

船舶工人培训丛书

# 高级船舶管系工工艺学

## (技师)

刘光亚 编



哈尔滨工程大学出版社

LGY

船舶工人培训丛书

# 高级船舶管系工工艺学 (技师)

刘光亚 编



哈尔滨工程大学出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

高级船舶管系工工艺学/刘光亚编.—哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2004  
ISBN 7-81073-641-8

I.高… II.刘… III.船舶管系附件-工艺学  
IV.U664.84

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 124736 号

---

### 内 容 简 介

本书共分八章。第一章船舶管系概论,介绍了船舶管系的概念、组成以及船舶管系的常用材料;第二章结合现代造船模式,介绍了管装生产设计的基本知识、管装编码基础、托盘管理,以及壳、舾、涂一体化的基本概念等;第三章预舾装技术,主要介绍了实施预舾装的要求、舾装件的预制;第四章船舶设备,为液压传动的基本知识、常用船舶设备与系统的组成、结构和工作原理;第五章为船舶制冷和空气调节系统的原理和实例;第六章船舶管路修理,主要介绍了船舶管路修理的拆卸图绘制、管路拆卸、内场鉴定、复装施工和管路修理的工时定额等;第七章简要介绍了国内外先进造船方法,壳、舾、涂一体化发展的新知识和弯管质量控制等;第八章为船舶管路制造的操作技术,系统介绍了管件制作工艺、管件的化学清洗、管件安装技术、管路系统调试、施工图纸的问题等相关内容。

本书内容简洁、图文并茂。可作为高级船舶管系工(技师)的培训教材,也可供有关专业人员、工人参考。

---

哈尔滨工程大学出版社出版发行  
哈尔滨市南通大街145号 哈工程大学11号楼  
发行部电话:(0451)82519328 邮编:150001  
新 华 书 店 经 销  
黑龙江省地质测绘印制中心印刷厂印刷

\*

开本 787mm×1 092mm 1/16 印张 9.25 字数 222 千字

2005 年 1 月第 1 版 2005 年 1 月第 1 次印刷

印数:1—3 000 册

定价:12.00 元

# 编 者 说 明

国家推行职业资格证书制度以来,船舶系统积极开展了职业技能鉴定工作,劳动部和原船舶工业总公司相继颁发了《职业技能鉴定规范》(考核大纲),系统内各船厂根据该规范对工人技术等级的要求积极展开了培训工作。但相应配套的培训教材一直是培训工作中的难题,而原有的教材已不能适应当前形势发展的需要。为了推动培训、鉴定工作的健康发展,急需编写相应的教材。为此,我们编写了部分工种的培训大纲和教材。本书是根据《职业技能鉴定规范》和武昌造船厂教育中心编写的教学大纲编写的。主要围绕《职业技能鉴定规范》对高级船舶管系工(技师)的专业知识要求,结合工厂的实际需要而编写的,对《职业技能鉴定规范》中未作要求的部分,一般未编入,以提高教材的针对性和适用性。

