

船舶管系 放样与生产

CHUANBO GUANXI
FANGYANG YU SHENGCHAN

◎主编 孙文涛



船舶管系放样与生产

主 编 孙文涛

副主编 王继宝

参 编 韩彩娟 孙月秋 刘孝刚

包套图 吴璇璇

 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本教材基于工作过程的理念,按照最新的任务化教学方案编制,凭借大量的实践积累和多年船舶修造中的生产经验,以船舶管系放样与生产的实际工作任务为载体安排了八个实训化任务。

本教材科学地阐明了船用管材的选择、船用附件的选择、船舶管系放样方法、船舶动力管系放样、船舶辅助管系放样、船舶管系的加工和检验、船舶管系安装所需要的理论、工艺技术要点和质量标准,操作性极强,使学生能更快、更顺利地适应轮机工程技术生产岗位。本教材可供轮机工程技术(船舶动力方向)专业使用。同时,本教材还适用于从事轮机修造从业人员的自学。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

船舶管系放样与生产 / 孙文涛主编. —北京:北京理工大学出版社, 2014. 12
ISBN 978-7-5640-9116-3

I. ①船… II. ①孙… III. ①船舶管系-放样-高等学校-教材②船舶管系-生产工艺-高等学校-教材 IV. ①U664. 84

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 075706 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

82562903 (教材售后服务热线)

68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京慧美印刷有限公司

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 / 15.5

字 数 / 344 千字

版 次 / 2014 年 12 月第 1 版 2014 年 12 月第 1 次印刷

定 价 / 48.00 元

责任编辑 / 陈莉华

文案编辑 / 张慧峰

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 马振武

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

前 言

本教材注重以就业为导向，以能力为本位，面向市场，面向社会，体现了高等应用教育的特色，满足了高素质、技能型轮机工程技术专业高等人才培养的需要。本教材在编写过程中，形成了如下特色：

1. 教学内容按行动领域任务化，取材于工作实际，有企业专家和来自企业的教学专家共同参与，体现校企合作、工学结合。

2. 知识结构按工作过程系统化，教学过程以学生行动为主体。

3. 明确教学方法，以培养能力为目标。

4. 理论性知识总量适度够用，且反映新技术、新工艺。

5. 任务设计具体、可操作，能方便地按岗位工作实际设计教学情境。

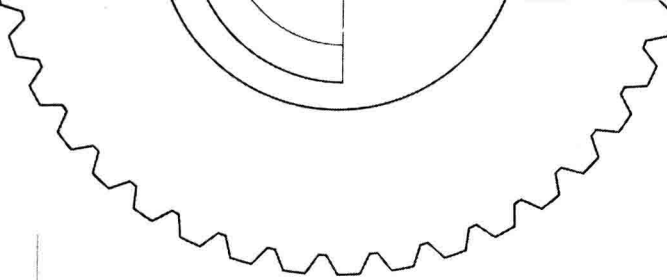
本教材可供高等学校船舶动力装置技术专业使用。同时，本教材还适用于从事轮机修造从业人员的自学。

《船舶管系放样与生产》教材基于工作过程的理念，以“工学结合”为目标，以船舶修造过程中船舶管系制作与安装的实际工作任务为载体，系统介绍了各种通用船舶辅助机械及系统的工作原理、典型结构、技术规范 and 行业标准，特别注重介绍制作与安装过程中的工艺方法、步骤和操作要点。本教材共分八个任务，内容包括：船舶管路选材、选择管路附件、管系放样认知、船舶动力管系放样设计、船舶辅助管系放样设计、船舶管系加工与检验、船舶管系自制附件的制作、船舶管系安装。

本书由孙文涛担任主编，王继宝担任副主编。任务一由韩彩娟、孙月秋编写，任务二由刘孝刚、包套图编写，任务三、任务四、任务五、任务六由孙文涛编写，任务七由刘孝刚编写，任务八由王继宝、吴璇璇编写。

