

国内外水运情报资料

(国外内河船舶译文集)

1

黑龙江水运科研所科技情报室

一九八四年八月

目 录

西伯利亚河运的远景船型.....	(1)
可弯曲的组合货船.....	(7)
浅水推轮№P—162试验营运.....	(11)
内河推轮船体与推进装置.....	(16)
简化型驳船的阻力.....	(48)
推进器设计中的计算水深论证.....	(51)
螺旋桨合理化的效果.....	(54)
浅水船的快速性.....	(57)
个人计算机在螺旋桨设计上的应用.....	(59)

西伯利亚河运的远景船型

河运在西伯利亚的国民经济运输中起重要作用。因为该区的铁路和公路主要集中在南部，所以大河和其支流就成了发达的运输网，可以直入北极深处。有5万公里以上的天然河运干线可用于运货到铁路和公路不通的工业中心。目前西伯利亚的货物周转量中河运占30%。

西伯利亚内河的船舶营运特点是：

航道保证水深不大，而且营运线上下游相差悬殊（由1.2到3米）；

在主要干线上没有船闸；

有各级航道，由上游的《Л》级到下游河口和沿海的《М》和《М—СП》级；

航行期短，个别航线不过70—80天；

北极沿海航行的水文气象条件困难，经常有风暴引起水位波动。

为改善航行条件，正在进行和将继续进行某些河段的浚深工程。计划到2000年这段期间使一些干线的保证水深达到3.0—3.5米。除疏浚外，还将在安哥拉—叶尼塞水级的高水头水利枢纽建过船建筑物，在上勒拿河建调节水深的水库和在中叶尼塞建水利枢纽。这将保证吃水3米以内的船舶从中游到出海口全线通航。

增加运量和货种的远景

西伯利亚货运关系到天然财富的勘查和开发。由于新矿的开采，运量将增长，可能还有新货流出现。据预测，到1990—2000年运量最大可能增到1980年的2.5—3.5倍。向新区运货，大多数还是矿建材料（某些地区将超过总运量的60%）、金属、水泥、农产品等。因新区工业的兴起，将用船运送大量工艺设备、汽轮机、拖拉机、集装箱等等。农产品运输中占主要地位的将是北运的蔬菜，预计到1990年其运量将增加25万吨。

现有的主要船型

西伯利亚现有船队中，57%是《Л》和《Р》级船，29%是《О》，14%是《М》级。非机动船还是运输船队的主力（≈70%），如图1—图3。主要有：吃水1.3—1.6米800—1000吨的驳船，吃水2—3米1500—3000吨的大驳和吃水1.1—1.3米200—300吨的小驳。后者占全部干货船数量的五分之一。

主要自航船是：载重600—1000吨，吃水1.6—2.2米的内燃机干货船，占干货船的半数以上。

西伯利亚地区某些船型的基本性能

船型与船级	载重量(吨)	排水量(吨)	主尺度			发动机数和功率(千瓦)	航速(公里/小时)	续航力(天)	船员数
			长	宽	型深	平均吃水			
敞开舱口驳甲板驳:	《O》级	3000	3520	85.0	16.5	4.0	2.8	—	—
	《O》级	3000	3780	98.0	16.5	2.8	2.5	—	—
	《F》级	2800	3240	93.5	16.5	2.9	2.63	—	—
	《M》级	2500	3185	83.0	16.5	3.3	2.55	—	—
	《O》级	1500	1780	76.5	15.0	2.5	1.85	—	—
	《F》级	1000	1258	63.1	14.0	2.0	1.60	—	—
	《F》级	200	256	35.0	7.5	1.3	1.07	—	2
干货轮	《M》级	2100	3225	105.0	11.8	6.0	2.50	19.4	15
	《O》级	2000	2800	100.0	12.2	4.9	2.80	20	12
	—	1000	1507	85.0	12.5	3.4	1.70	18.0	15
	—	1000	1500	75.0	11.0	3.5	2.25	21	10
	—	800	1160	65.0	14.0	2.0	1.55	19.0	20
	—	600	860	62.0	9.2	2.8	1.87	15.0	8
	—	2800	3800	107.2	13.0	4.8	3.20	18.8	12
油轮	《O》级	600	602	62.0	9.2	2.8	1.96	16.6	5
推拖轮	《O》(冰)级	—	702	44.0	11.6	3.3	2.13	22.4	12
	《O》级	—	407	38.5	8.2	3.2	2.14	20.0	15
	《P》级	—	207	31.0	8.3	2.7	1.29	19.0	9



