**项目名称**

斜程大气光学参数分布实时探测和光波传输仿真技术

**项目简介**

光波在不同天顶角下的斜程大气传输是地球辐射收支和光电工程应用等的重要科学技术问题。大气湍流、气溶胶和水汽等重要大气光学参数空间分布不均匀又瞬息万变改变了大气辐射传输特性，严重影响光学遥感、目标探测、光学制导、空间光通讯等激光与红外光电工程应用。已有的辐射大气传输都是在水平均匀假定下，利用垂直分布大气参数计算分析大气对光波斜程传输的影响，或将垂直光学厚度乘以漫射率因子换算为斜程透过率，具有很大的不确定性。通常大气参数探测只能获取非指定路径非持续数据(探空气球)，或整层和垂直路径上的分布参数(激光雷达)，而激光雷达斜程探测时往往缺乏对流层顶洁净气溶胶的定标点，难以反演斜程大气参数分布。因此，任意天顶角斜程路径上的大气光学参数分布实时探测和传输仿真已成为光电工程等实际应用中的关键技术瓶颈。本项目瞄准国家光电工程发展等重大需求，取得如下主要技术发明：

1、**发明了激光束侧向散射对大气湍流强度和气溶胶等参数的无盲区探测新方法。**提出了激光束侧向散射光柱差分像抖动测量斜程路径湍流强度分布的新方法；同时测量气溶胶侧向散射参数，弥补后向散射探测激光雷达的盲区并修正几何因子，实现了地面测量参数对斜程大气探测激光雷达的定标，解决了激光雷达探测盲区和斜程探测时缺乏对流层顶洁净大气定标点的难题。

2、**发明了湍流强度、大气气溶胶、水汽和温度廓线的实时同步探测激光雷达新技术。**发明了宽视场光柱焦平面成实像、单波长激光发射四拉曼探测、多波段拉曼散射匹配滤波和全视场背景抑制等技术，攻克了白天拉曼散射弱信号探测等难题。实现了湍流强度分布、气溶胶、水汽和温度廓线的同步昼夜无盲区探测。

3、**发明了探测水汽和气溶胶吸收光声光谱的新技术。**提出了三通道声学谐振腔光声光谱和双光路差分探测气溶胶吸收新方法，解决了水汽强干扰下气溶胶弱吸收的探测难题，实现了气溶胶多波长吸收及其谱特征的实时在线测量，其归一化噪声等效平衡系数达5.4×10-9，优于此前国际最高水平（1.5×10-8）。

4、**创建了大气辐射传输快速高精度实时仿真计算模式及系统软件。**提出了逐线积分优化的分子吸收快速计算模式、离散坐标法重排的多次散射快速算法等算法，并建立了自主知识产权的通用大气辐射传输模式和仿真计算软件（CART），结合实时测量的大气参数廓线，使空间目标辐射特性测量大气修正误差由30%减小到6%。改变了该领域完全依赖国外模式和软件的局面。

本项目共获发明专利30项，计算机软件著作权20项，**“总体技术达到国际先进水平，其中激光束侧向散射光柱差分像抖动湍流强度测量技术、气溶胶近中红外波段弱吸收双通道光声差分探测等技术具有原创性”（附件1.4）。**研制的大气光学参数实时测量设备和光波大气传输仿真系统80台（综合应用系统25台套）已推广应用到15家单位，实现经济效益合同金额2.8亿元，为国家重大光电工程发展发挥了不可替代作用，为气候环境变化研究提供了新手段。

**提名意见**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 姓 名 | 刘泽金 | 身份证号 |  |
| 专家类型 | 中国工程院院士 | | |
| 工作单位 | 中央军委科学技术委员会 | | |
| 职 称 | 研究员 | 学科专业 | 光学工程 |
| 通讯地址 | 北京市朝阳区北三路中路4院 | 邮政编码 | 100021 |
| 电子邮箱 |  | 联系电话 |  |
| 责任专家 | ■是□否 | | |
| 提名意见： | | | |
| 大气光学参数及其瞬态变化的时空分布是影响光波大气传输和环境气候变化的关键参数，实时探测快速复杂变化的大气光学参数，并仿真计算光波大气传输已成为目标探测等光电系统发展、气候环境变化研究的瓶颈。该项目瞄准实际应用场景，对大气湍流、气溶胶、水汽等参数的探测开展了深入系统地研究，在关键技术的原理、方法、装备上都取得了创新和突破。  该项目发明了侧向散射光柱差分像抖动实时测量光波传输路径上的湍流强度分布的新方法，并利用光柱侧向散射修正后向散射探测激光雷达几何因子，解决了激光雷达的盲区问题；发明了氮气和水汽振动转动四拉曼探测技术,实现了单一波长发射激光对大气气溶胶、水汽和温度廓线的同时测量；发明了三通道声学谐振腔光声光谱新技术和双光路光声差分探测气溶胶吸收系数的新方法，解决了受水汽强干扰的气溶胶弱吸收探测难题，并实现了对激光雷达系统的高精度定标；发明了通用大气辐射传输模式和仿真计算软件，改变了该领域完全依赖国外模式和软件的局面，使空间目标辐射特性测量大气修正误差由30%减小到6%。通过以上技术发明和装备研制，解决了任意斜程路径上激光大气传输效能评估和目标探测红外辐射修正等同步实时性问题，为相关光电工程系统参数的优化设计提供了关键参数。在我国地基光电系统选址与评估、空间目标探测识别以及重要大气成分垂直分布探查等重大任务中发挥了不可或缺的重要作用。特此提名。  提名该项目为国家技术发明奖二等奖。 | | | |
| **声明：**本人遵守《国家科学技术奖励条例》及其实施细则，以及《国家科学技术奖提名制实施办法（试行）》的有关规定，承诺遵守评审工作纪律，所提供的提名材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。本人已征求被提名者同意；作为提名者，本人同意在项目公示时向社会公布；本人承诺根据需要参加答辩，接受评审专家质询；如产生争议，保证积极调查处理。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。  专家签名：  年 月 日 | | | |

