

# 空气质量数据管理体系

作者：Christopher James, Camille Kadoch

睿博能源智库（RAP）

## 概述

在过去的十年里，我们看到了环境数据应用程序和使用的爆炸式增长。“应用程序”

（Applications）指的是不同学科之间使用这些数据的多种方式，也指每个人智能手机上的许多“应用程序”（“apps”），用来查看当前和未来情况。这种对持续实时信息的兴趣，要求用户相信基础数据是可信的和相对精确的。

中国新的空气和环境法律扩大了监测、记录保存和报告的要求。计算能力的极大提高意味着，在诸多用途中，空气质量数据可以被有效和自动地管理。空气质量数据收集和管理的一体化系统允许机构开发查询、执行质量保证和质量控制检查，帮助诊断不合规行为、评估仪器的性能、改善排放清单，并可对环境空气质量数据进行交叉检查。这些数据可以与其他政府机构共享，反之亦然，以验证公司报告的信息的准确性。相比之下，人工检查数据是资源密集型的，可能无法发现空气质量违规行为，以及存在缺乏合规或质量保证/质量控制<sup>1</sup>问题。

物联网(IoT)是一种允许从设备发送和接收信息的联网能力，它为数据监控和收集提供了颠覆性和互补性的机会。现在已经有 500 亿台设备联网，政府机构已经开始通过利用设备发出的信号驾驭元数据的力量来帮助管理交通流量，并向人们传达暴露于污染危险的风险。物联网的力量同样促使人们购买自己的空气质量监测器，并将它们连接到一个独立的网络。随着人们越来越

---

<sup>1</sup> 指企业为确保所收集数据的完整、准确和准确而采用的协议和程序。

越想知道在超本地意义上发生了什么，政府机构同样可以利用这些数据来补充他们的监控网络。

## 国际最佳实践

随着 1990 年颁布的《清洁空气法》(Clean Air Act)，美国在数据集成方面的经验提供了一些重要的教训。与中国在新的能源和空气质量法律方面的经验一样，美国《清洁空气法》使得空气质量的项目和要求迅速扩大。《清洁空气法》也要求开展新的许可证项目。美国必须弄清楚如何利用数据的力量。在《清洁空气法》颁布后，环保署利用提交给环境、能源和金融监管机构的数据来帮助记录违规行为<sup>2</sup>。

与上述发展同时进行的是政府机构之间的数据共享。例如，在 1990 年《清洁空气法》修正案之前，美国许多政府机构之间互不沟通是一个众所周知的秘密。企业可以向一个机构报告一组统计数据，向另一个机构报告另一组统计数据，由于这两个机构没有共享数据，所以没有发现这种数据的不一致。如今，此类行为是不可能的，因为就连银行也会在贷款申请时检查环境合规记录，地方政府也会定期使用环境记录来审查为其服务的潜在承包商的投标。

除政府之外，许多城市正在利用成本较低的空气质量监测仪和传感器，使其基础设施中原本平淡无奇的部分多样化。例如，交通和街灯位置<sup>3</sup>可以用来揭示污染水平快速上升的地区，以及浓度较低的地区。城市官员和交通管理人员利用这些数据来调整信号灯变化的频率和高速公路的限速，并引导人们去清洁的地方享受户外活动<sup>4</sup>。高速公路廊道和相邻 100-500 米的道路两边污染物浓度最高，所以这些数据也可以为居住在这个基础设施附近的人提供空气质量数据<sup>5</sup>。

---

<sup>2</sup> 举例：路易斯安那-太平洋公司根据《清洁空气法》采取的执法行动(1991-93)：<https://www.buildinggreen.com/news-analysis/louisiana-pacific-pays-biggest-clean-air-act-penalty-ever> 还可见 Ohio Edison (1999-2005)，这是一系列因违反《清洁空气法》而被罚款的电力公司之一，[https://www.justice.gov/archive/opa/pr/2005/March/05\\_enrd\\_129.htm](https://www.justice.gov/archive/opa/pr/2005/March/05_enrd_129.htm) 在这些以及其他许多案例中，环境监管机构与能源和金融监管机构合作，加强对违规企业的打击力度。

