

柴达木盆地水资源供需配置规划

韩雁^{1,2}, 贾绍凤^{1,2}, 吕爱锋^{1,2}

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101

2. 中国科学院陆地水循环及地表过程重点实验室, 北京 100101)

摘要: 柴达木盆地气候干旱, 水资源紧缺, 如何合理配置盆地内的水资源是解决水资源供需矛盾的一个关键。在对柴达木盆地水资源利用现状分析的基础上, 依据水资源分区单元间的径流联系, 建立水资源系统网络模型, 采用了长系列方法对规划水平年的柴达木盆地水资源供需平衡进行模拟。通过二次供需平衡调控, 实现了不同行业供水所要求的保证率条件下的供需平衡, 给出了规划水平年水资源供需配置方案。

关键词: 柴达木盆地; 水资源; 二次供需平衡; 配置

中图分类号: TV213 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-1683(2015)01-0010-05

Water resources supply and demand allocation in the Qaidam Basin

HAN Yan^{1,2}, JIA Shaofeng^{1,2}, LYU Aifeng^{1,2}

(1. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China;

2. Key Laboratory of Water Cycle & Related Land Surface Processes, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

Abstract: Qaidam Basin has dry climate and scarce water resources, and how to allocate water resources reasonably is the key to solve the conflict between water resources supply and demand in the basin. In this paper, based on the analysis of the current water resources utilization in the Qaidam Basin, a water resources network model was established using the relationship between the sub-region units. The long series method was adopted to simulate the water resources supply and demand balance during the planning years. The balance between water supply and demand under different guarantee rates required by different industries was achieved using the secondary balance method, and the allocation scheme of water resources was provided during the planning years.

Key words: Qaidam Basin; water resources; secondary balance between supply and demand; allocation

1 柴达木盆地概况

1.1 地理概况

柴达木盆地为高原型盆地, 地处青海省西北部, 介于东经 90°16′ - 99°16′ 之间。盆地略呈三角形, 北西西-南东东方向延伸, 东西长约 800 km, 南北宽约 300 km, 面积 257 768 km²。盆地西高东低, 西宽东窄, 处于平均海拔 4 000 多米的山脉和高原形成的月牙形山谷中, 为四周高山环绕封闭的内陆盆地, 南面是昆仑山脉, 北面是接祁连山脉, 西北是阿尔金山脉, 东为日月山, 为封闭的内陆盆地, 该盆地处于平均海拔 4 000 多米的山脉和高原形成的月牙形山谷中。盆地的地貌是内陆干燥盆地背景下发育的, 因而地貌的荒漠特征十分显

著。盆地各主要地貌围绕大小盐湖呈多中心环状分布, 洪积倾斜平原位于外环行, 湖积平原位于内环, 中心是现代湖泊。柴达木盆地具有典型高寒大陆性气候特征, 气候寒冷、干燥, 多年降水量自东南部的 200 mm 递减到西北部的 15 mm, 年均相对湿度为 30% ~ 40%, 最小可低于 5%。年均温在 5℃ 以下, 气温变化剧烈, 绝对年温差可达 60℃ 以上, 日温差也常在 30℃ 左右, 夏季夜间可降至 0℃ 以下。风力强盛, 年 8 级以上大风日数可达 18~137 d, 西部甚至可出现 40 m/s 的强风, 风力蚀积强烈。盆地蒸发量巨大, 年均蒸发量 2 525.3 mm; 冷湖蒸发量高达 3 278.4 mm, 为其降水量的 184 倍。柴达木盆地日照时间长, 太阳辐射强, 盆地内年平均日照时数普遍在 3 000 h 以上。

收稿日期: 2014-10-28 修回日期: 2014-11-11 网络出版时间: 2014-12-03

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/13.1334.TV.20141203.1400.026.html>

基金项目: 中国水利水电科学研究院流域水循环模拟与调控国家重点实验室开放研究基金(IWHR-SKL-201214); “十二五” 国家科技支撑计划项目(2012BAC09B05); 水利部公益性行业科研专项经费项目(201301009)

