

第一章 概 论



学习目标

1. 学习并掌握系统、系统工程和安全系统工程的概念及意义；
2. 明确安全系统工程的目标、研究对象及研究内容；
3. 了解安全系统工程的应用、发展及所具有的优点。

第一节 安全系统工程的基本概念

系统科学的产生与应用，促使人们用一个全新的观念来解决生产中的安全问题，即从系统的概念出发，用系统的思想方法来考察和解决生产中的问题，因此，在讨论安全系统工程之前，必须先了解系统和系统的概念。

一、系统的概念

系统这一概念，来源于古代人类社会的实践经验，并在长期的社会实践过程中不断地发展并逐渐形成。对于这一概念有多种理解，但其基本意义大致相同。即系统是由相互作用、相互依赖的若干组成部分结合而成的具有特殊功能的有机整体。

系统用数学表达为：

$$S \subset V_1 \times V_2 \times \dots \times V_i$$

式中 S ——系统； V_1, V_2, \dots, V_i ——元素， $i \geq 2$ 。

描绘一个系统应包括以下四部分内容：系统元素，元素间的关系；边界条件，输入及输出的能量、物料、信息等。

系统无处不在，如一块手表、一辆自行车、一架飞机、一个宇宙飞船等都是系统。一个工段、车间、工厂，一个联合企业，飞机工业、农业，甚至整个国民经济，整个世界，整个宇宙都可看做一个系统。例如，对生产系统来

讲，系统是由人员、物质、设备、内务、任务指标和信息等按任务水平组成的整体。其功能是在既定的操作或后勤支援的条件下，协同完成预定的生成目标。

系统按形式划分为：自然系统、人工系统和复合系统。按结构复杂程度划分为：简单系统、复杂系统。

系统具体有以下几个特点：

1. 目的性

任何系统必须具有明确的功能以达到一定的目的，没有目的就不能成为系统。

2. 整体性

系统至少是由两个或两个以上可以相互区别的元素（单元）按一定方式有机地组合起来，完成一定功能的综合体。系统整体功能不是个别元素功能的简单叠加，而是通过不同功能不同性能元素的有机联系、互相制约，即使在某些元素功能并不完善的情况下，经过组合，也能统一成为具有良好功能的系统。反之，即使每个元素都是良好的，但如果只是简单叠加，而未经过良好组合，则构成整体后并不一定具备某种良好的功能。

3. 分解性

系统由元素组成，具有可分解性。可以认为系统是由较小的分系统有机组合而成，而分系统又由更小的子系统组成……依次类推，直到组成系统的最小单元为止。

4. 相关性

系统内部各元素之间相互有机联系、相互作用、相互依赖的特定关系决定系统的特性。系统本身不是孤立的，与周围边界条件有密切关系，也就是说，系统必须适应外部环境条件的变化。分析问题时，必须考虑环境对系统的作用。

二、系统的概念

系统工程是系统思想在工程上的实践。系统工程就是从系统的认识出发，设计和实施一个整体，以求达到所希望得到的效果。所谓工程，就是要强调达到效果，要有具体可行的措施，也就是要改造客观世界。

系统工程就是从系统的观点出发，跨学科地考虑问题，运用工程的方法去研究和解决各种系统问题。具体地说，就是运用系统分析理论，对系统的规划、研究、设计、制造、试验和使用等各个阶段进行有效的组织管理。它科学地规划和组织人力、物力、财力，通过最佳方案的选择，使系统在各种约束条件下，达到最合理、最经济、最有效的预期目标，它着眼于整体的状态和过

程，而不拘泥于局部的、个别的部分。这是因为系统工程采用了新的方法论，这种方法论的基础就是系统分析的观点，即一种“由上而下”、“由总而细”的方法。它不着眼于个别单元的性能是否优良，而是要求巧妙地利用单元间或子系统之间的相互配合与联系，来优化整个系统的性能，以求得整体的最佳方案。

三、安全系统的概念

安全系统的定义是：应用系统工程的原理与方法，识别、分析、评价、排除和控制系统中的各种危险，对工艺过程、设备、生产周期和资金等因素进行分析评价和综合处理，使系统可能发生的事故得到控制，并使系统安全性达到最佳状态。由于安全系统工程是从根本上和整体上来考虑安全问题，因而它是解决安全问题的具有战略性的措施。为安全工作者提供了一个既能对系统发生事故的可能性进行预测，又可对安全性进行定性、定量评价的方法，从而为有关决策人员提供决策依据，并据此采取相应安全措施。

