

ICS: 47.020

U 04

团 体 标 准

T/CANSI 50—2020

船舶人因工程设计要求

Human factors design requirement for ships

中国船舶工业行业协会

2020-12-21 发布

2020-12-22 实施

中国船舶工业行业协会 发布

中国船舶工业行业协会

目 次

1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 工作舱室空间布局	4
5 通道设施及标识	7
6 舱室环境	9
7 人机界面	14
8 特种作业	19

中国船舶工业行业协会

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2020给出的规则起草。

本标准由中国船舶工业行业协会标准化分会归口。

本标准起草单位：中国船舶工业综合技术经济研究院。

本标准起草人：邓野、黄天成、王红瑀、周晓易、杨超、刘源、姚强、张贝、孙楠、王琮、胡杰鑫。

中国船舶工业行业协会

船舶人因工程设计要求

1 范围

本标准规定了船舶的工作舱室空间布局、通道设施及标识、舱室环境、信息系统人机界面以及特种作业的人因工程设计要求。

本标准适用于设计排水量5000吨及以上的客船、货船和舰船的人因工程设计，其他类型船舶可参考使用。

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，仅所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/T 10001.1 公共信息图形符号 第一部分：通用符号
- GB/T 14775—1993 控制器一般人类工效学要求
- GB 16557 海船救生安全标志
- GB/T 18049 热环境的人类工效学 通过计算PMV和PPD指数与局部热舒适准则对热舒适进行分析测定与解释
- GB/T 18978—2009 使用视觉显示终端办公的人类工效学要求
- GB/T 22188 控制中心的人类工效学设计
- GB 50034—2013 建筑照明设计标准
- GJB 888—90 雷达对抗设备显示字符和显示格式
- GJB 966—90 人体全身振动暴露的舒适性降低限和评价准则
- GJB 1016—90 机载电光显示系统通用规范
- GJB 1062A—2008 军用视觉显示器人机工程设计通用要求
- GJB 1283—91 军用室内显控台模块化分及一般要求
- GJB 2476—95 舰船电子设备显控台通用规范
- GJB 2522—95 机载电子对抗设备通用显示字符和显示格式
- GJB 2873—97 军事装备和设施的人机工程设计准则
- GJB 3691—99 舰船电子对抗设备终端显示字符和显示格式
- GJB 4000—2000 舰船通用规范 0组 舰船总体与管理
- GJB 4000—2000 舰船通用规范 6组 船体属具与舱室设施
- GJB 4007—2000 飞船乘员舱照明的工效学要求
- GJB/Z 131—2002 军事装备和设施的人机工程设计手册
- GJB/Z 20445—97 光电对抗设备通用显示字符与显示格式
- CB 1108—1984 水面舰艇舱室照明标准
- CB 3838 船用安全标志
- CB 20117—2014 水面舰艇作战指挥室总体设计与布置要求
- DL/T 575.12—1999 控制中心人机工程设计导则
- HB 7587—98 飞机座舱显示信息基本要求

HJB 37A—2000 舰艇色彩标准
JB/T 5062—2006 信息显示装置
GD 22—2013 船舶人体工程学应用指南
IMO MSC. 337决议 船上噪声级规则
SOLAS 国际海上人命安全公约

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

近身区域 intimate zone

当其他船员出现时，借助视觉、嗅觉、体温和声音等因素，能分辨其存在的距离。

3.2

过道 hallway

舱室内使用的水平交通空间。

3.3

显示大屏 large display

屏幕有效面积大于 1m^2 的显示设备。

3.4

通道 aisle

连接船舶内部与外部以及船舶内部各功能区之间的设施。

3.5

百分位数 percentile

百分位数将群体或样本的全部观测值分为两部分，有 $K\%$ 的观测值等于和小于它，有 $(100-K)\%$ 的观测值大于它。

3.6

腓高 Popliteal height

腓高是指人体处于坐姿时，从地面到膝盖后侧的垂直距离，即小腿加足的高度。

3.7

重要部位指示标识 important position indication sign

指示船舶上紧急、救援等重要舱室或部位的标识。

3.8

图形符号 graphic symbol

不受文字介质约束的可传递信息的可视符号。

3.9

舱室铭牌 cabin nameplate

用于表明所在舱室的名称的标牌，如果舱室有编号，可与名称一起标明。

3.10

通道铭牌 aisle nameplate

用于表明所在通道的名称和编号的标牌。

3.11

甲板层标牌 deck plate

用于表明所在甲板的甲板编号的标牌。

3.12

工作平面 working plane

又称参考平面，定义为通常工作所处平面。

3.13

眩光 glare

由于视野中的亮度分布或亮度范围的不适宜，或存在极端的亮度对比，一直引起不舒适感或观察细部或目标能力下降的视觉现象。

3.14

统一眩光值 UGR unified glare rating

国际照明委员会（CIE）用于度量处于室内视觉环境中的照明装置发出的光对人眼引起不舒适感主观反应的心理参量。

3.15

环境噪声 ambient noise

在某一环境下总的噪声。环境噪声常是由多个不同的声源产生。

3.16

背景噪声 background noise

在发生、检查、测量或记录的系统中与信号存在与否无关的一切干扰。

3.17

语言干扰级 speech interference level

空气噪声对语言清晰度影响的一种量度。数值上它是以500 Hz、1000 Hz、2000 Hz和4000 Hz为中心频率的四个倍频频带压级的算术平均值（dB）。

3.18

控制装置 control

通过特定信息对系统进行过程调节，使系统达到规定状态的装置。

3.19

显示布局 display layout

即为信息在显示页面或显示网络中的位置。信息在显示页面或显示网络中的位置与操作人员能否快速准确的搜索到信息关系密切。

3.20

显示格式 display format

由显示要素构成，通过不同类型的组织方式来表示信息，如文字说明、数字表达、符号、模拟图、柱状图表、趋势图像和多角形显示等。

3.21

特种作业 special operations

容易发生人员伤亡事故，对操作者本人、他人生命健康及周围设施的安全可能造成重大危害的作业。

4 工作舱室空间布局

4.1 一般要求

4.1.1 本章中涉及到的设备为工作舱室中供船员实施控制与监视功能而设置的设备。

4.1.2 设备布局应便于操作、维修保养及施工。

4.1.3 设备布局应使操作人员能方便地存储和显示其工作所需的所有相关文档以及那些在紧急情况下可能需要的物品。

4.1.4 舱室设备的布局应满足操作人员之间在需要进行目视交流。

4.1.5 舱室的布局宜确保能方便到达所有可能需查看的区域。

4.1.6 工作舱室的布局应有利于团队协作和操作人员之间的交流，不宜过于拥挤或过于松散。避免相邻操作人员之间的距离过小，应确保相邻岗位之间的最小距离不会使船员进入彼此的“近身区域”。

4.1.7 工作舱室的所有设备应按功能分区布局美观、整齐。台位之间应满足人员通行的需求。

4.1.8 应为维护人员进出、设备移动等情况预留所需的空間。

4.2 设备布局

4.2.1 工作空间

4.2.1.1 控制台最后端与后方立面或障碍物间的间距应不小于 300 mm，坐姿或立姿船员的向后活动间距应不小于 1000 mm。如坐姿船员在工作时，身后则应不小于 1270 mm，以便其它船员通过。两排机柜间的间距，应比完全抽出状态的抽屉（插箱）或最深机柜的深度长至少 200 mm，最好宜大于 400 mm。

