

雷电

The Personal Injury and Protection of Lightning

人身伤害与防护

李密著

山东人民出版社

国家一级出版社 全国百佳图书出版单位

雷电

The Personal Injury and Protection of Lightning

人身伤害与防护

李密
著

山东人民出版社

国家一级出版社 全国百佳图书出版单位

图书在版编目(CIP)数据

雷电人身伤害与防护/李密著. — 济南: 山东人民出版社, 2015.10

ISBN 978-7-209-09181-7

I. ①雷… II. ①李… III. ①防雷 IV. ①P427.32

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第212720号

雷电人身伤害与防护

李 密 著

主管部门 山东出版传媒股份有限公司

出版发行 山东人民出版社

社 址 济南市胜利大街39号

邮 编 250001

电 话 总编室 (0531) 82098914

市场部 (0531) 82098027

网 址 <http://www.sd-book.com.cn>

印 装 青岛国彩印刷有限公司

经 销 新华书店

规 格 16开 (169mm × 239mm)

印 张 15.5

字 数 230千字

版 次 2015年10月第1版

印 次 2015年10月第1次

ISBN 978-7-209-09181-7

定 价 39.00元

如有印装质量问题, 请与出版社总编室联系调换。

前言

PREFACE

您知道雷电在生命起源过程中至关重要的作用吗？1924年，俄罗斯生物化学家亚历山大·奥巴林出版了关于生命起源的著作。根据他的假设，在几十亿年前早期的地球上，正是闪电为合成生命起源创造了所需的气体条件。1953年，美国青年化学家斯坦利·米勒在芝加哥大学哈罗德·尤里实验室做了大量的对沼气、氨、氢和水组成的气体混合物的高压放电实验，产生了几种生物学上典型的氨基酸和有机化合物。这些物质的出现，是生命起源的基础，从而使具有自我复制和繁殖能力的原始生命终于慢慢地产生了。

您知道雷电在全球大气电路中的作用吗？地球上空有一层带正电荷的粒子组成的电离层，它起着防止太阳和宇宙空间各种有杀害生命作用的射线进入地面，保护地球上的生命，如果没有这电离层，即使地球上本来已经有了生命，也会被来自太空的各种射线杀死，地球不可能出现现在的繁荣和文明。但是大气具有弱传导性，电离层的正电荷以平均约1500安的电流强度向大地放电，如果得不到补充，电离层的电荷将在10分钟内放尽。事实上，正是因为雷电不停地给电离层补充正电荷，才使其总电荷量保持大体平衡。因此雷电是全球大气电路中不可缺少的一环，雷电也是对流大气与中、高层大气之间相联系的重要一环。在日地关系中，雷电也扮演着重要角色。

您知道人类有今天的文明应该感谢雷电吗？雷电这一自然现象早在人类起源之前就活跃在地球上。雷电引发林火，烧死野兽，烤熟果实，让人类祖先

首次品尝到了鲜美的熟食，并保存“雷火”驱兽取暖。在先民学会自己生火之前的漫长岁月里，“雷火”为他们提供了光和热，极大地促进了人类的进化。雷电能净化环境，能促进植物生长、能制造负氧离子和氮肥。据测算，全球每年因雷电落到地面的氮肥就有4亿吨。从这个角度上讲，人类有今天的文明应该感恩雷电。然而，现在雷电灾害却成为雷电与人类社会发生关系的主要方面。雷击可能导致建筑物、供配电系统、民用电器、通信设备、网络设备的损坏，引起炼油厂、油罐、化工厂等燃烧甚至爆炸，造成重大经济损失和人员伤亡。

每天都有人、畜在雷电下丧生，全世界每年因雷击造成的人员死亡超过1万人，已经被“联合国国际减灾十年”公布为10种最严重的自然灾害之一。1940年，《雷暴资料》月刊开始统计全美雷击伤害事件。在美国雷电比飓风和龙卷风造成的人员伤亡还要多，平均每年因雷电灾害致死的为73人，伤300多人，美国将雷电列为排名第二的天气杀手。我国全国雷电灾害统计起步较晚，从1998年开始，中国气象局雷电防护管理办公室根据各省、自治区、直辖市上报的雷电灾害资料，连续出版《全国雷电灾害汇编》。据统计我国平均每年都有上千人遭雷击死伤，是危害程度仅次于暴雨洪涝、气象地质灾害的第三大气象灾害。

