

# 南京市管网排水标准与 水利排涝标准衔接关系研究

符 锐<sup>1</sup>, 胡德云<sup>2</sup>, 管桂玲<sup>3</sup>

- (1. 南京市雨花台区水务总站, 江苏 南京 210017;  
2. 江苏恒逸源工程项目管理有限公司, 江苏 南京 210017;  
3. 南京市水利规划设计院股份有限公司, 江苏 南京 210017)

**摘要:**城市地区管道排水标准与水利排涝标准缺乏有效衔接已成为形成内涝的主要原因,有必要深入探讨两者之间的关系。本次引入破坏率概念,选取南京市南京站作为雨量代表站,采用年最大值选样方法,深入考虑河道水位顶托对管网排水的影响,研究管网排水与水利排涝之间的重现期衔接关系。结果表明,在破坏率影响下,管道排水设计标准 2a、3a、5a 分别对应河道排涝标准 10a、15a、20a,在压力流下可适当提高。

**关键词:**管网排水标准;河道排涝标准;破坏率;标准衔接

中图分类号:TV87

文献标识码:B

文章编号:1007-7839(2019)05-0030-04

## Study on the connection relationship between pipe drainage standard and river drainage standard in Nanjing City

FU Rui<sup>1</sup>, HU Deyun<sup>2</sup>, GUAN Guiling<sup>3</sup>

- (1. Water Conservancy Bureau of Yuhua District in Nanjing City, Nanjing 210017, Jiangsu;  
2. Jiangsu Hengyiyuan Engineering Project Management Co., Ltd., Nanjing 210017, Jiangsu;  
3. Nanjing Water Planning and Designing Institute Co., Ltd., Nanjing 210017, Jiangsu)

**Abstract:** In recent years, the lack of effective connection between pipe drainage standard and river drainage standard has become the main reason of waterlogging in urban areas, so it's necessary to discuss the relationship between them. Introducing the concept of damage rate, Nanjing Station was selected as the rainfall representative station, and the annual maximum sample selection method was used to deeply consider the influence of river water level support on pipe network drainage, and to study the recurrence between pipe drainage standard and river drainage standard. The results showed that under the influence of damage rate, if the pipe drainage standards was 2a, 3a, and 5a, the corresponding design criteria of river channel was 10a, 15a, and 20a, and could be appropriately improved under the pressure flow.

**Key words:** pipe drainage standard; river drainage standard; damage rate; standard cohesion

## 1 概述

随着城市化进程的加快,城市地区发生短历时

强降雨的情形越来越常见,城市内涝发生的频率也越来越大,已经造成了很严重的经济损失和人员伤亡。城市内涝问题,越来越受到专家学者的关注,

收稿日期:2018-10-26

作者简介:符锐(1988—),女,工程师,研究方向为城市防洪与排水。

通过重新修订暴雨公式以及提高城市地区市政排水标准,内涝问题得到了缓解,但并未从根本上解决。在我国,管道排水系统属于市政部门管理,主要是利用市政管网收集城市地区小范围的地表径流,最终排入河道,而河道排水属于水利部门管理,主要收集管道排水及部分地表径流,由于管理权限的不同,管网排水与河道排水很难有效衔接,这样就造成了一个常见的现象,当城市地区遭遇短历时强降雨时,城市地区内涝频发,而河道水位很低。因此很有必要研究城市地区管网排水标准与水利排涝标准之间的关系。本次研究以南京市为研究对象,选取南京站作为雨量代表站,引入破坏率的概念,考虑河道高水位对管网排水影响,研究河道排涝、管网排水之间的关系,以期为解决城市地区内涝问题提供依据。

