

西北地区水资源开发引起的生态环境问题

赵锁志

(内蒙古自治区地质调查院, 内蒙古呼和浩特 010020)

摘要: 西北地区处于干旱、半干旱气候带, 降水量少, 蒸发量大, 水资源紧缺, 生态环境脆弱。近半个世纪以来, 由于对水资源的不合理或过量开发利用, 引发诸如水土流失、土地沙化、次生盐渍化等一系列与水有关的多种生态环境问题。针对存在的上述生态环境问题, 提出了如下对策和措施: 在水资源利用上要以流域为基础, 合理调配, 计划用水, 既要保证发展经济用水, 又要保持生态环境不遭受破坏; 严格控制地表水库的建设, 充分发挥戈壁滩天然地下水库作用; 要把水资源评价与如何开发管理联系起来, 建立具有超脱地位和跨部门的权威性机构, 按流域对水资源实行统一管理。

关键词: 西北地区; 水资源开发; 生态环境问题

中图分类号: X 171.1 **文献标识码:** A

我国西北地区由陕、甘、宁、新五省区和内蒙古西部构成, 该区地域广阔, 自然资源丰富, 总面积 $347 \times 10^4 \text{ km}^2$, 占全国面积的 $1/3$, 水资源总量 $2\,254 \times 10^8 \text{ m}^3$, 只占全国的 8% , 人口 8 700 多万, 绿洲人口密度大, 土地承载力低, 生态环境十分脆弱。

建国 50 年来, 特别是改革开放 20 年来的建设, 西北已初步形成了能够基本自给的灌溉农业体系和资源加工型工业基础。然而, 因该区处于干旱、半干旱气候带, 降水量少而蒸发量大, 显著的大陆性气候和地形地貌特征, 决定了西北地区水资源时空分布很不均匀; 以干旱为主体特征的自然条件和荒漠半荒漠的植被严酷决定了西北大部分地区生态环境先天不足。

近半个世纪以来, 随着这一地区的人口增长, 经济发展, 用水量也一直在同步增加, 由于水资源的不合理开发或过度开发, 使经济活跃、人口集中地区的水资源供需呈紧张态势, 导致生态用水得不到基本满足, 而难以利用的沙漠、戈壁、裸岩面积却不断扩大, 使土地沙化、草场退化、天然绿洲萎

缩, 生态系统日趋恶化, 引发了一系列与水有关的生态环境恶化问题。

1 存在的生态环境问题

1.1 水土流失严重

西北地区水土流失面积大, 流失量大, 陕西省尤为严重, 年输沙量 $9.2 \times 10^8 \text{ t}$, 占全国年水土流失总量的 $1/5$ 。其中, 输入黄河的泥沙量达 $8 \times 10^8 \text{ t}$, 加上甘肃省输入的 $5.18 \times 10^8 \text{ t}$, 仅两省水土流失而输入黄河的泥沙量即达 $13 \times 10^8 \text{ t}$, 达到黄河泥沙量的大约 80% 。

据水利部 1990 年遥感普查, 因近几年持续高温、降水稀少并呈短时暴雨, 加之植被退化, 水土流失现象日趋严重, 黄土高原水土流失面积由解放初期的 $43.3 \times 10^4 \text{ km}^2$ 扩大到 $45.4 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。其中, 侵蚀模数大于 $500 \text{ t/km}^2 \cdot \text{a}$ 的强度以上侵蚀面积由解放初期的 $15.6 \times 10^4 \text{ km}^2$ 扩大到 $19.2 \times 10^4 \text{ km}^2$, 增加了 23% 。

