



内河引航员培训系列教材之七

# 案例分析

ANLI FENXI

中华人民共和国长江海事局 组编  
中国海事服务中心

张庆九 匡冠生 主编  
辅金亚 主审



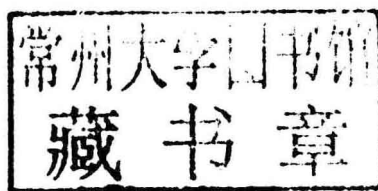
武汉理工大学出版社  
WUTP Wuhan University of Technology Press

内河引航员培训系列教材之七

# 案例分析

中华人民共和国长江海事局 组编  
中国海事服务中心

张庆九 匡冠生 主编  
辅金亚 主审



武汉理工大学出版社

· 武汉 ·

## 内 容 简 介

为适应内河航运经济发展,进一步提高内河引航员技术水平,提升内河引航服务能力,提倡“一船出事故,万船受教育”的理念,促进引航事业健康发展,根据内河引航员《案例分析》评估大纲要求,对内河水上的典型事故案例进行分析,便于内河引航员学习和理解海事致因理论,了解船员特点和舵工操作习惯,掌握船舶驾驶台资源管理的方法和意义,提高安全意识和引航技能。

## 图书在版编目(CIP)数据

案例分析/张庆九,匡冠生主编. —武汉:武汉理工大学出版社,2015.5

内河引航员培训系列教材

ISBN 978-7-5629-4868-1

I. ①案… II. ①张… ②匡… III. ①内河航道-领航-案例-技术培训-教材 IV. ①U697.31

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第087937号

项目负责人:陈军东 陈 硕

责任校对:刘 凯

出版发行:武汉理工大学出版社

地 址:武汉市洪山区珞狮路122号

邮 编:430070

网 址:<http://www.techbook.com.cn>

经 销:各地新华书店

印 刷:荆州市鸿盛印务有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:3.5

字 数:83千字

版 次:2015年5月第1版

印 次:2015年5月第1次印刷

定 价:12.00元

责任编辑:夏冬琴

装帧设计:兴和设计

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请向出版社发行部调换。

本社购书热线:027-87515778 87515848 87785758 87165708(传真)

· 版权所有,盗版必究 ·

# 内河引航员培训系列教材

## 编审委员会

主 任：王茹军

副主任：郭洁平 桓兆平 王秀峰

委 员：张铜宁 朱耀辉 唐春辉

汪吉发 程学仁

秘书长：杨学忠

总责任编辑：陈军东 陈 硕

# 编写说明

引航是古老而又现代的行业,早在宋元时期,在川江行船已普遍使用了“招头”导航。当今,引航已经成为航运业的一个重要环节,世界上多数国家都实行强制引航。引航关系国家声誉和港口水域安全,具备维护主权、保障安全、提供服务以及促进航海技术发展四大功能,引航员具有“水上国门形象第一人”的美誉,随着我国外向型经济的发展,引航在国民经济发展中扮演着越来越重要的作用。

2014年4月,交通运输部海事局颁布了《中华人民共和国内河引航员培训考试及评估大纲》(以下简称《考试大纲》),为了更好地指导和帮助内河引航员进行适任考试前的培训,进一步提高内河引航员适任水平,长江海事局和中国海事服务中心共同组织相关海事机构、航海院校、航运企业、引航机构等单位具有丰富教学、培训经验和引航实际经验的专家编写了与《考试大纲》相适应的培训教材。本套教材由《航道与引航》、《船舶操纵》、《避碰与信号》、《引航英语》、《职务与法规》、《水上交通工程》、《引航英语听力与会话》、《案例分析》、《引航实际操作》组成。

本套教材知识点紧扣《考试大纲》,具有权威、准确、系统、实用的特点,重点突出内河引航员适任考试前培训和引航实践需掌握的知识,我们希望这套教材能够对广大内河引航员学习、培训有所帮助,提升内河引航员队伍素质,并为相关从业人员工作学习提供参考。

江苏海事局、中国引航协会、长江引航中心、武汉理工大学、江苏海事职业技术学院等单位对本套教材的编写给予了大力支持,在此表示诚挚的谢意。

内河引航员培训考试所需的知识内容丰富,实践性要求较强,加之编写工作时间仓促,教材中的不足之处在所难免,敬请广大读者对系列教材中不当之处提出批评指正,对教材的改进提出宝贵意见,以便我们在再版、重印过程中修正。

