

JSDS-11造船舢装设计基准

人机工程学舢装设计基准

Renji Gongchengxue Yizhuang Sheji Jizhun

日 本 造 船 学 会 编
造船设计委员会第二分会

田训珍 冯允修 江辅舆 译
王汉堂 校 卞燮昌 审定

人 民 交 通 出 版 社

前 言

本设计基准的编集目的在于将人机工程学的方法应用于船舶舾装设计，以便设计出适合人的机能使用方便的船舶。

关于人机工程学的定义可以有各种不同的表达方法，但若用最通俗的话来讲，所谓人机工程学就是“应用于设计适应人机能的机械或工具的综合性学问体系，也包括人的适应性和训练等问题，使之保持人与机械之间的合理性”。

因而，常用的体系是人-机体系（Man-Machine System），也有仅将此称之为狭义人机工程学的。也就是说，将人与被使用的机械（物品）视为一个系统，而使连接两者的信息或操作能合理地传递，设计这样的机械系统乃是我们的目的。

另一方面，由于人受环境的影响而使人的机能遭到损害，我们把这类环境的物理因素（热、气流、噪声、振动等）与人的机能间的关系也包括进去一起考虑就称为广义人机工程学。

本委员会主要对狭义人机工程学加以研讨，但第一章中也涉及了包括环境问题的广义人机工程学的见解。

人类具有极为复杂的机能，若按大的方面来分类，则可分为：（1）信息的输入机能（视觉、听觉、触觉、嗅觉等）；（2）判断思考机能（判断、计算、记忆等）；（3）操作机能（人体尺寸、体力、动作等）。人机工程学的目的是要使各种机械装置适合于人的这些机能，通俗地讲，就是制造出易看、易听、易懂、易使用的舾装件。

第一章中叙述有关人的机能及其一些特性，讲述有关人-机体系系统的研究方法，将人机工程学具体地应用于舾装设计时的程序，以及按人机工程学来重新认识已设计的产品的步骤等，并把编制人机工程学应用于舾装设计时的一般考虑法作为目标。

第二章中，整理汇集了作为人的操作机能的有关人体基本尺寸的各种数据，我们认为这些资料对于设计人员是有用的。

第三章中，罗列了本委员会从人机工程学观点出发审议制订的各种基准。本章中所汇集的项目大多是本委员会认为最迫切需要的项目，这些项目是按照对人体尺寸的影响由大到小，由内部舾装到外部舾装的顺序编排的。当应用这些基准时，在充分理解总则主旨的基础上，希望尽可能将它运用于设计中。

第四章中，汇集了今后在人机工程学的研究中有用的资料，供参考使用。

人机工程学包装设计基准

人間工学による船装設計基準

日本造船学会造船設計委員会第二分科会 編

本书根据《海文堂》书店1976年版日文本译出

田训珍 冯允修 江辅興 译 王汉堂 校 卞燮昌 审定

人民交通出版社出版

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民交通出版社印刷厂印

开本: 787×1092 1/32 印张: 9.25 字数: 144 千

1985年8月 第1版

1985年8月 第1版 第1次印刷

印数: 0001—1,400 册 定价: 2.50 元

内 容 提 要

船舶舾装设计以往都是根据实际使用效果和设计经验来完成的，它具有一定的主观性和沿袭性。本书编者在对人体形体各部位尺寸以及人体机能（视觉、听觉、皮肤感觉、平衡感觉、嗅觉等）进行大量研究及统计分析的基础上实现了人机工程与船舶舾装设计的联系，使建造船舶客观科学地既能符合人员的各种活动要求，又能达到船舶建造合理的经济效益。

本书可供船舶科研、设计人员，修造船厂工程技术人员，大专院校船舶制造专业师生使用，亦可供从事其它领域的设计人员参考。

译 者 的 话

人机工程学是正在发展中的一门科学，它已被广泛地应用于汽车、车辆、飞机、建筑、船舶、家具以及其它领域内，并取得了良好的效果。

在船舶舾装方面，以往都是根据实际使用效果和经验来设计的，所以在很大程度上带有设计人员和使用者的主观意旨和习惯。把人机工程学的理论应用于船舶舾装设计，将使我们能从主观设计变为客观设计，从而使设计更为合理，使用更为方便。因此，我们认为它在舾装设计方面的使用价值是很大的，将有助于提高船舶舾装设计的质量。

