

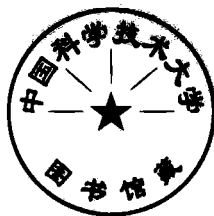
谈谈雷雨

(苏联) 柯罗科洛夫

科学普及出版社

談 談 雷 雨

〔苏联〕柯罗科洛夫 著
刘丕竟、甘康年 譯
謝 新 校



科学普及出版社

1958年·北京

本書提要

雷雨这个自然現象。不但威胁着人类生命财产的安全，而且还直接影响着航空、無線电通訊、輸送电流等許多工作的正常进行。

那么雷雨究竟是怎样产生的？它到底是怎么一回事？有没有办法去預測、控制和利用这个自然力量？关于这些問題，讀者將在本書中找到解答。

总号：717

談談雷雨

О ГРОЗЕ

原著者：В. КОЛОКОЛОВ

原出版者：ДЕТГИЗ, 1956

譯者：刘丕竟、甘康年

校訂者：謝新

出版者：科学普及出版社

(北京市西直門外勝家灣)

北京市書刊出版業營業許可證出字第 091 号

發行者：新华書店

印刷者：北京市印刷一厂

(北京市西便門南大街乙 1 号)

开本：787×1092 $\frac{1}{2}$ 印張：3 $\frac{1}{4}$

1958 年 7 月 第 1 版 字數：74,300

1958 年 7 月 第 1 次印刷 印數：7,200

統一書号：13051·93

定 价：(9)3 角 7 分

目次

引言	1
第一章 有关雷雨的若干傳說	4
人和自然力	4
人类揭穿了雷电的秘密 罗蒙諾索夫的测雷机	7
第二章 为什么会發生雷雨	10
“造雨的机器” 雷雨云里的电是从哪里来的	10
雷雨和雷雨云的“解剖”和“生活”情况	22
第三章 人类学习解释自然現象	25
闪电是怎么回事 綫狀闪电是怎样發展起来的	25
几种罕見的闪电	29
飞碟和球形闪电	30
談談打雷	34
晴天霹靂	36
闪电能“馴服”嗎 闪电的功率	39
在其他行星上也有雷雨嗎	45
第四章 闪电發生的作用	46
数字和事实	46
第五章 斗争在繼續着	54
避雷針是怎样出現的	54
闪电再不能为害了	58
雷雨現象的模型实验	62
第六章 雷雨有自己的規律	66
雷雨的地理学	66
雷雨的形形色色	69

冬天有雷雨嗎 白天的雷雨和夜間的雷雨	71
雷雨遊历时所走的長路和短路	73
第七章 抑制雷雨的禍害	78
監視雷雨的雷達	78
看雷雨的千里眼	81
对收听無綫電的干扰或“天電干扰”	84
雷雨对航綫上飞行的飞机会造成什么危險	86
人怎样才能測出雷雨（雷雨来临前在当地的征兆）	92
怎样防雷	97
第八章 人类轉入进攻	100
怎样研究閃電和雷雨的本質	104

引 言

一个晴朗而炎热的夏天，在那澄清如洗的、蔚蓝色天空，一朵朵白云悠悠地向远方飘去。看到它们，不由使人想起莱蒙托夫那些令人神往的绝妙诗句：

天空的乌云啊，永恒的流浪者！
你们，被逐放的流囚啊，像我一样，
打从碧色的草原，珠鍊一般地
由可爱的北国匆匆地奔向南方。

展开在你面前的是一片和平宁静的自然景色。谁能想到，再过几小时这里就会发生雷雨呢？

太阳升得越来越高了。在遥远的地方，可以看到地面升起了一股股颤动的气流，隐隐现现，像是篝火上缭绕的微烟一般。天气酷热，使你感到微微地困倦，不愿意动作：濃郁的树荫在引诱着你，附近清凉迂曲的小溪也在招呼着你。

空气闷热，白云不知不觉地变大了，变得像一片奇奇怪怪的峰峦，变得像神话里的宫殿楼阁一样。云彩的下部变暗了……瞧！太阳不见了，阴沉灰暗的乌云，带着白色泡沫一般的边缘，慢慢地升了起来，掩盖了半个天空。在宁静的大地上，一切生物都急急忙忙地躲起来了。

