

GDxx-20xx



中国船级社

船舶人体工程学应用指南

201425

实施日期：201425年X月X日

目 录

前 言	1
第 1 章 通 则	2
1.1 一般规定	2
1.1.3 定义	2
1.3 责任限定	2
第 2 章 人为因素	3
2.1 一般规定	3
2.2 考虑要点	3
第 3 章 考虑人体工程学的船舶布局设计	5
3.1 一般规定	5
3.2 照明	5
3.3 通风	6
3.4 振动	7
3.5 噪声设计	9
3.6 通道布置	11
附录 A 建议的测量值	15
1.1 一般规定	15
1.2 照明	15
1.3 通风	18
1.4 振动	18
1.5 通道	19
附录 B 相关标准、指南和方法	28
2.1 照明	28
2.2 通风	28
2.3 振动	28
2.4 噪声	28
2.5 通道	28

前 言

本指南旨在为船上照明、通风、噪声、振动和通道布置设计中应用人体工程学提供指导。

第 1 章 – 本章介绍本指南的目标以及相关定义。

第 2 章 – 本章说明人为因素为何越来越被视为一个重要话题以及航运管理规则如何越来越强调人为因素。

第 3 章 – 本章说明船上照明、通风、振动、噪声和通道布置设计中人为因素的考虑要点，并针对这些要点提出较为详细的船舶布局设计建议。

附录 A – 本附录为设计人员提供人为因素有关的设计衡准的测量值以及有关附加资料，以帮助其在设计中做出更合理判断。

附录 B – 本附录列出一份与良好的人体工程学实践有关标准的清单。

第1章 通则

1.1 一般规定

1.1.1 目的

1.1.1.1 本指南的目的是在以下的船舶设计与布局中，考虑人为因素和人体工程学：

- (1) 为通常有人占用或值守处所提供充足的照明、通风和减少噪声及振动的设计和布局（持续有人占用不少于 20 分钟时视为“通常有人占用”或“值守”）；
- (2) 为液舱和围蔽处所的定期检查、检验和维护保养提供充足照明和通风的设计和布局；
- (3) 便于检查人员或船员从液舱、货舱、空舱等处所紧急撤离的设计和布局；
- (4) 用作永久通道和/或检查及维护作业用的梯道、直梯、跳板、走道和工作平台。

1.1.2 应用

1.1.2.1 本指南是建议性而非强制性的。

1.1.2.2 本指南具有通用性质，可根据具体船型或船舶布置予以适当调整。此外，应用本指南应注意并优先考虑原设备制造商的特殊要求。

1.1.2.3 应注意本指南未包括的有关要求，如船旗国主管机关、海事和港口主管当局以及保险商的有关要求。

1.1.3 定义

1.1.2.1 **人体工程学**是关于理解一个系统的人和其他要素之间相互作用的学科，是在设计中运用理论及各种原则、数据和方法以优化人的舒适度和系统整体功能的专业工作。

1.1.2.2 **人为因素**是一个复杂的多维问题，它影响到海上安全、保安及海洋环境保护^①。这涉及船员、岸基管理层、监管机构、被认可组织、船厂、立法机关成员和其他相关各方的全部人类活动，所有各方都需要相互合作，才能有效解决人为因素方面的问题^②。

1.3 责任限定

1.3.1 责任限定说明

1.3.1.1 本指南以 1.1 的一般规定为依据。尽管 CCS 努力使本指南信息准确和完整，但仍然无法保证其绝对的准确性、完整性或适当性。因此，CCS 不对因使用本指南进行设计所带来的任何可预见或不可预见的法律风险，以及因使用本指南中的信息或任何建议所造成的任何损失、损害或费用承担任何责任。

^① 国际人体工程学协会（IEA）。

^② 国际海事组织(IMO)“本组织对人为因素的前瞻、原则和目标”(A.947(23)决议)。

第 2 章 人为因素

2.1 一般规定

2.1.1 目标

2.1.1.1 船舶业界的法规越来越强调人为因素。总体而言，由于海洋环境发生了许多快速改变，监管方越来越关注与人有关的因素。

人为因素影响船上人员之间、人员与系统或机器之间相互作用，同时影响人、系统和环境的能力和局限性。

2.1.1.2 在船舶安全营运中需要更加关注与人员相关的活动，同时需要达到并保持高标准的安全、保安和环境保护，以大幅减少海上事故^①。由于人为因素在预防海上事故中起到突出的作用，国际海事组织已将人为因素问题列为其工作计划中高度优先事项。

2.1.1.3 国际劳工组织(ILO)的《2006 年海事劳工公约》为全球海员群体全面规定了在工作场合的权利保障和保护，提出了与船上工作和生活条件密切相关的新要求。该公约旨在保护海员的健康、人身安全和福利，对船舶住舱的设计和建造，尤其是生活起居、卫生设施、照明、噪声及通风和供暖作了具体规定。

2.2 考虑要点

2.2.1 设计和布局

2.2.1.1 设计和布局要考虑人员与设备、系统及界面的整合。界面的例子有控制装置、显示装置、报警装置、视频显示单元、电脑工作站、标签、梯子、梯道和工作处所整体布置。

2.2.1.2 对于设计师和工程师而言，考虑人员在社会、心理和生理方面的能力、局限以及需求是非常重要的，因为这些因素可能会影响工作表现。硬件和软件的设计、布置和定位应与人员的能力、局限和需求相适应。工作场所设计包括工作场所物理设计和布置及其对人员安全和绩效的影响。

2.2.1.3 设计师和工程师应了解文化及地域因素对人员行为模式和预期所产生的影响。比如要知道色彩具有不同的文化含义，在寒冷天气使用设备时需穿厚重的服装。还需要意识到潜在的生理差异（如男/女、高/矮、北美/东南亚人）以使工作环境的设计、布置和定位反映所有各种人员的需要。

2.2.1.4 如不考虑上述因素，工作场所的设计就可能增大人为差错的概率。附加培训、操作和维护保养手册以及编写更为详细的程序，都不能充分弥补不良设计引发的人为差错。

2.2.2 周围环境

2.2.2.1 周围环境涉及与人体全身振动、噪声、室内气候和照明相关的宜居性和职业健康特征。不合格的实地工作条件不利于有效履职，造成压力和疲劳。不良工作条件的例子有工作场所噪声过高或高温引起的体力衰竭造成语音沟通不畅。周围环境的考虑要点还包括对居住处所进行合理设计，以利于避免疲劳并促进从疲劳中恢复。

2.2.3 人的能力和局限

2.2.3.1 人员的准备状态和履职适任能力对船舶安全极为重要。尤其当任务和设备的复杂性增加时，这一点更为突出，因为这需要人员保持更高的警惕性、具备更精湛的技能、更强的能力以及更丰富的经验。在为某项任务挑选人员时，应考虑以下因素：

- (1) 源于个人基本知识、常规培训和经验的知识、技能和能力；
- (2) 具体的航海或船艇培训和能力（证书和执照）以及与具体船舶相关的技能和能力；
- (3) 人员的形体大小和特征，例如身材、肩宽、视线高度、功能性前伸、向上伸展、体

^① 国际海事组织(IMO)“本组织对人为因素的前瞻、原则和目标”(A.947(23)决议)。

重和力量；

(4) 体力；能力和局限，例如抗疲劳和耐疲劳；视敏度；身体素质和耐力；急性或慢性病；物质依赖性；

(5) 心理特征，例如个人的冒险倾向、风险承受能力以及对心理压力的抵抗力。

2.2.4 管理和组织

2.2.4.1 应考虑在系统整个生命周期内影响安全的管理和组织方面的因素。精心设计的安全方针（包含人体工程学）的有效实施，能够营造一个讲风险降至最低的环境。安全方针如要取得成功，高级管理层的投入极为重要。管理层的投入可由下述工作体现：

(1) 统一执行员工操守管理规范；

(2) 易于理解且清晰明确的管理方针；

(3) 在船东/经营者的预算中为运营和安全计划（包括人体工程学）分配足够的资金，以便妥善整合和实施；

(4) 工作日程的安排最大限度减少员工疲劳；

(5) 设立一个高级安全管理职位，其权限包括执行包含人体工程学内容的安全方针；

(6) 对遵守公司安全规定的员工进行正面激励；

(7) 公司对船上设备进行维护的投入。

第3章 考虑人体工程学的船舶布局设计

3.1 通则一般规定

3.1.1 总体目的

3.1.1.1 船上的工作环境设计应考虑照明、通风、振动和噪声等环境因素。对实地工作条件重视不足，会对工作绩效、健康、安全和福利产生影响。

3.1.1.2 用作永久通道的梯道、直梯、跳板、走道和工作平台的设计，应便于人员在工作或居住区域内以及在两种区域之间安全移动。

3.2 照明

3.2.1 目的

3.2.1.1 应为船上人员通常占用或值守的处所以及需进行定期检查、检验和维护的处所，如液货舱或其他围蔽处所，提供适当的照明。

3.2.1.2 船员处所的照明应为**船员使用视觉作业提供良好的视觉条件**，并便于船员在工作或居住区域内以及在两种区域之间移动。照明还应有助于营造一个适宜的美观环境。照明设计通过整合这些考虑要点，在为船员的安全和健康提供充足照明的同时，确保船员高效完成任务。

3.2.1.3 为便于在通常有人占用处所内进行操作、检查和维护以及在围蔽处所内进行检查、检验和维护，照明设计应：

- (1) 提供充足的照明，以提升工作绩效；
- (2) 提供足够的光线，使船员能够察觉到危险或潜在的危险，以提升安全；
- (3) 提升视觉舒适度，避免眼睛疲劳。

