

安全系统工程

讲义

兵器工业部四局

一九八三年十一月

翻 印 说 明

根据部(83)兵安字第1664号文件要求,为推广安全系统工程科学管理方法,提高安全管理水平,我们组织翻印了北京市劳动保护科学研究所冯肇瑞、崔国章等同志编著的《安全系统工程》一书,供从事安全技术工作的人员学习、研究。本书由四七五厂教育科负责组织翻印,特此致谢!

兵器工业部四局

一九八三年十一月

目 录

第一章：绪论.....	(1)
一、安全系统工程的发展历史.....	(2)
二、安全系统工程的内容.....	(3)
三、安全系统工程在工业安全应用中的发展过程.....	(4)
四、安全系统工程的优越性.....	(4)
第二章：安全检查表.....	(5)
一、安全检查表的种类.....	(6)
二、安全检查表的优点.....	(7)
三、设计及厂级检查用安全检查表.....	(7)
四、专业用安全检查表.....	(13)
第三章：预先危险性分析.....	(23)
一、预先危险性分析的步骤.....	(23)
二、危险性等级.....	(23)
三、危险性的辩识.....	(23)
四、危险性的控制.....	(24)
五、危险性表.....	(26)
第四章：故障类型影响和致命度分析.....	(42)
一、故障类型影响分析.....	(42)
二、FMEA的分析步骤.....	(42)
三、FMEA分析方法举例.....	(46)
四、FMECA方法的用途.....	(51)
第五章：事件树分析.....	(52)
一、算法举例.....	(52)

二、应用举例.....	(54)
第六章：事故树分析	(59)
一、事故树分析的定义及功用.....	(59)
二、事故树分析的基本程序.....	(60)
三、事故树分析图的符号与作图法.....	(62)
四、事故树的定性分析.....	(76)
五、事故树的定量分析.....	(80)
第七章：损失率概念	(91)
一、损失率概念.....	(91)
二、损失率的安全指标.....	(91)
三、损失率计算.....	(94)
四、损失控制.....	(97)
五、损失率调整举例	(101)
六、保护性损失控制	(104)
第八章：工艺过程与生产装置的危险度评价	(107)
一、美国道化学公司火灾爆炸指数评价法	(107)
二、日本劳动省化学工厂安全评价六阶段	(118)

第一章 结 论

安全问题是随生产的产生而产生,随生产的发展而发展的。在手工业时期以前,人们的生产工具十分简单,安全问题还不算严重。随着工业革命的开展,人们开始用机器代替体力劳动,工伤事故便随之产生。但安全工作真正成为有组织的活动,只是从本世纪初期才开始。当时,安全工作的对象,主要是设备。例如,自从十九世纪初期发明锅炉以来,到二十世纪的一百年间,仅美国的锅炉事故次数就发生了一百万次左右,造成的死亡也超过万人,这就促使美国机械工程师协会(ASME)制订了锅炉(1915)、压力容器(1925)等检验规程。1919年,国际劳联(ILO)成立,向各先进国家互通防止灾害事故的通报(1919—1935),提出事故统计实现标准化(1923—1929),制订安全标准意见,这一时期,由于设备的情况改善,安全工作取得了显著的效果。

三十年代,由于工业不断发展,由职业带来的疾病日益猖獗,使人们不得不把注意力转移到对劳动的“人”方面。这时,被称为职业保健之母的美国人爱利丝·汉密顿大力呼吁重视严重的职业病问题,迫使国家规定工厂配备医护人员。并使职业病的防治逐渐发展成了一个专门学科。

第二次世界大战以后,各国医治战争创伤,工业有了较大发展,人们总结了以往的经验,从劳动的人和设备两个方面组织安全工作,改善劳动条件,取得了很大的发展。

最近三十年来,由于工业的技术革新,工业规模向大型化、连续化发展,特别是航空、宇航、原子能、电站、石油化工、冶金等联合企业,一旦发生事故便会造成巨大的灾难,不仅企业本身损失严重,而且还会波及周围居民,造成公害。因此,生产中的安全问题越来越引起社会和人民的重视了。各国政府不得不采取立法手段来抑制事故的发展,如美国于1971年,日本于1972年,英国于1974年都分别制订了劳动安全法,强制执行对安全卫生提出的要求。

整个20世纪的上半叶,我们把这一时期的劳动安全技术工作叫作传统安全,其特点是:凭经验和直感了解生产系统中的安全问题,仅有“安全”或“不安全”的定性概念,目标是消除一切事故,没有定量的尺度。

