

DOI: 10.20040/j.cnki.1000-7709.2023.20230275

基于实时监测数据的城市内涝成因分析

杨同歆^{1a,1b}, 沈迪^{1a,1b}, 李有明^{1a,2}, 龙岩^{1a,1b}, 武海霞^{1a,1b}, 康爱卿³

(1. 河北工程大学 a. 水利水电学院; b. 河北省智慧水利重点实验室, 河北 邯郸 056038;
2. 北京市勘察设计研究院有限公司, 北京 100038; 3. 中国水利水电科学研究院, 北京 100038)

摘要: 为探究城市内涝的成因,以广州市为例,基于SWMM建立排水模型,并提出了基于实时监测数据的内涝成因分析方法,结合实时监测数据计算内涝点的集水井集水能力、管道过流能力和暴雨产流流量,并根据内涝等级对研究区内涝点进行成因分析,同时针对不同的内涝成因给予对应的内涝措施方案。结果表明,75%场次的内涝成因为地表排水能力不足,57.7%场次的内涝成因为河道水位顶托,44.2%场次的内涝成因为降雨强度过大,管段排水能力不足。

关键词: 内涝;排水模型;内涝成因分析;措施

中图分类号: TU992;TP39

文献标志码: A

文章编号: 1000-7709(2023)12-0085-05

1 引言

广州市位于珠江三角洲的北缘,接近珠江流域下游入海口,地势东高西低,行政管辖范围总面积为7 434.4 km²。全市河流(涌)、河涌共计1 368条,总长5 508.8 km,各地年平均气温在21.5~22.2℃之间,雨水资源丰富,年平均降雨量约1 856 mm,多年平均当地径流深1 091.2 mm,年降水日数约150 d。在高速城市化和气候变化的共同作用下,城市内涝灾害频繁发生^[1],对城市内涝成因已开展了研究。QI W等^[2]采用不同暴雨雨型来表示暴雨强度的时间变化,以此深入分析城市应对不同特征暴雨下的内涝灾害水平;DEVI N N等^[3]综合考虑未来气候变化和城市扩张,评价未来城市发展和降雨增多对内涝的严重影响;MERZ B等^[4]分析极端洪涝产生的原因及影响,认为极端洪涝灾害的发生往往与异常的大气活动和台风路径有关;谢映霞^[5]从城市规划及排水系统规划的角度对城市内涝展开了分析,提出我国城市建设机制和排水系统规划等方面的问题是导致内涝频发的原因;周宏等^[6]从自然、规划、工程、管理四大方面研究了我国城市内涝成因,指出了目前我国在应对内涝方面存在的

不足及迫切需要解决的问题;姜芊孜等^[7]对研究区域内71个内涝点采用回归分析方法,探讨了不同致涝因子与内涝程度的相关性。但模型无法准确、真实地还原城市内涝现场,通过模拟分析的数据精确度仍有待研究。因此,本文以雨水的流向关系为研究基础,概化广州市的管网模型,计算集水井集雨流量、管段过流流量、暴雨产流流量、河道水位线得出内涝成因的判定原则,基于内涝点、井下液位监测站、河道水位站、雨量站的实时监测数据研究了广州市城市积水点的内涝成因,结果可为城市内涝积水防治提供一定的参考。

2 模型概化

本文对广州市增城区和海珠区进行了管网数据处理及管网概化,共得到研究区域内16个内涝点的排水模型,其排水模型概化见图1。各内涝点所属片区的数据概况见表1。

3 内涝成因分析方法

3.1 集水井集雨能力计算

内涝点对应上游集水井雨水篦子规格为40 cm×50 cm(宽×长),其孔口面积为396.566

收稿日期: 2023-02-28, 修回日期: 2023-04-13

基金项目: 河北省创新研究群体项目(E2020402074)

