

# 雷 击 与 闪 电

廖 鹰 翔

(浙江湖州师范学院 313000)

1. 地球的电场 要认识雷击与闪电,首先必须了解地球的电场。这个电场位于带负电(按计算总电量  $Q = -9 \times 10^5$  库仑)的地球表面和带正电的高层大气之间,由于宇宙线和地球天然放射性的活动,造成了空气分子持续不断地电离而形成。电离产生的一部分电子向高层大气移动。在大约海拔高度 50 千米的高空,充满了大量的正电荷,这部分大气是一个导电性良好的球形导体。上升的电子将中和这个带正电的导体。与此同时,电离产生的一部分正离子亦会下降到带负电的地面而发生中和作用。由于电离产生的全球电流共约 1800 安培,地面和高层大气两者都应该在数分钟内放电。但它们并不是这样,因为全球的闪电活动不断地用电子使地球重新带电。

2. 闪电与雷击的形成 夏天,由于水分加速蒸发上升,积聚成大块云层。在正常的闪电过程中,云层里的电荷大致这样分布:大量的正电荷在云层的顶部,大量的负电荷在云层的中下部,少量的正电荷在云层的底部。闪电起初是由云层的底部和中下部之间的放电而形成。接着,带负电的电子下降到云层底部。在一个闪电放电中至少有两次闪击,即先

有一次“先导闪击”然后有一次“回击”。放电过程是按“梯级先导闪击”从云层底部开始向下进行。每个梯级跳跃约 50 米的长度,暂停约 50 微秒,之后再跳跃。每跳跃一次,负电荷都从云里流到闪道底部。只有先导闪击的下端是可见的。这时天空中仿佛在进行一场游戏:带负电荷的云层小区千方百计在追逐带正电的云层小区,每当二者相逢一次,就发生一次耀眼的闪击。因为带正电荷的云层小区的分布可能是弯弯曲曲的,所以下降的闪道往往显得弯弯曲曲。假如一个区域的正电荷足够多,先导闪击自然会变得非常平直。

追逐和闪击在继续进行。当先导闪击接近地面时,若一些尖端物附近的电场很强,就会发生电击穿,就是所谓的雷击。其实,云地之间的雷击仅仅是闪电的一种类型。云与空气间的闪电往往终止于半空中,形成所谓“球状闪电”、“带状闪电”和奇异的“珠状闪电”,正如我们曾观察到的各种天空奇观。

3. 能量 闪电和雷击发生时,会产生巨大的电流和能量。有人这样计算过:闪电放电的电压大约为 5000 万伏特,电流估计为 20 万安培(根据铁芯被磁化之程度来确定,电流是在打雷时通过避雷针来

潜在危害?主要有三方面的原因。一是要维护美国的经济利益。如果承认贫铀弹有害,美国和北约必须承担相应的责任。这就意味着要负责清除巴尔干地区的贫铀弹残留物、向受贫铀弹伤害的平民和维和军人赔偿,美国和北约实际上没有能力也不愿意这样做。二是要维护美国的军事利益。如果证明贫铀弹有损人体健康,国际上要求禁止使用贫铀弹的呼声就会越来越高,而贫铀弹是美国及北约对付潜在威胁的重要手段。三是这场争论反映了欧美在争夺欧洲防务主导权上的较量。如果美承认贫铀弹有害,就难免会在今后的欧洲安全事务中陷入孤立,甚至在欧盟羽翼丰满时被排挤出欧洲,而这是与美国的战略利益相违背的。

到线圈内),考虑到放电时电压会一直降到零,故应采用平均电压,那么电功率  $P$  可这样计算:

贫铀弹的问题,实际上是一个核辐射问题,本质上也是一个核问题。国防力量的强大是维护国家主权和领土完整的有力保障,特别是核能力的强弱代表一个国家在世界中的军事地位,所以很多国家都投入了巨大的人力、技术和经济资源。由于美国的核弹头数量与核反应堆数量居世界第一,核产业规模也是世界第一,所以美国为了巩固自己在国际中霸权地位,即使贫铀弹被证实有危害,美国和北约也不会轻易放弃使用贫铀弹。有一点我们要重视的是,国家兴亡,匹夫有责,适时在课堂教学中对学生进行国防意识教育,既可以增强他们的历史责任感和使命感,又可以加强学生对贫铀弹的了解和防护知识。

$$P = VI/2 = 5 \times 10^{12} \text{ 瓦} = 5 \times 10^9 \text{ 千瓦}$$

雷击持续时间假设为  $1/1000$  秒,那么在这段时间

现代物理知识

间内消耗的电能是:

$$W_1 = \frac{5 \times 10^9}{3600 \times 1000} \approx 1400 \text{ 千瓦小时}$$

而在云层中闪电的持续时间比较长(可以长到1.5秒)。若以1秒钟计算,那么云层间一次大规模闪电所产生(消耗)的电能为:

$$W_2 = \frac{5 \times 10^9}{3600} = 1400000 \text{ 千瓦小时}$$

这是一个可观的数字,如能设法汇集这部分电流为我们所用,该有多好!据报道目前世界上有人在从事这方面的研究,或许将来能实现这一人类的梦想。

#### 4. 雷击现象分析

(1) 雷击与橡(松)树 一些高大的树木容易遭到雷击,而橡树和松树所占的比例特别高。为什么雷电特别喜欢光顾橡树和松树?原来问题就出在其粗糙的树皮上。假如树身全是湿的,那么雷击后的电流通过水鞘往下流,树就可免遭破坏。假如树身不是全湿的,电流可以进入树身中去,沿汁液下流,那么汁液的迅速变热和膨胀就会使树爆裂开来。由于橡树和松树的树皮很粗糙,雨水往下淌时不顺畅,树身不会全湿,因而它们遭雷击时比其他树皮光滑的树更容易爆裂,即所谓的“雷劈现象”。

(2) 雷击与飞机 飞机在云层中飞翔,遭到雷击是常有的事,然而极少发生机毁人亡的事,仅仅是机身上被击穿几个小洞而已。小汽车和公共汽车等车厢亦有免遭雷击破坏的能力。据说阿波罗-12号发射后不久,曾遭到两次闪电的闪击,但飞船和宇航员仍安然无恙。上述几种现象如何理解?因为雷击或闪电的高频电流一般不能穿透飞机、汽车或同类物体的金属壁,只能停留在金属的外层。除非偶而雷击电流穿孔后触及到油箱而引起爆炸以外,在这类金属封闭舱中的乘员或许压根儿未意识到自己曾被雷电光顾过。

(3) 雷击掉衣服 雷击中有一个有趣的现象:假如你被雷电击中,那么瞬息间你全身的衣服和鞋子很可能都被脱去,成为一个赤身露体的人。这是为什么?原来你遭到雷击后,浑身温度骤然升高,皮肤上水分的迅速蒸发和热膨胀,把你全身的衣服和鞋子都吹掉了。在惊吓之余,倘若进入你的身体的

电流微不足道的话,你的身体可能未受损伤。

5. 关于避雷针的争论 自从本杰明·富兰克林在雷雨中做的风筝实验并发明避雷针以来,100多年里人们对雷电及防雷的认识是逐步深入的。避雷针的尖端为什么要伸出房顶数尺、下端埋入地下数尺?有人声称避雷针有助于当云层越过针上方时的放电,因而避免了雷击引起的严重破坏。其他一些人则认为,使用避雷针其实是为雷击电流提供一条传到地面的安全通道。显然,第一种看法有误而第二种看法才是正确的。避雷针不能使经过的云发生大到可以避免闪电的放电(中和),因为避雷针的放电很慢。避雷针的尖端附近有很强的电场,所以能形成一条向上的电离通道,与向下行的先导闪击相遇。一旦发生接触,电流就从电离通道流向避雷针到达地下。这样一来,雷电击中与避雷针相连的建筑物的可能性就大大减少了。顺便提一下,曾有一家公司在避雷针的尖端装上一个放射源,声称该放射源有助于空气电离,能更好诱使闪电电击到避雷针上,而不闪击到被保护的建筑物上。那么真实效果又怎样?这样做其实毫无益处,如果闪电击破了放射源,将会造成危险。

#### 6. 雷击现场的自我保护

如果人们遇到雷暴,首先不应该在大树下寻求掩护,因为大树可能遭到雷击,给你带来危险。其次,人们不应该在露天站着。万一雷击就发生在附近,那么头部和足部之间的电位差可能会从地面导出足够的电流来击毙你。原来,雷击的电流到达地面后就散开,大部分电流沿水平方向传导。这时人们最好的姿势是蹲下。这样,人的头部的位置很低,同时两足接触地面的面积减到最小(与躺在地面比较而言),因此从触地的一侧至另一侧之间存在的电势差保持最小,那么从地面导出的电流也是最小的。

倘若一个人在雷雨中浑身淋湿了,那么雷电可能不能穿透人的驱体,于是大部分电流沿着驱体外的水层往下流,其道理同于湿树受雷击仍可完整无缺。于是,室外遇雷雨时身穿长雨衣脚穿胶鞋比较安全,而赤身露体或光脚着地是不科学的。前者受雷击后呼吸和心跳可能暂时停止,但若迅速实施人工呼吸可以使其复活,后者受雷击后则不堪设想了。