但是,由于安全是依附于生产而存在的,生产中如果没有事故,则往往使人麻痹,看不到安全的作用,觉得讲不讲这个问题也没有什么了不起,甚至某些企业领导以及工人本身也不重视安全。由于重视不够,对于生产过程是否存在危险,心中无数,一旦事故来临,则又措手不及,虽然力求亡羊补牢,也就有些晚了。

所以传统安全工作方法存在不少问题,特别是掌握不了事故的规律。

多少年来,人们特别是安全工作者总想找到一个办法,能够事先预测到发生事故的可能性,掌握事故发生的规律,作出定性和定量的评价,以便能在设计、施工、操作、

管理中向有关人员预先警告事故的危险性。当然,还要根据评价的结果,提出相应的措施。安全系统工程学就是为此目的应运而生的。

航天和核技术工业中有许多不可维修的系统,客观上要求有极高的成功率,这就要求能够预测事故,而且人们从传统安全中发现,象一切事物一样,事故本身也有一定的发生概率,这就有可能应用可靠性数学为基础,为安全系统工程学的发展创造了条件。

安全系统工程的特点是:给系统的安全性以定量的概念,利用系统分析的方法,找出潜在的危险性,计算出整个系统的安全性,与认为安全的系统比较,然后对系统进行调整修正,最后得出符合要求的安全系统。

安全系统工程的定义为:安全系统工程采用系统工程的方法,分析,评价并控制系统中的事故,调整工艺设备、操作、管理、生产周期和费用投资等因素,使系统发生的事故减少到最低限度并达到最佳安全状态。

为什么要采用系统工程的方法来研究和处理安全问题呢?我们知道,世界上任何事物都可以说是由系统构成的,它有一定的目标。而系统又由若干分系统构成,这些分系统之间存在着有机联系,互相促进也互相制约,一旦失调便会影响系统目标的完成,钱学森同志曾举一个工厂的例子说明系统与分系统间的关系,他指出,就一个工厂系统而言,就是人和物——包括三要素(分系统)即物资(能源、原料、半成品、成品)、设备(土木建筑、机电设备、工具仪表等)和财(工资、流动资金等)以及事——包括两要素,即任务指标(上级下达的任务或与其他单位订的合同)与信息(数据、图纸、报表、规章、决策等)。由此可见系统及其组成的概貌。而系统工程的方法,就是为了更多更好地完成系统的目的,对构成系统的各要素、组织结构、情报交流、控制措施等进行分析、评价、设计的技术。安全工作中采用了系统工程的方法,就可以对系统中的薄弱环节(即危险性大的地方)加以补强,对不协调的部分加以调整,因此就可能消除事故的根源并使安全状态达到最佳化。

一、安全系统工程的发展历史

1957年苏联发射了第一颗地球人造卫星之后,美国为了赶上空间优势,匆忙地进行导弹技术的开发,实行所谓研究、设计、施工齐头并进的办法,由于对系统的可靠性和安全性研究不足,在一年半的时间内连续发生了四次重大事故,浪费了数以百万计美元,最终不得不推翻原有方案,从头做起。后来,美国空军以系统工程的方法研究导弹系统的可靠性和安全性,于1962年第一次提出了“弹道火箭安全系统工程学”,继而制订了“武器安全系统标准”,这对后来发展多弹头火箭的成功创造了条件。1966年美国国防部采用了空军的安全标准,制订了MIL—S—38130,1969年7月发表了安全系统工程程序标准MIL—STD—882,这项标准中,首次建立了安全系统工程的概念,以及设计、分析、综合等基本原则。该标准于1969年和1977年进行了两次改订。

1965年波音公司和华盛顿大学在华盛顿州西雅图召开了安全系统工程的专门学术讨论会议,以波音公司为中心对航空工业开展了安全性、可靠性的分析和设计的研究,用在导弹和超音速飞机的安全性评价方面,取得了很好的效果。但是这个新生事物在初创

时期，并不能为所有的人所接受，美国航空航天局就不够重视这个方法，以致造成了，1967年发生的阿波罗宇航员三人被烧死的事件，受到一次惨痛的教训。

另一方面，英国以原子能公司为中心，于六十年代后半叶，开始收集原子能发电厂发生事故的有关数据，研究用概率对系统的安全性，可靠性进行评价的方法，后来进一步推动了定量评价的工作，设立了系统可靠性服务所和系统可靠性数据库。它们的任务是收集原子能电站的设备和装置的数据，提供给有关单位。

