

变电站火灾风险 分析与评估

■ 范明豪 李伟 汪书苹 武海澄 编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

变电站火灾风险 分析与评估

■ 范明豪 李伟 汪书苹 武海澄 编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

变电站是电力系统中变换电压、接受和分配电能的电力设施,站内有变压器、电容器、高压开关、电力电缆等设备,可燃物较多,是电力火灾的高危场所。本书由电力火灾与安全防护安徽省重点实验室(筹)组织编写,以变电站为主要场景,结合燃烧理论和风险评估技术,详细介绍变电站中的火灾危险源以及各种火灾防护技术,针对电力案例阐述火灾的危害及后果,最后选取典型变电站进行火灾风险评估并提出整改措施。

本书共分七章。具体包括:绪论、变电站与变电设备、燃烧与火灾、火灾风险评估与危险源辨识、电力火灾案例、变电站火灾风险评估及改进措施、变电站火灾防护技术。此外附录还附有变电站布置图及火灾风险评估体系表。

本书可供变电站安全监督管理人员、运维检修技术人员、科研试验人员使用,适合电力安全培训及相关专业师生学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

变电站火灾风险分析与评估 / 范明豪等编. —北京:中国电力出版社, 2013. 8

ISBN 978 - 7 - 5123 - 4475 - 4

I. ①变… II. ①范… III. ①变电所 - 火灾 - 风险分析
IV. ①TM08

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 108430 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2013 年 8 月第一版 2013 年 8 月北京第一次印刷

710 毫米×980 毫米 16 开本 17.25 印张 303 千字

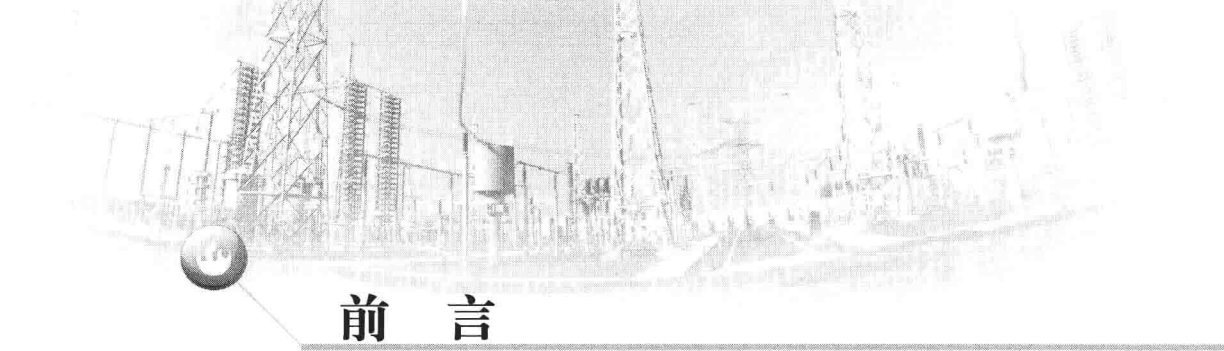
印数 0001—3000 册 定价 39.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究





前 言

随着我国经济建设的迅猛发展,社会生产对电力的需求不断增加,电力工业迎来一段高速发展时期。特别是未来华北—华东—华中同步电网的形成,中国电网将成为世界上电压等级最高、技术水平最高和规模最大的交直流混合电网。

在电力工业快速发展的同时,如何确保电力系统安全稳定运行已经成为一个重要问题,电力火灾就是一个重点的防护方向。在电力系统中,存在着大量的高电压、大电流、高蓄能和易燃易爆设备,如变压器、电容器、电力电缆等,这些设备一旦发生火灾,将会对电力系统的安全运行构成严重威胁,甚至会给电力生产和社会生产造成巨大经济损失,因此电力火灾及其安全防护工作意义重大。

