

渔业船舶制冷系统施工及验收技术要求

Technical requirements for installation and inspection of refrigeration system on
fishing ships

2019 - 12 - 23 发布

2020 - 01 - 01 实施

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 施工要求	2
4.1 设备及材料的选用要求	2
4.1.1 制冷机组选用要求	2
4.1.2 辅助设备选用要求	2
4.1.3 制冷管系材料选用要求	2
4.1.4 阀门仪表等选用要求	2
4.2 制冷系统安装施工技术要求	2
4.2.1 安装前的要求	2
4.2.2 制冷机组、辅助设备施工技术要求	2
4.2.3 制冷管系施工技术要求	4
4.2.4 阀门、仪表等安装要求	5
4.2.5 制冷系统设备与管系保温、防腐处理	6
4.2.6 渔船冷冻保温一般要求	6
4.2.7 制冷系统配套电气施工要求	7
5 验收要求	8
5.1 制冷系统检验要求	8
5.1.1 制冷系统清洁度	8
5.1.2 焊缝检验要求	8
5.1.3 制冷系统强度试验要求	8
5.1.4 制冷系统气密性要求	8
5.1.5 真空干燥密性试验要求	9
5.2 验收前调试运转要求	9
5.2.1 配套电气的调试要求	9
5.2.2 制冷剂的充注	9
5.2.3 冷冻油的充注	10
5.2.4 制冷机组的试运转	10
5.2.5 制冷试验	10
5.2.6 热平衡试验	10
5.2.7 冷藏舱温度回升试验	10
5.2.8 验收文件资料要求明细	11

附录 A（规范性附录）	酸洗要求.....	12
附录 B（规范性附录）	镀锌要求.....	13

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由中国渔船渔机渔具行业协会团体标准化技术委员会提出并归口。

本标准主要起草单位：大连冷冻机股份有限公司、广州中臣碧阳船舶科技有限公司。

本标准主要起草人：尹铁军、隋闯、李永仑、孙宝纯、张孝金。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准为首次制定。

渔业船舶制冷系统施工及验收技术要求

1 范围

本标准规定了渔业船舶制冷系统施工及验收的有关术语和定义、以及制冷机组、辅助设备、制冷管系、阀门仪表、电气安装和鱼舱保温等施工验收方面的技术要求。

本标准适用于渔业船舶采用氨、氢氟烃及其混合物为制冷剂的蒸汽压缩式制冷系统（以下简称为氨或氟利昂制冷系统）制冷系统中设备及制冷管系、阀门仪表、电气、鱼舱保温等施工与调试验收。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 3033.1 船舶与海上技术 管路系统内含物的识别颜色 第1部分：主颜色和介质

GB/T 8923.1 涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第1部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级

GB 50072 冷库设计规范

GB 50093 自动化仪表工程施工及质量验收规范

GB 50126 工业设备及管道绝热工程施工规范

GB 50231 机械设备安装工程施工及验收通用规范

GB 50235 工业金属管道工程施工规范

GB 50236 现场设备、工业管道焊接工程施工规范

GB 50274 制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范

GB 50275 风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范

GB 50404 硬泡聚氨酯保温防水工程技术规范

CB/T 3908 船舶电缆敷设工艺

CB/T 3909 船舶电力设备安装工艺

SC/T 8059 渔船隔热层发泡操作规程

中国船级社颁布实施的《钢质远洋渔船建造规范（2018）》及其修改通告

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

冷藏舱

用于贮存冷加工渔获物保持鲜度的舱室，包括但不限于加冰保冷以及速冻后低温保冷的鱼舱。

3.2

速冻舱室

对渔获物进行冻结加工的舱室。

3.3

低温

本标准所指低温为 $-45\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

3.4

超低温

本标准所指超低温为 $-60\text{ }^{\circ}\text{C}\sim -45\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

