

DOI :10.3969/j.issn.1004-6933.2012.01.020

滨州市滨城区雨水利用分析

隋 涛 刘娟娟

(滨州学院城市与环境系 , 山东 滨州 256600)

摘要 :为了缓解滨州市滨城区水资源匮乏的危机 ,有效地综合利用雨水资源 ,根据滨城区的降雨特性和土壤因素 ,提出适宜当地的雨水利用措施 ,并分析估算了不同水平年城区雨水利用潜力及采取新措施能够利用的降雨量。结果表明 :采用雨水利用措施可以解决当前滨城区水资源量匮乏的问题。

关键词 降雨特性 雨水利用 雨水潜力 滨州市

中图分类号 :P332.1 文献标识码 :B 文章编号 :1004-6933(2012)01-0085-04

Analysis of rainwater utilization in Bincheng District of Binzhou City

SUI Tao , LIU Juan-juan

(Urban and Environmental Science Department , Binzhou University , Binzhou 256600 , China)

Abstract : In order to relieve the crisis of water resources shortage and effectively and comprehensively utilize the rainwater resources in Bincheng District of Binzhou City , the rainwater utilization approaches that are suitable for the local conditions were proposed based on the characteristics of rainfall and soil in the study area. The urban rainwater potentialities in different target years and the amount of available rainfall obtained by taking new measures were analyzed and estimated. The results show that the rainwater utilization is an effective way to solve the problem of water resources shortage in Bincheng District.

Key words : rainfall characteristic ; rainwater utilization ; rainwater potentiality ; Binzhou City

滨州市位于黄河下游三角洲腹地 ,属鲁北黄泛冲积平原 ,温带季风大陆性气候。滨城区多年来平均降雨量 575 mm ,有较丰富的雨水资源。然而滨城区当地水资源总量为 10 069 万 m^3 ,人均占有量为 194 m^3 ,不及全国人均占有量的 1/12 ,当地地表水污染严重 ,地下水水质较差且有超采现象 ,属资源型、水质型缺水地区 ,供水主要依赖黄河水 ,近年来水资源供需矛盾日益突出^[1]。由 2010 年滨城区水资源供需平衡的分析可知 :2010 年缺水量达到 0.6 亿 m^3 。面临城区用水日益短缺的问题 ,雨水资源的利用已成为解决水资源紧缺的一条有效途径。为了深入研究雨水利用问题 ,在明确滨城区降雨特性及土壤因素的基础上 ,探讨滨城区雨水利用的措施。

1 滨州市滨城区降雨特性

1.1 降雨的多年分布特性

滨城区多年年均降雨量为 575 mm。由图 1 可见 ,年降雨量最大值出现在 1990 年 ,达到 968.4 mm ;最小值出现在 1989 年 ,只有 319.5 mm。滨城区年降

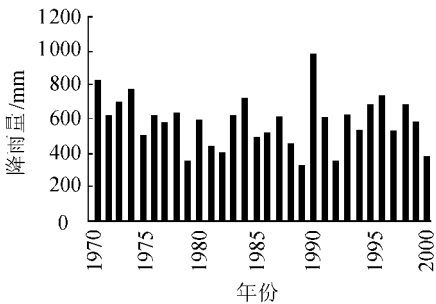


图 1 年降雨量统计

雨量最大、最小差值达到 3 倍之多,可见年际变化较大。通过 1971—2000 年的降雨资料频率统计,降雨量集中在 400 ~ 700 mm 之间的累积频率达到 70%,年降雨量低于 400 mm 的占 13.3%,高于 700 mm 的占 16.7%。

1.2 降雨频率分析

利用 P-Ⅲ 型曲线对滨城区 1971—2000 年降雨资料进行频率分析,并绘制频率曲线。比较实际和理论频率曲线的拟合情况,调整离差系数 C_v ,直到和实际频率曲线拟合较好为止。通过图 2 得出年降雨量在 800 mm 以上的频率是 5%,年降雨量在 570 mm 以上的频率是 50%。经观测偏态系数 $C_s = 2C_v$ 的频率曲线基本符合经验点的分布趋势,则离差系数 $C_v = 0.24$ 偏态系数 $C_s = 0.48$ 。说明城区年降雨量年度变化较大,系列呈正偏分布,降雨量大于均值的强降雨出现次数较多。对降雨频率进行分析主要是为了研究滨城区降雨特性和降雨规律,为进一步提出该地区的雨水利用措施提供依据。

