

对城市雨水地下回灌的分析*

车武¹, 李俊奇¹, 曹秀芹¹, 刘红², 孟光辉²

(1. 北京建筑工程学院, 北京 100044; 2. 北京城市节水办公室, 北京 100036)

摘要:城市扩张带来雨水径流量增大、排出时间缩短并由此产生一系列后果。对城区雨水回灌地下的效益进行了讨论。分析城区雨水径流水质污染状况及其影响因素, 初期雨水径流污染严重, 主要受地面条件、屋面材料、气温、降雨量及降雨强度等影响。根据对雨水水质的研究结果, 分析了雨水回灌地下的条件及必要的雨水处理措施。对雨水回灌技术作了简略的论述。

关键词:城市雨水; 雨水资源; 水污染; 雨水回灌

中图分类号: X522 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-1264(2001)04-0028-03

Analysis on Urban Runoff Recharge to Groundwater

CHE Wu¹, LI Jun-qi¹, CAO Xiu-qin¹, LIU Hong², MENG Guang-hui²

(1. Beijing Institute of Civil Engineering and Architecture, Beijing 100044, China;

2. Beijing Water Conservation Office, Beijing 100036, China)

Abstract: This paper discusses the rise of runoff quantity, the decrease of its drain time and their consequences because of urban development, and the benefit of recharge of urban runoff to groundwater. The pollution of urban runoff and some factors which affect the quality of runoff are analyzed. The results show that the pollution of first flush is very serious, and it is mainly affected by roof materials, temperature, the volume and intensity of rainfall etc. According to the results of research on rainfall quality, this paper analyses the conditions of replenishment of runoff for groundwater and the necessary measurements and treatment, and gives a brief description of the technology of runoff recharge.

Key words: urban runoff; rainfall resource; runoff pollution; recharge

1 城市雨水带来的问题

城市快速发展必然带来环境、生态、水资源等方面的矛盾, 城区汇集的大量雨水就是一个突出的问题。由于城区的扩张, 不透水面积逐年增加, 使城区的雨水径流峰值明显增大, 流出时间缩短, 由此带来一系列不良后果^[1]。

首先是雨水资源的流失。以北京为例, 城区建筑物、道路和绿化地的总占地面积 1998 年为 53 572 hm², 预计 2010 年达到 61 410 hm²^[2], 计算出城区汇集流出的雨水资源总量分别为 20 514 万 m³ 和 23 239 万 m³, 增长幅度很大。图 1 是北京市建筑物占地面积及屋面汇集雨水径流量的大致变化趋势, 可以清楚地看出, 90 年代以来增长非常迅速。我国许多水资源严重缺乏的城市, 城区大量的雨水却没有得到充分的利用而白白流失, 造成雨水的地下渗透量减少, 地下水入不敷出, 地下水位逐年下降。全国目前已形成许多

大范围的地下漏斗区, 并由此导致地面下沉、塌陷、海水入侵等恶果。

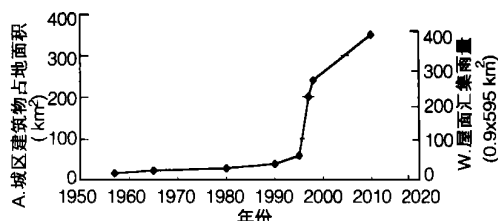


图1 北京城区建筑物占地面积及汇集雨量的变化

($W = \Psi \cdot H \cdot A \cdot 10^3$; Ψ - 径流系数, 取 0.9;

H - 年平均降雨量, 595 mm)

城区大量雨水的流失还直接造成城市的洪涝危害。我国城市排水设施普遍陈旧、老化, 排水能力不足。雨水径流量的增大, 流出时间的缩短, 加大了排水系统的负担。许多城市雨季水涝现象严重, 一些城区雨后积水时间长达数小时, 对城市的生产与生活造成极大的影响, 并带来巨大的经济损失。

城区雨水带来的第 3 大问题是 对水体的污染

* 收稿日期: 2000-11-27

和对生态环境的破坏^[3]。研究表明,城区雨水的污染也非常严重,尤其是初期雨水。由被污染的大气层、地面和屋面直接带来大量的污染物。以北京为例,按 1998 年城区道路和建筑物屋面所占面积(未计算绿地等)初步估算,一场降雨就可能直接带入环境的 COD 总量达上百吨。此外,由于我国城市合流制排水管网占很大比例,一些分流制管网混接、错接与乱接问题严重,雨季有大量城市污水溢入水体,也造成很大的污染。

