

# 浅析广义干旱与狭义干旱的联系与区别

颜开<sup>1</sup>, 舒金扬<sup>2</sup>, 熊珊珊<sup>1</sup>, 王云<sup>2</sup>, 邱鹏<sup>2</sup>

(1.水利部水文局, 北京 100053; 2.重庆市水文水资源勘测局, 重庆 401147)

**摘要:**指出干旱研究的基础是以区域水资源承载力为前提。利用陆地水文学知识分析了自然界水循环运动的每个环节和特点, 剖析了水资源承载力在陆面蒸发和径流衰退过程中形成干旱的机制。定义了广义干旱, 并简析了与气象、农业等各种狭义干旱的区别与联系。强调了陆地水文学是唯一可以给干旱以科学、严谨和充分定义的学科。

**关键词:**水资源承载力; 广义水资源; 土壤水资源; 工程水资源; 干旱定义; 微观可测; 宏观可测

**中图分类号:** S423      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1000-0852(2013)02-0015-04

干旱及其不断发展而形成的旱灾直接威胁着农牧业生产和国计民生用水安全保障, 而且范围广, 维持时间长, 带来损失大。什么叫干旱? 至今世界上只有气象干旱、农业干旱及城市、工业、经济、生态环境、用水管理干旱等多种类型的狭义干旱定义, 没有公认的广义干旱定义<sup>[1]</sup>。然而 200 多年来<sup>[2]</sup>, 人们对于干旱概念的理解十分混乱, 各种干旱的定义不够充分, 缺乏严谨性, 干旱指标体系实用性差, 距生产需求差距很大。水文学是研究水在大气中、地球表面和地壳内的存在与发展的规律及其内在联系的学科, 因此对于干旱理论的研究是陆地水文学科的一件大事; 抗旱减灾是水利部重要职责之一, 所以干旱研究也是水利部的一件大事。

实际上, 陆地水文学基础知识可以对于干旱的基本概念和形成的机制等理论中的若干问题给出科学的解答。

## 1 区域水资源承载力是干旱研究中的基本概念之一<sup>[3]</sup>

水是生命之源。地球陆面的淡水资源, 主要来源于自然界水的大循环和小循环运动中的降水。大循环中的降水, 主要是海洋水在太阳辐射能作用下通过蒸发变成水蒸气, 随季风到大陆上空后形成的降水, 是陆面水资源的主要收入项。小循环中的降水, 是由陆地上的水(包括土壤水、潜水、池塘和湖泊等各种自然水体)蒸

发上升到高空后遇冷形成的降水, 多为地形雨, 是陆面水资源的第二大收入项。一个区域中(除了气候因素外)多年平均降水量的多少, 决定着区域中生物繁衍生息承载力的大小。例如, 年降雨量 200mm 左右的内蒙古草原, 只能长草, 放羊牧马。年降水量在 400~800mm 的我国广大北方地区, 只适合农耕旱作。年降水量几乎为零的楼兰古国, 水资源承载力为零, 要恢复楼兰古国, 就要引天山雪水。因此, 由此至少可以理清以下几个概念:

(1) 区域多年平均降水量低下的问题通常叫做水资源紧缺。因此水资源承载力不足与通常所说的区域中发生的干旱是两个概念。

(2) 辞海<sup>[4]</sup>中的水资源一词, 是指自然状态下可以恢复和更新的淡水资源。因此, 本文中把降水定义为广义水资源(不参与自然界水循环运动的深层地下水、南极冰盖、海水淡化的淡水资源除外)。

(3) 地表水资源(通常指河川径流)在本文中定义为可开发工程水资源。因为作为河川径流, 人类总不能像饮马一样, 趴到河边吸水。所以像我国的怒江、澜沧江等西南诸河, 入境云南省水量丰沛, 但山高水深, 缺少水利工程, 结果近年来连续遭受大范围特大干旱侵袭。崇明岛位于长江入海口的江心, 可谓是水源滚滚, 取之不尽, 用之不竭。但是没有水利工程作支撑, 整个崇明岛居民的生活、生产、各类经济活动用水, 都只能