本书可供船舶设计工作者、大专院校船舶专业的师生以及船厂工程技术人员和其它领域的工程技术人员参考应用。

本书由冯允修(第一、二章)、江辅舆(第三章)、田训珍(第四章)合译，王汉堂、田训珍校核，卞燮昌审定，郭宝珍描图。限于水平和时间，不当或错误之处在所难免，敬请读者不吝赐教。

序 言

1. 关于造船设计委员会

该委员会是日本造船学会的研究委员会之一，它是造船设计基准(SDS)制订委员会改组后于1961年12月设立的。有关基本设计由第一分会，造船舢装由第二分会分别开展工作。

1962年3月第二分会召开了第一次委员会，并讨论决定了具体的工作方法，选定了研究课题。

本委员会成立以来，每两个月召开一次委员会，为了改进臃肿的委员会的工作，委员会审议了新的工作方法，并决定于1972年4月召开相应于改组后第一次委员会的第60次委员会。

新组织的组成包括每年召开两次本委员会，每年各自召开三次东部、中部、西部各地区委员会，以及属于各地区委员会担任组织各专题实质审议的小组委员会。

2. 舢装设计与人机工程学

人机工程学(Human Engineering)是第二次世界大战中在美国研究与发展起来的新技术，战后也引入我国，已经广泛地采用于汽车、车辆、飞机、建筑、家具及其它领域内，并获得了成果。

在船舶方面，1959年设立了舰艇人机工程学研究学会，在防卫厅的舰艇设计中采用了该项新技术。对于商船，由于它与舰艇的各种条件有所不同，故把舰艇上所采用的该项新技术原封不动地用于商船是十分不适宜的。

第二分会感到人机工程学与舢装设计有密切的关系，在1964年8月召开的第15次委员会上决定把人机工程学列为研究课题之一，并着手研究设立人机工程学小组委员会。

第二分会对于研究的基本设想是：首先确定船体舢装的“研究内容”，进而把理论依据中认为必要的部分制订成设计基准。

在船舶舢装设计中，大多是以实际使用效果和经验为主的，很多方面是按设计者和使用者的主观意旨来决定其要素的。因此，我们的目的在于应用人机工程学的方法作为理论依据，将主观设计转换为客观设计，使设计更为合理。

3. 关于设计资料

本资料是将1964年以来，经小组委员会40余次的调查、研究、审查讨论后所取得的成果汇集而成的。

1970年5月，将第一次研究工作的成果作为“人机工程学设计基准(I)JSDS NO.11-1”予以发表。其内容包括：

- 1) 人体尺寸及标准偏差；
- 2) 可简单地制订基准的项目，例如门的把手、栏杆、风暴扶手等的安装高度；
- 3) 迫切需要制订的基准项目，例如床铺的尺寸、甲板间的净高、通道的宽度等。

此后，在对楼梯及梯子尺寸、厕所、盥洗室设备配置、操纵杆、十字把手、手轮的安裝尺寸等的第二次研究工作结束后，又重新研讨了以前发表过的JSDS NO.11-1的内容。决定

连同这些内容一起，并以编制人机工程学应用于舰装设计时的一般考虑方法为目的，增加有关人的机能和特性的说明以及对于人-机体系系统研究方法和有关将人机工程学具体地应用于舰装设计的程序的说明，从而发表了新的《人机工程学的舰装设计基准 JSDS-11》。

