

参天水利资源工程研考会

工作通报

No.99-12

1999年3月19日

编者按：1998年1月31日，水利资源调配与国土整治课题组部分成员采访了科学院院士、水问题联合研究中心主任刘昌明教授。刘教授强调调节水，关于雨水和海水利用的观点开人眼界。如今，人们强调水资源紧缺，主要指的是径流水。调水路线碰到的最基本问题是高程。水往低处走。水走一条线，用水一大片。倘若能够把最高的每年六万亿立方米的雨水充份利用起来，中国的水资源约束的局面将有很大改观。这需要发动每一户老百姓和机关、企事业单位，需要令行禁止的严格纪律。本文根据录音整理，未经本人审阅。错误遗漏之处，编者负完全责任。

刘昌明谈节水和雨水利用

问：刘昌明教授你好。现在有很多关于调水的提法，从您来看，该调水吗？

刘昌明：根据国际的一些经验，调水主要是想解决缺水问题。调水，节水，其它的一些开源，再加上管理，合起来是一个综合性解决水少的问题。我们现在面临有水少、浪费水多和水脏这三大问题。调水更多的是从解决缺水和水少问题来考虑的。

问：您觉得如果需要调水的话，现在有好多方案，有从长江，有从雅鲁藏布江调水的，总来得讲，如果要解决我们国家现在这种缺水的情况，应该调多少水比较合理？

刘昌明：关于调水方案，首先我说一下。我们国家 50 年代就已经提出南水北调。当时，中科院西线南水北调去考察，规模很大。光是一个西线调水，曾经提出 50 条路线可以选择的。以后，还有东线、中线。东线 1972 年开始，华北大旱，周总理说要解决华北干旱问题，提出调水。在 90 年代末，提出中线调水方案，从长江的支流汉江向北京供水。这样加起来，通常所说的南水北调三条线，东线、中线、西线，现在还有大西线，有这么一个设想，仅仅是一个设想，希望把雅鲁藏布江的水和金沙江、澜沧江、怒江的水都串起来，一直到西北黄河的上游。这里顺便说明一下，除了南水北调，我们国家还有北水南调，东北有一条线，从松花江调水到辽河。还有就是额尔齐斯河往南调水。调水是一种工具，是一种手段，是解决我们区域缺水的一种工程。所以，在需求上来说，是根据国家的人口、经济社会的发展来确定的。但是，背景天然条件，就是水量是不是充分。这样，就可以把我们国家广大地区进行划分，一个是资源性缺水的一些地区。一个是没有开发的工程性缺水，就是说这个地方有一些水，但是没有做工程，这个水用不起来，不能形成供水，叫工程性缺水。另外，比较多的地方是污染性缺水，由于污染引起水源的水质下降，不能加以利用。拿来工业用或者生活用都不行。本来有一些水，好水，但是被污染了。还有一种就是浪费了，本来水资源还可以，由于浪费而缺水。

根据这些不同的类型说，调水，一般来说适合于多数国家，但不是绝对的。资源性缺水的地区，一定要考虑调水来解决一些问题。但是，资源性缺水的问题，也是一个相对的概念，就是说跟人为的或者经济的因素有关，跟社会因素有关。比如说，有的地区经济很发达，需求量很大。尽管

处在有很多水的地区，但是，还是感觉缺水，需求量太大，超过当地水资源能够承担的能力。这种情况下，也是可以调水的。比如说，中国已经完成的一些调水工程，上七个以上，拿七个地址来说，很多都是在东部地区，只有秦皇川，就是甘肃这个调水。其它从大连开始，就是引碧入连，大连东部地区算半湿润地区。然后是天津，引滦进津。然后是青岛，引黄济青。还有河北秦皇岛的引清济秦，就是清龙河入秦皇岛。这几条调水线都是在沿海。为什么沿海要搞？因为沿海的开放城市工业人口发展很快，所以在南方地区，象深圳市，叫东江工程，就是把水引导到深圳去，然后从深圳到香港。这个工程非常有名，从 60 年代就开始了。这样来看，除了秦皇川在内陆，首先发展的调水工程还是在东部地区比较多。当然，西部也有，但总的来说，东部要多一些。松辽引水还没有做。引水，根据这个地区缺水的程度性质来定，同时要考虑人的需求，社会的需求，经济发展的要求。所以现在我所举的例子是说，调水的必要性不完全取决于是不是天然的水资源很少。