变电站是电力系统中变换电压、接受和分配电能的电力设施,站内有变压器、电容器、高压开关、电力电缆等设备,可燃物较多,是电力火灾的高危场所。本书以变电站为主要场景,结合燃烧理论和风险评估技术,详细介绍变电站中的火灾危险源以及各种火灾防护技术,针对电力火灾案例阐述火灾的危害及后果,最后选取典型变电站进行火灾风险评估并提出整改措施。

本书由电力火灾与安全防护安徽省重点实验室(筹)组织编写,共分七章。第一章由范明豪撰写,介绍火灾现象和危害,以及变电站火灾风险评估的目的和意义。第二章由李伟撰写,介绍变电站的结构、功能及相关设备。第三章由范明豪撰写,介绍燃烧理论基础与火灾危害。第四章由武海澄撰写,介绍火灾风险评估方法和危险源辨识方法。第五章由汪书苹撰写,介绍各种电力火灾实际案例。第六章由范明豪撰写,介绍变电站火灾风险评估及改进措施。第七章由汪书苹撰写,介绍变电站的各种火灾防护技术。全书由安徽省电力科学研究院杜晓峰院长主审。

本书的编写是对电力火灾及变电站火灾风险分析与评估的一个新尝试。撰

写过程中引用了国内外同行的相关研究成果，在此向他们表示感谢。虽然作者在撰写过程中尽了自己最大的努力，但学识所限兼时间仓促，错误和疏漏之处在所难免，敬请业内专家和读者批评指正。

编 者
2013 年 3 月



目 录

前言

第一章 绪论	1
第一节 火灾危害与分类	1
第二节 变电站火灾风险评估的意义	9
参考文献	11
第二章 变电站与变电设备	12
第一节 变电站功能和分类	12
第二节 变电站主要设备	14
第三节 数字化变电站	23
参考文献	24
第三章 燃烧与火灾	25
第一节 燃烧	25
第二节 火灾	38
第三节 火灾分类及火灾危险性	44
第四节 火灾烟气	53
第五节 火灾防治技术	65
参考文献	71
第四章 火灾风险评估与危险源辨识	73
第一节 火灾风险评估研究	73
第二节 火灾风险评估基础	74
第三节 火灾风险评估常用方法	85
第四节 危险源辨识及作用	94
第五节 火灾原因调查	99

参考文献	104
第五章 电力火灾案例	105
第一节 电力火灾统计与分析	105
第二节 典型电力火灾事故案例分析	124
第三节 教训和启示	138
参考文献	139
第六章 变电站火灾风险评估及改进措施	140
第一节 典型电力可燃物燃烧特性参数测试	142
第二节 仿真法火灾风险评估	154
第三节 层次分析法及安全检查表法火灾风险评估	172
第四节 改进措施	184
参考文献	196
第七章 变电站火灾防护技术	197
第一节 土建防火要求	197
第二节 设备防火要求	208
第三节 火灾自动报警系统	214
第四节 灭火技术	225
第五节 其他防火措施	240
第六节 电缆沟防火实施案例	242
第七节 火灾事故应急预案	252
参考文献	257
附录 A 变电站布置图	259
附录 B 火灾风险评估体系表	265

绪 论

根据有关方面预测,2011~2020年,中国用电需求仍将保持5%的增长率^[1]。随着电力需求的持续增长,我国电力建设迅猛发展,电压等级不断升级。电力技术的发展,使得高电压、大容量的电气设备大量投运,分布在电能从生产到消费的各个环节中,存在极大的火灾隐患,如变电、配电和用电环节中存在含大量可燃物的电缆,尤其变电过程的变电站中集中了大量一次和二次电气设备,不仅有大量电缆,变压器和电容器内还含有大量油品。



第一节 火灾危害与分类

一、火灾及其危害

火灾是火在时间和空间上失去控制而蔓延的一种灾害性燃烧现象,通常包括森林、建筑、油类等火灾及可燃气和粉尘爆炸。它是各种灾害中发生最频繁且极具毁灭性的灾害之一,其发生的频度为各灾种之首,其直接损失仅次于干旱和洪涝,约为地震的5倍^[2]。火灾具有“自然”和“人为”的双重性,例如雷击导致的变压器失火、地震引起的城市火灾属于自然灾害,而人为纵火、林区烟头引发森林火灾则属于人为灾害。

