

团 体 标 准

T/WSJD 14.1—2020

工作相关肌肉骨骼疾患的工效学预防原则 第一部分：通用要求

Ergonomic principle for the prevention of work-related musculoskeletal
disorders
Part 1: General principles

2020-12-16发布

2021-01-01实施

中国卫生监督协会 发布

前 言

T/WSJD 14.1-2020《工作相关肌肉骨骼疾患的工效学预防原则》分为通用要求和行业一般要求。其中，行业一般要求针对工作相关肌肉骨骼疾患患病风险较高的行业制定。

本部分为T/WSJD 14.1-2020的第1部分：通用要求。

本部分按照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》的规则起草。

本部分参照ISO/TR 20646.2014 肌肉骨骼作业负荷最优化工效学指南的部分条目，基于工作相关肌肉骨骼疾患的工效学危害因素及其危险源辨识、作业负荷危险评估与管理过程，形成工作相关肌肉骨骼疾患的工效学预防原则。

本文件由中国卫生监督协会提出并归口。

本文件主要起草单位：中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所、湖北省新华医院、辽宁省卫生健康监督中心、广州市职业病防治院、重庆市疾病预防控制中心、广东药科大学、辽宁省疾病预防控制中心等

本文件主要起草人：王忠旭、徐擎、贾宁、凌瑞杰、李刚、刘移民、张华东、陈青松、张秋玲、曲颖、张雪艳、杨燕等。

工作相关肌肉骨骼疾患的工效学预防原则

第1部分：通用要求

1 范围

本文件规定了工作相关肌肉骨骼疾患相关的术语和定义、基本要求、工效学危害因素与危险源、工效学原则、危险评估、预防程序与措施等内容。

本文件适用于用人单位、劳动者、职业卫生技术服务机构和职业卫生监督管理人员从事预防和减少工作相关肌肉骨骼疾患的所有活动。

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/T 36954 机械安全 人类工效学原则在危险评估与危险减小中的应用（等同引用：ISO/TR 22100-3 Safety of machinery – Relationship with ISO 12100. Part 3 Implementation of ergonomic principles in safety standards）

GB/T 15706 机械安全 设计通则 危险评估与危险减小（等同引用：ISO 12100 Safety of machinery — General principles for design — Risk assessment and risk reduction）

GB/T 31002.1 人类工效学 手工操作 第1部分：提举与移送（主要引用：ISO 11228-1, MOD Ergonomics- Manual handling -Part 1: Lifting and carrying）

GB/T 13441.1 机械振动与冲击 人体暴露于全身振动的评价 第1部分 一般要求（主要引用：ISO 2631.1 Mechanical vibration and shock-evaluation of human exposure to whole-body vibration-part 1: General requirements）

GB/T 14790 机械振动 人体暴露于手传振动的测量与评价 第1部分：一般要求（等同引用：ISO 5349.1 Mechanical vibration - Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration - Part 1: General requirements）

GB/T 18368 卧姿人体全身振动舒适性的评价

GB/T 16251 工作系统设计的人类工效学原则

GB/T 13547 工作空间人体尺寸

GB/T 14774 工作座椅一般人类工效学要求

GB/T 15241.2 与心理负荷相关的工效学原则 第2部分：设计原则

GB/T 18049 热环境的人类工效学 通过计算PMV和PPD指数与局部热舒适进行分析测定与解释

ISO/TS 20646-2014 Ergonomics guidelines for the optimization of musculoskeletal workload

ISO 9241-5 Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) —Part 5: Workstation layout and postural requirements

ISO 11064.2 Ergonomic design of control centers —Part 2: Principles for the arrangement of control suites

ISO 11228.2 Ergonomics- Manual handling -Part 2: Pushing and pulling

ISO/TR 12295 Ergonomics-Application document for international standards on manual handling (ISO11228.1, ISO11228.2 and ISO11228.3) and evaluation of static working postures (ISO11226)

ISO 11228-3 Ergonomics - Manual handling -Part 3: Handling of low loads at high frequency

ISO 11226 Ergonomics - Evaluation of static working postures

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1 工作相关肌肉骨骼疾患 work-related musculoskeletal disorders, WMSDs

指从事职业活动所导致或加重的肌肉、肌腱、骨骼、软骨、韧带和神经等运动系统的疾患。

3.2 危害 harm

身体伤害或健康损害。本标准中的危害专指工作相关肌肉骨骼疾患。

3.3 危险源 hazard

可能导致人身伤害和（或）健康损害的根源、状态或行为，或其组合。

3.4 危险 risk

危害发生可能性与严重程度的综合。

3.5 危险评估 risk assessment

针对危害发生危险进行分析与评价的过程。

3.6 危险分析 risk analysis

详细的工作描述、危险源识别和危险估计的全部过程。

3.7 危险估计 risk estimation

确定危害可能的严重程度及其发生可能性的过程。

3.8 危险评价 risk evaluation

基于持续的危险分析判断危险控制目标是否已经达到的过程。

3.9 作业空间 work space

工作系统中为完成工作任务分配给一个人或多个人的工作活动空间范围。

3.10 工作站 workstation

工作空间内为作业人员提供的工作设备组合。

4 基本要求

4.1 用人单位应明确预防和减少WMSDs的管理部门、人员及其职责。用人单位、管理部门和咨询组织应以合作方式发起改进活动，活动应有工人或工人代表参与。

4.2 用人单位应定期（1次/年，如工作组织、工作场所、工作内容和工作任务未发生改变可适当减少评估频次，如上述内容有变化应重新进行评估）组织人员制定组织方案和评估计划，全面识别工作系统中可能存在的工效学危害因素和危险源，预测、估计和评价WMSDs发生危险。组织方案中应包括：改进目标与范围、达到目标的基本时间表和实施改进的组织（见附录A）。

4.3 用人单位应持续改进现有作业环境和作业条件，预防和减少WMSDs的发生。同时应基于持续改进活动，管理和记录现存的工效学危害因素以及危险估计和评价过程，并使其文件化。

