

可持续发展理念下的水文地质与环境地质工作

张人权,梁杏,靳孟贵

(中国地质大学,武汉 430074)

摘要:可持续发展的理念,要求我们重新审视与调整水文地质与环境地质工作的思路,寻求治本的整体性对策。以河北平原水资源条件和生态环境的根本改善以及长江中游防洪对策为例,探讨了可持续发展理念下的水文地质与环境地质工作的特点,即水文地质与环境地质工作的目标,是构建人和自然协调的、良性循环的优化地下水系统或地质环境系统;必须以多学科交叉渗透的方法,从成生角度对目标系统进行系统分析;必须应用系统工程方法,采取成龙配套的措施重新构建优化系统;为了构建优化系统,不仅需要理顺人与自然的关系,更重要的是理顺人与人的利益关系。可持续发展理念下的水文地质与环境地质工作,能够获得良好的长期社会、经济与环境效益,但是需要付出十分艰巨的努力。

关键词:可持续发展;水文地质;环境地质

中图分类号: P641

文献标识码: A

文章编号: 1000-3665(2004)01-0082-05

1 可持续发展理念对水文地质与环境地质工作提出了新的要求

1992年,联合国环境与发展大会正式提出了“可持续发展”的概念,其实质是:“满足当代人的需求又不损害子孙后代满足其需求能力的发展”^[1]。可持续发展的核心是世代伦理:“当今世代对未来世代的生存可能性负有不可推卸的责任。不论是破坏环境还是将地下资源消耗殆尽,都是当代世代对未来世代的加害行为,对未来世代的生存可能性造成了威胁”^[2]。

可持续发展理念的提出,不仅意味着人类对未来世代的强烈责任感,同时,也标志着人类对人和自然关系的认识进入了一个新阶段:资源与环境是人类生存与发展必不可少的依托,保证资源的永续利用和环境的永续优化,人类社会才有可能持续不断地生存发展。

可持续发展的理念,对水文地质与环境地质工作提出了意义深远的新的要求。作为水文地质和环境地质工作者,我们需要深刻理解可持续发展的内涵,重新审视和调整水文地质和环境地质工作的思路。基于可持续发展的理念,除了满足国家当前需要,还必须放长眼光,从大的时间尺度出发,寻求长治久安的对策。基于可持续发展的理念,不能满足于零敲碎打的治标措

施,而必须寻求治本的整体性对策。基于可持续发展的理念,必须运用系统思想和方法,对现有的地下水系统和地质环境系统进行分析诊断,构建人和自然协调的良性循环的地下水系统和地质环境系统。

本文试以河北平原的水资源和生态环境的改善,以及长江中游防洪对策为例,探讨可持续发展理念下的水文地质与环境地质工作。

2 河北平原水资源条件与生态环境改善的根本途径

河北平原,特别是黑龙港地区,旱涝碱咸四害俱存,水资源严重短缺。经过30余年的开采,河北平原已经形成了大面积、大降深的深层地下水开采漏斗,并引发地面沉降、地裂缝等地质灾害。近30年来河北平原的发展,是以耗竭水资源、牺牲生态环境为代价的,如果今后继续保持这种耗竭资源、损害环境的模式,发展必将无以为继,不可持续。

水资源短缺与生态环境恶化问题,成为河北平原进一步发展的瓶颈,成为一个老大难问题,受到众多研究者的关注。有的研究者认为,深层地下水的储存量还很多,对于人口稀少、建筑物不多、不会产生地面沉降等地质灾害的地区,可以考虑类似国外的做法,加以科学利用^[3]。我们觉得这种看法未必妥当。国外某些耗竭地下水的做法,是在可持续发展概念提出以前采取的,而根据可持续发展的理念,当今世代需要对未来世代的生存可能性负责,不能通过耗竭地下资源,加害于未来世代,而深层地下水的储存量无论有多大,毕竟是不可再生的,终有消耗殆尽的一日,无法支撑可持续

收稿日期:2003-09-01;修订日期:2003-10-15

基金项目:中国地质调查局综合研究项目资助(200320150002)

作者简介:张人权(1932-),男,教授,从事水文地质、环境地质的教学与科研。

发展。有的研究者认为,河北平原的水资源与生态环境问题,可以依靠南水北调得以缓解。我们认为,对于河北平原,特别是黑龙港地区而言,南水北调是一把双刃剑:如果处理不当,有可能重现20世纪60年代大规模土地盐碱化和严重涝渍的局面,使得本区的生态环境雪上加霜;如能正确筹划应对,则有可能从根本上改善本区的水资源状况和生态环境。

