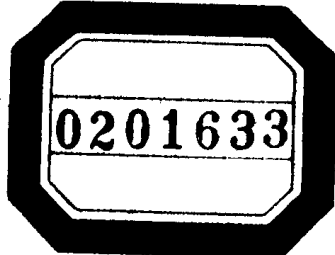


区域水资源 供需分析方法

黄永基 马滇珍 编著

河 海 大 学 出 版 社





007194 水利部信息所

TV/2/2, 2

区域水资源供需 分析方法

黄永基 马滇珍 编著

河海大学出版社

陈庚富
91.3.30

责任编辑：谢业保

责任校对：陈元芳

区域水资源供需分析方法

黄永基 马滇珍 著

河海大学出版社出版发行

(邮编 210024 南京西康路 1 号)

安兴磁盘公司 (江苏) 排版

河海大学印刷厂印刷

*

开本：787×1092 毫米 1/32 印张：8.625 插页 1 字数：197 千字

1990 年 10 月第一版 1990 年 10 月第一次印刷

印数：1—2150 册

ISBN 7-5630-0343-6/TV·45

定价：5.00 元

2005/02

内 容 提 要

本书主要介绍如何对一个区域（或地区）进行水资源供需分析，侧重介绍分析计算方法。内容包括：分区、系列和代表年、水平年、计算时段选择的原则和方法；城市用水、农村用水、河道内用水的计算原则和方法；可供水量计算的原则和方法；以及供需分析的原则和计算方法等。书中附有较多的实例，便于读者参考应用。

本书可供中专以上从事水资源规划和管理工作者阅读，也可供有关院校师生参考。

序

(代前言)

自七十年代我国北方的一些城市和地区出现供水不足以来，水资源供需问题已引起社会的普遍关注。解决水资源供需矛盾，实现水的长期稳定的供给，是一项庞大的系统工程，必须突破单纯自然科学的狭隘观念，从国民经济与社会发展，以及资源、人口、环境相协调的原则，寻求多方向、多途径、多层次的分析计算方案与方法。为了目前和今后水资源开发利用和供需分析的需要，总结经验并加以分析提高，就成为非常有意义而且十分迫切的任务，本书就是适应这种客观形势而做的大胆尝试。

本书作者曾直接参与近十几年来，我国许多全国性和地方性的区域水资源供需分析工作，从自身的实际工作体验出发，概括总结国内外有关经验，通过进一步分析提炼，编写出这本《区域水资源供需分析方法》。这本书较系统、较全面地论述了进行区域水资源供需分析的方法和理论，并附有大量的实例，不仅在方法理论上有很大的升华，而且对正在开展的各种区域水资源供需分析工作有较好的实用参考价值。

刘善建

一九九〇年六月

目 录

第一章 统一的分析背景—分区、系列和 代表年、水平年、计算时段	(1)
§ 1-1 分区	(1)
§ 1-2 系列和代表年	(3)
§ 1-3 水平年	(11)
§ 1-4 计算时段	(12)
第二章 城市用水	(14)
§ 2-1 工业用水	(14)
一、工业用水的分类	(15)
二、工业用水调查与计算	(18)
三、工业用水预测	(39)
四、工业用水重复利用率的合理性 评价及其确定	(53)
§ 2-2 城市生活用水	(63)
一、用水的分类调查与分析计算	(64)
二、用水量预测	(77)
第三章 农村用水	(88)
§ 3-1 农业灌溉用水量的估算及预测	(88)
§ 3-2 农村其它用水	(116)

第四章 河道内用水	(119)
§ 4-1 河道内用水概述	(119)
§ 4-2 河道内用水分析计算模型	(120)
§ 4-3 通航用水	(124)
§ 4-4 冲淤用水	(128)
§ 4-5 水力发电用水	(134)
§ 4-6 环境保护稀释用水	(135)
§ 4-7 排咸用水	(139)
§ 4-8 鱼类及野生生物生态环境用水	(140)
§ 4-9 旅游用水	(143)
第五章 可供水量	(146)
§ 5-1 供水系统	(146)
§ 5-2 可供水量的定义其影响因素	(146)
§ 5-3 单项工程可供水量的计算方法	(152)
§ 5-4 区域可供水量的计算	(173)
§ 5-5 不同水平年新增供水工程措施的拟定原则 和初步经济分析	(179)
第六章 供需分析	(192)
§ 6-1 供需分析的目的和分类	(192)
§ 6-2 计算单元的供需分析	(194)
§ 6-3 流域河段和整个区域的供需分析	(212)
§ 6-4 供需分析中的供需平衡宏观控制	(220)