雷灾猛于虎。作者作为一名雷电防御高级工程师，在雷电灾害中最关注雷击人身事故，勘察过不少雷击现场，真切感受过雷电人身伤害的惨烈，深感防雷事关人体健康和人身财产安全。在雷灾事故调查的过程中发现，有不少人对雷击现象的科学性缺乏认识，以为“天打雷劈是对人的惩罚，是遭报应……”，或者对雷电的危险性认识不足，以无知者无畏或侥幸心理在雷暴天气里不躲避，或者采取措施不及时、躲避的地方不对，往往酿成悲剧发生。每年学生遭受雷击伤亡的也不少，也急需人身防雷安全知识。由于雷电发生的随机性、瞬时性和危险性，不能采用常规方法进行研究，因此对雷电的认识和理解进展比较缓慢，涉及雷电袭击人体的形式、伤害人体的机理等方面的研究由于诸多原因也很少。从2002年6月，发表《一次雷击人身事故的调查与分析》之后，就开始筹划撰写本书，一直到处收集资料、查阅文献，以近年来雷电物理监测、雷电灾害统计、雷电预警预报、雷电人身伤害机理等研究取得的新成果和大量雷电人身伤害新闻报道为基本素材，经过多次反复修改完成。

本书共分八章：第一章讲述了古代雷电认知和防御；第二章概述了现代

雷电科学发展，重点叙述了地闪结构和雷暴分布特征及雷电灾害；第三章对近十几年来我国雷击人身伤害情况统计分析，列举了 33 起重大雷电伤害事故，并指出雷击死亡人数将呈逐步减少趋势；第四章详细说明了直接雷击、上行先导、接触电压、跨步电压、旁侧闪击、雷击冲击波、雷电波侵入、感应放电、球状闪电、雷电次生伤害 10 种雷电袭击人体的方式；第五章至第六章是雷电伤害人体的机理和雷击致假死的急救方法；第七章着重叙述了雷电灾害调查，雷击死亡鉴定，以及雷电人身伤害引发的纠纷官司；第八章介绍了几种基本的人身防雷方法。

为了便于阅读理解，本书尽量回避了高等数学知识和复杂的公式，配制了大量的图解和图像，深入浅出、图文并茂地呈现给普通读者，因此每个人都可以阅读。每一章都比较独立，可随意拆开阅读。可作为中小学生学习雷电科学、急救知识和人身防雷的科普读物，也可作为从事雷电灾害调查、雷击死亡鉴定和雷电防护技术等相关工作者参考使用。

限于作者的知识水平和掌握资料的局限性，书中疏漏和不当之处在所难免，恳请读者和同行专家批评指正，敬请发到 Email:limileiji@126.com。

衷心感谢所有为本书出版提供帮助的人。特别是淄博市及其各区县气象局和臧传花、姜冬梅、郑良臣等各位领导的全力支持，山东人民出版社李言英主任提出许多宝贵意见，在此致以最诚挚的谢意。



2015 年 5 月 5 日

目 录

CONTENTS

前 言 / 1

第一章 古代雷电认知和防御 / 1

- 1.1 雷电神话 / 2
- 1.2 《易经》震卦和“雷”字的演化 / 7
- 1.3 雷电观察及其灾害初探 / 9
- 1.4 古代避雷实践 / 16
- > 参考文献 / 21

第二章 地闪、雷暴分布及雷电灾害 / 23

- 2.1 雷电科学发展概述 / 24
- 2.2 地 闪 / 31
- 2.3 全球大气电输送 / 42
- 2.4 雷暴地理分布 / 44
- 2.5 雷电灾害特征 / 49

