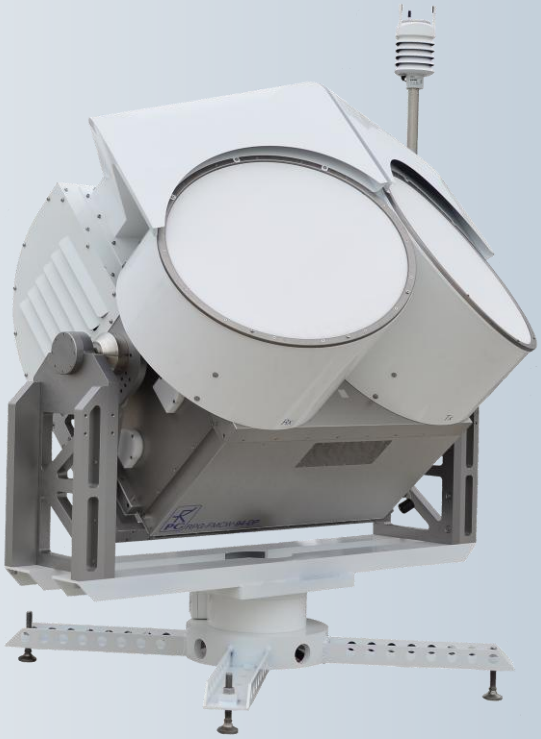
上海歌劳

FMCW-94GHz

94GHz 调频连续波测云仪



技术介绍

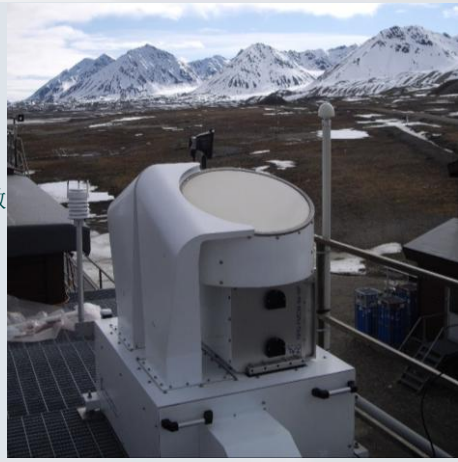
毫米波是指波长介于 1～10mm 之间的电磁波，对应的频率范围约 30-300GHz，毫米波测云仪最常用的两个频段是 35GHz 对应 8mm 波长（Ka 波段）和 94GHz 对应 3mm 波长（W 波段）。与其他波长的天气雷达相比，毫米波测云仪主要技术特性如下：

- 探测精度更灵敏，可以探测直径远小于雷达波长的粒子，如云、雾和沙尘暴。
- 多普勒效应明显，具有较好的多普勒速度的分辨率，测速精度较高。
- 可以用较小尺寸的天线获得较高的天线增益和较窄的波束，因而得到较高的角分辨率，方向性好，有较高的空间分辨率。
- 3mm 波长测云仪体积更小，重量更轻，使用维护成本低，适合地基观测，也适合车载、机载和星载等移动平台。

整体而言，相对于厘米波天气雷达，毫米波测云仪能够穿透含水量较高的厚云层及含水量较低的卷云，对非降水云及弱降水云有较高的探测敏感性，具有探测小粒子、测速精度较高、空间分辨力高的特点，是其他探测手段的有效补充。与 35GHz 测云仪相比，94GHz 测云仪探测小云滴/液滴后向散射的能力较强、天线直径较小，在垂直和扫描模式中对天线旁瓣探测到的地物杂波有着更高的抗干扰性。94GHz 测云仪可以连续观测云的水平、垂直结构变化，获得准确的云内宏、微观参数，以便更好地研究云的特性及其在气候变化中的重要作用，对降水的预测和评估具有重要意义。

产品特点

- FMCW-94 测云仪采用 94 GHz 工作频率，探测精度高和空间分辨率小，体积小，重量轻。
- 采用 FMCW 调频连续波信号，相对于脉冲测云仪具有更高的可靠性、更高的分辨率和灵敏度。
- 垂直空间分辨率最低为 1 米，距离分辨率高。
- 最低垂直探测高度 50 米，能够对边界层的小液滴天气现象，如雾，进行细致的观测。



