


防雷工程专业技术人员从业资格考试参考用书

# 雷电灾害风险 评估与控制

李家启 李良福 ◆ 编著

32


 气象出版社  
China Meteorological Press

防雷工程专业技术人员从业资格考试参考用书

P427.32  
L185

# 雷电灾害风险评估与控制

李家启 李良福 编著

 气象出版社  
China Meteorological Press

## 内容简介

本书阐述了雷电灾害风险评估的目的与意义、地位和作用,评估的原则、依据和分类,评估的工作程序等内容;重点介绍了雷电灾害风险的识别、分析、评估和风险的预防与控制、以及应急救援等内容。本书提出了雷电灾害风险评估五大内容(雷电气候特征评估、接地环境风险评估、雷电灾害易损性和抗灾能力风险评估、雷击损坏风险评估和雷击危害影响环境风险评估)以及雷电灾害风险预防和控制四大措施(监测预警和预报措施、工程建设措施、防雷安全管理措施和雷电防护技术措施),还提出了减轻雷电灾害风险损失的举措(构建防雷安全保障体系、建立雷电灾害保险制度和加强应急救援体系建设)。

本书可供各安监、建筑、林业、气象、消防等管理部门和有关单位的安全管理人员和雷电科学与防雷技术人员等参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

雷电灾害风险评估与控制/李家启,李良福编著. —北京:  
气象出版社,2010.2

ISBN 978-7-5029-4938-9

I. ①雷… II. ①李…②李… III. ①雷击火-气象灾害-风险分析②雷击火-气象灾害-风险管理 IV. ①P427.32

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 028866 号

---

出版发行:气象出版社

地 址:北京市海淀区中关村南大街 46 号

总 编 室:010-68407112

网 址:<http://www.cmp.cma.gov.cn>

责任编辑:吴晓鹏 刘 畅

封面设计:博雅思企划

印 刷:北京中新伟业印刷有限公司

开 本:700 mm×1000 mm 1/16

字 数:374 千字

版 次:2010 年 3 月第 1 版

定 价:45.00 元

邮政编码:100081

发 行 部:010-68409198

E-mail: [qxcs@263.net](mailto:qxcs@263.net)

终 审:章澄昌

责任技编:吴庭芳

印 张:19.75

印 次:2010 年 3 月第 1 次印刷

## 前 言

雷电是一种自然现象，而在古代人们对雷电则充满着迷信和恐惧，因为雷电往往伴随着疾风暴雨，摧毁房屋和树木，造成火灾，击毙人畜。据《史记·殷本纪》记载：商帝“武乙猎于河、渭之间，暴雷，武乙震死，子帝太丁立。”由此可见当时雷灾之危害。古人对雷击现象无法理解，于是塑造了雷神的形象。如在《山海经·海内东经》中，雷神为“龙身而人头，鼓其腹”。《山海经·大荒东经》说“状如牛，苍身而无角，一足，出入水则必风雨，其光如日月，其声如雷”。屈原《楚辞》中称雷神为雷师，名列缺，《汉书》解释为，“列缺，天闪也”。除了上述迷信说法外，也有许多自然观的解释。如《史记·天官书》曰：“天[夫]雷电、虹霓、辟历、夜明者，阳气之动者也，春夏则发，秋冬则藏，故候者无不司之。”可译其意为：“雷电、虹霓、霹雳、夜明这些现象，都是由于阳气动而产生的。春夏则出脱，秋冬则掩藏。所以古时候的人无不等待观察。”王充《论衡·雷虚篇》中认为，雷电是由“太阳之激气”同云雨一类阴气“分争激射”而引起的，这是关于雷电成因的直观、朴素的猜测。王充用自然界本身的原因说明了雷鸣电闪只是一种自然现象。

今天，人类对雷电形成和危害机理的认识还是比较肤浅，但毕竟已不再把雷电灾害视为上天或神的意志，而是能够科学地认识雷电灾害，并且能够运用所掌握的科学知识来防御它，减轻它所造成的损失。雷电灾害风险评估与控制就是减轻灾害的重要举措之一。

雷电灾害风险评估对城市规划和防灾减灾都具有举足轻重的地位和作用，而且对继承和发扬我国古代民族文化中的安全观念和方略极有价值。如：《左传·襄公十一年》：“居安思危，思则有备，有备无患”，“安不忘危，预防为主”；正如孔子所说：“凡事预则立，不预则废”。《汉书·贾谊传》：“建久安之势，成长治之业”。《元史·张桢传》：“有不尽者，亦宜防微杜渐而禁于未然”。《诗·幽风·鸛》：“天下未阴雨，彻彼桑土，绸缪牖户”。《战国策·楚策四》：“亡羊而补牢，未为晚也”。《汉书·霍洌传》：“臣闻客有过主人者，见其灶直突，傍有积薪。客谓主人，更为曲突，远徙其薪，不者且有火患，主人嘿然不应。俄而家果失火……”古语的安全方略，不失为警世良言。只有在防雷减灾工作去实践和体验，才能真正领会其精髓。