比如塔里木，塔克拉玛干沙漠，那是很干旱的地方，要从资源上说，肯定是百分之百的资源性缺水。但是，是不是要调水进去，改造它，那就是社会经济发展需求来决定。现在没有人烟，也许并不见得象东部城市这么急需。这个关系我想肯定要说一下。

问：从我们国家可持续发展战略来看，要开发西部，开发西部和引水有很大的关系吗？

刘昌明：是这样的，可持续发展与水资源的关系，是一个辩证的关系。我个人的看法，可持续发展要求有可持续的供水。就是说水资源应该可持续利用，作为可持续发展的一个基础，就像一个基础设施一样。水行业当然是一个基础产业，一个基础设施产业。它本身就是一个支撑，可持续发展

的支撑。如果说社会经济发展的需求，水资源支撑达不到要求，达不到社会需求的要求，那么社会就会更多的向水资源进行索取，索取的结果造成一些很大的问题，资源可能会遭到破坏。比如说，多引水，多用水，多污水，污水排放就多，使水源遭到威胁。另外一个就是可能超采，特别是地下水，也是非常重要的水资源。现在全国大部分城市都用地下水做水源。另外还有华北平原的井灌区，用了很多井。那么这些水，满足不了农业水的短缺，或者水的利用不合理，造成供需矛盾不平衡，我们就超采，或者更多利用有限的水资源，造成水资源的不可持续性，水的可持续性就被破坏了。所以，两个方面一定要互相默契，互相配合。一个是社会的需求，需要水资源的满足；同时，社会对水资源的利用，也要考虑水资源可再生这样一个状况，是一个良性的循环。两个方面默契起来，才能构成一个水资源与社会经济共同可持续发展的局面。所以，我认为，这是很重要的一点。如果忽略供水对社会需求的满足，社会就可能反过来影响水资源系统。多用或者超采，就造成水资源系统不可持续，或者不可再生。

至于中国的国土整治和开发，我认为解决水问题，调水是一个手段，同时很重要的是要考虑节水。调水应该在节水的基础上来进行。可以这么设想，一个人，假如说自己钱不够用，是由于自己没有用好，本来可以计划好了这个钱够用，你没有用好，浪费了，或者用得不合理，你反而向别人借钱，这样就是调水，反而不合理。首先，调水应该使被调水的调入区节水，在它的水的利用效率比较高的条件下进行，这样才最解决问题。不然调过来水，还包含了一定的浪费。所以我觉得调水和节水要互相配合，而且应该节水先行。就是说，在没有调水之前，没有调来之前，节水的措施要抓紧。节水要花钱，但是，总的来说，节水比较容易发动群众。通过政策的办法，通过水费的办法，可以实现一部分节水。这对调水来说是有帮助的，可以降低调水的规模。

刚才你问调水的规模问题，这个规模与节水有关。我刚才说了，你进

行了节水，已经发挥了当地水的潜力以后，再考虑调水规模，一定都是比较小的。如果是按照现在大水大用的基础去做方案，做出来水的需要量，肯定很大。那么，要调进水的规模也就增大了。所以，这个问题很重要，是一个科学问题。如何确定合理的科学的最佳的调水规模，这是我们科学人员需要研究的问题。

