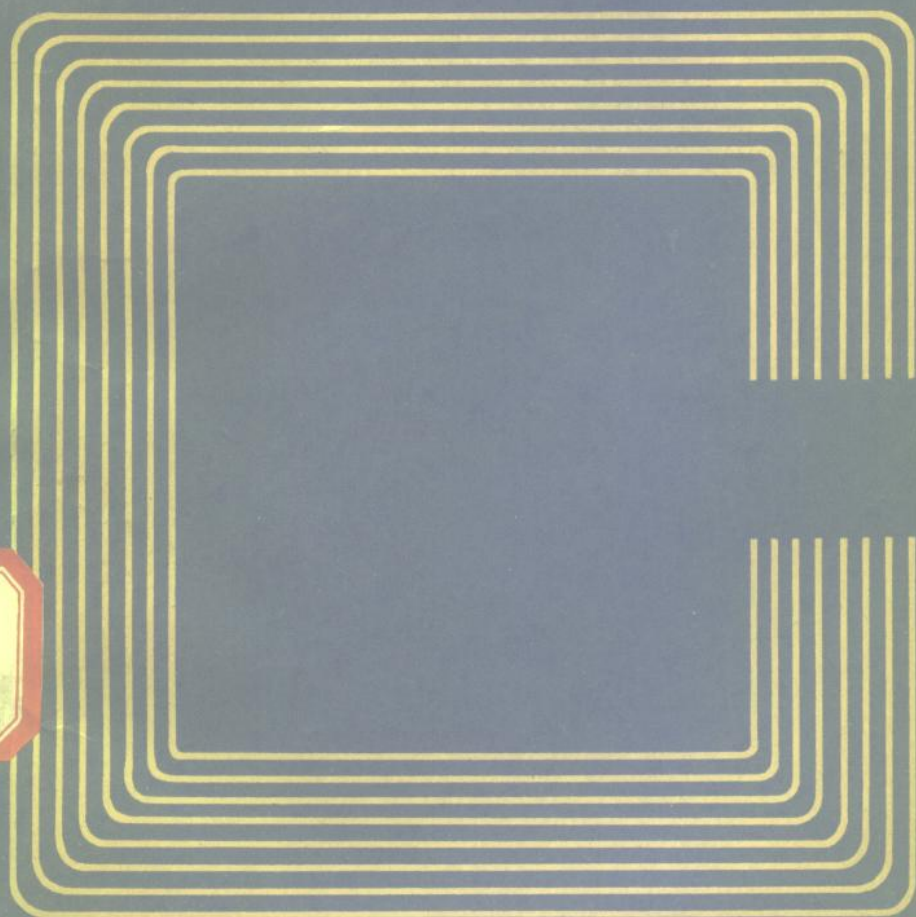


船舶管路现场预制加工工艺

穆传仕 李恒斌 等编



船舶管路现场预制加工工艺

穆传仕 李恒斌 等编

国防工业出版社

内 容 简 介

本书在总结生产实践经验的基础上,叙述了船舶建造中管路现场制作工艺和技术要求,同时,介绍了管子材料、附件、单管下料、弯曲、校管、照样、焊接、液压强度试验等方面的资料。根据我国造船工业发展,对新旧工艺两个方面作了详细地对比,并对先焊后弯工艺、管子加工流水线的切管机、理料装置等新工艺、新技术、新设备也作了简单的介绍。

本书可供船舶管子制作工人、技术人员及船舶技校师生参考。

船舶管路现场预制加工工艺

穆传仕 李恒斌 等编

*

国防工业出版社 出版

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

*

850×1168¹/₃₂ 印张 6¹/₄ 158 千字

1982年7月第一版 1982年7月第一次印刷 印数: 0,001—1,300册

统一书号: 15034·2335 定价: 0.81元

前 言

我国造船事业具有悠久的历史，新中国成立后，造船事业得到不断发展，为了加速赶超世界先进水平，实现四个现代化，广大造船工人和技术人员，大搞技术革新和技术革命，发展我国造船事业。本书以总结船舶管路现场预生产实践为主，结合管子预制新工艺、新技术和新设备，使船舶管子预制逐步向机械化发展，缩短造船周期。