突然之间，一条光华夺目的闪电穿过了厚厚的乌云，接着霹靂一声雷响，仿佛有一个神话中的巨人在用那惊人的神力把石头抛在洋铁板的屋顶上。

现在，一些大滴的雨点落了下来，它们沉重地打在道路上，把地上的尘土溅了起来……这些雨点越来越密，在雷鸣电

閃之中，傾盆大雨從天而降，怒吼的狂風向樹木和房屋猛撲過來，像是要把它們壓倒似的。——雷雨來了！

雷雨是一種最雄偉和最壯麗的自然現象。人們常常把它看成雄偉、粗獷和憤怒的象徵。

海涅在“等着吧”這首詩里，向自己的敵人——那些德國的反動分子——說過下面幾句話：

因為我的閃電是這樣出色，
你們就以為我不能雷鳴！
你們搞錯了，因為我同樣
有一種打雷的本領。
一旦那正當的日子來到，
這本領就恐怖地得到證明；
你們將要聽到我的聲音，
是長空霹靂，風雨雷霆。
暴風雨將要在那一天
甚至把一些樹吹倒，
一些教堂的高塔要倒塌，
一些宮殿也要動搖！

但是，雷雨不僅是一種壯麗的自然現象，同時也是一種很危險的自然現象，它會給我們帶來很多災難。

……一根一根的電綫杆，架着一排一排的電綫，越過田野和叢林，橫過小丘和溝壑，河流和湖泊，把電流輸送到煙雲飄渺的遠方。

忽然，地平綫上出現了一團陰暗的烏雲，里面閃爍着猙獰的電光。烏雲越來越近。轟隆一聲，一條火蛇躡到電綫中間。電流短路了，事故發生了，輸電綫路損壞了。

……在一個飛機場上，天氣晴朗，7月的太陽發射着強烈的光芒，把周圍的一切都晒得酷熱異常。可是，這時在航空站

的一个房间里，值班测候員却和机長說着这样的話：

“你打算把我們扣在这里多久？”駕駛員問道。“你看現在天气有多好。”

“在航綫上有雷雨，”測候員指着地圖回答說。“必須等着，現在不能讓你們起飞。”

……在無線电台的收訊部分，报务員紧靠着收訊机，竭力想听清發来的电报和把它記錄下来。可是不知什么地方有了雷雨，的的搭搭的莫尔斯电碼訊号，不断被閃电放电的、震耳欲聾的爆裂声震得听不見了。报务員要对方重拍一回电报，結果还是徒劳無益，因为閃电放电所引起的天电干扰，使接收电报成为不可能了。

……一个森林的上空，發生了雷雨。霹雷打中了一棵枯树，碎木纷飞，微風把將要熄滅的火星吹着了，干燥的青苔、陈年的野草和干枯的落叶都燃燒起来。火舌沿着地面奔馳并且扑到枯枝和折断的树木上面……火势猖獗起来了，多少棵大树被火燒毀了，火海肆無忌憚地蔓延着，一大塊一大塊的森林都燒光了。

……在我童年的时候，有一次，父亲因为有事帶我一起到城里去。太陽落下不久我們就出發了，因為我們要在明天早晨赶到那里。被远方的閃电所照亮的烏云，从傍晚起就盖住了西面的天空。烏云越来越近，不久我們就听到从远方傳来的雷鳴；再过半个鐘头，雷雨已經在我們头上咆哮起来了。8月中的那个昏暗的黑夜，每当閃电一亮，就頓然消失得無影無踪，而我們就会在这一刹那，看見一幅奇怪的景像，好像那些被風吹歪了的小白樺树，正在沿着道旁向什么地方赶路。

風声和雨声夾杂在一起，而轟鳴的雷声又压倒了一切声音。我們躲在父亲事先在馬車上准备好的帆布底下，讓馬自己

找路走。時間過得很慢，由於坐得不得勁，把我弄得腰酸腿痛。後來，那些擂鼓似地打在我們蓋的帆布上的雨聲停息了，而稀稀落落的雨滴聲和泥濘道路上響起的吧嗒吧嗒的馬蹄聲，也已經可以分辨出來了。

