

CS 13.180

T/SHBX 008-2024

C 3467

团 体 标 准

包装机械绿色产品 人机工程设计基本原则

2024 年 12 月 1 日发布

2025 年 1 月 1 日实施

上海市包装技术协会 发布

目 次

前 言	IV
引 言	V
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总则	2
5 造型	3
5.1 造型准则	3
5.1.1 造型设计	3
5.1.2 安全性	3
5.1.3 美学性	3
5.2 造型构成	3
5.2.1 造型艺术表现	3
5.2.2 造型构成技法	3
5.2.3 造型构成组合方式	4
5.2.4 造型构成人机关系	4
5.3 色彩	4
5.3.1 要求	4
5.3.2 配色方法	4
5.3.3 配色设计	5
5.4 质感	5
5.4.1 质感的作用	5
5.4.2 质感的应用及效果	5
5.5 材料及工艺	5
5.5.1 绿色要求	5
5.5.2 美学要求	6
5.6 典型外观件	6
5.6.1 典型外观件的种类	6
5.6.2 防护罩	6
5.6.3 门	7
5.6.4 观察窗	7
5.6.5 把手	7
5.6.6 铰链	7
5.6.7 地脚	8
5.6.8 标牌	8
5.6.9 安全标识	8
6 人机界面	8
6.1 概述	9
6.2 显示装置	9

6.2.1 基本要求	9
6.2.2 视觉显示装置	9
6.2.3 听觉显示装置	10
6.2.4 触觉显示装置	10
6.3 信息界面	11
6.3.1 基本要求	11
6.3.2 菜单	11
6.3.3 布局	11
6.3.4 导航	12
6.3.5 颜色	12
6.3.6 文字和图形符号	12
6.4 操作装置	13
6.4.1 基本要求	13
6.4.2 按键	13
6.4.3 旋钮	14
6.4.4 手柄	14
6.4.5 手轮	15
6.4.6 手握式工具	15
6.5 反馈	15
6.5.1 基本要求	15
6.5.2 视觉反馈	15
6.5.3 听觉反馈	15
6.5.4 触觉反馈	16
6.6 容错	16
6.7 眩光	16
7 工作空间和作业环境	16
7.1 工作空间	16
7.1.1 基本要求	16
7.1.2 身体姿态	17
7.1.3 肌力	17
7.1.4 身体动作	17
7.2 作业环境	17
7.2.1 基本要求	17
7.2.2 视觉环境	17
7.2.3 声环境	18
7.2.4 热环境	18
参 考 文 献	20

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

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专利的责任。

本文件由上海市包装技术协会包装机械专业委员会提出。

本文件由上海市包装技术协会归口。

本文件起草单位：上海烟草机械有限责任公司、上海旭恒精工机械制造有限公司、上海德拉根印刷机械有限公司、上海今昌纸箱机械制造有限公司、上海欧朔智能包装科技有限公司、思辟德智能科技有限公司江苏有限公司、昆博智能科技（浙江）有限公司、景林包装机械（常州）有限公司、芝研智能科技（嘉兴）有限公司、上海仅上包装设备有限公司、上海坤延智能科技股份有限公司、浙江旭派克智能科技有限公司、上海米全自动化科技有限公司。

本文件首批承诺执行单位（排名不分先后）：上海烟草机械有限责任公司、上海旭恒精工机械制造有限公司、上海德拉根印刷机械有限公司、上海今昌纸箱机械制造有限公司、上海欧朔智能包装科技有限公司、思辟德智能科技有限公司江苏有限公司、昆博智能科技（浙江）有限公司、景林包装机械（常州）有限公司、芝研智能科技（嘉兴）有限公司、上海仅上包装设备有限公司、上海坤延智能科技股份有限公司、浙江旭派克智能科技有限公司、上海米全自动化科技有限公司。

本文件起草人员：田王亮、陈晖、吴建军、竺海斌、韩芸、谢强、舒象林、陈波、吴新华、刘小琿、武春风、曹卫星、许安娅、金康虎、魏德明、熊贤俊、张文强、熊华远、陈建华、郭海祥、邱人建等。

本文件为首次发布。

引 言

包装机械的绿色产品是在充分考虑全生命周期过程中环境、资源、人体健康和安全因素，并在保证产品技术性、经济性的前提下，实现资源消耗少、环境负面影响小、对人体健康危害小的一种产品。

人机工程学是研究人、机器和环境之间相互作用的学科。它将人-机-环境作为统一的整体，通过研究人-机-环境之间的相互关系、恰当的设计和改进这种关系，以创造出最适合于人操作的机械设备和作业环境，使系统的综合性能最优。

因此，在产品设计上充分应用人机工程设计理念，坚持以人为本，即以使用产品的人作为产品设计的出发点，通过对人体特性、人机系统整体设计、人机界面设计、工作场所设计、工作环境和安全保护设计等方面的研究，使人机实现高度协调，形成高效、经济、安全的有机系统。通过人机工程设计的产品具有安全健康、方便快捷、美观宜人的效果，可同步实现资源优化、提高能效、降低能耗、生产安全、环境友好等效果，对于包装机械绿色产品的实现具有不可或缺的作用和意义。

本文件围绕人机工程设计基本原则，从造型、人机界面、工作空间和作业环境等方面对包装机械产品的设计做出规范性要求，最终使产品达到绿色设计的要求。

包装机械绿色产品 人机工程设计基本原则

1 范围

本文件规定了包装机械绿色产品研发过程中运用人机工程理念设计的基本原则，主要涵盖造型、色彩、材质、人机界面、工作空间、作业环境等方面的要求。

本文件适用于人机工程设计方法在包装机械绿色产品上的应用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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。

GBZ/T 229.4-2012 工业场所职业病危害作业分级 第4部分：噪声
GB/T 1251.1-2008 人类工效学 公共场所和工作区域的险情信号 险情听觉信号
GB 2894-2008 安全标志及使用导则
GB/T 4025-2010 人机界面标志标识的基本和安全规则 指示器和操作器件的编码规则
GB/T 5226.1-2019 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件
GB/T 8196-2018 机械安全 防护装置 固定式和活动式防护装置的设计与制造一般要求
GB/T 10000-2023 中国成年人人体尺寸
GB 12348-2008 工业企业厂界环境噪声排放标准
GB/T 14775 操纵器一般人类工效学要求
GB/T 15706-2012 机械安全 设计通则 风险评估与风险减小
GB/T 15759-2023 人体模板设计和使用要求
GB/T 16251-2023 工作系统设计的人类工效学原则
GB/T 38655-2020 公共信息导向系统 人类工效学设计与设置指南
GB 50033-2013 建筑采光设计标准
GB 50034-2013 建筑照明设计标准
DL/T 575.12 控制中心人机工程设计导则 第12部分：视觉显示终端（VDT）工作站
JB/T 5062-2006 信息显示装置 人机工程一般要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

人机工程 human engineering

把人-机-环境系统作为研究的基本对象，根据人和机器的条件和特点，合理分配人和机器承担的操作职能，并使之互相适应，为人创造出舒适和安全的工作环境，从而使工效达到最优化。

3.2

造型 moulding

是创造物体形象的手段。机械的造型设计是将与产品相关的功能、结构、材料、工艺、视觉传递、宜人性、市场关系等方面，进行综合的创造性设计，而获得人一机—环境协调统一，符合时代要求的一种创造性活动。

