

重庆市都市圈水资源承载力分析与预测

黎 明^{1,2,*}, 李百战^{1,3}

(1. 三峡库区生态环境教育部重点实验室, 重庆 400715; 2. 西南大学地理科学学院, 重庆 400715;

3. 重庆大学城市建设与环境工程学院, 重庆 400045)

摘要:重庆市都市圈目前处于快速城市化的历史阶段, 水资源是决定该地区社会经济发展规模及能否得以实现可持续发展的关键因素之一。运用区域水资源的供需平衡模型, 预测了重庆市都市圈 2020 年的水资源承载力。研究表明, 至 2020 年, 该区域水资源承载力在 880 万 ~ 1400 万人之间, 短时期内不会成为社会经济发展的主要限制因素, 但在全球气候和区域生态环境变化的影响下, 水资源可利用总量的变化对于承载力有较大的影响; 过境水可利用量是影响重庆市都市圈水资源承载力的最为重要的因素, 因此上游区域生态环境的变化对该区域水资源承载力具有极为重要的影响, 并为重庆市都市圈社会经济可持续发展的水资源保障提出了具体建议。

关键词:水资源承载力; 可持续发展; 城市化; 重庆市都市圈

文章编号: 1000-0933(2009)12-6499-07 中图分类号: P967, Q149 文献标识码: A

The analysis and prediction of water resource carrying capacity in Chongqing Metropolitan, China

LI Ming^{1,2,*}, LI Bai-Zhan^{1,3}

1 Key Laboratory of the Three Gorges Reservoir Region's Eco-Environment, Ministry of Education, Chongqing 400715, China

2 School of Geographical Sciences, Southwest University, Chongqing 400715, China

3 Faculty of Urban Construction and Environmental Engineering, Chongqing University, Chongqing 400045, China

Acta Ecologica Sinica, 2009, 29(12): 6499 ~ 6506.

Abstract: The fast urbanization in Chongqing metropolitan has had a great impact on the environment and resources. The water resource has been recognized as one of the key elements to the sustainable development of this region. This paper presents a method of predicting the regional Water Resource Carrying Capacity (WRCC) using the supply-demand balance model. The method predicts that the WRCC of Chongqing metropolitan is from 8.8 million persons to 14 million persons in 2020 and it will not become the bottleneck of the social and economic development of Chongqing Metropolitan in the coming period of time. However the climate change and its impact on the regional ecology will have an effect on it. The results show that the usable capacity of Passing-by water is the most important element of the WRCC of Chongqing metropolitan therefore the protection of the ecological environment in the upstream area is very important. This paper has proposed tangible advice on the sustainable social and economic development in context of water resource.

Key Words: water resource carrying capacity (WRCC); sustainable development; urbanization; Chongqing metropolitan

水对于人类的重要性不言而喻。随着生产规模的不断扩大, 水资源往往成为区域社会经济能否持续发展的限制因素, 研究区域水资源可利用总量支撑的社会经济发展规模具有十分重要的现实意义。

基金项目: 国家科技支撑计划重点项目资助 (2006BAJ02A09)

收稿日期: 2008-09-03; **修订日期:** 2009-04-18

致谢: 重庆大学姜文超、杨永川, 英国 Reading 大学姚润明帮助修改, 特此致谢。

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: liminght@yahoo.com.cn

水资源承载力是度量区域水资源可利用总量支撑的社会经济发展规模的重要指标。虽然其定义目前尚未形成统一的认识^[1,2],但由于其自身的重要性,国外学者较早就开展了许多研究,如 Rijsberman M. A. 用水资源承载力对城市水资源安全保障进行的衡量研究^[3];Joardar S. D. 从供水角度对城市水资源承载力进行的研究^[4];Harris J. M. 对农业生产区域水资源承载力的研究^[5]等。我国最早开展水资源承载力研究的是新疆水资源软科学课题组^[6],后来施雅风^[7]、许有鹏^[8]、徐中民^[9]、蒋晓辉^[10]、张衍广^[11]等分别采用多种方法对我国许多区(流)域的水资源承载力进行了相关研究。