图1.西伯利亚和远东内河的《O》级3000吨艙口驳

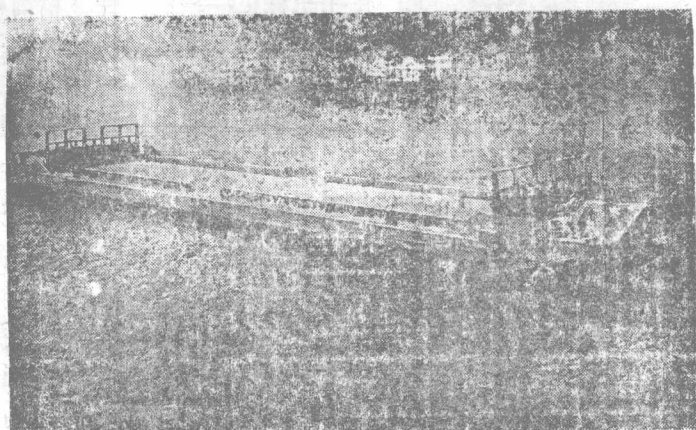


图2.勒拿河的《O》级3000吨甲板驳

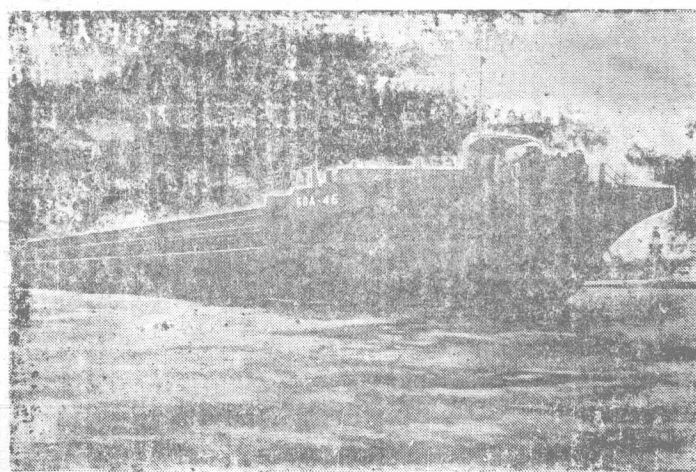


图3.鄂毕-额尔齐斯航区出鄂毕湾的《M》级2500吨甲板驳

载重 2000—2100 吨 吃水 2.5—2.8 米 的干 货 船 占 20% (图4)。

载重 2800、1500 和 600 吨 的油 轮。

220—1470 千瓦 的 拖 轮 (图 5 图 6)。

不同区域船队的构成是不同的,因货物构成和航行条件不同,货轮与驳船之比在勒拿河约为 1 : 1.2, 而在鄂毕-额尔齐斯是 1 : 3.5。

勒拿河航区货源的特点是农工产品,首先是集装箱,占优势。而鄂毕-额尔齐斯,这种货的比重就不大,比重相当大的是矿建材料。

大宗运送建材、装备和各种机器,回程从河口装运元木。这主要靠 1000—3000 吨的系列甲板驳。这种驳与 440—1470 千瓦的推拖轮组成 18,000 吨以内的大船队。农产品和工业制品等的运输,必需用 6000—2000 吨,航速 20 公里/小时的自航干货舱口船

改善船舶的可行途径

运量的不断增长,货种的不增多,河道的继续疏浚和造船与其相关工业的发展,决定了船舶发展的基本方向,船舶技术性能改善,以及最终提高河运工作效率的前提。要发展的方向,首先是:

提高干线船舶的载量;