作者简介: 韩雁(1978-), 男, 山西大同人, 助理研究员, 博士, 主要从事水资源优化配置研究。E-mail: yhan@igs.nrr.ac.cn

通讯作者: 贾绍凤(1964-), 男(土家族), 湖南龙山人, 研究员, 主要从事水资源管理方面研究。E-mail: jiasf@igs.nrr.ac.cn

柴达木盆地大部分区域属青海省,涉及的行政区有海西州、玉树州、果洛州。截止 2011 年,盆地总人口 45.6 万人,其中城镇人口 33 万人。耕地实灌面积 3.1 万 hm^2 ,其中水浇地 2.3 万 hm^2 ,林果地灌溉面积 2 万 hm^2 ,牧草地灌溉面积 0.3 万 hm^2 。牲畜有 168 万头,工农业总产值为 436 亿元。随着国家西部大开发战略的实施,2005 年柴达木盆地被列入国家第一批 13 个循环经济试点产业园区^[1]。为此,协调水资源开发利用与经济社会发展之间的关系,确保柴达木盆地可持续发展和用水安全,已经成为各级政府和社会各界广泛关注的热点之一。

1.2 水资源状况

作为封闭内陆水系且受地形、降水的影响,柴达木盆地的河流具有数目多而分散、流程短而量小的特点。盆地内共有大小河流 70 余条,年平均流量大于 $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$ 的河流有 37 条,主要有那棱格勒河、格尔木河、香日德河、察汗乌苏河、巴音河等。大于 1 km^2 的各类湖泊有 42 个,总湖泊面积 1967.7 km^2 ,湖水总储量 107 亿 m^3 ,其中淡水 90 亿 m^3 ,主要湖泊有克鲁克湖、托索湖、阿拉克湖、哈拉湖等^[2]。

柴达木盆地年均地表径流总量 44.10 亿 m^3 (1956 年-2000 年)^[3],其中丰水年($p=20\%$)为 52.49 亿 m^3 ,平水年($p=50\%$)为 43.78 亿 m^3 ,枯水年($p=75\%$)为 37.54 亿 m^3 ,特枯年($p=95\%$)为 29.66 亿 m^3 。盆地的地下水可分为山区基岩地下水,平原区松散岩类孔隙水和第三纪油田水。地下水总量为 38.97 亿 m^3/a ,山丘区地下水资源量 33.34 亿 m^3/a ,平原区地下水资源量 37.16 亿 m^3/a ,二者重复量为 31.53 亿 m^3/a 。

盆地内自产水资源为 51.96 亿 m^3 ,加上新疆入境水量 2.87 亿 m^3 ,盆地内水资源总量为 54.83 亿 m^3 ^[4]。据预测^[5],柴达木盆地最大可用水量 39.73 亿 m^3 ,其中地表水最大可用水量 23.86 亿 m^3 ,地下水 15.87 亿 m^3 。

1.3 水资源开发利用现状及存在的问题

1.3.1 开发利用现状

经过 60 多年的建设,柴达木盆地水利工程得到了很大的发展,形成了以调蓄水库为龙头、渠系配套为框架的农灌供水系统;机井和输水管道、蓄水池相结合的农牧区人畜饮水供水系统;以地下水为主的城镇自来水及工矿企业供水系统的多元供水模式^[6]。根据水利普查统计^[7],截止到 2011 年,柴达木盆地共建水库 22 座,总库容 3.76 亿 m^3 ,兴利库容 2.22 亿 m^3 ,其中的大中型水库有 3 座,为温泉水库、小干沟水库和黑石山水库。规模以上引水工程 86 处,提水工程 26 处,地下水水源地 18 处,规模以上机电井 558 眼,水电站 20 座,水闸 57 座,泵站 4 处。

2011 年水利工程实际供水量 9.11 亿 m^3 (不含卤水使用量 5.05 亿 m^3),占盆地多年平均水资源总量的 16.6%,可见

水资源利用总量并不大,大部分地区仍有潜力可挖。

1.3.2 存在的问题

(1) 供水工程效率低。现有供水设施大部分建于 20 世纪 60-70 年代,设计标准低,年久失修,老化现象严重,供水能力下降,供水效率降低。农业灌溉工程主要靠地表明渠引水,盆地气候条件使渠系防渗裂标准要求高,投资大。

