

人的可靠性分析

——人因差错风险评估与控制

王黎静 王彦龙 编著



航空工业出版社

人的可靠性分析—— 人因差错风险评估与控制

王黎静 王彦龙 编 著

航空工业出版社

内 容 提 要

本书是一部人的可靠性分析论著,系统地介绍了人因差错风险评估与控制相关的理论和方法。书中概述了人的可靠性分析的相关定义、发展和流程;介绍了人的可靠性分析的理论基础;基于人的可靠性分析的一般流程,分别从分析过程、验证与应用、资源需求、优势和局限等方面,介绍了常用的任务分析方法、人因差错识别方法、人因差错概率量化方法、后果分析与风险评价方法以及风险降低方法等;最后列出了人的可靠性分析在航空、煤炭和石油行业的三个应用示例,用于说明实施流程。

图书在版编目(CIP)数据

人的可靠性分析:人因差错风险评估与控制 / 王黎
静, 王彦龙编著. -- 北京: 航空工业出版社, 2015. 5
ISBN 978 - 7 - 5165 - 0790 - 2

I. ①人… II. ①王…②王… III. ①人-机系统-可
靠性理论-研究 IV. ①TB18

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 103270 号

人的可靠性分析——人因差错风险评估与控制
Ren De Kekaoxing Fenxi——Renyin Chacuo Fengxian Pinggu Yu Kongzhi

航空工业出版社出版发行

(北京市朝阳区北苑 2 号院 100012)

发行部电话: 010 - 84934379 010 - 84936343

三河市华骏印务包装有限公司印刷

全国各地新华书店经售

2015 年 5 月第 1 版

2015 年 5 月第 1 次印刷

开本: 710 × 1000 1/16

印张: 16.5

字数: 335 千字

印数: 1—2000

定价: 48.00 元

序

随着科技的发展进步,技术系统的可靠性得到了显著提高。然而,这种提高并没有避免诸如印度博帕尔化工厂毒气泄漏、切尔诺贝利核电站事故、三里岛核电站事故、“挑战者”号航天飞机失事、法航 447 空难等重大灾难事故的发生。究其原因,这是由于人的可靠性并没有随着科技的进步而改善,人因差错的影子总是出现在这些事故中。正如永动机不可能制造出来一样,人因差错也不能 100% 地避免,犯错是人的一种本质。随着技术系统和设备可靠性及安全性的日益提高,人机系统的可靠性越来越多地取决于人的可靠性,人逐渐成为工业或交通运输事故的主要肇事者。一般认为,人因差错导致了 60% ~ 90% 的工业和交通事故。

由于人参与到了系统的设计、制造、运行和维护整个生命周期,如果不解决人的可靠性的问题,就难以改善安全性,这种认识已经成为世界各领域的共识。为此,世界各国的学者以及相关领域和管理部门都越来越重视人的可靠性方面的研究。自从 20 世纪 60 年代确立人的可靠性分析学科以来,国外学者已经提出了许多人的可靠性分析方法,目前已经发展到第三代。国际民航组织(ICA0)、美国原子能委员会(NEA)、美国联邦航空管理局(FAA)、英国健康与安全执行委员会(HSE)等都颁布了人的因素和人的可靠性方面相关标准和指导文件。

近些年来,人的可靠性研究在国内也逐渐受到重视,展开了越来越多的相关研究,并在航空航天、核电、海上石油平台等高风险领域得到了应用。为支持我国大飞机研制工作的顺利进行,我国近几年展开了多项基础理论和方法专题研究。其中由中国商用飞机设计研究院牵头的“973”项目“民机驾驶舱人机工效综合仿真理论与方法研究”和“十二五”项目“民机驾驶舱人机工效评估及操纵设计技术研究”都强调了对航空中人因差错的分析、评估和控制理论及方法的研究,这也是本书编著工作的项目支撑。

