

·决策参考·

# 干旱区水资源科学利用与绿洲沙漠化防治研究的大时代背景和突破性进展

袁生禄

(甘肃省水利厅,甘肃 兰州 730000)

摘要:本文是作者自 20 世纪 70 年代以来,在《人类环境宣言》、《世界自然保护大纲》的指引下,以水利生态学的全新理念,开展干旱区水资源和谐、高效、持续、多样性利用与保护,重视生态环境用水,维护生物多样性,防治沙漠化、沙尘暴,促使经济社会与自然生态协调发展等科学研究的简明报告。30 a 来论证创立了一系列科学评价、科学开发利用水资源的新概念、新理论、新方法、新标准。特别是以石羊河流域为典型案例,以生态平衡的自然法权,以水循环和水资源永续利用的紊乱相依型规律,以地下水生态警戒水位,以三态资源控制模式,剖析了内陆河断流、地下水资源区域性破产、强沙尘暴策源地、生态恶化六最县及“生态难民”出现的过程、机理、经济社会根源和治水方略,论证提出了“取消高耗水的商品粮基地,发展绿洲经济”,“按人权原则、生态原则科学配置流域水资源,实现代内公平、代际公平、上下游公平、生态环境用水公平,满足人的基本需要和保护生态系统”,理性决策,锐意创新,把民勤建成中国的“内盖夫”,把石羊河流域逐步建成中国的“以色列”等整治举措。建议国家将“水资源生态动力决策支持系统”的攻关研究,列入中长期科学技术发展规划的第 21 个专题,从新领域入手,全面、系统、高水平地解决人类经济社会、生物界和生态环境面临的水危机。

关键词:水利生态学;干旱区水资源;沙漠化防治;紊乱相依型规律;地下水生态警戒水位;三态资源控制模式;生态灌溉量;绿洲水利生态系统;绿洲经济;水资源生态动力决策支持系统

中图分类号:TV213.4 文献标识码:B

## 1 从莱斯特·R·布朗和世界银行的批评说起

“环境与可持续发展”概念的创始人、当代世界上最有影响的思想家、美国地球政策研究所所长莱斯特·R·布朗,2002 年在其专著《生态经济——有利于地球的经济构想》中说:“亚洲有些国家的政府也在听任地下水位下降。从地下抽水的能力比自然界补充水的速度快。由于这种情况是上一个世纪才发展起来的,世界对于如何处理地下蓄水层耗竭的经验很少。但是我们知道,如果不及时解决这个问题,那么当蓄水层的水耗竭,就会有产生灾难性后果的危险。”<sup>[1]</sup>

世界银行在《2003 年世界发展报告》中说,中国西部环境退化地区和生态易受破坏的地区,“针对这片土地和蓄水层几乎也没有什么经验性科学研究。沙尘暴爆发得也越来越频繁和剧烈。”<sup>[2]</sup>

布朗先生和世界银行的话总体上用意是好的。但当前人类面临的许多重大问题,并不是凭经验可以解决的。必须有基础性的科学研究和技术支撑,搭起生产实践的平台,并依靠制度原则,沟通社会公众的参与意识和参与行动,才能有效解决。

2000 年,中国国家主席江泽民为美国《科学》杂志撰写的社论中指出:“在掌握全球气候变化、控制沙漠化、保护生物多样性等重大科学问题上,中国的参与是必不可少的。”<sup>[3]</sup>

防止地下蓄水层耗竭与控制沙漠化、沙尘暴,保护生物多样性等,是科学前沿的新领域的研究。从 20 世纪 70 年代到 21 世纪初的 30 a 中,围绕“干旱区水资源科学利用与绿洲沙漠化防治”的研究课题,作者努力拼搏,共发表论文 10 余篇。以下事实证明,中国人有深层次的突破性研究,而且在国际上具有第一发言权。20 世纪发生的问题,20 世纪就提出了解决办法。

无科学研究与有科学研究成果而不被认识和重视是完全不同的两个概念。

## 2 《人类环境宣言》使我走上科研之路

1972 年是人类历史上具有划时代意义的一年。联合国在斯德哥尔摩召开了首届人类环境大会,发表了《人类环境宣言》。无线电波以不同的语言将《人类环境宣言》的精神传遍了全世界。《人类环境宣言》以“生态平衡”的枢纽性理论,总结和宣告了“人类中心主义”及“征服自然论”的结束,提出了“人类必须利用知识同自然合作”的全新理念,以及“保护和改善生态环境”的紧迫目标。为了这一代和将来世世代代的利益,对地球上的自然资源,包括空气、水、土地、植物和动物,必须加强科学研究,通过科学技术鉴定、周密计划和恰当管理,防范将来把它们耗尽的危险,从而促进经济和社会的发展。

1972年是中国北方地下水开发史上具有举足轻重地位的一年。10多个省(市、区)掀起了群众性的大规模“抗旱打井运动”。在持续多年的打井运动中,地处中国西北干旱荒漠区的石羊河流域,每年打井2 000多眼。有关方面提出的“河西地下海”、“民勤盆地地下海”和“拼死拼活,征服地下水”的口号,有传播虚假知识和违背《人类环境宣言》的疑窦。恩格斯讲:“一个民族想要站在科学的最高峰,就一刻也不能没有理论思维。”<sup>[4]</sup>“地下水”与“地下海”成了作者当时理论思维的焦点。

1980年3月5日,《世界自然保护大纲》在全世界同时发表,提出了“人与自然和谐”和“可持续发展”的理念,阐明了“发展”与“保护”的关系,当代人与后代人利用自然资源的关系,以及人类对自然资源和生物圈经营管理的原则,号召开展科学研究,采取一切措施,消除造成资源不可逆转变化的根源。为了实现可持续发展,必须考虑到的因素有社会的、生态学的、经济的以及利用自然资源过程中远期、近期利弊之间的抉择。<sup>[5]</sup>

《人类环境宣言》和《世界自然保护大纲》使作者纲举目张,找到了研究的新视野、新领域,确立了以石羊河流域为重点案例,研究干旱荒漠区水资源科学利用与绿洲沙漠化防治的课题。

### 3 对科学用水研究目标和“六个必须创新”的思考

中国是世界上掘井为饮,耕田为食,治理江河,发展灌溉农业最早的国家之一。在工程水利的建设领域,从古到今,有举世瞩目的伟大成就,积累了丰富的理论知识和技术经验,特别是开发水资源的工程技术手段相当成熟,是水利大国。但是保护和科学利用水资源的理论相当欠缺,技术手段落后,与水利大国的地位很不相称。解决水资源问题的关键在于科学评价、科学利用,而不是大规模开发、大规模浪费和污染。

20世纪后半叶以来,人类顿觉进入了“资源有限,创意无限”的生存发展空间。1965年,以色列高技术设备节水的试验成功,标志着人类科学用水时代的到来。1977年8月,在联合国水资源会议上,科学家发出警告说:“水,不久将成为一个深刻的社会危机。世界上的石油危机之后的下一个危机就是水资源的危机。”对此警告,作者坚信不疑。应对深刻的水危机要有深刻的科学研究。经多年的观察思考和理论准备,越来越意识到水资源问题和水利科研的生命力将集中在“六个必须创新”:

(1) 必须主动接受《人类环境宣言》和《世界自然保护大纲》的指导,反映鲜明的划时代特征,寻找水危机的战略性对策,为“水资源由大规模开发向保护性开发和科学利用转变”创新理论;

(2) 必须迅速跟上当代科技进步生态学化的步伐,按照生态平衡规律和水文大循环规律开发利用水资源,树立生态、经济、社会协调发展的水利观,在尊重人类和生物界的水权、生存权、发展权方面有所创新;

(3) 必须走出“征服江河湖泊和地下水”的误区,由宽领域糟蹋浪费水资源,向全方位节约用水和水环境净化转变,为水资源的和谐、高效、持续、多样性循环利用有所创新;

万方数据

(4) 干旱荒漠区必须推行流域上下游公平、代内公平、代际公平和生态环境公平的水资源分配原则,在流域整体规划和结构合理、功能齐全的绿洲水利建设上有所创新;

(5) 必须把水资源管理的主要阵地转向田间地头、企业群体和千家万户,对科学利用水资源的刚性指标和技术设施进行创新,特别是要为“结束大水串灌、漫灌的农田水利”创新理论和技术;

(6) 必须对人类在水资源利用中的生态行为、经济行为、社会行为和价值观加以研究,对糟蹋浪费水的行为要有系统控制的新理论、新举措。

总而言之,以生态学为主导,以水循环为基础,多学科交叉,扎根于实践的创新,是水利科学在新时代的基本特征。

扎根于实践,就是要深入到被研究对象的现场,有足够的时间和精力观察事物的动态变化,获得大量第一手资料,做到事实胜于雄辩。

所谓创新,美籍奥地利经济学家瑟夫·熊彼特于1912年在《经济发展理论》中提出的概念是:“建立一种新的生产函数,就是说把一种从来没有过的关于生产要素和生产条件的‘新组合’引入生产体系。”著名物理学家严济慈则提出:“所谓创新,就是你最先解决了某个未知领域或事物中的难题,研究的结果应该是从来没有人提出来,而又能逐渐被别人接受的。”<sup>[6]</sup>

### 4 为什么要以石羊河流域为重点案例?

石羊河流域的总面积为4.16万km<sup>2</sup>,高山、冰雪、森林、草原、绿洲、沙漠、河流、泉群、农田、城市、乡村等生态景观俱全,人口众多。其中民勤县的面积1.6万km<sup>2</sup>,被巴丹吉林、腾格里两大沙漠包围。流域内大量的河川径流以“地表水→地下水→泉水→河水→地下水”的形态反复交替转化,即“三水转化关系”,在干旱荒漠区具有典型代表性。

从20世纪60年代末70年代初,石羊河流域大规模地拦河筑坝,修渠打井,推行“自然水系人工化,人工水系农田化”的水利建设。在中国的干旱荒漠区和半干旱地区一路领先,是公认的“内陆河流域水资源开发强度最高,生态恶化最严重的地区”。

作者自1970年以来在石羊河流域从事水利工作20多年,亲身经历和目睹了水资源大规模开发引起的生态系统和生态环境的变迁。一方面是大水串灌、漫灌对水资源的浪费和对农田生态系统的危害,另一方面是流域上下游用水不公,下游民勤绿洲和沙漠边缘出现了“树死草枯,风吹黄沙渴死牛”的情景。自然界的水到底如何分配,如何治理,如何利用,现实比理性思考来得更快,需要科学研究。

在《人类环境宣言》和《世界自然保护大纲》等作为全人类行动指南的大时代背景下,在国际上“生态保护运动”一浪高于一浪地向前推进的局面下,西北内陆诸河,如塔里木河、黑河等流域,却亦步亦趋地向石羊河流域演变。以石羊河流域及其下游民勤绿洲为重点案例,开展“干旱区水资源科学利用与绿洲沙漠化防治研究”,使流域内人口、资源、环境、经济、社会、生态协调发展,使人类和环境动植物赖以生存与发展的每1m<sup>3</sup>水资源和每1m<sup>2</sup>绿洲,持久性地处于良性循环状态,使当代人既不浪费资源又生活得有福利有尊严,给予

孙后代留下生存根基和更多的发展空间,延续人类文明和自然文明,其重大意义不言而喻。

#### 5 一个人对一个重大课题的艰难研究

“干旱区水资源科学利用与绿洲沙漠化防治研究”是立意深、影响广的选题。找到课题是主观因素,但要获得有关方面的支持、重视和立项,是客观因素。客观因素就很复杂。《人类环境宣言》国内报刊长期没有公开发表(直到 1985 年 6 月 1 日《中国环境报》才登载),众所不知。决策层对水资源开发利用与绿洲沙漠化防治和保护生态环境挂不起钩来,只有“大开发”的观念,没有“保护”的意识。尤其作者在基层工作,无科研院所的涉世背景,位卑资浅,无资格向国家主管部门申请立项。1974、1979、1982 年,曾几次试探向有关方面提出立项建议,但得到的回应令人很失望:“什么《人类环境宣言》?你是不是搞错了,是《共产党宣言》。社会主义国家不存在生态环境问题。”“水利科研要为政治服务,为农业服务,哪有为生态环境服务的?你的工作是搞水利,不是搞科研。”“商品粮基地与沙漠化是十个指头与一个指头的关系,不要大惊小怪。”

作者认为,《共产党宣言》和《人类环境宣言》并不矛盾。共产主义运动是绝大多数人为绝大多数人谋利益的运动。生态保护运动是全人类为全人类谋利益的运动。

在万念俱灰的情况下,作者下决心结合水利本职工作,自选课题,自筹经费,用“蚂蚁啃骨头”的办法,一步一步地推进这个课题的研究。哪怕从青丝到白发,咬定课题不松口,只愿为中华民族的伟大复兴竭尽匹夫之责,向国际社会证明中国的“一介匹夫”也敢于开拓新领域的研究。即使付出“倾家荡产”的代价也值得。同行戏称“这是一个人对一个流域的研究,猴年马月的事情。”

#### 6 “生态环境用水”是我从事水利科研的奠基石

1979 年 10 月,“西北内蒙六省(区)地下水观测研究协作会议”在甘肃武威召开。作者为会议提交的论文中,从国际社会生态环境保护的大时代特征和民勤绿洲树死草枯、沙漠化复活的现实出发,将石羊河流域的治水模式界定为“坚壁清野的治水方略”,同时提出了“生态环境用水”的概念。原文是:“石羊河流域地面水加紧控制,地下水挖潜改造,既不强化祁连山水源保护,又不考虑防风固沙等生态环境用水的水利建设和开发模式,是一种‘坚壁清野’的治水方略。”“这里作为一个被浩瀚的大沙漠所封闭的内陆盆地,加之地下水主要为河水补给,考虑到人畜用水和生态环境用水,为维护生态平衡,农业开采地下水量必须加以控制,建立合理的水资源开发利用模式。”<sup>[7]</sup>

坚壁清野的治水方略致使石羊河流域在 20 世纪 70 年代水资源开发利用就高达 131.8%<sup>[7]</sup>,明显开发过度,故提出了“生态环境用水”的概念。但是在当时的社会背景下,首先是领导和专家们接受不了,遭到非议:“不要信口开河,惹出笑话!”“国际上也没听说过生态环境还要用水!”