安全系统工程是系统工程学科的一个分支，它的学科基础除了有系统论、控制论、信息论、运筹学、优化理论等外，还有其特有的学科基础，如预测技术、可靠性工程、人机工程、行为科学、工程心理学、职业卫生学、劳动保护法规、法律以及相关的各工程学等多门学科和技术。

第二节 安全系统工程的目标、研究对象和内容

系统思想引入到安全生产科学技术方面来，形成了系统安全的概念。作为一种概念，一种思想方法，是要指导实践，改造客观世界的。按照系统安全思想方法指导生产系统，是安全系统的任务。

一、系统安全与系统安全目标

系统安全，是系统和安全这两个概念的综合。系统的概念，前已叙述。安全的概念，可以认为是免除造成人员伤害和设备损坏的意外事件的条件。

讨论一个约定的系统，研究其安全性时，必须考虑系统的输入、输出和系统模型的描述三者之间的关系，如图 1-1 所示。

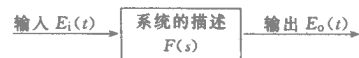


图 1-1 系统示意

以一架客机为例，将客机和机组人员看做一个系统。系统的功能是安全地运载旅客到达目的地。

系统的输入 $E_i(t)$ ：在众多的因素中，主要包括气象条件，客机维修、检修情况，机组人员的素质和训练情况。

系统模型的描述 $F(s)$ ：受飞行高度和速度影响的燃料耗用情况，受空
气流影响的飞机偏航、俯仰、摇摆等特性，受着陆速度和跑道条件影响的轮胎
以及制动机构的反应特性。

系统的输出 $E_o(t)$ ：指当可能造成系统发生危险的各种因素输入系统后，
系统对其反应的综合结果。有三种可能性，一 是无危险发生，安全到达目的
地；二是有危险发生，但得到控制和排除，化险为夷；三是有一个或几个危险
发生，至少有一个危险未被控制，导致系统处于不安全状态，发生事故。

一般而言，系统的安全与操作程序、设备的完好状况，以及乘务员的素质
和训练有关，也与环境因素和操作条件有关，而这些条件是系统在执行任务中
必然会产生。

这样，系统安全可定义为：在保证系统的功能、最短时间、最低经济成
本以及其他条件限制下，在系统寿命周期的各个阶段均可达到的最佳安全
程度。

安全系统工程，是系统安全思想在安全生产科学技术中的实践。因此，系
统安全所达到的目标，就是安全系统工程的目标。对于一个给定的系统，系统
安全所达到的安全目标是要建立这样一种状态：使系统中的每个人都在系统的
危险性均已被识别、并被控制在一个可以接受的潜在的伤害水平的环境中生活
和工作。1974 年美国原子能委员会发表的《美国商用核电站风险评价报告
书》，就是应用安全系统工程中系统安全分析的方法，定量地对核电站可能带
来的风险进行分析，令人信服地得出了核电站是安全的结论。

二、安全系统工程目标的实现

应用系统安全思想方法指导安全生产，是从全局的观点和事物内部相互联
系的观点来开展安全活动的。为了达到系统安全目标，一系列安全活动是贯穿
在从系统形成的初期阶段到系统投入使用后的各个阶段之中。一个被开发的
新系统，一般包括制定方案、设计、研制、生产、使用维修等五个阶段。针对
每个阶段开展相应的主要安全活动有：拟定安全方案，参与故障分析和风险分
析，鉴定安全设备，拟定安全试验计划及试验，安全教育与培训和事故调查
等。各项安全活动安排在相应阶段，如表 1-1 所示。

制定方案阶段，是开发系统的初始阶段，调查系统在安全方面的历史数据
资料和未来技术的安全状况，是开发系统的基础。本阶段应当辨认系统中的主
要危险源，分析发生危险的原因和对系统的影响程序，判断危险的类型，以便
提出措施，在设计和使用阶段加以控制。本阶段还要提出安全设计标准与要求，

表 1-1 安全活动安排

安 全 活 动	制定方案	技术设计	研 制	生 产	使用维修
制定安全方案	√				
提出安全设计标准要求	√	√	√		
进行危险性分析	√	√	√	√	
安全设计方案审查	√	√	√	√	
参与故障分析和风险分析		√	√		
鉴定安全设备	√	√	√		
拟定安全试验方案及试验	√	√	√	√	√
安全培训			√	√	√
事故调查		√	√	√	√

进行设计安全审查，并就初步设计的安全性做出结论。

技术设计阶段，是方案化的阶段。在此阶段要广泛地研究系统的适用性和验证初步设计，对技术风险、成本、人机工程、操作与维修的合理性以及安全状况进行全面详细地分析，提出报告，以供审查设计之用。通过技术设计，可以得到一个在安全方面可接受的合适的总体，以便在下一阶段进一步完善。

