



# 德国内河航运绿色发展对我国航运发展的启示

杨秋平<sup>1</sup>, 闫军<sup>2</sup>, 张明进<sup>3</sup>, 刘洋<sup>4</sup>, 方森松<sup>5</sup>, 宫晓婷<sup>6</sup>, 杜静波<sup>7</sup>,  
周发林<sup>8</sup>, 李明<sup>9</sup>, 张振江<sup>10</sup>, 余俊华<sup>11</sup>, 李乐新<sup>12</sup>

- (1. 交通运输部水运科学研究院, 北京 100088; 2. 交通运输部水运局, 北京 100736;  
3. 交通运输部天津水运工程科学研究院, 天津 300456; 4. 交通运输部科学研究院, 北京 100029;  
5. 交通运输部规划研究院, 北京 100028; 6. 大连海事大学, 辽宁 大连 116026;  
7. 中国交通通信信息中心, 北京 100011; 8. 交通运输部长江口航道管理局, 上海 201914;  
9. 长江航道规划设计研究院, 湖北 武汉 430014; 10. 中国船级社, 北京 100006;  
11. 长江航道局, 湖北 武汉 430010; 12. 长江三峡通航管理局, 湖北 宜昌 443002)

**摘要:** 为提高我国内河航运发展水平, 探索将绿色生态发展理念融入内河航运建设管理之中的新方法, 从基础设施、船舶运力、信息化建设、集疏运体系等方面介绍了德国内河航运的发展特点和方向, 总结了德国在推动绿色航运和绿色港口建设方面取得的成绩和经验。在综合考虑我国内河航运发展现状的基础上, 提出我国内河航运发展应借鉴德国在干支流通达、水系间沟通建设等方面的经验; 打造畅通互联的信息系统、提高信息协同应用水平; 高度重视推进铁水联运, 提高综合运输服务能力; 推广绿色生态理念, 加大绿色航运技术的研究应用力度等若干启示。

**关键词:** 德国; 内河; 航运; 绿色发展; 启示

中图分类号: U 61

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2021)07-0106-05

## Enlightenments of German inland river shipping green development on the shipping development in China

YANG Qiu-ping<sup>1</sup>, YAN Jun<sup>2</sup>, ZHANG Ming-jin<sup>3</sup>, LIU Yang<sup>4</sup>, FANG Sen-song<sup>5</sup>, GONG Xiao-xing<sup>6</sup>, DU Jing-bo<sup>7</sup>,  
ZHOU Fa-lin<sup>8</sup>, LI Ming<sup>9</sup>, ZHANG Zhen-jiang<sup>10</sup>, [SHE Jun-hua]<sup>11</sup>, LI Le-xin<sup>12</sup>

- (1. China Waterborne Transport Research Institute, Beijing 100088, China; 2. Water Transport Bureau. M.O.T, Beijing 100736, China;  
3. Tianjin Research Institute for Water Transport Engineering. M.O.T, Tianjin 300456, China;  
4. Scientific Research Institute. M.O.T, Beijing 100029, China; 5. Planning Research Institute. M.O.T, Beijing 100028, China;  
6. Dalian Maritime University, Dalian 116026, China; 7. China Transport Telecommunications & Information Center, Beijing 100011, China;  
8. Changjiang Estuary Waterway Administration Bureau. M.O.T, Shanghai 201914, China;  
9. Changjiang Waterway Institute of Planning and Design, Wuhan 430014, China; 10. China Classification Society, Beijing 100006, China;  
11. Changjiang Waterway Bureau, Wuhan 430010, China; 12. Three Gorges Navigation Authority, Yichang 443002, China)

**Abstract:** To improve the development level of inland river shipping in China and explore the new method of integrating the concept of green ecological development into the construction and management of inland river shipping, we introduced the development characteristics and direction of German inland shipping from the aspects of infrastructure, ship capacity, information construction, collection, and distribution system, etc, and summarize the achievements and experience of Germany's green shipping and green port development. Based on comprehensive consideration of the development status of our inland river shipping, the enlightenments for the development of

收稿日期: 2020-11-03

作者简介: 杨秋平(1982—), 女, 博士, 副研究员, 研究方向为水运经济与发展战略。

通讯作者: 张明进(1979—), 男, 博士, 研究员, 研究方向为港口航道工程。E-mail: Zhangmingjin@tiwte.ac.cn。

inland river shipping in China are proposed. These enlightenments include: learning from Germany's experience in the circulation of trunks and branches, and the construction of communication between water systems; creating a smooth and interconnected information system and improving the coordinated application level of information; developing the rail-water inter-model transportation and improving comprehensive transportation service capabilities, promoting the concept of green ecology and intensifying the research and application of green shipping technology and so on.

