



## Air Quality Monitoring

作者:

Kathryn Kuhr

PerkinElmer, Inc.  
Shelton, CT

TIBCO Spotfire®

珀金埃尔默是TIBCO™ Spotfire®  
平台某些科学和临床研究应用的  
全球独家经销商。

## 使用TIBCO Spotfire® 和Elm空气传感网络 洞察城市空气质量 与公共健康

### 简介

随着世界各地城市化进展，城市地区的空气质量监测需求增加。地面臭氧、颗粒物和氧化氮氧化物成为与人类城市和商业活动息息相关的空气污染物，比如汽车尾气和工业排放<sup>1</sup>。

这些污染物会使所有年龄段的人群出现呼吸困难和呼吸系统不适、诱发心脏病、甚至导致易感人群早逝<sup>2</sup>。由于以上原因以及其他许多原因，城市空气污染监测需求刻不容缓。本调查使用TIBCO Spotfire®将马萨诸塞州波士顿Elm空气传感网络采集的空气质量数据可视化。确定并全面讨论TIBCO Spotfire®的战略功能，可通过其功能了解城市空气质量。探讨城市空气质量数据可视化的目标是：利用TIBCO Spotfire®的功能提高人们对空气污染源与其对公共健康影响之间关系的认识。

## 实验

本次探索目标是确定TIBCO Spotfire®哪些功能使其能够从公共健康专业人士的角度分析城市空气质量数据。使用大波士顿地区Elm空气传感网络采集相关数据；传感网络包含25套传感器，分别位于以下市镇：阿灵顿、贝尔蒙特、波士顿、坎布里奇、切尔西、列克星敦、梅德福、纽顿、昆西、萨默维尔、史东罕、沃尔瑟姆、韦斯特伍德和温思罗普，如图1所示。传感器位置考虑到其与主要交通区和周围人群密

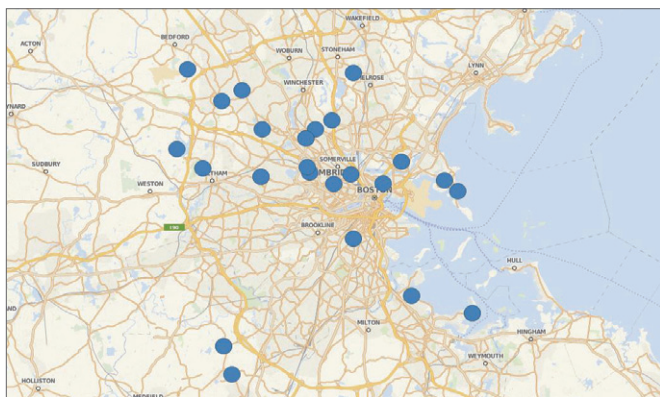


图1 地图显示大波士顿地区25台Elm装置的位置

集的郊区居民区的距离。重点区域包括办公楼、机场和学校。传感器能够捕获臭氧浓度 ( $O_3$ )、还原性气体总量 (TRG) -- 挥发性有机化合物 (VOC) 类似物、噪音、颗粒物 (PM)、氧化性气体总量 (TOG) -- 二氧化氮 ( $NO_2$ ) 等类似物、温度和湿度。确定TIBCO Spotfire®加强实时分析、时间序列趋势分析以及紧急情况和历史事件影响分析的单个特征。

## 结果

《清洁空气法》要求美国环保局 (EPA) 建立一套《国家环境空气质量标准》(NAAQS)<sup>3</sup>。《联邦法规》第40编第50部列出标准大纲<sup>4</sup>。为了减少空气污染的负面影响，需建立一级和二级标准监测对人类和环境健康有负面影响的污染物浓度。因此，根据国家规定监测空气污染浓度的需求形成了一副蓝图，即设置传感器网络以监测微环境下空气污染浓度的变化。

## 实时分析

Elm传感器部署于大波士顿地区，每20秒采集并记录数据。由于数据采集频率极高，结合TIBCO Spotfire®与Elm可以产生近实时结果和自动更新。

TIBCO Spotfire®能够与数据库建立信息链，提交特定数据栏结构化请求进行分析。信息链可能包括提示或过滤，根据请求限制数据。可通过连接数据库将实时数据直接导入TIBCO Spotfire®，使用ODBC、OLE DB、OracleClient和SQLClient默认驱动器均可<sup>5</sup>。