研制阶段，是技术设计的进一步深化与完善。本阶段要完善安全设计标准，为控制系统的危险性提出完善措施，进行更完善的试验以验证设计的可靠性和可行性，对全部故障均要进行研究并分析对系统安全的影响。通过修改设计、改进工艺、安全培训等措施，完善系统，坚持安全设计标准，审查设计的安全性，并做出结论。

生产阶段，监督制造厂有关安全试验的结论，与质量部门配合控制质量，同时对操作者进行安全培训，对危险性进行分析并对控制措施进行客观地审查，以便做出可行性结论。

使用维修阶段，主要工作是在系统运行以后，进行安全教育培训，并对使用维修中发生的事故进行调查分析，以便采取新的措施。

综上所述，安全活动在系统的初期阶段就开始，贯穿在系统形成的各个阶段的全过程之中，体现了系统思想的整体观点和全局观点。系统形成初期所认识的危险，可通过修改设计、改进工艺等措施得到消除和控制，是一种预测预防的工作，从而保证系统在运行时达到最佳安全状态，做到防患于未然。由此可见，安全系统工程与过去以经验为主的安全管理有着质的区别。

三、安全系统工程的研究对象

安全系统工程作为一门科学技术，有它本身的研究对象。在任何一种人类

的生产活动中，始终存在着安全与危险这一对矛盾，安全系统工程的基本任务就是要解决这一对矛盾，促使矛盾向安全方面转化。一般说来，任何生产系统都包括三部分，即从事生产活动的操作人员和管理人员，生产必须具备的机器装备、厂房等各种物质条件，以及生产活动所处的环境。这三个部分构成了一个“人一机一环境”系统，每一部分是其中的一个子系统，称之为人子系统、机器子系统和环境子系统。

人子系统，涉及到人的生理因素和心理因素，以及规章制度、规程等如何适合人的特性、易于为人们所接受的问题。不仅把人看做“生物人”、“经济人”，而且也是“社会人”，必须从安全心理学、行为科学等方面科学地解决这些问题，以充分发挥人的主观能动性。

机器子系统，不仅要考虑工件的形状、大小、材料、强度、工艺、设备的可靠性等各方面考虑其安全性，而且要考虑仪表、操作部件对人提出来的要求，以及从人体学、生理学、心理学研究人在正常劳动条件下，人体参数、结构特点、运动特点、心理与生理过程等有关参数对仪表和操作部件的设计提出要求。

环境子系统，主要包括环境的物化因素和社会因素。物化因素主要有噪声、振动、粉尘、有毒气体、射线、光、温度、湿度、压力、热、化学有害物质等；社会因素有管理制度、工时定额、班组结构、人际关系等。

环境子系统与机器子系统和人子系统相互影响，物化因素将影响机器的寿命、精度，甚至损坏机器；机器产生的噪声、振动、温度、尘毒，又影响人和环境；而人的心理状态、生理状态往往是引起误操作的主观因素；环境的社会因素又会影响人的心理状态和生理状态，给安全带来潜在危险。所以，在“人一机一环境”系统中，这三个子系统相互联系、相互制约、相互影响，构成了一个有机的整体。安全系统工程就是从系统思想出发，研究“人一机一环境”系统，提高其整体的安全功能。

四、安全系统工程的内容

综上所述，安全系统工程是以“人一机一环境”系统为研究对象的一门跨学科的综合性学科，在研究中，既要处理有关信息，又要提出工程上采取的措施。所以，它既包含“软科学”的内容，又有“硬科学”的内容。由于安全系统工程是一门新兴的学科，还不很成熟和完善，它所包含的内容不只限于以下几个方面，还有待于开发、充实。

1. 系统安全分析

为了保证系统的安全，必须仔细地寻找引起系统发生事故的各种事件，以充分认识系统中的危险性。只有分析得准确，才能在安全性评价中得到正确的

答案。可见，系统安全分析在安全系统工程中占有十分重要地位。根据实际需要和系统完善的不同程度，可以把分析进行到不同深度，可以是初步的或详细的，定性的或定量的，每种深度都可以得出相应的答案，来满足不同项目、不同情况的要求。

