

南京市山丘区河道引活水水资源论证典型案例研究

侯盼,王洁,邓人超,朱丽丽,王邦玮

(南京市水利规划设计院股份有限公司,江苏南京210000)

摘要:以南京市城区某山丘区河道为例,进行了引活水水资源论证研究,采用流速法、水量平衡法对工程取水规模进行合理性分析,采用径流调节计算法、降雨天数法分析计算了项目年取水量,对项目取水水源、水位、水质进行分析论证,在分析评价项目取水、退水影响的基础上提出水资源节约、保护及管理措施。

关键词:引活水;水资源论证;景观环境;影响分析

中图分类号:X522

文献标志码:B

文章编号:1009-7716(2024)06-0158-05

0 引言

南京市地形地貌属宁镇扬丘陵山区的一部分,是江苏省低山丘陵集中分布的主要区域之一,低山、丘陵约占全市总面积的64.5%,城区有紫金山、牛首山、将军山等山体。低山、丘陵区河道普遍纵坡较大,河道蓄水能力差,非汛期河道内无稳定来水,河道水位低,因此常需实施引活水工程,以改善河道水动力条件,提升河道景观环境。

为加强水资源管理,促进水资源的优化配置和可持续利用,保障建设项目的合理用水,需对新建设取水项目进行水资源论证^[1-3]。建设项目水资源论证工作已开展多年,但对河道引活水项目的水资源论证研究相对较少,随着城市化发展以及幸福河湖的建设,对河道水生态环境的要求越来越高,本次以南京市城区某山丘区河道为例,进行了引活水工程水资源论证研究,采用不同的方法对工程取水规模进行合理性分析,对项目取水水源进行论证^[4-6],分析评价项目取水、退水影响,能够为今后同类型项目水资源论证提供借鉴。

1 项目概况

1.1 基本情况

河道位于南京市雨花台区,为秦淮新河左岸支流,起于中兴通讯园区南侧将军山水塘,止于秦淮新河,总长约3.92 km,汇水面积7.75 km²。该河道为典

型的山丘区河道,河道纵坡较大,河道蓄水能力差,非汛期河道内无稳定来水,水位较低。河道上游两岸中兴通讯园区正在开发建设过程中,为满足河道内景观环境用水需求,改善河道水动力条件,因此开展了河道环境整治工程。

工程对河道中兴园区段进行河道断面改造及景观提升,在河道入秦淮新河河口位置设置取水泵,沿河道左岸敷设总长约4.25 km的补水管道,将秦淮新河水提升至补水管道内,至河道上游起点释放。由于河道纵坡较大,泵站设计扬程63 m,受取水扬程限制,综合比选后选用自吸泵,年运营成本约60万元。河道沿程共新建6座溢流堰,通过蓄水构筑物等措施保障河道内景观环境用水需求。

1.2 取退水方案

本项目新建取水口位于秦淮新河左岸,于秦淮新河河道迎水侧设置取水口,取水水位4.08 m,于秦淮新河迎水侧空地上设置取水泵及泵房,取水泵最大设计流量0.078 m³/s,日最大取水量2 800 m³。参照《调水工程设计导则》(SL 430—2008),根据项目实际情况,取水口取水保证率定为80%。根据《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)以及取水口所在水功能区水质要求,项目取水水质应满足Ⅲ类水要求。

本项目取水后经补水管道输送至河道上游干流起点及东侧支流起点处释放,后经河道自流排水,最后在河口排入秦淮新河,达到活水效果。

2 水资源论证范围

项目位于南京市雨花台区,根据《建设项目水资

收稿日期:2023-07-18

作者简介:侯盼(1991—),女,硕士,工程师,从事水利规划、水文与水资源工作。

源论证导则》(GB/T355802017),确定水资源论证分析范围为南京主城六区和江宁区,重点分析范围为南京市雨花台区。秦淮新河为秦淮河分洪道,秦淮河从河定桥以下分为秦淮新河与外秦淮河两支,秦淮新河、外秦淮河上游连通,下游分别通过秦淮新河闸站与武定门闸联合控制,维持河道常水位。因此,取水水源论证及取水影响分析范围为秦淮新河雨花台、建邺工业、景观娱乐用水区(河定桥—秦淮新河枢纽),秦淮河南京景观娱乐用水区(江宁上坊门桥—三汊河口)和秦淮河江宁工业、景观娱乐用水区(牛首山河河口—江宁上坊门桥)河定桥以下段。退水影响分析范围为秦淮新河雨花台、建邺工业、景观娱乐用水区。

