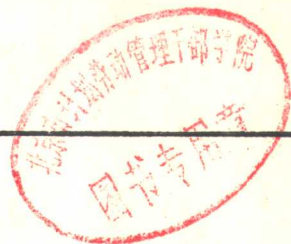
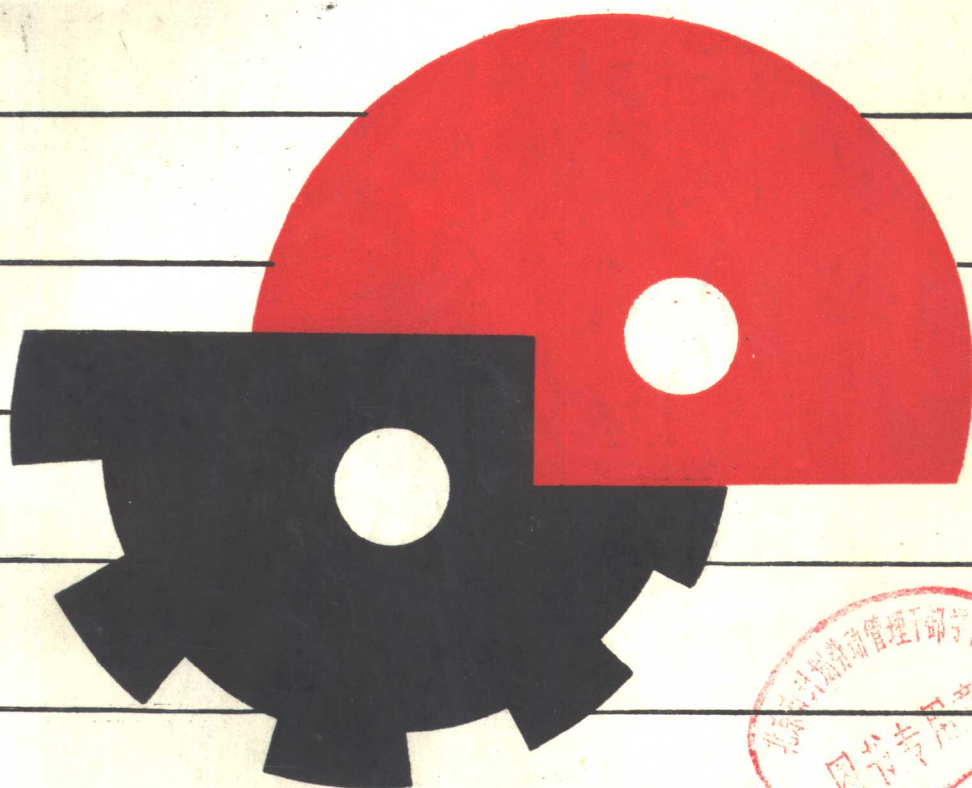


工伤事故和职业病 DE

调查·统计·分析与对策

劳动部劳动保护科学研究所编译·宋大成主编



中国林业出版社

工伤事故和职业病的 调查、统计、分析与对策

劳动部劳动保护科学研究所 编译

宋大成 主编

中国林业出版社

工伤事故和职业病的调查、统计、分析与对策

劳动部劳动保护科学研究所 编译

宋大成 主编

中国林业出版社出版（北京西城区刘海胡同7号）

新华书店北京发行所发行

国家统计局印刷厂印刷

787×1092毫米16开本 14.75印张 357千字

1989年11月第一版 1989年11月第1次印刷

印数1—5000册 定价：7.00元

ISBN7-5038·0493-9/Z·0044

前 言

本书编译的文章,介绍了美国、日本、苏联、英国、加拿大、意大利、印度等国政府部门、重要学术团体及专家关于工伤事故和职业病的成因、调查、统计、分析、费用及预防等方面具有权威性和代表性的理论和模式,特别是着重介绍了那些具有普遍性和实用性的方法和对策。

国家体制和发展阶段的差异并不影响在工伤事故和职业病诸多问题上的共性。因此,这些宝贵的资料对于我国同领域的工作和研究有很大的借鉴与参考意义。

参加翻译和校对工作的有:宋大成、梁志刚、付海骐、王智新、赵井泉、朱道农、黄兆谦、张宏波、王飞澜、杨乃莲等。

有关的工作得到了中国劳动保护科学技术学会、劳动部职业安全卫生监察局的领导和同志们的极大支持与帮助,在此谨致谢意。

编 译 者

1989年2月

目 录

前 言

事故致因理论.....	(1)
事故调查模式.....	(17)
美国国家标准 (ANSI Z16.1) 记录与测定工作伤害经历的方法.....	(28)
ANSI Z16.1 附录 指导说明与实例.....	(37)
美国国家标准 (ANSI Z16.2) 记录与工作伤害的性质和发生有 关的基本事项的方法.....	(49)
ANSI Z16.2附录.....	(55)
职业安全与卫生统计: 概念与方法.....	(66)
附 1: 格式OSHA No.200	(72)
附 2: 关于职业病的说明	(72)
附 3: 关于诊断过程的说明.....	(72)
工伤事故分类指南——对用于统计处理的原因要素的分析.....	(76)
日本劳动省关于事故类型和起因物的分类.....	(100)
劳动灾害原因要素分类编码表 (摘)	(109)
关于苏联国家工业安全生产和矿山监察委员会所监察企业和对象 的事故调查和统计的指示.....	(117)
伤害与危险事件报告规程.....	(129)
印度标准《工业伤害频率和严重度的计算方法及工业事故的分类》 中部分内容 (摘)	(145)
事故费用.....	(148)
NIOSH提出的对职业卫生标准的建议	(152)
职业病评价的有效性.....	(164)
工伤事故的调查分析及事故费用.....	(175)
工伤事故原因的调查、分析与对策.....	(190)
生产的构成与事故	(190)
事故因素的分析与对策	(192)
特性因素图分析	(200)
未遂事故与故障分析	(205)
事件树分析 (E T A)	(208)
故障树分析 (F T A)	(213)
危险预测训练	(224)

事故致因理论

迈克尔·D·哈维博士

按合同为阿尔伯特省（加拿大）工人健康、安全和赔偿局职业卫生与安全部研究分部写的报告

阿尔伯特职业卫生与安全部研究分部为这份报告 写的前言（1985年1月）（节译）

阿尔伯特职业卫生与安全部的任务是：“预防与工作有关的事故和疾病，在阿尔伯特增进职业卫生与安全”。为完成此任务，部工作人员依靠由事故调查报告和向工人赔偿局提交的索赔要求获得的信息。

