

北方城市利用绿地滞蓄汛雨的分析与研究

潘文东¹,潘学渊²,刘琳琳³

(1. 大连庄河市徐岭镇水利站,辽宁 大连 116400;

2. 大连市水利建筑设计院,辽宁 大连 116021;3. 鞍山市立山区沙河镇政府,辽宁 鞍山 114031)

摘要:以雨水、绿地和硬化面为研究对象,根据不同降水重现期来分析不同比例集水面面积比例和不同下凹深度的绿地对雨水的入渗和产流系数,通过数据计算和分析,得出比较明显的结果,采用下凹式绿地对滞蓄和入渗雨水效果显著,雨水资源利用的潜力巨大。

关键词:城市;绿地;雨水;滞蓄;渗透;径流系数

中图分类号:X171.1;S273.4

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2007)02-0127-02

Study and Analysis on Greenbelt 's Floodwater-storing in the North City

PAN Wen-dong¹,PAN Xue-yuan²,LIU Lin-lin³

(1. Water Conservancy Station of Xuling Town, Zhuanghe City, Dalian Liaoning 116400;

2. Water Conservancy and Architecture Design Academy of Dalian City, Dalian Liaoning 116021, China;

3. Government of Shahe Town, Lishan Section, Anshan City, Liaoning Province, Anshan 114031, China)

Abstract:With the rainwater, greenbelt and hardened surface as study case, and according to the different precipitation scheduled time, the rainwater 's infiltration and runoff modulus of different proportion collecting water surface area and different concave depth greenbelt are analyzed. Then, the comparatively obvious result is obtained by calculating and analyzing the data that the effect on sluice-stopping and infiltration rainwater is distinct by adopting concave greenbelt, and the potential of rainwater-use is enormous.

Key words:city; greenbelt; rainwater; sluice-stopping; infiltration; runoff modulus

对于北方地区而言,随着城市化的迅速发展,城市局部小气候的变化比较明显,同一地区城市的降雨量较郊区或农村会增加 5%~7%,汛期的暴雨也增加 10%~40%。城市不透水面积大量增加,自然地貌不同程度的改变,更直接影响雨洪径流过程,导致城市汛期降水径流系数增大,大量雨水通过排水管网短时期集中排泄到河道,增加的河道行洪的压力,洪峰增高和峰现时间提前,这些都是城市化导致雨洪径流发生变化最直接的体现。而城市绿地作为城市环境的重要组成部分,近年来得到了迅速的发展,对改善城市 and 居民居住环境发挥了重要作用。因此从可持续与和谐发展的角度,将城市绿地与城市雨水资源利用相结合,根据不同降水重现期来分析不同比例集水面面积比例和绿地不同下凹深度形式下的雨水径流系数。

沈阳市作为东北地区最大的中心城市,是国家的重工业基地,具有重要的战略地位。在积极推进老工业基地振兴和东北地区中心城市加速建设的进程中,城市的空间布局、生态环境和综合功能等都进行了新的调整和转变,城市化进程明显加快。但是沈阳地区的降水随机性比较强,季节性和地区性的差异比较大,利用天然降水不能够满足城市生态需水的要求,因此本文以沈阳市为例,对绿地滞蓄雨水效果进行分析研究。

1 绿地形式规划设计

新建城市绿化面积较大,是滞蓄雨水和雨水渗透的良好空间。在规划和建设绿地时应该适当降低绿地的高程和坡度(对

于坡面绿地另外考虑),或者适当加高绿地边坎,即建成与道路相平或低于路面的下凹式绿地。这样除了可以滞蓄绿地本身降雨径流,增加入渗能力外,还可以将屋顶或公共不透水铺装面的径流导入绿地,有效减缓径流速度,减少径流损失。

2 城市设计暴雨过程

城市设计暴雨过程可用暴雨强度公式表示,即

$$q = \frac{167A(1+dgT)}{(t+b)^n} \quad (1)$$

式中: T ——设计重现期,(a); t ——暴雨历时,(min); A 、 b 、 c 、 n ——地区参数;令 $s = 167A(1+dgT)$, s 表示不同重现期的雨力。沈阳地区不同重现期 T 的雨力为: $s = 10.9 \times (1 + 0.7741gT)$

因此,时段内次暴雨总量为:

$$H = qt = \frac{st}{(t+b)^n} \quad (2)$$

则瞬时降雨强度为:

$$i = \frac{dH}{dt} = \frac{s[(1-n)t+b]}{(t+b)^{n+1}} \quad (3)$$

考虑将绿地做成低于周围地面 10 cm,将不透水铺装面的径流导入绿地,而不透水铺装面可视作绿地的汇水区。汇水区的集流时间比较短,为了简化计算,假定其总的绿地的入流过程为绿地增加的净雨量,设汇水区流入绿地的径流系数为 μ ,则总雨力为:

* 收稿日期:2006-04-18

作者简介:潘文东(1955-),男,大连庄河市徐岭镇水利站,水利站长,助理工程师。

$$S = s(1 + \frac{A_{\text{汇水区}}}{A_{\text{绿地}}}) \tag{4}$$

式中： S ——绿地和汇水区叠加的总雨力，(mm/min)； s ——不同重现期的设计暴雨雨力，(mm/min)；不同重现期的总雨力计算结果见表 1。

表 1 不同重现期的总雨力

T	0.33	0.5	1	2	5	10	20	50	100
$\frac{A_{\text{汇水区}}}{A_{\text{绿地}}}$	0.0	6.84	8.36	10.90	13.44	16.80	19.34	21.88	25.23
1.0	12.99	15.88	20.71	25.54	31.91	36.74	41.56	47.94	52.77
2.0	19.15	23.41	30.52	37.63	47.03	54.14	61.25	70.65	77.76

3 绿地设计净雨量

绿地上的降雨以及屋面、地面等汇水区汇入绿地的径流在绿地内有截流和下渗，初期截流和下渗量较大，后期趋于稳定。为简化计算，采用扣除平均损失强度的方法，以计算绿地的净雨量。假定平均损失强度为 μ ，主要为绿地下渗，

表 2 不同重现期的净雨量

重现期 / a	平均损失强度 $\mu/(mm \cdot min^{-1})$	暴雨特性		净雨量 h_c/mm		
		t_c/min	H/mm	$A_{\text{汇水区}}/A_{\text{绿地}}=0.0$	$A_{\text{汇水区}}/A_{\text{绿地}}=1.0$	$A_{\text{汇水区}}/A_{\text{绿地}}=2.0$
0.33	0.3	20	12.3	6.3	17.4	28.4
0.5	0.3	25	16.6	9.1	24	39
1	0.3	34	24.8	14.6	36.9	59.2
2	0.3	44	33.8	20.6	51	81.4
5	0.25	70	50.2	32.7	77.9	123.1
10	0.25	83	61.3	40.6	95.8	150.9
20	0.2	127	79.7	54.3	126	197.8
50	0.2	152	97.3	66.9	154.5	242
100	0.2	171	111	76.8	176.7	276.6

根据表 2 绘制出不同比例汇水面积与不同重现期的绿地理论净雨量，见图 1。

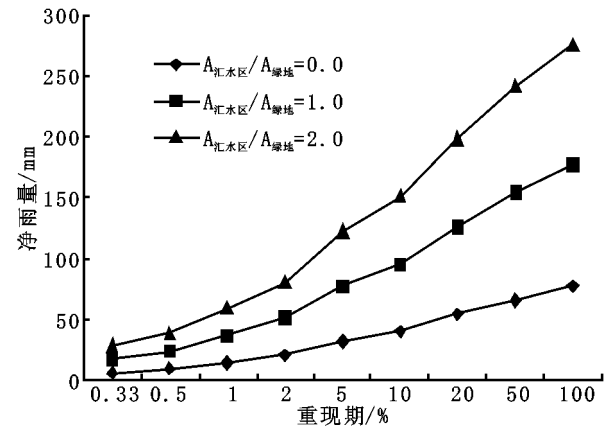


图 1 不同比例汇水面积与不同重现期的绿地净雨量

表 3 绿地不同设置形式的径流系数

重现期/ a	次暴雨量/ mm	绿地与周围齐平			绿地比周围地面低 10 cm		
		$A_{\text{汇水区}}/A_{\text{绿地}}=0.0$	$A_{\text{汇水区}}/A_{\text{绿地}}=1.0$	$A_{\text{汇水区}}/A_{\text{绿地}}=2.0$	$A_{\text{汇水区}}/A_{\text{绿地}}=0.0$	$A_{\text{汇水区}}/A_{\text{绿地}}=1.0$	$A_{\text{汇水区}}/A_{\text{绿地}}=2.0$
0.33	12.3	0.51	0.71	0.77	0	0	0
0.5	16.6	0.55	0.72	0.78	0	0	0
1	24.8	0.59	0.74	0.80	0	0	0
2	33.8	0.61	0.75	0.80	0	0	0
5	50.2	0.65	0.78	0.82	0	0	0.14
10	61.3	0.66	0.78	0.82	0	0	0.25
20	79.7	0.68	0.79	0.83	0	0.15	0.37
50	97.3	0.69	0.79	0.83	0	0.25	0.44
100	111	0.69	0.80	0.83	0	0.31	0.48