1974年美国原子能委员会发表了原子能电站事故评价有关报告，这项研究是在原子能委员会的支援下，由麻省理工学院的拉氏姆逊教授组织了十几个人，用了两年时间花了三百万元完成的，叫作“拉氏报告”。在报告中收集了原子电站各个部位历次发生的事故，分析了发生的概率，采用了事件树和事故树分析的方法，即用各种故障数据作输入，对事故进行定量评价，报告发表后，引起世界各国同行的关注。

目前，国际安全系统工程学会每两年举行一次年会，今年的第六次会议将于8月在美国德克萨斯举行。

日本引进安全系统工程的方法虽为时稍晚。但发展很快。自从1971年科技界召开“可靠性安全性学术讨论会”以来，十来年间，在电子、宇航、航空、铁路、汽车、原子能、化工冶金等领域，研究工作十分活跃。日本劳动省于1976年公布了化工联合企业装置六阶段安全评价方法，就是使用的安全系统工程方法。他们还推广事故树定性分析法，甚至要求每个工人都能熟练应用。

近两年来，我国某些单位也逐步采用了安全系统工程的方法，如某些工厂引进了事故树的分析方法，每个重要操作岗位都悬挂事故树分析图，工人认为易看易懂，可以代替安全守则，在减少事故和改进安全工作方面收到了很好的效果。北京市劳动保护研究所于1982年在国家劳动总局的大力支援下，开展了安全系统工程的研究课题。

二、安全系统工程的内容

安全系统工程的方法，可以由下面的方框图表示：



由图中可以看出，安全系统分析和综合评价是安全系统工程的核心，只有这两步做好了，即分析得准确，评价得周密，才可以得出最佳化的决策。

安全系统的分析方法，现在已发展了许多种，其中最常用的即有25种，各有特点，如果按照从初级到高级，则有安全检查表(CL)、预先危险性分析(PHA)故障类型影响分析(FMEA)、致命度分析(CA)、事件树分析(ETA)事故树分析(FTA)、如果按照分析的数理方法，则可分为定性及定量分析，如果从逻辑的观点看，则有归纳分析和演绎分析。

安全系统的评价方法，有美国的道化学公司的火灾爆炸指数评价法，经过不断修改，现在已发展为第四版，日本的岗山法，匹田法都来源于此，最近英国帝国化学公司发展了蒙德法，较大幅度改善了道化学公司的方法，使评价结果更接近实际。

日本1976年发表的化工联合企业评价六步骤标准，简单易行，易于掌握，有很多可取之处。

三、安全系统工程在工业安全应用中的发展过程

从安全系统工程的发展可以看出，最初是从研究产品的可靠性和安全性开始的。军事装备的另部件的可靠性和安全性十分重要，否则不仅完不成武器的设计，而且制造系统中的各个环节也不安全。后来这种方法发展到对生产系统各个环节的安全分析，环节的内容除了包括原料、设备因素等物的因素之外还包括了人的因素和环境因素，这就使安全系统工程的方法在工业安全领域中得到实际的应用，这个过程大致经历了四个阶段：

1、工业安全工作者和产品系统安全工作者分工合作的时期。

安全系统工程发展的初期阶段，工业安全工作者和产品系统安全工作者的分工是明确的，前者负责工人的安全，后者负责产品安全，两者分工协作共同完成生产任务。如工业安全工作者作的不好，发生了事故，不仅工人受到伤亡，而且设备以及制造中的产品也会受到损害，又如工作环境不良，就有可能造成另部件的污染和质量问题，这些都能影响系统安全计划的完成。另一方面，如果另部件或产品的安全性不良，制造过程中发生事故的危险性很高，也不能保证工人的安全，所以，二者有极为密切的关系。

2、工业安全分析引进了系统安全工程的方法

安全系统工程发展后不久，工业安全就把它的工作方法特别是安全分析的方法吸收了进来。由于安全分析是对系统各个环节根据其本身的特点和环境条件进行安全性的定性和定量分析，作出科学的评价。并据此可以采取针对性的安全措施，这种方法对安全工作十分有用，六十年代发表的事故树分析法（FTA）和故障类型影响分析法（FMEA），人的失误频率技术预测法（THERP）等分析方法都是在这个基础上产生的。