- 4.2.1.2 两相邻船员之间的横向间距宜不小于 1000 mm。
- 4.2.1.3 岗位座椅高度应可调节，满足第 5 百分位数船员至第 95 百分位数船员的坐姿腿高的数据值。
- 4.2.1.4 控制台与座椅之间的水平方位关系为：人体躯干线距控制台的台面前缘的距离不小于 100 mm，以上臂自然下垂在向前 $0^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 范围内，前臂接近水平为宜。

4.2.2 维修空间

- 4.2.2.1 维修空间应确保船员在维修时的可达性、可视性。
- 4.2.2.2 应为维修留有适当的空间，以避免无意中启动设备或系统。
- 4.2.2.3 应考虑设备的下方维修、上方维修和外部维修等情况。
- 4.2.2.4 维修空间尺寸应便于维修人员采取相应的姿势工作，还应考虑使用工具的情况。
- 4.2.2.5 维修时肢体必须经过的过道、手孔等，不应有尖锐边角，确保维修人员头部等部位不被尖锐或突出物所伤害。
- 4.2.2.6 维修空间应提供自然或人工的适度照明条件。

4.2.3 驾驶观察瞭望

- 4.2.3.1 为了避免窗户反光，驾驶室窗应从竖直面面向外倾斜 $10^{\circ} \sim 25^{\circ}$ 。
- 4.2.3.2 考虑所有吃水、纵倾及甲板装货的情况下，从驾驶室指挥位置左右舷 10° 范围内，看到的海面视域遮挡范围不应超过两倍船长或者 500 m 尺寸中的小者。
- 4.2.3.3 盲区不应影响从导航和操纵控制台进行安全瞭望。由于货物、装卸设备或者横梁前方其他物体遮挡导航和操纵控制台的海面视野而造成盲区不应超过 10° ，盲区的总弧度不应超过 20° 。两个盲区之间的净区间应不小于 5° 。从正前方在每个侧上延伸的弧度应不小于 10° ，任何单个盲区不应超过 5° 。
- 4.2.3.4 从驾驶室内部任何方向均应能够观察到领航所需的所有参照物，比如船舶和灯塔。在操舵室内部走动的观察人员应有船舶周围 360° 的视域。导航和操纵控制台以及指挥位置的前方水平视野应向船舶一侧的横梁后面延伸一个 22.5° 的弧度，通过船舶中心线向船舶另一侧的横梁后面延伸应不小于 22.5° 。主操舵位置（即手动操舵的控制台）获得的水平视野应从正前向在船舶的每一侧上延伸至少 60° 的弧度。

4.2.4 控制台布局

- 4.2.4.1 控制台布局应考虑同一作业任务中船员彼此协作、交流的需要，有助于团队协作和沟通交流，并能够反映不同船员的职责和协作要求。
- 4.2.4.2 控制台应能够为船员提供一个安全、稳固和稳定的基础，借以施力。
- 4.2.4.3 控制台的布局应考虑船员的人体尺寸、姿势、肌肉力量和动作等因素，提供充分、合理的作业空间，使船员可以采用良好的工作姿态和动作完成工作。
- 4.2.4.4 控制台若为单人作业使用，其台面控制装置设置位置尺寸不应超过距人体中心前 600 mm，左右 865 mm；置腿空间尺寸应大于 510 mm（宽度） \times 635 mm（高度） \times 460 mm（深度）。
- 4.2.4.5 驾驶室内执行导航和操纵的控制台以及与这些控制台相关的仪表布置应尽量紧凑安装，便于单独一名领航员就能执行各种操作。主要控制台的规划、设计和布置所在的空间至少应足以容纳两名船员，但也应紧凑安排，由一个人就能够操作各站点。控制台（包括海图桌，如提供）的位置应使其中的仪器正对着向前方瞭望的人员安装。
- 4.2.4.6 操舵控制台应优先选择布置在船舶的中心线上。如果手动操舵控制台偏离中心线，应提供白天和夜间使用的特殊操纵参照点。如果前方视野被大型桅杆、起重机等物体遮挡，应确保操舵站所在位置与中心线右舷相隔的距离足够远，以便使前方有清晰的视野。

4.2.5 显示设备布局

- 4.2.5.1 显示设备应按其使用顺序或功能关系进行排列，在使用过程中，宜使船员的观察视线从左至右或从上至下移动。
- 4.2.5.2 不同区域（面板）上功能相同或相近的显示设备，其应用和位置的安排应保持一致性，完成某一操作任务或整套活动需要的所有显示设备应组合在一起。
- 4.2.5.3 显示设备应置于船员容易观察的地方，无需借助工具或改变身体正常姿势，即能直接对显示设备进行判读。
- 4.2.5.4 显示设备的结构、排列以及安装，应防止显示设备表面发生眩光，显示器表面的反射系数应在 25%~45% 内，环境照明产生的亮度不应超过显示器亮度的 25%。如果眩光不可避免，应使用遮光罩、散射光栅、防反光膜等降低强眩光的强度。
- 4.2.5.5 重要的、关键的或查看频率较高的显示设备应置于最佳视野范围内。
- 4.2.5.6 人眼与显示设备间的距离不应小于 330 mm。
- 4.2.5.7 需定期或连续使用的共用显示设备，其最佳位置是位于操作人员的正前方，从垂直方向和水平方向均能看到所需的全部信息。
- 4.2.5.8 若共用显示设备呈现的是操作人员在操作控制台时不必读取的信息，或者提供的是次要信息，则共用显示设备有时可以安装在控制台的侧面。所安装的共用显示设备的位置宜使控制室的操作人员只需转动座椅，就能从正常的位置读取所需的全部信息。
- 4.2.5.9 壁挂大屏悬挂高度应考虑人员观察大屏时的垂直视域范围，应保证壁挂大屏位于人员的最佳垂直视野角度范围（ $\pm 15^\circ$ ）内，且使人员的水平观察视线尽量位于大屏的中间位置。

4.3 过道

4.3.1 过道与出入口的布局

- 4.3.1.1 工作舱室的门和舱内过道应保证大多数设备运输和通过，还应考虑今后设备的补充、维修和更新，有时可能需拆除地板或天花板。
- 4.3.1.2 应准备好用于紧急救护设备、应急设备进出的过道与出入口。
- 4.3.1.3 对不符合要求的过道，例如把紧急出口作为近路，应予以特殊考虑。

4.3.2 过道设计

- 4.3.2.1 单人侧身过道宽度至少为 330 mm。
- 4.3.2.2 应为身穿或携带装备的船员留出足够的过道宽度。需单人身穿或携带装备通过的过道，过道宽度应不小于 600 mm。
- 4.3.2.3 双人过道的宽度范围宜为 1220 mm~1370 mm。
- 4.3.2.4 舱内应采取一定防滑措施。
- 4.3.2.5 主过道的净高度不应小于 1900 mm。
- 4.3.2.6 应提供一条穿越驾驶室的无障碍路线。过道宽度至少应达到 1200 mm，驾驶室翼桥的宽度至少应达到 900 mm。
- 4.3.2.7 驾驶室内相邻控制台之间的距离应满足不在站点工作的人顺利通行。不同控制台区域之间过道中的无障碍路线应不小于 700 mm。控制台操作区域应属于控制台的一部分，而不是过道的一部分。

4.3.3 出入口设计

- 4.3.3.1 出口、入口的位置和数量应考虑舱室内船员的数量、舱室周围的其他设施等因素。

- 4.3.3.2 入口（出口）的尺寸应考虑标准设备的搬运进出，以防止进入或离开的船员意外启动控制装置或堵塞通往控制装置的过道。
- 4.3.3.3 紧急出口应具有足够的宽度应确保所有船员在无人身伤害或损坏其携带设备的前提下快速撤离，包括必须携带重要设备或穿着厚重的防护服的船员。
- 4.3.3.4 门的开启方向应考虑船员由于火、烟雾或气体而晕倒的可能性，使门能快速、便捷开启。
- 4.3.3.5 船员在设备旁通过时，垂直过道的门要有足够的门隙，保证船员、设备的安全。当通过的船员和设备改变方位、方向时，要留有足够大的门隙，以便满足改变方位和行进方向的需要。