(2) 灌溉管理粗放,田间用水浪费严重。柴达木盆地人少地多,农田主要集中于大型的国营农场,仍沿用传统的大水漫灌的灌溉方式,跑冒滴漏现象普遍,田间用水浪费显著。目前全盆地灌溉毛定额达 $19260 \text{ m}^3/\text{hm}^2$,灌溉水利用系数平均仅 0.34^[8]。

(3) 生态环境脆弱。柴达木盆地自然环境严酷,植物生长期短,荒漠植被稀疏,自然生态系统十分脆弱,荒漠化趋势严重,可利用的耕地面积积极其有限。城镇发展速度较慢,设施落后,环境保护措施不完善。天然灌木林破坏严重,草场大面积退化,盲目开荒破坏了大面积优良草场和林地,使得土地沙漠化、耕地次生盐渍化加剧,水源减少,河湖萎缩,工业和城镇环境污染严重。

2 柴达木盆地需水量预测

根据柴达木盆地经济社会发展速度,采用定额法预测生活、农业、工业、城镇生态环境的需水量(表 1),显示结果如下。

(1) 居民生活需水呈上升趋势。2010 年居民生活需水量为 0.21 亿 m^3 ,2030 年增长到了 0.50 亿 m^3 ,20 年间生活需水量增加了 0.29 亿 m^3 ,其中 2010 年-2020 年期间增加了 0.11 亿 m^3 ,2020 年-2030 年期间增加了 0.18 亿 m^3 。

(2) 随着农业节水力度的增大,农业灌溉需水定额将逐步减少,但同时灌溉面积,尤其是林果地灌溉面积将逐步增加,农业用水将呈现出先增加后减小的趋势。2010 年农业需水量为 8.38 亿 m^3 ,其中农田灌溉需水为 5.66 亿 m^3 ,2020 年增长到 11.47 亿 m^3 ,增长了 3.10 亿 m^3 ,但农田灌溉需水减少了 0.81 亿 m^3 ,到 2030 年农业需水为 10.11 亿 m^3 ,较 2020 年减少了 1.73 亿 m^3 ,其中农田灌溉需水减少了 0.48 亿 m^3 。

(3) 随着全省节水型社会的建设,工业万元增加值用水量将逐步减少,但由于规划年柴达木盆地工业的快速发展,工业需水总量将有较大幅度增长。2010 年工业需水量为 0.72 亿 m^3 ,2030 年增长到 8.82 亿 m^3 ,20 年间工业需水量增加了 8.10 亿 m^3 ,其中 2010 年-2020 年期间增加了 2.50 亿 m^3 ,2020 年-2030 年期间增加了 5.60 亿 m^3 。

(4) 生态环境用水主要是保障盆地经济社会可持续发展要求,其中自然生态环境需水由天然降雨来补给。据预测^[9],天然植被生态环境需水量为 26.59 亿 m^3 。本研究只对城市生态环境需水部分进行了预测。

表 1 规划水平年柴达木盆地需水量预测

Tab. 1 Prediction of water demand in the Qaidam Basin during the planning years

万 m^3

水平年	生活		农业需水		工业需水	城镇生态环境需水	合计
	生活需水	其中城镇	总计	其中农田灌溉			
2010	2084	1023	83776	56589	7198	2493	95552
2020	3153	1784	114746	48477	32200	4515	154614
2030	4999	3329	101068	43629	88184	6537	200789

综上所述,20 年间柴达木盆地需水总量增加了 10.52 亿 m³。农业需水尤其是农田灌溉需水占总需水量中的比例虽然逐渐降低,但仍将是主要的用水类型;2010 年农业需水占总需水量的 88%,2020 年略微降低到 74%,2030 年进一步降低到 50%;工业需水增加的最多,需水比例由 2010 年的 8%,增加到 2020 年的 21%,2030 年达到 44%;生活需水在总的需水中所占比例变化不大,基本都在 2% 左右的水平。