本书旨在全面、系统地介绍目前已有的各种人的可靠性分析理论和方法,使读者纵览全貌,能够对不同的方法进行比较,以便在实际应用中根据情况选择合适的技术手段。为此,本书第 1 章首先介绍了人的可靠性分析的相关概念、目标、特点以及该学科的发展历程,进一步明确了完整的人的可靠性分析流程;第 2 章介绍了比较重要的相关理论基础,包括人因差错、行为形成因子和事故模型

等；第3~第7章按照人的可靠性分析的流程，选择各步骤可用的典型方法进行了充分描述，力图使本书能够成为实用的人的可靠性分析指南；第8章提供3个有关人的可靠性分析分别在航空、煤炭和石油领域的应用，供读者参考。

目前，我国在人的可靠性研究方面的努力，主要集中在对已有方法在具体行业的应用和改进方面，而国内系统地介绍人的可靠性分析的专著尚不多见。本书的初衷便是帮助国内相关人员对人的可靠性分析有一个全面认识，进而推动国内在该领域的原创性研究进展。然而，由于作者能力有限，书中错误或不妥之处还请指正。

作者

目 录

第1章 概述	(1)
1.1 人的可靠性分析	(1)
1.1.1 人因事故	(1)
1.1.2 人的可靠性分析定义、目标及意义	(2)
1.1.3 人的可靠性分析特点	(3)
1.2 HRA 方法的发展及分类	(4)
1.2.1 第一代 HRA 方法	(5)
1.2.2 第二代 HRA 方法	(7)
1.2.3 第三代 HRA 方法	(9)
1.3 HRA 的一般流程	(13)
1.3.1 任务分析	(14)
1.3.2 人因差错风险识别	(15)
1.3.3 风险可能性/HEP 量化	(16)
1.3.4 后果分析	(17)
1.3.5 风险评价	(18)
1.3.6 风险降低	(19)
1.4 HRA 理论和实践中的问题	(20)
1.5 本章小结	(22)
参考文献	(22)
第2章 人的可靠性分析基础	(27)
2.1 人因差错	(27)
2.1.1 人因差错及人因差错概率的定义	(27)
2.1.2 人因差错分类	(28)
2.1.3 人因差错的成因	(33)
2.2 行为形成因子 (PSF)	(35)
2.2.1 PSF 定义	(35)
2.2.2 PSF 的使用	(35)

2.2.3 PSF 分类	(36)
2.3 事故模型	(46)
2.3.1 顺序事故模型	(48)
2.3.2 能量与屏障模型	(51)
2.3.3 事故因果顺序模型	(54)
2.3.4 流行病学事故模型	(60)
2.3.5 系统事故模型	(68)
2.4 本章小结	(82)
参考文献	(82)
第3章 任务分析	(89)
3.1 层次任务分析法	(90)
3.1.1 方法简介	(90)
3.1.2 分析过程	(90)
3.1.3 应用	(92)
3.1.4 资源需求	(93)
3.1.5 优势和局限	(93)
3.2 表格任务分析法	(94)
3.2.1 目标和应用	(94)
3.2.2 分析过程	(95)
3.2.3 资源需求	(97)
3.2.4 优势和局限	(97)
3.3 子目标模板法	(97)
3.3.1 方法简介	(97)
3.3.2 分析过程	(100)
3.3.3 应用领域	(101)
3.3.4 资源需求	(101)
3.3.5 优势和局限	(101)
3.4 关键决策法	(102)
3.4.1 方法简介	(102)
3.4.2 分析过程	(102)
3.4.3 验证与应用	(105)
3.4.4 资源需求	(105)
3.4.5 优点及局限	(105)