本书由武昌造船厂高级工程师、南华大学副教授刘光亚硕士编写,由武昌造船厂教育中心孟宪举审阅。

在此我们向提供支持和帮助的有关单位和个人表示诚挚的感谢。

由于编者水平有限,时间仓促,书中错误和疏漏在所难免,诚恳希望批评指正。

武昌造船厂教育中心

2004年2月

# 目 录

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| 第一章 船舶管系概论 .....                | 1  |
| 第一节 船舶管系在船舶中的地位与作用 .....        | 1  |
| 第二节 船舶管件的常用管材 .....             | 2  |
| 习题 .....                        | 6  |
| 第二章 管装生产设计基础与壳、舾、涂一体化 .....     | 7  |
| 第一节 船舶生产设计主要特点 .....            | 7  |
| 第二节 管装生产设计主要内容 .....            | 8  |
| 第三节 管装生产设计编码基础 .....            | 11 |
| 第四节 壳、舾、涂一体化基础 .....            | 20 |
| 第五节 托盘管理基础 .....                | 22 |
| 习题 .....                        | 25 |
| 第三章 预舾装技术 .....                 | 26 |
| 第一节 预舾装技术的变革与意义 .....           | 26 |
| 第二节 预舾装实施的基本要求 .....            | 28 |
| 第三节 舾装件预制 .....                 | 30 |
| 习题 .....                        | 31 |
| 第四章 船舶设备工作原理 .....              | 32 |
| 第一节 液压传动基本原理 .....              | 32 |
| 第二节 液压器件构造特点与原理 .....           | 34 |
| 第三节 液压锚机工作原理 .....              | 41 |
| 第四节 自清滤器工作原理 .....              | 44 |
| 第五节 自动控制分油机工作原理 .....           | 45 |
| 第六节 各种制淡装置工作原理 .....            | 46 |
| 第七节 各种舱底油水分离器工作原理 .....         | 52 |
| 第八节 辅助锅炉的工作原理 .....             | 55 |
| 习题 .....                        | 58 |
| 第五章 船舶管系原理知识 .....              | 60 |
| 第一节 船舶制冷系统原理 .....              | 60 |
| 第二节 船舶制冷系统实例 .....              | 66 |
| 第三节 船舶空气调节系统原理 .....            | 72 |
| 第四节 船舶空气调节系统实例 .....            | 76 |
| 习题 .....                        | 87 |
| 第六章 船舶管路修理 .....                | 88 |
| 第一节 船舶管路拆卸图绘制 .....             | 88 |
| 第二节 船舶管路修理的管路拆卸、内场鉴定与复装施工 ..... | 89 |

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 第三节 管系修理工时定额简介 .....        | 90  |
| 习题 .....                    | 95  |
| 第七章 国内外最新动态知识 .....         | 96  |
| 第一节 日本大岛造船厂先进造船法略谈 .....    | 96  |
| 第二节 壳、舾、涂一体化管理技术发展概况 .....  | 97  |
| 第三节 控制弯管质量,提高经济效益 .....     | 97  |
| 习题 .....                    | 98  |
| 第八章 船舶管路制造的操作技术与技能 .....    | 99  |
| 第一节 管件的种类与单管预制图的绘制 .....    | 99  |
| 第二节 管件制作工艺 .....            | 104 |
| 第三节 管件化学清洗 .....            | 112 |
| 第四节 管件安装技术基础 .....          | 114 |
| 第五节 液压系统管路压力油清洗 .....       | 116 |
| 第六节 施工图纸问题的发现、提出与解决 .....   | 119 |
| 第七节 管路系统的调试 .....           | 121 |
| 习题 .....                    | 124 |
| 附录 船舶管系工技师理论模拟考试试卷及答案 ..... | 126 |
| 参考文献 .....                  | 142 |

# 第一章 船舶管系概论

## 第一节 船舶管系在船舶中的地位与作用

船舶管系是船舶管路系统的简称。船舶管路系统是指在船舶上用来输送流体(液体或者气体)的成套设备,以保证船舶动力装置可靠正常地工作以及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。因此船舶管系在船舶中的作用与地位十分重要。

船舶管系由三部分组成:

管路——由许多管件联结而成,是输送流体的通道;

阀件——控制管系中流体的通或止、方向和压力;

机械——提供管系中流体流动的能量,如泵、通风机、压缩机等。

全船舶管系按用途分为动力管系和船舶管系两大类。动力管系是为推进装置服务的管系,其作用是保证推进装置正常工作;船舶管系是为全船服务的管系,其作用是保证船舶的生命力、安全航行以及船员与旅客的正常生活和工作。

动力管系按其任务的不同,主要有以下七个方面:

1. 燃油管系——用以保证动力装置的燃料需要所设置的管系;
2. 滑油管系——用以保证供应各主辅机运动部分的润滑和承担部分冷却所需的滑油管路;
3. 冷却管系——保证汽缸工作容积壁冷却良好,以使汽缸工作表面上的润滑油膜不受高温破坏而得以保持良好;
4. 进排气管系——用以保证供应动力装置工作所需的新鲜空气、并把其产生的废气排到舷外;若是潜艇,还要保证供应水面或通气管状态下全船通风系统所需的空气,并与全船通风系统一起完成各舱室的空气循环,还要供应蓄电池自然通风用的空气;
5. 压缩空气管系——在内燃机的船舶上,除供主辅机启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,在潜艇上,还要供应给上浮下潜系统、液压系统蓄压器、救生系统等使用;
6. 锅炉给水管系——执行着向锅炉内供应炉水的任务;
7. 主辅机蒸汽管系——主机蒸汽管系把主锅炉的过热蒸汽或饱和蒸汽输往主机;辅机蒸汽管系把蒸汽输往各辅助机械及汽笛、警笛和各热交换器等。

