生活与物理

关注民生时事，开发课程资源*

——一场冻雨引发的学科教学与育人的思考

杜素峰 （南京师范大学附属中学树人学校 江苏 210011）
叶鸣扬 （南京师范大学附属中学树人学校 江苏 260011；南京师范大学教师教育学院 江苏 210023）

摘 要 通过关注时事“冻雨灾害”，初探冻雨的成因及其与其他形式降水的区别，挖掘冻雨素材在物理教学与学科育人中的价值，并运用过冷水开发创新课堂演示实验。

关键词 冻雨 过冷水 创新实验
文章编号 1002－0748(2024)7－0078 **中图分类号** G633·7 **文献标识码** B

1 2024年初的一轮大面积冻雨

2024年1月31日以来，我国中东部地区遭遇了较强雨雪天气，是2008年以来全国最复杂的春运天气。其中，河南中部、安徽中北部、湖北中东部、湖南北部、贵州东部等地遭遇冻雨[1]。

冻雨以液态水的形式完成降水，但是这些液态水接触地面0℃以下物体的一瞬间，会迅速凝固成冰，相较于雪难以及时铲除，于是便会给当地人们的正常生活和生产带来极大不便，甚至是灾难。例如，冻雨落在树枝上迅速结冰，给树枝“包裹”上一层外表光滑而透明的坚硬冰层，称为雨凇。树枝难以承受雨凇带来的“额外重量”而发生断裂、坠落，形成巨大安全隐患[2]。再如，冻雨落在输电线上，也会在电线上形成一层厚厚的冰层，电线在遇冷收缩和不堪重压等多重因素下，也极易断裂。总之，冻雨对受灾当地的农业生产、交通系统、电力通信系统和航空运输等诸多领域都会造成相当规模的危害。

冻雨是怎样形成的？该过程与普通的降雨有着怎样的区别？

2 冻雨的成因

2.1 过冷水滴

要弄清冻雨的形成过程，需要先了解过冷水滴。过冷水滴是温度下降到正常凝固点以下而不冻结的水滴。其过冷却程度与水滴中是否缺乏结晶核、周围是否有固态边界以及是否受振动等因素有关。过冷水滴在大气中很常见，在－40℃的情况下还能观测到。水滴越小、越纯，过冷却的可能性越大[3]。

过冷液体处于一种亚稳态，当它的温度大大低于所处压强环境的凝固点时，只需投入极少量固体微粒，或提供轻微的机械振动，凝固过程就能立即并以较快速度进行[4]。

2.2 冻雨的成因及其与其他形式降水的区别

在初中物理“物态变化”一章的教学过程中，教师通常会向学生介绍降水的成因：

① 水蒸气在高空遇冷凝华成小冰晶。这其实描述的是自然界中两种降水机制的一种——冷云降水，我国绝大多数的地区和时节的降水主要源于这种机制；

② 若小冰晶在下落过程中进入到温度高于0℃的暖空气后就会熔化成液态，落地为雨；若小冰晶在下落过程中，周围环境始终在0℃以下，则不会熔化，落地为雪。

自然地理学中的降水，不仅包含雨和雪，还包含雨夹雪、冻雨等形式。冻雨是一种特殊且相对罕见的降水形式，需要在一些极端的气候条件下才能发生：某地区在强冷空气到达前，高空温度低于－10℃而大气底部几千米区域温度高于0℃（上冷下暖）；

* 基金项目：本文系江苏省中小学教学研究第十四期学科发展示范（创新）中心专项课题“基于课堂实验培养初中生物理思维能力的实践研究”（课题编号：2021JY14－XK－L05）阶段性研究成果。

