《新疆奎独乌区域大气联防联控关键技术研究与应用成效》相关信息

一、提名单位（专家）意见

1.项目资料规范、齐全,符合科技成果评价要求。

2.该项目以减少污染物排放量改善新疆奎独乌区域环境空气质量为目标，创建了大气重点控制区域划分技术、研发PM2.5源解析中构建污染源源谱的移动源随车采样技术、改进大气挥发性有机物VOCs在线监测采样系统，攻克了干旱区盆地边缘绿洲城市大气联防联控的关键技术难题，建立了集大气有毒有害物监测、研究和治理实践于一体的大气联防联控技术体系。主要创新点包括:(1)研发了“新疆大气联防联控区域划分方法（VRPL）”，通过计算区域大气环境容积V(m3)、再计算出区域大气环境容量R(t)，在已知区域大气污染物实际排放量P（t）、对应的大气污染物浓度C（mg/m3）、大气混合层高度h(m)、平均风速u（m/s）的情况下，计算出大气污染物影响范围L（m），利用计算出的污染半径验证大气联防联控区域范围划定的合理性，依据该方法合理地确定了奎独乌区域大气重点控制区范围。（2）创建了针对PM2.5源解析中构建污染源源谱的移动源随车采样技术（VOBS），使用压缩零空气装置，在单级射流稀释器的输气管上装有流量计和稳压阀，在车辆行驶的同时将进气管插入到汽车尾气排气管中，可检测出车辆在行驶过程中所排放的PM2.5、PM10、TSP和其他气体，解决了现有的行驶车辆尾气中大气污染物不能随车检测的问题，为PM2.5、PM10的来源解析提供了有代表性的科学依据。（3）研发VOCs在线监测中挥发性有机物样气捕集装置，改进优化了电制冷低温（-150℃）空管捕集技术，更新管路材质，采用全惰性金属管路，一体化加热，有效降低物质的吸附与残留，实现了大气VOCS高效、快速的捕集，并结合GC/MS分析系统完成VOCS中103种挥发性毒性物质高精度定性、定量分析，满足了对区域大气污染联防联治需求的快速应对。（4）采用体外DNA损伤实验和UE EPA健康风险评估模型等研究技术有效评估区域PM2.5的毒性和健康风险。

该项目在理论方法、关键技术方面原始创新程度较高，发布的大气联防联控工作方案、3项标准和4项专利为我区区域大气污染联防联控的实施提供了技术依据，社会效益、经济效益和环境效益明显，为我区污染防治工作作出了贡献。经第三方科技成果评价机构评价，该项目总体达到国际先进水平。

二、项目简介

新疆“奎独乌”区域位于新疆天山北坡经济带中心区域，是新疆最大的石化基地和重要经济核心区之一，在实现全疆跨越式发展和长治久安的进程中起着重要的带动作用。“十二五”期间，随工业化加速和以燃煤为主能源消耗持续增长，超过环境承载负荷，加之区域工业污染防治水平低、环境管理相对落后等因素影响，“奎-独-乌”区域以细颗粒物（PM2.5）、臭氧（O3）以及挥发性有机物（VOCS）为特征污染物的区域性复合型大气污染问题日益突出，恶臭气体污染曾导致发生3万人签名的大气环境问题投诉事件，严重威胁人民群众的身体健康和社会经济的可持续发展。

由于当时奎独乌区域缺乏大气挥发性有机物（VOCS）、细颗粒物（PM2.5）、臭氧（O3）相关监测技术、鉴定方法、污染溯源以及评价体系，常常无法尽快做出污染来源准确判断，导致区域复合型大气污染日趋严重，环境风险增加日益凸显，因此全面了解区域环境空气质量状况，搭建先进的自动监测平台，快速检测气溶胶中PM2.5和VOCS组分，准确估算臭氧污染潜势，开展PM2.5来源解析研究，摸清颗粒物主要来源及其贡献率，确定污染治理重点，从而有的放矢的开展环境管理和污染源控制工作，制定“奎独乌”区域大气联防联治方案，改善区域环境空气质量成为当务之急，同时为制定污染减排策略、合理地进行居民区和工业区规划、保障城市居民身体健康提供科学依据。

主要研究内容：

（一）新疆奎独乌区域大气有毒有害物质的监测技术研究

1．首次在新疆搭建特征大气污染物VOCS自动监测平台，掌握特征大气污染物浓度和类型及季节变化规律；筛选出不同石化装置区的主要特征大气污染物种类，构建区域特征大气污染物排放清单。