船舶管系按其任务的不同,主要有:

1. 蒸汽暖气管系——保持各舱室所需要的温度,满足旅客及船员在寒冷的季节里舒适的生活和顺利工作的需要;
2. 生活用水管系——满足船员和旅客日常生活用水的需要;
3. 通风管系——完成各舱室的空气循环;

4. 舱底水管系——保证将各舱室舱底积水排出船外；
  5. 压载水管系——向压载水舱充注压载水及将压载舱里的水吸出排至船外，或作各压载水舱间的压载水调整，以调整船身的纵倾或横倾；
  6. 海水消防管系——除用于扑灭火灾外，还兼作冲洗甲板、冲洗锚链和洒水降温等用；
  7. 二氧化碳灭火管系——将贮存在钢瓶中的液体二氧化碳输送到失火场所，当液体二氧化碳经管系喷入舱内后立即汽化。（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. 蒸汽灭火管系——将锅炉中的饱和蒸汽输送到被防护舱内，使舱内含氧量下降到 15% 以下，使燃烧室熄。装置蒸汽灭火管系的舱室为：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。
- 除此以外，根据不同类型的船舶（如潜艇）还设置液压管系、蓄电池冷却水管系、发射武器装置和救生装置的疏水管系、透气管系、测量管系等。

## 第二节 船舶管件的常用管材

在船舶管系中使用的管材是根据管内流体的介质及其压力、温度、防腐要求及管子在船舶上安装位置等诸因素而选择。船舶管件通常使用的管材是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。

1. 无缝钢管 无缝钢管分为热轧无缝钢管和冷拔无缝钢管，其直径从 4mm 到 830mm，长度从 4m 到 10m，壁厚从 0.5mm 到 20mm。

在船舶管系中普遍采用优质碳素钢管。如燃油管系、滑油管系、蒸汽管系、压缩空气管系和锅炉管系等。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 1-1，而机械性能见表 1-2。

表 1-1 船用优质碳素钢管化学成分

| 钢号 | 碳<br>C      | 硅<br>Si     | 锰<br>Mn     | 磷<br>P | 硫<br>S | 铬<br>Cr | 镍<br>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 1-2 船用优质碳素钢管机械性能

| 钢 号 | 抗拉强度 $\sigma_b$<br>MPa | 屈服点 $\sigma_s$<br>MPa | 伸长率 $\delta_5$<br>/% |
|-----|------------------------|-----------------------|----------------------|
| 10  | 333                    | 206                   | 24                   |
| 20  | 392                    | 245                   | 20                   |

在工作介质压力低于 0.5MPa 时,可采用普通碳素钢管,普通碳素用管含硫量不超过 0.055%,含磷量不超过 0.045%,其机械性能符合表 1-3 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 1-4,船用合金钢管的机械性能见表 1-5。

表 1-3 船用普通碳素管机械性能

| 钢 号*       | 抗拉强度 $\sigma_b$ | 屈服点 $\sigma_s$ | 伸长率 $\delta_5$ | 交货状态 |
|------------|-----------------|----------------|----------------|------|
|            | MPa             | MPa            | %              |      |
|            | 不 小 于           |                |                |      |
| A2 AS2 AJ2 | 333             | 216            | 24             | 热轧   |
| A3 AS3 AJ3 | 372             | 235            | 22             | 热轧   |
| A4 AS4 AJ4 | 412             | 255            | 20             | 热轧   |

