

基于轨迹交叉论的供电企业安全事故分析与防范对策研究

崔炎炎¹, 黄琦²

(1. 上海电力学院 经济与管理学院, 上海 200090; 2. 电子科技大学 能源科学与工程学院, 成都 611731)

摘要:电力工业是国民经济中重要的基础产业,同时又是安全事故易发多发的重点行业。通过研究分析某省电力公司近十年间发生的电力安全事故,采用轨迹交叉论,从人的因素和物的因素两方面对事故进行反演分析,探究事故发生的原因并提出相应的防范对策,从而更好地保障电力安全。

关键词:安全事故;供电企业;轨迹交叉论;防范对策

中图分类号:TM08 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2017)02-0050-07

电力工业是国民经济发展中重要的基础产业,电能作为清洁、高效、使用方便、易于输送的能源形式,作为终端能源被广泛应用于社会生产生活的各个方面,极大的促进了生产的发展和科学技术的进步。但是,由于电能源不易存储的特点,为了保障电力系统的安全稳定,需要发电、输电、配电、用电各环节以及生产、使用电能的各企业或用户相互配合,协调调度管理。如果电力系统出现故障,不仅给电力企业带来巨大的直接经济损失,同时,一定程度对社会产生不可估量的间接损失。如2003年8月发生在美国东北部以及加拿大东部地区大停电,造成约5 000万人的生活用电受到严重影响,经济损失高达300亿美元;2012年8月发生的印度大停电等大电网事故,导致印度东北部六亿七千万人受到影响^[1]。而导致这些事故,不再单纯属于技术落后的原因,更多的原因是电力行业管理不善造成的事故的不断扩大。因此,在发展科学技术之时,运用一定的方法保障电力生产安全有序地进行具有重大意义。

近年来对安全事故的研究主要集中在煤矿、交通、建筑、化工等行业,采用的研究方法各有不同,也有研究者运用轨迹交叉论对电力生产事故进行防范,提出的措施没有针对性^[3]。大部分研究主要是通过统计安全事故进行分析进而找出相应的对策,具有行业特色。文献[4]提出通过三类危险源在煤矿行业对进行事故防范,文献[5]通过系统理论和事故致因理论对安全生产进行管理,都只是理论阐述,对电力行

业没有可实施性。国外对安全的研究主要在对安全氛围、安全动机和安全行为以及工作场所与事故发生的关联性,主要调查分析研究引发安全事故的因素,然后采取相应的预防机制^[6-10]。对安全事故的防范方法不一,关键是能够应用到具体行业并取得一定效果。

电力行业依托海量的电力设施,通过人的管理和控制,保障电力系统的安全稳定。过去对于供电企业事故分析大都集中在人为因素预防层面,而对物的不安全状态考虑较少。本文基于轨迹交叉论对供电企业事故进行分析,综合考虑了人因和物因两个因素,通过具体事故对人因和物因两个因素分析,发现供电企业存在的安全隐患,进而制定相应的措施,有效防范事故的发生。

1 轨迹交叉论

1.1 轨迹交叉论的发展

20世纪50年代,美国著名安全工程师海因里希通过对美国75 000起工业伤害事故进行调查分析,统计结果表明天灾仅占2%,也即98%的事故是可以预防避免的^[11]。具体事故及其原因统计分析如图1所示:

根据事故统计资料显示,在机械制造业造成休工8天及以上的伤害事故中,由于人的不安全行为造成的事故占96%,由于物的不安全状态造成的事故占91%,统计数字说明大多数工业伤害事故的发生既有人人的不安全行为也有物的不安全状态^[12]。

