如何使用调压阀来减少分析系统中的延时

作者：Doug Nordstrom 和 Dean Slejko

工艺测量是即时的，但分析仪响应却不可能是即时的。从取样口到分析仪始终存在延时。遗憾的是，这一延迟往往被低估或误解。

延时定义为从新样品行进到分析仪所用的时间。控制延时的一种方法是使用调压阀。调压阀可控制压力，而分析系统中的压力与时间密切相关。在流量受控的气体系统中，压力越低，延时越短。

分析仪表 (AI) 系统（图 1）的任何主要部分都可能会存在延时，包括工艺管路、取样口和探头、野外站、输送管路、样品调整系统、流切换系统和分析仪。

延时是累积性的。延时是流体从被监测的工艺到分析仪所用的*总时间*，其中包括在分析仪内进行分析所需的时间。

现在，我们将重点考虑野外站和调压阀在减少延时方面发挥的重要作用。

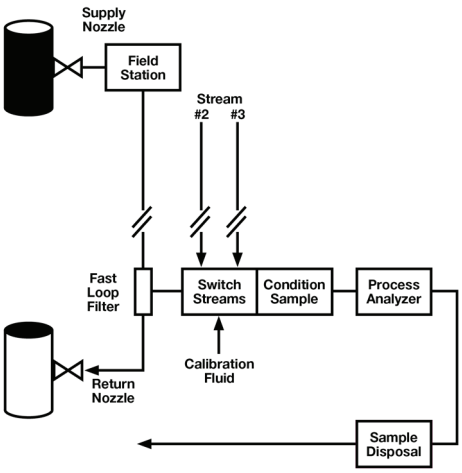


图 1。工艺分析仪取样系统的基本部分。

在野外站之前

若要最大限度地缩短延时，应从取样口位置着手。最好将取样口放置在距离分析仪尽可能近的位置，但取样口应位于桶、罐、死角、滞流管路或者冗余或陈旧设备等延时源的上游。

当取样液体时，取样口处的压力应足以使样品能够在不使用泵的情况下流过输送管路或快速回路。泵不仅是一个昂贵的元件，而且还带来了性能变化。

许多情况下，您可能无法指定取样口位置。您可能不得不使用原有取样口位置，而且往往不得不使用原有分析仪安装位置。

当取样口与分析仪之间的距离较大时，建议使用快速回路加快将流体输送到分析仪的速度并将未使用的部分返回到工艺中。

大多数分析仪表系统内都存在的另一个延时源是探头。探头的容积越大，延时就越严重。探头的长度和宽度都将影响容积。因此，当试图最大限度地缩短延时时，请选择低容积的探头。

在野外站

在分析仪需要液体样品的情况下，野外站内不使用调压阀。最好把液体保持在高压力以避免产生气泡。

对于气体样品，可使用野外站减小输送管路或快速回路内的压力。延时的缩短幅度与绝对压力的降低幅度成正比。压力降低一半时，延时将缩短一半。

野外站应尽可能靠近取样口。降压的时间越早越好。

我们看看三种可能的调压阀应用。调压阀在每种应用中的配置都略有不同。

在第一种应用中，目标是降低气压。预计压降不会产生凝结物。因此，可以使用简单的减压型调压阀。

减压型调压阀在出口处保持恒定压力。调压阀内的薄金属隔膜响应下游压力而弯曲，从而允许锥形提升阀芯调节气体通过的孔口尺寸。当隔膜响应较高的压力而向上弯曲时，开口会变小。当隔膜响应较低的压力而松弛时，开口会变大。调压阀上的手柄可让操作员设置出口压力。

金属隔膜特别适合用于进口压力不发生剧烈变化的应用。然而，在压力可能不一致或激增的应用中，活塞式调压阀可能更合适。

在第二种调压阀应用中，预计压降会导致冷凝。随着压力的下降，几乎所有气体都会损失热量，这就是所谓的焦耳-汤姆逊效应。如果气体接近其露点，则这种冷却会导致冷凝。在某些情况下，热损失可能大到足以导致调压阀冻结。

由于焦耳-汤姆逊效应，可能需要加热调压阀来保持气体温度高于露点。加热调压阀是一种系统流体流经加热元件的减压型调压阀。加热筒是必需的。

您可以计算加热筒所需的瓦数，以便在合理的功率范围内购买加热筒。每种气体都有一个焦耳-汤姆逊系数，可将此系数与压降和流速一起带入公式中，用以计算所需的瓦数。**[1]**