5 通道设施及标识

5.1 通道设施

5.1.1 一般要求

- 5.1.1.1 通道设施的设计应提供防止坠落或其他类型伤害的屏障以提高安全。
- 5.1.1.2 通道设施的设计适合于正常和紧急状况。
- 5.1.1.3 通道设施的设计应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。
- 5.1.1.4 通道、门、梯的布局应便于船员通过、物品运送和设备搬运等各种活动的进行。
- 5.1.1.5 由通道、门、梯等组成的通道路线应尽量短、畅通，并保证所有舱室和部位都可到达。

5.1.2 通道

- 5.1.2.1 主通道的净高度不应小于 1900 mm。
- 5.1.2.2 通道宽度应考虑到预定的交通高峰负荷量、交通流动方向、该区域出入口的数量和尺寸。
- 5.1.2.3 上甲板或长艏楼甲板宜在左舷、右舷各设置一条比较宽畅的主通道，其宽度不宜小于 1000 mm，当主船体的露天甲板舷边无法设置通道时，可在上层建筑内部设置通畅的内部通道。
- 5.1.2.4 露天通道应保证人员能达到该甲板的各个部位，并通过门、梯进入上层建筑和主船体内部。
- 5.1.2.5 在船舶主船体内至少设置一条内部通道，可不经露天到达除艏端舱室之外的各内部舱室和部位，该通道应设在主船体内破水线以上的甲板上，难以做到时，可以把上层建筑内的通道与主船体内各水密舱段间的通道联通，以形成内部通道，其内部通道的宽度，单行路线应不小于 600 mm，双行路线应不小于 1220 mm。

5.1.3 门

- 5.1.3.1 民用船舶仅由船员使用的门的净宽应不小于 710 mm；军用船舶常用门的通孔宽度应不小于 600 mm。
- 5.1.3.2 民用船舶甲板至门顶的高度应不小于 1980 mm；军用船舶门的通孔高度和门槛高度之和一般应不小于 1850 mm。

5.1.4 梯

- 5.1.4.1 斜梯和直梯的规格尺寸应与安装处所甲板的开口尺寸相适应，民用船舶梯道应不小于 2130 mm 的净空高度，最大间隔 3500 mm 垂直高度应设置过渡平台；军用船舶斜梯下端第一级踏步与上舱口围板下边缘净高度应不小于 1850 mm，层高超过 3500 mm 的深舱选配斜梯或直梯时应设置过渡平台。
- 5.1.4.2 舱内甲板间主要通道和机舱等通道处应配置斜梯，民用船舶单行斜梯宽度应不小于 700 mm，双行斜梯宽度应不小于 900 mm，最小斜度宜为 38°，最大斜度为 45°；军用船舶斜梯宽度一般为 600 mm，其斜度为 60°，最大斜度不大于 70°。

5.1.4.3 舱内甲板间次要通道处可配置直梯，民用船舶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（包括甲板边缘和下层甲板）1830 mm 以内；军用船舶直梯长度大于 2500 mm 时，可考虑在梯架中部合适位置加装固定眼板。

5.1.5 通道扶手

5.1.5.1 外通道舱壁和内通道的舱壁上应配置通道扶手，内部主通道舱壁应尽可能设置双面扶手，外通道扶手距甲板高度为 1000 mm，内通道扶手距甲板高度为 900 mm。

5.1.5.2 扶手支座间距一般不大于 1500 mm。

5.1.5.3 斜梯扶手距梯架的垂直距离应为 400 mm~500 mm。

5.1.5.4 舱内斜梯上方若有舱口盖，则扶手上端最高点应在舱口围板以下，但舱口盖上方的甲板或舱壁上应加设扶手；舱内斜梯上方若没有舱口盖，则扶手应高出舱口甲板而固定在甲板、侧壁或舱口周围栏杆柱上，扶手高度为 900 mm；扶手下端距梯架最低点为 800 mm，避免扶手在垂直投影面内突出在梯架以外。

5.2 标识

5.2.1 一般要求

5.2.1.1 标识的文字和图形符号的大小视采用的标识牌外形尺寸规格和内容多少确定，要求大小适中，表达清晰。

5.2.1.2 标识牌不应有锐角、锐边。

5.2.1.3 标识牌应图形清楚，表面光滑、平整、无气泡、无毛刺、孔洞和影响使用的任何缺陷。

5.2.2 救生标识

5.2.2.1 船舶常用救生标识满足 CB 3838—1998《船用安全标志》、GB 16557—2010《海船救生安全标志》与《脱险通道标志和设备位置标识》（A.1116(30)）的相关规定。

5.2.2.2 救生标识的颜色应使用安全色与对比色，并满足 GB 2893—2008《安全色》里颜色表征的要求。

5.2.2.3 救生标识应为发光标识，能在弱光或无光条件下辨识清楚，发光要求应满足 GB 16557—2010《海船救生安全标志》标识发光亮度的技术要求。

5.2.2.4 救生标识在灾情发生时应具有抗毁性，如高温、火灾、水浸等环境下能保证标识本身的完好性而不被损毁。

5.2.3 位置标识

5.2.3.1 舱室铭牌、通道铭牌、甲板层标牌的设计应满足标牌清晰、内容明确的要求，同一船舶上舱室铭牌、通道铭牌、甲板层标牌样式、材质、尺寸、字体、固定方式等应分别保持一致。

5.2.3.2 舱室和处所的命名原则应与舱室功能或主要设备名称相一致。当出现两个或两个以上相同的舱室名称或处所时，用在名称前加序号或字母的方法来命名，序号应自 1 或 A 开始，如 1 号会议室、2 号会议室、1 号通道、2 号通道、A 号会议室、B 号会议室、A 号通道、B 号通道等。

5.2.3.3 舱室铭牌、通道铭牌内容应由名称和编码两部分组成。

5.2.3.4 舱室铭牌、通道铭牌中，名称应位于第一行，编码应位于第二行。

5.2.3.5 甲板层标牌内容形式为数字和汉字或字母和汉字组合，例如“1 甲板（或主甲板）”、“01 甲板”、“1 平台”、“A 甲板”、“A 平台”等。

5.2.3.6 甲板层标牌发光要求应满足 GB 16557—2010《海船救生安全标志》标识发光亮度的技术要求。

5.2.4 公共场所指示标识

5.2.4.1 使用方可根据实际使用需求确定是否需要设置公共场所指示标识，常用的公共场所指示标识应满足 GB/T 10001.1—2012《公共信息图形符号 第一部分：通用符号》的相关规定。

5.2.4.2 公共场所指示标识应符合人员的视觉习惯，并保证人在离目标标识前 1.5 m 左右处开始能清晰辨认标识上的有效文字和内容。

5.2.4.3 公共场所指示标识应有船舶方向和标识设置的当前位置。

5.2.4.4 公共场所指示标识应根据船舶吨位大小和实际需求来决定是否在每层甲板设置。

5.2.4.5 公共场所指示标识应包含以下要素：

- 甲板示意图主图；
- 当前所处甲板层数；
- 当前所处位置；
- 公共场所图形符号或文字；
- 船艏、船艉方向，以及船艏、船艉分别能到达的公共场所；
- 上一层甲板所包含的公共场所；
- 下一层甲板所包含的公共场所。

