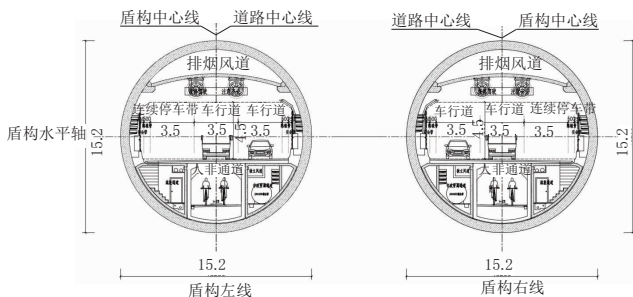


图9 慢行交通过江方案断面图(单位:m)

江底盾构段非机动车道区宽度为 4.0 m,高度约 3.1 m,满足规范“宽度不宜小于 3.5 m,建筑限界高度为 2.5 m”的要求。

隧道内车行道区与非机动车道区域为两个单独的防火分区,一方发生火灾即可向另一方疏散,或者

通过专用的疏散通道直接疏散至南岸、北岸工作井,直至到达地面安全区域。

若考虑隧道内通行非机动车,那么势必需要在两岸考虑慢行非机动车衔接通道,地道应满足大量的非机动车过江需求:每日通行约 3 000 辆,高峰小时 600 辆(单向,参考九堡大桥非机动车过江需求)。由于现状钱塘江两岸设置有绿道,慢行系统上下行通道应尽量靠近绿道设置。

非机动车穿越河道时,一般采用不大于 2.5% 的纵坡;机动车穿越河道时,最大纵坡一般值为 4%。为了协调机动车与非机动车纵坡,两岸慢行系统的配合设置考虑采用迂回梯道+地堡垂梯结合的形式。

对于迂回梯道,其骑行的垂直高差约 40 m,当采用 3% 坡度时,迂回绕行 1 500 m(含缓和段),需 5 层。在钱塘江畔松软地基下设置 40 m 深基坑,且仅桥头迂回骑行便需 1 500 m 梯道,其实施难度大,开通后骑行便利度难以保证。

对于地堡垂梯形式,考虑大型货梯一次搭载 6 辆电瓶车,如满足高峰小时 600 辆需求,则需要单侧同时设置 5 座,但对于密闭空间内搭载电瓶车,安全性无法保证,且采用垂梯形式,对于垂梯可靠性、质量要求高。

故整体而言,区域内建设满足慢行过江需求的通道虽有一定的必要性,但可行性不高,故本次仅作方案分析,同时建议,对于片区内慢行过江需求,应安排到绕城远期快速化建设中,通过过江桥梁形式解决。

5.3 钱塘快速路节点

钱塘快速路为杭州市域重要的东西向快速路,其功能为连接杭州市余杭区、西湖区、上城区及钱塘新区的重要快速通道。

新城路过江通道运营后,其江北岸主要转换交通流集中于钱塘快速路东西向,且以南向西转向进入上城区流量居多,故为保证左转交通通行效率,本次考虑左转匝道的可实施性。

线位一:左转匝道可自 14 号大街以北起坡,向左跨越文津路及钱塘快速路后落地,但由于现状钱塘快速路东→西入口距离节点仅约 96 m,故无法满足接入条件,左转匝道仅可接入辅道,无法进入钱塘快速路。

线位二:匝道经交叉口迂回后,可满足接入现状匝道入口条件,但此时交叉口南北向道路净空仅剩 2 m。若拆除现状匝道桥进行改造,则涉及到现状

150 m 隧道敞开段匝道拆除改造及约 140 m 暗埋段拓宽改造,同时还涉及北侧厂房的拆迁工作,实施可行性较低。

图 10 为钱塘快速路主线出入口布置图。



图 10 钱塘快速路主线出入口布置图

故经分析论证,该节点设置单侧转向匝道的可实施性较低,交叉口应继续采用地面平交形式,转向交通经由信号灯控进入钱塘快速路平行匝道,完成横向转换。该节点本次不建议改造。

6 结 语

在《杭州市综合交通专项规划(2021—2035)》中,新城路过江通道定位为一级主干路,依据新城路过江通道周边交通需求分析、线路规划、技术标准、经济效益、方案比选等方面进行论证分析,结果认为

新城路过江通道的定位是正确的、合理的。

新城路过江通道的建设可以增强交通可达性和交通设施接待能力,增强区域辐射能力,对于完善杭州市快速路网布局,促进钱塘江两岸的建设发展有重要意义。

本文立足于当下的规划条件进行方案研究,明确功能定位、技术标准、建设形式等工程总体设计要点,从定性分析和流量预测两个层次论证建设规模,并从工程总体方案、横断面布置、重要节点三个方面论述了总体设计方案,可以为其他类似工程提供借鉴和参考。

主要研究结论:

- (1) 鉴于航道管理及江面、江潮景观需求,过江通道宜采用隧道形式;
- (2) 通过现状通道调查、类比及流量需求预测分析,过江通道宜采用双向 6 车道断面形式(主线双 4+ 两侧连续紧急停车带);
- (3) 考虑到两岸商住区人非过江需求,慢行通道有必要设置,但置于隧道内过江实施难度较大,建议远期可通过下沙大桥城市快速化改造实现。

参考文献:

- [1] CJJ 129—2009,城市快速路设计规程[S].
- [2] CJJ 221—2015,城市地下道路工程设计规范[S].

(上接第 33 页)

[13] Chen P, Feng, B, Lin, Y, *et al.* Solidification and Stabilization of Sewage Sludge and MSWI Bottom Ash for Beneficial Use as Construction Materials[J]. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 2019,31(1):.

[14] Lin, C., Zhu, W., Han, J. Strength and Leachability of Solidified Sewage Sludge with Different Additives[J]. *Journal of Materials in*

Civil Engineering, 2013,25(11):.

[15] Nugent R.A. Zhang G., Gambrell R.P.. In The Effects of Exopolymers on the Erosional Resistance of Cohesive Sediments[J]. *International Conference on Scour & Erosion*,2011.1935.

[16] GB/T 50123—2019,土工试验方法标准[S].

[17] JTG E51—2009,公路工程无机结合料稳定材料试验规程[S].