

文章编号: 1000-0585(2000)03-0316-08

# 华北平原水资源供需状况诊断

任鸿遵, 李 林

(中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

**摘要:** 该文首先制定出一套水资源供需状况新的评价原则, 即供需用综合评价, 协调发展, 环境与效益统一, 量化及可对比以及层次分析等基本评价原则, 然后采用综合评价模型对水资源供需状况进行诊断, 并给出华北平原缺水的性质与类型。

**关 键 词:** 原则; 水供需; 综合评价模型

**中图分类号:** X37 **文献标识码:** A

华北平原农业水资源尖锐的供需矛盾, 已为世人所熟知, 但对产生此矛盾的原因, 缺少足够的分析, 往往是以需定供, 结论就是缺水。所以, 在探求一种新的方法的基础上, 对该区农业水资源的供需状况, 确定评价原则, 并进行深层次的诊断, 会促进人们对该区农业水资源供需矛盾的全面认识, 从而采取切合实际的措施, 来缓解这种矛盾。

## 1 华北平原水资源供需状况诊断的基本原则

现行华北地区水资源利用主要有以下几个特点:

- (1) 水资源时空分布不均, 与人口、耕地及主要矿产资源的地域组合欠佳, 与生产力的布局不完全协调;
- (2) 水资源超量开采, 如大部分地区地表水利用率达 60%, 地下水利用率达 80%, 远远超过了世界水资源的平均利用率, 从而诱发了严重的环境问题;
- (3) 水利工程超期服役, 老化失修, 利用率低且抗御旱涝灾害能力弱;
- (4) 管理水平低, 水的浪费严重。

鉴于以上特点, 确定水资源供需诊断的基本原则为:

(1) 供需用综合评价的原则: 区域水资源供需状况的优劣, 不能仅仅看该地区水资源的丰富与否, 供是否能满足需求等等, 而应该综合评价供需用之间的关系, 如水资源充足, 完全能满足工农业生产及人民生活需水的要求固然是较理想的供需关系, 但是如果用水不当, 造成浪费, 这样的关系仍然需改善; 反之, 即使有些地区供水水源并不充沛, 但由于合理的调配, 使有限的水资源得到高效的利用, 这样的供需关系有可能是最佳的, 等等。

(2) 协调发展的原则: 水资源对经济发展, 环境治理及社会的稳定起着重要的作用, 但

收稿日期: 1999-09-21; 修订日期: 2000-03-25

基金项目: 中国科学院“九五”重大项目(KZ951-A1-203)及国家自然科学基金项目(49890330)

作者简介: 任鸿遵(1939-), 男, 江苏南京人, 研究员, 1962年毕业于河海大学水文系。主要从事水文、水资源方面的研究, 在国内外发表专著 8 册(含合著), 论文 50 余篇。

水资源的开发利用又与上述因素相互制约, 如水资源的不足限制着经济的发展, 不合理的开发利用水资源会出现社会与环境的负面效应, 反过来看, 经济发展对水资源无限量的要求以及环境得不到治理, 又可使水资源枯竭和水质恶化, 水资源的开发利用还必须与产业的布局与结构相协调, 在水资源缺乏的地区发展高耗水产业, 所出现的供需矛盾显然是由这种不协调造成的, 不同地区之间应查清他们之间的供需特征及差异, 协调不同地区的水资源问题, 在水资源可持续利用原则的指导下, 保证未来发展对水资源的量与质的要求, 避免只顾当前, 破坏资源, 破坏环境。因此, 在进行供需评价时, 必需考虑上述的关系。

(3) 效益与环境统一的原则: 水资源是一种商品, 它是有价的, 其开发利用必须要讲究效益, 其中既包括水资源开发利用后所产生的经济效益, 同时也应包括水资源开发利用及运营中的商品效益, 水资源效益的取得是依靠它的合理利用, 而不是以牺牲环境为代价(负效益), 所以两者必须统一起来, 既要取得水资源的高效益, 又要保护好水环境。

