



压力管理白皮书

通过压力管理节水、 节能并降低成本

格兰富“需求驱动配水”解决方案可减少漏损，提高能源效率，节约运营和维护成本。

由 Marco Fantozzi 编写 (意大利 Marco Fantozzi 工作室)。

联合编写人：

Allan Lambert (Water Loss Research & Analysis, 英国)、
Carsten Skovmose Kallesøe, Abdul-Sattar Hassan、
Danny Stærk, Sune Lieknins Neve、
Morten Riis (丹麦格兰富控股公司)。

基于自 2014 年以来所交付项目的平均数字

漏损减少

15%

节省能源

25%

管道爆裂减少

35%

GRUNDFOS
iSOLUTIONS

A SMART SOLUTION
FOR YOU

目录

简介	2
近期视角研究	3
问题 1: 无收益水漏损部分	5
问题 2: 能效	6
问题 3: 运行和维护费用	7
对资源管理、客户和社区的好处	9
机遇与解决方案	10
解决压力管理问题	12
参考文献列表	14

引言

经证明，压力管理是减少无收益水（NRW，Non-Revenue Water）漏损部分、提高能源效率以及降低运行维护成本的一种有效工具。本文着眼于利用压力管理的方法解决这三大问题的好处，特别是当现在爆管频率预测模型更为精确的时候。根据最新研究成果，延长资产寿命预计将成为压力管理的最大获益。

许多城市面临的**重大挑战**是如何处理大量的无收益水。虽然不是所有的无收益水都是漏损导致，但是分配系统压力管理效率低下会导致过量的漏损和爆管以及如降低基础设施的寿命等不良后果。

同时，水资源短缺和水质不仅成为了公众关注的重点问题，而且更紧迫的是，成为了世界各地的城市和国家的增长阻碍。此外，对于大多数的水务公司而言，能源是仅次于人力的最高经营成本项目。

因此，随着利益相关者寻找全新而有效的水处理解决方案、技术和方法，以提高水资源和分配管理，处理和运输水的水资源市场预计将继续迅速增长。

然而，许多水务公司仍然无法形成一个有说服力的商业案例，以取代和升级老化和低效的分配网络，而许多管制政策也仍然未能为那些在注重节省成本方面付出努力，以便提高或改善网络管理的从业者提供合理的奖励。

压力管理在帮助提高效率和缓解水资源短缺问题方面具有巨大的潜力。事实上，压力管理已被公认为供水和分配系统最佳管理的基础。结果证实，在分配系统中实施压力管理的好处不仅包括减少漏损率，从而节约了用水，而且还能够通过减少爆管事故和漏损的次数使水务公司和客户获益。

例如，降低了维修和修复成本、减少了公共责任和负面宣传、降低了主动控漏成本、推迟了基础设施更新以及延长了主管道和服务连接的资产寿命。此外，其中的好处还包括减少了客户服务连接和管道系统中的问题，从而减少了客户的投诉。

本文旨在以最新研究成果、国际水协会水损专家组的压力管理团队开发的最佳实践方法以及先进的工具和技术为基础，解释和证明实施压力管理的好处。

实施压力管理所产生的好处主要涉及三大领域，具体包括：**无收益水、能源效率和运行维护成本**。此外，本文还将解释评估压力管理好处的最新研究进展，以及水务公司如何可以受益于实施大规模的压力管理。

压力管理是什么意思？

压力管理是指“**管理系统压力至最佳服务水平，从而确保为合法用途以及消费者提供足够和有效的供应，同时减少不必要或多余的压力，消除水压瞬变和降低故障水平的控制，以免分配系统产生不必要的渗漏**”

国际水协会（IWA）水损专家组压力管理团队的定义

近期历史展望

近年来，随着国家和水务公司开始意识到压力管理能带来的诸多好处，越来越重视饮用水分配系统中的压力管理。是什么导致了这种兴趣的激增呢？

日本和英国从1980年开始的分配系统测试显示，压力和渗漏流量之间的近似平均关系大于通过理论上的通过一个固定区域孔排放的压力和速度之间的平方根关系。这是因为某些类型的渗漏的面积也随压力变化而变化。

