

“十二五”国家重点图书出版规划项目
长江黄金水道建设关键技术丛书

KEY TECHNIQUES FOR SAFETY SUPERVISION AND
EMERGENCY RESPONSE OF
THE YANGTZE RIVER DANGEROUS GOODS
TRANSPORTATION

长江危险品 运输安全监管与 应急响应关键技术

赵 前 徐连胜 编著



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.



国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

“十二五”国家重点图书出版规划项目
长江黄金水道建设关键技术丛书

长江危险品运输安全监管 与应急响应关键技术

赵 前 徐连胜 编著



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

本书为《长江黄金水道建设关键技术丛书》之一,主要介绍了长江危险品运输及安全管理现状,分析了存在的问题,从理论及标准规范方面提出了安全管理的思路和方法,基于风险管理的长江危险品运输船舶分类监管技术方案以及危险品运输船舶动态监控系统,危险品集装箱监控技术方案与监控装置,针对危险品泄漏水体扩散模拟技术与预测系统,危险品泄漏事故应急对策以及危险品码头事故应急方案库进行论述。

本书可供从事港口与航道工程和水利工程的设计、施工、管理以及科研人员使用,也可供高等院校相关专业师生参考。

Abstract

As one of the *Key Techniques for Construction of the Yangtze Golden Waterway Book Series*, this book introduces the present situation of dangerous goods transportation and safety management of the Yangtze River, analyzes some existing problems then puts forward ideas and methods of safety management on theories and standard specification. Besides, depending on safety management, this book discusses and describes scheme of supervision techniques for dangerous goods ships in the Yangtze River, dynamic monitoring system, scheme of monitoring techniques and equipment for dangerous goods containers, especially simulation techniques and forecasting system for dangerous goods reveal and diffusion in water, as well as emergency projects for dangerous goods reveal accidents or accidents in dangerous goods wharves.

This book can serve as reference for not only those engaged in design, construction, management and research of port and waterway projects and water conservancy projects, but also teachers and students of related specialties in colleges and universities.

图书在版编目(CIP)数据

长江危险品运输安全监管与应急反应关键技术 / 赵前, 徐连胜编著. —北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2015.12
(长江黄金水道建设关键技术丛书)
ISBN 978-7-114-12558-4

I. ①长… II. ①赵… ②徐… III. ①长江—内河航运—危险货物运输—监督制度 ②长江—内河航运—危险货物运输—紧急事件—处理 IV. ①U698.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 254620 号

长江黄金水道建设关键技术丛书

书 名: 长江危险品运输安全监管与应急反应关键技术

著 者: 赵 前 徐连胜

责任编辑: 李 刚 袁 方

出版发行: 人民交通出版社股份有限公司

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010) 59757973

总 经 销: 人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京盛通印刷股份有限公司

开 本: 787 × 1092 1/16

印 张: 13

字 数: 290 千

版 次: 2015 年 12 月 第 1 版

印 次: 2015 年 12 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-12558-4

定 价: 40.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

《长江黄金水道建设关键技术丛书》 审定委员会

主任 赵冲久

副主任 胡春宏

委员 (按姓氏笔画排列)

王义刚	王前进	王 晋	仇伯强	田俊峰	朱汝明
严新平	李悟洲	杨大鸣	张 鸿	周冠伦	费维军
姚育胜	袁其军	耿 红	蒋 千	窦希萍	裴建军

《长江黄金水道建设关键技术丛书》

主要编写单位

交通运输部长江航务管理局

交通运输部水运科学研究院

南京水利科学研究院

交通运输部长江口航道管理局

交通运输部天津水运工程科学研究院

中交第二航务工程勘察设计院有限公司

武汉理工大学

重庆交通大学

长江航道局

长江三峡通航管理局

长江航运信息中心

上海河口海岸科学研究中心

《长江黄金水道建设关键技术丛书》

编写协调组

组 长 杨大鸣 (交通运输部长江航务管理局)

成 员 高惠君 (交通运输部水运科学研究院)

裴建军 (交通运输部长江航务管理局)

