



頂推船舶的系結法, 操纵性及牽引計算

日. H. 山秋洛夫著

馮 軍 邢国江譯

人民交通出版社

本書系根据伏尔加河货运、油运及莫斯科-伏尔加运河航运管理局进行的研究工作的結果，着重地敘述了某些有关頂推船舶工作的問題：頂推船队的系結方法，操縱性及頂推船队航速定額的制定。

統一書号 15044·5108-京

頂推船舶的系結法，操縱性及牽引計算

П.Н.ШАНЧУРОВ

УЧАЛКА, УПРАВЛЯЕМОСТЬ

И ТЯГОВЫЕ РАСЧЕТЫ

ПРИ РАБОТЕ ФЛОТА

МЕТОДОМ ТОЛКАНИЯ

ИЗДАТЕЛЬСТВО "РЕЧНОЙ ТРАНСПОРТ"

МОСКВА—1954

本書根据苏联河运出版社1954年莫斯科俄文版本譯出

馮 軍 邢国江譯

人 民 交 通 出 版 社 出 版

(北京安定門外和平里)

新 華 書 店 發 行

公 私 合 營 慈 成 印 刷 工 廠 印 刷

1957年6月北京第一版 1957年6月北京第一次印刷

開本：787×1092 壺 印張：2 1/2

全書：60,000字 印數：1—600冊

定價(10) 0.38元

(北京市書刊出版業營業許可証出字第〇〇六號)

序

黨和政府的決議中所規定的內河運輸量的巨大增長，僅靠增加船舶數量是不能保證的，必須提高船舶工作的質量指標。

先進的非機動船舶頂推駕駛法，就是改善內河船舶工作質量的一個基本方法。

頂推時工作的水動力條件，是不同於拖帶時的工作條件的。這種不同是由於頂推船隊後面的推輪，處在船隊所產生的伴流中，因此大大地減少了推輪船體的行駛阻力，而提高了其推進器的推力。

除此以外，頂推船隊可以不受拖輪推進器所掀起的水流作用（波浪）的影響，在航向上的穩定，駕駛上的靈活可靠，從而頂推船隊的行駛阻力，就比拖駁船隊的阻力低。

非機動船舶員的勞動和生活條件也可大大地改善。

整個船隊的駕駛可集中給一個技術熟練的領導者，可以利用主機打倒車制止船隊行進，船隊行駛中可避免偏轉擺動的發生，這樣，就能有效地利用航道的各種條件和節省各種泊離轉向作業的時間，從而提高了船舶的運輸能力。

實行頂推駕駛法，就使非機動船上可以不配備船員，這對整個國家是有重大意義的。這項措施除能節省大量的熟練幹部外，還能保證將運輸成本降低 20%。

根據以上所述的頂推法的優點，可以得出這樣的結論，在今後幾年以內頂推法將是拖駁船舶的基本工作方法。許多內河航運管理局利用頂推法完成的運輸量逐年地增加，例如，伏爾

加河貨運管理局於 1953 年的頂推運輸量，幾乎佔船運干貨的全部運輸量 25%。整個海上及內河航運部於 1953 年航期利用頂推法運送了 10% 以上的貨物（不包括拖排運送的木材）。

在各航運管理局貫徹頂推法的事業中，先進的駕駛員們起了很大的作用。他們研究出最有利的頂推船隊的隊形和繫結方法，製定了頂推船隊的駕駛方法，並創造了各種各樣的裝置和屬具，以便利用現有船舶進行頂推工作。

但是，爲利用現有船舶進行頂推工作，還需要研究一系列未解決的問題，其最主要的就是頂推船隊合理的繫結方法、頂推船隊的駕駛方法以及頂推時的牽引計算（航速查定）問題。關於這些問題於 1953 年在三個航運管理局中：伏爾加河貨運局、油運局和莫斯科-伏爾加運河航運局曾通過船上的實際測驗而進行了研究。上述的研究工作是在著者的領導下由高爾基水運工程學院運行組織教研室進行的，並且是根據同伏爾加河貨運局簽訂的創造性合作合同而在繼續 1952 年已開始的工作。

目 錄

序

第一章 頂推船隊的繫結

§ 1.	頂推船隊的繫結方法	1
1.	船隊中駁船的艘數及頂推船隊的隊形	4
2.	頂推船隊的編組和繫結	5
	甲) 單列式隊形	
	乙) 雙列式隊形	
§ 2.	頂推中繫纜的張力	20