3、安全管理也引用了安全系统工程计划的方法

由于安全系统工程不仅可以评价系统的各个环节的可靠性和安全性问题，而且对系统开发的各个阶段，如计划编制、研究开发、制造标准操作使用都需要进行评价，发挥最优效果，这些手段也完全适用于企业的安全管理，如新装置的投产或已有装置的检查、操作、维修、教育、训练等阶段。

4、在工业安全工作中广泛使用安全系统工程的方法，这就进入了最新的阶段。

四、安全系统工程的优越性

综上所述，可以明显地看出在工业安全领域里引进安全系统工程的方法是有许多优越性的，它可以使安全工作从过去的凭直观、经验的传统方法改变成定性定量的方法。

简略言之，有下述各项优点。

1、通过分析了解系统的薄弱环节所在及可能发生危险性的尺度，得出定量的概念，从而可以采取相应的措施，预防事故的发生。不仅如此，通过逻辑图分析，不但易于找到真正的事故原因，而且还能查出未想到的原因。

2、通过综合，可以找出最适当的方法使各分系统之间达到最佳配合。用最少的投资达到最佳的安全效果和大幅度地减少伤亡事故。

3、安全系统工程的方法不仅适用于工程，而且适用于管理，实际上现在已经形成安全系统工程和安全系统管理两个分支。生产系统安全管理的业务，大致可以归纳为六个方面，即（1）发现事故隐患；（2）预测由故障引起的危险；（3）设计和选用安全措施方案；（4）组织实现安全措施；（5）对措施效果作出总结评价；（6）不断进行改善。由此可见，所有系统工程分析和评价的方法，都适用于安全管理。

4、可以促进各项标准的制订和有关可靠性数据的收集。安全系统工程既然需要评价，就需要各种标准，如安全设计标准、人机工程标准等。同时为了定量计算，还促进积累有关可靠性（包括人和物）的数据。

5、可以迅速地提高安全工作人员的水平，真正搞好安全系统工程必须熟悉生产，否则就无法进行分析和综合。何况还要运用数学手段。这对提高当前安全工作人员的质量是大有好处的。

当然最大的优越性是减少事故，这在很多国家已用行动证明了这一点。

第二章 安全检查表

安全检查表 (Check List) 是进行安全检查、发现潜在危险的一个有力工具, 国外在三十年代即已采用。由于这种表可以事先组织有关人员编制, 容易作到全面周到。经过较长时期的实践修订, 就可以成为预测和预防事故的重要手段。在设计新企业、新工艺时也可用作参考。又可作为安全教材, 所以一直到现在仍为各国安全工作人员所乐用。

安全检查表又为后来的安全系统工程奠定了基础, 因为这种表本身就采用了系统工程的方法、现代的安全系统分析方法如预先危险性分析 (PHA), (故障类型影响及严重度分析 (FMECA), 事件树分析 (ETA), 事故树分析 (FTA) 等, 都是在这个基础上发展起来的。

我国自建国后开展劳动保护工作以来, 对安全大检查一向十分重视, 但进行安全检查时由于缺乏细致的检查方法, 易于流于形式。安全工作者都希望有一个检查手册之类的工具, 以资备忘, 并使检查彻底。安全检查表基本符合此项需要。

安全检查表是安全系统工程最基础也是最初步的手段。它是为检查某一生产系统或设备的安全状况而事先拟好的问题清单, 在设计时可以拿它作依据, 安全检查时以之为兰本。实际证明, 系统的安全检查表对有计划地考察安全问题是行之有效的。

安全检查表是按专门的领域和范畴 (如生产系统、设备、专门工作等) 提出的。

安全检查表列举出应该查明的所有不安全状态, 这种状态能导致工伤或各种事故。

安全检查表采用提问的方式, 并以“是”或“否”来回答。“是”就是表示这个问题是符合要求的, 而“否”则表示还存在问题有待进一步改进。

为了使提出的问题有所依据, 应该搜集到关于此项问题的法令、规章、制度以及各种规范标准等。安全检查表应附有它们的名称和章节。

为了使所提问题切中要害, 应收集同类系统的安全经验, 发生事故的教训或小型及中型试验中所发现的问题。

安全检查表包括项目名称、回答栏 (用“是”“否”或符号“√”“×”。建议改进措施栏。并需注明检查时间, 检查者, 直接负责人等, 以便分清责任。

编制安全检查表时, 常常遭到究竟列选多少项目和要求什么样的水平问题。为了使编出的检查表切合实际, 应采取安全人员, 生产人员和操作人员三结合的方式编写。而且在实际中要不断修改, 使之日臻完善。经过相当时间之后, 这类检查表便可以标准化, 供以后编写时作参考之用。但应当指出, 参考已有的检查表不能生搬硬套, 以免发生不应有的遗漏或不切实际的要求。