(4) 量化及可对比的原则: 为了能够更直接地评价供需状况, 对其进行量化分析是十分必要的, 即用一套指标体系来反映供需的优劣状况及存在的问题, 并对指标进行归一化处理, 使不同地区的供需状况可进行对比。

(5) 层次分析的原则: 供需状况的分析不仅是供与需统计数字的罗列计算, 从而得出缺水, 缺多少水或不缺水的结论, 而应该深层次的研究供需状况, 即从表面开始逐层分析, 最终得出不同地区供需矛盾的性质、类型及产生的原因, 为制定对策奠定基础。

## 2 华北平原水资源供需状况诊断方法

人们在对水资源进行评价时, 曾一度停留在供需平衡上, 以需定供, 缺少对水资源供需之间的矛盾及不协调问题进行深层次的分析, 尤其是在需大于供的情况下, 更不能对缺水原因作出判断, 从而影响了采取正确的举措——即不能单纯的从扩大水源着手。本文采用综合评价模型法<sup>[1]</sup>, 对华北平原水资源供需状况进行评价。其形式为:

$$G = W_i * a_i$$

式中  $G$  为综合价值,  $W_i$  为指标体系中 (图 1) 各要素的权重

$$W_i = \overline{W_i} / \sum_{i=1}^n \overline{W_i} \quad \overline{W_i} = \sum_{j=1}^n \overline{W_{ij}} \quad \overline{W_{ij}} = b_{ij} / \sum_{i=1}^n b_{ij}$$

$a_i$  为下列判断矩阵系数 ( $i, j = 1, 2, 3, \dots, n$ ), 该矩阵是对每一层次的有关要素进行重要性的两两比较判断, 并应用 A. L. Satty 的 1~9 标度法建立起来的专家咨询数量化的判断矩阵<sup>[2]</sup>。

A	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	...	B <sub>n</sub>
B <sub>1</sub>	$b_{11}$	$b_{12}$	...	$b_{1n}$
B <sub>2</sub>	$b_{21}$	$b_{22}$	...	$b_{2n}$
...	...	...	...	...
B <sub>n</sub>	$b_{n1}$	$b_{n2}$	...	$b_{nn}$

判断矩阵中的  $A$  为评价指标体系中的某一层,  $B_i$  为这一层次中所包含的各个要素。  
 $a_i$  也是各要素相应的评定系数, 根据用水供需状况评价指标体系<sup>[2]</sup> (图 1) 及华北平原

的具体条件来确定。评定系数可分为三个等级, 并分别用 5、3、1 表示之, 5 表示较高水平, 3 为中等水平, 1 为低水平。

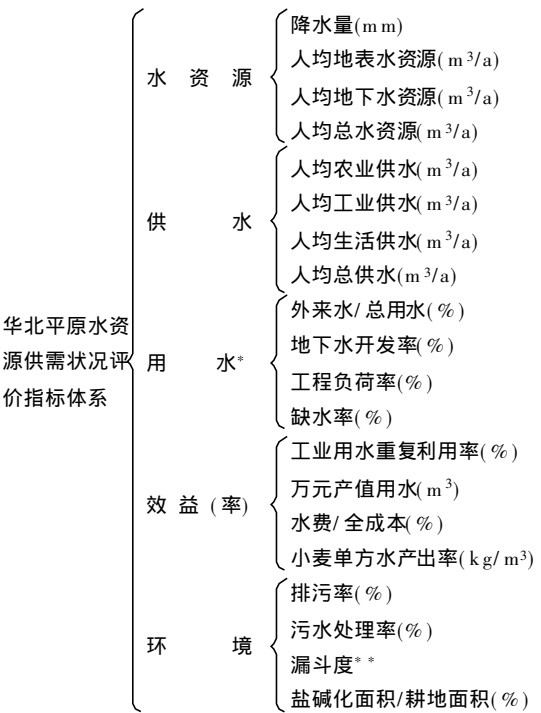


图 1 华北平原水资源供需状况评价指标体系图

Fig. 1 Indicator system for evaluating water supply and demand in the North China Plane

