

雨幡洞云

雨幡洞云，俗称穿洞云，指中高空云层（高积云、卷积云）中出现的圆形/椭圆形明亮空洞，下方常伴有丝缕状冰晶拖尾（雨幡），是自然+飞机触发的罕见云物理现象。

一、核心特征

- 形态：云洞直径数百米至数公里，边缘清晰；下方悬挂丝状、流苏状冰晶尾迹（雨幡），未落地即蒸发，形似水母或 UFO。
- 云族：多形成于高积云、卷积云（中高云，高度 4–10km）。
- 颜色：洞边云体洁白，洞内天空湛蓝；阳光合适时可见环地平弧（火彩虹）。
- 时长：维持数十分钟至数小时，冰晶落完后洞逐渐愈合。

二、形成条件（3 要素）

1. 过冷水云：云层温度 $-5^{\circ}\text{C} \sim -20^{\circ}\text{C}$ ，含大量低于 0°C 仍液态的过冷水滴（不稳定状态）。
2. 触发机制：飞机穿过（主因）——机翼/螺旋桨降温、尾气微粒充当凝结核，触发过冷水滴瞬间冻结成冰晶。
3. 冰晶沉降：冰晶快速增大、变重，集体下落形成雨幡，云体局部“塌陷”，留下圆形空洞。

三、形成过程（4 步）

1. 高空存在过冷水滴层（温度 $< 0^{\circ}\text{C}$ ，液态）；
2. 飞机穿越，扰动气流、降温并提供凝结核；
3. 过冷水滴连锁冻结成冰晶，迅速长大；
4. 冰晶重力沉降，云体被“掏空”，形成洞+雨幡。

四、关键辨析

- 雨幡洞云 $\neq$ 雨幡：雨幡是无洞、仅丝缕尾迹；雨幡洞云是洞+雨幡的组合。
- 人为触发：90%以上由飞机引发，属“人工影响天气”的自然案例。

五、地理/考试要点

- 高发区：中纬度、多民航航线、冬季/早春（过冷水云易形成）；中国长三角、华南、西南上空常见。
- 天气指示：预示高空冷湿、大气稳定度低，短期可能有小雨或降雪。
- 答题模板：雨幡洞云是高积云/卷积云中的圆形空洞，由飞机穿过过冷水云触发，过冷水滴冻结成冰晶沉降，形成洞+雨幡；多发生于中高纬、冬季、航线密集区。