

墨水湖北路（孟家铺立交~龙阳大道）工程

水土保持监测总结报告

武汉市水土保持监测站

二〇一九年七月



生产建设项目水土保持监测单位水平评价证书

(正本)

单位名称：武汉市水务科学研究院（武汉市水土保持监测站）

法定代表人：王怀清

单位等级：★★★（3星）

证书编号：水保监测（鄂）字第 0020 号

有效期：自 2018 年 1 月 1 日至 2020 年 12 月 31 日



发证机构：

发证时间：2018 年 1 月 1 日

出册工程（鄂）

出册工程（鄂）

水土保持监测站

水土保持监测站

水土保持监测站

水土保持监测站

水土保持监测站

水土保持监测站

水土保持监测站

水土保持监测站

水土保持监测站

水土保持监测站

水土保持监测站

水土保持监测站

水土保持监测站

水土保持监测站

水土保持监测站

水土保持监测站

水土保持监测站

水土保持监测站

水土保持监测站

水土保持监测站

水土保持监测站

批	准：	王怀清		
核	定：	周耀华	(水保监岗证第 2672 号)	
审	查：	万桉平	(水保监岗证第 2675 号)	
校	核：	胡会亮	(水保监岗证第 7574 号)	
编写人员：		马美景	(SBJ20170043)	
		白翠霞	(水保监岗证第 2673 号)	
		陈 花	(水保监岗证第 2270 号)	
		施 川	(SBJ20170044)	
		肖自幸	(水保监岗证第 7572 号)	
		阮 艳	(水保监岗证第 2268 号)	

目 录

1 建设项目及水土保持工程概况	1
1.1 项目建设概况	1
1.1.1 地理位置及线路走向	1
1.1.2 工程规模	1
1.1.3 工程总平面布置	3
1.1.4 排水工程	9
1.1.5 项目区概况	12
1.2 水土流失防治工作概况	19
1.2.1 方案编制	19
1.2.2 水土保持防治分区	20
1.2.3 水土保持措施布局	20
1.3 监测工作实施概况	21
1.3.1 监测工作概述	21
1.3.2 监测项目部	23
1.3.3 监测点布设	23
1.3.4 监测设施设备	24
1.3.5 监测方法	24
1.3.6 监测时段、频次	26
1.3.7 监测内容及阶段成果	27
1.4 工程水土流失特点	28
2 重点部位水土流失动态监测结果	29
2.1 防治责任范围监测结果	29
2.1.1 水土保持防治责任范围	29
2.1.2 建设期扰动土地面积	30
2.2 取土监测结果	31
2.2.1 设计取土（石）情况	31
2.2.2 取土（石）场位置及占地面积监测结果	31
2.3 弃土（石、渣）监测结果	32

2.3.1 设计弃土（石、渣）情况.....	32
2.3.2 弃土（石、渣）场位置及占地面积监测结果.....	32
2.3.3 弃土（石、渣）量监测结果.....	32
2.3.4 取、弃土量变化分析.....	32
3 水土流失防治措施监测结果	35
3.1 水土流失防治措施	35
3.1.1 工程措施及施工进度.....	35
3.1.2 植物措施及施工进度.....	36
3.1.3 临时措施及施工进度.....	39
3.2 水土保持措施防治效果	41
3.2.1 水土保持防治措施实施情况.....	41
3.2.2 水土保持防治效果评价.....	41
4 土壤流失量分析.....	43
4.1 各阶段土壤流失量分析	43
4.1.1 土壤侵蚀强度监测结果与分析.....	43
4.1.2 土壤侵蚀面积监测结果与分析.....	47
4.1.3 工程土壤流失监测.....	47
4.2 各扰动土地类型土壤流失量分析	48
5 水土流失防治效果监测结果	49
5.1 水土流失治理度	49
5.2 土壤流失控制比	49
5.3 渣土防护率	49
5.4 表土保护率	50
5.5 林草植被恢复率	50
5.6 林草覆盖率	50
6 结论.....	52
6.1 水土流失动态变化	52
6.2 水土保持措施评价	52

6.3 存在问题及建议	53
6.4 综合结论	53
6.5 水土保持经验总结	54

附件:

附件 1: 中标通知书

附件 2: 项目代建委托书

附件 3: 《墨水湖北路（孟家铺立交~龙阳大道）工程水土保持方案报告书的批复》（武水许水保准许[2013]第 26 号文）

附件 4: 《墨水湖北路（孟家铺立交~龙阳大道）工程水土保持变更方案报告书的批复》（武水许水保准许[2019]第 22 号）

附件 5: 《墨水湖北路（孟家铺立交~龙阳大道）工程项目建议书的批复》（武城建立项[2012]58 号）

附件 6: 《墨水湖北路（孟家铺立交~龙阳大道）工程可行性研究报告的批复》（武城建可研[2015]8 号）

附件 7:《墨水湖北路(孟家铺立交~龙阳大道)工程初步设计的批复》(武城建初设[2015]44 号)

附件 8: 渣土消纳情况说明

附图:

附图 1: 工程地理位置图

附图 2: 卫星影像图

附图 3: 水土流失防治责任范围图及监测点位布设图

墨水湖北路（孟家铺立交~龙阳大道）工程水土保持监测特性表

填表时间：2019年7月

主体工程主要技术指标										
项目名称		墨水湖北路（孟家铺立交~龙阳大道）工程								
建设规模	西起三环线孟家铺立交以东，东与龙阳立交相接，全长 3986m，宽 40~70m，标准双向 6 车道。	建设单位、联系人		武汉市城市建设投资开发集团有限公司、周颖						
		建设地点		武汉汉阳区墨水湖北路						
		所属流域		长江流域						
		工程总投资		194057.04 万元						
		工程总工期		2016年2月~2019年6月						
水土保持监测指标										
监测单位		武汉市水土保持监测站			联系人及电话			胡会亮 /115071319171		
自然地理类型		平原区			防治标准			一级		
监测内容	监测指标	监测方法（设施）			监测指标			监测方法（设施）		
	1.水土流失状况监测	现场调查和查阅法			2.防治责任范围监测			现场调查和查阅法		
	3.水土保持措施情况监测	现场调查和查阅法			4.防治措施效果监测			现场调查和查阅法		
	5.水土流失危害监测	现场调查和查阅法			水土流失背景值			170t/km ² •a		
方案防治责任范围		20.52hm ²			土壤容许流失量			500t/km ² •a		
方案水土保持投资		2717.32 万元			水土流失目标值			300t/km ² •a		
防治措施		<p>工程措施：土地平整 8.98hm²；表土剥离 11300m³；表土返还 11300m³；硬化层清除 3000m³；浆砌石护坡 330m，道路边沟 330m。</p> <p>植物措施：景观绿化 42078 m²；播撒草籽植被恢复 1.58hm²。</p> <p>临时措施：临时播撒草籽 0.58 hm²；临时绿化 850m²；临时排水沟 10903m，临时沉沙池 2 个，临时苫盖及拆除 129400m²；钢板桩围堰 37.38m，临时挡板面积 11001m²。</p>								
监测结论	防治效果	分类指标	目标值%	达到值%	实际监测数量					
		水土流失总治理度	98	99.7	防治措施面积	5.80 hm ²	永久建筑物及硬化面积	14.73 hm ²	扰动地表面积	20.52 hm ²
		土壤流失控制比	1.1	1.67	方案实施后土壤侵蚀强度	300 t/km ² •a	容许土壤流失量	500 t/km ² •a		
		渣土防护率	98	98.5	实际拦挡的永久弃渣、临时堆土数量	58.35 万 m ³	永久弃渣、临时堆土总量	59.24 万 m ³		
		表土保护率	92	99.1	保护表土数量	1.12 万 m ³	可剥离表土数量	1.13 万 m ³		
		林草植被恢复率	98	99.7	林草植被面积	6.21hm ²	可恢复林草植被面积	6.23 hm ²		
		林草覆盖率	26	30.3	林草植被面积	6.21hm ²	总用地面积	20.52hm ²		
水土保持治理达标评价		本项目水土保持措施总体布局基本合理，大部分区域较好的完成了水土保持方案所要求的水土流失防治任务，水土保持设施工程质量总体合格，								
总体结论		水土保持工程措施和植物措施运行情况良好，达到了防治水土流失的目的，整体上已具备较强的水土保持功能，能够满足国家对生产建设项目水土保持的要求。								
主要建议		1、建议建设单位加强后期维护措施，对成活率较低区域及时采取补救植物措施，将可能产生的水土流失隐患消除；2、建议建设单位在进行其他生产建设项目时及时委托开展监测工作，并定期向水行政主管部门报送监测成果。								

1 建设项目及水土保持工程概况

1.1 项目建设概况

1.1.1 地理位置及线路走向

墨水湖北路（孟家铺立交~龙阳大道）工程西起三环线孟家铺立交以东（桩号 Z XK1+000），与汉阳大道共线至建园路，之后向东与龙阳立交相接（桩号 Z XK4+986.66），全长约 3986m，红线宽 40~70m。除建园路以西采取地面道路方式、跨龙阳湖段采取高架方式建设外，其余路段均采用“主线高架+地面辅道”的方式建设。

1.1.2 工程规模

项目主要建设内容包括：道路、桥梁、排水、交通、照明、绿化等工程。

（1）道路工程

地面道路范围为 Z XK1+000~Z XK1+860，Z XK2+827.67~Z XK4+986.66，道路全长 3018.99m（主线道路段长 184.46m，桥下地面辅道长 2834.53m），红线宽 40~70m。

（2）桥梁工程

桥梁工程包括主线高架桥工程、立交工程及匝道工程。

①高架桥工程

主线高架桥起于建园路东侧（桩号 Z XK1+184.46），在玉龙路西侧由整幅桥变化为双幅桥（桩号 Z XK4+541=LK021=RK021），止于龙阳立交（左幅桥桩号 LK0+470.71，右幅桥桩号为 RK0+463.12）。整幅段桥梁全长 3356.54 m，标准桥宽 26 m；分幅段左幅桥全长 449.71 m，右幅桥全长 442.12 m，标准桥宽 12.75 m。

主线高架桥标准段上部结构采用现浇预应力混凝土箱梁，基本跨径

30m，跨越道口等特殊节点处采用钢箱梁；下部结构采用框架墩、柱式墩，钻孔灌注桩基础。

②仙女山立交

仙女山立交为“予叶式”部分互通立交，仙女山路高架位于立交第二层，墨水湖北路高架位于立交第三层，共设置 3 条匝道。本次工程仅实施第三层墨水湖北路直行高架（已包含于主线高架内），预留仙女山立交的匝道接口。

③上、下高架桥匝道

全线在仙女山路路口西侧设一对上、下桥匝道，沿玉龙路向北设一条下桥匝道，玉龙路路田东侧设一条上桥匝道，匝道总长 938.1m，标准宽 8m。

上、下高架桥匝道桥上部结构主要采用现浇预应力混凝土箱梁，基本跨径 30m，跨玉龙路道田处局部采用钢箱梁；下部结构采用板式花瓶墩，钻孔灌注桩基础。

（3）排水工程

工程同步敷设 d600mm~d800 mm 高密度聚乙烯（HDPE）双壁缠绕雨水管约 2177m，d1000mm ~d2000 mm 钢筋混凝土、雨水管约 2941 米，BH=3.6m×2.0m ~5.5m×2.2m 钢筋混凝土雨水箱涵约 382m；d400mm~d600 mm 高密度聚乙烯（HDPE）双壁缠绕污水管约 2824 m，d800 mm ~d1000 mm 钢筋混凝土污水管约 1038 m，DN300~DN400 球墨铸铁污水压力管约 201 m。

（4）其他工程

同步实施道路交通、照明、绿化等相关配套工程。

工程总占地 20.52hm²，其中永久占地 18.35hm²，临时占地 2.17hm²。工程土石方开挖量 59.24 万 m³，回填量 38.54 万 m³，外借方 18.87 万 m³，废弃量 39.61 万 m³。工程实际完成投资为 194057.04 万元，项目施工期为

2016年2月至2019年6月。

1.1.3 工程总平面布置

(1) 平面设计

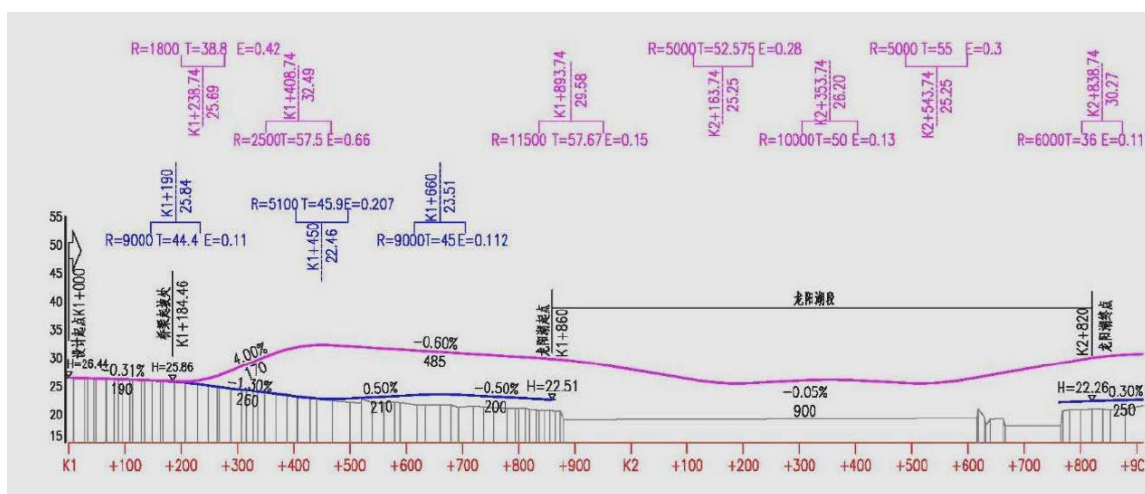
工程西起于三环孟家铺立交以东约 600m，对应起点桩号 K1+000，与汉阳大道共线一段距离后道路主线以高架形式逐渐向南偏至龙阳湖北岸（主线接地点桩号为 Z XK 1 + 184.457），高架沿龙阳湖北岸向东南方向前进至扁担山南麓后线位转为东北方向，而后沿途经过工业厂房和住宅小区，最终沿摩尔城南侧与墨水湖北路东段（二环线）连接。

