

中华人民共和国国家标准

GB/T 31002.1—2014

人类工效学 手工操作 第1部分：提举与移送

Ergonomics—Manual handling—Part 1: Lifting and carrying

(ISO 11228-1:2003, MOD)

2014-09-03 发布

2015-02-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

前 言

GB/T 31002《人类工效学 手工操作》拟分为以下 3 部分：

- 第 1 部分：提举与移送；
- 第 2 部分：推与拉；
- 第 3 部分：高频次低负荷操作。

本部分为 GB/T 31002 的第 1 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分使用重新起草法修改采用 ISO 11228-1:2003《人类工效学 手工操作 第 1 部分：提举与移送》。

本部分与 ISO 11228-1:2003 的技术性差异及其原因如下：

- 推荐质量上限由 25 kg 修改为 23 kg，以符合中国人身体特征。
- 附录 A.7.2 中用“物体宽度为 0.70 m”代替“物体宽度为 0.75 m”；用“ $v_M = 1 - 0.3 \times |0.70 - v|$ ”代替“ $v_M = 1 - 0.3 \times |0.75 - v|$ ”；用“如果 $v > 1.70$ ，那么 $v_M = 0$ ”代替“如果 $v > 1.75$ ，那么 $v_M = 0$ ”；用“ $v < 0.70$ m”代替“ $v < 0.75$ m”；用“ $v \geq 0.70$ m”代替“ $v \geq 0.75$ m”；用“ $v < 0.70$ m”代替“ $v < 0.75$ m”；用“ $v \geq 0.70$ m”代替“ $v \geq 0.75$ m”，以符合中国人身体特征。
- 附录 B.1.1 修改了分步模型应用示例中的包裹质量、货盘尺寸以及相应的计算结果，以与附录 A 和附录 C 的技术性修改保持一致。
- 附录表 C.1 修改了不同工作人群的参考质量(m_{ref})，将普通工作人群参考质量(m_{ref})的上限由 23 kg 降至 20 kg，将成年工作人群参考质量(m_{ref})由 25 kg 降至 23 kg，在专职工作人群的参考质量(m_{ref})中增加了 25 kg 一项，以符合中国人身体特征。

本部分做了下列编辑性修改：

- 修改了图 A.1、图 A.2、图 B.1 中的图注。

本部分由全国人类工效学标准化技术委员会(SAC/TC 7)提出并归口。

本部分起草单位：中国标准化研究院、东北师范大学、清华大学、深圳市华测检测有限公司、北京航空航天大学、国家体育科学研究所、东莞市科技咨询服务中心。

本部分主要起草人：张欣、徐红旗、郑秀媛、朱平、周前祥、郝卫亚、冉令华、史冀鹏、呼慧敏、林子弘、李毅、杨帆。

引 言

肌肉骨骼失调症是世界性常见病,也是职业卫生中的常发病。

手工操作对象的尺寸和质量、操作姿势、操作频次、操作持续时间等因素能单独或联合产生一个危险的操作活动,引发肌肉骨骼失调症风险。

较为理想的做法是:综合考虑操作姿势、操作频次以及操作持续时间,给出操作对象质量的推荐限值,使人们能合理、有效地执行手工操作劳动。

工效学方法对降低手工提举与移送的操作风险非常有效。良好的工作设计尤其重要,特别是操作任务和工作空间的设计,其中可能包括适当辅助设备的使用。

本部分提供了一个逐步逼近的评价方法,以评估手工提举与移送的健康风险。在每一步中均给出了推荐限值。另外,在附录 A、附录 B 和附录 C 中还给出了面向手工操作工效学机构的实用性指南。

本部分提供的风险评价模型可用于评估与手工操作相关的风险。此模型综合考虑了与手工提举操作相关的各项危险因素(不利条件),以及手工操作的持续时间。不利条件有可能是操作对象质量过大,或是提举过程中存在扭转、弯腰、操作间距过大等不舒适的操作姿势。本部分包括重复性与非重复性手工提举操作。

推荐限值是综合利用流行病学、生物力学、生理学、心理物理学四种重要研究方法获得的。

人类工效学 手工操作

第 1 部分：提举与移送

1 范围

GB/T 31002 的本部分规定了手工提举与移送质量的推荐限值,分别考虑了任务强度、频次和持续时间的影响。本部分为工作人群健康风险评价中多个任务变量的评定提供指南。

本部分适用于物体质量不小于 3 kg 的手工提举与移送。

本部分适用于水平表面上中等步速(0.5 m/s~1.0 m/s)的手工移送操作。

本部分不适用于静态抓握物体(原地不动),推或拉物体,单手提举物体,坐姿手工操作,以及两人或多人提举物体。抓握、推拉物体的人工操作将在本标准的其他部分中规定。

本部分基于每天 8 h 的工作时间。本部分不适用于分析一天中一个班次内的组合任务。

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版本,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 5703—2010 用于技术设计的人体测量基础项目(ISO 7250-1:2008,MOD)

GB/T 16856(所有部分) 机械安全 风险评价[ISO 14121(所有部分)]

GB/T 20000.4 标准化工作指南 第 4 部分:标准中涉及安全的内容(GB/T 20000.4—2003,ISO/IEC Guide51,MOD)

EN 1005-2 机械安全 人体特性 第 2 部分:机械及其零部件的手工操作(Safety of machinery—Human physical performance—Part 2:Manual handling of machinery and component parts of machinery)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

手工操作 manual handling

利用人力以提、放、移送或其他方式,移动或约束物体的活动。

注:物体也包括人或动物。

3.2

手工提举 manual lifting

在无机械设备辅助的条件下,从初始位置向上移动物体。

注:物体也包括人或动物。

3.3

手工放低 manual lowering

在无机械设备辅助的条件下,从初始位置向下移动物体。

3.4

手工移送 manual carrying

提起物体后,利用人力水平移动运送。

注:物体也包括人或动物。

3.5

手工操作理想姿势 ideal posture for manual handling

身体对称平衡站立,直立姿势,物体质心与操作者质心的水平距离小于 0.25 m,抓握高度不超过掌指关节高度的 0.25 m。

注 1:物体质心位置近似于两手抓握位置连线中点的垂直投影。操作者质心位置近似于两脚内踝点连线的中点。

注 2:人体尺寸测量参见 GB/T 5703—2010。

3.6

不良外界环境条件 unfavorable environmental conditions

给手工提举或移送带来额外风险的外界环境条件。

示例:热或冷的环境,光滑的地面。

3.7

手工操作理想条件 ideal conditions for manual handling

兼具手工操作理想姿势,物体上有切合腕部自然用力的稳固把手,以及良好环境的条件。

3.8

重复性操作 repetitive handling

频次超过 1 次/5 min 的操作。

3.9

正中矢状面 mid-sagittal plane

人体前后方向上的正中垂直平面,它将人体分成左、右对称的两个部分。

参见图 A.2。

3.10

自然立姿 neutral body posture

手臂自然悬垂于身体两侧的垂直站立姿势。

3.11

不对称面 plane of asymmetry

当物体偏离自然立姿正中矢状面最远时,通过两脚内踝点连线的中点与物体重心垂直投射点的矢状面。

3.12

不对称角 angle of asymmetry

正中矢状面与不对称面相交形成的夹角。

注:如果手工提放物体过程中,操作者脚部位置移动,上述位面应在最大不对称扭转角度时确定,参见图 A.2。

3.13

参考质量 reference mass

应用本部分风险评价方法确定的特定工作人群可接受的合适物体质量。

3.14

累积质量 cumulative mass

操作对象质量与操作频次的乘积。

注:手工操作的累积质量分别定义为:千克每分钟(kg/min),以表示短期风险;千克每小时(kg/h),以表示中期风险;千克每 8 小时(kg/8 h),以表示长期风险。