我国雷电灾害风险评估工作起步于 20 世纪 90 年代末期,较早开展此项工作的有重庆、广东、浙江、上海、四川等省(直辖市)。如重庆市人民政府防雷安全工作委员会于 2000 年就与重庆市气象局、重庆市规划局联合下发了《关于加强建设项目防雷安全工作的通知》(渝防雷委[2000]10 号)文件,明确规定了雷电灾害风险评估的要求和范围,即“规划行政主管部门应把防雷安全作为规划方案设计条件、要求之一。根据国家有关规范,重庆地区属高雷区,因此,特级和一级民用建筑建设项目、工业第一类、第二类防雷建设项目、物资仓库、易燃易爆场所建设项目和有毒有害化工危险品场所建设项目等的建设单位,在建设工程选址和功能布局时应向气象防雷行政主管部门征询有关建设项目所在地的大气雷电环境评估(即雷电灾害风险评估)意见”。重庆市是我国以法规形式率先明确规定开展此项工作的省(直辖市)之一,随后广东、上海、浙江、江西、青海等省(直辖市)颁布相应法规规章。2005 年中国气象局颁布《防雷减灾管理办法》(中国气象局令第 8 号)第一次对雷电灾害调查和风险评估做出规定和要求。随后颁布的《防雷装置设计审核和竣工验收规定》(中国气象局令第 11 号)和《气候可行性论证管理办法》(中国气象局令第 18 号)等法规规章使雷电灾害风险评估工作顺利开展了有了完善的法规保障。

除了法规对雷电灾害风险评估工作做了规定外,安全标准也对该项工作有了具体要求。如:重庆市质量技术监督局颁布的《建筑防雷检测技术规范》(DB 50/212—2006)从技术层面上对雷电灾害风险评估项目的范围提出了具体要求;同年颁布的《雷电灾害风险评估技术规范》(DB 50/214—2006)作为国内第一部雷电灾害风险评估技术标准,明确规定了风险评估程序、内容、指标和具体要求,该标准于 2007 年上升为行业标准《雷电灾害风险评估技术规范》(QX/T 85—2007)。

随着法规标准的建立和逐步完善,雷电灾害风险评估工作得到快速发展。为此,作者根据多年从事雷电灾害调查、分析鉴定和风险评估的工作经验,总结并编著了《雷电灾害风险评估与控制》一书。

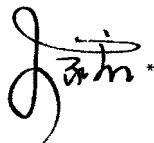
在本书中,作者根据雷电灾害风险评估工作的需要,结合雷电灾害风险评估的实际情况,阐述了雷电灾害风险评估的目的与意义、地位和作用,评估的分类,评估的依据与原则,评估的工作程序等内容;重点介绍了雷电灾害风险的识别、分析、评估和风险的预防与控制以及应急救援等内容。本书提出了雷电灾害风险评估的内容包括:雷电气候特征分析、接地环境风险评估、雷电灾害易损性和抗灾能力风险评估、雷击损坏风险评估、雷电危害范围影响评估等内容;并且针对不同的场所提供风险评估的案例;特别是对长跨度线路建设、地下工程、移动通信基站、电力设施等提供了风险评估的思路和方法。同时,本书率先提出了雷电灾害风险预防和控制四大措施:监测预警和预报措施、工程建筑措施、防雷安

全管理措施和防雷技术措施,还提出了构建防雷安全保障体系、建立雷电灾害保险制度和加强应急救援体系建设,以减轻雷电灾害风险损失的举措。本书可供各安监、建筑、林业、气象、消防等管理部门和有关单位的安全管理人员和雷电科学与防雷技术人员等参考。

雷电灾害风险评估的研究,既涉及社会科学(社会学、管理学、经济学等学科),还涉及自然科学(大气科学、电力科学、建筑科学和电信科学等学科)和跨学科相关研究成果的应用,因此,此项课题研究难度很大。非常有幸在南京信息工程大学攻读应用气象学博士学位期间“大气科学研究进展”、“气象灾害专题”、“现代科技革命与马克思主义”、“气象经济学”、“气象科技英语”等课程的学习,使我对雷电灾害风险评估在经济社会发展中的地位和重要性认识得到进一步提高。尤其是中国气象科学院张义军研究员、重庆市气象局副局长李良福正研级高工和我的导师申双和教授对该书编写思路、提纲及重点内容提出的指导意见,在此一并致谢。