第二章 頂推船隊的駕駛

§ 3.	硬綁船隊和軟綁船隊的駕駛	26
§ 4.	硬綁船隊的駕駛方法	29
§ 5.	頂推船隊的迴轉圈	37
§ 6.	頂推船隊以規定的角度迴轉時的操縱性的測定	43
§ 7.	頂推船隊的制動	47
§ 8.	航道及水文氣象因素對頂推船隊的影響	51

第三章 頂推船隊運行速度定額的測定

§ 9.	頂推時水動力條件的特點	56
§10.	伴流和它的特性	58
§11.	推輪的牽引性能	68
§12.	根據拖輪和駁船調度手冊對頂推船隊運行速度的 計算	73
	頂推船隊運行技術速度定額測定暫行辦法	77

第一章 頂推船隊的繫結

§ 1. 頂推船隊的繫結方法

在蘇聯的各河流，推廣了兩種繫結頂推船隊的基本方法：硬綁法，軟綁法（鉸結法）。

硬式繫結法的特點 是頂推船隊的所有船舶皆繫結成一個整體，互相之間不能移動。推輪亦與船隊牢固地繫在一起，並且不能對着船隊的首尾綫（對稱軸綫）移動。因此，在這種場合可把整個船隊看作是同樣（較大）尺寸的一艘船。

繫結的硬度是採用兩種纜索來保持的：交叉纜和邊纜。交叉纜是防止推輪首柱或後排駁船對着前排駁船假尾產生橫向的移動；邊纜是防止推輪和駁船的互相移動。邊纜是利用倒正螺絲和絞車來繫緊的。編組並列或多列的船隊時，除交叉纜和邊纜外，在各個並列的駁船之間須加繫一些纜繩，此種纜的數目得視船舶的尺度大小而決定，一般是兩根到四根。

駕駛硬式繫結的船隊，可以利用推輪的舵，或者利用被推駁船（一般為尾排駁船）的舵，或者同時利用推輪和被推駁船的舵。

軟式（鉸結式）繫結法的特點 頂推船隊的各駁船緊密地繫結成一個整體，這是同上述的硬綁法一樣，但推輪與船隊僅用交叉纜或專門裝置聯結起來。在這種情況下，推輪的首尾綫可以轉離開頂推船隊的首尾綫或其對稱軸綫，轉離的角度可達到 45° 以上。軟式繫結時，推輪與船隊的聯結可以採用索式聯結

法和柱式聯結法。後一種聯結法採用在伏爾加河油運航運局各個船上，它比索式聯結法是更完善的。還有一種所謂柴庫切夫船長式的頂推滑車，也獲得某些推廣，利用這種滑車可將推輪首柱與船隊相聯結。與柱式聯結法比較，這種滑車的優點，是不需要在非機動船上特別裝備頂推柱（專用的簡單支架），並且在有波浪時效能亦好。

駕駛鉸結式繫結的船隊，可以用尾排駁船的舵，推輪的舵，或者同時用兩種舵。但須指出，不管採用哪一種駕駛船隊的方法，由於推輪船體對着頂推船隊的轉動而產生的迴轉力矩，皆可增加舵的效能。這個附加的迴轉力矩是由兩個力組成的：推輪船體如同一個大舵一樣與船隊首尾綫轉成一定角度時產生的作用力，以及與船隊首尾綫相垂直的螺旋槳推力的分力。當時這兩種力的方向是相同的。

在軟式繫結中，還可見到一些與前述者有所不同的繫結頂推船隊的方法。例如，在技術科學副博士 B. П. 米羅諾夫和工程師 C. A. 阿尼西莫夫領導下，謝克斯納河航運局曾進行了幾個試驗的頂推航次，其所採用的繫結船隊的方法，是能按駕駛員要求而使推輪艀柱沿駁船假尾橫向地移動的。為使推輪艀柱能這樣移動，須把舵鏈從扇形舵柄解下，而聯結在推輪的艀柱上。從這些試驗航次中，獲得了良好的效果。船隊的操縱情況亦極其令人滿意。莫斯科-伏爾加運河航運局則利用迴轉推輪船體的方法來操縱頂推船隊。此操縱方法雖與鉸結式繫結時的一樣，但其推輪的迴轉是藉助於收緊和放鬆邊纜來進行的，而邊纜是從推輪船尾帶到頂推船隊上的。在推輪船尾安裝的絞車專門來調整邊纜的鬆緊。迴轉小的角度時，用推輪或被推駁船的舵操縱，邊纜則經常保持收緊狀態，使推輪船體平行於船隊的首尾綫。

