

中英合作水资源需求管理项目 水资源综合管理方法汇编

指导手册 3.4：节水型社会审计

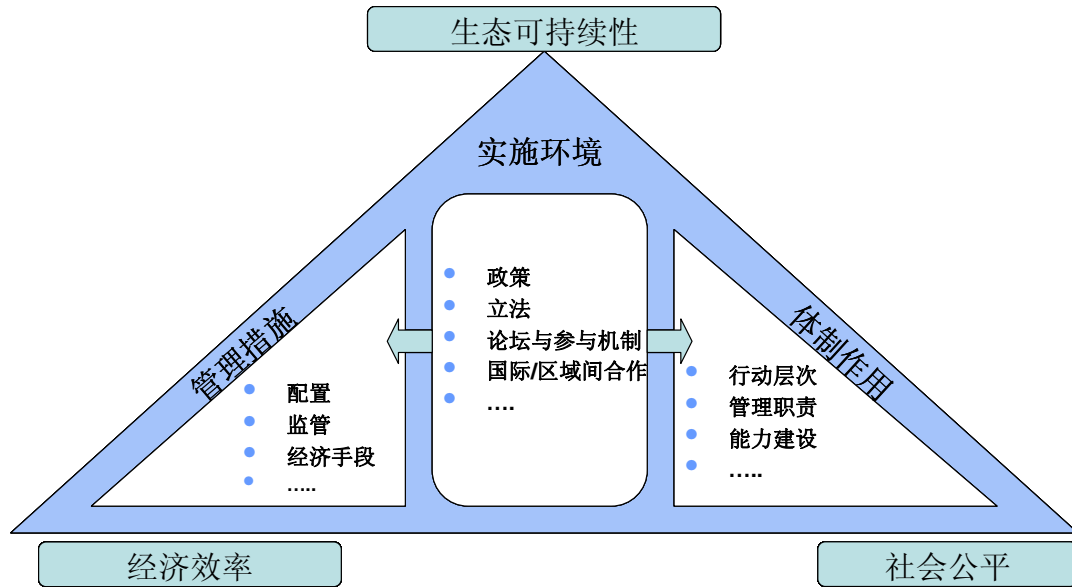
2010年5月

3.
需求管理

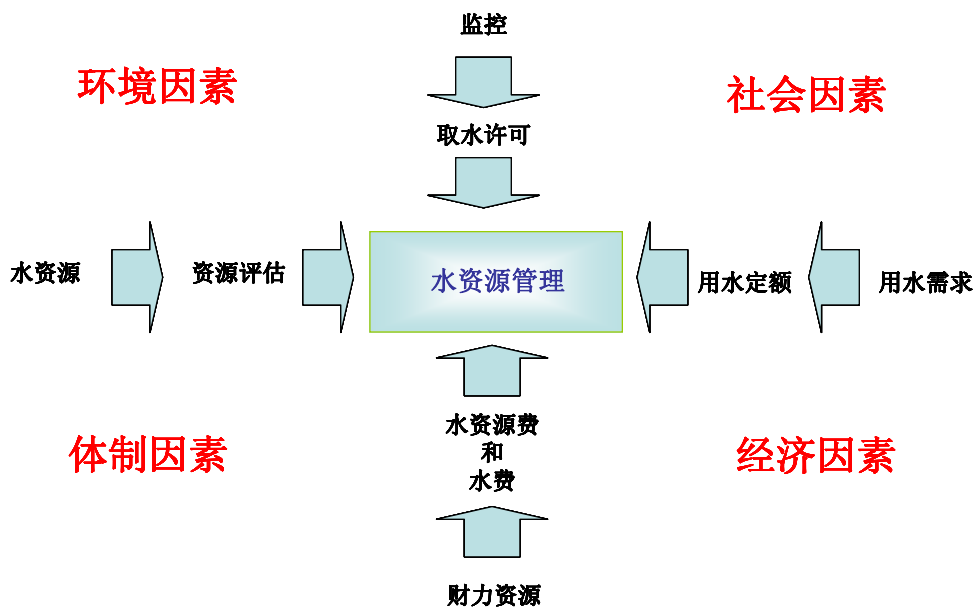


水资源综合管理 (IWRM)

(基本原理引自全球水伙伴)



水资源综合管理驱动要素



(第二幅图引自水资源需求管理援助项目)

概述：本文为节水型社会建设及其节水指标的审计程序提出建议。

首先综述目前地市级节水型社会的典型节水规划，然后概述节水指标审计的重要性，提出审计方法建议。重点放在地市级或相应流域层面的节水评估，同时鉴于局部的水量损失可以在其他地区再利用，也对自来水厂、灌区等微观层面的节水进行评估。

本文结构如下：

- 节水型社会建设的组织与管理，主要是审计的安排（第2章）；
- 节水规划应包含的内容（第3章）；
- 审计程序与方法（第4章）；
- 实施效果的分析与评估（第5章）；
- 结论（第6章）。

本文是可持续的水资源规划、水量分配和管理主题系列之一。参考书目中有本系列的详细介绍。

在水利部的支持下，根据中英合作水资源需求管理援助项目（WRDMAP）的成果，特编写本方法系列，以辅助省、市、县各级水利（水务）部门的工作，以实现水资源的可持续利用。

1 引言

1.1 节水型社会

中国的水资源短缺，已经成为许多地区经济发展的瓶颈，并导致生态退化，但同时普遍存在着水资源的浪费现象，为此，政府于2000年开始大力推行节水型社会建设，提高水资源利用效率。水利部制定了节水型社会建设规划，开展了大量试点工作。