事故信息的重要性，使职业卫生与安全部对形成更有效的方法以收集、阐释和使用事故数据的兴趣越来越大。与此同时，也越来越感觉到：与事故数据有关的问题脱离不开事故致因的理论。部领导人赫伯特·布奇瓦尔德博士首先明确表示了，为有效地检验关于事故过程的各种理论与模式的致因假设，而进行一项研究的必要性。他任命了由J·埃文斯，L·赫维特和J·麦克德默特组成的小组开展此项工作，并委任M·哈维博士为顾问以提出这份理论鉴评。

报 告 的 正 文

事故致因理论的范围，包括从简单的单因素理论到不断增多的复杂的多因素系统理论方法。范围的不断增加是遵循历史的发展的：早期，人们提出单个因素作为事故的原因，而近年来发展起来的系统理论方法则包括了很多的因素及其相互作用。这种进步是可以理解的多种原因的产物，其中包括事故研究者和职业安全工作者研究工作的加强和发展，包括不断采用了其他学科的理论 and 概念，也包括被借鉴的那些学科的日渐完善。

事故理论和模型的一个突出特点，就是借鉴其他学科如医学、社会学、心理学、管理科学、教育学及另外一些学科的理论 and 概念。这种借鉴主要是由于事故研究要服务于应用。事故本身还没有成为一种使人感兴趣的研究课题，也就是说，研究和理论化的工作并非主要出于自发的好奇心的刺激，而主要出于与工业事故有关的人的价值和经济费用。事故是一种社会问题，不同学科的研究者针对着它，带来他们自己看问题的观点、他们自己的理论、方法和所选择的结论，结果就产生了对问题、方法和重要概念的意见上的多样性。

多样性带来了不同后果。从正的方面说，允许对于概念、模型和理论进行广泛选择以在研究中应用。然而从反的方面来说，弊远大于利。对于理论和研究没有一致同意的共同语言，有关的文献没有相互参考的意义，每个人都倾向于写与其自身学科有关的问题，而不是

探求整个事业。然而,这种批评可能是不公正的,因为关于事故问题的理论和研究的重要进展完全是近年来取得的,因而在目前阶段期待综合性的工作或者文献内容的相关联系可能是过早了。不管怎么说,目前文献的情况使得鉴评事故致因理论成为一项复杂的和困难的工作。

本领域的应用特点对于评价各种理论又造成了另一个问题,就是这里有一个非常模糊的界限,即:什么叫做理论?什么应称为调查系统?作为一个应用性学科,事故研究者被召唤去确定某特定事故的原因,而论及这种问题的文献一般都列出了很多变量,这些变量的涉及与否要被指出。而事故调查者通过某些方法,鉴定出这些变量的一个或多个作为特定事故的可能原因。对于一个事故,这是一种必要的事后分析。调查者不能看到“进行中”的事故,但又用各种方法去重构它和环绕它的条件。让事故涉及者去追忆,所得的情况可以提供关于工作任务的性质、机械状态及事件发生时操作者的状态等方面的一般信息,记录可以提供关于机器及其操作者的运行历史的一些信息。但在多数情况下不能得到关于“事故事件”本身的完整描述(事故涉及者不能可靠地报告恰在伤害或损坏发生时刻之前的各种事件,也不能报告他们的感性的、理解的和判断的过程)。调查者只能得到一大串关于事件的第二性的描述。基于足够多的这样的事故报告,一个调查者可能鉴定出诸事故间的某一种类型的可能相关性,也可能鉴定出需要加强研究的问题领域,但却极难鉴定出任何给定事故的准确原因。

相反,理论,从关于各种事故的性质的一些预先假定和关于某一事故的原因的一些假设开始,并由此产生出一系列可能的重要变量,这些变量的真实价值需要实验来检验。理论,能通过鉴别那些必须被包括的变量指导事故研究,并能辨识用来被对照的恰当的情况或类别以检验理论的适用性(例如,理论能指出所包括的控制类别的性质以用于检验一些原因假设)。

这两个子领域——事故理论和事故调查——是可能互相起作用的;每一个都可从另一项工作中受益,且每一个都可能与对方融合。例如,事故调查可以辨识事故中发生情况的一定规律性(如,一种特定的机器,一种特定的过程,等等)。而理论指导下的研究也可能致力于这个目标,以正确理解第二性的说明与事故率之间的关系。这种理论指导下的研究反过来又能发现应被包括在事故调查中的新情况。理论与用于调查的系统间的模糊界限曾在评论文献过程中导致了一些例子,它们被作为事故致因的理论或模型,但反过来更严格地检查一下,却应作为事故调查系统。

与工业事故相关的研究被应用导引而极少被理论问题导引,因此按这种研究来评价事故致因理论是不适宜的。这篇文献中给出极少的理论指引下的研究,用以评价提出的理论尤其是更多近期提出的理论,是特别适宜的。因此,在本文中对理论的鉴评在多数情况下是概念性的而非经验性的。

A. 单 因 素 理 论

这部分所包括的是早期的理论,它们一般都只确认事故原因的一个侧面,并且只提出单一的补救措施。虽然这些理论中的多数今天很少得到明确的应用,但仍很难消除其影响,它们所表达的思想仍有市场。此外,后来逐渐发展起来的多因素理论也还为古老的单因素理论保留一个位置。

1. “有事故倾向的工人”的理论

在这种理论的原始陈述(格林伍德和伍兹, 1919; 纽伯尔德, 1926)中, 认为事故在人群中并非随机地分布, 某些人比其他人更易发生事故, 因此, 就用某种方法区分出这种人作为事故原因。这些研究者提出说明性的数据, 表示比偶然性所期望的而言, 一小部分人涉及了更多的事故, 认为通过人的性格特点可以将这部分“大于偶然性”的人们从一般公众中区分开来。但是, 纽伯尔德以及格林伍德和伍兹也谨慎地指出关于这个理论的障碍: 例如, 对危险的同等暴露问题。