3 水资源配置网络模型与二次平衡规划

采用长系列供需平衡模型进行柴达木盆地水资源合理

配置,以水资源三级区套县为基础,共划分出 40 个计算单元。按照青海省水中长期规划,预计到 2020 年柴达木盆地规划新建那棱格勒河水库等 8 个大中型水库,使盆地大中型水库数达到 11 个。对于划分的大中型水库单元,水库本身列为单独的计算单元,同时利用地形数据剖分,将水库上、下游各作为一个计算单元。每个单元进行唯一性编码,根据径流关系,建立水资源系统概化网络(图 1)。

根据径流联系确定各单元计算顺序,遵照自上而下、先支流后干流的原则,逐个单元进行供需分析计算。计算过程以长时间序列的水资源径流资料(1956 年-2000 年),以不

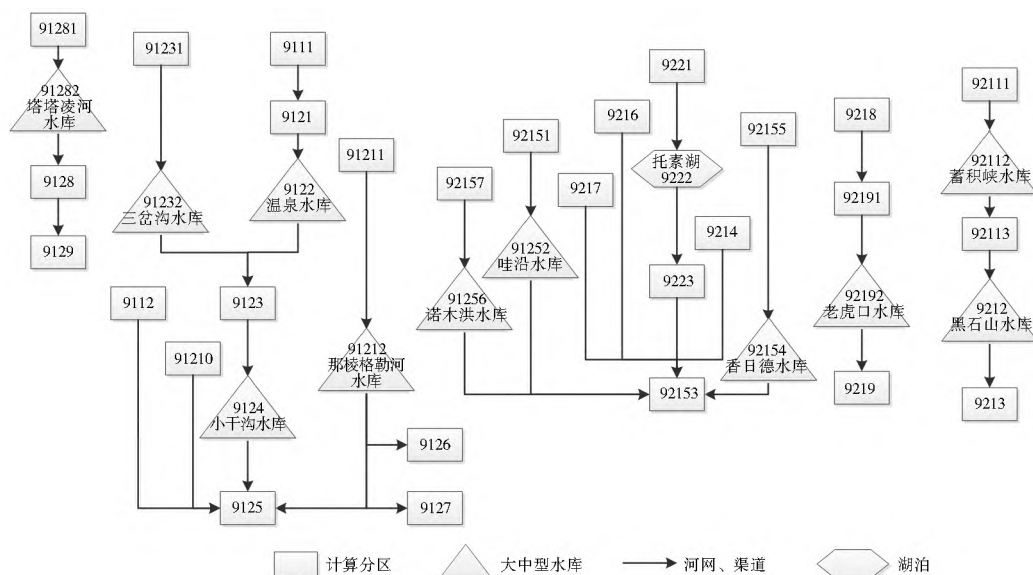


图 1 柴达木盆地水资源系统网络概化图

Fig. 1 Schematic of the water resources system network in the Qaidam Basin

同规划水平年(2010 年现状水平年、2020 年、2030 年规划水平年)的供水工程设计能力和需水水平为输入数据,根据计算单元的水资源调度规则,模拟长时间序列每个计算单元的供水量、用水量、及缺水量等。

在以上计算单元的划分中,考虑了未来规划水平年中规划建设的大中型工程,未考虑规划的小型供水工程。为此,在配置模型中采用二次平衡的规划方法,即先按不考虑小型工程的工程状况进行水资源配置,然后根据保证率的要求和缺水情况规划新的节水工程或小型供水工程来调整需求或者供给,首先挖掘进一步节水的潜力,如果供需还有缺口,进一步规划新增的小型工程供水能力,使各类需水的保证率得

到满足。其中,工业和生活需水在 95% 保证率下、农业需水在 75% 保证率下,均应得到全部满足。

4 水资源供需平衡分析

4.1 水资源供需平衡

水资源供需平衡是水资源配置与规划的核心,可为落实最严格的水资源管理制度提供技术支撑^[10]。根据水资源系统网络图,采取自上而下、先支流后干流的顺序进行水资源供需平衡计算,柴达木盆地一次水资源供需平衡结果见表 2。