此外,本书在编写过程中得到了重庆市气象局、南京信息工程大学应用气象学院、西部雷电科学与防护技术研究中心等单位的大力支持,重庆市防雷中心、重庆舍特气象应用研究所、重庆科雷电子科技开发有限责任公司、重庆莱霆防雷技术有限责任公司等单位提供了大量的雷电灾害风险评估的案例及相关技术资料。李建平、任艳、何静、刘青松、李政、王乔渝等参加了本书资料收集工作,其中任艳、何静参与了本书第5章的编写工作。中国气象科学研究院博士生导师张义军研究员、重庆大学电气工程学院博士生导师廖瑞金教授、南京信息工程大学应用气象学院博士生导师申双和教授、重庆市气象局副局长李良福正研级高工、中国气象局政策法规司周韶雄副处长以及重庆市防雷中心覃彬全、陈宏、骆方、李黎、刘青松等审阅了本书,并提出了许多宝贵意见,在此一并致谢!此外,本书引用大量的研究成果和经验总结,除个别文献外,均列出参考文献,在此谨向文献作者致以衷心感谢。

由于作者水平有限,加之时间仓促,导致本书难免存在不足,恳请广大读者提出宝贵意见。



2009年10月于南京

---

\* 作者李家启:中国气象学会雷电防护委员会委员、重庆市防雷中心主任、南京信息工程大学博士研究生

# 目 录

## 前 言

引 言 .....	( 1 )
<b>第 1 章 雷电灾害风险评估概述 .....</b>	<b>( 8 )</b>
§ 1.1 雷电灾害风险评估的内涵 .....	( 8 )
§ 1.2 雷电灾害风险评估的目的和意义 .....	( 10 )
§ 1.3 雷电灾害风险评估的地位和作用 .....	( 12 )
§ 1.4 雷电灾害风险评估的起步与发展 .....	( 14 )
<b>第 2 章 雷电灾害风险评估原则、依据、分类和程序 .....</b>	<b>( 16 )</b>
§ 2.1 雷电灾害风险评估原则 .....	( 16 )
§ 2.2 雷电灾害风险评估依据 .....	( 18 )
§ 2.3 雷电灾害风险评估分类 .....	( 24 )
§ 2.4 雷电灾害风险评估内容与程序 .....	( 30 )
<b>第 3 章 雷电灾害风险分析 .....</b>	<b>( 39 )</b>
§ 3.1 雷电灾害风险分析基本内容 .....	( 39 )
§ 3.2 雷电灾害风险分析基本原理 .....	( 44 )
<b>第 4 章 雷电灾害风险识别 .....</b>	<b>( 51 )</b>
§ 4.1 雷电灾害风险识别的意义 .....	( 51 )
§ 4.2 雷电灾害风险识别的条件和依据 .....	( 53 )
§ 4.3 雷电灾害风险识别的技术和方法 .....	( 54 )
§ 4.4 雷电灾害风险识别的程序与途径 .....	( 70 )
§ 4.5 雷电灾害风险与事故 .....	( 72 )
<b>第 5 章 雷电灾害风险评估 .....</b>	<b>( 80 )</b>
§ 5.1 雷电气候特征评估 .....	( 80 )
§ 5.2 接地环境风险评估 .....	( 93 )
§ 5.3 易损性与抗灾能力风险评估 .....	( 101 )

§ 5.4	雷击损坏风险评估 .....	(116)
§ 5.5	雷击危害影响环境风险评估 .....	(166)
§ 5.6	雷电灾害风险评估报告 .....	(188)
<b>第 6 章</b>	<b>雷电灾害风险的预防和控制 .....</b>	<b>(192)</b>
§ 6.1	雷电监测预警与预报措施 .....	(192)
§ 6.2	工程建筑措施 .....	(195)
§ 6.3	雷电防护技术措施 .....	(202)
§ 6.4	防雷安全管理措施 .....	(242)
§ 6.5	构建防雷安全保障体系 .....	(258)
§ 6.6	建立雷电灾害保险制度 .....	(259)
<b>第 7 章</b>	<b>雷电灾害的应急救援 .....</b>	<b>(261)</b>
§ 7.1	应急体系基本构成 .....	(261)
§ 7.2	应急救援系统 .....	(263)
§ 7.3	应急救援预案编制、检查与演练 .....	(265)
<b>第 8 章</b>	<b>风险评估中的防雷设计评价、安全检测与审验 .....</b>	<b>(271)</b>
§ 8.1	防雷设计评价、监督与检测 .....	(271)
§ 8.2	防雷装置设计审核、验收与监督管理 .....	(272)
§ 8.3	雷电灾害调查、鉴定与评估 .....	(276)
<b>附 录</b>	<b>.....</b>	<b>(277)</b>
第一部分	装卸栈台及码头安全技术 .....	(277)
第二部分	加油(气)站安全技术 .....	(282)
第三部分	液化石油气(LPG)加气站安全技术 .....	(287)
第四部分	压缩天然气(CNG)加气站安全技术 .....	(289)
第五部分	石油产品销售系统的产品储存安全技术 .....	(291)
第六部分	化工产品储存安全技术 .....	(293)
第七部分	液化石油气储备供应站安全技术 .....	(298)
<b>主要参考文献</b>	<b>.....</b>	<b>(302)</b>