3.3

色彩 colouration

表现产品外观造型最直接的语言，它能影响操作者和产品之间的人机互动关系，同时在美化产品和提高自身的美感方面起着重要的作用，给操作者带来全新的体验。

3.4

质感 texture

一种感觉物性，是人们在长期实践经验的积累中对物质的色、质效果所形成的某种概念和联想。通过材料表面的构造，经过人的视觉和感觉器官来表现。

3.5

人机界面 human machine interface HMI

是人和设备之间制定决策、传递信息或进行沟通的部件。

鉴于现今的工作任务对于工作者心智方面的要求越来越高，在人机交互设计的时候，不仅要考虑设备的物理（机械）特性，也要考虑设备的认知特性。

3.6

容错 fault-tolerant

在产品中设置相应的机制，使得当出现机器故障或人为错误时，系统可以自动识别并加以纠正，以保持产品运行的稳定性和可靠性。

3.7

眩光 dazzle light

指视野中由于不适宜的亮度分布，或在空间或时间上存在极度的亮度对比，以致引起视觉不舒适和降低物体可见度的视觉条件。

3.8

工作空间 work space

为了完成工作任务，在工作系统中分配给一个或多人的空间范围。

[来源：GB/T 16251-2023, 2.15]

4 总则

4.1 包装机械企业应将人、机、环境作为一个统一的整体，创造最适合于人操作的绿色机械设备和作业环境，使人、机、环境系统的综合性能最优化。

4.2 产品应考虑使用者的心理感受 and 实际伤害，以确保操作人员能够安全、舒适地进行操作。

4.3 产品应满足操作方便性的要求，便于操作人员对设备进行安装、调试、维护等工作。

4.4 产品不仅应满足使用安全、操作便捷和功能提高的需求，还应考虑操作者的审美需求，即宜人性的需求。通过使用特定的设计元素，创造简洁大方的外观，体现工业发展的特征和时代的美感，以提升操作者的精神愉悦感和工作效果。

4.5 产品应综合考虑环境影响和资源消耗，保证设备安全、稳定、可靠运行的前提下，合理选择材料和工艺；应优先采用资源利用率高以及污染物产生量少的清洁生产技术、工艺和设备。

5 造型

5.1 造型准则

5.1.1 造型设计

产品造型设计，应：

- a) 保证产品的安全、稳定、可靠运行；
- b) 满足产品的结构、强度、防护、使用环境的适用性等技术要求；
- c) 以人机工程学的理论为指导，发挥操作者的最佳效率；
- d) 产品各个模块应遵循主从协调，保持风格、色调和布局间的和谐统一。

5.1.2 安全性

产品造型的安全性涉及到用户的心理感受 and 实际伤害，应：

- a) 确保产品的稳定性，避免因产品部件或整机的外观形态的设计使用户产生不稳定、不安全的心理感受；
- b) 确保产品的完整性，避免有危险的、可能导致用户伤害的粗糙表面、尖锐转角和尖棱；产品具备开合功能的部件设计应确保用户的使用安全，避免缝隙和开口给用户带来伤害；
- c) 确保标识的可视性，无法通过设计消除、或通过保护装置、屏障也无法完全消除的可预计危险，应在危险处表面附上相应的警告信息或标识。

5.1.3 美学性

产品造型的美学性表达，应考虑以下内容：

- a) 设计语义，产品设计语义应简洁清晰，能够起到解释和传达作用，同时能有效传达设计寓意；
- b) 合理性，应符合使用人群的心理喜好和审美、文化等特征；
- c) 时代感，应符合当下社会的审美观，避免滥用设计要素堆砌，给人带来视觉负担；
- d) 创新性，应具有鲜明的设计语言，尽量避免与其他品牌同类或近似产品的整体外形特征相似性。

5.2 造型构成

5.2.1 造型艺术表现

产品的造型构成应体现艺术表现力，应遵循：

- a) 比例协调原则，应优先满足设备的使用功能，同时考虑工艺和审美要求，使得产品形体各部分之间、以及部分与整体之间尺寸协调；
- b) 体量平衡原则，以保证设备的均衡与稳定；
- c) 变化协调原则，局部变化要与整体造型协调统一。

5.2.2 造型构成技法

产品的造型构成技法，应遵循：

- a) 可在不违反相应尺寸标准的前提下，根据需要选用各种不同的比例；
- b) 可利用对称与不对称、附加或扩大支承面、视错觉等方法，使形体达到均衡稳定；
- c) 可利用调和、主从、呼应、对比、节奏、重点等方法，使形体达到统一和变化；
- d) 可利用量感和块感、虚实对比和光影效果等方法，以增强形体的立体感；
- e) 可利用绘制效果图的方法，以表现形体的实际造型。

5.2.3 造型构成组合方式

产品的造型构成组合方式，应遵循：

- a) 可利用堆砌、接触、连续、渐变、贴加、叠合、贯穿等形体组合方式，以将单一的形体组合成复合的形体；
- b) 可利用贴加和内含的组合方式，以改变形体的空间组合；
- c) 可利用缓和渐变方式，以处理形体各部的衔接和过渡。

5.2.4 造型构成人机关系

产品造型构成应充分考虑人机关系，应考虑以下内容：

- a) 应符合人体功能要求。形体工作位置要适合人体主要结构尺寸，并为人体的活动部位备有足够的空间；人体的尺寸及使用要符合相关标准，数据按 GB/T 10000-2023 和 GB/T 15759-2023 中的规定；
- b) 应将操作元件布置在人体功能活动的范围之内，并优先布置在人手活动最灵敏、辨别力最好、反应最快的位置；相互联系较多的操作元件要就近布置，并能与相应的显示元件在位置上呼应；
- c) 应按相关标准的规定，根据生产机械运动方向来布置，确定操作器件的颜色及位置；
- d) 应将监视元件尽量地布置在最佳视区范围内，尽量减少操作者侧视和环视，以保证清晰、迅速、可靠地采集、传递信息；
- e) 应保证操作和维护人员的工作安全。

5.3 色彩

5.3.1 要求

产品外观造型的色彩设计具有防护、警示、装饰和标识等功能。

产品造型的色彩配置，应遵循：

- a) 应用色彩学原理、配色应从色相、明度、彩度三大要素入手予以变化；同时保持主体色及辅助色之间色彩的比例协调及体量和谐；
- b) 综合考虑产品的功能和环境要素，做到与产品定位相统一及使用环境相协调；
- c) 全面了解不同色彩的属性和表达意义，要充分考虑国际通用色标的具体应用；
- d) 同时考虑产品的外型结构方式及其加工工艺；
- e) 保持视觉生理平衡，并且适应操作者对色彩的心理要求；产品的主体表面不宜大面积采用高彩度、刺激的颜色；以免使用者产生视觉疲劳和厌烦；
- f) 适当地体现出色彩的时代感；
- g) 注意不同国家地区的色彩爱好与禁忌、气候条件，选择适宜的配色；
- h) 突出产品的颜色特征，要避免色彩过于艳丽、紊乱或繁杂的配置。

5.3.2 配色方法

产品的色彩配置方法，应按下列要求执行：

- a) 主调色：合理选择整体造型的色彩基调，运用色彩调和的原理，使基调色彩有所变化，以加强层次感和立体感，并要考虑产品和环境色彩间的协调性；
- b) 辅色：根据色彩的形式美法则及色彩的对比法则，选择与主调有对比与协调关系的色彩作为配合；可通过上明下暗、上轻下重、上虚下实，或施以色带，以取得丰富而生动的色彩效果；
- c) 警戒色：对重要部件、运动部件加入特殊色调，以起到画龙点睛及强调、警示的作用；

