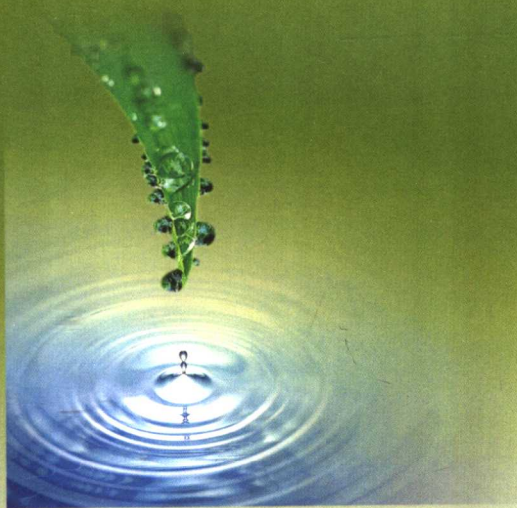


南水北调西线一期工程调水区 生态环境需水量研究

——雅砻江干流河道内生态需水量研究

吴春华 牛治宇 编著
陈昭友 王振刚



黄河水利出版社

南水北调西线一期工程调水区 生态环境需水量研究

——雅砻江干流河道内生态需水量研究

吴春华 牛治宇 编著
陈昭友 王振刚

黄河水利出版社

内容提要

本书在总结国内外研究成果的基础上,归纳和讨论了有关生态环境需水的概念、内涵与分类等有关生态环境需水的一般理论,在此基础上构建了一个较为明晰的生态环境需水的理论体系,同时对现有的计算方法进行整理和分类,并创新性地运用水文与生态相结合的方法研究了南水北调西线工程雅砻江干流河道内生态需水量,以期为河道内生态需水的进一步研究提供新的思路,为可调水量论证提供科学依据。

本书可供从事河道生态需水和可调水工作的科研工作者阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

南水北调西线一期工程调水区生态环境需水量研究:
雅砻江干流河道内生态需水量研究/吴春华等编著.
郑州:黄河水利出版社,2007.8

ISBN 978-7-80734-237-3

I. 南… II. 吴… III. 南水北调-水利工程-
生态环境-需水量-研究 IV. TV68 X321.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 115013 号

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路 11 号 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940

传真:0371-66022620

E-mail:hhsclbs@126.com

承印单位:黄委会设计院印刷厂

开本:890 mm × 1 240 mm 1/32

印张:6.5

插页:4

字数:187 千字

印数:1—1 000

版次:2007 年 8 月第 1 版

印次:2007 年 8 月第 1 次印刷

书号:ISBN 978-7-80734-237-3/TV·516

定价:18.00 元

前 言

南水北调西线工程是从长江上游调水到黄河上游的大型跨流域调水工程,是补充黄河水资源不足、解决我国西北地区干旱缺水、为黄河治理开发提供水源保障的重大战略措施。西线工程区位于青藏高原东部,根据规划,工程分三期实施,分别从海拔 3 500m 左右的雅砻江、大渡河、金沙江上游调水入黄河,总调水量 170 亿 m^3 。其中,一、二期工程合并后的第一期工程为从雅砻江干流和支流达曲、泥曲,大渡河支流色曲、杜柯河、玛柯河、阿柯河调水到黄河的自流引水线路,调水量 80 亿 m^3 ,引水线路总长度 320.85km。目前,西线一期工程正在进行项目建议书阶段的工作。

南水北调西线工程的研究范围涉及长江、黄河两大流域,研究内容包括经济社会发展、水资源开发利用、生态环境建设等各个方面。然而由于工程所处的地理位置特殊,水文气象、地形地质等基础资料相对缺乏,因此研究工作难度大,涉及因素多、范围广,在工程勘测、规划、设计中要解决的问题十分宽泛和复杂,不少研究课题都是极具挑战性的。在超前期、规划和正在开展的项目建议书阶段多年来的工作中,黄河勘测规划设计有限公司进行了大量的基础资料收集、分析以及工程区地质勘察工作,调水工程的分析论证工作逐步深入,对很多问题有了初步认识,面临的关键技术问题和研究重点也越来越突出。