在運用絞結式繫結頂推船隊的方法過程中，也有過一些很不成功的建議。例如，德聶伯河航運局工程師沃洛文科提出的一種繫結頂推船隊的方法。不僅將推輪與頂推船隊絞結地繫結在一起，而且被推駁船之間亦絞結地繫結（單列式隊形）^①。很明顯，如採用這種繫結方法，則須利用每個被推駁船的舵來操縱船隊。這樣的操縱需要使用人力，而且各船的操縱不能同時進行。實際上若使由三個駁船組成的船隊右轉時，第一個駁船須使右舵，第二個使左舵，第三個還是使右舵，而推輪使左舵。十分明顯地，這種船隊在航向上是不會穩定的。

除硬式和軟式繫結方法以外，還有介於此兩種之間的繫結頂推船隊的方法，叫半硬式繫結法。採用這種繫結方法時，推輪也可以對着船隊的首尾綫轉動，但其迴轉的角度是被稍許放鬆的邊纜限制住的。實際上半硬式繫結法很快就會變成硬式或絞結式繫結法。因為稍許放鬆的邊纜，承受不住在船隊迴轉時所產生的動負荷，而被拉斷。有時，繫結邊纜的纜樁竟被拉壞，而使駕駛員不得不改用前述的主要繫結方法中的某一個方法。

因此，中央航區航運管理總局所屬各航運局，在1953年航期都採用了硬式的繫結頂推船隊的方法。與此同時，莫斯科-伏爾加運河航運局的各推輪却在船尾部分安設了專用的邊纜絞車的裝備。

但是駕駛員們對這些絞車很少使用。他們都利用推輪的舵操縱船隊，有時也利用被推駁船的舵，僅在個別情況下（在有側面風時，對駛或駛入閘室時）才利用邊纜絞車。

在伏爾加河油運局皆採用絞結式繫結頂推船隊的方法。

由此可見，硬式和絞結式繫結法之間的“鬥爭”，已經在逐

① 見“河運”雜誌1952年第5期中刊登的 K. II. 沃洛文科的文章“頂推船隊的駕駛原則及確定其操縱性能的方法”。

漸地消失，而且從所進行的研究工作中表明，所有的優點都在硬式繫結法這一方面。

1. 船隊中駁船的艘數及頂推船隊的隊形

船隊中駁船的艘數、船隊的平面形狀以及各駁船按尺寸和吃水的配置，是以推輪馬力、駁船載重量和規定的運行速度來決定的。

根據伏爾加河各航運局的工作實踐，頂推船隊是由一艘船以至於幾艘船——二、三、四艘或更多的船編組而成的。唯須指出，由四艘以上的駁船組成的頂推船隊，僅在莫斯科-伏爾加運河航運局的長程運輸中採用過。在伏爾加河貨運局是用一艘到四艘駁船編組頂推船隊。但其由四艘駁船編組的船隊，僅於1953年10月方在船長普什卡烈夫領導下，而由“海軍上將烏沙柯夫”號內燃機推輪頂推成功。在伏爾加河油運局基本上採用頂推一艘駁船的形式，而頂推兩艘駁船的航次，還僅是試驗性的航次。

還須指出，伏爾加河貨運局和油運局也進行了這樣一些航次，在這些航次中推輪對駁船同時進行了拖帶和頂推（混合駕駛法）。在這些航次中並達到了令人滿意的營運經濟指標。但是駕駛這種船隊，特別是在枯水時期是困難的，所以這種方法只能臨時地在掌握頂推法的過程中加以採用。

這種船隊的主要缺點，是駕駛上的不集中（分散在前面的被推駁船上，在推輪上和被拖的駁船上）和過淺灘時操縱上的困難（尤其是船底剩餘水深較小時），因為過淺灘時被推和被拖的駁船都須正確地駛上坡根。這種情況下，前行駁船產生的伴流，僅能被推輪所利用，而被拖的駁船不僅不在伴流內，並且還受到推輪螺旋槳掀起的水流的影響。