问：如果要解决三北地区缺水，除了节水，从理论上讲，最大程度节水以后，还需要多少水呢？

刘昌明：按区域要具体讲，不能笼统讲三北地区。一般来说，华北是最严重的。所谓华北，特别是华北平原，包括华北周围的山地和内蒙、山西，包括山东鲁西北，河南北部。总的来说，这个地区缺水最严重。什么叫缺水，指得是供水的能力达不到需求量。需水量是一个数值，供水量是一个数值，两个差值叫缺水。这个计算里边就有很多文章。需水到底怎么确定？我们有一本书，《二十一世纪水问题方略》就提到水的零增长问题。如果一个地区实现了需水量零增长，用水耗水就稳定下来了。对水资源的需求是一个稳定的状态，那就是说，经过节水和调水，使一个地区水资源能够达到供需平衡，这就叫零增长。如果有所减少，叫负增长。现在实际证明，西方国家，最早是欧洲、北欧国家，在 60 年代中期以后，实现了需水量工业城市用水零增长。然后是日本 80 年代末，美国是在 80 年代初实现的。这些国家的工业用水量都处于平衡状态。发展中国家还有一些大型的建设项目要上，人口在增长，用水是一直在增长的。我们国家到下个世纪人口高峰在 2030~2050 年之前，我们的需水有可能在那个前后，达到一个稳定增长，也就是说，可能出现零的增长甚至是负的增长。

现在我们处于增长之中。到底我们缺多少水？这个问题不简单。分区来讲，华北地区是缺水性质，主要因为雨量平均只有六百毫米。有一部分

地下水还可以利用。华北缺水是干旱年份缺水，多雨的正常以上的年份基本上可以满足需求。现在气温变化以后，经常出现年年偏旱，缺水问题就显得比较突出了。总的来说，调水对华北地区是补充性的，不是说当地社会经济的发展要靠调水，而是依靠本地水加上外水的补充。我个人不一定很准确的估算，调水 50~100 亿，主要是供应城市。农业不可能通过调水来解决。倒不是农业不需要，真正缺水，农业最突出，因为农业生产，特别是粮食生产，华北的面积很大，那都是耗水的。农业水不可能通过调水来解决，因为水费太贵，代价太高，钱没有人出。走向市场经济，都要进行经济计算，算出的水费，南水北调中线方案，调北方几块钱一方水。农民一次灌溉 40~50 立方，要灌几次，成本一扣除，农民基本上种粮不赚钱还赔本。有这个问题，用不起。

原来南水北调的中线和东线，特别是东线，都是调水的供水对象，是城市工业用水，没有说给农业很多水，只说有剩余的时候给农业一部分。不过，当时说的 145 亿里给农业 30 亿左右。就这个水量，因为年景变化，调水量也是波动，保证率非常低。大概我们国家水的矛盾最突出的地方是华北平原，因为这个地方人均水资源量，从大范围看，三百立方米。但是，西北情况不一样。青海是一万五千多，新疆是五千多一个人，但是它是干旱区，人口少的关系。甘肃和宁夏是非常缺水的地方，引进水非常必要。宁夏基本上要靠调水来维持生存，因为雨量只有二百毫米，非常干旱。所以说，没有黄河流域河套的话，宁夏回族自治区是不会存在的，没法存在下去。因为本地二百毫米雨量，蒸发很强，黄河非常有幸通过这个自治区，有黄河水的保证。宁夏自治区六万平方公里，用黄河水四十亿左右，大致的数字，就解决整个自治区的工业生产的需求。甘肃比较缺水，因为是高山区。祁连山在河西走廊河流上面有一个冰川融水，所以能够提供一定的水源。但是，总的来说，甘肃省黄河比较低，土地都比较高，所以一定要扬水，才能解决问题。有黄河能解决一部分，甘肃省水量还不是非常少，

因为黄河上游的水还是可以的。青海现在毕竟人口少，水资源占有率相当高，新疆也是这样。所以，关于调多少水，有区域性问题。不能说总的要多少。现在的规划，从长远来看，中线和东线加起来，三百多亿水；西线不是从雅鲁藏布江开始，小西线开始从通天河，然后从雅砻江和大渡河调水，总的规划量是二百亿。那是无人烟地区，当地影响不大，可能对河流下游有所影响。这个规模我认为能够实现。但是，与下面用水关系的调整，还是需要研究。因为下面的四川，有一些水利设施因为调水以后，利用情况就变化了。对中线调水现在也有一些不同的看法。但是，中线从汉江的支流调水，矛盾在汉江中下游，减少它的水量，所以希望能补上。所以，用水矛盾没有一个很好的协调，还要进一步的研究。东线由于在长江的下游，通过扬州引水，水量很大。东线现在仅仅做了一部分，省里做了一部分工作，江苏省的江水北调，现在到微山湖，是江苏省用。至于能不能到山东，这就需要国家计划来安排。到山东以后，就出现了更多的用水方案，像从到东平湖在黄河边上，这个湖在洪水时期调蓄一部分洪水，东平湖有一个方案；像胶东用水，就要西水东调，用东平湖的水往胶东那边调。

