

工作相关肌肉骨骼疾患的工效学预防原则

第二部分 汽车制造作业

1 范围

- 1.1 本指南识别了汽车制造作业人员肌肉骨骼疾患相关的主要工艺及危害因素，规定了工效学预防程序和解决方案。
- 1.2 本指南适用于汽车制造作业人员肌肉骨骼疾患的危险评估、预防和控制。

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。

T/WSJD 14.1 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

GB/T 16251 工作系统设计的人类工效学原则

GB/T 14776 人类工效学 工作岗位尺寸设计原则及其数值

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 31002.1 人类工效学 手工操作 第1部分：提举与移送

GB/T 14775- 操纵器一般人类工效学要求

GB/T 13379 视觉工效学原则 室内工作场所照明

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 14779 坐姿人体模板功能设计要求

3 术语、定义和缩略语

3. 1 术语和定义

下列术语和定义适用于本指南。

3. 1. 1 汽车制造作业 automobile manufacturing operations

指由传统燃料或新能源驱动，具有四个以上车轮的非轨道、无架线的车辆，并主要用于载送人员和（或）货物、牵引输送人员和（或）货物的车辆制造作业。

本指南中的汽车制造，包括：乘用车（如轿车、多功能车（mpv）、运动型多用途车（suv）等）和商用车（如客车、货车等）等汽车（含电车）制造企业。

3. 1. 2 工效学程序 ergonomics program

由用人单位依据工效学原则建立的系统解决工作场所中工效学问题的系列程序，包括管理支持、员工参与、问题识别、解决方案及实施、WMSDs报告与处理、评估程序以及培训的整个过程。

3. 1. 3 评估程序 evaluation procedure

为系统评估工作场所工效学问题及其解决方案效果而实施的程序。

3. 1. 4 解决方案 solutions

针对已识别出的工效学问题所提出的解决这些整体问题并能够快速有效执行的方案。

3. 2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

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

4 汽车制造业中与肌肉骨骼疾患相关的工艺与危害

4.1 工艺

4.1.1 汽车制造企业生产复杂，通常包括底盘、车身、侧围、车门、内饰、尾线、轮胎、发动机等制造单元。

4.1.2 汽车制造工艺主要包括冲压、焊装、涂装和总装四个过程，部分企业还有与汽车制造相关的铸造、锻造和热处理等工艺。

汽车制造作业主要包括冲压、电镀、焊接、涂装、无损检测、发动机试验和总装以及铸造、锻造、机加工和热处理等活动，作业人员在不同的生产工艺过程中从事不同的作业活动。

4.1.3 汽车制造作业进行手工和半自动化操作时，大量使用手动工具和相关操作设备，包括切（气）割机、抛丸机、抛光机、打磨机、砂轮机、各类焊机、喷枪、气（电）动扳手、铆钉机、各类风（电）动工具、空气锤、悬链、吊具和压力机（锻压机）、起重设备、夹钳、除锈机、校直机、探伤机等。

4.2 危害

4.2.1 在汽车制造作业人员的作业过程中，广泛存在重负荷、节奏快、重复性高、强迫体位、静力作业、局部振动和长时间立姿、坐姿、蹲姿伴弯腰等工效学危险因素，并处于较高接触危险，易导致作业人员的颈、肩、下背、腕/手、膝、足踝等部位发生 WMSDs。WMSDs 的早期症状主要表现为麻木、酸痛、疼痛、关节活动受限、软组织肿胀和振动性白指，严重者可致肌肉骨骼系统的不可逆损伤，导致关节僵硬、强直等伤残。

4.2.2 汽车制造工艺中可能同时存在或者产生的化学、物理及生物因素可能加重不良工效学因素的健康危害。

4.2.3 劳动者个体的遗传、性别、年龄等人口学因素和工作负荷重、工作单调、工作自主性低等心理社会因素也是影响 WMSDs 发生的危害因素。

5 工效学程序

用人单位应依据T/WSJD 014.1要求建立系统解决WMSDs 预防中的工效学程序（包括控制目标、危害识别、危险估计、危险控制、控制效果监测与评估等），并将程序纳入用人单位现有或新设岗位的安全健康管理体系。在制定和实施工效学程序时，应考虑下列步骤。

