

课题 1-6
**水权转让制度中当事者构成方法以
及建设条件**

唐曲（中国农业科学院）

目 录

1. 中国水资源供需分析.....	1
1.1 水资源数量和分布.....	1
1.2 水资源供需矛盾现状及趋势.....	2
1.3 用水竞争和效率.....	2
2. 建立可转让水权制度提高水资源配置效率.....	3
2.1 可转让水权制度的作用.....	3
2.2 未来中国水权转让的主要方向及原因分析.....	4
3. 水权转让中当事人的类型和相互关系分析.....	5
3.1 水权主体辨析.....	5
3.2 水权转让当事人类型划分.....	10
3.3 中国水权转让实践中的当事人构成分析.....	11
4. 水权转让市场建设的条件分析.....	12
4.1 两部门基本模型.....	12
4.2 考虑与第三方的关系.....	14
4.3 对水权转让条件的具体分析.....	15
5. 结论或政策建议.....	23
参考文献.....	24

水权转让制度中当事者构成方法以及建设条件

水权是产权概念在水资源领域的延伸。根据产权经济学的相关理论，可转让性是产权的内在属性，也是产权实现其功能的内在条件。相应地，在水资源领域，水权转让也是利用市场机制提高水资源配置效率的有效方式。为了使后文的研究更具针对性，这里我们将水权转让定义为市场上平等民事主体之间的水权买卖活动，也就是水权交易。

在水权转让制度中，当事者具有十分重要的地位。当事者的数量、转让意愿和能力以及当事者间的构成方式等，都会对水权转让产生重要影响。随着水资源的日益稀缺，用水者之间的竞争趋于激烈，如何将各用水者培育为独立的水权转让市场主体，如何为当事者提供水权转让的激励、创造水权转让的条件，这些问题都值得深入研究。随着中国城市化和工业化的推进，农业用水向城市用水转移是必然的趋势。如何能够既保障农业用水者的利益不受侵害，又推动水资源从低效率的使用方向高效率的使用方转让，是目前我国水权转让中的重点问题。

1. 中国水资源供需分析

中国水资源总量规模大，但人均占有量很少、分布极不均衡，随着经济社会的快速发展，未来水资源供需矛盾将更加突出。

1.1 水资源数量、质量和分布

根据 20 世纪 80 年代水利部估算，中国多年平均降水量约 648mm，平均年降水总量 6.2 万亿 m^3 ，通过水循环形成可更新的地表水和地下水的水资源总量合计约 2.8 万亿 m^3 。从总量上看，我国水资源总量并不少，位居世界第 6 位，但人均占有量只有 2200 m^3 ，仅为世界人均占有量的 1/4，居世界第 109 位，属世界 13 个贫水国家之一。除了“资源型缺水”外，工业化、城镇化以及化学农业的发展，导致废污水大量排放，全国江河湖库水质日益恶化，“水质型缺水”也逐渐加剧。根据全国环境统计公报数据，2004 年全国废水排放总量 482.4 亿吨，比上年增长 4.9%，其中工业废水达标排放率为 90.7%，但城市生活污水的处理率只有 32.3%。还有大量的化肥、农药、家畜粪便、农村生活与生产垃圾等造成的面源污染没有统计。中国水资源公报数据表明，2004 年在全国 13 万 km 的评价河长中，IV 类以上的污染河长占 40.6%；在评价的 50 个湖泊中有 19 个水污染严重。

中国水资源在空间和时间的分布上则具有明显的不均衡性。空间分布的总趋势为从东南沿海向西北内陆递减，全国十个流域可合并划分为南方、北方及西北三个明显不同类型区¹：南方片，包括长江、珠江、华东华南沿海、西南诸河四

¹ 刘昌明，陈志恺 主编. 中国水资源评价和供需发展趋势分析. 北京：中国水利水电出版社，2001

个流域，属于人多、地少，经济发达，水资源相对丰富地区；北方片，包括长江以北的松、辽、黄、淮、海五个流域，属于人多、地多，经济相当发达，而水资源严重短缺地区；西北片，除额尔齐斯河外都属于内陆河流域，属于地广人稀，气候干旱，生态环境脆弱地区，水土资源的开发利用受到生态环境的严重制约。时间分布方面，由于受季风气候影响，我国降水量年内分配极不均匀，大部分地区年内连续 4 个月降水量占全年水量的 60%~80%；年际间变化也很大，南方地区最大年降水量一般是最小年降水量的 2~4 倍，北方地区为 3~8 倍，并且出现过连续丰水年或连续枯水年的情况²。

1.2 水资源供需矛盾现状及趋势

1949 年以来，通过各种供水工程的建设，我国供水能力从约 1000 亿 m^3 增加到了目前的 5000 多亿 m^3 ，但仍然不能满足增长更为迅速的需水要求，水资源供需矛盾突出，缺水成为经济发展的重要制约因素。据水利部统计³，目前全国每年农业缺水 300 亿 m^3 左右，年平均损失粮食产量 250 亿 kg；城市每年生活与工业缺水 60 亿 m^3 ，影响工业产值 2300 亿元；全国建制市中有 400 多个城市缺水，资源型、工程型、污染型缺水占城市总缺水量的 70% 以上；另外，在许多农村贫困地区至今还有 2400 万人饮水困难。

在供水量不能满足需求的情况下，一些地区过度利用地表水，造成河湖水面萎缩或河流的季节性干涸断流；一些地区则因地表水供给不足，长期大量超采地下水，形成区域地下水位下降和大范围漏斗出现，引起地面沉降和海水入侵；在西北内陆一些地区，还因为地下水位下降导致荒漠化及沙化面积逐年扩大等生态环境问题。

随着今后人口增长和经济发展，我国的用水需求仍将进一步增加。据预测⁴，2030 年国民经济总需水量将为 6800~7500 亿 m^3 左右，2050 年则将达到 7000~8000 亿 m^3 ；而供水方面，受水资源不足、降水时空分布不均、生态环境压力以及开源经济成本等因素的影响，预计 2030 年全国可供水量合计（包括地表水、地下水、废污水回用和替代水源）为 6640 亿 m^3 ，供需缺口 160~860 亿 m^3 左右，2050 年可供水量合计 6850 亿 m^3 ，供需缺口达到 150~1150 亿 m^3 。可见，未来我国水资源的供需形势仍然十分严峻。

1.3 用水竞争和效率

有限的水资源供给和不断增长的用水需求使水资源变得日益稀缺，与此相伴的则是不同地区间和不同用水目的间用水竞争的加剧。

地区间的用水竞争主要表现为上下游、左右岸不同地区在水量和水质上的竞争性使用。同一流域一定时期内可获得的水资源量一定、流域纳污能力也有限，某一地区（尤其是上游地区）取水量的增加或排污超标，就会造成其他地区（尤其是下游地区）的取水量不足或水质受到不利影响。如渊源已久的漳河水事纠纷就是地区间激烈用水竞争的典型体现。

² 刘昌明，陈志恺 主编. 中国水资源评价和供需发展趋势分析. 北京：中国水利水电出版社，2001

³ 水利部规划计划司. 水利可持续发展战略研究. 北京：中国水利水电出版社，2004

⁴ 刘昌明，陈志恺 主编. 中国水资源评价和供需发展趋势分析. 北京：中国水利水电出版社，2001

不同用途间的用水竞争具体包括经济用水与生态用水之间的竞争、消耗性用水与非消耗性用水之间的竞争，以及经济用水中不同行业、不同部门、不同企业之间的用水竞争等。其中农业用水与城市和工业用水之间的竞争是当前最值得关注的问题之一。

农业用水在我国总用水量中一直处于主体地位，但比重逐年下降。2004 年农业用水量为 3584 亿 m^3 ，占用水总量的 64.6%，与 1980 年相比下降了 19 个百分点。同时，随着城市化和工业化的加速推进，城市生活和工业用水持续增长。2004 年工业用水量为 1232 亿 m^3 ，生活用水量为 649 亿 m^3 ，二者合计占总用水量的比重由 1980 年的 16.9% 上升到 2004 年的 33.9%。未来我国农业部门仍将面临着增加产量、提高质量、满足人口增长需要的任务，保障一定量的农业用水意义重大；经济社会的高速发展则使得工业和城市需水与日俱增。与农业灌溉用水相比，城市用水能够创造更多的经济价值和就业机会，因此无偿挤占灌溉用水以保障工业和城市用水是在水资源紧缺而水权又不清晰、缺乏法律保护的情况下的常见做法，用水竞争日趋激烈。如北京市在 1994 年春天，由于城市供水紧张，政府禁止水库向郊区农田提供灌溉用水⁵。

与尖锐的水资源供需矛盾和激烈的用水竞争形成鲜明对比的，是用水效率低下和浪费严重。全国农业灌溉水的利用系数平均在 0.45 左右，与先进国家的 0.8 相比，我国灌区效率落后了 30~50 年；1997 年全国工业万元产值用水量是发达国家的 5~10 倍，工业用水的重复利用率平均为 30%~40%，而发达国家为 75%~85%，差距十分明显；全国多数城市自来水管网仅跑、冒、滴、漏的损失率至少 20%⁶。

在用水竞争日益激烈、新水源开发成本越来越高的现状条件下，通过对现有水资源的重新分配可以更经济地满足不断增长的水资源需求。可转让水权制度为这种重新分配提供了制度激励。

2. 建立可转让水权制度提高水资源配置效率

在经历了从依附于土地所有权到与土地相分离形成独立产权的转变后，人们对水权制度的关注开始更多地投向通过水权转让来提高水资源的管理和使用效率。

2.1 可转让水权制度的作用

建立可转让水权制度的实质是水资源配置由政府主导转为市场主导。水权转让最突出、最主要的作用就是大大提高了水权的灵活性和高效配置水资源的能力，具体表现在以下几个方面⁷：

(1) 提高用水效率

可转让水权制度赋予了水资源隐含的价值，即“机会成本”，为用水者提供了内在的节水激励。由于节余水资源可以通过转让而获利，因此水权所有者在行使权利时会综合比较各种成本和收益，提高水资源的利用效率，促进水资源向更

⁵ 郭相平，张展羽，陶长生. 灌溉水资源危机产生的原因及其对策. 人民黄河，1999，21（4）

⁶ 刘昌明，陈志恺 主编. 中国水资源评价和供需发展趋势分析. 北京：中国水利水电出版社，2001

⁷ 姜文来，唐曲，雷波. 水资源管理学导论. 北京：化学工业出版社，2005

高效使用的方向配置。

(2) 提供投资建设水利基础设施的激励

水权转让对投资建设水利设施的作用有两个方面，一是用水者为提高用水效率而主动投资于节水设施的建设，如高效的农田灌溉设施、先进的供水和污水处理设施等；二是当水权转让能够为双方带来很大收益时，会促进实现转让所必须的一些量水、分水、输水等水利设施的建设。

(3) 改进供水管理水平

实行水权交易后，新水权的获得需要付出成本。对供水部门（特别是城市和工业的供水部门）而言，他们再也不可能通过国家无偿剥夺农民的水权来得到水资源，因而他们会积极通过改进管理和服务水平来增进效益。

2.2 未来中国水权转让的主要方向及原因分析

在国外一些比较成熟的水市场，水权转让的基本流向是从农业灌溉用水向城市和工业用水转让。如美国得克萨斯州里约格兰德（Rio Grande）流域，1992年从农业用途转让城市用途的交易水量占总交易量的 94%⁸。我们认为，中国未来也将以从农业用水向城市用水（包括城市工业、生活、市政用水等）转让为主要的的水权转让流向，其原因有三。

(1) 经济结构变化

在现状用水结构中，农业用水是主体。尽管近年来农业用水占用水总量的比重在下降，但目前仍占到 60%以上。随着工业化和城市化的推进，农业、工业和第三产业之间的结构关系会发生相应的变化，农业在国内生产总值中所占比重下降、工业和服务业比重上升是总的趋势。2003年农业占我国 GDP 的比重为 14.6%，根据世界银行的预测⁹，到 2050 年，农业比重将下降到 4%，国内生产总值的 60~80%来自城市地区。随着经济结构的变化，作为经济活动基础性资源之一的水资源，必然也将随着其他要素的流动而在不同产业间流动，其流动方向则取决于水资源在不同产业的产出效率。

(2) 用水效益差别

资源的优化配置，是一个资源从低效益行业向高效益行业不断转移的过程，水资源的优化配置也是如此。在农业和工业这两大用水部门之间，用水效益存在很大差别，通常工业用水的效益要远远高于农业用水。由统计数据计算得，2004年我国每方水的工业增加值为 51 元，而每方水的农业增加值（不包括林牧渔业）还不到 4 元。用水效益低下是农业用水向工业用水转让的直接激励。

(3) 较大的农业节水潜力

与城市用水相比较，农业用水的可调整空间更大。一方面，通过结构调整建立节水型种植结构，或通过连片规模种植减少水资源损失，都可以释放大量水资源。另一方面，从我国农业用水现状看，严重的用水浪费意味着巨大的工程节水潜力。农业用水浪费情况前文已有所提及，更具体地体现为^{10、11}：①灌溉水利用率低，利用系数全国平均在 0.45 左右，而占灌溉面积 75%的渠灌区实际利用率

⁸ 钟玉秀. 对水权交易和水市场立法原则的初步认识. 水利发展研究, 2001/4

⁹ 世界银行等. 中国北方地区水行业战略研究. 来源: <http://www.hwcc.com.cn/>

¹⁰ 薛亮. 大力发展节水农业. 在第十届“世界水日”第十五届“中国水周”主题报告会上的报告, 来源: <http://www.hwcc.com.cn>

¹¹ 姜文来, 罗其友. 我国农业水资源利用与节水农业发展对策研究. 来源: <http://www.hwcc.com.cn>

仅为 0.33；②灌溉定额超标严重，地表水灌区每公顷次灌水量 1200—1500 m³，最高达 2258 m³，地下水灌区达 900—1050 m³，高出适宜水量的 1—2 倍；③自然降水利用率低，我国主要依靠降水的旱作地区约有 8000 万公顷，78% 分布在年降水 250—600 毫米的北方地区。由于粗放经营，农田对自然降水的利用率只有 56%，而这其中还有 26% 的水分消耗于田间的无效蒸发。有专家预测，到 2020 年前后，我国农业灌溉用水在现有的基础上每年节约 1000 亿立方米是可以实现的¹²。通过各种措施节约的农业用水可以成为水权转让的客体。

3. 水权转让中当事者的类型和相互关系分析

可转让水权制度的建立和运行涉及的问题很多，本专题重点探讨水权转让中的当事者构成及其相互关系，在此基础上分析水权转让的影响因素和保障条件。

所谓水权转让的当事者，我们定义为与水权转让活动有直接利害关系的个人、法人和非法人组织，其中最主要的就是各种水权主体。水权主体的构成，与水权性质、水权类型有着紧密的联系，需要进行深入分析。

3.1 水权主体辨析

3.1.1 所有权和使用权的权利主体

水权是一组权利束，可以分解为不同的形式。最常见的划分方法是将水权分解为所有权和使用权。

《中华人民共和国水法》明确规定“水资源属于国家所有”，我国水资源具有唯一的所有权主体——国家。显然，国家拥有的水资源所有权是不能够进行转让的。而且作为水权主体的国家是一个十分抽象的概念，不可能直接进行水资源的开发利用活动，因此，要建立可转让水权制度提高水资源配置效率，只能通过所有权和使用权的分离来实现。

在不改变水资源所有权的前提下，由非所有权人向所有权人支付一定费用后取得利用并收益所有权人拥有的水资源的权利就是水资源使用权，在大陆法系国家则称为用益物权¹³。与水资源所有权主体的单一性相比，使用权主体具有多样性，包括自然人、法人和非法人组织。这些使用权主体应是平等的民事主体，他们之间是典型的民事法律关系，发生纠纷时，一般可通过平等民事协商解决，也可通过民事诉讼加以解决¹⁴。

从水资源的国家所有权到其他主体使用权的分离过程中，需要经过流域、区域的逐层界定和管理，政府部门在其中处于重要地位。因此有人提出区域水权的概念，并认为可以由地方政府作为相应的水权主体¹⁵。我们基于以下理由认为，地方政府不应成为水权主体。首先，地方政府对水量分配问题的协商、对水资源使用权的授予和发放等行为，属于公共事务管理范畴，而不是拥有及行使水权的表现。其次，如果地方政府成为水权主体，则会出现该主体既管水又用水，既是

¹² 山仑. 能否实现大量节约灌溉用水——我国节水农业现状与展望. 中国科协 2005 年学术年会特邀报告

¹³ 蔡守秋. 论水权体系和水市场. 来源：中国水网

¹⁴ 刘斌. 关于水权的概念辨析. 中国水利，2003（1）

¹⁵ 苏青，施国庆，吴湘婷. 区域水权及其市场主体. 水利经济，2002（7）

裁判员又是运动员的情形，不利于保障水权制度的公平性。因此，地方政府或流域机构不是水权主体，而只是作为水资源的管理者，通过审批、发放取水许可代为行使水资源所有权。

3. 1. 2 不同使用权的权利主体

水资源具有多种用途（见图 1），不同用途间的用水竞争十分激烈。因此，需要对水资源使用权做更进一步的细化，并明确相应的权利主体。

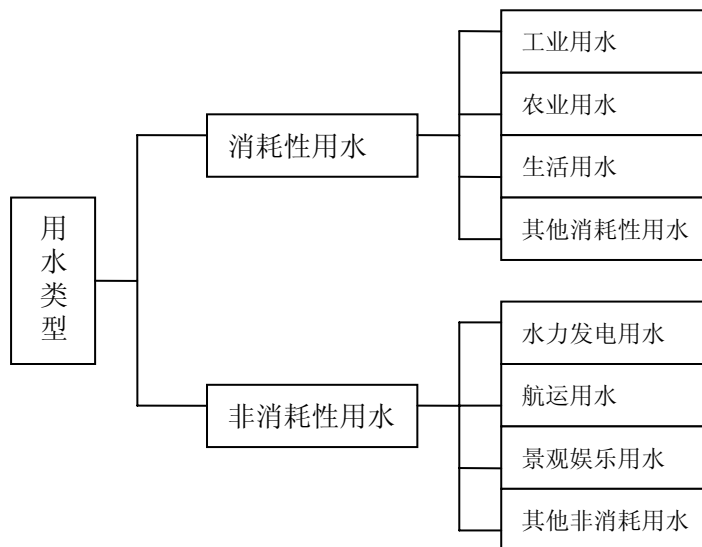


图 1 用水类型划分

我们将用水类型划分为消耗性用水和非消耗性用水两大类。非消耗性用水主要包括水力发电用水、航运用水、景观娱乐用水等，其水权主体就是相应的用水者或经营者。非消耗性用水的显著特点是不减少水资源总量，一般也不显著改变水的存在状态，上游的非消耗性用水经过使用后还能被下游用水者再次使用。如果上游的非消耗性水权通过转让变成消耗性使用，则会对下游用水者的用水权产生影响。因此，在许多水权体系中，对非消耗性用水的转让存在严格的限制。如在美国的科罗拉多，水权转让必须遵循无损害原则，这一原则在实际应用中就转化为只有消耗性用水才可以进行永久性的转让¹⁶。

消耗性用水主要指利用取水工具或设施直接从天然河道、湖泊、水库或地下含水层取走水资源用于生活或作为生产的原材料进行加工、开发和经营活动。最主要的消耗性用水类型就是农业用水、工业用水和生活用水，本专题重点分析这三种消耗性用水的水权主体。为此，首先需要通过辨析水权客体来进一步明确水权主体的范围。

产权客体、产权主体和产权权利是构成产权关系的三个基本要素。产权主体的范围与产权客体的性质紧密相关。关于水权的客体，大多数研究者都认为是水资源，并且认为通过一些限制条件，可以使作为水权客体的水资源具有特定性。如刘斌将水权的客体界定为融汇于流域或区域水资源中、是流域或区域水资源的

¹⁶ Marie Leigh Livingston. 1993. Designing water institution: market failures and institutional response. World Bank Policy Research Working Paper #1227. World Bank, Washington D.C.

一部分、是时空和总量上更为具体的水资源¹⁷；李丽莉和窦学诚则从可控制性和稀缺性两个方面出发，对作为水权客体的水资源做了更进一步的限制，认为“从目前技术、制度水平看，流域水权客体的分析边界是以河网径流为主体的地表径流水”¹⁸；郭平则指出取水权的客体是具有足够的数量并能够在某一地点为了满足某种用途而可被利用的自然状态下的液态淡水，包括地表水和地下水¹⁹，这里的取水权实际上也就相当于本报告中所指的从所有权中分离出来的水资源使用权等其他权项。也有研究者认为，除了水资源成为水权客体外，单位或个人为了满足用水需要依法从资源水中提取的，处于单位或个人实际控制和管理之下的产品水（包括商品水和非商品水）也应作为水权客体（黄锡生，2004）。我们认为，若将产品水也纳入水权客体的范畴，会使水权体系变得复杂和混乱，因此我们赞同水权的客体是水资源这种观点，它包括天然存在的地下水、江河水、湖泊水，也包括经过一些拦蓄工程而存在于水库、塘坝中的水资源。

在明确了水权的客体是水资源后，我们可以缩小水权主体的考察范围，即产品水的所有者、使用者不作为水权主体考虑。如供水企业准备供给家庭或企业的自来水属于产品水范畴，那么通过购买行为从供水企业获得自来水所有权的家庭或企业就不属于水权主体，不在本专题研究之中。

其次，由于消耗性水权的行使需要借助于必要的水利工程，如蓄水工程、引水工程、输水工程等，因此需要明确水权与水利工程产权之间的关系。关于这一问题，崔建远教授在《水工程与水权》（2003）一文中详细的论述。概括而言，水权的客体是水资源，而水利工程产权的客体是具体的工程设施，水利工程的所有权或者用益权自身不包含、不产生水权，水利工程产权与水权各为独立的权利，因此水利工程产权主体并不必然是水权主体。

在此基础上，我们对生活用水、工业用水和农业用水的水权主体进行详细分析。

（1）生活用水的水权主体

生活用水的真正使用主体是居民家庭或企业、行政事业单位，但他们的生活用水多来源于从供水企业购买的自来水。前文对水权客体的分析已经表明，这些居民家庭或企业、事业单位不能作为水权主体，而只拥有水商品的所有权。因此，生活用水的水权主体主要是供水企业。供水企业通过取得水权而获得一定量水资源的经营、使用权利，将作为生产要素的水资源转化为居民等消费者所需要的水产品，并从中获利。需要指出的是，我国绝大多数城市供水企业是隶属于政府职能部门的国有自然垄断企业，垄断经营、政企不分的体制导致供水企业经营效率和服务水平不高，因此需要通过经营体制的改革使供水企业真正成为市场主体参与市场经济活动。

除了供水企业外，直接从江河、湖泊、地下水等取水以满足生活需要的居民家庭也是生活用水的水权主体。通常其水权量比较小，按照《取水许可和水资源费征收管理条例》不需申请领取取水许可证，是一种自由取得的水权。

（2）工业用水的水权主体

工业用水的使用者是各种工矿企业，他们的用水通常分为两部分。一部分是从供水企业购买的产品水；另一部分则是在申请获得取水许可证后，通过自备取水设施从江河、湖泊、地下水等直接取得。因此，工业水权的主体包括供水企业

¹⁷ 刘斌. 关于水权的概念辨析, 中国水利, 2003 (1)

¹⁸ 李丽莉, 窦学诚. 流域水资源管理主体间产权结构探讨. 甘肃农业大学学报, 2005 (2)

¹⁹ 郭平. 取水权客体新探. 水利发展研究, 2005 (7)

和工矿企业，其中工矿企业既是工业水权的主体，同时也是商品水的产权主体。

（3）农业用水的水权主体

与生活用水和工业用水的水权主体相比，农业水权主体的确定相对复杂一些。

当前我国实施的是以农户分散经营为特征的家庭承包责任制，农户通过各种引水、输水工程直接从江河、湖泊、地下水或水库中取得灌溉用水。因此，农业用水（这里重点指灌溉用水）的水权主体即为广大农户。若能够直接将水权清晰地界定到具体的农户，这样的农业水权制度固然具有很强的排他性，有利于提高农业用水效率以及实现用水外部性的内部化。但是，需水农户具有数量多而分散、单个农户需水规模小的特点，要建立强排他性农业水权需要付出很高的“排他性成本”，也与目前我国灌溉水的取用现状不相符合。我们认为，在这一层次的水权界定上，采取共有产权形式的农业水权制度更为可行，将水权界定给共同体（可以是灌区范围，也可以是乡、村等行政区范围）内的全体农户，由他们共同作为农业水权的主体。这样可以首先在农业水权主体与其他水权主体之间建立起较好的排他性用水关系，避免或减少农业水权被城市水权无偿挤占的可能。

至于灌区内部农户之间权利边界的明晰，则有赖于灌区内部权利结构的建立和管理制度的选择。目前主流的观点是通过建立用水户协会来进行内部管理。用水户协会是灌区用水农户自愿组成、民主选举产生的管水用水组织，是实行自我管理、独立核算、经济自立，并具有法人资格的民间社团组织。用水户协会可以代表灌区内农户的意愿与灌区管理部门签订供水合同或协议，并负责灌区内部水权分配、水费征收、支斗渠以下的灌溉工程维护等工作。在水权转让市场上则由用水户协会作为分散农户主体的代理者，进行水权转让的谈判和交易。实际上，共有水权形式的灌溉水权制度和通过委托代理关系由用水户协会来具体行使灌溉水权，与我国灌溉水的取用和管理制度现状以及改革趋势具有较好的一致性，能够有效降低制度变迁的成本。

除了采取共有水权外，对于一些拥有大面积灌溉农田的农户个体，也可以独立作为农业水权主体。

通过上述分析，我们可以用图 2 来形象地说明生活、工业、农业等消耗性水权和非消耗性水权的主体构成。

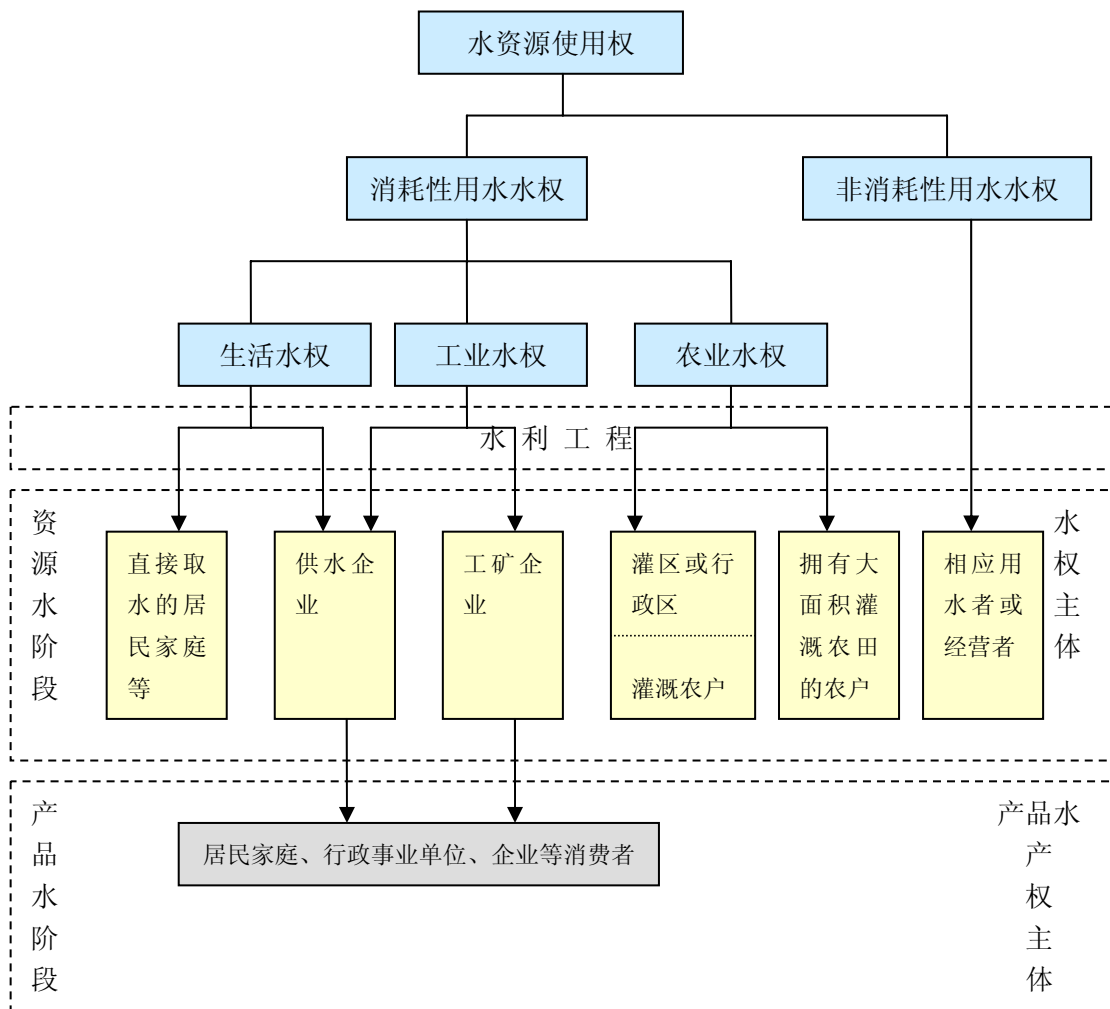


图 2 水资源使用权主体构成

3.1.3 生态环境水权的主体

前文讨论的水资源所有权、使用权关注的重点是水资源的开发利用，但水资源同时又是地球上所有生物的生存之源，在整个生态环境系统中起着不可替代的作用。每个人都有享用水自然景观、清洁水环境的权利，水体内的水生生物有要求维持河流流量和湖泊正常水位的权利，其他生物同样也有获得基本用水的权利，这些权利可以称为生态环境水权。在可持续发展思想日益深入人心的今天，生态环境水权也得到了越来越多的重视。

生态环境水权由于既包括人类的权利，也包括其他生物的权利，因此其主体具有广泛性和不确定性。人类，包括当代人和后代人都是生态环境水权的主体；生态系统内的各种生物也可以是生态环境水权的主体。这种主体的广泛性和不确定性，在现实生活中导致的结果往往是无主体。因此有研究者认为，应该由公众授权成立特定的法人或非政府组织作为生态环境水权的主体^{20, 21}。

²⁰ 崔建远. 关于水权争论问题的意见. 政治与法律, 2002 (6)

尽管生态环境水权涉及公共利益，我们同样不认为应该由政府来代为行使该权利，其产权主体可以采取授权特定法人或非政府组织来代理，也可以虚置，视具体情况而定。但政府应充分行使管理的权利，通过立法的形式加强对生态环境水权的保护。许多国家的法律已经规定了公民的清洁水权、亲水权、净水享受权或公民水环境权；一些国家为了保护水生物的正常生长和维持水生态系统的生态平衡，在法律中还明确规定了必须保证江河湖和地下水体的自然流量或生态用水的需要²²。

3.2 水权转让当事者类型划分

水权转让的当事者主要由各类水权主体构成，也包括受水权转让影响的其他个人、法人和非法人组织。但并不是所有的水权主体都可以成为水权转让的当事者。由于水资源的特殊性和水权转让影响的复杂性，因此不是任何水权都可以自由转让的，水权转让的范围会受到国家法律、法规 and 政策的限制。就中国而言，水资源所有权属于国家，水权转让只能就水资源使用权进行。对于水资源使用权的转让范围，2005年出台的《关于水权转让的若干意见》做出了限制：①取用水量超过本流域或本行政区域水资源可利用量的，除国家有特殊规定的，不得向本流域或本行政区域以外的用水户转让；②在地下水限采区的地下水取水户不得将水权转让；③对生态环境分配的水权不得转让；④对公共利益、生态环境或第三者的利益可能造成重大影响的不得转让；⑤不得向国家限制发展的产业用水户转让。其中前三条是针对可转让水权的客体进行的限制，第四条是针对水权转让行为造成的影响进行的限制，第五条则是针对水权转让受体的限制。这些规定给出了我国水权转让的基本框架，也明确了不能成为水权转让当事者的水权主体类型。

对于水权转让的当事者，根据其在水权转让中地位、作用的不同，可以做更进一步的类型划分。通常我们将水权转让的当事者划分为三大类，即买方、卖方和受影响的第三方。其中水权转让的买卖双方都必须具有水权主体资格，他们是水权转让和水市场中最基本、最主要构成要素，也是水权转让行为的具体实施者。受影响的第三方则既可以是一定的水权主体，也可以是不拥有水权的其他个人、法人和非法人组织。

以农业水权向城市水权转让为例。卖方是通过节水措施的使用或种植结构的调整而拥有多余水权的农业水权主体。结合前文对农业水权主体的分析，他们通常以灌区或乡、村为单位，以用水户协会或乡村集体组织为代理者进入水权转让市场；在内部权利结构清晰界定的前提下，拥有节余水权的农户个体，也可以以分散的、单独的形式进入市场。买方则是需要增加用水的工业企业（工业水权）或供水企业（生活或工业水权），这些企业可以通过在市场上购买水权来满足用水需求，但也可以通过向政府申请新的取水权来满足用水需求，采用哪种方式取决于其对自身利益最大化的分析。受影响的第三方可以是下游或邻近的水资源使用权主体或生态环境水权主体，也可能是出售水权地区的一般居民（如在出售水权的地区，可能因为支撑区域经济发展的水资源量减少而导致经济活动水平下降、失业率增加，永久性的水权转让甚至会限制该地区未来经济的发展。）。

农业水权转向城市水权是一种跨行业的、长期甚至永久性的水权转让，通常

²¹ 刘斌. 关于水权的概念辨析. 来源：水信息网

²² 蔡守秋. 论水权体系和水市场. 来源：中国水网

需要通过政府的授权和管制以保障转让后权利的可靠性。更为关键的一点是，这种水权转让中的不确定性（如由于来水量的减少而导致的水权量减少）应由买方承担²³。此外，一些短期的、通常在行业内部进行的水权转让活动也是构成水权市场的必要部分，会对水资源的高效配置起到重要作用。最常见的就是灌区内农户间灌溉用水的余缺调剂。在农户间的灌溉水权转让中，当事者均为灌溉农户，彼此间通常比较熟悉，对转让的水权数量、用途等信息均比较确定，转让期限较短（甚至只有几个小时），基本不产生对第三方的影响，因而通常不需要经过复杂的法律程序或政府授权，是一种比较灵活的水权转让市场。我国张掖市进行的“水票交易”就类似于这种水权转让。国外通常将其称为“现货市场（spot market）”²⁴，以期与前一种长期的、跨行业的水权市场相区分。

政府虽然不是水权转让的当事者，但对市场主体的培育起着非常重要的引导、规范和管理作用，政府所采纳的制度政策不同，也会对当事者的行为选择起到非常大的影响。尤其在大范围、大规模的水权转让中，政府所发挥的作用要更大一些。

3.3 中国水权转让实践中的当事者构成分析

近年来，随着水资源的日益稀缺和用水竞争的不断加剧，一些地方开始进行了水权转让的实践探索。我们选择了三个主要的案例，对其水权转让中涉及到的当事者进行简要分析。

案例一：东阳、义乌水权转让

2000年位于钱塘江支流金华江上下游的东阳、义乌二市签订水权转让协议，主要内容包括：义乌市一次性出资2亿元购买东阳横锦水库每年4999.9m³水的使用权；转让用水权后水库原所有权不变，水库运行、工程维护仍由东阳负责，义乌按当年实际供水量每立方米0.1元支付综合管理费（包括水资源费）；从横锦水库到义乌引水管道工程由义乌市规划设计和投资建设，其中东阳境内段引水工程的有关政策处理和管道工程施工由东阳市负责，费用由义乌承担。

东阳、义乌水资源使用权的转让案例曾被视为我国首例水权交易实践，同时也受到了来自各方的质疑。其中一个争论的焦点是东阳、义乌水权转让主体（即两市地方政府）的合法性问题。事实上，东阳、义乌的水权转让活动基本上是政府间的行为，这是在水权转让市场没有真正建立、交易主体没有明确的状态下不得不采取的方式。但是，由于政府拥有的水权供求信息有限等原因，由政府扮演水权交易主体的角色往往会导致水权交易价格的扭曲，进而影响水权交易的效率。

案例二：张掖市水权转让

2002年，甘肃省张掖市被水利部正式确定为全国第一个农村节水型社会试点地区，开始探索新的水资源管理体制，在总量控制、定额管理的基础上建立起了“水票交易”形式的水权转让制度。其运行机制是：在核定用水户灌水面积、分析确定用水定额、层层分配水量的基础上向各用水户核发《水资源使用权证书》，详细规定了持证人拥有的水权标的、行业用水定额等；农民以持有的水权

²³ Robert R. Hearne, K. William Easter. 1995. Water Allocation and Water Market—an Analysis of Gains-from-Trade in Chile. World Bank Technical Paper # 315. World Bank, Washington D.C.

²⁴ Robert R. Hearne, K. William Easter. 1995. Water Allocation and Water Market—an Analysis of Gains-from-Trade in Chile. World Bank Technical Paper # 315. World Bank, Washington D.C.

证上核定的水量作为依据购买水票，用水时先交水票后放水；水票成为水权转让的载体，如果超额用水，需要通过市场交易从有水票节余者手中购买，农户节约的水票在同一渠系内可以转让。

张掖市通过发放水票来明确农民用水权利的制度实际上是共有农业水权的内部权利结构安排，这种以水票为媒介进行的水权转让，为利用市场机制，让个人用水者直接参与水资源节约和买卖活动，以提高水资源配置效率提供了参照。但目前张掖市的水权转让范围仅仅限制在农业内部，甚至是同一灌区内部，要扩展到不同地区、不同行业间的水权转让，形成真正的水权市场还有一定的困难。

案例三：黄河水权转让试点

针对黄河水资源严重匮乏、工农业用水矛盾尖锐的情况，2004年开始在宁夏和内蒙分别开展水权转让试点。其中，宁夏的两个水权转让试点是通过青铜峡河东灌区和河西惠农渠灌区的节水改造，把节约的水量有偿转让给宁夏大坝电厂三期扩建工程和宁东马莲台电厂用水。内蒙古的两个试点是通过鄂尔多斯南岸灌区的节水改造，把节约的水量分别有偿转让给达拉特发电厂四期扩建工程和鄂尔多斯电力冶金有限公司一期工程用水。试点转让基本思路是：由项目业主投资农业节水工程，把节约水量通过水权转让的办法，转移给拟建工业项目用水。为使黄河水权转让工作规范化，水利部黄河水利委员会还出台了《黄河水权转换管理实施办法（试行）》，对水权转换的主体、客体、程序等都做出了具体规定，为在全流域内积极稳妥地推进水权转换工作提供了制度保障。

黄河水权转让试点是推动农业节水、用市场手段解决工农业用水矛盾、提高水资源配置效率的有益尝试。但值得注意的是，在试点地区的水权转让中，广大农业灌溉用水者并不像真正的市场卖方主体那样，通过平等协商、讨价还价达成交易，整个转让活动可以说是在政府和需水工业企业的主导下进行的，农业用水户的参与程度较低，没有足够的空间维护自身权益。

通过以上三个案例的分析，我们认为，张掖市的试点由于水权转让范围小，其“水票”式的转让形式比较接近于市场买卖的交易，水权转让的当事者主要是农业水权主体。而稍大范围、跨行业的交易基本上还停留在“管理的交易”上，水权转让的主体是政府，而不是用户，这与利用市场机制配置资源的初衷是不相符合的。因此，如何培育水权转让主体，如何在各主体间建立起平等、稳定、有效的买卖关系，是一个值得深入研究的问题。

4. 水权转让市场建设的条件分析

在完成了水权转让的当事者构成分析后，水权转让能否进行、水权市场是否活跃，则取决于这些当事者的成本、收益比较以及他们的行为选择。因此，本部分将通过对当事者之间相互关系、行为方式等的模型化分析，来引出水权转让市场建设所需要的一些保障条件，并对这些条件进行具体研究。

4.1 两部门基本模型

以农业水权向工业水权转让为例，假设当事者仅为买卖双方。卖方为农户 F （若卖方主体为灌区，且不考虑灌区内部权利和利益的分配，则在水权转让中其

行为方式与单个农户类似), 买方则为企业 E 。此外, 还有如下假设:

①初始水权明晰, 农户 F 拥有初始水权 W_F , 企业 E 拥有初始水权 W_E ;

②农户 F 的节水成本函数 $C = C(Q)$, 是节水量 Q 的单调递增函数;

③企业 E 可以通过两种途径扩大用水量, 一是从农户 F 处以价格 P 购买 Q 水权, 二是以价格 P^0 申请新增水权 Q ;

④若企业 E 从农户 F 处购买水权, 有交易成本 $trC = trC_E + trC_F$, 其中 trC_E 为企业承担的交易成本, trC_F 为农户承担的交易成本; 若企业 E 申请新水权, 有其他成本 c_E ;

⑤农户 F 采取节水措施减少水资源使用量不影响其产出水平, 并假设其他生产投入和农产品价格一定, 则农户 F 的生产收益 B_F 不因水资源使用量的减少而发生改变;

⑥企业 E 的其他投入保持不变, 生产收益 B_E 随用水量的扩大而增加。

在此基础上, 我们分别给出农户和企业的成本、收益情况如下:

农户 F :

$$\text{出售水权的收益 } I_F = P Q,$$

$$\text{出售水权的成本 } TC_F = C(Q) + trC_F;$$

企业 E :

$$\text{扩大用水的收益 } I_E = \Delta B_E = B_E(W_E + Q) - B_E(Q),$$

扩大用水的成本 $TC_E^1 = P Q + trC_E$, 是在水权转让市场上购买水权需要花费的成本,

$$TC_E^2 = P^0 Q + c_E, \text{ 是向政府申请新水权需要花费的成本。}$$

水权转让能否进行, 取决于农户和企业各自的成本收益比较, 以及企业购买水权的成本与申请新水权的成本比较。我们分四种情况进行讨论。

①当 $I_F - TC_F = P Q - C(Q) - trC_F < 0$, 即农户出售节余水权的收益不足以弥补其节水成本和交易成本时, 农户没有节余水权的供给, 水权转让不能发生。

此时，企业是否申请新水权取决于自身扩大用水需求带来的收益与申请新水权的成本（包括支付的水权价格和其他成本）比较。

②当 $I_E - TC_E^1 = \Delta B_E - P Q - trC_E < 0$ ，即企业扩大用水需求带来的收益增值不足以弥补购买水权的成本时，企业没有购买水权的需求，水权转让不能发生。

③当 $I_E - TC_E^1 = \Delta B_E - P Q - trC_E > 0$ 且 $TC_E^1 > TC_E^2$ 时，即企业无论通过购买水权还是申请新水权的方式扩大用水需求，都能够带来收益，但申请新水权的成本低于购买水权，则企业倾向于申请新水权，同样没有购买水权的需求，水权转让不能发生。

④当 $I_F - TC_F = P Q - C(Q) - trC_F > 0$ ，且 $I_E - TC_E^1 > I_E - TC_E^2 > 0$ 时，即农户预期可以通过出售节余水权获利，企业通过购买水权扩大用水需求也能获利而且成本低于申请新水权的成本，此时，在水权转让市场中，农户有节余水权供给，企业有需求，水权转让才能够进行。

通过这个简单的两部门行为方式模型，我们得到影响水权转让的变量包括：水权转让价格、交易成本、申请新水权的成本（包括新水权的价格和其他相关成本）、农户的节水成本和企业的水资源产出效率。此外，该模型中有一个隐含的条件，即初始水权界定清晰。

4.2 考虑与第三方的关系

水资源是与日常生活和经济社会发展密切相关的基础性资源，其开发利用活动会产生广泛的影响，因而水权的转让不仅仅是买卖双方的利益转换，由水权转让而导致的回流减少、污染、不可逆的环境损害等问题还会涉及第三方的利益。我们以最常见的回流问题为例，来说明买方、卖方和第三方之间的关系。

假设流域水资源总量为 150 个单位（其中 30 个单位为环境用水量），位于上游地区的农户 A 和农户 B 各有占其水权量 50% 的回流水，并在下游地区为农户 C 所使用，如图 3 所示：

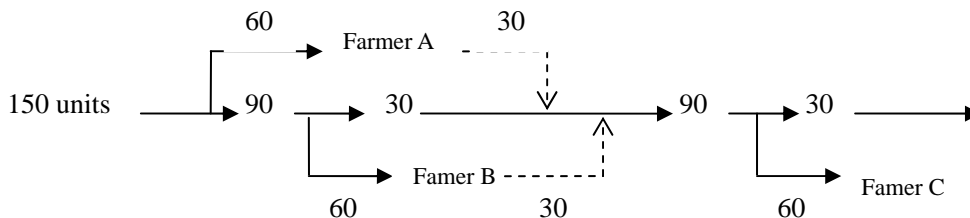


图 3 回流问题——水权转让前

如果农户 A 将其全部灌溉水权转让给该区域外的其他用户，由于回流的减少，位于下游地区的农户 C 可以利用的水资源量也将会减少，如图 4 所示：

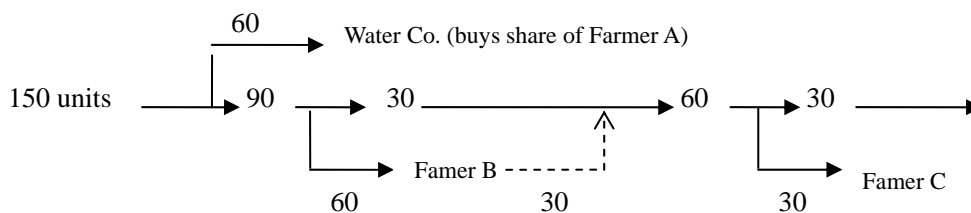


图 4 回流问题——水权转让后

通常同一区域、相同用水方式之间的水权转让(如灌区内农户间的水权转让)不会带来太大的回流问题,但地区之间、不同用水方式之间的水权转让必然涉及回流问题。回流问题会在多大程度上影响水权转让的发生,主要取决于受影响的第三方的行为和政府在此问题上的决策。

4.3 对水权转让条件的具体分析

通过前文对水权转让当事者之间行为方式、相互关系的研究,我们将影响水权转让的因素归纳为:初始水权的界定和保护、水权转让价格、申请新水权的价格、交易成本、对第三方的影响、农户的节水成本和企业的水资源产出效率。其中,农户节水成本越低则节余水权的供给量会越大,企业水资源产出效率越高则水权市场的需求量会越大,这样的水权市场其潜在交易量大,水权转让会比较活跃。但在一定时期内,我们可以认为这两个因素是既定的。因此,本部分我们主要对初始水权的界定和保护、水权转让价格、申请新水权的价格、交易成本、对第三方的影响这几个条件进行具体分析。

4.3.1 初始水权的界定和保护

所谓初始水权界定,在我国而言就是通过法律制度安排将与水资源所有权相分离的水资源使用权赋予不同的权利主体。拥有清晰界定并由法律保障其可靠性的初始水权,是进行水权转让的前提条件。而初始水权的界定方式,关系到整个水权制度能否得到公众的普遍接受,以及水权制度能否顺利运转。

(1) 初始水权界定方式

常见的初始水权界定方式包括沿岸权制度、优先占用权制度和公共分配制度。

沿岸权(riparian rights)起源于英国普通法(common law),主要应用于英国、美国东部、加拿大等水资源丰富地区的水权界定。在沿岸权制度中,水权与土地所有权紧密相连,被界定给那些拥有与河流相邻的土地的所有者,并可以随着沿岸土地的转让一并进行转让,但不拥有沿岸土地的人则无权开渠引水。只要水权所有者对水资源的使用不会影响下游的持续水流,那么对水资源的使用没有时间、数量、使用方式等的限制,也不需要履行申请程序。如果河流水源短缺,则需按比例在沿岸水权人之间合理分配水量,一般依土地面积的大小、土地特性、用水的重要性等因素来分配。沿岸权制度界定的水权具有很强的排他性,有利于将水资源使用中的外部性内部化。但由于水权只界定给了沿岸土地所有者,使得水资源的使用只局限在很小的范围,一方面造成不与河流相邻的大片农田不能引

水灌溉，工厂和城市得不到充足的水源，另一方面河流中的水资源又有可能得不到充分的利用，不利于水资源的高效配置。随着社会经济的发展和用水需求的上涨，沿岸权制度的缺陷越来越明显，曾经普遍使用这一水权界定方式的国家都逐渐对其进行了改革，并出现了新的水权界定形式。

优先占用权（prior rights）制度是在干旱和半干旱的美国西部各州建立和发展起来的，主要是为了解决西部水资源紧缺、用水较为紧张的问题，现在已成为众多国家界定水权的方式。在优先占用权制度中，河流中的水资源处于公共领域，没有所有者，水权被界定给先占用并对水资源进行有益使用的人。这里的水权已与土地所有权脱离开来，成为独立的权利，水权人可以将其权利项下的水资源用于远离河道甚至流域外的土地。优先占用权制度同样强调用水的合理性，并通过立法来保证合理用水，即水权人权利的行使不能损害他人的利益。优先占用权同样具有一定的排他性，但这里的排他性不依赖于土地私有，而在于权利主体的用水先后次序，即所谓的“时先权先（first in time, first in right）”。先期获得水权的人权利高于或优于后来者的权利，后来者是否可以获得水权取决于是否有多余的水量。在水资源缺乏的情况下，也不是按平均原则向水权人分配水量，而是先满足先期获得水权的人的用水需要，排在后面的权利主体的用水需要是否能得到满足取决于满足前面水权人需要后是否还有足够的水量。虽然采用优先占用权制度界定水权克服了沿岸水权制度下的用水局限性，使河流水资源的使用范围和地域大大拓展了，但也存在一些缺陷。一是后来者的水权受到以前水权的很大限制，尤其是在干旱缺水比较严重的时期，后来者的用水难以得到满足，随着经济社会的发展用水矛盾难以避免。二是由优先权界定的水权难以转让和交易，因为如果进行转让，用水的优先次序也要按转让日期重新排序，那么其权利会受到很大削弱。由于水权的转让和交易受到限制，就不能引导和激励水权主体将水资源投向最有效的用途。

公共分配（public allocation）制度是由管理机构根据相关法律或指导方针来决定怎样分配初始水权，以及分配下去的水权能否进行市场交易。大多数发展中国家以及一些发达国家均采用公共分配的方式来界定初始水权。如在澳大利亚的维多利亚州，水资源的所有权归州政府所有，其他主体要获得水资源的使用权等权利，必须按照规定的格式和方式提出申请，并接受自然资源和环境部组织的对申请内容的调查，根据调查意见及其他考虑因素，由政府决定是否批准申请。私人获得的水资源使用权可以进行交易，在取水量、水资源用途、水环境保护以及对他人的影响等方面都直接受到政府的管理和制约。在早期，对私人提出的水权申请，不论其规模大小，维多利亚州政府都会批准，但随着水资源供需矛盾的突出，水权的申请变得比较困难。目前，州政府已不再审批发放新的水权，要想取得水权，只能通过水权交易取得。智利采取的也是公共分配制度，国家拥有水资源所有权，使用权等则根据法律程序以不同的方式（如政府直接分配，或拍卖等）界定给不同的私人，并且在很大程度上要受到政府的制约和控制。

（2）我国的初始水权界定

我国水法明确规定了水资源的国家所有权。尽管对水资源的经营、使用、收益等权利尚没有明确的法律规定，但长期以来取水许可制度的实施实际上意味着我国已经初步建立起了初始水权的公共分配制度。1993年国务院颁布的《取水许可制度实施办法》中规定“取水许可证不得转让。取水期满，取水许可证自行失效”。但2006年新颁布的《取水许可和水资源费征收管理条例》对此进行了修改，规定“依法获得取水权的单位或者个人，通过调整产品和产业结构、改革工

艺、节水等措施节约水资源的，在取水许可的有效期和取水限额内，经原审批机关批准，可以依法有偿转让其节约的水资源，并到原审批机关办理取水权变更手续”。这为我国实施水权转让提供了制度基础。

除了通过申请取水许可获得初始水权外，我国还存在一些无须通过法律形式而取得的水权，包括临时性水权和习惯水权。《取水许可和水资源费征收管理条例》中规定的，为保障矿井等地下工程施工安全和生产安全必须进行临时应急取（排）水、为消除对公共安全或者公共利益危害的临时应急取水、以及为农业抗旱和维护生态与环境必须进行的临时应急取水等，这些取水都不必申请取水许可，属于临时性水权。习惯水权则是指家庭生活和零星散养、圈养畜禽的少量取水，以及农村集体经济组织及其成员使用本集体经济组织的水塘、水库中的水。

从目前我国初始水权界定来看，仍然存在一些不确定性，需要进一步完善。首先，尽管《取水许可和水资源费征收管理条例》中规定了总量控制与定额管理相结合，但条块分割的行政管理体制使得总量控制的实施十分困难。对于已发放的取水许可证所形成的水权是否超过了流域水资源的合理开发利用量没有详细的统计和判断，如果超过了合理开发利用量应怎样调整也没有相应的方案。其次，在水资源紧缺时对一定水权所代表的水量大小调整没有明确的、易于把握、可以遇见的原则、程序和方案，这导致水权主体的权利缺乏可靠性和稳定性，且极易引起不取水权主体之间的矛盾。第三，取水许可缺乏监督管理的必要手段，取水许可的申请、审批、检查、奖惩等一系列程序能否按照制度性规范进行存在不确定性。第四，对不需要申请取水许可而获得的临时性水权、习惯水权具有怎样的法律效力也没有具体的规定。比如习惯取得的农业灌溉用水，由于其能够创造的经济价值和就业机会较低，在水资源紧缺而这部分水权又不清晰、缺乏法律保护的情况下，往往会被城市和工业用水无偿挤占。因此，规范性的水权制度安排，明晰、安全、受法律保护的初始水权界定，在保护农民权益、避免灌溉用水被无偿挤占方面也具有重要的意义。

4.3.2 水权转让价格 P 和申请新水权的价格 P^0

水权转让价格和申请新水权的价格是影响水权转让、决定水权转让中买卖双方获利空间大小的两个关键性变量。其中，申请新水权的价格 P^0 是由政府控制的变量。 P^0 越低，城市水权主体（自来水公司、工业企业等）通过申请新水权来扩大用水需求的偏好就越强烈，水权转让市场的需求越小，因而水权转让发生的可能性就越小。如果政府希望促进水权转让的发生，则应通过制定较高的新水权取得价格、或者对申请新水权进行限制等，来提高申请新水权的成本，从而为微观决策者提供一个有助于水权转让的制度环境。目前我国水资源费偏低，没有真实反映水资源价值的制度现状，在客观上也限制了水权转让市场的发展。

在 P^0 给定的情况下，相当于存在一个企业在水权转让市场上购买水权的影子价格。如果是完全竞争市场，理性的买方和卖方从自身利益最大化出发，最终会在水权转让价格 $P = P^0$ 处形成均衡。此时，农户的边际节水成本 MC 与企业

的水资源边际产出 MP 相等，且都等于水权转让价格，即 $MC=MP=P=P^0$ 。

但是，由于进入市场的障碍（如需要取得行政许可成为水权主体，需要投资基础设施建设、跨流域等）、过高的交易成本、不完全信息等原因，现实的农业水权向城市水权转让的市场不可能是完全竞争市场。那么，水权转让价格 P 能否达到 P^0 ，或者说水权转让价格 P 的形成过程如何，则与具体的水权转让市场结构有关。如果假设一定时期、一定区域的农业水权向工业水权转让市场中，进入市场的买方只有一个或少数几个工业企业（或供水企业），那么市场结构将主要取决于卖方（即农户）进入市场的方式。分两种情况讨论：

（1）农户以联合的形式进入市场

正如前文在分析水权主体时所说的，在水权的初始界定层次，农业水权往往是在灌区范围或乡、村集体经济范围上采取共有水权形式。如果共有水权内部的权利不再进一步界定到具体的农户，那么在农业水权向工业水权转让的市场上，卖方的角色就是由灌区用水户协会或者乡村组织代表广大农户来承担。此时的农业水权向工业水权转让市场大致相当于一个双边垄断市场（bilateral monopoly），买方和卖方通过讨价还价来达成最终的水权转让价格 P 。 P 越高，则作为卖方的农户获利空间越大，反之则企业的获利空间越大。

由于政府提供新水权的价格 P^0 的存在，如果买卖双方均拥有完全信息、都足够理性、谈判能力相同，那么最终的水权转让价格 P 仍然会在 P^0 处形成。但现实的情况往往是农业用水方的谈判能力较差一些，这与农民掌握的信息较少、对全局的影响能力较弱、缺乏谈判技巧等因素有关，但更关键的是地方政府出于发展经济、增加税收等方面的考虑，通常更倾向于支持工业方。这就会导致水权转让在一个较低的价格下发生，影响了水资源转让的整体效益。为此，一方面需要通过促进信息的披露和流动，增强农民的市场谈判能力，使得交易双方尽可能具有相对平等的市场地位；另一方面，从市场经济体系下政府的职能出发，政府不应直接干预微观主体的市场行为。

总的来看，农户以联合的形式进入市场，能够提高农户的价格谈判能力，有利于在水权转让中保障农民的利益，但也难免存在弊端。主要是在这种方式下，在共有农业水权内部，广大农户与用水户协会或乡村组织之间形成了一种委托代理关系。水权转让的具体谈判和执行需要依靠共有水权的代理人——用水户协会负责人或乡村干部等来实现，由于信息不对称、激励不相容等问题，很可能使得最终的农业水权转让只体现了少部分人的利益，而损害了大多数农户的利益。特别是当用水户协会或乡村组织不是真正由农户自主选举产生的情况下，农户水权得不到保障的可能性更大。为此，需要增强农户参与决策、管理、和监督的能力，加大用水户协会和乡村组织的信息透明度等。

（2）农户以分散的方式进入市场

如果共有的农业水权在灌区或乡村内部进一步清晰界定到了农户主体，那么农户也可以作为独立的决策者以分散的方式进入水权转让市场。此时的农业水权向工业水权转让市场相当于一个或少数几个企业（买方）面对大量分散的农户（卖

方), 这是一个买方垄断或买方寡占 (oligopsony) 的市场, 买方具有影响水权转让价格的能力。在这样的农业水权向工业水权转让市场上, 作为买方的工业企业往往能以较低的价格购买到水权。这种市场结构虽然削弱了农户的要价能力, 但农户是自主进行决策, 避免了前一种市场结构中由于委托代理而带来的各种问题。或者, 更理想的情况是, 通过流域整体水权转让市场的建立, 大量增加买方 (企业) 的数量, 我们有望破除买方垄断的局面, 使得水权转让市场向完全竞争市场靠拢。

除了以上讨论的两种市场结构外, 农业水权向工业水权的转让还可能形成其他的市场结构, 对此我们不再一一进行分析。但无论是哪种市场结构, 都离不开政府的管理、协调和监督, 以保障正常的市场秩序。

4.3.3 交易费用 (或交易成本) 问题

交易费用 (Transaction Costs) 是现代产权经济学基本的、核心的范畴²⁵, 普遍存在于现实市场交易中。就水权转让而言, 交易费用的高低直接关系到水权转让能否进行。如果交易费用过高, 以致于使一方或双方均没有获利空间时, 水权转让就不可能发生。但交易费用被定义为经济制度的运行费用, 外延十分广泛, 难以确定其边界, 进而也就导致了计量上的困难 (不排除某些交易费用项目可以计量)。因此, 目前对水权转让交易费用的研究多以定性分析为主。

沈满洪 (2004) 将水权交易成本分为7个方面, 包括信息搜寻的成本、讨价还价的成本、签订合约的成本、水权计量的成本、监督违约的成本、寻求赔偿的成本和防止侵权的成本²⁶。Robert R. Hearne和 K. William Easter (1995) 则将水权市场的交易成本分为三部分: ①用以计量和输送水资源的基础设施成本, 包括在输送过程中的蒸发渗漏损失; ②搜寻和发现有转让意愿的买方或卖方, 并谈判缔结合约的成本; ③确保水权的法律效力、使转让合约合法化、执行合约条款以及从管理部门获得转让水权的必要许可等方面的成本。

借鉴已有的研究成果, 我们从交易前、交易中、交易后三个阶段来分析水权转让的交易成本。

(1) 交易前——搜寻交易信息的成本

在水权转让中, 买方需要寻找谁有剩余水权可供出售, 卖方需要寻找谁是水权的潜在购买者, 而这些“关于交易机会的信息并非自由物品 (free good)。得到关于交易机会的信息需要花费时间、金钱和努力”²⁷。以甘肃省张掖市的“水票交易”为例, 农户能够以较低的成本在灌区内部寻找到交易对象。一旦市场范围扩大到灌区以外, 可交易的伙伴增加了, 但搜寻信息的成本也会相应提高。对于跨市、乃至跨省的更大范围的市场而言, 如果没有适当的制度安排, 仅搜寻交易信息的高成本就可能抑制水权转让的发生。

利用报纸、网络等媒介发布水权转让信息, 或建立专职收集和出售有关水权转让机会信息的中介机构, 都能够使买卖双方获取信息的成本降低, 从而使额外的水权转让机会能够得到利用。

(2) 交易中——洽谈交易的成本

洽谈交易的成本体现为对转让的水权数量、质量、转让时间等的协商, 以及

²⁵ 黄少安. 产权经济学导论. 北京: 经济科学出版社, 2004

²⁶ 沈满洪. 论水权交易与交易成本. 人民黄河, 26 (7)

²⁷ 斯韦托扎尔·平乔维奇. 产权经济学——一种关于比较体制的理论. 北京: 经济科学出版社, 1999

对水权转让的收益分配、风险和损失的责任承担等方面的协商谈判所要发生的成本。首先体现为讨价还价的成本，因为买卖双方都希望得到一个有利于自己的水权转让价格，这要求双方是平等的经济主体，否则容易出现强买强卖。其次是针对各种细节问题起草和签订合约的成本。合同法能够有效降低洽谈交易的成本²⁸：首先，标准化合同能够使交易各方不必对每一个交易的合同条款进行协商，避免由此产生的成本，从而降低了交易费用；其次，合同法事先对损失的责任作了分配，降低了洽谈交易过程中对此类细节问题的协商成本；第三，合同法允许违反合同方选择是按照合同规定履约，还是为对方遭受的损害作补偿；第四，合同法通过防止机会主义行为而降低交易费用。但目前还缺乏专门针对水权转让的标准化合同。

（3）交易后——执行交易的成本

在签署了交易合约后，要使水权转让真正发生，还需要一些执行交易的成本，包括自己履行合约需付出的成本、监督对方履行和约的成本以及违约索赔的成本等。

首先是修建计量和输送水资源所必须的基础设施而花费的成本。水权转让的发生离不开必要的水利基础设施以计量和输送水资源，有些水利基础设施的修建往往要花费高额成本。通常在基础设施比较便利和完善的区域，水权转让的可能性会更大一些。其次是监督执行和约条款的成本。

二是监督执行合约条款的成本。在信息不对称的情况下，为防止欺骗和违约行为的出现，需要付出一些监督成本。如果完全由买卖双方来进行“实时监督”，其成本可能会极其高昂，因此寻找一个公共的监督员可以作为降低监督成本替代方案。

三是违约后寻求赔偿的成本。当一方违反合同条款，对另一方造成了损失，要进行索赔同样需要花费成本。索赔程序是否清晰、是否存在有效而又方便的仲裁组织等都会影响此项成本的高低。

我们用图 5 来表示水权转让中可能涉及的交易成本。实际上，由于交易成本定义和外延的不确定性，很难将一种交易成本与另一种交易成本完全分开，上述各种成本往往是交叉发生作用的。

²⁸ 斯韦托扎尔·平乔维奇. 产权经济学——一种关于比较体制的理论. 北京：经济科学出版社，1999

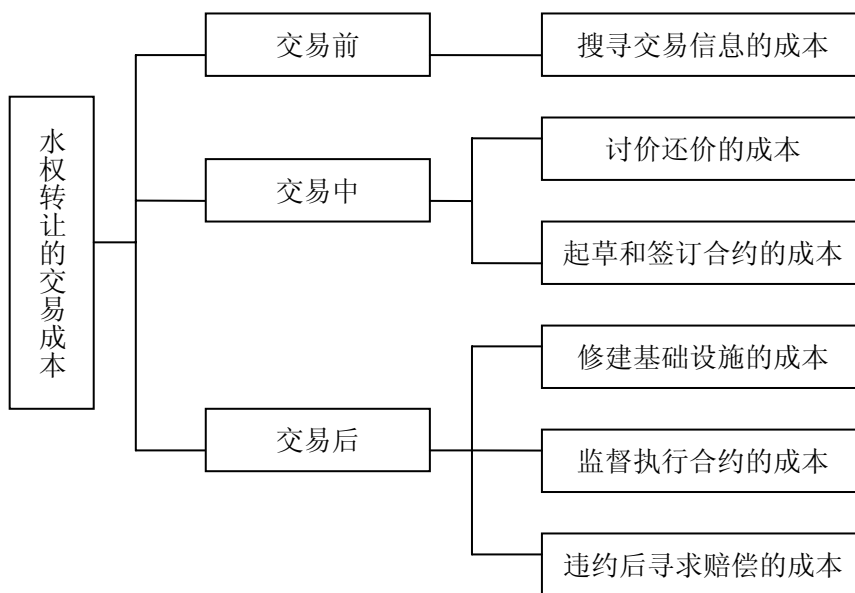


图 5 水权转让中交易成本的构成

为了降低水权转让的交易成本，政府应提供必要的公共服务，如加强闸门、渠道等水利基础设施建设，加强水权交易信息的采集和披露力度，完善相关法律法规以降低监督合约执行的成本等。

4.3.4 对第三方的影响

对第三方的影响可以认为是水权买卖双方进行水权转让而带来的外部成本。有效的水权转让市场要求这些对第三方的影响能够被识别和量化。从经济效率的角度而言，对第三方产生的外部负效应应该计入水权转让的成本；从公平的角度而言，受到影响的第三方应该得到相应的补偿²⁹。我国水利部出台的《关于水权转让的若干意见》中也规定了“因转让对第三方造成损失或影响的必须给予合理的经济补偿”。但是，尽管水权转让对第三方的影响问题引起了广泛的关注和高度重视，要对其进行识别和量化却困难重重，此方面的理论研究远不够深入，所谓的经济补偿也常常难以真正执行。由于通常理性的买卖主体只按照自身利益最大化进行决策，不会将对第三方的影响纳入成本计算，从而导致水权转让水平高于社会最优水平。因此，为了解决第三方问题，需要政府采取必要的干预措施。

就目前对第三方影响的研究来看，主要仍集中在回流问题的讨论上，而且国外的研究比较多，国内由于可转让水权制度建设还处在探索阶段，对第三方影响问题的深入研究并不多见。此处主要介绍 Paul Holden 和 Mateen Thobani (1996) 在世界银行的报告中所提出的解决回流问题的方法³⁰，以期为我国提供有益的借鉴。

Paul Holden 和 Mateen Thobani 先分析了智利在解决回流问题上的经验。其方法是，将所有永久性消耗水权定义为用百分比形式表示的河流或水库可利用水

²⁹ Ariel Dinar, Mark W. Rosegrant, Ruth Meinzen-Dick. Water Allocation Mechanisms—Principles and Examples. 1997. World Bank Policy Research Working Paper #1779. World Bank. Washington D.C.