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

表 1-4 船用合金钢管的化学成分

| 钢 号              |                   | 化 学 成 分        |                |                |                |                |                |                |                  |                |          |       |       |
|------------------|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|----------------|----------|-------|-------|
| 牌号               | 代号                | 碳<br>C         | 锰<br>Mn        | 硅<br>Si        | 铬<br>Cr        | 钼<br>Mo        | 钒<br>V         | 钛<br>Ti        | 硼<br>B           | 钨<br>W         | 稀土<br>Re | 硫 S   | 磷 P   |
|                  |                   |                |                |                |                |                |                |                |                  |                |          | 不大于   |       |
| 15 锰钒            | 15MnV             | 0.12<br>~ 0.18 | 1.20<br>~ 1.60 | 0.20<br>~ 0.60 |                |                | 0.12<br>~ 0.18 |                |                  |                |          | 0.040 | 0.040 |
| 12 锰钼钒           | 12MnMoV           | 0.08<br>~ 0.15 | 0.08<br>~ 1.20 | 0.50<br>~ 0.80 |                | 0.40<br>~ 0.65 | 0.25<br>~ 0.35 |                |                  |                |          | 0.040 | 0.040 |
| 12 锰钒钨<br>硼硅稀土   | 12MnVW<br>BSiRe   | 0.08<br>~ 0.15 | 0.40<br>~ 0.70 | 0.60<br>~ 0.90 |                | 0.45<br>~ 0.65 | 0.30<br>~ 0.50 | 0.06           | 0.003<br>~ 0.01  | 0.15<br>~ 0.40 | 0.15     | 0.040 | 0.040 |
| 12 铬 3 钼<br>钒硅钛硼 | 12Cr3Mo<br>VSiTiB | 0.09<br>~ 0.15 | 0.50<br>~ 0.80 | 0.60<br>~ 0.90 | 2.50<br>~ 3.00 | 1.00<br>~ 1.20 | 0.25<br>~ 0.35 | 0.22<br>~ 0.38 | 0.005<br>~ 0.011 |                |          | 0.035 | 0.035 |
| 12 铬 2 钼<br>钨钒硼  | 12Cr2Mo<br>WVB    | 0.08<br>~ 0.15 | 0.45<br>~ 0.65 | 0.45<br>~ 0.75 | 1.60<br>~ 2.10 | 0.50<br>~ 0.65 | 0.28<br>~ 0.42 | 0.08<br>~ 0.18 | ≤0.008           | 0.30<br>~ 0.55 |          | 0.035 | 0.035 |
| 12 铬 1<br>钼钒     | 12Cr1MoV          | 0.08<br>~ 0.15 | 0.40<br>~ 0.70 | 0.17<br>~ 0.37 | 0.90<br>~ 1.20 | 0.25<br>~ 0.35 | 0.15<br>~ 0.30 |                |                  |                |          | 0.040 | 0.040 |
| 15 铬钼            | 15CrMo            | 0.12<br>~ 0.18 | 0.40<br>~ 0.70 | 0.17<br>~ 0.37 | 0.80<br>~ 1.10 | 0.40<br>~ 0.55 |                |                |                  |                |          | 0.040 | 0.040 |

表 1-5 船用合金钢管的机械性能

| 钢 号          | 抗拉强度 $\sigma_b$<br>MPa | 屈服点 $\sigma_s$<br>MPa | 伸长率 $\delta_5$<br>/% | 冲击韧性 $\alpha_2$<br>MPa |
|--------------|------------------------|-----------------------|----------------------|------------------------|
| 15MnV        | 490                    | 294                   | 19                   |                        |
| 12MnMoV      | 529                    | 392                   | 17                   |                        |
| 12MoVWBSiRe  | 539                    | 314                   | 18                   |                        |
| 12Cr2MoWVB   | 539                    | 343                   | 18                   |                        |
| 12Cr3MoVSiTb | 627                    | 441                   | 18                   |                        |
| 12Cr1MoV     | 470                    | 255                   | 21                   | 59                     |
|              | 441*                   | 255*                  | 19*                  | 49*                    |
| 15CrM        | 441*                   | 225*                  | 20*                  | 49*                    |

注:带\*为横向试样。

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 1-6。无缝钢管除符合上述表所举出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、冲击试验和超声波探伤检查。

表 1-6 无缝钢管壁厚允许的负偏差

| 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  |

2. 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,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 100mm 以上,厚度从 2mm 到 4mm,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。

3. 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 6~152mm,长度为 4~7m,管壁的厚度为 2.75~4.0mm。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。

4. 铜管 在造船中一般采用的铜管是紫铜管和黄铜管,紫铜管和黄铜管都分为拉制管

和挤制管两种。紫铜管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),紫铜管的长度一般是4m,厚度为0.5~30mm;直径从4~300mm。紫铜管分为T2,T3,T4几种型号,其拉力试验要符合表1-7的规定。

表 1-7 紫铜管拉力试验标准

| 材料状态 | 抗拉强度 $\sigma_s$<br>(MPa) | 伸长率 $\delta_{10}/\%$ |
|------|--------------------------|----------------------|
| 软 管  | 206                      | 35                   |
| 硬 管  | 294                      | 3                    |