3.2.2 设计原则

3.2.2.1 为达到上述目的，照明设计需要遵循以下设计原则。这些设计原则基于良好的人体工程学实践，可为船舶布局设计提供参考。

3.2.2.2 照明的设计应：

- (1) 为处所内的作业提供充足照明；
- (2) 适合于正常工作场景和任何紧急场景；
- (3) 尽可能提供均匀照明；
- (4) 避免炫光和反光；
- (5) 避免亮点和阴影；
- (6) 无明显可感知的闪烁；
- (7) 灯具易于维护 and 操作；
- (8) 灯具在预期使用区域耐用。

3.2.3 具体要求

3.2.3.1 灯具布置应满足以下要求：

- (1) 尽可能利用门窗提供的自然光照；
- (2) 尽量对称布置在同一水平面上，以获得均匀照度；
- (3) 考虑到空调通风口或风机、火警探测器、喷水器等设备的布置，确保光照不受阻挡；
- (4) 尽可能减少亮点和阴影；
- (5) 荧光灯管的位置应尽量使操作人员在通常工作位置时，灯管与操作人员的视线方向成直角；
- (6) 任何对操作人员构成风险的风险源均应有适当照明；

- (7) 考虑相邻表面的热传递；
- (8) 不应布置在会使光照显著降低的位置；
- (9) 不应布置在更换灯泡或维护难以到达的位置。

3.2.3.2 照度分布应满足以下要求：

- (1) 操作人员工作区域的照度应与其作业类型相适配，即应考虑工作平面的变动；
- (2) 应尽可能减少操作人员工作区域或工作平面照明的强烈反差；
- (3) 应尽可能减少操作人员工作区域与其紧邻周边和整体背景之间照明的强烈反差；
- (4) 如作业需要，除整体照明外，还应提供局部照明；
- (5) 灯具不应闪烁或产生频闪效应。

3.2.3.3 阻挡和眩光应满足以下要求：

- (1) 灯具的布置应尽可能减少工作和显示平面产生眩光或高亮度反光；
- (2) 如有必要，可用合适的遮帘和遮光装置挡住眩光；
- (3) 照明不应被横梁、立柱等结构遮挡；
- (4) 控制装置、显示屏和指示器的布置，考虑灯具相对操作人员正常工作的位置，避免反射并确保照明均匀性；
- (5) 表面应采用无反光或哑光处理，以减少间接眩光的可能性。

3.2.3.4 照明控制器的位置和安装应满足以下要求：

- (1) 应设在相对操作人员方便和安全的位置；
- (2) 安装高度应使操作人员能够轻松触碰。

3.2.3.5 电源插座的位置和安装应满足以下要求：

- (1) 应安装在设有局部照明的区域，如起居处所、工作处所以及室内外走道；
- (2) 因检查、检验和维护需提供临时照明的处所，应装设插座。

3.3 通风

3.3.1 目的

3.3.1.1 应为船上人员通常占用或值守的处所以及需进行定期检查、检验和维护的处所，如液货舱或其他围蔽处所，提供适当的通风。

3.3.1.2 为便于有人值班处所内的操作、检查和维护作业，通风系统应能够使操作人员保持警觉和舒适，为其提供防热和防冷保护，并利于安全有效作业。

3.3.1.3 为便于液舱或围蔽处所的定期检查、检验和维护，通风方式应确保围蔽处所内人员免受恶劣或危险空气质量的影响，保障人员安全。

3.3.2 设计原则

3.3.2.1 为达到上述目的，通风/室内气候的设计应遵循以下设计原则。这些设计原则基于公认的人体工程学实践，可为船舶布局设计提供参考。

3.3.2.2 室内气候应设计为：

- (1) 向船上人员提供充足的供暖和/或降温；
- (2) 提供均匀的温度（气温梯度）；
- (3) 相对湿度保持在舒适区；
- (4) 提供新鲜空气（换气），作为加热或冷却回风的一部分；
- (5) 提供清洁的过滤空气，不含烟气、颗粒或空气传播的病原菌；
- (6) 监测气体浓度（CO、CO₂、O₂等）；
- (7) 易于船上人员调节；
- (8) 最大限度减少生活和工作处所因通风而增加的噪声；
- (9) 提供足够的速率以维持换气率，且不产生令人不适的噪声；

(10) 提供利用自然通风的方式；

(11) 为围蔽处所作业提供安全的空气质量。

3.3.2.3 通风系统的设计应考虑保持结构完整性以达到防火隔热的目的。

3.3.3 具体要求

3.3.3.1 船舶通风设计应满足以下要求：

(1) 自然通风设计应基于舱室布局和规格。典型的自然通风装置有菌型通风筒、鹅颈通风筒、设有风雨密盖的通风筒等；

(2) 一般而言，作业期间通常有人的处所应设有加热、通风和空调（HVAC）系统；

(3) 通常无人处所（如液舱或货舱）应设有空气质量取样设备（如便携式 CO₂ 密度计）；

(4) 通常无人处所应设有进入前的通风设备

(5) 应为双层底和双舷侧的空舱内的检查、检验、维护和修理作业提供充足的通风。

3.3.3.2 通风设备的位置和安装应考虑以下要求和建议：

(1) 通风管道的设计应利于减少风阻和噪声。管道系统（尤其是弯管和风口）不应在工作或生活处所增加过多噪声；

(2) 管道系统不应妨碍梯道、梯子、走道或平台之类通道的使用；

(3) 管道系统和风口的位置，不应使其直接对着舱室内正常工作或起居位置排风，例如不应对着铺位、控制台或工作台；

(4) 应设置人孔和其他通道，以便于到达内部各点并进行通风；

(5) 应按法定要求设置挡火闸以限制火灾蔓延；

(6) 除非法规接受，不建议通风装置穿过水密分隔舱壁。风闸应装在通过检查孔或其他装置可见的位置；

(7) 货物处所风机的馈电线应与起居和机器处所风机的馈电线分开；

(8) 建议将通风系统进气口设在能最大限度减少从排气管和焚烧炉等引入污染空气的位置；

(9) 风栅的设置位置，应防止进风口和出风口之间发生短接，并有助于工作处所均匀通风。

3.4 振动

3.4.1 目的

3.4.1.1 应减少船上人员通常占用或值守处所内的振动，以便于其操作、检查和维护。

3.4.1.2 为便于有人值班处所内的操作、检查和维护，振动级应不致对船上人员带来伤害或健康风险。

3.4.1.3 应考虑船舶运动对人体舒适性的影响。

3.4.1.4 减少振动的范围应涵盖居住和作业处所，以及为维护或检查而需进入的液舱和小货舱等通常无人处所。

3.4.2 设计原则

3.4.2.1 为达到上述目的，振动控制应遵循以下设计原则。船舶设计应：

(1) 使船上人员不受有害振动的影响；

(2) 使船上人员不受有损工作绩效的振动的的影响；

(3) 使船上人员不受妨碍睡眠或舒适性的振动的的影响；

(4) 提供防止受到持续振动和冲击（高峰值）的保护。

3.4.2.2 为避免船舶建造完工后的过大振动，建议在船舶设计阶段对结构布置进行考虑，参见 CCS《船上振动控制指南》。

3.4.3 具体要求

3.4.3.1 通则振动级应达到或低于不高于船员通常占用处所的可接受的人体工程学标准。一般而言，船员通常占用处所的振动应符合 ISO 6954: 2000 的要求。

3.4.3.2 一般而言，替代减振措施，包括但不限于：

- (1) 根据螺旋桨叶数量和结构的固有频率，选择合适的主机及转速，避免产生共振；
- (2) 为避免共振，可增加重量或减小尺度以降低结构的固有频率；或减少重量或加强结构增加固有频率；
- (3) 采用各种减振、补偿和平衡装置等，减少激振力；
- (4) 加强结构以增大刚性和减少结构响应；或专为减少结构响应而减小结构刚性。

3.4.3.3 由于可采取的有效措施多种多样以及振动现象的复杂特性，尺度计算不可能采用简单的规定性公式。

3.4.3.4 结构性措施主要在以下部分规定，但 3.4.3.2(1)~(4)所述的措其他施也可被视为有效的替代方案。

3.4.3.5 减振设计应满足以下要求：

(1) 营运期间通常有人占用处所的振动级应采用适当的方法进行估算，如基于经验统计的估算和/或采用分析工具。当预期振动级会超过可接受的人体工程学标准时，应采取减振措施；

(2) 一般而言，在紧靠主要激振源（即螺旋桨和主机）的处所内的局部板格和扶强材处，固有频率的计算应使用理论公式。在确定这些局部尺度时，应使估算的固有频率与激振频率有频率储备以避免产生共振；

(3) 对紧靠主要激振源的处所内的重型设备或机器，应在该设备或机器下面的甲板结构上采取合适的措施减少振动。

3.4.3.6 结构布置的防振设计应考虑本条要求。

(1) 振动应尽可能在振动源得到控制。

(2) 为防止船体梁振动，建议考虑下述措施：

- ① 船体线型、船体梁和船舶其他结构的选择应考虑振动控制；
- ② 主要机器的选择应平衡惯性力和力矩；
- ③ 调整固有频率（船体梁的固有频率随舱壁数量的增加而增加）。

(3) 为防止局部结构振动，建议考虑下述措施：

- ① 修改型线（主要是船尾形状）和螺旋桨设计；
- ② 调整总体布置，如住舱布置、重量分布、主要机器的位置；
- ③ 调整和修改局部结构，如上层建筑、船尾结构、机舱内的船底骨材结构；
- ④ 其他减振措施，如隔振装置、导流管式螺旋桨、避振穴。