**提名意见**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 姓 名 | 刘文清 | 身份证号 |  |
| 专家类型 | 中国工程院院士 | | |
| 工作单位 | 中国科学院合肥物质科学研究院 | | |
| 职 称 | 研究员 | 学科专业 | 光电子学与激光技术 |
| 通讯地址 | 安徽省合肥市蜀山湖路350号 | 邮政编码 | 230031 |
| 电子邮箱 |  | 联系电话 |  |
| 责任专家 | □是■否 | | |
| 提名意见： | | | |
| 气溶胶、水汽和大气湍流时空分布不仅严重影响着光波大气传输，同时也是研究环境和气候变化的重要参数。由于大气时空分布具有快速变化特性，任意斜程路径上大气参数实时探测，获得三维立体分布特征，是快速获取区域大气污染源、污染通量估算，依据实时气象参数与模式结合，实现精准预报的必要前提，也是当前大气环境监测和气象探测领域亟待解决的关键技术瓶颈。  该项目发明了斜程路径上大气参数无盲区实时探测技术，研制了首套大气湍流强度廓线和气溶胶、水汽、温度同步测量的单波长四拉曼激光雷达系统，解决了斜程大气参数分布同步探测的实时性难题；发明了侧向散射探测激光雷达技术，弥补了探测盲区，解决了几何因子难题，实现了地面测量参数用于激光雷达斜程探测定标的新途径。发明了三通道声学谐振腔光声光谱和气溶胶近中红外波段弱吸收双通道光声差分探测等技术，解决了受水汽强干扰的气溶胶弱吸收探测难题，为气溶胶的定量测量和激光雷达高精度定标发挥了关键作用。创建了大气辐射传输快速高精度实时仿真计算模式及软件，解决了我国该领域长期依赖国外模式和软件的瓶颈问题。上述多项技术发明组成了大气参数实时测量和模式仿真的有机整体系统，部分核心技术通过与企业合作，在国家气象、环保和科研部门得到了应用，为我国大气环境监测、气象和气候观测，以及大气成分空间分布探查和大气污染防治等提供了不可替代的核心技术手段。特此提名。  提名该项目为国家技术发明奖二等奖。 | | | |
| **声明：**本人遵守《国家科学技术奖励条例》及其实施细则，以及《国家科学技术奖提名制实施办法（试行）》的有关规定，承诺遵守评审工作纪律，所提供的提名材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。本人已征求被提名者同意；作为提名者，本人同意在项目公示时向社会公布；本人承诺根据需要参加答辩，接受评审专家质询；如产生争议，保证积极调查处理。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。  专家签名：  年 月 日 | | | |

**提名意见**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 姓 名 | 相里斌 | 身份证号 |  |
| 专家类型 | 国家科技进步特等奖第一完成人 | | |
| 工作单位 | 中国科学院 | | |
| 职 称 | 研究员 | 学科专业 | 光学工程 |
| 通讯地址 | 北京西城区三里河路52号 | 邮政编码 | 100864 |
| 电子邮箱 |  | 联系电话 |  |
| 责任专家 | □是■否 | | |
| 提名意见： | | | |
| 大气湍流、气溶胶和水汽是十分重要的大气环境气象参数，并严重影响光波和大气辐射传输特性。这些参数空间分布的不均匀性和瞬息万变的特点，制约着激光与红外光电系统的工程应用效能的发挥。实时获取光波传输路径上的关键大气光学参数,并以此快速、高精度地仿真评估光波大气传输特性,已成为先进光电工程领域研究的核心问题和应用系统优化设计的关键基础。  该项目发明了斜程路径上大气光学参数分布实时探测和光波传输高精度仿真技术。发明了激光束侧向散射测量大气湍流和气溶胶的新方法，研制了大气光学参数时空分布的无盲区实时测量系统，解决了斜程大气参数探测的实时性等难题；创建了自主知识产权的辐射传输模式和软件，改变了我国该领域长期依赖国外模式和软件的局面；结合实时探测数据的光波大气传输仿真，使空间目标辐射特性测量大气修正误差由30%减小到6%。发明了三通道声学谐振腔光声光谱和气溶胶近中红外波段弱吸收双通道光声差分探测等技术，解决了受水汽强干扰的气溶胶弱吸收探测难题。项目总体技术达到了国际先进水平，为国家重大光电工程应用发挥了不可替代作用，为环境气候变化研究提供了新手段，提升了我国相关技术能力和水平，取得了显著地经济和社会效益，为大气光学学科发展与光电仪器技术进步做出了重大贡献。特此提名。  提名该项目为国家技术发明奖二等奖。 | | | |
| **声明：**本人遵守《国家科学技术奖励条例》及其实施细则，以及《国家科学技术奖提名制实施办法（试行）》的有关规定，承诺遵守评审工作纪律，所提供的提名材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。本人已征求被提名者同意；作为提名者，本人同意在项目公示时向社会公布；本人承诺根据需要参加答辩，接受评审专家质询；如产生争议，保证积极调查处理。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。  专家签名：  年 月 日 | | | |

**客观评价**

**1、技术成果鉴定**

（1）安徽省国防科学技术工业办公室在2014年4月15日组织了以**杜祥琬为组长，赵伊君、姜文汉、石广玉等7名院士及8名不同领域的知名教授**为成员的专家组，对**“大气光学参数综合测量技术及其应用”**进行了技术成果鉴定，认为：“研制的10余套综合测量系统在光电工程等国家重大任务中**发挥了不可或缺的重要作用**，**显著提升了我国大气光学参数测量技术能力**。**项目总体技术达到国际先进水平，其中激光束侧向散射光柱差分像抖动湍流强度测量技术、气溶胶近中红外波段弱吸收双通道光声差分探测技术具有原创性。**”**（附件1.4.1）**

（2）总装备部电子信息基础部在2014年5月30日在北京召开了“地基红外观测试验样机”成果鉴定会，鉴定意见如下：“**发明了一种目标辐射特性测量大气传输修正方法，研制了大气传输软件CART，实时测量了大气参数，使大气光谱透过率测量误差从30%减小到6%。**”（**附件1.4.2**）

**2、验收评审意见**

（1）国防科学技术大学在2014年1月21日召开了“**大气光学参数测量与传输评估分系统研制方案**”评审会。专家的评审意见：“研制方案明确了大气湍流，吸收和风场等测量设备以及评估软件的技术路线，工程集成、风险分析和研制进度，**满足大气光学参数测量和传输评估的需求。**”**（附件1.4.3）**

