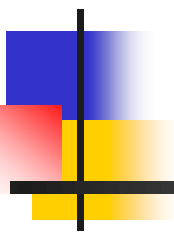


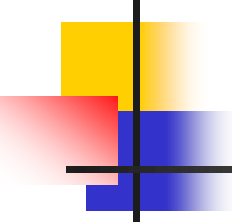
2015年海峡两岸海上安全及船舶交通管理研讨会



试论综合安全评估（FSA）的 基本内涵和总体思路与关键步骤

报告人：大连海事大学 吴兆麟

2015.3 台北



一、前言

- 自从英国首先提出并由国际海事组织（IMO）认可和推行综合安全评估（Formal Safety Assessment，以下简称FSA）以来，各成员国从事海上安全的专家学者和有关人士针对各种海上安全选题运用FSA进行了大量研究和应用工作，取得了一定进展和成果，但也在研究和应用FSA过程中存在不少问题和困惑。
- 本报告回顾提出和推行FSA的背景，澄清FSA方法的基本内涵，提出应正确把握FSA方法的总体思路，重视FSA方法的关键步骤，进而进一步提出研究和应用FSA的建议，与海峡两岸从事海上安全的专家学者和有关人士进行学术交流和探讨，以便更好地开展FSA的研究和应用。

二、提出综合安全评估（FSA）的背景



- 1988年7月6日，英国在北海上的阿尔法钻井平台（Piper Alpha）生连环爆炸，该钻井平台在3个小时内完全损毁，167人在此次事故中丧生。事后，英国政府对这起事故组织了官方调查并由此引发了安全研究方法的创新。

英国向IMO提出综合安全评估（FSA）方法



- 1993年英国海上安全局（MCA）首次向IMO海上安全委员会（MSC）第62次会议提出了综合安全评估（Formal Safety Assessment, FSA）方法，并建议IMO将FSA作为一种战略思想，逐步运用于船舶设计、船舶营运管理和安全规则制定。

研究和应用FSA的指导性文件



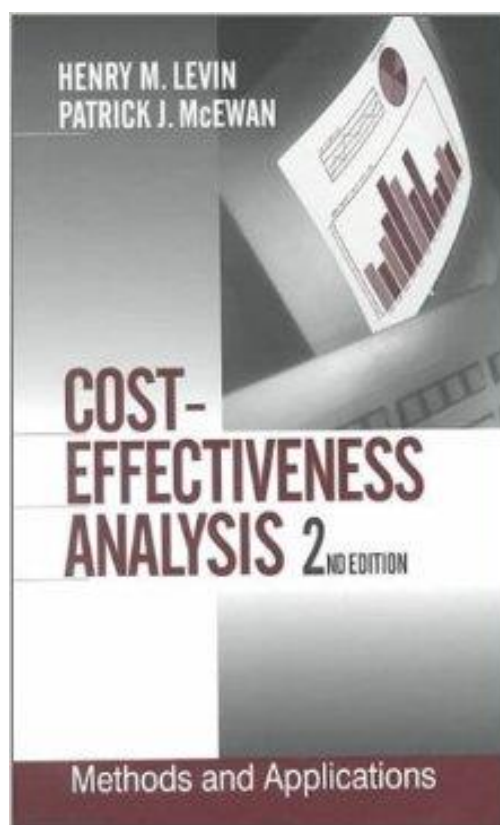
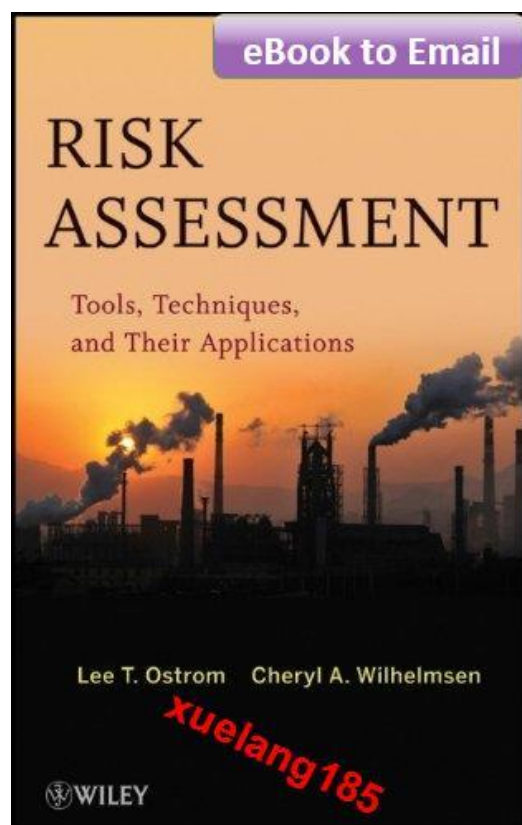
- 1997年在MSC第68次会议上英国向IMO提交了《FSA：高速双体客船的尝试应用》研究的最终报告，这是自FSA提出以来的首次完整应用。此次会议通过了《FSA在IMO规则制定中的应用暂行指南》。
- 2002年在IMO的MSC第74次会议和MEPC第47次会议上通过了《FSA在IMO规则制定中的应用指南》。自此FSA的研究和应用有了正式的指导性文件。