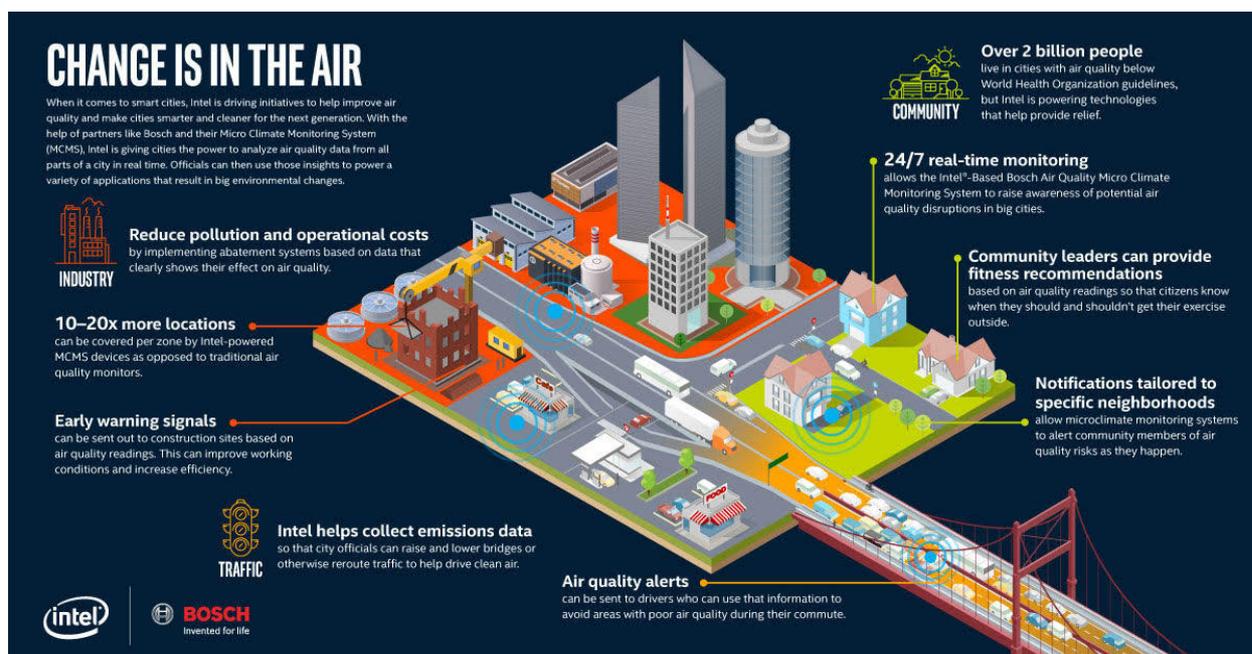
<sup>3</sup> Isrealson, D. (2020, April 9). Turning streetlights into technology pillars to support smart cities. *The Globe and Mail*. [https://www.theglobeandmail.com/featured-reports/article-turning-streetlights-into-technology-pillars-to-support-smart-cities/?utm\\_source=Sailthru&utm\\_medium=email&utm\\_campaign=Issue:%202020-04-08%20Smart%20Cities%20Dive%20Newsletter%20%5Bissue:26673%5D&utm\\_term=Smart%20Cities%20Dive](https://www.theglobeandmail.com/featured-reports/article-turning-streetlights-into-technology-pillars-to-support-smart-cities/?utm_source=Sailthru&utm_medium=email&utm_campaign=Issue:%202020-04-08%20Smart%20Cities%20Dive%20Newsletter%20%5Bissue:26673%5D&utm_term=Smart%20Cities%20Dive)

