

云、能、天自动化观测集成系统

【项目编号】GYHY200806031

【研究周期】2008年10月—2011年10月

【国拨经费】448万元

【项目负责人】吕达仁

【项目骨干成员】霍娟 宣越健 章文星 贾盛洁 潘蔚琳 王健凯

【项目承担单位】中国科学院大气物理研究所

【项目协作单位】中国气象局大气探测技术中心

【主要研究成果】

本项目发展完成了一套完整的、具有自主知识产权的云、能、天自动化观测集成系统，同时在云、能、天自动化观测的技术发展、对比验证研究、推广业务性应用方面取得突破性进展。整个系统包括全天空可见光成像仪、扫描式红外全天空成像仪和激光能见度/天气现象测量系统主体，以及控制、数据采集、处理、显示的软、硬件。依据实时观测的可见光、红外全天空图像，通过分析计算，定量给出云高、云量参数，并可识别5类云状。针对我国多个地区气溶胶量大而且能见度较低的实际情况，通过对可见光、红外天空辐射场的系列研究，进一步发展了新的有效检测方法，提高了低能见度条件下的云检测能力及卷云的检测能力；利用激光能见度/天气现象仪进行天气现象识别，能够区分降雪、降雨和不同能见度大气状况，实时给出能见度或降水粒子尺度、速度等参数。

通过在不同地区和季节的长期野外观测试验，经受了环境考验。与目前国际国内上广泛应用的云观测仪器（云雷达、激光雷达、激光云高仪和气象站观测员）、能见度仪及雨量桶等仪器观测的对比，显示一致性很高，肯定了该系统应用于业务的价值。

本项目的特色和创新点：

- 完成的一套集云、能、天观测为一体的系统，性能可靠，具有自主知识产权。
- 全天空可见光成像仪云检测算法先进，稳定性高，优于同类国际产品。
- 扫描式红外全天空成像仪适于全天候云观测。通过扫描方式获得全天空红外亮温分布，性价比高。

- 能见度/天气现象仪结合散射法和遮光法两种原理，进行不同能见度大气状况和天气现象的识别。

关键技术如下：

- 全天空可见光成像仪云检测

发展了基于有云天空辐射场分布特点的云判别阈值选取自适应调整法，云检测能力及卷云的检测能力较国际通用的固定阈值法有明显提高。开拓了在城市灯光条件下的夜间观测，实现了全天候观测；发展了人工神经网络对全天空图像云型识别算法。对几种典型天空云场（晴空、高积云、卷云、积云、层云）的识别，获得另人鼓舞的结果。

成像仪采用新型高性能、高性价比的成像器件，提高了感光灵敏度、图像分辨率和图像质量。利用新型 USB 端口、网络控制传输技术，采用模块分段连接的结构设计，简化了系统结构，使系统成像装置部分的可操作性、可控性、远程数据传输的可靠性得到增强。同时实现了网络化。

- 扫描式红外全天空成像仪

扫描姿控平台更新为 X-Y 双轴高精度二维扫描，控制安装在姿控平台上的热红外感应头对天空任意方向或区域进行定向观测，或者以传感器视场角间隔对全天空进行扫描，获得全天空红外图像，使用方便灵活。本系统全天候、全天空观测，实时计算给出全天空云底高分布等宏观信息，比激光雷达、云雷达等天顶观测模式，时空代表性优越，亦与目视观测更易衔接。

对天空云识别及云底高度的确定进行了模拟分析计算，建立了物理统计反演框架。针对北京等几个地点已建立起定量反演算法，并发展了大气边界层气溶胶对云反演影响的订正算法，提高了云观测的准确性。

- 激光能见度/天气现象测量系统

多角度激光能见度/天气现象测量系结合散射法和遮光法两种原理，利用前向散射强度与信号频谱特征来区分能见度与天然现象。散射角选择我国现有气溶胶前向散射探测的最优角。采用较大功率激光光源和低噪声接受单元。依据不同天气现象信号频率、均值和噪声等参数综合判定天气现象，区分降雪、降雨和不同能见度大气状况。