³⁰ Paul Holden, Mateen Thobani. 1996. Tradable Water Rights—A Property Rights Approach to Resolving Water Shortages and Promoting Investment. World Bank Policy Research Working Paper #1627. World Bank, Washington D.C.

资源的份额，所有份额之和等于 100%。由于回流问题，如果一起水权转让导致了该流域或区域可利用水资源减少，那么所有消耗水权主体（包括参与水权转让的买方主体）将共同分担回流减少的后果。如图 6 所示，（a）是水权转让前的情况，（b）是水权转让后为解决回流问题而进行的调整。由于农户 A 将水权卖给水公司会导致 20%的回流损失，因此所有水权主体的水权都相应减少 20%，这一调整由用水者协会来具体实施。

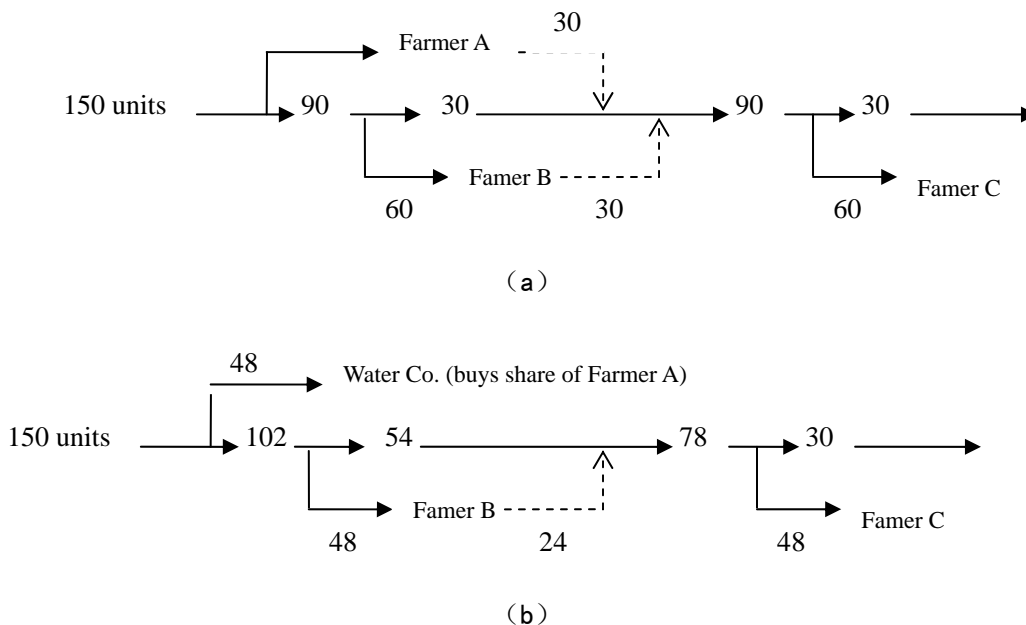


图 6 解决回流问题的智利经验

在智利，大多数农业灌溉体系都不存在太大的回流问题，因此这种方法的总体运行效果不错。但在回流问题比较严重的埃尔奎（Elqui）和阿空加瓜（Aconcagua）地区，就有用水户组织禁止上游用水者向无法将水回流到河里的主体出售水权。因此，智利的这种解决方式，对于存在比较严重回流问题的国家来说，将会使水权转让局限在极少数流域。

为此，Paul Holden 和 Mateen Thobani 推荐了另一种方法。其基本思想是，对所有水权都详细列明消耗和非消耗比例，消耗部分可以无限制地出售，非消耗的部分只有在不减少他人的用水时才能出售。对于在同一流域、同一用途间进行的水权转让，由于大多数不会产生回流问题，因此水权主体可以自由出售其全部水权。为了减少在每次水权转让中都要由卖方计算消耗性和非消耗性水权比例的困难和麻烦，他们认为可以针对特定的作物或种植方式来计算并公布相应的净消耗用水平均值，以这些平均值来作为同类型水权转让的基础。

水资源的流动性、多用途性以及其它独特的自然和经济特性，使得可转让水权制度的建立涉及许多复杂的问题，除了以上讨论的四个方面外，还有许多影响因素和保障条件尚未纳入本研究中，如流域自然特征、所在国家的政治经济制度、历史习惯等。仍以农业水权向城市水权转让为例，农户对可转让水权制度的接受程度、用水习惯等也会对水权转让产生影响。Karin E. Kemper 和 Larry D. Simpson

(1999)³¹在研究美国科罗拉多水资源保护区的水权市场时就发现，这一地区的农民们传统上偏好于利用水资源来多种植作物，而不是将水权转让或租借出去。但这种状况在逐渐发生变化，越年轻、受教育程度越高、越具有商业头脑的农户越能够发现节约用水并将剩余水权出售或租借出去所带来的机会。而在中国，目前尚没有对与历史习惯、偏好等相关的农户水权转让意愿进行过调查研究。

5. 结论或政策建议

在以上分析研究的基础上，我们得到如下一些结论或政策建议：

1. 稀缺的水资源和激烈的用水竞争是建立可转让水权制度的现实基础。通过对我国经济结构变化、不同行业用水效益差别以及节水潜力的分析，我们认为未来我国水权转让的主要方向是从农业灌溉用水转向城市用水（包括城市工业、生活、市政用水等）。

2. 本研究中的水权转让指的是市场上平等民事主体之间的水资源使用权的买卖活动。水权转让的当事者是与水权转让活动有直接利害关系的个人、法人和非法人组织。根据其在水权转让中的地位、作用的不同，可以分为买方、卖方和受影响的第三方三种类型。其中水权转让的买卖双方都必须具有水权主体资格，他们是水权转让和水市场中最基本、最主要构成要素，也是水权转让行为的具体实施者。受影响的第三方则既可以是一定的水权主体，也可以是不拥有水权的其他个人、法人和非法人组织。政府是水权市场的管理者，而不是水权转让当事者。

3. 作为水权转让当事者的水权主体主要是生活、工业和农业三种消耗性用水的使用权主体。其中生活用水的水权主体是供水企业和一些直接取水的居民家庭；工业用水的水权主体是工矿企业，供水企业也可以拥有工业水权；农业用水的水权主体是灌区或乡、村行政区内的全体农户。

4. 通过对水权转让当事者在水权市场上的行为方式、相互关系的研究，得到影响水权市场建设的主要因素（或问题）包括：初始水权、水权转让价格和申请新水权的价格、交易成本、对第三方的影响、农户的节水成本以及企业的水资源产出效率。

5. 通过对上述影响因素或问题的分析，我们给出政府促进水权转让的若干政策建议：

- (1) 以法律形式清晰界定初始水权，并保障水权的可靠性；
- (2) 提高新水权的获取价格以促进水权转让的发生；
- (3) 加强水利基础设施建设、加强水权交易信息的采集和披露力度，为水权转让提供必要的公共服务以降低交易成本；
- (4) 通过规定水权转让当事者资格、转让范围，建立水权转让的登记、审批、公示制度等，来保证水权转让市场的公平交易秩序，最大限度地减少或消除水权交易对国家和地区发展目标、环境目标的影响，防止水污染和他人利益受到损害，促进水资源的优化配置和可持续利用。

- (5) 加强对农民的引导和培训，为农民提供实质性的表达利益诉求的机会、

³¹ Karin E. Kemper, Larry D. Simpson. 1999. "The Water Market in the Northern Colorado Water Conservancy District—Institutional Implications". In *Institutional Frameworks in Successful Water Markets: Brazil, Spain, and Colorado, USA*. World Bank Technical Paper #427. edited by Manuel Marinio and Karin E. Kemper. World Bank, Washington D.C.

途径和方式,完善用水户协会的建设和管理,以增强农民参与决策、管理和监督的能力,以及增强农民在水权转让市场上的谈判能力,在水权转让中切实保护农民利益。

参考文献:

1. 刘昌明, 陈志恺 主编. 中国水资源评价和供需发展趋势分析. 北京: 中国水利水电出版社, 2001
2. 水利部规划计划司. 水利可持续发展战略研究. 北京: 中国水利水电出版社, 2004
3. 郭相平, 张展羽, 陶长生. 灌溉水资源危机产生的原因及其对策. 人民黄河, 1999, 21 (4)
4. 姜文来, 唐曲, 雷波. 水资源管理学导论. 北京: 化学工业出版社, 2005
5. 钟玉秀. 对水权交易和水市场立法原则的初步认识. 水利发展研究, 2001 (4)
6. 世界银行 等. 中国北方地区水行业战略研究. 来源: <http://www.hwcc.com.cn/>
7. 薛亮. 大力发展节水农业. 在第十届“世界水日”第十五届“中国水周”主题报告会上的报告, 来源: <http://www.hwcc.com.cn>
8. 姜文来, 罗其友. 我国农业水资源利用与节水农业发展对策研究. 来源: <http://www.hwcc.com.cn>
9. 山仑. 能否实现大量节约灌溉用水——我国节水农业现状与展望. 中国科协 2005 年学术年会特邀报告
10. 蔡守秋. 论水权体系和水市场. 来源: 中国水网
11. 刘斌. 关于水权的概念辨析. 中国水利, 2003 (1)
12. 苏青, 施国庆, 吴湘婷. 区域水权及其市场主体. 水利经济, 2002 (7)
13. Marie Leigh Livingston. 1993. Designing water institution: market failures and institutional response. World Bank Policy Research Working Paper #1227. World Bank, Washington D.C.
14. 李丽莉, 窦学诚. 流域水资源管理主体间产权结构探讨. 甘肃农业大学学报, 2005 (2)
15. 郭平. 取水权客体新探. 水利发展研究, 2005 (7)
16. 黄锡生. 论水权的定义. 重庆大学学报 (社会科学版), 2004, 10 (4)
17. 崔建远. 关于水权争论问题的意见. 西北政法学院学报, 2003 (1)
18. 崔建远. 关于水权争论问题的意见. 政治与法律, 2002 (6)
19. Robert R. Hearne, K. William Easter. 1995. Water Allocation and Water Market—an Analysis of Gains-from-Trade in Chile. World Bank Technical Paper # 315. World Bank, Washington D.C.
20. 黄少安. 产权经济学导论. 北京: 经济科学出版社, 2004
21. 沈满洪. 论水权交易与交易成本. 人民黄河, 26 (7)
22. 斯韦托扎尔·平乔维奇. 产权经济学——一种关于比较体制的理论. 北京: 经济科学出版社, 1999

23. Ariel Dinar, Mark W. Rosegrant, Ruth Meinzen-Dick. Water Allocation Mechanisms—Principles and Examples. 1997. World Bank Policy Research Working Paper #1779. World Bank. Washington D.C.
24. Paul Holden, Mateen Thobani. 1996. Tradable Water Rights—A Property Rights Approach to Resolving Water Shortages and Promoting Investment. World Bank Policy Research Working Paper #1627. World Bank, Washington D.C.
25. Karin E. Kemper, Larry D. Simpson. 1999. “The Water Market in the Northern Colorado Water Conservancy District—Institutional Implications”. In Institutional Frameworks in Successful Water Markets: Brazil, Spain, and Colorado, USA. World Bank Technical Paper #427. edited by Manuel Marinio and Karin E. Kemper. World Bank, Washington D.C.

课题 1-7
**中国与水相关的中央地方财政负担、
居民负担研究**

汪新波（首都经贸大学）

中国与水相关的中央地方财政负担、居民负担研究

引言：本课题研究与水相关的财政及国民负担及其收入的有效使用。与水相关的行业有三个，一个是水利管理业，一个是城市供水业，一个是城市排水行业。涉及的主体也有三个，一个是中央财政，一个是地方财政（省与城市），再一个是用水户（主要指城镇居民）。本课题将分别从水利、供水、排水等环节对财政负担与居民负担做总体的研究，对于与水相关的环境成本，由于计量和统计上的困难，暂没有列入本课题的研究。并在此基础上寻求提高资金使用效率的途径。

如何度量财政和居民负担是本研究的关键。水利、供水、排水的财政负担主要表现在两个方面：一个是固定资产投资，一个是运营费用的支出。相对而言，地方财政的资料比较难找，调研难度较大。本文只能通过公开披露的信息，通过个别或少量样本的数据来管窥这方面的状况。在水利、供水和排水方面，统计资料最缺乏的是排水行业，有关状况我们借鉴了一些媒体报道和研究报告。

一、水利管理业的财政负担研究

与水利相关的财政支出涉及多项支出，公开的统计数据未整合这些数据。在此我们借鉴财政部与水利部有关部门的官员的研究，说明这方面的整体情况。

根据财政部农业司丁学东的测算¹，新中国成立初期，水利财政支出（包括水利基建拨款、水利事业费、农田水利经费和其他）占国家财政支出的比例比较高。从“二五”时期到1980年以前，水利财政支出占国家财政支出比例在4%以上，保证了水利事业发展。“六五”和“七五”期间，水利财政支出下降较快，水利发展受到较大制约。“八五”后有所上升，1998年大洪水后，国家加大水利建设投入力度。但由于财政收入占GDP比重下降，从1978年的31.2%下滑至1998年的12.6%，水利财政支出占全

¹丁学东（财政部农业司司长），“**加大公共财政支持力度 促进水利建设和提高使用效益**”《中国水利》2002，10

部财政支出比例也在下降，“六五”下降到3.4%，“七五”下降到2.5%左右，水利建设与管理投入不足，是导致水利基础设施建设严重滞后于经济社会发展要求的一个重要原因。

根据水利部经济调节司刘伟²测算，主要有两点主要结论：

①水利资金占GDP的比重持续走低。我国1952~2000年水利财政支出，占GDP的比重平均只有1.17%。从时段分析，也只有“二五”至“五五”时期的比重在1%以上，20世纪80年代以后的“六五”至“九五”时期却出现持续走低的局面，均在1%以下。（国外一般在2%）

②水利财政支出占财政总支出的比重持续低迷。我国1952~2000年平均比重为4.2%，只有“二五”、“五五”时期其比重在5%以上，分别为5.2%和5.9%，其余绝大多数时期均在5%以下，最低的“七五”时期仅占2.7%，说明财政对水利的支持力度是不够的。（国外水利财政支出占财政总支出的比重平均为5%左右。）

总体来看，两位官员测算的结果接近，共同的结论是水利的财政支出不足。“七五”和“八五”是水利财政投资的低谷，水利投资在财政中的比例下降，而且财政收入在GDP中的比重在此阶段也处在谷底，因此，水利投资在20世纪80年代到90年代初期呈现明显的下滑态势。虽然1998年后水利投入大幅度增加，但水利基础设施不足的问题仍很突出，与经济社会发展的要求仍有较大差距。

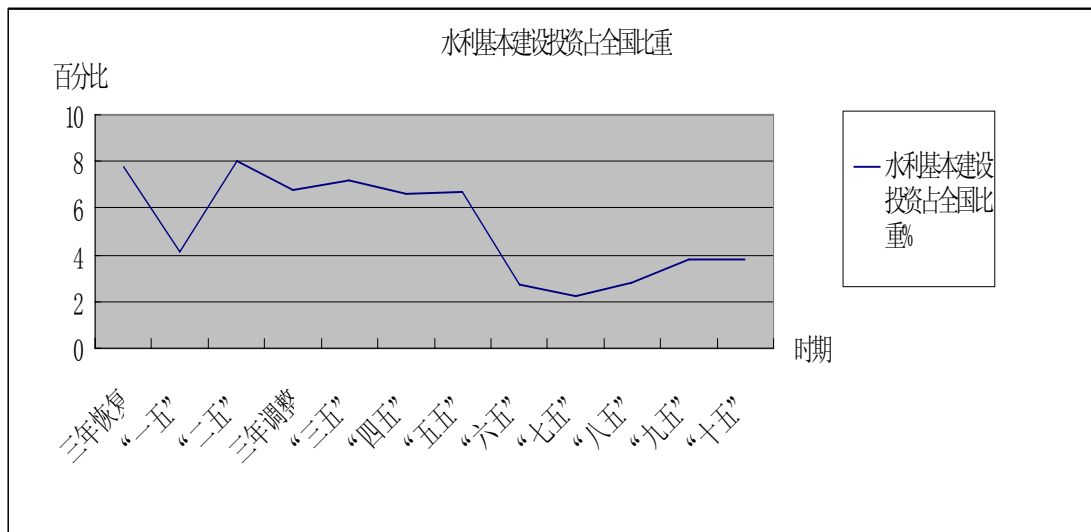
以下我们分别对水利基本建设与运营维护的状况进行更详细的分析

（一）基本建设支出的动态趋势

新中国成立以来50多年以来，特别是1998年以后，国家和社会为水利建设投入了大量的资金（见附表1），但与国民经济对水利建设的要求，仍有很大的差距。

² 刘伟，“我国水利资金配置问题研究”《中国水利》2002，2

图一：建国以来水利基建/国家基建的比例



从水利基本建设的动态趋势看，建国以来的水利投资比例呈现“马鞍型”态势。大致可划分四个阶段：1) 建国初期，特别是“二五”，国家高度重视水利建设，在国家基本建设中占 8%左右；2) 三五到“五五计划”时期处在平稳发展阶段，国家对水利投资在绝大多数年份占基本建设的比例都在 6.5%以上；3) 但在“六五”以后的整个 80 年代，对水利建设的投资量和投资比例却都大幅度下降，在“七五”时期甚至下降到 2.2%。4) 八五以后，水利投资回升，尤其是 1998 年之后的国债项目中，提高了水利基本建设的比重。

根据国家发改委投资经济研究所的测算，1991 年的大水之后，国家开始加大对水利的投资力度，水利基建投资占国有基建投资的比重迅速上升，但上升到 2002 年占 4.56%的最高点后，伴随着 2003 年国家发行长期建设公债数量的减少，水利基建投资占国有基建投资的比重又趋于回落。（见附表 2）。水利投资占国有基本建设投资比重和全社会投资的比重长期偏低，投资增长不稳定，缺乏可持续性，难以满足经济和社会发展的日益增长的需求。

2. 水利投资结构特征

从资金投向看主要存在以下问题：

一是农业和农村水利建设投入不足。“九五”时期用于农业灌溉的投入占水利总投资的比重只有 9.13%，2003 年直接用于农村水电、“三水”及基础设施建设等方面的投资约为 57 亿元，只占当年水利系统完成投资总额的 8%左右。农业水利投资不足的主要原因有：

1) 支农支出中，直接用于流通环节的补贴过高，用于建设性的支出比重不高、用于农民可以直接收益的中小型基础建设的比重较小；2) 财政支农投入高度依赖上级政府，地方财政连“吃饭”都不能保证，很难再向经济效益相对较低的农业追加投入；3) 支农支出实行分块管理，因而不同程度地存在条块分割、相互之间不协调、重复投入，力量分散，有限的资金不能形成合力；4) 财政支农资金使用监督机制有待完善；5) 水利工程水费征收现状是“一少两低”。“一少”是水费计收面积逐年减少；“两低”是水费征收标准低和征收到位率低。

二是在地区投资结构上，国家对经济落后地区的投入严重不足。水利资金地区配置失衡。过去 1950-2000 年，中央水利专项资金向西部地区的配置量仅占东部地区的 1/2，而西部地区国土面积是东部地区的 4.5 倍；20 世纪 90 年代以来，中央水利资金配置结构中，东部地区占 40.7%，中部地区占 38.1%，而西部地区仅占 21.2%。(王伟，2002)

三是偏向经营性项目，对生态及水土保持的投入较少（十五期间，较少水土保持生态工程投资 185 亿元，占 5.1%，尽管依然很低，但比九五增加了 2.1%）。近年来政府（主要是地方政府）投资向经营性项目投资领域扩张的态势还在加速。如附表 3、4 所示，“九五”时期流向供水、水电及其他领域的投资比重合计约为 28.32%，进入“十五”后所占比重继续上升，2001 年达到 30.47%，2002 年更上升到 32.73%。根据最新统计，十五期间，防洪工程投资 1900 亿元，占 52.4%；水资源工程投资 1078 亿元，占 29.7%；水土保持生态工程投资 185 亿元，占 5.1%；其他专项工程投资 464 亿元，占 12.8%。与“九五”相比，防洪工程投资比例降低 27.1%；水资源工程投资比例增加 19.7%；水土保持生态工程投资比例增加 2.1%；其他专项工程投资比例增加 5.3%。

3. 水利融资结构的特征

(1) 国家投资为主，地方投资较少

从附表 5 可以看出，国家投资所占的比重整体呈减少态势。“七五”以来，中央政府投资比重有所下降，地方自筹和贷款的部分有所增加。“八五”时期甚至降低到 31%，国家投资不足的部分，由贷款和自筹补充，自筹（大部分是地方政府投资）的比例提高，并稳定在 3 成以上。世界上大多数国家的水利建设融资结构中政府部门投资占 70%左右，与世界平均水平相比，我国在开辟国内民间资本和外资进入水利基本建设方面做得较差。从附表 6 看，分地区看，福建、江苏、浙江、山东、广东自筹比重较高，排在前五位，全部集中在东部沿海地区；而中西部的广西、宁夏、河南、贵州、吉林排在后五位，自筹比例较低（不包括西藏和海南）。

（2）政府投资对国债依赖度高

政府投资对国债的依赖度高。目前水利建设国债占国债总量的 20%左右，占水利基本建设投资的 35%左右，对国债依赖度较大。“十五”期间，中央水利建设投资规模五年达到 1695 亿元，是“八五”时期的 4.54 倍、“九五”时期的 1.33 倍。其中，预算内投资为 428 亿元，占 25.3%；国债投资 1239 亿元，占 73.1%；利用外资 27.5 亿元，占 1.6%。五年年均投资强度为 339 亿元，高强度的水利投资规模主要依赖于国债专项资金，水利国债投资占国债总发行量的 17.4%。

（3）地方政府依赖中央政府 地方投资实际完成率明显低于中央

1998 年实施积极财政政策以来，中央投资尤其是中央国债资金大量进入本该由地方政府承担投资项目领域。例如在 2002 年地方项目完成的水利基建投资中，国家预算内投资比重高达 43.38%，甚至超过地方自筹资金比重。大中型公益项目本该有中央和地方分担，但实际上地方配套资金明显不足。地方计划投资完成情况明显低于中央计划投资，“九五”时期地方实际投资相对于计划投资的完成比例明显低于中央，地方计划投资 2330 亿，实际完成 1510 亿，完成率只有 64.8%，相对中央的 95.7%（计划投资 1260，实际投资 1206）的完成率明显偏低。

根据国际经验，世界上许多国家都趋向于将水利建设的职责更多地下放给地方政府。根据世界各国的经验，在这方面要解决的关键问题之一是随着权力的下放，对承担水利项目建设的地方政府和水利开发单位要给予足够的政策空间。

(4) 投资失误并伴随大量腐败

水利资金误配置有两种表现形式：一是工程前期论证不充分，决策失误导致的资金误配置；另一种是配置主体或使用主体挪用水利资金。

“引黄入晋”一期工程提供了投资失误的最新典型案例

图文框一：老百姓用不起高价黄河水 过百亿引水工程被闲置

新华网 2006 年 04 月 30 日 09:13

总投资 1 0 3 亿元、历时 1 0 年建成的山西省万家寨“引黄入晋”一期工程，由于建设规模偏大、供水区用水量增长缓慢，最终造成水价偏高、老百姓用不起高价黄河水，工程建成通水后 2 年多，实际引水量不到原设计引水量的二分之一，工程能力被大量闲置。

万家寨“引黄”一期工程的投資主要有三个来源，其中世行贷款为 3. 2 4 亿美元（折合人民币 2 6 亿多元），国债资金 1 2. 9 亿元，水资源补偿费 6 3. 6 6 亿元。由于“引黄”水需进行加压、消毒等处理才能进入城市管网，因此与这一工程配套建设的还有太原市呼延水厂。这一水厂一期工程设计日处理能力 4 0 万立方米、总投资 1 3 亿多元，也已全部建成。

万家寨“引黄”一期工程引来的黄河水，目前是这样供应的：引黄局把黄河水引来，以每立方米 2. 2 8 元的价格卖给山西省黄河供水公司，黄河供水公司的呼延水厂处理后，再以每立方米 2. 5 元的价格卖给太原市自来水公司，太原市自来水公司通过城市管网，仍以每立方米 2. 5 元的价格卖给最终用户。在这一连串交易中，引黄工程管理局每引 1 立方米黄河水，亏损大约 3 元；黄河供水公司每处理 1 立方米黄河水，亏损 1. 6 到 1. 7 元；太原市自来水公司把水卖给最终用户，每 1 立方米也要亏损 1. 5 元左右。结果就是：

引黄局引水越多，亏损越多；黄河供水公司处理引黄水越多，亏损也越多；自来水公司供水越多，亏损同样越多。

另外，偏高的水价，也使得太原市关闭自备水井的工作困难重重，相当部分企事业单位，仍以种种理由，坚持开采每立方米成本只需 1.5 元左右的地下水，造成太原市地下水超采的势头不能得到有效遏制。

根源：开工在前预测在后：高水价是这样被“抬”起来的

投资高达百亿元的万家寨引黄一期工程，其供水区需水量预测，竟然不是在工程开工前，而是在工程开工已经将近两年后才进行的。按照原电力工业部天津勘测设计院的预测，太原市 2000 年的城市需水量将从 1993 年的 3.43 亿立方米增加到 5.14 亿立方米，到 2010 年将增加到 7.37 亿立方米，因此“引黄”一期工程每年 3.2 亿立方米的引水量，加上本地可供水量，大致也只能满足太原市到 2008 年的用水需求。但实际上，由于太原市城市节水工作力度加大，以及产业结构调整等多方面原因，1993 年以后到 2003 年万家寨引黄一期工程建成通水时，太原市城市居民和工业的用水量，一直维持在 1993 年 3.43 亿立方米这一最高水平线以下，并未出现预期增长，从而使得工程设计引水规模客观上偏大。而工程实际引水量过小，又进一步拉高了引水的单位成本，最终使得引来的黄河水成了“天价水”。

据了解，从 2003 年 10 月到 2005 年底，山西省黄河供水公司累计亏损已达 1.2 亿元。

一些地方存在截留、挪用、挤占水利建设资金的现象，不按中央投资额度和工程建设进度及时下达安排计划，不严格执行专户、专款专用等规定；许多工程的基建财务管理混乱，甚至出现了造假私分水利国债建设资金的情况，如长江界牌河段工程，不法份子制造“五假”工程，骗取水利基建投资近 300 万元，新疆阿瓦提县将已建成的项目重新纳入塔河治理项目立项建设，套取资金 1700 万元，对水利行业形象造成恶劣影响；有些建设单位擅自调整投资计划，安排计划外项目；有些地方搭车安排计划外项目；有的地方对项目建设节余资金不按规定管理，随意安排项目；有些项目地方承诺的配套资金不落实，严重影响了

工程建设实施进程；等等。可见，努力提高水利投资项目的管理水平，已经成为水利主管部门和相关建设单位迫在眉睫的突出问题。

(5) 水利投资效益有待提高。据国家发改委投资所测算，2001年，全国固定资产投资效果系数（ Δ 国内生产总值 GDP/当年固定资产投资额）约为 0.19，而当年水利行业的基建投资效果系数（ Δ 水利行业增加值/当年水利行业基建投资完成额）只约为 0.025³，远远低于全社会固定资产投资平均的投资效益水平。另外，建设实施管理相对滞后，项目建设进展缓慢。据水利部对全国国债项目的调查，有些地区当年国债投资的完成率不到 5%。

（二）重建轻管，水利设施养护资金不足

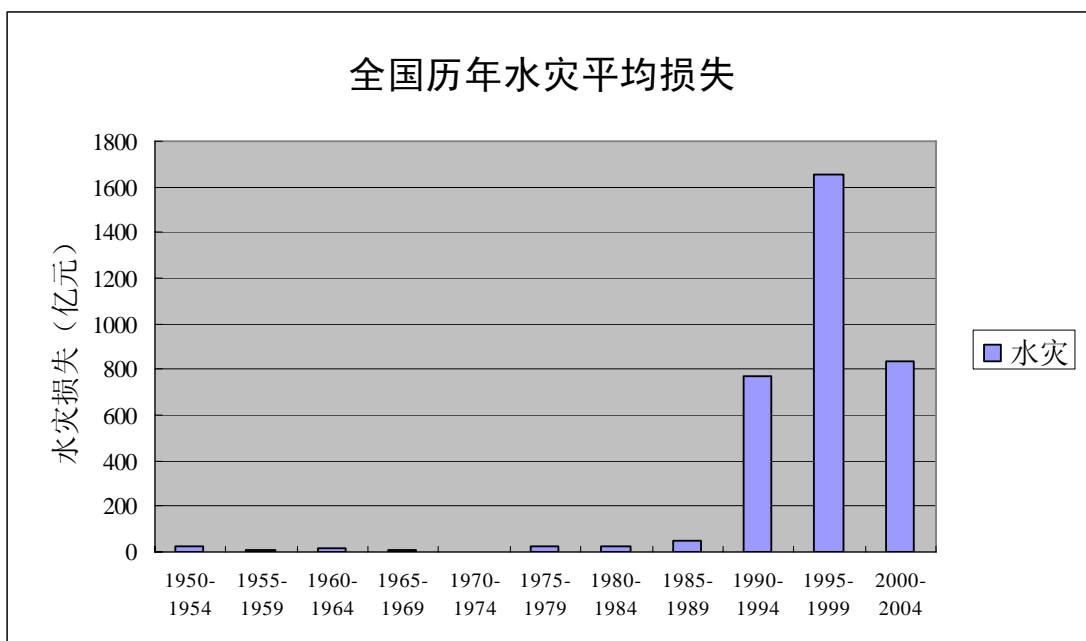
国家对于水利事业的投入采取一种“割裂”的管理体制，即水利基建投资作为“国家预算内投资”的一部分纳入国家的基本建设预算，由发改委最后决定；而水利事业费则作为国家行政事业费的一部分纳入经常性预算，由财政部最后决定。这种“割裂”的管理体制，一方面客观上造成“重建轻管”或“管投资建设的不管运行维护”，另一方面又使得同样属于财政性资金的“水利基建投资”等建设预算和“水利事业费”等经常性预算经费不能很好地协调使用：由于来源于不同的财政预算（或财政性基金、收费）渠道，并由不同政府部门掌握资金的实际支配权，往往导致二者在实际使用中难以做到“统筹兼顾”。

与基本建设的投资不足，水利资产维护资金来源更加困难，水利行业的大量的公益性或准公益性资产只能通过国家财政的事业经费养护，但各级财政公共财政体制不健全，对于这些没有经营收入的公益项目当作“包袱”，历史欠帐多。长期缺少养护，造成大量的资产带病运转，资产的效能低下。表现在：（1）90年代到20世纪末，洪涝灾害造成的直接经济损失累计已超过1万亿元，约相当于同期国家财政收入的1/5。参见图2：历年水害造成的经济损失（2）灌溉工程老化，输水损失严重。我国农业灌溉用水有效利用系数仅0.45左右，明显低于发达国家0.7~0.8的水平。我国有近60%的灌溉水在输水、配水和田间灌水

³参见国家发改委投资研究所水利“十一五”规划重大课题——《我国水利投融资和运行机制研究》

过程中被损失掉。我国的灌区大多数建于 20 世纪 50~70 年代,受当时的经济条件限制,工程标准低,配套不全,经过几十年的运行,不少工程存在老化严重问题。(3) 水土流失严重,到 2000 年为止,水环境不断恶化全国水土流失面积 367 万平方公里,占国土面积的 38%。(4) 到 2000 年为止,有 1/3 的水库带病运行,300 多座水库直接威胁下游城镇的安全。缺乏养护资金的后果,导致相当部分资产提前报废或名存实亡,垮坝、倒坝事故频繁,造成严重的经济损失。

图 2: 历年水灾造成的经济损失



我国现行水利工程决策制度,仍然基本延续计划经济时期“重建轻管”的模式,目前我国绝大部分地方政府的财力不足。特别是我国的中西部地区,政府都是“吃饭”财政,有些省区连“吃饭”都不够,大部分财政支出靠国家补贴度日,拿不出钱维护。很多水利枢纽工程存在各种隐患,急需除险加固,主要就是由于其公益性资产耗费长期得不到补偿造成的。

为强化对公益性水利工程的管养,各级政府设立了一些财政性的基金或收费,如水利建设基金、防洪保安资金、河道工程修建维护管理费、水土流失防治费、水土流失补偿费、

河道采砂管理费、占用农业灌溉水源和灌排工程设施补偿费等（其中有些水利财政性基金或收费纳入水利建设基金统一管理）。这类财政性基金或收费政策的出台，在一定程度上弥补了相关公益性水利工程运行维护资金的缺口。

但从总量上看，现有的各类用于公益性水利工程运行维护的财政性资金和收费仍存在巨大缺口，而且还使一些水利工程自身存在安全隐患。据统计，全国 5000 多个国有水库、水闸、河道管理单位，有拨款的水管单位只占三分之一，在纯公益性的 1304 个水管单位中没有拨款的达到 40%；此外，目前农业灌溉供水价格一般只能达到成本的三分之一，水费收缴率只有 50% 左右。（参见图文框二：我国水利公益性水利工程补偿资金缺口大）。

图文框二：我国水利公益性水利工程补偿资金缺口大

据测算，到 1997 年底，全国水利工程固定资产总额为 2712 亿元，其中用于公益性服务的水利资产约占资产总额的 48%。根据水利工程会计核算有关规定，应提折旧 57.55 亿元，而实提 32.05 亿元，应提未提折旧 25.5 亿元，应提未提修理费 34.19 亿元；水利工程管理单位总收入 116.15 亿元，总支出 133.8 亿元，加上应提未提的折旧费和修理费 59.69 亿元，亏损总额达到 77.34 亿元。其中由于公益性耗费造成的亏损达到 60.23 亿元，占水管单位亏损总额的 81.02%。由此可见，目前我国水利工程公益性资产耗费补偿存在资金严重不足的问题。

1998 年以来，国家通过发行长期建设国债加大了对水利基建投资。随着公益性水利存量资产迅速增加，对运行维护资金的需求也相应大量增长，补偿资金的缺口将更大。

附表七给出了 2003 年水利气象财政支出占各省财政支出的比重，从中不难看出，大部分省市自治区水利气象财政支出比例较低，平均在 1.3% 左右。

二、城市供排水行业的财政负担

中国城市伴随城市化进程的迅速提高，对供水排水设施投资需求迅速增加。图 3 显示供水和排水的覆盖率情况，图 4 显示投资情况。供水和排水在监管体制上长期处在分割状态，行业的状况也有所差异。以下分别分析供水和排水的某些行业特点和财政负担情况。

图 3：1981-2004 全国历年城市供排水服务覆盖率

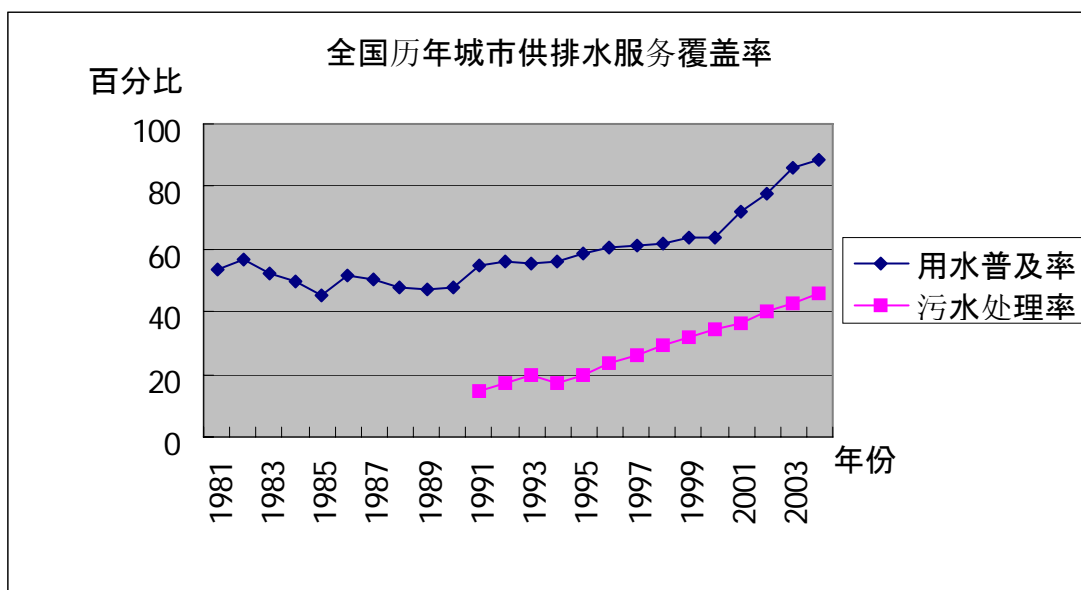


图 4：1978-2004 年全国历年城市供排水固定资产投资情况

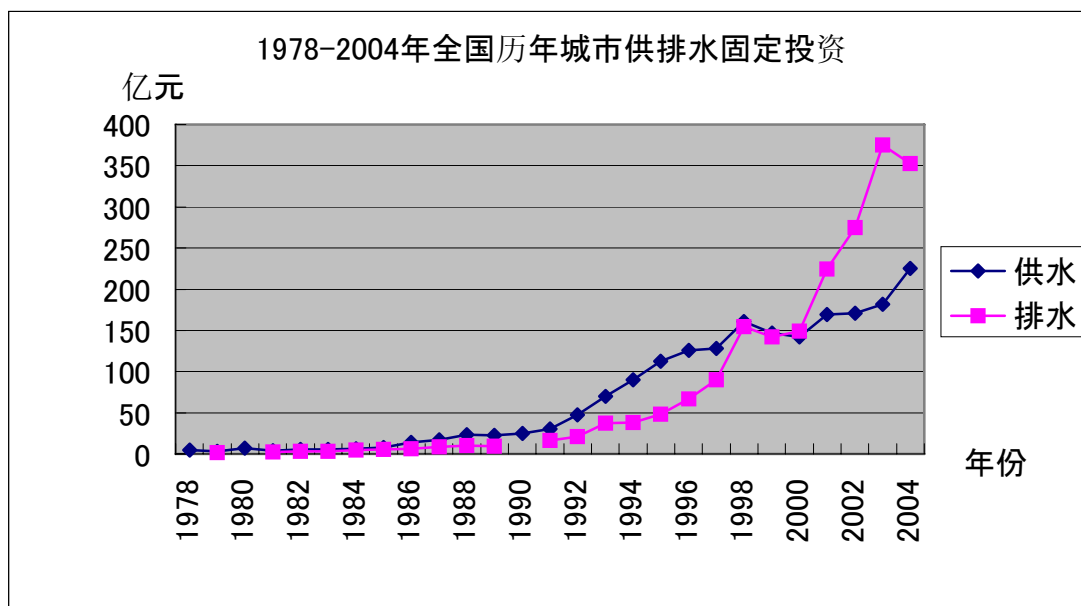
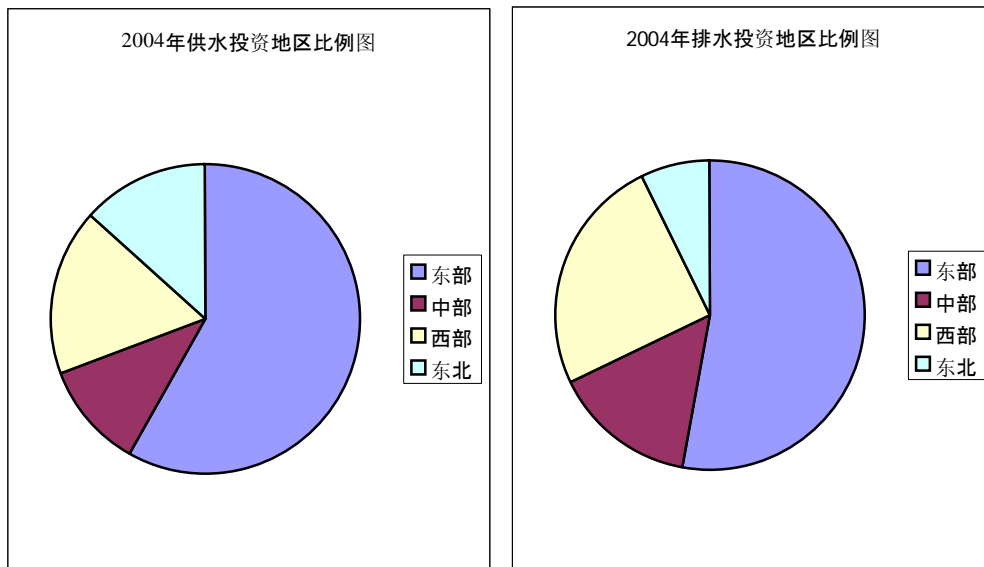


图 6 2004 年供水排水地区投资结构



上图显示的是供水排水的地区投资结构特征，从供水结构看，东部、中部、西部和东北分别占 58%、11%、17%和 14%；排水投资的比例分别为 53%、15%、25%和 7%。不论供水或排水东部都相对占有主导优势，中西部和东北地区投资明显不足。

(一) 城镇供水行业

1、投资迅速扩张，1978 年以来，年投资从 80 年代的几个亿增加到 2004 年投资 225 亿，1978-2004 年间，供水行业的投资累积投资将近 2000 亿。伴随投资的增长，城市的供水能力和覆盖比率也迅速增加，自来水普及率由 1981 年的 54%增加到 2004 年的 89%。

2、能力明显过剩

巨大的投资引起供水能力的迅速扩张，亚洲开发银行技术研究项目《供水价格研究二期》的研究成果显示，1998 年，年供水能力与年供水量之比为 1.52，而 51.5%的城市供需比（日供水能力/最大日需水量）大于 1.5，从而得出生产能力过剩的结论。我们对城镇公共供水企业 1999-2003 年的供水能力和实际供水量的测算表明，供水能力在 1998 年之后，过剩的情况继续扩大。（见附表 2：日供水能力/日供水量之比的趋势）

附表 2：日供水能力/日供水量之比的趋势

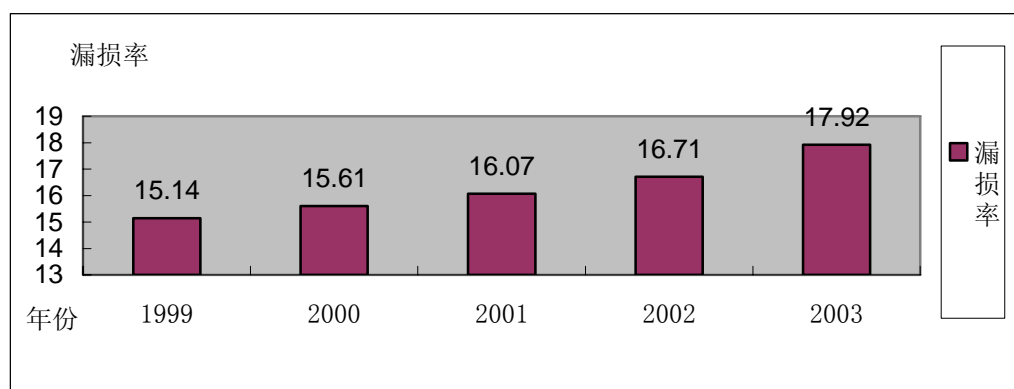
	日供水能力	日供水量	日供水能力/日供水量
1998	11180	7343	1.52
1999	13970.37	7243.69	1.93
2000	12161.48	7674.81	1.58
2001	12228.67	7392.57	1.65
2002	12265.05	6946.30	1.77
2003	12634.62	7235.27	1.75

数据来源：根据中国城镇供水协会《城市供水统计年鉴》计算而得。其中 1999 年数据可能有误，将 1999 和 2000 年数字平均一下可能更合理，得到的比例为 1.75。

3、管网漏损率呈上升趋势

巨大的投资规模并不代表良好的资产质量，由于缺乏必要的更新改造投资和成本补偿机制，大量资产的年久失修，漏损严重。有关调查显示，水资源稀缺的山西省 2000 年自来水取水量 4.93 亿吨，管网漏失和用水器具损失就达 1.5 亿吨，占生活用水量的 30%。

图 5：2001-2003 年全国城市供水漏损率状况

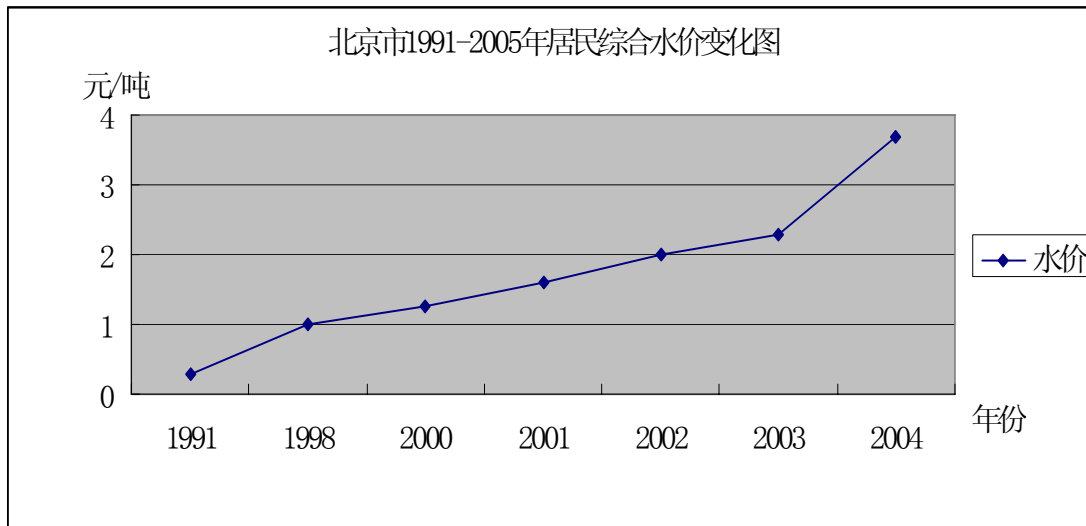


数据来源：中国城镇供水协会《城市供水统计年鉴》2000-2004，

4、供水价格快速上升

据统计，36 个大中城市 1988 年居民生活水价只有 0.14 元/吨，2001 年提高到 1.27 元/吨，2004 年上升到 1.34 元/吨，比 1988 年上涨了 9 倍多。北方的一些缺水城市水价增长更快，比如北京近年来的水价变化如下图所示：

图 6：北京市 1991-2004 年居民综合水价变化图 单位：元/吨



1991 年，北京市居民水价只有 0.3 元 / 立方米，2004 年北京调价后的基本水价为 3.70 元 / 立方米，其中水资源费占 1.10 元（外购的原水价格已经达到 1.6 元），污水处理费占 0.90 元，自来水水费仅占 1.70 元，比例不到 46%。污水处理费和水资源费两项已经占到了北京居民水价的一半以上。

但从全国情况看，我国水资源费征收标准严重偏低。除北京、天津和山东的部分地区水资源费标准超过 1 元 / 立方米外，其他各省水资源费整体水平都较低，大多都在几分钱左右。与水价相比，当前水资源费占水价的比重也不合理，绝大多数省份水资源费占终端水价的比重严重偏低，最高的为北京，占 25% 左右，最低的为西藏，占 0%，全国平均在 3%~5%。

根据水利部水资源司的一项调查，自 1998~2001 年以来，全国 4 年共征收水资源费 46.15 亿元。目前各地收取的水资源费均上缴地方同级财政，实行财政专户储存，专款专用，以收定支，不得挪用。目前我国工业和城市总供水量中的 1/2 是由各企事业单位的自备水源

供应的。通过征收水资源费已将这些自备水源纳入水资源监督管理范畴。但调研发现这项制度的执行成本高昂，存在诸多问题。

图文框三：水资源收缴存在的难题

一是水资源费征收的强制力弱，造成水资源费无法全面、足额征收。一些单位虽然承诺缴纳水资源费，但经常“打白条”，能拖就拖，能够自觉缴纳水资源费的单位很少；一些地方政府或部门从局部利益出发，随意减免“三资”企业以及私营企业的水资源费，许多地区把免征水资源费作为招商引资的优惠政策；此外也存在一些企业效益差，拖欠水资源费现象；在收取水资源费时，由于缺乏合适的计量设施，难以按照实际取水量收取水资源费；还有一种情况，有的地方水利部门从本部门利益出发，不收自备井水资源费，导致地下水滥采，也遏制了自来水供应；有的收费人员素质不高，“靠水吃水”，造成水资源费流失。

二是水资源费与部门利益挂钩，导致管理难以到位。由于水资源费标准远远低于自来水价格，受经济利益驱动，各种单位想方设法开采地下井，直接导致供水水质不达标，地下水的过度开采，地表污水大量渗入地下，市政供水能力闲置。

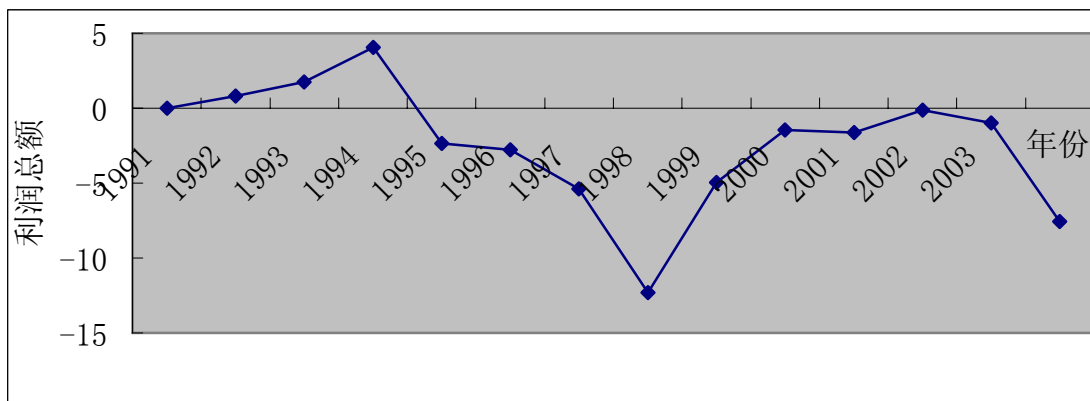
水资源费征收困难的有其深层次的制度原因。实际上，这种公共资源的监管难度极大，很容易导致“公地悲剧”。即理性地追求最大化利益的个体在没有相应制度约束下，其短期行为对公共利益造成的损失。在水资源管理中，“公地悲剧”主要表现为资源过度使用、造成尽量逃避监管、地方保护主义、缺乏必要的计量手段，收费人员的腐败等一系列问题，用水户会尽可能转嫁社会成本，公共资源破坏的成本由全体承担，用水得到的产出价值的增加则由用水户独享。

5、行业亏损没有根本改善

过去 10 年内平均上调了 6 次，全国城市水价平均增长了 363%，年均增长率高达 16.5%，但出乎人们意料的是城市售水成本上升的更快，10 年内增加了 6 倍，平均年均增长 20%，超过了水价上涨的幅度，供水企业的亏损状况不但没好转，反而还有逐年加剧的趋势。以水资源最为短缺的南水北调受水区（京津冀鲁豫）31 个地级以上建制市为例，1997 年至 1999

年，水价平均每年上涨 13%，而成本却上升了 15%，供水企业亏损额却由 1997 年的近 3 亿元扩大到 1999 年的 5 亿多。尽管水价快速上升，但由于资产过剩引起的相应的折旧维护等成本增加以及管网漏损的损失，供水行业的亏损状况虽然在 2001 和 2002 年有所改善，但 2003 年又趋恶化。导致 2003 年亏损增加的主要原因一个是当年的资产折旧率的大副提高，一个是当年售水/供水之比的较大幅度的下降。