4.4 用人单位应采取多种形式的宣传、教育与培训活动，广泛交流上述危险估计和评价结果并使其融入日常工作当中，预防和减少WMSDs的发生。

5 工效学危害因素及其危险源

5.1 工效学危害因素

WMSDs的工效学危害因素包括机械负荷、重复频率、暴露时间、姿势与事故、作业环境和心理负荷。影响WMSDs的总体负荷取决于这些危害因素的负荷水平以及不同组合和特性，包括：

- a) 高强度作用力；
- b) 长期持续负荷接触；
- c) 过度重复用力；
- d) 强烈的姿势要求；
- e) 强烈或长时间肌肉紧张；
- f) 不利作业环境和心理负荷；
- g) 不良的工作（劳动）组织。

5.2 工效学危险源

基于上述工效学危害因素，并结合现场常见的来源确定工效学危险源和相关危害因素。工效学危险源包括：工作组织、工作类型、作业姿势和动作、作业空间和工作任务、社会心理因素和环境因素六个方面。具体检查内容详见附录B。

5.2.1 工作组织

- a) 每天超过8h工作班制；
- b) 频繁和长时间工作；
- c) 长时间连续操作；
- d) 工间休息不足；
- e) 节假日不足；
- f) 每日/周/月或每年工作强度不均匀；
- g) 劳动者间工作强度不均衡；
- h) 两班之间休息时间不足（低于11h）；
- i) 频繁的轮班/倒班。

5.2.2 工作类型

- a) 提举和搬运重物；
- b) 用力较大的工作；
- c) 强推拉用力；

- d) 高重复性工作；
- e) 需频繁使用手指、手或臂部工作；
- f) 工作中使用手臂振动工具；
- g) 具有车辆传递的全身振动工作；
- h) 使用键盘或其他数据录入设备的精力集中工作；
- i) 精细操作工作；
- j) 视觉要求高的工作。

5.2.3 作业姿势和动作

- a) 不良姿势和动作；
- b) 持续和/或高频度变换关节位置；
- c) 长时间强迫体位；
- d) 长时间和/或长距离走动（水平或倾斜面上）工作；
- e) 频繁攀爬楼梯；
- f) 持续久坐或站立工作。

5.2.4 作业空间和工作任务

- a) 工作空间不足所致不良体位或动作受限；
- b) 工作站设计所致过多动作或不良体位；
- c) 工作面高度和尺寸大小不适配；
- d) 肩部以上或膝部以下的手工物体操作；
- e) 工作空间迫使劳动者采取同一姿势工作；
- f) 沉重和/或需要高度身体用力的工作物体操作；
- g) 难以抓握或较滑的工作物体操作；
- h) 冷/热的工作环境和/或物体的手工处理；
- i) 施加于身体的高度接触紧张或局部压力作业。

5.2.5 社会心理因素

- a) 心理负荷过多或不足；
- b) 时间压力和需求过高；
- c) 职业性紧张工作；
- d) 过低的工作满意度；
- e) 工作缺乏自主权；
- f) 社会支持不足。

5.2.6 环境因素

- a) 滑的和/或不平坦的地面；
- b) 全身振动/手臂振动；
- c) 热和冷的工作环境；
- d) 贫乏的视觉条件（如光线不足）。

6 工效学原则

6.1 活动与休息的平衡

暂停和休息是从负荷产生的紧张中恢复和预防累积疲劳的必要条件。平衡的目标应是负荷下活动时间与不活动放松时间的结合，应避免超负荷和不活动。

6.2 任务设计与工作能力相适应

通过工作设计（包括工作设备、工具、环境、空间和工作组织等）使工作条件适应工作者的能力或通过培训和职业调整提高工作者能力来实现工作需要与工作能力之间合适的平衡。工作能力应考虑工作者年龄和性别不同。

6.3 工作执行策略

肌肉骨骼系统超负荷的危害因素来自于工人工作时的执行方法。执行工作任务时负荷重心应靠近人体中心，身体躯干和肢体应尽量避免扭曲和侧弯姿势，工作频次和持续时间应适度。

6.4 避免事故和伤害

工作时应保障劳动者的工作环境和过程的安全，避免人体坠落或摔倒导致的肌肉骨骼损伤。使用工具时，通过穿戴如防护头盔、手套或鞋等个体防护装备来避免头部、手和足等部位的肌肉骨骼伤害。

7 危险评估

7.1 基本原则

7.1.1 危险评估不应仅限于对导致肌肉骨骼负荷的几种特定工效学危害因素，应基于对工作场所的所有工效学危险源和相关危害因素的分析与评估。

7.1.2 危险控制目标的设定应基于多因素分析的可理解性评估结果来消除或减少不可接受危险。

7.1.3 危险评估过程应包括工作描述、危害识别、危险估计与评价过程。存在严重危害因素（见附录C，需优先控制的危险因素）时，应立即对其实施危险评估，减少肌肉骨骼负荷危险，改进现有危险控制措施。

7.2 危险分析

7.2.1 工作描述

基于现场调查与访谈，对如下各项工作内容进行详尽描述与分析，用于识别工效学危害因素及其危险源，估计与评价MSWL危险。

- a) 生产流程、工作内容、工作场所（包括作业空间与环境）和工作任务；
- b) 职业事故统计、工作相关疾病和其他疾病的发生、因病休假等；
- c) 工作组织（包括组织机构、人员构成、工作制度等）和轮班制度；
- d) 每天、每周、每月或每年工作小时数；
- e) 每天作业时间、连续作业时间和工间休息制度；
- f) 劳动者特征，涉及年龄、性别、身高、体重、肌力、影响工作的既往病史、职业史（详细工作经历）、职业教育和培训等；
- g) 作业特征，包括作业姿势（如立姿、坐姿、蹲姿、跪姿、卧姿等）、静力负荷、身体不活动、重复性工作和手工操作。

7.2.2 危害识别

7.2.2.1 基于7.2.1的工作描述和对现场作业活动/动作的详细观察与分析，依据本标准第5章中的危险源与相关危害因素分类，识别工作场所中的工效学危险源与相关危害因素。工效学危险源包括：工作组织、工作类型、作业姿势和动作、作业空间和工作任务、社会心理因素和环境因素六个方面。

