

## 冻雨和冰风暴

---

朱丰

中国气象科学研究院

2013年5月1日

### 1 概念

- **deep freezing layer 深冻层**: 近地面处温度廓线低于冰点的较为深厚的层次, 称为深冻层 (*deep freezing layer*)。若层次不够深厚, 则称为浅冻层 (*shallow freezing layer*)。
- **sleet 雨淞**: 雪花下降过程中开始融化, 到了深冻层后结成冰丸 (*ice pellet*), 称为雨淞 (*sleet*)。
- **freezing rain/glaze 冻雨**: 过冷水滴 (*supercooled liquid drops*) 触碰到冷的物体就几乎直接冻结, 在物体表面形成薄薄的冰层, 这样的降水称为冻雨 (*freezing rain/glaze*)。若雨滴较小, 则称为冻结细雨 (*freezing drizzle*)。
- **rime 雾凇**: 过冷云滴或雾滴触碰到冰点温度以下的物体时, 累积形成的白色或乳色的颗粒状冰层叫作雾凇 (*rime*)。
- **black ice 黑冰**: 小雨或过冷雾滴触碰到温度低于冰点的天桥路面, 形成一层颜色相对较暗的冰面, 称为黑冰 (*black ice*)。它会对交通造成极大的危害。
- **ice storm 冰风暴**: 存在大量冻雨或冻结细雨的风暴, 称为冰风暴 (*ice storm*)。

## 2 影响

冻雨和冰风暴会给人类生活带来极大的危害。

1998 年一月发生在新英格兰北部 (northern New England) 和加拿大 (Canada) 地区的一次巨型冰风暴致使数百万居民失去电力供应, 某些地区断电时长甚至达到两周。风暴使得某些社区冰层达到 4 英寸厚, 造成了十亿美元的损失。2002 年一月, 美国堪萨斯州 (Kansas) 以及密苏里州 (Missouri) 地区遭受百年来最严重的冰风暴, 冰层达 2 英寸厚, 导致超过 30 万居民断电。2008 年十二月, 在美国东北部发生了另外一次冰风暴, 导致宾夕法尼亚州 (Pennsylvania) 到缅因州 (Maine) 一带 100 多万家庭和企业断电。此外, 2009 年一月一次强有力的冰风暴导致俄亥俄河谷 (Ohio River Valley) 地区 70 万居民断电, 造成 2 亿美元的损失, 55 人死亡, 其中仅肯塔基州 (Kentucky) 就死亡 25 人。不仅美国是冰风暴的高发区, 处在同一纬度的中国南方也在 2008 年遭受了冰雪灾害。

## 3 机制

不同的温度廓线形成不同形式的降水, 特定的温度廓线才能形成冻雨。

当温度廓线在所有高度都低于冰点时, 雪花从高空到地面一直都维持着雪花的形态。当温度廓线在高空和地面都低于冰点, 但在中间某一高度层内高于冰点, 且接近地面处为深冻层时, 雪花在下落的过程中经历“雪花——雨水——雨淞”的变化, 最终以雨淞的形式降落到地面。与之相似的情况, 但接近地面处为浅冻层时, 则雪花在下落的过程中经历“雪花——雨水——冻雨”的变化, 最终以冻雨的形式降落到地面。当温度廓线只在高空低于冰点, 但在高空以下的层次都高于冰点, 则雪花在下落的过程中逐渐融化成雨水, 最终形成常见的液态降水。

可见, 当出现类似逆温层结构的温度廓线时, 需要警惕雨淞、冻雨以及冰风暴的出现。

## 参考资料

[1] 《高等天气学》课程阅读材料, 取自 C. Donald Ahrens and Perry Samson. 2011. *Extreme weather and climate*. USA: Brooks/Cole CENGAGE Learning

[2] William R. Cotton, George H. Bryan and Susan C. van den Heever. 2011. *Storm and cloud dynamics*. USA: Academic Press.