

船舶管路



榮次仙 編著

人民交通出版社

船舶管路

榮次仙編著

人民交通出版社

本書是根据现有中外文献，尤其是苏联文献和个人工作经验编写成的，書中除叙述各种动力管路的布置和安装外，还收集了现行新造船舶的新穎資料，以及有关动力裝置的实用数据。

本書可供修造船厂的鑄工和工程技术人员，以及船舶轮机員閱讀，也可作为造船轮机专业教学参考材料。

船 舶 管 路

榮次仙 編著

*

人民交通出版社出版

(北京安定門外和平里)

北京市書刊出版业營業許可証出字第〇〇六号

新 华 书 店 发 行

人民交通出版社印刷厂印刷

*

1960年2月北京第一版 1960年2月北京第一次印刷

开本：787×1092 1/32 印張：4 張 插頁 8

全書：74,000字 印數：1—1,200册

統一書号：15044·6175

定价(10)：0.87元

目 录

概 述	3
§ 1. 定义与功用.....	3
§ 2. 船舶管路的分类.....	3
§ 3. 对船舶管路装置的一般要求.....	4
§ 4. 船舶管路的管子材料.....	9
§ 5. 管子类别和管子材料的选择.....	12
§ 6. 船舶管路的配件材料.....	13
§ 7. 管子强度计算.....	14
第一章 蒸汽管路	16
§ 8. 主汽管路.....	16
§ 9. 辅汽管路.....	30
§ 10. 乏汽管路.....	39
§ 11. 其他蒸汽管路.....	52
第二章 放洩管路	56
§ 12. 高压放洩管路.....	56
§ 13. 低压放洩管路.....	57
§ 14. 热交换器的凝水放洩管路.....	57
§ 15. 鍋爐放洩管路.....	59
第三章 凝水-給水管路	60
§ 16. 凝水管路.....	62
§ 17. 給水管路.....	65
§ 18. 造水设备管路.....	72

第四章 冷却水管路	76
§19. 蒸汽机动力装置中的主凝汽器循环冷却水管路.....	77
§20. 内燃机动力装置中的冷却水管路.....	80
§21. 蒸汽主机冷却水管路.....	81
§22. 辅机冷却水管路.....	82
§23. 轴系轴承冷却水管路.....	84
第五章 潤滑油管路	84
§24. 蒸汽机动力装置的潤滑油管路.....	36
§25. 汽輪机动力装置的潤滑油管路.....	91
§26. 內燃机动力装置的潤滑油管路.....	91
§27. 轴系轴承的强力循环式潤滑油管路.....	99
第六章 燃油管路	102
§28. 鍋爐的燃油管路.....	102
§29. 內燃机动力装置的燃油管路.....	104
第七章 压缩空气管路	107
第八章 机艙和鍋爐艙的通风管路	111
第九章 船舶管路的安装与管理	117
§30. 管路的安装.....	117
§31. 管路的管理.....	120
第十章 試驗与驗收	124
§32. 試驗.....	124
§33. 驗收.....	124

概 述

§ 1. 定义与功用

凡服务于船舶动力装置的管路，称为**船舶管路**或**动力管路**。它的功用是将参与动力装置工作的工质（蒸汽、水、燃油、润滑油及空气等）吸入、输送和排出。对整个动力装置的热循环来讲，它起着联系和桥梁的作用。在营运过程中，管路是船員工作重要的一环。根据上海海运局1954~1957年中发生的机损事故统计，占总数35%的事故都是由于管路和閘門操作錯誤而发生的。这个数字就意味着它的重要性。

船舶动力装置的安全性、持續性和經濟性，以及在营运中的方便性，在很大程度上取决于管路布置的合理性与配件的完善程度。

船舶管路包括用来输送工质的**管子**和用来完成一定任务的**配件**（閘、連接件及支架等），以及紧密用的**衬垫**，絕热用的**包裹物**及与管路有关的**机械、热交换器和仪表等**。但本書着重地介紹管路部分。