从已有的研究成果来看,不论定义如何,水资源承载力均需要突出以下几个特点:

(1)时效性 水资源承载力具有动态变化的特点,确定某一区域的水资源承载力需要限制在一定的时间范围内,其中以对未来数年或数十年的预测为主。

(2)约束性 水资源承载力的确定应有相关的约束条件,当约束条件发生变化时水资源承载力具有较大的差异。在各类约束条件中,社会发展水平、技术经济状况、自然生态系统的良性循环保障往往具有更为重要的作用。

(3)实用性 水资源承载力的计算应对区域社会经济的发展具有指导意义,给出的结果也宜简单实用。由于区域社会经济发展规模的预测倾向于宏观方面,所以以人口数量作为水资源承载力的度量标准具有更为实际的意义。

在计算模型的研究方面,曹建廷^[2]认为,水资源承载力的计算模型要贯彻实用性和可操作性的原则,并强调经济、环境等要素对水资源利用的供需限制作用。本文以此为主要思路,在姜文超^①等人相关工作的基础上,建立区域水资源的供需平衡模型,对重庆市都市圈 2020 年的水资源承载力进行预测,以期对该区域社会经济中长期规划的制定提供参考。

1 水资源承载力计算的模型分析

水资源承载力反映的是区域水资源最大可利用条件下所支撑的社会经济发展规模,其受人口、经济、环境等多种因素的综合制约,供需平衡是水资源承载力能得以求解的基础。用数学模型可表达为:

$$W_c = \max f\{C1, C2, C3, \dots\} \quad (1)$$

$$\text{约束条件为} \quad W_{\text{demand}} = W_{\text{supply}} \quad (2)$$

式中, W_c 为区域水资源承载力; $C1$ 为人口指标; $C2$ 为经济指标; $C3$ 为环境指标; f 为综合效益函数; W_{demand} 为满足区域社会经济发展等要素所需的总用水量; W_{supply} 为区域水资源最大可利用量。

满足区域社会经济发展等要素所需的总用水量(W_{demand})由生活用水量、生产用水量和生态需水量等组成。生产用水量主要包括工业用水量和农业用水量,第三产业的用水量可并入到工业用水量中。

总用水资源量的各类组成用公式表示如下:

$$W_{\text{demand}} = W_D + W_I + W_A + W_E \quad (3)$$

式中, W_D 为生活用水量, W_I 为工业用水量, W_A 为农业用水量, W_E 为生态需水量。其中,生活用水量、工业用水量和农业用水量的具体计算方法如式(4)~式(6)所示:

$$W_D = R_{DU} \times P_U + R_{DA} \times P_a \quad (4)$$

$$W_I = U_I / P_I \quad (5)$$

$$W_A = R_{AI} \times A_I \quad (6)$$

式中, R_{DU} 、 R_{DA} 分别表示城市与农村生活用水量标准,单位一般为 L/(人·d); P_U 、 P_a 分别为城市和农村人口数量。 U_I 为工业总产值, P_I 为单位水量平均工业产值,它是单位工业产值平均用水量的倒数,单位一般为万元/m³; R_{AI} 为农业有效灌溉用水量标准,单位可取 m³/hm², A_I 为农业有效灌溉面积。

① 姜文超. 城镇地区水资源(极限)承载力及其量化方法与应用研究. 博士学位论文. 重庆:重庆大学城市建设与环境工程学院,2004,108 ~ 114.

生态需水量指特定的生态系统为维持其原有状态、原有功能及保证良性循环所需要的水量,分为河道内生态需水量和河道外生态需水量两个部分。河道内生态用水主要用于防止河道断流、维持水生生物栖息地、保持河床稳定和泥沙冲淤平衡、保持河流对污染物的稀释能力和自净能力等,一般认为河道内生态用水应占多年平均径流量的 50% ~ 60%^[12]。河道外生态需水量包括植被生态需水量、湖泊与湿地生态需水量等类型,往往与当地的生态环境状况、生态系统类型及其分布和比例有关,其数值相对较为恒定。在城市地区的研究中,河道外生态需水量还包括城市市政环境用水量等^[13]。

