

高校校园雨水收集利用研究现状探讨与分析

王晓玲 张宝军 白建国 刘红侠

(江苏建筑职业技术学院 江苏徐州 221116)

摘要: 雨水被认为是一种轻度污染的水源, 雨水利用可有效缓解城市水资源短缺的形势。高校校园人口多, 绿化面积大, 用水量大, 存在较大的节水空间, 很多高校已经开始雨水回收利用。论文在充分了解国内外雨水利用技术的基础上, 总结了校园雨水各种收集方法、处理技术、回收利用的特点及机理。提出系统性、综合性、多样化地收集利用雨水, 将雨水纳入到校园水环境系统中去, 统筹协调地综合管理校园环境, 为其它校园雨水利用设计提供借鉴。

关键词: 校园 雨水收集 雨水处理 雨水利用

在我国人均水资源日益短缺的情况下, 怎样节水和水资源的回收利用, 已越来越受到国内研究者的关注。除了污水回用, 还有另一种重要的水资源, 那就是雨水资源, 我国年平均降雨总量达5万亿 m^3 , 雨水作为自然界水循环的阶段产物, 其水质优良, 是城市中十分宝贵的水资源。高校人口多, 用水量大, 据统计, 至2009年底, 全国共有普通高等学校和成人学校2706所, 在校学生及教职工总数超过3259万^[1]。同时校园面积广阔, 不仅绿化面积较大, 而且很多校园具有景观湖, 存在较大的节水空间。因此, 开展高校雨水利用在一定程度上可缓解城市水资源的供需矛盾, 体现国家对资源可持续发展的战略要求, 具有重要的现实意义和实用价值。本文在结合多个高校校园雨水利用建设方案的基础上, 总结了高校校园雨水收集方法、处理技术、回收利用的特点及机理, 为其它校园雨水利用设计提供借鉴。

1. 雨水收集

1.1 雨水传统收集

(1) 屋面雨水收集

屋面雨水径流量大、虽然初期径流污染较严重, 但经初期弃流后水质良好, COD_{Cr} 值均小于 $50mg/L$ ^[2], 只需简单处理即可满足城市生活杂用水和景观环境用水的水质标准。宿舍楼区、教学区、办公区等建筑屋面雨水在经过初期弃流装置将初期径流排出后可采用沉淀、过滤进行处理, 工艺简便、成本较低、易操作且处理效果较好。如果校园采用雨污分流的排

水体系，可增大雨水集水井的体积，建造地下雨水贮水池，贮水池兼具贮藏、调节、沉淀的作用。同时增加提升泵站将收集处理后的雨水用于楼宇前绿地浇灌和道路喷洒。

屋顶雨水除了通过雨水管道直接收集利用外，还可以建立屋顶绿化系统，通过绿化系统净化雨水，用于建筑内冲厕、建筑周围绿地浇灌等杂用。屋顶绿化就是在建筑屋顶上覆土种植植物，形成屋顶庭院。充分开发屋顶空间，实现屋顶绿化，建设花园式屋顶不仅有利于美化校园景观，更有利于减少初期雨水径流所造成的污染，同时可以一定程度上减少雨水构筑物设施，如初期弃流装置、雨水处理系统等设施，更有利于实现屋面雨水的综合利用。但屋顶花园式雨水利用工程需要综合考虑屋顶承重能力及屋顶防水性等因素，因此建议在今后的建筑工程规划设计时要加强屋顶结构尤其是其承重和防水能力的设计^[3]。

(2) 道路雨水收集

高校校园道路雨水相对于城市道路雨水中的污染物、油渍等物质较少，处理工艺流程较为简单。降雨后的地面水流集中向道路两边的雨水口汇集，汇集的雨水经过过滤拦截道路上的树叶、烟头、悬浮固体等杂物，通过道路两侧的雨水管线流入到雨水贮水池。雨水贮水池宜建在地势较低的地方，便于雨水收集。贮水池中的雨水经过混凝、沉淀、过滤等处理工艺，通过泵站提升后便可回用。但是道路雨水同屋面雨水一样，初期汇集的雨水水质较差，为了收集到较好水质的径流雨水，应该去除初期的雨水汇流。

1.2 雨水生态收集

(1) 复合生态景观水系

高校校园经常有些小河流或者景观湖，这种生态景观水系是复合的、多功能的，其主要用途为：景观水系的基本作用，为校园增添自然人文氛围；水系作为直接收集雨水的径流面，可以收纳直落的雨水；如遇暴雨洪峰，水系可以起到排洪、泄洪作用；与以往的雨水储存罐不同，景观水系在收集雨水的同时，如果周边绿地需要灌溉或道路需要清洗时，可以直接抽取景观水，方便就近使用^[4]。

(2) 植被浅沟

植被浅沟是指在地表沟渠中种有植被的一种工程性措施，一般通过重力流收集处理径流雨水。当雨水流经浅沟时，在沉淀、过滤、渗透、吸收及生物降解等共同作用下，径流中的污染物被去除，达到雨水径流的收集利用和径流污染控制的目的。因此，它适用于校园道路的两侧、不透水地面的周边、大面积绿地内等，可以同雨水管网联合运行，也可代替雨水管网，在完成输送排放功能的同时满足雨水的收集及净化处理的要求^[5]。也可沿景观湖设置植被浅沟，生长茂盛植物的浅沟渠净化功能较强，雨水首先在绿地内通过植被浅沟净化，然后再汇入雨水口，起到保障入湖水质的作用。