扩大航区,以及由此而来的对到北冰洋沿海区营运的船

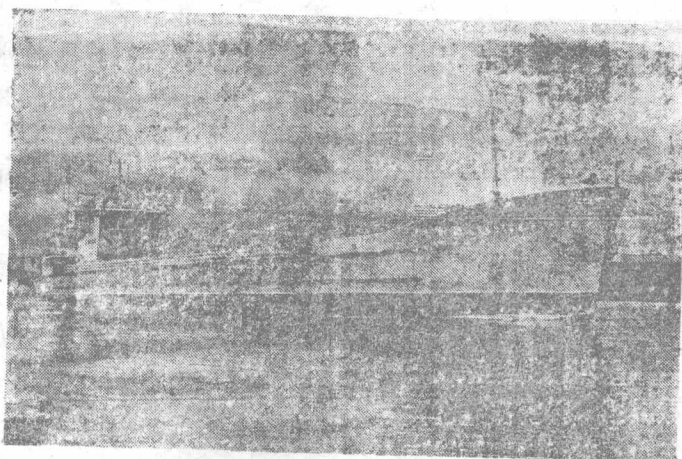


图4 《M》级2100吨干货轮

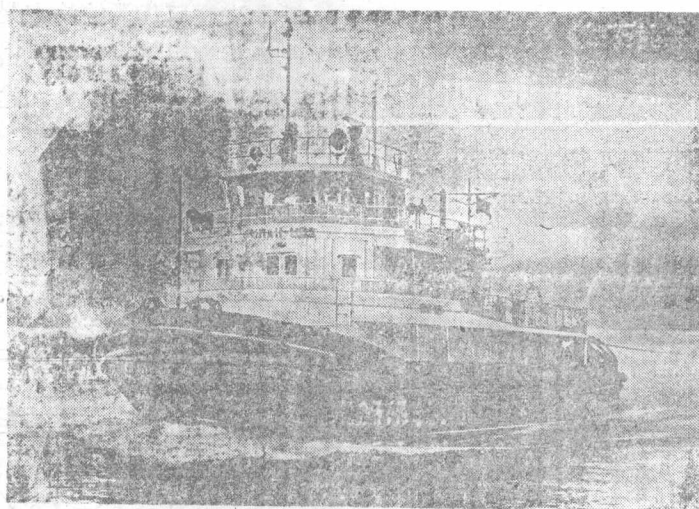


图5 590千瓦拖轮

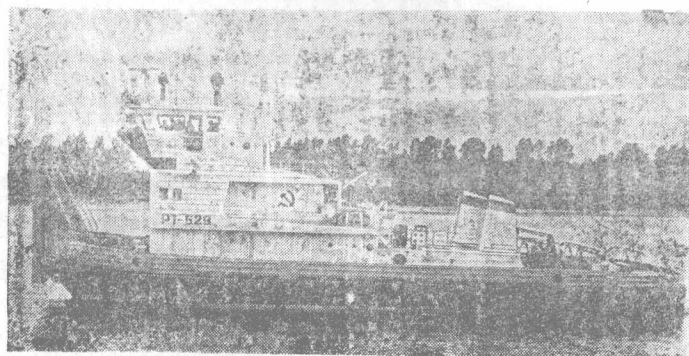


图6 440千瓦推拖轮

舶提高船级、航海性能和续航力，使某些船舶适应沿海冰区和内河延长航期航行的要求；

为运大宗货和适应某些条件造专用船；

完善船舶的各种设备（动力、电航等、），提高其可靠性、经济指标和寿命；

降低噪声和振动，提高住室和工作室的设施质量，以改善船员工作和休息条件；

在更广泛采用辅助工作自动化和机械化手段的条件下精简船员。

某些远景船型

近期即应解决的首要任务是选三种新型船：适应西伯利亚未来航行条件的更大载量的通用干货船，运菜专用船和运重件货的甲板驳。所以需要这几种船型是因为大宗货运量的急剧增长，为居民提高运菜质量的需要（尤其北部地区）和不断增建新工业项目的新区的发展。后者要求给工

厂、电站、石油工业扩建运送大而且重的件货。现在没有这种船，不得不用传统型船。这就需要增加相应的辅助设备，从而浪费时间和物料。

考虑到营运条件的改善和全线实际上没有船闸（2000年以前在主要航线上计划只有两处枢纽—勒拿和叶尼塞），如将船舶的平面尺度扩大到航行条件容许的最大值，载重量还可比现有船提高。设计研究的结果表明，在此种情况下，如船长140米，宽16.5米，吃水3米，通用的自航干货船载量可增大到3500—4000吨，即1.5—2 倍（现在最大船不超过 2000—2500吨）。

分析西伯利亚的货运可知，多数是航区范围内的运输。因而，这些船应按《O》（冰）级或《O—ПП》（冰）级设计和建造，优先用于干线。为了运货到北极沿海和沿入北冰洋的小河航行，看来还应造有一定航海性能的小吨位的《M—СП》级船舶，其主要尺度，首先是吃水小于前者。

可能没有必要规定未来船舶也能用于苏联的欧洲中心区，因那里的航行条件与西伯利亚显然不同。

远景船型的结构形式应是双舷和双底的封闭式舱口船（图 7），所以如此是因为未来港口将装备高效率的装卸机械。船体强度应能保证在延长航期时的冰中航行，动力装置也应保证在此条件下连续工作，使船舶安全而有效地航行。必需在长时间的外部低温条件下保持船舶装备和设备的工作能力。

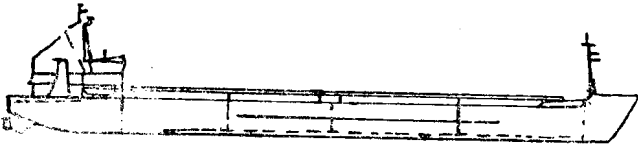


图 7 增大吨位的远景通用干货轮

营运经济指标的比较结果证明，虽然这种船比2000吨级船舶的造价显著提高（增加80%），但运输效率也将提高，使开支减少3—6%，运输成本降低9—12%（图8）。

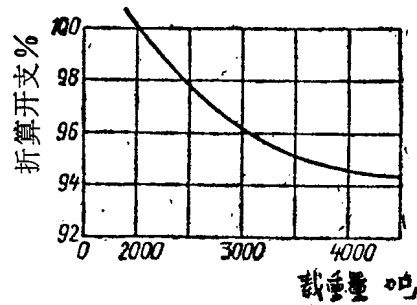


图 8 折算开支与载重量的关系

造这种吨位增大的船，不但经济性提高，还可以用较少的船解决先前的同等任务。这对生产和营运都是有利的。

补充专用的蔬菜运输船，对供应工业中心和蔬菜站，以及极北地区居民都是合适的。因为蔬菜是单向运输而且有季节性，为了充分利用船舶，还应能运其他货物。最可能的货源是件货、成组货、5—20吨的标准集装箱、元木、也可能是小汽车等等。这些货又分为垂直装卸和水平装卸的。

预防蔬菜在运输中损失，船上设空调系统是合适的，除调温外，还可调节舱内湿度和换气的程度。因蔬菜的批量有限和装货点水浅（直接靠水深1.2—1.8米小河边的国营农场），运菜船的载量不可超过600吨。

分析西伯利亚的运输条件可知，对运菜船的要求与欧洲地区现在造的专用船基本一样，特殊的是舱内加温程度能保证运菜到结冻更早的极北地区。造专用运菜船与现在运菜的一般的船主要不同点是采用空调技术自动调节舱内温、湿度。在其他船上顶好是采用强力自然通风。