作者简介: 杨同歆(2000-),女,硕士研究生,研究方向为城市内涝,E-mail:2793714715@qq.com

通讯作者: 龙岩(1987-),女,副教授、硕导,研究方向为城市内涝防治,E-mail:hebeilongyan@163.com

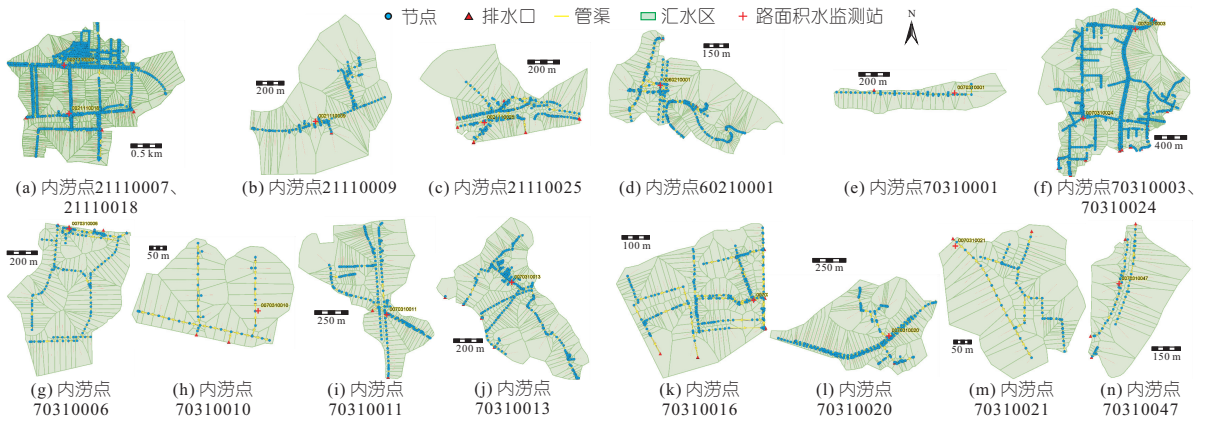


图 1 内涝点排水模型

Fig. 1 Drainage model of waterlogging point

表 1 数据概况

Tab. 1 Section data overview

内涝点	管径 /mm	管段 坡度	管段 材质	房屋面积 /m ²	植被面积 /m ²	路面面积 /m ²	混凝土 面积/m ²	汇水区总 面积/m ²	径流 系数
21110007	1 000	0.03	混凝土	0	0	113 752.90	147 855.00	261 607.86	0.85
21110009	1 000	0.03	混凝土	0	0	30 598.82	0	30 598.82	0.85
21110018	800	0.02	混凝土	0	0	49 808.32	0	49 808.32	0.85
21110025	600	0.00	混凝土	764.61	2 745.58	0	2 050.79	5 560.98	0.51
60210001	1 200	0.02	混凝土	0	0	32 217.57	6 099.25	38 316.82	0.85
70310001	800	0.00	混凝土	28 097.00	0	17 757.37	9 316.21	55 170.57	0.88
70310003	300	0.02	混凝土	0	0	3 983.30	0	3 983.30	0.85
70310006	300	0.00	混凝土	0	0	545.92	0	545.92	0.85
70310010	600	0.04	塑料	11 148.23	3 082.32	9 376.68	8 406.12	32 013.34	0.80
70310011	500	0.01	混凝土	0	0	35 978.98	0	35 978.98	0.85
70310013	400	0.01	混凝土	0	0	5 007.12	0	5 007.12	0.85
70310016	600	0.00	混凝土	2 989.80	0	4 241.84	0	7 231.64	0.87
70310020	600	0.02	混凝土	0	3 956.25	26 297.69	0	14 775.39	0.76
70310021	600	0.00	混凝土	0	732.14	0	4 693.00	14 775.39	0.76
70310024	400	0.00	混凝土	0	5 428.36	28 156.84	0	14 775.39	0.74
70310047	600	0.00	混凝土	0	7 425.53	2 042.41	1 602.55	11 070.48	0.38

cm²,以孔口出流和堰流公式为基础的经验计算公式为:

$$Q_{井} = WC \sqrt{2gh} R \quad (1)$$

式中, $Q_{井}$ 为雨水口集水能力,m³/s; W 为雨水篦子的进水孔口面积,m²; C 为孔口系数,0.8; g 为重力加速度,m/s²; h 为雨水篦子上的水深,0.05 m; R 为孔口堵塞系数,0.66。