\* 外来水/总用水: 引用外来水占总用水的比例; 地下水开采率: 地下水开采量占地下水补给量的比例; 工程负荷率: 工程实际运用能力占原设计能力的比例; 缺水率: 缺水量占需水量的比例。

\*\* 漏斗度: 地下水漏斗面积占总面积的比例。

### 3 华北平原水资源供需状况评价

#### 3.1 总体评价

华北平原地区是一个严重缺水地区, 平水年 ( $p = 50\%$ ) 除北京外, 其它地区均有不同程度的缺水, 其中天津、唐山、济南、新乡缺水率在  $5\% \sim 10\%$  之间, 属轻度缺水, 其他地区均为中度以上缺水, 其中尤以河北省的山前平原及黑龙港地区最为严重, 如石家庄、邯郸、沧州及衡水等市缺水率接近或超过  $40\%$ , 若是枯水年 ( $p = 75\%$ ), 则包括北京在内的整个华北平原都处于缺水或严重缺水状态。据联合国及其他有关国际组织 1997 年出版的“全面评估淡水资源”中提出<sup>[3]</sup>, 用水量与可用水量之比超过  $40\%$  时, 为水资源紧张, 表现出严重水荒。而目前本区地表水的利用率达  $60\%$ , 地下水利用率为  $80\%$  (暂以水资源总量代替可利用量), 远超上述标准。华北平原现状缺水是毋庸置疑的。但是, 缺水是什么原因造成的? 是否仅是供不应求的矛盾呢? 如何确定缺水性质与类型? 为此, 本文利用上述方法作一些探讨。经计算得出华北平原供需状况评价价值, 如表 1 所示。

表 1 华北平原水资源供需状况诊断表

Tab. 1 Diagnosis of water supply and demand in the North China Plane

地区	评 定 系 数					
	水资源	供水	用水	效益	环境	总体评价
北京市	2.68	4.41	3.51	3.86	2.47	3.35
天津市	2.06	3.23	3.89	2.34	2.47	2.50
石家庄市	2.35	3.44	1.07	2.00	3.31	2.43
邯 郸	2.35	3.23	1.59	2.34	2.65	2.43
河 邢 台	2.56	3.68	1.07	2.34	1.66	2.26
保 定	2.27	4.61	2.10	3.01	2.86	2.97
北 唐 山	3.29	4.70	3.69	2.67	2.65	3.40
秦 皇 岛	3.94	4.54	2.62	3.01	3.31	3.48
省 沧 州	3.29	2.76	1.07	3.01	1.00	2.23
廊 坊	2.56	3.59	2.67	1.00	1.99	2.36
衡 水	2.56	4.23	1.12	2.00	1.87	2.36
东 营	2.99	4.77	2.80	2.34	3.18	3.22
山 滨 州	3.50	4.23	2.92	3.01	2.97	3.33
东 德 州	2.99	4.23	2.80	1.67	2.32	2.80
省 聊 城	2.56	4.23	2.87	1.67	4.29	3.12
济 南	2.99	4.23	2.49	3.01	4.79	3.50
安 阳	1.00	2.84	2.49	2.34	3.78	2.49
河 鹤 壁	1.29	2.84	2.10	3.34	3.78	2.67
南 焦 作	2.56	5.00	2.10	3.34	4.29	3.46
省 濮 阳	1.00	2.84	3.39	3.34	3.78	2.87
新 乡	2.56	4.85	4.49	3.34	4.29	3.91
全 区	2.54	3.93	2.53	2.51	3.03	2.93