3 取水规模合理性分析

3.1 河道引水规模分析

本次根据流速法、水量平衡法两种方法计算分析河道日取水量。

(1)流速法

根据南京市降雨特征,夏季降雨量较大,参考同类型河道引活水的经验以及相关文献的研究成果^[7-9],根据河道维持自净能力的最低流速及平均过水断面,分析计算河道补水规模为 0.07 44 m³/s。根据河道引水计划,河道主要为白天引水,结合周边居民生活习惯和季节变化特点,每天引水 10 h,则日最大引水量为 2 678.4 m³。

(2)水量平衡法

根据水量平衡的原理,项目引水量包括河道蓄水量、河道蒸发量、水体渗漏耗水量三部分。河道蓄水量采用槽蓄量法计算,本项目拟在该河道内设置 6 座溢流堰控制河道日常水位,根据河道分段断面数据及日常控制水位,分段推求河道总蓄水量,为 15 846.5 m³。根据河道所在区域各月蒸发资料,选取最大蒸发月份 7 月蒸发量作为河道蒸发量,日平均蒸发量 222.68 m³。河道渗漏主要为河道底部和岸坡渗漏,根据河道周边土质条件,计算得到日渗漏损失量为 25.09 m³。设计引水周期为 7 d,日最大引水量为 2 511.5 m³。

上述两种计算方法的结果较为接近,本项目设计引水规模 280 m³/h,日最大引水量 2 800 m³,引水规模较为合理。

3.2 年取水总量分析

本次采取径流调节计算法、降雨天数法分别计

算项目年取水总量,相互比较验证。

(1)径流调节计算法

本项目取用水保证率为 80%,根据附近东山站 1984 年至 2015 年长系列降雨资料进行排频分析,选取 80%保证率年降雨量对应的年份为典型年,根据典型年的逐月降雨量进行径流量及补水量分析。经过排频分析,2004 年为典型年份,以该年降雨量为基础,根据《江苏省水文手册》,计算逐月经流量。由于径流量月尺度较大,故以逐旬降雨量占比为基础,对逐月经流量进行旬内分配。根据逐旬活水需水量、蒸发渗漏量与径流量的比较,经计算,项目年总取水量为 72.58 万 m³,河道蒸发、水体渗漏耗水量 5.77 万 m³,引水后退水量 66.81 万 m³。

(2)降雨天数法

该河道汇流面积较大,而河道日换水量、蒸发量、水体渗漏量相对较小,因此,降雨天河道两岸汇水基本上能够维持景观环境及水动力条件要求,可不进行补水。根据 80%保证率对应的 2004 年东山站各月平均降雨量天数,计算各月引水量。经计算,项目年总取水量 74.2 万 m³,扣除河道蒸发、水体渗漏外,引水后退水量 70.06 万 m³,耗水量 4.14 万 m³。

上述两种方法计算的年取水量较为接近,由于径流调节计算法是根据河道逐月降雨,考虑了降雨产流情况,同时对月经流量进行旬内分配,计算结果更加贴合实际,本次采用径流调节法计算成果,即年取水量 72.58 万 m³,引水后退水量 66.81 万 m³,耗水量 5.77 万 m³,详细见表 1 至表 3。

表 1 河道月经流量计算表

月份	降雨/mm	径流深/mm	有效径流/mm	月经流量/万 m ³
1	59.9	1.4	1.4	1.09
2	33.4	-7.4	0.0	0.00
3	53.8	-0.8	0.0	0.00
4	96.4	16.5	16.5	12.78
5	127.2	31.9	31.9	24.74
6	246.6	115.0	115.0	89.16
7	42.7	-4.5	0.0	0.00
8	91.5	14.3	14.3	11.06
9	33.4	-7.4	0.0	0.00
10	8.8	-13.9	0.0	0.00
11	72.4	6.2	6.2	4.79
12	37.4	-6.2	0.0	0.00
合计	903.5		185.3	143.62