編組頂推船隊所需的繫結設備，多為各種鋼纜，其直徑為由 16 到 38 公厘和 38 公厘以上。收緊邊纜時，利用專門設計的能力大的收緊螺絲，其螺絲筒長在 2 公尺以內，螺絲桿直徑不超過 50 公厘。

在編雙列隊時，為將推輪的推力傳給各駁船，須在兩駁船的尾部導纜樁之間，緊繫以直徑不超過 38 公厘的鎖鏈，或直徑不超過 42 公厘的鋼纜（有時繫兩股）。如係木駁船，則前述的鎖鏈或鋼纜須繫於龍骨縱桁架上（須在甲板上開孔），或繫於船尾繫纜樁上。

在莫斯科-伏爾加運河航運局，推輪上的邊纜是繫在一個專用的雙纜筒絞車上，其每一纜筒繫一根邊纜。

2. 頂推船隊的編組和繫結

在伏爾加河各航運局中，推廣了單列隊形（由一艘和兩艘駁船編成的一列式隊形），以及雙列隊形（由兩艘駁船編成的雙列隊形，由三艘駁船編成的天秤隊形，由四艘駁船編成的天秤隊形或雙列雙排隊形等）。

茲詳述一下頂推船隊的編組繫結方法。

甲、單列式隊形

且將由一艘駁船（“克拉斯諾·索羅莫沃”號內燃機推輪）和兩艘駁船（“伊爾庫次克”號蒸汽機推輪和“克拉斯諾頓”號內燃機推輪）組成的一列式隊形作為例子，來研討一下單列頂推船隊的編組繫結方法。

“克拉斯諾·索羅莫沃”號內燃機推輪與“阿卡士”號駁船曾利用硬式和絞結式繫結法進行了頂推試驗（圖 1）。在絞結式繫結時，採用了伏爾加河油運局標準的繫結裝置，用它代替了交叉

纜。此裝置是由兩根V型的頂推柱構成（圖2），其尾端固定於駁船甲板上安設的軸承，而軸承能沿水平軸綫和朝着船的橫方向旋轉。頂推柱未固定的一端相互聯結一起，然後用專門的聯結器再與推輪艏柱相聯結。聯結器可使推輪船體轉離開駁船首尾綫到 45° 以上。利用這種裝置還可使推輪與駁船迅速地繫結和解體。並保證船隊在因波浪產生縱搖時能正常地工作。

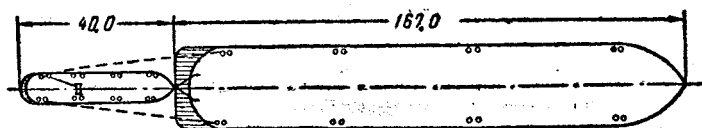


圖1 “克拉斯諾·索羅莫沃”號內燃機推輪與“阿卡士”號駁船的繫結方法（伏爾加河油運局）

硬式繫結時除前述的裝置外，還採用了直徑為20公厘的邊纜。右邊纜是從推輪尾部舷側纜樁，帶到駁船由船尾起的第二個繫纜樁。左邊纜則從推輪尾部舷側纜樁，經駁船船尾拖纜樁（左舷）而帶到其船尾絞纜機上。藉助於調整右邊纜的長度，以及絞緊左邊纜，就可使推輪對正駁船的首尾綫。必須指出，調整邊纜的工作是在航行中進行的。

“克拉斯諾頓”號內燃機推輪與“捷爾薩”號和“西方”號駁船（圖3）編成了一列式隊形，也在硬式和絞結式繫結中進行了試驗。推輪與“西方”號駁船的繫結，與“克拉斯諾·索羅莫沃”號推輪的方法完全一樣，僅在左邊纜上增加一收緊螺絲。駁船與駁船間的繫結採取了以下的方法。

從“西方”號駁船的船首繫纜樁，並經由其導纜樁，向“捷爾薩”號駁船的船尾拖纜樁上（船尾舷牆的凹形部）帶出交叉纜。此纜繩的直徑為20公厘。再將第一對直徑為26公厘的邊纜，從“西方”號駁船的首部舷側繫纜樁，帶到“捷爾薩”號駁船的船

