

北坞村砂石坑雨水利用工程

项目位置：位于海淀区四季青镇北坞村

项目规模：占地面积4hm²

竣工时间：2007年

22.1 现状基本情况

北坞村砂石坑雨水利用工程是包括海淀区香泉环岛、北坞村砂石坑等在内的工程。其中，香泉环岛位于海淀区香山东侧，香山路与西五环路交界处，紧邻北旱河南支沟，为原南旱河起点位置。香泉环岛地势低洼，原无市政雨水排水系统，依靠道路边沟排水。道路边沟的排水能力为1年一遇标准设计（市政标准）。现状排水沟长约400m，直径0.8m排水管长128m，排水标准低，遇强降雨造成积水，阻断交通。

南旱河位于香泉环岛的东南方向，1992年南旱河进行了清淤治理，治理标准为5年一遇洪水设计，10年一遇洪水校核。治理后河道上游段（万安公墓~小屯新桥）长约0.89km河道，河底宽4m，边坡约为1:1.5~1:2，下游段底宽8m~12m，边坡约为1:2~1:3。河底高程51.2~52.3m，左堤高程为56~60.3m，右堤高程为53.9~58.5m。

北坞村砂石坑位于海淀区北坞村路西侧，北邻金河，南侧为大片绿地，历史上是人工采砂后的弃坑。现状占地面积约4万m²，坑底面积约2万m²，大坑容积约16万m³，现状四周有人工种植的灌木，整个边坡及坑底几乎没有植

被。其西侧有一号泵站大院，由于缺少排水系统，雨污混流入金河。

选定南旱河香泉环岛~小屯桥段、金河右岸北坞砂石坑及周边区域、万泉河桥积水区等进行雨水利用示范工程的建设。

22.2 问题与需求分析

由于香泉环岛地势低洼，原无市政雨水排水系统，依靠道路边沟排水。道路边沟的排水能力为1年一遇标准设计（市政标准）。现状排水沟长约400m，直径0.8m排水管长128m，排水标准低，遇强降雨造成积水，阻断交通。

22.3 海绵城市设计目标

南北旱河和北坞村砂石坑分别代表了季节性河道和砂石坑滞蓄下渗雨水的雨水利用模式，根据工程实际情况与特点引进德国先进成熟的雨水利用技术和设备，汛期雨水经由卵石渗井、砂基渗井、砂石坑等级配沙石及土壤的过滤渗入地下，回补地下水，涵养地下水源，使雨水利用工程和河道防洪、山前雨水的利用及环境改善有机结合，实现工程效益、环境效益和社会效益的协调统一。通过

到达良好透水层，坑内铺透水土工布并回填碎石，增加下渗能力。根据南旱河工程等级Ⅲ，左岸100年一遇防洪标准，节制闸主要建筑物级别为3级，次要建筑物级别4级，安全超高0.6m。

（2）北旱河南支沟工程

恢复与北旱河南支沟连接的玉泉山南支渠，与金河连接，达到北旱河与北长河、金河的连通，起到联合调蓄的作用。

1) 恢复北旱河南支绕玉泉山南侧南支渠，流入金河，总长1.3km，下底宽2m，边坡1.5~1:2，维持现状河道纵坡。南支渠首部新建节制闸1座。

2) 对河坡植草皮绿化，两岸堤顶植树绿化美化。

3) 对河底及边坡进行防冲处理。

北旱河工程等级Ⅳ，设计洪水标准20年一遇，次要建筑物级别5级，安全超高0.5m。玉泉山支沟分水闸主要建筑物等级为5级，安全超高0.4m。

（3）金河工程

设计顶管连接金河与北坞村砂石坑，利用砂石坑调蓄雨洪。

1) 维持现状河道走向，不对现状河道纵坡及形状做大的调整。

2) 新建入砂石坑引水管160m，管径DN1000。

3) 现状河道清淤，河坡清除杂草浮土，植草皮绿化。

4) 清理现状砂石坑内的垃圾、并进行环保处置。

5) 对清理后的砂石坑进行整治，修建护坡并进行绿化。

6) 为方便管理，在北坞村西砂石坑旁建雨水利用管理房一座，面积20m²，包括水电及设备间。

金河工程等级为Ⅳ等，设计洪水标准20年一遇，节制闸等主要建筑物等级为4级，次要建筑物等级为5级，安全超高0.5m。两处砂石坑分水闸主要建筑物等级为5级，安全超高0.4m。