(3) 下凹式绿地

下凹式绿地具有很好的渗透性，不仅能增加降雨的下渗量，而且能使不透水汇水区的产流量流入下凹式绿地。因此，在生态校园的建设中，不仅可以在广场中设置下凹式绿地、也可在校园的各处绿地之中，设置一些具有复合功能的下凹式绿地，这些下凹式绿地具有多重功能，主要包括：收集雨水下渗，补充地下水源；过滤渗入地下的雨水，起到净化作用；当地下入渗达到饱和后，下凹式绿地可以储存 5 c m 深度的雨水，起到调蓄洪峰的作用。

(4) 透水路面和植草砖

长期城市化发展的过程中，大规模的路面硬化和新建筑造成不透水面积大大增加，使得雨水不能顺利地回归自然。校园同样如此，必须减少大规模的硬化路面及大面积的硬化广场。而透水路面就能够滞洪蓄雨、涵养甘霖、透水透气、降尘减噪，增加校园环境的舒适度，平衡校园的生态系统。因此，校园尽量减少不透水地面面积来增加地面渗透量，主要广场和非主要交通干道均采用透水混凝土和植草砖铺装，允许径流通过渗透铺装下渗至土壤，有效补充地下水。

2.雨水处理技术

根据雨水的水质污染不同和用途不同，雨水的处理技术也有所不同。一般情况下，收集到的雨水需要经过处理后才能使用。雨水处理可分为常规处理和非常规处理。常规处理主要指自然净化和简单的物理净化工艺，如混凝、沉淀、过滤等，些处理工艺简便、成本较低、易操作且处理效果较好；非常规处理是指一些处理效果明显但处理费用较高的工艺，如膜过滤、活性炭等技术。

目前常用的处理流程如下

流程 1：集水→沉砂→粗滤→精滤→水泵提升→回用

流程 2：集水→沉砂→粗滤→精滤→消毒→水泵提升→回用

流程 3：集水→沉砂→粗滤→混凝→沉淀→过滤→消毒→水泵提升→回用

处理流程 1，适用于水质较好的集水场所，这时的处理装置考虑沉砂槽、滤网、过滤器，水泵等设备。处理流程 2，集水条件同前面流程 1，适用于要求较高水质的环境用水。处理流程 3，适用于水质较差，同时回用要求较高水质的雨水收集场所。

3.雨水利用

3.1 雨水直接利用

雨水收集处理后直接得到使用就是雨水利用的直接过程。屋面雨水主要由雨落管收集，

路面雨水和绿地雨水则主要由雨水口收集。收集到的雨水首先经过格栅去除较大的杂质，之后进入混凝、沉淀、过滤等处理系统。处理后的雨水主要用于冲厕、道路和绿地浇洒以及景观补水等，雨水的直接利用可有效缓解区域的供水压力和排洪压力。

3.2 雨水间接利用

所谓雨水的间接利用是指将雨水渗透回灌，以补充地下水的过程。通过雨水的渗蓄，可以有效降低径流量，使雨水产流汇流滞后，消减洪峰峰值。一些发达国家的雨水设计系统，已经把雨水的渗蓄作为雨水系统设计的重要考虑因素。在土地空间允许，且土壤渗透性能较好的情况下，可利用洼地、水池或池塘集蓄雨水，进行地面蓄水入渗；当地表的土壤入渗性能难以满足要求时，可在地下建设加深设备，主要包括渗透井、渗透管（渠）、透水砖、草坪砖、雨水花园、下凹式绿地等典型设施。

3.3 雨水综合利用

雨水的综合利用是指直接利用和间接利用的有机组合。随着雨水利用技术的不断发展，雨水的综合利用已成为通过利用各种技术措施来实现区域雨水资源多种功能的一种利用形式。这种利用包括雨水的收集回用、渗透补充地下水以及城市防洪排涝，同时融入生态水景、屋顶绿化等多种技术。尤其在高校校园，大量的教学楼、办公楼、宿舍楼，以及错综的道路，能够收集较多的屋面雨水和道路雨水，收集处理后可用于冲厕、道路和绿地浇洒。同时校园绿化面积较大，在绿地中增加下凹式绿地，可有效补充地下水源。而且一般高校校园中具有生态复合景观，景观水系不仅可收集储存雨水，而且周边绿地需要灌溉或道路需要清洗时，可以直接抽取景观水，方便就近使用。景观水的水质可以通过增设在水系旁边的植被浅沟来净化。由此说明高校校园可通过各种技术有机的结合，能够充分、高效地利用雨水资源。

4. 结语

高校作为城市的一个特殊系统，校园环境的建设对于整个城市的生态建设有着不可忽视的作用。雨水资源是一种可有效利用的第二水源，如何因地制宜地规划和设计出适合当地的雨水收集利用方案，能够系统性、综合性、多样化地收集利用雨水，将雨水纳入到校园水环境系统中去，统筹协调地综合管理校园水环境，是当前研究的重点。本文在充分了解国内外雨水利用技术的基础上，对雨水的收集、处理、利用等方面进行初步探讨和研究，为其它校园雨水利用设计提供借鉴。

参考文献：

- [1] 张福麟. 推进高校节约型校园建设示范[J]. 建设科技. 2010, 22: 51-53.
- [2] 杨 凯. 屋面雨水净化与直接利用技术研究[D]. 哈尔滨工业大学. 2010, 06: 15-17.

- [3] 权 威. 某高校新校区雨水生态化综合利用研究[D]. 天津大学. 2015, 05: 11-12.
- [4] 王 华等. 中科院研究生院怀柔园区雨水生态规划设计研究[J]. 给水排水. 2012, 38(2): 81-84.
- [5] 张 炜等. 植被浅沟在城市雨水利用系统中的应用[J]. 给水排水. 2006, 32(8): 33-35.

作者简介: 王晓玲 (1980—), 山西朔州人, 讲师, 给排水工程技术方向。通讯地址: 江苏省徐州市泉山区学苑路 26 号建环楼 312 室, 联系电话: 13512567540, E-mail: 705331281@qq.com