高架平面线形在终点处需要与龙阳立交对接，受立交形式控制，立交范围内墨水湖北路主线分为南北两幅，且存在层次差异。本工程通过终点处的圆曲线逐渐从整幅桥渐变至左右两幅桥（L线、R线）并与龙阳立交衔接，左右幅桥分幅起点桩号为 K4+513(=LK-1+993=RK-1+993)，设计终点分别为 LK0+470.71 和 RK0+463.12。

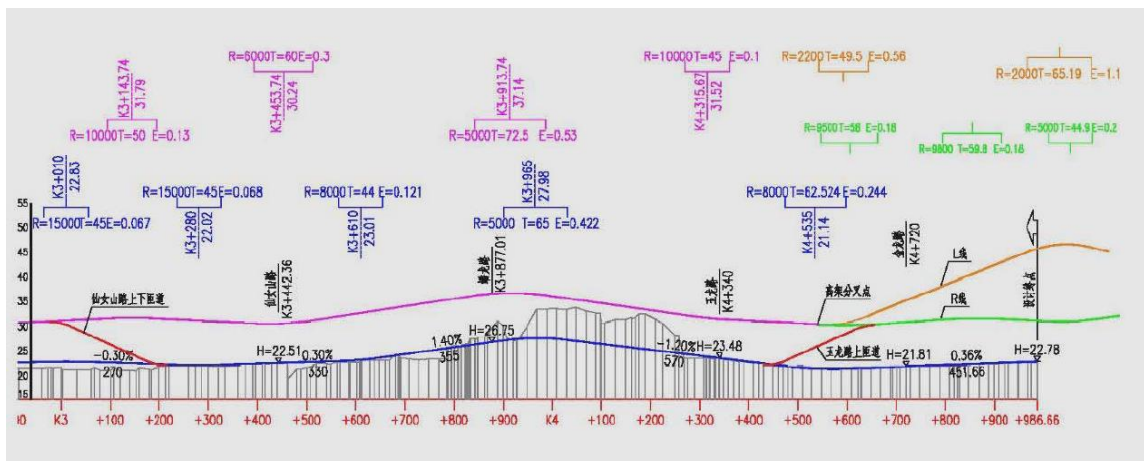
(2) 纵断面设计

受上述控制因素制约，本工程高架和地面纵断面如下图所示：

1) 纵断面设计总体方案



纵断面设计图（1/2）



纵断面设计图 (2/2)

2) 跨湖段纵断面设计

本工程跨湖段桥梁约 1000m，该段纵断面主要受以下控制因素影响：

①该段纵断面高程还受到湖内三股高压线悬高的限制，标高需满足净空要求，否则需对高压线进行抬高处理。

②考虑到该段路线紧邻扁担山公墓，应多方要求，此处高程尽量拉低，同时岸边辅以树木种植，以避免驾驶员直视墓地，营造舒适的驾驶环境。

③跨湖段桥面雨水尽量引至湖面外

④通航净空不小于 2.5m

基于上述四点点要求，进行跨湖段纵断面设计。桥梁最低点靠近岸边，便于引水至陆地，对初期雨水进行处理后再排入湖体；同时尽量拉低扁担山公墓处的标高，保证良好的驾驶环境；但是需要对 3 股高压线进行抬升。

3) 与龙阳立交衔接

本工程接龙阳立交，受立交形式限制，墨水湖北路东段高架从单幅桥分开至南北两幅，且北幅桥位于立交第 4 层，南幅桥位于高架第 2 层，北幅桥东段纵坡为-2.519%，西侧纵坡 4%的，最高点凸曲线半径为 2000m，工程范围界位于竖曲线范围内；南幅桥东段纵坡 1.295%，西侧为-0.5%，凹曲线半径为 5000m，工程范围界位于纵坡 0.5%段。

4) 起点与轨交 4 号线衔接

轨道 4 号线位于汉阳大道北侧，线位平行。地铁孟家铺站设置于本工程高架起坡位置，并设置一座人行过街天桥横穿本工程（K1+220 处）。因此，纵断面设计时需验证天桥下机动车 5.0m 的净空要求。该人行天桥采用桁架结构，桁高 4m，梁底标高最低处 31.3m。因此本次纵断面设计，孟家铺站天桥处标高不得高于 26.3m。

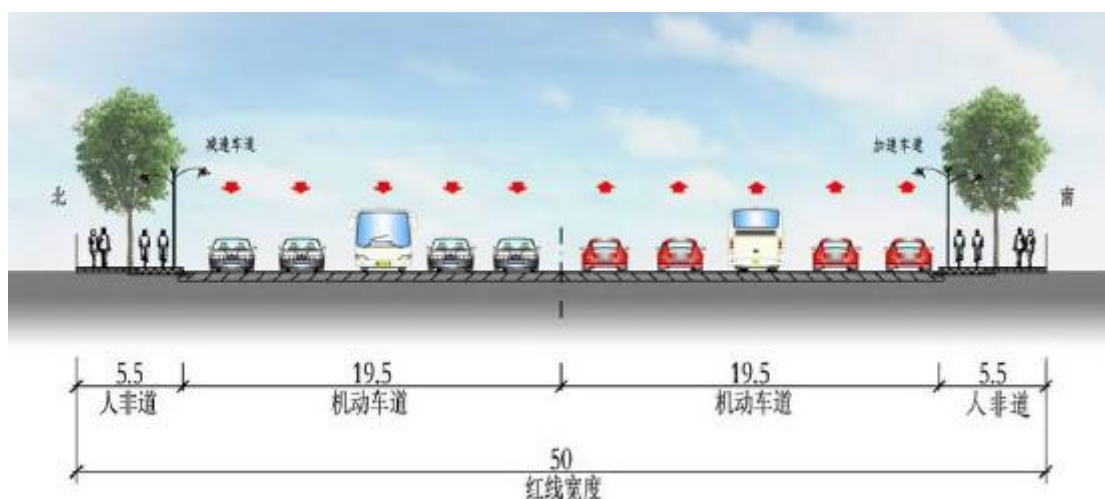
（3）横断面设计

本工程高架为双向六车道，地面标准段为双向 4 车道。高架采用的车道组成为两小一大，小车道宽 3.5m，大车道宽 3.75m；地面辅道为两根混合车道，单车道宽 3.5m。非机动车道不小于 2.5m，人行道不小于 3m，局部路段受渠化和桥梁墩位压缩，人非通道总宽不小于 4.5m。

本工程规划道路红线宽度 40~60m，根据各段不同的交通功能要求，分为 4 段典型断面。

①工程起点~建园路

该段道路起于三环孟家铺立交以东约 600m，对应起点桩号 K1+000，止于建园路，对应桩号 K1+180，全长约 180m，该段均为地面道路。道路典型横断面布置具体形式如下：

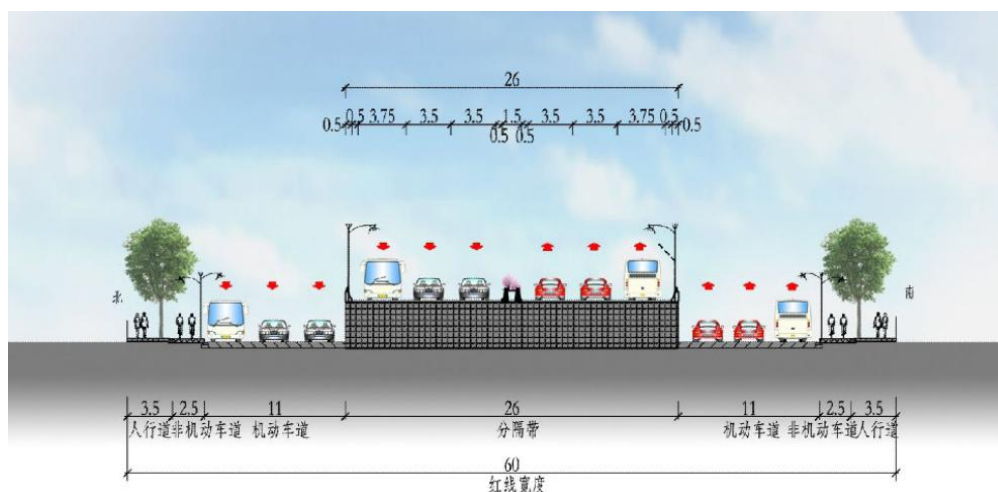


标准横断面布置图（工程起点~建园路）

地面道路：5.5m（人非共板）+39m（车行道）+5.5m（人非共板）=50m

② 建园路~规划路

道路主线高架起于建园路（对应桩号 K1+180），道路线位延汉阳大道向西至规划路（桩号 K1+520）后逐渐向南偏至龙阳湖北岸。该段道路包括了桥梁落地段及高架辅道段。道路典型横断面布置具体形式如下：



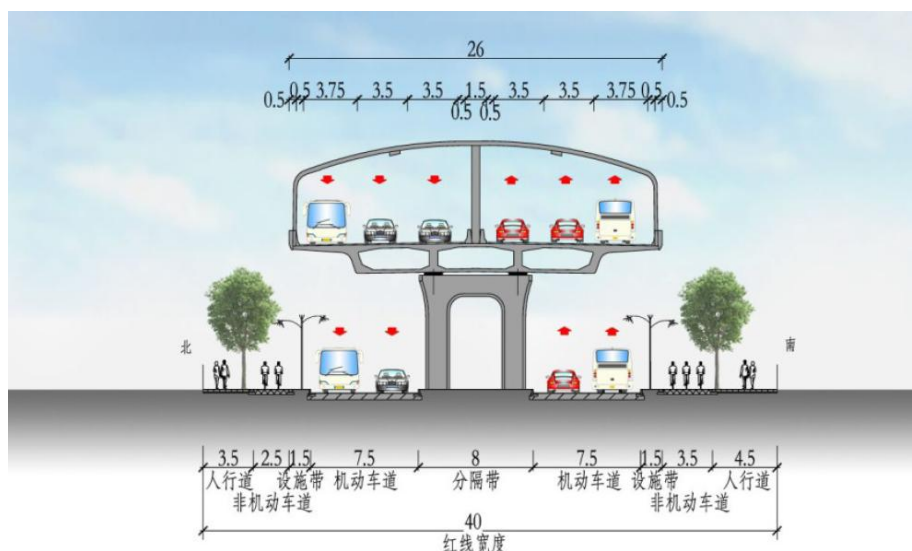
引桥段标准横断面布置图（建园路~规划路）

高架：0.5m（防撞墩）+11.75m（机动车道）+1.5m（防撞墩）+11.75m（机动车道）+0.5m（防撞护栏）=26m

引桥段：3.5m（人行道）+2.5m（非机动车道）+11.0m（辅道机动车道）+26.0m（中央分隔墩）+11.0m（机动车道）+2.5m（非机动车道）+3.5m（人行道）=60m

③ 规划路~金龙路

该段为标准路段，基本断面如下：



基本横断面设计图（规划路~金龙路）

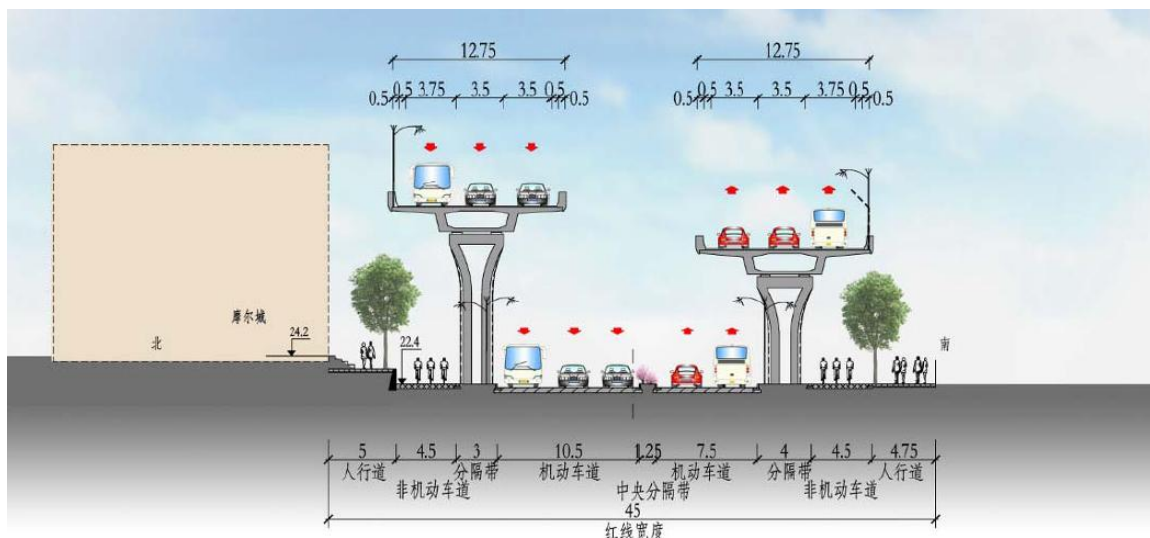
高架：0.5m（防撞墩）+11.75m（机动车道）+1.5m（防撞墩）+11.75m（机动车道）+0.5m（防撞护栏）=26m

地面辅道：3.5m（人行道）+3.5m（非机动车道）+1.5m（设施带）+7.5m（机动车道）+8m（分隔带）+7.5m（机动车道）+1.5m（设施带）+3.5m（非机动车道）+3.5m（人行道）=40m

因设置匝道出入口、主线加宽、交叉口进出口道渠化、设计公交站台等因素，衍生出多个标准断面，红线宽度相应拓宽。此处不予以赘述，详见道路工程章节。

④金龙路~龙阳大道

该段起于玉龙路（对应桩号 K4+720），止于金龙路（对应桩号 K4+986.663），路段全长约 267m，高架为接龙阳路立交高架采用南北两幅布置，且北幅桥位于立交第 4 层，南幅桥位于高架第 2 层。道路典型横断面布置具体形式如下：



墨水湖北路（金龙路-龙阳大道）设计标准横断面

桩号范围(K4+600~K4+740)