§ 6-5 供需分析中的用水控制和调整	(228)
§ 6-6 供需分析中的指标体系和综合评价	(244)
§ 6-7 供需关系的系统分析	(257)
主要参考文献	(265)
编后语	(266)

第一章 统一的分析背景——分区、 系列和代表年——水平年——计算时段

§ 1-1 分 区

区域水资源供需分析涉及各行各业，涉及社会、经济、环境生态等各方面，问题多、关系复杂，一般要求分区进行，并采取自下而上、从小到大，先分析，后综合的方法进行研究。分区进行水资源供需分析研究，既便于区分水资源供需平衡要素在地区之间的差异，探索开发利用的特点和规律、对不同的地区采取不同的对策和措施，又便于在把大区域化成几个较小区域之后，使问题和关系得到相应简化，利于研究工作的开展。

由于今后区域水资源供需分析所有的统计分析工作都是按分区进行的，因而划区工作是区域水资源供需分析一项非常重要的基础工作，往往要反复比较考虑。

1.划区总的要求是：有利于综合研究该区的水资源的开发、利用、管理和保护等问题；有利于充分暴露本区的水资源供需矛盾；有利于资料的收集、整理、统计、分析；有利于计算成果的校核、验证，以及各分区之间的协调、汇总等。

2.根据这些要求，划区要考虑的主要原则是：(1) 尽量按流域、水系划区，这样做，有利于算清水帐。(2) 同一供水系统（包括规划中新增加的和交叉供水的）划在一个区内，这样划区，有利于查清本区水旱灾害情况，分析清楚本区供需之间的矛盾。(3) 尽量照顾行政区划的完整性。这样做，有利于资料的搜集和统计。(4) 自然地理条件和水资源开发利用条件基本相似的区域划归一个区。这样做，既突出

了各个分区的特点，又便于在一个分区内采取比较协调一致的对策措施。

3.分区的方法为逐级划区，即把要研究的整个区域划为若干个一级区，每一个一级区又可划为若干二级区，依此类推，最后一级区称为计算单元。

4.分区的大小应根据需要，因地制宜来定，不宜过大，也不宜过小。如果分区过大，把几个流域、水系、或供水系统拼在一起进行调算，往往会掩盖地区之间的供需矛盾，造成“缺水”是真，“余水”是假的现象；如果分区过小，则各项工作量将成倍增加。根据需要，供需矛盾比较突出，工农业生产比较发达的地区，分区宜小一些；根据需要，关键性的水利枢纽范围要专门划出进行研究；根据需要，城市和农村宜分开进行分析，山区和平原宜分开进行；根据需要，可以把有关的几项工作结合起来考虑分区，以便一份成果，几方应用；根据需要，划区时可以与以往的水资源工作相结合，参考以往工作的划区，尽量多利用过去工作的成果和资料，既方便工作又相互佐证。根据因地制宜的原则，供需矛盾不大的地区，分区可以大些，以节省统计分析工作量。此外，分区大小还要考虑资料情况和将来所采用的分析计算方法，比如当分区内中小型供水系统较多时，往往因资料不足和计算分析工作量太大而不得不采用简化计算的方法，这时，常把它们视为一个假设的供水系统。这种简化计算必须要充分考虑分区内供需水量不均衡的因素，因此，简化计算的范围不宜过大，也就是说，用同一种简化计算的分区不宜过大。

〔举例〕“全国水资源合理利用与供需平衡分析研究”曾把全国分为几个一级区，83个二级区，301个三级区和2000多个计算单元，逐级分析计算。（图1-1）。

“华北地区水资源供需预测和解决的战略措施研究”，曾

把华北地区划成 5 个一级区，14 个二级区进行供需研究(图 1-2)。

“北京市水资源系统分析及数学模型研究”，从具体供需情况出发，把整个系统分成四个相对独立的一级区，即由官厅水库供水的北京西郊永定河和永定河引水渠供水区（简称京西区）、由密云水库供水的潮白河和京密引水渠供水区（简称京密区）、由官厅水库和密云水库混合供水的永定河引水渠和京密引水渠混合供水区（简称混合区）、以及延庆县泃水河流域（简称延庆区）。在一级区的基础上，根据需要，又划分若干相对独立的二级区，此外，在具体计算过程中，针对不同数学模型的具体情况，以一、二级分区为基础，划分了更详细的分区，如在计算配水模型时曾划分 41 个小区，在计算地下水有限元模型中曾划分 155 个小区（图 1-3）。

