

上海市防汛移动泵车配置与调度优化策略

郑健欣

(上海市排水管理事务中心, 上海市 200001)

摘要: 随着全球气候变化和城市化进程的加速, 极端天气事件频发, 尤其是暴雨引发的城市内涝问题日益严重。上海市作为超大城市, 其防汛工作显得尤为重要。防汛移动泵车作为快速响应、高效排水的关键设备, 在上海市防汛工作中发挥着不可替代的作用。梳理了上海市移动泵车和调度平台的配置情况, 基于上海市近年来防御台风“贝碧嘉”“普拉桑”和“康妮”的防汛经验, 系统分析了移动泵车在上海市防汛工作中的作用和存在的问题, 并提出了相应的优化策略, 为提升上海市防汛排水能力提供参考。

关键词: 内涝; 防汛移动泵车; 移动泵排能力; 调度; 台风防御

中图分类号: TV877

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2025)06-0221-05

Configuration and Dispatching Optimization Strategies of Flood-control Mobile Pump Trucks in Shanghai

TAN Jianxin

(Shanghai Municipal Drainage Administration, Shanghai 200001, China)

Abstract: With the acceleration of global climate change and urbanization, the extreme weather events occur frequently. In particular, the urban waterlogging problems triggered by heavy rainfall are becoming increasingly severe. As a megacity, the flood control work of Shanghai is the utmost important. Mobile flood control pump trucks as key equipment for rapid response and efficient drainage play an irreplaceable role in the flood control efforts of Shanghai. The configuration of mobile pump trucks and dispatching platforms in Shanghai is reviewed. Based on the flood control experiences of Shanghai in recent years during the defense against typhoons “Bebinca”, “Prasin” and “Kong-rey”, the functions and existing problems of mobile pump trucks in the flood control work of Shanghai are systematically analyzed, and the corresponding optimization strategies are put forward to provide references for enhancing the flood control and drainage capabilities in Shanghai.

Keywords: waterlogging; flood-control mobile pump truck; dispatching; typhoon defense

0 引言

上海市位于长江三角洲前缘, 地势低平, 平均海拔约4 m, 属典型平原河网地区, 其特殊的地理位置与气候条件使其极易遭受台风、暴雨等极端天气侵袭, 城市内涝问题频发。在应对极端天气时, 防汛工作具有重要意义^[1-2]。近年来, 全球气候变化加剧, 极端天气事件愈发频繁, 给上海市防汛工作带来巨大挑战^[3]。

移动防汛泵^[4-5]作为城市防汛排水的重要设备, 具有机动性强、排水效率高、适应范围广等显著优势, 在应对城市洪水等紧急情况方面发挥着重要作用。

市场上现有的移动泵车类型多样, 有自吸式^[6]、潜水泵式^[7]、液压泵式^[8]、远程控制子母式^[9]等。

自吸式泵车应用广泛, 流量多为100~3 000 m³/h, 扬程为10~20 m; 该类型泵车技术成熟, 机动性强, 启动迅速且操作简便, 但自吸高度有限, 受介质影响较大。潜水泵式泵车的流量范围在500~5 000 m³/h, 扬程可达20~100 m以上, 具备密封性好、高扬程排水能力强、噪声低等优点, 但同时也存在维护困难、安装要求高以及成本较高的问题。液压泵式泵车流量在2 000~10 000 m³/h, 扬程为10~50 m, 其排水流量大, 性能稳定, 能够适应复杂工况环境, 但此类泵车成本高昂, 体积大且对操作人员技术要求高。远程控制子母式泵车流量依设计而定, 常见单泵流量为1 500~5 000 m³/h, 该类型泵车结合远程控制技术, 作业过程安全灵活且智能化程度高, 但由于技术复杂, 设备

收稿日期: 2025-01-23

作者简介: 郑健欣(1989—), 男, 工学学士, 工程师, 从事防汛排水工作。

成本高,对通信信号及电子设备的依赖程度高。

上海市依据不同区域积水特点与需求,综合权衡各类泵车利弊,进行合理配置,以增强防汛排水能力。然而,如何科学合理地调度防汛移动泵车^[10-12],以最大限度地发挥其效能,是当前上海市防汛工作面临的重要问题。

本研究聚焦于上海市防汛移动泵车的调度工作,综合运用文献综述、案例分析等研究方法,系统剖析了上海市防汛移动泵车的调度现状、现存问题以及相应的优化策略。具体研究内容涵盖上海市防汛移动泵车的数量、类型及空间分布状况;防汛移动泵车在台风防御等突发事件中的实际应用情况;深入挖掘防汛移动泵车调度工作中存在的问题;并针对这些问题提出切实可行的优化策略,旨在为提升上海市防汛排水能力提供坚实的理论支撑与实践指导。