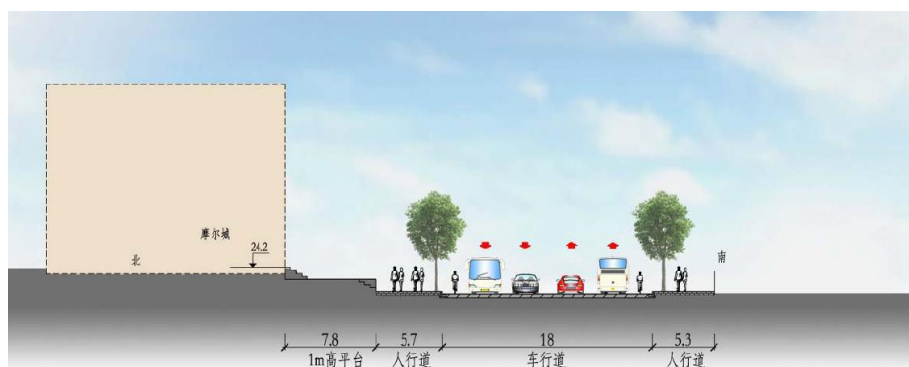
标准横断面布置图（金龙路~龙阳大道）

两幅高架: 0.5m (防撞墩) + 11.75m (机动车道) + 0.5m (防撞墩) = 12.75m

地面辅道: 3.0m (人行道) + 4.5m (非机动车道) + 3.0m (分隔带) + 10.5m (机动车道) + 1.25m (分隔带) + 7.5m (机动车道) + 4.0m (分隔带) + 4.5m (非机动车道) + 4.75m (人行道) = 45m

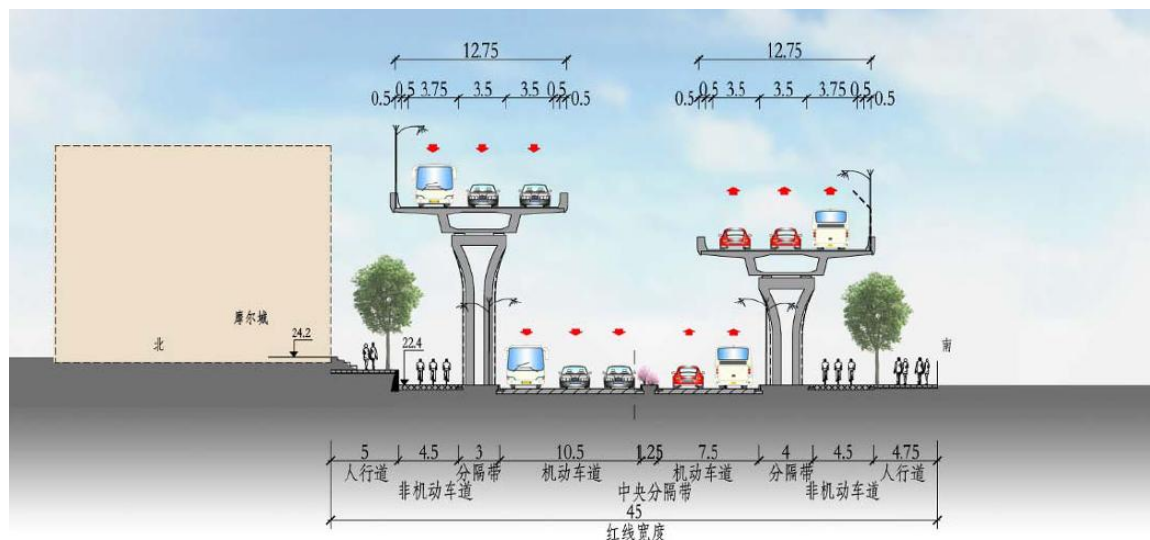
3) 摩尔城处横断面设计

由前述可知，摩尔城南侧现在为龙阳湖北路，摩尔城出入口比道路标高高出约 1.8m ，与出入口标高低 80cm 标高内设置约 7.8m 的平台，平台间隔一段距离设置阶梯连接摩尔城出入口和龙阳湖北路。现状断面如下图所示：



摩尔城处龙阳湖北路现状断面

本次墨水湖北路建设，人行道边线需实施至摩尔城边缘，无空间设置阶梯连接出入口和地面辅道，横断面设计时需考虑该范围内摩尔城出入口衔接问题。



墨水湖北路（金龙路-龙阳大道）设计标准横断面

桩号范围(K4+600~K4+740)

墨水湖北路（金龙路~龙阳大道）设计标准断面

该方案将原有平台切割去 2.8m，保留 5m 的宽度作为人行道使用。非机动车拉低至地面，并保留 4.5m 宽度。该方案避免了非机动车推行上下平台的问题，也符合非机动车常规的行驶习惯。人行道设置于平台可以有效分隔人非通道，保障了行人安全，也与摩尔城大量的人行出入需求相吻合。

1.1.4 排水工程

墨水湖北路将全线实施高架，根据墨水湖北路地下管线勘测资料，汉阳大道路段现状排水管网基本按照城市排水规划形成，龙阳湖东岸至龙阳大道段大部分管道系统需要新建。经综合分析，大部分现状管涵断面能够满足城市排渍需要，只在局部地段结合规划、结合现状，增设排水管涵，并增设雨水排口，确保地区排水畅通。因此，本工程的主要工作就是新建

排水管道，完善地区排水系统，同时对受高架桥影响的管线进行迁改，及对不合标准的原有管道。

（1）雨水管道工程

①汉阳大道（孟家铺立交~龙阳湖北路）

沿汉阳大道两侧有 $\Phi 600\text{mm} \sim \Phi 1500\text{mm}$ 现状雨水管道，排入墨水湖北路与汉阳大道交叉口附近(K1+550) $2 \times \Phi 1800\text{mm}$ 过街涵管后排入龙阳湖。本次建设保留利用现状管道，同时在其过路涵管的西侧新建一根 $\Phi 2000$ 的雨水管道，以承接上游规划路来水，雨水同样排入龙阳湖，原有排出口与改造后的汉阳大道道路范围冲突，排出口需向外延伸。考虑到历史原因，上游排水管道雨污水分流不彻底，为避免污水直排河道污染环境，在排放口前端加设截流井一座，截流污水及初期雨水后排入东侧现状的黄金口污水泵站，截流管管径 DN500。为避免水位上升引起湖水大量涌入截流井内而增加截流污水量，本工程出口处设自由侧翻式拍门 1 座。

②墨水湖北路（汉阳大道~龙阳湖湖边）

道路两侧新建 DN800mm~ $\Phi 1000\text{mm}$ 雨水管道，总长 437m，平均埋深 2.5m，收集地面道路路面、高架桥面及两侧地块雨水，雨水由西往东排入龙阳湖。

③墨水湖北路（龙阳湖湖边~仙女山路）

道路北侧新建一排 $\Phi 1000\text{mm} \sim \Phi 1350\text{mm}$ 雨水管道，总长 608m，平均埋深 3.0m，南侧新建一排 $\Phi 1000\text{mm}$ 雨水管道，总长 580m，平均埋深 2.8m，收集地面道路路面、高架桥面及两侧地块雨水，雨水由西往东排入仙女山路 $\Phi 1800 \sim B \times H = 3000 \times 2000$ 雨水管道（箱涵），向南排入雨水生态滞留塘，最终排入龙阳湖。

④墨水湖北路（仙女山路~蟠龙路）

道路北侧新建一排 $\Phi 1200\text{mm} \sim \Phi 1350\text{mm}$ 雨水管道，总长 414m，平均

埋深 3.0m, 南侧新建一排 DN800mm 雨水管道, 总长 441m, 平均埋深 2.3m, 收集地面道路路面、高架桥面、两侧地块雨水及蟠龙路转输雨水, 雨水由东向西排入仙女山路 $d2000\text{mm} \sim B \times H=3000 \times 2000$ 雨水管道 (箱涵), 向南排入龙阳湖。

⑤墨水湖北路 (蟠龙路~ K4+527)

道路北侧新建一排 DN800~ $B \times H=3600 \times 2000$ 雨水管道 (箱涵), 总长 547m, 平均埋深 3.5m, 南侧新建一排 DN800 雨水管道, 总长 545m, 平均埋深 3.2m, 收集地面道路路面、高架桥面及两侧地块雨水, 在玉龙路路口汇集玉龙路北侧来水后向东排放至 K4+527 新建 $B \times H=4500 \times 2000$ 过路箱涵, 最终排入龙阳湖。

⑥墨水湖北路 (K4+560~龙阳大道)

K4+560 有一现状 $B \times H=5500 \times 2200\text{m}$ 过路箱涵, 由于桥墩与该箱涵冲突, 予以改建。

K4+560~金龙路道路北侧有一根现状 $B \times H=3200 \times 2000\text{m}$ 雨水箱涵, 接龙阳大道方向来水入龙阳湖, 保留该箱涵, 南侧新建一排 $\Phi 1200 \sim \Phi 1650$ 雨水管道, 总长 456m, 平均埋深 3.5m, 在龙阳大道和金龙路路口与北侧箱涵连通, 以解决新规范下箱涵泄水能力不足的问题, 雨水由东向西排入 K4+560 处新建箱涵向南排入龙阳湖。

(2) 污水管道工程

①汉阳大道 (孟家铺立交~龙阳湖北路)

汉阳大道北侧由于历史原因, 雨污水分流不彻底, 位于墨水湖北路与龙阳大道交叉附近的排出口现状设置了截污井, 本次工程由于新建桥梁桥墩, 截污井和截污管道均需改迁。

汉阳大道南侧新建一排 DN500 污水管道, 总长 462m, 平均埋深 5.2m, 收集道路南侧污水, 汇集至建园路路口向南排入龙阳湖西泵站, 经提升最

终向北排放至黄金口污水厂处理达标后排放。

②墨水湖北路（龙阳湖湖边~仙女山路）

道路北侧由西向东新建一排 DN400~DN500 污水管道，总长 638m，平均埋深 3.5m，收集道路北侧污水，向东排入下游污水管道。

③墨水湖北路（仙女山路~金龙路）

道路南侧新建一排 DN600mm~ Φ 1000 污水管道，总长 1184m，平均埋深 6.5m，沿途汇入仙女山路、蟠龙路等相交道路污水后，最终接入金龙路路口现状 Φ 1000 污水管道，经金龙路南路现状污水干管向南排放至南太子湖污水厂处理达标后排放。

其中部分路段埋深大于 6 米，采用顶管工艺施工。考虑到 DN600 污水管道顶管难度较大，适当放大污水管道管径至 Φ 800。

④墨水湖北路（金龙路~龙阳大道）

设计道路南侧 Φ 1000mm 污水管道保留，污水排入金龙路现状 Φ 1000 污水管道，经金龙路南路现状污水干管向南排放至南太子湖污水厂处理达标后排放。

1.1.5 项目区概况

（1）地形地貌

武汉市地貌属残丘性冲积平原，地质结构以新华夏构造体系为主，几乎控制全市地质构造的轮廓。地貌属鄂东南丘陵经汉江平原东缘向大别山南麓低山丘陵过渡地区，中间低平，南北丘陵岗垄环抱，北部低山林立。沿长江、汉水两岸湖泊棋布。

项目区位于城区内，整体地势整体较为平坦，局部地段稍有起伏，现状地面高程大体在 19.7~28.6m 之间（1985 国家高程基准，下同）。场地沿线主要为低层民房、鱼塘、菜地和农田，路网发达，交通便利。

（2）地质

根据《墨水湖北路（孟家铺立交—龙阳大道）工程（初勘）》报告，对拟建工程场地基土的工程特性评价如下：

1) 1-1 杂填土，松散，该层土具低强度，高压缩性，不能作为拟建桥梁基础持力层。该层土、石工程分级为 I 级，松土。

2) 1-2 素填土，松散，该层土具低强度，高压缩性，不能作为拟建桥梁基础持力层。该层土、石工程分级为 I 级，松土。

3) 2-1 淤泥，流塑，该层土具低强度，高压缩性，欠固结状态，不能作为拟建桥梁基础持力层。该层土、石工程分级为 I 级，松土。

4) 2-2 黏土，呈软塑状态，具低承载力，高压缩性，不能作为拟建桥梁基础持力层。但可为桩基础提供一定的侧向摩阻力。该层土土、石工程分级为 I 级，松土。

5) 3-1 黏土，呈可塑状态，具低承载力、中等偏高压缩性，不能作为拟建桥梁基础持力层，但可为桩基础提供一定的侧向摩阻力。该层土土、石工程分级为 I 级，松土。

6) 3-2 黏土，呈可塑状态，局部硬塑，该层土具中等承载力，中压缩性，不可作为拟建桥梁基础持力层。但可为桩基础提供一定的侧向摩阻力。该层土的土、石工程分级为 I 级，松土。

7) 3-3 黏土，呈可塑状态，该层土具中等承载力，中压缩性，不可作为拟建桥梁基础持力层。但可为桩基础提供一定的侧向摩阻力。该层土的土、石工程分级为 I 级，松土。

8) 3-4 黏土，呈软塑状态，该层土具中等承载力，中压缩性，不可作为拟建桥梁基础持力层。但可为桩基础提供一定的侧向摩阻力。该层土的土、石工程分级为 I 级，松土。

9) 4-1 黏土，呈可-硬塑状态，具较高承载力、中等偏低压缩性，不能作为拟建桥梁基础持力层。但可为桩基础提供一定的侧向摩阻力。该层

土的土、石工程分级为Ⅱ级，普通土。

10) 4-2 黏土，呈硬塑状态，该层土具中等承载力，中压缩性，不可作为拟建桥梁基础持力层。但可为桩基础提供一定的侧向摩阻力。该层土的土、石工程分级为Ⅱ级，普通土。

11) 4-2a 黏土，呈可塑状态，该层土具中等承载力，中压缩性，不可作为拟建桥梁基础持力层。但可为桩基础提供一定的侧向摩阻力。该层土的土、石工程分级为Ⅰ级，松土。

12) 4-2b 黏土，呈可塑状态，该层土具中等偏低承载力，中偏高压缩性，不可作为拟建桥梁基础持力层。但可为桩基础提供一定的侧向摩阻力。该层土的土、石工程分级为Ⅰ级，松土。