4 施工要求

4.1 设备及材料的选用要求

4.1.1 制冷机组选用要求

制冷压缩机组应根据各自蒸发温度机械负荷的计算值分别确定，应符合GB 50072《冷库设计规范》和《钢质远洋渔船建造规范（2018）》及其修改通告中的相关规定。

4.1.2 辅助设备选用要求

4.1.2.1 制冷系统中贮液器、循环桶、冷凝器等辅助设备应与制冷压缩机组制冷量相匹配。

4.1.2.2 贮液器和循环桶（若设有）容积应考虑整个制冷系统制冷剂充注量回收。

4.1.2.3 制冷系统辅助设备还应符合《钢质远洋渔船建造规范（2018）》及其修改通告中的相关规定。

4.1.3 制冷管系材料选用要求

4.1.3.1 与制冷剂接触的零件，不应采用与制冷剂特性相抵触的材料：

a) 氨制冷剂不应采用铜及铜合金材料（磷青铜除外）；

b) 氟利昂制冷剂不应采用镁含量高于2%的合金材料。

4.1.3.2 蒸发排管采用本质细晶粒高级优质镇静钢。

4.1.3.3 超低温制冷管系可选用09MnD低合金无缝钢管或0Cr18Ni9不锈钢材质的无缝钢管。

4.1.3.4 氨、氟利昂制冷剂密封用法兰、螺纹等处的密封材料宜选用聚四氟乙烯膜带；盐水或海水用密封材料宜选用橡胶垫片；不应选用含有石棉材质的任何材料。

4.1.3.5 其他相关要求应符合《钢质远洋渔船建造规范（2018）》及其修改通告中的相关规定。

4.1.4 阀门仪表等选用要求

制冷系统所用安全阀应有船舶产品证书，其他阀门仪表应符合冷标，超低温阀门应符合工况要求。

4.2 制冷系统安装施工技术要求

4.2.1 安装前的要求

安装前，应根据设备装箱清单和随机技术文件对设备及其备件进行清点和外观检查。确认无损坏且文件齐全，基座或支吊架、安装螺栓孔的位置及管接口的方位应符合设计文件的要求。

4.2.2 制冷机组、辅助设备施工技术要求

4.2.2.1 制冷设备应在基座或与底座平行的加工面上的纵、横向进行检测，其偏差均不应大于 1/1000。分体出厂的制冷机组及冷凝器、贮液器等附属设备，应在相应的底座或与水平面平行的加工面上的纵、横向进行检测，其偏差均不应大于 1/1000。

4.2.2.2 制冷机组、辅助设备安装的位置、标高和进、出管口方向，应符合工艺流程、设计和随机技术文件的规定；

4.2.2.3 低温设备的支撑与其他设备的接触处，应垫设不小于其他绝热层厚度的垫木或绝热材料，垫木或绝热材料应经防腐处理；

4.2.2.4 泵不应在无介质和有气蚀的情况下运转，具体安装按制冷系统设计文件要求进行。

4.2.2.5 蒸发（搁架）排管安装要求

4.2.2.5.1 蒸发（搁架）排管的制作与安装除应满足设计文件的规定外，还应满足下列要求：蒸发（搁架）排管的加工制作应符合本标准 4.2.3 的相关规定。不应用两个 90° 压制弯头焊接的方法来制作 180° 弯头。蒸发（搁架）排管气、液集管上的开孔应用机械加工，不应采用气割成孔。

4.2.2.5.2 管子弯曲采用冷弯，应根据设计图样的要求合理选定胎具和弯管机；管子弯曲处不应有裂纹、结疤、折叠、分层等缺陷。管子弯曲后圆度应满足表 1 要求，弯曲处的管壁减薄率应满足表 2 要求：

表1 管子弯曲后圆度要求

弯曲半径 R (mm)	R ≤ 2D _w	2D _w ≤ R ≤ 3D _w	3D _w ≤ R ≤ 4D _w	R > 4D _w
圆度 C (%)	≤ 10	≤ 9	≤ 7	≤ 5

圆度“C”按式(1)计算

$$C = \frac{A - B}{D_w} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- C—弯曲处截面圆度，单位为百分率（%）
- A—弯曲处截面最大外径，单位为毫米（mm）
- B—弯曲处截面最小外径，单位为毫米（mm）
- D_w—管子实际外径，单位为毫米（mm）

表2 管壁减薄率要求

弯曲半径 R (mm)	R ≤ 2D _w	2D _w ≤ R ≤ 3D _w	3D _w ≤ R ≤ 4D _w
减薄率 Y (%)	25	20	10

弯曲处的管壁减薄率“Y”按式(2)计算：

$$Y = \frac{t - t_1}{t} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- Y—弯曲处管壁减薄率，单位为百分率（%）
- t—弯曲前管壁实测平均厚度，单位为毫米（mm）
- t₁—弯曲后管壁最薄处厚度，单位为毫米（mm）