图 7：水务行业 1991-2003 年利润一览图 单位：亿元



资料来源： 1991-1997 数据参考了汉唐证券（2003）《水务行业研究报告》里的数据，1998-2003 年数据根据《城市供水统计年鉴》

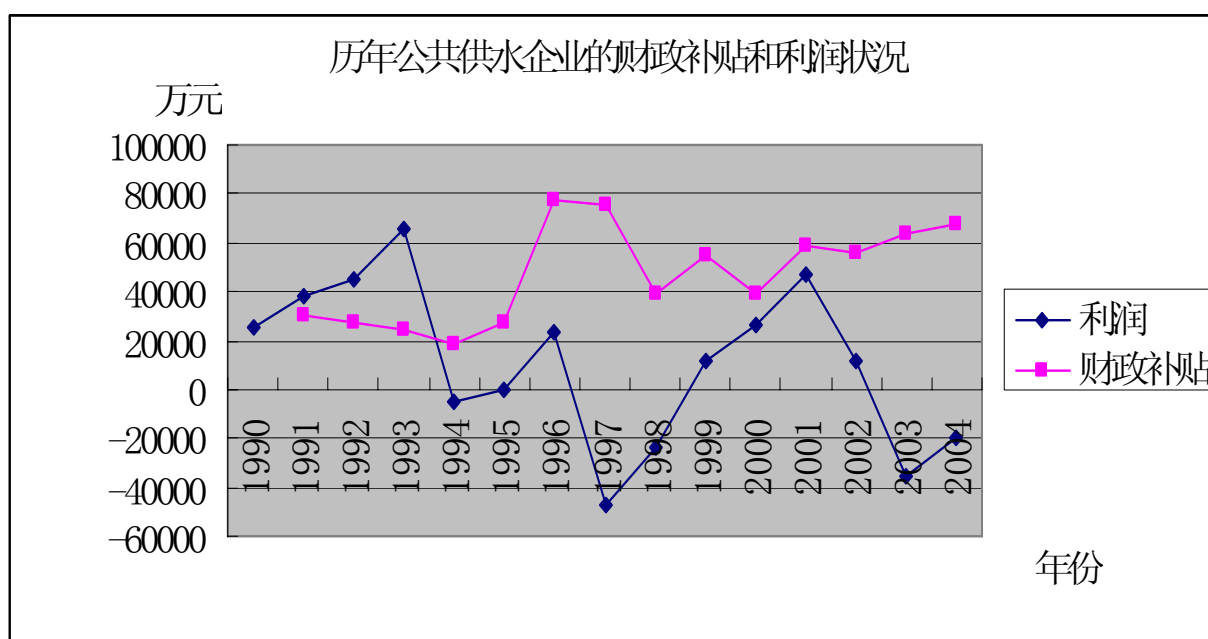
6、财政负担较重

1990-2004 历年公共供水企业的财政补贴和利润状况 单位：万元

年份	财政补贴	利润
2004	68000	-19279
2003	64045	-35066 (376150*)
2002	55478	11231
2001	58855	47355
2000	39427	26226
1999	54516	11314

1998	38672	-23409
1997	75640	-47131
1996	77254	23532
1995	27144	-582
1994	18243	-5447
1993	24864	65221
1992	27647	45132
1991	30448	38578
1990		25192

数据来源：建设部财务司《中国城市建设统计年报》1991-2005，公共供水企业的财政补贴和利润状况。2003年的利润结构中，广东一省赢利430603万，其中珠海一市实现利润411216万，去掉珠海的非正常利润，全国行业亏损35006万。



此外，我们还列出2004年各省的财政补贴和利润状况明细（见附表8）

（三）城市排水行业

1. 城市污水处理厂建设情况

“八五”(1991~1995)期间,污水处理的总投资是160亿元,但在“九五”(1996~2000)期间,这个数字已经上升到603亿元。而“十五”的前三年污水处理的投资就达到了875亿。98年之后,国家明显加大对污水处理投资力度,排水投资超过了供水投资。污水处理率由20世纪90年代初不到15%,提高到2004年45%以上,污水处理率尚有一定的上升空间。目前大城市污水处理率较高,但中小城市发展缓慢,财政困难。

到2004年底,全国661个设市城市建有污水处理厂708座,处理能力为4912万m³/d。全年城市污水处理量162.8亿m³,城市污水处理率达到45.7%。但是,各地发展很不平衡,截至2005年6月底,全国31个省(自治区、直辖市)中还有297个城市没有建成污水处理厂。截至2003年,我国每万人仅拥有污水处理厂0.004座,而英国、法国和德国平均每万人就拥有一座。总体看,东部地区污水处理厂建设情况较好,东北和西部地区建设相对缓慢⁴。

2. 城市污水处理厂运行情况

到2004年底,全国城市污水处理厂运行负荷率平均为65%。相当一部分建成的污水处理厂没有充分发挥效益。截至2005年6月底,全国364个建有污水处理厂的城市中,仍有38个城市的污水处理厂运行负荷率低于30%(包括17个已建污水处理厂未投入运行的城市)。其中,地级以上城市17个,包括2个人口50万以上的大城市。位于重点流域、区域“十五”规划范围内的城市有6个⁵。

不能正常运行的原因主要有:一些已建成污水处理厂的城市仍未开征污水处理费,或收费标准和征缴率低,污水处理设施运行经费难以保障,如山西省汾阳市、古交市、朔州市,甘肃省白银市,内蒙古阿尔山市、锡林浩特市等地已建成污水处理厂,但至今仍未开征污水处理费;黑龙江省牡丹江市因污水处理费标准低而不能保证设施正常运行。二是污水收集管网

⁴ 参见《给水排水动态》2005年第5期

⁵ 同上

建设滞后, 污水处理厂运行负荷率低, 甚至难以运行, 如福建省福清市、江西省井冈山市、安徽省亳州市。三是地方配套资金不落实, 影响污水处理厂调试运行, 如吉林省四平市。四是部分城市污水处理厂设计规模偏大, 过度超前, 造成设施能力部分闲置不能充分发挥效益。

表 6: 排水管网里程一览表

	1990	1995	2000	2001	2002	2003
排水管道长度 (万公里)	5.8	11.0	14.2	15.8	17.3	19.9
排水管道密度 (公里/平方公里)	4.5	5.7	6.3		6.7	7.0

数据来源: 中国统计年鉴

从上表看, 管网的里程虽然也有较快增长, 但增长幅度明显不及污水处理投资和污水处理率的增长。污水处理的收集、输送是保证污水能够得到有效处理的前提条件, 据世界银行资助的国内下水道建设项目有关数据显示, 城市排水管网建设成本平均在 311 万元/Km 左右, 如此巨大城市的排水管网建设投资, 政府单一投资完全不能满足要求, 我国城市污水管网的建设和普及也因此受到严重制约, 一方面我国污水处理厂的建设进程因此受到阻碍, 另一方面, 建成后的污水处理厂效率发挥同样受到限制。

3. 污水处理费开征情况

到 2003 年底, 660 个设市城市中 325 个城市开征了污水处理费, 占全国 660 个城市的 49. 2%。除拉萨外 35 个大中城市都开征了污水处理费, 居民生活用水和其他用水污水处理费标准分别为 0.41 和 0.58, 分别比 2000 年提高了 2 倍多和 4 倍多, 明显高于同期供水价格的提高幅度。

截至 2005 年 6 月底, 全国有 475 个城市实行了污水处理收费制度, 还有 186 个城市没有开征污水处理费。没有开征污水处理费的城市中, 地级以上城市 28 个, 其中 50 万以上人口的大城市 2 个, 位于重点流域、区域“十五”规划范围内的城市 22 个。有的省城市污水处理收费开征率较低, 如黑龙江省的 31 个城市中有 21 个城市, 广西壮族自治区的 21 个城市中有 15 个城市, 尚没有开征污水处理费。

目前,已开征污水处理费的城市普遍存在收费标准低、征缴率低的问题。全国约有 1/4 开征污水处理费的城市收费标准不足 0.3 元/ m³ (居民收费标准),如江西省 9 个开征污水处理费的城市,其收费标准基本上都在 0.3 元/ m³ 以下,最低为 0.10 元/ m³ ;贵州省已开征污水处理费的 12 个城市中,有 11 个收费标准在 0.2~0.3 元/ m³ ;山西省因亏损企业和经济条件较差的居民长期拖欠水费,致使全省城市污水处理费征缴率仅为 35% 左右;河南、辽宁等地部分城市的自备水用户污水处理费管理体制不顺,污水处理费漏收、拖欠严重。

4. 污水处理费明显低于运营成本

根据 2002 年 4 月国家计委、财政部、建设部、水利部和环保总局下发《关于进一步推进城市供水价格改革工作的通知》,2003 年底以前,所有城市都要开征污水处理费,已开征的城市要尽快达到保本微利的水平。但根据国家发改委价格监测中心统计,2005 年 2 月全国 35 个城市的污水处理费平均为 0.49 元/t,而要达到保本微利,至少要达到 0.6-0.8 元/t,加上管网费用至少要达到 0.8-1.2 元/t。我国没有污水处理全行业的统计,但某些地区的情况可以反映这方面的财政负担相当严重。尽管污水处理费已经大幅上升,而现行的不考虑管网成本仅污水处理厂成本就在 0.5-0.7 元/吨,污水处理费显然距离全成本回收还有相当差距。据统计,重庆水务集团下属 18 个污水处理厂每年需要运行费用 1.8 亿元,而年征收污水处理费不足 2000 万元,年资金缺口达 1.6 亿元。据测算,广州目前已建成的污水处理厂运营成本为每吨 0.8 元,加上建设成本达 2 元左右,其中的差额由地方财政负担。以华东地区为例,不同工艺的小型污水处理厂平均运行成本为 0.85 元/m³,中型污水厂为 0.78 元/m³(以上成本含折旧),而前几年的污水处理收费标准是 0.15 元/m³,与实际成本相比还远远不够。

以下是中国排水协会的最新(2006)调查的北方几个省会城市的污水处理厂的成数据。单位:元/吨

	污水处理成本			污水处理成本	
	直接成本	总成本		直接成本	总成本

北京高碑店污水处理厂	0.5	0.75	太原市扬家堡 污水净化厂	0.32	
天津创业环保东郊污水处理厂	0.32		郑州市王新庄 污水处理厂	0.347	
石家庄市桥西污水处理厂	0.42	0.55	济南市水质净 化二厂	0.367	0.975

资料来源：中国排水工程协会。直接成本不包括折旧、大修和利润，总成本包括折旧、大修和利润。这里的污水处理成本不包括管网成本。

5、中小城市财政负担大

城市财政一般不愿意或没有能力承担污水处理厂的运营成本，相当多的城市财政补贴有限，结果，企业要么停止运营，要么对资产不进行维护。新华社记者对河南一些城市的采访可以管窥一些这方面的问题：

图文框三：污水产业化亟待破题-河南河南污水处理产业调查

http://news.xinhuanet.com/focus/2003-01/23/content_704738.htm

在河南省最早开始立项建设的污水处理厂之一焦作污水处理厂设计处理规模10万吨，因为管网不配套，现在每天能收5—6万吨的污水，一年下来运行成本要700万左右。焦作市副市长贾武堂介绍，现在污水处理厂管网配套建设还需要4000—6000万，污水处理费去年收了700多万，今年因为征收力度不够收的不理想，财政已经补贴了300万，对于本级财政只有6个亿的焦作而言，压力不小。

禹州市投资4500万的污水处理厂已经停开1年。污水厂职工工资已经拖欠三个多月。因为拖欠20多家单位的工程款，禹州污水处理厂已经被起诉到法院。

长葛市污水处理厂投资4500万元的设备同样也闲置1年多，处理污水量只能达到设计处理规模3万吨的一半，一年运行成本近400万，但一年只有六、七十万的污水处理费，

欠 8 0 0 多万工程款未付。

这三个市县都是河南省经济实力较强的市、县，但每年污水处理经费和建设还贷利息负担，都让地方财政感到捉襟见肘，污水处理厂也形同虚设，更不用提配套设施建设了。

商丘市污水处理厂投资 1.88 亿元，其中地方政府的配套资金 5600 多万元只到位了 1341 万，还欠着 8 家单位的工程款。这个厂目前 8 万吨的设计处理规模，现在每天只能收水 3 万多吨，全年运行成本要 700 多万，但污水处理经费的主要来源污水处理费，商丘市从 1998 年开始征收以来，至今上交财政才 100 多万元，难以保持运转。商丘市是一个典型的农业城市，每年市本级财政不过四、五亿元，污水处理厂如果按设计规模运行，一年财政需要补贴 2000 万左右，对于这个财政穷市而言无疑又成了个大包袱。

河南省第一家、全国第一批建设，1991 年开始运行的安阳市污水处理厂，目前已经达标正常运行近 12 年，每年一级污水处理量达 800 万吨，二级污水处理 600 多万吨并用于农田灌溉，在解决安阳这个工业城市的水污染和节约水资源方面发挥了巨大作用，在河南污水处理行业扮演着领军角色。但现在也是隐忧重重。全厂每年正常开支要 800 多万，但现在每年财政只能保证 400 多万，只能一挤再挤保运行，设备完好、更新维修、科研经费全无着落。目前主要机器设备已经 10 多年没有大修了，设备严重老化，总共 200 多组的穿孔曝气管，只在去年更换了一半，其余已经全部损坏。

平顶山市污水处理厂是目前河南 20 多座污水处理厂中运行最好的之一，2000 年底投运以来一直正常运转，安全生产已达 700 多天，处理污水七千余万吨。每年 1100 多万的运转成本，市财政全额给予了保证，平顶山市还专门出台了污水处理费征收办法，保证污水处理费足额征收、专款专用，很好地保证了污水处理厂的运转。

5. 污水处理投资主体单一，融资困难

根据建设部开发的 135-污水处理厂数据库，对于全部的污水处理厂项目，大约有 48% 来自双边的贷款支持，22%和 5%的来自世界银行和亚洲开发银行的贷款支持。只有 14%

的污水处理厂项目来自国内资金的支持。据深入调查，而这些贷款大部分是通过政府直接借贷或担保而取得，国内资金也主要来源于政府的财政拨款和由财政贴息的国债。

但是，国家还没有制定专门和长期性的污水处理投资审批机制，只有在经济形势需要时，才能靠增加政府开支获得资金。这意味着地方政府不能对国家投资抱有依赖心理，只能靠自己的力量为污水处理项目筹集资金。因此，市政府不得不为募集资金想尽办法，甚至包括拍卖商业和住宅用地。私人投资很少介入污水处理领域，在投资、建设、管理、运营和维护方面也很少有私有资本介入的实例。

我国的城市污水处理厂普遍采用由政府出资建设（或由政府出面借款或贷款）、建成后的大部分污水处理厂为事业单位编制、运行经费由政府有关部门核定拨给的运行机制；由于长期以来我国污水排放收费标准很低或不收费，污水处理厂建设投资和运行费用绝大部分来自政府自身的财政收入。这种计划经济体制为基础的财政分配方式在一定的条件下对保障社会事业起到了积极作用，但市场经济的发展给这种运行机制带来了较大的冲击。

从经费来源来看，城市污水处理设施建设运营资金主要来源于政府，投资主体和资金渠道非常单一；没有建立社会的多元化投资渠道，国内外民间、企业资金不能全面进入城市污水处理领域发挥作用，导致其城市污水处理行业基础设施建设投资能力严重不足。尤其是城市污水处理行业存在一系列问题的根本原因。

污水处理厂面临的各种问题，归结到最后仍然是资金问题，目前已建成的污水处理厂，面临着“大马拉小车”的共性问题，即因为**管网不配套收水量太小**，污水处理远达不到设计规模。但管网配套和足额处理又意味着需要大笔的资金。

污水处理厂存在“**建成就死**”的怪现象，一个重要原因就是**一些地方政府是为“政绩”搞投资，而不是为治污搞投资**。异化为“贴金工程”甚至“套钱工程”。一些污水厂甚至专供“接待”：平常不开，每有上级领导来检查参观，便突击运行，领导一走，机器照停。目前污水处理厂的建设中，国债资金支持和国外银行低息贷款占了大头，一些地方政府认为这些钱“不要白不要”，想方设法争取立项，但项目争取到，厂子建成后却撒手不管，地方

配套资金迟迟不到位，一些污水处理厂因此天天债主登门，甚至当了被告，污水处理厂的运行经费更无从谈起。

三、国民水价的承受能力与支付意愿分析

(一) 农业灌溉用水价格及其农民负担

全国水利工程供水平均价格由 2000 年的 2.8 分/立方米调整到了 2005 年的 6.0 分/立方米。与 2000 年相比，2004 年全国灌溉面积增加了约 3300 万亩，而农业总用水量下降了 5%，节水约 200 多亿立方米；实行“终端水价制”的省区，2000 年以来，每亩地灌溉用水平均下降了 10% 以上；2003 年到 2005 年，全国城市年节水约 36 亿立方米。二是水价改革促进了水利工程的良性运行，国有水利工程水费收入呈上升势态。三是水资源费标准得到提高，体现了水资源的稀缺性。

目前，我国农业用水占全国总用水量的 2/3，其中 90% 以上用于灌溉。我国农业灌溉用水有效利用系数仅 0.45 左右，明显低于发达国家 0.7~0.8 的水平。我国有近 60% 的灌溉水在输水、配水和田间灌水过程中被损失掉。我国农业灌溉水利用系数低，单方水生产粮食的能力仅 1.0kg，而以色列已达到 2.32kg，一些发达国家大体都在 2kg 以上。

一是普遍没有实行计量收费，不能调动用水户的节水积极性，造成用水浪费。二是灌区渠系状况差，输水损失大。我国的灌区大多数建于 20 世纪 50~70 年代，受当时的经济条件限制，工程标准低，配套不全，经过几十年的运行，不少工程存在老化严重问题。三是灌溉方式不科学。普遍采取大水漫灌方式，较少采用先进的节水灌溉技术。四是供水管理体制存在缺陷。末级渠系产权不明晰，缺乏稳定的组织和人员进行管理，灌溉季节争水、抢水现象较为普遍。

据调查，黄河流域农业用水水价弹性系数平均为 -0.571。陕西省的大型灌区从 1997 年开始实行计量到户的水费计收办法，省直属的五个大灌区平均用水量较以前下降了约 20%。二是农业供水价格普遍偏低。2004 年全国水利工程的农业供水平均价格仅为 0.035 元/m³，水价不到成本的一半。三是许多地区末级渠系水价未纳入政府管理范围，造成水费计收中乱收费和截留、挪用现象严重，末级渠系得不到正常的维护管理。四是灌区管理单

位的水费收取困难，水费收取率低，水费收入少，不利于灌区工程的维护管理。近年来随着农村税费改革等一系列惠农政策的实施，农村社会管理情况发生了很大变化，水利工程供水及收费体制旧有的矛盾充分暴露，水费计收难的问题愈加严重，动用行政手段按亩平摊水费在一些地区有加强趋势，末级渠系维护投工及投资减少。有研究表明，农业用水水费占供水效益的 1/5-1/8，占亩产值的 1/20，亩成本的 1/10。（《经济日报》2003.11.4）

世界银行关于居民水价承受能力的研究显示，水费/平均家庭收入为 3-5%，我国建设部的研究结论为 2.15-3%；有关研究表明，2002 年我国居民水费/家庭收入为 1.2%，远低于国际上 4%的平均水平。尽管目前全国许多城市的居民水价都已出现不同程度的上涨，目前居民综合水成本在 1 元至 1.8 元之间，而供水价格则在 0.7 元至 2 元不等，总体仍处于低水价水平。附表 8 给出了我们对 4 个直辖市和 11 个省和的 57 个样本城市的城市居民的水费占可支配收入的比重。结构发现，大部分城市的居民负担在 1-2%之间，超过 2%的只有 9 家，其中只有一个城市达到了 3%，而只有 6 家水费负担在 1 以下，42 家城市负担在 1-2%之间，占 74%。

但水价与平均可支配收入的比例掩盖了我国目前收入分配严重不均，存在大量低收入阶层的事实。有关研究显示，我国的收入分配的基尼系数早已突破国际警戒线，目前已高达 0.46。最近几年，城镇里的下岗、失业问题不断增加，使城市的失业群体有所加大，城市中形成了一个相对贫困的群体，使城镇居民之间的收入差距加速扩大，超过了城乡之间居民的收入差距。北京市 2004 年人均水费负担为 1.96%，但 2003 年北京市占人口 10%的最低收入家庭，人均可支配收入只有 6174.2 元，要比社会平均人均可支配收入低 55.52%，有近 60%的人在平均水平之下。如果按低收入群体测算，水费支出占平均可支配收入的比例不是 1.8%而是超过 4%。同样，如果按北京的收入差距衡量，2002 年我国低收入群体居民水费/家庭收入不是 1.2%，而是 2.7%。这个比例在一些发达国家已经相当高。

2001 年，亚行技援项目中，曾对成都、福州和张家口三个城市进行过社会调查。结果显示，虽然居民家庭的水费支出占可支配收入的比例不超过 0.8%，但居民的支付意愿并不高，从表 7 的调查统计结果可以看出，支付意愿不仅取决于承受能力，还与供水公司的服务质量及其他诸多社会因素有关。

附表 9 试点城市居民水费支付意愿调查统计结果

	成都	福州	张家口
水费占收入小于 2%的家庭	90%	80%	90%
认为水价高或太高的家庭	54%	67%	26%
认为水价上涨，愿意节水的家庭	51%	48%	49%
抱怨水质、水压等的家庭	50%	41%	23%
反对水价上调的家庭	89%	79%	42%
认为供水公司成本不合理的	48%	56%	26%
愿意参加听证会的家庭	29%	21%	31%

同样，在 2004 年北京市提高水价的时候，《中国青年报》的民意调查显示，北京只有 4% 的受访公众表示可以接受水价上涨。

四、“十一五”时期可预期的财政负担

南水北调财政负担：南水北调工程投资规模大，仅正在实施的东、中线一期工程静态投资就达 1 2 4 0 亿元。根据工程总体规划，2 0 0 3 年至 2 0 1 0 年，每年平均投资 1 3 8 亿元。2 0 0 4 年起工程开始进入投资高峰，2 0 0 5 年和 2 0 0 6 年最高峰年投资额约为 2 4 8 亿元。以中央财政占 3 0 % 的比例估算，中央财政为此将累计支出 3 7 2 亿元。同时，全国正在建设一批区域水资源配置工程，克服水资源区域分布严重不均匀状况，统筹地区发展，这也需要地方财政安排相应的建设支出。

农业节水灌溉的财政负担：据水利部的测算，如果要满足 2 0 1 0 年农业经济发展的要求，节水的目标是 6 5 0 亿立方米，需要投入 2 2 0 0 亿元，其中包括农民的投劳。财政支持的重点将包括大力开展农田水利基本建设、大型灌区的节水改造和续建配套等。

饮水安全财政负担：以解决饮水安全人均 2 0 0 元左右的支出计算，到 2 0 1 0 年和 2 0 3 0 年，国家累计需要安排的支出分别需要 1 6 0 亿元和 6 0 0 亿元。

根据最新的统计公报，2005年我国城市污水处理率提高到了48.4%，而发达国家的污水处理率已达到85%以上。“十一五”期间，财政需要下大力气支持城市污水处理，这包括城市污水输送管网的建设和改造、大规模兴建污水处理厂（当然在有条件的地区可以积极推进污水处理市场化运作，减轻财政投入压力）等，提高城市污水收集率，加大水污染防治力度，力争到2010年城市污水处理率由现在的48%提高到60%以上，主要江河湖泊水功能区水质达标率达到65%以上，城市主要供水水源地水质达标率95%。以每吨污水处理综合成本0.70元估算，则达到60%的污水处理率目标需要投入274亿元，若财政承担20%左右的公共投入（如输送管网建设和维护），则财政每年将需要为此支出50亿元左右。

五、投资体制和财政预算管理体制的制度分析

防治水害、供水和治理水污染是政府对水的治理的三个基本职能。建国初期，水利的财政投资主要集中在防洪排涝和农业灌溉等公益和准公益的事业项目上，90年代以来，伴随经济增长的需求，城市生活用水、工业用水需求加大，争夺水资源的纠纷增多，污染加重，由于缺乏有效的水权制度和污染治理制度，目前水资源矛盾加剧，由于过度开采地表地下水造成的资源耗竭以及水污染的环境退化造成的成本的增加，为财政增加了潜在的社会成本，增加了财政负担。从建国以来，水利历年投资形成了庞大的资产，但一种普遍的问题是“重建轻管”。不论是公益性的事业投资还是收费的经营性投资，形成的资产质量都存在严重的漏损，资产的效能低下，由于缺乏维护，年久失修，各种工程隐患带来的损失巨大。

政府的双重职能存在一定的矛盾，做为公共事物的管理人，它应该提供公共物品，投资并维护公益事业，但做为国有资产的投资者和管理者，政府的行为又接近于企业的利润最大化目标。实际上，各级地方政府热衷于经营性项目的建设，对没有收入来源的公益事业当作负担，尽量减少投资，并依赖中央投资。对农村地区和中西部地区的投资不足显示了公共财政扶持弱势群体的职能远没有到位。

我国的许多城市在最近的一些年里，其自来水厂和污水处理厂的市场首先向外资然后向民间资本开放，目前这种趋势随着 2002 年 12 月建设部《关于加快公用事业市场化进程的若干意见》，以及 2004 年出台的《特许经营管理办法》而得到进一步的加快。不少上市公司开始介入供水和排水工程建设和运营服务。面对多元化的投资格局，如何加强监管，实现政府、消费者和投资者的“共赢”就成为艰巨的挑战。由于缺乏管理经验，我国供排水行业在利用外资方面付出了较大的代价，承诺给外资固定的高回报率，有些地方在旧的财政负担的基础上又增添了新的财政负担。结果许多不符合国际惯例的商业合同引起许多纠纷，出现了若干外资与当地政府之间的诉讼官司，给双方带来了旷日持久的交易成本。目前我国的水务市场在外资停顿和收缩的情况下，又出现民间资本的大举进入。多元投资格局对政府的监管能力提出了新的要求与挑战。

对于供水能力的过剩，需要从投资体制上分析其产生的制度原因。大量的经验事实显示，各地在申报供水基础设施投资项目规划和预算中，为了部门利益和地方利益总是偏向过高估计当地的用水需求以及水资源的承载能力。水工程的基础设施投资资金主要来自财政和银行，企业以及当地政府的投资比重不大，显然，争取更大来自上级财政或银行贷款等公共资源对于从供水公司、水务官员到地方政府都是有利的。我国供排水行业长期实行事业单位的管理，没有严格的财务预算计划和会计制度，所以无从判断投资需求的真实性，上级对投资计划的审批严重依赖下级提供的可行性报告。城市水务行业的这种投资冲动与计划经济的投资体制特征是一致的，早在 30 年前，匈牙利经济学家科尔内就在其著名的《短期经济学》教科书中提出了计划经济条件下自下而上的投资饥渴和扩张冲动，在微观的层面上表现为软预算约束。

大量的基础设施和设备缺乏维护，造成许多资产年久失修、提前报废，这种状况可以从许多城市不到更新年限就要大量的更新原有固定资产，投资周期越来越短的经验中得到印证。实际上，大量的投资可能根本没有形成新的生产能力，而只是置换掉原来的提前报废的资产。资产提前报废属于一种历史欠账的成本，增加水价上涨的压力，也是一种隐蔽的国有资产流失。

中国的城市供水价格从 20 世纪 90 年代开始经历了一个快速上升阶段。一般认为，目前仍处在低水价阶段，水价仍在承受能力以内。我们注意到收入分配差距的拉大夸大了居民的承受能力，由于存在相当多的城市低收入阶层，并且其收入大大低于平均线，估计这部分贫困阶层的水价支出占其可支配收入的比例已经达到 3-4%，这个比例已经处在承受能力的上限。同时，我们注意到居民承受能力和支付意愿之间存在巨大反差，居民的强烈抵制情绪说明不愿意为供水企业的低效率买单。同时，公众参与程度的低下也说明居民对自来水企业及政府提供的成本数据缺乏信任。

中国城市供水排水水价的改革目前已经陷入进退两难的境地。水价的快速增长使得许多城市居民负担特别是低收入阶层的负担明显加重，已经接近承受能力的上限。但企业成本增长速度超过水价增长更是出人意料。如果考虑水资源费和污水处理费远没有到位，那么水价增长可能可能需要一个更大的空间。分析表明，伴随投资规模的快速增长，中国城市供水能力的增长相对于城市供水量出现了明显过剩，统计显示管网漏失率呈逐年上升的态势，供水量相对售水量的差额也明显扩大。资产规模的迅速扩大和管网漏失率的上升是推动成本上升的两个主要因素。

如何控制企业的不合理成本，提高供排水企业的运营效率是水价继续改革的关键。这里，会计制度是控制成本的核心环节。我国目前的供水企业会计制度，实行的是普通的工业企业的会计制度，没有反映任何行业属性，尤其是没有监测主要成本项目的记帐方法。由于我国企业会计制度以及审计制度本身存在大量的漏洞，国有企业的会计制度更是缺乏监督，因此，对于以成本为基础的供水企业的价格形成缺乏坚实的可信度和可问责性。与供水企业相比，城市排水企业的会计制度更加不完善。目前城市污水处理厂普遍都是事业单位编制，没有完全核算成本，不能全面有效地将资产、负债、权益等经济关系反映出来。

根据我们对城市水价形成和监管的一项研究，中国的公用事业监管缺乏有效的监管会计工具。价格监管的基础是成本控制，有效的成本控制手段是坚实的会计制度，英国和英国发展出一套符合监管要求的针对水务行业的专业的会计制度。英国明确称其为“监管会计”，并要求供排水企业除了提交财务会计报表还要提交监管会计报表，当两者在某些准则上发生冲突时，财务会计要服从监管会计。监管会计是一套比财务会计对成本要求更严格

的会计体系，特别重视对成本基数和被监管企业关联交易的监控。它的一些显著特征包括：要求成本会计有一个坚实的资本资产基础，对资产的记录和账户有更严格的记帐方法；对企业的成本有更细致的功能划分；严格被监管业务和非监管业务的边界划分，严格监测被监管企业的关联交易及其价格、资产购并等重大事项。

和国际相比，我国的公用事业的价格监管的基础十分薄弱。如何借鉴英美国家的监管会计经验是一个重大的课题，也是全行业走向正规和有序竞争的必要条件。从我国的公用事业的会计制度和执行情况看，不仅没有比其他行业更严格透明的会计信息，没有自身的行业会计规定，而且连一般企业的会计标准都没有严格执行，公共企业原本应该受到更严格的成本监督，但我国的公用事业企业以前实行业务单位的管理办法，至今也没有严格的会计报表申报、披露和审计制度。这种状况鼓励了公用事业企业虚增成本的冲动。我国供水排水企业的会计制度不能满足监管要求，供水企业沿袭的是普通工业企业的会计制度，排水企业甚至仍然采用事业单位的会计制度，大量的排水企业甚至没有成本核算。会计制度的漏洞为企业虚增成本、资产流失等暗箱操作提供了方便。

在各种虚增成本的渠道中，主营业务与辅助业之间的关联交易是一个严重问题。尽快剥离辅助业务，将受监管的自然垄断的供排水主营业务与为水务企业提供各种设备、安装、建设以及其他等等商品和服务的辅助业务剥离开来。对这些关联交易制定明确的会计标准。对资产的转让、购并等行为实行更严格的申报制度和会计制度。

中国推进公用事业的投资体制和运营制度的市场化改革任务艰巨。最大的障碍是监管者和潜在的投标者无法准确了解资产状况和成本状况。建立符合监管要求和水务行业特点的专业的监管会计制度十分迫切。应当继续完善有关特许经营的立法和监督。

六、水利公共财政体制改革的经验

水利部门是最早实行公共财政体制改革部门之一。目前的成效显著：

一是预算内财政拨款大幅度提高。山东省水利厅年度财政资金收、支逐年增加，从 2004 年的 7.72 亿元增加到 2005 年的 10.86 亿元，增幅达到 40.7%。水利部事业性预算财政拨款

总数 5 年增长了 124.65%1.25 倍，明显缓解了机关运行支出压力。2005 年确定了 46 家中央直属工程单位改革试点，落实工程维修养护经费 4.67 亿元，是原有工程岁修费的 10 倍。地方水管单位体制改革也在逐步推进，根据到 2005 年 10 月止的统计，中央和地方已经落实基本支出和维修养护经费 50 亿元。部分省已推进到了市、县一级。如江苏省全部的市级水管单位和一半以上的县、区水管单位都已落实了公益性财政经费。中央单位 2005 年行政事业性预算财政拨款总数比“九五”末的 2000 年增长了 124.65%，广西规定财政投入每年比上年增长 15%，河南规定每年水利财政投入要高于财政增长，重庆、安徽在实行部门预算后，年度经费较未实行前增长了 30%-60%。财政对水利支持力度不断加大，很好地保证了水利事业的发展。江苏省省政府专门制定了“各级财政每年要将可用财力 2%-4%用于水利建设”的政策，顺利落实了水利单位补助政策，财政补助年均增长 20%以上。中央直属水利工程管理体制改革的各项政策措施得到了全面的落实，新增基本支出和维修养护经费分别较“九五”时期增加了 5 倍和 11 倍。

全面推进国库集中支付和政府采购改革。**据统计，水利部直属各单位实施国库集中改革以来，减少占压国库资金约 300 亿元。**山东、新疆等省份的采购资金节约率已达到 15%左右，湖南、吉林等省制定出台了本省的政府集中采购和定点采购目录，山东对节水灌溉项目等还试行了政府采购，基本上达到了监控、效益、透明的三大目标。

此外，江西 20 多万处水利工程实行了不同规模程度的产权制度改革，产权制度改革置换的资金约 4 亿元。上海水务行业“十五”期间通过产权转让、合资、股份制改造、授权经营等方式共盘活存量资产逾 50 亿元，为水务建设筹集了资金，也为水务行业形成新机制创造了条件。一些供水单位打破单一的农业供水模式，不断探索供水结构战略性调整，增加向城镇生活和工业的供水量，提高了供水的经济效益和社会效益，职工工资水平提高，水管单位经济实力显著增强。

基本结论

经过上述分析，本报告主要得出以下基本结论：

●水利投资严重不足。建国以来，水利投资占全部财政支出的比重整体呈现出下降态势，“六五”、“七五”、“八五”是投资的低谷。水利投资相对全社会基本建设比重也是同样的趋势，虽然1998年后水利投入力度增加，但水利基础设施不足的问题仍很突出，与经济社会发展的要求仍有较大差距。

●水利投融资结构存在某些失衡。在投资方面表现为：首先是农村水利设施建设不足，二是中西部投资明显落后东部地区，三是经营性项目偏多，公益项目投资不足。融资方面表现在：地方政府严重依赖中央；中央投资严重依赖国债；社会资金参与不足。

●重建轻管，资产缺乏维护，质量不高。主要表现在：防洪投资虽然不断增加，水害的损失却继续加剧；没有维护费用的稳定的财政拨款来源；挪用维护运营费用以及预算外资金，落后地区水利部门公共财政变为吃饭财政。

●水管单位缺乏生存能力，灌溉水价不能补偿运营成本，依然靠国家补贴。

●城市供水行业供水能力过剩，缺乏维护，漏损严重，造成成本上升速度超过水价增长速度。

●供水行业的亏损和补贴负担较重。

●排水行业的污水处理率仍然不高，受制的因素主要是管网建设的滞后和运营成本太高。污水处理费低，且征收困难，少量费用还经常被挤占、挪用。

●污水处理厂的的实际处理率大大低于设计能力，运营成本大大高于现有的污水处理费，许多城市政府不愿意承担运营费用。存在“建成就死”的怪现象，出现了大量的“套金工程”、“政绩工程”、“形象工程”。

●东部地区的供排水投资明显超过中部、西部和东北地区投资总和。

●农民的水费负担不重，原来主要存在乡村政府对农民的摊派负担，农村的负担主要体现在水利投入和资金来源不够；城市居民的水费负担表面上也不高，但考虑到基尼系数的扩大，低收入群体的负担已经相当沉重。

●目前中国政府面临包括南水北调、水污染治理和管网更新改造、建造各种节水工程技术等潜在的财政负担。

附表 1：建国以来水利基本建设投资占基本建设投资比例的动态趋势

单位：亿元

时期	国家基建总投资	年均增长%	水利基本建设投资		
			合计	占全国比重 %	年均增长%
三年恢复	70.36		6.15	7.8	
“一五”时期	588.47	35.2	24.30	4.1	13
“二五”时期	1206.09	17.9	96.64	8.0	33
三年调整	421.89	5.7	28.92	6.8	11
“三五”时期	976.03	2.8	70.14	7.2	11
“四五”时期	1763.95	4.1	117.11	6.6	11
“五五”时期	2342.17	4.5	157.24	6.7	6
“六五”时期	3410.09	6.7	93.01	2.7	-11
“七五”时期	7349.07	10.7	164.89	2.2	17
“八五”时期	23584.31	36.1	662.01	2.8	35
“九五”时期	56265.83	12.3	2133.58	3.8	24
“十五”时期	55215.70	14.3	2123.35	3.8	16
1980	588.89	6.8	27.07	4.8	-27

1985	1074.37	44.6	20.16	1.9	-3
1990	1703.81	9.8	48.72	2.9	37
1995	7403.62	15.0	206.32	2.8	22
1996	8610.84	16.3	238.52	2.8	16
1997	9917.02	15.2	315.41	3.2	32
1998	11904.27	20.0	467.56	3.9	48
1999	12618.70	6.0	499.16	3.9	6.8
2000	13215.00	4.7	612.93	4.6	22.8
2001	14820.10	12.1	560.71	3.8	-8.5
2002	17666.60	19.2	819.22	4.6	46.1
2003	22729.00	28.7	743.42	3.3	-9.3
1950-2003	153201.96	12.7	5677.34	3.7	11.2
合计					

资料来源：《水利统计摘要 1949-2003》，其中，本表的“十五”时期仅包括 2001、2002、2003 年三年。根据水利部规划计划司最新统计，“十五”期间全国水利建设累计完成固定资产投资 3625 亿元，相当于 1949 年-2000 年全国水利固定资产投资的总量。比“九五”增加 1492 亿元。

附表 2：水利基建投资占国有基建投资及全社会投资比重（%）

年代	五五时期	六五时期	七五时期	八五时期	九五时期	2001	2002	2003
水利基建投资占国有基建投资比重	6.52	2.63	1.80	2.23	4.47	3.78	4.63	2.95
水利基建投资占全社会投资比重	4.55	0.87	0.64	0.82	1.53	1.51	1.88	1.22

资料来源：根据《中国固定资产投资统计资料 1986 - 1991 年》、《中国固定资产投资统计年鉴 (1950 ~ 1995)》、《中国统计年鉴》和《中国水利年鉴》相关资料计算得出。转引自国家发改委投资研究所，2004，《我国水利投融资及运行机制研究》

表 3：“九五”以来我国水利基建投资使用方向（万元，%）

	“九五”合计		2001		2002		2003	
	投资额	比重	投资额	比重	投资额	比重	投资额	比重
水库	5135378	24.07						
灌溉	1948284	9.13	703721	12.55	4407481	53.80	1045892	14.07
除涝	450022	2.11	112183	2.00	1000174	12.21	88164	1.19
防洪	7759579	36.37	3083006	54.98	103544	1.26	3350814	45.07
供水	1404243	6.58	806205	14.37	1515592	18.50	1206149	16.22
水电	3019056	14.15	301137	5.37	446745	5.70	622774	8.38
其他	1620511	7.59	600813	10.73	698618	8.53	1120382	15.07
合计	21337073	100	5607065	100	8192153	100	7434176	100

资料来源：《中国水利年鉴 2001》、《中国水利统计年鉴 2003》。转引自国家发改委投资研究所，2004，《我国水利投融资及运行机制研究》

附表 4：建国以来各类水利工程投资比例

各类工程水利基本建设投资								
地区	总计	水库工程	灌溉工程	除涝工程	防洪工程	供水工程	水电工程	水土保持
构成%								
“一五”期间	100	26	22	19	24			
“二五”期间	100	53	31	4	5			
三年调整	100	41	23	18	11			
“六五”期间	100	29	19	6	11	16		
“七五”期间	100	27	20	5	21	4		
1990	100	28	22	4	21	7		

“八五”期间	100	25	12	4	18	10	21	
1991	100	21	19	4	21	8	15	
1995	100	29	9	3	15	7	18	
“九五”期间	100	24	9	2	6	7	14	
1996	100	39	10	3	15	6	20	
2000	100	15	9	2	50	7	9	3
“十五”期间	100	5	12	1	50	16	6	5
2001	100	18	8	2	49	12	3	3
2002	100		12	1	54	19	6	4
2003	100		14	1	45	16	8	7

资料来源：《水利统计摘要 1949-2003》

附表 5：1986~2003 年水利基本建设投资资金来源比例（%）

	国家投资	贷款	外资	自筹	其他
“七五”时期	64	4	3	23	6
“八五”时期	31	19	9	29	12
“九五”时期	41	11	6	30	10
2001	54	6	5	31	4
2002	56	7	2	30	4
2003	50	12	1	33	3

资料来源：《水利统计摘要 1949-2003》，其中，国家投资（包括国家预算内拨款、国家预算内专项及水利建设基金）

附表 6：2003 年地方水利融资结构%

	自筹	国内贷款	国家投资	其他（包括外资）
全国总计	0.332502	0.122968	0.496938	0.047593
北京	0.181999	0.031084	0.78578	0.001136
天津	0.242015	0.355126	0.283565	0.119294
河北	0.207191	0.178488	0.596867	0.017455
山西	0.177232	0.000181	0.596477	0.22611
内蒙古	0.254786	0	0.744586	0.000627
辽宁	0.339535	0.130459	0.506379	0.023626
吉林	0.174943	0	0.793565	0.031492
黑龙江	0.310479	0.205077	0.456896	0.027548
上海	0.37658	0.124856	0.490034	0.00853
江苏	0.707547	0	0.292209	0.000245
浙江	0.521272	0.238961	0.134633	0.105134
安徽	0.206044	0.059557	0.696966	0.037433
福建	0.825151	0.014804	0.111963	0.048082
江西	0.305262	0.028193	0.656014	0.010531
山东	0.450565	0	0.547024	0.002412
河南	0.155129	0.016196	0.773851	0.054825
湖北	0.361331	0	0.574992	0.063677
湖南	0.293627	0.163935	0.507512	0.034926
广东	0.440882	0.022944	0.449299	0.086876
广西	0.154784	0.493154	0.348604	0.003458
海南	0	0	1	0
重庆	0.214435	0.264761	0.426531	0.094272
四川	0.283519	0.308816	0.352193	0.055473
贵州	0.161106	0.04881	0.760692	0.029392
云南	0.231654	0.06272	0.653507	0.052119

西藏	0	0.027974	0.972026	0
陕西	0.308457	0.019154	0.635578	0.036811
甘肃	0.275275	0.076344	0.597567	0.050814
青海	0.239342	0.0427	0.609251	0.108707
宁夏	0.15868	0.381142	0.40245	0.057728
新疆	0.351429	0.042777	0.565464	0.040329

资料来源：《2003年全国地市县财政统计资料》中国财政经济出版社

附表 7：2003 年地方财政支出中水利气象事业经费所占比重

	支出合计	水利气象	比重
合计	126759166	1740236	0.013729
北京	3794352	25561	0.006737
天津	1624070	7890	0.004858
河北	4939997	49732	0.010067
山西	2799521	39186	0.013997
内蒙	3493935	39687	0.011359
辽宁	6243709	47150	0.007552
吉林	2735215	27739	0.010141
黑龙江	4195949	42610	0.010155
上海	6864586	42964	0.006259
江苏	8760815	145864	0.01665
浙江	7815726	129317	0.016546
安徽	3503370	40064	0.011436
福建	3444305	49976	0.01451
江西	2852579	30692	0.010759
山东	8322546	111978	0.013455
河南	5663745	88298	0.01559
湖北	3919259	43342	0.011059
湖南	4259918	61942	0.014541
广东	14619218	313188	0.021423
广西	3258681	58062	0.017818
海南	667669	10880	0.016295
重庆	2169252	17812	0.008211
四川	5903673	72195	0.012229
贵州	2382136	38941	0.016347
云南	4011657	77835	0.019402
西藏	481734	4812	0.009989
陕西	2442099	46557	0.019064

甘肃	2078073	34367	0.016538
青海	617113	7477	0.012116
宁夏	593936	10462	0.017615
新疆	2300328	23646	0.010279

资料来源：《2003年全国地市县财政统计资料》中国财政经济出版社

附表 8：2004 年公共供水企业财政补贴和利润明细

省（市/区）	财政补贴	利润	省（市/区）	财政补贴	利润
北京		670	河南	1880	-6748
天津	6438	36	湖北	114	-3154
河北	275	312	湖南	565	824
山西	1210	-1553	广东	750	23858
内蒙	241	-2	广西	13	1130
辽宁	9857	-17816	海南		461
吉林	70	-5197	重庆	204	1755
黑龙江	3214	-1069	四川	6440	-8261
上海			贵州	247	407
江苏	436	-2342	云南		54
浙江	21376	5395	西藏		510
安徽	438	-1452	陕西	8	579
福建	317	4949	甘肃	1192	-5100
江西	246	3829	青海		-1001
山东	12469	-2813	宁夏		-189
			新疆		-7351

资料来源：建设部财务司《中国城市建设统计年报》2005

附表 9：2004 年部分城市居民水费负担一览表

直辖市	年人均水费/年人均可支配收入	安徽	年人均水费/年人均可支配收入
北京	1.96	合肥市	3.01
天津	1.35	淮南市	1.12
上海	1.53	滁州市	1.58
重庆	2.01	铜陵市	1.56
山东		安庆市	1.09
济南市	1.72	广东	
青岛市	1.48	广州市	2.3
枣庄市	0.95	深圳市	1.35
烟台市	1.08	汕头市	0.65
泰安市	1.74	韶关市	0.82
菏泽市	1.63	江门市	1.54
黑龙江		湛江市	1.02
哈尔滨	2.03	江西	
大庆	1.44	南昌市	1.13
佳木斯	1.61	九江市	1.62
牡丹江	2.32	宜春市	1.81
山西		浙江	
太原市	1.42	杭州市	1.52
大同市	0.62	宁波市	1.43
长治市	2.53	嘉兴市	1.6
运城市	0.85	绍兴市	0.57
陕西		温州市	1.34
西安市	1.54	衢州市	1.27
宝鸡市	1.66	江苏	
渭南市	1.52	南京市	2.37
延安市	2.94	徐州市	1.37

汉中市	1.08	苏州市	1.24
河北		南通市	1.56
石家庄市	1.59	扬州市	1.39
秦皇岛市	1.96	河南	
唐山市	1.99	郑州市	1.09
衡水市	0.92	洛阳市	1.33
邢台市	1.1	新乡市	1.75
		周口市	2.14

资料来源：水价（含污水处理费）资料来自国家发改委价格司 2006 年最新公布的数据，各城市人均收入数据来自各省市的经济统计年鉴（2005 年版），用水量采用的是《中国城市建设统计年报》2005

参考文献：

- 1、国家发改委投资研究所水利“十一五”规划重大课题——《我国水利投融资和运行机制研究》，2004 年 9 月
- 2、财政部财政科学研究所，苏明等《21 世纪初期国债政策变化趋势及水利投融资对策研究》，2002 年 9 月
- 3、刘伟，“**我国水利资金配置问题研究**”《中国水利》 2002，2
- 4、丁学东，“**加大公共财政支持力度 促进水利建设和提高使用效益**”《中国水利》 2002，10
- 5、李善同，许新宜主编《南水北调与中国发展》，经济科学出版社，2004
- 6、《水利部优秀调研报告》第二、三辑，中国水利水电出版社 2003 年，2004 年
- 7、建设部课题组，《城市水价形成与监管问题研究》，2006 年 1 月
- 8、《2003 年全国地市县财政统计资料》，中国财政经济出版社，2004 年版
- 9、水利部建设司，《中国城市建设统计年鉴》，1991-2005 年历年版本

- 10、北京市水务局委托课题，汪新波编写，《北京市再生水市场分析报告》，2005 年 9 月
- 11、Wang xinbo, “ Water Governance in China”, <The Water Revolution> chap. 6, International Policy Press, march 2006, london

感谢：水利部法规司熊向阳副处长、经济调节司穆范楠处长、周明勤副处长，国家环保总局环境规划院葛察忠研究员，财政部财科所副所长苏明教授，建设部城市规划设计研究院的高级工程师张桂花、牛晗提供的数据支持。此外，在课题调研过程中，得到北京市水务局、浙江省水利厅相关部门的支持。财科所的苏明教授和水利部张红兵司长对本课题的研究范围提出过重要建议，本人尤其感谢山本木教授多次指导和讨论。但本文观点和数据的责任由我本人承担。

课题 1-8
中国古代水资源管理和水权概念
（部分历史文献汇编）

周魁一（中国水利水电科学研究院）

目 录

1、先秦时期人事与天地四时相和谐的水资源规划思想.....	1
1.1、春秋早期的国土开发和赋税规划.....	1
1.2、春秋中期与天地和谐的国土规划思想.....	2
1.3、战国时代的水利工作和管理.....	5
2、唐代敦煌甘泉水灌区的灌溉制度.....	6
2.1 敦煌水渠.....	6
3、唐宋时代中央政府颁行的水利法规.....	12
3.1、唐水部式.....	12
3.2、宋、农田水利约束（又名农田利害条约）.....	16
4、唐代两则依法管水的文献.....	18
4.1、高陵县令刘君遗爱碑 ^①	18
4.2、钱唐湖石（闸） ^① 记.....	20
5、明清灌区民众参与管水及水权关系文献九则.....	22
5.1、和约碑.....	22
5.2、赎水碑.....	23
5.3、建霍渠分水铁栅碑.....	24
5.4、通利渠渠册.....	26
5.5、清峪河渠點香记时说.....	34
5.6、利夫 亦名利户.....	36
5.7、贴夫 亦名帮夫.....	37
5.8、当水之规.....	38
5.9、卖地不带卖水之例.....	39

1、先秦时期人事与天地四时相和谐的水资源规划思想

1.1、春秋早期的国土开发和赋税规划

选自：《左传·襄公二十五年（公元前 673 年）》

“楚蔦掩⁽¹⁾为司马⁽²⁾，子木⁽³⁾使庀⁽⁴⁾赋，数⁽⁵⁾甲兵。甲午，蔦掩书⁽⁶⁾土田，度山林，鸠藪泽，辨京陵⁽⁷⁾，表淳卤⁽⁸⁾，数疆潦⁽⁹⁾，规偃猪⁽¹⁰⁾，町原防⁽¹¹⁾，牧隰皋⁽¹²⁾，井衍沃⁽¹³⁾。量入修赋⁽¹⁴⁾。赋车籍马，赋车兵徒卒、甲楯之数。既成，以授子木，礼⁽¹⁵⁾也”。

注释：

(1) 楚蔦掩：楚国的蔦掩，蔦通蔦。

(2) 司马为六卿之一，掌军政及军赋。楚国的司马为最高的武官。

(3) 子木，时为楚国的令尹，执掌军政大权的最高长官。

(4) 庀，治理。

(5) 数，计算。

(6) 书，登记。

(7) 京陵，丘陵和高岗。

(8) 表淳卤，鉴别盐碱地，适当减轻赋税。

(9) 数疆潦，计算低洼易潦地区的范围和确定相应的赋税。

(10) 规偃猪，统计容水的低洼沼泽地区。

(11) 町原防，将堤防之间的平原进行划分。

(12) 牧隰皋，统计水草丰美适于放牧的低湿地区。

(13) 井沃衍，将广大适于农耕的平行地区划分为井田，和修筑相应的水利工程。

(14) 量入修赋，根据以上各种地形上的赋税收入拟定军费计划。

(15) 礼，治国的方针政策。

1.2、春秋中期与天地和谐的国土规划思想

选自：《国语·周语下》

灵王二十二年，谷、洛斗⁽¹⁾，将毁王宫。王欲壅之⁽²⁾太子晋谏曰⁽³⁾：“不可。晋闻古之长民者，不堕山⁽⁴⁾，不崇藪⁽⁵⁾，不防川⁽⁶⁾，不塞泽⁽⁷⁾。夫山，土之聚也；藪，物之归也；川，气之导也⁽⁸⁾；泽，水之钟也⁽⁹⁾。夫天地成而聚于高，归物于下。疏为川谷，以导其气；陂塘汗庠⁽¹⁰⁾，以钟其美。是故聚不隳崩⁽¹¹⁾，而物有所归；气不沈滞⁽¹²⁾，而亦不散越⁽¹³⁾。是以民生有财用，而死有所葬。然则无夭、昏、札、瘥之忧⁽¹⁴⁾，而无饥、寒、乏、匮之患，故上下能相固，以待不虞，古之圣王唯此之慎⁽¹⁵⁾。”

昔共工弃此道也⁽¹⁶⁾，虞于湛乐⁽¹⁷⁾，淫失其身⁽¹⁸⁾，欲壅防百川，堕高堙庠，以害天下。皇天弗福，庶民弗助，祸乱并兴，共工用灭。其在有虞⁽¹⁹⁾，有崇伯鯀⁽²⁰⁾，播其淫心⁽²¹⁾，称遂共工之过，尧用殛之于羽山⁽²²⁾。其后伯禹念前之非度⁽²³⁾，厘改制量⁽²⁴⁾，象物天地⁽²⁵⁾，比类百则⁽²⁶⁾，仪之于民⁽²⁷⁾，而度之于群生，共之从孙四岳佐之⁽²⁸⁾。高高下下⁽²⁹⁾，疏川导滞⁽³⁰⁾，钟水丰物，封崇九山⁽³¹⁾，决汨九川⁽³²⁾，陂鄆九泽⁽³³⁾，丰殖九藪⁽³⁴⁾，汨越九原⁽³⁵⁾，宅居九隩⁽³⁶⁾，合通四海⁽³⁷⁾。故天无伏阴⁽³⁸⁾，地无散阳⁽³⁹⁾，水无沉气，火无灾燿⁽⁴⁰⁾，神无闲行⁽⁴¹⁾，民无淫心，时无逆数，物无害生。帅象禹之功，度之于轨仪⁽⁴²⁾，莫非嘉绩⁽⁴³⁾，克厌帝心⁽⁴⁴⁾。皇天嘉之，祚⁽⁴⁵⁾以天下，赐姓曰‘姁’，氏曰‘有夏’，谓其能以嘉祉⁽⁴⁶⁾殷富生物也。祚四岳国，命以侯伯⁽⁴⁷⁾，赐姓曰‘姜’，氏曰‘有吕’，谓其能为禹股肱心膂⁽⁴⁸⁾，以养物丰民人也。

……。

王卒壅之⁽⁴⁹⁾。及景王，多宠人，乱于是乎始生。景王崩，王室大乱。及定王，王室遂卑⁽⁵⁰⁾。

注释：

(1) 周灵王二十二年（公元前 551 年）位于今河南洛阳的谷水和洛水两条河流的洪水遭遇，激湍如格斗，危及王宫。

(2) 壅之，即打算采用堵筑的办法防护王宫。

(3) 晋，周灵王太子，名晋，早死，未及继位为王。

(4) 堕山：削低高山。

(5) 不崇藪：藪为低洼的沼泽，不应将它填平。

- (6) 防川：防即用堵筑的办法与河流洪水争夺。
- (7) 不窾泽：即不开挖泄水通道使湖沼枯竭。
- (8) 气之导：古人认为河川是通导天地之气的孔道。
- (9) 钟，聚也。
- (10) 陂塘汗庠：将低洼积水的汗庠保护起来，使之成为蓄水陂塘。
- (11) 阨崩：崩坍。三国韦昭注解：“大曰崩，小曰阨”。
- (12) 沈滞，行滞不流动。
- (13) 散越，分散踰越。
- (14) 夭，夭折短寿；昏，迷乱发狂；札，瘟疫；瘥，生病。
- (15) 唯此之慎：唯此即天地与人事相和谐；慎，警惕。
- (16) 共工：传说中的古代部落首领，与驩兜、三苗、鲧并称为四凶。后被尧帝流放至幽州。见《尚书·尧典》。
- (17) 虞，安也；湛乐，淫乐。
- (18) 淫失其身，失者古“佚”字。浮佚即放荡不羁。
- (19) 有虞：传说中的古代帝王舜，封于虞地。
- (20) 伯鲧：传说中的诸侯首领，大禹之父。封于崇，故称崇鲧。据说他采用堵筑洪水的方法治水导致失败。
- (21) 播其淫心：放肆地坚持自己的错误意见。
- (22) 殛，诛杀。一说鲧因失败而被放逐。
- (23) 伯禹即大禹，鲧的儿子。传说鲧失败后，诸侯公推禹继续治水。前即前人鲧。非度即不恰当。
- (24) 厘改制量，即改变治水的策略。
- (25) 象物天地，取法天地万物的规律。
- (26) 比类百则，比照自然界的各种法则。
- (27) 仪，准则，规范。
- (28) “共之从孙四岳佐之”。即担任四方诸侯的共工后裔辅佐大禹，共同组织治水。
- (29) 高高下下：即依照规律使之高下有度。
- (30) 疏川导滞，疏导江河，打通阻碍。
- (31) 封崇九山。九即多数，不一定确指为七、八、九的九。即遵循规律，将应该高的地方使之堆积增高。
- (32) 决汨九川。决汨即疏通。
- (33) 陂障九泽。即将低洼沼泽用堤防围护起来。

- (34) 丰殖九藪，使藪澤之生物繁盛。
- (35) 汨越九原，即开辟扩展平原。
- (36) 隩，适宜居住的地方，通壘。
- (37) 合通，即会通，四海，为四面八方。
- (38) 伏阴即盛夏时突发寒冷的气候。
- (39) 散阳：严冬时的温暖天气，使动植物不能按季节健康生长发育。
- (40) 灾燹，火灾。
- (41) “闲行”指奸神厉鬼出没为害。
- (42) 帅，遵循；象，模仿；禹，大禹；轨仪，法则。
- (43) 莫非嘉绩，处处取得成功。
- (44) 克，能也；厌，合也。
- (45) 祚，赐与其皇位。
- (46) 嘉祉，赐福也。
- (47) “祚四岳国，命以侯伯”，即任命四岳为四方诸侯。
- (48) 股肱心膂，即忠实得力的辅佐大臣。
- (49) “王卒壅之”，意即灵王不听太子晋劝告，最后仍决定壅堵洪水。由于违背天地的规律，周王室由此逐渐衰败。
- (50) 定王即周贞定王，在位于公元前 468 年至公元前 441 年，此时周王室统治更加衰败卑微，春秋时代遂告结束，开始了战国纷争的新时期。

1.3、战国时代的水利工作和管理

选自：《荀子·王制》

“修堤梁⁽¹⁾，通沟浍⁽²⁾，行⁽³⁾水潦，安水藏⁽⁴⁾，以时决塞，岁虽凶败水旱，使民有所耘艾⁽⁵⁾，司空⁽⁶⁾之事也”。

注释：

(1) 堤，防水之堤防；梁，跨水之桥也。

(2) 沟浍，不同等级的通水渠道。《周礼·遂人》记载：“凡治野，夫间有遂，遂上有径；十夫有沟，沟上有畛；百夫有洫，洫上有涂；千夫有浍，浍上有道；万夫有川，川上有路；以达于畿”。

