

空氣品質

使用迴歸和機器學習方法對低成本金屬氧化物 VOC 感測器進行實驗室與實場校正研究

Laboratory and field calibration study of low-cost metal oxide VOC sensors using regression and machine learning methods

邱亮翰¹, 蔡春進^{1*}

¹ 國立陽明交通大學環境工程研究所 cjtsai@nycu.edu.tw

臺灣 2000 年至 2022 年測站的臭氧(O₃)八小時平均濃度皆高於空氣品質標準(60 ppb)，臺灣環境部 (Ministry of Environment, MOE)針對臭氧前驅物 VOCs 在各縣市的交通區、傳統工業區及科學園區具有大量低成本金屬氧化物半導體(MOS)感測器，以補足空氣品質監測站無法觸及的區域，提供污染源排放的即時監測。但 MOS 感測器使用於大氣採樣將存在非線性及不穩定的訊號反應，容易造成民眾的恐慌及監測數值的不精確，因而本研究嘗試針對實驗室及空氣品質監測站的 VOCs 感測器進行長期(10 至 12 個月)採樣性能評估，並利用線性迴歸(Linear Regression, LR)、多元線性回歸(Multiple Linear Regression, MLR)、人工神經網路(Artificial Neural Network, ANN)及極限梯度提升演算法(eXtreme Gradient Boosting, XGBoost)等模型對其進行校正，以改善數據品質。研究發現透過選擇環境溫度(T)、相對濕度(RH)、一氧化碳(CO)濃度等敏感性參數(cross-sensitive parameters)與相關性參數(related parameters)NO_x作為校正因子，能夠有效提升 MOS VOC 感測器(Sensirion SGP 30)的數據品質及精確性。於實驗室及實場測站試驗，XGBoost 都有著最好的校正結果，添加 T、RH、CO 等敏感性參數為校正因子，可由原廠測值的決定係數 R 平方(R-squared, R²) (0.44)、正規化誤差(Mean Normalized Error, MNE) (155.64%)及均方根誤差(Root Mean Square Error, RMSE) (0.091 ppm)提升至 R²(0.93)、MNE(22.84%)、RMSE(0.017)，而再添加相關性參數 NO_x 作為校正因子後，能更進一步提升數據品質，提升至 R²(0.95)、MNE(18.14%)、RMSE(0.014)，符合美國環保署規範的補充監測網等級(MNE<20%)。研究也成功運用 2022 年測站建立的 ANN 模型提升 2023 年的測站感測器訊號。本研究利用不同校正模型及校正參數，比較各式模型與參數選擇的優勢與劣勢，提供給各地區環保單位進行校正，以提高污染熱點 VOCs 追蹤的精確性。

關鍵字:低成本感測器、揮發性有機物、機器學習

Keywords: Low-cost sensor, volatile organic compounds, machine learning