火灾对国民经济和生态环境的危害严重。火灾代价包括火灾造成的直接经济损失、间接经济损失、人员伤亡损失、救火消防费用、保险管理费用以及投入的火灾防护工程费等。根据世界火灾统计中心以及欧洲共同体的研究结果,许多发达国家每年火灾直接损失占国民经济生产总值的2%左右,而整个火灾代价约占国民经济生产总值的1%。根据联合国世界火灾统计中心提供的资料,近年来,全球范围内每年发生的火灾就有六七百万起,有65 000~75 000人死于火灾^[3]。全球每年火灾中丧生人数最多的6个国家是印度(年均2万人)、俄罗斯(年均1.35万人)、美国(年均0.5万人)、中国(年均0.21万

人)、日本(年均0.2万人)、乌克兰(年均0.17万人)。

火灾会对环境和生态系统造成不同程度的破坏。燃烧产生的大量烟雾和 CO_2 、CO、碳氢化合物、氮氧化物等有害气体不仅对环境产生不良影响,而且影响地面光照质量和数量,从而影响农作物;高强度火灾影响土壤结构、破坏营养元素循环、减少土壤微生物,森林大火烧死大量植物,使植被难以恢复进而失去自我调节能力,同时受伤林木生命力下降易发生病虫害而死亡,加速生态系统崩溃。此外,海面上的油轮火灾常伴有原油泄漏,影响海洋环境和生态。

在存放与使用爆炸物品较多的场合或某些生产过程中,火灾常与爆炸灾害密切相关。例如化工生产过程中,首先可能会导致油罐、电石库或乙炔发生器爆炸,随后就是一场大火。有些情况下则是先发生火灾再引发爆炸,如存放易燃易爆品的场所发生火灾后,由于高温的作用引爆。

目前我国正处于经济转型期,城市化建设高速发展,火灾形势比较严重。充分认识火灾的基本现象及危害,掌握其发生、发展和蔓延规律,采取切实可行的有效防护措施,降低火灾发生概率以及发生后的损失,是消防科学与工程研究的目标。

二、火灾分类及特点

根据发生的场合,火灾主要可分为城镇火灾(包括建筑火灾、工厂仓库火灾等)、野外火灾(包括森林火灾、草原火灾等)、工矿火灾及交通工具火灾等,此处列举几种常见的火灾。

1. 建筑火灾^[3]

在各类火灾中,以建筑火灾对人们的危害最严重、最直接。因为各种类型的建筑物是人们生产和生活的主要场所,也是财富高度集中的场所。

我国建筑火灾一直较严重,这与建筑结构形式、生产生活特点、地理位置、气候条件、社会习俗等诸多因素有关。尤其是城市化进度的加快,建筑业突飞猛进,不仅各种建筑物的数量大大增加,而且出现了许多新型、大型、高层等特殊类型的建筑如高层建筑、地下建筑、大型商场、剧场、仓库、体育场馆等,它们使用了大量电力、热力设施,比常规建筑的火灾危险性增大很多。其中最为突出的是高层建筑火灾,因为它楼层多、功能全、人员密集、装饰布置可燃材料品种多样、电气设备及配电线路密集、管道竖井复杂,极易发生火灾。

建筑火灾具有如下特点:

(1) 火灾隐患多,危险性大。有时烟头或线路事故即可引发火灾。

(2) 竖井管道存在“烟囱效应”，烟气运动快，甚至在 1min 之内升到 200m 的高空。众所周知，烟气是火势蔓延和人员死亡的最主要原因。

(3) 建筑高部由于风力作用，火势发展极为迅速。

(4) 人员疏散、营救及灭火难度大，人员伤亡惨重。

2. 森林火灾^[3]

