

十二五“水体污染与治理”科技重大专项支持
供水管网漏损监控设备研制及产业化

分区定量管理 理论与实践 (第二版)

北京埃德尔公司 主编

中国建筑工业出版社

十二五“水体污染与治理”科技重大专项支持
供水管网漏损监控设备研制及产业化

分区定量管理理论与实践 (第二版)

北京埃德尔公司 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

分区定量管理理论与实践/北京埃德尔公司主编.
2 版. —北京: 中国建筑工业出版社, 2015. 7
ISBN 978-7-112-18363-0

I. ①分… II. ①北… III. ①给水管道-管网-研究
IV. ①TU991.33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 183936 号

十二五“水体污染与治理”科技重大专项支持
供水管网漏损监控设备研制及产业化
分区定量管理理论与实践
(第二版)

北京埃德尔公司 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京科地亚盟排版公司制版

北京同文印刷有限责任公司印刷

*

开本: 850×1168 毫米 1/32 印张: 7 字数: 187 千字

2015 年 8 月第二版 2015 年 8 月第二次印刷

定价: 22.00 元

ISBN 978-7-112-18363-0
(27610)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本书系统阐述了分区计量的基础理论、实施方法、管理与考核要点等，以及分区计量与其他漏损控制方法的关系。在第一版的基础上，作者认真总结了国内外的许多新案例，并且注重结合我国供水行业的实际，广泛听取了相关专家和从业人员的意见，形成了对于分区计量理论的全面解读。DMA 定量管理是一个趋势，也是保障安全供水，低碳环保供水，持续稳定发展的技术和管理举措。希望本书的出版可以给广大市政给排水行政管理部门和自来水企业提供参考。

责任编辑：酆锁林 王华月

责任校对：张颖 关健

编写委员会

名誉顾问 李振东

顾 问 (按姓氏笔画排序)

史文明 张国祥 郑克一 姚水根
曹海霞

主 任 毋 焱

副 主 任 刘志强 高 伟

编 辑 陈国强 邓 勇

编写人员 (按姓氏笔画排序)

王光辉 史晓华 刘广华 刘子俊
许兴中 李俊林 吴建磊 张兴武
陈佑民 茅钢良 罗 欣 罗建中
郑小明 郑文芳 高历强 陶 云
梁 庚 喻 恒 蔡一兵 潘兴忠

总 策 划 杨 帆

再版说明

《分区定量管理理论与实践》一书于2014年1月发行了第一版，出版后得到了业内人士的充分肯定，同时也提出了对本书的修改意见和建议，在此表示感谢。根据反馈意见，本书主要进行了以下几方面内容的修改：

1. 调整了编写委员会名单；
2. 更正了一些术语；
3. 根据读者的反馈意见，对一些表述做了修正；
4. 在附录中增加了“关于供水总公司层面的分区计量管理建设”一文；
5. 补充了国内案例的最新情况。

序

在中国很多地方，水资源非常匮乏，节约水资源、保护水环境已成为社会共识，减少城镇供水系统的泄漏，是全国供水行业落实节约水资源的重要措施之一。加强水损失管理对提高供水管网效率、保护环境和社会可持续发展，具有非常重要的意义。

DMA (District Metered Area)，即分区计量，是城镇供水系统控制漏损非常有效的手段之一。该方法是通过建立一个常设的泄漏控制系统，把供水管网分隔成为一定数量的区域，以便对每一个区域的泄漏定量，这样就可以始终把检漏重点放在泄漏最严重的区域。对流入每个分区的流量进行在线监测，一旦泄漏超过限定水平，这样检漏人员就可以较为准确、及时地发现新的漏点。实施供水管网分区定量管理的目的在于科学、及时地进行管网管理，定量控制漏损，降低产销差，提高经济效益，实现低碳环保，提高科学管理水平。在 DMA 实施过程中应用物联网技术，通过使用探测、检测、监测和控制技术，对管网进行智能化识别、定位、跟踪和监管，从而实现“信息采集、信息传输、信息分析、信息应用”，做到“常态”漏损监控、爆管，达到四预，即预防、预报、预警、预处置的目的，改变原来总是事故后处置的被动局面，以保障安全运营。

