

关于排涝泵站技术改造措施的研究

黄永伟

(合肥市规划设计研究院, 安徽 合肥 230000)

【摘要】近年来,我国城市内涝灾害频繁,给城市带来了重大的经济损失和人身安全。本文以合肥经济技术开发区蓬莱路排涝泵站为研究对象,研究分析了蓬莱路排涝泵站片区内涝的原因,通过构建泵站防涝封闭圈、新建提标扩容泵站、生态调蓄塘、现状泵站维修更新等技术改造综合措施,消除内涝隐患,保障区域防涝安全。

【关键词】城市内涝;排涝泵站;技术改造

一、前言

随着全球气候变化的不断加剧以及我国城市化的快速发展,城市极端洪涝灾害发生频次逐年增加,影响范围也逐渐扩大^[1]。排涝泵站是城市排水系统的重要组成部分,是保障城市低排区排水安全的关键设施。

本文以合肥经济技术开发区蓬莱路排涝泵站技术改造为例,系统分析泵站片区内涝的成因,制定合理的设计标准和目标,提出有效的技术改造措施。



片区内涝照片

二、内涝原因分析

合肥经济技术开发区蓬莱路排涝泵站,位于蓬莱路与王建沟交口的东北角,于2011年建成启用。2020年汛期,遭遇强降雨,泵站服务区域发生较大范围的内涝,严重影响了片区交通出行、居民生活和企业生产。

(一)长历时连续降雨,致使下垫面饱和

2020年6~7月,安徽省中部大范围区域长期连续性的降雨,土壤含水率已接近100%,蓬莱路排涝泵站服务区域的综合径流系数达到0.8~1.0,已大

大超过原规划设计的0.6。

(二)连续强降雨,致使小排水系统(管涵)满溢、大排水系统(调蓄)超负荷

据统计,2020年7月17日22时~2020年7月18日22时,蓬莱路泵站片区24小时累计降雨量达187.2mm。超标准降雨,致使小排水系统(管涵)满溢、大排水系统(调蓄)超负荷,王建沟、派河等外河水位高。

(三)因泵站实际汇水面积增大,现状泵站规模不满足新标准要求

蓬莱路排涝泵站设计汇水面积为171ha,而根据对泵排区及周边排水系统的调查,经开区污水处理厂内部地势高低不一,部分高地势地区可以自排,部分低地势地区只能泵排。现状其内部高低排水系统混接,厂区雨水出口既接入高排区雨水管直接排至派河,又接入低排区雨水管进入蓬莱路泵站。当派河水位高时,受高水位顶托,厂区雨水只能通过蓬莱路泵站排出,导致泵站实际汇水面积达到227ha,大大超出泵站原设计汇水面积。

(四)地势低,遭遇超标准雨水时,泵站区域易积水

蓬莱路排涝泵站内部高程为11.20~11.40m(吴淞高程,下同),泵站建设时,泵站周边区域尚未开发建设,泵站所在地势高于周边区域地面。随着周边区域的开发建设,建成后的地面高于泵站地面,泵站逐步成为了较周边低洼区域。遭遇超标准降雨时,来不及排出的雨水会通过地面漫流至泵站所在区域,或通过管涵在泵站所在低洼区域冒溢,导致

泵站区域积水。

三、设计标准

1. 防洪标准：100 年一遇。

2. 泵站设计降雨重现期：5 年一遇。

3. 泵站汇水区内涝防治标准：有效应对 30 年一遇 24h 设计暴雨，居民住宅和工商业建筑物的底层不进水；保证道路中单向至少一条车道的积水深度不超过 15cm^[2]。

四、设计目标

统筹气象降雨、地表径流、管道系统、城市河道，兼顾雨天径流污染减控，协调各系统功能和规划设计标准，提高城市防灾减灾能力^[3]，构建与城市建设相适应的雨水防涝系统。通过泵站技术改造后，实现如下目标：

1. 在保证设计标准以内的降雨时，地面不积水。

2. 城市排水防涝系统保证发生城市内涝防治标准（30 年一遇 24h）以内的暴雨时，城市不发生内涝灾害。

3. 发生超过城市内涝防治标准的降雨时，不造成重大财产损失和人员伤亡。

五、改造方案

通过多渠道、多方法调查，分析了 2020 年汛期积涝成因，积累经验、吸取教训，将防范措施融入改造方案中，通过顶层设计、强化管理避免内涝再次发生。

自 2012 年后，我国对排水规范进行了修订，大幅提高了排水标准。经测算，设计标准提高后，雨水管道设计流量比调整前增加了约 40% 以上，合肥目前大多数排水管网设计重现期在 0.5 ~ 1.5 年左右，不能满足规划新标准，要进一步提高其排水标准，必须因地制宜、制定经济可行的技术方案。

（一）构建泵站防涝封闭圈

现状蓬莱路泵站所在地势较为低洼，现状地面高程约 11.40m，较易发生内涝。通过对泵站周边自然地形分析，泵站东侧为堆土区，现状地面高程为 15.10-17.90m；泵站南侧为疏港大道，现状地面高程为 15.50-17.10m；泵站西侧为王建沟河岸堤防，堤防顶高程约 15.90m；泵站北侧地势较为低洼，现状地面高程约 11.50m。

利用周边自然地形，通过对泵站周边地形进行

整理，将东侧多余土方平整至北侧低洼区域，使北侧地面高程达到 14.50m，形成以蓬莱路排涝泵站为核心的防涝封闭圈，即“北侧新建填方段—东侧堆土区—疏港大道—王建沟堤防”围合的防洪封闭圈，可有效应对泵站所在区域发生 100 一遇超标降雨的涝水，保障超标降雨下的泵站防涝安全。

