

绿洲发展的水资源总供给与总需求模型

杨海镇^{①②}, 马海州^{①②}, 沙占江^{①②}, 曹广超^{①②}, 欧立业^①

(1. 中国科学院青海盐湖研究所, 青海 西宁 810008;
2. 青海师范大学地理与环境科学系, 青海 西宁 810008)

摘要:从绿洲发展的主要制约因素——水资源的总供给与总需求出发,建立了绿洲发展水资源的总供给模型、总需求模型以及总供给—总需求模型,并以此来阐述我国西北干旱地区不同绿洲的发展状况以及同一条内陆河流域上、中、下游绿洲所存在的问题。

关键词:绿洲;水资源;模型

中图分类号:P941 **文献标识码:**A **文章编号:**1008—858X(2004)01—0051—06

0 前言

绿洲是干旱地区所特有的一类景观,虽是干旱区内众多景观中的一类,却是干旱区内最为精华的部分。作为干旱区人类生存和生产核心场所的绿洲稳定与否,直接关系到区域社会经济的持续发展。绿洲的可持续发展,实际上是资源和环境的利用与保护问题。发展通过资源(Resources)的开发利用而实现,持续通过环境(Environment)的保护和建设来维系,在经济发展(Development)驱动和人口(Population)压力下,这四个方面(PRED)经常会出现不协调和矛盾。由于绿洲具有综合整体功能,即环境功能、资源功能、人类聚居功能和经济集中功能,所以其建设方向是寻求人口(P)、资源(R)、环境(E)和经济发展(D)的协调,实现 PRED 的持续发展,最终目标是维护绿洲的持续稳定与持续繁荣和进步^[1]。

“绿洲”是目前较有争议的一个名词,我们在本文中绿洲定义为在干旱荒漠地区具有稳定水源对土地的滋润或灌溉,适于植物(或作物)

良好生长,单位面积生物产量高,土壤肥力具有增强的均势,适于人类从事各种生产及社会活动的,明显区别于周围荒漠环境的独特地域。影响绿洲产生、发展、变化、分布、变迁的因素主要有水、土、光、热等因素。保持一个绿洲系统的稳定持续发展,就要求绿洲的能量流与物质流达到一个动的平衡。在影响绿洲的诸因素中,水无疑是最具有决定意义的。下面就以水在绿洲中所起的作用,建立一个水资源总供给与总需求模型。

1 模型的建立

1.1 首先建立等量水资源利用系数与绿洲规模的关系

绿洲规模与水资源供给量之间的关系可用下式简单的表示:

$$Y=iS \tag{1}$$

其中 Y 表示绿洲规模, i 表示一定科学经济条件下水资源利用系数, S 表示一个区域总的水资源的供给量。

收稿日期:2003—07—21

作者简介:杨海镇(1973—),男,回族,青海省民和县人,在读研究生。

绿洲规模与水资源需求量之间的关系可用下式简单的表示：

$$Y=iD \tag{2}$$

其中 Y 表示绿洲规模, i 表示一定科学经济条件下水资源利用系数, D 表示一个区域在一定的社会经济发展条件下一个区域总的水资源需求量。

在常规的研究中,总是假定利用系数 i 是不变的,也就是在一定的社会历史时期,水资源的利用系数不变,对于既定绿洲来说,其水资源的供给量与需求量总是相等。也就是 $S=D$,在此基础上研究绿洲规模 Y 与水资源供给量 S 需求量 D 之间的关系。

对于一个具体的流域,长时间里水资源的供给量的变化量不大,而需求量随着社会经济的发展变化很大。随着科技经济技术的发展,水资源的利用系数逐渐可以得到人为控制,所以在本文中假定一定时期水资源的供给量 S 与总需求量 D 是不变的,在此基础上研究绿洲规模 Y 与利用系数 i 之间的关系,并以此来建立模型。