即使没有信息链或数据库，TIBCO Spotfire®也可以通过“重载数据”功能分析实时、或近实时数据。该功能比前面两种方法简单得多。将数据导入分析时，即自动保存数据，数据表“链接到源”或“嵌入分析”。如果数据链接到源，TIBCO Spotfire®文件每次打开都会反映源文件数据编辑和增加情况。请注意TIBCO Spotfire®数据变化或删除不会编辑源文件数据。链接和嵌入数据均可激活TIBCO Spotfire®工具栏，工具栏按键按下后可重载源文件数据。用户分析曾使用的任何自定义格式（比如颜色规则、大小规则、添加水平限制线等，稍后详述）将自动更新新数据，并将可疑数据与预期结果区分开来。

通过微环境实时变化可视化，可以识别出与城市独特环境有关的许多不同污染源。城市不同地区的人群可能使用不同的上下班方式、年龄差距较大、或在特定文化影响下形成独特趋势。识别人群的人口特征有助于定制实时警报，就可能影响某类居民的空气污染物发出报警。识别城市不同地区的不同模式可以进一步有针对性地设计污染治理计划。

由于超本地污染可经空气传播，所以实时风速和风向分析可以预测空气污染物的传播地和传播速度。然后，将相关信息传送给污染路径沿线社区居民，以便其根据空气质量变化调整作息模式。结合下列可视化技术与实时监测，污染物浓度预测可扩张至较大城市地区，而不止是装置固定所在地<sup>6</sup>。

## 时间序列趋势

TIBCO Spotfire®能够处理大量数据，得出各种日期-时间格式的时间序列趋势，包括但不限于每小时、每天、每周、每月及每年。从图2两个线形图可以看出交通相关排放量：TOG。

左图汇总传感器数据，显示一个月内所有位置的每日平均值。右图汇总传感器数据，显示单个位置日变化图，以45分钟增量表示。不同显示模式可用于考察污染物在特定微环境下的日趋势。从图3可以看出，虽然显示的可视化情况相同，但注意力仅集中于三台Elm装置及其结果。

沿线形图Y轴选出多个列名，绘图区相应出现多条线。标出空气污染物的单位时间浓度（十亿分率），更好地理解独特微环境的个体趋势。如图4所示，图中同时标出三台传感器读数，对比城市不同地区的TOG水平；红线数据代表的传感器靠近一所郊区学校，黑线数据取自交通流量较大路段附近传感器，绿线数据采集自办公楼顶安装的传感器。

线形图X轴按每日时间分段。这样可以确定每天平均空气污染水平最高的时段。观察图4城市交通数据，TIBCO Spotfire®明确明示TOG峰值约出现在东部标准时间上午8时、下午5时及下午8时，与典型上下班交通高峰时间对应。然后观察位于郊区学校附近和办公楼顶的传感器，可以看出交通繁忙时刻出现类似情形。图5显示同样三个位置的平均TRG浓度，从中可以更加明显地看出交通模式与空气污染浓度之间的关系。TIBCO Spotfire®可以通过各种过滤选项对周末与工作日进行区分，展开进一步分析。图6过滤图4的TOG线形图数据，左图显示周末数据，右图显示工作日数据。平均污染浓度的相对模式仍然适用，不过每个位置的高峰浓度有明显差异。

如果将网络中不同传感器数据以多个而不是一个数据表上传到TIBCO Spotfire®，则可以将数据表链接。通过结合列名连接类似数据，再在同一图表中可视化。研究人员通过此功能可以将包含特定城市地区污染物浓度的数据表与污染物浓度及其副作用数据表链接起来，并以前所未有的方式绘制出直观见解。