4 建议

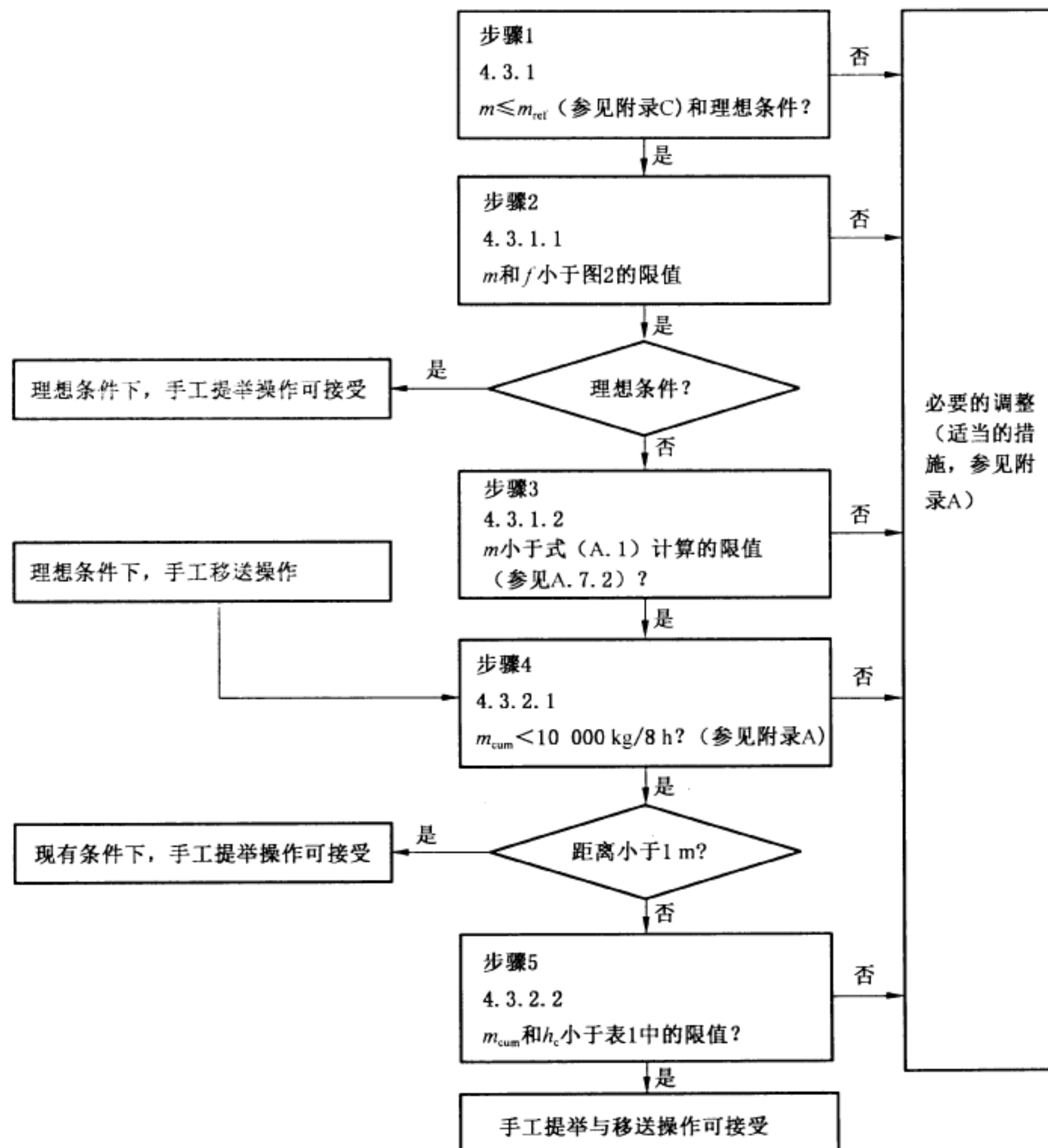
4.1 概述

以下条款适用于评价手工提举与移送。

4.2 工效学方法

在手工提举与移送不可避免的情况下,宜进行健康和安全风险 的评定,考虑因素包括物体的质量、物体上的把手,物体相对于身体的位置,以及特定工作的操作频次和持续时间。

风险评定可分步完成(参见图 1)。针对每一个连续步骤,评价者需要判定不同工作任务的相关因素。雇主宜针对本部分提及的多种工作条件,给雇员提供足够的信息与训练,这十分重要。雇员与其他操作人员可以采用安全的手工操作方法降低损伤风险(参见附录 A)。



说明:

- m —— 提举对象的质量;
- m_{ref} —— 特定工作人群的参考质量;
- f —— 频次;
- m_{cum} —— 累积质量;
- h_c —— 距离(移送)。

图 1 分步模型

依据 GB/T 16856、GB/T 20000.4 和 EN 1005-2, 风险评价包括四个阶段: 危险认知、危险源识别、风险评估与风险评价。关于危险源识别的信息参见附录 A。

如果超过推荐限值, 宜采取措施避免用人工方式执行此项任务, 或是调整任务, 使其满足分步评价模型中的所有要求。降低风险的首要目标是依据人体特性, 设法合理改善手工操作的设计、任务、物体与工作环境。仅提供信息与训练, 并不能完全保证手工操作的安全(参见附录 A)。

4.3 风险评估与风险评价

图 1 所示的分步模型描述了手工提举和移送中相关联因素的评估流程, 示例参见附录 B。

4.3.1 手工提举

理想条件下的非重复性手工提举的筛查首先需要确定物体的质量(步骤 1)。物体质量的推荐限值参见附录 C。步骤 1 为设计人员和雇主提供了一般性指南。参见 A.7。

重复性手工操作任务的筛查需要结合提举频次确定物体的质量(参见步骤 2, 4.3.1.1)。当质量与频次均未超出限值时, 继续步骤 3; 否则需做出调整(参见附录 A)。筛查非理想姿势下的手工提举操作任务时, 宜用 4.3.1.2(步骤 3)。

筛查手工提举操作任务的每天累积质量(步骤 4), 宜用 4.3.2.1 的推荐限值。

4.3.1.1 质量和频次的推荐限值(步骤 2)

图 2 给出了与物体质量相关的, 理想条件下重复性手工提举操作频次的推荐上限值。图 2 两条曲线分别代表持续时间小于或等于每天 1 h 和持续时间在每天 1 h~2 h 之间的手工提举任务。最大提举频次为 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。

理想条件下的重复性手工提举操作, 宜充分满足步骤 2, 非理想条件下则应继续步骤 3。

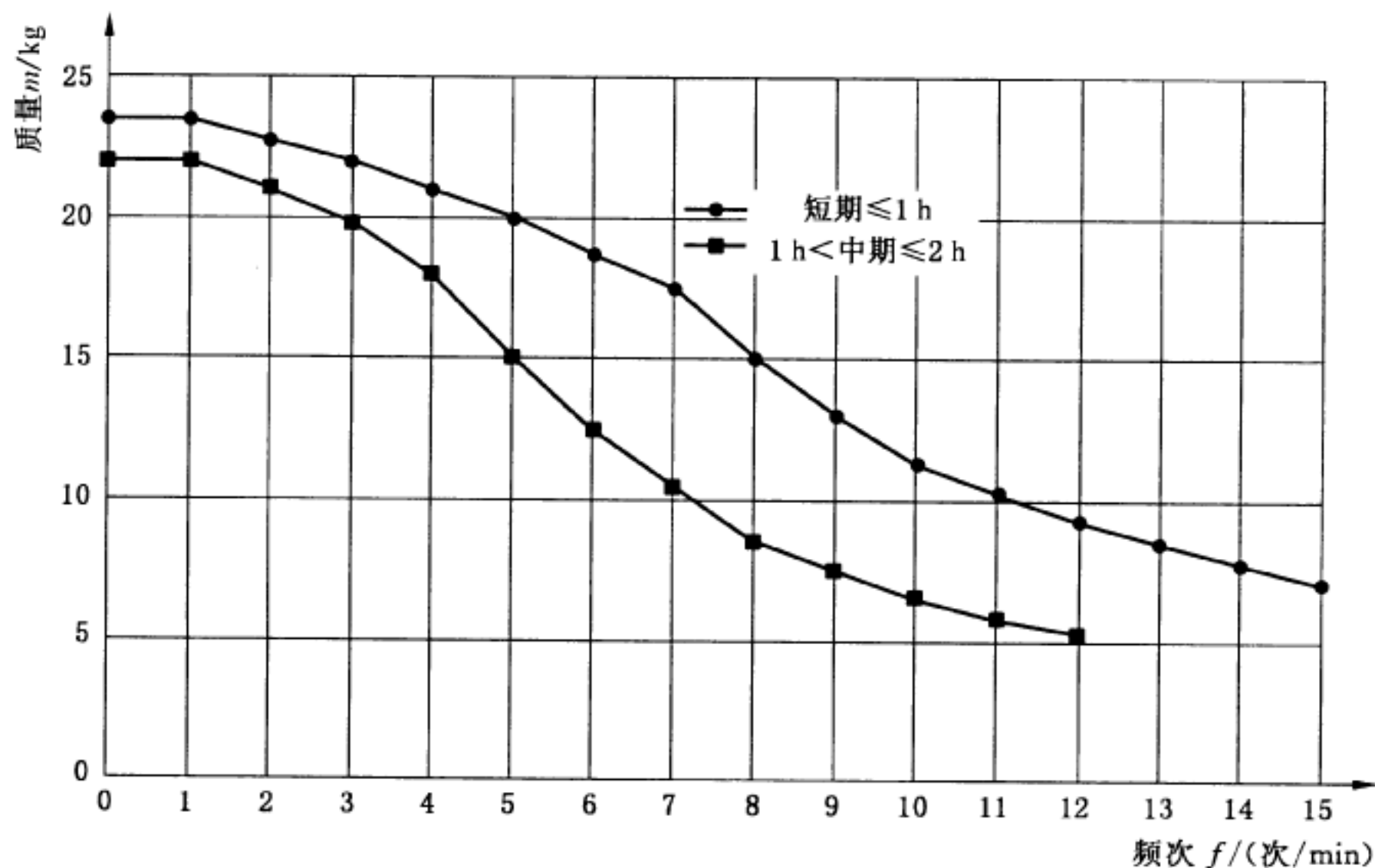


图 2 理想条件下, 与物体质量相关的两种不同持续时间下的手工提举频次推荐上限, 对应表 A.1

4.3.1.2 质量、频次与物体位置的推荐限值(步骤 3)

确定与工作姿势/物体位置、提举频次、持续时间相关的物体质量的推荐限值时,宜用 A.7 中的方程。在 A.7 中,列出了几种应考虑假定条件。在给定的变量下,如果超过了手工提举操作任务的推荐限值,则需调整提举质量、提举频次、提举持续时间或物体位置。

