

丹江路铁路下穿涵洞渍水成因及应对措施研究

徐宾鸿 袁云芳 肖夏

襄阳市市政工程设计院有限公司

摘要：铁路下穿涵洞一般地势较低，雨季时周边地势较高处雨水极易汇集至铁路下穿涵洞处，加之周边雨水管网不完善等，易造成涵洞积水。结合丹江路涵洞周边地势、管网等情况，对涵洞渍水成因进行分析，采取应对措施，减少外围降雨地表径流（客水）汇入，加快周边区域雨水管网及收水设施建设。

关键词：下穿涵洞；地形分析；汇水面积；排水设施

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.21.050

引言

2020年6月15日、6月27日、8月13日襄阳市遭遇三次暴雨袭击。6月15日降雨总量达193.8毫米，在农科院观测站观测到的最大小时降雨量达183毫米，属历史极值（水文通报），达到特大暴雨级别；6月27日降雨总量达126毫米，最大小时降雨量达88.7毫米，达到大暴雨级；8月13日降雨总量69.7毫米，最大小时降雨量50.7毫米，达到暴雨级别。

6月15日降水期间，市区共有50个路段和160个小区渍水较重，丹江路涵洞泵站积水深度最高达3.5m。城市排涝能力经受了严峻考验，给人民群众的交通出行和生

产生活带来较大影响。2020年湖北省发布了《湖北省城市补短板强功能工程三年行动实施方案（2020-2022年）》。在实施方案中指出，在三年内，城市易涝点整治全部完成，而铁路涵洞下穿这种地势低洼易积水地段对城市易涝点整治是否成功具有决定性的作用。

铁路涵洞下穿段渍水成因分析，对城市防汛排涝工作具有重要的意义。

一、项目地概况

丹江路铁路涵洞位于襄阳市丹江路与焦柳铁路交汇处，其中丹江路在该处下穿焦柳铁路。周边市政道路主要有前进路、长征路，涵洞周边小区较多，主要有王家台社区、金桥佳苑等，因该处地势低，雨季时极易积水。

二、项目排水设施现状

丹江路铁路涵洞于1971年建有一座老泵站，后经改建，现有功率45KW潜污泵2台，抽排流量为0.44m³/s。

2016年丹江路铁路涵洞排水泵站重新进行设计，在铁路涵洞东、西两侧各新建一座雨水抽排泵站，老泵站不再使用，新建每座泵站设计规模0.6m³/s，总设计规模1.2m³/s。

2019年铁路西侧泵站已建成，东侧暂未实施，目前下穿段雨水由铁路西侧新建泵站与老泵站一起抽排（抽排能力1.04m³/s），均排至前进路d1500mm主管道。

根据2016年5月9日市襄阳市城建委发布的《襄阳市暴雨强度公式及查算图表》，雨水流量采用以下公式进

行计算：

$$Q = \psi q F$$

$$q = 167A / (t + b)^n \text{ (升 / 秒公顷)}$$

式中：Q—雨水设计流量（L/s）；

ψ—径流系数，涵洞段取1；

F—汇水面积（10⁴m²），约1.44公顷。

q—设计暴雨强度（L/s10⁴m²）；

P—设计暴雨重现期，涵洞段取30年；

A—雨力参数。

经查表，P=30时，167A=23190.96；

b—降雨历时修正参数。

经查表，P=30时，b=39.854；

n—暴雨衰减指数。

经查表，P=30时，n=1.002；

t—设计降雨历时（min），取4min；

现状泵站抽排能力1.04m³/s，可容纳1.98公顷范围雨水接入，老泵站由于建成年代比较长，泵机及排水管道老化，出水管道锈蚀渗水，影响泵站排水能力。

三、项目周边区域地形地势分析

（一）项目影响范围地形分析

结合2020年6月15日强降雨影响范围及区域排水分区，本次地形分析范围为长虹路、大李沟、汉江、小清河围合的区域，面积约13.6km²。

根据地形分析，总体地形较为平坦，地势西高东低；场地高程介于57.23~72.48m之间，其中沿江大道局部区域地形高程在70m以上；汉江堤防、铁路线为区域内高点，高程介于68~72m之间，区域雨水均需泵站提升抽排；丹江路涵洞为区域内低点，其高程介于61.021~61.42m之间，排水条件不善；长征路、唐家台巷、大庆路、明晶巷、清河西路、中山后街合围区域为片区内低洼处，其高程介于64.2~65之间。