6 舱室环境

6.1 一般要求

6.1.1 生理健康需求

舱室环境设计应满足船员的生理健康需求，确保船员能够承担长时间、高强度的工作，避免船员产生疲劳、不适、机能下降等损害身体健康的症状。不同工作状态下工作者周围的环境，如常规状态、紧急状态等，需要根据不同状态调整能匹配的环境氛围，使工作者生理发挥最佳状态。

6.1.2 心理健康需求

舱室环境设计应满足船员的心理健康需求，比如领域性、私密性、安全感、从众性等，环境设计需要重视照明、噪声、振动、噪声等因素对人体特性的影响。不同工作状态下工作者周围的环境，如常规状态、紧急状态等，需要根据不同状态调整能匹配的环境氛围，使工作者心理发挥最佳状态。

6.2 照明环境

6.2.1 一般要求

6.2.1.1 照明基本要求

6.2.1.1.1 舱室应设置一般照明、局部照明、应急照明、备用照明等照明方式及相应的灯具，以保证各种工况下的正常使用。

为了满足舱室各类作业的基本视觉需求，舱室应采用均匀分布的一般照明。

6.2.1.1.2 如操作任务需要，应在一般照明外提供局部照明，为了满足各岗位船员的个人需求差异，局部照明宜采用亮度可控的调节方式。

6.2.1.1.3 船舶发生失事时，需确保具备船员安全疏散的出口和通道处，应设置应急照明。

6.2.1.2 舱室照明环境的舱内色彩要求

应合理选用照明颜色，利用无反射表面，减缓船员的视觉紧张和视觉疲劳。颜色设计应遵循下列原

则：

- a) 面对岗位船员的墙壁，避免采用强烈的颜色对比；
- b) 避免有光泽的或反射性强的涂料（包括地板在内）；
- c) 避免过度使用反射率大的颜色，如白色；
- d) 避免环境中具有高饱和色。

6.2.1.3 照明眩光控制要求

6.2.1.3.1 应通过照明灯具的合理布局或采取安装透明棱镜罩灯或遮光罩等措施清除反光与眩光。

6.2.1.3.2 局部照明应既能满足视觉需求，又要避免对其他人产生眩光影响。

6.2.2 一般照明

6.2.2.1 为保障明视觉作业的需要，各类舱室的一般照度要求应不小于表 1 所示。

表 1 一般照度

舱室或区域		初始平均照度 (lx)
机电集控室	军用船舶	150
	民用船舶	300
驾驶室	军用船舶	75
	民用船舶	300
海图桌	军用船舶	300
	民用船舶	500
雷达室	军用船舶	50
	民用船舶	200
办公室	军用船舶	300
	民用船舶	300
控制台、仪表板	军用船舶	300
	民用船舶	300
通道、楼梯等	军用船舶	75
	民用船舶	100

6.2.2.2 舱室主要工作面的照度均匀度不低于 0.6。

6.2.2.3 舱室照明光源应选择色温合适、显色性较高的灯具，色温宜为 2500 K~6500 K，一般显色指数 Ra 应不低于 80。

6.2.2.4 照明灯位置应合理，不应使光线直射入作业人员的眼睛。作业人员视野中心的 60° 锥角范围内应避免出现高亮度光源。

6.2.3 局部照明

6.2.3.1 工作使用的局部工作灯照明光线应均匀柔和，在工作面的照度应不小于 30 lx。

6.2.3.2 局部工作灯的安装高度应高于大多数船员的身高高度及适当心理余量值。宜不低于 1950 mm。

6.2.4 应急照明

6.2.4.1 船舶失事时的应急照明，为保障继续作业用的工作面照度不低于 1 lx~5 lx；

6.2.4.2 疏散通道的应急照明最低照度不应低于 0.5 lx。

6.2.5 眩光控制

- 6.2.5.1 舱室内由人工照明产生的不舒适眩光宜采用统一眩光值（UGR）进行评价，各岗位视点处的统一眩光值 UGR 应不大于 22。
- 6.2.5.2 宜合理安排船员的工作位置和光源的相对位置，不应使光源工作面上的反射光射向船员的眼睛；若不能满足上述要求时，则可采用投光方向合适的局部照明。
- 6.2.5.3 工作面、地板宜为低光泽度和漫反射的材料。
- 6.2.5.4 防止和减少由镜面反射引起的光幕反射和反射眩光，避免将灯具安装在干扰区内，考虑低光泽度的表面装饰材料 and 合适的灯具发光面积。
- 6.2.5.5 正确选择照明类型和照明布局，使工作台位、共用显示器等处不致产生眩光。
- 6.2.5.6 适当提高眩光源周围的环境亮度，减小亮度反差，防止对比眩光，并合理地选择遮光装置等来防止眩光。

6.3 热环境

6.3.1 舱室划分

根据工作舱室环境控制方式的不同，可将工作舱室分为空调舱室、通风舱室、非通风舱室三类。工作舱室多为空调舱室，部分为通风舱室。具体舱室类型，可根据实际设计调整。通常工作人员不会长时间停留在非通风舱室，本文件仅对空调舱室与通风舱室的进行热环境约束。

6.3.2 设施配置

各级船舶除设置通风系统外，原则上应设置空调系统；无空调设施或仅具制冷作用而无供暖作用的空调设施舱室，应按需要设置冬季供暖设施。

6.3.3 空调舱室

6.3.3.1 工作舱室温度及相对湿度

室内工作舱室，夏季最高温度应为 $27^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度应为 $50\% \pm 10\%$ ；冬季最低温度应为 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度应为 $40\% \pm 10\%$ 。

6.3.3.2 温差

自地板至高 1.8 m 范围内，垂直温差不应超过 3°C ；水平方向每米距离温差应不超过 1°C ，且同一舱室内应不超过 2°C ；作业区域内相邻舱壁表面温度与该处所的平均温度的差别应不超过 10°C ；当工作舱室与相邻非空调舱室之间人员直接流动时，其温差应不超过 10°C 。

6.3.3.3 送风气流

由空气分配装置送入工作舱室的气流不应直接吹向船员人体，其速度应不大于 5 m/s ，气流应不大于 0.5 m/s 。

6.3.3.4 补给空气

各舱室新鲜空气补给量应能补偿排风损失并保证室内正压，且每人每小时应不少于 25 m^3 。舱室换气次数，每小时应不小于 6 次。

6.3.3.5 热舒适性

人员长时间办公或休息处，PMV 推荐值为 $-1.5 \sim +1.5$ ，PPD 推荐值不超过 30%。

6.3.4 通风舱室

6.3.4.1 高温区舱室

四小时值班的高温区，最高舱温，机舱应不高于 55° C，辅机舱应不高于 45° C，相对湿度应不大于 50%，风流速度应不小于 0.5 m/s。工作岗位处可采用局部冷风。

6.3.4.2 低温区舱室

对于设有工作岗位的低温区舱室，其最低温度应不低于 10° C。

6.4 噪声环境

6.4.1 环境噪声

空气噪声舱室类别是按照语言交谈距离的清晰程度或其他功能要求进行分类，可分为 A、B、C、D、E 五类舱室，各类舱室噪声限值一般应符合表 2 的规定。

- A 类是指谈话双方在不小于 2 m 的距离进行交谈，无须重复就能听清楚，且差错较小的舱室或处所，如驾驶室、海图室、集控室；
- B 类是指要求保持安静的舱室或处所，如医疗舱室；
- C 类是指谈话双方在小于 2 m 的距离进行交谈，无须重复就能听清楚，且差错较小的舱室或处所，如驾驶室、海图室、集控室；
- D 类是指需要大声喊叫或通过扩音器或增音电话在短距离内才能进行交谈的高噪声舱室或处所，如主机舱操作部位；
- E 类对语言清晰度没有要求，但在不配听力保护设施时，船员听力不被损伤的高噪声舱室或处所，如主机舱、辅机舱。

