



电力生产 **危险点**分析及预控措施

本书编委会 编



黑龙江文化音像出版社

电力生产

危险点分析及预控措施

主编 张建军

(上)

江苏工业学院图书馆
藏书章

黑龙江文化音像出版社

0283003

电力生产危险点分析及预控措施

张建军 编著

张建军 编著

(上)

书 名	电力生产危险点分析及预控措施
文本编著者	张建军
出版发行	黑龙江文化音像出版社
光盘生产者	华韵影视光盘有限责任公司
本 版 号	ISRS CN - D - 17 - 04 - 0013 - 0/V·Z
出版 时 间	2004 年 4 月
定 价	798.00(全三卷 + 1CD - ROM)

编委会

主 编:张建军

副主编:杨国峰

编 委:

肖连飞	张厚德	邹延寿	费思青	刘玄明
赵庆山	宋春明	张少梦	周京友	吴东展
刘少平	杜 军	王吉庆	李维华	余华君
刘效仁	姜焕臣	齐皓天	魏光华	赵定国
颜 涵	邵逸飞	支进良	高凯宇	董承训
王永海	刘景东	汪云鹏	戴昭辉	鲍衍昭
段向华	顾静宜			

前 言

电力工业的安全生产,不仅关系到电力企业自身的生存、效益和发展,而且还直接影响国民经济的发展、社会安定和人民群众的日常生活,因此,电力工业安全生产是电力企业一项长期的基础工作。

然而,电力生产过程中仍存在着许多影响安全生产的因素,而且由于不安全因素的复杂多变性,使得安全成为电力企业生产过程中最难以把握的一项工作。如何有效地防范事故,确保职工生命安全和身体健康;确保安全文明作业是每个安全管理者一直为之努力奋斗的目标和神圣使命。

《电力生产危险点分析及预控措施》是电力职工从反事故斗争的实践中摸索出来的新方法,是对事故预防科学理论新的认识和概括,它揭示了新时期安全生产的基本规律,具有普遍的指导意义,值得在更大范围内推广使用。

《电力生产危险点分析及预控措施》以通俗的语言、简练的文字、深入浅出地叙述和阐明了电力生产危险点的含义、成因、特点以及分析预控措施,既有理论认识,又有各专业的分析预控,面向电力生产各专业安全生产管理者和班组职工,具有很强的实用性、指导性,具有很强的可操作性。

我们相信,《电力生产危险点分析及预控措施》一书的出版发行,必将推动电力企业广为开展的危险点分析预控工作,《电力生产危险点分析及预控措施》这本书也一定会成为电力企业职工的良师益友。

本书在编撰过程中参考了一些同行的著作在此不一一列举,并引用了一些资料,在此,向他们表示诚挚的谢意,由于时间急促,未能与有关作者联系,希望相关人员见书后与我们联系。我们将给予合理报酬。希望本书的出版能为我国的电力安全生产工作尽一份绵薄之力。

由于各地在程序和做法上有所差异,在具体操作过程中各方可根据具体情况进行修改。书中的不妥之处,还望读者批评指正。

本书编委会
2004年3月

目 录

第一篇 电力生产危险点及预控

第一章 电力安全概述	(3)
第一节 电力安全生产的重要性	(3)
第二节 电力生产中的事故及原因	(4)
第三节 电力生产事故的预控基础	(8)
第四节 电力生产事故预控重点	(49)
第二章 电力生产危险点分析预控概论	(103)
第一节 危险点分析预控的概述	(103)
第二节 预测危险点的必要性及重大意义	(107)
第三节 电力生产危险点的查找	(109)
第四节 电力生产危险点的预控原则及方法	(112)
第五节 电力生产作业中危险点预控措施卡的编制及执行	(114)
第六节 预测危险点、制订预控措施及实施应注意事项	(116)
第七节 电力生产各专业标准作业程序	(117)
第八节 电力生产习惯性违章表现及预控措施	(135)
第九节 电力生产电工工器具安全操作规范	(141)
第三章 电力生产危险点分析及预控措施示例	(150)
第一节 锅 炉	(150)
第二节 汽轮机	(165)
第三节 水轮机	(175)
第四节 水库及水工建筑	(186)
第五节 变电运行	(196)
第六节 架空电力线路	(215)
第七节 电力电缆	(226)
第八节 带电作业	(230)
第九节 计量测量装接	(242)
第十节 电力调度工作	(248)