§ 2. 船舶管路的分类

根据所执行的任务和功能的不同，船舶管路可分为七类：

1. 蒸汽管路——主汽管路、輔汽管路、乏汽管路及其他特种设备的蒸汽管路等；
2. 放洩管路——高压和低压放洩管路等；

3. 凝水-給水管路——凝水、給水及补充給水的造水設備管路等；

4. 冷却水管路——蒸汽和內燃主机冷却水管路、輔机冷却水管路及軸系軸承冷却水管路等；

5. 潤滑油管路——蒸汽和內燃主机潤滑油管路及軸系軸承潤滑油管路等；

6. 燃油管路——鍋爐燃油管路及內燃机燃油管路；

7. 机爐艙通风管路——机艙通风及鍋爐艙通风管路。

§ 3. 对船舶管路装置的一般要求

1. 管路必須尽可能成直綫布置，弯头尽可能少，弯曲半径尽可能大；配件数量应为最少和必需，同时要絕對符合可靠性与經济性的要求。

2. 管路的管子和配件材料、法兰或管路的焊接，必須符合船舶檢驗局的規范要求。

3. 管路的装置必須保証动力装置安全工作，并在船舶遇浪的情况下横傾 15° 和縱傾 5° 时，所有管路均能保持正常的工作。

4. 应急柴油机发电机的管路，应在船舶長時間横傾 22.5° 和縱傾 10° 时，仍能保証发电机可靠地工作。

5. 管路必須防止因受热的伸长或船体某些变形所引起的附加应力。消除方法是合理布置管路和在适当地方装置补偿器（俗名尔司班森或膨胀接头）。

6. 在通过水密隔艙壁、甲板或船体其他水密部分处，应采用水密管接装置，穿过的管子根数应以不妨碍船体操作和削弱强度为原则。

7. 所有舷側的进出水孔，应尽可能布置在一舷，一般是在左舷，如泵的进出水孔同在一舷側上下附近处，进水孔应在艙

部，防止自船上排出去的水再被吸入。煤屑排出孔应与主凝汽器循环冷却水泵和压载水泵等吸入孔应分别在船舷异侧。如受条件限制，甲板污水及疏水系统之排洩孔不可能布置于同一舷侧时，其进水孔与相隣之排洩孔的距离应大于1.5米。排出孔应在重載水綫以上約300毫米处，閥应为彈簧負荷式截止閥。

8. 各种管路均应在下陷或低处装置放洩攻克或閥門，直径約10~20毫米，以便于停泊时放掉其中的余水使保持干燥，在营运时，放洩其中凝水或余水而消除水击現象。

9. 为了减少由于管路所引起的热損失和增加机爐艙的溫度，以及防止火灾和燙伤工作人員，凡輸送热工質的管路应絕热包紮，并应保持表面溫度不超过60°C，且与相隣的管路或設備間的距离不应小于15毫米，与船体鋼板間不应小于50毫米。

10. 管路布裝应保証在营运期間能方便地拆卸泵和修理有关机件，因而要有适当的隔离的閥件。

11. 潤滑油、燃油或水的排出管路上的过滤器，必須装置压力表，用以測量过滤器前后的压力，根据压力表的讀数，随时可了解过滤器的工作情况。

12. 加热器和冷却器的进出口管路上，必須装置溫度表，以測量潤滑油、燃油及水的溫度。

13. 所有具有压力的排出管路上，必須装置保險閥（鍋爐上的安全閥除外），其校正压力为管路內工作压力的1.15~1.25倍。

14. 管路或設備上的压力表管子（直径約为6~10毫米的紫銅管）；在靠近压力表处，必須繞有圓圈，目的是形成水封和穩定作用，圈的直径約80~120毫米，至少2.5圈。压力表或溫度表刻度上的工作压力和工作溫度規定值，必須用紅漆刻出标志綫。压力表的刻度，要使最高測量压力不超过刻度的2/3，波

动时应不超过刻度的1/2，最低压力不应低于刻度的1/3，压力表表板外径为80~300毫米；真空表的选择同样。温度表的刻度应较最高可能温度多10~15°C。

15. 所有閥件必須沿順时針方向关闭，反向开启，并在手輪上注明开关方向和行程标志。在一些重要的和特殊用途的閥件上，還需有开关定位及鎖閉裝置，如鍋爐的船旁放洩攷克或閥及給水泵緊急用的海水管上的截止閥等。

