

澳珠都市圈水资源保障体系规划与实施解读

王 波

(珠海市规划设计研究院, 广东 珠海 519001)

摘 要: 通过对澳门珠海都市圈水资源特点的分析, 阐明沿海城市水资源保障体系规划要素, 结合对澳门、珠海都市圈水资源保障体系历次规划的解读及其实施的回顾对比, 说明一个切合实际、具有较好的可操作性的工程规划对支撑城市发展的作用。总结了沿海地区城市给水工程专项规划的编制要点, 对沿海地区水资源受咸潮影响的地区具有一定的参考价值; 对照《粤港澳大湾区发展规划纲要》中对澳门珠海都市圈科学建立水资源保障体系的要求在城市给水规划层面给予了回应。

关键词: 粤港澳大湾区发展规划纲要; 澳珠都市圈; 原水资源; 咸潮; 调咸水库

中图分类号: TU991 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2019)20-0013-06

Planning and Implementation of Water Resources Security System in Macao - Zhuhai Metropolitan Area

WANG Bo

(Zhuhai Institute of Urban Planning & Design, Zhuhai 519001, China)

Abstract: Based on the analysis of the characteristics of water resources in Macao - Zhuhai metropolitan area, this paper expounded the planning elements of water resources security system of coastal cities. Combining with the interpretation of previous plans of water resources security system in Macao - Zhuhai metropolitan area and the retrospect and comparison of its implementation, it illustrated the role of a practical and operable engineering plan in supporting urban development, and summed up the effect of supporting the development of coastal cities. The compilation key points of special water project planning had certain reference value for cities where water resources were affected by salty tide in coastal areas. The paper responded to the requirement of establishing water resources security system in Macao - Zhuhai metropolitan area in the light of the *Outline of Development Planning of Guangdong, Hong Kong and Macao*.

Key words: *Outline of Development Planning of Guangdong, Hong Kong and Macao*; Macao - Zhuhai metropolitan area; raw water resources; salty tide; regulating salt reservoir

1979年3月5日—2019年3月5日, 珠海建市40周年。40年里珠海由一座边陲小镇发展成为一座现代化的都市, 是我国早期改革开放的窗口, 也是粤港澳大湾区重要节点城市。在这40年里珠海市的基础设施建设取得了长足的发展, 中部城区(磨刀门水道以东陆域)给水能力由当初的不足 10×10^4

m^3/d 发展到现在的 $60 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 对澳原水输送能力由当初的 $6 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 发展到现在的 $50 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 初步形成了澳珠都市圈原水资源供给和保障体系。

珠海市历届政府高度重视澳珠都市圈原水资源保障体系的规划和建设, 与澳门特区政府(以下简

称澳门)在加强饮用水水源和备用水源安全保障方面进行了卓有成效的合作,通过编制符合澳珠两地原水供给特点的澳珠都市圈原水资源保障系统规划,并对规划进行了不断优化,提出了符合城市发展需求的分期建设方案,使得规划能够充分和科学地实施。

1 澳珠都市圈原水资源供给保障系统特点

1.1 澳珠都市圈供水一体化

澳门,地处珠三角西岸,由澳门半岛和氹仔、路环二岛组成。其中澳门半岛三面环水,仅北部与珠海接壤,西隔前山河和马骝洲水道与珠海湾仔和横琴对望,东与香港隔海相望,南临南海。澳门虽年降雨量丰沛,但陆域面积较小,地表集雨面积严重不足,本地淡水资源奇缺,为保证城市建设和发展所需的水资源主要通过北部与其接壤的珠海输入。目前澳门所需原水的90%以上通过珠海输入,本地仅有大水塘、石排湾、九澳以及黑沙等调蓄水库,而且库容不大,其中最大的大水塘水库库容仅为 $120 \times 10^4 \text{ m}^3$,原水经澳门自来水股份公司下属青洲水厂、大水塘水厂和路环水厂净化处理后供澳门居民使用,自来水水质采用欧盟《饮用水水质指令》(98/83/EC)供水标准。