3.5 本章小结	(106)
参考文献	(106)
第4章 人因差错识别	(109)
4.1 动作差错模式分析	(109)
4.1.1 方法简介	(109)
4.1.2 分析过程	(110)
4.1.3 资源需求	(111)
4.1.4 优势和局限	(111)
4.2 人因 HAZOP	(112)
4.2.1 方法简介	(112)
4.2.2 分析过程	(113)
4.2.3 验证与应用	(116)
4.2.4 资源需求	(116)
4.2.5 优势和局限	(117)
4.3 SHERPA	(117)
4.3.1 方法简介	(117)
4.3.2 分析过程	(118)
4.3.3 应用与验证	(120)
4.3.4 资源需求	(121)
4.3.5 优点及局限	(121)
4.4 本章小结	(122)
参考文献	(122)
第5章 人因差错概率量化	(125)
5.1 人因差错率预测技术	(125)
5.1.1 方法简介	(125)
5.1.2 分析过程	(126)
5.1.3 验证与应用	(132)
5.1.4 资源需求	(132)
5.1.5 优势及局限	(132)
5.2 人因差错评估和减少技术	(133)
5.2.1 方法简介	(133)
5.2.2 分析过程	(135)
5.2.3 验证与应用	(136)

5.2.4	资源需求	(136)
5.2.5	优势和局限	(137)
5.3	认知可靠性和差错分析方法	(138)
5.3.1	方法简介	(138)
5.3.2	追溯分析过程	(139)
5.3.3	预测分析过程	(141)
5.3.4	应用与验证	(146)
5.3.5	资源需求	(146)
5.3.6	优势和局限	(147)
5.4	人因事件分析技术	(147)
5.4.1	方法简介	(147)
5.4.2	分析过程	(148)
5.4.3	验证与应用	(151)
5.4.4	资源需求	(152)
5.4.5	优势及局限	(152)
5.5	SLIM - MAUD	(153)
5.5.1	方法简介	(153)
5.5.2	分析过程	(153)
5.5.3	验证与应用	(155)
5.5.4	资源需求	(155)
5.5.5	优势与局限	(155)
5.6	本章小结	(156)
	参考文献	(156)
第6章	后果分析和风险评价	(159)
6.1	后果分析	(159)
6.1.1	伤害对象	(160)
6.1.2	后果类型和严重度	(160)
6.1.3	后果集	(162)
6.2	风险评价	(164)
6.2.1	风险接受准则	(165)
6.2.2	ALARP 原则	(168)
6.2.3	风险矩阵	(171)
6.2.4	FN 曲线	(175)

6.3 本章小结	(177)
参考文献	(177)
第7章 风险降低	(179)
7.1 安全屏障的定义	(180)
7.2 安全屏障的分类	(182)
7.2.1 按照屏障来源分类	(182)
7.2.2 按照屏障目的/功能分类	(182)
7.2.3 按照屏障性质分类	(184)
7.2.4 按照屏障的位置分类	(189)
7.2.5 其他分类方法	(189)
7.3 安全屏障的属性	(190)
7.3.1 PSA 的评价标准	(190)
7.3.2 霍纳格尔的评价标准	(191)
7.3.3 ARAMIS 的评价标准	(191)
7.3.4 斯克莱特的评价准则	(192)
7.4 能量流/安全屏障分析	(194)
7.4.1 简介	(194)
7.4.2 分析过程	(195)
7.4.3 应用	(196)
7.4.4 资源需求	(196)
7.4.5 优势和局限	(196)
7.5 保护层分析	(197)
7.5.1 简介	(197)
7.5.2 分析步骤	(198)
7.5.3 资源需求	(203)
7.5.4 优势和局限	(203)
7.6 安全屏障与运营风险分析	(204)
7.6.1 方法简介	(204)
7.6.2 分析过程	(204)
7.6.3 资源需求	(212)
7.6.4 优势和局限	(212)
7.7 工业事故风险评估方法	(213)
7.7.1 简介	(213)