1.2 总供水模型

总供水模型表示水资源供给规模不变的情况下绿洲规模与水资源的供应量之间的关系的曲线。我们可以用图 1 来说明。

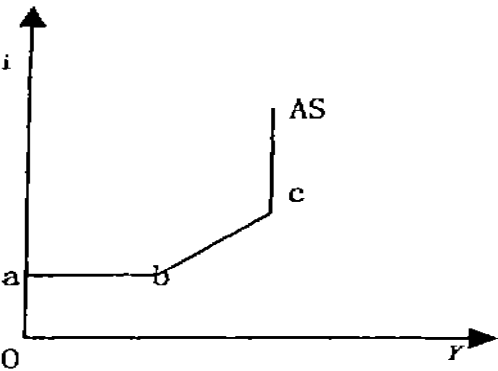


图 1 绿洲规模与水资源供应量的关系

Fig. 1 Relationship of the oasis scale with supply of water resources

第一种情况, $a-b$, 这时, 总供给曲线是一条与横轴平行的线, 这表明在水资源利用率不

变的情况下, 总供给可以增加。这是因为资源还没有得到充分利用, 所以, 可以在不提高利用率的情况下, 增加总供给量, 实现按需用水。

第二种情况, $b-c$, 这时总供给曲线是一条向右上方倾斜的线, 这表明总供给量与利用效率同方向变动。这时因为在水资源接近充分利用的情况下, 想要使供水量(绝对供水量或相对供水量)进一步提高, 必须要增加水利投资, 提高供水水资源的利用效率。

第三种情况, c 以上, 这时总供给曲线是一条垂直于横轴的直线, 这表明在现在的社会经济条件下, 水资源已经得到了充分的利用, 总的水资源是不会增加的。

以上三种情况就现有的整个绿洲体系来说是同时存在的, 但对于一个特定的绿洲区域, 只存在一种情况, 以下结合需水模型来进一步的说明。

1.3 总需水模型

总需水模型是表示当一定规模的绿洲保持持续稳定繁荣时, 水资源的总需求与利用效率之间的关系曲线。

绿洲的规模与水资源需求量之间的关系可用下式简单的表示：

$$Y=iD$$

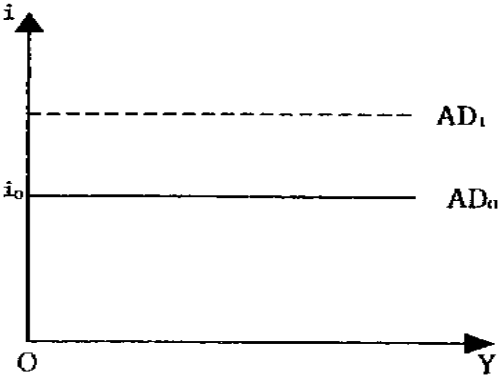


图 2 绿洲规模与水资源需求量的关系

Fig. 2 Relationship of the oasis scale with demand of water resources

其中 Y 表示绿洲规模, i 表示一定科学经济条件下水资源利用系数, D 表示一个区域在一定的社会经济发展条件下总的水资源总需求量。在一定的社会经济发展条件下水资源的利用率

是不变的, 所以总需求曲线几乎是与横轴平行的水平线。这是因为随着绿洲规模的扩大, 绿洲所需水量与绿洲几乎是成线性增长。

在图 2 中, 横轴 OY 代表一定规模的绿洲, 纵轴 O_i 代表水资源的利用效率。总需求曲线 AD_0 是一条与横轴平行的水平线。

对于一定规模的绿洲来说, 需水不仅仅是农业灌溉用水, 而且还有绿洲所在区域的工业用水、居民生活用水以及保持绿洲持续稳定发展的生态用水^[3,4,5]。

在图 2 中, 如果仅仅是绿洲发展所需要的农业用水, 则所需的水为 AD_0 , 如果加上生态用水与居民用水等, 则会使需水曲线向上(也就是需水量增加)移动到 AD_1 。对于绿洲生态用水量近两年来虽然有许多研究, 但具体的计算方法还有待进一步精确^[6], 而农业用水对人工绿洲来说, 占到绿洲用水量 80% 以上^[7], 甚至有些区域达到 99% 以上^[8], 所以以下只对人工绿洲的农业用水做深入的探讨。