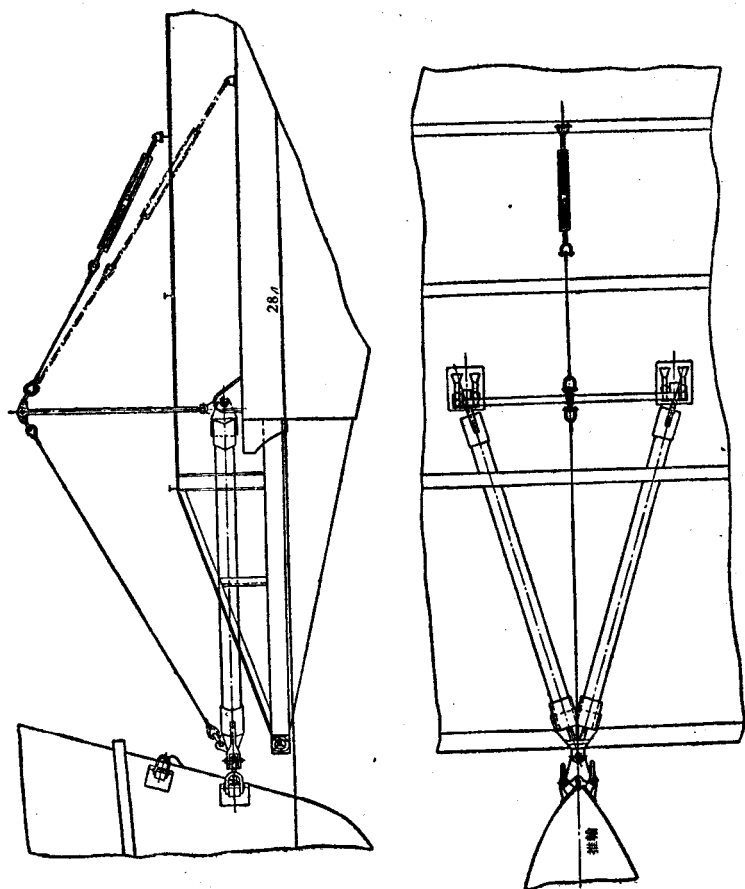


圖 2 伏爾加河油運局推輪與駁船的繫結

尾拖纜樁上，其每一根邊纜都繫有收緊螺絲。第二對邊纜則帶到“捷爾薩”號駁船的船首。“西方”號駁船上每根邊纜都固定於兩個繫纜樁上（首部舷側纜樁和下面的一個纜樁），但纜繩在前面的纜樁上只按字 ∞ 形迴繞一次。“捷爾薩”號駁船上的左邊纜亦繫固於兩個纜樁上（中部的繫纜樁），而右邊纜甚至繫固在三個纜樁上。這些邊纜也都帶有收緊螺絲。

前述的兩對邊纜上的收緊螺絲是安裝得不正確的。在較短的以及右面的較長的邊纜上安設的收緊螺絲，其位置都在船與船之間的水上，所以使用它們時是極其困難的。左面較長的邊纜上的收緊螺絲，被安設在繫固邊纜的兩個纜樁之間（在“捷爾薩”號駁船上），因此，收緊螺絲的作用是完全覺察不到的。

編組此船隊，用了 6 小時 30 分鐘的時間。

“伊爾庫次克”號明輪蒸汽機推輪與兩艘載重量各 3000 噸的駁船（1019 及 1110 號）編成了一列式的隊形，而在硬式繫結中進行了試驗。

為了頂推工作對推輪所進行的全部改裝，只是把白光的艉燈換為綠光燈，推輪上安設了 250 公尺長的電氣傳動裝置和 6 對收緊螺絲。1019 和 1110 號駁船同伏爾加河貨運局的大多數駁船一樣，是被認為已裝備成用作頂推的駁船，但是僅在其假尾中部進行了加固，安設上頂推梁和懸掛信號燈的裝置；而船體和繫纜樁都未被加固，船首亦未包上護板。

推輪與後面的駁船之間是用首纜和直徑為 22 公厘的邊纜繫結的，首纜是從推輪船首絞纜機的纜筒帶到駁船的導纜樁，而邊纜則繫固在推輪尾部的舷側纜樁以及駁船的船尾拖纜樁之上的。邊纜上都帶有收緊螺絲，並且是用鏈套繫結在駁船的拖纜樁上的（圖 4）。