7.7.2	目的	(214)
7.7.3	安全屏障最小要求	(214)
7.7.4	识别安全功能和屏障	(215)
7.7.5	估计安全屏障的置信水平	(215)
7.7.6	设定风险降低目标	(218)
7.7.7	示例	(218)
7.8	本章小结	(222)
	参考文献	(222)
第8章	应用	(228)
8.1	HRA 在航空中的应用	(228)
8.1.1	工作分析	(228)
8.1.2	确定认知行为	(229)
8.1.3	评价 CPC	(230)
8.1.4	辨识认知功能失效模式	(230)
8.1.5	确定子任务 CFP	(231)
8.1.6	计算整体失误差率	(231)
8.2	HRA 在煤炭领域的应用	(232)
8.2.1	任务分析	(232)
8.2.2	人因差错概率量化	(234)
8.2.3	后果严重度分析	(236)
8.2.4	风险评价	(238)
8.2.5	风险降低	(238)
8.3	HRA 在石油行业的应用	(241)
8.3.1	系统描述	(241)
8.3.2	任务分析	(242)
8.3.3	人因差错识别	(242)
8.3.4	人因差错建模	(243)
8.3.5	人因差错量化	(243)
8.3.6	影响评估	(245)
8.3.7	风险降低措施	(246)
	参考文献	(246)
	缩略词	(249)

第 1 章 概 述

人非圣贤，孰能无过？犯错误是人的本质。硬件可靠性理论的发展完善，并没有避免灾难性事故的发生，特别是印度博帕尔化工厂毒气泄漏、切尔诺贝利核电站事故、三里岛核电站事故、“挑战者”号航天飞机失事等重大灾难事故。人们逐渐认识到了人的行为对系统的总体可靠性有着重大影响，开始尝试将人的因素纳入到系统可靠性评估中，并逐渐发展完善成为一个独立的学科——人的可靠性分析（Human Reliability Analysis, HRA）。为了使读者对人的可靠性分析有一个总体认识，本章从人的可靠性分析的基本概念、发展历史、目标和流程，以及目前在理论和实践中的问题等方面，对人的可靠性分析做了总体概述。

1.1 人的可靠性分析

1.1.1 人因事故

对于绝大多数的技术系统，在生命周期各个阶段，从设计到制造、运行、管理、维护，再到系统升级、淘汰或废弃，都会有人的参与。但是，人们犯错误总是在所难免的。人犯的错误，本书中称之为“人因差错”，往往会导致意外的事故或事件，这些由人因差错作为直接或间接起因而发生的事故，称之为“人因事故”。

随着科技进步，技术系统和设备的可靠性和安全性日益提高，人机系统的可靠性越来越多地取决于人的可靠性，人逐渐成为工业或交通运输事故的主要肇事者。一般认为，人因差错导致了 60% ~ 90% 的工业和交通事故，这其中包括许多重大灾难事故，如印度博帕尔化工厂毒气泄漏、切尔诺贝利核电站事故、三里岛核电站事故、“挑战者”号航天飞机失事等。表 1-1 给出了不同行业中人因事故所占的比例。具体在航空领域，根据国际民航组织（ICAO）统计，人的因素已经占到了飞行事故致因因素的 75% 左右。这可能还是一种保守的说法，因为实际上人参与了系统生命周期的各个阶段，几乎所有的事故最后都可以追溯到某一类人因差错或者设计早期的决策失误。霍纳格尔（Hollnagel, 2005）的说法也支持这一观点：

因为没有哪个系统自我建造的，也几乎很少有哪个系统能够完全自动运行，更没有哪个系统可以真正做到自我维护，把失效的原因归咎到人肯定是没有问题的。……因此，有人犯下了错误这种假设几乎一定是正确的。

表 1-1 各行业事故中人因事故所占比例（摘自阳富强等人，2009）

行业	人因事故所占比例	资料来源
核工业	70% ~ 90%	Isaac 等人，2002 年
航空航天	≥90%	FAA，1990 年
石油化工	>80%	Bea，1998 年
航海船舶	80%	Department of Transport Marine Directorate，1991 年
矿山	85%	蔡明悦，2008 年
电力行业	70% ~80%（法国）	何学秋，2000 年
道路交通	57% 完全由人因引起，90% 包含人因贡献	Green，1999 年