3.4.3.7 机舱、发动机、螺旋桨和推进器的防振设计应考虑本条要求。

(1) 应考虑主机机座和轴系的振动响应。

(2) 机舱的振动控制考虑应包括在柴油机的顶部和正面安装紧固件，以及增加机座的刚度和固有频率，以减少机座的振动。

(3) 对于首推进器引起的振动，应通过在螺旋桨设计以及推进器本身的定位和放置方面遵循良好的声学设计实践将其最大限度减少。还应考虑设置弹性支撑隧道（隧道内部所设隧道）、气泡喷射器以及涂有减振材料的隧道。

(4) 对于螺旋桨引起的振动，应通过在螺旋桨设计及其相对于船体的定位和放置方面遵循良好的声学设计实践将其最大限度减少。

3.4.3.8 上层建筑纵向区域的防振应通过增加上层建筑的剪切和撑柱刚度进行考虑，建议采取下述措施：

(1) 上层建筑侧壁垂向对齐；

- (2) 内部纵舱壁可多于四层设置；
- (3) 主甲板下面设置强力梁或其他强力构件；
- (4) 上层建筑的端壁和主船体横舱壁尽可能垂向对齐，否则要设大的连接肘板；
- (5) 各层上层建筑的后端壁尽可能与横舱壁垂向对齐，否则应在主甲板下面设置强横梁；
- (6) 为控制舾装件的振动，应考虑调整舾装件的尺寸及其底部的固定或加强装置；
- (7) 为防止高腹梁振动，可考虑下述各项：

- ① 增大纵骨和面板的尺寸；
- ② 增大面板扶强材的刚度；
- ③ 增设水平扶强材。

3.4.3.9 防振安装设计应考虑以下要求：

- (1) 振动源（如：发动机、风机、其它旋转设备）应通过使用隔振支座或其他方式尽可能与工作与生活处所隔离；
- (2) 船体在生活和工作区域产生的振动应通过涂敷吸振的甲板敷料或用其他方式减弱。

3.5 噪声设计

3.5.1 目的

3.5.1.1 应减少船上人员通常占用或值守的处所内的噪声，以便于操作、检查和维护。

3.5.1.2 噪声会加重听力损失，妨碍言语沟通，遮挡听觉信号，干扰思考过程，扰乱睡眠，分散执行生产任务的注意力，以及引起或增加人体疲劳。

3.5.1.3 为便于有人值守处所内的操作、检查和维护，噪声级应：

- (1) 不会永久性或暂时性损害听力；
- (2) 不会达到妨碍语音沟通的程度；
- (3) 不会达到妨碍听到报警声和信号声的程度；
- (4) 不会达到造成紧张、分散执行任务的注意力或增加差错风险的程度；
- (5) 不会妨碍睡眠；
- (6) 不会增加或引起疲劳；
- (7) 不会降低宜居性或舒适感。

3.5.2 设计原则

3.5.2.1 船舶设计中的噪声控制应考虑：

- (1) 确保船上人员不受有害噪声级的影响（对健康的危害、听力损失、耳蜗损伤）；
- (2) 确保船上人员不受有损工作绩效的噪声级的影响；
- (3) 确保船上人员不受妨碍语音沟通和听觉（报警声、钟声、号声等）信号的噪声级的影响；
- (4) 确保船上人员不受妨碍睡眠或舒适性的噪声级的影响。

3.5.2.2 为避免船舶建造完工后的过大噪声，建议在船舶设计阶段对结构布置进行考虑，参见 CCS《船舶及产品噪声控制与检测指南》。

3.5.3 具体要求

3.5.3.1 减少噪声应考虑以下要求：

- (1) 噪声源（如：发动机、风机、其它旋转设备）应尽可能远离工作和生活处所，并通过使用隔振支座或其他方式隔音；
- (2) 如必要，船体产生并通过钢结构传播的噪声可通过涂敷吸声的甲板敷料减弱；
- (3) 对下列区域在典型的航行条件下的噪声应作出规定：
 - ① 生活区；
 - ② 开敞的机炉舱和机器处所；

③ 办公室、驾驶室、轮机办公室。

(4) 对于螺旋桨叶梢、侧推或吊舱式推进装置传到船体的噪声，在设计上应将这种由结构传到起居和工作区域的噪声减到最低限度；

(5) 噪声级应符合经修订的 IMO《船上噪声级规则》（MSC. 337(91) 决议）；

(6) 为减少传到住舱的噪声，船员起居区域通常布置在上层建筑的中部或后部，或尾楼甲板及更高的甲板上。

3.5.3.2 噪声源的构成及噪声传播途径：

(1) 船舶噪声按噪声源的性质，可分为空气传播的噪声和结构传播的噪声。船舶噪声由主机噪声、辅机噪声、螺旋桨噪声、船体振动噪声和通风系统噪声构成；

(2) 船舶噪声主要通过三大途径传播：

- ① 空气传播的噪声由主机或辅机系统直接辐射到空气；
- ② 结构传播的噪声通过机械振动沿船体结构扩散和向外辐射；
- ③ 风机噪声和气流噪声通过通风系统的管路传播。

3.5.3.3 机械振动是最大的噪声源。结构布置中的各种防振设计方法也有利于控制振动引起的噪声，包括下述方法：

- (1) 降低各种噪声源的噪声级；
- (2) 用隔振装置降低主机和辅机的噪声（共振频率不应超过机器基本频率的 1/6）；
- (3) 提高机器的静平衡和动平衡；
- (4) 给机器安装隔音罩，罩内要有吸声性能良好的衬垫。

3.5.3.4 通风系统的噪声控制应考虑：

(1) 当通风管道的流阻很低时，可使用压力较低的风机降低噪声。合理划分通风系统，合理确定通风能力和管道布局，合理采用管道类型（如尽量采用圆截面管）以及提供合适的材料均可实现低流阻；

(2) 可将风机和中央空调安装在一个单独的吸声室内，或为其装上减振弹性垫片，将其装在消音箱内；

(3) 如有必要，通风管道可以用隔音材料包住。对主要风管穿过有低噪声要求的舱室加以限制；

(4) 可以设置经消减噪声设计的通风进出口和散风元件，以减少通风终端的噪声；

(5) 如需要，可以基于估算的噪声频率范围使用一个适宜的消声器。

3.5.3.5 噪声防止/缓解可考虑本条的措施。

(1) 对于下述措施，应在防止和缓解人的全身振动的范围内考虑。防止和缓解人的全身振动也有降低噪声的效果。

(2) 可采用不同的处理方式以减少空气声噪声源、结构声噪声源、空气声传播路径、结构声传播路径、HVAC 引起的噪声等。各种处理方式均有赖于了解主要的空气传播或结构传播噪声的组分（如低频或高频）。透彻了解噪声源、噪声量级、噪声组分和噪声路径，对于以具有成本效益的方式缓解/处理噪声极为重要。以下列出若干较为常见的噪声控制处理方法：

- ① 按设计或质量选用噪声和/或振动较低的设备；
- ② 用机械方式将机器与支撑结构隔开以减少振动；
- ③ 在机器下面使用双层隔振支座，并在机器和船体结构之间设置抗震底座；
- ④ 减少结构的振动能量。此方法用于机器噪声源附近的加强板、邻近海水的板材以及中间位置；
- ⑤ 用于压载的可泵送物质也能用于留空处所和液舱的减振；
- ⑥ 可以考虑用一层气泡幕为船体屏蔽海水传播的噪声；

⑦ 可以对外板涂敷减振材料以降低结构的辐射效率。

(3) 空气声噪声源的噪声级和空气声传播路径是影响一个机器处所本身以及与该机器处所直接相邻舱室的噪声的最重要因素。结构声噪声源和结构声传播路径带有传到船上任何地方的声能。

(4) 结构声传播的次级噪声(空气声噪声源声级和机器处所本身的内部结构响应的组合)在远离机器本身的处所内也可能很重要,视其处理水平而定。

(5) 没有精确的模型,很难优化选用适宜的噪声控制处理方式。在此情况下,有些处理方式可能视为多余甚或无效。鉴于增加噪声控制处理通常给重量、空间和成本带来不利影响,开发和使用一种恰当的声学模型更具有成本效益。

3.5.3.6 噪声建模

(1) 设计人员越来越常用的一种技术是噪声或声学建模。在这些模型中,充分了解声源 - 声波路径 - 受体的相关因素极为重要。

(2) 噪声/声学模型应包括下述组成部分:

- ① 声源、声波路径和受体处所的说明;
- ② 声源 - 机器声源的说明(如噪声级和振动级、大小和重量、位置以及基座参数);
- ③ 声源 - 推进器噪声源的说明(如螺旋桨(叶轮)数量、桨叶数量、RPM、船体和螺旋桨叶稍间隙、船舶设计航速);
- ④ 声源 - HVAC 声源的说明(如风机参数(流量、功率和压力)、管道参数、气窗形状以及受体舱室吸声量);
- ⑤ 路径 - 用以说明声波路径的重要参数,包括船体结构大小和材料、(阻尼)损耗因子、隔音和接合板格参数;
- ⑥ 受体 - 受体处所模型所取特征为构成相关舱室的船体结构、隔音/涂层和接合板格。

3.6 通道布置

3.6.1 目的

3.6.1.1 船员处所通道的设计,应便于船员在工作或居住区域内或两种区域之间安全移动。这包括过道、梯子、跳板、梯道、工作平台、舱口和门等通道结构,还包括扶手、栏杆和防坠装置。