刘温义和吕德琛同志参加了本书的编写工作。

本书在编写过程中得到了上海、广州和武汉等有关船厂工人、干部和技术人员的大力支持和帮助，在此表示深切的谢意。

限于我们技术水平和写作能力，书中难免有许多缺点和错误，我们恳切地希望广大读者提出批评和指正。

目 录

第一章 船舶系统和船舶管路的一般概念	1
第一节 船舶管路的定义和船舶系统的分类	1
第二节 船舶管路的用途	2
第二章 管子材料及附件	6
第一节 管材	6
第二节 船舶管路附件	12
第三章 单管制作的样棒和预制图	26
第一节 样棒	26
第二节 单管预制图	27
第三节 先焊后弯工艺弯管草图的绘制	35
第四章 下料	48
第一节 先弯后焊下料方法	48
第二节 先焊后弯工艺的下料方法	50
第三节 管子理料装置	52
第四节 管子切割	55
第五章 管子弯曲	59
第一节 管子的冷弯	59
第二节 管子冷弯前的准备工作	68
第三节 管子冷弯前的处理	74
第四节 管子冷弯曲的方法	75
第五节 管子冷弯曲的要求	86
第六节 管子热弯	88
第七节 折皱管弯曲	93
第八节 管子对弯	96
第九节 塑料管弯曲加工	101

第六章	单管照样工艺	109
第一节	单管校对	109
第二节	管子连接件的配合	116
第三节	支管的切割和照样	126
第四节	单管照样胎架	149
第五节	小单元现场预装	153
第七章	管子及连接件的焊接	156
第一节	电弧焊	157
第二节	管子的对接焊	160
第三节	高温高压管法兰焊接	163
第四节	气焊	166
第五节	有色金属焊接	178
第八章	管子现场液压试验及管子制作后的处理	186
第一节	管子现场液压试验	186
第二节	管子制作后的处理	191