由表 3 可以看出，当绿地高程降低 10 cm 时绿地本身的径流系数可由原来的 0.51~0.69 降至 0，全部径流将完全在

产流历时为 t_c ，则 t_c 满足：

$$\mu = \frac{sf(1-n)t_c + bI}{(t_c + b)^{n+1}} \tag{5}$$

在设计暴雨条件下，截流及平均损失强度为绿地土壤的稳定入渗率，城市绿地土壤以壤土考虑，并计入其初期的入渗率比稳定入渗率大，计算中 μ 采用 0.3~0.2 mm/min。对于重现期 T 为 1 年、2 年的暴雨过程 μ 采用 0.3 mm/min；对于重现期为 5 年、10 年的暴雨过程 μ 采用 0.25 mm/min；对于重现期为 20 年、50 年、100 年的暴雨过程 μ 采用 0.2 mm/min。

由上式求得不同重现期 T 所对应的 s 及 t_c ，对某一重现期的暴雨过程的净雨量 (h_c)，就可以用下式求得，即

$$h_c = H - \mu t_c \tag{6}$$

根据公式 (2)、公式 (5) 和公式 (6)，可以计算出不同重现期的净雨量，见表 2。

由图 1 可以看出对于某一汇水比例而言，重现期的增加使得绿地中流入的降水径流增大；对于一定的重现期，汇水面积越大，降雨径流流入绿地的水量就越大。这就意味着绿地滞蓄汇水区径流量决定了绿地的下凹深度。但是不能无限制的增加绿地的深度，经过钱易、刘昌明等学者的理论与实验研究，认为将绿地高程降低 15~20 cm 滞蓄雨水比较合理。

同时在进行不同绿地高程径流系数研究时应该考虑降低绿地高程后增加的滞蓄雨量对入渗的影响，但是由于实验场地和自然条件的限制，这部分不单独考虑，一并计入平均损失强度中。

4 绿地滞蓄暴雨效果分析

下面给出绿地与周围地面齐平和绿地比周围地面低 10 cm 两种不同的设置形式。分别计算不同汇水比例面积和不同重现期的产径流系数。

下凹绿地内滞蓄和入渗；如果绿地还汇入相同面积的硬化面
(下转第 132 页)

(4) 实施生态教育, 加大执法力度, 加强综合治理。生态环境建设是一项复杂的系统工程, 需要诸多行政部门的协调和配合、多门学科的参与和支持^[22]。同时生态环境保护又是一项长期而艰巨的任务。要大力加强生态宣传教育, 提高公众的生态意识, 动员全社会的力量抓生态环境建设, 把保护生态环境变成人民群众的自觉行动; 同时, 加强法制建设, 完善森林法、草原法、水土保持法、环境保护法等相关的法律法规, 加大加强法律的普及工作, 加大执法力度, 做到有法必依, 执法必严, 违法必究。严格控制人口增长, 减缓人口对生态环境的压力。

5 结论与建议

(1) 白银市区属典型的黄土高原矿农交错区。恶劣的自

然环境和以工业为主体的强烈的人类经济社会活动共同作用, 使白银市区产生了诸如水土流失日趋严重、土地退化面积不断扩大、水资源进一步短缺和天然植被遭到人为破坏等生态环境问题。

(2) 白银市区的生态恢复应坚持因地制宜、可持续性和防治并重的原则, 从区域实际条件出发, 在矿产资源的开发利用和生态环境的保护间寻求平衡, 防止生态进一步退化和恢复已退化的生态系统, 实现生态环境的可持续发展。

(3) 区域生态恢复和重建应以水土流失区小流域的生态环境修复为核心, 合理退耕还林还草, 恢复植被。加强城区和矿山的生态环境建设, 提升城市形象, 保障城区安全。强化相关的管理措施, 为生态恢复创造良好条件。

参考文献:

- [1] 查小春, 唐克丽. 黄土丘陵区开垦地抗冲性的时间变化研究[J]. 水土保持通报, 2001, 21(2): 8 - 11.
- [2] 董世魁, 康慕谊, 熊敏, 等. 黄土高原地区退耕还林(草)政策的持续性分析[J]. 水土保持学报, 2005, 19(2): 41 - 44.
- [3] 成克武, 吴丽娟, 王清春, 等. 陇东地区生态环境建设问题的探讨[J]. 北京林业大学学报, 2002, 24(1): 23 - 28.
- [4] 苗光忠, 陈谦. 退耕还林还草是实现山川秀美的关键[J]. 水土保持学报, 2000, 14(2): 1 - 5.
- [5] 锯彤军, 刘普灵, 郑世清, 等. 黄土丘陵区生态恢复重建过程中流域降雨及其水沙变化特征研究[J]. 水土保持学报, 2005, 19(2): 57 - 60.
- [6] 吴锦奎, 丁永建, 陈彩虹. 白银市区生态环境的退化及修复[J]. 人民黄河, 2005, 27(6): 42 - 44.
- [7] 赵晓英, 陈怀顺, 孙成权. 恢复生态学[M]. 北京: 气象出版社, 2001. 6 - 8.
- [8] 陈彩虹. 白银市区生态环境问题及分析[J]. 甘肃环境研究与监测, 2003(增刊): 16 - 18.
- [9] 南忠仁, 李吉均, 张建明, 等. 白银市区土壤作物系重金属污染分析与防治对策研究[J]. 环境污染与防治, 2002, 24(3): 34 - 38.
- [10] 吴国振. 白银区沿黄灌区盐碱土的现状调查及改良措施[J]. 农村生态环境, 2000, 16(2): 62 - 64.
- [11] 白银市地方志编纂委员会. 白银市志[M]. 北京: 中华书局, 1999. 86 - 87.
- [12] 钱易, 唐孝炎. 环境保护与可持续发展[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000. 90 - 112.
- [13] 徐树建. 我国西北地区生态恢复研究[J]. 地理学与国土研究, 2002, 18(2): 80 - 84.
- [14] 吴锦奎, 丁永建, 张明泉. 长江流域甘肃片生态环境特征及对生态环境建设的效应[J]. 水土保持学报, 2003, 17(6): 24 - 28.
- [15] 张景光, 王新平. 甘宁蒙陕退耕还林(草)中的适地适树问题[J]. 中国沙漠, 2002, 22(5): 489 - 494.
- [16] 陈生合, 李国标. 白银地区生态林业建设的思路[J]. 甘肃农业, 2001, (3): 18 - 20.
- [17] 李凤, 陈法扬. 生态恢复与可持续发展[J]. 水土保持学报, 2005, 18(6): 187 - 189.
- [18] 蒋雅林, 张军英. 白银有色金属公司采选二次资源开发利用设想[J]. 中国有色冶金, 2004(4): 61 - 65.
- [19] 邓楠. 依靠科技进步推动西部地区可持续发展[J]. 中国人口资源与环境, 2001, 11(1): 1 - 2.
- [20] 林文. 白银市水资源可持续利用探讨[J]. 甘肃水利水电技术, 2002, 38(1): 34 - 35.
- [21] 王龙昌, 王立祥, 王庚龙, 等. 白银市生态农业建设研究[J]. 甘肃农业大学学报, 1999, 34(3): 229 - 236.
- [22] 吴绍洪, 郑度, 杨勤业. 我国西部地区生态地理区域系统与生态建设战略初步研究[J]. 地理科学进展, 2001, 20(1): 10 - 20.

(上接第 128 页)

产生的径流, 那么在达到遇 20 年一遇的暴雨强度时才产生径流, 并且当达到百年一遇暴雨强度时径流系数仅为 0.31。由此可见, 下凹式绿地对于滞蓄暴雨径流具有巨大的潜力。

5 结 语

在新建城区或旧城改造规划中将城市绿化建设同绿地

滞蓄雨水相结合, 在技术条件是可行的, 但是在利用绿地滞蓄雨水时应依据不同的土壤条件, 科学确定绿地面积和不透水汇流面的比例和绿地低于路面的高程, 以免绿地淹水时间过长而影响其正常生长。对于雨水径流的水质对绿地入渗是否污染地下水目前还没有比较直接和明显的数据显示, 所以还需要科学论证。

参考文献:

- [1] 王沛永. 地区园林绿地的雨水利用探析[J]. 中国园林, 2004, 20(11): 71 - 74.
- [2] 杨建锋. 城市化和雨水利用[J]. 北京水利, 2001, (1): 22 - 23.
- [3] 杨瑞平, 李玉珏. 雨水资源在城市中的利用[J]. 山西水土保持科技, 2002, (2): 23 - 24.
- [4] 钱易, 刘昌明, 邵益生. 中国城市水资源可持续开发利用[J]. 北京: 中国水利水电出版社, 2002.
- [5] 陈娟, 叶闽, 杨国胜. 绿色生态小区雨水利用研究[J]. 住宅科技, 2004, (10): 44 - 46.
- [6] 王娟, 蔺银鼎. 城市绿地生态效应[J]. 草原与草坪, 2004, (4): 24 - 27.
- [7] 刘国茂. 城市道路与路面雨水利用的探讨[J]. 城市道桥与防洪, 2005, (4): 63 - 65.
- [8] 史卫东, 谢志伟. 雨水利用系统的降水优化设计[J]. 甘肃水利水电技术, 2002, (3): 180 - 185.
- [9] 陈梦樵, 窦从容. 雨水流量的简化算法研究[J]. 上海冶金设计, 1997, (2): 32 - 35.
- [10] 林性粹, 冯耀龙, 刘全仁, 等. 雨水径流集蓄利用系统中次降水模式的研究[J]. 水土保持学报, 1995, (1): 48 - 54.