水资源管理还有很大的改进余地，尚需做大量工作。仍然没有严格、系统的节水规划实施评估制度。对节水型社会进行更加有效的审计，可以发现问题，总结经验教训，提出改进建议。

1.2 节水型社会审计

节水型社会的概念非常宽泛，但规划设定的具体目标是可以进行监测和审计的。对各项指标评估，确保其现实可行，包括潜在的效益和存在的风险。

“十一五”规划宏观节水目标：

- 万元GDP用水量减少20%；
- 万元工业增加值用水量减少30%；
- 农业灌溉用水效率从0.45提高到0.50。

需要对这些宏伟目标的完成情况进行检测。农业作为全国多数地区的主要用水户，其节水指标尤显重要，但应注意一个灌区的水量损失经常可以被其他灌区利用。农业用水的变革将对水资源产生广泛而深远的影响。

规划实施过程中进行定期审计可以随时量化综合目标和具体指标达到的程度，有助于改进建设节水型社会的各种措施。需要建立系统的数据采集年度计划，以便开展定期审计。监测、审计周期可以考虑为五年。

地市制订节水型社会建设规划，要求首先在此层面上进行检测，但如果流域范围更广，则需要在更高的层面进行检测进一步的审计。此外，审计也需要考虑局部小范围的许可取水用户。

局部地区的审计相对容易，但局部地区的节水可能会对区域层面产生某种影响，需要做出评估。例如：

- 节约出的水量的用途，例如灌区提高灌溉效率节约的水量是用于增加灌溉面积还是留作增加河川流量；

- 节水造成的回归水量的减少对下游用户或环境会产生什么影响？

1.3 本文结构

本文主要面向地市及以下层面的管理人员，提供节水型社会建设监测与审计方面的指导。本文结构如下：

- 节水型社会建设规划制订、审计的组织与管理，主要是审计的安排（第2章）；
- 节水规划应包含的内容（第3章）；
- 审计程序与方法（第4章）；
- 实施效果的分析与评估（第5章）；
- 结论（第6章）。

2 节水型社会建设

2.1 节水型社会建设历史回顾

中国的水资源短缺已经成为许多地区经济发展的瓶颈，但各行各业又普遍存在着水资源浪费现象。为了在经济快速发展的同时，促进社会和谐，合理利用水资源并维持生态可持续性，中央政府提出建立资源节约与环境友好型社会，各级政府也相应制定节水型社会建设规划。

2000年，《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十个五年计划的建议》，首次提出建立节水型社会。2002年的《水法》第8条明确规定：“国家厉行节约用水，大力推进节水措施，发展节水型工业、农业和服务业，建立节水型社会”。节水型社会建设作为解决我国水资源问题的战略举措，已经成为各级政府的重要职责。

2002年底，水利部发布了有关开展节水型社会建设试点工作的指导意见（558号通知），指出节水型社会建设试

点工作的目的取得经验，逐步推广，力争用10年左右的时间，初步建立起我国节水型社会的法律法规、行政管理、经济技术政策和宣传教育体系。

2003年，水利部在另一份文件（634号通知）中指出节水型社会建设试点工作分两步走。第一步是“十五”期间和“十一五”前期，水利部重点在水资源紧缺、水污染严重、有示范性的地区开展试点工作，主要是大中城市和地（市）级地区。第二步是“十一五”期间，建设省和流域节水型社会示范区。节水型社会建设试点分成两个层面。第一个层面是在水利部指导下确定并进行建设的国家级试点；第二个层面是省（区、市）确定本省的建设试点。

在“十五”规划期间（2001-2005），确立了甘肃省张掖市、四川省绵阳市、辽宁省大连市等12个全国节水型社会建设试点以及许多省级试点。

2007年初，国家发改委、水利部、建设部联合发布了《节水型社会建设“十一五”规划》，提出2010年的目标是：

- 初步建立起我国节水型社会的法律、行政、经济技术政策、宣传教育体系；
- 水资源节约技术和管理水平取得较大进步；
- 全社会自觉节水的机制初步形成，全民的节水意识明显增强；
- 浪费水资源现象得到有效遏制；
- 万元GDP用水量降低20%；
- 全国农业灌溉水有效利用系数从0.45提高到0.5，全国农业灌溉用水基本实现零增长；
- 单位工业增加值用水量降低30%；
- 服务业用水效率接近国际先进水平。

在此期间，进一步扩大试点规模和范围，建设 100 个全国节水型社会试点，即每个省都建设三到四个全国试点。

2.2 组织与管理

节水型社会建设以政府为第一责任人，所以，节水型社会建设规划的制订也是由政府主持，通常委托作为政府水行政主管部门的水利（水务）部门具体操作。在有些情况下，考虑到严峻的水资源供需矛盾，政府各部门之间要求高度协调，作为政府规划主管机构的发展和改革部门出面联合水利（水务）及其他相关部门共同组织编制节水型社会建设规划。例如，《节水型社会建设“十一五”规划》的制订，在中央层面上，由国家发展和改革委员会、水利部、建设部共同组织编制，联合印发文件贯彻落实规划。但在省级层面上，各地由于当地具体情况的差异而模式略有不同。

制订节水规划一般需经过以下过程：

- 发布规划任务书，明确规划编制承担单位；
- 编制规划，其中经历调查研究、技术协调、专家咨询等环节；
- 规划审查，将初稿报送有关权威部门进行技术审查；
- 衔接协调，包括与相关部门的协调及与其他规划的衔接；
- 批复规划，规划主持部门对报送的最终规划报告进行批复，并下发贯彻落实。

