

# 人工影响天气作业中雷达回波特征与催化效果的关系探讨

路建军

府谷县人工影响天气服务中心 陕西榆林

**【摘要】** 本文探讨了人工影响天气作业中雷达回波特征与催化效果之间的关系。在人工影响天气过程中，雷达回波的特征能够提供有关云层结构、降水过程等重要信息，这些特征对于评估催化效果具有重要意义。通过对雷达回波信号的分析，可以识别出云粒子变化、降水增强的模式，为天气作业提供科学依据。研究表明，雷达回波特征与催化效果的相关性较高，雷达技术在监测云层动态、评估催化剂的效果方面具有重要作用。本研究为优化人工影响天气策略，提升降水效果提供了数据支持与理论依据。

**【关键词】** 人工影响天气；雷达回波；催化效果；降水过程；天气作业

**【收稿日期】** 2025 年 7 月 18 日      **【出刊日期】** 2025 年 8 月 19 日      **【DOI】** 10.12208/j.sdr.20250179

## Study on the relationship between radar echo characteristics and catalytic effect in artificial weather modification

Jianjun Lu

Fugu County Artificial Weather Modification Service Center, Yulin, Shaanxi

**【Abstract】** This study investigates the relationship between radar echo characteristics and catalytic effects in weather modification operations. During artificial weather modification, radar echo features provide critical information about cloud structure and precipitation processes, which are essential for evaluating catalytic effectiveness. Through analysis of radar echo signals, patterns of cloud particle changes and precipitation enhancement can be identified, offering scientific support for weather modification strategies. The research demonstrates a strong correlation between radar echo characteristics and catalytic effects, highlighting the significant role of radar technology in monitoring cloud dynamics and assessing catalyst performance. This study provides data-driven insights and theoretical foundations to optimize weather modification approaches and enhance precipitation outcomes.

**【Keywords】** Weather modification; Radar echo; Catalytic effect; Precipitation process; Weather operation

### 引言

人工影响天气作为现代气象技术的重要组成部分，已经在多个领域中取得了显著应用成果。雷达作为关键的监测工具，能够提供详细的云层数据，其回波特征直接反映了云粒子的变化及降水过程。在人工影响天气作业中，雷达回波与催化效果之间的关系尤为重要，因为这关系到降水是否能够被有效激发。通过分析雷达回波的变化模式，可以更加精准地评估催化剂的作用，为作业的优化提供指导。深入探讨雷达回波特征与催化效果的关联性，不仅对提升人工影响天气作业的准确性和效果具有重要意义，也为未来天气调控技术的进步提供了研究基础。

### 1 雷达回波特征在人工影响天气中的重要性与应用

雷达回波特征在人工影响天气中的应用，已成为气象学领域的重要研究课题。雷达回波信号能够提供精确的云层结构、降水过程以及天气系统的动态信息。在人工影响天气作业中，雷达是关键观测工具，通过监测云层的回波特征，可以实时分析云中水汽、云粒子的变化情况，以及降水的生成和发展。雷达回波的强度、形态和变化特征，为气象学家提供了判断催化作业效果的重要依据<sup>[1]</sup>。尤其是在云层中加入催化剂后，雷达回波能够及时显示云中水汽含量和降水的增强情况，进而为决策者提供

反馈,指导人工影响天气作业的调节和优化。雷达回波不仅是天气监测的重要工具,更在评估和调整人工影响天气策略中发挥着至关重要的作用。

随着人工影响天气作业的不断深入,如何更准确地分析雷达回波特征并与催化效果进行关联成为了当前的研究热点。不同的雷达回波特征反映了云层的不同状态,这些特征的变化直接影响催化剂的催化效果。雷达通过扫描和回波数据的分析,能够揭示云粒子碰撞、凝结以及降水增强的过程,这些都为催化剂的选型和施放策略提供了数据支撑<sup>[2]</sup>。通过对雷达回波的连续跟踪和对比分析,气象人员可以判断哪些回波特征与催化效果有显著的相关性,从而根据雷达回波的变化动态调整作业方式,提高催化效果。对于不同类型的云层,雷达所显示的回波形态各异,如何精准地解读这些回波并结合实际作业需求,对提升人工影响天气的效率具有至关重要的意义。