第一章 船舶系统和船舶管路的一般概念

第一节 船舶管路的定义和船舶系统的分类

一、船舶管路的定义

船舶管路是用来接收和导出开动船舶装置所必须的工质，并且把工质供应到使用地方。船上各管路中所流经的工质是：燃油、滑油、蒸汽、淡水、海水和空气等。

在造船工业中，“系统”和“管路”两个名词的意义是有区别的。

系统是联接那些用来流通某种工质或完成某种任务的管子、附件、机械、设备或器具的总称。例如滑油系统，它包括滑油泵、滑油冷却器、滑油过滤器、油水分离器、管子和附件等。

管路是指某一系统中管子和附件的总称。每一管路都有它不同的名称。如：燃油管路、滑油管路、消防管路和暖汽管路等。

二、船舶系统的分类

全部船舶系统按它的用途分为下列两类：

1. 供给全船所用的系统叫做船舶系统；
2. 供给船舶动力装置所用的系统叫做动力系统（也叫机械系统）。

船舶系统包括：蒸汽暖汽系统、消防系统、生活用水系统、便溺和污水系统、舱底水排出系统、压载系统、传话系统、透气、测量及注入系统等。

动力系统包括：燃油系统、滑油系统、冷却水系统、压缩空

气系统、冷凝系统、锅炉给水系统和主辅机蒸汽系统等。

第二节 船舶管路的用途

一、船舶系统的管路按它的用途分为以下几种

1. 蒸汽暖汽管路

为使旅客及船员在寒冷的季节里能舒适的生活和顺利的工作，船上各起居舱室及工作处所大多装设蒸汽暖汽管路，以保持各舱室所需要的温度。

2. 生活用水管路

为了满足船员和旅客日常生活上的需要，在船上设有下列各种生活用水管路：

(1) 饮水管路，供给炊事、茶水站等处用；

(2) 洗用水管路，供给浴室、洗衣室、洗面盆等处的冷热洗用水；

(3) 卫生水管路，吸取海水供给大便器、小便器、厕所及浴室内冲洗用。

3. 便溺和污水管路

船上为了排除甲板积水、粪便水及洗濯污水，设有下列三种排水管路：

(1) 甲板水排泄管路，用以排除甲板上的积水；

(2) 污水排泄管路，用以排除各种洗濯污水及舱室走廊的积水；

(3) 粪便水排泄管路，用以排除厕所中便器的粪便水。

4. 舱底水排出管路

舱底水排出管路的任务是将机舱、炉舱、货舱、轴隧及水线下的居住舱室等处所的积水排出船外，以免货舱内货物受潮和机炉舱内因积水过多而影响工作，并防止船体结构因腐蚀而损坏。

5. 压载管路

压载管路的任务是向压载水舱充注压载水及由压载水舱吸水排出船外或作各压载水舱间的调拨，以调整船身的纵倾或者横倾。

6. 海水消防管路

海水消防管路的任务是将海水输往失火场所，当水与燃烧物接触后，使燃烧物温度降低而至熄灭。船上海水消防管路除用于扑灭火灾外，并兼冲洗甲板、冲洗锚链和洒水降温等用。

7. 二氧化碳灭火管路

二氧化碳灭火管路的任务是将贮存在钢瓶中的液体二氧化碳输送失火场所，当液体二氧化碳经管路喷入舱内后立即气化。当该舱室内放入占容积为 28.5% 以上的二氧化碳气体后，氧的含量则减少到 15% 以下，因而破坏了燃烧条件，使燃烧室熄。

8. 蒸汽灭火管路

蒸汽灭火管路的任务是将锅炉中的饱和蒸汽输送至被防护舱内，使舱内含氧量下降到 15% 以下，使燃烧室熄。装置蒸汽灭火管路的舱室为：干货舱、煤舱、燃油舱及其相邻的隔离空舱、燃液体燃料的锅炉舱、易燃物品的贮藏舱、灯具间、油漆间、运油船上的货油舱及货油泵舱等。

9. 透气管路

为使各水舱、油舱在装注或排吸时舱内空气能自由进出而不至形成气垫或造成真空，各水舱及油舱上的舱壁均需装有通气的空气管。

10. 测量管路

测量管路用以放入刻有尺度的金属测量尺，以检查各水舱、油舱的容量及各舱舱底水的积聚情况。

11. 注入管

为了从甲板上对各舱柜进行装注淡水或燃油、滑油等，因而在甲板上装设通往各舱柜的注入管。

二、动力系统的管路按其用途分为下列几种

1. 燃油管路

燃油管路是用以保证动力装置的燃料需要所敷设的管路。它包括:

- (1) 从岸上把燃油装入船内的管路;
- (2) 从船上把燃油抽出的管路;
- (3) 船上各油舱、油柜之间调驳的管路;
- (4) 清理燃油中杂质和水分的管路;
- (5) 把燃油泵出送至喷油嘴的管路等。

2. 滑油管路

滑油管路是用以保证供应各主辅机运动部分的润滑, 以承担部分冷却所需的滑油。它包括:

- (1) 把滑油装到油舱、油柜内的管路;
- (2) 把滑油排到甲板上的管路;
- (3) 船上调驳滑油的管路;
- (4) 清理滑油中杂质和水分的管路;
- (5) 强制润滑管路及轴承润滑管路;
- (6) 零用滑油管路等。

3. 冷却水管路

冷却水管路是为保证气缸工作容积壁部不受高温, 并保持气缸工作表面上的润滑油膜, 在受热的壁部施行有效的冷却。此外, 由于运动部件摩擦所产生的热量必须从它的产生处直接或间接导入冷却水中, 否则这些部分将因大量积聚热量而引起损坏。它包括:

- (1) 内燃动力装置的海水循环管路;
- (2) 内燃动力装置的淡水循环管路;
- (3) 蒸汽动力装置的海水循环管路;
- (4) 辅助机械的冷却管路;

- (5) 轴系的轴承冷却管路;
- (6) 滑油冷却管路等。

4. 压缩空气管路

船用内燃机的起动一般可分为手摇起动, 电动起动和压缩空气起动三种情况。目前各种船舶上所采用的发动机大部分用压缩空气起动。在内燃机的船舶上, 除供主辅机起动的高压的压缩空气外, 尚需低压的压缩空气供给汽笛、信号装置、冲洗海底门及修理间的杂用等。

5. 锅炉给水管路

锅炉给水管路执行着向锅炉内供应炉水的任务。它包括:

- (1) 将陆上水装到船上的管路;
- (2) 船上各水舱调配炉水的管路;
- (3) 从主冷凝器到冷凝泵的吸入管路;
- (4) 从冷凝泵到热水井的管路;
- (5) 给水泵吸入管路;
- (6) 给水泵向锅炉送水的管路等。

6. 主辅机蒸汽管路

主辅机管路把主锅炉的过热蒸汽或饱和蒸汽输往主机; 辅蒸汽管路把蒸汽输往各辅助机械及汽笛、警笛和各热交换器等。

第二章 管子材料及附件

在船舶管路的现场单管制作中，必须了解和掌握各种规格和型号的管材、管子连接件、船舶系统中使用的部分阀件、连接的密封件及管子的支架的材料性能和用途，以便能够正确的选择和使用，从而降低产品成本，提高产品质量。

第一节 管 材

船舶系统和管路中主要采用各种不同直径和壁厚的无缝钢管、水煤气管、紫铜管和黄铜管，而很少采用铝管、双金属管。随着塑料工业的发展，塑料管在船舶制造中的应用也逐步得到推广。

一、无 缝 钢 管

无缝钢管分为热轧无缝钢管和冷拔无缝钢管。

无缝钢管的直径从4毫米到630毫米。长度从4米到10米。壁厚从0.5毫米到20毫米。

在船舶管路中较为普遍采用优质碳素钢管。如燃油管路、滑油管路、蒸汽管路、压缩风管路和锅炉管路等。优质碳素钢管采用10*、20*的优质碳素钢制造，其化学成分见表2-1，而机械性能见表2-2。

在工作介质压力低于5公斤/厘米²时，可采用普通碳素钢管，普通碳素钢管含硫量不超过0.055%，含磷量不超过0.045%，其机械性能符合表2-3的规定。

在工作介质温度超过450℃时，必须采用耐热合金钢管。耐热合金钢管一般使用在船舶主蒸汽系统中。具有耐高温，抗高压

表 2-1 船用优质碳素钢管化学成分

钢号	碳 C	硅 Si	锰 Mn	磷 P	硫 S	铬 Cr	镍 Ni
				不 大 于			
10	0.07~0.14	0.17~0.37	0.35~0.65	0.035	0.04	0.15	0.25
20	0.17~0.24	0.17~0.37	0.35~0.65	0.04	0.04	0.25	0.25

表2-2 船用优质碳素钢管机械性能

钢 号	抗拉强度 σ_b (公斤/毫米 ²)	屈 服 点 σ_s (公斤/毫米 ²)	伸 长 率 δ_5 (%)
10	34	21	24
20	40	25	20

表2-3 船用普通碳素钢管机械性能

钢 号 ^①	抗拉强度 σ_b (公斤/毫米 ²)	屈 服 点 σ_s (公斤/毫米 ²)	伸 长 率 δ_5 %	交 货 状 态
	不 小 于			
A ₂ AS ₂ AJ ₂	34	22	24	热轧
A ₃ AS ₃ AJ ₃	38	24	22	热轧
A ₄ AS ₄ AJ ₄	42	26	20	热轧