FSA已成为IMO重要议题和海上安全研究热点

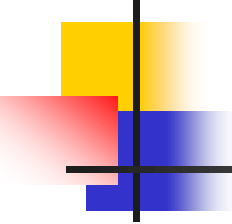


- 在IMO及其成员国大力推动下，FSA方法在全球范围内迅速推广，已被广泛应用于船舶设计与建造、船舶及航行环境的评估、人的因素分析、水上事故及潜在风险的预测与预防等诸多方面，国际公约、规则、规范的制定也必须应用FSA方法。
- FSA方法的研究已成为热点，也成为IMO会议的重要议题。

三、综合安全评估（FSA）的基本内涵

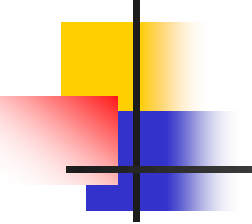


- 《FSA在IMO规则制定中的应用指南》将FSA方法定义为“一种**利用风险分析和费用效益评估**，提高海上安全包括人命、健康、环境和财产安全的的**结构化、系统化方法**”。
- 通过分析研究FSA的定义，可以正确理解和准确把握FSA的基本内涵。



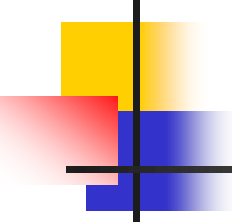
FSA中风险分析和费效评估缺一不可

- 仔细分析FSA的定义，首先注意到FSA包括两大要素，即风险分析和费用效益评估，少了其中一个要素，就不是FSA。
- 只进行风险分析而不进行费用效益评估，不可能也不应该被认为是真正的FSA。
- 只利用风险分析研究海上安全而不同时利用费用效益评估研究海上安全，算不上是真正利用FSA研究海上安全。
- 纵观多年来绝大多数自称是或冠名为运用FSA进行海上安全研究的文献资料，基本上只进行风险分析而不进行费用效益评估，其主要原因是没有正确理解和准确把握FSA的基本内涵。



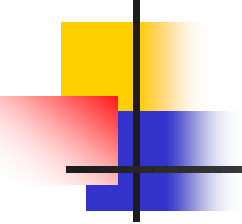
FSA是一种结构化、系统化方法

- 只要注意IMO对FSA的定义，就会注意到FSA是一种结构化、系统化方法。
- 从**结构化方法的基本概念**上说，结构化方法是研究事物或系统的各个组成部分相互联结，组合为整体的方法。
- **结构化方法的基本思想**是把一个复杂问题的求解过程分阶段进行，而且这种分解是自顶向下，逐层分解，使得每个阶段处理的问题都控制在人们容易理解和处理的范围内。
- **结构化方法的特点**是不把事物或系统的性质和功能看作是各个组成部分的性质和功能的简单总和，而是看作各个组成部分在某种整体构造或某种相互关联中产生出来的新的性质和功能。