可得单个雨水篦子的集水能力约为 0.020 9 m³/s。计算各内涝点上游附近雨水篦子数量,以求算总的雨水下渗能力,即所有集水井的汇水能力。

3.2 管段过流能力计算

针对该内涝点对应的集水井汇入的管段,收集其规格尺寸及过流能力资料。查阅相关排水设计规范^[8],得到混凝土管道、塑料管道的粗糙系数分别为 0.013、0.01,通过曼宁公式、谢才公式求出各内涝点对应下泄管道的过流能力:

$$Q_{管} = K \sqrt{J} \quad (2)$$

$$K = 0.311 7 d^{8/3} / n \quad (3)$$

式中, $Q_{管}$ 为管段过流能力,m³/s; K 为流量模数,m³/s; J 为水力坡度; d 为管径,m; n 为糙率。

3.3 暴雨产流流量计算

针对每个内涝点对应的集水井,依据雨水设计流量计算公式计算某时段的降雨产流流量,即:

$$Q_{产} = q \phi F \quad (4)$$

式中, $Q_{产}$ 为降雨产生的雨水流量,m³/s; q 为暴雨强度,m³/(s·m²); ϕ 为径流系数; F 为汇水区总面积,其中工矿面积全为 0。

3.4 河道水位线计算

将河道视为规则的棱柱形明渠且河道水流为均匀流,因此上下游河道断面流速相等,依据上下游河道水位站距离即可得出平均水力坡度。利用 ArcGIS 计算排水口距上下游河道水位站距离,即可得出所在的排水口河道水位高程,以此判断暴雨内涝期间是否有河水倒灌顶托现象。

4 内涝成因分析

4.1 内涝监测数据概况

采用广州市 2022 年上半年降雨积水数据作为分析内涝成因条件,上半年强降雨集中在 3 月 26 日、4 月 23 日、5 月 12 日、6 月 7 日、6 月 9 日。研究区域内具有井下液位监测站的内涝点共计 44 个,其中 9 个内涝点附近缺少完整的管网数据,7 个内涝点无内涝积水,因 4 月 23 日大暴雨,故分析其余内涝点中该日包括的 16 个内涝点内涝成因。

河道水位站总计 172 个,具备监测数据的河道水位站共计 102 个,采用排水口附近的河道水位站数据。因部分河涌缺少河道水位站,故存在河道水位数据缺失,拟采用插值法对河道水位数据进行预处理,但仍存在部分河涌缺少上下游河道水位站点,对于此类监测条件不完善的内涝点只采用附近最近的河道水位站数据。采用内涝点附近的集水井井下液位数据,但部分井下液位数据存在较大波动出现骤升、骤降、缺测、与实际情况相反等情况。针对以上井下液位数据误差,选择部分积水降雨场次作为研究对象。因广州市实测数据监测频次不固定,拟采用插值法将降雨、内涝积水、井下液位、河道水位数据监测频次处理为 1 min 间隔。

4.2 内涝成因判定原则

以雨水的流向关系为研究基础,基于内涝点、井下液位监测站、河道水位站、雨量站的实时监测数据对城市积水点的内涝成因展开分析。内涝点数据可表明积水产生的时间及积水深度,井下液位数据可表明内涝点附近管段是否处于满管运行状态,河道水位数据及排口高程数据可表明是否存在河道水位顶托现象。

因积水深度小于 0.05 m 的数据量较小且无说服力,故选择当积水检测数据大于认定的内涝阈值 0.05 m 时,根据集水井集雨流量、管段过流流量、暴雨产流流量、管网充满度及河道水位高程对内涝点展开成因分析,内涝成因判别技术路线见图 2。

4.3 内涝成因分析

依据内涝成因分析方法、判定原则和内涝拓扑关系,对广州市 2022 年 3~6 月产生内涝的积水点位展开分析,可得内涝数据分析结果见表 2。由表 2 可知,大部分内涝点对应的汇水管段处于满管状态,且河道水位顶托严重甚至超过集水井的地表高程,其中在 4 月 23 日特大暴雨的情况下,内涝点积水现象严重,极个别内涝点水深达到 0.3 m 以上,造成中度积水。