在建筑部局方面也与传统船不同（图 9）。上部建筑和驾驶室接近船首，货舱居中，机舱在船尾。这样，可减轻住室、工作室和其他房间内由机器、轴系和螺旋桨所引起的噪声，

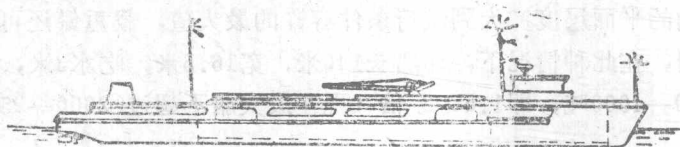


图9 运菜船：长86.7米，宽12.3米型深3.5米，
吃水1.8—2.5米；排水量2500吨，航速19公里/小时

瞭望的视界也广，尤其在舱盖装货时（如集装箱），驾驶室高度可在最低限。舱口围板是加高的，以扩大舱容。货舱沿长度方向被软隔壁分隔，可使不同的半舱有不同的温、湿度。货舱尺度可容许用先进方法装运集装箱，以成倍地减少装卸作业劳动消耗。用集装箱运菜，可以更有效地利用舱容，而且比传统的箱装、托盘或袋装都能盛更多的货物。集装箱，按其结构可以摆四层（充分利用舱高）。

另一特点是舱盖强度大，其上可摆两层标准箱。由于舱室面积大（每人达11米²）和有空调，所以生活舒适。中央地区已成批建造这种船。西伯利亚船队补充这种船也可能是合适的。经济指标的评价证明，与现在载量相近的通用船运这种货相比，开支将低20%，如都是只运菜，约低30%。研究表明，运重、大件（如石油工业和建筑业用的钻探设备和工艺装备）可以造1000吨《M》级专用甲板驳（图10）。

驳的平面尺度应能与《СтахановецКотов》型海船配套，以实现各区的不倒载海河联运。除这种不倒载的运输方法外，还可采用另一方案，即用坞形海船将大件运至西伯利亚河口，随后用船吊转载到事先进入舱内的驳船上，由该驳载货到目的地。有这种专用驳，可以缩短设备的远达时间，加速其投产和节省在专业厂用大规格钢材装备船舶所耗的人力和材料，也就无需别的船负担这种任务。

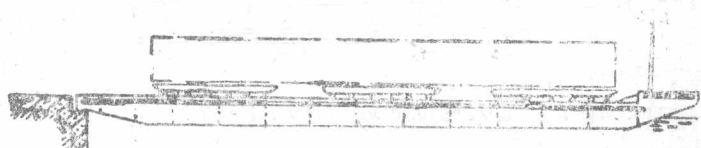


图10 运重大件的甲板驳：长85.7米，宽13.5米，
型深3.3米，吃水1.5米—2.5米

驳的平面尺度应能与《СтахановецКотов》型海船配套，以实现各区的不倒载海河联运。除这种不倒载的运输方法外，还可采用另一方案，即用坞形海船将大件运至西伯利亚河口，随后用船吊转载到事先进入舱内的驳船上，由该驳载货到目的地。有这种专用驳，可以缩短设备的远达时间，加速其投产和节省在专业厂用大规格钢材装备船舶所耗的人力和材料，也就无需别的船负担这种任务。

除上述各种船外，看来还应为西伯利亚内河下游业务的出海业务造通用直达船，以及集装箱船、水平装卸甲板船、载驳船、运水泥船、4000—5000吨级的驳船、功率590、810、和1470千瓦的新型拖轮、推轮等。对其详细要求，还有待分别研究。

除上述各种船外，看来还应为西伯利亚内河下游业务的出海业务造通用直达船，以及集装箱船、水平装卸甲板船、载驳船、运水泥船、4000—5000吨级的驳船、功率590、810、和1470千瓦的新型拖轮、推轮等。对其详细要求，还有待分别研究。

参 考 文 献

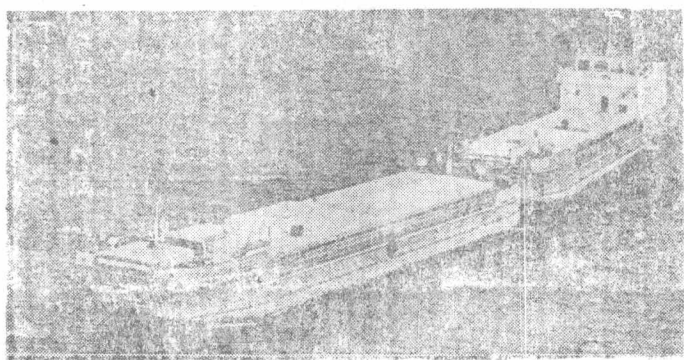
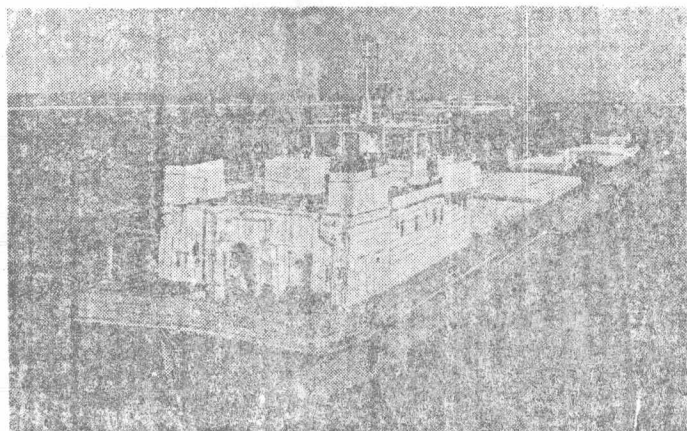
- 1.《西伯利亚船队》（《真理报》1979.6.20）
- 2.Е.М.Порочкин, А.Ю.Забраилов《苏联内河水道》（运输出版社1975）
- 3.З.А.Шашков《内河运输》（运输出版社1974）
- 4.А.П.Завьялов, Г.М.Коваль《直达船的发展途径》（《Сдостурозние》1979.№10）