由于编者水平有限，收集的资料可能不够全面，书中内容难免有不妥和错误之处，恳请读者批评指正。

编 者

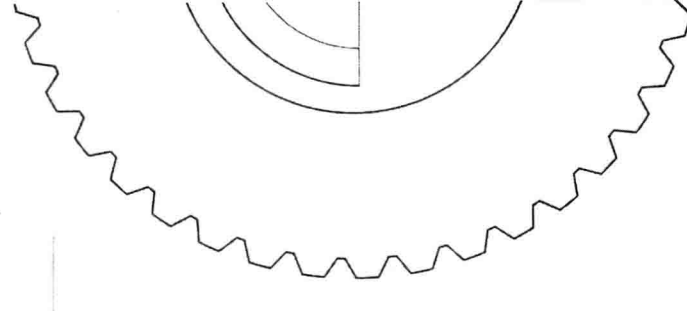


《《《 目 录

任务一 船舶管路选材	1
【任务描述】	1
【背景知识】	3
一、船舶管路系统的含义及其组成	3
二、管系等级	4
三、船用管子的材料、规格、特性及选用	4
四、管路计算	8
五、管路质量检验	12
【任务实施】	14
寻找符合要求的管子	14
【拓展知识】	16
任务二 选择管路附件	20
【任务描述】	20
【背景知识】	22
一、选择连接附件	22
二、选择常用阀件	30
三、选择滤器	41
四、选择检查和测量附件	42
五、选择热交换器	45
六、选择管路常用密封材料	48
【任务实施】	49
某散货船的燃油系统附件安装	49
【拓展知识】	52
任务三 管系放样认知	56
【任务描述】	56
【背景知识】	58
一、船舶管系放样	58
二、识别管系基准面和标注管子尺寸	68
三、计算弯管参数	75
四、放样步骤	85

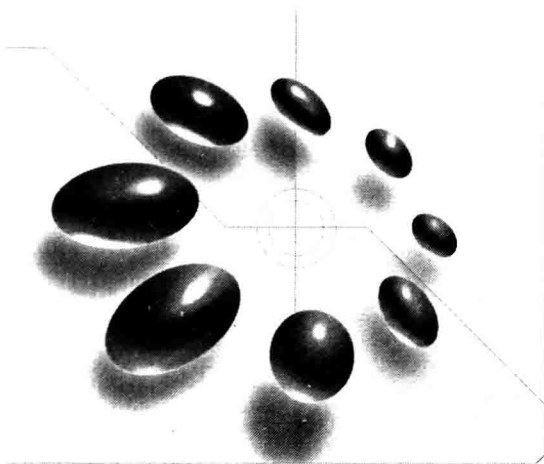
目 录 >>>

【任务实施】	86
用无余量下料方法弯制管件	86
【拓展知识】	87
任务四 船舶动力管系放样设计	101
【任务描述】	101
【背景知识】	102
一、船舶燃油管系放样设计	102
二、船舶滑油管系放样设计	109
三、船舶冷却管系放样设计	117
四、船舶压缩空气管系放样设计	124
五、船舶排气管系放样设计	128
【任务实施】	131
船舶主机燃油管系放样	131
【拓展知识】	133
任务五 船舶辅助管系放样设计	137
【任务描述】	137
【背景知识】	138
一、船舶舱底水管系放样设计	138
二、船舶压载水管系放样设计	141
三、船舶消防管系放样设计	143
四、船舶供水管系放样设计	151
五、船舶疏排水管系放样设计	155
【任务实施】	157
船舶主机、副机舱底水系统管系放样	157
【拓展知识】	160
任务六 船舶管系加工与检验	161
【任务描述】	161
【背景知识】	163
一、管子零件加工	163
二、管子校对	174
三、管子强度试验	177



《《《 目 录

【任务实施】	179
识读管子零件加工图	179
【拓展知识】	182
一、管子的清理与表面处理	182
二、管子弯曲	184
任务七 船舶管系自制附件的制作	187
【任务描述】	187
【背景知识】	188
一、通舱管件	188
二、座板	190
三、管子支架的制作	192
四、马鞍的制作	196
五、虾壳管的制作	198
【任务实施】	200
管件制作	200
任务八 船舶管系安装	203
【任务描述】	203
【背景知识】	204
一、管子零件加工图的识读	204
二、识读管系安装图纸	211
三、船舶管路的安装	219
四、船舶管路的油漆与试验	232
【任务实施】	233
某散货船机舱主甲板 125 分段管路安装	233
【拓展知识】	235
参考文献	238



|| 任务一 船舶管路选材 ||



【任务描述】

船舶管路按用途分为两大类：动力管系、辅助管系。动力管系按其任务的不同，主要有燃油管系、滑油管系、冷却管系、进排气管系、压缩空气管系。辅助管系按其任务的不同，主要有通风管系、舱底水管系、压载水管系、消防管系、蒸汽管系、疏排水管系。对不同用途的管系，按其设计压力 and 设计温度，一般分为三级。管子的选用主要应遵循保证使用要求、工艺要求及经济性要求等三个方面的原则。管路计算主要根据管系中所输送的工质、流速、温度、压力等参数，确定其管径和管壁厚度。管路质量检验，主要有外观质量和内在质量两大项。

