

课程重点

此课程重点介绍用于检测空气污染的装置。学生小组用日用物品制作室外空气污染探测器。然后他们试验自己设计的装置能够采集到多少颗粒污染物。



课程概要

“污染巡查”课程探讨了工程师如何设计检测空气中污染物的装置。学生分成“工程师”小组用日常用品设计和制作室外空气污染探测器。然后试验他们的空气污染探测器、评价试验结果并向全班介绍自己的心得。

年龄段

8-18.

目标

学生将：

- ◆ 设计和制作一个室外空气污染探测器
- ◆ 试验并改善他们的设计
- ◆ 交流他们的设计过程和收获

预期的学习成果

通过此课程，学生将：

- ◆ 设计和制作一个室外空气污染探测器
- ◆ 试验和改善他们的设计
- ◆ 交流他们的设计过程和收获

课程活动

在此课程中，学生分成“工程师”小组用日常用品设计和制作室外空气污染探测器。然后试验他们的装置、评价试验结果并向全班介绍自己的心得。

资源 / 材料

- ◆ 教师资源文档（附）
- ◆ 学生作业单（附）
- ◆ 学生资源表（附）

符合美国教学大纲

请参见随附的教学大纲表。

因特网上相关信息链接

- ◆ TryEngineering (www.tryengineering.org)
- ◆ Particulate Matter (<https://www.epa.gov/pm-pollution>)
- ◆ WHO Air Quality Guidelines (<http://www.who.int/airpollution/en/>)

推荐读物

- ◆ 《Air Pollution》（空气污染）(ISBN: 9780761432203)
- ◆ 《Air Pollution: Measurement, Modelling and Mitigation》
（空气污染：策略、建模和缓解）(ISBN: 978-0415479325)



教师适用： 教师资源

◆ 课程目的

此课程的目标是学生用日常材料设计和制作一个室外空气污染探测器。

◆ 课程目标

学生将：

- ◆ 设计和制作一个室外空气污染探测器
- ◆ 试验并改善他们的设计
- ◆ 交流他们的设计过程和收获

◆ 材料

- ◆ 彩色美术纸、硬纸板、保鲜膜、蜡纸、棉布、毛毡、咖啡滤纸、索引卡、纸板、纸杯、剪刀、双面胶带、凡士林油、Karo 牌枫糖浆、衣架、线绳、尺子、手持透镜、方格纸
- ◆ 显微镜或数码相机（可选）

◆ 步骤

1. 开始时要求学生说出一些空气污染源以及他们认为如何测量空气污染及其对社会的影响。讨论工程师如何设计探测空气中不同类型污染物的仪器。
2. 向学生展示不同的学生参考表。可以在课堂上当场阅读，或者在头天晚上作为家庭作业发给学生阅读。
3. 按 2-3 人对学生进行分组；给每组提供一套材料。
4. 向学生解释每个小组必须设计一个颗粒物空气污染探测装置。这个装置必须有一个至少 5 X 5 厘米大小的颗粒物采集平面，而且这个装置应能防风雨且能够安装固定。
5. 然后学生共同为他们的装置制定计划。他们要共同决定所需材料、写出或绘制计划，然后向全班介绍自己的计划。
6. 接下来，学生小组执行他们的计划。他们可能需要重新思考最初的计划、要求其他材料、与其他小组交换或者从头开始。
7. 每个小组应在学校周围的不同地点放置他们的探测器（靠近校车、停车场、操场等区域的地方）。
8. 在 72 小时后，学生可用手持透镜（或者显微镜 / 数码相机）查看他们的装置所采集到的颗粒物。
9. 学生应从大小、颜色、形状和纹理等方面记录和描述他们看到的所有类型的颗粒（灰尘、花粉、泥土等）。
10. 然后学生应用细线在其装置的采集区域上圈出 1 平方厘米的网格，并用胶带固定。接下来他们应对五个随机选择的方块中的颗粒物计数并计算平均值。学生接着可比较全班试验的不同地点的结果并绘图。
11. 最后学生可制作一个用于评价学校周围空气质量 / 空气污染的尺度。
12. 然后各小组填写评价 / 反馈单，并向全班介绍自己的收获。
13. 这个项目可扩大到整个学年完成，以便进一步分析数据。

◆ 所需时间

- ◆ 2-3 次四十五分钟的课程。



学生资源： 空气污染

◆ 空气污染

空气对于生命来说是不可或缺的。我们周围的空气主要由氮气和氧气组成。当化学物质、天然材料或颗粒等其他物质进入空气中时，就称为空气污染。空气污染可以在室内和室外发生。它可以是自然造成的，也可以是由人类引发的。空气污染以多种方式影响着人类、动物和环境。