系统化方法强调整体性和综合性

- 从系统化方法的基本概念上说，系统是由一些相互联系、相互制约的若干组成部分结合而成的、具有特定功能的一个有机整体（集合）。
- 系统方法包括整体性原则、关联性原则、动态原则、综合性原则和最优化这5个基本原则。
- **整体性原则**要求在科学研究中始终把对象看做是由各个部分或各种环节组成的合乎规律的有机整体。
- **综合性原则**要求对研究对象进行综合考察，对一个系统的组成要素和部分进行综合的系统研究，并将综合和分析有机结合起来。



FSA方法由5个步骤组成

- 从FSA总体框架可知，FSA是由以下5个步骤组成：
- （1）危险识别（Identification of Hazards）
- （2）风险分析（Risk Analysis）
- （3）风险控制方案（Risk Control Options）
- （4）费用和效益评估（Cost Benefit Assessment）
- （5）决策的建议（Recommendations for Decision-making）

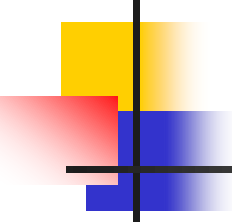
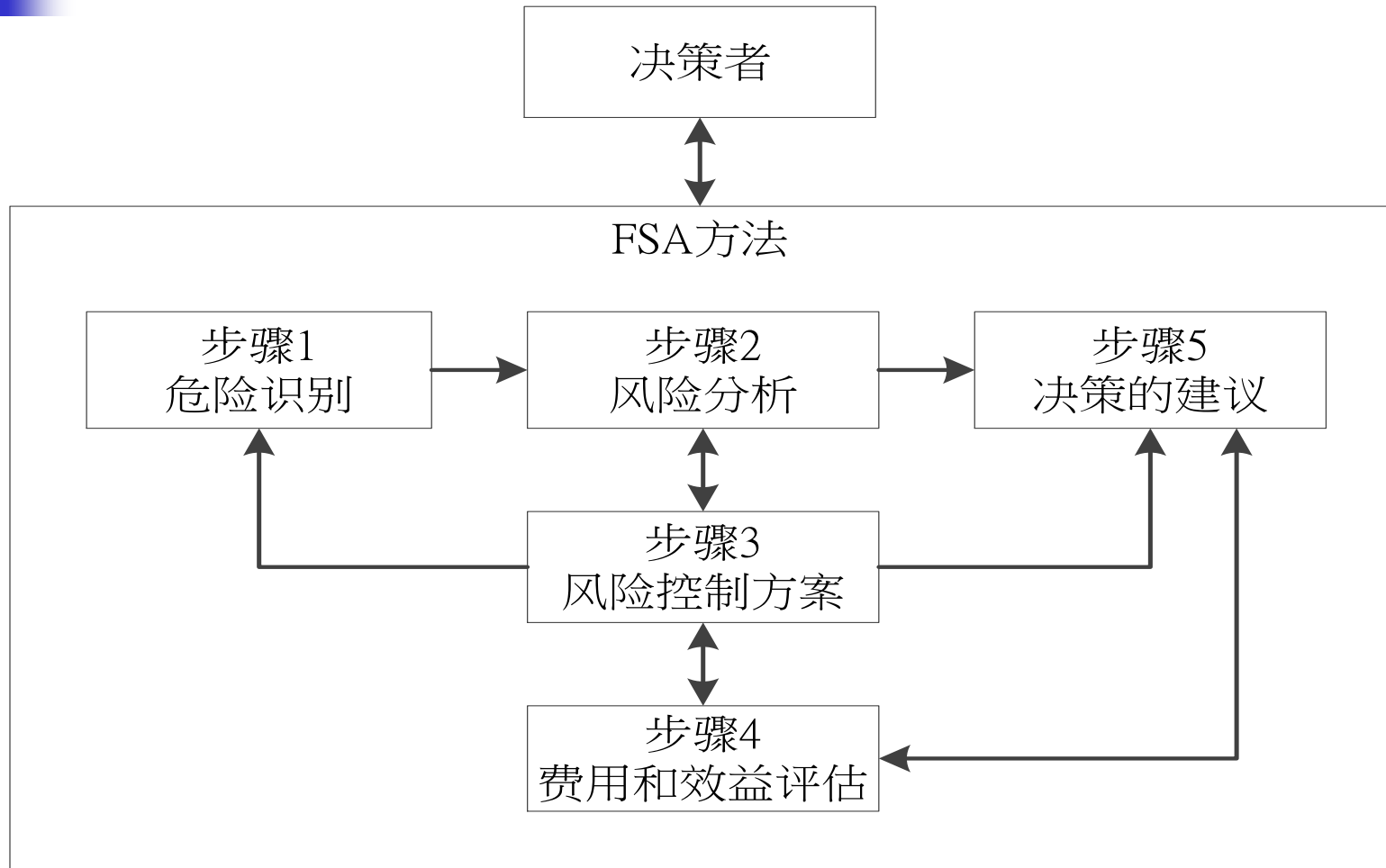
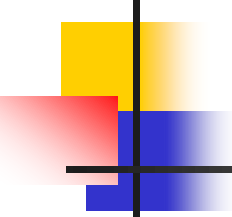