科学的心态,是对事实的观察分析和判断,并不都是心眼向外,国际上有什么原创性概念,我们就去蜂拥追赶。中国人的脑袋,并不都是外国人的副脑。

石羊河流域水资源大规模开发使生态环境一天天恶化

万方数据

的现实,特别是输往下游民勤县的石羊河径流量急剧削减,迫使民勤县大规模开发地下水,造成地下水位大幅度下降,水质矿化,人畜饮水出现困难,林灌植被大面积衰败、枯萎、死亡,野生动物的物种明显减少,种群缩小,生态出现危机,使作者坚信生态环境用水是科学利用水资源的主要内容之一,必须通过科学研究加以鉴定。

1987 年,作者在《水土保持学报》上发表的论文《民勤沙漠绿洲地下水生态开采量的初步研究》<sup>[8]</sup>中,将“生态环境用水”的内涵进行了微观分析,具体深化为环境动植物的生态生理需水和防风固沙等生态环境需水,将生态用水定义为环境动植物在一个水文循环过程中的生态生理需水量。并将这部分需水量界定为人类在开发利用水资源的过程中留给自然生态和环境动植物的“生态资源量”,包括对地下水和泉、湖、塘的保护。

这篇 20 000 多字的论文被国家水利部(水文司、水资源司)翻译成英文,作为中国“保护地下水与生态平衡”这一新领域的研究成果,在国际上进行了交流。即使从 1987 年算起,作者也是国际国内最早提出“生态环境需水”的研究者。

1990 年,作者在“中国干旱区生态学学术讨论会”上宣读后,又发表在《干旱区资源与环境》上的论文《论干旱荒漠区农田水利向绿洲水利发展》<sup>[9]</sup>中。根据石羊河流域、黑河流域、塔里木河流域等在大规模开发和经营绿洲的过程中,只有农田经济和农田水利的概念,没有绿洲经济和绿洲水利的概念,只考虑农田大水串灌、漫灌,不考虑环境动植物的生态生理需水,宁可把水大量浪费在农田里,也不愿调剂给林草地,下游河道或断流,或径流量急剧削减,树死草枯大面积出现,沙漠化、黑风暴的蔓延趋势得不到有效控制,故将“生态环境用水”从宏观上扩展为“绿洲的生态用水”。明确提出,在荒漠生态型地区过分强调“水利是农业的命脉”是片面的,必须强调“水利是绿洲的命脉”。要合理确定绿洲的生态用水量,确立绿洲水利的地位。按生态平衡、水盐平衡、水热平衡和结构稳定,发展森林、灌丛、草原、农田之间比例适当,结构合理,节水高效的绿洲水利生态系统和绿洲经济,避免先兴后毁,重蹈“北非粮仓”和“楼兰古国”的覆辙。

科学概念的形成和诞生,是研究者注意力特别集中,长期进行学术积累、事实积累到一定时候高度概括的产物,是智慧和创造力的释放。没有石羊河流域等对水资源大规模开发引起生态恶化,也凭空捏造不出新概念,是实践叩响了理论的大门。《实践论》指出:“概念这种东西已经不是事物的现象,不是事物的各个片面,不是它们的外部联系,而是抓住了事物的本质,事物的全体,事物的内部联系了。概念同感觉,不但是数量上的差别,而且有了性质上的差别。循此继进,使用判断和推理的方法,就可以产生出合乎逻辑的结论来。”<sup>[10]</sup>

2000 年 4 月,在“中国西部大开发研讨会”上,国家水利部和南京大学的水资源专家提出:“不确保必要的生态环境用水,我们在环保和经济发展上将付出沉重的代价。”<sup>[11]</sup>“生态环境用水”终于写进了《全国生态环境保护纲要》(2000)和《中华人民共和国水法》(2002)。

中国工程院组织院士和专家学者,于 2003 年完成的《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·生



态环境卷》中,对“生态环境需(用)水”概念提出的时间、地点界定为1989年的塔里木河流域<sup>[12]</sup>,而没有界定到1987年或1979年的石羊河流域;对“生态环境需水”的阐述,没有超越作者阐述界定的内涵、深度和范围。中国科技界的首脑机构都不大了解中国人的研究成果,要布朗和世行了解到研究成果,实在是强人所难。科学是全人类的共同事业。科学研究是和时间赛跑,谁跑在最前面,谁就是第一。这是国际惯例。

7 将生态原则用于水资源评价比国际社会提出这一原则早6 a  
生态平衡是自然界的法权。从生态平衡的高度建立水资源的科学利用观,按水循环规律和生态系统的结构、功能保护性开发利用水资源,是科学利用水资源的先决条件。

1985年,作者发表在《地下水》杂志上的系统阐述石羊河流域东部腾格里沙漠地下水动态特征的论文中,根据生态环境用水和维护生态平衡的需要,提出了科学评价水资源的新原则:“对于干燥度大于4而易于沙漠化的干旱地带,如何评价地下水资源,广大水文地质工作者有必要进行探讨。为了正确维护生态平衡,作者倡议,不论地表水还是地下水,应该突破旧的框框而建立三态资源的新概念,即动态资源(量)、生态资源(量)、生态开发资源(量)。力戒沙漠水分过量开采,过度转移,对生态环境造成新的损害。”<sup>[13]</sup>

作者将生态原则直接用于水资源评价,创立新概念,比著称于世的“都柏林水与环境问题国际会议”(1992)提出水资源控制的“生态原则”早6 a。但绝大多数人并没有意识到这是人类对水资源深化认识的重大突破,是新的水资源利用观。

在“三态资源”的概念中,之所以把人类开发利用的水利资源量界定为生态开发资源量(简称生态开采量),其概念的含义是,必须按生态规律开发水资源,按“和谐、高效”的生态学原理利用水资源,把人工系统的农林牧副渔和工矿企业都建成良性循环的生态化用水产业,最大限度地提高水资源有效利用率和水分生产率。水利的本义是人类以多样性的技术或工程手段,提高水资源有效利用率和水分生产率,弥补降水不足,减少旱洪灾害,调节水资源使之处于对人类的生产和生活、生态环境最有利的状态。而不是雄心勃勃地通过大规模的蓄、引、提,把干旱区环境动植物的用水量变成人类的水利资源量,导致人类大水串灌、漫灌农田和工矿企业糟蹋浪费水资源,从而剥夺环境动植物的生存权、用水权、发展权。人类的金钱和技术代替不了生态圈、生物圈的自我调节功能。

8 防止地下蓄水层耗竭与沙漠化的研究成果在国际上有第一发言权

20世纪七八十年代,由于阿斯旺高坝造成水生生态系统和尼罗河下游三角洲生态环境恶化,引起国际生态学界的广泛关注。美国、前苏联等国的科学家开始重视对地表河流“临界水质流量”或“生态基流”的研究。1992年1月举行的“都柏林水与环境问题国际会议”和同年6月举行的“里约地球首脑高峰会议”之后,联合国颁布的《21世纪议程》第十八章中提出,“在开发利用水资源时,必须优先满足人的基本需要和保护生态系统”,特别是“水资源、水质和水生生态系统保护”。从此,国际上开始重视对生态用水的研究。但集中在地

万方数据

表水开发与水生生态系统的用水研究,无地下水开发对陆地生态系统影响的用水研究。

从20世纪70年代开始,作者恰恰开展的是从地下水入手,向地表水推进,研究陆地生态系统的生态用水问题,而且是最前沿的干旱荒漠风沙区的生态用水问题。在1992年“都柏林-里约”两会召开之前,作者已经建立了一整套理论,不仅有定性研究,而且有定位定量的实质性研究成果。在地下水与生态平衡的新领域,研究环境动植物和防止绿洲沙漠化的生态用水,在国际上是开拓者。

(1) 1987年,作者发表的《民勤沙漠绿洲地下水生态开采量的初步研究》,是以水利生态学的理念,从“地下水位与生态平衡的关系极大”入题,利用植物群落对浅层地下水特有的敏感性和依赖性来研究干旱区生态环境的用水规律,从而论证提出新概念、新理论、新结论最多的研究成果。该文对科学地认识干旱区的地下水,对如何防止地下蓄水层耗竭而引起绿洲沙漠化,从理论到实践,从定性到定量,有重大突破和创新。

将再生资源的基本规律运用于水资源的动态评价,论证提出了“水资源合理利用与保护(永续利用)的紊乱相依型规律”、“水资源遭到破坏的非紊乱相依型规律”。为研究水资源的动态资源量和承载力奠定了理论基础,有了监控和判断水质水量能否永续利用的规律性标准。进而把“生态位”理论和“加成效应”、“协合效应”<sup>[14]</sup>及水分生态因子作用于植物的“三基点”规律引入地下水资源的分析研究,论证创立并确切定义了:地下水生态警戒水位、地下水动态资源量、地下水生态资源量、地下水生态开采量,建立了三态资源控制模式,即动态资源量=生态资源量+生态开采量,奠定了科学开发利用和保护干旱区地下水资源,防止蓄水层耗竭,确保环境动植物的生态生理需水和防治绿洲沙漠化需用水的理论。根据上述理论,又论证提出了地下水掠夺性开采的概念,剖析了生态失调的根源。“所谓掠夺性开采,实质上就是地下水的生态资源量遭到强行开发;所谓生态失调,就是地下水的生态资源量被大量人为消耗,环境动植物的生态生理需水难以维持。”<sup>[8]</sup>

用上述理论方法,剖析了民勤县区域性地下水位与植被的关系→植被与绿洲沙漠化的关系→沙漠化与生物多样性和人类生存的关系→人类经济活动与地下水的关系→地下水与流域地表水调配的关系→流域水资源调配与建立节水型生产体系和节水型社会的关系,从而扩大了水资源科学研究的新视野,开拓了新领域。

按照生态序列法,经过研究分析,确定民勤沙漠绿洲区的地下水生态警戒水位以4 m埋深较为准确。这是作者在国际国内建立的第一个地下水生态水位,不仅在民勤、在石羊河流域得到了验证,17 a后在塔里木河流域下游绿洲的生态恢复中也得到了验证。当地下水位恢复到小于4 m埋深时,植被恢复等级为优。<sup>[15]</sup>

通过相关分析计算,在地下水动态变化呈紊乱相依型规律的正常状态下,民勤沙漠绿洲区人类可以开发利用的地下水量(生态开采量)仅占动态资源量的28%。这是作者在国际国内建立的第一个按生态原则科学开发利用干旱区地下水

资源的标准系数。可信度高于若干年后国际上提出的 30%~40% 的综合性经验系数。

地下水生态开采量的定义是:“具有水力联系的一定空间范围内的浅藏地下水,在开采过程中潜水由最高蒸发面降至生态警戒水位控制的蒸腾面时,在保证植物群落的生态位不致遭到破坏,水文地质及周围其它水环境(泉、湖、塘等)不致引起恶化的条件下,从含水层中能获得的最大出水量。用一句话概括,生态开采量就是在不影响生态平衡的条件下人类可以开发的水利资源量。”<sup>[8]</sup>

依据上述理论和地下水动态观测资料进行相关定性定量分析计算,1985 年时民勤绿洲的地下水位埋深区域性下降 7.21 m,低于 4 m 埋深的地下水生态警戒水位,形成 986 k m<sup>2</sup> 的开采漏斗,多年水位、水质动态变化过程曲线均呈非紊乱相依型规律,已无地下水生态开采量可言。因此得出结论:民勤根本没有可供开采的地下水量,更谈不上重复利用。按地下水位当年降幅 0.34 m 计算,到 1988 年底时地下水位将低于 8 m 埋深的“地下水生态资源量枯竭水位”,所有植物根系很难吸收到水分,浅层地下水的生态资源量将被基本疏干,生态面临崩溃的厄运。急需增调地表水,补充地下水,抢救生态危机,帮助农民寻找持久性的生产生活出路。进而通过推行流域性的生态农业,建立节水型的生产体系和节水型的社会,维护水和其它资源的永续利用。这是在中外地下水研究史上宣布的第一个无地下水生态开采量,且地下水生态资源量面临耗竭的沙漠绿洲区和县域经济区。

该文做出的关于“调控地下水位稳定在盐渍化临界水位以下和生态警戒水位以上的范围内,既能防止土壤盐渍化,又能防止大地沙漠化,更能发挥地下水库的调节功能,使地下水获得恰到好处的利用,促使生态和经济在良性循环中同步发展”的结论,2002 年被水利部水利水电规划设计院压缩揉进《全国水资源综合规划技术细则》。但遗憾的是将具有严格科学概念的“盐渍化临界水位以下和生态警戒水位以上”归并为“合理水位”。

特别是作者论证建立的“地下水生态警戒水位”、“三态资源控制模式”及“沙漠和绿洲之间的生态平衡实质上就是地下水位与植被的平衡”,“地下水是干旱区生态平衡的强大支柱,任何过度的开发只能带来暂时的兴旺,接着是一系列失调”,“大规模长时期地超采地下水,是自毁生存根基、违反科学的行为”等结论,把人类对保护性开发利用地下水的认识,科学地提升到了前所未有的高度,揭开了人类认识干旱半干旱区地下水巨大生态动力作用的新篇章。

1987 年 7 月初,长春地质学院副教授侯印伟和甘肃省地质矿产局水文二队总工程师黄鸿彦来武威,看到作者的论文后,当即说:“论证地下水开发与生态平衡的关系,在国内是新颖的,在国外尚未见到。”后来,侯印伟、林学钰(现为中科院院士)等 7 位教授、副教授向地质行业基金会申报了《干旱区生态环境与水资源利用》的重点研究项目。在项目申报书第 3 页“本研究项目的科学依据”栏内,整段引用了作者的学术论点。同年 9 月,在乌鲁木齐举行的“西北水资源合理利用学术研讨会”上,甘肃省水利科学研究所所长、教授级高工朱强宣读的论文《论甘肃的节水技术》中,率先应用作者提出的

万方数据

“地下水生态警戒水位”和“生态开采量”来阐述干旱区水资源的合理利用。同年 10 月,在西安举行的地下水观测研究会议上,水利部水文司主管全国地下水观测研究工作的杨景斌高级工程师讲话说:“我不是有意奉承袁生禄同志,他论证提出的‘地下水生态警戒水位’和‘生态开采量’等,很有远见和现实意义。”同年 12 月 12 日,中国环境水利研究会会长姚榜义老先生来信评价说:“以生态学观点研究地下水的生态水位和合理开采量,这就可以保证干旱地区不致因盲目地开发利用地下水而导致生态恶化。”1989 年,《民勤沙漠绿洲地下水生态开采量的初步研究》被中国水利学会第五届大会评为全国优秀学术论文。后来国家水利部翻译成英文在国际上进行了交流。

