

# 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 3.3/1：中小型自来水公司的主动渗漏控制

3.  
需求管理

2010年5月

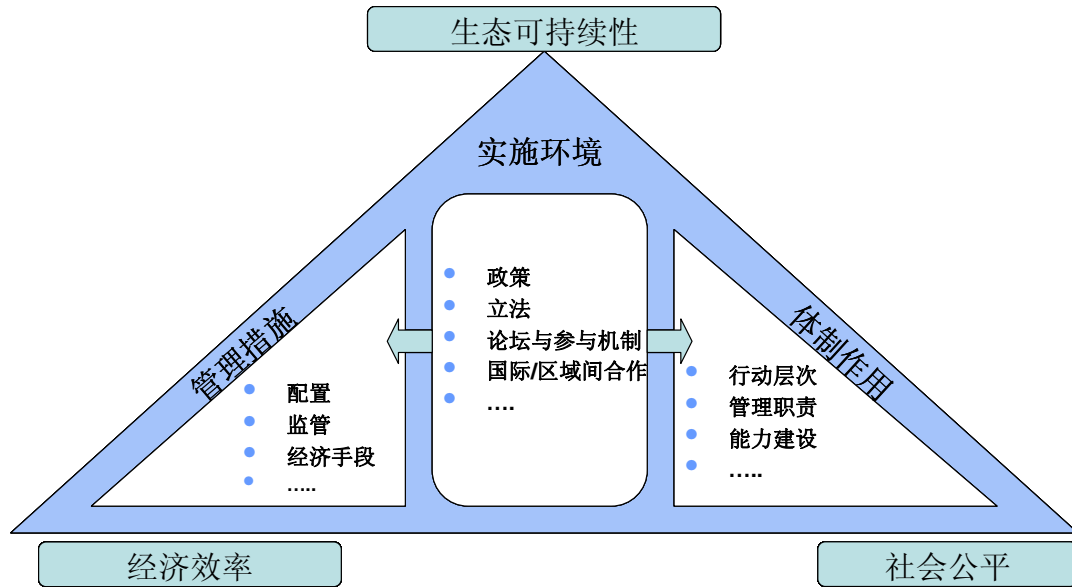


正在进行听音

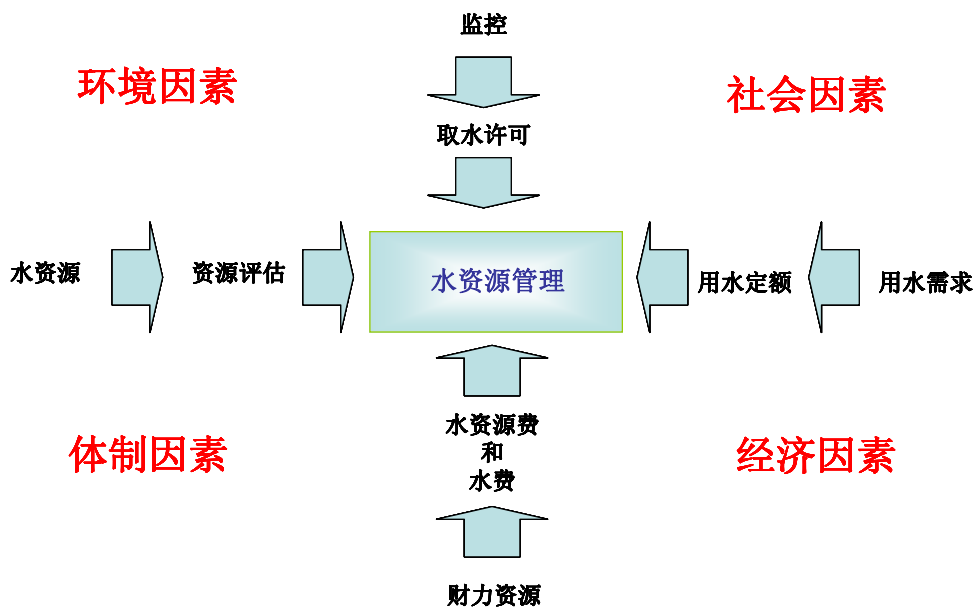


# 水资源综合管理 (IWRM)

(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：**当水资源紧缺、各用水行业（例如灌溉、工业用水和生活用水）间的矛盾突出，并且供水系统由于自身状态而导致运行开支（例如抽水用电）明显增加时，可能就需要实行**主动渗漏控制**。预计中国的自来水公司就面临这种情况。

本文包括以下内容：

- 简介
- 主动渗漏控制方案的制定
- 计量小区——规划、设计及建立
- 渗漏水平评价及渗漏探测
- 渗漏探测方法
- 渗漏维修计划的管理
- 渗漏维修反应时间
- 绩效评估
- 辅助文件
  - 渗漏探测/维修报告——表格范例
  - 渗漏探测/维修数据库——工作表范例
  - 计量小区的运行成本

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 简介

### 1.1 政策因素

由于认识到快速城市化给环境带来的影响，中国政府已经着手进行改革来解决城市供水在基础设施和水资源方面存在的问题。开展节水型社会的建设使节水和用水效率得到了很大提高。这些需求管理方法特别适用于中国北方的缺水城市。

#### 图框 1：需求管理

水资源需求管理的目的是减少用水量以实现经济效率、社会发展、社会公平、环境保护、供水及服务的可持续性以及获得政治支持等。

由于依靠加大供给来解决需求已变得不可持续，自来水公司越来越需要采用需求管理方法在未来的需水和水资源可利用量之间实现平衡。对城市供水来说，主动渗漏控制就是主要的需求管理措施之一。

