

火力发电厂安全性评价

中国华北电力集团公司安全监察部

(第二版)



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

火力发电厂安全性评价(第二版)

中国华北电力集团公司安全监察部

 中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书针对火力发电厂生产设备系统、劳动安全和作业环境以及安全管理三个方面可能引发事故的危险因素,以防止人身事故、特大和重大设备事故及频发性事故为重点,进行查评诊断。其目的是要评出一个单位或一个系统安全工作的现状和水平,尤其是预防和掌握客观存在的危险因素及严重程度,明确反事故斗争的重点和需要采取的反事故措施,实现超前控制、减少和消灭事故。

本书作为第二版,坚持了原《评价》的主要指导思想,对评价项目进行了补充和完善。补充了新的反事故措施,增加了对新技术、新设备的查评条款。针对全国的设备状况,删除了部分过时或不重要的条款。调整了部分项目之间的相对分数和评分标准,强调了对技术管理及基础资料管理的查评,强调了对人员素质查评,突出安全生产责任制的重要性。

本书可供火力发电厂安全监察、生产技术领导干部和专业管理人员阅读使用,也可供车间、班组开展安全检查和安全教育时参考使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

火力发电厂安全性评价/中国华北电力集团公司安全
监察部编著. —2版. —北京: 中国电力出版社, 2001

ISBN 7-5083-0703-8

I. 火… II. 中… III. 火电厂—安全性—评价 IV. TM621

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 047131 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>)

1995 年 6 月第一版 2001 年 8 月第二版

787 毫米×1092 毫米 横 16 开本 11.25 印张

北京密云红光印刷厂印刷

2002 年 1 月北京第八次印刷

264 千字

各地新华书店经售

印数 59481—69480

定价 35.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换)

再 版 序 言

中国华北电力集团公司编著的《火力发电厂安全性评价》和《供电企业安全性评价》(以下简称《评价》)出版发行已经五六年了。期间,承蒙全国电力企业同行们的支持,安全性评价办法在许多发电企业得到广泛应用,两本《评价》多次重印,累计发行量已超过10万册。

随着电力工业飞速发展,现代化的大电网日益壮大,高参数的大机组不断涌现,科学的管理手段广泛采用,发电企业安全性评价标准也要不断改进完善。发电企业安全性评价开始是针对华北电网的情况编制的,不可能包括全国所有发电企业的情况。如火电厂码头卸煤设备、供电企业直流输电设备等没有涉及。由于新技术、新设备不断增多,原有的项目有的过时了,新的项目有待补充,如热控设备大机组普遍采用分散控制系统(DCS),原来以常规仪表装置为主设置的评价项目就不适用了。安全性评价的特点是要“量化”,对“标准分”的设置、评分办法的规定等虽然经过了经验丰富的专家们反复推敲权衡,但难免有不合适的情况,需要提高“量化”的科学水平,因此量化部分要进一步完善。国家和政府有关部门、国家电力公司对安全生产的标准指令等方面也在不断调整深化,一些新的内容也应该包括进来。如国家电力公司新颁《防止电力生产重大事故的二十五项重点要求》,《评价》应有所反映。总之,《评价》需要进行修改和补充新的内容。

基于以上原因,根据几年来发电企业安全性评价的实践中提出的问题,我们组织专家对《火力发电厂安全性评价》和《供

电企业安全性评价》两本书进行了修改。希望这两本书的再版能继续为全国发电企业安全生产做出贡献。

安全是永恒的主题,安全是所有工作之首。电力安全生产是关系国计民生的大事。华北电网和京津唐电网直接担负着首都供电的政治责任,确保电网安全稳定运行更是全网工作的重中之重。在新世纪之初,我们要深入贯彻“安全第一,预防为主”的方针,扎扎实实做好安全生产的基础工作,在安全管理上实现体制创新、机制创新、管理创新,为创建安全稳定的一流区域电网而努力奋斗。“三个创新”既是手段又是实现目标的保证,体制创新就是要变革阻碍生产力发展、影响安全稳定的生产关系;机制创新就是要建立适应社会主义市场经济体制的企业“自我约束、自我发展”的安全运行机制;管理创新就是要更新管理理念,向管理要安全、要效益。华北电力集团公司和全国许多发电企业的实践证明,企业自觉运用安全性评价等现代安全管理方法来超前预防控制事故发生,正是在建立一种“自我约束、自我发展”的安全生产机制。运用安全性评价方法等先进手段,正在使安全管理逐步达到制度化、规范化、程序化、科学化、现代化。安全性评价的结果固然是重要的,而企业发动群众认真自查、专家评价、整改、复查、巩固等一系列的过程更有意义。在这一过程中,企业不仅发现和消除了危险因素,夯实了安全基础,提高了安全生产和安全管理水平,广大干部职工还接受了一次全面系统的业务培训和安全教育。有的单位称,通过安全性评价“开展了一次历时最长、范围最广、影响最大的安全教育”。

要搞好安全生产，最重要的是提高全体员工的素质，增强安全意识。因此要加强安全生产宣传、教育和培训工作，把领导对安全工作的重视真正落实到每一个职工的行动中，落实到每一个生产环节和每一项操作中，全面提高安全管理水平。

安全性评价并不是唯一的现代安全管理办法，在继续开展安全性评价的同时，我们也在深入开展“危险点分析”等活动，力求全方位地控制“人的不安全行为”和“物的不安全状态”。国

家电力公司“安全生产责任书”中明确指出：“我们相信，除人力不可抗拒的自然灾害外，通过我们的努力，所有事故都应当可以预防；任何隐患都应当可以控制。”我们将朝此目标，不断探索，不懈努力。