13) 5-1 黏土夹碎石，呈硬塑状态，该层土具中等承载力，中压缩性，不可作为拟建桥梁基础持力层。但可为桩基础提供一定的侧向摩阻力。该层土的土、石工程分级为Ⅰ级，松土。

14) 5-2 碎石土，呈硬塑状态，该层土具中等承载力，中压缩性，不可作为拟建桥梁基础持力层。但可为桩基础提供一定的侧向摩阻力。该层土的土、石工程分级为Ⅱ级，普通土。

15) 6 残积土，呈硬塑状态，该层土具中等承载力，中压缩性，不可作为拟建桥梁基础持力层。但可为桩基础提供一定的侧向摩阻力。该层土的土、石工程分级为Ⅱ级，普通土。

16) 7-1 红黏土，呈硬塑状态，具较高承载力、中等偏低压缩性，不能作为拟建桥梁基础持力层。但可为桩基础提供一定的侧向摩阻力。该层土的土、石工程分级为Ⅱ级，普通土。

17) 7-2 红黏土，呈可塑状态，该层土具中等承载力，中压缩性，不可作为拟建桥梁基础持力层。但可为桩基础提供一定的侧向摩阻力。该层土的土、石工程分级为Ⅰ级，松土。

18) 8 微风化灰岩，属较硬岩，具高强度，可视为不可压缩体，该岩石属可溶性岩石，岩溶发育，个别钻孔见溶洞，如果以该岩石作桩基持力层，应逐桩进行施工勘察。该层土的土、石工程分级为VI级，坚石。

19) 8b-1 强风化泥质砂岩，属极软岩，具较高强度，低压缩性，不可作为拟建桥梁基础持力层，但可为桩基础提供一定的侧向摩阻力。该层土的土、石工程分级为III级，硬土。

20) 8b-2 中风化泥质砂岩，属软岩，具较高强度，可视为不可压缩体，可作为拟建桥梁基础持力层。该层土的土、石工程分级为IV级，软石。

21) 8c 破碎带，中密，该层土具中等承载力，中压缩性，不可作为拟建桥梁基础持力层。但可为桩基础提供一定的侧向摩阻力。该层土的土、石工程分级为I级，松土。

22) 9-1-1 强风化石英砂岩，根据勘察结果及武汉市区域地质资料，均属极软岩，具较高强度，低压缩性，但空间分布不稳定，厚度小，一般不宜作为拟建桥梁桩基础持力层，但可为桩基础提供较高的侧向摩阻力。其土土、石工程分级均为III级，硬土。

23) 9-1-2 中风化石英砂岩，根据钻探情况，该岩石有抗压强度高，属较硬岩（局部为坚硬岩），属不易软化岩，具高强度，不可压缩，空间分布较稳定，厚度较大，可作为拟建桥梁桩基础持力层。该层土土、石工程分级为VI级，坚石。

24) 9-2 黏土岩，土工试验结果表明该层土具较高强度，低压缩性，根据武汉市区域地质资料，该层泥质砂岩层属“半成岩”，结合勘察资料，不宜作为拟建桥梁基础持力层，可为桩基础提供一定的侧向摩阻力。该层土的土、石工程分级为III级，硬土。

25) 中风化石英砂岩夹黏土岩，石英砂岩较坚硬，黏土岩强度相对较低，该层为石英砂岩及黏土岩互层，层理较薄，可作为拟建桥梁桩基础持

力层。该层土、石工程分级为IV级，软石。

26) 10a-1 强风化泥岩，属极软岩，具较高强度，低压缩性，不可作为拟建桥梁基础持力层，但可为桩基础提供一定的侧向摩阻力。该层土的土、石工程分级为III级，硬土。

27) 10a-2 中风化泥岩，属软岩，具较高强度，可视为不可压缩体，可作为拟建桥梁基础持力层。该层土的土、石工程分级为IV级，软石。

28) 10b-1 强风化泥岩，属极软岩，具较高强度，低压缩性，不可作为拟建桥梁基础持力层，但可为桩基础提供一定的侧向摩阻力。该层土的土、石工程分级为III级，硬土。

29) 10b-2 中风化泥岩，属软岩，具较高强度，可视为不可压缩体，可作为拟建桥梁基础持力层。该层土的土、石工程分级为IV级，软石。

30) 10c 破碎带，中密，该层土具中等承载力，中压缩性，不可作为拟建桥梁基础持力层。但可为桩基础提供一定的侧向摩阻力。该层土的土、石工程分级为I级，松土。

31) 10d 微风化灰岩，属较硬岩，具高强度，可视为不可压缩体，该岩石属可溶性岩石，岩溶发育，个别钻孔见溶洞，如果以该岩石作桩基持力层，应逐桩进行施工勘察。该层土的土、石工程分级为VI级，坚石。

(3) 地震

根据武汉市建设委员会文件（武建设字[2002]311号）文、湖北省建设厅（鄂建文[2001]357号）文和《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）有关规定，武汉市为抗震设防烈度六度地区。据《建筑工程抗震设防分类标准》（GB50223-2008）第3.0.3条及第5.3.7条规定，本工程属于重点设防类（乙类），同时依据《公路桥梁抗震设计细则》（JTG/T B02-01-2008），其建筑抗震设防类别为B类。本工程应按6度地震作用计算，提高一度按7度采取抗震措施，设计基本地震加速度值为0.05g，设计地震分组为第一

组。

（4）场地水文地质条件

1) 地表水

场区有地表水龙阳湖湖水。勘探期间局部水深 0.30~3.0m，水位一般在 19.50~19.80m 之间，随季节变化明显，雨季水位高，枯水季节水位低；对基础施工有影响，需采取相应的水上施工措施。

2) 地下水

在勘探孔揭穿的深度范围内拟建工程场地地下水为上层滞水、基岩裂隙水及岩溶裂隙水。

上层滞水主要赋存于填土中，水量不大，但与湖水相通并接受其补给。

基岩裂隙水赋存于下部泥质砂岩、石英砂岩及黏土岩中，主要受地下水的侧向补给，泥质砂岩、石英砂岩及黏土岩由于结构紧密，裂隙发育较小，含水量也很小。对工程影响不大。

岩溶裂隙水赋存于灰岩岩溶裂隙中，本次勘探孔在灰岩中钻进时少数钻孔出现轻微漏水现象，表明勘探期间岩溶裂隙水水位低于孔口标高。由于灰岩的透水性及岩溶及裂隙发育程度密切相关，故岩溶水宏观上虽然有分布规律，但在不同地段，其分布则是无常的，施工时应采取适当的措施，防止岩溶裂隙水对桩基施工影响。

（5）气象

武汉地区属于我国东南季风气候区，具有夏热冬寒、春湿秋旱，夏季多雨，冬季少雪，四季分明，降水充沛等主要气候特点。年平均气温 15.9℃，极端最高气温 41.3℃，极端最低气温-18.1℃，每年 7、8、9 为高温期，12 月至次年 2 月为低湿期，并伴有霜冻和降雪发生。雨量充沛，气候湿润，多年平均降水量 1261.2mm，降水多集中在 6 月~8 月，占全年的 41%；最大年降水量 2107.1mm，最大日降水量 332.6mm，年平均蒸发量为

1447.9mm，绝对湿度年平均 16.4mb，温度系数为 0.90，大气影响急剧深度为 1.35m。年均无霜期 211~272d，年日照总时数 1810~2100h，区内 4-7 月盛行东南信风，其余多为北风或东北风，最大风力八级，风速 27.9m/s，年平均风速 2.7m/s。

表 1-2 降水量统计资料表

项目	单位	数值
多年平均降水量	mm	1261.2
最大年降水量	mm	2107.1
最大日降水量	mm	332.6
年平均气温	℃	15.9
极端最高气温	℃	41.3
极端最低气温	℃	-18.1
年平均蒸发量	mm	1447.9
年平均风速	m/s	2.7
年均无霜期	d	211~272
年日照总时数	h	1810~2100

（6）土壤植被

①土壤状况

项目区域内成土母质多样，土壤以黄棕壤为主。发育于亚热带常绿阔叶与落叶阔叶混交林下的土壤。其主要特征是：剖面中有棕色或红棕色的 B 层，即含粘粒量较多的粘化层；土体内有铁锰结核。此土类立地条件较好，土层深厚，粘粒含量高，质地适中。黄棕壤的颜色为红棕色，具有透水性差的粘化层、弱酸性的（pH 5.5~6.7），植物养分含量中等，具有弱可蚀性。

②植被

汉阳区植物区系属北亚热带常绿阔叶林，常绿阔叶林和落叶阔叶林组成的混交林是全开发区典型的植被类型。区内主要以人工植被为主，主要适宜种植的乡土树种包括樟树、龙爪槐、雪松、桂花、水杉、池杉、柳树、枫杨、枫香、女贞、冬青、乌桕、竹类等。草种主要为白三叶、狗牙根、早熟禾等。

（7）水土流失情况

本项目属于武汉市汉阳区，属于武汉市中心城区，根据《2018年武汉市水土保持公报》，汉阳区流失面积为 10.73km^2 ，占国土面积的 9.62% ，主要为轻度水土流失。土壤容许流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2\text{a}$ ，本项目原生平均土壤侵蚀模数为 $170\text{t}/\text{km}^2\text{a}$ 。

1.2 水土流失防治工作概况

1.2.1 方案编制

建设业主武汉市城市建设投资开发集团有限公司于2013年2月委托武汉市城市防洪勘测设计院编制《墨水湖北路（孟家铺立交~龙阳大道）工程水土保持方案报告书》，2013年6月，武汉市城市防洪勘测设计院完成了《墨水湖北路（孟家铺立交~龙阳大道）工程水土保持方案报告书》（送审稿），6月21日，通过了武汉市水务局组织的技术评审会。2013年7月23日，取得武汉市水务局下发的准予水行政许可决定书（武水许水保准许[2013]第26号）。

2019年5月24日，武汉天兴洲道桥投资开发有限公司委托武汉市水务科学研究院编制《墨水湖北路（孟家铺立交~龙阳大道）工程水土保持方案变更报告书》，2019年6月，武汉市水务科学研究院编制完成《墨水湖北路（孟家铺立交~龙阳大道）工程水土保持方案变更报告书》（送审稿），6月19日，通过了武汉市水务局组织的技术评审会。2019年7月29日，取得武汉市水务局下发的准予水行政许可决定书（武水许水保准许[2019]第22号）。

根据《墨水湖北路（孟家铺立交~龙阳大道）工程水土保持方案变更报告书》，工程总占地面积 20.52hm^2 ，其中永久占地 18.35hm^2 ，临时占地 2.17hm^2 。本工程挖方 59.24万 m^3 ，回填方 38.54万 m^3 ，无外借方，废弃方 39.61万 m^3 。工程总投资 194057.04 万元，土建投资 108449.10 万元，建设总工期41个月。

1.2.2 水土保持防治分区

根据项目区的地貌特征、主体工程布局和施工特点等，将工程水土保持分区划分为主体工程和临时工程 2 个一级分区，在此基础上划分为高架桥工程、道路工程区、景观绿化工程区、施工场地、施工便道和临时堆土场 6 个防治单元。

表 1-3 水土流失防治分区情况一览表

一级防治分区	二级防治分区	防治面积 (hm ²)	备注
主体工程	高架桥工程区	4.41	
	道路工程	9.90	
	景观绿化区	4.04	
	小计	18.35	
临时工程	临时堆土场	3.94 (3.36)	括号内数据为重叠占地，不重复计算
	施工便道	2.53 (1.94)	括号内数据为重叠占地，不重复计算
	施工场地	1.00	
	小计	7.47 (5.30)	括号内数据为重叠占地，不重复计算
合计		20.52	

1.2.3 水土保持措施布局

1.2.3.1 高架桥工程防治区

高架桥工程占地面积 4.41hm²，根据现场调查，施工期间施工单位对高架桥工程占地区域采取了表土剥离、桥面绿化隔离带、裸露区域临时苫盖、跨湖段采用钢板桩围堰等防护措施，基本满足水土保持要求。

1.2.3.2 道路工程防治区

道路工程占地面积 9.90hm²，根据现场调查，施工单位对占地四周设置了临时挡板，占地区域采取了表土剥离、裸露区域临时苫盖措施，对 K3+820~K4+260 段挖方边坡采取了浆砌片石骨架护坡，坡脚设置了排水沟。

1.2.3.3 景观绿化工程防治区

景观绿化工程占地面积 4.04hm²，根据现场调查，施工单位对绿化区返还了剥离表土，并采取了苫盖措施，分段实施了景观绿化措施。

1.2.3.4 施工场地防治区

施工场地占地面积 1.00hm²，施工单位在施工前对表土进行剥离，并用于场地内景观绿化覆土，同时在场地四周设置临时挡板和排水沟，施工期间地表被建筑物占用或硬化，水土流失较轻。施工结束后对施工场地硬化层进行清除，并采取播撒草籽措施进行迹地恢复。

1.2.3.5 临时堆土场防治区

临时堆土场占地面积 3.94hm²，施工过程中，施工单位对临时堆土场采取了临时苫盖和播撒草籽措施，临时堆土利用完毕后，施工单位对临时堆土场临时占地区域采取播撒草籽措施实施迹地恢复。

1.2.3.6 施工便道防治区

施工便道占地面积 2.53hm²，施工期间施工便道防护措施利用道路工程措施。

1.3 监测工作实施概况

1.3.1 监测工作概述

2017年6月，武汉天兴洲道桥投资开发有限公司组织墨水湖北路（孟家铺立交~龙阳大道）工程水土保持监测及验收项目招投标工作，最后确定我单位中标。

接受委托后，本站迅速成立监测组，立即开赴现场开展项目监测前期准备工作。2017年6月，根据已收集到资料，编制了《墨水湖北路（孟家铺立交~龙阳大道）工程水土保持监测实施方案》和《墨水湖北路（孟家铺立交~龙阳大道）工程水土保持监测项目工作计划》，并提交至建设单位进行审核备案。

2017年6月7日，武汉天兴洲道桥投资开发有限公司组织 BT 单位、施工单位、监理单位、监测单位等各参建单位召开水土保持监测启动会。会上建设单位介绍了项目概况，施工单位介绍工程实际实施情况，监测单位对各参建单位进行水土保持宣讲，对该工程水土保持监测工作进行汇报，