本资料是以人机工程学的技术为基础的设计基准，由于也考虑到实际使用效果，因此，相信它在舰装设计方面的使用价值是很大的。

最后，对参加该项研究的各位干事、委员的热心协助及其所属大学、协会、研究所、造船厂的大力支持深表谢意，并对担任编辑的诸位委员的努力致以谢忱。

日本造船学会造船设计委员会
第二分会主任 小山永敏

目 录

前 言

第一章 人机工程学服装设计指南	1
1. 人机工程学的考虑方法	1
2. 人的机能	2
2.1 感觉的种类和感受方法的范围	2
2.2 动作的种类和力的范围	18
2.3 思考的种类和知觉的快慢	27
2.4 机能的关系	27
3. 人机工程学入门	28
3.1 人与何物合成系统	28
3.2 设计原理	28
4. 设计程序	29
4.1 人机工程学的一般设计程序	29
4.2 有关服装设计程序实例	30
5. 检验程序及实例	30
第二章 人体尺寸及标准偏差	33
1. 适用范围	33
2. 人体尺寸及标准偏差	33
3. 说明	33
3.1 人体尺寸与设计基准的关系	33
3.2 平均尺寸及标准偏差确定的经过	33
3.3 标准偏差	34
3.4 标准偏差应用于设计基准的方法	36
3.5 外国人的身体尺寸及标准偏差	36
参考资料	38
第三章 设计基准	47
1. 总则	47
2. 床铺尺寸基准	47
2.1 适用范围	47
2.2 基准尺寸	47
2.3 说明	47
3. 居住区的净高尺寸基准	52
3.1 适用范围	52
3.2 基准尺寸	52

3.3 说明	53
3.4 参考	53
4. 居住区内通道宽度基准	53
4.1 适用范围	53
4.2 基准尺寸	53
4.3 说明	54
4.4 其它	56
5. 楼梯及直梯的尺寸与斜度基准	56
5.1 适用范围	56
5.2 基准尺寸	56
5.3 说明	59
5.4 实验与诸规范的分析比较	64
6. 厕所器具配置基准	65
6.1 适用范围	65
6.2 基准尺寸	65
6.3 说明	69
6.4 参考图	72
7. 操纵手柄的形状及安装尺寸基准	75
7.1 适用范围	75
7.2 操纵杆、十字把手、手轮的形状	75
7.3 说明	75
7.4 操纵杆、十字把手、手轮的安装尺寸基准	77
7.5 说明	77
7.6 实验资料	80
8. 门把手安装高度基准	80
8.1 适用范围	80
8.2 基准尺寸	80
8.3 说明	80
9. 栏杆安装高度及粗细基准	80
9.1 适用范围	80
9.2 基准尺寸	81
9.3 说明	81
10. 风暴扶手安装尺寸基准	82
10.1 适用范围	82
10.2 基准尺寸	82
10.3 说明	82
11. 顶灯开关安装位置基准	83
11.1 适用范围	83
11.2 基准尺寸	83
11.3 说明	83

12.小型舱口的尺寸基准 84

12.1 适用范围..... 84

12.2 基准尺寸..... 84

12.3 说明..... 84

13.人孔尺寸基准 85

13.1 适用范围..... 85

13.2 基准尺寸..... 85

13.3 说明..... 85

14.直梯的设计基准 85

14.1 适用范围..... 85

14.2 基准尺寸..... 85

14.3 说明..... 85

第四章 设计参考资料..... 88

1.决定驾驶室视野的设计指南..... 88

1.1 目的 88

1.2 窗配置的设计要素 88

1.3 窗的高度、视野及死角 88

1.4 驾驶室的位置与可见度的关系 89

1.5 说明 90

2.船员居住舱室的面积与室内布置的实例集录(国内船)..... 95

3.国内船、外国船的厕所、浴室、盥洗室的布置.....100

结束语.....133

第一章 人机工程学舢装设计指南

1. 人机工程学的考虑方法

人在使用某种机械(意指人制造的东西)时,若将人和机械视为一个系统的话,人从机械得到某种信息并对它进行某种判断,然后给予机械某种操作,而形成了如图1-1所示的过程。

为了用实例来说明这一过程，试设想某个人乘自动电梯的情况。人们有了到某层楼去的意愿以后，首先要找出去该层楼的指示按钮，选出目的楼的按钮并把它按下，指示灯发亮，并得到手感的反应，那么一次乘电梯的操作(动作)就完成了。以后，关门、启动等就由电梯这个黑箱子机械来完成。这种对应于图1-1的人-机系统犹如图1-2所示，不同之处仅在于把操作的确认信息通路另外表示了出来。