表 2 空气噪声限值 db (A)

舱室类别	噪声限值										
	语言干扰级 (dB)	倍频程频率中心频率 (Hz)									A 声级
		31	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
A	54	72	69	66	63	语言干扰级				51	60
B	—	77	74	71	68	65	62	59	56	56	65
C	64	82	79	76	73	语言干扰级				61	70
D	72	99	93	87	81	语言干扰级				72	82
E	—	105	99	93	87	84	81	78	78	78	84

注 1：表 2 中所规定的指标仅适用于船舶巡航状态的稳态噪声；

注 2：对于各种噪声类别的舱室，允许在某一个倍频程频带的声压级超过 2 dB (A)；

注 3：对于有语言干扰级要求的各类舱室，除上述规定外，还允许语言干扰级的四个倍频程频带中某些倍频程频带的声压级超过语言干扰级，但语言干扰级的四个倍频程频带声压级的算术平均值不能超过规定的语言干扰级值。dB (A) 值也不应超过规定值；

注 4：对于大型远洋船舶 E 类机舱（包含主机舱与辅机舱）A 声级可放宽至 110 dB；

6.4.2 听力保护措施

宜为在 $L_{Aeq} > 85$ dB (A) 处所的工作人员提供听力保护方案，具体措施如下。

6.4.2.1 减少环境噪声

6.4.2.1.1 为控制环境噪声，可以从声源、传播途径和接收者入手，如使用抗噪话筒以控制噪声源，使设施布局更加合理以控制噪声传播等。

6.4.2.1.2 为避免噪声的不良影响，应将设备产生的噪声尽可能控制在较低水平，同时也应控制其他噪声（如语言交流）。可通过降低各舱室周围环境的噪声级等途径，优化舱室的声环境。

6.4.2.2 提供听力保护装备

6.4.2.2.1 对于船员不配带听力防护装具而暴露在噪声环境下的情况，应结合具体环境噪声，对每天允许的暴露时间加以控制，以保护船员的听力。也可以从劳动组织上采取措施，比如采用轮换作业等，尽可能地减少船员在噪声环境中暴露的时间。舱室内允许噪声的暴露时间超过表3所示需要配备听力保护装备。

表3 舱室允许暴露时间

每天允许暴露时间 h	暴露噪声限制 dB (A)
8	90
4	93
2	96
1	99
1/2	102
1/4	105

注：最高不应超过 115 dB (A)

6.4.2.2.2 使用单耳防护装具时，暴露噪声限值可增加 20 dB (A)。

6.4.2.2.3 使用组合耳防护装具时，暴露噪声限值可增加 25 dB (A)。

6.4.2.2.4 在很强的低频噪声环境中（总声压级为 100 dB (A)），应采用抗噪话筒。与同等传输特性的非抗噪话筒相比，它能够改善语言峰值与噪声均方根的比值，并应不少于 10 dB (A)。

6.5 振动环境

6.5.1 振动源应在可能范围内与工作舱室隔离；

6.5.2 在工作舱室产生的振动应通过涂敷吸振的材料或其他方式减弱；

6.5.3 当用体重计 W（全身称重，如 ISO 6954: 2000 所述）以（x、y、z）三条轴线测量且所有轴线方向的频幅限制均为 1 Hz~80 Hz 时，工作舱室的最大 RMS 振动级不应超过 215 mm/s²。

6.6 色彩环境

6.6.1 舱室内的设施、设备的色彩设计应紧紧围绕该处空间的主色调进行协调配色。在满足功能需求的前提下，应尽可能减少色彩的种类。

6.6.2 舱室空间的色彩设计应考虑在灯光作用下的综合效果。还应考虑构成舱室色彩环境的材料其色彩以外的其他属性（如光泽、透明度、材质、质感等）对色彩效果的影响。

6.6.3 电子设备舱室的舱顶、舱壁的孟塞尔明度不宜低于 7.0。

6.6.4 驾驶室舱壁色彩宜选用绿色系，舱顶色彩应与舱壁色彩相协调。

6.6.5 海图室和其他需要手工绘图作业等目力要求较高的工作舱室，宜选用明亮、清浄的色调。

6.6.6 报务室一般采用中间偏冷色调，若报务室较为狭长，也可用中间较暖色调。

6.6.7 高温工作舱室的舱壁颜色应以清浄冷色调为宜，舱顶一般采用明亮的浅色。

6.6.8 工作舱室内地板色调应为耐脏色。

6.6.9 工作舱室内的家具色彩宜选用与主要设备色彩相近的颜色或铝制材料的木色。

6.6.10 安全色彩的使用应严格控制。安全色彩的使用不能替代防范事故的其他措施。安全色彩一般分为大红、中酞蓝、淡黄、淡绿、桔黄等五种颜色，含义见表4。

表4 安全色及其含义

颜色名称	相应于 GB/T 3181 的颜色编号	含义
大红	R03	禁止、停止、消防、损管、高速危险
中酞蓝	PB04	小心、指令、必须遵守的规定
淡黄	Y06	注意、警告
淡绿	G02	指示、安全状态、通行
桔黄	YR04	危险、救生设施

6.6.11 安全色需要与其对比色配合使用时，按表5选取对比色。

表5 安全色及其相应的对比色

颜色名称	相应的对比色
大红	白色
中酞蓝	白色
淡黄	黑色
淡绿	白色
桔黄	黑色

7 人机界面

7.1 一般要求

7.1.1 一致性

7.1.1.1 系统内、外部一致性，系统中同样的信息显示和交互方式应保持一致。

7.1.1.2 系统应遵循界面风格一致、布局一致、命名方式一致、符号属性及含义一致、标绘方式一致、快捷方式一致、命令用语与术语及相关标准一致等原则。

7.1.2 完备性

系统的人机交互功能应完备，满足操作人员完成特定操作或做出决策的信息需求，包括：图形显示内容完备、命令语言表达完备、交互方式获取与实现功能完备、帮助支持覆盖内容及详细程度完备等。

7.1.3 集成性

系统信息呈现应采用集成化显示，降低信息搜索与查询负荷，满足船员快速获取和集中控制信息的需求，为船员提供良好的态势感知。

7.1.4 易理解性

7.1.4.1 信息格式的易理解性：系统中文字、图形、表页、符号等呈现格式的选择、组合应易于理解。

7.1.4.2 信息内容的易理解性：系统中信息的文字表述、图形示意、符号含义、声音信号、信息之间的关联性应易于理解。

- 7.1.4.3 信息布局的易理解性：系统中信息分组及界面布局应符合操作人员的认知与操作习惯。
- 7.1.4.4 信息呈现时间的易理解性：系统中相关联的信息传递间隔时间、信息呈现时长应易于理解。
- 7.1.4.5 信息显示与交互方式之间逻辑关系的易理解性：系统中信息显示与其交互方式之间的逻辑关系应符合操作人员的认知与操作习惯。

7.1.5 防错性

- 7.1.5.1 应在关键操作之前提供必要的提示、指导，如明确提示信息输入所需要的正确格式、操作的位置、相关功能选项的解释和说明。
- 7.1.5.2 应在关键操作之后提供必要的反馈，如告知操作人员当前操作已经成功完成、无需进一步操作。
- 7.1.5.3 发生错误时应提示错误可能的原因、当多次输入发生错误时，应自动激活相关的在线帮助等。
- 7.1.5.4 适时提供撤销、恢复、返回等功能。
- 7.1.5.5 在不可逆转或破坏性操作之前应具有相应的保护措施，如最终执行前，应支持对其之前所输入内容进行全面检查，并进行确认。
- 7.1.5.6 系统的告警方式应警醒、明确、及时、易于区分。

