



北京城区雨洪利用工程措施

陈建刚 丁跃元 张书函 曹波

(北京市水利科学研究所 100044)

摘要 开展城区雨洪利用,是有效解决北京城区市政管网和河湖水体防洪压力与水资源短缺矛盾的重要途径。介绍了雨洪利用中采用的主要工程措施及相关技术要求。

关键词 雨洪利用 工程措施 城区

近年来,随着北京市城市建设飞速发展,建筑物、道路等不透水面积快速增长。屋顶、道路等不透水表面的径流系数一般取0.9,即降雨量的90%将形成径流,因此快速增长的不透水面积必然造成径流的增加。如何处理这部分径流?目前北京城市排水体制主要为分流制,其指导思想是:及时、迅速地排除降雨形成的径流,尽可能地减少积水所造成的影响。因此大部分雨水由管道收集和输送,然后直接排入水体或市政管网。

如果单纯考虑将雨水径流快速排出,对雨水管道、雨水泵站等设施的容量、输送能力要求很高,也给城区河湖排水系统带来巨大压力。而另一方面,由于不透水面积的增大,隔断自然补给通道,导致地下水位持续下降。如何解决这一矛盾?参考国内外的先进经验,结合北京市实际情况,采用贮存利用与就地入渗等形式进行城区雨洪利用,将一方面减缓城市排水管网与城市防洪压力,另一方面将处理后的雨水回用于城市绿化、街道洒扫和景观等生态用水,有利于减少对自来水的使用,并通过入渗缓解地下水位的下降趋势。

1 雨水贮存设施——雨水综合池

雨水综合池是雨水综合系统中具有简单处理能力的贮水构筑物,是实现雨水综合系统多重效益的重要保障。它不仅具有平抑雨洪峰值、减少下游管段容量的功能,而且还是雨水回用、减污等多种功能的载体。在原有排水系统不变的情况下,利用综合池的调洪容量可提高设计区域的防洪标准;综合池中的简单处理设施可去除雨水中的部分污染物,提供符合要求的回用水;同时综合池建造也可与周边环境配合设计,成为区域水景观的组成部分。

根据汇水面积,通过相关计算,将雨水收集与输送,经处理贮存到地下蓄水池中。道路雨水的收集与输送既可采用管道,也可采用渠道。

根据北京市水利科学研究所对小区屋顶、道路径流水质的监测结果分析,降水初期径流水质较差,随着降雨历时的延长趋于好转,只要采取措施趋利避害,其中绝大部

分可以利用,因此可根据雨水利用所要求的水质标准对径流进行处理。一般来说,在去除前期降雨径流后,只要经过沉淀过滤,基本上能够满足洗车、浇灌树木和绿地等其他用水要求。如对水质要求高,则应增加雨水处理设施,如离心分离机、活性炭吸附塔等。

一般而言,雨水处理贮存设施包括雨水收集管道、初期径流池、沉淀池以及过滤池,其工艺流程如图1。另外,雨水处理贮存设施也可与渗透设施相结合,如渗透管沟,以达到对雨水综合处理的效果。

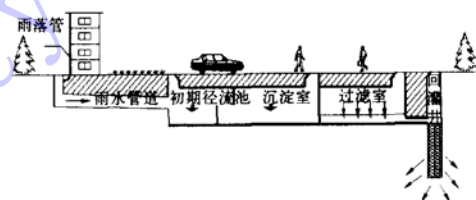


图1 居民小区雨洪利用示意图

2 雨水渗透设施

雨水渗透可以分为地面蓄水入渗和地下蓄水入渗。蓄水入渗的主要目的是:①通过蓄水和入渗减低径流量和径流峰值;②通过植被和植被下的土壤过滤提高水质和改善表土的细菌活动;③用于地下水补给以保持地下水位,用于以后的抽采和利用。