4.2.2.6 空气冷却器的安装要求

空气冷却器的安装，应满足设计文件的规定。安装完毕并位置核对无误后通电，点动空气冷却器上装设的风机，检查风机转向应正确，风扇不应摩擦风筒，水盘内不应有残留水。

4.2.3 制冷管系施工技术要求

4.2.3.1 制冷管系安装前，应将管子内部的氧化皮、锈蚀除去，酸洗要求按附录 A 进行。并应及时封闭管道，保持干燥。

4.2.3.2 管道切口断面应平整无裂纹、重皮、毛刺、缩口，不应有熔渣、氧化皮、铁屑等杂物。

4.2.3.3 管道切口平面倾斜偏差应小于管子外径的 1%，且不应超过 3 mm。

4.2.3.4 弯管的制作及质量要求，应符合 GB 50235 的规定。焊制的三通管件，应兼顾制冷剂的正常工作流向。

4.2.3.5 管道支吊架的形式、数量、材料、加工尺寸应符合设计文件的规定。

4.2.3.6 制作管道支吊架所用的型钢应平直，确保支吊架与每根管子或管垫接触良好。

4.2.3.7 管道支吊架制作完成后，应对其焊缝进行外观检查，不应有漏焊、裂纹、气孔、夹渣、咬肉等缺陷。其焊接变形应予矫正。

4.2.3.8 管道支吊架的螺栓孔，应用机械方法加工。管道支吊架的卡环或“U”型管卡，宜用圆钢或扁钢弯制而成，其圆弧部分应光滑，尺寸应与管子外径相符。

4.2.3.9 管道焊接

- a) 管子坡口的加工宜采用机械方法。加工后应除净坡口处管子表面 10 mm 范围内的氧化皮等污物，并将影响焊接质量的凸凹不平处磨削平整。管子对接焊间隙、坡口及基本焊接形式见图 1；

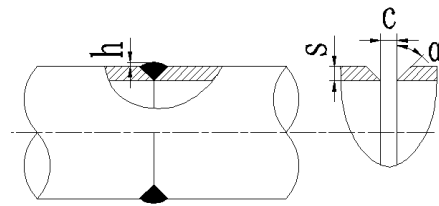


图1 管子焊接形式

注： $h=(2\pm 0.5)$ mm， $c=(2\sim 3)$ mm， $\alpha=35\pm 5^\circ$ 。

- b) 不同管径的管子对接焊接时，应按设计文件的规定选用异径接头。焊接时，其内壁应做到平齐，内壁错边量不应超过壁厚的 10%，且不大于 2 mm。不应通过加热大管径缩口后连接小口径管子；
- c) 管道对接焊口中心线距弯管起弯点不应小于管子的外径，且不小于 100 mm。不应在弯头上开孔。直管段两对焊接口中心面间的距离，当管子公称直径大于或等于 150 mm 时，不应小于 150 mm；当公称直径小于 150 mm 时，不应小于管子外径。管道对接焊口中心线与管道、支吊架边缘的距离以及距管道穿壁、穿甲板套管端面的距离均不应小于 100 mm。不应在弯头、焊缝及其边缘上开孔；
- d) 制冷管道及含有制冷剂的其他管道应采用氩弧焊封底；
- e) 管道焊缝的补焊次数不应超过两次，否则应割去或更换管子重焊；
- f) 任何时候都不应在管道内保有压力的情况下进行焊接作业；
- g) 焊接作业应在环境温度 0 °C 以上的条件下进行，如果气温低于 0 °C，焊接前应注意清除管道上的水汽、冰霜，并要对接头处进行预热，使焊缝两侧 100 mm 的范围内的管段预热到 15 °C 以上；
- h) 铜管与铜管或铜管与钢管的焊接可采用银焊或铜焊，钎焊不应采用对接焊形式，管径小于 22 mm 的紫铜管可直接将管口扩成喇叭口，用扩管接头及接管螺母压紧连接。

4.2.3.10 其它要求

- a) 当管系组成件需用螺纹连接时，管系的螺纹部分的管壁有效厚度应符合设计文件规定的壁厚，螺纹连接处密封材料宜选用聚四氟乙烯带或密封膏，拧紧螺纹时，不应将密封材料挤入管道内；
- b) 管系上仪表连接点开孔宜在管道安装前进行；
- c) 穿舱壁或穿越甲板的管道，应在其穿越处设置套管。套管外露长度，每侧不应小于 25 mm，螺纹接头及焊缝不应置于套管内。套管的直径应符合设计文件的规定；
- d) 制冷剂 and 载冷剂钢管若由对接焊或由螺纹套管连接，管接头处没有镀锌层的部分于密封性试验后应作适当防腐涂刷并包扎以减少腐蚀。当管路包有绝热层时，焊口处应在绝热层的外表面做出标记；
- e) 管系安装加固应牢靠，低温管道带隔热层的管道在管道与支吊架之间应衬垫木或隔热管垫，避免冷桥产生。垫木应预先进行防腐处理，垫木或隔热管垫的厚度应符合设计文件的规定；
- f) 制冷系统管系的坡向及坡度见表 3；