节水规划制订过程中几乎各个环节都含有咨询协商的内容，而通过咨询协商各有关方面达成一致应被视为节水规划编制成功与否的关键。如果有相关部门提出不同意见，规划是不可能得到上级部门的批复的，更谈不上贯彻落实。

然而，与除政府部门之外的其他利害关系者的协商尚未普遍展开。随着节水型社会建设体制的完善，向社会各界征求意见正在逐渐得到重视。除经常性地与有关组织、人士的咨询协商外，可召开新闻发布会，分别向主要供水单位和用水户、包括非政府组织在内的社会公众公布规划的内容细节，广泛征求意见，完善规划。例如，天津直辖市位于缺水最为严重的海河流域，作为最早的省级节水型社会建设试点之一，节水型社会建设规划的编制尝试以各种方式动员社会各界广泛参与，将各方有益的建议吸纳到规划中。

节水规划所包含的各项内容中，水价改革方案由于直接关系到民众的切身利益，而供水企业属公共事业具有公益性和垄断性，因此在决定实施前要求有听政会，除此之外，作为整体的节水规划尚无向社会公开征求意见以及与除政府部门以外的其他组织、机构及各相关利益团体咨询协商的制度。

在当前越来越重视公众参与的国际潮流下，节水规划的制订需要引入先进理念，借鉴国际、国内的成功经验与失败教训，建立正式的与所有利害关系者的咨询协商机制，并以各种方式动员公众积极参与。不但能使规划的制订全面、充分地考虑各方意见，协调矛盾，具有可操作性，也是规划在基层能够得以贯彻落实的基本保障。这也是逐渐建立、完善科学、民主决策机制的过程。

制订咨询协商计划，列出协商的次数和时间。首先是内部部门咨询，完成初稿，然后进行一次公众参与咨询，根据意见，修改并准备报批，报批前，再进行一次公众咨询，征询公众对修改稿的意见，完成规划，准备报批。

2.3 节水型社会审计的一般步骤

中国尚未建立正式、标准的节水型社会审计体系。目前节水型社会建设规划实施效果检查考核的方式主要有：

- 由规划实施地区的上一级政府部门组织检查考核，试点地区一般都采用这种形式；
- 负责规划制订、实施的当地政府聘请有关中立组织进行检查考核，多数地区采用这种形式；
- 地方人大对同级政府进行检查考核，例如西安市就采用这种形式。

有些节水型社会建设试点地区正在进行中期评估。

无论采用哪种方式，与节水规划的制订一样，节水规划的审计也应有利害相关者和公众的参与。一些节水规划指标（尤其是定性化指标）的实现程度的高低很大程度上来自于民众的切身体会，而且审计过程也需要社会的监督。

建议审计报告应包含以下内容：

- 审计的组织实施单位及审计人员的遴选；
- 审计程序与方式；
- 各节水规划指标的完成情况；
- 实际实现的指标与规划指标及基准年基线情况的差距和对比分析；
- 未完成原因的追踪与分析；
- 责任方追踪；
- 经验与教训总结；
- 进一步行动建议。

节水规划的修订或新一期规划的制订必须主要基于审计结论。审计报告除呈递相关政府部门外，还应向社会广为散发。

3 节水规划实例

3.1 综述

节水规划应适应当地自然地理条件和社会经济发展状况。一般来说，一个完整的节水规划应至少涵盖以下内容：

- **现状分析：**用水资源情势，用水状况，定额效率指标，包括历史演变和地区间变化，与国内外先进水平之间以及与有关部门制定的用水与节水标准之间的比较分析，找出差距，分析原因；
- **确定指导原则：**在法规的框架内，根据政策导向确定规划制订中必须遵循的原则；
- **需水预测：**根据发展目标和目前的用水效率水平，估算规划水平年的需水量；
- **节水潜力估算：**在比较分析的基础上，估算各用水户的节水潜力；
- **设定节水指标：**围绕实现节水规划总目标，设定各用水户应达到的各项节水指标，如用水效率和用水定额；
- **拟订实施方案与措施：**考虑技术、经济、社会、生态环境等诸方面因素，拟订节水规划的实施方案与具体措施，以实现设定的各个节水指标，最终达到节水规划总目标；
- **环境影响评价：**针对规划中制订的各种节水措施（主要是工程措施）以及总体规划的实施，对主要环境敏感因素进行分析，识别其环境影响，提出减免生态环境负面影响的对策措施；
- **实施效果评价：**采取定性定量相结合的方法，对规划实施后预期可达到的经济、社会、生态环境效果进行分析评价。

节水应有清晰的目的。制订节水规划有两点需要特别加以注意：

- 节水规划实施后节约的水量做何用途？是用于经济社会发展还是至少有部分节约水量用于生态环境？
- 任何一个用水单元的节水措施都必须考虑对全局的影响，例如上游地

区大规模的防渗工程有可能影响到下游的地下水用户。

3.2 规划实例

以下是辽宁省朝阳市制订的节水规划实例。

总体目标:

2010年总体目标摘要如下:

1. 节水型社会建设期间, 加速提高水资源利用效率与效益。当2010年朝阳市GDP达到465亿元时, 万元GDP用水量从249 m³减少到160 m³以下;
2. 将三次产业比例从目前的27: 40: 33调整到20: 50: 30;
3. 加强供水与用水管理, 城镇计划用水实施率从目前的78%提高到100%;
4. 建设污水处理厂, 全面实行污染防治, 改善地表水质。到2010年, 朝阳市区河段水质达到三级以上。