表2 河道活水量计算表(径流调节算法) 单位:万 m ³					
序号	逐旬径流量	活水需水量	蒸发渗漏量	总缺水量	活水量
1	0.70	2.80	0.08	-2.18	2.18
2	0.39	2.80	0.08	-2.50	2.50
3	0.00	3.08	0.09	-3.17	3.17
4	0.00	2.80	0.08	-2.88	2.88
5	0.00	2.80	0.08	-2.88	2.88
6	0.00	2.52	0.07	-2.59	2.59
7	0.00	2.80	0.11	-2.91	2.91
8	0.00	2.80	0.11	-2.91	2.91
9	0.00	3.08	0.12	-3.20	3.20
10	0.08	2.80	0.14	-2.86	2.86
11	3.06	2.80	0.14	0.13	弃水
12	9.64	2.80	0.14	6.70	弃水
13	7.84	2.80	0.15	4.89	弃水
14	7.31	2.80	0.15	4.37	弃水
15	9.59	3.08	0.16	6.35	弃水
16	1.12	2.80	0.22	-1.90	1.90
17	38.72	2.80	0.22	35.70	弃水
18	49.32	2.80	0.22	46.30	弃水
19	0.00	2.80	0.25	-3.05	3.05
20	0.00	2.80	0.25	-3.05	3.05
21	0.00	3.08	0.27	-3.35	3.35
22	1.16	2.80	0.24	-1.88	1.88
23	4.22	2.80	0.24	1.18	弃水
24	5.68	3.08	0.26	2.34	弃水
25	0.00	2.80	0.24	-3.04	3.04
26	0.00	2.80	0.24	-3.04	3.04
27	0.00	2.80	0.24	-3.04	3.04
28	0.00	2.80	0.19	-2.99	2.99
29	0.00	2.80	0.19	-2.99	2.99
30	0.00	3.08	0.21	-3.29	3.29
31	1.11	2.80	0.14	-1.83	1.83
32	2.56	2.80	0.14	-0.38	0.38
33	1.13	2.80	0.14	-1.81	1.81
34	0.00	2.80	0.06	-2.86	2.86
35	0.00	2.80	0.06	-2.86	2.86
36	0.00	3.08	0.06	-3.14	3.14
合计	143.63	102.48	5.78		72.58

4 取水水源论证

4.1 水源比选

通过对雨花台区及项目区水资源条件的调查,对可用于本项目的水源条件进行可行性分析,结合本项目用水性质,确定合理的取水水源。

(1)中水

表3 河道活水量计算表(降雨天数法) 单位:m ³					
月份	降雨天数	无降雨天数	引水量	蒸发、渗漏量	退水量
1	8	23	64 400	1 948.56	62 451.4
2	5	24	67 200	2 046.24	65 153.8
3	9	22	61 600	2 425.94	59 174.1
4	10	20	56 000	2 731.00	53 269.0
5	14	17	47 600	2 491.52	45 108.5
6	8	22	61 600	4 809.42	56 790.6
7	11	20	56 000	4 924.00	51 076.0
8	11	20	56 000	4 726.80	51 273.2
9	7	23	64 400	5 463.65	58 936.4
10	3	28	78 400	5 328.68	73 071.3
11	8	22	61 600	3 052.94	58 547.1
12	7	24	67 200	1 411.20	65 788.8
全年	101	265	742 000	41 359.95	700 640.2

注:表中蒸发、渗漏量为无降水情况下,泵站运行时的河道蒸发、渗漏量。

雨花台区全区再生水回用有较大潜力,区域内城南污水处理厂现状中水用于新板沟等河道生态补水,城南污水处理厂三期正在调试阶段,未来不低于30%的尾水将用于雨花经济开发区内外院西沟等河道生态补水。由于该河道与城南污水处理厂直线距离约12.0 km,距离较远,城南污水处理厂与该河道之间均为城市建成区,同时涉及到宁芜铁路、岱山、牛首山山体等多种制约因素,敷设管道选线难度大,因此,项目不适宜选用城南污水处理厂再生水作为取水水源。

(2)地下水

根据雨花台区现状水资源开发利用情况,雨花台区现状供水水源均为地表水,区内地下水主要以松散岩孔隙水和基岩裂隙水为主,区内地下水没有进行开发和利用。因此,本项目不适宜使用地下水作为取水水源。

(3)地表水

a. 项目上游地表水

该河道流域现状上游有安堂凹水库、静明寺大塘等塘坝及水塘,但上游山体来水不稳定,非汛期水量很小,仅汛期塘坝及水塘泄水时,可利用其泄水作为下游河道景观环境补水。因此,项目不适宜利用上游塘坝、水塘作为稳定的取水水源。

b. 秦淮新河地表水

该河道下游与秦淮新河连通,秦淮新河流量较大,水质较为稳定,项目日取水量及年取水量均较小,因此,秦淮新河地表水可作为本项目的取水水

源。

综上所述,确定本项目取水水源为秦淮新河地表水。

4.2 水位分析

根据《秦淮河洪水调度方案》,秦淮河水位控制原则为入汛后,东山水位在梅雨期间按不超过5.08 m控制,其他时间按不超过5.58 m控制;非汛期,秦淮新河闸、武定门闸视实时雨水情及天气预报,结合冬春季用水、工程施工等需求,东山水位按4.82~5.58 m控制。南京市从2005年开始实施引江调水工程,在长江水位具备自流引水条件时,秦淮新河闸开闸引长江水经武定门闸至外秦淮河,由三汊河口入江;在长江水位不具备自流引水条件时,由秦淮新河抽水站抽引江水抬高秦淮河水位,对外秦淮河实施引江换水。