丁润铎 (人民交通出版社股份有限公司)

本书编写委员会

主 任	赵 前	徐连胜						
副 主 任	罗胜祥	邓延洁	胡玉昌					
委 员	曹文胜	高 原	耿杰哲	曾亚梅	谭 靖	陈求稳		
	邓 健	吕植勇	徐厚仁	高 敏	王 松	张 静		
	彭宏恺	许世博	陈荣昌	倪 鹏	李 涛	张 春		
	杨献朝	李继春	赵洁婷					

序

(为《长江黄金水道建设关键技术丛书》而作)

河流，是人类文明之源；交通，推动了人类不同文明的碰撞与交融，是经济社会发展的重要基础。交通与河流密切联系、相伴而生。在古老广袤的中华大地上，长江作为我国第一大河流，与黄河共同孕育了灿烂的华夏文明。自古以来，长江就是我国主要的运输大动脉，素有“黄金水道”之称。水路运输在五大运输方式中，因成本低、能耗少、污染小而具有明显的优势。发展长江航运及内河运输符合我国建设资源节约型、环境友好型社会以及可持续发展战略的要求。目前，长江干线货运量约 20 亿 t，位居世界内河第一，分别为美国密西西比河和欧洲莱茵河的 4 倍和 10 倍。在全面深化改革的关键期，作为国家重大战略，我国提出“依托长江黄金水道，建设长江经济带”，长江黄金水道又将被赋予新的更高使命。长江经济带覆盖 11 个省(市)，面积 205.1 万 km²，约占国土面积的 21.4%。相信长江经济带的建设将为“黄金水道”带来新的发展机遇，进一步推动我国水运事业的快速发展，也将为中国经济的可持续发展提供重要的支撑。

经过 60 余年的努力奋斗，我国的内河航运不断发展，内河航道通航总里程达到 12.63 万 km，航道治理和基础设施建设不断加强，航道等级不断提高，在我国的社会经济发展中发挥了不可估量的作用。长江口深水航道工程的建成和应用，标志着我国水运科学技术水平跻身国际先进行列。目前正在开展的长江南京以下 12.5m 深水航道工程的建设，积累了更多的先进技术和经验。因此，建设长江黄金水道具有先进的技术积累和充足的实践经验。

《长江黄金水道建设关键技术丛书》围绕“增强长江运能”这一主题，从前期规划、通航标准、基础研究、航道治理、枢纽通航，到码头建设、船型标准、安全保障与应急监管、信息服务、生态航道等方面，对各项技术进行了系统的总结与著述，既有扎实的理论基础，又有具体工程应用案例，内容十分丰富。这套丛书是行业内集体智慧之力作，直接参与编写的研究人员近 200 位，所依托课题中的科研人员超过 1 000 位，参与人员之多，创我国水运行业图书之最。长江黄金水道的建设是世界级工程，丛书涉及的多项技术属世界首创，技术成果总体处于国际先进水平，其中部分成果处于国际领先水平。原创性、知识性

和可读性强为本套丛书的突出特点。

该套丛书系统总结了长江黄金水道建设的关键技术和重要经验，相信该丛书的出版，必将促进水运科学领域的学术交流和传播，保障我国水路运输事业的快速发展，也可为世界水运工程提供可资借鉴的重要经验。因此，《长江黄金水道建设关键技术丛书》所总结的是我国现代水运工程关键技术中的重大成就，所体现的是世界当代水运工程建设的先进文明。

是为序。

南京水利科学研究所所长
中国工程院院士
英国皇家工程院外籍院士



2015年11月15日

长江是我国第一大河，自古以来就是我国东、西部商贸交通的主航道，素有“黄金水道”之称。长江是我国内陆11个省、市、自治区的出海大通道，腹地人口有1.2亿，是连接西南、华中、华东三大经济区的交通运输大动脉。随着“西部大开发”和“大力发展内河水运，加快长江黄金水道建设”战略的深入实施，长江航运发展迅速，干线货物运输量及周转量超过密西西比河、莱茵河的运量，位居世界第一位。航运发展有力地促进和带动了沿江地区经济发展，与此同时，长江水上运输的安全形势面临严峻挑战，特别是水上危险化学品运输量的急速增加，增大了危化品运输安全事故风险。