然而这些警告并未引起后来一些研究者(例如, 法默和凯姆伯斯, 1939)的注意, 他们将具有事故倾向性格类型作为一个事实, 进行关于一个或一组测定的研究, 这种测定的目的是预报某些个人将会多发事故。这种理论的重要假设是, 具有事故倾向是某些个人的稳定的、固定的特性; 换言之, 一个有事故倾向的人具有较高的事故率, 而与工作任务、生活环境及经历等等无关。但研究从未证实过这种假设。尽管最初有过警告, 但在研究中, 对于危险的暴露很难控制。而且, 在某一时间周期内通过高于所期待的事故率来鉴别出的有事故倾向的人组, 在下一个时间周期将会改变其成分; 因为, 个别人们的故事率具有明显的、临时的不稳定性(见阿布斯和克利克的研究, 1951)。这种事故率的不稳定性(在对具有事故倾向的个性类型的研究中的量度界限)严重地限制了任何个性变化的能力, 因之增加了测定某个别人是否属于具有事故倾向组的困难。

对此理论的广泛批评, 本应在1950年就排除了其作为事故成因理论之一的地位(阿布斯和克利克, 1951), 但在1969年J·瑟利感到需要重复那些批评。某些人因其个性而涉及事故这种思想具有吸引力, 因为它意味着, 关于事故率的简单结论是要鉴别出某些界限, 以使人能挑选出那些具有事故倾向的人们。由于没能实现这个结论, 这个理论就基本上失去了活力。然而, 这并不是完全否定识别具有多重事故人的价值。邵和赛克尔(1971)主张应保留事故倾向的意见以作为工人和其工作任务失配的一种解释, 然而, 这种运用与概念的原始的运用已非常不同, 因为邵和赛克尔只是意对多重事故, 而丝毫无意涉及个性参数。

2. 心理动力理论

与上述理论不同, 这种理论认为受伤害工人的刺激心是事故的原因, 这种理论是基于弗儒德的个性动力理论, 并且是后者——一种被刺激的事故的理论——的最清楚的阐明。其假设是: 事故是一种无意识的希望或愿望的结果, 这种希望或愿望通过事故象征性地得到满足。在某种意义上, 事故是受伤害者所愿望的。就原则而言, 要避免事故, 结论就是要更改愿望满足的方式以得到更可接受的出路, 或者通过心理分析完全消除那种破坏性的愿望。然而, 这种理论是不可行的, 因为它没有提供什么手段去证实某个特定的动机引起某个特定的事故。我认为它的存在只是由于对事故成因理论的某种好奇心。

我所以还在这里提到它, 完全是由于它本身含有一种有意思的暗示。与事故倾向理论认为个别人的品性缺陷是固有的、稳固的和不可修正的不同, 这种理论所认为的无意识的动机是属于可以改变的。换言之, 这种理论认为那些涉及到的事故比应涉及的更多的人是可能变为无事故的工人的。从这种理论可以得到一种理论, 即一个人可能属于具有事故倾向组, 也可能通过教育或重新培训降低其事故率, 而不是从工作运行中排除他们。

但这种心理动力观对于重新培训方法是不现实的, 其他的刺激型理论可能提出更实际的

重新培训的结论。例如，假设把已知的不细心和态度不好作为事故原因，就与心理动力理论有某种类似，但按这种识别工人刺激的理论，就把这些因素广而言之作为事故的原因，并指出通过培训和教育来改变之。把不细心和态度不好作为工业事故的原因在很多文献中都是接受的，并且还可能会有人不满地争辩说，这些因素至少在一些事故中未被指出。然而很清楚，这些因素不能代表全貌；事故还常常发生在那些同伴和监督人都认为是细心的和专心工作的人身上。换言之，在考虑发生事故中的多数变量因素时，预言和依据之间的联系常常是太不够了。

3. 科尔的社会-环境模型

科尔（1957）提出与个人和工作环境有关的两个因素，他感觉这两个因素应作为导致事故的倾向。科尔要求对所有根据事故倾向理论没有考虑两个因素的事故都要考虑这两个因素。这两个新的因素给出了在工作场所和工人经受的生活压力之中的允许的灵活性，它们分别都可以降低和增加个人的事故率。

这种目标-灵活性-机警的理论，看到了可以设置一个人自己可达到的合理目标的这种灵活性是与高质量的工人工作效能相伴随的。这种思想就是，一个能够可以做出与工作有关的选择、判断、决定等等（即他具有着工作的灵活性）的工人，在工作中将更为机警，而有机会避免事故。缺乏工作的灵活性会导致低质量的工作效能，而按照科尔的观点，低质量的工作效能会产生事故。看来其基本观点是，一个有益的工作环境能增进安全。但其阐述的不明确，在工作场所中能考虑的有益项目范围不明确，使得这个理论难于试验。最多，它是一种怎样增进安全的理论而不是事故致因理论。

这种调整压力的理论，看到了不经常的或者使人分散注意的压力，易于导致事故和其他低质量工作效能。这些压力是那种降低工人警戒的临时情况，可能包括工作的变更，换了监督人、婚姻、死亡、生育、分离、疾病等等。科尔还列出了单纯是环境方面的压力来源——噪音、照明不良、过热或过冷的温度等。还有一些意义含糊的压力来源（例如时间限制）及作为事故可能原因的对于上述环境条件的检查失败。科尔提出的理论仅仅罗列了许多因素，既没有说明每一个因素怎样与事故相关，也没有说明何时相关（例如，他没有考虑人们在说明其工作环境灵活性的方式上会不同，人们对付他所说的那些压力来源的方式和有效性也不同）。仅仅是一种直觉使科尔感到这些因素影响着机警性（这个“机警”的概念从未被定义）和事故的可能性。他的理论不能实现“生活质量”变量的可能的影响。在增进对事故原因的理解方面，最多只能说是一种不佳的指导。

4. 海因里希的多米诺模型及其变种

多米诺模型描述了一个结束于伤害的致因链。此链始于（1）社会的和环境的因素，它引起（2）人的失误（不细心，无知），这引起（3）一个不安全行动或一种物理的机械的危险，这引起（4）事故事件，这导致（5）对人的伤害。这个链被比喻成一排立着的多米诺牌，其中一个牌的倒下仅是由于前一块牌倒下所致。

这个模型强烈地表现出：（a）伤害总是事故的结果（我认为这里为多米诺模型定义了“事故”）；（b）事故总是一种不安全行动或一种机械危险的结果；（c）这些不安全行动或机械危险总是人的失误的结果，等等。反之，如果人有了一种不安全行动，就将出现一个事故，而一有了事故，就会产生伤害。这些绝对的说明显然是不真实的；这些构成链的因素间