珠海,位于广东省南部,珠江出海口西岸,东与深圳、香港隔海相望,南与中国澳门陆地相连,西邻江门新会区、台山市,北与中山市接壤,距广州市140 km。珠海市陆域原水资源保障系统以西江出海口门之一——磨刀门水道为界大致分为中部城区和西部地区(相对于东部海岛)原水资源保障系统,两个系统相对独立,其中以磨刀门水道为主要原水资源的中部城区原水资源保障系统承担着澳门及珠海中心城区及其北部高新区、大学园区的原水资源供给职责。

1.2 珠海客水资源丰富

珠海位于广东省珠江口的西南部,地处西江下游滨海地带,境内河流众多,西江诸分流水道与当地河涌纵横交织,属于典型的三角洲河网地区。全市年平均降雨量为2 061.9 mm,年平均径流总量为 $15.065 4 \times 10^8 \text{ m}^3$,人均水量为 $3 660 \text{ m}^3$,高于全国平均水平。

珠海地处珠江水系的西江入海口,珠江水系八大出海口(虎门、蕉门、洪奇门、横门、磨刀门、鸡啼门、虎跳门、崖门)中磨刀门、鸡啼门、虎跳门三大口

门经珠海市出海,年总径流量达 $1 018.3 \times 10^8 \text{ m}^3$,径流量稳定,具有较为丰富的客水资源。

1.3 时空分布不均

珠海市具有丰富的客水资源,但时空分布不均,大部分集中在丰水期(一般在每年的4月—9月),丰水期的流量约占全年流量的65%,但在冬春季节(一般在每年的10月至来年的3月),由于珠江水系干流西江上游来水量的减少,海水上溯,导致境内河道出现不同程度的咸度超标(咸度 $\geq 250 \text{ mg/L}$)问题。

根据珠海市水务环境控股集团提供的2008年—2018年度珠海市取水口水文资料记录,现状澳珠原水资源保障系统丰水期主要取水口广昌泵站最高咸度曾达到 $10 700 \text{ mg/L}$,取水口被咸潮连续覆盖最长时间达到156 d,各取水点受影响的时间与其离河口的距离有密切关系,存在季节性水质型缺水问题。

1.4 缺乏兴建大型水库调咸设施的条件

珠海地处南海之滨、珠江入海口,河口地形特征比较明显,陆域以河口冲积海积平原为主,地势低洼平坦、水系发达;域内黄杨山系、凤凰山系大多陡峭而且无纵深,缺乏兴建大型枯水季节原水调咸设施的条件。

2 澳珠都市圈原水资源供给保障体系要素

通过上述分析,认为澳珠都市圈原水资源供给与保障体系的规划布局必须重点考虑以下几方面的内容:

① 必须同时满足澳门和珠海两座城市建设发展对原水资源的需求;

② 取水口的选择既要保证丰水期能够就近取到优质原水资源,也要兼顾枯水期被海水上溯咸潮连续覆盖难于取水的特点,同时还要避免取水口不断上移而导致远距离压力输水的动力成本增高的弊端;

③ 充分利用地形地貌建立能够形成具有调咸库容的调咸水库或水库群,以保障澳珠都市圈各水厂在咸潮期获取所需优质原水资源;

④ 城市给水厂的布局选址除了需要满足《室外给水设计规范》(GB 50013—2006)的相关规定外,尚需保证水厂无论是丰水期还是枯水期都能够比较经济合理地接收来自江河水系或调咸水库的原水资源;

⑤ 由于原水输水管道通常断面较大,占用地下空间较多,须严格控制对澳原水输水管穿越城区所需地下空间。

3 澳珠都市圈原水资源保障系统规划解读

自珠海建市以来编制过五轮城市总体规划,编制范围也由当初的经济特区 6.81 km^2 拓展至整个市域 $7\,827 \text{ km}^2$,相应的城市给水专项规划随之进行了编制或修编。

第一版城市总体规划的给水专项规划(1985年版)编制范围较小、实施时间较短且系统性论述不够充分,很快被第2版《珠海市给水总体规划》(1989年版)(以下简称《规划》)取代,《规划》在对现状系统进行充分了解掌握的基础上,较为系统全面地分析论证了澳珠都市圈原水资源保障系统的规划原则、实施目标、整体布局以及设施规模,提出分期建设,经过30年的实践,证明《规划》不失为教科书级的专项规划样板。