在船舶管系中所采用的紫铜管大部分为T3铜,根据1/447-70的技术标准制成的。其含氧量不大于0.1%,铅含量不大于0.1%,杂质的总含量不大于0.3%。当壁厚为0.5~1.0mm时,允许偏差为 $\pm 0.10$ ,壁厚为1.5~10mm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0.5~1.0MPa,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。

黄铜管一般采用H62黄铜管,按1/448-77标准制造。黄铜管系铜锌合金管,其传音性能优于其他管材,但不易弯曲和加工,所以仅在传话管系中使用。应用规格直径为42mm或38mm,管壁厚度为1mm。黄铜管的拉力试验要符合表1-8的规定。

表 1-8 黄铜管拉力试验标准

| 牌号  | 材料状态 | 抗拉强度 $\sigma_b$ (MPa) | 伸长率 $\delta_{10}/\%$ |
|-----|------|-----------------------|----------------------|
|     |      | 不 大 于                 |                      |
| H62 | 半硬管  | 333                   | 36                   |
| H62 | 软 管  | 294                   | 38                   |

5. 铝管 铝管在船舶管系的采用中,所占比例很小。一般用于小型快艇的管系,铝管具有耐腐蚀,塑性好,质量轻等优点。直径为4~70mm,管的壁厚为1~2mm,长度为4~6m。船舶管系中使用的铝管为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0.3~0.4MPa的管路中。

6. 双合金管 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0.8mm。一般它的机械性能是:抗拉强度不小于3.0MPa,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6~70mm,管壁厚度为1.5~6mm,长度为3~7m。双金属管包覆层厚度允许偏差为 $\pm 0.3$ mm。

7. 塑料管 近几年来,塑料管是在船舶管系中采用比较多的一种非金属管,塑料管具有耐腐蚀、质量轻等优点,但也存在一些缺点,在日光曝晒下易老化,耐热性能差,易变形。近几年塑料管的这些缺点有所减少。塑料管主要用于船舶的低压水管系。塑料管的直径从

14~150mm,管壁厚度为0.5~10mm,长度为6m以上。船舶管路中常采用的塑料管型号为ABS,MBS等。

8.橡胶软管 船舶管系中使用普通耐油胶管和夹布胶管,直径为6~120mm,长度不等。夹布胶管一般用作管子的连接套管,耐油胶管和普通胶管作为软管连接管路使用。

## 习 题

1.什么叫管路?什么叫船舶管路系统?

2.船舶管路系统可分为哪两类?各包括哪些系统?

3.船舶管路通常使用的管材是哪些?

4.通常可供无缝钢管的直径、长度 壁厚范围各为多少?

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,请问对热轧无缝钢管和冷拔无缝钢管,它们的普通管和高压管壁厚允许的负偏差各为多少?

6.通常可供水煤气管的直径、长度 壁厚范围各为多少?

7.通常可供紫铜管的直径、长度 壁厚范围各为多少?

8.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。请问紫铜管通常用于哪些系统?

## 第二章 管装生产设计基础 与壳、舾、涂一体化

### 第一节 船舶生产设计主要特点

#### 一、基本概念

现代造船的生产设计就是综合考虑在何时、何地、使用何种材料,采用何种方法最合理的高效率的生产建造计划。具体地说,在船舶设计过程中,在确定了船舶总的建造方针的前提下,以详细设计为基础,根据船厂生产实际(即施工的具体条件),按工艺阶段施工区域和单元,编制各种工艺和各种管理数据的工作图表以提供生产信息文件,满足中间产品独立生产的一种设计过程。简单地说,也就是根据详细设计的图纸,以中间产品为导向,在纸上先“造”一次船,从而对造船的全过程作出详细的分析,得出准确的生产信息。这样,我们的生产过程才能有据可依,有章可循。

船舶设计过程始于总体性能设计,在其基础上,分系统按功能和专业进行详细设计,解决造什么样船的问题。按设计阶段划分为初步设计和详细设计,属系统设计。在详细设计基础上,进而转入按系统/区域的转换设计,以便按区域/阶段/类型完成怎样造船与怎样合理组织造船生产工艺设计。该设计阶段提供的工作图和管理图表作为指导现场施工的依据。