5.1 管理支持

用人单位管理者应制定明确的工效学程序目标，明确相关部门、人员及其责任，并指派专人完成。针对汽车制造不同作业过程的具体操作，制定并实施不同的程序和活动，协调相关资源，确保工效学程序目标的实现。

5.2 员工参与与培训

5.2.1 员工参与

员工是工作场所工效学危害识别、接触表征、WMSDs症状的早期报告和改进措施效果的重要信息来源。用人单位管理者应鼓励并提供机会使作业人员可以参加与WMSDs工效学预防相关的活动。

5.2.2 提供培训

用人单位应为员工提供工效学相关内容培训，确保作业人员知晓工作场所中的工效学问题和降低WMSDs发生危险的方式，提升作业人员的职业健康意识。培训应由具有汽车制造作业WMSDs工效学预防控制经验者实施，应以所有员工均能理解的语言和方式进行，使员工能够了解并参与工效学程序过程，包括：识别潜在的问题、实施解决方案和工效学程序评估。有效的培训应包括：

- a) 设备、工具和机器的正确使用和控制；
- b) 良好的工作方法和操作行为；
- c) 可能会导致疼痛或伤害的工效学危害因素及其来源；

- d) WMSDs早期症状的识别与认知;
- e) WMSDs早期症状的解决方案;
- f) 用人单位的WMSDs报告程序。

工作岗位变更、使用新设备和新工作程序时，用人单位应在员工从事可能存在工效学危害因素的工作之前通知员工，并重新组织员工进行知识培训和实际操作培训。

5.3 WMSDs及工效学危害因素识别

5.3.1 用人单位应定期检查工作场所和作业人员活动，识别潜在的WMSDs隐患。此外，还可以通过多种途径（如疾病信息、体检记录、因病缺勤记录、就医记录、员工投诉、工伤赔偿记录等）获得WMSDs患病的职业特征，为WMSDs发生隐患的识别提供参考。

5.3.2 用人单位应定期检查工作条件和工作流程，通过现场观察、工作分析、工作场所调查和作业人员访谈等方法，基于T/WSJD 014.1第5部分识别不同工作场所中可能存在的工效学危害因素及其来源，具体检查与识别表格参见T/WSJD 014.1中的附录B《WMSDs工效学危险源与相关危害因素检查表》，检查与识别范围应覆盖本企业所有工作场所和工作岗位。能会导致WMSDs的不良工效学危害因素可源自工作空间、材料和设备的处理、工具或设备的使用、主体工艺流程、工作环境和个体防护使用等，包括：

- a) 高强度用力：完成任务（如提重物、推、拉）所需体力的量；
- b) 长时间持续负荷：控制设备或工具等操作时的长时间用力负荷；
- c) 过度重复用力：长时间以相同的动作或系列动作的作业；
- d) 被动姿势要求：强迫（如狭小空间）和长期静态姿势对身体造成压力，如重复或长时间以超过肩的高度、向前弯腰或侧弯、扭曲、跪或蹲等姿势进行的作业；
- e) 强烈或长时间肌肉紧张：如身体或身体局部（如手）按压坚硬或尖锐边缘、以手为锤、局部振动等；
- f) 不良作业环境和心理负荷：如高温、高湿、通风不良、工作压力、单调工作等；
- g) 不良的工作（劳动）组织：如工间休息、倒班作业、加班作业等。

实际作业活动往往是这些危险因素的组合，多重接触可能增加发生WMSDs的危险，同时还取决于接触危害因素的持续时间、频率和程度。实施工效学解决方案将会减少WMSDs的发生，并能够提供更加高效、安全、健康、舒适的工作环境。