第一产业用水指标:

1. 提高用水效率与效益, 推进农业工业化进程, 发展高效、节水农业和生态农业。在扩大灌溉面积(水浇地而非水田)、增加粮食总产的前提下, 逐年减少灌溉用水量。综合灌溉定额从157m³/亩降低到145 m³/亩, 其中水田灌溉定额从801 m³/亩降低到730 m³/亩, 水浇地灌溉定额从170 m³/亩降低到145 m³/亩, 菜田灌溉定额从415 m³/亩降低到379 m³/亩, 果树灌溉定额从160 m³/亩降低到130 m³/亩;

2. 推动灌区更新改造。渠灌区灌溉水有效利用系数从0.45提高到0.55, 井灌区灌溉水有效利用系数从0.65提高到0.70;

3. 发展节水灌溉, 节水灌溉面积比例从33%提高到50%以上。

第二产业用水指标:

1. 提高工业用水效率。到2010年, 每万圆工业增加值用水量从128.6 m³降低到90 m³;
2. 改善生产工艺和工业节水设施。工业用水重复利用率(包括火电)从88.1%提高到90%以上, 一般工业用水重复利用率从81%提高到86%以上。

第三产业和生活用水指标:

1. 保障用水安全, 增强群众的节水意识, 推广使用节水器具。满足提高生活水平导致的生活需水的增长, 城市生活用水定额从78升/日/人提高到109升/人/日, 农村生活用水定额从35升/人/日提高到50升/人/日;
2. 城镇供水管网更新改造, 将管网漏失率从23%降低到15%以下;
3. 加强饮用水源和供水设施的保护和管理, 饮用水安全保证率达到100%;
4. 推动生活用水器具更新换代进程。城镇生活用水节水器具使用率从55%提高到85%以上, 农村生活用水节水器具使用率从15%提高到50%;
5. 每年安装或更换15000户家庭水表, 1000个工业、商业、服务业用户水表。推广安装使用智能水资源管理系统。年用水20000 m³

以上的自备水源必须安装智能水资源管理系统。取水计量率达到95%以上。

生态环境用水指标:

1. 加强水土保持,改善生态环境,将朝阳市的土壤侵蚀率从48.5%降低到43.5%以下;
2. 建设污水处理厂,城镇污水处理率达到70%以上,市区的回用率达到75%以上,全市的回用率达到40%,通过污水处理恢复水质;
3. 加强地表水污染防治。水功能区达标率从49%提高至80%,河道水质达标率从50%提高至65%。地表饮用水保护区水质好于三类水,地下饮用水保护区水质好于二类水;

规划中还包括了更长远的指标。设定的2020年指标如下:

1. 万圆区内生产总值用水量低于120 m³;
2. 综合灌溉用水定额降低到140m³/亩以下;
3. 渠灌区灌溉水有效利用系数达到0.6以上,井灌区灌溉水有效利用系数达到0.75以上;
4. 万圆工业增加值用水量下降到80m³以下;
5. 工业用水重复利用率(包括火电)达到92%以上;
6. 城镇生活用水定额控制在202升/人/日以内,农村生活用水定额提高至60升/人/日;

7. 城镇供水管网漏失率降低到10%以下;
8. 城镇污水处理率达到90%以上,回用率达到70%以上;
9. 全市饮用水安全保证率维持在100%;
10. 土壤侵蚀率降低到32%以下。

完成以上指标,朝阳市将能够满足2020年以后平均年份的水资源供需平衡要求。其他地区的目标和指标与朝阳市相比会有所差异,但在涵盖范围和概念上都会有类似之处。下文阐述的监测及审计程序是在总结各省(市、区)及全国节水规划和节水型社会建设规划的基础上形成的,是一般性的,具体应用时需要再进一步加工设计以适应特定要求。

3.3 农业节水的复杂性

农业节水效果的分析比城市和工业用水更为复杂。关键是减少水的无效损失,而无效损失只占总损失的一小部分,大部分损失可以在其他地区再利用。

塔里木河流域和海河流域系统量测了无效水量损失。

“塔里木流域位于严重干旱的西北沙漠区。由于上游大规模发展灌溉,天然湖泊已于三十年前干涸。塔里木二期项目的目标是在减少灌溉配置水量的同时,持续提高农民收入,恢复绿色走廊的环境流量。”

卫星图片清晰地反映了流域内的有效与无效ET形式,连同应用其他方法,削减用户配给水量用于河流环境。通过ET分析,还可以识别那些投资节水效果最好,能够最有效地提高流域层面的用水效率,包括工程、农业措施、管理等方面的投资。选择渗漏主要去向无效ET的渠道进行衬砌。该流域渠道渗漏一般

都是抬高了地下水位，导致土壤盐碱化，水分通过毛细通量和渠道周边地表蒸发损失。渗漏损失主要回归河流和地下水的渠道不进行衬砌。项目中采用地膜连同混凝土衬砌，几乎没有渗漏。根据作物和田间 ET 的差别，可以制订水土管理规划，列出每种作物的 ET 需求清单，向农民提出改善 ET 管理方式的建议”（世界银行，2006 年）。

海河流域情况类似，“项目引入农业灌溉节水新方法，采用遥感和 ET 管理而不是仅注重过去一直沿用的提高灌溉系统效率的方式。提高灌溉系统效率并不必然节水，实际上常常增加了灌溉耗水量（ET），减少的渗漏损失本来可以回归地表水和地下水系统而再用于灌溉作物。‘真实节水’集中于通过灌溉技术与农业和管理措施相结合降低 ET。

