

怎样防止给水系统的漏损

宋仁元 主编

中国建筑工业出版社

怎样防止给水系统的漏损

宋仁元 主编

中国建筑工业出版社

本书主要目的是普及自来水漏损控制的基本概念和基本方法。是一本使用范围很广的应用技术书籍。本书主要介绍自来水漏损控制的必要性及其经济效益和社会效益；漏损控制的基本概念和内容；怎样确定漏水量；如何分析和确定漏水原因；如何合理确定漏损值和检漏周期；介绍如何确定漏水地点及管网漏损控制方法；防止漏损的预防对策以及上海地区漏损控制方法的经验介绍等。

本书可供城市和农村各种类型的自来水厂工人、干部和技术人员参考，亦可供给水排水、环境工程、卫生防疫等专业技术人员和设计人员参考并可兼作培训教材。

怎样防止给水系统的漏损

宋仁元 主编

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
中国建筑工业出版社印刷厂印刷(北京阜外南礼士路)

*

开本：787×1092毫米 1/32 印张：37 $\frac{1}{2}$ 字数：86 千字

1988年7月第一版 1988年7月第一次印刷

印数：1—13,180册 定价：1.30元

ISBN7—112—00387—3/TU·275

统一书号：15040·5527

前 言

水是宝贵的资源，自来水又是经过给水设备精心加工处理和输配的水资源，建造给水设备需要大量投资，加工和输配也需要一定的电力、药剂和费用。为了更好地利用水资源，改善给水服务供应，提高给水企业的经济效益，世界各国尤其是发达国家都很重视给水系统的漏损控制。为了研究和开发这方面的技术，美国自来水协会、日本水道协会、英国水研究中心等单位都成立了专门组织进行该项工作。

我国人均淡水资源拥有量仅为世界平均值的四分之一。由于北方水源比较短缺，南方水源受不同程度的污染，以致城市取水水源的距离越来越长，造价和供水成本也越来越高。由于四化建设迅速发展和人民生活不断提高，不少城市供水不能适应用水发展的需要。在这种情况下，加强漏损控制工作，大力降低漏失率具有重要的意义。城乡建设环境保护部领导很重视漏损控制工作，中国城镇供水协会也成立了给水管道专业委员会，积极开展漏损控制工作。为了推动和加强这方面工作，城乡建设环境保护部、中国城镇供水协会和世界卫生组织曾于1986年4月在武汉联合举办了“给水系统漏损控制讲习班”，聘请英国水研究中心专家Farley等来华介绍英国漏损控制经验，有关同志予以密切关注。

我国在漏损控制方面积累了较多经验，也取得了相当成绩。为了系统地介绍国内外漏损控制的理论和经验并推动这

目 录

第一章 漏损控制的必要性和效益

- 1.1 漏损控制的经济效益和社会效益..... 1
- 1.2 漏损控制效果实例..... 6

第二章 漏损控制的基本内容

- 2.1 漏损控制的涵义.....11
- 2.2 水量构成及主要名词解释.....12
- 2.3 供水量的构成.....12
- 2.4 漏损控制的基本内容.....15

第三章 怎样测定漏水量

- 3.1 清水池(库)漏水测定.....24
- 3.2 干管漏水测定.....26
- 3.3 配水管及用户给水管的漏水测定.....29

第四章 漏水原因分析

- 4.1 漏水原因统计.....30
- 4.2 由于工程建设导致地下管线损坏事故的统计.....34
- 4.3 形成漏水的几方面原因.....38

第五章 管网漏损控制方法的选定

- 5.1 被动检修法.....43
- 5.2 音听检漏法.....44
- 5.3 区域装表法.....48
- 5.4 区域测漏法.....49
- 5.5 区域装表和测漏复合法.....55
- 5.6 压力调整法.....56

