

水利建设与可持续发展

高俊才

(国家发展和改革委员会农村经济发展司,北京 100824)

摘要:从宏观的角度,介绍我国水利建设取得的成绩,分析水利与可持续发展的关系和存在的问题,为了保证国民经济和社会的可持续发展以及水利工程的可持续利用,从技术、经济、管理等方面提出对策建议。

关键词:水利建设;可持续发展;水资源

中图分类号:TV213

文献标识码:A

文章编号:1006-7647(2003)02-0006-05

可持续发展已成为国家指导经济与社会发展的总体战略。这一新的发展观,要求改变传统的发展思维和模式,在重视当前发展的同时,重视未来发展的需要,使经济发展有利于资源的永续利用,有利于生态系统的良性循环。

水利是基础产业,在国民经济和社会的可持续发展中具有重要作用,水利建设应该适当超前。同时,水利建设本身也要处理好与生态环境保护的关系,现在所从事的水利建设,不仅要为当前、为我们这一代着想,也要有利于长远,有利于子孙后代。

水利建设在我国有着悠久的历史,纵观数千年,凡治国安邦者,无不重视水利。有些水利工程经历了2000多年,仍在发挥很大的效益,并将长期为人民造福。新中国成立50多年来,水利建设取得了巨大的成绩,兴建水库8万多座,加固新修堤防26万km,初步形成了七大江河的防洪工程体系;全国的供水能力,从每年约1000亿m³增加到5800亿m³;灌溉面积从1600万hm²增加到5300万hm²,为解决占人类1/5多人口的吃饭问题起到了巨大的作用。1998年以来,国家实行积极的财政政策,进一步加大了水利投资的力度,1998~2002年中央安排水利投资1700多亿元,加固了长江、黄河等大江大河堤防,对长江中下游四省240多万人实行了移民建镇、平垸行洪、退田还湖,还安排了600多座重点病险水库加固、200多个大型灌区节水改造、2400多万人的农村饮水工程和一批水资源开发、水土保持等工程,既拉动了内需,又为当前和长远的国民经济和社会发展奠定了基础,具有巨大的经济、社会和生态效益。

水利建设的成绩是巨大的。同时也应该看到,目

前既存在水利建设滞后的问题,水利建设本身也存在不利于可持续发展的诸多问题,需要引起足够重视并采取措施加以解决。

1 需要进一步重视的几个问题

1.1 防洪工程建设任务繁重

我国2/3多的固定资产、近1/2的人口、1/3的耕地、数百座城市,以及大量的重要设施和工矿企业都位于大江大河的中下游地区。由于防洪基础设施薄弱,洪水灾害发生频繁,受洪水威胁严重。据统计,20世纪90年代以来,洪水灾害造成的直接经济损失达1万多亿元,其中1998年损失达2500多亿元。近5年来,国家用于防洪工程建设的投资达1200多亿元,加上地方的配套资金,共计2000多亿元,建设了以长江、黄河为重点的江河堤防加固工程、蓄洪区安全设施、重点病险水库除险加固等工程,使防洪标准有了很大的提高。尤其是长江干堤加固工程,按照防御1954年型洪水的标准,已基本完成加固任务。由于全国的防洪工程面广、量大,所需的投资多,战线长,所以在今后一定时期内,防洪建设的任务还很重,全国26万km江河堤防中的大部分还需要加固;8万多座水库中的约1/3需要除险加固;蓄洪区建设需要调整思路,加快建设;还需要建设一批拦蓄洪水的枢纽工程;预警预报系统工程等非工程防洪措施也需要进一步加强。防洪建设如不能适当超前,经济建设越快,遇到特大洪水时造成的经济损失越大。

1.2 水资源过度利用

北方广大地区,由于过量用水,造成了一些河道

断流和地下水超采,不利于可持续发展。

作为中华民族母亲河的黄河,自1972年开始出现断流现象(15 d)后,断流现象不断加重,1997年有226 d没有与海相连。自20世纪70年代以来,黑河、塔里木河等河流下游,断流现象也不断加重。近几年,加强了流域水资源的统一管理和调度,取得了很大的成绩,但还未从根本上解决问题。