目标是将县层面的 ET 降低的规定标准，最大限度提高单位 ET 产量和产值。由于灌溉、农业、管理实践不同，每种作物的水分生产率（产量/ET）差别很大。”

以上两个案例采用先进的遥感技术量化水平衡中的各项，达到节水的目的。今后这项技术可能会更为普及，但短期内还会采用比较简单的方法。然而，各种方法都将针对同样的基本问题。Thoresen 等（2009 年）采用遥感、水平衡、作物系数三种方法计算作物耗用水量，进行对比，相差 15%，遥感法单季精度在 5% 以内。

节水量是节水型社会建设的重要指标，要准确定量计算节水量。

4 审计程序与方法

4.1 引言

节水型社会建设需要进行审计，审计周期通常为五年，但每年都要求采集、汇编基础数据。每年进行检查、分析、呈交报告，为审计提供系统性的基

础。节水型社会建设进程中每年的监测数据的正常变化，也会发生与规划的节水指标实现进程有某种相对较小的偏离，但无必要对规划的实施进行年审，否则会产生误导。

节水型社会建设目的在于水资源的可持续利用，要求将水资源作为一个整体，采取综合全面的方法，而不是仅考虑一个灌区或一个城市的用水。局部节水应被视为更大范围节水的一部分，确保真实节水，为水资源的可持续利用做出贡献，不要只考虑局部节水。

因此，节水型社会审计需要在三个层面展开：

- 水资源系统——取水与回归；
- 配水系统——供水公司、灌区、工矿企业；
- 终端用户。

审计成败取决于严格的监测评估程序。各项监测评估活动既有所区别又相互关联：监测要连续，包括收集各主要指标的数据，根据监测数据进行定期评估。要注意尽管对成功的理解可能有所不同，但成果需要进行定量评估。

评估单独配水系统内部的业绩相对容易。例如可以将其业绩指标定义为：

- 总供水量；
- 总损失水量。

终端用户业绩指标举例如下：

- 单位生产用水量增加值；
- 人均生活用水。

可以预期短期内由于气候因素的影响指标监测数据会有波动，但长期监测数据将揭示进展程度。审计会暴露具体范围内发生的水浪费，提出改进的行动建议。

除节水审计程序可以保障生态环境的可持续性外，系统的需水管理审计程序将使得服务提供部门

- 更具创新性、灵活、适应性强、反映迅速；
- 易于和客户沟通，实行问责；
- 吸取经验教训，采取正确行动。

审计对水资源产生的影响进行审计比较困难，需要考虑回归水量。某些回归水量是看不见（返回地下水）或是弥散的（地表灌溉损失）。虽然河川径流和地下水位是主要指标，但其变化不易与具体个别措施相关联，并因此确认相应矫正措施。

4.2 节水指标的设置

概述

只有清晰确定了节水型社会建设目标，并为达到目标设置了适宜的可度量指标，才能够对节水型社会建设进行监测。

要确保审计能够有效进行并反映节水型社会建设的真实情况，节水规划指标的选择就显得非常重要。一般来说，所监测的指标应具体、专一、可度量、反映客观实际、可达、合乎时宜。如果指标的监测出现采集不到数据或数据采集太过费时费力等情况，或者指标与节水型社会建设之间没有特定且明确的联系，这项指标就难以作为节水型社会的度量标准。选择指标时，还要考虑数据采集方法，要尽可能避免耗时费力及易造成混乱的具体数据采集程序。

要尽量利用取水许可管理、灌溉管理、供水公司营运等其它方面已有的数据，但必须进行数据一致性检查，这可能需要进行抽样检查或数据集的核实。

要编制标准表格，保证数据汇编具有一致性和可比性。

下面列举的指标是尝试性的，需要根据节水规划的具体目标做出调整。毫无疑问，规划本身应阐明所采用的各项节水指标的细节，包括监测数据的采集与分析的方法与过程。

节水指标按照其性质可以分为定量指标与定性化指标两大类。

综合性节水指标

节水型社会建设规划需要设立一系列的综合性节水指标，以下是一些示例。综合性节水指标的实现是由其后的具体节水指标保障的。

- 单位 GDP 用水量；
- 水资源开发利用率；
- 取水计量率；
- 计划用水率（取水许可率）；
- 非传统水源替代淡水资源比例；
- 人均综合用水量。

农业节水指标

主要的农业节水指标有灌溉效率、灌溉定额、水分生产效率等，分述如下：

- 灌溉水利用系数：作物净灌溉需水量占灌溉取水量的比例；
- 田间水利用系数：作物灌溉需水量占进入田间水量的比例；
- 灌溉用水定额：特定地点及作为确定灌溉配给水量或授权水量（其合计与许可水量匹配）基础的特定社会经济发展阶段下某种作物的标准用水量；
- 灌溉水分生产效率：平均每单位灌溉水量收获的作物产量（公斤干物质）及净产值（元）。

表 1 汇总的各项指标构成了评估农业节水规划的基础。

所需的大部分数据的采集应作为常规灌溉管理工作，基于这些数据的分析，可以对节水型社会建设进程做出评估。重要的是，要精确地采集到实际数据，而不要象定额那样建立在假定的基础上。建议从较低层级做起，至少要有—一个村庄、乡镇或一个水管站管辖区域