I) 算法将每秒的解调信号的平均值减去噪声阈值作为初始值，一旦发生降水，则锁定这个初始值；当降水结束，再重新开始计算初始值。动态阈值的选择可以更为科学的判定降水粒子参数和能见度。

II) 算法中可以计算指定时间段的降水粒子尺度和速度，给出降水粒子谱分布和降水量；

III) 能见度产品比对，在高低能见度部分表现很好！

【成果应用情况】

本专项的目标是完成一套云、能、天自动化观测集成系统，重点是云自动化观测单元和系统集成单元，提交业务示范应用。为使项目成果尽快与业务接轨，项目组在整个任务执行阶段十分注重与相关厂家密切合作，为成果转化和产业化打下了坚实的基础。

江苏省无线电科学研究所有限公司是国内的高新技术企业，经过双方协商达成转让协议，专利“红外云天仪”的使用权独家转让给江苏省无线电科学研究所有限公司，用于面向中国气象局业务系统云自动化观测仪器开发。该企业已经进行了设计改进和工艺的完善，环境适应性、可靠性得到进一步加强。目前，已具备了批量生产能力。

受中国气象局气象探测中心邀请，由项目组自主研发的多波段全天空云像仪参与国庆气象保障服务并圆满完成观测任务。观测地点位于北京市 161 中学内（国家大剧院正北方，长安街北侧），紧临天安门。观测时间自 2009 年 9 月 15 日至 2009 年 10 月 2 日结束，仪器运行情况良好，观测资料通过网络实时向中国气象局气象探测中心及北京市气象局气象台传送。观测服务期间，提供了大量天安门上空红外（全天时 15 分钟间隔）及可见光全天空（全白天 3 分钟间隔）云像资料，为国庆期间天气分析与预报提供了参考。在新中国成立 60 周年祖国上下共欢庆之时，为气象保障任务做出一份贡献。

运用新型可见光成像设备及红外成像仪，2010 年 6—9 月，在北极及附近地区进行了连续云场宏观观测，针对特殊天气条件检验了仪器性能同时获得了宝贵的北极地区云与天空图像资料。2008 年本套全天空云像仪在北京奥运会期间，投入珠峰登顶保障和全程主场馆开闭幕式与比赛期气象保障中。2010 年 6—8 月利用国际探空对比实验平台，参加了由探测中心组织，在广东阳江进行了为期约 2 个月的对比观测实验，参加由中国气象局综合观测司组织的地基云探测设备对比观测实验，仪器运行情况良好。