城镇供水管网分区计量在国外起步较早，早在 20 世纪 80 年代，英国伦敦的供水管网分成 16 个区，日本东京的供水管网化分成 50 多个区。在国内起步相对较晚，自 21 世纪初开始，一些供水公司，比如天津、上海等地，通过学习国外的经验，开始在国内积极探索供水管网的分区计量，并大胆地进行了一些尝试。特别是最近几年，DMA 在国内许多供水公司进行了系统化实施，诸如北京、南昌、天津、绍兴、黄石、绵阳、德州、开封、铜陵等。在实施的过程中，积累了一些成功的经验，取得很好的

效果。

北京埃德尔公司秉承社会责任，以节约水资源为己任，热心关注供水行业管网检漏工作，积极承担水科技专项任务，极力推进供水管网检漏设备国产化，成功研发制造国产系列化的管网检漏仪器仪表。该公司主动与科研、设计、供水企业结合，多次组织专业的技术交流，并派员指导供水企业试点，编写 DMA 分区定量管理的文献，为供水行业降低漏损、节约水资源，做了大量工作。

《分区定量管理理论与实践》系统阐述了分区计量的基础理论、分区计量的实施方法、分区定量管理与考核要点等，以及分区计量与其他漏损控制方法的关系。本书的编写，得到了中国城镇供水排水协会及众多供水公司专家和领导的大力支持，并参考了大量国内外相关文献，认真总结了许多国内外的案例，注重结合我国供水行业的实际，广泛听取了大家的意见，几易其稿。本书凝聚了行业同仁们的智慧，在此，向给予热情关注和支持的各位领导、专家、各供水单位表示诚挚的感谢。

总之，DMA 定量管理是一个趋势，也是保障安全供水、低碳环保供水、持续稳定发展的技术和管理举措，希望本书能为全国供水行业在今后加强供水管网检漏管理方面提供有益帮助，希望本书能起到抛砖引玉的作用，不妥之处请给予指正。

李振东

2013 年 11 月 10 日

目 录

1 分区定量管理理论综述	1
1.1 分区定量概念	1
1.2 产销差组成理论	1
1.3 泄漏组成理论	3
1.4 夜间最小流量原理	6
2 分区定量系统设计	8
2.1 分区特点和要求	8
2.2 分区需要考虑的因素	9
2.3 建立分区确定边界	9
2.4 分区大小与经济性	13
2.5 间歇供水的分区计量	14
2.6 分区对水质影响	15
2.7 分区内压力、流量和泄漏量的关系	15
2.8 分区密闭性测试	17
3 分区定量系统的实施	19
3.1 实施分区计量总体思路	19
3.2 分区定量水损监控管理系统	20
3.3 监测设备的选择	23
3.3.1 多功能漏损监测仪	24
3.3.2 远传流量计	26
3.3.3 远传水表	27
3.4 压力调节阀的选择	29
3.5 分区边界阀门的选择	30
3.5.1 阀门的选型	30
3.5.2 阀门的性能与测试	31
3.5.3 阀门的内衬与外防腐	32