收稿日期:2016-09-17

作者简介:崔炎炎(1993—),女,河南驻马店人,上海电力学院,硕士研究生,研究方向:电力企业安全管理与评价。

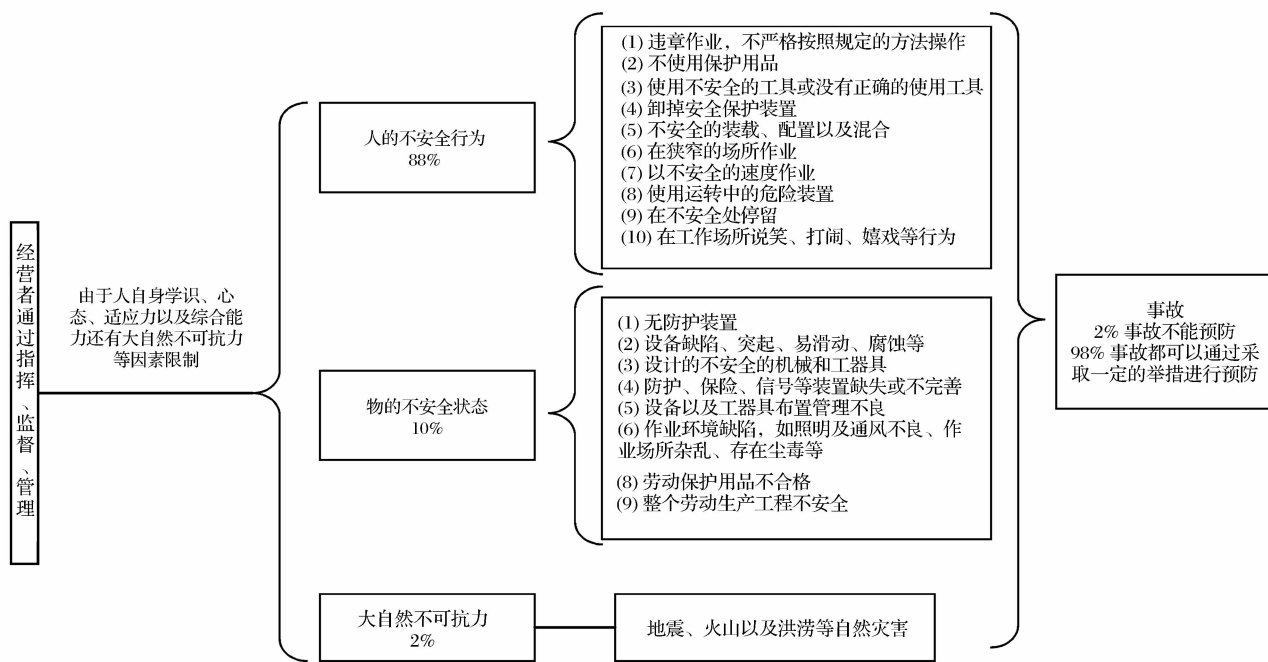


图1 事故的主要原因分析

轨迹交叉理论是用于研究事故发生的原因以及采取相应的措施控制事故的重要理论。将轨迹交叉理论作为事故触发过程的描述模型，用于预防供电企业安全事故的发生具有重大意义和实用价值。只有当人的不安全行为和物的不安全状态在同一时间同一空间出现时才会导致事故的发生，而在事故发展和演变的进程中，人的不安全行为的运动轨迹和物的不安全状态的运动轨迹的交点就是事故发生的时间和空间汇合点。如图2所示，如果在发生了事故1之后不采取相应的改善措施，人和物的不安全运动轨迹继续发展继而会发生事故2、事故3等一系列安全事故。2003年8月美国、加拿大地区大停电以及2011年3月日本福岛核电站的泄露等都是因为安全隐患没有及时消除而引发的灾难性事故，如果采取相应的预防改善措施，如增加安全防护闭锁装置、对人和物进行科学管理使得人和物的运动轨迹不再交叉，是安全研究的理想状态，也即是人和物的运动轨迹状态控制在允许范围内波动但是没有交汇的机会。

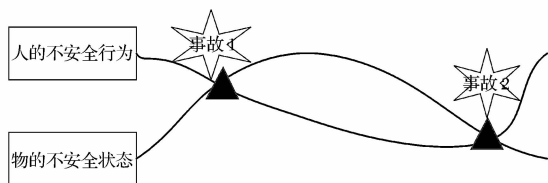


图2 事故触发模型

1.2 基于轨迹交叉论的事故反思模型及预防事故措施模式

轨迹交叉理论主要用于探究事故发生的原因，通过采取一定的措施，避免人的不安全行为轨迹和物的不安全状态轨迹交叉。因此，根据实际生产状况反思总结经验，对轨迹交叉理论模型进行修正完善。修正后的轨迹交叉理论事故反思模型如图3所示。