(3) 行，导也。

(4) 使水归沟壑。安之不使水涨溢为灾。

(5) 耘艾，耕耘和收获。

(6) 司空，《尚书·周官》：“司空掌邦土，居四民，时地利”，是掌管土地、水利和工程建设的官员。

2、唐代敦煌甘泉水灌区的灌溉制度

2.1 敦煌水渠

选自：本卷现藏巴黎法国国家图书馆，编号为 P3560。本卷内容，实为敦煌行水则，首尾俱残，残存一百零一行，共约 2000 字。记载敦煌水渠八十条，渠口五处，其中大多数见于英法两国分藏之敦煌卷子。重点记述甘泉水灌区中的五大干渠。各干渠之下又分若干支渠和斗渠。以及灌区内各干渠间、各干渠内各支渠间，各支渠内各斗渠间的轮灌先后次序。对各渠灌溉起始日期及历时均有详细规定。文中还说明：由于年际之间降雨日期有早迟、多少之别，灌溉时间应与之协调和调整。此外，灌溉用水多少，还与作物种类的不同而有所差别，可见是极为珍贵的早期灌溉制度及管理的历史文献。

敦煌水利事业发展于魏晋，《晋书·食货志》曰：“其后皇甫隆为敦煌太守，敦煌俗不作耒犁，及不知用水，人牛功力既费，而收谷更少。隆到，乃教作耒犁，又教使灌溉。岁终率计，所省庸力过半，得谷加五，西方以丰。”十六国时发展最快，主干渠皆修于此时。唐代敦煌有专门管理水利的机构；《水部式》：“沙州用水灌田，令县官检校。”唐及归义军时敦煌设有水司，长官为都渠泊使、都水合专管水利灌溉，祭祀水神、渠道维修及水田测量等事宜。各渠皆有渠人，渠人以某渠社为组织，从事渠口和渠道维修，修治泻口及浚通河底等事，并管理该渠灌溉。渠社以干、支渠为单位来划分区域。李正宇《唐宋时代敦煌县河渠泉泽简志》（《敦煌研究》1988 年第四期，1989 年第一期）有详尽考证。宁欣《唐代敦煌地区农业水利问题初探》（《敦煌吐鲁番文献研究论集》第三辑）有录文和研究，并确定本卷文书当在永徽六年至开元十六年间（655 至 728 年）制订的。另外日本那波利贞等学者亦有研究和录文。

（前缺）

□□□渠、佛图渠。两支口着则⁽¹⁾，水有加减，先进两支。欠少□勒乡东、灌进、官渠，右件渠两支口，水满，即放向上，利子节减多少。

利子口沙渠、利子、汜渠、三支下瓜渠、拴渠，右件渠若两支已下水多不受，已次放利子等渠⁽²⁾。已放两支，如其两支渠水减少，其利子等渠水还塞向上，先进下用⁽³⁾，不得向下（上），滕少过则。

千渠口千渠，右件渠利子口下过则满，即放前件渠，减塞向下，先进下用⁽⁴⁾。

河母不滕，渠口校多，三节用水，名为三大河母。从两支口至利子口，为一丈：从利子

口至千渠口，为两丈，从千渠口至平河口，为三丈。从下收用，蓄堰向上⁽⁵⁾。

辛渠、赵渠、上八渠、张桃渠，张填渠、曹家渠，张冗渠，刘家渠、六尺渠，上瓜渠、索总同渠、吴家渠、马其渠、王家渠、廉家渠、小第一渠、神威渠、中瓜渠，右件子渠并三支渠大河两岸水，若千渠口已下水多不受，即放河南、北辛、赵渠以减急。如其滔少，还塞向下⁽⁶⁾。

下灌亲渠、大壤渠，延康渠、涧渠、多农渠，右件子渠若干渠口以下水破了，即放灌亲等子渠⁽⁷⁾，亦用两罔等渠水承漏，依次收用⁽⁸⁾。

两罔渠、大邑寺渠，忧渠、两罔北支渠，神农渠、员家渠、阳开渠、阳开北支渠、尾曲渠、南支渠、南白渠，李口横渠，右件渠水从河南北千渠等了，即放前件等渠，依次收用⁽⁹⁾。

都乡大河母依次承阳开、神农了，即放都乡东支渠、西支渠、宋渠、仰渠，解渠、胃渠、县云解渠、豕总渠，李总渠、索家渠。右件已前渠水，都乡河下尾依次收用⁽¹⁰⁾。若水⁽¹¹⁾不受，即向减入阶和、宜谷等渠。

阶和[渠]、宜谷渠、双树渠、曹总同渠、麴家渠、翟总同渠。右件渠次承宜谷等渠后，依次收用。如水多不受，即放阴安等渠收用。

阴安渠、平渠、坞角渠，右件次渠承宋渠、八渠后，依次收用。如水多[不]受，即放宜秋。

几口西支渠、东圆浮图渠，西圆浮图渠，右件渠次承宜秋大河母下尾收用。如水多[不受]，即放后件渠。

平都渠、夏交渠，右件渠承宜秋东西支了后收用。水多不受，便放北府。

北府大河母五渠口：北府渠、神农渠、大渠、辛渠、宜谷渠。右件五渠承北府河下尾收用，若水多不受，依次放后件渠。

临泽渠，抱壁渠，右件渠次承北府等了后，水多不受，即放前件渠。

无穷口八尺渠，王使渠，马子渠，阶和渠。右件渠次承抱壁渠了后收用。如水⁽¹²⁾受，即减放东河。

循环浇溉，其行水时，具件如后⁽¹³⁾：

一、每年行水，春分前十五日行用。若都乡、宜秋不遍，其水即从都乡不遍处浇溉收用，以次轮转向上⁽¹⁴⁾。承前已来，故老相传，用为法则⁽¹⁵⁾。依问前代平水校尉宋猪、前捺师张诃、邓彦等，行用水法，承前已来，递（递）代相承⁽¹⁶⁾，春分前十五日行水⁽¹⁷⁾。从永徽五年（即 654 年）太岁在壬（应为甲）寅，奉遣行水用历日勘会，春分前十五日行水为历日，雨水合会。每年依雨水日行用，尅须依次日为定，不得违迟⁽¹⁸⁾。如天时温暖，河水消泽，

水若流行，即须预前收用，要不待到期日，唯早最甚，必天温水次早到⁽¹⁹⁾。北府浇用周遍，未至伤苗之期⁽²⁰⁾，东河以南百姓即得早浇粟地，后浇伤苗，田水大疾，亦省水利⁽²¹⁾。其次春水浇溉，至平河口已北了，即名春水一遍。轮转次当浇伤苗，其行水日数曰承水日数。承水多少，若逢天暖水多，疾得周遍。如其天寒水少，日数即迟，全无定准⁽²²⁾。

一、每年浇伤苗，立夏前五日行用⁽²³⁾。先从东河两支乡东为始，依次轮转向上。其东河百姓恒即诉云：麦苗始出小，未堪浇溉。如有此诉，必不得依信⁽²⁴⁾。如违日不浇，容一两日，向后即迟，较十五日已上，即趁前期不及神农、两罔、阳开、宜秋等，即不得早种糜粟，亦诸处苗稼交即早乾⁽²⁵⁾。每年立夏前五日浇伤苗，亦是古老相传，将为定准⁽²⁶⁾。同前问旧人勘会同怜为历日：谷雨日浇伤苗日。从两支渠已南至都乡河，百姓但种糜粟等地随苗浇了。宜秋一河百姓麦粟等麻地，前水浇溉，其糜粟麻等地还与伤苗同浇，循还至平河口已下，即名浇伤苗遍。其水迟疾，由水多少，亦无定准。

一、每年重浇水，还从东河、两支、乡东为始。行水之日，唯须加手力捉搦急催⁽²⁷⁾，粟等苗才遍即过，不得迟缓、失于时，周遍至平河北下口已北了，即名两遍。共水迟疾，由水多少，无有准定⁽²⁸⁾。

一、每年更报重浇水，麦苗已得两遍，悉并成就，堪可收刈，浇糜粟麻等苗，还从东河为始。当[行水]⁽²⁹⁾之时，持须捉搦，令遣糜粟周匝，不得任情。其东河百姓欲浇溉，麦人费水，必不得与。周而复始，以名三[遍]⁽³⁰⁾。

一、每年更重报浇麻菜水，从阳开，两罔已上循还至北府河了，即放东河，随渠取便，以浇麻菜，不弃水利，当行水将为四遍。

一、每年秋分前三日即正秋水⁽³¹⁾，同勘会，亦无古典可凭，环（还）依当乡古老相传之语，递（递）代相承，将为节度。其水从东河、两支、乡东为始，轮转浇用，到都乡河，当城西北角三藁口已下浇了，即名周遍。往日水得遍到城角，即水官得赏，专知官人即得上考⁽³²⁾。约勘从永徽五年已来至于今年，亦曾经水得过都乡一河了，亦有水过三藁口已上。随天寒暖，由水多少，亦无定准⁽³³⁾。但秋水唯浇豆、麦等地。百姓多贪，欲浇糜查等，诸恶□□，妄称种豆，咸欲浪浇，淹滞时日，多费水利⁽³⁴⁾。□□□□智之人，水迟不遍，但前后官处分不同。时

□□□地即与秋水时准丁均给⁽³⁵⁾，今百姓丁别各给

□□□已各随时节早晚不同，只如豆麦二色

□□□糜粟麻等春浇溉者，春种请白

□□□亩，余十五亩留来年春溉。宜

□□□□前后省水，春秋二时俱

□□□裨益。

□□□每年入小暑已后，日渐加多，

□□□热风，有水下，如有云在南，

□□□防待水，预开河口，拟用

□□□□已前，亦须于四大口加人，

□□□□所来之处，

□□□烽，如

□□□人，

(后缺)

注释：

(1) “着则”即安放灌渠量水设备，一般为水尺。

(2) “水多不受已次放利子等渠”，即下游渠道水多时，按计划以次开放上游渠道。

(3) “先进下用”，即先灌溉下游渠道控制的地亩。

(4) “减塞向下，先进下用”，同[3]。

(5) “从下收用，蕃堰向上”。即先从下游地亩灌溉开始，再逐次开放上游各渠，意义与(3)、(4)相同。灌渠灌水先从下游开始，是古代的普遍做法，意在上游接近水源，有地理优势。灌溉先从下游开始，以保均平。这一做法在当代也得到普遍遵守。

(6) “若千渠口已下水多不受，即放河南、北辛、赵渠以减急。如其滔少，还塞向下”，意思在于下游渠道受水过多时，按计划临时紧急开放上游渠道，与下游同时灌水，以珍惜水资源。“减急”即临时紧急减放措施。

(7) “若千渠口以下水破了，即放灌亲子等子渠”，意思与(6)相同。而“水破了”或系指渠道冒水，此时宜迅速调整原定计划。以下多处强调这一点。

(8)、(9)、(10)“依次收用”，即按规定，进行灌区内各渠轮灌。此下多处强调。

(11) 从文意判断，此外脱“多”字。本件系抄件，非印刷品，误抄之处多有。

(12) 依文意及本件前后表述，可知此处脱“多不”二字。

(13) “循环浇溉”意即轮灌。此下为各渠轮流灌溉的前后次序和时间的具体操作计划。

(14) “以次轮转向上”，与(3)、(4)、(5)等注同意。

(15) “承前已来，故老相传，用为法则”。《敦煌水渠》制定于唐代永徽五年之后，但所依据的是历史惯例，并重申历史惯例为本灌区的灌溉制度的依据。可见，本贴的历史当在唐代之前许久。

(16) 意思与(15)相同。

(17) “春分前十五日行水”即根据当地气温、雨水等气候条件，本灌区规定从春分前十五日之惊蛰节气开始春灌。

(18) “尅须依次日为定，不得违迟”，意即在通常气候条件下，一般都从春分前十五日开灌。

(19) “如天时温暖，河水消泽，水若流行，即须预前收用。要不待到期日，唯早最甚，必天温水次早到”句，表述的是如气温比常年早暖，应不拘泥“春分前十五日”的规定，提前开水灌溉，只要天暖河水早到，“唯早最甚”。

(20) “伤苗之期”似指作物生长期，例如小麦的拔苗期。

(21) “东河以南百姓即得早浇粟地，后浇伤苗，田水大疾，亦省水利。”句，意即根据河流的水情，先灌溉需水较少的粟，后灌溉小麦。

(22) “其行水日数曰承水日数。承水多少，若逢天暖水多，疾得周遍。如其天寒水少，日数即迟，全无定准”。各渠受水日数或水量多少并非一成不变，当天气晴暖，则很快浇灌一遍；反之，灌水截止日期当适当推迟。

(23) 立夏前十五日即二十四节气之谷雨。

(24) “每年浇伤苗，立夏前十五日行用……如有此诉，必不得依信”。意思在于伤苗水先从下游的东河、两支、乡东渠开始，依次向上游轮灌。但其时天气尚寒冷，麦苗刚刚返青，尚不是最好灌水时间，此时，东河百姓常常要求推迟灌水，若此，将顺延整个灌溉计划，这时一定不要听信东河区的诉求，而要坚持成法，以保证整个灌区利益均沾。

(25) 早乾或系早乾之笔误。

(26) 立夏前十五日浇伤苗水，也是依据古老相传的历史惯例。而此惯例必是依据对当地气候规律的长期观察和总结。

(27) “行水之日，唯须加手力捉搦急催”。其中搦为按抑、把持之意。即开水灌溉之后，就要增加管理人手和加紧督促组织，按水规实行灌水。

(28) “共水迟疾，由水多少，无有准定”，意即灌溉要依据河中流水快慢和水量大小的实际情况，灵活掌握，不能死板教条。

(29) 按文意，此处或当脱“行水”二字。

(30) 前处说到“麦苗已得两遍（水）”，下面又说“当行水将为四遍”，此处“三”字之后，或脱“遍”字。

(31) 总计，此正秋水或当系该灌区第五遍水。

(32) “往日水得遍到城角，即水官得赏，专知官即得上考”，即灌区灌溉周遍，以水到城角为准，则负责官员在年度业绩考核时，将会得到优等的评语。

(33) 与(28)同意。

(34) “但秋水唯浇豆、麦等地。百姓多贪，欲浇糜查等，诸恶妄称种豆，咸欲浪浇，淹滞时日，多费水利”。是指正秋水按规定只能用来灌溉豆、麦等作物。其依据是，按作物生长季节判断，若用以浇灌糜查等效益不高。鉴于水资源有限，只能如此。但有不守规定的恶人却慌称种豆，而用此水浇灌糜查，浪费水资源，同时也将推迟其后地亩灌溉计划，理应禁止。

(35) 此句之前，由于卷子残缺过多，语意欠完善。大意是浇灌地亩，应“准丁均给”，即按维修渠道时，地亩主人出工多少来决定配给水量。

3、唐宋时代中央政府颁行的水利法规

3.1、唐水部式

选自：唐《水部式》是现存的中国第一部国家水法，为开元二十五年（737年）修订本。此本20世纪初，发现于敦煌莫高窟，现藏于法国巴黎国立图书馆，首尾皆残，中间亦有缺失，仅存2300字左右。内容包括农田灌溉、水运、桥梁等。现将其中与灌溉管理有关的法规作如下注释。释文也吸收了其它相关研究成果。

（前缺）

泾、渭白渠⁽¹⁾及诸大渠用水溉灌之处，皆安斗门，并须累石及安木傍壁，仰使牢固⁽²⁾，不得当渠造堰⁽³⁾。

诸溉灌大渠，有水下地高者，不得当渠堰⁽⁴⁾；听于上流势高之处为斗门引取⁽⁵⁾。其斗门皆须州、县官司检行安置，不得私造。其傍支渠有地高水下，须临时甃（同暂）堰溉灌者，听之⁽⁶⁾。凡浇田皆仰预知顷亩，依次取用，水遍，即令闭塞，务使均普，不得偏并⁽⁷⁾。

诸渠长及斗门长至浇田之时，专知节水多少，其州县每年可差一官检校，长官及都水官司时加巡察⁽⁸⁾。若用水得所，田畴丰殖，及用水不平，并虚弃水利者，年终录为功过附考⁽⁹⁾。

京兆府高陵县界，清、白二渠交口着斗门，堰清水，恒准水为五分，三分入中白渠，二分入清渠。若水两⁽¹⁰⁾过多，即与上下用水处相知开放，还入清水。二月一日⁽¹¹⁾以前，八月三十日⁽¹²⁾以后，亦任开放。泾、渭二水大白渠，每年京兆少尹一人检校。其二水口大斗门至浇田之时，须有开下⁽¹³⁾，放水多少，委当界县官共专，当官司相知，量事开闭。

泾水南白渠、中白渠，南渠水口初分欲入中白渠、南⁽¹⁴⁾渠处，各着斗门。堰南白渠水一尺以上，二尺以下入中白渠及偶南渠。若水雨过多，放还本渠。其南、北白渠，雨水泛涨，旧有泄水处，令水次州县相知，检校疏决，勿使损田⁽¹⁵⁾。

龙首、泾堰、五门、六门、升原等堰⁽¹⁶⁾，令随近县官专知检校，仍堰别各于州县差中男二十人⁽¹⁷⁾匠十二人分番看守，开闭节水。所有损坏，随即修理。如破多人少，任县申州，差夫相助⁽¹⁸⁾。

蓝田新开渠每斗门置长一人，有水槽处置二人⁽¹⁹⁾，恒令巡行。若渠、堰破坏，即用随近人修理。公私材木，并听运下。百姓须溉田处，令造斗门节用，勿令废运。其蓝田以东先有水碓者，仰碓主作节水斗门，使通水过。

合璧宫⁽²⁰⁾旧渠深处，量置斗门节水，使得平满，听百姓以次取用。仍量置渠长、斗门长检校。若溉灌周遍，令依旧流，不得因兹弃水。

河西诸州用水溉田，其州，县、府、镇官人公廩田及职田⁽²¹⁾，计营顷亩，共百姓均出人功，同修渠堰。若田多水少，亦准百姓量减少营。

扬州扬子津斗门二所⁽²²⁾，宜于所管三府兵及轻疾内量差，分番守当，随须开闭。若有毁坏，便令两处并功修理。

从中桥以下洛水内及城外，在侧不得造浮碇及捺堰⁽²³⁾。

洛水中桥、天津桥等⁽²⁴⁾，每令桥南北捉街卫士洒扫，所有穿穴，随即陪⁽²⁵⁾填。仍令巡街郎将等检校，勿使非理破损。若水涨，令县家检校。

诸水碾碇，若拥水质泥塞渠，不自疏导，致令水溢渠坏，于公私有妨者，碾碇即令毁破。

同州河西县瀆水⁽²⁶⁾，正月一日以后，七月三十日以前，听百姓用水，仍令分水入通灵陂⁽²⁷⁾。

诸州运船向北太仓，从子苑内过者，若经宿，船别留一两人看守，余并闕出。

沙州用水浇田⁽²⁸⁾，令县官检校。仍置前官四人，三月以后，九月以前行水时，前官各借官马一匹。

……

诸灌溉小渠上先有碾碇，其水以下即弃者⁽²⁹⁾，每年八月三十日以后，正月一日以前，听动用。自余之月，仰所管官司于用碇斗门下，着锁封印，仍去却碇石，先尽百姓溉灌。若天雨水足，不须浇田，任听动用，其傍渠疑有偷水之碇，亦准此断塞。

(后缺)

注释：

(1)“泾、渭白渠”者是指唐代位于陕西关中地区的引泾水和渭水的著名灌区。引泾灌区即秦代的郑国渠，见《史记·河渠书》；汉代又名白渠，见《汉书·沟洫志》；唐代称作三白渠或郑白渠，下文中之泾堰即此。渭白渠自宝鸡引渭水至咸阳，灌溉今渭北区的宝鸡、岐山、扶风、武功、咸阳一带田地，下文之升原渠即渭白渠的中、下游一段。泾、渭白渠即今泾惠渠、渭惠渠之前身。

(2)“斗门”即闸门。《水部式》规定，大灌区上的斗门，闸座为石砌，闸门板为木板。在唐代，灌区上已普遍使用斗门作节制闸、分水闸等调控水量设备。运河上也已用其做调节航深的船闸。

(3)“不得当渠造堰”，即不能在干渠上造堰横截渠道，拥水灌田。用堰代替闸门，将影响相关渠道用水。

(4)比照上文和下文，此处“在“渠堰”二字间脱“造”字。水部式为抄件，传抄中偶有错落。

(5)联系上文，当渠造堰的目的是由于渠道水位低，不敷两岸引水。但若当渠造堰将与下游用水矛盾。故除规定不许当渠造堰外，并同意解决灌水困难的办法是，允许在上游地势较高处建造斗门引水。不许当

渠道只是针对干渠而言。而在支渠上造堰拥水，并不受此限制。

(6) 斗门规格均须经官府检验同意，以保证各方公平用水。

(7) 引水灌溉定额根据所灌地亩面积多少而定，必须预先申请，并按上下游、左右岸次序取水。本渠地亩灌溉完毕，即应关闭闸门，按计划由其它渠道引水，以使灌溉均衡。

(8) 渠长和斗门长是灌区内各级渠道的主管，主要任务是监督按计划施灌。州县长官也分别指定一名官员负责监督执行。

(9) 本区灌溉管理有序，农业丰产；或用水管理不善，浪费水资源的，主管官员年终考核时将作为业绩记录在案。

(10) 比照下文，此处“两”系“雨”字之误。

(11) 白居易编著《白氏六帖事类集》卷 23 水田条下作三月六日。

(12) 八月三十日一作八月二十日，出处同上。

(13) “下”或为“闭”之误，参见下文之“量事开闭”等。

(14) “南”字之前或脱“偶”字。见下文之“偶南渠”。

(15) 唐代泾渠是灌排结合的灌区，若雨水较大，应在预设的泄水处排放，“勿使损田”。

(16) 此处罗列的灌区均为唐代首都所在的关中地区的著名灌区。龙首渠位于今陕西澄城县界引洛水的灌区，建于汉武帝时期，见《史记·河渠书》。五门、六门堰在《新唐书·百官志》河渠署中有著录。升原渠是引渭水灌溉的大灌区，是渭白渠的一部分，《新唐书·地理志》有著录。“堰”同“渠”。

(17) 唐初规定十六岁以上，二十一岁以下为中男。后又改为十八岁至二十三岁。

(18) “破多人少，任县申州，差夫相助”。破多即渠道、闸门损坏较多时，即可申请上级官府派工人协助修理。

(19) 《新唐书·地理志》京兆府兰田县下：“武德六年宁民（即兰田）令颜昶引南山水入京城”，当是此渠。其中水槽，或系输水渡槽。

(20) 合璧宫应作合璧宫，见《大唐六典》卷七工部员外郎条。

(21) “公廩田及职田”，公廩田是唐代官府拥有的土地，其税收用于支付官府办公费等。职田即职分田，税收用于支付官员之俸禄。

(22) “扬州扬子津斗门二所”指淮扬运河入长江口处之双门船闸。

(23) “浮碓及捺堰”，浮碓即置于浮船上之石磨坊；捺堰是位于约当河宽四分之一处向上游修筑的简易分水导流引水坝，引水至水碓处。在今宁夏等地，又称作水湃。

(24) 中桥和天津桥都是位于唐东都洛水上的石墩桥。见《元和郡县图志》卷五河南道河南府河南县。

(25) “陪”应为“培”之误。

(26) “潢水”，《元和郡县图志》卷二同州郃阳县载：“《水经注》曰：郃阳县城南有潢水，东流注于河”。

(27) “通灵陂”:《新唐书·地理志》同州朝邑县条:“北四里有通灵陂,开元七年刺史姜师度引洛堰河以溉田百余顷”。

(28) “沙州用水浇田”,即敦煌甘泉水灌区。敦煌文献之《敦煌水渠》有详细记载。

(29) 碾碓用水有的可退还至下游渠道中,重新用做灌溉用水,有的则不能回归灌区。后一种水碾用水与灌溉用水相排斥,在灌溉季节将被禁止使用,碾碓加锁并卸去碓石。

3.2、宋、农田水利约束（又名农田利害条约）

选自：熙宁二年（1069年）在宋神宗支持下，王安石实行变法，并同时设置制置三司条例司，负责制定和推行新法。宋代的农田水利法称作农田水利约束或农田利害条约，是中央政府制定和推行开展农田水利建设的国家法规和政策。制定了具体奖惩办法，约束和鼓励各级政府和民众执行。

熙宁二年十一月十三日，制置三司条例司言：乞降农田利害条约付诸路⁽¹⁾。

应官吏诸色人⁽²⁾有能知土地所宜种植之法，及可以完复陂湖河港，或不可兴复、只可招人耕佃，或原无陂塘圩堰堤堰沟洫而即今可以创修，或水利可及众而为之占擅⁽³⁾，或田土去众用河港不远、为人地界所隔，可以相度均济疏通者⁽⁴⁾，但于农田水利事件，并许经管勾官⁽⁵⁾或所属州县陈述，管勾官与本路提刑或转运商量，或委官按规，如是便利，即付州县施行。有碍条贯及计工浩大，或事关数州，即奏取旨。其言事人并籍定姓名事件，候施行迄，随功利大小酬奖。其兴利至大者，当议量才录用。内有意在利赏人、不希恩泽者，听从其便⁽⁶⁾。

[应]逐县各令具本管内有若干荒废田土，仍须体问荒废所因，约度逐段顷亩数目，指说着望去处；仍具今来合如何擘画立法，可纠合兴修，召募垦辟，各述所见，具为图籍，申送本州。本州看详，如有不[尽]事理，即别委官复检，各具利害开说，牒送管勾官⁽⁷⁾。

应逐县并令具管内大川沟渎行流所归，有无浅塞合要浚导，及所管陂塘堰埭之类可以取水灌溉者，有无废坏合要兴修，及有无可以增广创兴之处。如有，即计度所用工料多少，合如何出办；[若]系众户，即官中作何条约；与纠率众户不足，即如何擘画假贷，助其阙乏。所有大川流水阻节去处，接连别州县地界，即如何节次寻究施行，各述所见，具为图籍，申送本州。本州看详，如有不尽事理，即别委官复检，各具利害，牒送管[勾]官。

应逐县田土边迫大川，数经水害，或地势汗下，所积聚雨潦，须合修筑圩堰堤防之[类]以障水患；或开导沟洫，归之大川，通泄积水；——并计度阔狭高厚深浅各若干工料，立定期限，令逐年官为提举人户量力修筑开浚，上下相接。已上亦先具图籍，申送本州。本州看详，如有不尽事[理]，即别委官复检，各具利害，牒送管勾官。所有州县撰写都大图籍，合用书笔或添雇人书，许于不系省头子钱内支給。诸色公人如敢缘此起动人户，乞觅钱物，并从违制科罪；其赃重者，自从重法。

应据州县具到图籍并所陈事状，并委管勾官与提刑或转运商量，差官复检。若事体稍大，即管勾官躬亲相度，如委实便民，仍相度其知县县令实有才能可使办集，即付与施行。若一

县不能独了，即委本州差官或别选往彼协力了当。若计工浩大，或事关数州，即奏取旨。其有合兴水利及垦废田用工至多县分，若知县县令不能施行，即许申奏对换，或别举官，或替下依今年二月中所降添员指挥，别具闻奏。

应有开垦废田、兴修水利、建立堤防、修贴圩埠之类，工役浩大、民力不能给者，许受利人户于常平广惠仓系官钱斛内，连状借贷支用。仍依青苗钱例，作两限或三限送纳。如是系官钱斛支借不足，亦许州县劝谕物力人出钱借贷，依例出息，官为置簿及催理。诸色人能出财力、纠率众户、创修兴复农田水利，经久便民，当议随功利多少酬奖。其出财颇多兴利至大者，即量才录用。

应逐县计度管下合开沟洫工料，及兴修陂塘圩埠堤堰斗门之类，事关众户，却有人户不依元限开修及出备名下人工物料有违约束者，并官为催理外，仍许量事理大小，科罚钱斛。其钱斛官为置簿拘管，收充本乡众户工役支用。所有科罚等第，令管勾官与逐路提刑司以逐处众户见行科罚条约，同共参酌，奏请施行。

应知县县令能用新法兴修本县农田水利，已见次第，令管勾官及提刑或转运使本州长吏保明闻奏，乞朝廷量功绩大小与转官、或升任减年磨勘循资、或赐金帛令再任，或选差知自来陂塘圩埠堤堰沟洫田土堙废最多县分，或充知州通判令提举部内兴修农田水利，资浅者且令权入。其非本县令佐，为本路监司管勾官差委[擘]画兴修，如能了当，亦量功利大小，比类酬奖。

诏并从之。

（本文录自《宋会要辑稿》食货一之二七至一之二八。参同书食货六三之一八三至一八六所载。）

注释：

- (1) 宋代将全国分作许多路，相当今天的省。各路名称和辖区常有变动，元丰年间全国共分作二十三路。
- (2) 诸色人即各类人。
- (3) “水利可及众而为之占擅”，指所开发水利工程本可利济大众，但有强势人家或独资创办者拟垄断水利者。
- (4) 指灌区引水口至灌溉区域，中间要经过其它行政区，可以协调利益分配者，可以经由上级政府官员协调决定。
- (5) “管勾官”：管勾即管理，宋代以管勾为官职，如御使台有管勾台事之类。
- (6) 建议人的方案有重大效益者，可以量才录用或给予物质奖励。此条系指导州府辖区内水利开发条款。
- (7) 此条说明县级辖区内开发荒地和发展水利的指导政策。

4、唐代两则依法管水的文献

4.1、高陵县令刘君遗爱碑^①

选自：刘禹锡《刘梦得文集》卷二十八

县内之大夫鲜有遗爱在，其去者盖邑居多豪政，出权道。非有卓然异续，结于人心，泱于骨髓，安能久而愈思。大和四年，高陵人李士清等六十三人，思前令刘君之德，诣县请金石刻。县令以状申府。府以状考于明法吏。吏上言，谨按宝应诏书，凡以政绩将立碑者，其具所纪之文，上尚书考功，有司考其词，宜有纪者乃奏。明年八月庚午诏曰：可令书其章明，有以结人心者，揭于道周云。

泾水东行，注白渠，醞而为三^②，以沃关中，故秦人常得善岁。按《水部式》决泄有时，畎澮有度，居上游者不得拥泉而专其腴，每岁少尹一人行视之，以诛不式。兵兴已还^③，寢失根本，泾阳人果拥而专之，公取全流，浸原为畦，私开四渎，泽不及下，泾田独肥，它邑为枯。地力既移，地征如初^④，人或赴诉，泣迎尹马。而占泾之腴，皆权倖家，荣势足以破理，诉者覆得罪。繇是咋舌不敢言，吞冤衔忍，家视孙子。

长庆三年，高陵令刘君励精吏治，视人之瘼如瘰疽在身，不忘决去，乃循故事，考式文暨前后诏条，又以新意请更水道，入于我里；请杜私窦，使无弃流；请遵田令，使无越制。别白纤悉，列上便宜，掾吏依违不决。居二岁距宝历元年端士郑覃为京兆，秋九月始具以闻，事下丞相御史，御史属元谷实司察视，持诏书诣白渠上，尽得利病，还奏青规中。上以谷奉使有状，乃俾太常撰日，京兆下其符，司录姚康士、曹掾李绍实成之，县主簿谈孺直实董之。冬十月万众云奔，愤与喜并，口谣手运，不屑鼙鼓。揆功什七八。而泾阳人以奇计赂术士，上言曰：白渠下高祖故塹在焉，子孙当恭敬，不宜以畚鍤近阡陌。上闻，命京兆立止绝。君弛诣府控告，具发其以赂致前事。又谒丞相，请以颡血污车茵。丞相彭原公敛容谢曰：明府真爱人。陛下视元元无所恠，第未周知情伪耳。即入言上前，翌日果有诏许讫役。仲冬新渠^⑤成，涉季冬二日新堰^⑥成，驶流浑浑，如脉宣气，蒿荒沓冒，迎耜泽泽，开塞分寸，皆如诏條。有秋之期，投鍤前定。孺直告已事，君率其察，躬劳徠之，烝徒欢呼，奋襜褕而舞。咸曰吞恨六十年，明府雪之，撻奸犯豪，卒就施为，鸣

呼，成功之难也。如是请名渠曰刘公，而名堰曰彭城，按服引而东千七百步，其广四寻而深半之，两涯夹植杞柳万本，下垂根以作固，上生材以备用。仍岁旱沴，而渠下田独有秋。渠成之明年，泾阳、三原二邑中又拥其冲为七堰，以折水势，使下流不厚。若诣京兆索言之。府命从事苏特至水滨，尽撤不当拥者。繇是邑人享其长利，生子以刘名之。

君讳仁师，字行舆，彭城人，武德名臣刑部尚书德威之五代孙。大历中诗人商之犹子。少时好文学，亦以筹画干东诸侯，遂参幕府，历尹剧县，皆以能事见陟，率不时而迁，即有绩于高陵，转昭应令。俄兼检校水曹外郎，充渠堰副使，且锡朱衣银章。计相爱其能，表为检校屯田郎中兼侍御史。斡池盐于蒲，锡紫衣金章。岁馀以课就，加司勋正郎中。执法理人为循吏，理财为能臣，一出於清白故也。先是高陵人蒙被惠风，而惜於捨去，发于胸怀，播为声诗。今采其旨而变其词，志于石，文曰：

噫泾水之透迤，溉我公兮及我私。水无心兮人多僻，辍上游兮乾我泽。时逢理兮官得材，墨绶口兮刘君来。能爱人兮恤其隐，心既公兮言既尽。县申府兮府闻天，积愤刷兮沈痼痊。划新渠兮百亩流，行龙蛇兮止膏油。遵水式兮复田制，无荒区兮有良岁。嗟刘君兮去翱翔，遗我福兮牵我肠。纪成功兮鐫美石，求信词兮昭懿绩。

注释：

① 刘君即长庆三年（823年）至宝历元年（825年）任高陵县令的刘仁师。刘仁师在县时，了解到引泾三白渠上游泾阳县豪族霸占水利，私截渠道，遂考证国家水法《水部式》和前后皇帝圣旨，据《水部式》“居上游者不得拥泉而专其腴”的条文以告官，并取得胜诉。大和四年（830年）高陵百姓请求为其立碑纪功，得到批准。转请当时名士刘禹锡（772-842）著此遗爱碑。本文载《刘梦得文集》卷二十八。

② 白渠即秦之郑国渠。唐代因总干渠之下分作太白、中白、南白三千渠，称之为三白渠。三白渠引泾水东行，灌溉泾阳、三原、高陵诸县田六千二百余顷，为当时的国有大灌区。

③ 兵兴已还，即安史之乱后法制废弛。

④ 地力即移，地征如初：指高陵县失去灌溉之利，地力下降，而赋税仍按水田征收的不合理作法。

⑤ 新渠指恢复向高陵分水的渠道，即后文之刘公渠。

⑥ 新堰指向高陵分水的枢纽，即后文之彭城堰。

4.2、钱唐湖石（闸）^①记

选自：白居易《白氏长庆集》卷五十九

钱唐湖事，刺史要知者四条，具列如左：

钱唐湖一名上湖，周迴三十里，北有石函^②，南有笕^③。凡放水溉田，每减一寸可溉十五馀顷，每一复时可溉五十馀顷。先须别选公勤军吏二人，一人立於田次，一人立於湖次，与本所由^④佃户据顷亩，定日时，量尺寸，节限而放之。若岁旱，百姓请水，须令经州陈状，刺史自便押贴^⑤。所由即日与水。若待状入司，符下县，县贴乡，乡差所由，动经旬日，虽得水，而旱田苗无所及也。大抵此州春多雨，夏秋多旱，若堤防如法，蓄泄及时，即濒湖千馀顷田无凶年矣。

自钱唐至盐官界，应溉夹官河田，须放湖入河，从河入田。准盐铁使旧法，又须先量河水浅深，待溉田毕，却还本水尺寸。往往旱甚，即湖水不充，今年修筑湖堤，高加数尺，水亦随加，即不啻足矣。脱或不足，即更决临平湖^⑥添注，官河又有馀矣。

俗云^⑦决放湖水不利钱唐县官。县官多假他词以惑刺史：或云鱼龙无所託；或云菱菱失其利。且鱼龙与生民之命孰急；菱菱与稻粱之利孰多，断可知矣。又云，放湖即郭内六井^⑧无水，亦妄也。且湖底高井管，伍湖^⑨中又有泉数十眼，湖耗则泉涌，虽尽竭湖水，而泉用有馀。况前后放湖终不至竭，而云井无水，谬矣。其郭中六井，李泌相公典郡日所作，甚利於人，与湖相通，中有阴窞^⑩，往往堙塞，亦宜数察而通理之，则虽大旱而井水常足。湖中无税田约十数顷，湖浅则田出，湖深则田没，田户多与所由计会盗泄湖水，以利私田。

其石函南笕并诸小笕^⑪，非浇田时并须封闭筑塞，数令巡检，小有漏泄，罪责所由，即无盗泄之弊矣。又若霖雨三日以上，即往往堤决，须所由巡守预为之防。其笕之南旧有缺岸^⑫，若水暴涨，即於缺岸泄之；又不减，兼於石函、南笕泄之，防堤溃也。予在郡三年，仍岁逢旱，湖之利害，尽其由，恐来者要知，故书於石。欲读者易晓，故不文其言。

长庆四年三月十日，杭州刺史白居易记。

注释：

① 钱塘湖石（闸）记，原文出自白居易《白氏长庆集》卷五十九。文题中或脱闸字。长庆间白居易（772-846）为杭州刺史，多有建树。此文专记钱塘湖灌溉管理办法。《新唐书·地理志》载，杭州余杭县

有三湖，南一里有上湖，西二里有下湖，北三里有北湖，钱塘湖即城南之上湖。长庆四年（824 年）白居易即将离任，著此文，将钱塘湖管理经验立碑刻石，以为后来者参考。特别指出该湖蓄水灌溉与垦殖湖田和水产之利的矛盾，和斟酌利害，处理矛盾的办法。

(2) 石函，即块石砌筑的输水涵洞。

(3) 笕，多指竹筒制作的泄水涵管。

(4) 所由，主管灌溉的地方小吏。

(5) 押贴，即签字。

(6) 临平湖，唐李吉甫撰《元和郡县图志》卷二十五，杭州盐官县有“临平湖，在县西五十五里，溉田三百余顷”。

(7) 俗云，老百姓说。

(8) 六井，唐代宗时（763-779 年）刺史李泌作六井，引西湖水由涵管进入杭州市区，供居民饮用。六井遗迹仍存。

(9) 伍湖，即湖底低处。

(10) 阴窠，即输水涵管。

(11) 笕閘，有闸门节制的水涵管。

(12) 缺岸，钱塘湖渲泄洪水的溢洪道。

5、明清灌区民众参与管水及水权关系 文献九则

5.1、和约碑

碑现置 于河津市固镇村。正书。清·康熙四十二年（1703年）立石。

选自：张学会《河东水利石刻》，山西人民出版社，2004年。

立公议和合人：干 涧渠长史日煊、延越等，固镇里渠长刘国璜、原明才等。先年水利一事，彼此相亲相爱，曾无间隙。乃缘日久，人心不古，是以隔绝。今两村欲复旧例，彼此仍前相为。如水利固镇日期，水果系走失，在固镇不得借水妄生枝节于干涧。倘固镇有馀水，干涧买时，照依时价，自先卖与干涧。如不用，固镇卖与别村，干涧亦不得阻挡渠路。于固镇自和合之后，永归于好。如一家反目到官，不许说理，并罚白米拾石，恐后无凭，和同约照。

康熙四十二年五月初七日立和合约人

干涧渠长 史日煊 延越

固镇渠长 刘国璜 原名才

5.2、赎水碑

碑高 110 厘米，广 40 米。正文 9 行，满行 33 字。正书。额题“大清”二字。现存永济市城关太峪村陈俊英家门口。清·嘉庆二年（1797）立石。

选自：张学会《河东水利石刻》，山西人民出版社，2004 年。

水何以志，永莫忘也，志何以碑，垂不朽也。吾村本沙内水涧，时值雨之年，有水此微，止口供食用洗菜蔬。近典当外村之水过多，一迁天旱，食用之水，待口回缺，于用是口，六里并村旅同心协力，得典出外村之水，一概赎回。几赛口口，一切按水摊，首? 系皆不与赎水人相干，有原水主一面支应。但恐人心难凭，公所立碑一座，将各条口款并口规及首人姓名开后，令后之人睹斯碑，知斯举，非燃有口乃水进计耳，是为志。

一议海天回水，志甲轮流，不得天悞，悞为公罚油五十口口口口，每分定银三两，只许典与本村。如有典与外村者，公罚口口口口四口。一议凡伦典本甲有人知而不口及口和人者，口口口口口。一议但为亲友私作人情，浇田灌菜，查出公罚油三口口口口。

本村王口伦沐手敬口

嘉庆二年闰六月十九日吉口口 铁笔人葛同喜勒石

甲长 毋文学 王钦 陈一学 陈天迎 郝登科 王廷福
黄口口 口口口 口口口 王敏秀 王金学 陈天福 陈登云
王举 王见卯 李永兰 王见明 刘全功 吴孟辉 咎口会

5.3、建霍渠分水铁栅碑

清雍正四年（公元一七二六年）镌立。碑高一百五十九厘米，宽七十五厘米。楷书。代理平阳府知府刘登庸撰文，原赵城县知县江承诚书丹。立存今山西洪洞县广胜寺。

此碑为霍渠分水之碑，记建铁栅分水，以息民争事。霍渠自唐贞观起，分南北二支。北支分水七分，溉赵城地；南支分水三分，溉洪洞、赵城二县地。宋开宝年间，为确保两渠分水，渠南设门限，北立逼水石，以息民争。明隆庆时，石质门限石逼水毁坏，民争复起。复立之。然后两县各存偏私，争讼不已，甚至互毁限石。平阳知府刘登庸令更建铁栅分水，立铁柱十一根，分为十洞，按旧制三七分水，北七南三，民争遂息。

碑阴为建霍渠分水铁栅图（不录）。

署平阳府^①为创立渠制，勒石垂久，利民息讼，一劳永逸事。窃赵城县东北二十里霍山麓，有河一道，发源沁邑，流经岳阳^②，伏流於渗水崖而进出霍麓广胜寺下，泉窦二十余，淳泓澄溜，东出西流。白唐贞观以来，分溉洪赵^③两邑。於泉源下流百步许，创立南北两渠。从泉直注而西者名北霍渠，渠口宽一丈六尺一寸，得水七分，溉赵城县永乐等二十四村庄，共田三百八十五顷有奇西北入汾。从泉折注而南者名南霍渠，渠口宽六尺九寸，得水三分，溉赵城县道觉等四村，南溉洪洞县曹生等九村，共田六十九顷有奇。三七分水由来久矣。宋开宝年间，因南渠地势窪下，水流湍急，北渠地势平，水流纾徐，分水之数不确，两邑因起争端，閤门不已。於是当事者立限水石块，即今俗称限石是也。长六尺九寸，宽三尺，厚三寸，安南霍渠口，水流有程，不致急泻。又虑北渠直注，水性顺流，南渠抵注，水激流缓，於北渠内南岸南渠口之西，立拦水柱一根，亦曰逼水石，高二尺，宽一尺，障水西注，令入南渠，使无缓急不均之弊。此古设二石之意也。迨隆庆二年（即 1568 年），两渠广狭浅深淆乱无准，两石废坏，民争复起。官为修置，重勒碑文，皆可稽考。大渠口广狭既有尺寸，分水宜确，又虑其浅深之不同，立以限水之石；又虑其缓急之不一，建以拦水柱。经营筹划，匠心无知。两邑之民，各存偏私，又因渠无一定，分水不均，屡争屡讼，终无宁岁。雍正二年（即 1724 年），民复争斗，两县各详前院。蒙委员查勘回详，因二石久坏，致起衅端，遂遵古制，复立二石在案□□□□□□前辙。蒙宪台委绛州知州万国宣查勘。该州宣布宪谕，民心平复。乃案墨未干，洪民将门限一石击碎，赵城令江承诚连夜复置。随置随击，赵民亦将逼水石拔去，以致两邑彼此纷纷。呈详蒙批平阳府查勘，卑职遵即亲诣渠所，相度形势。虽两邑悍民彼此怀私逞强，而古制立二石以分水，恐未尽善也。盖广狭虽有尺寸，而两渠界限不分，则分数仍无定准。南渠虽立限石於渠底，而北渠仍无，则浅深不能相等。立拦石以

障水湍流之势，润下之性未必涓滴不涸。且六尺、二尺^⑤，石既小而易於弃置，碎烂毁败不能垂久，民之讼终无已时。卑职管见，窃为莫如泉源下流，即今渠口上流丈许，法都门水栅^⑥之制，铸铁柱十一根，分为十洞，洪三，赵七，则广狭有准矣。铁柱上下横贯铁梁，使十一柱相连为一，则水底如划，平衡不爽矣。栅之西面，自南至北第四根铁柱界以石墙，约长数丈，迤邐斜下，使南渠之口不致水势陡折，两渠彼此顺流，且陞栅使高，今水下如建瓴，则缓急疾徐，亦无不相同矣。如此则[门限]、[逼水]二石可以勿用。庶三七分水永垂，不均之患，一劳永逸，民可无争。仍立石广胜寺刻文碑面，勒图碑阴，使久可考。卑职当即传谕两邑，俟秋成时，起丁创置。因春夏之间，惜水如金，更置铁栅，必令渠固，放水流他处，未免有妨农工。两邑绅士乡民，交口称便。先具遵依，理合备述。古今考证得失，详察輿情并绘图，详请宪台核夺批示以便勒石，永远遵行。则洪赵两邑百万苍生，世世沐宪恩於无尽矣。至用铁工价以及勒碑等费，听两邑估计，照分水数两渠公派可也，合并声明。

督理山西粮屯驿传道布政使司参议加一级胡批：所议甚善，仰候抚宪批示缴图存。山西布政使司分守河东道加一级纪录一次潘批：源有消长，流有缓急。门限、拦水二石虽工，或游移不准，改置铁柱铁墙，比旧制分水更均，奸民亦无所呈（似应为“逞”）喙矣。仰即如详铸造，完日同碑摹报查，仍候院司批示缴图存。

山西等处提刑按察使司按察使加六级纪录七次蒋批：据详洪赵二县所争之水，渠口更置铁栅铁壁，令其三七分水，并勒石永遵，其法至善。仰即如详铸造，完日同碑摹报查，仍候抚院并藩司批示缴图存。

山西等处承宣布政使司布政使加一级纪录一次高批：据详，该署府亲诣渠所，秉公细勘，议建铁栅铁柱分为十洞，照依旧定水程分流，两邑永杜争端，并绘图送司按阅之。下批该署府留心民疾，筹划精详，甚为可嘉，如详述行安造可也。仍候抚部院加示缴图存。

署理山西巡抚事务刑部左侍郎加一级伊批：设立水栅，永杜争端，其为允协，如详飭令，俟秋成後兴工建置，勒石遵行。取具碑摹呈送存案缴绘图存。

5.4、通利渠渠册

沿革 原十六条

一 通利渠，自宋末金之兴定二年创开，导引汾水浇灌，渠口冲没靡常，历代相沿在汾西县之师家庄、赵城县之南北石明、稽村、李村、好义、安定、登临等处河滩引水，浇灌赵城县之石止、马牧二村，洪洞县之辛村、北段、南段、公孙、程曲、李村、白石、杜戍八村，临汾县之洪堡、南王、太明、闫侃、吴村、太涧、正曲、孙曲八村，总计灌田两万六千余亩。渠道盘曲百有余里，结尾入汾。

二 本渠经过马牧村、辛村、北段村。此三村原有协济渠三道，与张阎渠并行不悖，中隔一堤为界，马牧村曰广丰渠、辛村曰受阳渠、北段村曰善利渠。嗣因两渠并流，诸多纠葛，三县渠民公议汇为一渠，至是始通名通利渠。

三 李家庄旧有兴利渠一道，浇灌该村水地。后因渠道湮没，所浇地土附入北段村兴夫，在通利渠使水浇灌。

四 通利渠原有使水村分不在十八村内者，屯里村附入村戍、洪堡、南王等村兴夫，南邵村、北邵村附入太明、闫侃、吴村等村兴夫。

五 当年原定轮流浇灌时辰，未及试办，即以汾水不时涨落，渠流断续无常，兼经过各处桥梁时，有损坏各村渠堤，迭出险工。复经上宪履勘核定，尤恐使水不均，仍依执牌章程，自下实排趲上浇灌，不准任意拖延虚占时刻，致滋偏枯争讼等弊。

六 引水渠口原设有堰长二名，随同治水渠长驻扎渠口，其一名专司巡查渠道，其一名专司看守坝工。每日轮流易地，分为上番下番，报明渠长有无工程，并各处险要应如何设法预防，按口各专责成，现已裁汰。所有职事，统归督水治水渠长经理。

七 公孙村石桥原设有桥长一名，专司昼夜巡视桥工，以防不虞。今已裁汰。所有职事，责成督巡水办理。

八 明隆庆间，知县陈公万言，因渠道湮没经营擘画，本渠始得修复。事载《平阳府志》。

九 康熙三十四年（即 1695 年）地震渠湮，民田亢旱数年。至四十年，知府秦公业捐廉一百六十四两零，在赵城县治购地，另行开掏渠，水始得畅流。三县渠民仍旧一律均沾水利。

十 康熙四十年，知府陈公捐廉购地一十六亩四分零，另开新渠。赵城县知县王公，因通利渠经占渠地址一道，向有一定尺寸，此外本不多占。合渠已认完现占地址之钱粮，倘新购另开之地内钱粮，再令通利渠过割腾出之地，原地主何得干预，兼之汾流时时迁徙，渠道每每改易，通利渠占西弃东，水落涨出新地，既还原地主耕种，与通利渠无干。该渠新购地

内之钱粮，自应归原地主完纳，无庸过割，方称平允。以后永不准该地主藉口通利渠未经过割钱粮，致滋纷争涉讼等弊。从此两造，永遵成案，共守前议。迄今渠民感念二公不置，塑像附祀于李村渠神庙，以志不忘。

十一 辛村原设堤长二名，专管该村两湾地土，今已裁汰。所有职事，归该村沟首经理。

十二 旧册载当年创开本渠，上宪奏准，后委张检察赴三县沿河一带，相视地脉，审度形势，督饬本渠。各村民人合力开掏，设法引汾入渠。藉资浇灌，厥功甚伟。惜名字未经叙载，仅存张检察三字，一切事实今已散轶无考。

十三 旧册明洪武二十九年（即 1396 年），系洪洞县乡贡进士董师言撰序，委差开河官米天禄校勘，平阳府前检察省差开河官张柔校正，平阳府判定渠河官刘名甫校定，当年创开渠道原册散轶无考。

十四 旧册载张检察原定水册，各村均存一份，今已散轶无考。惟渠民买卖过割水地，准予数年内编修水册一次，以免 谬滋弊。

十五 雍正二年（即 1723 年），知府董公断合渠使水案内载：通利渠初名广丰，先年仅通赵城县之石止、马牧，洪洞之辛村。渠道止五尺，尾水不通汾河。迨宋末金之兴定二年，大加疏浚扩充，洪临二属十五村之民，接其利而通之，改名通利渠。历明之嘉靖六年（即 1527 年），汾流泛滥，水利无常，讼而始得。至康熙三十四年，地震渠毁，合渠民田皆成旱阜。及四十年，知府奉天镇铁岭秦公捐廉购地，另开新渠，复加扩充，其地粮并上游过水村分粮银，从前由各渠长督催各村沟首在本县完纳，移解赵城。至是粮银始统归赵邑完纳。

渠口 原八条

一 导汾入渠地方，向在汾河内，用灰石砌成大坝工三道，周围约有里余，以作中流砥柱，可回狂澜，不至猛入冲入渠口，名曰大工。复在大工上砌三大孔，俾由孔引汾入渠之水有一定分数，庶渠水大小得有把握，可免涨决泛滥。此等工程极关紧要；现虽就圯，遗迹犹存，亟宜及时修筑。

二 截汾结坝引水之渠口，于金兴定二年，蒙上宪奏定委员履勘，原指定在赵城县之石止村滩，递溯而上，至汾西县治之师家庄滩，为本渠道源开口应有地方，若遇汾河迁徙、或河涨冲没，准予登临、安定、好义、稽村、李村、石明等处地方，有便宜购地开口之权。一经本渠插标洒火开挖之处，该管地方官照章给价，所开之地内不论现种何等禾苗，立即兴工，不得刁难措勒，有违阻者，送官究治。

三 本渠筑坝扎困系用荆条编成无底筐式，经纬各编织荆条十八根，沉水装石，联结一气、横截汾流引水入渠，以为导源成法，名曰扎困。接引汾河古庄泉、马刨泉等处之水，

为本渠独有水源。

四 本渠沿汾河西岸上行流，坝下之式好、小渠向亦在汾河西岸，只准拾本渠坝下余水灌田。倘汾河徙至西岸，汾东淤出新滩，不准私开小渠，假借名目，影射浇灌。

五 渠道经占地址，原有钱粮历系本渠完纳。如渠道被汾水冲没或悬崖塌险，另卖新地准照章给价。一切钱粮赋税，归原主完纳，腾出之地亦归原主耕种。从前本渠无论买过地亩若干，本非划定界限，永归本渠管业。除本渠承完渠道钱粮外，渠东腾出之地，本渠既不干预，则钱粮赋税自应随腾出之地仍归卖主，免滋纠葛难清之弊。

六 渠道过水经占地址，钱粮赋税未经奏明豁免之处，统归合渠完纳。过水村分经占地址，名曰过水钱粮。秦公捐廉新开之渠经占地址，名曰秦棠里钱粮。统归合渠按夫均摊完纳。

渠道 原十一条

一 原定渠道底阔一丈五尺，两堤堆土各阔一丈五尺。自赵城县石止村起，至临汾县西孙村止，袤长一百余里，渠底两堤一律共阔四丈五尺。惟石止以上过水等村至引汾水之处，渠底加阔五尺，及两堤堆土三丈，合计共阔五丈。历代以此为准。

三 本渠上下四节，各于本节首村建一大陡门，名曰泄水陡口。如渠堤遇有不测险工，准将各处大小陡门一律开放，以分水势。今将各村大小陡门开列于后：

石止村 大陡口十座， 小陡口四座，磨一轮。

马牧村 大陡口五座， 小陡口五座，磨一轮。

辛 村 大陡口五座， 小陡口五座。

北段村 大陡口九座， 小陡口四座。

南段村 大陡口四座， 小陡口一座。

公孙村 大陡口四座， 小陡口四座。

程曲村 大陡口四座， 小陡口三座。

李 村 大陡口三座， 小陡口八座。

白石村 大陡口一座， 小陡口七座。

杜戎村 大陡口七座， 小陡口八座。

洪堡村 大陡口六座， 小陡口十二座。

南王村 大陡口六座， 小陡口六座。

太明村 大陡口三座， 小陡口二座。

阎侃村 大陡口三座， 小陡口十二座。

吴 村 大陡口二座， 小陡口无。

太涧村 大陡口二座， 小陡口七座。

王曲村 大陡口五座， 小陡口三座。

孙曲村 大陡口一座， 小陡口无。

以上各村陡口轮磨，系光绪三十三年经本府委员查定，以后永不准私砌再添，违即送究。

五 各处通汾涧河，自古由西山发源东西横流入汾。历宋末时创开渠道，渠南北竖流。每年涧河涨发，即跨通利渠奔腾入汾。渠东渠西涧路宽窄相同，亘古以来，例无钱粮不兴夫役。倘附涧狡滑之徒，任意侵占私垦，将他处地内粮夫移于涧道，典卖为水地者，查出将侵占之地入官，粮夫退归地主。

十 本渠当年原定夫数一千八百零一名，历经整顿改章，三十亩为一名，合渠共兴夫七百六十六名，外有登临村兴夫一名，准建陡口一座。

十一 各处石砌陡门，以长式为定规，上砌至渠堤之顶，下砌至渠堤与地平处，不准砌入地内。合渠大陡口极宽不准超过八寸，小陡口极宽不准超过三寸。于封闭时，大者上覆以板，小者上覆以砖。如每年岁修陡口，该等村沟首倘有宽窄上下不遵本渠定章者，应将舞弊之沟首，送官责革。罚令该村拆毁，照渠例尺寸另砌。

渠堤 原九条

一 本渠上游过水村分并合渠各村，如有挟嫌盗决渠堤，并无故盗毁渠堤，以致险工迭出，难以堵筑，冲漫地土，伤损田苗庄院者，一经查出送官，请照盗决河防例惩办。

二 本渠上下一十八村，如河涨水溢，或蛰陷冰融，冲决渠堤，归该本村赶即修完看守，并将疏于防范之沟首、甲首，送官责惩。

浇灌 原十九条

一 当堂点验时，颁发之木质灰印一颗，长一尺三寸，阔六寸八分，厚一寸九分，上镶满汉合璧文，文曰“通利渠”，准于各村封闭陡门时洒灰印封。此印归值年督水渠长掌管。

二 本渠原定使水章程置有木牌一面，长二尺，阔一尺五寸，厚二寸。嗣因偷水霸浇，纷纷涉讼。经前知府王公换置木牌，发给督渠长掌管，谕令遵照牌章使水。洎同治年间，渠规紊乱，不时上控，复经知府裕公仍伸前议，又换置木牌，于每年签换渠长时，当堂旧缴新领，至今遵行在案。谨录牌文于左：

特授山西平阳府正堂兼管水利事务加五级纪录十次裕，为水利事，照得通利渠浇灌临、洪、赵三县一十八村，自临汾县西孙村，按照分定水程时刻，从下实排，趲上浇灌兴工地土，至赵城县石止村，周而复始。章程本善，前因紊乱渠规控，经上宪批断责惩，飭令更换使水木牌，照依旧规使水，永杜争端。在案查前任王曾置有木牌，责付中五村督渠长掌管，着令

各村沟首转递，自下而上挨次浇灌。讼端既息，旧章堪由。缘近年该渠等不法之徒，仍复不遵渠例，偷水霸浇，滥控不已，殊堪痛恨。本府恭膺简命，来莅兹土，执法如山，存心若水。意欲为尔等兴利除害，息讼安民，合行仍置木牌一面，交督渠长管理，务要遵渠册兴工使水，毋许盗水渔利，霸截强浇。如违，定行重处不贷。须至牌者。

三 登临、安定、好义、李村、嵇村、石明等村，为本渠上游过水村分，不在本渠摊费兴夫，亦不浇灌地土。倘有盗水浇灌地户，定即送官究治。惟登临村有陡口一座，在本渠兴夫一名。每年于马牧渠神庙附祭，归兴工治水督水各渠长管辖约束。

四 原定兴夫地土，须按陡口下逐段编列鱼鳞册簿，段落四至，以便依次浇灌。

九 本渠上下一十八村，水程吃紧时，于陡口下洒灰盖印，应分派各村甲首看守陡口，派沟首昼夜巡视，不准顷刻疏忽松懈。倘不遵渠长分派约束，查出送究。

十三 冬日浇灌亦必依次轮牌，不得藉口冬水无关紧要，夹带浇灌私垦地土，致滋流弊。

十四 各村执牌浇灌时日，本渠迤上村分各陡口，应一律洒灰盖印封闭，不准私拆灰印，恃强霸水，并私行盗水。违则分别送究。

十九 孙曲村类皆高阜水地，不能在陡口下使水者居多。原定旧章用灰石在本渠尾闾处砌成闸口，以木板层递闭塞，横截渠流，激水上行，浇灌该村兴夫地土。当渠水行到之日，迅即限定时刻，无分风雨昼夜赶即浇完，由渠长督催沟首转牌。上行水程，实排趲上以次浇灌，迤上各等村取具，各该沟首浇灌完状，至石止村止，周而复始。除孙曲村外，各村均不得援例砌灰石作闸，搭板浇灌高阜地土。违则送究。

兴工 原十八条

第一条 本渠挖淤掏渠，有分定段落。自西孙村至阎侃村，为下一节，名曰下五村。自太明村至白石村，为中一节，名曰中五村。自李村至北段村，为上一节，名曰上五村。该渠长、沟首，各传集本节人夫，分段开挖。自辛村以上至引汾水之渠口，名曰官渠，合渠一十八村。渠长、沟首各带人夫，合力分段开挖。惟夏月渠口以下一带地方，遇有淤塞，归上三村起夫开挖，名曰挖口。统由督渠长贴传集议。