中华人民共和国长江海事局  
中国海事服务中心

2015年4月

# 前 言

为适应内河航运经济发展,进一步提高内河引航员技术水平,提升内河引航服务能力,提倡“一船出事故,万船受教育”的理念,促进引航事业健康发展,根据内河引航员《案例分析》评估大纲要求,对内河水面交通的典型事故案例进行分析,便于内河引航员学习和理解海事成因理论,了解船员特点和舵工操作习惯,掌握船舶驾驶台资源管理的方法和意义,提高安全意识和引航技能。

本教材实用性较强,根据内河航道狭窄弯曲,河口、锚地众多,船舶种类繁多、密度大、间距小等特点,从内河引航的角度,以内河通航环境和条件为依据,从瞭望、联系、判断和避让着手,结合《中华人民共和国内河避碰规则》、船舶定线制等一系列法规,利用“M-SHEL 模型的分析方法”,围绕船舶内河航行安全,对海船在内河航行受到航行水域和避让条件的限制后,导致事故发生的人的因素、船舶因素、环境因素和管理因素进行分析,追溯事故发生的原因,从而达到减少和预防引航事故发生的目的。

本教材可作为内河引航员考试的培训教材,也可作为海船驾驶员进入内河航行或内河引航员的学习材料,对保证船舶航行安全有一定的借鉴作用。

本教材撰写和修改过程中,得到了武汉理工大学、江苏海事局、长江海事局、长江引航中心有关领导、专家的关心和指导,在此一并致谢。

编者

2015 年 4 月

# 目 录

|                       |      |
|-----------------------|------|
| 1 案例分析方法 .....        | (1)  |
| 1.1 水上交通事故分类 .....    | (1)  |
| 1.2 海损事故分析方法 .....    | (3)  |
| 1.3 水上交通事故示意图绘制 ..... | (9)  |
| 2 典型案例分析.....         | (10) |
| 2.1 碰撞事故.....         | (10) |
| 2.2 搁浅事故.....         | (35) |
| 2.3 触损事故.....         | (36) |
| 2.4 浪损事故.....         | (41) |
| 2.5 其他事故.....         | (41) |
| 参考文献 .....            | (45) |

## 1.1 水上交通事故分类

水上运输业具有高风险的特点,一旦发生事故,造成的危害是巨大的,不但可能造成重大的人员伤亡,而且还可能给社会、经济和环境造成巨大的危害。已经发生的水上交通事故,尤其是那些对环境造成严重污染的事故,使得人们开始对水上运输的安全性、船舶的可靠性和船员的素质表示怀疑。不论这种怀疑是否合理,水上交通事故不时发生使得水上运输业备受公众的关注。

### 1.1.1 水上交通事故的概念

水上交通事故的概念源自于“海事”的概念。关于“海事”的定义有广义和狭义之分。广义上的“海事”泛指航海、造船、海上事故、海上运输等所有与海有关的事务;狭义上的“海事”意指“海上事故”或“海上意外事故”,如碰撞、搁浅、进水、沉没、倾覆、船体损坏、火灾、爆炸、主机损坏、货物损坏、船员伤亡、海洋污染等,都属于狭义上的“海事”。

由于我国水域不但包括广阔的海上水域,还包括广大的内陆水域,因此,将狭义的“海事”概念拓展为“水上交通事故”或“海损事故”,它既包括海上的交通事故,也包括内陆水域的交通事故。由此可见,所谓“水上交通事故”或“海损事故”是指船舶在海洋、沿海水域和内河通航水域的航行、停泊、作业过程中发生的造成人员伤亡、财产损失、水域环境污染损害的意外事件。

### 1.1.2 水上交通事故的分类

世界各国对水上交通事故的分类都有规定,尽管细节不同,但原则上基本相同。我国于2015年1月1日起施行的《水上交通事故统计办法》(交通运输部令2014年第15号)中对水上交通事故进行如下分类:

#### 1.1.2.1 碰撞事故

碰撞事故是指两艘及两艘以上船舶之间发生撞击造成损害的事故。事故等级按照所有当事船舶的人员伤亡、船舶溢油数量或者直接经济损失确定。

#### 1.1.2.2 搁浅事故

搁浅事故是指船舶搁置在浅滩上,造成停航或者损害的事故。搁浅造成船舶停航7日以上,但造成损害未达到一般事故等级标准的,按一般等级事故统计;造成损害在一般事故等级标准以上的,按规定进行统计。