城区的大量雨水还增大了排水管网中途泵站和污水处理厂的负荷,增加了运行能耗和处理成本。

2 城市雨水地下回灌的效益

合理地开发利用城区的大量雨水能取得多方面的综合效益:(1)补充或节约当地的水资源;(2)缓解地下水位的下降,防止地面沉降和海水入侵等恶果;(3)减少城市洪涝危害;(4)减轻水体的污染,改善城市生态环境等。

图 2 是城市雨水的 3 种出路。出路①是经分流制的雨水管网直接排放,管道系统投资较大,社会与环境代价也较高;出路②是进合流制管网,路径最长,技术复杂,处理成本最高。出路③是在进入市政管网前,尽可能就地处置回灌地下或利用,是一种投资少,设备简单,容易实施和见效快的技术方案,其效益/投入比最大。

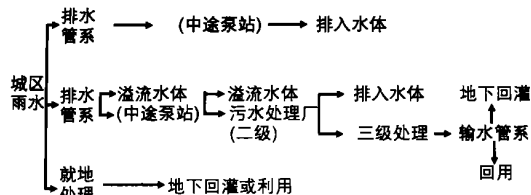


图2 城区雨水3种出路比较

3 城市雨水回灌地下的条件

利用城区雨水回灌地下必须具备一定的地质条件,如土壤的渗透性能,地下水位等。由于城区拥挤,地面、地下结构又比较复杂,还必须合理地选址。对以地下水作为供水水源的城市,雨水水质要满足一定的要求,避免污染地下水源。

我国城市雨水的污染普遍比较严重。汇水面积性质不同,雨水径流的水质也有很大的区别。可以粗略地把城区汇水面积划分为道路(包括人行道和广场等)、屋面和绿地3类。

由于植物和土壤的吸收截纳作用,绿地汇集

的雨水径流水质应比较好。但由于许多绿地或半裸露土地的植被覆盖较差,暴雨很容易带出大量泥沙,对管道系统、雨水回灌设施、城区环境和水体有很大的危害,应设计和管理好绿地,控制绿地水土流失。

一般认为屋面雨水水质较好,但屋面积累的污染物和一些屋面材料也会产生污染,目前国内城市采用较多的沥青油毡类屋面材料就是一种主要的污染源。对北京城区屋面雨水水质的大量分析结果表明,初期雨水径流污染很严重^[4],COD、SS和色度都较高。图3是屋面径流COD浓度随降雨历时变化的典型曲线。油毡屋面雨水污染程度明显高于瓦质屋面。

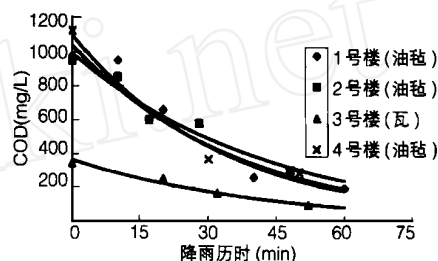


图3 不同材料屋面雨水COD随降雨历时的变化曲线

屋面雨水水质受屋面材料、空气污染程度、气温、降雨量与降雨强度、降雨的间隔时间等许多因素的影响,总的规律是,随降雨历时的延长,污染物浓度很快下降并趋于稳定。屋面雨水便于收集,SS含量较少,有利于地下回灌。但必须解决其中的污染物问题。可以改进或更换屋面防水材料,比如采用水泥砖和瓦质屋面,上海市正在有计划地将一些旧的平顶屋面改造成新的坡顶屋面,改善城市环境和顶层居住条件,可谓一举多得。还可以采用初期雨水弃流装置,分离污染较严重的初期雨水。作者提出按2 mm降雨量来合理设计初期弃流装置的方法,以获得水质相对稳定的雨水,再根据需求采取进一步净化,以满足地下回灌的要求。

可以考虑2种方案。一是用雨水调节池收集贮存雨水,再通过一些比较简单的处理工艺使其达到回灌的水质要求。这种方案土建费用较大,在拥挤的城区修建较大的调节池可能会遇到困难。另一种方案是利用城区绿地的人工土壤层或天然土壤层来净化雨水,通过渗透设施让雨水直接渗入地下,补充地下水。研究表明,通过厚1 m左右的人工或天然土层,雨水中的COD去除率可达到60%~90%左右。图4为在一定条件下,垂直方向0.5 m和1.0 m厚人工土层的进出水水

