

低度冲击径流抑制技术之功能与应用

卢 光 辉

(台湾中国文化大学土地资源学系, 台湾)

摘 要: 山坡地地表植被具有滞蓄地表径流与降低洪峰的自然功能, 植被一旦遭受破坏, 暴雨径流将因坡度陡急且无阻滞而加速集中, 下游流量相对变高形成洪水, 随着经济活动的日益发展造成居民生活空间暴露在山洪威胁下的情形与日俱增。集水区流域防洪减涝, 过去大都强调将流域降雨径流集中往河川下游汇集, 末端排洪集中处理。近期开始已改变利用流域综合性防洪减涝措施, 其中低度冲击径流抑制技术也被广泛的应用。将对低度冲击径流抑制技术作一探讨, 在水文循环中所扮演的角色, 并对其类型作一详细的分类与介绍。

关键词: 低度冲击; 径流; 应用

文献标识码: S 157. 1

文章编号: A

文章编号: 1005-3409(2001) 04-0091-04

Function and Application of Runoff Restraint Technique of Lowering Impact

LU Guang-hui

(Department of Land Resources, Taiwan Chinese Culture University, Taiwan, China)

Abstract: Vegetation on sloping land has the function of detaining surface runoff and lowering flood peak. Once the vegetation was destroyed, storm runoff will accelerate and flow together, the flow of the lower reaches will become higher and form flood. With the rapid development of economic activities, the people's living space is severely threatened by mountain torrents. It was used to be emphasized that rainfall runoff flow together to the lower reaches of the river, in the end the flood will be drained off. Nowadays, the runoff restraint technique of lowering impact is widely used. This technique, its role in hydrologic cycle, and its forms are discussed in detail.

Key words: low impact; runoff; application

1 前 言

人为土地使用对地表水文的影响, 主要为改变降雨、入参与径流间的比例关系, 因此地区都市化现象, 常导致地区排水问题, 适当的径流抑制不但可解决地区排水问题, 更可维持水文体系平衡。以往末端处理的治水概念仅着重在疏导与集中排放, 对于整个水文乃至生态体系则未加以考虑。所以为了发展更佳的防洪减涝方法, 符合低度冲击概念治水对策已成为近代流域治理的主要研究方向。所谓低度冲击概念乃是指对于人类在获取或利用自然资源时,

同时能确保在此过程中产生的影响最小, 自然环境获得最大的保护。而符合此概念的治水对策即是利用相关技术, 使之既能防止洪涝又可维持其原有的水文循环, 在人类经济活动与水环境维护上取得平衡。低度冲击治水概念主要可分为:

1. 抑制径流体积。
2. 衰减尖峰流量。
3. 缩短高流量延时。
4. 改善水质。
5. 维持自然生态环境。

* 收稿日期: 2001-08-25

作者简介: 卢光辉, 台湾中国文化大学土地资源学系教授。

2 低度冲击径流抑制技术

人为经济活动、都市化的结果对于径流机制的改变,主要为土地使用方式的改变及径流体积与洪峰流量的增加,这些原因可归纳为水文曲线(Curve Number, CN)值的增加与集流时间的缩短所造成。CN 值的增加涉及地表不透水区域的增加及自然被覆的减少等因素,造成地表保水能力变弱。集流时间的缩短肇因的因素颇多,如工程排水道与开发等均会影响,使得水流时间缩短造成尖峰流量的增加。为了回复至开发前的水文状况,必须针对此二因素谋求解决之道,有鉴于此,可使用一些符合低度冲击概念的地表径流的抑制技术,其主要的功能为:降低 CN 值、增加集流时间与提供滞洪(Detention)、滞留(Retention)及入渗的功能。流量延时也可得到适当的控制,而由各使用技术及设施的特性,使其具有自然生态环境资源改善等附加效益。