我們從帆布蓬里爬了出來。遠方還傳來沉悶的雷聲，把空氣震動得顫抖起來，但是這裡的雷雨已經停下來了。

從我們這裡往左1公里的一個山谷里，一所木頭房子像火炬似地燒起來了，火光照亮了附近流過的河水，照亮了沿岸的樹林，在火光的前面，還可以看到一些黝黑的人影在火場附近忙亂著。這所房子是被閃電击中起火的。

昏暗的8月夜晚發生的這次火災，在我記憶中留下了一個不可磨滅的印象。雖然事情已過了很久，但我卻常常回想起那時的一切情景。

我常常問自己：閃電到底是怎麼一回事？它是如何發生的？為什麼它會造成災難？我們能不能制止它的禍害？

毫無疑問，讀者你們也會提出這一類問題的，比方說：雷雨是怎樣發生的？為什麼它會毀壞建築物，引起火災，使輸電綫路中斷，阻礙飛機飛行，干擾無線電機接收電訊？人們是怎樣識透雷雨的“性癖”的？如何學會和這種危險而又可怕的自然現象作鬥爭？在本書里，我們打算把所有這些問題都加以解答。

第一章 有關雷雨的若干傳說

人和自然力

在過去幾千年里，人類一直遇到許多使他們莫名其妙的自然現象。人們不了解他們周圍世界的規律性，因此，千變萬化的自然現象，對我們的祖先來說，就是一種完全神秘莫解的事

情。彗星的出現、隕星的隕落、極光、雷雨，這一切自然現象，都成了各種迷信的根源，引起人們各種幼稚的解釋。古時候的人，把這些自然現象看成是預示某種災害——瘟疫、飢饉、戰爭——的“天兆”。

從前的人，把每一個帶着尾巴的彗星看成是一把火劍，認為它的出現象征着將要發生戰爭或是其他什麼可怕的災難；他們認為夜間划過天空的流星，是一條長着火焰尾巴的龍；他們認為每個隕星是表示一個人的死亡，或者是冥冥中某一位天神正在向它的敵人投擲火矛；人們把極光出現時的狀麗景色看作是“天國中發生了戰爭”。

比方說，我們可以回想起古代的俄羅斯，曾經把日蝕看成是災難的預兆。我們可以引用“伊戈爾王子出征記”里以下的幾行詩句來證明這一點：

“伊戈爾王子在頓河邊，只看見”：
黑暗籠罩着他的軍團，
他抬頭仰望那光輝的太陽，
却看到，太陽好似月亮兩角彎彎，
彎彎的兩角里火光炎炎；
昏暗的天空星光燦爛；
人們的眼睛里碧光閃閃。
“不是個好預兆”，衛隊里這樣傳言。
老兵們低垂着腦袋：
“我們不是被俘就是一命歸陰！”

雷雨這種突出的現象，使原始時代的人類產生了特別深刻的印象。狂暴的自然力量，用那眩目的巨大閃電、可怕的雷電、暴雨和冰雹襲擊着人類，使他們感到萬分驚恐。

人們由於對雷雨感到恐怖，就把它當作是天神的武器來加以崇拜。

古代东方斯拉夫民族供奉着天神皮隆，說他能“制造”雷电。

后来，西方人的祖先把雷和閃电說成是“在天上坐着兩輪馬車、發射着火箭”的先知以利亞的“活动”。

十月革命前的俄罗斯，在叶卡杰林諾斯拉夫和一些別的分中，都要举行一种名叫雷神节的节日；在这种节日中，举行得最隆重的，要算先知以利亞的节日了；人們認為先知以利亞是掌管雷的神明，它常用雷火懲罰那些对它無礼的人。