北方地区的城乡用水,大量抽取地下水,2001年地下水源供水超过50%的有河北、北京、山西、河南、山东、辽宁6个省(市),其中河北省高达80.9%。黄淮海平原的地下水超采问题越来越严重,河北、河南、山东、北京、天津5省(市)的200多万眼井,大部分用于灌溉,由于地下水位下降,每年有大批废弃(10万眼左右),而又要新打更多的井,由于超采地下水,引起地面下沉、水质变硬、海水倒灌、生态恶化等,天津部分地区的最大地面沉降量已达3 m左右,成为一种不可逆转的地质灾害。国外专家呼吁:中国正面临严重的缺水问题,而就其严重程度而论,当在世界之内的行列;华北平原的地下水位正日益下降,这有可能从根基上影响该地区农业的可持续发展。据有关资料介绍,中国、印度、美国、北非等大量超采地下水,每年超采量达1 600亿 m^3 ,主要用于农业灌溉,大约有4亿多人食用的粮食是超采地下水灌溉的。

1.3 水污染

我国污水、废水的排放量,每年有600多亿t(2001年为626亿t)。城市污水处理率,虽然有了很大的提高,由1990年的16%提高到现在的36%,但仍有64%的污水未经处理直接排入河道。近20年来,我国地面水和地下水的质量下降。2001年在12.1万 km 评价河长中,I,II类水仅占32.6%,III类水占28.8,IV类及劣于IV类水的河长占38.6%。水体的污染,造成了城市和农村江河湖泊的富营养化,蓝藻滋生。渤海、东海、南海都出现了赤潮,而且近几年出现的频率加快,对沿海城市及渔业生产造成重大经济损失。工业废水和农业生产中的农药、化肥随水排入城市近郊河流,渗入地下,使城市地下水遭到不同程度的污染,直接影响饮用水水源的水质。农业生产中用超标准污水灌溉农田,造成作物枯萎、减产,使生产出的粮食、蔬菜含有大量的有毒有害成分,危及消费者的身体健康。

1.4 水土流失

全国水土流失面积367万 km^2 ,其中水蚀面积达179万 km^2 ,每年土壤流失量达50亿t,被冲走的氮、磷、钾等营养物质约4000万t。一方面干旱缺水,水资源贫乏;另一方面伴随着土壤侵蚀,宝贵的地表

水资源白白流失,使上游的土地减少,土壤肥力和生产能力下降。水土流失严重的地区,大多是贫困地区。流失的泥沙约1/3淤积在江河湖库,抬高河床,使河道防洪能力下降,水库库容减少甚至成为病险水库。不仅人们所熟悉的黄河、长江等大江大河上中游地区水土流失严重,东北黑土区的水土流失也很严重。水土流失对广大群众的生产、生活条件和生态环境带来一系列不利影响。

造成上述问题的原因是多方面的,既存在投入不足的问题,也存在指导思想以及建设和管理模式上没有充分考虑可持续发展的问题。近几年来,已经朝着可持续发展的方向尝试性地迈出了一些步伐,但还应该采取更多的行动。可持续发展没有现成的模式可以遵循,需要与总体的经济和社会发展联系起来,加强生态水利方面的理论研究,边探索,边实践,边总结规律,指导实践。

2 采取综合措施,使水利建设符合可持续发展战略

2.1 提高对可持续发展重要性的认识

我国古代就很重视并处理好人与自然的关系,提出了“天人合一”的思想。恩格斯也曾告诫我们:“我们不要过分陶醉于我们对自然界的胜利。对每一次这样的胜利,自然界都报复了我们”;“当人类受到自然界报复的时候,也就受到了自然界的教育”;“我们对自然界的全部统治力量,就在于我们比其他一切生物强,能够认识和正确运用自然规律”。

可持续发展的提法源于环境保护。1992年在巴西里约热内卢召开的“联合国环境与发展大会”上,把可持续发展确立为新的发展观。2002年9月在南非约翰内斯堡召开的“可持续发展世界首脑会议”(继1992年里约环发大会以后的第二届“地球首脑会议”),围绕健康、农业、水利、能源、生物多样性等可持续发展问题进行了广泛的讨论。

可持续发展包括多方面的含义,其中的核心问题就是如何处理好发展经济与保护生态环境的关系。为了处理好这个关系,近几年来,国际上有些专家提出了生态经济的概念,引起了人们的重视。我国对如何处理好经济与生态的关系,也进行了多学科的研究并制定了一系列政策,目的就是当经济发展与生态环境发生矛盾时,绝不能以长期牺牲生态效益为代价来换取经济效益,否则,必将付出更大的经济代价。