由表 1 可见，全区平均的  $G$  值为 2.93，说明本区水资源的供需水平总体上处于中等略偏下的水平，从地区分布看，可以分成三种状况，一是有大中城市、工业区所在的地方或黄河下游的部分灌区，如北京、唐山、秦皇岛、新乡、东营、滨州、济南、聊城、焦作等地区， $G$  值均在 3.0 以上，表示这些地区的水资源供需状况处于中等偏上水平，也是全区供需状况最好的地方；二是天津、保定、德州、濮阳、鹤壁、安阳等地区， $G$  值在 2.5 ~ 3.0 之间，属于水资源供需状况中等偏下水平的地区；而第三种情况则是河北省的山前平原与黑龙港地区，如石家庄、邯郸、邢台、沧州、廊坊、衡水等，这些地区的  $G$  值都在 2.5 ~ 1.8 之间，是全区水资源供需状况最差的地区。

比较  $G$  值的地区分布与缺水率的地区分布可以发现，两者并不完全一致，这说明  $G$  是一个水资源供需状况的综合评价，他不能仅仅看作是水资源供需之间差值的大小，因此，造成本区水资源供需水平不高的原因还需从下一层次——水资源、供水、用水、效益及环境的分析中得出。

### 3.2 水资源状况评价

水资源的综合评价包括四项要素，即降水量、人均地表水量、人均地下水量、人均总

水资源量。本区水资源的综合评价值为 2.54, 属中等偏下水平, 原因是: ① 本区处于半湿润、半干旱区, 降水量 500~700 mm; ② 本区处于平原地区, 产流条件差, 故地表水资源比较贫乏, 除山前的多雨区, 如唐山、秦皇岛、济南等地区一般为 3 外, 其余地区地表水的评定系数均为 1, 是代表水资源的贫乏区。总体来说本区水资源不丰富。与世界或全国相比, 相差十分悬殊, 我国人均水资源是世界人均水资源的 1/4, 而华北地区人均水资源又是我国人均水资源的 1/4~1/13, 由此可见, 华北平原本身应该属水资源比较贫乏的地区<sup>[4]</sup>。尽管如此, 但平缓的地形却为补给地下水及土壤储存水量创造了条件, 所以除保定、安阳、濮阳外, 其余地区的地下水评定系数均为 3 以上, 人均地下水资源占人均总水资源一半还要多一些, 说明本区地下水资源不仅有相当的数量, 且占有相当大的比重。由于地下水受地下空间的调蓄, 所以其利用不象地表水受季节分配的影响, 水量比较稳定, 且地下水位较高, 易于开采, 利用价值较大。本区有效降水率高达 70%, 这部分水储存在土壤中, 可被作物所利用。表 1 还显示了  $G_1$  值的地区分布情况, 较高值区为唐山、秦皇岛、沧州、滨州等地,  $G_1$  值超过 3; 其次为北京、东营、德州、济南等地,  $G_1$  直介于 2.5~3.0 之间; 而河北省及豫北平原属低值区, 尤以安阳及濮阳资源条件最差。

### 3.3 供水状况评价

供水状况的评价主要依据人均农业供水、人均工业供水、人均生活供水、人均总供水四项指标。

尽管本地区的水资源条件不太理想, 但是供水状况都是较好的, 平均供水的综合评价值  $G_2$  为 3.92, 属中等偏上水平, 其中尤其是北京、保定、唐山、衡水、秦皇岛以及黄河下游灌区如济南、聊城、德州、东营、滨州、焦作及新乡等地,  $G_2$  值均大于 4.0, 充分说明这些地区的供水条件是全区最优越的, 而资源贫乏的黑龙港地区, 其供水状况也都处于中等水平, 供水状况最差的当属豫北平原。正因为有较好的供水条件, 尽管按计划不少地区仍然缺水, 但大部分地区正常年份可以基本满足生产及生活的用水。