（2）863重大专项专家组在2013年7月22日对**“高精度大气光学参数测量技术”**，**“大气参数测量与传输评估系统设计与研制”**，“**站址大气参数测量关键技术研究**”课题进行验收评审，认为：“**完成了湍流激光雷达研制及误差分析工作，提出了有限距离等晕角测量的新思路；实现了近红外波段气溶胶吸收系数的测量；对比分析了大气湍流模式，为光电系统等选址工作奠定了基础。**”**（附件1.4.4，1.4.5，1.4.6）**

（3）863专题专家组分别与2009年7月21-22日和2010年8月25日对**“随车大气参数诊断测量系统总体技术论证”**和“**大气传输评估系统研究与选址研究**”课题进行验收评审，认为：“开展了传输计算，为总体论证提供了支持；完成了试验期间的大气参数测量任务，为实验结果分析提供了必要的大气背景参数；建立了斜程大气传输吸收模型，**为光电系统等选址工作的深入开展奠定了基础**。”**（附件1.4.7，1.4.8）**

（4）863重大项目专家组在2008年8月4日对“**大气参数诊断与评估系统关键技术研究**”课题进行验收评审，认为：“完成了随车大气光学参数测量系统总体技术方案的设计与论证，**为试验期间实时高精度测量大气光学参数提供了保障**。”**（附件1.4.9）**

**3、学术评价**

（1）在中国科协主编**《大气科学学科发展报告》**（中国科学技术出版社，2010，北京）一书中的第121页“学科现状及主要成果”中指出“**长年来大部的研究工作都是利用国外公布的软件进行辐射传输计算。近年来开发了CART软件，这是一个用于红外透过率计算的软件**，**……，而且结合中国的实际情况，增加了反应中国特点的大气模型，**……，**这类工作十分必要。**”这是国内第一个（到目前也是唯一的）自己的用于目标光学辐射特性大气传输计算的模式和软件。**（附件2.23）**

（2）盛裴軒等主编的**《大气物理学》**（第二版）正面引用并评价了通用辐射传输软件CART是“**我国也开发了基于我国大气模式的独特算法的通用大气辐射传输算法软甲CART，可以快速计算大气光谱透过率、大气热辐射、大气散射辐射和太阳直接辐照度。**”**（附件2.24）**

（3）**丁一汇院士在《激光雷达大气参数测量》**（王英俭、胡顺星、周军、胡欢陵，科学出版社，2014）一书序言中认为“**无论是激光雷达的研发还是资料的探测和应用都达到目前国际上同类工作的先进水平，是我国激光技术在大气探测应用研究中的一项重大成果，在世界上已占有一席之地**。”**（附件2.25）**

**4、学术奖项和荣誉**

（1）本项目主要内容“大气光学参数综合探测技术与设备及其应用”，**获得2014年度安徽省科学技术奖一等奖。（附件2.26）**

（2）利用实时探测数据进行激光传输性能评估的相关技术获得2007年度**军队科技进步二等奖**（2007SY2015-9）；采用自适应光学系统修正激光发射光路的相关技术获得2012年度军队科技进步一等奖（2012863118-5）；“大气传输修正分系统”作为“空间目标实验样机”的重要组成部分，获得2014年度**军队科技进步二等奖**（2014703310028632-6）。**（附件2.27，2.28，2.29）**

（3）根据本项目主要发明点研制的“大气水汽-气溶胶激光雷达”获得第二十届中国国际高新技术成果交易会**“优秀产品奖励证书”**。（**附件2.30）**

**应用情况和效果**

1. **应用情况**

地基光电系统的应用效能与大气光学参数密切相关，任意指向路径大气光学参数测量技术研究对光电系统设计优化、应用选址和传输效能评估以及大气环境变化探测至关重要。本项目为国家战略科技任务和气候环境变化探测等共研制完成了80台各类大气光学参数测量设备，其中综合应用系统25台套，开展了大气湍流强度、透过率、水汽和气溶胶吸收等关键大气光学参数高精度探测，综合测量设备数据准确可靠，工作稳定，满足了用户需求；部分大气光学参数综合测量设备已经成为一些地基激光和红外光电系统定型产品的组成分系统。

**系列大气光学参数测量设备应用于**国家地基空间光学观测望远镜及激光工程选址，在云南、山西、新疆、青海、广东、福建等地深入开展了大气光学参数时空分布的长期测量，积累了大量大气光学参数时空分布数据，并进行了深入的场址大气光学特性评估，为优选光电工程应用场址发挥了不可替代的作用，**其中部分场址已经成为国家重大光电工程试验场，并成功进行了一系列重大试验任务。**

**大气光学参数探测和激光传输仿真系统**在中国工程物理研究院应用电子研究所、国防科学技术大学主持的激光大气传输实验中，实现了对**空间目标动态变化传输路径上**大气光学参数实时测量和传输仿真，解决了相关激光实验中的传输效能评估分析的实时性问题。

**大气光学参数探测和辐射大气传输修正系统**交付中国科学院长春光学精密机械与物理研究所，中国科学院光电技术研究所、中国人民解放军63655部队等用户单位，应用于空间目标红外辐射特性测量的大气传输修正中，大大提高了目标红外辐射**实时探测精度**。

**系列大气探测激光雷达**在中国气象局气象探测中心、安徽省气象科学研究所、天津市东丽区气象局等单位,以及大气环境监测与大气环境变化研究科技任务中得到了大量应用，提供了大气气溶胶、水汽、温度等空间分布廓线，为研究大气气溶胶等**污染时空分布、输送和预报**提供了关键技术手段。