我国是发展中国家,发展经济是当前和今后相当一个时期内的第一要务。从大部分国家和地区的发展轨迹来看,在发展经济过程中都对生态环境带

来不同程度的负面影响.我国的相当一部分地区尤其是西部地区,目前生态环境已经很脆弱,在这种情况下既要加快经济发展,又要保护和改善生态环境.要做到“双赢”,就必须按照党中央、国务院提出的关于人口、资源、环境与可持续发展的一系列方针和政策,牢固树立“持久战”的思想,坚持以人为本,把改善生态、保护环境作为经济发展和提高生活质量的重要内容,在发挥市场机制积极作用的同时,完善政策法规,不断实行制度创新,运用先进实用的科技成果,多方面采取综合措施.

水利,作为国民经济和社会发展的基础产业,要注意解决“重开发、轻环保,重经济、轻生态”的问题,在战略上和具体工作中所追求的效益目标应该是经济效益、社会效益、生态效益的统一,促进国民经济与社会的可持续发展.水利工程和与水利有关的工程建设项目,在前期工作中要加强对生态风险的研究,防止盲目向大自然超负荷索取引起生态报复.对已经建设的工程,要进行综合分析,凡具有生态风险的,要采取综合措施,防患于未然.

2.2 加强防洪体系建设,不断提高防洪标准

需要提高防洪工程标准的区域很广,工程量很大,从国家大局的角度,重点应放在大江大河防洪体系上.要从防洪需要、防洪效益和财力可能出发,合理确定防洪标准,统筹安排堤防、枢纽、河湖疏浚和蓄滞洪区建设,完善预警预报和防汛通讯指挥调度系统,首先确保城市和重点地区的防洪安全.在工程布局上要因地制宜、量力而行,尽可能采用经济实用的新材料、新工艺、新技术.比如长江干堤加固,1998年以来建设的工程主要是堤身和堤基的加固,增强了堤防挡水和防渗的作用,但崩岸问题仍然存在,局部河势很不稳定,一些河流深泓已临近堤脚,堤岸合一,形成很不稳定的边界条件.对于长江的河势控制,传统的办法主要是抛石护岸.这种做法简便易行,但其缺点,一是整体性差;二是在山上大量开采石头影响生态环境;三是所抛的石头容易被大水冲走,冲走后还要抛,不能根治.经过专家论证,采用钢筋混凝土沉排的效果比较好,虽然一次性投资比抛石多,但可在较长的时段内(20年以上)发挥护岸和稳定河势的作用,以20年为周期,沉排比抛石节约投资50%以上.所以,在设计、施工等环节,提高科技含量,采取先进实用的新材料、新工艺、新技术,对增强工程的可持续性、节约资金以及保护生态环境,都是非常必要的.

水利枢纽的建设(包括病险水库加固)和运行调度,要统筹防洪、水资源利用和发电等多方面,尤其是北方缺水地区,水资源非常宝贵,水利枢纽的运行

调度,要充分考虑水资源短缺的问题,处理好防洪与水资源利用和发电的关系.从当前全国水库的总体情况来看,病险水库是各地防洪的一大隐患,尽快除险加固,是当务之急,应该在科研、设计、投入等环节进一步加大力度.

蓄洪区建设,传统的低标准的做法,虽能保证人员撤离,但不能使大多数的住房避免水淹,这是在国家财力和农村经济水平较低的情况下采取的不得已的办法.随着农村经济的发展、农民收入水平的提高,实践证明,如再用传统的低标准的做法,很难实行,因为需要分洪时阻力太大,下不了决心,不能按计划分洪,只能被动受淹,而且损失太大.应该参照近几年“移民建镇,退田还湖,平垸行洪”的做法,在需要蓄洪时,只淹地,不淹人,不淹房屋,这样将大大减少损失,真正能够按计划分、蓄洪.

2.3 加强全社会的节水

我国是一个水资源短缺的国家,年平均降雨量650 mm,比全球陆地平均水平低150 mm;我国多年平均降雨总量 6.2×10^4 亿 m^3 ,其中可通过水循环更新的地表径流和地下水即水资源总量,为 2.8×10^4 亿 m^3 ,人均不足2200 m^3 ,为世界平均水平的1/4.不但人均水资源少,而且时空分布很不均衡.黄淮海流域的人均水资源仅462 m^3 ,其中京、津两市所在的海河流域人均水资源量仅292 m^3 ,不足全国平均水平的1/7,黄淮海流域的缺水问题已经成为制约国民经济和社会发展的“瓶颈”.要解决缺水问题,必须实行“开源节流并举,节水为主”的方针.