在这个节日里，可以看到画有坐着兩輪馬車的先知以利亞的粗劣版画。那些拖着兩輪車的战馬，在馬蹄下面都迸發着閃电。

不仅斯拉夫人的祖先崇拜雷电，古希臘神話中也說，在掌管天空自然現象的神明中，最强有力的神是尊嚴的雷电神宙斯，人們通常管他叫作雷神。

在印度的一个古代傳說里，認為雷雨是保佑农民的天神印德拉和給农民帶來災害的旱魃弗理特拉在天上进行的斗争。印德拉在这个战斗中战胜了弗理特拉，强迫他把天上的水傾注到地上，这样就制服了旱灾。

在其他民族的宗教信仰中，也有雷神和电神。教会一向都竭力培养和扶持人民群众信仰“上天的預兆”，因为这样做可以帮助剝削階級掩盖人民的灾难——战争、疾病、飢饉——的真实原因。

古代已經有些祭司在举行祭祀的时候，利用天空的电来取得“神火”。古代埃及的祭司們，在神殿里竖起了一些很高的木杆，外面包上銅皮。他們用这种特别的設備来收集足够强烈的电荷，好用它的火花打死充当祭祀牺牲的人或是动物。

有趣的是，古时候的人，在还不懂得閃电的性質的时候，

他們就想用各种办法来躲避雷击了。比方說，上面所說的那些主持祭祀的祭司，身上就穿着金屬衣服，好用来抵抗雷击。在打雷的时候，人們为了掩护自己，常常躲到山洞里。在日本，为了熄灭“神火”，还在这类的山洞上面修筑了水池。

三千多年以前，古埃及的神殿，都是用包銅的高杆来避免雷击的，这些杆子有 40 公尺高。在古代巴 勒 斯 坦 一个多雷雨的地区里，有一个所罗門神庙，也是用遍立在建筑物周圍的高杆来避免雷击的。这个教堂曾經存在过一千多年，可是一次也沒有受到过雷电的破坏。

这些木杆正是一种避雷器，可是这种防雷方法却被僧侶們利用来編成一套荒唐無稽的神話，硬說上帝在保佑着这些寺院。

人类揭穿了雷电的秘密 罗蒙諾索夫的測雷机

經過了許多年以后，由于研究科学的人的頑强劳动，雷电这种可怕而雄偉的自然現象，終于被揭穿了秘密。

科学証明，打雷和閃电的現象，根本就不是超自然的，它們根本不是什么神仙的力量，更沒有理由迷信地害怕它們。使人感到神奇的閃光，不过是自然界中有电的一种表現而已。

打雷的电气性質，是在 18 世紀中叶由許多学者証明的。在美国，則有富蘭克林。在那里一般都認為这位杰出的学者的名字是和揭开雷电秘密这件事分不开的。富蘭克林曾經在雷雨时把風箏放到高空，使拉風箏的金屬导綫从雷雨云中引来电火花。他証明在天空中形成的电荷，和普通 的 电 荷 的 作用是一样的。

当时的“聖彼得堡报”，曾对俄国讀者作了这样的报道：

“在北美的費拉德爾菲亞城，有一位本杰明·富蘭克林先

生，竟然大胆想把天上那常常毀灭我們大地的怪火弄下来。事情是这样的。他做了一些实验，想明白閃电和电力是不是由同样的东西組成的，那些行动証实了他的推測是正确的。”

偉大的俄罗斯学者罗蒙諾索夫也是最先証明打雷的电气性質的一个科学家。

17世紀的末叶，人們用来研究电气的种种仪器里，有一种是一个会在鉄軸上旋轉的玻璃球，如果用呢絨和这个旋轉的玻璃球摩擦以后，再用手去碰玻璃球，那么，在球和手之間就会有火花出現。

罗蒙諾索夫曾經这样地描写用呢絨磨擦玻璃球所發的火花和雷雨放电时所产生的閃电兩者間的相同性，他写道：

“旋轉着的玻璃球發出閃光和响声，
好象是雷电在閃耀和轟鳴。
看到它力量这么小，怎么会和雷电那么相同，
直到去夏还是疑問重重。
忽然惊人的消息傳遍各国，
說雷神已經再不能逞威風！
說玻璃球旋轉時發出的力量，和引起烏云雷鳴的完全相同。
知道了用玻璃球探索到的法則，
我們就能讓教堂不再受雷轟……”