作者 А.П.Завьялов

译者 李金城

原载 苏联《造船》1984.№5

可弯曲的组合货船



苏联为水深不超过1米的“P”级河道造了组合内燃机货船。用于装托板货，包装货，2.5、5、10、20吨集装箱，成组木材，散货（煤、粮、建、化等）和农机。

造这种船的硬性要求是通过小河的狭窄航道（宽度到20米，弯曲半径 110米）和在无码头设备的岸边垂直或水平装卸。因为有的小河一年中水位变化很大，又要求这种船有两种营运吃水。该船分为前后两节，都是双层底、双层舷，船首有吊桥，舱顶有能敞开50%的重叠式舱盖。前后节间有可弯曲的联结装置。

船舶要素和性能如下表。

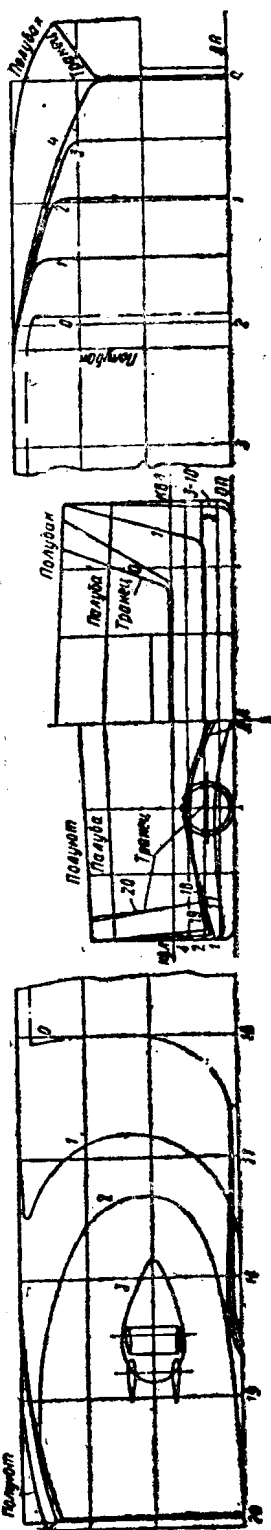


图2、后节型线

项	目	分 节		船 组
		后	前	
最大长度	米	52.3	42.0	94.8
水线面长度	米	50.0	40.0	
水线面宽度	米	9.0	9.0	9.0
型 深	米	2.5	2.5	2.5
载货吃水(T)	米	0.8/1.3	0.8/1.3	0.8/1.3
空船排水,	吨	202	109	311
载 重 量	吨			
T = 0.8		72	139	211
T = 1.8		280	311	591
主机功率	千瓦	440		440
深水航速	公里/小时			
T = 1.3		13.5		12.1
T = 0.85		16.2		14.5
浅水航速($\pi/\tau = 1.5$				
~2) 公里/小时				
T = 1.3		11.9		10.8
T = 0.85		13.8		12.7
船员人数		7		7

吃水1.3米时前后节的船型系数如下：方型系数为0.899和0.895，水线面系数为0.967和0.976，船中剖面系数均为0.997。

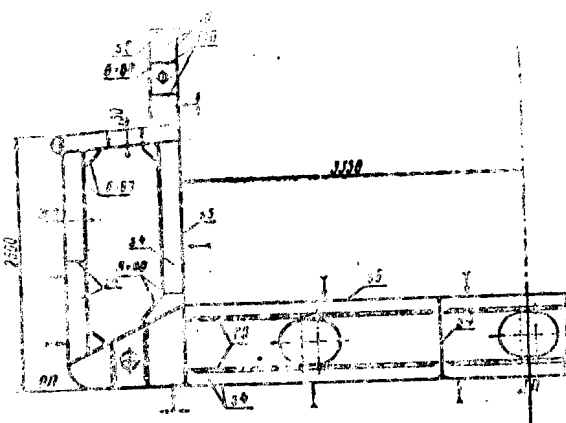


图3、 船中结构

两节的首部和平行中体是相似的。为降低造价，船体线型是简化的而且两节大部分同形，这在造船中可减少工艺设备的数量。

因能通过船首吊桥装卸,船上备有5吨的装卸车,航行时停在吊桥和舱壁间的隔舱中。收放吊桥是用15千牛顿的 ЛЭ 50—3绞车。为关紧前门(吊桥)设有密封胶垫和液压传动的杠杆系统。

两节的货舱都有两层的迷宫密封式防水滑动舱盖。舱盖板装有制动器并能沿围板上的导轨滑行。放装卸车的隔舱也有两块舱盖,并能叠置在货舱盖上面。

前后两节的联结是靠设在驱动节(后节)首端的自动锁。联结装置由带垂直导向柱的顶推架、УДР-25型锁、锁卡、限位开关和ЛРС-03手动绞车组成。锁的起落由顶推架上的绞车执行。联结装置可适应两节间有0.8米的吃水差,8°的相对横倾和5°的纵倾。锁的推力为250千牛顿。