（4）主要工程构筑物

1) 卵石渗井

卵石渗井的底部位于第一个不透水层之下，能够增大季节性河道的天然入渗能力。一般情况下季节性河道的入

渗能力不强，当降雨发生时，随着汇流的加快，雨水很快进入河道，得不到有效入渗即排入下游，从而使本来就在逐年减少的地下水得不到有效地补充，造成资源的浪费和生态的进一步恶化。卵石渗井能够有效地解决这个问题，水流随着较大的入渗空隙进入地下水层，从而减小下游来水量、增加了地下水的补给、改善了环境。



图2 卵石渗井与砂基渗井

该河段粉土填土层厚约0~1.2m，渗透系数0.2m/d，第四纪土层厚约0~1.2m，渗透系数0.02m/d，以下以砂卵石层渗透系数为200m/d。因此渗井2.5m即保证渗井深入强渗透层，确定渗井开挖深度2.5m。该段河道河底宽3~4m，确定渗井位于河道中心线，直径1.5m~2.5m，间距10m。为防止井口淤积，设计井口用无纺布铅丝笼卵石，高于河底20cm，便于清淤。

2) 砂基渗井

砂基渗井采用新型透水材料回填，由于初次使用该材

料，因此仅选在河底较宽处沿河道方向间距10m，直径0.8m，梅花布置，共建设5个砂基渗井，单个砂基渗井图2所示。

3) 砂石坑

砂石坑设计防洪标准5年一遇。金河遭遇5年一遇洪水时，平均历时8.5个小时蓄满水库。当金河达到10年一遇设计水位50.6m时，砂石坑进水口设计流量5.2m³/s，设计流速2.6m/s。砂石坑遭遇平水年降雨时年平均蓄水4至5次，年总蓄水40万m³。超过5年一遇暴雨可以消减洪峰流量5.2m³/s，减轻河道排洪压力。

22.5 工程建成效果

北坞村砂石坑海绵工程的建成极大地缓解了海淀区香山地区的积水问题并为提高香山地区的防洪标准起到了重

要的作用，主要表现在：

（1）利用雨水量分析，据统计，砂石坑海绵工程平均年雨水综合利用量86000m³，平均年地下水回补量34000m³，年外排洪峰削减率97%。根据观测结果，工程建成以来2008-2010年期间，共综合利用雨水量25万m³、地下水回补量10万m³。

（2）砂石坑消纳雨洪效果分析，暴雨频率计算时段选用10min、30min、1小时、6小时、12小时、24小时、3天、7天。根据砂石坑附近雨量站的布设和其控制范围，砂石坑由怡和东闸站控制（此雨量观测站有长系列的疆域观测资料），由北京市暴雨图集查得各时段降雨统计参数，得出各时段降雨的均值、变差系数及偏态系数，并由此计算出重现期为1年、2年、5年、10年、20年、50年一遇时的各时段设计雨量，结果见表1。

表1 砂石坑地区时段雨量频率分析成果表

统计参数	最大10min	最大30min	最大1h	最大6h	最大12h	最大24h	最大3d	最大7d
均值	16	31.2	40.3	62.1	74.4	87.9	104.6	143
C _v	0.32	0.38	0.47	0.43	0.45	0.45	0.39	0.49
C _s /C _v	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
1年一遇	8.2	13.3	17.2	26.7	31.9	37.7	44.7	61.1
2年一遇	15.1	28.7	35.4	55.7	66.1	78.1	95.8	124.1
5年一遇	19.8	39.7	53	80.5	97.3	114.9	133.7	189.1
10年一遇	22.9	47.1	65.4	97.6	119	140.5	159	235.5
20年一遇	25.7	54.1	77.5	114.2	140	165.3	183.5	281.1
50年一遇	29.3	63	93.3	135.3	167.2	197.5	214.6	341

2008年监测系统运行以来，最大降雨发生在2008年7月29日，24小时降雨量为66mm。根据监测结果及SWMM模型模拟可以得出：相对于1年一遇的降雨砂石坑消纳雨洪率为39.7%、5年一遇的降雨消纳雨洪率为12.7%、10年一遇的降雨消纳雨洪率为9.8%、20年一遇的降雨消纳雨洪率为8.6%、50年一遇的降雨消纳雨洪率为7.5%。

