

袁 周 编



电力生产事故 人因分析与预防

简明问答

DIANLISHENGCHAN SHIGU
RENYINFENXI YU YUFANG
JIANMING WENDA

-44



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

电力生产事故 人因分析与预防 简明问答

袁 周 编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

本书以问答的形式对电力企业生产过程中事故的人的因素进行分析,以达到预防事故的效果。该书理论联系实际把电力生产过程中常见的人因失误、人因事故预防中的安全心理学与劳动生理特征进行了分析。本书可作为电力生产一线员工及安全管理人员的事故预防指导书,也可作为安监人员人因分析研究参考以及电力新员工入职培训教材用书。

图书在版编目(CIP)数据

电力生产事故人因分析与预防简明问答/袁周编. —北京:中国电力出版社,2007.4
ISBN 978-7-5083-5089-9

I. 电… II. 袁… III. ①电力工业—事故分析—问答
②电力工业—工伤事故—预防—问答 IV. TM08-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 035855 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2007 年 4 月第一版 2007 年 4 月北京第一次印刷
850 毫米×1168 毫米 32 开本 7.125 印张 183 千字
印数 0001—3000 册 定价 16.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
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

电力工程技术工作具有复杂性、高度制约性、动态性的特点,其中许多因素工程技术人员,运行、检修人员不甚明了。显然,人们在从事这项工作时容易产生失误,据统计电力生产事故60%~70%是由人的失误所造成,并可能造成重大损失甚至带来灾难性的后果。因此,预防人因事故是电力生产安全管理工作的重点之一。

现代电力生产安全管理的特点是采用系统的观点,预防的观点,强制的观点,科学的观点。电力生产安全管理是全过程管理、全员参与的一项工作。如何对人进行科学管理,从人的生理、心理和行为上控制住人的不安全行为的产生;企业安全文化、组织行为等对人的安全行为有何影响;电力生产过程中有哪些常见人因失误及如何预防;这些都是值得人们深入研究的问题。

知识问答主要参考《电力生产事故的人因分析及预防》一书,简要介绍事故致因理论、人因失误理论,力求简明扼要、清晰易懂。同时,收集了大量的生产现场的人因失误现象及预防对策实例。因此内容更具有实用性。希望本知识问答对广大电力从业人员强化安全意识,提高电力人因事故分析、防范能力,从而大幅减低事故发生率,进一步改进我国电力系统的安全运行有所帮助。

本知识问答共4章。其中,第1章主要介绍人因失误与事故基本概念与基本理论。第2章主要介绍电力生产中常见的人因失误与预防人因事故的方法。第3、4章从企业安全文化、危险点分析与安全评价理论、安全心理学、劳动生理特征分析了电力生产中的人因事故,提出了预测与防范事故的具体措施。

在此书编写与出版过程中，作者有幸得到广州恒运企业集团黄中发董事长兼党委书记、肖辰生总经理、吴必科副总经理及其他领导、同事们的帮助与支持，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在错误和欠妥之处，恳请读者批评指正。

袁周

2007年4月

Contents

目 录

前言

第 1 章 人因失误与事故概述	1
1.1 人因失误的基本特征	1
1.1.1 什么是人因失误?	1
1.1.2 为什么说人因失误是事故发生的主要原因?	1
1.1.3 导致人因失误的基本因素主要包括哪几大方面? ...	2
1.1.4 为什么说分析人因失误的根本原因可降低事故 发生率?	5
1.1.5 人的心理特点、行为与事故发生有哪些联系?	5
1.1.6 心理定势与事故发生有哪些联系?	6
1.1.7 为什么说消除系统中所有的人因失误是不切合 实际的想法?	8
1.1.8 个体心理与行为的关系怎样?	9
1.1.9 中国、日本、美国各国标对不安全行为有何 规定?	10
1.1.10 人不安全行为的起因是什么?	11
1.2 人因失误分析理论及方法	14
1.2.1 人因失误分为哪些种类?	14
1.2.2 电力生产事故人因失误的特点是什么? 其分 为哪几种类型?	16
1.2.3 为防止人身伤亡事故“二十五项重点要求” 是如何规定的?	19
1.2.4 人因失误分析包括哪些内容?	20
1.2.5 人因可靠性分析方法有哪些, 各有何特点?	20
1.2.6 人因可靠性分析 (HRA) 方法有哪 3 项基本 功能?	23