（二）新建提标扩容泵站

在现状泵站南侧空地，新建泵站配电房及提标扩容泵站。新建一座配电房建筑室内地坪高程为 14.50m，以满足电气系统安装高度不低于 14.0m 的需要。

与配电房同步新建一座提标扩容泵站，泵站规模为 6.8 m³/s（水泵采用两大一小配置），泵排系统扩容至 21.8m³/s，达到排水 5 年一遇标准。新建泵站地上建筑物有泵房、格栅除污机等，地下构筑物有进水池、栅渠、集水池、出水池以及进出水管涵等构筑物。

为节约建设用地，设计采用合建式泵站形式，新建泵站配电房位于扩容泵站集水池上方，大大减小了总体占地面积。总用地面积约 1239 m²，总建筑面积约 786 m²，容积率为 0.34，绿地率为 58.6%。



工程总体效果图

（三）利用高压走廊公共绿地空间，构建生态调蓄塘

根据区域降雨强度历时曲线和泵站运行规模的特征，降雨的峰值量基本集中在降雨中期的较短时间段内，虽然通过地面径流、管道输送对雨水的峰值流量形成了一定的折减，但由于本工程排水系统汇水汇流路径短，管道雨水峰值的特征与降雨模型基本一致。

利用泵站汇水范围内 500KV 高压走廊公共绿地

空间,开挖雨水生态调蓄塘,调蓄塘进水口设计为溢流进水,承担超标涝水。新建调蓄塘占地 23000 平方米,周边道路路面低点标高 10.50m,进水管管底标高 7.68m,调蓄塘底部标高设计为 8.00m,最高水位设计为 9.5m,最大调蓄容积为约 15000 立方米。

经水力模型计算,在蓬莱路泵站前配套建设的附属调蓄塘,对降雨峰值进行了调蓄削峰,有效减小了泵站的建设规模,可满足片区 30 年一遇防涝标准。同时,通过雨水生态调蓄塘的净化功能,有效削减降雨初期径流污染。

(四) 全面诊断病害,更新整合机电设备

经多方调研和实地踏勘,现状泵站机电设备存在水毁严重、设备老化等问题,同时,建(构)筑物存在表层结构脱落、风化、裂缝、渗漏等问题。本次技改需对现有设施设备进行全面诊断,分析病害类型、部位、程度,据此进行修复和更新整合。

1. 更换已老化、损坏的设备,主要包括格栅除污机、泵房压力盖板、进水前池盖板。

2. 更换两台排空潜污泵及出水管道。

3. 更换水泵控制柜,并抬升基础高度。

4. 建筑室内外墙体粉刷、地坪漆涂刷。

六、运行管理控制

(一) 新老泵站运行控制

现状蓬莱路泵站建成较早,其中两台中型水泵(P=250 kw)、两台小型水泵(P=155 kw)均为 2011 年蓬莱路东排涝泵站建设时安装,已使用十年时间。新建泵站建成后,应优先启动新建泵站,新老泵站运行控制工况如下。

1. 降雨初期或是小雨时,根据集水池水位上涨情况,逐台启动新建泵站内的 3 台水泵;现状泵站不开启。集水池内水位上涨至 6.50m 时,启动新建泵站内 1# 水泵;水位上涨至 6.80m 时,启动新建泵站内 2# 水泵;水位上涨至 7.20m 时,启动新建泵站内 3# 水泵。

2. 大雨时,当新建泵站内 3 台水泵均开启后,集水池内水位继续上涨,至 7.50m 时,开启运行现状泵站。根据现状泵站集水池内的水位上涨情况,逐台启动各水泵。

3. 超标准降雨时,新老泵站完全开启后,集水

池内水位继续上涨,疏港大道雨水管涵内水位上涨至 8.80m 时,雨水发生溢流,超标雨水溢流至疏港大道南侧附属调蓄塘。

4. 降雨结束或是降雨后期,泵站集水池内水位下降至 7.00m 以下时,将调蓄池放空闸门开启,进行调蓄池放空,以迎接下一次强降雨过程。

现状泵站应定期进行试运转,检查设备是否正常运行,以保障排区排水防涝安全性。

(二) 调蓄塘运行控制

小雨或是降雨初期时,雨水均不进入调蓄塘,通过泵站排至外河;随降雨量逐步变大,管道及泵站集水池内的水位不断上涨,管道或泵站接近满负荷运行状态,调蓄塘溢流口发生溢流,调蓄塘进水调蓄,规划支路一西侧调蓄塘优先进水,当疏港大道雨水管道内水位继续上涨,规划支路一东侧调蓄塘发生溢流、进水,两座调蓄塘共同进水调蓄。

降雨结束,分别开启两座调整塘放空闸门,放空调蓄塘。

七、结语

排涝泵站技术改造,是一项实现片区排水防涝提标的综合性工程,也是一项涵盖城市防洪、排涝泵站、排水管网、电气化改造、景观绿化的综合性建设工程。本文科学系统地分析了内涝成因,提出了构建泵站防涝密封圈、高压走廊绿地调蓄削峰、削减径流污染等技术改造措施,解决了泵站地势低洼与防涝安全的矛盾、城市用地紧张与构建调蓄水体的矛盾等一系列问题。

参考文献:

- [1] 张冬冬,严登华,王义成,等.城市内涝灾害风险评估及综合应对研究进展.灾害学,2014,29(1): 144-149
- [2] GB51222-2017,城镇内涝防治技术规范[S]. 中华人民共和国住房和城乡建设部,2017.
- [3] 界首市城市排水(雨水)防涝综合规划(2015-2030 年)[S]. 合肥市规划设计研究院, 2015

作者简介:黄永伟(1985-),男,安徽宣城人,硕士,高级工程师。