收稿日期: 2012-06-25

作者简介: 颜开 (1945-), 男, 山东章丘人, 教授级高工, 主要从事水文测验、水资源评价、干旱研究等工作。E-mail: xss@mwr.gov.cn

望水兴叹! 所以有的旱情监测标准或文章中把供水不足或入境水量不足定义为干旱<sup>[5]</sup>, 显然是割断了水循环运动的循环链, 孤立和静止的研究径流和干旱的关系, 并未触及干旱形成的机制和本质。没有注意到在水循环运动中的径流环节上增加了蓄、引、提水环节, 是动能、势能、热力能等通过做功改变了河川径流在水循环中的原始状态, 并使这部分水体成为工程水文学中研究的内容。为此, 有人把没有灌溉条件的农田称作雨养农田, 或认为灌区中的农田由于灌溉则没有干旱。把干旱与农田水利学中的一些基本概念混淆在了一起。但是没有水利工程, 河川径流只能叫流动的液态水!

(4) 降水补给土壤的水量定义为土壤水资源。

## 2 干旱问题的核心是区域生态系统所需水资源的承载力随无雨时间延长不断衰减形成的

(1) 处在水循环运动中的降水, 始终保持着一种不断运动的状态, 当降水落到地表后, 仍要继续它的循环运动, 并分解为两个分量, 即一部分变为土壤水, 补充陆面蒸发, 一部分变为径流, 汇入江河或注入湖海。由于径流和陆面蒸发随时间不断衰减、流失, 使区域中通过降水获得的土壤水资源和可开发工程水资源不断减少。为此, 区域内的水资源承载力不断下降, 所以才开始不断有各种供水不足和干旱现象发生。

但是, 水在自然界循环运动中的干旱问题和干旱指标是多元函数, 如:

$$y=f(t, p, r, z)$$

式中:  $y$  为干旱指标;  $t$  为时间;  $p$  为降水;  $r$  为径流;  $z$  为蒸发。即干旱指标是时间、降水、径流、蒸发的函数, 周而复始, 千变万化。因此, 通过对降水资料统计分析时, 很容易发现研究区域中的降水年内、年际分配不均。但这只是对多元函数中的一项变量(降水)用一种静态统计分析方法得出的结论, 并由此可以得到这种静态统计的狭义干旱定义, 如气象干旱(连续无雨日数、历史同期雨量减少几成等)。当从不同学科或行业的角度对干旱作一种狭义定义时, 如果逻辑上合理, 一般无可非议, 但有明显的缺点和不足。一是未触及干旱形成的物理机制, 二是严谨性、科学性不足。例如同样是在 100d 的时段长度内, 夏季 100d 不下雨和春、秋季 100d 不下雨所发生的干旱情况完全是两个不同的概念。所以, 从自然科学的角度看, 如果某个学科的基础理论不牢固, 轻者会导致应用性研究的混乱, 重者会导致整个领域研究的全面失败<sup>[3]</sup>。因此, 笔者认为干旱问题理论界在

干旱概念理解混乱和生产中多种指标体系实用性差的状况与上述论断基本吻合。

(2) 人们在生产实践中认识到, 土地进行深耕细作和中耕, 切断土壤毛细管水的蒸发, 或用地膜覆盖技术防止土壤蒸发, 可以起到对土壤的保墒作用, 称为防旱措施。通过拦河筑坝、以丰补歉、凿井吸水、引水灌溉等工程措施(尤其当一个区域内的水资源紧缺, 不能满足自身的蓄、引、提水需求时, 随着科学技术和生产力的发展, 还可以跨流域调水, 如我国的南水北调)等, 可以按人们的意志, 在有限范围内改善由降水带来的时空分配不均的问题, 称为抗旱措施。所以土壤蒸发和径流消退, 降低了区域水资源承载力的同时, 逐步发展到出现池塘干涸、小河断流、农作物生长需水不足的干旱现象, 因此干旱发生的本质问题是区域水资源承载力下降造成的。