1.2.7	人的可靠性分析 (HRA) 方法存在哪些不足?	24
1.2.8	人因分析存在哪些困难?	25
1.2.9	人因分析数据在应用方面存在哪些缺陷?	26
1.2.10	组织管理层的人因分析有哪些困难?	27
1.2.11	人因分析研究的发展趋势如何?	27
1.2.12	人因失误的危险性与生产特征有什么样的联系?	29
1.2.13	人因失误与安全系统有什么样的联系?	30
1.2.14	怎样从人因的角度强化安全管理?	31
1.3	事故致因理论概述	32
1.3.1	电力事故是怎样分类的?	32
1.3.2	如何用海因里希的多米诺骨牌事故模型的特点加强安全管理?	32
1.3.3	什么是海尔模型?	34
1.3.4	什么是事故能量转移论?	35
1.3.5	怎样利用能量转移论来预防事故?	36
1.3.6	事故因果论有几种类型?	38
1.3.7	什么是伤亡事故追踪系统?	39
1.3.8	什么是轨迹交叉论?	40
1.3.9	轨迹交叉论是如何指导预防事故的?	42
1.3.10	何为起因物—施害物事故模型?	43
1.3.11	人因失误的一般模型是怎样描述事故的?	44
1.3.12	变化—失误模型是如何描述人因失误的?	45
1.3.13	以管理缺陷为主因的事故模型有什么特点?	46
第2章	电力企业生产过程中常见的人因失误分析及对策 ...	48
2.1	电力生产运行中的人因失误分析	48
2.1.1	为什么说分析运行中的人因失误非常重要?	48
2.1.2	电力生产运行人员行为有何特点?	48
2.1.3	怎样选择运行人员心理测量表?	49
2.1.4	怎样评价运行人员行为绩效?	50
2.1.5	心理特质与行为绩效有何关系?	50

2.1.6	运行人员常见的人因失误有哪些原因?	51
2.1.7	电力生产中信息沟通有什么重要性?	51
2.1.8	运行人员主要信息传递对象、方式有哪些?	53
2.1.9	信息传递过程可能产生哪些失误?	53
2.1.10	企业组织内部是怎样沟通信息的?	55
2.1.11	信息沟通有哪些障碍,如何解决?	58
2.1.12	常见的运行人员判断失误有哪些直接原因?	61
2.1.13	影响运行人员操作失误的主要因素有哪些?	62
2.1.14	运行人员操作失误有哪些主要表现?	63
2.1.15	常见的与操作票有关的失误有哪些?	65
2.1.16	防止电气误操作事故的组、技术措施有 哪些?	65
2.1.17	怎样从人因角度防止误操作事故?	67
2.1.18	《防止电力生产重大事故的二十五项重点要求》 中,对防止电气误操作事故有何规定?	69
2.2	电力设备维修中的人因失误	70
2.2.1	电力系统设备管理有何特点?	70
2.2.2	现代化设备维修管理对检修人员素质有何 要求?	72
2.2.3	为什么说提高设备的可靠性要从提高人的 可靠性做起?	74
2.2.4	检修施工中人的哪些因素可能引起失误?	75
2.2.5	检修施工中的人因失误分为哪几方面?	77
2.2.6	习惯性违章有哪些心理现象?	77
2.2.7	习惯性违章人有何特点?	81
2.2.8	怎样预防习惯性违章?	83
2.2.9	故障误诊是怎样引起的?	86
2.2.10	降低误诊率的基本途径有哪些?	88
2.2.11	设计中的人因失误与安全生产有何联系?	90
2.2.12	设计失误的原因有哪些?	91
2.2.13	技术改造工作中易忽略哪些重要因素?	93