#### 1.1.2.3 触礁事故

触礁事故是指船舶触碰礁石,或者搁置在礁石上,造成损害的事故。触礁事故等级的计算方法

参照搁浅事故等级的计算方法。

#### 1.1.2.4 触损事故

触损事故是指船舶触碰岸壁、码头、航标、桥墩、浮动设施、钻井平台等水上、水下建筑物或者沉船、沉物、木桩、渔栅等碍航物并造成损害的事故。触损事故可能造成船舶本身和岸壁、码头、航标、桥墩、浮动设施、钻井平台等水上、水下建筑物的损失。

#### 1.1.2.5 浪损事故

浪损事故是指船舶因其他船舶兴波冲击造成损害的事故。也有人称之为“非接触性碰撞”，因此，浪损事故的损害计算方法可参照船舶碰撞事故的计算方法。

#### 1.1.2.6 火灾、爆炸事故

火灾、爆炸事故是指因自然或者人为因素致使船舶失火或者爆炸造成损害的事故。

#### 1.1.2.7 风灾事故

风灾事故是指船舶遭受较强风暴袭击并造成损失的事故。

#### 1.1.2.8 自沉事故

自沉事故是指船舶因超载、积载或者装载不当、操作不当、船体进水等原因或者不明原因造成船舶沉没、倾覆、全损的事故，但其他事故造成的船舶沉没不属于“自沉事故”。

#### 1.1.2.9 操作性污染事故

操作性污染事故是指除“船舶因发生碰撞、搁浅、触礁、触损、浪损、火灾、爆炸、风灾及自沉事故造成水域环境污染”以外的水域环境污染事故。

#### 1.1.2.10 其他引起人员伤亡、直接经济损失或者水域环境污染的水上交通事故

它指影响适航性能的机件或者重要属具的损坏或者灭失，以及在船人员伤亡、意外落水等事故。

### 1.1.3 水上交通事故的等级

水上交通事故按照人员伤亡、直接经济损失或者水域环境污染情况等要素，分为以下等级：

(1)特别重大事故，指造成30人以上死亡(含失踪)的，或者100人以上重伤的，或者船舶溢油1000t以上致水域污染的，或者1亿元以上直接经济损失的事故；

(2)重大事故，指造成10人以上30人以下死亡(含失踪)的，或者50人以上100人以下重伤的，或者船舶溢油500t以上1000t以下致水域污染的，或者5000万元以上1亿元以下直接经济损失的事故；

(3)较大事故，指造成3人以上10人以下死亡(含失踪)的，或者10人以上50人以下重伤的，或者船舶溢油100t以上500t以下致水域污染的，或者1000万元以上5000万元以下直接经济损失的事故；

(4)一般事故，指造成1人以上3人以下死亡(含失踪)的，或者1人以上10人以下重伤的，或者船舶溢油1t以上100t以下致水域污染的，或者100万元以上1000万元以下直接经济损失的

事故；

(5)小事故,指未达到一般事故等级的事故。

## 1.2 海损事故分析方法

### 1.2.1 M-SHEL 模型的分析方法(俗称“人机环分析方法”)

图 1.1 显示了人和围绕着人的周围因素的关系。所谓围绕着人的因素是指:法律、规则、手册、程序、检查清单等软件因素(S);机器、器材、仪器等硬件因素(H);噪声、温度、湿度、亮度这些作业环境等环境因素(E);以及职场内的管理意识、关于管理的组织氛围等管理因素(M)。此外,中间的 L 代表当事人本身,下方的 L 代表上司、同事、部下等。

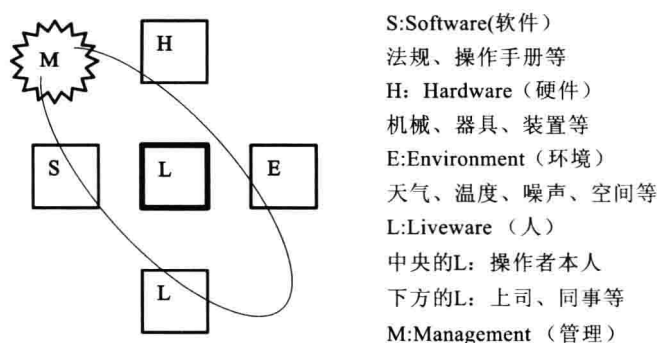


图 1.1 M-SHEL 模型

错误的操作手册或程序会引起人的过失。易发生读取错误的机器是过失发生的根源。恶劣环境下的作业使得差错很容易发生。人和人的团队协作混乱容易诱发过失。不恰当的组织管理摆脱不了人为过失。中间的 L 与周围的 M、S、H、E、L 之间的关系被称作人为因素,其中各因素与人之间产生的各种不适合表现为人为过失。这种关系用模型方式表示出来被称作 M-SHEL 模型。