人工影响天气作业中的雷达回波特征与催化效果的关系,已经成为提升作业精度和效果的关键。通过精细化的雷达数据分析,气象学家能够了解催化剂对云层的实际影响,并进一步预测降水的效果。雷达不仅提供了催化剂施放后的实时监测,还能够帮助分析不同天气条件下催化效果的变化趋势。随着技术的发展,雷达回波分析正逐渐向更高精度、更高效率的方向发展,结合新的雷达技术与数据处理方法,人工影响天气作业中的雷达应用将变得更加精细化、智能化。这不仅为理论研究提供了支持,也为实际作业提供了新的思路和方法。

## 2 雷达回波特征与催化效果之间的相关性分析

雷达回波特征与催化效果之间的关系紧密而复杂,理解这种关系对于优化人工影响天气作业具有重要意义。雷达回波的强度、形状、以及回波的移动模式,可以反映云层内部的水汽分布、云粒子大小和形态等重要信息,这些特征与催化效果的关联性直接影响降水过程。在人工影响天气中,催化剂通过引发云粒子的凝结或冻结作用,增强云中的降水能力<sup>[3]</sup>。雷达回波能够实时监测云层反应的变化,尤其是云内水汽的增加与云粒子变化的显现。回波的增强和形态的改变往往表明催化剂的作用正在起效,导致降水过程的启动或加剧。雷达回波的变化提供了对催化效果的直接反馈,可以帮助评估催化作业

是否达到了预期效果。

深入分析雷达回波的不同特征对于理解催化效果具有重要价值。雷达回波的频率、强度以及分布特征能够揭示云层的密度变化和降水的潜力。通过对比催化剂施放前后雷达回波的变化,能够识别出回波强度增加与降水量增强之间的关系。特别是在云层结构较为复杂的情况下,雷达回波的细微变化更能反映出催化剂在不同云层中催化效果的差异。对于不同类型的云,如积云、层云等,雷达回波的响应形式各不相同,这要求在人工影响天气作业中根据回波特征采取不同的策略。通过对雷达回波的细致分析,可以判断催化剂对不同云层的适应性和影响,优化施放策略,提高作业的成功率。

雷达回波特征与催化效果的相关性分析,不仅仅局限于回波强度的变化,更深入到回波形态、动态变化等方面。回波模式的变化,如从弱回波转变为强回波,或者回波形态的转变,往往是云内水滴凝结、冰晶形成以及降水增强的信号。这些信息能够为催化作业提供重要参考,帮助气象人员实时调整作业方案<sup>[4]</sup>。结合不同类型雷达(如气象雷达、天气雷达等)提供的数据,能够进一步提高对回波特征与催化效果关系的识别精度。通过多维度的雷达数据分析,能够实现对催化作业效果的精细化评估,进而为人工影响天气的操作决策提供科学依据。

## 3 雷达数据在评估催化剂效果中的应用方法与技术

雷达数据在评估催化剂效果中的应用方法,主要依赖于精确的回波分析与实时监测。在人工影响天气作业中,雷达数据能够提供云层结构、降水演变以及催化反应的即时反馈。通过分析雷达回波强度的变化,可以评估催化剂在云层中的影响力。若催化剂能够促进云粒子聚集或冰晶形成,雷达回波的强度通常会增加,反映出云中水滴或冰晶的浓度提高<sup>[5]</sup>。这种变化提供了对催化作业效果的直接观测数据,为后续作业的调整与优化提供依据。在多次作业过程中,通过比较不同时间点的雷达回波数据,气象人员能够深入分析催化剂的短期与长期影响,从而指导实际作业方案的实施。

雷达数据技术在评估催化剂效果中的应用,通常结合不同类型的雷达系统,如双偏振雷达、Doppler 雷达等。这些雷达系统可以分别测量不同的

回波特性,如云粒子粒径、云水含量、风场变化等重要参数,从而全面评估催化剂的效果。例如,双偏振雷达能够通过测量回波的偏振特性来分析云粒子的形状和大小变化,进而评估催化剂在引发降水方面的实际作用。Doppler 雷达则可以提供云层中风速和风向的变化,这对理解云粒子的迁移与聚集至关重要,有助于判断催化剂的效果是否及时显现。

在实际应用中,雷达数据通过与气象模拟系统结合,为评估催化剂效果提供了更为准确的技术支持。通过集成雷达回波数据与气象模型的输出,气象学家能够更好地预测催化剂施放后云层的演变过程。这一过程通常包括对云层中水汽输送、云粒子碰撞、冰晶形成等复杂过程的实时监控<sup>[6]</sup>。借助高精度的雷达数据和模型的结合,评估催化剂效果的能力得到了显著提升,使得人工影响天气作业在实践中的实施更具科学性和高效性。