7.2.2.2 基于上述工作描述与分析结果，应用附录B对工作场所可能存在与WMSDs相关危险源和危害因素进行分析与识别，并完成各类检查表的填写。

7.2.3 危险估计

进行危险估计时，应考虑危害发生的严重性、可能性（危险）以及潜在危害接触的作业人员，并定位其影响部位（或肌群）。评价者在评估时，应依据本标准附录B、附录C及相关标准评估方法（参见附录B中的检查表内容解释）对危害发生的严重程度与可能性进行估计，并结合附录C检查结果确定需要采取控制措施的危险因素及其控制的优先等级。

为完善上述危险分析结果，获得或验证危险控制要点，推荐使用基于作业活动的危险控制优先等级检查问卷（见附录C）。检查问卷实施程序包括：

- a) 成立检查问卷的实施组织并落实其分工；
- b) 确定拟要检查的工作场所；
- c) 各自完成检查表的填写；
- d) 组织小组讨论工作场所中发现和需优先控制的危险因素；
- e) 制定工作场所降低肌肉骨骼负荷危险的控制计划；
- f) 执行大规模危险控制计划前，应实施小规模控制试验以确保危险控制效果。

7.3 危险控制策略

针对严重危害因素，在制定危险控制策略和评估危险控制效果时，应考虑下列因素。

- a) 危险分析结果；
- b) 危险控制实施的难易程度；
- c) 危险控制实施后的改进效果；
- d) 将受益的劳动者数量；
- e) 实施危险控制的成本效益。

7.4 危险控制的实施与干预效果的监测

为检验危险控制的效果与不足，用人单位应对劳动者肌肉骨骼负荷水平和健康状况进行有计划性的监测。建议危险控制实施前后对肌肉骨骼负荷水平的主观估计进行对比性检验（见附录D），对肌肉骨骼负荷相关的病假缺勤、生产效率、肌肉骨骼疾患发生情况的统计也可用于评估危险控制效果。

7.5 危险控制的再评价与制定

为检验危险控制的效果，找出新的或者残留的问题，应实施定期评价工作。如果出现产品制造、生产流程、工作台站系统发生改变或者事故率或职工抱怨增加等情况，应进行危险的再评价并重新制定危险控制计划。（见附录E）

8 危险控制原则

危险主要源自高强度作用力、长期持续负荷接触、高度重复用力、强烈的姿势要求、强烈或长时间肌肉紧张、不合理作业环境或心理负荷、工作组织等工效学危害因素。危险控制应针对这些不良的工效学危害因素进行预防与控制。

8.1 高强度作用力

提举或搬运重物、转移患者、推或拉重物、货物安置等高强度作用力负荷作业时，需要肌肉高度用力，可导致急性超负荷和/或肌肉疲劳。这种情况涉及到物体重量、负荷重心与身体的水平距离、操作持续时间和重复频率，危险控制原则如下。

8.1.1 提举和移动物体操作

- a) 避免手工重负荷操作；
- b) 避免移动物体越过障碍物；
- c) 避免在不平坦或光滑的通道、台阶或楼梯上搬运；
- d) 避免高强度或频繁的手部操作；
- e) 避免提举和搬运较大和较重物体；
- f) 采用起重机械或使用小型提举设备；
- g) 标记重物体负荷或内部负荷不对称；
- h) 提供手工操作培训。

8.1.2 其它强负荷作业

其它强负荷作业包括：推或拉重物、运输车辆中货物安置、脚手架安装、转移病人等，危险控制原则包括：

- a) 提供安全的操作条件；
- b) 提供有轮子的运载工具；
- c) 避免在受限空间操作；
- d) 避免有障碍和不平坦地面操作。

8.2 长期持续负荷接触

长时间处于重负荷下的作业，可能导致局部肌肉关节发生退行性疾病，特别是腰椎。这些作业包括手工材料加工等，危险控制原则：减少每日操作物体总量。

8.3 频繁重复用力

大部分工作时间高度重复（几次/min）相似或同样工作，操作者无权决定作业节奏、顺序、作业和休息时间等。危险控制原则包括：

- a) 调整劳动组织（工作轮换、工作多样化等）减少个体操作的重复程度；
- b) 赋予劳动者自主决定休息时间的权利；

- c) 使具有高负荷不能避免的单调重复性作业机械化。

8.4 不良姿势要求

在头顶、限定位置、有限空间、极度弯扭曲或伸展、持续倾斜、身体不可及或跪、躺、蜷曲或蹲伏等作业的不适宜身体姿势下，会导致作业超负荷、肌肉反应能力降低、肌肉骨骼损伤。危险控制原则包括：

- a) 提供可调节的工具和设备；
- b) 提供足够大小的空间以避免受限作业导致的不适宜的身体姿势；
- c) 在伸手可及的范围内安排作业布局；
- d) 当受限姿势不可避免时设置时间限制和/或交替进行不同性质的作业；
- e) 避免布置需要跪、躺、蜷曲或蹲伏姿势的作业。

8.5 肌肉过度紧张

肌肉保持静态姿势、握持物体或工具等强烈或长时间肌肉紧张会导致肌肉疲劳，没有充分恢复的疲劳可导致骨骼肌肉组织不可逆性改变。长时间收缩的肌肉也可能导致血液循环不足，引发事故和疾病产生。危险控制原则包括：

- a) 提供适合手部特征的握持工具；
- b) 提供脚手架、梯子或小型设备；
- c) 提供手臂、腰背、肘等支持物；
- d) 提供左右手都能够使用的夹子或把手；
- e) 设置可以在腕关节和手臂之间位置使用的夹子或把手。

8.6 不合理作业环境

手臂和全身振动作业可导致退行性疾病或手部血液循环问题，重负荷产生过程中的高温有可能导致血压问题并增加体温，低温将会降低身体灵活性，照明不足或眩光可能会诱发强迫姿势，并增加绊倒或跌落的风险，不适当、不平坦、不稳固或光滑的工作平面和地面能够引起紧张、费力的工作姿势和运动。危险控制原则包括：