通过技术转让或与企业合作实现了探测仪器设备的产业化，为国家或区域重大活动的举行，如北京奥运会、南京青奥会、APEC会议等的**气象和环境服务保障**提供支撑。

**主要应用单位情况表**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 应用单位名称 | 应用的技术 | 应用对象规模 | 应用的起止时间 | 应用单位联系人/电话 |
|  | 中国工程物理研究院应用电子学研究所 | 斜程大气光学参数分布实时探测和光波传输仿真技术 | 大气光学参数实时测量与传输评估。  **见附件2.1** | 2008年至今 | 冷杰/13908115665 |
|  | 国防科学技术大学光电科学与工程学院 | 斜程大气光学参数分布实时探测和光波传输仿真技术 | 大气光学参数实时测量与传输评估。  **见附件2.2** | 2008年至今 | 习锋杰/13874800929 |
|  | 中国人民解放军63655部队 | 斜程大气光学参数分布实时探测和光波传输仿真技术 | 激光传输试验微选址与传输评估。  **见附件2.3** | 2008年至今 | 王道华/13999009716 |
|  | 中国科学院长春光学精密机械和物理研究所 | 空间目标红外辐射特性测量大气传输修正分系统 | 实时大气参数探测和定量大气传输修正。  **见附件2.4** | 2009年-2015年 | 杨词银/15844021192 |
|  | 中国科学院光电技术研究所 | 空间目标红外辐射特性测量大气传输修正分系统 | 实时大气参数探测和定量大气传输修正。  **见附件2.5** | 2008年-2012年 | 任栖峰/18010612913 |
|  | 中国科学院国家天文台 | 斜程大气光学参数分布实时探测和光波传输仿真技术 | 大气光学参数长期测量与站址评估。  **见附件2.6** | 2012年至今 | 王红帅/15210250308 |
|  | 中国气象局气象探测中心 | 水汽探测激光雷达应用 | 水汽、温度时空分布数据获取。  **见附件2.7** | 2009年至今 | 赵培涛/15801283199 |
|  | 安徽省气象科学研究所 | 激光雷达大气探测技术及应用 | 气溶胶、水汽、温度廓线的获取。  **见附件2.8** | 2005年至今 | 范伟/18055108271 |
|  | 安徽省气象台 | 大气探测激光雷达数据获取及应用 | 大气温度、湿度、风场廓线的获取。  **见附件2.9** | 2007年至今 | 袁松/13855197925 |
|  | 天津市东丽区气象局 | 大气探测激光雷达应用 | 气溶胶、水汽廓线的数据获取。  **见附件2.10** | 2010年至今 | 陈涛/15822803069 |
|  | 安徽蓝盾光电子股份有限公司 | 激光雷达大气探测技术及应用 | 为环保、气象部门提供大气探测激光雷达设备。  **见附件2.11** | 2010年至今 | 刘宏/13705626672 |
|  | 北京赛克玛环保仪器有限公司 | 大气探测激光雷达 | 为环保、气象部门提供大气探测激光雷达设备。  **见附件2.12** | 2010年至今 | 陈峰/ 010-62463898 |
|  | 中环天仪（天津）气象仪器有限公司 | 大气探测激光雷达 | 为环保、气象部门提供大气探测激光雷达设备。  **见附件2.13** | 2015年至今 | 郑晓林/022-58389366 |
|  | 安徽蓝科信息技术有限公司 | 大气探测激光雷达 | 为环保、气象部门提供大气探测激光雷达设备。  **见附件2.14** | 2017年至今 | 张青松/13645608681 |
|  | 合肥光博量子科技有限公司 | 大气探测激光雷达 | 为环保、气象部门提供大气探测激光雷达设备。  **见附件2.15** | 2017年至今 | 张帅/15305518812 |

**2．应用效果**

斜程大气光学参数分布实时探测和光波传输仿真技术成果推广应用到中国工程物理研究院、国防科学技术大学和总参总装基地、气象环保部门等15家单位，在我国地基光电系统选址、激光系统试验、空间目标探测识别试验、重要大气成分垂直分布探查等国家重大任务中发挥了不可替代作用。

在地基空间光学观测望远镜以及激光工程应用中，根据国家相关任务的需要，项目承担单位利用自行研制的系列大气光学参数测量设备，在云南、山西、新疆、青海、广东、福建等地深入开展了大气光学参数时空分布的长期测量，积累了大量大气光学参数时空分布数据，并进行了深入的场址大气光学特性评估，为优选光电工程应用场址发挥了不可替代的作用，**其中部分场址已经成为国家重大光电工程试验场并成功进行了一系列重大试验任务。**

在激光工程试验中，利用我们研制的大气探测和传输评估系统，实时仿真计算激光大气传输的预估值与试验测量值之间的最大相对偏差不超过15%，最小偏差约1%，平均标准偏差为6.7%，优于系统设计指标。激光传输试验结果为工程总体论证和系统优化设计提供了重要技术支持。另外，对于实际应用中激光传输到空间远距离不可测量的目标作用效果评估，将发挥关键作用。在空间目标探测中，结合大气光学参数测量系统实时测量的数据进行实时仿真计算，使大气红外光谱透过率修正误差从30%减小到6%，大大提高了目标红外特征提取精度，为空间目标探测识别提供了关键的保障。

利用项目发明的探测大气水汽和气溶胶吸收光声光谱的新技术，不仅实现了对激光雷达的近端标定，解决了激光大气传输光电工程应用的技术瓶颈。同时精确测量了大气分子高精细光谱数据,获得了一些新的谱线被GESIA（Gestion et Etude des Informations Spectroscopiques Atmospheriques）光谱数据库和光化学数据库（Science-SoftCon UV/VIS Spectra Data Base）收录。

本项目提升了合肥大气成分综合观测站能力和水平，现为国际激光大气探测研究网的成员、美国卫星大气遥感的地面对比站、亚洲大气辐射和激光雷达观测网超级站。根据国家重大活动和项目需求，本项目在北京、合肥、厦门等地长期开展了我国东部地区重要大气成分时空分布的测量，建立的从地面到平流层重要大气参数高分辨率分布数据库被中国环境科学研究院、清华大学、吉林大学、中国科学院遥感与数字地球研究所和安徽省气象局等多家单位使用，为气象、环保、高分辨对地遥感研究和应用提供了基础数据支撑。

项目承担单位已成为国家相关任务核心团队、国际激光大气研究委员会中国唯一成员单位。拥有国家863计划领域、重大专项和主题专家1名，中国科学院现有关键技术人才1名；国际激光大气研究委员会委员1名、亚洲大气辐射联合观测委员会委员1名。培养博士硕士150多名，获中国科学院院长优秀奖等各类奖项10多名。