5.7 几种方法的合理选择	59
第六章 怎样确定合理的漏损值和检漏周期	
6.1 漏水量的估算	64
6.2 漏失率和检漏周期的合理确定	65
第七章 几种确定漏水地点的方法	
7.1 用听漏棒、检漏饼检查漏水地点	71
7.2 电子放大音听仪	74
7.3 相关检漏仪	75
7.4 示踪检漏法	78
7.5 几种必要的检漏辅助工具	79
第八章 预防性对策	
8.1 新管的设计	82
8.2 施工	89
8.3 运行管理	90
8.4 管道的更新	92
第九章 上海地区漏损控制方法	
9.1 上海采用的漏损控制方法	93
9.2 检漏仪器性能比较	96
9.3 检漏的基础管理工作	99
9.4 要大幅度降低漏失率必须做好如下工作	102
9.5 各种水量计算法的附表	104
9.6 目前上海管网检修养护和组织情况	109
第十章 管道检漏工作的介绍	
10.1 使用检漏棒的方法	110
10.2 检漏要点	112
参考文献	

第一章 漏损控制的必要性和效益

1.1 漏损控制的经济效益和社会效益

早在公元 300 年以前，罗马已建设了 200 条以上供水渠道。随着工业发展和人口集中，给水事业随之发展。如美国，1652~1800 年期间建设了 16 个水厂，第一个水厂是麻省波士顿水厂，是 1652 年建设的。随着水厂和管网不断建设并随着时间的推延，漏损水量日趋增剧。如 19 世纪中期，伦敦的漏损量已达 50%，于是纷纷采取对策。1880 年英国已采用听漏棒听漏，1882 年发表了用听漏棒听漏防止漏水的论文。以后狄更（Deacon）氏又引用了流量自动记录计（俗称狄更表）（图 1.1）在晚上测定检漏区的漏水量。采取该对策后 1881 年伦敦某典型区深夜流量降低约六分之五（图 1.2）。由于给水系统的漏损是客观的存在，而采取漏水检查对策后，企业经济效益和社会效益都非常明显，因此这方面的技术不断得到发展，漏损控制工作也得到各方面的重视和关心。象美国自来水协会和日本水道协会均设有漏损控制的专业委员会，英国水研究中心有一专门部门专门研究开发这项技术并提供服务。

降低漏损水量一般有以下经济效益和社会效益

1. 节约水资源

地球上共有水 13.56 亿 km^3 ，但海水占 97.2%，冰山占 2.5%，真正可供人类应用的淡水比例甚微。由于地区分布，时

间分布，水源污染以及用水浪费，有些地区在某些时候已出现水资源短缺现象。

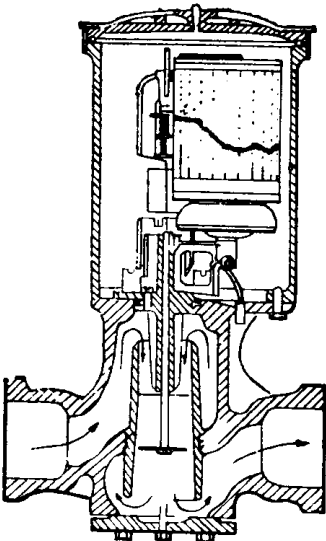


图 1.1 狄更表

二十世纪来，全世界农业用水增长了七倍，工业用水增长了二十多倍，部分大城市人均生活用水量已达 400~600 升。因此1977年3月联合国用水会议曾发出警告说：“水不久将成为一个深刻的社会危机，石油危机之后的下一个危机便是水。” 1975~1976年西欧遇到特大干旱，英国议会于1976年 8 月 6 日不得不通过缺水法，严格实行限制供水。1964年以来，东京、长崎、福田等城市

先后发生过八次严重缺水，限制供水时间长达 22~287 天，于是各国纷纷采取对策。

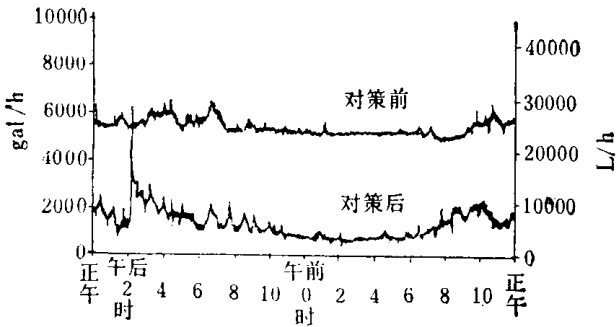


图 1.2 伦敦典型区流量记录（1881年）

日本为了充分利用水资源而采取一系列方针和措施以节约用水，提高水的重复利用率，同时国家管水的机构厚生省于1976年发生加强漏损防止对策的指示。要求各水道局把无效率降低到10%以下。

