

推行安全系统工程，提高工厂安全管理水平

国营内蒙第二机械制造厂 副总工程师 徐维廉

“生产必须安全，安全为了生产”。确保安全生产一直是工厂的一项重要任务，但也是一个较难解决的课题。特别是近一二十年来由于现代科学技术的迅猛发展，工业生产也日趋复杂，事故频率及危害程度也越来越大，给工厂安全工作带来不少新的问题，安全工作者长期以来虽然不厌其烦地宣传安全工作的重要性，制定了一系列的安全规程和制度，甚至用加强法制办法加以督促遵守；也不断地查找隐患，堵塞漏洞，但总是感到对安全性心中没底，不能主动地控制住安全形势，担心不知何时何处会突然出现重大事故。因此迫切希望找到一种能全面准确地掌握生产过程中的危险因素，对生产事故的可能性作出预测，对生产安全程度作出恰当评价的管理方法，从而对安全状态作到心中有数，对危险因素及预测出的可能事故能根据其严重影响程度分别来采取措施，使事故尽可能的减少。

六十年代以来，随着科学技术的迅猛发展，特别是航天技术的发展，为了确保工程从设计直到运行的整个过程安全无误，万无一失，很多国家投入大量人力、~~财力~~进行安全工作的科学研究，从而开展了安全系统工程这样~~一种新型的学科~~，并很快地应用到工业安全管理中。

安全系统工程就是用~~系统工程~~的原理和方法，全面系统地找出整个系统中的危险因素及其相互之间的关系及影响程度，用定性及

定量的方法预测和评价系统的安全性，并采用最优化的综合安全措施处理，使全系统的事故减少到最低限度和达到最佳安全状态的一门学科。

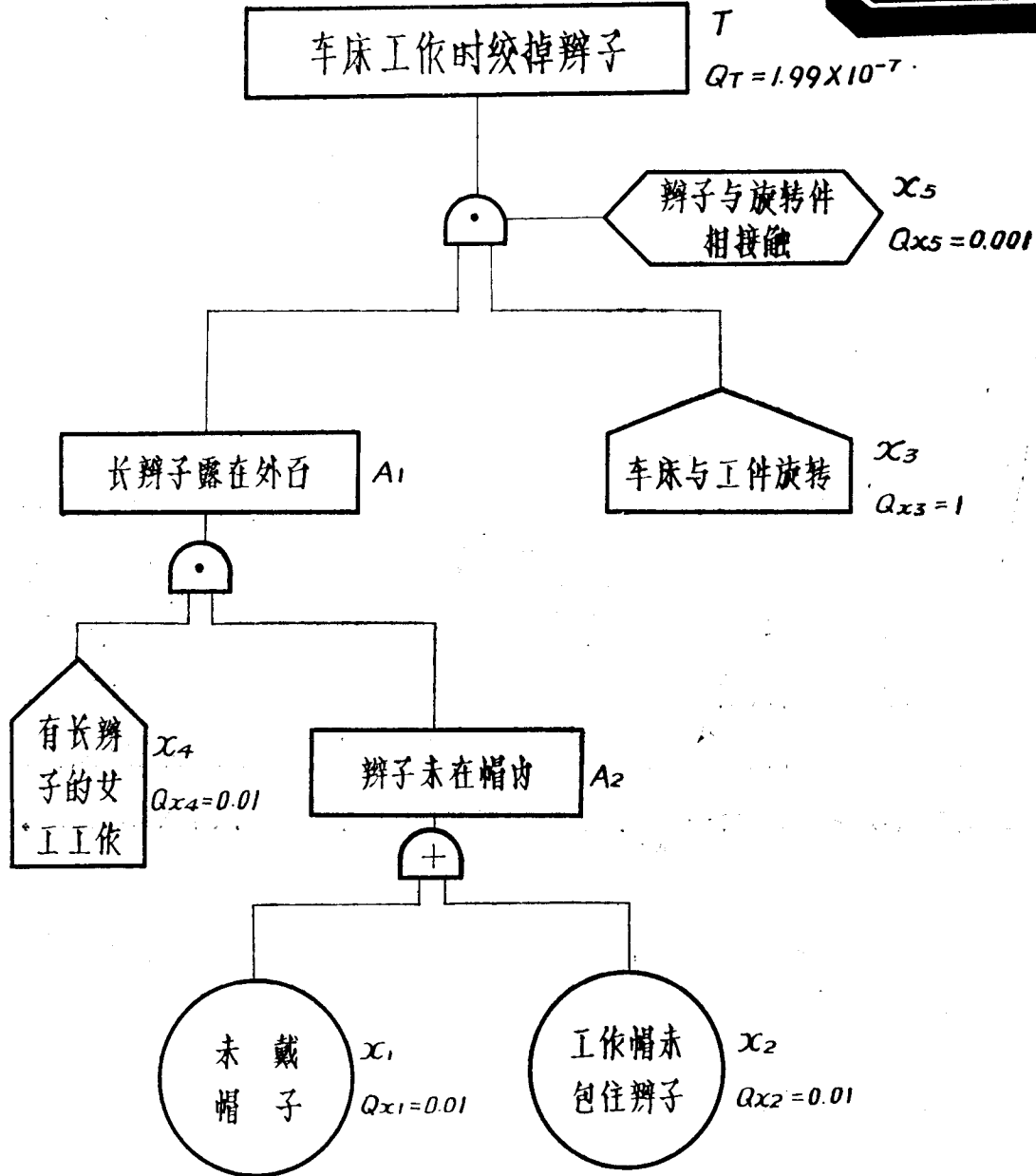
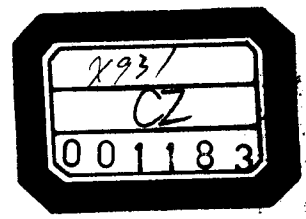
近年来，对于这门新型的学科，我国也开始作了一些介绍和研究，但尚处于开始阶段，特别是在一般工厂中对这门学科的含义和内容尚不太熟悉，尚未能大面积推广。