（3）砂石坑入渗改善地下水水质效果分析

根据水质检测结果可知：雨水经土壤渗透净化后入渗，使地下水的水质有了明显的改善，特别是在总硬度、

钠离子、钡离子、硫酸根离子、碳酸氢根离子等有明显的改善。因此雨水的入渗不仅可增加地下水资源量而且可改善地下水水质。

（4）砂石坑入渗增加地下水水量效果分析

图2 10为累积流量与地下水位变化的示意图。由图可以看出，在累积流量不断增加的前提下，地下水位变化呈现增长趋势，在累积流量一定的前提下，地下水位呈现稳定或降低的趋势。这表明在降雨发生时一定流量的雨水进入砂石坑，通过土壤的净化作用后回补地下水，为首都的水资源形式改善起到一定的作用。同时对不同场次降雨的

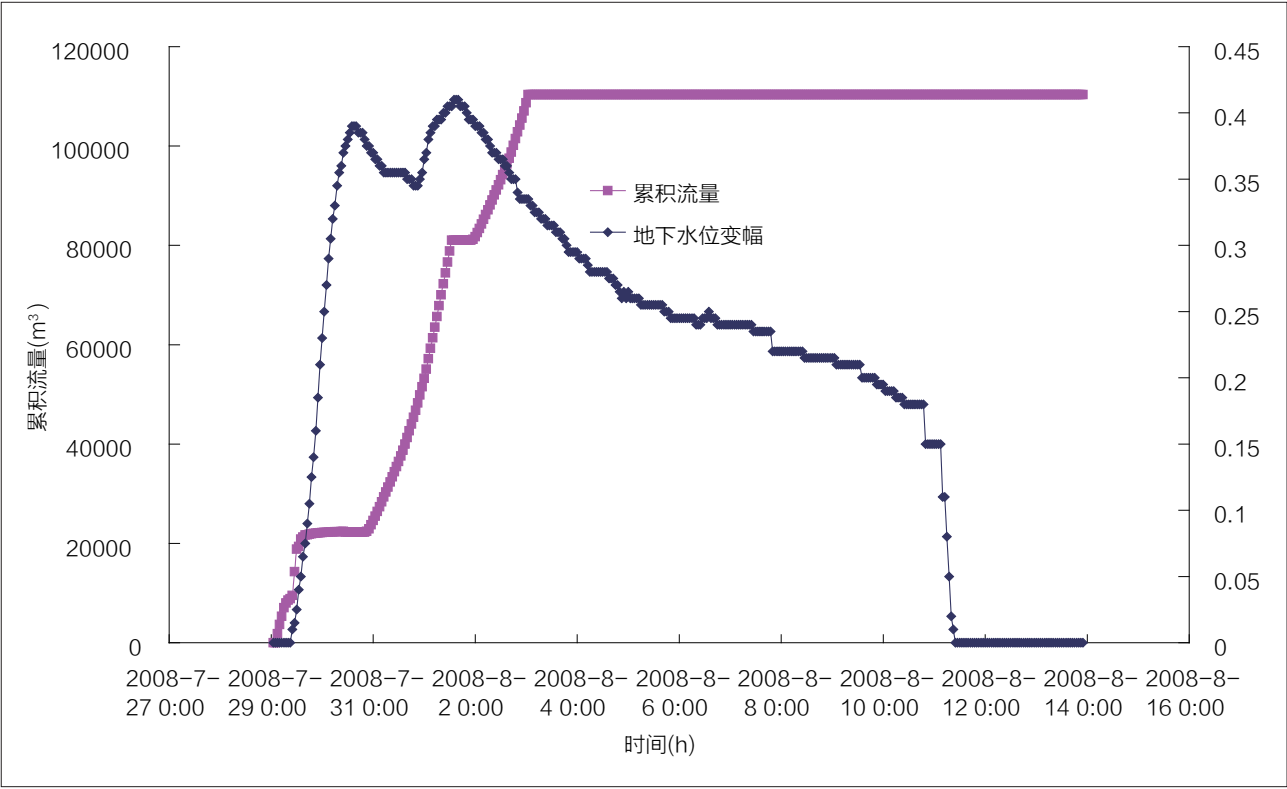


图3 累积流量与地下水位变化的示意图

地下水位观测计算可得知，在同样的降雨量条件下，雨强大时可以补充地下水的量也较大，这与降雨量与产流量的观测是一致的。

总之，不论从水量还是水质的角度来说，该示范工程对于雨水资源的利用，发挥了良好效果。也说明了在北京西郊地区采用滞蓄回渗雨水利用措施，具有很大的地域化优势。