通过本任务的学习，学生具体应达到以下要求。

一、知识要求

1. 掌握船舶管路的基本概念；
2. 掌握船舶管路的分类；
3. 掌握动力管系的基本要求；
4. 掌握工作可靠性的基本概念；
5. 掌握活力性的基本概念；
6. 掌握托盘的基本概念；
7. 掌握管系等级分类；
8. 掌握管子的选用原则；
9. 掌握公称通径的基本概念；
10. 掌握工作压力的基本概念。

二、能力要求

1. 掌握“先弯后焊”工艺流程；
2. 掌握“先焊后弯”工艺流程；
3. 了解管子的材料、规格和特性；
4. 掌握管径计算方法；
5. 掌握管子的壁厚计算方法；
6. 掌握管子的质量检验方法。

三、素质要求

1. 具有规范操作、安全操作、环保的意识；
2. 具有爱岗敬业、实事求是、团结协作的优秀品质；
3. 具有分析问题、解决实际问题的能力；
4. 具有创新意识及获取新知识、新技能的学习能力。

学习任务单

学习领域	船舶管系放样与生产	
学习任务	船舶管路系统认知	学时
		8
学习目标	1. 知识目标 (1) 掌握船舶管路分类； (2) 掌握工作可靠性的基本概念； (3) 掌握活力性的基本概念； (4) 掌握托盘的基本概念； (5) 掌握管系等级分类； (6) 掌握管子的选用原则； (7) 掌握管径计算方法； (8) 掌握管子的壁厚计算方法； (9) 掌握管子的质量检验方法。 2. 能力目标 (1) 学会管系等级分类方法； (2) 能够按等级要求选择管子； (3) 能够按管径要求选择管子； (4) 能够按壁厚要求选择管子； (5) 能够按要求对管子进行质量检验。 3. 素质目标 (1) 激发学生深入学习船舶管系的兴趣； (2) 培养学生分析、判断、计算、实际应用的基本素质	
一、任务描述 熟悉船舶管路分类，掌握托盘的基本概念，掌握管子的选用原则，掌握管径和壁厚计算方法，掌握管子的质量检验方法，能够按等级要求选择管子。 二、任务实施 1. 学生分组，每小组 6～8 人； 2. 小组按任务工单进行分析和资料学习； 3. 小组经过讨论确定任务结果，每小组由中心发言人陈述，经过全体同学讨论，确定正确结果； 4. 检查总结。 三、相关资源 1. 教材；2. 教学课件；3. 图片。 四、教学要求 1. 认真进行课前预习，充分利用教学资源； 2. 充分发挥团队合作精神，正确完成工作任务； 3. 团队之间相互学习，相互借鉴，提高学习效率		



【背景知识】

一、船舶管路系统的含义及其组成

在船舶动力装置中，“管路系统”是为专门用途而输送流体（液体或气体）来保证船舶动力装置可靠正常地工作的成套设备以及为船舶安全航行而设置的辅助机械、辅助设备、检测仪表、附件以及管路的总称，简称管系。

船舶管路按用途分为两大类：为推进装置服务的管系称为动力管系，以保证推进装置正常工作；为全船服务的管系称为辅助管系，以保证舰船的生命力、安全航行以及船员和旅客的正常生活和工作。

动力管系按其任务的不同，主要有五个：燃油管系、滑油管系、冷却管系、进排气管系、压缩空气管系。

辅助管系按其任务的不同，主要有：通风管系、舱底水管系、压载水管系、消防管系、蒸汽管系、疏排水管系。除此以外，根据不同类型的船舶还设置液压管系、浸水管系和生活水管系等。

