

城市防洪排涝泵站设计若干问题探讨

余波

合肥市规划设计研究院

摘要：随着我国城镇化进程的不断推进，城镇化水平越来越高。伴随着城市建设发展和城市化进程的加快，洪涝灾害已成为我国经济发展中的一大难题，城市内涝灾害对城市安全运行和可持续发展构成严重威胁。城市防洪排涝泵站的设计，需要满足城市防洪排涝要求、兼顾排水能力及节能环保等要求，设计中要重视泵站运行条件和节能降耗。基于此，本文针对城市防洪排涝泵站在设计过程中存在的若干问题进行分析和探讨，旨在为相关单位和个人提供一定参考和借鉴。

关键词：排水泵站；城市工程；防洪排涝

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.16.089

随着我国经济的快速发展，人们生活水平也在不断提高，但这并不意味着对环境质量的要求会降低。我国城市防洪排涝泵站建设中存在诸多问题，这些问题的存在会给人们的生命财产安全带来威胁。随着时代不断发展，城市化进程也在加快，在此过程中不可避免地会产生诸多矛盾，因此，应加强城市防洪排涝泵站建设和管理工作，将这些矛盾进行有效解决，以保证我国城市整体运行稳定。

为解决城市防洪排涝问题，我国已建立了比较完善的城市排水防涝体系。如2000年建成的北京通州污水处理厂，可将通州区大部分污水全部接入污水处理厂，从而减少污染物的排放，达到改善生态环境质量的目的；1998年建成的杭州新南污水处理厂，可将杭州市北部地区近60%的雨洪全部纳入处理。城市防涝系统是由防洪排涝工程和排水（水）工程两部分组成。由于我国目前城市防涝体系建设比较薄弱，因此本文仅就城市防洪排涝泵站技术设计中若干问题进行探讨。

一、防洪排涝泵站的基本概念及作用

城市防洪排涝泵站是指通过泵站提升泵将水送到指定地点的建筑物，以保证防洪排涝工程顺利进行，从而实现城市安全生产的目的。一般来说，城市防洪排涝泵站主要由进水管、出水管、泵房及泵头等部分组成。其主要功能是通过泵房将水提升到指定位置，然后将水送到下游进行排水。通常情况下城市汛期期间的降雨量较大，所以其防汛需求较高。如果在暴雨过后，城

市洪水水位没有得到及时降低，就会导致城市洪涝灾害的发生。此外，如果某一区域内雨水流量过大导致城市内涝积水现象无法得到解决时，就需要使用泵站对其进行抽排或排水。

二、加强城市防洪排涝的必要性

在我国很多城市都存在内涝问题，如果不加以治理，那么就会造成严重的经济损失。例如，2012年的那场洪涝灾害对我国多个城市造成了不同程度的影响。据了解，我国洪涝灾害主要是由以下几个原因构成的：一是在长江流域、黄河流域和珠江流域等多条江河流域内，由于水资源分布不均衡性带来水资源供给不足与防洪排涝能力不足，这使得城市发生洪灾时往往会影响到城市人口安全和经济活动；二是随着近些年城市化进程快速发展，城市土地资源日渐稀缺。

根据统计数据显示，截至2017年底中国总人口已经达到了13.1亿人，但是人口密度却只有1550人/平方公里，相对于其他国家来说我国存在着较大的人口压力；三是由于我国水资源分布不均衡性的问题以及城市规模较小，使得城市建设中会在有限的土地资源上进行大量的工程建设和投资。

此外还有一些特殊因素也会导致洪涝灾害。例如气候因素、地质因素以及其他自然原因等；四是我国人口数量较多的原因导致洪涝灾害频发且无法得到及时解决。此外就是受历史原因影响造成许多江河流域水量持续减少或者断流现象严重等问题；五是经济快速发展对防洪排涝工程建设提出了更高要求。

随着城镇化建设速度不断加快和城市化进程快速推进对城市防洪排涝设施及相关配套设施提出了更高的要求；六是由于城市建设在不断扩大的同时也使得洪水灾害对人民群众生命财产安全造成严重威胁。为了降低洪灾所造成的损失，提高人们对于防洪排涝工程建设重要性与必要性的认识。我国大部分地方政府及相关部门都对城市防洪排涝工程建设做出了一定的规划与部署，并建立了相应的工程项目和管理机构。但同时由于目前大多数地区对于洪涝灾害防范工作没有形成体系、缺乏统一协调和监督机制等方面因素会造成防洪排涝工程难以发挥应有作用。