4.3.2 手工提举与移送的累积质量

为筛查手工提举与移送操作每天的累积质量(参见步骤 4,4.3.2.1),宜首先用 4.3.1.1 中的推荐限值。可参照 4.3.2.2(步骤 5)确定与移送距离相关的累积质量。对于移送距离适度(一步或两步)且仅移送一次的情况,宜用手工提举质量限值。此外,本部分给出了一个工作日(1 h 或 8 h)内总累积质量的推荐限值。

4.3.2.1 每天累积质量的推荐限值(步骤 4)

累积质量是物体质量与移送频次的乘积。在步骤 1 与步骤 2 中对这两个值做出了限制,推荐质量不超过 23 kg,移送频次不超过 15 次/min。理想条件下,手工移送累积质量的推荐限值为 10 000 kg/8 h。当移送距离较长(20 m)时,此推荐限值应降为 6 000 kg/8 h。

4.3.2.2 与距离相关的累积质量的推荐限值(步骤 5)

理想条件下的手工移送操作,与移送距离相关的累积质量推荐限值参见表 1。表中给出了下列限值:

- 千克每分钟(kg/min),用于预防局部负荷过大;
- 千克每小时(kg/h),用于预防整体负荷过大;
- 千克每 8 小时(kg/8 h),用于预防长期风险。

这些限值不是简单的相乘关系,因为短期、中期与长期风险在本质上是不同的。表 1 最后一列给出了质量与频次不同组合的示例。这些示例表明,因为有最大质量与频次的限制,用 kg/min 表示的限值并不适用于所有情况(累积质量限值为 5 kg×15 次/min=75 kg/min 时,即使移送距离只有 1 m,对质量为 23 kg 的物体,提举频次也不能超过 1 次/min,见图 2)。

在本部分的实际应用中,首先要考虑最大质量与频次的限值;当这些限值满足后,再考虑移送的限值。反之,如果手工移送的距离不能缩短,宜调整质量和/或频次。

在不良外界环境条件下,或从低高度位置提举物体时,或放低物体到低高度位置(如低于膝关节高度)时,或手臂提举高度超过肩时,宜大幅降低表 1 中手工移送累积质量的推荐限值(至少降低 1/3)。

表 1 与移送距离相关的累积质量推荐限值(普通工作人群)

| 移送距离 h_c m | 移送频次 f_{\max} min^{-1} | 累积质量 $(m_{\text{cum}})_{\max}$ | | | 示例 $m \cdot f$ |
|--------------------|---|-----------------------------------|-------|--------|--|
| | | kg/min | kg/h | kg/8 h | |
| 20 | 1 | 15 | 750 | 6 000 | 5 kg×3 次/min 15 kg×1 次/min 23 kg×0.5 次/min |
| 10 | 2 | 30 | 1 500 | 10 000 | 5 kg×6 次/min 15 kg×2 次/min 23 kg×1 次/min |

表 1 (续)

| 移送距离 h_c m | 移送频次 f_{\max} min^{-1} | 累积质量 $(m_{\text{cum}})_{\max}$ | | | 示例 $m \cdot f$ |
|---|---|-----------------------------------|-------|--------|---|
| | | kg/min | kg/h | kg/8 h | |
| 4 | 4 | 60 | 3 000 | 10 000 | 5 kg×12 次/min 15 kg×4 次/min 23 kg×1 次/min |
| 2 | 5 | 75 | 4 500 | 10 000 | 5 kg×15 次/min 15 kg×5 次/min 23 kg×1 次/min |
| 1 | 8 | 120 | 7 200 | 10 000 | 5 kg×15 次/min 15 kg×8 次/min 23 kg×1 次/min |
| 注 1: 计算累积质量时,15 kg 的参考质量和 15 次/min 的移送频次常应用于普通工作人群。 注 2: 日常工作时间,手工提举与移送的总累积质量不宜超过 10 000 kg/8 h。 | | | | | |

4.4 风险减小

可以通过排除或最小化来自任务、物体、工作场所、工作组织或环境条件的危险因素来减小风险,如 A.3~A.6 中列出的示例。

4.5 其他注意事项

雇主宜针对与工作相关的风险提供相应的健康监测。

宜通过技术手段减小风险,并针对与工作相关的风险,提供相应的信息和适当的训练。

附 录 A

(资料性附录)

工效学方法

A.1 概述

科学知识强调了通过工效学方法消除或降低手工操作职业伤害的重要性。工效学关注于工作设计,以及工作是否与人的需求和人的生理心理能力相适应。参见 GB/T 15706。工效学方法会全面考虑与手工操作任务相关的一系列因素,包括工作性质、物体特征、工作环境及操作者的个人能力和限值。

A.2 手工操作的规避

为避免手工操作劳动危害的发生,首先要确定手工操作劳动能否被完全取代。在设计新的工作系统或是安装新的设备时,宜考虑引入一套综合操作系统,适当、充分地利用动力或机械代替手工操作。但是,自动化或是机械化的引入可能会带来其他危险。如引入叉车、起重机、手推车、货仓车、滑槽、电磁吸盘等机械装置,都需要很好地维护,安装质量监测和校正系统。所有操作工具宜与工作系统其他部分相匹配,设计宜合理有效,且易于操作。有关操作工具的培训宜包括正确的使用方法、安全存放知识、故障排除措施等,还宜包括操作设备的正确姿势。宜在设备上标注使用说明与安全注意事项。

如果手工操作不能避免,宜使用辅助设备。诸如打包带、防滑垫、挂钩或吸盘等操作装备,它们能减轻人提举与移送物体的难度。

A.3 工作设计:工作任务、工作场所和工作组织

A.3.1 工作任务

当物体与身体之间的距离增加时,操作者背部的受力随之急剧增大。因此,在规划手工操作任务时,应避免拉伸、扭转、屈背、弯腰以及其他一些不良动作或姿势。设计良好操作姿势的核心要点就是要稳固,操作者的立足点要靠近物体质心。通常情况下,不良的手工操作姿势是可以避免的。一个常见的例子:当从货盘的远侧端横向提起一个物体时,可通过使用货盘旋转设备予以解决。另外,当从纵深大的货架或行李架后部取物品时,也会出现不良姿势,这时可以采用安装滚轮的替代方式来减轻压力。储存物体最适宜的高度为操作者大腿中部至胸部高度,质量轻的物体可存放于此高度区间的上部或下部。

好的把手对避免手工操作伤害事故的发生是非常重要的,其样式常取决于物体的特点。物体宜有合适的把手、切槽或指孔。大尺寸的物体宜安装两个把手。把手宜距物体的重心对称安装,且具有足够大的尺寸。

A.3.2 工作场所

工作场所的设计宜使操作者的劳动量最小化,减少对扭转、弯腰、拉伸、移送等操作的需求。宜同时考虑常搬运物体和不常搬运物体的最小运送距离,以及他们可能被移送的位置高度变化。

通道和其他工作区的大小宜保证操作者有足够的空间灵活操作。足够大的空间是操作者采用合理操作姿势有效执行工作的前提条件。另外,机械设备的使用通常会比手工提举操作需要更大的空间。

操作者移送物体时,宜保证其前方视界清晰,无遮挡物。宜避免在楼梯或梯子上用人工提举和移送

物体。

保证物体周围和通道有足够的空间非常重要,操作者头上也应有足够的空间,以避免采用弯腰体位手工操作物体。

地板或地面宜平坦防滑且没有障碍物,并有良好的保养和维护,以消除潜在的滑倒或绊倒危险。台阶、陡坡和梯子会增加手工操作物体时动作的复杂度,进而增大受伤的风险。障碍物,如用过的包装材料,也能造成滑到或绊倒的危险,宜予以清理。

A.3.3 工作组织

固定操作姿势下的工作总量也是一个需要重点考虑的因素。ISO 11226 中给出了关于操作姿势的建议。手工操作物体的频次会影响受伤的风险。当操作者不能改变工作速率的时候就要特别注意。因此,宜考虑操作者是否有足够的休息(如短时间歇或工间休息)或恢复疲劳(如转为从事动用身体其他肌群的工作)的机会。工作的丰富化、扩大化和轮换对于延缓潜在的疲劳、保持工作效率有着重要的作用。但是,个体对疲劳的敏感度存在巨大的差异,这就使问题变得复杂。

两人或多人的协同操作可能会超过单人的手工操作能力,或是减小对单个人的损伤风险。团队能安全操作的物体质量小于团队成员独自安全操作质量的总和。作为一个近似的估算,两人团队的能力是他们个体能力总和的三分之二,三人团队的能力是他们个人能力总和的二分之一。如果团队成员间阻碍了各自的视线或运动,又或物体没有足够数量的合适把手,就会增加额外的难度。

当工程上或其他控制措施不能提供足够的保护时,个体防护装备的使用是最后可借助的手段。在处理危险物质或是其他具有潜在危险的负载时,改善工作规划就显得尤为重要。可能需要特别注意应对突发事件的操作方法和规程,包括应急设备与清晰的使用说明。在穿戴个体防护装备不可避免时,宜考虑个体防护装备可能给手工操作带来的风险。例如,手套会降低手的灵活性;其他服装,如制服,可能会限制手工操作时的活动自由度;手套、围裙、工作服、长统橡胶靴或劳保鞋等个体防护装备的尺寸宜合体;鞋子宜能提供足够的支撑,稳定不打滑,还能够提供适当的保护。

A.4 物体的设计

操作对象物体的质量或其对运动产生的阻力、尺寸、形状或刚度、或缺少把手都有可能产生危险。在确定一个负载会不会产生风险时,应根据手工操作条件进行合理的估算。例如,宜考虑推荐姿势、操作频次和持续时间、工作场所的设计与工作组织因素(如激励机制和按件计酬)。