8.6.1 振动

对于手臂振动，使用低振动工具、减少振动仪器的使用时间、戴手套和避免低温；对于全身振动，使用减震座椅和减少振动作用于人体的时间。

8.6.2 气候

穿着适当的衣服，根据环境温度、湿度调整衣物，缩短停留在高温或低温房间的时间。

8.6.3 照明

提供充足、不眩光的照明设备。

8.6.4 跌落和滑倒

尽可能避免不适当、不平坦、不稳固或光滑的工作平面、地面和运输通道。

8.7 心理负荷

心理负荷是人员、技术、组织、社会等因素交互作用的结果。心理负荷可以用操作者接触工作负荷的强度、持续时间以及强度的时间分布来评价。工作中的心理负荷强度主要与工作疲劳程度成正相关。优化作业人员心理负荷水平时应充分考虑作业任务设计、工作设备、工作环境、工作组织等因素。

附 录 A
(资料性附录)
WMSDs的工效学评估与改进方案

A.1 评估与改进原则

管理者承诺改进工作条件。

A.2 评估与改进目的

描述工作场所目前状态，特别要陈述工作场所作业特征概况。为明确WMSDs的工效学评估目标和改进目的，应着重描述下列因素：“作业引起的安全与健康方面的可能隐患”、“健康管理和生产中可预知的问题”、“问题的严重性和可能范围”、“可预知问题的当前状态”(包括疾患和疾患发生的生产条件)。

A.3 改进目标

描述应该改善的工作条件和目标以及截止日期。

A.4 改进项目的实施计划

阐述项目计划，主要为下列行动：

- a) 识别肌肉骨骼负荷相关危险源和危害因素；
- b) 危险评估和实施计划的选择；
- c) 起草改进计划；
- d) 执行改进计划；
- e) 改进计划实施结果的评估；
- f) 记录采取的改进行动并在内部发布。

A.5 预算

本部分涵盖该项目管理所需的预算量，如评估经费、员工培训、控制措施(工效学设计与相关设施)、个人防护用品及其相关管理等。

A.6 负责项目的部门/作业区

本部分涵盖负责项目的部门/作业区。

附录 B (资料性附录)

WMSDs 工效学危险源与相关危害因素检查表

B.1 使用介绍

WMSDs的工效学危险源分为：工作组织、作业类型、作业姿势和动作、作业空间和工作任务、社会心理因素和环境因素六个部分。每个部分将所有危害因素以表格的形式列出，如评估对象存在某一危害因素，在其后方对应位置打“√”。根据评估对象特征，在不同部分中允许出现相同的危害因素。对于确定存在的危害因素，确定危害程度，在备注栏中定位其影响的身体部位或肌群，设计相应的危险控制方案（本部分内容详见检查表的最后部分）。

B.2 检查表

B.2.1 第一部分：工作组织

表B.1 工作组织检查表

工效学危害因素	是	否	备注
1.每天超过8h工作班制			
2.频繁和长时间超时工作			
3.长时间连续操作			
4.工间休息不足			
5.休息日不足			
6.每日/周/月或每年工作强度分配不均匀			
7.劳动者间工作强度分配不均匀			
8.两班之间休息时间不足（低于11h）			
9.频繁的轮班/倒班			

B.2.2 第二部分：工作类型

表B.2 工作类型检查表

工效学危害因素	是	否	备注
1.提举和搬运重物（详见B.2.7.1）			
2.用力较大的工作（详见B.2.7.2）			
3.强推拉用力（详见B.2.7.2）			
4.高重复性工作（详见B.2.7.3）			
5.需频繁使用手指、手或臂部工作			
6.工作中使用手臂振动工具（详见B.2.7.10）			
7.具有车辆传递的全身振动工作（详见B.2.7.10）			
8.使用键盘或其他数据录入设备的精力集中工作（详见B.2.7.5中第g）条）			
9.精细操作工作（详见B.2.7.4）			
10.高视觉要求的工作			

B.2.3 第三部分：作业姿势和动作

表B.3 作业姿势和动作检查表

工效学危害因素	是	否	备注
1.不良姿势和动作（详见B.2.7.5）			
2.持续和/或高频度变换关节位置（详见B.2.7.6）			
3.长时间强迫体位（详见B.2.7.7）			
4.长时间和/或长距离走动（水平或倾斜面上）工作（详见B.2.7.8）			
5.频繁攀爬楼梯			
6.持续久坐或站立工作			

B.2.4 第四部分：作业空间和工作任务

表B.4 作业空间和工作任务检查表

工效学危害因素	是	否	备注
1.工作空间不足所致强迫体位或动作受限			
2.工作站设计所致过多动作或不良体位			
3.工作面高度和尺寸大小不够（详见B.2.7.5中第b）、c)条）			
4.肩以上或膝以下的手工物体操作（详见B.2.7.9）			
5.工作空间迫使劳动者采取同一姿势工作			
6.沉重和/或需要高度身体用力的工作物体操作			
7.难以抓握或较滑的工作物体操作			
8.冷/热的工作环境和/或物体的手工处理			
9.施加于身体高度接触紧张或局部压力作业			

B.2.5 第五部分：社会心理因素

表B.5 心理因素检查表

工效学危害因素	是	否	备注
1.心理负荷过多或不足			
2.时间压力和需求过高			
3.职业性紧张工作			
4.过低的工作满意度			
5.缺乏自主工作（低影响，低控制）			
6.社会支持不足			

B.2.6 第六部分：环境因素

表B.6 环境因素检查表

工效学危害因素	是	否	备注
1.地面光滑或不平			
2.全身性振动（详见B.2.7.10）			
3.作业环境过冷或过热			
4.作业环境照明不足			

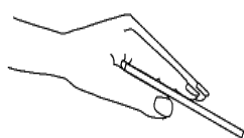
B.2.7 检查表内容解释

B.2.7.1 提举和搬运重物工作可导致作业人员全身或局部负荷过大，可能会造成肌肉骨骼系统损伤，例如下背痛等。依据GB/T 31002.1，对于搬举重量、频率、距离等，出现下列情况之一均视为提举和搬运重物操作，结果判定为“是”，并注明判定依据。