### 3.4 用水状况综合评价

为什么会出现以上所提到的资源条件与供水一条件不一致的情况呢? 本区水资源量小于供水量, 两者之比全区平均为 0.78, 其中尤以引黄灌区最为突出, 水资源量仅占供水量的 40%~60% 之间, 可想而知, 水资源的可利用量更小于供水量。出现这种情况, 显然是本区的供水来源除当地水资源外, 还有外来水源, 也就是或从黄河引水, 或引用上游过境水, 或超采地下水, 经分析全区外来水占总用水量的 1/3 左右, 其中尤以引黄灌区所占比重最大, 为 50%~90% 之间, 可见这些地区对黄河及上游来水的依赖性, 从长远观点看, 各河中上游的发展或水量的减少必然会对本地区产生较大的影响, 必须及早筹划。地下水的开采形成了两个极端, 一是在京、津及河北省的黑龙港地区, 地下水严重超采, 超采率达 50% 以上, 形成了连片的漏斗区, 如北京及天津的漏斗, 冀枣衡漏斗, 石家庄—赵县的浅层漏斗等; 另一方面在引黄灌区内, 地下水不能充分利用, 平均地下水利用率约为 30%, 引起地下水的抬升, 潜伏着涝及盐渍化的危机。

用水的综合评价采用了区外来水率、地下水开采率、工程负荷率及缺水率四项指标。虽然大量的引用区外来水, 为本区的供需矛盾起了缓解作用, 但由于地下水的严重超采或不能充分利用, 而全区仍普遍存在缺水问题, 工程老化, 效率低下, 故致使全区的用水综合评价值 ( $G_3$ ) 不高,  $G_3$  平均为 2.52, 处于中等偏下水平, 其中尤以河北省及豫北山前地区

的  $G_3$  最低, 一般介于 1~2 之间, 用水处于低级水平。

3.5 用水效率综合评价

用水效率的综合评价采用了四个指标, 即工业用水的重复利用率、万元产值用水量、单方水的产出率及水费占全成本的比例, 全区工业用水除少数地区外, 如廊坊、滨州、德州、聊城等, 重复利用率都在 75% 以上, 其中北京、邯郸、邢台、保定、唐山、鹤壁、焦作、濮阳、新乡等地, 接近 90% 或 90% 以上; 而且万元产值用水, 全区相差较大, 北京、天津、秦皇岛、沧州、保定及济南等地, 万元产值用水低于  $100\text{ m}^3$ , 而邯郸、邢台、廊坊、东营、德州、聊城及安阳等地区大于  $200\text{ m}^3$ , 其余则介于  $100\sim 200\text{ m}^3$  之间; 小麦的单方水产出率普遍都低于  $1.3\text{ kg/m}^3$ , 而介于  $1\sim 1.2\text{ kg/m}^3$  之间, 北京及引黄灌区高些为  $1.05\sim 1.2\text{ kg/m}^3$ , 其余地区约为  $1\text{ kg/m}^3$ , 这一数值与国内外的先进地区相比 ( $1.8\sim 2.0\text{ kg/m}^3$ ) 相距甚远, 而本区在用水效益上的最大问题是直接的经济收益—水费太低, 根据水利科院沈大军的博士后论文中计算, 现行的水费只相当于全成本的 10%~20% (工业与城市约 20%, 农村低于 10%), 过低的水价不仅使水利事业的经费不足, 同时也造成水量的极大浪费, 根据以上四要素的综合分析, 得出本区用水的综合评价值 ( $G_4$ ) 如表 1。

由上表可见, 全区用水的效益处于中等偏下水平, 平均  $G_4=2.61$ , 其中北京及豫北大部分地区为中等偏上, 秦皇岛、沧州、滨州及济南为中等水平, 其余部分为低水平区。

3.6 水环境综合评价

水环境综合评价采用了废污水排放率、污水处理率、漏斗度及耕地盐渍化率四项指标, 全区污水排放率较高, 一般介于 70%~90% 之间, 最高者可达 95% 以上, 如石家庄、秦皇岛、德州等地区, 最低的也接近 60%, 如保定、衡水、东营、济南等地区, 而污水的处理水平则更低, 除几个大城市如北京、天津、济南有污水处理的设施外 (污水处理率也都在 20% 以下), 其余地区污水完全得不到处理, 仅是利用了部分未处理的污水进行灌溉。