当土地空间允许,且土壤渗透性能较好时,可集蓄雨水于洼地、水池或池塘中,进行地面蓄水入渗。在土地有限的情况下,可通过地表下填满碎石的沟、井和管道滞蓄雨水入渗。

2.1 入渗洼地

洼地类似于“水盆”,其四周有斜坡,坡度一般小于1:3。表面宽度和深度的比例约为6:1或更大(见图2)。通过草中和表土上的活性生物处理以及通过表土和表土下层的渗透过程减低污染物,可用于蓄水或水预先处理和渗透,适合与渗透沟、旱或湿水池相连。若利用天然低洼地或起伏地形接纳道路径流,进行蓄水渗透最为经济,只要对其作些简单处理,如铺设砂卵石等透水性材料,其渗透过滤



性能会大大提高。

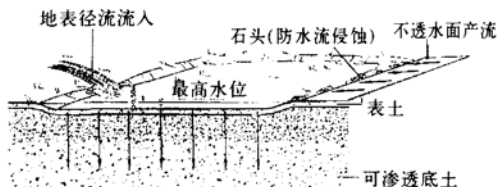


图2 入渗洼地结构示意图

入渗洼地的充水表现为季节性充水,水位变化很大,因此洼地种植植物应在承载径流之前成型,并且所种植物应既能抗涝又能抗旱,适应池中水位变化。入渗洼地的优点是滞蓄水性好,易接近和维修,其施工和维修的技术性不高,通过景观设计,易融入市区风景。缺点是易汇集硬质污染物,造成沉积压紧,影响其渗透,须定期维护和管理。

2.2 入渗池

可用渗透性低的土壤筑成水坝或建为水洼,利用渗透池,短期贮蓄地表径流,通过渗透和活性表土在渗入地下之前处理雨水,其结构如图3。入渗池的边坡可根据土壤的稳定系数来确定,入渗池的边缘应种植树木或灌木,不应建在地下饮用水源附近。如果雨水含有大量的沉淀物,建议在入流口安装油污分离器。入渗池应定期检查,如果入渗池入渗能力降低,应清除沉淀物。

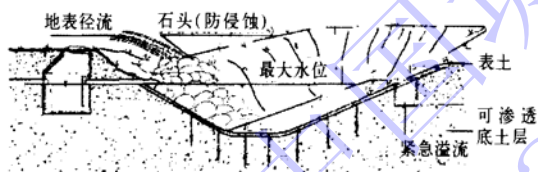


图3 入渗池结构示意图

2.3 渗透管沟

渗透管沟一般采用穿孔PVC管或渗水片材等透水材料制成。汇集的雨水通过透水性管渠进入四周的碎石层,碎石层具有一定的贮水、调节作用,然后再进一步向四周土壤渗透。相对渗透池而言,渗透管沟占地较少,便于在城区及生活小区设置。它可以与雨水管系、渗透池、渗透井等综合使用,也可以单独使用,其结构如图4。

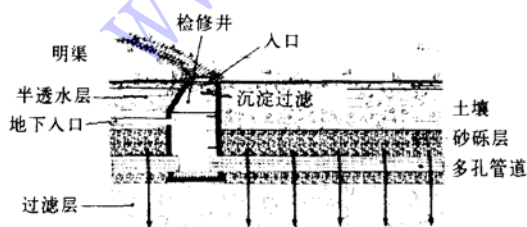


图4 渗透管沟结构示意图

2.4 入渗井

虽然入渗井对地下水的补给能力比较高,但其去污染

物能力相当低,因此对回灌水质有一定的要求,必须对回灌的雨水进行处理后方可回灌。为了避免负面影响地下水,只能在无法通过绿地和透水地面入渗时,才考虑利用此设施。

通过无底入渗井入渗是入渗井最简单的入渗方法(见图5a),包括间接入渗井(见图5b)和直接入渗井(见图5c)2种。间接入渗井不到达地下水位,径流的入渗通过土壤;而直接入渗井则与含水层相通,水直接渗入地下水层而不过土壤。

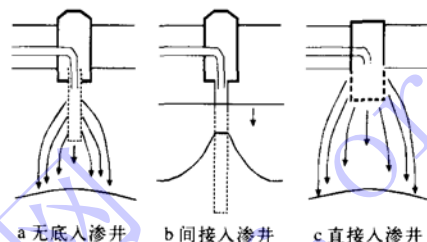


图5 入渗井简图

2.5 人工渗透性铺装地面

人工渗透地面主要分为2类,一类是材料渗透,路面铺装材料本身具有渗透能力,如多孔沥青、无砂混凝土地面以及透水砖等;另一类是结构渗透,通过结构空间进行渗透,如草坪砖。它们可用于停车场、交通流量较少的道路及人行道,特别适用于居民小区。