第十一节 电力通信	(250)
第十二节 自动化工作	(256)
第十三节 电力建设	(258)
第十四节 内线安装作业	(278)
第十五节 机械作业	(282)
第十六节 防 火	(292)
第十七节 交通作业	(300)

第二篇 电力生产安全技术

第四章 以人为本的安全生产管理	(309)
第一节 职工的教育培训	(309)
第二节 安全生产管理机制的建立	(317)
第三节 生产管理模式的改革	(322)
第五章 电力生产安全技术基础	(330)
第一节 电工基础	(330)
第二节 三相交流电动机	(349)
第三节 电力变压器	(369)
第六章 人身触电及防护	(383)
第一节 人身触电	(383)
第二节 防止人身触电的技术措施	(390)
第三节 触电急救	(400)
第七章 安全防护技术及应用	(404)
第一节 屏护、间距与安全标志	(404)
第二节 绝缘防护	(412)
第三节 保护接地	(413)
第四节 保护接零	(419)
第五节 接地装置	(424)
第六节 漏电保护器	(428)
第七节 过电压及其防护	(440)
第八节 电气防火与防爆	(444)
第九节 静电防护与电磁场防护	(449)
第八章 电气线路安全技术	(453)
第一节 电气线路种类及特点	(453)
第二节 电气线路常见故障	(456)
第三节 电气线路安全条件	(460)
第四节 线路巡视检查	(467)

第三篇 电力生产安全管理

第九章 电力企业安全性评价	(473)
第一节 安全性评价的基本概念	(473)
第二节 发供电企业安全性评价的内容和特点	(477)
第三节 发供电企业安全性评价的程序和操作要点	(480)
第四节 输电网安全性评价	(483)
第十章 电力工业技术监督	(487)
第一节 技术监督与安全生产的关系	(487)
第二节 电气设备绝缘技术监督	(490)
第三节 设备的化学技术监督	(496)
第四节 继电保护技术监督	(500)
第五节 电能质量技术监督	(512)
第十一章 电力可靠性管理	(516)
第一节 可靠性管理概论	(516)
第二节 可靠性的主要指标与数学模型	(521)
第三节 可靠性计算的基本知识	(524)
第四节 可靠性管理在电力工业中的应用	(528)
第五节 设备全过程管理	(533)
第六节 可靠性管理与安全监察的关系	(535)
第十二章 电网安全管理	(537)
第一节 电力生产的特点及电网事故	(537)
第二节 电网安全稳定运行	(541)
第三节 电力系统调度管理	(551)
第四节 电力系统事故处理	(560)

第四篇 电力生产安全规章规范选编

第十三章 电力安全生产规章	(571)
安全生产工作规定	(571)
(国电办[2000]3号)	
安全生产监督规定	(584)
(国电总[2001]793号)	
安全生产工作奖惩规定	(590)
(国电总[2001]478号)	
防止电力生产重大事故的二十项重点要求	(601)
(能源办[1992]726号)	