**主要知识产权和标准规范等目录**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 知识产权（标准）类别 | 知识产权（标准）具体名称 | 国家  （地区） | 授权号（标准编号） | 授权（标准发布）日期 | 证书编号 （标准批准发布部门） | 权利人（标准起草单位） | 发明人（标准起草人） | 发明专利（标准）有效状态 |
| 发明专利 | 优化差分光柱像运动激光雷达的方法 | 中国 | ZL201410395201.6 | 2016.11.30 | 2301983 | 中国科学院合肥物质科学研究院 | 靖旭、**王英俭**、**侯再红**、张巳龙、宇龙昆、张守川、何枫、吴毅 | 有效 |
| 发明专利 | 单波长四拉曼激光雷达探测系统及探测方法 | 中国 | ZL201510254035.2 | 2016.8.17 | 2187216 | 中国科学院合肥物质科学研究院 | **王英俭**、谢晨波、赵明、尚震、钟志庆、王邦新、王珍珠、伯广宇、董吉辉、**刘东** | 有效 |
| 发明专利 | 大气辐射传输修正系统及修正方法 | 中国 | ZL201310143378.2 | 2015.3.18 | 1606399 | 中国科学院安徽光学精密机械研究所 | **魏合理**、戴聪明、陈秀红、**王英俭**、黄宏华、徐赤东、姚永邦、詹杰、朱文越、饶瑞中 | 有效 |
| 发明专利 | 湍流廓线激光雷达子孔径楔镜排列方法 | 中国 | ZL200910144740.1 | 2012.7 | 1001705 | 中国科学院安徽光学精密机械研究所 | **侯再红**、陆茜、张守川、吴毅 | 有效 |
| 发明专利 | 基于激光光柱的成像激光雷达测量大气光学湍流廓线的方法 | 中国 | ZL201310147736.7 | 2015.9 | 1802945 | 中国科学院安徽光学精密机械研究所 | 黄宏华、崔朝龙、朱文越、**侯再红**、**黄印博**、吴毅、饶瑞中 | 有效 |
| 发明专利 | 探测云精细结构的双波长四通道激光雷达系统 | 中国 | ZL201410836095.0 | 2018.10.16 | 3110397 | 中国科学院合肥物质科学研究院 | 王珍珠，**王英俭，刘东**，王邦新，谢晨波，钟志庆，吴德成，伯广宇，范爱媛 | 有效 |
| 发明专利 | 一种通过白日观测恒星测量整层大气相干长度的方法 | 中国 | ZL201010508504.6 | 2012.7 | 1000242 | 中国科学院安徽光学精密机械研究所 | 靖旭、**侯再红**、秦来安、谭逢富、何峰、张守川、姚佰栋、吴毅 | 有效 |
| 发明专利 | 三通道声学谐振腔光声光谱传感装置 | 中国 | ZL201510096806.X | 2017.6.16 | 2521461 | 中国科学院合肥物质科学研究院 | 刘锟、谈图、汪磊、王贵师、朱公栋、梅教旭、**高晓明** | 有效 |
| 发明专利 | 温度可控光声吸收光谱测量装置 | 中国 | ZL201010583506.1 | 2013.7 | 1227354 | 中国科学院安徽光学精密机械研究所 | 袁怿谦、牛明生、刘琨、**高晓明**、**侯再红**、吴毅 | 有效 |
| 计算机软件著作登记 | 激光大气传输及其自适应光学位相补偿四维数值计算程序 | 中国 | 2003SR1109 | 2001.6 | 006200 | 中国科学院安徽光学精密机械研究所 | **王英俭**、**黄印博** | 有效 |

**主要完成人情况表**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓 名 | 王英俭 | | 性别 | 男 | | 排名 | | 第一 | 国 籍 | 中国 |
| 出生年月 | 1963.10 | | | | 出 生 地 | | | 安徽岳西 | 民 族 | 汉 |
| 身份证号 |  | | | | 归国人员 | | | 否 | 归国时间 |  |
| 技术职称 | 研究员 | | | | 最高学历 | | | 研究生 | 最高学位 | 博士 |
| 毕业学校 | 中国科学院安徽光学精密机械研究所 | | | | 毕业时间 | | | 1996.7 | 所学专业 | 大气光学 |
| 电子邮箱 | wyj@aiofm.ac.cn | | | | 办公电话 | | | 0551-65591217 | 移动电话 |  |
| 通讯地址 | 安徽省合肥市蜀山湖路350号 | | | | | | | | 邮政编码 | 230031 |
| 工作单位 | 中国科学院合肥物质科学研究院 | | | | | | | | 行政职务 | 书记 |
| 二级单位 | 中国科学院安徽光学精密机械研究所 | | | | | | | | 党 派 | 中共党员 |
| 完成单位 | 中国科学院合肥物质科学研究院 | | | | | | | | 所 在 地 | 安徽合肥 |
| 单位性质 | 事业 |
| 参加本项目的起止时间 | | 2004年1月1日 至 2015年12月 31日 | | | | | | | | |
| 对本项目技术创造性贡献：（不超过300字）  提出了斜程大气光学参数分布实时探测和光波传输仿真技术总体方案，对项目的主要技术发明1、2、3、4均有贡献：完善了大气光学湍流廓线测量技术和湍流强度反演方案，提出了无盲区气溶胶廓线探测定标和水汽反演中扣除气溶胶影响的新方法，参与制定了高灵敏度气溶胶吸收系数测量技术方案，参与建立了辐射传输模式，指导并参与了技术验证和对比实验，组织实施了该项技术发明的推广应用。（附件1.1，1.2，1.3，2.18，2.22，2.26，2.30，2.33，2.34，2.41，2.42） | | | | | | | | | | |
| 曾获国家科技奖励情况：  1997年获国家科技进步二等奖，“37单元自适应光学系统和大气湍流效应校正实验研究”，证书号30-2-008-07（排名7）；2003年获国家科技进步二等奖，“系统及其关键设备研制”（专用项目），证书号2003-J-243-2-01-R02（排名2）。 | | | | | | | | | | |
| **声明**：本人遵守《国家科学技术奖励条例》及其实施细则的有关规定和国家科学技术奖励工作办公室对推荐工作的具体要求，保证所提交材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。该项目是本人本年度被推荐的唯一项目。如有虚假，愿意承担相应责任并接受相应处理。如产生争议，保证积极配合调查处理工作。  本人签名：  年 月 日 | | | | | | | **完成单位声明**：本单位确认该完成人情况表真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如产生争议，愿意积极配合调查处理工作。  **工作单位声明**：本单位对该完成人被推荐无异议。  单位（盖章）  年 月 日 | | | |