并对各参建单位提出相关要求。

考虑到工程已于2016年2月开工建设，2017年6月至2017年7月，通过施工照片、监理照片及相关资料，监测工作组对本工程施工期建设区域的水土保持工程进行了全面回顾性监测，监测内容包括项目区的水土保持防治责任范围、地表扰动、弃土弃渣、土壤流失量的动态变化情况，水土保持措施进度及水土保持措施防治效果；对工程建设过程中的水土流失及其防治情况进行追踪和评述，并对存在的问题提出针对性建议，并完成本工程水土保持监测阶段性报告。

2017年7月至2019年6月，我单位按照监测实施方案确定的技术路线开展了项目施工期、试运行期水土保持监测工作。

通过本工程水土保持监测，实时监测建设过程的水土流失类型、强度和危害，及时掌握新增水土流失发展的变化趋势，了解水土保持措施的防护效果，并通过向设计单位反馈监测结果来调整防护措施，有效减少水土流失。具体表现在：及时掌握项目区水土流失发生的时段、强度和空间分布等情况，了解水土保持措施的防护效果，及时发现问题以便采取相应的补救措施，确保各项水土保持措施正常发挥作用，最大限度地减少水土流失；为本市同类市政道路建设项目的水土流失预测和防治措施体系的制定提供依据；为该项目的水土保持专项验收提供依据；为水土保持监督管理提供数据资料；促进本项目水土保持方案的实施。

为了反映工程防治责任范围内的水土流失及其防治现状，掌握水土保持工程实施过程与投入使用初期水土流失现状及其对周边环境的影响，分析水土保持防护措施的防治效果，为水土保持监督管理和项目区整体规划提供科学依据，提出以下监测原则：全面监测与重点监测相结合的原则；定点监测与动态监测相结合的原则；监测内容与水土保持责任分区相结合的原则；监测技术和方法应科学合理符合规范的原则。

本项目的监测范围即水土流失防治责任范围，即项目建设区，主要包括道路建设主体工程的永久性占地区、施工场地、临时堆土场、施工便道临时工程占地区。

1.3.2 监测项目部

根据建设单位委托，我单位承担了本工程的水土保持监测工作，并于2017年6月签订了监测合同。合同签订后，于2017年6月成立了水土保持监测项目部，并及时组织项目部人员进场，同时进行了技术交底。

水土保持监测项目部由8人组成，其中项目总负责人1名，技术总负责人1名，外业监测人员3名，内业资料整理、分类人员3名。参加该项目监测任务的人员如表1-3所示。

表1-3 监测人员组成表

序号	姓名	职称	上岗证号	分工
1	周耀华	正高级工程师	水保监岗证第 2672 号	项目负责、技术负责
2	胡会亮	高级工程师	水保监岗证第 7574 号	技术负责、现场监测
3	白翠霞	高级工程师	水保监岗证第 2673 号	报告编制、数据整理、分析
4	阮艳	高级工程师	水保监岗证第 2268 号	报告编制、数据整理、分析
5	马美景	工程师	SBJ20170043	报告编制、数据整理、分析
6	陈花	工程师	水保监岗证第 2270 号	外业监测、负责监测设备的管理。
7	施川	工程师	SBJ20170044	外业监测、负责监测图件及照片制作。
8	肖自幸	工程师	水保监岗证第 7572 号	外业监测、主编监测数据汇编。

1.3.3 监测点布设

根据水土保持监测技术规程（SL277-2002）、水土流失特征和水土保持监测目标，确定本项目水土保持监测工作的基本原则为：

- （1）全面调查监测与重点观测相结合。
- （2）调查监测与定位观测相结合。
- （3）分区布设监测点。
- （4）监测点位的选取采取代表性、全面性、可行性、经济性。

根据监测点布设原则，工程特征及现场踏勘调查，水土保持监测设置3个固定监测点，具体监测点位布设详见表1-4。

表 1-4 监测点位布设表

序号	工程分区	监测点位	监测点数量
1	景观绿化区	路侧绿化带	1
2	施工场地	1#施工场地	1
3	临时堆土场	1#临时堆土场	1
合 计			3

1.3.4 监测设施设备

主要监测设备:

GPS: 野外监测过程中, 运用 GPS 定位监测点、导航。

激光测距仪: 激光测距仪可以实现地物的距离、高度、角度、坡度、面积等的测量, 而且测程远、精度高, 在遇到下雨, 大雾等坏天气时, 将工作模式设置成“坏天气”模式, 将不受任何影响。使用三脚架, 可进行远距离、精确测量, 解决了有些监测点的监测指标无法采集的问题, 确保了数据的完整性。

数码摄像机、数码相机、无人机: 获取项目水土保持野外监测过程中影像资料此外, 电脑、打印机、扫描仪、皮尺、钢尺、测高仪、坡度仪、罗盘等设备保证了项目水土保持监测数据的采集、处理等工作的顺利进行。

监测过程中消耗性材料主要包括: 油漆、量筒、测绳、记录笔和记录纸等。

1.3.5 监测方法

采用的监测方法有调查法、地面定位观测法、影像对比监测和巡查法等。

(1) 调查法

①资料收集分析法

开展水土保持监测前, 通过对项目区地形图的分析, 对项目区大地貌类型区以及项目沿线地形有一个概况性的了解, 并对项目沿线易产生水土流失的路段做好记录。

通过对项目区土壤资料的分析，了解不同土壤发生类型的分布范围、面积。对监测和调查时地表覆盖的枯落物形态与覆盖度也应做记录。

通过对项目区历年的气象资料，特别是项目区历年年均降雨量、降雨频次，降雨时间进行初步分析，为后期降水观测、小区径流场以及小流域径流站的降雨观测点的选址做初步记录。

① 实地调查法

调查监测指定期或不定期对全路线进行调查，通过现场实地勘测，结合 1: 500 地形图，对破坏水土保持设施数量进行调查和核实。填表记录每个扰动类型区的基本特征（特别是堆渣和开挖面坡长、坡度、岩土类型）及水土保持措施（拦渣工程、土地整治等）实施情况。掌握新建水土保持设施的质量和使用情况。

（2）地面定位观测法

在全面调查的基础上，根据项目的建设特点划分不同的水土流失区，选取典型测点对不同地表扰动类型的侵蚀强度进行地面定位监测；通过全线勘察选点，选择有代表性的地段进行布点，并采用侵蚀沟样方法(简易坡面量测法)测定施工过程中不同扰动类型的侵蚀强度。

（3）影像对比监测

在进行水土流失防治动态监测时对水土保持工程措施和植物措施的监测，采用影像对比作为辅助的监测方法。即使用高分辨率的数码相机和摄像机对水保工程措施(包括临时防护措施)进行定点、定期拍照和摄像，通过不同时期影像的对比，监测措施的实施数量、进度、完好程度、运行情况等。此种方法操作简便、经济直观，可为以后水土流失防治效果监测结果分析提供直观的资料。

（4）巡查法

不定期的进行全面踏勘，若发现水土流失隐患、水土流失危害、较大的扰动类型的变化(如新出现堆渣或堆渣消失等)等现象，及时通知业主和施工单位采取有效的防治措施并做好监测记录。

1.3.6 监测时段、频次

2017年6月~2019年6月，我站组织专家和技术人员进行野外监测布点，开展水土保持监测工作。监测计划详见表1-5。

(1) 施工期监测：鉴于本项目已于2016年2月开工，监测工作滞后，为不至于造成监测数据的空缺，我站结合实际完成情况，采取补救措施，即回顾性调查监测方法，重点采集施工、监理、建设单位在施工过程中留存施工照片，结合照片与参建人员了解施工过程中土石方平衡、地表扰动面积、对周边地区造成的水土流失危害。通过照片判读2016年2月至2017年6月土壤侵蚀模数，测算2016年2月至2017年6月水土流失量。

2017年7月，我严格按照监测实施方案和监测工作计划表，每月至少开展1次室外监测，降雨高峰期增加巡查2到3次；在定位监测点布设后产生的水土流失量每月至少测记录1次，降雨或大风高峰期相应增加监测次数。每次外业监测后，及时形成现场调查报告，上报至建设单位。

(2) 自然恢复期监测：我站考虑实际自然恢复期监测不超过半年，将监测频次压缩为每1个月1次，降雨大于50mm后加测一次。重点对水土保持植物措施生长情况、水土保持工程措施拦挡效果、水土保持防治效果等采取实地调查法、植物标准地调查法。

表 1-5 监测内容、方法、频次一览表

监测分区	监测部位	监测内容	监测方法	监测时段及频次	
				施工期	自然恢复期
景观绿化区	路侧绿化带	扰动土地范围、面积，土壤流失面积，水土流失及造成的危害、水土流失防治效果	调查、巡查法	每月1次	每季度1次
	护坡	土壤流失面积，水土流失及造成的危害、水土流失防治效果	调查、巡查法	每月1次	每季度1次

监测分区	监测部位	监测内容	监测方法	监测时段及频次	
				施工期	自然恢复期
施工场地	施工场地	水土流失及造成的危害、水土保持措施实施情况、水土流失防治效果	调查、巡查法、影像对比法	每月1次	每季度1次
临时堆土场	临时堆土场	土壤流失量，水土流失危害，防治效果	调查巡查法、地面观测法	每月1次	每季度1次

1.3.7 监测内容及阶段成果

项目组于2017年6月~2019年6月期间多次对施工现场进行了实地调查监测工作，并选择不同的扰动类型（高架桥工程区、路基工程区）作为典型代表，进行了详细调查，并编制了相关监测报告，具体工作情况如下：

2017年6月上旬，根据已批复的水土保持方案，编制了《墨水湖北路（孟家铺立交~龙阳大道）工程水土保持监测实施方案》和《墨水湖北路（孟家铺立交~龙阳大道）工程水土保持监测项目工作计划》，并提交至建设单位。

截止2019年6月，墨水湖北路（孟家铺立交~龙阳大道）工程水土保持监测项目编制完成了2017年7月~11月月报表，每个月月上旬将上个月《生产建设项目水土保持监测月报表》报送建设单位。

截止2019年6月，墨水湖北路（孟家铺立交~龙阳大道）工程水土保持监测项目编制完成了2018年第一季度、第二季度、第三季度报告表和2019年第一季度报告表，每个季度第一个月内将上季度《生产建设项目水土保持监测季度报告表》和监测意见报送建设单位。

截止2019年6月，墨水湖北路（孟家铺立交~龙阳大道）工程水土保持监测项目编制完成了水土保持监测调查报告6份，每次现场监测3个工作日内将《水土保持监测调查报告》报送建设单位。

截止2019年6月，墨水湖北路（孟家铺立交~龙阳大道）工程水土保持监测项目编制完成了2016.02~2017.06年、2017年、2018年三个年度的水土保持监测年度报告，并报送建设单位。

1.4 工程水土流失特点

本项目处于平原区，项目区内土壤植被及水土保持情况相对较好，原生水土流失较小。项目区管网密集，暴雨集中、强度大等是造成潜在土壤侵蚀的自然因素。在项目工程建设过程中场地平整、边坡开挖破坏了原生地表植被或硬化层，形成一定面积的人工地貌裸露，在自然因素的作用下，若不及时采取有效的防护措施，势必造成新的水土流失和生态环境破坏。

项目工程的水土流失特点有：

（1）本工程位于武汉市中心城区汉阳区。呈城市水土流失特性。项目区原生水土流失强度不大，城市水土流失不仅发生在地表，也发生在地表以下，共同构成城市水土流失立体系统。如工程在施工建设中未采取及时有效的防治措施，或因施工组织安排不当，均会造成局部水土流失，对项目的生态环境产生一定的影响。

（2）本项目为线状工程，施工期长，水土流失呈现强度大、历时短、具有突发性和季节性的特点。道路工程三通一平工程造成地表大面积裸露，是水土流失的重点区域。

（3）排水沟槽开挖、地基处理（换填）、桥梁桩基础开挖等工程施工过程中，存在大量挖土及施工完毕后的回填作业，水土流失呈现强度大，历时短等特点，是水土保持防治的重点和难点。

2 重点部位水土流失动态监测结果

2.1 防治责任范围监测结果

2.1.1 水土保持防治责任范围

(1) 水土保持方案变更确定的防治责任范围

根据《墨水湖北路(孟家铺立交~龙阳大道)工程水土保持方案变更报告书》，工程的水土流失防治责任范围 20.52hm²。水土保持方案变更报告书确定的防治责任范围详见表 2-1。

表 2-1 水土保持方案变更报告书确定的防治责任范围 单位: hm²

工程分区		项目建设区	占地类型		防治责任范围
			永久占地	临时占地	
主体工程区	高架桥工程区	4.41	4.41		4.41
	道路工程	9.90	9.90		9.90
	景观绿化区	4.04	4.04		4.04
	小计	18.35	18.35		18.35
临时工程区	临时堆土场	3.94	3.36	0.58	3.94
	施工便道	2.53	1.94	0.59	2.53
	施工场地	1.00		1.00	1.00
	小计	7.47	5.30	2.17	7.47
合计		20.52	18.35	2.17	20.52

(2) 防治责任范围监测结果

根据工程各组成部分扰动范围监测成果对照主体工程征占地资料及查阅竣工资料，项目实际扰动范围总面积为 20.52hm²，均为项目建设区，其中永久占地 18.35hm²，临时占地 2.17hm²。本工程实际发生的水土流失防治责任范围表详见表 2-2。

表 2-2 工程水土流失防治责任范围监测结果 单位: hm²

工程分区		项目建设区	占地类型		防治责任范围
			永久占地	临时占地	
主体工程区	高架桥工程区	4.41	4.41		4.41
	道路工程	9.90	9.90		9.90
	景观绿化区	4.04	4.04		4.04
	小计	18.35	18.35		18.35
临时工程区	临时堆土场	3.94	3.36	0.58	3.94

工程分区	项目建设区	占地类型		防治责任范围
		永久占地	临时占地	
施工便道	2.53	1.94	0.59	2.53
施工场地	1.00		1.00	1.00
小计	7.47	5.30	2.17	7.47
合计	20.52	18.35	2.17	20.52

