

文章编号:1673-8411 (2014) 04-0044-06

厦门市城市内涝成因研究与对策分析

施 斯¹, 林开平^{1,2}, 陈荣让³, 陈刘凤¹

(1.广西师范学院, 广西 南宁 530001; 2.广西区气象台, 广西 南宁 530022;

3.厦门市气象局, 福建 厦门 530022)

摘要:以2013年的台风“西马仑”带来的大范围暴雨过程导致厦门市出现严重的内涝为例,研究了暴雨、降水强度、土壤含水量、潮水顶托、地面硬化、排水管网的质量及淤积等综合因素对厦门内涝的影响,并提出厦门市城市内涝综合防御治理对策。

关键词:城市内涝;城市规划;成因分析;防御对策

中图分类号:S42

文献标识码:A

Xiamen city analysis and Countermeasure of water logging

Shisi¹, Lin Kaiping^{1,2}, Chen Liufeng¹, Chen Rongrang³

(1.Guangxi Teachers Education University College of geography and planning, Nanning, Guangxi, 530001;

2.The Guangxi District Meteorological Observatory, Nanning Guangxi, 530022;

3.The Xiamen Meteorological Bureau, Xiamen Fujian, 530022)

Abstract: As the island city of Xiamen, the scale of strong precipitation and mesoscale rainstorm can also lead to water-logging in city, traffic paralysis, landslides and other disasters, cause large property damage and some of the personnel casualty. Take in 2013 typhoon " Cimarron " as an example, it would bring the large range heavy rain process leads to serious water-logging in Xiamen city, by studies the influence of rainstorm, rainfall intensity, soil moisture, tidal backwater, surface hardening, the quality of drainage network and deposition of comprehensive factors on Xiamen water-logging. And put forward Xiamen City water-logging comprehensive prevention countermeasures.

Keywords: City water-logging; city planning; cause analysis; defense strategy

1 引言

中国是世界上自然灾害频发、灾害种类繁多的国家之一,每年因为自然灾害造成的人员伤亡和财产损失令人触目惊心。在所有自然灾害中,气象灾害的发生数量最多,占总数的70%以上^[1]。研究表明,在全球气候变暖的大背景下,极端天气气候事件具有强度更强、频率更大,造成的气象灾害损失更重的趋势。

城市内涝是指由于强降水超过城市排水能力,排水不畅致使城市内产生积水灾害的现象^[2]。近些年美国沿海岸各州由于超强飓风影响给城市造成的

严重洪水灾害、1998年发生在我国南北方的重要江河流域的特大洪水给城市造成的灾害以及2012年7月21日北京出现的大暴雨等,给人民的生命财产安全带来严重的危机。城市内涝问题已经成为国内许多大城市的顽疾,人们甚至对此产生无形的恐惧心理,因而研究城市内涝具有非常重要的现实意义^[3]。

本文分析中国东南沿海海岛型城市——厦门市2013年城市内涝致灾原因,并针对城市化进程中,如何防御城市内涝对城市的影响,提出一定的防治对策,为政府决策提供参考意见。

收稿日期:2014-09-06

基金项目:广西自然科学基金(2011GXNSFE018006,桂科自0832190,0991208)。

作者简介:施斯(1987-),女,在读硕士生,E-mail:505130221@qq.com。

通讯作者:林开平(1960-),男,教授级高级工程师,硕士生导师,E-mail:linkp0305@aliyun.com。

2 厦门市内涝概况与灾情

厦门市位于福建省东南沿海,属亚热带气候,受东亚夏季西南季风的影响,降水充沛,年平均降水量1300mm左右。厦门主要的降水集中在5-9月份,其中5-6月份为前汛期降水,主要是受西风带系统如锋面、高空槽、切变线的影响,而7-9月份为后汛期,主要是受台风、热带辐合带等系统的影响。厦门平均每年受4-5个台风的影响。由于厦门地处东南沿海,常受到西太平洋台风和南海台风的正面袭击,其所带来的狂风骤雨往往造成厦门这种海岛型城市的内涝。从气候统计来看,后汛期是厦门市降水量最为集中的月份,因而也是厦门城市内涝最易发生的时期。