有关城市供水需求管理方法的更进一步内容请参见本方法汇编中的《专题报告 3.2：城市供水需求管理》（见参考书目）。

### 1.2 自来水公司为什么需要实施主动渗漏控制

自来水公司的管理要满足公司的整体利润以及管理制度两个方面的要求。

渗漏被看作是对水资源：一种非常珍贵资源的浪费，并且同时也是对金钱的浪费，因为渗漏的水量是在经过了取水、水处理等流程，还可能是在泵入了自来水管网以后才从系统中流失的。

自来水公司管网渗漏还可能给公司的收入带来损失。如果自来水公司不能满足当前的所有用水需求，那么渗漏水量就是自来水公司所失去的原本可以

用来扩大供水范围或延长供水时间的水量。降低管网系统的渗漏量还可以推迟为了满足新增或当前未被满足的需求而开发新水源的投资。

渗漏控制的目的是**不是**要消除所有的渗漏（这样做过于昂贵），而是要**将渗漏维持在一个经济合理的水平上**。为了确定这个合理的水平，自来水公司必须对渗漏控制的成本进行评估。

设定渗漏目标应考虑以下因素：

- 经济渗漏水平 – 成本和收益间的最佳平衡点；
- 考虑了数据需求和可实施性在内的实用性；
- 长期的可持续性和短期的灵活性；
- 同自来水公司水资源计划间的一致性；
- 社会及政治因素；

很显然，成本收益分析对目标设定是非常重要的，但其他的、往往是自来水公司以外的一些因素也不应被忽略。

本文建议采用的最佳方法——**主动渗漏控制**需要一定的人力和财力投入，才能达到减少渗漏量的目标。

为了对渗漏控制活动进行管理，还应建立适当的组织。必须有专门的人员负责对渗漏控制的方法与过程进行持续不断的监测和维护。

自来水公司高层管理人员的支持和指导对于顺利实行主动渗漏控制是必不可少的。

### 1.3 主动渗漏控制

由于自来水公司的配水管网是在地下管道中输送承压水，因此不可避免地存在渗漏现象。配水系统最初的状况取决于设计质量、材料质量和安装标准，但即便是最好的系统也会存在着一定的渗漏。这些渗漏又会不可避免地随着时

间加剧：接头处可能会随着时间推移而出现漏水，管道会锈蚀，地面移动会影响管道，并且还有可能发生意外损坏。

主动渗漏控制需要持续地对管网的渗漏水平进行监测，将渗漏水平维持在合理的水平上，当渗漏超过合理水平时就主动对渗漏进行探测。

国家已经制定了相应的降低渗漏量的标准（参见图框 2），但这对于自来水公司，尤其是对于管网老化、年久失修、且财务状况欠佳的自来水公司而言会是一个很大的挑战。

#### 图框 2：中国降低渗漏量的目标

城市供水管网漏损控制及评定标准规定城市供水企业管网基本漏损率不应大于**12%**，在此基础上根据管网长度和供水量进行**-2%到 3%**的修正。

摘自：CJJ92-2002《城市供水管网漏损控制及评定标准》，住房和城乡建设部

但还应注意，用户管道和龙头处的水量损失可能对总体渗漏水平有很大的影响（在很多情况下所占比例甚至超过了 **25%**）。这为目标设定以及监测主动渗漏控制计划的进度带来困难，同时还会制造噪音，扰乱正常的渗漏探测活动。对很多自来水公司而言，尽管并不属于公司职责，但帮助其用户找到并维修漏水点是节约成本的。更多有关处理用户管道系统渗漏的国际最佳做法请参见《专题报告 3.3：主动渗漏控制——提高城市供水效率的重要组成部分》（见参考书目）。

然而，主动渗漏控制能带来显著的效益：图框 3 给出了泰国成功实行主动渗漏控制的一个案例。

通常，主动渗漏控制是在分区计量的概念基础上开展的。分区计量是在管网系统中按照水力关系划定相对较小的区域，并对其入流量进行计量，如可行，也对出流量进行计量。这些区域称