河北平原的水资源短缺和生态环境恶化,看似已成定局,难以解决,其实并非如此。我们认为,如能采取正确的综合性治本措施,完全有可能通过内涵发展水资源潜力,解决河北平原水资源短缺和生态环境恶化问题,达到可持续发展的目标。

1985~1995年期间,河北平原年均超采地下水为 $25.35 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}^{[4]}$ 。然而,河北平原可供进一步开发与转化的各种可再生水资源,包括浅层微咸水、半咸水、咸水,以及土壤水等,超过上述短缺的水量。

河北平原浅层微咸水(矿化度 $2 \sim 3\text{g/L}$)补给资源量为 $6.63 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}^{[5]}$,现有开采量为 $2.69 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}^{[4]}$,尚有 $3.94 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ 可供开发。另外,目前基本上尚未利用的浅层半咸水(矿化度 $3 \sim 5\text{g/L}$)为 $4.17 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ 、浅层咸水(矿化度 $>5\text{g/L}$)为 $3.36 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}^{[5]}$;三者的开发潜力共为 $11.47 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ 。这部分水资源可以通过咸水利用,特别是咸水改造,加以开发。

农业是河北平原用水大户,地下水超采的主要原因是农业采水量很大。然而,可供农业利用的土壤水潜力十分巨大。仅以黑龙港地区计算,天然土壤水总量为 $86.26 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}^{[5]}$,如能增加有效利用其中的10%,即可节省灌溉水量 $8.6 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ 。通过一系列示范试验得出,采用盖膜、秸秆覆盖、沟种、密植等有效利用土壤水和节水灌溉的措施,冬小麦水分生产率(消耗每立方米水所产生的籽实产量公斤数,单位为 kg/m^3)达到 $2.06 \sim 2.65$,夏玉米水分生产率达到 $1.51 \sim 2.34$,大大超过同地区平均水分生产率 $0.8 \sim 1.2$,接近以色列的水分生产率 $2.32^{[5]}$ 。

另外,以色列的经验表明,采取人工降雨可以增加10%~15%的降水量^[6];如果能在河北平原实施人工增雨,仅黑龙港地区即可增加降水量 $(18 \sim 27) \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$;相应地,黑龙港地区便可增加地下水补给量约为 $(3.6 \sim 5.4) \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$,增加天然土壤水约为 $(13 \sim 19) \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ 。

采取上述综合措施后,预期黑龙港地区增加的可

利用水资源总计约为 $(25 \sim 27) \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$,再加上南水北调来水和采取综合措施节水,水资源完全可以支撑本地区的可持续发展。

河北平原,尤其是黑龙港地区,制约水资源与生态环境的关键是浅层地下咸水的存在,“咸”害是“旱”、“涝”、“碱”害和水资源短缺的根源:相当一部分浅层地下水,虽然是经常接受降水补给的可再生资源,但是,由于其水质是咸水,无法加以利用,导致水资源短缺;由于水资源短缺,被迫大量开采补给贫乏、不可再生的深层地下水,形成大范围、大降深的深层地下水开采漏斗,并引起地面沉降与地裂缝;浅层淡水开采过程中,由于周边浅层咸水的入侵,使其矿化度增大,水质不断恶化;浅层地下咸水区土地易于盐碱化,从而使相当一部分可再生的土壤水资源难以利用;由于浅层水得不到充分开发,不能在汛前形成土壤库容和地下库容,导致易涝易渍。

因此,对于河北平原来说,改造浅层地下咸水,是从根本上改善本区水资源条件、改善生态环境的关键。

即将实施的南水北调,既为咸水改造提供了良好的契机,又使咸水改造成为紧迫的任务。南水北调将剧烈改变河北平原的水盐均衡和循环模式,带来土地盐碱和涝渍加重的危害,咸水改造是消除这种危害的最佳对策。咸水改造需要外来水源进行排咸补淡,南水北调则恰好提供了所需的淡水水源。

如果河北平原浅层咸水的改造能够实施并取得成功,同时配合有效利用土壤水、人工增雨等措施,那么,本区的浅层地下水资源和土壤水资源都能够得到充分利用,即使不开采深层水,也完全可以达到地下水资源采补平衡,河北平原水资源短缺、生态环境恶化的现状将得到根本改观,可持续发展将得以实现,由此产生的社会、经济、环境效益将是难以估量的。同时,河北平原浅层咸水的改造,对于条件类似的黄淮海东部平原,有着重要的示范带动作用。