<sup>4</sup> Toma, C., Alexandru, A., Popa, M., & Zamfiroiu, A. (2019, August 2). IoT solution for smart cities' pollution monitoring and the security challenges. *Sensors*, 19(15), pg. 3401. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6696184/>

<sup>5</sup> Barratt, B., Lee, M., Wong, P., Tang, R., Tsui, T. H., Cheng, W., Yang, Y., Lai, P-C., Tian, L., Thach, T-Q., Allen, R., & Brauer, M. (2018, February). *A dynamic three-dimensional air pollution exposure model for Hong Kong* (Research Report 194). Health Effects Institute. <https://www.healtheffects.org/publication/dynamic-three-dimensional-air-pollution-exposure-model-hong-kong>

德国科技公司博世(Bosch)发明了一种空气质量微气候监测系统(MCMS)，可以测量环境中六种标准污染物的浓度，外加湿度、温度、光线、声音和压力，如图 1<sup>6</sup>。博世系统的原理图及其功能如下图所示。如果它可以结合来自当地工厂和发电厂的 CEMS 数据，这将更好地反映实时空气质量<sup>7</sup>。

图1. 博世空气质量微气候监测系统



资料来源: 英特尔公司(2017年6月14日). 英特尔和博世的空气污染监测解决方案, 提供智能数据, 帮助管理空气质量

芬兰赫尔辛基获得了欧盟的资助, 利用 5G 移动网络开发一个平台, 让居民接收实时空气质量数据<sup>8</sup>。“伦敦呼吸”(The Breathe London)项目结合了上述的路灯基础设施和谷歌街景服务摄像车, 为当地居民提供实时空气质量数据。该项目还让小学生佩戴装有空气质量传感器的背包, 收集个人暴露于空气中的数据。这些经验用于教育学生(以及他们的家人)如何避免有害的污染, 以及可以采取哪些保护措施<sup>9</sup>。

<sup>6</sup> Intel Corp. (2017, June 14). *Air pollution monitoring solution by Intel and Bosch provides intelligent data to help manage air quality* [Press release]. <https://newsroom.intel.com/news/air-pollution-monitoring-solution-intel-bosch-provides-intelligent-data-help-manage-air-quality/#gs.cmxdsd>

<sup>7</sup> Dignan, L., (2017, June 14). *Bosch launches air quality monitoring system for smart cities, based on IoT architecture*. ZDNet. <https://www.zdnet.com/article/bosch-launches-air-quality-monitoring-system-for-smart-cities-based-on-intel-iot-architecture/>

<sup>8</sup> Palomäki, T. (2018 November 10). *In future, Helsinki residents can receive real-time and detailed air-quality data — the HOPE project receives large EU funding*. University of Helsinki. <https://www.helsinki.fi/en/news/data-science-news/in-future-helsinki-residents-can-receive-real-time-and-detailed-air-quality-data-the-hope-project-receives-large-eu-funding>

<sup>9</sup> “呼吸伦敦”是英国伦敦的一个项目, 旨在增进当地民众对空气质量的了解。该门户网站包含多个页面, 包括当前空气污染浓度地图。  
<https://www.breathelondon.org/about/>

## 集成数据管理的步骤

国际经验表明，在实施数据管理计划或改进现有计划之前，需要采取一些重要步骤。这些包括：

### 1. 确定需要集成哪些数据

考虑到现有信息的丰富性，有可能有太多的数据。相反，如果缺少重要的组成部分，那么数据管理程序就不会有效。需要集成的基本数据包括：

- 环境监测。这包括监管的、可移动的和特殊研究 / 目的的数据
- 排放清单
- 排放源/企业排放水平。这包括参数(污染流量，企业生产等)和仪器(CEMS，堆栈测试 stack testing)
- 合规状况，是否合规，以及检查日期
- 使用的污染控制设备，包括是否新的，现有的，或已被移除
- 公共投诉