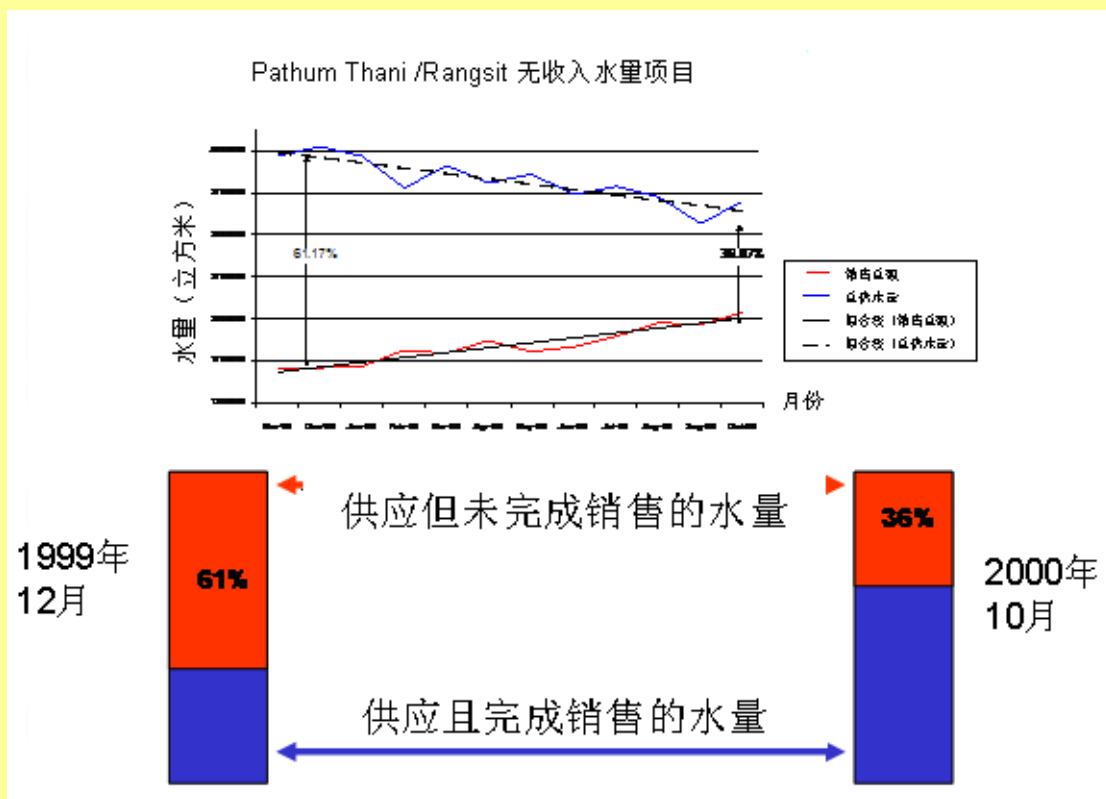
为**计量小区**，是一种管理工具，通过它可以**使用结构化的方法**来确定每个计量小区的**渗漏水平**，因此也就能够了解整

个管网系统的状况。图 1 对计量小区的概念进行了说明。

**图框 3：主动渗漏控制案例 — Pathum Thani, 泰国**

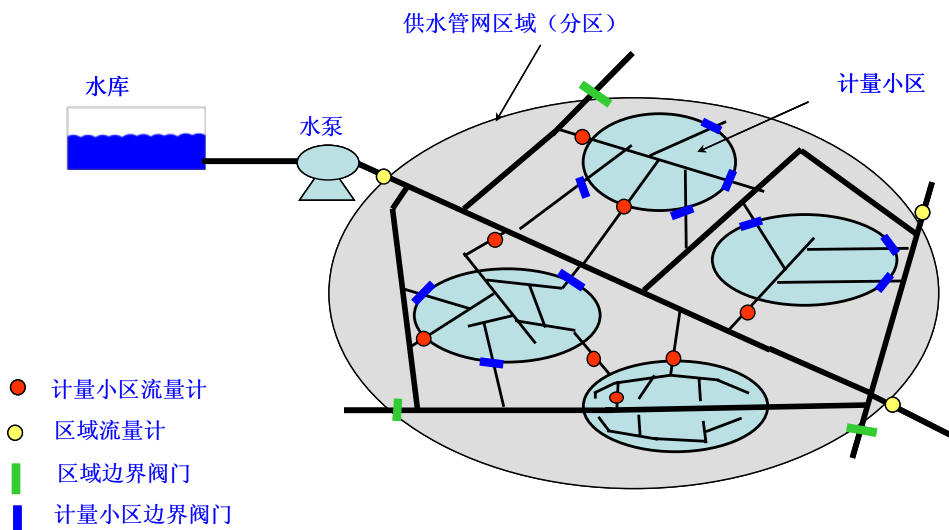
在实行主动渗漏控制政策之前，无收入水量<sup>(1)</sup>占到了总供水量的**61%**。通过在计量小区的基础上实施主动的渗漏控制，在不到一年的时间里无收入水量减少到**36%**（如下图所示）。两年内，无收入水量减少到了**29%**，比计划提前了**3年**左右。

由于部分用水需求尚未得到满足，因此通过降低渗漏增加了可供销售的水量。因此除了降低渗漏量之外，由于降低了运行成本也增加了收入，见下图。



(1) 无收入水量是指本身预计用来出售但却没有得到收益的水量。渗漏量通常占无收入水量的很大一部分。

图 1：计量小区的概念



## 2 主动渗漏控制计划的制定

在主动渗漏控制中要将管网划分为不同区域并对其进行管理，以便测量区域内的渗漏水平并对渗漏量较高的地区集中开展渗漏探测。这需要对管道以及设备等有形资产有较全面的了解。如果这些信息缺失或者不完整，那么为了顺利实施主动渗漏探测，还需要开展资产调查并确定管道的位置。

管道以及其他资产的数据通常存储在地理信息系统（GIS）中。可以使用GIS按照管网系统初步划定用于开展供水和用水水平监测的计量小区范围。

有关资产管理系统和GIS的更多信息请参见指导手册3.3/2（参见参考书目）。计量小区是一项管理工具，通过它可以利用结构化方法对各个计量小区内的无收入水量进行分析，进而确定小区内的渗漏水平。

无收入水量 = 计量小区的供水量减去实际支付水费的水量

[无收入水量较大通常意味着渗漏水平较高]

当计量小区覆盖了大部分管网系统时，就成为有效的配水系统监测实用管理工具。通过对管网绩效指标进行分析，渗漏控制人员就可以找到渗漏水平较高的地段作为工作重点。

通常，计量小区的范围从1000户到5000户不等。对大多数配水管网都可以建立计量小区，但需要认真进行方案设计并在现场对设计方案进行检验。还应考虑维持一定服务水准的需要，比如为所有用户都提供充足的供水压力。这可能需要新增加一些管道和阀门来改善计量小区内的水量分配。