1.1.2 人的可靠性分析定义、目标及意义

人的可靠性是指在规定的条件下和规定的时间内，使系统可靠或可用而必须完成的那些人的活动成功执行的概率。

人的可靠性分析是以分析、预测、减少与预防人因差错为研究目标，以行为科学、认知科学、信息处理和系统分析、概率统计等理论为基础，对人（包括操作人员、维护人员和系统中其他人员）的可靠性进行分析和评价，它是人因工程学的延伸和发展，将人的特征和行为的相关资料以及信息应用于指导对象、设施和环境的设计，已逐渐形成一门相对独立的新兴学科。

HRA 主要目标包括（原子能委员会（NEA），2004）：

（1）保证能够系统性地识别和分析关键性的人员活动，结果可以在风险分析中使用并且可以追溯；

（2）量化人员成功和失败的概率；

（3）给出提升人员绩效的建议，比如，改进人机界面、工作程序和人员培训，更好地将任务要求与人员能力匹配，尽量减少人因差错之间的相互关联等。

HRA 是一种系统的技术，指导人因事故的分析以及系统中人因差错的预测和安全审查，可用于回溯性分析和预测性分析。通过对人因差错的回溯性分析，找到差错的原因，达到从源头上减少和消除人因差错，有利于知识经验的学习以及数据的收集，防止人因差错的重复发生；通过预测性分析，审查人所处的情境（如任务、规程、组织结构等）中可能存在的缺陷或易诱发人因差错的环节，预

测可能发生的人因差错及发生概率，识别人因差错对系统风险的贡献，通过采取适当的策略改进系统/设备和组织的设计，以及通过加强操作人员和组织的相关培训等措施来预防可能发生的差错。

HRA 一般是定量分析（如果是定性分析，将缺少其中的风险可能性/HEP 量化一步），主要关注的是人因差错概率（Human Error Probability, HEP）。对人因差错概率进行量化，可以比较不同差错的概率，并可以将量化的 HEP 作为定量风险评估的输入。

随着社会发展进步，民众越来越需要了解复杂技术系统（如核电厂、化工厂等）的运行对于公众的风险究竟有多大。如果不把人因差错对于这种风险的贡献考虑进去，那么很显然，任何风险评价都将过于乐观。因此，在概率风险分析（Probabilistic Risk Analysis, PRA）中正确地考虑人因差错及其概率的定量化十分重要。对于人因差错概率的真实客观评价是 HRA 的主要目标，它可以揭示系统的薄弱环节和人机界面设计中的问题，从而对系统设计进行改进，或者采取一定的防范措施。HRA 还可以进一步通过评估这些防范措施的有效性，确认措施对人因差错风险的影响，以确定是否需要采取进一步的措施。总之，通过 HRA 方法可以实现：

- 对潜在或认为可能发生的人因差错进行定量估计；
- 通过涵盖人因方面因素，提升风险评估的可信度；
- 识别系统的薄弱环节和操作界面的缺陷；
- 识别预防措施或缓解措施中的人因差错的原因；
- 评估风险降低措施的效果。

HRA 可以在系统生命的任何阶段进行，从早期的设计阶段到它的使用甚至退役阶段。HRA 进行得越早，潜在的人因问题越容易解决，效费比也就越大。可是，在详细的系统设计之前，不太可能进行充分的任务和行为形成因子分析。因此，除了在项目的早期阶段识别出潜在的人因问题和人的可靠性分析要求，还要在后续的整个过程中重新检查。这样将会增加和强化人按照系统的效益和安全要求正确输入的可能性，从而减少、削弱系统功能的危害性。

1.1.3 人的可靠性分析特点

由于人类本身要比技术系统更加复杂，因此要预测我们自己可能会犯下的错误就更加困难。与硬件设备及工程的可靠性相比，人的可靠性具有如下几个特点：

- (1) 人的可靠性分析一般用于核电站、航空航天、化学工业、海上油气开采

等行业，这些领域都是复杂的社会技术系统，系统内各个部分之间的相互作用非常复杂，而且存在着强烈的耦合性。

(2) 人的可靠性分析方法一般带有较强的主观性，严重依赖专家判断。这一方面是由于 HRA 数据的缺乏，另一方面是因为人的行为本身具有很大的主观性和随机性。

(3) 产生人因差错的原因很复杂，与人的生理、心理素质，人机界面的设计，工作环境，组织因素等有关，如健康状况、性格、疲劳、知识技能、工作压力、培训不足等。

(4) 人的动作单元定义困难，在系统可靠性分析中，考虑人的可靠性时要将人的动作视为系统的单元，而对人的动作分类很难做得精确，这是因为人的动作单元失效是由人因差错引起的，而人因差错的原因又很复杂。

