
[主题报告]

关于黄河流域环境变化及水资源的脆弱性

刘 昌 明

〈LIU Changming, 中国科学院地理科学与资源研究所〉

Ladies and gentleman, good morning. So, I would like to speak in Chinese, because it is more convenient. And I would like to give thanks to the chairman Kayane.

我的介绍是关于跟水有关的环境问题，以黄河为例，黄河是当前我们国家生态环境变化最大的一个区域，也是世界上的大河之一，所以它的问题非常重要。我本人是黄河973国家重大项目的首席科学家，同时也跟日本的好几个黄河研究题目合作，所以在这几年对黄河有一些初步的了解。下面我就给大家介绍一下黄河的情况。

这次报告的内容分三部分：第一部分简单介绍一下黄河；第二部分谈水资源这种基础性资源、战略性资源它的脆弱性的问题；最后是谈战略和主要的措施。下面我就开始汇报。

第一个就是非常快地说一下黄河是一条大河，它有一系列的生态环境问题，我特别强调生态更多的是偏重自然，环境则更多地直接和人类有关，生态环境放在一起叫 eco-environment，实际上这两个词过去是不放在一起的，ecology 就是 ecology，environment 就是 environment。现在我们把它们放在一起作为生态环境，宏观上说就是人类生境。这是一个黄河流域的域图，上面是中国，下面有两个图是用卫星作的模拟色图。黄河的长度是5400公里，很长的一条河，但是它的水量很小，水量只有长江的二十分之一左右。有什么问题？在生态环境上问题很多很多，按中国话说，基本上问题成堆。成堆到什么程度呢？我们首先分上中下游来看一下黄河的主要问题，首先，上游的主要问题就是在黄河的河源区，我们称黄河的河源区是黄河的水塔，是主要的产水区，它出现的主要的问题是蓄水枯竭、水源干涸的情况，水量减少的情况，也出现了湖间的水流的中止，还有就是大量草地的退化，沙漠化的问题，冰川的退缩问题。这里有些照片（照片略），就是黄河上游的两个大湖，叫鄂陵湖和扎陵湖，这两个湖现在的面积是在缩小，大家可以看看岸边，这个湖是很大的淡水湖，在4000米以上的两个大湖，这里是它过牧的情况，你看这么多的羊群，这样集中的羊群的放牧存在草地的超载，现在还有草地退化的大片地区，现在可以看到现在对生物多样性产生的影响，同时草地退化以后已经不具作为牧场的功能了。下面看看这个地方鼠害也很严重，老鼠打洞它有一个生态过程，如果草场退化的话，就容易出现鼠，出现鼠之后就会发生鼠对草根的啃噬，草根啃噬完了之后就会形成许多鼠洞，鼠洞就会产生对地表径流过程的影响，所以水资源的脆弱性也和动物有关系。

现在我们就看看土壤的侵蚀，黄河的源流区一共有12万平方公里，754平方公里以及1600平方公里存在着严重的水土流失。现在再看看沿着黄河源的河道甚至沙丘就直接在河流的边

上，现在在黄河源也有一些冰川，这些冰川现在也开始萎缩，在退回去。

再看看中游、中游的主要问题有 5 个，第一个是土壤侵蚀和缺水，第二个是森林砍伐，第三个是沙漠化，第四个是水源污染，第五个是暴雨洪水。最近的为今年 9 月份在西安发生的暴雨洪水，就是渭河流域。现在我们再看看模拟式的图像（照片略），这个模拟式的图像就是黄河拐弯处的情况，现在我指的这片就是黄土高原，这是世界上最大的黄土高原，大概在这个世界上再也找不到这么大的了，这么厚的黄土，45 万平方公里，还有 60 万平方公里的说法。你们看到的还只是中等的侵蚀情况，还不是最严重的，我这里没有举出最严重的侵蚀，（但）基本上是看不见树的，这只是中等情况，不能拿最好的也不能拿最不好的。现在看看森林的破坏，这个地方还是存在 500 毫米以上的雨量，所以还有森林。森林遭到砍伐，随之而来的就是土地沙化。不过，这些风沙的来源主要还是来自退化的草地，或者是沙土，或者是一些旱作农业的地区。那么水源污染，这个地区附近有煤矿，你看黄河水是黄的，岸边的水是黑的，现在还有垃圾，这也是管理不好，垃圾直接堆放在河边，垃圾下雨后滑下去的话就直接污染河流。

