

管子单元设计指导书

Design guide for piping unit

中国船舶工业行业协会

1 范围

本指导书规定了管子单元的设计流程、设计依据、划分原则、设计要求和注意事项。

本指导书适用于一般散货船、多用途船、集装箱船和各种油船。其他船型可参照执行。

2 术语和定义

管子单元 piping unit

主要是以管子、管子附件、设备和固定件等组成的单元。管子单元不强调单元的功能，它可以是多个系统和多种设备组合在一起的组合体。管子单元包括管束单元和加热盘管单元。管束单元主要是由管子及管子附件组成。加热盘管单元全部由管子组成。

3 设计内容

管子单元的设计内容，主要是针对管子、设备布置比较密集的区域，将该区域的设备、管子以及管子附件集中布置，形成单元。以便于形成中间产品，在地面制作、安装，然后整体吊装，减少分段、船上的舾装量。

4 设计流程

管子单元的设计流程如图 1 所示。

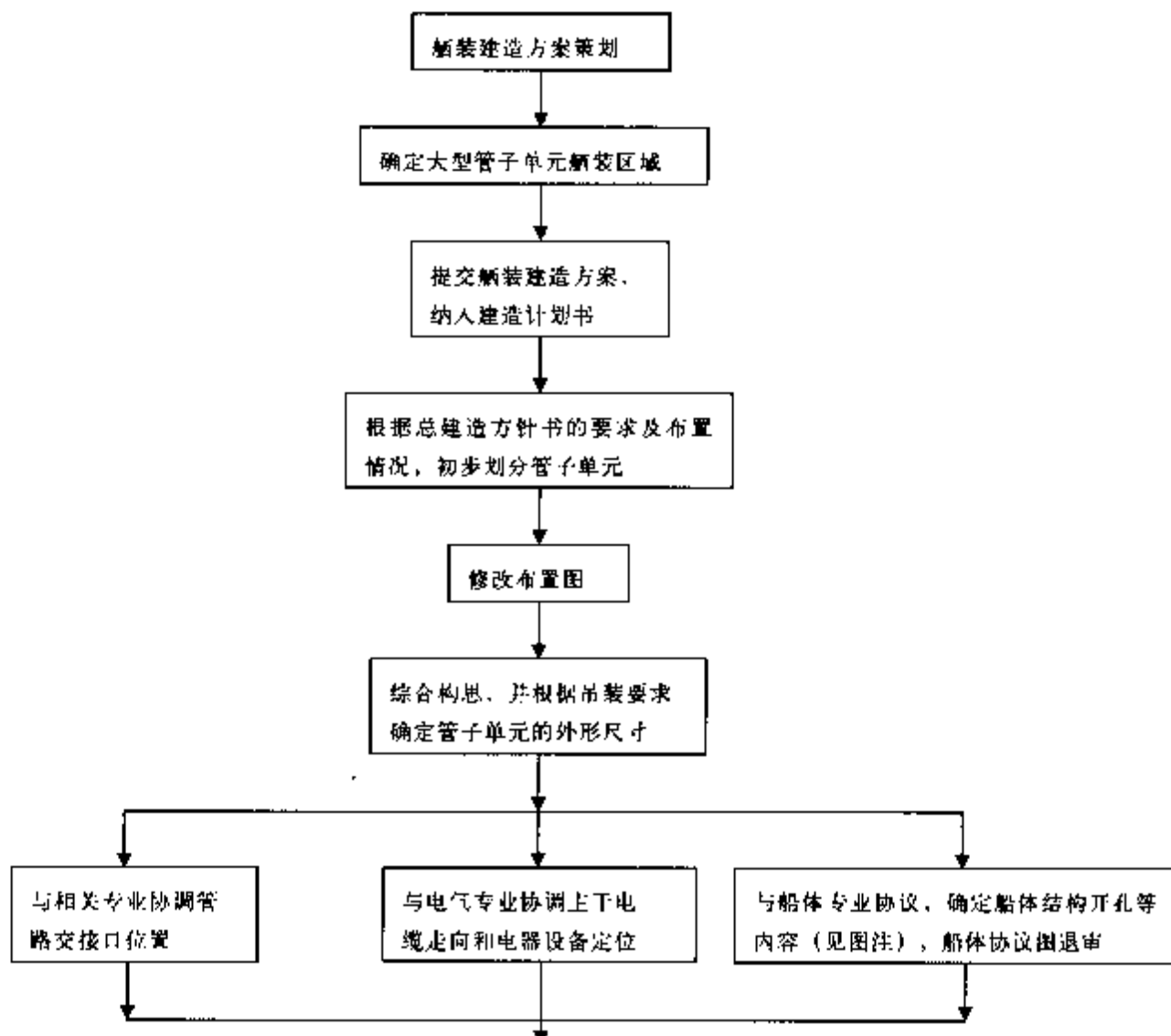
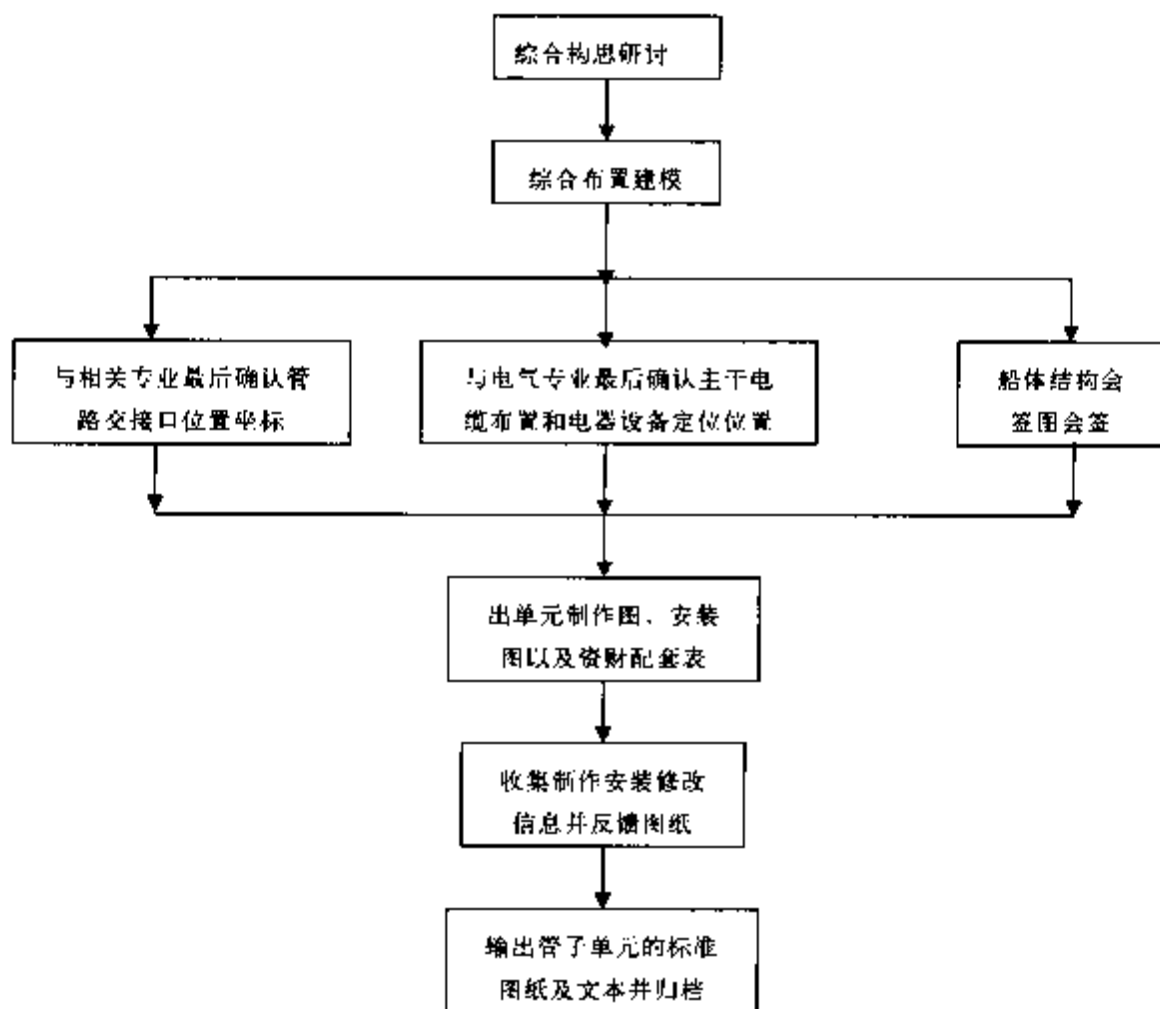