在一定的社会经济条件下, 由于传统农业属于低投入、低产出、低风险、高耗水、低效益的生产模式。由于农民刚刚解决温饱问题, 人均收入提高后对农业的再投入虽然不能满足高效节水农业模式的门槛需求, 但是, 进行打井与垦荒却是基本能够满足的, 加之农业银行积极扶持农业生产的各种优惠贷款, 促进了传统农业的扩张。在这种情况下, 水资源的使用效率是不会有太大提高的。相应的水资源的需求量有很大的提高, 这可以用图 2 来说明。

1.4 总需求—总供给模型

这一模型是把总需求曲线与总供给曲线结合在一起来说明绿洲规模与水资源的利用效率间关系的方法。可以用图 3 来说明总需求—总供给模型。

在图 3 中, 总需求曲线 AD 与总供给曲线 AS 相交与 E_0 时就决定了在即定的水的利用效率 i_0 下水资源的供需平衡时的绿洲规模 Y_0 。

2 总需求变化对绿洲规模与水的利用效率的影响

在总需求—总供给模型中, 我们分析总需

求变动对绿洲规模与水资源的利用效率的影响时, 必须考虑到总供给曲线的不同情况。

在图 1 所示的 a—b 情况下, 在这种总供给曲线时, 总需求的增加会使绿洲规模扩大, 而水资源的利用效率不变; 总需求的减少会使绿洲规模减小, 利用效率也不变。即总需求的变动不会引起水资源的利用效率的变动, 只会引起绿洲规模的同方向变动, 可用图 4 来说明这种情况。

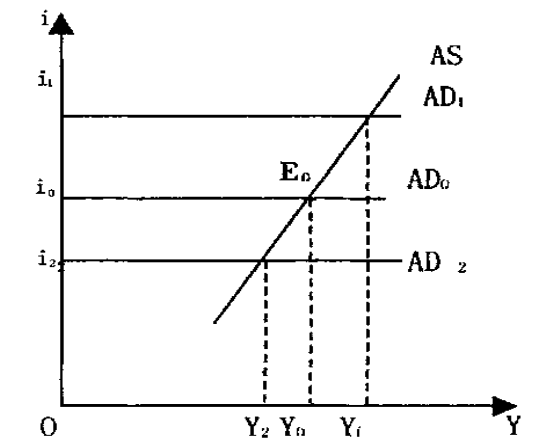


图 3 总需求—总供给模型
Fig.3 The aggregate demand—aggregate supply model

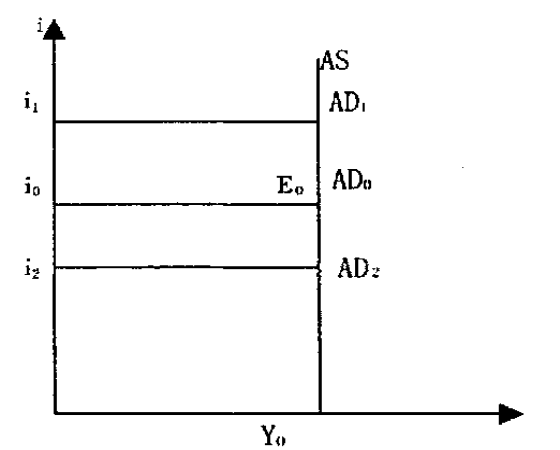


图 4 总供给不变情况下的各变量间的关系
Fig.4 Relationships of the variables at constant aggregate supply

在图 4 中, AS 为总供给曲线。 AD 为总需求曲线。 由于在图 1 中的 a—b 阶段, 水资源的供给是无限量的, 所以水资源的需求总是有所保障的。 最终导致供给曲线与需求曲线重合。

也就是每时每刻由绿洲的规模来决定水资源的需求量。

这种现象在人工绿洲的发展早期表现最为明显。在人工绿洲的开发早期,刚开始由于水、土、光、热条件都很适宜,并且用水几乎没有什么限制,所以只要单纯的增加土地的开发,就可以产生很好的效益,人工绿洲的规模随着用水量的增加而增加。