### 2. 决定如何使用数据

各机构应清楚如何使用和报告这些数据，以及如何为今后的行动提供信息。数据可用于验证或提高排放清单数据的精度、监测环境空气质量，或确保合规性。当数据可以被公开访问时是最有用的，而数据监测计划应该清楚地说明报告是否向公众、司法官员、其他机构，还是所有上述机构全部公开。最后，收集数据的最终目的是为当前项目和未来规划提供信息。应计划如何将数据整合入未来规划中，并为其提供信息，这样才可以确保数据得到最佳利用。

### 3. 确定是否分阶段集成数据

分阶段集成数据有助于确保平稳过渡。它还可以识别与数据集成或收集方式相关的漏洞，并在进行下一步之前确认出所需做的任何修改。

#### 4. 确定哪个机构将受到影响

除了确定哪些工作人员将受到影响之外，这一步骤还确定哪些人员需要接受新数据集成技术的培训。各机构还可以确定需要重新分配岗位或培训的工作人员。

#### 5. 设置处理机密数据的协议

由于数据可能包含机密数据，国际经验的做法是主动设置协议，以便与其他政府机构共享和交换某些数据。这种数据交换可能包括允许访问或发起新的查询。例子包括税务记录、向金融机构的披露、电力生产数据和对投资者的报告。

#### 6. 考虑使用便携式监视器和传感器

数据技术的升级也意味着有越来越复杂的监视器和传感器，而且通常是可移动的。各机构可以使用此能力来完善所收集的数据。在部署这些移动监控器之前，回答以下问题，可以帮助确保收集的数据是有用的。这些包括：

- 哪些数据可以补充空气质量管理机构收集的数据？
- 这些资料的用途为何？
- 应该建立什么协议来保证数据的相对精度和准确性？

这些问题的答案将指导数据管理系统的设计，以及在系统实施后如何使用数据。邀请空气质量管理机构内跨学科的工作人员以及其他可能共享数据的机构提供意见，对于揭示其他问题、发现建立数据系统的挑战以及数据可以使用的其他方式是有价值的。

## 结论和建议

迄今为止，国际经验提供了关于集成数据管理的最佳实践建议。此外，基于物联网的仪器仪表，在上世纪 90 年代美国数据集成时还不曾广泛使用，可以让中国在一开始就集成更精确的排放清单。

1. 使用元数据和物联网来补充传统数据(例如，传统意义上使用固定环境监测仪和“持续排放监测系统”来监测工业/电力部门污染源)

中国可以结合传统的和基于物联网的设备来改善排放清单的精度，传达有关实现空气质量指标进度的信息，验证许可证排放限制的达标情况，向公众提供危险空气环境的实时信息，管理交通流，并帮助引导公众去往空气相对清洁的地方。

## 2. 搭建空气质量信息公开平台

建立一个公共平台将允许政府机构收集和核实行业数据，可以用来为经济激励、排污许可等决策提供信息。这些机构可以使用来自空气质量、住房、经济和能源机构的数据来交叉检查合规情况。达到空气质量标准可以成为获得经济奖励评价准则之一。

## 3. 增加对公众的数据传播

提供可公开获取的数据可以提高机构的可信度和透明度。例如，空气质量数据在每个环保局办公室的入口都被例行报告。在医院和诊所中增加这一功能有助于向公众和卫生专业人员提供信息。有了这些信息，在可能的情况下，医生可能希望在空气质量差的时期推迟几天手术，以避免进一步加重病人免疫系统的负担。

## 其他参考文献

关于 CEMS 计划的报告：

[https://www.epa.gov/sites/production/files/2019-06/documents/epa\\_oig\\_20190627-19-p-0207.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2019-06/documents/epa_oig_20190627-19-p-0207.pdf)

环境空气质素数据：

<https://edg.epa.gov/metadata/catalog/search/resource/details.page?uuid=%7B189B24D8-CFEF-42D1-94F8-41CC3E5A9C1A%7D>