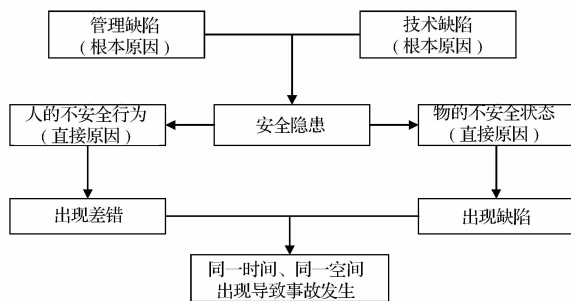


图3 轨迹交叉论事故反思模型

该轨迹交叉理论模型中的事故触发表明，直接原因是事故发生的重要因素。物的不安全状态在引发事故的过程中在不断运动变化，它的运动变化轨迹随着物的环境和人的行为等的不同而发生变化。人是一切生产活动的主要参与者，具有很强的主观能动性，而能动性又显得较为复杂且不容易控制，因此人的不安全行为是导致事故发生的主要因素，并且人的不安全行为还容易受到生理、心理、环境等一系列影响，具有一定的随机性。为了避免事故的发生，需要

杜绝人的不安全行为或是消除物的不安全状态。

一般电力生产事故的发生是人的不安全行为和物的不安全状态相互关联,共同作用导致的结果,因此要预防电力生产事故,必须要先理清可能会引发事故的因素同时采取有效的预防措施进行防范。基于轨迹交叉理论的预防事故措施模式如图 4 所示。

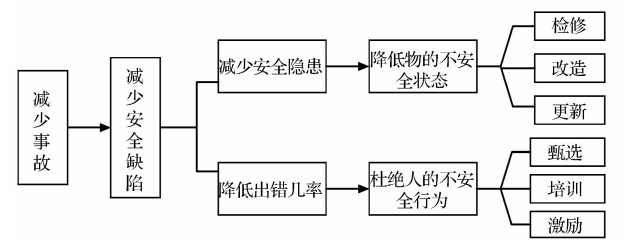


图 4 预防事故措施模式

如果要避免事故发生,可以通过采取一定的措施,人为破坏、改变或是隔离物的不安全状态或是人的不安全行为,对于避免其轨迹交叉的措施可以通过安装安全装置来避免,图 5 描述了事故发生时人和物的关系模式中逻辑“或(OR)”连接与逻辑“与(AND)”连接。

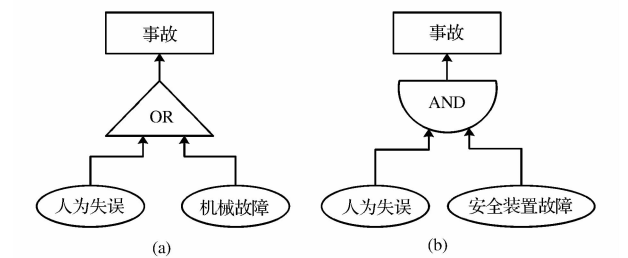


图 5 事故发生人和物关系模式

如图 5(a)所示,事故的发生只需人的不安全行为或物的不安全状态中任意一个因素。当在机械上增加安全装置,如图 5(b)所示,只有在人的失误和安全装置故障两个因素同时存在的情况下才会引发事故,因此大大降低事故发生概率。由此可见,在机械设备的人一机系统中,该事故预防措施具有较好的效果。

2 某省电力公司事故统计分析

事故一般是指使得正常活动中断并有可能伴有人身伤亡、物质损失的意外灾害事件。本文对某省电力公司生产、调度、基建、农电、多种经营以及交通等系统近十年间发生的事故进行统计分析归纳,总结出一定规律并提出相应防范措施,为日后的安全生产活动的安排规划服务。