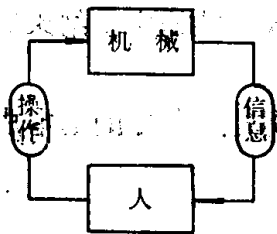


图1-1 人与机械的系统图

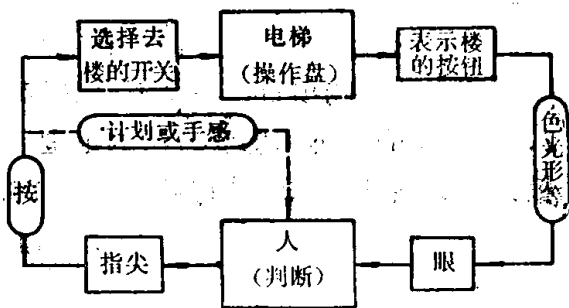


图1-2 人与电梯的系统图

如从人机工程学来讲，就是要去某楼的指示按钮装在易看到的地方，做成易于识别的形状和排列方式。这才是优秀的设计，但如果按钮的数字不能一掠而见，按了也无手感反应，指示灯也没有，则那样的设计就不能认为是恰当的。

这虽然象是非常当然的事，但却是为了把人机工程学应用于设计的一个重要的考虑过程。

第一件重要的事是考虑为达到设计目的所需范围的人-机系统模型。在上述的例子中，只限于叙述了电梯的操作控制板，但若就电梯厢考虑的话，把厢的大小，门的大小等视为机械体系，当然必须考虑容纳的人数。

第二件事是确实掌握信息输出部分与信息种类。在本例中就是按钮的形状、排列的图案，就是诉诸于视觉的信息。

第三件事是操作输入部分的机能与操作的种类，通常这也是最被重视的。在本例中仅是撤按钮这一操作，但若将按钮置于难撤的地方，或者按钮过硬而使手指产生痛觉的话，不用说，这是人机工程学上最犯忌的。

最后，就是操作的手感，即反馈给人的信息种类是否恰当的问题。

现试举一个比电梯更为简单的例子，如风暴扶手。当由于船舶剧烈摇晃而抓住风暴扶手的时候，因为机械体系是风暴扶手，这就形成了人-机系统。它是不依人的意志而转移的，这样的考虑就是人机工程学的方法。

虽然信息也许用得上视觉，但在一瞬间或由于习惯，信息将由张开的手指的触觉而来。因此为了所谓“抓住”的操作，就必须有适当的粗细、弹性、摩擦和刚度。此时的所谓机械

体系，可以说就是如图 1-2 所示的机械、信息输出部分和操作输入部分这三者。

本章中所述的人机工程学指南就是建立在这样的考虑方法上，阐述有关人机工程学应用于设计的方法(应用该方法所制订的几个基准汇集于第三章)。

对于人来说，形成输入信息的是感觉，其中特别重要的是视觉、听觉和触觉。根据这些信息的性质，能很好地支配人的判断思考机能。

另外，作为人的“出力”即操作的能力因与人体尺寸、体力等机能有关，故机械体系的操作输入部分的性质必须与之相适应。

对于各种例子，是以信息输入为主还是以操作为主，将会在判断上产生差异。而在有几个操作(动作)重复出现的情况下，根据以何为主的不同，动作也会产生不同的最佳值。前者的例子如顶灯开关安装位置基准(第三章第 11 节)，后者的例子如风暴扶手基准(第三章第 10 节)它与厕所器具布置基准(第三章第 6 节)中的风暴扶手基准是不相同的，请参照之。