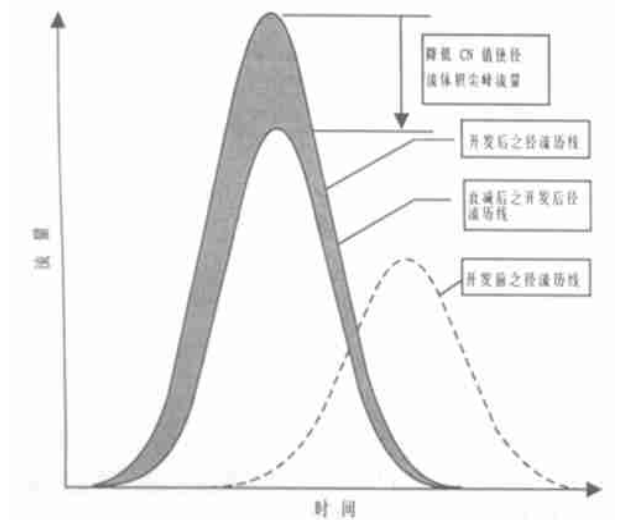


图 1 低度冲击技术降低 CN 对径流影响示意图

3 低度冲击径流抑制技术之水文机制

低度冲击径流抑制技术的着眼点在于既可防治洪涝又将其对于水文环境的影响减至最低,因此在学习上是有其程序性,分别为:小型技术的使用与设置防灾调节池。

3.1 小型技术的使用

图 1 中径流历线 A 为地区开发后的历线,其尖峰流量与径流体积均比开发前(历线 C)高,因此先使用小型地表径流抑制技术,如人工植生及减少不透水区域等方法,使尖峰流量与径流体积均减小,即尽量回复开发前的地表使用型态(CN 值),如历线 D 所示。而在此同时并利用减缓坡度、增加流路长度

或渠道糙度等方式,尽量使集流时间回复到原来开发前的状态,则历线 D 将变为图 2 中历线 E 的型式。

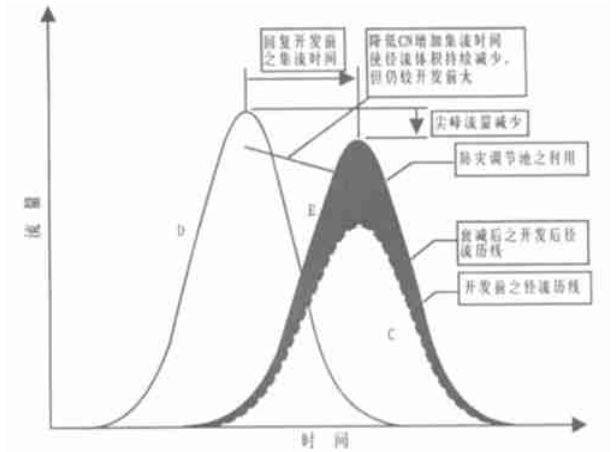


图 2 维持开发前集流时间对径流影响示意图

3.2 设置防灾调节池

经过地表径流抑制小型技术的应用,若此时尖峰流量与径流体积仍较开发前高,则考虑设置防灾调节池,利用防灾调节池的滞留、滞洪及入渗概念使流域回复原来的水文情况,且先期减洪较集中末端减洪的效率为高,所以设置调节池时宜尽可能的平均分布。

具滞留功能的防灾调节池同时具有减少径流体积、降低尖峰流量与入渗的功能,如防灾调节入渗池、生态调节池(Bioretention)等。因此首先考虑设置此类型的防灾调节池,若调节池有足够的贮存容量,将能降低径流体积与尖峰流量至开发前的状态。

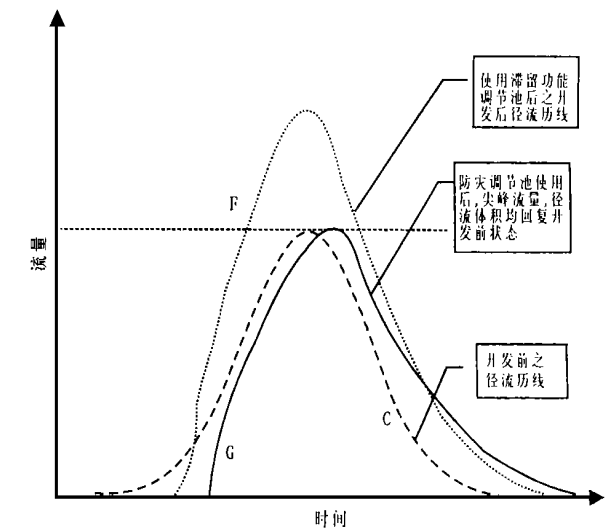


图 3 防灾调节池之滞洪功能示意图

滞留功能的防灾调节池在降低径流体积上具有极大的功效,但在降低尖峰流量上相对于滞洪池则

需要较大的容量, 因此在经过降低 CN 值、增加集流时间及设置滞留功能的防灾调节池后, 如仍无法回复开发前的尖峰流量, 则需设置以滞洪为主的防灾调节池, 如永久性调节池(Wet Pond)、暂时性调节池(Dry Pond)等, 图 3 中的径流历线 F 为使用滞留功能的防灾调节池后的径流历线, 而再经过滞洪为主的防灾调节池调节后, 始能回复至开发前的尖峰流量(如径流历线 G 所示)。