(1) 透水性地面。无砂混凝土地面构造与多孔沥青地面类似,其厚度约为12.5cm,空隙率15%~25%。多孔沥青及无砂混凝土地面自1973年在美国使用以来,至今已广泛应用于发达国家。在国内,北京市市政部门曾作过相关的研究,但没有得到大范围的推广。透水砖路面是在无砂混凝土地面的基础上发展而成,所不同的是无砂混凝土地面是1次浇注而成,而透水砖路面是铺装利用无砂混凝土压制而成的预制件即透水砖。透水砖制作在配方上与无砂混凝土有所不同。透水砖路面在日本有所研究和使用,但在国内鲜有报道。目前,北京市水利科学研究所正在做这方面的研究。透水砖地面构造如图6所示。

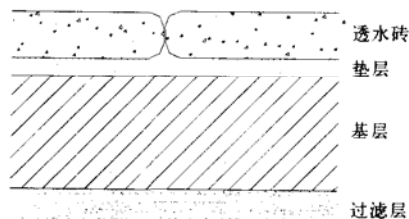


图6 透水砖地面结构示意图

(2) 草坪砖地面。草坪砖是带有各种形状空隙的混凝土块,开孔率可达20%~30%,因在空隙中可种植草类而得名。多用于城区各类停车场、生活小区及道路边。草坪砖地面因有草类植物生长,能滞缓地表径流,净化过滤雨水,



调节温、湿度，对重金属如铅、锌、铬等有一定去除效果。施有机组合。

3 工程措施实施的几点要求

(1) 工程措施选址。使用渗透设施的适宜地点为：地下水最高水位或地下不透水岩层至少低于渗透表面1.2m，土壤渗透率不小于 $2 \times 10^{-5} \text{m/s}$ ，地面坡度不大于15%，离房屋基础至少3m远。而对于雨水处理贮存设施而言，只要遵守相关规范，选址要求不是特别严格。雨水利用工程还需考虑表层及下层土壤结构、表面植被种类、土壤含水率、车辆及行人交通密度等一些必要因素。

(2) 维护管理。无论是雨水贮存设施还是雨水渗透设施，在经历一段时间后，其功能都会有所下降，因此为延长其使用寿命以及保证其使用效率，必须进行维护管理。尽可能去除设施中的沉淀物、漂浮物以及各种易造成堵塞的杂质，并对渗透装置和沉淀池加强管理，定期清理。

(3) 降雨初期的短时间内，雨水径流有相当的污染性。因此，为安全起见，对污染较重的初期径流宜设置初期弃流装置及适当的净化措施。

(4) 为保证雨洪利用工程的效率，最大限度利用雨水，在选择雨洪利用工程时，可根据当地实际情况，将上述措

施有机组合。

总之，无论是雨水渗透设施，还是雨水贮存设施，城区雨洪利用工程措施都应与雨水管系建设、城市总体规划有机地结合起来，在雨水管道系统设计、用地规划和地面覆盖上合理、充分地利用雨水。这一点在北京市水利科学研究所承担的中德合作“北京城区雨洪控制与利用”项目中得以体现。在该项目中，选择新建成小区、将建设小区、老城区3种雨水利用模式，将汛期来自屋顶、庭院、道路、绿地等雨水进行收集处理后，直接回灌地下，或贮存利用。这样既能保证人民生活、生产的安全，不受雨洪及积水的干扰，又能缓和城市水资源危机，增加土壤中的含水量、调节气候，从而改善城市的生态环境。

参考文献

- 1 汪慧贞，车武，胡家骏. 浅议城市雨水渗透[J]. 给水排水, 2000, (22).
- 2 北京市市政设计院. 给水排水设计手册(第二册)[Z]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1986.
- 3 周玉文，赵洪宾. 排水管网理论与计算[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2000.