- d) 点缀色：在色相、明度和纯度上，要依据产品的功能属性，结合主调色和辅色，用色彩对比、平衡和调和的方法来处理。尽量少用明亮色，以减少眩光对人眼的刺激。表面附件色彩的色相不宜过多，以免使人感觉紊乱或繁琐。

5.3.3 配色设计

产品的配色设计推荐：

- a) 机身设计宜采取纯度和明度适中的冷色调、浅色调或灰调作为产品的主色调；
- b) 防护罩和底座宜采用下深上浅的格调；防护罩宜采用浅色系，底座宜采用深色系；
- c) 门、观察窗的色彩在整体色彩中起着辅色的作用，宜优先采用彩色系，保证其易于识别；
- d) 面板的基色须与产品的基色相互调和匹配，需按指示进行涂色的应按色标的规定进行涂色；
- e) 按键、旋钮、手柄、手轮等运动部位的配色应采用明度和纯度略高的暖色，并在侧面采用条状纹理，以取得活泼、醒目的效果，起到警示作用，推荐采用橘红色；
- f) 工作台面的配色应使用无刺激、无眩光、视认度好、感觉舒服的色彩（如：金属灰），使工作中视觉不易产生疲劳感觉，并为运动部位的色彩做缓冲；
- g) 商标、标志和铭牌等附件的色彩起到重点装饰美化的效果，设计中应选择简洁、醒目、生动的色彩，具有良好的识别性和关注感。产品标牌宜采用黑、白、红、黄等单色，以此突出企业的标识和产品的型号。

5.4 质感

5.4.1 质感的作用

质感设计可以决定和提升产品的真实性和价值性。触觉质感设计可以提高产品的适用性；视觉质感设计可以提高产品整体的装饰性；人为质感设计可以替代或弥补自然质感的不足，达到产品整体设计的多样性和经济性。

5.4.2 质感的应用及效果

质感在产品造型中的应用及效果，涉及以下几个方面：

- 在整体造型设计中应注意质感与形体色彩的统一，以使产品的造型更加完善与充实；
- 运用不同的色彩，可以获得不同的质感效果。一般明色、轻色及弱色给人以细润、轻快、丰满的感觉；而暗色、重色及强色则给人以稳重、坚实、淳朴的感觉；
- 同一材料经过不同的工艺处理后，可以得到不同的质感效果，如：庄重、朴实、细腻、坚实、冷暖感、轻重感、薄厚感、凸凹感等效果；
- 产品外表推荐使用橘型皱纹或其他微型颗粒的喷涂方法，以增强质感；
- 面板可选电镀、喷粉、涂漆、丝网漏印、胶印等表面处理方法，以达到清晰、舒适、明快、整洁的质感效果。

5.5 材料及工艺

5.5.1 绿色要求

产品的绿色要求，应考虑以下内容：

- 采用无毒、无害或者对环境友好、国家允许的原料；
- 采用资源利用率高、污染物产生量少的工艺和设备；
- 采用能够达到国家或地方规定的污染物排放标准、以及排放总量控制指标的污染防治技术；
- 对生产和服务过程中产生的废物、废水和余热余压等进行综合利用或者循环使用；

- 对生产环境进行标准化管理，控制废弃物产生，减少对环境的影响；
- 对产品进行合理包装，减少包装材料的过度使用和包装性废物的产生，降低包装材料占产品价值的比例，并提倡循环使用包装箱；
- 通过生产过程控制，提高一次加工合格率，减少浪费与返工；提高加工及表面处理质量，延长产品寿命，间接节省材料与降耗；
- 合理使用材料，在保证设备安全、稳定、可靠运行的前提下，适当选取材料，减少资源消耗。

5.5.2 美学要求

产品应运用先进的材料和工艺设计技术，以符合产品的美学要求，涉及以下内容：

- 材料物性与工艺适配，当选用两种以上材料组合设计时，应考虑材料之间的适配性，避免可能造成的工艺缺陷及质量安全隐患；
- 加工与装配，非功能部件之间连接缝应均匀平整，功能部件的结构缝隙在满足功能需求的同时，应尽可能处理均匀、平整；
- 材料与质感体验，产品外观部件的材料特性应与使用功能结合，与人接触部分在清洁和舒适度方面有良好的使用者体验；
- 能用表面工艺处理达到外观需求的，尽可能减少分件，保证外观的整洁性、易清洁性。

5.6 典型外观件

5.6.1 典型外观件的种类

外观件的人性化设计是产品造型设计的重点，外观件人机性能的优劣直接影响人们对产品整体性能的评价。

包装机械绿色产品造型设计的典型外观件有：防护罩、观察窗、门、把手、铰链、地脚、标牌、安全标识等。

5.6.2 防护罩

防护罩的主要功能是保护操作者免受设备运行过程中可能产生的伤害，防护罩造型的视觉冲击力和表现力直接影响人们对产品的第一印象和最终评判，在设计中应充分考虑人机工程的因素。

产品防护罩设计应遵循如下原则：

- a) 防护装置的设计、构造、选择应符合 GB/T 8196-2018 的要求：
 - 应考虑机器全生命周期内可预见的操作和机器环境方面（噪声、振动、热效应）的因素，保护人员免受危险伤害；
 - 应便于操作、安装和维护。例：可拆卸部分设计应具有合适的尺寸、重量、且易于搬运；不可拆卸部分应具备适于升降装备投送的辅助装置；
 - 应设置清晰可视化的安全标志和警示标识，提醒操作人员注意防护罩的存在和使用，并且在机器作业时不得打开防护罩；
 - 应对防护装置进行风险评估并采取相应危险减小的措施，应符合GB/T 15706-2012 的要求。
- b) 外型分直面、斜面、曲面三种，宜优先选用斜面和曲面外型，美观大方；
- c) 材质宜优先采用有机玻璃，易于观察，可保证机器长时间使用后仍保持良好的外观；
- d) 连接处应焊缝平整、无裂纹、无明显杂质等缺陷；
- e) 外表面应均匀无色差，平滑无脱落，无油污；装配前内表面进行清洁。

5.6.3 门

门位于防护罩正立面的中间部分，是产品机身造型设计的重要组成要素。产品门的设计应遵循如下原则：

- a) 门的造型受到防护罩正立面造型的约束：
 - 门的外轮廓应与防护罩正立面的轮廓保持一致，其外型主要分直门、折门、曲门三种；
 - 门和防护罩边缘原则上应形成清晰且不间断的线条。
- b) 门的样式、尺寸和位置主要受到工作台尺寸、操作者的特征等限制：
 - 门要对工作台完全敞开，当工作台尺寸较大时，应采用双开门，便于操作和省力；
 - 应适应操作者的手部动作和身体姿势，降低操作过程中的疲劳感。
- c) 选择质感和温度适宜、易于清洁且防腐蚀的材质，提高人机交互的舒适度；
- d) 尽量降低环境因素的影响，避免噪音，尘埃、湿度对操作者造成影响；
- e) 合理设置保养和维护的入口和出口，以方便操作者进行日常保养和维护工作。