5.4 实施解决方案

用人单位应基于工效学原则和危险控制原则（见T/WSJD 014.1第6部分和第8部分）制定并实施符合工效学原则的设备、工具、工作实践和工作程序、工作环境和社会心理方面的改进方案，解决工效学相关危害因素及其危害，提高员工的生产力和工作效率，确保员工的工作安全、健康和舒适。

用人单位可基于T/WSJD 014.1中附录B的检查与识别结果，参照附录T/WSJD 014.1中C《基于作业活动的危险控制优先等级检查表》或采用通用的接触评估方法，结合用人单位自身情况，确定需要采取控制的危害因素及其优先等级，提出需要实施的解决方案，以持续改进WMSDs发生状况。

用人单位在可行的情况下，将工程控制作为处理工效学问题的首选方法。汽车制造作业的具体工效学解决方案参见本指南第7部分。

5.5 控制效果评估程序

5.5.1 用人单位应依据T/WSJD 014.1第7部分的要求，对解决方案的实施效果进行评估，以确定工效学程序是否达到工效学程序目标。在工具、作业流程、工作场所布局等发生变化前也需要进行工效学评估，确保从源头控制不良工效学危险。

评估程序应包括管理人员、医疗保健人员和员工的参与，以审查、判断工效学目标的合理性、建议和改进措施的有效性，并评估工效学的改进效果。

5.5.2 用人单位可基于与员工互动和工作场所观察评估工效学程序。对于大型汽车制造企业更正式的流程进行评估时，还可包括作为绩效指标的活动和结果度量。评估程序包括以下内容：

- a) 培训期间与员工直接沟通，在工作场所观察期间进行面谈，以及后续医疗评估。
- b) 评估工效学程序中，由活动措施决定的每个元素，包括：
 - 从员工报告、危害因素或其他工效学相关问题到实施解决方案的平均时间；
 - 分析的工作数量和识别的危害因素数量；
 - 培训的员工数量；

- 减少或消除危害因素的数量。
- c)对于消除或减少工效学危害因素接触的绩效进行评估，包括：
- 患 WMSDs 的人数；
 - WMSD 的发生率；
 - 工伤赔偿申述数；
 - WMSDs 的严重程度；
 - WMSDs 的年度医疗费用；
 - 作业人员平均补偿成本；
 - 转岗申请数目。

评估结果可用于进一步改进实施工效学程序的目标，以便持续改进工效学绩效。

6 解决方案

6.1 汽车制造作业包括铸造、锻造、热处理、电镀、冲压、焊装、涂装、总装和发动机实验等工艺过程。解决方案宜考虑以下六个方面提出不同工艺过程的解决方案示例。具体详见本指南附录A。

- a) 工作场所；
- b) 材料/设备处理；
- c) 工具使用；
- d) 作业姿势；
- e) 个体防护；
- f) 劳动组织（含时间节律）。

6.2 本解决方案基于汽车制造作业常见的示例，并非涵盖汽车制造企业所有的作业活动和所有的工效学问题，解决方案也并不一定适用于所有的用人单位。用人单位可将本指南中的解决方案示例作为样例，设计并开发出适用于本企业的切实可行的解决方案。

7 WMSDs的报告与处理

7.1 员工发现 WMSDs 相关症状应当及时报告，用人单位应确保对其及时评估、诊断和治疗，对于诊断为 WMSDs 的劳动者，应将其卫生保健纳入本企业工效学管理工作，使其更快、更成功地返回工作岗位。