7.2 显示布局

- 7.2.1 根据人的视觉注意规律，显示屏幕内同一类型信息的重要性排列一般是左上象限最优，其次为右上、左下、右下。
- 7.2.2 界面显示内容进行分组布置时，尽量将关系密切的信息靠近或采用相似的设计样式，一个组的平均宽度不宜超过 67 mm(约 264 px)，采用分组数最小化原则。
- 7.2.3 文本宜水平排列，具有逻辑关系的信息布局等宜遵循从左到右，从上到下和顺时针方向的规律。
- 7.2.4 系统内同一信息应尽量放在同一位置；使用频率高的信息应放在最易于看见、最便捷选择的位置，重要信息即使不常使用也需要放在容易被搜索到的位置。
- 7.2.5 界面显示元素布局应保持视觉平衡，信息内容不应堆挤。
- 7.2.6 同一界面中相关的图表应尽量遵循上图下表、左图右表。
- 7.2.7 弹出窗口及菜单应位于目标元素的附近，应不遮挡重要信息及下一步操作。

7.3 显示格式

- 7.3.1 信息显示格式应符合船员的作业需求，在优化与发展的同时兼顾系统常用格式，具有合理的继承性，并且系统内外应具有良好的兼容性。
- 7.3.2 当系统需要直观形象的展示信息在时间或空间之间的相对关系、变化规律、趋势等，宜使用图形显示。
- 7.3.3 当系统需要同时展示大量、精确数据信息并进行数据记录、计算时，宜采用表格显示。
- 7.3.4 当系统需要陈述完整、详细、准确的信息等，且具有足够的空间时，宜采用文本形式。
- 7.3.5 当信息具有两种以上的显示格式时，应为操作人员提供便捷、灵活的人工选择数据格式转换功能。

7.4 显示要素

7.4.1 字符

7.4.1.1 字体

- 7.4.1.1.1 字符包括汉字、字母、数字、标点等。

7.4.1.1.2 人机界面中的汉字字体宜采用微软雅黑、黑体或宋体，数字、英文字体宜采用 Times New Roman，并支持人工设置。

7.4.1.1.3 字体应确保字符能明显区分，如 0 与 O、Y 与 T、I 与 1、I 与 L、1 与 L、S 与 5 等。

7.4.1.2 字符高度

对清晰度要求很高时，字母、数字、汉字的最小字高应不小于 4.6 mm，当观察距离为 0.3 m~1.5 m 时，字符的最佳字高为 5 mm~8 mm。

7.4.1.3 字符组合

显示用语的字数应精练，并符合用语惯例，当词语被缩略后可能被误解时，应使用完整的词语，字符组合应表达明确，不能引起歧义。

7.4.2 符号

7.4.2.1 符号应与所表示事物具有较强的关联性，并尽量符合船员的经验和预期，如“→”表示方向，“×”表示禁止、“！”表示危险。

7.4.2.2 符号的名称应与含义保持一致。

7.4.2.3 当符号具有明确的方向性时，应避免方向改变后含义的混淆。

7.4.2.4 当用尺寸作为符号编码以区分符号或字体的不同级别或状态时，宜不多于 3 种尺寸类型；两级编码之间尺寸比应不小于 1.5 倍。

7.4.2.5 符号形状应利于理解，每个符号含义唯一，避免歧义。

7.4.3 颜色

7.4.3.1 颜色编码可用于为文本或符号的某些部分附加特殊含义，吸引操作人员的注意力（着重强调关键元素），减少混乱，对信息进行识别和分类、标识状态变化、格式化辅助、增加可读性等。

7.4.3.2 颜色编码时，前景色背景色之间的色差 ΔE (CIE L•u•v) 应不小于 40；需要清晰观察符号时，符号和背景的色差 ΔE 应不小于 100。

7.4.3.3 颜色编码应配以其他编码方式共同使用。当某种颜色被选为特定用途或含义，其他的颜色应避免重复相同用途；颜色编码多于 4 种时应在适当位置配以图例，说明用途或含义。

7.4.3.4 尽可能保留颜色编码的常用联想含义，详见表 6。不符合常用意义的颜色编码应配以图例说明。

表 6 状态指示颜色的常用联想含义

颜色	一般约定含义
红色	适用于表示禁止、错误、失败、警告或故障情况
橙色	适用于需要更进一步区分水平的情况，介于红色和黄色之间
黄色	适用于注意或者警告
绿色	适用于指示可以进行、正常、满意
白色	适用于指示可替代的功能和那些不需要操作或无安全暗示的系统状态
蓝色	适用于建议性条目
灰色	适用于未监控的、未使用的、不活动的、禁用、长时间不在服务的或者故意忽略的项目

7.4.3.5 当需要对显示信息快速、准确辨识时，应尽量避免采用操作人员不易识别的界面信息颜色匹配方式（除其他特殊含义要求等情况外），详见表 7。

表 7 不建议的前景色背景色搭配

序号	颜色搭配 (RGB 值)
1	白色 (255, 255, 255) 与黄色 (255, 255, 0)
2	白色 (255, 255, 255) 与浅绿色 (0, 255, 0)
3	白色 (255, 255, 255) 与浅灰色 (211, 211, 211)
4	红色 (255, 0, 0) 和蓝色 (0, 0, 255)
5	红色 (255, 0, 0) 和绿色 (0, 128, 0)
6	蓝色 (0, 0, 255) 和绿色 (0, 128, 0)
7	黑色 (0, 0, 0) 与紫红色 (221, 160, 221)
8	黑色 (0, 0, 0) 与深蓝色 (0, 0, 139)
9	绿色 (0, 128, 0) 与紫红色 (221, 160, 221)
10	绿色 (0, 128, 0) 与黄色 (255, 255, 0)

7.4.4 亮度

- 7.4.4.1 重要信息应采用较高显示亮度水平，次要信息显示亮度水平可稍低一些。
- 7.4.4.2 当使用亮度编码时，最多应不超过 3 种，宜为 2 种。
- 7.4.4.3 亮度编码的亮度级。应使用近 33% 的文本亮度级和 100% 的显示亮度进行亮度编码。
- 7.4.4.4 使用亮度级应该低于 20 cd/m²。亮度编码不适用于最大显示亮度低于 60 cd/m² 或高于 100 cd/m² 的显示屏。
- 7.4.4.5 字符或符号与背景亮度比在各种视觉作业任务条件下宜符合一定比例。

7.4.5 线条

- 7.4.5.1 可以通过线条的宽度、颜色及样式（例如实线、虚线和点线）等属性进行编码，线条编码可用于信息分组，如采用边界线划定菜单栏、显示控制选项、整个窗口。
- 7.4.5.2 界面不宜过多使用线条元素，避免引起界面杂乱。

7.4.6 闪烁

- 7.4.6.1 闪烁编码应仅用于指示需要操作人员迫切注意和响应的信息。
- 7.4.6.2 必要时应为操作人员提供便捷、快速终止闪烁的功能。
- 7.4.6.3 闪烁频率应与提示和告警方式相匹配，一般以 2 种频率编码为佳，不宜超过 5 种。
- 7.4.6.4 两种闪烁频率之间的差值不小于 2 Hz，慢速闪烁频率不小于 0.8 Hz，快速闪烁速率不大于 5 Hz，位于“亮”的时间应大于或等于它处于“暗”的时间。
- 7.4.6.5 需要操作人员必须可靠、稳定阅读的数据或文字不应闪烁。
- 7.4.6.6 当需要采用闪烁编码吸引操作人员对某一对象的注意时，可通过额外的闪烁符号，例如一个星号或者箭头的闪烁，而对象本身不应闪烁。
- 7.4.6.7 当需要阅读的文本闪烁时，闪烁频率应在 1/3 Hz~1 Hz 范围内，且亮/灭时长比宜为 7 比 3。
- 7.4.6.8 当操作人员需要精确阅读和辨识处于变化的数值时，其刷新频率应不大于 1 Hz；当操作人员只需观察数值变化速度或粗略的估计时，其刷新频率应在 5 Hz~2 Hz 之间。