动力管系与主发动机本身的设备联合工作，但管系中的机械设备并不属于发动机本身的设备，如燃油管系向发动机的供油设备提供燃料、压缩空气管系向发动机的启动系统供给启动空气等。在小功率或高速轻型发动机中，有些辅助管系就是发动机本身的一个不可分割的组成部分，是自带的设备，如发动机的冷却管系、滑油管系等。在大型船舶中，因长期航行于海洋里，在安全可靠及经济性方面有较高的要求，因而管系中设备较多，管路复杂，通常各管系是与主发动机分开的。

动力装置能否可靠正常地工作，除了取决于装置的主要设备（主机、辅机、锅炉等）本身的技术性能外，动力管系的技术性能也起着重要的作用。在动力装置的生命力方面，动力管系担负着更重要的作用。

为了保证动力装置可靠正常工作，对动力管系的基本要求有：

（1）工作可靠性。在船舶倾斜、摇摆、颠簸、船体振动等各种特有情况下，管系能正常运转，船舶在各种特有情况和各种工况下，被输送的流体仍能在设计规定的技术参数（压力、温度、黏度等）下正常工作。

（2）管系的生命力。当管系的机械发生故障，设备管路发生阻塞或损坏等事故时，管系具有恢复正常工作的能力。如设置后备机械以担任几个任务以及使各机构能相互通用，又如流体的正常输送能从另一管路绕过故障而继续运行等。

（3）在满足生命力的条件下力求设备少，管路简单。这样一方面可以减小动力装置的尺寸和重量，减少投资；另一方面可以简化机舱布置，便于管理和使用，还可以减少操作错误。

（4）在采取兼用的措施时，必须防止关联管系之间工作中发生相互干扰，以致引起装置中的某些部分工作失常的严重情况，如一泵兼作燃油和滑油输送任务时，燃油和滑油发生相混的现象。

船舶管系必须具有工作可靠性和一定的活力性。

工作可靠性是船舶管系必须具备的性能，它要求系统在运行中不出故障，同时也能适应特殊的工况，如：摇摆、颠簸、冲击、振动，以及对海水、湿空气及结冰等的抗御。系统的

可靠性是靠正确地掌握系统的技术要求，零部件的合理选用以及准确地遵守安装的技术要求来达到的。

活力性是指对某些系统的特殊要求（海损时的排水系统、灭火系统等），要求它们不仅在正常工况下，而且在海损、火险等具有一定破坏和纵、横倾情况下，仍能正常工作。活力性是靠多套设置、分组设置和配备双套机械和管理来保证的。

二、管系等级

为了确定适当的试验要求、连接形式以及热处理和焊接工艺规程等，对不同用途的压力管系，按其设计压力和设计温度，一般分为三级，见表 1-1。

表 1-1 管系等级

管系	I 级		II 级		III 级	
	设计压力 /MPa	设计温度 /℃	设计压力 /MPa	设计温度 /℃	设计压力 /MPa	设计温度 /℃
蒸汽和热油	>1.6	>300	≤1.6	≤300	≤0.7	≤170
燃油	>1.6	>150	≤1.6	≤150	≤0.7	≤60
其他介质	>4.0	>300	≤4.0	≤300	≤1.6	≤200

注：① 当管系的设计压力和设计温度中的一个参数达到表中 I 级规定时，即定为 I 级管系；当管系的设计压力和设计温度均达到表中 II 级或 III 级规定时，即定为 II 级管系或 III 级管系。

② 有毒和腐蚀介质、加热温度超过其闪点的可燃介质和闪点低于 60℃ 的介质以及液化气体等一般为 I 级管系；如设有安全防护措施以防泄漏和泄漏后产生的后果，也可为 II 级管系，但有毒介质除外。