§ 1-2 系列和代表年

区域水资源供需分析总是要根据一定的雨情、水情、旱情来进行分析计算的。目前有两种方法，一种为系列法，另一种为代表年法。（或曰典型年法）。系列法是说区域水资源供需水帐，是按雨情、水情、旱情的历史系列逐年来分析计算的；代表年法是说区域水资源供需水帐，仅分析计算有代表性的雨情、水情、旱情的几个年份，不必逐年分析计算。

用系列法来进行区域水资源供需分析，一般来说，容易为人们所理解，不必在这里加以阐述说明；而用代表年法进行区域水资源供需分析选择的方法曾引起过热烈的讨论，有必要进行如下的阐述说明：

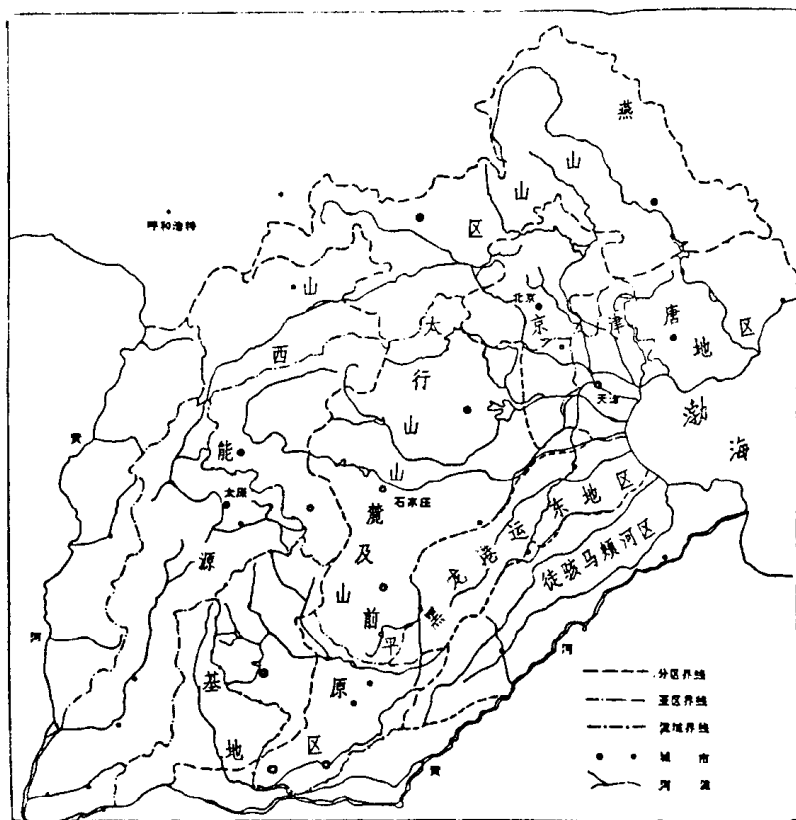


图 1-2 华北地区水资源供需研究分区 (经济区) 图

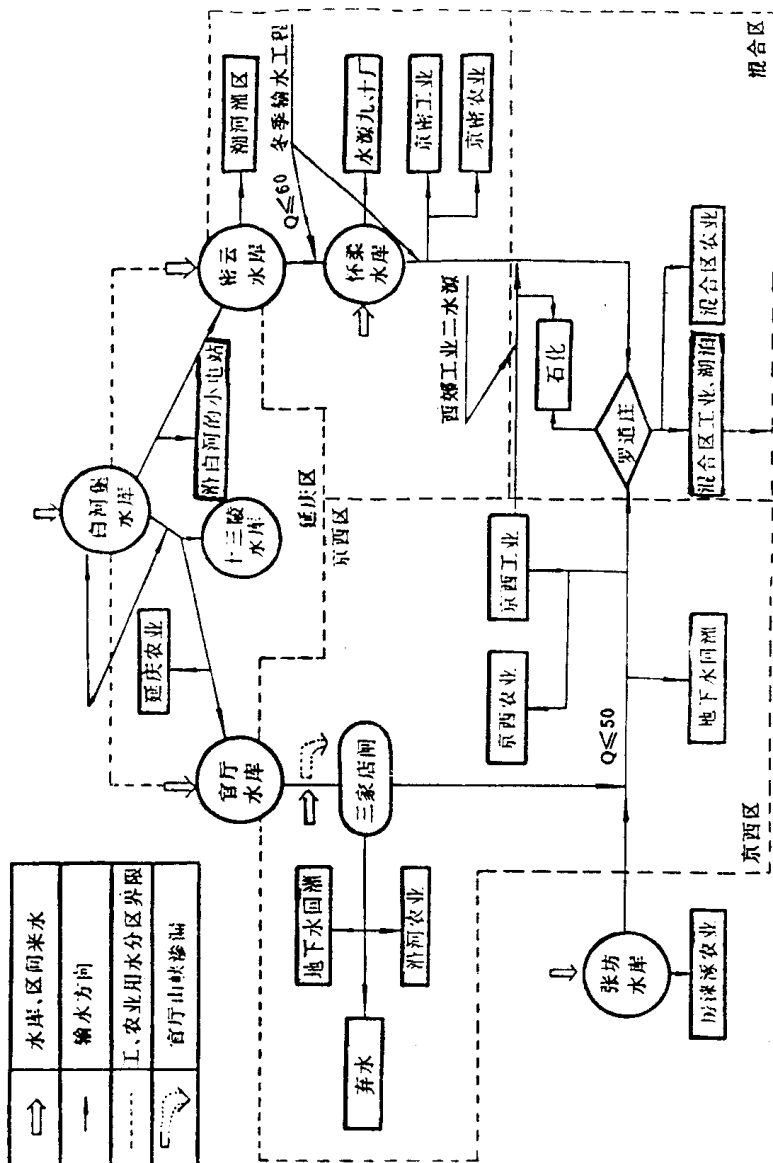


图 1-3 北京市水资源系统示意图

1. 选用代表年主要是为了简化分析计算工作量

如果一个区域在各种丰枯年份的供需水帐，都需按历史长系列或有代表性的短系列逐年进行分析计算，则往往分析计算工作量太大，而且在系列资料难以取得时，这种分析计算还难以进行。所以，在一般的区域水资源供需分析时，都采用选代表年的方法来简化计算工作量和克服资料不全的难题，这也为小区汇总计算提供方便，避免同频率相加所产生的不必要的误差。

2. 区域供需分析要选择面上的代表年