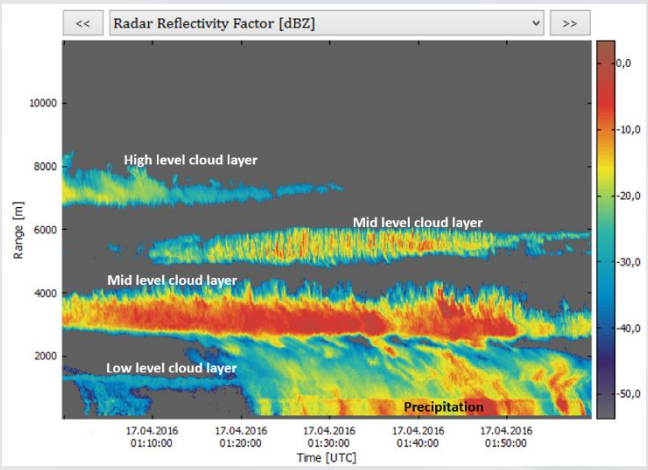
- 短波长和低平均发射功率（1.5W）可在 5km 高度，平均时间 1.7s 的条件下达到较高灵敏度（约）-45 dB Ze。
- 嵌入的 89 GHz 被动微波遥感通道可测量积分云液水（LWP）。被动通道与主动发射方式使用相同的接收天线，具有相同的波束宽度。
- 测云仪和被动通道的绝对校准技术是根据被动辐射计技术来设计的。液氮绝对定标获得长期稳定性，短期的校准是通过 Dicke 周期开关来实现的。
- 基于强劲的露水鼓风机雨雪雾防护系统，可避免小液滴和小冰晶依附在疏水天线罩上。这种防护系统保证了测云仪在一般降水天气情况下都能进行高精度的观测，减少湿天线罩对信号衰减的影响。



观测案例

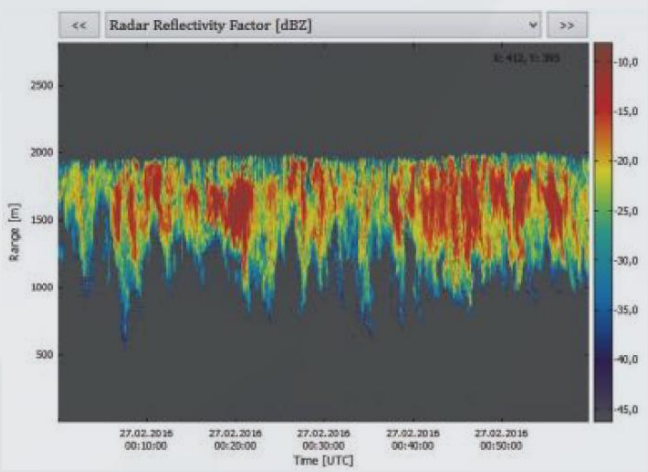
■ 局部云的反演模型

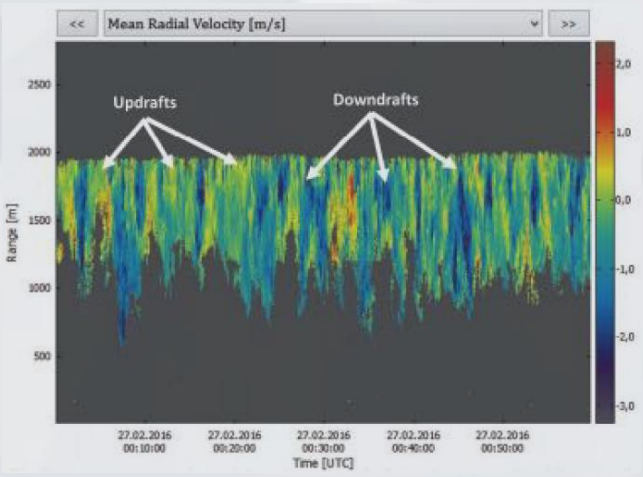
反射率因子的时间范围图(下图)。
观测时间:2016 年 4 月 17 日
地点:德国 Meckenheim (RPG 公司)