③ 货油管系一般为 III 级管系。

④ 不受压的开放式管系，如泄水管、溢流管、透气管和锅炉放汽管等为 III 级管系。

⑤ 其他介质指空气、水、滑油和液压油等。

⑥ 热油指热油系统的循环油液。

三、船用管子的材料、规格、特性及选用

（一）管子的材料、规格和特性

管子是用来输送各种工作介质的通道。由于各种工作介质的压力、温度、流量及腐蚀性不同，也就决定了管子的种类、规格的繁多及具有不同的特性。

在各类船舶上常用的管子主要有三大类别，即金属管、非金属管、复合管。下面对几种船舶上常用的管材予以介绍。

1. 钢管

钢管按制造工艺分为有缝钢管和无缝钢管两类。钢管的材料有普通碳素钢、优质碳素钢、合金钢和不锈钢等，主要用于 I 级和 II 级管系的管子。

（1）无缝钢管

制造无缝钢管的材料牌号一般为 10 号、20 号、30 号等优质碳素钢，及 A2、A3、A4 等普通碳素钢，合金钢则为 10Mn2、09Mn2V、16Mn、15MnV、12MnV 等，不锈钢多为 0Cr18Ni9Ti、

1Cr18Ni10Ti、1Cr18Ni10Ti 等。

无缝钢管由圆坯加热后，经穿管机穿孔轧制（热轧）而成，或者经过冷拔后成为外径较小的管子。

由于无缝钢管具有足够的强度，良好的延伸率和工艺性（既可冷弯，也可热弯和良好的焊接性），所以在船舶各管系中应用得最为广泛，例如：蒸汽管、燃油管、滑油管、压缩空气管、冷却水管、消防管等，规格见表 1-2。

表 1-2 钢管外径与最小公称壁厚

外径 D /mm	最小公称壁厚 δ /mm			
	一般用管	与船体结构有关的舱柜的 空气管、溢流管和测量管	舱底、压载水管和 一般海水管	通过压载舱和燃油舱的舱底水管、空气管、 溢流管和测量管，通过燃油舱的压载管和通 过压载舱的燃油管
10.2~12.0 13.5~17.2 20.0	1.6 1.8 2.0			
21.3~25.0 26.9~33.7 38.0~44.5	2.0 2.0 2.0	4.5	3.2 3.2 3.6	6.3
48.3 51.0~63.5 70.0	2.3 2.3 2.6	4.5 4.5 4.5	3.6 4.0 4.0	6.3 6.3 6.3
76.1~82.5 88.9~105.0 114.3~127.0	2.6 2.9 3.2	4.5 4.5 4.5	4.5 4.5 4.5	6.3 7.1 8.0
133.0~139.7 152.4~168.3 177.8	3.6 4.0 4.5	4.5 4.5 5.0	4.5 4.5 5.0	8.0 8.8 8.8
193.7 219.1 244.5~273.0	4.5 4.5 5.0	5.4 5.9 6.3	5.4 5.4 6.3	8.8 8.8 8.8
298.5~368.0 406.4~457.0	5.6 6.3	6.3 6.3	6.3 6.3	8.8 8.8

注：

- ① 具有有效防腐蚀措施的管子，其最小壁厚可适当减薄，但减薄最多不超过 1 mm；
- ② 除液货闪点小于 60℃ 的液货舱测量管外，表中所列测量管的最小壁厚适用于液货舱外部的测量管；
- ③ 对于允许采用的螺纹管最小壁厚应自螺纹根部量起；
- ④ 焊接钢管和无缝钢管的外径和壁厚的数值取自 ISO 的推荐文件 R336，若按其他标准选取管子壁厚可允许适当减小；
- ⑤ 通过深舱的舱底水管和压载水管的最小壁厚应另行考虑；
- ⑥ 直径较大的管子的最小壁厚应另行考虑；
- ⑦ 舱底管、测量管、空气管和溢流管的最小内径应为：舱底管 $d=50$ mm，测量管 $d=32$ mm，空气管和溢流管 $d=50$ mm；
- ⑧ 本表所列的最小壁厚一般是指公称壁厚，因此不必考虑负公差和弯曲减薄余量；
- ⑨ 排气管的最小壁厚应另行考虑；
- ⑩ 货油管的最小壁厚应另行考虑。

不锈钢管也属于无缝钢管的范畴，它除具备一般无缝钢管的特性外，还具有耐腐蚀性强、在高温下不易被氧化、不结皮、能保持较高的机械性能等特点，但是这种管子不宜热弯，在

大量含有氯离子的介质中易产生应力腐蚀，它除用于潜艇中高温、高压、高清洁度、工作介质腐蚀性大的特殊系统外，一般船舶不宜采用，规格见表 1-3。

表 1-3 不锈钢管外径与最小公称壁厚

管子外径 D/mm	最小公称壁厚 δ/mm
≤ 10	1.0
$> 10 \sim 18$	1.5
$> 18 \sim 83$	2.0
$> 83 \sim 169$	2.5
$> 169 \sim 246$	3.0
$> 246 \sim 340$	3.5
$> 340 \sim 426$	4.0
$> 426 \sim 511$	4.5
$> 511 \sim 597$	5.0