2003年，国际水协会水损专案组压力管理团队（现在的水损专家组，WLSG）开始整理和出版自己的研究和建议，推荐了目前国际上广泛使用的，作为预测压力的最佳实践概念FAVAD（固定和可变区域排放）：渗漏流量的关系，并鼓励水务公司在国际水损专题讨论会上提出案例研究。

压力管理后爆管问题减少的案例研究并未广为人知，而且这也不是水务公司将爆管频率与压力相联系起来的传统做法，即使当收集国家的不同管道材料的爆管故障数据时也是如此。因此，极少数的从业者认为，压力管理可能比控制压力瞬变更能影响爆管故障频率。

在桑顿和兰伯特（2006, 2007）出版了来自10个国家的112套显示压力管理后爆裂频率大多显著减少的数据以及以下情况发生后，这一观点开始改变：

- 一般说明性概念（“压垮骆驼的稻草”）
- 确定区域有减少主水管和/或运输管道爆管故障问题的良好潜力的快速实用的方法，

由于压力管理不仅在减少爆管故障修复和相关成本

固定区域孔：铸铁管渗漏表现为固定区域孔。

在这种渗漏情况下，根据 $q=Kp^n$ （其中 $n=0.5$ ），其渗漏流量由压力决定。

压力相关区域孔：在压力相关的节流孔区域，管中的孔随着压力打开。

这意味着，如果是固定区域孔，则渗漏流量在压力下会更快地增加。在这种渗漏情况下，根据 $q=Kp^n$ （其中 $n>0.5$ ），其渗漏流量由压力决定。在不同类型的管网中，1左右的 n 值通常是一个不错的选择（A. Lambert, 2000）

方面具有很好的前景，而且在提高资产管理具有巨大的潜力，所以国际上对压力管理的兴趣与日俱增。自2007年以来，国际上已经开始实施了上百个压力管理计划，而且无论案例研究是在会议上提出还是已经发表，现在普遍认可的压力管理的收益包括：

- 减少渗漏流量
- 减少主管网上和运输过程中的爆管故障频率的可能性
- 延长剩余资产寿命

现在，压力管理在不同方面带来的多种收益已经获得了人们的认可。

希望证明投资压力管理的合理性的水务公司需要能够预测这些收益，而这些收益也会因情况的不同而有所区别。

兰伯特、凡托齐和桑顿 (2013) 对了解和预测压力的最新研究：爆管故障关系进行了总结。这里列举了一些例子，而更多细节可以从www.leakssuite.com 提供的论文中查找。

压力管理的其他收益包括减少进行渗漏控制的成本和通过减少供水中断来改进对客户的服务。压力管理现在不仅用于渗漏控制，也可用于需求管理、节约用水和资产管理。

下面的图1 是最近在澳大利亚研究项目中首次使用的一种格式文档的最新版本（澳大利亚资产管理项目水服务协会PPS-3, 2008-11 2011），而且最近添加了一个“能源”组件（凡托齐等, 2013 年），它总结了压力管理的各种好处。

在表中显示的压力管理好处可以分为三个主要类别（渗漏、能源效率和运行维护成本），现在，这三大问题都在下面予以解决。

压力管理: 减少过多的平均和最大压力								
节约			水务公司收益			客户收益		
减少流量			减少爆管和渗漏的频率					
减少多余或不必要的消耗	减少渗漏和爆管的流量	减少和更为高效的使用能源	减少了维修和修复成本、主管网及服务	减少责任成本和减少错误宣传	延迟更新和延长资产寿命	减少进行渗漏控制成本	减少客户投诉	减少客户管道设施和设备的问题
								

图1: 压力管理的多重好处

问题1: 非收益水的渗漏比重

非收益水 (NRW) 是进入分配系统的水量和向消费者收取费用的水量之间的差异部分。高水平的非收益水不仅会导致收入损失, 而且会增加运行成本, 严重影响水务公司的财务报表。

根据世界银行集团能源和水资源部 (EWD) 的统计显示 (2006), 在世界范围内, 水务公司因无收益水而产生的总费用保守估计为每年140 亿美元, 而发展中国家也占到了三分之一。

无收益水包括未计费的授权消耗 (消防、冲洗等) 和表观损失 (客户计量表漏登和未经授权的消耗), 两者均代表了消耗但没有收费的水, 而且受到压力管理的影响甚微。而无收益水的其他部分——水务公司输送和分配系统中渗漏和溢出的水——代表浪费的资源, 这些往往可以通过压力管理大幅减少。