5.6.4 观察窗

观察窗是产品正立面的视觉中心，方便操作者对产品和机器的运行状态进行监测；可视区域、观察姿势、观测效果直接受到观察窗设计的限制。

产品观察窗的设计应遵循以下原则：

- a) 观察窗的造型风格要与整机风格相协调；观察窗的型式分有框、无框两种，宜优先采用无框型。在条件允许时，选用不规则和曲面的观察窗，提高整体造型的美感；
- b) 观察窗的尺寸、形状和位置应符合大多数操作者的身高、视角等人体特性要求，确保适应不同身高的人群，可以方便地观察到机器运行状况；
- c) 应采用特殊的镀膜或涂层来提高观察窗的透光率和清晰度，从而提高操作者的视觉舒适度，避免视觉疲劳；
- d) 应设置清晰的可视化标识，及时准确地显示设备的工作状态和警示信息。

5.6.5 把手

把手是产品与操作者进行交互的直接接触元件，它的设计直接影响操作人员的舒适性和工作效率。

产品把手的设计应遵循以下原则：

- a) 可及性：应注意不同人的身高、臂长的差异，要求符合大多数操作者的触及范围；
- b) 适应性：应注意不同人的手部尺寸和力量的差异，要求符合大多数操作者的手型；对于需要较大握力的设备，可采取增加把手宽度或改变把手形状以增加摩擦力；
- c) 稳定性：应加入防滑纹理或者增额外的防滑装置来提高操作者抓握的稳定性；
- d) 方便性：应加入可调节长度或角度的装置，使操作者可以根据自己的身高、姿势或操作习惯来进行调整；
- e) 一致性：把手外轮廓线主要分直、曲、折三种，把手造型应与产品整体造型风格相一致；
- f) 可辨性：把手颜色应根据环境和设备的需要来确定，提高视觉可视性；应加入明显的标识、文字或特殊形状，来提高操作者的识别和操作能力；
- g) 标准化：宜优先选用标准件，便于维修和更换；选型时应考虑材料、表面处理、最大静载荷等因素，要确保把手的强度和耐磨性。

5.6.6 铰链

产品铰链的设计应遵循以下原则：

- a) 安全性，铰链的材料应具备足够的强度和耐用性，以防止因材料失效导致的意外伤害；对于可能夹伤手指的铰链（门铰链），应进行防夹手设计；
- b) 舒适性，铰链的操作力应适中，既要保证部件能够轻松开启和关闭；同时应尽量减少开闭过程中的噪音，以避免对使用者造成干扰；
- c) 美观性，铰链的外观设计应与产品的整体风格相协调，并具有一定的美感；应尽量保证外形尺寸小、安装位置不外露；铰链外表面应色泽均匀一致、镀层均匀；
- d) 可靠性，应选择耐磨、耐腐蚀材料或进行表面硬化处理，以保持其性能稳定可靠；
- e) 可维护性，应拆卸方便快捷，以便于润滑、维修、更换等；
- f) 标准化，铰链宜优先选用标准件，选型时应考虑承载能力、开启角度、阻尼、定位功能等。

5.6.7 地脚

产品地脚的设计应遵循以下原则：

- a) 安全性，地脚应具备足够的承载和抵抗倾覆能力、确保设备的稳定和安全；对于需要接地的设备，地脚应具有良好的接地性能，以防止静电积聚和电击危险；
- b) 尺寸和间隙：
 - 地脚宽度应提供足够的支撑面积，保证设备的稳定性和平衡性；
 - 地脚高度应符合人体工程学原理，使操作者能够在自然舒适的姿势下进行操作；
 - 地脚之间应留有足够的间隙，以避免操作者的脚部碰撞或绊倒。
- c) 可调性：对于需要适应不同身高操作者的设备，可以设计高度可调节的地脚；对于需要在不同角度操作的设备，可以设计角度可调节的地脚；
- d) 标准化，宜优先选用标准件，选型应考虑材料、表面处理、螺纹规格、容许载荷等因素；
- e) 美观性：外表面应色泽均匀一致、镀层均匀；在满足工作要求的前提下，优先选用结构紧凑，外形尺寸小的型号。

5.6.8 标牌

产品标牌的设计、布置及安装应遵循：

- a) 设计应简洁、清晰并有时代感，内容要准确完整、概括精练并符合相关产品标准要求；
- b) 尺寸、形状、色彩应与整体造型相互协调统一；
- c) 布置合理，便于观察、检视；
- d) 文字、数字应清晰、正确；
- e) 应采用坚固耐用的材料制作，一般不宜使用遇水变形、变质或易燃的材料。有触电危险的作业场所应使用绝缘材料，保证操作者的安全。

5.6.9 安全标识

产品安全标识的设计应注意以下内容：

- a) 无法通过设计消除、或通过保护装置、屏障也无法完全消除的可预计危险，应在危险处表面附上相应的警告信息或标识；
- b) 信息描述应清晰、准确，所用材料应坚固耐用；
- c) 放置在可能发生危险时，信息能被用户看见的位置；应尽量与人的视线高度一致，以方便操作者在使用过程中随时可以看到，突出其警示的功能；
- d) 安全标识的设计应符合 GB 2894—2008 中的规定。

6 人机界面

6.1 概述

人机界面主要由硬件界面（显示装置、操纵装置）和软件界面（信息界面）组成，它们是包装机械绿色产品人机交互设计的重要内容。

6.2 显示装置

6.2.1 基本要求

显示装置是产品人机界面设计的重要组成部分，使用人员通过阅读和接受显示装置提供的信息及反馈，实现对产品的工作参数获取及操控。产品的显示装置可分为视觉显示装置、听觉显示装置、触觉显示装置。

显示装置在人机界面设计中需要遵循以下基本要求：

- a) 应考虑传递信息的特点和操作者的感知特性，保证信息传递准确，快速，易于操作者理解和接受；应符合 JB/T 5062-2006 的要求；
- b) 应考虑显示装置所处的环境，保证显示装置在任何规定条件下（照明、噪声、振动和气候条件等），可正常实现功能和作用；
- c) 应以最大程度降低人的失误概率的方式运行；应能保证迅速识别及反馈信息，以便操作者及时采取措施；
- d) 密集排列的和组装在一个支座上的显示装置应具有相同的外观。相同的外观是指有相同的形状、颜色、大小数字、标识（刻度线粗细、颜色、字体等）。

6.2.2 视觉显示装置

视觉显示是由光源、物体或发光标志组成的信息类型，通过操作者的视觉器官传递各种信息。视觉显示装置人机工程设计必须将显示信息的特点与使用者的视觉特点相匹配，旨在为用户实现鲜明醒目、清晰可辨、明确易懂的交互体验。在设计时需要考虑以下要素：

- a) 功能性：
 - 应根据使用环境和需求选择合适的显示器类型，同时应具备良好的显示功能；
 - 仪器仪表的型式、尺寸、字符、刻度、视距、排列等应符合 JB/T 5062-2006 的技术要求；
 - 电子显示器的尺寸、亮度、对比度、分辨率、刷新率、色彩等应符合 DL/T 575.12 的技术要求。
- b) 可视性：
 - 应根据人体相关测量参数，确定显示装置的最优布置区域；当多个显示装置排列时，应按其代表部件的功能和使用顺序关系从左至右或从上至下的视觉流程顺序进行；
 - 应考虑不同的环境照明和观察角度，确保显示器在各种情况下都能提供良好的可视性。
- c) 可读性：
 - 应保证显示信息含义明确，且易于阅读和理解，可采用清晰的图标、颜色、标题、标签，合适的字体大小、间距、对比度等；
 - 应保证显示的量值具有足够的精度，同时控制显示内容的数量，次要参数过多，会增加操作者的心理负荷。
- d) 交互性：
 - 应让用户通过视觉信号（颜色变化、动画效果、信息提示等）知道操作是否成功以及当前状态；
 - 应尽量采用相似的设计元素和交互模式，同类型显示内容在不同的场景下宜采取相同的显示型式，以减少用户的认知负担，便于快速识别；