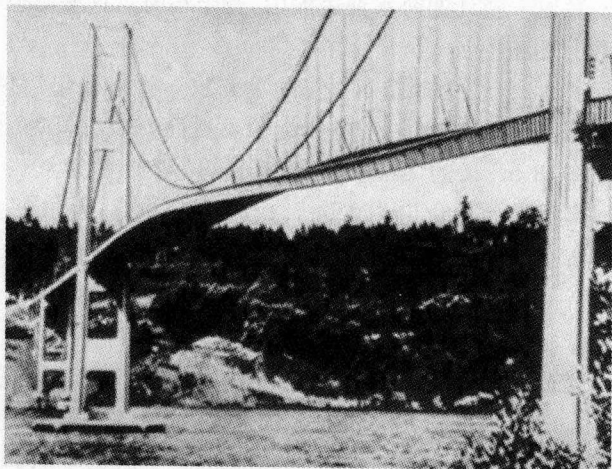


# 引言

20 世纪是人类发展史中一个灿烂辉煌的时代。人类的智慧在科学与技术上得到淋漓尽致的发挥。人们利用技术使人类的生活方式发生了根本变化。然而,技术是一把双刃剑,在给人们带来舒适、高效、快捷和财富的同时,也带来了环境污染、生态破坏、交通事故和核战争威胁等一系列负面影响。而当技术一旦发生失误时还会造成巨大灾难。下面就是 20 世纪所发生的十大技术灾难,给我们以一定的风险警示。

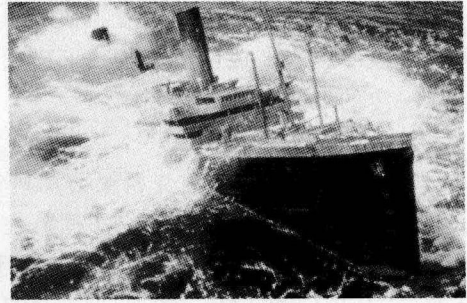
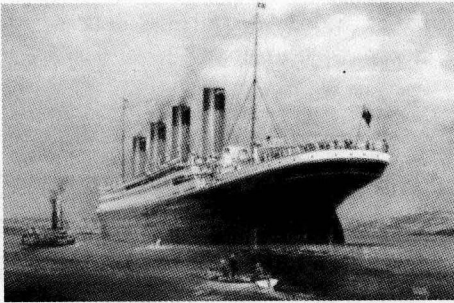
## 1. 魁北克大桥事件

1900 年,加拿大魁北克桥梁公司聘请了当时美国最负盛名的桥梁专家希杜尔·古伯设计并施工建造了一座横跨圣罗伦斯河的悬索式大桥。古伯称这座世界上的桥梁将是现代工程技术的典范,还自诩他的设计不但质量上乘,而且造价低廉。古伯设计的这座大桥的确造价低廉,桥梁的总长度在不增加任何其他费用的情况下从原来的 487.7 m 增加到 546.6 m,这无疑是在“偷工减料”的结果。在大桥即将竣工的前夕——1907 年 8 月 29 日,连接桥墩与南端锚柱的钢缆突然断裂,使得大桥瞬间崩塌,造成 75 名作业人员丧生。如果在投入使用后发生事故,损失将更大。



## 2. “泰坦尼克”号事件

1912年4月14日夜,在北海纽芬兰大浅滩以南150 km处,一艘8层楼高的英国超级豪华邮轮“泰坦尼克”号与冰山相撞,并于1912年4月15日凌晨2时20分沉没。1513人在这次事故中罹难,成为有史以来最大的一次海难(此前最大的海难发生于1904年6月15日,一艘叫“斯洛克姆将军”号的游轮在美国纽约州东沉没,死亡1030人)。这起事故成为当时的爆炸性新闻,是20世纪最令人震惊的灾难之一。首先这艘造价当时为150万英镑(折合当时中国1000万两白银,相当于今天的4亿美元)的豪华邮轮有双层底和16个水密舱,能防任何可能的撞击,即使有1/4舱室灌满水也不会危及船的浮力,在世纪之初号称史无前例和“永不沉没”的巨轮。