2．研发[一种挥发性有机物样气捕集系统](https://www.qixin.com/patent/b4f93143-2887-40b2-8a80-09a832f2a277/59a832e0613ecbd1b90c2d6a%22%20%5Ct%20%22_blank)，采用全惰性金属管路，管路集中加热，改进了电制冷超低温（-150℃）空管捕集技术实现大气VOCs的捕集，有效降低物质的吸附与残留。通过GC/MS分析系统实现了VOCs中103种挥发性毒性物质准确定性、定量分析,实现大气挥发性有机物VOCs实时动态监测。

3．研制一种用于烟气检测的高效NOx转换器，烟气在线监测技术中氮氧化物转化器效率较低直接影响着NOx浓度测量准确性的问题，保障了污染源监测工作有效开展；

4．开发《重点污染源智能视频监控分析系统》和《新疆维吾尔自治区污染源监测数据管理与信息共享系统》，改进新疆污染源在线监控手段，提高在线监测数据的真实性、准确性和有效性。

（二）新疆奎独乌区域大气有毒有害物质的研究技术集成

1．系统地集成了PM2.5膜采样技术、结合扫描电镜（FESEM）及透射电镜(TEM)、X射线能谱（EDX）、电感耦合-等离子体质谱法（ICP-MS）、原子吸收法（AAS）、气相色谱-质谱联用法（GC-MS）、E-AIM模型、体外DNA损伤实验和UE EPA健康风险评估模型、正交矩阵（PMF）结合反向轨迹模型、CMB（化学质量平衡）模型、图像数字识别处理等多项分析技术，应用于PM2.5物理形貌、化学组分、多环芳烃及来源解析的分析研究，从而确定了各种不同形貌PM2.5的结构、离子组成、OC/EC及金属元素和有害物质多环芳烃的含量，以及不同污染源对生成的PM2.5贡献率，建立了完善的研究技术体系，研究方法科学、准确、快速，便于对不同区域、不同污染源PM2.5理化性质、毒性及二次来源贡献开展测定，满足了区域大气联防联控的需求，填补了细颗粒物采样方法和标准的空白。

2.综合VOCs监测方法、物种构成、活性组分、OH消耗速率、臭氧生成潜势、关键反应活性物种、来源解析、有机物排放控制名录等方面，建立了一套集监测、统计、分析、筛选、鉴别、预警于一体的挥发性有机物监测数据分析系统；

（三）新疆奎独乌区域大气有毒有害物质的治理技术

1．创建大气联防联控区域划分方法，首次建立VRPL算法，综合山盆结构地貌单元特点以及冬季逆温模式下区域污染排放强度、污染程度和扩散条件等特性，最终确定大气污染物影响范围，科学划分大气联防联控区划，编制了《奎屯-独山子-乌苏区域大气污染联防联控工作方案（2014—2017年）》，为奎独乌区域大气联防联控提供了科学依据；

2．借助VOCS动态在线监测分析手段，结合典型工艺单元的特征挥发性有机污染物的特征谱和厂区VOCS排放清单，采用VOCS泄露与修复检测、生物除臭、活性炭吸附、燃烧及催化氧化、TO热氧化炉燃烧、冷凝+膜法+活性炭吸附、CEB超低排放燃烧、CO催化氧化、加氢及深冷分离等VOCS综合处理技术，对石化企业各类装置、罐区、装车栈桥、污水处理厂等进行全面治理，共计减少VOCS排放量4.45万吨,为改善奎独乌区域环境空气质量提供了根本保证。

三、推广应用情况

在新疆奎独乌区域开展系统性的大气污染联防联治关键技术研究领域中发布的2项标准、1项规范、授权的4项实用发明专利，研发了3项污染源管理系统，开展PM2.5来源解析研究，揭示区域细颗粒物的来源、组成、成因及毒理，调查摸清特征大气污染物VOCS来源，建立大气VOCS清单，估算臭氧生成潜势，为区域大气污染治理和减少人类健康风险提供了科学依据，有效推动奎独乌区域大气联防联控工作，取得较好的环境效益和社会效益。

另外，据不完全统计，项目成果的应用有效减少了企业挥发性有机物的排放量，消除厂区异味防范安全隐患，改善了环境空气质量，三年累计将收1.3亿元，新增税收4588.5万元。

本项目实施利于区域大气联防联控，污染源减排，保护绿水青山，利于子孙后代发展，在实施过程中产生了很好的社会反响与效益。

四、主要知识产权证明目录

本项目实施过程中发表论文32篇（其中SCI收录5篇，EI收录3篇,国内核心期刊论文14篇）；标准3项(其中国家标准1项，气象行业标准1项，地标一项)，专利4项(其中实用新型专利4项），软件著作权4项。

**文章目录：**

1.康宏、迪丽努尔·塔力甫、郭宇宏等，奎屯-独山子石化区域夏、秋季PM2.5形貌特征及其矿物组成.中国环境监测, 2015,31(5):61-66.