近年来,厦门市城市内涝问题越来越突出,2010年5月23日凌晨厦门地区突降大暴雨,位于沿海低洼地带的何厝、岭兜、前村等社区出现严重内涝,街道和数十栋民宅、工厂、店面被淹,最深水位高达2.7米,转移了500余名被困家中的群众。

2013年5月16日,受低层切变和冷空气的共同影响,厦门出现大暴雨天气,其中厦门翔安区大嶝镇更是出现特大暴雨,日降水量达259.5mm。受其影响,全市多处地下通道、隧道、低洼地带以及车库等出现严重积水。暴雨内涝导致了5人死亡,直接经济损失逾2500万元。

2013年7月份,厦门接连受到第7号超强台风“苏力”和第8号台风“西马仑”的影响,厦门市出现了严重的内涝。当超强台风“苏力”影响时,厦门市各地均普降暴雨到大暴雨。部分城区的降雨量超过200mm。之后不到一个星期,台风“西马仑”紧接着袭击厦门市,再次给厦门市带来了暴雨-大暴雨天气过程,部分城区的日降水量达100mm以上。两次台风暴雨产生的叠加效应,使原本已不堪重负的厦门排涝系统彻底瘫痪,导致全市许多地方一片汪洋,道路中断,交通拥堵,许多民房、店面、车库包括厦门大学校区、图书馆等被淹。据厦门市防汛办不完全统计,两次台风暴雨导致城市内涝灾害的直接经济损失已超过3亿元。下面以2013年7月份台风“西马仑”带来的暴雨过程造成厦门出现严重的内涝为例对其气象成因和其他方面的成因进行详细分析。

3 厦门市城市内涝的气象成因分析

从多年厦门市洪涝灾害情况分析,大范围的

暴雨过程是主要的因素。造成厦门出现严重的内涝往往都是在有大范围暴雨的背景下,市区的部分地区又出现了强度很大的短时强降水,所产生的径流大大超过了城市的排洪能力所致。以2013年7月造成厦门市出现严重内涝灾害的台风“西马仑”为例,对其环流形势、带来的暴雨过程和短时强降水进行分析。

3.1 环流形势与天气系统分析

7月16日20时,在菲律宾东部近海有热带低压形成,并向西北偏北方向移动,擦过菲律宾东部沿海地区进入南海北部。17日08时加强为热带风暴,之后继续往偏西北方向移动,强度有所加强。18日6时之后,“西马仑”往偏北方向移动(图1),在福建省东南部沿海漳浦附近登陆,登陆时最大风力有8级。由500hPa天气图(图略)上可以看到,7月17-19日,西太平洋副热带高压位置偏东,西脊点位于125°E以东,并呈方头状,有利于“西马仑”向西北偏北或向偏北方向移动。从相应的卫星云图可以(图略)看出,除了台风“西马仑”的云系外,在南海中北部也有一个发展较为旺盛的热带云团存在,阻挡了西南季风向“西马仑”输送水汽的通道,使“西马仑”的强度没有获得明显的发展。

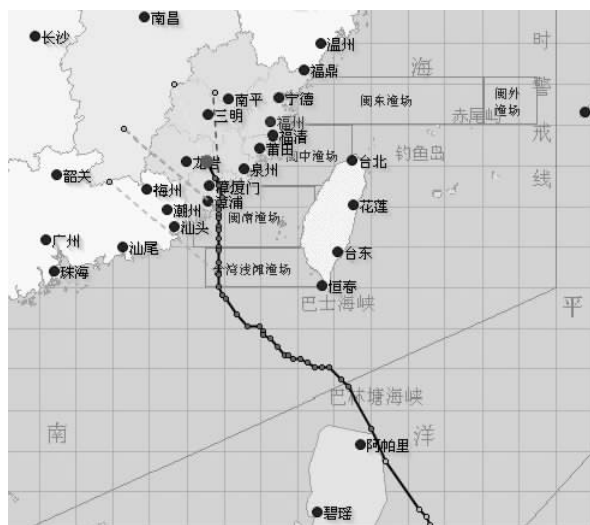


图1 台风“西马仑”的路径图

3.2 大范围暴雨过程分析

2013年7月中旬,台风“西马仑”在闽南沿海漳浦一带登陆,给闽南、闽东地区带来了一次严重的风雨天气过程,作为海岛城市的厦门首当其中,全市普遍出现了暴雨到大暴雨。图2给出了7月18日08时-20日08时厦门市各地的降水分布图。从图中可