黄土高原每年向黄河倾泄泥沙 $5.18 \times 10^8 \text{ t}$, 黄

河龙羊峡至循化段的河水每年输沙量已达 $2\,480 \times 10^4 \text{ t}$, 年侵蚀模数为 $1\,600 \text{ t} / \text{km}^2 \cdot \text{a}$ (1993 年)。严重的水土流失导致大量水库被淤积, 大片表层熟土被流失, 降低了土壤肥力, 土壤有机质下降到 1% 以下, 水土保持能力下降, 造成植被退化, 土地资源丧失, 土壤瘠薄、产量低下, 农民生活贫困。甘肃、宁夏两省区流失的氮磷钾, 相当于损失化肥 $2\,222 \times 10^4 \text{ t}$, 为全国 1 年的化肥生产总量。水土流失的危害还在于造成黄河下游河床泥沙淤积, 构成严重的水患威胁。大量泥沙进入河道, 淤塞河道湖库, 降低了已建工程对水资源的调蓄能力, 甚至导致水库报废, 减小了人类对水资源在年内年际间的调配能力, 并且增加了工业、生活用水的难度。同时, 泥沙携带的残留氮、磷、钾肥注入水体, 加剧了湖库水的富营养化, 使水质腐败, 给水体环境带来一定负面效应。提高了水处理成本。据统计, 1950 ~ 1998 年, 黄河上中游支流水库淤积泥沙 $143 \times 10^8 \text{ t}$, 相当于淤积库容 $1 \times 10^8 \text{ m}^3$ 的大型水库 100 多座。

1.2 植被退化, 土地沙化

随着河流上中游水资源开发利用量的猛增, 大部分中小河流的中下游已成为季节河, 仅在洪水期作为行洪河道, 行水期大大缩短, 水量减少或枯干, 从而减少了对地下水的入渗补给量, 水位下降, 使植物失去赖以生存的水分而枯死, 额济纳绿洲便是一典型例子。

额济纳绿洲主要依赖发源于祁连山的黑河水流入境内所孕育, 绿洲面积 $5\,440.82 \text{ km}^2$ 。据调查, 近 30 年来黑河流域上游山区修建了 90 多座中小型水库, 使下游额济纳绿洲河水年入境流量由 $(8 \sim 10) \times 10^8 \text{ m}^3$ 大幅减少, 至 1999 年不足 $3 \times 10^8 \text{ m}^3$, 以致河流断流, 东西居延海先后干枯, 由于黑河河水入渗补给量占额济纳盆地补给量的 66%, 所以该地下水系统储存总量减少了 $3.879 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。同时, 植被覆盖面积也由 1987 年的 $6\,648.21 \text{ km}^2$ 减少至 1996 年的 $5\,140.82 \text{ km}^2$, 10 年内减少 $1\,507.39 \text{ km}^2$, 尤以梭梭、芦苇面积减少最多。仅额济纳盆地一带林草植被每年大约消失 2.5 km^2 , 绿洲沙漠化以每年 3% 速度扩展^①。

据 1999 年内蒙古水科院研究报告, 保持额济

纳绿洲的临界来水量为 $7.31 \times 10^8 \text{ m}^3$, 警戒来水量 $5.74 \times 10^8 \text{ m}^3$, 少于警戒来水量将造成绿洲植被退化, 土地沙化, 绿洲萎缩。要保持西居延海 30 km^2 的水面, 每年至少要保证 $0.66 \times 10^8 \sim 0.70 \times 10^8 \text{ m}^3$ 的水注入海子, 以保持周围生态环境的良性发展及地下水位的回升^[2]。

在新疆塔里木河流域, 耕地主要依靠平原水库拦蓄的河水进行灌溉, 过分拦蓄地表水, 使得中下游植被得不到水源涵养, 使绿洲不断缩小, 以致消失, 而出现了沙漠化。上世纪的五六十年代时, 塔里木河两岸耕地仅 $2 \times 10^4 \text{ ha}$, 90 年代末已发展到 $6.67 \times 10^4 \text{ ha}$, 随着人工绿洲的扩大和灌溉用水量的增多, 干流两岸胡杨林面积已由 $45.98 \times 10^4 \text{ ha}$ 降至 $24.53 \times 10^4 \text{ ha}$, 塔河下游大西海子以下基本断流, 下游中段铁干里克至阿拉干植被衰退, 沙化严重, 下游下段阿拉干至台特玛湖已成一片沙漠, 而失去自然绿洲的屏障保持, 人工绿洲亦难以维继。1958 ~ 1993 年, 流动沙丘面积从占土地面积 44.34% 上升为 64.47%, 强度和极强度沙漠化面积增加了 3.12% 和 3.56%。