以上现象有一个特点,就是水资源的利用效率都不是很高。这是因为提高水资源的利用效率要以很大的投入为前提,其目的有两个方面:其一,达到节约用水目的;其二,提高产量。前提是这些区域首先不缺水。另外,用巨大投资来提高产量的边际效益太低,所以,农业生产采用了最为经济实用的用水方式。所以水资源的利用效率就是传统农业的利用效率。

在图 1 所示的 b-c,在这种总供给曲线时,总需求的增加会使绿洲规模扩大,水资源的利用效率也增加;总需求的减少会使绿洲规模减少,水资源利用效率也减少。即总需求的变动引起绿洲规模大小和水资源的利用效率的同方向变动,可用图 3 来说明这种情况。

在图 3 中,AS 为总供给曲线。AS 与 AD_0 相交于 E_0 ,决定了绿洲规模为 Y_0 ,水资源的利用效率为 i_0 ,总需求增加或减少到 AD_1 或 AD_2 ,这时决定了绿洲规模为 Y_1 或 Y_2 ,而水资源的利用效率为 i_1 或 i_2 ,这表明总需求的增加使绿洲规模由 Y_0 增加到 Y_1 ,同时水资源的利用效率增加到了 i_1 ;总需求的减少使绿洲规模由 Y_0 减少到 Y_2 ,同时水资源的利用效率降低到了 i_2 。

这种情况是目前绿洲地区最为常见的状况。当绿洲开发达到一定规模时,易被引用的水资源已经用的差不多了,为了扩大水源(绝对水源与相对水源),必须采取一定的措施。如灌溉方式由大水漫灌、畦灌、管道、灌溉、喷灌、滴灌、渗灌的转变,渠系采用诸多防渗漏的措施,抽取地下水资源等等。所有这一切措施都要一定的水利投资为前提,这时水资源的供给有所增加,同时水资源的利用效率也能有所上升。绿洲规模也有所扩大。

在图 1 所示的 c 以上,在这种总供给曲线

时,由于水资源的利用已经达到了充分的利用,所以总需求的增加不会使绿洲规模扩大,只能使水资源的利用效率增加;总需求的减少不会使绿洲规模减少,也只能使水资源利用效率也减少。即总需求的变动不会引起绿洲规模的变动,只能引起水资源的利用效率的同方向变动,可用图 4 来说明这种情况。

在图 4 中,AS 为总供给曲线。AS 与 AD_0 相交于 E_0 ,决定了绿洲规模为 Y_0 ,水资源的利用效率为 i_0 ,总需求增加或减少到 AD_1 或 AD_2 ,这时绿洲规模仍然为 Y_0 ,而水资源的利用效率为 i_1 或 i_2 ,这表明总需求的增加不会使绿洲规模发生变动,只能使水资源的利用效率增加;总需求的减少同样也不会使绿洲规模发生变动,但水资源的利用效率降低到了 i_2 。

以上这种情况在一个流域的下游地区最为常见。如黑河流域的下游额济纳绿洲。由于在现有的社会经济条件下水资源已经得到了充分的利用,所以无论总需求怎样变化,水资源的供给总是不会变的。

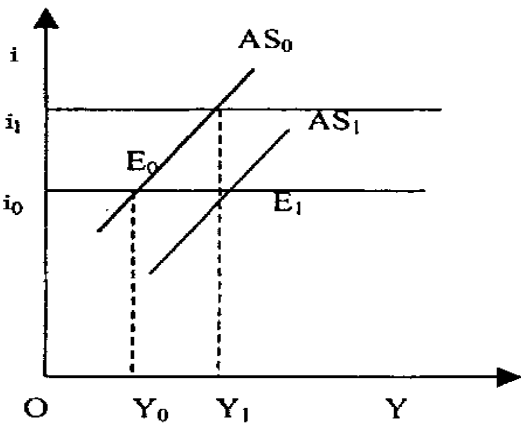


图 5 外延扩张型与内涵提高型绿洲发展模型
Fig.5 Comparison of the external expansion model with the internal elevation model