#### 1.2.1.1 M-SHEL 分析的概念

绝大多数与船舶航行有关的事故被认为是由人为过失引起的。人所引起的过失是人(L)和围绕着人的各因素(M、S、H、E、L)之间的不适合的结果所产生的,基于此观点,M-SHEL 分析被用作探索人为因素导致事故的要因的方法。

M-SHEL 就是依据 Reason 原因-SHEL(Software 软件,Hardware 硬件,Environment 环境,Liveware 人)Model 理论模型分析方法,寻找人(Man)的原因(Reason),是以人和围绕着人的周围因素的关系,从船员与设备、船员与程序、船员与环境、船员与船员之间四个方面进行分析,是内河水上交通事故分析的常用方法,简称人、机、环(境)。

人的因素:是指制定和运用法律、规则、手册、程序、检查、操作的人,以及他们的管理意识、组织氛围等人为因素。

机的因素:是指机器、器材、仪器等设备因素。

环的因素:是指航道、水文、气象、船舶等环境因素。

其中人的因素排在第一位,是整个系统中起决定因素的要素,他可以认识、适应环境,运用机(机械、设备)来完成。

M-SHEL 分析是以 M-SHEL 模型为基础的分析方法,特别是对于涉及人为因素的事故的分析是有效的。分析是以实际发生的事故或假想的事故作为对象,不仅将造成事故的直接要因,而且将间接要因以及由此事故所联想出的所有背后的要因抽出,从而发现危险的根源,据此指出应该如何行事的分析方法。

特别是针对事故原因的根本对策,M-SHEL 分析的特点不是探讨谁的过错,而是发现问题所在,聚焦于船员自身(L)、软件(S)、硬件(H)、外部环境(E)、管理体制(M)等,从各种观点中寻找出有效地改善安全性的方向,从而找到具体的安全对策。最初,这种事故要因的分析适用于航空事故的分析中,最近,在涉及船舶航行的事故领域,作为危险根源的要因分析方法也有效地发挥着作用。分析的步骤流程如图 1.2 所示。

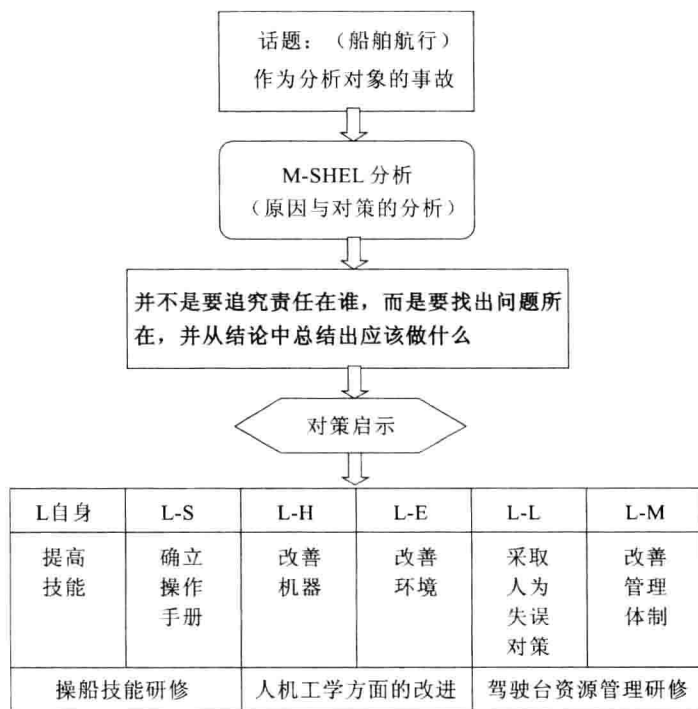


图 1.2 M-SHEL 分析的步骤

### 1.2.1.2 M-SHEL 分析的实例——碰撞码头事故

作为查明基于人为因素的危险根源的有效分析方法,即使事故要因未在表面反映出来,M-SHEL 分析也可以深入到事故背后进行要因分析。分析的手法是将事故的主要原因按人为因素的各要素进行分类,对这些事故要因进行追溯分析。具体地说,对于某个事件,探索其发生的要因,所发生的要因是怎么引起的,一边询问“为什么?为什么?”一边将潜伏在要因后面的要因逐个发掘出来。由此,这个过程也被称作“Why? Why? 分析”,是参加者根据各自的经验进行推测,从而进行对策指向型的集体思考(或称头脑风暴,一种集体开发创造性思维的方法)。