2.人的机能

人依靠感受器官接受外界的信息，在中枢对它进行判断，经传递而变为运动，从而进行动作、操作。

认识外界的感觉有种种不同，在识别外界条件的机能中，特别是对船舶设计方面，从中列举一些便于理解的项目，并从有关文献中摘录了关于这些机能的实验结果等数据。

2.1 感觉的种类和感受方法的范围

根据人的感觉、知觉的特性，表 1-1 中列出了构成识别外界条件的基本成分。

识别的基本成分			表1-1
1.视觉	2.听觉	3.皮肤感觉	
色 亮 远位 运长 大形 数 文	声 强 调 音 色 声音响度 音的节拍 声能密度 方 向 声的时间感觉	温度感觉 压 觉 触 觉 痛 觉 振动感觉 痒 觉 空间感觉 部位感觉	
4.平衡感觉	5.嗅觉		
回转运动 直线运动 摇 动	辣 味 香 味 树脂味 焦 味 腐 臭味		

2.1.1 视觉

视觉由视力、视野、光觉、色觉等四个要素所组成。

(1) 视力

所谓视力就是眼睛的视物能力。

若没有光就不能看清物体。到达眼睛视网膜上的光的强度(网膜的光照度)称为亮度。

由于视网膜的光照度是由所见物的出光度(光亮度)及瞳孔的大小来决定的，故与外界的光照度没有直接关系，而映入眼中的物体的出光度，即光照度和该物体的反射率却与亮度有直接关系。

例如，虽然光照度相同都是 100lx，但一物体的反射率为 10%，另一物体的反射率为 50%，那么眼睛所感受到的亮度前者为 $100lx \times \frac{10}{100} = 10rlx$ (出光度)，后者则为 $100lx \times \frac{50}{100} = 50rlx$ ，这就会感到前者比后者要暗。

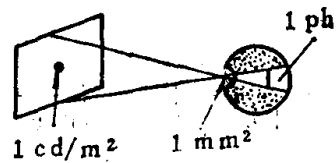


图1-3 网膜的光照度单位

注：所谓1ph 就是中心亮度为1cd/m²时，通过1mm²瞳孔并投射于网膜上的光照度称之为1ph

视网膜的光照度表示视网膜的亮度，图1-3是表示它的单位，即1ph的条件。

我们的眼睛在看到洁白的纸或平坦的雪时，虽然感到很亮，但却什么也没有看到。当在白的上面有其它反射率不同的物体时，才能认清物体(称为对比)。两者的反射率之差在1000lx左右的亮度处为2%，而在0.1lx左右处则有20%的亮度差。

表1-2 所示为影响视野的某些光的测定的常用单位。

光的测定中常用的单位 表1-2

常用单位符号	读 法	说 明
cd (发光强度)	candela 坎 德 拉	单位时间内向某一方向射出的光量，光源单位 发光强度 = 光通量/立体角
lx (光照度)	lux 勒 克 司	单位时间内单位面积所接受的光量，即亮度单位 光照度 = 光通量/受光面积
lm (光通量)	lumen 流 明	用标准比视感度评价的放射束
nt, sb (光亮度)	nit 尼 特 stieb 熙 提	光亮程度的单位 光亮度 = 发光强度/受光面积
rlx (出光度)	radlux 辐射勒克司	由微面积射出的光通量除以其面积的值光源的亮度单位

(2) 视野(视角)

若将视野分类的话，可分为动视野、注目视野、静视野。

所谓动视野就是头部固定不动，自由转动眼球时可见的范围。

所谓注目视野就是头部固定不动，转动眼球只盯视某中心时所见的范围。

所谓静视野就是头部固定不动，在眼球静止不动状态下自然可见范围。

图1-4 表示人的视野(动视野、注目视野、静视野)的范围。

此外，视野的范围还随颜色种类的不同而不同，按绿、红、黄、蓝、白的次序视野依次变宽。

而且，由于映入视网膜的大小是由物体的大小和眼睛的距离来决定的。如果由眼睛射出的角度(视角)大，则看到的物体就大。即若视角大则容易看到，而视角小则不易看到。在日常作业中，由于眼睛与其所见之物间的距离大致是一定的，因此在设计中一定要注意使作业中的细微部分均能清楚地看见。