3.6.1.2 为便于通常有人处所内的操作、检查和维护以及围蔽处所内的检查、检验和维护,通道的设计应:

- (1) 使其具有合适的结构布置和尺寸以方便人的进出,从而提高工作绩效;
- (2) 提供防止坠落或其他类型伤害的屏障以提高安全。

3.6.2 设计原则

3.6.2.1 为达到上述目的,通道的设计需遵循以下设计原则。这些设计原则基于良好的人体工程学实践,可为船舶布局设计提供参考。

3.6.2.2 通道的设计应:

- (1) 为船上生活和作业提供合适的通道(一般通道、起居处所通道、维护及其他工作通道);
- (2) 适合于正常工作场景和任何紧急场景;
- (3) 按通道用途的需要确定其尺寸;
- (4) 按预期使用人数确定其尺寸;
- (5) 使通道易于维护保养和操作;
- (6) 使通道在预期环境中耐用;

(7) 使通道在使用时能适应船舶的运动，并抵消船舶的运动可能引起的障碍或不稳。

3.6.3 具体要求

3.6.3.1 梯道

(1) 梯道设计中应考虑以下总体建议：

- ① 从一个行走面转换到另一个行走面并且垂向转换距离超过 600 mm 时使用梯道比较合适；
- ② 在起居处所、办公处所或驾驶室内，应用梯道代替梯子或跳板；
- ③ 倾斜角应足以适合梯道的**竖板踢板**高度和踏板深度，建议最小倾斜角为 38°，最大倾斜角为 45°；
- ④ 露天梯道因可能接触水和结冰而应增强耐滑性；
- ⑤ 在生活区内，应用梯道代替斜梯；
- ⑥ 梯道的攀登空间不应受到障碍物或使人绊跌的危险物（例如电气盒、阀、传动装置或管路）的侵扰；
- ⑦ 梯道平台的入口不应受到障碍物或使人绊跌的危险物（例如越过平台的管路，或舱口围板/固定围栏）的阻碍；
- ⑧ 梯道最好沿船舶纵向设置，但允许沿船舶横向设置。

(2) 梯道平台设计时应考虑以下建议（参见附录 A 1.5 的图表）：

- ① 每个梯道的底部和顶部都应设有一个至少与梯道踏板等宽且长度至少为 915 mm 的畅通平台；
- ② 在设置梯道的每一甲板层面都应设有一个中间平台，或对垂直高度超过 6100 mm 的梯道，最大每隔 3500 mm 垂直高度应设一个中间平台；
- ③ 梯道方向的任何改变都应配有一个至少与梯道踏板等宽且长度至少为 915 mm 的中间平台；
- ④ 梯道应有一个与水平面成最大 45°的倾斜角；
- ⑤ 如梯道改变方向，担架撤离人员路径沿线的中间平台长度应为 1525 mm 或以上，以使担架能掉头。

(3) 梯道**竖板踢板**和踏板设计时应考虑以下建议：

- ① 踏板间垂直高度应不超过 230 mm，踏板深度应不小于超过 280 mm，包括 25 mm 的踏板前缘（踏板悬挑）；
- ② 梯道的踏板应等深，竖板踢板应等高；
- ③ 单行梯道（预计仅有一人通过，走上或走下梯道）踏板宽度应至少为 700 mm；
- ④ 双行梯道（可供两人以相反方向走上和走下，或通过）踏板宽度应至少为 900 mm；
- ⑤ 任何甲板层面的梯段的最小踏板宽度一经规定，不应朝出口方向减小；
- ⑥ 踏板前缘的表面应防滑，其潮湿时的实测摩擦系数（COF）应为 0.6 或以上。

(4) 建议所有梯道至少保持 2130 mm 的畅通净空高度（自由高度）。

(5) 建议梯道具有预计正常工作载荷五倍的承载能力，但小于 544 kg 移动集中载荷。

(6) 梯道扶手设计时应考虑以下建议（参见附录 A 1.5 的图表）：

- ① 具有三个或更多梯级的梯道应设有扶手；
- ② 供上下梯道时保持平衡的单层扶手应安装在梯道的舱壁侧；
- ③ 供保持平衡和防止从梯道坠落的双层扶手应安装在梯道的未封闭侧；
- ④ 扶手应为圆形横截面构造，直径为 40 ~ 50 mm；
- ⑤ 梯道不应装设方形或矩形扶手；
- ⑥ 单层扶手从顶部栏杆顶部至踏板表面的高度应为 915 ~ 1000 mm；

⑦ 双层扶手应由两道等间距的栏杆组成,其从踏板前缘至顶部栏杆顶部的垂直高度应为 915 ~ 1000 mm;

⑧ 扶手和舱壁或其他固定物之间的最小间距应为 75 mm。

3.6.3.2 走道和跳板设计时应考虑的总体建议(参见附录 A 1.5 的图表):

(1) 任何高于相邻平面 600 mm 或以上且人员可能从高面跌落至低面的行走或站立面,其无遮蔽一侧应设有栏杆;

(2) 如垂向距离的转换小于 600 mm, 应使用跳板;

(3) 跳板的表面应防滑,其潮湿时的实测摩擦系数(COF)应为 0.6 或以上;

(4) 所有走道的净空高度应不小于 2130 mm;

(5) 升高走道、平台和跳板应设有下部围护侧板。通行空间不应受到障碍物或使人绊跌的危险物(例如电气盒、阀、传动装置或管路)的侵扰;

(6) 走道或跳板的使用不应受到障碍物或使人绊跌的危险物(例如管路、舱口盖、甲板障碍物(如贯穿螺栓)或舱口围板/固定围栏)的阻碍;

(7) 在走道拦栅之下预计有人,则其最大开口应小于 22 mm;

(8) 在走道拦栅之下预计无人,则其最大开口应小于 35 mm;

(9) 下部围护侧板的高度应为 100 mm,其底边和行走面之间的空隙应不大于 6 mm。

3.6.3.3 直梯设计时应考虑的总体建议:

(1) 凡操作人员或维护保养人员须陡然上下的高度超过 300 mm 时应提供直梯;

(2) 直梯如未增设栏杆之类防坠装置,不应位于距附近其他可能的坠落点(包括甲板边缘、货舱和下层甲板) 1.83 m 以内;

(3) 直梯的踏棍应防滑,其潮湿时的实测摩擦系数(COF)应为 0.6 或以上;

(4) 直梯的倾斜角应为 80 至 90° ;

(5) 固定直梯应附连于固定结构;

(6) 从直梯中线至梯上人员须伸手可及的任何物体的最大距离应不超过 965 mm;

(7) 直梯的位置应不会妨碍舱口、门、拦栅或其他各种通道的开启和关闭;

(8) 攀登空间不应受到障碍物(例如电气盒、阀、传动装置或管路)的侵扰;

(9) 直梯平台上面的净空高度应至少为 2130 mm;

(10) 直梯前面应至少有 750 mm 净空(攀登空间);

(11) 直梯后面应至少有 175 ~ 200 mm 净空(趾部空间);

(12) 箱格货舱所设通道应使用交错布置的多段直梯,每段长度不应超过 6.0 m。

(13) 独立便携直梯的使用长度不应超过 5 m; 长度超过 5m 独立便携直梯,上端部应能有固定的装置。

(14) 踏棍设计应满足以下要求:

① 踏棍应在直梯全高范围内间距相等;

② 如将方杆用作踏棍,其应水平安装,尖角边朝上;

③ 踏棍还应穿过直梯的梯梁,并用双面连续焊缝与其相连;

④ 踏棍的布置应使其与操作人员或维护保养人员出入的任何平台或甲板对齐;

⑤ 踏棍应防滑或为格栅/网状构造。

(15) 平台的设置应满足以下要求:

① 直梯高度超过 6.0 mm 时,应使用中间或连接平台;

② 如果工作任务需要使用双手,则不宜从直梯上工作。工作区域应设置一个 [3.6.3.4 所述的](#)能平稳站立的工作平台。

(16) 直梯如通向人孔或过道,应设有水平或垂向把手或拉手。把手或拉手应在设置直梯的落脚平台或通道/出口层面以上延伸 1070 mm。

(17) 安全护笼应满足以下要求（参见附录 A 1.5 的图表）：

- ① 高度超过 4.5 m 的直梯应使用安全护笼；
- ② 高度超过 6.1 m 的直梯应使用攀爬人员的安全滑轨或安全绳。

3.6.3.4 工作平台设计的一般原则（参见附录 A 1.5 的图表）：

- (1) 如人员从现有站立面伸手不易完成必须执行的任务，则在此场所应设有工作平台；
- (2) 露天工作平台因可能接触水和结冰而应防滑；
- (3) 高于周围平面超过 600 mm 的工作平台应设有栏杆和扶手；
- (4) 平台尺寸应足以完成任务并可供放置任何需要的工具、备件或设备。