7.2 用人单位应定期组织对本企业劳动者的 WMSDs 发生情况进行调查和评估，并将其纳入工效学程序目标。

7.3 用人单位应防止在 WMSDs 最频繁、最严重的特定工作中发生 WMSDs，并纳入工效学程序。

7.4 作为工效学程序的一部分，WMSDs 报告应由用人单位指定专人负责编制，内容应包括：

- a) 加强员工培训，使其了解并掌握 WMSDs 症状和报告潜在伤害的必要程序；
- b) 鼓励员工及时报告 WMSDs 和可能的 WMSDs，早期进行诊断和干预，提高治疗的有效性和控制损伤的严重程度，减少作业人员的赔偿要求；
- c) 及时提供医疗评估、医疗护理和后续护理（包括可提供的康复服务）；
- d) 为受伤员工提供工作改进、限制或替代的指导。

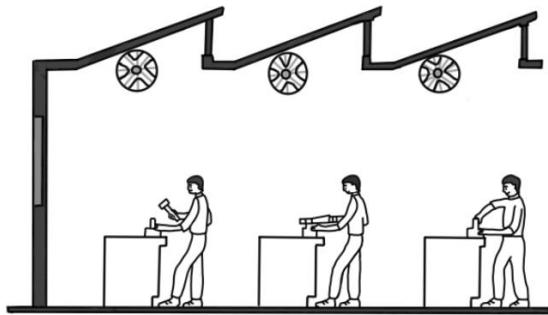
参考文献：

- 1.国际劳工局编著（张敏主译）.工效学检查要点（第二版），中国作业人员出版社，2010。
- 2.张敏著.汽车行业职业危害分析与控制，中国科学技术出版社，北京，2011。

附录 A
(资料性)
汽车制造作业工效学解决方案示例

A1 工作场所

A1. 1 改进和维护通风系统，保证工作场所良好的空气质量。



A1.1.1 方案描述

选择并安装对整个工作场所都能进行有效通风的通风系统。将通风管的进风口和出风口或电风扇设置在通风效果最好的位置。

A1.1.2 方案作用

充足的通风既有助于控制有害物质，又有助于预防热量蓄积。良好的通风可极大地减少污染空气对作业人员的健康危害。

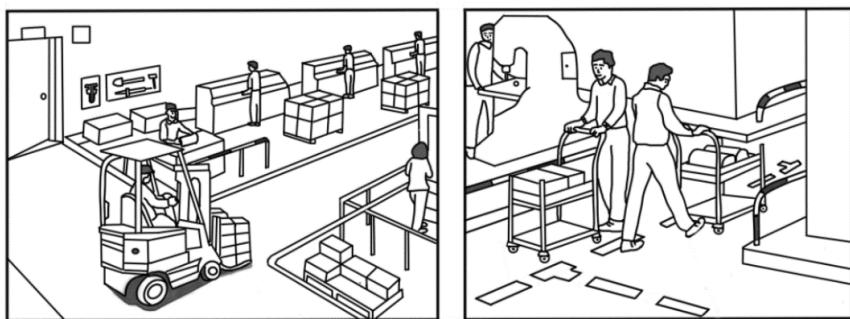
A1.1.3 方案要点

避免使用朝向污染源或热源的驱散式送风通风设备。

A1.1.4 相关岗位

几乎涉及所有车间。

A1.2 清理并标识运输通道，容许双向运输



A1.2.1 方案描述

明确划定物料储存区与工作地点或工作地点之间的运输通道，清除障碍物，确保运输通道足够宽（至少125~140cm）以便双向运输，并用油漆对每条运输通道进行地面标识。运输不频繁的小过道的宽度至少为75cm，但应尽量减少宽度小于75cm的例外情况。

A1.2.2 方案作用

有助于工作流程达到更优化的目标，确保物料运输安全、快捷。若未清楚标明运输区域，原料、工具和废料就会无序堆放。这不仅会阻碍运输和生产，而且会导致滑倒、绊倒或跌倒、腿/足部损伤等事故发生。