4 防灾调节池于水文循环中之角色

为了因应随着土地开发所带来的径流量增大等种种问题, 河川的修改整治工作一直持续不断, 然而河道的整治一般因费用过于庞大且需较长时间, 现况并无法赶上土地开发的步调。都市河川的整治因受到很严重的用地问题, 因此不得不筑造直立式混凝土制护岸, 这种趋势加上近年河川的污浊, 形成将亲水空间与人们生活分离, 曾经和居住于其流域的人们有深切关系, 带给日常歇息与安宁的河川, 如今已变成毫无魅力的排水路。

新市镇开发虽然有都市用地难以取得等根源背景, 但是为了防止都市地区的无秩序发展, 往往有计划的诱导人口, 以都市为中心向外发展。当开发渐扩展至郊外时, 原为河川背后的湿地、水田等所谓游憩区、森林、绿地等保山区等也开始都市化, 这些土地原有的雨水径流机能就有了很大的变化, 在此背景下防灾调节池逐渐受到重视。

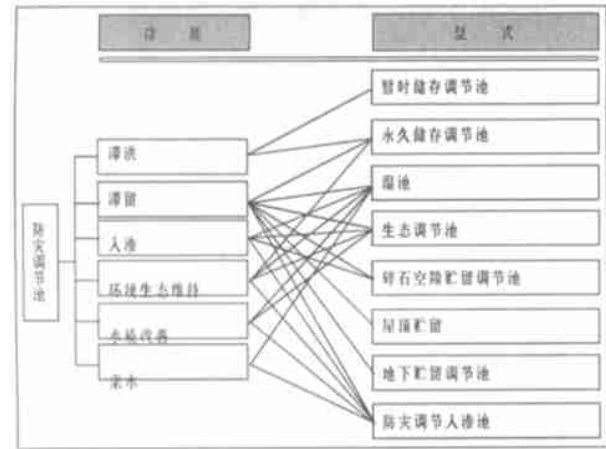


图 4 防灾调节池之分类示意图

若将防灾调节池与自然界对比, 由河川的流水就能显现出土壤或树木所具的雨水保持机能。雨停变成晴天时, 经过大规模下雨后, 常可看到畅流的河川, 降于大地的雨水, 除了蒸发外, 一部分为草木的叶或根所保蓄, 一部分则滞留于地表低洼处, 渗透到土中的雨水成为地下水, 在地形与土壤的保水力与

重力平衡之下, 少许的径流进入河川, 大地真可说是自然的大调整池。

防灾调节池, 其实是开发前所有土地与树林的保水及贮水机能以人工予以替代的设施, 然而所滞留的水除非以地下水型态还原到大地外, 否则只能算是将开发地区的尖峰径流量降低而已。防灾调节池于水文循环所扮演的角色并不单止于流出抑制这问题上, 因开发而受损的自然水循环其实可回复到近乎原来状况, 将雨水还原到地下使大地发挥保水机能, 同时也可做到地下水的涵养, 兼具治水与营造亲水环境的功能。

5 防灾调节池之功能与型式

防灾调节池是一种具多功能的径流调节设施, 因此防灾调节池可从功能上与使用型式上予以分类, 就功能上来说可概括分类为: 滞洪、滞留、入渗、环境生态维持、水质改善及亲水等功能; 若从设置的型式上来区别, 大致可分为: 暂时储存调节池(Dry Pond)、永久储存调节池(Wet Pond)、湿地(Wetland)、生态调节池(Bioretention)、碎石孔隙贮留、屋顶贮留、地下贮留与防灾调节入渗池等型式, 其功能与设置型式上的关系如图 4 所示。

5.1 暂时储存调节池

此型式调节池适用在密集都市化地区, 特别是寸土寸金的地方, 此设施是将调整机能限定在一定期限内的调节, 暂时储存除有减洪功能外, 同时也具有多用途, 在下雨时累积雨水与径流, 雨停后再慢慢排去。土地具有双重功能: 减洪及提供其它使用空间, 如公园、高尔夫球场及停车场等。其在平时为开放使用空间, 下雨时则发挥调节径流功能, 充分显示此类型防灾调节池在空间的使用和减洪功能是兼容的。

5.2 永久储存调节池

此型式调节池是结合现有或人工的池塘、洼地予以设置, 因有池塘与洼地维持少量的水位, 除减洪功能外尚可维持水生生态系统的稳定性, 若能有效的连续供应, 维持稳定的入流与出流, 对于河川基流量的确保与环境生态的稳定性将有所助益。开放的水域也能提供亲水及视觉美化的效果。