3.5.4 阀门的运行管理	32
4 分区定量系统参数计算	34
4.1 分区平均压力估算	34
4.2 夜日因子估算	35
4.3 夜间用水量估算	37
4.4 夜间最小流量测量	39
4.5 背景泄漏计算	40
4.6 日漏水量计算	43
5 分区定量系统的运营管理	44
5.1 分区定量系统运营流程	44
5.2 初始设定和日常操作	44
5.3 漏损控制目标设定	46
5.4 分区检漏次序确定方法	46
5.4.1 简化方法	47
5.4.2 间歇式供水	47
5.4.3 R 值排序法	48
5.4.4 间接方法	48
5.4.5 选择方法的改进	49
5.5 流量数据核实确认	49
5.6 分区检漏时机的设定	50
5.6.1 干预点设定	50
5.6.2 主动检漏时间设定	50
5.7 将漏损量排序列入 DMA 管理	51
5.8 检漏结果异常分析	53
5.8.1 漏水点少、漏水量高	53
5.8.2 漏水量过低	55
5.8.3 漏水频率高	55
5.8.4 总结	56
6 分区定量管理与考核	57
6.1 管理结构调整原则	57
6.1.1 管理理念	57

6.1.2	管理结构	58
6.1.3	结构调整	59
6.2	绩效考核体系	60
6.2.1	考核依据	60
6.2.2	三率加权	61
7	术语解释	63
8	分区定量管理在中国的实践	65
8.1	天津市供水系统分区计量的方法与管理	65
8.1.1	制定天津市供水系统计量规划	66
8.1.2	计量仪表的选择	67
8.1.3	实施步骤及管理	69
8.1.4	计量数据采集与管理	70
8.1.5	结束语	71
8.2	管网区块化理念在上海市奉贤区集约化供水中的实践	72
8.2.1	供水管网系统区块化理念	72
8.2.2	国内供水管网系统区块化技术难点和易实施范围探讨	74
8.2.3	奉贤自来水管网区块化的实践	75
8.2.4	结语	77
8.3	南昌水司 DMA 管理	77
8.3.1	南昌水司简介	77
8.3.2	南昌水司 DMA 概况	77
8.3.3	南昌水司已建立的 DMA 片区	78
8.3.4	DMA 案例	83
8.3.5	未来两年南昌水业集团 DMA 工作规划	86
8.4	绍兴水司分区计量管理的应用与实践	86
8.4.1	一级区域间计量分区	88
8.4.2	二级区域内 DMA 计量分区	89
8.4.3	三级分区计量: 小区及支路分区计量	91
8.4.4	今后努力的方向	93
8.5	铜陵首创水务公司分区定量管理	94

8.5.1	公司简介	94
8.5.2	分区计量举例介绍	94
8.5.3	2010 年查漏成果	99
8.6	黄石水司区域水量水压监控在查漏降漏中应用的体会 和思考	100
8.6.1	主要做法	101
8.6.2	存在的困难和思考	102
8.7	分区定量管理在德州的应用	106
8.7.1	德州水司 DMA 项目简介	106
8.7.2	分区方案	107
8.7.3	多功能漏损监测仪安装要求	108
8.7.4	DMA 分区定量管理降低产销差的后续工作	111
8.7.5	新运营模式在德州的开展	112
8.8	DMA 分区定量管理在开封的应用	114
8.8.1	项目目标	114
8.8.2	分区方案	115
8.8.3	实施方案	115
8.8.4	合作结算模式	117
8.8.5	经济效益分析	117
8.8.6	工作成果	118
8.9	绵阳 DMA 分区定量管理	120
8.9.1	绵阳市供水管网现状及 DMA 初步规划	120
8.9.2	绵阳市供水管网 DMA 规划的调整及示范区实施 方案	120
8.9.3	南河片区 DMA 管理实施步骤	122
9	分区计量在国外施行成功案例	129
9.1	美国,加利福尼亚,荣多拉灌溉区	129
9.1.1	项目概述	129
9.1.2	方案设计	130
9.1.3	DMA 的应用	133
9.2	塞浦路斯,莱梅索斯水董事会	133