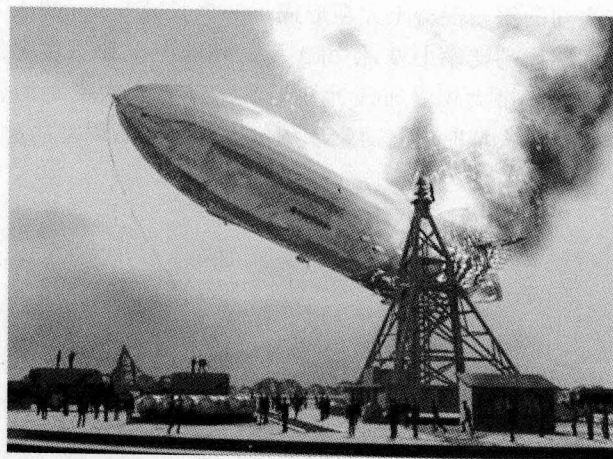
然而不幸的是设计者只考虑到了船体的正面冲击,忽视了冰山可能的高速侧撞,而且由于过分自信,仅配备了可搭载1/2乘客的救生艇。这艘排水量为4.6万吨的邮轮以22节(1节=1海里/小时=0.514 m·s<sup>-1</sup>)的速度鲁莽地擦过一座巨大的冰山时,冰山庞大的身躯犹如一把无比锋利的斧头,把邮轮的防水舱割破了一道数米长的大口子,数以千吨计的海水涌进舱内,几个小时后这艘邮轮就葬身海底。

## 3. “兴登堡”号飞艇事故

1937年5月6日,当德国制造的“空中霸王”——“兴登堡”号飞艇在美国新泽西州降落时,那壮观的情景真叫人肃然起敬。然而,仅仅过了几分钟,这只804英尺(1英尺=0.3048 m)长的飞艇突然燃起大火,霎时化为灰烬。这艘编号为LZ-129的“兴登堡”号于1936年首次飞行,用四台1100马力(1马力=746 W)的柴油机作为动力,最大时速达84英里(1英里=1609.344 m)。1936年它在德国和美国之间进行了10次定期的往返商业飞行,共载客1002名。1937年5月6日,它在完成第11次航班,在新泽西州的莱克赫斯特着陆时焚毁。这是飞艇商业飞行史上第一次罹难事故,同时也结束了飞艇作为交通工具的时代。

令人难以置信的是,飞艇上97名乘客中竟有61名死里逃生,只死亡36人。真正的悲剧是美、英、德3国缔结的商业定期航线毁于这场事故。关于飞艇爆炸的原因,一时猜测纷纭。大多数人认为,由于美国难以容忍德国在航空上的成

就,拒绝出售给德国助艇上升的氦气,迫使“兴登堡”号飞艇不得不用极易燃烧的氢气代替。虽然采取了种种严格的措施,但它仍是个随时都可能爆炸的火药库。



#### 4. 由“灵丹”变为“魔鬼”的 DDT

米勒是瑞士化学家,他在 1939 年 9 月成功合成了 DDT(化学名称为二氯二苯三氯乙烷),开创了合成杀虫剂的先河,瑞士当局立即用它来对付马铃薯的害虫,取得了出人意料的效果。他因此而获 1948 年诺贝尔生理学 and 医学奖。这一“良好”开端引发了人工合成化学品的高潮,数量多达上万种的新杀虫剂相继问世。科学家和使用者谁都没有想到,这些人工合成品虽说杀死了众多的害虫,但不久也给人类自己带来了巨大的祸害。1942 年,美国就将其投入了商业生产。1943 年末,首次大规模地用于同人类有重大关系的目的。二战中,英美联军攻克意大利的那不勒斯不久,那里发生了斑疹伤寒流行病。这种流行传染病曾经在第一次世界大战中改变过战争的进程,它同样可能在第二次世界大战中重演过去发生过的事态,阻止英美联军在意大利的攻势,而且比纳粹的枪炮要有效得多。1944 年 1 月,联军在那不勒斯全面地喷洒了 DDT,结果一场正在流行过程中的传染病被制止了。这在人类历史上还是第一次。战后,DDT 被视为“灵丹妙药”大量地使用,昆虫侵害农作物的事情减少了。不幸的是,很快昆虫就对它产生了抵抗力,结果导致人和昆虫的“大较量”,新的杀虫剂不断地合成,而昆虫的抗药本领也愈来愈高超。由于人类在这个问题上的欠谨慎和不高明,DDT 和其他一些杀虫剂不仅杀死了害虫,也同时杀死了对人类有益的昆虫,从北极的冰块到新生儿的血液中 DDT 无所不在,污染了全世界,也伤害了人类自己。现在人们不得不承认错误,这类化学合成物对生态的影响是毁灭性的,DDT 已被许多国家明令控制或禁止使用。