(3) 光觉

若在视野内出现了比眼睛所能适应的光亮度更高的光亮度时，则将引起不适的感觉。这就叫做“耀眼性”。造成“耀眼性”的各种状态有如下几种：

- ① 周围很暗，而光源很明亮，则“耀眼性”强；

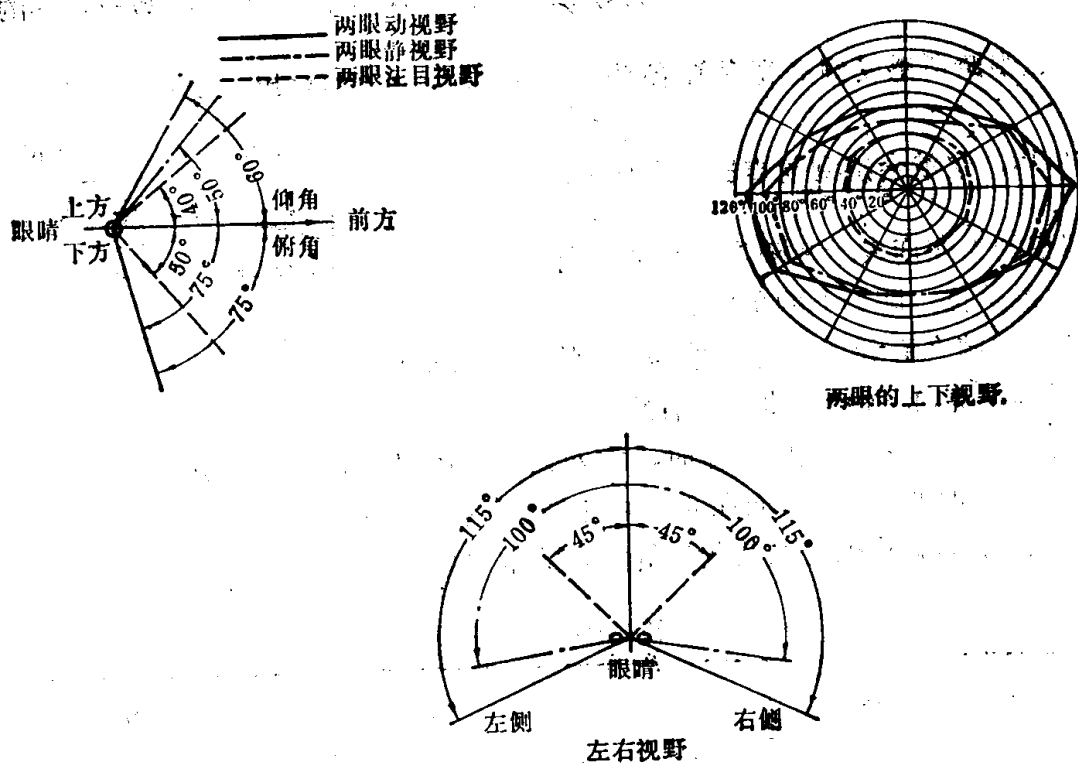


图1-4 人的视野

- ②光源越明亮则“耀眼性”越强；
- ③光源位于视野的上下、左右 20° 以内时，则“耀眼性”强；
- ④所见光源越大，则“耀眼性”越强。

若“耀眼性”强，则视物能力下降，工作效能就变差。一般用出光度 (lm/m^2) 来表示“耀眼性”的程度。出光度在 $0.3\text{lm}/\text{m}^2$ 时视物能力下降 20%，在 $2\text{lm}/\text{m}^2$ 时视物能力将下降 50%。因此“耀眼性”程度必须保持于 $0.1\sim 0.2\text{lm}/\text{m}^2$ 以下。

在戴眼镜的情况下(不是戴太阳眼镜)，如果在视线的 30° 以上， 40° 以下，左右各 15° 以外的地方有光源的话，则不会感到“耀眼性”。

提高视力的办法是照明。

虽然提高周围明亮程度能提高视力，但周围愈明亮则将会使瞳孔变小，焦点深度变深。因而在光照度高的直射日光下 (100000lx 以上)，由于强烈的反射和强烈的阴影，必定增加眼睛的疲劳，故不能认为高光照度对眼睛有益。

