

提高,应采用标准如下^[1-2]:

(1)设计重现期采用2年。

(2) 区域暴雨强度计算公式采用天津市第 II 区暴雨强度公式:

$$q = \frac{2\,728(1+0.767\,2\lg p)}{(t+13.475\,7)^{0.738\,6}}$$

式中: q 为设计暴雨强度, $\text{L/s} \cdot \text{hm}^2$; t 为降雨历时, min ; P 为设计重现期, a 。

(3)降雨历时中,延缓系数 $m=1$ 。

(4)区域径流系数计算:

根据该区域的控制性详细规划,东北部系统收水范围内几种用地性质地块包括工业用地、道路和防护绿地等,具体面积及径流系数取值详见表 1 所列。通过加权核算,该系统径流系数为 0.52。

表 1 东北部雨水系统径流系数选取表

用地性质	面积 /hm ²	占总用地比例 /%	径流系数
工业及市政用地	93.5	54	0.60
道路	32.6	19	0.9
防护绿地	40.2	23	0.1
河道	5.7	3	0
合计	172	100	0.52

按上述调整后的标准进行雨水流量计算, 区域雨水系统方案如图 4 所示, 该系统雨水排放泵站雨水量约为 $9.5 \text{ m}^3/\text{s}$ 。通过与原雨水规划设计方案对比可见新标准下, 雨水管管径规格需增大 1-2 级, 雨水排放量增加较多。

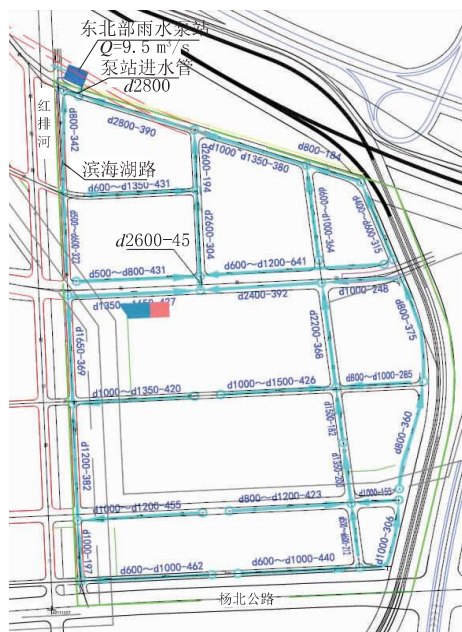


图 4 新标准下区域雨水系统图

2 雨水系统调整方案

由于区域排水管网的部分已经实施, 为保证已

实施管网对能够满足调整后的排水标准要求，对区域雨水系统进行调整，并采用海绵城市建设措施，使系统整体雨水排放能力满足要求，以提高排水系统安全性。

2.1 雨水系统调整方案

考虑系统下游几条主干雨水管道均已实施完成,为满足标准提高后的排水需求,可对雨水系统进行部分调整,将龙欣路北段及海油大道东段雨水管道调整为区域另一条雨水干管,减小已修建完成的滨海湖路、创新大道等道路雨水管道收水范围,以使现状雨水管道达到新标准下的排水能力。

对于尚未实施的道路及雨水管道，按照新标准及调整后的雨水系统进行设计建设，并在东北部系统区域北侧防护绿地内设置一座削峰调蓄池，以保证区域原实施管道排水能力达到排水要求。系统调整如图 5 所示。

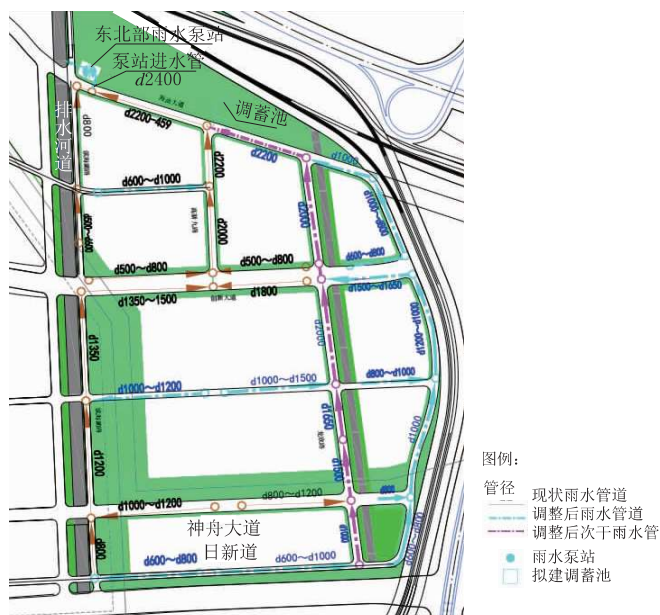


图 5 区域雨水系统调整方案图

2.2 从源头采用海绵建设措施降低地块雨水径流量

新建的工业用地、居住小区、市政道路等应严格按照海绵城市规划的指标要求雨水径流进行控制,小区绿地采用为下凹绿地,道路采用透水铺装。东北部系统西侧南北向防护绿地内,应充分采用下凹绿地及雨水花园形式,以减少雨水径流量。

2.3 设置削峰调蓄池

在雨水管网适当位置设置调蓄池,是减少下游雨水管道管径规模,减小强降雨水量的有效措施之一。当用于削减峰值流量时,雨水调蓄设施的调蓄量应根据内涝防治设计重现期标准和地区径流量控制