以看到, 最强降水出现在厦门市的东部和南部, 海沧、黄厝等地的雨量达到了 200mm 以上, 全市过程最大雨量出现在海沧区后井, 达到了 374.7mm。从 19 日的 24 小时的降水分析(图略), 厦门气象局观测站的降水量为 164.9mm, 达大暴雨量级, 为历史同期日降水第三多记录; 鼓浪屿西自动站当日的降水量更是达到 246.9mm, 几乎达到了特大暴雨量级。超强、超密、超长的降雨让厦门城市行洪能力几近崩溃, 是造成此次内涝最直接的原因。

“苏力”、“西马伦”先后影响厦门。“苏力”首先给厦门带来了大范围的暴雨过程(图 3), 13 日 00 时至 14 日 20 时厦门站的降水量达到了 202.6mm, 同安站为 164.5mm, 全市最大雨量在同安区的汪前, 达到了 267.0mm。“苏力”的强降雨和接连的阴雨天让厦门市土壤、绿地、水塘湖泊等自然地表的含水蓄水量饱和, 而“西马伦”随后带来的强降雨形成的叠加效应, 使城市区域蓄洪功能突破临界点, 从而给厦门市局部地区带来严重的内涝灾害。

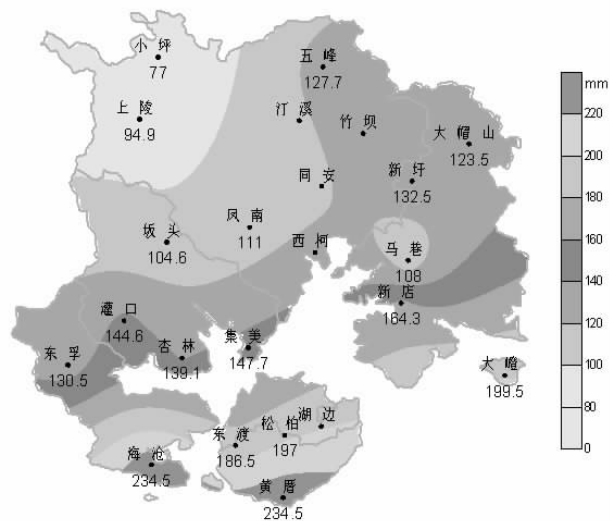


图 2 2013 年 7 月 18 日 20 时-20 日 08 时厦门降水分布图

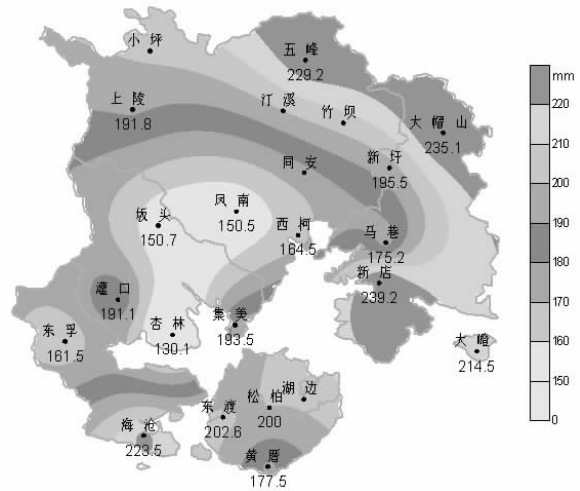


图 3 13 日 00 时-至 14 日 20 时厦门降水分布图

3.2 中尺度强降水分析

从厦门市的逐小时自动雨量观测数据分析, “西马伦”的降水具有明显的中尺度特征, 如大嶼在 19 日 02 时到 19 日 22 时的 20 个小时内, 就在 19 日 02 时、19 日 04-06 时、19 日 18 时、19 日 22 时分别出现了 4 次小时降雨量都在 25mm 以上的中尺度暴雨(图略)。从其他自动站的逐小时降水情况分析, 厦门市各地中尺度降水特征类似, 降水强度强, 雨量集中。厦门市大部分的自动站小时雨量都达到 30mm/hr 以上, 最强小时雨强达到 59.6mm/hr(新店 19 日 02 时)。