表 2 一次供需平衡后的水资源供需分析

Tab. 2 Analysis of water resources supply and demand after the first balance

频率	2010				2020				2030			
	需水量 /万 m ³	供水量 /万 m ³	缺水量 /万 m ³	缺水率 (%)	需水量 /万 m ³	供水量 /万 m ³	缺水量 /万 m ³	缺水率 (%)	需水量 /万 m ³	供水量 /万 m ³	缺水量 /万 m ³	缺水率 (%)
多年平均	95 552	92 759	2 794	2.92	154 615	148 919	5 696	3.68	200 790	181 089	19 701	9.81
50%	95 591	92 787	2 804	2.93	154 631	148 934	5 697	3.68	200 834	181 128	19 706	9.81
75%	95 686	92 814	2 872	3.00	158 868	153 007	5 860	3.69	204 536	184 446	20 090	9.82
90%	96 165	92 842	3 322	3.45	160 930	142 149	18 781	11.67	206 352	174 904	31 448	15.24
95%	96 934	92 870	4 064	4.19	163 795	136 198	27 597	16.85	208 875	169 218	39 658	18.99

由表 2 可见,基准年缺水量不是很大,各保证率下缺水一般在 3% 左右。在多年平均条件下,2020 年柴达木盆地缺

水 0.57 亿 m³, 缺水率为 3.68%; 2030 年缺水 1.97 亿 m³, 缺水率为 9.81%; 平水年(保证率为 50%)和枯水年(保证率为 75%)条件下, 需水和供水量变化不大。随着保证率的增大, 降水量逐渐减少, 为了满足经济社会对水的要求, 供水工程的供水量逐渐增大。特枯年(保证率 95%), 柴达木盆地 2020 年需水量为 16.38 亿 m³, 供水量只有 13.62 亿 m³, 缺

水 2.78 亿 m³, 缺水率达 16.85%; 2030 年需水量为 20.89 亿 m³, 供水量为 16.92 亿 m³, 缺水进一步加大, 缺水率为 18.99%。

可见, 规划水平缺水情况比较严重, 尤其是在特枯水年。因此, 在一次供需平衡的基础上, 需要对 2020 年和 2030 年的供需进行调控。二次供需平衡分析的结果见表 3。

表 3 二次供需平衡后的水资源供需分析

Tab. 3 Analysis of water resources supply and demand after the second balance

频率	2010				2020				2030			
	需水量 / 万 m ³	供水量 / 万 m ³	缺水量 / 万 m ³	缺水率 (%)	需水量 / 万 m ³	供水量 / 万 m ³	缺水量 / 万 m ³	缺水率 (%)	需水量 / 万 m ³	供水量 / 万 m ³	缺水量 / 万 m ³	缺水率 (%)
多年平均	95 552	92 759	2 794	2.92	148 922	148 919	2	0.00	181 089	181 089	0	0.00
50%	95 591	92 787	2 804	2.93	148 937	148 934	2	0.00	181 128	181 128	0	0.00
75%	95 686	92 814	2 872	3.00	153 009	153 007	2	0.00	184 446	184 446	0	0.00
90%	96 165	92 842	3 322	3.45	154 992	142 149	12 843	8.29	186 074	174 904	11 170	6.00
95%	96 934	92 870	4 064	4.19	157 746	136 198	21 548	13.66	188 336	169 218	19 118	10.15

通过二次平衡后, 在多年平均、枯水年条件下, 2020 年、2030 年柴达木盆地水资源供需基本都达到了平衡, 只有当遇到特枯水年, 才出现缺水情况。在保证率为 90% 条件下, 2020 年、2030 年缺水分别 1.28 亿 m³ 和 1.12 亿 m³, 相应的缺水率分别为 8.29% 和 6.00%。在 95% 条件下, 2020 年、2030 年规划年缺水分别减小为 2.15 亿 m³ 和 1.91 亿 m³, 缺水率分别为 13.66% 和 10.15%。通过对未来规划水平年的供