7.4.7 提示

- 7.4.7.1 在需要识别、解释、按程序操作或避免危险等地方应提供清晰明确提示，如标志、图例等。
- 7.4.7.2 应明确的提示指出哪些操作可以后退。
- 7.4.7.3 在需要完成系列性紧密相关的操作控制过程中，应向操作人员提示有关执行动作后的输出，以及下一步需要操作人员进行操作的信息。

7.4.7.4 若系统工作时要求操作人员不干预，则应明确提示，如显示“执行”，“忙”“等待”或正在执行的工作内容等信息，直到操作人员可以操作。

7.4.7.5 当请求的处理时间在 2 s~10 s 范围内，该请求界面中应具有相应的提示以示“繁忙”；当请求的处理时间不小于 10 s 时，系统应显示进度提示。不小于 60 s 则应采用倒计时显示剩余的等待时间。

7.4.7.6 系统提示应清晰、明确、易于理解，不应要求操作人员必须记忆较长的信息或查阅参考手册才可完成操作。

7.4.7.7 应为操作人员提供关于预期输入的相应提示信息。例如呈现字段名及有特定格式需求的数据类型和输入格式等信息。

7.4.7.8 为操作人员提供便捷、快速的关闭建议性提示信息的功能。

7.4.7.9 听觉提示信号可以结合视觉信息为特殊作业任务提供指导。听觉提示信号应短暂、悦耳、有明显区分特征，并不致引起厌烦。声音信号的频率宜在 500 Hz~3000 Hz，声压级不小于 70 dB(A)。

7.4.7.10 下列情况宜采用听觉信息提示：

- a) 补充传递或重复传递关键信息时；
- b) 需要操作人员处理简短、瞬时、立即做出反应或根据限定时间做出反应的信息时；
- c) 操作人员必须依靠提示音才能获知任务信息时。

7.4.8 反馈

7.4.8.1 人机交互及系统运行过程中需要操作人员感知的状态都应当以明确的方式反馈。

7.4.8.2 系统提供数据输入的反馈响应时间应符合要求，见表 9。

7.4.8.3 反馈信息的类型和长度应能符合操作人员的需求和特点，例如，按“帮助”键一次，操作人员得到一个简短的解释，按两次就可得到有关命令的详细解释。

7.4.8.4 反馈信息应与操作人员需用信息的情境紧密联系，使操作人员尽量少查帮助或其他外部资料。

7.4.8.5 界面中被选中的信息或输入项，应具有明确的反馈。

7.4.8.6 在人机交互过程中，界面中的菜单、按钮等控件及信息的不同状态应具有明确的、可区分的反馈。

7.4.8.7 系统响应时间应与操作人员的响应时间相适应。实时系统的最大响应时间不应超过表 8 中所列的最大值；非实时系统响应时间可适当放宽。

表 8 系统一般响应时间

系统响应类型	反应时间定义	最大反应时间(s)
击键反应	从按键到系统做出按键反馈，如发出按键声或视觉效果变化等	0.1
按键输出	从按键到系统输出按键所对应的符号或页面等	0.2
换页	当数据存储于本机时，从发出命令到呈现	1.0
页扫描	从发出命令到文本滚动开始	0.5
数据区域输入	从选中页面某个区域到页面中输出视觉反馈	0.2
功能选择	从选中功能命令到系统进入功能区域	2.0
指点	从执行标绘指点命令到系统呈现出点	0.2
画线	从执行标绘画线命令到系统呈现出线	0.2
局部更新	使用局部缓冲数据更新图象或表页，如已打开页面间的切换	0.5
总体更新	使用总体缓冲数据更新已有的总体图像，如态势图的比例尺变换	2.0
文件更新	从执行重新打开一个表格或图像文件到系统呈现出表格或图像	10.0
简单查询	从发出帮助查询命令到常用帮助信息的输出显示	2.0
错误的反馈	从发生输入错误到错误消息呈现	2.0
菜单选择	从菜单点选到菜单项输出	0.2
控件状态反馈	控件在光标悬停、鼠标点击等操作时状态更新	0.1
图表联动	图与表页间联动关系的反馈	0.25
表格间转移	移动到新表格域时	0.25
鼠标反应	从鼠标运动到显示器输出指针运动	0.1

7.5 错误预防与处理

7.5.1 错误预防

- 7.5.1.1 系统应具有预防错误的功能，如为操作人员及时提供提示、说明和帮助等，尽量减少操作失误。
- 7.5.1.2 当操作人员请求退出、中断程序时，系统应支持自动检查，当数据可能丢失或任务无法完成时，应为操作人员提示说明，并提供确认操作。
- 7.5.1.3 当操作人员的操作可能导致破坏性后果并且无法撤销时，应在执行操作前提供警告或确认信息，明确提示可能出现的后果。
- 7.5.1.4 当任务允许时，系统应为操作人员提供中断、修改、取消、返回等操作。

7.5.2 出错提示

- 7.5.2.1 系统应对输入数据进行检查，若数据出现错误，应呈现提示信息，在所有的错误被纠正后保存数据。
- 7.5.2.2 检测到错误后，应为操作人员提供便捷、快速的修改方式。
- 7.5.2.3 当操作人员重复错误操作时，系统提供的第二次错误提示宜明显地区别于前一次，并更详细的指明错误原因和解决方法。
- 7.5.2.4 出错信息宜指出错误原因和错误类型、纠正措施，出错提示应简洁、明确，并允许操作人员查看更详细的信息，宜可链接到在线帮助。
- 7.5.2.5 出错信息应尽可能靠近导致错误的输入位置，并且不对操作人员的输入造成干扰。
- 7.5.2.6 当出错信息的显示影响到重要的任务信息时，应支持操作人员人工移除。

8 特种作业

8.1 一般要求

- 8.1.1 作业所提供的工作环境应能促进有效的作业程序、工作方式及船员的安全和健康、并且尽可能减少导致船员的能力降低和错误增加的因素。
- 8.1.2 其设计应使得对船员在工作负荷、准确性、时间、心理加工及通信等方面的要求不超过船员的能力范围。
- 8.1.3 在时间、费用与性能的相互权衡中应尽量减少对船员及其训练的要求。

8.2 特种作业控制装置设计

8.2.1 控制装置外形设计

- 8.2.1.1 需手握紧的控制装置，在与手接触的部位应为球形、圆柱形、环形或其他便于持握的形状。
- 8.2.1.2 需与手指接触的部分应有适合指形的波纹，其横截面应为椭圆形或圆形，表面不应有尖角毛刺、缺口棱边等。
- 8.2.1.3 为使观测目标时视野良好、便于双手掌握，控制方向用的手轮可以制成半圆形或弧形的转向把型式。
- 8.2.1.4 用手掌按压操作的控制装置的表面要有球面凸起形状，用手指按压的表面要有适合指形的凹陷轮廓。
- 8.2.1.5 按钮的水平截面应为圆形或矩形，按键应为矩形。矩形按钮和直径在 3 mm~5 mm 的按钮可做成球面或平面形状，若为编码的需要允许制成其他形状。