> 参考文献 / 51

第三章 雷击人身伤害统计和选择性 / 53

- 3.1 雷电人身伤害事故统计分析 / 54
- 3.2 重大雷电人身伤害事故和两个高峰年 / 61
- 3.3 雷击的选择性和人身伤害概率 / 69
- 3.4 雷击死亡人数呈逐步减少趋势 / 76
- > 参考文献 / 78

第四章 雷电袭击人体的形式及伤害 / 81

- 4.1 直接雷击和未被连接的上行先导 / 83
- 4.2 接触电压 / 93
- 4.3 跨步电压 / 98
- 4.4 旁侧闪击 / 105
- 4.5 雷击冲击波 / 119
- 4.6 雷电波侵入 / 120
- 4.7 感应放电 / 124
- 4.8 球状闪电 / 126
- > 参考文献 / 131

第五章 雷电伤害人体的机理 / 137

- 5.1 受害者症状和雷击伤害分类 / 138
- 5.2 雷击烧伤 / 141

- 5.3 机械性损伤、眼伤和急性肾衰竭 / 146
- 5.4 心室纤维性颤动 / 148
- 5.5 神经损伤及呼吸停止 / 150
- 5.6 雷击幸存者的后遗症 / 153
- > 参考文献 / 157

第六章 雷击致假死的急救方法 / 161

- 6.1 雷击人身伤害的现场急救 / 162
- 6.2 人工呼吸 / 164
- 6.3 心脏挤压 / 168
- > 参考文献 / 170

第七章 雷击人身事故的调查鉴定及官司 / 171

- 7.1 雷电灾害的调查鉴定 / 172
- 7.2 雷击人身伤害事件的调查 / 182
- 7.3 雷击死亡事故的鉴定 / 191
- 7.4 雷击人身伤害官司 / 198
- > 参考文献 / 206

第八章 人身防雷方法 / 209

- 8.1 有关雷电的预警信号 / 211
- 8.2 自我预估闪电的发生和距离 / 215
- 8.3 远离易遭雷电袭击的对象 / 220

- 8.4 安全场所和防雷器具 / 223
- 8.5 买保险或建立雷电基金 / 232
- 8.6 幸存者自助协会和防雷减灾宣传 / 233
- > 参考文献 / 235

第一章

古代雷电认知和防御

雷电 人身伤害与防护 >>>>>>>>>

闪电，俗称为雷电。它是雷暴天气条件下发生在大气中的一种瞬时大电流、高电压、强电磁辐射、长距离的放电现象。其放电长度大于 1km，典型长度为 5—10km，最长的可达 100km。对人类活动和生命安全有较大威胁。在人类漫长的历史进程中，人们一直对雷电充满着恐惧和迷信。

1.1 雷电神话

远古时代气候变化异常，晴朗的天空会突然乌云密布，雷电发出划破长空炫目的闪光以及隆隆的雷声，击毁树木，击丧人畜，有时还点燃森林或草原大火，这些自然现象令人震撼。远古人类不能理解闪电现象的剧烈和种种巨大威力，为平息内心的恐惧而试图进行解释，于是创作了雷电神话故事，反映了古代先民对于雷电的自然崇拜。

1.1.1 中国的雷神

雷电崇拜，起自中国远古时期，雷神司掌天庭雷电，是主宰万物之神。古人把雷声震动，看做是万物复苏生长之机。这是因为人们注意到雷声发生在春夏两季，到秋冬之时雷声息止。雷声活动的期间，万物萌动生长。雷声休止的期间，万物枯萎、凋谢。

在历史上，雷神的形象比较多，早期形象基本上是兽形。在我国一些少数民族地区，如黑龙江的鄂温克族认为雷神就是一只巨大的鸟，雷声是雷鸟飞翔拍动翅膀的声音，是一种全体萨满的守护神鸟。雷州半岛等地区也都以雷为鸟形看。可见，由于雷电来自于天空中，先民很自然地将之与翱翔于天空的鸟类联系在一起。