《火力发电厂安全性评价》与《供电企业安全性评价》修订过程中得到了全国电力系统许多单位和专家的大力支持和指正，在此深表谢意。

中国华北电力集团公司总经理

2001年3月18日

原 版 序 言

在现代社会中，电力工业的安全生产对国民经济和人民生活关系极大。然而，由于电力工业的行业特点及人员、设备、管理、环境等诸多方面的原因，电力生产中存在着许多不安全因素。长期以来，电力战线的广大职工为提高安全生产水平一直在与事故进行着不懈的斗争。

事故发生有其必然性，也有一定偶然性。一个单位事故不断，固然反映出安全管理上存在问题；而同样安全基础薄弱的企业也可能在一段时间内没出大的事故。相反，一些公认安全管理较好的企业有时也会突发一些严重事故。提到电力生产，我们许多同志常用“如履薄冰，如临深渊”或“坐在火山口上”来形容它，说明一些企业安全基础并不牢固，也反映出我们在对事故规律的认识和事故预防上还有差距。

认真贯彻“安全第一，预防为主”的方针，如何在“预防为主”上下功夫，夯实安全基础，对事故进行超前控制，正是我们安全管理工作的努力方向。1990年，我向安全监察部门的同志们提出要研究如何对一个发电企业的安全基础进行评价。四年多来安全监察和生产技术部门的专家和工程技术人员，为此进行了认真的探索。借鉴国外“风险评估”等现代方法，总结我国电力工业安全管理的丰富经验，在华北电力集团公司和天津市、河北省、山西省、内蒙古自治区电力公司有关部门的通力合作下反复修改，反复实践，八易其稿，终于初结成果。这就是摆在读者面前的《火力发电厂安全性评价》和《供电企业安全性评价》（简

称《评价》）。

《评价》对发电企业生产设备系统、劳动安全和作业环境以及安全管理三个方面可能引发事故的危险因素，以防止人身事故、特大和重大设备事故及频发性事故为重点，进行查评诊断。其目的是要评出一个单位或一个系统安全基础的现状和水平，尤其是预知和掌握客观存在的危险因素及其严重程度，明确反事故斗争的重点和需要采取的反事故措施，实现超前控制、减少和消灭事故。

《评价》受到了电力工业部领导、中国电机工程学会安全技术委员会和安全专家们的好评，但检验真理的唯一标准是实践。我希望华北电网发电企业逐步开展安全性评价，通过安全性评价，重点抓好安全基础工作，重点抓好班组和生产第一线的安全管理，切实提高发电企业的安全生产水平。

一个新事物的诞生总是伴随着缺点和不足。借撰小序之机，诚恳地希望读者和电力部门的同行们对《评价》提出宝贵的批评和建议，使之不断完善，使之更加切合生产实际，更好地为电力工业安全生产服务。

华北电力业管理局局长 
中国华北电力集团公司 总经理

1995年3月18日

再 版 说 明

《火力发电厂安全性评价》(以下简称《评价》)自1995年6月出版发行以来,得到了全国电力系统的广泛关注。国家电力公司陆延昌等领导同志多次要求各网省局组织开展评价工作,许多单位先后进行了安全性评价工作,都取得了显著的成效,安全生产水平得到稳步提高。由于《评价》本身的科学性和实用性及领导的重视,《评价》在全国电力系统迅速得到了推广和应用。通过5年的实践,其科学性和实用性得到了充分的证明。《评价》对推动华北电力集团公司,乃至全国火力发电厂安全生产水平的提高起到了重要的作用。国家电力公司在2000年5月1日新颁《安全生产工作规定》中明确将安全性评价列入发供电企业安全管理例行工作的范畴,并多次提及该项工作。2001年5月28日,在国家电力公司召开的2001年安全生产工作会议上,陆延昌副总经理就发供电企业安全性评价工作指出:“‘九·五’期间,公司系统安全管理逐步从传统模式向科学规范的管理方式转变,其中应用比较广泛、效果比较突出的就是可靠性管理和安全性评价工作,其积极作用已被实践所证明。目前这两项工作已在公司系统内部全面开展,可靠性管理和安全性评价的范围逐步扩大。就安全性评价讲,已从发供电企业延伸到输电网;从生产系统扩大到基建系统。通过对生产设备、劳动安全和作业环境、安全管理三个方面的安全性评价,不仅查清了安全生产的薄弱环节和危险因素,而且提出了整改措施;既系统学习、运用了规程规定,又增强规程规定执行过程中的针对性。安全性评价作为企业夯实安全生产基础、提高安全生产水平的重要手段,我们还将不断完善并推动这项工作”。

《评价》成稿于90年代初期,是针对华北电网的发供电企业制订的。随着电力工业改革的深入,大容量机组的陆续投产,先进技术的普遍采用,国家电力公司新颁《安全生产工作规定》、《防止电力生产重大事故的二十五项重点要求》,特别是通过总结全国开展评价工作的实践,对原有的《评价》标准进行补充、完善和修订成为摆在我们面前的一项迫切的任务。为了做好本系统的安全性评价工作,据我们所知,华能国际电力股份有限公司、浙江省电力公司等单位都不同程度地对《火力发电厂安全性评价》做了修改和补充。

从1999年7月开始,华北电力集团公司着手组织有关专家,进行《评价》的修订准备工作。在修订过程中,我们遵循了以下原则:

一、坚持了原《评价》的主要指导思想

《评价》编制之初的指导思想就是要通过评价,能够摸清一个企业的安全基础,针对基础管理、特大、重大设备损坏事故、频发性事故、恶性事故及人身伤亡事故隐患,从生产设备、劳动安全作业环境、安全管理三个方面进行查评和诊断。为基层的生产领导和工程技术人员提供一种生产管理、技术管理和安全管理的指导方法。实践证明其指导思想符合现代安全管理理论,符合现阶段我国电力生产企业的生产实际。所以在修订的过程中,我们仍然坚持了这一指导思想。

虽然目前我国电力工业体制正在发生巨大的变化,特别是厂

网分开步伐的加快、电力投资的多元化，火力发电厂在管理模式上也出现了多元化的趋势。但火力发电厂的生产过程这一客观的规律没有发生改变，生产工艺流程主要是容量、参数和自动化程度不断提高。我国电力工业几十年总结的反事故斗争的规律和经验仍然是适用的，加强企业安全生产基础管理，仍然是提高安全生产水平的必由之路。我们相信，只要对《评价》的条文及时进行修订和完善，使之不断适应新技术和新的管理思想，《评价》就永远具有旺盛的生命力，就会对火力发电厂的安全生产不断做出新的贡献。

二、对评价项目进行了补充和完善

1. 补充了新的反事故措施

国家电力公司在总结了《关于防止电力生产重大事故的20项重点要求》实施经验教训的基础上，2000年又提出了《关于防止电力生产重大事故的二十五项重点要求》。在修订过程中，专家们在认真学习、消化的基础上，将新颁重点反措的有关要求全部纳入到查评的各专项目之中，并作为查评的重点内容。

2. 增加了对新技术、新设备的查评条款

近年来，300MW、500MW、600MW机组陆续投产，原有的针对200MW及以下机组的评价条款显然是不能适应的。在总结华北和全国开展评价工作的基础上，针对大容量机组的设备系统特点、控制系统特点，增加了相应的查评条款，使之逐步适应大机组的具体情况。

3. 针对全国的设备状况

《评价》最初的编制是针对华北电网的特点，没有考虑到我国南方的火力发电厂一些特点。在《评价》出版发行后受到了全国同行的广泛关注并得到了普遍的应用，这是我们当初没有预料

到的。在修订的过程中，我们增加了针对南方火力发电厂特点，如码头卸煤、油系统设备的评价条款，使之更加适应全国的火力发电厂。

4. 删除了部分过时或不重要的条款

通过查评的实践，有个别项目已经属于过时的要求，如劳动安全作业环境部分中涉及电石的查评条款，原劳动部已经明令不允许企业再使用；在变压器章节中净油器的内容，由于变压器结构的改变，对净油器查评的意义不大；在继电保护装置中，与安全无直接关系的项目等予以删除。

三、调整了部分项目之间的相对分数和评分标准

《评价》的特点之一就是定性评价和定量评价相结合，用定量来描述定性的程度。通过几年来的查评实践，发现个别项目相对分值与问题的严重程度之间不均衡，虽然从定性上看问题是比较严重的，但其相对赋分较低，在最终对本专业的相对得分率影响不是很大。在修订过程中，除了对相对不合理的赋分进行调整外，我们还对评分方法进行了部分调整，增加了部分项目扣分的力度，在更多的项目中采取了加扣母项分数，使得定性评价和定量评价的结果更趋于一致。

四、强调了对技术管理及基础资料管理的查评

通过查评的实践我们认识到，火力发电厂安全基础是否牢固，主要在于管理。基础资料的管理是基础管理的重要组成部分，对基础资料的管理的不规范，是各个企业普遍存在的问题。在原有查评条目的基础上，各专业都增加了相应的管理和基础资料的查评内容，并加大了这部分内容的评价扣分力度。

同时还增加了对参数、运行工况等项目的查评内容。

五、强调了对人员素质查评

通过总结评价工作的经验教训，我们发现开展评价工作后，发生的一些人身伤亡事故、重大设备损坏事故的主要原因人的因素。原《评价》的劳动安全作业环境部分，主要是强调了对工器具、现场防护设施等方面的查评，在人员素质、管理等方面查评的条目较少。在1999年编制《水力发电厂安全性评价》时，我们重点增加了对人员基本安全素质查评的内容、增加了对管理方面查评的内容。水电厂查评的实践证明，是可行的。在此次修订过程中，借鉴了编制《水力发电厂安全性评价》的经验，在劳动安全作业环境部分增加了对工作人员基本安全素质、自觉执行安全工作规程等方面的查评内容。突出了对安全工器具、起重用具、劳动防护等方面的管理内容。

六、突出安全生产责任制的重要性

由于目前电力安全生产中存在的不仅是技术问题，更主要的是管理问题，突出的问题就是安全生产责任制不落实。原《评价》中主要是对安全管理的例行工作质量进行查评，反映出的矛盾主要是在责任制的划分和落实方面。在编制《水力发电厂安全性评价》的过程中，我们打破了原有的项目设计，将安全管理的例行工作以责任制的形式进行查评。这样，即查评了安全管理例行工作的完成情况质量，又查评了各级领导及专业技术人员安全生产责任制的贯彻落实。此次修改沿袭了《水力发电厂安全性评价》的做法，结合了火力发电厂的生产、管理特点，力图使安全生产管理的具体工作以安全生产责任制的形式体现出来，使安全生产责任制的贯彻落实紧紧与实际工作结合起来，具有很强的操作性。