的因果关系是或然的，而非为绝对意义上的确定的。仅有某些事故引起伤害，且仅有某些不安全行动引起事故，等等。就对于事故的全面理解来说，多米诺模型是过于简单了。

后来又出现了几种对此模型的修改和变化，主要是为了让安全管理人员使用。此模型对于安全程序的吸引力是由于它的假设，即只要移去一块多米诺牌就可以消除事故（通过砍断这个链）。这些模型以及由这些模型发展而来的安全程序，都集体于中间的牌——不安全行动或机械危险——作为被移去的牌。这可以是一种实际的选择，但很清楚，对此并没有理论上的理由，因为这个理论对于每块牌给出相等的致因能力。修正的模型（见海因里希，拜特森，茹斯，1980年），无论简单或复杂，都是罗列一些可能导致不安全行动或危险的因素，但都不能确定因素间的关系。我认为这些模型的主要用途，是在事故调查过程中，以及在构造安全管理系统方面，但这两方面内容都超出了本文的范畴。

B. 多重因素：流行病学方法

事故的流行病学方法（葛登，1949）论述了疾病与事故间的相似性，认为事故的发生和易感性，可以与象结核菌素、小儿麻痹或梅毒等的发生和易感性同样的方式去理解。这种方法在描述疾病情况时要考虑当事人（遭受疾病或事故者）的特性（例如，年龄、性别、一般健康情况），环境的特性（例如，居住地区、社会状况、季节、等等），和媒介的特性（例如，病毒、细菌、毒物等等），并认为要辨识对疾病起作用的因素或辨识处于危险的人众。这种方法获得明显的成功，例如，证明在温暖季节中得小儿麻痹的危险增加。

在医学领域，这种方法的适用性在大部分有关的情况中是可以料到的，因为在这些情况中，媒介可以被识别和理解；这是典型的生物学问题，其范围是确定的，其特性和状态可以观察到而与当事人和环境无关。但对于工业事故，采用这种流行病学方法出现的困难是识别和理解有关的媒介问题。提出的一个办法是对不同的身体部位将事故分类为烧伤、切伤、坠落、破裂、扭伤等等（这看起来很象一个医学结论）；提出的另一个办法是按在事故中涉及到的能量（伤害源）的类型分类，例如，从某些机械和物体发出的机械能、电能、辐射能等。

对这种方法而言，讨论媒介本身就是一个困难，并且在事故和疾病的相似性中出现了一个主要的裂缝。为保持相似性，将媒介看做一种能量传输形式比看作损坏形式看来更适当，因为能量和病毒都是疾病或事故征兆的瞬时原因。但是，疾病的媒介总是有害的，只是轻重程度不同；而能量多是有益的，即大多数时间内它服务于其适当的功能。在流行病学方法中，媒介问题原则上可能不是什么问题，但在实际上它是一个问题，因为它在事故研究中，引入不能脱离当事者和环境变量组而独立存在的第三套变量组，需要识别和定义。

运用与疾病形式的相似性去理解事故还有进一步的不足。一般来说，流行病学家知道引起疾病的媒介是什么，而知道这一点也就知道了疾病的原因。但流行病学本身既未计划也不想要去鉴定原因；其目的更偏于去辨识：（1）产生原因的环境，和（2）感染疾病的当事人的特性。流行病学的研究不管进一步的鉴定原因（如病毒或细菌），原因是研究者们没有这方面的信息就不知道什么样的情况或事故要去调查。作为一种事故研究的模型，就上面提到的两个目的而言，流行病学方法是适当的，但仅当事故的媒介——原因被理解为就象导致疾病的病毒的和细菌的原因那样才是合适的。下一部分将要说明的主张微观测验人-机相互作用的系统方法，就达到了这种理解的水平。

然而，流行病学方法比前述的几种事故致因理论更有理论上的先进性，它明确地承认原因因素间的关系特性。换言之，这种方法认识到——即使简单，事故是三类变量组中某些类相互作用的结果，并推动了关于所有这三种类型的研究和调查程序。但这种研究必须包含大量的内容，因为流行病学不能鉴定出哪些当事人的、媒介的、环境的变量可能是更重要的。努力去记录每一个变量是不可避免的，仅取几个易处理的样品就总是留下未知的问题。无法评价做哪些研究就够了，因为这个理论没有提供明确的指导。

C. 系 统 方 法

下面将要描述的几种事故致因理论和模型相互间的类似之处是，它们的焦点都集中于人与其任务间相互关系的细节。前述的方法可能仅仅提到人-机相互作用的存在，而系统方法是要说明在这种相互作用中的心理逻辑过程，并要辨识事故将要发生时的状态特性。最重要的是与感觉、记忆、理解、决策有关的过程。以前事故理论考虑的核心变量（例如，个性类型，年龄、性别、文化，能量类型等等）在系统方法中只具有第二等的重要性，且仅当其与心理逻辑过程有关系时才有这种重要性。例如，年龄可能是有关的系统变量，但这仅仅因为其与记忆中的信息的数量和类型可能有关。

系统模型接受了由电气工程而来的共同的知识遗产，即各种控制理论、控制论或遥控学（维纳，1948）。控制理论中的核心概念——负反馈环使系统含有自修正机能。家用的恒温器就是一个负反馈环的类似例子。这个系统以室温为输入，将输入与所希望的室温（标准）相比较，如果输入低于希望值，则系统通过烧炉来减少这个温差。“负”的意思是指系统的减少输入与标准间的偏差的功能。负反馈环已被应用到人类系统和其他生物系统。例如，在识别某对象的过程中，视觉的输入与存贮在记忆中的标准特性的匹配；又如，在正确调整持球手臂运动的幅度、方向和速度的过程中。负反馈环的简单示意图见图1。