主要的降水时段出现在 18 日 23 时-05 时, 如海沧在这短短的 6 个小时内, 降水量就达到 172mm。

中尺度暴雨是这次厦门内涝的最直接的成因。

4 厦门市城市内涝的其它致灾成因分析

4.1 台风接连影响, 土壤含水饱和

2013 年 7 月中旬, 在一个星期内就有两个台风

4.2 筭筭湖排水设计落后加之潮水顶托影响排涝

筭筭湖在厦门市防涝体系中, 起到汇集城市积水, 并向海里排放的重要作用。筭筭湖排洪主要靠两个办法, 一是利用自然潮差, 在每天两次退潮的时候让湖水自行排入海中; 另一个就是靠筭筭湖排洪泵站的抽水泵强排。利用退潮排洪, 每小时可将水位降低约 15 厘米。但如果遇到潮位偏高, 或强降雨恰逢涨潮, 只能靠排洪泵站强排。筭筭湖排洪泵站位于西堤南端西侧、筭筭污水厂的南面, 是一座由 9 台抽水泵组成的大型排洪泵站。泵站建于 1997 年, 每秒可排洪 40 立方米, 一个小时可以把筭筭湖的水位降低 10 厘米。泵站的防洪标准为可抵御 50 年一遇降雨, 而此次降雨却为百年一遇。

加之 18 日潮位日均高度达到了 3.24 米, 其最低潮位都在 1 米以上, 为防止海水倒灌, 筭筭湖根本无法开闸泄洪。19 日日均潮位 3.2 米, 从凌晨到中午时均潮位 3.37 米, 筭筭湖附近滨北、滨南和莲花等区域的雨水涌入湖内后, 只能通过 9 台大功率的抽水机排出, 其行洪能力大打折扣。导致了筭筭湖附近湖水溢出, 加重了厦门市内涝情况。

4.3 城市综合条件的影响

厦门岛的原始地形是“二峡二湾”的“蝶形”海岛(图4), 设立特区后, 大规模的城市建设, 大量侵蚀海湾面积, 使之成了城市建设用地, 以岛上的马銮湾为例: 马銮湾原有水域面积 17km^2 , 1960 年海堤建成后与外海隔断逐渐成为一个与外界没有水交换的封闭水体, 后又因为水产养殖的快速发展, 现存水域面积仅 3.36km^2 ^[4]。而狐尾山与万石山之间低洼地区往往是雨洪汇集之处, 但该地区恰恰也是厦门城市建设重点区域, 因此, 特殊的地形地貌和有限的城建土地使厦门市的一些地方易形成内涝。



图4 厦门市20年代地形图

4.4 城市发展过快, 下垫面改变剧烈

作为海岛型城市的厦门, 近几年来进行着超强度的开发, 按厦门岛环境和空间承载能力, 规划适宜的城市人口应控制在100万左右, 但实际数据显示厦门岛内居住人口已达204万。人为扩大城市的开发区域, 全岛进行大规模的开发建设, 可供排水滞洪的生态湿地, 自然绿地及滞洪区等面积被大量削减, 从1981年到2005年, 厦门城市用地面积从14平方公里扩大到126.5平方公里, 厦门市城市建设面积扩大8倍。

以筓筓湖为例, 原来的筓筓湖是一个海湾, 不存在内涝的问题。后来将筓筓湖围海填埋成人工湖泊, 现作为岛内唯一的人工湖, 承担着1/3的排洪任务。其原来的历史面积有 10km^2 , 现今水域面积 1.5km^2 , 蓄洪能力大大减弱。