**Keywords:** Germany; inland river; shipping; green development; enlightenment

德国拥有欧洲国家中最稠密的内河运输网络<sup>[1]</sup>, 内河航运优势明显。其内河运输网络发达与德国重视内河航运并科学、持续建设内河航道密不可分。在我国, 内河航运在推动社会进步、经济发展和文化交流中扮演了重要角色。如何结合我国水系航道、基础设施建设和技术发展特点, 将科学建设管理和绿色生态发展的理念融入到内河航运的发展中去, 是目前亟待解决的重要课题。关于德国内河水运发展和绿色发展等方面的最新进展情况, 国内尚缺乏持续的跟踪研究, 已查找到的相关文献数量较少且年代久远<sup>[2-4]</sup>, 无法为我国内河航运发展提供借鉴。因此, 本文在查阅收集近年来德国及欧盟内河水运发展翔实资料的基础上, 结合赴德国的学习实践, 对德国内河航运的建设管理情况、航道港口的绿色发展等方面的先进经验进行归纳总结, 得到对我国内河航运事业发展的相关启示, 以推动我国内河航运高质

量发展。

## 1 德国内河航运发展现状

### 1.1 内河航道建设情况

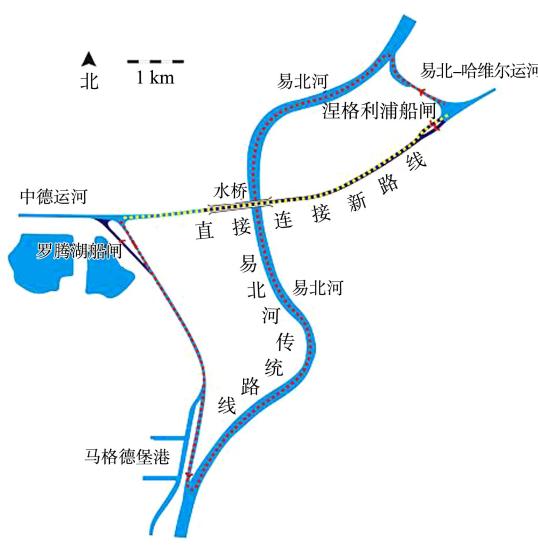
德国位于欧洲的中央, 航运通道覆盖范围非常广, 可以连接北海和波罗的海, 东南方向直达黑海。德国内河航道总里程 7 500 km, 其中河流长度占比 34%, 设有堤坝和船闸的河道占比 42%, 运河占比 24%<sup>[5]</sup>。德国内河航运发达, 主要有莱茵河、埃姆森河、威悉河、易北河、奥得河 5 条南北走向的自然河流, 以及 15 条连接天然河流的人工运河, 部分河流分布见图 1。在这些自然河流和人工运河上共建有 450 座船闸和升船机、290 座堤坝以及 1 300 座桥梁, 这些构成了德国稠密的、四通八达的内河航运体系。德国内河航道分为 6 个等级, 航道具体数据见文献[6]。



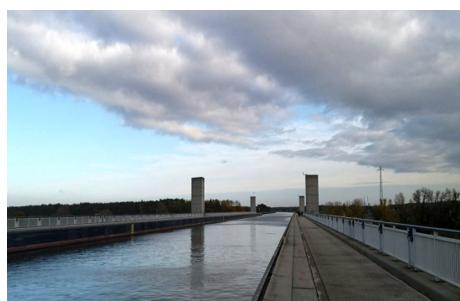
图 1 德国内河航道网

## 1.2 内河通航设施建设情况

欧洲内河航道系统中建有较多船闸，部分河段还建设了航电枢纽：多瑙河 18 座、莱茵河 11 座、内卡尔河 27 座，其中马格德堡水桥是最具代表性的建筑。马格德堡水桥 (Magdeburg Water Bridge) 是一座水运立交桥，于 2003 年 10 月建成，全长 918 m，宽 34 m，水深 4.5 m，连接着德国两条重要的航运运河：易北-哈维尔运河 (Elbe-Havel-Kanal) 和中德运河 (Mittelland Kanal)，并与易北河垂直立交，其立交通行示意和实景见图 2。马格德堡水桥开通前，在中德运河和易北-哈维尔运河之间运行的船舶不得不绕道 12 km，通过罗腾湖船闸和涅格利普船闸通行。水运立交桥建成后，船舶可以通过类似立交桥形式的航道单向航行，这也是运河跨越天然河流的创新设想。



a) 马格德堡水桥立交通行示意



b) 马格德堡水桥实景

图 2 马格德堡水桥

## 1.3 内河运输船舶类型

根据其推进系统和货舱的组合，目前欧洲内

河运输船舶主要分为 4 大类：拖船和顶推船、非自航驳船 (拖带驳船和顶推驳船)、自航货船 (机动货船和顶推船队)、客轮。机动货船和顶推船队是目前内河航行应用最广泛的船舶类型。在欧洲两大河流 (莱茵河和多瑙河) 中，莱茵河中下游主要是以船队形式运输，莱茵河上游和多瑙河上游主要是以机动货船为主。