由此可见,根据可持续发展理念,以南水北调为契机,探索根本改善河北平原水资源和生态环境的路子,现在正是难得的大好时机。

3 长江中游现代构造沉降与防洪对策的可持续性

洪水的形成与发展,不仅仅取决于气象水文因素,还取决于地质因素,特别是现代构造运动。但是,目前

对长江、黄河等大江大河,都还没有进行必要的宏观地质背景研究,所制订的防洪对策未必符合客观规律。

长江中游的荆江及其两侧的江汉—洞庭平原,是

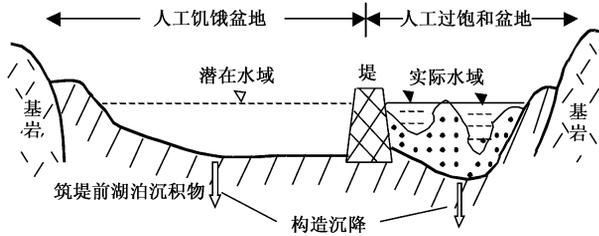


图1 堤防将陆地与水域分隔为人工饥饿盆地和人工过饱和盆地

Fig. 1 Artificial starved basin and artificial over-fed basin resulted from embankment in river and lake

长期构造沉降区。明清以来洪灾频繁,近50年来有进一步加剧的趋势。洪灾加剧的原因是,不恰当的人为活动与构造沉降两者的不良耦合。明清以来,荆江堤防日趋完善,洞庭湖区进行了大规模的围湖造田,使防洪形势不断恶化。长江干流堤防和洞庭湖区的垸堤,将堤防内外分割为发展方向相反的两大部分:堤外水域(含荆江与洞庭湖),泥沙集中淤积,淤积速率超过构造沉降速率,成为高程不断抬升的人工过饱和盆地(artificial over-fed basin),400余年来荆江洪水水位抬升了7m多^[7];堤内陆地,由于持续的构造沉降得不到泥沙沉积补偿,成为高程不断降低的人工饥饿盆地(artificial starved basin)(图1)^[8]。堤高水涨,水涨堤高,水愈高而地愈低,形成恶性循环。目前,荆江大堤最大高度已达16m,荆江最高洪水水位已经高出洞庭平原平均高程8~18m,高出江汉平原平均高程10~20m,荆江两岸的洪水形势严峻异常,犹如累卵。

根据重复水准测量、水下地形图与输沙量平衡等多种方法求算,得出荆江、江汉——洞庭平原的现代构造沉降速率为5~10mm/a。据此推算,堤防顶面以及堤内地面每一百年将下降0.5~1m;假定洪水水位高程不变,洪水水位将不断逼近堤顶,堤防将不断被迫提高(图2)。

由于受堤防约束,水域的泥沙淤积速率大于构造沉降速率,特别是漫滩和心滩迅速淤积抬高,导致同流量下洪水水位不断抬升(图3)^[8]。因此,在同等洪峰流量下,洪水水位愈来愈逼近堤顶,为了防御同等大小的洪水,堤防被迫以每百年0.5~1m的速率增高。洪水水位持续抬升,堤内地面高程不断降低,使洪水水位与堤内地

面的高差不断增大,洪水致灾能量不断积累,洪灾威胁不断加剧。

构造沉降是一个缓慢而持续积累的过程,人们从直观上很难觉察。目前的防洪对策并未考虑构造沉降这一重要因素。如果认真考虑构造沉降因素,就不难得出结论,堤防将被迫不断增高,洪水水位与堤内地面的高差将不断增大,洪水的致灾能量将与时俱增,积以时日,最终必将酿成巨灾。

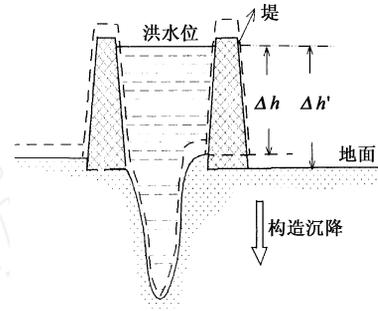


图2 构造沉降下堤顶与堤内地面高程降低,洪水水位与堤内地面高差增大(虚线表示前期,实线表示后期; h及 h'分别为前、后期洪水水位与堤内地面的高差)

Fig. 2 Tectonic subsidence resulting in lowering the top of dykes and elevation of landsurface outside of river, and thus heightening the difference between flood level and landsurface outside river