大面积的城市扩张使原有的农田变成市区, 城外的行洪河道变成市内的排水沟渠, 加重了防洪负担, 还往往造成水土流失加剧和局部水系紊乱。

4.5 地下空间缺乏相应的防涝建设

由于厦门市的建设用地非常有限, 为了满足城

市发展的需求, 厦门市把大量地下空间开发成为地下商场与地下停车库, 此次的内涝重灾区, 大量地下车库被淹, 居民损失惨重。在新规划出台前, 对车库的建设并没有硬性规定要使用预防雨水倒灌的设计, 导致之前的很多车库, 入口平平、和路面相连, 没有做任何防涝措施, 一旦大雨, 积水很容易灌入车库, 造成车辆的破坏。比如此次内涝区内, 中山医院地下车库入口处建有一个立坡, 能有效阻止雨水进入车库, 反之, 基金大厦的地下车库入口与地面持平相连, 结果就被淹了。

而此次内涝中被淹的下穿通道, 多是建设之初未充分考虑排水要求, 对周边情况和通道积水不够重视, 没有预见性。一旦被淹, 导致道路中断, 通道内车辆被淹, 给居民的出行造成不便, 更有甚者危害居民生命财产安全。

4.6 排水管网的质量及淤积问题

给排水管道不像其他建筑, 其质量检验难度较大, 由于管线埋在地下, 其设计施工监督比较困难, 只有在出现多年一遇的暴雨时候才能证明工程质量的好坏^[5]。

部分河道与排水管网淤塞, 人为导致城市防洪排涝能力下降。岛内防洪排涝区被分为16个区域, 大部分已服役十多年, 有的甚至二三十年, 长期的雨污水排放, 导致目前岛内排洪沟的淤积现象十分普遍, 有的淤积已达65%–78%。排洪沟是否通畅, 直接影响雨水的“消化”和城市行洪能力。多数排洪沟的淤积, 和造成这次城市内涝的形成不无关系。

5 厦门市城市内涝综合防御治理对策

5.1 提高强化气象科学研究和技术创新, 进一步完善监测预报及气象灾害预警系统

随着气象灾害的多发性和异常性日益突出, 做好气象灾害预测预警的气象服务成为当务之急^[6]。厦门城市内涝的原因中, 连续的强降雨是主要成灾因素。因此对极端天气的预报与监测是非常重要的防御手段。对此加快气象科技创新体系建设, 切实加强气象灾害发生机理、预报和防御等科学技术研究, 大力发展数值天气预报模式和气候系统模式, 可以提高气象灾害监测和预报技术的自主创新实力, 提高气象防灾减灾的科技支撑能力; 健全气象灾害监测系统, 从硬件上提升对气象灾害的预报预警能力; 气象灾害发生前和发生时能及时向公众发布预警; 加强与其他部门的沟通与协调, 做好灾害应急服务。

这些将成为厦门应对未来气象灾害的必要措施^[7]。

5.3 培养综合型的防治城市气象灾害的人才

城市气象灾害的防治是一项综合性质的工作,需要具备多方面知识的人才来进行治理,因此政府必须重视人才的培养和引入。要规划建设一支规模适度、结构优化、素质优良的应对城市气象灾害的专门人才队伍。可以实施青年英才培养计划,定向培养相关的人才,也可以从基层开展大规模的培训工作,提升人才素质,为防治城市气象灾害提供知识储备基础。

5.4 科学制定厦门市城市排水标准

任何城市的排水措施,都只能在一定经济技术保障下防御一定程度的内涝,无论怎样制定防御标准,理论上都有可能出现超出防御标准的情况^[8]。

标准定得过高,不但不经济,而且也不可能完全实施;反之,假如设计标准越低,城市被淹的可能性就越大,生命财产遭受巨大损失的概率也就越高。因此,如何在高标准和投资效益之间找到一个合理的平衡点,直接影响着能否制定一个科学合理的防御标准^[9]。

现在厦门执行标准的情况是,80年代老城区还是沿用从前的标准,新城区使用《城市排水工程规划规范》(GB50318,2000)和《室外排水设计规范》(GB50014,2011)。这几次内涝的地点多数集中在老城区,如位于曾经开元区的明发商业广场,厦门大学等。