将最终追溯到的要因作为根源要因,通过对其建立有效的对策框架,可以对类似的事故以及具有共同根源要因的事故进行广泛的事故预防。在此,作为 M-SHEL 分析的实例,对碰撞码头事故进行了分析,提示并总结了将人为因素产生的危险根源筛选出来,直至提出对策方案的整个分析过程。

## 1. 分析对象

事故船舶是近海航行货船,由持有证书的船长自己靠泊,泊位附近流态正常,流速 2kn 左右,吹拢风 3~4 级,船长按逆流方式准备左舷靠泊。在泊位下方,由于船舶前进速度的降低,风力作用的比例明显增加,船位向泊位方向的横移速度加快,为减小横移速度,船长向船舶外舷一侧(码头的反向侧)调整航向,但错误地将右舵 15°发令成左舵 15°,然后又将右满舵发令成左满舵。此后,虽然采取了抛锚等应急措施,但船首与码头还是发生了碰撞。

## 2. 分析目的

此分析的目的不是追究谁的不当,而是分析问题所在,从而在安全管理上寻找出有效的对策。

## 3. 分析步骤

明确在分析事故对象中,应谋求防止哪些问题的再发生。

利用集体思考(头脑风暴)的方法,讨论事故的原因和其背后的要因,找出所有的原因并采取相应的对策措施。

在 L 自身、L-S、L-H、L-E、L-L(人与人)、L-M 之间各关系中找出安全对策,进行实效性和有效性的探讨,并探讨结果的普遍性以及防止同类事故再发生的可能性。

找出有效的、理想的防止事故发生的方向性,在此基础上制订具体的安全对策指南。

## 4. 分析的结果

### (1) L 自身(事故当事人:船长)的因素

① 事故原因之一是船长按逆流正常状态下的方式进靠。对此要因进行追溯分析,最终可以发现,风压预测误差以及未执行吹拢风靠泊要点是事故的根源要因。

作为相应的对策,船员的技术训练是必需的,贯彻执行相关的操船要点,按照相关要求操纵船舶是必要的。

### ② 左右舵令的失误

船长将希望的操舵方向命令成相反的方向是导致碰撞的主要原因。对此要因进行追溯分析,最终可以发现头脑中考虑的和说出来的不一致,以及回复应答不完全是事故的根源要因。

作为相应的对策,应使用容易理解的发令方式加以补充,如施令者向自己希望的方向补充以相应的手势,而接受指令一方不仅要口头回答,也应在态度上向对方表明理解其意图。

### (2) L-L(人与人的关系:船长与甲板部人员)的因素

关于人与人之间相互关系的要素,可以列举出三点要因,但最基本的要因是“甲板部任何人没有向船长指出本船逐渐向码头边横向接近的情况”。

#### ① 自己的操船意图没有让甲板部人员理解(船长→甲板部人员)

甲板部人员没有向船长指出碰撞危险性的要因是船长的靠泊方法甲板部人员不了解,双方未进行沟通,在对船舶向码头边横向接近这一情况没有产生疑问的状况下发生了事故。

相应的对策是:船长在船舶靠泊前应将所要进行的操船内容及其意图向甲板部人员做简单的说明。

#### ② 当事者安全意识低下(甲板部人员→船长)

甲板部人员没有向船长指出碰撞危险性的另一要因是靠泊作业习惯于全部由船长一个人进行操船和判断,甲板部人员有将操船状况对错的判断排除在自己任务之外的意识。

相应的对策是:要树立起每个人都是保证航行安全团队中一员的意识,为了在船内建立起积极的协调机制,应该进行 BRM(驾驶台资源管理)的意识改革。

#### ③ 给船长出主意的困难性(甲板部人员→船长)

甲板部人员没有向船长指出碰撞危险性的第三个要因是操船全部由船长一个人实施的习惯,

甲板部人员形成了“船长是绝对权威”的意识,认为作为甲板部人员,是不能给船长出主意的。船长的权威过高使得部下难以进言,容易独断行事,一旦船长臆测、臆断就会造成错误。