**主要完成人情况表**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓 名 | 侯再红 | | 性别 | 男 | | 排名 | | 第二 | 国 籍 | 中国 |
| 出生年月 | 1968.2 | | | | 出 生 地 | | | 山西河津 | 民 族 | 汉 |
| 身份证号 |  | | | | 归国人员 | | |  | 归国时间 |  |
| 技术职称 | 研究员 | | | | 最高学历 | | | 研究生 | 最高学位 | 博士 |
| 毕业学校 | 中国科学院安徽光学精密机械研究所 | | | | 毕业时间 | | | 2006.7 | 所学专业 | 大气光学 |
| 电子邮箱 | zhhou@aiofm.ac.cn | | | | 办公电话 | | | 0551-65591725 | 移动电话 |  |
| 通讯地址 | 安徽省合肥市蜀山湖路350号 | | | | | | | | 邮政编码 | 230031 |
| 工作单位 | 中国科学院合肥物质科学研究院 | | | | | | | | 行政职务 |  |
| 二级单位 | 中国科学院安徽光学精密机械研究所 | | | | | | | | 党 派 | 群众 |
| 完成单位 | 中国科学院合肥物质科学研究院 | | | | | | | | 所 在 地 | 安徽合肥 |
| 单位性质 | 事业 |
| 参加本项目的起止时间 | | 2004年1月1日 至 2015年12月 31日 | | | | | | | | |
| 对本项目技术创造性贡献：（不超过300字）  发明了激光束侧向散射光柱差分像抖动测量湍流廓线的技术，设计并研制了测量系统，解决了大气光学湍流廓线测量的实时性难题以及系统中不同高度光柱实焦成像问题，指导并参与了技术验证和对比实验。负责并完成了该项技术发明的推广应用。是主要技术发明1，2的贡献者。（附件1.1，2.16，2.17，2.19，2.26，2.27，2.29，2.32） | | | | | | | | | | |
| 曾获国家科技奖励情况：  无。 | | | | | | | | | | |
| **声明**：本人遵守《国家科学技术奖励条例》及其实施细则的有关规定和国家科学技术奖励工作办公室对推荐工作的具体要求，保证所提交材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。该项目是本人本年度被推荐的唯一项目。如有虚假，愿意承担相应责任并接受相应处理。如产生争议，保证积极配合调查处理工作。  本人签名：  年 月 日 | | | | | | | **完成单位声明**：本单位确认该完成人情况表真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如产生争议，愿意积极配合调查处理工作。  **工作单位声明**：本单位对该完成人被推荐无异议。  单位（盖章）  年 月 日 | | | |

**主要完成人情况表**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓 名 | 魏合理 | | 性别 | 男 | | 排名 | | 第三 | 国 籍 | 中国 |
| 出生年月 | 1965.1 | | | | 出 生 地 | | | 安徽宁国 | 民 族 | 汉 |
| 身份证号 |  | | | | 归国人员 | | | 是 | 归国时间 | 2005.2 |
| 技术职称 | 研究员 | | | | 最高学历 | | | 研究生 | 最高学位 | 博士 |
| 毕业学校 | 中国科学院安徽光学精密机械研究所 | | | | 毕业时间 | | | 2005.5 | 所学专业 | 光学 |
| 电子邮箱 | hlwei@aiofm.ac.cn | | | | 办公电话 | | | 0551-65591535 | 移动电话 |  |
| 通讯地址 | 安徽省合肥市蜀山湖路350号 | | | | | | | | 邮政编码 | 230031 |
| 工作单位 | 中国科学院合肥物质科学研究院 | | | | | | | | 行政职务 |  |
| 二级单位 | 中国科学院安徽光学精密机械研究所 | | | | | | | | 党 派 | 中共党员 |
| 完成单位 | 中国科学院合肥物质科学研究院 | | | | | | | | 所 在 地 | 安徽合肥 |
| 单位性质 | 事业 |
| 参加本项目的起止时间 | | 2004年1月1日 至 2015年12月 31日 | | | | | | | | |
| 对本项目技术创造性贡献：（不超过300字）  提出了分子吸收和多次散射快速算法，负责建立了辐射传输模式，研制了通用辐射大气传输计算软件CART，发明了一种目标辐射特性测量大气传输修正方法，实时测量现场大气参数，并用CART软件仿真计算大气光谱透过率。大气红外光谱透过率修正误差从30%减小到6%，保证了目标红外特征提取精度。负责并完成了该项技术发明的推广应用。是主要技术发明4的贡献者。（附件1.3，2.40，2.41，2.42） | | | | | | | | | | |
| 曾获国家科技奖励情况：  无。 | | | | | | | | | | |
| **声明**：本人遵守《国家科学技术奖励条例》及其实施细则的有关规定和国家科学技术奖励工作办公室对推荐工作的具体要求，保证所提交材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。该项目是本人本年度被推荐的唯一项目。如有虚假，愿意承担相应责任并接受相应处理。如产生争议，保证积极配合调查处理工作。  本人签名：  年 月 日 | | | | | | | **完成单位声明**：本单位确认该完成人情况表真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如产生争议，愿意积极配合调查处理工作。  **工作单位声明**：本单位对该完成人被推荐无异议。  单位（盖章）  年 月 日 | | | |