现在引黄济青，不见得可以运行得很好，所以要很好考虑。因为水价问题确实起了很大的作用，青岛多少年份引黄济青的水用得很少，用得不充分，因为当地水便宜一些，当然是用当地的水。

黄河断流问题，我想顺便提一下，西线工程如果能够实施，从通天河、雅砻江、和大渡河调水过来，可能解决很多问题。但是，这些水到了黄河以后，怎么解决黄河断流，现在还没有很好研究。所以，有人提出不可能南水北调，中东西三线同时进行，国家没有这个财力，必须有一个顺序。前两年认为中线应该上，没有完全定下来。中线先上，有人提出来与黄河断流结合的问题。黄河上游六个省的用水用黄河本身的水解决，黄河下游的水用一部分中线的水解决。这个建议我觉得有一定道理，值得研究，现在并不是说很透彻。

问：有教授提出，黄河要改道，在河口以前进入华北，把万家寨以后的这一段甩掉，然后，中线进入小浪底，解决下游段的水。这是不是您提到的中线方案？

刘昌明：我提的中线还是调水，合 12 块钱一方水，解决陕西的水问题。朔天运河方案是一种设想，我觉得不太成熟。中东西线都是比较成熟的研究，我也参加了。但是，我认为工程上很困难。因为黄河从那边过来，进入永定河，坡度很陡，要建很多闸。中线到小浪底也不行，小浪底高，中线低，中线走到平原的边上，很少有山区。小浪底在山里，像洛阳，要差一百多米。

问：主要是受丹江口水库的限制，还是受线路高程限制？

刘昌明：受线路限制，现在标高是 164 海拔，那么，加到 170 可以。北京只有 38~46 米左右，可以自流下来。下面相当平缓，水要流很长时间。比如说，从南阳到北京，要一个多月时间。

问：如果把下个世纪用水都考虑到，从长江调水，最大水量能调到多少？

刘昌明：长江水量丰富，长江水量占全国河川的 38%，9600 亿。我国总的河川两万七千亿，它占了一万了，三分之一多。那么调一千亿、调几百亿，问题不大，关键是时间上要调开。有南水北调建议出来，因为长江水资源确实比较丰富，但是在枯水季节要谨慎。引水的强度过大，在枯水时期，会造成河流原来的工业用水的一些问题。也会造成一些水的问题，鱼类的一些问题。

问：有的专家提出东线调水，如果调过多了就会造成海水倒灌？

刘昌明：是这样，我们在 80 年代做过东线调水对环境的影响，已经考虑到东线调水对长江河口的影响。因为上海就在河口附近，地势很平，上海本身是靠防洪堤、海堤保护起来的，上海有的地方要低于高潮位一米多。所以海水很容易在涨潮的时候，沿着河口入侵。当时说抽一千秒立方米水。长江平均流量是三万秒立方米，抽三十分之一。但是枯竭季度最低是 6~8 千秒立方米，这个比例就是七分之一、八分之一了，就会引起海水对长江河口的入侵。上海市饮水，一些水源工程靠长江边很近。海水一进来，就影响水质。另外，航道也受影响。主要是海水来了，海浪把一部分海底的沙往河道里推，使行船航道深度有一些影响。

问：现在郭开提出从西南调水两千多亿、陈传友提出调水五百亿，您觉得调水量上可行吗？

刘昌明：郭开那个肯定不行。

问：为什么？

刘昌明：郭开那个经济上达不到，说五百亿投资根本不可能，要上万亿的投资才行。另外，缺乏工程地质上的论证，要建高坝，几百米，高坝的稳定性、抗震性等工程地质问题还没有完全弄清楚。从地形上可以弄清楚，至于地质支持不支持，问题很难说。所以，不像东线人烟活动比较多的地方，一看调查地方资料也详细得很。西南现在资料很缺乏。所以，与其说大西线方案，不如说是调水的一种设想，比较更科学一点，说方案的话，我认为还够不上。