物体的形状会影响抓握的方式。一般来说,如果物体任一维度的尺寸超过肩宽,就可能会增加手工操作的受伤风险,特别是在超过维度不止一个时。如果此物体没有便利的把手,风险会进一步加大。

如果物体的重心不在中心位置,可能会导致不恰当的手工操作方式。有时,对着一个密封且未做标记的纸板箱,很难从外观上看出重心的偏移。在这种情况下,操作者可能会在身体与物体重心间距超出必要距离的状态下,无意识地抓握此物体,使受伤风险增大。

对手工操作过程中重心易移动的物体宜考虑增加填充物。同样地,对于本身难于抓握的物体应给予更多的重视。另外,可能产生物理或化学伤害的,也宜予以标记,如有锐边的物体、过热或过冷的物体、内部材料或物质溢出后有危害的物体。

A.5 搬运人或动物时的设计考虑

搬运人或动物时,就会出现一些特殊的问题。家养或野生动物的行为是不可预知的。操作技术与经验很重要。当搬运盒子、板条箱或便携式狗窝时,可能看不到动物的移动,但质心会不定时地突然发生很明显的改变。在社区、医院和受伤人群中,最大的单人手工操作问题与被照看人的身体状况和运动

相关。对社区内的病人与残障人士而言,主要考虑的是医疗问题和穿戴、洗涤、上厕所等直接需求。除了紧急情况之外,应根据预测的健康变化情况,为每一个体评估手工操作问题,其中特别要注意工效学方法的运用和操作环境条件的设计。负责护理和家庭照料的人员宜制订一份护理计划,以指导看护亲属采取最合理的方法进行移动和转运。应当提供渠道,便于他们查看有关病患手工护理操作技术和如何选择手工护理用具与设备的参考资料。

尽管有这些特殊的注意事项,但搬运人或动物时也宜遵循本部分中给出的基本原则。本部分不适用于不可预见的紧急状况和救援状况,不论操作对象是生物还是其他物体。此类服务行业的从业人员宜特别关注特定患者的年龄和肌力衰减情况。

A.6 工作环境设计

照明、噪声、气候等一般环境条件宜在可接受的范围内。有关热舒适性的要求建议遵循 GB/T 18049。宜特别注意极端温度下的手工操作劳动。例如,高温或高湿环境能导致人体快速地疲劳;低温下工作需要戴手套以防止手被冻麻木,但这也会降低手的灵活性。空气循环(室内和室外)也会影响体温。空气流通速度过快会降低体温,宜尽可能地避免。在高温工作条件下,则需要较快的空气流通速度。提供充足的照明十分重要,它能使操作者清楚地观察到自己所做的事情,也能避免不良的操作姿势。高噪音可能会降低操作者的警惕性。室外工作,宜考虑天气变化带来的影响。尤其要注意强风或可能出现阵风的地方,例如建筑物周围。此种情况下,就非常有必要使用辅助设备或机械装置来搬运大尺寸薄板或大体积物体。

对理想条件下的手工操作而言,建议遵循下列准则:

- 中等热环境;
- 双手操作;
- 自由站立姿势;
- 单人操作;
- 平稳提举;
- 手能良好地抓握物体的把手;
- 脚与地板能良好地接触;
- 最小化提举之外的手工操作;
- 被提举物体不冷、不热且无污染;
- 负荷的垂直位移小于或等于 0.25 m,但其位置不能低于掌指关节高度或高于肩关节高度;
- 躯干直立无旋转;
- 负载贴近身体。

A.7 质量推荐限值、频次和物体位置的评估方法

A.7.1 非重复性手工提举任务

非重复性手工提举任务中,物体的质量或用于操作物体的工作姿势可能会导致健康风险。宜避免提举大质量(如超过参考质量)物体,或采用诸如弯腰、扭转、远距离拿取等不良操作姿势。

可用 A.7.2 中的风险评价模型方程评估不良操作姿势的影响,频次系数取为“1”。水平距离系数可表明远距离取物的严重程度;垂直高度、位移和不对称系数可表明躯干扭转或弯曲的负面影响。

A.7.2 重复性手工提举任务

推荐限值可由基于下述假设的模型推出:

- 仅适用于双手操作,平稳提举,无突然加速(如猛提);
- 不能用于操作者只有部分支撑的任务(如一只脚抬离地面);
- 物体宽度为 0.70 m,对于小身材(身高)人群可以更窄;
- 仅适用于自由提举姿势;
- 仅适用于具有良好衔接的条件下(如把手牢固,且鞋子/地板的光滑程度低);
- 仅适用于理想条件下。

主要任务变量包括以下数据(见图 A.1):

- 物体质量, m , 千克;
- 水平距离, h , 米, 提举姿势下, 两脚内踝点连线的中点至两手抓握物体位置连线中点的水平距离;
- 垂直高度, v , 米, 两手抓握物体位置至地板的垂直距离;
- 垂直位移, d , 米, 提举起点至终点的垂直距离;
- 提举频次, f , 以每分钟平均提举次数表示;
- 手工提举持续时间, t , 小时;
- 不对称角, α , 度;
- 抓握质量, c 。

物体质量限值由式(A.1)得出:

$$m \leq m_{\text{ref}} \times h_M \times v_M \times d_M \times \alpha_M \times f_M \times c_M \quad \dots\dots\dots(\text{A.1})$$

式中:

- m_{ref} ——已鉴别人群的参考质量;
- h_M ——水平距离系数,由式(A.2)计算所得;
- v_M ——垂直高度系数,由式(A.3)计算所得;
- d_M ——垂直位移系数,由式(A.4)计算所得;
- α_M ——不对称系数,由式(A.5)计算所得;
- f_M ——频次系数,见表 A.1;
- c_M ——抓握质量的衔接系数,见表 A.2。

式(A.1)中的系数由式(A.2)~式(A.5)以及表 A.1~表 A.3 计算所得。如果系数大于 1,则其值取为 1。

$$h_M = \frac{0.25}{h} \quad \dots\dots\dots(\text{A.2})$$

- 如果 $h \leq 0.25$, 那么 $h_M = 1$;
- 如果 $h > 0.63$, 那么 $h_M = 0$ 。

$$v_M = 1 - 0.3 \times |0.70 - v| \quad \dots\dots\dots(\text{A.3})$$

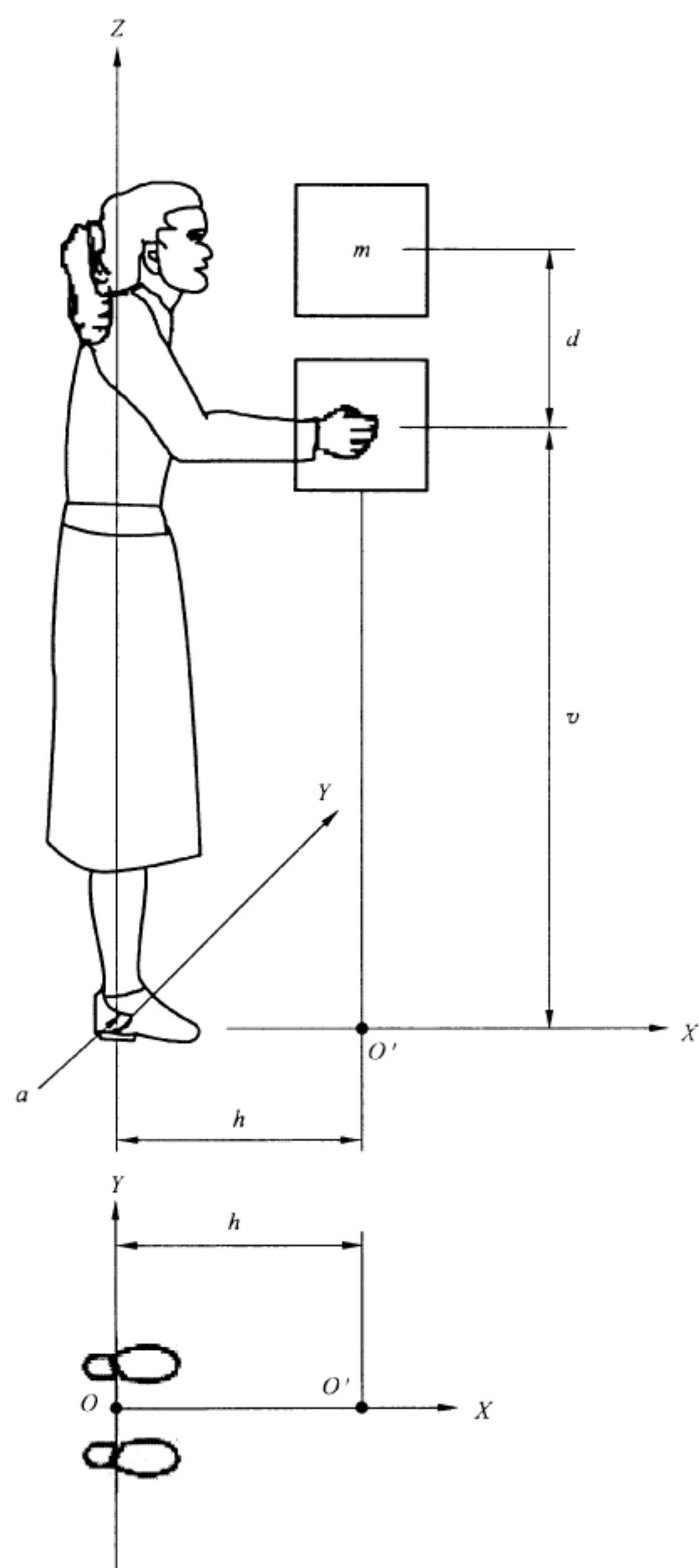
- 如果 $v > 1.70$, 那么 $v_M = 0$;
- 如果 $v < 0$, 那么 $v_M = 0$ 。