因此科学制定厦门城市的排水标准成了厦门市防御城市内涝需要迫切解决的问题之一。

5.5 科学制定城市规划建设方案

城市建设,规划先行。要科学的制定城市规划建设方案,在规划中要注意:1、要提高认识,特别是在应对城市自然灾害方面,需要管理和建设者有更多的忧患意识,要秉持适应自然,而不是改造自然的态度来进行城市建设;2、在新区规划中避免出现“摊大饼”式的规划。依靠自然形成的天然河沟水渠,充分组织好顺畅的排洪通道;3、在城市竖向设计中,对于全抬高或设立滞洪区方案必须慎重,要考虑多项最不利因素相互叠加的影响;4、在城市建设过程中,要更多采取生态方式组织建设。历史形成的冲沟,不能随意更改或填埋。必须充分利用自然形成的低地、水塘、湿地作为滞洪区、蓄洪区。

以角滨路至中山医院一带为例,该地区屡遭内涝,其原因之一是早期在建设该区时为了经济而使

用的是滞洪区方案,没有采用全抬高。当滞洪区的水位上升到其高度时,自然就产生内涝现象。其二是该地区建筑非常密集,且一些高楼大厦为了取得通风、取景、日晒等最佳效果,会采用错位的方式,造成能够直接排入滞洪区的水无法通行,造成了城区的积水内涝。

6 小结

(1)由于城市规划和特殊的地形地貌等原因,在一定的气象条件和潮水的共同作用下,作为海岛城市的厦门也会出现严重的内涝灾害,对人民的生命财产安全构成了严重的威胁,给群众的生产生活和出行造成了严重的影响。

(2)台风“苏力”、“西马伦”的接连影响,“西马伦”带来的大范围的暴雨是造成厦门市2013年的“7.19”严重内涝的主要成因,而降水强度大,降水量集中的中尺度暴雨则是这次严重内涝的直接原因。

(3)筼筹湖排水设计落后加之潮水顶托影响排涝,也是这次严重内涝的重要原因之一。此外,城市综合条件的影响,城市发展过快、下垫面改变剧烈,地下空间缺乏相应的防涝建设,排水管网的质量及淤积问题等都是在造成这次严重内涝的重要因素。

(4)提高强化气象科学研究和技术创新,进一步完善监测及气象灾害预警系统,及时向相关部门和公众发布各种气象预警信息,提高公众对城市内涝的风险防范意识;科学制定厦门市城市排水标准和城市规划方案,对厦门市的排水管道进行科学的改造,及时进行清淤等措施,可以有效地防御或减轻严重内涝带来的损失和影响。

参考文献:

- [1] 王迎春,郑大玮,李青春.城市气象灾害[M].北京:气象出版社,2009:69,233.
- [2] 蒋运志,陈宙国,范方福.气象研究与应用[J].2012(A02):80-81.
- [3] Howard L. Climate of London deduced from meteorological observation[M]. London: Harvey and Darton, 1833.
- [4] 樊正球,王祥荣,王平建,王寿兵,朱俊.厦门马銮湾地区生态环境现状分析及其功能区划[J].复旦学报(自然科学版)2004,43(4):657-662.
- [5] 叶斌,盛代林,门小瑜.城市内涝的成因及其对策[J].水利经济,2010,28(4):62-65.
- [6] 赵秀英,肖盛,黄凯.浅谈如何加强气象灾害防御提

(下转第57页)

.....
(上接第 48 页)

- 高服务能力 [J]. 气象研究与应用, 2011, 32 (S2): 132-133.
- [7] 刘中花, 余 勤, 陆承相. 浅谈百色市气象应急管理工作 [J]. 气象研究与应用, 2011, 32 (1): 102-106.
- [8] 黄常斌. 城市防洪排涝标准探讨 [J]. 水利科学, 2009 (4): 60-61.
- [9] 王文远. 国内外城市排水系统的回顾与展望 [J]. 水利水电科技进展, 1997, 17 (6): 9-11.
- [9] 张维, 欧阳里程. 广州城市内涝成因及防治对策 [J]. 广东气象, 2011, 33 (3): 49-53.
- [10] 徐祥德, 汤绪等. 城市化环境气象学引论 [M]. 北京: 气象出版社, 2002: 121-138.