三、城市防洪排涝泵站设计需满足的条件

(一) 城市防洪排涝要求

我国《城市排涝规划标准》(GB/T50116—2005)中规定了城市洪水排涝控制指标:当遭遇50年一遇洪水时,洪峰流量不大于 $2000\text{m}^3/\text{s}$ 。目前,我国对城市防洪排涝的要求,从国家层面来说是以《城市排水设计规范》(GB50116—2019)为基础,结合实际工程情况提出的城市防洪排涝基本指标^[1]。此外针对城市内涝灾害的特点和成因,还有不少专项标准规范。如《城市排水设计规范》(GB/T50114—2015)、《海绵城市建设技术标准》(GB/T31808—2018)等^[2]。

(二) 泵站设计要求

(1) 泵站结构形式:包括建筑物结构类型、屋顶结构型式(钢屋盖或金属屋)及屋面排水形式等;

(2) 泵站布置原则:泵站宜设在地势较高的位置,不宜在低洼地段布置,并应尽量靠近城市、农田;

(3) 泵站内部结构布置:根据设计泵站的规模,宜采用整体式和单元式两种结构形式;

(4) 水泵机组布置要求:应考虑进水方式、流量和扬程、效率等设计参数,并根据水泵机组安装位置、距离以及地形条件的要求,确定水泵机组的安装位置和选型;

(5) 设计要求:应满足设计规范规定的各项性能指标,如流量系数、效率、噪声及振动,扬程、流量等指标要求以及水力计算规范规定的相关数据和技术资料;

(6) 水泵设备材料要求:应满足耐腐蚀和抗老化性能要求;

(三) 泵站节能降耗设计

1. 节能降耗设计要求

在泵站的设计中,有很多节能降耗设计方法可以应用,但对其可行性、适用性、有效性、经济性进行分析并做出决策是非常重要的。泵站节能降耗的原则有:

(1) 采用先进的节能设备,如节能水泵;(2) 采用较低噪声电机,如采用直流电动机;(3) 合理布置电机工作点,合理选择安装地点;(4) 电机运行管理和维护方面采取措施以降低能耗,减少不必要的能源消耗;

(5) 在设计中对泵站进行合理布置和优化规划以减少建筑占地,节约能源^[3]。

2. 泵站运行工况及能耗计算方法

污水处理厂排出的初期雨水,其水质一般较差,含沙量较大,含泥沙量多为 $30\sim 40\text{mg/L}$ 。如污水处理厂

采用一次沉淀法处理工艺,则可通过沉淀池的调节实现不同的工况,但不能满足排放标准。对不同的工况,采用不同的计算方法。对于常规泵站工况,可以按其泵流量作为水力计算模型;而对于一些特殊情况(如城市排涝与工业用水)或者其他特殊情况时,应按其所处的水质或水量变化情况选择合适的模型计算流量和扬程。为使污水处理厂排放出初雨符合标准,设计时可对泵前水位、水质等进行调节;如果采用机械调水,则应根据实际水源、泵站所在位置等具体情况合理确定调度方式等。对于一些特殊工况和工艺要求较高的泵站(如超深泵站),可以按其设计要求确定运行模式及调节范围。

3. 泵站节能降耗措施

为使泵站运行更经济,可从以下几方面入手:

(1) 选用先进的机组类型,优化水泵结构型式。(2) 机组配置尽量与周边建筑物协调,避免影响城市景观。(3) 采用新型高效水泵及电机,减少泵和电机功率损失。(4) 合理布置泵组及提升设备位置,减少设备间的水力损失。(5) 优化系统运行方式及调度方式,提高电能利用效率^[4]。

四、城市防洪排涝泵站设计工作中的问题分析

(1) 排水系统设计标准低:目前,我国大部分城市排水系统建设还处在建设初期,排水系统标准普遍较低,且设计人员在设计工作中也没有充分考虑排涝功能的提升,导致一些设施建设的实际效果与预期相差较大。

(2) 水泵机组数量少:目前,我国城市中水泵机组普遍较多。根据相关调查显示,由于部分地区地形地貌的限制,城市道路较窄、河流宽度较小等,使得城市内大部分地势低洼区域无法使用常规排水管道进行正常排放^[5]。

(3) 水泵流量与排水量匹配性差:目前,我国大部分的泵站设计工作仍然是依据多年的经验进行设计和选择水泵型号。由于泵站建设时间较早,工程中的水泵流量与排水量匹配性较差。

(4) 泵站运行管理方式落后:随着我国城市化进程不断加快、工业发展快速推进等因素均对城市防洪排涝产生了一定影响。在实际生产过程中,由于城市防洪排涝工程建设较为复杂且耗时较长,致使泵站运行管理方式较为落后^[6]。