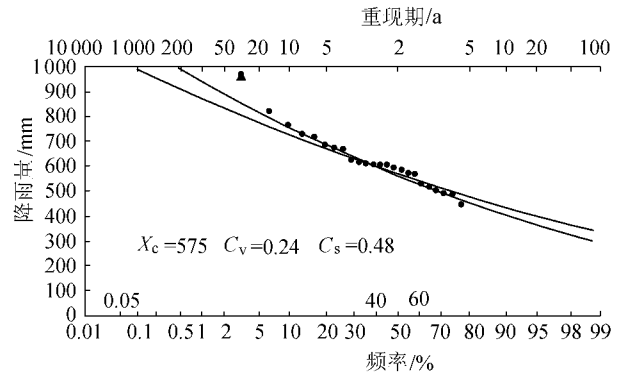


图 2 滨城区降雨量频率曲线(海森威格图)

1.3 降雨的月分布特性

滨城区多年来月平均降雨量见图 3。降雨量主要分布在 6—8 月,这 3 个月的降雨量占全年降雨量的 68%,10 月至翌年 1 月这 4 个月降雨量之和不到全年的 10%,可见滨城区月降雨量分配极不均衡。在 6—8 月的汛期易形成城市洪灾,尤其在老城区黄河二路到黄河五路之间,管网排水不利,路面积水严重,影响人们的正常出行。需要采用一定的措施进

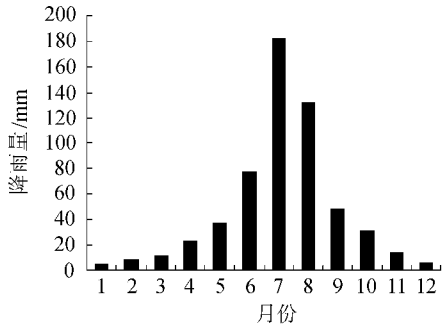


图 3 月平均降雨量

行雨水的收集和蓄存。

1.4 降雨的日分布特性

采用滨城区 1971—2000 年日降雨量资料,按照 24 h 雨量把降雨分为微雨(<3 mm)、小雨(3 ~ 10 mm)、中雨(10 ~ 25 mm)、大雨(25 ~ 50 mm)、暴雨(50 ~ 100 mm)、大暴雨(100—200 mm)进行分析。资料统计如图 4、图 5,这 30 a 间共有 2020 个降雨日,日最大雨量达到 150.4 mm。降雨量 10 ~ 25 mm 的中雨日数占 14.11%,但降雨量占到 26.46%;日降雨量在 3 mm 以下的降雨,考虑到初期弃流量为 3 mm^[2],不存在雨水利用的可能,而日降雨量在 3 ~ 10 mm 的小雨,其天数占总天数的 25.35%,降雨量占总降雨量的 16.98%,虽然降雨量不是最多,但降雨日数较多。所以小到中雨将是雨水收集利用的主要对象。大雨、暴雨及大暴雨降雨日较少,日降雨量较大,为防止城区积水,需要考虑以泄流为主、利用为辅的技术措施。