质情况。这种方案简单易行。但适用条件、雨水水质要求、污染物在土壤中的作用及长期影响、渗透速率及净化能力的提高等都是需要认真对待的技术问题。

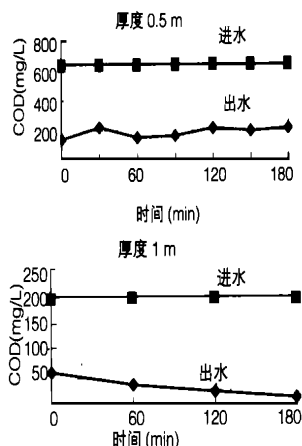


图4 不同厚度人工土层进出水 COD 浓度

道路汇集的雨水水质情况比较复杂,因地面条件的不同会有很大差别。但测定结果表明,路面径流水质变化也有一定的规律。如初期径流污染较重, COD、SS 浓度高,也受降雨强度、降雨量和降雨间隔时间等因素影响,随降雨历时的延长,浓度也逐渐下降趋于稳定。

图5为北京城区路面径流 COD 的典型变化趋势。

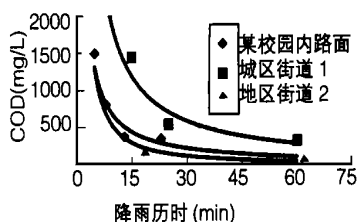
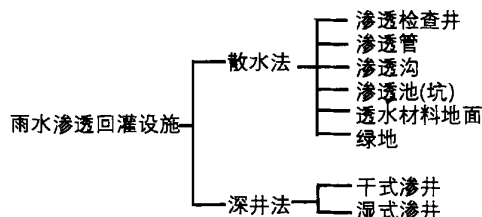


图5 城区路面雨水 COD 的变化规律

还可能含重金属、油类等各种污染成份,利用道路雨水回灌地下更需慎重,必须解决好雨水的净化问题,如路面状况的改善、初期雨水的弃流与处置、控制 SS 和其它污染物。

4 雨水回灌技术

雨水回灌设施种类很多^[1,5]。大致可分为集中回灌和分散回灌 2 大类,或分为以下两类:



深井回灌容量大,可直接向地下深层灌水,但对地下水位、雨水水质应有更高的要求,尤其对用地地下水做饮用水源的城市应慎重。适用于汇水面积大,径流量大而集中,水质好的条件,比如雨季水库、河流中多余水量的处置。散水法可以在城区因地制宜地就地选用,这类设施简单易行,可减轻对雨水收集、输送系统的压力,还可以充分利用表层植被和土壤的净化功能。但渗透量受土壤渗透能力的限制。

参考文献

- [1] 车武. 我国缺水城市雨水利用技术的探讨[J]. 中国给水排水, 1999, 3: 22.
- [2] 叶耀先. 洪水对建成区的危害和减灾规划设计[J]. 城市规划, 1999, 1: 18 - 19.
- [3] 车武. 雨水利用与城市环境[J]. 北京节能, 1999, 3: 13.
- [4] 车武, 汪慧贞, 刘红, 等. 北京屋面雨水污染及利用研究[C]. 2000 中国水处理技术与装备国际研讨会论文, 2000. 59 - 64.
- [5] Geiger W, Dreiseitl H. Neue Wege Für Das Regenwasser in Baugebieten, 1995. 84 - 111.

作者简介: 车武(1955 -), 男, 山东人, 副教授, 工学硕士, 1977 年毕业于武汉工业大学并留校任教, 1983 年获武汉工业大学工学硕士学位, 1983 年至今在北京建筑工程学院任教, 1988 - 1989 年赴西德进修, 1993 - 1998 年赴日本研修。

环境科技简讯

天津市环境保护局开始废旧电池统一回收处理处置管理工作

2001 年 7 月 18 日, 天津市环境保护局召开新闻发布会, 宣布从即日起, 天津市环保局统一回收、处理天津市产生的废旧电池。具体做法是: 天津市环保局在全市所属 20 个区县(含开发区、保税区)环保局内设立废旧电池回收点, 回收企业、个人交来的废旧电池; 天津市危险废物处理处置中心受天津市环保局的委托, 负责定期集中、储存各回收点收来的废旧电池; 2002 年该中心建成后, 将对储存的废电池做分解、深埋处理。使长期以来污染环境的废旧电池有了归属。今后还将逐步扩大回收范围、增大回收力度, 使这一工作日益完善。

(朱宏波)