## 3 干旱定义

对于干旱研究, 如果从其成因作为切入点, 干旱定义如下: 天然条件下随区域内河川径流的消退和陆面蒸发的衰减, 区域水资源的承载力不断下降, 当达到某一阈值时所表现出的某种水资源短缺现象叫干旱。如池塘干涸、小河断流、土壤含水量锐减等, 也就是人的感官上(或习惯上讲)的小旱、中旱、大旱等。由此看来, 200 多年来, 人们把农作物生长期土壤含水量不能满足作物生长需求定义的农业干旱及由于因供水不足引起的工业、城市和乡镇生活用水、生态环境缺水等现象定义的各种类型的干旱都是区域水资源承载力在漫长的下降过程中发生的各种干旱现象下的狭义干旱定义。

## 4 陆地水文学干旱研究方法

根据自然界水循环中的水量平衡原理, 区域多年平均降水量等于陆面蒸发量和径流量之和。因此, 如果把降水量作为研究区域水资源的收入项, 径流量和陆面蒸发量为支出项, 那么其支出项在水循环中水量平衡条件下衰减的运动和发展规律是干旱研究的关键。尤其对降水过后土壤水达到了田间最大持水能力, 然后在长时间内没有新的降水(或者只有无效降水)<sup>[5]</sup>情况下的径流消退和蒸发的衰减规律的研究。那么, 如同大风是以风速为变量, 风的等级是因变量; 地震中的地震加速度是变量, 地震级别是因变量一样, 干旱研究中, 陆面蒸发(或河川径流消退水量)为变量, 干旱烈度

等级则是因变量<sup>[6]</sup>,这种变量与因变量关系就是干旱发生的内在机制。

为此,如何从降水过后无序的径流消退和杂乱多变的陆面蒸发中找出与时间的函数关系,成为水文学方法研究干旱的关键问题。对河川径流退水曲线公式和陆面蒸发衰减公式,作者已在《水文》1984年和《水科学进展》1997年发表了文章,文章中用大江南北多个流域中的丰富的实测退水资料和安徽省滁县水文山试验站的资料进行了验证,结果与实测资料都相吻合。同时,1997年全国水文预报竞赛时,把土壤补给曲线公式和土壤水蒸发公式用于产流、蒸发参数计算,获三等奖,经受了实践的考验。

## 5 干旱是水文学可以给出科学、严谨和充分定义的学科

(1) 气象学中对干旱的研究方法是把水循环运动中单一要素(如降水)取出来,做静态统计,然后进行干旱特征描述。如,与历史同期相比降水量减少了几成或连续无雨日数。当把这种统计结果拿到水循环全局看时就会有失全面。如,2011年春,华东北部连续100多天无降水,降水量比历史同期减少六成。气象部门发布干旱公告,确认该地区小麦发生了特大干旱。但是国家防总根据该地区前期降水信息分析,认定不旱。原因是该区域前期土壤含水量很高(秋冬阴雨连绵),虽然入春后100多天没有下雨,但对土壤墒情影响不大。结果麦收时小麦大丰产,证明国家防总是对的。

(2) 有关单位依据土壤墒情与农作物干旱现象相关法,通过对土壤含水量的监测来检测旱情,是一种微观型单点式旱情监测手段,特点是离不开基层观测点数据的统计分析,因此,这种方法的性质和形式特点本身可能会从根本上取消水利部在全国旱情信息上的发布权。因为方法的实施中存在五大不确定性:

(A)同一种作物不同生长期内,对土壤墒情要求不同。农谚中说:有钱难买五月(指农历)旱。5月份是我国北方地区旱作物蹲苗期,土壤墒情不好,可以迫使其根系扎入土壤更深,有利于后期作物需水量大时的生长和高产,所以墒情不代表旱情。

(B)不同作物耐旱情况不一样。农谚中说:大麦不怕火天烧,荞麦不怕连雨浇。所以相同的土壤墒情,有不同的农作物旱象。

(C)相同的天气条件下,不同地段,土壤性质不一,土层有厚有薄,背阴、向阳不同,土壤墒情不同。

(D)灌区中农作物灌溉时,并不是在一个早上全灌区农作物都灌溉一遍,而是根据轮灌周期进行轮灌。于是对灌区旱情监测的办法,有的规定是逢五或十取一次监测数据。所以土壤墒情和农业旱情是什么关系,不得而知。

(E)微观墒情监测法,离不开基层数据统计,一方面统计法通常有信息退后的缺点;另外由于受诸多因素影响,统计数字的可信度足以使决策抗旱工作的领导叹为观止。

(3)干旱是水文学可以给出以科学、严谨和充分定义的学科。重庆市水文水资源勘测局是我国西南五省市近几年干旱严重侵袭地区之一,也是2011年底我国南方各省墒情监测研讨会的与会成员。尤其近十年来,重庆水文水资源勘测局自身通过对土壤墒情监测实践,认识到土壤墒情监测是一种微观可测的旱情监测法,当用于灌区中的灌水定额制定时,由于土壤岩性一般变化不大,作物比较单一,因此土壤墒情与农作物旱象表示的旱情关系密切。但是用于非灌区的天然流域中时,由于观测点样本代表性问题,土壤墒情与旱情点据关系散乱,并无规律性。这种微观可测的旱情监测方法,本身的观测值可能没问题,但与区域实际发生的旱情往往不相符合,有时还会严重失真。同时它是以区域中作物旱象为参照物,建立一种相关关系分析方法,自身没有理论支持,事实表明,没有理论指导的实践,往往是盲目实践。

然而重庆市水文水资源勘测局根据自然界水量平衡原理下的干旱烈度监测法方法原理,在全市选了8个水文站进行了模型参数率定,之后用5~6年的降水、径流、蒸发资料做了实际计算验证。结果表明,计算的干旱发生时间、地点、烈度情况和分布范围,与当地实际发生情况基本一致。经初步分析认为,除了该方法理论上可靠、方法可行之外,同时它是一种宏观可测并可检验的宏观性的旱情监测方法,其成果只有误差,没有错误。

## 6 结语

文章理清了自然界水循环运动中,天然条件下生态系统的水资源承载力及相应的广义水资源、土壤水资源、工程水资源的基本概念,定义了广义干旱。重点对气象干旱、农业干旱等狭义干旱作了讨论分析。并用重庆市2006年特大干旱前后6年的实际降水和蒸发资料,代入自然界水量平衡干旱模型,即参考文献[6]所



讲的土壤水补给和蒸发公式,进行了验证,结果表明,计算的2006年8月特大干旱发生的时间、地点、范围、最大干旱烈度及其演变过程,与实际情况都相吻合。而气象干旱和农业干旱只是在它们的定义域内对旱情作出了相关的监测分析。两种方法,两个概念,两者却有着质的差别。并指出了陆地水文中的知识,是解决干旱问题的钥匙。

参考文献:

- [1] Riharr, Heimjr. 干旱的概念与分类[EB/OL]. <http://www.hbtv.com.cn>, 2008-06:1-2. (Riharr, Heimjr. The concept and classification of drought [EB/OL]. <http://www.hbtv.com.cn>, 2008-06:1-2.(in Chinese))
- [2] 美国二十世纪干旱指数评述[EB/OL]. <http://www.hbtv.com.cn>, 2008-06:1-5.(Drought index of America in 21st century [EB/OL]. [http://](http://www.hbtv.com.cn)