无收益水的渗漏比重从50% 到95% 不等, 这取决于因盗窃和客户计量表漏登而导致的表观损失程度, 在设有储存水箱的系统里表观损失的比重会达到最大。

通常情况下, 单次渗漏的流量随着平均地区压力呈线性变化。通过减少渗漏的频率和流量, 压力管理可以减少生产和/ 或购买水资源所花费的金额, 以及泵送和处理分配用水所需的能量消耗。智能泵送解决方案和先进减压阀的使用可以起到显著的效果, 但需要谨慎地确定分配系统中可以大大受益于压力管理的这些部分, 以及最合适的特定形式的压力管理。

最佳的长期解决方案是设计可在适度压力下连续运行的系统 (皮尔森和兰伯特, 2013年)

问题2: 能源效率

供水系统是水生产和供应链的多个阶段（即水的抽取、处理过程以及供水系统的泵站）中的一个巨大的能源消耗环节。

对于大多数水务公司而言，能源是继人力成本之后最高的运营成本项目。根据美国环境保护局（EPA）的资料显示，水和废水系统每年要花费约40亿美元来泵送、运输、收集、处理和清洁用水。美国环保局和其他专家还预测，在未来15年中，水和污水处理设施的能源消耗将增长20%以上。此外，配水中使用的约90%的能源是泵送系统消耗掉的。

在大尺度的水系统中，能源成本占到泵站总生命周期成本的80%到90%（DOE等，2001年；Abelin等，2006年；HI&PSM，2008年；Veness，2007年）。能源效率的改进为实现大大降低水泵系统运行成本带来了一个重大机遇，尤其是在能源价格预计上升的大环境下（欧盟统计局，2009年）。

鉴于上述情况，显然，开发和实施可以大大减少能源成本的解决方案是有效管理配水系统的正确方法。从历史上看，即便是现在，大多数的水管理系统中使用的控制功能都是针对如何成功应对运营限制和要求，而并未考虑网络中的压力过大的缺点。然而，这主要是由于缺乏适当的可以解决成本计算问题的方法，以及不够了解与系统中因不必要且多余的压力而产生的后果及相关成本计算等问题。

如果将压力管理正确地嵌入到最佳的泵调度和运营中，这将为降低高昂的能源成本带来新的选择。

压力管理已经产生了可测的收益

格兰富已通过采用本公司的按需分配方案积累了丰富的压力管理经验。下面三个案例表明，通过采用按需分配解决方案来进行压力管理可以带来巨大的节能潜力，展示了这种控制方法的优越性。此外，经验表明，用最新的泵解决方案替换现有的泵可以另外节省最高达50%的成本。

案例 1: 罗马尼亚 布加勒斯特

APA-NOVA 布加勒斯特最近在布加勒斯特的泵站实施了新的格兰富压力管理方案。该控制方案的主要目的是优化城市的泵送压力，从而减少渗漏和能源的使用，与此同时保持良好的客户服务。利用格兰富按需分配将泵在恒定压力控制模式改为在比例压力控制模式下运行可以产生如下效果：

- 减少约 15% 的能源消耗

案例 2: 智利 塔尔卡

智利的Essbio 在提供良好的客户服务以及提高Tejas Verde 工厂的效率方面遇到了难题。格兰富于2013年初为其实施了压力管理按需分配控制解决方案，实现了：

- 减少约 28% 的能源消耗

案例 3: 丹麦 斯卡恩

为丹麦腓特烈港市提供服务的腓特烈港Forsyning 水务公司在压力管理方面取得了骄人的成功战绩。斯卡恩区就是一个很好的例子，那里安装了按需分配控制方案，不仅可以更好地保护系统，而且实现了：

- 减少约 17% 的能源消耗

问题 3: 运行维护成本

单单欧洲就有350 万公里的配水管 (EUREAU, 2009 年)。水务公司面临着这些配水管网方面的许多问题。在未来10 到30 年内, 大部分配水管网都将需要修缮。根据欧洲主要水务公司的经验, 以及考虑到配水管网的状态和性能, 估计每年需要花费200 亿欧元来升级配水管网。

优先和优化这些投资迫在眉睫:

资本支出的战略优先和分配

采用动态压力管理工具可以节省战略导向投资中 10%至 15% 的资金支出。基于上述欧洲所需的投资估算, 这种动态压力管理工具每年可以节省 20 亿美元。

压力和爆管频率之间的关系

直到不久以前, 财务计算案例中的压力管理计算还是以减少现有渗漏流量的预计节省为基础。

桑顿和兰伯特 (2006 和2007 年) 的研究表明, 减少高爆管频率区的过剩压力可能对减少爆管存在实质性的影响, 而且主管和服务需要分开预测。来自11 个国家的112 个案例研究表明, 爆管频率的平均减少百分比是主管平均压力减少百分比的 1.4 倍。

使用当前和最近的主管爆管频率 (按照100 公里/年) 和服务连接 (按照1000 次服务/年), 可以快速预测压力管理是否可以减少主管和服务或其中一个的爆管现象。经证明, 这些简单的定性和定量预测可以有效地快速定位能够最快获得压力管理回报的地区。

最近的研究提供了对各类爆管频率以及压力管理如何带来收益的改良预测 (兰伯特、桑顿和凡齐, 2013 年)。重要的是要指出, 在许多情况下, 只需略微减少一些压力就可以实现大量的节约, 如图 2 所示。

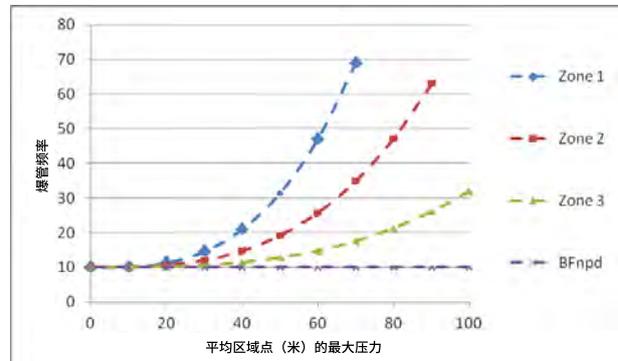


图2: 个别区域 AZPmax 和爆管频率之间的特定关系 (WLRand 公司许可转载)

图3 显示了南非德班中央商务区 (CBD) 内主管混合材料 (AC、塑料、钢、铸铁) 的维修频率的实际变化和预测变化 (使用两种预测方法)。主管和服务时的爆管频率的季节变化大大减少, 整体维修费用也相应地显着减少。

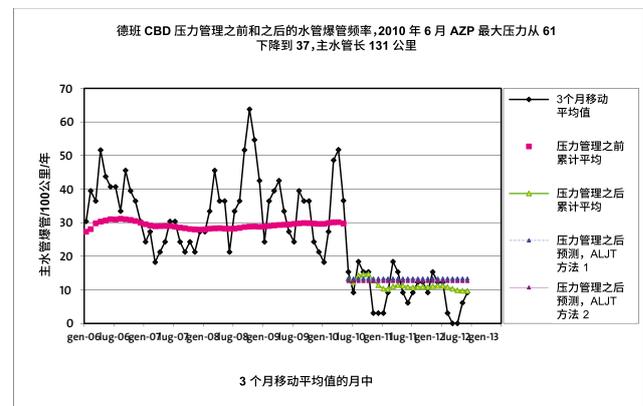


图3: 德班 CBD 压力管理前后主管维修频率, 显示爆管频率下降 50%, 因此也相应节约了维修成本 (EtheKwini Municipality 许可转载)

现在，压力和爆管频率之间最新建立的关系模型（如图2和3所示）正越来越多地用于各类国家和状况下爆管频率变化的实际预测。然而，最大的财务利益可能是延迟管道的更新和延长资产使用寿命，我们将在下文对此进行说明。

延迟更新和资本支出的战略优先和分配

在大规模的压力管理之后，主管和服务上的爆管频率显著减少，这影响着每年更新的管道数量和选择。政策要求需要根据规定的客户服务标准（如“Z年Y公里内X次爆管”）更换其主管和服务的水务公司现在可以保留一些本应更换的主管和服务。澳大利亚的数据表明，因此节省的资金可以达到每年节省的爆管维修费用的几倍。

