

中国西北地区人口承载力及承载压力分析

童玉芬

(首都经济贸易大学 人口经济研究所, 北京 100026)

摘要: 本文从水资源角度出发, 通过一定的计量分析, 探讨了西北地区的水资源人口承载力及其动态变化, 并结合人口规模预测, 进一步研究了西北地区人口对资源和环境的压力状况。研究发现, 西北地区人口承载力较低, 但今后会进一步有所上升, 与人口变动相比, 人口超载现象将始终存在, 但是程度将略有降低。

关键词: 西北地区; 人口承载力; 人口压力

中图分类号: F061.5 文献标识码: A 文章编号: 1000-4149(2009)06-0001-06

Analysis of the Population Carrying Capacity and Carrying Pressure in Northwest China

TONG Yu-fen

(Institute of Population and Economics, Capital University of Economics
and Business, Beijing 100026, China)

Abstract: Using metrological analyzing method, the paper probes into the population carrying capacity of water resource in northwest China and its dynamic variation, it also makes a population scale forecast and the pressure that brought to resources and environment by the increase of population. The research shows that the population carrying capacity in this area is relatively low, but will increase, while the phenomena of population overcapacity will decrease slightly, it will always exist comparing to the change of population.

Keywords: northwest China; population carrying capacity; population pressure

中国西北地区包括陕西、甘肃、青海、宁夏和新疆五个省区, 土地面积占全国总面积的32%, 地域辽阔, 但因为地处内陆, 距海遥远, 周围高山阻隔, 因此降水稀少, 大多数为干旱、半干旱地区, 地面植被稀少, 土地质量差, 生态基础非常脆弱, 严重制约了西北地区社会经济的发展。而社会经济发展的滞后, 又影响了人口的发展和转变, 表现为人口增长快、总体密度过高(已经超过联合国规定的干旱、半干旱区的临界标准)、人口素质低不符合西部发展的要求等, 这些人口特征反过来进一步构成了对当地生态环境的压力和威胁, 加剧了对生态环境的破坏。从而在生态环境—社会经济发展—人口—生态环境之间形成了恶性循环。因此, 如何打破这种恶性循环的怪圈, 不仅关系到整个西北社会经济可持续发展 and 现代化建设的实现, 而且关系到国家的整

收稿日期: 2009-09-04

基金项目: 国家社科基金项目(05BRK010)。

作者简介: 童玉芬(1961-), 女, 陕西人, 首都经济贸易大学人口经济研究所教授 博士生导师, 研究方向为人口与可持续发展。

体发展战略目标的实现。

西北地区人口与环境的关系一直受到党和政府以及国内学术界的重视，也引起国际社会的极大关注。关于西北地区人口与环境的研究，除了在人口与资源环境相互作用机制、作用程度、协调状况评价的一些研究成果外，对西北地区人口承载力的研究也构成其非常重要的一个方面。关于承载力的研究，目前主要集中在西北地区不同省区内部或者流域范围内，而对于整个西北地区的承载力研究并不是很多。现有的一些对整个西北地区范围的人口承载力研究^[1-3]，因为对水资源承载力的概念界定、应用的方法，以及对水资源利用潜力等评价认识的不同，得到的结果相差很大。而且，几乎从来没有人能够对人口与承载力二者进行对比性分析。因此，很有必要从西北地区全区域范围内，选择适当的角度和方法，对人口承载力状况以及人口承载压力情况进行系统的比较分析。

本文从水资源角度，在西北地区范围内，采用定量分析模型，对西北地区水资源承载力以及未来的人口压力状况进行了全面的分析，其结果既可以作为相关研究的借鉴，也可以为政府制定相关对策提供参考。