调水后河道水量减少,坝址下游河道用水将受到一定影响。根据引水河流河道内外各部门用水需求分析,坝址下游河道主要用水需求为生态环境用水。西线工程地处四川盆地向青藏高原的过渡地带,地貌类型复杂,气候类型多样,生态资源丰富,具有独特的生态环境特征。特别是该地区受人类活动影响较小,生态环境基本保持原始自然状态,生物多样性保存也较为完好。因此,为充分反映调水区生态环境的用水需求,尽可能减少调水影响,达到南北两利、环境和经济双赢的调水

目标,必须全面客观、科学合理地分析调水河流生态环境的用水需求,为调水工程可调水量的确定提供可靠、科学的依据。

当前,生态环境需水量计算方法的研究取得了一定的进展,为水资源合理利用提供了基础性的依据。但是,生态环境需水量研究还缺乏统一的概念和理论,对计算方法的研究也不够深入和完善,基本停留在定性分析与宏观定量阶段。另外,由于水和生态的关系非常复杂,生态需水研究尚处在初级阶段,其理论研究还处在探索之中,计算方法还不能全面、真实地反映实际情况,计算结果可能存在较大风险,尤其是西线调水区独特的生态环境,更需要探索出适合其独特生态环境的生态需水计算方法与理论体系。并且,生态需水与气候、水文、地理、地质、社会经济等密切相关,在使用这些方法时,必须充分考虑其适用条件,并需进行相关理论的进一步研究。

为既最大限度地保护调水区独特的生态环境和当地发展利益,又能最大限度地发挥工程效益,必须在项目实施之前进行调水河流生态需水量的研究。因此,采用适合于西线独特生态环境的方法计算生态需水量,对调水河流引水坝址下游生态环境需水量进行研究,具有重要的理论意义和现实意义。

因作者水平有限,对于书中存在的缺点、错误和疏漏,恳切希望广大读者批评指正。

编著者
2007年3月

目 录

前 言

第 1 章 研究背景及目的	(1)
1.1 南水北调西线第一期工程概况	(1)
1.2 研究进展与基础	(1)
1.3 研究目的及意义	(3)
第 2 章 生态环境需水量及其量化指标体系	(5)
2.1 生态环境需水量	(5)
2.2 生态环境需水量的量化指标	(20)
第 3 章 雅砻江干流生态环境现状及本底调查	(32)
3.1 地形、地貌	(33)
3.2 土壤与土地利用	(33)
3.3 气象	(36)
3.4 水文	(37)
3.5 水质现状	(38)
3.6 研究区植物现状	(39)
3.7 研究区野生动物现状	(65)
第 4 章 雅砻江干流生态系统特点及生态保护对象	(88)
4.1 生态系统类型	(88)
4.2 生态系统特点	(93)
4.3 生态保护对象	(94)
4.4 鱼类及鱼类生境概况	(94)
第 5 章 雅砻江干流的生态需水量分析	(105)
5.1 水力半径法	(105)
5.2 生境模拟法	(129)
第 6 章 雅砻江干流适宜的生态需水量	(151)
6.1 其他几种方法的生态需水量计算结果	(151)
6.2 适宜生态需水量的选取	(153)

第 7 章 结论与讨论	(155)
7.1 生态环境需水量的理论研究	(155)
7.2 生态环境需水量的量化指标体系	(156)
7.3 生态需水量的计算方法	(156)
7.4 雅砻江干流适宜的生态需水量	(157)
参考文献	(158)
附 录	(167)
附 图	(203)