问：调水两千多亿立方米，你觉得这个水量存在吗？

刘昌明：我认为有一些问题。现在不能在国外讲，有国际河流，怒江、澜

沧江是国际河流，人家都会有反映。调水两千亿是一个比较毛的数字，我不能说水量不够，我只能说能不能调得成，因为西南地区水资源是丰富，不仅是水资源丰富，发电能力也很强。陈传友的方案，以能换水，以电换水，就是用大拐弯的落差发电，把水用电抽上来。

问：现在电站是在黄河？

刘昌明：那是另外一个。我知道大拐弯是最早的设想。现在指的是两湖，借点水，把这个水弄来发电，然后再把水打回去，从通天河抽出，以电换水，以能换水，我认为这是一个很好的思路。比那个大西线，从雅鲁藏布江调水应该更合适一点。目前来说，那个太长远了。

问：有的专家提出到 2000 年，三北地区整个缺水量达到两千多亿，到 2030 年要达到三千多亿，您觉得算法上有问题吗？

刘昌明：算法根据需要来定，需要又是根据政府部门的规划。比如说，将来工业要翻几番，翻几番怎么算需水量，万元产值取水量？80 年代初期，我国万元产值取水量 300~500 立方米，1995 年下降到 170。一些做得好的城市，像北京，从 70~80 年代的万元产值六百立方米的取水量下降到北京只有 42，天津只有 18。原来的起点都差不多。用这个万元产值取水量去预测，预测到 2020 年，这个省或者这个市，工业产值要达到多少，然后取去套，这个算法就很不一致，拿北京还是拿什么，拿过去的六百还是三百，还是拿 170？所以，我觉得这不是科学方法，有很大的人为性。农业用水也是这样。考虑节水和不考虑节水，很不一样的；考虑节水，一亩地灌 40 方就够了；不考虑灌超过 100~200 方的有的是，很不一样。

问：特别是污染性缺水。我觉得那几个分类非常有启发性。污染性缺水，可能对有些地方的缺水影响更大，更紧迫，包括河北、河南。

刘昌明：河北是有河则干，有水则污。到了河北从北京往南走，经过的河都是干的；河里边有水一定都是污水，不敢乱用。现在，由于地下水超采，污染物质达到地下水比较难了。

黄河在 80 年代还是二、三类水，现在是三、四类水，很糟糕，很多泡沫。黄河的污染与我们管理有关。这里有一个水量问题。黄河断流，商业用水太多，容量降低了。好像一个老鼠坏了一锅汤，尽管老鼠小，坏了一锅汤。老鼠大小是一个方面，锅大小是另一个方面。如果说是大海，一个老鼠坏不了一个大海的水。现在，黄河的容量小了，水量偏少，所以更容易发现黄河水质差，影响到用水。这也算污染性缺水。本来可以拿来食品加工的，不能用，必须用井水，或者改用其它水源。

近十年，从二、三类水变三、四类水，我国污染严重的是三江三湖。总的来说，污染引起的缺水问题，在南方非常普遍，北方那是没话说了。南方虽然水很多，但是，你看了水很多水在那儿，不敢用，只好想办法另外去找好水，这样就面临缺水，实际上因为这个水不好用，才缺水。像河北这一带，你看河沟有水都是污水。自然性缺水和污染性缺水的问题，这里都有。

问：我想请教您关于需水量的概念，如果是说一次性的，农业用掉 3900 亿，工业一千亿，生活用水一千亿，全国加起来大概是 5500 亿。这个概念我有疑惑，农业从河里提水，从地下提水，但实际上农业用完的水又进入地下了。工业、生活用水也是这样，从这儿打了地下水，有可能农业往地里灌水，有一部分渗入，补充地下水，然后其它地方提起来又用。所以，从水资源总量的概念上说，5500 亿立方是考虑到还是完全没有考虑循环这个成分？这个数字怎么能确定下来呢？