16. 通海閥須備有用來冲洗冰块、海草或杂物的蒸汽管或壓縮空气管，压力不应超过3公斤/厘米²，直径15~32毫米。

17. 船旁的进出水閥件，直径大于75毫米者应用鑄鋼或青銅制成，如获得船舶檢驗局的同意，可用其他材料代替。如該类閥件位在隔艙甲板以下的舷側外板上，不論直径大小，一律禁止用普通鑄鉄制造。

18. 通过主配电板附近的管路，与配电板的距离不少于1.5米，并在該区段內不宜有接头，以防止因漏洩而引起潮湿。

19. 如果利用管子弯曲部分来作为补偿器时，两相隣弯曲中心距离应不小于管子外径的3倍，而管子弯曲部分的展开长度不应小于管子外径的8倍。

各种管子热弯前的加热温度資料 表1

管子种类	材料牌号	加热温度, °C	持續時間, 分鐘/1毫米厚度	备注
无縫鋼管	10, 20 CT2, CT3, CT4	870~920	2~3	
焊接鋼管	10, 20, CT2, CT3, CT4			
合金鋼管	15XM	950~1050	2.5	
紫鋼管	M3C	550~650	1	
黃銅管	II-62	640~680	1	

鋼管材料的机械性能 (炭素鋼)

表 2

牌 号	鋼 类	抗拉强度極限 σ_b , 公斤/毫米 ²	相对伸长率, %		屈服点, σ_T , 公斤/毫米 ² 至少	各种温度 (°C) 时的屈服点 σ_T 及蠕变極限 σ_n , 公斤/毫米 ²								
			δ_5	δ_{10}		200	300	350	400	450				
CT2	炭素鋼	34~42	31	26	22	—	—	—	—	—	—	—	—	—
CT3	炭素鋼	38~47	27~25	23~21	24	{ 20	14	13	11	7	9	6	—	—
CT4	炭素鋼	42~52	25~23	21~19	26	{ 24	17	15	13	8	11	5	—	—
CT5	炭素鋼	50~62	21~19	17~15	28	{ 26	18	16	14	9	13	6	—	—
CT6	炭素鋼	60~72	15~13	13~11	31	{ —	25	21	17	—	—	—	—	—

鋼管材料的机械性能 (鎮靜鋼等)

表 3

牌 号	鋼 号	抗拉强度極限 σ_b , 公斤/毫米 ²	相对伸长率, %, 不小于		各种温度 (°C) 时的許用应力 σ_n , 公斤/毫米 ²											
			δ_5	δ_{10}	20~200	300	350	400	425	450	475	500	510	525	540	550
10	鎮靜鋼	32~42	24	20	8.0	7.5	6.4	5.6	5.0	4.3	3.4	2.5	—	—	—	—
20	鎮靜鋼	40~50	20	17	9.8	8.6	7.5	6.6	6.1	5.3	4.2	3.0	—	—	—	—
25	鎮靜鋼	45~55	19	16	10.3	9.2	8.0	7.2	6.6	5.8	4.3	3.0	—	—	—	—
15M	鉭鋼	38~48	20	19	—	—	10.0	9.0	8.5	8.0	7.2	6.1	5.6	4.5	3.5	—
20M	鉭鋼	45~55	19	18	—	—	11.0	10.0	9.5	9.0	7.5	6.1	5.6	4.5	3.5	—
15XM	鉻鉭鋼	45~56	19	18	—	—	11.5	10.5	10.0	9.5	8.0	6.5	5.8	4.8	4.0	3.5

20. 鋼管或銅管熱彎前必須進行加熱，加熱溫度（即加熱至淡紅或橙黃色）見表 1。

加熱部分的管子長度為管子外徑的 4~5 倍。如果修造船廠沒有加熱爐子，則可採用局部加熱法。

鍍鋅鋼管不宜熱彎，安裝時一律採用成品的各種螺紋接頭。

21. 鋼管或銅管經冷彎加工後，安裝前必須進行退火。外徑大於 120 毫米由炭素鋼管製成的蒸汽管和任何直徑的合金鋼管在冷彎加工後，應在不小於 600°C 高溫下回火消除內應力，

鋼管材料的化學成分(%)