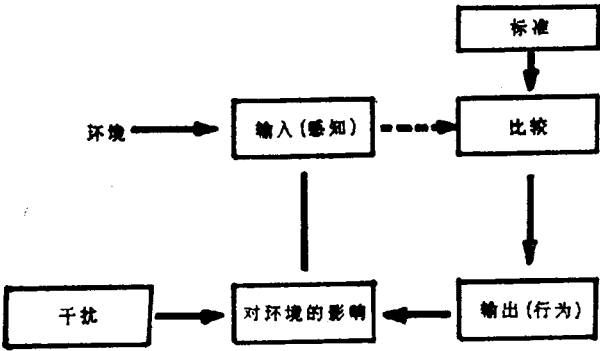


图1 负反馈环的简单示意

但对有经验的接球手来说，标准是球的轨迹的终点的估算：估出一个飞行速度和倾角，手套移动到这个预期的点。如果估算的结果还有偏差，可再做更好的调整。

职业棒球接球手（专家）能随意使用一组标准，例如，他可以发信号以要求掷球手扔出低曲线球。这可构成手套位置的标准，因为接球手可以预期球到达他手套的位置。这种预期是建立在其机械（在这里是掷球手）传递此球的信号的可靠性上的。接球手对于一种投掷型（例如快球）的预期值较准而对另一种投掷型（例如指节球）则预期值易偏。对前者需要较

为说明带有人的功能实例的反馈环的各种特性，可考虑一个棒球接球员的职责。其职责是使手套的位置与球的最终位置相含，要把手套的位置去和球的位置相比较，比较者要注意任何偏差。接着的行动是改变手套的位置（行为输出影响环境）。手套位置的比较和调整要不断重复直到位置相配。此例的有趣问题是标准的特性。

对新手来说，标准可能是球的位置；

少的调整，而后者则需要不断的调整和不断的警惕。

这种系统中泛含着误差的可能性：输入不能准确地代表环境（感觉误差），标准对任务而言是不适当的（理解误差），输出不满足任务的要求（技能不足），以及环境中的任何扰动（例如在棒球的例子中，突然的一阵风，或触点脏污）要求选择新的标准。这些可能性中的任何一个都会导致球落——失误或事故。按照系统理论的观点，一旦机械（运行系统）的性能和操作者的性能间失配，就会发生事故。这时，损坏或伤害或者发生，或者不发生。

下面讲述的几种模型都用普遍系统理论的观点去观察工业事故。系统理论关注人、机械和环境之间的相互作用、反馈和调整，并能指出促成事故事件的当时的事件序列。

1. J·瑟利(1969)：人类工程方法

对于一个事故，瑟利的模型考虑两组问题，每组包含三个心理学的成份：对事件的感知，对事件的理解（认识活动），行为响应。第一组关注危险的构成，以及与此危险相关的感觉的，认识的和行为的响应。第二组关注于瑟利称之为危险放出期间的这三个相同的成分，在此期间，如果不能避免危险，则将产生损坏或伤害。图2是此模型的示意图。

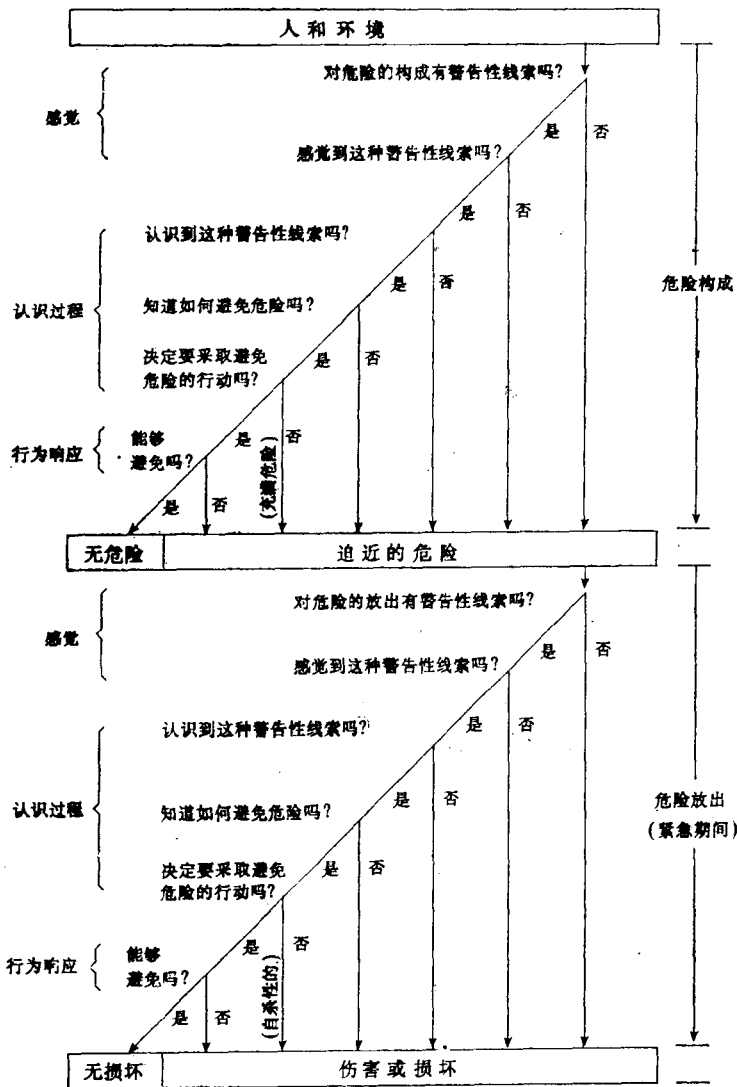


图2 瑟利模型示意图

知，对事件的理解（认识活动），行为响应。第一组关注危险的构成，以及与此危险相关的感觉的，认识的和行为的响应。第二组关注于瑟利称之为危险放出期间的这三个相同的成分，在此期间，如果不能避免危险，则将产生损坏或伤害。图2是此模型的示意图。

每组的每个成分通过一个或几个问题来描述。与危险构成组相关的问题从问“对危险的构成客观存在着警告性的线索吗。”开始。这个问题只问讯关于环境的瞬时状态，并且可再被问成“环境中是否存在着两种运行状态（安全的和危险的）的可感觉到的差异。（危险的运行状态，是如果不采取避免行动则损害或伤害可能发生的状态）”？为了知道危险线索的存在及性质，在正常运行期间密切观察环境是需要的（工作经历在理论上能提供这种信息，但实际上还不够）。瑟利模型这个

特性的附带含义是其含蓄地承认危险可以没有与其有关的可感觉到的线索；这样，某些事故可以是不能避免的，因为其发生前无警告性信息。瑟利模型第二组的第一个问题，即询问关于喻示危险放出的线索存在与否的问题，也有类似的含义。