自1982年秦淮新河闸建成以来,通过与外秦淮河武定门闸的联合控制,秦淮新河水位得到提高,因此采用东山站1983年至2015年的月最低水位资料进行水位保证率分析,经保证率法分析计算,东山站80%保证率水位为3.97 m。本项目距离东山站较近,由于低水位时水面比降较小,且存在秦淮新河闸开闸引长江水向外,秦淮河翻水情况,因此认为项目取水位置秦淮新河80%保证率水位为3.97 m。从2005年南京市实施引江调水工程以来,2006年后东山站出现的最低水位为4.43 m(2008年3月),东山站水位基本在4.7~5.7 m之间。

拟建取水口取水水位4.08 m,低于最低常水位(4.82 m)以及2006年以后东山站出现的最低水位(4.43 m),取水口高程能够满足水泵进水的要求。

4.3 水质分析

项目取水口所在水功能区秦淮新河雨花台、建邺工业、景观娱乐用水区2020年水质目标为Ⅳ类,2030年水质目标为Ⅲ类。根据《2021年南京市环境状况公报》,秦淮新河水质总体状况为优,秦淮新河节制闸、铁心桥2个监测断面水质达到《地表水环境质量标准》Ⅲ类及以上,断面比例为100%。本项目为河道引活水项目,项目用水对河道水质无特殊要求,因此,秦淮新河水质能够满足本项目取水要求。

5 取、退水影响分析

5.1 取水影响分析

5.1.1 对水资源控制总量的影响

根据南京市政府的要求,雨花台区2022年用水

总量控制目标为2.68亿 m^3 。根据《雨花台区水资源公报》,2021年雨花台区用水总量为2.64亿 m^3 。本项目年取水量为72.58万 m^3 ,属河道内景观环境用水保障工程,取水不占用用水总量指标,项目建设后新增取水满足对雨花台区用水总量控制要求。

5.1.2 对水生态的影响

本项目最大取水能力为0.078 m^3/s ,取水流量占秦淮新河槽蓄量和过境水量比例很小,对取水水域水量以及水位的影响不显著,不会威胁到河道生态基流,基本不会对秦淮新河水生态环境产生不利影响。项目取水能够保证该河道内生态景观水位,改善河道水动力条件,有利于改善该河道内水生态环境。

5.1.3 对秦淮新河通航的影响

秦淮河航道等级为Ⅲ级,本项目取水口位于河道迎水侧岸坡、航道线外侧,取水口建设不会对秦淮新河通航造成影响。

5.1.4 对其他取水用户的影响

项目取水口上下游没有较大的取水工程,项目取水流量占秦淮新河流量比例很小,不影响其他取水户的用水指标,不会对其他用水户造成不良影响。

5.2 退水影响分析

5.2.1 对水质考核断面的影响

该河道下游建成区已实现雨污分流,上游周边地块正在开发建设中,未来河道汇水范围内将全部实施雨污分流,河道退水没有生活污水混入,河道水质可能的污染来源为初期雨水污染及城市面源污染。本项目引秦淮新河水进入河道,能够改善河道水动力条件,对河道水质及水环境有一定的改善作用。河道本身具有一定的自净能力,项目取水经河道稀释、自净后,退水水质较原河道水质有一定的改善,基本不会对上下游秦淮新河水质考核断面造成影响。

5.2.2 对水生态及其他用水户的影响

本项目能够改善该河道水动力条件,保证生态景观水位,改善水生态环境,在保证退水水质的前提下,项目退水对水生态及其他用水户基本没有影响。

6 水资源节约、保护及管理措施

经过水资源论证,验证了本项目的可行性和影响性,但仍需要采取一定的水资源节约、保护和管理措施,充分发挥水资源的最大效益,把对水环境、水生态及其他利益相关方的影响降到最低^[10],保障区域水资源的可持续利用。