生产设计以现代造船模式组织造船生产为原则,解决怎样造船为目的的区域设计,其设计理论是运用成组技术原理和统筹优化理论。怎样造船就是应用成组技术原理,将船舶产品按其形成的制造级,以中间产品的形式对其进行作业分解和组合。即按作业性质把船舶建造分为船体、船装、涂装三种作业类型;按产品的空间部位划分的区域进行分类成组作业,一般划分为机舱区、甲板区和上层建筑区三大区域;同时在各大区域内再划分中小区域进行分类作业;按区域内划分的中间产品按其类型进行分类成组作业,例如以船体分段作为中间产品可分下面、曲面和上层建筑三种不同类型的分段,以舾装的中间产品为例,则可分为各类托盘(单元);按区域划分的中间产品以所处的作业阶段或制造级进行分类成组作业,例如船体工程一般分为零件加工、部件装配、分段制造和船台总装等四个作业阶段。舾装工程一般分为单元及自制件制作、托盘集配、分段预装、总组(总段)舾装和船内舾装等五个阶段。涂装分为原材料预处理、分段涂装、船台涂装和码头涂装四个作业阶段。通过生产设计加以规划,按区域分类成组,建立区域设计方式。怎样合理组织造船生产就是应用统筹优化理论,从壳、舾、涂三类型作业,从设计、生产、管理互相结合,从全局的角度统筹协调各系统、各方面,使船舶建造整体优化,这是造船生产作业体系的相互关系的准则。该准则就是两个“一体化”,即壳、舾、涂一体化和设计、生产、管理一体化。

生产设计与工程管理的相互对应,互相结合,既保证了按区域组织生产的实施,又保证了提供现场施工的设计图表能在工程管理的控制下切合生产实际,使之成为融设计、工艺、

管理一体化的设计图纸。

## 二、主要特点

生产设计是在解决造什么样船的基础上,对怎样造船通过设计,进行合理规划以适应现代造船模式的生产作业体系进行组织生产的要求,具有以下主要特点:

1.按区域设计 现代造船模式的一个显著特点是按区域组织生产,所以必须按区域进行设计,以便设计与生产相对应;

2.以中间产品为导向的设计 在设计的过程中,把所设计的产品做为最终产品,按其所划分的制造级进行逐级分解,以组合成各类零部件、分段、托盘等不同的中间产品,连同其所需的全部生产资源,以生产任务包(托盘)形式进行设计;

3.贯彻设计、工艺、管理一体化思想的设计 设计中,必须做好设计、工艺、管理的有机结合,以先进的工艺技术,扩大预舾装,在统筹优化的前提下,相互协调,从怎样合理组织造船生产的角度提出要求,以设计形式把怎样造船体现在设计图和管理图表上,作为指导现场施工的依据;

4.贯彻壳、舾、涂一体化管理思想的设计 强调在设计中,必须做好壳、舾、涂三类作业的有机结合,在一体化建造计划的指导下,通过壳、舾、涂生产设计之间的协调,以最大限度满足各作业的均衡,连续地总装造船;

5.各设计阶段相互结合 强调设计必须事先做好工程管理方面的准备,包括技术准备、计划准备和工程控制准备,把事先准备作为开展设计工作的前提,并在设计过程中,做好各设计阶段的渗透衔接工作,使设计的事先准备能与各设计阶段的相互结合贯穿在设计过程的始终。

## 第二节 管装生产设计主要内容

管装生产设计是指管系舾装设计。生产设计是按区域设计的原则,甲装、机装、内装生产设计内容包括管装生产设计,管装生产设计主要内容是提供如下的工作图和管理图表作为指导现场施工的依据。

### 一、综合布置图

船舶产品,除船体结构外,还必须设置具有各种功能的机电设备和装置,并配备和敷设为这些设备和装置服务的各种管路、电缆、辅助装置等大量的舾装件,为使其安装布置合理、适用,就必须从全局出发,预先在图面上分区域进行全面规划,综合布置和统筹协调,使各专业,尤其是管系在各个区域内的矛盾和问题在图面上得到解决后绘制的图纸,这就是综合布置图。

综合布置图是在详细设计的基础上转换为区域设计的关键图,是舾装生产设计的基础和依据,不提供用于现场施工。

综合布置图按区域划分为机舱区、甲板区和居住区及专业舱室等综合布置图。

综合布置图中管系布置一般采取下列布置原则:

1.管路布置尽量采用与设备或框架组成一体的单元组装形式,分段预装、总组(总段)舾

装等舾装方法;

2. 各类管路的布置除粪便污水管等特殊管路,平面布置的应平行或垂直船体中心线,上下之间的应垂直布置,靠舷边布置的应顺舷边布置,应做到平直、并列、整齐;

3. 多层管路,同层的应平行布置在同一高度,并考虑管子拆装的方便性;

4. 管路布置时,一般应优先考虑自流管路,大通径的和包绝缘的管路;

5. 管系附件并行布置时,应考虑操作的方便性,本体间距在 15mm 以上;

6. 居住区管路尽可能布置在内走道,压力管、蒸汽管尽可能避免穿过居住舱室;

7. 有人孔的舱柜,管子布置不得妨碍工作人员的进出;

8. 上下穿过居住舱室及冰库、粮库等工作舱室时,应该隐蔽和避开舷窗等开口,尽可能安排在隔热层内,穿过冰库、粮库等地方,不得有可拆接头;

9. 测量管和吸入口应布置在舱柜最低处,空气管布置在最高处,并与出口尽量远离;舱柜进口安排在舱柜顶部的,应在舱柜内用管子引至舱柜下部;

10. 管路避免布置在电气设备之上,油类管路要远离排气管等高温处,热源管路离开电缆的距离要遵守有关规定;

11. 管路连接件、附件的配置

(1) 分段预装及大型单元组装管路在安装、搬运条件允许的情况下,管段划分尽可能长;

(2) 分段之间连接的调整管,长度一般取 800mm 左右;

(3) 在热交换器等设备的拆卸空间内管路的管段划分,应在方便拆卸的最小长度处设置连接件;

(4) 露头液体管路、消防管路等,应在最低之处安装放泄附件;

(5) 温度检测、控制仪表探头,应垂直安装,确保测温点到达管子中心处,并应顺着管内流体流向安装;

(6) 管路通过有水密、油密和危险区域等要求的隔壁处应用通舱件,保证水、油密要求及危险区域分割的完整性;

(7) 管路透过纵桁、强横梁及肋板、纵骨等船体结构时,开孔和补强应满足有关规定。

12. 管路支架的布置

(1) 一般管路安装,原则上采用标准支架,支架间距的条件是防止管路振动和扭曲;

(2) 支架一般焊在结构上,不能直接焊在外板上和薄围壁上,不可避免时,应加装复板,焊在复板上;

(3) 特殊管路支架,例如弹性吊架等要按图纸要求配置;

(4) 管夹的选用,要注意有特殊安装要求的一定要符合要求;例如油船的货油管路及危险区域的管路的管夹须采用绝缘隔离的管夹,液压管路及空调等管系都有对管夹的特殊要求。

## 二、管系安装图

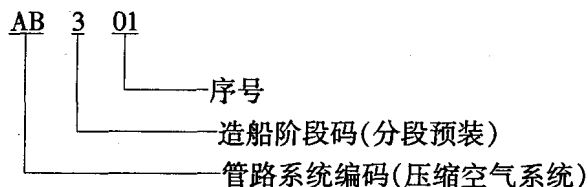
管系安装图,主要是提供管系安装的依据,是由综合布置图进一步深化而成,按照划分的中小区域和工艺阶段分别绘制,主要有分段预装图,单元组装图和区域安装图等。

管系安装图主要反映:管路安装的相对位置、管系零件标识、管路附件的安装方位、流向和标识、管路安装高度等管系安装要素。

### 1. 管系零件的标识

管系零件数量较多,为了防止混乱,便于检索和分类安装,通常用管系零件标识来表达该零件附属管系系统名称,工艺阶段和零件编号,即管件编码。

例如:压缩空气系统在分段上预装的一号零件的编码表示如下:



2. 标准阀件和附件用不带年号的标准号标识,非标准件采用该附件设计时的计算机输入代号,具体规格型号需参照管系零件图。

### 三、管系开孔及附件安装图

在综合布置图中,管子通过船体结构的开孔一般分为两部分,一部分是在船体生产设计图上直接反映了开孔坐标和尺度,另一部分是绘制专门的开孔和附件安装图。主要反映了开孔坐标、尺度和通舱件规格,型号和安装方位等安装要求,使开孔工作和通舱件安装由专门的熟练工人担任,保证开孔、安装质量。