2. 郭宇宏，王自发，康宏等 TSP 和PM10监测指标对新疆城市空气质量级别的影响，干旱区地理，2014，137（4）：1-10.

3. 郭宇宏，王自发，康宏，谷超等，机动车尾气排放对城市空气质量的影响研究—以乌鲁木齐市春节前后对比分析，环境科学学报，134（5）:1110-1117.

4. 郭宇宏，迪丽努尔·塔力甫， 康宏等， 新疆部分城市可吸入颗粒物的浓度及粒径分布，[环境科学与技术](http://epub.cnki.net/kns/Navi/ScdbBridge.aspx?DBCode=CJFD&BaseID=FJKS&UnitCode=&NaviLink=%e7%8e%af%e5%a2%83%e7%a7%91%e5%ad%a6%e4%b8%8e%e6%8a%80%e6%9c%af" \o "紫色刊名为" \t "_blank)，135（12）：240-24.

5. 郭宇宏, 康宏, 纪元，环境空气新标准对新疆城市环境空气质量级别评价影响分析，[干旱环境监测](http://epub.cnki.net/kns/Navi/ScdbBridge.aspx?DBCode=CJFD&BaseID=GHJC&UnitCode=&NaviLink=%e5%b9%b2%e6%97%b1%e7%8e%af%e5%a2%83%e7%9b%91%e6%b5%8b)，127（3）：116-121.

6. Dilinuer Talifu &, Ayikezi Wuji & Yalkunjan Tursun & Hong Kang & Ying Hu & Yuhong Guo & Longyi Shao Micro-Morphological Characteristics and Size Distribution of PM2.5 in the Kuitun-Dushanzi Region of Xinjiang, China. Aerosol and Air Quality Research, 15: 2258–2269, 2015.

7、Yusan T, Dilinuer T, Xinming W, et al.Concentration characteristics, source apportionment, and oxidative damage of PM2.5-bound PAHs in petrochemical region in Xinjiang, NW China[J]. Environmental Science and Pollution Research, 2018, 25(23): 22629-22640.

8、Zhang X, Ding X, Wang X, et al. Volatile Organic Compounds in a Petrochemical Region in Arid of NW China: Chemical Reactivity and Source Apportionment[J]. Atmosphere, 2019, 10(11).

9、Turap Y , Talifu D , Wang X , et al. Temporal distribution and source apportionment of PM2.5 chemical composition in Xinjiang, NW-China[J]. Atmospheric Research, 2019: 257-268.

10. XiaoXiao ZHANG & Xi CHEN & YuHong GUO & ZiFa WANG & LianYou LIU & Cottle PAUL & ShengYu LI & HuaWei PI，Ambient TSP concentration and dustfall variation in Urumqi, China，J Arid Land (2014) 6(6): 668–677.

11、郭宇宏，裴冰，王海林，杨荣江，田青，邓婉月，纪元，石化基地大气VOCs大气化学反应活性分析[J]，干旱环境监测, 2018，32（1）：5-11.

12、郭宇宏，朱俏俏等，奎屯市大气环境中O3与VOCs、NOx的关系探析[J]，干旱区研究，2019，36(3):734-742.

13、郭宇宏，朱俏俏，杨荣江等，奎屯市大气VOCS浓度水平及物种的年变化[J]，干旱区地理，2019，42 (2): 280–287.

14. 郭宇宏、王琳琳、康宏等，奎屯-独山子区域冬季大气PM2.5中水溶性例子特征分析[J]. 干旱环境监测，2020，2：49-53.

15、王果. 独山子区挥发性有机物的浓度、来源及化学反应活性研究[D].新疆大学,2017

16、张腾林. 2015-2016年度独山子二次气溶胶的季节特征及来源研究[D].新疆大学,2017.