相应的对策无疑是进行 BRM 的意识改革。

#### 5. 事故防止对策

对以上所指出的各事项的背后要因以及其对策在此做出总结,并用一览表的形式表示出 M-SHEL 分析的结果和对策,如表 1.1 所列。

表 1.1 M-SHEL 分析过程

| 与<br>码<br>头<br>的<br>碰<br>撞 |     | 要因                             | 对策                                                  |
|----------------------------|-----|--------------------------------|-----------------------------------------------------|
|                            | L   | 船位向码头边横向接近                     | 科学地验证《操作指南》                                         |
|                            |     | 左右舵的口误                         | 转身、挥手;保留操船富余量;<br>利用模拟器进行提高技术的培训                    |
|                            | L-L | 操船意图的周知                        | 确切地实施驾驶台内操船意图的交流;<br>引入驾驶台资源管理概念,接受专家的培训            |
|                            |     | 作为团队中的一员安全意识弱                  | 引入驾驶台资源管理概念,接受专家的培训;<br>积累过失报告,对其进行分析               |
|                            |     | 难以向船长提建议                       |                                                     |
|                            | L-S | 轻视《操作指南》                       | 制定具有实效性的指南;<br>明确指南的地位;<br>科学的验证                    |
|                            | L-H | 未配备操船支持系统(船位推移<br>状况预测的表示及其他)  | 尖端设备的配备;<br>显示船体实际动态与预测情报系统的应用情况                    |
|                            | L-E | 吹拢风                            | 风速仪的设置,人工测风的方法,风压的预测                                |
|                            |     | 码头的设置                          | 从使用者的角度出发的港口设计                                      |
|                            | L-M | 《操作指南》的运用、其内容的地位,对其遵守的指导及监督的认识 | 根据科学的论据制定指南;<br>制定经过安全验证的指南;<br>建立使严格管理成为可能的组织化管理体制 |
|                            |     | 《操作指南》地位的确立、指导、检查              | 对基于科学论据的指南的重要性的认识、制定的指导、检查的充实                       |

#### 6. M-SHEL 分析的活用

针对发掘基于人为因素的危险根源十分有效的 M-SHEL 分析,我们以碰撞码头事故为对象进行了分析,并总结了分析的过程和分析的结果。在进行此事故的事例分析时,参加者实施了对策指向型的集体思考。利用此方法可以深入分析出人为因素引起的事故的背后要因,而且可以明确对何种要因应该采用何种手段。

在事故预防的实践中,认为造成事故的原因是人为产生的失误,因而认为没有预防的方法而对其放任不管,这样的意识是不行的。鉴于人为失误所引起的事故数目是最多的,因此事故预防的重点在于发掘人为失误产生的根源要因,并在事故萌芽之前切断事故发生的根源。M-SHEL 模型作为探讨此问题的分析工具,其分析方法是有效的。通过学习进而熟悉这种分析方法的人可以很快掌握它。希望读者将这里总结的分析过程和结果的归纳方法作为范本,尝试分析其他的故事。

### 1.2.2 事故树分析方法

事故树分析(Fault Tree Analysis, FTA)是分析系统安全的一种逻辑方法,其目的是分析系统中事故产生的原因和评价系统潜在的危险。事故树分析技术最早是由美国贝尔电话公司于1962年提出来的。当时他们发现在做数据处理时,用于描述流程的逻辑方法也可以用来描述系统中非期望事件发生的概率。因此,他们首先将逻辑树技术应用于系统安全的研究,这就是现今所说的事故树分析方法。根据英文名称,简写为FTA,曾译为缺陷树法或故障树分析法等。

事故树分析技术是在系统中有非期望事件发生,如机器发生故障、操作人员发生失误等前提下,提出的一种演绎推理的方法。事故树分析是在无任何限制条件下,由顶上事件开始向下分析,能获得导致顶上事件发生的一切原因。把这些原因事件通过逻辑门连接起来,这样就能清楚地表示出哪些原因事件及其组合导致了顶上事件发生的动态过程。事故树分析技术可以找出导致事故的基本事件的最小组合,即最小割集。有几个割集就有几种导致事故的组合。而且可从中找出危险最小割集,有针对性地采取有效措施,防止顶上事件的发生。因此,目前事故树分析已成为安全系统工程的主要分析方法。

特征性的理论符号实例:

与门:表示所有下位事件发生从而导致上位事件的发生。

或门:表示下位事件中至少一件发生便会导致上位事件的发生。

如果各种原因的发生概率已知,顶上事件的发生概率可以利用布尔代数(Boolean algebra)推定出来,从而可以发现通过重点改善何种要因以减小顶上事件的发生概率。

#### 1.2.2.1 事故树分析流程

在实际应用事故树分析技术时,由于分析的目的和分析的深度等原因,尽管其具体方法各有差别,但一般来说,事故树分析流程的具体步骤如下:

(1)了解系统。要求详细了解系统情况,确实掌握作业内容和环境状况等,必要时画出系统运行的过程图和布置图。

(2)调查事故。要求在对过去事故调查和统计的基础上,尽量广泛地了解所有事故。既包括已发生的事故,也包括未来可能发生的事故。

(3)检查事故的危险度,确定顶上事件。对于被调查的事故要分析其损失的大小和发生的频繁程度,从中找出危险性大的和后果严重的事件作为顶上事件。必要时可进行“预先危险性分析(AHP)”。

(4)确定目标值。根据以往的事故经验和同类系统的事故资料进行统计分析,求出事故发生的概率,然后根据这一事故的损失大小计算出这种事故的损失率或风险值,如果损失率或风险值超出了规定的安全指标,就应采取相应措施,将其控制在安全指标以下。

(5)查找原因事件。调查所有与事故有关的原因事件和各种因素,包括设备的故障和操作人员的失误等,详细调查其原因和后果,如果必要还应进行预先危险性分析(AHP)以及故障类型和影响分析(FMEA)。

(6)绘制事故树。根据以上资料,从顶上事件起,按顺序逐级找出所有直接原因事件,直到最基本的原因事件为止。再按照逻辑关系,用逻辑门连接上下位事件,这就构成了事故树。

(7)用布尔代数简化。把做成的事故树表示成数学表达式,并用布尔代数简化,求出最小割集和最小径集,确定各基本事件的结构重要度大小。

事故树分析大体上可按上述步骤进行,但在具体分析时,可根据分析的目标,投入的人力和费

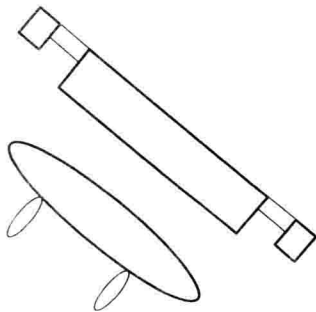


图 1.3 靠泊操船

用的多少,或做定性分析或做定量分析,视情况和需要而定。

### 1.2.2.2 事故树分析实例

事故树分析法的实施首先需要设定一个顶上事件。顶上事件不是模糊的,而是明确的、具体的事件。例如,图 1.3 所示为大型船舶靠泊操船中发生的船舶与岸壁式码头相撞,造成码头损坏的事故。图 1.4 是 FTA 分析实例。

以上的分析可以看出以下要点:

对于靠泊操船中因控制接近速度有误而致船舶与码头碰撞,从而引起码头损坏,首先从设施面的对策要件来讲,需要维持构成码头的桩基等结构强度,并装备具有适当的能量吸收能力的碰垫装置。