2.1 人身伤亡事故分析

某电力公司近十年人身伤亡事故统计分析结果如图 6 所示。

可以发现,事故有如下特点:因触电引起的人身伤亡事故占总事故的 45.7%,主要原因就是工作人员工作在环境本身存在安全隐患的带电环境中,又因自身安全意识淡薄,业务水平低下,自我保护意识不强,还存在野蛮作业、作业现场习惯性违章等不安全行为,使得触电事故容易发生。同时由于现场勘查不够完善,施工现场安全管理存在隐患,工程施工制定的“组织措施、技术措施、安全措施”不够落实,监护人员工作失职,未及时纠正操作人员的违章行为,另一方面使用的机械设备以及工器具维护保养制度欠缺,如此安全隐患容易引发倒杆、高坠、交通以及机械等其他人身伤亡事故。

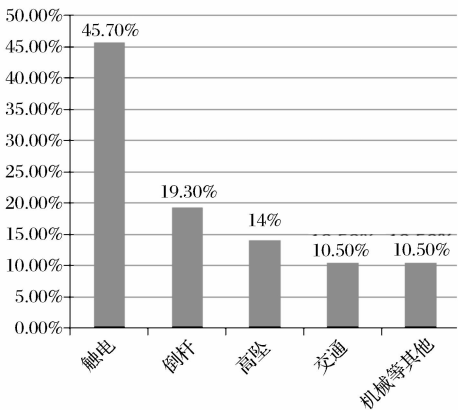


图 6 某省电力公司近十年人身伤亡事故统计分析主次图

2.2 电网和设备事故特征

该省电力公司近十年电网和设备事故特征构成,如图 7 所示。

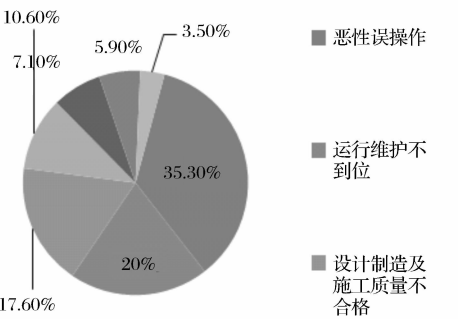


图 7 某省电力公司近十年电网和设备事故原因百分比示图

可以发现,发生事故的主要原因及不同种类事故发生的频率能够反映出该省电力公司在安全生产中存在的问题,能够结合实际情况找出存在的主要风险,进而采取相应的有效控制措施避免事故的发生,为此后的安全生产提出指导性的意见。

1)由于人不安全行为引发的电网和设备事故或是值班人员业务素质差没有及时采取有效措施而导致事故进一步扩大的事故:

①恶性误操作是引发事故的首因。此类原因引发的电网和设备事故占总事故数的 35.3%,主要表现在运行操作人员责任心不强,并且违章、违规操作,《电力安全工作规程》的种种规定并未落实到实处。

②外力破坏。外力破坏主要体现在盗窃电力设施以及其他施工单位施工未全面了解当地电力设施情况而引发电力安全事故,占电网和设备事故总数的 10.6%,占有一定比重。

③值班人员遇到突发情况处理事故能力差。电力生产是多重能源集中参与作用,通过能量转换,能量交换,能量流动,能量做功等一系列活动的特殊生产。由于电力的发、供、用同时完成,在整个生产过程中随时可能产生异常故障,因此电力运行人员应该具备一定的应对电力出现特殊情况的能力,而在实际情况中,突发情况使得运行值班人员不知所措,并且错误的操作引起事故进一步扩大,此类事故占电网和设备事故总数 7.1%,因此加强运行人员对事故处理的培训,定期进行反事故演习,不断提高应对事故处理的能力和水平显得尤为重要。

2)由于设备在设计制造、施工质量、维护等问题以及自然环境等引发的事故:

①机器设备设计制造及施工质量不合格。此类原因引发的电网和设备事故占总数的 17.6%,主要表现在设计原理错误、设备材质不良,以及购买有缺陷及质量不合格的产品设备、施工质量不良等造成安全隐患,这些安全隐患随时可能引发事故,所以必须在源头上把握好质量关,严格按照标准规程施工操作。

②设备运行维护不到位。对设备运行维护不到位、设备检修不及时、预防事故技术措施不落实没有及早查到安全隐患等等原因导致事故发生,占事故总数的 20%,这些问题当属于管理人员管理不到位的人员责任事故,完全可以通过加强巡视、提高巡视检修员的业务水平、规范设备管理程序等来避免事故发生。