截至 2017 年底，德国拥有内河运输船舶共计 4 458 艘，其中，机动货船 1 157 艘，德国内河运输船舶数量见表 1<sup>[7]</sup>。由于受到河道宽度及水深限制，德国航运公司购置大型船舶的意愿较低，而主要针对已有老旧船只进行改造翻新，导致每年新投入运营的船舶数量持续减少。

表 1 德国内河运输船舶数量

船舶类型	船舶数量/艘	
	截至 2016-12-31	截至 2017-12-31
机动货船	1 176	1 157
驳船	43	43
顶推船队	784	782
客船	1 265	1 267
拖船和顶推船	416	414
其他	806	795
内河船舶总数	4 490	4 458

## 1.4 内河信息化建设情况

德国内河信息服务主要包括：管理系统、船闸堤坝设备远程遥控、河道远程监督遥控、基础信息更新 (浅水区信息、桥下净空信息、船闸运行状态等信息)、水位预测、河段通信、船舶过闸信息报告等。交通管理中心通过电子信息图进行航运管理，及时发布河道最新状况。航运企业可以通过高科技河道导航技术和自动识别系统，便捷地查询船舶所要停靠的锚地和泊位具体信息，及早了解航行区域的最新情况。

德国港口的主要业务均实现了信息系统连接，信息系统与需求结合紧密、系统实用性强，能够较好地满足业务工作需要，信息资源做到了有效整合和共享，数据利用率较高。汉堡港的集装箱转场吊装已基本实现自动化，此外还建立了欧洲一流的港口情报系统 (DAKOSY)，该系统不仅能提供港内的数据交换，而且可用于各种运输方式之间的协作，帮助货主选择最佳的运输方案，促

进多式联运发展。为进一步解决物流信息孤岛问题,欧盟还推出了欧洲物流信息交换平台(AEOLIX),以逐步完善物流信息系统生态,实现物流信息共享。

### 1.5 港口集疏运体系建设情况

德国主要港口的集疏运通过铁路、公路、内河航道等综合交通网络实现,尤其是在铁水联运方面实现了铁路进港设施统一布局、同步建设,运营实现了信息化。部分港口的铁路线直接接入码头前沿,相关货物(如集装箱、大型基础构件等)可以直接通过火车进行运输,大大提高了运输效率、有效降低了转运成本。港口在运输便利化方面统一规划,综合交通效应得到良好体现。德国拥有先进的交通运输信息网络和公路、港口、铁路各运输方式的信息系统,各网络系统间互联互通,为多式联运提供服务。通过信息网络系统,各方无偿提供多式联运信息,保证了各运输方式

之间的紧密衔接。欧盟还提出到2050年要将50%的公路货物运输转移到铁路和水运上来。

## 2 德国绿色航运和绿色港口发展

### 2.1 欧盟船舶排放情况

近年来,欧盟在能源环保问题上出台了多项法律规定和条例,内容主要包含减少温室气体的排放,如硫、氮、氮氧化物以及未完全燃烧的氮氢化合物和颗粒粉尘。按照新环保法律条例要求引入排放控制区(ECA),在排放控制区域内有害物质的排放限制低于其他区域,且上限数值逐年降低。德国从2015年起对高含硫燃油在内河航运中的使用进行严格限制,2014—2015年间,内河航运所使用的燃油中有害成分的比例大幅下降,2025年后将逐渐使用有害物质占比更低的低硫油。国际海事组织(IMO)制定的2008—2025年的减排计划<sup>[8-9]</sup>见图3。



图3 国际海事组织(IMO)减排计划

### 2.2 新能源应用情况

德国衡量新能源的3个标准是无有害物质排放、可循环再利用、对环境友好,对于新能源所倡导的理念是注重能源从生产、运输到使用的全

过程环保<sup>[10]</sup>。新能源主要包括:LNG、甲醇、混合动力、风力、燃料电池等。表2列举了新能源在德国内河船舶中的应用情况。

表2 内河航运新能源应用实例

船舶类型	能源类型	备注
油船	LNG	2012年投入使用;4个内燃机驱动,每个300 kW
内河集装箱船	混合动力	2019年投入使用;可使用一般能源,也可以使用动力驱动。电池可保证3 h航行
港口内部使用的试验船	混合动力	氢能和燃料电池
邮轮	混合动力	柴油和电池;往返德国罗斯托克和丹麦之间,电力输出稳定,停靠时充电,电力可储存和释放
货船	改用货车发动机	改装后船舶排放达到了欧盟最高排放标准,具有发动机性能强、维修周期长、噪音小的特点,各方面性能得到大幅提升,燃油使用降低了17%