2.2.14	怎样减少技术改造中的人因失误?	94
2.2.15	检修管理不善引起的失误主要有哪些?	96
2.2.16	怎样防止备品、备件管理中的随意性?	97
2.2.17	怎样防止检修过程责任不明确?	97
2.2.18	如何做好检修工器具、安全工器具管理?	98
2.2.19	高处作业时可能出现哪些人因失误?	98
2.2.20	使用起重设备时哪些原因可能引起人因失误? ...	99
2.2.21	施工时哪些因素可能引起人员触电?	99
2.2.22	工程质量控制中哪些因素可能引起人因 失误?	100
2.3	领导行为与事故预防	100
2.3.1	我国法规是如何规定领导者安全生产职责及 法律责任的?	100
2.3.2	领导行为与事故预防有何关系?	101
2.3.3	在安全管理工作中,领导者要担负哪5个基本 职责?	102
2.3.4	什么是领导者影响力? 强制性影响力和自然性 影响力各有什么特点?	103
2.3.5	领导者的影响力与领导过程有何联系?	103
2.3.6	有哪几种具有代表性的领导分析理论?	105
2.3.7	领导能力与事故率有何联系?	108
2.3.8	领导者安全管理失误有哪些表现?	110
2.3.9	安全生产中官僚主义有何具体表现?	111
2.3.10	安全管理中领导如何克服官僚主义?	112
2.3.11	领导在安全管理中的功利主义有什么表现?	113
2.3.12	在克服功利主义的过程中,领导应该做哪些 工作?	114
2.3.13	为什么要提防安全管理中的本位主义?	115
2.3.14	为什么说安全管理中不能只抓大放小?	115
2.3.15	安全管理者应具有哪些素质?	116
2.3.16	安全管理者有哪三种技能要求?	118

2.3.17	安全管理者专业水平与安全管理有什么 关系？	120
2.3.18	怎样合理选用安全管理人员？	122
2.3.19	技术人员从事安全领导工作时个人因素方面要 注意哪些问题？	122
2.3.20	如何评价领导安全管理绩效？	126
第3章	组织管理与事故预防	129
3.1	安全文化与安全管理	129
3.1.1	为什么说安全文化与安全管理分不开？	129
3.1.2	什么是安全文化？	129
3.1.3	企业安全文化有什么作用？	131
3.1.4	企业安全文化有什么特点？	132
3.1.5	电力企业安全管理是怎样定义的？	133
3.1.6	国家安全管理体制有何特点？	134
3.1.7	什么是职业安全健康管理体系（OSHMS）？	135
3.1.8	电力生产安全管理的主要原则是什么？	137
3.1.9	电力生产安全管理的基本观点是什么？	137
3.1.10	电力生产安全管理的任务是什么？	138
3.1.11	电力生产安全管理有哪些传统做法？	139
3.1.12	电力生产安全管理工作的重点是什么？	141
3.1.13	企业安全文化与安全管理有何联系？	143
3.1.14	怎样搞好企业安全文化建设？	144
3.1.15	企业安全文化建设与人因分析有何联系？	145
3.1.16	电力企业安全文化建设有哪些内容？	145
3.2	安全性评价概述	148
3.2.1	为什么要开展安全性评价？	148
3.2.2	安全性评价的定义、目的各是什么？	150
3.2.3	安全性评价与人因分析有何联系？	151
3.2.4	为什么说有必要开展发电企业人员安全性 评价？	152
3.2.5	开展人的安全性评价工作的指导思想是什么？ ...	153

3.2.6	如何确定人员安全性的评价内容和评价因素?	154
3.3	危险点分析	155
3.3.1	危险点的含义及特点是什么?	155
3.3.2	什么是危险点分析预控?	158
3.3.3	在进行危险点预控时必须注意什么?	159
3.3.4	危险点是怎样形成的?	160
3.3.5	危险点演变成现实事故的主要表现在哪里?	163
3.3.6	危险点是如何演变成事故的?	164
3.3.7	为什么说习惯性违章最易使危险点诱发为事故?	167
3.3.8	为什么分析预控危险点能有效地预防事故?	169
3.3.9	什么是危险点分析预控的行动指南?	171
3.3.10	分析预控危险点的基本原则是什么?	174
3.3.11	什么是归纳分析预控危险点法?	175
3.3.12	什么是演绎分析预控危险点法?	176
3.3.13	什么是调查分析预控危险点法?	177
3.3.14	如何编制危险点控制网络图?	177
3.4	安全性评价与危险点分析	179
3.4.1	安全性评价与危险点分析的理论基础是什么?	179
3.4.2	为什么说安全性评价与危险点分析都是事故预防的重要手段?	180
3.4.3	安全性评价与危险点分析各有什么特点?	181
3.4.4	为什么安全性评价和危险点分析应该同时开展?	181
第4章	人因事故预防中的安全心理学与劳动生理特征分析	183
4.1	人因事故预防中的安全心理学	183
4.1.1	安全心理学的主要内容是什么?	183
4.1.2	怎样才能把心理学知识与安全管理实践有机地结合起来?	184
4.1.3	何谓人的感觉和知觉?	185