(2) 有缝钢管

这类钢管由钢板卷曲后经焊接而成，根据表面颜色又分两种，其中之一是为了提高钢管的抗腐蚀能力，在管子表面镀上一层耐腐蚀的锌层，由于镀锌后的管壁内外表面呈银白色，人们习惯称为白铁管，而没有镀锌的有缝钢管统称为黑铁管。

制造这类管子的材料牌号有 A2、A3、B2、B3 等，A 类钢多用于船舶。

由于有缝钢管所选用的材料无严格要求，故其机械性能也相对较差。白铁管只适用于常温和工作压力 $P \leq 0.1 \text{ MPa}$ 以下的日用水、卫生水、舱底水等系统，黑铁管可用于输送低温低压的水和油等工作介质，有时也可用于低压的废气和蒸汽系统。

2. 铜管

常用的有紫铜管和黄铜管两种，紫铜管由含铜量 99.5% 以上的纯铜拉制和挤制而成，黄铜管由铜基合金制成。两者相比紫铜管的韧性稍高一些，黄铜管的强度稍高一些。

(1) 紫铜管

经退火后的紫铜管，质地柔软，工艺性好，具有很高的塑性和耐蚀性，但它不适用于高温、高压系统，再加之价格较贵，在一般的船舶上只用于压力表管或直径 $\phi \leq 14 \text{ mm}$ 的液压油类管，但在舰艇上得到广泛应用，如海水系统、液压系统、滑油系统等。

常用的紫铜管材料牌号有 T1、T2、T3、T4、TUP 等，由制造厂供应的紫铜管均未退火，故在加工过程中，首先应对弯曲部位进行退火，退火温度一般为 $550^\circ\text{C} \sim 650^\circ\text{C}$ 之间，规格见表 1-4。

表 1-4 铜和铜合金管外径与最小公称壁厚

外径 D/mm	最小公称壁厚 δ/mm	
	铜	铜合金
8~10	1.0	0.8
12~20	1.2	1.0
25.0~44.5	1.5	1.2

续表

外径 D/mm	最小公称壁厚 δ/mm	
	铜	铜合金
50.0~76.1	2.0	1.5
88.9~108.0	2.5	2.0
133~159	3.0	2.5
193.7~267.0	3.5	3.0
273~470	4.0	3.5
508	4.5	4.0
注： ① 外径和壁厚的数值取自 ISO 标准； ② 若按其他标准选取管径，管子壁厚可允许适当减小。		

(2) 黄铜管

黄铜管的特点是抗海水及空气的腐蚀能力很强,而且有很好的导热率,但由于冶炼困难,产量少,价格较贵,一般只用于热交换器的管束及通话管。

黄铜管系由 H62、H68、锡黄铜 HSn70-1、HSn62-1、铅黄铜 HPb59-1、铁黄铜 HFe59-1-1 等拉制或挤制而成,黄铜管在加工过程中也均应首先进行退火处理。

3. 铝管

铝管是拉制或挤制而成的无缝管。一般船舶铝管由硬铝合金拉制而成,主要优点是重量轻、耐腐蚀、塑性好、易加工,常为一般轻型快艇所采用。由于其机械性能不及铜管,只适用于低温、低压的场合,如燃油管、滑油管、冷却水管路等。

常用的铝管牌号有 LF2-M 防锈合金铝、LF2、LF21、LY11、LY12 等。这种管子既可冷弯,也可热弯,冷弯前需经退火处理。

4. 钛合金管

钛合金是问世不久的新型材料,用这种材料制造的管子优于无缝钢管和紫铜管所具备的特性,且又克服了无缝钢管耐腐蚀性差和紫铜管强度低的问题,但由于其价格昂贵,规格较少,所以它目前的应用只局限于舰艇上某些特殊的场合。