水电建设工程施工安全管理暂行办法·····	(619)
(水电农[1993]583号)	
电力监察部门参加事故调查处理的实施细则·····	(625)
(电监察[1995]230号)	
电力建设安全施工管理规定·····	(626)
(电建[1995]671号)	
电力安全监察规定·····	(666)
(电安生[1995]687号)	
电力系统多种经营安全管理工作规定·····	(670)
(电安生[1995]687号)	
并入电网运行的公用发电厂电力生产安全管理规定(试行)·····	(677)
(电安生[1996]308号)	
电力企业各级领导人员安全生产职责规定·····	(680)
(电安生[1996]640号)	
第十四章 电力安全生产规范标准·····	(694)
电业安全工作规程 (发电厂和变电所电气部分)·····	(694)
DL 408—91	
电业安全工作规程 (电力线路部分)·····	(746)
DL 409—91	
电业安全工作规程 (热力和机械部分)·····	(779)
电业安全工作规程 (高压试验室部分)·····	(871)
DL 560—95	
农村低压电力技术规程·····	(879)
DL/T 499—2001	
电力建设安全工作规程 (火力发电厂)·····	(942)
DL 5009.1—2002	
电力建设安全工作规程 (变电所部分)·····	(1069)
DL 5009.3—1997	
电力建设安全工作规程 (架空电力线路部分)·····	(1136)
DL 5009.2—94	
电气装置安装工程高压电器施工及验收规范·····	(1172)
GBJ 147—90	
电气装置安装工程高压电器施工及验收规范·····	(1197)
GBJ 147—90 条文说明	
电气装置安装工程电力变压器、油浸电抗器、互感器施工及验收规范·····	(1216)
GBJ 148—90	
电气装置安装工程电力变压器、油浸电抗器、互感器施工及验收规范·····	(1231)
GBJ 148—90	

电气装置安装工程母线装置施工及验收规范	(1259)
GBJ 149—90	
电气装置安装工程母线装置施工及验收规范	(1277)
GBJ 149—90 条文说明	
装置安装工程电缆线路施工及验收规范	(1290)
GB 50168—92	
电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范	(1308)
GB 50168—92 条文说明	
电气装置安装工程接地装置施工及验收规范	(1323)
GB 50169—92	
电气装置安装工程接地装置施工及验收规范	(1331)
GB 50169—92 条文说明	
电气装置安装工程盘、柜及二次回路结线施工及验收规范	(1336)
GB 50171—92	
电气装置安装工程盘、柜及二次回路结线施工及验收规范	(1344)
GB 50171—92 条文说明	
电气装置安装工程蓄电池施工及验收规范	(1349)
GB 50172—92	
电气装置安装工程蓄电池施工及验收规范	(1357)
GB 50172—92 条文说明	
电气装置安装工程 35kV 及以下架空电力线路施工及验收规范	(1367)
GB 50173—92	
电气装置安装工程 35kV 及以下架空电力线路施工及验收规范	(1383)
GB 50173—92 条文说明	
电力系统通信站防雷运行管理规程	(1392)
DL 548—94	

第一篇 电力生产 危险点及预控

第一章 电力安全概述

第一节 电力安全生产的重要性

电力安全生产的重要性是由电力生产、电力基本建设、电力多种经营的客观规律和生产特性及社会作用决定的。随着电力工业迅速发展、电力体制改革和市场化进程加快,电力安全生产的重要性更加突出,电力安全生产的重要性有以下几个方面。

(1) 电力安全生锄影响各行各业和社会稳定。电力工业是国民经济的基础产业,是具有社会公用事业性质的行业。它为各行各业(如工业、农业、国防、交通、科研)提供电力,为人民的日常生伙提供电力,如果供电中断,藤别是电网事故造成大面积停电,将使各行各业的生产停顿或瘫痪,有的还会产生一系列次生事故,带来一系列次生灾害。另外,供电中断或大面积停电,会给社会和人民生活秩序带来混乱,甚至造成社会灾难,造成极坏的政治影响。

(2) 电力安全生产影响电力企业本身。安全是电力生产的基础,如果一个电厂经常发生事故,就不可能做到满发稳发和文明生产,如果系统经常发生事故,系统中的发电厂和变电站都不能正常运行,使电力生产和输配电处于混乱状态,因此电力企业本身需要安全生产。电力安全生产是电力企业物质文明和精神文明建设好坏的集中体现,安全生产离不开精神文明建设,精神文明建设为安全生产提供强大动力,精神文明建设做得好,则企业生产的安全局面就好,安全生产对电力企业的物质文明建设提出了强烈要求,又为物质文明建设提供了高层次的保证,因此安全生产做得好,则企业的物质文明建设也做得好。没有安全生产,就没有效益。