表3 制冷系统管系的坡向及坡度

管系名称	坡向	坡度
压缩机进气水平管（氟利昂）	坡向压缩机	0.3%
压缩机排气水平管（氟利昂）	坡向冷凝器	0.3%
压缩机进气水平管（氨）	坡向分离设备	0.3%
压缩机排气水平管（氨）	坡向油分或冷凝器	0.3%

- g) 速冻舱室或冷藏舱内的蒸发器（如制冷排管等）的安装系固点（如支点、吊点、基座等）应采用防止形成冷桥的绝热方式。如图 2 所示的制冷排管吊顶安装。

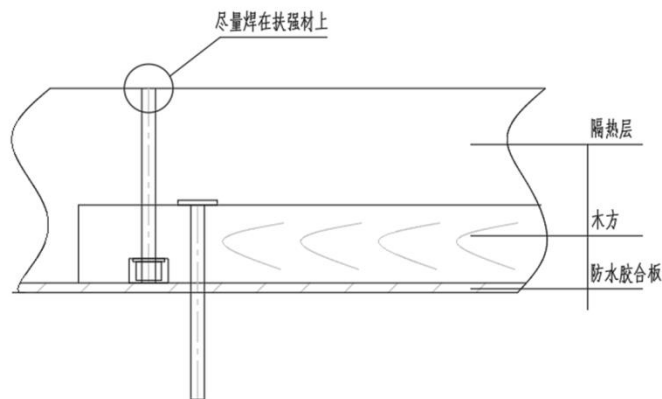


图2 防冷桥吊点示意图

4.2.4 阀门、仪表等安装要求

4.2.4.1 阀门

所有阀门应按标示的流向安装。阀门安装焊接前应将阀芯取出。成排安装的阀门（如阀站）手轮的中心应在同一直线上。电磁阀在安装前通电检验应灵敏可靠，供电电压应与铭牌相符。安全阀在安装前，检查铅封应处于完好状态，并有出厂合格证。

4.2.4.2 仪表

压力测量仪表及温度测量仪表应经过校正，并做好记录。所有仪表应安装在照明良好，便于观察，不妨碍操作检修的地方。压力控制器和温度控制器安装前应经过校验。

4.2.5 制冷系统设备与管系保温、防腐处理

4.2.5.1 制冷设备和管系的防腐

4.2.5.1.1 制冷设备和管系防腐工作应在制冷系统试验合格后进行。涂刷防腐介质前应清除设备管系表面的铁锈、焊渣、毛刺、油和水等污物。涂漆应均匀，颜色一致，漆膜附着力应牢固，无剥落、皱皮、气泡、针孔等缺陷。

4.2.5.1.2 蒸发排管做镀锌处理的，应满足附录 B 要求；做涂漆处理的，外表面应按设计文件的要求进行涂漆，如设计文件未提出具体要求，可在其外表面涂刷防锈漆两道，涂层应完整，无流淌、皱皮、气泡等缺陷。

4.2.5.2 制冷设备和管系的保温

4.2.5.2.1 制冷设备和管系绝热工程应符合设计文件的要求，并按隔热层、防潮层、保护层的顺序施工。制冷设备及管系绝热工程应在制冷系统密性试验及防腐工程完全合格后进行，应符合 GB 50126 的规定。

4.2.5.2.2 设备及管系隔热层厚度的允许偏差为 0~+5 mm。严禁将容器上的阀门、压力表埋入容器的隔热层内。采用镀锌薄钢板、不锈钢薄钢板、铝合金薄板做设备及管系绝热层的保护层时，其外表面不涂漆，但管系保护层外表面应符合 GB 3033.1 的规定，刷帖色环，色环的宽度和间距应符合表 4 中的要求。