一、有关的概念界定及研究角度

人口承载力又可称作人口容量、人口承载量等，其概念最初来源于生态学的研究。20世纪80年代初，国际人口生态学界给出的定义是：世界对于人类的容纳量，是指在不损害生物圈或不耗尽可合理利用的不可更新资源条件下，世界资源在长期稳定状态基础上能够供养的人口大小^[4]。联合国教科文组织的定义是：一个国家或地区的资源承载力是指在可预见的时期内，利用本地资源及其他自然资源和智力、技术等条件，在保护符合其社会文化准则的物质生活水平下所持续供养的人口数量^[5]。人口承载量可以从不同的角度并依据不同的方法进行研究。因为表征环境资源的指标有很多，因此计算的人口承载量也可以有多种，例如土地资源的人口承载量，水资源的人口承载力研究等。

鉴于西北地区是干旱、半干旱区的生态环境特点，水资源成为未来人口与社会经济发展的最大制约因素，因此，直接从水资源的角度研究资源的人口承载量（或承载力），具有更为直接、明了以及能够揭示干旱区本质的特点，更符合西北干旱、半干旱区的实际情况。具体原因如下：

首先，制约人口规模的因素有许多，包括食物资源、土地资源、水资源和技术资源等等。众所周知，中国西北地区主要为干旱、半干旱地区，虽然国土面积占到全国总面积的32%，然而其水资源相对于土地面积而言却非常贫乏。水资源不仅决定着西北地区的土地资源开发利用的程度，决定着生态环境的状况，也决定着人类生产活动和城镇的发展规模。

其次，直接用水资源作为限制因素，可以省去很多在计算过程中的模糊和不确定，如果通过水资源的开发和潜力来计算土地资源的开发程度和潜力等，无疑增加了更多的模糊因素和不确定性。而直接分析水资源的潜力和未来可开发利用的总量，将会更为直接和明了，丢失的信息更少，结果更接近于实际。

因此，本文以水资源作为主要的限制性资源，计算西北地区的水资源人口承载量。本文对水资源人口承载量的定义为：在考虑干旱区水资源本身的潜力和开发现状、生态环境的持续性以及当地经济发展水平和结构、资源开发和利用技术以及人均水资源消费水平下，特定区域的水资源能够承载的合理人口规模。

二、西北地区水资源人口承载力的计算过程及结果

（一）计算原理和过程

本文计算的基本出发点是：依据西北五省区的水资源潜力，在充分考虑生态环境用水后估算

实际可供人民生活及经济发展的水资源量，并按照一定的规划目标在对人口和经济发展进行预测后，根据单位用水的效率指标，来确定西北地区最大可能承载的人口规模。

设定的目标函数为：

$$\text{Max } P$$

约束条件有两个：

$$W_p + W_{iu} + W_{ai} = WR \quad (1)$$

$$W_p, W_{iu}, W_{ai} \geq 0 \quad (2)$$

式中： P 为水资源对人口的最大承载力， W_p ， W_{iu} ， W_{ai} 分别为人口生活用水、工业经济活动用水、农业灌溉用水（包括林牧灌溉）； WR 为水资源可开发利用量，是在天然水资源量中，考虑分水协议，扣除按协议的出境水量，扣除没有经过人类利用和环境利用的无效蒸发和深层渗漏之后，再扣除必须的生态环境用水后，能够为人类生活和生产活动所开发利用的水资源量。

$$P = \frac{WR}{Q_p + Q_i + Q_a} \quad (3)$$

式中， Q_p 为每人每年生活用水量， Q_i 为每人每年用于工业生产中的水量，公式为： $Q_i = \text{工业用水量} \div \text{总人口} = \text{人均工业增加值} \times \text{万元工业增加值用水量}$ ； Q_a 为每人每年用于农田灌溉面积中的水量，公式为： $Q_a = \text{总灌溉用水} \div \text{总人口} = \text{人均灌溉面积} \times \text{灌溉定额}$ 。三者合计，就是每个人平均每年用于生活、工业生产和农业生产中的水量之合。

(二) 西北地区的水资源潜力及开发利用状况

1. 西北地区水资源量及可利用量

西北地区水资源涉及西北内陆河流域（含额尔齐斯河）和西北黄河区两个水资源区，内陆河流域主要指西北内陆区，不包括内蒙古内陆区，因此在行政区划上相当于陕西、甘肃、青海、宁夏和新疆五个省区。

