西北干旱区水资源与生态建设

陈梦熊

一、西北干旱区水资源条件优越

西北大型内六盆地，主要包括甘肃河西走廊、新疆准噶尔盆地、塔里木盆地、青海的柴达木盆地及周边山区，其总面积约250万km^2，相当全国陆地面积的四分之一。全区气候极端干燥，降水极少，日照和蒸发作用都极强烈，日夜温差极大，风力很强而且持久。全区除绿洲地带外，以荒漠化景观居首要地位，生态环境十分脆弱；由于自然条件与人类活动的影响，荒漠化现象日趋严重，不仅已严重威胁当地人民生活，而且直接或间接影响到我国北方广大地区。

我国西部内流盆地，虽然与一般典型干旱沙漠地区，具有相同的生态环境，但其主要区别，是盆地四周都是围绕着海拔4000—6000m左右的高山峻岭，如著名的祁连山、天山、昆仑山等，这是其他干旱区无法比拟的。广阔的重重高山，降水丰富，冰雪遍布，成为内流盆地许多河流的发源地。据粗略统计，该地区冰川覆盖面积达3万平方公里左右，年均冰川融水径流量约200亿m^3，其中塔里木盆地就占140亿m^3，约为河川总径流量的40%。高山降水随高度增加而增加，一般海拔每升高100m，年降水量相应增加10—20mm，年均降水可达200—400mm，最高可达600mm左右。山区降水与冰雪融水相汇合，形成强大的地表径流，汇聚到盆地，成为滋润广大绿洲的宝贵水源。

据概略统计，上述盆地的总水资源约为900亿m^3。其中河西走廊为82亿m^3，准葛尔盆地为308亿m^3，塔里木盆地为438亿m^3，柴达木盆地为49亿m^3。以上总水资源量，接近两条黄河的年均径流量。特别是由于地广人稀，主要耕地及居民点，都集中在仅占总面积5—10%的绿洲地区，因此人均占有水量远远高于国内其他地区。例如塔里木盆地人均水量为6049 m^3/a，准葛尔盆地为3449 m^3/a，河西走廊为1590 m^3/a，柴达木盆地可达

33164 m^3/a。相比之下，华北地区人均水量不足 1000 m^3/a，海河流域仅 300——400 m^3/a，相差悬殊。

当前存在的主要问题，总体上不是水资源的供需矛盾，而是水资源的严重浪费；大水漫灌使土地大面积盐渍化。由于缺乏统一规划与科学管理，地表水、地下水不能联合开发，综合利用；上、下游追资源得不到合理分配，造成石油大量消耗，下游河流断流、湖泊干固，地下水位剧烈下降，水质恶化，植被枯萎死亡，大片绿洲沦为荒漠，生态环境急剧恶化，不少地区已面临急待抢救的危急关头。

二、发利用天然地下水库

干旱区内流盆地水资源的主要特点之一，是地表水、地下水相互转化；在天然状态下，山区河流进入盆地后，80%以上的地表径流，在流经山前戈壁带时就全部渗入地下，转化成地下水；又在戈壁带前缘，溢出地表，汇聚成泉集河，留入绿洲，成为绿洲耕地的主要灌溉水源。戈壁带实质上是由巨厚卵石层所构成的一个占有巨大空间的地下水库，具备良好的储水条件与调节功能。与地上水库对比，主要具有以下优势：(1)地下水位埋藏深，由数百米逐渐降至数十米，不存在蒸发损失问题；(2)由于西北特有的强烈升降运动，山前拗陷带由巨厚卵石层构成的簸箕状深槽，地下库容巨大；(3)卵石层渗透性强，孔隙率大，沉积物单纯，具有良好的储水条件；(4)地下水水力坡度大，流速快，具有极强的传输能力，有利于垂向入渗与侧向流动；(5)由于具有良好的多年调节功能，溢出带的泉流量，不受气候影响，能常年保持稳定。

地上水库修建以后，实际上替代了以来地下水库的储水功能，其主要后果是：(1)干旱区年蒸发率达 1000—3000mm，造成水面巨大蒸发损失，配套修建的高衬砌渠道，远距离输水至绿洲地区，沿途再度遭受蒸发损失；(2)修建水库或渠道，均需耗费巨大建设投资，以及相应的维修费用；而利用地下天然水库，既无蒸发损失，又不需要高额投资；(3)地上水库调节功能不强，不能保证春旱供水需要；大部分水库淤积严重，库容日趋萎缩；(4)修库后戈壁带地下水补给急剧减少，溢出带泉流量相应衰减，甚至枯竭，原有的泉灌系统受到