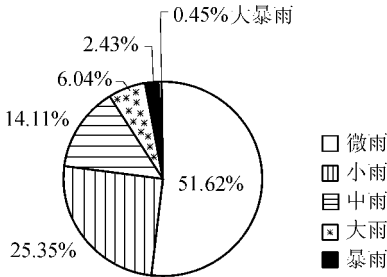


图 4 滨城区 1971—2000 年降雨天数分布

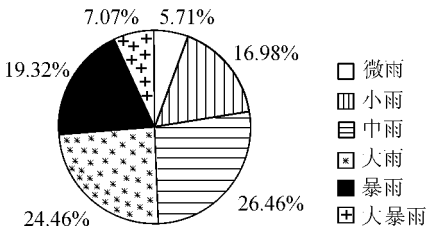


图 5 滨城区 1971—2000 年日降雨量分布

2 滨城区土壤因素分析

滨州地处黄河河口区,地势低平,受海潮影响底层土含盐量高。除此之外,滨州市地势低造成地下水位高,矿化度高,地下水多年埋深在 1.0 ~ 2.0 m,丰水年埋深多为 0.5 ~ 1.0 m,临界深度大大超过了市区潜水埋深,加之春、秋两季雨水少,风速大,蒸发量强,致使春秋季节地表大量返盐^[3],导致土壤贫瘠,盐碱化严重。由于高含盐量土壤当土壤水增多时会产生盐结晶,不适宜作为雨水入渗系统的场所,所以滨城区雨水利用措施宜采用收集利用的方式。

3 滨城区雨水利用措施及潜力分析

3.1 滨城区雨水利用现状

滨城区在 2008 年提出建立节水型社会的对策,

其中,关于开源措施重点要求提高再生水和雨水的利用。另外滨州生态市规划中,提出了雨水利用途径,要求建筑物前后增加绿地面积,使楼顶形成的径流先通过绿地截流,道路两侧的人行道可以考虑铺设漏水砖,将收集的降水尽可能地回灌地下。目前滨州北互通立交区就开始考虑采用雨水集蓄措施,用以解决护坡植被的灌溉养护问题^[4]。

3.2 屋面集水措施

滨城区屋面以坡顶瓦屋面及平顶水泥屋面为主,当地大气环境良好,屋面雨水径流污染物浓度较低,适宜雨水收集,其工艺流程示意图如图 6。

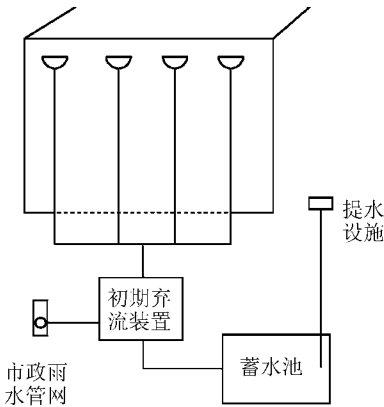


图 6 屋面雨水收集系统流程示意图

3.3 路面集水措施

根据滨州市 2020 年城市规划,滨城区中的老城区局部区域采用截流式合流制,其他区域均为雨、污分流制。针对老城区实际情况,采用雨污水合流排放至污水处理厂,集中处理后的中水进行集中回灌的利用方式。因为滨城区地下水主要分为 3 层:距地面 1 m 到几十米间为苦咸水;几十米至百米间为中咸水;咸水层下为深层淡水^[5]。由于深层地下水水质好,单井出水量大,部分地区严重超采,出现地下水漏斗,在滨城区五四转盘附近出现地面沉降,沉降最大值为 39 mm^[6]。为合理利用地下水资源,在老城区的蒲城街道办事处、郭集一带^[7]将集中处理好的雨污水进行深层地下水回灌,这是一种符合老城区具体情况的利用方式。

针对其他区域的雨、污分流,可根据地形条件,采用雨水短距离分散至周围水景、河道的集水方式。滨城区有“一环、五海、七十二湖”之称,即一环城水系、东南西北中五海、七十二大小不等的水面水景,其水域面积占滨城区的 20.8%。由于水系结构发达,可以充分利用景观水面接纳降雨蓄存利用。同时考虑到路面雨水水质较差,注意采用有截污功能的雨水口和同步弃流设施。

3.4 绿地集水措施

滨城区所在地原是黄河携泥沙填海而成的河滩

高地,地面坡降小,易积水抬高地下水位;底层潜在含盐,土壤粉沙质,毛管力强,这些因素在高蒸发量的情况下,容易返盐造成绿化植株的枯萎,生态环境的退化。因此针对绿地雨水应加快其排放速度,在远离渗透面的情况下进行收集。目前滨城区大面积的园林绿化带较多,如新滨公园绿化面积为 5 万 m²,蒲园为 20 万 m²,中海为 97 496 m²。在这些大型的绿化带宜采用坡地式种植,低洼处采用不透水集水沟汇集雨水进入蓄水池收集,如图 7。