5. 塑料管

塑料管一般由耐冲击聚氯乙烯制成,它除具有重量轻(比目前船上常用任何一种金属管都轻)及耐腐蚀性能强的特性外,还具有摩阻小、绝缘,隔音、吸振、耐磨、绝热、不需油漆、加工与安装工艺较简便等优越性,但是也存在着强度低、耐热、防火性能差、膨胀系数大、易老化、破损不易修补、焊接温度不易控制等缺陷。所以,目前这种管子仅用于工作温度在 0℃~60℃、工作压力小于 0.6 MPa 的管系中,如甲板排水管、污水管、洗涤水管、空气管等。随着塑料管材料性能的不断改进,制造工艺的不断完善,其必将会获得广泛的应用。

6. 玻璃管和有机玻璃管

玻璃管的优点是耐化学腐蚀性能好、清洁、透明、易于清洗、流动阻力小、价格低廉,缺点是耐压低、容易损坏。玻璃管可用于温度为-30℃~150℃且温度急变不超过 80℃的介质,高强度玻璃管的工作压力可达 0.8 MPa。

有机玻璃管除了具有玻璃管的优点外,还具有强度高及耐温性能好等优点,适用于有腐

蚀性介质的管道中。

7. 橡胶管

橡胶管能耐多种酸碱液的腐蚀,但不耐硝酸、有机酸和石油产品的腐蚀,可用作抽吸管、压力管和蒸汽管等。

8. 双金属管

所谓的双金属管是指管壁由两层不同的金属组合而成的管子,即外层为 10 号优质碳素钢,内层为镀有 0.6~0.8 mm 厚的 T4 号铜,管子的外径 D 为 6~70 mm,壁厚 δ 为 1.5~6.0 mm,管长 L 为 3~7 m。

这种管子具备了钢管和紫铜管的双重特点,既有较高的机械强度,又有较强的耐腐蚀能力,因此它一般专用于高压空气管路,常用于舰艇上。这种管子加工较困难,因钢和铜的熔点、机械性能都不同,所以最好采用冷弯工艺。

(二) 管子的选用原则

管子的选用主要应遵循保证使用要求、工艺要求及经济性要求等三个方面的原则。

1. 保证使用要求的原则

使用要求主要是指管系对管子的机械强度、刚度、尺寸大小、重量、抗腐蚀能力、耐热性等的要求。不同系统中的管子除要满足管内流通的工作介质在压力、温度、流量、抗腐蚀等方面的要求,还应考虑是否受水击、振动等外界环境条件的影响。

2. 保证工艺要求的原则

管子的选用在满足使用要求的前提下,还应达到弯曲、焊接、安装、维护保养、检修等方面的工艺技术条件。

3. 保证经济性要求的原则

在选用管材过程中,应在考虑使用要求和工艺要求的同时,防止大材小用、优材劣用。在符合使用要求的前提下,尽最大努力降低船舶的建造成本,在船舶设计阶段是实现这个目标的最佳时机。

综上所述,管子的选用需要考虑各方面的要求,但是在许多情况下,选出同时满足上述各方面要求的管子,也是很困难的,因此,首先要抓住主要矛盾,即满足工作介质的压力、温度和腐蚀性对管子的要求,再兼顾其他方面的要求,在此基础上,最后按照有关规范和标准进行,尽量减少规格的数量和不常采用的规格牌号。

四、管路计算

管路计算主要根据管系中所输送的工质、流速、温度、压力等参数,确定其管径和管壁厚度。

(一) 管径计算

公称通径是仅与制造尺寸有关且引用方便的一个圆整数,不适用于计算,它是管道系统中除了用外径或螺纹尺寸代号标记元件以外的所有其他元件通用的一种规格标记。

一般情况下公称通径的数值既不是管道元件的内径,也不是管道元件的外径,而是与管道元件的外径相接近的一个整数。

应当注意的是并非所有的管道元件都必须用公称通径标记,例如钢管就可用外径和壁厚

进行标记。

公称通径的标记由字母“DN”后跟一个以 mm 表示的数值组成，如公称通径为 80 mm 的管道元件，标记为 DN80。

管道元件公称通径系列见表 1-5。表中黑体字为常用公称通径。

管道元件的公称通径在我国工程界也有称其为公称直径的，两者的含义完全相同。

表 1-5 管道元件公称通径系列 mm

公称通径系列 DN							
3	50	225	450	750	1 200	2 000	3 800
6	65	250	475	800	1 250	2 200	4 000
8	80	275	500	850	1 300	2 400	
10	90	300	525	900	1 350	2 600	
15	100	325	550	950	1 400	2 800	
20	125	350	575	1 000	1 450	3 000	
25	150	375	600	1 050	1 500	3 200	
32	175	400	650	1 100	1 600	3 400	
40	200	425	700	1 150	1 800	3 600	