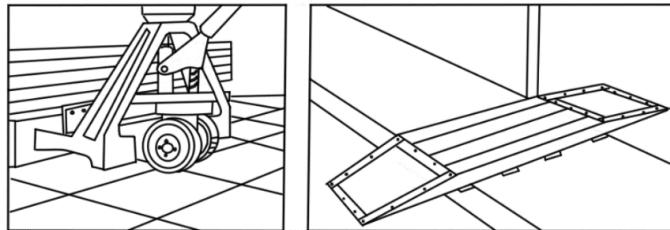
A1.2.3 方案要点

运输通道标识时，还应考虑增设货架、搁板或货盘、提供废料储存容器，这有助于形成保持运输通道通畅、无障碍物的习惯。

A1.2.4 相关岗位

几乎涉及所有车间的运输通道。

A1.3 确保运输通道的路面平坦、不易滑倒、无障碍。



A1.3.1 方案描述

清除运输通道上的凸凹处或其他绊脚物，避免水、油或其他湿滑物撒到路面上。

A1.3.2 方案作用

在不平坦或打滑的路面上运送货物是导致滑倒、绊倒或跌倒、肌肉劳损、用力过度等伤害事故的常见原因，布局良好的运输通道可消除此类事故。路面平坦、无障碍物，可更易于使用推车和移动式货架。

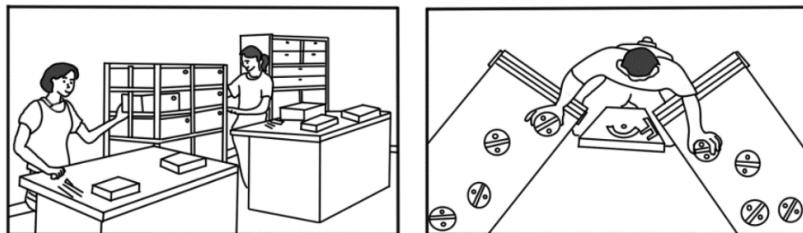
A1.3.3 方案要点

运输通道路面可覆盖或涂刷一层高摩擦力的涂层，这样既可降低滑倒的危险，又不影响小推车、卡车车轮的滚动阻力。充足的照明有助于辨别道路的凹凸不平之处。若存在滑倒危险，应为作业人员配备适宜的工作鞋。

A1.3.4 相关岗位

几乎涉及所有车间的运输通道。

A1.4 改进工作区布局，最大限度减少物料运输需求



A1.4.1 方案描述

改进设备和工作台的布局，减少物料运输频率和运输距离，将系列的几个工作台比邻布局，使物件在每个工作台之间的移动距离减至最短。根据工艺流程布置不同单元的工作区，以便使上工序中的工件可按照流程直接被下工序使用，而不用远距离运输。为减少物料运输，要尽量采用联合操作。

A1.4.2 方案作用

减少物料运输可大大缩短工作时间，既可减轻作业人员因过多体能消耗、重复性活动、过多弯腰等导致的疲劳或劳损，也提高了工作效率，有助于预防物料运输所导致的事故。

A1.4.3 方案要点

使用货盘或分批操作工件，使上工序工作台的多个工件很容易地转移到下工序工作台或工作区。重新安排工作区布局后，要确保运输通道畅通无阻。采用能适应工作流程变化的灵活的工作区布局，会使生产更有效率。