4.1.4	何谓人的需要与动机?	185
4.1.5	何谓人的注意? 如何加强保持有意注意?	186
4.1.6	何谓人的记忆、思维、情感和意志?	187
4.1.7	何谓人的能力、性格和气质?	188
4.1.8	事故原因与心理因素之间有何联系?	189
4.1.9	导致事故的心理因素有哪些?	189
4.1.10	周围环境对人的情绪有什么影响?	191
4.1.11	事故临界时的心理状况有何特点?	192
4.1.12	怎样运用安全心理学对电力人因事故进行 预防性指导?	195
4.1.13	怎样运用安全心理学进行安全教育?	196
4.1.14	怎样运用安全心理学建设企业安全文化?	197
4.1.15	为什么说安全心理学也不是万能的?	200
4.2	人因事故预防中的劳动生理特征分析	201
4.2.1	研究人体的劳动生理特征有何意义?	201
4.2.2	什么是劳动的能源?	201
4.2.3	人体能量代谢分为哪三种?	202
4.2.4	劳动的能耗研究工作的内容有哪些?	203
4.2.5	为什么要了解劳动的能耗? 如何确定人的 最佳能耗界限?	203
4.2.6	什么是人体的生物节律?	205
4.2.7	为什么说在人因事故中生物节律的影响是不容 忽视的?	206
4.2.8	人的体力、情绪和智力的循环性变化与人因事故 有什么关系?	208
4.2.9	生物节律技术应用需要注意哪些问题?	209
4.2.10	“容器”模式是怎样对疲劳积累解释的?	210
4.2.11	疲劳机制理论有哪些?	211
4.2.12	人体疲劳的测定有哪些方法?	212
参考文献		215

第1章 人因失误与事故概述

1.1 人因失误的基本特征

1.1.1 什么是人因失误?

答:人因分析这个概念有广义和狭义之分。广义是指分析人在系统中的功能、作用和影响。其狭义是特指人对系统可靠性的影响,包括传统的人的可靠性分析(HRA)、人因失误分析(HEA)、人一机界面分析、人的特性分析等。

许多学者从不同的角度对人因失误提出不同的看法,此处所指的人因失误是在人一机一环境中,人为地使系统发生故障或发生机能不良的事件,它可能发生在设计、制造、安装、操作、检修等电力生产各个环节。

1.1.2 为什么说人因失误是事故发生的主要原因?

答:世界著名可靠性专家、前国际电工委员会主席里昂·波多斯基博士,根据他从事系统可靠性几十年研究的经验和体会深刻指出:“没有任何不可靠的产品,只存在生产不可靠产品的人。”行为科学家研究证明,由于人的动机、目标和感知的不同,人的行为有差异。但人的行为是有目的的,有导因的;人的行为是由大脑的感知、判断和指令支配而进行的;人的行为是靠“压力”推进的;人的行为是有一定的模式可供遵循的。因此,人类若能用科学的程序来指导行为,就会使成功的几率大些,失误的机会小些。从大量人为因素“软故障”的案例中可以发现:人因失误不仅能造成扩大故障事态,而且会酿成连锁性衍生灾害。在现代“人一机一环境”等大系统中人因失误不仅仅加剧着系统故障的危害度,还降低着自动化控制的效率和效益,无疑应从深层次作出研讨并制订管理方略。