$$d_M = 0.82 + \frac{0.045}{d} \quad \dots\dots\dots(\text{A.4})$$

- 如果 $d > 1.70$, 那么 $d_M = 0$;
- 如果 $d < 0.25$, 那么 $d_M = 1$ 。

$$\alpha_M = 1 - 0.0032 \times \alpha \quad \dots\dots\dots(\text{A.5})$$

- 如果 $\alpha > 135^\circ$, 那么 $\alpha_M = 0$



说明：

X ——矢状轴；

Y ——冠状轴；

Z ——垂直轴；

a ——两脚内踝点连线的中点；

d ——垂直位移；

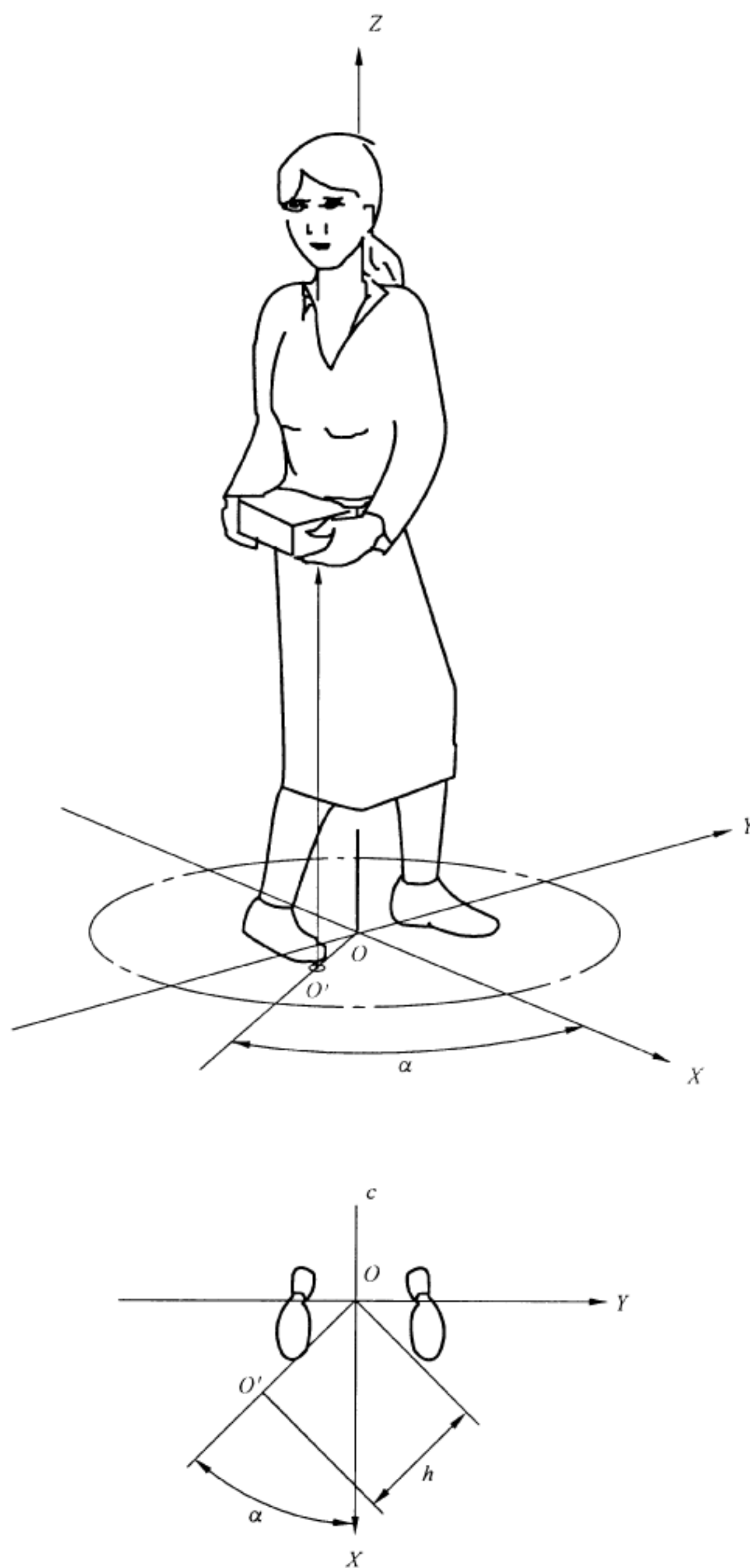
v ——垂直高度；

O ——两脚内踝点连线的中点在地面上的投影；

O' ——物体质心在地面上的投影；

h ——水平距离。

图 A.1 任务变量



说明：

- c ——正中矢状面；
- O ——两脚内踝点连线的中点在地面上的投影；
- O' ——物体质心在地面上的投影；
- h ——水平距离；
- OO' ——不对称线；
- α ——不对称角。

图 A.2 不对称角

每项任务的起始位和终止位都要用此方程进行计算。只有涉及一定放置精度时,终止位的计算才是重要的。放置物体时,如果在伸展位置并未对身体造成过度应力,则无需计算终止位的值。

适当的频次系数(f_M)的确定,首先应考虑重复性手工提举任务的持续时间,其次是考虑紧随重复性手工提举任务后的休息期的持续时间。

表 A.3 给出了连续重复性手工提举任务的分类和它们的持续时间,以及紧随重复性手工提举任务之后的休息期的持续时间要求。

应注意的是,要把工作期和休息期的组合看作一个“工作—休息”的循环,其中,休息期为下一个连续的提举任务周期提供充分的恢复机会。因此,如果两个连续的工作期被一个不充分的休息期分隔,那么操作者将不能充分恢复,整个时段(两个工作期加上一个休息期)应被看作一个单一的、连续工作周期(受此种情况的影响,合成的工作周期会大大延长,其结果就是频次常数(k_f)降低)。

f_M 值由表 A.1 确定。表 A.1 的应用需已知以下三类信息:

- 手工提举的频次(每分钟提举的次数);
- 连续重复性手工提举操作任务的持续时间(t_L);
- 手工提举操作开始时,双手抓握物体位置的距地高度(v)。

抓握质量的定义如下:

- a) 良好:抓握物体时,手能舒服地握住把手或用以抓握的切槽,且手腕未明显偏离中立位,物体本身未引起过度的腕偏或不良姿势;
- b) 一般:物体的把手或切槽未达到良好的抓握质量标准,或是物体本身有一个需要手弯曲大约 90° 进行抓握的把手;
- c) 差:未达到“良好”和“一般”抓握质量标准。

表 A.1 式(A.1)中的频次系数(f_M)

| 提举频次 次/min | f_M | | | | | |
|---------------|------------------------|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------|
| | $t_L \leq 1 \text{ h}$ | | $1 \text{ h} < t_L \leq 2 \text{ h}$ | | $2 \text{ h} < t_L \leq 8 \text{ h}$ | |
| | $v < 0.70 \text{ m}$ | $v \geq 0.70 \text{ m}$ | $v < 0.70 \text{ m}$ | $v \geq 0.70 \text{ m}$ | $v < 0.70 \text{ m}$ | $v \geq 0.70 \text{ m}$ |
| ≤ 0.2 | 1.00 | 1.00 | 0.95 | 0.95 | 0.85 | 0.85 |
| 0.5 | 0.97 | 0.97 | 0.92 | 0.92 | 0.81 | 0.81 |
| 1 | 0.94 | 0.94 | 0.88 | 0.88 | 0.75 | 0.75 |
| 2 | 0.91 | 0.91 | 0.84 | 0.84 | 0.65 | 0.65 |
| 3 | 0.88 | 0.88 | 0.79 | 0.79 | 0.55 | 0.55 |
| 4 | 0.84 | 0.84 | 0.72 | 0.72 | 0.45 | 0.45 |
| 5 | 0.80 | 0.80 | 0.60 | 0.60 | 0.35 | 0.35 |
| 6 | 0.75 | 0.75 | 0.50 | 0.50 | 0.27 | 0.27 |
| 7 | 0.70 | 0.70 | 0.42 | 0.42 | 0.22 | 0.22 |
| 8 | 0.60 | 0.60 | 0.35 | 0.35 | 0.18 | 0.18 |
| 9 | 0.52 | 0.52 | 0.30 | 0.30 | 0.00 | 0.15 |
| 10 | 0.45 | 0.45 | 0.26 | 0.26 | 0.00 | 0.13 |
| 11 | 0.41 | 0.41 | 0.00 | 0.23 | 0.00 | 0.00 |
| 12 | 0.37 | 0.37 | 0.00 | 0.21 | 0.00 | 0.00 |