先秦时期，雷神变成半人半兽形，《山海经·海内东经》记载：“雷泽中有雷神，龙身人头，鼓其腹则雷。”当时，人们认为雷声在天，而龙亦飞腾于天，将二者结合在一起，便会有雷雨；又将雷神的硕大腹部想象为大鼓，鼓之则有雷声。

随着时间的推移，雷神的形象更趋丰满。战国以后，雷神被称为“雷师”，较早出现在屈原《楚辞·离骚》：“鸾皇为余先戒兮，雷师告余以未具。”东汉王充《论衡·雷虚篇》中所述的雷神是“若力士之容，谓之雷公。使之左手引连鼓，右手推椎，若击之状。其意以为雷声隆隆者，连鼓相叩击之音也”。此时，雷神已改称“雷公”，当然是人形。魏晋南北朝时期，雷公又变为兽形，

东晋干宝《搜神记》称雷神“唇如丹，目如镜，毛角长三尺余。状如六畜，头似猕猴”。唐代段成式《酉阳杂俎》卷八《雷》“猪首，手足各两指，执一赤蛇啮之”；《古今图书集成·神异典》卷二一“豕（猪）首而鳞身”；宋代红迈《夷坚丙志》卷七说其形如奇鬼，“长三尺许，面及肉色皆青。首上加幘，如世间幞头，乃肉为之，与额相连”。明朝许仲琳《封神演义》讲雷震子（雷神）是“面如青靛，发似朱砂，眼睛暴湛，牙齿横生，出于唇外；身躯长有二丈，使用一条黄金棍”。后世的许多传说中，这种人形雷神屡见不鲜。明清时代，雷神的形象趋于统一，其标准形象概为《集说诠真》中所述：“状若力士，裸胸袒腹，背插两翅，额具三目，脸赤如猴，下颏长而锐，足如鹰颡，而爪更厉，左手执楔，右手执槌，作欲击状。自顶至傍，环悬连鼓五个，左右盘蹶一鼓。”可见雷神最明显的特征是猴脸、尖嘴，所以民间有之“雷公脸”“雷公嘴”的说法，如图 1.1。



图 1.1 雷公和电母

中国雷神形象的演变，虽然呈现出多样化的趋势，兽形、半兽半人形，汇合兽鬼形，融合兽人形，但这一趋势始终以雷神自然属性的消退和人格化的上升为其内在理论，彰显出古人原始思维模式。

由于雷神打雷时是不先放光的，看不清雷打在了哪里就打完了。击死人的时候，又不十分审慎，猛然地轰隆一声就把人击死了。由于错击死了一位善良的妇女，玉皇大帝知道了，就请这位妇女升天做了雷神的妻子，为雷神放光照明，明亮世间的善恶黑白，免得误伤好人。或许是因为这次失误，或许是由于人们阴阳对立男女配对的独特心理，雷神降格为专司打雷，改称“雷公”属阳，名称始见于战国屈原《远游》：“左雨师使经待兮，右雷公而为卫”；其妻子属阴，司掌闪电，自然成为了“电母”；这两位天神开始了明确的分工。

从崔致远“使电母雷公，凿外域朝天之路”的记述可以看出，电母在唐朝就已走进人们的视野。《元史·与服志》说到军中有“电母旗”，旗上画神人为女人形，“纁衣朱裳白裤，两手运光”。宋元以后，电母更有名和姓，明代吴承恩《西游记》和余象斗《北游记》都写到电母，称“金光圣母”或“朱佩娘”。清代姚福均《铸鼎余闻》称“电母秀使者，名文英”。

雷神本是管理雷电的天神，但自先秦两汉起，雷公和电母增加了代表上天惩罚扬善的职能。从古籍记载中就能看出这种职能转变的蛛丝马迹，如司马迁《史记·殷本纪》称“武乙无道，暴雷震死”。鲁僖公十五年（公元前645年）雷击夷伯之庙，这是展氏的祖庙，史书未见说展氏有什么罪恶事迹，《春秋左传》就认为他们祖上有“阴过”。《论衡·雷虚篇》也记载受雷击的人是由于“（有）阴过，饮食人以不洁净，天怒，击而杀之”。唐代高僧道世在《法苑珠林》中还著述了雷杀封元则的故事：“唐封元则，渤海长河人。显庆中，为光禄寺太官掌膳。时于闐王来朝，食料余羊，凡数十百口，王并托元则送僧寺长生。元则乃窃令屠家烹货收直。龙朔元年夏六月，洛阳大雨，雷震杀元则于宣仁门外街中，折其项，血流洒地。观者盈衢，莫不惊愕。”宋代李昉《太平广记》卷第三百九十三至卷第三百九十五，也讲述了大量的此类雷神（鬼）替天行道的故事。