一个活生生的人本身就是一个随机的巨系统,由于它受大量的多维的自身变量制约,人的行为可靠性要比机电设备可靠性低数百倍之多。所以应在定性分析基础上把握人因失误行为的管理思维,即研究使劳动工具更适合人之特性的人体形态学;研究减轻劳动强度的人机动力学;研究改善劳动者工作环境的人机环境学;研究改善人机关系、协调人机界面的人机信息学等。不仅要设计出最符合人体操作的机器、最适合手动的工具、最方便使用的操纵器、最醒目的控制盘、最舒适的座椅等硬件设施,更重要的是要设计出人机管理工程、安全评价系统工程、最优化对策等软件保障体系,并建立可靠性意识文化。人的可靠性研究的意义在于尽力控制人的不安全行为和提高生产设备的可靠性,从而消除事故。安全管理对于保持现代化生产的组织性和程序性有至关重要的意义。在同一事故风险中,不安全行为是对规范的离轨;从规范来说,是对行为的失控。虽然离轨与失控只是相对而言,是同一事物的两大侧面,但无论采取行为和形成规范都是以人人为中心、为主体。说到底,根本原因在于人本身。科学技术无辜,人因失误的可靠性对策应为现代决策科学新思维。

以下是 1998~2001 年国内电力生产人身死亡事故分析:

1998~2001 年原国家电力公司共发生电力生产人身死亡事故 125 次,死亡 136 人。人因失误是事故发生的主要原因,发、供电单位死亡的 136 人中,由于不严格执行安全工作规程,违章指挥、违章操作或装置性违章引起的人身死亡有 112 人,占死亡人数的 82.4%。

对工程技术人员、运行、检修人员、领导工作中的失误进行剖析,目的在于弄清失误发生的客观规律,弄清导致人因失误的条件、思维与心理因素以及环境因素,由此制定措施尽量避免失误,特别是重大的人因失误的发生。

1.1.3 导致人因失误的基本因素主要包括哪几大方面?

答:人因事件分析中,事件的直接原因较易找出,但其内在的根本原因却不容易发现。导致人因失误的基本因素主要包括以

下几大方面，如图 1-1 所示：

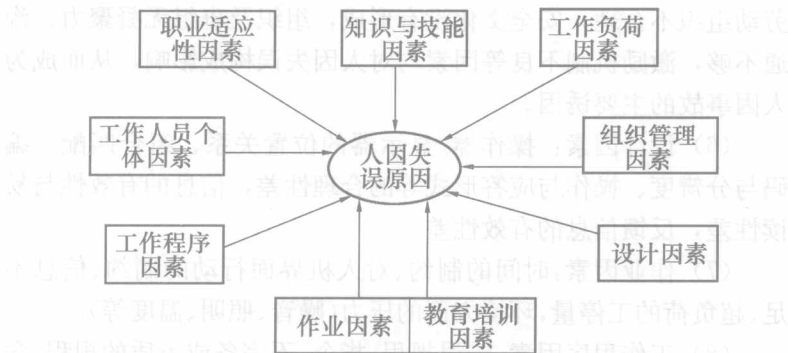


图 1-1 人因失误的基本因素

(1) 职业适应性因素：作业人员在生理、认知能力、心理、性格等方面不符合岗位要求。解决这一问题的方法在于通过科学合理的人员选拔，保证工作人员（尤其是安全重要相关特殊岗位人员）的职业适应性情况满足岗位需要，这一工作在核电厂操纵员的选拔中得到应用，近年来也逐渐引起电力工业及其他工业企业的认同。

(2) 知识与技能因素：作业者的专业知识与实际操作技能的好坏直接影响系统的安全运行。规程与操作技能的熟悉程度直接影响工作速度和操作成功率；专业知识的缺乏将直接影响其对系统的认识与规程的理解，尤其当事故状态超出规程的覆盖范围状况时作业人员的知识将决定其对事故状态的判断和操作行为的决策并决定事故控制处理的成败。

(3) 工作负荷因素：不恰当的工作负荷（包括体能、心理应激水平、信息输入/出数量和速率、精神状态等因素）和员工职业健康状况不满足工作要求。

(4) 工作人员个体因素：包括疲劳、不适应、注意力分散、工作意欲低、记忆混乱、期望、固执、心理压力、生物节律影响、技术不熟练、推理判断能力低下、知识不足等。

(5) 组织管理因素:没有健全的安全生产制度并得以实施,劳动组织不合理,安全文化没有形成,组织及班组无凝聚力、沟通不够,激励机制不良等因素均对人因失误构成影响,从而成为人因事故的主要诱因。