当前已经发表的系统安全分析方法有数十种之多，每一种方法都有自己产生的历史和条件，所以并不能处处都通用。要完成一个准确的分析，就要综合使用多种分析方法，取长补短，有时还要相互比较，看哪些方法和实际情况更吻合。因此，应当熟悉各种方法的内容和长处，用起来才能得心应手。由于各种方法是从各种不同角度对系统的安全性进行分析，所以其中不少方法是雷同或重复的，这也正说明安全系统工程是一门新学科，尚处于蓬勃发展的阶段，很多方法还未定型的缘故。

通过实践，一般认为定性分析的系统安全分析方法，如安全检查表法、故障类型和影响分析法、事件树分析法和事故树分析法等较为实用。中国自 20 世纪 70 年代末才开始介绍和推广应用系统安全分析的方法，虽然起步较晚，但已广为人们所接受。

2. 安全性评价

系统安全分析的目的，就是为了评价系统的安全性。通过分析，了解系统中潜在危险和薄弱环节所在，发生事故的的概率和可能的严重程度等，这些都是评价的依据。

定性分析的结果只能做定性评价，也就是说，能够知道系统中危险性的大致情况。例如，数据多少和严重程度等。但这比起用经验安全管理的方法来，已经系统和准确得多了。只有经过定量的评价才能充分地发挥安全系统工程的作用。决策者可以根据评价的结果选择技术路线，保险公司可以根据企业不同的安全性规定不同的保险金额，领导和监察机关可以根据评价结果督促企业改进安全状况。

当前，有两类重要的安全性评价方法，其一就是对系统的可靠性、安全性进行评价；其二是根据生产所涉及的物料，采用所谓物质系数法进行评价。这两类方法国内均在研究、试行和应用，将在有关章节中详细介绍。

3. 安全措施

根据安全性评价的结果，可以对系统进行调整甚至修改设计，以消除和控制系统中的危险有害因素，提高系统的安全性。一般采取的安全措施有增设安全防护装置，改进工艺过程或修改设计，改善作业环境，加强安全教育和管理工作等方面。

4. 安全价值分析

当系统中的危险性已被认识，为了控制和消除这些危险因素，以提高系统

的安全性时，需要采取各种安全措施，这就需要给予一定的资金投入。为了评价资金的合理性，必须进行安全价值分析。

安全投资不同于一般投资，一般而言，它不直接产生投资效益，而主要是能减少未来的损失。为了判断安全投资的合理性，需要知道投资前后损失期望值的变化，考虑时间的价值因素，只有将减少的损失期望按时间价值进行折算，才能判断出投入的安全资金是否有收益。当安全的投资的利润率大于企业的机会成本时是合理的。

第三节 安全系统工程的应用及其优点

一、安全系统工程的应用

安全系统工程用于工程实践，最早是从研究产品的可靠性和安全性开始的。军事工业对军事装备的零部件的可靠性、安全性要求十分严格，否则，不仅不能完成武器的设计，而且生产制造过程中各个环节也不安全。以后又发展到对生产过程各个环节的安全性进行分析，其内容除了涉及到原料、设备等物的因素外，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安全技术工作领域中得到了更为广泛地应用。这个过程大致经历了以下四个阶段。

1. 安全技术工作和系统安全分工合作时期

安全系统工程发展的初期阶段，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。如果安全工作做得不好，发生了事故，不仅工人遭受伤亡，而且设备以及制造中的产品也会受到损坏。又如工作环境不良，就有可能造成零部件的污染和质量问题。这些都会直接影响系统安全计划的完成。另外，如果零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，同样不能保证工人的安全。所以，两者有着极为密切的关系。

2. 安全技术工作引进系统安全分析方法阶段

安全系统工程发展不久，安全技术工作就把它的工作方法特别是系统安全分析的方法吸收进来。由于系统安全分析是对系统各个环节，按照其本身的特点和环境条件进行安全性的定性和定量分析，然后做出科学的评价，并据此采取针对性的安全性措施，所以，这种方法对安全工作十分有用，自然就被广泛地采用了。

3. 安全管理引用了安全系统工程方法阶段

由于安全系统工程不仅可以评价系统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、加工制造、操作使用等都

需要进行评价，取得最优结果。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、维修以及对工人教育、训练等阶段，都可以使用这种方法提高其系统性和准确性。

4 以安全系统工程方法改革传统安全工作阶段

在安全工作中广泛地使用安全系统工程方法，是传统安全工作改革的趋势。近几年来，国内一些产业部门广泛开展的企业安全性评价工作，就是应用系统工程方法对企业的安全性进行客观地度量，促进企业以安全系统工程方法改革传统的安全工作，从而提高企业在安全生产方面的整体功能。