17、玉散·吐拉甫. 2015-2016年独山子区大气 PM2.5的组成、来源特征及毒性评价[D].新疆大学,2018

18、沈浩, 迪丽努尔·塔力甫,王新明,等. 新疆独山子石化区域PM2.5中水溶性无机离子的形成机制.环境化学,2018,11(37):1-9.

19、别尔德汗·瓦提汗, 迪丽努尔·塔力甫, 亚力昆江·吐尔逊, 等. 奎屯—独山子区域冬季PM2.5单颗粒的物理特性[J]. 干旱环境监测, 2017(04):19-26.

20、刘会斌，迪丽努尔·塔力甫，王新明，等．新疆石化工业区颗粒物含水量和酸度对二次无机组分形成的影响[J].环境科学. 2020,41(6):2536-2546.

21、张渊钰，王新明，刘晓玲，等．新疆独山子区VOCs组成及其对O3和SOA的贡献[J].中国环境科学,2020,40(05):1915-1923.

22、赵雪艳、谷 超、杨焕明等，新疆“奎独乌”区域冬季大气重污染过程 PM2.5组成特征及来源解析[J]，环境科学研究，2017，30（10）：1515-1523.

23、王海林, 赵伟, 柳梦帆, 等.近7a来新疆重点区域工业大气污染防治初探[J].干旱环境监测,2020,34(2):63-66.

24. 张小啸，陈 曦，王自发，郭宇宏等 新疆和田绿洲大气降尘和PM10浓度变化特征分析[J].干旱区地理,2015,38（3）:454-462.

25、刘端阳、杨荣江、田 青，奎独乌区域大气降水离子来源分析[J].干旱环境监测，2017，31（3）：126-131.

26、王永嘉、郭宇宏，生态输水前后塔里木河下游绿洲特征分析[J]，沙漠与绿洲气象，2018，12（2）：37-42.

27. 李霞，郭宇宏，卢新玉等，乌鲁木齐市大气污染治理成效的综合评估分析，中国环境科学 [J]. 2016,36(1)：307-313.

28、李立人、单卫燕，统一 “奎独乌”区域环境监管的思考[J]，环境与可持续发展，2016，41( 2) : 119 －121.

29、刘丹，基于弹性系数的新疆“奎-独-乌”经济带大气环境质量预警研究[D].湖北:华中科技大学,2016

30、何启发，李 刚，黎 晶等 热脱附气相色谱 - 质谱测定空气中挥发性有机化合物[J]. 现代科学仪器,2016,169（5）:67-72.

31、[郭宇宏](http://epub.cnki.net/kns/popup/knetsearchNew.aspx?sdb=CPFD&sfield=%e4%bd%9c%e8%80%85&skey=%e9%83%ad%e5%ae%87%e5%ae%8f&scode=); [纪元](http://epub.cnki.net/kns/popup/knetsearchNew.aspx?sdb=CPFD&sfield=%e4%bd%9c%e8%80%85&skey=%e7%ba%aa%e5%85%83&scode=); [谷超](http://epub.cnki.net/kns/popup/knetsearchNew.aspx?sdb=CPFD&sfield=%e4%bd%9c%e8%80%85&skey=%e8%b0%b7%e8%b6%85&scode=)，[新疆城市TSP与PM10监测指标对空气质量级别影响的分析](http://epub.cnki.net/kns/detail/detail.aspx?QueryID=4&CurRec=6&recid=&FileName=HJKP201308006285&DbName=CPFD0914&DbCode=CPFD&pr=)，2013中国环境科学学会学术年会论文集（第五卷）.

32、[郭宇宏](http://epub.cnki.net/kns/popup/knetsearchNew.aspx?sdb=CPFD&sfield=%e4%bd%9c%e8%80%85&skey=%e9%83%ad%e5%ae%87%e5%ae%8f&scode=); [康宏，奎屯市环境空气中](http://epub.cnki.net/kns/popup/knetsearchNew.aspx?sdb=CPFD&sfield=%e4%bd%9c%e8%80%85&skey=%e7%ba%aa%e5%85%83&scode=)TSP 和PM10浓度的相关性分析，中原经济区环境保护暨大气环境与气候学术会议论文集.