3.6.3.5 出口的设计应满足以下要求：

(1) 用作脱险通道的门、舱口或舷窗应能由一人在光照和黑暗条件下从任何一侧操作。门应设计为可防止因船舶运动而启闭，并应可用单手操作；

(2) 仅由船员使用的门（应急出口除外），其开口净宽应至少为 710 mm。甲板至门顶的距离应至少为 1980 mm；

(3) 脱险通道的开启方法应不须使用钥匙或工具。起居处所（除住舱外）、梯道、梯道间、过道或控制处所的门应朝脱险通道或出口方向开启；

(4) 脱险通道内外均应有标志；

(5) 用作脱险通道的甲板小舱口盖应设有不须使用钥匙或工具的释放机构，并应有锁扣装置能使小舱盖处于开启状态；

(6) 用作脱险通道的甲板小舱口应有如下尺寸：

- ① 圆形 – 直径 670 mm 或以上；
- ② 矩形 – 670 mm× 330 mm 或以上。

3.6.4 通道标识

3.6.4.1 通道内标识涉及到逃生、消防、救生、紧急设备、危险、禁止、强制行动。相关标识分类及图示详见附录表 A 1.5.7。

3.6.4.2 通道标识的设计原则应考虑：

- (1) 船舶通道内可能涉及标识的设计应符合 ISO 24409-2:2014 标准；
- (2) 涉及船舶脱险通道的标识，应在船舶主电源失电后，仍能清晰指示。

3.6.4.3 具体要求

- (1) 标识应清晰可见，位置合理，确保在紧急情况下能够快速识别和使用；
- (2) 在通道处设有应急设备的，应在应急设备部位显著位置张贴“EES 应急设备标识”；
- (3) 在通道处/附近设有救生设备的，应在救生设备部位显著位置张贴“LSS 救生设备标识”；
- (4) 在通道处设有消防设施的，应在消防设施部位显著位置张贴“FES 消防设备标识”；
- (5) 在通道处设有进入其他处所/区域进出口的，应在该进出口附近显著位置张贴处所/区域内“WSS 警告标识”或“MSS 强制行动标识”。

附录 A 建议的测量值

1.1 一般规定

1.1.1 本附录从人体工程学最佳实践的角度给出了照明、通风、振动和通道的建议测量值，以供设计人员在船舶布局设计中应用。

1.1.2 船上噪声级的建议，见 IMO《船上噪声级规则》（MSC.337(91)决议）。

1.2 照明

1.2.1 以下各表以勒克斯为单位详细列出的建议照度，可协助操作人员作业并保持其安全和视觉舒适。应急照明在 SOLAS 公约和 IMO 决议中已有规定，下列各表对其不再予以考虑。进行照明测量时，探测仪应放在约 800 mm 外。

船员起居处所照明

表A.1.2.1 (1)

处所	照度 (勒克斯)	处所	照度 (勒克斯)
入口和过道			
内部走道、过道、梯道和通道	100	外部走道、过道、梯道和通道 (夜间)	100
生活区和工作区域走廊	100	梯道, 电梯	150
		集合区域	200
住舱, 客舱, 铺位和卫生处所*			
一般照明	150	浴缸/淋浴 (一般照明)	200
阅读书写 (写字台或床铺灯光)	500	卫生处所内所有其他区域 (如厕所)	200
镜子 (个人仪容)	500	睡眠期间灯光	< 30
餐饮处所			
食堂和自助餐厅	300	小吃或咖啡区	150
娱乐处所			
休息室	200	健身房	300
图书馆	500	布告牌/展示区	150
多媒体资源中心	300	所有其他娱乐处所 (如游戏室)	200
电视室	150	培训室/中转室 办公/会议室	500
医疗、牙科和急救中心			
药房	500	病房	150
医院/病房		- 一般照明	
医疗和牙科治疗/检查室	500	- 重要检查	500
医院/病房		- 阅读	300
候诊区	200	医院/病房	500
化验室	500	其他医疗 & 牙科处所	300
*注: 如果日间或晚上住舱或客舱有人睡觉时光线可能照入 (例如通过舷窗、气窗等), 最大照度应为 30 勒克斯。			

导航和控制处所照明

表A. 1. 2. 1 (2)

处所	照度 (勒克斯)	处所	照度 (勒克斯)
驾驶室	300	办公室	
海图室		- 一般照明	300
- 一般照明	150	- 计算机工作	300
- 海图桌	500	- 服务柜台	300
其他控制室 (如货物驳运等)		控制站	
- 一般照明	300	- 一般照明	300
- 计算机工作	300	- 控制台, 仪表板, 仪表	300
集中控制室	500	- 配电板	500
雷达室	200	- 记录台	500
无线电室	300	现场仪表室	400
		陀螺罗经室	200

服务处所照明

表A. 1. 2. 1 (3)

处所	照度 (勒克斯)	处所	照度 (勒克斯)
食品制作		洗衣房	
- 一般照明	500	- 一般照明	300
- 厨房	500	- 洗衣机, 整烫和分拣	300
- 配餐室	300	化学品库	300
- 切肉间	500	贮藏室	
- 化冻室	300	- 大件	200
- 工作面, 食品制作台和灶面	750	- 小件	300
- 食品配送路线	300	- 领用柜台	300
- 洗涤室 (餐具洗涤)	300	电梯	150
- 油烟抽吸罩	500	食品库	
贮藏室	100	- 非冷藏	200
包裹处理/切割	300	- 冷藏	100
邮件分拣	500		

操作和维护保养处所/区域照明

表A. 1. 2. 1 (4)

处所	照度 (勒克斯)	处所	照度 (勒克斯)
机器处所 (一般)	200	货舱 (便携式照明设备)	
无人值守的机器处所	200	- 一般照明	30
机舱	300	- 货物装卸期间	300
发电机和配电板间	300	- 过道和围壁通道	80
配电板、变压器室	500		
主发电机室/配电装置	200	检查和修理任务	
风机室	200	- 简略	300
HVAC 室	200	- 中等	500
电动机室	300	- 仔细	750
电动机 - 发电机室 (货物装卸)	150	- 极为仔细	1000

处所	照度 (勒克斯)	处所	照度 (勒克斯)
泵舱, 消防泵舱	200	工作间	300
舵机舱	200	油漆间	750
锚机舱	200	工场办公室	500
电池室	200	机修间	500
应急发电机室	200	装配/电工间	500
锅炉房	100		
舱底/留空处所	75		
集合/登乘区域	200	无人值守的机房	200
		轴隧	100
货物装卸 (露天甲板)	200	脱险用围壁通道	50
堆放区	200	吊机舱	400
一般处理和设备区	200		
装货坡道/装货间	200		
货物存储和操纵区域	350	吊机房和船舶甲板之间的手动信号区	300

红色或低亮度白色照明设备

表 A. 1. 2. 1 (5)

区域	照度 (勒克斯)
在需要查看图表和仪器的区域	1 至 20
内部或处所	5 至 20
驾驶室区域 (包括海图桌、障碍物和相邻走廊及处所)	0 至 20 (连续可变)
梯道	5 至 20
走廊	5 至 20
修理间 (涉及到从小到大的尺寸细节)	5 至 55

1.2.2 下表列出了最亮与最暗区域或工作区与其环境的建议亮度比。

建议的最大亮度比

表 A. 1. 2. 2

对比	环境分类		
	A	B	C
工作区内的较亮表面与较暗表面之比	5比1	5比1	5比1
工作区与相邻较暗环境之比	3比1	3比1	5比1
工作区与相邻较亮环境之比	1比3	1比3	1比5
工作区与较远较暗表面之比	10比1	20比1	b
工作区与较远较亮表面之比	1比10	1比20	b
发光体与相邻表面之比	20比1	b	b
当前工作区域与环境其余部分之比	40比1	b	b

注：“环境分类”说明如下：

- A - 可对整个处所的反射比按最佳视觉条件进行控制的内部区域。
- B - 可对附近工作区域的反射比进行控制，但对远处环境的控制有限的区域。

C - 完全无法控制反射比且难以改变环境条件的（室内外）区域。

b - 无法控制亮度比。

1.3 通风

1.3.1 由于个体差异，热舒适度因人而异。就个体而言，热舒适度主要取决于气温、气流速度、相对湿度等热环境因素，以及与活动量和着装情况相关因素的相互作用。

1.3.2 船上的加热、通风和空调（HVAC）系统应设计为可有效控制室内热环境因素，以提升船员的舒适度。

1.3.3 以下的人体工程学建议（总结在表 A.1.3.3），旨在给操作人员提供满意的热舒适度。

(1) 气温：

① HVAC 系统应可调节，温控器应能使温度保持稳定。建议每个有人值守处所都有独立的恒温器，用以调节温度和除湿。

② 国际标准为 HVAC 系统推荐了不同的温度范围，但其规定的最小值和最大值的差别很小。18~27℃是室内热舒适度的最佳温度范围。

(2) 相对湿度：HVAC 系统应能使相对湿度达到和保持在最小 30~最大 70%（40~45%更好）。

(3) 围蔽处所的垂直温度梯度：甲板以上 100 mm 和甲板以上 1700 mm 的温差应保持在 3℃。

(4) 空气流速：处所内测量位置处的空气流速不应超过 30 m/min（0.5 m/s）。

(5) 铺位水平温度梯度：在床铺区域，铺位相邻的舱壁内表面温度与该处所内的平均气温的差别应小于 10℃。

(6) 换气率：围蔽处所的换气率应至少为 6 次/小时。

室内气候建议标准

A. 1. 3. 3

项目	要求或衡准
气温	18~27℃
相对湿度	30~70%（40~45%更好）
垂直温度梯度	0~3℃
空气流速	≤ 30 m/min
水平温度梯度（床铺区域）	< 10℃
换气率	≥ 6 次/小时（围蔽处所）

1.4 振动

1.4.1 由于个体差异，振动舒适度因人而异。就个体而言，振动舒适度取决于其所受振动的幅度和频率。

1.4.2 本条建议旨在将全身振动级控制在通常不会让人感到不适的水平内。

1.4.3 当用体重计计权 w （全身称重，如 ISO 6954:2000 所述）在三个轴向（x、y 和 z）进行测量且所有轴向的频率范围均限制在 1~80Hz 时，全身振动级不应超过下表。