在甘肃, 由于境内黑河的大小 22 条支流的干涸消失, 原来沿河岸发育的河岸林带和灌丛草场迅速退化消失, 分布于细土平原北部的沼泽、湿地及水生植被大幅度衰退, 代之而起的是旱生和盐生草甸。原来生长于张掖城区及周围的约 12 km^2 的芦苇只剩下不足 2.3 km^2 , 分布于城区北部的沼泽池塘 (俗称北大池, 现为甘肃公园) 现已基本干涸。据不完全统计, 20 世纪 60 年代初, 张掖地区分布沼泽及低湿草甸草场面积达 $12 \times 10^4 \text{ ha}$, 产草量 $1\,200 \sim 1\,800 \text{ kg} / \text{ha}$, 80 年中期减少到约 $9 \times 10^4 \text{ ha}$, 产草量仅为 $510 \sim 750 \text{ kg} / \text{ha}$, 90 年代末减少 $5 \times 10^4 \text{ ha}$, 产草量不足 $500 \text{ kg} / \text{ha}$, 严重退化的草场面积达 $43 \times 10^4 \text{ ha}$ 。

由于植被的严重破坏, 加强了气候恶化的反馈作用, 裸露的干旱沙质土地为沙尘暴提供了丰富的物质来源, 使西部干旱区成为全球 4 大沙尘暴高发地区之一的中亚沙尘暴区的重要组成部分。1950 ~ 1993 年, 本区发生强沙尘暴 76 次, 年均 1.76 次, 而 90 年代以来, 仅特强沙尘暴年均发生率就超过 2 次。2000 年 1 月至 4 月, 沙尘暴就发生近 10 次, 全

①杨建勋, 等. 内蒙古自治区地下水资源评价. 2002.

国上下为之愕然。除沙尘暴次数的增加外,其破坏程度也迅速提高,50~70年代,沙尘暴天气灾害范围一般在 $11 \times 10^4 \sim 29.1 \times 10^4 \text{ km}^2$,进入90年代以来,几乎所有沙尘暴天气灾害范围都超过 $31 \times 10^4 \text{ km}^2$ ^①。

1997年4月15日,西北地区爆发了一场范围广大的沙尘暴,兰州、银川等城市沙尘弥漫,不见天日,并波及华北、华东地区。有关专家认为,上述沙尘暴主要是由于西北地区沙漠化日趋严重形成的。近20年来,沙尘暴天气不论是发生频率或强度,均逐年有所增加;特别是1993年5月5日在河西走廊发生的那次黑风暴,直接经济损失7亿元,兰新铁路中断一星期,金川有色金属公司被迫停产,沙漠向前推进 8 m ^[1]。

森林和草原存在,对拦蓄大气降水,调节水资源的时空分布具有重要意义,而森林和草原的退化以至消失,大大降低了涵养水资源的这种有益作用。

虽然西北内陆以植被衰退为标志的土地沙化并非完全是由水源条件改变而引起的,但在这些地下水呈负均衡区域几乎不同程度地存在着这种现象。在这些地区,水资源的大规模开发利用,导致了下游侧向流入量和河水入渗量大为减少、潜水位下降,最终引起植被退化,土地沙化。据《河西走廊沙区防护林体建设与水的平衡》(1983年)对某些河生植被与地下水的关系研究成果表明,对沙枣林,在非灌溉条件下,当地下水位降低到地面以下5~6 m时,大部分将枯萎衰败^[2]。内陆平原地区与水源有关的土地沙化演变过程见示意图。

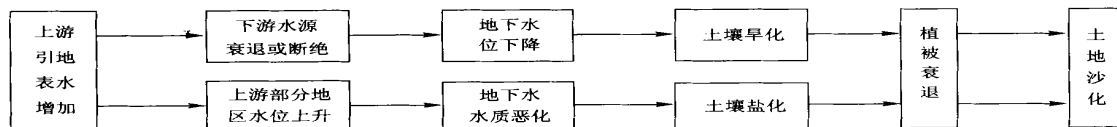


图1 土地沙化演化过程示意图

(据文献[3]修改)

Fig. 1 Schematic diagram showing of desertization evolution process

1.3 土壤次生盐渍化

传统的灌溉方式(大水漫灌),不仅浪费了宝贵的水资源,还导致了农区土壤发生严重的次生盐渍化。塔里木河中上游垦区就是如此。塔里木盆地绿洲耕地的灌溉用水是我国灌溉定额最高的地区之一,有的地区达 $22.5 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{ha}$,超过北方地区平均用水的2~3倍。据统计,由于大量引水灌溉,从1958~1973年的15年期间,该地区水位埋深由4~6 m普遍上升至1~3 m,从而使盐渍化面积不断扩大,重盐渍土和盐土占土地总面积的10%以上,一般盐渍土则占总面积的56%,成为盐渍土的重灾区^②。