### 2.3 绿色航运及港口发展情况

德国各界高度重视水运在节能减排方面突出的生态环保效益，在 LNG、燃料电池、柴电混合动力等新能源船舶，旋转风筒、风帆、车载柴油发动机替换等助航技术方面开展了大量的前沿性的研究与应用推广。德国属于排放控制区，区域内硫氧化物和氮氧化物的排放控制标准都较全球控制标准要高。许多航运企业自发地采取了诸如更换高效率发电机、风电辅助航行、LNG 能源等新技术来减少船舶污染物排放。绿色技术的推广应用并不完全是出自于船舶运营方的环保自觉，欧洲 ECA 严格的排放标准、节能减排所实际产生的经济效益以及政府主导的能源独立战略才是主要的推手。

德国大众的环保意识较强，在绿色港口建设方面大部分都是港口自主行为，主动开展一些绿色环保方面的工作。汉堡港和马格德堡港拥有许多风力发电设备，风力发电已占到了整个港口用电量的 20%~30%。马格德堡港口自主研发使用混合动力(电和柴油)火车、船舶靠港使用岸电(电力来源为风电、太阳能和水电，其中风电约占 30%)、内部车队逐渐转换使用可再生能源、探索使用混合动力式移动起重机，其中汉萨港区(Hansehafen)从 2011 年开始港区内部的电力系统全部通过清洁能源来供电(以风力发电为主)，其他动力系统也均是通过绿色能源来实现。总体来看，德国绿色航运和绿色港口的研究和建设都走在了世界前列。

## 3 启示和建议

### 3.1 结合实际多管齐下，完备内河航道网建设

德国航道网发达，通过运用航道整治、梯级渠化和人工运河等多种手段，建成了四通八达的内河航道网络。我国内河航道在干支流通达、水系间沟通建设等方面还需要借鉴发达国家经验，进一步科学论证、综合规划。在流域水系沟通运河方面(如赣粤运河、平陆运河、湘桂运河建设等)可以充分借鉴德国经验进行参考论证。

### 3.2 畅通运输信息通道，提高信息系统协同应用水平

当前，我国在国家、省、市等不同层面均大力发展交通运输信息系统，但受体制机制、标准规范等影响，信息通道尚未有效打通，目前的信息化建设还存在着行业间、部门间的壁垒，存在着各系统间“连而不用”的现象。随着基础设施的逐步完善，迫切需要相关管理部门推进资源整合和数据共享，实现管理的协同化，通过打造畅通互联的信息系统提升运输服务效率和水平。

### 3.3 完善港口集疏运体系，提升多式联运服务水平

不同运输方式之间的衔接是我国综合交通运输体系建设中的短板，目前我国大多数内河港口还尚未能实现铁水联运，货物转场运输成本偏高。因此，在交通供给侧结构性改革中应高度重视推进铁水联运，加强技术创新研究，从政策、财税、金融等方面加强统筹规划和协调，打通铁路进港最后一公里，切实提高综合运输水平与能力。

### 3.4 推广绿色生态理念，助力绿色航运建设

在我国，绿水青山就是金山银山的理念逐渐深入人心，国家层面也已对于长江沿线港口和船舶污染物排放作出明确要求，港口岸电建设亦取得初步成就。下一步应根据河流的自然条件与环境特点，实施生态航道建设，进一步改善航道条件，加大绿色航运技术的研究应用力度，以科技创新带动绿色航运发展。另外，我国航运发展应更加从注重生产、运输到使用全过程评估能源的清洁程度；同时，还应加大对清洁能源(如燃料电池、氢能、风能)在航运应用方面的基础研究，支持旋筒风帆技术、船舶废气脱硫系统(EGC)和脱硝系统(SCR)等技术和设备的研发。

## 参考文献：

- [1] 付宇.德国交通运输发展趋势及重点[J].工程研究-跨学科视野中的工程,2017,9(2):165-172.
- [2] 刘昭然.欧盟多式联运政策对我国发展铁水联运的启示[J].铁道运输与经济,2013,35(5):56-60.
- [3] 方建华.联邦德国的内河水上交通安全管理与船舶防污染[J].江苏交通,2002(1):18-19.