A1.4.4 相关岗位

涉及工作设备或工作活动较为类似的工作岗位。

A1.5 提供充分的作业空间

A1.5.1 方案描述

设计符合GB/T 14776要求的工作岗位尺寸，包括坐姿工作岗位和立姿工作岗位。

A1.5.2 方案作用

使坐姿、立姿作业空间满足肢体工作活动要求，避免强迫体位或不良姿势作业。

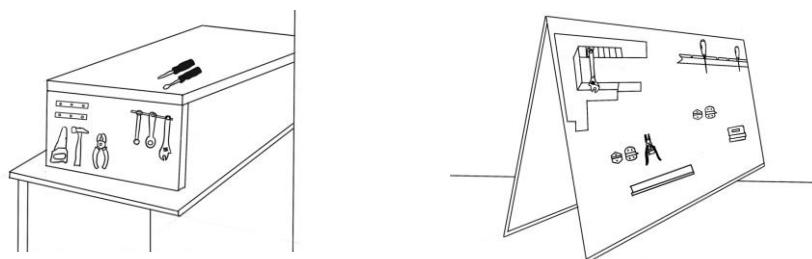
A1.5.3 方案要点

依据工作面高度以及是否可以调整和作业时使用视力和臂力等情况，参照GB/T 14776进行坐姿和立姿作业设计，尽量采用坐姿、立姿交替作业。

A1.5.4 相关岗位

几乎所有固定岗位作业均涉及工作岗位尺寸的设计内容。

A1.6 使用工具板和索具架



1.6.1 方案描述

置于膝和肩之间，且容易触碰到的固定装置。

A1.6.2 方案作用

提供方便索取或使用的工具和材料，减少解开缠结工具的不必要用力或动作，减少浪费时间。

A1.6.3 方案要点

摆放工具应触手可及，工位、工具或设备距离手较远、位于膝以下或肩以上时，应使用该方案设备。

A1.6.4 相关岗位

总装车间：插接件、吊装、加液、紧固件、零件安装和分装、铆接、密封件、内饰件、配件安装、调整、贴标、贴膜、涂胶、线束管路和装配等岗位；

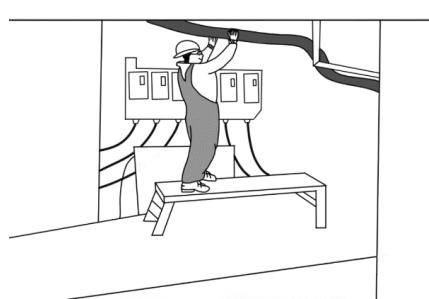
车身车间：涂胶、装配、检查返工和铆接等岗位；

涂装车间：密封、打磨和整理等岗位；

发动机装配：扫描枪、气动枪、电动枪等工具的使用和测试等岗位；

冲压车间：设备和模具维修等岗位。

A1.7 使用工作台



A1.7.1 方案描述

可方便人员头以上操作的小型平台、工作台或凸台，将作业人员托起，使容器从作业人员站立的表面抓起76-100cm高度或从事头以上的作业。例如，踏步凳、便携式步梯、T型台或平台、便携式工作平台等。