表 4

牌號	鋼類	炭 (C)	錳 (Mn)	矽 (Si)	硫 (S)	磷 (P)	鉻 (Cr)	鎳 (Ni)	鉬 (M)
CT2	炭素鋼	0.09~0.15	0.35~0.50	—	0.05	0.05	—	—	—
CT3	炭素鋼	0.1~0.2	0.35~0.85	0.1~0.35	0.05	0.05	—	—	—
CT4	炭素鋼	0.2~0.3	0.5~0.8	0.17~0.37	0.05	0.05	—	—	—
CT5	炭素鋼	0.3~0.4	0.5~0.9	0.17~0.35	0.05	0.05	—	—	—
CT6	炭素鋼	0.38~0.50	0.5~0.8	0.17~0.35	0.05	0.05	—	—	—
10	鎳錳鋼	0.05~0.15	0.35~0.65	0.17~0.35	0.045	0.045	0.2	≤0.3	0.4
20	鎳錳鋼	0.15~0.25	0.35~0.65	0.17~0.35	0.045	0.045	0.2	≤0.3	0.4
25	鎳錳鋼	0.25~0.35	0.50~0.80	0.17~0.35	0.045	0.045	0.2	≤0.3	0.4
15M	鉻鋼	0.16~0.18	0.40~0.70	0.17~0.35	0.040	0.040	≤0.3	≤0.3	0.4~0.55
20M	鉻鋼	0.15~0.25	0.40~0.70	0.17~0.35	0.040	0.040	≤0.3	≤0.3	0.4~0.55
15XM	鉻鎳鋼	≤0.16	0.40~0.70	0.17~0.35	0.040	0.040	0.8~1.1	≤0.3	0.4~0.55

持續時間至少為40分鐘。

22. 動力管路中內徑小於32毫米的（低壓水管除外）管子可採用螺紋接頭，大於32毫米的，則需用法蘭或對焊接合。

§ 4. 船舶管路的管子材料

船舶管路的管子有鋼管（無縫鋼管和焊接鋼管）、合金鋼管（鉬鋼管及鉻鉬鋼管）、銅管（紫銅管及黃銅管）、二重金屬管及鑄鐵管等。

鋼管系由馬丁爐或電爐煉出的鎮靜鋼與炭素鋼製造，其材料性能見表2、3及4。

鋼管一般分冷拔管及熱軋管。壁厚在1毫米以上的冷拔管，長度為1.5~7.0米；外徑在114毫米以內的热軋管，長度為4~9米；外徑大於114毫米者，長度為4~12.5米。

鋼管材料的機械性能 表5

管種 子類	牌 號	抗拉強度極限 σ_b , 公斤/毫米 ²		相對伸長率, %		屈服點 σ_T , 公斤/毫米 ²	
		硬的	軟的	硬的	軟的	硬的	軟的
紫 銅 管	M ₁	37.1	23	4	45	34	4.9
	M ₂	—	23	—	—	—	5.1
	M ₃	42	25.9	4	43	—	—
黃 銅 管	Л-62 (黃銅)	42	30	10	40	48	11
	ЛС-59-1 (鉛黃銅)	44	35	5	20	42	14.5
	ЛЖМЦ59-1-1 (鐵鎳黃銅)	46	40	—	25	—	17

注：Л-62——在熱態和冷態下有高的塑性，足夠強度和耐蝕性；

ЛС-59-1——它有較好的機械性能和物理性能，並有足夠高的化學強度；

ЛЖМЦ59-1-1——有高的機械強度，韌性和耐蝕性，在大氣和海水浸蝕下有高的化學強度。

紫銅管材料的化學成分

表 6

牌 号	銅不少 于, %	雜 質 不 大 于 , %										雜質總 量不大 于		
		鎳	錫	砷	鐵	錳	鉛	錫	碲	氧	磷			
M ₁	99.9	0.002	0.002	0.002	0.005	0.002	0.005	0.002	0.005	0.002	0.005	0.08	0.005	0.1
M ₂	99.7	0.002	0.005	0.01	0.05	0.2	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.1	—	0.3
M ₃	99.5	0.003	0.05	0.05	0.05	0.2	0.05	0.05	0.01	0.05	0.01	0.1	—	0.5