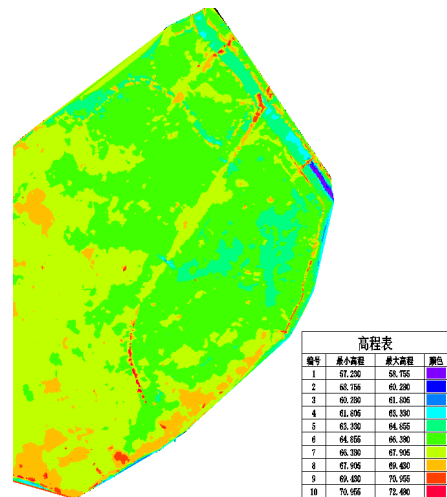


图1 丹江路铁路涵洞周边地形分析图

(二) 涵洞周边道路竖向分析

因铁路涵洞周边道路竖向不合理，导致强降雨时周边部分区域地表径流漫过雨水口，进入U型槽，大大增加了涵洞泵站收水范围，丹江路涵洞周边道路主要有丹江路、长征路及前进路。



图2 丹江路铁路涵洞周边路网分布图

(1) 丹江路

根据现场调查测量，丹江路道路纵坡如下图所示：

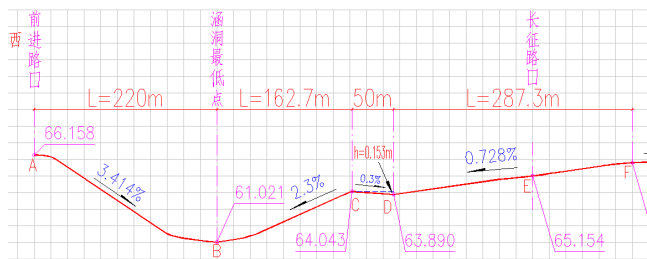


图3 丹江路道路纵坡示意图

涵洞泵站汇水范围为A~C之间区域，但C~D变坡段长度仅50m且坡度较缓，无法有效阻隔东侧来水，当D处积水超过图中h值时，D~F段地表径流将漫流进入涵洞。

(2) 前进路

根据现场调查测量，前进路道路纵坡如下图所示：

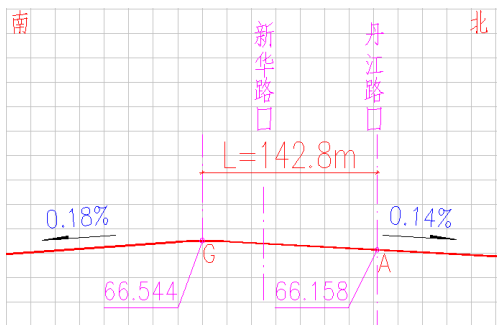
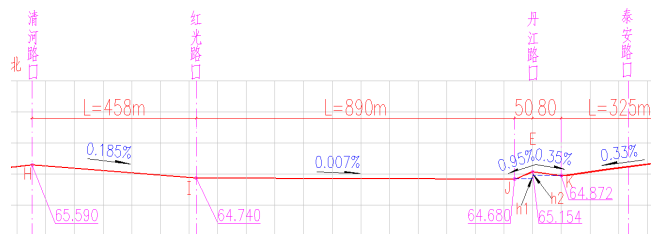


图4 前进路道路纵坡示意图

G~A段及新华路部分路面雨水均可沿前进路通过A点汇入丹江路涵洞。

(3) 长征路

根据现场调查测量，前进路道路纵坡如下图所示：



(图中h1=0.474m, h2=0.282m)