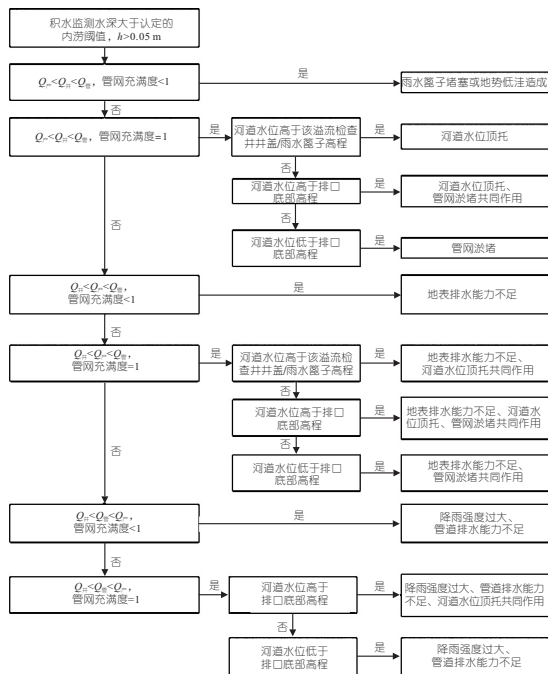


图 2 内涝判别路线图

Fig. 2 Technical route for waterlogging identification

表 2 内涝数据分析结果

Tab. 2 Analysis results of flood data

内涝点	日期	内涝深度/m	井下液位情况	河道水位情况	检查井地表高程	Q井 /m³	Q管 /m³	Q产 /m³
70310001	2022-06-09	0.13	满管	顶托	5.750	0.292	0.724	1.449
70310006	2022-06-09	0.09	满管	顶托	1.860	0.021	0.031	0.013
70310010	2022-06-09	0.25	满管	顶托	2.780	0.292	1.597	0.768
70310011	2022-06-09	0.10	满管	顶托	2.799	0.376	0.396	0.866
70310047	2022-06-09	0.34	满管	顶托	2.120	0.084	0.336	0.154
70310020	2022-06-09	0.13	满管	未顶托	2.977	0.376	0.801	0.318
70310021	2022-06-09	0.07	满管	顶托	5.750	0.125	0.194	0.149
70310024	2022-06-09	0.28	满管	顶托	1.860	0.084	0.093	0.435
70310001	2022-06-07	0.13	满管	未顶托	2.120	0.292	0.724	1.207
70310006	2022-06-07	0.07	满管	顶托	2.250	0.021	0.031	0.012
70310010	2022-06-07	0.28	满管	顶托	8.670	0.292	1.597	0.640
70310021	2022-06-07	0.09	未满管	未顶托	1.690	0.125	0.194	0.223
70310024	2022-06-07	0.05	满管	顶托	2.230	0.084	0.093	0.218
70310001	2022-05-12	0.34	满管	未顶托	2.120	0.292	0.724	1.207
70310006	2022-05-12	0.06	满管	顶托	6.010	0.021	0.031	0.010
70310010	2022-05-12	0.34	满管	顶托	1.640	0.292	1.597	0.640
70310013	2022-05-12	0.08	未满管	顶托	5.750	0.167	0.246	0.092
70310021	2022-05-12	0.06	满管	未顶托	2.799	0.125	0.194	0.205
70310024	2022-05-12	0.18	满管	未顶托	2.930	0.084	0.093	0.290
21110025	2022-04-23	0.19	满管	顶托	2.000	0.167	0.336	0.100
21110009	2022-04-23	0.33	满管	顶托	-0.692	0.251	4.222	0.910
60210001	2022-04-23	0.35	满管	顶托	2.460	0.940	5.374	2.063
21110007	2022-04-23	0.29	满管	顶托	11.740	1.358	3.860	7.783
21110018	2022-04-23	0.17	满管	顶托	0.470	1.002	1.731	1.482
70310001	2022-04-23	0.22	满管	顶托	2.799	0.292	0.724	2.173
70310003	2022-04-23	0.12	满管	顶托	2.930	0.084	0.122	0.135
70310006	2022-04-23	0.30	满管	顶托	2.799	0.021	0.031	0.023
70310010	2022-04-23	0.45	未满管	顶托	8.670	0.292	1.228	1.153
70310011	2022-04-23	0.06	满管	未顶托	2.970	0.376	0.396	1.223
70310016	2022-04-23	0.07	满管	顶托	2.230	0.272	0.275	0.252
70310047	2022-04-23	0.24	未满管	顶托	1.860	0.084	0.336	0.161
70310020	2022-04-23	0.12	满管	未顶托	1.900	0.376	0.801	0.448
70310021	2022-04-23	0.33	满管	未顶托	2.799	0.125	0.194	0.577
70310024	2022-04-23	0.27	满管	顶托	2.930	0.084	0.093	0.435
60210001	2022-03-26	0.05	未满管	顶托	2.460	0.940	5.374	1.194
70310001	2022-03-26	0.11	满管	顶托	2.799	0.292	0.724	1.368
70310006	2022-03-26	0.10	满管	顶托	2.120	0.021	0.031	0.009
70310047	2022-03-26	0.24	满管	顶托	2.230	0.084	0.336	0.126
70310021	2022-03-26	0.07	未满管	未顶托	1.900	0.125	0.194	0.316
70310024	2022-03-26	0.14	满管	未顶托	2.780	0.084	0.093	0.200