3 模型的应用

3.1 绿洲农业发展的外延扩张型与内涵式提高型

对于一个特定的绿洲来说,发展到一定规

模后想要进一步发展,无非是两种方式:外延扩张型与内涵提高型。这两种方式在水资源供需模型上可以很明显的表现出来。

在图 5 上,我样可以看到一个规模为 Y_0 的绿洲要发展到 Y_1 ,有两种方式:第一种方式,就是在水的利用效率 i_0 不变的情况下,水的供给量由 AS_0 增加到 AS_1 ,绿洲规模则由 Y_0 扩大到 Y_1 ,这是一种外延扩张式的发展,也是现阶段绿洲普遍采用的方式。另外一种就是在水的供应量 AS_0 不变的情况下,通过水的使用效率从 i_0 提高到 i_1 ,从而同样达到扩大绿洲规模 Y_0 到 Y_1 ,从而实现绿洲内涵提高型的扩大。这也是今后绿洲的发展出路。

3.2 在现实绿洲中的反映

这种情形在黑河流域比较明显。黑河是我国西北地区第二大内陆河,发源于祁连山中段,流经青、甘、内蒙古三省自治区,北与蒙古国接壤,东西分别与石羊河、疏勒河流域相邻,流域面积约 14.29 万 km^2 。现拥有耕地 26.06 万 hm^2 ,农田灌溉面积 19.29 万 hm^2 ,粮食总产量 99.4 万 t。这里是西部地区的重要商品粮、蔬菜和制种基地。下游额济纳绿洲是我国北方的一道生态屏障。长期以来,黑河水资源缺乏统一管理,经济社会发展没有充分考虑水资源条件,中游地区开荒、移民,发展灌溉农业用水挤占了下游生态用水;水利工程缺乏统一规划,各自为政,无序开发,引水口门和平原水库过多,水量蒸发损失大;落后的灌溉方式和不合理的管理,更加剧了水资源供需失衡,并且引发了一系列水事矛盾。

黑河问题的实质,是如何解决人与自然的的关系,使有限的水资源最大限度地满足流域经济、社会生活和生态环境协调发展的需要。

为了解决以上问题,黑河管理局在调查研究的基础上编制起草了《1999~2000 年度黑河干流水量实时调度预案》和《黑河干流水量调度管理暂行办法》,并由水利部批准实施。后者是第一部由国家部委颁发实施的黑河流域管理行政规章,是国务院审批的《黑河干流水量分配方案》的具体执行。

黑河干流水量调度是实现流域水资源优化配置的主要措施之一,目前主要是通过对地表水资源的全流域统一分配和调度,确保生产、生活、生态和各地区之间用水的合理分配,促进流域各地区经济社会均衡发展,保护和改善下游地区生态环境。长远目标是实现干流与支流、地表水与地下水、水量与水质的统一调度。近期三个方面的阶段目标是:实现对支流用水的宏观控制,地下水开采量的宏观控制,配合水量调度开展水质监测。在水资源供需平衡和维持一定生态用水的前提下,加强水需求管理,充分提高水资源利用效率,提高单位水资源的经济、社会和生态效益,把节水作为一项革命性措施,大力提倡高效用水,经济用水,节约用水,实现流域水资源的可持续利用,探索需水量零增长的有效途径。

总体布局是:上游以加强天然林保护和天然草场建设为主,强化预防监督,禁止开荒、毁林草和超载放牧,加强森林植被保护,恢复上游地区生态功能和水源涵养能力;中游建立国家级农业高效节水示范区,深化灌区体制改革,大力开展灌区配套改造,推广高新节水技术,优化渠系,减少平原水库,适度发展井灌,搞好防风固沙林的更新改造,严禁垦荒,调整农、林、牧结构,压缩农田面积,限制高耗水作物种植,限制高耗水、高污染的产业;下游建设正义峡水库和内蒙古输水干渠,建立国家级生态保护示范区,提高灌溉管理水平,加强人工绿洲建设,严禁超载放牧和垦荒,搞好额济纳绿洲地区的生态建设与环境保护。