作为样本，直到整个灌区。设置指标时，要注意数据的可获取性，则可以方便地进行系统性分析、编写报告。

灌溉是最大的用水户，同时水量损失最多，因此节水潜力最大。然而需要注意的是，损失的水量有可能在下游得到利用，所以并不是真正的损失。也需要对下游可利用水量减少的影响做出评估。

因此，除以上反映当地节水程度的指标以外，同时还应评估当地节水对整个区域和环境造成的影响。一般很难准确测量回归水，但有些情况下可以做到。

目前中国一些地区利用遥感方法直接测量有效及无效 ET，从而得到真实节水量，但尚未普及。

表 1：灌区农业节水监测指标数据

指标	单位	指标值				数据来源	后续分析工作
		实际达到	基准	2015年目标	2020年目标		
灌溉面积	亩					水管单位	1. 单位面积水量
种植结构（粮食、水果、蔬菜等）	(%)					水管单位、乡镇	1. 分作物单位面积水量 2. 综合作物灌溉需水量
作物产量及收益（粮食、水果、蔬菜等）	(公斤) (元)					水管单位	1. 作物成本收益 2. 单位水量收益（分作物）
供水量 定额、分配、实际	(m ³)					水管单位	1. η =综合灌溉需水量/供水量 2. 分配水量/供水量 3. 回归水量/损失水量
降雨量	(mm)						1. 有效雨量及净灌溉需水
田间水利用系数	(%)					样本区监测	1. $\eta_{\text{田间}}$ = 综合作物灌溉需水量/用水户协会供水 2. 水量/节水成本
渠系水利用系数	(%)					水管单位记录	1. $\eta_{\text{渠道}}$ = 向用水户协会供水/向灌区供水 2. 水量/节水成本
灌溉水利用系数	(%)					水管单位记录	1. $\eta_{\text{系统}}$ = 综合作物灌溉需水量/向灌区供水 2. 水量/节水成本
家庭收入	(元)					乡镇	元/人

工业节水指标

涉及工业节水的指标主要包括产量、产值、许可取水量、定额、实际用水量、水量损失、废水排放及处理回用、节水投入、重复利用率等，分述如下。

- 单位工业增加值用水量；
- 工业（企业）用水重复利用率；
- 工业（企业）废水达标排放率；
- 工业（企业）废污水处理回用率；

- 单位产品产量取用水量。

数据的采集、分析应针对每个主要工业企业（如用水量占全区域总供水量1%以上的企业），或针对每种类型工业（相似的一组中小企业）。

这些数据是大企业取水许可管理过程所必需的，同时也是节水型社会审计的输入数据。小型企业通常从供水公司取水，此种情况下应建立代表性企业的年度数据采集体系，然后推算到全区域的工业。

表 2：工业节水监测数据

指标	单位	指标值		数据来源	后续分析工作
		实际达到	基准		
产量、产值	(元) (产量单位 t)			工业统计	单位水量产值 (定额及实际)
供水 (许可、定额、分配、实际)	(m ³)			工业统计/供水公司/许可	输水效率、定额、节水量
水量损失	%			工业统计	节水量
废水(总量、处理率、回用率)	(m ³)			工业统计/供水公司	节水量
投资(渗漏控制、循环)	(元)			工业统计	单方节水投资

城镇生活（市政）节水指标

城镇生活用水的节水指标主要包括：

- 城镇供水管网漏损率；
- 节水器具普及率；
- 公共供水用户装水表率；
- 城镇废污水处理率；
- 中水回用（再生水利用）率；
- 城镇居民人均生活用水定额。

城镇供水行业的节水指标通常确定为减少管网渗漏损失。采用水平衡测试的方法估算供水公司主系统与住户（水表前）之间的水量损失，同时估算产销差，确定供水区域的实际损失水量。具体情况不同，例如有些是整个公寓楼一个水表而有些是一户一表，因此实际的测算、分析过程也会有差异。

下面表 3 所示的指标数据构成了评估供水公司节水规划的基础。

表 3：城镇生活节水监测指标数据

指标	单位	指标值		数据来源	后续分析工作
		实际达到	基准		
人口、用水户（分类）	人				供水公司
供水（许可、定额、分配、实际）	(m ³ /用户)				供水公司
水量损失（供水公司、用户）	%				供水公司
废水（排放、处理、回用）	(%)				供水公司
投资（漏损控制、处理）	(元)				供水公司 单方节水/处理投资
水费收取（应收、实收）	元				供水公司

区域节水指标

局部地区节水不一定导致全局性节水，有时只是用水的改变而非耗水的减少，因此还需要确认区域性节水指标。不可能精确量算回归水量，而是需要在关键地点根据河流和含水层的实际状况评估回归水量。监测点的数量和位置要经过仔细研究。

所有的指标值都会有时空变化。根据某个具体时间各处的地下水位计算灌区平均地下水位，与前几年进行比较。河川径流需要汇总计算，才能和历史数据比较，汇总方法根据项目而有所不同，如环境流量要求、年径流量、最小月平均流量、绝对最小流量等。

表 4：区域性节水监测数据

指标	单位	指标值		数据来源	备注
		实际达到	基准		
河川流量	m^3/s			2015 年目标	2020 年目标
地下水埋深	M				
地表水质	类				
地下水水质	类				

实施安排——定性化指标

节水型社会建设的许多衡量因素不能量化，因此定性指标的设置就显得非常必要。下面列举一些节水型社会建设的定性化指标。

- 法规体系、政策制度与激励机制：是否制定，是否满足节水型社会建设要求，是否易于遵守，是否有利于实施综合措施；
- 机构及管理体制：与其他有关部门相协调的用水与节水管理机构，管理体制顺畅、高效；
- 公众参与程度：包括制定规划、咨询协商、修订、规划实施监测、规划指标更新；