9.2.1	项目概述	133
9.2.2	方案设计	136
9.2.3	其他方面	142
9.3	英国, 威尔士, 班戈市, Dwr—库姆里威尔士水务公司	143
9.3.1	项目概述	143
9.3.2	方案设计	144
9.3.3	DMA 的应用	146
9.3.4	其他方面	148
9.4	马来西亚, 柔佛	148
9.4.1	项目概述	148
9.4.2	方案设计	149
9.4.3	DMA 的应用	151
9.5	哈利法克斯区域水资源委员会	152
9.5.1	项目概述	152
9.5.2	方案设计	154
9.5.3	DMA 的应用	158
9.5.4	其他方面	160
9.6	在印度尼西亚雅加达降低漏水水平	160
附录 A	关于供水总公司层面的分区计量管理建设	174
附录 B	分区计量与生产调度系统	178
附录 C	分区计量与地理信息系统	183
附录 D	分区计量与压力管理	186
附录 E	分区计量与水力模型	190
附录 F	分区计量与水质监测	198
附录 G	分区计量与营收管理	201
附录 H	分区计量与表务管理	204
附录 I	分区计量与行政区块化	207
参考文献		211

1 分区定量管理理论综述

1.1 分区定量概念

泄漏监测技术要求在整个供水系统中的关键部位安装监测设备，每一个监测设备记录进入某一个区域的流量，这样的区域具有指定的永久边界，称作可计量区（DMA）。

DMA 定量管理最关键的原理是在一个圈定的区域利用流量来确定泄漏水平。DMA 建立后，根据各区域的泄漏水平，来决定优先检测哪些区域。通过监测 DMA 的流量可以识别是否有新的漏点。泄漏随时都会发生，但一开始就能发现的话，可以大幅减少漏水量，如果没有实时泄漏监控，泄漏会越来越大。DMA 是减少和维持供水管网泄漏水平的技术方法，即分区计量是管网分区定量管理的关键管理方法。

DMA 管理的关键是通过正确分析流量数据，确定是否有超量泄漏和新的漏点。

实际的损失是 DMA 区域系统供水量和用户消费量（扣除计量误差）之间的差值，它包括泄漏（管网中）和溢流（蓄水池）。

传统上，实际损失以体积计量，每年统计一次，因此这种方法可能几个月才能感觉到明显变化，无法实现对泄漏的精细化控制。

泄漏程度可以通过管网 24 小时流量形态来评定。流量最小值和最大值之间的波动，很可能就是管网泄漏的信号，特别是对于没有夜间工业用水的管网。不过这种方法不能直接定量泄漏水平。

1.2 产销差组成理论

根据国际水协水量平衡表的分类，产销差的详细组成见表 1-1：

国际水协的水量平衡表

表 1-1

系统供水 总量	水公司外卖 净水	系统有效 供水量	售水量	计量售水量	售水量
				未计量售水量	
	水公司自身 系统供水	系统漏水量	免费供水量	计量免费供水量	产销差水量 (NRW)
				未计量免费供水量	
			账面漏水量	非法用水 (偷盗, 欺诈)	
				表计量误差	
			管网漏水量/ 物理漏水量	输水管及 干管漏水量	
				水池/水塔等渗漏 及溢流	
				进户管漏失量	

根据中华人民共和国行业标准《城市供水管网漏损控制及评定标准》(CJJ 92—2002) 术语, 对产销差做了比较详细的分类, 具体见表 1-2:

中国行业标准——水量平衡表

表 1-2

供水总量： 水厂供出 的经计量 确定的全 部水量	有效供水量： 水厂将水供 出 厂 外 后， 各 类 用 户 实 际 使 用 到 的 水 量，包 括 收 费 的（即 售 水 量）和 不 收 费 的 （即免费供水 量）	售水量： 收费供应的水量。 包括生产运营用水、 公共服务用水、居 民家庭用水以及其 他计量用水	(计量收费 水量)	(有效供 水量)	(售水量)
		免费供水量： 实际供应并服务于 社会而又无法收取 水费的水量。如消 防灭火等政府规定 减免收费的水量及 冲洗在役管道的自 用水量	(未收费 水量)		(2002 年前 计算漏损率)
	管网漏水量： 供水总量与有效供水量之差（包 括了计量误差，漏损水量和未授 权用水）	未授权 用水		(计算漏 损率)	
		漏失水量			
		计量误差			