表4 色环的宽度和间距参考值

管系保温层外径 (mm)	色环宽度 (mm)	色环的间距 (m)
<150	50	1.5~2.0
150~300	70	2.0~2.5
>300	100	5.0

4.2.6 渔船冷冻保温一般要求

4.2.6.1 总则

渔业船舶冷藏舱、速冻舱室的隔热层发泡的操作规程应参照GB 50404、SC/T 8059相关标准及内容。

4.2.6.2 发泡原材料

4.2.6.2.1 渔船聚氨酯隔热层通常由两种原料混合发泡形成。

4.2.6.2.2 发泡材料应选用不破坏臭氧层、温室效应低的发泡剂。

4.2.6.3 施工条件

4.2.6.3.1 施工现场前期条件

4.2.6.3.1.1 预埋支架、管路、电缆安装应已完工，施工现场应无明火。

4.2.6.3.1.2 船体、油水舱及管系的密性试验应已结束。

T/GJJ 03-2019

4.2.6.3.1.3 各种相关钢、木等结构已完成安装，稳定可靠无松动。

4.2.6.3.1.4 待发泡部位应清洁干燥，无各种妨碍粘接的污染物。

4.2.6.3.1.5 不需发泡的部位应已进行覆盖或保护。

4.2.6.3.2 舱内施工条件

4.2.6.3.2.1 空气温度不宜低于 15℃。气温低于 15℃时如需施工，宜采取适当的加热措施。

4.2.6.3.2.2 空气相对湿度不宜高于 90%。相对湿度高于 90%时，如需施工，宜采取除湿措施。

4.2.6.3.2.3 施工现场应有温度、湿度仪表进行监测。

4.2.6.3.2.4 施工时应强制通风。

4.2.6.3.2.5 施工范围周边 20m 内禁止明火作业。

4.2.6.3.2.6 施工时，凡与施工舱室相连通的通舱件应封闭隔离。

4.2.6.4 质量要求

4.2.6.4.1 外观要求

4.2.6.4.1.1 发泡隔热层完工结束后，外表面应处理平整，在其表面上设置硬质保护层（可以采用木板或防水胶合板），保护层应进行防腐防水处理（可以采用纤维增强塑料敷设）。

4.2.6.4.1.2 隔热层发泡成型后，表面应呈淡黄色，泡孔均匀细密，无开裂、不分层、不发软、不酥脆、不起粉。

4.2.6.4.1.3 隔热层与船体及其构件应紧密无间隙，牢固地贴合在一起。

4.2.6.4.1.4 隔热层外观缺陷允许进行修补处理。

4.2.6.4.2 平整度

隔热层表面应平整，凸处不应超出基准面 2 mm，凹处不应低于基准面 5 mm。

4.2.6.4.3 厚度

4.2.6.4.3.1 喷涂发泡操作所形成的隔热层厚度应满足设计要求。

4.2.6.4.3.2 喷灌发泡操作所形成的隔热层应完全充满舱内围护结构和舱壁之间形成的空腔。

4.2.6.5 检验方式

4.2.6.5.1 外观压力

用目测和手触的方式进行检验。

4.2.6.5.2 平整度与厚度

可用探针测量或表面目测设计保温层表面是否凹凸缺陷。

4.2.6.5.3 喷灌型可用目测或机械敲击或采用特种检测仪器测试等方法判断隔热层内是否充满空腔内部。

4.2.6.5.4 必要时应将样品送至实验室进行理化测试。

4.2.7 制冷系统配套电气施工要求

4.2.7.1 配套电气的施工要求应符合《钢质远洋渔船建造规范（2018）》及其修改通告中第 4 篇“电气装置”，第 5 篇“冷藏及速冻装置”中关于电气部分的要求。

4.2.7.2 配套电气的施工应符合 CB/T 3908 《船舶电缆敷设工艺》、CB/T 3909 《船舶电力设备安装工艺》中的相关规定。

5 验收要求

5.1 制冷系统检验要求

5.1.1 制冷系统清洁度

制冷系统管系安装完成后，应用0.6 MPa（表压）的氮气对制冷系统进行分段吹扫、排污。吹扫过程中，可对管路进行适当敲击或加温。当目测排气无烟尘时，应在距排气口300 mm处设置涂白漆的木质靶板检验，5 min内靶板上无铁锈、尘土、水分及其他杂物方为合格。