(3) 对比分析

根据用地批复并结合实地调查，建设期水土流失防治责任范围与水土保持方案报告书相比，没有差异。本工程水土保持方案设计防治责任范围与实际监测防治责任范围对比详见表 2-3。

表 2-3 工程水土流失防治责任范围变化对比表 单位: hm^2

工程分区		监测值	方案值	监测值-方案值
		防治责任范围	防治责任范围	防治责任范围
主体工程区	高架桥工程区	4.41	4.41	0.00
	道路工程	9.90	9.90	0.00
	景观绿化区	4.04	4.04	0.00
	小计	18.35	18.35	0.00
临时工程区	临时堆土场	3.94	3.94	0.00
	施工便道	2.53	2.53	0.00
	施工场地	1.00	1.00	0.00
	小计	7.47	7.47	0.00
合计		20.52	20.52	0.00

实际发生的防治责任范围与水土保持方案变更报告所确定的防治责任范围相同。本工程在施工过程中能严格按照用地批复文件所确定的面积进行施工，无超越用地边界施工现象发生。工程于 2016 年 2 月开工建设，2019 年 6 月试运行，水土保持方案变更报告编写工作于 2019 年 5 月开始，变更报告编写时间段处于原水土保持方案实施过程中，且主体工程施工和土建工程施工接近尾声。变更报告确定的项目建设区面积与施工过程中的占地保持了一致。

2.1.2 建设期扰动土地面积

根据建设单位提供的资料结合现场调查计列主体工程区扰动面积，根据各施工单位提供的临时用地情况结合实地调查、监测得出施工场地、施工便道的扰动面积。该工程扰动的土地类型包括街巷用地、批发零售用地、湖泊水面、

坑塘水面、他草地、旱地、农村宅基地。扰动土地总面积为 20.52hm²，其中永久占地 18.35hm²，临时性扰动 2.17hm²。本工程建设期扰动土地面积见下表。

表 2-4 工程建设期实际扰动土地面积统计表 单位: hm²

工程分区		项目 建设 区	占地类型		土地利用类型						
			永久 占地	临时 占地	街 巷 用 地	批 发 零 售 用 地	湖 泊 水 面	坑 塘 水 面	其 他 草 地	旱 地	农 村 宅 基 地
主体工程 区	高架桥工程区	4.41	4.41		0.79	0.34	2.55	0.33	0.08	0.05	0.27
	道路工程	9.90	9.90		0.93	5.29		0.43	1.11	1.50	0.64
	景观绿化区	4.04	4.04		0.92	3.12					
	小计	18.35	18.35		2.64	8.75	2.55	0.76	1.19	1.55	0.91
临时工程 区	临时堆土场	3.94	3.36	0.58	0.37	3.57					
	施工便道	2.53	1.94	0.59	0.32	1.62	0.59				
	施工场地	1.00		1.00		0.80			0.20		
小计		7.47	5.30	2.17	0.69	5.99	0.59		0.20		
合计		20.52	18.35	2.17	2.79	9.98	3.14	0.76	1.39	1.55	0.91

备注：临时堆土场占地 3.36hm² 为重叠占地，施工便道 1.94 hm² 为重叠占地，重叠占地面积不重复计算。

2.2 取土监测结果

2.2.1 设计取土（石）情况

根据《墨水湖北路(孟家铺立交~龙阳大道)工程水土保持方案变更报告书》，本工程开挖土方 59.24 万 m³，回填土方 38.54 万 m³，外借土方 18.87 万 m³，废弃土方 39.61 万 m³。外借土方通过外购方式解决，由武汉兴元建筑工程有限公司供应，未设置取土场。

2.2.2 取土（石）场位置及占地面积监测结果

本工程监测防治责任范围内，工程开挖、回填土方量主要来源于占地范围内路基工程中的开挖与回填、排水工程的开挖与回填、桥梁桥墩基础施工时产生的钻渣等。

根据监测结果，工程开挖土方 59.24 万 m³，回填土方 38.54 万 m³，外借土方 18.87 万 m³，废弃土方 39.61 万 m³，外借土方通过外购方式解决，因此，本项目没有设置专门的取土场。

2.3 弃土（石、渣）监测结果

2.3.1 设计弃土（石、渣）情况

根据批复的水土保持方案变更报告书，本工程开挖土方 59.24 万 m³，回填土方 38.54 万 m³，外借土方 18.87 万 m³，废弃土方 39.61 万 m³。废弃方主要为桥梁桥墩基础钻渣等，弃渣运至蔡甸黄陵闸弃土场。

2.3.2 弃土（石、渣）场位置及占地面积监测结果

通过查阅监理资料，本工程泥浆、弃渣、弃土、土方外运等相关土方工程全部包给相关的土石方有限公司，实际施工过程中，工程开挖土方以及转运土方及时进行回填，开挖多余土方由分包公司负责与当地渣土办协调运至黄陵闸弃土场，运距22km，运输路线工程沿线→龙阳大道→三环线→江城大道→东荆河路→蔡甸黄陵闸弃土场，故没有设置专门的弃土场。

2.3.3 弃土（石、渣）量监测结果

本项目于2016年2月开工，2017年6月监测单位进场，监测工作严重滞后，因此工程施工过程中，防治责任范围内土方量情况监测主要采用调查法和资料分析法，监测结果如下：本工程开挖土方59.24万m³，回填土方38.54万m³，外借土方18.87万m³，废弃土方39.61万m³。

2.3.4 取、弃土量变化分析

根据监测结果，变更方案中废弃土方量与工程实际产生废弃方相同。主要原因是：工程于2016年2月开工建设，2019年6月试运行，水土保持方案变更

报告编写工作于 2019 年 5 月开始，变更报告编写时间段处于原水土保持方案实施过程中，且主体工程施工和土建工程施工接近尾声。变更报告确定的土石方与施工过程中的土石方保持了一致。

表 2-5

本工程土石方平衡统计表

单位：万 m³

工程分区		开挖 (万 m ³)	回填 (万 m ³)	调入 (万 m ³)		调出 (万 m ³)		外借 (万 m ³)		废弃 (万 m ³)	
				数量	来源	数量	去向	数量	来源	数量	去向
高架桥区	剥离表土	0.05				0.05	绿化区				
	桩基础 (钻渣)	3.59								3.59	
	承台	1.61	0.24			0.12	桥台			1.25	
	桥台	0.04	0.16	0.12	承台					0.04	
	围堰										
	清淤	0.59									0.59
	小计	5.88	0.40	0.12		0.17					5.47
道路工程区	剥离表土	1.04				1.04	绿化区				
	开挖土方	48.04	37.05					18.87	外购	29.86	
	原有路肩破除	1.73								1.73	
	场地清理 (拆迁建筑垃圾)	1.78								1.78	
	清淤	0.77								0.77	
	小计	53.36	37.05			1.04		18.87		34.14	
景观绿化区	绿化覆土		1.09	1.09							
合计		59.24	38.54	1.21		1.21		18.87		39.61	

蔡甸黄陵闸
弃土场

3 水土流失防治措施监测结果

3.1 水土流失防治措施

3.1.1 工程措施及施工进度

(1) 方案中工程措施设计情况

高架桥工程防治区：表土剥离 500m³；

路基工程防治区：表土剥离 10400m³，排水沟 330m，浆砌石护坡 330m；

景观绿化防治区：表土回覆 10900m³，土地整治 4.04 hm²；

施工场地防治区：表土剥离 400m³，表土返还 400m³，土地平整 1.00hm²，硬化层清除 3000m³；

临时堆土场防治区：土地平整 3.94hm²。

(2) 工程措施实际实施情况

高架桥工程防治区：表土剥离 500m³；

路基工程防治区：表土剥离 10400m³，排水沟 330m，浆砌石护坡 330m；

景观绿化防治区：表土回覆 10900m³，土地整治 4.04 hm²；

施工场地防治区：表土剥离 400m³，表土返还 400m³，土地平整 1.00hm²，硬化层清除 3000m³；

临时堆土场防治区：土地平整 3.94hm²。

(3) 工程措施变化情况

根据监测结果，变更方案中工程措施与工程实际实施的工程措施相同。主要原因是：工程于 2016 年 2 月开工建设，2019 年 6 月试运行，水土保持方案变更报告编写工作于 2019 年 5 月开始，变更报告编写时间处于原水土保持方案实施过程中，且水土保持工程措施均已实施到位。变更报告确定的工程措施量以监测数据为主，与施工过程中的工程措施保持了一致。

墨水湖北路（孟家铺立交~龙阳大道）工程水土保持工程措施工程量详见表

3-2。

表 3-2 工程措施量对比表

工程名称	防治措施	单位	方案设计 工程量	实际完成 工程量	增减情况 (实际-方案)
高架桥工程防治区	表土剥离	m ³	500	500	0
道路工程防治区	表土剥离	m ³	10400	10400	0
	排水沟	m	330	330	0
	土方开挖	m ³	343.20	343.20	0
	M7.5 浆砌片石	m ³	227.70	227.70	0
	砂砾垫层	m ³	105.60	105.60	0
	浆砌石护坡	m	330	330	0
	碎石	m ³	230.10	230.1	0
	M10 浆砌片石	m ³	772.40	772.4	0
景观绿化区	表土返还	m ³	10900	10900	0
	土地整治	hm ²	4.04	4.04	0
施工场地	表土剥离	m ³	400	400	0
	表土返还	m ³	400	400	0
	土地整治	hm ²	1.00	1.00	0
	硬化层清除	m ³	3000	3000	0
临时堆土场	土地整治	hm ²	3.94	3.94	0

3.1.2 植物措施及施工进度

(1) 方案中植物措施设计情况

高架桥工程区设计绿化隔离带 1678m²;

景观绿化区设计景观绿化 40400m²;

施工场地设计撒播白三叶草籽 1.00hm²;

临时堆土场设计撒播白三叶草籽 3.94hm²。

(2) 植物措施实际实施情况

高架桥工程区完成绿化隔离带 1678m²;

景观绿化区完成景观绿化 40400m²;

施工场地完成撒播白三叶草籽 1.00hm²;

临时堆土场完成撒播白三叶草籽 3.94hm²。

(3) 植物措施变化情况

根据监测结果，变更方案中植物措施与工程实际实施的工程措施相同。主要原因是：工程于2016年2月开工建设，2019年6月试运行，水土保持方案变更报告编写工作于2019年5月开始，变更报告编写时间处于原水土保持方案实施过程中，且水土保持植物措施正在实施，实施工程量已基本确定。变更报告确定的植物措施量以施工、监理单位统计数据为主，与施工过程中的工程措施保持了一致。

墨水湖北路（孟家铺立交~龙阳大道）工程水土保持植物措施工程量详见表3-3。

表 3-3 工程植物措施量对比表

工程名称	防治措施	单位	方案设计工程量	实际完成工程量	增减情况 (实际-方案)
高架桥工程防治区	绿化工程	m ²	1678	1678	0
绿化景观区	绿化工程	m ²	40400	40400	0
临时堆土场	播撒白三叶草籽	万 m ²	0.58	0.58	0
	草籽购置	kg	46.4	46.4	0
施工场地	播撒白三叶草籽	万 m ²	1.00	1.00	0
	草籽购置	kg	80.00	80.00	0

表 3-4 工程已实施的植物措施品种及数量汇总表

序号	项目名称	项目特征描述	计量单位	工程量
1	整理绿化用地	1、整理绿化用地	m ²	40400
2	种植土回填	1、地面回填种植土	m ³	10502
3	营养土回填	1、地面回填营养土	m ³	2100
4	栽植乔木 黄山栎树	1、乔木种类：黄山栎树 2、乔木胸径：17~18cm 3、高度：601cm 以上 4、蓬径：451cm 以上 备注：分枝点 300 以上，三级枝，三年生移植苗	株	680
5	栽植乔木 香樟	1、乔木种类：香樟 2、乔木胸径：16~18cm 3、高度：601cm 以上 4、蓬径：401cm 以上 备注：分枝点 300 以上，三级枝，三年生移植苗	株	89
6	栽植乔木 紫叶李	1、乔木种类：紫叶李 2、乔木地径：7.1~8cm 3、高度：221cm 以上 4、蓬径：151cm 以上 备注：三级分枝，分支点 0.8m	株	42
7	栽植灌木	1、灌木种类：紫薇 2、灌木地径：7.1~8cm 3、高度：221cm 以上	株	129

序号	项目名称	项目特征描述	计量单位	工程量
		4、蓬径：161cm 以上 备注：三级分枝，分支点 0.8m		
8	栽植灌木	1、灌木种类：花石榴 2、灌木地径：7.1~8cm 3、高度：221cm 以上 4、蓬径：161cm 以上 备注：三级分枝，分支点 0.8m	株	39
9	栽植灌木 石楠球	1、种类：石楠球 2、高度：181cm 以上 3、蓬径：150~160cm 备注：单株，修剪成球型，枝叶饱满	株	45
10	栽植灌木 红叶石楠球	1、种类：红叶石楠球 2、高度：181cm 以上 3、蓬径：150~160cm 备注：单株，修剪成球型，枝叶饱满	株	109
11	栽植灌木 大叶黄叶球	1、种类：大叶黄叶球 2、高度：181cm 以上 3、蓬径：150~160cm 备注：单株，修剪成球型，枝叶饱满	株	492
12	栽植色块 八角金盘	1、种类：八角金盘 2、高度：61~80cm 3、蓬径：51cm 以上 4、单位面积株数：9 株/m ² 备注：枝叶繁茂，造型优美	m ²	6943
13	栽植色块 花叶蔓长春	1、种类：花叶蔓长春 2、高度：110~150cm 3、单位面积株数：25 株/m ² 备注：每丛十枝	m ²	452
14	栽植色块 洒金桃叶珊瑚	1、种类：洒金桃叶珊瑚 2、高度：51~60cm 3、蓬径：41cm 以上 4、单位面积株数：16 株/m ² 备注：枝叶繁茂，造型优美	m ²	5424
15	栽植色块 法国冬青	1、种类：法国冬青 2、高度：41~50cm 3、蓬径：31cm 以上 4、单位面积株数：16 株/m ² 备注：枝叶繁茂，造型优美	m ²	520
16	栽植色块 金森女贞	1、种类：金森女贞 2、高度：31~35cm 3、蓬径：25cm 以上 4、单位面积株数：25 株/m ² 备注：枝叶繁茂，造型优美	m ²	1912
17	栽植色块 四季桂 桂（丛生）	1、种类：四季桂（丛生） 2、高度：81~100cm 3、蓬径：61cm 以上 4、单位面积株数：9 株/m ² 备注：枝叶繁茂，树形饱满	m ²	40
18	栽植色块 茶梅	1、种类：茶梅 2、高度：35~40cm 3、蓬径：25~30cm 4、单位面积株数：25 株/m ² 备注：枝叶繁茂，树形饱满	m ²	379