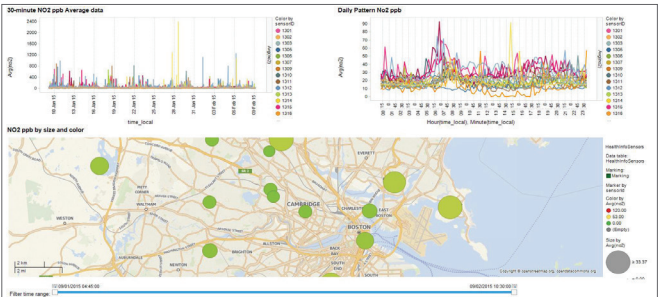


图2 一个月内TOG日均值趋势及所有传感器位置的每日模式

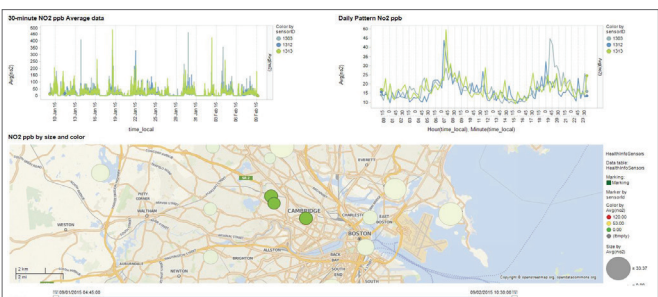


图3 一个月内TOG日均值趋势及选定传感器位置的每日模式。过滤图2得出结果。

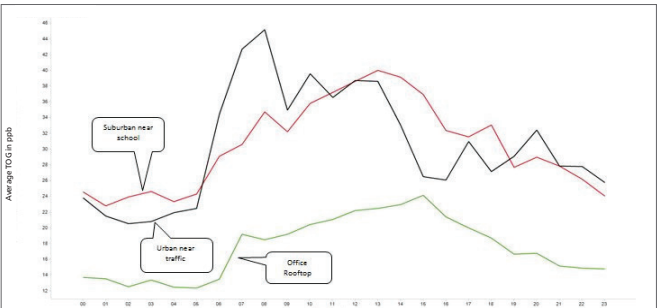


图4 TOG平均水平（每小时十亿分率）。红线代表传感器1320，绿色代表传感器1318，黑线代表传感器1322。

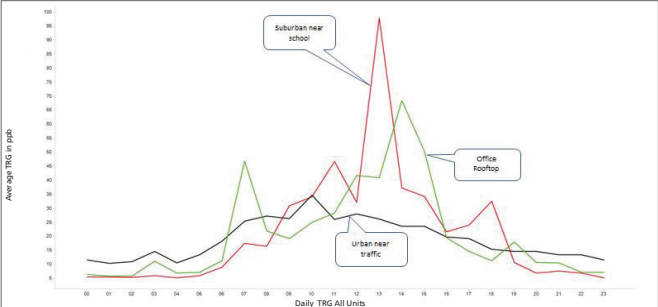


图5 TRG平均水平（每小时十亿分率）。红线代表传感器1320，绿色代表传感器1318，黑线代表传感器1322。

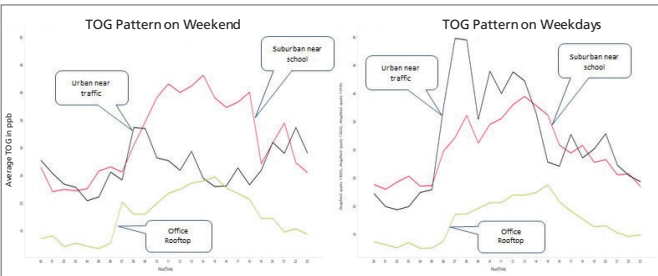


图6 周末与工作日TOG平均水平（每小时十亿分率）。红线代表传感器1320，绿色代表传感器1318，黑线代表传感器1322。

给出污染物标准最高值以及可快速超额的数量, 可通过实施颜色规则分析污染物性质。可以使用颜色规则自动识别高于或低于给定结果范围的数据, 如图2和图3所示。两图右侧图例使用渐变颜色规则, 向各位置点分配唯一颜色以区分标记; 随着TOG浓度增加, 图上标记显示出相应颜色, 从绿到黄再到红。

可使用颜色规则自动检测高于或低于指定阈值的点。设定颜色规则, 将高于给定值的所有点标示为红色, 则满足此标准的所有当前数据和新导入数据 (如前所述) 自动标为红色。此功能可在许多情况下使用, 在标示有害于人类健康的污染物浓度时尤其有用。根据NAAQS标准评估空气污染物浓度, 符合联邦法规的浓度可以标为绿色, 而接近或超过标准限值的浓度可标为黄色、红色或任何其他适当确定的颜色。

可使用水平线确定给定可视化数据点集的上下限, 从而补充颜色规则, 或加强图形参考基准。还可使用组合图追踪沿空气污染物趋势的温度或湿度波动。结合此类可视化可标绘的条形和线形, 可以检测数据轻微但重要的变化。根据导入数据、元数据统计, 比如就诊次数、死亡率或发病率, 可在时间序列图上绘制健康影响与污染数据, 分析数据对最终公共健康的潜在影响。通过识别出数据与健康可能的相关关系, 某些微环境居民或患有特定呼吸系统疾病的患者可以了解到空气污染物浓度何时超过有害健康的浓度。

紧急事件和历史事件分析

除导入实时数据和追踪时间序列趋势外, TIBCO Spotfire® 之前确定的功能还可用于分析紧急事件和历史事件。2014年5月31日, 一架飞机在波士顿机场附近的Laurence G Hanscom农场坠毁, 当时事故原因不明。图7显示坠机地靠近部署的四台Elm装置。于是使用过滤装置仅显示此四台传感器的相关数据。