我国水资源量占世界第六位，但人均水资源仅 2780m^3 ，是世界第17位，仅为世界人均量 $10800\text{m}^3/\text{人}/\text{a}$ 的 $1/4$ ，约为日本的 $1/2$ 。我国的水资源也并不丰富，南方多一点，但也算不上水资源丰富，北方则严重缺水，由于地域和时间分布不均而且不少地区的河流受到污染有的还比较严重，无疑它将成为制约我国工业、农业、商业和人民生活提高的因素之一。由于有用的水资源短缺，不少地区如大连、青岛、天津、上海等城市不得不花大量资金从远距离引水，以解决城市供水的需要。不少城市由于供水不足不得不限制供水，有的已影响工业生产，也给居民用水带来不便。为了有效利用水资源。我国城乡建设环境保护部已制订了一系列的有关节约用水的方针政策，把节约用水作为给水事业的长远方针，把降低漏损率作为考核自来水公司的重要指标之一。

漏损水是宝贵的水资源经过净化处理和唧打输送的水，降低漏损就是降低水资源的需要量（即损耗量）。把这些水资源移作他用，定能发挥相当的社会效益。

2. 节约给水工程投资

随着水源地逐渐远离城市，城市范围不断扩大，供水距离随着加长，因而给水工程的造价逐渐增加。一般每 m^3/d 水的造价已在 $300\sim 400$ 元之间，而取水距离较远的还将超过该数，降低漏损水量意味着按比例降低总投资，也就是说漏损降低10%，总投资可降低10%。这是一个相当大的数字，尤其在四化建设、工业待兴之机，把节约的投资提供给其他

建设还会有其它社会经济效益。

3. 降低成本, 降低电耗

自来水是要经过水泵唧打和处理的, 一般每供千吨水须耗电200~300度。漏损降低10%, 电耗降低将大于10%, 这对供水企业有很大的经济效益。在能源紧张甚至已影响工厂开工率的状况下, 降低电耗不仅本企业有较明显的经济效益, 把电用于其他行业还将有更大的社会效益。

4. 把水供给他用或延缓新的投资

国内大多数城市自来水公司存在一定程度的供求矛盾, 换句话说, 一方面有相当部分的自来水白白漏掉, 而另一方面一部分工厂和居民却供水不足, 有的工厂生产还受到一定影响。如果能减少一部分漏掉的水供应工厂和居民, 其效益将是很明显。据上海统计, 如因供水不足而影响生产的话, 则每吨水将损失产值100元。

即使供水不紧张的城市, 也可以把减少漏损省下来的水适应今后更长时间用水发展的需要, 从而延缓新的工程建设投资。如供水规模为100万 m^3/d , 漏耗率降低7%, 每 m^3 水/d造价为400元, 则可降低造价2800万元若每年用水增长率为3.5% (即7%可供二年增长需要), 利息为7%, 因投资推迟二年, 仅节约的利息即达 $100\text{万} \times 7\% \times 400 \times (1.07 - 1) = 406\text{万元}$ 。

5. 减少漏水所造成的附近道路、管道和建筑物的损坏事故

由于漏水水流的喷射, 漏水口附近的土壤会造成一个空穴, 如漏水较大, 随着时间推延这个空穴也逐渐扩大。这种情况可能导致路面局部塌陷, 而路面局部塌陷又可能引起车辆损坏和人员受伤的事故; 附近管道因地基不均匀沉陷而被破

坏，附近房屋因不均匀沉陷而发生裂缝，严重的甚至倒塌。美国洛杉矶市由于高压水管上小的漏水引起煤气管穿引并灌进了水，因而造成约15万美元的损失。在洛杉矶市特别富裕区，有几幢价值20万美元的房子，由于泥土滑面的滑润，都从坡上滑下，泥土移动使街道中配水设施破裂。据说，是由于水管漏水引起了该滑移。

由于爆管引起的直接和间接损失可能更大，这在不少城市都发生过。上海四平路1500mm水管，因附近埋设较深的大型下水道，造成管道不均匀沉陷而使管道在大头处破裂，三次爆管都淹了上千户，工厂财产等损失共约200万元，关于供水带来的间接影响则难以计算。