20 世纪 90 年代初,国家水利部、中科院新疆地理所、中科院兰州冰川所、甘肃省水科所、兰州大学、水利部兰州勘测设计院、甘肃农业大学的 9 位研究员、教授、高级水利专家书面评价说:以往的区域性地下水资源评价中很少考虑地下水与生态环境的平衡问题,作者开展了这一新领域的研究。基础资料丰富,论据充分,逻辑推理正确,分析论证严谨,提出了“地下水生态警戒水位”,并置于函数,界定“地下水生态资源量”和“地下水生态开采量”,从而建立“三态资源”的控制模式等新理论、新概念,并给予确切的定义及其相关计算方法,对民勤沙漠绿洲的地下水及其利用做了总体评价,结论新鲜有理,为石羊河流域水资源合理开发利用规划和民勤沙漠化逆转及生态环境保护提供了可靠的科学依据,也是对干旱区水资源合理利用理论的一种突破和创新,其创造性和开拓性在国内外水资源与生态平衡的研究领域亦属罕见。可应用于水文地质条件和生态环境条件类似的西北内陆干旱荒漠区,亦可为已经沙漠化的地区和将受到沙漠化威胁的地区的国土整治规划、水资源开发利用规划提供可靠的科学依据。建议大力宣传这一研究成果,使社会上重视合理利用地下水,避免把水资源搞枯竭而导致生态恶化。1996 年,《中国科学技术文库》编委会来函认为,该文“具有极高的权威性、学术性和实用性”。中国水文地质学界的老前辈王大纯教授与张人权等 6 位教授编著的《水文地质学基础》“序言”<sup>[16]</sup>中,特别提到了这一研究成果。

甘肃省农业区划委员会、甘肃省水文总站的水资源专家于 1992 年提出建议,袁生禄经多年精心研究地下水,近年提出用“三态资源模式”控制石羊河流域地下水开采量,是一种有远见的开采模式。为了维护石羊河流域生态平衡,给子孙后代造福,有关部门对地下水埋深和矿化度应采用科学的方法严格管理调控是十分必要的。<sup>[17]</sup>

但是这些结论和建议,并没有引起决策层和社会上的重视。石羊河中上游没有给民勤增调地表水。民勤全县继续非理性大规模地开发地下水生态资源量和维系代际公平的地下水静储量。其它类似地区也没有引起重视。

2003 年 4 月 14 日,新华社报道说:“我国和欧洲的学者日前联合宣布一项重大发现,中国西部干旱地区的植被绝不像想象中的那样‘缺水干渴’,单纯的灌溉不能改变这些植物的水分状况,而保持地下水位稳定才对维持植被正常生长至关重要。”<sup>[18]</sup>



中国、德国、奥地利三国五方的科学家,通过对塔克拉玛干沙漠南缘策勒绿洲-沙漠过渡带之间的植物生理研究和灌溉模型试验而得出上述结论。与作者研究民勤沙漠绿洲地下水位与植被与生态平衡的关系而得出的结论有惊人的相似之处。共同强调的是干旱荒漠区的植物对地下水位的敏感性和植物根系对地下水很强的依赖性,不考虑对荒漠植物的灌溉问题,高度重视保持地下水位的稳定性。说明自然界的生态规律是不可改变的。所不同的是,作者是在地下水遭到区域性大规模开发的条件下研究而得出的结论,中欧科学家是在灌溉试验条件下得出的结论。至于“单纯的灌溉不能改变这些植物的水分状况”,是地下水对植物作用的“三基点”规律和生态学的“加成效应”所决定的。作者认为,干旱荒漠绿洲区将维护植被正常生长的地下水位按紊乱相依型规律,调控在“适生范围”即盐渍化临界水位以下和生态警戒水位以上至关重要。

中欧科学家2003年得出的结论,更加验证了作者1987年提出的地下水生态警戒水位,地下水是干旱区生态平衡的强大支柱等一系列重大理论和结论的科学性、重要性。从而奠定了以保护地下水生态警戒水位为基础,确保干旱荒漠区生态环境用水和生态平衡的理论。

2000年,中国水科院的有关专家提出,要将地下水生态水位的目标管理作为西北水利建设的一项重要内容。<sup>[19]</sup>2003年1月,中国水利部汪恕诚部长讲,生态保护的前提是地下水位不下降。如果地下水位下降,意味着生态破坏的开始。要把地下水位不下降作为非常重要的修复特标。<sup>[20]</sup>

人类通常看到的是地面生态系统。其实地下也是一个巨大的生态系统,如庞大的植物群落根系,庞大的微生物家族,几十种生命元素的往返循环等。干旱区地下水扮演的角色非常重要,既要维系地下生态系统的正常运行,保持旺盛活力,又要通过植被和水循环等保持与地面生态系统的平衡。地下水的生态动力作用和生态价值成10倍以上地高于地表水。但人类对此没有足够的认识,不重视对地下水的保护性利用。

科学研究的重大突破,都是从寻找“支点”开始。地下水生态警戒水位是以地下水的生态动力作用撬动干旱荒漠区,实现地面生态系统与地下生态系统生态平衡的支点。三态资源控制模式是扭转坚壁清野的治水方略,实现人与自然深层次和谐,经济社会与自然生态协调发展,以绿色GDP控制黄色(沙漠化、沙尘暴)GDP的水资源科学开发利用模式。

(2)1990年,作者在“中国环境水利研究会新安江会议”上宣读后又在《干旱区资源与环境》上发表的《石羊河流域水资源大规模开发对生态环境的影响》<sup>[21]</sup>,是以石羊河流域为典型案例,全面系统地揭示干旱荒漠区内陆河流域推行坚壁清野的治水方略,非理性大规模开发利用水资源,引起沙漠化蔓延等生态环境恶化的第一篇战略性环评报告。被众多的专家学者称为“揭示干旱荒漠区内陆河流域不合理开发利用水资源的代表性力作”。1996年被收入国家体改委等编辑出版的《中国经济文库》。10多年来其影响力经久不衰。据作者所知,有3位专家在国际水资源会议上交流的论文中引用该文要点。2003年,中国沙漠化防治首席科学家、中科院兰州寒

万方数据

区旱区与环境工程研究所所长王涛博士为亚行技术援助的《甘肃省优化防治荒漠化方案》提出的咨询报告<sup>[22]</sup>中,对该文的引用量超过其报告篇幅的1/3。

该文按生态系统和光、温、水、土、生物等自然资源的分布特点、分布规律,首次将石羊河流域划分为六大生态类型区,论证了祁连山区三大生态区的基本功能是产流,山前倾斜平原三大生态区的基本功能是对山区来水量的和谐高效利用。从而为保护祁连山水源和优化调度平原绿洲区水资源,制定流域生态经济区划,整治流域生态环境和产业布局,分析判断水资源是否得到合理配置利用,提供了依据。主要揭示了以下事实:

兴修水利是造福人类的伟大事业,本无可厚非。但石羊河流域在治水问题上却没有长远的整体规划,更没有一项水利工程在兴建前论证过对生态环境的影响,缺乏流域水资源统一管理机构,造成水资源的保护、开发、利用、管理失控。到(20世纪)80年代末期,共建成中小型水库21座(不含报废的小库、塘坝),修建高标准干支渠8202km,调蓄供水能力10.86亿m<sup>3</sup>;打成机电井1.56万眼,年开采地下水量10亿~11亿m<sup>3</sup>。由于水资源的大规模开发,灌溉面积的扩大,粮食产量由50年代的1.86亿kg猛增到7.8亿kg,成为甘肃的“重点粮仓”。每年提供的商品性粮油肉菜,可供养一座50多万人口的中等城市。水资源量仅占河西走廊水资源总量22.3%的石羊河流域,自70年代大规模开发以来,养活了占河西走廊48%的人口,负担了河西走廊总灌溉面积43%的农业用水,提供了占全河西36%的商品粮,保证了国家“独生子”镍都金昌的大型工矿企业用水,取得了明显的经济效益和社会效益。但年供用水总量26.542亿m<sup>3</sup>,是流域水资源总量17.28亿m<sup>3</sup>的153.6%,明显开发过度,导致了以牺牲生态环境为代价的无节制开发和扩展。

(20世纪)60年代以来至80年代,有23万多人在石羊河流域上游祁连山水源涵养区活动,毁林3.02万hm<sup>2</sup>,开垦草原种地7万多hm<sup>2</sup>。特别是进入80年代以来,来自9省27县的6万多人涌入祁连山区,用剥离覆盖层的办法淘金开矿,毁坏林灌、草甸植被,使水源涵养区惨遭了一场空前劫难,造成八条河水年径流量80年代比50年代减少了3.067亿m<sup>3</sup>,其中4万人麇集在双龙沟淘金,致使黄羊河1987年竟出现断流。<sup>[23]</sup>纵然手捧黄金万两,难买绿水青山一片。

荒漠绿洲区大规模开垦种植,发展高耗水而粗放经营的商品粮基地,灌溉面积由50年代的13.37万hm<sup>2</sup>扩大到了80年代的27.4万hm<sup>2</sup>。其中山前冷凉灌区由于库渠系统用水方便,灌溉面积扩大4.39万hm<sup>2</sup>;中游灌区在泉水溢出带上打机井3600多眼,大量提灌,造成泉眼泉沟成群干涸,湿地垦为农田。泉水径流量由50年代的8.712亿m<sup>3</sup>降为80年代的2.030亿m<sup>3</sup>,近乎90%的优质淡水资源消耗在了山前冷凉灌区和流域中上游,而能量和生物量转化率相对高20%的中下游严重缺水,直接导致石羊河进入民勤绿洲的年径流量每况愈下:20世纪50年代为5.460亿m<sup>3</sup>,60年代为4.485亿m<sup>3</sup>,70年代为3.226亿m<sup>3</sup>,80年代为2.217亿m<sup>3</sup>。平均年递减1081万m<sup>3</sup>。按此计算,到2010年前后,石羊河将断流。加之镍都金昌建设规模不断扩大,皇城滩水库建成后从东大河向

金昌调水 1.2 亿  $\text{m}^3$ , 加快了石羊河的断流过程。民勤迫于无奈, 先后累计打井 1.34 万眼, 对地下水的开采达到了“渗入一滴, 采出二滴、三滴”的程度。

对于水资源大规模上控下挖造成的一系列后果, 作者依据地下水动态观测资料绘图圈定, 武威绿洲 1985 年时出现 302  $\text{km}^2$  的地下水开采漏斗, 3 个村 8 个队的井水破天荒地变苦, 人畜不能饮用, 林死草枯, 沙漠化暴露在西距武威城 30 km 的绿洲精华地带。“武威绿洲根本不会沙化”的梦幻被无情的事实彻底打破; 民勤绿洲 1985 年时地下水位埋深已区域性降到生态警戒水位之下, 形成开采漏斗 986  $\text{km}^2$ , 生态恶化全面暴露和加剧。地下水矿化度以年均 0.30 g/L 至 1.48 g/L 的幅度升高, 7.61 万人、12.47 万头牲畜的饮水发生了前所未有的困难, 2.52 万  $\text{hm}^2$  耕地无水弃耕, 撂荒沙化, 盐碱地面积增加 8 067  $\text{hm}^2$ , 7.24 万  $\text{hm}^2$  维护绿洲存在的沙生植物因根系吸收不到水分, 70% 以上退化衰败, 8 526  $\text{hm}^2$  成片枯死, 绿洲植被覆盖度由 50 年代的 44.8% 降至 15.0% 以下, 沙丘活化, 掩埋农田。动植物的生态幅度急剧缩小, 缺水干旱造成的病虫害使沙生植物的种子受害率在 80% 以上, 失去繁殖能力。昔日成群出没的黄羊、野鸭等不复再现, 狐狸、狼、鹰、鹫、啄木鸟、蛇, 明显减少, 野兔、老鼠因失去天敌, 成群地由退化的荒漠里向绿洲内部迁栖, 啃树毁田, 加剧生态危机。

生态恶化的结果必然要转嫁到经济社会, 民勤出现“高产穷县”现象。23 万农民负债高达 3 500 多万元。特别是当年称为“粮仓”的湖区各乡镇, 70 年代给国家贡献的商品粮在 890 万 kg, 80 年代人均口粮只有 100 多 kg, 年年吃返销粮, 要救济款, 成了社会关注的贫困地区。

由于山上山下全面开发, 特别是对水资源利用和绿洲开发不当, 石羊河流域出现了四个推进、五个减少的逆向演替: 沙漠向绿洲推进, 农区向牧区推进, 牧区向林区推进, 冰川雪线向山顶推进; 森林草原减少, 降水量减少, 河川径流量减少, 地下水位下降和储量减少, 生物资源量减少。这是流域生态系统全面受损的明显征兆。从而揭开了石羊河流域“以粮为纲”, 全面推行坚壁清野的治水方略所带来的后果和隐藏的巨大后患。

由此得出的结论是: “衡量一个流域开发得是否成功, 在很大程度上取决于生态系统和生物多样性保护是否完整。”“在荒漠生态型地区大数量地牵制中上游的河水、泉水, 就等于毁灭下游的绿洲和生态环境。”“未来 10 年是决定石羊河流域下游民勤绿洲生死存亡的 10 年。水资源的危机将导致整体的生态危机, 形势相当严峻。民勤一旦无水, 绿洲必将消失在浩瀚的沙漠之中。”“这种‘兴在水上, 毁在水上’的教训, 归根结底是缺乏科学决策的必然结果。”“水资源的科学利用与人类的生存、生产、生活和生态环境是一个函数关系, 科学利用的程度越高, 其利益越大。”发展“商品粮基地”应以水资源的保护和高效利用, 应以绿洲的生态稳定为基础。绿洲不存, 基地安在? 呼请有关方面将《石羊河流域水资源科学开发利用与绿洲生态稳定战略研究》列入‘八五’攻关课题, 制订出《石羊河流域生态经济区划》, 优化调度水资源, 以期达到经济社会和自然生态协调发展。从科研和抢救国土资源的角度看, 石羊河流域的现实对指导干旱荒漠地区的开发具有

万方数据

典型的意义。

(3) 1990 年《中国水利报》加“编者按”刊登的《绿洲在呼救》<sup>[24]</sup>和《甘肃水利水电技术》发表的《科学治水依法治水刻不容缓》<sup>[25]</sup>, 是作者从决策科学的角度, 逐一排查和剖析石羊河流域非理性决策的论文。以不可辩驳的事实证明, 缺乏科学决策集中表现在七个方面: 缺乏科学治水的流域性整体规划; 利用水资源缺乏经济头脑; 重建轻管的倾向没有根本扭转; 短期行为冲击着水源保护; 开发过度加剧了水资源匮乏; 缺乏明确的节水目标和整治举措; 没有认真听取社会各界的声音, 特别是“听不见科学界的声音很危险”<sup>[26]</sup>。作者呼吁, 当务之急是建立有权威的石羊河流域水资源统一管理机构, 制订上下游统筹兼顾的水资源开发利用规划, 科学治水, 依法治水。如果不科学地法制性地保住祁连山水源涵养区这一绿洲的“生命线”, 不扩大绿洲内部工农业生产和社会生活的“节水线”, 不给下游增水以扼住北部风沙南侵的“死亡线”, 民勤绿洲难保, 腾格里大沙漠要“兵临”武威城下, 并非久远的神话! 关键是实行战略转移, 将节水提到突出位置, 建设节水高效的绿洲生态农业和节水治污的生态企业。节水是人类理智地对待水资源的一次深刻的自我反省和一场深刻的行为革命。镍都金川公司在产值增长 3.8 倍、利税增加 7.8 倍的发展态势下, 完全有能力建成节水型的生态企业; 农业灌溉区集中人力、物力、财力和科技力量, 配套完善田间节水工程, 并实行“以肥调水”、“以技调水”, 工农业年可节水 4.092 亿  $\text{m}^3$ , 方可缓解绿洲生态危机。概括节水的目标和效益, 那就是: 组织科技攻关, 功夫下在田间, 五年停止超采, 生态良性循环, 粮食稳产高产, 绿洲草木丰坚, 其功不在禹下, 何乐而不为!