4 严重破坏;(5)山前带是地震强烈活动带,修建水库要冒很大风险。

三、地表水、地下水统筹规划,综合利用,合理调整灌溉系统

20世纪60年代以前,绿洲耕地以泉灌为主,下游盆地以河灌为主;大量水库修建以后,泉流量逐年衰减,原泉灌或河灌系统,逐渐被渠灌或井灌系统所替代。由于地下水的补给来源,不同程度已被上游水库所拦截,井灌系统成为无米之炊,如石羊河流域,超采现象十分严重,地下水位急剧下降。同时为追求扩大耕地而建设新绿洲,水库内很大一部分水,被引到山前戈壁带或下游盐土带,大力开垦荒地。由于荒地土壤贫瘠,需消耗2—3倍的灌溉用水,特别是戈壁带土层薄,地下水位深,灌溉用水大部分渗漏损失,不能重复利用。盐土带开垦以后,由于大水漫灌和缺乏排水措施,地下水位大幅度抬升,造成大面积盐渍化,尤以新疆最为突出,盐渍化土地占耕地面积35%以上,弃耕土地超过1000万亩以上,几乎相当历年荒地开垦的总面积。

为了保护生态环境,必须把地表水、地下水作为一个整体,统一规划,联合调度,综合开发,合理利用。长期以来,片面以开发地表水为主,而忽视地下水在干旱地区所具优势,以致以来的泉灌系统,受到不必要的破坏。今后应适当限制修建地上水库,或采取拦河坝的形式,以扩大地下水的补给来源,同时拦截部分地表水,解决春旱期间的农业用水。

充分利用戈壁带天然地下水哭的调蓄功能,大力保护泉水资源,根据泉灌、渠灌、井灌、河灌相结合的原则,因地制宜,重新建立新的灌溉系统。绿洲带以泉灌为主,河灌或井灌为辅,盐土带以实行井灌、井排为主,渠灌为辅。凡单一的井灌系统又严重超采的地区,应改为井、渠结合,相互调剂;必要时应采取人工补给等措施,以保证地下水的补给来源。充分利用地表水、地下水相互转化的关系,在不影响天然绿洲的前提下,容许在具备开垦条件的地区,适当发展人工绿洲;但严格纺织片面为发展经济而损坏生态效益,或以牺牲下游地区的社会、经济效益作为代价,以满足上游地区发展经济的需要。

四、上、下游水资源分配失衡，是造成生态环境恶化的主要原因

如前所述，每条河流自山区流入的径流量，基本代表全流域的总水资源。河流上下游盆地，由河流串联组成一个相互联系而又统一的水资源系统。全流域的总水资源与各盆地消耗水量的总和，基本保持平衡；通过长期的历史演变，各盆地之间水资源的分配，也逐渐形成一个比较稳定的天然平衡状态。

自大量水库修建以后，由于缺乏统一规划与科学管理，上游地区为开拓新绿洲不断扩大灌溉面积，水主要的消耗量日趋增长，而下游地区的来水量，则相应日益减少，已成为西北干旱地区普遍现象。因而上、下游之间水资源分配的矛盾、水资源开发与保护生态环境之间的矛盾，都日益激化。例如石羊河下游民勤盆地，50 年代的来水量为 5.47 亿 m^3/a，90 年代末已下降到 1 亿 m^3/a 左右。黑河流域下游的额济纳旗盆地，50 年代来水量不小于 8 亿 m^3/a，自 80 年代以来，逐渐下降到 2 亿 m^3/a 以下。塔里木河干流上游年径流量为 50 亿 m^3，由于容易截流引水，至中游已下降到 10 亿 m^3，卡拉水文站 50 年代流量为 13.5 亿 m^3，1997 年已减至 1.44 亿 m^3，以致下游 300km 的“绿色走廊”，因河流断流大部分已沦为一片沙漠。

水是维持荒漠绿洲生态系统的决定因素，水资源的重新分配，不仅打破了水资源系统的天然平衡，同时也严重破坏了全流域的生态平衡，导致生态环境严重恶化。下游地区来水量的急剧减少，造成河流流程缩短、湖泊萎缩或干枯，地下水位持续下降、水质恶化，绿洲被沙漠侵占的范围日益扩大，部分耕地撂荒，外围草场、灌木林等大片植被退化或死亡，最终形成土地大面积荒漠化。

五、保护和改善生态环境刻不容缓

自然界许多自然现象的演变，往往需要几百年或上千年才能看出它的变化，可是人类的各种活动，往往只需几十年或上百年，就能对生态环境造成严重影响。例如黑河下游的终端湖，历史上著名的居延海，1940 年的水上面积尚有 120km^2，但 80 年代就完全消失，沦