按照中国工程院重大项目“西北地区水资源配置生态环境建设和可持续发展战略研究——水资源卷”^[6]中的数据，在上述流域范围内的西北五省区水资源总量和结构见表 1。西北地区的水资源总量为 1515.87 亿立方米，其中地表水为 1413.08 亿立方米，地下水资源为 945.06 亿立方米。以上是根据水资源勘测和评价得到的最大水资源量。

表 1 西北地区水资源量统计

地区	面积(平方公里)	地表水(亿立方米)	地下水(亿立方米)	重复水(亿立方米)	水资源总量(亿立方米)
西北地区	2737003	1413.08	945.06	842.27	1515.87
甘肃	368811	164.89	117.33	108.61	173.61
宁夏	51800	9.71	30.20	28.19	11.72
青海	547869	337.56	176.10	166.01	347.65
陕西	133301	106.55	80.25	63.06	123.74
新疆	1635222	794.37	541.18	476.40	859.15

资料来源：根据陈志恺主编西北地区水资源配置生态环境建设和可持续发展战略研究——水资源卷，科学出版社，2004 年版第 6 页整理。

水资源可利用量是在考虑国际河流水量利用的可能性，扣除无人荒漠区不能利用的水量后，分析计算出来的。经过专家计算，并通过本人的整理后，得到西北五省区可利用的水资源量（见表 2）。

水资源可开发利用量，是指在经济上合理、工程技术上可行，具有明确供水目标，不对天然生态环境构成危害，人类通过工程措施可以开发利用的水量。对于西北地区来说，西北黄河区虽然有 477 亿立方米的可利用水资源，但是必须考虑黄河下游的用水量，如果按照 1987 年黄河分水方案不变，假定“南水北调”西线工程没有实施的情况下，西北黄河区最大可用水量为 145.28

亿立方米。而西北内陆区要保证生态环境不至于继续恶化，则生态用水不得少于可用水的50%，在扣除生态用水后，专家估计可开发利用的水资源也只有477.3亿立方米，二项合计，西北地区可以为人类生活和工农业经济发展所开发利用的水量最大为622.58亿立方米（见表3）。

但是西北地区实际供水量已经超过了上述一次性的可开发利用量，这是因为水资源的利用可以重复，但还有可能的原因就是过量使用，例如超过黄河分水指标引水。因此，经过计算，实际供水与可开发利用量之间的比值大约为：地表水实际供水为可开发用水的1.2倍左右，地下水为1.7倍。按照这个标准估算，西北地区可以提供的开发利用的水量最大不得超过783.2亿立方米，其中地表水不应超过662亿立方米，地下水不应超过121.2亿立方米。

表2 西北地区可利用水资源（理论） 亿立方米

地区	地表水	地下水	水资源总量
西北地区合计	1258.5	114.78	1373.28
西北黄河区	455.1	22.78	477.88
西北内陆区	803.4	92.00	895.40

资料来源：同表1。

注：扣除内蒙古，下同。

表3 可开发利用的水资源总量 亿立方米

地区	总计	地表水	地下水
西北地区合计	622.58	551.30	71.28
西北黄河区	145.28	122.50	22.78
西北内陆区	477.30	428.80	48.50

资料来源：同表1。

2. 西北地区经济发展水平及其用水指标

(1) 工业增加值的未来变化。西北地区的工业增加值2000年为1473.62亿元（现值，下同），占西北地区GDP总量的32.47%，2006年工业增加值增加了4757.93亿元，比重达到42.29%。从2000年至2006年，西北地区的GDP总量从4537.80亿元增加到11198.04亿元，年增长率达到17.56%（现价）。假定从2006年开始至2020年，西北地区GDP依然能够保持10%的年增长速度^①，工业增加值的比重持续升高到2020年的50%，2030年达到60%，则西北地区的工业增加值到2020年可以达到21262亿元，2030年达到25514.42亿元。

表4 西北地区某些关键指标的增长趋势

年份	2000	2006	2010	2020	2030
总人口（万人）	8061	9543	9850	10372	10417
城镇化率（%）	0.34	0.37	0.4	0.5	0.6
工业增加值（亿元）	1344	4758	7378	21262	25514
农田灌溉面积（公顷）	751.9	—	808.7	825.3	841.5