## 2 研究方法

在传统的水利计算中,河道排涝标准暴雨重现期选样方法采用的是年最大值法,即在若干年的降雨量样本中,选择某一时段降雨量年最大值。由于城市地区年降雨量数据样本较少,市政部门在计算管道排水标准时,一直采用的是年多样法。年最大值法和年多样法在选样方法上的不同,导致河道排涝标准和管道排水标准计算方法不衔接。相关部门早已意识到这个问题,因此最新颁布的《室外排水设计规范》(GB50014-2006)<sup>[1]</sup>中提出,在降雨量资料达到相应年限时,管道排水设计标准选样也可采用年最大值法。根据最新要求,本次研究统一河道排涝标准与管道排水标准选样方法,采用年最大值法计算南京市河道排涝标准与管道排水标准之间的关系。

由于城市地区管道的设计标准较低,汇水面积较小,而河道设计标准较高,集水面积较大,汇水面积的不同造成各自的调蓄能力也有所不同,排涝历时也不同,随着河道水位的上升,在排水管道出口处往往产生河水倒灌、顶托现象,造成管道排水受阻,内涝灾害发生<sup>[2]</sup>。为了更好地研究河道排涝对管道排水的破坏作用,有必要引入破坏率的概念。破坏率主要是指,由于河道水位上升,造成管道排水不畅的概率,例如,破坏率取10%,则平均情况下每10年就会发生一次由于河道水位较高造成管道排水标准降低的情形,若管道设计重现期为1年一遇,则由原来的10年发生10次排水能力不足增加到10年发生11次,管道的设计标准由原来的1年

一遇降低为0.91年一遇。很显然,破坏率越大,河道排涝标准越低,对城市地区市政管网排水的影响也越大,更易产生地面积水。

## 3 案例分析

### 3.1 资料收集及参数计算

本次研究选取江苏省境内南京站作为雨量代表站,其资料系列能够很好的反映南京市降雨特征。选取有降雨资料记录的近30年(1986~2015年)汛期逐时暴雨系列,采用年最大值法进行选择。在选样过程中,首先,统计逐年不同历时(1 h、3 h、6 h、12 h、24 h)年最大值;其次,为了便于绘制基于破坏频率下的频率曲线,需统计逐年不同历时(3 h、6 h、12 h、24 h)最大降雨过程,并统计最大时降雨量。样本选取过程中,为了保证各历时降雨量的独立性,各历时降雨起始时间根据实际降雨过程确定。

对选取的不同历时(1 h、3 h、6 h、12 h、24 h)年最大值降雨量样本,按从大到小顺序排列,采用P-Ⅲ型频率曲线配线,根据目估协调法及离差最小原则<sup>[3]</sup>,得到不同降雨时段合理的统计参数EX、Cv及Cs/Cv,结果见表1。

表1 南京站频率分布统计参数

统计时段	EX(mm)	Cv	Cs/Cv
1h	37.0	0.44	2.0
3h	64.0	0.44	2.0
6h	85.0	0.50	2.0
12h	105.3	0.51	2.0
24h	123.7	0.53	2.0

### 3.2 排水与排涝标准关系分析

#### 3.2.1 不同破坏率下频率曲线的绘制及河道排涝设计雨量

在管道排水标准低于设计标准时,理论上管道排水顺畅,但是由于河道水位较高,排涝能力不足,会对管道出口处水流产生顶托,造成管道排水受阻,相应的降低了管道排水标准,即对管道排水产生了破坏。如果提高河道排涝标准,规模过大,排水效率也会降低。破坏率曲线的绘制方法,是在各雨量站不同历时年最大值法频率曲线上读出不同重现期下各时段1 h设计雨量值X<sub>1p</sub>。在降雨过程中,如果最大时降雨量超过了管道排水能力X<sub>1p</sub>,管