■ 混合相态云的形成

反射率因子的时间范围图(上图)和平均多普勒速度(下图)
观测时间:2016 年 2 月 27 日
地点:德国 Meckenheim(RPG 公司)





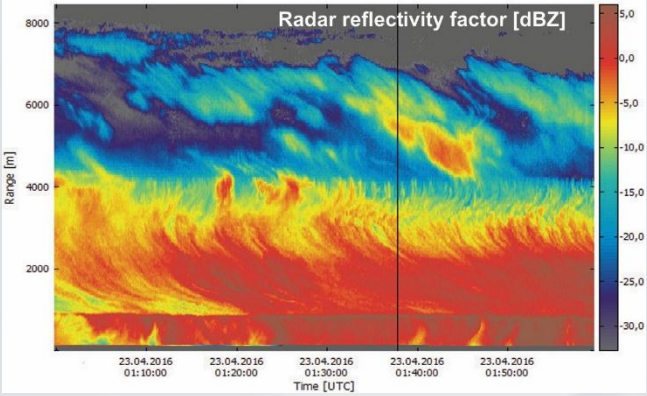
■ 双偏振测云仪独有的技术特点

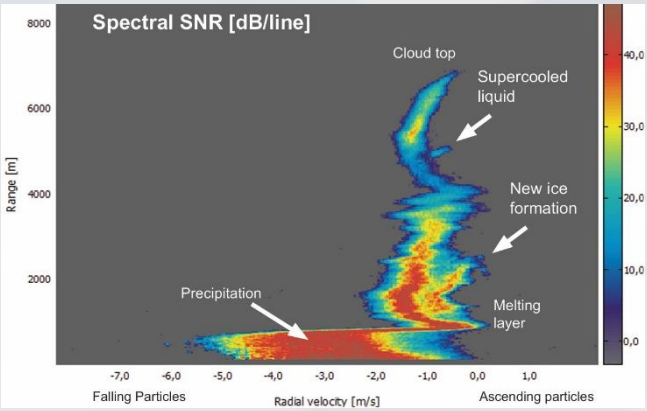
数据产品	
瞬时基数据	反射率因子、平均径向速度、谱宽、偏度、峰度
谱数据	反射功率谱
积分极化数据	差分反射率(ZDP)，水平垂直通道的相关系数 ρhv，差分相移 ΦDP、差分衰减 ADR，差分传播相移 KDP，倾斜线性退偏振比(SLDR)，基于 ρcx 的水平垂直通道倾斜协相关系数
谱极化数据	sZDR, sρhv, sΦDP, sSLDR, sρcx

备注：单偏振测云仪只有一个 V 极化接收机，只能提供瞬时基数据及谱数据，无法提供相关极化数据

■ 云微物理反演的发展和改进

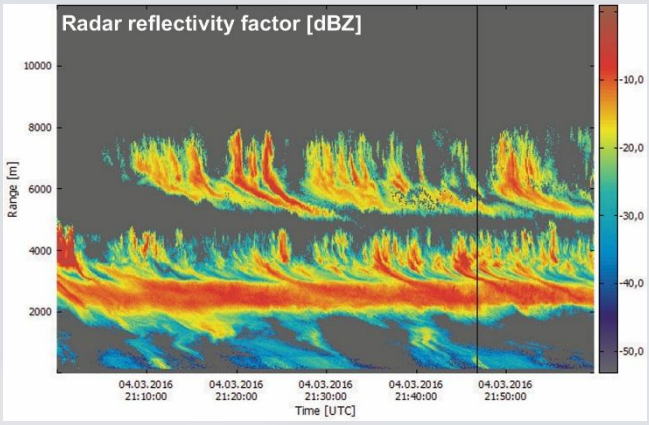
基于强降水云系统，反射率因子的时间范围图(上图)和多普勒速度谱的垂直剖面(下图)(观测于德国 Meckenheim 的 RPG 公司，2016 年 4 月 23 日)。垂直黑线表示取于该时间点的多普勒速度谱剖面图。