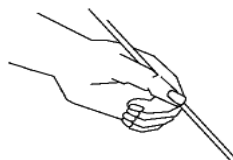
- a) 提举和搬运物体质量超过23 kg;
- b) 最大提举频次15次/min，此种情况下手工提举任务的总持续时间不应超过每天1 h，物体质量不应超过7 kg;
- c) 手工移送累积质量的推荐限值为10000 kg/8 h，当移送距离较长（大于20m）时，此推荐限值应降为6000 kg/8 h。

B.2.7.2 用力较大的工作任务涉及推拉用力、力量型抓握和踏板作业等。施力过程是指作业活动中为完成提升物体、工具移动或使用而必须付出的力量，所需的力越大，作业人员肌肉负荷越大。作业任务之间常需要较长时间休息来恢复肌肉。重复性工作中，通常没有足够时间进行恢复。

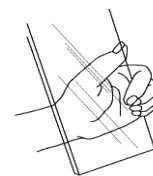
具有潜在WMSDS患病危险的手部发力姿势见图B.1~图B.6。



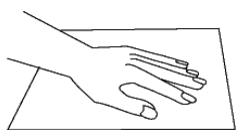
图B.1 手指捏握发力



图B.2 虎口持握发力



图B.3 手掌持握发力



图B.4 手指支撑受力



图B.5 指关节持握发力



图B.6 手指受力

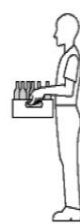
施加力的水平取决于许多因素，例如物体的重量（提举限值）、相对于身体的位置、工件形状与持握方式。例如：通过手指的钩握相比捏握提举相同物体更加省力，见图B.7~B.10。



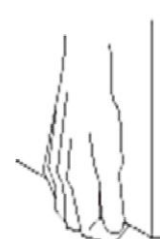
图B.7 手指捏握提举



图B.8 手指捏握姿势



图B.7 手指钩握提举



图B.10 手指钩握姿势

依据ISO11228-2附录A.5，根据实际作业中手柄高度、推拉作业距离、作业频率、作业人员性别以及作业启动时和维持操作时的作用力大小实测值与下列表B.7.1~B.7.4中的推荐限值进行比对，判定是否存在强推拉用力。

表B.7.1 推拉作业用力限值（推行作业启动力限值）

手柄高度, cm		最大启动用力（双手推行），N															
		动作频率															
		10次/min		5次/min		4次/min		2.5次/min		1次/min		1次/2min		1次/5min		1次/d	
男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女
作业距离：2m																	
144	135	200	140	220	150					250	170			260	200	310	220
95	89	210	140	240	150					260	170			280	200	340	220
64	57	190	110	220	120					240	140			250	160	310	180
作业距离：8m																	
144	135					140	150			210	160			220	180	260	200
95	89					160	140			230	160			250	190	300	210
64	57					130	110			200	140			210	160	260	170
作业距离：15m																	
144	135							160	120	190	140			200	150	250	170
95	89							180	110	220	140			230	160	280	170
64	57							150	90	190	120			200	130	240	150
作业距离：30m																	
144	135									150	120			190	140	240	170
95	89									170	120			220	150	270	180
64	57									140	110			190	120	230	150
作业距离：45m																	
144	135									130	120			160	140	200	170
95	89									140	120			190	150	230	180
64	57									120	110			160	120	200	150
作业距离：60m																	
144	135											120	120	140	130	180	150
95	89											140	120	160	130	200	160
64	57											120	100	140	110	170	130

注：当操作人员中不全是男性时，应适用女性标准进行受力判定。任何情况下，不推荐适用过低的手柄高度作业。

表B.7.2 推拉作业用力限值（推行作业持续施力限值）

手柄高度,cm		持续作业最大用力（双手推行），N															
		动作频率															
		10次/min		5次/min		4次/min		2.5次/min		1次/min		1次/2min		1次/5min		1次/d	
男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女
作业距离：2m																	
144	135	100	50	130	80					150	100			180	110	220	140
95	89	100	50	130	70					160	90			190	100	230	130
64	57	100	40	130	60					160	80			180	90	230	120
作业距离：8m																	
144	135					60	50			130	70			150	80	180	110
95	89					60	50			130	80			150	90	180	110
64	57					60	50			120	70			140	80	180	110
作业距离：15m																	
144	135							60	40	110	40			130	70	160	90
95	89							60	40	110	40			130	70	160	100
64	57							60	40	110	40			120	70	150	90
作业距离：30m																	
144	135									60	40			120	60	160	80
95	89									60	40			120	60	160	90
64	57									60	40			110	60	150	80
作业距离：45m																	
144	135									50	40			100	50	130	80
95	89									50	40			90	60	130	80
64	57									50	40			90	50	130	70
作业距离：60m																	
144	135											70	30	80	40	110	60
95	89											70	30	80	40	110	60
64	57											70	30	80	40	100	60

注：当操作人员中不全是男性时，应适用女性标准进行受力判定。任何情况下，不推荐适用过低的手柄高度作业。

表B.7.3 推拉作业用力限值（拖拉作业启动力限值）

手柄高度,cm		最大启动用力（双手拖拉），N															
		动作频率															
		10次/min		5次/min		4次/min		2.5次/min		1次/min		1次/2min		1次/5min		1次/d	
男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女
作业距离：2m																	
144	135	140	130	160	160					180	170			190	190	230	220
95	89	190	140	220	160					250	180			270	210	320	230
64	57	220	150	250	170					280	190			300	220	360	240
作业距离：8m																	
144	135					110	110			160	160			170	170	210	200
95	89					150	140			230	160			240	190	290	210
64	57					180	150			260	170			270	200	330	220
作业距离：15m																	
144	135							130	100	150	130			160	150	200	170
95	89							180	100	210	140			230	160	280	180
64	57							200	110	240	150			160	170	320	190
作业距离：30m																	
144	135									120	120			150	140	190	170
95	89									160	130			210	150	260	180
64	57									180	130			240	150	300	190
作业距离：45m																	
144	135									100	100			130	140	160	160
95	89									140	130			180	150	230	180
64	57									160	130			210	150	260	190
作业距离：60m																	
144	135											100	100	110	110	140	140
95	89											130	120	160	130	190	160
64	57											150	130	180	140	220	170