第 1 章 研究背景及目的

1.1 南水北调西线第一期工程概况

1.1.1 工程概况

南水北调西线第一期工程位于青藏高原东南缘,地理坐标介于东经 $99^{\circ}20'$ ~ $102^{\circ}10'$,北纬 $31^{\circ}30'$ ~ $33^{\circ}20'$ 之间。涉及 3 省 4 州 7 县,即青海省果洛藏族自治州班玛县,四川省甘孜藏族自治州德格、甘孜、色达县与阿坝藏族羌族自治州壤塘、阿坝县,甘肃省甘南藏族自治州玛曲县。东距成都约 400km,北距西宁约 750km。

引水坝址调水河流位于雅砻江干流上游甘孜段、雅砻江支流鲜水河上游的达曲和泥曲,大渡河西源绰斯甲河上游的色曲和杜柯河、大渡河东源足木足河上游的玛柯河和阿柯河(见附图 1)。调入江水通过长隧洞直接进入黄河干流,入黄口高程 3 442m,位于贾曲(黄河一级支流)入黄口上游 3.7km 处。引水坝址区海拔高程介于 3 400 ~ 3 600 m 之间,处于丘塬地貌向高山峡谷过渡区。

1.1.2 坝址概况

调水河流的 6 座坝址分别是:雅砻江的热巴,达曲的阿安,泥曲的仁达,杜柯河的珠安达,玛柯河的霍那和阿柯河的克柯(见表 1-1)。

1.2 研究进展与基础

河流生态环境需水量研究始于 20 世纪 40 年代,美国鱼类和野生动物保护协会首先研究了河道内流量,提出了确定自然河流和景观河流基本流量的河道内流量法。70 年代美国环境和淡水资源需求的定

表 1-1 南水北调西线第一期工程坝址概况

调水河流		坝址名称	坝址高程 (m)	坝轴线坐标		多年年平均 流量(m^3/s)	面积 (km^2)
				北纬	东经		
雅鲁江干流		热巴	3 527.0	32°06'01"	99°24'05"	192.6	26 535
雅鲁江 支流	达曲	阿安	3 604.0	31°54'37"	100°06'07"	33.5	2 540
	泥曲	仁达	3 598.0	31°54'56"	100°12'31"	36.0	4 600
大渡河 支流	色曲	洛若	3 747.0	32°08'27"	100°26'34"	14.5	1 500
		河西	3 604.0	32°00'25"	100°31'44"		
	杜柯河	珠安达	3 539.0	32°24'55"	100°42'23"	45.6	4 618
		上杜柯				45.4	4 800
	玛柯河	霍那	3 544.0	32°54'52"	100°42'06"	35.8	4 035
		扎洛				44.2	4 900
	阿柯河	克柯	3 485.0	32°54'53"	101°18'51"	18.1	1 500

量研究得到了飞速发展。80年代,部分国家对生态环境需水进行比较系统的研究,如美国、澳大利亚、英国、日本、南非,但是亚洲、东欧、拉丁美洲和非洲的多数国家缺少这方面的研究。我国对生态环境需水的研究起步较晚,直到90年代,由于河道断流、河流污染、河流生态系统退化等问题日益严重,生态环境需水才被提上日程,并逐渐成为水资源及相关领域的研究热点。

目前,国际上对河流生态需水还没有统一的概念,缺乏明确的定义,只是用与河流生态需水相关、相近的概念代替。使用较为广泛和通用的概念是枯季流量、河道内流量需求、最小可接受流量等。国内外生态环境用水量计算方法的研究取得了一定的进展,为水资源合理利用提供了基础性的依据。国外对生态环境需水量的研究主要集中在河流方面,并已形成一套比较成熟的计算方法体系;国内则主要是针对某一生态功能或某个区域的方法研究。但是,生态环境需水量研究还缺乏统一的概念和理论,对计算方法的研究也不够深入和完善,基本停留在