渗漏探测包括对渗漏进行定位和探测。“定位”是缩小渗漏探测范围的过程，而“探测”则是寻找发生渗漏的准确位置。

在定位和探测中有几个常用的技术手段，这些手段都依赖于发生的“渗漏噪音”，利用仪器捕捉这些噪音进行渗漏探测和定位，有时可以将发生渗漏的位置确定在数厘米的范围内。

开展渗漏探测的一个先决条件常常是要对不清楚的或资料不详的地下管网进行调查。因此管网定位也是渗漏探测不可分割的一部分。

### 之前只开展过被动渗漏维修工作的地区 实施主动渗漏控制可采取的步骤

1. 确定发生问题的范围；
  - 管网摸查；
  - 无收入水量成本；
2. 选取试点计量小区并开展设计和采购；
  - 可能的话，通过实地调查确认资产位置；
  - 估计用户漏损量的可能规模；
  - 购买仪器设备并安排培训；
  - 对所有所需工作进行设计；
3. 建立试点计量小区；
  - 安装阀门和水表；
  - 测试，以确认切断了水力联系；
  - 对一段时期内的入流和出流量进行监测，建立基准值；
4. 第一轮主动渗漏控制；
  - 渗漏探测工作；
  - 随后的维修工作；
5. 进展评价；
  - 改进工作方法；
  - 设立初始目标；
6. 持续的主动渗漏控制；
  - 对照目标对渗漏进行监测；
  - 对成本进行监测；
7. 制定将项目推广至自来水公司配水管网更多区域的计划；

在一个计量小区开展试点，能够使工作人员熟悉主动渗漏控制项目的设立和实施过程。可以在扩大计划前完善有关流程。

## 3 计量小区——规划、设计及建立

在计量小区规划中首先要对现有的管网数据进行评价。这些数据的质量将决定设计工作的进展速度。GIS 系统通常包含准确的管网数据，使用 GIS 系统和管网模型将有助于计量小区的设计。

确定计量小区的大小必须考虑是否便于管理，但同时小区中应包含足够多的住户，以提高建立计量小区的成本有效性并优化渗漏探测的效果。在确定计量小区边界时必须考虑地理特征，例如河流、主要道路、铁路等，这会对初步确定计量小区的边界大有帮助。

一个计量小区内应包含 1000 到 5000 户家庭。一般的包括 2000 到 3000 户。

流量计的规格也很重要。必须确定每个计量小区进水点的流量变化范围（如可行，还应确定出水点的流量变化范围），所选用的流量计应能准确测量出该处流量的最大值和最小值。在设计计量小区时应避免小区出现串联的情况（一个计量小区向下一个计量小区供水等）。

必须认真地对每个计量小区的建立工作进行检查，以确保不会对计量小区内用水户得到的供水服务质量造成不良影响。

应尽量减少建立计量小区所需关闭的阀门数量。应利用位置符合需要的现有阀门，如有需要还可以安装新的阀门。

必须对每一个计量小区进行测试，以确保在用水高峰时段有足够的供水压力。

必须在现场对计量小区的设计进行验证，验证方法是核对是否有效地切断了小区与管网的水力联系，必须准确确定切断水力联系所使用的阀门，称为边界阀门，并确保它们拥有足够的密水性。需要在现场验证管网接口并向自来水公司的工作人员进行咨询。

为切断小区对外的水力联系并将小区内的供水压力维持在合理的水平上，可能需要新增一些阀门和连接管（其数

量取决于计量小区内管网的布置及有效水压）。

安装流量计之后应对其进行测试，以验证所选规格的正确性。

建立一个典型计量小区所需的人力和设备投入详见表 1（不论小区具体条件如何）。

更多有关计量小区设计的详细信息请参见《操作指南 3.3: 主动渗漏控制手册》（见参考书目）。

表 1: 建立一个计量小区的典型需要

内容	备注
计量小区的设计	水力设计: 20 个人日 (包括管网模拟并假定管网系统数据已经被载入了 GIS 系统)
计量小区测试	压力测试: 5 个人日 闭水测试: 5 个人日 数据记录仪 (仅记录压力—内部传感器): 5 只
流量计	如果能够通过安装阀门切断本计量小区对外的水力联系, 并不同其他小区形成“串联”关系的话, 需要 1 只。(根据计量小区入流和出流管道的布置不同, 也可能需要 2 只或 3 只流量计)
流量和压力数据记录仪 <sup>(2)</sup>	在每个流量计上都安装一个数据记录仪对流量和压力进行测量, 并在计量小区内的压力控制点 <sup>(3)</sup> (用来对客户的供水压力进行监测) 处安装压力数据记录仪
安装井/安装数据记录仪的地柜	每个流量计和压力控制点处压力传感器所需的安装井, 以及每个数据记录仪所需的地柜
配套设施	为了阻断计量小区的水力联系以及将小区内的水压维持在可接受的水平上而新增的阀门和连接管 (增加数量取决于计量小区内的管网布置)
成本估算	15 万元 <sup>(4)</sup>

(1) 这些数据记录仪应覆盖建立计量小区所需的所有控制点

(2) 数据记录仪—双通道 (外部的流量传感器以及内部的压力传感器)