《规划》是1989年珠海市基本建设委员会委托中国市政工程中南设计院编制的,也是首次将珠海市东部海岛和西部地区(磨刀门水道以西的珠海市陆域)一并纳入专项规划。专项规划对澳珠都市圈规划期的城市水源选择进行了充分的论证和比选,认为:

① 引用西江水是从根本上解决珠澳长远发展所需淡水资源的可取途径;应以西江水系客水资源作为澳珠都市圈供水水源;

② 磨刀门水道是以径流为主的弱潮型河口,受咸潮影响比珠三角其他出海口门要小,采用的“避咸蓄淡、待机取水”的技术思路是可行的,应规划好相应规模的调咸调库工程设施和调度方案,充分利用潮汐规律就近抽取西江淡水在技术的可行性和经济的合理性方面都是首选;

③ 将珠海市区(现中心城区和北区)、东部海岛、西部地区及澳门供水问题进行统一规划,并合理调配;

④ 近远期密切结合,按远期发展确定系统布局,按城市发展的实际情况与可能性确定初期、近期的建设规模;

⑤ 充分利用现有工程设施发挥综合效益。

《规划》的近期规划见图1,远期规划见图2,2017年1月通过珠海市政府批复的《珠海市给水工程系统规划(2006—2020)修编》中的澳珠原水资源

保障系统现状图见图3。

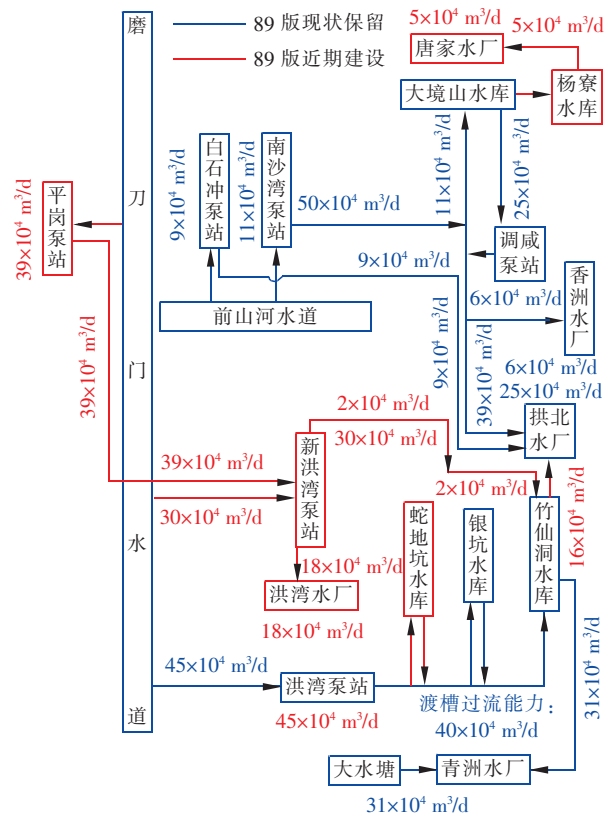


图1 澳珠原水资源保障系统近期规划

Fig. 1 Short-term planning of the raw water resources guarantee system in Macao and Zhuhai