图5 长征路道路纵坡示意图

长征路与丹江路交叉口处向两侧各有一小段变坡段，其中E~K段长80m，E~J段仅50m，无法有效阻隔东侧来水，当J、K处积水分别超过图中h1、h2值时，I~J、L~K段地表径流将漫流进入涵洞。

四、项目实际汇水面积复核

(一) 涵洞积水来源

根据现场调查及涵洞周边道路竖向分析，铁路涵洞汇入雨水主要有三部分：铁路涵洞范围内降水；周边地区地表径流客水汇入；周边道路管涵溢流雨水。

(二) 铁路涵洞汇水范围分析及计算

(1) 周边地区地表径流客水对应面积

根据周边区域地形地势分析可知，北至清河路、南至泰安路、西至前进路、东至长征路以东120m合围范围内除局部较短路段纵坡坡向涵洞外，整体坡向均向涵洞方向，当片区内降雨量超出雨水管道负荷时，地表径流将排往涵洞方向。地表径流客水汇水总面积为F2=24.70ha。

涵洞自身汇水与外围客水汇水范围如下图所示：

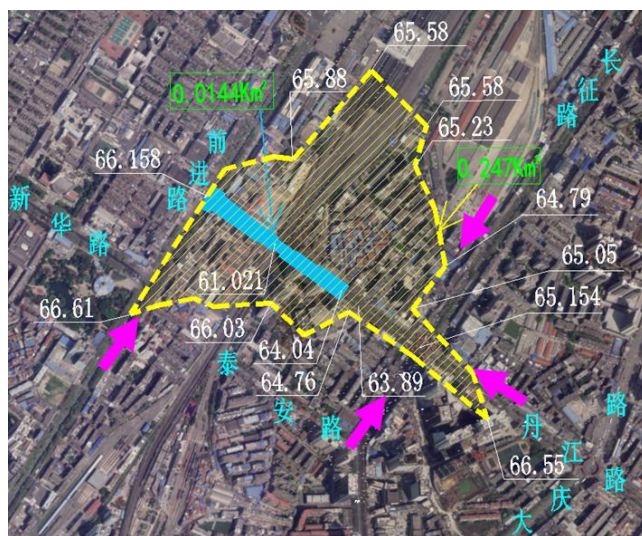


图5 丹江路铁路涵洞汇水面积示意图

(2) 周边道路管涵溢流雨水对应面积

根据现场调查，2020年6月15日强降雨期间涵洞周边前进路（立业路~丹江路）、长征路（泰安路~清

河路)、丹江路(王家台~长征路)积水严重,最高积水深度45~50cm,沿线管道雨水超出其过流能力,超出部分雨水溢流至路面,当积水深度越过道路变坡点时,

雨水将顺地势汇入铁路涵洞等周边地势低洼处。根据测算,产生溢流管段对应的汇水面积如下表所示:

根据上述分析,涵洞周边管涵发生溢流管段对应的

表1 丹江路铁路涵洞汇水面积计算表

管段	管道汇水面积 (ha)	下游现状管道过流能力对应汇水面积 (ha)	溢流部分雨水对应的汇水面积 (ha)	溢流至丹江路涵洞雨水占比	溢流至涵洞雨水对应的汇水面积 (ha)
前进路	155	26.7	128.3	8%	10.26
长征路	84.7	14.1	70.6	6%	4.24
丹江路	3.14	2.77	0.37	95%	0.35
总计	242.84	43.57	199.27	5.81%	14.85