#### 5. 维爱特水库事件

1963 年 10 月 9 日夜晩,意大利贝尔鲁诺附近的维爱特水库的积水突然铺天盖

地从堤坝上溢出,吞没了下游的5个村庄,大约有4000名村民被大水淹死。使人惊异的是,水库竟看不出任何破损的痕迹。经过调查,真相才大白于天下。原来,建筑在两座山峰之间的钢筋混凝土大坝形成了一个长6.5 km的人工湖,连续数周的暴雨浸透了水库四周的陡峭山坡,使得1.5亿吨的泥土和石块突然滑入水库里,上千万立方米的水便越过大坝瀑布般冲向下游。发生这次灾难的责任,应归咎于水库设计师在修筑这座大坝时没有对水库周围进行详细而周密的地质勘查。



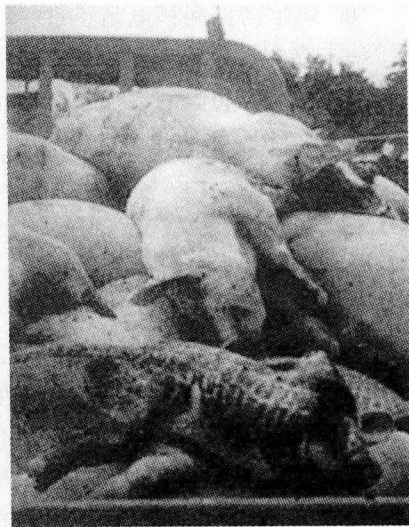
#### 6. DC-10 空难

1974年3月3日,一架载有335名乘客、11名机组人的土耳其DC-10客机,由巴黎起飞。8分钟后,飞抵伦敦前方1.2万英尺高空时,突然爆炸坠毁,机上的人员全部遇难,造成了当时最惨重的空难事件。调查结果表明,事故的原因是由于飞机下层货舱的一道舱门设计上欠妥。这道密封舱门在空中脱落,造成下层货舱内的压力剧降。而上层舱内压力仍然很高,使得地板下陷,飞机失去控制而引起了这场灾难。设计和制造该飞机的道格拉斯公司过去曾发生过类似的问题,只是侥幸没有发生坠机事故。



### 7. 海特饭店事件

1981年7月17日,美国堪萨斯州的海特饭店的正厅聚集着1600名参加周末舞会的宾客。在他们上层的空中过道上挤满了200多名兴高采烈地观看这场舞会的客人。一名劫后余生的目击者事后回忆说:“起初只听见‘啪’的一声,好像有人在放枪,接下来就是震耳欲聋的号哭声,二层与三层之间的钢筋水泥过道突然断裂,整体落在下面狂欢的人群上。”这场灾难使118名客人当场被压死,受伤的人数不下200人。调查小组发现,海特饭店走道的自重已超过钢材所能承受的负荷,即使没有人在上面也会自行崩塌。建筑工程史上把这次事故视为建筑设计中敷衍了事的典型实例。



### 8. 印度博帕尔事件

1980年,印度博帕尔市联合碳化物公司开始生产化学农药,用来消灭残害农作物的昆虫,它的生产似乎将给印度农业带来无限的生机。具有讽刺意味的是,4年后的12月3日清晨,杀虫剂的主要成分异氰酸甲酯外泄,在全市上空形成一片毒雾,数以千计的人发生了神经性中毒症状,最后死亡的人数达到1万余人,还有5~10万人受到各种程度的伤害。事故发生的主要原因至今尚未查明。据该公司称,有将近240加仑(1加仑=4.546升)的水被混入异氰酸甲酯储槽里,引起了化学反应,槽内温度达到200℃发生爆炸,大量毒气逸出。因这起事故引起的官司迄今尚未终了。