与单项工程选择代表年不同的地方是，区域供需分析中所要选择的代表年是面上的代表年，其范围包括整个区域或区域中的一部分，由于不同地区不同年份的不同季节的降雨、径流及用水状况差异很大，即使同一年，区域内各分区的保证率也不相同，这样就给代表年的选择带来了一定的困难，所以，在选择一个流域或一个区域的代表年时应考虑河流上、中、下游的协调与衔接，并从而分析旱情的特点及其分布规律，找出有代表性的年份。

面上在一般情况下，以农业用水为主，农业用水计算准确与否，直接关系到区域水资源供需分析的精度，因此，面上所选代表年更注意和农业用水丰枯情况相吻合（有的用农田受旱面积来衡量）。

由于各分区水资源丰枯特性不尽一致，所以研究区域中各分区水资源供需问题时，各大、小分区都应选出各自分区丰枯特点的代表年。

3. 根据需要选择代表年的保证率

我国规范规定：平水年保证率 $P=50\%$ ，枯水年保证率 $P=75\%$ ，特枯水年保证率 $P=90\%$ 或 95% 。在进行区域水

资源供需分析时，北方干旱缺水地区一般要分析 $P=50\%$ 和 $P=75\%$ 二种代表年的供需情况，南方湿润富水地区一般要分析 $P=50\%$ 、 $P=75\%$ 和 $P=90\%$ （或 95% ）三种代表年的供需情况。具体一个区域进行水资源供需分析时，选几种保证率的代表年来分析，要根据分析的目的来定，比如北方干旱缺水地区，如想通过分析提出特枯年份的对策措施，则分析 $P=90\%$ 或 95% 代表年供需状况是必不可少的；又比如南方湿润富水地区，已经觉得平水年的供需分析在决策中不能说明多大问题，在分析时，就不必进行 $P=50\%$ 的代表年的供需分析。