6.1 节约措施

6.1.1 大力推行节水技术

项目建设时应应对补水管材、阀门、施工质量等方面进行严格把关,相关参数必须严格满足要求。可优选阀门等管路附件,减少管网局部渗漏和水头损失,同时可采取查漏措施,定期对输水管道进行查漏补修,控制管网漏损率。

6.1.2 加强取水设施的维护

在取水口设置拦污网,拦截水草和垃圾,以免造成输水管道拥堵从而影响泵站正常运行效率。按规定配备取用水计量器具,以准确记录泵站取水量及水量损失情况。定期对泵站进行检修,保证泵站以正常效率运行,同时在泵站、补水管道沿线采取一定的防淤积措施,对沿线排泥井进行定期检查、清理淤积。

6.1.3 优化调度运行管理

优化本项目运行调度管理方案,当预报未来24 h区域内有较大降雨时,可提前关闭泵站停止取水,防止弃水的产生。同时河道上游右岸有安堂凹水库、静明寺大塘等塘坝与水塘,应充分利用上游雨洪资源,当汛期上游塘坝及水塘泄水时,可利用其泄水作为河道景观环境补水。

6.1.4 推进雨水积蓄利用

为落实海绵城市建设理念,河道设计拟对两岸岸坡进行修复,增加绿植,设置景观绿化带,同时在河道内种植沉水、挺水植物,从源头上增加雨水调蓄能力。河道上游中兴园区建设也采取了多项海绵措施,拟在园区内设置雨水收集池及雨水处理装置,雨水收集经处理后用于园区内场地浇洒、绿化浇灌或河道内景观环境。

6.2 保护和管理措施

6.2.1 加强工程设计、施工及运行中的水资源保护

项目建设时的水资源保护工作应与工程同步设计、同步施工、同步运行。在施工期间应尽量减少物料流失、散落和溢流现象。施工现场应建造集水池、排水沟等处理构筑物,按污水性质分类收集,低浓度污水可经处理后回收利用。

6.2.2 落实取排水水质监测方案

为及时掌握河道水质及变化情况,应在项目取、退水口位置落实水质监测预警系统,实现全天候水质监测预警,监测数据应及时反馈至建设单位及政

府相关水质监测监控部门,及时进行相关的净水措施调整,预防重特大水污染事件的发生或尽量减小其影响范围。

6.2.3 编制水污染防治的应急预案

为防止该河道上游支流或河道水质受到突发性污染,影响下游秦淮新河水质,需编制水污染事件的应急预案,当河道水质受到污染时,需停止取水,同时进行河道内水质应急处理,处理达标后方可排入秦淮新河,减小对河道水环境的污染。

7 结 语

本项目属于河道内景观环境用水保障工程,其水资源论证符合国家要求和产业政策,取水水源能够满足项目的用水需求,确定合理的取水规模和取水方案是项目的关键。为节约水资源,保障区域水资源的可持续利用,应落实项目的节水措施方案,推行节水技术,加强取水设施的维护,优化工程调度运行管理,落实海绵城市建设理念,推进区域雨水集蓄利用。同时为防止水污染事故的发生,将对水环境、水生态及其他利益相关方的影响降到最低,应切实加强取、退水水质监测,做好水污染防治的应急预案,保护流域水环境。

参考文献:

- [1] 程晓冰,齐兵强.对强化水资源论证工作的思考[J].中国水利,2010(19):25-27.
- [2] 韦昊,宋张杨,孙照东,等.新形势下强化水资源论证工作的对策建议[J].中国水利,2018(21):6-9,13.
- [3] 蔡振华,郭成,李莉.谈水资源论证在水资源管理中的作用[J].山东水利,2021(6):59-60.
- [4] 徐伟.建设项目水资源论证报告书编制技术方法[J].黑龙江水利科技,2019,47(4):52-54.
- [5] 李自明,蓝婷,詹小来,等.规划水资源论证技术要点探析[J].水利发展研究,2018(10):16-20.
- [6] 邓建明,周萍.关于退水影响分析的思考[J].水利发展研究,2013(10):55-58.
- [7] 荣辉,肖婷婷.山区型城市河道生态需水计算方法研究[J].水利科学与寒区工程,2022,5(8):58-60.
- [8] 杜龙飞,侯泽林,李彦彬,等.城市河流生态需水量计算方法研究[J].人民黄河,2020,42(2):34-37,47.
- [9] 杨毅,邵慧芳,唐伟明.北京城市河道生态环境需水量计算方法与应用[J].水利规划与设计,2017(12):46-50.
- [10] 孙怀明.焦油精深加工项目水资源论证研究[J].海河水利,2023(3):16-18,83.