### 9. “挑战者”号事件

1986年1月28日,美国佛罗里达州卡纳维拉尔角的肯尼迪航天中心发射台上,“挑战者”号航天飞机载着7名宇航员,即将腾空升起,进行它的第11次航天飞行。11时38分,“挑战者”号点火上升,直入云霄。在发射后的73秒钟时,碧空突然传来一声巨响,人们从看台上的电视荧光屏上看见“挑战者”号顷刻间化作一团橘红色的火球。观礼台上直接目击了这场悲剧的观众个个惊骇不已。一旦明白过来,他们不禁失声痛哭。究竟是什么原因造成这架飞行次数最多、性能最佳、造价达12亿美元的“挑战者”号失事呢?总统委员会调查后承认,“挑战者”号爆炸,是由于航天飞机右侧固体火箭助推器连接处因设计上的缺陷,一只密封圈失效而引起的。

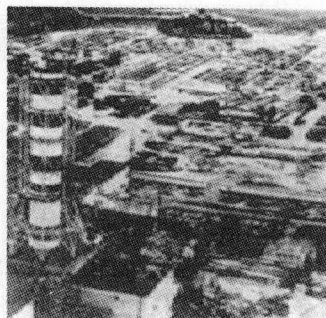
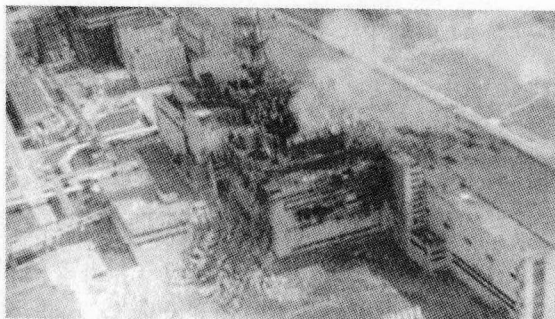
### 10. 切尔诺贝利核电站事件

位于乌克兰首府基辅以北150 km处的切尔诺贝利核电站的第四动力机组,于1986年4月26日凌晨发生事故,释放出铯和锶等大量放射性物质,其辐射剂量曾高达每小时 $2.58 \times 10^{-2} \sim 3.87 \times 10^{-2}$  C/kg,使半径80 km地区受到严重放射性污染,并波及东欧邻国及西欧一些国家。给前苏联造成的经济损失,轻则要用几十亿美元清理污染,重则要付出更大的代价。

事故发生,造成31人死亡,203人患放射性疾病,方圆30 km内的2万人受到放射照射危害,预计至2006年将由此造成死亡75000人,事故造成经济损失20亿卢布以上。这次事故还造成北欧的瑞典、芬兰、丹麦、挪威等国家空气中的放射性物质含量急剧增加,其中芬兰超过正常标准10倍,瑞典空气中的碘和铯含量增大5~10倍。导致这场悲剧的最主要原因是人为错误。这次核事故在国际上引起了一场轩然大波,给数百万人播下致命的祸根。几年后该地区出现第一批白血病患者;事故后10年里可能在500 km的范围内使1万人患肺癌死亡;放射性尘埃将在今后80年内使数10万人患甲状腺癌。

“绿色和平”组织近日公布的资料说,20年前的苏联切尔诺贝利核电站事故造成致癌死亡人数约为9.3万人左右。20年后,放射性仍在继续威胁着白俄罗

斯、乌克兰和俄罗斯约 800 万人的生命和健康。专家们说,切尔诺贝利事故的后果将延续一百年。



面对意外事故如此高昂的生命、健康与财产代价,人们在思考:

——人类为了所祈求的利益和享受所承担的风险是否值得?

——与获得技术成果相适应和合理生命、健康、经济的风险代价水平是多少?

——我们能否把风险代价再减小一些?

——当我们面对世界上惊人的“无形战争”的后果,或许会使人们更为清醒和理智地反省,从而更加“善待生命,警觉灾患”,如何有效地战胜技术风险成为现代社会所面临的重大挑战。

# 第 1 章 雷电灾害风险评估概述

中国有句古语“福无双至，祸不单行”，就是提醒人们处处提防风险。风险无处不在、无时不有。“风险”(Risk)既是一个通俗的日常用语，也是一个重要的科学术语。尽管目前国际上对“风险”一词并没有一个统一的严格定义。不过，各种定义的核心内容基本都一致。按权威的《韦伯字典》的说法，风险是“面临着伤害或损失的可能性”；Wilson 等 1978 年在影响颇大的刊物《Science》上所发表的文章，将风险的本质描述为不确定性，定义为期望值；Maskrey(1989)认为风险是某一自然灾害发生后所造成的总损失；Smith(1996)将风险定义为某一灾害发生的概率；Tobin 和 Montz(1997)则认为风险是某一灾害发生的概率和期望损失的乘积；Deyle 等(1998)认为风险是某一灾害发生的概率(或频率)与灾害发生后后果的规模的结合；Hurst(1998)把对某一灾害概率与结果的描述定义为风险；联合国救灾协调组织(United Nations Disaster Relief Co-Ordinator, 1991)在对自然灾害风险定义中认为风险是在一定的区域和时段内，由于某一自然灾害而引起的人们生命财产和经济活动的期望损失值。