为了敦促政府决策的科学化、高效率, 尽快依照《中华人民共和国水法》纠正石羊河流域有重大缺陷的固有决策, 作者义无反顾地对拥有决策权的政府官员将了一军: “因为水危机, 假若有人做出一项‘错误性’决策, 不准给省、地(市)、县领导同志水喝, 或只准给又涩又苦又污染的水喝, ‘父母官’的健康和生命就要受到极大的威胁, ‘危机感’和‘紧迫感’就会产生。”<sup>[25]</sup>在社会上引起反响, 认为“这是推动科学治水依法治水的宣言书”。甘肃省省长贾志杰、副省长路明、省两西建设总指挥韩正卿、省农委主任杨怀孝等, 会签了成立石羊河流域管理局的意见, 省政府很快批复了搁置一年多的《石羊河流域初步水利规划》。但在具体落实中, 初步规划观念陈旧, 缺乏充分的科学依据和法律依据, 流域管理局的行政级别难以确定(地级还是县级), 实际上根本性战略性的问题没有得到解决。一直拖到 21 世纪初, 才成立了一个缺乏权威的流域水资源管理局。

按正常的理性思维, 面对四个推进、五个减少的水危机和生态危机, 石羊河流域本该审时度势而警醒: 80 年代末, 坚壁清野的治水方略走到了尽头, 高耗水而粗放经营的商品粮基地达到了辉煌的巅峰, 到了峰回路转, 调整产业结构、用水结构, 谋求改革创新的关键时刻。但跨流域调水的倾向性设想, 严重影响了石羊河流域求真务实、定位准确的发展战略, 没有选择“建设节水型生产体系和节水型社会”的战略决策, 拒不考虑生态环境用水。决策层和社会上“生态意识”的缺



乏,比现实中的“生态失去平衡”更危机,终于造成了积重难返,使生态灾难在90年代集中爆发。

(4)据作者在《石羊河流域水资源非理性开发与绿洲沙漠化三十年跟踪研究报告》<sup>[27]</sup>中分析,进入90年代后,地表水加紧控制,地下水掠夺性开采,石羊河径流量以年均1 081万m<sup>3</sup>削减的局面没有扭转。只要地上地下还有水可以开发,毫无后顾之忧,农田大水串灌漫灌涛声依旧,工矿企业对水体的污染日趋严重。90年代石羊河输往民勤的年径流量为1.246亿m<sup>3</sup>。20世纪末的2000年径流量为1.138亿m<sup>3</sup>,2002年仅为0.840亿m<sup>3</sup>。民勤30.6万人,人均水量275 m<sup>3</sup>,是流域内人均665 m<sup>3</sup>的41%,是全国人均的12.5%,且水质被中上游工业废水全部污染。2000~2002年,石羊河流域污水总排放量2.555 4亿m<sup>3</sup>,达标排放量仅0.188 6亿m<sup>3</sup>,占污水总量的7.38%,石羊河成了一条纳污河。武威市环保局、甘肃省水产科研所于2003年3月对调节石羊河径流量的红崖山水库水质进行了检测,生物耗氧量(BOD)超过国家标准11倍,化学耗氧量(COD)超国标15倍,氨氮等超国标14倍,属超V类劣质水,无法人畜饮用、水产养殖和农田灌溉。<sup>[28]</sup>水质如此恶化,水量失去了生态意义,等于人均承受污水275 m<sup>3</sup>。2004年夏季,从5月5日到8月中旬,石羊河断流超过100 d,红崖山水库于6月28日起干涸两个月。

早在1979年,作者定量分析,定性判断:这种坚壁清野的治水方略,忽视了人工水系对自然水系改造后,大数量的三水转化关系将不复存在,夸大了地下水重复利用的合理性,忽视了水资源转化规律潜在的弱点,一旦控制了地表河流,或中上游灌溉面积的扩大,就是地下水补给量、泉水自溢量、石羊河径流量的减少,就是水资源的上下游失调。下游水资源的分配不仅要受到地质构造和水文地质条件的限制,还要受到以行政区划为界限的人工水系的限制。这种对自然水系改造的盲目性,使流域南部农业的发展带有抑制和牺牲北部民勤绿洲的性质。如果流域中上游从库渠系统中每年不保证有一定流量的地表淡水直接输入民勤,改善水循环条件,那么民勤地下水的行将枯竭、土壤次生盐渍化、人造沙漠化势不可免,最终将导致生态失去平衡。<sup>[7]</sup>但当时“民勤地下海100年也抽不干”的“论断”,似乎驳倒了作者的“偏见”。20多年来的事实证明,“地下海”不攻自破。说明科学研究是“马前卒”而不是“马后炮”。决策层最容易犯的错误就是轻视冲在最前面的“马前卒”。

民勤从20世纪70年代到现在,大规模开发地下水长达30余年,机井不断更新换代。近10多年来,新打超过百米深井1.016 6万眼,其中超过300 m深井243眼。在自然水文循环条件下,民勤绿洲40~100 m深度的含水量更新交换一次需35~136 a,50~80 m深度以下的地下水不参与当代的水循环,实际上是大规模抽取地质年代久远的古封存地下水。年开采地下水量5.831亿~6.582亿m<sup>3</sup>。地下水位埋深由20世纪70年代初的1.3~3.0 m区域性下降到18 m以下,形成3 182 km<sup>2</sup>的开采漏斗<sup>[29]</sup>,民勤县城以东、以西的两个漏斗中心,水位埋深分别降至25.94 m、48.45 m,漏斗边际已延伸至荒漠、沙漠区;水质整体恶化,300 m以下的部分深井已无淡水可采,致使21万人口、47万牲畜的饮水难以永久解决,3.2万hm<sup>2</sup>乔

万方数据

灌木枯死,3.3万hm<sup>2</sup>天然固沙植被残败而沙丘移动,27万hm<sup>2</sup>天然草场退化,刮风扬沙日年均139 d,8级以上大风年均27.8 d,沙尘暴日年均37.3 d。当年号称“粮仓”的民勤湖区,5.3万人痛失生态家园,沦为生态难民,占同期湖区总人口的66.17%,且每年正以3 155人的速度扩大难民队伍。民勤绿洲如今成了国内罕见的“强沙尘暴策源地”和“生态恶化六最县”,即地表水削减之最,地下水耗竭之最,植被死亡之最,沙漠蔓延之最,绿洲萎缩之最,生态难民之最。水枯竭是地球的贫血症,水污染是地球的败血症。一个人患了贫血症和败血症生命就进入垂危期,患有贫血症和败血症的民勤绿洲,无论从人类生态学的观点看,还是从动植物生态学的角度看,现实是非常严酷的。从水利生态学的角度讲,是高耗水的商品粮基地和坚壁清野的治水方略导致流域中上游对流域下游的生态位、用水权、生存权、发展权的剥夺。

不仅民勤绿洲如此,石羊河流域整个绿洲区和外围沙漠区,如邓马营湖等地,大规模开发地下水而“发展商品粮基地”的势头一直未减。

从1973~2003年的30 a中,石羊河流域掠夺性开采地下水生态资源量170.78亿m<sup>3</sup>,掠夺地下水静储量58.25亿m<sup>3</sup>,地下水的实际开采量是生态开采量的5.44倍,实际开采模式是:地下水开采量=100%的地下水动态资源量+地下水静储量消耗。造成地下蓄水层水位区域性平均下降26.03 m,形成开采漏斗477 2 km<sup>2</sup>,从而使地下水的生态动力作用完全丧失,地面生态系统与地下生态系统失去了生态平衡,引起树死草枯,53%的绿洲及其外围区沙漠化。2000年甘肃省荒漠化监测中心公布的监测结果<sup>[30]</sup>证明,由于地下水位下降等根本原因,武威地区土地沙化面积达158.01万hm<sup>2</sup>,其中民勤县土地沙化面积123.18万hm<sup>2</sup>,占全县土地总面积的77.43%;金昌市土地沙化面积22.66万hm<sup>2</sup>。从80年代中期到90年代,半灌木半荒漠生态区、小半灌木荒漠生态区,林灌面积减少7.39万hm<sup>2</sup>,草原面积减少42.61万hm<sup>2</sup>,沙丘移动埋压农田3.2万hm<sup>2</sup>。流域生态环境在四个推进、五个减少的逆向演替下整体恶化,连续10多年来,出现了百年罕见的“5.5特大沙尘暴”及一系列强沙尘暴。巴丹吉林沙漠、腾格里两大沙漠有3处已经“握手”,在西北风的作用下,正以15~20 m的速度合拢<sup>[31]</sup>,吞噬绿洲。2000年沙漠化、沙尘暴和灾害性天气给石羊河流域造成的直接和潜在经济损失在13.05亿元以上,占当年GDP的13.2%<sup>[32]</sup>。沙漠化、沙尘暴的可持续发展超过了经济社会的可持续发展。流域内因缺水和生态恶化造成的弱势群体45.3万人,占流域总人口的20.3%,其中625元绝对贫困线以下人口有9万,且逐年增加。事实证明,“经济和生态是一个不可分割的整体,在生态遭到破坏的环境里是不会有持久的福利和财富的。”<sup>[8]</sup>

经分析<sup>[27]</sup>,石羊河流域的河川径流总量由20世纪50年代的16.958亿m<sup>3</sup>缓慢递减为90年代后期以来的13.259亿m<sup>3</sup>,减少22%。而农田和少量林草灌溉面积由50年代的13.37万hm<sup>2</sup>扩大到了30.6万hm<sup>2</sup>,增加128.9%。灌溉面积的增加是水资源减少的5.86倍。地下水的实际开采量是生态开采量的5.44倍。证明农灌面积的扩大以地下水生态资源量的耗竭和生态系统的失衡为代价。97%的地下水动态长期观测



井资料表明,地下水的水质、水位均呈非紊乱相依型规律,水资源遭到了破坏。依据水循环规律、水资源永续利用的紊乱相依型规律、三态资源控制模式和自然资源经济学等理论审视,坚壁清野的治水方略和高耗水的商品粮基地,摧毁了三水转化关系和三态资源的科学用水关系。石羊河流域荒漠绿洲区,人类和环境动植物可利用的地下水资源已经破产。这是作者经过长期研究而提出科学证据,在国内外水资源研究史上宣布“区域性地下水资源人为造成破产”的首个典型案例。

地下水动态观测研究的科学实践证明,地下水资源是指地下水水位和水质的动态变化在连续呈现紊乱相依型规律条件下,一个水文循环过程中可以交替更新的水量<sup>[8,27]</sup>。通常称天然补给量,作者直称为动态资源量。

作者认为<sup>[27]</sup>,地下水静储量是指不参与当代水循环的水量,是极其缓慢地进行生物地质化学循环而持久性地发挥地下水“七大功能”的水体。按可持续发展和绿色 GDP 核算,地下水静储量实际上是维系代际公平的“资产净储蓄量”,是生物界存入地质银行的生态资本金。地下水静储量与动态资源量的关系,是本金与利息的关系,利率的高低以交替更新的循环水量而定。当一个流域或地区调整后的“地下水资产净储蓄量”为正值的时候,代际财富才会增加,生态平衡的基础就稳固,在满足当代人需求的同时,不危害后代人的需求。

要恢复石羊河流域的地下水资源,使之达到绿洲生态稳定和代际公平的水准,若采用三种不同的流域水资源配置利用方式,分别需 29.0 a、40.3 a、169.6 a。<sup>[27]</sup>可见,“一个流域内可用水的水质水量是有限的,不考虑水与生态环境之间的相互关系,只强调局部的近期利益,忽视广泛的长期利益,在水的利用上就会出大问题。”<sup>[8]</sup>这是 1987 年作者所做的结论,仅仅 10 多年在石羊河流域得到了充分验证。

防治沙漠化沙尘暴,从科学研究到政府决策,再到社会举措,几十年来人们把目光和精力集中在地表现象的暂时缓和,而没有关注地下水水位区域性大幅度下降,漏斗加深扩大,地下水的生态资源量耗竭,生态动力作用丧失的根本问题。更深层次地说,建立在地下水大量掠夺性开采之上的“漏斗型农业”、“漏斗型工业”、“漏斗型高科技火炬带”、“漏斗型林业”、“漏斗型绿洲”、“漏斗型大都市”、“漏斗型社会”等,还能维持多久?<sup>[27]</sup>人类必须走出掠夺性开发地下水的误区。

石羊河流域的大规模开发,由于非理性的诸多因素未及时排除,终于走向了“建设性破坏”。所谓“建设性破坏”,就是泛指出于近视、无知、疏忽、决策失误、管理失控等人为因素,没有按客观规律办事所造成的破坏机制。<sup>[33]</sup>这种建设恰似破坏,建设的规模越大,人为的灾害越严重。它是比自然灾害更有“理由”、更难识别、危害更深重、影响更广泛的致灾源。人类的盲然,就是把“五滥”性经济活动也看成是“建设”,尚未认识自己造就了灾害。从哲学的角度讲,自私+无知=灾难或毁灭,不是当代人的灾难或毁灭,就是子孙后代的灾难或毁灭。<sup>[27]</sup>中外历史上绿洲被毁灭的事例屡见不鲜,但绝大多数是在《人类环境宣言》和《世界自然保护大纲》发表之前。

(5) 由于三态资源理论和控制模式的限制,生态平衡的自然法权分配给人类可以开发利用的水资源量倍感紧缺,荒

万方数据

漠绿洲区处理水危机和应对沙漠化、黑风暴等生态危机的战略性战术性对策是什么? 1987 年作者提出,走生态农业的道路,建设节水型的生产体系和节水型的社会。<sup>[8]</sup>节水型社会解决的是人的思想意识和行为规范问题,把人类从开发利用水资源的误区中拽出来。节水型生产体系解决的是一切社会经济部门科学用水的实质性问题,真正把水节约出来。二者互为联动,但不可取代,不能冲淡节水型生产体系的主体地位,关键在于系统地科学利用水资源。终端用水的技术细节决定着战略的成功,战略源于成千上万细节的科学组合。因此,在《论干旱荒漠区农田水利向绿洲水利发展》<sup>[9]</sup>中,针对耗水大户农业及林草业的科学用水和绿洲的生态用水,又论证提出了生态灌溉量、绿洲水利生态系统、绿洲经济的概念和理论,解决战略、战术问题。其要点是:

人类开发绿洲几千年,但没有一门《绿洲学》。如何认识绿洲和科学利用水资源?