#### 4 优化人工影响天气策略中的雷达回波分析实践

雷达回波分析在优化人工影响天气策略中的实践应用,对于提高作业精度和效果至关重要。雷达回波信号为气象人员提供了实时的云层动态信息,能够精确捕捉到云中水汽含量、云粒子变化以及降水演化的细节。这些信息帮助气象专家评估催化剂对云层的实际影响,并实时调整作业策略<sup>[7]</sup>。通过分析回波强度和形态变化,可以判断催化剂是否在云层中成功引发了降水过程。雷达回波的监测结果为气象人员提供了有力的证据,帮助他们根据不同云层的特性选择合适的催化剂类型和施放方法,进而优化人工影响天气的整体效果。

在实践中,雷达回波分析不仅局限于回波强度的简单测量,还涉及更为复杂的回波形态、动态变化以及多种气象因素的综合分析。通过对回波数据的多维度分析,气象人员能够识别出不同云层的反应模式,判断催化剂施放后对云层的具体影响。雷达回波的增强通常表明云粒子的浓度增加,可能是催化剂作用的结果。通过不断跟踪回波的变化,气象学家能够捕捉到云层结构的微妙变化,进而动态调整作业策略,确保催化剂的最大效果。这种基于雷达回波数据的动态调整策略,使人工影响天气作业能够在实时反馈的基础上做出科学决策,从而提升作业的效率 and 成功率。

雷达回波分析的应用还需要与气象模型相结合,进一步提高优化策略的精度。雷达数据与数值天气预报模型相结合,能够在作业前期预判云层的演变趋势,指导催化剂的施放时机与区域。通过整合雷达回波数据与气象模拟数据,气象人员可以全面了解云层结构、降水潜力以及催化剂施放的最佳窗口期,从而实现作业方案的精准调整<sup>[8]</sup>。随着雷达技术的不断进步,回波分析的精度也在不断提高,这为人工影响天气作业的优化提供了更多可能性。通过雷达回波分析,人工影响天气作业不再是单纯的经验性操作,而是基于科学数据的动态决策,进一步提高了作业的成功率和效果。

#### 5 结语

雷达回波分析在人工影响天气作业中的应用,不仅增强了对云层和降水过程的理解,也为催化效果的评估提供了精准的技术支持。雷达数据的实时监控和动态分析,使得气象人员能够根据不同的回波特征调整作业策略,从而提升作业的效率 and 成功率。结合现代雷达技术与气象模型,人工影响天气的优化策略变得更加科学和精细。未来,随着雷达技术的不断进步,雷达回波分析将在人工影响天气领域发挥更加重要的作用,推动该领域的研究与实践不断向前发展。

#### 参考文献

- [1] 刘洪泉,翟圣杰,刘文佳,等.城市景观水体催化臭氧氧化技术的参数优化与效果评价[J].工业水处理,2025,45(06): 202-210.
- [2] 宋冬昊,王文明,王敏仲,等.基于轻量级梯度提升机对毫米波雷达云回波数据分类[J].科学技术与工程, 2025, 25(17): 7072-7079.
- [3] 戚亚波,谢成勇,刘金亮,等.气象无人机在人工影响天气业务中的应用[J].气象水文海洋仪器,2025,42(03):122-124+128.
- [4] 王晓艺.基于微波链路的雷达回波雨衰订正方法和试验研究[J].数字通信世界,2025,(05):16-18.
- [5] 魏伊可,毛庆洲,周昊,等.基于非对称广义高斯函数的激光雷达多回波分解算法[J/OL].武汉大学学报(信息科学版),1-16[2025-07-11].
- [6] 王飞,芦广起.选择性催化还原技术在废气脱硝中的应用

效果研究[J].中国资源综合利用,2025,43(04):18-20.

53(02):285-292.

- [7] 殷占福,荆国栋,田东晓,等.人工影响天气地面作业装备虚拟仿真在气象宣传科普中的应用[J].中国信息化,2025,(04):125-126+120.

- [8] 扈勇,杨洋,赵利伟,等.国内首座人工影响天气亚音速云雾环境风洞的设计与流场品质测试[J].气象科技,2025,

**版权声明:** ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



**OPEN ACCESS**