- 应允许操作员根据个人需求调整显示器的高度和角度，以减少眩光和颈部疲劳，以获得最佳的观看体验；
- 应支持与其他感官（如听觉和触觉）相结合，实现多模态交互。

6.2.3 听觉显示装置

听觉显示是由纯音或复音组成，通过操作者的听觉器官传递信息。

听觉显示装置人机工程设计必须将显示声音的特点与使用者的听觉系统特点相匹配，为用户实现清晰可辨、反馈及时、传递稳定的交互体验。在设计时需要考虑以下要素：

- a) 功能性：
 - 应具备提供清晰、准确、敏捷的声音信号能力；确保传递的声音信号能从环境噪声或多个信号之间区分出来，即在强度、频率、波形等方面有明显差异；
 - 应具备通过音效提供信息反馈的能力。可通过不同的声音、音调和音频效果，向用户传达不同的状态、警告或提醒信息，增强用户的交互体验；
 - 应具备足够的耐用性和可靠性，不仅能够经受长时间使用而不损坏或失效；同时应具备一定的抗干扰和降噪能力，以提供清晰、稳定的声音和语音体验。
- b) 可辨性：
 - 应具备宽频响应的特性，应能够播放从低音到高音的全频段音频，这样可以确保用户能够听到音频中的所有频率成分，获得更丰富的听觉体验；
 - 应具备多声道音频输出能力，例如：立体声或环绕声。这样可以提供更立体、沉浸式的听觉体验，使用户感受到音频的空间分布和方向感。
- c) 交互性：
 - 应允许不同用户根据自己的听觉感知需求，调整音量、音效类型、语音助手的声音等参数，以满足个性化的交互体验；
 - 应具备语音识别能力，使用户能通过语音指令与系统轻松地进行交互，提供更全面、直观的用户体验；
 - 应与其他感官（如视觉和触觉）结合，实现多模态交互。

6.2.4 触觉显示装置

触觉显示是由操作者的触觉器官尤其是手指接触物体的轮廓、表面、几何形状而传递的信息。

触觉显示装置人机工程学设计必须将触觉信号的特点与使用者的感知和运动特性相结合，为用户提供感知清晰、操作舒适、安全高效的交互体验，在设计时需要考虑以下要素：

- a) 功能性：
 - 应能够灵敏感知和准确捕捉用户的触摸位置和力度，以确保用户的交互操作得到准确的响应；
 - 应允许不同用户根据自己的触摸感知需求。调整触觉反馈的强度或灵敏度，以满足个性化的交互体验；
 - 应能够经受住长时间使用和触摸操作带来的磨损和压力。
- b) 操作性：
 - 应保证触觉显示装置在身体可及范围内（最好在最佳区域内）；
 - 应确保用户的人身安全 and 信息安全，使用户能够信任地进行操作和控制自己的信息。
- c) 交互性：
 - 应能让用户通过触觉反馈（振动、力度变化等）明确感知到他们的触摸操作及是否成功；同时要优化触觉显示器的分辨率和响应时间，以提供精确及时的触觉反馈；

- 应支持同时感知和处理多个触摸点的操作，提高交互的灵活性和效率；
- 应具有适当的粗糙度和硬度、使手感柔软、不易打滑、操作省力；
- 应与其他感官（如视觉和听觉）结合，实现多模态交互。

6.3 信息界面

6.3.1 基本要求

信息界面是产品使用时用户与计算机之间的交互界面，其设计开发的原则是让用户能够轻松地使用计算机系统。

信息界面设计需要遵循的基本原则如下：

- a) 应提供足够信息显示，让用户能快速了解系统的全局状况，也能获取具体参数的详细信息；
- b) 应考虑用户的视觉感受和认知特点，设计出美观大方、易于理解和使用的界面；
- c) 应考虑用户的反应时间和操作习惯，设计出流畅和自然的交互方式；
- d) 应具有良好的界面一致性，应尽量采用相似的设计元素和交互模式，以减少用户的认知负担；
- e) 应具有灵敏的识别和反馈特性，能够快速响应用户的操作，在短时间内完成各种任务；
- f) 应具有足够的稳定性和可靠性，能在各种环境下正常运行，并处理各种异常情况；
- g) 应具有充分的可扩展性，能够适应不同的应用场景和需求，可根据用户需求进行定制和扩展；
- h) 应具有足够的跨平台性，能够在不同的操作系统和设备上运行，适应不同的硬件和软件环境；
- i) 应具有良好的可维护性，采用模块化设计和清晰的代码结构、方便开发人员进行维护和升级；
- j) 应考虑无障碍设计原则，为视力障碍者和其他特殊需求用户提供支持；
- k) 应遵循隐私保护原则，保护用户的个人信息和数据安全。

6.3.2 菜单

菜单是信息界面设计中常用的一种交互方式，它可以帮助用户快速访问和操作界面上的功能。在设计时需要考虑以下要素：

- a) 菜单类型：应根据用户的使用场景和操作习惯选择；可采用下拉菜单、上下文菜单、树形菜单等；对于复杂的系统，可以采用多层次菜单设计，提供逐级展开的方式；
- b) 菜单布局：应简洁明了，易于操作；可采取分组、缩进、分隔线等方式来组织菜单；
- c) 菜单名称：应简单明确，不产生歧义且易于理解和记忆；
- d) 菜单排序：应按用户的使用频率和重要性进行排布，最常用和最重要的功能应放在最显眼的位置；
- e) 菜单反馈：应提供实时反馈，可采用弹出消息、状态栏提示等方式，以使用户快速理解和掌握结果；对于可选中中和不可选中的菜单项，应提供明确的状态指示，避免用户误操作。

6.3.3 布局

布局是信息界面元素排列方式和空间分配是否合理的重要因素，合理的布局可以提高用户的使用效率和体验。在设计时需要考虑以下要素：

- a) 界面风格：应保持界面的整体风格与品牌形象相呼应，突出产品特点和优势，体现品牌的专业性和独特性；
- b) 界面结构：应建立清晰的界面结构，可采用层次结构、分组、标签等方式来组织和呈现界面元素，使用户能够快速阅读和理解；
- c) 可视化层次：应利用视觉引导用户注意重要信息，确保关键信息易于发现和理解；可采用大小、颜色、对比度等可视化的方式传达信息的层次和重要性；

- d) 内容分布：应调节和平衡内容的分布，可采用网格系统、比例关系、对齐方式等方式，避免信息过载或稀疏，提高界面的整体美感和可读性；
- e) 空白和间距：应留出适当的空白和间距，可以帮助用户更好地理解 and 区分界面元素，减少视觉混乱，提高阅读的舒适性和整体美感；
- f) 导航和操作：应考虑到导航阅读和操作的便利性；重要的导航和操作元素应放置在易于访问和操作的位置，以提高用户的使用效率和体验；
- g) 响应式设计：应具备响应性，以适应不同屏幕尺寸和设备类型。可采用自适应布局、流式布局、媒体查询等技术来确保布局在不同设备上都能良好显示和操作。