定性分析与宏观定量阶段。另外,由于水和生态的关系非常复杂,生态需水研究尚处在初级阶段,其理论研究还处在探索之中,计算方法还不能全面、真实地反映实际情况,计算结果可能存在较大风险,仍然存在着许多尚待进一步研究的问题:①强化生态环境需水量的基础理论(概念、分类和计算方法等)研究;②研究适合我国不同类型生态环境需水量的计算方法;③拓展生态需水量的应用性研究等。

从 2001 年开始,南水北调西线第一期工程进入项目建议书阶段。工作区域重点集中在大渡河和雅砻江上游的 6 条支流和雅砻江干流。2001~2005 年,黄河勘测规划设计有限公司(原水利部黄河水利委员会勘测规划设计研究院)先后 4 次组织环境、移民、水土保持等专业人员深入现场,进行了大规模的外业查勘调查。通过与当地政府及水利、环境保护、畜牧、林业、国土资源、城建、卫生防疫、宗教等部门进行座谈,收集了大量的基础资料。2004 年其委托中国科学院地理科学与资源研究所、成都生物研究所、青海盐湖研究所,中国水利水电科学研究院,四川省水文水资源勘测局等单位,分别承担完成了调水区下游生态环境需水量研究、工程影响区干旱河谷分布现状与影响分析、调水影响区域生物本底调查及影响预测、调水对下游河道水环境质量影响预测和引水坝址水质本底监测等研究工作。在大量的外业查勘、收集资料与委外专题研究的基础上,在生态环境方面开展了如下问题的研究:①调水地区生物本底值调查及影响预测;②对陆生动植物影响分析;③对水生生物影响分析;④对干旱河谷分布及影响分析;⑤对河道水环境影响预测;⑥调水区山地灾害调查与专题评价;⑦调水坝址断面水质监测;⑧调水河流生态环境用水量研究。这些均为本课题的研究奠定了良好的基础。

1.3 研究目的及意义

尽管南水北调工程将面临许多新的挑战,但它与 20 世纪中国的北煤南运和 21 世纪初进行的西气东输、西电东送工程一样,都是一种资源配置工程,综观世界上其他国家,在资源利用和资源在国土上的分布

不可能完全一致的情况下,随着国家社会经济发展,就必须对资源进行相应的优化配置。从这个道理上讲,南水北调是中国社会经济发展的必然选择。

从生态环境的角度来看,南水北调西线工程不仅仅是一项跨流域调水工程,还是一项规模宏大的生态环境工程。调水对生态环境产生的不利影响主要集中在调水区,有利影响主要集中在干旱缺水的受水区。西线工程3条调水线路从通天河、雅砻江、大渡河多年平均年调水总量为170亿 m^3 ,将使引水枢纽下游局部河段径流量明显减少,对生态与环境的影响比较复杂。

为保证下游良好的生态环境,南水北调西线工程河流生态需水量需要科学的论证、充足的依据。尤其是由于西线调水区具有独特的生态环境,所以更需要探索出适合其独特生态环境的生态需水计算方法与理论体系。因此,调水河流生态需水量的研究对于维持调水河流生态系统健康及论证工程的可调水量具有重要意义。

本研究在总结国内外研究成果的基础上,归纳和探讨了有关生态环境需水的概念、内涵与分类等有关生态环境需水的一般理论,在此基础上构建了一个较为明晰的生态环境需水的理论体系,同时对现有的计算方法进行了整理和分类,并创新性地运用水文与生态相结合的方法研究了南水北调西线一期工程雅砻江干流河道内生态需水量,以期河道内生态需水的进一步研究提供新的思路,为可调水量论证提供科学依据。