需要进行仔细的分析，以确定将受益于压力管理的配水系统部分，以及评估具体收益。

压力管理如何影响消耗

一些水务公司担心压力降低后会出现收入损失。当系统压力改变时，一些计量消耗的分量可能会受到影响，而压力管理也可能导致水务公司从计量用户那里收到的收入发生变化。

根据澳大利亚最近开发的预测模型，可以根据假设的平均系统压力变化、估算的财产以外全年居民消费量、是否存在私人储水罐和/或私人增压泵等预测可能发生的消耗量变化。

然而，不管压力管理产生的消耗量减少被认为是一种收益还是一种成本，其数量相对于减少的渗漏流量、爆裂频率和基础设施寿命延长等往往相对较小。因为消耗量是以零售价格付费的，应该可以计算出其金额，所以可以预测和确定对水务公司收入的影响。

采用动态压力管理工具，可以节省战略导向投资中的大量资金。

资源管理、客户和社区的获益之处

压力管理的其他收益包括：

水资源管理

通过压力管理，水务公司可以根据季节和日常的需求周期改变压力，在客户的场所提供最低要求的压力服务标准。

在干旱时期实施供水限制时，压力可以进一步降低。实施间歇供应替代方案很有可能增加爆管频率并对配水系统造成永久性损害。

一些国家（如意大利）现在需要水务公司在报告水平衡计算以及无收益水性能指标时一起报告其平均压力，其他国家应该将之视为最佳实践进行效仿。

提供更出色的客户服务

领先的监管机构通过引入供水中断和连续性、最小压力等关键性能指标，越来越关注客户服务问题。压力管理方案通常要求以符合成本效益的方式遵守此类标准。

最大限度地减少社区破坏

水管爆裂和其他主要系统故障会扰乱日常生活——产生数千小时的生产停滞以及维修费用。持续的压力和流量监测，是压力管理的常规部分，可减少此类破坏的次数、严重程度和持续时间。

最大限度地减少对客户管道的损伤

越来越多的国家开始制定管道标准，就客户允许接受的最大压力做出具体规定和相应减少，从而避免对客户的设备（水龙头和配件）使用寿命折损，并降低过大的噪音。

降低负债成本

许多水务公司每年都会遭受灾难性的水管故障。这些故障除了浪费了宝贵的水资源和高达数百万美元的维修费用以外，也扰乱了客户的日常生活，并对水务公司造成了损害。由于这些故障一发生就会有高的关注度，新闻界经常会通过这些故障来给水务公司造成很多负面影响，造成客户满意度的下降。有许多变化因素可以导致灾难性的故障发生，但是在夜间或压力瞬变时的过大压力通常被认为是“压死骆驼的最后一根稻草”。压力监测和管理可以帮助减少这些故障的频率和影响，从而为水务公司节省资金，提高客户满意度。

机遇和解决方案

根据最新的研究成果以及先进水务公司的成功经验，压力管理是提高水务公司绩效的最大机遇之一。

图4 总结了改进压力管理为水务公司解决所面临的问题带来的诸多好处。

	水务公司面临的问题和不同运营模式的好处		
	间歇供应： (非全天候运行)	持续供应： (超压)	优化压力管理： (按需分配)
无收益水—— 高渗漏比重	渗漏流量由于加压时间受限而减少。 水管和服务中的爆管频率非常高。 管道不受压时，污染风险大。	由于大部分时间高于所需的最大压力，爆管频率高。 由于高于所需的平均压力，渗漏流量高。	平均压力降低 10% 可以每年减少 10% 至 20% 的渗漏（取决于管道材料和渗漏类型） 从 2014 年以来交付的 DDD 项目的经验来看，泄漏平均减少了 15%，爆管频率减少了 35%。
能源效率	因流量较高，输送相同容量产生的管道能源成本也较高。	由于泵的过度加压，能源成本过高。	超压降低 10% 可以减少 10% 左右的泵送能源消耗。 自 2014 年以来的 DDD 实际安装经验显示，平均节能达 25%。
运行维护成本	阀操作人力成本高。 维修成本高。	高维修成本 高负债成本	平均压力降低 10% 可以减少 10% 的主动渗漏经济干预成本。
	由于压力不足，主动渗漏控制困难。	由于未报告渗漏的上升率较高，主动渗漏控制成本高。	平均压力降低 10% 可以减少 10% 的主动渗漏经济干预成本。
	由于运行不善和压力瞬变，资产寿命短。	因压力过大，资产寿命短。	延迟更新、延长剩余资产寿命。该获益非常可观；正在开发压力降低预测方法。