6.3.4 导航

导航是引导用户访问或使用系统的栏目、菜单、帮助、分类等布局结构形式的总称。在设计时需要考虑以下要素：

- a) 类型：应根据界面的布局和功能需求选择，可采用选项卡式、翻页式、列表式、卡片式等多种形式；
- b) 布局：应根据人的阅读习惯和操作顺序进行布局，可布置在顶部、底部、侧边等位置，亦可使用标签、图标、按钮等来表示不同的导航项，以使用户快速识别和选择；
- c) 风格：应保持整个信息界面中的导航设计风格一致。相似的页面或功能应该使用相似的导航样式和位置，以提高用户的学习和记忆效果；
- d) 可见性：应在界面中明显可见，以使用户快速找到和使用。可以使用色彩、对比度、大小等来增加导航的可见性，并确保导航在不同设备上都能正常显示；
- e) 反馈：应提供及时反馈，以使用户知道当前所处的位置和导航状态。
 - 应控制导航动态信息的滚动速度、翻页速度等，以适应人的动态视觉辨认能力；
 - 应控制导航要素的信息量，避免增加认知干扰；
 - 宜采用分组和分类的形式、或使用高亮选中状态、面包屑导航等方式来提供反馈，以帮助用户更好地理解 and 掌握导航路径。

6.3.5 颜色

颜色在信息界面设计中具有重要的作用，它直接影响用户的情绪、注意力和认知。在设计时需要考虑以下要素：

- a) 应综合考虑界面功能、使用环境、用户喜好和品牌形象等因素来配置颜色，以实现界面的美观和易读性；
- b) 颜色方案一致可以提高用户的学习和记忆效果；应确保整个界面中颜色风格保持一致，可以使用品牌色彩或设计系统来确保一致性，创造更容易理解和操作的界面；
- c) 对比度是指不同颜色之间的明暗差异，良好的对比度可以提高界面的可读性和可视性；应确保主要元素和文本及背景之间有足够的对比度，使用户更容易识别和理解界面上的信息；
- d) 不同状态使用的颜色应能显著区分；应使用不同的颜色表示设备的不同状态，同一类状态所使用的颜色应保持一致，方便操作人员辨别和记忆；
- e) 不同颜色在文化和心理上有不同的意义和联想；应考虑到用户的文化背景和心理感受，以避免产生误导或不适的情绪。例如，红色通常与激情、能量和警示相关，蓝色通常与冷静、信任和稳定相关。

6.3.6 文字和图形符号

在信息界面设计中，文字和图形符号是常用的元素，它们用于传达信息、引导用户操作和提供反馈。在设计时需要考虑以下要素：

- a) 关联性和通用性：
 - 文字和图形符号应与其功能所表达的含义有直接关联，确保用户能够直观理解其用途和操作；避免使用过于抽象或模糊的图形，以免引起用户的困惑；
 - 其名称和含义应具有通用性，避免使用区域性或专业性过强的术语，使不同背景的用户都能理解。
- b) 风格统一：
 - 界面中所有文字和图形符号在设计风格上要统一，确保界面的整体协调性和专业性；
 - 文字和图形符号设计应符合GB/T 38655-2020。
- c) 反馈和指示：
 - 应提供明确的反馈，帮助用户理解当前的状态和下一步的操作。例如，按钮的按下状态、加载进度条等；
 - 应使用文字和图形符号指示当前系统状态，如成功、错误、警告等，确保用户实时了解系统信息。
- d) 可访问性：
 - 应确保文字和符号具有高对比度，以提高可读性和可视性，特别是在低光环境或高亮度显示器上；
 - 应提供替代文本描述，以便使用屏幕阅读器的用户也能理解其含义。

6.4 操作装置

6.4.1 基本要求

操纵装置是人和机器之间传递信息的枢纽，通过将人的信息输送给机器，用以调整或改变机器的状态。操纵装置的设计直接关系到整个系统运行的安全性和使用者的舒适性，应充分考虑操作者的体型、生理、心理、体力、能力等要素。

包装机械绿色产品的常用操纵装置有：按键（按钮）、旋钮、手把、手轮、手握式工具。

操纵装置在人机界面设计中需要遵循以下要求：

- a) 操纵器的尺寸、形态等应符合人体工学的需求；
- b) 操作技巧、准确度、速度、力、行程等应符合人体操作和所执行任务的特性；
- c) 操纵器的编码应符合人的认知特点。有多个操纵器的情况下，它们的形状、尺寸、颜色、标记、表纹质感、安置位置等方面应有明显区别，易于识别，避免互相混淆；
- d) 操作运动与显示器或被控对象，应有正确的互动协调关系，应与人的自然行为倾向一致；
- e) 应让操作者在合理的体位下工作。利用操纵装置的结构特点，给操作者的手脚或身体提供依托支承，减轻操作者疲劳和单调厌倦的感觉；
- f) 应提供充分的信息反馈。使操作者能通过阻力变化、信号发光、显示或语音提示、位移及压力反馈等方式判断操作是否到位；
- g) 应采取必要的安全设计，可通过控制操纵器的阻力、位置、方向、加保护装置等；当需要同时操作多个控制器时，需要采取防止偶发启动设计。

6.4.2 按键

按钮是常见的小型按压式操纵器，多个排列在一起的按钮称为按键。按钮只有两种工作状态，如“接通”或“断开”，“起动”或“停车”等。产品的按键通常采用普通按键的样式。

按钮、按键在设计过程中要考虑的要素如下：

- a) 按钮的设计应与操作者的手或手指的尺寸相适应，尺寸建议值见表 1；
- b) 旋钮确保重要的按键在视觉上和触觉上有明确的可辨别性。
- c) 操作时要提供明确、及时、适当的反馈；
- d) 操作按钮的颜色编码应符合 GB/T 5226.1-2019 中规定的要求；
- e) 按键的布局应按照其功能的重要性、操作频率、操作顺序进行安排：
 - 重要的和经常使用的操控键应设计在人眼和手易于观看和操作的位置；
 - 对有操作顺序关系的按键应由左向右横向排列，或自上而下纵向排列；
 - 按键数量 ≥ 5 个时应分组，功能相关的操控键应集中放置，各组操控键之间的界限应明显易懂。

表1 按键设计尺寸建议值 (mm)

类型		基本尺寸		高度	间距
		直径	长×宽		
按钮	普通机械按钮	13~26	(10×5)~(20×12)	2 ~ 5	≥ 6
	开门机械按钮	≥ 30	—	—	—
	盘膜按钮	13~26	(10×5)~(20×12)	≥ 1	≥ 6
	触摸按钮	≥ 16	—	—	≥ 12

6.4.3 旋钮

旋钮是常用的一种转动式操纵器，常见的形状分为圆形、多边形和指针形等，其设计原则是操作方便、使用灵活、安全可靠。旋钮在设计过程中要考虑的要素如下：

- a) 应设有明确用于指示旋钮当前选中状态的信息标识或反馈，以保证用户操作时能了解当前状态；
- b) 应避免由于旋钮相关信息位置隐蔽或者操作时的手部遮挡，而导致信息内容不可见；
- c) 对于旋钮设计，其尺寸及操纵力矩数据取值见表 2，数据应符合 GB/T 14775 中的规定。

表2 两种常见旋钮的尺寸和操纵力矩 (mm)

操纵方式	直径 D/mm	厚度 H/mm	操纵力矩/N·m
捏握和连续调节	10 ~ 100	12 ~ 25	0.02 ~ 0.5
指握和断续调节	35 ~ 75	≥ 15	0.2 ~ 0.7

6.4.4 手柄

手柄是移动式操纵器，通过上部的移动来牵动内部的装置，实现某种功能。手柄一般单手操作，其设计要求手握舒适，施力方便，不打滑。手柄的外形、大小、长短、重量及材料等，除应满足操作要求外，还应符合手的结构，尺度及其触觉特征。