我厂自八二年开始在企业整顿中引进安全系统工程这一现代化管理方法。由于这门学科是科学技术高度发展的综合产物，是一门新兴的综合性很强的学科，它涉及的知识面较广，内容也较深奥，方法也很多，全面推行尚有一定困难。经过研究后，我们本着先易后难的原则，采用了一些简而易行、行之有效的方法，先在一个机加车间的车工班进行试点。摸索取得经验后，又在该车间钻工班、铣工班、钳工班及整个工段和车间进行了推广。八二年又在煤气发生站及总厂专业安全检查中采用了安全系统工程的科学管理方法。一年多来，通过这些试点，取得了一些经验，虽然由于时间短，还很难看出非常明显的效果，但确实尝到一些甜头，初步体会到安全系统工程的实际应用价值和广阔的发展前景。下面简单介绍一下我们的作法及体会，

（一）安全系统工程采用的主要方法

1 事故树的分析：事故树分析又称作事故逻辑分析，是对事故进行分析和预测的一种科学方法。其主要作法是对一个生产系统或作业中可能出现的事故条件及可能导致的灾害后果，按工艺流程、先后次序和因果关系进行逻辑分析结果来绘制树形方框图。

下面是以车床工作时绞掉辫子事故为例所绘制成的事故树图（详见图1）



Q_{X1} 、 Q_{X2} 、 Q_{X3} 、 Q_{X4} 、 Q_{X5} 分别为基本事件 X_1 、 X_2 、 X_3 、 X_4 、 X_5 的发生概率。(估计值)

图1 车床工作时绞掉辫子的事故树图

从图中可以看出, X3, X4不可控制, X5难以控制, 所以可以控制的只有X1、X2, 这是我们要采取措施的重点。如已知各基本因素的发生概率, 还可以定量地计算统掉辨子事故的发生概率 ($Q_t = 1.99 \times 10^{-7}$)。

因此, 有了这种分析和判断方法, 就可以全面地找出事故产生的基本原因, 以及定量地计算出事故的发生概率, 同时还可以采取相应手段和措施来消除其主要危险因素或限制事故发生的场合, 把事故损失减少到最低限度。

2、事件树的分析: 事件树分析法与事故树分析法相反, 是一种顺着过程进行归纳分析的方法, 从一件起因事件出发, 顺着事件发展情况进行分析。它从一个事件开始, 从其成功和失败两个方面进行分析, 得到两者的状态。然后再从这两个状态开始, 仍然各按成功与失败两种情况分析, 这样一直持续分析下去, 最后得出各种不同的结果。现以火车运行中车箱脱钩造成溜车事故为例 (见图2)。