需水调控, 供需之间的差距缩小, 盆地水资源供需矛盾减小。

4.2 配置结果

按照供水调度原则, 在生态环境需水得到满足的前提下, 优先供给生活用水, 然后是工业用水, 最后是农业用水。在规划水平年的供水工程规划及供水量预测的基础上, 按照供需平衡进行水资源配置模拟, 对未来规划水平年柴达木盆地水资源进行合理配置, 结果见表 4。

表 4 未来规划水平年柴达木盆地水资源合理配置结果

Tab. 4 Results of water resources allocation in the Qaidam Basin during the planning years

频率	2020					2030				
	生活	工业	农业	城镇生态环境	合计	生活	工业	农业	城镇生态环境	合计
多年平均	3 151	30 945	110 307	4 515	148 919	4 999	78 966	90 586	6 537	181 089
50%	3 151	30 945	110 323	4 515	148 934	4 999	78 966	90 625	6 537	181 128
75%	3 151	30 945	114 395	4 515	153 007	4 999	78 966	93 943	6 537	184 446
90%	3 151	30 945	103 537	4 515	142 149	4 999	78 966	84 402	6 537	174 904
95%	3 151	30 945	97 586	4 515	136 198	4 999	78 966	78 716	6 537	169 218

2020 年柴达木盆地多年平均总配置水量较基准年增加了 5.34 亿 m³, 为 14.89 亿 m³, 其中生活用水增加了 0.11 亿 m³, 为 0.32 亿 m³, 占总水量的 2%; 工业用水增加了 2.37 亿 m³, 为 3.09 亿 m³, 占总水量的 21%; 农业用水增加了 2.65 亿 m³, 为 11.03 亿 m³, 占总水量的 74%; 城镇生态环境用水增加了 0.20 亿 m³, 为 0.45 亿 m³, 占总水量的 3%。2030 年柴达木盆地多年平均总配置水量为 18.11 亿 m³, 其中生活用水增加了 0.18 亿 m³, 为 0.50 亿 m³, 占总水量的 3%; 工业用水增加了 4.80 亿 m³, 为 7.90 亿 m³, 占总水量的 44%; 农业用水减小了 1.97 亿 m³, 为 9.06 亿 m³, 占总水量的 50%, 生态环境用水增加了 0.20 亿 m³, 为 0.65 亿 m³, 占总水量的 4%。

条件下, 2020、2030 年盆地总用水量分别为 14.21 亿 m³ 和 17.49 亿 m³; 保证率为 95% 条件下, 总用水量分别减小为 13.62 亿 m³ 和 16.92 亿 m³。

5 结语

本文根据柴达木盆地水资源利用现状, 对规划水平年经济社会发展需水进行了预测, 结合规划水平年供水工程规划, 分析了柴达木盆地水资源供需矛盾。二次供需平衡分析结果表明, 径流大于枯水年径流时, 不存在缺水, 盆地内经济社会发展需水基本可以得到满足; 在枯水年时, 用水量达到最大, 特枯年出现缺水。由于社会经济的发展, 工业用水比例将逐渐增加, 相应地农业用水比例有所降低, 但仍然占主要比重。随着保证率的升高, 生活、工业、城镇生态环境供水基本保持不变, 缺水量逐渐变大, 缺水主要出现在农业用水部门, 农业供水量与总供水量同样具有先增加后减小趋势, 枯水年供水量达到最大。此后, 随着保证率的进一步升高, 供水量出现了减少趋势。柴达木盆地水资源供需配置, 是在保护生态环境良性循环的前提下, 对行业的用水进行了合理

当径流量大于枯水年径流量时, 不存在缺水, 各行业用水基本都得到了满足。随着保证率增大, 盆地降水、径流量减少, 经济社会发展对水资源的需求量逐步增加, 用水量也逐步增大, 在枯水年用水量达到了最大值, 尤其是农业用水, 2020 年、2030 年盆地农业用水量分别为 11.44 亿 m³ 和 9.39 亿 m³, 总用水量为 15.30 亿 m³ 和 18.44 亿 m³。随着保证率进一步增加, 盆地内可供水量逐渐减小, 在保证率为 90%