二、安全系统工程的优点

安全系统工程的优点体现在以下几个方面。

通过分析可以了解系统中哪些环节薄弱，以及危险性转化为事故的条件。不仅如此，通过分析还能够找到发生事故的真正原因，特别是可以查出未曾预料到的易被忽视的原因；从定量分析中还可以预测事故发生的概率，从而可以采取有效措施，控制事故的发生，大大地减少伤亡事故。这是安全系统工程最大的优点。

通过评价和优化技术，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。

安全系统工程方法，不仅适用于工程，而且适用于管理，实际上已形成安全系统工程和安全系统管理两个分支，其应用范畴可以归纳为五个方面：

- a. 发现事故隐患；
- b. 预测由故障引起的危险；
- c. 设计和调整安全措施方案；
- d. 实现最优化的安全措施；
- e. 不断地采取改善措施。

促进各项标准的制定和有关可靠性数据的收集。安全系统工程既然包括安全性评价，就需要有各种标准和数据，如允许值、故障率数据以及安全设计标准、人机工程标准等。

迅速提高劳动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，学会各种分析和评价法，这对提高安全工作人员的素质是有很大好处的。

当然，安全系统工程方法最大的优点是，可以有效地减少事故，这在国内外均已得到广泛地证明。

思 考 题

1. 何谓系统、系统工程、安全系统工程？
2. 安全系统工程主要研究的内容有哪些方面？
3. 安全系统工程产生的背景和条件是什么？
4. 安全系统工程有哪些优点？

第二章 系统危险性定性分析

学习目标

1. 学习系统危险性分析中定性分析的方法；
2. 掌握各种定性分析方法产生的背景、发展过程以及分析思路；
3. 结合实例掌握各种定性分析方法的使用、分析步骤、适用范围以及优缺点。

第一节 安全检查表

安全检查表 (Safety Check List, 简记为 SCL) 是进行安全检查、发现潜在危险、督促各项安全法规、制度、标准实施的一个较为有效的工具。它是安全系统工程中最基本、最初步的一种形式。

一、概述

1970 年之前, 日本交通事故发生频率很高, 交通事故随着机动车辆的增加而直线上升。1970 年之后, 日本将安全检查表运用到交通安全管理工作中, 对交通安全进行严格管理。当时一旦发生交通事故, 运用安全检查表要填写的原始表格有 500 多项, 天气情况、司机年龄、司机毕业学校、道路情况、汽车牌号、轮胎花纹等都要进行调查统计填报, 然后进行事故统计分析和预测。根据统计结果分析事故规律, 采取相应措施, 如某弯道事故多, 某坡度不安全, 车辆零件有问题, 就相应地改进; 是驾驶员素质问题就加强培训等。通过系统地整改, 并用安全检查表指导交通安全工作, 如此反复、循序渐进, 收到了显著效果。1970 年后机动车辆大量增加而交通事故仍基本控制在 1970 年的水平, 安全检查表法成了日本交通安全管理的秘诀, 随之在日本得到认可和推广。

20 世纪 70 年代末至 80 年代初, 安全检查表法传到中国, 由于此种方法

简单，故在国内得到推广运用且收到了较好的效果。

安全检查表实际上就是一份实施安全检查和诊断的项目明细表，是安全检查结果的备忘录。通常为检查某一系统、设备以及各种操作管理和组织措施中的不安全因素，事先对检查对象加以剖析、分解，查明问题所在，并根据理论知识、实践经验、有关标准、规范和事故情报等进行周密细致的思考，确定检查的项目和要点，以提问方式，将检查项目和要点按系统编制成表，以备在设计或检查时，按规定的项目进行检查和诊断。

二、编制和格式

1. 编制的原则

(1) 编制工作要具有科学性传统管理往往凭经验、拍脑袋办事，不能真正体现“预防为主”的管理思想。现代化工厂是一个人、机、料、法、环、仪“六方共系”的复杂母系统，要识别、控制、预防系统中的危险性，首先必须对母系统进行充分的认识，强调运用的安全检查表应具有科学性，其次要在编制之前充分揭示特定系统中的危险性及其发生的可能性。既要重视“人的不安全行为”，也要重视“物的不安全状态”对企业安全生产的影响，着重在物的本质安全化方面下工夫。

安全检查表具有科学性，还包括表中的内容和条目顺序必须与技术规范、安全技术规程、工艺要求等相匹配。例如在编制企业“气密性试验作业安全检查表”时，必须先把强度试验（水压试验）这一条目放在前面，把有关气密性试验作业安全检查的条目放在后面，如果不优先编制水压试验条目（即构成漏项），即使其他所有子条目经检查都符合安全要求，因没有做水压试验，在气压试验时或在用户手中还可能发生重大意外事故，这充分说明安全检查表的科学性丝毫都不能忽视。在编制“气密性试验安全检查表”时，如把“运用观察镜去观察气压试验装置上的压力表读数”列入“气密性试验安全检查表”子条目，这种检查表就更加具有特定内涵，加大了检查表从技术角度、科学预防事故方面的技术含量。