以上种种措施,使上、中、下游的水资源供给量受到了限制,这使得中游地区以前依靠外延扩张方式扩大的绿洲农业受到严重的挑战。面对有限的水资源,中游地区采取的措施一方面是改变种植结构,多种植需水量少的农作物;另一方面是采取节水工程,提高水资源的利用效率,扩大水资源的相对供给量,在图 5 上表现为从现有绿洲规模 Y_1 处提高水资源的利用效率 i_0 到 i_1 ,从而保持绿洲规模不变,同时减少了水资源的总的需求量从 AS_1 到 AS_0 。

参考文献:

[1] 申元村,汪久文,伍光利,韩德林.中国绿洲[M].河南大

学出版社,2001.

[2] 李小明,张希明·塔克拉玛干沙漠南缘绿洲生态系统[J].干旱区研究,1995,12:10-16.

[3] 贾宝全·新疆生态用水量的初步估算[J].生态学报,2000,20(2):35-48.

[4] 贾宝全·干旱区生态用水的概念和分类:以新疆为例[J].干旱区地理,1998,21(2):26-30.

[5] 石伟,王光谦·黄河下游生态需水量及其估算[J].地理学报,2002,57(5).

[6] 王芳,梁瑞驹,杨小柳,陈敏建·中国西北地区生态需水研究(1)——干旱半干旱地区生态需水理论分析[J].自然资源学报,2002,17(1):1-7.

[7] 中华人民共和国水利部·2001年中国水资源公报[N].人民日报,2002,09,23.

[8] 杨永春,李吉均,等·石羊河下游民勤绿洲变化的人文机制研究[J].地理研究,2002,21(4):450-458.

The Aggregate Supply and Demand Model
of Water Resources in Oasis Development

YANG Hai-zhen, MA Hai-zhou, SHA Zhan-jiang, CAO Guang-chao, OU Li-yie
(Qinghai Institute of Salt lakes, Chinese Academy of Sciences, Xining 810008, China)

Abstract:This paper builds a aggregate supply and demand model of water resources in oasis development based on the main factor—water resources, affecting the development of the oasis. This may explain the problems of the development situations of different oasis existing in the valley top, middle and downstream oasis in the same inland river of the northwest arid area of China.

Key words: Oasis; Water resources; Model

(上接第 72 页)含量在 0.3g/L 左右,与吸附流出液中硼酸的含量相当;3)萃取法操作一般来讲比吸附法可靠性强、萃取剂可反复使用。萃取法和吸附法都适用于从高镁卤水中分离提取硼酸,萃取法提取硼酸与吸附法相比具有更高的操作可靠性,可获得含硼酸较高的反萃水相,这对蒸发、酸析硼酸较为有利,蒸发量较少,可降低硼酸的制造成本。该法的研究方向主要是寻找毒性小,萃取选择性更高的萃取剂。

4 结 语

世界盐湖卤水中赋存了大量的无机盐类资源,其中最具有工业开发价值的盐类为:钾盐、镁盐、锂盐、硼酸盐和溴素。文章主要论述了上述几种盐类国内外已工业化的开发技术及技术发展趋势,这些技术和技术发展趋势对我国盐化工行业的科技工作者和生产技术人员具有一定的参考价值。(参考文献略)

Evaluation of the Technologies of Comprehensive Utilization
and Exploitation Brine Resources

LI Hai-min, CHEN Huai-de, ZHANG Quan-you
(Qinghai Institute of Salt Lakes, Chinese Academy of Sciences, Xining 810008, China)

Abstract:The technologies for extracting salt resources such as potassium, magnesium, lithium, boron, bromine, and so on, from salt lakes all over the world are described and discussed. the application scopes, the defects, the advantages and development trends of the technologies are evaluated.

Key words:Salt lakes resource; Comprehensive utilization; Exploitation; Technologies extracting