图 1-5 表示光照度和视力的关系，可知光照度一旦高于一定值，将会使视力再度下降。

当用人工照明来获得高的光照度时，还会带来经济性问题。又对于眼睛所必要的光照度是受所见物的大小、对比度所左右的，表 1-3(a、b、c、d) 中列出了 JIS^① 所规定的按工种所必需的照度基准。

(4) 色觉

色彩不只是所谓见之于颜色，它还具有种种生理的、心理的作用。色彩调节实际上成为

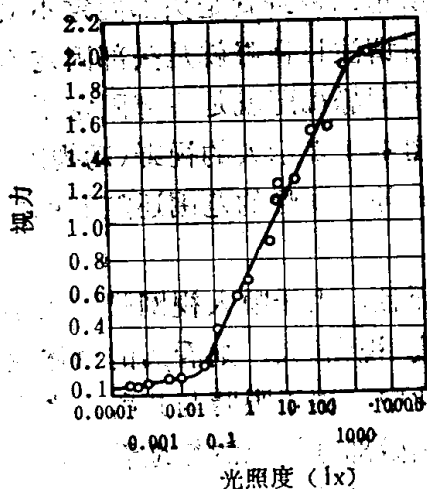


图1-5 光照度和视力的关系

① 日本工业标准的英文缩写。——译者

表1-3

(a)工厂光照度表(由照明学会摘录)					(b)住宅光照度表 (摘录)		
光照度等级	机械工业	纤维工业	印刷工业	汽车工业	光照度等级	室 名	工作类别
aaa	超精密工业	—	—	—	aaa		裁 缝
aa	精密工业 (精密机械精加工)	检 查 穿 经 自动纺织	排 版 校 对	车身油漆 检 查 装 配 线	aa		学习, 读书 (小字)
a	一般加工	上浆(暗色) 检查(明色) 机织(暗色)	植 字 文 选 更 换	车架装配 车身制造	a		读书、洗涤 整理、化妆 针线、就餐
b	粗 加 工	粗 纺 精 纺 卷 管 整 理 上浆(明色)	印 刷	—	b	居室、书房、会客室、 儿童房间、女佣室、日光 室、餐室、浴室、厨房、 化妆室、工作室	
c	—	开 棉 混 棉 打 棉	—	—	c	大门、入口门厅、走 廊、楼梯、厕所	
					d	卧室	

(c)光照度等级			(d)办公室光照度表(摘录)		
光照度等级	标准光照度 [lx]	光照度范围 [lx]	光照度等级	室 名	工 作 类 别
aaa	1000	1500~700	aaa		设计、打字
aa	500	700~300	aa	设计室、打字间、绘图室、经理办公室、 计算机房	阅读书籍
a	200	300~150	a	一般办公室、会议室、书库、电话交 换室、诊疗室	
b	100	150~70	b	会客室、接待室、会议室、工作室、楼 梯、仓库	
c	50	70~30	c	安全梯	
d	20	30~15	d	车库、煤库	
e	10	15~7			
f	5	7~3			
g	2	3~1.5			
h	1	1.5~0.7			
i	0.5	0.7~0.3			

利用色彩的基础。

正如表 1-4 所示的那样，色觉是随条件变化而变化的，而不是一成不变的。

关于色彩调节已有种种文献发表，只要参照这些文献就行了。

一般，如果色彩的刺激性强，则网膜中枢的负担加大而容易产生疲劳。眼睛一旦疲劳，看上去的颜色就退色了并带有黄色，亮度上有强的刺眼感觉，看到的色彩度就减退。

对于色彩各人有各人所好，且因各种条件而异，如表 1-4 所示。但是尽管如此，还是存在着一般的倾向性。图1-6中在亮度-彩度坐标上示出了受喜爱和感讨厌的范围以及穆恩·斯潘塞(Moon Spencer)的所谓明亮区域和阴暗区域。

上面叙述了有关视觉要素的诸要点，下面将记述有关视物能力变样(错觉)和仪表刻度板方面易于明了的项目。

(5)视物能力的变样(错觉)