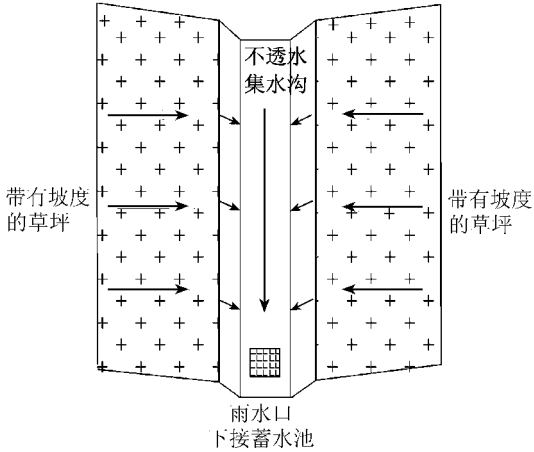


图 7 绿地雨水收集系统示意图

3.5 滨城区雨水可利用量分析

滨城区年均可收集雨水量受气候、降水特性、雨水水质等自然因素及当地建筑物布局 and 结构等其他因素影响,对大多数地区,可利用雨水量计算式为^[8]

$$Q = \alpha \beta (H \times 10^{-3}) \sum_{i=1}^n \psi_i A_i$$

式中:Q 为年均可利用雨水量, m³; α 为季节折减系数, α = 汛期平均降雨量/年均降雨量,滨城区季节折减系数为 0.68; β 为初期弃流系数, β = 1 - 初期雨量 × 年均降雨次数/年均降雨量,滨城区初期弃流系数为 0.65; H 为年降雨量, mm; ψ_i 为不同下垫面径流系数,不同下垫面的径流系数见表 1; A_i 为相应的不同下垫面集雨面积, m²。

表 1 滨城区不同下垫面面积及径流系数

下垫面种类	面积/km ²	径流系数	下垫面种类	面积/km ²	径流系数
耕地	550.2	0.35	公园绿地	26.0	0.15
水域	216.0	1.00	荒地	144.0	0.40
林地	50.0	0.25	屋面路面	170.4	0.90

根据不同水平年滨城区降雨资料,可以得到滨城区雨水利用潜力及采用雨水利用措施后的可利用雨水资源量(表 2)。滨城区采用雨水利用措施后,其利用量约为 0.946 亿 m³,而滨城区近年来缺水量在 0.6 亿 m³ 左右,可见雨水利用后的节水量完全可以满足滨城区缺水量的要求,其利用潜力巨大。

表 2 滨城区不同水平年雨水资源可利用量 亿 m ³					
保证率	屋面集水	路面水景集水	绿地集水	采用雨水利用措施后总利用量	城区雨水潜力
P = 20%	0.40	0.71	0.031	1.141	1.94
P = 50%	0.32	0.58	0.025	0.925	1.59
P = 75%	0.27	0.49	0.022	0.782	1.34
P = 95%	0.21	0.38	0.017	0.607	1.04
年均	0.33	0.59	0.026	0.946	1.62

4 结 语

滨城区年均雨水利用潜力为 1.62 亿 m³ ,采用雨水利用措施后 ,其利用量可以达到雨水利用潜力的 58% ,基本可以解决滨城区水资源量匮乏的问题。除此之外 ,建议采取制定适合本地特征的雨水利用相关法规与政策、加强监督、加大宣传力度等措施来实现雨水资源化。

(上接第 53 页)

$$C_u = \frac{\sigma}{E}$$

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^{12} (W_i - E)^2$$

$$E = \frac{1}{12} \sum_{i=1}^{12} W_i$$

式中 : W_i 为各月径流量 ; E 为样本均值 ; σ 为均方差。
对拉萨河流域径流年内分配不均匀系数系列和径流 7—9 月占全年比例系列进行统计分析 ,结果见表 5。

表 5 1956—2009 年拉萨河流域径流年内分配特征变化				
统计项目	U	β	线性趋势年变化量	变化趋势
C_u	-0.477 5	-0.000 6	-0.000 6	减少
C_x	-1.231 0	-0.000 6	-0.000 7	减少