图4: 通过水渗漏量、能源效率以及运行维护成本等效果评估的三种不同的控制方法

当考虑压力管理时，第一个目标就是确定压力瞬变的存在，并尽量减少其不利影响。第二个目标是，必要时，在较低压力下从间歇供应转移到持续供应（也被称为全天候供应）。通过减少压力瞬变和对管道系统的缓慢充水是这个方法的一个重要方面。另一重要的方面是在系统加压时，较低的持续压力降低了系统的渗漏流量。

只需减少10%的平均和最大超压就可以减少渗漏、减少管道爆裂、延迟更新和延长剩余资产寿命、节约能源。这可以节省水务公司相当大一部分的预算，并创造一个良性循环，引导更有效的投资和改进服务。通过减少渗漏水量，压力管理可以减少生产和/或购买水资源浪费的资金以及泵送水和处理配水所需的能源消耗。

现在有一些方法和概念可以用来计算水务公司配水系统不同部位的不同的压力管理所带来的投资回收期 and 财务效益（兰伯特、桑顿和凡托齐M，2013年）。

**在实践中，应根据每个案例实施压力管理方案的
实际成本来衡量压力管理的收益。**

压力管理能够带来最佳的机遇——机不可失

通过智能泵站技术和减压阀（PRV）进行压力管理有助于解决以上讨论的水问题。如今，通过提高对配水系统中的压力管理的收益的认识，再结合对此类收益（根据实际情况各有不同）的预测以及为此类投资做出良好的财务管理的能力，就可以达到这一目标。此外，凭借能够提供更详尽数据的先进技术，就可以调整、控制和监测压力，然后量化和验证获得的结果。

重要的是，一定要深入了解使用适当的压力管理技术作为进行大量资本支出的一种替代方案的商务案例，并评估每年实施压力管理实施取得的相关节省情况。

前进之路

当压力管理为水务公司带来的潜在价值清晰可见，而且获得这种价值更为容易时，压力管理将开始生根发芽。本文旨在揭开其中存在的各种障碍和机会，帮助世界各地的水务公司以严谨而通过分析的良好方法为基础做出压力管理的相关决策。

而达成的这种共识，尽管非常必要，但却不足以促成压力管理的广泛应用。只有在所有主要的利益相关者的共同努力下，如今的水务行业才可以重新定义并克服水资源短缺和水质问题所带来的挑战。以下是对行业利益相关者可以用于促成采用压力管理的方法的一些初步的想法。

水务公司必须采取行动

只要水务公司齐心协力，就必定能克服实施压力管理的以下关键难题：

- **缺乏对可实现收益的认识**

大多数水务公司仍然没有充分意识到压力管理可实现的收益。设计在较低的稳定压力运行的全新或扩展系统（见6页，引用皮尔森和兰伯特言论）可以让它们获益匪浅。

- **缺乏资金**

降低进入门槛可以采用的解决方案包括降低前期所需投资的风险分担合同和实施技术解决方案以及分析数据的第三方供应商。

- **缺乏政治和监管支持**

监管支持以及激励机制将是启用压力管理的关键，从需要省水效率和节水的水资源短缺领域开始是重中之重。

通过压力管理解决问题

如上所述，压力管理是改善供用水管网运行的关键技术之一。

要获得最佳的压力管理，必须测量管网的压力，并根据这些测量控制泵站。然而，管网压力传感器和泵站之间的在线通信非常昂贵且难以在运行中设置。而通过如图5所示的格兰富按需分配解决方案，这个问题便迎刃而解。

按需分配可以测量管网中的压力，而这个管网使用了一些电池驱动的数据记录仪，通过GSM网络将测量和记录到的数值传输到按需分配控制器，每天每个压力传感器只需发送一条文字短信。然后，将所测得的数据用于智能自适应控制方法，控制泵站，保持管网中所需的压力值，而无需为了正常运行而进行繁琐的分析和系统重新配置。