(2) 简单明了，便于使用安全检查表是发现问题和危险的统一“标尺”，它的“刻度”既要“精密”，又要适度；既要便于“测量”，又要便于使用。所谓“精密”，指表中的项目应包括所有检查点。但检查点一多，往往又会掩盖重点。因此，检查表应高度概括众多的检查点，做到简单明了，便于使用，既全面又突出重点，具有适度性。

(3) 共同编制，不断完善安全检查表编制宜采取“三结合”的方法，由工程技术人员、管理人员和操作工人共同编制，并在实践中不断修改补充，逐

步完善。编制要与本单位实际情况相结合，不要生搬硬套。

2. 编制

安全检查表看似简单，但要使其在使用中能切合实际、真正起到全面系统地辨识危险性的作用，则需要有一个高质量的安全检查表。要编制这样的检查表，需要做好如下几项工作。

组织编写组，其成员应是熟悉该系统的专业人员、管理人员和实际操作者。

对系统进行全面细致的了解，包括系统的结构、功能、工艺条件等基本情况和有关安全的详细情况。例如，系统发生过事故，事故原因、影响和后果等。还要收集系统的说明书、布置图、结构图等。

收集与系统有关的国家法规、制度、标准及得到公认的安全要求等，作为安全检查表的编制依据。

按照系统的结构或功能进行分割、剖析，逐一审查每个单元或元素，找出一切影响系统安全的危险因素，列出清单。

针对危险因素清单，从有关法规、制度、标准及技术说明书等文件资料中，逐个找出对应的安全要求及避免或减少危险因素发展为事故应采取的安全措施，形成对应危险因素的安全要求与安全措施清单。

综合上述两个清单，按系统列出应检查问题的清单。每个检查问题应包括是否存在危险因素，应达到的安全指标，应采取的安全措施。这种检查问题的清单就是最初编制的安全检查表。

检查表编制后，要经过多次实践的检验，经不断修改完善，才能成为标准的安全检查表。

3. 格式

安全检查表的格式见表 2-1。

表 2-1 安全检查表

序号	项目名称	检查内容	检查结果	备注	检查时间和检查人

安全检查表必须包括以下内容：

- (1) 序号统一编号；
- (2) 项目名称例如分系统、子系统，车间、工段、设备，项目、条款等；
- (3) 检查内容在修辞上可以用直接陈述句，也可以用疑问句；
- (4) 检查结果即回答栏，有的采用“是”或“否”符号，即“√”或

“×”表示，有的打分；

(5) 备注可以注明建议改进的措施或情况反馈等事项；

(6) 检查时间和检查人如实及时填写。

为了使安全检查表进一步细化，还可以根据实际情况和需要增添栏目，如将各项检查内容的标准或参考标准列出，或对各个项目的重要程度做出标记等。

三、种类

安全检查表按其应用范围划分，大致分为五类，可根据不同用途提出要求。

1. 设计审查用安全检查表

据统计，单纯由设计失误造成的事故次数占所有事故的比例大约为25%~30%。如果把设计缺陷和人为失误共同引起的事故也计算在内，则达80%以上。因此，有必要在一项工程的设计工作开始之前就为工程设计人员提供一个包括对该项工程的所有安全要求及有关标准的清单，以便使其依照标准要求来实现系统安全的目标，达到安全部门的要求。这样就可以避免因设计不周而使系统安全性存在先天不足；同时也可在工程设计审查、验收阶段，为安全审查人员提供依据，防止设计人员和审查人员发生不必要的争执。

中国对新建、扩建、改建项目历来坚持“三同时”原则，即要求安全设施要与主体工程同时设计、同时施工、同时投产。如果在“三同时”审查验收过程中，能有一个“三同时”安全检查表，必将使“三同时”的内容得到充实，减少许多不必要的麻烦，也能使安全审查验收人员逐条逐项全面系统地审查工程设计、施工、投产等工作的安全状况。日本劳动省颁布的“化工厂安全评价指南”中的定性安全评价内容，就属于这种“三同时”安全检查表。