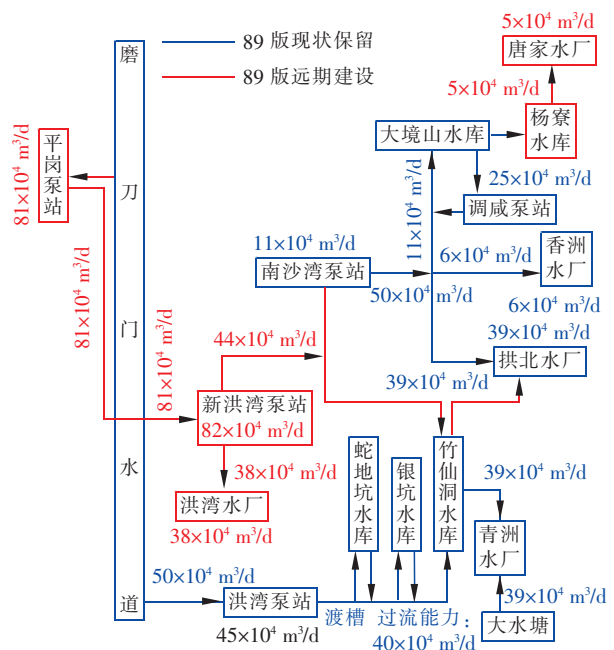


图2 澳珠原水资源保障系统远期规划

Fig. 2 Long-term planning for the raw water resources guarantee system in Macao and Zhuhai

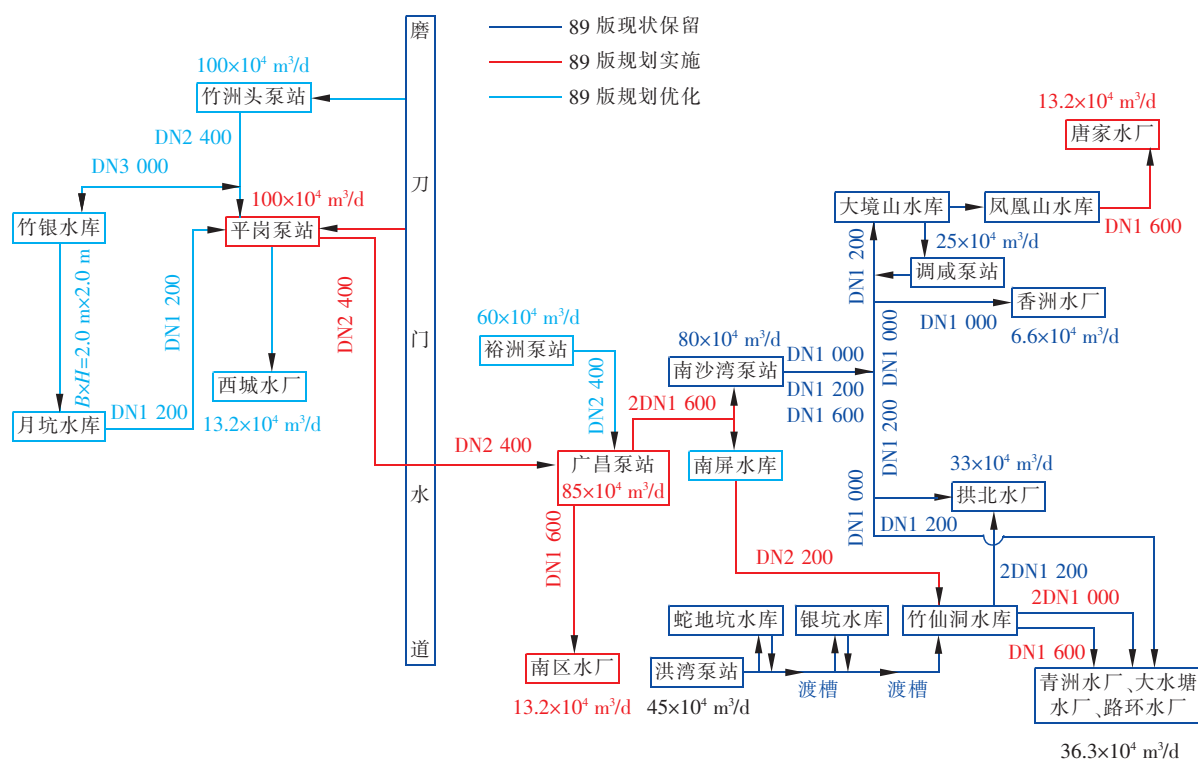


图3 澳珠原水资源保障系统现状

Fig. 3 Current situation of the raw water resources guarantee system in Macao and Zhuhai

通过对比分析,得出以下结论:

① 注重规划的近远期结合性

《规划》的近期规划充分利用了珠海市中部城区(当时的特区范围)的现状供水设施,虽然经过水源保障率、水质可靠性的论证,规划推荐了磨刀门水道宜作为主要水源,但考虑到当时珠海供水的前山河系统和对澳输水的洪湾系统相对独立,前者以前山河为取水水源,后者以磨刀门水道为取水水源,前山河流经珠海市区,水量丰沛、水质良好且受咸潮影响(最大连续咸潮期为21 d)远小于通过挂铤角取水磨刀门水道的取水水源(最大连续咸潮期为33 d),当时分别建有白石冲取水泵站和南沙湾取水泵站直接为拱北水厂和通过北部大镜山水库向香洲水厂提供水源,但《规划》考虑到前山河的环境容量有限,随着前山河上游中山市及所属镇经济的发展,前山河水质会遭受严重污染,故《规划》近期维持以前山河为水源,远期改用磨刀门水道作为拱北和香洲水厂以及规划的唐家水厂的水源,调整南沙湾泵站为远期咸潮期自上游平岗泵站调水的中途加压泵站,既保证了当时在珠海刚成立特区时经济不富裕难以一次承担新建规划的新洪湾泵站,以及连接新

洪湾泵站至南沙湾泵站间较长距离的原水管建设费用的压力,也充分发挥了前山河作为过渡水源作用。

事实证明,随着中山坦洲等镇域经济的快速发展,前山河水质迅速被污染,很长时间一直处于劣V类水状态,但由于《规划》中对此状况进行了预判并提出了规划应对措施,且付诸行动,防范于未然效果显著。近年来随着国家及省市各级政府对水环境的日益重视,珠海、中山两地政府加强了对前山河水系的整治,水环境质量有较大改善,但距离恢复前山河作为饮用水源还有相当的工作要做,珠海市政府一直保留着对前山河珠海段作为饮用水源的水环境功能区划要求,南沙湾泵站也还保留有抽取前山河水功能,因此期待着在珠海、中山两地政府的共同努力下前山河水质恢复饮用水源水质标准的一天。

② 注重规划的因地制宜性

如前所述,澳珠都市圈原水资源供给深受咸潮影响,丰水期各主要取水口均能取到优质的原水资源,但枯水期随着上游西江来水量的减少,海水上溯,咸潮覆盖各取水口,原水咸度远高于国家标准,而且长时间持续覆盖取水口致使其间原水资源无法满足城市需求。《规划》通过对建设的技术可行性

以及建设费用、运行费用等多方案比较,提出了上游远距离输水结合本地地形适当兴建调咸水库的咸期供水方案,提出丰水期通过广昌泵站和挂铤角取水口取水,咸潮期通过平岗泵站抽抢原水补充主要调咸水库的方案,通过对比《规划》的远期规划和澳珠都市圈原水保障系统现状图可以看出,《规划》中的平岗泵站、新洪湾泵站(现状名称为广昌泵站)、洪湾水厂(现状名称为南区水厂)、蛇地坑水库、杨寮水库(现状名称为凤凰山水库)以及唐家水厂均已竣工投入使用;《规划》的分期建设思想得到了较好体现。

③ 注重规划的动态维护性

任何规划在其规划期内都很难做到一成不变,随着城市的发展,产业布局、空间格局以及海平面上升、地表温度回暖等自然条件的改变,都要求对规划

期内的相关给水工程设施布局及规模进行必要的优化和修正。通过对比分析《规划》的远期规划图和澳珠原水保障系统现状图可以看出:除了远期规划的落实,还对原有的系统进行了优化和完善(见图4)。虽然在《规划》中对澳珠都市圈原水资源保障系统受咸潮的影响有定量分析,当时位于磨刀门水道最下游的挂铤角取水口最大连续咸潮期为21 d,咸潮最大入侵距离约为灯笼山水文站上溯15.98 km,平岗泵站选址中关于避咸的选址意见是该处距灯笼山17.5 km,可以不受咸潮的影响,但根据珠海市水务集团提供的水质监测数据,平岗泵站取水口自2005年起就出现了咸潮连续覆盖取水口现象,挂铤角更是整个咸潮期无法抽取优质原水,当时珠海中部城区蓄淡库容仅为 $2\,890 \times 10^4 \text{ m}^3$,远远满足不了咸潮期的用水要求。