③小动物及恶劣天气影响。在设计和安装过程

中应该充分考虑当地气候以及地质等特点和小动物破坏,使用一定的材质以及特殊方法来预防自然灾害导致的破坏,此种事故占电网和设备事故总数的 5.9%。近年来天气日益恶化,此问题应给以一定的重视,应该从全过程进行管理,线路的设计、通道的选择、施工安装方法、运行维护等各个阶段综合考虑,并且前期要做好气象和地质等相关资料的收集、勘探以及分析等,确保电力系统运行投运后具有一定抵御自然灾害的能力。

从上述事故特征以及原因中可以发现,每一起事故的发生都是在有安全隐患的前提下,加上一定的外在物刺激发生的,因此加强管理排除安全隐患至关重要。

3 体事故案例分析及防范措施

3.1 触电人身伤亡事故案例分析及防范措施

2010年6月15日某供电局按工作计划对 10kV×线路#1、#2 公用变压器更换低压线, #3、#4 公用变压器安装低压刀闸和更换低压引线工作。首先工作负责人甲告知工作班组成员乙和丙某线路已经停电,可以开始工作。工作结束后成员甲拆除接地线,此时成员乙和丙都在工作现场。接着成员乙从变压器台梁攀登到跌落开关下侧间隙处,系好安全带后徒手合上 10kV×线路 IV 段 #4 公用变压器 C 相跌落开关,其左手拿住中相跌落开关绝缘管时与中相跌落开关下桩头放电,发生触电同时发出惊叫声,此时成员甲判断成员乙触电,就让正准备下台梁的成员丙接住绳子去营救成员乙,成员丙在第二次接住绳子的过程中触及变压器带电部分也发生触电并从台梁上跌落。事故发生后,甲立即组织抢救伤员并打 110、120 电话求救,迅速将伤员送至县人民医院治疗,成员乙抢救无效死亡,成员丙双手轻度电击伤,左小腿遭受骨折伤害。

事故分析:人因失误是维护班在办理停电申请书所附接线图错误,将 #3、#4 公用变压器误画在 10 kV 某线 II、III 段,而实际上 #3、#4 公用变压器在 10 kV 某线 IV 段上,造成该段线实际上没有停电,导致物的不安全状态,也就是维修工作段线路处于带电状态,同时工作人员徒手操作的不安全行为在此交叉,在事故触发模型中引发事故 1,此时并未采取有效安全防护措施,工作负责人继续盲目指挥人员营救造成第二个工作人员触电坠落受伤事故,表现在事故触发模型中事故 2 的发生。

国际核电界的共同经验表明,60%~70%的安全生产事件归因于人的行为失效^[14],并且世界著名可

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研究可靠性几十年的经验指出:“没有任何不可靠的产品,只存在生产不可靠产品的人。”行为科学家也通过研究证明,人的行为会根据每个人不同的动机、目标和感知的不同而产生差异,但是人的行为是有一定的模式可供遵循的,因此用科学的程序和管理模式指导人们的行为,可以大大降低误的概率。因此可以采取以下措施来杜绝人的不安全行为。

1)对从事电力行业的人员进行甄选。对人员的选拔是基础,选择合适的人员从事与其相匹配的岗位可以很大程度上避免事故的发生,首先对员工的教育背景、工作经历、荣誉证书等有个大概了解,然后通过笔试来测量员工的智商、悟性、能力、兴趣等特征,接着通过面对面的交谈方式对员工的性格、语言表达能力、成熟稳重性以及心态、实际能力等全面了解,如果表现不错可以给予机会到相应的岗位实习试用,在实际工作中检验其实际工作能力,面对突发情况的反应和工作效率等,如果表现优秀可以考虑录用。

2)对初步选定的人员进行特质分析。对选拔的人员在生理、认知能力、心理以及性格等个体特质进行测评和检查,使得能够根据其特质进行岗位选择,也就是职业适应性最佳匹配选择。