**方案1部：**

奎屯-独山子-乌苏区域大气污染联防联控工作方案（2014—2017年）

2016年5月 自治区人民政府批复实施。

**标准2项：(地方标准1项，转为国标1个)：**

1.燃煤电厂烟气汞污染物排放标准（DB65/T 3909-2016）。

2.燃煤电厂烟气 气态总汞的测定 活性炭管吸附-热裂解原子吸收分光光度法（DB65/T 3910-2016）。

**规范1项：（行业标准1个）**

大气气溶胶碳组分膜采样分析规范（QX/T508-2019）

**专利4项(其中实用新型专利4项）**

1.颗粒物随车稀释采样系统:（专利号ZL 2014 2 0309589.9)

2.一种挥发性有机物样气捕集装置（专利号ZL 2016 2 0104213.3)

3.一种烟囱用尾气氮氧化物转化装置（专利号ZL 2019 2 0449420.6）

4.一种用于烟气检测的高效NOX转化器（专利号ZL 2019 2 0483172.7）

**软件著作权3项**

1.新疆维吾尔自治区生态功能区划查询系统V1.0，2017SR313989

2.新疆维吾尔自治区污染源监测数据管理与信息共享系统V1.0，2018SR420511

3.重点污染源智能视频监控分析系统V1.0，2017SR081656

五、主要完成人、完成单位及创新推广贡献

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 排名 | 行政职务 | 技术职称 | 完成单位 | 对本项目技术创造性贡献 |
| 李新琪 | 一 | 站长 | 高级工程师 | 新疆维吾尔自治区生态环境监测总站 | 项目主持、设计、组织奎独乌区域大气联防联控治理成效分析、开发重点污染源智能监控平台 |
| 郭宇宏 | 二 | 副总工 | 正高 | 新疆维吾尔自治区生态环境监测总站 | 项目立项,主要完成项目中大气联防联控区划技术的研发、VOCS反应活性和臭氧潜势研究和奎独乌区域大气联防联控工作方案的编制 |
| 迪丽努尔·塔力甫 | 三 |  | 教授 | 新疆大学化工学院 | 主要完成项目中PM2.5物理形貌、理化性质及毒理研究 |
| 杨 文 | 四 | 主任 | 副研究员 | 中国环境科学研究院 | 主要完成项目中PM2.5源解析研究，开发颗粒物随车稀释采样系统 |
| 黄新梅 | 五 | 科长 | 高级工程师 | 中国石油天然气股份有限公司独山子石化分公司 | 主要完成项目中石化企业VOCS排放清单及综合治理技术研究 |
| 帅培强 | 六 | 副总工 | 高级工程师 | 成都海关技术中心 | 主要完成项目中PM2.5组分分析测试及方法验证 |
| 李 刚 | 七 | 副站长 | 高级工程师 | 新疆维吾尔自治区生态环境监测总站 | 主要完成项目中石化装置VOCS样本采集及来源分析 |
| 杨荣江 | 八 | 站长 | 高级工程师 | 奎屯市生态环境监测站 | 主要完成项目中VOCS在线监测装置的改进及数据分析 |
| 綦振华 | 九 | 主任 | 高级工程师 | 新疆维吾尔自治区生态环境监测总站 | 主要完成烟气检测的高效NOX转换器的研发和燃煤电厂烟气汞污染物排放标准编制 |
| 王琳琳 | 十 | 博士 | 高级工程师 | 新疆维吾尔自治区生态环境监测总站 | 主要完成项目中VOCS和臭氧关系分析研究 |

六、完成人合作关系说明

由于奎独乌区域缺乏大气挥发性有机物（VOCS）、细颗粒物（PM2.5）、臭氧（O3）相关监测技术、鉴定方法、污染溯源以及评价体系，常常无法尽快做出污染来源准确判断，导致区域复合型大气污染日趋严重，环境风险增加日益凸显，新疆维吾尔自治区生态环境监测总站为了解决臭氧（O3）、大气挥发性有机物（VOCS）、细颗粒物（PM2.5）在线监测、组分鉴别、检测方法缺失等关键问题，2013年6月联合中国环境科学研究院，新疆大学化工学院、成都海关技术中心、中国石油天然气股份有限公司独山子石化分公司等单位共同立项并展开技术合作，按照具体分工积极对其进行国内外问题反馈、现场调研、研究分析，并在此基础上进行系统深入研究，解决了大气挥发性有机物（VOCS）、细颗粒物（PM2.5）、臭氧（O3）相关监测技术、鉴定方法、污染溯源以及评价方法技术落后、石化企业大气特征污染物排放清单数据库缺乏等关键问题。