在第三种调压阀应用中，在使用气相色谱仪或其它分析仪分析液体之前必须变成气体。在这种情况下，应使用汽化调压阀。

汽化调压阀比较复杂，但如果选型合理并安装得当，则可以成为制备液体样品以供气体分析仪分析的可靠方法。

汽化调压阀的目标是立即将整个样品蒸发为气体，这就要求在适当位置具有大量热量。必须将热量施加在压降的准确位置。

使用汽化调压阀时，必须密切注意温度和蒸气流量。如果流量过大，则样品将仅部分气化，液体将经调压阀流向分析仪。如果汽化器温度过高，则上游液体样品将被汽化。

最后，一定要正确设置汽化调压阀，否则会造成较长的延时。当液体转变为气体时，体积将剧烈膨胀。膨胀率取决于液体的分子重量。

一般，调压阀后蒸气流量测值将是汽化调压阀前液体流量的 >300 倍。例如，当蒸气流量为 600 cm^3/min. 时，液体流量可能还不到 2 cm^3/min。因此，液体将需要 25 分钟才能流过一段 3 米（约 10 英尺）的 6 mm (1/4 in.) 卡套管。为了缩短这段时间，我们必须减小调压阀前的卡套管容积。例如，使用长度仅为一英尺的八分之一英寸卡套管时，仅需要 30 秒时间液体就能够到达调压阀。不过，这个时间还必须加上探头内的延时。探头越细，响应越快。

可用于加快响应的另一种方法是借助液体快速回路将汽化器移至更靠近分析仪的位置。在图 2 中，调压阀位于慢速回路过滤器后面，同时使用另一个液体快速回路保证汽化调压阀之前的快速液体流动。这种设计的目的是最大程度地减少抵达蒸气调压阀的慢速液体量。

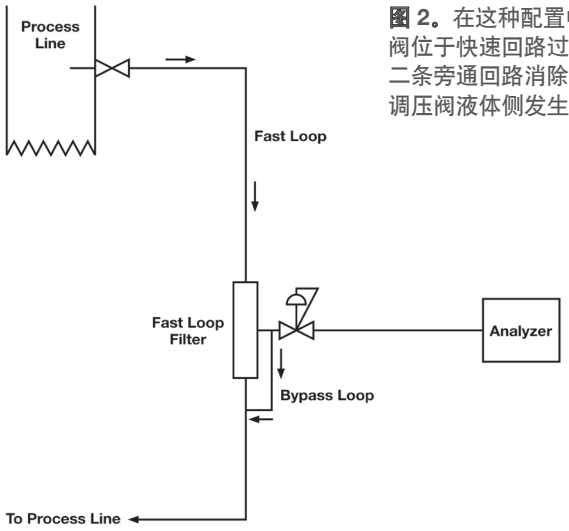


图 2。在这种配置中，汽化调压阀位于快速回路过滤器后面。第二条旁通回路消除了通常在汽化调压阀液体侧发生的长延迟。

结论

调压阀是解决分析系统中延时的重要工具。气体系统中的压力越低，响应时间就越快。一般而言，系统压力越早降低越好。

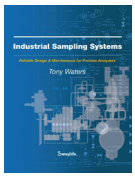
在液体汽化的情况下，首先考虑液体快速回路，然后是慢速回路。目的是保持液体一直流动到汽化调压阀。

野外站是复杂的分析系统中可以显著降低延时的一个位置，但延时方法必须始终是全面的。为降低延时，必须仔细研究系统中所有可能的延迟原因。

尾注

[1] 计算所需功率的公式为 *Pw = Qn Cp ΔT*，其中，功率 (Pw) 与摩尔流量 (Qn)、热容量 (Cp) 以及来自焦耳-汤姆逊效应的冷却量 (ΔT) 成正比。可能需要额外的热量来将汽化器保持在环境温度以上。

资源



有关更多信息，请参阅由专家 Tony Waters 编纂的权威取样系统参考指南：世伟洛克手册*《工业取样系统》*(2013)。

作者简介

Doug Nordstrom 是世伟洛克公司通用工业阀门的产品经理，他的主要工作是拓展公司业务并成功地将阀门销往石油和天然气、化工、炼油、电力及一般工业细分市场。他曾担任调压阀产品经理、化工市场经理，并曾经在世伟洛克从事过新产品开发工作，为世伟洛克获得了包括 Swagelok® 液流选择阀 (SSV) 和模块化平台元件(MPC) 在内的多项产品专利。Nordstrom 获得了凯斯西储大学 (Case Western Reserve University) 的机械工程理学士学位、肯特州立大学 (Kent State University) 的工商管理硕士学位。

Dean Slejko 是世伟洛克公司分析仪器产品经理，他的主要工作是拓展公司在样品处理系统应用领域的解决方案和服务。在加入世伟洛克之前，Dean 担任与工艺控制、电力管理和公用事业计量应用解决方案相关的市场和产品管理职位。Dean 拥有 Case Western Reserve University 的环境工程科学学士学位和工商管理硕士学位，并且是俄亥俄州拥有执照的专业工程师。

© 2017 世伟洛克公司，CORP-0148-03CN