一、安全检查表的种类

安全检查表按其用途可分为以下各种

1、设计审查用安全检查表

我们知道设计者对防止事故的作用是十分重要的，经验指出，由于设计不良将不安全因素带入建成的工厂或设备并由此发生的事故占总事故四分之一以上。

如果在设计中能够设法把不安全因素除掉，则可取得事半功倍的效果。不然设计付诸实现后，再进行安全方面的修改，不仅浪费资金，而且往往收不到满意的效果。

因此应该在设计之前，为设计者提供相应的安全检查表。检查表中附有的有关规程标准，不仅使设计者的知识面延长，而使他们乐于采纳这些标准中所列出的数据要求。避免与安全人员意见不同时发生的争论。设计者事先参照安全检查表进行设计，比设计完成后再照检查表修改要省事得多，这一点要引起注意。

当然，安全人员也可以在三同时设计审查时使用安全检查表。

设计用的安全检查表要求是系统、全面，主要放在厂区规划，装置布置，运输道路，物资贮存，消防急救等方面。

2、车间用的安全检查表

主要用于预防性检查，如设计审查，定期的安全检查等，应由安技人员掌握。

车间的检查表应该包括本车间的安全内容，如设备布置、通道路口、通风照明、噪声振动、颜色标志、人机工程、消防设施等。

3、工序和岗位用的安全检查表

用于安全检查、工人自检互检或安全教育，因此要内容具体，浅显易懂。

4、专业性安全检查表

由专门人员、机构或组织使用的安全检查表、可供专业检查、定期检查之用，如锅炉受压容器、配电装置、起重机具等

二、安全检查表的优点

1、能够事先针对不同对象，编制内容不同的检查表，因而可以广泛吸收意见，收集材料，考虑周到，不致漏掉重要的潜在性不安全因素。可以实现对装置、设备和工厂各部分进行系统地、有目的的检查要求。

2、可以根据已有的法令制度，规范标准等检查遵守的情况，容易得出准确的评价。

3、检查表用提问方式，给人印象深刻，而且是按项目系统进行检查，使被检查者能够得出怎样作才是正确的结论，因而可起到安全教育的作用。

4、可以和生产责任制结合，由于不同管理有不同的检查表，易于分清责任。检查表可以注明对改进措施的要求，隔一段时间可以重新查对改进情况。

三、设计及厂级检查用安全检查表

(一)、总体要求

1、工厂设置

(1) 是否按工业企业卫生标准、防火标准进行设计?

(2) 遭受天灾(如暴风雨、落雷、地震)时有什么措施?

(3) 近处有无发生火灾、爆炸、噪声、大气污染或水质污染的可能性?

(4) 公路铁路等交通情况,交叉路口有无专人看守?

(5) 发生事故时急救单位如汽车站、急救站、医院、消防部队的联系方便否,效率如何?

(6) 工厂三废对公害的影响如何?

2、平面布置

(1) 从单元装置到厂界的安全距离是否足够,重要装置是否设置了围栅?

(2) 装置和生产车间所占位置离开公用工程、仓库、办公室、实验室是否有隔离区或处于发火源的下风位置?

(3) 危险车间和装置是否与控制室、变电室隔开了?

(4) 车间的内部空间是否按下述事项进行了考虑:物质的危险性、数量、运转条件、机器安全性等。

(5) 装置周围的产品出厂与火源的距离及其影响。

(6) 贮罐间距离是否符合防火规定,具备防液堤和地下贮罐没有?

(7) 废弃物处理是否会散出污染物,是否在居民区的下风侧?

3、建筑标准

(1) 根据建筑有关标准检查。

(2) 地耐力及基础强度足够否?

(3) 钢结构(及耐火衬里)在火灾情况下其耐受能力如何?

(4) 凡是有助于火焰传播和蔓延部分如地板和墙壁开口,通风和空调管道,电梯竖井,楼梯通路等的防火情况,凡是开孔部分其孔口面积及个数是否限制在最少程度?

(5) 有爆炸危险的工艺是否采用了防火墙,其屋顶材料、防爆排气孔口是否够用?