第二条 石止村涧水一道，马牧村涧水二道，遇有大小工程，无论岁修异常，统归上三村克期完修，于十五村无干。公孙村石桥、北段村涧河，各工程归上五村岁修，白石村涧河工程归中五村岁修，太润涧河与王曲村涧河各工程归下五村岁修。惟十五村内凡有异常工程，仍归十五村均摊，于上三村无涉。

第九条 导源引水之处，常年扎困治水经费，准上三村就近以工作抵。其余一切工程摊款与十五村一律出资。

第十三条 各渠桥梁、陡口、渠堤各工程，均归该村随时修理。如有异常大工，非一村之力所能独任者，临时邀集本渠绅耆另议，应归合渠者，仍归合渠修理。

第十四条 本渠各项摊资，以及常经费，上三村责成兴工，渠长督催；上五村责成治水，渠长督催；中五村责成督水，渠长督催；下五村责成接水，渠长督催。俱按照所管夫役承催均摊。如有紧要工程，由该渠长暂垫，不得吝啬退缩。倘因此贻误者，准合渠送官责革。

第十六条 本渠常年各正项经费，责令各村沟首向花户按夫均摊。开具逐项花费清单，张贴各处，俾众周知。倘有藉端苛派，浮冒影射情弊，准地户禀官究办。

第十七条 兴夫章程各村不一。有每地一亩兴夫一亩者，亦有每地一亩兴夫仅三四分或七八分或几分几厘者，处处不等。是所兴之夫，此与地数相称，彼与地数迥殊，必俟将来清厘时辨明土性沃脊、需水缓急、得利厚薄，如此统筹合计，分别等级折夫核算，始能统归一律。

选举 原十五条

第一条 选举渠长，务择文字算法粗能通晓，尤须家道殷实、人品端正、干练耐劳、素孚乡望者，方准合渠举充。不须一村擅自作主，致有滥保之弊。

第二条 三县额设督渠长一人，总理合渠启闭陡口大小一切事件。由渠源以至渠尾，统归督渠长管理，兼督催中五村各项摊款。雇觅巡水夫二名，归临汾县之王曲村、太涧村、吴村三村轮充。轮至某村充膺，合渠优免该村夫十二名，作为津贴渠长并雇觅巡水夫之用。

第三条 临汾县额设接水渠长一人，帮同督渠长管理临汾县各村一切事件，兼督下五村各项摊款。雇觅巡水夫二名，归临汾县之孙曲村一村充膺，合渠优免该村夫十二名，作为津贴渠长并雇觅巡水夫之用。

第四条 洪洞县额设治水渠长一人，管理渠源、坐口、治水一切事宜，兼督催上五村各项摊款，雇觅巡水夫一名，归洪洞县之杜戍村、白石村、李村三村轮充。轮至某村充膺，合渠优免该村夫八名，作为津贴渠长并雇觅巡水夫之用。

第五条 赵城县额设兴工渠长一人，管理辛村以上各村兴工、摊资一切大小事件，兼巡查上三村陡口。雇觅巡水夫一名，归赵城县之马牧村一村充膺。每年马牧村津贴钱二十贯，作为渠长工食并雇觅巡水夫之用。

第十一条 各村沟首、执事专司办理该村一切事务，并随同渠长在渠口襄办各事。上三、五各等村距渠口甚近，往返较便，故每村额设沟首一名，兼理其事，中五、下五各等村距渠口渐远，一人不能兼顾，故每村额设沟首二名，共任其事。

第十三条 洪洞县之李村，每年充膺督巡水一名，管理合渠巡水事件，并保护公孙村石

桥工程。每年优免该村夫四名，作雇觅工食之抵款。

优免 原九条

一 每年三月二十一日，系前平阳府知府秦公岳降之辰，合渠等村各具特豚，齐集李村并马牧村渠神庙致祭。

五 本渠上下游相距甚远，办理致祭等事往返不便。因在马牧村建渠神庙一座，归上三村致祭，登临村附祭；李村建渠神庙一座，归十五村致祭。

八 本渠各处有优免村分，只准优免兴夫，不准籍口优免在本渠有任便自在使水等名目，以免滋弊。

九 各渠长津贴之资，原出于合渠公摊，由合渠优免值年有渠长之村分夫十一二名，每名夫作钱四千五百文，就近尽数交给渠长，作为津贴渠长并雇觅巡水夫之抵款。定章原不准误期短交，倘该村头目人等故意克扣措勒，不能及时交给渠长，或藉此要挟刁难合渠者，一经查出，准合渠将优免之夫扣留，仍退还各村。由合渠将津贴之钱如数拨给渠长，以免滋弊。该有渠长之村，不得异说，违者送官惩办。

惩罚 原三十六条

第一条 各渠长点验后，不预为布置将满年应用物料并扎困各料制备齐全，以致次年临事贻误者，准合渠禀官责革。

第三条 签换渠长之日，将争充渠长等费，混入点验公费内科派合渠。勒令沟首分认者，准合渠将该渠长禀官责革。

第十三条 所罚各村钱物，须置簿明白登记，归渠长。选举本渠品行端正、家道殷实之绅耆，四节各一二人收管存储，以备合渠岁修工程等项之需。不准交给富不安分之绅董，致有串谋捏销，干没中饱之弊，违则送官严究。

第二十一条 各村地户，故意将应浇地土开作稻田蓄水，甚至将浊水灌入畦内，复将澄清之水放出，希图取巧淤漫，以致贻害水程者，轻则议罚，重则送究。

第二十二条 本渠各地户，如有违犯各项渠例，只准按所犯情罪，罚令修理各工程，无力者罚作苦工，不准罚钱，以免滋弊。所罚之工，须按照所犯情罪轻重，分别议罚，不得漫无限制，有意刁难，违则送究。

第三十二条 本渠各村原有水碓，嗣因渠水无常，历久作废。此后永不准复设，致碍浇灌。违则送究。

第三十四条 公孙村石桥，为本渠第一险要工程，一有疏虞，桥南十四村立成旱阜。倘该村沟首并昼夜巡查之巡水夫，以及督水接水各渠长，不能留心防护，以致损坏之日，尤不

传闻合渠人众、预谋补救之议者，准将看守不力之督巡水及各办公人等一并送官责惩。

杂录 原十一条

第一条 原册载渠例一样四份，值年渠长四人，各承领收执一份，于充膺一年期满时交案，以便发给新渠长承领收执。倘有擦损潮湿遗失等情弊，惟该渠长是问。今仍其旧。

第五条 原册载据临汾县民孙清等，因使水不均，蒙府衙委权府判严明威有来相视地势，从长规画，将本渠分为上中下四节使水，一十五日输流一周。又据下节村分人户孙清诣府衙控告，若准依定分节使水，渠道百里水势不常，比至流到下节，沙渗微细，委是不均，祈再定夺等情，嗣经严公勘得汾河泛涨不时，渠道大小不等，难以预定时辰，断令依旧逐村从下趲上实排浇灌兴夫地亩。但恐人情狡滑，故意宕延虚占时刻，有碍其余使水村分。是以议定，虽系实排浇灌，亦不得过所定时刻。如违，科罚等情按此条。当年拟定各村浇灌时刻，虽经载在渠册，嗣因汾河水势不常，是以至今并未遵行。以后合人等不得拘泥原册，藉口争讼。

5.5、清峪河渠點香记时说

选自：白尔恒等《沟洫佚闻杂录》，中华书局，2003年。

古无钟表，惟有铜壶滴漏以记时辰。究系呆物，不便挪移。因不适於随〔带〕〔代〕，故有用香记时之事。额定一个时候，香长一尺，一尺又分为十寸，一寸又为一刻，故十刻，即为一个时候，香长一尺也。一刻又分为十分，一分又分为十厘，一厘又分为十毫，一毫又分为十丝，一丝又分为十忽，一忽又分为十微也。中国旧制，一时分为八刻。今各渠点香记时，将一个时候，改分为十刻，不遵旧规者，原为记时之便也。

是以各渠均有地亩多寡之不同，而点香记时，亦有长短尺寸之异。所浇地亩，点香长短，各渠虽有不同，而额定香长一尺，为一个时候，均相同也。

故源澄渠，额一尺香，为一个时候，浇地五十亩，每亩额定香长二分。工进渠每一尺香，为一个时候，额浇地三十三亩三分零，则点香额亩，当不只如源澄渠之每亩二分香也。故工进每亩比较源澄，则一亩多浇香一分有零。故工进每一亩地，额定香长三分有零，则较源澄便宜多矣便宜二字，即俗言偏益二字也。而沐涨渠点香，亦额定香长一尺为一个时候。按亩记点，约一尺香浇地五十亩有零，可与源澄相等。馀各渠，浇地点香，地亩多寡，点香长短，虽有异同悬殊之处，总之额定香长一尺，为一个时候，各河渠莫不皆然也。

近代钟表发明，虽用钟表记时，而各河渠浇地，仍按旧规。一时分作十刻，一刻分作十分，一分作为十厘，一厘作为十毫，十丝十忽十微，〔依〕〔亦〕然遵照古规，无相紊乱也。

自后相沿已久，各按地时用水浇地。点香之事，或有或无，非有大交涉，则各照常用水，即不点香矣。如有强霸截浇，不遵规者，始请渠长点香记时，以定时刻起止，受水灌田，务使利益均沾。

或隔年受水，起止不清，以致迟早不按，强霸者先行截浇，以致良懦向隅。始请渠长点香定时，庶交接分受，两相清楚，不〔至〕〔只〕因争水斗殴，釀成事端。

然各河渠规例，原禁亩寡之水，佔亩多之水，以致不遵规而多浇者。罚有差等，载在县志。然而地多者时亦长，亩寡者时亦短。故时多者，即河水微细，渠水不大，以时之长，还能浇几亩地。时少者倘渠水量小，因时期过短，仅能润地页头而已。如不点香记时，还能混赖多浇。倘再点香记时，按亩计香，不能混浑，则吃亏多矣。故点香最有益於香程大家，不利於香程小家。

故全年之中，大香程之家多吃此亏，小香程之家，多佔这些偏益也。惟〔淘〕〔掏〕渠上堰等事，小香程之家多帮几个工，以补混赖大香程全年之水，则天公地道。若再〔淘〕〔掏〕渠上堰等事，小香程之家退后不前，谓自己地少，可推大香程之家上前，自己退后。如大香程之家与小香程之家一〔般〕〔班〕见识，各样事认真，每日浇地必要点香记时，不得混赖，

各按地亩，每一亩额香二分；渠长又要点消香，实每一亩地，只能点一分八厘香也。小香程之家，地少时短，如何能多浇地亩。而大香程之家，地多时长，点香实在愿意的很，既无小香程之家混赖胡浇，又免失香损时，所以亦无人胡挾横流，安然多浇地亩。点香记时为大香程之家必行之事。此点香不点香，大香程与小香程额时浇地吃亏便宜之处也。

是故余源澄渠上各村斗，都莫有点香，虽有旧规遵守，然混赖之处亦多。以故交接分受，起止多不按时，所以迟早不均，惟凭人记，不用钟表，约计午前、午后、午正，吃早饭、吃午饭，日头出、日头落，月亮出、月亮落，将明、将黑种种印板时候。乡间无钟表，所以即有钟表，亦认不的，故不用也。以致起止混赖，迟早不清，而又忘卻点香记时之事，安於故常，究系民情之原也。

惟管村毛家堡，因人情之薄，每月浇地，必按亩点香，亩寡之时，不得估亩多之水；全村之人，均上堰办水，逢过水之日，村中只留几人。浇地不得乱挾胡开口子，水到地头，有多少地，点多少香，如时期已至，不得多点毫厘。即免豪强截霸多浇之患，又省口舌是非。故即点香记时，时期过了，浇不到地，亦不〔怨〕〔愿〕点香之人也。

但点香浇地，必要渠水宏大，才能多浇地亩，如果水鲜微，即润地头亦不到，尚能望其多浇地亩也？故点香浇地，用人不多，惟上堰办水，必要好汉子，且要人多，始能到夹河川道各私渠挾堰放水，渠水才能宏大。故毛家办水之时，人多势众，即逢天旱，月月能要大水浇地。如谁不上堰，则不与谁点香，即不得浇地矣。只此小香程之家吃亏多矣，大香程之家，情愿亦极。

惟愿我村人众，亦照毛家堡，每月按亩点香，则免地头争水，而不上堰巡渠。以致弃堰不管，〔屢〕〔累〕被下堰之人挾堰放水，往往渠乾。不争水於夹河各渠，又不上堰办水，一味在地页头横强睁眼，恶气凌人；甚至使婆娘上前，小娃出头，豪横如此。小香程之家无道理已极，皆由大香程之家平素忍让，将小香程之家优容以致蟹行。大香程之家，地多时长，每月所浇之地，不及小香程之家十分之一。小香程之家只有几亩地，能有多少时候，月月浇完，甚至一月浇两次者，先浇头水，跟〔著〕〔处〕又流二水。而大香程之家，比较起来，能浇多少地，实不如小香程之家也。

故点香记时，大小时程，均按亩点香，大香程之家不吃混赖之亏，小香程之家亦不得故意狡赖，以期多估大香程之家之偏益也。如要大小香程利益均估，惟有点香记时，按时浇地，为最公道也。可仿照毛家堡，按地点香，月月为规，不难地时清楚矣，亦可免狡赖混浑之弊也，又免强横估浇，不呕闲气矣。故请渠长点香，必不可少之事也。其请渠长点香乎否耶，余故特记点香记时之说，以告大香程之家，再勿优容徇情，而不按亩点香，以坐失自己之大利益也。是为至嘱。

5.6、利夫 亦名利户

选自：白尔恒等《沟洫佚闻杂录》，中华书局，2003年。

利夫者，即水册上之正夫也。以其食水之利，故名之曰“利夫”。龙洞渠名之曰“利户”，各河渠均名曰利夫。如手册之正粮名，俗云“红名子”是也。县公署每年征收地丁时，与各里甲颁发手册，使值年里长，执持以为催花户之凭据。故每一红名下，开列地多少亩，粮多少石，正银多少两。以故水册之正夫名下，亦开列地若干亩，受水若干时。渠长执持以为利夫受时点香之凭据。所以买地必须过粮，买水必须过香。但过粮均在里书楼更过。在公署科内扯开收过割條据。过香，均在渠长处更过，亦扯开收过割各條据。或不扯过割各條据。割食画字时，必请渠长到场过香。

源澄渠旧规，买地带水，书立买约时，必须书明水随地行。割食画字时，定请渠长到场过香。亦扯开某利夫名下地若干，水若干，香长若干，各执据以为凭证。收某利夫名下地若干，水若干，香长若干，各执据以为凭证。不请渠长同场过香者，即系私相授受，渠长即认卖主正利夫，而买主即以无水论。故龙洞渠有当水之规。沐涨渠有卖地不带水之例。而源澄渠亦有卖地带水香者，仍有单独卖地亦不带水香者。故割食画字时，有请渠长同场过香者，亦有不请渠长同场过香者。请渠长同场者，乃是水随地行，买地必定带水。不请渠长者，必是单独买地，而不带买水程也。故带水不带水之价额多少，必不同也而工进、下五、八复各渠，当亦同规也。

5.7、贴夫 亦名帮夫

选自：白尔恒等《沟洫佚闻杂录》，中华书局，2003年。

贴夫者，因自己无正夫名，而有买来某正利夫之地水，报知渠长（龙洞渠名之曰斗长，泾阳龙洞渠名之曰水老），即书写买地水之姓名，附贴於卖地水正夫名之下，名曰“贴夫”。即如手册上无正名者，而实系有买来正红名下之地，随带粮若干。故以买地随带之粮，帮纳於手册上正红名之下，名曰“帮夫”。犹龙洞渠之贴夫也清、冶、浊各河渠，名之曰渠长，泾阳龙洞渠名之曰水老，三原高陵二县龙洞渠名之曰斗长。泾阳又有值月利夫。各县河渠，每一渠又有渠绅及代表若干人。

5.8、当水之规

选自：白尔恒等《沟洫佚闻杂录》，中华书局，2003年。

龙洞渠有当水之规。余幼时，受业於泾阳之泾干学校。时同学有刘海天名士鹏者，系县东乡木匠刘家人，种龙洞渠之水地。该乡人来县寻海天，云某处有人当水。海天既有地无水，可将此人之水价当，以便自己浇灌地亩之需。余始细问。该乡人将龙洞渠卖地不卖水之规，与余详细述之。所以水可随意价当。后余住泾，见朱家桥李之安名仁基者，亦种龙洞渠水地，仍有该处村人，寻之安以当水者。余才信龙洞渠地自为地，而水自为水也。故买卖地时，水与地分。故水可以随意价当也。而自己之正夫名，不能随便随地带卖。水可卖可当，而正夫名不能随意卖地（亦）（以）带卖水程也。是以水与地分，地可单独当卖，水亦可随意单独当卖。如买地随带买水，当割食时，必报知水老、堵长、渠绅各公人，到场过割，扯开收各过割执据，以为用水之凭证。然亦系贴夫，非正利夫也。源澄渠为继龙洞后开之渠，诸事仿照龙洞渠规例，买卖当亦如是。余家买城南地时，当割食之日，亦请老渠长范永积到场过香。所以岳芝峰先生有源澄渠过割起止之法程也。

5.9、卖地不带卖水之例

选自：白尔恒等《沟洫佚闻杂录》，中华书局，2003年。

沐涨渠有卖地不带卖水之例。余自司农以来，每留心於水程，周心安系余同学友，李庭望系余同事人也，周心安是孟店里八甲宋家庄人，李庭望是孟店里九甲枣李村人，均沐涨渠利夫也，言伊村堡均有买来孟店里一甲之水地，因自己无水程，都不能浇。余始细问原因，云该水在孟店堡，地（已）（亦）买过，水仍在孟店村，仍是该村之水，不能随意浇地。是地卖而水不带卖也。若逢自己村中水程，因地多时少，不能浇溉；逢彼村之水，水不随地行，亦不能浇。以故沐涨有卖地不带水之例。是以各村之地，均有出入之不齐，粮赋均有多寡之异。而水程之起止，各村均照旧规时刻浇灌，不曾稍有参差之异同也。清峪河各渠，用水规例制度均仿照龙洞渠而行之，沐涨渠如是，而工进、下五、八复、源澄各渠，莫不同规也。

课题 11-1
水资源规划与水权相一致的研究

赵建世（清华大学）

1. 研究进展

1.1 研究计划回顾

(1) 研究内容

- 水资源规划的水权与实际水权的差异理论与实证研究；
- 水权制度与水资源规划的关系研究；
- 中国水资源规划过程的信息结构及利益整合状况分析；
- 水资源规划中公众参与的程序和管理规则；
- 中国水资源规划相关管理法规的完善。

(2) 实地调查日程安排

表 1-1 实地调查计划表

	调查日程	调查地点	目的	参加人数	路线、交通手段
1	2005 年 8 月 (12 天)	黑河流域	调查水权改革及调水实施后社会经济及生态环境的影响	王学风 1 人	北京~张掖 火车往返
2	2005 年 8 月 (5 天)	石羊河流域	调查水权转移历史过程及未来取向	王忠静 1 人	北京~兰州 飞机往返
3	2005 年 7/10 月 (6 天)	黄河流域	调查现行水权的执行状况及其修改可能	赵建世 1 人	北京~郑州 火车往返
4	2005 年 11 月 (3 天)	海河流域	调查海河北系的水权现状及与水资源规划结合状况	王忠静 1 人	北京~天津~大同 汽车往返

(3) 研究进度安排

表 1-2 研究进度安排表

内容	2005年						2006年						参加人	
	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5		6
1 编制研究计划框架	■													王忠静、赵建世、王学风
2 与三本木教授第一次商讨研究计划	■													赵建世、王学风
3 细化研究计划		■												王忠静、赵建世
4 一般性资料收集、整理与分析		■	■	■	■	■								王忠静、赵建世、王学风
5 典型案例实证调查I（黑河流域）			■	■										王学风
6 典型案例实证调查II（石羊河流域）			■	■										王忠静
7 水资源规划与水权关系的调查报告及案例总结			■	■										王忠静、王学风
8 水资源规划中的水权界定规则研究			■	■	■									王忠静、赵建世、王学风
9 撰写论文并提交参加研讨会				■										王忠静、赵建世、王学风
10 典型案例实证调查III（黄河流域）		■			■									赵建世
11 典型案例实证调查IV（海河流域）						■								王忠静
12 中国水资源规划中信息结构和利益整合过程研究				■	■	■								王忠静、赵建世
13 编写中期报告							■							王忠静、赵建世、王学风
14 与三本木教授第二次商讨研究计划修改补充								■						王忠静、赵建世、王学风
15 研究水资源规划中公众参与的程序与管理规则									■	■	■			王忠静、赵建世、王学风
16 研究提出中国水资源规划中水权制度的法规建议										■	■	■		王忠静、赵建世、王学风
17 撰写论文并提交参加学术研讨会													■	王忠静、赵建世、王学风

1.2 2005 年度研究进展

- (1) 完成一般性资料收集、整理与分析；
- (2) 实证调查黑河流域水权改革及调水实施后社会经济及生态环境影响；
- (3) 完成水资源规划中水权界定规则研究；
- (4) 实证调查黄河流域典型案例，并对黄河流域水资源规划与实际水权差异进行研究；
- (5) 重点对石羊河流域进行资料搜集，在此基础上完成初始水权分配理论、规则的研究。

1.3 2005 年度工作调整

(1) 根据研究计划, 2005 年需要完成黑河流域、石羊河流域、黄河流域和海河流域的调研, 由于时间关系, 海河流域的实地调查工作推延至 2006 年完成; 由于石羊河流域工作任务繁重, 2005 年共有 2 人 4 次赴石羊河流域实地考察水权转移历史过程及未来取向。

(2) 根据研究进度安排, 中国水资源规划中信息结构和利益整合过程研究在 2005 年底完成, 受到数据限制, 该项工作顺延至 2006 年完成。

(3) 2005 年, 共进行了 6 次实地调查, 调查地点包括石羊河流域、黄河流域、黑河流域和滇池。

表 1-3 2005 年实地调查日程表

	调查日程	调查地点	目的	参加人数	路线、交通手段
1	2005 年 7 月 (5 天)	石羊河流域	调查水权转移历史过程及未来取向	王忠静 1 人	北京~兰州 飞机往返
2	2005 年 7 月 (2 天)	石羊河流域	调查水权转移历史过程及未来取向	王忠静 1 人	北京~兰州 飞机往返
3	2005 年 7 月 (7 天)	黄河流域	调查现行水权的执行状况及其修改可能	赵建世 1 人	北京~郑州 火车往返
4	2005 年 10/11 月 (5 天)	石羊河流域	调查水权转移历史过程及未来取向	王忠静 1 人	北京~武威 飞机往返
5	2005 年 10/11 月 (12 天)	石羊河流域	搜集石羊河资料	王学风 1 人	北京~武威 飞机往返
6	2005 年 12 月 (6 天)	黑河流域、滇池	调查水权改革及调水实施后社会经济及生态环境的影响	赵建世 1 人	北京~兰州~昆明 飞机往返

2. 调研与实证研究

2.1 石羊河流域水权分配与综合规划方案

2.1.1 基本情势

(1) 流域水资源总量不足，人均量少，严重制约区域经济社会快速、健康发展。

(2) 流域水污染严重，对供水安全和环境安全构成严峻挑战。

(3) 流域地下水长期超采，严重威胁了水资源的可持续利用，威胁着整个流域绿洲安全。

(4) 上中下游用水严重失衡，对流域内社会安定、生态安全和经济发展构成严峻挑战。

(5) 生态环境持续恶化，尾闾脆弱生态系统濒于崩溃，山区水源涵养区严重退化。石羊河流域已成为人与自然不和谐相处、经济社会不能可持续发展的典型区域。

(6) 缺位的流域水资源管理制度，造成流域水资源利用的无序，加剧了对水资源的掠夺，将产生极其严重的社会危机，对构建和谐社会形成严峻挑战。

为使石羊河流域生态环境的恶化趋势得到有效遏制，继续维持绿洲对当代人民供养能力，对石羊河流域进行综合治理是十分必要的，也是非常迫切的。

2.1.2 治理思路

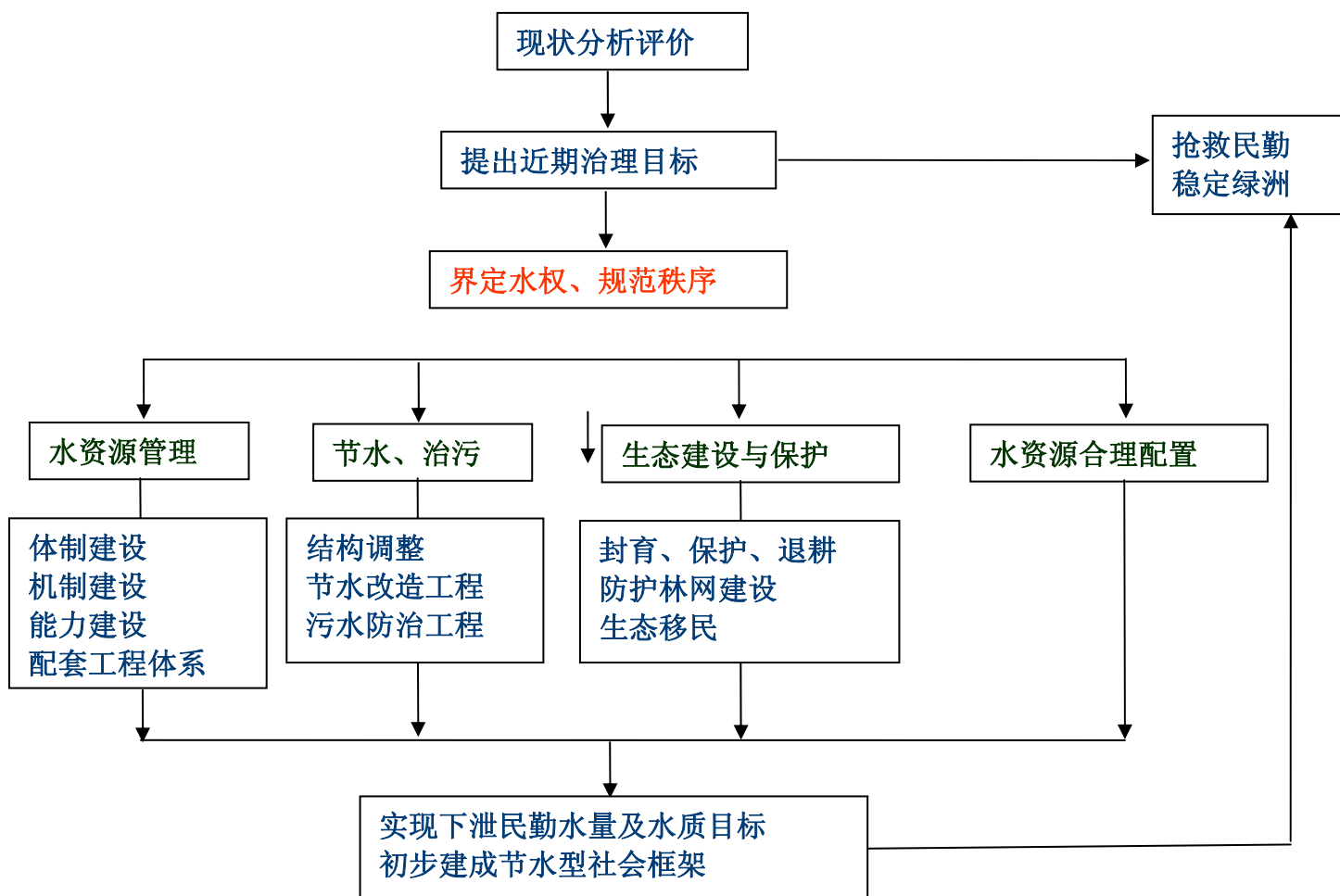


图 2-1 石羊河流域治理思路

2.1.3 界定原则与配置优先序

我国《水法》（2002）第二十一条规定：“开发、利用水资源，应当首先满足城乡居民生活用水，并兼顾农业、工业、生态环境用水以及航运等需要。在干旱和半干旱地区开发、利用水资源，应当充分考虑生态环境用水需要。”

据此，石羊河流域初始水权界定在历史性、现实性、公平性、科学性、可持续性和以人为本的总体方针指导下，将遵循以下四条基本原则：（1）体现国家水权全民所有的原则；（2）基本用水优先、公平与效率兼顾原则；（3）尊重历史和立足现状的原则；（4）民主协商与集中决策相结合的原则。

针对石羊河流域自然环境特点和经济生活发展状况，依《水法》确定流域的水权配置优先序为：充分满足城乡生活用水，保障稳定人工绿洲的基本生态用水，重点满足重点工业用水及一般工业的生产用水，公平保障农民生存的农业基本用水，协调分配其他生态用水、农业用水、环境用水及其他用水。

2.1.4 初始水权分配方案

表 2-1 石羊河流域初始水权界定方案 (单位: 万 m³)

县 (区)		生活用水	工业用水	基本生态配水	农业配水	其他生态配水	合计	
总计		13272	23601	6340	107491	9731	160435	
出山口以下	合计	12285	23103	6234	104687	9731	156040	
	武威市	小计	9389	7991	5065	82502	6511	111458
		凉州区	6373	6330	2931	53424	3219	72277
		民勤县	1955	816	1525	23504	3219	31019
		古浪县	1061	845	609	5574	73	8162
		天祝县	0	0	0	0		0
	金昌市	小计	2883	15112	1169	21401	3220	43785
		金川区	1302	12137	240	3493	1610	18782
		其中:金川公司	250	8550				8800
		永昌县	1581	2975	929	17908	1610	25003
	张掖市	小计	13	0	0	784		797
		山丹县	0			665		665
		肃南县	13	0	0	119		132
	出山口以上	合计	987	498	106	2804		4395
		武威市	小计	858	432	95	1726	
凉州区			73	37	69	1325		1504
民勤县			0	0	0	0		0
古浪县			413	40	26	323		802
天祝县			372	355	0	78		805
金昌市		小计	0	0	0	0		0
		金川区	0	0	0	0		0
		永昌县	0	0	0	0		0
张掖市		肃南县	129	66	11	1078		1284

表 2- 石羊河流域初始水权水量按河流地域分配方案（单位：万 m³）

控制断面	项目	大靖河	古浪河	黄羊河	杂木河	金塔河	西营河	东大河	西大河	合计	浅山区小沟小河	纯地下水资源量	总计
控制断面以上	天然来水量	1268	7275	14282	23797	13670	37011	32317	15768	145389	6360	9983	161732
	小计	101	1182	1746	44	37	75	1091	118	4393			4393
	凉州区			1503						1504			1504
	古浪县	77	724							802			802
	肃南县						75	1091	118	1283			1283
	天祝县	23	458	242	44	37				805			805
	水库损失	10	90	330	0	100	330	240	200	1300			1300
控制断面以下	控制断面水量 (水库出库断面)	1157	6004	12207	23753	13533	36607	30986	15450	139697	6360	9983	156040
	合计	1157	6004	12207	23753	13533	36607	30986	15450	139697			139697
	肃南县							132		132			132
	山丹县								665	665			665
	永昌县							12813	10204	23017	1986		25003
	金川区							14200	4581	18782			18782
	其中:金川公司							8800		8800			8800
	凉州区			12207	17753	13533	19706			63199	4374	4705	72278
	古浪县	1157	6004							7161		1000	8161
	民勤县			22901					3841		26742		4278

注：计入水权水量的浅山区小沟小河水量占不同频率浅山区小沟小河水量的 60%。

2.1.5 水资源合理配置

水资源配置方案受社会经济发展速度、产业结构、地区经济发展步伐、生态环境保护、水资源开发利用的工程措施与非工程措施等各个方面的影响，可供选择的情景很多。为实现规划治理目标，综合考虑石羊河流域当前的工程和非工程情况，在水权框架结构和节约用水的总方针下，依次考虑了如下水资源配置情景：

为满足民勤生态调水目标，围绕红崖山水库的入库水量，设立了景电向民勤调水 4000 万 m³，6000 万 m³，8000 万 m³ 三种情景，东大河向民勤输水 4646 万 m³，3844 万 m³，2000 万 m³ 以及不向民勤输水 4 种情景。确定了红崖山水库入库水量 3 亿 m³、3.2 亿 m³、3.5 亿 m³ 以及 4 亿 m³ 四个目标，考虑了民勤盆地地下水全面禁止开采与仅禁止坝区、湖区地下水开采两种模式。共计生成 96 种方案。考虑各种措施下方案实施的难易程度以及各区拥有的水权，在满足生态目标的前提下，提炼出 18 个方案进行分析计算，如表 2-3 所示。

表 2-3 石羊河流域水资源配置方案集（万 m³）

方案号	红崖山入库水量	景电调水	武威调水 (包括回归)	东大河调水	全面禁止下游地下水开采
1	30000	4000	26000	0	是
2		6000	24000	0	是
3		8000	22000	0	是
4		6000	22000	2000	是
5		8000	20000	2000	是
6		8000	18000	3844	是
7	32000	6000	26000	0	是
8		8000	24000	0	是
9		6000	24000	2000	是
10		8000	22000	2000	是
11		8000	20000	3844	是
11-1		8000	20000	3844	否
12	35000	6000	27000	2000	是
13		8000	24000	3000	是
14		8000	23000	3844	是
14-1		8000	23000	3844	否
15	40000	8000	27000	3844	是
16		8000	26000	4646	是

5.3.3 水资源合理配置方案筛选

水资源合理配置方案综合评价的原则：（1）社会经济发展与水资源开发利用的可持续性；（2）与合理的社会经济发展速度相协调，水的利用要高效率和高效益；（3）各地区的需水破坏深度差别尽可能小，既可减小缺水损失，又兼

顾到社会公平的原则；（4）尽可能恢复石羊河尾间民勤盆地北部的有限湿地。

利用流域水资源系统模拟模型对上述 18 个方案进行逐旬长系列计算，各种方案多年平均红崖山入库水量模拟预测值及流域各盆地地下水均衡状况如表 2-4。

表 2-4 各方案下多年平均红崖山来水及地下水均衡

方案编号	红崖山来水	地下水均衡					
		古浪	凉州	民勤	永昌	金川-昌宁	总计
1	3.00	-0.15	-0.89	1.33	0.31	-0.49	0.11
2	3.01	-0.15	-0.74	1.32	0.31	-0.59	0.15
3	3.00	-0.15	-0.69	1.33	0.31	-0.49	0.31
4	2.97	-0.15	-0.70	1.33	0.15	-0.49	0.14
5	2.97	-0.15	-0.59	1.33	0.15	-0.49	0.25
6	2.93	-0.15	-0.49	1.32	0.02	-0.50	0.21
7	3.20	-0.15	-0.88	1.37	0.31	-0.49	0.16
8	3.20	-0.15	-0.79	1.37	0.31	-0.49	0.25
9	3.17	-0.15	-0.79	1.36	0.15	-0.49	0.09
10	3.17	-0.15	-0.69	1.37	0.15	-0.49	0.19
11	3.13	-0.15	-0.59	1.36	0.02	-0.50	0.14
11-1	3.13	-0.15	-0.58	0.70	0.02	-0.50	-0.51
12	3.47	-0.15	-0.93	1.42	0.15	-0.49	0.00
13	3.49	-0.15	-0.84	1.42	0.09	-0.49	0.02
14	3.42	-0.15	-0.74	1.41	0.02	-0.50	0.05
14-1	3.42	-0.15	-0.73	0.80	0.02	-0.50	-0.56
15	3.82	-0.15	-0.93	1.48	0.02	-0.50	-0.08
16	3.79	-0.15	-0.88	1.47	-0.03	-0.50	-0.09

从表中可以看出，红崖山断面来水基本可以划分为 4 个等级：方案 1~6 的来流基本维持在 3.0 亿 m^3 左右，方案 7~11 及 11-1 维持在 3.2 亿 m^3 左右，方案 12~14 及 14-1 维持在约 3.5 亿 m^3 ，方案 15~16 则勉强达到 3.8 亿 m^3 。上述各方案由于较大幅度地限制了农业超规模用水，加之有景电延长和硫磺沟两各外流域调水，基本可维持地下水总体均衡。

综合分析上述各方案，对照水权框架，红崖山 3.0 亿 m^3 的地表水来水方案中，只有方案 1 能满足民勤的当地基本水权但超过了中游的可能下泄能力（即不能保障中游水权）；在 3.2 亿 m^3 的地表水来水方案中，有方案 7、9、11、11-1 基本满足下游的当地基本水权，但方案 7 超出中游下泄能力，方案 9 没有最大发挥外调水能力，方案 11 为全面禁止下游各灌区地下水开采，实现难度大，故以方案 11-1 最佳；在 3.5 亿 m^3 的地表水来水方案中，可以看到以方案 12 超出中游调水能力，方案 13 公平性欠佳，方案 14 为全面禁止下游各灌区地下水开采，实现难度大，以方案 14-1 为最佳；来水 4.0 亿的目标难以实现。

对比分析非劣的方案 11-1 和方案 14-1，对于石羊河水资源条件和治理目标下，不难看出方案 14-1 更具有优势：一是最大限度地挖掘了外流域调水的潜力；二是最大程度地保证了金昌、永昌、凉州和民勤的水权配置，挖掘了八条河的最佳下泄潜力；三是使流域地下水均衡较好，民勤盆地地下水得到较大补充，并且工农业生产损失小。

上述方案对各区生活、工业、基本生态用水均能保障，农业用水受到不同程度破坏。随着红崖山水库入库水量的增加和石羊河下游地下水开采量的减少，地下水位逐步回升，潜水浅埋区（埋深小于 3 米）面积随时间逐渐增长（如图 2-2）。可见，在民勤县区采用限制开采地下水、利用地表水量置换地下水开采量作为农业用水的政策后，民勤县地下水总的补给量大于总的排泄量，民勤县地下水位逐年回升，地下水浅埋区面积逐年增大。从民勤县湖区的地下水观测孔 Hu4 的水位动态曲线（图 2-3）可看出，各方案下孔 Hu4 的水位均呈上升趋势，在预测时段初期，孔 Hu4 地下水位上升速度大，地下水头上升明显，而在预测时段后期，孔 Hu4 地下水位上升幅度有所减小，这是由于地下水系统在初始的方案这一动力支配下将逐渐呈现动态的平衡状态，即各均衡项将逐步达到平衡。

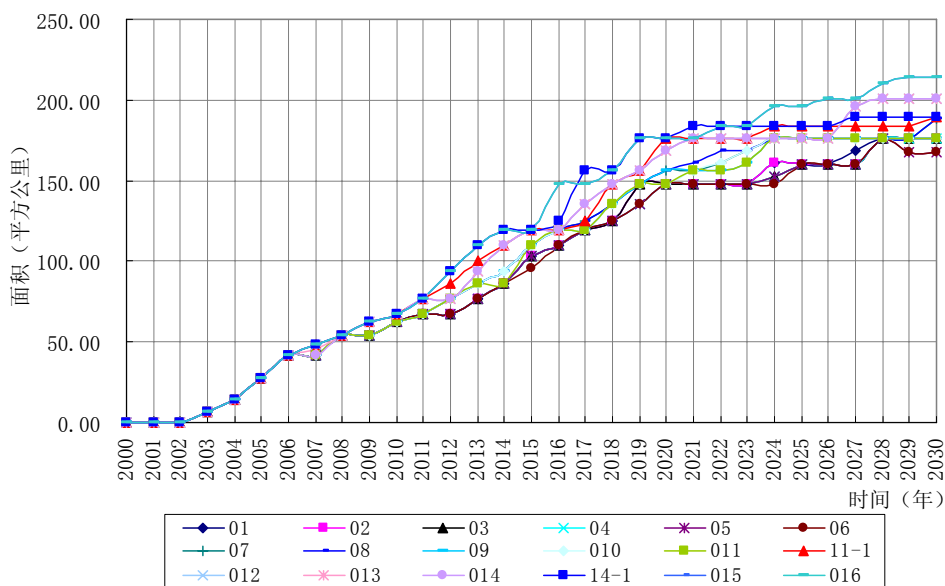


图 2-2 各方案民勤县潜水埋深小于 3 米面积随时间变化图

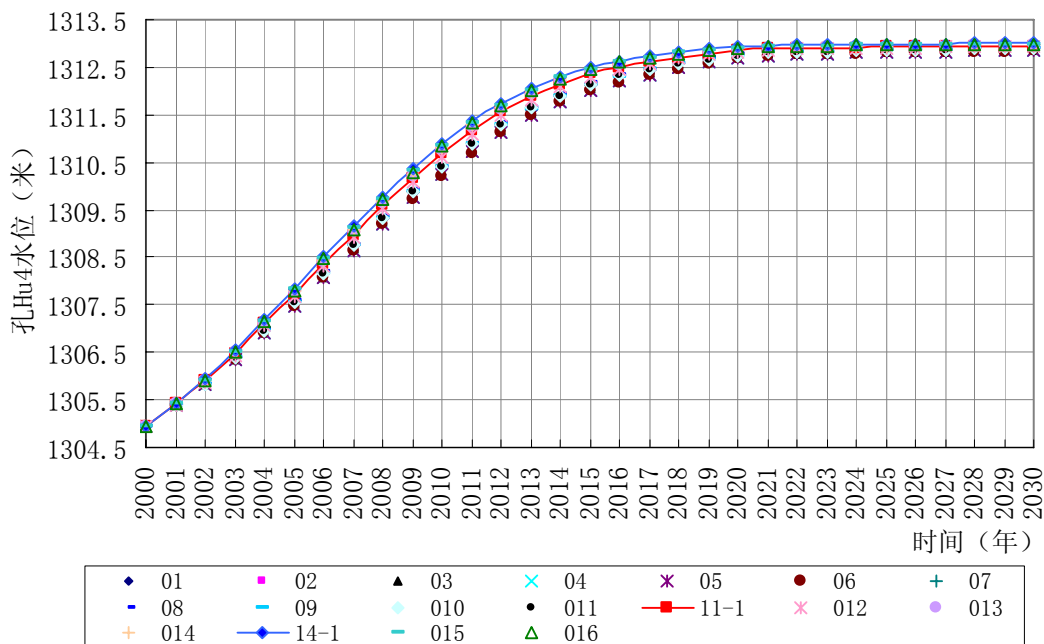


图 2-3 各方案预测的孔 Hu4 水位动态曲线

在考虑了各区社会经济用水满足程度以及生态建设需水，特别是石羊河下游民勤生态环境改变的情况下，为经济合理的完成本次规划制定的目标，我们认为规划方案 11-1 和方案 14-1 是当前形势下石羊河流域的水资源合理配置方案。方案建议：

①景电向民勤调水 8000 万 m³，并通过民调延长将水量直接输送到红崖山水库或民勤县界；

②引疏济金向金昌市调水 4000 万 m³，并通过西金专用输水渠直接输入金川峡水库；

③东大河在满足永昌县的水权水量后，通过二坝专用输水渠向金川峡水库调水 12800 万 m³，其中保证金川公司用水 8800 万 m³，通过东清专用输水渠向民勤调水 3844 万 m³；

④西营、金塔、杂木、黄羊、古浪 5 河在满足凉州区、古浪县水权水量后，利用专用输水渠，向民勤调水 20000 万 m³(方案 11-1)或 23000 万 m³(方案 14-1)，使红崖山水库入库水量最终水达到 3.12 亿 m³或 3.42 亿 m³。调水量主要从杂木河、西营河承担；

⑤鼓励各灌区按配水定额安排灌溉面积，允许除民勤外的其他县区开采不超过现状的地下水量，但总耗水量不应超过水权水量；

⑥限制民勤泉山区、湖区开采地下水用于灌溉，其农业用水有地表水供给，限制民勤其他灌区超采地下水。

专用输水渠是保证石羊河流域水权框架得到实施的关键工程措施。经模型模

拟分析,在不利用专用输水渠强制调水的情况下,各中游水库向下游红崖山水库调水效率极低,如在确定水权分配水量的前提下,对照在景电向民勤调水 6000 万 m^3 条件下有无东清、西营、杂木三条专用输水渠的方案下红崖山入库水量,它们分别为 31651 万 m^3 和 10324 万 m^3 ,这说明了修建专用输水渠对保证民勤水权实现,保证推荐方案实施具有至关重要的作用。

景电向民勤输水工程是一项较成熟的外调水方案,其在 2002 年已投入运行,初步调水量定为 6000 万 m^3 ,本次推荐方案中景电向民勤输水 8000 万 m^3 ,这依靠管理并对景电向民勤输水部分渠道改扩建即可实现,是一种经济可行的方案。

按推荐方案实施,可调整水资源在流域上中下游及东西部分配的不公平状况,调整经济用水与生态用水的不公平性,促进水资源向高效方向转移,促进产业结构调整,促进包括节水灌溉在内的一系列节水技术的提高和推广。按推荐方案,流域各区县生活、工业、基本生态用水均能得到满足,不出现缺水。在各灌区按照水权推荐的灌溉面积或总灌溉水量规模条件下,流域农业仍将出现不同程度的缺水,这时由于灌溉设施利用系数(如渠系利用系数)偏低的缘故,因此一方面要提高灌溉设施利用系数,另一方面在实践中允许开采一定数量的地下水参与水循环。对于民勤盆地,为切实抢救民勤,修复生态环境,必须限制民勤北部(泉山和湖区)开采地下水,限制民勤南部超采地下水。

方案实施后,民勤下游湖区逐步出现局部浅埋区(潜水埋深小于 3m),并随着时间的延长,地下水位浅埋区面积逐渐扩大,本次生态治理目标得以实现。该方案下 5 年末民勤县浅埋区总面积大约为 41 km^2 ,30 年末大约为 176 km^2 ,该方案下 30 年末民勤县浅埋区范围如图 2-4 所示。

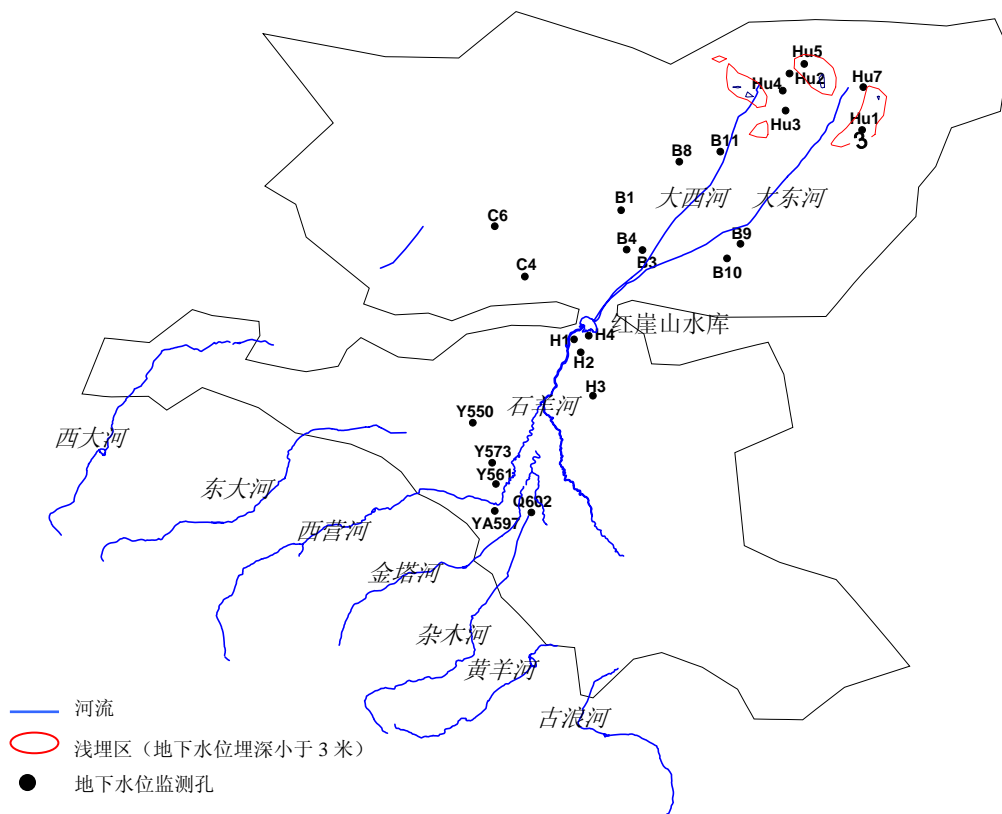


图 2-4 “11-1” 方案（30 年末）民勤县地下水位浅埋区范围

2.1.6 石羊河实证研究小结

- 水资源规划是实现水权分配方案的技术手段和保障；
- 水权分配方案和水权制度是现代水资源规划的前提和基础。

2.2 黄河流域水权方案实施效果评估

2.2.1 规划水权分配简化模型建立

模型主要包括目标函数和约束条件。

2.1.1.1 目标函数

以生态用水保障原则、占用优先原则、基本用水保障原则、公平性原则和高效性原则满意度综合最大为目标函数。

$$\max S = \omega_1 \bullet RES + \omega_2 \bullet ROS + \omega_3 \bullet RBS + \omega_4 \bullet RFS + \omega_5 \bullet RHS \quad (2-1)$$

式中： RES 为生态用水保障原则满意度； ROS 为占用优先原则满意度； RBS 为基本用水保障原则满意度； RFS 为公平性原则满意度； RHS 为高效性原则满意度； ω_i 为不同原则满意度权重系数。

2.1.1.2 约束条件

(1) 生态用水保障原则满意度函数

$$RES = \begin{cases} \frac{W'_E}{W_E} & W'_E < W_E \\ 1 & W'_E \geq W_E \end{cases} \quad (2-2)$$

(2) 占用优先原则满意度函数

$$ROS_i = \begin{cases} \frac{WR_i}{WO_i} & WR_i < WB_i \\ 1 & WR_i \geq WB_i \end{cases} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2-3)$$

$$ROS = \min(ROS_i) \quad (2-4)$$

(3) 基本用水保障原则满意度函数

$$RBS_i = \begin{cases} \frac{WR_i}{WB_i} & WR_i < WB_i \\ 1 & WR_i \geq WB_i \end{cases} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2-5)$$

$$RBS = \begin{cases} 1 & \min(RBS_i) \geq 1 \\ \frac{\min(RBS_i - 0.95)}{1 - 0.95} & 0.95 < \min(RBS_i) < 1 \\ 0 & \min(RBS_i) \leq 0.95 \end{cases} \quad (2-6)$$

(4) 公平性原则满意度函数

$$RFS = \frac{\min(\frac{WR_i}{WO_i})}{\max(\frac{WR_i}{WO_i})} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2-7)$$

(5) 高效性原则满意度函数

$$RHS = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{WR_i \cdot GDP_i}{WO_i} - W_S \cdot \min(\frac{GDP_i}{WO_i})}{W_S \cdot \max(\frac{GDP_i}{WO_i}) - W_S \cdot \min(\frac{GDP_i}{WO_i})} \quad (2-8)$$

(6) 水量平衡约束

$$W_S + W'_E = W_T \quad (2-9)$$

$$\sum_{i=1}^n WR_i = W_S \quad (2-10)$$

(7) 非负约束

$$WR_i \geq 0 \quad i=1,2,\dots,n \quad (2-11)$$

(8) 权重系数和为 1 约束

$$\sum_{j=1}^5 \omega_j = 1 \quad (2-12)$$

式中： W'_E 为水资源使用权分配中的生态分配水量； W_E 为生态环境用水量； WR_i 第 i 分区分配水资源使用权； WO_i 为第 i 分区基准年经济社会耗水总量； WB_i 为第 i 分区基准年基本用水量； GDP_i 为第 i 分区基准年 GDP 值； W_T 为研究流域多年平均水资源总量； W_S 为研究流域经济社会耗水量。

2.2.2 规划水权与实际水权差异的实证研究

规划水权是由水资源规划引申而来的定义，是与实际水权相对应的一个概念。它是根据水权的不同分配原则，对水资源量和质进行划分，因此，它是一个理论值。在实际生活中，由于受到来用水、水利工程等条件限制，它与实际水权常常存在着一定的差异。

实际水权是指一种用水习惯和水文化，它是社会历史文化长期积淀的产物，尽管没有以水法规、水政策的形式规定下来，它却被大多数人认可和接受，是主要的水制度约束。例如，清朝康熙年间，年羹尧在河西走廊诸流域制定的水分配制度，尽管现在没有法律约束，却一直被人们沿用至今。

以黄河流域为例，分析规划水权与实际水权差异。

(1) 实际水权

黄河流域三级区 1980~2000 年实际用水量见图 2-5，各省区用水量见图 2-6。

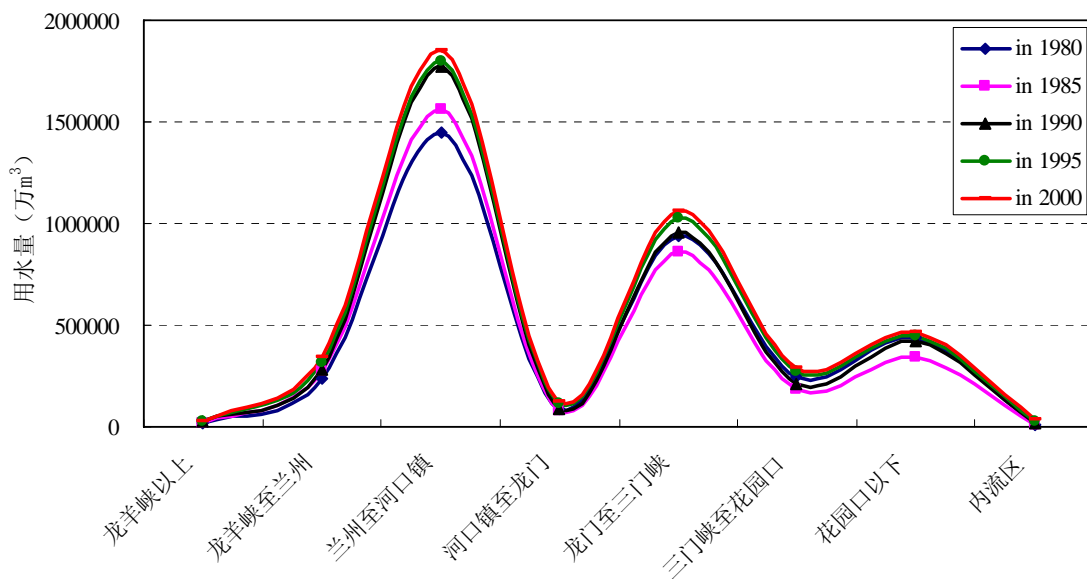


图 2-5 黄河流域三级区 1980~2000 年实际水权

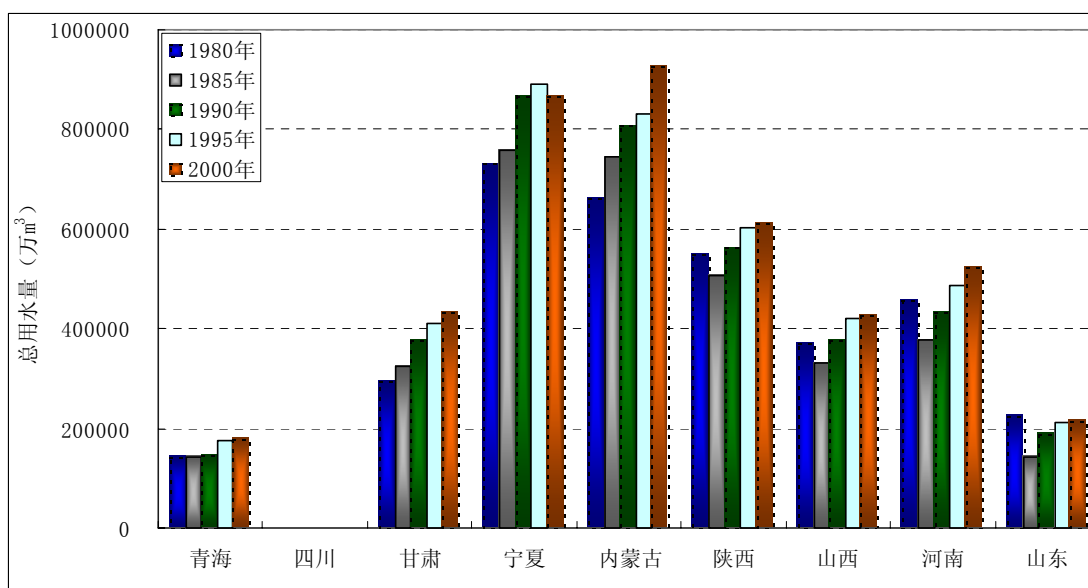


图 2-6 黄河流域省区 1980~2000 年实际水权

(2) 规划水权

在 P=20%、P=50%、P=75% 和 P=95% 频率下，黄河流域水资源总量分别为 817.3 亿 m³、693.2 亿 m³、607.6 亿 m³ 和 504.6 亿 m³。假定在丰、平、枯和特枯水平年来水情况下，分配水资源使用权。

表 2-5 不同水平年黄河流域水资源使用权分配比例

省份	频率			
	P=20%	P=50%	P=75%	P=95%
青海省	0.029	0.028	0.026	0.027

四川省	0.000	0.000	0.000	0.000
甘肃省	0.066	0.062	0.058	0.062
宁夏	0.083	0.078	0.073	0.078
内蒙古	0.161	0.151	0.141	0.149
陕西省	0.091	0.086	0.081	0.085
山西省	0.058	0.054	0.051	0.054
河南省	0.108	0.102	0.096	0.101
山东省	0.145	0.136	0.128	0.135
生态	0.257	0.303	0.346	0.309
合计	1.000	1.000	1.000	1.000

表 2-5 显示了在 P=20%、P=50%、P=75%和 P=95%频率下，黄河流域各省份分配水资源使用权比例。图 3-12 是在不同水平年下水资源使用权分配量。从图中可以看出：在特枯年份生态用水目标 210 亿 m³ 不能得到满足，基本生活用水能够全部满足；由于特枯年份水资源量小于基准年总用水量，因此，占用优先原则不能满足，公平性和高效性原则也不能满足。