为沙漠。孔雀河的终端湖罗布泊，1940 年水上面积尚达 1900km²，60 年代缩小为 30km²，80 年代全部消失。以上巨大变化，仅经历不过 100 年的时间。

河流断流与湖泊消亡，促进气候更趋干旱化，地下水位持续下降与水质恶化，加快大片植被的死亡。我国西北干旱地区十分珍贵的胡杨林，在全球已所剩无几。此类林木当地地下水位大于 5m，矿化度超过 5g/L 时，就开始枯萎；当水位下降至 10m 以下，矿化度升高至 10g/L 以上时就全部死亡。黑河下游约近 600 万亩的乔、灌木次生林，在近几十年内全部枯萎死亡；塔里木河 1958 年尚有 780 万亩胡杨林，到 1995 年仅余 213 万亩。下游地区地下水位由 2—3m 下降到 12m，矿化度上升到 5—10g/L，胡杨林 50 年代尚有 81 万亩，到 1995 年仅余 11 万亩。如果亲自到现场看一看，那茫茫一片光秃秃的枯木，满目凄凉，令人瞩目惊心。如此巨大变化，只是半个世纪内发生的事。大片土地的沙漠化，造成强烈的沙尘暴天气，其发生率及强度一年胜过一年，造成重大经济损失；不仅直接威胁河西走廊及宁夏河套地区，而且也影响到华北地区。

为了保护和改善生态环境，水资源的合理分配，实现要考虑生态用水的需要，特别是大力保证为维护绿洲外围的草地、灌木林、沙枣林，以及胡杨林等植被的用水需要，并积极抢救正在枯萎或已死亡的灌木林或胡杨林。例如为了抢救正在枯萎的胡杨林，那么必须保证引入足够的水量，能满足使地下水位由 5m 以下抬升到 3—5m，矿化度由 5g/L 以上淡化到 5g/L 以下。即要恢复正常的生态环境，必须首先恢复合理的水环境，两者相辅相成。因此研究地下水与地表植被之间的生态关系，至为重要。如果缺乏必要的水主要条件和必要的生态环境，那么盲目的种草、植树，都必然要遭到失败。

六、干旱区的生态建设，是一项艰巨复杂的长远任务

干旱地区生态建设离不开水资源，水资源是生态建设的前提和基础。生态环境建设，必须与水资源利用综合考虑，统筹规划。在水资源分配上，不仅要考虑上、下游水资源的合理配置，还要考虑农业用水、城市用水和工业用水，以及生态用水之间的合理配置。

为了保护和改善生态环境，特别是防止下游地区生态环境继续恶化，实行还草、还林、

还地，必须首先要还水；重新调整上、下游之间水资源的比例关系，逐步压缩上游地区的耗水量，逐步扩大下游地区的流入量，达到一个比较合理的新的平衡关系。压缩耗水量主要有两个途径，一是防止浪费，提高水的利用效率，实行高效节水农业。另一个途径是，对新建立的人工绿洲，凡耗水来年经济效益低的耕地，以及盐渍化严重而又缺乏治理措施的耕地，坚决实行弃耕。把以上这两部分水还给下游被撂荒的老绿洲，或还给被掠夺水源、改用井灌而又严重超采的老绿洲，如石羊河流域的武威地区。

对于生态环境已遭到严重破坏的地区，如石羊河下游的民勤盆地、黑河下游的额济纳旗盆地，以及塔里木河下游 300km 的“绿色走廊”，要进行生态建设，实现还草、还林、还地，是一项非常艰难的生态工程，需要 10 年、20 年、甚至半个世纪的漫长时间，才能看到效果；而且需要地学（特别是水文地质学）、生态学、农学、水利学等各方面专家，进行联合攻关，才有可能完成这项长期而又复杂的系统工程。

西北干旱区的生态建设、生态环境保护、水资源开发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，需要组织多学科共同合作，进行综合研究。例如全球变化对干旱区水循环及生态环境影响的研究，干旱区河流水文系统、水资源系统与农业生态系统相互关系的研究，山前地下水库开发利用的研究，地表水、地下水联合调蓄、统一调度的研究，水资源的优化分配与供需破坏平衡的研究，流域水资源与灌溉系统合理规划的研究，流域水资源与多目标决策管理模型的研究，干旱区地下水与植被生态系统的研究，干旱区土地荒漠化、盐碱化治理研究，干旱区地方病与水文地球化学的研究，干旱区高效节水农业技术的研究，等等。

（本文为作者在国土资源与可持续发展高级研班上的学术报告）