- ① 表列钢号系按冶标 700-65 规定。A 表示甲类钢，即按机械性能供应的钢；S 一侧吹酸性转炉钢；J 一侧吹碱性转炉钢；字母后的数字系钢的序号。

的性能。这种合金钢管经弯曲、焊接等加工后,需要进行热处理。

船用合金钢管的化学成分见表 2-4。

船用合金钢管的机械性能见表 2-5。

采用无缝钢管时,其内外表面不允许有裂缝、折叠、结疤、轧折和发纹等缺陷存在。如有上述缺陷应当完全清除,被清除过的部位不得超过无缝钢管的负偏差见表 2-6。

无缝钢管除符合上述表所要求的化学成分及机械性能外,还需要进行批量检验、外表检查、化学分析、拉力试验、弯曲、扩口和压扁试验。高压管路使用的钢管还需要进行金相检查、冲击

表2-4 几种船用合金钢管的化学成份

钢 号													
牌 号	代 号	碳 C	锰 Mn	硅 Si	铬 Cr	钼 Mo	钒 V	钛 Ti	硼 B	钨 W	稀土 Re	硫 S	磷 P
												不 大 于	
15 锰 钒	15MnV	0.12 ~0.18	1.20 ~1.60	0.20 ~0.60			0.12 ~0.18					0.040	0.040
12 锰 钼 钒	12MnMoV	0.08 ~0.15	0.08 ~1.20	0.50 ~0.80		0.40 ~0.65	0.25 ~0.35					0.040	0.040
12 钒 钼 钨 钼 钒 稀 土	12MnVW BSiRe	0.08 ~0.15	0.40 ~0.70	0.60 ~0.90		0.45 ~0.65	0.30 ~0.50	0.06	0.003 ~0.01	0.15 ~0.40	0.15	0.040	0.040
12 铬 3 钼 钒 钒 钒 钒	12Cr3Mo VSiTiB	0.09 ~0.15	0.50 ~0.80	0.60 ~0.90	2.50 ~3.00	1.00 ~1.20	0.25 ~0.35	0.22 ~0.38	0.005 ~0.011			0.035	0.035
12 铬 2 钼 钒 钒 钒	12Cr2Mo WVB	0.08 ~0.15	0.45 ~0.65	0.45 ~0.75	1.60 ~2.10	0.50 ~0.65	0.28 ~0.42	0.08 ~0.18	≤0.008	0.30 ~0.55		0.035	0.035
12 铬 1 钒 钒 钒	12Cr1MoV	0.08 ~0.15	0.40 ~0.70	0.17 ~0.37	0.90 ~1.20	0.25 ~0.35	0.15 ~0.30					0.040	0.040
15 铬 钼	15CrMo	0.12 ~0.18	0.40 ~0.70	0.17 ~0.37	0.80 ~1.10	0.40 ~0.55						0.040	0.040

表2-5 船用合金钢管的机械性能

钢 号	抗拉强度 σ_b (公斤/毫米 ²)	屈 服 点 σ_s (公斤/毫米 ²)	伸 长 率 δ_5 (%)	冲击韧性 α_k (公斤/毫米 ²)
15MnV	50	30	19	
12MnMoV	54	40	17	
12MoVWBSiRe	55	32	18	
12Cr 2 MoWVB	55	35	18	
12Cr 3 MoVSiTiB	64	45	18	
12Cr 1 MoV	48	26	21	6
	45*	26*	19*	5*
15CrM	45	24	21	6
	45*	23*	20*	5*