每组的第二个问题是：“如果有线索，能被操作者察觉吗？”这个问题是询问操作者对危险线索的感觉能力。这里涉及到最基本的人的因素/感觉，例如，视力的敏锐程度，对信号的听力检测能力，动觉性等等。与此问题有关的是“干扰”的影响，需要特别地注意。在这种情况下，可能察觉不出危险线索，这并非操作者方面缺乏警惕，而是在这样的运行环境中，人的感觉系统不能发现危险线索。如果已知存在危险线索，而干扰或过度留心妨碍了对危险线索的发现，则应安装能改变或放大危险线索信号的仪器以使操作者能发现危险线索。

对于每组的认识成分，瑟利提出三个问题，这三个问题是关于（a）危险线索的含义，（b）操作者关于避免危险的行为响应的知识，及（c）决定避免与否。理解危险线索的含义就是理解和认识该线索，即有实际危险信号时环境的特殊变化。一声尖叫，一种运动，或者常见物体不见了，对操作者而言都可能是一种已知的或未知的危险线索。要能认识，就要求操作者知道对具体的运行来说，危险线索都是什么，并且知道每个线索都意味着什么危险。第二个问题指出了需要具备避免危险的行为响应的知识。这些行为响应可能是简单的（如关闭机器），也可能是复杂的，但通过训练，所有这些响应对于避免危险都是有益的。然而，瑟利模型说得很清楚，如果操作者不理解，不认识危险线索，则避免危险技能的训练也是无济于事的。认识可能发生什么是认识怎样消除可能的危险的前提。

下一步即关于避免危险的决定是此模型最有意思的特点。它说明操作者在察觉危险之后可以采取不管的态度。通过在事故模型中包含这样一步，瑟利表明在危险线索与危险放出之间存在着一种概率的关系，而不是精确的关系（虽然模型的这种特性没有说的很明显）。忽略危险线索的决策只是表明这样一种意思，即操作者知道危险线索有时并不意味着将要发生事故，伤害或损坏。在这一步，操作者判断危险及其“放出”的可能性，并考虑这样一种因素，即与避免危险的行为响应有关的各种花费和利益（例如，停产时间，产品损失，安全）。与决策有关，考虑操作者自己感到的其避免危险放出的能力也是必要的。这里考虑的是，一个有经验的胜任的操作者可在第一组期间冒很大的风险，相信他的技能完全能够避免危险放出。

人们可以设想客观的危险——即由危险线索招致的危险放出的实际可能性——和一种主观的危险——即操作者对这种可能性的估价。偏低的估价会导致比操作者的认定更多的危险放出情况，而过高的估价又会由于操作者不必要的避免行动导致低生产率。影响对危险及其可接受性，可能性的估计的变量在心理学文献中已被研究到一定的程度（例如，斯洛维克，菲斯朝夫和雷奇坦斯顿，1976年；卡尼门和沃斯盖，1984）。例如，卡尼门和沃斯盖说明，危险的被指明和被避免，依靠人们对选择结果的想法。如果可能的选择结果（被描述成）是损失，那人们宁愿有危险，而如果可能的选择结果（被描述成）是增益，那人们要避免危险。然而，直接有助于理解工业装置中危险的决策理论还必须再发展（即使已存在这些概念在事故研究方面的有用扩展的可能性）。

每组的最后一个问题是关于行为成分：“所采取的行动是/能成功地避免危险的吗？”这里清楚地指出了运动的技能（例如，迅速，敏捷，准确），但瑟利模型的更细微的含意是，即

使行为响应是正确的，有时也不能避免危险。随机变异性或随机失误（在统计的意义上）是此模型的基本观念之一，它认为同样的行为并不是什么时候都在多方面恒等，而是从某次到下一次会稍微有些变化，例如速度或准确性。一秒或更短的反应时间可以避免的危险在大多数时间内都能被避免，但不是所有时间都能被避免。因为人的反应时间平均为900毫秒，响应速度的变化可能是，反应时间超过了临界时间1秒的5%；在这种情况下，由于人的运动响应系统中固有的变异性或失误而导致伤害或损坏。这是一种人不能控制的失误。

以一种类似的方式，人们可以设想与危险放出机制相联系的变异性。对某些特定的危害，危险线索提示危险放出将在2分钟后（平均来说）发生。但在危险放出时间上的变异性意味着，可能在很少数时候只有1½秒能容许用来做出必要的避免危险的响应，而这个时间可能少于为避免危险放出所需要的时间。在某些情况下，这种变异性可以通过机械的改进，维护的改进或避免行动的技能改进而减小，但系统的固有变异性的概念认为：会有一个较低的界限，超过这个界限就没有更多的时间、努力或金钱能够清除这种系统的变异性。这种情况下人们就真可以说“事故将发生”，问题是系统内能容许多大的变异性。

2. 安德森等（1978）：瑟利模型的扩展

安德森等（1978）曾在分析60件工业事故中用过瑟利模型及其提出的问题，并且断定其提出的问题中存在相当的缺陷。他们正确地指出，瑟利模型清楚地处理了有关操作者的问题，但未处理运行过程（即机械及其周围）通过对瑟利模型增添预先的一组问题/步骤安德森等使瑟利模型中隐含的意思明确了。这组问题是有关危险线索的来源及可察觉性，运行系统内的波动（变异性），以及控制和/或减少这些波动到和人操作者的行为波动相一致的点的潜力。在如瑟利所阐述的人类/心理学过程的同样的水平上，他们通过指明对工作设置的关注，

使瑟利模型变得有用和协调。（见图3他们对瑟利模型的增添）。

安德森等人提出的新问题的某些方面在对瑟利模型的讨论中已说过了，这里不再重复。遗憾的是，安德森等人对他们提出的问题中的一些问题的含意时常说得不很清楚，因此我对他们的扩展模型中步骤的阐释可能不能准确地反映