标准的要求。

根据区域规划情况,调蓄池位置可设置于区域北侧防护绿地内。调蓄池池容计算可采用脱过系数法与数学模型法计算。

2.3.1 脱过系数法

按《室外排水设计规范》(GB 50014—2006)(2016年版)计算:

$$V = \left[- \left(\frac{0.65}{n^{1.2}} + \frac{b}{T} \times \frac{0.65}{n+0.2} - 1.10 \right) \times \log(\alpha+0.3) + \frac{0.215}{n^{0.15}} \right] g Q_i T$$

式中: V 为调蓄池有效容积; α 为脱过系数,取值为调蓄池下游设计流量和之比;上游设计流量按进入调蓄池的最大设计流量为 $9.5 \text{ m}^3/\text{s}$,考虑下游现状管道及泵站排水能力,取流量 $6 \text{ m}^3/\text{s}$,脱过系数 $\alpha=6/9.5=0.63$; Q 为调蓄池上游设计流量(m^3/min); b 、 n 为暴雨强度公式参数,天津II区 $b=13.4757$, $n=0.7386$; t 为降雨历时, $t=t_1+t_2$;经系统计算,降雨历时 t 为 43.5 min ; t_1 为地面集水时间,取 15 min ; t_2 为管内流行时间, min 。

经以上核算,调蓄池设计有效容积为 $7\,258 \text{ m}^3$ 。

2.3.2 数学模型法

通过比较雨水调蓄池上下游的流量过程线,采用 infoworks ICM 数学模型进行模拟确定。

2.3.2.1 模型的建立

采用 Infoworks ICM 模型计算软件进行模拟,通过建立管网及汇流模型,采用等效的降雨事件,设置满足要求的调蓄池出水流量,确定合理的调蓄池容积。

管网及汇流模型:雨水管道方案采用调整后的雨水系统方案。

汇水区域按照区域总面积设计流量进行构建。模型设置1座削峰雨水调蓄池。径流系数按表1中数值选取。

降雨模型:以天津市雨水径流量计算标准,采用天津市II区120 min设计暴雨雨型分配表,暴雨重现期为2年,降雨历时为120 min,暴雨雨型见图6所示。

2.3.2.2 模拟计算及结果分析

对未设置调蓄池与设置调蓄池两种工况进行模拟,系统终端雨水泵站强排流量结果如图7所示。当调蓄池池容为 $7\,300 \text{ m}^3$ 时,可满足调蓄池出水流量符

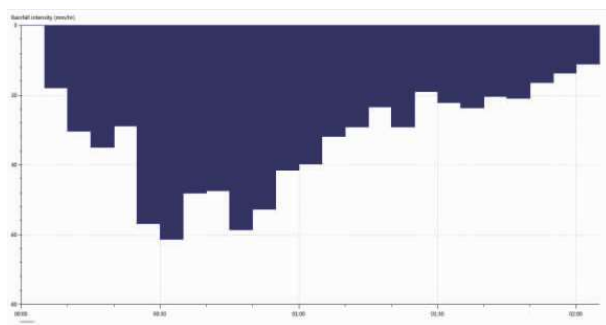


图6 120 min设计暴雨雨型示意图

合现状下游雨水管过流要求。排水流量峰值可减小约25%~30%。雨水主干管过流情况模拟如图8所示。

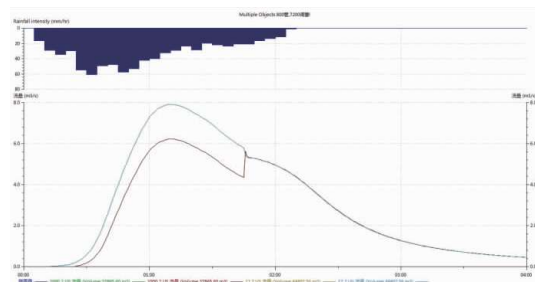


图7 调蓄池进出水流量图示

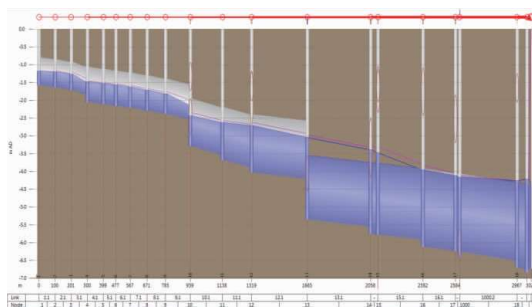


图8 管道过流模拟情况图示

3 结语

模型模拟结果显示,在区域设置调蓄池后,可有效减轻末端雨水主干管道过流压力,并可相应减小雨水泵站设计规模,使系统整体雨水排放能力满足要求。对于区域雨水排水系统的调整,需因地制宜,充分考虑现状管网建设情况,适当采用海绵城市建设措施,减少雨水径流产生量,减少雨水排放峰值流量,从源头、过程、末端三方面进行控制,提高排水系统安全性。

参考文献:

- [1] GB 50014—2006. 室外排水设计规范(2016版)[S].
- [2] 住房和城乡建设部.海绵城市建设技术指南低影响开发雨水系统构建[Z].2014.