灌溉系统的基础设施差、管理方式落后,浪费水严重.目前全国每年农业用水量约3800 亿 m^3 ,占用水总量的近70%.由于灌溉设施标准低,更新维护措施跟不上,部分设施老化失修严重,用水管理粗放,近一半的灌溉水量在输水过程中因渗漏而损失,再加上田间灌溉方式和技术落后,全国灌溉水的平均利用率仅40%左右,比先进国家低25%~30%.大水漫灌,不仅浪费水,还造成土壤的次生盐碱化.

近几年来,各地采取了各类节水增效技术措施,主要有:加强农田用水管理、提高水价、渠道防渗、管道输水、短畦灌溉、沟灌、喷灌、滴灌、渗灌、小管出流、膜上膜下灌、集雨灌溉、咸水灌溉、水田浅湿灌溉、污水资源化、坐水种(穴灌)、机械保墒、化学保墒、秸秆与薄膜覆盖保墒等.其中:防渗渠道控制的农田面积已近1300 万 hm^2 ,管道输水面积已近670 万 hm^2 ,喷灌、滴灌和微灌面积已达270 万 hm^2 左右,另外水稻节水灌溉、坐水种、膜上膜下灌等非工程节水面积共计1300 万 hm^2 .

1998年以来,国家加大了灌区续建配套和节水

改造的投资力度,采取的主要工程措施是渠道防渗。渠道防渗,可采取多种形式,近几年采取“三面光”、U型槽的形式比较多,这些形式的技术和工艺比较简单,效果好,边建设,边受益,可以大量推广。国家补助投资进行配套和改造的200多个大型灌区以及塔里木河、黑河等流域的综合治理,也主要是采取渠道防渗、合渠并口等防渗节水措施。在有条件的地方,可以实行管道输水,可使渠系水利用系数提高到95%以上。在美国西部加州的一些灌区,20世纪20年代就开始用混凝土管代替明渠输水,60年代以来,加大了推广低压管道灌溉技术的力度,现在已有约一半的大型灌区实现了管道化。我国的一些地区20世纪80年代以来也大量采取了管道输水,比如:新疆兵团从80年代就采取塑料软管输水;近几年来,北方广大农村也大面积推广用水泥管、塑料管等代替农、毛渠道,成本较低,节水效果好。

关于田间节水,可采用多种形式。从世界总的情况来看,目前仍是以地面灌溉为主。比如美国,以沟灌为主的地面灌溉面积约占总灌溉面积的约2/3。少数国家,比如以色列,已经大部分采用喷、微灌。瑞典、英国、德国、奥地利、法国等发达国家,为了节省劳动力,也大量发展了自动化程度较高的喷灌。从我国的实际情况出发,在今后一定时期内,总体上仍将是地面灌溉为主,有条件的地区,可发展喷、微灌,比如北京的顺义县、河北的三河县、山东的临淄区、黑龙江的甘南县等,大面积发展喷灌,取得了好的效果。

城市节约用水要做到“三同时,四到位”,即建设项目的主体工程与节水工程同时设计、同时施工、同时投入使用;取水用水单位必须做到用水计划到位、节水目标到位、节水措施到位、管理制度到位。按照有关规定,工业用水重复利用率低于40%的城市,在达标之前不得新增工业用水量,并限制其新建供水工程项目;各单位现有房屋建筑中安装使用的不符合节水标准的用水器具,须在2005年前更换为节水器具。

缺水地区要结合调整产业结构调整用水结构,限制发展高耗水作物(主要是水稻)和耗水量大的工业。

2.4 合理开发、配置和利用水资源

近年来,北方有关省(市)提出的水资源工程越来越多。对水资源配置要进一步研究,使其有利于水资源的可持续利用,有利于工程建设和运行的良性循环。根据当前我国粮食供给形势和北方地区严重缺水的情况,新建水源工程的供水对象,重点应放在保证城镇用水和农村人畜饮水方面,农业灌溉主要靠加强节水措施。重点考虑城镇用水,是因为城镇是