表 A.1 (续)

| 提举频次 次/min | f_M | | | | | |
|---------------|------------------------|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------|
| | $t_L \leq 1 \text{ h}$ | | $1 \text{ h} < t_L \leq 2 \text{ h}$ | | $2 \text{ h} < t_L \leq 8 \text{ h}$ | |
| | $v < 0.70 \text{ m}$ | $v \geq 0.70 \text{ m}$ | $v < 0.70 \text{ m}$ | $v \geq 0.70 \text{ m}$ | $v < 0.70 \text{ m}$ | $v \geq 0.70 \text{ m}$ |
| 13 | 0.00 | 0.34 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 14 | 0.00 | 0.31 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 15 | 0.00 | 0.28 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| >15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

表 A.2 抓握质量的衔接系数(c_M)

| 抓握质量 | c_M | |
|------|----------------------|-------------------------|
| | $v < 0.70 \text{ m}$ | $v \geq 0.70 \text{ m}$ |
| 良好 | 1.00 | 1.00 |
| 一般 | 0.95 | 1.00 |
| 差 | 0.90 | 0.90 |

表 A.3 连续手工提举任务及其所需休息期

| 类型 | 持续时间 | 所需休息期 |
|----|------------------------------------|----------------------------|
| 短期 | $t \leq 1 \text{ h}$ | 大于或等于连续重复性手工提举任务持续时间的 120% |
| 中期 | $1 \text{ h} < t \leq 2 \text{ h}$ | 大于或等于连续重复性手工提举任务持续时间的 30% |
| 长期 | $2 \text{ h} < t \leq 8 \text{ h}$ | 无规定数量;可以假定是早晨、下午和午餐休息时间 |

注:各自的频次系数见表 A.1。

A.8 个体差异考虑

手工操作的损伤风险与工作的性质、工作的组织方式以及个体身体能力间的差异有关。实际上,手工提举与移送能力存在较大的个体差异。

一般来说,女性的手工提举力量约为男性的 2/3。但是,力量与能力的变化范围非常宽,这就意味着,相比某些男性,有些女性能安全操作更重的物体。短期内手工提举和/或移送操作不能避免的情况下,不考虑性别,而是更多考虑操作者的身体能力就很有必要。

年轻与年老的操作者可能会有特殊的需求。例如,年轻的操作者很可能缺乏经验。老年人会因为部分骨骼肌肉系统弹性的下降,而对突发性应力更为敏感。调整工作程序常能使一个团队有能力完成同一任务。随着年龄增长,身体能力会下降,45 岁以后尤其明显。

职业健康检查有助于评估个体的健康状况是否适合执行相关任务。如果个体的健康状况发生暂时或永久的变化,就有必要调整工作系统以适应新的情况,或是将其调到别的岗位。

本部分不适用于孕妇与残疾人,因为他们这种暂时或永久的身体状态有着特殊的需求和注意事项。

有充分的证据表明,有背部疾病病史的个体更易复发背部疼痛,宜给有背部疾病病史的操作者一个适应期。最后,可采取必要的调整措施防止背部损伤的再次发作。

A.9 指导与训练

作为安全工作系统的补充,有效的训练在减小手工操作损伤风险中起着重要的作用。为确保有效性,训练应与工作相关,且定期加强。

训练方案可包括如下内容:

- 如何识别手工操作中潜在的危险,如何进行改善,如何处理不熟悉的手工操作任务;
- 合理地应用手工操作辅助设备与个人防护装备;
- 任务、物体与工作环境的合理设计原则;
- 手工操作技术。

训练方案中还应包括人体背部的解剖学与生理学知识,人体力学知识、合理的手工提举技术,以及背肌伸展与力量增强练习等附加内容。

良好的手工操作技术是操作者身体平衡、整个工作过程完全可控,尽可能用最小的努力完成一个平稳且连续的操作。当手工提举或移送物体时,宜使物体尽可能地靠近身体,宜用双手进行操作。在操作过程中宜避免猛拉或扭转动作,以及弯腰姿势。

附录 B

(资料性附录)

手工搬运的工效学方法与评估示例

B.1 手工搬运物体的工效学方法与评估示例

B.1.1 分步模型应用示例(见 4.2 与图 1)

男性操作者在仓库内每天工作 8 h。他们的主要任务是为大超市准备定单。大约 75% 的班次是重复性手工操作劳动,其余 25% 为行政类工作。

操作对象物体的质量范围为 1 kg~22 kg,平均质量约为 8 kg。手工操作的平均频次约为 4 次/min。操作对象物体是没有任何抓握装置的包裹,这些包裹存放在货盘上(见图 B.1)。货盘尺寸为:0.15 m×0.70 m×1.20 m,操作者到货盘前端包裹的水平距离为 0.20 m,到货盘尾端包裹的水平距离超过 1.00 m。

货盘上包裹的最大高度为 1.70 m,最小高度为 0.20 m,包裹搬运的垂直位移大约为 1 m,水平位移在 1 m 以内。20% 的手工操作要求操作者躯干扭转大约 60°。

单位为米

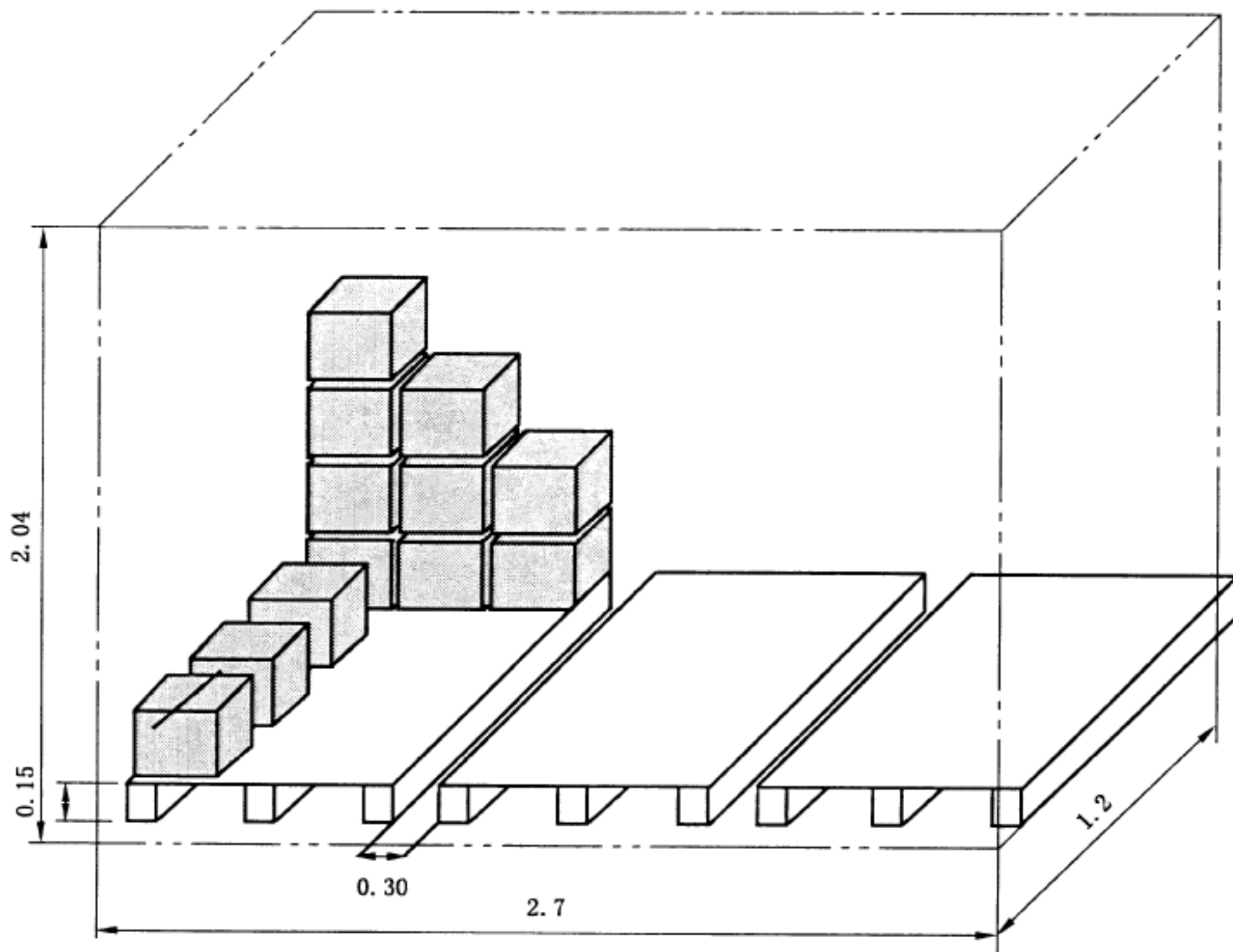


图 B.1 手工操作区域结构图

B.1.2 筛查手工提举任务健康风险的相关问题

- 此种情况下的手工操作任务可接受吗?
- 如果不能接受,将如何处理?