绿洲是荒漠地理系统中依靠外来径流的生态功能而发育形成的高级生态系统。但绿洲毕竟只占一小部分,外部有强大的风沙侵蚀,内部还要受到水情变化的动态性制约,使生态系统显得相当脆弱。历史上由于人类不懂得绿洲的特殊性和生态平衡,以为通过对水、土、生物等自然资源的大规模垦殖活动,就能建立起依靠灌溉农业支撑的神圣王国。但往往繁荣一时之后,紧接着走向衰落或消失。审视人类通过发展灌溉农业来支配和经营绿洲的功过,先兴后毁的本质原因,就是把“绿洲经济”简单地理解成以灌溉为基础的“农田经济”,只考虑扩大农田灌溉,不考虑绿洲的生态用水,不考虑发展林灌草畜产业,农田大水串灌漫灌而盐渍化,绿洲缺水而植被死亡,破坏了绿洲由森林、灌丛、草原、湖泊等构成的稳态结构和生态功能而沙漠化。

绿洲的结构怎样才算是科学的合理的? 干旱区生态学家柯夫达认为,一个高效的绿洲生态系统,农、林、草较适宜的大致比例为:森林占 10%,草场和多年生植物 50%~60%,翻耕播种的一年生作物 30%~50%。<sup>[34]</sup>石羊河、黑河、塔里木河等内陆诸河流域,要高效开发经营绿洲,必须确立绿洲水利的地位。首先必须以农林草作物生态灌溉量的攻关研究为微观指标体系,以绿洲水利生态系统为宏观控制体系,把水资源系统纳入生态系统,按照和谐、高效的生态学原理,精确估算水环境(河川径流、地下水、吞吐湖泊等)可承受的水资源开发引用量,合理确定山前扇形绿洲、中游沿河绿洲、下游三角洲绿洲的总体规模,再确定城市、乡村、农田、草地、森林灌丛的规模和结构,以此作为蓄引提灌和供水排水的基本格局,达到水的净收入总和必须与开发的农、林、草、牧、渔、副、工业、事业及人口、畜群、家禽,特别是野生动植物等多项用水的支出总和相平衡。这是流域规划和科学开发的基本依据。

为避免水资源危机导致绿洲生态危机,重蹈先兴后毁的历史覆辙,石羊河、塔里木河、黑河等内陆诸河流域,不能再继续盲目地大规模开垦绿洲,修建截流引水工程,导致下游绿洲的水资源急剧削减,不宜发展耗水多、污染重的产业,不宜发展像乌鲁木齐那样工业特别集中、人口超过百万的大都市,更不能像石羊河流域大规模地掠夺地下水来建设“商品

粮基地”。黑河流域若果将“10万亩水稻基地”建成,并逐步把张掖市扩建成河西走廊最大的中型城市<sup>[35]</sup>,其下游绿洲和驼学基地的存亡便可想而知。为了严格保持绿洲开发的生态平衡、水盐平衡、水热平衡和结构稳定,建立节水高效的绿洲生态系统,工业和生活用后余废水的生态化处理和循环使用,防止水库、塘坝、湖泊等淡水渔业受污染、富营养化、甚至干涸的“临界水质流量”,以及“生态开采(排水)量”、“生态灌溉量”,将起决定性的作用。

“生态灌溉量”的含义是,根据作物品种的生物学特性、生态学特性,在先进的耕作灌溉技术下,能与光、热、气、肥、土、种等诸生态因子产生加成效应和协合效应的最佳灌溉量。<sup>[9]</sup>

柴达木盆地的香日德农场创造过单方水生产2.3 kg小麦的高产纪录<sup>[36]</sup>,不亚于以色列的高技术设备节水。北京农业大学的王树安教授大面积开展的“吨粮田”研究,水分生产率可以提高4.65倍<sup>[37]</sup>。中科院兰州沙漠所黄子琛等研究人员连续3 a试验,在年降水量100 mm左右、年蒸发量2 400 mm的河西走廊,科学合理地灌溉400 m<sup>3</sup>,就可以达到“吨粮田”<sup>[38]</sup>。石羊河流域及西北干旱内陆区的光温生产潜力与闽浙一带相当,灌溉定额好几倍地大于“吨粮田”的耗水量,但单方水只能生产0.17 kg(新疆)、0.31 kg(河西走廊)、0.49 kg(石羊河流域)粮食。说明综合生产力是相当低的。其中,串灌漫灌引起的“水肿病”是最大的危害。开展“生态灌溉量”的研究,具有十分重大的科学意义和实用价值。

组织多学科的专家,把“生态灌溉量”作为重大攻关课题加以研究,按不同作物品种,按不同生态类型区域,制定“节水增肥灌溉栽培技术规程”,广泛推广使用,西北内陆河流域人均产粮可达到680 kg,棉、油、菜、糖同时能获得较大发展,年可节水150亿m<sup>3</sup>以上,能解决300万hm<sup>2</sup>林地草用水,腾出适当面积草粮轮作,加快发展畜牧业及其加工业,绿洲的结构将会逐渐趋于合理。

1990年作者携带此文出席“中国干旱区生态学学术讨论会”期间,中科院学部委员、中国生态学会常务理事李博教授当面说:“你的学术思想在国际上至少是先进的,很有价值。”论文被中国生态学会指定为1991年在日本召开的国际生态学大会交流论文。因无人帮助作者解决7 000元差旅费而未能赴会。1998年该文被选入新华社等编辑出版的《今日的辉煌》大型改革发展文库,评为全国改革发展优秀论文。

用上述理论权衡石羊河流域的大规模开发,从20世纪70年代到现在,始终没有拿出一个权威性的科学规划,造成水资源开发利用和管理失控。蓄引提灌溉工程体系的年供水量一直保持在26.5亿m<sup>3</sup>左右,70年代水资源开发利用率为131.8%,80年代为153.6%,90年代为169.0%。水资源开发利用对生态平衡的影响指数是水环境和生态环境可承受力的3.48倍。用水结构也极不合理。以2000年为例,水资源总量15.392亿m<sup>3</sup>,供水量26.628 2亿m<sup>3</sup>,开发利用率173%。用水结构及其所占水资源总量的比重是:粮食作物用水22.402 5亿m<sup>3</sup>,占流域水资源总量的145.55%;蔬菜作物用水0.943 6亿m<sup>3</sup>,占6.13%;林果草业用水0.972 0亿m<sup>3</sup>,占6.31%;渔业用水0.074 0亿m<sup>3</sup>,占0.48%;城乡生活用水0.704 8亿m<sup>3</sup>,占4.58%;工业用水1.531 3亿m<sup>3</sup>,占9.95%。开发利用地

万方数据

下水12.676 4亿m<sup>3</sup>,是正常状态下地下水生态开采量的5.73倍。生产1 t粮食灌溉用水量高达2 222.47 m<sup>3</sup>,单方水产粮0.45 kg。灌溉水的回归渗漏系数仅占18.2%,按水资源的净支出量分析,生产粮食的净耗水量占流域水资源总量的119%,生产吨粮耗水量1 817.6 m<sup>3</sup>。事实说明,即使223万人口、198万头大小牲畜不要饮水,蔬菜、林草、渔业、工业等产业用水全面取消,流域水资源总量也无法承载高耗水的“商品粮基地”。<sup>[27]</sup>

石羊河流域之所以是沙漠化沙尘暴的重灾区、频发区,年年翻耕播种的农作物面积高达95.34%,林草种植灌溉面积仅占总灌溉面积的4.66%<sup>[17]</sup>,既造成冬春大风季节有大量裸露疏松的地表土壤,又使荒漠绿洲区防风固沙植被大面积衰败、死亡;高耗水低产值的农业经济比重高达80.12%,林业经济比重仅占0.87%,牧业经济比重仅占18.63%,不关注林灌草畜在荒漠绿洲区的生态地位、产业地位,不重视“粮经林草四元种植结构<sup>[32]</sup>”,更没有考虑以“生态灌溉量”的攻关研究为突破口,以节水高效的“绿洲水利生态系统”取代串灌、漫灌的“农田水利系统”。特别是高耗水的商品粮基地30 a来平均每年提供的商品粮等于从最缺水的石羊河流域调走了4.647 2亿m<sup>3</sup>水资源,从而改变了石羊河流域的生存逻辑。<sup>[27]</sup>

喷灌、滴灌等固然是科学利用水资源的重要手段,但不是农林草科学用水的全部内涵和唯一手段。国内外的大量事实证明,土壤养分缺乏是制约生产力提高的主要原因。土壤生态学家侯光炯教授认为,“土壤是一种类生物体”,有机质含量提高1%,水分利用率可提高5%~10%。把旱作有机农业耕作技术同多次少量的灌溉相结合,在测土配方施肥,精耕细作条件下,单方水能生产2 kg以上的粮食。在贫瘠的土地和串灌漫灌、粗放经营条件下,单方水的生产能力极低。2000~2002年石羊河流域的单方水产粮仅0.45 kg。年降水只有240 mm,历史上以“苦甲天下”著称的甘肃中部靖会扬黄灌区,把旱作有机农业耕作技术和适量灌溉相结合,水分生产率(含降水的单方水产量)小麦1.54 kg,玉米2.46 kg,是石羊河流域的3倍多。国外也是一样,不同的耕作灌溉制度,水分生产率相差10倍以上<sup>[39]</sup>。它们之间的巨大差距,是水分在诸生态因子中是否形成“加成效应”和“协合效应”的差距<sup>[27]</sup>。

人们把生态农业只当作无污染的农业,其实生态灌溉量的研究和应用是生态农业的主要内涵。农业部门开展的农艺节水,上升到理论讲,无疑是“生态灌溉量”的研究。以石羊河流域为例,即使将水分生产率提高3倍,即单方水产粮达到1.35 kg以上,按目前生产10亿kg粮食计,只需8.756亿m<sup>3</sup>水资源,年可节水13.646 5亿m<sup>3</sup>。仅此一项,年总用水量可降低到12.981 7亿m<sup>3</sup>,水资源开发利用率可大幅度降低到84.3%<sup>[27]</sup>。这是一个起码的要求。中国农业大学长江学者康绍忠教授近几年提出的“非充分灌溉”和“控制性作物根系分区交替灌溉”,就其理论的本质讲,实际上是“生态灌溉量”的攻关研究。在土肥种等措施尚不配套的条件下,已取得突破性进展,在民勤沙漠绿洲区推广近4 200 hm<sup>2</sup>,节水量达40%<sup>[40]</sup>。石羊河流域的有关灌溉专家指出,以高标准渠系为主体的节水“从一定层面上讲还带有节水假象的欺骗性<sup>[41]</sup>”。只有从“生态灌溉量”入手,以提高水分生产率为主体的节水,才是



真正的节水<sup>[27]</sup>。

系统的观点强调制度的变革,战略的观点强调长远的发展。有什么样的科学理论,有什么样的制度和发展战略,就能造就什么样的行为和什么样的结果。甘肃农业大学的施炯林教授等,14 a 前根据“生态灌溉量”的理论,开展过“石羊河流域生态灌溉制度研究”的课题,众多的专家评价“理论上达到国内领先水平”。但因不被重视,得不到科研经费的有力支持,未能深入广泛地进行下去。农民把水当作万能的增产因素,狠心地灌,造成水肥流失,土壤嫌气性增加,农田生态系统的加成效应、协合效应被干扰破坏。越是蓄引提工程配套的地方,越是抛弃旱作有机农业耕作技术,一把化肥加大水串灌漫灌,觉着很过瘾。实事求是地说,不完全是农民的责任,而是水利科学、农业科学没有主动去和生态学结合,做出完满回答的责任。<sup>[9,27]</sup>

由于“生态灌溉量”的研究滞后,使其在生产上应用的时间至少要推迟 15 a,高耗水的粮食作物挤占林草业用水,掠夺生态环境用水,从而使石羊河流域及干旱半干旱区丧失了大幅度减少水、土、生物等自然资源消耗和控制沙漠化蔓延的良机<sup>[9]</sup>。把“生态灌溉量”的攻关研究摆在突出的战略位置,走一条有中国特色的与以色列不尽相同的高技术节水路子,把石羊河流域的农业用水,把干旱半干旱区的农业用水,把世界第一耗水大国的农业用水,降到一个比较科学的水平,就是对缺乏资金、用不起高技术设备节水的发展中国家的贡献,对全人类的贡献,对实现水资源可持续利用和生态环境保护的重大贡献。

上述事实说明,中国西部环境退化地区和生态易受破坏的地区,针对土地和蓄水层,针对沙漠化和沙尘暴,不仅有科学研究,而且不是一般经验性的科学研究,而是在 20 世纪 80 年代就有理论突破的深层次研究。

#### 9 切中要害地论证出石羊河流域受损生态系统恢复的战略举措

2000 年以来,国务院总理温家宝对石羊河流域的生态环境问题做了 5 次批示。其中 2001 年 6 月 9 日批示说:“当务之急是石羊河流域生态综合治理应提上议程,建立流域统一管理机构,大力实施节水工程,有效地控制沙漠化和草场退化。决不能让民勤成为第二个‘罗布泊’。”温总理的批示应当说是石羊河流域否极泰来的大转机。

2002 年 6 月,武威市人民政府提出的《石羊河流域武威属区水资源和生态环境治理方案》,要维修新建 16 座水库,新修 3 000 km 高标准干渠和 1.2 万 km 支渠,更新 1.36 万眼机井,使灌溉面积达到 18 万 hm<sup>2</sup>。表明坚壁清野的治水方略和粗放经营的商品粮基地没有丝毫松动。由亚行提供技术援助和国内数位科学家咨询于 2003 年 11 月完成的《甘肃省优化荒漠化防治方案》,对地面的生态恶化和治理措施阐述得比较透彻,但对地下生态动力作用的严重受损不大清楚,没有考虑地下水资源破产对受损生态系统恢复的巨大影响,采取相应的战略措施。甘肃省计发委于 2003 年 12 月提出的《石羊河生态环境综合治理规划》,将水资源利用率达到 122% 定为综合治理实现的主要目标之一。意味着对地下水的掠夺性开采不轻易放弃,实践中会继续把环境保护的基本

万方数据

国策变成“基本失策”。

作者 30 a 来对石羊河流域的跟踪研究<sup>[27]</sup>证明:该流域生态系统受损的机理与过程是,坚壁清野的治水方略和高耗水的商品粮基地,摧毁了流域水资源可持续循环的三水转化关系,导致了地下水资源破产,使绿洲生态系统失去了以水循环为基础的水资源生态动力支持系统,因而大规模地爆发了沙漠化、沙尘暴。可逆损害与不可逆损害的临界点是地下水生态警戒水位。制约该流域生态恢复的最敏感因子是水资源,特别是地下水资源。可见,坚壁清野的治水方略,高耗水的商品粮基地,是禁锢石羊河流域自然生态与经济社会协调发展的“两个凡是”,是流域内绿洲生态系统全面受损的战略性根源。