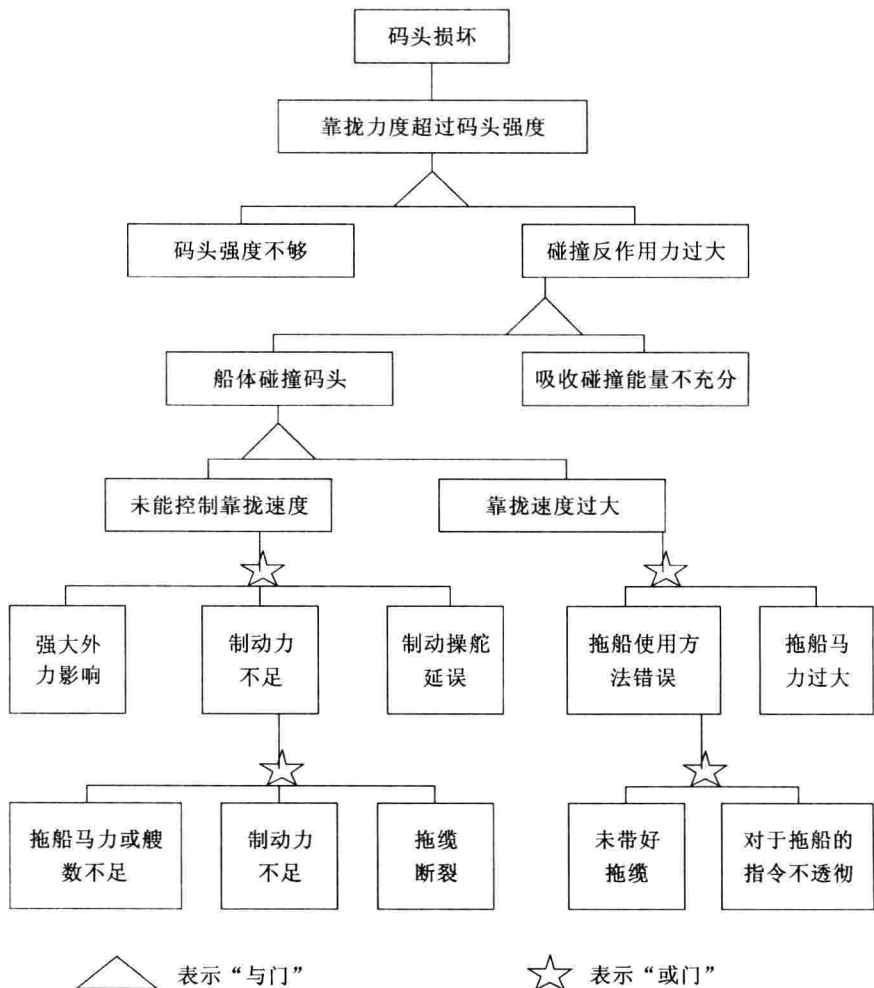


图 1.4 FTA 分析图

另一方面,从操船面的安全事项来讲,首要需确保接近速度不要过大。

为了确保不出现过大的接近速度,操船者必须在考虑外力影响的同时,遵循适当的接近速度递减的方针,并研究拖船使用等技术方面的改善对策。

特别是对外力影响的考虑、接近速度递减方针的设定,关系到危险根源的排除。

此外,未带拖船缆绳、对于拖船的指令不透彻等与正常的基本行动不符的行为是造成这类事故发生的根源。

### 1.3 水上交通事故示意图绘制

事故示意图是事故报告的重要组成部分;是事故处理和案例分析的重要环节;是运用制图学的原理和方法徒手绘制的,以规定的图形、图例、符号固定和反映事故现场状况的一种记录形式。它对事故用绘图的形式如实记载和反映,在图中标绘出事故的位置,各种与事故有关的航道、水文、气象、水工设施及船舶等,以及它们之间的相互关系和状态,从而较直接地反映出事故船舶的运动态势和事故发生的初步原因。事故示意图不仅是记载的重要手段,也是记录的重要内容,而且是事故处理的重要证据,可补充询问笔录中难以反映出的相互之间的距离、方位和态势,以全面、客观、准确、形象地对事故现场进行整体描述。示意图的幅面尺寸和格式可根据需要选择使用。

## 2.1 碰撞事故

### 2.1.1 对驶相遇局面

#### 对驶相遇案例一

##### (一)概述

2006年2月20日0300时,H船与X船队、Y船,在长江#86黑浮上200m的深水航道上发生碰撞,见图2.1。

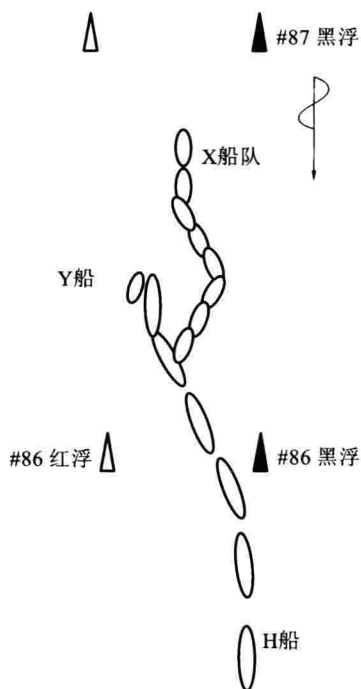


图 2.1 对驶相遇案例一示意图

##### (二)船舶概况

H 船:近海航区杂货船,船长 99.8m,吃水 4.2m,总吨 3144,净吨 1178,由江阴开往南京。

X 船队:长江航区前驾驶小型双绑船舶。