6. 改善服务供应

及时发现漏水，在小漏时即修理，不仅减少漏损，防止因此引起的事故，而且减少修理时停水的机会。停水修理会给相应地区内居民用水带来困难，也将给工厂生产带来损失或困难。

降低漏损、防止浪费是整个社会的最大利益，很多自来水公司的检漏队伍也同时为用户服务。据W.L.Kingston估计，美国洛杉矶市用户内部管道的漏水量为城市管网的四倍。该地发现有一教堂其25mm灌溉管完全破裂，漏损达3年之久；一个制造厂消防设施漏水，引起几个月内每月水费为1700~1800美元，该厂曾宣称哪个雇员找出漏水就发给报酬500美元。象这样的情况，自来水公司的检漏队伍是容易帮助解决的。帮助用户解决这些问题，既解决了用户的困难，更有利于公司缓和供求矛盾，减少和延缓国家建设资金，也达到了用户与公司之间的和睦关系。

1.2 漏损控制效果实例

1.2.1 Ohtsu 城是日本大阪市的卫生城市，人口23万人，1980年平均日供水量为 95.134m^3 ，其中有效水量占84.5%，能收到水费的占79.5%。由于漏损水量较大，他们实行了漏损控制长期计划，计划共分三期：

漏损控制计划分期内容

表 1.1

第一期1981~1983 (3年)	1. 调查整个市区漏水情况并加以修复 2. 查核重新发生漏水的百分率
第二期1984~1986 (3年)	1. 调查特定地区的漏水情况并加以修复 2. 对整个市区进行第二次漏水调查 3. 查核重新发生漏水的百分率
第三期1987~1990 (4年)	1. 调查特定地区的漏水情况并加以修复 2. 拟订管道更新计划

逐年调查的地区和长度

表 1.2

年 份	调 查 地 区	调 查 长 度 (km)
1981	整个“A”区	294
1982	整个“B”区	222
	部分“A”区	134
1983	整个“C”区	203
	整个“B”区	222
	部分“A”区	74

第一期调查的地区如图 1.3。

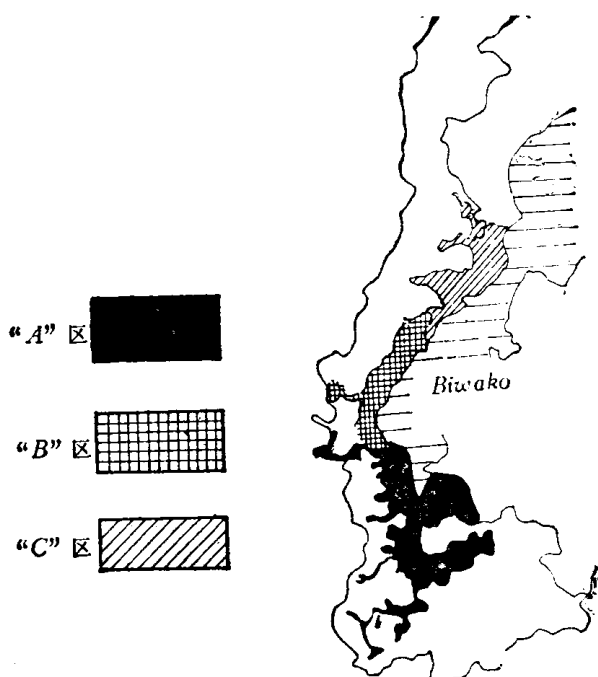


图 1.3 调查区分区示意

于是供水量中有效率提高情况如下：

逐年有效率提高表

表 1.3

	节 水 量 (m^3/d)	有 效 率 (%)	比 上 年 提 高 (%)
第 1 年(1981)	4200	86.8	+ 2.3
第 2 年(1982)	7450	89.3	+ 2.5
第 3 年(1983)	3500	89.6	+ 0.3
第一期共计	15150	—	—

逐年经济效益情况取得经济效果如下：

表 1.4

	(a) 节水量 (m ³ /d)	(b) 调查费 (日元)	(c) 修理费 (日元)	(d) 每m ³ 水价 (日元)	(e) 预计收益 (日元/a)
第 一 年	4200	23780000	12710000	78.43	120000000
第 二 年	7450	30300000	29920000	88.28	240000000
第 三 年	3500	32200000	17610000	96.28	123000000
共 计	15150	86280000	60240000	—	483000000