注：当操作人员中不全是男性时，应适用女性标准进行受力判定。任何情况下，不推荐适用过低的手柄高度作业。

表B.7.4 推拉作业用力限值（拖拉作业持续施力限值）

手柄高度,cm		持续作业最大用力（双手拖拉），N															
		动作频率															
		10次/min		5次/min		4次/min		2.5次/min		1次/min		1次/2min		1次/5min		1次/d	
男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女
作业距离：2m																	
144	135	80	50	100	80					120	100			150	110	180	150
95	89	100	50	130	80					160	100			190	110	240	140
64	57	110	40	140	80					170	90			200	100	250	130
作业距离：8m																	
144	135					60	60			100	90			120	100	150	130
95	89					60	60			130	90			160	100	190	130
64	57					70	50			140	80			170	90	200	120
作业距离：15m																	
144	135							60	40	90	60			100	80	130	110
95	89							70	40	120	60			140	80	170	110
64	57							70	40	120	60			150	70	180	100
作业距离：30m																	
144	135									70	50			90	70	130	100
95	89									70	50			120	70	170	100
64	57									70	50			130	60	180	90
作业距离：45m																	
144	135									50	50			80	70	100	90
95	89									60	40			100	60	140	90
64	57									60	40			110	60	150	80
作业距离：60m																	
144	135											64	40	60	50	90	70
95	89											70	40	90	50	120	70
64	57											80	30	90	50	120	60

注：当操作人员中不全是男性时，应适用女性标准进行受力判定。任何情况下，不推荐适用过低的手柄高度作业。

过度用力会显著提升WMSDs的发生。由于上述不良施力因素导致的作业人员用力过度现象会使作业人员更早出现疲劳现象。疲劳出现后，由于肌肉紧张，作业人员完成相同作业任务会施加更多的力，从而进一步提高WMSDs的发生率。应避免上述不良施力因素来预防肌肉骨骼损伤出现。

B.2.7.3 高重复性工作常见于组装生产线作业，重复性单调工作即便无重体力劳动也可以造成作业人员肌肉负荷过度。这类工作常需要作业人员长时间保持相同的作业姿势

分析任务的重复性，需要用步骤或周期来描述。例如，瓶子包装操作（图B.11）。



图B.11 瓶子包装操作流程示意

劳动者的工作任务是将传送带上的工件（瓶子）码放在包装箱中，每24件为1箱。假设每次能放置4个瓶子，则须重复6次才能装满1个箱子。若操作周期持续2秒，则至少需要12秒才能完成一箱的工作任务。

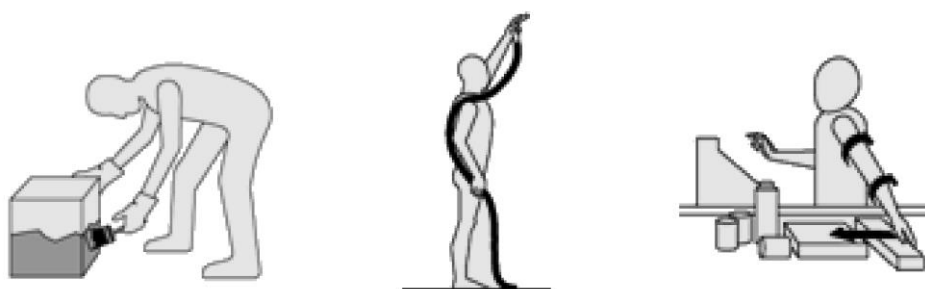
重复性作业工作非常容易发生疲劳现象，作业人员的肌肉无法在作业间隙的短时间内完全恢复。随作业时间增加，作业人员的疲劳累积程度加深，需要更大的力来执行相同的任务。因此，当在疲劳状态下继续作业时，受伤的概率将会显著提升。工作节奏决定了特定任务周期之间可用于休息和恢复身体的时间。速度越快，可用于恢复的时间越少，WMSDs的危险就越高。

高重复性工作主要依据重复性工作任务的循环作业时间来定义。将循环作业时间小于30秒的重复性作业定义为高重复性作业，将循环作业时间大于30秒的重复性作业定义为低重复性作业。

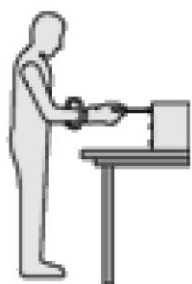
B.2.7.4 精细操作工作包含高精度组装作业，例如使用放大镜作业、精确安装作业、危险作业等。这类工作不同于重体力作业，会造成作业人员保持颈部、四肢的静力负荷作业，导致局部肌肉长时间紧张，引发不适、疼痛或损伤。该类工作还要求作业人员长时间保持弯腰姿势以保障作业精度。为缓解此类工作的作业强度，需按实际情况配备肘部支撑或下肢支撑设备。

B.2.7.5 不良作业姿势和作业活动

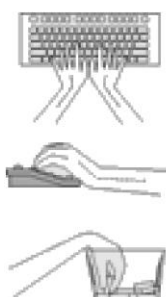
任何身体位置如果长时间保持统一姿势，都可能导致不适和疲劳。例如，站立是一种自然的身体姿势，本身不会造成特别的健康危害。然而，长时间站立工作可能会导致脚痛、一般性肌肉疲劳和腰痛。身体位置受限或不良工效学姿势保持时间越长，就越有可能发生WMSDs。例如，躯干向前弯曲（图B.12），向后或扭曲亦可能会对后背造成过大的压力。手臂抬伸至肩部以上位置（图B.13），手臂后展至身体后侧（图B.14），旋转手臂（图B.15），向前、向后或侧向弯曲手腕（图B.16），以及手向远离躯干位置过度前伸（图B.17）。



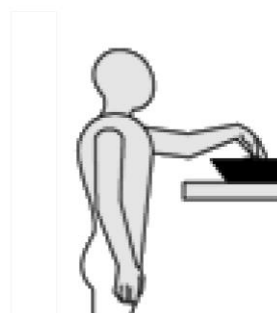
图B.12 躯干向前弯曲 图B.13 手臂位于肩部以上 图B.14 手臂后伸展至身体后侧