駁船與駁船之間是用首纜和直徑為 26 公厘的邊纜繫結的，

首纜是從後駁船的船首導纜樁帶向前駁船的船尾導纜樁。後駁船上的邊纜繫固在兩個纜樁上，但每根邊纜在前面纜樁上只纏繞一周，而在後面纜樁上按 ∞ 字形迴繞六次。前面駁船上的這些邊纜，是用鏈環繫固於艏部拖纜樁。收緊纜繩可用收緊螺絲。

編組作業消耗的時間為 2.5 小時。

“依里亞·列賓”號內燃機推輪頂推兩艘載重量各為 3000 噸的 1169 和 1026 號駁船，硬綁成一系列式船隊進行了試驗，同時也進行了將其改為雙列式頂推船隊和一系列式的拖帶船隊的試驗。

此艘推輪，如果不算電纜和三對收緊螺絲的話，是沒什麼專門的頂推裝備的。1169 號駁船是有頂推裝備的，但對船壳並未加固和包以鐵板。1026 號駁船的假尾中部進行了加固，並設備了懸掛信號燈的裝置。

這艘船的船員是第一次用頂推法航行，所以編組作業用了 5.5 小時。編組時有指導船長參加。

推輪與駁船間的聯結和通常一樣，是用艏交叉纜（圖 5）和二對直徑 26 和 28 公厘的邊纜繫結的；邊纜一根是從推輪船尾纜樁，一根是從中部船尾纜樁帶到尾駁船的艏拖纜樁上的（通過駁船船尾舷側纜樁）。但是，在指導船長再三建議下繫結的第二對邊纜，在航行中並未起到作用。

駁船間的繫結也是用交叉纜和邊纜。交叉纜是從前邊駁船的艏側纜樁通過後邊駁船的導纜樁繫在艏舷側兩對纜樁上的。邊纜直徑為 38 公厘，繫在後邊駁船船首的拖纜樁上，繞過船首舷側纜樁，而後帶到前邊駁船的船首舷側纜樁上。在途中邊纜是綁在船首舷側的纜樁上，並在每根邊纜上各繫上了兩個收緊螺絲，這是必須的，因邊纜很長，一個收緊螺絲收不緊。

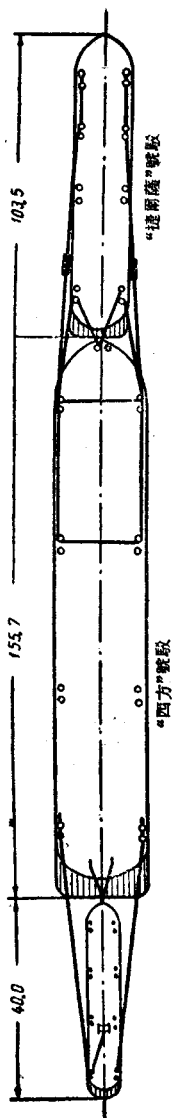


圖 3 “克拉斯諾頓”號內燃機推輪與“達爾薩”及“西方”號駁船組成的船隊圖

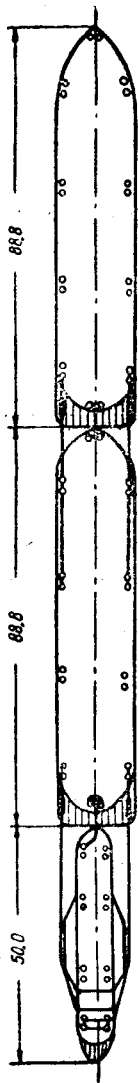


圖 4 “伊爾庫次克”號蒸汽機推輪頂推兩艘載重各 3000 噸駁船的船隊圖

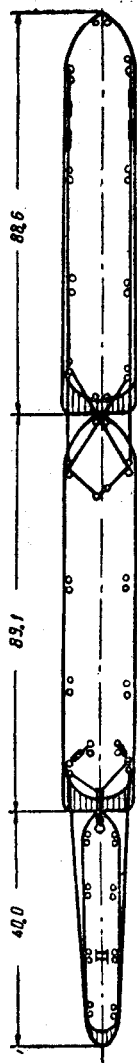


圖 5 “依里亞·列賓”號內燃機推輪頂推兩艘載重各 3000 噸駁船的船隊圖

乙、雙列式隊形

頂推船隊採用雙列式繫結方法在中央航運管理總局所屬的幾個航運管理局（伏爾加河油運管理局除外）中得到了很大的推廣。根據船隊中駁船的數量，可以編成下列幾種隊式：

- 1) 雙駁雙列式船隊，隊形為 2；
- 2) 三駁天秤式船隊，隊形為 1+2；
- 3) 四駁筒形船隊，隊形為 1+1+2；
- 4) 四駁雙排雙列式船隊，隊形為 2+2。