3)重点在于对员工的科学引导和管理。在安全生产中,利用科学有效的管理调动人的积极性,能够使得员工的不安全行为自觉转向安全行为尤为重要,每个人的期望、需要、动机随着个人的心里特性各不相同,导致做出的行为也千差万别,但是利用马斯洛需要层次理论能够使得这个转变有章可循。

马斯洛的五个需要层次构成一个具有相对优势关系的等级体系,一种需要被满足后另一个更高的需求就立刻产生,成为引导人做出行动的动机,因此根据人的生理需求调动人积极的心理思想,从而规范人的安全行为能够使得行为人为自觉的由不安全行为向安全行为转变。激励员工的安全行为遵循根据目标产生期望,由期望决定需要,需要激发员工的动机,动机就决定了员工的行为,因此在电力生产中研究员工在工作中的安全动机对安全生产具有重大意义。在对电力从业人员进行管理过程中由人的生理需要、安全需要、归属和爱的需要、对尊重的需要以及自我实现的需要五个层次需要出发^[15],以安全为中心进行科学化的引导管理,使得电力工作人员从“要我安全”的状态自然地转向“我要安全”的主动需要状态,其中最主要的就是合理的计划安排多元化的安全宣传、教

育培训等活动,让员工真正从意识上认识到安全的重要性。

3.2 设备事故案例分析及防范措施

2013年某供电局检修班继电保护人员7月份对某220 kV变电站直流系统进行改造工作。7月26日上午检查了某电屏的运行工作方式后,继电保护班工作人员甲(工作负责人)以及成员乙(技术负责人)来到中央信号音响屏后,成员乙将控制电源联络蝴蝶开关打至接通位置,并验证接通,成员甲将旧屏的220 kV控制总路的空气开关拉开,将该电缆由旧屏切割至新屏。接线工作完成后,成员乙测量了新屏上该总路空气开关两端压差,至此220 kV控制总路由新屏提供电源,110 kV控制总线由旧屏提供电源,110 kV控制小母线与220 kV控制小母线联络运行,检查新屏有1.5 A输出。

7月30日下午在切割远动屏电缆时,110 kV某线支线#9杆柱上油开关因单相接地故障,导致110 kV某线#13杆B、C相绝缘子炸裂,线路侧刀闸的设备线夹被烧断等多处故障,#8~#6杆之间两处导线爆股,#6至门形架之间B相导线两处被烧断,A、C相均有不同程度的损伤痕迹,站内穿墙套管引流线被烧断,A、B、C避雷器爆炸等一系列设备损伤事故。由于220 kV某变电站相应的保护没有正确跳闸,致使110 kV II段主设备烧毁,经过5分左右的短路电流作用下,220 kV另一变电站的某线发生A相接地,距离I段继电保护动作跳闸,切除220 kV某变电站电源,全站失压。

事故分析:首先人因失误表现在对直流系统运行方式改变的操作本应由运行人员完成,但却由检修人员来操作,由于工作人员操作不当安全防护措施没有做到位使得变电站失去直流电源,物的不安全状态没有及时有效的被清除继而引发后续一系列线路、设备故障。在事故触发模型中表现为直流系统运行方式改变这一工作本身具有的不安全状态和检修人员的不安全行为交叉导致事故1,即是变电站失去直流电源,变电站失去直流电源这一物的不安全状态没有人为的被及时切除导致后续一系列事故发生。

物的不安全状态也是引发事故的重要因素,对于物而言既有环境因素也有设备因素,因此对物的不安全状态的防范需要对环境因素和设备因素综合进行防范管理。

1)环境因素的防范措施。总的来说环境可分社会环境和作业环境,社会环境是人们在生产生活中形成的价值观念、风俗习惯以及一些固有观念等,作业

环境主要是电力生产活动中的照明、通风、温度、湿度、设备机器摆放以及活动区域等从事电力生产人员所处的环境。因此对于环境因素的防范就要从社会环境和作业环境采取有效措施进行管理。