(3) 电力生产的特点需要安全生产。由发电厂生产的电能经升压变电站、输电线路、降压变电站、配电线路送到用户,组成了产、供、销统一的庞大的整体。由于电能尚不能大规模储存,因此,产、供、销是同时进行的,电力的生产、输送、使用一次性同时完成并随时处于平衡。电力生产的这些内在特点决定了电力生产的发、供、用必须有极高的可靠性和连续性,任何一个环节发生事故,都可能带来连锁反应,造成人身伤亡、主设备损坏或大面积停电,甚至造成全网崩溃的灾难性事故。因此,电能生产的内在特点需要安全生产。

(4) 电力生产的劳动环境要求安全生产。电力生产的劳动环境有几个明显的特点:
①电气设备多;②高温高压设备多,如火电厂的锅炉、汽轮机、压力容器和热力管道

等；③易燃、易爆和有毒物品多，如燃煤、燃油、强酸、强碱、制氢气及制氧气系统、氢冷设备等；④高速旋转机械多，如发电机、风机、电动机等；⑤特种作业多，如带电作业、高空作业、起重及焊接作业等。这些特点表明，电力生产的劳动条件和环境相当复杂，本身潜伏着诸多不安全因素，潜在的危险性大，这些都构成了对职工人身安全的危胁。因此，工作中稍有疏忽，潜在的危险会转化为人身事故，电力生产环境要求我们对安全生产要高度重视。

第二节 电力生产中的事故及原因

一、电力生产事故的概念

电力生产事故系指电力生产过程中发生的人身伤亡、设备损坏、停电、电能质量降低、经济损失等达到国家规定的事故指标。

根据国家电力公司《电业生产事故调查规程》的规定，下列情况均为事故：

1. 电力生产人身伤亡

电力生产中发生的人身伤亡事故，是指国家电力公司颁发的《电业生产事故调查规程》中规定的人身伤亡事故。属于本类事故的有：

(1) 职工从事与电力生产有关工作过程中发生的人身伤亡（含生产性急性中毒造成的人身伤亡）。

(2) 职工在电力生产区域内，由于企业的劳动条件或作业环境不良，企业管理不善，设备或设施不安全，发生设备爆炸、火灾、生产建（构）筑物倒塌等造成的人身伤亡。

(3) 职工在电力生产区域内，由于他人从事电力生产工作中的不安全行为造成的人身伤亡。

(4) 本企业聘用人员、雇用或借用外企业职工、民工和代训工、实习生，短期参加劳动其他人员，在本企业的车间、班组及作业现场，从事电力生产有关的工作过程中发生的人身伤亡。

(5) 职工从事与电力生产有关的工作时，发生由本企业负同等及以上责任的交通事故而造成的人身伤亡。

2. 设备非计划停运、降低出力和少送电

属本项事故的情况有：

(1) 发电设备和35kV及以上输变电设备（包括直配线、母线）的异常运行或被迫停目运行引起了对用户少送电。

(2) 330kV及以上输变电主设备被迫停止运行。

(3) 发电机组、35~220kV输变电主设备被迫停运，虽未引起对用户少送电或电网限电，但时间超过8h。

(4) 发电机组和 35kV 及以上输变电主设备非计划检修, 计划检修延期或停止备用达到: ①虽提前 6h 提出申请并得到调度批准, 但发电机组停用时间超过 168h 或输变电设备停用时间超过 72h; ②没有按调度规定的时间恢复送电或备用。

(5) 装机容量 400MW 以下的发电厂全厂对外停电。

(6) 3kV 及以上发供电设备因误操作使主设备异常运行或被迫停运。

(7) 电力系统发生稳定破坏或瓦解。

3. 电能质量降低

属本项事故的情况有:

(1) 电力系统频率偏差超出以下数值:

1) 装机容量在 3000MW 及以上电网, 频率偏差超出 $50 \pm 0.2\text{Hz}$, 延续时间 30min 以上; 或频率偏差超出 $50 \pm 0.5\text{Hz}$, 延续时间 15min 以上;

2) 装机容量在 3000MW 以下电网, 频率偏差超出 $50 \pm 0.5\text{Hz}$, 延续时间 30min 以上; 或频率偏差超出 $50 \pm 1\text{Hz}$, 延续时间 15min 以上。

(2) 电力系统监视控制点电压超过了电力系统调度规定的电压曲线数值的 $\pm 5\%$, 且延续时间超过 2h; 或超过规定数值的 $\pm 10\%$, 且延续时间超过 1h。

4. 经济损失

属本项事故的情况有:

1) 因故障造成发供电设备损坏, 直接经济损失达到 10 万元

2) 生产设备、厂区建筑发生火灾, 经济损失达 1 万元。

5. 其他

1) 主要发供电设备异常运行已达到规程规定的紧急停止运行条件, 而未停止运行。

2) 220kV 及以上断路器、电压互感器、电流互感器、避雷器爆炸。

3) 发生带负荷拉、合隔离开关, 带电装设接地线或合接地刀闸、带接地线 (接地刀闸) 合断路器 (隔离开关)。

4) 100MW 及以上发电机绝缘损坏。

5) 120MVA 及以上主变压器绕组绝缘损坏。220kV 及以上线路倒杆塔。

二、电力生产事故分类

电力生产事故按事故性质严重程度及经济损失大小, 可分为特大事故、重大事故、一般事故。

1. 特大事故

(1) 人身死亡事故一次达 50 人及以上者。

(2) 电力设备 (包括设施) 损坏直接经济损失达 1000 万元者。

(3) 电网大面积停电造成下列后果之一者。

1) 省电网或跨省电网减供负荷超过下列数值:

电网负荷	减供负荷
20000M 大及以上	20%
10000MW ~ 20000MW 以下	30% 或 4000MW

5000 ~ 10000MW 以下 40% 或 3000MW

1000 ~ 5000MW 以下 50% 或 2000MW

2) 中央直辖市全市减供负荷 50% 及以上; 省会城市及国家计划单列市全市减供负荷 80% 及以上。

(4) 其他经国家电力公司认定为特大电网事故和特大设备事故者。

2. 重大事故

(1) 一次事故死亡 3 人及以上, 或一次事故死亡和重伤 10 人及以上, 未构成特大人身事故者。

(2) 电网大面积停电造成下列后果之一者:

1) 省电网或跨省电网减供负荷达到下列数值:

电网负荷	减供负荷
------	------

2000MW 及以上	8%
------------	----

10000MW ~ 20000MW 以下	10% 或 1600MW
----------------------	--------------

5000 ~ 10000MW 以下	15% 或 1000MW
-------------------	--------------

1000 ~ 5000MW 以下	20% 或 750MW
------------------	-------------

1000MW 以下	40% 或 200MW
-----------	-------------

2) 中央直辖市全市减供负荷 20% 及以上; 省会及国家计划单列市全市减供负荷 40% 及以上; 地级市全市减供负荷 90% 及以上。

(3) 发电机容量在 400MW 及轴上的发电厂、电网容量在 5000MW 以下, 发电机容量达 100MW 及以上的发电厂, 一次事故使两台及以上机组停止运行, 并造成全厂对外停电。

(4) 电压等级为 330kV 及以上的变电站、220kV 枢纽变电站全站停电或一次事故中有 3 个及以上 220kV 变电站全停电。

(5) 电力设备、施工机械损坏, 直接经济损失达 300 万元。

(6) 100MW 及以上汽轮发电机, 50MW 及以上水轮发电机、220kV 及以上主变压器, 220kV 及以上输电线路、电抗器、GIS、断路器损坏, 在规定时间内不能修复或修复后不能达到原来铭牌出力。