序号	项目名称	项目特征描述	计量单位	工程量
19	栽植色块 海桐	1、种类：海桐 2、高度：41~50cm 3、蓬径：35cm 以上 4、单位面积株数：25 株/m ² 备注：枝叶繁茂，树形饱满	m ²	7630
20	栽植色块 爬山虎	1、种类：爬山虎 2、高度：150cm 以上 3、单位面积株数：25 株/m ² 备注：枝叶繁茂，多年生，用胶绳引至钢丝网上	m ²	597
21	铺种草皮	1、草皮种类：细叶麦冬 2、铺种方式：10kg/m ² 满铺	m ²	5376
22	栽植色块 春鹃	1、种类：春鹃 2、高度：31~35cm 3、蓬径：31cm 以上 4、单位面积株数：25 株/m ² 备注：枝叶繁茂，造型优美	m ²	1288
23	栽植色块 红继木	1、种类：红继木 2、高度：31~35cm 3、蓬径：31cm 以上 4、单位面积株数：25 株/m ² 备注：枝叶繁茂，造型优美	m ²	1549
24	铺种草皮 阔叶麦冬	1、草皮种类：阔叶麦冬 2、铺种方式：10 kg/m ² 满铺	m ²	5752
25	栽植色块 红叶石楠	1、种类：红叶石楠 2、高度：31~35cm 3、蓬径：31cm 以上 4、单位面积株数：25 株/m ² 备注：枝叶繁茂，造型优美	m ²	986
26	树池围牙、盖板 (算子)	1、树池篦子	套	340
27	搭设遮阴(防寒) 棚	1、遮阳棚搭设	m ²	26151

3.1.3 临时措施及施工进度

(1) 方案中临时措施设计情况

高架桥工程区设计临时苫盖 6800m²，钢板桩围堰 37.38m。

路基工程区设计临时排水沟 10552m，临时沉沙池 2 个，临时苫盖 42300m²，临时挡板 10580m²。

景观绿化工程区设计临时苫盖 40400m²。

施工场地区设计临时绿化 850m²，临时排水沟 351m，临时苫盖 500m²，临时挡板 421m²。

临时堆土场区设计临时撒播草籽 3.94hm²，临时苫盖 39400m²。

（2）临时防护措施实际实施情况

高架桥工程区完成临时苫盖 6800m²，钢板桩围堰 37.38m。

路基工程区完成临时排水沟 10552m，临时沉沙池 2 个，临时苫盖 42300m²，临时挡板 10580m²。

景观绿化工程区完成临时苫盖 40400m²。

施工场地区完成临时绿化 850m²，临时排水沟 351m，临时苫盖 500m²，临时挡板 421m²。

临时堆土场区完成临时撒播草籽 3.94hm²，临时苫盖 39400m²。

（3）临时防护措施变化情况

根据监测结果，变更方案中临时措施与工程实际实施的临时措施相同。主要原因是：工程于 2016 年 2 月开工建设，2019 年 6 月试运行，水土保持方案变更报告编写工作于 2019 年 5 月开始，变更报告编写时，临时措施已实施完毕，变更报告确定的临时措施工程量以施工、监理、监测单位统计数据为主，与施工过程中的工程措施保持了一致。

墨水湖北路（孟家铺立交~龙阳大道）工程水土保持临时防护措施工程量详见表 3-5。

表 3-5 工程临时防护措施量对比表

工程名称	防治措施	单位	方案设计 工程量	实际完成 工程量	增减情况 (实际-方案)
高架桥工程防治区	彩条布苫盖	m ²	6800	6800	0
	钢板桩围堰	m	37.38	37.38	0
道路工程防治区	临时排水沟长度	m	10552	10552	0
	挖方	m ³	5698.08	5698.08	0
	砖砌	m ³	3165.60	3165.6	0
	砖砌沉沙池个数	个	2	2	0
	挖方	m ³	13.68	13.68	0
	砖砌	m ³	7.58	7.58	0
	彩条布苫盖	m ²	42300	42300	0
	临时挡板	m	10580	10580	0
景观绿化工程	彩条布苫盖	m ²	40400	40400	0
临时堆土场	播撒白三叶草籽	万 m ²	0.58	0.58	0
	草籽购置	kg	34.8	34.8	0

工程名称	防治措施	单位	方案设计 工程量	实际完成 工程量	增减情况 (实际-方案)
	彩条布苫盖	m ²	39400	39400	0
施工场地	临时绿化	m ²	850	850	0
	土质排水沟长度	个	351	351	0
	挖方	m ³	189.54	189.54	0
	填方	m ³	105.30	105.3	0
	彩条布苫盖	m ²	500	500	0
	临时挡板	m	421	421	0

3.2 水土保持措施防治效果

3.2.1 水土保持防治措施实施情况

根据监测结果,施工单位在施工过程中依据现场情况采取了一定数量水土保持防治措施,施工单位按照需求进行施工,防护措施到位,外观完好,植物生长情况良好,有效的防治了水土流失。在查阅主体工程设计文件、施工总结、施工监理等资料的基础上,对项目区已实施的水土保持措施进行调查统计,截止 2019 年 6 月本工程水土保持工程措施已经全部实施完毕。

本工程水土保持防治措施工程量如下:

工程措施: 土地平整 8.98hm²; 表土剥离 11300m³; 表土返还 11300m³; 硬化层清除 3000m³; 浆砌石护坡 330m, 道路边沟 330m。

植物措施: 景观绿化 42078 m²; 播撒草籽植被恢复 1.58hm²。

临时措施: 临时播撒草籽 0.58 hm²; 临时绿化 850m²; 临时排水沟 10903m, 临时沉沙池 2 个, 临时苫盖及拆除 129400m²; 钢板桩围堰 37.38m, 临时挡板面积 11001m²。

3.2.2 水土保持防治效果评价

从现场调查可知,场内的永久排水已敷设完成,绿化已进行了植草种树,植被恢复较好。采取的工程防护措施、植物防护措施和临时措施在雨季起到很好的防护作用,采取的植物措施存活率较高,措施实施后绿化区域水土流失明

显得到控制。

4 土壤流失量分析

4.1 各阶段土壤流失量分析

4.1.1 土壤侵蚀强度监测结果与分析

土壤流失量的监测主要包括对土壤侵蚀模数的确定和土壤流失面积的监测。在实际监测过程中，通过定位监测确定各监测区土壤侵蚀模数，并实地监测各监测区不同侵蚀程度的面积，然后计算该区域的土壤流失量。其中，考虑到各不同侵蚀程度面积是个动态变化的变量，在实际计算土壤流失量时选择平均面积作为该侵蚀程度的侵蚀面积。根据土壤流失量监测的主要内容，将从土壤流失量计算方法及其计算方法中重要因子土壤侵蚀模数入手，对本项目各阶段土壤流失量进行计算和分析。

（1）土壤流失量计算方法

通过对定位观测和调查收集到的监测数据按各个防治责任分区进行分类、汇总、整理，利用水土流失面积、侵蚀模数和侵蚀时段计算出各分区水土流失量。

通过定点观测、现场调查监测，对本工程各防治区监测点的土壤流失量进行实测。通过观测数据的汇总、整理和分析，测算施工期各地表扰动类型侵蚀模数，再根据各防治区的占地，测算出本工程施工期各个观测时段土壤流失总量，汇总观测时段的数据，形成年度土壤流失量数据。

土壤流失量计算公式：

$$M_s = F \times K_s \times T$$

式中：

F——水土流失面积（ km^2 ）；

K_s ——水蚀模数（ $\text{t}/\text{km}^2\text{a}$ ）；

T——侵蚀时段（a）。

土壤流失总量计算公式：

$$W = \sum_{j=1}^n W_s \quad W_s = \sum_{s=1}^n M_s$$

W—— 项目区土壤流失总量（t）；

W_s—— 各防治分区土壤流失量（t）；

M_s—— 防治分区分时段土壤流失量。

（2）土壤侵蚀模数分析

1) 原地貌侵蚀模数

项目所在地区多年平均气温为 16.7℃，项目沿线多年平均降雨量 1280.9mm，全年主导风向为北风，平均风速 2.3m/s，无霜期 238d。

项目区植被类型属北亚热带常绿落叶阔叶林带，植物种类繁多，常绿阔叶林和落叶阔叶混交林是全区的典型植被类型。树种资源常见的有 30 余种。其中农田防护林树种有池杉、水杉、榆树、苦楝、柳树、意杨、枫杨、刺槐、泡桐、椿树等，园林绿化树有法桐、雪松、龙白、笔柏、樟树、女贞、桔花、玉兰、合欢、石榴、海桐、夹竹桃、黄杨、扁柏、湿地松；果树种有梨、桃、葡萄、温州蜜桔、苹果、柿、枣、枇杷、草莓、猕猴桃；花卉种类有：月季、玫瑰、杜鹃、茶花、茉莉、文竹及各类草花百余种；土特产有茶叶、黄花菜、桑蚕、木耳等。

本工程监测实施时，工程已经开工建设，原地貌已扰动破坏，本工程的水土流失背景值采取实地详查结合土壤侵蚀分类分级标准，参照本工程水土保持方案，同时咨询当地水行政主管部门和水土保持专家的意见估判的方法得出。本工程水土流失背景值为：高架桥工程区为 160t/km²·a，路基工程区为 350t/km²·a，景观绿化区 100 t/km²·a，临时堆土场为 100t/km²·a，施工便道为 100t/km²·a，施工场地为 170t/km²·a。

2) 施工建设期扰动地表侵蚀模数

施工期是造成水土流失加剧的主要时段，尤其是集中在土建施工期，由于土方开挖加大了地面坡度，改变了植被条件，破坏了土体结构，使土壤可蚀性

指数升高，因此，施工场所根据扰动强度不同，在不采取任何防治措施的情况下致使土壤侵蚀模数较原地貌侵蚀模数显著增加。

由于本项目监测工作委托严重滞后，致使监测单位进场时本项目已处于完工状态，不能及时获取项目建设过程中不同地表扰动类型区的侵蚀模数、扰动土地面积和工程区土壤流失状况等。但为了更好地反映工程建设过程中的水土流失防治措施及效果，本监测方案中建设期监测方法主要采用调查法和遥感法，详见现场照片中遥感调查照片和施工过程照片，借鉴类似工程施工经验，根据收集到的施工资料，推算施工期不同地表扰动类型区的侵蚀模数。各分区建设期扰动地表平均土壤侵蚀模数见表 4-1。

本工程为新建工程，施工过程中水土流失类型以水力侵蚀为主，水土流失形式以面蚀为主，主要流失部位为土方大面积开挖区域，通过调查发现，施工单位并没有及时采取有效的防治措施，如临时苫盖、临时拦挡等临时防护措施，造成开挖裸露区域在雨季水土流失严重，经估算得出高架桥工程施工过程中土壤侵蚀模数为 2030 t/（km²a），土壤侵蚀强度为轻度；路基工程施工过程中土壤侵蚀模数为 3170t/（km²a），土壤侵蚀强度为中度；景观绿化区施工过程中土壤侵蚀模数为 1940t/（km²a），土壤侵蚀强度为轻度；临时堆土场施工过程中土壤侵蚀模数为 2970t/（km²a），土壤侵蚀强度为轻度；施工便道施工过程中土壤侵蚀模数为 1010t/（km²a），土壤侵蚀强度为轻度；施工场地施工过程中土壤侵蚀模数为 770t/（km²a），土壤侵蚀强度为轻度。

表 4-1 施工期监测点土壤侵蚀强度监测成果表

工程分区	监测点 位	监测点 数量	项 目						
			地貌 类型	坡度 (°)	监测 方法	土壤容 重 (g/cm ³)	施工期侵蚀 模数 (t/km ² ·a)	施工期 侵蚀强 度	
主体工程区	高架桥工程	ZXK4+ 440	1	平原区	0~5	调查法	1.45	2030	轻度
	路基工程	ZXK 3+800	1	平原区	0~5	调查法	1.45	3170	中度
	绿化工程	ZXK1+ 860	1	平原区	0~5	调查法	1.45	1940	轻度
临时工程	施工场地	ZXK2+ 795	1	平原区	0~5	调查法	1.45	770	轻度
	施工便道	ZXK1+	1	平原区	0~5	调查法	1.45	1010	轻度

工程分区	监测点位	监测点数量	项 目					
			地貌类型	坡度 (°)	监测方法	土壤容重 (g/cm ³)	施工期侵蚀模数 (t/km ² •a)	施工期侵蚀强度
	460							
临时堆土场	ZXK2+735	1	平原区	0~5	调查法	1.45	2970	中度
合计		6						

(3) 防治措施实施后侵蚀模数

通过各监测分区的监测数据和现场调查结果，结合土壤侵蚀模数实地调查监测、定位监测和本工程后期资料分析，得出本项目在各防治分区各项水土流失防治措施实施后的侵蚀模数取值。本项目各项水土保持措施基本发挥效益后，项目区的平均土壤侵蚀模数达到 300t/km²a，土壤流失控制比为 1.67，项目区生态环境得到了有效改善步入良性循环，水土保持防治效果见自然恢复期现场照片。本项目各分区防治措施实施后平均土壤侵蚀模数取值详见表 4-2。

自然恢复期，高架桥工程、路基工程已实施硬化措施，绿化工程植物措施已落实到位，植被生长良好，覆盖度较高，起到了一定的水土保持作用。通过现场调查，依据该防治区的植被恢复状况，估算得出高架桥工程土壤侵蚀模数为 200t/(km²•a)，土壤侵蚀强度为微度；路基工程土壤侵蚀模数为 200t/(km²•a)，土壤侵蚀强度为微度；景观绿化区工程土壤侵蚀模数为 350t/(km²•a)，土壤侵蚀强度为微度；施工场地土壤侵蚀模数为 450 t/(km²•a)，土壤侵蚀强度为微度；施工便道土壤侵蚀模数为 200 t/(km²•a)，土壤侵蚀强度为微度；临时堆土场土壤侵蚀模数为 350 t/(km²•a)，土壤侵蚀强度为微度。