还有就是下游的一些情况，下游的问题还特别多，特别是生态问题更加严重，一个是我们大家非常清楚知道的情况，就是黄河断流，从 72 年开始，到 20 世纪末基本上是 5 年 4 断流，还有就是泥沙淤积问题，悬河问题，大堤可能溃堤的洪水泛滥，另外水的污染，还有山东黄河口的生态平衡问题，现在我们看看下游的一个 image，上面这个河这一圈，下面我们可以看黄河口的情况，黄河在最后入海之前的断面这里有一张图（图 1）。这是一个实际观测的 50 年来的径流的变化，我作为水文学者把径流的总量分解为三个量，一个是丰雨期的，一个旱季的，一个是整年的，然后看它统计的变化可以看到水量实在明显的下降，这种下降有气候的影响，同时也有人类活动的影响。下面一张是黄河的断流我们就不看了，这一张是河口的情况。

由于时间关系，第二点问题我想讲一下关于水资源的脆弱性和对它做一点肤浅的分析。下面我们看看关于脆弱性的问题，水资源脆弱性的问题主要还是由于来水、就是指雨水也好、河水也好，它在空间和时间上不是均匀的，它和供水不相配合，就是 *mismatching of water surplus and water demand*，这两个不一样。它还有年际和年日的变化，使水资源系统变得很脆弱。这个脆弱性可能产生于气候和人类活动这两大主要因素。人类活动使这个水循环发生变化，而且它有反馈，增加了它的脆弱性的反馈。第二点是气候变化，特别是关于雨量的变化和污染的出现对水资源具有很大的影响，这里我引用一张图（图 2），可以看见水资源脆弱性影响的因子，中间是水的脆弱性，从这片看有土地管理方面的一些行为的影响，有自然景观变化的影响，有气候变化的影响，也有地区的人口的影响，同时也有动物和昆虫的影响。动物的影响有人不好有 image，前面我们有一张照片看到有这么成千上万的鼠洞，这就是动物的影响，对黄河源产生的影响。所以这样一个水资源的脆弱性是受了多方面因素的影响的。现在我们看 *water scarcity*，就是缺水和不合理地乱用水资源很容易增加水资源本身的这种脆弱性。特别是在这样的一些条件下，就是气候的背景是干燥指数大于 1，在黄河流域是这样的情况。另外一个情况就是水质的污染超过了三类，中国把水资源的质量分为 5 类，一类是

最好的水，二类是清洁水，三类是有所污染，第四类是污染严重，第五类就是完全污染不能使用的水。另外就是非常低的水分利用效率。还有就是经济和社会（发展）过热，增长过快，这都会跟水资源有关。还有就是没有很好的水利工程区进行调度控制，也没有很好的水资源管理。

另外缺水的问题造成的脆弱性直接表现在生态环境上，生态环境是和水有关，水的大量开发、土地覆盖和土地利用及其它的一些人为因素都是一些主要的水循环的寻动力，生态环境就和它有关。另外气候变化和人类活动是叠合的因子，它们对水和生态环境都产生影响，它们的反馈机制是非常非常复杂的，生态环境在黄河流域还是发生了退化的很大的问题。主要是由于不合理的用水（和）大量的用水和污染造成的，这里有一个例子，人类活动是如何影响的，黄河流域多年的平均流量、当然有小的时候也有大的时候，是1800个每秒立方米，但是它建立起来的引水和抽水的能力达到了6000秒立方米，1800和6000它多出了4000多，是它（流量）的3倍以上，而且大部分集中在下游，大概有67%的6000（原文）秒立方米集中在下游，这就是一个很好的回答，为什么黄河会断流，为什么黄河的水量会出现减少，主要就是过量地利用了黄河的水资源。

第三个部分，也是主要的部分，这个部分想稍微慢一点，多（讲）一点。第三个部分我们要考虑一下，一个是从战略上考虑，一个是从措施上考虑。第一个是关于战略上的考虑，战略考虑我就提出了一个观点，就是人和自然要协调，图3是一个六角形的多要素演绎的关系图，这个演绎中用矩形来表示，把人口、经济、社会、水资源、生态环境放到一个矩形中来分析，这就不详细说了。总的想法是要建立一个人和水、人和自然的协调发展。这个框图就表示水的问题和可持续发展、和高的GDP、和良性的、我叫之为 *benign circle of ecology environment* 这个之间有关系。那么第二个思想就是说，要用循环经济学和循环社会学的新的概念提出 *recycling ecology*，这里头就把我提到的水循环系统、降水、土壤水、地下水、地表水、植物当中的水这五个水在大自然中循环，人口、经济、社会、生态环境随着人类循环，这两个循环必须要结合在一起（图4）。而且尽量地通过清洁生产、通过总量控制、通过对污染的各种治理措施和政策来解决，就是让这种循环中有害物质是闭合的，不应该让它进入水的循环里去。这样就是一个理想的水的循环。下面就是要考虑四大平衡，包括水能、水和沙、水和盐以及供需的平衡。