众多的专家学者没有真正认识石羊河流域的“庐山面目”,党政官员更怕冒“政治风险”,不敢触及“两个凡是”。越是怕冒风险,问题越积重难返。事实上,沙漠化、沙尘暴对生态家园的毁灭是最大的政治风险。干旱荒漠区要建设的全面小康社会,首先是没有沙漠化蔓延和沙尘暴频繁袭击的社会,没有缺水性弱势群体和生态难民的社会。只是认识不到位,国家的考核标准和“问责制度”不健全,因而没有意识到什么是最大的政治风险。有鉴于此,作者对石羊河流域的综合治理,即受损生态系统的恢复,论证提出了以下对策<sup>[27]</sup>:

生态学告诉我们,恢复是恢复生态系统合理的结构、高效的功能和协调的关系。恢复不等于复原,恢复包含着创造与重建。可遵循两种模式途径:当生态系统受损未超负荷并是可逆情况下,压力和干扰被移去后,恢复可以在自然过程中发生;当生态系统的受损是超负荷的,并发生不可逆变化,必须采用生态工程的特殊方法,至少使受损状态得到控制。<sup>[42]</sup>

第一,移去压力和超负荷干扰的恢复——取消高耗水的商品粮基地。

取消高耗水而粗放经营的商品粮基地,有四大理由显而易见:

(1) 有利于保护性节约流域水资源,刹住生态继续恶化的非理性开发。该流域农业用水竟占水资源总量的 151.68%,高于全国平均水平 76.35 个百分点。其中粮食生产用水占 145.55%。生产 1 t 粮食净消耗 1 817.6 m<sup>3</sup> 水资源,显然是粗放经营而高耗水。目前年均向社会提供的 21 万 t 商品粮,净耗水量达 3.816 9 亿 m<sup>3</sup>。取消商品粮基地等于保护节约了这些水资源。进而顺应粮食消费对品种结构的调节,留出稻米等 10 万 t 的需求份额,再减少 10 万 t 小麦生产量,等于又调进 1.817 6 亿 m<sup>3</sup> 水资源。两项合计 5.634 5 亿 m<sup>3</sup> 水资源,可以大幅度加快林灌草畜生态产业的发展,加大调整产业结构的力度,促使生态恢复。

(2) 有利于制止石羊河断流,防止民勤成为第二个罗布泊。商品粮基地重点在流域中上游的凉州区和永昌县,水资源消耗量占入境水量的 92.8%。不取消高耗水的商品粮基地,石羊河断流和民勤成为第二个罗布泊势不可免。

(3) 有利于国家建立“资源节约型国民经济体系”和推行“全面节约战略”。1990 年国家在北京举办的“节约粮食展览”,揭露了一个触目惊心的事实,全国城乡居民 1 a 浪费掉的粮食不下 200 亿 kg!<sup>[43]</sup>从那时到现在,浪费粮食的行为



有增无减。200亿kg粮食是个什么概念?等于河西走廊10a的粮食生产总量,等于石羊河流域20a的粮食生产总量。生产这些粮食耗掉的水资源至少达304.8亿m<sup>3</sup>,等于每年浪费一条黄河的耗水量。按人均400kg计,浪费掉的200亿kg粮食可供目前全国3000万温饱线以下人口吃1.7a。全国浪费1.5a的粮食,就等于毁掉一个石羊河流域的生态环境,制造出一个类似民勤的“生态恶化六最县”。全国浪费3a的粮食,就等于消耗了河西走廊30a的水土等生态资源,制造出一个“沙尘暴走廊”。像石羊河流域这样的干旱荒漠区,不顾地下水资源耗竭和绿洲沙漠化,大规模搞粗放经营的商品粮基地,有无必要?1992年著名科学家周光召和中科院地学部的百余名专家学者提出“建立资源节约型国民经济体系”,国家计委提出“全面节约战略”,但未能高度重视和组织实施。生产和消费领域的浪费是中华民族的第一心腹大患,是可持续发展的拦路虎,比沙漠化、沙尘暴和旱洪灾害有过之而无不及。可持续发展的核心是可持续消费。

(4)有利于突出西部大开发的战略重点,以“生态-经济”双动力合一发展的着力点和“粮经林草四元种植结构”的新模式打造绿洲经济,在大规模调整产业结构中扭转以牺牲生态环境为代价的用水格局。首先是按绿洲水利生态系统调整经济-社会-生态用水结构,用10a时间创造令人信服的发展前景。调整的范围、幅度、目标是:强化祁连山水源保护,使流域自产水资源稳定在15.329亿m<sup>3</sup>以上,加上金昌、民勤已从外流域调水1亿m<sup>3</sup>,流域水资源的总量按16.329亿m<sup>3</sup>计。地面生态系统的经济、社会、生态用水按14.1968亿m<sup>3</sup>规划,每年腾出2.1952亿m<sup>3</sup>左右的水资源恢复地下生态系统,补偿严重受损地带地下水及特别有价值的湿地恢复。从而使水资源的开发利用控制率在86%以下,争取尽快走向绿洲生态稳定和代际公平的可持续发展。粮经林草总灌溉面积控制在30万hm<sup>2</sup>。按“农民自给型的粮食生产+小康型的蔬菜产业、林灌草畜产业”调整产业结构。粮食作物面积压缩到12万hm<sup>2</sup>,配水6.0997亿m<sup>3</sup>,用水权重43.0%;蔬菜面积增至6万hm<sup>2</sup>,配水1.800亿m<sup>3</sup>,用水权重12.7%;林灌草面积增至12万hm<sup>2</sup>,配水3.774亿m<sup>3</sup>,用水权重26.5%;渔业配水0.148亿m<sup>3</sup>,用水权重1.0%;工矿企业强化循环利用,配水1.5313亿m<sup>3</sup>,用水权重10.8%;城乡生活配水0.8458亿m<sup>3</sup>,用水权重6.0%。把林灌草畜产业作为一个大产业开发,每年将林灌草枝叶和农作物秸秆全部加工成营养丰富的生物饲料,种养加销,系统增值,形成有特色的高档肉羊肉牛产业区,实现生态和经济双赢。经论证,仅此一项,经济效益是压缩掉的30万t粮食生产加工年产值7.5亿元的5倍以上。生态效益,年可吸收二氧化碳156万t,释放氧气128万t,防止土壤风蚀和降尘760万t,能减缓140万hm<sup>2</sup>绿洲、农田扬沙或就地起沙,同时能保护绿洲外围百万公顷荒漠区稀疏的草本植被免遭人畜放牧侵害,为动物提供栖息环境,恢复生物多样性和生态系统。

在上述大规模调整产业结构和用水结构的基础上,借鉴日本、深圳、浙江、河北等地搞市场经济的成功经验,大做无中生有文章,论证发展一批“两头在外”的“零资源产业”。整顿所有机关、企事业单位、国营农场非农业人口滥占滥用的

万方数据

水土资源,安置风沙区、水源涵养区弱势群体和生态难民。工矿企业按万元GDP核定刚性供水指标,按“循环经济”切实提高水资源重复利用率,消灭污染。种植业全面贯彻“钱学森沙产业技术路线”,多采光,少用水,新技术,高效益。核定水价要考虑水质因素,优质相对加价。以法律法规和政策调动流域内每个人都珍惜水,参与生态保护,把对财富的心态、理念、思维、判断,集中在科学发展观和五个统筹的基础上,建立绿洲水利生态系统和绿洲经济的价值观、生存观、发展观、产业观、富裕观。

第二,用生态工程的特殊方法恢复——首先把民勤建成中国的“内盖夫”,把石羊河流域逐步建成中国的“以色列”。

以色列的经验证明,人均水资源800m<sup>3</sup>以下,不采用高技术节水,只有破坏而无发展。以色列与石羊河流域的水资源都是16亿m<sup>3</sup>左右。前者有计划、有步骤地进行了4次农业革命,采用高技术设备节水,拼科学技术,主攻“节水型创汇农业结构”,集约经营荒漠区宜农荒地,以原有的16.53万hm<sup>2</sup>耕地为基础,又改造沙漠为林地、草原、农田26.8万hm<sup>2</sup>,生产1t粮食仅需432m<sup>3</sup>水资源<sup>[44]</sup>。半个世纪以来人口增加了7倍,而农产品增加了16倍,不到5%的农业人口养活了90%以上的城市人口,每年还有25亿美元的农产品出口创汇<sup>[45]</sup>,人均GDP17248美元,高水平地养活640万人口<sup>[46]</sup>,跻身于世界经济强国。后者采用大水串灌漫灌,拼自然资源,拼生态环境,发展粗放经营的商品粮基地,半个世纪以来,人口增加了1倍,绿洲沙化了一半,人均GDP仅535美元,却养活不了230万人口,造成沙漠化、沙尘暴和弱势群体、生态难民的出现。2000年以色列的GDP是石羊河流域的92倍,单方水GDP是石羊河流域的143倍,1亿m<sup>3</sup>水资源可以高水平地养活41.87万人口。而石羊河流域1亿m<sup>3</sup>水资源只能低水平地养活10.41万人口,且掠夺性使用水资源,中上游危害下游的生存,当代人危害后代的生存,人类危害环境动植物和绿洲的生存。

事实说明,人多不是沙漠化的理由。因循守旧,抱残守缺,锐意创新的精神没有焕发出来,是最根本的原因。石羊河流域落实科学发展观,重在落实“科学技术是第一生产力”,已到了“调水不如调科技”的发展阶段。

石羊河流域的生态综合治理和制止民勤沦为第二个罗布泊,不能简单地重复黑河流域、塔里木河流域向下游泄水达到生态自我恢复的办法。一是石羊河、黑河、塔河流域的人均水资源分别是690m<sup>3</sup>(含外流域调进的1亿m<sup>3</sup>)、1360m<sup>3</sup>、4600m<sup>3</sup>,开发利用率分别是169%、112%、79%。节水空间:塔河流域>黑河流域>石羊河流域;节水难度:石羊河流域>黑河流域>塔河流域。10多年来,石羊河流域的常规节水“成绩”年年有,但年年的水资源开发利用总量稳定在26.5亿m<sup>3</sup>没有下降,地下水位年年区域性大幅度下降,输往民勤的石羊河径流量年年大幅度锐减而出现断流。二是黑河、塔河两流域的地下水资源没有遭到区域性大规模开发而空心化,石羊河流域由于30a大规模开发,人类和环境动植物可利用的地下水资源已经破产,要大量泄水恢复民勤的地下水生态警戒水位,使生态系统自我恢复极不现实。三是黑河、塔河流域下游没有高度密居的几十万人口。石羊河流域下游的民

勤有 30 余万人要吃要喝要发展, 经济社会和生态环境之间的用水矛盾十分尖锐。

以色列的国土面积中 60% 以上是不适合人类生存的内盖夫沙漠, 面积 1.66 万  $\text{km}^2$ , 与民勤县的面积有惊人的相似之处。但内盖夫沙漠原生态环境的恶劣比今日沙漠化的民勤县要严酷得多。在半个世纪中, 以色列硬是用科学技术拼出了沙漠高效农业。而民勤在 30 a 中“银窝窝”却变成了“沙窝窝”<sup>[23]</sup>。灵活借鉴以色列的经验, 全面采用高技术设备节水, 把民勤建成中国的“内盖夫”, 既实现了温家宝总理决策的“决不能让民勤成为第二个罗布泊”的战略目标, 又能实现经济、社会、生态的可持续发展, 快速高效防治沙漠化、沙尘暴, 其科学价值、水利成就和对国内外的政治影响, 将是一座沙漠埋不掉沙尘暴刮不倒的历史丰碑。

(1) 按“两大原则四个公平”科学配置流域水资源, 中上游必须从库渠系统中每年给民勤下放 3.226 亿  $\text{m}^3$  水资源;

(2) 利用“两种资源, 两个市场”, 大规模调整产业结构、产品结构, 主攻节水型经济结构, 建立节水型生产体系;

(3) 请国家突出重点, 加大科技投入, 大规模培训农民, 以高技术设备节水首先把民勤建成中国的“内盖夫”。同时以生态灌溉量的攻关研究为突破口, 把石羊河流域逐步建成中国的“以色列”;

(4) 科学治理, 务求实效, 必须组织多部门多学科的专家学者集思广益, 以“科学发展观”和“五个统筹”取得共识, 以理性为核心的科学、技术、法律知识, 制定大智慧集成的流域综合治理和可持续发展规划。伤痕累累的石羊河流域, 再也经不起拍脑门、拍胸脯、拍屁股的“三拍决策”和想象性治理了。历史的经验告诉我们, 很难设想一个部门的规划设计师自身能够一专多能而通晓全科, 很难设想任何一个行业部门或一个科研院所校能够承担此重任。

#### 10 论证创立了水利生态学及其若干新的概念、理论、方法、标准

综上所述, 作者 30 a 来从事的“干旱区水资源科学利用与绿洲沙漠化防治研究”, 是以解决荒漠绿洲区的生态环境用水和扭转内陆河流域坚壁清野的治水方略为立论, 以生态学、水文学、水文地质学、植物地理学、植物生理学、区域经济区划学、生态经济学、水利学、决策学等相互交叉为理论支撑, 以石羊河流域为重点案例, 兼容塔里木河、黑河等流域下游绿洲的水资源危机而引起沙漠化蔓延、沙尘暴肆虐、生态环境和经济恶化为事实支持, 以人类和动植物界赖以生存与发展的每 1  $\text{m}^3$  水资源和每 1  $\text{m}^2$  绿洲持久性地处于良性循环状态<sup>[9]</sup>, 以期实现经济社会和自然生态协调发展, 满足人的基本需要和保护生态系统为价值判断, 以紊乱相依型规律维护水资源的正常循环和永续利用, 以三态资源控制模式和生态开采量保护地下水生态警戒水位和地下水生态资源量, 以生态灌溉量为农林草科学用水的微观指标体系, 以水环境可承受的绿洲水利生态系统为流域用水规划的宏观控制体系, 以重视林灌草畜生态产业, 发展产业结构合理、生态功能齐全的绿洲经济, 以“两大原则四个公平”配置流域河川径流水资源等为战略举措, 解决干旱荒漠区内陆河流域水资源科学利用, 防止地下水耗竭, 保护荒漠绿洲植被, 防治沙漠化、沙尘

万方数据

暴, 维护生态系统的生物多样性和生态平衡等重大问题的研究成果。其突出的特点是:

(1) 研究方法创新。多学科交叉, 包括自然科学和社会科学, 扬弃了以传统的单学科思维研究水资源合理利用的传统方法。

(2) 切入点和科研路线创新。把“生态环境用水”纳入荒漠绿洲生态系统, 以生态平衡的自然法权作为解剖刀, 从地下水入手向地表水推进, 从内陆河下游的绿洲沙化区入手向中上游绿洲精华区、水源涵养区推进, 从保护荒漠绿洲的生态用水入手向节水型生产体系和节水型社会推进, 从“水利是农业的命脉”入手向“水利是绿洲的命脉”推进, 从水资源的传统习惯性利用向生态学化的高效性利用推进, 从水资源配置的生态原则入手向人权原则推进, 从“绿洲水利生态系统”入手向“水资源生态动力决策支持系统”推进, 来研究水资源的和谐、高效、持续、多样性利用和保护。其中, 把人权原则引入水资源科学配置, 提出“建立水资源生态动力决策支持系统”是国际国内最新的突破。

(3) 理论创新。建立并运用了“水利生态学”的全新理念。

1972 年《人类环境宣言》指出, 人类必须利用知识同自然合作。1980 年《世界自然保护大纲》又提出了“人与自然和谐”的“可持续发展”。这是关乎人类未来命运, 地球未来命运的科学命题。

尽管科学研究的创新在不断提供新知识, 但从穷乡僻壤的农村和整个社会的角度看, 人与自然合作的知识是供给不足的。大家都存在得过且过的倾向, 没有过多的个人愿为人类获得“人与自然合作的新知识”投资于科学研究, 都希望从他人创造的知识中获得利益, 甚至漠不关心。

认识世界, 认识自然, 人类总是从生命攸关的事物开始。水是万物生命之源, 有水就有生命。有了生命就需要生态位、生存权、用水权、发展权。人类需要生态位、生存权、用水权、发展权, 动植物、微生物也需要生态位、生存权、用水权、发展权。在一种相对稳定、处于良性循环的生态系统中, 各种动植物、微生物都有自己相应的生态位和生态功能。地球上不能只有人类。人类、动植物、微生物之间的关系是生态平衡和物质循环的关系。如同使用人力资源时要尊重人权一样, 在使用生物资源时也要尊重其生存权、发展权。保护生态平衡的实质就是保护生物多样性, 保护生态环境的实质就是保护生物多样性的生态位, 包括与生命攸关的用水权。任何生物的生态位首先要有水来维持。

生态平衡是自然界的法权。水、土、阳光、空气等决定生物生态位的自然资源, 是生物界共同安身立命的家园, 不是人类的专利。人类是生物界的成员。在生态平衡和自然资源的科学利用面前, 人类不过是一个刚刚懂事的孩子, 正在睁大眼睛观察思考, 未知领域, 未知事物, 眼花缭乱。例如人类对水循环的重要性和“水资源生态动力作用”的认识, 特别是对地下水参与流域性(区域性)水文大循环和生物地质化学循环而输送生命元素、调节能量的巨大功能, 对地下水广泛分布而维护生态系统完整性、生物多样性、遗传多样性和生态平衡的巨大功能, 对地下水在生态环境这一超级复杂系统



中最活跃最敏感的“生态动力作用”的认识,处于朦胧状态,缺乏理论研究。简单地把地下水视为人类可以开发利用的“一种水资源”。在开发利用地下水资源的评价中,潜意识地表现为“地下水可开采量”越大越理想,很容易强化“极限水位埋深”、“极限开采量”的概念。广泛使用而缺乏严谨科学定义的“地下水可开采量”,往往以一个任意性较强的经验系数(如60%~80%)乘以天然补给量(动态资源量)而得出开采量。在“抗旱打井运动”中,甚至根据平原区大厚度含水层和局部抽水试验的单位涌水量,做出“地下海”的判断。缺陷在于忽视了水资源系统和生态系统的基本规律,如水循环和动态平衡的紊乱相依型规律,区域性生态环境用水和生态平衡的规律,等。

水是流动而循环的资源。水循环是生态系统中所有物质进行循环的载体。没有水的循环和输送几十种生命元素的生态动力作用,就没有生态系统的功能,人类和其他生物的生命难以维系。传统的水利科学是以数理化为主体的工程建造学,几乎没有生态学的位置。对水循环与生物圈与生态平衡的关系,人与水圈与生物圈的关系,缺乏深厚的理论研究,对水资源的利用没有按生态系统的结构、功能和“和谐、高效、持续、多样性”的生态学原理科学配置。学术上的缺陷造成了实践中“重开发,轻保护,轻利用”。难以实现“每一滴水都是生命的源泉”这样的高效利用,难以实现“每一项水利工程其本质都是生态工程”的时代要求。

“由于技术圈对水圈、生物圈和其它圈的强大冲击,人类已成了一个不可忽视的地质力量。不少地方为发展灌溉和工业而对水文循环的盲目改造,形成了对许多生物种群生态位的摧残或颠覆。”<sup>[8]</sup>如石羊河流域等干旱区半干旱区,水土资源的恶化,动植物物种的灭绝,沙漠化蔓延,达到了惊人的程度。水循环与生物圈的关系问题,人与水圈、生物圈的关系问题,是决定人类和整个生物界在生态平衡的法规下怎样生存和持续发展的核心问题。这些重大问题的解决,没有生态学的指导和领军,没有多学科交叉和相互融合,没有人类智慧的整合性飞跃,是不可想象也无法解决的。

生态学是当代的前沿学科,是研究人类和生物界生存与发展的科学,是改变人类和生物界尴尬命运的科学,是引导人类理智地对待自然而走向文明的科学,是管理“地球村家务”的科学,也是判断经济社会和科学技术是否进步的科学。“但水利上对生态学没有给予足够的重视,不讲生态学的现象比较普遍。突出的问题是在开发利用地下水的过程中往往没有顾及到环境动植物的需水量。干旱少雨地区那种‘动态资源量=开发资源量’,以及为掠夺性开发地下水而坚持所谓‘多年调节’的理论,在实践中或逻辑上都应该动摇了。代之而起的应当是用生态学的观点、理论和规律去认识水资源,建立水利生态学的评价方法和开发方案。严格地讲,在科学的人工生态系统还没有也不可能完全替代自然生态系统的任何时候、任何地方,水资源的合理利用模式应当是:动态资源量=生态资源量+生态开发资源量。”<sup>[8]</sup>

“水利生态学是以生态学为主导,以水循环为基础,多学科交叉,研究水资源和谐、高效、持续、多样性开发利用与保护的科学。”<sup>[47]</sup>

这是作者1987~1989年论证和宣布水利生态学诞生、建立“三态资源控制模式”的基本理论。因当时国内对人权问题较敏感,所以在发表论文时做了大量删节,删去了人与环境动植物的生存权、用水权、发展权等概念,只强调了生态位,以避免是非和争议。现在“人权”终于写进了《中华人民共和国宪法》,是对科学研究的空前解放。

人权原则解决的是代内公平、代际公平的用水问题,生态原则解决的是流域上下游和生态环境用水公平的问题。这就是水资源科学配置的“两大原则四个公平”。国际国内水资源危机和生态恶化的大量事实说明,建立《水利生态学》是水利科学发展到当今时代的必然要求。

“水是干旱区最活跃的生态因子,又是战略性的经济资源。一切产业,缺乏水就要犯‘木桶理论’的错误;一切生物,包括居于‘生态金字塔’之颠的人类,缺乏水则无生存根基。”<sup>[8]</sup>水利生态学不同于传统水利科学和传统水文地质学的最大特点,就是用生命科学的眼光看待水资源,体现“水是生命源泉”的真实价值,把水资源系统纳入生态系统和经济社会系统,按生态系统的结构、功能分配水资源,优化产业结构、经济结构,从保护源头到终端用水,按生态规律和生态学的若干原理,形成资源链-生态链-产业链,特别是要应用生态学的加成效应和协同效应,以科学技术整合自然资源和人造资源,突出水资源的和谐高效利用,满足人的基本需要和保护生态系统。

“水利的科学化现代化,绝不是蓄、引、提及跨流域调水等工程的规模越搞越大;而是要迅速跟上当今世界科技进步生态学化的步伐,自觉地把生态圈、生物圈的保护放在首位,运用生态科学改造、发展水利科学,为水资源的和谐、高效利用不断开创新技术。就是说,必须用水利生态学指导水资源的评价、开发、利用、保护、补偿和反馈。”<sup>[9]</sup>

审视20世纪以来人类对江河和地下水的大规模开发,只有外延不断扩大的胆略,没有内涵丰富的魂魄。水利生态学就是要为水资源科学开发利用建造魂魄。随着水资源危机和生态恶化的快速逼近,水利生态学在不久的将来是世界上最热门的学科。水利科学的生态学化势在必得。

“20世纪是产业政策胁迫水资源与生态环境就范于经济快速发展的时代。21世纪是水与生态环境与科学技术相结合决定经济发展命脉和产业政策的时代。”<sup>[48]</sup>在这样的时代,如果不以水利生态学求解水资源科学利用的复杂函数关系,建立起经济、社会、生态协调发展的“水资源生态动力决策支持系统”,使人类和整个生物界达到用水的科学化,那么10 a、20 a之后,人类在快速逼近全面爆发的水危机面前将束手无策。人类对水资源生态动力作用的认识刚刚开始,这必将是国际上最前沿的重大攻关研究课题<sup>[27]</sup>。

任何一门学科,都有揭示事物发展变化规律,预测发展趋势、发展后果,建立预警决策支持系统的责任。预警系统建立的过程就是通过科学研究而设置约束条件的过程。

以水利生态学为理念,自20世纪70年代以来,作者通过精心研究,发现和创造性地论证提出了生态环境用水,水资源永续利用的紊乱相依型规律,水资源遭到破坏的非紊乱相依型规律,地下水生态警戒水位,地下水生态资源量,地下



水生态开采量,三态资源控制模式,生态灌溉量,绿洲水利生态系统,水资源生态动力作用,水资源生态动力决策支持系统,“沙漠和绿洲之间的生态平衡实质上是地下水位与植被的平衡”,“地下水是干旱区生态平衡的强大支柱。任何过度的开发只能带来暂时的兴旺,接着是一系列的失调”,“大规模长时期地超采地下水是自毁生存根基、违反科学的行为”,“大数量地牵制中上游的河泉水,就等于毁灭下游的绿洲和生态环境”,“水资源的科学利用与人类的生存、生产、生活和生态环境是一个函数关系,科学利用的程度愈高其利益愈大”,“在荒漠生态型地区过分强调‘水利是农业的命脉’是片面的,必须强调‘水利是绿洲的命脉’。没有绿洲水利的地位,即使再强调‘要合理确定绿洲的生态用水量’也无济于事,绿洲照样沙漠化”,“衡量一个流域开发得是否成功,在很大程度上取决于生态系统和生物多样性保护是否完整”,“节水是人类理智地对待水资源的一次深刻的自我反省和一场深刻的行为革命”,“按人权原则、生态原则科学配置流域水资源,实现代内公平、代际公平、上下游公平、生态环境用水公平,满足人的基本需要和保护生态系统”,“判断理性与非理性开发利用水资源的标准,浓缩为一句话,是否按生态规律开发利用水资源,建立和谐、高效、持续、多样性的生态经济结构和用水结构,使流域生态系统和生物多样性保护得完整,人与自然深层次和谐,经济、社会、生态安全运行,进入可持续发展的轨道”等一系列新概念、新理论、新方法、新标准、新结论,来推动水利科学的生态学化和水资源的科学开发利用。从而深层次穿透力地揭示了以石羊河流域为典型代表的内陆河流域和干旱荒漠绿洲区,非理性大规模开发利用水资源,造成绿洲沙漠化和沙尘暴的过程和机理,即内在外在关系和逆向演替根源:

坚壁清野的治水方略→高耗水的畸形产业结构→农田大水串灌漫灌→地表水管理调度失控→下游河道断流→地下水失去补给源或被大规模开发→地下水位区域性大幅度下降→地下水开采漏斗形成并扩大→地下水生态警戒水位遭到破坏→地下水生态资源量耗竭→湖泊沼泽等湿地消失→地表植被衰败死亡→沙漠化沙尘暴蔓延成灾→绿洲急剧萎缩→生物多样性减少→经济日益衰退→缺水性弱势群体出现→部分沦为生态难民。

为了扭转水资源非理性开发利用和经济社会与自然生态两极分化的逆向演替,从水资源高效利用和防治沙漠化、沙尘暴的视野,论证提出了以生态灌溉量的攻关研究为农林草科学用水的微观指标体系,以绿洲水利生态系统为科学用水的宏观控制体系,发展绿洲经济,粮经林草四元种植结构,“大规模整治‘五滥’,大规模推行节水灌溉,大规模调整产业结构,发展地方优势产业和区域优势林灌草畜生态产业,建设精品农业和精品绿洲,是石羊河流域、河西走廊及干旱荒漠区今后很长一个时期的战略重点”等整治举措和发展战略。从而由地下到地面立体型地建立了人与自然合作的新理论、新知识,推动人与自然由浅层次和谐向深层次和谐转变,实现自然生态与经济社会协调发展。

建议国家高度重视“生态灌溉量”的攻关研究和“水资源生态动力决策支持系统”的攻关研究,列入国家中长期科学

万方数据

和技术发展规划的第 21 个重大攻关课题。

#### 11 落实科学发展观必须尊重事实崇尚理性

1990 年,作者以科学研究为依据,在几次会议上提出,“石羊河流域,特别是民勤县,近几年有爆发黑风暴的可能,不比当年美国、前苏联的黑风暴逊色”。说者有意,听者反感,认为是“危言耸听,制造紧张空气”。

1993 年,百年罕见的“5.5 特大沙尘暴”在石羊河流域爆发,蘑菇云状,宛若原子弹爆炸,风力达 12 级,横扫石羊河流域六县市区的村庄、城镇、农田、绿洲,巴丹吉林和腾格里两大沙漠向绿洲推进数百米至数公里,表层土壤被大风刮走 10~50 cm,低处和水渠被风沙埋压 20~150 cm。其中遭人类干扰的地面,风蚀量高于原始戈壁沙漠 10 倍~100 倍!<sup>[49]</sup>50 人死亡,153 人受伤,12 人失踪,1 万多头(只)牲畜死亡或丢失,19.6 万 hm<sup>2</sup> 农田作物遭灾,直接经济损失 2.56 亿元<sup>[50]</sup>,造成了惨重的生命财产损失和生态环境破坏。作者和甘肃省水科所的工程师等 4 人当天正在腾格里沙漠边缘工作,被飞沙走石扑倒在荒郊野外,伸手不见五指,浑身堆满沙尘,呼吸异常困难,两个多小时,经历了一场刻骨铭心的生死搏斗。

“5.5 特大沙尘暴”以来,石羊河流域爆发强沙尘暴的频率极高<sup>[27]</sup>。中国的“三北地区”也不断遭受沙尘暴袭击。沙漠化、沙尘暴成了中华民族的又一心腹大患,引起了国内和国际社会的广泛关注。国际上的科学研究证明,东亚沙尘暴刮到了大洋彼岸和欧洲。沙漠化和沙尘暴是陆地生态系统和人类文明的超级杀手。防治沙漠化、沙尘暴是世界性的重大课题。

面对沙尘暴频频拉响的生态警报,国家实施的西部大开发战略,把生态恢复和改善生态环境列为战略的“首位”、“根本”和“重中之重”。在研究寻找防治荒漠化、沙尘暴的对策中,学术界和社会上对作者的研究成果有了新的认识。中国未来研究会,中国发展战略学研究会,中国国情报告编纂委员会,中国管理科学研究院学术委员会,中国区域经济发展研究院学术委员会,中国国际人才开发中心高科技专家委员会,中国社会科学院社会比较研究中心,中国科技研究交流中心,国家人事部人事与人才研究所,中国国际人才交流协会,北京国际交流协会,香港科学院,亚洲人文社会科学院,世界华人交流协会,北京大学,中国人民大学,国家知识产权局,中国科技文献出版社,国际学术交流出版社,《中国政协》、《今日中国》、《发现》、《亚太学术前沿》、《中国西部科技》杂志社等 60 多个单位,来函 100 多封,或对作者的研究成果进行评价,或邀请出席高层论坛、国际会议做学术交流,或索取最新研究成果,或征集论文出版经典文库。有的专家还来信询问,国家拨了多少研究经费,愿意和作者一起在风沙线上摸爬滚打。

来自方方面面的这些厚爱 and 关注,对作者精神上是很大的鼓励和支持,既感到欣慰,又感到抱歉。外界并不知道,几十年来,作者自选课题,自筹经费的研究,是公益事业,只有付出,没有回报,毕竟无法支撑下去。真正体会到了“一分钱难倒英雄汉”的滋味。更由于作者的学术观点、治水思路、治水方略与非理性的大开发不合谋,不愿做浪费水资源、破坏生态环境的“驯服工具”,越来越被边缘化,处境艰难,酸涩苦

辣,深埋心底。因此,给方方面面几乎没有一句话或一个字的回音。回想起来很不礼貌。在这里只能道声:谢谢了,实在对不起!