(2) 农田灌溉面积的未来变化。农田灌溉面积2000年为751.9公顷，按照历史变化速度，参考有关预测⁷⁾，整个西北地区的农田灌溉面积2010年可以达到808.7公顷，2020年可以达到825.3公顷，2030年可以达到841.5公顷。

表5 生活及生产用水指标取值

年份	2000	2010	2020	2030
城镇人均生活用水（升/人·日）	181	197	217	232
农村人均生活用水（升/人·日）	94	103	126	144
万元工业产值用水（立方米/万元）	312	173	120	100
农田灌溉总定额（立方/公顷）	48	43	33	30

资料来源：根据相关文献用水指标及西北地区的实际情况分析论证得到。

(3) 总人口与城镇人口规模的趋势。总人口的趋势预测，主要来自本文后面的预测数，取中方案，结果为：2020年10372万人，2030年10417万人。城镇化比重则参照全面建设小康的目标，假定2020年达到0.5，2030年达到0.6。西北地区至2030年的人口规模、城市化水平、工业增加值、灌溉面积的情况如表4所示。

表6 人均用水指标的转换值

年份	2010	2020	2030
人均工业产值×万元工业用水（立方米/人）	129.58	245.99	204.11
人均灌溉面积×亩灌溉用水（立方米/人）	800.46	596.80	545.30
综合生活用水（立方米/人年）	51.32	62.60	71.83
合计（立方米/人）	981.35	905.39	821.24

上述指标需要进一步转化为人均每年用水指标。因此，按照前述的公

^① 这里用的是现价的增长率，如果换算成不变价，则要小于10%。

式，可以得到各种人均年用水指标结果如表 6。其中，综合生活用水指标是以未来城镇化率为权重，对农村和城市生活用水进行综合而成。可以看到，虽然工业增加值增长很快，但是随着万元工业产值耗水下降，因此人均每年用于工业的水量在经过一个时期增长后将会出现下降。人均农业用水指标随着灌溉技术的提高，呈现比较明显的下降，生活用水指标呈现显著的提高。总的人均用水指标则呈现下降趋势。因此西北地区在确定的水资源条件限制下，未来人口承载力将会呈现上升。

(三) 西北地区人口承载力

根据公式和各指标的分析，得到未来西北地区最大承载力的结果如下：2010 年水资源可以承载 7976.12 万人，2020 年可以承载 8645.34 万人，2030 年可以承载 9531.23 万人。而 2006 年西北地区总人口已经达到 9543 万人，可见目前已经处于严重超载状态。

三、西北地区的未来人口承载压力预测与分析

(一) 未来西北地区的人口规模变动预测

从西北地区人口的未来变化看，总人口规模还有一个较长时间的增长过程。据国家统计局和中国人口发展中心的有关预测结果，西北五省区的人口将持续增加到 2035 年以后才会停止下来并开始减少。本文采用系统动力学方法对西北五省区的人口规模变动进行了各种假设前提（方案）下的人口预测。

1. 西北人口预测模型

为了了解西北地区的人口规模变动趋势，我们建立了分年龄的人口系统动力学预测模型。总人口分为三个年龄子系统，分别为 0~14 岁、15~64 岁和 65 岁及以上组人口。在影响人口的直接因素中，考虑了生育、死亡和净迁移三个因素。出生率因素中考虑了妇女的生育水平以及生育模式的变化，死亡率中除了考虑粗死亡率，还考虑了分年龄的死亡模式。同样在净迁移变化中，除了考虑净迁移率的变化，还考虑到净迁移的分年龄结构的变化（涉及的相关因素及其相互关系见图 1）。