**主要完成人情况表**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓 名 | 刘东 | | 性别 | 男 | | 排名 | | 第四 | 国 籍 | 中国 |
| 出生年月 | 1977.11 | | | | 出 生 地 | | | 安徽滁州 | 民 族 | 汉 |
| 身份证号 |  | | | | 归国人员 | | | 是 | 归国时间 | 2009.9 |
| 技术职称 | 研究员 | | | | 最高学历 | | | 研究生 | 最高学位 | 博士 |
| 毕业学校 | 中国科学院安徽光学精密机械研究所 | | | | 毕业时间 | | | 2005.6 | 所学专业 | 大气光学 |
| 电子邮箱 | dliu@aiofm.ac.cn | | | | 办公电话 | | | 0551-65591579 | 移动电话 |  |
| 通讯地址 | 安徽省合肥市蜀山湖路350号 | | | | | | | | 邮政编码 | 230031 |
| 工作单位 | 中国科学院合肥物质科学研究院 | | | | | | | | 行政职务 |  |
| 二级单位 | 中国科学院安徽光学精密机械研究所 | | | | | | | | 党 派 | 中共党员 |
| 完成单位 | 中国科学院合肥物质科学研究院 | | | | | | | | 所 在 地 | 安徽合肥 |
| 单位性质 | 事业 |
| 参加本项目的起止时间 | | 2004年1月1日 至 2015年12月 31日 | | | | | | | | |
| 对本项目技术创造性贡献：（不超过300字）  提出了用光柱侧向散射修正后向散射探测激光雷达几何因子的新方法，拉曼激光雷达中多波段拉曼散射匹配滤波和全视场背景抑制等技术，解决了白天强背景下极弱拉曼散射信号探测难题，研制了无盲区气溶胶、水汽、温度探测激光雷达系统，指导并参与了技术验证和对比实验。负责并完成了该项技术发明的推广应用。是主要技术发明1，2的贡献者。（附件1.2，2.18，2.26，2.31，2.33） | | | | | | | | | | |
| 曾获国家科技奖励情况：  无。 | | | | | | | | | | |
| **声明**：本人遵守《国家科学技术奖励条例》及其实施细则的有关规定和国家科学技术奖励工作办公室对推荐工作的具体要求，保证所提交材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。该项目是本人本年度被推荐的唯一项目。如有虚假，愿意承担相应责任并接受相应处理。如产生争议，保证积极配合调查处理工作。  本人签名：  年 月 日 | | | | | | | **完成单位声明**：本单位确认该完成人情况表真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如产生争议，愿意积极配合调查处理工作。  **工作单位声明**：本单位对该完成人被推荐无异议。  单位（盖章）  年 月 日 | | | |

**主要完成人情况表**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓 名 | 高晓明 | | 性别 | 男 | | 排名 | | 第五 | 国 籍 | 中国 |
| 出生年月 | 1965.10 | | | | 出 生 地 | | | 安徽南陵 | 民 族 | 汉 |
| 身份证号 |  | | | | 归国人员 | | | 是 | 归国时间 | 2000.8 |
| 技术职称 | 研究员 | | | | 最高学历 | | | 研究生 | 最高学位 | 博士 |
| 毕业学校 | 中国科学院安徽光学精密机械研究所 | | | | 毕业时间 | | | 1998.1 | 所学专业 | 光学 |
| 电子邮箱 | xmgao@aiofm.ac.cn | | | | 办公电话 | | | 0551-65591534 | 移动电话 |  |
| 通讯地址 | 安徽省合肥市蜀山湖路350号 | | | | | | | | 邮政编码 | 230031 |
| 工作单位 | 中国科学院合肥物质科学研究院 | | | | | | | | 行政职务 |  |
| 二级单位 | 中国科学院安徽光学精密机械研究所 | | | | | | | | 党 派 | 群众 |
| 完成单位 | 中国科学院合肥物质科学研究院 | | | | | | | | 所 在 地 | 安徽合肥 |
| 单位性质 | 事业 |
| 参加本项目的起止时间 | | 2004年1月1日 至 2015年12月 31日 | | | | | | | | |
| 对本项目技术创造性贡献：（不超过300字）  发明三通道共振腔光声光谱侧向共振石英音叉光声吸收测量装置，设计了一种温度可控的光声吸收池，参与设计了差分吸收光声光谱技术测量气溶胶和水汽吸收系数的方案，参与研制了近红外波段气溶胶吸收系数探测的实验系统，主持了一系列光声光谱技术验证和对比实验。负责并完成了该项技术发明的推广应用。是主要技术发明3的贡献者。（附件2.20，2.21，2.36，2.37，2.38，2.39） | | | | | | | | | | |
| 曾获国家科技奖励情况：  无。 | | | | | | | | | | |
| **声明**：本人遵守《国家科学技术奖励条例》及其实施细则的有关规定和国家科学技术奖励工作办公室对推荐工作的具体要求，保证所提交材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。该项目是本人本年度被推荐的唯一项目。如有虚假，愿意承担相应责任并接受相应处理。如产生争议，保证积极配合调查处理工作。  本人签名：  年 月 日 | | | | | | | **完成单位声明**：本单位确认该完成人情况表真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如产生争议，愿意积极配合调查处理工作。  **工作单位声明**：本单位对该完成人被推荐无异议。  单位（盖章）  年 月 日 | | | |

**主要完成人情况表**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓 名 | 黄印博 | | 性别 | 男 | | 排名 | | 第六 | 国 籍 | 中国 |
| 出生年月 | 1976.8 | | | | 出 生 地 | | | 河北唐山 | 民 族 | 汉 |
| 身份证号 |  | | | | 归国人员 | | |  | 归国时间 |  |
| 技术职称 | 研究员 | | | | 最高学历 | | | 研究生 | 最高学位 | 博士 |
| 毕业学校 | 中国科学院安徽光学精密机械研究所 | | | | 毕业时间 | | | 2005.6 | 所学专业 | 大气光学 |
| 电子邮箱 | yhuang@aiofm.ac.cn | | | | 办公电话 | | | 0551-65591517 | 移动电话 |  |
| 通讯地址 | 安徽省合肥市蜀山湖路350号 | | | | | | | | 邮政编码 | 230031 |
| 工作单位 | 中国科学院合肥物质科学研究院 | | | | | | | | 行政职务 |  |
| 二级单位 | 中国科学院安徽光学精密机械研究所 | | | | | | | | 党 派 | 中共党员 |
| 完成单位 | 中国科学院合肥物质科学研究院 | | | | | | | | 所 在 地 | 安徽合肥 |
| 单位性质 | 事业 |
| 参加本项目的起止时间 | | 2004年1月1日 至 2015年12月 31日 | | | | | | | | |
| 对本项目技术创造性贡献：（不超过300字）  完善了激光束侧向散射光柱差分像抖动测量湍流廓线反演方法，改进了激光大气传输及其位相补偿四维数值计算程序，改进了红外波段气溶胶吸收系数的差分吸收光声光谱技术方案，设计并研制了近、中红外波段气溶胶吸收系数探测的实验系统，指导并参与了技术验证和对比实验。负责并完成了该项技术发明的推广应用。是主要技术发明1，3的贡献者。（附件2.17，2.22） | | | | | | | | | | |
| 曾获国家科技奖励情况：  无。 | | | | | | | | | | |
| **声明**：本人遵守《国家科学技术奖励条例》及其实施细则的有关规定和国家科学技术奖励工作办公室对推荐工作的具体要求，保证所提交材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。该项目是本人本年度被推荐的唯一项目。如有虚假，愿意承担相应责任并接受相应处理。如产生争议，保证积极配合调查处理工作。  本人签名：  年 月 日 | | | | | | | **完成单位声明**：本单位确认该完成人情况表真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如产生争议，愿意积极配合调查处理工作。  **工作单位声明**：本单位对该完成人被推荐无异议。  单位（盖章）  年 月 日 | | | |