七、生产设备各专业修订情况简要说明

由于篇幅所限在各个专业的修订介绍中，凡是在上文中加以说明的，不需要特殊指出的有关修订细节不再重复说明。

1. 电站锅炉

1.1 参照华北电力集团公司编写的《300MW级火力发电机组集控运行典型规程》中有关锅炉启、停炉过程中容易发生的不安全因素，在安全性评价锅炉专业的运行工况中新增加了一条“启、停炉是否严格按运行规程执行的重点要求”共计7条内容。这对防止大机组启、停炉过程中的不安全因素发生必将起到积极的促进作用。

1.2 对容易忽视的各种疏放水管道、空气管、取样管、压力表管、温度表管等发生膨胀拉裂、冲刷减薄等不安全因素，增加了评价内容。

2. 汽轮机

2.1 润滑油和控制油的油质管理等项目，在修订稿中得到了加强。另外对于一些容易忽略的重要问题，如机组振动保护的投入和振动分析工作，在修订稿中增加了这方面的内容，并加大了扣分力度。

2.2 近几年相继发生了一些重大设备事故，对原来发生的一些重大事故的原因，认识也更为清楚。新稿中为吸取这些事故教训，增设了相关内容。

2.3 补充了查评运行工况的内容，并加大了影响安全运行的参数和状态的扣分力度。

3. 电气设备

3.1 根据电气设备涉及面广的特点，为使专业查评更加细化，并考虑到通常电厂专业划分和管理的方式，将原“电气设

安全性评价”部分拆分为“电气一次设备”和“电气二次设备及其他”，对一次和二次部分查评项目进行了调整。

3.2 将“励磁系统”查评项目列为“电气二次设备及其他”。

4. 主变压器和厂用变压器

4.1 突出了变压器油的色谱分析，提高了本条的标准分，突出了油的分析试验，特别是330~500kV变压器油试验。

4.2 取消了高压套管和储油柜油色是否正常的条款，从查评实践来看，这是没有意义的，因为套管的油色很难看清，而储油柜的玻璃油位管部分设有小胶囊，是一个死油区，其油色不反映真空情况。

5. 继电保护及自动装置

关于保护正确动作率的评价，改为不正确动作的评价扣分，比较方便直观，而且不会与上级调度部门的统计数字发生矛盾。

6. 热工

火电厂热控技术近年发展很快，特别是分散控制系统(DCS)在热控系统中得到了广泛的应用，所以在这次修订主要是以DCS系统为主线，同时也考虑了非DCS系统控制的机组，故热工专业的修订内容变化较大。对采用常规热工仪表装置的老机组的评价也可用修订前的版本进行。

7. 化学专业

化学专业修订，针对亚临界参数及超临界参数锅炉机组对水汽质量的严格要求改写和扩充。和原评价相比，增加的项目着重于反映亚临界和超临界参数锅炉机组的水工况特点。使用本修订评价进行安全性评价时，应充分体现化学专业工作的特点，就是：供给数量足够、质量优良的锅炉补充水和氢气，保证水、汽、氢质量合格，以抓防止凝汽器泄漏为中心，防止锅炉机组腐蚀结垢(含盐垢)，防止水汽质量超标风险发展为失效和非计划停用。

8. 燃料专业

8.1 燃料专业评价项目 不包括轨道衡、采样机等有关计量及经营管理方面需要的在装设备。

8.2 燃煤贮运系统评价项目本次修订考虑到沿海及靠江河火电厂，采用码头卸煤，增加了码头及码头卸煤机械的内容，分值占标准分总分的15%。

8.3 新增项目查评依据，码头沉降速率，标准查设计院提供的规定值，卸船机如是进口设备，查找厂家提供的资料。如是国内设备查找交通部颁发的港口起重机械技术条件。

8.4 由于评价项目增加了20项，总标准分值没有增加，因此原各项目分值要调整。但在防止火灾事故和防止可燃气体爆炸事故以及消防方面的项目分值均不变。保持原有的力度。

《火力发电厂安全性评价》的修订得到各有关方面大力支持，北京电机工程学会组织了数十名参加过几十个火力发电厂安全性评价工作的老专家，承担了《火力发电厂安全性评价》的修订工作。经过了一年多的反复研讨，修订稿又经过了数次电厂安全性评价的检验。在修订过程中得到了华北电力科学研究院有限责任公司的的大力协助，热工所、高压所、系统所、锅炉所等相关专业所对安全性评价的相关内容进行了认真地审阅并提出了修改建议，在此对王惠仁、赵鹏、贾元平、孟峰、苏为民、张章奎等领导 and 专家的辛勤工作表示感谢，在修订过程中还吸取了大唐发电股份有限公司吴仕宏同志对化学专业、华能国际电力股份有限公司有关专家对热工专业评价的思路和方法，在此一并表示感谢。

编著者

发供电企业安全性评价（代编制和使用说明）

1 为什么要开展“发供电企业安全性评价”

1.1 问题的提出

在现代社会中，电力工业的安全生产对国民经济和人民生活关系极大。然而，由于电力工业的行业特点及人员、设备、环境、管理等诸多方面的原因，电力生产中存在着许多不安全因素。长期以来，电力战线的广大职工为提高安全生产水平一直在与事故进行着不懈的斗争。

事故发生有其必然性，也有一定偶然性。一个单位事故不断，固然反映出安全管理上存在问题；相反，一些公认安全管理较好的企业有时也会突发严重事故。提到安全生产，我们许多同志常用“如履薄冰，如临深渊”、“坐在火山口上”来形容它，客观上反映出一些企业安全生产基础不牢，主观上则说明我们在对事故规律的认识和事故预防上还有差距，因而心中无数。