B.1.3 应用分步模型

步骤 1:是

此例中的最大质量是 22 kg,23 kg 是成年男性工作人群的推荐质量常量。见附录 C。

步骤 2:是

在 6 h 手工提举班次中,平均提举频次为 4 次/min,因此应用的频次系数 $f_M=0.45$ 。

在这种情况下,推荐的质量限值为 10.35 kg。操作对象物体的平均质量为 8 kg。

步骤 3:否

应考虑两种情况:最好的情况与最坏的情况。

最好的情况,包裹的水平与垂直位置均能接近推荐位置;只需应用两个系数, $d_M=0.865$ (垂直位移=1 m)与 $c_M=0.9$ (抓握质量差)。此条件下,推荐限值为 8 kg,完全可以接受。

在最坏的情况下,需应用以下系数:

—— $v_M=0.85$ (0.20 m 的抓握高度);

—— $h_M=0.50$ (从货盘的边缘起,0.50 m 的操作距离);

—— $\alpha_M=0.81$ (60°的不对称角);

—— $c_M=0.9$ (抓握质量差)。

此条件下,推荐限值为 3.2 kg。平均质量是推荐质量的 2.5 倍,因此,此种情况不可接受,需要调整。

步骤 4:否

手工移送操作距离在 1 m 以内。每天(6 h 班次)的累积质量为 11 520 kg(8 kg 与 4 次/min 的提举操频次的累积质量为 1 920 kg/h)。

调整措施宜考虑从本质上缩减手工操作任务的持续时间(推荐工作持续时间在 5 h 以内)。

B.1.4 结论

应采取改进措施。可运用附录 A 中所述的工效学方法。可能的解决方法包括降低下述一个或多个因素的影响:

——调整操作范围以接近操作者的身体;

——调整操作姿势以避免不对称性体位或弯腰姿势;

——限制物体的平均质量;

——限制手工操作的平均频次。

例如,如果身体保持直立姿势(双手在拳心即抓握轴高度,参见 GB/T 5703—2010 中 4.4.4),那么在从工作台上提起包裹并将其放到货盘上的过程中,每个包裹就能一直保持靠近身体,这就改变了任务,用脚部运动代替躯干运动。建议使用和提举任务相匹配的包裹。任务的平均工作速度(频次)也宜减半,以缓解下背部压力,这可以通过手工提举任务与其他任务的交替进行来实现。

当式(A.1)的系数不能减至最大推荐质量时,宜降低包裹的质量,或以机械和自动化手段代替手工操作。

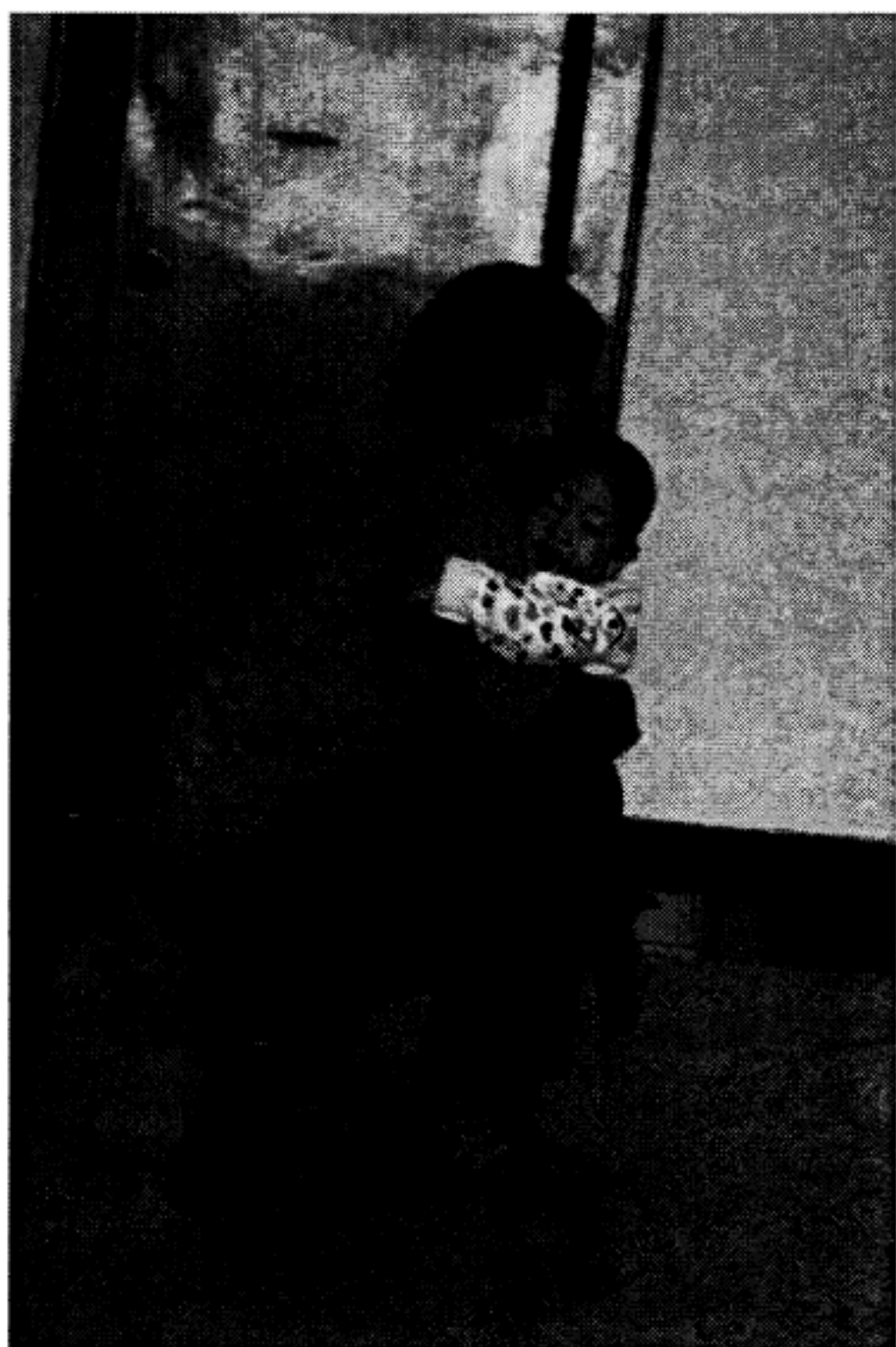
B.2 手工搬运人的工效学方法与评估示例

下面的例子说明了图 1 中风险评价模型在搬运物体是人的情况下的应用。

从地面抱起一个小孩至工作位是一个典型的手工提举操作,从操作动作的性质来看,可能存在背部

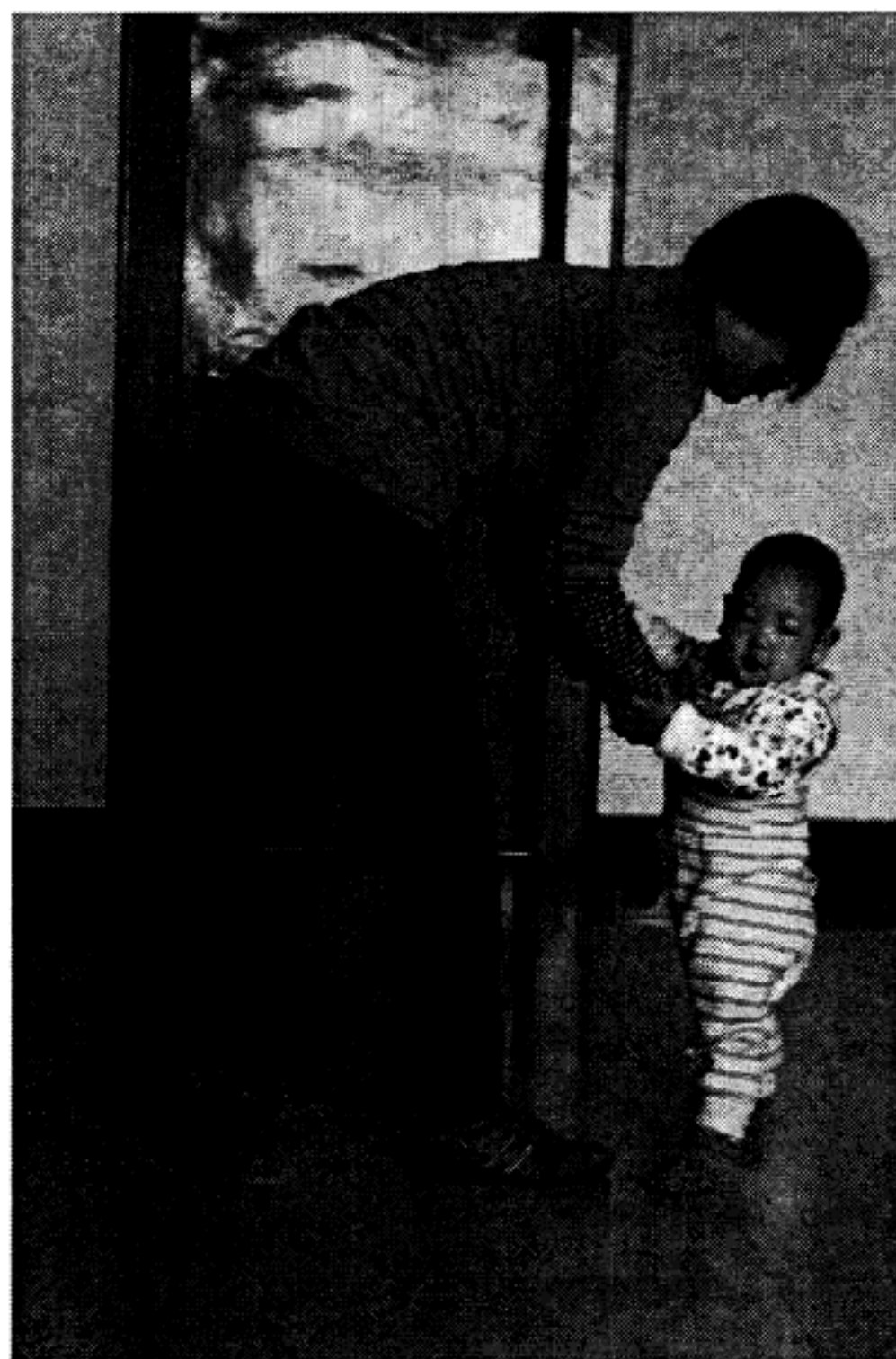
损伤风险。图 B.2 展示了符合工效学要求的手工提举方法[图 B.2a)]和存在风险的手工提举方法[图 B.2b)]。