1 上海市防汛移动泵车配置现状

1.1 移动泵排能力规划要求

移动泵排能力在城市内涝防治体系中占据着至关重要的地位,是城市应急管理的关键组成部分。鉴于国家对城市排水防涝工作的高度重视,上海市积极响应,将移动泵排能力的配置工作置于重要位置。《上海市排水“十四五”规划》明确提出了移动泵排能力的发展目标,为提升城市内涝应急能力提供了战略指导。

在“十四五”规划实施前,上海市的移动泵排能力为9.61万m³/h(约26.7m³/s)。随着城市持续发展,对防汛工作的要求不断提高,为有效应对极端天气事件日益频繁、降雨强度不断增大等挑战,“十四五”规划预期要达到的移动泵排能力不小于33m³/s(即11.88万m³/h),旨在强化城市在面对内涝灾害时的应急处置能力。

为了实现这一目标,上海市在移动泵车配置方面做出了积极努力。截至2024年,上海市排水行业共配备防汛移动泵车81辆,总流量达到94 580 m³/h。这些泵车类型丰富多样,涵盖了大流量排水抢险车、拖挂式泵车等多种类型,以满足不同场景下的排水需求。例如,“FLG5160TPS22E‘龙吸水’大流量排水抢险车”以其3 000 m³/h的最大流量和15 m的扬程成为了上海市防汛排水设施中的重要力量。不同类型的泵车在流量、扬程和应用场景上各有侧重,大流量排水抢险车适用于大面积积水区域的快速排水,能

够在短时间内排出大量积水,有效缓解内涝压力;拖挂式泵车则具有灵活性高的特点,可根据实际需要灵活部署,适应多种复杂环境。

从分布情况来看,上海市的防汛移动泵车主要分布在各个行政区,由市排水事务中心和各区排水管理部门共同管理。在配置过程中充分考虑了区域特点和防汛需求,如在浦东新区、奉贤区等易涝区域,泵车的配置密度相对较高,确保在暴雨等极端天气下能够迅速开展排水作业,及时应对内涝风险,保障城市居民的正常生活和城市的有序运行。这种基于规划目标和实际需求的移动泵车配置,为上海市的防汛工作提供了坚实的物质基础和技术保障。

1.2 防汛移动泵车数量与类型

截至2024年,上海市排水行业共配备防汛移动泵车81辆(其中市级管理29辆,区级管理52辆),总流量达到94 580 m³/h。泵车类型多样,包括大流量排水抢险车、拖挂式泵车等,能够满足不同场景下的排水需求,见表1所列。其中,“FLG5160TPS22E‘龙吸水’大流量排水抢险车”以其3 000 m³/h的最大流量和15 m的扬程成为上海市防汛排水设施中的佼佼者。

表1 上海市不同类型防汛移动泵车配置			
泵车类型	流量/(m ³ ·h ⁻¹)	扬程/m	应用场景
大流量排水抢险车	1 500~5 000 (部分车型可达更高)	10~20(部分车型更高)	大面积积水区域排水,如城市主干道、大型广场等
拖挂式泵车	1 000~3 000 (不同型号有所差异)	10~15(常见范围)	可根据实际情况灵活部署,适用于多种场景,如小型积水区域、狭窄街道等
垂直供排水抢险车	1 500~3 000 (单泵流量)	15~17(单泵扬程)	适用于地下空间排水,如地下室、地下车库等
远程控制子母式大流量排水抢险车	1 500~5 000 (单泵流量)	10~15(单泵扬程)	大面积积水区域排水,远程控制,可在复杂环境下操作,如靠近河道、危险区域等

1.3 防汛移动泵车分布

上海市防汛移动泵车在空间布局上呈现出基于行政区划分散分布的特征,由市排水事务中心和各区排水管理部门共同管理。泵车根据区域特点和防汛需求进行配置,以确保在突发事件发生能够迅速响应。具体而言,在浦东、奉贤等易涝区域,着重提高了防汛移动泵车的配置密度,以便在暴雨等极端天气下能够迅速开展排水作业,最大程度降低内涝对城市正常运行的影响。经统计,上海市现有的81