5.1.2 焊缝检验要求

5.1.2.1 焊缝外观检验

制冷系统管系焊缝不允许有裂纹、焊瘤、气孔、咬边以及未填满的弧坑和凹陷。

5.1.2.2 焊缝无损检验

制冷管系焊缝质量，应按设计文件的规定进行无损检验。其检验的方法和质量分级标准，应符合《钢质远洋渔船建造规范（2018）》及其修改通告中第8篇7.3.3的有关规定。

5.1.3 制冷系统强度试验要求

5.1.3.1 制冷系统管系应以氮气按 1.15 倍设计压力进行强度试验，试验时，应缓慢升压，当压力升至试验压力的 50%时，如未发现异状或泄露，应继续按试验压力的 10%逐级升压，每级稳压 3min，直至试验压力。应在试验压力下稳压 10min，再将压力降至设计压力，应用发泡剂检验有无泄漏，停压时间应根据查漏工作需要确定。

5.1.3.2 对于制冷压缩机、制冷剂泵、浮球液位控制器、安全阀等设备、制冷控制元件，在制冷系统试压时，可暂时隔离。

5.1.3.3 制冷系统开始试压时应将玻璃板液位计两端的阀门关闭，待系统压力稳定后再缓慢将其两端的阀门开启。

5.1.4 制冷系统气密性要求

制冷系统管系经气体强度试验合格后，将系统压力降至各自对应的设计压力，进行系统气密性试验。继续保持这个压力值，6 h后开始记录压力表读数，经24 h后查验压力表读数，其压力降不大于公式（3）的计算结果，为系统气密性试验合格。

$$P1-273+t1273+t2P2 \quad (3)$$

—管道系统的压力降（MPa）；

P1—试验开始时系统中的气体压力（MPa，绝对压力）；

P2—试验结束时系统中的气体压力（MPa，绝对压力）；

t1—试验开始时系统中的气体温度（℃）；

t_2 —试验结束时系统中的气体温度（℃）。

5.1.5 真空干燥密性试验要求

制冷系统气密试验合格后，在充制冷剂前，应对系统进行真空干燥并进行真空密性试验。真空干燥和真空密性试验应尽量在环境温度较高时进行。不宜在大气温度低于10℃时进行，宜采取加温措施。试验时，应使用真空泵抽真空。试验方法分两步进行：

- a) 将系统的真空度反复抽到 95.99 KPa 以上，静置 8 h，检查管路包括制冷压缩机在内的真空密性，其真空度应保持在 86.66 KPa 以上；
- b) 以上工作结束后，关闭制冷压缩机的吸排气阀，继续抽管路真空，使其真空度达到 95.99 KPa 以上，再静置 8 h，检查管路的真空密性，其真空度应保持在 94.66 KPa 以上。

5.2 验收前调试运转要求

5.2.1 配套电气的调试要求

5.2.1.1 调试要求

- 5.2.1.1.1 检查所有回路和电气设备的绝缘情况。
- 5.2.1.1.2 恢复所有被临时拆开的线头，使之处于正常状态。再次检查有无松动或脱落现象并处理。
- 5.2.1.1.3 在电机空转前应手动盘车，转动应灵活，并细察内部是否有障碍物存在。
- 5.2.1.1.4 再次对系统控制、保护与信号回路进行空操作检查，所有设备与元件的可动部分应动作灵活可靠。
- 5.2.1.1.5 通电试车时应确认运动部件不会伤到人。
- 5.2.1.1.6 风机、水泵类负载机械应空载启动。
- 5.2.1.1.7 电气调试人员应进行分工负责，并准备必须的安全用具。
- 5.2.1.1.8 确保调试过程中各个岗位联系畅通。
- 5.2.1.1.9 调试过程中，操作人员应坚守岗位，准备随时紧急停车。
- 5.2.1.1.10 电气调试过程中应准确记录各项参数，作好电气调试记录。

5.2.1.2 调试时必要的内容

- 5.2.1.2.1 手动开启设备（包括，但不限于：压缩机、低压循环桶、冷凝器、冷风机、水泵、电磁阀），确保运行正常。
- 5.2.1.2.2 自动运行设备，确保设备按设计程序动作。
- 5.2.1.2.3 模拟低压循环桶、储液器液位超高，确保能报警，并停止压缩机运行。
- 5.2.1.2.4 在速冻舱室、冷藏舱内按呼救按钮，确保有报警，并能正确显示舱室名称。
- 5.2.1.2.5 对速冻舱室、冷藏舱温度传感器进行校准。