刘昌明：指的是取水量，至于用水，实际用水比这个数据大。譬如北京工

业用水的重复利用，现在大概达到 70%，用了以后降温，降温再接着用，这样就不消耗新鲜的资源。现在所谓五千多亿是指新鲜的水提取量。

问：五千亿里边包括不包括循环的程度？

刘昌明：不包含。

问：一点也不包含？

刘昌明：不包含。

问：那农业的水渗入地下水，下游的农业地下水有流动，流动到下游，下游又从井里提水，怎么计算呢？

刘昌明：你说的这个问题是非常重要的科学问题，而且有一定深刻意义，能提出这个问题就不简单。以黄河断流为例，温家宝去年 11 月批这个事，现在水利部正在办。黄河 91% 的用水是农业用水，工业用水不到 8%。黄河整个全流域农业用水的大部分都是河灌区，很少有井灌，也就是说绝大多数引黄灌溉。那么拿水从黄河通过渠道引水，然后到田间，我们叫五级渠道，干渠、支渠、斗渠、毛渠、农渠到田间，有个水的利用率问题。这个都可以测量，从黄河引水，从河道开始建闸的地方，引水通过干渠、支渠、斗渠、毛渠、农渠，一级一级引到田间，这中间大概损失了差不多 60~70%。这就有问题了，这个水作为资源来说，没调，跑到地下去了。然后，还有 40% 进入田间，田间不平整的田，还有进水口和末端，进口的水要求平，坡度很小，好的差不多等于零。长的，三百米长，上百米有的是，从地的这头进水到那头灌上水，下边已经超过作物根系层往下渗水了，那头还是干的。这样灌，时间很长，要 12 小时，这边漏了很多，那边水才刚刚到。用水的利用效率只有 70%，指一般的吸湿，吸水层 70% 的利用率乘 40% 的利用率，一百个立方米的水只有 28 立方米的水能用

上，蒸发扣掉一部分，大部分渗漏掉了。所以，田间叫田间回归系数，渠叫渠回归系数，所以叫回归，跑回到地下去了。我们算黄河水的利用率大概是 25~30%，70% 损失掉了。

黄河灌溉怎么节水，节水在渠灌区，我们建议书里头我认为比较有科学根据，把原来渗漏或者是回归的地下水拿来用了。因为水渗到地下水，地下水抬高，通过毛细管上来，也蒸发掉了。在输水的过程中蒸发量很小，就是渠道送水从水面蒸发。渗下去过后，通过土壤层跑掉，利用率没有提高，还造成盐碱化，水分挥发掉以后，剩下就是盐份。水都有一点盐份，黄河水是三百毫克左右，一升里头有三百毫克。土壤地下水的含盐水量一般是 800~1000 毫克，水分不断的蒸发，剩下就是盐份。

问：那 3900 亿立方米农业用水是怎么算出来的？

刘昌明：农业是这样，我国农业灌溉分很多灌区，大型灌区 30 或 30 万亩以上，还有小型灌区，小型灌区统计就很难弄了。所以一般来说，大灌区的数据是统计的，开闸，引多长时间，引了多少次，开闸的时间有水位，用公式可以算出来，用仪器测量这个渠道走了多少水，根据水位和流量的关系，测流量测流水，算流量，水位和流量有一定的关系。

因为水从山里来，进到灌区，渗下去，然后从下边冒出来，用了一次，又渗下去，在下边又冒出来，这样循环使用，用这个水用多少次，超过甚至有的大于百分之百。用过的水，除了蒸发和流入海洋，就是从河道渗下去，从渠道里渗下去，渗到地下，储存在地下八千多亿。八千多亿地下水跟地表水重复，有好多地表的渠道河道里头湖泊洼地渗到地下水，重复一扣掉以后，要扣掉 7~8 千亿。实际上真正属于地下水不重复互相之间没有直接的关系只有一千多亿。所以，水资源总量的主要构成部分是地表水。