(6) 出、入口和紧急通道设计数量是否够用,是否阻塞,有无明显标志或警告装置?

(7) 为排除有毒物质和可燃物质的通风换气状况如何(包括换气风扇、通风机、空气调节、有毒气体捕集,新鲜空气入口位置、排热风用风门等。)?

(8) 台阶、地面、梯子、通路等是否符合人机工程设计,窗扇和窗子对道路出、入口是否会造成影响?

(9) 建筑物的排水情况如何?

(10) 各种构筑物、道路、避难道路、门等处的照明情况如何?

4、车间环境

(1) 车间中有毒气体浓度是否经常检测?超过最大允许浓度否?车间是否备有紧急淋浴、冲眼等卫生设施?

(2) 各种管线(蒸汽、水、空气、电线)及其支架等,是否妨碍了工作地点的道路?

- (3) 对有害气体、蒸汽、粉尘和热气的通风换气情况是否良好?
- (4) 原材料的临时堆放场所及产品和半成品的堆放是否超过了规定的要求?
- (5) 车间通道是否畅通, 避难通路是否通向安全地点?
- (6) 对有火灾爆炸危险的工作是否采取隔离操作? 隔离墙是否是加强墙壁? 窗户是否做得最小, 玻璃是否采用不碎玻璃或内嵌铁丝网, 屋顶或必要地点是否准备了爆炸压力泄放口?
- (7) 进行设备维修时, 是否准备了必要的地面和工作空间?
- (8) 在容器内部进行清扫和检修时, 遇到危险情况, 检修人员是否能从人孔逃出?
- (9) 热辐射表面是否进行了防护?
- (10) 传动装置是否装设了安全防护罩或其他防护措施?
- (11) 通道和工作地点, 头顶与天花板是否留有适当的空间?
- (12) 用人力操作的阀门、开关或手柄, 在操纵机器时是否安全?
- (13) 电动升降机是否有安全钩和行程限制器, 电梯是否装有内部连锁?
- (14) 是否采用了机械代替人力搬运?
- (15) 危险性的工作场所是否保证至少有两个出口?
- (16) 噪声大的操作是否有防止噪声措施?
- (17) 为切断电源是否装有电源总切断开关?

5、厂内运输

(1) 厂内道路是否适于步行、车辆和急救时的安全移动, 有否明显的标志和专人管理?

(2) 厂内机动运输车辆有否安全装置、定期检修和管理制度?

(3) 可燃、易燃液体罐车(包括火车、汽车)在装卸地点有否接地装置, 安全操作空间和防止操作人员从罐车上坠落的措施?

(4) 厂内照明合理否?

(二) 生产工艺

1、原、材、燃料

(1) 对原、材、燃料的理化性质(熔点、沸点、蒸汽压、闪点、燃点、危险性等级等)了解得如何? 受到冲击或发生异常反应时会发生什么样的后果?

(2) 工艺中所用原材料分解时发生的热量是否经过详细核算?

(3) 对可燃物的防范有何措施?

(4) 有无粉尘爆炸的潜在性危险?

(5) 对材料的毒性了解否, 容许浓度如何?

(6) 容纳化学分解物质的设备是否合用, 有何种安全措施?

(7) 为了防止腐蚀及反应生成危险物质, 应采取何种措施?

(8) 原、材、燃料的成份是否经常变更, 混入杂质会造成何种不安全影响, 流程的变化对安全造成何种影响?

(9) 是否根据原、材、燃料的特性进行合理的管理?

(10) 一种或一种以上的原料如果补充不上有什么潜在性的危险, 原料的补充是否能得到及时保证?

(11) 使用惰性气体进行清扫、封蔽时会引起何种危险, 气源供应有否保证?

(12) 原料在贮藏中的安定性如何, 是否会发生自燃、自聚和分解等反应?

(13) 对包装和原、材、燃料的标志有何要求(如受压容器的检验标志、危险物品标志等)?

(14) 对所用原材料使用何种消防装置及灭火器材?

(15) 发生火灾时有何种紧急措施?

2、工艺操作

(1) 对发生火灾爆炸危险的反应操作, 采取了何种隔离措施?

(2) 工艺中的各种参数是否接近了危险界限?

(3) 操作中会发生何种不希望的工艺流向或工艺条件以及污染?

(4) 装置内部会发生何种可燃性或可爆性混合物?

(5) 对接近闪点的操作, 采取何种防范措施?

(6) 对反应物或中间产品, 对流程中采取了何种安全裕度没有? 如果一部分成份不足或者混合比例不同, 会产生什么样的结果?