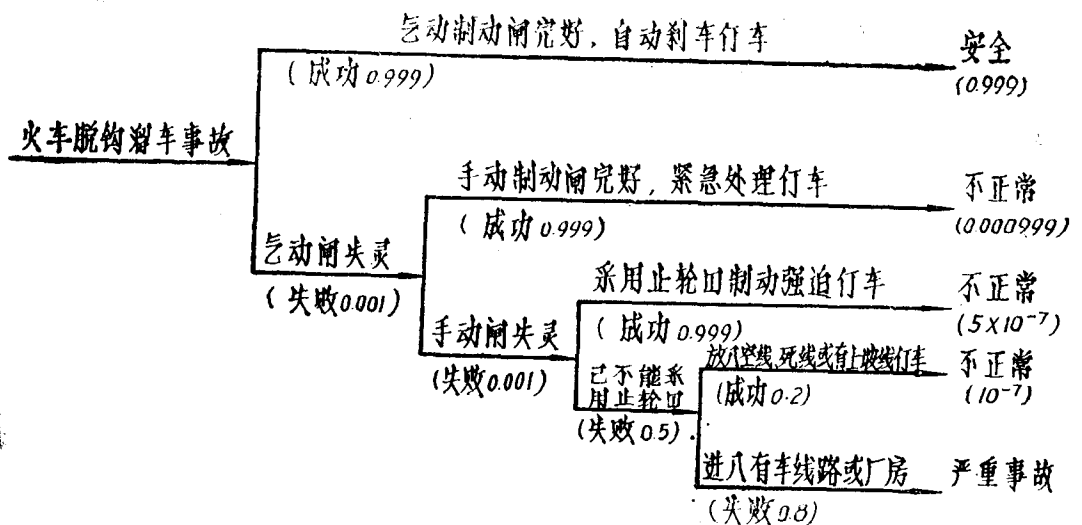


图2 火车脱钩溜车事故树图

因此可以看出这种分析方法主要用于事故发展情况的分析，追查事故的扩大过程，寻找促使重大事故发生和扩大事故发生的因素，便于拟定对事故发生的预防对策，特别适用于对已发生的重大事故进行深入分析，总结教训，可以分析出过去根据没有注意到的因素，找出它们与事故和偶然事件之间的关系，便于贯彻发生事故“三不放过”的原则。

3、安全检查纲要（安全检查表）

安全检查表是进行安全检查，发现潜在危险因素的一个有力工具。在安全检查过程中，根据各系统如工厂、车间、班组或某一工程的情况分成各个系统（或分系统），逐步对各系统分析，从而得出影响系统安全的各个方面，并把这些要检查的项目和检查程序用纲要方式固定下来，在纲要中列出详细明细，用问答的形式提出各方面需要考虑的问题和要求达到的标准，作为不定期和定期检查的纲要或作为提示性的警惕内容。编制安全检查纲要时，要采用安全系统工程中的各种分析方法（如事故树、事件树等）。这样做，问题考虑的全面，关键问题找得准，要求提得明确，使安全检查时所检查的问题不致遗漏，可根据客观条件突出重点，通过安全检查后，就可以对全系统作出定性的安全性评价。采用这种方法就可克服传统安全管理中的查隐患、堵漏洞工作中的盲目性和片面性，防止走过场，能真正解决问题。

（二）具体作法

在运用以上几种分析评价方法的过程中都必须经过以下几个过程：

①准备过程：

无论是搞事故树分析、事件树分析，还是安全检查纲要，首先

必须调查收集消化资料，对事故发生原因，从多方面进行全面分析。必须确实掌握系统特点，设备的结构特性，熟悉该系统的操作工艺、周围环境和操作者状态，以及历史上产生的该系统事故档案等资料。这样可使分析更切合实际。

②分析过程:

在对该系统占有大量历史事故统计资料的基础上，必须对该系统事故发生的原因，进行全面分析，并对过去事故实例进行事故类型数理统计分析，得到该系统不安全因素所在，即找出事故的基本原因及各基本原因之间的关系，分析其影响，究其危害程度，从而找出该系统的薄弱环节。

③编制过程:

在准备和分析之后，我们把该系统的基本事件汇总起来，按操作程序排列，用逻辑门的关系连接起来，以及编制成安全检查纲要，绘制成事故树或事件树。

在具体运用中，我们采用了先从单机试点，然后逐步推行到全车间和各种专业检查的方法:

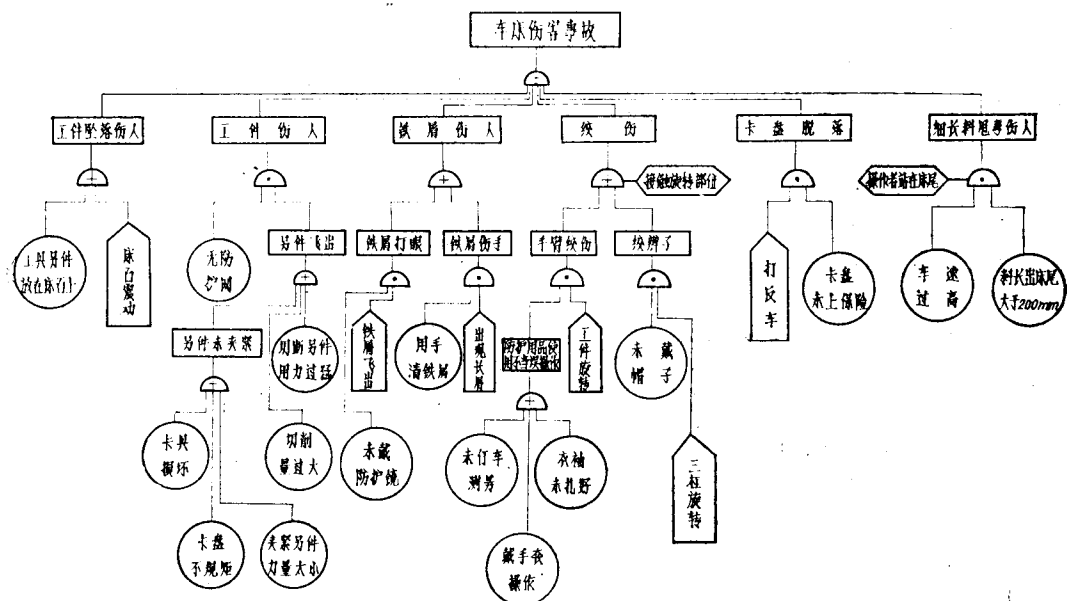
(1)单机事故树和安全检查表的编制。

我们是首先从车床事故分析开始的:

①收集车床的结构图、车削工艺图、车床操作规程，进行消化，全面掌握其影响安全的各种因素及其相互关系。

②认真分析车床系统自一九六五年到现在十七年生产过程中共发生的三十三起车床事故（其中有八起重大典型事故），根据其产生的原因和造成的危害进行分类统计分析。

③从以上分析中用事故树分析方法找出事故的基本原因二十三项，并用逻辑门关系绘制成事故树图（见图3），并掌握其引起事故的关键因素。



注：此事故树仅为定性分析，其所有基本事件是产生顶上事件的可能逻辑关系，并非必然条件，只有当该基本事件发生后正野与操作者人身接触时才必然发生。

图3 车床伤害事故树图

④把影响车床系统安全的基本原因，按操作程序排列成后，制定车工系统安全检查表，作为日常安全检查的内容，并制定出信息反馈表，定期上报，以便掌握安全动态采取应有措施。

⑤为便于记忆，将检查表的内容编写成顺口溜，写在牌子上，挂在机床旁，象警钟一样，天天敲，时时敲，警告操作者注意安全生产，因此起名叫“警钟长鸣”。检查表内容就是“警钟长鸣”内的二十三项检查项目。

(2)车间安全检查纲要的编制：

我们在车床事故树和安全检查纲要编制后，用同样方法编制了车间其它设备（如铣床、刨床、磨床等）的事故树和安全检查表，然后又根据这些事故树和检查表结合车间其它应注意事项；根据其影响程度，编成全车间的安全检查表，作为全车间日常安全检查的内容。可分为安全教育，安全生产制度，起重安全，机床设备，文

明生产几个方面，有检查内容和检查标准，作为日查、周查、月查的遵循。

(3) 专业安全检查表的编制:

我们从一九八三年元月份开始对锅炉、压力容器、煤气、易燃、易爆、起重等五个专业工种，用安全系统工程的方法在事故树分析的基础上制定各专业的安全检查纲要，逐项检查，收到较好的效果。其做法是：用事故树分析法把影响安全的因素找出来，编成检查纲要（检查表），列出要检查的项目、检查程序和要求的标准。详见桥式起重机的事故树和安全检查表（见图4、表1），这种检查方法目标集中，检查彻底，节省时间，心中有数，效果明显，克服了过去单凭经验，直观的和盲目的进行检查的缺点。按此方法用很短时间就对二十三台桥式吊车，进行了全面检查。参加检查的同志们一致认为：运用这种方法，时间较节省，目标上较明确，项目上较集中，效果上较显著。