中国知网 https://www.cnki.net

强冷空气到达后，因为其密度较大，冷锋如同锲子一般侵入暖空气底部，导致暖空气被夹在两个冷空气层的中间（冷—暖—冷），冷锋以下的空气连同大地温度都降至0℃以下。

经过过程②所形成的液态雨滴在暖空气中下落时，会不断长大并且破裂成更多小雨滴，绝大多数小雨滴内部不再具有最初形成雪时的结晶核。此外，地面附近空气中的结晶核（通常是一些固体小微粒）会在降水初期被大量清洗。所以，当小雨滴进入到冷锋区域时，周围温度低于0℃且大量雨滴不能遇到新的结晶核，那么它们将成为温度低于0℃的过冷水滴，也就形成了冻雨。冻雨在落地瞬间接触到了固体（固态边界）并发生猛烈振动，于是可以迅速凝固成冰。

综上所述，雨、冻雨、雪的成因差异，可通过图1简要示意。

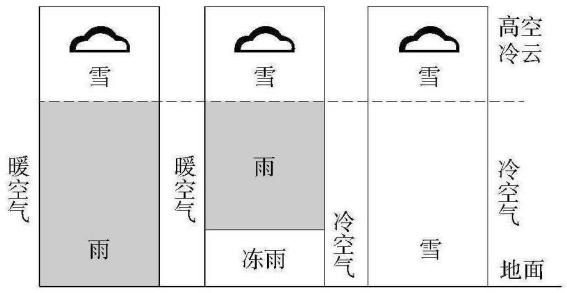

图1　雨、冻雨、雪的成因差异

3　挖掘冻雨的教学育人价值

《义务教育物理课程标准（2022年版）》（以下简称“新课标”）提出，“跨学科实践”主题的内容应具有跨学科性和实践性特点，与日常生活、工程实践及社会热点问题密切相关[5]。冻雨的成因与自然地理知识有关，其造成的危害涉及人文地理的方方面面，且本轮冻雨覆盖地域广，事发时间恰逢春运，受灾群体大，社会关注度高，是开发跨学科实践学习和挖掘教学育人价值的理想素材。

3.1　以关心民生时政立意引入课题

在八年级物理“水循环”这一节中，教师在介绍完雨、雪的成因后，引入2024年初冻雨及其造成危害的相关报道，引导学生关注时事新闻，心系民生大事，为开展后续学习做好铺垫，践行“从生活走向物理，从物理走向社会”的课标理念。

3.2　以跨学科实践的方式开展研究

效仿“新课标”——四、课程内容——（五）跨学科实践——5.1物理学与日常生活中的“活动建议”，设计三个跨学科实践作业，供学生选择、研究，并交流汇报：

（1）通过自主学习、资料查阅，分析冻雨的成因以及其中涉及的不同学科知识，撰写一篇小论文；

（2）通过资料查阅，探索冻雨给受灾当地带来的各方面危害，从跨学科视角出发撰写简单的调查报告；

（3）通过资料查阅，了解受灾当地在冻雨前后做出的防灾减灾努力，撰写一篇公益小报《冻雨来临我们如何应对》（或自拟标题），给本地市政部门及市民提出合理建议。

3.3　以唯物辩证法思维引导世界观

初中学生的世界观、人生观、价值观正处于形成的关键时期，对待很多事物的看法依然保持着“非好即坏”的二元对立思维。大多数学生通过冻雨的危害等新闻报道第一次接触到过冷液体这一概念，难免会产生“过冷液体只会带来危害”这类先入为主的片面见解。

其实，过冷液体在生活生产中的应用十分广泛。例如单晶体就可以利用过冷液体来制备。再如人体器官、种畜精液、冷藏食品等的速冻低温保存，也是过冷液体的重要应用实例[4]。教师通过列举事例，帮助学生树立一分为二的观点看待问题和事物，为学生日后对唯物辩证法的理解奠定事实基础。

3.4　以过冷水的妙用开发创新实验

在八年级“物体的质量”这一节的教学中，为了证明物体的质量与状态无关，教师通常会用冰来做实验。但是由于冰的熔化过程比较缓慢，不宜消耗大量课堂时间来进行直接演示，所以目前课堂上对这个实验的处理一般有以下两种方法。

方法一：通过课前拍摄照片的方式呈现。在冰块熔化前测出烧杯和冰块的总质量；待冰块熔化后再测出烧杯和水的总质量。进行对比后发现两次总质量相等，从而得出物体的质量与状态无关这一结论。