[www.hbtv.com.cn](http://www.hbtv.com.cn), 2008-06:1-5.(in Chinese))

- [3] 王传武. 对水资源承载力几个基本问题的新认识[J]. 水文, 2009,(2): 24-26. (WANG Chuanwu. Discussion on the basic concept of water resources carrying capacity [J]. Journal of China Hydrology, 2009, (2): 24-26. (in Chinese))
- [4] 辞海 (缩印本)[M]. 上海: 上海辞书出版社, 1989. (Word Ocean Dictionary of Chinese [M]. Shanghai: Shanghai Lexicographical Publishing House, 1989.(in Chinese))
- [5] SL424-2008, 旱情等级标准 [S]. (SL424-2008, Standard of Classification for Drought Severity [S]. (in Chinese))
- [6] 颜开, 余平佬, 熊珊珊. 自然界水循环中的水量平衡原理与干旱研究[J]. 水文, 2011,(2): 39-41. (YAN Kai, YU Pinglao, XIONG Shanshan. Principle of water balance in natural water cycle and drought research [J]. Journal of China Hydrology, 2011,(2):39-41

## Relation and Distinction between Generalized Drought and Special Drought

YAN Kai<sup>1</sup>, SHU Jinyang<sup>2</sup>, XIONG Shanshan<sup>1</sup>, WANG Yun<sup>1</sup>, QIU Peng<sup>2</sup>

(1. Bureau of Hydrology, MWR, Beijing 100053, China;

2. Hydrology and Water Resources Survey Bureau of Chongqing City, Chongqing 401147, China)

**Abstract:** This paper pointed out that local water resources carrying capacity should be taken as the prerequisite for drought study. The hydrological knowledge was used to analyze the characteristics of the nature water cycle, and revealed that the water resources carrying capacity how to develop drought mechanism in recession process of land surface evaporation and runoff. Moreover, it defined the generalized drought, summarized the relation and distinction between the special droughts in meteorology, agriculture and etc., emphasized that the hydrology is the only subject to give scientific and rigorous definition for drought.

**Key words:** water resources carrying capacity; general water resources; soil water resources; engineering water resources; drought definition; microscopic measurability; macroscopic measurability

## 全国水文工作视频会议在北京召开

2013年3月26日,全国水文工作视频会议在北京召开。会议总结了2012年全国水文工作,分析面临的形势,部署2013年水文工作。水利部副部长刘宁出席会议并讲话。

刘宁首先代表部党组和陈雷部长,向全国水文系统的广大干部职工表示衷心的感谢和诚挚的慰问。他指出,2012年水文工作成效显著,水情测报预报工作卓有成效,水资源管理支持工作不断夯实,中小河流监测系统建设全面展开,水文法规体系和管理体制建设取得新进展,水文文化和科技教育工作持续推进,全国河湖普查工作圆满完成。

刘宁深入分析了水文工作面临的形势,强调了当前和今后一个时期水文工作的任务。他指出,水文工作要按照“三夯实、五强化”的要求,立足水利,面向社会,

加快推进从行业水文向社会水文转变,努力提高水文信息化水平,为水利和经济社会发展提供可靠支撑。

刘宁对做好2013年各项水文工作提出明确要求。一要全力做好防汛抗旱水情测报预报工作。二要积极推进水文管理机制改革。三要大力推动水文规划前期工作。四要继续做好中小河流水文监测系统建设。五要深入开展服务水资源管理和城市水文工作。六要不断强化科技教育及精神文明建设。

广西、湖北、山东、北京、福建等五省(自治区、直辖市)的水文部门相关负责人作交流发言。水利部机关各司局、在京直属单位相关负责人在主会场参加会议,各流域机构、各省(自治区、直辖市)水利(水务)厅(局),新疆生产建设兵团水利局相关负责人以及水文部门负责人在各地分会场参加会议。本刊编辑部