(7) 其他经国电公司或国电分公司、集团公司、省电力公司认定为重大事故者。

3. 一般事故

特大事故、重大事故以外的事故, 均为一般事故。

三、电力生产事故的原因

(1) 违章作业。违章作业包括: 不办理工作票, 不按工作票上所列内容干活; 安全措施不全, 安全监督不到位; 高空作业不系安全带又不听人劝告; 开工时不交待安全注意事项, 收工时不检查设备状态; 不采取任何安全技术措施作业的; 在运行设备上违章清理和检修或违章跨越运行设备。

(2) 违章操作。包括: 不检查设备状况, 开出错误操作票; 不看运行图和运行记

录、不核实现场设备状况，凭记忆填写停电申请票；不按操作票命令，漏项操作；擅自解除闭锁，违规操作；不模拟操作，无票操作；无操作票，无人监护操作；监护不严，监护人和操作人同时操作；不唱票、不复诵、不核对设备编号操作；不先验电而装设接地线或合接地刀闸；群体违章，不模拟、不开操作票、不验电。

(3) 纪律松弛，工作不负责任。有些职工不遵守劳动纪律，工作不负责任，造成事故。如运行人员当班不做记录，交班不交待清楚；操作时思想不集中，操作马虎；工作时不服从监护，不按规定穿工作服戴安全帽，严重违章违纪；工作时间离开岗位，在不安全的地方打瞌睡；班前酗酒，酒后工作无人制止等。

(4) 人员素质低。低素质的人员主要表现在：缺乏高度的事业心和强烈的责任感；缺乏良好的安全意识和娴熟的职业技能；缺乏遵章守纪和严肃认真、一丝不苟的工作作风。由于人员素质低，因而违章作业、违章操作和违反劳动纪律现象屡禁不止，同时与生产和技术的发展也不相适应。

(5) 安全意识淡薄，安全知识贫乏。其表现是：企业领导干部，特别是主管生产的领导干部没有认真坚持“安全第一，预防为主”的方针，在安全管理工作上存在严重偏差，忽视抓安全保证体系（安全保证体系指为实现安全生产，由人员、设备和管理构成的有机整体）的工作，没有切实抓好职工的安全教育和安全培训，没有真正落实各级人员安全责任制和各项安全措施，甚至有的领导带头违反规程，对不安全问题的解决不得力，对事故没有坚持“四不放过”（事故原因不清不放过、事故责任者和应受教育者没有受到教育不放过、事故责任者未受到处理不放过、没有采取防范措施不放过）的原则，对本单位发生的事故长期不报，隐瞒事故。在职工中，职工的安全意识很淡薄，对“安全第一，预防为主”的方针持一种无所谓的态度，根本不当回事，而且安全知识贫乏，危险不听忠告，违章不听劝告，甚至蛮干，自我保护能力差。

(6) 安全管理不严。其表现是：未建立健全完善的规章制度、规程；不认真执行规章制度和规程；没有健全的安全监察和质量检验机构，使规章制度和标准无法落实，不注意安全宣传 and 安全教育，不进行有效的安全培训等等，导致安全管理混乱。

(7) 设备未定期检修或检修质量差。规程规定，电力生产设备都应定期检修，不定期检修消除缺陷，会使设备潜伏的缺陷引起事故。若检修不注意质量，不符合检验标准，则修后投入运行很可能达不到预期运行时间和效果或发生事故。

(8) 继电保护误动或拒动。继电保护三误（误碰、误整定、误接线）是造成继电保护误动或拒动事故的根本原因。误接线时，在故障情况下，保护该动而不动作，故障不能切除而造成设备损坏或扩大事故。误碰、误整定，造成继电保护误动而引起事故。所以继电保护工作是一项认真、细致、责任性很强的工作，来不得半点马虎。