如果小孩的体重是 9.5 kg。通过矢量分析可以计算出上述两种情况下的 L5-S1 脊柱压力(Compression force, CF)分别是 670 N 和 2 080 N。



CF=670 N

a) 符合工效学要求的提举方法



CF=2 080 N

b) 存在风险的提举方法

图 B.2 一个人从地面抱起一个小孩

附录 C
(资料性附录)
参考质量

不同人群的参考质量参见表 C.1。

表 C.1 不同人群的参考质量(m_{ref})

| 应用范围 | m_{ref} kg | 受保护人群的比率 % | | | 人群 | |
|------|-----------------|---------------|----|----|----------------------|------------------|
| | | 男和女 | 女 | 男 | | |
| 非职业的 | 5 | 无可用的数据 | | | 儿童与老人 | 总人群 |
| | 10 | 99 | 99 | 99 | 普通居家人群 | |
| 职业的 | 15 | 95 | 90 | 99 | 包括年轻人与老年人的 普通工作人群 | 普通工作人群 |
| | 20 | | | | | |
| | 23 | 85 | 70 | 95 | 成年工作人群 | |
| | 25 | 见注 | | | 专职工作人群 | 特殊情况下的 专职工作人群 |
| | 30 | | | | | |
| | 35 | | | | | |
| 40 | | | | | | |

注：特殊情况。即使已尽全力避免手工操作或是风险已降低至最低水平，仍可能出现参考质量超过 23 kg 的特殊情况(例如，技术发展或是干预手段不够先进)。在这些特殊情况下，应重点关注与考虑对操作者的培训和训练(例如，有关风险识别和风险减小的专业知识)，以及常见的工作条件与操作者的个人能力。

为了减小人们工作中的风险，尤其是那些身体能力较弱的人，质量推荐限值不宜超过 15 kg。这可使工作人群的健康防护水平增至 95%。在这种情况下，宜用 15 kg 的参考质量代替 23 kg 代入式(A.1)中(参见 A.7.2)。

如果超过质量推荐限值 23 kg，宜视为例外情况考虑。当超过质量推荐限值时，工作条件应确保安全。此种情况下，针对此项特殊工作，对操作人员进行良好的指导与训练就尤为重要。

参 考 文 献

- [1] GB/T 15706 机械安全 设计通则 风险评估与风险减小
- [2] GB/T 18049 中等热环境 PMV 和 PPD 指数的测定及热舒适条件的规定
- [3] ISO 11226 Ergonomics—Evaluation of static working postures
- [4] EN 614-1 Safety of machinery—Ergonomic design principles—Part 1: Terminology and general principles
- [5] EN 614-2 Safety of machinery—Ergonomic design principles—Part 2: Interactions between the design of machinery and work tasks
- [6] NFX 35-106 Ergonomie—Limites d'efforts recommandées pour le travail et la manutention au poste de travail (Norme Française), AFNOR, Paris
- [7] NFX 35-109 Ergonomie—Limites acceptables de port manuel de charges par une personne (Norme Française), AFNOR, Paris
- [8] Applications manual for the revised NIOSH Lifting Equation. CDC, NIOSH, Cincinnati, OH 45226, USA, 1994
- [9] BONGWALD, O., LUTTMANN, A. and LAURIG, W.: Leitfaden für die Beurteilung von Hebe- und Tragetätigkeiten. Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG) (Hrsg.). Sankt Augustin 1995.
- [10] GARG, A., CHAFFIN, D. and HERRIN, G.D.: Prediction of metabolic rates for manual materials handling jobs. American Industrial Hygiene Association Journal 39 (1978), No. 8, pp. 661-674.
- [11] GENAIDY, A.M. and ASHFOUR, S.S.: Review and evaluation of physiological cost prediction models for manual materials handling. Human factors 29 (1987), No. 4, pp. 465-476.
- [12] GRIECO, A., OCCHIPINTI, E., COLOMBINI, D. and MOLTENI, G.: Manual handling of loads: the point of view of experts involved in the application of EC Directive 90/269. Ergonomics, 40 (10), (1997), pp. 1035-1056.
- [13] FRITSCH, W., ENDERLEIN, G., AURICH, I., KURSCHWITZ, S.: Einfluß beruflicher Faktoren auf die gynäkologische Mobilität und Tauglichkeit. Z. ges. Hyg. 21 (1975), p. 825.
- [14] HETTINGER, T.: Heben und Tragen von Lasten. Gutachten über Gewichtsgrenzen für Männer, Frauen und Jugendliche. Der Bundesminister für Arbeit und Sozialordnung. Bonn 1981.
- [15] HETTINGER, T., MÜLLER, B.H. and GEBHARDT, H.: Ermittlung des Arbeitsenergieumsatzes bei dynamisch muskulärer Arbeit. Bundesanstalt für Arbeitsschutz (Hrsg.), Fa 22, Wirtschaftsverlag NW, Bremerhaven 1989.
- [16] JÄGER, M.; LUTTMANN, A.; GÖLLNER, R.: Belastbarkeit der Lendenwirbelsäule beim Handhaben von Lasten—Ableitung der "Dortmunder Richtwerte" auf Basis der lumbalen Kompressionsfestigkeit. Zentralblatt für Arbeitsmedizin, Arbeitsschutz und Ergonomie 51 (2001), pp. 354-372.
- [17] MITAL A., NICHOLSON, A.S. and AYOUB, M.M.: A guide to manual materials handling, 2nd edition, published by Taylor & Francis, 1997.
- [18] SNOOK, S. H.: The design of manual handling tasks. Ergonomics 21 (1978), pp.

963-985.

[19] SNOOK, S.H. and CIRIELLO, V.M., The design of manual handling tasks: revised tables of maximum acceptable weights and forces. *Ergonomics* 34(9), (1991), pp. 1197-1213.

[20] SNOOK, S.H., IRVINE, C.H. and BASS, S.F.: Maximum weights and work loads acceptable to male, industrial workers. A study of lifting, lowering, pushing, pulling, carrying and walking tasks.

[21] WATERS, T.R., PUTZ-ANDERSON, V., GARG, A. and FINE, L.J.: Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks. *Ergonomics* 36, No. 7 (1993), pp. 749-776.

[22] MONROE KEYSERLING, W.: Analysis of Manual Lifting Tasks: A Qualitative Alternative to the NIOSH Work Practices Guide, *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 50(3), (1989), pp.165-173.

[23] ANDERSSON, G.B.J. MD, PhD: Point of View: Evaluation of the Revised NIOSH Lifting Equation, A Cross-Sectional Epidemiologic Study, *Spine* 24(4) 1999 February, p. 395.

[24] GARG, A. : An Evaluation of the NIOSH Guidelines for Manual Lifting, with Special Reference to Horizontal Distance, *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 50(3) (1989), pp.157-164.

[25] WATERS, Thomas R. PhD; BARON, Sherry L. MD, MPH; PIACITELLI, Laurie A. MS; ANDERSEN, Vern P. PhD; SKOV, Torsten PhD; HARING-SWEENEY, Marie PhD; WALL, David K. MAS; FINE, Lawrence J. MD, DrPH; Evaluation of the Revised NIOSH Lifting Equation, *Spine* 24(4) 1999 February, pp. 386-394.

[26] 90/269/EEC, Council Directive of 29 May 1990 on the minimum health and safety requirements for the manual handling of loads where there is a risk particularly of back injury to workers [fourth individual Directive within the meaning of Article 16 (1) of Directive 89/391/EEC].

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
人 类 工 效 学 手 工 操 作
第 1 部 分：提 举 与 移 送
GB/T 31002.1—2014

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

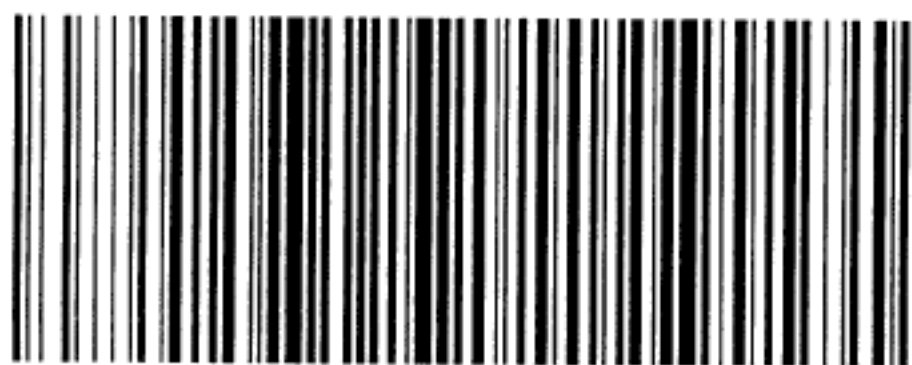
*

开本 880×1230 1/16 印张 1.75 字数 42 千字
2014年11月第一版 2014年11月第一次印刷

*

书号: 155066·1-50384 定价 27.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



GB/T 31002.1-2014