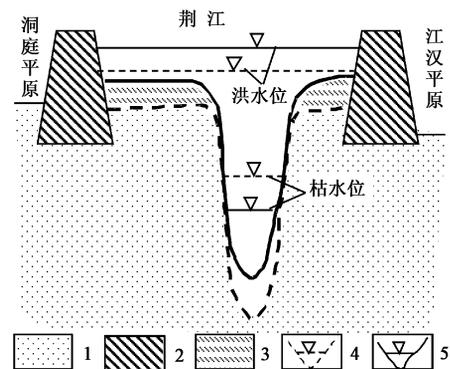


图3 荆江同流量洪水水位因漫滩淤高而随时间开始

Fig. 3 Flood level becoming higher with time caused by silting of flood bed

- 1—河床沉积物;2—堤防;3—漫滩淤高;
- 4—前期的河床与水位;5—后期的河床与水位

长江中游现行的防洪方针是“蓄泄兼筹,以泄为主”。“以泄为主”的实质就是以堤防约束一般洪水使

之顺利下泄入海;根据以上分析,考虑构造沉降的影响,这种防洪对策是不可持续的。经过分析研究,我们提出了可持续防洪方针的构想——“蓄泄兼筹,疏导为本”;其要点是开辟分流洪道,向堤内陆地分洪放淤,使人工饥饿盆地及人工过饱盆地向平衡盆地转化,以便从根本上扭转数百年来的洪水形势的恶性演变,使其转化为良性演变^[10]。

4 可持续发展理念下水文地质与环境地质工作的某些特点

可持续发展理念下的水文地质和环境地质工作具有自身的某些特点。它的目标是重新构建一个人和自然相互协调的、良性循环的地下水系统或地质环境系统;必须以多学科交叉渗透的方法,从成生角度对目标系统进行系统分析;为了构建这样一个优化系统,必须应用系统工程的方法,采取成龙配套的治本对策,而不是零敲碎打的治标措施;在重新构建系统时,不仅要求处理好人和自然的关系,更重要的是正确处理人与人之间的利益关系——整合当前利益与长远利益,整合局部利益与整体利益;可持续发展理念下的水文地质和环境地质工作,能够获得良好的长期社会、经济与环境效益,但是,需要付出坚持不懈的、格外艰巨的努力。

为了实现可持续发展,必须重新构建人和自然相互协调的、良性循环的地下水系统或地质环境系统。为此,需要从成生角度对目标系统进行深入的地质历史分析和历史分析,掌握其纯粹自然状态下的演变规律,分析诊断叠加人为作用后系统的变化规律;在认识自然、顺应自然的基础上,构想设计优化系统,寻求构建的途径与方法。在没有真正把握自然规律之前,贸然采取改造自然的行动,往往导致与预期相反的不良后果。20世纪60年代,河北平原曾经实施过“一块地对一块天”、只蓄不排的水利方针,最后付出了大面积土地盐碱涝渍的惨痛代价。作为一种复杂系统,地下水系统与地质环境系统具有反直观性,即其行为方式往往恰好与大多数人所预料的结果相反^[9]。数百年来长江中游的防洪实践,为系统行为的反直观性,提供了极好的例证。修建荆江大堤是为了防洪,结果却导致洪灾加剧;围湖造田是为了发展经济,却引起洪、涝、渍害全面发展,成为妨害经济发展的瓶颈;下荆江裁弯目的是防洪,得到的结果却是江湖洪灾加剧。因此,人们

在采取任何改变自然的行动之前,必须慎之又慎,三思而后行^[10]。

重新构建优化系统,不能采取零敲碎打的治标措施,必须应用系统工程的方法,将各种措施整合为可操作的成龙配套的治本对策。如上所述,构建河北平原优化的地下水系统与地质环境系统是一个十分复杂的系统工程。仅以河北平原浅层咸水改造而言,就是一个相当复杂的系统工程,要求一系列配套措施加以支撑,措施不配套,便难以成功与推广。咸水改造要求具备下列基本条件:必须有外来淡水进行大定额灌溉,以较快形成可供开采的浅层淡水;必须有统一的干支配套的排咸入海的渠道,否则会造成“咸水搬家”;必须有适于排除浅层咸水和开发薄层淡水的出水能力大的浅井井型,以缩短咸水改造的周期,实现良性的滚动开发;必须在数学模拟基础上制订科学的排咸换淡方案,避免以往经验式粗放的咸水改造方式;必须建立相应的利益机制和法规,以保证浅层咸水改造工作能够全面开展,长期坚持,直到见到成效。

对于咸水改造,以上条件缺一不可,但是,满足上述条件并不容易。仅以井型而言,目前并不存在成本低廉、成熟易行的大出水量浅井的凿井技术。因此,大出水量浅井凿井技术的研究,尽管只是技术细节,却是河北平原构建优化系统必须解决的问题之一。