依照《室外排水设计规范》(2016 版)^[8]和《城镇内涝防治技术规范》(2017 版)^[9],可将内涝等

级分为 4 个,分别为蓝色风险等级(0~0.15 m)、黄色风险等级(0.15~0.30 m)、橙色风险等级(0.30~0.50 m)、红色风险等级(大于 0.50 m)。将各内涝积水场次按风险等级划分,分析其内涝成因,结果见表 3。

表 3 内涝成因分析

Tab. 3 Analysis of the causes of waterlogging

内涝点	日期	最大暴雨强度 / (mm · h ⁻¹)	积水深度/m	内涝风险等级	内涝成因
60210001	2022-03-26	132	0.05	蓝色	④
70310001	2022-03-26	102	0.11	蓝色	②、④、⑤
70310006	2022-03-26	72	0.10	蓝色	②、③
70310021	2022-03-26	102	0.07	蓝色	④
70310024	2022-03-26	66	0.14	蓝色	④、⑤
70310047	2022-03-26	108	0.24	黄色	②、③、④
70310003	2022-04-23	144	0.12	蓝色	②、④、⑤
70310011	2022-04-23	144	0.06	蓝色	④、⑤
70310016	2022-04-23	144	0.07	蓝色	②、③
70310020	2022-04-23	144	0.12	蓝色	③、④
21110007	2022-04-23	126	0.29	黄色	②、④、⑤
21110018	2022-04-23	126	0.17	黄色	②、③、④
21110025	2022-04-23	126	0.19	黄色	②、③
70310001	2022-04-23	162	0.22	黄色	②、④、⑤
70310006	2022-04-23	180	0.30	黄色	②、③、④
70310024	2022-04-23	144	0.27	黄色	②、④、⑤
70310047	2022-04-23	138	0.24	黄色	④
21110009	2022-04-23	126	0.33	橙色	②
60210001	2022-04-23	228	0.35	橙色	②、③、④
70310010	2022-04-23	162	0.45	橙色	④
70310021	2022-04-23	186	0.33	橙色	④、⑤
70310006	2022-05-12	78	0.06	蓝色	②、③
70310013	2022-05-12	78	0.08	蓝色	①
70310021	2022-05-12	66	0.06	蓝色	④、⑤
70310024	2022-05-12	96	0.18	黄色	④、⑤
70310001	2022-05-12	90	0.34	橙色	④、⑤
70310010	2022-05-12	90	0.34	橙色	②、③、④
70310001	2022-06-07	90	0.13	蓝色	④、⑤
70310006	2022-06-07	96	0.07	蓝色	②、③
70310021	2022-06-07	72	0.09	蓝色	④
70310024	2022-06-07	72	0.05	蓝色	②、④、⑤
70310010	2022-06-07	90	0.28	黄色	②、③、④
70310001	2022-06-09	108	0.13	蓝色	②、④、⑤
70310006	2022-06-09	102	0.09	蓝色	②、③
70310011	2022-06-09	102	0.10	蓝色	②、④、⑤
70310020	2022-06-09	102	0.13	蓝色	③
70310021	2022-06-09	48	0.07	蓝色	②、③、④
70310010	2022-06-09	108	0.25	黄色	②、③、④
70310024	2022-06-09	144	0.28	黄色	②、④、⑤
70310047	2022-06-09	132	0.34	橙色	②、③、④

注:基于内涝成因判定原则,可将内涝积水成因分为 5 点:①雨水篦子堵塞或地势低洼;②河道水位顶托;③管网淤堵;④地表排水能力不足;⑤降雨强度过大,管段排水能力不足。