(3) 控制点是指计量小区内的一个参考点, 用来对客户的供水压力进行测量, 以此作为服务评价指标。可以将此点设在计量小区内最高处, 这样数据记录仪就可以将低于最小压力 (或临界压力) 的数值记录下来

(4) 本估算以 2008 年价格和 WRDMAP 项目案例研究在辽宁省北票市建立的试点计量小区的情况为依据。根据配套设施的不同, 此项估算的价格可能会有很大差别。

## 4 渗漏水平评价及渗漏探测

对计量小区内的流量进行监测的首要目的就是确定该计量小区的渗漏水平。通过对比所有计量小区的渗漏水平，可以挑出渗漏水平高于目标水平的计量小区开展渗漏探测。利用计量小区，可以优先在渗漏量最高的地区进行渗漏探测，从而有效地利用开展渗漏探测的各种资源。在任何计量小区，都可以根据最小夜间流量和夜间净流量或者使用综合方法来确定渗漏水平。

### 最小夜间流量和夜间净流量

计量小区内的流量数据一个特别重要的用途就是确定最小流量，最小流量往往出现在夜间。得到的结果被称为最小夜间流量，用来确定小区内的渗漏水平。由于夜间的生活用水量很小，因此较大的最小夜间流量常常都是渗漏形成的，因此应当对较大的最小夜间流量进行检查以找出其发生原因。由于最小夜间流量中也会有一些正当的用水，因此需要为已知和估计的正当用水给出一个额度。最小夜间流量减掉这个额度就是夜间净流量。夜间净流量是计量小区渗漏水平最直接的度量指标，应对超过干预水平（当超过此渗漏水平后就应对其进行人工干预）的小区尽快开展渗漏探测并采取维修措施。

图框 4 给出了此类计算的一个示例。

最小夜间流量和夜间净流量都是以升/户/小时的形式表示的。使用这种单位容易看出损失的水量，并且无论计量小区的规模如何，都可以将不同计量小区间的数值进行对比，以便对渗漏探测和维修小组的工作进行排序。

### 图框 4：计量小区测试试点—天缘社区（北票市）

2007 年 7 月 19 日凌晨 02:46 分的测量值如下：

计量小区入流量（流量计 1）= 75.3 m<sup>3</sup>/小时  
 计量小区出流量（流量计 2）= 4.0 m<sup>3</sup>/小时  
 计量小区出流量（流量计 3）= 10.4 m<sup>3</sup>/小时

因此，最小夜间流量= 60.9 m<sup>3</sup>/h

[水压 = 620 Kpa (63 m)]

该最小夜间流量为 17.7 升/户/小时，这意味着管网当前的渗漏量很大。

摘自：WRDMAP/北票自来水公司

### 综合方法

计量小区流量计的流量数据显示的是供水量，同时相应时间段内计量小区水费单上显示的则是“计价水量”，即用户的用水量。两者之差就是“未计量水量”。通常，未计量水量中很大一部分都是渗漏量，因此未计量水量也是一个很好的评价渗漏水平的指标。但需要对数据进行认真分析，因为不可能同时获取所有用户水表读数。不管怎么说，可以根据几个月的水费单数据较好地计算用户用水量平均值。在计算未计量水量时，可以使用滑动平均值作为已计价的水量（例如 3 个月滑动平均）——滑动平均就是随着时间的推移连续计算平均值。

采用这种综合方法得出的是更高一级的指标，当可以获得所有所需数据时，这种方法可以根据未计量水量对计量小区的状况进行很好的评价。使用这种方法可以对夜间净流量的正确性进行验证。使用综合方法需要连续搜集大量数据。

### 干预水平的计算

理想情况下，应利用计量小区持续对流量和水压进行监测，进而对渗漏水平进行持续评价。所有计量小区内的渗漏水平都是动态的。计量小区内的渗漏水平可能已经达到了最佳水平，但毫无疑问的是渗漏水平会随着时间的推移而增长。需要注意突发性爆管事件，这样的事件即使看不到也可以通过监测过程发现。但计量小区监测真正的价值是跟踪渗漏水平随时间不断的提高。应确定一个渗漏水平（即干预水平），一旦达到这个水平渗漏探测小组就要采取干预措施，以将渗漏水平降到目标水平上。每个计量小区中的干预水平可能会有所不同。应通过具体的经济分析来确定干预水平，但这种水平基本上是渗漏损失超过渗漏探测和维修成本时的水平。

随着时间的推移，一些计量小区的渗漏水平将越来越频繁地上升到干预水平。往往存在这样一个点：在该点开展渗漏探测和维修从成本效益的角度来说并不合理，必须考虑大修或更换该段管网。

## 5 渗漏探测方法

本章节只对渗漏探测技术进行简要介绍，更多具体内容请参见相关《操作指南 3.3: 主动渗漏控制手册》（见参考书目）。

所有常用的渗漏探测技术都依赖于出现的渗漏噪声。当受压水体从压力管道流入周围的无压环境中时，就会出现这种噪声。

渗漏探测的设备既包括非常简单的听音棒，也包括由微处理器控制的、可以将渗漏位置精确定位在数厘米范围内的复杂仪器。

### 听音

探听渗漏噪声或者“听音”是一项基本的却非常有用的技巧。只要使用最

便宜、最简易的设备（例如“听音棒”或“听音杆”）就可以探听管道、给水栓和阀门等接头、甚至是整个地表的噪声了。也可以采用更加精密的听漏仪来听音。

听音法的技术含量最低，需要通过实践确立对该方法的信心和掌握操作技术。

### 噪声采集

在管网中安装**噪声记录仪**相对来说比较容易。噪声记录仪是非常好用的寻找渗漏点的工具，现场装卸非常容易。这些仪器可以将整夜的噪声都记录下来，并且使用专门的软件可以将数据下载到计算机上进行分析。根据这些数据，渗漏探测小组可以对其感兴趣的地点开展更加细致的现场探测。