空气污染可能是多种人类活动的结果。当来自大烟囱和汽车尾气的污染物释放到空气中时，大气中就会发生导致多种问题的化学反应。污染物与臭氧混合时会生成烟雾，导致烟雾天气和呼吸系统疾病。烟雾一般在大型城市或工业区中出现。伦敦、洛杉矶、墨西哥城和东南亚都存在严重的烟雾问题。硫酸等酸性污染物与空气中的水滴混合时会造成酸雨，可导致酸度过高的降雨和降雪。这种酸度对于环境来说非常有害，可杀死植物、树木、鱼类和动物。汽车、工厂、壁炉和烧烤燃烧燃料时，微小的颗粒就会释放到空气中。从而形成颗粒物污染。



◆ 颗粒物

颗粒物污染是由空气中的小颗粒和液滴导致的。颗粒物包括粗颗粒和细颗粒。粗颗粒的直径大于 2.5 微米但小于 10 微米（人的头发直径 70 微米左右）。这些颗粒可能包括烟、灰尘、泥土和花粉。细颗粒直径小于 2.5 微米。细颗粒包括有毒化合物和重金属。

颗粒物污染，特别是细颗粒物污染，吸入体时会造成很大的伤害。颗粒物会干扰生态系统。空气中的颗粒也会引发烟雾天气。空气中颗粒物的数量随时间和天气而变化。例如冬季因使用壁炉和烧木头的炉子而导致空气中颗粒物数量增加。

颗粒物污染也可按其来源分类。主要的颗粒可直接追踪到其来源，例如大烟囱、空转的汽车或发电厂。另一方面次级颗粒物通过大气中化学反应形成，因而更难追踪。

学生资源（续）：

◆ 颗粒物采样器和计数器

颗粒物采样器采集颗粒物以确定空气中有多少颗粒物以及随后在实验室中分析这些颗粒。有一类颗粒物采样器通过一个连接到玻璃管的过滤器抽取空气。采样前要称取过滤器的重量。在过滤器采集到部分颗粒后，会再次称重。这样颗粒的数量就可以用过滤器所采集颗粒物的重量和所采样空气的量计算。另一类颗粒物采样器用过滤带采集颗粒物，并在采样前后称重。

颗粒物计数器可以探测和计数空气中的颗粒物。气溶胶颗粒计数器可对空气中的颗粒物计数并测量它们的大小。光阻颗粒计数器通过用光照亮空气样品并测量有多少光被颗粒物阻挡而探测空气中颗粒物的数量。这种方法可用于测量直径大于 1 微米的颗粒。更小的颗粒（大于 0.05 微米）可用光散射法探测。这种方法测量空气样品中有多少光被颗粒散射。也可用激光照亮空气样品，然后用数码相机拍摄颗粒物以便放大查看。

◆ 评价空气质量

世界卫生组织已经根据污染对于人类的不良健康影响而制定了评价空气质量的指导原则。很多国家都制定了在给定时间评价特定区域内空气质量的尺度。这些尺度根据空气中污染物的浓度评价空气质量，但也取决于地点和所评价的污染类型。尽管空气污染会对健康造成不良影响，很多国家仍未监测和评价空气质量。

在墨西哥城，墨西哥城大气监测系统 (SIMAT) 采用一种叫做空气质量都市指数 (IMECA) 的评价体系测量污染物的浓度，包括细颗粒物、一氧化碳、二氧化硫、二氧化氮和臭氧。这个 200 分的评价尺度采用从“好”到“非常糟”的 5 个质量类别评价和描述空气质量。在美国，环保署采用空气质量指数调查上述污染物的浓度并制定了 0-500 分的评价尺度。在此尺度内，有从“好”到“危险”的描述空气质量的 6 个类别。香港特区环境保护署也基于 500 分的尺度评价空气污染，根据空气中污染物的浓度分为从“低”到“严重” 5 个类别。2010 年 3 月，在中国南方一场严重的沙尘暴后，香港的空气污染达到破纪录的水平（超过 500！）。

学生作业单：

◆ 你们是一组需要设计一个能够探测学校外空气中颗粒物装置的工程师。这个装置必须有一个至少 5 X 5 厘米大小的颗粒物采集平面，而且这个装置应能防风雨和能够安装固定（这样就不会被风吹走）。