由表 5 可以看出 ,径流年内分配不均匀系数 C_u 和 7—9 月占全年比例 C_x 年际间较稳定。

6 结 语

- a. 拉萨站的年平均气温总体上呈上升趋势 ,每 10 年增加 0.33℃ ,气温上升趋势显著 ;年蒸发能力总体上呈上升趋势 ,但上升趋势并不显著 ,年降水量长期变化趋势不明显。
- b. 拉萨河流域多年平均实际来水量 92.84 亿 m³ ,20 世纪初期最丰 ,20 世纪 80 年代最枯。拉萨站的年平均流量过程总体上呈上升趋势 ,但上升趋势并不显著。近年来 ,拉萨河流域降水量变化趋势不明显 ,年径流量过程的上升趋势与气温升高和流域内

参考文献 :

[1] 郑兵 ,张树峰 ,袁梅 .滨州市滨城区节水型社会建设现状及对策 [J].山东水利 ,2006(12) :28-29.

[2] GB 50400—1006 建筑与小区雨水利用工程技术规范 [S].

[3] 王金芬 ,刘雪梅 .浅谈滨州市区立地盐碱条件下的绿化技术 [J].北方园艺 ,2008(2) :160-162.

[4] 董滨 ,刘辉 ,张宝林 ,等 .滨州北互通立交区边坡绿化用水的集蓄利用 [J].给水排水 ,2010 ,36(S1) :165-168.

[5] 郑兵 ,刘振美 .滨城区地下水资源合理开发与利用对策 [J].水资源保护 ,2003(4) :29-30.

[6] 王胜岭 ,王德生 ,宋波 ,等 .滨州市地面沉降监测与成果分析 [J].地矿测绘 ,2008 ,24(4) :28-30.

[7] 薛令轩 ,王兵 ,卢政峰 ,等 .滨州市海(咸)水入侵灾害及发展趋势 [J].山东国土资源 ,2008 ,24(9) :34-38.

[8] 鹿新高 ,庞清江 ,邓爱丽 ,等 .城市雨水资源化潜力及效益分析与利用模式探讨 [J].水利经济 ,2010 ,28(1) :1-4.

(收稿日期 2010-12-02 编辑 高渭文)

冰川退缩有关。

- c. 自 2000 年以来 ,拉萨站出现中水年的机会较少 ,出现丰水年的机会较多且丰枯变化剧烈。
- d. 拉萨站径流年内分配不均匀系数和 7—9 月占全年比例年际间较稳定。
- e. 近年来 ,拉萨河流域的气候有暖湿化趋势 ,这将有利于流域内的植物生长 ,但是拉萨河流域冰川冻土面积大 ,气温升高会引起冰川退缩和冻土层融化 ,又将给该地区脆弱的生态系统带来不利影响。

参考文献 :

[1] 郑度 .青藏高原自然地域系统研究 [J].中国科学 :D 辑 ,1999 ,26(4) :336-341.

[2] 李潮流 ,康世昌 .青藏高原不同时段气候变化的研究综述 [J].地理学报 ,2006 ,61(3) :327-335.

[3] 杜军 .西藏高原近 40 年的气温变化 [J].地理学报 ,2001 ,56(6) :682-690.

[4] 杜军 ,马玉才 .西藏高原降水变化趋势的气候分析 [J].地理学报 ,2004 ,59(3) :375-382.

[5] 徐宗学 ,巩同梁 ,赵芳芳 .近 40 年来西藏高原气候变化特征分析 [J].亚热带资源与环境学报 ,2006 ,1(1) :24-32.

[6] 盛文萍 ,高清竹 ,李玉娥 ,等 .藏北地区气候变化特征及其影响分析 [J].高原气象 ,2008 ,27(3) :509-516.

[7] 李发鹏 ,徐综学 .西藏高原气象要素长期变化趋势及其持续性特征分析 [C]//夏军 ,贾绍凤 ,刘苏峡 .第七届中国水论坛论文集 :水系统与水资源可持续管理 .北京 :中国水利水电出版社 ,2010 :104-109.

[8] 魏凤英 .现代气候统计诊断与预测技术 [M].北京 :气象出版社 ,1999 :69-72.

[9] 张堂堂 ,任贾文 ,康世昌 .近期气候变暖念青唐古拉山拉弄冰川处于退缩状态 [J].冰川冻土 ,2004(6) :736-739.

(收稿日期 2010-12-20 编辑 高渭文)