图B.15 旋转手臂

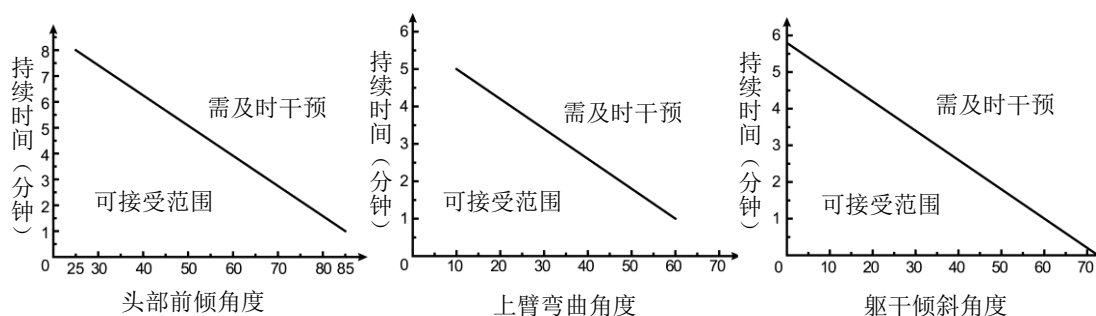


图B.16 腕部弯曲



图B.17 手向远离躯干位置过度前伸

依据ISO 11226，作业流程设计过程中应避免作业人员下列部位活动角度和不良姿势持续时间超出限值（见图B.18）。



图B.18 头部、上臂、躯干作业推荐角度范围

典型不良作业姿势包括：

- 经常性身体外展造成下肢和踝关节负荷增加。
- 重复性抬、伸上臂造成颈部、肩部、臂部负荷增加。
- 下背弯曲、躯干倾斜会造成下背负荷增加。以此类姿势搬运极重的物体会极大增加受伤危险。
- 保持或经常倾斜头部或扭转\拉伸颈部会造成颈椎和颈部肌肉负荷增加。
- 保持或经常扭转躯干会造成下背负荷增加。
- 保持或经常扭转颈部会造成颈部负荷增加。
- 保持或经常内伸、外展腕部会造成手臂和腕部负荷增加。此类姿势常见于使用键盘录入数据作业，指关节保持高强度长时间重复性运动。此类工作会导致手部损伤。

h) 垫脚伸展上肢（尤其是抬、伸上臂至肩部以上时），膝部弯曲无支撑，身体关节极限伸展。

i) 除上述姿势外的一切关节极限角度作业姿势。

B.2.7.6 身体局部长时间保持相同姿势和/或身体局部高频率运动。即使此类姿势不涉及B.2.7.5中的部分，也会增加身体局部骨骼肌肉疾患发生风险。

B.2.7.7 即使是推荐性中性姿势，长时间维持不动也会造成肌肉骨骼负荷增加，引发局部肌肉疲劳和损伤。任何作业环境和工作条件都应该为作业人员改变作业姿势提供充足的作业空间和舒适的工作条件，提供适当的工间休息，应按实际情况设计推广工间操以缓解局部肌肉疲劳。具体详见本原则8.4和8.5部分。

B.2.7.8 此危害因素包含全部水平和垂直方向的移动（包含爬梯、楼梯等）。

B.2.7.9 此危害因素包含身体无支撑以及为作业人员防止跌落和滑倒造成的肌肉过度紧张和不良姿势。

B.2.7.10 全身振动和手传振动

全身振动和手臂局部振动都会造成一些健康影响。手臂振动可能导致作业人员在手和手臂失去知觉，从而增加手部发力来控制手持工具（包括锤子钻、便携式磨床、链锯等）。振动对操作者关节肌肉造成的影响与手持电动工具振动频率相关。设计工具时，其工作频率应考虑避开如下对人体部位影响最大振动频率。工具震动水平应在 $5\sim 36\text{ m/s}^2$ 之间。具体内容详见全身性震动（GB/T 18368卧姿人体全身振动舒适性的评价、GB/T 13441 机械振动与冲击-人体暴露于全身振动的测量与评价）或手传振动（GB/T 14790 机械振动-人体暴露于手传振动的测量与评价）。

附 录 C
(资料性附录)
基于作业活动的危险控制优先等级检查表

C.1 通则

作业动作检查单旨在检查工作相关肌肉骨骼负荷的整体因素,根据因素的优先级寻找制定对应的改善方案。本检查单通用于不同的人群,推荐相关人员(用人单位职业卫生相关人员和其他职业卫生从业人员)使用本检查单进行工作相关肌肉骨骼负荷检查。下述检查单样例可根据实际情况进行增减修改。

C.2 使用方法

- a) 以5至8人为单位组织形成工作相关肌肉骨骼负荷检查小组。
- b) 通过与生产线负责人访谈的方式充分了解用人单位生产的主要流程与方法,劳动者数量(男工和女工),工作时长(包含工间休息和加班情况)以及全部现存的劳动问题。
- c) 确定被检查作业区域。对于小型企业,应详细调查全部生产车间。对于大型企业,应按照生产工艺流程将全部生产流程分解成工段,按工段进行调查。
- d) 调查小组全员应在调查开始前熟练掌握检查单内容及待调查作业区域配置。
- e) 通过实地走访的方式进行调查。如必要,应对应检查单内容逐一与生产经理或一线劳动者了解情况。如果待查内容的改善措施已实施或目前暂无改善必要,则在“否”项打勾;如果作业人员认为检查单上的改善措施有必要,则在“是”项打勾;如有必要,在备注栏详细注明一线作业人员的改善建议。
- f) 根据调查小组全部成员的调查结果进行数据统计。按每一项中“是”项的选择数量排列改善计划的优先级。
- g) 应确保调查项目全部如实填写无空项。
- h) 走访调查结束后,应针对每个调查组成员的检查清单组织调查小组全员进行讨论,确定全部改善计划以及改善优先级。同时,汇总走访调查过程中发现的已实施的有效改善方案。
- i) 基于小组讨论的结果,与用人单位管理人员、一线生产人员一同召开全体会议,最终确定减少工作相关肌肉骨骼负荷的改善计划及实施方案。