对安全形势的分析必须要有忧患意识。目前企业的安全状况只有四种形态：十分严峻，依然严峻，不容乐观，相对平稳。客观实际不允许对安全形势评价过高，因为我们一些企业普遍存在的问题是，人员素质有待提高，劳动机制有待完善，设备隐患有待治理，安全基础有待巩固。在安全生产上要变被动为主动，就必须认真贯彻“安全第一，预防为主”的方针，在“预防为主”上狠下功夫。注重夯实安全基础，对事故进行超前控制。什么是安全基础呢？安全基础就是保证安全生产必须具备的人员、设备、环境、管理等方面的基本条件。或者叫人、机、环境、管理四者安全品质的优化匹

配。1990年，当时华北电管局主管生产的副局长焦亿安同志提出，要对发供电企业的安全基础进行评价和分析，研究制定夯实安全基础的办法和对策，预防事故的发生。

1.2 “发供电企业安全性评价”的产生

从1990年开始，华北电网直属、天津、河北、山西、内蒙古电力公司安监、生技部门的工程技术人员通力合作，借鉴国外“风险评估”等现代安全管理办法，总结我国电力企业安全管理的丰富经验，反复修改，反复实践，十年磨一剑，在发供电企业安全性评价方面进行了成功的探索。

《火力发电厂安全性评价》编写历时4年，八易其稿，1994年通过评审，1995年6月出版。

《供电企业安全性评价》1995年通过评审，1996年5月出版。

《水力发电厂安全性评价》1998年通过评审，1999年4月出版。

《发电厂并网运行安全性评价办法》华北电网安全委员会1999年6月颁布试行。

《输电网安全性评价》国家电力公司委托起草，2000年1月通过福建电网试评，5月通过评审，进一步修改后，10月国家电力公司正式颁发试行，目前已由中国电力出版社出版发行。

2 安全性评价的基本概念

2.1 安全性评价的理论基础

2.1.1 “预防为主”是现代安全管理的基本原则

现代安全管理理论认为，生产事故的发生虽然有其突发性和偶然性，但事故是可以预测、预防 and 控制的。“预防为主”是现代安全管理的基本原则。国家电力公司“安全生产责任书”中就明确指出：“我们相信，除人力不可抗拒的自然灾害外，通过我们的努力，所有事故都应当可以预防；任何隐患都应当可以控制。”对长期以来存在的“事故难免论”的否定，是人们安全思想认识的飞跃，其意义是不可低估的。

2.1.2 以安全系统工程的理论研究生产过程

人类从事的生产过程都是利用能量做功的过程。一旦能量失控，就可能引发人身或设备事故，因此生产系统存在固有危险。然而生产及生活中的固有危险都是在人机环境系统控制之下运作的。无论生产过程如何复杂，都可以置于人机环境系统中进行分析和研究。由此可知，产生事故的直接原因是：

人的不安全行为；

机（物）的不安全状态；

环境的不安全因素。

生产环境包括物理（空间、时间）环境、化学环境、生物环境和生产组织人文环境，这些均可以分别归纳为“人”或“机（物）”的范畴。因此，按照安全系统工程的观点，导致事故的直接原因就可以分为二类：一是人的不安全行为引起的，二是物的不安全状态引起的。预防事故应该从这两方面入手。

安全系统工程理论特别强调“管理”，认为产生事故的间接原因是安全管理不到位，它是产生事故直接原因的原因，安全管理缺陷，是根本性的事故隐患。只要安全管理到位了，人的不安全行为是可以克服，物的不安全状态可以消除，环境的不安全因素也可以改变。

2.1.3 危险辨识和评价是事故预防的重要手段

要预防和控制工业事故的发生，首先必须发现和辨识生产过程中的危险和隐患，然后再采取措施加以消除或防范。危险辨识和评价是提高企业安全管理水平和事故预防技术水平的有效措施，也是许多先进工业国家的成功经验。

风险评估（risk assessment）起源于 20 世纪 30 年代的美国保险行业，经过几十年的发展，形成了各种风险评估的理论、方法和应用技术。很多国家根据自己的国情制订了用于风险评估和危险辨识的法规和标准。英国标准 BS8800 “职业卫生与安全管理体系”就规定“所有雇主和自谋职业者对其业务活动中的风险评估负有法律义务”。因此，大小工程的立项和开工，特别是一些危险性较大的工程，都必须先进行风险评估，生产过程中也必须进行这方面的工作，否则就是违法。“安全性评价”和“危险点分析”都属于风险评估的理论范畴，而且是预防和控制事故行之有效的方法。

2.2 安全工程学科发展的三个里程碑

2.2.1 1906 年“安全第一”口号的提出，确立了安全在生产中的地位。

上个世纪初，美国有家叫做 U.S 的钢铁公司，其经营的方针是“质量第一，产量第二”，由于忽视了安全生产，人身设备事故不断，劳资关系紧张，质量成问题，产量也上不去。于是，该公司总经理克里先生提出了“安全第一，质量第二，产量第三”的经营方针，把安全放在了首要位置，采取了一系列的安全措施和手段，保障了雇员的人身安全和设备健康运行，使该公司的产品质量得到保证，产量不断上升。“安全第一”的口号确立了安全在生产中的地位，很快得到了各工业国家的认同，其意义非同小可。