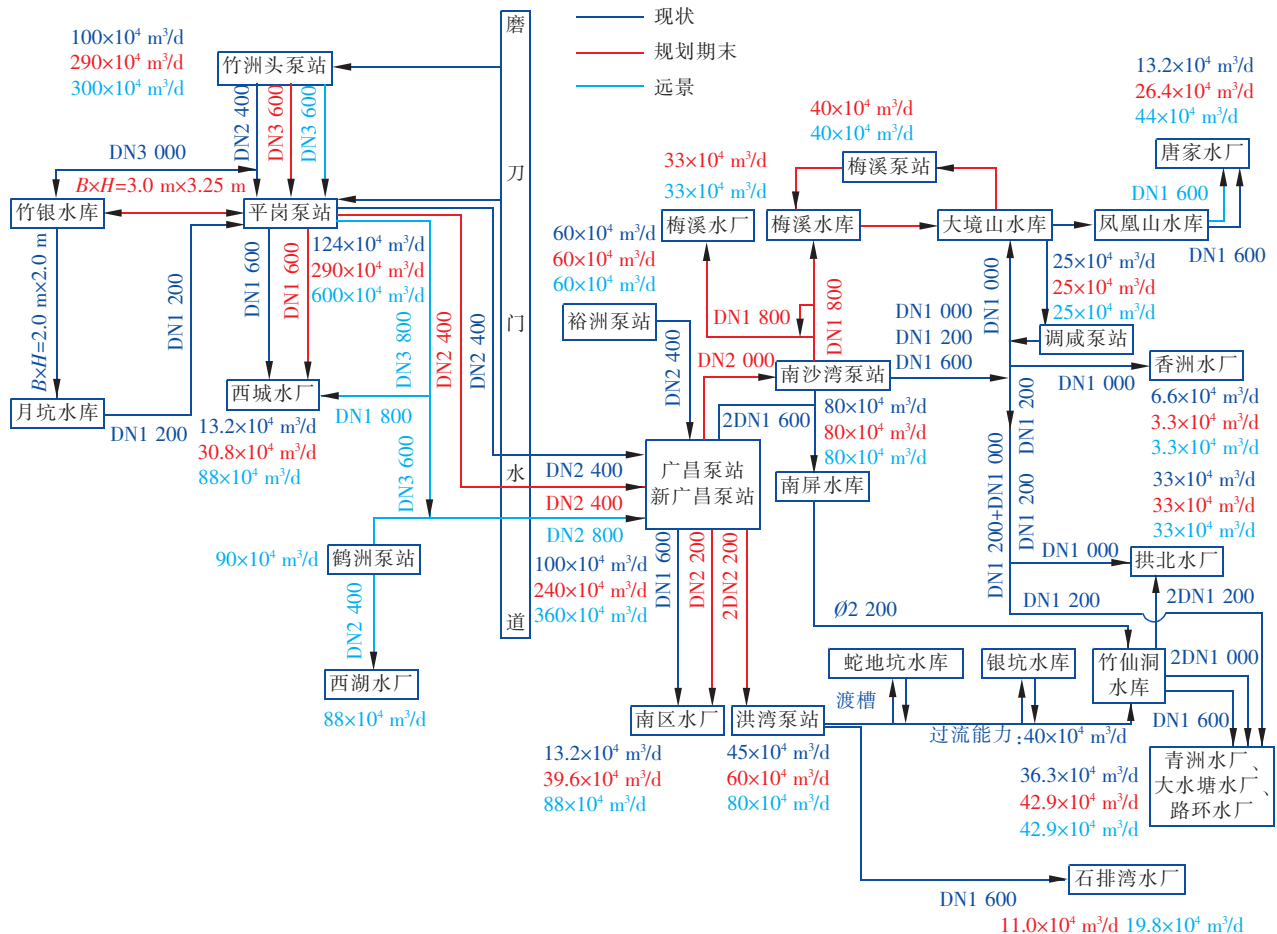


图4 澳珠原水资源保障系统规划

Fig. 4 Planning map of the raw water resources guarantee system in Macao and Zhuhai