注：带*为横向试样。

表2-6 无缝钢管壁厚度的负偏差

钢 管 种 类	管 壁 厚 度 允 许 偏 差 (%)	
	普 通 管	高 压 管
热 轧	-15	-10
冷 拔	-10	-10

试验和超声波探伤检查。

二、焊 接 钢 管

焊接钢管有两种，一种是由成型的管子毛坯截成钢条，然后经焊接制成；另一种是由钢板卷制后经焊接制成的大口径管。

焊接钢管内外表面不允许存在裂缝、结疤、错位、毛刺、压痕和较深的划道等缺陷，但不超过允许偏差的表面缺陷可以存在。

焊接钢管的机械性能、工艺试验、性能试验及液压试验应符合该产品的技术标准。

钢板卷制后焊接的钢管，一般直径为 100 毫米以上，厚度从 2 毫米到 4 毫米，长度不限。

钢板卷制的焊接钢管，焊缝必须光滑，不允许有裂口及未焊透之处；管子外径的允许偏差是 $\pm 15\%$ ；管壁厚度允许偏差为 $\pm 20\%$ ；管子制作后，要根据要求进行水压试验。

三、水 煤 气 管

在造船中一般采用镀锌水煤气管。水煤气管的表面具有一层耐腐蚀层——锌层。以增加管子的耐腐蚀能力。其直径为6~152毫米，长度为4~7米，管壁的厚度为2.75~4.0毫米。一般用于船舶的生活用水管路、便溺和污水管路等。

水煤气管是根据1/B234-63的技术要求制造。

四、铜 管

紫铜管分为拉制管和挤制管两种。拉制管和挤制管分为软管（退火管）和硬管（未经退火处理的管）。紫铜管的长度是4米；厚度为0.5~30毫米；直径从4~300毫米。

紫铜管分为 T_2 、 T_3 、 T_4 几种型号，其拉力试验要符合表2-7的规定。

表2-7 紫铜管拉力试验标准

材 料 状 态	抗 拉 强 度 σ_b (公斤/毫米 ²)	伸 长 率 δ_{10} (%)
软 管	21	35
硬 管	30	3

在船舶系统和管路中所采用的紫铜管大部分为 T_3 号铜，根据1/B447-70的技术标准拉制成的。其含氧量不大于0.1%，铅不大于0.01%，杂质的总含量不大于0.3%。当壁厚为0.5~1.0毫米时，允许偏差为 ± 0.10 ；壁厚为1.5~10毫米时，允许偏差可不超过9%。

紫铜管经退火处理后的软管，塑性好，质地柔软，便于弯曲。紫铜管导热性能好，耐腐蚀力强。但是成本高，工作介质的使用

压力一般在 $5 \sim 10$ 公斤/厘米²，民用船只采用很少，主要用于军舰及特种船舶的建造。

由于紫铜管的导温性能好，在船舶的制冷系统中采用较多。

黄铜管也分为拉制和压制两种，一般采用 H62 黄铜管。黄铜管按 1/B448-71 标准制造。黄铜管系铜锌合金管，其传音性能优于其它管材，但不易弯曲和加工，所以仅在传话系统中使用。应用规格直径为 42 毫米或 38 毫米，管壁厚度为 1 毫米。黄铜管的拉力试验要符合表 2-8 的规定。

表2-8 黄铜管拉力试验标准

牌 号	材料状态	抗拉强度 σ_b (公斤/毫米 ²)	伸 长 率 δ_{10} (%)
		不	大
H62	半 硬 管	34	36
H62	软 管	30	38

五、铝 管

铝管在船舶管路的采用中，所占比例很小。一般用于小型快艇的管路，铝管具有耐腐蚀，塑性好，重量轻等优点。直径为 4~70 毫米，管的壁厚为 1~2 毫米，长度为 4~6 米。

船舶管路和系统中使用的铝管为 LF2M 防锈合金铝制成的铝合金管，均为软管，易冷弯成型。一般使用在工作介质为 $3 \sim 4$ 公斤/厘米² 的管路中。

六、双 金 属 管

双金属管由内包覆层（含锰 0.5~0.8 % 的锰铜）和外包覆层（10* 优质碳素钢）组成。包覆层的厚度为 0.8 毫米。一般它的机械性能是：抗拉强度不小于 30 公斤/毫米²，长试样的延伸率不小于 22 %。

管子制成后，需要进行热处理，以保证必要的机械性能。

双金属管的直径为 6~70 毫米，管壁厚度为 1.5~6 毫米，长