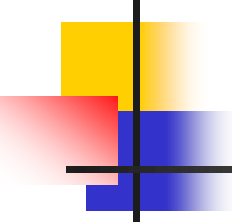
图1 FSA方法的流程图





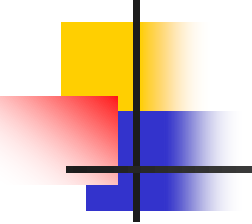
FSA方法的结构化和系统化属性

- FSA的5个步骤和流程图反映出它确实是一种结构化、系统化方法。
- 就其**结构化方法属性**出发，危险识别、风险分析、风险控制方案、费用效益评估和决策建议组合成一个FSA整体，缺乏其中一个部分（步骤），FSA方法的性质就无法体现，FSA的功能就无法实现。
- 就其**系统化方法属性**出发，危险识别、风险分析、风险控制方案、费用和效益评估和决策建议组合成一个FSA系统，缺乏其中一个部分（步骤），FSA就无法体现出其系统性，FSA的系统功能就无法充分发挥。



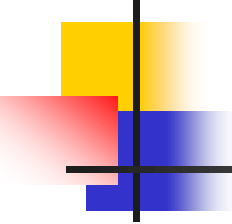
单纯进行风险分析不是真正意义的FSA

- 单一研究危险识别、或风险分析、或风险控制方案，仅研究危险识别和风险分析，或仅研究风险分析和风险控制方案，致使FSA的结构不完整、流程未结束，就体现不出FSA的结构化、系统化属性，就不是真正意义上的FSA。
- 纵观多年来绝大多数自称是或冠名为运用FSA进行海上安全研究的文献资料，其作者没有将FSA作为一种结构化、系统化方法运用到海上安全研究工作中，表明作者尚未正确理解和准确把握FSA的基本内涵。



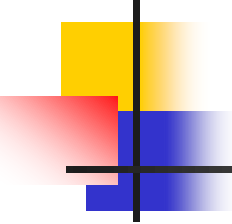
四、综合安全评估（FSA）的总体思路

- FSA方法的流程图（图1）明确了FSA方法的总体思路。
- 5个模块明确了FSA的框架结构和系统构成。
- 5个模块的排列方式明确了其相互关系和内在联系，5个模块之间的联线方式明确了其流程的基本流向和反馈方式。
- 显然，FSA方法不是从第1个步骤开始，经过第2个步骤、第3个步骤、第4个步骤，到第5个步骤结束的简单过程。步骤3对步骤1、步骤2和步骤5的反馈，步骤4对步骤3和步骤5的反馈，表明FSA方法虽然只有5个步骤，至少要走5步，但往往不仅仅只走5步，可能需走十几步，甚至于需走几十步，因为“步骤”不同于“步”。
- FSA虽然人人叫好，但实际运用起来难度不小或难度相当大。