(5) 人能够察觉自己、他人以及技术系统的差错，并且很多情况下能够在导致后果之前加以纠正，也就是说，人的行为不仅会带来风险，同时也会带来安全。

(6) 相对其他可靠性研究而言，人因可靠性研究起步较晚，数据收集困难，缺乏相关数据（风险大的部门除外，如核工业），建立数据库的工作有待大力展开；而且，由于人的可靠性受环境、组织等因素的影响很大，特定领域的 HRA 数据并不能直接移植到其他领域。

1.2 HRA 方法的发展及分类

20 世纪 50 年代，人们意识到人的绩效对总体系统风险的影响，开始将人的因素纳入到可靠性评估中加以考虑，这就促使人的可靠性分析的产生。最早为人所知的工作是美国桑迪亚国家实验室（SNL）于 50 年代进行的复杂武器系统风险研究，其可靠性分析人员采用常规的硬件可靠性分析方法，估计人员失误对军队系统及装备可靠性的定量影响。此后，随着工业生产尤其是核工业的发展，安全性问题越来越突出，HRA 逐渐得到重视并发展。该学科的正式确立是 1964 年 8 月于美国新墨西哥大学召开的 HRA 第一次国际学术会议，会上提出了最新的 HRA 方法——人因差错率预测技术（THERP），美国人因学会会刊《Human Factors》出版了会议报告专辑。

HRA 早期的方法尝试把人当作可靠性评估中的其他硬件一样处理（例如操作者未能成功响应警报的概率是多少？）。因为这些评估一般是定量的，需要人因差错数据，这就使人们试图建立人因差错概率数据库。由于事实上人与其他部件

不同——人可以做出选择，并且会受很多环境因素影响——使得 HEP 数据库的建立变得渺茫。然而，依然有许多 HRA 方法被开发出来。这些方法混合了多种技术，考虑情境因素，使用专家判断修改基础的 HEP 值。这些情境因素被称为绩效影响因子（PIF）或行为形成因子（PSF）（例如，时间压力、分心和培训质量等）。伴随着 HRA 技术的发展，开发出了一些基于专家判断的主观判断技术，比如成对比较法（PC）和绝对概率判断法（APJ），通过充分利用专家判断来获取 HEP 以解决数据问题。

HRA 方法根据发展的大致时间可以分为三个阶段，相应的 HRA 方法也分别被称为第一代、第二代和第三代 HRA 方法，三代 HRA 方法各自的特点将在下面进行介绍。

1.2.1 第一代 HRA 方法

HRA 方法发展的第一个阶段从 20 世纪 60 年代到 80 年代中后期，主要的工作包括人因差错理论与分类研究，人的可靠性数据的收集和整理（现场数据和模拟机实验数据）和发展以专家判断为基础的人因差错概率的统计分析与预测方法。1973 年，《IEEE Transactions on Reliability》出版了关于 HRA 的专辑，大卫·迈斯特（David Meister）对当时已经出现的 HRA 方法进行了详细评述，其中介绍的绝大部分方法由于出现时间比较早，已经不再使用；个别方法经过不断改进，至今仍在应用，如人因差错率预测技术（Technique for Human Error Rate Prediction, THERP）。20 世 80 年代是 HRA 发展的黄金时期，在某种程度上，这或多或少与 1979 年发生的美国三里岛事故有关。目前在用的大部分方法都是在这个时期提出的，如成功似然指数法 - 多属性效用分解（Success Likelihood Index Method - Multi Attribute Utility Decomposition, SLIM - MAUD）方法、人的认知可靠性（Human Cognitive Reliability, HCR）方法和人因差错评估与减少技术（Human Error Assessment and Reduction Technique, HEART）等。受制于心理学、认知科学和计算机科学的发展水平，这些方法在人因差错机理分析和认知过程建模等方面普遍存在一些不足，它们着重利用结构化建模和数学计算等方式追求“精确”的分析结果。这一阶段产生的 HRA 模型的基础是人的行为理论，即以人的输出行为为着眼点，而未探究行为的内在历程。在这类模型中，对人的处理方式类似于对机器的处理。因此，基于此建立的 HRA 方法被称为静态的专家判断与统计分析相结合的第一代 HRA 方法。第一代 HRA 方法的目的主要是为定量风险分析/概率风险分析（QRA/PRA）提供输入，试图将人类活动和人因差错集成到风险分析当中。