5.2.2 制冷剂的充注

制冷剂在系统强度试验、气密试验、真空干燥密性试验验收合格后进行充注。充灌制冷剂时应将装有质量合格的制冷剂钢瓶与系统的充液阀接通，利用系统的真空度使制冷剂注入系统。当系统内的压力升至约0.2 MPa时，应对系统进行检漏，修复漏点时不应带压操作，焊接作业时备好消防器材。当系统

压力与钢瓶压力相同时，即可开动压缩机，加快充入速度，直至符合有关设备技术文件或设计文件规定的制冷剂数量。

5.2.3 冷冻油的充注

根据制冷压缩机（组）厂家的设备资料进行。

5.2.4 制冷机组的试运转

制冷机组的试运转应符合下列要求：

- a) 试运转前：检查安全保护继电器的设定值；检查机组油位；开启系统中相应的阀门；给设备供冷却水；将制冷压缩机的能量调节装置调到最小负荷位置或打开旁通阀；
- b) 启动运转：启动制冷压缩机，并应立即检查油压，待压缩机转速稳定后，其油压符合有关设备技术文件的规定（设有专门供油泵的先启动油泵）；容积式压缩机启动时应缓缓开启吸气截止阀和节流阀；检查安全保护继电器动作应灵敏；应根据现场情况和设备技术文件的规定，确定在最小负荷下所需运转的时间；运转过程中应进行一系列各项检查，并做好运转记录；
- c) 停车：应按设备技术文件规定的顺序停止压缩机的运转；最后关闭水泵或风机系统，并应排放所有易冻积水。试运转后应拆洗吸气过滤器和滤油器，并更换润滑油。

5.2.5 制冷试验

5.2.5.1 制冷试验是在空舱下进行的，舱口盖、出入口及换气管关闭装置应密闭。

5.2.5.2 期间可轮流使用各台机组，各台机组工作时间应大致相同。在冷藏温度降至设计温度后，应继续工作至少 12 h，库温始终保持在设计温度，从试验开始到结束的总时间应不少于 24 h。

5.2.5.3 制冷试验时，应详细记录下列各项：

- a) 冷藏舱温度；
- b) 冷藏舱外大气温度；
- c) 冷却海水进、出温度；
- d) 制冷剂系统和盐水系统的温度和压力；
- e) 空气冷却器空气进、出温度；
- f) 制冷压缩机和冷风机的转速及所耗功率。并按 5.2.6 的规定记录压缩机的运行时间；
- g) 海水冷却泵、盐水泵、制冷剂泵所耗功率。

上述各项在试验开始阶段的降温过程中每 2 h 记录一次；舱外大气温度在试验的最后 18 h 每小时测量一次；其余有关温度、压力、压缩机与风机的电动机的转速及所耗功率、盐水泵、制冷剂泵和冷却水泵所耗功率等，在最后 12 h 内应每小时各测量记录一次。

5.2.6 热平衡试验

新设计的制冷系统的热平衡实验应符合《钢质远洋渔船建造规范2018》及其修改通告中第5篇4.2.4的规定。

5.2.7 冷藏舱温度回升试验

在冷藏舱内的温度达到设计要求的最低温度，并在此温度下保持一段时间以除去隔热层的热量后进行。试验开始时使制冷压缩机停止工作。本试验应记录 6 h 的温度回升值，以坚持隔热层的绝热效能。舱温回升值应每小时记录一次。按照舱温回升试验开始时冷藏舱温度与外界大气温度的初温差，经 6 h 后的冷藏舱温度（按各测点平均）的总回升值通常应不大于表 5 中所示。

表5 冷藏舱温度总回升值

冷藏舱舱温与外界大气温度初温差 (°C)	冷藏舱温度总回升值 (°C)
80	20.0
75	18.7
70	17.3
65	15.8
60	14.4
55	13.2
50	12
46	10.8
40	9.6
35	8.4
30	7.2
25	6
20	4.8
15	3.6
10	2.4

5.2.8 验收文件资料要求明细

工程验收应具备下列资料：

- a) 设备开箱检查记录；
- b) 基础复查记录；
- c) 材料出厂合格证和检验记录或试验资料；
- d) 设备安装重要工序施工记录；
- e) 管系焊接检验记录；
- f) 气密性试验报告；
- g) 抽真空试验报告；
- h) 试运转记录；
- i) 设计修改通知单、竣工图及其他有关资料。