分配,并考虑了不同保证率下的用水分配,可为柴达木盆地经济社会的可持续发展提供重要支持。

参考文献(References):

- [1] 谢新民,魏传江,柴福鑫,等.青海省柴达木循环经济试验区水资源配置及开发利用策略研究[J].水利规划与设计,2010(6): 1-5. (XIE Xinmin, WEI Chuangjiang, CHAI Fuxin, et al. Study on water resources allocation and utilization strategy of Qaidam circular economy pilot zone in Qinghai province[J]. Water resources planning and design, 2010(6): 1-5. (in Chinese))
- [2] 燕华云.柴达木盆地水资源利用存在问题及对策[J].西北水资源与水工程,1996(4): 69-72. (YAN Huayun. Problems and strategies of water resources development and utilization process[J]. Water resources & Water engineering, 1996(4): 69-72. (in Chinese))
- [3] 刘永宏,郭廷锋,谢继香.柴达木盆地水资源概况及开发的几个问题[J].青海环境,2009,19(4): 153-157. (LIU Yonghong, GUO Tingfeng, XIE Jixiang. The general situation and several problems of water resources development in Qaidam basin[J]. Qinghai environment, 2009, 19(4): 153-157. (in Chinese))
- [4] 刘燕华.柴达木盆地水资源合理利用与生态环境保护[M].北京:科学出版社,2000. (LIU Yanhua. Water resources rational utilization and environmental protection in Qaidam basin[M]. Beijing: Science press, 2000. (in Chinese))
- [5] 于静洁,刘维义.柴达木盆地水资源与合理开发利用研究[J].干旱区资源与环境,1998,12(4): 21-30. (YU Jingjie, LIU Weiyi. Study on water resources and its reasonable development and use in the Qaidam basin[J]. Journal of arid land resources and environment, 1998, 12(4): 21-30. (in Chinese))
- [6] 张晓宁.柴达木循环经济试验区初始水权分配问题探讨[J].水利发展研究,2009(9): 7-13. (ZHANG Xiaoning. Discuss on initial water right allocation in Qaidam circular economy pilot zone[J]. Water resources development research, 2009(9): 7-13. (in Chinese))
- [7] 青海省第一次全国水利普查全口径经济社会用水量汇总成果报告[R].第一次全国水利普查领导小组办公室,2012. (Report of first census for water full aperture economy social water utilization in Qinghai province [R]. First national water census for water steering group office, 2012. (in Chinese))
- [8] 杜嘉妮.柴达木盆地水资源现状、问题及治理对策[J].科技风,2013(17): 263-263. (DU Jiani. Current situation, problems and manage strategy for water resources in Qaidam basin[J]. Technology Wind, 2013(17): 263-263. (in Chinese))
- [9] 张树军,王光谦,王芳,等.柴达木盆地植被生态需水研究[J].水电能源科学,2010,28(12): 26-29. (ZHANG Shujun, WANG Guangqian, WANG Fang, et al. Study on vegetation ecological water demand in Qaidam basin[J]. Water resources and power, 2010, 28(12): 26-29. (in Chinese))
- [10] 董延军,王琳,邹华志.水资源供需平衡理论技术与实践[M].北京:中国水利水电出版社,2013. (DONG Yanjun, WANG Lin, ZOU Huazhi. Water resources supply and demand balance theory technique and practice[M]. Beijing: China water power press, 2013. (in Chinese))

《南水北调与水利科技》优先数字出版声明

为即时确认作者科研成果、彰显论文传播利用价值,从2011年起,将《南水北调与水利科技》印刷版期刊出版的定稿论文在“中国知网”(http://www.cnki.net)以数字出版方式提前出版(优先数字出版)。欢迎读者在中国知网“中国学术期刊网络出版总库”检索、引用本刊作者最新研究成果。

《南水北调与水利科技》编辑部