管径是根据管内流体的流速和流体流经管子的能量损失来决定的。在流量一定的情况下，管径主要取决于管内流体的流速，用下式计算：

$$d=0.018\sqrt{\frac{q_v}{v}}=0.018\sqrt{\frac{q_m}{v\cdot\rho}}$$

(1-1)

式中： d ——管子内径，m；
 q_v ——流体的容积流量， m^3/h ；
 v ——管内流体的流速， m/s ；
 q_m ——流体的质量流量， kg/h ；
 ρ ——流体的密度， kg/m^3 。

选定合适的流速是十分重要的。流速过小，管径变大，各种管路附件的直径随之变大，从而使整个管系的重量增加，并使初始投资增加。而流速过大虽然可使管径减小，但流体在管内的能量损失增加，甚至超过所允许的范围而影响工作。

管内流体的流速依据管内的能量损失或管子的腐蚀程度而定。前一种方法主要用于蒸汽动力装置的蒸汽管路、凝水管路、给水泵的吸入管路、油泵吸入管路等。后一种方法则考虑海水管路的腐蚀、给水管路阀体阀座的腐蚀等。在实际应用中，常推荐的管内流速见表 1-6。

表 1-6 各种管内流体流速

管子名称	压力/MPa	流速/ ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	备注
海、淡水管路	0.166 6~0.294 0	0.5~1.5	
锅炉给水管路		< 2.5	常取 2
燃油吸入管路		0.1~1.0	
滑油吸入管路		0.15~1.50	
滑油压出管路		0.25~2.00	
压缩空气管路	2.45~2.94	12~15	管径为 15~150 mm
蒸汽管路	≤3.92	20~40	

腐蚀速度见表 1-7。

表 1-7 不同材料管子的腐蚀速度

管子材料	工作介质	管壁腐蚀程度/（mm·年 ⁻¹ ）
碳钢（10 号、20 号）	滑油、燃油、空气	0.10
不锈钢	滑油、淡水	0
双金属	滑油、空气	0.10
铜	滑油、空气、淡水	0.10
	海水	0.15
铜镍合金	海水	0.10

（二）管子的壁厚计算

管壁的厚度对于其能够承受工作介质的压力大小起着决定性的作用。下面简单介绍管子壁厚的计算公式及几个常用的压力概念。

1. 几个常用的压力概念

（1）压力：单位面积上所受到的正压力称为压强，工程上习惯把压强称为压力。

（2）公称压力：是指管子、附件等在 0℃时所能承受的压力，它没有考虑温度对金属强度的影响。公称压力用字母 PN 表示，其后标注压力数值。

（3）工作压力：是指一定温度的液体或气体在工作状态下允许通过管子的压力。工作压力用字母 P 表示。

（4）强度试验压力：是指对管子和附件等作强度试验的压力，用字母 PS 表示。

2. 管子壁厚的计算

各管系输送不同介质，它们的内壁受不同的压力、流速和温度的作用，计算时必须保证管子的必要强度，并按“钢质海船入级与建造规范”有关规定公式计算。

受内压的管子，其最小壁厚：

$$\delta = \delta_0 + b + c \tag{1-2}$$

式中：δ——最小计算壁厚，mm；

δ₀——基本计算壁厚，mm，计算见公式 1-3；

b——弯曲附加余量，mm；

c——腐蚀余量，mm，钢管的腐蚀余量可查表 1-8。对于铜、铝黄铜和镍含量低于 10% 的铜镍合金，c=0.8 mm；对镍含量为 10% 及以上的铜镍合金，c=0.5 mm；对于介质对管材不产生腐蚀者，c=0。

表 1-8 钢管腐蚀余量

管系用途	腐蚀余量 c /mm	管系用途	腐蚀余量 c /mm
过热蒸汽管系	0.3	滑油管系	0.3
饱和蒸汽管系	0.8	燃油管系	1.0