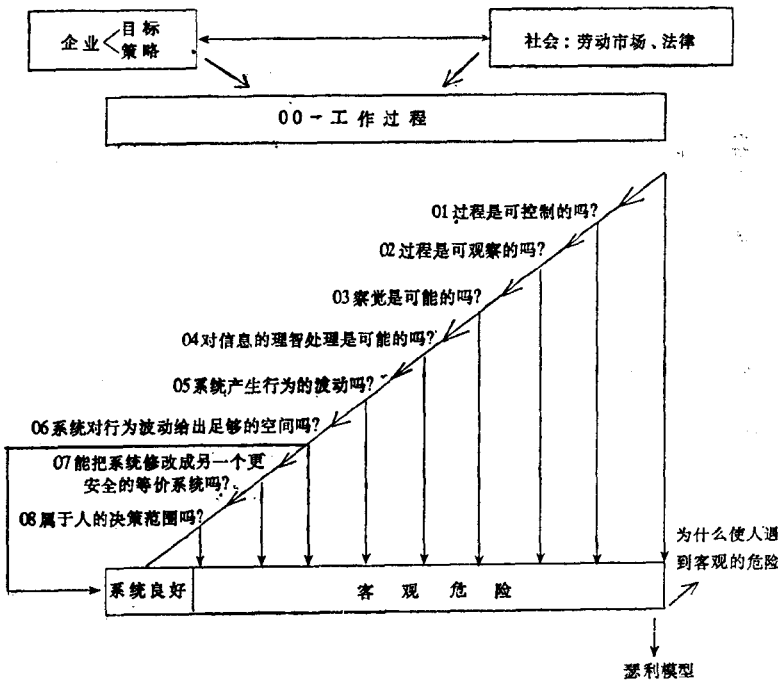


图3 瑟利模型的扩展示意图

他们模型的意图。安德森的增添始于对可控制系统（一个不可控制的系统，例如闪电，不能为模型的开始组所掌握），问及系统是否是能观察到的／或者是技术性地（通过设备）或者是感性地（通过人的感官）观察到。问题“察觉是可能的吗？”问及可能阻碍对工作过程察觉的背景的噪声、照明、栅栏等等。下一个有关的问题是，人对观察系统运行的准备充分与否，即，操作者知道系统是怎样工作的吗？其间造成了什么噪音或运动？与这点分析相关的考虑是运行造成的疲劳、压力、警惕性的降低使准确观察系统受到妨碍的程度。注意到提出的问题和关注与瑟利模型中第一步所启发的相类似，只是，安德森等人的增添是直接针对整个系统而非仅针对具体的危险线索。

下两个问题是关于操作者性能的变异性，变异性多大，运行系统是否提供了足够的时间和空间以适应行为的波动。如果是，则可以认为运行系统是安全的，否则必须对系统做修改（机器或程序）以容许行为变异的预期范围。提到以下一点是重要的：一个安全的系统不能使危险“自由”；在安全系统中，危险是知道的，可观察到的，能控制的，被最小化的和／或可避免的，因为它被设计成已知具有一定的人类作用变异性程度。安德森等人模型的其余部分是关于操作者避免危险的行为响应的内容，类似于瑟利模型的方式。

对于瑟利模型和安德森等人的扩展模型，理解工业事故致因的关键在于理解两方面：（1）细微理解实际运行，工具、物料、机器和程序的变异性；（2）在运行结构中操作者察觉的和机动的能力。简而言之，对任何系统都需要进行认真的研究，以了解怎样它才能正常工作，怎样它会发生故障。

3. 海尔和海尔模型（1970）：预期，技能，决策

海尔和海尔（1970）认为当人们在对付事情的真实状况时失败，或者说对事情的真实状况不能做出适当的响应时，事故就会发生；而是否造成伤害或损坏的结果与他们的定义无关。

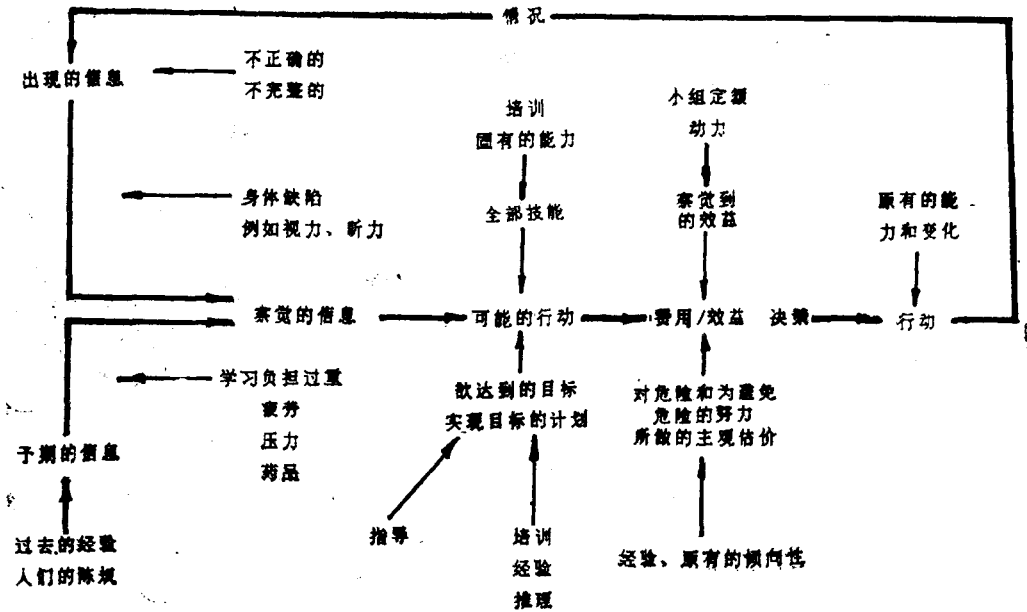


图4 海尔和海尔模型示意图

象瑟利一样，海尔和海尔模型也集中于“进行中”的运行，集中于操作者与运行系统间的相互作用。这一点通过把模型描述成一个闭环清楚地显示出来。他们的反馈环考虑了以下的部分：（1）情况被察觉，（2）信息被处理，（3）操作者行动以改变形势，（4）新的察觉、处理、响应，等等。图为模型的示意图。

信息包括对操作者可用的正运行的系统的信息。这种信息可能是不正确的（例如，由于仪器的故障）或不完整的（某些关于系统的信息操作者是得不到的，某些是不能察觉的），这两种情况都可能导致行动性能的失误。在这方面海尔模型与瑟利模型差别不大，只是瑟利模型关于这个方面的过程内容更广泛。