问：农业实际用水三千九百亿，是不是把降水都刨掉了？

刘昌明：降水没有算，雨量没有算。所以，过去黄万里发表不同意见，认为水资源评价有问题。他认为雨水应当用，我当然也抓雨水的事。我们开雨水利用大会，一、两年开一次。雨水是很重要的水源，是蒸馏水那个档次的，没有什么杂质。雨水不作为水资源，因为天上赐给我们的水不算。从河流抽水，花了代价要算水资源。但是，把房顶的水，收集起来，放在地窖里不蒸发，是非常好的水源。所以，现在我们在推行这个事。

现在讲的国土整治与水资源的关系，我在一篇文章谈了一个观点，现在不管调水也好，搞什么供水也好，都走得是一条线。比如说供水走管线，河流走一条线。但是，人民在面上活动，比如说黄土高原，或者西北一些地区，或者陕西高原，或者太行山区，或者燕山山区。河流文化都是在最底的地方。地少水低，地是高的，水是低的，人弄水跑到沟里去打，拖上来。但是，雨水是高的，雨水是高于一切，既高于地又高于河，为什么不能拿来用，非常好用，原理非常简单，国土整治的主要思想是要求国土经济的均匀发展，不要东西差别太大，不要南北差别太大，希望能够均匀。东西差别现在可以看得出来，由西北到东南。西北为什么穷，为什么落后，落后在缺水。缺了水就没有农业收成，没有农业收成就没有农业基础，其它工业的发展都没有基础，整个经济就上不来。譬如，甘肃榆中县就穷在缺水上，有了水就不会穷了，有雨就可以达到一千斤，日照很好的，土壤也是黄土，穷在一个水上。所以，国土整治要求缩小地区之间的差别，经济上的差别，雨水起很大的作用。如果从水质角度上说，河流水量很集中，都在东部，三北广大地区怎么解决发展问题？发展问题首先是水的问题。就用雨水，哪怕三百毫米，像甘肃省 121 工程，花了两年时间解决了 25 万户，125 万人口的饮水问题。这批人脱贫致富了，政府花了一亿多，群众集资超过这个数，现在 121 工程还在继续进行。

所谓“121 工程”，“1”是一百平方米的积雨面积，包括房顶和场院，很容易实现；“2”是两个水窖，一个水窖 15~30 立方米，纯粹解

决喝水，不是洗的，喝水喝个 1500 升差不多，一天三升水就够了。六斤水，365 天也就一千多升。另外还有一个相同规模的水窖，在庭院周围搞一亩庭院经济，种一些蔬菜水果比较贵的东西。这样脱贫致富。一百平方米的积雨面积，两个水窖，一亩庭院经济，所以是“121”。一般西北农村的房子有十米左右，也有六米多宽，接近 60 平方米，加上庭院，一百平方米很容易达到。两个水窖，一亩庭院经济，一个水窖管庭院经济，一个水窖管喝。

有一个标准，大概降雨在 250 毫米以上的地区，季风雨区，可以用这个办法了。如果太干了，少于 250 毫米，200 毫米以下就有困难。

至于在西北地区国土整治，特别是开发大西北，这个办法最有效。西北地区雨少蒸发强，光照很好，蒸发很旺盛，下个雨，土壤是有空隙的东西，空隙里一公分有四毫米可以装水，十个公分就可以装 40 毫米。下一场雨 40 毫米的雨，最多有十公分。但是，雨后天晴，西北蒸发很快，十公分水很快就没有了。把这个水收集下来，就可以用。这个水径流，数量级不够。下大暴雨，有些水要放弃一部分，到河道去了。

我 70 年代开始搞南水北调的论证工作，80 年代初到国外去开调水会议，讲战略对策，就提了一个人工引向天气与调水并流的对策。实际上就是天上的雨云造雨。外国人看调水是一个手段，只不过是一个手段，人工造雨也是一个手段，水利专家也可以做这个事情，把长江水调到这儿，气象局在飞机上带干冰撒在雨云上变成雨水，下面可以用。所以这些东西都是一种策略。海水利用利用也是一种策略。西方国家像美国，用水为什么在负增长，海水利用厉害，是我们两个数量级。我们海水利用 60 多亿，美国 2~3 千亿，用海水冷却，不用自来水厂去做冷却水，像火箭厂的冷却，化学工厂的冷却，炼钢厂的冷却，用海水把工业布局改变一下，把耗费量大的放在海边去，能用海水的放到海边去。这也是国土整治战略上考虑的问题。假如没有一个很好的国土整治方略，水资源没有好好的安排，