- 资源配置的市场化程度：资源配置市场机制的建立与逐渐完善。
- 水价形成机制：成本核算、定价、征收、管理等，机制正常运转；
- 融资渠道：政府、民间的节水投入政策；
- 群众的认知程度：包括节水教育培训体系、宣传推广、组建及完善用水户协会、节水文化，等等。

每年收集定性化指标完成情况数据，在 5 年一次的审计时进行深入调研，确保数据资料可靠且一致。由于数据资料具有主观性和一定程度的不确定性，要注意数据收集与展示的方式。

表 5：定性化节水指标

主题	指标	实际达到	基准	2015 年目标	2020 年目标	备注
法规、政策	制订相关法规、政策					
组织、管理	协调合作制度，明确责任					
公众参与	协商咨询体系，参与规划制订与审计					
市场机制	反映市场价值的水价，交易许可					
水价体系	基于成本定价，社会保障					
融资渠道	水费管理，节水投入					
群众意识	举办各种活动，证实群众理解程度					

4.3 审计职责

节水规划实施部门不应直接承担审计工作，审计需独立进行。审计员不是来自规划编制与实施单位，才能保证审计的公平性，并通过审计提出建设性意见。审计不是一味挑毛病、求全责备，而是一项建设性工作，有助于完善规划，找到更有效的方式实现规划目标。审计员有权获取相关数据资料，节水型社会实施部门应敞开分享其资料与知识。审计员当然可以向用水单位索取数据资料，但同时也必须另外收集资料进行核实。

节水型社会审计一般采取三种方式：

- 上一级政府部门组织审计；
- 实施部门聘请中立组织进行审计；
- 同级人大对政府审计。

必须保证审计的可信性，通过与所有利害关系者充分协商，就规划的审计程序与职责达成一致。

5 节水型社会审计

5.1 引言

节水型社会建设的五年周期审计在年度监测数据及报告的基础上进行，系统对比实际进展情况与节水规划中制订的指标。大部分数据应来源于年度监测报告，但不排除补充收集数据以完善分析工作。

审计报告应对规划的实施进展情况、指标实现的障碍做深入分析，同时提出改进措施，以确保规划的成功实施。

5.2 结果分析

对详尽的调研结果要求按行业部门分析的同时进行综合分析，评估节水效果以及节水型社会建设取得的进展。

农业用水

农业是用水的主体。衡量节水进展的一项主要指标就是农业用水总量，或以占有所有行业部门总用水量的百分比表示。节水不但影响供水量，也影响回归水量，所以需要回归水量的变化进行评估。

在提高耗水生产率的同时保护农民的生计，两者必须兼顾。最好的表达方式就是单位水量净产出价值与农户净收入相结合，这主要是因为如果减少用水量，即使水的生产率得到了提高，但农民收入可能会有所降低。在这种情况下，就需要通过提供其他就业机会或补偿等方式，对农民进行扶持。

作为分析、评估的中间步骤，下列参数指标的变化需要予以考虑：

- 种植结构（从口粮转移到经济作物，要满足当地粮食安全目标）；
- 灌溉方式及田间灌溉效率；
- 灌溉基础设施（渠道衬砌与渠系建筑物，渠道输水效率）；
- 灌溉回归水量（回归至河流及含水层）；
- 灌溉管理体系（灌溉系统调度、村级管理）。

灌溉用水量将受到年际降雨量变化的影响，因此，分析各年的数据时必须考虑实际的降雨量。

农户之间也有很大差异，但综合平均掩盖了其间的区别。要求挑选代表性农户对其收入受到的影响进行评估，确保，比如说，不是只有小部分农户能够克服可用水量的减少并承受高科技解决方案（例如滴灌）。农业同时还为其他

人群提供就业（例如棉花采摘），所以也应评估对就业机会造成的影响。

工业用水

工业用水生产率最高，但各工业部门之间水的产出价值差异很大。尽管工业用水量无论是绝对量还是占区域总用水量的比例可能都在增加，但节水目标是提高水的生产率（以人民币圆/m³或人民币圆/人表示）。综合采用下列措施实现节水目标：

- 改进工艺流程；
- 渗漏控制；
- 重复利用。

以上各项均需量化，则可以评估净消耗水量（考虑回归水量）的变化趋势。

由于工业排水可能会对环境造成污染，还需要考虑排水的水质。

生活用水

生活用水属人的基本需求，不能按经济价值定量衡量，但生活用水量的增加通常有利于人类健康，所以必须设定合适的净定额满足要求。节水型社会建设在这方面的指标就是通过减少渗漏及其它损失水量、提高户内用水效率等各种手段，在尽量提高整体效率的基础上满足基本需求。这方面的节水型社会建设进展分析需要考虑：

- 每户家庭的实际用水定额（考虑不同家庭类型的差异以及户内水量损失）；
- 供水公司水量损失（出厂供水量与到户水量之间的比率）；
- 污水处理；
- 渗漏控制与污水处理投资；
- 水费收取。

区域性节水

由于所有的用水量与损失水量都是相互关联的，所以最终的分析必须落实到对全流域或子流域用水的综合影响进行评估。在考虑所有上述行业部门用水和节水评估的基础上，区域性节水可以利用关键地点的河川径流以及地下水位的变化表示。