第一代 HRA 方法有 30 种左右。按照所用数据类型进行分类，可以分为纯粹

使用专家打分的方法，如专家估计方法；使用仿真数据的方法，如维修人员绩效模拟（Maintenance Personnel Performance Simulation, MAPPS）方法等；使用多源数据的方法，如 THERP 方法等。按照是否建立或者采用操作人员认知模型进行分类，又可以分为两大类，其中专家估计方法和 MAPPS 方法都属于没有建立认知模型的一类，而 HCR 方法采用了知识相关行为（SRK）框架作为认知模型框架。除此之外，还有一些专用方法，如纯粹采用统计手段的方法、采用模糊逻辑的方法和纯粹使用实验手段的方法。

第一代 HRA 方法中最具代表性的是人因差错率预测技术，它的基本指导思想是将人的行为事先分解为一系列由系统功能或规程所规定的子任务或步骤，并分别对其给出由专家判断的人因差错概率，同时考虑使用行为形成因子（Performance Shaping Factor, PSF）在不确定性范围内进行修正，进而计算完成整个任务失败的概率。在美国，1975 年将 THERP 的 HRA 方法应用于商用核电厂系统，评价了两座核电厂 PRA 中人的差错行为及其影响程度，成为核反应堆安全性研究报告（WASH-1400）极为重要的组成部分。与此同时，在欧洲，丹麦 RISO 国家实验室、英国原子能机构、法国原子能委员会等也联合研究了 THERP/HRA 在复杂系统中的应用。在 WASH-1400 中使用 THERP 的经验最终整理成为一本 HRA 手册，使 THERP 不仅广泛应用于核电厂 PRA 研究，而且在军事系统和其他工业系统中也成为分析人因问题最重要的方法。该手册经过近 10 年的应用和多次修订，于 1983 年正式出版，这就是 NURGE/CR-1278。目前该手册仍是军事装备系统、核电厂、石油化工、航空等复杂系统中应用最普遍的 HRA 指导性文件。

因为第一代 HRA 方法是直接从传统的风险分析衍生出来的，风险分析人员非常易于理解，所以这些方法已经得到了广泛的应用。这些方法受概率风险分析/定量风险分析的影响很大，将人看做一种机械部件，而不考虑人与工作环境（包括物理环境和社会环境）的交互作用。比如，在米勒和斯温（Miller & Swain, 1987）的文章中，作者对 THERP 进行了描述：

THERP 方法是对传统的可靠性技术进行修改，以满足人员绩效相比设备绩效变数更大、关联性更多的特点……THERP 的步骤与传统的可靠性分析类似，只不过使用人员任务活动代替了设备运行输出。

第一代 HRA 方法的基本假设是：由于人本身存在缺陷，自然可能执行任务失败。正如机械和电子器件一样。因此，人因差错概率可以基于操作者任务的特征确定，并使用行为形成因子进行修正。其基本做法是将人的任务分解成一系列由系统功能或规程所规定的子任务或步骤，并通过专家判断或统计分析分别给出子任务的人因差错概率，然后考虑 PSF 的潜在影响。通过将这些影响综合，分析