但海尔和海尔还认为所预期的信息的作用相当于操作者对运行系统所觉察的信息的一种贡献。他们认为预期经常指导对信息的察觉和选择。预期比对系统可能呈现出的信息的理解要多，它还包含产生事物特殊状态的可能性或似然性。预期主要包括的是事情的经常的或典型的状态，并且也可能包括少量关于系统失常或者低可能性事件的信息。就预期指导感觉而言，可能发生两种类型的失误：（1）操作者可能“感觉”到呈现出典型的特性而事实上并没有；（2）操作者可能没有察觉出间或出现的低可能性的特性。还有，当出现的信息不完全时，预期却可能遍及各处。海尔和海尔认为。如果过分依赖以牺牲出现的信息为代价的预期信息，就很象那种定型的和重复性的任务（随时间变化少的任务），在这种情况下，操作者察觉出现的信息的注意力和能力被削弱（例如，压力、疲劳、吃药等等会使保持警惕太吃力甚至不可能）。

行为的决策根据觉察到的信息，而在这点上，训练、经验，及对正运行的系统的理解是重要的因素。觉察到的信息说明了正运行的系统的状态，如果系统表现出正常，则采取正常的行动。训练和经验一般提供了关于采取正常行动的知识，而在这种情况下发生事故被归因于缺乏采取适当行动的知识。对系统的不正常情况的反应需要不同的知识和/或技能，训练和过去的经验可能提供、也可能提供不了这些知识和/或技能。与瑟利一样，海尔和海尔指出操作者需要理解运行中的系统情况，无论它的正常状态还是可能的不正常状态，并需要理解适合于每一种状态的行动。

海尔和海尔模型包括了对于操作者采取的行动的决策步骤。除了包括在瑟利模型中的考虑（这些考虑基于系统中的危险）之外，海尔和海尔建议还要考虑对于危险和决策的一些额外的因素，它包括群体标准和刺激因素。虽然海尔和海尔没有对这些因素详加定义，但我认为他们是希望包括关于这样一种考虑，即操作者对危险容许极限的可接受水平是怎样被以下因素所影响：（1）同伴可接受的危险水平；（2）操作者对时间损失与生产速度相比的价值的判断，例如，这可作为改变其危险容许水平的一种刺激。

最后，按照海尔和海尔模型，由于对系统做出的适当响应的变异性，可能产生失误。海尔和海尔把瑟利模型中仅仅是隐含的意思说得很清楚，我对瑟利模型关于性能变异性的阐释同样可以用于海尔模型。

响应行动之后运行系统会发生变化，使操作者返回模型的信息阶段。海尔和海尔在他们的环的返回信息处加入一个监测功能，操作者将周期性地观察运行系统以看到正常的状态仍然存在。建议监测频率对于较好实行的工作任务（例如，定型的任务）应较低，而对于未实行过的任务应较高。虽然海尔和海尔不那么提，但他们的意思是在两次监测时间之间的时间内

被预期的信息成为被察觉的信息的唯一来源。看来事故是在这段时间内发生，因为此时操作者正专心致力于其正规的工作行动而未顾及真实情态。只有当系统的反常发生在正在监测系统时，才会有相应的响应行动。因此，对于系统的监测频率成为事故致因的重要因素。

尽管海尔和海尔模型与瑟利模型在方式上有差别，但他们关于事故原因和事故发生过程的观点是高度一致的。前者与后者的区别在两个主要方面：（1）他们将预期看作察觉的信息的一个相当的贡献者；（2）他们建议对运行系统的观察（监测）可以是周期性的而非连续的。这些新观点带来了一些问题，例如，与通过察觉出现的信息比较，是什么决定预期信息的威力？对于一个具体的运行系统，怎样才能确定适当的监测频率？

4. 海尔和海尔模型的发展

斯迈利和阿尤布（1976）扩展了海尔和海尔模型，即在每个阶段加入了输入和输出可能性的确定。最值得注意的改善是叙述了关于出现的、预期的和所察觉的信息间可能的组合。当出现的信息与预期的和察觉的信息一致时，系统运行正常，这时随以正常的运行行动。但是以下三种可能性将导致对系统的扰动，并需要某些相应的响应，这些响应可能是不同于正规的和没怎么学过的：（1）出现的信息与预期的信息不一致，这种不一致被察觉出；

（2）出现的信息与预期的信息一致，但这种一致却没被察觉出；（3）出现的信息与预期的信息不一致，但没被察觉出。第一种情况，操作者知道系统存在反常，并采取改正的行动。第二种情况，操作者认为系统存在反常，然而事实上系统正常，遂采取与情况不相适应的改正行动。第三种情况，操作者没看出系统运行不正常，当然就不能采取适当的避免危险的行动（斯迈利和阿尤布关于这三种可能性的发展，包含着很大的模糊性。上述我对他们发展的说明与海尔和海尔模型是一致的，我可能不能代表他们所要指的意思）。

通过对基于上述思想的过程的计算机模拟，斯迈利和阿尤布具体应用了他们对海尔和海尔模型的发展。虽然他们的想法是值得称赞的，但相对于模型的复杂性他们实施的模拟是不够妥当的。既然真要模拟，那模拟就应代表重要的心理过程，但在模拟中所含的变量只是在最粗略的水平上（例如，对“经验”只有两个值：有或无），且所包括的多数变量是第二性的，非主要的（例如，一天内什么时间、温度等等）。斯迈利和阿尤布努力进行对模型的模拟的做法是正确的。由于系统方法既能确定人机相互作用的时间过程，又能确定这种作用的细节，故适宜于应用计算机模拟。

为了不同的目的，即作为事故调查和分析的一种工具，柯列特和基尔班柯（1978）增补了海尔和海尔模型。他们对于调查过程提出了一系列要回答的问题，主要针对海尔和海尔模型中事件的序列。他们问及出现的信息的完整性和正确性，以及可能妨碍察觉这种完整性和正确性的实际物体。他们还试图通过问及是否发生过类似事件，发生多少的程度，操作者是否明瞭那些以前的事件等等，来获得与操作者的预期有关的信息。但提出的这些问题对于要获得预期的信息来说远远不够。事故调查是在事故发生之后开始的。这些问题可能是关于操作者预期信息的唯一来源，但这样得到的关于运行系统特性的原始数据是不能利用的。柯列特和基尔班柯为用于实际调查去改良系统理论的努力是一种应当的和高尚的行动，但应强调细致理解正在正常运行的系统的必要性（从瑟利模型及海尔和海尔模型都可清楚地看出这种必要）。

5. J·撒利（1977）：理论指导研究的实例