黃銅管材料的化學成分

表 7

牌 号	主 要 成 分 , %										雜 質 不 大 于 , %				
	銅	鐵	鉛	錳	鋁	錫	錳	鉛	錫	碲	磷	錫	鐵	錳	雜質 總量
Л-62	60.5~63.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.15-0.5
ЛС-59-1	57~60	—	0.8~1.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.50-0.75
ЛЖМЛ59-1-1	57~60	0.6~1.2	—	0.5~0.80.1	~0.20.3	~0.7	—	—	—	—	—	—	—	—	0.25

銅管 用于船舶管路的銅管的材料性能見表 5、6 及 7。

銅管同样分冷拔管及热軋管。管壁厚度：冷拔管外径 3~19 毫米者为 0.5 ± 0.1 毫米；外径 5~50 毫米者为 1.0 ± 0.1 毫米；外径 8~93 毫米者为 2.0 ± 0.2 毫米；外径 17~100 毫米者，为 4.0 ± 0.3 毫米及 5.0 ± 0.4 毫米，而长度为 1~6.0 米。热軋管外径 21~75 毫米者，厚度在 5.0 ± 0.6 毫米以內，长度为 0.5~6.0 米。

二重金屬管 二重金属管的外层为 10 号銅，內层加鍍 0.6~0.8 毫米厚的紫銅，这样可有效地防止腐蝕和节约紫銅管。管壁厚度为 1.5~6 毫米，长度为 3~7 米。管子材料的强度极限不小于 30 公斤/毫米²，伸长率不小于 27%。这种管子的优点：从耐腐蝕性来講，它保持了紫銅管的性質；从强度上来講，它又保持了銅管的性質。

鑄鐵管 这类管子多用作水管，材料的性能如表 8 所示。

灰鑄鉄的性能 表 8

牌 号	抗拉强度極限， σ_b 公斤/毫米 ²		布 氏 硬 度 H_B	化 学 成 分 ， %						
	抗弯强度極限， σ_b^a 公斤/毫米 ²	不小于		C	Si	Mn	P	S (不大于)	Cr	Ni
C412-28	12	28	143~229	3.2~3.6	2.0~2.6	0.4~0.8	≤ 0.6	0.12	—	—
C415-32	15	32	163~229	3.0~3.5	1.5~2.2	0.6~0.8	≤ 0.2	0.10	—	—
C418-38	18	38	170~229	2.9~3.4	1.2~2.4	0.6~0.9	≤ 0.2	0.10	—	—
C421-40	21	40	170~241	3.0~3.3	1.6~2.0	0.8~1.0	0.4~0.6	0.10	0.3~0.6	0.2~0.5
C424-44	24	44	170~241	2.9~3.2	1.6~1.8	0.5~0.7	≤ 0.2	0.10	0.3~0.5	1.2~1.5

§ 5. 管子类别和管子材料的选择

管子材料是根据工质的种类及参数与管子材料性能进行选择(参看表9)。

管子类别和管子材料的选择 表9

类别	工质名称	工质参数		管子种类	管子材料
		压力, 公斤/厘米 ²	温度, °C		
1	过热蒸汽	大于40	450~510	特高级无缝钢管	耐高温的合金钢, 牌号15M、20M及15XM
	过热蒸汽	29~40	510~530	特高级无缝钢管	耐高温的合金钢, 牌号15XM
			425~450	高级无缝钢管	牌号10、20及25钢
			435~450	高级无缝钢管	炭素钢或合金钢, 依其结构的计算而定
给水、饱和蒸汽	大小30	无关系	特高级无缝钢管	牌号20钢	
2	过热蒸汽	29~39	424以下	无缝钢管	牌号10、20钢
	给水、饱和蒸汽	80以下	无关系	无缝钢管	牌号10、20钢
3	给水、饱和蒸汽及过热蒸汽	8~28	375以下	无缝钢管	牌号10、20钢
	热水、饱和蒸汽及过热蒸汽	8~21	300以下	无缝或焊接钢管	钢的伸长率不少于12%的情况下具有抗拉强度极限达65公斤/毫米 ²
4	热水、蒸汽、饱和蒸汽及过热蒸汽	1~7	250以下	无缝或焊接钢管	如为焊接钢管必须检验焊接性能
5	泵吸入管	—	—	镀锌的焊接钢管、铸铁管及铜管	CT2、CT3、CT4、及表5、6及7的钢管和灰铸铁材料
6	供水、海水及饱和蒸汽	—	250以下	镀锌的焊接钢管、铜管及钢管	CT2、CT3、CT4及表5、6及7的钢管和灰铸铁材料