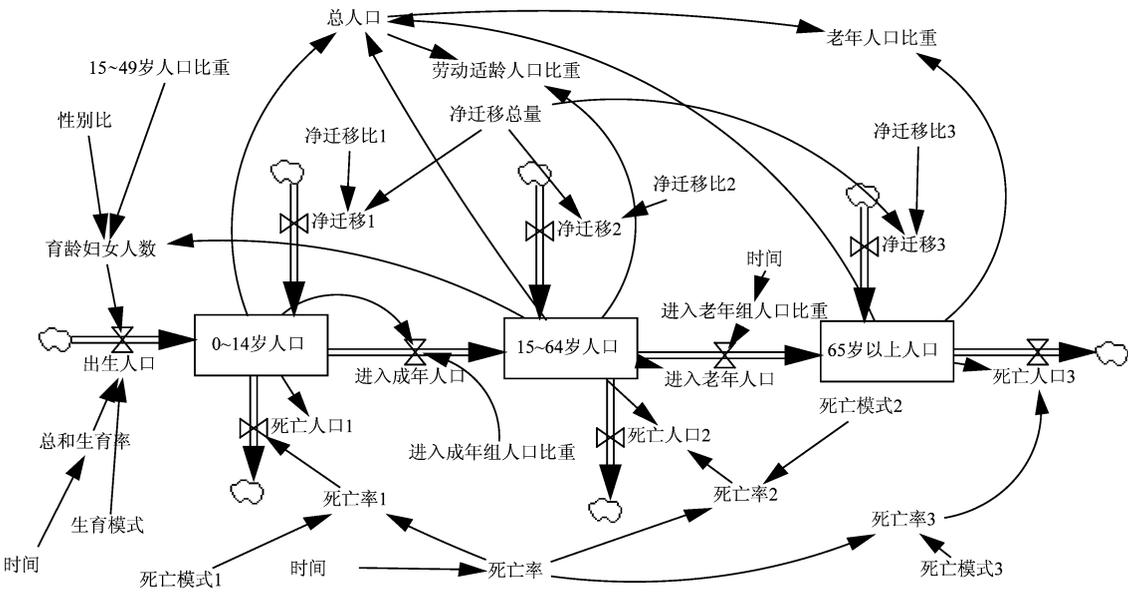


图 1 西北地区人口变动流程图

2. 方案的设定和模拟的结果

具体的预测参数及方案的设定以及相应方案下的人口规模模拟结果见表7和表8。

由此可见，西北地区未来的人口规模，无论按哪种方案的参数设置，都将有比较明显的增长。到2020年，三个方案的人口分别达到10525万、10372万和10177万；到2030年，三个方案下的总人口分别达到10667万、10417万和10219万，分别比2006年总人口多出1124万、874万和676万。可见，总人口将有一定的增长。而且我们看到，降低人口的净增长量以及保持低生育率，将会有效缓解总人口规模的增加。

(二) 未来人口承载力压力分析

人口对资源环境的压力，可以通过一定的指标来表示，例如人口密度、人均耕地、其他各种人均资源等，但是这些指标都是人口与某个单项资源的对比，难以综合地反映人口对资源环境的压力。本文试图构造一种新的指数，即人口承载压力指数，它是人口承载密度与实际人口密度的比值，即： $\text{人口承载压力指数} = \text{实际人口规模} \div \text{人口承载力}$ 。

根据前述未来人口规模的模拟情况，我们将西北地区的总人口规模与各时期的人口承载力进行比较，发现西北地区的人口超载现象是比较严重的，而且无论哪种方案的人口增长，西北地区人口超载现象将始终存在。所幸的是，随着工农业用水的效率提高以及经济结构调整，无论哪种方案，西北地区人口承载压力都将处于下降的状态，也即未来的人口压力会进一步降低。

表9 各种方案下的人口承载压力计算结果

年份	2010	2020	2030	%
水资源承载力 (万人)	7976.12	8645.34	9531.23	
方案1 超载率	24.00	22.00	12.00	
方案2 超载率	23.00	20.00	9.00	
方案3 超载率	22.00	18.00	7.00	