设计用的安全检查表应有系统、全面的内容。主要用于厂区规划、工艺装置布置、运输道路、材料贮运、消防急救等方面。

2. 厂级安全检查表

这种检查表包括全面评价现有工厂安全状况的厂级安全检查表，又包括日常安全管理工作坚持的工厂巡回安全检查表。前者，如《机械工厂安全性评价标准》。这种检查表包含内容广泛、详细，是一种为了定期掌握工厂安全状况，提高企业安全管理水平而进行的规模较大的全面检查评价工作的标准。后者，如某些企业安全部门应用的、以重点危险部位为检查对象的日报

巡回安全检查表，这种表往往根据检查对象不同的危险等级与各级领导的责任制相联系。

这类检查表主要供全厂性安全检查时使用，也可供安全技术管理、防火等部门进行日常巡回检查时使用。

3. 车间安全检查表

该表供车间进行定期安全检查或预防性检查时使用。主要集中在防止人身、设备、机械加工等事故方面，其内容包括工艺安全、设备布置、安全通道、通风照明、噪声振动、安全标志、尘毒及有害气体浓度、消防设施及操作管理等。

4. 工段及岗位安全检查表

这是供工段及岗位进行自查、互查或进行安全教育用的安全检查表。主要集中在防止误操作而引起的事故，其内容应根据岗位的工艺与设备的预防事故的控制要点确定，要求内容具体、易行。

5. 专业性安全检查表

该表由专业机构或职能部门编制和使用。主要用于定期的安全检查或季节性检查，如对电气设备、压力容器、特殊装置或设施的专业检查。

四、优缺点

1. 优点

能根据预定的目标要求进行检查，做到突出重点、避免遗漏，便于发现和查明各种危险及隐患。

可针对不同对象编制各种安全检查表，使安全检查和事故分析标准化、规范化。

可作为安全检查人员履行职责的凭据，有利于落实安全生产责任制，并有利于安全人员提高现场安全检查水平。

安全检查表关系到每位工人的切身利益，它能将安全工作推向群众，做到人人关心安全生产，个个参加安全管理，达到“群查群治”的目的。

2. 缺点

主要缺点是不能进行定量评价。

五、应用实例

例：表 2-2 是某厂的“放射性射线探伤作业安全检查表”，是由企业有关人员根据实际情况编制的，既有针对性，又有科学性，在长期使用中收到了良好的效果。

表 2-2 放射性射线探伤作业安全检查表

序号	检查内容	检查周期	检查结果		备注
			是(√)	否(×)	
1	探伤设备是否安全可靠	1次/班			
2	源导管是否尽量保持平直,不打卷	1次/班			
3	源导管弯曲半径是否大于500mm	每次使用			
4	源导管爬坡时与水平面角度不超过30°	每次使用			
5	源导管长度必须小于驱动绳长度	每次使用			
6	摇源时是否均匀用力	每次使用			
7	在确认源头返回后才能关闭快门,锁上安全锁,拿下钥匙	每次使用			
8	源导管是否妥善摆放	1次/周			
9	安全钥匙是否有专人保管	1次/周			
10	操作工是否随身携带报警器	1次/周			
11	用伽马射线机探伤必须在屏蔽门关严后方可进行	班中检查			
12	在现场探伤必须经过批准并有专人监护	班中检查			
13	放射源脱落后立即进行安全警戒,严防他人误入	班中检查			

说明：运用检查表时，主要检查条目内容是否符合安全要求、处于正常安全状态，做到了条目中的相应要求，在检查结果栏内打“√”，反之打“×”。

检查人：

检查时间： 年 月 日

审核人：

审核时间： 年 月 日

第二节 危险性预先分析

危险性预先分析 (Preliminary Hazard Analysis, 简记为 PHA), 又称预先危险分析。是一种定性分析评价系统内危险因素和危险程度的方法。

危险性预先分析是在每项工程活动之前, 如设计、施工、生产之前, 或技术改造后制定操作规程和使用新工艺等情况之前, 对系统存在的危险性类型、来源、出现条件、导致事故的后果以及有关措施等, 做一概略分析。其目的是辨识系统中存在的潜在危险, 确定其危险等级, 防止这些危险发展成事故。

危险性预先分析对固有系统中采取新的操作方法、接触新的危险性物质、工具和设备时, 进行分析也比较合适。这种方法是一种简单易行、经济、有效的定性分析方法。

一、危险性的辨识

要对系统进行危险性分析, 首先要找出系统可能存在的所有危险因素, 也就是危险性辨识要解决的问题。所谓危险因素, 就是在一定条件下能够导致事故发生发生的潜在因素。既然危险因素有一定的潜在性, 辨识危险因素就需要有丰