(7) 正常状态或异常状态都有什么样的反应速度? 如何预防异常温度、异常压力、异常反应、混入杂质、流动阻塞、跑冒滴漏, 发生了这些情况后, 如何采取紧急措施?

(8) 发生异常状况时, 有否将反应物质迅速排放的措施?

(9) 有否防止急剧反应和制止急剧反应的措施?

(10) 泵、搅拌器等机械装置发生故障时会产生什么样的危险?

(11) 设备在逐渐或急速堵塞的情况下, 生产会出现什么样的危险状态?

(三)、机械设备

1、生产设备

(1) 各种气体管线有哪些潜在危险性?

(2) 液封中的液面是否保持得适当?

(3) 如果外部发生火灾会使设备内部处于何种危险状态?

(4) 如果发生火灾爆炸的情况, 有否抑制火灾蔓延和减少损失的必要设施?

(5) 使用玻璃等易碎材料制造的设备是否采用了强度大的改性材料, 未用这种材料时应采取何种防护措施, 否则会出现哪些危险?

(6) 是否在特别必要的情况下才装设视镜玻璃, 在受压或有毒的反应容器中是否装设耐压的特殊玻璃?

(7) 紧急用阀或紧急开关是否易于接近操作?

(8) 重要的装置和受压容器最后的检查期限是否超过了?

(9) 是否实现了有组织的通风换气, 如何进行评价?

(10) 是否考虑了防静电的措施?

(11) 对有爆炸敏感性的生产设备是否进行了隔离, 是否安设了屏蔽物和防护墙?

(12) 为了缓和爆炸对建筑物的影响, 采取了什么样的措施?

(13) 压力容器是否符合国家有关规定并进行了登记?

(14) 压力容器是否进行了外观检查, 无损探伤和耐压试验?

(15) 压力容器是否具备档案, 检查过没有?

(16) 重要设备是否制订了安全检查表?

(17) 设备的可靠性、可维修性如何?

(18) 设备本身的安全装置如何?

2、仪表管理

(1) 仪表的动力源如果同时发生故障时将会出现何种危险状态?

(2) 在所有仪表都发生故障时, 系统自动防止故障的能力如何?

(3) 在系统中部分仪表进行检修时, 如何保证系统的安全操作?

(4) 如果仪表应答安全运行状态时间过慢, 是否采取了措施。重要的仪表和控制装置是否采取不同的独立样式并具备回授装置? 对于特别危险的生产而双重保险仍控制不了时, 那么安全停车装置能否及时动作?

(5) 安全控制仪表是否已作为整体设计的一部分?

(6) 由气候所造成的温、湿度对仪表会造成何种影响?

(7) 液位计、仪表、记录装置等显示情况如何, 是否易于辨识? 采取何种改善措施?

(8) 玻璃视镜、液面计玻璃管以及其他装置在损坏情况下如有内容物逸出, 有否防护措施?

(9) 如何进行仪表的性能试验和定期检查?

3、电气安全

(1) 电气系统是否与生产系统完全平行地进行设计?

a 如装置一部分发生故障, 其他独立部分会受到什么影响?

b 由于其他部分的缺陷和电压波动, 装置的仪表能否得到保护?

(2) 内部联锁或紧急切断装置是否能自动防止故障?

a 所用的内部联锁和紧急切断装置在何种情况下才会发生作用?

b 对这种装置来说是否已经把重复性和复杂性降至最小限度?

c 保险用的零部件和设施能够连续使用的情况如何?

d 对于特别选用的零部件具备标准中规定的条件否?

(3) 使用的电气设备是否符合国家标准(按照生产上的要求分类)?

(4) 对电气系统的设计是否进行了最简便、最合理的布置, 从而传输负荷对减少误操作都会起到作用?

(5) 怎样做到使用电气用具不致妨碍生产? 为了进行预防性检修, 是否能从设备外部操作?

(6) 监视装置操作的电气系统是否已经仪表化? 是否能以最少的时间了解到由超负荷引起的故障?

(7) 有否防止超负荷和短路的装置?

- a, 布线上是否配备了将发生缺陷部分分离的措施?
- b, 在切断电线的情况下, 电容能达到何种程度?
- c, 联锁装置安装得齐全否?
- d, 对所谓零部件的寿命如何进行现场试验?

(8) 如何进行接地?