经澳门、珠海两地人大代表的提议,澳珠两地呼唤多年的竹银水库及配套工程在广东省政府的重视

下得以迅速推进,并投入使用,使得澳珠都市圈原水调蓄库容增加 $3\,889.27 \times 10^4 \text{ m}^3$,同时新建了平岗

泵站至广昌泵站的 DN2 400 原水管及配套设施,有效地提高了抵御咸潮的能力;鉴于咸潮日趋严重(其中 2001 年 7 月—2008 年 4 月的咸潮统计资料显示平岗泵站最长连续超标时间达 22 d,最高限度达 3 450 mg/L),珠海市对原水系统规划进行了修编,提出了在市陆域最北部、水系上游地区兴建竹洲头原水泵站,通过原水管道将竹洲头泵站、竹银水库、平岗泵站及广昌泵站、洪湾泵站等有机联系成为一体,至此澳珠都市圈原水保障系统已经形成 $570 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 的原水抽取能力和约 $6\,779 \times 10^4 \text{ m}^3$ 的调蓄库容,同时通过珠江水利委员会对珠江上游天生桥水库、龙滩水库蓄水的调配,极大提高了澳珠都市圈原水保障体系的安全性和可靠性。

4 规划的实施评价

规划实施评价主要是为了评判规划实践的成效,以及规划实践如何体现成效。目前,通常采用的是“Conformance(一致性)”和“Performance(绩效)”这两大基本理念^[1]。其中,“一致性”理念认为,只要规划结果与规划方案相一致(或一致程度较高),那么规划就是有成效的;“绩效”理念则认为,规划结果与方案相一致并不能完全说明问题,关键是规划本身要在城市发展的决策过程中发挥的作用和影响。基于“一致性”的规划实施评价更注重规划实施后产生的效果是否与规划一致,这种评价取向比较注重结果与规划的符合度;基于“绩效”的规划实施评价更加注重规划在实施过程中所体现出的实际效力和作用,如规划方案是否影响了决策系统的战略选择,是否为空间发展的战略走向提供了实际的引导等。基于上述分析,认为无论是“一致性”理念还是“绩效”理念对澳珠都市圈原水资源保障体系的规划实施进行评价都可以得出令人满意的结论。

为切实践行《粤港澳大湾区发展规划纲要》中相关要求,已在新版的《珠海市给水工程系统规划(2006—2020)修编》中按照与澳门方面的协商结果,对澳第四原水管道工程进行了规划控制和流量复核(见图 4)。2020 年以后的澳珠都市圈原水保障系统的规划和实施将严格落实《粤港澳大湾区发展规划纲要》的要求,结合澳珠原水资源系统的具体

情况和最新变化而进行,为粤港澳大湾区的发展提供原水资源支持与保障。

5 结语

通过对澳门珠海都市圈水资源特点的分析,阐明了沿海受咸潮影响的城市水资源保障体系规划要素,结合对澳珠都市圈历次水资源保障系统规划的编制和实施情况解读,说明一个切合实际、具有较好的可操作性,同时具有一定的负荷弹性空间的工程规划对支撑城市发展的重要作用,对类似沿海地区和城市具有一定的参考价值。

参考文献:

- [1] 谭文星,袁也,冯月. 城市规划实施评价的基本类型及分析途径:西方代表性文献的评述及启示[J]. 规划师,2019,35(3):75-81.
- Tan Wenken, Yuan Ye, Feng Yue. Types and methods of urban planning implementation evaluation: A western literature review and its enlightenment [J]. Planner, 2019, 35(3): 75-81 (in Chinese).



作者简介:王波(1967—),男,湖北荆州人,大学本科,教授级高级工程师,注册公用设备工程师(给水排水),珠海规划设计研究院副总工程师,广东省规划行业第一批专家、广东省综合管廊建设指导专家、广东省海绵城市建设指导专家,长期从事市政给水排水、城市防洪排涝工程规划及工程设计工作。

E-mail: 519273975@qq.com

收稿日期:2019-05-08