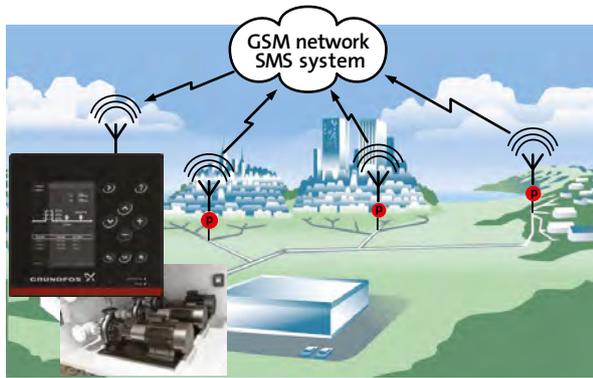


图5：通过GSM网络连接到网络压力传感器的按需分配控制器可以根据通过智能自适应控制算法的数据记录仪控制泵站

压力瞬变是管道中产生裂缝的主要原因之一。为了避免泵站产生这样的瞬变，按需分配控制器一般会采用软压力累积功能来使压力平稳上升。

通过按需分配，可以根据给定的运行条件控制压力。例如：

- 在持续供应的情况下，按需分配会保持最佳的服务水平，同时通过减少无收益水、提高能源效率、降低运行维护成本来达到节约的效果。
- 在受干早期影响的地区，如果没有任何污染的危险，可以通过降低管网压力来降低渗漏和耗水量。
- 如果通过间歇供应来应对水资源短缺的情况，则先进的压力管理限制了水的消耗而不受污染的风险，并降低了因间歇供应而导致的爆管频率。

压力管理的新技术理念与进展

压力管理正在进一步发展中，研究压力管理的收益以及压力管理实施的新技术和方式也在不断涌现。一些正在研究的领域包括：

- 优化分配、泵压和PRV压力的智能技术
- 压力：与管道爆裂的关系和管材料的影响
- 方案结果的验证和延长资产寿命的影响
- 在水输送和分配系统中瞬态分析
- 在极低压力区的压力管理

总结

实施压力管理是水务公司在财务上获得大量节约的一个大好机遇。现在正是水务公司把握这个良机的最佳时机，因为现在我们已经充分了解了压力管理及其相关利益之间的关系，而且有许多水务公司的成功案例也可以证明这一点。

由于在不久的将来，城市将面对水资源管理方面的重大挑战，压力管理是减少无收益水、提高能源效率、降低运行维护成本的一种有效的方式。

格兰富的按需分配是运用压力管理解决本文所述问题的一种有效途径，可为资源管理、客户和社区带来显著收益：

- **水资源管理**
根据季节性和日常的需求周期改变压力，满足客户的最低压力服务标准。
- **提供改进的客户服务以符合成本效益的方式满**
以符合成本效益的方式满足供应中断和连续性以及最低压力的要求。
- **最大限度地减少社区破坏**
减少水管爆裂和其他主要系统故障的严重程度和持续时间。
- **最大限度地减少对客户管道的损害**
符合限制管道允许最大压力的国家管道标准。
- **降低负债成本**
有助于降低水管故障的频率和影响，节省了水务公司的资金，提高了客户满意度。

鸣谢

本文由Marco Fantozzi (意大利Marco Fantozzi 工作室) 编写，以及Allan Lambert (水损研究与分析, 英国)、Carsten Skovmose Kallesøe、Abdul-Sattar Hassan、Danny Stærk、Allan Nielsen、Jørgen Bach 和Morten Riis (格兰富控股集团, 丹麦) 联合编写。作者在此特别感谢澳大利亚水服务协会、EtheKwini Municipality (南非)、APA-NOVA 布加勒斯特 (罗马尼亚)、智利Essbio、丹麦Frederikshavn Forsyning 以及允许在本文中引用其数据及经验的其他水务公司的协助。同时，也非常感谢水损专家组在压力管理好处方面的持续研究中做出的重大贡献。

参考文献列表

国际水协会水损专家组:

(<http://www.iwahq.org/r8/networks/specialist-groups/list-of-groups/water-loss.html>)

Lambert A, (2000):

What do we know about pressure: Leakage relationships in distribution systems? IWA Conference on System Approach to Leakage Control and Water Distribution Systems Management, Brno, Czech Republic, 2000.