道将因排水能力不足产生地面积水,则此次降雨不满足样本选样要求;相反,如果最大时降雨量小于管道排水能力  $X_{1p}$ ,说明管道排水顺畅,则此次降雨满足样本选样要求<sup>[4]</sup>。从统计的不同历时(3 h、6 h、12 h、24 h)降雨过程中,选出小于  $X_{1p}$  的降雨量样本,组成新的 3 h、6 h、12 h、24 h 时段降雨过程样本集,新的样本集中每年选出一个时段分别为 3 h、6 h、12 h、24 h 最大降雨量,每个时段组成一个样本,并在同一张几率格纸上点绘频率曲线,该曲线图即为基于破坏率的频率曲线<sup>[5]</sup>。其频率代表在管道正常排水条件下,河道涝水影响管道正常排水的破坏频率。例如,在时段为 12 h 的降雨过程中,当破坏率取 3.33% (即 30 年发生 1 次河道涝水位高于管道设计水位) 时,在时段为 12 h 的频率曲线上读出频率为 3.33% 的 12 h 设计降雨量,那么在该降雨条件下,河道高水位会对管道排水产生倒灌、顶托现象。

从基于破坏率的频率曲线上读出不同管道排水设计重现期(2a、3a、5a)下各设计降雨历时(3 h、6 h、12 h、24 h)对应于不同频率(破坏率)的河道排涝设计雨量,具体见表 2。

表 2 不同破坏率下河道排涝设计雨量

管道排水设计 重现期(年)	1h 设计雨量	设计 历时	不同破坏率下 河道排涝设计雨量		
			10%	5%	3.33%
2	34.7	3h	73.2	83.2	88.8
		6h	106.6	125.5	136.4
		12h	134.9	163.2	179.7
		24h	165.8	204.0	226.4
3	41.8	3h	84.2	95.1	101.2
		6h	118.1	137.3	148.3
		12h	155.2	183.9	200.4
		24h	186.5	223.8	245.3
5	49.5	3h	85.9	97.0	103.2
		6h	120.3	140.4	151.8
		12h	159.0	188.5	205.4
		24h	193.0	231.6	253.9

### 3.2.2 管道排水与河道排涝标准关系

根据各雨量站不同破坏率下河道排涝设计雨量,从频率曲线上得出管道排水与河道排涝对应标准关系,见表 3。

由表 3 可知,当管道设计标准为 2 年一遇时,河道排涝设计标准为 3.1 ~ 13.2 年一遇;当管道设计标准为 3 年一遇时,河道排涝设计标准为 4.7 ~ 19.2 年一遇;当管道设计标准为 5 年一遇时,河道排涝设计标准为 5.0 ~ 22.8 年一遇;

表 3 管道排水标准与河道排涝标准对应关系

管道排水设计 标准(年)	设计 历时	1h 管道 设计雨量	南京站 不同破坏率下 河道排涝设计标准(年)		
			10%	5%	3.33%
2	3h	34.7	3.1	4.5	5.7
	6h		3.8	6.3	8.5
	12h		4.0	7.3	10.6
	24h		4.4	8.7	13.2
3	3h	41.8	4.7	7.4	9.8
	6h		5.1	8.7	12.1
	12h		6.1	11.7	17.3
	24h		6.3	12.6	19.2
5	3h	49.5	5.0	8.1	10.7
	6h		5.4	9.6	13.4
	12h		6.6	13.0	19.6
	24h		7.1	14.6	22.8

当管道设计标准相同时,河道排涝设计标准随破坏率的减小而增加,同时,降雨设计历时增加,不同破坏率下河道排涝标准也增加,究其原因,主要是由于降雨历时的增加使得 1 h 雨强与降雨强度的关联性降低,短历时强度低、长历时降雨强度高、重现期高的降雨发生的概率也越大<sup>[6]</sup>。

由于本次样本资料年限为 30 年,所以取破坏率为 3.33% 条件下 3 ~ 24 h 排涝设计历时对应的重现期作为河道排涝设计重现期更为合适。3.33% 破坏率条件下 3 ~ 24 h 排涝设计历时对应的重现期作为河道排涝设计重现期,具体见表 4。