由表 3 可知,在所有降雨积水场次中,有 75% 场次的内涝成因为地表排水能力不足,结合表 1 可看出,广州市的内涝主要成因为地表排水能力不足,不透水面占比较大,植被面积较少造成各汇水区的径流系数较大,雨水大部分转化为地表径流,超出了雨水口的集水能力上限,从而导致地表漫流严重,在各内涝点处形成积水。其次有 57.7% 场次的内涝成因为河道水位顶托,广州市水系连接珠江,受到珠江的潮位影响,大暴雨期间外江水位倒灌导致城区内排水不畅,从而加重了

广州市的内涝灾害。最后 44.2% 场次的内涝成因为降雨强度过大,管段排水能力不足。通过资料收集分析,大部分广州市排水管道设计标准为 1 年一遇,当降雨重现期超过 1 年一遇后,管段无法容纳该场降雨所产生的径流量,从而无法满足排水需求。

在出现蓝色风险等级的降雨积水场次中,其主要内涝成因为地表排水能力不足和管段排水能力不足,且其平均最大降雨强度达 100 mm/h;在出现黄色风险等级的降雨积水场次中,其主要内涝成因为地表排水能力不足和河道水位顶托,其平均最大降雨强度达 113 mm/h;在出现橙色风险等级的降雨积水场次中,其主要内涝成因为地表排水能力不足和河道水位顶托,平均最大降雨强度达 144 mm/h。

4.4 内涝点改进措施

基于内涝成因分析,对不同降雨情况下的内涝成因应给予对应的改进措施,见图 3。

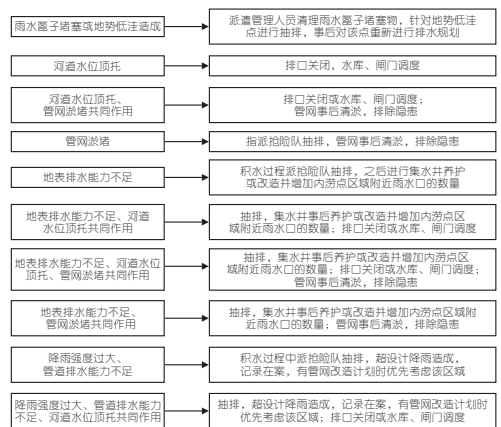


图 3 内涝成因对应措施

Fig. 3 Countermeasures for causes of flooding

此外,应加强雨水的削峰调蓄建设,在内涝点的上游地区设立配套的雨水调蓄池,可在暴雨期间完成对暴雨的储存和调适,在公园绿化改造项目中,可将多余的雨水投入到建设中,不仅可优化环境,还能降低内涝风险。同时应改善管网乱接混接的现象,雨水管与污水管的混接会加重城市排水系统的压力,应根据地域特征对雨污合流管道进行重新规划。汛期期间河道水位顶托现象严重,城市积水无法依靠管网进行外排,应增设泵站并提升泵站排水能力,以此降低内涝风险。

5 结论

a. 广州市大部分内涝点的主要内涝成因为地表排水能力不足、河道水位顶托、管段排水能力不

足,小部分内涝点的内涝成因是雨水篦子堵塞或地势低洼、管网淤堵。

b. 结合城市内涝成因分析体系,给出相应的内涝措施,为广州市城市内涝积水防治提供了一定的参考。

参考文献:

[1] 张爽,杨翠巧,邵薇薇,等. 基于 Mike Urban 的高度城市化地区内涝交通风险分析[J]. 水利水电技术(中英文),2021,52(11):10-18.

[2] QI W, MA C, XU H, et al. Urban flood response analysis for designed rainstorms with different characteristics based on a tracer-aided modeling simulation[J]. Journal of cleaner production, 2022, 355: 131797.

[3] DEVI N N, SRIDHARAN B, KUIRY S N. Impact of urban sprawl on future flooding in Chennai City, India[J]. Journal of hydrology, 2019, 574: 486-496.

[4] MERZ B, BLÖSCHL G, VOROGUSHYN S, et al. Causes, impacts and patterns of disastrous river floods[J]. Nature reviews earth & environment, 2021, 2(9): 592-609.

[5] 谢映霞. 从城市内涝灾害频发看排水规划的发展趋势[J]. 城市规划,2013(2):45-50.

[6] 周宏,刘俊,高成,等. 我国城市内涝防治现状及问题分析[J]. 灾害学,2018,33(3):147-151.