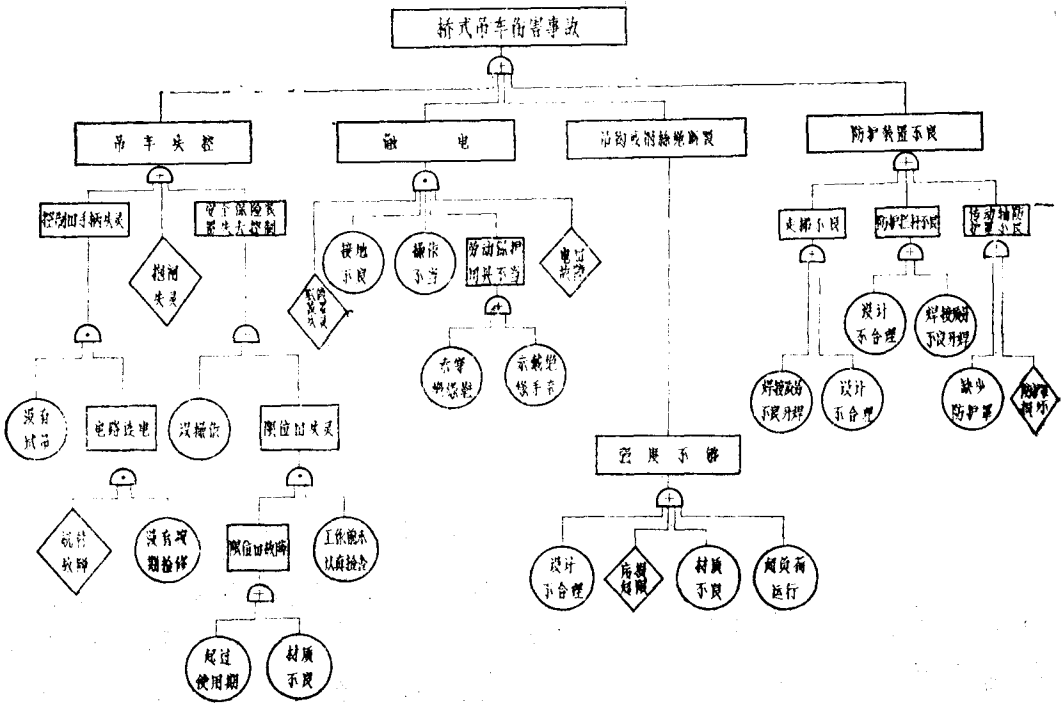


图4 桥式吊车伤害事故树图

桥式吊车安全检查表

单位		司机姓名		检查日期	年 月 日		
设备名称		型号		吨位		跨度	
检 查 项 目				检查标准	检查结果		
1. 司机展示驾驶证				杜绝无证			
2. 司机戴工作帽, 不准穿高跟鞋				工厂规定			
3. 口试天车操作规程				工厂安全技术操作规程中			
4. 检查主流控制口				手柄放于零位			
5. 检查司机室配电箱及安全保险扣开关				需符合安全规定			
6. 检查勾头后横臂				勾头截断百不超过 10%			
7. 检查司机室天窗联锁装置				灵活可靠			
8. 检查钢丝绳后耗及断丝号				其径向后损原直径的 10~40%			
9. 检查主卷扬限位口及接触杆、抱闸				能起切断电源			
10. 检查小车终点限位口及接触杆				- 11 -			
11. 检查小车抱闸及油润状况				能控制车行止依靠油润良好			
12. 检查大车各传动装置防护罩、油路、防护栏杆				不准缺、开焊、缺油			
13. 检查大车终点限位口及接触杆互锁口				能起切断电源			
14. 检查行走架终点立柱及缓冲口				完整良好			
15. 检查接地装置				完整良好			

检查者

(4)事故发生后的分析:

当某一事件发生后,为了总结事故的教训,减少同类事故的发生,以及减少同类事故发生后事态扩大的可能,采用事件树分析法是最为有效的,我们在火车溜车事故的事件树分析中,从事故发生后的动态变化过程中,找到了影响事态发展的各种因素及关键之处。如果事先考虑到这些因素,并针对性的采取有效的措施,就完全可以防止事故发生或减轻事故的影响。

(三) 在推行安全系统工程初期需注意的问题

(1)安全系统工程是现代化管理中的一个新方法,尚未被大家所熟悉,因此首先必须做好基础知识的培训,我们曾举办了五天的学习班,试点单位的领导、技术人员及工人参加,深入浅出的进行了讲课,使他们基本掌握了安全系统工程的基本原理和分析方法。