8.2.1.6 用手指操纵的选择开关，转换开关的柄部应为圆柱形、圆锥形或棱柱形。圆锥形柄部应大径朝外，且柄的外端呈球形。

8.2.2 控制装置布局

8.2.2.1 控制装置的配置应按照功能要求，或者操作人员使用的重要程度、操作频率和操作顺序等进行安排。

8.2.2.2 在任何情况下控制装置的手柄、轮缘、按键、旋钮、扳钮等用手接触的部位均应布置在操作人员上肢活动范围的可达区域内，重要的和经常使用的控制装置应配置在易达区，使用频繁的应配置在最佳区。同时应符合操作的安全要求。

8.2.2.3 配置控制装置数量较多时应成组排列，功能相关的控制装置，显示器应集中安放，对有操作顺序关系的控制装置应由左向右(横向排列时)或自上而下(纵向排列时)的顺序进行排列。与控制装置功能有关的显示器应按功能性质相邻安排，而且控制装置应配置在显示器的下侧或右侧，以避免操作时手臂挡住观察显示器的视线。分组排列时各组之间的轮廓界限应采用对比较鲜明的颜色、图案或线条框格加以区分以便识别。

8.2.2.4 控制装置的控制功能应与调节动作方向相互协调一致。

8.2.2.5 单手操作的控制装置应配置在操作人员动作手臂的一侧。

8.2.2.6 控制装置布局间距见 GJB 2873-97《军事装备和设施的人机工程设计手册》与 GJB/Z 131—2002《军事装备和设施的人机工程设计手册》。

8.2.2.7 操纵杆应配置在操作人员的上臂与前臂的夹角成 $90^{\circ} \sim 135^{\circ}$ 的范围内，以便手在推、拉方向用力。

8.2.2.8 无手柄手轮的转动平面应与前臂成 $10^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 角。

8.2.2.9 带柄手轮应使其转动平面与前臂成 $10^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 角，若仅用手部转动，其转动平面应与前臂成 $10^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 角。

8.2.2.10 对设备的“开、关”进行控制的选择(或者“转换”)开关，配置时应沿垂直方向定位，向上下扳动。为满足设备控制与功能协调的需要，允许沿水平方向定位，向左、右扳动。

8.3 特种作业操作力与载荷设计

8.3.1 一般控制装置的操作力

8.3.1.1 手轮、转向把、曲柄作用力应满足表 9 要求，对于精细调节最小阻力 9 N~20 N，管道阀门类开关的瞬间施于手轮上最大作用力为 450 N。

表 9 手轮、转向把、曲柄的作用力要求

操纵方式	每班操纵次数(次数)					微调或快速转动时
	>960	960~241	240~17	16~5	<5	
	最大作用力(N)					
用手或手指	—	—	—	—	—	10
用手及前臂	5	10	20	30	60	20
单手臂	10	20	40	40	150	40
双手臂	40	50	80	80	200	—

8.3.1.2 操纵杆最大作用力不应超过表 10 的规定，当操纵杆是“左-右”或“上-下”操纵时，选用括号中的数值。

表 10 操纵杆的作用力要求

操纵方式	每班操纵次数(次数)
------	------------

	大于 960	960~241	240~17	16~5	小于 5
	最大作用力 (N)				
用手指	5	10	10	10	30
手掌	5	10	15	20	40
用手及前臂	15	20	25	30	60
单手臂	20	30	40	60 (40)	150 (70)
双手臂	45	90	90	90	200 (140)

8.3.1.3 扳钮最大作用力不应超过表 11 的规定。

表 11 扳钮最大作用力要求

扳钮长度 (mm)	作用力 (N)
10~15	3~2
15~20	3.3~2.5
20~25	3.5~2.8
25~30	4.0~3.3
30~35	5.0~4.2
35~40	5.7~5.0
40~50	6.2~5.0

8.3.1.4 按钮式和按键式开关的作用力应符合表 12 的规定。

表 12 按钮式和按键式开关的作用力要求

操纵方式	作用力 (N)
食指按动	1~8
大拇指按动	8~35
手掌按动	10~50
按动按键	2.5~16

8.3.1.5 旋钮的操作力矩应符合表 13 规定。

表 13 旋钮的操作力矩要求

操纵方式	旋钮直径 (mm)	力矩 (N·m)	
		最小	最大
握握和连续调节	10~100	0.02	0.5
指握和断续调节	35~75	0.2	0.7

8.3.2 大力量控制装置的操作力

8.3.2.1 通常，不应该使用要求船员用力超过大多数船员预定的力量限度最低段的控制装置。

8.3.2.2 若工作岗位不能提供适宜的身体支撑或肢体支撑，就不应该使用大力量控制装置，且应避免持续的（即时长超过 3s）使用大力量。

8.3.2.3 在需要使用大控制力的臂、手及单指控制装置的要求见 GJB/Z 131—2002《军事装备和设施的人机工程设计手册》。

8.3.3 小系统和设备携带性设计

- 8.3.3.1 设计的携带物要求不妨碍行走自由。携带物的外形和重量应协调匹配，主要应符合船员行走的步幅、头部的活动范围、行走时看到脚的位置、蹲下的能力、正常姿势保持的能力。
- 8.3.3.2 由两人携带的物品，尽可能提供横条型把手和肩托。
- 8.3.3.3 没有背负辅助装置的物品应设计双手提举和携带的手柄。
- 8.3.3.4 背负重量超过 20 kg 时，如有必要，应提供提举辅助装置，以便他人帮助把负荷放到背负者身上。
- 8.3.3.5 背负辅助装置应尽可能通过垫肩/臀部的支撑把重量分散到尽可能多的肌肉群上。
- 8.3.3.6 尽可能使携带物的重心接近腰部的脊椎处，而又不直接接触身体。
- 8.3.3.7 携带物设计应减少对胸和腋窝的压力，通过骨骼把重量传递到地面。
- 8.3.3.8 辅助装置不应产生侧面不平衡负荷，干扰正常的头部活动，影响下蹲、步行、爬越低的障碍和上肢的活动，产生对肩部肌肉的压力或影响人体体温的调节。
- 8.3.3.9 携带物应尽量减少凸出的棱角，以防对船员产生伤害或被低矮物体钩住，必要时，可配用护套或箱盒。

8.4 特种作业安全性设计

8.4.1 作业空间安全性

- 8.4.1.1 在特殊条件下（如振动、冲击、颠簸等）进行精细调节或连续调节时，为保证操作平稳准确，应考虑肢体有关部位的支撑作用并提供相应的依托支点。
- 8.4.1.2 若操作者需要在受限的空间中工作或通过时的要求见 GJB/Z 131—2002《军事装备和设施的人机工程设计手册》

8.4.2 危害防护

- 8.4.2.1 与手接触的控制装置的表面温度在小于 10℃或大于 60℃时，应采用导热系数低的材料制造或包敷。
- 8.4.2.2 机械和传动装置的所有运动部件应设置防护装置，以防操作人员受伤或卷入。
- 8.4.2.3 可伸缩梯子梯级间应提供足够的手指间隙。
- 8.4.2.4 在高电压附近使用的工具和测试线应充分绝缘。
- 8.4.2.5 插头和插座应设计为一种额定电压的插头不能插入另一种额定电压的插座。
- 8.4.2.6 设备中所有高电压接口应设计为管套型接口。
- 8.4.2.7 应提供各种防护措施、接地、联锁装置、警告标志，以减少船员受到危险电压或电流伤害的可能性。
- 8.4.2.8 除了天线和传输线接头外，设备上所有的外部件的设计应保证在正常工作期间的所有时间内都在接地电位。为减少接地故障，任何外部的和互连的电缆应在其两端接地。