§6. 船舶管路的配件材料

船舶管路所用配件的材料根据工質的种类和参数不同，計有灰鑄鐵、可鍛鑄鐵、鑄鋼、合金鋼及有色金屬合金，最后两种应尽量节约使用。

灰鑄鐵及可鍛鑄鐵 用于工作溫度在 300°C 及工作压力在 20 公斤/厘米² 以內的蒸汽及液体管路。但鍋爐本体上的配件

表 10

名义 直径 D_g	灰鑄鐵			黃銅和青銅				炭素鋼				鉅鋼 $P_g=84$ $t=450$ $^{\circ}\text{C}$ 時		
	$P_g=10$	$P_g=16$	$P_g=25$	$P_g=0$	$P_g=10$	$P_g=16$	$P_g=25$	$P_g=40$	$P_g=16$	$P_g=25$	$P_g=40$		$P_g=84$	$P_g=100$
10	—	—	—	4	4	4	5	6	—	—	—	—	—	—
15	—	—	—	4	4	4	5	6	—	—	—	—	—	—
20	7	7	7	4	4	4	5	6	—	—	—	—	—	—
25	7	8	8	4	4	4	5	6	—	—	—	—	—	—
32	7	8	8	5	5	5	5	6	6	6	7	7	9	7
40	8	8	8	5	5	5	5	6	6	7	7	8	9	8
50	8	9	9	5	5	5	6	7	6	7	7	9	10	8
65	9	9	10	6	6	6	7	8	6	7	8	10	11	9
80	9	9	10	6	6	6	7	9	7	7	9	10	12	9
100	9	10	11	6	6	6	8	10	8	8	9	11	14	11
125	10	11	12	7	7	7	9	11	8	9	9	13	16	12
150	10	11	13	7	7	8	9	13	9	9	10	14	18	13
200	11	12	15	8	8	9	11	—	9	10	12	16	23	16
250	12	14	18	9	9	10	13	—	10	10	14	19	27	19
300	13	15	20	9	9	11	15	—	11	13	16	22	—	22
350	14	16	—	10	10	12	—	—	11	14	18	—	—	—
400	15	—	—	10	11	—	—	—	12	15	—	—	—	—
450	16	—	—	10	—	—	—	—	12	—	—	—	—	—
500	16	—	—	11	—	—	—	—	13	—	—	—	—	—

注： P_g —名义压力，公斤/厘米²。

除外。

鑄鋼及合金鋼 工作溫度不超過400°C時可採用鑄鋼；工作溫度在400~500°C時，則採用合金鋼。壓力與厚度的關係，按計算決定。

青銅和黃銅 用於工作溫度不超過230°C的液體管路和溫度不超過200°C的蒸汽管路。

鑄鐵和鑄鋼閥件的閥盤及閥座緊密面，建議用硬合金（鉻鈷合金）敷焊在斜槽內的方法，不僅質量有所改善，而且能節約有色金屬，同時它在高溫工質下或在冷的狀態中，都能抵抗腐蝕和沖擊載荷。閥杆一般用CT4及CT5號鋼製造，表面鍍約0.02~0.03毫米厚的鉻層，作者曾試用下來，尚能令人滿意。

表10所示為船舶管路鑄造配件的壁厚（毫米）與材料、名義壓力和名義直徑的關係。

§7. 管子強度計算

這裡僅簡略介紹鋼管及銅管在受內壓力的情況下管壁最小厚度和最大工作壓力的計算。

鋼管 蒸汽、燃油及潤滑油與水的管壁厚度計算公式：

$$P = \frac{(S-1.8)}{D} \times 200K\varphi \text{ 公斤/厘米}^2,$$

$$S = \frac{PD}{200K\varphi} + 1.8 \text{ 毫米},$$

式中： P ——管內流動的工質壓力，公斤/厘米²；

S ——最小管壁厚度，毫米；

D ——管子內徑，毫米；

K ——許用應力，隨工質溫度增加而減小，公斤/厘米²；