近10年来，长江沿岸地区石油、化工、能源、城镇燃气等行业发展迅猛，经由长江运输的危化化学品的品种和数量急剧增加，危险化学品运输船舶及装卸码头迅速增多。2012年全国水运危险货物运量已达9亿多吨，其中内河危险货物运量2亿多吨；2013年长江干线港口危化品年吞吐量已达1.7亿t，生产和运输的危化品种类超过250种。危化品运输事故后果严重，不仅会导致火灾爆炸安全事故，造成人命和财产损失。同时会引发严重的环境污染事故，危及流域居民饮水安全和生态环境安全。因此，长江危险品运输事故风险对长江黄金水道安全发展和可持续发展构成严重的威胁。

2011年，国务院出台《国务院关于加快长江等内河水运发展的意见》，着力推进内河航运发展，明确提出加快长江等内河水运发展，实现水运与公路、铁路、航空、管道等运输方式的有机衔接，发展多式联运，构建现代综合运输体系，对内河运输安全提出更高要求。2014年6月国务院办公厅印发《推进长江危险化学品运输安全保障体系建设工作方案》，部署完善长江危险化学品运输安全保障体系，加强对内河危险化学品运输安全监管、提高灾害事故应急能力，预防和控制灾害事故，避免类似“11·13”松花江重大水污染事件的发生。近期发布的《国务院关于依托黄金水道推动长江经济带发展的指导意见》明确提出，强化水上危险品运输安全环保监管、船舶溢油风险防范和船舶污水排放控制，完善应急救援体系，提高应急处置能力。

因此，长江危险品运输安全得到了全社会广泛的关注和各级管理部门的高

度重视。开展长江危险品运输安全监管与应急技术研究，系统研究解决长江危险品运输的安全管理机制、监管、事故应对等重大问题，对保障长江黄金水道的运输安全和长江经济带国家战略的实施有着重要的现实意义。

本书以交通运输部科技建设项目（合同编号：2011 328 222 120）“长江黄金水道危险品运输安全监管与应急反应关键技术研究”成果为基础，针对长江危险品运输安全监管与事故应急技术进行系统论述。全书分为三篇：第1篇长江危险品运输安全保障机制，由胡玉昌、徐连胜、曾亚梅、耿杰哲负责编写，介绍了长江危险品运输及安全管理现状，分析了存在的问题，从理论及标准规范方面提出了安全管理的思路和方法。第2篇长江危险品运输安全监管技术，由赵前、罗胜祥、曹文胜负责编写，系统介绍了基于风险管理的长江危险品船舶分类监管技术方案以及危险品船舶动态监控系统，危险品集装箱监控技术方案与监控装置。第3篇危险品运输事故应急辅助决策关键技术，由徐连胜、陈求稳、邓健、吕植勇负责编写，主要针对危化品泄漏水体扩散模拟技术与预测系统，危化品泄漏事故应急对策以及危化品码头事故应急方案库进行论述。此外，邓延洁、徐厚仁、高敏、王松、彭宏恺、许世博、倪鹏、张春、李继春、赵洁婷参加了第2篇中监管技术部分的编写；高原、谭靖、张静、陈荣昌、李涛、杨献朝参加了第3篇中事故应急处置技术部分的编写。

本书可供从事长江危险品运输的企业、安全监管部门的有关人员参考。由于作者对该领域的认识水平有限，对于书中可能存在的错误和不足，敬请指正。

作 者

2015年9月

第 1 篇 长江危险品运输安全保障机制

1	长江危险品运输现状	3
1.1	长江危险品运输情况	3
1.2	长江危险品运输船舶情况	7
1.3	长江危险品码头情况	7
1.4	长江危险品运输事故情况	8
1.5	长江危险品运输应急管理情况	9
1.6	长江危险品运输安全监管现状	11
2	长江危险品运输分析	16
2.1	国外危险品运输安全管理现状分析	16
2.2	长江危险品运输与安全管理现状分析	27
3	长江危险品运输安全保障机制	38
3.1	国外危险品运输风险管理方法	38
3.2	国内危险品运输风险管理方法研究	40
3.3	长江危险品运输安全技术条件	46
3.4	长江危险品运输安全风险保障机制	52
4	长江危险品运输安全技术标准体系研究	59
4.1	内河危险品运输标准体系现状	59
4.2	内河危险品运输标准体系存在的问题	60
4.3	内河危险品运输标准体系	61