附 录 A
(规范性附录)
酸洗要求

A.1 钢管酸洗应满足表A.1 的要求

表A.1 酸洗要求

序号	工艺流程	配方与环境	施工要点
1	酸洗前准备		检查管内孔清洁，用木锤敲击，震掉焊渣，再用高压风吹净，管材锈蚀等级应符合 GB/T 8923.1 中 A 级或 B 级规定。
2	化学去油	NaOH·Na ₃ P ₀ 4 Na ₂ CO ₃ ·NaSiH ₂ O	Ct° :70~80 °C t: 0.5~1.5 h
3	热水清洗	热水槽	Ct° : 室温 t: >5 min
4	冷水清洗	冷水槽	Ct° : 室温 t: >5 min
5	化学去锈	复合除锈剂	Ct° : 室温弯管<180° 用泵在槽上浸液 t1: 无可见锈斑止二次/根 t2: 空中停 1~3min
6	冷水清洗	冷水槽	Ct° : 室温取出后在空中吊停 1~3 min t: >5 min/次 再前后倾斜，空净管内残液
7	冷水冲洗	动水	Ct° : 室温<180° 弯管用泵循环二次 t1: >5 min 水压: 0.3~0.4 MPa
8	钝化处理	钝化液	Ct° : 室温不允许有水渍 t: 0.5~1 h
9	(封闭)干燥	自然干燥	t:室内温度 1~2 h 不应再湿地存放
10	报检	检查员	按质量要求检查复验后出厂

A.2 酸洗要求

A.2.1 经过酸洗过的管子，表面应清洁光亮、无异物、呈灰白色，内壁一般用手电筒照光进行检验，对长的管子则采用拉白布的方法检验，内壁不应有黑斑疏松物、沙粒等缺陷。管子内表面pH6~8。

A.2.2 酸洗干燥并检验合格的管子，应立即充氮气入管子内并对两端进行气密封堵，以防止空气和水分对管子内表面的氧化和修饰，同时也防止异物进入管内。

附 录 B
(规范性附录)
镀锌要求

B.1 镀锌要求

钢管的镀锌应符合表B.1的要求

表B.1 镀锌要求

序号	工艺流程	配方与环境	施工要点	
1	镀锌管件的质量要求	镀件在焊缝上不允许有漏焊和气孔、裂纹、重层、毛刺等缺陷存在。 镀件材质应符合GB/T 8923.1标准中A级或B级的规定。		
2		上挂具	18#~20#铁丝扎牢间距	
3	化学去油	NaOH:20~40 g/L Na ₂ CO ₃ : 20~30 g/L Na ₃ PO ₃ : 5~10 g/L Na ₂ Si ₉ H ₂ O: 5~15 g/L	Ct° :70~80 °C t: 0.5~1.5 h	视工件油污程度而决定时间(t)
4	清洗	热水槽	T≥80 °C	
5	化学去锈	除锈剂	室温	视锈蚀程度定 t
6	清洗	冷水槽	动水	
7	中和处理	Na ₂ CO ₃ :30%~40%	T=60~70 °C t=5~10 min	
8	清洗	冷水槽	两端孔上木堵	
9	镀锌	ZnO: 10~15 g/L NaOH:100~140 g/L 906:4~6 mL/L DPE-III: 4~8 mL/L	CT° =10 ~35 °C Dk=1 ~2 A/dm ² t=0.8~1 h SA:SK=1.5:1~2:1	EX:1A·h/(0.25~0.3)mL
10	清洗	冷水槽		
11	漂洗	HN03: 10~15 g/L	室温 t=5~10 s	
12	低铬钝化	Cr03:2~5 g/L H ₂ SO ₄ :10~15 mL/L HN03:30~50 mL/L NaF:2~4 g/L	室温 t=5~10 s 空气中=5~10 s	
13	回收	回收槽		
14	封闭	热水槽	T=80~90 °C t=2~5 min	
15	内孔清脏	1.3 MPa 压缩空气	往复 3 次	去掉工艺木堵
16	清理挂具	去掉间距铁丝	新木堵封端孔	

T/GJJ 03-2019

B.2 镀层外观应结晶均匀、细致、钝化膜完整，呈银白色或玫瑰及淡蓝色调，镀层无脱皮起泡等缺陷。镀层厚度应大于 15 μm ，镀层防腐性能应耐中性盐雾大于 12h。

B.3 制冷排管镀后应用氮气对管内部做气爆清脏处理，气爆压力 1.3MPa。清脏完成后应对排管内充入氮气保护内表面，两端口应进行气密封闭。