(5) 运行维护成本高:由于我国大多数城市防洪排涝工程建设周期短、见效慢等特点使其存在资金投入大、运行维护成本高等问题。

(6) 泵站建设与设计标准低:随着城市化进程快

速推进和人民生活水平日益提高,我国大部分城市的经济实力已经得到了显著提升^[7]。

(7) 泵站设计标准和相关规范缺失:目前关于城市防洪排涝泵站设计的具体规范和技术指标并不多见。

五、城市防洪排涝泵站设计改进措施及技术建议

在今后的城市规划建设过程中,应根据自身实际情况,对排水系统进行重新布局,充分考虑到排水能力、水量、水质以及成本等因素,科学选择进水方式和泵房结构形式。在泵站内部结构设计中,要充分考虑到排水流量、压力等因素。同时,为了保证泵站运行的安全性与可靠性,应对水泵的安装位置进行合理布置。此外,在城市排涝工程建设中还应做好相关基础资料的收集工作。同时,要加大技术研究与应用力度。

(一) 改进措施

在我国城市建设中,由于受到地域限制,在城市发展过程中存在一定的局限性。在城市规划和设计工作中需要更加重视防洪排涝泵站的建设。根据防洪排涝泵站设计要求,需要在建设时要遵循相应设计规范和规定,结合具体情况,合理设置雨水收集和调节设施;此外,泵站内雨水排放口必须要符合相关规定。针对我国现阶段城市防洪排涝泵站设计管理过程中存在的问题和不足,有必要对以下几个方面进行深入探讨和研究:

(1) 针对以上问题提出合理有效的解决措施:在进行城市防洪排涝泵站设计过程中应遵循系统性原则、因地制宜原则以及可持续发展原则等^[8]。

(2) 针对城市防洪排水工程建设特点提出合理有效应对措施:对我国现阶段防汛体制进行分析总结,结合实际情况制定相应管理制度与标准。

(3) 加大技术研究与应用力度:根据具体情况制定合适、有效的泵站运行方案和管理方案,保证城市泄洪能力;加强排水、排污设备的技术改进力度;加大对相关人员技术培训力度,提高相关人员专业水平;加强科学管理方法研究与应用工作水平。

(二) 技术建议

为进一步提升城市防洪排涝泵站设计质量,针对泵站的设计提出以下技术建议:

(1) 根据防洪排水要求,结合实际情况,完善泵站相关设施,并设置防雷、防静电等安全保护措施。

(2) 在对河道清淤工作开展时,注意避免淤泥淤积堵塞河道现象发生。

(3) 在泵站设计中要合理安排排水能力、出水水质要求、设备选型及布局规划等关键内容。

(4) 应注重对污泥的处理方法,避免污泥对河道产生二次污染。

(5) 通过合理调整泵站排水量满足排涝需求,并提高泵站设计运行的稳定性和可靠性。

(6) 加强泵站与城市防洪排涝系统配套建设,优化防洪排水系统功能设计和布置优化。

(7) 做好城市排水管理规划工作,保证排水管网设施建设和运行维护管理水平等符合城市整体规划要求。

结语:

目前,国内很多城市排涝泵站的设计均未制定相应标准,没有统一的规范;且我国城市排涝泵站普遍存在投资大、占地多、运行管理难度高(特别是能耗大)等问题,因此,必须对其进行研究。随着我国社会经济发展和城市化进程加快,城市建设用地日益紧张,而新建城区又往往在规划时不能确定足够数量与面积的城市排水系统的建设用地,因此建设雨水调蓄设施和污水处理设施成为必然选择。

本文通过分析现有排水系统现状和存在的问题,对城市防洪排涝泵站设计进行了研究分析。本文从泵站设计角度出发来探讨排水泵站的运行条件和节能降耗,从理论上探讨了影响排水泵站运行节能降耗的因素。

参考文献

- [1] 庄馨. 中小型电排站排水泵站设计选型探讨[J]. 陕西水利, 2022(11): 139-141+144.
- [2] 王琬. 南淝河某区域初雨调蓄池及排涝泵站设计[J]. 中国市政工程, 2022(05): 105-107+129.
- [3] 刘照群, 熊曦, 王伟. 平原河网区城市排涝泵站设计流量研究[J]. 水科学与工程, 2022(05): 10-12.
- [4] 王善慈. 水利泵站节能系统的设计与算法优化研究[J]. 科学技术创新, 2022(24): 133-136.
- [5] 殷林海. 前置泵站在泵站设计中的应用[J]. 水利技术监督, 2022(06): 175-179.
- [6] 何孟基. 自来水厂取水泵站设计及节能分析[J]. 水电站机电技术, 2022, 45(05): 77-81.
- [7] 王梦月. 一体化污水提升泵站在农村污水治理工程中的设计及应用研究[J]. 建设科技, 2022(08): 83-86.
- [8] 赵超. 城市污水处理系统中一体化泵站设计及智能化研究[J]. 皮革制作与环保科技, 2022, 3(08): 110-112.