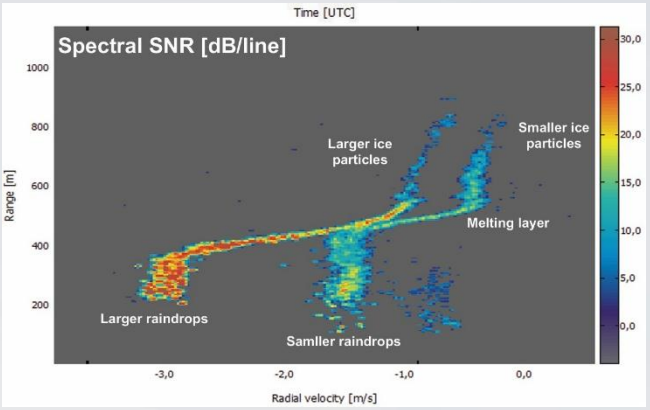




■ 定量降水(如毛毛雨)观测

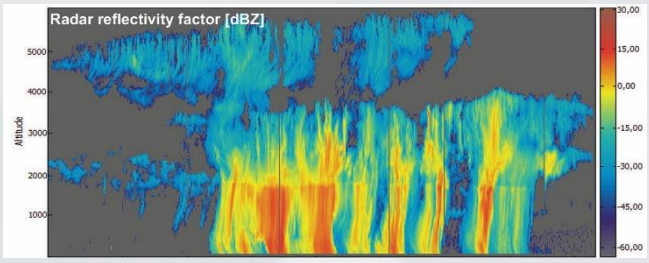
基于一个云系统，反射率因子的时间范围图(上图)和多普勒谱速度谱的垂直剖面(下图)(观测于德国 Meckenheim 的 RPG 公司，2016 年 3 月 4 日)。垂直黑线表示取于该时间点的多普勒速度谱剖面图。

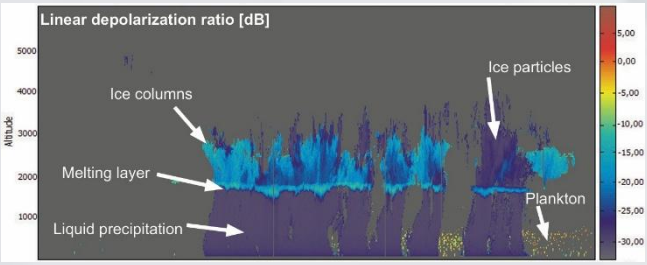


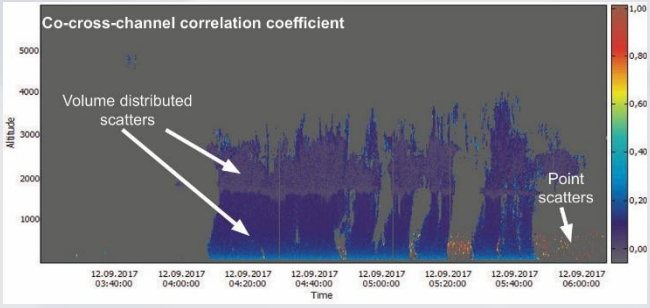


■ 极化观测

线性退偏振比模式下的偏振观测示例。反射率因子(右上图)、线性退偏振比(左下图)和水平垂直通道相关系数(右下图)的时间-高度图。测云仪垂直指向观测，示例为德国观测场的一次观测。