注：(e) = (a) × (d) × 365(d)

三年取得的经济效益（节约的水量 × 水价）为4.83亿日元，支出的费用（包括调查费和修理费）为1.47亿日元，收入与支出的比率为3.28:1，净收益为3.36亿日元。

1.2.2 上海市自来水公司范围内1949年底管网漏失率为26.03%，75mm以上管道长度为809km。当时检漏采用音听检漏法和区域检漏法，音听设备为木质及金属听漏棒。当时有一批积极性高、责任心强、经验丰富的技术工人。当时在降低漏损方面采取了以下措施：

1. 从政治上、物质上进一步调动检漏和检修工人的积极性。

2. 加强管理，对检漏工人着重考核：报漏只数，暗漏检出率，检漏正确率和漏水自报率。对检修工人着重考核修理及时率。

3. 当时技术经验丰富的技工可用听漏棒听出仅几个mm²漏水孔面积的漏水，只要认真听漏已达到区域检漏法的效果。而检查同样管道用音听法比区域检漏法花工时少，效率高。同时上海工厂和连续用水户较多，而且分散在各

区，故逐步以音听检漏法代替区域检漏法。

4. 增加检漏工人使循环检漏周期平均缩短到一月左右。

5. 提高检修质量，对青铅脱出的接头检修后再用铁箍加以卡住。个别漏洞多的钢管采取更新改造措施。

于是在同样计量条件下，漏失率逐年下降。1950年为25.12%，1952年下降为17.49%，1954年下降为8.26%，1956年下降为4.66%。取得了明显经济效益。

1·2·3 1982年英国西南自来水公司对已供水80多年的普利茅斯城实行漏损控制计划。他们请英国水研究中心负责指导，首先对管网情况进行分析以便算出压力过高地区以及比较合理的装置减压阀地点，接着对可能的五种漏损控制方法（这在以后章节中加以介绍），进行技术经济比较，决定采用区域装表和测漏复合法以及压力控制法，对该城8万个用户地区全部实现计划约需3年，总共需要投资为70万英镑，每年运行费5万英镑，预计实行计划后漏损量可从每户每小时18升下降到7.5升左右，每年可取得的经济效果为12~32万英镑，四年左右可偿还投资。

实行整个方案需分75个区域，装表80~90个，为了尽快取得进展，选择了其中20%左右的地区作为试验研究区，该区区域装表和测漏复合法和压力控制法的调查、设计、计划和安装不到12个月即完成，实行该计划后该试验研究区找出漏水点800多个，每户漏损量已从18.9L/h降到6.9L/h，取得了预期的可喜成果。

1·2·4 1973年日本东湾市自来水公司，澳克兰（Oakland）和卡利夫（Calif）三地区实行漏耗控制计划。他们培训了四人，运用音听设备，花了二年半时间，对全区

5300km管道和30万用户进行了检查,平均每年发现漏水385次,于是降低漏损水量平均达3.3万m³/d。四个人的工作效益是很高的。

第二章 漏损控制的基本内容

2.1 漏损控制的涵义

漏损控制就是积极采取合理措施把给水系统中的漏水和损耗水控制到经济合理的程度。这是要指出的是：

1. 强调了“积极”采取“合理”措施。“积极”是指积极的态度和行动。“合理”是指因地制宜选用漏损控制的方法和相应的仪器设备。

2. 范围是“给水系统”。从地域上讲包括水厂和输配水系统；从构筑物讲包括水池、干管、配水管、支管、管网附属设备（如消火栓、闸门）和用水设备等。当然重点是管网。

3. 内容包括“漏水及损耗水”。损耗水（或称无效水）（Waste Water）包括：1. 从管道、清水池（库），溢流口等处漏水；2. 不用水表计量的商业用水，其用水量超过付费水量的部分；3. 不用水表计量的生活用水，其用水量超过付费水量的部分；4. 水表计量不正确；5. 小水表在小流时计量不正确；6. 未计量的消防、绿化及冲洗街道用水。漏水是其中之一。

4. “经济合理”的程度。我们当然希望漏损水量小，但从检漏和维修角度，不等于说漏损水量越小越好，等于零最好。因为在漏损较大时只要用较少的检漏和维修费用就能降低较多的漏损水量，但当漏损水量较少时可能要化较大的检