弯转结构设在被推节(前节)的尾端。它由回转架、液压缸、中间位置承重和定位器、架转角传感器、泵站、液压管路和液缸限位器组成。回转架与尾封板是铰接的、架上有联结(锁)的梁、转轴座、联结液缸杆的眼板、平台和栏杆。液缸与回转架联结是用万向节。中间位置定位器是用于长期截断油路或液缸失灵时固定转架。

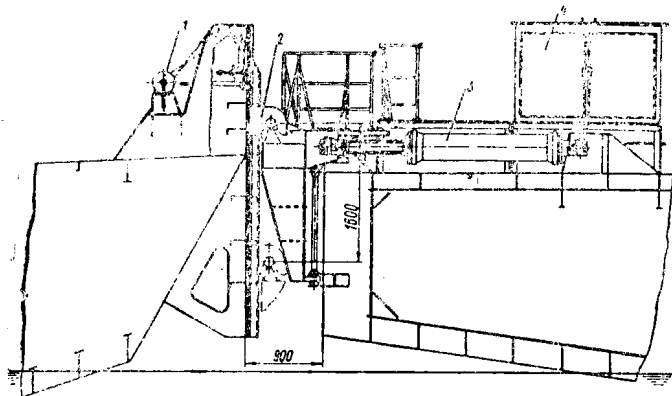


图4、可弯曲的联结装置

1. APC-03绞车; 2. 自动锁; 3. 液压缸;
4. 泵站。(自动锁位置表前后节不同的空满载)

泵站设在被推节尾,它向弯转装置和操纵系统供压力油。泵的排量为70升/分(6.2MPa)。弯转装置由驾驶室遥控,最大转矩为400千牛顿米。船组向一舷弯曲的折角是23°,由一舷弯转到另一舷的时间是100秒。

动力装置设在驱动节的尾部,由两部非逆转柴油机3Д13A组成,带可逆转的离合减速器。主机额定总功率是1500转/分时440千瓦。减速器速比,进车1:2.95,倒车1:2.18。辅机有两部50千瓦的ДГА-50М-9柴油发电机。

推进器-舵组合是两只强结构的钢质900mm螺旋桨装在固定导管中,4只舵吊在导管后的吊架上;为防止浮物碰螺旋桨设有可拆的防护栅。前节首部设有两只制动舵,用以改善船组操纵性和减小制动时的冲程。平时该舵收进收置槽中。此外还有液力操舵传动系统、舵角限制器和传感器,液力传动装置在驾驶室控制。为使船间舒适,采取了综合消音措施。上层建筑设在橡胶减震座上,地板和上甲板间有水平的空气隔离层。主机和柴油发电机也设在减震器上;排气管都装有消音器;主配电盘、饮水制备站和停泊时工作的柴油发电机都设在专用的隔舱内。机舱和主配电盘隔舱的舷板、隔壁和天花板均有隔音衬板。螺旋桨上方的底板是减震的,还有一系列其他措施。

该船在1981年运输混凝土构件、碎石、煤、粮等,试验结果是良好的。在无设备的岸边停泊中也试验了吊桥的强度和5吨装卸车的作业。放吊桥约需60秒钟。

船组用尾舵回转,其回转圈直径为290米,即3倍船组长,用9.3分钟。如操舵同时前后节中线折转23°,则回转圈直径200米,用6分钟。如同时再用一侧的首舵协助,则减到160米,

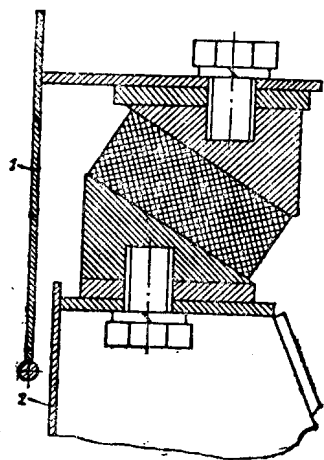


图 5、上层建筑的图定构件

1. 上层建筑构件;
2. 柱脚 (基座)。

4分钟。如借双首舵制动, 船组惯性冲程将由560米减到320米, 时间由8分34秒减到4分50秒。

主机的低频振动测量表明, 在研究的标准点的最大振幅比验船允许值低 $1/2$ 。非标准点的最大振幅发生在左机减速器输出法兰处, 1500 转/分时在正横水平方向为 0.18mm 。轴系扭矩测量结果表明, 在危险区也没有危险的扭转振动。因为在板厚选择和骨架分布方面有违造船规范, 对船体结构的振动测量予以特别注意, 其最大值发生在主机以 1500转/分工作时的全速状态下, 船体总振动的振幅在210—3000次/分不超过 0.01mm , 而许允值是 $1.35-0.02\text{mm}$ 。机舱和尾尖舱区外板的振幅为 $0.03-0.05$ (允许值是 0.75 和 0.95mm)。实际上在所有住室和公共、生产、服务舱室, 以及机舱均未超过标准。