区域社会经济发展规模可由式(7)~式(9)进行计算:

$$U = U_I + U_A = U_I + P_{RA} \times A_R \quad (7)$$

$$U_p = U/P = (U_I + U_A)/P = (U_I + P_{RA} \times A_R)/P \quad (8)$$

$$P = P_U + P_A = P \times r + P(1-r) \quad (9)$$

式中, U 、 U_p 分别为工农业总产值和人均工农业产值,为计算的方便,一般用 GDP 和人均 GDP 代替, U_A 为农业总产值, P_{RA} 为单位面积农业平均产值, A_R 为农业生产面积; P 为区域人口数量, r 为城市化率。

区域水资源最大可利用量(W_{supply})包括区域水资源量总量和区外来水量两部分。

区域水资源量总量为当地降水形成的地表和地下产水量。前者称为地表水资源量,指河川径流的年径流量;后者为降雨入渗补给的地下水量,即地下水资源量与地表水资源量不重复的部分。

区外来水量指从区域外输入的可利用水量。

故区域水资源最大可利用量(W_{supply})可由下式计算:

$$W_{supply} = W_R + W_{Ex} \quad (10)$$

式中, W_R 为区域水资源量总量, W_{Ex} 为区外来水量,单位均为 m^3 。

在忽略量纲情况下,将(2)~(10)式联立求解得出区域水资源承载力的表达式为:

$$P = \frac{W_R + W_{Ex} - W_E + R_{RA}A_R/P_I - R_{AI}A_I}{R_{DU} \times r + R_D \times (1-r) + U_p/P_I} \quad (11)$$

P 值即为区域的水资源承载力。当区域的水资源最大可利用量、城市化水平、各项用水量指标及相关技术经济指标等可以预测时,其人口发展规模(水资源承载力)就可以确定。

2 研究区概况

重庆市都市发达经济圈(简称“都市圈”)包括重庆直辖市内渝中区、大渡口区、江北区、沙坪坝区、九龙坡区、南岸区、巴南区、北碚区、渝北区等 9 个行政区域。地域上位于重庆市西南面,长江自西向东、嘉陵江自北向南流经本区,都市圈的范围由两江交汇处向外扩展(图 1)。

重庆市都市圈幅员面积 5479.3 km²,占重庆市土地总面积的 6.6%;2007 年末,该区域总人口 590.51 万人,占全市总人口的 18.25%,其中非农业人口 381.69 万人,占总人口的 64.64%; GDP 总量为 1793.37 亿元,占全市 GDP 总量的 43.50%,人均 GDP 达到 26956 元,远高于全市人均 GDP 的 14660 元,其中二、三次产业 GDP 分别占到全市二、三次产业 GDP 总量的 45.04%、50.61%^[14]。该区域对周边地区具有较强的经济辐射能力。

重庆直辖以来,都市圈城市化率和社会经济发展水平快速发展。自 1998 年到 2007 年,该区域总人口增加了 13.37%,净增 69.66 万人;非农人口约增加 41.73%,净增 112.38 万人。目前该区域从事第一产业的劳动力比例约为 20%,年均城市化率递增约 2%^[14]。

从产业结构分析,2007 年该区域第一产业的比重仅为 3.16%,非农产业产值比重超过 95%,说明该区域社会经济发展水平已处于较高阶段。

重庆市都市圈目前为重庆市政府确定的三大经济区之一、重庆市“一小时经济圈”的主要组成部分,在重庆市域经济中占有极为重要的地位,也是未来数十年中重庆市经济发展的重要增长极,研究其社会经济发展规模和资源条件的限制具有十分重要的意义。