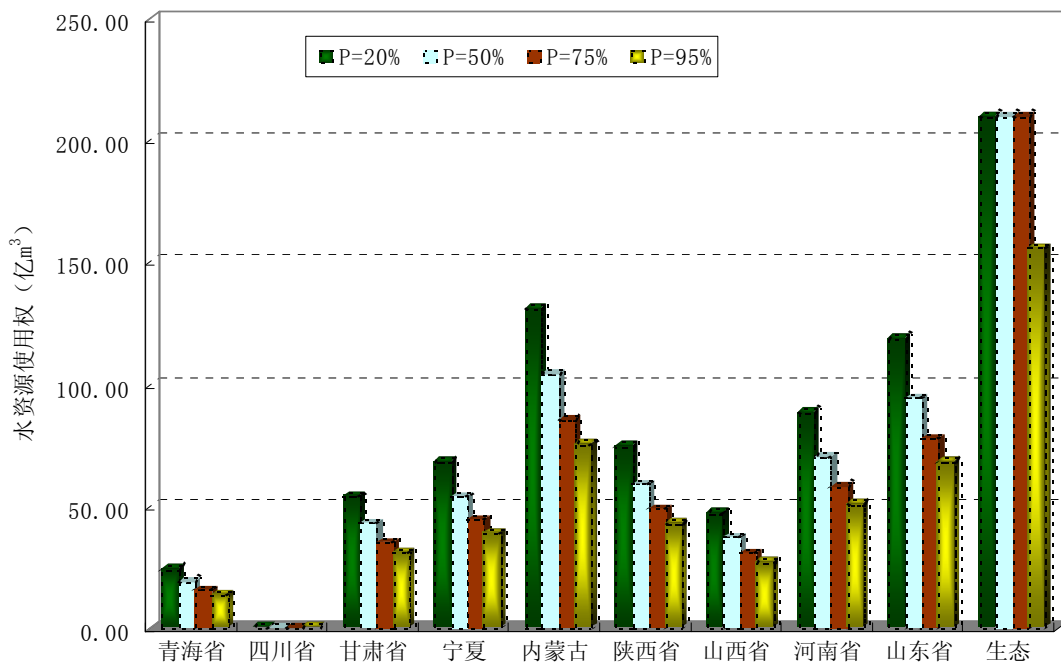


图 2-7 黄河流域不同水平年水资源使用权分配

水资源可利用总量是指地表水资源可利用量加上降水入渗补给量与其所形成的河川基流量之差的可开采部分。其估算公式：

$$W_U = W_{SU} + \rho \cdot (P_r - R_g) \quad (2-13)$$

式中： W_U 为水资源可利用总量； W_{SU} 为地表水可利用量； P_r 为降水入渗补给量； R_g 为降水入渗形成的河川基流量； ρ 为可利用系数。表 2-6 列出了黄河

主要干支流水文站多年平均水资源可利用量计算成果。

表2-6 黄河主要干支流水资源可利用总量

水文站	现状水资源总量 (亿 m ³)	地表水可利用量 (亿 m ³)	降水入渗净补给量 (亿 m ³)	水资源可利用总量 (亿 m ³)
黄河河口镇	356.5	211.0	24.71	230.8
黄河龙门	422.5	233.1	43.39	267.8
黄河花园口	620.8	318.5	88.05	388.9
黄河利津	638.3	320.2	103.4	402.9
湟水民和	21.63	10.28	1.11	11.17
洮河红旗	48.42	21.01	0.16	21.14
渭河华县	95.38	41.52	17.07	55.18
汾河河津	31.28	11.45	12.82	21.71
伊洛河黑石关	31.16	19.17	2.83	21.43

以黄河流域水资源可利用总量 402.9 亿 m³ 分配水资源使用权，计算结果见图 2-8。

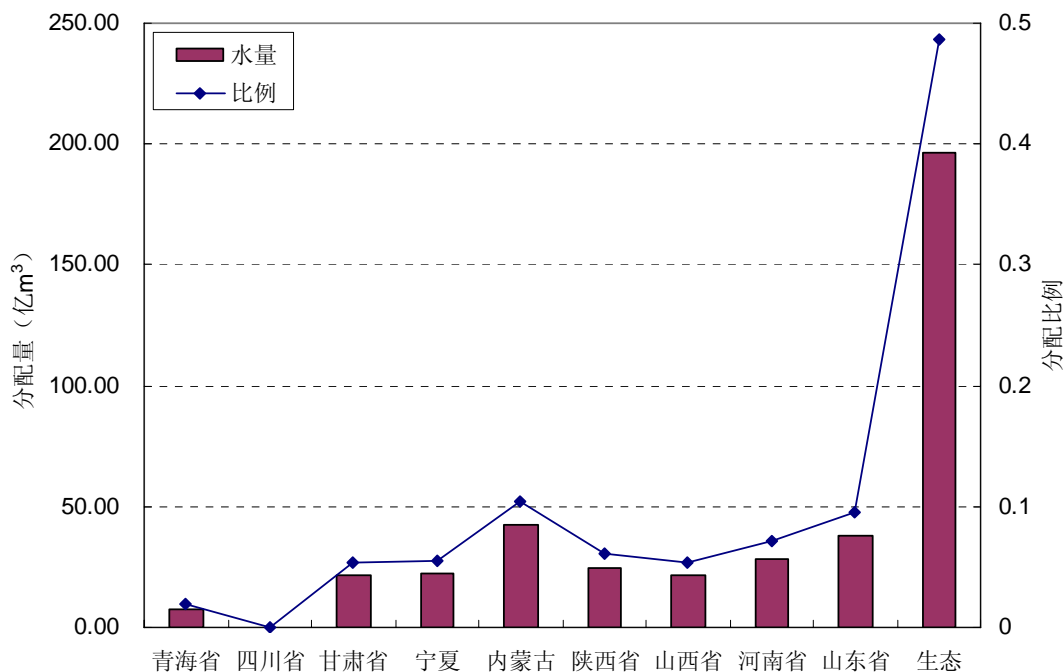


图 2-8 以水资源可利用量分配黄河流域水资源使用权

2.2.3 水权改革后社会经济及生态环境影响评价

采用的基于整体模型的分配效果评估平台，将宏观经济模型和水量配置模型进行了整体耦合，在长系列模拟的基础上，可以对流域由于水权变化导致的宏观经济影响以及生态环境用水过程变化进行详细的分析。

2.2.3.1 模型的整体框架

整体模型技术是当前水资源研究的一种新技术和发展趋势，本次采用的是基于复杂适应系统理论的水资源与国民经济整体模型。整体模型的出发点就是要解决这些局部模型的集成问题，希望通过一个整体的模型框架，将水资源系统中各种元素的相互作用通过内生变量进行联接，从而取代组合模型仅仅通过计算结果的传递来描述元素间作用的方式。整体模型要解决的最基本的问题就是将水文模拟和经济优化统一在一起，当然，模型还应该包括对生态环境用水和社会系统用水过程的描述。

在建立分析复杂系统的定量模型方面，模型在水资源系统研究中引入了复杂适应系统基本理论（complex adaptive system，简称 CAS）和建模方法。霍兰（Holland J H）1994 年正式提出复杂适应系统理论，并对其中的关键环节——受限生成过程（Constrained Generating Procedures，CGP）的理论和建模方法进行了深入的论述，并初步形成了普适理论。复杂适应系统（CAS）理论将系统中的成员称为具有适应性的主体（adaptive agent），简称主体。CAS 理论在自组织和协同论等理论的基础上，将系统的成员看作是具有自身目的与主动性的、积极的“活的”主体，是复杂系统研究在观念上的一大进步，这种进步更多的考虑了元素间的相互作用对系统演化的重要贡献，从方法论上突破了传统的“还原论”的框架。围绕主体这个核心概念，CAS 理论提出了另外几个和系统演化相关的重要概念。在流域水资源系统中，都可以找到相应的特征。根据分析，流域水资源系统具有复杂适应系统的一般特征，可以用这种理论的基本方法进行建模和分析。

根据上述分析，本次建立的整体模型是以不同层次的、具有适应性的主体为基本单位，通过描述同一层次间主体的行为和相互关系，以及不同层次间的信息传递和作用机制，建立用于分析水资源配置问题的复杂适应理论模型。从本质上讲，这应该是一个基于对社会经济运行系统地描述、以水资源的配置和利用为主线的、基于层次结构描述和主体行为描述的模型框架。

（1）主体的分类

为了与当前多数水用户分类标准保持内涵上的一致，适应水资源可持续利用的分析需要，本文根据新口径用水户分类标准，对模型的主体进行划分。将实际的多级政府和政府的多个部门概化为一个流域级政府主体，将各个与水资源利用

相关的用户概化为农业生产主体、农村家庭主体、工业企业主体、服务业企业主体、城市家庭主体、生态主体、水电站主体和污水处理厂主体。每个主体都具有各自的行为及其输入输出，主体的适应性表现为各自具有优化目标。对每一个主体的描述形成了一个局部优化模型。

(2) 主体的适应性与相互作用关系

确定了建立水资源优化配置模型包含的主体后，对系统的层次结构和主体之间的相互关系进行描述是建立模型框架结构的关键。模型中对主体间作用关系的描述如图 2-9 所示。

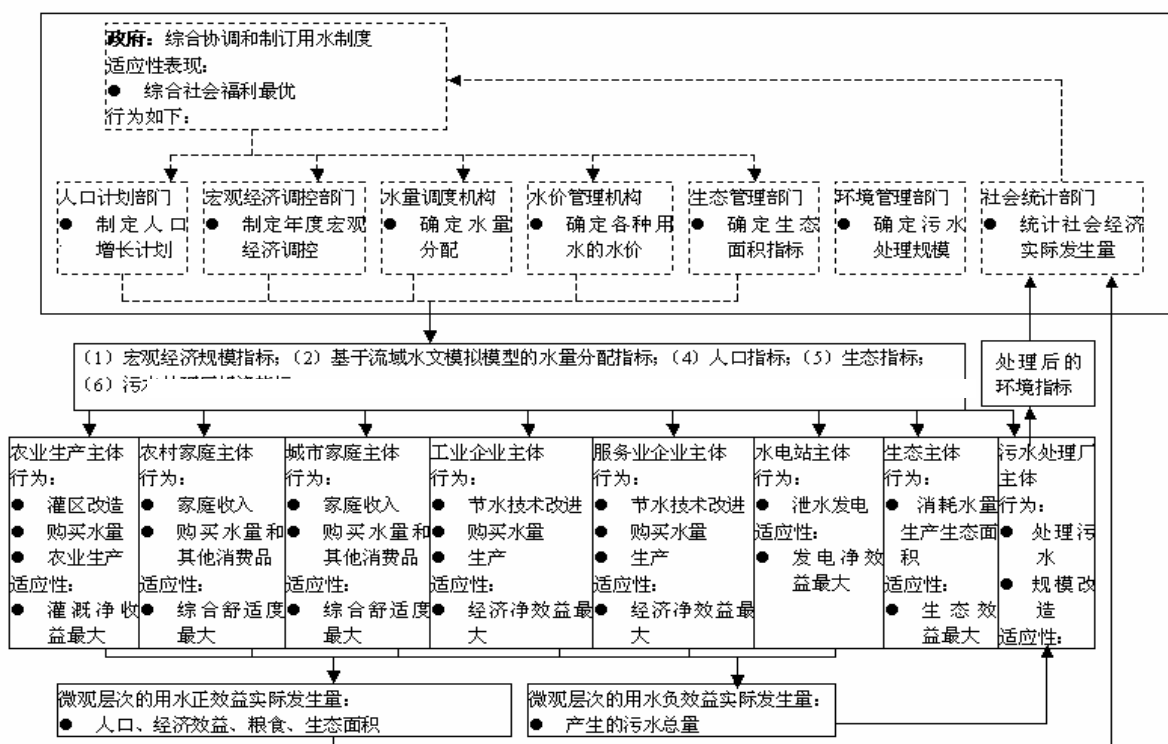


图2-9 模型框架与主体作用关系

在模型框架的基础上，模型的构建就是按照受限生成过程的步骤，用数学的形式描述模型主体的行为和适应性，并建立主体之间的相互关系方程。由于整体模型的全部数学形式较为复杂，本报告仅给出了其中最为重要的两个核心模型——宏观经济投入产出模型和水资源利用模型。

2.2.3.2 宏观经济模型

宏观经济模型包含了宏观经济投入产出中各部分的关系，由(a)总体平衡结构，(b)社会积累与消费，(c)进出口约束，(d)各行业产出及GDP，(e)固定资产与流动资金等。

(1) 总体平衡结构

$$(I-A)X(t,d,s) = B_{Home}(t,s)X_{Home}(t,d) + B_{Social}(t,s)X_{Social}(t,d) + B_{Fixinvest}(t,s)X_{Fixinvest}(t,d) + B_{Stock}(t,s)X_{Stock}(t,d) + X_{Export}(t,d,s) - X_{Import}(t,d,s) \quad (2-15)$$

(2) 社会积累与消费

$$P_{Investup}(t)X_{GDP}(t,d) \geq X_{Fixinvest}(t,d) + X_{Stock}(t,d) \geq P_{Investlo}(t)X_{GDP}(t,d) \quad (2-16)$$

$$X_{Home}(t,d) = P_{Home}(t)X_{GDP}(t,d) \quad (2-17)$$

$$X_{Social}(t,d) = P_{Social}(t)X_{GDP}(t,d) \quad (2-18)$$

(3) 进出口约束

$$P_{Importup}(t,s)X(t,d,s) \geq X_{Import}(t,d,s) \geq P_{Importlo}(t,s)X(t,d,s) \quad (2-19)$$

$$P_{Exportup}(t,s)X(t,d,s) \geq X_{Export}(t,d,s) \geq P_{Exportlo}(t,s)X(t,d,s) \quad (2-20)$$

$$P_{Delta}(t,d)X(t,d) \geq \sum_s X_{Export}(t,d,s) - \sum_s X_{Import}(t,d,s) \geq -P_{Delta}(t,d)X(t,d) \quad (2-21)$$

(4) 各行业产出及 GDP

$$X(t,d,s) \leq P_{Cita}(t,s)X_{Sfixasset}(t,d,s) \quad (2-22)$$

$$X_{GDP}(t,d,s) = P_{GDP}(t,d,s)X(t,d,s) \quad (2-23)$$

(5) 固定资产与流动资金

$$X_{Stock}(t,d) = P_{Stock}(t)X_{Fixinvest}(t,d) \quad (2-24)$$

$$X_{Deltafix}(t,d,s) = P_{Finalfixed}(t,s) \{ P_{Alpha0}(t,s)X_{Sfixinvest}(t,d,s) + P_{Alpha1}(t,s)X_{Sfixinvest}(t-1,d,s) \} \quad (2-25)$$

$$X_{Sfixasset}(t,d,s) = \{ 1 - P_{Disprate}(t,s) \} X_{Sfixasset}(t-1,d,s) + X_{Deltafix}(t,d,s) \quad (2-26)$$

$$\sum_s X_{S\text{Fixinvest}}(t,d,s) + X_{\text{Waterinv}}(t,d) = X_{\text{Fixinvest}}(t,d) \quad (2-27)$$

式中： A 为投入产出系数矩阵； I 为单位矩阵； P_{Cita} 为各行业固定资产产出率； s 是分区； t 代表各水平年； P_{Delta} 为进出口差额占总产出的最大比例； $P_{Disprate}$ 为固定资产折旧率； $P_{Finalfixed}$ 为固定资产形成的最终总系数； P_{GDP} 为附加值率； $X_{Deltafix}$ 为本时段固定资产增量； P_{Home} 为居民消费系数； $P_{Im\ portlo}$ 、 $P_{Im\ portup}$ 、 $P_{Exportlo}$ 、 $P_{Exportup}$ 分别为进出口的允许上、下限系数； X_{Export} 为部门出口； $P_{Investup}$ 、 $P_{Investlo}$ 为来自GDP的投资率系数上下限； $X_{Fixinvest}$ 为固定资产形成资金； P_{Social} 为社会消费系数； X_{Home} 为居民消费； $X_{Im\ port}$ 为部门进口； P_{Stock} 为流动资金的投资系数； X_{Stock} 为流动资金； $X_{Sfixasset}$ 各行业固定资产存量； X_{Social} 为社会消费。

2.2.3.3 水资源利用模型

模型中的主要平衡关系可以描述为：

(1) 水库

$$VE(m+1,n) = VE(m,n) + I(m,n) - O(m,n) - SP(m,n) - LK(m,n) \quad (2-28)$$

$$VE_{\min}(m,n) \leq VE(m,n) \leq VE_{\max}(m,n) \quad (2-29)$$

式中： $VE(m,n)$ 为水库节点 n 第 m 月的蓄水量； $I(m,n)$ 为水库入流量； $O(m,n)$ 为水库出流量； $SP(m,n)$ 为水库的各种供水量； $LK(m,n)$ 为水库渗漏损失量； $VE_{\min}(m,n)$ 为水库蓄水量下限； $VE_{\max}(m,n)$ 为水库蓄水量上限。

(2) 地下水

$$GVE(m+1,n) = GVE(m,n) + GSA(m,n) + GSP(m,n) + GSR(m,n) - EG(m,n) - GSE(m,n) \quad (2-30)$$

$$GVE_{\min}(m,n) \leq GVE(m,n) \leq GVE_{\max}(m,n) \quad (2-31)$$

式中： $GVE(m,n)$ 为地下水库节点 n 第 m 月的蓄水量； $GSA(m,n)$ 灌溉补给量； $GSP(m,n)$ 为降雨补给量； $GSR(m,n)$ 河渠补给量； $EG(m,n)$ 为潜水蒸发； $GSE(m,n)$ 为地下水开采量； $GVE_{\min}(m,n)$ 为地下水库蓄水量下限； $GVE_{\max}(m,n)$ 为地下水库蓄水量上限。

(3) 河道引退水节点

$$O(m,n) = I(m,n) + R(m,n) - SP(m,n) \quad (2-32)$$

式中： $O(m,n)$ 为节点出流量； $I(m,n)$ 为节点入流量； $R(m,n)$ 为节点的退水； $SP(m,n)$ 为引水量。

(4) 汇流节点

$$O(m,n) = \sum_j I(m,n,j) \quad (2-33)$$

对于整个单元来讲，满足以下平衡关系：

$$W_{outflow} = W_{inf low} + W_{runoff} - W_{store} - W_{use} \quad (2-34)$$

式中： $W_{outflow}$ 为单元的出流； $W_{inf low}$ 为单元的入流； W_{runoff} 为单元的区间天然径流量； W_{store} 为单元河道和水库的蓄变量增值； W_{use} 为单元的地表水耗水量。

2.2.3.4 方案设定

为了分析本次水资源初始使用权实用模型的分配方案的经济效果，在以 30 年长系列分析为基础的黄河流域整体模型平台上，采用 2000 年的需水水平和供水水平，即以 2000 年的水资源需求和经济发展水平为上限，设计以下两种方案进行对比，分析在这两个水资源使用权方案条件下，各省区的水资源满足程度和经济发展影响。

方案 1：本方案地表水以国务院分水指标为标准控制各省的用水比例，地下水按照 2000 年实际地下水用水总量控制。

表 2-7 国务院分水指标及其比例（地表水） 单位：亿 m³

年份	青海	甘肃	宁夏	内蒙古	陕西	山西	河南	山东	天津	四川	合计	天然径流量
各省指标	14.1	30.4	40.0	58.6	38.0	43.1	55.4	70.0	20.0	0.4	370.0	580
指标比例	2.43%	5.24%	6.90%	10.10%	6.55%	7.43%	9.55%	12.07%	3.45%	0.07%	63.79%	100%

方案 2：以总水资源量 719 亿方为基础，扣除河北天津的 20 亿方份额，即黄河流域（包括河南山东的流域外部分）剩余可分配总水资源 699 亿方，采用“协商优选法”进行分配，各原则采用等权重（五项原则的权重均为 0.2），生态用水按照 210 亿方考虑，则得到的分水指标如表 7 所示。本方案采用表中的水资源使用权比例控制各省的水资源消耗总规模（包括地表和地下）。

表 2-8 实用模型计算水资源初始使用权及其比例（总水资源量）单位：亿 m³

年份	青海	甘肃	宁夏	内蒙古	陕西	山西	河南	山东	河北天津	四川	合计	总水资源量
各省指标	19.34	43.63	54.93	105.69	60.08	38.09	71.33	95.73	20.00	0.19	509.00	719
指标比例	2.69%	6.07%	7.64%	14.70%	8.36%	5.30%	9.92%	13.31%	2.78%	0.03%	70.79%	100%

采用黄河流域整体模型对以上两个方案进行对比分析，其主要的水资源利用和社会经济指标如表 2-9 和 2-10 所示。

表 2-9 方案 1 的各项指标 30 年系列平均值

省区	总 GDP (亿元)	农业 GDP (亿元)	工业 GDP (亿元)	三产 GDP (亿元)	农田灌溉面积 (万亩)	其它灌溉面积 (万亩)	总需水量 (亿方)	总耗水量 (亿方)	地表水耗水量 (亿方)	地下水耗水量 (亿方)
青海	178.64	19.16	38.42	121.07	213.91	19.72	14.19	12.79	11.74	1.05
四川	3.27	1.35	0.14	1.78	0.41	0.00	0.14	0.14	0.11	0.02
甘肃	660.58	93.52	230.09	336.97	665.55	41.77	32.02	29.36	24.47	4.89
宁夏	259.63	41.06	92.09	126.48	537.38	108.77	40.03	35.97	33.21	2.76
内蒙	674.47	84.81	291.10	298.56	1347.88	284.90	75.24	65.43	49.88	15.56
山西	1055.54	123.20	495.91	436.44	1207.28	31.01	31.12	30.64	9.46	21.18
陕西	1422.67	189.03	488.24	745.40	1519.25	154.24	43.68	41.13	17.61	23.53
河南	1419.09	224.12	616.37	578.60	1435.61	49.26	52.31	52.31	25.15	27.16
山东	1867.55	267.47	858.65	741.43	1679.16	149.00	70.19	62.43	49.64	12.79
合计	7541.44	1043.71	3111.01	3386.72	8606.44	838.67	358.92	330.20	221.26	108.94

表 2-10 方案 2 的各项指标 30 年系列平均值

省区	总 GDP (亿元)	农业 GDP (亿元)	工业 GDP (亿元)	三产 GDP (亿元)	农田灌溉面积 (万亩)	其它灌溉面积 (万亩)	总需水量 (亿方)	总耗水量 (亿方)	地表水耗水量 (亿方)	地下水耗水量 (亿方)
青海	181.57	21.48	38.88	121.21	240.28	22.17	14.19	14.14	13.08	1.06
四川	3.27	1.35	0.14	1.78	0.41	0.00	0.14	0.14	0.11	0.02
甘肃	676.32	102.99	233.51	339.82	727.07	45.88	32.02	31.44	26.55	4.90
宁夏	265.29	45.68	92.99	126.61	598.31	121.14	40.03	39.98	37.22	2.76
内蒙	689.36	96.07	294.38	298.91	1538.37	313.83	75.24	74.52	58.96	15.56
山西	1043.18	114.53	492.51	436.14	1139.48	28.90	31.12	29.35	8.17	21.18
陕西	1421.99	188.43	488.17	745.39	1513.82	153.74	43.68	41.02	17.49	23.53
河南	1419.09	224.12	616.37	578.60	1435.61	49.26	52.31	52.31	25.15	27.16
山东	1926.52	281.60	890.74	754.18	1775.81	157.35	70.19	65.94	53.01	12.92
合计	7626.58	1076.24	3147.69	3402.65	8969.16	892.27	358.92	348.84	239.75	109.08

从上述计算结果可以看出：

(1) 方案 1 的流域多年平均总 GDP 为 7541.44 亿元，方案 2 的流域多年平均总 GDP 为 7626.58 亿元，而 2000 年实际的 7721.22 亿元（即模型中设定的上限），方案 1 比实际偏小 179.78 亿元，占实际水平的 2.33%；方案 2 比实际偏小 94.65 亿元，占实际水平的 1.23%。

(2) 从供水满足程度来看，两个方案地下水消耗水平基本相同，而地表水消耗方案 2 比方案提高了 18.49 亿方，从空间分布来看，方案 2 中青海、甘肃、宁夏、内蒙、山东各省的耗水量增加，而山西和陕西两省的耗水量减少。

导致上述两个结果的主要原因在于对各省耗水总量的控制与现实的需求是否匹配，国务院分水指标对应的方案 1 由于其对各省的控制指标与现实需求差别较大，导致总的水资源分配不尽合理，一些省份缺水严重，经济损失较大；而方案 2 由于其控制指标较为接近现实需求，使得水资源的分配更加合理，供水水平提高，经济损失减少。

2.2.4 黄河流域实证研究小结

(1) 规划水权与实际水权是两个不同的概念；

(2) 初始水权分配方案→水资源规划→制定实施水权方案的措施→实施水量调度管理→产生实际水权，是从规划水权到实际水权的完整过程，这个过程十分复杂，其中有许多需要认真研究的科学问题。

2.3 黑河流域水权方案实施效果评估

2.3.1 黑河流域简介

黑河发源于祁连山北麓，流经青海、甘肃、内蒙古三省（区），干流全长 821 公里。黑河流域战略地位十分重要。中游的张掖地区，地处古丝绸之路和今日欧亚大陆桥之要地，农牧业开发历史悠久，享有“金张掖”之美誉。黑河下游的额济纳旗有我国重要的国防科研基地——酒泉卫星发射中心和长达 507 公里的边境线。黑河下游沿岸和居延三角洲地带的额济纳绿洲，地处我国西部戈壁沙漠和巴丹吉林沙漠的中部，是阻挡风沙侵袭、保护生态的天然屏障。黑河流域生态环境的好坏事关流域经济发展、民族团结、国防稳固的大局。黑河下游的额济纳旗曾经是水草丰美的地方，300 多年前，英雄的蒙古土尔扈特部落从伏尔加河流域不远万里浴血东归，被当时的清朝皇帝特许定居在这里。1994 年，著名林学家董正钧先生还有“南由狼山老树窝起，北至河口，沿东西河及支流两岸，直达居延海滨，均布满天然森林”的记述。直到 20 世纪 50 年代，黑河的尾间居延海还

是碧波荡漾。但是，随着人口增长和经济发展，对水土资源过度开发，进入下游的水量逐渐减少，河湖干涸、林木死亡、草场退化、沙尘暴肆虐等生态环境问题进一步加剧，省际水事矛盾更加突出。1961年，西居延海干涸，东居延海也于1992年变成茫茫戈壁。2000年春，来自黑河下游额济纳的几场沙尘暴持续袭击了我国北方广大地区。干涸的居延海和频繁出现的沙尘暴，成为黑河下游生态环境恶化的重要标志。加之北方其他河流的干旱断流，河流干涸带来的周边生态恶化问题影响了我国社会经济的发展。党和国家对黑河问题非常关注，为合理利用黑河水资源和协调用水矛盾，国务院多次召开会议，研究黑河流域生态环境治理问题。国家计委和水利部先后于1992年和1997年批准了黑河分水方案。2000年5月，国务院总理朱镕基要求抓紧研究解决黑河有关问题。2000年6月19日，黄委黑河流域管理局进驻张掖调度现场，正式启动黑河干流水量调度工作，流域水资源统一管理拉开序幕。2001年2月21日，国务院召开第94次总理办公会议，进一步要求加快黑河流域生态建设治理步伐，用3年时间实现国务院批准的分水方案，尽快遏止生态系统恶化趋势。8月国务院批复了《黑河流域近期治理规划》。

2.3.2 分水规则

2.3.2.1 黑河干流水量分配依据

(1) “九二”水量分配方案

“九二”黑河干流水量分配方案，是指1992年12月，国家计委以计国地【1992】2533号文“关于《黑河干流（含梨园河）水利规划报告》的批复”，即：“在近期内，当莺落峡多年平均河川径流量为15.8亿 m^3 时，正义峡下泄水量9.5亿 m^3 ，其中分配给鼎新片毛水量0.9亿 m^3 ，东风水库0.6亿 m^3 。远期要采取多种节水措施，力争正义峡下泄10亿 m^3 。”

(2) “九七”水量分配方案

“九七”黑河干流水量分配方案，是指1997年12月，经国务院审批，水利部转发的“关于实施《黑河干流水量分配方案》有关问题的函”（水政资【1997】496号），即：“在莺落峡多年平均来水15.8亿 m^3 时，分配正义峡下泄水量9.5亿 m^3 ；莺落峡25%保证率来水17.1亿 m^3 时，分配正义峡下泄水量10.9亿 m^3 。对于枯水年，其水量分配兼顾两省（区）的用水要求，也考虑甘肃省的节水力度，提出莺落峡75%保证率来水14.2亿 m^3 时，正义峡下泄水量7.6亿 m^3 ；莺落峡90%保证率来水12.9亿 m^3 时，正义峡下泄水量6.3亿 m^3 。其他保证率来水时，分配正义峡下泄水量按以上保证率水量直线内插求得。”同时指出：“重大问题决策以后，由地方政府负责具体贯彻执行，并纳入行政首长负责制”。

2.3.2.2 黑河干流水量调度管理暂行办法及水事协调规约

(1) 黑河干流水量调度管理暂行办法

水利部于 2000 年 6 月 14 日颁布了《黑河干流水量调度管理暂行办法》(水资源【2000】221 号), 这个办法对黑河水量调度的范围、原则、权限及监督检查, 都作了具体规定, 明确指出, 黑河干流年内各时段水量调度方案, 由黄河水利委员会黑河流域管理局制订, 并经上级水行政主管部门批准后, 由两省(区)负责实施。

(2) 黑河干流省际用水水事协调规约

《黑河干流省际用水水事协调规约》, 是黑河流域管理局会同甘肃、内蒙古两省(区)水利厅, 经过充分协商, 共同制定的。规约要求成立水事协调小组, 小组成员实行代表制, 首席代表是各方水量调度的全权代表。规约对代表的组成、任命及协调会议的组织形式做了明确的规定, 使省际用水水事协调工作有了基本的行为规范。

2.3.2.3 黑河水量调度的基本原则

(1) 年总量控制原则: 根据国务院和全国水行政主管部门批准的分水方案, 对正义峡下泄水量和鼎新片等各用水户用水量实行年总量控制下的水量结算方法。在实时调度中, 各时段水量分配关系仅作为参考。

(2) 平行线原则: 实施黑河水量分配, 按照分步实施、逐步到位的原则, 在正义峡分配下泄水量指标到位以前, 年度分水采用平行线原则, 即按 1997 年国务院批准的水量分配方案, 莺落峡至正义峡年度分水关系线向下平移, 作为逐步到位时当年的分水关系线; 当莺落峡多年平均来水量为 15.8 亿 m^3 时, 相应正义峡下泄指标 4 年分别按 8.0 亿 m^3 、8.3 亿 m^3 、9.0 亿 m^3 、9.5 亿 m^3 逐步到位。

(3) 逐月滚动修正原则: 根据调度年内已发生时段的来水和断面下泄水量情况, 对余留期的调度计划进行滚动修正, 逐步逼近年度分水方案。

(4) 年际间调度水量偏离值“多退少补”原则: 中游水量调度采用断面水量累计结算的基本方法, 同时遵循经商定的允许误差规则, 即对于方案中确定的正义峡断面年下泄水量指标, 实时调度中经有关方面协商并报请上级水行政主管部门批准后, 允许存在一定的调度误差, 对于多下泄水量造成的误差一般不作明确界定, 但全部计入以后调度年下泄指标; 调度误差值在下一调度年应先行结算, 多退少补。

2005 年度调度期结束, 甘肃省组织实施了 5 次“全线闭口、集中下泄”措施, 累计 102 天, 莺落峡断面实测来水 18.08 亿 m^3 , 正义峡断面实测下泄水量

10.49 亿 m^3 。黑河水先后于 8、9、10 月三次进入东居延海，全年累计入湖水量达 3200 万 m^3 ，最大水面面积 33.8 km^2 ，首次实现了东居延海全年不干涸，为改善下游生态作出了积极贡献。

随着近 4 年来黑河水的连年调入，东居延海重新成为鱼类、鸟类和动物的家园，周边地区重现生机，地下水位回升，草场退化趋势得到遏制，植被种类增多。沿河两岸约 30 万亩濒临枯死的胡杨、柽柳得到了抢救性保护，胡杨林面积由 39 万亩增加到 44 万亩，部分枯死多年的胡杨、红柳根部也吐出了幼苗。黑河下游额济纳段 2004 年植被覆盖率较 2000 年提高了 18% 以上。

2.3.3 分水成效

随着 4 年黑河水调度任务完成和进入下游地区水量的逐年增多，调度效果已开始逐渐显现出来：

(1) 按照黑河分水关系，统一折算到莺落峡断面多年平均来水 15.8 亿 m^3 条件下，正义峡断面进入下游地区的年水量已由实施调度前 1997~1999 年的年均 7.3 亿 m^3 增加到 2000 年的 8.0 亿 m^3 、2001 年的 8.3 亿 m^3 、2002 年的 9.0 亿 m^3 和 2003 年的 9.5 亿 m^3 。

(2) 下游河道过水时间明显增加。2000、2001 年莺落峡来水量分别为 14.6 亿和 13.1 亿 m^3 ，分别属偏枯和枯水年份。2000 年 8~9 月份实施了三次调水，2001 年实施了两次调水，都使额济纳腹地达来库布镇以上河段全线过水，枯水年份实现这一目标，在近 10 年从未出现过。2002 年 7 月和 9 月实施了两次调水使干涸 10 年之久的东居延海进水，东居延海以上全干流过流时间达 43 天。2003 年 8 月和 9~10 月两次调水，东居延海以上全干流过流时间达 29 天，西居延海以上全干流过流时间达 27 天。

(3) 在相同情况下，下游河道过水量增加。1992 年、1997 年和 2001 年，莺落峡年来水量分别为 13.2 亿、13.8 亿和 13.1 亿 m^3 ；均属枯水年，年来水过程也基本相似，狼心山断面年过水量分别为 1.84 亿、2.09 亿和 2.17 亿 m^3 。其中关键调度期，过水量分别为 0.20 亿、0.27 亿和 0.88 亿 m^3 。以 2001 年与 1992 年比较，在中游地区人口增加、需求增长的情况下，进入额济纳旗的年水量不仅未减少，反而增长 18%，其中调度期增长更为明显达 4 倍以上。2002 年 7 月和 9 月两次调水，狼心山断面累计过水量 3.04 亿 m^3 ，其中东居沿海第一次入流 14 天，入湖最大水域面积 23.6 平方公里，最大水深 0.6 米，入湖水量约 0.2350 亿 m^3 ；第二次入流 29 天，入湖最大水域面积 23.8 平方公里，最大水深 0.6 米，入湖水量约 0.2574 亿 m^3 ，累计入湖水量约 0.49 亿 m^3 。2003 年 8 月、9~10 月份调水，

不仅使东居延海两次进水，累计入湖水量约 0.4247 亿 m^3 ，最大水域面积达到了 31.5 平方公里，而且使干涸 43 年之久的西居延海进水，累计入湖水量约 0.2723 亿 m^3 。

(4) 下游河道断流天数逐年减少：1995~1999 年，平水或偏枯年份黑河下游狼心山断面断流 230~250 天左右，实施统一调度后，2000 年断流 212 天，2001 年断流 203 天，断流天数减少近 40 天；2002 年断流 176 天，断流天数减少近 70 天；2003 年断流 157 天，断流天数减少近 90 天；有效缓解了下游生态恶化趋势。

(5) 在 4 年调水过程中，按照既定的技术方案和调度目标要求，在充分考虑水量变化特点和中游地区合理灌溉情况下，积极组织实施“全线闭口，集中下泄”措施，共计“全线闭口”12 次 183 天，连续 4 年完成了正义峡断面下泄任务，如期实现了国务院分水目标。

2.3.4 黑河流域实证研究小结

黑河流域的水量调度是以恢复生态为目标的，其实质是确定了生态环境是合法的水权拥有者，不论是在水权分配方案、水资源规划和水量调度等过程中，都要充分认识这一点。

3. 水资源规划与水权管理理论总结

3.1 水权分配方案与水资源规划关系

- 水资源规划是实现水权分配方案的技术手段和保障；
- 水权分配方案和水权制度是现代水资源规划的前提和基础；

3.2 规划水权与实际水权差异

■ 规划水权是由水资源规划引申而来的定义，是与实际水权相对应的一个概念。它是根据水权的不同分配原则，对水资源量和质进行划分，因此，它是一个理论值。在实际生活中，由于受到来用水、水利工程等条件限制，它与实际水权常常存在着一定的差异。

■ 实际水权指用水的实际效果，是一种用水习惯和水文化，它是社会历史文化长期积淀的产物，它被大多数人认可和接受，是主要受到用水制度、调度能力、政治经济因素等约束。

3.3 从规划水权到实际水权的完整过程

■ 初始水权分配方案→水资源规划→制定实施水权方案的措施→实施水量调度管理→产生实际水权，是从规划水权到实际水权的完整过程。

3.4 生态环境水权的确定

■ 生态环境是合法的水权拥有者，不论是在水权分配方案、水资源规划和水量调度等过程中，都要充分认识这一点。

4. 信息结构与利益整合过程初步分析

4.1 利益整合的关键

■ 在水权制度实施的过程中，各团体的利益整合存在于两个关键步骤中：

- 1、初始水权的分配要科学公正；
- 2、各团体在水市场中要具有同等的权利和地位，市场信息要公开透明；

■ 本次通过研究初始水权分配的模型方法，对解决第一个阶段的信息结构和利益整合问题进行了初步的探讨。

4.2 本次研究的层次范围界定

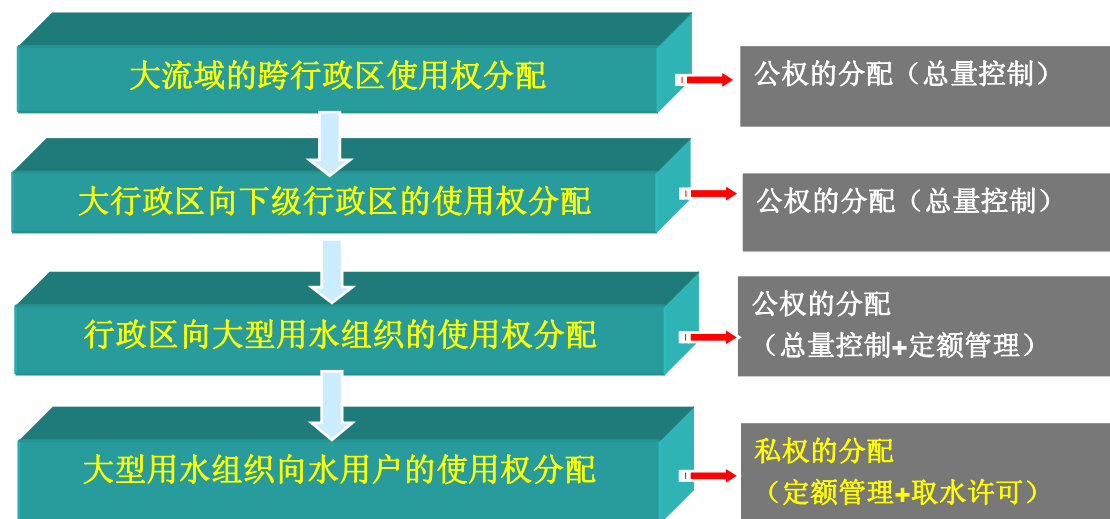


图 4-1 水权分配的层次与权利范畴

水政法[2005]12 号文件《水利部关于印发水权制度建设框架的通知》中明确提出了建立水权制度的基本步骤和内容，如下：

“（1）建立流域水资源分配机制，制定分配原则，明确分配的条件、机制和程序。重点工作是研究区域水资源额度的界定，包括水资源量的配置额度和水环境容量的配置额度。

（2）建立用水总量宏观控制指标体系。对各省级区域进行水量分配，进而再向下一级行政区域分配水量，流域机构和区域负责向用水户配置水资源。区域配置的水资源总量不超过区域宏观控制指标，流域内各区域配置的水资源总量不超过流域可配置总量。

（3）建立用水定额指标体系。合理确定各类用水户的用水量，为向社会用

水户分配水权奠定基础。制定各行政区域的行业生产用水和生活用水定额，并以各行各业的用水定额为主要依据核算用水总量，依据宏观控制指标，科学地进行水量分配。

(4) 建立水权的登记及管理制度……
……”

从上述内容可以看出，水资源初始使用权的分配涉及两个层面：以宏观总量控制为基础的行政区之间水资源使用权总量分配和以定额管理为基础的用户级水资源初始使用权分配。需要说明的是，本次仅研究宏观层面的问题，即流域内不同行政区域（包括省区、地市、区县）之间水资源初始使用权的宏观指标分配方法，而不对具体用户（如灌区、农户、工厂等）的水资源初始使用权分配方法进行研究。

4.3 水资源初始使用权分配的基本原则

在对水资源使用权进行分配时，首先需要确定分配原则。分配原则是水资源使用权分配的依据和方针，关系到分配结果是否合理，能否被广大群众接受。

国外确定水权的主要原则有：河岸所有权原则、占用优先原则、公共水权原则、平等用水原则、公共信任原则、条件优先权原则等。从国外水权制度看，具体实施何种水权原则，与相应的实际情况紧密相关。如水量较为充足的欧洲、美国东部多实行河岸权原则；而水资源相对短缺的美国西部地区则多以占有优先权原则为主，并辅以河岸权原则和惯例水权原则；日本也同时认可上游优先权和时先权先两种水权原则。由于我国的政治经济体制、水资源管理方式等与这些国家不同，这些国家的分配原则只能供我们参考，不能照搬于我国。为此，国内许多专家学者提出了不同的水资源使用权分配原则，通过对收集到的 40 余项原则进行分类整理，形成了 3 大类 20 余项基本原则，具体见表 4-1。

表 4-1 水资源初始使用权分配原则

分配类别	具体原则
指导思想类	可持续原则；合理有效利用原则；安全性原则；粮食安全用水保障原则；注重综合效益原则。
具体分配类	基本生活用水保障原则；生态环境用水保障原则；占用优先原则；河岸权原则；公平性原则；效率优先原则；水源地优先原则；条件优先权原则。
补充类	可行性原则；灵活性原则；政治和公众接受原则（公众信任原则、民主协商、公共托管原则、公众参与、政府最终决策原则）；留有余量的原则；责权利一致的原则；地下水所有权的相对性和绝对性原则；有限期使用原则。

经过分析和筛选，确定以下几项为本文水资源使用权分配的具体原则：

(1) 生态用水保障原则。生态环境用水应该得到保障是可持续发展原则的

核心。生态环境用水包括河道内和河道外两大类，河道内的非消耗性用水（如航运、发电、旅游等）可以纳入河道内生态环境用水统一考虑；河道外的生态环境用水是指通过法律法规确定的特定生态用水，不包括城市环境用水（纳入基本用水范畴进行考虑）。

（2）基本用水保障原则。人类的基本生活用水必须得到优先的满足。基本用水主要是指城市的家庭生活用水、公共用水和城市环境用水，以及农村的家庭生活用水和牲畜用水。基本用水相对于生产性用水具有更高级别的优先权，需要首先满足。

（3）占用优先原则。我国水资源总体较为短缺，且由于制度和历史等原因造成了河岸权制度的实施难度很大，因此，占用优先原则是我国在进行水资源使用权分配时应该遵循的一个重要原则。

（4）公平性原则。水资源不仅是具有公共资源的属性，更是人类生存和发展不可或缺的资源。在我国和其它许多国家，水资源的所有权属于国家，因此，在水资源使用权分配时必须考虑到公平性的原则。

（5）高效性原则。进行资源管理或者资源配置的重要目的之一是实现资源的高效利用，因此，在水资源使用权分配时，应该考虑分配方案的效率水平。

4.4 水资源初始使用权分配思路

在确定了水资源初始使用权分配的基本原则后，还需要确定各种原则的优先顺序或者重要程度，不同的优先顺序和重要程度评估会产生不同的分配方法。本次研究采用了两种分配的基本思路，第一种是根据不同的水资源利用情况确定各种原则的优先顺序，另外一种是对各种原则的重要性通过权重来进行评估。两种思路分别具有各自的优点和确定，同时也会产生不同的分配方法和模型。

第一种基本思路是根据不同的水资源利用程度确定各种原则的优先顺序，可以称为“顺序优先法”。在水资源短缺地区和水资源丰裕地区，水资源初始使用权的分配会面临不同的情况，难度和复杂程度也不同，因此各种原则使用的优先顺序也应该不同。在一般情况下，生态用水和基本生活用水应该为优先满足的用水，因此在水资源短缺的地区（即现状的水资源不能同时满足生态环境和生活生产的需要），在保证生态和基本用水的前提下，占用优先、公平性和高效性原则才可以被考虑；而在水资源丰裕地区（即现状的水资源在同时满足生态环境和生活生产的需要后还有剩余），由于不存在用水的资源型短缺问题，因此保障生态

环境用水、保证基本用水的原则和占用优先原则之间没有冲突，可以同时得到满足，因此其水资源初始使用权分配可以在满足这几个原则的基础上，考虑公平性原则和高效性原则。而不论对于水资源短缺地区还是对于水资源丰裕地区，排污权总量控制原则都是必须考虑的因素，应该根据河道的纳污能力和水资源保护区划确定区域的排污总量。“顺序优先法”的分配流程如图 4-2 所示。

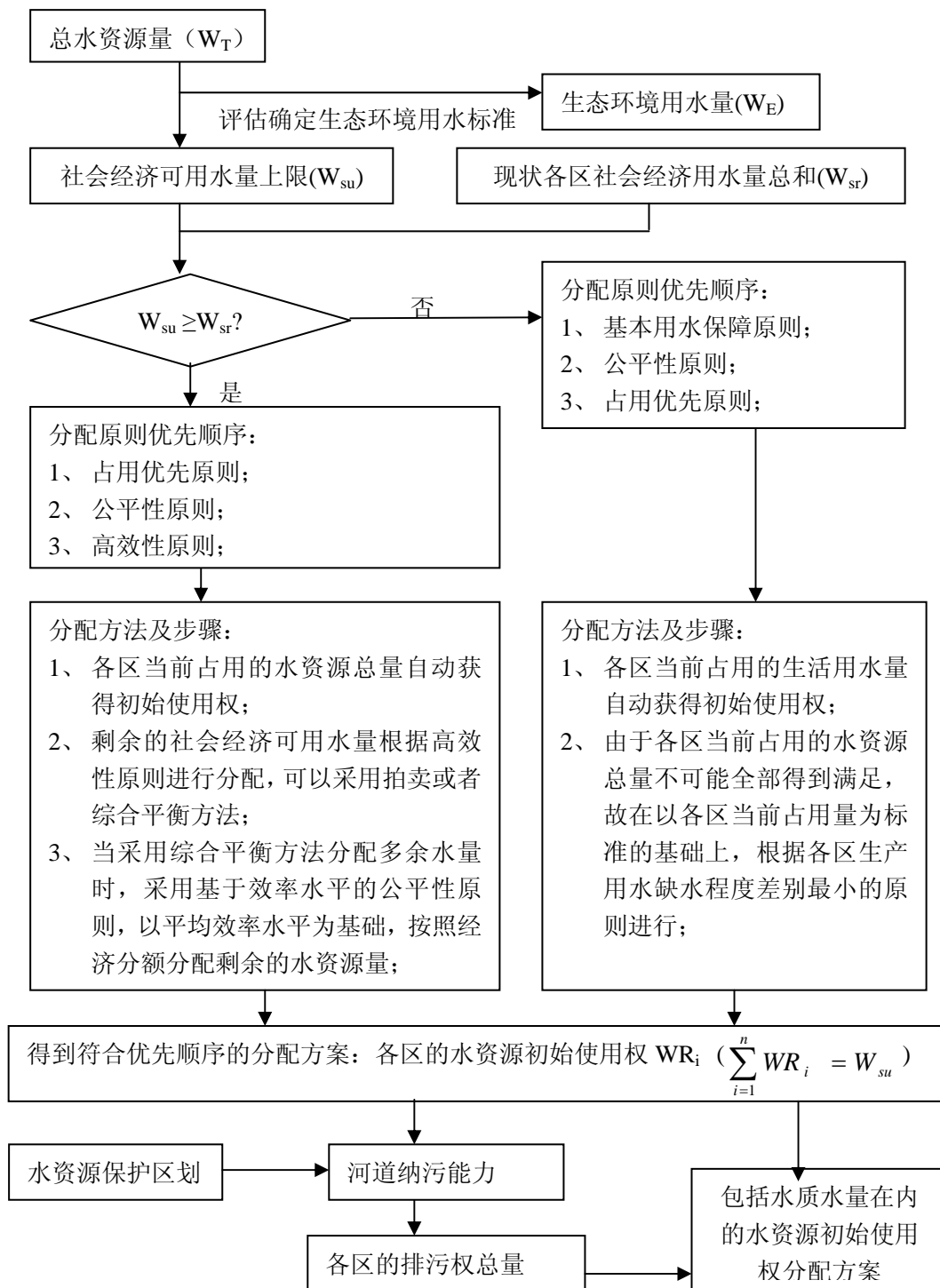


图 4-2 水资源初始使用权的“顺序优先法”分配流程

第二种基本思路是根据各种原则的重要性评估对水资源的初始使用权进行分配，可以成为“协商优选法”。这种方法的核心是首先通过定量的计算模型评估每一个原则被遵循的程度（例如如果各分区的缺水程度完全一样，则可以认为公平性原则得到了很好的遵循），同时以权重的形式反映每个原则的相对重要性（可以采用利益相关各方的代表采用协商会议或者 DELPHI 调查方法得到各原则的权重），采用各原则被遵循的程度加权和来衡量分配方案的合理性，在此基础上，通过优化分析或者情景分析可以得到合理的水资源初始使用权分配方案。“协商优选法”的分配流程如图 4-3 所示。

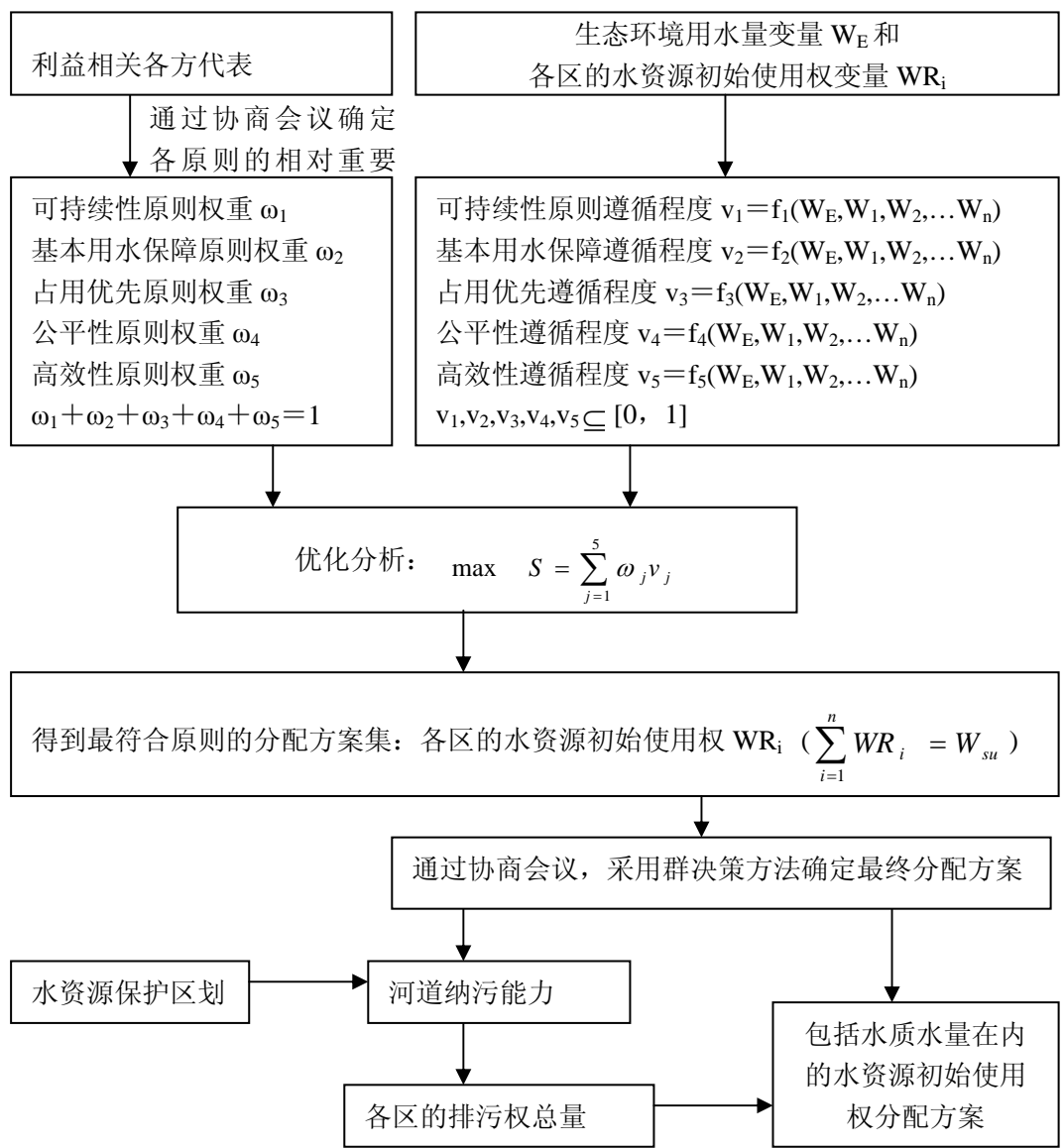


图 4-3 水资源初始使用权的“协商优选法”分配流程

上述两种方法具有不同的特点，其有缺点对比分析如表 4-2 所示。

表 4-2 “顺序优先法”与“协商优选法”对比分析

方法	优点	缺点
“顺序优先法”	1、概念清楚； 2、易于操作； 3、可以减少地区争议，提供工作效率；	1、确定生态环境用水量难度大； 2、灵活性较差； 3、利益方参与程度不够；
“协商优选法”	1、利益方参与程度大； 2、很好地反应了水资源的多目标性，灵活性好，通过协调确定生态用水比例；	1、物理概念和直观性较差； 2、需要协调各方，操作相对复杂；

4.4.1 “顺序优先法”实用模型

按照前述的基本思路，应用“顺序优先法”实用模型进行水资源初始使用权的分配的步骤如下：

(1) 确定研究对象并进行分区，研究对象是指研究的全部空间范围，一般以流域为单元进行，也可以是已经取得确定初始使用权的、需要继续向下分配的较高级别的行政区，如省区、地市；分区是指在研究对象空间范围之内的行政区，如省区、地市和区县等。例如要对某个流域中相关各省区的水资源初始使用权进行分配，首先确定流域的范围并确定可以参加分配的各省区。流域以及相关的行政区之间的关系可以参考“全国水资源综合规划”的附表 2-1-1、2-1-2 和 2-1-3；

(2) 确定研究对象的多年平均水资源总量 (WT)。可以采用相关研究成果的数据，如“全国水资源综合规划”的附表 2-9-1 和 2-9-2；

(3) 确定研究对象的生态环境用水量 (WE)。可以采用相关的专门研究成果，如果没有可参考的成果，则需要进行专门研究。如果不具备进行专门研究的条件，本模型建议采用如下计算方法：

$$W_E = \alpha W_T \tag{4-1}$$

α 为生态需水系数，与气候带及其生态环境生态类型和生态功能有关也。一般情况下可参照下表选取：

表 4-3 生态需水系数与干旱指数关系

气候分区	干旱区 (干旱指数 ≥ 5)	半干旱半湿润区 ($3 <$ 干旱指数 < 5)	湿润区 (干旱指数 ≤ 3)
生态需水系数 α	0.45~0.55	0.55~0.65	0.75~0.85

对于当前严重超载的流域后者地区，可以考虑适当降低生态环境用水标准。例如目前的石羊河流域，如果采用 45%—55% 的生态环境用水比例，则流域的经济将会收到极大的打击，是现实条件不可以接受的，因此可以根据当地情况适当降低标准。

(4) 确定经济社会可用水资源量上限 (W_{su})。即经济社会可以消耗的最大水资源量。采用如下公式计算:

$$W_{su} = W_T - W_E \quad (4-2)$$

(5) 调查基准年各分区的经济社会总耗水量 (W_{sr})。所有分区的经济社会耗水量之和, 包括生产用水和生活用水。

$$W_{sr} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^5 W_{ij} \quad (4-3)$$

W_{ij} 为各分区基准年实际的各项经济社会耗水量, $i=1\sim n$ 为分区个数, $j=1\sim 5$ 为经济社会用水的分项数目: 1 代表城市大生活用水、2 代表农村大生活用水、3 代表一产用水、4 代表二产用水、5 代表三产用水。

(6) 判断水资源的承载情况, 不同的情况采用不同的原则优先顺序。如果 $W_{su} < W_{sr}$, 则研究对象处于超载状态, 转入第 (7) 步; 否则研究对象不超载, 进入第 (8) 步;

(7) 研究对象处于超载状态, 即水资源总量不能同时满足生态环境和经济社会的需求。在已经确定生态环境用水量的情况下, 不可避免的要出现削减经济社会总耗水量的局面。此时, 首先要考虑基本用水保障原则, 然后是公平性和高效性原则。

(7-1) 基本用水保障原则: 各分区的全部基本用水首先自动获得初始使用权, 即 W_{i1} 和 W_{i2} 首先获得水资源使用权, 剩余的水量作为生产用水使用权的上限 (W_{pu}) 进行分配。

$$W_{pu} = W_{su} - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^2 W_{ij} \quad (4-4)$$

注: 根据实际生活用水占总水资源量的比例推算, 即使在干旱区, 在绝大多数情况下不会出现 $W_{pu} < 0$ 的情况, 如果出现这种情况, 可以适当缩小生态环境用水量以满足基本用水的需求。

(7-2) 公平性与占用优先原则: 采用基于占用优先基础上的公平性原则。由于研究对象处于超载状态, 各分区基准年的实际生产耗水之和大于生产用水使用权的上限, 故不能够同时得到满足。在这种情况下, 由于涉及到各方的切身利益, 从一般的伦理要求、物权法的精神和方案的社会认可程度等几个方面综合考虑, 应该采用公平性原则与占用优先原则相结合的分配方法对各分区的生产用水初始使用权进行分配。本次采用基于基准年占用情况的同比例变化方法, 即以基

准年各分区的生产耗水总量为基础，保持各分区的生产用水满足程度相同。综上所述可知，各分区的水资源初始使用权分配的计算公式如下：

$$\begin{aligned} WR_i &= W_{i1} + W_{i2} + \beta(W_{i3} + W_{i4} + W_{i5}) \\ \beta &= W_{pu} / \sum_{i=1}^n (W_{i3} + W_{i4} + W_{i5}) \end{aligned} \quad (4-5)$$

其中： β 为生产用水耗水满足程度， WR_i 为第 i 个分区分配到的水资源初始使用权。

分配后的各分区水权满足以下关系：

$$\sum_{i=1}^n WR_i = W_{su} \quad (4-6)$$

(8) 研究对象处于不超载状态。在水资源总量充足的情况下，各分区的经济社会耗水总量都可以得到满足。此时，首先适用占用优先原则，即基准年的各分区经济社会耗水量自动获得初始使用权；对于剩余水量的分配，适用公平性和高效性相结合的分配原则。

(8-1) 基准年各分区的经济社会耗水量自动获得初始使用权，剩余水量为待分配的经济社会水资源量 W_{nu} 。

$$W_{nu} = W_{su} - W_{sr} \quad (4-7)$$

(8-2) 对于剩余的待分配经济社会用水量 W_{nu} ，有两种分配方式：拍卖和综合平衡分配。

(8-2-1) 拍卖方式：采用拍卖的方式进行分配，这样可以兼顾公平性和高效性，是国外普遍采用的一种水资源初始使用权分配方式。采用这种方式各分区的水资源初始使用权分配的公式如下：

$$WR_i = W_{i1} + W_{i2} + W_{i3} + W_{i4} + W_{i5} + WP_i \quad (4-8)$$

其中 WP_i 第 i 分区通过拍卖得到的剩余水资源初始使用权；各分区的水资源初始使用权满足以下关系：

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n WP_i &= W_{nu} \\ \sum_{i=1}^n WR_i &= W_{su} \end{aligned} \quad (4-9)$$