◆ 规划阶段

以小组形式共同讨论你们需要解决的问题。然后为你们的空气污染探测器完成一个设计。你们需要决定使用哪些材料。



在下面的方框中画出你们的设计，并确保标明计划使用部件的描述和数目。向全班展示你们的设计。

你们可在得到班内同学的反馈意见后修订你们小组的设计。

设计：

学生作业单（续）：

◆ **制作阶段**

制作你们的空气污染探测器。在制作中可以决定是否需要额外的材料或修改设计。这完全没有问题 - 尽管绘制新的草图并修改材料单。

◆ **试验阶段**

各小组需要在学校周围的不同地点放置自己的空气污染探测器而进行试验。**72** 小时后，请查看你们的试验装置是否采集到任何颗粒。请用手持透镜、显微镜或数码相机查看采集到的颗粒。记录你们看到的不同颗粒类型（例如灰尘、花粉、泥土等）以及它们的大小、颜色、形状和纹理。

然后用细线在装置的采集区域上圈出 **1** 平方厘米的网格，并用胶带固定。对五个随机选择的方块中的颗粒物计数。如果因太多而数不过来，则估计一下即可。计算每个方块中颗粒物的平均数量。比较全班各小组试验的不同地点结果并绘图表示。制定一个用于评价学校周围空气质量 / 空气污染的尺度。

◆ **评价阶段**

评价自己小组的结果，填写评价单并向全班介绍自己的收获。

用此作业单评价自己小组在“污染巡查”课程中的结果：

1. 你们是否成功制作了一个能够检测到空气中颗粒物的空气污染探测器？如果没有，为什么它不能工作？

2. 你们是否在制作阶段修订了原来的设计或需要额外的材料？理由是什么？

3. 你们是否与其他小组协商交换过材料？交换有用吗？

教师适用：
符合美国教学大纲

注：此系列的所有课程计划都符合美国国家研究委员会制订并由美国国家科学教师协会认可的美国国家科学教育标准，还符合国际科技教育协会相关的技术素养标准或美国国家数学教师委员会的学校数学的原则和标准。

◆ **美国国家科学教育标准幼儿园到 4 年级（4 - 9 岁）**

内容标准 A：科学探索

通过这些活动，所有学生应培养

- ◆ 进行科学探究的必要能力

内容标准 D：地球和空间科学

通过这些活动，所有学生应了解

- ◆ 地球和天空中的变化

内容标准 E：科学和技术

通过这些活动，所有学生应培养

- ◆ 技术设计的能力
- ◆ 对科学和技术的了解

内容标准 F：人文社会科学

通过这些活动，所有学生应了解

- ◆ 个人健康
- ◆ 环境的变化
- ◆ 本地问题中的科学和技术

◆ **美国国家科学教育标准 5 年级到 8 年级（10 - 14 岁）**

内容标准 A：科学探索

通过这些活动，所有学生应培养

- ◆ 进行科学探究的必要能力

内容标准 E：科学和技术

通过这些活动，所有学生应培养

- ◆ 技术设计的能力
- ◆ 对科学和技术的了解

内容标准 F：人文社会科学

通过这些活动，所有学生应了解

- ◆ 个人健康
- ◆ 人群、资源和环境
- ◆ 社会科学和技术

◆ **美国国家科学教育标准 9 年级到 12 年级（14 - 18 岁）**

内容标准 A：科学探索

通过这些活动，所有学生应培养

- ◆ 进行科学探究的必要能力

教师适用：
符合美国教学大纲（续）
内容标准 E：科学和技术

通过这些活动，所有学生应培养

- ◆ 技术设计的能力
- ◆ 对科学和技术的了解

内容标准 F：人文社会科学

通过这次活动，学生应了解：

- ◆ 个人与社区保健
- ◆ 环境质量
- ◆ 自然和人类引发的危险
- ◆ 当地、本国和全球面临的科学技术挑战

◆ 学校数学的原则和标准
数字和运算标准

- 从幼儿园学龄前儿童到 12 年级的教学计划应让所有学生：
 - ◆ 流畅计算和做出合理估计

测量标准

- 从幼儿园学龄前儿童到 12 年级的教学计划应让所有学生：
 - ◆ 采用适当的方法、工具和公式进行测量。

数据分析和概率标准

- 从幼儿园学龄前儿童到 12 年级的教学计划应让所有学生：
 - ◆ 用公式表达可以通过数据解决的问题，并收集、组织和显示相关数据来回答问题。
 - ◆ 选择和采用合适的统计方法分析数据
 - ◆ 展开和评估基于数据的推理和预测

流程标准（演示）

- 从幼儿园学龄前儿童到 12 年级的教学计划应让所有学生：
 - ◆ 制作和使用演示组织、记录和沟通数学概念
 - ◆ 用演示模拟和解释物理、社会和数学现象

◆ 技术素养标准 – 所有年龄
设计

- ◆ 标准 8：学生将了解设计的属性。
- ◆ 标准 9：学生将了解工程设计。
- ◆ 标准 10：学生将了解故障排除、研究开发、发明创新和实验在解决问题过程中的作用。