第2章 生态环境需水量及其量化指标体系

2.1 生态环境需水量

2.1.1 生态需水与环境需水概念

2.1.1.1 生态需水

许新宜和杨志峰(2003)认为,生态需水是生态系统达到某种生态水平或者维持某种生态系统平衡所需要的水量,或是发挥期望的生态功能所需要的水量,水量配置是合理的、可持续的。对于一个特定生态系统,其生态需水有一个阈值范围,具有上限值和下限值,超过上下限值都会导致生态系统的退化和破坏。刘昌明(2000)从水资源开发利用与生态、环境相互协调发展的角度出发,提出了计算生态需水量应遵循四大平衡原则,即水热(能)平衡、水盐平衡、水沙平衡以及区域水量平衡与供需平衡。夏军等(2002)总结认为,生态需水量是指在水资源短缺地区,为了维系生态系统生物群落基本生存和一定生态环境质量(或生态建设要求)的最小水资源需求量。它包括天然生态保护与人工生态建设所消耗的水量。其内涵是:以可持续发展为前提的天然生态保护与人工生态建设的需水,其外延包括地带性植被所用降水和非地带性植被所用的径流。因此,生态需水量可以理解为维系一定生态系统功能且不能被占用的最小水资源需求量,包括天然生态需水量和人工生态需水量,其计算有河道内和河道外之分,基础是自然变化和人类活动影响下的流域水循环规律的认识与模拟。

2.1.1.2 环境需水

王西琴等(2001)认为,环境需水与生态需水在其内涵和概念上是有区别的。环境需水是指为保证和改善人类居住环境质量所需要的水量。根据上述环境需水量的定义,河道环境需水是指为保护和改善河

流水体水质,维持河流水沙平衡、水盐平衡及维持河口地区生态环境平衡所需要的水量。河道最小环境需水量是指为维系和保护河流的最基本环境功能不受破坏,必须在河道中常年流动着的最小水量的阈值,其理论上主要由河流的基流量组成。河道最小环境需水量所要满足的环境功能主要包括:①保持水体具有一定的稀释能力;②保持水体具有一定的自净能力。需要指出的是,对于河流基本的污染净化功能的维持,要求全年各个时段都有相应的水量保证。有些研究者未把生态需水和环境需水进行区别,常统称为生态环境需水或生态需水、环境需水。实际上,尽管生态需水与环境需水两者之间存在着交叉和重合的部分,但从概念上来讲是两个不同的概念,应该区别对待。生态需水主要侧重于生物维持其自身发展及保护生物多样性方面,环境需水则主要体现在环境改善方面。

2.1.1.3 基本生态需水

Gleick(1998)给出了基本生态需水的概念框架,即提供一定质量和一定数量的水给天然生境,以求最小化地改变天然生态系统的过程,并保护物种多样性和生态整合性。相关的概念还有诸如最小河道内需水量(minimum instream flow requirements)、环境河道内需水量(environmental instream flow requirements)等。研究内容主要集中在以下几个方面:河道流量与鱼类栖息环境关系的研究;河流流量、水生生物与DO三者之间的关系研究;水生生物指示物种与流量之间的关系研究;水库调度考虑生态环境、生态环境用水量优化分配的研究;生态环境用水与经济用水关系研究等。

河道枯水流量(low-flow)与最小可接受流量(minimum acceptable flow),世界气象组织(WMO,1974)将枯水流量定义为“在持续干旱的天气下河流中水流流量”;而最小可接受流量除了满足航运功能外,还要满足排水纳污功能。

2.1.1.4 河流系统生态环境需水量

1)河道生态环境需水量

倪深海等(2002)从生态环境的要求出发,认为河道生态环境需水量是指为改善河道生态环境质量或维护生态环境质量不至于进一步下

降时河道生态系统所需要的最少水量和在这一水量下生态系统能够容纳的最差水质。也就是维持水生生物正常生长及保护特殊生物和珍稀物种生存,以及保护和改善河流水质,维持河流水沙平衡、水盐平衡和河口地区生态环境平衡所需的水量(宋进喜等,2003)。

2) 河流生态环境需水量

倪晋仁等(2002)认为,河流生态环境需水量是在特定时间和空间为满足特定服务目标的变量,它是能够在特定水平下满足河流系统诸项功能所需水量的总称。一方面,河流生态环境需水量可以随时间和空间变化,表现出动态变化的特征;另一方面,河流生态环境需水量具有协调各项河流基本功能的内涵,表现出在特定时空单元内最大限度地满足河流主要功能的优先选择性。河流生态环境需水量的动态配置必须有利于单位水资源的生态环境服务最大化。