四、基本结论与讨论

本研究通过对西北地区最大制约因子——水资源承载力的计算，并与人口的预测相比较，得到基本结果如下：

1. 西北地区的水资源人口承载力2010年、2020年和2030年分别为7976万人、8645万人和9531万人，人口承载力将随着某些资源的进一步开发以及资源的利用效率提高而有所增加。
2. 根据本研究对未来的人口模拟结果，西北地区人口规模在2030年前还将有一个明显的增长。按照中方案，西北地区在上述三个年份的总人口规模将分别达到9850万人、10372万人和10417万人。
3. 人口承载力和实际人口规模增长对比分析的结果所示，从现在至2030年，西北地区的人口将始终处于超载状况，最大超载率达到24%。

(下转第21页)

第三, 在学龄前流动儿童中, 越是远距离迁移, 来自农村的比例越高;

第四, 从居住方式上看, 学龄前流动儿童大都与父母一起居住。越是长距离迁移, 与父母在一起居住的比例越高;

第五, 学龄前流动儿童有与父母类似的迁移流动模式。在省际迁移中, 四川、安徽、河南等人口多、社会经济发展缓慢的省份为主要迁出地, 而发达省市是重要的流入地, 并且流入地有愈发集中的趋势。

从以上分析可以看出, 学龄前流动儿童呈迅速增长的趋势, 已经成为一个特殊群体。从特征上看, 学龄前流动儿童有着区别于户籍学龄前儿童的显著差别。他们在流入地是“长期居住”而非“短期滞留”, 所以需要为他们建立相应的服务体系, 提供较全面的服务。建议服务内容应包括两个方面: 第一, 学龄前户籍儿童应享受的福利和权利, 学龄前流动儿童都应享有。第二, 从学龄前流动儿童本身的特点需求出发提供相应的服务。构建学龄前流动儿童服务体系, 其意义不仅在于保护儿童正当权利, 而且可以促进劳动力人口合理有序地流动, 更是建立和谐社会、促进社会主义市场经济发展、加快城镇化进程和全面建设小康社会的需要。

参考文献:

- [1] 段成荣, 梁宏. 我国流动儿童状况. 人口研究, 2004, (1).
- [2] 王毅杰, 梁子浪. 试析流动儿童与城市社会的融合困境. 市场与人口分析, 2007, (6).
- [3] 段成荣. 法国青年骚乱对我国流动儿童政策制定的警示. 中国青年研究, 2008 (4).
- [4] 邹泓, 屈智勇, 张秋凌. 我国九城市流动儿童生存和保护状况调查. 青年研究, 2004 (1).
- [5] 雷有光. 都市“小村民”眼中的大世界——城市流动人口子女社会认知的调查研究. 教育科学研究, 2004, (6).
- [6] 段成荣. 要重视流动儿童少年的教育问题. 人口学刊, 2001, (1).
- [7] 孙美平, 曾阳, 刘爱华, 范晨阳, 刘维祥, 刘东磊. 北京市< 7岁外来儿童强化查漏补种策略实施效果评价. 中国计划免疫, 2006 (6).
- [8] 同 [1] .

[责任编辑 童玉芬]

(上接第6页)

4. 从二者将来的对比情况看, 如果严格执行计划生育政策, 保持一个较低的生育率且不反弹, 则人口超载现象在未来 20 多年时间内将会略有降低, 但是超载现象在相当长的时期内难以得到缓解, 总体看, 超载率将始终保持在 7% 以上。

参考文献:

- [1] 朱一中, 夏军, 谈戈. 西北地区水资源承载力分析预测与评价. 资源科学, 2003, (4).
- [2] 贾绍凤. 西北地区水资源可利用量与承载能力估算. 水科学进展, 2004, (6).
- [3] 王煜. 基于最大可支撑人口的水资源量承载能力分析. 水土保持学报, 2002, (6).
- [4] 朱宝树. 人口生态学. 南京: 江苏科技出版社, 1989.
- [5] 同 [4] .
- [6] 陈志恺. 西北地区水资源及其供需发展趋势研究. 西北地区水资源配置生态环境建设和可持续发展战略研究——水资源卷, 北京: 科学出版社, 2004.
- [7] 陈志恺. 西北地区水资源及其工序发展趋势研究. 西北地区水资源配置生态环境建设和可持续发展战略研究——水资源卷, 科学出版社, 2004.

[责任编辑 王树新]