图 1 管子单元设计流程



注：与船体专业协调的内容，除确定船体开孔并确定是否补强外，还需根据管路布置的需求，调整船体结构舱柜的人孔位置，确定结构风管的位置和尺寸；确定吊物口的位置和尺寸；确定设备座架下船体结构须加强的位置及形式；确定临时工作通道及可拆板的位置及尺寸；确定交通装置在结构上的开孔位置和尺寸；确定船体结构舱柜内加热盘管单元的安装阶段（是否需在分段制作时吊装）及工艺等内容。

图 1 管子单元设计流程（续）

5 设计输入

管子单元的设计应具备以下的资料：

- 规则规范中有关管子、设备、电缆布置的要求；
- 技术规格书中有关管子、设备、电缆布置的要求；
- 总布置图；
- 管子原理图；
- 设备及附件详细资料；
- 船体结构资料(船体建模及分段划分图)；
- 详细建造计划书；
- 管子附件样本及相关标准。

6 管子单元的划分原则

a. 管子单元形成的关键，是要确定管子在地面组装时采用什么样的固定形式。除了甲板面可采用框架固定管子形成单元外，凡是不需要依附船体结构，能在地面进行组装并可以整体

吊装的都可以形成单元。因此在设计中要尽量考虑管子的固定形式，以形成单元。如甲板下采用组合管支架的形式，形成管子单元。对一些布置形式、单元内所含系统没有多大变化的，要尽量形成标准单元。

b. 对于不同的船型，舾装工作量较大的区域，都应尽量采用单元组装。如机舱底层、发电机平台、油船主甲板面的管子、油舱加热管子、散货船舱口周围管子等。

c. 单元划分要注意船体分段划分和搭载的要求，单元不能落在分段合拢的焊缝上，给分段合拢造成不便。要根据分段划分图和建造计划书与船体充分协调，做好前期的策划。

d. 在确定单元组装的区域，单元划分时应尽量将设备、舾装件、管子纳入单元内。因此设备布置在满足通道、维修空间的要求后应尽量往船艏靠，实在无法布置时才考虑布置在舷侧。如机舱底层单元的布置。

e. 管子单元划分时需考虑进舱和吊装的要求，无论是分段吊装还是舱室成型后吊装，其外形尺寸要满足就位或进舱的要求，避开船体大型结构和柱子。

f. 管子单元划分时要注意与大设备的间距和安装维修空间。如底层单元与主机底座就应有 400mm 以上的自由空间。单元与船体结构应有 100mm 的间距。

g. 管子单元划分还要充分考虑其制作、组装工艺，如内底加热盘管的安装阶段和工艺，单元内梯子的固定等。几个单元连在一起制作、安装时，单元与单元之间可不设补装管。

7 设计要求及注意事项

7.1 设计要求

a. 管子单元在详细设计时就要开始策划，从尽最大可能组合单元的目的出发，对各个区域的布置进行调整，在满足通道、维修空间的要求下，将管子和设备的布置尽量集中，使其能够设计成单元。

b. 与建造计划书的策划一起，做好舾装方案的策划，做好管子单元的划分。

c. 在生产设计时，管子布置要综合考虑，尽一切可能形成单元。除了前期确定的单元组装的区域外，在设计过程中，对于甲板面的管子、设备，凡是能采用框架形式固定安装的，都可以设计成单元。对于布置在甲板下的管子，可采用组合管支架和多层管支架的形式固定管子，以形成管束单元。