(2)为了使这项工作能够有计划、有组织的扎扎实实开展起来,必须加强组织领导。总厂成立了试点工作领导小组,由负责技术安全工作的副总工程师担任组长。抽调能力较强的工程技术人员和经验丰富的老工人和有关领导参加,具体组织这项工作,并拟定了具体的工作实施计划,经常检查计划执行情况,并对存在的问题研究解决。

(3)安全系统工程的特点就是运用先进的科学方法进行周密系统的分析。因此在开始阶段,必须投入较多的力量(特别是技术力量),花费较多的时间。与传统安全管理方法相比,似乎比较复杂、比较费劲,但一旦分析完了以后,则事半功倍。我们在初期试点中,专门抽调了十二名人员(其中五名技术人员)先后花了三个多月时间。而当绘制成事故树、事件树和安全检查表后,就使日常的安全管理工作大大地简化了,也更可靠了。

(四) 我们的体会和看法

在短短的不到一年的试点中，我们仅仅采用了安全系统工程中最简单的事故树、事件树和安全检查纲要的方法，而且也只进行简单的定性分析，其它较复杂的方法如故障类型影响和致命度分析法，工艺过程及生产装置的危险度评价法……等还没有使用，也没有利用事故频率、损失率等数据进行定量分析。但仅从最简单的一些方法的实践中我们已看到这一新型科学管理方法的优越性。我们的体会和看法是：

(1)安全系统工程是在传统管理基础上的完善和发展。推行这一现代化管理方法不是全面否定传统的安全管理方法，而是对它的改革和提高。安全系统工程的科学性、系统性较强，从整个系统着眼，从尽可能占有原始资料和经验数据入手，尽可能运用科学理论知识和方法，能较全面地准确地找出产生事故的各种基本原因（危险因素），从而弥补了传统方法靠直观、单凭经验孤立和被动地分析问题，致使遗漏性较大的不足之处，如果再能进行定量的分析还可以对系统的安全性作出评价，对事故发生的可能进行预测，从而能改变对安全性心中无数，不能针对性采取预防措施缺点。这些无疑都会大大减少事故的发生。

我们已采用的通过事故树、事件树分析编制安全检查纲要的方法，虽然不能全面达到上述效果，但与传统安全检查方法相比，由于事先收集材料，进行系统分析，因而考虑周到，不致漏掉重要的潜在性不安全因素，由于检查方法细致，不会流于形式。同时检查纲要中用提问的方法给人印象深刻，而且按项目系统地进行检查，要求的标准明确，检查后能作出准确评价。另外在编制中对系统安全进行了全面分析，参加编制的过程也是进行安全教育的过程。这些方

法，都能使安全管理方法得到很大的改进和提高。

(2) 安全系统工程虽然是一门新型的科学，需要的理论知识较深，涉及知识面比较广，全面掌握比较困难，但是也并非高不可攀。这门科学具有适应性强的特点，也就是既可以采用其中一种方法，也可以综合用几种方法，可以先搞定性分析，待条件具备再搞定量分析。所以只要我们认真学习，在掌握基本原理和方法的基础上，根据本单位的条件，先采用简而易行、行之有效的一些方法，一开始就会得到一定的收益，然后在推行中逐步积累经验，再从浅入深，逐步深化，从简单方法到复杂的方法，从定性分析方法到定量分析方法，从安全检查方法到安全评价的方法。这样一定会大大提高安全管理工作的水平，使伤亡事故大幅度地降下来。如我们在车工系统自进行安全系统工程试点工作以来，杜绝了一切事故的发生，其它系统的安全生产也有明显的变化。

(3) 安全系统工程是近十几年来在国外兴起的一门新的技术，由于这一学科具有很大的革新和开创意义，许多工业发达国家都竞相研究和推广应用，在大幅度降低伤亡事故和其它恶性事故方面，已收到了明显的效果。国内最近几年来在化工部、煤炭部、三机部、五机部等单位也在相继采用，为提高安全管理水平、保障安全生产提供了崭新的知识和科学手段，是安全管理工作现代化改革的方向。为了尽快地推行这一现代化管理方法，我们还必须首先大力进行这一科学的普及教育，然后各单位根据自己的条件和可能，逐步试行，并及时交流经验，逐步深化。相信对于大多数从事安全技术和管理人员来说，他们熟悉生产，有实践经验，在接受和应用上已有一定基础，只要领导重视，创造一定的条件，在不长的时间内，这一现代化的管理方法一定能在全国开花结果，为开创安全生产和文明生产的新局面起到重要的作用。