南京国家基准气候站、深圳市国家气候观象台分别安置一台江苏省无线电科学研究所有限公司生产的双波段云量自动观测仪一套。用于云量的自动观测。

【成果代表图片】

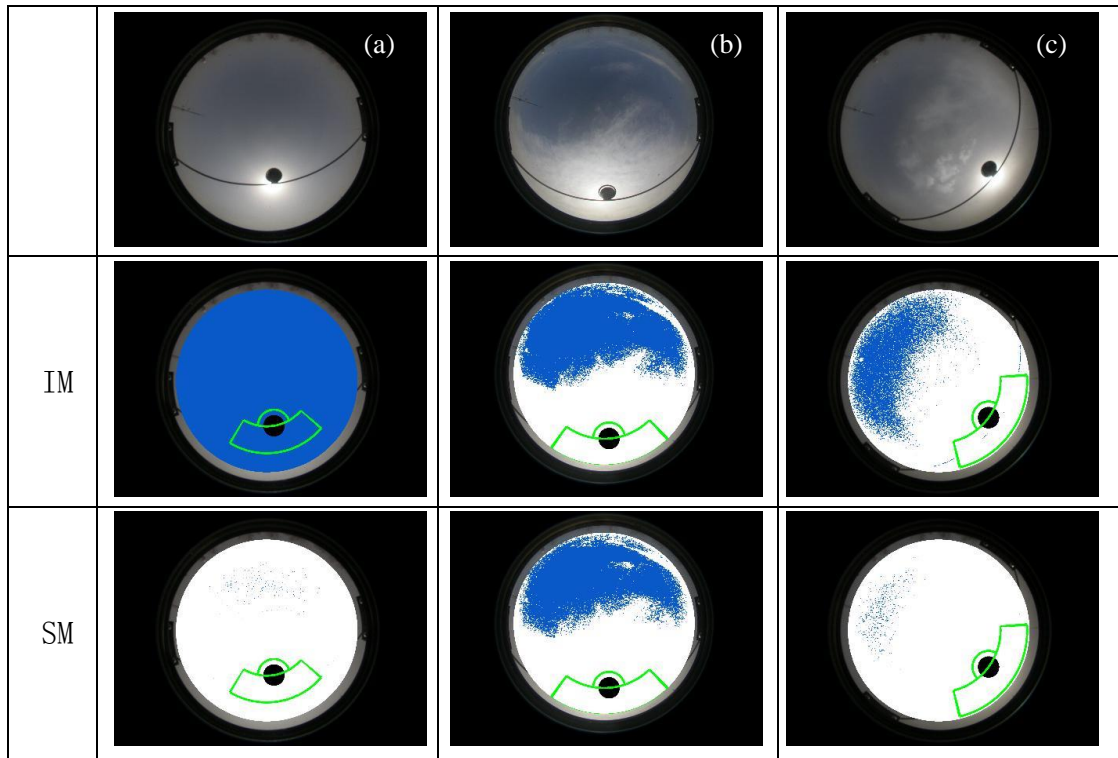


图 云检测新、旧算法的检测效果对比

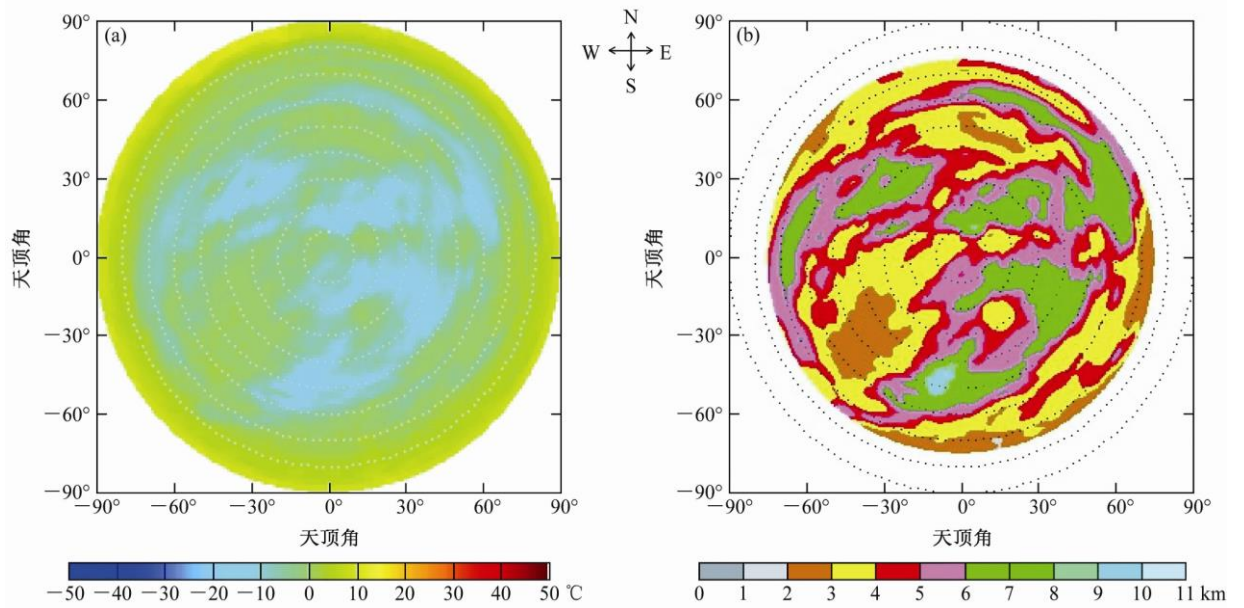


图 2. 2008 年 12 月 3 日 09:30 观测的全天空亮温 (a) 和反演的云底高度 (b)