1752年夏天，罗蒙諾索夫为了用实验来証明閃电和电火花是一回事，和李赫曼教授共同制造了一部“測雷机”。

罗蒙諾索夫在他家的房頂，把一根長長的鉄杆子綁在絕緣的物体上面，鉄杆的下端向下伸到屋內。鉄杆下端綁着一根鉄尺，鉄尺上段黏着絲綫的一头，这实际上就是現在的靜电計的雛型。在李赫曼教授住宅里也裝了这样一个“机器”。当雷雨来到的时候，鉄杆子和黏着絲綫的鉄尺被充了电，那条絲綫就会

像在驗电器中一样，被鉄尺上的电力推斥开，和鉄尺歪成某种角度。

当猛烈的雷雨接近时，鉄杆和鉄尺上所帶的电，会使鉄尺上發出很大的火花。1753年，李赫曼教授在一次这样的实验中，被球狀閃电打死了；罗蒙諾索夫在这次雷雨中进行过同样的实验，他本人也險遭不測。罗蒙諾索夫曾对这次事件作过以下的記載：“我看了一下我裝設的測雷机，沒有看到一点帶电力的样子。但是，当飯菜摆在桌子上时，我終于能从金屬綫上碰出火花来了。况且我的妻子和別人也都来了；所以，我、还有他們，都不断地用手指碰着金屬綫和悬吊着的鉄杆……当我用手靠近鉄条使它迸出火花的时候，突然响起了一个大霹靂。所有的人都从我这里跑开了……”过了几分鐘，有人来通知罗蒙諾索夫說，李赫曼被雷打死了。

罗蒙諾索夫担心李赫曼的死亡会又被人利用来反对科学研究，这并不是沒有根据的。李赫曼遇難以后，聚集在他家附近的群众，受了修道士的煽动，紛紛指責說：“实验电气的机器是触犯天机和違背神意的粗魯行动！”無論在俄国或是在其他国家，教会里的人和黑暗势力，都对李赫曼的死亡抱着幸灾乐禍的态度。他們污蔑說，这个学者是因为“自己的魯莽而受到了懲罰”，还說什么这是“上帝的惩治”。

罗蒙諾索夫在他著的“談談电力引起的大气現象”这本书里，叙述了打雷現象的电气本質。罗蒙諾索夫認為，由于空气受热不均匀，發生了上升和下降的气流，結果水蒸气的微粒就

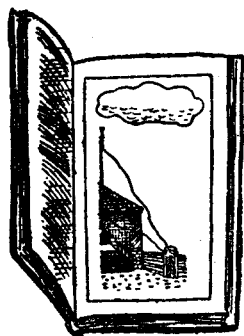


圖 1 罗蒙諾索夫的測雷机。

和空气發生了磨擦，水蒸汽的微粒在磨擦时会帶上了电，于是在云里就积蓄起巨大的电荷，因此就产生了雷电現象。在云和地面或是帶电正負不同的兩塊云之間發生的放电現象就是閃电。

罗蒙諾索夫就是这样研究和这样解釋雷电發生的原因的。

現在讓我們看一下，現代科学对于雷雨时电的来源是怎样去解釋的，对于“造”雷机器的工作情况是怎样加以說明的。

第二章 为什么会發生雷雨

“造雨的机器”雷雨云里的电是从哪里来的

当你看到电焊机在进行焊接，看到那刺目的电火花，你曉得，产生这种火花的电流，是由發电厂或是其他什么地方的發电机产生的。

可是，究竟是由哪一种“机器”产生出閃电，产生出我們在自然界中看到的那种巨大的电火花呢？这种“机器”又是怎样工作和怎样建立起来的呢？

要回答这些問題，我們就應該先了解云在形成时和从云中降雨时大气中發生的那些物理作用。讓我們来作一下这样的試驗：我們往一个器皿里，比方說往玻璃器皿里，倒进一些清水，再把它盖上。这时，水会慢慢地蒸發到液体上面的空間里，所以水也就一点点地少了起来。到后来，这种蒸發会漸漸变得慢起来；最后，蒸汽和液体的数量都不再改变。这表示說，从蒸汽变成液体的分子，和从液体蒸發成蒸汽的分子，数目变得已經相等了。在这种情况下，我們把液体上的蒸汽叫作飽和于空間中的蒸汽。