然后我有7点措施和建议。第一条就是要把水的资源功能、生态功能、环境功能和灾害问题搞一个调度，统一管理，形成一个综合管理。第二点就是关于水资源的评价，对水资源进行评价，要把各种水综合进行评价，而不能单纯地只评价地表水，同时要考虑物质守恒，就是水平衡的原理。第三点就是提出5个R，这5个R中的第一个R就是 *Recycling*，（接着）就是 *Reuse*，*Resourcefulness*，这是我提的新词，实际上就是再资源化。第4、第5个就是 *Recharge & Reallocation*，就是进行水的再调配。第四点就是对使水进行控制，*water demount*，上面是日本的例子，日本的水（的使用）已经达到零增长，工业用水的零增长，而美国基本上在80年代以后也达到了零增长，这个可能是将来中国要做的。将来要把节水作为国家的政策，作为全国的全民的政策来推行。节水有它的双重效应，就是可以这么讲 *killing two birds*

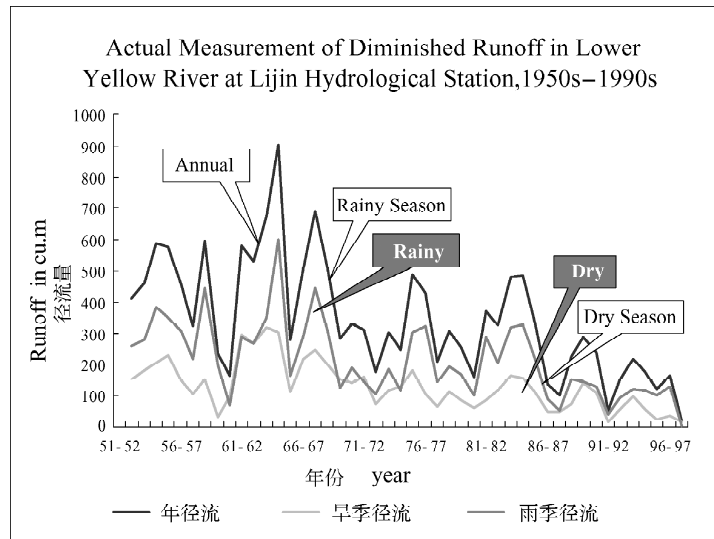


图 1

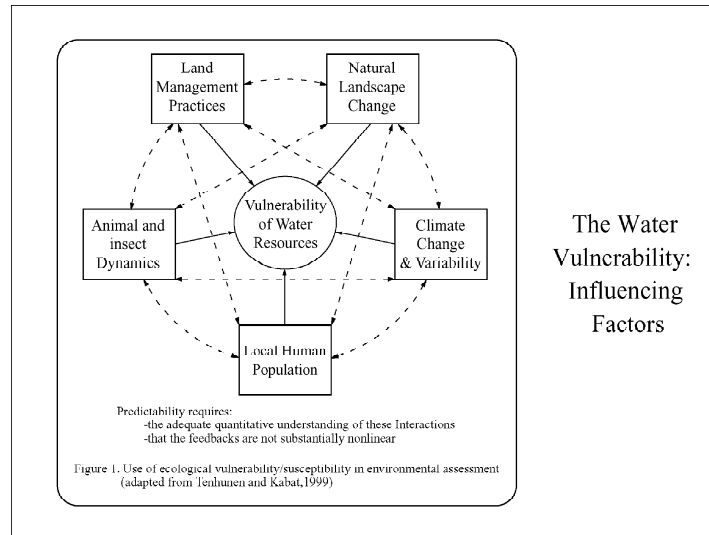