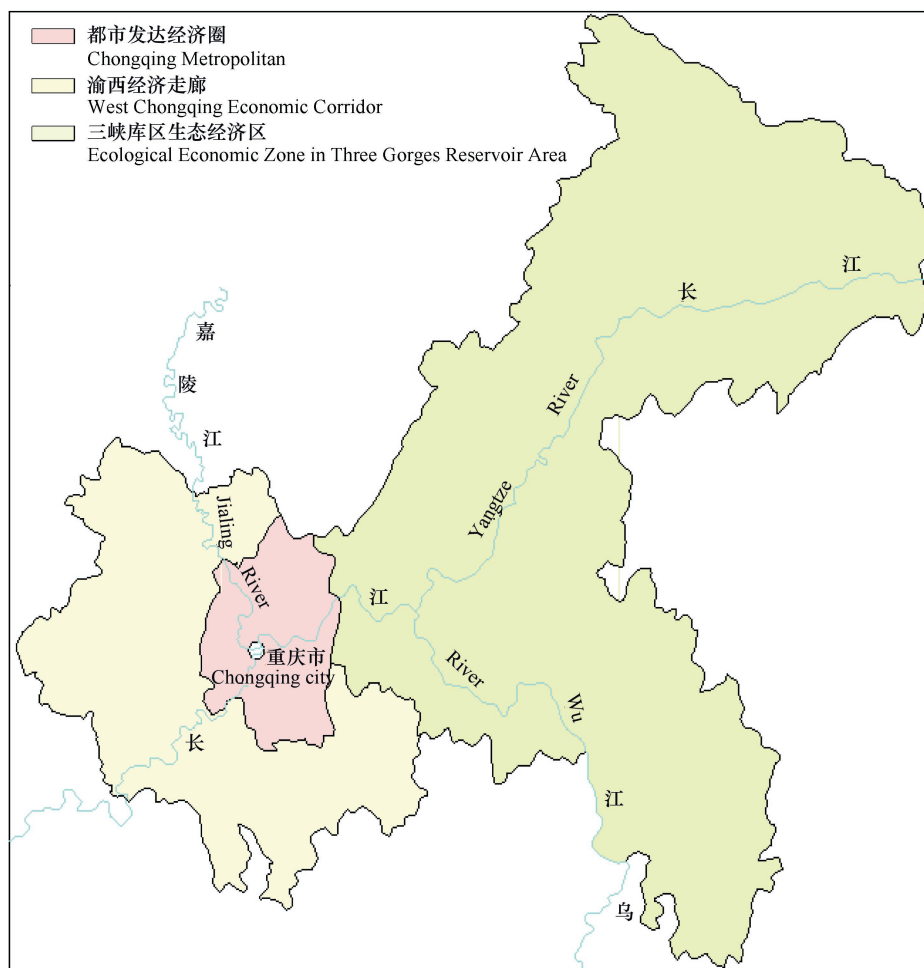


图1 重庆市三大经济区位置示意图

Fig. 1 The location of three big economical regions in Chongqing

3 重庆市都市圈水资源承载力预测说明

根据水资源承载力的时效性特点和当前我国各行政区域社会经济发展规划编制的具体情况,本文以2020年为计算期限,对重庆市都市圈水资源承载力进行预测,其各组成项的计算依据说明如下。

3.1 总用水量资源量(W_{demand})的计算

(1) 生活用水量指标的确定

生活用水量由城镇和农村生活用水量组成。城镇生活用水主要包括居民生活用水、公共用水及环卫、绿化用水等,其中居民生活用水一般占城镇生活用水总量的50%~70%。农村生活用水包括饮用水、厨房用水、卫生用水、家畜饮用水等。我国目前城镇和农村的人均生活用水量分别约为212L/d和68L/d^[12],而重庆市的人均生活用水量约为112L/d^[15]。建设部目前确定重庆地区城市居民生活用水量标准为100~140L/(人·d)^[16],卫生部曾确定重庆地区无洗涤池条件下农村生活饮水量标准为50~90L/(人·d)^[17]。考虑到2020年重庆市都市圈将处于较高的社会经济发展水平,本文确定该区域城镇生活用水量标准为200L/(人·d),农村生活用水量标准为100L/(人·d)。