地下水漏斗几乎在全区都有分布, 京津地区是以城区及近郊区的漏斗最为突出, 而河北平原及德州地区以大面积连片的漏斗为主, 其中尤以深层漏斗影响最大, 地下水不易恢复。在引黄灌区范围内, 因地下水开采较少, 漏斗程度较轻, 以局部性漏斗为主; 耕地盐渍化的程度经过治理有所减轻, 从 70 年代的 30%~50%, 降至现在除沧州、廊坊等地区仍分别达 26.1% 和 39.6% 外, 其余地区都在 15% 以下, 其中北京、天津、石家庄、秦皇岛、济南、焦作等地区都在 5% 以下, 但是值得指出的是, 由于大水漫灌, 排水设施的损坏及忽视对地下水利用等现象的出现, 必然潜伏着土壤盐渍化新的危机。

全区平均的水环境评价值为 3.03, 属中等水平, 其中环境问题主要出现在地下水超采严重的京津及河北的大部分地区,  $G_5$  多在 2.5 以下; 沿黄地区的环境问题目前尚不突出, 但是这些地区如果引黄泥沙仍然不能很好处理, 由此引起的沙化必然成为这些地区的重要的环境问题, 德州的地下水超采十分突出, 与河北省的漏斗连成一片, 故其  $G_5$  值也较低。

4 缺水原因及类型

综上所述, 本区供需矛盾突出, 普遍存在着缺水威胁, 但缺水原因是十分复杂的, 决不仅仅是一个单因素, 或简单的认为供不应求造成的, 归纳起来有以下几个原因:

(1) 水资源不足。如前分析可知, 本区水资源比较贫乏, 无论是亩均还是人均都远远

低于全国与世界的平均值, 尽管区外来水为本区提供了补充水源, 但却受到上游发展的制约, 而有些地区包括外来水, 也还不能满足需求, 如黑龙港地区、豫北山前地区等。

(2) 用水方式落后, 管理水平低, 水资源严重浪费。其中以农业用水的浪费最为突出, 大水漫灌的落后灌溉方式在某些地区仍然流行。此外, 在管理体制上, 水资源商品化等方面的改革尚没有突破性进展, 难以遏制水资源的浪费。

(3) 水费标准过低, 水利经费投资不足, 水利工程严重老化。1950~1980年, 水利基本建设投资平均占全国基本建设投资的7%, 而1980~1990年已降至2%左右。尤其是农田灌溉工程的维护和运行费用主要靠自身的经营来维持, 但我国现行水费标准低, 征收的水费除维持水管人员及工程运行的正常开支外, 无力满足已运行20~30年老化工程的改造与维修费用, 致使工程效率普遍较低。此外, 水费价格太低也是造成浪费的重要原因。

(4) 产业结构与布局不尽合理。首先是工农业用水的比例不合理, 发达国家两者之比为4:6或5:5, 而本区却是2:8; 其次在产业结构上欠妥, 如本区小麦面积占60%, 据试验资料分析, 在小麦生长发育期内, 自然降水远远不能满足需要, 亏缺量高达67%~70%, 一般年份均需灌水三次才能得到较好的收成, 对比其他两种作物, 一是玉米, 天然降水基本能满足其需要, 二是棉花, 其需水也和自然降水相吻合, 不足率通常在6%~17%, 可见, 作物布局对缺水影响之大; 各地的工业布局也有单纯追求经济效益和过分强调建立完整的工业体系, 而忽略了水的因素, 使需水量超过了当地水资源的承载力, 形成人为的供需矛盾, 这点以城市最为突出。

(5) 废污水排放率高, 处理率低。本区废污水排放率高达80%以上, 平均处理率低于5%, 绝大部分废污水排入河、湖或地下, 使水质下降, 这些劣质水除部分用于灌溉外, 不能充分利用本身是个浪费, 同时也降低了城市的供水水质标准, 甚至不能被利用。

(6) 水资源的调控能力有限, 当地水资源尚待充分利用。由于本区水资源与其他资源(如土地、矿产等)在空间分布上匹配欠佳, 用水与天然来水在时间上不协调, 因此, 人为的调节与控制以改变这种不利条件显得十分重要; 黄河两侧的地下水利用率仅为1/3, 雨水也未得到充分利用, 因此充分利用当地水资源尚有一定潜力。