辆防汛移动泵车的具体分布如图 1 所示,停放于浦东新区的泵车数量居于首位,共计 10 辆,同时,青浦区、闵行区、普陀区、宝山区停放的泵车数量亦超过 5 辆。

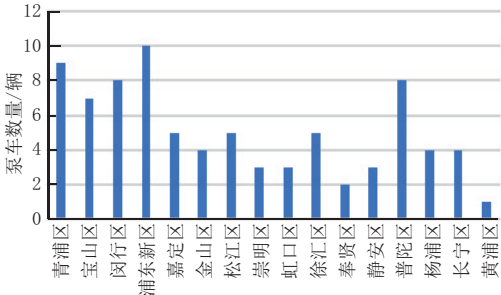


图 1 上海市防汛移动泵车分布情况

1.4 防汛移动泵车调度平台

上海市防汛移动泵车调度平台高度智能化与信息化,在城市防汛工作中发挥关键支撑作用,展现出卓越调度能力,平台界面如图 2 所示。



图 2 防汛移动泵车调度平台

平台整合多源信息,构建全面精准的防汛指挥体系。在气象数据获取上,与气象部门深度合作,可实时获取分钟级降雨数据,包括降雨强度、范围与趋势预测,为防汛形势预判提供关键依据。积水监测数据通过全市 1 600 余个道路水位监测点、300 余个小区水位监测点以及实现积水监测设备全覆盖的 608 个下立交实时回传,详细记录各积水点的水深、面积和时长,使调度人员及时掌握内涝情况。同时,平台借助安装在 81 辆防汛移动泵车上的 GPS 定位系统(含市级管理的 29 辆及各区管理的泵车),对泵车信息进行全面实时更新,精准追踪泵车的地理位置、行驶路线与速度,掌握其作业状态、设备状况及维护保养记录,确保对泵车运行情况了如指掌。

在调度管理流程上,平台支撑下的工作高效有序。降雨发生时,平台依据气象数据与预设降雨预警模型,结合历史积水数据和区域排水系统特性,快速锁定可能出现积水风险的区域。当积水风险触发调度阈值,智能调度程序随即启动。通过空间分析算法,综合泵车位置、积水点分布、道路通行状况(与

交通部门实时共享信息)以及泵车性能参数等因素,筛选出最优调配方案。以距离积水点近、能快速抵达且具备相应排水能力的泵车为优先选择,兼顾泵车当前状态(待命状态、油料储备等)和所在区域整体防汛需求。调度指令通过车载智能终端、短信、基于 Android 系统开发的排水泵车移动调度平台 APP 等方式精准下达给泵车操作人员,指令包含积水点位置、预计到达时间、排水作业任务及现场注意事项等详细信息。

2 防汛移动泵车在台风防御中的应用

2.1 防御台风“贝碧嘉”

(1)雨情与积水情况:降雨集中于松江区、奉贤区、浦东新区、青浦区等地,单站最大过程雨量出现在松江区永丰站,达 222.5 mm。此次台风致使全市 104 处道路积水,其中 12345 热线反馈 46 件,网格化巡视发现 49 件,排水行业巡视发现 9 件(以上数据来源于上海市排水管理事务中心关于台风“贝碧嘉”的防御总结评估报告)。

(2)应对措施与成效:市排水事务中心迅速响应,共调度 14 辆防汛移动泵车奔赴积水区域。以松江区一处积水严重路段为例,该路段长约 500 m,平均积水深度为 0.4 m,积水总体积约 2 000 m³。泵车抵达后立即开展作业,经过约 40 min 的持续排水,该路段平均积水深度降至 0.1 m 以下。

从整体处置成效来看,超 90 处积水点在 1 h 内完成退水作业,剩余积水经全力抢排,于 17 日凌晨 11:00 完成消除。在泵车介入前,104 处积水点总积水面积约 12 000 m²,总积水体积约 25 000 m³。随着泵车有序投入作业,积水面积以每小时约 800 m² 的速度、积水体积以每小时约 2 000 m³ 的速度持续减少。通过科学调度和高效作业,最终成功消除积水,保障了居民的正常出行和城市交通的基本畅通。

2.2 防御台风“普拉桑”

(1)雨情与积水情况:全市普降大到暴雨,浦东新区南部、奉贤出现大暴雨,局部特大暴雨。据气象监测数据显示,单站最大过程雨量为奉贤区四团杨家宅气象观测站的 355.0 mm,最大 1 h 雨量出现在浦东新区泥城公园气象观测站,达 116.0 mm。共出现道路积水 339 处,主要集中于奉贤区、浦东新区、闵行区及徐汇区等部分区域(数据来源于相关防汛报告)。