3) 河流最小生态(环境)需水量

李刚等(2004)认为,河流最小生态需水量是在特定时间和空间为满足特定的河流系统功能所需的最小临界水量的总称。河流最小生态环境需水量也不是一个固定不变的值,而是一个与河流特性、河段位置和时段范围相关的量,而且具有景观和生态功能。理论上由河流的基流量组成,其主要功能是维持河流基本生态以及输沙、输盐、河流湿地生态、河口生态等。

2.1.2 河流系统生态环境需水的内涵

河流系统生态环境需水应该包括对水质和水量两个方面的要求,或者说是一定水质要求下的合理水量。由于其是适应可持续发展的一个新概念,目前尚未有统一的定义。刘昌明等(2002)认为,河流系统生态环境需水量是为了维护生态环境的天然结构与功能,主要包括:①河流系统中天然和人工植被耗水量,包括水源涵养林、水土保持措施及天然植被和绿洲防护林带的耗水量;②维持水(湿)生生物栖息地所需要的水量;③维持河口地区生态平衡所需水量;④维持河流系统水沙平衡的输沙入海水量;⑤维持河流系统水盐平衡的入海水量;⑥保持河道系统一定的稀释净化能力的水量;⑦保持水体调节气候、美化景观等

功能所损耗的蒸发量;⑧维持合理地下水位所必需的人渗补给水量等。河流生态需水量不是上述各分项的简单相加,应根据它们之间的相互关系来分析确定。如对于大多数河流而言,在基本生态环境需水量和输沙水量得到保证的前提下,河流系统同样也能完成排盐的功能(王西琴等,2002;倪晋仁等,2002;Gleick pH,1998),同时也能供给一部分水(湿)生生物栖息地所需要的水量;又如河流系统的水面蒸发还可以供植物的生长需要。

河道生态环境需水,是指维持水生生物正常生长及保护特殊生物和珍稀物种生存,以及保护和改善河流水质,维持河流水沙平衡、水盐平衡和河口地区生态环境平衡所需的水量。目前,国内外研究河流生态环境需水原理的方法分为6类,即水文学法、生境模拟法、水文-生物分析法、水力学法、综合法和其他方法,其中水文学法应用最为广泛(倪晋仁等,2002;刘霞等,2001)。目前,还没有一个国家提出具有权威性的、能够普遍应用的方法。

河流生态需水量是指包括维持河流生态、改善和生态建设所需的水量。河流生态功能需水量是指维持河道及依靠河道补给水的湿地水生生物生长与生存,维持河口地区生态平衡,维持河流水沙平衡所需的水量和水量过程。

河流生态功能需水量在自然情况下是一个范围,就其程度来讲存在着最大、最小生态功能需水量和适宜生态功能需水量。最大生态功能需水量是系统和能承受的最大水量,超过这一水量,系统便会产生突变,在水库修建运用后,水资源开发利用程度加大,下泄水量减少,河流下游已经达不到自然状态下的最大水量,本书不再研究。

河流最小生态功能需水量是指维持河流最基本生态功能不受破坏和维持河流水沙平衡可良性恢复所必须在河道内保留的最小水量。低于这一水量,系统功能便会逐渐萎缩、退化甚至消失。

河流最小生态功能需水量所要满足的功能主要包括:①维持水生生物栖息地;②维持河流和河口地区、下游湿地生态系统平衡;③保持河流输沙能力;④稀释污染物保持河流水质达到一定的标准(徐志侠等,2004;姜德娟等,2004;丰华丽等,2003)。