而刘希林和莫多闻(2003)认为：Maskrey 的定义将风险等同于灾害损失，将风险评估等同于灾后的灾情，并不适当；Smith 的定义仅从灾害的发生概率来考虑，没有考虑灾害发生的后果，有偏颇之处；Tobin 和 Montz 的定义是用期望损失，基本类似于易损性；Deyle 等和 Hurst 的定义用的是灾害后果，实际上等同于灾害损失。综上所述，作者认为，对风险的核心内容定义为人们不喜欢的事发生的可能性(即期望值)更为妥当。

## § 1.1 雷电灾害风险评估的内涵

20 世纪 30 年代，美国的保险业在开展保险业务时，所收取的费用是根据其所承担的风险的大小而决定的，这样就出现了如何衡量风险程度的问题，这个衡量风险程度的过程就是风险评价。目前，在欧美各国被称为“风险评价”或“危险评价”；在日本，称为“安全评价”；在我国，称之“安全评价”或“风险评估”。

风险评估(Risk Assessment)是指对不良结果或不期望事件发生的几率进



行描述及定量的系统过程。或者说,风险评估是对一特定期间内生命、财产安全等受到损害的可能性及可能的程度做出评估的系统过程。风险评估可以界定风险、对风险进行排序,从而为减轻风险提供一套科学系统的方法(Covello,1993)。

风险评估是作为综合、系统地利用可获得的信息来判定某种确定事件发生的可能性及其影响大小的一种过程,比较公认的主要步骤如下(见图 1-1):① 识别危险的性质、地点、强度及其发生的可能性;② 判定承灾体存在与否、脆弱度及其危险暴露度;③ 判断减灾能力和可利用资源;④ 判定风险的可接受水平。

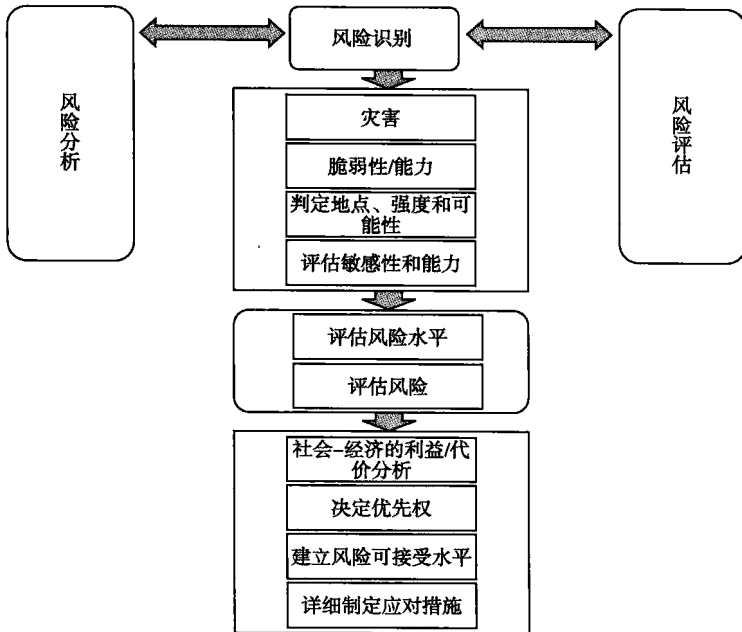


图 1-1 风险评估步骤

雷电灾害风险评估就是对生命、财产、生计和人类依赖的环境等可能带来潜在的雷电威胁或雷击伤害的致灾因子(闪电)和承灾体的脆弱性进行分析和评估,进而判定出风险的性质和范围的一种过程。雷电灾害风险评估包括雷电灾害的风险分析、风险性识别和风险程度评估三个方面。风险分析就是对评估对象就可能的雷电致灾因子(或孕灾环境)、承灾体和灾情进行分析,确定风险因素;雷电灾害风险性识别就是识别风险源,确定来自风险源的各种危险性;雷电灾害风险度评估为控制危险性,包括风险的定量,即确定这些风险发生的频率及可能造成的后果,并将这些风险与预定的风险指标相比较,判断是否可以接受,最后及时根据风险能否接受而提出的降低、消除、转移雷电风险的对策。在实际的雷电风险评估过程中,如图 1-1 所示,这几个方面是互相交叉、相互重叠于整个评估工作中。