2.2.2 1959年《工业事故的预防》的发表，提出事故有其规律性可以预测预防的观点。

早期的安全管理工作，在事故分析和采取措施上大多是事后方式方法，缺乏系统性、预见性和科学性。美国安全工程专家海因里希用概率论的方法对55万起安全事件进行了统计分析，在《工业事故的预防》一书中指出事故是由于物的不安全状态和人的不安全行为造成的。提出了著名的1:29:300法则。他提出的事故可以预测预防的观点，改变了人们以往认为事故发生是偶然的、不可预测的陈旧观念，为现代安全理论奠定了基础。

2.2.3 1964年《化工企业安全性评价方法》的诞生，将事故预测预防理论和系统工程理论推向更高级的阶段。

美国道化学公司(Dow's Chemical Co.)首创“指数法”，使用“火灾、爆炸指数”作为衡量化工厂火灾和爆炸危险的安全性评价标准，并不断完善，引起了国际上广泛重视。各行业安全性评价方法不断出现，一些专业性的安全性评价机构也相继诞生，如南非全国职业安全协会(NOSA)加拿大安全工程国际公司、美国爱·第·立特公司等。许多工业发达国家已将安全性评价作为工业系统设计、工厂设计选址以及制定应急计划和事故预防措施的重要依据。随着信息处理技术和事故预防技术的进步，目前已有几十种安全性评价软件得到成功的应用，新的软件还在不断开发进入市场。

80年代初期我国开始引进和学习国外安全系统工程和现代安全管理方法，机械、化工、冶金、航空等行业开始在企业中试行安全性评价方法。

2.3 什么是安全性评价

2.3.1 安全性评价(safety assessment)的定义是：综合运用安全系统工程的方法对系统的安全性进行度量 and 预测，通过对

系统存在的危险性进行定性和定量的分析，确认系统发生危险的可能性及其严重程度，提出必要的措施，以寻求最低的事故率、最小的事故损失和最优的安全投资效益。

如上所述，“安全性评价”在西方叫“风险评估”，最早是由日本安全工程学会副会长井上威恭教授翻译的，体现了东方人用词讲究“吉利”的心理，是东西方文化差异的体现。对于安全性评价的定义要明确四层意思，第一运用安全系统工程的方法；第二对系统的安全性进行定性和定量的分析，定量是安全性评价的特征；第三确认系统发生危险的可能性及其严重程度，提出必要的措施；第四目的是预防和减少事故。

2.3.2 安全性评价的类型

2.3.2.1 事前评价(前馈评价)。在系统设计阶段进行。通过对系统建设和建成后可能存在的危险性及其严重程度进行评估和辨识，计算出某些特定事故发生的概率或危险指数，并与法定或公认可接受的指标进行比较，以决定设计是否允许实施，或按评价要求修改设计。这种评价对系统整体的安全水平和投资效益都十分有益。许多工业发达国家法律规定重大工程项目特别是危险性大的项目必须进行安全性评价，正反两方面的例子可以举出不少。

2.3.2.2 过程评价(现状评价)。在系统运行过程中进行。系统投入运行后，为了辨识系统中存在的、不断变化的危险因素，及时采取措施，超前控制事故发生而开展的安全性评价。可分为不定期评价和定期评价。

不定期评价主要是根据特定的目的和任务而开展的安全性评价，如同类系统发生了重大事故或者为进行安全投资效益比较和科学决策而开展的安全性评价等。

定期评价主要是考虑生产不断发展，安全基础条件不断变

化, 导致事故的危险因素也在不断变化, 只有定期进行安全性评价, 才能及时掌握这些变化了的情况, 超前控制事故发生。至于周期长短, 则需要视具体情况而定。发供电企业安全性评价属于定期评价的范畴, 华北电力集团公司暂定周期为三年。

2.3.2.3 事后评价(后评价)。对系统过去状态进行评价。主要是通过通过对系统以往事故资料的分析, 评价系统的危险因素和危险程度, 寻求改进安全状况的对策。我国电力企业多年开展的事后调查统计分析, 发供电设备可靠性统计分析可视为事后评价, 对安全生产也起了重要作用。

2.3.2.4 跟踪评价。系统投入运行后跟踪调查评价。系统投入运行后, 对系统进行全过程的安全性调查分析评价, 主要是为今后的管理及再建系统服务。

2.3.3 安全性评价的方法

2.3.3.1 定性评价。对系统危险性进行全面分析辩识, 对各种危险因素的危险程度进行“定性”和“分级”, “量化”表示严重程度, 定性评价不能确定系统的事故概率, 但运用广泛。常用“量化”的方法有:

a. 逐项赋值评分法, 简称评分法。这种方法首先根据评价对象和目的, 按照系统的组成进行分解, 编制安全检查表, 确定评价项目, 然后根据这些项目所涉及的危险因素的重要程度, 逐项赋以相应的分值。具体做法上一般先确定一个总分, 再逐项根据子系统的重要程度, 分配权重系数。权重系数往往是通过专家讨论来确定的, 这就需要依靠专家群体的知识和经验, 使权重系数的分配能够得到公众的认同。为了尽可能减少主观因素带来的不利影响, 可采用现代管理科学的一些方法, 如特尔菲(Delphi)法、功萨系数评价法等。

b. 单项加权评分法。这种评分法是将评价项目的实际检查

结果, 根据事先规定的条件评为若干个等级, 然后再确定每个等级的权重系数, 最后求得总分值。

c. 指数法。即美国道化学公司首创的方法。它根据化学工厂反映物质及其混合物对燃烧或爆炸的敏感性制定“物质系数”(1~20), 再用工艺过程危险系数、特殊工艺系数(0%~200%)等进行调整, 得出火灾爆炸指数, 根据火灾爆炸指数把化学工厂的危险性分成6个等级, 级别的界定仍然是由专家群体约定的, 再分别采取对应级别的安全措施防止火灾爆炸事故。