多探头相关仪可以像普通的噪声记录仪一样完成数据的搜集和存储，但通过使用软件程序，可以将两个或多个记录仪的噪声数据关联起来，因此在确定渗漏范围上比普通的噪声记录仪更加有效，但价格也比较昂贵。

使用以上两种噪声记录仪都不需要特殊的技巧，但下载和分析数据则需要一定的技术和操作培训。

### 相关仪

**相关式噪声探测仪**是渗漏探测仪器中较贵的一种，但其可以非常有效地将渗漏点定位在数厘米的范围内，进而也就降低了渗漏维修的成本。相关式噪声探测仪采用了微处理器，内置了特定的功能，可以使用安装在潜在渗漏段两头的两个噪声采集器对渗漏噪声进行探测。

使用相关式噪声探测仪需要进行技术与操作培训。

### 相关培训

有关仪器使用的培训从来都应由仪器制造商提供，以确保操作人员完全熟

悉仪器的使用。此类培训应分为现场培训和室内培训两部分。培训人员应具备渗漏探测和定位的实地经验，而不是仅能够在教室里照本宣科。培训的次数应根据仪器的复杂程度确定。对于噪声记录仪和相关式噪声探测仪而言，制造商至少需要开展一天的室内培训和三天的现场培训。培训内容应包括使用仪器时的人员健康和safe等问题。

## 6 渗漏维修管理

渗漏探测是维修过程的起点。需要记录渗漏情况并提交报告。应使用专门的表格对信息进行记录，以向维修小组提供一切所需信息来准确找到渗漏点，并清楚说明渗漏的可能类型和规模。附件 A 给出了一个典型的渗漏探测/维修报表。

应迅速对已确定的渗漏点进行维修，并且还应在渗漏探测/维修表格中记录渗漏的确切性质以及所用的维修材料。接着应将这些维修信息输入到数据库中，这样就可以为分析工作和编写维修过程报告提供准确数据。附件 B 给出了一个典型的渗漏探测/维修数据库的数据表。

当数据库中渗漏点的状态被修改为已维修之后，渗漏探测小组成员应到现场进行检查，确认所有的漏水点都封堵完毕。一方面是进行质量控制，一方面也是考虑该地点可能有多处漏水点。

管网渗漏和维修的历史数据是很有用的。比如，可以根据这些数据确定哪些位置或哪种管道会经常发生漏水。通过这种分析，可以确定从长远来看对哪些区域的管道进行更换将会比零星维修经济效益更高。

由于管网属性和状况不同，一个计量小区内的渗漏维修数量会有所不同。附件 C 给出了制定预算时可考虑的典型渗漏维修数量。

## 7 渗漏维修反应时间

对所有参与渗漏探测和维修工作的人而言，知道通过渗漏可能损失的水量有多少是很重要的。

主管道发生较严重的爆管是发生渗漏最为明显的标志，但其损失水量却不一定最大，因为很快就会有人对其进行维修。那种细微的、看不见的、在渗漏探测和维修之前已经持续发生很久的渗漏可能才是损失水量最大的。因此，渗漏维修小组在渗漏探测之后尽快且有效地进行维修是很重要的。