社会环境和作业环境可以通过建设良好的企业安全文化来改善。因企业文化是一个企业在长期安全生产和经营活动中逐步形成或有意识塑造并且被职工所接受、乐于遵循的、具有企业特色的安全观念、意识、安全作风、态度、安全管理机制以及行为规范,企业安全生产奋斗目标、安全进取精神,为保护职工身心安全与健康而创造的安全与舒适的生产和生活环境、防灾减灾应急的安全设备和措施,树立以人为本、安全第一、珍惜生命、善待人生的安全人生观、价值观、审美观、安全心理素质和企业安全风貌、习俗等,所有企业安全物质财富和安全精神财富的总和。它渗透在人类活动的一切领域,并与其他相关文化分支互相交融。因此建设良好的企业安全文化可以形成一种无形的观念场能,让环境和作业人员达到完美匹配和协调。

2)设备因素的防范措施。电力生产高度集中,发、输、变、配、用同时完成,其中所用生产设备、转换设备、保护设备以及监控设备等种类繁多,因此设备的不安全状态也是引发事故的重要因素。对于设备主要在设计制造、安装、运行以及设备维修中出现的诸多问题采取措施进行防范。正确的设计是安全生产的前提,因此提高设计质量是保证正确设计的基础,就要采用先进的设计方法和手段,提高设计人员的素质同时加强反馈工作等保证设备设计的安全可靠;同时设备制造出现故障往往是在事故后检查发现,因此采取有效的管理和控制杜绝设备制造中出现的失误;在设备安装过程中严格控制工程质量和工序质量,坚持“百年大计,质量第一”的准则,切实保障质量安全;设备在运行时出现的异常信息及突发事件不能独自做出决策需要人来操作和维护时就需要提高运行人员的专业素质和应对突发情况的能力,确保在紧急情况下做出正确操作;对于一台设备都有其寿命期,所以应该建立设备管理台账,根据设备的特点定期检查维护,如有必要还要对设备进行更新改造,确保设备时刻处在正常状态。

保证机械设备的安全具体要根据生产要求以及相应质量标准,对设备的选购、进场验收及安装调试等一系列操作严格把关,使得投产的设备达到相应的安全生产技术要求,不留安全隐患;能够保证设备安全运行在良好的环境中,安装必要的防护、保险、防

腐、防潮、保暖、降温等一系列保障设施,对于危险点同时要配备必要的测量、监视等装置,同时有步骤、有重点地对老、旧设备进行更新和改造,使之一直满足安全运行和生产活动的客观要求。

对具体的事故进行事故调查和剖析,能够发现每一起事故都是人因和物因均存在不安全状态下发生的,而人和物的运动又是在一定的环境中进行的,因此对环境的分析与人的不安全行为和物的不安全状态全面考虑综合分析,但是人、物、环境又都必须受到管理因素的制约,所以管理不科学是问题的本质原因,因此防范事故的发生应该从改善管理、全面治理上加强。具体总结起来也就是三种对策:工程对策、教育对策和管理对策。能够通过对机械设备在设计、制造、安装、检修以及运行时从工程技术角度出发设计相应的安全措施;加强对员工的教育培训使得员工能够掌握相应的安全知识和机械设备的正确操作方法;在管理层面能够一方面由国家、企业制定以及颁布相应的企业员工必须贯彻执行的安全法律、法规、规程规范和标准,另一方面是企业在实际工作中对员工的人性化科学的管理。

4 结论

经过上述理论分析和初步实践应用证明,轨迹交叉论在电力生产事故预防中的应用具有较好的可行性。因为轨迹交叉论简单明了地将事故原因和事故发展过程中的因果清除直观的显现展示出来,对分析电力生产事故具有很大的参考价值。

通过对事故具体阐释分析并应用轨迹交叉论提出预防事故发生的具体应对措施和策略,从人、设备和环境等综合因素做好预防性的安全管理工作,以此来避免人和物不安全运动轨迹的交叉使安全生产得以顺利进行,从而实现电力企业安全生产发展的目标。

参考文献

- [1] 伦涛,韩鹏飞,贺静波,等.近年国外大停电事故概述及分析[J].中国能源,2012,34(2):41-43.
- [2] 王保国,王新泉,刘淑艳.安全人机工程学[M].北京:机械工业出版社,2007.
- [3] 李艳.基于轨迹交叉论的电力生产事故预防研究[D].北京:北京交通大学,2006.
- [4] 田水承,李红霞,王莉,等.从三类危险源理论看煤矿事故的频发[J].中国安全科学学报,2007,17(1):10-15.
- [5] 陈宝智,吴敏.事故致因理论与安全理念[J].中国安全生产科学技术,2008,4(1):42-46.