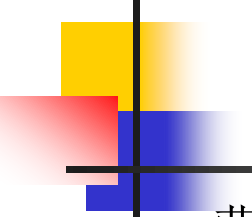
FSA基本思路是采取科学合理的安全决策

- FSA方法的流程图（图1）明确了FSA的5个步骤中的最后一个步骤是决策建议, 这表明提出决策建议是FSA的最终目标。
- FSA的名字虽然是综合安全评估，但综合安全评估决策更加反映FSA的实质，因为进行危险识别和风险分析，提出风险控制方案，进行费用和效益评估所要达到的基本目的和最终目标是提出决策建议。
- FSA方法表面上是一种安全评估方法，实质上是一种结构化、系统化的安全决策方法。因此，FSA的基本思路是采取科学合理的安全决策。



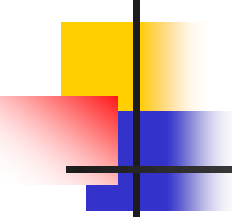
五、综合安全评估（FSA）的关键步骤

- 费用和效益评估是FSA方法的第4个步骤。
- 该步骤的目标是：识别和比较第3个步骤确定的每一个风险控制方案实施时所产生的费用和效益。
- 费用和效益评估步骤一般应包含以下几步：
 - （1）考虑步骤2评估的风险，包括其发生概率和后果，以便根据风险等级确定基础方案；
 - （2）整理步骤3确定的风险控制方案，更好地了解采取方案后产生的费用与效益；
 - （3）恰当地估计所有风险控制方案的费用和效益；
 - （4）估计和比较每个方案的成本效率
 - （5）从费用和效益的角度对风险控制方案排序，以便在步骤5中为决策提出建议。



费效评估的结果和常用的评价指标

- 费效评估步骤完成时，得到的结果应该包含：
 - (1) 每一个风险控制方案的费用和效益的概述；
 - (2) 受到影响最大的相关利益方的费用和效益；
 - (3) 用适当指标表示的成本效率。
- 成本效率是费效评估中最重要的评价标准，其指标包括：
- 伤残调整寿命年 (Disability Adjusted Life Years, DALY)
- 质量调整寿命年 (Quality Adjusted Life Years, QALY)
- 生活质量指数 (Life Quality Index, LQI)
- 防止死亡总费用 (Gross Cost of Averting a Fatality, GCAF)
- 防止死亡净费用 (Net Cost of Averting a Fatality, NCAF)



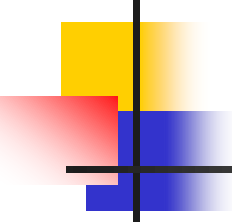
IMO建议通常情况下采用GCAF指标

- 较为常用的是防止死亡总费用（GCAF）和防止死亡净费用（NCAF），计算公式如下：

$$GCAF = \frac{\Delta Cost}{\Delta Risk}$$



- IMO建议，在通常情况下，一般先使用GCAF作为指标，因为NCAF还涉及经济效益，有可能因为经济效益估算的误差而影响指标的准确性。



费效评估步骤决定风险控制方案采取与否

- 费用和效益评估步骤直接影响最终决策建议的提出，直接决定风险控制方案的采取与否。因此，费用和效益评估步骤是FSA的关键步骤。
- 在进行费用和效益评估时，需要特别注意最低合理可行状态（As Low As Reasonably Practicable, ALARP）。
- ALARP是一种介于可以忽略的风险和无法容忍的风险之间的风险等级，既不能忽略又不是无法容忍。