图 2

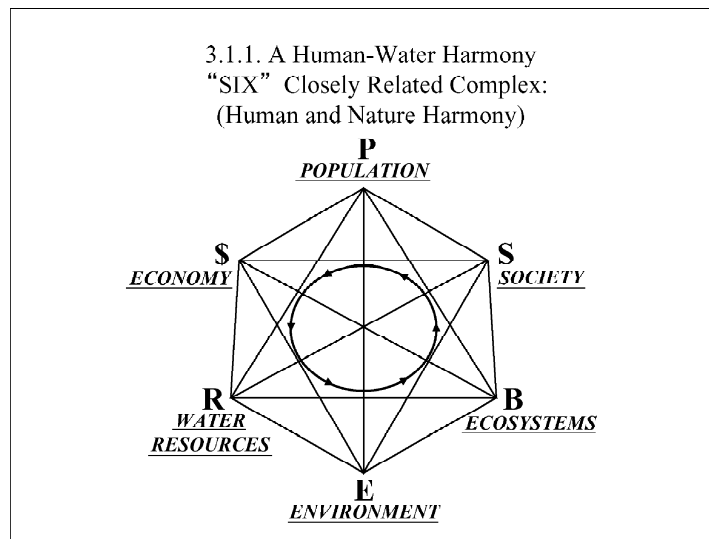


图 3

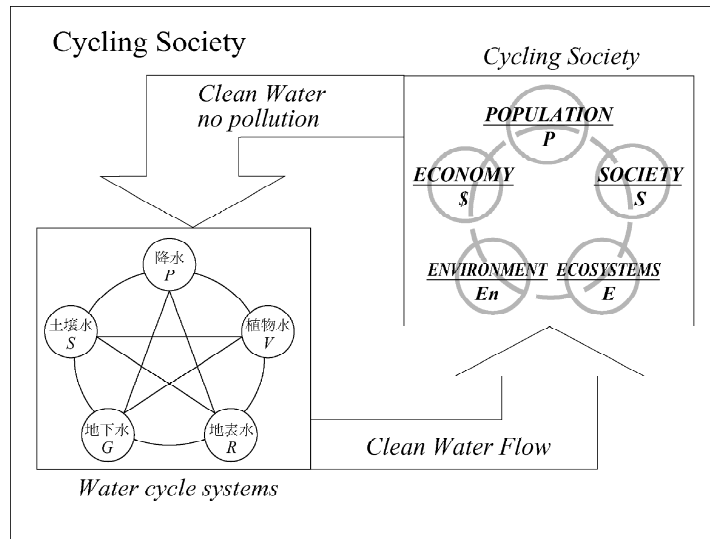


图 4

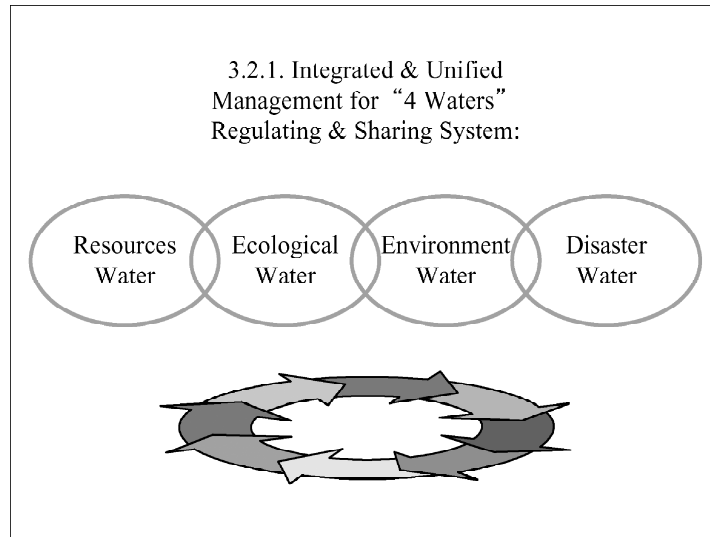


图 5

with one stone, 就是说一箭双雕, 同时来考虑水资源的价值。水资源的价值通过经济杠杆来调整, 用弹性价格的话可以使每增加 10% 的水费减少 25% 的需求, 另外要考虑加强农民贫困地区缺水的问题的解决, 就是把水资源的来源分为强水和弱水, 这里强水弱水指的是河川径流和雨水的相比, 要差 6 万倍, 我们就要考虑在农村里面, 离河道很远的地方, (实施) 在黄河流域里我们称之为 (的) 微型水利工程, 最后就是南水北调, 南水北调就是黄河长江、长江的水可以从黄河的上游、大通河 (原文) 和雅砻江、大渡河调入黄河上游, 增加黄河的水量, 最终克服黄河的 (缺水问题)。同时也考虑从三峡水库直接抽水到中国北方。我想我的报告多耽误了两分钟, 可能对不起下面的 (发言者), 请大家原谅。

(当日发言内容)