河流最小生态功能需水量的满足需河道基流和水库的调节,其表现形式是水量及水量的动态过程。河流生态功能适宜需水量是指维持生态功能处在最佳状态的水量与水量动态过程。

2.1.2.1 河道内生态需水量

根据上述生态需水量的定义,河道内生态需水是指为保护和改善河流水体水质,为维持河流水沙平衡,维持水生生物生境、水盐平衡及维持河口地区生态环境平衡所需要的水量。按照地理学的定义,河流由河槽和河槽中足够流动的水构成(郑冬燕等,2002),足够流动的水是使河流具有生态与环境功能的基础,也是河流功利性功能的基础,同时也是满足人类精神文化生活需要的重要物质条件。因此,保证河流环境功能的关键是必须有一个能满足河道环境功能的流量,该流量将保证河流有足够流动的水,同时使河流的基本环境功能不致丧失。

2.1.2.2 河道外生态需水

河道外生态需水量主要包括:天然和人工生态保护植被、绿洲防护林带的耗水量,主要是地带性植被所消耗降水和非地带性植被通过水利供水工程直接或间接所消耗的径流量;水土保持治理区域进行生物措施治理需水量;维系特殊生态环境系统安全的紧急调水量(生态恢复需水量)(苗鸿等,2003;严登华等,2001);调水区人民生存(生活和生产所需水量)和陆生动物生存所需水量;维持气候和土壤环境所需水量。

2.1.2.3 维持景观、水上娱乐等的环境需水量

维持景观、水上娱乐等的环境需水量是为保持自然景观功能、绿地、水上娱乐面积和水环境良好条件等所需要保持的水量。随着人类文明的进步、生活质量的提高,这部分需水的地位越来越重要,主要包括:保持水体调节气候、美化景观等功能的自然蒸发量和维持景观功能的新鲜水补充量等(贾宝全等,2002)。

从维系生态系统平衡角度来看,不同的流域或区域生态需水量的组成依据地理位置、水资源量和质、时空分布等有所差别,而且并不是上述各项需水量的简单相加,需要根据相互制约关系和需维持的基本生态功能目标及耦合效应来确定。

2.1.3 生态环境需水量的分类

2.1.3.1 按照生态系统类型

不同的生态系统类型,由于结构和功能的差异,对水量和水质的要求不尽相同。根据人为影响程度的大小,可以将生态系统分为自然系统和人工系统。尽管原始状态下的自然系统已很少,但准自然系统也可按自然系统来分析。河道、湖泊、沼泽湿地、河口三角洲湿地、滨海湿地、地下水补给湿地、泛洪平原湿地、林地与草原均归为自然系统,城市河湖、水库、池塘和虾池则被归为是人工系统,这样分类的目的是基于人们对水量的要求和水在不同领域功能与价值的差异来考虑的。

1) 自然生态系统需水

尽管人类的活动几乎影响了所有生态系统,但在许多方面,大河及与其相连的湿地、湖泊、河口三角洲以及大面积草地等仍然表现出许多自然性特征,自然力仍然起着关键作用。这些生态系统维持着丰富的生物多样性物种,具有重要的生态、社会价值和经济价值。其本身在一定时间、一定空间保证适宜的水量和水位,并得到相应的管理,对于恢复、调整受损生态系统,实现流域或区域生态可持续性具有重要的现实意义。

2) 人工生态系统需水

人工生态系统体现了人为控制的特点,其包括城市河湖、水库、池塘。人为的作用决定了其规模、大小,其需水量的大小也由此而决定。人工生态系统常常体现了配水特点,即根据供水能力的大小来决定需水量,特别是城市化以后发展起来的湖泊和河流,需要根据供水能力实现其需水配置。而上中游的水库则更多地体现了自然性和人为性的双重特点,常常根据径流的大小,并依据其功能和坝的规模决定其需水量。

2.1.3.2 按照空间尺度

按空间尺度可将生态环境需水量分为景观尺度、区域生态、流域生态环境需水。

1) 景观尺度生态环境需水

景观由相互作用的嵌块体以及廊道组成,以类似的形式重复出现