内蒙古河套灌区广泛分布盐渍化土壤,总面积达 $106.64 \times 10^4 \text{ ha}$,占宜农土地面积的64%,占耕

地的54%。其中,含盐量大于1%的盐土 $63.11 \times 10^4 \text{ ha}$,占盐渍土的59%。据统计,在20世纪50~70年代末灌溉面积扩大了3倍的同时,盐渍土的面积竟扩大了10倍^[2]。次生盐渍化的形成是由于河套灌区几乎全为引黄河水灌溉,输水线路长,行水水位高,渠系利用系数较低,单位耗水量过高(后套地区毛引水量为 $1.5 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{ha}$)。可见盐渍化人为因素造成的。土壤盐渍化已成为该地区农业发展的主要制约因素^③。

2 生态环境问题防治对策及措施

水是生态环境问题中最活跃、最敏感的影响因素,是干旱地区维护生态环境的主要基础,西北地

① 杨建勋,等.内蒙古自治区地下水资源评价. 2002.

② 汪林,等.西北地区盐渍土及其开发利用中存在问题的对策. 2000.

③ 孙文承,等.内蒙古巴盟河套平原土壤盐渍化水文地质条件及其改良途径研究. 1982.

区生态环境恶化,虽然有多种原因,但水资源开发不合理是主导因素。在人类的经济活动中,不合理的开发利用水资源,使得自然因素与人为因素相互交叉、叠加,加重了生态环境的日趋恶化。因此,防治西北地区生态环境的恶化,除了保护植被,大力植树造林,控制草原垦荒,加强水土保持等措施外,最重要的一环,是合理开发利用水资源。

针对西北地区水资源特点和生态环境类型,特提出如下对策及措施:

(1) 在水资源利用上要以流域为基础,合理调配,计划用水,既要保证发展经济用水,又要保持生态环境不遭受破坏。所以,在流域上游地下水赋存条件较好的山前冲洪积倾斜平原区,在确保自然生态需水的前提下,适当开发利用地下水,开发力度以夺取无效潜水蒸发为原则,既防止了土壤盐渍化,又提高了水资源利用效率,以使更多的地表水能输往下游;在河流的下游要地表水、地下水开发兼顾,慎重开采地下水,保持一定的地下水位,这对保护沙漠绿洲、治理荒漠化和水土流失具有重要意义。对水循环条件较差、盐渍化较重的盆地,应加强排水力度,在渠排的基础上,适当发展井排,构筑渠、沟、井灌排系统,实现地面水、地下水资源互补,减少地表水利用量,这是西北地区发展农田灌溉,合理利用水资源,促进农业生产的重要途径。

(2) 要把评价与如何开发管理联系起来。水资源评价是水资源开发与管理的的前提或基础,同时资源评价又渗透着水资源管理的成分和思路。应该用系统分析方法对水资源进行规划与管理,实行上、中、下游和农业、工业及城市用水的统筹安排,合理分配。

(3) 地下水位的变化是影响生态环境的重要原因,因此,在评价地下水资源时,要考虑地下水位埋深这个环境制约因素。就西北地区而言,与地下水浅埋藏带有密切关系的内陆盆地与绿洲,生态系

统可划分为灌溉与非灌溉两种类型。对于灌溉型的‘最佳地下水位’应大于临界水位,而非灌溉型应小于或等于植物根系密集带深度。

(4) 严格控制地表水库的建设,而要充分发挥戈壁滩天然地下水库作用。因地表水库的兴建形成了广阔的水域,在蒸发度如此强烈的地区,仅蒸发所造成的水量损失(按水深计算)可达2~3 m,增加了水源的无效损失,而浓缩的水质也会加剧灌溉时的土壤积盐效应,使土壤盐渍化现象更为严重。

(5) 根据西北地区的实际情况,并建立具有超脱地位的权威性机构,按流域对水资源统一管理和统一调度,其成员除包括政府部门的有关领导外,还应包括具有权威的水资源专家与水文地质专家。实施取水许可和水资源论证制度,淘汰耗水大、耗能多、污染重的用水户,通过制定和严格实施水量分配方案,保障水资源与经济的协调发展。

(6) 西北地区生态建设、生态环境保护、水资源的合理规划与科学管理,都是非常复杂、科学性极强的新课题,非一个部门、一个学科所能完成的,应组织多学科共同合作,进行综合研究。