[7] 姜芊孜,李金煜,王广兴. 济南市主城区内涝积水特征及成因分析[J]. 水利规划与设计,2021(3):47-52.

[8] 中华人民共和国住房和城乡建设部,中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 室外排水设计规范(2016 版):GB 50014-2006[S]. 北京:中国计划出版社,2016.

[9] 中华人民共和国住房和城乡建设部,中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 城镇内涝防治技术规范(2017 版):GB 51222-2017[S]. 北京:中国计划出版社,2017.

Analysis of Causes of Waterlogging Based on Real-time Monitoring Data

YANG Tong-xin^{1a,1b}, SHEN Di^{1a,1b}, LI You-ming^{1a,2}, LONG Yan^{1a,1b}, WU Hai-xia^{1a,1b}, KANG Ai-qing³
(1a. School of Water Conservancy and Hydroelectric Power; 1b. Hebei Key Laboratory of Intelligent Water Conservancy, Hebei University of Engineering, Handan 056038, China; 2. BGI Engineering Consultants LTD., Beijing 100038, China; 3. China Institute of Water Resources and Hydropower Research, Beijing 100038, China)

Abstract: In order to explore the causes of urban waterlogging, taking Guangzhou as an example, a drainage model was established based on SWMM. A waterlogging cause analysis method based on real-time monitoring data was proposed. Combining with the real-time monitoring data, the water-collecting capacity of water-logging points, the flow capacity of pipeline and the runoff generated by rainstorm were calculated. At the same time, the corresponding waterlogging measures were given according to different waterlogging causes. The results show that 75% of waterlogging cases involved insufficient surface drainage capacity, 57.7% of waterlogging cases involved watercourse top support, and 44.2% of waterlogging cases involved excessive rainfall intensity and insufficient pipe drainage capacity.

Key words: waterlogging; drainage model; analysis of causes of waterlogging; measures

(上接第 92 页)

[6] 齐银峰. BP 神经网络在大坝变形分析中的应用及改进[D]. 昆明:昆明理工大学, 2017.

[7] WEI W, GU C, FU X, et al. Processing method of missing data in dam safety monitoring[J]. Mathematical problems in engineering, 2021, 2021: 9950874.

[8] ZHANG X, LI J. Treatment of errors in dam safety monitoring data[J]. IOP conference series: earth and environmental science, 2019,304(4):042021.

[9] 付拥军,李明理,张霞. 改进遗传神经网络的大坝渗流监测模型[J]. 山西建筑,2014,40(8): 243-244.

[10] 武晓炜. 基于 BP-GA 的渗流多目标动态反演与大坝渗流安全研究[D]. 武汉:武汉理工大学, 2019.

[11] ZHANG W, ZHENG D J, WANG C C. The application of neural network in dam safety monitoring[J]. Multi-functional materials and structures engineering, ICMMSE2011, 2011,304:84.

[12] 黄振东. 遗传算法在土石坝渗流监控模型应用研究[D]. 南昌:南昌工程学院, 2020.

[13] 李晓东,徐文兵. 基于 PSO-BP 神经网络的北江大堤渗流预测模型[J]. 广东水利水电,2021(12):16-24.

[14] 张鑫,王冬利,李琦,等. 基于改进粒子群算法的坝体位移监控模型[J]. 水利与建筑工程学报, 2012,10(1): 155-159.

[15] LU Q, WANG X, YU K. Research on evaluation factors of intelligent level of dam safety monitoring system[J]. IOP conference series: materials science and engineering, 2020,790:012147.

Research on Seepage Prediction of Earth and Rockfill Dams Based on PSO-BP Model

HU Meng-fan, OU Bin, ZHANG Cai-yi, WANG Chun-hua, FU Shu-yan
(School of Water Conservancy, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China)

Abstract: Aiming at the shortcomings of slow convergence and easily falling into the local minimum in the learning process for the traditional BP neural network, particle swarm algorithm with fast convergence speed and strong global optimization ability was introduced so as to establish the PSO-BP model. Taking the seepage monitoring data of an earth and rockfill dam as an example, the seepage was predicted. Compared with the prediction model, the BP model and the traditional statistical regression model, the results show that the PSO-BP model has a higher goodness-of-fit and convergence.

Key words: earth and rockfill dam; seepage prediction; BP neural network; particle swarm algorithm