d. 用于固定管子的框架，一般采用角钢制作。框架角钢的选用关键是看框架面上可能承受的最大负荷，由于框架角钢也被用作固定管子的支架，因此要兼顾管子的尺寸。框架角钢一般选用 L63×63 或 L75×75 的，对于船型较大、框架较高（如机舱内底的单元）、管子较大的单元也可采用大规格的角钢。如果管子过大，框架角钢不够大时，可局部采用相应的大尺寸角钢作为管支架。框架高度大于 1m 的，要加横向支撑或斜支撑，以增大框架的稳性。框架结构的强度还要能满足吊装强度的要求，必要时须作加强。

e. 机舱单元的框架面上一般铺设 4~5mm 厚的花钢板，主甲板上的走桥单元一般铺设钢格网。设备开口需要设置扶手栏杆的要设置完备。为便于吊装，在适当的地方可设置吊耳。

f. 单元中的设备座架视设备的安装要求而定，安装要求高的可采用板材焊接结构的座架（如泵的座架等），对安装要求不高的可采用角钢焊接的座架（如箱柜座架等），以便于座架下布管。

g. 管子弯曲半径一般取 $R=3D$ （ D 为管子外径），空间位置比较小的情况下可适当降低弯管半径（具体的要求可根据各厂的管子加工设备条件而定），亦可以采用成品弯头。但液压管、滑油管等考虑到管内清洁的问题，应尽量避免采用成品弯头，或至少应考虑到内部清理的可能性。

h. 组合管支架的制作和管支架的选用可参考标准《管子吊架》GB/T3780-1997，管支架（即吊架）间距可参照表 1。

表 1 管支架间距

公称直径		吊架间距(最大)mm	
mm	in	钢管	铜管
10	3/8	1.0	0.5
15	1/2	1.5	1.0
20	3/4	1.5	1.0
25	1	1.5	1.0
32	1+1/4	2.0	1.5
40	1+1/2	2.0	1.5
50	2	2.5	1.5
65	2+1/2	2.5	2.0
80	3	2.5	2.0
100	4	3.2	2.5
125	5	3.2	2.5
150	6	3.2	2.5
175	7	3.6	3.0
200	8	3.6	3.0
250	10	3.6	3.0
300	12	4.0	4.0
350	14	4.0	4.0
400	18	4.0	4.0

注：直管管支架之间的最大间距原则上不应超过表 1 的规定，位于机舱区的管支架更应避免使用最大间距。

i. 为防止单元安装时由于焊接安装脚（框架脚或管支架），破坏船体结构的油漆，特别是压载舱内的油漆，可在单元的安装脚下采用槽钢设置一个安装座，将安装座在分段制作时焊接在相应的位置，单元就位后将安装脚烧在槽钢座的背上。框架脚要设垫板。

j. 设计时要充分考虑每个单元的吊装时间，是在分段吊装还是船台、船坞吊装，需要在《详细建造计划书》中说明，或者编制专门的单元吊装程序。

k. 单元制作完成后，要按涂装的要求在地面上完成涂装工作。使涂装的工作也移到地面进行，尽最大可能提高单元制作的完整性。

l. 凡能在地面进行压力试验的管子单元（如加热盘管单元）和系统，都应尽量在地面进行压力试验后再装船。

7.2 综合布置注意事项

管子单元综合布置除满足一般的设计要求外，还应注意以下事项：

a. 管子布置需满足各自生产厂管子制作、清洁（如焊缝打磨等）、安装、表面处理等工艺要求。所使用的管材口径、等级及管路附件、仪表、连接件等一定要与管子原理图一致。

b. 管子布置除要求保证系统的使用功能外，还要求整齐美观，符合使用要求，便于施工、清洁和拆检修理。对于管子密集的区域，必要时需提供管子组装流程。设备、泵类周围管子不能占用其维护、拆检、清洗的空间，如滤芯的取出、大型立式离心泵的拆装等。

c. 双层底内的单元若布置在内底的油水舱上，要综合考虑双层底下舱柜附件的布置。舱柜的人孔盖、直梯、液位计、温度计、液位开关、温度开关等，要使其安装、使用方便。舱柜上的人孔，应留有布置直梯从单元面到达舱柜人孔处的空间，通道一般应不小于 600mm。舱内加热盘管单元的布置也要注意不能阻挡舱内的工作通道孔、隔离人孔盖、直梯等。

d. 机舱花钢板下的阀门操纵手轮、泥箱盖等，如果位于通道内，最好低于花钢板平面 20~50mm；如果不位于通道内，可露出花钢板平面，以便操纵阀门，同时注意在阀门手轮的升降范围内要有 50 mm 以上的操作空间。泥箱盖和滤器盖上应无管子通过，方便拆检清理。应急吸口阀的手轮要露出花钢板面 460mm。

e. 管子与管子、附件及船体构件之间应留有足够的间隙。对并行管或交叉管，相邻两管（包括管子附件）间的间隙应大于 20mm，允许极限 10mm；对于需要包扎绝缘的管子，其管