第 2 篇 长江危险品运输安全监管技术

5	概述	65
5.1	研究内容	65
5.2	技术路线	65

—5.3	研究成果	65
6	危险品运输安全监管技术方案	67
6.1	危险品运输安全监管基本原则	67
6.2	危险品运输安全监管分级分类标准	68
6.3	危险品运输安全监管机制	69
7	危险品船舶动态监控系统	73
7.1	总体设计	73
7.2	总体架构	74
7.3	现有系统应用	76
7.4	功能需求	81
7.5	功能结构	82
7.6	功能实现	82
7.7	系统运行环境	93
8	危险品集装箱动态监控系统	95
8.1	主要技术内容	95
8.2	危险品集装箱身份认证与自动应答技术装置研究	95
8.3	危险品集装箱货物状态自动感应与传感技术研究	99
8.4	基于自适应网络技术危险品集装箱监测系统及装备研究	105
8.5	危险品集装箱全程监控系统	113

第3篇 危险品运输事故应急辅助决策关键技术

9	危险品水路运输应急现状	121
9.1	危险品水路运输概况	121
9.2	危险品水路运输事故	122
9.3	危险品运输事故应急处置案例分析	123
9.4	危险品运输应急资源配备情况	127
10	危险品应急处置常用方法	128
10.1	危险品物理、化学特性	128
10.2	危险品泄漏应急处置技术	131
10.3	应急处置行动方案	142
11	应急处置技术方案及实施	145
11.1	泄漏应急处置程序	145

11.2	危险品应急处置的注意事项	149
11.3	危险品应急处置技术方案	149
12	危险品应急决策支持系统	153
12.1	系统构成	153
12.2	基本 GIS 功能	155
12.3	应急基础数据库管理系统	159
13	危险品泄漏扩散模拟	164
13.1	模型原理	164
13.2	模拟系统主要功能分析	170
13.3	系统功能设计	170
13.4	模拟计算和结果输出	172
附录 A	漂浮类危险品应急处置技术方案	178
附录 B	溶解类危险品应急处置技术方案	182
附录 C	挥发性危险品应急处置技术方案	185
附录 D	沉淀类危险品应急处置技术方案	188
参考文献	189
索引	193

第 1 篇

长江危险品运输安全保障机制

1 长江危险品运输现状

长江是我国的黄金水道，其干线货物运输量已经超过了美国密西西比河、欧洲莱茵河，成为世界上内河运输最为繁忙的通航河流。据统计，长江水系完成的水运货运量占沿江全社会运量的 20% 以上，货物周转量占 60%。近年来，长江沿岸地区石油、化工、能源、城镇燃气以及交通等行业发展迅猛，经由长江运输的危险品运输量大幅增加；同时，因为水路危险品运输具有运输量大、节约、环保、运输成本低的优势，加之江海、干支直达运输的发展，危险品运输船舶及危险货物作业码头数量也快速增加。随着长江水运优势的发挥，危险品运输安全的问题也越来越突出，本部分主要分析长江危险品运输的现状、危险品运输应急物资配备情况及安全监管现状。

1.1 长江危险品运输情况

1.1.1 2009—2011 年长江危险品运输量

据统计，2011 年长江水系危险品吞吐量超过了 1.5 亿 t，其中江苏海事局辖区近 1.1 亿 t，长江海事局辖区近 3 000 万 t，其余为四川省地方海事局辖区及其支流内的运输。长江水系运输危险品种类超过 340 种，且运输量每年以 10% 以上的速度递增。