世界各地经常发生森林火灾。我国人均森林面积不到世界的 1/4，但却是森林火灾频发的国家。据统计，1952 ~ 2001 年间，我国共发生森林火灾 68 万次，累计受灾面积占全国森林面积的 23.6%，年均森林受害率达 0.63%，高居世界首位。近年来，我国森林火灾呈现愈加频繁的趋势，仅 2004 年就发生森林火灾 13 401 起，2006 年发生在黑龙江和内蒙古的三起特大森林火灾，过火面积达 3820km²，是我国自 1987 年大兴安岭特大火灾以来最严重的森林火灾。据新华社报道，2009 年 2 月澳大利亚维多利亚州的特大森林火灾燃烧了一个多月，燃烧总面积达 41 万公顷，造成 210 人死亡、1800 多栋房屋被毁、近 100 万头牲畜和野生动物死亡。

森林火灾具有如下特点：

(1) 延烧时间长，大多为几天、十几天，有时甚至达到几十天。

(2) 过火面积大。大多为数百、数千公顷，甚至数万、数十万公顷或更大。

(3) 火强度大、蔓延速度快。有明显的对流柱，当有飞火或火旋风出现时，能使火的蔓延速度从无飞火的不超过 10m/min 迅速增大甚至超过 100m/min，并可轻易越过各种障碍如防火线、河流等。

(4) 受可燃物种类、环境、地形、气象等条件影响大。比如，有大风时的森林火灾是一种极其复杂而又异常可怕的灾害。

(5) 对林木危害严重。可使 70% 以上甚至 100% 的林木被烧死，对生态和环境构成不同程度的破坏。

3. 工矿火灾

由于厂矿中使用或存储较多的易燃物，如发生火灾其后果往往十分严重。随着我国煤炭资源的不断深度开采，因瓦斯爆炸引发的特大煤矿火灾屡有发生。如 2003 年 5 月 23 日，云南丽江煤矿瓦斯爆炸中 24 名矿工遇难；2003 年 11 月 14 日，江西丰城煤矿瓦斯爆炸中 48 人死亡；2004 年 2 月 11 日，贵州六盘水煤矿瓦斯爆炸中 24 人死亡。

工矿火灾具有如下特点：

(1) 突发性。瓦斯浓度监测是有效控制手段，但井下条件复杂，偶然因

素即可能造成火灾甚至爆炸。

(2) 多变性。煤矿属于深层地下作业，地质条件和瓦斯含量多变。

(3) 营救困难，人员伤亡惨重。发生火灾或爆炸时，煤矿自身会有相应通风、排水措施进行补救，但火灾一般均为瓦斯超限引起的爆炸，井下瓦斯爆炸的特点是极有可能在新鲜空气进入后引发二次爆炸甚至多次爆炸，这给营救工作造成困难。

4. 交通工具火灾

经济发展带动了交通运输业的迅猛发展，2008 年为渡过经济危机，汽车产业被作为我国十大振兴产业之一提出，汽车年产量从 2000 年的 200 万辆激增到 2010 年的 1800 多万辆，我国进入汽车制造工业大国行列。同时我国的汽车保有量大幅上升，据公安部交管局资料，截至 2012 年底，我国机动车保有量已达 2.4 亿辆，其中汽车占 1.2 亿辆（其中包括近 2000 万辆三轮和四轮低速货车），机动车驾驶人数量达 2.6 亿，每年新增机动车 2000 多万辆，每年新增驾驶人 2647 万人。众多可燃物的流通和调配，大量人员的转移，人们在享受汽车带来的便利时，交通工具火灾也明显增多。例如 2009 年 6 月 5 日成都公交车火灾事故造成 27 人遇难、72 人受伤。据统计，在全国每年发生的各类火灾中，车辆火灾的发生次数和造成的财产损失和人员伤亡呈逐年上升趋势。

交通工具火灾具有如下特点：

(1) 火势蔓延速度快，甚至可能烧坏油箱导致爆炸。因为车上的可燃物多，火灾荷载大。

(2) 人员及车辆疏散困难。火灾中的车上人员可能由于惊慌而处置失当，造成挤压踩踏不能正常逃生而群体被焚；我国目前交通极易堵塞，如车辆失火于交通要道、繁华地段，则极难疏散且有可能导致连锁效应。