最大振动量级有效值

表 A. 1. 4. 3

起居区域	工作处所
180 mm/s ² (5 mm/s)	215 mm/s ² (6 mm/s)

1.5 通道

1.5.1 下文从人体工程学方面为通道布置提供进一步指导以支持本指南第 3 章 3.6 中的建议，使其覆盖的范围大于 SOLAS 第 II-1/3-6 条、[MSC.158\(78\)决议](#)和 IACS UI SC191 等强制性要求所覆盖的范围。

1.5.2 下文的测量值基于公认的人体工程学实践，适用范围不仅覆盖检查通道，也覆盖操作通道。因此，这些测量值不一定与强制性要求中的规定值完全相同。

1.5.3 梯道和扶手

(1) 梯道

梯道设计

表 A. 1.5.3(1)

尺寸		建议
A	踏板深度	$\geq 280 \text{ mm}$
B	踏板间垂直高度	$\leq 230 \text{ mm}$
C	踏板悬挑尺寸	25 mm
D	梯道倾斜角	$38^\circ \sim 45^\circ$
E	净空高	$\geq 2130 \text{ mm}$
F	平台(中间平台)长度	$\geq 915 \text{ mm}$ $\geq 1525 \text{ mm}$ (如梯道方向改变且需用于担架撤离)

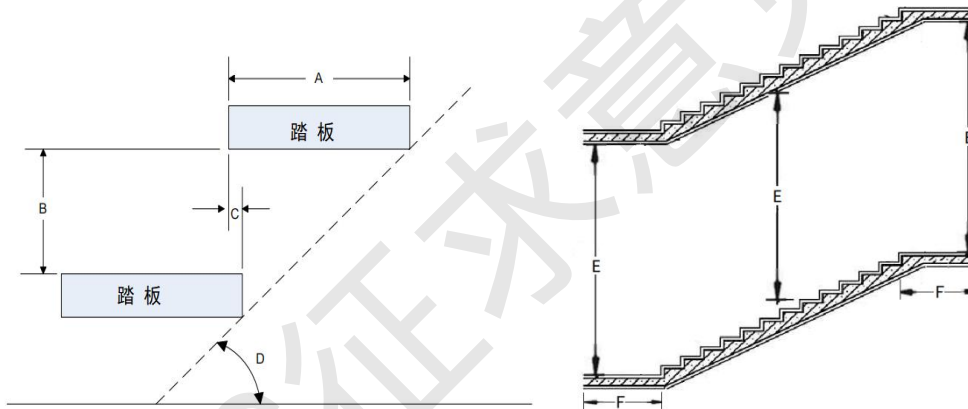


图 A. 1.5.3 (1) 梯道设计

(2) 梯道扶手

下表在本指南第 3 章 3.6 对梯道扶手提出的建议以外，提出了与梯道扶手的设计有关的建议尺寸。三级或以上踏板的梯道应设有扶手。

梯道扶手布置

表 A. 1.5.3(2)

布置	扶手建议
梯道宽度 1120 mm 或以上，两侧靠舱壁	两侧布置单层扶手
梯道宽度小于 1120 mm，两侧靠舱壁	一侧布置单层扶手，在右侧下行更好
梯道宽度 1120 mm 或以上，一侧无遮蔽，一侧靠舱壁	双层扶手布置在无遮蔽侧，单层扶手布置在舱壁侧
梯道宽度小于 1120 mm，一侧无遮蔽，一侧靠舱壁	双层扶手布置在无遮蔽侧
所有宽度梯道，两侧均无遮蔽	双层扶手布置在两侧

1.5.4 走道和跳板设计

下表在本指南第 3 章 3.6 对走道设计提出的建议以外，提出了与走道和跳板的设计有关

的建议尺寸。

走道和跳板设计

表 A.1.5.4

尺寸		建议
A	走道宽度 – 一人 ²	≥ 710 mm
	走道宽度 – 入口的双向通道, 或双向进口或出口	≥ 915 mm
	走道宽度 – 应急出口, 畅通宽度	≥ 1120 mm
	<u>走道宽度 – 进入液货船船首的安全通道</u>	<u>≥ 1000 mm</u>
B	扶手和任何障碍物后面的间距	≥ 75 mm
C	两段扶手或其他构件之间的空隙	≤ 50 mm
D	扶手两个支柱之间的跨距	≤ 2.4 m
	<u>扶手两个支柱之间的跨距 – 进入液货船船首的安全通道</u>	<u>≤ 1.5 m</u>
E	扶手外径	≥ 40 mm
		≤ 50 mm
F	扶手高度	≥ 1070 mm
	<u>扶手高度 – 进入液货船船首的安全通道</u>	<u>≥ 1000 mm</u>
G	中间栏杆高度	≤ 500 mm
	<u>中间栏杆高度 – 进入液货船船首的安全通道</u> <u>(走道和跳板, 应设置至少 2 道中间栏杆)</u>	<u>中间栏杆彼此间距 < 380mm,</u> <u>最低一道栏杆高度 < 230 mm</u>
H	扶手相邻支柱间隔的最大距离	≤ 350 mm
I	有遮盖的架空结构或障碍物以下的间距	≥ 2130 mm (
Θ	跳板倾斜角 – 仅物料搬运	≤ 5°
	跳板倾斜角 – 人员走道	≤ 15°

注:

- 1 为清晰起见而略去下部围护侧板。
- 2 走道宽度可沿走道强肋骨减至 ≥ 500 mm。

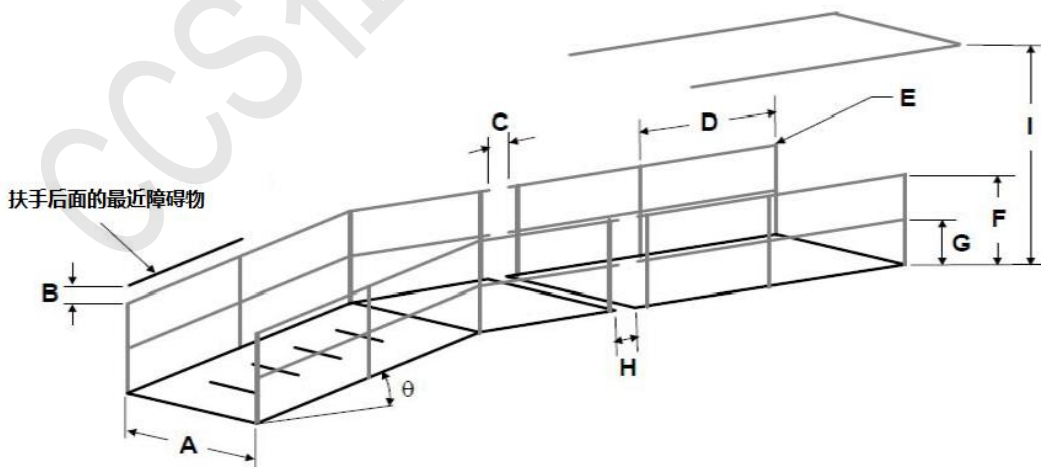


图 A.1.5.4 走道和跳板设计

1.5.5 直梯设计和尺寸

表 A.1.5.5(1) ~ A.1.5.5(5) 在本指南第 3 章 3.6 对直梯设计提出的建议以外, 提出了与直梯的设计有关的如下建议尺寸。

- (1) 表 A.1.5.5(1) – 直梯 (一般衡准)

- (2) 表 A.1.5.5(2)– 交错布置的直梯
- (3) 表 A.1.5.5(3)– 直梯至平台（侧面上下）
- (4) 表 A.1.5.5(4)– 直梯至平台（直梯穿过平台）
- (5) [表 A.1.5.5\(5\)– 直梯安全护笼](#)

直梯（一般衡准）

[表 A.1.5.5 \(1\)](#)

尺寸		建议
A	净空高度	2130 mm
B	直梯与 90°时平面的间距（容纳趾部的空隙）	≥ 175 mm ≤ 200 mm
C	水平净空（距直梯正面和障碍物）	≥ 750 mm 或 ≥ 600 mm （在开口处）
D	直梯附件/紧固装置之间的间距	≤ 2.5 m
E	直梯的水平倾斜角	80°70° 至 90°
F	踏棍设计（可用圆钢或方钢；如用方钢，应以尖角边朝上）	方钢 25 mm× 25 mm 圆钢 25 mm（直径）
G	踏棍间距（直梯全长范围内踏棍间距均相等）	≥ 275 mm ≤ 300 mm
H	直梯偏转角	≤ 2°
I	梯梁间隔	400 至 450 mm
J	直梯高度：超过 6 m（19.7 ft.）的直梯须有中间/连接平台	≤ 6.0 m

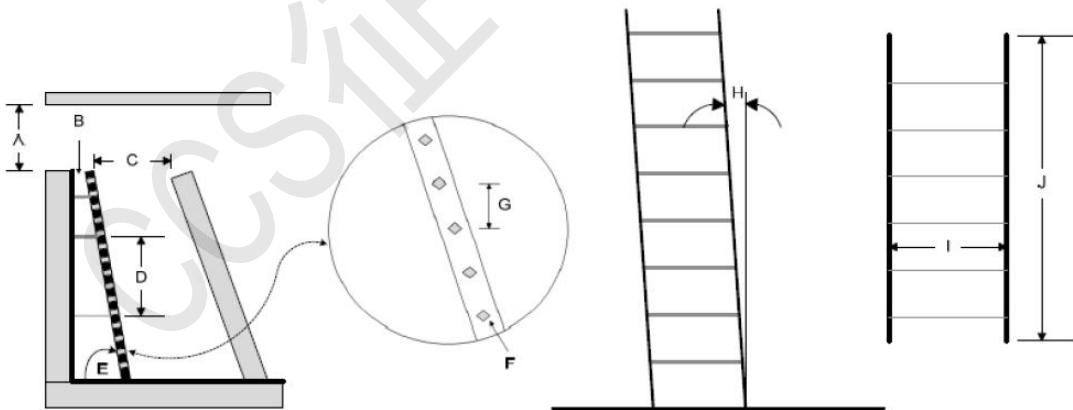


图 A.1.5.5 (1) 直梯（一般衡准）

交错布置的直梯

[表 A.1.5.5 \(2\)](#)