(下转第 183 页)

The Comparative Study of the Sugarcane Yield Insurance Premium Rate Making Methods

——Based on sugarcane yield data in Guangxi

MA Gai-yan¹, ZHOU Lei², XU Xue-rong²

(1. Jinshan College; 2. Economic College, Fujian Agriculture and Forestry University, 350002, China)

Abstract: Setting insurance rate is a key link of designing crop insurance. Accurate and reasonable premium rate will help to achieve crop insurance "farmers can afford, insurance company can compensate, the government can subsidy". This paper used parameter distribution method (including Normal distribution and Weibull distribution, Logistic distribution, etc) and nonparametric kernel density distribution method to simulate the probability distribution of the loss rate of sugarcane production, and set out the pure rate under different distribution respectively. At the same time, we used experience rating method to set the sugarcane insurance rates. The Study shown that, the pure rate by the experience rating method was lowest; in the parametric methods, the pure rate by the Normal distribution was lowest, the Weibull distribution was highest; over all, the fitting results of the parametric and nonparametric method were close, the result of the nonparametric method slightly higher than the parameter method. The study also showed that, to a large extent. The rational pure rate depends on the reasonable yield loss distribution model.

Key words: sugarcane; yield loss risk distribution; parametric distribution; nonparametric distribution; experienced insurance premium rate

(上接第 55 页)

- [6] TAN P T, TAN A X, TAN S. Elevating Workplace Safety and Health (WSH) Performance in the Waste Management Industry through Research to Practice (R2P)[C]// Asia Pacific Safety Symposium on Safety. 2013.
- [7] ANDREW N, GRIFFIN M A. A study of the lagged relationships among safety climate, safety motivation, safety behavior, and accidents at the individual and group levels[J]. Journal of Applied Psychology, 2006, 91(4): 946—953.
- [8] TULASHIE S K, ADDAI E K, ANNAN J S. Exposure assessment, a preventive process in managing workplace safety and health, challenges in Ghana[J]. Safety Science, 2016, 84(3): 257—277.
- [9] SCANLON K A, GRAY G M, FRANCIS R A, et al. The work environment disability-adjusted life year for use with life cycle assessment: a methodological approach[J]. Environmental Health, 2013, 12(1): 21.
- [10] MYERS D J, NYCE J M, DEKKER S W A. Setting culture apart: distinguishing culture from behavior and social structure in safety and injury research[J]. Accident Analysis & Prevention, 2014, 68(1): 25—29.
- [11] 宋守信, 武淑平. 电力安全管理丛书 电力安全人因管理[M]. 北京: 中国电力出版社, 2008.
- [12] 罗云, 吕海燕, 白福利. 事故分析预测与事故管理[M]. 北京: 化学工业出版社, 2006.
- [13] 吴声声. 电力企业人因安全的研究与应用[D]. 北京: 北京交通大学, 2013.
- [14] 肖人源, 李飞, 齐玲玲. 核电系统人因失误原理分析与改进措施探究[J]. 科技经济导刊, 2015, 23(2): 288—289.
- [15] 张逸昕, 赵丽. 管理学原理[M]. 北京: 清华大学出版社, 2014.
- [16] 于海. 基于案例分析的电力安全生产管理探讨[J]. 科学导报, 2016(3): 214.

Analysis and Prevention Countermeasures of Accident in Power Utility Company Based on the Orbit Intersecting Theory

CUI Yan-yan¹, HUANG Qi²

(1. School of Economics and Management, Shanghai University of Electric Power, Shanghai 200090, China;

2. School of Energy Science and Engineering, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 611731, China)

Abstract: As an important part of public utility, the industry of electric power is prone to accidents. This paper studies the accidents occurred in past 10 years in a provincial power company. The human error factors and objective factors are analyzed by using orbit intersecting theory. It is expected to explore the cause of the accident and propose corresponding countermeasures, to enhance the safety of electric power.

Key words: safety accidents; utility company; safety countermeasures; orbit intersecting theory