2.3.3.2 定量评价。用精确数学方法求得系统发生事故概率, 将事故概率与一定的安全指标进行比较, 以评价系统的安全水平。

定量评价方法主要有可靠性分析、事故树分析、事件树分析等。1972年美国麻省理工学院拉斯姆逊教授为首的70位专家花了1年的时间, 耗资300万美元, 对商用核电站进行安全性评价, 就属于定量评价。显然, 用这种计算事故概率的方法来评价发供电企业是不可取的。

2.3.3.3 模糊评价。模糊数学是用精确数学处理模糊问题。模糊评价对于多个子系统和多因素综合评价, 提供了一种利用模糊矩阵运算的科学方法。模糊评价仍属定性评价的范畴。仍然需要依靠人脑处理模糊概念的能力, 依靠专家群体的知识和经验。由于安全性评价涉及许多模糊概念的处理, 因此深入研究模糊数学在安全性评价中的应用是值得重视的。目前从一些文章中看到, 电力企业已有人在这方面进行有益的探索。

3 发供电企业安全性评价的内容和特点

3.1 《评价》的内容

目前已经出版的《火力发电厂安全性评价》、《供电企业安全

性评价》、《水力发电厂安全性评价》均分为三大部分，即设备系统部分、劳动安全与作业环境部分、安全管理部分。根据火电厂、水电厂和供电企业的特点，各部分内容有所不同。从防止电力生产特大、重大、恶性和频发性事故、人身伤亡事故出发，评价一个单位的“安全基础”，以反映上述事故的危险因素为主。考虑以下八个方面的评价因素：

- (1) 生产设备是否符合安全条件；
 - (2) 生产工具、机具是否符合安全条件；
 - (3) 上级颁发的反事故措施是否落实；
 - (4) 生产设备、工机具管理水平；
 - (5) 安全生产主要规章制度建立、健全和贯彻执行情况；
 - (6) 人员技术素质是否符合安全要求；
 - (7) 劳动环境是否符合安全条件；
 - (8) 重大自然灾害抗灾、减灾措施落实情况。
- 在选择上述评价因素时，遵循以下原则：

- (1) 关键的、重要的不能遗漏；
- (2) 以直接反映安全基础的因素为主；
- (3) 以对事故发生影响大的因素为主；
- (4) 一般关联因素，若无特殊需要不予列入。

3.2 《评价》的特点

3.2.1 评价的对象是运行中的系统，是发供电企业现存的变化中的危险因素。这些危险因素不论是由于主观原因还是客观原因形成的，只要查评时仍然存在就要列入评价范围，而对于此前发生过的事故即使是特、重大事故只要隐患已经消除，都不再评价。

3.2.2 评价的内容包括人身、设备、环境和安全管理几个方面。与国外一些评价体系多偏重于职业安全卫生和环境比较，

我们的“发供电企业安全性评价”不仅包括人身，还包括设备、环境、管理等方面。这样更能全面反映一个企业的安全基础，更加符合电力工业的特点，因为电力设备的安全状况关系到千家万户和整个社会。

3.2.3 评价的目的是预防重特大、人身、恶性频发性事故。安全生产包罗万象，必须突出重点。特大、重大恶性频发事故和人身事故控制住了，就基本上稳定了安全生产的局面，为全面控制事故创造了条件。

3.2.4 评价的着眼点是安全基础而不是事故概率。事故概率的求取，需要应用事故树分析、事件性分析和可靠性分析等定量分析和评价方法，需要花费大量的时间和精力，对某些特别危险的系统或科学研究可能有意义，而从生产企业的实际出发，安全性评价没有必要去求取各种事故发生的概率，只要能起事故预测预防的作用，为企业领导科学决策提供必要信息和依据就可以了。

3.2.5 评价的形式是企业自我查评与专家评价相结合。实践表明，发供电企业安全性评价必须发动群众，认真开展自查，这是提高企业安全生产水平的需要，提高员工安全素质的需要，也是专家评价必不可少的环节。因为专家只有在被评价单位认真自查的基础上才能在有限的时间掌握其安全基础的真实情况。实践也证明，由于专业水平和“当局者迷，旁观者清”的原因，只有企业自我查评而不请专家评价，效果也不佳。因此企业自我查评与专家评价都必不可少。

3.2.6 评价的方法是综合评价。属于安全性评价范围，用评分法进行量化，定性和定量相结合，文字说明和数字分析相结合，不划分旱级或安全等级，而是用相对得分率（安全基础指数）来衡量系统的安全性（危险性）。

相对得分率 = (实得分/应得分) × 100%

相对得分率比实际得分更易为人们理解,而且使专业之间和专业内各部分(子系统)之间的评价结果在数量上有了可比性。“相对得分率”高说明该评价项目相对危险因素少,发生事故的可能性小,安全基础比较牢固。相反则表明安全基础比较薄弱。这样评价的结果既有明确的文字说明,又有“相对得分率”量的概念,就一览无遗比较清楚了。

3.2.7 评价是一项安全系统工程,要形成企业自查、整改、专家评价、再整改、复查、巩固、新一轮评价等不同环节组成的企业自我约束自我发展的安全机制。这是一种安全机制的创新,一种安全管理的创新。企业自觉定期开展安全性评价,必将不断夯实安全基础,超前控制事故的发生。