尺寸		建议
A	梯梁间隔	400 至 450 mm
B	两个直梯的水平间隔，梯梁量至梯梁	≥ 225 mm ≤ 450 mm
C	踏棍间距（直梯全长范围内踏棍间距均相等）	≥ 275 mm

		≤ 300 mm (
D	梯梁在平台或中间平台以上高度	≥ 1350 mm (53.0 in.) 1500 mm 注: 中间平台扶手高度至少为 1000 mm
E	踏棍设计 (可用圆钢或方钢; 如用方钢, 应以尖角边朝上)	方钢: 22 mm (0.9 in.) × 22 mm (0.9 in.) 圆钢: 25 mm (1.0 in.) 直径
F	直梯和平台的水平间隔	≥ 150 mm (6.0 in.) 100 mm < 300 mm
G	平台或中间平台宽度	≥ 925 mm
H	平台直梯至平台边缘	≥ 75 mm ≤ 150 mm

*注: 为清晰起见而略去平台左侧栏杆。

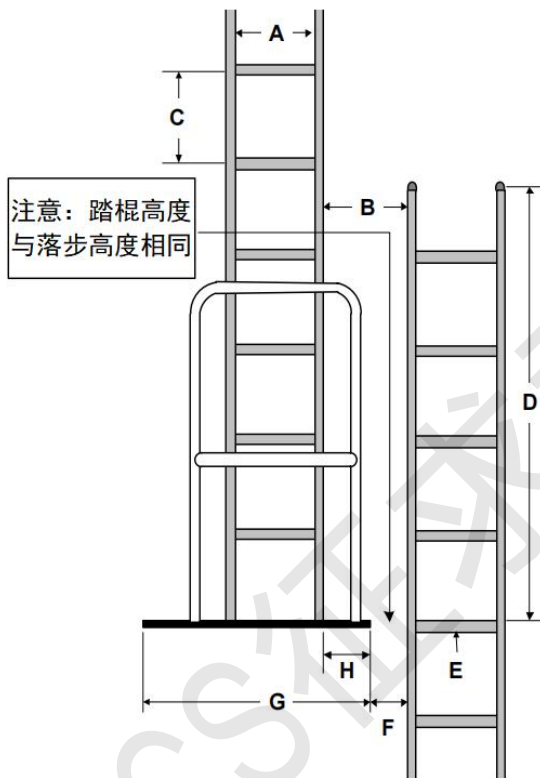


图 A. 1. 5. 5(2) 交错布置直梯

直梯至平台 (侧面上下)

表 A. 1. 5. 5(3)

尺寸		建议
A	平台深度	≥ 750 mm
B	平台宽度	≥ 925 mm
C	直梯与平面间距	≥ 175 mm
D	直梯和平台的水平间隔	≥ 150 mm 和 ≤ 300 mm

*注: 无栏杆/扶手顶视图。

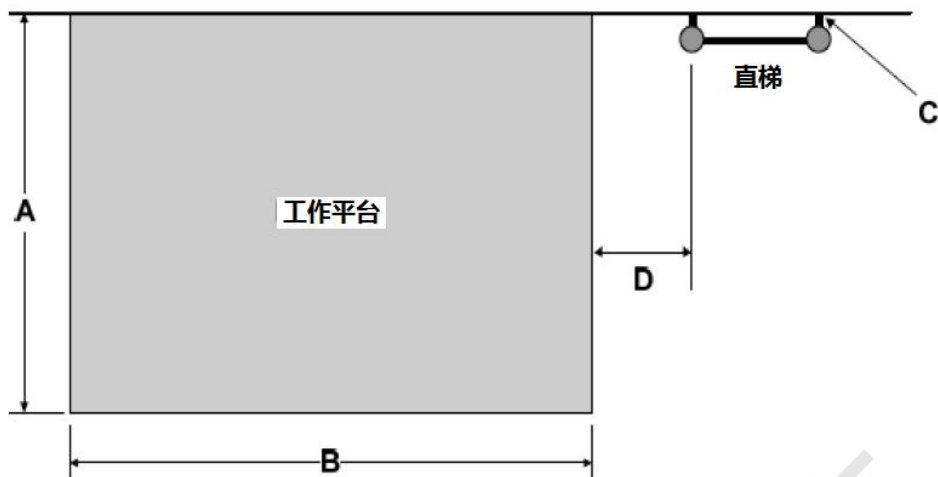


图 A. 1. 5. 5(3) 直梯至平台（侧面上下）

直梯至平台（直梯穿过平台）

表 A. 1. 5. 5(4)

尺寸		建议
A	直梯开口	$\geq 750 \text{ mm}$
B	直梯正面至平台开口后面距离	$\geq 750 \text{ mm}$
C	直梯开口前的最小畅通站立面 - 深度	$\geq 750 \text{ mm}$
D	直梯开口前的最小畅通站立面 - 宽度	$\geq 925 \text{ mm}$
E	中间平台的附加平台宽度（如有）	$\geq 925 \text{ mm}$
F	直梯和平台的水平间隔	$\geq 150 \text{ mm}$ 和 $\leq 300 \text{ mm}$

*注：无栏杆/扶手顶视图。

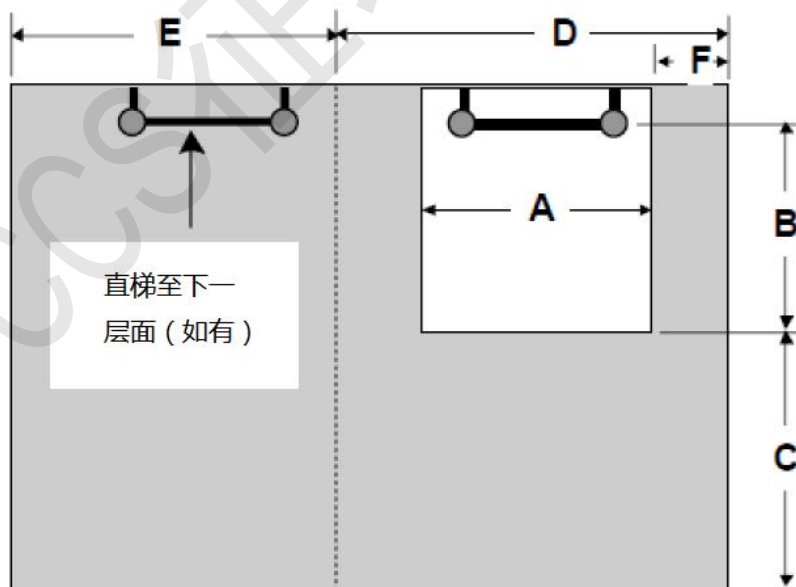


图 A. 1. 5. 5(4) 直梯至平台（直梯穿过平台）

直梯安全护笼

表 A. 1. 5. 5 (5)

尺寸		建议
A	直梯踏棍到安护笼水平护圈半径中点的距离	350 mm
B	护笼半径	护笼下部 — 425 mm 其它 — 350 mm
C	护笼垂向分隔	≥ 1140 mm ≤ 1220 mm
D	站立面以上高度	≥ 2200 mm ≤ 2500 mm

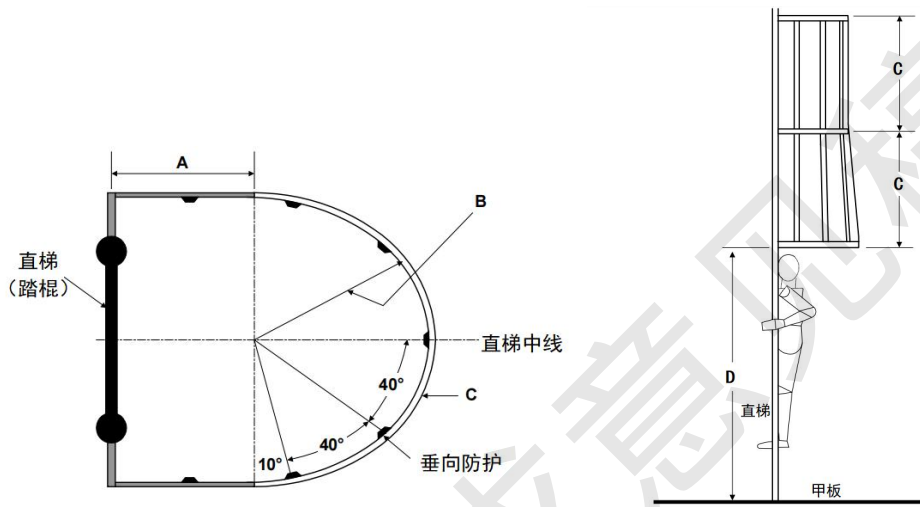


图 A. 1. 5. 5 (5) 直梯安全护笼

1.5.6 工作平台

表 A.1.5.6 “工作平台尺寸” 在本指南第 3 章 3.6 对工作平台提出的建议以外，提出了与工作平台的设计有关的如下建议尺寸。

工作平台尺寸

表 A. 1. 5. 6

尺寸		建议
A	工作平台宽度	≥ 750 mm
	工作平台宽度 (如仅用于站立)	≥ 380 mm
B	工作平台长度	≥ 925 mm
	工作平台长度 (如仅用于站立)	≥ 450 mm