国土经济发展不起来。相互之间的关系很重要。

我现在比较重视节水。节水有很多基本问题。比如说，从土壤到植物到大气整个土壤怎么运行？我重视雨水的利用，我重视调水的环境影响，调水以后对环境有什么影响。至于说调水方案，是非常简单的。因为调水方案主要是根据被调的地区水量有没有富余，有没有更多的雨水可以利用，缺水地方水量需要多少，在节水上需要多少，这个都很容易来确定。但是，有些概念不好确定。比如说，到底怎么和经济发展结合，这个我也很重视。社会的发展和经济的发展，特别是我们提出水不是无限的东西，是有限的，对它的使用和要求不能无限增长，只能有限的使用和有限的增长。一定要符合零增长的概念，到一定程度零增长。有很多办法来达到。现在所谓水资源都是指的淡水。海水用多了，海水资源太大了，不得了。

雨水利用也是一个很好的手段。而且我把雨水利用，作用将来解决我国区域差别很重要的手段，江河走一条，用水是一大片。这一大片是雨水是一大片，首先把雨水一块地一块田加以很好的利用，而且有生态学的观点，有环境学的观点，用雨水，田里没有太大影响，不产生径流。倒不一定把大洪水、大暴雨的水收集，那不好收集，收集起来很糟糕，很脏，泥也很多，沙很多，那些到河道里去。雨水下来，薄薄的一块地皮，马上蒸发掉。要把这个损失夺取过来。

问：城市的降水通过下水道都送入河道，也是浪费，而且与生活污水混在一起？

刘昌明：按北京市的原设计，雨水和污水是分流的。但是，现在往往分不好。现在很多地方都混在一起了。城市雨水回灌地下水，就在芦沟桥那边就有。北京市过去有很多农田，现在都变成城市。下雨以后，水落不到土壤里去，全部被水泥地、房顶遮断了。为什么城市地区地下水位下降那么

快？北京市南郊每年下降一米！一个是超采，另外就是补给少了，雨水渗下少了。现在有一个回灌的办法，雨洪集中到河道里，从河道里头往下渗，恢复地下水。地下水横向可以运动。专业叫“人工回灌”。德国收集雨水，一家一个小院子，排水都有记录，排水要收费。雨水不让排，污水更不能排了。怎么办？让你去回灌地下水。因为房子一盖，小院一弄起来，车库什么，割断了雨水渗入土壤的途径。德国采用收费的办法，排雨水要收钱。怎么减少排放费，就是自己想办法弄一些井，灌到井里，回到地下渠。我们国家还没有做，未来的发展方向，所有的大城市都要这么搞。日本已经开始了。他们的计划也是一家一户的院子，把水集中，挖一个井，不是打水用的，是渗漏井，点一些沙子卵石，雨水都进到里头去，往下渗。他们搞建设时就给你设计好，给修这个院子。

咱们国内搞水利不管这个事，为什么不管，因为没有多少钱，他们要管的是，搞一个三峡，搞一个小浪底，拿上百亿上千亿，我说雨水利用，一分钱也没有。但是，一家一户去做，不是挺好的？

城市遮断了一部分雨水，是你的房子顶。这一块水下来，原来是农田或者是草地或者是林地，下来以后往地下渗，渗到地下水，现在遮断以后，反而形成地表水。房子越多，减少到地下的水越大，下水道修得很大。下水道修大了以后，还有问题，如果没有很大河流排泄，就形成灾害，暴雨的灾害。通县也是受北京城市化影响，老闹水灾。如果这么做了以后，把雨水渗透并截到这里，直接渗透下去，恢复了自然。

王小强整理