欲干不能,欲罢不忍,时时感到惴惴不安,好像还有什么要事没能完成,甚至很无奈。因为作者的研究成果无论学术界怎样关注,毕竟没有得到国家的认可和决策层的重视,没有得到甘肃省和石羊河流域的重视,因而没能挽救民勤绿洲被沙漠化,没有触动石羊河流域坚壁清野的治水方略和有缺陷的发展战略。水资源非理性的大规模开发,终于使石羊河流域造成了四个推进、五个减少的流域性生态环境退化,出现了强沙尘暴策源地和生态恶化六最县的灾难性后果。

几位学术界的朋友说,“假若你会制造爱国号导弹,准能引起国家重视,不会像现在这样无住房,无办公室,无事可干。”作者认为,爱国不等于都去制造导弹。生态利益是人类的最高利益。维护人类的生态安全,维护国家的生态安全,维护一个流域的生态安全,维护一个县域的生态安全,维护一片绿洲的生态安全,同样是功德无量的事业。生态环境问题具有广泛的扩散性,单单一个民勤一个石羊河流域的沙尘暴就可以破坏中国西北、华北的气候。

20世纪50年代,黄万里教授根据“泥沙理论”和黄河的演变规律,力谏三门峡大坝不能修建;马寅初教授发表《新人口论》,提出人类也要计划生育。决策层不但没有听进去,这两位尊重事实,崇尚理性,敢说真话,有科学献身精神的伟大科学家,却遭到了非理性的对待。结果,我们用灾难验证了科学真理、科学见解。1989年,时任国务委员的宋健同志在中科院地学部召开的“水资源合理开发利用研讨会”上讲:“听不见科学界的声音很危险。”<sup>[26]</sup>而石羊河流域恰恰扮演了一个听不见科学界声音的典型角色,又一次用灾难来验证科学真理。

一个不断地用灾难来验证自然规律和科学真理的民族,究竟还有多大的承受能力?如何跻身于世界先进民族之林?出错的根源在哪里?很值得全民思考。特别是需要决策层冷静思考。柏拉图说,人是理性的动物。现代社会是高风险社会,人人需要理性,处处需要科学,时时注重研究。科学与生态,科学与经济,科学与社会,有相依为命的关系。深层次揭示事物发展变化规律的科学是生态、经济、社会安全的核心要素,是实现科学决策的核心要素。轻视科学研究,鄙视科研成果,想当然地进行决策和建设,难免非理性地造成“建设性破坏”。

《人类环境宣言》指出:“人类总得不断地总结经验,有所发现,有所发明,有所创造,有所前进。”<sup>[51]</sup>石羊河流域生态系统严重受损的事实说明,干旱荒漠区内陆河流域,把有限的水、土、生物资源和有限的绿洲当作无限的资源和开发空间,大规模垦殖,粗放经营,表明几千年来人类掠夺自然资源的生产方式和有破坏的发展观没有根本改变,改变了只是掠夺资源的技术手段和规模不断升级,速度明显加快,并向纵深发展。只按人类的意志进行索取,不按生态规律图谋创造,“建设性破坏”的发展模式就不会终止。一个人,一个家庭,一个企业,对自然资源的掠夺性经营和消耗,短视地单个看,也许算不得有什么明显的破坏性,也往往与生态系统的受损联

万方数据

系不起来。但成千上万个家庭、企业和几百万人的掠夺性经营和消耗,将是一个巨大的生物地质力量。前苏联科学院曾研究证明,人类行为对复杂的生态系统所造成的影响,“比地震和火山爆发等带来的后果要高1万多倍<sup>[52]</sup>”。人类必须理性地对待自然生态,理性地决策经济社会发展。

诺贝尔文学奖获得者马哈福兹说:“今天,文明领导人的伟大,其衡量标准应该是具有远见卓识,对全人类怀有责任感。”值得庆幸的是党和国家终于确立了以人为本,全面、协调、可持续发展的科学发展观。这是终于找到的实现中华民族伟大复兴的发展观,是对全人类怀有责任感的高度体现。新的世纪,新的曙光,新的战略平台,新的高瞻远瞩。科学发展观在960万km<sup>2</sup>的大地上雷厉风行之时,就是结束“不断地用灾难来验证自然规律和科学真理”之日。

水资源的科学利用和防治沙(荒)漠化、沙尘暴任重道远,科学研究必不可少。国家的科研院所所有科研院所的优势,社会上的志士仁人有志士仁人的长处。科学研究无尊卑贵贱之分,都是理性地为人类社会的进步创造知识的事业。特别是“人与自然合作的知识”,是影响地球未来,影响人类未来命运的决定因素。但社会上有一种偏见,认为列入国家(含地方政府)计划并拨经费的科学研究才是真正的科学研究,其研究成果都被重视,鉴定、评奖、宣传、推广,天经地义。

然而,历史告诉我们,科学上的不少重大发现和突破,是具有独特敏感的自由研究者所为。从中国古代的“四大发明”到瓦特发明蒸汽机,从哥白尼到马克思、恩格斯,举不胜举。四大发明是中国民间能工巧匠的创造,不是皇家所为,因而视为雕虫小技,长期不被重视。要不是国外证明属世界第一,国人恐怕至今无自豪的资本。现代科学的生态,毕竟不是“皇权时代”的生态——皇宫里生下的是“龙种”,平民窟里生下的是“跳蚤”。科学的精髓是尊重事实,崇尚理性,对事物发展变化规律和本质的认识有突破有创新。谁发现和揭示出事物发展变化的规律和本质,不在于身份地位,不在于主观的夸张,而在于实践的检验。爱因斯坦在当小职员时利用业余时间完成的5篇论文,构筑了相对论的理论体系,改变了物理学的全貌,全世界无人敢说他不是科学研究。“科学是人类真的。真正的权威是有理论的实践者,不管他是谁。”<sup>[53]</sup>

“中国政府支持科学家在国家需求和科学前沿的结合上开展基础研究,尊重科学家独特的敏感和创造精神。”<sup>[3]</sup>这是2000年时任国家主席的江泽民同志面对国际社会代表中国政府所做的承诺。作者不是科学家,但以科学家的头脑来尽一个水利工作者的职责。尊重事实,崇尚理性,尊重科学研究的独特敏感和创造性,是尊重科学的进步,人类的进步,对落实科学发展观,建设科技强国、经济强国、生态大国有百利而无一害。

#### 参考文献:

- [1] 莱斯特·R·布朗(著),林自新(译).生态经济——有利于地球的经济构想(第1版)[M].北京:东方出版社,2002.288.
- [2] 世界银行.2003年世界发展报告:变革世界中的可持续发展(第一版)[M].北京:中国财政经济出版社,2003.67.
- [3] 江泽民.科学在中国:意义与承诺[N].科技日报,2000-07-03(1).
- [4] 马克思,恩格斯.马克思恩格斯选集(第3卷,第1版)[M].北京:

人民出版社,1972.467.

[5] 联合国环境规划署,国际自然保护同盟.世界自然保护大纲概要[N].光明日报,1980-03-05(2).

[6] 严济慈.谈谈读书,教学和做科学研究[J].红旗,1984,(1).

[7] 袁生禄.石羊河流域地下水及其开发利用中的问题[R].甘肃武威:西北内蒙六省(区)地下水观测研究协作会议.1979-10.

[8] 袁生禄.民勤沙漠绿洲地下水生态开采量的初步研究[J].水土保持学报,1987,1(2).

[9] 袁生禄.论干旱荒漠区农田水利向绿洲水利发展[J].干旱区资源与环境,1991,5(2).

[10] 毛泽东.毛泽东选集(第 1 卷,第 2 版)[M].北京:人民出版社,1991.285.

[11] 余 斌.专家提醒:不确保生态用水将付出沉重代价[N].中国水利报,2000-04-25(1).

[12] 刘昌明主编.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(第 3 卷,第 1 版)[M].北京:科学出版社,2004.49.

[13] 袁生禄.石羊河流域东部沙漠边缘地下水的动态特征[J].地下水,1985,(4).

[14] 王如松,马世骏.边缘效应及其在经济生态学中的应用[J].生态学,1985,(2).

[15] 邓铭江.塔里木河下游应急输水植被恢复响应及生态修复研究[J].中国水利,2004,(14).

[16] 王大纯,张人权.水文地质学基础(第 1 版)[M].北京:地质出版社,1995.2.

[17] 甘肃省农业区划委员会,甘肃省水文总站.河西水资源调查评价及合理利用研究[R]. 兰州:甘肃省农业区划委员会,甘肃省水文总站,1992.99.

[18] 新华社.科学家发现:地下水对中国荒漠植被至关重要[N].科技日报,2003-04-14(8).

[19] 唐克旺.生态环境建设要地上地下一起抓[N].中国水利报,2000-06-15(2).

[20] 吴永亮.跳出“部长报告”的水利亮点——全国水利厅局长会议侧记[N].经济日报,2003-01-21(9).

[21] 袁生禄.石羊河流域水资源大规模开发对生态环境的影响[J].干旱区资源与环境,1991,5(3).

[22] 王 涛.甘肃省优化荒漠化防治方案项目成果汇编(石羊河流域生态环境失调和民勤绿洲沙漠化的发展)[R].兰州:甘肃省林业厅,2003.344-355.

[23] 袁生禄.双龙沟淘金区对水源植被的破坏急需整治[N].中国环境报,1987-07-07(1).

[24] 袁生禄.绿洲在呼救[N].中国水利报,1990-01-20(2).

[25] 袁生禄.科学治水依法治水刻不容缓[J].甘肃水利水电技术,1990,26(2).

[26] 国务委员宋健在中科院地学部召开的“水资源合理开发利用研讨会”上的讲话[N].人民日报,1989-01-19(3).

[27] 袁生禄.石羊河流域水资源非理性开发与绿洲沙漠化三十年跟踪研究报告[R].兰州:2004-12.

[28] 王小明,李建文.一条黑龙威胁 30 万人的生存[N].兰州晚报,2003-03-27(16).

[29] 杨自辉,高志海.荒漠绿洲边缘降水和地下水对白刺群落消长的影响[J].应用生态学报,2000,11(6).

[30] 陈伟东.土地沙化形势严峻[N].兰州晨报,2000-08-27(17).

[31] 新华社 6 月 22 日电.一个危险的黄色信号[N].科技鑫报,2002-06-23(2).

[32] 袁生禄,羊世玲.河西走廊的沙尘暴,水资源与农林牧结构问题[J].甘肃水利水电技术,2003,39(1).

[33] 金 磊.重视新致灾源——建设性破坏[N].中国青年报,1991-07-25(2).

[34] 柯夫达.生物圈变化的总趋势[J].干旱区研究,1987,4(1).

[35] 魏武峰,李伯海.黄河上游多民族经济开发区城市发展与布局[J].发展,1990,(3).

[36] 郭志琪.柴达木盆地春小麦灌溉定额与灌溉制度初步分析[J].水资源利用,1984,(2).

[37] 蒋建科.北方有可能亩产吨粮[N].人民日报,1989-05-13(5).

[38] 郭姜宁.河西开展节水农业大有可为[N].甘肃科技报,1988-08-26(1).

[39] 沈振荣.论农业节水潜力和措施[J].水利科学,1987,(2).

[40] 林莉君,康绍忠.留住每一滴水[N].科技日报,2004-05-12(5).

[41] 陈万春.甘肃省 2003 年学术年会文集(调整经济结构是缓解武威市水资源供需矛盾促进可持续发展的根本途径)[M].兰州:兰州大学出版社,2003.188.

[42] 李 博主编.生态学(第 1 版)[M].北京:高等教育出版社,2000.361、366.

[43] 新华社北京电.北京节粮展览揭露的浪费现象触目惊心[N].经济日报,1990-08-30(2).

[44] 钟承斯,吴振兴.如何发展节水农业——由以色列的有关经验谈起[N].经济日报,1995-04-09(4).

[45] 卢良恕,汪懋华,山 仑.以色列荷兰农业的启示[N].科技日报,1998-01-22(7).

[46] 世界银行.2003 年世界发展报告:变革世界中的可持续发展,附件——部分世界发展指标(第 1 版)[M].北京:中国财政经济出版社,2003.240、244.

[47] 袁生禄.按生态规律开发利用干旱区水资源[R]. 武威:甘肃省武威地区水与社会首届研讨会,1989.

[48] 袁生禄.引大入秦灌区高效开发的战略问题[R],兰州:中国市场经济与开发区建设研讨会,1997.

[49] 蒋 峥.科学家调查五五特大黑风暴成因[N].经济日报,1993-06-01(3).

[50] 张临军.陇原呼唤绿色[N].甘肃日报,1994-11-06(1).

[51] 联合国斯德哥尔摩人类环境会议.人类环境宣言[N].中国环境报,1985-06-01(3).

[52] 高正岚.地球生物圈的前景[N].科技日报,1989-12-28(3).

[53] 周雪莲,唐先武,吴季松.我有三个水资源规划[N].科技日报,2004-06-02(5).