C.3 作业活动检查表样例

		是	否	优先级	备注
1	使用手推车、手动叉车、或其他轮式机械移动材料。				
2	通过使用传送带、卷扬机或其他运输设备代替手工材料运输。				
3	减少处理材料时需要身体弯曲\扭转的操作过程				
4	消除或减少手臂抬升至肩部以上的作业动作。				
5	改良包裹和容器的抓握条件，增加把手、手柄等设计使其便于抓握。				
6	使用小型包装、容器分装原料，减少单次作业的负荷。				
7	必须由2名劳动者一同处理超重物体。				
8	重复性推拉搬举重物的操作，增加短休息时间。				
9	根据材料和工具的使用频率安排它们在作业台上的位置。				
10	为长时间站姿作业的人员提供椅子。				
11	为长时间坐姿作业的人员配置全方位可调节的椅子。				
12	使用台钳、固定架等夹具提高工件稳定性，以提高作业效率。				
13	测试设备和工具是否设计合理，确保使用者操作时不会过度发力，过度弯曲手部和腕部。				
14	选择省力工具进行作业。				
15	选择轻量化、重心位置位于使用者手中的工具作业。				
16	调节作业台面高度至作业人员肘部或略低于肘部。				
17	进行精细作业时，提供手部支撑。				
18	在连续性高视觉要求作业间增加工间休息。				
19	针对连续性视觉显示终端作业中增加轮岗制度，减少作业重复性。				
20	避免作业环境过冷或过热。				
21	作业场所应提供充足的光照				
22	作业场所附近安排休息区域，并提供舒适度较高的家具和饮品。				
23	鼓励作业人员根据需求自主设计工作站、材料处理设备、椅子。				
24	就作业时间安排问题征求一线作业人员意见。				
25	增加重体力重复性作业周期循环时间。				

附 录 D
(资料性附录)
调查问卷

在减少工作相关肌肉骨骼疾患改善措施实施前后,均应该邀请一线作业人员如实填写问题一和问题二。

问题一:

请问您在工作过程中或下班回家后是否感到劳累不适?请您按表1中为您提供的评分标准对您身体因工作所致的不适打分。

表D.1 不适和疼痛评分标准

0	1	2	3	4
无	轻微不适	中等疼痛	强烈疼痛	难以忍受

编号	图例	身体部位	分数	
			左侧	右侧
1		颈部		
2		肩部		
3		上背		
4		下背		
5		上臂		
6		肘部		
7		前臂		
8		手部、腕部		
9		臀部、大腿		
10		膝部		
11		小腿		
12		足踝		

问题二: 请问您对您现在的工作环境总体满意吗?

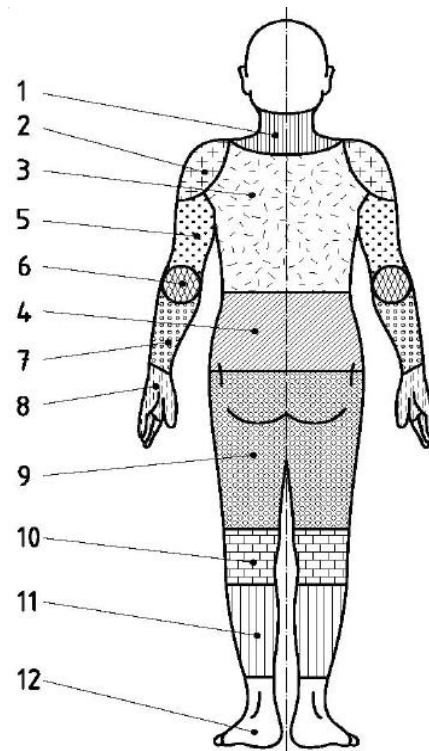
非常满意
 满意 不满意
 非常不满意

在减少WMSDs改善措施实施后(通常为改善措施实施几周后),再次邀请一线作业人员如实填写问题三。

问题三: 请

问工作环境改善后,您身体的不适和疼痛减弱了吗?

不,与之前一样 是,但只有一点点 是,显著改善



附录 E
(资料性附录)
用于危险控制效果再评价的评估表格

E.1 信息

企业名称：_____ 部门：_____ 日期：_____

E.2 干预措施

本部分应包含：

- a) 作业内容
- b) 作业人员肌肉骨骼负荷改善目标
- c) 改善行动具体计划（包含时间节点）
- d) 涉及人员及组织

E.3 预算

本部分应详细说明改善计划的实施预算。

E.4 阶段性改善成果

本部分应包含改善实施先后作业人员肌肉骨骼系统负荷变化、整体作业负荷变化以及生产力变化。

E.5 满意度调查**E.5.1 部门负责人**

非常满意 满意 不满意 非常不满意

E.5.2 一线作业人员

非常满意 满意 不满意 非常不满意

E.6 附加件

本部分应包含：

- a) 体现改善计划实施前后作业人员肌肉骨骼系统负荷变化、整体作业负荷变化以及生产力变化的具体数据。
- b) 改善后仍存在的问题与危险。
- c) 针对新发现的危害因素制定的危险减少方案（详见附件A）

参 考 文 献

- [1] WHO网站资料Protecting Workers' Health Series No. 5 Preventing musculoskeletal disorders in the workplace, https://www.who.int/occupational_health/publications/muscdisorders/en/index1.html
- [2] Xueyan S. Xu, Ren G. Dong, Daniel E. Welcome, Christopher Warren, Thomas W. McDowell, John Z. Wu, Vibrations transmitted from human hands to upper arm, shoulder, back, neck, and head, *International Journal of Industrial Ergonomics*, **2017**, 62, 1-12.
- [3] CELEX 89/391/EEC on the introduction of measures to encourage improvements in the safety and health of workers at work
- [4] CCOHS 网站资料 <https://www.ccohs.ca/oshanswers/ergonomics/risk.html>
- [5] OSHA 网站资料 <https://www.osha.gov/SLTC/ergonomics/>
<https://www.osha.gov/SLTC/ergonomics/identifyprobs.html#ObserveWorkplaceConditions>
- [6] NIOSH 网站资料 <https://www.cdc.gov/niosh/mining/topics/ErgonomicsandMSDPrevention.html>
<https://www.cdc.gov/niosh/topics/ergonomics/ergoprimer/step1.html>
- [7] 工效学检查要点第二版 ISBN 978-7-5008-5666-5