后面的图 2 说明了对所有漏水开展渗漏探测和维修工作的重要性。

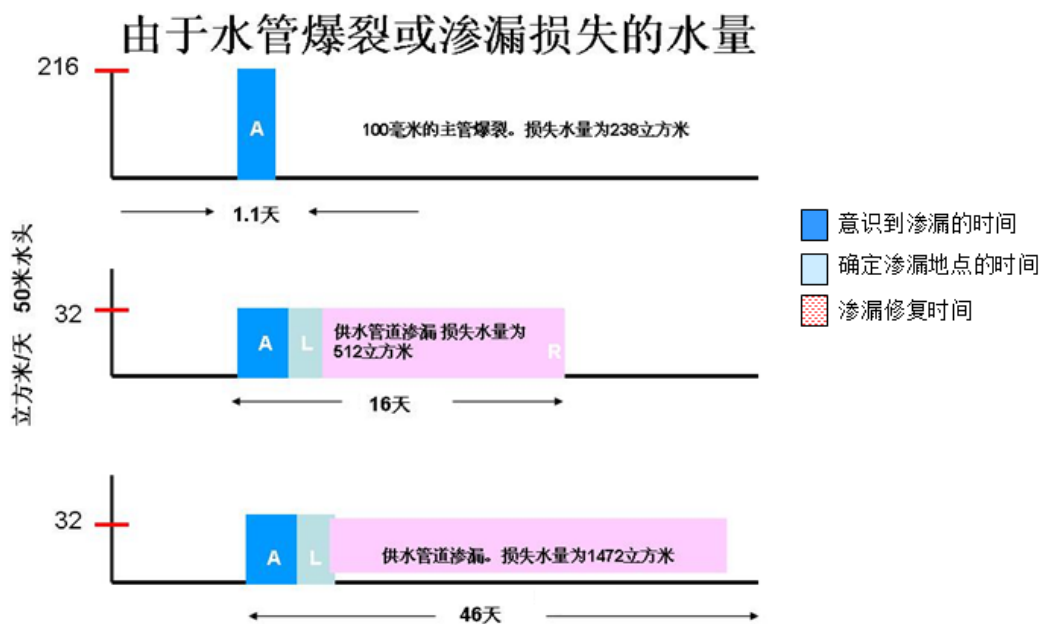
表 2 给出了不同渗漏规模的典型水量损失。

表 2: 潜在的渗漏损失

管道孔洞尺寸 (mm)	m <sup>3</sup> /天
0.5	0.30
2.0	2.87
4.0	13.43
6.0	27.22
7.0	35.65

表中数据根据管道内压 200 kpa 得出。

图 2：维修完成前的渗漏量



## 8 绩效评估

### 初始渗漏水平评价

在任意一个计量小区内都可以根据最小夜间流量和夜间净流量，或者使用综合方法来确定小区内的渗漏情况（参见第四章）。可根据已有数据的数值和数量选取适当的方法。通过计算夜间净流量可以迅速对潜在的渗漏水平做出评价，而使用综合方法则需要大量的连续采集的数据。

### 计算最优的渗漏水平

最优的渗漏水平可以定义为“渗漏水量损失同主动渗漏控制所需的成本相同的渗漏水平”。这属于一种经济分析，其中应考虑为满足用水需求而开发新水源（否则就需要通过降低渗漏来满足需求）的成本，如果需要还可考虑社会和环境成本。知道渗漏水平之后就可以确定渗漏成本。主动渗漏控制成本在开展主动渗漏控制的初期就已经确定了，使用相关数据就可以计算出最优的渗漏水平。

### 降低计量小区渗漏量的初始行动

如果计量小区内没有或很少过开展主动渗漏探测，该小区内的渗漏水平可能会较高。开展主动控制，就要努力将渗漏降低到能达到的最低水平上并维持这个水平。

为此可能需要对计量小区开展不止一次的渗漏探测调查，可以按直觉确定调查的次数，但也应参考不断进行的渗漏水平分析结果。一旦将最低的渗漏水平确定下来，就可以使用这些数据对主动渗漏控制的成本进行计算了。

### 干预水平计算

参见第四章。

### 计量小区的运行成本

自来水公司每年都应编制主动渗漏控制年度预算，并对照预算对实际支出进行监测。通过将支出同因减少渗漏节省的资金或增加的销售收入进行对比，可以对渗漏控制活动的财务业绩进行评价。

附件 C 给出了计量小区典型的运行成本。

### 渗漏绩效指标

评价自来水公司的渗漏控制业绩并监测所采用的渗漏控制政策的效果是很重要的。最理想的是利益相关者能够使用绩效指标将“他们”的公司的业绩同其他相类似的自来水公司进行对比。渗

漏绩效指标侧重的是绩效评价而不是成本对比，主要原因是由于数据搜集方法和管理费分配的不同，很难对众多自来水公司的成本给出标准的定义。表 3 给出了一些可采用的渗漏绩效指标。

表 3：监测渗漏控制计划的典型年度绩效指标

指标编号	渗漏控制绩效指标
1	调查中每户发现的渗漏数量（按类型）
2	每个检查员发现的渗漏数量（按类型）
3	流量数据期长
4	渗漏探测和维修之间的反应时间（按类型）
5	干钻孔的比例
6	重复维修的比例
指标编号	渗漏控制系统描述指标
1	计量小区的数量
2	计量小区覆盖住户的百分比
3	减压阀的数量 <sup>(1)</sup>
4	小区平均夜间目标水压除以实际的小区平均夜间水压 <sup>(1)</sup>

(1) 反映自来水公司调整管网压力控制渗漏效果的绩效指标。

附件 A 渗漏探测/维修报告——表格举例

渗漏数据

DRF No. BP	分区	探测人	日期
地址		渗漏说明	

由公众上报  由相关器探测  可见

渗漏类型	管道尺寸	管道材质	渗漏位置	表面
供水管	15 100	CI MDPE	人行道	块石面路
停止阀	20 150	DI HDPE	主路	柏油碎石地面
水表接合处	25 200	GI AC	辅路	混凝土
主管	40 250	ST PVC	公共地域	草地
主阀门	50 300	其他	私人地域	种植地区
消防栓	450		其他	粗糙地面
竖立水管	其他			其他
气阀	优先 1 2 3 4 5			
金属箍	其他渗漏类型		其他表面	
其他				

草图

维修数据

日期	起始时间	结束时间	总时间	人力
实际渗漏类型/大小	管道材质	挖洞	照片	
供水管	CI MDPE	深 宽 长	所用材料	
停止阀	DI HDPE	障碍物 有 无	总量 物品	
水表接合处	GI AC	表面类型		
主管	ST PVC			
主阀门	其他	所用设备		
消防栓				
竖立水管	新管道			
气阀	监督人	维修说明	干钻孔	
金属箍				
其他				

附件 B 渗漏探测/维修数据库——工作表举例

The screenshot displays a Microsoft Access database window titled "Leak Data : Table". The table contains the following data:

DRFNo	DM	MapR	MapR	Address	PipeSi	PipeL
PT000001		11H		115/177 ซ.4 บ้านหัวมุม ม.เมืองประชา	20	PB
PT000002		11H		115/178 ซ.4 ม.เมืองประชา	25	PB
PT000003						
PT000004						
PT000005						
PT000006						
PT000007						
PT000008						
PT000009						
PT000010						
PT000011				19/192 ปากซอยบ้าน		
PT000012				ผู้ใหญ่เขียงชุมชน		
PT000013						