### 四、管系零件图册

管系安装图是提供管子零件图的主要来源,零件图主要用于制作。其主要内容包括图样的编码、船名、管件编码、区域、材料规格、弯曲半径、弯模、弯管程序、图形、船上安装坐标和校管坐标及下料长度,连接件规格和数量等,并且表达了加工特征、水压试验、焊接方式、表面处理等管件加工编码。

管子零件图格式,现在一般是平面投影,采用计算机绘制,通常包括图样和表格两部分。

零件图包括管系专用附件图,支架图也是一种管系零件图,管系吊架一般选用标准支架,只有特殊的才绘制管子吊架图,其内容主要包括:制造图编码、支架编号、材料规格和数量、管夹型式和表面处理及制造草图等。专用附件制造图,主要是指非标准的复板,挡水圈、法兰等。

### 五、单元框架、管子护罩图

单元框架是单元组装的构架,一般是交通装置的一部分,如花钢板支架、步桥等,主要由铁舾件组成,其内容包括:图样编码、材料规格及数量等。

在甲装管系中,管子护罩图是一项很重要的设计内容。其作用是防止管子遭到碰撞而损坏,保证通道的安全通行,特殊舱室的防滴防漏等。主要材料选用型材、薄板或管子制成,一般可拆卸,利于管子的维修和保养。范围一般包括:舱室内甲板上的护罩、甲板露天部分护罩、货舱口围板处的护罩、货舱内护罩等。

### 六、管理图表

管装的管理图表是管装生产设计一个重要组成部分,由托盘管理表、汇总表及各种有关清单及作业管理图表构成。

#### 1. 托盘管理表

托盘管理表是现场按托盘组织生产的主要依据,是用来表达按区域/阶段/类型划分的舾装件制作、安装的工艺信息,是作业单元的管件汇总,并包括安装区域、阶段等内容,根据安装的管件多少,一个分段、单元、区域可以由一个或多个托盘组成。托盘管理表由五种表组成:即管子清册,管子支架清册,管系连接件明细表,阀件及附件明细表,设备明细表和托盘管理表汇总表。

#### (1)管子清册

管子清册主要提供管子加工使用,包括工程编码、托盘编码、管件编码、加工编码、管材规格长度及水压试验要求等。

#### (2)管子支架清册

管子支架清册由两部分组成,一部分是表格,另一部分是图样,包括与管子清册相同的工程编码、托盘编码及件号。代号长度、数量、管夹型式和数量,支架用角钢规格、长度和材料、表面处理等内容。非标准支架必须另外绘制相应的支架图,供内场加工制造。

#### (3)管系连接件明细表

将本托盘内所需要的管系连接件汇总,供管子装配使用,主要包括工程编码、托盘编码、连接件名称、图号、数量等内容,属自制件,通常也将管子吊架清册中属自制件的归入本表,外购的归入阀件及附件明细表。

#### (4)阀件及附件明细表

将本托盘内阀件及附件汇总,供生产管理人员和生产工人使用,主要包括托盘编码、阀件及附件名称、图号型号、数量、来源等内容。属管系附件中需外购的舾装件都归入此表,例如标准弯头、大小头,外购的垫片等。

#### (5)设备明细表

设备明细表的作用与阀件及附件明细表相同,主要包括本托盘安装所需设备、箱柜、基座及其他各种装置。

#### (6)托盘管理表汇总表

托盘管理表汇总表的作用是将本托盘所有舾装件按类进行汇总,提供本托盘的工作内容和大致工作量。主要由表头、汇总表、施工明细表(提供本托盘制造、安装的依据)及备注栏组成。表头部分主要包括本托盘编码、名称、区域、阶段和工程编码。

### 2. 其他管理图表

在托盘管理表编制完成的基础上,还要根据生产管理需要,完善详细设计有关表册和编制有关表册,主要内容如下:

- (1)管材及管系阀件、附件汇总表(外购部分);
- (2)管系连接件汇总表(自制件部分);
- (3)取样管清册及附件清册;
- (4)管系表面处理清册(含管子镀锌、涂塑);
- (5)管系水压试验清册。

## 第三节 管装生产设计编码基础

编码是通过对某类事物或概念进行分析概括和规范后,按一定规则组合起来的符号和