汇水面积 $F_3=14.85\text{ha}$ 。

(3)丹江路涵洞实际汇水面积

根据以上分析,渍水期间铁路涵洞实际最大汇水面积为: $F=F_1+F_2+F_3=1.44+24.70+14.85=40.99\text{ha}$ 。

五、渍水成因

(一) 客观因素

(1)降雨强度远超城市排水防涝标准,是本次渍水严重的主要原因。

表5.1 襄阳市主城区6月15日至6月16日时统计

观测站	降水时长 (h)	降水量 (mm)	小时最大降水量 (mm)	暴雨级别	重现期
朝阳社区	4	135.1	102.4	大暴雨	超百年

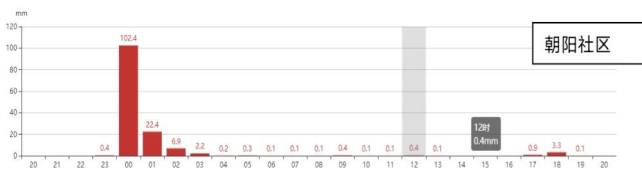


图5.1 24小时逐时降雨量统计 (06.15, 20:00 ~ 06.16, 20:00)

(2)大量客水汇入涵洞,远超涵洞泵站抽排能力。

丹江路铁路涵洞处地势低洼,为区域最低点,周边地势较高处雨水极易顺地势流入铁路涵洞,造成涵洞积水。根据现场调查,6.15~6.17强降雨期间涵洞周边前进路(立业路~丹江路)、长征路(泰安路~清河路)、丹江路(王家台~长征路)积水严重,最高积水深度45~50cm,沿线管道超出其过流能力,超出部分雨水溢流至路面,当积水深度越过道路变坡点时,雨水将顺地势汇入铁路涵洞等周边地势低洼处。根据测算涵洞周边管涵发生溢流管段对应的汇水面积 $F_3=14.85\text{ha}$ 。因此,渍水期间铁路涵洞实际最大汇水面积为: $F=F_1+F_2+F_3=1.44+24.70+14.85=40.99\text{ha}$ 。

(二) 主观因素

丹江路涵洞周边地势较高处排水设施不健全,是造成丹江路涵洞积水的主观因素。

从以上分析可以看出,丹江路铁路涵洞目前泵站抽排量能满足涵洞范围内雨水排放。但因周边小区收排水设施不健全(如王家台社区),局部无收排水管道或排水管道淤积,导致两边小区雨水大量汇入涵洞;同时涵洞周边道路排水系统不完善,管网及泵站排水能力小,导致超出管道排水能力雨水溢流,当道路积水深度超

过变坡点,大量雨水顺地势流入丹江路涵洞。致涵洞实际汇水范围($F=40.99\text{ha}$)远超涵洞泵站自身承雨范围($F=1.44\text{ha}$),大量汇流难以及时排除,造成涵洞长时间渍水。

六、应对措施

针对以上问题,地形因素对丹江路涵洞渍水存在客观及主观两个方面的影响,客观因素取决于城市发展及交通需要,是无法改变的,可从主观因素入手,从根本上解决涵洞的渍水问题。

(1)首先应可能缩减铁路涵洞实际汇水面积,减少外围降雨地表径流(客水)汇入,遵循高水高排、低水低排的原则,加快周边地势较高区域雨水管网及收水设施建设,避免地势较高区域雨水大面积汇入铁路涵洞。

(2)加快下游雨水主管网及泵站排水能力,确保外排通道畅通;与此同时,对铁路涵洞周边外围实际汇水区内雨水口及检查井实施密闭改造,防止管涵内雨水倒灌外溢汇入涵洞。

(3)加强组织应急管理及日常维护管理措施。

加强与气象部门的联系,在大到暴雨来临前及时开启外排泵站,清空区域主管涵积水,腾出容量;加强泵站的维护和管理,专人专管,24小时值班,确保外排泵站(洪沟泵站、迎旭门泵站等)与铁路涵洞泵站联动,极端天气及时抽排,打通雨水外排通道。

参考文献:

[1]《襄阳市暴雨强度公式及查算图表》
 [2]《室外排水设计标准》(GB50014-2021)
 [3]《湖北省城市补短板强功能工程三年行动实施方案(2020-2022年)》