An "Leak Data Entry Form" is overlaid on the table, showing the following fields and values:

- District: ๒5
- DRFNo: RS010225
- NoIssue:
- DMA: 14
- MapRef1: 9C
- MapRef2: SS03
- DetectCo: TW
- DetectBy: PATAN
- Date: 19/10/00
- Address: 19/192 ปากซอยบ้านผู้ใหญ่เขียงชุมชน
- ReportPWA/Pu:
- DefectDi: แฟลร์ PB 50 รัดแรง
- Excavati:
- LeakType: ServicePipe
- OtherTyp:
- MeterRe:
- PipeSize: 50
- OtherSiz:
- PipeMat: PB
- OtherMa:
- DefectLc: Road
- OtherLoc:
- Surface: Paving
- OtherSur:
- RepairPri: 1
- LeakCon:

The form also shows "Record: 12780 of 12837" at the bottom.

## 附件 C 计量小区运行成本

### 管道及渗漏探测仪

为了在计量小区范围内开展渗漏探测活动，每个自来水公司都应该为其技术小组提供一定的管道和渗漏探测设备，详细情况参见表 C1。

对电子设备（表中所列的除了音听棒之外的所有仪器）来说，到了其使用年限之后，应对这些设备进行更换。一般来说，在预算编制中应允许每 7 年更换一次。

### 流量及压力监测

预算编制中应允许采用的流量和压力监测仪器的维修和更换成本请参见表 C2。

### 人力资源

计量小区开展渗漏探测的频率取决于该小区内渗漏水平的自然增长率和目标渗漏水平。因此，管理各个计量小区所需的人力资源数量也各不相同。根据亚洲其他地区的经验来看，一个由三人

组成的渗漏小组一般能管理 10 个计量小区。可能需要对每个渗漏小组都配备一个交通工具（轻型货车）。

计量小区的管理包括：

- 下载并分析流量数据，以检查该小区的渗漏水平（定期开展以及在渗漏维修之后开展）
- 使用人工听音，或使用听漏仪器或多探头噪声探测相关仪开展渗漏探测调查（现场作业及结果分析）
- 使用相关式噪声探测仪对渗漏点进行定位
- 对渗漏维修质量进行检查

### 渗漏维修

根据计量小区内管网的属性和状况的差异，小区内渗漏维修的数量也会大不相同。亚洲其他地区的经验显示，对于一个典型的覆盖 2500 户家庭的计量小区预算编制可以采用的维修数量请参见表 C3。

表 C1：管道及渗漏探测仪器

内容	成本（人民币） <sup>(1)</sup>
管道定位仪	5 万
阀箱定位仪（每渗漏小组一个）	2 万
听音棒（现场工作人员人手一个）	1500
电子听音棒（每渗漏小组一个）	5000
听漏仪（每渗漏小组一个）	2 万
多探头相关仪（一组 8 个探头）	15 万
相关式漏水探测仪	15 万

(1) 以 2007 价格为基准（参考价）

表 C2: 流量及压力监测设备成本

内容	维护或更换成本 <sup>(1)</sup>
流量计维护	每年为购买成本的 4%
数据记录仪（双通道）	每 7 年更换一次，每支成本为人民币 5000 元

(1) 以 2007 年价格为基准（参考价）

表 C3: 每计量小区的渗漏维修数量

渗漏维修	数量
主管道——首次将渗漏量降低到目标水平	75 <sup>(1)</sup>
主管道——定期的渗漏探测	每年 10 <sup>(2)</sup>
连接件/供水管道——首次将渗漏量降低到目标水平	225 <sup>(1)</sup>
连接件/供水管道——定期的渗漏探测	每年 40 <sup>(2)</sup>

(1) 根据泰国类似项目的经验得出，当地以往没有开展过主动渗漏探测

(2) 估算得出

## 文件参考表

### 词汇:

**计量小区** 一般是指在管网系统中按照水力关系划定的相对较小区域，对其入流量（可行的话还可对出流量）进行测量。作为一项管理工具，用来以结构化的方法确定渗漏水平。

**GIS** 地理信息系统

**最小夜间流量** 由于夜间的的生活用水量很小，因此居民区中较大的最小夜间流量常常是渗漏形成的。

**夜间净流量** 等于最小夜间流量减去已知的和估算的正当用水量。当夜间净流量超过干预水平时，就应立即开展渗漏探测和维修。

**无收入水量** 指本身预计用来出售却没有得到收入的水量

**未计量水量** 非法用水量、渗漏量和计量误差的总和

### 书目:

**CJJ92-2002:** 《城市供水管网漏损控制及评定标准》，住房和城乡建设部

### 水利部水资源综合管理文件汇编相关材料:

专题报告 3.3: 主动渗漏控制——提高城市供水效率的重要组成部分

指导手册 3.3/2: 中小型自来水公司资产管理

操作指南 3.3: 中小型自来水公司主动渗漏控制手册

专题报告 5.7: 中小型自来水公司财务管理和模型

专题报告 3.2: 城市供水需求管理

### 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](http://www.mwr.gov.cn)

全球水伙伴: [www.gwpforum.org](http://www.gwpforum.org)

WRDMAP 项目网站: [www.wrdmap.com](http://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](http://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。