1.1.1.1 长江海事局辖区危险品运输量

长江海事局辖区危险品进出港吞吐量在 2009 年为 2 157 万 t，其中包装危险品 54.2 万 t，散装危险品 2 102.8 万 t；2010 年为 2 518.3 万 t，其中包装危险品 67.4 万 t，散装危险品 2 450.8 万 t；2011 年为 2 708.8 万 t，其中包装危险品 63.9 万 t，散装危险品 2 644.9 万 t。

长江海事局辖区 2009—2011 年的危险品运输量情况详见表 1-1。

长江海事局辖区 2009—2011 年危险品运输量

表 1-1

年份	包装危险品运输量 (万 t)	散装危险品运输量 (万 t)				吞吐量合计 (万 t)
		固体	液化气	液体化学品	油类	
2009 年	54.2	7.1	15.2	423.7	1 656.8	2 157
2010 年	67.4	2.34	23	502.4	1 923.1	2 518.3
2011 年	63.9	1.2	12.4	549.8	2 082.5	2 708.8

1.1.1.2 江苏海事局辖区危险品运输量

江苏海事局辖区危险品进出港吞吐量在2009年为1.02亿t,其中包装危险品293.3万t,散装危险品9896.9万t;2010年为1.12亿t,其中包装危险品285.7万t,散装危险品1.09亿t;2011年为1.11亿t,其中包装危险品393.9万t,散装危险品1.07万t。

江苏海事局辖区2009—2011年的危险品运输量情况详见表1-2。

江苏海事局辖区2009—2011年危险品运输量

表1-2

年份	包装危险品运输量 (万t)	散装危险品运输量(万t)				吞吐量合计 (亿t)
		固体	液化气	液体化学品	油类	
2009年	293.3	33.8	203.4	3919.3	2740.4	1.02
2010年	285.7	39.1	174.2	4294.8	6381.2	1.12
2011年	393.9	52.3	270.2	4412.4	5998.7	1.11

1.1.1.3 危险品运输量分析

2009—2011年长江水系危险品运输量对比情况如图1-1所示。

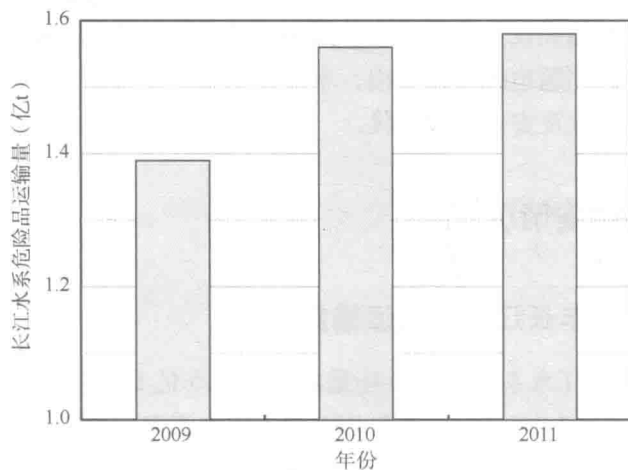


图1-1 2009—2011年长江水系危险品运输量对比

从以上数据可以看出,长江水系危险品运输总量逐年增长,其中散装油类和散装液体化学品年增长量较大。由于沿江经济快速发展,社会运油量呈现增长趋势,油品运输量所占比例维持在危险品运输总量的77%左右。另一方面,由于沿江化工园区的不断建设,危险化学品货物运输量稳步大幅增长,化学品运量占比由2007年的15%增长到2011年接近20%。

1.1.2 危险品种类统计

据统计,目前长江水系通过水路运输的主要危险品品种共111种,具体品名见表1-3。

其中,长江海事局辖区2009—2011年年均运输量在1万t以上的散装液体危险品主要有:柴油、汽油、原油、硫酸、沥青、液碱、航空煤油、石脑油、二甲苯、甲醇、苯、醋酸、重油、盐酸、丁二烯、苯乙烯、甲苯、苯胺、二硫化碳、环己烷、乙酸乙酯、乙酸