下面談一下雙列式頂推船隊的標準繫結法。

“斯克梁賓”號內燃機輪曾採用硬式繫結法以 1086 和 1087 號兩艘鋼駁組成雙列式的頂推船隊進行了試驗。當時，此輪沒有為頂推工作所需要的一切裝備（只有一根電纜，二對收緊螺絲和綠色的艙燈）。1078 號駁船裝有加固的假尾、艙纜樁和艙導纜樁以及懸掛航行信號燈的裝置。1086 號駁船沒有頂推所需要的裝備（除航行信號燈外），只有一個損壞了的假尾。由於這種原因，船舶登記局禁止編成一系列式的船隊。除此以外，這艘內燃機輪向來沒有當過推輪用，因而船長、駕駛員和船員們在學習駕駛船隊方面花去了很多時間。

兩艘駁船間共有五個繫結點（圖 6）：在船首方面纜繩是繫在船首拖纜樁並經由導纜樁最後繫在前面兩對的纜樁上（交叉地）。纜繩直徑為 32 公厘。在船尾方面纜繩是從艙拖纜樁中間通過（纜繩直徑 16 公厘——繞三個 ∞ ）和導纜樁中間通過（纜繩直徑 16 公厘——繞三個 ∞ ）。除這些纜繩外，在兩艘駁船船尾導纜樁間尚繫有直徑為 28 公厘的鏈條，供推輪船首柱頂推用。但是推輪在航行中是頂在駁船的假尾上，而不是頂推在此鏈上，因而此鏈條沒有實際意義。

推輪和駁船之間是用二根艀纜和一對邊纜繫結的。艀纜是從艀纜樁起通過導纜器到駁船船尾艀牆上的導纜器；邊纜直徑為 28 公厘，是從推輪艀側纜樁帶到駁船外側的艀拖纜樁上。在駁船船尾拖纜樁上設有鏈套，鏈套上有繫着的收緊螺絲。

在卡麥申港的錨地中“斯克梁賓”號內燃機輪還曾進行頂推單駁的試驗。

“米克蘆浩-馬克萊”號內燃機輪頂推三艘駁船：1120（首駁）、1090 和 1163 號採用硬式繫結法編成天秤式隊形進行試驗的。1090 和 1120 號兩艘駁船的假尾的中部都進行了加固，在此二艘駁船上也都有懸掛信號燈的設備，此外，1090 號駁船上的繫纜樁是已經加固了的。此艘內燃機輪和 1163 號駁船是完全沒有頂推裝備的。推輪上只有供與各駁聯系用的電話設備。但是此輪和其中一艘駁船船員在頂推工作中已經有了很豐富的經驗，所以整個船隊的編組和繫結工作進行得又快又好。

推輪同駁船隊之間的繫結與“斯克梁賓”號內燃機輪同所頂推的駁船間的繫結幾乎是完全相同的。不同的一點只是左邊纜（圖 7）是繫在推輪的拖纜絞車上。艀纜直徑為 16 公厘，邊纜直徑為 28 公厘，頂推鏈直徑為 28 公厘。

後邊各駁船間有四點繫結點：尾樁間，兩對艀纜樁間和駁船導纜樁間。後邊這根纜的兩端是繫在艀纜樁上的。在中間部分（駁船間隙），這根纜的直徑是 22 公厘，繫結在前面駁船的導纜樁上。從後面兩艘駁船帶到前面駁船上的邊纜直徑是 39 公厘。在前面駁船上邊纜是繫在艀側纜樁上並由此拉出的一段纜繩是繫在與其相鄰的纜樁上；在後面兩艘駁船上邊纜是通過艀側纜樁柱繫在拖纜樁上。在這裏每根邊纜有二個收緊螺絲，因為一個收緊螺絲不能收緊這樣長的邊纜。研究的結果表明，在這種船隊的繫結中，向駁船帶長的邊纜是多餘的。