色觉变化的条件

表1-4

1. 外部条件	2. 内在条件
①照明、亮度 ②白天, 黄昏, 夜晚 ③低 压 ④上 空 ⑤雾、烟 ⑥距 离 ⑦背影, 周围状况	①年 龄 ②药 物 ③疲 劳 ④色盲, 色觉减弱 ⑤颜色适应的状态

视物能力变样 还可被称为
错觉、错视, 由于这是生物学
上的现象, 故需考虑它对视觉
有一定的干扰。

视物能力的变样主要可举
出下列四种类型: 1)形状的视
物变样; 2)形状的失型变样;
3)颜色的视物变样; 4)物体运
动的视物变样。

1)形状的视物变样(图1-7)

- ①相对于水平方向, 其垂直方向所见过大
(夜间这种感觉特别强烈);
- ②与后方物体比较, 前方物体所见过大;

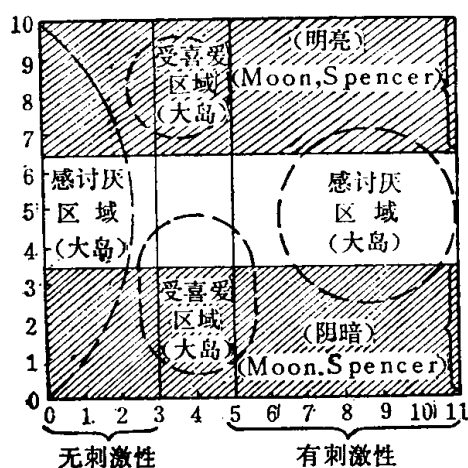


图1-6 亮度-彩度的色彩效果

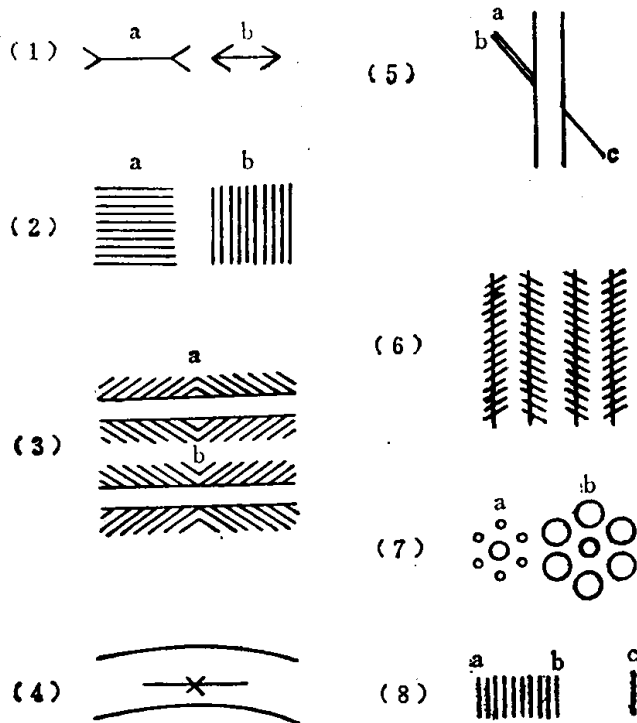


图1-7 形状的视物变样

- ③对比上方物体, 下方物体所见过大;
- ④a 的横线比 b 的横线看上去还长(图(1));
- ⑤a 和 b 虽都是正方形, 但看上去 a 是纵向长的矩形, b 是横向长的矩形(图(2));
- ⑥两根平行线, 看上去却是中央或两端分开(图(3));
- ⑦先看平行的弧线, 再看直线时, 看上去直线同弧线象是向相反方向弯曲似的(图(4));
- ⑧看上去 b 与 c 是一根直线似的(图(5));
- ⑨看上去纵向直线不是垂直的而是弯曲的(图(6));
- ⑩看上去 a 的中心圆比 b 的中心圆还大(图(7));
- ⑪看上去 bc 的间距比 ab 的间距还短(图(8))。

2)形状的变样

从远方看图形时, 看到物理图形的变样。现将这种变形的规律性列举如下:

- ①距离愈远, 变形愈严重;
- ②看上去角是圆的;
 - a. 看上去角被削去而成圆的;
 - b. 看上去角被附加上去而成圆的;