手柄设计需要考虑的要素如下：

- a) 手柄应具有明确的触觉可辨别性，同时还要考虑操作者戴上手套也能分辨和方便操作；
- b) 手柄形状应适应人手的生理特点，应避免将手柄丝毫不差地贴合于手的握持空间，不能紧贴手心；
- c) 手柄尺寸应符合人手尺度的需要，必须考虑手柄幅长、手握粗度、握持状态合触觉的舒适性；
- d) 手柄的操作方向应与相关联的各类设备的相关运动方向一致。

6.4.5 手轮

手轮是旋转式操纵器，可连续旋转、适用于多圈操作、控制力较大的场合。手轮造型样式丰富。手轮设计需要考虑的要素如下：

- a) 手轮直径、操纵力应根据需求而定，应充分考虑人体尺寸大小、操作力矩、操作速度、操作体位与姿势等因素，具体按 GB/T 14775 的规定执行；
- b) 手轮安装位置直接影响操作效率。一般转动快的手轮，其转轴与人体前方平面成 $60^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 。

6.4.6 手握式工具

手握式工具广泛应用于产品的操作，安装和维修等作业过程中。手握式工具设计需要考虑的要素如下：

- a) 应根据作业者的力度和作业能力来设计，并考虑性别、训练强度、身体素质上的差异；
- b) 应符合人的手脚尺寸及生理学解剖学原则，避免静肌负荷，保持手腕顺直，避免手掌所受压力过大；
- c) 应与操作者身体形成适当比例、使操作发挥最大效率；
- d) 工具要求的作业姿势不能引起疲劳。

6.5 反馈

6.5.1 基本要求

产品使用过程中的反馈类型包括视觉反馈、听觉反馈和触觉反馈。以上三种反馈的编码应符合 GB/T 4025-2010 中规定的要求，应满足以下要求：

- a) 反馈要及时、简单；响应速度要符合设备功能和安全性的相关要求；
- b) 反馈应清晰、明确；例如：产品在处于不同状态（开启、运行、暂停、关闭）时，需要有清晰明确的相应提示；
- c) 产品的使用中，每一个操作动作都应至少提供视觉、听觉和触觉反馈中的两种反馈方式。

6.5.2 视觉反馈

视觉反馈是由亮度、对比度、颜色、形状、尺寸或位置方式传递的信号。

视觉反馈应满足以下要求：

- a) 应明显出现在视野内，操作时不能被手所遮挡；
- b) 一个视觉信号宜有一种含义，在特定条件下可有不同含义；
- c) 应有合适的视亮度和颜色反差；如果以元素闪烁形式出现，应同时只有一处闪烁，避免多处同时闪烁。

6.5.3 听觉反馈

听觉反馈是通过音调、频率或间歇等方式传递的来自声源的信息；其主要用于危险、注意、警报解除等状态指示和通告信息。

听觉反馈应满足以下要求：

- a) 发至操作人员的听觉信号，其含义应当清晰、明确；
- b) 应与其他声音信号区分，并且音质和音量能适应于环境噪声水平；
- c) 应采用译码容易和反应速度快的声音信号，可采用语音、音乐、或蜂鸣提示等；

- d) 应对逼近的危险报警并标示危险情况的开始和持续时间，有操作者控制或可干预的地方，信号至少持续到操作者干预为止；
- e) 听觉信号用于指示安全信息时，应符合 GB/T 1251.1-2008 的规定。

6.5.4 触觉反馈

触觉反馈是通过振动、力、表面粗糙度、轮廓或位置方式传递的信息。

触觉反馈应满足以下要求：

- a) 触觉清晰、操作者应能准确的辨别出操作的元件；
- b) 通过触觉传递给操作人员的信息，应与操作人员的视觉和听觉无关；
 - 操作界面的设计，需要提供使用者直接操作接触界面的触感反馈，以表示操作动作的有效性，避免因无触觉反馈而导致使用者重复操作；
 - 触摸式操作界面，若设计中有触觉反馈不适用的情况，则应设计配合操作内容的视觉或者听觉反馈。

6.6 容错

产品设计时，应当有一定容错性，应满足以下要求：

- a) 尽量减少因为用户身体条件原因而导致的错误操作；
- b) 最大限度地包容使用者的误操作，将可能造成的危险程度降至最低；
- c) 尽量简化操作指令和优化操作程序，以减少误操作：
 - 设置提示功能，在可能引起未定义状态或系统故障时做出提示并阻止输入；
 - 设置校对功能，即使输入有明显错误也能得到预期效果。例：输入格式有问题时自动修正；
 - 设置复位功能，使用户能在使用进程中或错误报警中快速恢复到初始状态。

6.7 眩光

产品设计时应应对各类眩光进行控制，应满足以下要求：

- a) 避免使用者在产品使用中由于以下因素而导致不适或降低交互效率：
 - 在视域内光亮度的分布或者范围不适宜；
 - 在空间以及时间上存在极端的亮度对比。
- b) 避免产品的发光部件（信息显示屏、指示灯等）光线过强，避免在用户视野中产生因高亮度刺激或者未充分遮蔽的光影所造成的直接眩光；
- c) 避免产品因光泽表面的高反射所造成的反射眩光。

7 工作空间和作业环境

7.1 工作空间

7.1.1 基本要求

产品的作业空间设计应遵循如下要求：

- a) 应同时考虑人员姿态的稳定性和灵活性；
- b) 应给人员提供一个尽量安全、稳固和稳定的基础借以施力；
- c) 应考虑人体尺寸、姿势、肌肉力量和动作的因素。例如，应提供充分的作业空间，使工作者可以使用良好的工作姿态和动作的完成任务，允许工作者调整身体姿势，灵活进出工作空间；

- d) 避免可能造成长时间静态肌肉紧张或导致工作疲劳的身体姿态，应允许工作者变换身体姿态。

7.1.2 身体姿态

关于身体姿态应注意以下几点：

- a) 工作站的设计应考虑人体尺寸带来的限制，同时还要考虑到着装和其他随身携带物品的影响；
- b) 对于持续性的任务，操作者应能交替采用坐姿和站姿。如果只能选择一种姿态，通常坐姿优于站姿，除非工作过程要求站姿。对于持续性的任务，应避免蹲姿或跪姿；
- c) 如果必须用较大的肌力，应采取合适的身体姿势和提供适当的身体支撑，使通过身体的力链或力矩最短或最简单，在执行精细动作的任务尤其如此。

7.1.3 肌力

关于肌力应注意以下几点：

- a) 力量上的要求应与操作者的身体机能相匹配，应科学地考虑力的大小、施力频率、姿态和疲劳等之间的关系；
- b) 应避免肌肉、关节、韧带以及呼吸和循环系统不必要或者过度的紧张；
- c) 所涉及的肌肉群必须在肌力上能够满足力的要求。当力的要求过大时，应在工作系统中引入助力系统或重新设计任务以使用更加有力的肌肉。

7.1.4 身体动作

关于身体动作应注意以下几点：

- a) 身体各动作之间应保持良好的平衡；允许工作者变换姿态，而不是长期保持静止；
- b) 身体或肢体动作的频率、速度、方向和范围应在解剖学和生理学限制范围内；
- c) 对高精度动作，特别是长时间动作，不应要求使用很大的肌力；
- d) 需要时，宜使用引导设备，以便于实施动作和明确先后排序。