4. 按实际丰枯情况进行代表年的选择

用代表年来分析区域水资源的供需情况，必须要求所选代表年具有比较好的代表性，衡量的原则是，所选代表年必须和区域内实际发生丰枯情况一致。为此，代表年选择过程必须把握住年总水量和年水量分配两个环节。

(1) 代表年年总水量的选择

代表年年总水量选择一般过程是：首先根据分区具体情况选择主要控制站（水文上称参证站），然后以控制站的实际来水或用水系列进行频率计算，选择符合某一频率的实际典型年份，求出典型年的总水量，最后，通过主要控制站控制面积与分区控制面积比例计算，换算出整个区域的年总水量。

实际典型年选择依据排频的系列有以下几种：

- * 全年天然径流系列
- * 全年降雨量系列
- * 主要农作物灌溉期的天然径流系列
- * 主要农作物灌溉期的降雨量系列

- * 主要农作物灌溉定额系列
- * 某一主要控制工程实际供水系列
- * 按自然情况下，地面缺水量系列

按来、用水性质分，第一种是按来水系列选，后 5 种是按用水系列选，最后一种既考虑了来水，又考虑了用水情况排频。对一个地区来说，降雨、径流和需用水等诸因素都与缺水程度有一定的相关性，但来水量的保证率并不等同于用水量的保证率。因此，具体按那种系列选择，往往要做多种方法的比较，最终是以那一种方法选出的代表年和实际丰枯特性相吻合来判别，用的较多的判别方法是以实际受旱情况来分辨。一般采用情况是：北方干旱缺水地区，降雨较少，供水主要靠径流调节，加上水库调蓄能力强，就常用年径流系列选择代表年；南方湿润地区，降雨较多，缺水既与降雨有关，又与用水季节径流调节分配有关，所以选用系列是多种的，往往要进行比较来定。例如、西北内陆地区、农业灌溉取决于径流调节，因此多用年径流系列代表年；珠江流域和福建省，一年三熟，全年灌溉，全年降雨对灌溉用水影响很大，故常用年降雨系列选择代表年；湖南、湖北等省则需用多种系列进行比较来进行选择，等等。

(2) 代表年年水量分配

一般常采用下面二种方法

第一种，用实际典型年份时空分配为模型。这种方法直观，易被人们所接受，但地区内降雨、径流的时空分配受所选择实际典型年所支配，有一定的偶然性。为了克服这种偶然性，通常要选用相近保证率的几个实际年份的时空分配来进行分析计算，并从总水量、时空分布对农业受旱情况来进行比较，从中选出对区域供需平衡偏于不利的时空分布的那

种分配模式。

第二种，组合频率法，这种方法从区域内各分区地理条件和实际供需情况出发，使主要控制分区来水与整个区域同频率，其余分区来水与整个区域相应。以海河流域水资源供需分析为例，根据海河流域四个二级区（滦河、海河北系、海河南系、徒骇马颊地区）水资源量联系较少，山区径流量约占 75%，其可供水量约占 90% 的特点，采用了以二级区保证率作为标准，二级区的山区与二级区同频率平原相应的计算原则，并采用二级区水量为控制，再按逐级水量同频率倍比对三级区和计算单元进行修正，从而计算出各三级区和计算单元不同频率的水资源量，各三级区和计算单元的水量年内分配采用各三级区和计算单元相应频率实际典型年年内分配。

〔举例〕松花江 $P=75\%$ 的典型年选择

① 候选的典型年：

按佳木斯控制站年水量频率曲线上查与 $W_p=75\%$ 的附近年份计有 1974、1968、1970、1967、1977、1976 年六个年份，除 1976 年水量与 $W_p=75\%$ 水量 514 亿 m^3 相差 20% 外，其余差值均在 6% 以下。

② 径流地区分布情况比较：

六个年份中以 1967、1968、1977 三年分布较为均匀。但从松花江流域两个主要来水区嫩江和二松来看，1967 年、1968 年嫩江大赉站年水量与其 $W_p=75\%$ 分别差 +20% 和 -21%，而二松扶余站年水量与其 $W_p=75\%$ 分别差 -1% 和 -2%，这显然不太适宜。而 1977 年则大赉与扶余 W 与其 $W_p=75\%$ 则分别差 4% 和 7%，在迳流地区分布上较均匀，所以可选择 1977 年做为典型年。