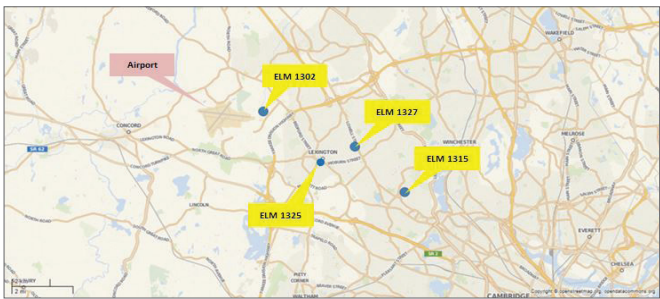


图7 发生坠机的Laurence G Hanscom农场及附近ELM装置。

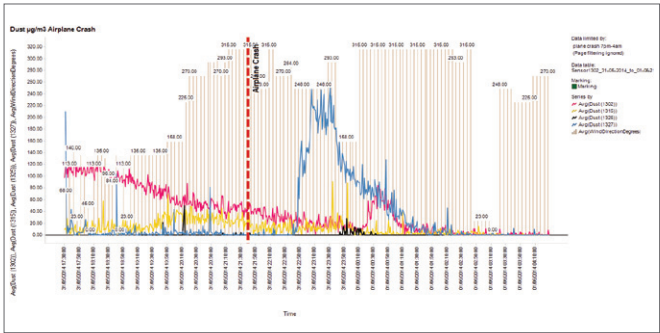


图8 坠机前后附近四台传感器检测到的粉尘结果

传感器从21时36分开始捕获到坠机的显著噪音、粉尘和TRG数据; 根据新闻报道, 坠机大约发生于晚上9: 40或21: 407。传感器1302、1315、1325和1327记录的粉尘峰值如图8所示。绘制数据结合了风向, 以评估粉尘的方向和传播速度。大约22: 50开始达到粉尘高峰水平, 01: 50左右消散。从图中可以看出塑料和燃料燃烧情况, 总结出事件对周围环境的影响。装置在事件发生时捕获并使数据可视化, 官员能够据此确定粉尘水平是否可能达到有害水平。本例中粉尘达到浓度高峰的时延约为1小时, 紧急救援人员有时间通知附近居民粉尘水平是否会威胁到健康, 并提供最佳保护建议。

Elm传感器还可用于回顾历史事件。获取给定时间的公共健康数据后, 可以从Elm网络装置检索相应的历史数据。分析检索数据的温度、湿度和污染水平, 确定数据之间是否存在任何关联。

## 结论

城市空气质量监测的目的是提供整个城市地区有关不同微环境的信息。可使用各地区采集的数据确定各类活动如何直接影响到周围空气，进而影响到周围人群健康。传感器网络装置必须位于重要地区（比如波士顿机场）附近，从而确定独特事件对空气污染物浓度的影响。传感器位置和超本地分析非常重要，对于全面了解城市公共健康必不可少。展望未来，相关数据可用于预测基于已知事件的污染物趋势。了解相关知识有望激发人们调整作息活动，更好地应对空气污染的有害副作用。

## 参考

1. "Ground-level Ozone: Basic Information", United States Environmental Protection Agency, 26 Nov 2014, Web, 23 Feb 2015
2. "Particulate Matter (PM): Health", United States Environmental Protection Agency, 6 May 2014, Web, 23 Feb 2015
3. "Air and Radiation: National Ambient Air Quality Standards", United States Environmental Protection Agency, 21 Oct 2014, Web, 12 Feb 2015
4. "Title 40, Chapter I, Subchapter C, Part 50", Electronic Code of Federal Regulations, U.S. Government Publishing Office, 10 Feb 2015, Web, 12 Feb 2015
5. "Open from Database Overview", Spotfire® Technology Network, 18 Sept 2013, Web, 24 Feb 2015
6. Kelly, Frank J., Fuller, Gary W., Walton, Heather A., Fussell, Julia C., "Monitoring air pollution: Use of early warning systems for public health", *Respirology* 17 (2012) 7-19, 2015
7. Salahi, Lara and Caesar, Chris, "Officials Recover Black Box from Hanscom Plane Crash", *Boston.com* 2 June 2014, Web, 23 Feb 2015

珀金埃尔默企业管理（上海）有限公司  
地址：上海 张江高科技园区 张衡路1670号  
邮编：201203  
电话：021-60645888  
传真：021-60645999  
[www.perkinelmer.com.cn](http://www.perkinelmer.com.cn)



要获取全球办事处的完整列表，请访问[http:// www.perkinelmer.com.cn/AboutUs/ContactUs/ContactUs](http://www.perkinelmer.com.cn/AboutUs/ContactUs/ContactUs)

版权所有 ©2014, PerkinElmer, Inc. 保留所有权利。PerkinElmer® 是PerkinElmer, Inc. 的注册商标。其它所有商标均为其各自持有者或所有者的财产。