7.2 作业环境

7.2.1 基本要求

产品的人机系统设计中，必须考虑人操作机器所处的环境。

对产品所处的作业环境提出要求，目的在于优化环境条件，确保工作人员的安全、健康、舒适、以提高工效。上述环境要求主要涉及：视觉环境、声环境、热环境、空气质量等。

作业环境的设计应满足以下要求：

- a) 应满足 GB/T 16251-2023 中 4.6.5 规定的要求；
- b) 应将各种环境因素的设计过程视为综合影响的过程；设计某种环境因素时，要考虑其他各种环境因素设计的影响；
- c) 应考虑用户的特点，在合理的范围内，允许工作者调整或改变自己所处工作环境中的各种条件（例如照明、温度、通风）等。

7.2.2 视觉环境

7.2.2.1 环境照明设计

7.2.2.1.1 环境照明设计应满足下列对工作环境的要求：

- a) 视觉安全，应使工作人员能够看清周围的路径和发现险情；

- b) 视觉功效, 应满足运行人员的各种作业需要(例如, 观察屏幕、模拟屏和键盘信息, 阅读文本、书写和处理文件, 维护工作, 观察外围设备等);
- c) 视觉舒适, 应使工作人员感到舒适安宁。

7.2.2.1.2 环境照明设计应创造出舒适的照明环境, 可遵循如下原则:

- a) 照明方式应根据运行人员的活动来确定, 可使用不同类型的照明方式。如自然采光、人工照明和混合照明等;
- b) 照度要保持充足且平均水平要合理。工业厂房的照明应符合 GB 50033-2013 和 GB 50034-2013 中规定的要求;
- c) 视野内的亮度分布要合理, 同一环境中, 亮度和明度不应过高或过低, 避免过于一致而产生单调感;
- d) 光线的方向和扩散要合理, 不产生影响工作的阴影。需要立体观察物体时, 可保留必要的阴影;
- e) 应对各类眩光进行控制, 使操作者作业时尽量避开直接眩光、反射眩光、对比眩光;
- f) 光源的光色要合理。光源光谱要具有再现各种颜色的特性;
- g) 让照明和色相协调, 符合美学原理设计照明环境, 形成人们希望的环境美感;
- h) 必须考虑成本。任何理想的照明环境都不可忽略经济条件制约和技术要求。

7.2.2.2 环境色彩调节

环境色彩的合理选用, 结合无反射表面的利用, 能使操作人员避免视觉紧张和视觉疲劳。应遵循以下原则:

- a) 控制台或工作台应为低的颜色对比;
- b) 面对作业人员的墙壁, 避免采用强烈的颜色对比;
- c) 避免过多地使用黑色、暗色或深色;
- d) 避免有光泽的或反射性的涂料(包括地板在内);
- e) 避免过度使用反射性强的颜色, 如白色;
- f) 避免环境中具有高饱和色。

7.2.3 声环境

噪声作为一种刺激因素, 可产生干扰, 会妨碍语言交流和干扰听觉信号, 降低工效和认知能力、引起烦恼、造成听力及其他(神经、内分泌、心血管、消化等系统)损伤等。声环境的设计目的是提供舒适的听觉环境。

工作空间的声学设计的基本要求如下:

- a) 应对各类噪声(含设备噪声、空调系统、语言交流、提醒及通知信号声音、室外噪声等)进行控制, 将噪声尽可能保持在较低水平, 应避免明显高于环境声压级的脉冲噪声和听得见的窄带噪声;
- b) 生产车间和作业场所的噪声允许标准按 GBZ/T 229.4-2012 的规定执行;
- c) 厂界噪声排放限值按 GB 12348-2008 的规定执行。

7.2.4 热环境

工作场所的热环境直接影响人员的安全、健康、舒适和工作效率。应对工作热环境进行控制, 以适合人体和设备的需要。基本要求如下:

- a) 应对影响作业环境的要素（空气温度、湿度、流速、热辐射、服装隔热值、活动类型）控制，使之符合生产和工作要求；
- b) 不同劳动强度下适宜的热环境指标不得超过表 3 规定（空气温度、相对湿度和风速），适用于不存在的热辐射的室内。

表3 不同劳动强度下适宜的热环境指标

劳动类别	空气温度 (°C)			相对湿度 (%)			风速 (m/s)	附 注
	最低	最佳	最高	最低	最佳	最高	最大	
办公室工作	15	21	24	30	50	70	0.1	室温与周围物体及墙壁表面的温差不大于 2°C
坐姿轻手工劳动	16	20	24	30	50	70	0.1	
立姿轻手工劳动	16	18	23	30	50	70	0.2	
重劳动	14	16	21	30	50	70	0.4	
极重劳动	12	15	18	30	50	70	0.5	

参 考 文 献

- [1] GB/T 4026-2019 人机界面标志标识的基本和安全规则 设备端子、导体终端和导体的标识
- [2] GB/T 10217-2011 电工控制设备造型设计导则
- [3] GB/T 13306-2011 标牌
- [4] GB/T 13379-2023 视觉工效学原则 室内工作场所照明
- [5] GB/T 15241.1-2023 与心理负荷相关的工效学原则 第1部分：心理负荷术语与测评方法
- [6] GB/T 15241.2-1999 与心理负荷相关的工效学原则 第2部分：设计原则
- [7] GB 18209.1-2010 机械电气安全 指示 标志和操作 第1部分：关于视觉、听觉和触觉信号的要求
- [8] GB/T 18976-2003 以人为中心的交互系统设计过程
- [9] GB/T 20527.1-2006 多媒体用户界面的软件人类工效学 第1部分设计原则和框架
- [10] GB/T 20528.2-2009 使用基于平板视觉显示器工作的人类工效学要求第2部分：平板显示器的人类工效学要求
- [11] GB/T 22188.4-2010 控制中心的人类工效学设计 第4部分：工作站的布局和尺寸
- [12] GB/T 23700-2009 人-系统交互人类工效学 以人为中心的生命周期过程描述
- [13] GB/T 30574-2021 机械安全 安全防护的实施准则
- [14] GB/T 33658-2017 室内人体热舒适环境要求与评价方法
- [15] GB/T 35455-2017 家用和类似用途电器工业设计评价规则
- [16] GB/T 38655-2020 公共信息导向系统 人类工效学设计与设置指南
- [17] DL/T 575.10-1999 控制中心人机设计导则 第10部分：环境要求原则
- [18] JB/T 10382-2002 电气设备机械门锁通用技术条件
- [19] YC/T 271.1-2008 烟草机械 形态设计 第1部分：外观
- [20] YC/T 271.4-2008 烟草机械 形态设计 第4部分：弓形把手和门锁
- [21] YC/T 271.6-2008 烟草机械 形态设计 第6部分：玻璃护罩
- [22] YC/T 271.7-2008 烟草机械 形态设计 第7部分：材料为PMMA和PC的观察窗
- [23] YC/T 271.9-2008 烟草机械 形态设计 第9部分：显示装置
- [24] YC/T 454-2013 烟草机械产品用标牌
- [25] YC/T 490-2014 烟草机械 操作指示形象化符号
- [26] 何灿群. 产品设计人机工程学[M]. 北京:化学工业出版社, 2023
- [27] 丁玉兰. 人机工程学(第五版)[M]. 北京:化学工业出版社, 2017
- [28] 闻帮椿. 机械设计手册 [M]. 第六版. 北京:机械工业出版社, 2017
- [29] 成大先. 机械设计手册[M]. 第六版. 北京:化学工业出版社, 2016
-