子包好绝缘后的外表一般不允许与相邻管子相碰, 条件允许的情况下, 间距要大于 30mm, 在特殊情况下, 最小不小于 5mm。

f. 横跨电缆的燃油、热水、蒸汽、凝水、热油等温度较高的管路的绝缘边应距电缆 100mm 以上, 平行电缆走向的管子与电缆的间距应大于 200mm, 其它管在 50mm 以上。

g. 凡是需包绝缘的管路, 绝缘需在系统密试后才能施工。如果系统密试或液压试验在船上完成, 在布置时就要考虑船上绝缘施工的方便。

h. 并排管路的可拆接头应错开, 且尽可能布置在易于检查和易拆的地方。燃油压力管应尽可能远离热表面和电气设备, 尽可能少用接头, 并布置在易于观察之处。燃油管路和水管的可拆接头不应布置在电气设备的上面。当不可避免时, 应设置托盘或防护罩。

i. 透气、疏排水、污水管布置不应形成水封, 如不可避免时, 应在最低处设泄水阀或放水塞, 其通径 $DN \geq 15mm$ 。

j. 测量管应尽量直, 若不能做到, 弯曲角度应尽量小, 一般不大于 8° , 以易于测深杆或测深尺顺利通过。

k. 蒸汽、泛汽、高温燃油管路或这些系统直管段较长的管路中如没有设置专门的膨胀接头时, 应适当地设置膨胀弯头, 以利热胀冷缩所引起的变形。膨胀弯头的形式可以是 Ω 形, 也可是别的形式。

l. 液压系统的高压管路不应有急剧的弯曲, 以避免引起较大的冲击。

m. 溢流管要畅通, 管路中段容易贮藏气体的地方应装排气塞。视流镜要布置在易于观察的地方。

n. 蒸汽伴行管路要与燃油管路靠紧敷设, 其管路可采取螺纹或卡套连接, 跨过燃油管路的法兰或阀件时, 管路应沿水平方向弯曲, 以免汽水积滞。

o. 对于靠重力排放的高粘度介质 (如分油机渣油排放管、粪便污水管等), 要注意厂家对管路布置的要求。粪便管一般要求倾斜 $3^\circ \sim 5^\circ$ 。

p. 非法兰连接的镀锌或镀塑管, 要注意管子的连接形式, 不能在连接时由于烧焊而损坏镀锌层和镀塑层, 可采用双层套管或其他连接形式。

q. 管子单元在布置时要注意管子尽量不要伸出框架之外, 以免运输时碰坏管子。

8 设计输出

综合布置完成后, 应生成下列几类图纸提供给生产单位制作、安装。图纸的深度要能达到管子单元作为中间产品, 任何生产厂都能生产的要求。主要图纸有:

a. 制作图 (包括管子制作图、非标管附件制作图、非标管码制作图、框架制作图、设备座架制作图等);

b. 单元组装图 (包括管子、管子附件、设备、栏杆扶手、花钢板等的安装图);

c. 单元安装图;

d. 资材配套表 (包括制作与安装的资材: 制作所需的资材包括: 管子制作的管材和管路附件、座架制作的钢板、框架制作的角钢等; 安装所需的资材包括: 制作好的管子、阀件、设备座架、花钢板、管子支架、框架等);

e. 各单元的油漆配套表。

9 设计的修改与改进

管子单元在设计和制作后, 要随时收集现场的修改信息, 对设计所出现的问题进行修改和改进, 使其不断完善。每型船在设计和制作完工后, 要对单元设计和施工方面的经验进行总结, 为后续船的设计改进提供依据。