(3) 经济损失和人员伤亡大。车辆自身价值一般不低，有些货车上装的货物也十分昂贵，一旦火灾扩大造成立体燃烧或大面积燃烧，损失更大。如果车内人员在失火时处置失当，极易造成大量人员伤亡，在疏散的过程中也有可能造成伤亡的扩大。

三、我国目前的火灾形势

近年我国经济建设快速发展，导致火灾发生的因素也大大增加，火灾形势日趋严峻。当前我国火灾有以下特点^[4]：

(1) 重特大火灾时有发生。1996 年我国发布的公通字〔1996〕82 号《火灾统计管理规定》中，将火灾分为特大火灾、重大火灾和一般火灾 3 级。2007

年4月8日，国务院新颁布的《生产安全事故报告和调查处理条例》对火灾等级标准进行了调整。公安部2007年6月26日下发的《关于调整火灾等级标准的通知》（公消〔2007〕234号）要求，火灾按一次火灾所造成的人员伤亡、受灾户数和财物损失金额的大小，分为特别重大火灾、重大火灾、较大火灾和一般火灾4个等级。见表1-1。

表 1-1 火灾等级划分标准

火灾等级	死亡人数	重伤人数	直接财产损失（亿元）
特别重大	≥30	≥100	≥1
重大	≥10	≥50	≥0.5
较大	≥3	≥10	≥0.1
一般	<3	<10	<0.1

注 表中，死亡人数、重伤人数、直接财产损失三者为或的关系。

出现重、特大火灾应具备两个条件：经济发展水平已达到一定程度，即有较多且较集中的财产积累并易受到破坏；火灾安全保障体系存在较大缺陷或者火灾防治的设计和建设不合理，容易造成大范围的火灾蔓延，又或者是灭火力量 and 设施不足，无法应付新形势下的火灾。

据统计，60%的重特大火灾发生在浙江、广东、江苏、辽宁、山东等沿海省市，尤以浙江、广东最为突出，无论按人口平均还是地域面积平均，这两省火灾所占的比例都大大高出其他省市。北京、上海的经济的发展也很快而火灾问题较小，是因为火灾防治工作做得较好。

(2) 公众聚集场火灾较严重。在城镇化进程中，我国城镇的火灾有较大幅度增加。按照火灾场合统计，城镇中的商场、歌舞厅、剧场、宾馆等公共活动场的火灾问题较严重。这些场所的可燃、易燃物相当集中，但建筑物的防灾、抗灾能力却较弱，普遍存在消防设施严重不足、消防水源严重缺乏的问题，加上道路狭窄、摊点密布、人员拥挤，容易起火并进一步演化为大火。

(3) 物质储存场所及各类堆场火灾突出，私营企业、个体工商户等小型经营场所火灾所占比例较大。近几年，这类场所的火灾日趋增多，造成的财产损失越来越严重。究其原因是忽视消防安全，不懂消防规律，以追求经济利益为目的，甚至发生任意封闭消防逃生通道的行为。

(4) 电气火灾比例较大。据国际消防技术委员会统计资料：21世纪前5年全世界平均每年发生火灾820万起，死亡约8万人，电气火灾比例约占24%；我国平均每年发生火灾21万起，死亡约2000人，经济损失约12亿元