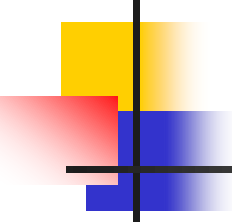
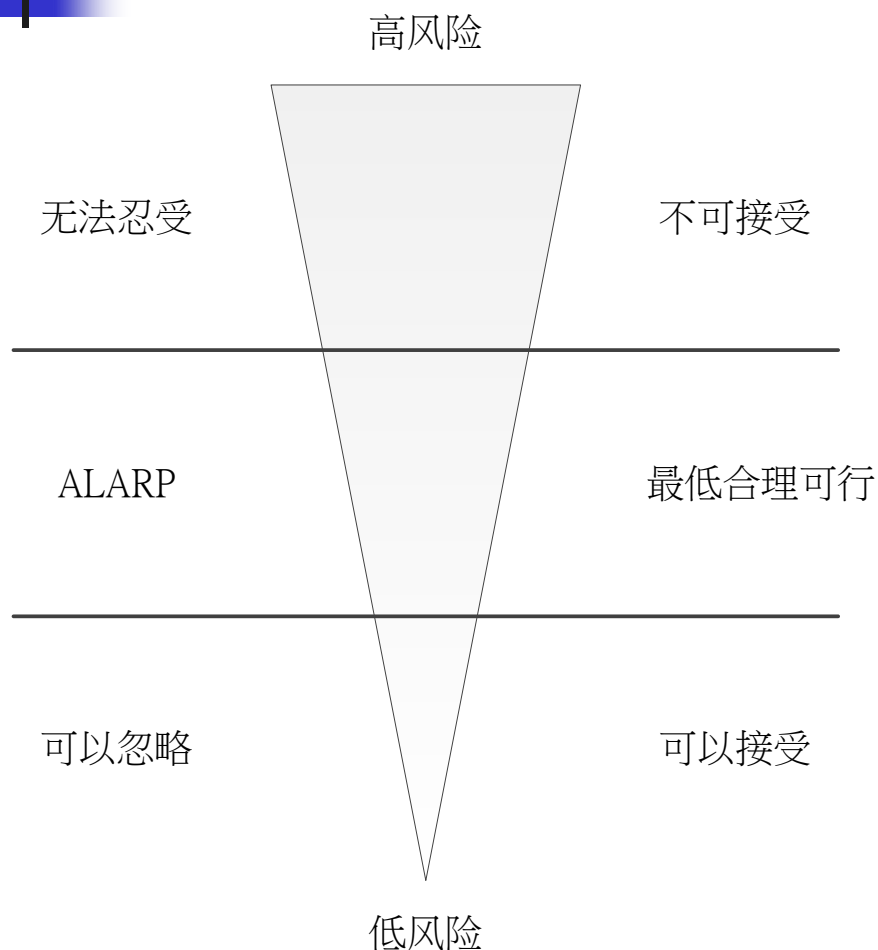
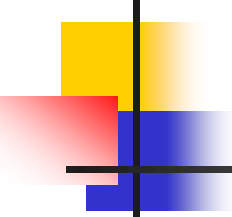


图2 ALARP原理图

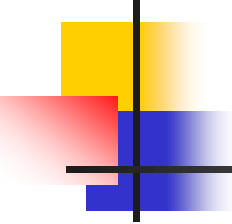


- 当风险等级在无法容忍的范围内时，必须采取措施降低风险，无论费用多少；
- 当风险等级在可以忽略的范围内时，不需要采取任何降低风险的措施；
- 当风险等级介于上述两者之间，即最低合理可行状态范围内，要根据经济的合理性和可行性采取降低风险的措施，费用不得大于效益。



费用和效益评估尚无统一标准和成熟方法

- 在费用和效益评估这个步骤中，如何估算费用？如何预测效益？如何进行评估？**在理论上和实践上尚无公认的统一标准和成熟方法**。因而各国专家学者应用FSA的研究大都回避这一步骤，而IMO成员国运用FSA方法提出的修改国际公约的提案在其第4步骤上常常引起关注和质疑。
- 不安全会造成损失，增进安全是减少损失，如为增进安全而采取的决策措施不够科学合理，就会出现**以更大的损失去减少更小的损失**的得不偿失尴尬局面。
- 由于费用和效益评估这个步骤说起来简单而做起来复杂，因此多年来IMO通过的许多国际公约修正案并未用FSA。例如，2010年IMO通过修改STCW国际公约的马尼拉修正案，就没有采用FSA。



五、结束语

- 名义上FSA是一种综合安全评估方法，实质上FSA是一种综合安全决策方法。
- FSA包括风险分析和费用效益评估两大要素，两者都不可偏废，忽略费用效益评估要素就不是真正的FSA。
- 正确理解和准确把握FSA的基本内涵和总体思路，关注该方法的结构化、系统化属性，这是在海上安全领域研究和应用FSA的基础和前提。
- FSA需在长期的理论研究和应用实践中逐步加以完善。

谢谢各位！