经济社会发展的中心,必须保证用水安全,否则将影响并制约城市的发展,加剧地下水的超采。城市用水的大部分经过处理后回归到河道、渠道,还可以用于下游地区的农业和生态。据有关部门统计,2001年全国城镇生活和工业的平均耗水率分别为26%和25%(农业的平均耗水率则高达64%,北方地区则更高)。城市生活和工业用水的3/4左右可回归用于农业和生态。跨流域调水工程,在增加城市生活和工业用水的同时,农业和生态也直接和间接受益。

在水资源配置上,要为城市发展留出一定的用水余地,否则,给农业的用水份额,将来也可能被城市挤占(北方地区这样的情况已经很多),使灌溉工程造成浪费,农民也难以接受。

为了解决水资源的时空分布不均和提高供水的保证率,要加强供水水网建设。从全国来说,分期建设南水北调东、中、西三条调水线路,与长江、黄河、淮河、海河构成“四横三纵、南北调配、东西互济”的大水网。各地也应根据水资源的供需情况,规划建设覆盖一定区域的水网。水网可以调剂余缺,缓解水资源的时空分布不均,优化水资源配置。

调水工程特别是大型跨流域调水工程,一定要十分重视生态环境问题。比如南水北调工程,要按照国务院提出的“先节水后调水,先治污后通水,先环保后用水”的原则,并要遵循自然规律和经济规律,使受水区和调水区做到“双赢”。

2.5 搞好水土保持

水土保持要以预防保护和有效监督为主,防治并举。要实行工程措施和非工程措施结合,实行山水田林综合治理,增加植被,拦蓄泥沙,保护水资源和生态环境。

工程措施和非工程措施,都要充分考虑与改善当地生产条件和增加群众收入相结合。比如近几年实施的“退耕还林”和“退牧还草”政策,群众退耕、退牧后,国家补助一定的资金和粮食,使农民既解决了生活问题,又可以调整结构,改善生产条件,为长期脱贫和逐步致富打下基础。再比如黄河中游地区在小流域治理中采取的淤地坝工程,既拦沙,又能为群众增加高产稳产的沟坝地,群众说“家有两亩坝,旱涝都不怕”。

西北干旱、半干旱地区,生态建设要充分考虑降雨和水资源条件,要实行乔灌草结合。在降雨量少而不稳的地区,不宜大面积种植乔木,否则,靠建设水利工程浇树,成本太高,难以运行,水资源也难以平衡。越是干旱缺水地区,越要珍惜水资源,防止“拆东墙,补西墙”,得不偿失。总体上说,应主要靠天然降雨解决植被的需水问题,宜林则林,宜草则草,甚至

宜荒则荒,历史上千百年形成的大量戈壁荒滩,不去人为地改变地貌,也是一种保护,否则,花很大的资金和资源代价,也不一定获得好的效果,甚至事与愿违。总之,要遵循自然规律和经济规律办事,要充分尊重群众的意愿,要在科学论证的基础上决策。

2.6 重视保护湿地工作

人们把湿地比喻为“地球的肾”。湿地具有调蓄洪水、调节气候、净化水体、保护生物多样性等多种功能。我国的湿地面积大、类型多、分布广,由于多种原因,湿地保护存在很多问题,主要是湿地面积减少、调蓄水的作用降低、水质变差、湿地功能退化。需要采取综合措施加以保护。

1992年被联合国列入国际重要湿地名录的青海湖,由于毁草开荒、大水漫灌等原因,湖水位不断下降,湖面面积不断减少,近年来平均年蒸发量大于补给量,每年减少湖水量4亿多 m^3 ,湖水含盐量升高,鸟类栖息环境恶化,鱼类资源大幅度减少,湖区周边大量草地退化,沙化面积不断增加。为了解决这些问题,需要加强节水措施,调整产业结构,实行退耕还林、退牧还草,解决湖水入不敷出的问题,稳定和逐步恢复湖面面积,改善青海湖周边的生态环境。