地表水和地下水的水质也应予以考虑。

实施环境

节水型社会建设的成功与否取决于诸如政策、法规以及公众的理解与觉悟等一系列保障措施。只有所有的保障措施都得到了切实的实施，才能真正实现所设置的节水指标与目标。尽管只能进行定性衡量，但实际用水的变化需要放在实施环境发生了变化的背景下加以解释。举例来说，如果各行业部门和综合节水指标未达到预期效果，则可能意味着需要进一步进行体制与制度的变革。

指标未完成原因分析

指标检查结果直接指明节水目标的完成情况。未完成的原因一般有两种：

- 为达到规划的节水指标而拟订的所有措施方案都得到了有效实施，但仍未达标，说明规划不切实际；
- 一些措施方案未得到有效实施，使得规划的节水指标不能完成。

第一种原因比较罕见，通常在规划审查阶段就会发现问题而予以纠正，属事前审计的范畴。只要科学制订规划，并严格审查把关，就可以避免此类问题的发生，保证指标及措施的可达性。

对于第二种原因的分析是审计重点。节水是综合性工作，要求协调行动及部门间的合作。总是会有一些指标的完成比预计的更为困难，审计的重点应是分析此类问题，找出解决方法。需要对指标及相应实施措施方案进行深入分

析，找到是哪些因素影响了指标的完成，检查为保证实现指标所拟订的措施方案是否得到了准确无误的落实。寻找更基础的影响因素，探究深层次的原因。这样，一步步追根溯源，找出根本原因，则可以更有针对性地设计最佳解决方案。

5.3 建议

审计不仅要说明节水型社会建设目标的完成情况，还需要提出改进方法建议。

如果指标实现的进展程度或对区域水资源状况造成的影响未满足规划要求，则需要检讨背后深层次的原因，经过缜密分析，提出矫正措施建议。

审计报告的内容应包含主要调研结果及建议。年度监测报告中采集的所有数据都要纳入审计报告，并且要对指标实现的进展程度做出评估，提出必要的节水规划改进措施建议，加快指标实现的步伐。

如果已经确认了问题所在，例如拟订的各种措施方案已得到了有效落实但节水目标仍未实现，说明需要对规划进行更为基础性的复查。审计报告不必论述规划存在的问题，但必须指出确保完成节水指标需要进一步研究的内容。

要注意评估数据的准确性以及结论意见对数据不确定性的敏感性。然而即使设施非常完备，准确测量水量还是比较困难。

6 结语

中国节水规划和节水型社会建设规划的制订已开展得相当普遍，但节水规划指标的检查考核还相对薄弱。

本文旨在为节水型社会审计提供一般性指导意见，这是建设有效且可持续性节水型社会的重点工作之一。本文论

述了节水目标和指标的选择，说明了实行审计的程序与方式。

要不断地对节水规划进行评估、修订，使其具有灵活性、相关性、适宜性。根据外部环境的变化、宏观调控指标以及社会经济发展和生态可持续性目标的调整，并考虑内部环境的改变，适时对节水规划重新进行审核、修订。

一般情况下，可考虑每五年审核节水规划，进行修订或重新制订，与国家的国民经济和社会发展五年规划同步。

中国节水规划的审计体系的建立尚处于起步阶段，已有一些研究成果，并正在做一些初步尝试。本文只是起到启发思路的目的，希望通过对节水规划指标检查考核的阐述，对正在开展的工作有所裨益。

文件参考表

词汇：

书目：

水利部 558 号通知（2002）《开展节水型社会建设试点工作的指导意见》

水利部 634 号通知（2003）《坚强节水型社会试点项目建设的通知》

Thoreson B, Clark B, Soppe R, Keller A, Bastiaanssen W, and Eckhardt J, *Comparison of Evapo-transpiration Estimates from Remote Sensing (SEBAL), Water Balance, and Crop Coefficient Approaches*, World Environmental and Water Resources Congress 2009: Great Rivers © 2009 ASCE（文献大意：《利用卫星影响对潜在蒸散发量进行对比，水量平衡及作物系数法》，世界环境及水资源会议 2009）

World Bank (2006) *Reengaging in Agricultural Water Management: Challenges and Options*, Washington USA（文献大意：世界银行（2006），《重新审视农业水资源管理：挑战与方法》，华盛顿，美国）

水利部水资源综合管理文件汇编相关材料：

专题报告 3.1：农业灌溉节水

指导手册 3.3/1：农田灌溉节水技术——水管站（所）/水务（水利）局手册

指导手册 3.3/2：农田灌溉节水实用技术

如需有关水资源综合管理的更多信息 – 推荐网站：

中华人民共和国水利部：www.mwr.gov.cn

全球水伙伴：www.gwpforum.org

WRDMAP 项目网站：www.wrdmap.com

中英合作水资源需求管理项目

水资源综合管理方法汇编
根据 **DFID** 出资的水资源需求管理援助项目
(2005-2010)
中央案例研究报告编写计划

报告由以下部分构成:

专题报告

指导手册

操作指南

实例

培训材料

3.
需求管理

本方法汇编系列的中英文材料可查询以下项目网站

WRDMAP 项目网站: www.wrdmap.com

咨询服务由英国莫特麦克唐纳公司牵头, 其他成员单位包括: DHI (丹麦水力与环境研究所)、HTSPE (UK)、中国水利水电科学研究院 (IWHR)、北京中水新华国际工程咨询有限公司 (IECCO)、国际农村发展中心 (CIAD)、清华大学, 中国农业科学院——农业环境与可持续发展研究所、中国科学院水资源研究中心、甘肃省水文水资源勘测局、辽宁省水文水资源勘测局。