方法二：课前用固定机位的摄像机录像，课上通过倍速快放的方法呈现冰的熔化过程，最后发现冰熔化成水的过程中总质量不变从而得出结论。

然而以上两种方法都有弊端。方法一显得证据缺乏说服力，难免会让学生对实验的中间过程产生猜疑；方法二虽然避免了上述猜疑，但在冰块长时间的熔化过程中，空气中的热水蒸气会在烧杯外壁大

中国知网　https://www.cnki.net

量液化，导致在熔化过程中出现电子秤示数微微改变的情况。实验中也很难做到在不扰动电子秤示数的前提下，始终对烧杯外壁产生的水珠跟进及时的擦拭。

这些问题促使笔者思考是否有熔化时间较短，操作比较简易的替代物质。起初笔者想到的是金属镓。镓的熔点为29.7℃，在热水中就可以发生熔化，而且它的熔化时间是比较短的。但考虑到其单质价格较高、空气中易氧化且具有微弱的毒性，遂决定放弃。之后笔者通过逆向思维想到了可以瞬间凝固的过冷水，较好地解决了这一问题。

过冷水的课前制备和课堂使用步骤如下：

(1) 器材：纯净水(实验室制取，或购买超市里的瓶装纯净水)、毛巾、冰箱、保温袋。

(2) 操作过程：

① 如图2所示，用毛巾将瓶装纯净水紧密包好，放入冰箱冷冻室中(−20℃)静置四小时左右，若冰箱冷冻室中有其他物品则需存放约五小时左右；



图2　毛巾包裹瓶装纯净水

② 缓慢将装有纯净水的瓶子取出，装入保温袋后从实验准备室运送到教室，运送过程中避免剧烈摇晃，以保证瓶内的过冷水一直处于液态；

③ 课堂演示时，先用毛巾将瓶子外面的水擦干，将瓶子轻轻放置在电子秤上，读出过冷水和瓶子的总质量。如图3所示为541 g。



图3　过冷水和瓶子的总质量

④ 手持瓶子在桌面上敲击一下，即可看到过冷水开始迅速凝固，整个过程约在4秒内完成。可提前用手机连线实时投屏，让所有学生都能看到这一短暂而又神奇的现象，如图4所示。

⑤ 再用毛巾将表面水擦干，给学生展示现在瓶中已经全部是冰，再将瓶子放置在电子秤上，读出冰和瓶子的总质量。如图5所示依然为541 g。



图4　过冷水迅速凝固的过程



图5　冰和瓶子的总质量

4　总　结

《义务教育课程方案(2022年版)》强调了优化课程内容结构——基于核心素养发展要求……设计课程内容，增强内容与育人目标的联系[6]。学科教学不仅要包含本学科知识、技能、思想方法的传授，也需要肩负着学科育人责任。将民生热点素材带进课堂不但可以为学生创设跨学科学习、合作交流学习的机会，拓展学生的能力水平和知识面，更有助于学生形成辩证看待事物的思维与意识，提升学生关注时事，心系社会的责任感和情怀，让“新课标”对于培养学生核心素养的要求落地开花。

参考文献

[1] 央视网. 暴雪冻雨让回家的路更“遥远”[EB/OL]. (2024-02-06)[2024-02-19]. https://m.gmw.cn/2024-02/06/content_1303654835.htm.

[2] (美)Frederich K. Lutgens, Edward J. Tarbuck. 气象学与生活[M]. 陈星，黄樱，等译. 北京：电子工业出版社，2016.

[3] 孙鸿烈，吴国雄，郑度，等. 自然科学大辞典系列·地学大辞典[M]. 北京：科学出版社，2019.

[4] 秦允豪. 普通物理学教程　热学[M]. 北京：高等教育出版社，2004.

[5] 中华人民共和国教育部. 义务教育物理课程标准(2022年版)[S]. 北京：北京师范大学出版社，2022.

[6] 中华人民共和国教育部. 义务教育课程方案(2022年版)[M]. 北京：北京师范大学出版社，2022.

中国知网　https://www.cnki.net