(8-2-2) 综合平衡法：采用基于效率水平的公平性原则。在占用优先原

则中已经考虑到了对资源利用效率较低地区的照顾和倾斜，因此在剩余水量的分配中应该更多的考虑效率水平的因素，本次采用以研究对象的平均用水效率为基础，按照经济总量份额分配剩余水量的方法，对于用水效率高于平均水平的分区，这种方法得到的剩余水量可以支撑更大的经济增长规模。公式如下：

$$WR_i = W_{i1} + W_{i2} + W_{i3} + W_{i4} + W_{i5} + WF_i$$

$$WF_i = GDP_i * W_{nu} / \sum_{i=1}^n GDP_i \tag{4-10}$$

各分区的水资源初始使用权满足以下关系：

$$\sum_{i=1}^n WF_i = W_{nu} \tag{4-11}$$

$$\sum_{i=1}^n WR_i = W_{su}$$

(9) 根据各分区的水资源保护区划和河流纳污能力，分配排污权。需要满足以下关系：

$$\dots\dots\dots \tag{4-12}$$

4.4.2 “协商优选法”实用模型

按照前述的基本思路，应用“协商优选法”实用模型进行水资源初始使用权的分配的步骤如下：

(1) 确定研究对象并进行分区，研究对象是指研究的全部空间范围，一般以流域为单元进行，也可以是已经取得确定初始使用权的、需要继续向下分配的较高级别的行政区，如省区、地市；分区是指在研究对象空间范围之内的行政区，如省区、地市和区县等。例如要对某个流域中相关各省区的水资源初始使用权进行分配，首先确定流域的范围并确定可以参加分配的各省区。流域以及相关的行政区之间的关系可以参考“全国水资源综合规划”的附表 2-1-1、2-1-2 和 2-1-3；

(2) 确定研究对象的多年平均水资源总量 (WT)。可以采用相关研究成果的数据，如“全国水资源综合规划”的附表 2-9-1 和 2-9-2；

(3) 原则权重调查。采用 DEPHI 调查法调查代表前 5 项原则重要性的权重，并计算最终的综合权重，计算公式如下：

$$\omega_k = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \omega_{ik} \quad k = 1,2,3,4,5 \tag{4-13}$$

$$\sum_{k=1}^5 \omega_k = 1$$

其中： ω_1 代表可持续性原则的权重； ω_2 代表占用优先原则的权重； ω_3 代表基本用水保障原则的权重； ω_4 代表公平性原则的权重； ω_5 代表高效性原则的权重；

(4) 原则满足程度函数的定义。

(4-1) 生态环境用水保障原则满足程度函数的定义。

确定研究对象的生态环境用水量 (W_E)。可以采用相关的专门研究成果，如果没有可参考的成果，则需要进行专门研究。如果不具备进行专门研究的条件，本模型建议采用如下计算方法：

$$W_E = \alpha W_T \tag{4-14}$$

α 为生态需水系数，与气候带及其生态环境生态类型和生态功能有关也。一般情况下可参照下表选取：

气候分区	干旱区 (干旱指数 ≥ 5)	半干旱半湿润区 ($3 <$ 干旱指数 < 5)	湿润区 (干旱指数 ≤ 3)
生态需水系数 α	0.45~0.55	0.55~0.65	0.75~0.85

对于当前严重超载的流域后者地区，可以考虑适当降低生态环境用水标准。例如目前的石羊河流域，如果采用 45%—55% 的生态环境用水比例，则流域的经济将会收到极大的打击，是现实条件不可以接受的，因此可以根据当地情况适当降低标准。

确定生态环境用水标准后，用相对这一值的生态环境用水满足程度来量化生态用水保障原则，生态环境用水满足程度越高，生态环境的可持续性越强。

$$RES = \begin{cases} W'_E / W_E & W'_E < W_E \\ 1 & W'_E \geq W_E \end{cases} \tag{4-15}$$

其中：RES 为方案的生态环境用水满足度； W'_E 为水权分配方案中的生态用水量。

(4-2) 占用优先原则满足程度函数的定义。

将各分区分配到的水资源初始使用权与基准年的实际耗水量进行对比，根据以下公式衡量占用优先原则的满足程度。

$$ROS_i = \begin{cases} \frac{WR_i}{WO_i} & WR_i < WB_i \\ 1 & WR_i > WB_i \end{cases}, \quad i=1,2,\dots,n$$

$$ROS = \min(ROS_i) \tag{4-16}$$

其中：ROS 为方案的占有优先原则满足程度；ROS_i 为第 i 个分区的占有优先满足程度；WR_i 为第 i 个分区的水资源初始使用权，WO_i 为第 i 个的基准年经济社会耗水总量。

(4-3) 基本用水保障原则满足程度函数的定义。

将各分区分配到的水资源初始使用权与基准年的基本用水量进行对比，根据以下公式衡量基本用水保障原则的满足程度。

$$RBS_i = \begin{cases} \frac{WR_i}{WB_i} & WR_i < WB_i \\ 1 & WR_i > WB_i \end{cases}, \quad i=1,2,\dots,n$$

$$RBS = \begin{cases} 1 & \min(RBS_i) \geq 1 \\ \frac{\min(RBS_i) - 0.95}{1 - 0.95} & 1 > \min(RBS_i) > 0.95 \\ 0 & \min(RBS_i) \leq 0.95 \end{cases} \tag{4-17}$$

其中：RBS 为方案的基本用水保障原则满足程度；RBS_i 为第 i 个分区的基本用水保障原则满足程度；WR_i 为第 i 个分区的水资源初始使用权，WB_i 为第 i 个的基准年基本用水量。

(4-4) 公平性原则满足程度函数的定义。

以各用水区域水资源使用权差异最小原则来释义公平性原则。以基准年为基础，各个分区的水资源使用权相对与基准年总耗水量的比例的最大差别最小为评价原则，使初始公共水权的分配相对均匀。

根据以下公式衡量公平性先原则的满足程度。

$$RFS = \frac{\min(\frac{WR_i}{WO_i})}{\max(\frac{WR_i}{WO_i})} \quad i=1,2,\dots,n \tag{4-18}$$

其中：RFS 为方案的公平性原则满足程度；

(4-5) 高效性原则满足程度函数的定义。

根据各分区的基准年的用水效率，采用以下公式衡量高效性原则满足程度。

$$RHS = \frac{\sum_{i=1}^n WR_i \cdot GDP_i / WO_i - W_s \cdot \min(GDP_i / WO_i)}{W_s \cdot \max(GDP_i / WO_i) - W_s \cdot \min(GDP_i / WO_i)} \quad (4-19)$$

其中：RHS 为方案的高效性原则满足程度；WS 为研究对象的经济社会耗水量；

(5) 优化模型的建立。

根据上述原则满足程度评价函数和调查得到的权重，可以构建优化模型，其形式如下：

$$\max \quad S = \omega_1 \cdot RES + \omega_2 \cdot ROS + \omega_3 \cdot RBS + \omega_4 \cdot RFS + \omega_5 \cdot RHS$$

st.

$$RES = \begin{cases} W'_E / W_E & W'_E < W_E \\ 1 & W'_E \geq W_E \end{cases} \quad (4-15)$$

$$ROS_i = \begin{cases} \frac{WR_i}{WO_i} & WR_i < WB_i \\ 1 & WR_i > WB_i \end{cases}, \quad i=1,2,\dots,n$$

$$ROS = \min(ROS_i) \quad (4-16)$$

$$RBS_i = \begin{cases} \frac{WR_i}{WB_i} & WR_i < WB_i \\ 1 & WR_i > WB_i \end{cases}, \quad i=1,2,\dots,n$$

$$RBS = \begin{cases} 1 & \min(RBS_i) \geq 1 \\ \frac{\min(RBS_i) - 0.95}{1 - 0.95} & 1 > \min(RBS_i) > 0.95 \\ 0 & \min(RBS_i) \leq 0.95 \end{cases} \quad (4-17)$$

$$RFS = \frac{\min(\frac{WR_i}{WO_i})}{\max(\frac{WR_i}{WO_i})}, \quad i=1,2,\dots,n \quad (4-18)$$

$$RHS = \frac{\sum_{i=1}^n WR_i \cdot GDP_i / WO_i - W_s \cdot \min(GDP_i / WO_i)}{W_s \cdot \max(GDP_i / WO_i) - W_s \cdot \min(GDP_i / WO_i)} \quad (4-19)$$

$$W_S + W_E' = W_T \quad (4-20)$$

$$\sum_{i=1}^n WR_i = W_S \quad (4-21)$$

$$\sum_{j=1}^5 \omega_j = 1 \quad (4-22)$$

$$WR_i > 0 \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (4-22)$$

(6) 优化得到最符合水资源初始使用权分配原则的方案集合。

根据建立的模型，采用遗传算法进行求解，可以得到分配原则满足程度最高的方案，即可作为研究对象的水资源初始使用权的分配方案。不同的原则权重组合可以得到不同的分配方案，共同构成供协商的备选方案集合。

(7) 利用不满意度最小原则来确定最终的水资源初始使用权分配方案。

利用不满意度最小原理，对备选方案进行群决策。各个方案的总不满意度为：

$$R_j = \sum_{i=1}^m \sqrt{\sum_{k=1}^n R_{i,j,k}^2} \quad (4-23)$$

$$R_{i,j,k} = \frac{Z_{i,j,k}^* - Z_{i,j,k}}{Z_{i,j,k}^*} \quad (4-24)$$

式中： i —为决策者的编号， $i=1, 2, \dots, m$ ；

j —为 P 个非劣解中的方案编号， $j=1, 2, \dots, P$ ；

k —为模型目标的编号， $k=1, 2, \dots, n$ ；

R_i —为方案 j 的不满意度；

$Z_{i,j,k}^*$ —为第 i 个决策者选中的第 j 个方案的第 k 个目标值；

$Z_{i,j,k}$ —为第 j 个方案的第 k 个目标值；

$R_{i,j,k}$ 的取值分三种情况：

① $R_{i,j,k} = 0$ ，即决策者 i 对其所挑选的方案 j 的不满意度恒为 0；

② $R_{i,j,k} < 0$ ，说明其它方案的第 k 目标值大于决策者 i 所挑选的方案中的对应目标值。根据对决策者一般心理的分析，可以认为超出的部分并不增加他的满意度。因此，在此种情况下可令 $= 0$ ；

③ $R_{i,j,k} > 0$ ，大多数情况下属于此种情况，即存在一定程度的不满意。

(8) 根据各分区的水资源保护区划和河流纳污能力，分配排污权。需要满足以下关系：

.....

5. 结论与建议

由于我国法律法规还没有对水资源使用权的分配和流转进行系统规定，因此，在对石羊河流域、黄河流域和黑河流域的水资源规划与水权相一致性研究的时候，就必须对相关法律法规进行完善，为初始分配提供制度保障。

(1) 为明确流域机构在水资源使用权初始分配中的地位提供建议。

(2) 建议出台水资源使用权初始分配管理的相关政策、法规。

(3) 为完善《取水许可制度实施办法》提供可能。

对《取水许可制度实施办法》提出完善意见，并保持初始分配制度与取水许可制度的衔接。

(4) 开展相关研究，为完善《水法》关于水权的规定提供基础。

(5) 其他政策建议。

课题 11-2
保证水权的水资源设施管理运用规则

马兆龙（清华大学）

中华人民共和国水权制度建设
特定课题 II-2 保证水权的水资源设施管理运用规则

最终报告书

2006年8月

研究指导者：倪广恒

研究者：马兆龙

1 研究背景

随着全球经济的发展和人口的增加，水越来越成为中国乃至世界最为稀缺的资源。由于水资源具有不可替代性和稀缺性，我国水资源短缺的矛盾日益突出，为使我国在人口与经济活动不断增长、贫穷与环境退化普遍存在的情况下实现可持续发展，需要对水资源进行优化配置，因此我国建立与完善水权制度，实行水资源的有偿使用和转让来优化水资源配置，提高水资源的使用效率和效益显得尤为重要。

中国水权制度建设研究项目是中国政府与日本政府之间的合作项目，项目旨在对我国水权制度建设和加强水资源管理工作提出具有可操作性的建议，为我国水权制度建设框架的实施提供支持。项目研究内容包括水权物权性与公共性之研究保障、关于建立与节约用水政策相关的用水户的协同规则、与水相关的国家地方以及国民财政负担、水资源规划与水权相一致的研究、保证水权的水资源设施管理运用规则等 16 个方面。项目于 2005 年 9 月正式启动实施，实施期为 1 年。

2 研究方法

本特定课题为保证水权的水资源设施管理运用规则，主要是从水资源设施的操作规则研究的层面上提出了保证我国水权制度顺利实施的相关问题。针对我国水资源设施操作的现状，借鉴国外水资源设施操作的成功经验，提出了保证我国水权实施的具体有效措施。指出当前水资源设施运行过程中遇到的一些问题，不仅在调度方式上缺乏透明性和稳定性，而且在管理机制上缺乏效率。分析我国水权制度改革创新的可能性，并提出了完善我国水权制度的意义在于不仅能明晰水权，加强水资源管理，优化水资源设施调度规则也能提高用水效率，节约用水，有利于保护环境，更有利于打破供水行业的行业垄断。

目前，我国的水库调度主要是围绕防洪、发电、灌溉、供水、航运等综合利用效益所进行的。依据水库既定的水利任务和要求而制定的蓄泄规则，就是我们通常所说的水库调度方式。一般来说，水库调度方式主要分为两大类，即防洪调度与兴利调度。防洪调度的主要任务是确保水库大坝安全和处理防洪与兴利的矛盾。对不承担下游防洪任务的水库而言，防洪调度的主要任务是在确保水库大坝安全的前提下，充分发挥水库兴利效益；对承担有下游防洪任务的水库，防洪调度的主要任务，是在确保水库大坝安全的前提下，处理好防洪与兴利之间的矛盾，通常采用的调度方式有：固定下泄（一级或多级）、补偿调节、预报预泄等，汛限水位是处理防洪与兴利矛盾的基本特征水位。兴利调度一般是在非汛期，

按照水库所承担兴利任务的重要程度,合理分配水资源,谋求经济效益最大化的调度方式,按照工程任务一般分为:发电调度、灌溉调度、供水调度等类型。这些调度方式往往只重视防洪、灌溉、发电等利益,而忽视了河道生态保护的要求,因此,本文中研究提出了如何在防洪兴利的调度中考虑生态问题的建议。本报告主要有概念明晰、案例研究、单因素分析、综合建议等四个部分组成。

3 基本概念

3.1 水权

从法律概念角度而言,水权是描述权利与权利客体的关系概念,应当是水权人对作为客体的水所拥有的占用、支配的权利,应属于物权。从经济学的角度看,水权是一种产权形态。无论是站在法学立场还是站在经济学的范畴上,从法律语言逻辑分析上而言,水权应当包含水所有权和使用权这两种形态。

从历史发展的角度看,水权是与土地权利一样古老的自然资源权利制度,“从历史上说,水的产权比土地产权的历史更悠久,更重要”。水权始终存有公共水权和私人水权的设置,尽管水权制度在历史上经历了多次从公共水权到私人水权,又从私人水权到公共水权的历史变迁,但产权制度始终是非常重要的水事法律制度。一般考察来看,水权结构在大多数国家是复杂多元的,鲜有单一的公共水权或私人水权。在强调公共水权重要性的国家,也不否认私人水权存在的必要。在水资源相对满足人们需要的国家或地方,公共水权的安排往往是基础性的;而在缺水的国家或地方,私人水权才可能起主导作用。

就当今各国来说,强调水资源的公共性是水权制度的主流,即大多数国家都明确规定:水资源属于国家所有,原则上不承认水资源的私人所有权。如日本《河川法》规定:“河川为公共物,其保全、利用以及其他管理必须妥善进行以期达到立法目的;河川的水流不得为私人所有。”英国对公共土地上的河流、小溪、天然航道中的水流以及沿一定已知流向的地下水,任何人没有所有权。有的国家对土地所有权进行限制,如规定“拥有土地并不等于享有根据法律要求必须获得许可证或执照的水源;也不享有改变地表水的权利。”“俄罗斯的绝大部分水土仍归国家所有,虽然部分水体可为地方结构体、公民和法人所有,但这些水体的非国家所有绝对不会对俄罗斯联邦的国计民生和整个社会经济的发展产生重大影响。俄罗斯联邦之所以对水体地方所有权的和私人所有权的客体范围实行严格的限制,这是由水资源的重要性所决定的。”在我国,法律明确规定水资源的所有权属于国家。

在强调水资源所有权属于国家的情况下,水资源的使用权——自然人、法人对国家所有的水资源(包括地下水和地表水)的依法使用、收益的权利的重要性便理所当然地凸现出来。既然法律已明定水资源所有权是单一的、不可变的,也不存在任何可商榷的余地,因此,对水权研究而言,真正有实际意义的是水的使用权。也就是说,对水权研究必须抓住水的使用权这个核心来进行。法律应当采取何种方式来规范、调节、衡平水资源所有人和使用人之间的利益才是水权研究关注的重点。

3.2 水资源设施

水资源设施，是指在江河、湖泊和地下水源上开发、利用、控制、调配和保护水资源的各类工程措施。

一、水资源设施有两层含义：1、是指在江河、湖泊和地下水源上兴建的工程措施。如在江河、湖泊上建设的水坝、堤防、护岸、闸坝等和为从地下水源上取水而打的井等。2、水资源设施是以开发、利用、控制、调配和保护水资源为目的兴建的工程。如防洪、灌溉、排水、阻水、引水、蓄水等工程措施。

二、水资源设施种类较多，大到三峡大坝、水库，小到引水渠道、排灌站、机井站等。水资源设施的建设和保护关系我国水资源的合理分配、有效利用、水害防治及人民群众生命财产安全。

3.3 水资源设施调度规则

水资源设施调度规则是根据设施调度任务、相应特征水位、设施泄流量的判别条件等编制的指导水库调度的操作方式，调度任务主要有防洪、供水、减淤、灌溉、航运等。形式主要有：调度图、水库调度函数、防洪限制水位、正常蓄水位等。调度规则对水库长期运行起到了重要的指导作用。

一直以来，如何从水库的历史运行状况中提取出具有操作性的调度规则，是一个值得人们深入探讨的问题。当前，我国许多水库的运用正从单一目标供水为主向包括工业、生活、灌溉甚至生态环境的多目标供水转变，且各供水目标的优先级和保证率都不同。因此，对水资源设施调度规则的研究就显得愈加重要。

3.4 水库参数定义

水库：用坝、堤、水闸、堰等工程，于山谷、河道或低洼地区形成的人工水域。它是用于径流调节以改变自然水资源分配过程的主要措施，对社会经济发展有重要作用。

特征库水位：水库在各时期和遭遇特定水文情况下，需控制达到、限制超过或允许消落到的各种特征库水位。主要的特征水位有：①正常蓄水位，指水库在正常运用情况下，允许为兴利蓄到的上限水位。它是水库最重要的特征水位，决定着水库的规模与效益，也在很大程度上决定着水工建筑物的尺寸；②死水位，指水库在正常运用情况下，允许消落到的最低水位；③防洪限制水位，指水库在汛期允许兴利蓄水的上限水位，通常多根据流域洪水特性及防洪要求分期拟定。进行水库调洪计算时，可以此水位作为起算水位；④防洪高水位，指下游防护区遭遇设计洪水时，水库（坝前）达到的最高洪水位；⑤设计洪水位，指大坝遭遇设计洪水时，水库（坝前）达到的最高洪水位；⑥校核洪水位，指大坝遭遇校核洪水时，水库（坝前）达到的最高洪水位。

特征库容：相应于某一水库特征水位以下或两个特征水位之间的水库容积，一般均指坝前水位水平面以下的静库容。主要的特征库容有：①死库容，指死水位以下的水库容积。②兴利库容，亦称调节库容，指正常蓄水位至死水位之间的水库容积。③防洪库容，指防洪高水位至防洪限制水位之间的水库容积。④调洪库容，指校核洪水位至防洪限制水位之间的水

库容积。⑤重叠库容，指正常蓄水位至防洪限制水位之间的水库容积。这部分库容既可用于防洪，也可用于兴利。防洪库容与兴利库容完全重叠时，正常蓄水位即为防洪高水位。防洪库容与兴利库容完全分开时，正常蓄水位即为防洪限制水位。⑥总库容，指校核洪水位以下的水库容积。它是划分水库等级的主要依据之一。

3.5 两者联系

本子课题，从本质上讲，就是通过改善水资源设施的调整规则，从而增加相对供水量，保证已经制定好水权的实施。

4 典型事例分析

这一章节主要通过对中国几个水库、闸、堰的研究，分析现状，提出调度规则改善建议。主要事例分析有密云水库、小浪底水库、潘家口水库、都江堰。

4.1 水库与水权保障

4.1.1 密云水库

4.1.1.1 工程概况

密云水库位于北京市密云县境内的潮白河上，控制潮白河流域面积的 81.6%。水库始建于 1958 年，1960 年建成，1976 年唐山地震以后进行了加固。

密云水库是以防洪、供水为主并结合供水发电综合利用的多年调节水库，总库容为 41.90 亿 m^3 。密云水库正常蓄水位 157.5m，主汛期限制水位 147.0m，后汛期限制水位 152.0m，死水位 126.0m。水库遇到 20 年至 50 年一遇洪水限泄 600 m^3/s ，遇到 50 年至 100 年一遇洪水，限泄 1500 m^3/s ，最高洪水位 157.5m，校核洪水位 158.5m，最大泄量 16540 m^3/s 。水库下游河道设计防洪标准为 20 年一遇，校核防洪标准为 50 年一遇，潮白河苏庄站 20 年一遇洪水设计洪峰流量为 2260 m^3/s 。

密云水库年均天然入库径流量为 14.54 亿 m^3 ，年际丰、枯变化较大，年内分配很不均匀，最大年径流 48.70 亿 m^3 ，最小年径流 2.83 亿 m^3 ，汛期来水占全年 70%。密云水库库容系数为 2.9，调蓄能力强。

4.1.1.2 水权分配

密云水库原是以防洪和为工农业供水的综合利用水库。八十年代前，除供给津冀用水外，北京市约 150 万亩农田用水，也来自密云水库。那时为城市工业与生活供水数量较少，只是作为官厅水库对城市供水的补充水源。所以，在这一时期，密云水库对北京市来说，是以农业供水为主，以城市供水为辅的功能，同时，调度方式基本为“多水多用、少水少用”，基本上没有发挥水库的多年调节作用。自八十年代开始，一方面官厅水库来水量显著衰减，另一方面首都城市工业、生活、农业和河湖环境用水急剧增长，根据国务院决定，密云水库先后

停止了向津冀供水，转而向首都城市大量输水，同时减少了供给京郊农田灌溉的水量。从此，密云水库水资源的功能，便开始向以城市供水为主的方面转化，今后一段较长时期，这种功能趋势将日益明显。据查证，官厅水库向首都城市的工业、生活、农田和河湖供水量已经由六十年代平均 9 亿 m^3 锐降到 1988 年的 3 亿 m^3 左右，1997 年前其一直和密云水库担负着为首都供应饮用水的重任。由于其上游河北张家口一线数十家造纸厂、化肥厂、酒厂的工业废水不达标排放及张家口、下花园、沙城等重镇的生活污水的直排而受到污染，水体退变为四、五类，1997 年被迫退出城市生活饮用水源地的位置。退出饮用水源地后官厅水库一直未歇，目前其是首都工业用水的主要水源，为京西各大工业、企业供水；而密云水库年供水量中，在农业上的百分比，由 1965 年前的 100% 下降到 1985 年的 48%，城市的则由 0% 上升至 52%。进入九十年代以后，首都城市地表水的供给，基本上就由密云水库取代。可以说，在城市供水方面，密云水库担负着绝对重要的任务。

密云水库建成至今，成功地拦蓄了上游发生的全部洪水，其中拦蓄 $1000m^3/s$ 以上洪峰 23 次。潮白河下游再未遇到洪水灾害，使得下游免淹耕地面积达 172.6 万 hm^2 次，保障了人民生命财产安全及社会稳定。截至到 1998 年底，密云水库近 40 年来已经累计向北京、天津城市供水 151.2 亿 m^3 ，向京津冀农业供水 166.7 亿 m^3 ，向京津唐电网输送 28.6 亿 kwh 的电量，累计捕捞成鱼 3460.8 万 kg ，网箱养鱼 2727 万 kg 。对下游地区人民生产及生活用水有着不可替代、举足轻重的影响。

此外，密云水库的水还通过 110km 长的京密引水渠，输向昆明湖、北海、中南海、筒子河等湖泊、河流，维护着首都城市风貌的古韵。

随着首都城市建设的发展，外来人口增多，北京的需水量与日俱增，密云水库已成为北京市重要的地表饮用水源，其供水量已占北京城市用水总量的 50% 以上。

如果说首都北京是全国的心脏，那么，密云水库输出的水就是维系这颗心脏跳动的血管管好它，需要科学的调度，严格运行管理制度以及敢于负责、无私奉献的精神。

4.1.1.3 调度规则

一、防洪控制

水库防洪安全，一方面指水库调度洪水可以对下游保护目标起到防洪安全作用，另一方面即为了水库本身的运用安全也要具有一定的调蓄洪水的能力，根据这两方面的要求，决定了水库的防洪控制运用方式。

密云水库原设计防洪控制是当洪水频率在百年一遇以下时，水库下泄量不超过 $1000m^3/s$ ，以保证下游防洪安全，洪水达到 300 年一遇标准时可以下泄到 $2770m^3/s$ ，超过此标准则保水库安全为主，不再考虑水库下游的防洪需要。水库安全标准为千年洪水设计，最高洪水 157.5m，万年洪水校核，最高水位为 159.5m，汛限制水位 8 月 15 日前为 148m，8 月 15 日后为 152m，汛末正常蓄水位为 157.5m。

密云水库投入运行以后，在防洪控制运用上基本上按照设计运行方式运行，累计拦蓄大于 $1000m^3/s$ 以上的洪水 10 次，均避免了给下游带来洪灾，据估算，30 年拦洪可免淹耕地 1300

多万亩次。但是水库投入运行以后，各种条件都与设计条件有所区别，每年都要根据具体情况制定当年的防洪控制运用计划，才能充分发挥水库效益。根据密云水库的运行实践，有如下几个问题值得总结：

（一）汛期限制水位的确定和使用

密云水库的设计汛期限制水位原为 148m，即为了水库调蓄洪水，每年入汛后要预留 18 亿 m^3 的防洪库容。在 1962 年核算时发现原设计中在万年洪水调洪时，百年洪水泄流 $1000m^3/s$ 的约束条件得不到满足，必须将百年洪水阶段下泄 $1000 m^3$ （计 12 小时）加泄到 $1200 m^3/s$ ，设计文件中称要求 12 小时预报加泄。这在运行中是无法实现的，因为洪水发生过程中不是 12 小时预报即能判定是万年洪水，加泄也就没有依据，所以把限制水位由 148 米降至 145 米。

汛期时段的划分，原设计是 8 月 15 日为界，分为大汛和秋汛两个时段。在制定运行计划中，又重新分析了本流域洪水出现规律，以洪峰流量最大值 $\geq 1000 m^3/s$ 的洪水取样统计，分析了 16 次洪水，出现在 7 月 10 日至 8 月 10 日，也完全符合民间流传这一地区大洪水季节是“七下、八上”的谚语。因此，大汛时段分由 8 月 15 日提前到 8 月 10 日，水库可以提前 5 天蓄水。

（二）多年调节水库的防洪控制

密云水库为多年调节水库，有相当的年份、尤其是水库初蓄阶段汛期限制水位以下的库容有相当部分空着，如何根据当时的实际情况，利用这部分库容参加调洪，是多年调节水库应该注意的问题。

密云水库 1963 年汛前，水位预测将降至 122 米左右，再由于工程上的一些原因，汛期的防洪控制和汛后的蓄水计划，都与设计指标有所不同。运用计划中，曾经考虑了这样的方案，即防洪限制水位降到 140 米，如发生设计标准洪水，在设计洪水限制水位之前，因为低水位的泄流能力所限，泄量并不大，随着水位的抬高，泄量逐渐加大，这种先小后大的泄流方式，既满足了水库安全要求，又对下游防洪有利。但由于 1963 年来水偏枯，汛期水位一直是在 140 米以下运行的。

（三）对不同典型洪水的分析

由于设计时是选取的最不利洪水典型为控制，运行中实际发生的洪水并不一定如此。所以在作防洪控制方案时，还要对不同典型洪水进行分析，运行中才可以有针对性地进行洪水调度。例如密云水库在运行中分析了“早到”型洪水和“迟到”型洪水，还分析了“矮胖”型洪水，分别为：1958 年典型，洪峰出现在 7 月 14 日；1954 年典型，洪峰出现在 8 月 10 日，1956 年典型则为峰平量大的持续“矮胖”型；都作了相应频率放大，分别作出调峰演算，供运行时参考。

（四）泄流方式及错峰分析

泄流方式指调蓄洪水时的下泄过程，有先小后大，先大后小和均匀泄流等。泄流方式的选择主要依赖于水库调供能力及下游防洪要求，根据实际情况灵活掌握。密云水库安全控制泄量原设计为：

百年及百年以下洪水限泄 $1000\text{m}^3/\text{s}$;
 百年以上至三百年洪水限泄 $2770\text{m}^3/\text{s}$;
 三百年以上洪水不限泄。

但是由于密云水库下游河道泄流能力较小,加之区间洪水较大,而密云水库的兴利库容又有较多的机会参加调蓄洪水,运行中曾经计算了各种不同大小兴利库容参加调洪时的泄流方式作为实际运行时参考:

表 1.

水库起始水位 (m)	130	132	139	145
百年及百年以下洪水最大泄量 (m^3/s)	300	500	800	1000

关于水库的错峰运用在原设计中没有考虑。但在实际运行中水库具有如此大的调洪能力,不考虑下游错峰要求是不现实的。所以对水库的错峰运行也作过初步分析:

错峰标准。根据区间洪水分析,在当时条件下,水库下游潮白新河可保十年一遇洪峰流量安全渲泄,因此密云水库考虑下游错峰标准被暂定为十年一遇标准洪水。

错峰方式。当下游区间发生十年一遇洪水时,若密云水库已达汛限水位而入库洪水不超过十年标准,根据雨情又暂无较大后继洪水,可安全或部分闭闸错峰,等区间洪水退后,再通过兴利或不超过区间十年标准的安全泄量逐步下泄;若入库洪水超过十年标准,则在区间洪水过程中“凑泄”,使水库下泄与区间洪水之和不超过区间十年标准的洪峰流量,区间洪水退后,水库仍按区间十年标准洪峰下泄,以尽快腾空错峰所占库,迎接后继洪水。

1976年水库抗震加固后,又新建了第三溢洪道和三条泄水底孔,总泄洪能力达 $16000\text{m}^3/\text{s}$,已经完全满足水库遭遇最大可能洪水的泄洪需要,这对水库的防洪安全、对下游的防洪保护都极为有利。水库的防洪运用条件和运用方式也因此有了较大的改变。

二、兴利调度

密云水库径流资料,设计时根据下游潮白河苏庄水文站与密云站相关延至 40 年,加上建库至今的实测资料,全部系列已达 70 年,平均年径流为 15 亿 m^3 ,其中最大丰水年为 1939 年,年径流量为 56.1 亿 m^3 ,最小的是 1941 年年径流量仅 2.33 亿 m^3 ,最长的枯水年组达 9 年(1940 至 1948 年)。因此,密云水库如何发挥多年调节作用是兴利运用的关键所在。在原规划设计中密云水库的各特征水位如下表:

表 2.

死水位	汛限水位	正常蓄水位
126.0	148.0	157.5
相应库容 (亿 m^3) 4.37	24.5	40.06

(一) 关于正常蓄水位确定

由上述数字可知,如果密云水库蓄满至 157.5m 高程,而当年汛前必须降至 148.0m 高程(按设计值),即有 15 多亿 m^3 的库容可作为调节之用,但由于多年年平均径流量即为 15 亿 m^3 ,因此,年调节 15 亿 m^3 水量是做不到的。根据当时用水情况年供水 11 亿 m^3 ,按 95% 的

来水量计算,所需年调节库容约为 8 亿 m^3 。如按当时修正的汛限水位 145.0m 计,汛末蓄水位 150.5m,即可满足年调节之需。为考虑稍留余地,同时也为秋汛限制水位相一致,在运用中汛后蓄水位即按 152.0m 掌握。超过这一水位,即可有计划地发电放水,以免汛前集中弃水。

(二) 关于水库的多年调节

密云水库具有较大的兴利调节库容,尤其是结合库容可达 20 亿 m^3 之多。但是,密云水库所需年调节库容约为 8 亿 m^3 ,而每年汛前又必须降至汛限水位,即汛后蓄水至 152m 即可,多年调节库容约 16 亿 m^3 。在水库蓄满的情况下,出现 2 至 3 年的枯水年组,是能够维持正常供水的。

4.1.1.4 存在问题

一、来水量不足

密云水库建库以来,累计为京、津、冀地区供水 260 亿 m^3 ,年均供水 10 亿 m^3 ,当前是北京市的主要供水源之一。但目前的情况是,水库来水量正逐年衰减,且衰减的幅度很大。密云水库六七十年代为 12 亿 m^3 ,九十年代为 8 亿 m^3 。1999 年密云水库上游流域来水量仅 0.8 亿 m^3 ,为建库以来来水最少的年份。到 2010 年遇平水年北京全市将缺水 11.85 亿 m^3 ,遇枯水年将缺水 19.99 亿 m^3 ;到 2020 年遇平水年将缺水 23.76 亿 m^3 ,遇枯水年缺水 30.90 亿 m^3 ,水资源形势十分严峻。

二、不合理调度措施引起的弃水

对于北京市来说,水资源非常紧缺,水库放水也就更属可惜。

1995 年 6 月 1 日至 16 日,密云水库因受汛限水位的限制,根据水利部下达的调度命令,密云水库开闸放水,将水库水位由 151.82m 降低至 150.0m,以策安全。历时 16 天,放水 2.67 亿 m^3 ,最大放水流量 246 m^3/s 。其中 0.5 亿 m^3 引入京密引水渠供城市使用,约 0.7 亿 m^3 补充了下游密云、怀柔、顺义、通县潮白河两岸的地下水,而经潮白河流向下游的水量约为 1.5 亿 m^3 。若此次放水能充分利用京密引水渠及与之交汇的众多中小河流、农业灌渠而小流量均匀放水,就能更充分地回灌北京的地下水,发挥更好的效益。1995 年 10 月 17 日,官厅水库因当年来水较多,库水位达到 478.51m,库区正常蓄水位 479m 以下。部分土地或淹没或受到浸没影响,库边少量地段塌岸。部分移民的生产、生活受到影响。为照顾群众利益,经市政府同意,结合下游回灌地下水,水库开始放水。至 1996 年 1 月 24 日,将水库蓄水位降低至 476.57m。历时 100 天,放水量 4.09 亿 m^3 ,最大放水流量 125 m^3/s 。

三、密云水库造成的上游损失:(注:以承德为例,张家口—31%密云水库,97%官厅水库)

自然地理环境决定了上下游关系,承德市作为密云水库的上游城市,也就天然成为了北京水资源的供给方之一。据资料查证,1963 年,北京与承德正式形成供需关系,并于该年潮河开始为密云水库供水。

潮河发源于河北省承德市丰宁县,经滦平县后,从北京市密云县注入密云水库。潮河是密云水库支柱水源,资料显示,潮河每年注入北京密云水库的水量约占密云水库年入库水总

量的 50% 以上。

北京市水质和量的保证是承德市水利建设的一个基本出发点。

供需关系建立的前 20 多年，双方基本相安无事。

但是，1989 年开始至今，随着经济的发展，密云水库上游即潮河流域不断的开发，造成了大量的污染和水土流失，因此，承德市就必须在潮河上游生态治理、水土保持、节水等方面做出大量工作。据统计，目前累计投入已经超过 20 亿元。同时，为了北京的水安全，从某种程度上说，承德市付出了巨大的机会成本。为保证水源安全，1980 年代初期开始，承德市大力取缔、关闭潮河沿岸污染企业和高耗水的矿山企业，同时有意识地限制一些污染和高耗水企业的设立。例如，厂址设在承德丰宁县的承德九龙醉酒厂，从 2001 年开始，被迫停产整顿治理，至今没有恢复生产。这个酒厂上缴利税约占丰宁县财政的一半以上。据统计，潮河流域被关闭的企业远不止承德九龙醉酒厂一家，仅 1996 年一年，就有 70 多家小型污染企业被关闭；从 1999—2004 年，潮河沿岸又关闭 38 家企业，100 多家矿山企业被取缔。从 1995-2004 年，因为关闭和限制污染和高耗水项目上马，导致滦平县年均工业产值减少人民币 5.6 亿元，财政收入年均减少 4500 万元。

与此同时，为了保持水土，承德市禁止在潮河沿岸放牧，牛羊只能圈养。这也导致承德市的山羊数量下降 50% 以上，只有不到 100 万只。据有关部门估算，除去人力成本和质量影响，仅此一项造成的损失就达 5 亿多元。

最后，为了保证北京市的供水，还造成了承德市一定程度上的缺水。以前潮河多年平均地表径流都有七八亿立方米，但最近几年都不到 1 亿立方米。特别是 1997—2003 年间河北连续干旱，整个潮河流域都缺水，承德市自身也非常缺水，而为了保证向北京的供水量，一直没有修建骨干性的控制性水利工程，潮河上游没有一座大型水库。之所以没有修建，是因为修建大型水利工程必然会对下游北京的供水产生影响。

当然，不可否认的是治理环境对承德市自身发展也大有好处。

4.1.1.5 解决措施

为保证制定后的水权顺利实施，结合密云水库实际情况，我们的主要工作应该从以下三个方面做起，即提高密云水库自身调蓄能力，增加相对供水；调整水利政策，保证水源；努力开展节水工作，减小用水矛盾。

一、提高汛限水位，增加水库调蓄能力

北京市的供水水源为平原地下水和地表水。目前平原地下水超采严重，污水入侵，水质恶化，因无其他水源代替，超采难以抑制。地表水水源为：官厅水库和密云水库。如上所述，官厅水库近年来水质污染严重，供水能力下降，供水量不足；密云水库成为北京市唯一稳定可靠的供水水源。在近期外流域调水未实现的情况下密云水库对北京的经济的发展起着举足轻重的作用。密云水库运行 30 年来，从未将水库蓄满，通过限制供水逐年累积蓄起的水量，却因汛限水位的限制被迫弃掉，实为可惜。密云水库的主要任务为防洪、供水。如何合理解决防洪与供水的矛盾，最大限度发挥水库蓄水兴利效益是问题的关键，而水库汛限水位是综合

利用水库防洪兴利的关键水位。

确定汛限水位应全面合理地处理防洪与兴利的矛盾，强调供水，则减少防洪库容，影响水库安全运行；过分强调防洪的安全，预留过大的防洪库容，将降低水库的兴利效益。

经调洪计算，当密云水库主汛期最低限制水位为 150.0m，水库两级泄量为 550m³/s 和 1500m³/s，潮白河苏庄站 20 年一遇洪水洪峰流量不超过 2260m³/s，能保持密云水库设计洪水水位不超过 157.5m，校核洪水水位不超过 158.5m。如维持水库原设计洪水水位及两级泄量（600m³/s 和 1500m³/s）不变的前提下，水库主汛期限水位应抬高到 150.3m，此时苏庄站 20 年一遇洪水洪峰流量为 2310m³/s，比海河流域规划增加 50m³/s。两方案均能满足水库自身的防洪要求，但对水库兴利供水效益和下游防洪工程的影响却不同。

150.0m 方案能满足下游防洪设计要求。当遇到 20 年一遇洪水时，通过苏庄站的洪水组合流量为河道原设计流量 2260m³/s；而 150.3m 方案，当遇到 20 年一遇洪水时，通过苏庄站的洪水组合流量为 2310m³/s，超过原设计值 50m³/s。150.3m 方案较 150.0m 方案兴利库容增加，水库供水量和发电量均有增加，年供水量增加 0.046 亿 m³；年发电量增加 6 万 kw·h。密云水库汛期为 7~9 月，汛期入库水量占全年水量的 70%以上，水库蓄水主要依靠汛期来水。密云水库的泄流建筑物具有较大的泄流能力，完全可以在保证水库本身的防洪安全前提下，抬高汛限水位，以增加水库蓄水和汛后供水量，但也将增加下游洪水损失。从水库供水和发电效益方面考虑，汛限水位宜取高值。但从不同汛限水位方案对下游河道防洪的影响分析，在河道现状行洪能力尚达不到原设计标准的情况下，增加泄量必然会增加下游防洪负担。苏庄站控制泄量是制约密云水库增加蓄水效益的因素，从目前的河道行洪能力分析，即使密云水库保持汛限水位 150.0m，下游 20 年一遇洪水限泄 550 m³/s，苏庄以下河道也不能顺利渲泄。据分析现状下游河道达不到原设计泄量，泄流能力下降，个别河段下降 20%~50%，这样必然增加洼淀的分洪几率。密云水库如提高主汛期汛限水位，需研究苏庄以下河道的治理。据初步计算，150.3m 方案较 150.0m 方案下游河道治理费用增加投资约 240 万元。

二、优化联合调度规则，提高水源利用率

目前，北京的水资源调度工作基本上还是处于粗放型。由于缺少科学、详实周密的优化调度方案，未能实现水库间及地表水与地下水间的优化联合调度，使得本应能够利用的水资源白白损失掉。如 95 年密云水库放水。

优化水库间及地表水与地下水之间的联合调度，就是要达到最大限度地利用水资源，以保证供水。地表水间的调节，可通过引渠、河道等水网体系在水库之间调节库容，以期按水文概率统计分析，达到在未来若干年产生的总弃水最小。若地表水间调节后，有的水库蓄水量还是偏高，可在次年汛初进行地下水回灌。为了有利于用地表水回灌地下水及进行优化调度，还可将整个供水区划分为若干区域，并根据输水路线及其蒸发、渗漏损失，制定各水库及地下水回灌区域在各种蓄水量（如充盈蓄水量、高蓄水量、中蓄水量、低蓄水量、危机蓄水量）情况下的水资源调配权重，运用运筹学方法，选择最优的调配方案。当然，优化调度方案应在汛期结束时就制定出来，以便有充足的时间实施，避免大量弃水，使水资源白白流走。

三、行政及市场管理，保证水源供应

水权分配原则中很重要的一条就是水源地优先权。那么，密云水库上游城市在水权分配中是否也应该得到一定的用水份额，并且可以用于水市场的交易？上游城市现今作为北京的供水单位，做了相应的生态保护工作，是否应该得到一定的生态补偿？

首先，生态补偿是什么，包括哪些方面？生态补偿概念有广义和狭义之分。广义的生态补偿包括污染环境的补偿和生态功能的补偿，即包括对损害资源环境的行为进行收费或对保护资源环境的行为进行补偿，以提高该行为的成本或收益，达到保护环境的目的。狭义的生态补偿是指生态功能的补偿，即通过制度创新实行生态保护外部性的内部化，让生态保护成果的受益者支付相应的费用；因此，建立相应的补偿机制来保证和促进上游城市的生态保护工作是进一步保证水源的必要工作。

其次，对上游的水土保持、防治污染等生态工作进行资金支持。国家水利部和北京市政府方面联合成立“21 世纪初期首都水资源可持续利用规划”领导小组。制定《规划》，计划在 2001—2005 年 5 年内，在河北、山西等北京上游水源地进行水土保持、节水、防治污染、建设生态农业经济区等项目建设。国家水利部水资源司司长吴季松曾指出，《规划》的核心目标，是以水资源的可持续利用，保障首都及周边地区经济与社会的可持续发展。获得补偿能够发展得更好，对环境治理投入更多，实现良性循环

然后，做好监督工作，保证政策实施。《规划》协调小组办公室成员、国家水利部水资源司官员颜勇称，目前《规划》已完成投资约 70 亿元，但是，计划投资承德的 15 亿元，截至 2004 年底，才到位约 3 亿元。因此，规划制定好后，顺利实施也是我们面对的一项重要工作。

另外，根据水库每年的来水量，分配给上游城市部分用水配额，但是北京市具有优先购买权等也是值得我们研究的政策措施。

当然，政策实行过程中仍然有很多值得探讨的地方。比如，生态补偿应该补偿多少，这笔帐应该如何计算，还有，单位水量的定价，涉及水权后交易步骤等等都是当前需要进一步研究的课题。但是，从上面分析看，这项工作是一定要做的，而且我们一定可以做好。

4.1.2 小浪底水库

4.1.2.1 工程概况

小浪底水利枢纽位于三门峡水利枢纽下游 130 公里、河南省洛阳市以北 40 公里的黄河干流上，控制流域面积 69.4 万平方公里，占黄河流域面积的 92.3%。坝址所在地南岸为孟津县小浪底村，北岸为济源市蓼坞村，是黄河中游最后一段峡谷的出口。



图-1 黄河小浪底水利枢纽工程位置图

小浪底水利枢纽坝顶高程 281m，正常高水位 275m，库容 126.5 亿 m³，淤沙库容 75.5 亿 m³，长期有效库容 51 亿 m³，千年一遇设计洪水蓄洪量 38.2 亿 m³，万年一遇校核洪水蓄洪量 40.5 亿 m³。死水位 230m，汛期防洪限制水位 254m，防凌限制水位 266m。防洪最大泄量 17000 亿 m³/s，正常死水位泄量略大于 8000m³/s。

小浪底水库正常蓄水位时淹没影响面积 277.8km²，施工区占地 23.33km²，共涉及河南、山西两省的济源、孟津、新安、渑池、陕县、平陆、夏县、垣曲 8 县（市）33 个乡镇，动迁年移民 20 万人。

4.1.2.2 坝址水文地质条件

（一）径流

由于受地形、气候、产流条件的影响，黄河径流的地区分布很不平衡。大部分径流来自兰州以上及龙门到三门峡区间。

受大气环流和季风的影响，黄河径流的年际变化较大，年内分配很不均衡。干流及较大支流汛期径流量占全年的 60%左右，每年 3 月份-6 月份，径流量只占全年的 10%-20%。小浪底水利枢纽控制黄河 90%的水量。

（二）洪水

黄河流域的洪水主要由暴雨形成，发生时间为 6-10 月，其中大洪水和特大洪水的发生时间，兰州以上一般在 7 月-9 月，三门峡-花园口之间在 7 月中旬到 8 月中旬。

黄河洪水的洪峰形式，上游为矮胖型，洪水历时较长，洪峰较低。中游洪水形式为高瘦型，洪水历时较短，洪峰较高。

（三）凌汛

黄河下游河道呈东北向流入渤海。一般元月初开始封河，二月底开河。由于纬度的差异，山东河段比河南河段早十天左右封河，晚二十天左右开河。封河期因冰凌阻水，泄流不畅，

增加河道槽蓄水量；开河期上段先开，冰水及前期槽蓄水量一起下泄，由于下段尚未解冻，容易形成冰塞、冰坝，水位升高很快，造成凌汛。同时，由于黄河下游河道上宽下窄，封河期槽蓄量大部分集中于上段，下段河段窄而多弯，容易卡凌雍水，更加重凌汛的威胁。

（四）泥沙

黄河径流的泥沙含量居世界首位，多年平均含沙量 37.6kg/m³，多年平均输沙量 13.51 亿吨。在一年之中，泥沙主要集中在汛期，干流站 7-9 月沙量占全年沙量的 80%左右，支流站接近 100%；汛期沙量又集中在几次暴雨洪水之中。黄河泥沙约有 1/4 沉积在下游河床，致使下游河床每年以 10cm 速度抬高。小浪底水利枢纽控制近 100%的沙量。

（五）地质

小浪底工程坝址河床覆盖层最深达 70 余米。坝址区为二叠纪和三叠纪沉积的砂岩、粉砂岩和粘土岩交互地层。岩层以 8°-12°的缓倾角倾向北东，并含有连通性很好，磨擦系数 $f=0.2-0.25$ 、 $C=0.005\text{Mpa}$ 的泥化夹层。岩体断裂构造及节理裂隙发育，横穿坝下的 F1 及左岸 F28、F236、F238 等大断层均与枢纽建筑物有密切关系，断层和节理裂隙均为 80°左右的高倾角，且大部分断层呈上下游方向展布。左岸山体由于沟道切割形成了单薄分水岭，水库蓄水后存在稳定问题。近坝区右岸包括右坝肩有多处大的滑坡和倾倒变形体。坝址区基本地震烈度为 7 度。

4.1.2.3 工程开发任务

小浪底水利枢纽开发任务以防洪、防凌、减淤为主，兼顾供水、灌溉、发电，除害兴利，综合利用。

（一）防洪、防凌

水文气象资料分析表明，黄河可能出现 55000m³/s 的特大洪水，即使经过三门峡、陆浑、故县等水库拦蓄后，花园口站的洪峰流量仍将达到 42000m³/s。黄河下游防洪工程的设防标准仅为 22000m³/s（花园口站），不到百年一遇。

三门峡水库对控制凌汛期流量起到了一定的作用，但由于可利用库容过小，防凌效果有限。

小浪底水利枢纽与已建的三门峡、陆浑、故县水库联合运用，并利用东平湖分洪，可使黄河下游防洪标准提高到千年一遇。千年一遇以下洪水不再使用北金堤滞洪区，减轻常遇洪水的防洪负担。与三门峡水库联合运用，共同调蓄凌汛期水量，可基本解除黄河下游凌汛威胁。

（二）减淤

小浪底水利枢纽利用淤沙库容沉积泥沙，可使黄河下游河床 20 年内不淤积抬高。非汛期下泄清水挟沙入海以及人造峰冲淤，对下游河床有进一步减淤作用。



图-2 黄河下游堤防

（三）供水、灌溉

黄河下游控制灌溉面积约 4000 万亩，每年平均实灌面积 1760 万亩，年引水量 80~100 亿 m^3 ，由于黄河来水丰枯不匀，又缺乏足够的水量调节能力，灌溉用水保证率仅 32%。二十世纪七十年代以来，沿河工农业迅猛发展，城市供水需求急剧增长，山东利津至入海口河段几乎每年断流，水资源供需矛盾十分突出。小浪底水利枢纽可减少下游断流的机率，平均每年可增加 20 亿 m^3 的调节水量，满足下游灌溉与城市用水，提高灌溉保证率。

（四）发电

小浪底水利枢纽装机 6 台，每台 30 万 kw，总装机容量 180 万 kw，额定水头 112m，是河南电网理想的调峰电站。

4.1.2.4 水库综合运用方式

小浪底枢纽的运用首先满足防洪、防凌、减淤的要求，相应进行供水、灌溉、发电。为了发挥小浪底水库初期拦沙减淤作用，采取在汛期逐步抬高水位的运用方式，使之多拦粗沙，提高对下游的减淤效果。在后期，为了保持长期有效库容，并使下游减淤，在汛期 7 月~9 月，降低水位泄洪排沙，并调水调沙；10 月至翌年 6 月，沙量少，进行蓄水，调节径流。

4.1.2.4.1 防洪运用方式—四库联合调度

小浪底：为了减少三门峡水库拦蓄运用机遇，减少三门峡库区淹没和淤积影响，小浪底与三门峡水库联合运用首先用小浪底水库控制干流来水。经比较分析，对主要来自三门峡以下洪水（1958 年型），花园口洪水小于百年一遇时，由小浪底水库单独承担防洪任务；大于百

年一遇洪水（小浪底水库蓄洪量达 26.1 亿立方米），三门峡水库才开始配合小浪底水库防洪运用。

预报花园口洪水流量小于 8000m³/s，含沙量小于 50kg/m³，小花区间（小浪底至花园口区间）洪水流量小于 7000m³/s 时，小浪底水库按凑泄花园口 8000m³/s 运用。此后，须根据小花区间来洪量的大小与水库蓄洪量的多少，确定不同的泄洪方式。。

相应三门峡以上来洪为主的洪水，小花区间来洪甚小，一般不超过 7000m³/s，水库按凑泄花园口 8000m³/s 运用。当水库蓄洪量达到 7.9 亿 m³ 时，说明该次洪水已超过五年一遇（设计拟定的保滩流量），即改为按凑泄花园口 10000m³/s 运用。当水库蓄洪量达到 20 亿 m³，而且水位还在继续上涨，说明洪水已超过三门峡百年一遇洪水。为了保留足够的库容控制特大洪水，需要控制水库的蓄水位不再升高，相应增大泄洪流量，允许花园口超过 10000m³/s，下游东平湖配合分洪。入库流量大于泄洪能力，按敞洪运用。

相应三花区间来洪为主的洪水，小花区间来洪较大，水库按凑泄花园口 8000m³/s 运用。在水库蓄洪量未达 7.9 亿 m³ 前，如小花区间的来水已达 7000m³/s，且有增大趋势，小浪底水库按下泄发电流量 1000m³/s 控制运用。当蓄洪量达 7.9 亿 m³ 后，开始按凑泄花园口 10000m³/s 控制运用。

三门峡：对于“上大洪水”即三门峡以上来水为主的洪水，仍采用“先敞洪，后控泄”的方式调洪；对于“下大洪水”即三门峡至花园口区间洪水，当小浪底水库蓄洪量未达到花园口百年一遇洪水蓄洪量 26.1 亿 m³ 时，三门峡水库按敞泄运用，否则三门峡水库开始控制运用，控制方式为按小浪底水库泄流量泄洪。

陆浑、故县水库：小浪底水库投入防洪运用后，支流陆浑、故县水库仍按现状方式调洪。这是因为支流位于小浪底水库之下，用来控制区间洪水。

在上述运用过程中，当预报花园口洪水流量退落到 10000m³/s 以下时，陆浑、故县、三门峡和小浪底水库依次按控制花园口 10000m³/s 退空已蓄洪量。

4.1.2.4.2 防凌运用方式

黄河下游一般 1 月初开始封河，最早可提前到上年 12 月中旬封河；2 月底开河，最迟可到 3 月中旬开河。由于纬度的差异，山东河段封河比河南河段早 10 天左右，开河比河南河段晚 20 天左右。封河期因冰凌阻水，泄流不畅，增加河道蓄水量；开河时上段先开，下段尚未解冻，容易形成冰塞、冰坝，使水位骤涨，造成凌汛。

三门峡水库建成并担负防凌任务以来，对黄河下游防凌起到了积极作用。但是，三门峡水库防凌限制水位 326m，最大蓄水量 18 亿 m³。龙羊峡水电站投入正常运用后，凌汛期下泄流量比过去增大，使下游防凌水库不足的矛盾更加突出。

根据下游凌汛的特点，初步拟定小浪底水库防凌运用方式为：12 月 10 日水库开始均匀泄流 500 m³/s，当艾山站开始封河时，小浪底水库开始控泄 300 m³/s；下游开河后，水库逐步增大泄流量。根据这个运用方式，按 2000 年水平，需要防凌库容 32.2 亿 m³，为留有余地，拟定防凌库容 35 亿 m³，其中小浪底负担防凌库容为 20 亿 m³，其余 15 亿 m³ 由三门峡水库相

机承担，以减轻三门峡水库的防凌负担。

4.1.2.4.3 减淤运用方式

小浪底水库的减淤运用方式可以分为两个阶段

一、初期阶段

水库自起调水位 205m 开始蓄水调水拦沙，然后逐步抬高汛期（7 月~9 月）水位调水、调沙、拦沙和逐步形成高滩深槽。这一阶段采取逐步抬高库水位，多拦对下游造成淤积的粗沙，少拦可排泄入海的细沙，充分发挥水库拦沙对下游的减淤作用。汛期限制水位 254m，进行调水调沙，待坝前滩面高程淤高至 254m，库水位降至正常死水位 230m 时，此时形成高滩深槽，库内的泥沙淤积约 72.5 亿 m³，扣除滩面以下不能利用的支流拦沙坎内库容约 3 亿 m³，尚有有效库容 51 亿 m³，可以长期满足防洪、防凌以及调节径流和一般调水调沙的需要，水库减淤的初期运用阶段结束。这一阶段完成的时间约 30 年，淤积完成形成水库平衡形态后的库容如下表所示。

表 3. 小浪底水库水位库容关系

水位 (m)	130	200	220	230	240	250	254	260	270	275
原始库容 (亿 m ³)	0	13.9	29.6	40.8	55	71.1	78.3	90.0	113.6	126.5
有效库容 (亿 m ³)				0.14	1.7	6.4	10.0	17.6	37.4	51.0

初期阶段减淤运用方式是根据黄河下游河道冲淤规律拟定的。

减淤运用调节原则如下：（1）每年 10 月至翌年 6 月蓄水调节径流，满足工农业用水及发电要求。（2）每年汛期 7 月~9 月调水调沙：来水小于 400m³/s，水库补水至 400m³/s 发电；来水 400m³/s~800m³/s，水库全部泄放不调节；来水 800m³/s~2000m³/s，水库蓄水按 800m³/s 下泄；来水大于 2000m³/s，泄空水库前期蓄水量后，按来水（不大于 8000m³/s）下泄；来水大于 8000m³/s，水库按 8000m³/s 泄放，滞蓄洪水。

二、正常运行期

水库在初期拦沙运用阶段形成高滩深槽之后，转入正常运用，滩面高程 254m 以下的槽库容约为 10 亿 m³，可供汛期调节水沙。汛期 7 月~9 月的库水位在 230m~254m 之间变化，254m 以上作为防洪库容而不占用。当槽库容被泥沙基本淤满后，水库就不进行水沙调节，主要利用来水大于 3000m³/s 的流量，逐步降低水位冲刷，恢复槽库容，来水小于 2000m³/s 时仍控制水位沿程冲淤，不降低水位冲刷。

10 月至翌年 6 月的调节蓄水期，按防凌、供水、灌溉、发电调节径流的原则进行调节。

4.1.2.4.4 供水、灌溉和发电的运用原则

供水、灌溉和发电应在不影响水库的防洪、防凌和减淤的前提下进行，汛期 7 月~9 月，

水库在防洪、减淤运用的条件下，统筹城市工业供水、灌溉和发电，并限制下游引水 30 亿 m³。10 月至翌年 6 月的调节蓄水期，预留防凌库容后按供水、灌溉和发电的要求进行水库径流调节。

调节时首先满足工业用水，工业用水保证率为 100%；在 75% 保证率年份，每年 11 月至翌年 2 月的 4 个月内向河北、天津共供水 20 亿 m³，遇枯水年则适当减少，最小引水不少于 12 亿 m³。黄河下游用水情况见下表。（包括胜利油田和引黄济青、引黄济津、渔业用水等）。

表 4.黄河下游城市生活及工业用水

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	总水量 (亿 m ³)
工业、城市 用水(m ³ /s)	354	289	99	99	99	99	99	164	164	164	354	354	61.4

在满足防洪、防凌、减淤和城市生活和工业用水要求并兼顾发电用水条件下，可根据节水灌溉制度，充分利用水库调蓄能力，将水量在时间上优化分配，使规划灌区获得最大的灌溉效益。经保证率为 75% 年份的水量平衡计算，在设计水平年可满足河南、山东两省 100 万 hm² 农业用水。小浪底水电站的保证率为 90%，正常运用期的保证出力为 30 万 kW 装机 6 台共 180 万 kW。

4.1.2.5 水库调度图的编制

根据上述运用方式编制了小浪底水库的调度图。水库调度图主要有四条调度线组成，即限制出力线、防破坏线、保证出力线和加大供水线。限制出力线和防破坏线是由设计枯水年组推求的，保证供水线是通过长系列调算，取对应灌溉供水保证率的外包线，加大供水线是根据灌溉供水的加大程度上移保证供水线推求的。

调度图分为 7 个大区，第 7 区分为两个子区。7 个大区依次是调水调沙区、防洪区、防凌区、降低出力区、保证出力区、保证供水区和加大供水区，各区的调度原则分别为：

(1) 调水调沙区：库水位在 230m~254m 变动，相应库容 10 亿 m³。该区进行水沙的日调节，一般库内蓄水 2 亿 m³ 左右。

(2) 防洪区：7 月~9 月库水位为 254m~275m，防洪库容 41 亿 m³，10 月份水库水位在 265m 和 275m 之间，上半月预留防洪库容 25 亿 m³。