试验和实际营运表明, 这种组合干货船有高度的操纵性和航行性, 能成功地在小河工作。

译自《Судостроение》1982年8月

作者: М. Аврух (河运部中央技术设计局总设计师)

译者: 李金城

浅水推轮 №P—162的试验营运

设计号 №—162 《P》浅水推轮是苏联俄罗斯河运部中央技术设计局设计的（总设计师 А.И.Палатов）。必需造这种吃水 0.7米的推轮是因为航运局缺少大功率的运输手段用于有最小航道尺度的小河。以前造的推轮不能满足现代营运条件和监理机关的多项要求。

1981年 Павловский 船厂按此设计造了首船《Павловск》。1981年11—12月进行了验收试验。

该船用于顶推干货驳，油驳，拖排，拖货船。

航区是水深0.8米以上的《P》级河流和水库。

该推拖轮主要尺度:	按设计	按测量
设计水线长, 米	25.5	25.5
设计水线宽, 米	9	9
船高 (落驾驶室按计算吃水), 米	6.3	6.32
平均吃水 (5昼夜储备), 米	0.73	0.745
平均吃水 (空船) 米	0.69	0.70

主机为两部 6чнсп18/22 柴油机, 每部165千瓦, 共 2×225 马力, 额定转速750转/分, 减速器传动比正车1:1.67, 倒车1:2。

推进器为两只钢质螺旋桨, 设在回转导管内, 按 № P162—42—5 图纸 (直径0.9米, 螺距1.35米, 盘面比0.75, 叶数4)。

交船试验后拨给伏尔加—顿河航运局的 Аксайский 修船管理基地。

中央技术设计局会同高尔基水运工程学院在1982年进行了综合营运试验。特别注意试验船舶设备的可靠性和按 СТ П1.41—82 (河船检查标准大纲和方法) 进行船舶营运经济考查。

该船有独特的结构特点。为保持浅吃水有足够的排水量, 船体短而宽 (长宽比 2.9)。为减少吃水还选配壳板 (最厚5mm) 和上层建筑板 (1—4mm) 的厚度。有升降驾驶室的设备, 举升机是电动的。驾驶室的升降差是 2.1米。驾驶室落下后全储备水线上高度为 5.5米, 可通过 6米高的桥孔。船舶上层建筑发达。为减轻舱室的噪声和振动, 住室是个绝缘分段, 设在弹减震座上。住室分段中有三个高级船员室, 四个普通船员室 (其中两个单人室)。

深水中的速度和热工试验是带 №16800 重驳 (3000吨级)。试验条件是下顿河的 Мали—Ховская—Азов 线。驳船装2300吨砂子, 平均吃水2.5米; 推轮吃水 0.75米。推轮单独航行试验时吃水0.75米, 航道水深 (H) 1.4—1.5米。

带 №942 驳是载重1000吨, 吃水 1.4米。在保证水深 2米的 Маньчжурский 水利枢纽到 пос. Веселий 段还进行过试验。

也进行过各种空驳船队的试验。

试验结果 (考虑到 $P_e = 8.04$ 千克力/厘米² 的限制) 如下:

$$\text{浅水} \left(\frac{T}{H} = 2 \right)$$

$$\text{深水} \left(\frac{H}{T} = 6 \right)$$

1) 单推轮

总功率, 千瓦 (马力)	330 (450)	318 (432)
转速, 转/分	750	7.50
总油耗, 千克/小时	74.2	71.6
排烟温度, °C	435	420
航速, 公里/小时	13.5	15.1

2) 顶推重船队

总功率, 千瓦 (马力)	298 (406)	304 (414)
转速, 转/分	676	690
总油耗, 千克/小时	67	68.8
排烟温度, °C	426	428
航速, 公里/小时	7.1	8.8

营运试验证明了交船试验得出的结论, 所配的螺旋桨水力“沉重”。因此建议改螺距为 $H=1.25$ 米。

按试验资料, 计算速度8公里/小时, 水深 $H=3-5$ 米。并考虑 P_e 限制, $\Sigma Ne=312$ 千瓦 (425 马力), 得牵引力 $F=33.5$ 千牛顿 (3.4 吨力), 这正合计算说明。

单船和船队的航向稳定性是好的。

750 转/分时保持单船航向 15—20 分钟需用舵 2—5° 角 4 次; 推两驳 (№P92) —— 2° 角一次。

推轮操纵性在交船和营运试验中结果如表。

船 队 特 性	导 管 转 35°			
	回 转 圈 直 径		时 间	角 速 度 度/秒
	米	船 长	分	
单推船	108	4	2'42"	2.2
带 №942 驳 (1000 吨, 平均吃水 $T=1.4$ 米 $H=2.5$ 米)	240	2.6	7'50"	0.76
带 №16800 (2300 吨平均吃水 $T=2.3$ 米 $H=4.5$ 米)	580	4.46	10'54"	0.55

速度特性

推 №16800 驳装 2300 吨。航速发挥到 6.1 公里/小时, 空驳 —— 8.2 公里/小时。推一只 №942 重驳, 在 3 米深处, 速度 10.6 公里/小时。当水深到 1.5 米时, 速度降低 20%。空船队速度 11.8 公里/小时。