(2) 生产用水量及相关社会经济指标的预测

近年来,我国的工业万元增加值用水量出现了较为明显的减小趋势,目前约为200 m³,而全国农业灌溉亩均用水量维持在450 m³左右的水平^[12]。至2006年,重庆市万元工业用水量约为135 m³,农业亩均用水量约为217 m³^[15],但农业有效灌溉面积逐年增加,农业用水量具增加的趋势^[14]。由于重庆市都市圈的工农业

生产水平远高于全市平均值,结合王浩^[12]等的研究,确定 2020 年重庆市都市圈工业万元产值用水量标准为 $40 \text{ m}^3/\text{万元}$,农业用水量标准为 $6675 \text{ m}^3/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ 。

根据《重庆市国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》,2020 年重庆市都市圈人均 GDP 预计为 80000 元左右。对于各产业生产总值的比例,目前重庆市都市圈三产比值为 $3.16:47.52:49.32$ ^[14],至 2020 年该区域农业国民经济收入年贡献率预计在 2% 左右,农业总产值为 800000 万元,每公顷平均产值约 15 万元,农业有效灌溉率为 75%,面积约 4 万 hm^2 。

按《重庆市城乡总体规划(2007~2020 年)》的预测,至 2020 年重庆市都市圈的城市化率可能达到 90% 以上。但考虑到重庆市“大城市带大农村”的特点,且规划期末研究区内的巴南、北碚、渝北、九龙坡及沙坪坝等区按土地利用总体规划的要求仍有大量耕地存在的状况,本文对重庆市都市圈的城市化率按 85% 进行计算。

(3) 生态需水量的预测

根据前文的分析,河道内生态需水量按多年平均径流量的 60% 计算。重庆市都市圈属川东平行岭谷地貌单元,植被覆盖率较高,研究区范围内的缙云山、歌乐山和铜锣山等均被重庆市政府确定为重点生态保护对象,参考林超等^[18]的研究,本文对河道外生态需水量按区域水资源量总量的 15% 计算。

3.2 水资源最大可利用量(W_{supply})的计算

(1) 区域水资源量总量的确定

区域水资源量总量一般采用多年平均值进行计算。根据重庆市水利局颁布的数据,重庆市都市圈多年平均水资源总量为 29.8104 亿 m^3 ^[15]。

(2) 区外来水量的确定

区外来水量包括人工引水和自然来水两部分。由于本区域目前没有区外调水的相关规划,故人工引水量可以不予考虑。自然来水主要为过境水的可利用量,由于长江与嘉陵江两大河流流经研究区,所以本区域的区外来水量即为长江与嘉陵江的过境水可利用量。

长江和嘉陵江在重庆市都市圈的过境水量巨大,根据罗鉴银等^[19]的研究,其多年平均过境水总量为 3379.7 亿 m^3 。

过境水可利用量依赖于过境水在流域中的合理分配。虽然目前国内外尚无公认的分水方法,但地域公平性的保证是流域合理分水的基本原则^[20]。从某种程度上看,地域公平原则应能体现流域上下游不同区域在国土资源和社会经济发展水平等方面的差异并应保持流域整体的可持续发展,这也是过境水能在流域中得以合理分配的基础。因此,本文综合流域土地资源面积比例和代表社会经济发展水平的人口数量作为过境水在流域中分配的依据。

重庆市都市圈国土面积为全市的 6.6%,约占长江流域国土总面积的 0.3%;人口数量约占全市的 18.25%,为长江流域总人口的 1.46%^[14]。虽然重庆市都市圈地域狭小,但该区域人口集中程度高,在全流域中具有较为重要的社会经济地位。本文分别将重庆市都市圈国土与人口所占全流域比例的最大值和平均值作为上、下限,确定其可利用的过境水量比例范围为 0.88%~1.46%,据此计算出该区域的过境水可利用量为 29.7414 亿~49.3436 亿 m^3 。

根据公式(10),计算出重庆市都市圈水资源最大可利用量为 58.8454 亿~79.154 亿 m^3 。

4 结果与讨论

根据上述确定的指标和公式(11),预测出 2020 年重庆市都市圈水资源承载力为 880 万~1400 万人。目前该区域人口规模约为 590.51 万人^[14],因此水资源在短期内难以成为该区域社会经济发展的主要限制因素。但需要注意以下两点:

(1) 研究区水资源可利用总量具有较大的变化幅度。本文采用多年平均值作为计算水资源最大可利用量的依据,与枯水年相比增加值达到 30% 以上^[15],因此水资源承载力在枯水年应有较大的减小。在全球气候

及区域生态环境变化的影响下,区域水资源可利用总量的变化对承载力有较大的影响。

(2) 过境水可利用量是影响本区域水资源承载力的最为重要的因素。扣除生态需水量的比例,过境水可利用量在水资源可利用总量中达 70% 以上,故当过境水量发生较大变化时,该区域水资源承载力将会受到极大的影响。因此长江和嘉陵江上游区域生态环境的变化对重庆市都市圈水资源承载力具有极为重要的影响。

从本文的研究来看,为减小区域社会经济可持续发展受水资源条件限制的影响,应重视以下几个方面的工作:

(1) 流域范围内应能尽快形成相关的分水协议,以满足各区域水资源承载力计算的准确度

过境水可利用量是基于供需平衡的区域水资源承载力计算的难点。对于处于一个或多个流域之中的不同区域来说,河流的过境水总量并非均能为其所用,为保证上下游之间用水的公平性,必须对水资源进行合理的配置。

(2) 区域社会经济的发展应能保障各项技术经济指标的实现

区域水资源承载力的计算受多项技术经济指标的约束。水资源承载力的研究不仅限于其人口规模的确定,相关技术经济指标的实现也是计算结果的基本保证。如果某些技术经济指标不能实现,水资源承载力就可能出现逾越。

(3) 提倡节水型社会建设是提高区域水资源承载力的根本措施

从基于供需平衡的水资源承载力计算模型分析,在区域水资源最大可利用量保持不变的情况下,减少生活与生产方面的用水需求将有利于提高区域的水资源承载力。节水型社会的建设对于提高用水效率,减少水污染和保障生态用水均具有十分重要的意义,也是深入落实科学发展观,实现可持续发展战略目标的基本要求。

References:

- [1] Zhang B C, Sun L Y. Literature Review on Water Carrying Capacity. *Modern Economic Science*, 2006,28(6):97—101.
- [2] Cao J T, Li Y Y, Zhou Z W. Inherent of bearing capacity of water resources and calculation methods. *China Water Resources*, 2006,18:19—21.
- [3] Rijsberman M A, Frans H. Different approaches to assessment of and management of sustainable urban water system. *Environment Impact Assessment Review*, 2000,20 (3): 333—345.
- [4] Joardar S D. Carrying capacities and standards as bases towards urban infrastructure planning in India-Lessons from Cities of the Developing World. *Habitat International*, 1998,22(3):327—337.
- [5] Harris J M, Kennedy S. Carrying capacity in agriculture: global and regional issues. *Ecological Economics*, 1999,29 (3): 443—461.
- [6] Soft-Science Research Team for Water Resources in Xinjiang, China. Utilization Strategic Countermeasures for Water Resources and its Carrying Capacity of Xinjiang. *Water Resources and Hydropower Engineering*, 1989(6):2—9.
- [7] Shi Y F, Qv Y G. Water Carrying Capacity and its Management in Urumqi river basin. Beijing: Science Press, 1992. 210—220.
- [8] Xv Y P. A Study of Comprehensive Evaluation of The Water Resource Carrying in The Arid Area. *Journal of Natural Resources*, 1993,8(3):229—237.
- [9] Xü Z M. A Scenario-Based Framework for Multicriteria Decision Analysis in Water Carrying Capacity. *Journal of Glaciology And Geocryology*, 1999, 21(2): 100—106.
- [10] Jiang X H, Huang Q, Hui Y H, Xue X J. Study on the models of bearing capacity of regional water environment. *Acta Scientiae Circumstantiae*, 2001,21 (3):312—317.
- [11] Zhang Y G, Lin Z S, Chen L L. Prediction on the Dynamics of Water Resource Carrying Capacity in Shandong Province. *Journal of Natural Resources*, 2007,22(4):596—605.
- [12] Wang H. China's Water Resources and Sustainable Development. Beijing: Science Press, 2007. 175—210.
- [13] Yang Z F, Cui B S, Liu J L, *et al.* Theory, Approach and Practice of Study on Eco-environmental Water Demand. Beijing: Science Press, 2003. 82—95.
- [14] Chongqing Municipal Bureau of Statistics. Chongqing Statistical Yearbook 2007. Beijing: China Statistics Press, 2008. 4—8, 448—455.
- [15] Chongqing Municipal Bureau of Water Resources. Chongqing Water Resources Bulletin 2006. Chongqing: Chongqing Municipal Bureau of Water Resources, 2007. 3—16.