湖南洞庭湖和江西鄱阳湖,近代以来由于围湖造田,导致湖面萎缩,蓄洪能力下降。洞庭湖面积1825年为6000 km^2 ,1949年减少到4350 km^2 ,1995年下降到2625 km^2 。鄱阳湖在20世纪40年代湖面面积为5000多 km^2 ,90年代下降到不足4000 km^2 。长江中下游的通江湖泊面积,建国初期为17000多 km^2 ,1998年仅剩下6000多 km^2 。如果用建国初期的天然调蓄容积对1998年的洪水进行演算,长江中游1998年的洪水位可以降低1m左右。长期以来,由于滩地围垦,搞了大量洲滩民垸,使得行洪能力大大下降。1998年长江大水,损失很大,灾后反思,为了解决人水争地的矛盾,国家在湖北、湖南、江西、安徽四省实行了移民建镇、退田还湖、平垸行洪政策,投入了100多亿元,对受灾严重的地区,在群众自愿的基础上,240多万人从原来的居住地迁走,脱离洪水威胁,并采取不同形式安排了生产、生活出路,使人与水建立一种和谐相处的新型关系。这项工程完成后,在大洪水情况下,退田还湖、平垸行洪地面积可达近3000 km^2 ,其中鄱阳湖增加800多 km^2 ,洞庭湖增加约600 km^2 。已经实施的工程,在1999年和2002年的防洪中发挥了很大的作用。其中湖南省2002年在遇到历史第四高洪水位的情况下,先后有220多个堤垸实行“平垸行洪,退田还湖”,增加调蓄面积254 km^2 ,21万多人免遭洪水之苦。为了进一步扩大退田还湖地面积,湖南省正在做进一步扩大湖面面

积的规划。搞好“移民建镇,退田还湖,平垸行洪”工作,一是要充分尊重群众意愿,二是要千方百计解决好农民的生计问题,三是要规划好圩垸的平退方式,使扩大蓄洪面积、增加有效蓄洪量与提高农民收入统一起来。

2.7 加大水污染防治力度

要大力推行清洁生产,加快工业污染防治从末端治理向生产全过程控制的转变。按照有关规定:所有城市都必须建设污水处理设施。到2005年,50万人口以上的城市,污水处理率应达到60%以上;到2010年,所有城市的污水处理率应不低于60%,直辖市、省会城市、计划单列市以及重点风景旅游城市的污水处理率不低于70%。今后,城市在新建供水设施的同时,要规划建设相应的污水处理设施;缺水地区在规划建设城市污水处理设施时,还要同时安排污水回用设施的建设;城市大型公共建筑和公共供水管网覆盖范围外的自备水源单位,都要建立中水系统,并在试点基础上逐步扩大居住小区中水系统建设;要通过价格、税收政策和必要的工程措施,促进节约用水和废水资源化,保护城市水源,缓解城市缺水对经济社会发展的制约;要按照“污染者付费”的原则,由工业企业和居民用水户承担污水治理的责任和义务,全面推行污水处理的收费政策,合理确定收费标准,逐步达到“补偿成本,略有盈利”的水平。

水污染防治要统一规划,分步实施,突出重点。近期国家的治理重点是:继续抓好“三河、三湖”水污染治理,做到工业污染源稳定达标排放,杜绝“反弹”现象的出现;加大对长江上游、三峡库区、黄河中上游、松花江流域和渤海水污染防治的力度;加大对海上采油、船舶和近海养殖污染的防治力度;在水环境治理中,要有效削减有机污染物排放总量,同时要注重控制氮、磷排放量,推广无磷洗涤用品,结合农村环境保护和生态农业,控制农业面源污染;实施好京、津等大中城市的水资源保护措施;抓紧南水北调工程水源区和沿线水污染防治工作,保障南水北调的水质。

2.8 加快水价改革步伐,积极引入市场机制

对城市供水、节水和水污染防治,按照有关规定,可积极引入市场机制,拓宽融资渠道,鼓励和吸引社会资金和外资投向城市污水处理和回用设施项目的建设和运营,加快城市污水处理设施的建设步伐;对城市和污水处理工程所购置的设备可加速折旧;对收取的污水处理费实行专款专用、滚动使用;各地在调整城市供水价格和污水处理费标准时,要优先将污水处理费的征收标准调整到保本微利的水平,满足污水处理设施建设和运营的需要。(下转第24页)

$$\begin{aligned}\mu_{11}(x_1) &= 0, \mu_{21}(x_1) = 1.0, \mu_{31}(x_1) = 0 \\ \mu_{12}(x_2) &= 0, \mu_{22}(x_2) = 0, \mu_{32}(x_2) = 1.0 \\ \mu_{13}(x_3) &= 0, \mu_{23}(x_3) = 0.80, \mu_{33}(x_3) = 0.20 \\ \mu_{14}(x_4) &= 0, \mu_{24}(x_4) = 0.067, \mu_{34}(x_4) = 0.933\end{aligned}$$