富的知识和实践经验。为了迅速查出危险因素，可以从以下几方面入手。

1. 从能量转移概念出发

量转移论的基本观点是：人的生产活动和生活实践都离不开能量，能量在受控情况下可以做有用功，制造产品或提供服务。一旦失控，能量就会做破坏功，转移到人就造成人员伤亡，转移到物就造成财产损失或环境破坏。能量转移论者认为，事故就是不希望的能量转移的结果。

该理论的原始出发点是防止人身伤害事故。他们认为：“生物体（人）受伤害只能是某种能量的转移”，并提出了“根据有关能量对伤亡事故加以分类的方法”。哈登（Haddon）将伤亡分为两类，第一类伤害是由于施加了超过局部或全身性损伤的能量引起的，第二类伤害是由于影响了局部或全身性能量交换引起的。

既然事故来自于能量的非正常转移，那么，在对一个系统进行危险因素辨识的时候，首先就要确定系统内存在的各种类型的能源，以及它们存在的部位，正常或不正常转移的方式，从而确定各种危险因素。这也就是按第一类伤害的能量类型确定危险因素。其次，还要按第二类伤害考察影响人体内部能量交换的危险因素，如引起窒息、中毒、冻伤等的致害因素。

2. 从人的操作失误考虑

一个系统运行的好坏和安全状况如何，除了机械设备本身的性能、工艺条件外，很重要的因素就是人的可靠性。特别是在我国，由于受科技水平和经济状况的限制、多数机械设备还达不到本质安全的要求。因此，在系统运行过程中必然存在程度不同的危险性。这样，人的操作行为的可靠度对系统安全性有着更加重要的影响。然而，人作为系统的一个组成部分，其失误概率要比机械、电气、电子元件高几个数量级。这就要求，在辨识系统可能存在的危险性时，还要从操作标准查找可能偏离正常损伤的危险。在这方面，人机工程、行为科学都有成熟的经验，系统安全分析方法中也有人的差错分析、可操作性研究等可供借鉴。

3. 从外界危险因素考虑

系统安全不仅取决于系统内部人、机、环境因素及其配合状况，有时还要受系统以外其他危险因素的影响。其中有外界发生事故对系统的影响，如火灾、爆炸；也有自然灾害对系统的影响，如地震、洪水、雷击、飓风等。尽管外界危险因素发生的可能性很小，但危害却很大。因此，在辨识系统危险性时也应考虑这些因素，特别是处于设计阶段的系统。

二、危险性等级

在分析系统危险性时，为了衡量危险性的大小及其对系统破坏性的影响程

度，可以将各类危险性划分为 4 个等级，如表 2-3 所示。

表 2-3 危险等级划分

级别	危险程度	可能导致的后果
I	安全的	不会造成人员伤亡及系统损坏
II	临界的	处于事故的边缘状态,暂时还不至于造成人员伤亡、系统损坏或降低系统性能,但应予以排除或采取控制措施
III	危险的	会造成人员伤亡和系统损坏,要立即采取防范对策措施
IV	灾难性的	造成人员重大伤亡及系统严重破坏的灾难性事故,必须予以果断排除并进行重点防范

三、分析步骤

进行危险性预分析，一般采取以下几个步骤：

通过经验判断、技术诊断或其他方法调查确定危险源（即危险因素存在于哪个子系统中），对所需分析系统的生产目的、物料、装置及设备、工艺过程、操作条件以及周围环境等进行充分详细的调查了解。

根据过去的经验教训及同类行业生产中发生的事故（或灾害）情况，对系统的影响、损坏程度，类比判断所要分析的系统中可能会出现的情况，查找能够造成系统故障、物质损失和人员伤害的危险性，分析事故（或灾害）的可能类型。

对确定的危险源分类，制成预先危险性分析表。

识别转化条件。即研究危险因素转变为危险状态的触发条件和危险状态转变为事故（或灾害）的必要条件，并进一步寻求对策措施，检验对策措施的有效性。

进行危险性分级，排列出重点和轻、重、缓、急次序，以便处理。

制定事故（或灾害）的预防性对策措施。

四、应用实例

危险性预先分析的结果，可直观地列在同一个表格中，表 2-4 以液化石油火灾、爆炸为例列出危险性预先分析表。

为了准确地进行危险性预先分析，对表 2-4 的有关栏目的含义及其相互关系予以说明：

危险因素在一定条件下能够导致事故发生的潜在因素。它是“事故情况”的原因。一般情况下，它不能单独引起事故发生。

触发事件促使形成危险因素的原因事件。促使某一危险因素形成，可以有若干触发事件，它与事故发生没有直接关系。