根据各个地区主要的缺水原因, 可将本区的缺水划分为以下几种类型:

(1) 资源型缺水。此种类型主要分布在河北省的黑龙港地区和河南省的豫北平原, 特点是无论地表水资源或地下水资源均较贫乏, 外来水源又不能满足用水需求, 且地下浅层水的水质不好(如黑龙港地区), 而相反, 小麦所占比重大, 农业用水量过大, 致使出现尖锐的供需矛盾, 为缓解这一矛盾, 超量开采地下水, 环境问题突出。调整产业结构与进一步节水是解决此中类型缺水的重要手段。

(2) 浪费型缺水。主要分布在沿黄两岸地区, 其特点是具备较好的水源条件, 但由于用水浪费或调配不当而形成缺水。此种类型的特点是: 灌溉定额高, 灌溉方式落后, 地下水没有充分利用, 大水漫灌引起的次生盐渍化危机突出, 由于过多依赖黄河水, 故受制于中上游的用水和来水, 所以无论从目前状况看, 还是从长远看节水显得尤为重要<sup>[5]</sup>。

(3) 城市综合缺水型。各个大中城市普遍缺水, 其中以京津为代表。此种类型缺水特点是工业用水需求量大, 城市人口不断增加, 水资源量不足, 废污水排放量大, 处理能力差, 城市水的利用率不高。目前解决的主要办法一是超采地下水, 二是侵占农业用水, 由此产生了工农业用水矛盾及环境问题, 城市或近郊区地下水漏斗和地面沉降问题突出。虽

然城市缺水是多种复杂因素造成，但其主要矛盾仍是水资源不足，故增加供水是解决城市缺水的主要手段；与此同时，适当调节工业布局与结构，建立节水性社会也是不可忽视的。

缺水问题与人类需求有关，即使在东南沿海的多雨地区，城市需水超过了当地水资源的承载力，也会出现缺水问题。反之，在西北沙漠的无人烟地区，年降雨仅几十毫米，因无需求，一般不会出现缺水问题。本区出现的缺水现象，具有普遍性、严重性，而且还有愈演愈烈的趋势，鉴于本区特殊的政治、经济与文化地位，分期、分批、按步骤地优先解决目前存在的缺水问题是十分重要的<sup>[6]</sup>。

由于本文采用是一种定量化的方法，对于一些影响农业水资源供需状况的不宜定量的因素考虑不足，如水资源管理方面的政策、体制、人员素质等，有待进一步深入研究。

参考文献:

[1] 任鸿遵等. 华北平原水资源供需状况评价方法[J]. 地理研究, 1999, 18(1): 39-44.  
[2] 王合生等. 我国发达地区可持续发展指标体系及其评价[J]. 经济地理, 1997, 17(4): 21-25.  
[3] 冯广志. 我国节水灌溉发展的总体思路[A]. 中国节水农业问题论文集[C]. 北京: 中国水利水电出版社, 1999.  
[4] 水利电力部水利水电规划设计院. 中国水资源利用[M]. 北京: 水利电力出版社, 1989.  
[5] 胡疏骥等. 华北地区节水型农业技术[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1995.  
[6] 刘昌明等. 21世纪中国水问题方略[M]. 北京: 科学出版社, 1996.

# Diagnosis of water supply and demand in the North China Plain

REN Hong-zun, LI Lin

(Institute of Geographic Sciences Natural and Resources Research, CAS, Beijing 100101, China)

**Abstract:** The study raises a new set of evaluation principles for the actual conditions of water supply and water demand. The basic principles include integrated evaluation of supply and demand and utilization of water, coordinated development, unification of environment and benefit, quantification and comparison, hierarchical analysis and so on. They are described by using an integrated model which is used to diagnose the situation of water supply and water demand, properties and classification of water shortage in the North China Plain.

**Key words:** principle; water supply and water demand; integrated evaluation model