数据管理系统(州“仪表板”/执法焦点):犹他州例子:

<https://echo.epa.gov/trends/comparative-maps-dashboards/state-air-dashboard?state=UT>

许多州都有交互式地图系统，允许所有用户获得有关标准、温室气体和有毒污染物排放、现有许可证和待审批许可证的状况以及已采取的任何执法行动的信息。新泽西州的绘图系统提供有关当前和待审批许可的实时数据，排放清单数据包括有毒排放和二氧化碳排放以及合规行动。所有主要的和次要的来源都有显示(用户必须放大地图显示次要的来源)：

<https://njdep.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=76194937cbbe46b1ab9a9ec37c7d709b> 华盛顿生态部门也提供了类似的信息:<https://ecology.wa.gov/Air-Climate/Air-quality/Air-quality-targets/Air-emissions-inventory>

美国环保署国家排放清单(NEI)包含了美国所有点、区域和移动源的数据。点污染源库存每三年更新一次，2017年是可用的最新版本。

<https://www.epa.gov/air-emissions-inventories/2017-national-emissions-inventory-nei-data>

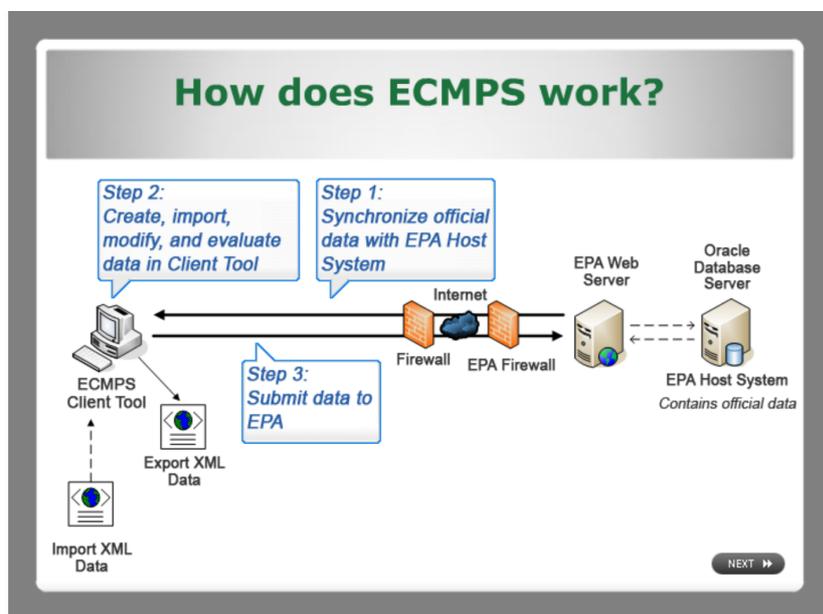
英国关于空气质量数据集成的范围研究:

[https://uk-air.defra.gov.uk/assets/documents/reports/cat09/1102161123\\_Data\\_Integration\\_Report\\_v1-2.pdf](https://uk-air.defra.gov.uk/assets/documents/reports/cat09/1102161123_Data_Integration_Report_v1-2.pdf)

世界银行对中低收入国家数据一体化的建议:

<http://pubdocs.worldbank.org/en/425951511369561703/Filling-the-Gaps-White-Paper-Discussion-Draft-November-2017.pdf>

美国环保署清洁空气市场部数据系统 3 月 3 日截图:



美国环保署清洁空气市场部排放收集和检测计划系统网站:

<https://ecmps.camdsupport.com/index.shtml>



Energy Solutions for a Changing World

---

**The Regulatory Assistance Project (RAP)<sup>®</sup>**  
Belgium · China · Germany · India · United States

---

CITIC Building, Room 2504  
No.19 Janguomenwai Dajie  
Beijing, 100004

---

北京市朝阳区建国门外大街 19 号  
国际大厦 2504 100004  
**raponline.org**