Lambert A, (2002):

International Report on Water Losses Management and Techniques: Water Science and Technology: Water Supply Vol. 2, No. 4, August 2002

Thornton J and Lambert A (2006):

Managing Pressure to reduce new breaks. Water 21, Dec. 2006, 24-26

Thornton J and Lambert A (2007):

Pressure management extends infrastructure life and reduces unnecessary energy costs, Water Loss 2007: Conference Proceedings, Bucharest -Romania, 23-26 Sept. 2007.

(http://173.254.28.127/~leakssui/wp-content/uploads/2012/11/2007_ThorntonLambert-IWA-Bucharest-2007P.pdf)

Lambert A, Thornton J, and Fantozzi M, (2013):

Practical approaches to modeling leakage and pressure management in distribution systems – progress since 2005. 12th International Conference on Computing and Control for the Water Industry, Perugia, September 2013 Leakssuite

(http://www.leakssuite.com/wp-content/uploads/2012/11/CCWI_Sep2013paper_Pressure-burstsALMFJT-1-2003-2013K1.pdf)

Pearson D and Lambert A (2013):

Accounting for Water Leakage and Managing Performance, 'Sustainable Cities, building for the future'; Climate Action, United Nations Environment Programme (UNEP), June 2013. ISBN: 978-0-9570432-8-2

DOE, HI, Europump (2001):

Pump Life-Cycle costs: A Guide to LCC analysis for pumping systems, US Department of Energy's Office of Industrial Technologies (OIT- DOE), Hydraulic Institute, Europump.

Abelin, S., Pritchard, M., Sanks, R. (2006):

Chapter 29 – Costs, in Jones, G, Bosserman, B., Sanks, R., Tchobanoglous, G. (eds), Pumping Station Design – Third Edition, Elsevier, EUA, 2006, ISBN 978-0-7506-7544-4.

Veness, J (2007):

Pump Energy Reduction - A Systems Approach, article presented in Institute of Mechanical Engineers, 2007, United Kingdom.

SENSUS (2012):

Water 20/20 Bringing Smart Water Networks into focus, 2012.

EUROSTAT (2009):

Panorama of Energy - Energy statistics to support EU policies and solutions, EUROSTAT statistical books, European Commission, ISBN 978-92-79-11151-8

世界银行集团能源和水部门 (EWD) (2006):

Kingdom, B, Liemberger, R, Marin, P, The Challenge of Reducing Non-Revenue Water (NRW) in Developing Countries. How the Private Sector Can Help: A Look at Performance-Based Service Contracting

Lambert A and Fantozzi M (2010):

Recent Developments in Pressure Management. Proceedings of IWA Special Conference 'Water Loss 2010', Sao Paulo, Brazil, June 2010.

(http://173.254.28.127/~leakssui/wp-content/uploads/2012/11/2010_LambertFantozziSaoPaoloIWA-2010H.pdf)

WSAA (2011):

Framework for Targeting Leakage and Pressure Management. Report for Water Services Association of Australia, by Wide Bay Water Corporation and Water Loss Research & Analysis Ltd, May 2011, as part of WSAA Asset Management Project PPS-3, Review of Leakage Reporting and Management Practices, Stage 3

Pearson D, Fantozzi M, Soares D, Waldron T (2005):

Searching for N2: How does pressure reduction reduce burst frequency? Leakage 2005: Conference Proceedings, Halifax, Canada, September 2005.

Lambert A and Thornton J (2011):

The relationships between pressure and bursts – a ‘state-of-the-art update’. Water 21, April 2011, 37-38

LAPMET 软件 (2011):

Leakage and Pressure Management Evaluation and Targeting software. Australian Version 1b , May 2011. ILMSS Ltd Leakssuite
(www.leakssuite.com)

Lambert A and Fantozzi M (2008):

Recent developments in predicting the benefits and payback periods of introducing different pressure management options into a zone or small distribution system, Second International Conference on Water Loss Management, Telemetry and SCADA in Water Distribution Systems, Ohrid, Macedonia, June 2008

(http://173.254.28.127/~leakssui/wp-content/uploads/2012/11/2008_

[FantozziLambertMacedoniaWA-2008L.pdf](#))

Studio Marco Fantozzi - Innovative Solutions to Leverage Performance in Water Industry:

www.studiomarcofantozzi.it