多学科交叉渗透、不同部门协同,是构建优化系统所必需的。例如,有效利用土壤水,需要水文地质和农业等专业人员和部门的配合。制订正确的可持续的防洪对策,需要水利和地质等专业人员和部门的配合。从我们的实践看,由于目前存在的条块分割的体制,不同部门各有自己的利益,部门之间的协同很难实现。水文地质与环境地质工作者经过辛勤劳动得出的研究成果,往往难以得到应用部门的理解与认可,只能停留在纸面上,而未能付诸实践。因此,提倡多学科交叉渗透,探求不同部门协同的机制,是可持续发展理念下水文地质与环境地质工作的重要突破点。

在构建可持续发展的优化系统时,尽管要涉及一系列技术层面的问题,但是,真正的难题并不在技术层面,而在非技术层面。例如,咸水改造的周期相当长,如何建立相应的利益激励机制,解决资金来源,使咸水改造不仅是政府行为,同时也成为农民的自觉行动,就是一个有待解决的重要课题。土壤水有效利用,尽管对改善水资源的宏观条件意义重大,但是,对于农户来

说,打井灌溉远比利用土壤水省事,如果没有相应的法规与利益杠杆的驱动,土壤水有效利用的推广,就是一句空话。相应的利益激励机制,是建立可持续发展优化系统的关键。因此,为了做好可持续发展理念指导下的水文地质与环境地质工作,应当大力加强软科学的研究。

以可持续发展理念为指导,水文地质与环境地质工作必将获得巨大的长期社会、经济与环境效益。然而,由于上述种种技术层面与非技术层面的原因,工作的难度很大,企图立竿见影、一蹴而就,是不现实的。只有进行长期的、坚持不懈的努力,付出艰巨复杂的劳动,我们才有可能达到目标。

参考文献:

- [1] Brundland G H. Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development [M]. Oxford, Oxford University Press, 1987.
- [2] 林家彬. 环境伦理学——关于环境与新思维 [J]. 科技导报, 1994, 10: 51 - 52.
- [3] 张光辉, 王金哲. 海河流域中东部平原深层地下水补给与释水机制探讨——兼论深层地下水资源可利用性[J]. 水文, 2002, 22(3): 5 - 9.
- [4] 段永侯, 肖国强. 河北平原地下水资源与可持续利用[J]. 水文地质工程地质, 2003, 30(1): 1 - 7.
- [5] 靳孟贵, 张人权, 高云福, 等. 农业 - 水资源 - 环境相互协调的可持续发展——以河北黑龙港地区为例 [M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1999.
- [6] 陈望和. 赴以色列访问考察概况 [J]. 河北地质情报, 1995, (1): 1 - 6.
- [7] 周凤琴. 荆江近 5000 年来洪水位变迁的初步探讨 [A]. 历史地理 (第四辑) [C]. 上海: 人民出版社, 1986. 46 - 53.
- [8] 张人权, 梁杏, 陈国金, 等. 长江中游盆地地质环境系统演变与防洪对策 [J]. 长江流域资源与环境, 2000, 9(1): 104 - 111.
- [9] 吴建中. 系统动力学 [A]. 宋键. 中国大百科全书 - 自动控制与系统工程 [C]. 北京, 上海: 大百科全书出版社, 1991. 489 - 490.
- [10] 张人权, 梁杏, 段文忠, 皮建高. 洞庭湖区演变及洪灾成生与发展的系统分析 [M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 2003.

On researches and practices in hydrogeology and environmental geology for sustainable development

ZHANG Ren-quan, LIANG Xing, JIN Meng-gui

(China University of Geosciences, Wuhan 430074, China)

Abstract: For realizing sustainable development, it is necessary to rethink and readjust the ways of hydrogeological and geo-environmental researches and practices, and to look for a set of comprehensive strategies and appropriate measures for reconstruction of an optimum groundwater system and/or a geo-environmental system. Illustrating with samples of Hebei Plain and middle reaches of Yangtze River, the characteristics of researches and practices in hydrogeology and environmental geology for sustainable development are discussed. Reconstruction of an optimum system with a harmonic relationship between the nature and human being is the final target of hydrogeological and geo-environmental researches and practices. Multidiscipline approaches should be used for systemic analysis of the generation of a target system. For reconstruction of an optimum system, system engineering approach should be applied. For reconstruction of an optimum system, beyond straightening relations between the nature and human being, more attention should be paid to the relationship among different people with different interests. Long-term benefits in the fields of society, economics and environment would be achieved if our hydrogeological and geo-environmental researches and practices are aiming at sustainable development. But, in the same time, great efforts should be made.

Key words: sustainable development; hydrogeology; environmental geology