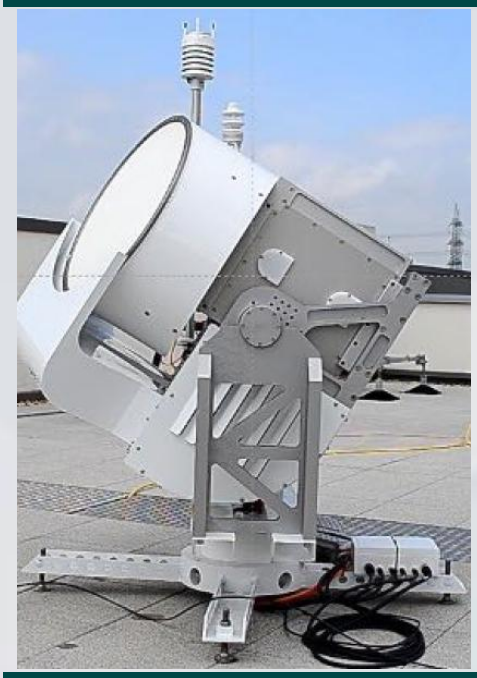




94GHz调频连续波测云仪
技术参数

中心频率	94 GHz（λ=3.19 mm）± 100 MHz
IF 范围	0.3 to 3.7 MHz
发射机功率	1.5 W （固态放大器）（可定制更低发射功率）
天线类型	双固态卡塞洛伦天线（500mm 直径）
天线增益	50.1± 0.3 dB
波束宽度	0.56° ±0.03° FWHM
偏振	V/H 双偏振
接收机系统的噪声系数	< 4.5 dB
灵敏度（3 秒采样时间）	-60 dBZ to 20 dBZ @ 500m 高度 / 5 m 分辨率； -50 dBZ to 20 dBZ @ 2 km 高度 / 10 m 分辨率 -47 dBZ to 20 dBZ @ 4 km 高度 / 30 m 分辨率； -36 dBZ to 20 dBZ @ 10 km 高度 / 30 m 分辨率
测量高度范围	50 m to 12 km 常规，18 km 最大
垂直分辨率	15－30m（在有限距离内可低至 4m）
定标（自动）	发射机功率监测和接收机 Dicke 开关，用于增益漂移补偿（主动和被动通道）
绝对定标（维护）	绝对液氮接收机标定
数据处理系统	内置高性能PC
A/D 采样率	11.45 MHz（数据处理率 0.35－4.5MHz）
采样速率（完整廓线）	可调 ≥ 1 s
多普勒分辨率	± 4 cm/s 或更高
多普勒速度范围	± 9 m/s 最大 (0－2500m) ；±4.2 m/s （2500m 以上）
啁啾变化	典型值 3，可能值 5，可编程
被动通道	89 GHz 用于观测积分云液态水
数据接口	通过光纤数据线实现 TCP/IP 连接
操作软件	实时可视化、实时数据提取、实时控制（可自定义观测模式）、数据存档，测云仪可独立运行
数据产品	多普勒功率谱、反射率因子、平均多普勒速度、谱宽、倾斜度、峰度、差分反射率、差分相移、相关系数等。
数据格式	专有二进制文件、netCDF (CF 标准)
雨/雾/露水防护系统	强力鼓风机机（大约4000m³/h)、疏水天线罩、加热系统（可选，2-4 kW）
地面传感器	自动气象站（温度，相对湿度，气压，降水率，雪，风速，风向）
扫描（可选）	全天空扫描([0－360°]方位角；[0－180°]仰角），方位角和仰角最大转速6°/秒
重量	测云仪本体：～90kg；鼓风机：～90kg； 安装支架：～30kg；导流板：～25kg；方位转向架：～100kg
最大功率	测云仪 700 W，鼓风机750 W，方位转向架：800 W，230 V AC，50－60 Hz
工作环境	环境温度：－20 to +40° C；相对湿度：0 to 100 %

产品展示

30 度仰角	90 度仰角	150 度仰角
		
垂直双偏振测云仪	扫描双偏振测云仪	双频率 35/94GHz 扫描双偏振测云仪
		

上海歌劳气象仪器设备有限公司

地址：上海市大连路 688 号宝地广场 A 栋 1603 单元

电话：+86-21-65864384　传真：+86-021-65370272　邮箱：info@graw.cn

微信：+86 139 1614 6932　手机：+86 139 1614 6932　网址：www.graw.cn