(6) 设计因素:操作器/显示器的位置关系、组合匹配、编码与分辨率、操作与应答形式等的合理性差,信息的有效性与易读性差,反馈信息的有效性差。

(7) 作业因素:时间的制约、对人机界面行动的制约、信息不足、超负荷的工停量,环境方面的压力(噪音、照明、温度等)。

(8) 工作程序因素:错误规程、指令、不完备或矛盾的规程、含糊不清的指令。

(9) 教育培训因素:安全教育不足、现场训练不足(操作训练、创造能力培养训练、危险预测训练等),基础知识教育不足、专业知识、技能教育不足、应急规程不完备、缺乏应付事故的训练。

另一方面人因失误因素也可归纳为如图 1-2 所示。

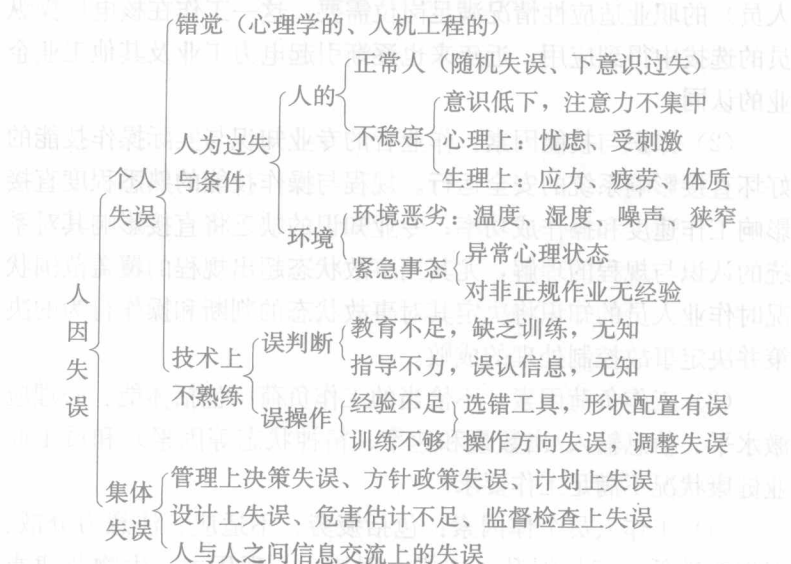


图 1-2 人因失误分析因素

1.1.4 为什么说分析人因失误的根本原因可降低事故发生率？

答：人存在若干内在的弱点。这主要来自两方面：一是机体生理界限，包括体力、反应速度、精度、生物节律以及对外部环境变化的容许界限等。人作为一种现实的生物机体不可能随心所欲，完美无缺。二是主体的意识界限，包括主体内部意识动机、期望，实践基础上的感知（如记忆、想象、思维），在环境条件下的情感，对感知的提炼和把握规律性的能力，以及对自我行为的规划能力等。人作为一种现实的“反映意识体”，与机体的生理界限和客观事物的真实性具有镶嵌性和背离性，认识上的弱点总是客观的。

人因失误就倾向性而言，与机器有一定的类似，一般具有以下特征：

(1) 人因失误的重复性：人因失误可能经常在不同条件重复。

(2) 人引发的失效的潜在性：人存在着潜在的引发事件的可能。

(3) 人的失误具有可修复性：人的失误可能导致系统故障或失效，然而在很多情况下，由于人在系统异常状况下的参与，可有效缓解或克服事件后果，使系统恢复正常状态。

(4) 人具有学习的能力：人可以通过学习提高工作绩效，适应环境和工作需要，在这一点上人明显区别于机器。

基于人因失误的上述特征，使得分析研究人因失误的根本原因，寻求人因事件的防范策略，提高系统安全可靠性的降低事故发生率成为可能。

1.1.5 人的心理特点、行为与事故发生有哪些联系？

答：大量案例告诉我们，人的心理特点、行为与事故发生有复杂的联系。不同的事故发生者，在事故前和事故发生的过程中有不同的心理特点，许多学者通过心理状态调查，提出了各种与发生事故有关的心理因素，综合起来主要有智力、知觉运动及性