(3) 防凌区：12 月初库水位不超过 267.6m，预留防凌库容 20 亿 m³。

(4) 降低出力区：电站发 80% 保证出力，向冀、津供水 70% 供给。

(5) 保证出力区：发电不小于保证出力，冀津供水不低于 80%。

(6) 保证供水区：发电出力不小于保证出力，出库流量不小于 350m³/s，水库应满足沿黄城乡工业用水、外流域调水任务及 120 万 hm² 灌区的灌溉用水。

(7) 加大供水区：在两个子区内发电出力不小于保证出力，出库流量不小于 350m³/s，3 月~6 月灌溉面积分别不小于 160 万 hm²、266.7 万 hm²，10 月~2 月灌溉面积不小于 140 万 hm²、233.3 万 hm²。

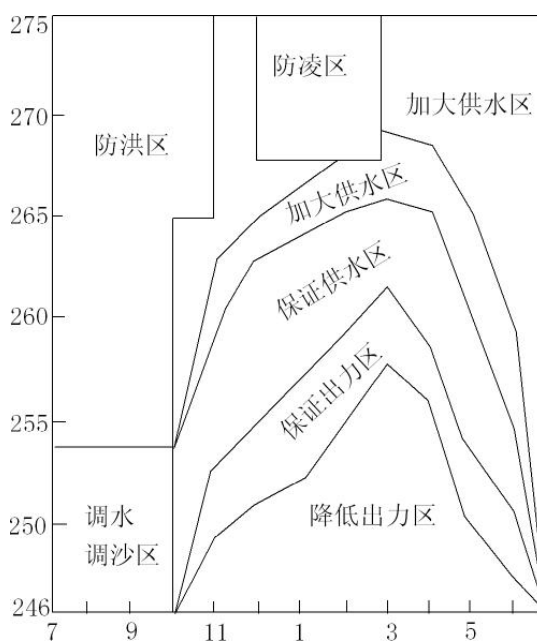


图-3 水库调度图

4.1.2.6 水权分配原则

防洪和防凌是首要功能，水库水位必须遵从防洪和防凌需要。减淤是小浪底的重要功能，可以把它看作维护生态平衡的功能，必须留出减淤需要的水量，减淤是指把淤沙冲到海，一般不能和其他河道外用水兼容，防洪和减淤二者也随时间、水情具有一定的弹性，是可以调度的。功能配水的原则是：防洪、防凌、减淤、生态功能用水优先，作为基本用水水权；其次是供水、灌溉、发电。根据黄河水资源紧缺的具体情况和三门峡、小浪底水库的建设目标，供水、灌溉等河道外用水具有优先权，即首先满足下游河道外用水，然后才兼顾发电。

小浪底水库的首先应该满足的任务是防洪和防凌，即防洪优先。其次，在汛期预留防洪库容外，水库的实际调度作用是以贯穿减淤运用方式为主线。运用规则如下：1、水库初期拦沙运用和后期正常运用都按提高减淤效益选择运用方式；2、每年汛期7月~9月黄河泥沙集中时期，完全服从减淤要求选择运用方式；3、10月来沙量小而来水量较大，为了提高供水、灌溉调蓄水量效益和提高发电水头，提前蓄水；4、在10月~12月调蓄水量，预留防凌库容20亿 m³。1、2月为防凌运用，服从防凌调度要求；5、除冰期防凌调度外，10月至翌年6月的调节径流时期，进行优化灌溉扩大灌溉引用水量的调蓄水量方式。

根据水库多目标调节运用的库容分配，据分析计算为：1，防洪库容。对万年一遇洪水，需要防洪库容40.5亿 m³。后期洪水，需要小浪底水库于10月15日前预留防洪库容25亿 m³；2，防凌库容。小浪底水库与三门峡水库联合运用，小浪底水库防凌库容20亿 m³，三门峡水库防凌库容15亿 m³；3，径流调节库容。小浪底水库承担供水、灌溉的调蓄水量，需要调节径流库容41亿 m³。因此，7月~9月小浪底水库预留的防洪库容41亿 m³完全可以满足10月至翌年6月的调节库容要求。水库正常运用期有效库容为51亿 m³。其中在坝前滩面高程

254m 以上库容 41 亿 m³，供防洪、防凌及蓄水调节径流运用；在 254 以下死水位 230m 以上槽库容 10 亿 m³，供调水调沙运用，长期为下游减淤。

水权优先级：1，全年防洪；2，12 月至 2 月防凌，7 月至 9 月减淤；3，城市生活和工业用水；4，农业用水；5，发电。

其中，值得一提的是，由于黄河“水少沙多，水沙不平衡”，调水调沙充分利用自然力量实现小浪底水库和下游河道减淤的目的，更加符合黄河泥沙的自然规律，符合人与自然和谐相处的思想。经研究，总结出调水调沙的三种水沙条件：一是以小浪底水库以上来水来沙为主；二是小浪底水库以上来浑水、水库以下来清水；三是干流水库汛前蓄水较多，靠水库自身排水排沙。可以说，这三种情况基本上可以涵盖黄河调水调沙的全部类型。在水的使用权角度分析，应用于调水调沙的水量主要来自于河道本身来水，即通过黄河流域及相关地区水资源的有效管理，为黄河冲沙留下应有的水量，另一方面，可以考虑通过水权交易从南水北调西线工程调水中拿出一部分水量，进入小浪底水库供给调水调沙使用。

4.1.3 潘家口水库

4.1.3.1 工程概况

4.1.3.1.1 工程简介

潘家口水库位于河北省唐山市与承德地区的交界处。坝址以上控制面积为 33700k m²，占全流域面积的 75%（滦河全流域面积为 44600k m²）。坝址以上多年平均径流量为 24.5 亿 m³，占全流域多年平均径流量的 53%（全流域多年平均径流量为 46 亿 m³）。滦河具有一个突出的特点就是来水量在时间分布上很不均匀。一年之内的来水量主要集中在七、八、九三个月内，往往可占全年来水的 80%以上；另外，来水量的年际变化悬殊，如一九五九年潘家口站实测径流量为 74 亿 m³，而一九七二年仅 10 亿 m³，相差七倍多。所以潘家口水库是开发滦河水利资源，调节径流，除害兴利的重要控制工程。

潘家口水库平均每年调节水量 19.5 亿 m³，相应的保证率为 75%，调节流量为 6m³/s。

滦河的另一个特点就是洪水峰高量大，一九六二年潘家口站实测最大洪峰流量达 18800m³/s，而枯水季节时，最小流量尚不到 3m³/s。潘家口水库起到了拦蓄洪水削减洪峰的作用。今后再遇较大洪水，如一九六二年洪水 18800m³/s，可削减到 10000m³/s，减少下游洪水灾害，并确保下游京山（北京—山海关）铁路桥行车安全。

潘家口水利枢纽工程包括潘家口水库大坝、下池枢纽、两座副坝和坝后式水电站。潘家口水库是整个引滦工程的源头，主坝坝顶高程 230.50m（大沽高程），正常蓄水位 222.00m，设计洪水位 224.50m，校核洪水位 227.00m，汛限水位 216.00m，防洪库容 9.7 亿 m³，兴利库容 19.5 亿 m³。

潘家口水利枢纽工程分两期施工。一期工程自一九七五年十月主体工程动工，至一九八五年基本竣工。一九八八年七月通过国家验收。一期工程的主要建筑物有：主坝一座，副坝两座，坝后式电站一座 15 万 kw 常规机组一台和 220 千伏高压开关站一座。二期工程于一九

八四年夏季开始动工兴建，主要建筑物有闸坝一座，5000kw 常规机组两台，9 万 kw 蓄能机组三台。

潘家口水库主坝为砼低宽缝重力坝，按千年一遇洪水设计，五千年一遇洪水校核，坝顶长 1039m，最大坝高 107.5m，最大坝底宽 90m，大坝中间部分设有 18 孔溢洪道，用 15×15m 弧形钢闸控制，溢洪道最大泄洪能力为 53100m³/s。四个底孔，用 4×6m 弧形闸门控制，两座副坝均为土坝，西城域副坝，脖子梁副坝一般情况不挡水。

坝后式水电站总装机 42 万 kw，其中一台 15 万 kw 常规机组，三台单机容量为 9 万 kw 的抽水蓄能机组。220 千伏高压开关站位于主坝后滦河右岸，其中常规机组主变容量为 18 万千瓦安，抽水蓄能机组主变每台容量为 10 万千瓦安，以 220 千伏高压经开关站输入京、津、唐电网。

下池枢纽由闸坝和电站组成，有效库容 1000 万 m³，属日调节水库，与潘家口电站抽水蓄能机组配合使用。

4.1.3.1.2 防洪标准

潘家口水库：按千年一遇洪水设计，五千年一遇洪水校核。

度汛指标：水利部水管（1989）11 号文批准，潘家口水库按千年一遇设计洪水标准度汛。

4.1.3.1.3 历史运用

潘、大两水库自 80 年投入运行以来，最大一次洪水发生在 1994 年 7 月 1 日，相当于二十年一遇洪水，简述如下：

1994 年 7 月 13 日，滦河流域遭受了有资料记载以来第二位，潘、大两水库投入运行以来第一位的大洪水，潘家口水库最大入库洪峰流量 9870 m³/s，由于潘、大两水库调度合理，汛前将潘家口水库预泄水位至 207.00m，为下游错峰 8 小时，保住了乐亭小埝，使小埝内十二万人口的村庄，二十多万亩土地安然无恙，保住了国家投资 1600 万元的白龙山电站，为下游减轻了损失。

通过“94.7”特大洪水可以看出，滦河下游行洪标准偏低，障碍严重“94.7”洪水，潘家口入库洪峰流量 9870 m³/s，在设计上仅相当于二十年一遇的洪水，但由于 1962 年以后，滦河一直未发生大洪水，从而使河道行洪能力大大下降，河道中住户、耕地、各类水产养殖业、水利工程等很多，给我们的洪水调度工作带来了一定的困难。“94.7”洪水如按设计要求泄洪，沿线损失和水利工程破坏程度将难以设想，所以滦河清障及防洪标准偏低的问题应当及时解决。同时应加强对滦河错峰的研究工作，避免盲目错峰给潘家口、大黑汀、桃林口三水库带来不必要的行洪压力。

4.1.3.2 水权分配

潘家口水库以供水为主，结合供水发电，兼顾防洪和水产养殖，为多年调节水库，总库容 29.3 亿 m³。潘家口水库属国家投资经营的大型供水工程，主要承担着向天津市和唐山市供水的任务。其中，向天津供水主要用于工业和城市生活用水，供水量 5.6 亿 m³/a；向唐山供水主要用于农业灌溉以及少量工业和城市生活用水，供水量为 7.8 亿 m³/a。现行做法是国家明确两市用水指标，向两市定量供水。

4.1.3.3 操作规则

主汛期 7 月 1 日至 8 月 15 日汛限水位 216 米；8 月 15 日后进入后汛期，8 月 16 日至 31 日汛限水位 222 米，9 月 1 日以后，视天气形势可逐步蓄到 224.7 米。汛期闸门运行方式为：先发电洞，然后是表孔。

主汛期，遇 50 年一遇及以下洪水，水库限泄不大于 10000m³/s；50 年至 500 年一遇洪水限泄 28000m³/s；大于 500 年一遇洪水泄量不限。

潘家口水库汛期根据水库水位情况可按国家防办批准的预报调度方案执行。主汛期汛限水位为 216-218 米，库区发生降雨且预报洪水将入库，应至少提前 6 小时，按泄量不大于预报入库流量原则预泄。

潘家口水库年平均供水量 12 亿 m³，河北省供水时段主要集中在 4—6 月，天津市供水时段主要在 2—5 月和 10—12 月，而潘家口水库主要蓄水期在 9—1 月。如在水库蓄水期内增加两省、市的供水量，将会提高水库的调节性能，增加水库的蓄水量。同时，还可保证一定环境水量的下泄。

4.1.3.4 存在问题与解决方法

一、滦河下游生态补偿

1980 年在滦河中游兴建潘家口水库以后，流域自然水生态平衡发生了变化，潘家口水库以上形成人工湖泊，水面烟波浩淼，风景优美，有塞上漓江和北方小三峡之称。但是，滦河中下游却由原来的常年性河流逐渐变成了季节性河流，导致河道干涸、地下水位下降、湿地减少、河口淤积问题日益突出，使得滦河下游的水生态环境逐渐恶化。

滦河水系天然径流年内、年际分配不均是造成滦河下游水环境恶化的主要原因之一，而水库调节能力有限，不能对丰、枯水年的水量进行完全调节。遇连续干旱年份，为保城市用水，必须减少（甚至停止）向下游河道放水，致使下游河道径流量急剧减少，从而造成下游水环境的恶化。为了减轻和解决滦河下游水环境恶化问题，在加强水质监测和水质保护的同时，必须提高水库对洪水的调节能力，统一管理水资源，合理调配滦河水资源。具体措施主要有：1、实施预报调度，增加水库蓄水。由于水库库容有限，不能对丰、枯水年水量进行完全调节，遇连续枯水年份还要动用死库容为城市供水，所以按常规调度水库是没有办法来保

证下游生态用水的。但是，如果能想法提高水库的调节能力，如加强洪水预报、测报等，这种不利局面有望得到缓解。因此，利用先进的洪水测报、预报技术，研究水库的调度运用方式，提高水库调节能力，充分利用洪水资源，是解决和减轻滦河下游水环境恶化的重要途径；2、合理调整供水时间分布，提高水库有效库容利用率；3、加强滦河流域水资源的统一管理。合理调配水量，增加城市工业、生活用水和环境用水的比例；4、增加水库下游拦坝蓄水工程，改变水生态环境。

二、改善调度规则，增强防洪保证

潘家口、大黑汀水库为滦河干流上的主要防洪控制性工程，水库调度工作的好坏直接影响到滦河下游的防洪安全。尤其是要加强中、小洪水的调度研究。在现阶段要努力加强防洪信息化的建设，确保各种防洪信息的及时、准确的采集。加强短期洪水预报工作，努力提高预报精度。提高洪水预报的预见期。加强气象预报在洪水调度运用的研究工作。在确保水利工程安全的前提下制定出切合实际的洪水调度方案。

三、逐渐建立水市场，缓和用水矛盾

原有供水体制下，若一方出现用水指标不足，调剂困难，且供水计价方式为计量水价，这就造成供水单位的供水收入不稳定。如按水市场体系运作，则三方利益均能得到保障。首先，对潘家口水库的供水指标按正常年份的供水量进行分配，确认天津、唐山两市的用水指标即水权各为多少。在明确水权的基础上，不管用水与否都要向潘家口水库交纳容量水费，以维持潘家口水库的基本运行；两市之间的水权也可以自由转让。当天津市出现用水指标不足时，唐山市通过采取节水措施，调整农业种植结构等，将节约下来的水权转让给天津市；天津市则按购入的水权向唐山市支付水权费，并对这部分购入的水资源，实行惩罚性水价政策，迫使企业增加节水投入，同时也可增强市民的节水意识。

4.2 闸堰与水权保障

4.2.1 都江堰

4.2.1.1 工程概况

岷江是长江上游的一条较大的支流，发源于四川北部高山地区。每当春夏山洪暴发之时，江水奔腾而下，从灌县进入成都平原，由于河道狭窄，古时常常引起洪灾，洪水一退，又是沙石千里。四川省灌县岷江东岸的玉垒山阻碍江水东流，造成“东旱西涝”的现象。公元前256年，李冰任蜀郡太守，主持修建了著名的都江堰水利工程。首先在玉垒山凿出了一个宽20m，高40m，长80m的山口，因形状酷似瓶口，故取名“宝瓶口”，把开凿玉垒山分离的石堆叫“离堆”。宝瓶口引水工程完成后，虽然起到了分流和灌溉的作用，但因江东地势较高，江水难以流入宝瓶口，李冰父子率众又在离玉垒山不远的岷江上游和江心筑分水堰，用装满卵石的大竹笼放在江心堆成一个狭长的小岛，形如鱼嘴，岷江流经鱼嘴，被分为内外两江，外江仍循原流，内江经人工造渠，通过宝瓶口流入成都平原。为了进一步起到分洪和减灾的

作用，在分水堰与离堆之间，又修建了一条长 200m 的溢洪道，溢洪道前修有弯道，使江水形成环流，江水超过溢洪道堰顶时洪水中夹带的泥石便流入到外江，这样便不会淤塞内江和宝瓶口水道，故取名“飞沙堰”。

都江堰水利工程包括渠首枢纽和各级引水、输水、蓄水、提水等工程和各类配套设施。渠首枢纽的布置如图一所示，主要由鱼嘴、飞沙堰和宝瓶口三大主体工程组成，三大部分组成了一个科学、完整的水利工程体系，“鱼嘴”分流分沙，“飞沙堰”泄洪排沙，“宝瓶口”限洪引水，三大工程相辅相成，浑然一体，协调运行，达到自动引水、自动分水、自动泄洪、自动排沙、定点沉沙的神奇功效。都江堰灌区，是指由四川省水利行政主管部门编制并由省人民政府、国务院水利行政主管部门审查批准的都江堰灌区总体规划划定的范围。

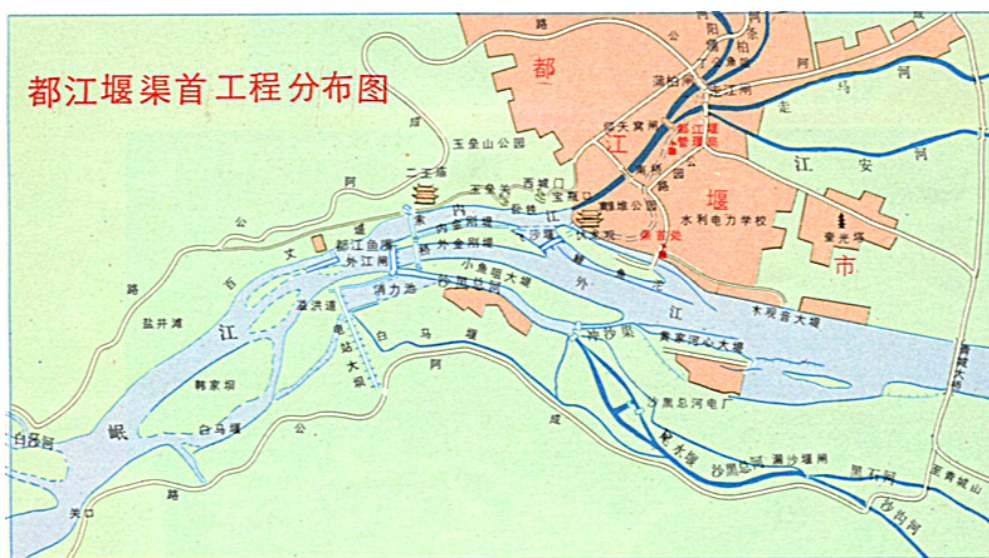


图-4 都江堰渠首工程分布图

“鱼嘴”是都江堰的分水工程，因其形如鱼嘴而得名，它昂头于岷江江心，把岷江分成内外二江。西边叫外江，俗称“金马河”，是岷江正流，主要用于排洪；东边沿山脚的叫内江，是人工引水渠道，引江水进入成都平原以供灌溉、航运之用。内江处于岷江河床弯道凹岸，外江处于凸岸。鱼嘴的位置处在水流中泓线左右偏转的一个临界点上，小水时节，岷江主流随弯道绕行，直指内江，内江可得六成以上的水量，外江只得四成左右，自然形成“四六”分水；洪讯时节，鱼嘴前的江心沙洲被淹没，江流不再受弯道制约，主流直奔外江，此时，外江进水在六成以上，而内江进水只有四成左右。鱼嘴的设置巧妙地利用了地形、地势，与上游的百丈堤及下游的内、外金刚堤联合作用，起着自动调节水量的作用。同时鱼嘴也能起到分沙的作用，因为内江进口正处于弯道的凹岸，鱼嘴上游水流所挟带的泥沙在弯道环流的作用下被带进凸岸的外江，含沙量少的清水则进入了凹岸的内江，根据实测资料分析，进入内江的卵石输移量只占岷江总量的 26% 左右。另外，我们的祖先在流量小、用水紧张时，为了不让外江 40% 的流量白白浪费，采用杓搓截流的办法，把外江水截入内江，使内江灌区春耕用水更加可靠。

飞沙堰位于内金刚堤与人字堤之间，堰顶高程较低。当内江水量超过需要时，水便会从

堰顶溢入外江；飞沙堰筑成微弯的形状，与上游的内江河段形成一微弯的河道形态，水流挟带的泥沙在弯道环流作用下，从凸岸的飞沙堰顶上翻出，进入外江，内江水量愈大，飞沙堰分洪飞沙效果愈明显；如遇特大洪水的特殊情况，水流就会直冲飞沙堰，将飞沙堰冲毁，使更多的上游来水由此进入外江，从而保证灌区的防洪安全。

宝瓶口是都江堰灌区的总取水口。当上游来水不大时，其壅水作用不明显，进入宝瓶口的水流接近明渠水流；而当上游来水过大时，宝瓶口的壅水作用加强，一方面会抬高上游水位，使多余水量溢出飞沙堰，同时促进泥沙在宝瓶口上游处沉积，另一方面，从水力学的角度看，这时进入宝瓶口的水流已属宽顶堰淹没出流的性质，其过流量不再与上游来量成正比相关，从而控制了进入灌区的水量，达到稳定引水量的目的。

都江堰水利工程鱼嘴以上集水面积为 2.3 万 km²，主河长约 349km。渠首工程选在成都平原顶端，海拔 739 米，为全灌区制高点，对处于海拔 500~450 米的成都平原和川中丘陵区具有居高临下之势，为无坝引水和自流灌溉提供了得天独厚的条件。内江水流进宝瓶口后，通过干渠经仰天窝节制闸，把江水一分为二；再经蒲柏、走江闸二分为四，顺应西北高、东南低的地势倾斜，一分再分，形成自流灌溉渠系。灌区幅员面积达 2.32 万平方公里，实际灌溉面积 1026 万亩，有干渠、分干渠 97 条，长 3550km。

都江堰水利工程自修建以来经历了漫长的 2260 多年，宝瓶口的岩石仍然坚固，但构筑都江堰枢纽主体的竹笼、砌石却是每经数载便需修缮和更换。1974 年，在鱼嘴西岸的外江河口建成一座钢筋混凝土结构的电动制闸，代替过去临时杓搓工程，截流排洪，更加灵活可靠。随着岷江河道水势变迁，都江堰鱼嘴的位置屡经变动，飞沙堰也有过多次调整。历经两千多年整个工程的功能和价值依然完整，这—是因为以鱼嘴、飞沙堰、宝瓶口为主的各组成部分相互配合，达到了与自然规律的高度协调，取得了最佳的工程效果，其设计的科学性为工程的长寿奠定了基础；二是独特的岁修管理措施，保持了工程的健康状态。

4.2.1.2 工程管理的现状

都江堰工程担负着四川盆地中西部地区 7 市（地）37 县（市、区）1026 万余亩农田的灌溉、成都市 50 多家重点企业和城市生活供水，以及防洪、旅游、发电、水产、养殖、林果、以及历史文化遗产保护等多项服务任务，是四川省国民经济发展不可替代的水利基础设施，其灌区规模居全国之冠。

长期以来，都江堰灌区形成了一套行之有效的管理办法。目前，都江堰灌区采用的水法律法规当中既有《水法》、《防洪法》、《水土保持法》、《水污染防治法》等国家性法律法规，又有《四川省〈水法〉实施办法》、《四川省水利工程管理条例》、《四川省都江堰水利工程管理条例》等地方性法律法规。其中，《四川省都江堰水利工程管理条例》是我国水利工程的第一部管理法规。

都江堰灌区总体规划（国务院水行政主管部门以“水规〔1990〕61 号文”批准的《四川省都江堰灌区总体规划报告》）是全区的基本规划。都江堰水利工程的改建、扩建、配套设施建设及其他水利工程建设；灌区内各级人民政府在编制水资源综合规划和专业规划时，凡涉

及到灌区水源、用水管理或都江堰水利工程的，应当服从都江堰灌区总体规划。

4.2.1.3 工程建设、管理与保护

都江堰工程的管理，东汉以来就由国家设有专门的机构和人员，其维修经费由国家拨发，维修范围是鱼嘴至灌县境内各干渠的进口段，为官堰管理。官堰管理具有行政管理、水量调度和执法功能。而灌区内的干支渠、支渠以下的斗毛渠，以及渠系的配套建筑物，则由各县和民间自行管理，管理以农户参与为主，费用由农户自征，工程由农户自养，官府仅起督导作用，为民堰管理。民堰管理以支渠为单位，形成相对独立的管理体系。历史上形成的都江堰管理体制对今天的灌区改革仍具有借鉴意义。

新中国成立后，1950年3月成立了川西都江堰管理处；1952年9月，川西都江堰管理处更名为四川省人民政府水利厅都江堰管理处；1955年又更名为四川省水利厅都江堰管理处；1958年再次更名为都江堰管理处；1978年9月成立四川省都江堰管理处，同年12月13日，经四川省革命委员会批准正式成立四川省都江堰管理局。现管理局内设办公室、人事劳动教育处、供水经营处、工业用水处、工程建设管理处、科技处、财务与经济管理处、水政处、监察审计处、党委办公室、多种经营处、离退休人员管理处、勘察设计院、后勤服务中心、接待处、工会、渠首管理处等17个处、室。

四川省都江堰管理局（都管局）是四川省水利厅直属单位，主要负责都江堰灌区的用水管理和工程管理，设六个灌区管理处：东风渠管理处、外江管理处、人民渠第一管理处、人民渠第二管理处、黑龙滩管理处和龙泉山管理处。都管局的主要任务包括：管好工程，保证灌区用水；贯彻执行灌区管理委员会的决议；统一规划并组织灌区进行渠系改造、工程改建和干渠、分干渠的工程岁修、防洪、管理和渠堤绿化工作；统一调配水量，指导灌区计划用水，科学用水。都江堰渠首工程的兴建、改建、防洪、岁修、渠堤绿化、工程养护，由都管局直接管理，渠首六大干渠和全灌区的水量分配、调度，由都管局统一掌握。管理局下设的六个灌区管理处的基建工程由都管局审查后，上报。

都江堰水利工程实行统一管理和分级管理、专业管理和群众管理相结合的管理体制。四川省水利厅是都江堰水利工程主管机关，其设立的都管局负责都江堰水利工程的统一管理和渠首枢纽的具体管理；灌区各管理处负责职责范围内的干渠、分干渠及各支渠分水枢纽等水利工程的管理。其中府河干渠的洞子口钢架桥至学生大桥，二江寺至黄龙溪段委托成都市政府管理。设区的市水行政主管部门是负责本行政区域内有关都江堰水利工程的水事管理和跨县支渠的管理，并负责指导协调辖区内支渠分水枢纽以下水利工程的管理。县（市、区，下同）水行政主管部门负责本行政区域内有关都江堰水利工程的水事管理和支渠分水枢纽以下水利工程的管理，负责组织、指导群众性的用水管理工作。

都江堰水利工程坚持岁修制度，渠道工程的岁修由都江堰管理局组织完成。支渠分水枢纽及其以上水利工程的岁修方案由都江堰管理局制定并组织实施。支渠分水枢纽以下的水利工程岁修方案，由市、县水行政主管部门制定、实施，并报都江堰管理局备案。各市、县开展岁修时，与都江堰管理局协商确定渠道的断流、输水时间。

4.2.1.4 灌区用水管理

都江堰水利工程供水实行水权集中、统一调度、分级管理的原则。灌区的年度供水计划批准权，由省水行政主管部门行使；灌区供水计划的执行调度权，由都管局行使。

通过水量的分配和调度，保障城乡居民生活用水，提供农业用水和工业用水，兼顾生态环境用水。水电站、水动力站、航运、旅游等用水、必须服从防洪调度和生活用水、农业用水、工业用水的需要。农业用水的调度，平原灌区主要按灌溉面积比例配水；丘陵灌区以夏、秋季引水囤蓄为主，其他时段由都管局根据来水情况进行调度。

生活用水、农业用水、工业用水、自来水厂用水和生态环境用水等用水户，按规定时间向都管局报送年度用水计划。都管局根据用水户所报的用水计划编制年度供水计划，经有关市、县人民政府及其水行政主管部门、水利工程管理单位和用水户代表参加的会议商议后，报经省水行政主管部门批准后实施。都管局严格按照批准的计划，对用水实行统一调度。

用水户必须按批准的用水计划用水，确需超计划用水的，必须向都江堰管理局提出超计划用水申请，经都江堰管理局同意后，方能用水。新增生活用水、工业用水、自来水厂用水和生态环境用水等用水户，以及用水户改变取水地点、取水方式或者取水量的，必须经都江堰管理局批准后方能用水。新增农业用水，由市、县水行政主管部门提出申请，经都管局或者省水行政主管部门批准后方能用水。

岷江渠首上游降雨时间主要集中在夏秋两季，占年总降水量的 78%，灌区内的干渠、分干渠等，修建标准低，运行时间长，渠道和渠系建筑物老化损坏严重，历年来防汛任务十分艰巨。灌区的防汛抗洪工作在各级人民政府的统一领导下，按照分级管理、分级负责的原则进行。年初，根据专业气象部门的汛情预报制定渠首工程、重点枢纽工程、渠道、水库等相应的防洪抢险预案。其中，都江堰管理局根据岷江来水情况及灌区区间来水情况作好渠首洪水调度，最大限度地减小洪水对都江堰水利工程造成的损失。其它重点枢纽工程、渠道、水库等的防汛抗洪由相应的管理处、地方水行政部门负责组织实施。

2004 年 3 月，沱江发生特大污染，都江堰管理局通过人民渠、东风渠紧急调水 5500 多万方，向沱江实施跨流域调水冲污，为夺取沱江治污最后胜利做出了重要贡献。

4.2.1.5 水费的徵收及其使用

都江堰水利工程实行计量用水、计量收费、超定额累进加价的制度，积极推进合同制用水。所有用水户按规定缴纳水费。任何单位和个人不得截留、平调、挪用和减免水费。

都江堰水利工程供水价格的核定以成本为依据，分类计价。水价由省物价主管部门会同省水利行政主管部门制定，市、县（市、区）价格主管部门可以提出水价调整方案报省价格主管部门批准。水费使用管理办法，由省水行政主管部门会同省财政主管部门制定。其中，农业水费的分配比例，由省水行政主管部门制定方案，报省人民政府批准后实施。

生活用水、农业用水、工业用水、自来水厂用水和生态环境用水实行计量收费，用水户应在取水点设置计量装置，供水单位按用水户实际用水量收费；未设置计量装置的，按用水

户的设备取水能力计量收费，超计划用水，应当按规定交纳加价水费。水费按月征收，次月上旬支付上月水费。农业水费实行按亩计收或以基本水费加计量水费计收的方法。农业水费由灌区各县或者用水户协会等负责收取，按规定向供水单位缴纳。

收取的水费用于工程运行、管理、维护、和发展水利经济。水利工程管理单位实行帐务公开，并接受省水行政主管部门和财政、审计部门的监督检查。省水行政主管部门对灌区工程运行、维护等活动进行统筹、协调。

4.2.1.6 都江堰水利工程面临的问题及对策

4.2.1.6.1 来水量呈现减少趋势

从 20 世纪 30 年代至今，都江堰来水量每 30 年减少近 10%，减少的原因是属于周期性的变化还是与气候变化的趋势有关，尚需要根据长期的资料进行研究。都江堰灌区的水主要用于灌溉，其次是城镇工业和生活用水，再次是农村用水，最后是环保和其他用水。根据灌区总体规划，灌溉面积的增加、人口的增长、工业的发展都将引起蓄水量的增加。这样，就使得灌区水资源的供需矛盾更加突出。

4.2.1.6.2 节水意识薄弱

传统的用水模式没有得到根本性转变，农业用水“按亩收费”，用与不用一个样，用多用少一个样，导致大水漫灌是灌区农业用水的普遍现象，水资源浪费极其严重。另一方面，工业与农业争水，丘陵与平原争水，生态与生活争水的矛盾非常突出。

灌区不同地方，水资源特点不同。地表水地下水的联合应用。丘陵地区修建水库。

4.2.1.6.3 管理和运行体制不畅

都江堰灌区水资源管理体制存在的主要问题：一是缺乏水资源统一管理的职能。都江堰管理局虽然是灌区水利工程的统一管理单位，但却没有对灌区水资源统一管理的职能，缺乏对管区主要水源的调控能力。都江堰管理局对灌区有的管理处实行直接领导，有的则实行业务指导；仅有业务联系的局处之间，缺乏必要的经济和行政联系。灌区内缺乏水资源调蓄工程，上游来水和灌区用水年内分布又不匹配，只能利用灌区渠系运用和有计划用水来弥补。随着灌区的扩大和服务功能由原来的灌溉转向防洪、灌溉、供水、环境保护等，对灌区统一分配、统一调度、水利工程联合运用提出更高的要求，更显灌区水资源进行统一管理的必要性。二是水利资产管理划界不清。《四川省都江堰水利工程管理条例》虽然规定，都江堰管理局负责都江堰水利工程的统一管理，并具体负责渠首枢纽、干渠、分干渠及各支渠分水枢纽等水利工程的管理，设区的市（地区行政公署）和县（市、区）水行政主管部门负责本行政区域内有关都江堰水利工程的水事管理和相应渠系工程的管理工作，但是不同级别的水利工程产权划界不明，给工程管理和资产管理带来不便。三是水资源权属管理尚不明确。水资源

所有权属于国家，但是在灌区水资源的使用权、经营权、处置权等的管理主体不明确，即由灌区管理局还是由地方水行政主管部门负责管理水资源权属事宜不明确。灌区水资源权属管理主体不明确，导致水权分配、水资源合理配置、高效利用和有效保护等方面管理不顺。四是水资源市场配置作用比较弱。灌区内的水资源配置主要依靠行政手段，由于产权和水权的原因，市场在水资源配置中的作用不明显。具体体现在供水价格低于供水成本，公益性支出得不到应有的补偿，工程维护和配套不足等。五是投资渠道单一。水利工程建设投入主体是政府，因国家不同时期有不同的建设重点，只靠国家单一渠道的投入，工程配套、运营维护以及灌区改造经费不足，影响灌区水资源高效利用和灌区发展

4.2.1.6.4 生态环境问题日渐突出

都江堰则地处岷江上游和中游结合部的岷江出山口，是世界上至今为止年代最久远的无坝引水水利工程，是举世闻名的世界文化遗产地。作为川西平原的“咽喉”，岷江水是“天府之国”农业灌溉的保障，其水质的优劣、区域生态环境的好与否都将对下游的成都平原产生影响。

岷江上游过去植被很好，森林密布，风景优美，气候宜人，新中国成立时，森林覆盖率还有 32%。但是，近年来人类毫无节制地向大自然索取、掠夺，使枢纽工程上游生态系统中的森林植被破坏严重结果招致大自然的报复与惩罚，造成大量水土流失，导致江水含沙量增水源涵养能力降低，岷江来水量逐减少，特别是枯水期水量减少更为重。为此，森林植被生态的保护和恢刻不容缓。

4.2.1.7 解决措施

4.2.1.7.1 修建水库调节来水

由于来水量的不断减少，岷江上已经修建具有多年调节功能的紫坪铺水利枢纽，从总量上满足灌区综合用水的需求。作为都江堰灌区和成都市的水源调节工程，紫坪铺水利枢纽以灌溉和城市供水为主，兼顾发电、防洪、环境保护和旅游。同时，紫坪铺水利枢纽和当前已建成的太平驿、映秀湾、渔子溪等电站调峰运行时，会引起都江堰来流的大幅度变化，对工农业和生活环保用水的保障供应形成威胁。为了消除和缓解这种不利现象需要修建都江堰枢纽区的调节水库，目前正在规划杨柳湖水库对紫坪铺水库的放水进行反调节，以保证都江堰地区的正常取水。在枯水期，由于紫坪铺电站调峰，灌区平均每日缺水约 4 ~7 亿 m³，杨柳湖水库提供反调节库容 7 亿 m³，对紫坪铺水利枢纽的日内调峰水量进行削峰补谷，满足灌区综合用水要求。

4.2.1.7.2 都江堰灌区水资源管理建议

一、推行都江堰灌区流域化管理

都江堰灌区总面积 2.32 万 km²，灌区内水资源总量 290 亿 m³，其中灌区引水 147.3 亿

m³, 占 50%, 即灌区一半以上的水资源是直接引水, 另外还有灌溉水和地下水的转化。目前都江堰灌区实际灌面 1008 万亩, 未来发展规划达到 1500 万亩, 而且灌区已经从单纯的灌溉供水发展到防洪、灌溉、供水、发电、水产、生态等综合服务, 几千年的引水灌溉, 使得都江堰灌区已逐渐发展成为具有独特流域水文环境的区域。因此, 必须推行流域化管理, 在灌区范围内加强水资源的统一规划、开发、利用和保护等方面的管理职能。

二、建设灌区水资源统一管理体系

灌区不仅对水量进行统一分配, 而且要增加水资源管理职能, 充分考虑灌区多功能发展需要, 全面加强水资源的统一管理, 以水资源的统一管理带动灌区管理。一是充分发挥灌区三大委员会管理职能的基础上, 建立灌区管理协调理事会, 形成水资源统一管理的协商机制。二是统一规划。《四川省都江堰水利工程管理条例》中规定, 必须制定都江堰灌区总体规划, 并且都江堰灌区内城镇规划等, 应与都江堰灌区总体规划相协调。三是加强灌区水资源监测, 联合运用各种水利设施, 联合调度灌区当地的水资源和渠首引水。四是合理配置灌区水资源, 提高水资源总体效益。五是在扩大供水的同时, 加强排水管理, 与环保部门协调控制渠道排污总量, 保护环境。

三、推广灌区节水和水资源保护制度

都江堰灌区渠系有效利用系数 0.48, 按年引水量 147.3 亿 m³ 来计算, 年渗漏量 81 亿 m³。灌溉水利用系数每提高 1 个百分点, 可节约 1.3 亿 m³ 的水量, 效果非常显著。加大渠系防渗措施, 减少输水损失。推广节水灌溉技术, 提高水分生产率。科学测算农业灌溉、工业及生活用水定额, 加强计划用水和定额管理。有效保护水资源, 对渠系设置排污口进行严格审批, 严格按水功能区的要求对排污总量进行管理。

四、健全灌区水资源管理法规体系

一是在《水法》、《四川省都江堰水利工程管理条例》等法规的基础上, 制定都江堰灌区的实施细则, 同时考虑都江堰上游调节工程紫坪铺、鱼嘴枢纽工程等其他径流调蓄工程的运用, 应该满足都江堰灌区农业、工业、城市供水的调度需要。二是按《水利产业政策》等法规, 建立政府对资源权属管理和企业对资产运作管理的改革发展目标的具体规定。三是以《水利工程供水水价管理办法》和《四川省都江堰水利工程管理条例》为依据, 合理制定水价, 建立计量收费管理制度以及水资源补偿和恢复制度。

4.2.1.7.3 增强节水意识, 建立节水型社会

节水型社会建设的核心是制度建设, 要建立以水权、水市场理论为基础的水资源管理体制, 形成以经济手段为主的节水机制, 建立起自律式发展的节水模式, 不断提高水资源的利用效率和效益。在建设节水型社会过程中, 要明晰初始水权, 要确定水资源宏观总量控制与微观定额管理两套指标体系, 要采取法律、经济、工程、行政、科技等综合调控措施保证两套指标体系的实现。

同时, 合理的水价, 将有利于调节水资源供需关系, 促进水资源的可持续利用, 推

动节水型社会的建设。因此，水价的制定和水费的徵收是灌区管理的重要工作。为了适应市场经济运作规则的要求，灌溉用水水价要逐步由计划定价过渡到边际成本定价为主。为促进水资源向高收益方向移动，还应该考虑水资源使用的机会成本。由于计量设施不完善，大多地方按灌溉面积、次数、时间收费，不利于节约用水。应该逐步完善用水计量设施，实行按用水量计收费。合理水价的制定，离不开用水户的支持，因此在制定水价的过程中，应该吸收用水户和其它相关单位人员参与，使水价充分反映各方面的利益。水费徵收和使用的公开。

5 保证水权的单因子分析

在水资源设施的角度上，我们将水权分为防洪水权、兴利水权和生态水权。作为库容分配，防洪水权为广义上的水权，兴利、生态水权为以水量为基础的狭义水权。详情见下图。

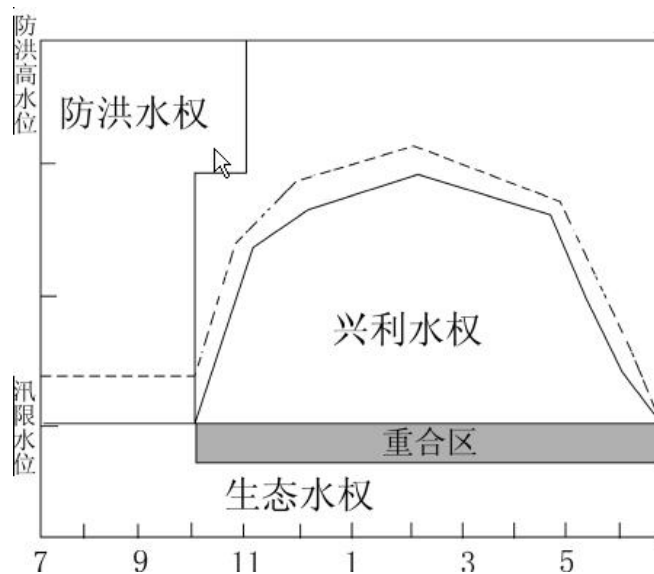


图-5 水权分析图

5.1 广义水权

5.1.1 防洪水权

对于大型水资源设施来讲，要通过操作规则来保证其自身及其下游的安全。为达到目的，水库需要在不同的时段预留下不同的库容，广义上来讲，我们将之称为防洪水权。

防洪水权的保证，我们需要从以下两个方向开展工作：

1、工程措施。

从水资源设施角度来看，保证防洪水权的工程措施大体划分为泄洪工程、蓄洪工程和分洪工程三大类别。

(1) 泄洪工程。主要指行洪河道、沿河堤防，拦河闸和穿堤涵闸，是防洪工程系统中的基础和骨干。行洪河道是宣泄洪水的通道。

(2) 蓄洪工程。主要指水库。水库是利用合适地形拦河筑坝，使河谷形成人工水域用以拦蓄、控制天然径流，改变其原有时空分布状况的工程。水库是控制性的防洪工程，防洪作用十分显著。水库因所处地点不同，可分为山谷水库和平原水库，主要由

拦河坝、溢洪道和输水洞等部分组成。要保证水库的防洪水权，就必须保证其自身蓄洪的持续有效，即需要采取措施对水库进行闸门维修、库区清淤等。

(3) 分洪工程。分洪工程是在洪水有可能超过河道安全水位、流量时，为保护河道堤防的安全而分担超额洪水的工程设施。主要为分洪入海，分洪入临近河道，分洪入临近湖泊，分洪入蓄洪垦殖区等四种方式来增加防洪水权的保证率。

2、非工程措施

防洪非工程措施一般包括以下内容。

(1) 建立洪水预报和警报系统。在洪水到达之前，利用卫星、雷达和电子计算机，把遥测收集到的水文气象数据，通过无线电系统传输，进行综合处理，准确作出洪峰、洪量、洪水位、流速、洪水到达时间、洪水历时等洪水特征值的预报，密切配合防洪工程，进行洪水调度；及时对洪泛区发出警报，组织抢救和居民撤离，以减少洪灾损失。一般来说，洪水预报精度愈高，预见期愈长，减少洪水灾害损失的作用就愈大。

(2) 制定超标准洪水防御措施。针对可能发生的超标准洪水，提出在现有防洪工程设施下最大限度减少洪灾损失的防御方案、对策和措施。

(3) 对洪泛区进行管理。通过政府颁布法令或条例，对洪泛区进行管理。一方面，对洪泛区利用的不合理现状进行限制或调整，如有的国家采用调整税率的政策，对不合理开发洪泛区采用较高税率，给予限制；对进行迁移，防水或其他减少洪灾损失的措施，予以贷款或减免税收甚至进行补助以资鼓励。另一方面，对洪泛区的土地利用和生产结构进行规划、改革，达到合理开发，防止无限侵占洪泛区，以减少洪灾损失；在防洪区内兴建各项安全措施工程等。

(4) 采取/汛限水位动态控制，保证防洪水权。水库汛限水位动态控制是指水库在汛期，根据实时雨、水情，利用预报成果，在不降低水库防洪标准，确保水库、上下游地区防洪安全的前提下，按照经科学论证并经有关部门审批的水库汛限水位动态控制方案确定的控制范围对汛限水位进行浮动的调度过程。

(5) 地表水资源设施之间以及地表水和地下水资源设施之间的联合调度。

(5) 制定撤离计划。在洪泛区设立各类水标志，并事先建立救护组织、抢救设备，确定撤退路线、方式、次序以及安置等项计划，根据发布的方式警报，将处于洪水威胁地区的人员和主要财产安全撤出。

(6) 进行河道管理。对河道范围内修建建筑物、地面开挖、土石搬迁、土地利用、植树砍树等进行管理。

(7) 制定、执行有关防洪的法规、政策。将古今中外成功的防洪经验和应当吸取的教训，以法规、政策的形式规定下来，把防洪工作纳入法制轨道。

5.2 狭义水权

狭义上，水权大致可以分为两种，即兴利水权和生态水权。从水资源设施的角度来讲，我们将从河道内引、存水所满足的如灌溉、生活、工业等兴利要求的用水权，称为兴利水权；

将河道内保留一定水量用来满足如水土保持、鱼类生存、回补超采地下水等用水权称为生态水权。

5.2.1 兴利水权

兴利水权。生活用水、农业用水、工业生产用水都属于兴利用水，这些被利用的水从河道中取出来，其中一部分重新回到水体，但水量已经减少，水质也发生了改变。保证兴利用水的提取、利用，经研究，主要有以下几方面的措施：

1、工程措施。

(1)水土保持工作的不断实施。实施水土保持治理、涵养水源，才可以保证水库来水的稳定，从而保证河道水量。

(2)优化联合调度规则，提高水源利用率。优化水库间及地表水与地下水之间的联合调度，就是要达到最大限度地利利用水资源，以保证供水。地表水间的调节，可通过引渠、河道等水网体系在水库之间调节库容，也可以通过人工修建引水渠道来完成，如日本的北千叶引水渠。若地表水间调节后，有的水库蓄水量还是偏高，可在次年汛初进行地下水回灌。例如在北京，供水用水要坚持下列原则：地下水要优先考虑自来水厂取水；密云水库、怀柔水库要优先保证城市生活用水；官厅水库要优先考虑城市工业供水；工业要首先利用河水；农业大田灌溉和城市下游河湖补水要首先考虑使用再生水；自来水要优先供给城市生活；要结合降水的时空分布，确定农业灌溉和城市河湖补水的时间。

2、非工程措施。

(1)做好水权补偿工作，保证水源供应。

(2)调整产业结构，降低农业和工业用水量。开展节水工作，对不合理的工业结构和农业结构进行调整同时进行结构调整，实现工业和农业的优化配置，降低工业用水和农业用水。

(3)洪水资源化。就是要利用洪水自身有利的一面，最大限度地挖掘洪水对于促进我国经济社会和生态环境可持续发展的作用，把洪水作为一种资源来管理本身就是一种科学创新和认识提高，对洪水实施资源化管理可以获得经济和环境方面的双重收益。

(4)再生水利用。再生水利用的目的一个是开源，一个是节水减污，是针对资源型缺水城市和水质型缺水城市两种不同的类型，从技术政策上确定景观环境和生态用水是再生水用水的主要发展方向，并积极推动再生水的工业利用和城市杂用的出发点。同时，在选择城市污水再生利用系统的构建模式上应该因地制宜，根据当地的具体情况，通过综合性技术经济比较，可以多种模式并存，优化组合。

(5)建立城市应急备用水源。当前，中国正处在快速发展时期，对于大多数城市来说，都必须具有较高的供水保证程度，它关系着城市的可持续发展、人民生活的需要和社会的安定。因此，对于城市来说，各水资源设施建立特枯水年及连续枯水年水资源严重短缺紧急情况下的对策预案是十分有必要的。

(6)建立强有力的科技保障体系。科技是第一生产力，我们在水资源设施的管理过程中，也要对它进行合理充分的利用。如取水许可智能化计量管理系统等高新技术，人工增雨等。

(7)建立水市场，缓和用水矛盾。充分发挥市场在资源优化配置中的作用，是中国经济体制改革的基本目标，也是水利经济改革的基本导向。

5.3 生态水权

生态水权，是指满足生态环境用水所必须保证的水权。狭义的生态环境用水是指为使生态环境用水不再恶化并逐步改善而需要消耗的水资源总量。生态用水主要包括水土保持生态环境用水、林业生态工程建设用水、维持河流水沙平衡用水、保护和维持河流生态系统的生态基流、回补超采地下水所需生态水量以及城市生态用水等几个方面。当前我们的水资源设施操作规则的基本思路是：牢固树立和认真落实以人为本，全面、协调、可持续发展的科学发展观，以维护健康长江、促进人水和谐为基本宗旨，统筹防洪、兴利与生态，运用先进的调度技术和手段，在满足坝下游生态保护和库区水环境保护要求的基础上，充分发挥水库的防洪、发电、灌溉、供水、航运、旅游等各项功能，使水库对坝下游生态和库区水环境造成的负面影响控制在可承受的范围内，并逐步修复生态与环境系统。生态水权的满足，工作需要从以下几个方面考虑：

1、充分考虑下游水生态及库区水环境保护。

(1)确定合理的生态基流。生态基流要根据坝下游河道的生态需水确定。生态需水是指维系一定环境功能状况或目标（现状、恢复或发展）下客观需求的水资源量。确定河流生态需水量，是保护河流生态系统功能的有效措施。河流生态需水量的确定，应根据河流所在区域的生态功能要求，即生物体自身的需水量和生物体赖以生存的环境需水量来确定。河流生态需水量，不但与河流生态系统中生物群体结构有关，而且还应与区域气候、土壤、地质和其它环境条件有关。根据生态基流控制水库下泄流量的措施多种多样，最经济的方法是设定在一定的发电水头下的电站最低出力值。通过电站引水闸的调节，使发电最低下泄流量不小于所需的河道生态基流，以维持坝下游生态用水。

(2)控制水体富营养化。水库局部缓流区域水体富营养化的控制，可通过改变水库调度运行方式，在一定的时段内降低坝前蓄水位，使缓流区域水体的流速加大，破坏水体富营养化的形成条件；或通过一定的时段内增加水库下泄流量，带动水库水体的流速加大，达到消除水库局部水体富营养化的目的。另外，对水库下游河段也可通过一定的时段内加大水库下泄量，破坏河流水体富营养化的形成条件；或采取引水方式，增加河流的流量，消除河流水体的富营养化。

(3)控制“水华”爆发。可通过不同的调度方式，充分运用水动力学原理，改变污染物在水库中的输移和扩散规律以及营养物浓度场的分布，从而影响生物群落的演替和生物自净作用的变化。可利用水库调度对水资源配置的功能，蓄丰泄枯，增加枯水期水库泄流量，从而显著提高下游河道环境容量，改善水质。

2、充分考虑水生生物及鱼类资源保护。

(1)采取人造洪峰调度方式。水库的径流调节使坝下河流自然涨落过程弱化，一些对水位涨落过程要求较高的漂流性产卵鱼类繁殖受到影响。根据鱼类繁殖生物学特性，结合坝下游水文情势的变化，通过合理控制水库下泄流量和时间，人为制造洪峰过程，可为这些鱼类创造产卵繁殖的适宜生态条件。

(2)根据水生生物的生活繁衍习性灵活调度。水库及坝下江段水位涨落频繁，对沿岸带水生维管束植物、底栖动物和着生藻类等繁衍不利。特别是产粘性卵鱼类繁殖季节，水位的频繁涨落会导致鱼类卵苗搁浅死亡。因此，水库调度时，应充分考虑这些影响，尤其是产粘性卵鱼类繁殖季节，应尽量保持水位的稳定。我国很多渔业生产水平比较高的水库，在水库调度中都采取了兼顾渔业生产的生态调度措施。如黑龙江省龙凤山水库在调度上采取春汛多蓄，提前加大供水量的方式，然后在鱼类产卵期内按供水下限供水，使水库水位尽可能平稳，取得了较好的效果。

(3)控制低温水下泄。水库低温水的下泄严重影响坝下游水生动物的产卵、繁殖和生长。可根据水库水温垂直分布结构，结合取水用途和下游河段水生生物生物学特性，利用分层取水设施，通过下泄方式的调整，如增加表孔泄流等措施，以提高下泄水的水温，满足坝下游水生动物产卵、繁殖的需求。

(4)控制下泄水体气体过饱和。高坝水库泄水，尤其是表孔和中孔泄洪，需考虑消能易导致气体过饱和，对水生生物、鱼类产生不利影响，特别是鱼类繁殖期，对仔幼鱼危害较大，仔幼鱼死亡率高。水库调度可考虑在保证防洪安全的前提下，适当延长溢流时间，降低下泄的最大流量；如有多层泄洪设备，可研究各种泄流量所应采用的合理的泄洪设备组合，做到消能与防止气体过饱和的平衡，尽量减轻气体过饱和现象的发生。此外，气体过饱和在河道内自然消减较为缓慢，需要水流汇入以快速缓解，可以通过流域干支流的联合调度，降低下泄气体中过饱和和水体流量的比重，减轻气体过饱和对下游河段水生生物的影响。

3、充分考虑泥沙调控问题。

水库泥沙淤积将直接造成库容的损失、库尾段的淤积，会引起库尾水位的明显抬高、变动回水区航道与港口的运行安全等问题。通过采用“蓄清排浑”、调整运行水位以及底孔排沙等调度方式，可有效减少泥沙淤积和改善变动回水区的航运条件。如黄河上的小浪底水库正是采用了“蓄清排浑”的调度方式，才很好的解决了水库的泥沙问题。

4、充分考虑湿地保护需要。

水库对湿地的影响产生的根本原因，是水库改变了天然河流水沙特性，造成天然湿地水沙补给规律的改变。因此，水库的调度应根据相应河道湿地的特点，从保护湿地的角度，对水库下泄流量和含沙量作季节性调整等措施，将水库对湿地的影响减小。

5.4 综合分析

对于水资源设施来说，防洪水权的满足与否直接关系到设施本身的安全及下游的防洪安全，同时影响到其他水权的保证程度。在规划设计阶段，一般是根据各级设计洪水来确定水库规模和各特征水位。但在实际运用过程中，更多遇到的并不是设计洪水，而是一般的小洪水，这就使大部分的防洪库容腾空，得不到利用，这与我国北方特别是西北地区严重缺水的现状形成鲜明的对比，即一方面用水紧缺，另一方面不敢多蓄水。同时，长期对河流生态环境的忽视，已经导致了很多河流生态的严重恶化，此时，生态问题已经到了必须解决的时候。水资源设施操作规则的优化，本质上来说，就是要解决防洪、兴利和生态之间的矛盾。

简单的说，防洪水权的保证需要的是尽量多的库容，兴利水权的保证需要的是尽量多的水量，生态水权的保证需要的则是尽量多的恢复自然流量。三者是矛盾的，因为保证库容就必须舍弃水量，而修了水库就必然会改变自然；三者又是可以统一的，不同时期不同的水权保证可以通过科学的水库调度方式来保证。结合以上章节分析，防洪水权、兴利水权和生态水权是通过水资源设施的科学调度有机结合起来，考了以上分析的各个方面，水权保证一定可以达到一个很高的程度。

6 结论与展望

水资源是经济社会发展的重要基础性资源，水资源的可持续发展也是经济社会可持续发展的重要保障。然而，目前我国的水资源却处于短缺状态。我国原有的水资源状况就不算太好，数量不足，质量不高，且分布不均。在开发利用方面存在着产权不明、缺乏统筹规划和科学管理、水价偏低、浪费严重等种种缺点。这些都与我国的水权制度不够完善有关，我国的水资源管理、水权管理等方面亟待改善，特别是水权方面，存在着概念不完整，分配、流通、管理缺乏依据等问题。

在水权制度的不断完善过程中，我们需要对方方面面的相关水利规则、制度进行调整，其中我们有必要经常对水资源设施的管理运用进行一体化调整。

从水资源设施的角度上，本文收集整理水权、操作规则等相关概念，明晰研究内容；同时收集大量水资源设施相关资料，分别研究多个中国水资源设施的运行现状，研究其具体操作规则与其保证水权实施之间的关系，探讨实践中各个水资源设施运行所存在的不足和问题，并尝试提出改进的建议；最后，本文在大量事例研究之后，分别针对防洪、兴利和生态水权提出相关保证措施。研究事例涉及中国多个流域，中国区内研究以海河流域为主，同时涉及黄河、长江流域，水资源设施研究以水库为主，兼顾闸、堰、渠道等。

由于资料以及实践中的一些条件限制等，有些问题仍需要作进一步的研究，如水资源设施的管理体制改革、特殊情况下水权的保证及补偿机制等。

参考文献：补充

1. 汪恕诚：《水权管理与节水社会》，载水利部政策法规司编：《水权与水市场》，2001年12月
2. 于兴军：《论水权的构成》，载于《经济师论坛》，2002年第1期
3. 刘斌、杨国华、王磊：《水权制度与我国水管理》，载于《中国水利》2001年4月

4. 北京密云水库管理处:《密云水库志》,1990年
5. 孙京都、刘和平:《北京市密云水库汛限水位研究》,载于《北京水利》,2003年第3期
6. 贺伟程:《关于密云水库的合理调度问题》,载于《北京水利》,1996年第3期
7. 吕洪斌:《密云水库可持续利用研究》,载于《海河水利》,2004年第2期
8. 张德举:《密云水库工程管理运用概述》,载于《北京水利》,1999年第5期
9. 郑永良、李小燕、梅立庚、陈民:《潘家口、岳城、密云水库住汛期洪水调度研究》,载于《海河水利》,2002年第4期
10. 廖小刚,葛久研:《黄河小浪底库区管理研究》,河海大学硕士论文,2005年1月
11. 胡一三著:《小浪底水库运用初期三门峡水库运用方式研究》,黄河水利出版社,2004年
12. 尹正杰、胡铁松、崔远来、王小林、曾志炫:《水库多目标供水调度规则研究》,载于《水科学进展》,2005年第6期
13. 水利部黄河水利委员会,《黄河水权转换管理实施办法》,2004年6月29日
14. 吴中元、李光泉:《水库防洪兴利问题理论及方法的应用研究》,天津大学博士论文,2002年
15. 焦瑞峰、吴泽宁:《水库防洪调度多目标风险分析模型及应用研究》,郑州大学博士论文,2004年5月
16. 刘玉龙:《都江堰灌区管理与水资源管理模式分析》,载于四川省都江堰水利工程网
17. 刘宁:《从都江堰持续利用看水利工程科学管理》,载于《中国水利》,2004年第18期
18. 孔慕兰:《都江堰水利工程管理体制问题探讨》,载于《中国水利》,2004年第18期
19. 封光寅、郎理民、张洪霞、张孝军:《都江堰水利枢纽工程主体和客体及环境的保护与完善》,载于《中国水利》,2004年第18期
20. 彭述明、李翊:《都江堰灌区“良治”管理模式初探》,载于《中国水利》,2004年第18期
21. 黄强、赵麦换:《水库调度的流域化、生态化视野》,载于《中国水利报》,2006年5月25日
22. 蔡其华:《充分考虑河流生态系统保护因素 完善水库调度方式》,载于《中国水利》,2006年第2期