每当天上雷声滚滚时，古人就穿得整整齐齐，规规矩矩地坐在家里，并且说话也必须小心谨慎，以表示对雷公的尊敬，希望他息怒。因此在中国人的理念中，雷神、雷鬼是惩罚罪恶、替天行道之神，人如果做了坏事或违背誓言，

就可能遭五雷轰顶死亡。这也体现了人、神、鬼共同治理社会的管理模式。

道教继承了古代对雷神的信仰，吸收了他为黄帝部下的说法，塑造了雷祖——“九天应元雷声普化天尊”，并建立了复杂而庞大的雷神体系。《历代神仙通鉴》称雷祖“主天之灾福，持物之权衡，掌物掌人，司生司杀”，总部为神雷玉府，下设“三十六内院中司、东西华台、玄馆妙阁、四府六院及诸各司，各分曹局”。如今，在一些规模较大的道观和庙宇中，仍列有雷公电母之神位，并常有供奉。如北京白云观东院有一座建于清代的雷祖殿（建于1438年），兰州金天观中也设有雷坛专门供奉雷祖。民间把雷神的生日定在农历6月24日，这一天要举行祭祀仪式，寄托了劳动人民一种祛邪、避灾、祈福的美好愿望。

现在，在我国的少数民族地区，雷神信仰也十分普遍，侗族人也将雷神称为“雷祖”，黎族人则将雷神称为“雷公鬼”。中国北方流行的萨满教中，还保存有一套完整的祭雷法术，萨满们在进行此类祭祀时，往往要使用弓箭和木槌，而这些弓箭和木槌就是用雷震木制成的。蒙古人往往将被雷击死的人送往远处掩埋，禁食雷击死的动物，被雷击过的地方是禁区，人与动物均不可入内。

1.1.2 古印度的因陀罗

在印度最古老神话《梨俱吠陀本集》里，其主角天神因陀罗是发射雷电者、雷雨之神，也是创世之神。在古图腾中，因陀罗的皮肤黄里透红，骑着一头大象，常常手持金刚杵来袭击古印度先民。他处理人间事务，是“解围之神”，也是一个仁慈又粗暴的神。因陀罗杀死喝干宇宙水然后缠绕群山休息的干旱巨蛇弗栗多，他用金刚杵打开蛇的胃，释放出水，使生命重生，使黎明重现。

因陀罗的雷电是生命之源，在《因陀罗预言》中，也可以找到宇宙进化论、幸福的处方和预言学的内容。

公元前5世纪，赋予地球生命的因陀罗角色被毗湿奴所取代。后来，因陀罗归入了新兴的佛教，成为佛教里的天帝释。他一边守护着寺庙和僧侣，一边维护着天上和人间的道德，用雷霆来惩罚那些品行不端的人。

1.1.3 印第安的始祖神

在印第安人的眼中，雷神是被作为创造人类的始祖神来看待的。他们盛传着这样的故事：当闪电把天空划破时，鲜血从天上滚下，掉在森林的树叶上，

于是就有了人的产生。其次，在众多的雷神神话中，人们往往将雷神与鸟的形象联系在一起，在美洲、非洲都有雷鸟（Thunder-bird）的传说。人们认为雷是一种鸟，具有鸟嘴、鸟爪和翅膀，它拍翅的声音就是雷声。这和中国古人的认识是一致的。