使某种容积中飽和所必需的水蒸汽数量，是随着温度的高

低而增減的。溫度越低，水蒸汽的含量也就大大減少。比方說，在1立方公尺的空氣里，溫度要是 30°C 的話，那麼飽和時就會含有30.4克水蒸汽；而溫度要是零度時，它中間就只含有5克左右；要是溫度低到零下 20°C ，那麼在1立方公尺的空氣里，就只有1克多一些。

空氣中的水蒸汽，如果沒有達到飽和的時候，是看不見的。但是，如果它的數量“過剩”了，比方說，溫度在零度時，1立方公尺空氣中的水蒸汽不是5克而是7克，那麼在溫度降低時，我們就會看見它了：那時它會凝聚成非常微小的水滴，像一團團白色煙霧似地飄在空中。人們管這種情況叫做水蒸汽的凝結。

我們差不多到處都會碰到這種水蒸汽凝結的現象。

當你朝着窗戶上冰冷的玻璃呵氣的時候，你會看到玻璃變得朦朧起來，也就是說，玻璃的表面被一層非常微小的水滴复蓋住了。你呵出的那些溫暖而潮濕的空氣，在碰到冰冷的玻璃表面以後，含在呵氣中間的那些看不見的水蒸汽，也會因為變冷而凝結成非常微小的水珠，分布在玻璃上面，這就是水蒸汽的凝結現象。

當你從嚴寒的街上走進屋子裏的時候，身後往往會有一縷白色的“蒸汽”沿着地面飄動。這是怎麼一回事呢？這是因為有寒冷的空氣從開着的門溜了進來，冷空氣比屋裏的暖空氣重，所以它就沉到下面，把暖空氣擠到上面去。在這時候，冷空氣和屋裏一部分飽和着水蒸汽的暖空氣，在屋子下面混合了起來。這些暖空氣變冷了，里面含着的水蒸汽也就凝結起來，形成了許多微小的水滴，所以，看上去就像是一縷縷的白煙在地面飄動着。

像這類的現象，我們每天在自然界中都可以遇到，只是這

些水蒸汽的凝結現象，規模大得不知有多少倍罢了。

被陽光晒热的地面和紧靠着地面的那層空气，到了夜間就冷起来了。包含在空气中的水蒸汽，在接触到冷却的地面时，就会凝結起来，这就变成了地面上的露水。

到了秋天，当陽光斜射到一塊已經变得相当冷的地面时，如果吹来一陣比較温暖而潮湿的空气，那么，它們和地面接触以后也同样会变冷，其中的水蒸汽就凝結成飘浮在空中的小水珠，这就是我們看見的霧。

在炎热的夏天，酷日当头，大地散發着令人难忍的悶热，貼近地面的那層空气也被烤热了。但是，太陽对地面上各种不同的地帶（森林、田野、草原、湖泊等），晒热的程度是不同的。在这些不同地帶上的空气，受热的程度也不一致。晒得比較热的一部分空气会向上升起，而圍繞着它的那些比較涼的空气就降到它原来的位置上。

那股上升的暖空气，升到比下面压力低的水气層里，就膨胀了起来。不容辯駁的物理定律告訴我們，空气在膨胀时就要变冷。在那些地点，空气开始下降，它們降到压力較高的大气層里，由于压缩而又变得热起来了。

空气上升得越来越高，它也就变得越来越冷。最后，在某种高度上，空气已經冷得使它含有的水蒸汽达到饱和程度；那时，“过剩”的水蒸汽就会变成微小的水滴，于是它們就形成了我們所看到的云。

所以，当大地表面各处热度不均匀的时候，在那些有上升气流①的地方就会有云形成，这些云看上去很像一堆堆撒在天空的堆积物。

① 这些气流可能形成一連串彼此銜接的空气“泡”。