推轮单独行驶, 在水深 3.5 米以上, 速度 14.4 公里/小时。当水深减到 1.5 米, 航速降到 9 公里/小时, 同时发现首部吸底。

惯性

惯性试验中测得加速和制动距离。这里举出主机由全速前进改为全速倒退的特性。如表。

带№16800驳装2300吨实现制动的距离是265米历时172秒，如加速至全速是 434米，360秒。

带№942驳制动距离154米，75秒；加速到全速距离345米，150秒。应当看到，推轮吃水虽浅，而制动距离不到2.5倍船队长。

操 纵 项 目	单 独 推 轮 T = 0.74米			船队：2驳 (№P92, 载900吨)， 平均吃水：推轮T = 0.74米，驳 T = 1.1米。		
	通过距离		时间秒	通 过 距 离		时间秒
	米	船 长		米	船队长	
全速前进—仃	190	7	1'40"	510	4.1	5'57"
中速前进—仃	180	6.7	1'30"	460	3.7	4'50"
慢速前进—仃	165	6.1	1'25"	270	2.2	2'47"
全速前进—全速后退	45	1.7	17"	130	1.04	1'05"
中 " — "	35	1.3	14"	105	0.84	1'03"
慢 " — "	30	1.1	12"	60	0.48	1'01"

回转特性

推轮回转圈直径88米 (3.3倍船长)，角速度153°/分。标准状态下带重驳№ 16800导管转到最大角度，其各参数如下：回转圈直径580米 (4.5倍船队长)，角速度 33度/分。空驳为800米 (6.3倍船队) 角速度28度/分。

船队占航道宽65米。

推轮带重驳№942在标准状况下回转圈直径250米 (2.7倍船队长)，角速度34.5度/分。空驳为468米 (4.9倍船队长)，角速度28.1度/分。占航道宽53米。

系泊牵引性能

系泊试验拖钩牵引力在3—5米水深处进行。用10吨的弹簧拉力计，拖缆长60米。试验结果如下：500转/分，牵引力22千牛顿；600转/分，33千牛顿；700转/分，46千牛顿。

航向稳定性

推船顶推船队，航向是稳定的。在标准状况下维持直线航行，要以3°以内转角用舵 (回转导管) 1.8次。这时偏航不超过2°。

强度试验

营运期间推船在0.4—1米的浪中进行了推轮船体的强度试验。最大动负荷不过 120千克力/厘米²，许可值应是400千克力/厘米²。

营运试验结果

1982年航期《павловск》号№р—162推轮主要带№16800驳在Мелиховская—Азов 线运砂。

1982年9月还进行了Маньч河航次试验。目的是评价其在小河条件下工作的可能性。结果表明带№942驳是可能的。营运期推轮在 212天中 (5月3日—12月 1日)，航行 97.2天 (45.8%)，作业19.2天 (9.1%)，仃船 95.6 天 (45.1%)，其中装卸——68 %，航修——25% (主要是换舵机用17天)。

每月超额完成计划指标，全年完成 127.1%。营运净利润 5.63 万卢布。运输国家物资 177630吨，19503千吨公里。运输成本6.88卢布/千吨公里，劳动生产率10508吨公里/人天。

1982年航期该轮曾与№887和№911两种推轮比较工作效果。后两船用于伏尔加—顿河航运局的从 Мелиховская—Дон（不过开启桥）运砂。№887推轮（Шлюзовой 型）用于带№942驳，载重2500吨；№911推轮（РТ—300型）带№942驳，载重1000吨。

推轮№Р—162带№16800驳与推拖轮№911В带№942驳比较（均运砂），№911В 运输成本低19—25%，而№Р162的劳动生产率高15—42%。

应当考虑到，№Р—162带№16800驳是在 Мелиховская—Азов线工作，要通过罗斯托夫桥，而№911В带№942是在 Мелиховская—Ростов 线 不过桥。№Р—162 过 桥因驾驶室能落低而不受阻，如等开桥，来回要费12小时。此外在计算中未计受调度水平低影响的因素。属于这方面的有：非计划航修引起的停航，以及自然或其他原因的停航。按统计结果列出航次时间分配如下表

作 业 名 称	比 较 方 案		
	“Павловск” + №16800	“Шлюзовой” + №Р—85	“РТ—300” + № 942
重 载 航 行	0.51	0.35	0.39
空 驶	0.68	0.43	0.46
操 作 作 业	0.13	0.15	0.48
等 船 队	0.65	0.46	0.2
等 开 桥	—	0.5	0.5
全航次总时间天（昼夜）	1.97	1.89	2.03

各方案的营运指标如下表

指 标 名 称	比 较 方 案		
	“Павловск” + №16800	“Шлюзовой” + №Р—85	“РТ—300” + №942
航行负荷（吨/千瓦）	6.98	4.8	4.62
重载平均技术速度（公里/天）	239.1	339.6	307.2
重航时间利用系数	0.257	0.185	0.192
运 距（公里）	121	121	121
平均周转（天）	1.97	1.89	2.03
营运天生产率（吨公里/千瓦天）	429	308	275.4
全航次运输能力（千吨公里）	279.9	257	123.4

分析可知，“Павловск”带驳的总生产率指标和运输能力指标均高于其他两方案。该船队的主要优点是航行负荷大，在同等航次时间也大50%，而且驾驶室可以升降。如在 Мелиховская—Азов航线无升降驾驶室，生产率将降到342.1吨公里/千瓦天，即降