人民币，其中电气火灾比例达 22%^[5]。

2003 ~ 2007 年度我国火灾统计数据见表 1-2（由于具体统计数据渠道较少，一般社会火灾具体统计数据偏迟等原因，截止本书成稿时，未能获得更新的数据）。

表 1-2 2003 ~ 2007 年度我国火灾统计数据

年度	基本火灾 (起)	电气火灾 (起)	基本火灾 损失 (万元)	电气火灾 损失 (万元)	火灾死亡 (人)	电气火灾 死亡 (人)	火灾受伤 (人)	电气火灾 受伤 (人)
2003	132 111	30 356	101 159.8	33 333.5	2482	462	3087	497
2004	142 568	29 448	113 576.3	48 075.7	2563	398	2969	427
2005	143 234	31 380	90 293.1	29 100.7	2500	501	2508	508
2006	140 672	32 431	82 650.3	29 101.6	1720	403	1565	299
2007	163 521	46 246	112 515.8	44 697.5	1617	425	969	204
合计	722 106	169 861	500 195.3	184 309	10 882	2189	11 098	1935

由表中数据可以看出，2003 ~ 2007 年国内电气火灾起数整体呈上升趋势，电气火灾起数占火灾起数的比例最高是 2007 年，占 28.28%，最低是 2004 年，占 20.66%，总体所占比例为 23.52%；电气火灾造成的直接财产损失波动较大，占火灾损失比例最高是 2004 年，占 42.33%，最低是 2005 年，占 32.23%，总体所占比例为 36.85%；电气火灾造成的死亡人数基本平稳，但其占火灾死亡人数比例总体呈上升趋势，最高是 2008 年，占 26.28%，最低是 2004 年，占 15.53%，总体所占比例为 20.12%；电气火灾造成的受伤人数总体呈下降趋势，但占火灾受伤人数比例却呈上升趋势，所占比例最高是 2005 年，占 24.32%，最低是 2004 年，占 14.91%，总体所占比例为 17.44%。

表 1-3 为公安部消防局对 2000 ~ 2008 年我国发生的重特大火灾中电气火灾的分类统计^[6]。

表 1-3 2000 ~ 2008 年我国发生的重特大火灾中电气火灾的分类统计

年份	总起数	短路故障	接触电阻故障	过载故障	其他电气线路故障
2000	17	7	6	1	3
2001	5	2	1	0	2
2002	9	2	4	0	3
2003	72	40	7	2	23

续表

年份	总起数	短路故障	接触电阻故障	过载故障	其他电气线路故障
2004	63	27	6	2	28
2005	53	25	12	0	16
2006	59	40	7	0	12
2007	32	18	2	0	12
2008	26	17	4	1	4

由此可见，电气火灾不容忽视。

四、造成火灾形势严峻的主要原因

当前火灾形势不容乐观，分析其主观和客观原因，主要有：

(1) 可燃物类型和数量发生了重大改变^[7]。现在人类接触的主要可燃物已不再是木材、棉花等天然植物体，而更多的是人工合成的高分子聚合物，如塑料、橡胶、合成纤维等。相较而言，这类物质易燃性强得多、热值高得多，因而火灾危险性也大得多。

此外，人类能源结构的改变也大大增加了火灾的严重性。分布在城乡、矿区和交通沿线以及各种建筑物中的大型燃油和燃气系统管网，不但易引发火灾且容易使灾害扩大。同时，许多行业大量使用多种易燃易爆的石化产品，运输、存储与使用这些物品过程中的安全措施及潜在的危险因素不可忽视。

(2) 新型建筑物大量涌现^[8]。现代建筑向高层化、地下化、大空间化、复杂化方向发展，与旧式建筑差别巨大，给火灾防治和扑救提出大量新问题。如高层建筑可提高土地利用效率，但其烟囱效应强烈，受风速、气象等条件影响大，且起火因素多、难疏散；地下建筑可提高土地利用效率，但一旦发生火灾，其热量与烟气无法散出，且人员疏散困难，严重威胁人员生命安全；大空间建筑虽然宽敞、舒适，但不宜进行防火分隔，且常规火灾探测与灭火设施无法有效发挥作用，一旦失火往往会造成整体损坏。

(3) 引发火灾的因素大大增加。多种电力和热力系统都连接在建筑物内，量大面广，大大增加了起火的可能性。

(4) 城市化的快速发展使火灾危害更集中。城市是社会、经济和文化的中心，为了支持城市正常运转，需要建立庞大的具有多种功能的生命线系统。这种系统的整体相关性极强，一个子系统的功能失效将会很快影响到其他子系统的正常运行。火灾不仅烧毁财物和夺去人员生命，更可能会破坏相关的电力、燃气、供水、通信等其他系统，造成城市生命线不能正常运转。