表 4-2 自然恢复期监测点土壤侵蚀强度监测成果表

工程分区	监测点位	监测点数量	项 目						
			地貌类型	坡度 (°)	监测方法	土壤容重 (g/cm ³)	施工期侵蚀模数 (t/km ² •a)	施工期侵蚀强度	
主体工程区	绿化工程	ZXK1+860	1	平原区	0~5	调查法	1.45	350	轻度
临时工程	施工场地	ZXK2+795	1	平原区	0~5	调查法	1.45	450	轻度
	施工便道	ZXK1+460	1	平原区	0~5	调查法	1.45	200	轻度
	临时堆土场	ZXK2+735	1	平原区	0~5	调查法	1.45	350	轻度
合计			6						

4.1.2 土壤侵蚀面积监测结果与分析

通过现场调阅监理资料，施工期土壤侵蚀面积为 20.52hm²；施工结束后，路基、桥墩区域和施工便道形成了永久占压。施工场地进行建筑物及硬化拆除、迹地清理后进行了绿化。经统计，自然恢复期土壤侵蚀面积为 6.21hm²；主要为工程绿化占地区域和临时占地区域绿化恢复，施工期、自然恢复期各区土壤侵蚀面积详见下表。

表 4-3 各区域施工期和自然恢复期土壤侵蚀面积统计表

侵蚀单元		施工期土壤侵蚀面积 (hm ²)	运行期土壤侵蚀面积 (hm ²)
主体工程区	高架桥工程	4.41	
	道路工程	4.6	
	绿化景观区	4.04	4.04
	小计	13.05	4.04
临时工程	临时堆土场	3.94	0.58
	施工便道	2.53	0.59
	施工场地	1.00	1.00
	小计	7.47	2.17
合计		20.52	6.21

4.1.3 工程土壤流失监测

根据调查相关资料，工程在施工过程中，高架桥工程区对裸露区域采取临时苫盖；路基两侧设置临时挡板，在平整后及时对路基裸露区域采取临时苫盖，在路基两侧设置临时排水沟；施工场地四周设置临时排水沟。施工结束后，种植乔、灌、草进行绿化，这些措施均能有效地防治水土流失。使本工程建设过程水土流失得到了有效的遏制。通过现场调查和量测，施工期施工区域土壤侵蚀强度主要为中度。经统计，墨水湖北路（孟家铺立交~龙阳大道）工程 2016 年 2 月至 2019 年 6 月的施工期共造成土壤流失量 1314t，其中 2016 年流失量为 465t，2017 年流失量为 541t，2018 年流失量为 286t，2019 年流失量为 22t。详见下表。

表 4-4 工程施工期土壤流失动态监测表

侵蚀单元		施工期 土壤侵蚀 面积 (hm ²)	运行期 土壤侵蚀 面积 (hm ²)	原地貌 土壤流 失量 (t)	扰动地表侵蚀单元各年度流失量 (t)					合计
					施工期				自然恢 复期	
					2016	2017	2018	小计	2019	
主体工程区	高架桥工程	4.41		7	90	124	50	264		264
	道路工程	4.6		16	146	197	81	424		424
	绿化景观区	4.04	4.04	4	78	108	43	229	14	243
	小计	13.05	4.04	23	314	429	174	917	14	931
临时工程	临时堆土场	3.94	0.58	4	117	30	30	177	2	179
	施工便道	2.53	0.59	3	26	26	26	78	1	79
	施工场地	1.00	1.00	2	8	56	56	120	5	125
	小计	7.47	2.17	9	151	112	112	375	8	383
合计		20.52	6.21	32	465	541	286	1292	22	1314

4.2 各扰动土地类型土壤流失量分析

通过以上的监测分析，工程建设期间，造成水土流失量最大的是道路工程永久占地区域，主要是道路工程基础开挖、排水沟槽开挖施工扰动强度大、占压地表多且防护难度大。绿化工程占地区域地表裸露，产生水土流失，待主体工程绿化措施实施完毕后，侵蚀模数减小。以上各扰动区域在施工期和自然恢复期在不同程度均会对地表产生扰动，造成水土流失。

5 水土流失防治效果监测结果

5.1 水土流失治理度

根据本工程水土保持监测结果，在工程施工过程中，对于已完工的区域，施工单位进行了土地平整，并进行地面硬化或植被恢复。施工单位在场地内修建了永久的排水设施、并采取了绿化和硬化措施等。本工程水土流失治理达标面积为 20.42hm²，则工程水土流失治理度为 99.5%。

表 5-2 水土流失治理度统计表

工程区域	项目建设区面积 (hm ²)	扰动地表面积 (hm ²)	治理达标面积 (hm ²)	水土流失治理度 (%)
高架桥工程	4.41	4.41	4.41	100.0
道路工程	4.60	4.60	4.60	100.0
景观绿化区	4.04	4.04	4.02	99.5
临时堆土场	3.94	3.94	3.89	98.7
施工便道	2.53	2.53	2.50	98.8
施工场地	1.00	1.00	1.00	100.0
合计	20.52	20.52	20.42	99.5

5.2 土壤流失控制比

本项目位于南方红壤平原区,容许土壤流失量为 500t/km²·a。根据监测，截至 2019 年 6 月，本工程治理措施防护到位，工程措施外观完好，植物长势良好，防治责任范围内各监测点的侵蚀模数达 200~500t/km²·a，经计算，防治责任范围内平均侵蚀模数为 300t/km²·a，水土流失控制比达到 1.67，达到项目区土壤容许侵蚀强度。达到了《防治标准》规定一级防治目标，符合防治目标要求。

5.3 渣土防护率

在施工过程中，本工程累计产生弃渣 59.24 万 m³，根据调查，弃渣运至蔡甸黄陵闸弃土场，弃方在运输、转运、堆放过程中产生一定的流失量，通过监测测量，有效拦挡弃渣 58.35 万 m³，该项工程建设期间拦渣率为 98.50%，达到

防治标准。

5.4 表土保护率

在施工过程中，本工程累计产生表土剥离 1.13 万 m³；根据调查，剥离表土集中堆放在临时堆土场，同时采取临时苫盖和播撒草籽等临时防护措施，有效控制水土流失，通过监测测量，有效保护表土数量 1.12 万 m³；该工程建设期间表土保护率为 99.2%，达到防治标准。

5.5 林草植被恢复率

墨水湖北路（孟家铺立交~龙阳大道）工程扰动地表面积为 20.52hm²，根据各工程区植物措施监测结果，可恢复植被面积为 6.23hm²，工程恢复植被面积为 6.21hm²，林草植被恢复率达到 99.7%，达到水土保持方案中林草植被恢复率的防治目标。各工程区林草植被恢复率数值见下表。

表 5-3 林草植被恢复率统计表

工程分区	项目建设区面积 (hm ²)	可恢复植被面积 (hm ²)	已恢复植被面积 (hm ²)	林草植被恢复率 (%)
高架桥工程	4.41	0.02	0.01	50.0
道路工程	4.60			
景观绿化区	4.04	4.04	4.03	99.8
临时堆土场	3.94	0.58	0.58	100.0
施工便道	2.53	0.59	0.59	100.0
施工场地	1.00	1.00	1.00	100.0
合计	20.52	6.23	6.21	99.7

5.6 林草覆盖率

墨水湖北路（孟家铺立交~龙阳大道）工程在施工过程中扰动各类土地总面积为 20.52hm²；已实施林草植被措施面积 6.21hm²；林草覆盖率为 30.3%。

表 5-4

林草覆盖率统计表

工程分区	项目建设区面积 (hm ²)	已恢复植被面积(hm ²)	林草覆盖率 (%)
高架桥工程	4.41	0.01	0.2
道路工程	4.60		
景观绿化区	4.04	4.03	99.8
临时堆土场	3.94	0.58	14.7
施工便道	2.53	0.59	23.3
施工场地	1.00	1.00	100.0
合计	20.52	6.21	30.3

6 结论

6.1 水土流失动态变化

墨水湖北路（孟家铺立交~龙阳大道）工程水土流失防治责任范围面积 20.52hm²，其中永久占地 18.35hm²，临时占地 2.17hm²。项目施工过程中，优化施工工艺，将施工活动控制在征地范围内，减少了对周边环境影响。

通过实际监测，本项目施工过程中工程实际土石方开挖量 59.24 万 m³，填方量 38.54 万 m³，借方量 18.87 万 m³，弃方量 39.61 万 m³。弃土、弃渣由武汉市龙邦市政工程有限公司运至蔡甸黄陵闸弃土场。

本工程水土流失主要发生道路工程区。根据实地监测数据，结合调查资料计算，2016年2月~2019年6月，项目产生土壤流失总量 1314t，其中：施工期 1292t，试运行期 22t。

截止目前，随着工程区域水土保持措施水保效益的逐渐增强，水土流失量已开始逐渐减少。本工程水土流失治理度达到99.5%，土壤流失控制比达到1.67，渣土防护率达到98.5%，表土保护率达到99.2%，林草植被恢复率达到99.8%，林草覆盖率达到30.3%。达到生产建设项目建设类一级防治标准。

6.2 水土保持措施评价

墨水湖北路（孟家铺立交~龙阳大道）工程建设过程中以工程措施为主、植物措施和临时措施相结合，采取了较为完善的水土流失综合防治体系，其中工程措施完成了土地平整、硬化层清除等措施建设，工程符合设计标准，质量合格，运行效果良好，有效防治了工程建设期间造成的水土流失，具有较强的水土保持功能。植物措施植树、草种选择合理，施工组织有序，植物生长良好，较好地覆盖了地表，植物措施的水土保持功能和景观效果明显。

6.3 存在问题及建议

（1）本项目监测工作滞后，导致工程施工期（2016年2月~2017年6月）水土流失监测数据缺失，无法掌握工程施工准备期及整个施工期水土流失变化规律。

建议：建设单位在工程开工前对水土保持监测工作进行委托，以确保水土保持监测工作与主体工程同时进行。

（2）本工程水土保持方案变更设计报告编制滞后，实际施工过程中只能依托原水保方案措施布设体系进行布设水土保持措施。

建议：建设单位应按照水土保持法律法规及时委托设计单位编制水土保持方案变更报告书，以便施工单位合理、科学布设水土保持措施。

（3）市政道路建设项目施工进度快，扰动情况变化大，监测设施和监测点的布设受到很大制约，这就要求监测人员及时增补、调整监测点，变换监测位置，同时点多多方法、一点多方法（包括桩钉法、侵蚀沟样方量测法、简易径流小区等）以适应工程建设快速变化情况，通过综合分析获得项目不同时期水土流失量。

建议：市政道路建设项目或类似工程水土保持监测过程中，要注意监测方法的灵活变动，综合运用。

6.4 综合结论

根据现场监测可知，本项目建设业主及各参加建设单位对项目建设的水土保持工作给予了充分重视，按照水土保持法律法规的规定，依法编报了水土保持方案报告书和水土保持方案变更报告书，报当地水行政主管部门批准，在施工过程中认真按照水土保持方案中设计落实水土保持防治措施。新增水土流失得到有效控制，完善的水土流失防治体系发挥了保持水土、改善生态环境的作用。

项目在建设期间，各防治分区采取的水土保持措施总体适宜，水土保持工程布局基本合理，基本达到了水土保持方案报告书的要求，施工期因工程建设活动产生了新的水土流失，但通过采取各类水土保持工程措施、植物措施和临时措施，项目建设造成的水土流失大大的减少，目前已完成的防治措施均运行良好，对于防治人为水土流失起到了一定的作用。

本项目完成的水土保持措施有土地平整 8.98hm²；表土剥离 11300m³；表土返还 11300m³；硬化层清除 3000m³；浆砌石护坡 330m，道路边沟 330m；植物措施：景观绿化 42078 m²；播撒草籽植被恢复 1.58hm²；临时播撒草籽 0.58 hm²；临时绿化 850m²；临时排水沟 10903m，临时沉沙池 2 个，临时苫盖及拆除 129400m²；钢板桩围堰 37.38m，临时挡板面积 11001m²。

本项目水土保持措施总体布局基本合理，大部分区域较好的完成了水土保持方案所要求的水土流失防治任务，水土保持设施工程质量总体合格，水土流失得到有效控制，项目区生态环境得到根本改善。

经试运行，水土保持工程措施和植物措施运行情况良好，达到了防治水土流失的目的，整体上已具备较强的水土保持功能，能够满足国家对开发建设项目水土保持的要求。

6.5 水土保持经验总结

（1）雨水管道施工临时堆土是本项目水土流失防治的重点

本项目在 2017 年 4 月进行雨水管道施工，由于管道较长，存在大量挖土及施工完毕后的回填作业，通过回顾性照片监测可以发现，开挖土方未按照水保方案进行集中堆放，未采取临时拦挡、临时沉沙等防护措施，造成大量水土流失。施工单位虽有少量苫盖措施，但不足以从根本上防治流失发生。幸好雨水管道施工时间短，土方回填及时，多余弃土就地就近平整消纳，水土流失虽强度大，但历时短，危害可控，是本项目水土流失防治的重点和难点。

（2）施工裸露区域的临时防护是本项目水土流失治理重点

本项目在 2016 年 2 月路基三通一平工程开始，至 2019 年 6 月绿化工程结束，在长达 41 个月的施工期间，工程局部绿化带施工区域一直处于裸露状态，且裸露时长跨越 2 个雨季，播撒草籽工作未及时落实，局部区域虽采取播撒草籽措施，但是植物防护效果不明显。幸好后期监测单位进场，场内尚存的裸露区域及时得到补栽补种。

（3）从监测单位角度出发，虽然本项目监测工作进场较晚，本项目易发生水土流失的重点、难点、敏感点，如雨水管道土方开挖、桥墩基础作业等施工作业均已在监测进场前发生，但是从自然恢复期监测的总体效果来看，本工程的排水、绿化单项工程完成情况较好，无论是数量还是质量均达到相关要求。