5.3 湿地

湿地是改善天然的沼泽地, 使其具有可供有效利用的资源与功能, 除减洪功能外, 其主要的功能是在生态及水质上, 湿地具有将废水以生物处理的功能以提升径流水质, 而且有维持河川基流量和防止

河道冲刷、修复被损坏水生和陆生物种栖息地的功能,在欧美等国常利用湿地来处理都市径流的净化,湿地有时可配合前述两种型式调节池进行配置以增加其洪涝调节的功能。

5.4 生态调节池

所谓生态调节池是将调节池底部覆以土壤并种植污染物吸附性高的水生植物,因土壤与水生植物是最佳的天然水质过滤器,利用自然生态反应以沉降或稀释移除污染。净化后的水再排入下游或污水下水道,使调节池具有径流调节与改善水质双重功能。

5.5 碎石孔隙贮留调节

碎石孔隙贮留调节为利用碎石等空隙为贮留空间的方法,在地面设碎石沟或碎石槽,导引地表径流至碎石间的孔隙,其上部则利用为绿地或运动场等。这种贮留方法所需费用与其它贮留设施比较,价格较为低些,设施的计划规模也较有弹性。此方法亦可与其它工法或设施搭配,且有容易规划的特点。目前尚有很多实例,如将透水性铺装的路基利用为碎石孔隙贮留或与渗透工法组配成渗透地下沟等。

5.6 屋顶贮留调节

建筑物的屋顶,本来就具有将所降的雨水通过集水沟管,尽速排出流入到下水道管渠等基本目的。在住宅区所建造屋顶平坦的屋宇,屋顶本身就刚好成为雨水滞留场所,此方式的特性为建蔽率与贮留能力直接成比例,对经常为都市型洪水所苦恼的高密度街市来说,不失为最具效用的方法。屋顶贮留调节在美国的都市都被评为最有效的贮留方式,实例很多,有些州政府还将该设施列入建筑规范内,赋予

实施的义务。

5.7 地下贮留调节

地下贮留是将滞留径流的空间设于地下,为洪水发生频率较多且住宅密度高的地区所使用,一般以利用高层住宅或梁较高建筑物的地下空间为主。地下贮留的单位贮留容量建设费较高,且为防止蚊虫等发生,须避免槽内滞留死水。而于高地下水位地区、洪水多的地区,都需设置帮浦予以强制排水。为提高调节效率,可将数处住宅的地下贮留槽以管接连,使成连结槽以增加调节容量。

5.8 防灾调节入渗池

将调节池底部覆以高渗透性的土壤或将不透水区域,如道路、停车场等,覆以多孔性铺面使之具有自然排水功能,即同时具有入渗、滞留的能力,亦有减洪、水质净化与地下水涵养的优点。且其大多为中、小型设施,可充分配合现场环境予以规划设置,即使在高密度的都市区域仍可充分利用(如利用球场、运动场、停车场及社区公园等)。

6 结 语

在实务上防灾调节入渗池并非拘泥于某种单一型式,可依现场状况予以合理且适当的规划与配置以达到设计的目的。由此可知防灾调节入渗池具有因地制宜的优点,所以其使用的型式具有多元的特性,因此对于都市化效应所造成的种种问题具有减轻的功效,同时可尽量回复到开发前自然地貌覆盖状态下的水文情况,符合低度冲击的概念。

参考文献:

- [1] 王茂兴.雨水滞留池设计重点之探讨[J].现代营建,1980(98):47~50.
- [2] 李雄杰,周志芳.流域开发对排水径流历线之影响分利[J].水利,1999(9):79~105.
- [3] 庄聿今.小集水区流量历线推求法[J].中兴工程,1989(23):17~29.
- [4] 陈正炎,张三郎.流量历线作用于滞洪设施之仿真[J].“中华水土保持学报”,1996,27(3):186~192.
- [5] Horner, R. R., Skupien, J. J., Livingston, E. H. and Shaver, H. E. Fundamentals of Urban Runoff Management: Technical and Institutional Issues[M]. Washington, D. C., :Terrence Institute, 1994.
- [6] Liaw, C. H., Cheng, M. S. and Tsai, Y. L. Low impact development: An innovative alternative approach to stormwater management[J]. J. Marine Sci. & Tech, 2000, 8(1): 41~49.
- [7] Prince George' County. Low-impact Development Guidance Manual[S]. Maryland: Dept. of Envir. Resour, 1997.
- [8] US Dept. of Agric. Urban Hydrology for Small Watersheds - Technical Release 55[R]. Washington, DC: Soil Conserv. Serv., Eng. Div., 1986.