1.1.4 公牛或树形雷神

在古代小亚细亚，雷神就是来自高山上的一头公牛，以后，又和泉水或丰饶河流化身的女神，相互受孕，成为一个雌雄同体的万神之首。

在波罗的海国家，雷神柏库那斯（Perkunas，立陶宛）或帕金斯（Perkons，拉脱维亚）是人格化的树，代表丰产、多育的旺盛生命力，因此特别受到崇拜。

1.1.5 古希腊的宙斯

宙斯是万神之王，希腊神话中的至高神，主管天空，掌握雷电，所以又被称为雷神。他通常庄严地坐在宝座上，头戴桂冠，额发卷曲，裸露上身，手持着能发出雷电的权杖，利用雷霆的强大威力，主宰着整个神界和人间。

古希腊人相信雷霆代表伟大和尊严。每当天上响起隆隆雷声时，他们就认为那是宙斯在发出警告：要行善，不要作恶。如果有谁为非作歹，宙斯就会用雷霆将其打成灰烬。

维柯在其巨著《新科学》中认为，雷电崇拜是宗教的起源，认为雷神与宙斯是一回事：“拉丁人首先根据雷吼声把天帝叫做幼斯（Ious），希腊人模拟闪电声音把天帝叫做宙斯（Zeus）。”这种音义结合的过程和思维模式与中国“龙”字的产生完全一致，另外“龙”字还是闪电的象形。英语的上帝God，也是由模仿雷声而来。费尔巴哈也认为，在古代日耳曼人、芬兰人和列多尼人中，雷神也是最古老最受普遍崇拜的神。

不同文明创造的雷电神话看起来类似，不是因为远古文明间的相互交流，而是因为古人的思想起源于相似的世界景象。神话故事是人类深层次的需求、渴望和梦想交织在一起的反映，人类自起源以来并没有改变，仍在感受着爱与恐惧。雷神只惩罚罪犯的观念，至今民间这种迷信犹存。

1.2

《易经》震卦和“雷”字的演化

1.2.1 《易经》里的震卦

伏羲通过长期仰观天象俯察地法，深入了解自然万物变化规律，修正确立了天文历法，用简明方便的符号代替结绳记事，创立了八卦。伏羲还发明网罟教民渔猎，养六畜以充庖厨，始建婚嫁制度促进各个部族相互通婚，在中华文明和文化初创时做出了巨大贡献。

用“一”代表阳爻，用“--”代表阴爻，用三个这样的符号，组成八种形式，称为“八卦”。每一卦形代表一定的事物。乾为天，坤为地，坎为水，离为火，巽为风，震为雷，艮为山，兑为泽。利用八卦占卜吉凶，“以通神明之德，以类万物之情”，正是这种对世界的初步认识和把握方式，孕育着中国哲学的萌芽。

周文王被商纣王囚于羑里狱中时，在伏羲八卦、神农《连山易》、轩辕（黄帝）《归藏易》的基础上，演绎成新的六十四卦，用来象征各种自然和人事现象。其子周公又为三百八十四爻撰写了爻辞，孔子对卦辞和爻辞又作了进一步诠释和发挥，作了《十翼》，经历上古、中古、下古三个时代形成了传承至今的《易经》。

“震”为雷，表示震动、奋起的性质和状态。《易经·说卦传》进一步解释：“万物出乎震”，“动万物者，莫疾乎雷”。“震”在天象为雷电、雷雨、雷鸣、地震、火山喷发，为八卦之一。

《易经》中含“震”的卦有14个：雷风“恒卦”，风雷“益卦”，水雷“屯卦”，火雷“噬嗑卦”，地雷“复卦”，雷天“大壮卦”，雷水“解卦”，雷火“丰卦”，雷泽“归妹卦”，雷地“豫卦”，山雷“颐卦”，雷山“小过卦”，上下有雷“震卦”，天雷“无妄卦”。从这十四卦卦象、卦名、卦辞、爻辞等方面深入分析，可以作如下推演解读：

不管是持续“恒”定的风，还是不断增“益”的风都能引发大气旺盛的对流，雷雨云不断“屯”（囤）积电荷，下面的沼泽和大地也快速感应出与云中相异