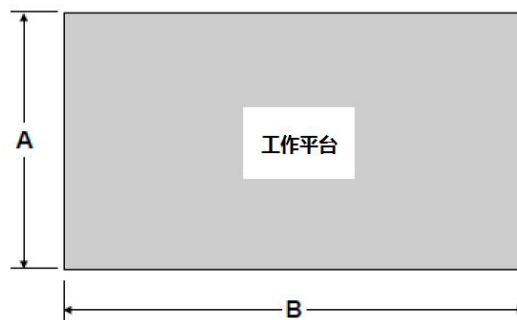






























图 A. 1. 5. 6 工作平台

1.5.7 通道标识

在通道内及其附近，张贴涉及脱险、应急、消防救生、危险警告等的标识，建议按照 ISO 24409-2:2014 设计，详见表 A.1.5.7。

CCS 征求意见稿

标识类别	标志汇总											
<p>MES 脱险通道标识</p>	 MES001 (ISO 7010-E032) 船上集合站	 MES002 (ISO 7010-E001) 应急出口(左手)	 MES003 (ISO 7010-E002) 应急出口(右手)	 MES004 (ISO 7010-E033) 向右滑动开启门	 MES005 (ISO 7010-E034) 向左滑动开启门	 MES006 (ISO 7010-E018) 逆时针旋转开启	 MES007 (ISO 7010-E019) 顺时针旋转开启	 MES008 (ISO 7010-E057) 向左手边拉开启门	 MES009 (ISO 7010-E058) 向右手边拉开启门	 MES010 (ISO 7010-E023) 向右手边推开启门	 MES011 (ISO 7010-E022) 向左手边推开启门	
<p>EES 应急设备标识</p>	 EES001 (ISO 7010-E003) 急救	 EES002 (ISO 7010-E004) 应急电话	 EES005 (ISO 7010-E013) 担架	 EES012 (ISO 7010-E031) 船上通用报警	 EES013 (ISO 7010-E008) 击碎板面							
<p>LSS 救生标识</p>	 LSS001 (ISO 7010-E036) 救生艇	 LSS002 (ISO 7010-E037) 救助艇	 LSS003 (ISO 7010-E038) 救生筏	 LSS004 (ISO 7010-E039) 吊架降落式救生筏	 LSS005 (ISO 7010-E040) 救生圈	 LSS006 (ISO 7010-E041) 带绳救生圈	 LSS007 (ISO 7010-E042) 带灯救生圈	 LSS008 (ISO 7010-E043) 带绳和灯救生圈	 LSS008.1 带灯和烟救生圈	 LSS018 (ISO 7010-E053) 登乘梯	 LSS019 (ISO 7010-E054) 海上撤离滑梯	 LSS020 (ISO 7010-E055) 海上撤离滑道

<p>FES 消防设备标识</p>	 FES001 (ISO 7010-F001) 灭火器	 FES002 (ISO 7010-F002) 消防软管卷盘	 FES003 (ISO 7010-F004) 各类灭火设备	 FES004 (ISO 7010-F005) 火灾报警按钮	 FES007 (ISO 7010-F010) 手提式泡沫灭火器	 FES008 (ISO 7010-F011) 水雾喷头	 FES012 (ISO 7010-F015) 消防炮					
<p>PSS 禁止标识</p>	 PSS001 (ISO 7010-P001) 通用禁止	 PSS002 (ISO 7010-P002) 禁止吸烟	 PSS004 (ISO 7010-P004) 禁止通行	 PSS009 (ISO 7010-P010) 禁止触摸	 PSS017 (ISO 7010-P020) 火灾时禁止使用电梯	 PSS021 (ISO 7010-P024) 此处禁止走路或站立						
<p>WSS 警告标识</p>	 WSS001 (ISO 7010-W001) 通用警告	 WSS002 (ISO 7010-W002) 警告: 爆炸性物质	 WSS003 (ISO 7010-W003) 警告: 放射性物质 或电离辐射	 WSS005 (ISO 7010-W005) 警告: 非电离辐射	 WSS007 (ISO 7010-W007) 警告: 地面障碍物	 WSS008 (ISO 7010-W008) 警告: 掉落(摔倒)	 WSS010 (ISO 7010-W010) 警告: 低温	 WSS011 (ISO 7010-W011) 警告: 湿滑表面	 WSS012 (ISO 7010-W012) 警告: 电	 WSS016 (ISO 7010-W016) 警告: 有毒物质	 WSS017 (ISO 7010-W017) 警告: 热表面	
<p>MSS 强制性标志</p>	 MSS001 (ISO 7010-M001) 通用强制性行动	 MSS003 (ISO 7010-M003) 佩戴护耳罩	 MSS004 (ISO 7010-M004) 佩戴护眼镜	 MSS012 (ISO 7010-M012) 使用扶手	 MSS014 (ISO 7010-M014) 佩戴安全帽	 MSS017 (ISO 7010-M017) 佩戴呼吸面罩	 MSS018 (ISO 7010-M018) 穿戴安全绳					

附录 B 相关标准、指南和方法

本附录提供了一份标准和指导性文件清单，涉及照明、通风、振动、噪声和通道方面以及这些因素对船上工作人员的影响，供业界参考使用。

2.1 照明

- ASTM F1166-23 2007 《船用系统、设备和设施人体工程学设计标准方法》；
- IESNA RP-12-97 《船用照明建议方法》；
- ISO 8995:20252000 (CIES-008/E) 《室内工作场所照明》；
- ILO 《2006 年海事劳工公约》；
- JIS F 8041: 《船用建议照度和照明测量方法》。

2.2 通风

- ANSI/ASHRAE 151-2010 《船上 HVAC & R 系统的测量、测试、调节和平衡的实践》；
- ANSI/ASHRAE 55a, 2010-2023 《人类占用所需居住的热环境条件》；
- ANSI/ASHRAE 62.1-20102022 《可接受的室内空气质量所需通风》；
- ISO 7547: 20222008 《船舶和船用技术 – 起居处所空调和通风 – 设计条件和计算依据》；
- ISO 7726: 1998 《热环境的人体工程学 – 测量物理量的仪器》。

2.3 振动

- ISO 2631-1: 1997 《机械振动和冲击 – 人体所受全身机械振动的评估 – 第 1 部分：一般要求》；
- ISO 2631-2: 2003 《机械振动和冲击 – 人体所受全身机械振动的评估 – 第 2 部分：建筑内的振动》；
- ISO 6954: 2000 《机械振动 – 客船和商船宜居性振动的测量、报告和评估指南》；
- ISO 8041:2005 《人体振动反应 – 测量仪器》。

2.4 噪声

- IMO MSC.337(91)决议 《船上噪声级规则》。

2.5 通道

- CB/T 670-1994 4423-2015 《铝合金管直梯》；
- CB* 3218-1984 CB/T 3218-2013 《货、油舱直梯》；
- CB/T 73-1999 《船用钢质直梯》；
- CB/T 74-1999 4492-2019 《船用钢质踏步》；
- CB*3116-1982 《铝制跳板》；
- CB/T 81-1999 《船用钢质斜梯》；
- CB/T 801-2001 《货舱斜梯》；
- CB/T 833-1998 《机舱斜梯》；
- CB/T 3560-1993 《巴拿马运河引航员平台》；

- [CB-971-1981/CB/T 4218-2013](#) 《钢质带滚轮跳板》；
- 澳大利亚港口对船舶通道及船梯的附加要求；
- 美国材料与试验协会（ASTM） F1166 [2007-23](#) 《船用系统、设备和设施人体工程学设计标准方法》；
- IACS（2002）第 78 号建议《近观检验安全使用便携梯》；
- IACS（2005）第 90 号建议《船舶结构通道手册》；
- [IACS（2005）第 132 号建议《照明、通风、振动、噪音、通道的人体工程结构设计建议》](#)；
- IACS（[49922019](#)）第 91 号建议/[Rev.3](#)《通道替代装置认可/验收导则》；
- [IACS 统一解释（UI）SC190《经修订的 SOLAS 第 II-1/3-6 条（海安会 MSC.134\(76\) 决议）》和《永久通道技术规定（海安会 MSC.133\(76\)决议）》](#)；
- IACS 统一解释（UI）SC191《经修正的 SOLAS 第 II-1/3-6 条（IMO MSC.151(78) 决议）和经修订的〈检查通道技术规定〉（IMO MSC.158(78)决议）适用范围》；
- IMO MSC.133(76)决议《通过〈检查通道技术规定〉修正案》；
- IMO MSC.134(76)决议《通过〈国际海上人命安全公约〉修正案》（注：[A-1 部分新增 3-6 条：进入油船和散货船货物区域处所的通道和该区域处所内的通道](#)）；
- IMO MSC.158(78)决议（2004 年 5 月 20 日通过）《〈检查通道技术规定〉修正案》；
- [IMO MSC.62\(67\)/Rev.1 决议\(2020 年 11 月 9 日通过\)经修订的通往液货船船首的安全通道指南](#)；
- [IMO A.1116\(30\)决议《脱险通道标志和设备位置标识》\(2017 年 12 月 5 日通过\)\(ISO 24409-2:2014\)](#)。