(2)应对措施与成效:市排水事务中心积极应对,累计出动泵车 29 辆(市排水中心指挥 29 支市级

突击队、协调7支区级突击队,前往浦东、奉贤、金山等积水严重区域支援抢险,共调度移动泵车驻点保障19车次)。在浦东新区的一大面积积水区域,面积约10 000 m²,平均积水深度达0.5 m,积水总体积约5 000 m³。针对该情况,多辆泵车协同作业,排水总流量达到4 000 m³/h。经过约1.5 h的排水作业,该区域积水深度明显下降,降至0.15 m以下。

据统计,大部分路段于两小时内完成退水,在泵车作业前积水深度平均为0.45 m,作业2 h后积水深度降至0.1 m以下,积水深度下降率达到75%以上。剩余26条路段经昼夜抢排,最晚于21日上午11:00前完成积水处置,充分体现了防汛应急体系在应对极端天气时的高效性和可靠性。

2.3 防御台风“康妮”

(1)雨情与积水情况:受外围环流和冷空气共同影响,本市普降暴雨,部分地区大暴雨。其中,最大降雨出现在浦东老港固废基地监测站的259.2 mm,中心城区平均雨量为186.1 mm。共处置道路积水32处,主要集中于浦东、奉贤、青浦等区域(数据来源于防汛总结评估报告)。

(2)应对措施与成效:市防汛指挥部迅速调度泵车前往积水点进行抢排作业,共派出泵车18辆。在奉贤区的一处积水路段,长度约400 m,平均积水深度达0.4 m,积水总体积约1 600 m³。多辆泵车前往作业,排水总流量达到3 000 m³/h。约30 min排水作业,该路段积水深度明显下降,降至0.1 m以下。

经量放水和应急抢排,大部分路段于两小时内完成退水,从整体积水数据来看,在泵车作业前,32处积水点的总积水面积约为6 000 m²,总积水体积约为12 000 m³。经过两小时排水后,总积水面积减少至500 m²以下,总积水体积减少至1 000 m³以下,排水效率达到90%以上。剩余15条路段经昼夜抢排,最晚于11月2日上午11:00完成积水处置。此次防汛泵车的持续工作,及时恢复了交通和生活秩序,保障了城市功能的正常运行。

3 防汛移动泵车调度工作中存在的问题

在城市防汛体系中,上海市防汛移动泵车在应对台风等极端天气时发挥了积极作用。台风期间,移动泵车响应迅速,能及时开展排水作业,缓解了城市内涝压力。调度部门可依据积水状况与区域需求,合理调配泵车资源,展现出较强的应急处置能力,彰显了一定的调度工作成效。

然而,防汛移动泵车调度工作仍存在不足。在调度机制上,主要依赖经验判断,缺乏科学、系统且具动态调整能力的调度机制。面对复杂多变的雨情与积水情况,难以迅速做出精准决策,影响整体排水效率。信息共享层面,防汛信息系统尚未实现全面互联互通,市排水事务中心与各区排水管理部门、气象部门、交通部门等信息传递存在延迟与偏差,影响调度的及时性与有效性。应急响应能力也有待提升,部分泵车维护保养存在漏洞,关键时刻无法正常投入使用。一些区域缺乏专业防汛抢险队伍和物资,限制了防汛移动泵车作用的充分发挥。此外,泵车布局不够合理,部分新兴开发和人口密集区域泵车配置不足,难以满足日益增长的防汛需求,极端天气下易出现排水不及时的问题。

综上所述,上海市防汛移动泵车调度工作有可肯定之处,也存在改进空间。后续应针对这些问题探索解决方案,提升调度工作的科学性与有效性。

4 防汛移动泵车调度工作的优化策略

4.1 完善调度机制

(1)制定科学系统的调度预案,明确不同降雨强度、积水程度下的泵车调度方案,确保调度工作有条不紊。例如,根据气象部门预测的降雨量和积水监测数据,提前规划调配路线和作业区域,实现精细化调度。

(2)建立统一的调度平台,整合各方信息,包括气象信息、积水点分布、泵车位置等,实现市排水事务中心与各区排水管理部门之间的信息实时共享和协同作战。利用先进的信息技术,如地理信息系统(GIS)和全球定位系统(GPS),实时监控泵车动态,优化调配方案。