- a, 如何防止发生和消除静电?
- b, 对落雷采取何种措施?
- c, 动力线发生损坏时, 如何防止触电?

(9) 对照明的检查要求

a能否保证日常的安全操作(危险区与非危险区有否区别)?

b能否保证日常的维修作业?

c在动力电源受到损坏时, 避难通路和地点有否事故照明?

(10) 贮罐的地线采取了阴极保护没有?

(11) 动力切断器和起动机发生故障时, 能否采取措施?

(12) 在大风的情况下, 通信网能否安全地传递信息(电话、无线电、信号、警报等)? 通信网与动力线的隔离防护情况如何?

(13) 内部联锁如何进行点检, 并如何以进度表格说明之?

(14) 进行程序控制时, 对控制装置变化前后的关键步骤, 能否同时进行警报和自动点检?

(四)、防灾设施

(1) 是否根据建筑物的结构和建筑材料(如开放式或封闭式, 可燃材料或非燃烧材料)选用了不同型式的消防设备。

(2) 是否根据所使用原、材、燃料不同的危险性和等级选用了不同型式的消防器材?

(3) 为了有效地扑灭火灾、散水装置、消防水管、消防栓的容量和数量是否够用(补给水量、最大容量等)?

(4) 建筑物内部是否配备了消防栓和消防带?

(5) 可燃性液体罐区是否装置了适用的防火设施和泡沫灭火器等, 防液堤外侧是否有排液设备?

(6) 对于需要负重的钢结构, 在发生可燃液体或气体火灾时, 钢材强度会减弱, 为了避免此类情况, 应在钢材上涂敷防火材料, 其厚度及高度应为多少?

(7) 为了排掉漏出的可燃性液体、建筑物、贮罐或生产设备应有适当的排水沟。

(8) 有何防止粉尘爆炸的措施?

(9) 可燃性液体贮罐之间安全距离有多少?

(10) 可燃性液体在闪点温度时发生设备破损, 那么可燃体的剩余量大致有若干, 是否剩余量保持在最小范围之内?

(11) 为了防止外部火灾, 生产设备应采取何种防护措施?

(12) 大型贮罐发生火灾时, 为使生产设备少受损失, 应如何采取安全布置?

(13) 对于贵重器材、特别危险的操作、不能停顿的重要生产设备,是否采用不燃烧的建筑物、防火墙、隔壁等加以隔离?

(14) 火灾警报装置是否安置在适当的地点?

(15) 发生火灾时,紧急联络措施是否有事先准备?

(五)、操作管理

1. 各种操作规程、岗位操作法、安全守则等准备情况如何,是否定期地或在工艺流程、操作方式改变后进行过讨论、修改?

2. 操作人员是否受过安全训练,对本岗位的潜在性危险了解的程度如何?

3. 开停车操作规程是否经过安全审查?

4. 特殊危险作业是否专门规定了一些制度(如动火制度等)?

5. 操作人员对紧急事故的处理方法受过训练没有?

6. 工人对使用安全设备、个人防护用具等熟练否?

7. 日常进行的维护检修作业,会发生什么样的潜在性危险?

8. 定期安全检查和点检制度执行情况如何?

四、专业用安全检查表

(一) 锅炉及其机械装置安全检查表

1、锅炉

(1) 安全阀

a、与炉体的联结管是否过长?

b、排污管使用何种管子?

c、前汽鼓的安全阀是否按最高使用压力设计的?

d、后汽鼓的安全阀是否按最高使用压力103%或以下的压力才能排放进行设计的?

(2) 排气管是否使用符合锅炉压力规定的钢管,是否共用了压力表上的一节管子?是否使用了曲率半径小的弯管,管线是否倾斜,低部是否装有排水管?

(3) 供水管线 供水控制装置上的副线是否易于操作,汽鼓液面计是否处于可见的位置,供水泵是否用了电动和汽动的双重装置?

(4) 供汽管线

a、两台锅炉使用同一个送汽系统的情况下,为了分隔,有无逆止阀和断流阀的设置?

b、在逆止阀和断流阀之间的管线中是否有用于吹扫的管子和排污管?

c、管线各部分有否冷凝水排放管?

d、考虑到管线的膨胀,管线设计得是否有伸缩余地,其支撑情况如何?

(5) 汽鼓的液位计—有操作人员监视时

a、是否装设了高低水位警报器?

b、在低水位时能否停止喷油或停供燃料气(限于蒸汽压降低或停汽时,装置不存在危险的情况下)?