致谢:本文编写过程中,曾参阅了一些尚未公开出版的论文,在参考文献中未列出,在此特向作者表示歉意。文稿完成后,承蒙李志教授级高工在百忙中指导,并提出许多宝贵的建议和具体修改意见,谨致谢忱。

参考文献:

- [1] 陈梦熊,马凤山. 中国地下水资源与环境[M]. 北京:地震出版社, 2002. 203-204.
- [2] 徐恒力,等. 水资源开发与保护[M]. 北京:地质出版社, 1999. 219-223.
- [3] 范锡朋. 西北干旱地区地下水资源特征及水资源开发引起的环境问题[J]. 水文地质工程地质, 1990, (2): 11-12.

Ecological environmental problems resulting from exploitation of water resources in Northwest China

ZHAO Suo-zhi

(Inner Mongolia Institute of Geological Survey,
Huhhot 010020, China)

Abstract: The Northwest China covers vast area with rich in natural resources. They are important bases for sustainable economical development and vital component of development of West China. However, located in arid, semi-arid climate belts, these regions are in short of water resources and ecologic environment is fragile. In the last half century, there occurred a series of ecologic environment problems related to water such as soil erosion, land desertification and secondary salinization due to irrational or over-exploitation of water resources. Aiming at these ecologic environment problems in the regions, the paper presents some countermeasures and preventives steps, which include: water resources should be rationally distributed and planned according to drainage area, ensuring not only economical water demand, but keeping ecologic environment from damaging as well; surface reservoirs constructions should be strictly restricted, rather the functions of gobi natural underground reservoirs ought to be fully taken advantage of; water resources evaluation and managements should be considered together; a detached authoritative organization should be established to manage the water resources uniformly.

Key words: Northwest China; water resource exploitation; ecological environments problems

西安地矿所鄂尔多斯盆地地下水勘查实施项目 前阶段成果和后阶段设计通过中国地调局评审

2003 年 7 月, 中国地质调查局在北京邀请了陈梦熊、张宗祜、袁道先、林学钰 4 位院士和多位国内知名专家组成专家委员会, 对西安地质矿产研究所负责提交的《鄂尔多斯盆地地下水勘查项目》1999–2002 年工作报告和 2003–2005 年项目设计进行了评审。前一阶段成果报告获得优良 (87 分), 后一阶段设计获得优秀 (91.5 分)。

鄂尔多斯盆地地下水勘查项目是中国地调局于 1999 年 9 月下达的, 相继由陕西省地质调查院和西安地质矿产研究所组织实施, 陕、甘、宁、蒙、晋 5 省 (区) 地调院、成都地矿所及中国地质科学院有关单位负责实施。

评审委员会认为, 前一阶段项目在充分利用已有各类资料的基础上, 采用多种学科和技术方法手段, 对 36.5 万 km² 的鄂尔多斯大型构造沉积盆地地下水进行了综合性勘查研究。平面上涵盖了整个鄂尔多斯盆地及其周边地区, 深度上达到了盆地内主要含水层或地下水循环带的底部。其成果科学性、实用性强, 是目前鄂尔多斯盆地地下水较为系统的综合勘查研究成果。其成绩主要表现在“首次对盆地周边岩溶地下水进行了全面的勘查评价, 对全区岩溶地下水资源进行了计算和评价”, “首次在渭北、宁南、陇东勘探发现了可供利用的隐伏深埋岩溶地下水”; 明确提出白垩系盆地南北两部分水文地质条件的明确差异, 并对整个白垩系自流盆地地下水资源进行了初步计算与评价; “首次建立了针对黄土区不同地质-水文地质条件的地下水勘查开发模式, 完成了地下水勘查开发示范工程”。项目在勘查过程中为当地探采结合“成井 80 多眼, 累计出水量近 30 × 10⁴ m³/a, 解决了陕、甘、宁、晋、蒙五省区严重缺水地区的 10 个城镇和 20 多个乡村近 50 万人的生活饮用水源, 社会效益显著”。

在对下一阶段项目总体设计评审时, 专家委员会认为设计充分考虑了工作区国民经济及社会发展规划, 社会经济发展对水资源的需求, 在认真总结分析前期工作成果和存在问题基础上编写了设计。其依据充分, 问题分析深入, 目标明确, 技术路线正确, 工作部署合理, 组织保证措施得当, 为一份优秀设计。

(西安地质矿产研究所 王永和供稿)