3.3 《评价》的作用

3.3.1 通过对一个企业全面的安全性评价诊断,发现薄弱环节和事故隐患,起到了预知事故的作用,使各级领导对安全现状做到心中有数,为生产决策提供了依据。

3.3.2 通过评价和认真整改,有利于推动各项规章制度和反事故措施的落实,有利于企业夯实安全基础,减少事故发生,提高企业安全生产水平。

3.3.3 通过安全性评价使企业安全管理规范化、标准化、科学化,提高安全管理水平。

3.3.4 开展安全性评价有利于职工特别是领导干部克服“自我感觉良好”的情绪,增强忧患意识,不断夯实安全基础,促进企业达标创一流工作深入开展。

3.3.5 安全性评价对干部职工是一次深入的安全教育和业务培训。评价是熟悉设备系统、规章制度、技术标准的好形式,有利于提高职工的安全意识、自我保护能力和业务水平。有的单

位称,通过安全性评价“开展了一次历时最长、范围最广、影响最大的安全教育”。

3.4 《评价》与几项工作的关系

3.4.1 与事故调查、统计分析的区别和联系

电力系统从五十年代初就制定了《电业生产事故调查规程》,对电力生产企业的生产事故进行调查、分析、认定和统计,积累了大量宝贵的事故资料和信息,在此基础上开展反事故工作,发挥了重要的作用,今后仍要坚持做好。但它是事故后的管理,注重的是结果。而安全性评价的着眼点是安全基础,辩识和评价现存的危险因素,找出企业安全生产的薄弱环节,提高企业超前预防控制事故的能力。是预防型的管理,注重的是过程。事故调查统计分析还为安全性评价提供大量故障信息。两者作用是不同的。

3.4.2 与安全大检查的区别和联系

安全大检查是安全管理的重要环节,但机动性大,根据安全形势,季节特点、领导意图等因素在形式内容上经常变化。用安全大检查的方法对企业安全基础进行全面评价是不可能的。安全性评价内容全面、规范而且还要“量化”,安全性评价是在安全大检查的基础上发展演变过来的,两者功能不同不能互相替代但可以结合起来进行。

3.4.3 与可靠性统计分析的区别和联系

可靠性统计分析是对设备过去一段时间内的运行状态的定量评价,可以衡量和比较某些发电设备的运行情况,全国大量可靠性指标的统计分析,对宏观指导具有十分重要的作用。但是它并不能揭示企业事故发生的规律,而安全性评价恰恰要解决这个问题。安全性评价范围广,重点是现存的隐患即危险因素,与可靠性管理作用不同。安全性评价与可靠性分析是互相渗透的,其

方法可以互相利用。

3.4.4 与达标创一流工作的关系

达标创一流是对企业安全经济文明生产整体水平的考核，深入开展达标创一流工作，对提高一个企业安全生产和管理水平有很好的作用。但达标创一流不是对安全基础的全面评价，不能发现一个企业的危险隐患，“不要以为企业达标，安全就有了可靠保障”。实践证明，安全性评价是对企业达标创一流工作的深化，无论在达标创一流工作过程中还是实现之后，都具有很好的促进作用。

3.4.5 与危险点分析控制的区别和联系

安全性评价与危险点分析理论上都是源于“风险评估”，都是预防控制事故的现代安全管理方法，但作用不同，防范事故的重点不同，应用的时间、地点和范围不同。应该同时开展，用安全性评价方法在宏观上对一个企业进行查评，夯实安全基础；用危险点分析方法在微观上对作业现场进行预控，防止事故发生。

综上所述，可以得出这样的结论：安全性评价与上述的几项工作既有区别又有联系，不重复不抵触，相辅相成，各有所长，不能互相替代，应结合开展。

4 发供电企业安全性评价的程序和操作要点

4.1 企业自我查评的程序

4.1.1 宣传培训干部职工

向各级干部和全体员工做好宣传培训工作，使大家明确评价的目的、必要性、指导思想和具体开展方法，解决为什么要开展、怎样进行的问题，为企业正确而顺利地开展安全性评价创造有利条件。为加强对这项工作的领导，可以成立企业生产领导挂帅的领导小组，各有关部门参加，安监部门要做好组织协调工

作。

4.1.2 层层分解评价项目

落实责任制，各车间、科室（工区、处、所等）和各班组将评价项目层层分解，明确各自应查评的项目、依据、标准和办法，“各家的孩子自己领回去”。

4.1.3 组织车间工区班组进行自查

一般需要1~2周或更多时间，发现的问题要登记在“安全性评价检查发现问题及整改措施”表（有关表格及由谁填写见《评价》的附录，下同）上，车间汇总后上报。一般车间班组自查不要求打分。

4.1.4 企业成立查评组

由生产副厂、局长或总工为组长，按专业分为若干小组，2~3人为宜，一般为各专业的骨干，根据车间班组自查情况准备各专业查评。

4.1.5 分专业开展查评活动

查评各专业的安全隐患，填好“查评扣分记录”表，统计“评价结果”，提出专业查评报告。

4.1.6 整理查评结果，提出综合评价报告

安全性评价报告应包括：文字总结，量化结果明细表，附录中的有关表格，整改建议等。

4.1.7 认真整改，定期复查

对评价中发现的问题，要落实责任制，抓紧整改。班组可边查边改，企业应制定整改措施，落实项目、资金、工期和负责人，定期复查整改情况。

4.2 专家评价的程序

安全性评价成功的关键是专家的水平 and 客观公正性。企业内部的专家组由于种种局限性而不尽人意，因此要由上级主管部门