4.2 加强信息共享

(1)加快防汛信息系统的建设和完善,运用物联网、大数据等先进技术,实现相关信息的实时共享,为调度决策提供准确依据。例如,在泵车上安装传感器,实时传输泵车运行状态和排水数据,以便调度中心及时调整策略。

(2)建立健全信息共享机制,明确各部门在信息收集、传递和使用中的职责,确保信息流通顺畅。加强市排水事务中心与气象部门、交通部门、各区政府等相关单位的沟通协作,打破信息壁垒。

4.3 提升应急响应能力

(1)加强对泵车的日常维护,建立定期巡检制

度,确保泵车始终处于良好的运行状态。制定详细的维护保养计划,包括设备检查、清洁、润滑、维修等环节,及时更换老化或损坏的零部件。

(2)加强对调度人员的培训和管理,提升其应急响应能力和调度水平。培训内容涵盖防汛知识、泵车操作技能、应急处置流程等,确保调度人员在关键时刻能够做出准确决策。

(3)完善抢险物资储备体系,确保物资供应充足及时。储备物资包括泵车配件、排水管道、照明设备、沙袋等,建立物资管理台账,定期盘点和更新物资,确保物资的可用性。

4.4 优化泵车布局

(1)综合考虑历史降雨情况、区域特点、人口密度、城市发展规划等因素,对现有泵车布局进行全面评估和优化调整。运用数据分析方法,结合地理信息系统,根据易涝区和重点保障区的分布,合理配置泵车资源。

(2)加大对新兴开发区域和人口密集区域的泵车配置力度,确保在极端天气下,这些区域能够得到及时有效的排水支援。根据城市发展趋势,提前规划泵车布局,保障新城区和人口增长区域的防汛安全。

5 结 语

5.1 结论

本研究聚焦上海市防汛移动泵车调度工作,鉴于极端天气致使城市内涝频发,而防汛移动泵车在城市防汛体系中作用重大,对其调度工作进行优化研究具有重要的现实意义和理论价值。

本研究剖析了上海市防汛移动泵车配置现状,涵盖数量、类型、分布及调度平台等方面,总结了其在台风防御中的应用成效。指出了调度工作中存在的机制、信息共享、应急响应及布局等问题,提出了完善机制、加强共享、提升能力、优化布局的优化策

略,强调未来需深化研究实践以提升防汛能力保障城市安全。

5.2 展望

在全球气候变化加剧和城市化进程加速的双重背景下,上海市防汛工作将面临更加严峻的挑战。为有效提升防汛排水能力,需要进一步加强防汛移动泵车调度工作的深入研究与实践。一方面,应积极引入先进的信息技术和智能算法,不断创新调度机制,提高泵车调度的智能化水平和效率。另一方面,加强对新型防汛技术和设备的研发与应用,提升泵车的性能和适应性。同时,强化跨部门、跨区域的协同合作,形成全方位、多层次的防汛联动机制。通过不断努力,为城市的安全运行提供更加坚实的保障,确保城市在面对极端天气时具备更强的韧性和抗灾能力。

参考文献:

- [1] 王嵘.常熟城市内涝常态化治理研究[D].苏州:苏州大学,2023.
- [2] 金长江.电源泵车助力排涝抢险作业[J].中国防汛抗旱,2016,26(5):71-72.
- [3] 环菲菲.2021年极端天气应对对上海防汛工作的启示[J].中国防汛抗旱,2022,32(5):79-81.
- [4] 陈祥喜,曹文星,王茂运.移动泵车在城市防洪中的应用与管理研究[J].中国设备工程,2022(4):251-253.
- [5] 唐海波.防汛移动泵车在防洪抢险中的管理[J].河南科技,2015(23):109.
- [6] 江浩,谢元华,王超,等.自吸式离心泵的现状研究[J].节能,2014,33(11):70-74.
- [7] 刘荣华.潜水泵装置水力特性及优化设计研究[D].扬州:扬州大学,2010.
- [8] 杨文昌,杨友胜.液压泵产品功率密度特性分析[J].机床与液压,2023,51(14):211-220.
- [9] 张航.基于差分进化算法的计量泵远程流量广义预测控制[D].杭州:浙江工业大学,2019.
- [10] 刘波.移动式电源泵车在上海城市排水中的应用[J].山西建筑,2011,37(21):110-111.
- [11] 张军,李爱华,王晓稳.移动式泵车在城市防洪中的应用[J].江苏水利,2014(4):19-20.
- [12] 刘爱明,金德文,冯登夷.浅析移动泵机组的管理与应用[J].农业装备技术,2017,43(4):53-56.