(5) 火灾防御体系跟不上经济建设的发展。灾害防御体系应与经济建设同步发展,但我国不少城市在这方面存在着较严重的问题。首先,城市整体规划不周全,防灾减灾的预防思想不明确,措施也不够到位。例如不同类型的企业布局欠合理,有些危险性相当大的工厂和仓库仍留在城区内,有的“城中村”根本没有完整的消防规划,有的缺乏必要的消防水源,有的没有足够宽的防火隔离带和城市绿地,有的公共消防基础设施严重不足等;其次,不少建筑的防火设计方案不够合理,普遍存在消防设施严重不足、现有消防设施完好率低、设施的设计和施工达不到规范要求等情况;最后,在不少旧城区、旧企业的改建和改造中,忽视火灾防御体系的同步改建和改善,一旦发生火灾经常处于被动挨烧的局面。

(6) 缺乏扑灭大型火灾的现代化灭火装备。目前我国消防装备的数量、性能远不能适应扑灭大型建筑火灾、大型石化火灾的需求。例如目前我国的消防主战车型偏旧、功率偏低、技术装备配套不足,与发达国家相比,严重缺乏登高消防车和多功能特种消防车;除少数城市外,多数城市的消防通信指挥系统尚处于改建、初步完善阶段;处理特殊场合火灾的抢险救援设备也严重不足,且目前主要依靠进口,这种状况亟待扭转。总体来说,尽管近年来消防力量已有很大增强,但仍不能适应城市快速发展新形势下的新型火灾斗争需要。

(7) 人们防治火灾的意识更新相对较慢。安全观念和意识不强是造成火灾事故频发的重要原因。不少人对生产和生活环境中迅速增大的火灾危险性认识不足,在可燃物非常集中的场合,麻痹大意,经常动用明火、随意使用电热设备、乱拉电线等;大多数从事矿山、建筑、制造等高风险密集型劳动产业的人员,文化素质和安全意识都与现代化的生产与工作要求有很大差距,也加剧了上述情况的严重程度,从事故发生概率和事故后果两方面都加大了火灾的危险性。

有些企业或单位的负责人往往抓生产的同时放松了抓安全,对重大危险或隐患抱侥幸心理,不相信事故会发生在自己单位,经常将某些严重火灾隐患拖延着迟迟不改,这在新建企业和乡镇企业以及民营小企业中尤其突出。在这种思想支配下,其安全管理制度通常很不健全,即使有也形同虚设。

另外,有些人缺乏基本的火灾安全知识,如发生火灾后不会及时报警、不会使用现有消防器材控制早期火灾、不懂逃生与自救的方法等,导致本来不难控制的小火酿成大火,在灾害面前惊慌失措,非常容易造成重大伤亡。

因此,在我国未来经济建设过程中,火灾必将成为一种不容忽视的灾害。



第二节 变电站火灾风险评估的意义

国外关于火灾风险评估方法的研究主要从 20 世纪 70 年代开始,是以一些发达国家开始系统研究性能化防火设计为背景开展的。我国的此类研究相对起步较晚,但也取得不少的成果。

火灾风险评估可以更客观、准确地认识火灾的危险性,为人们预防、控制和扑灭火灾提供依据和支持。进行火灾风险评估分析时不仅需要掌握一定的物理、化学、力学和工程学等基础科学知识,而且要用到以经济学、管理学与运筹学等为基础的统计决策理论。火灾风险评估有着很强的应用背景,主要体现在以下三个方面:

(1) 为建筑物的性能化防火提供依据。自 20 世纪中后期开始,许多超高层、超大规模、设计新颖的建筑在世界上许多国家和地区涌现,而且随着社会发展和建筑技术的进步,这类建筑物将进一步增多。如曾经为世界第一高楼的吉隆坡马来西亚国家石油公司双塔 452m,2003 年 10 月即被 502m 的台湾 101 大厦超越,而 2010 年竣工的迪拜 160 层哈里发塔大楼高度已为 828m;我国高层建筑发展也很迅速,如 1998 年建成的 88 层 421m 高的金茂大厦一度为我国最高建筑,但现在已为 2008 年建成的 101 层上海环球国际金融中心 492m 高所取代。

近年来,随着城市化进程的不断加快,城市规模不断扩大,城区面积不断增加,城市建筑也出现了新的特点:由传统的低层或多层建筑向中高层或超高层的大型建筑转变;建筑材料由传统的砖瓦等相对单一的材料向钢材等新型材料转变;建筑功能由单一简单的建筑物向大型复杂的现代建筑物转变^[8]。

由于这类大型建筑和超大型公共娱乐场所的大量建设,再加上城市人员集中、建筑物密集、人员疏散困难等因素,一旦发生火灾就有可能造成巨大的财产损失和人员伤亡,且社会影响严重。

(2) 为保险业制订合理的保险费率提供依据。保险是一种信用行为,保户向保险公司交付保险费,将可能发生的风险转嫁给保险公司,保险公司承担了风险发生后补偿损失的义务。精算、核保是保险的最关键部分,保险费率的确定必须建立在科学、合理的风评估基础上。火灾本身具有确定性和随机性的双重规律,而火灾事故的发生也受可燃物、环境、防灭火设备等诸多因素的影响,火灾风险评估的意义不言而喻。

(3) 为性能化设计规范和相关安全法规制度的制定做准备。开展性能化

防火设计并制订相应的防火设计规范是必然的趋势。随着火灾科学与消防工程科学的不断发展、大量工程经验的积累、我国法律制度的不断完善，火灾风险评估的方法和性能化设计的水平将会有很大程度的提高。新时期、新条件下也会出现一些安全法规制度，这些制度的制定也离不开大量火灾风险评估的结果和经验。

变电站的产生、发展与电力系统的形成和发展密不可分。从 100 多年前直发直供的电力系统雏形，到现代电力系统乃至智能电网的发展，变电站也经历了从无到有、从常规到智能的发展过程。目前所使用的交流电能，主要由交流发电机提供，由于受绝缘水平、散热、机械特性等的限制，发电机机端电压一般低于 30kV，这样的低电压进行电能远距离输送不可行。为此，需要利用升压变压器将电压升高，再将电能远距离输送到用电负荷所在地区。电能输送到用电地区后，再利用降压变压器降低电压后供用户使用。因此，电压变换在电力生产过程中是一个很重要的环节。

进行电压变换需要相应的电气设备、控制设备和保护设备括电气主接线、变压器、高压开关、互感器、避雷设备、母线设备、无功补偿装置、自动装置、继电保护装置以及状态检测设备等，将这些设备按照其功能和规定要求组合起来，就构成了变电站。变电站是电力系统中变换电压、接受和分配电能、控制电力流向和调整电压的电力设施，是输电和配电的集结点，是典型的重要电力场所。尤其是起枢纽作用的 500kV 变电站，通常连成环网，其主变压器容量大、供电范围广，全站停电后，将可能引起整个系统瘫痪。

表 1-4 列举了若干典型的 500kV 变电站火灾事故案例。

时间	变电站	起火原因	设备损失
2007. 11. 2	华北电网有限公司某变电站	高压线圈的匝间短路	3 号主变压器 C 相油枕北侧支架脱落，油枕侧上盖焊缝开裂，中性点、低压侧套管损坏
2008. 7. 22	浙江某变电站	变压器低压侧电缆发生单相接地短路故障	烧损 380V 所用电缆 51 根（主要为 0、1、2 号所用变压器低压侧电缆、主变压器冷却系统电源电缆、所用电屏分路电缆、直流充电机电源电缆），通信光纤和高频电缆 13 根