由表 4 可知,当破坏率取 3.33% 时,管道设计标准为 2 年一遇时,河道排涝设计标准为 5.7 ~ 13.2 年一遇;当管道设计标准为 3 年一遇时,河道排涝设计标准为 9.8 ~ 19.2 年一遇;当管道设计标准为 5 年一遇时,河道排涝设计标准为 10.7 ~ 22.8 年一遇。

表 4  管道排水标准与河道排涝标准  
平均值对应表(破坏率 3.33%)

管道排水设计 标准(年)	河道排涝设计标准(年)			
	3h	6h	12h	24h
2	5.7	8.5	10.6	13.2
3	9.8	12.1	17.3	19.2
5	10.7	13.4	19.6	22.8

一般情况下,根据南京市城市河道特性,建议取 3.33% 破坏频率条件下,6 ~ 12 h 排涝设计历时对应的重现期作为河道排涝设计重现期,结果见表 5。

表 5  南京市管道排水标准对应河道排涝标准

管道设计重现 期(年)	2	3	5
对应河道排涝 重现期(年)	5.7 ~ 13.2	9.8 ~ 19.2	10.7 ~ 22.8
建议河道排涝 重现期(年)	10	15	20

近几年来,短历时超标准暴雨频发,城镇内涝问题日益严重。管道排水的设计雨量是在满管重力流的条件下计算得到的,而当城市地区遭遇超标准暴雨时,管道实际工作中是以压力流形式,其排水能力大于设计标准。当降雨强度介于管道满管重力流与压力流之间,同时河道能满足排涝的情况下,地面是无积水的。压力水头达到地表高程流态与满管重力流比值与埋深、坡度、管长有关。因此,管道压力流的重现期可以在重力流对应重现期的基础上适当提高。

4  结  论

通过对南京市南京站近 30 年降雨资料的分析,采用年最大值法选样,引入破坏率的概念,计算管道 1 h 设计雨量对应的不同破坏率下河道排涝设计雨量,进而分析管道排水设计标准与河道排涝设计标准对应关系,主要得出以下结论:

(1)当管道设计标准相同时,河道排涝设计标准随破坏率的减小而增加,当降雨设计历时增加,不同破坏率下河道排涝标准也增加,主要是由于降雨历时的增加使得 1 h 雨强与降雨强度的关联性降低。

(2)根据南京市城市河道特性,建议取 3.33% 破坏频率条件下,6 ~ 12 h 排涝设计历时对应的重现期作为河道排涝设计重现期。当管道设计标准为 2 年一遇时,河道排涝设计标准为 5.7 ~ 13.2 年一遇;当管道设计标准为 3 年一遇时,河道排涝设计标准为 9.8 ~ 19.2 年一遇;当管道设计标准为 5 年一遇时,河道排涝设计标准为 10.7 ~ 22.8 年一遇。当管道排水状况为压力流时,排水标准可在上限值的基础上适当提高。

参考文献:

[1]  上海市市政工程设计研究总院,北京市市政工程设计研究总院,中国市政工程东北设计研究院,等.室外排水设计规范(GB50014-2006)[S].北京:中国计划出版社,2006.

[2]  刘俊,俞芳琴,张建涛,等.城市管道排水与河道排涝设计标准的关系[J].中国给水排水,2007,23(2):43-45.

[3]  黄国如,曾娇娇,张明珠,等.不同选样方法设计暴雨重现期衔接关系探讨[J].水利与建筑工程学报,2015,(1):30-35.

[4]  陈婕,叶兴成,王飞,等.城市不同排水除涝标准衔接方法的探讨[J].水资源与水工程学报,2017,28(4):41-45.

[5]  李卫东,徐向阳.不同破坏率下管道排水与河道排涝标准衔接探究[J].中国农村水利水电,2015,11(2):182-184.

[6]  车伍,杨正,赵杨,等.中国城市内涝防治与大小排水系统分析[J].中国给水排水,2013,29(16):13-19.