依据表 1-2 可以看出，中国产销差的组成和国际产销差组成基本相同。

产销差水量 = 免费供水量 + 物理漏水量 + 账面漏水量
根据国内外数据统计，得出结论见图 1-1：

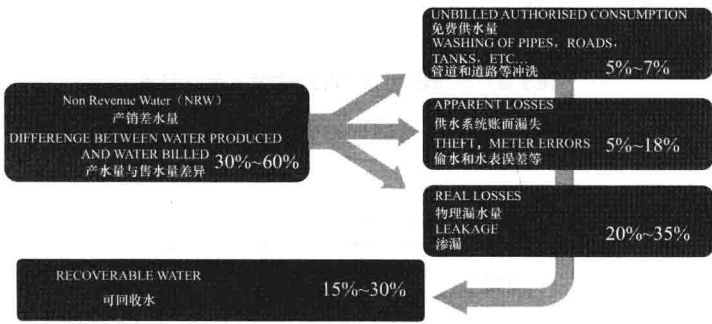


图 1-1 产销差水量组成及其可回收水占比

该结论有利于应用 DMA 管理方法，指导供水行业根据各自的实际情况分析产销差构成，以便采取相应的措施主动地、持续地、稳定地降低漏耗。

1.3 泄漏组成理论

泄漏可认为主要有两部分组成：

(1) 背景泄漏是所有泄漏源的集合，其中每一个泄漏源都很小，视觉和声学的方法都检测不到。压力管理对这一部分泄漏有重大影响。（背景泄漏是指在压力 0.5MPa 时流量小于 0.25m³/h，它代表现代检测技术实际可检测到的最小值）。

(2) 破损泄漏是供水管网破裂造成的漏水，又可分为明漏和暗漏。总的泄漏量受破损定位、识别和修复速度的影响，因此控制漏水时间就可以减少漏水量。

破损泄漏总量 = 破损瞬时流量 × 破损持续时间

明漏是指相关人员向管理部门报告的漏水，发现此类漏水的

一般是用户或公众。暗漏是指如果不进行检测就一直持续的漏水。明漏一般能看到，而每年水损失的大部分是来自于暗漏，因为漏水的时间长。

总的漏水时间可以划分为三个区间，分别称为感知时间、定位时间和修复时间（图 1-2）。

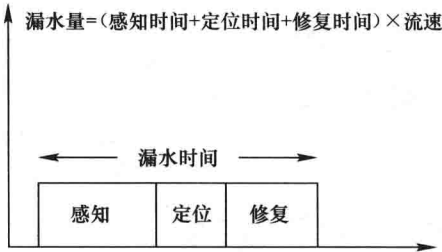


图 1-2 漏水量和时间的关系

- (1) 感知时间是指从漏水发生到管理部门获知所需时间。
- (2) 定位时间是指漏点精确定位所需时间。
- (3) 修复时间是指漏水点精定位后修复所需时间，包括制定计划以及依法向道路管理部门发送通告的时间。

对于明漏，感知时间和定位时间一般较短，因为漏水点要么可以直接看到，要么根据用户提供的信息定位，不需要去检测。

对于暗漏，感知时间取决于泄漏管理的具体操作。没有泄漏管理，水管理部门无法获知漏水发生。如果对管网每年检漏一次，那么平均漏水时间是六个月，另外还得加上修复时间。每年检测次数对漏点发现时间的影响见图 1-3。

定期分析 DMA 的流量，由于缩短了感知时间，也就相应地缩短了漏水时间。因此减少漏失的关键，快速感知漏水。如果每月分析一次 DMA 流量，则获知暗漏的平均时间是 15d。以每月为例，暗漏时间平均为：

- (1) 感知时间 15d；
- (2) 定位时间一般 3d；