**完成人合作关系说明**

本项目的主要完成人六人同在中国科学院合肥物质科学院研究院工作，就职于中国科学院安徽光学精密机械研究所大气光学研究中心、中国科学院大气成分与光学重点实验室。该实验室长期从事大气光学参数探测和光波大气传输研究，是国家863计划等相关任务的依托单位。长期以来，该团队根据国家相关任务需求，共同承担了一系列国家科技项目，协同攻关，解决了任意斜程路径上的大气光学参数分布实时探测和传输仿真中的关键技术瓶颈问题。

**王英俭**研究员是大气成分与光学重点实验室主任，国家863计划领域专家委员会委员，是科技部基础性专项、科学院方向性项目等的负责人。**侯再红**研究员是光电工程技术方向学术带头人；**魏合理**研究员是大气辐射传输技术方向学术带头人；**刘东**研究员是激光雷达探测技术方向学术带头人；**高晓明**研究员是大气光谱学技术方向学术带头人；**黄印博**研究员是激光大气传输技术方向学术带头人。

**1. 共同承担科研项目如下：**

（1）863计划“大气传输评估系统与选址研究”(020506)。负责人：侯再红；主要参加人员：刘东，高晓明，黄印博。（**附件1.4.5**）

（2）863计划“大气参数测量与传输评估系统设计与研制”(061008)。负责人：侯再红；主要参加人员：王英俭，刘东，黄印博。（**附件1.4.8**）

（3）863计划“激光大气传输及自适应光学相位校正”(02103)。负责人：范承玉，黄印博；主要参加人员：王英俭，魏合理，刘东。（**附件1.4.10**）

（4）863计划“大气传输试验测量系统”(02314)。负责人：侯再红；主要参加人员：王英俭，魏合理。（**附件1.4.11**）

（5）863计划“机载激光大气传输特性研究”(020206)。负责人：黄印博；主要参加人员：王英俭，刘东，魏合理。（**附件1.4.12**）

（6）863计划“空间目标地基样机大气传输修正分系统研制”(074120)。负责人：魏合理；主要参加人员：高晓明，刘东。（**附件1.4.13**）

（7）科技部科技基础性工作专项重点项目“我国东部整层大气重要参数高分辨垂直分布探查”(2007FY10700)。负责人：王英俭；主要参加人员：魏合理，刘东，高晓明，黄印博。（**附件1.4.14**）

（8）中国科学院重要方向性项目“中国典型地区大气目标背景光学特性应用模式及示范研究”(KGCS2-SW-413)。负责人：王英俭。主要参加人员：魏合理，黄印博。（**附件1.4.15**）

**2. 合作发表代表性文章如下：**

（1）**Heli Wei**, Xiuhong Chen, Ruizhong Rao, **Yingjian Wang**, and Ping Yang, "A moderate-spectral-resolution transmittance model based on fitting the line-by-line calculation," Opt. Express 15, 8360-8370 (2007)

（2）**Huang, Yinbo**; **Wang, Yingjian**; Gong, Zhiben，Numerical analysis of the scaling parameter of adaptive compensation for thermal blooming effects， Proc. SPIE Vol. 4926, p. 146-149, 2002

（3）**Dong Liu**, **Yingjian Wang**, Zhien Wang, Jun Zhou, 2012, The Three-Dimensional Structure of Transatlantic African Dust Transport: A New Perspective from CALIPSO LIDAR Measurements, Advances in Meteorology， Volume 2012 (2012), Article ID 850704

（4）Wang, Zhenzhu., **Dong. Liu**, Zhien. Wang, **Yingjian. Wang**, P. Khatri, Jun. Zhou, Tamio. Takamura, and Guangyu. Shi (2014), Seasonal characteristics of aerosol optical properties at the SKYNET Hefei site (31.90°N, 117.17°E) from 2007 to 2013, J. Geophys. Res. Atmos., 119, 6128–6139, doi:10.1002/2014JD021500.

（5）Tao, Zongming, **Dong Liu\***, Zhenzhu Wang, Xiaomin Ma, Qingze Zhang, Chenbo Xie, Guangyu Bo, Shunxing Hu, and **Yingjian Wang**. "Measurements of aerosol phase function and vertical backscattering coefficient using a charge-coupled device side-scatter lidar." Optics Express 22, no. 1 (2014): 1127-1134.

**承诺：**本人作为项目第一完成人，对本项目完成人合作关系及上述内容的真实性负责，特此声明。

**第一完成人签名：**

**完成人合作关系情况汇总表**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 合作方式 | 合作者 | 合作时间 | 合作成果 | 证明材料 | 备注 |
|  | 共同知识产权 | 王英俭、侯再红 | 2004.1-  2018.12 | 专利：ZL201410395201.6 | **附件1.1** |  |
|  | 共同立项、论文合著、共同知识产权、专著合著 | 王英俭、魏合理 | 2004.1-  2018.12 | 专利：ZL201310143378.2 | **附件1.3** |  |
|  | 共同立项、共同获奖 | 王英俭、侯再红、刘东 | 2004.1-  2018.12 | 奖励：2014年度安徽省科学技术一等奖 | **附件2.26** |  |
|  | 共同立项、共同知识产权、论文合著、共同获奖 | 王英俭、刘东 | 2004.1-  2018.12 | 专利：ZL201510254035.2  ZL201410836095.0 | **附件1.2，2.18** |  |
|  | 共同立项、共同知识产权 | 王英俭、黄印博 | 2004.1-  2018.12 | 计算机软件著作登记: 2003SR1109 | **附件2.22** |  |
|  | 共同立项、共同知识产权 | 侯再红、高晓明 | 2004.1-  2018.12 | 专利：ZL201010583503.1 | **附件2.21** |  |
|  | 共同立项、共同知识产权 | 侯再红、黄印博 | 2004.1-  2018.12 | ZL201310147736.7 | **附件2.17** |  |