- [16] Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the People's Republic of China. The Standard of Water Quantity for City's Residential Use. Beijing: Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the People's Republic of China, 2002. 1—4.
- [17] Ministry of Health of the People's Republic of China. The Health Standard of Water Quantity for Rural Residential Drink. Beijing: Ministry of Health of the People's Republic of China, 1989. 1—5.
- [18] Lin C, He S. Investigation on the ecological water use of in Haihe River Basin and Calculation Method of ecological water demand. Water Resources Planning and Design, 2003, 2: 11—18.
- [19] Luo J Y, Xie S Y. Predetermination of Supply and Demand of water Resources in Chongqing. Journal of Southwest China Normal University (Natural Science), 2002, 27(4): 592—595.
- [20] Wang H, Wang J H, Qing D Y. Research advances and direction on the theory and practice of reasonable water resources allocation. Advances in Water Science, 2004, 15(1): 123—128.

参考文献:

- [1] 张保成, 孙林岩. 国内外水资源承载力的研究综述. 当代经济科学, 2006(11), 28(6): 97~101.
- [2] 曹建廷, 李原园, 周智伟. 水资源承载力的内涵与计算思路. 中国水利, 2006(18), 19~21.
- [6] 新疆水资源软科学课题组. 新疆水资源及其承载力的开发战略对策. 水利水电技术. 1989(6): 2~9.
- [7] 施雅风, 曲耀光. 乌鲁木齐河流域水资源承载力及其合理利用. 北京: 科学出版社, 1992. 210~220.
- [8] 许有鹏. 干旱区水资源承载能力综合评价研究. 自然资源学报, 1993, 8(3): 229~237.
- [9] 徐中民. 情景基础的水资源承载力多目标分析理论及应用. 冰川冻土, 1999, 21(2): 100~106.
- [10] 蒋晓辉, 黄强, 惠洪河, 薛小杰. 陕西关中地区水环境承载力研究. 环境科学学报, 2001, 21(3): 312~317.
- [11] 张衍广, 林振山, 陈玲玲. 山东省水资源承载力的动力学预测. 自然资源学报, 2007, 22(4): 596~605.
- [12] 王浩. 中国水资源与可持续发展. 北京: 科学出版社, 2007. 175~210.
- [13] 杨志峰, 崔保山, 刘静玲等. 生态环境需水量理论、方法与实践. 北京: 科学出版社, 2003. 50~86.
- [14] 重庆市统计局. 重庆统计年鉴 2008. 北京: 中国统计出版社, 2008(6): 4~8, 448~455.
- [15] 重庆市水利局. 重庆市水资源公报 2006. 重庆市水利局, 2007(5): 3~16.
- [16] 中华人民共和国建设部. 城市居民生活用水量标准. 中华人民共和国建设部, 2002, (9), 1~4.
- [17] 中华人民共和国卫生部. 农村生活饮用水卫生标准. 中华人民共和国卫生部, 1989, (2), 1~5.
- [18] 林超, 何杉. 海河流域生态现状用水量调查和生态需水量计算方法. 水利规划与设计, 2003(2), 11~18.
- [19] 罗鉴银, 谢世友. 重庆市水资源供需预测. 西南师范大学学报(自然科学版). 2002, 27(4), 592~595.
- [20] 王浩, 王建华, 秦大庸. 流域水资源合理配置的研究进展与发展方向. 水科学进展. 2004, 15(1): 123~128.