由专家论证,给出4个模糊特征的权重系数分别为: $\alpha_1 = 0.20, \alpha_2 = 0.20, \alpha_3 = 0.25, \alpha_4 = 0.35$;对4个影响因素采用 $M(\cdot, \oplus)$ 运算模型加以综合,则可求得

$$\begin{aligned}\mu_1(x) &= \sum \alpha_j \mu_{1j} = 0 \\ \mu_2(x) &= \sum \alpha_j \mu_{2j} = 0.423 \\ \mu_3(x) &= \sum \alpha_j \mu_{3j} = 0.577\end{aligned}$$

按最大隶属度原则,该散浸险情仅就自身严重程度(x)而言,应判定相对归属重度范围.但根据本文早、中、晚期的定性划分规定,还应当综合考虑另外3个判别条件,即溃决频率(p)、距溃时间(t)及抢护难度(d).对举例堤段依照表2,还求得一组隶属度与权重数据(A)为

$$\begin{aligned}\mu(x) &= (0, 0.423, 0.577) \\ \mu(p) &= (0.45, 0.45, 0.10) \\ \mu(t) &= (0.45, 0.40, 0.15) \\ \mu(d) &= (0.55, 0.35, 0.10) \\ A &= (0.35, 0.30, 0.20, 0.15)\end{aligned}$$

为突出主因素的作用,采用广义模型运算中的 $M(\wedge, \oplus)$ 进行综合,则可求得第二层综合评判向量为(归一化后) $B = (0.28, 0.42, 0.30)$,这也与采用加

权平均型 $M(\cdot, \oplus)$ 综合结果一致,据此可评定该散浸险情相对归属中期险情.以上评判识别可以在计算机上进行.

4 结 语

为满足不同险类的险情严重程度判别需要,还应对所有险类(如散浸、裂缝、滑坡、管涌、渗漏、坍塌、穿孔、减压井堵死、压穿、前池翻沙鼓水、闸门故障、风浪及漫溢)分别制定出各自的轻、中、重三个级别的标本模式的隶属函数(略),才能满足今后现场抢险需要.

有了险情早、中、晚期的划分,便可在抢护措施上和抢护速度上予以区别对待.一般而言,对晚期险情的抢护结构强度要求比中期险情的抢护结构强度要高,安全裕度要更大一些;对晚期险情的抢护速度要求比中期险情更快一些,时间更短一些;对于早期险情的抢护要求则较为宽松,甚至只需加强观察而暂不作处理.

参考文献:

- [1] 骆辛磊.防汛抢险技术的几个认识问题[J].水利水电科技进展,1999,19(4):12~20.
- [2] 张英,李宪文.防汛手册[Z].北京:中国科学技术出版社,1992.357~432.
- [3] 李洪兴.工程模糊数学方法及应用[M].天津:天津科学技术出版社,1993.195~258.

(收稿日期:2002-06-02 编辑:熊水斌)

(上接第10页)

发挥经济杠杆对节约水资源的作用,调整水价是核心.提高城市现状用水水价,可为开源节水工程筹集建设资金,也可促进节水机制的形成.目前我国城市供水水价普遍偏低,提高水价还有较大空间.现状居民生活用水的水费支出占可支配收入的比例偏低(大部分城市在0.6%左右),参考有关国际组织的建议并与有关部门研究,这个比例可逐步提高到2%左右.提高城市用水水价,还可促使城市和企业内部加大节水和中水回用力度,减少地表水和地下水的取水量,减少污水排放,促进生态环境改善.

建立新的、合理的水价形成机制,必须体现“定额用水,差别水价,超额累进加价”的原则.要根据水资源情况确定居民基本生活用水定额,定额以内的用水水价,要考虑群众的承受能力,超过定额用水的提价幅度要高于定额内用水的提价幅度.对高消费用水,要大幅度提高水价.提高水价的工作,需要进行充分的调查研究,慎重决策.

3 结 语

水利建设是我国可持续发展战略的一个重要组成部分,应该从我国的国情和水利建设的实际情况出发,针对存在的突出问题,在技术、经济、管理体制、运营机制等方面不断创新,并合理借鉴国外有益的先进经验,使水利建设在规模、质量和效益上不断上新台阶,为国家整体的可持续发展做出更大的贡献.

(收稿日期:2003-01-13 编辑:傅伟群)