A1.7.2 方案作用

可提供稳定的身体姿势；轻型可折叠平台便于携带。头以上操作时，可减少肩和颈部疲劳。

A1.7.3 方案要点

可能情况下，员工应将双手放在腰与肩的高度之间操作。注意工作台应具有适合负荷的重量、适宜的尺寸和形状。

A1.7.4 相关岗位

总装车间：紧固件、线束管路、零件安装、贴标、贴膜和插接件等岗位；

车身车间：车顶操作，如车顶打磨、检查、车顶横梁安装等岗位；

涂装车间：车顶操作，如密封、打磨和整理等岗位；

发动机装配：AVS、点火线圈等需要垫高的岗位；

冲压车间：设备和模具维修、冲压生产线和返修等岗位。

A1.8 工作照明



A1.8.1 方案描述

工作区域和/或设备上安装定位灯或佩戴头灯。

A1.8.2 方案作用

当需要近距离观察物品工作时，可以减少颈部和背部不良姿势。

A1.8.3 方案要点

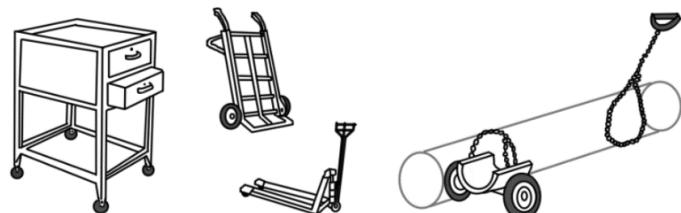
可调的臂型灯会允许精确定位，可以帮助避免阴影和眩光。

A1.8.4 涉及岗位

工作区域涉及需要采光的所有岗位，如表面调整、整理报交、设备和模具维修、质量检验、机加检验等。

A2 材料/设备处理

A2.1 使用轮式装置（如小推车、搬运车、托盘车等）



A2.1.1 方案描述

用于运输和搬运材料的轮式装置（如手推车、手扶卡车等）或千斤顶。

A2.1.2 方案作用

减少举力、推力和拉力；移动或提升笨重材料、工具或设备；可定制特殊应用。

A2.1.3 方案要点

- 托盘千斤顶是频繁或远距离移动材料的首选；
- 车轮与地面适应，大直径车轮可改善操纵；
- 后旋转和前固定轮有助于推得更容易；
- 前后轮均可转动，车轮应妥善保养；
- 把手应放在车后部腰的位置；
- 装车高度不应妨碍视线；
- 负载应保持平衡，推比拉更可取。

A2.1.4 相关岗位

冲压车间：物料运送、设备维修、模具维修、物流、行车等岗位；

车身车间：大零件运输，如四门两盖、侧围总成、底板总成等岗位；

总装车间：零配件安装或分装、吊装、涂胶等岗位；

发动机装配：物料运送、吊装等岗位。

A2.2 使用托盘千斤顶或小型吊具

A2.2.1 方案描述

用于提举或搬运笨重材料、工具或设备的千斤顶或小型吊具。

A2.2.2 方案作用

减少举力、推力和拉力；移动或提升沉重材料、工具或设备；可定制特殊应用。

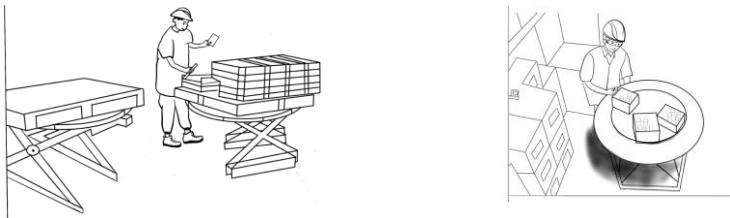
A2.2.3 方案要点

托盘千斤顶是频繁或远距离移动材料的首选。

A2.2.4 相关岗位

涉及移动和提举笨重材料、工具或设备的岗位。

A2.3 转盘转动装置



A2.3.1 方案描述

使用转盘使容器旋转靠近，在最接近负荷的一侧或高度工作。但应确保工作时转盘的稳定性，避免负荷在一侧积聚。例如，负荷水平机上的转盘、装有转盘的桌子、固定高度的转盘（或托盘与短低堆栈）或推车上的转盘等。

A2.3.2 方案作用

减少拉力、移动或提升物件材料、工具或设备。

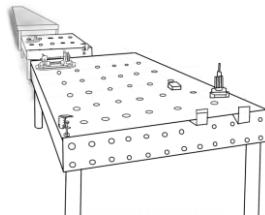
A2.3.3 方案要点

应确保工作时转盘的稳定性，避免负荷在一侧积聚。

A2.3.4 相关岗位

涉及零部件装配的所有岗位。

A2.4 工装夹具处理



A2.4.1 方案描述

为待处理物件配置夹具固定。

A2.4.2 方案作用

避免处理待处理的物件时，因其未固定导致的用力抓握和不良姿势操作。

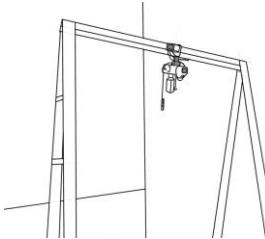
A2.4.3 方案要点

固定的位置和高度应适于操作者的身体尺寸，使其操作姿势更加舒适。

A2.4.4 相关岗位

所有涉及工装固定的岗位。

A2.5 顶吊



A2.5.1 方案描述

吊运重物的头顶装置。

A2.5.2 方案作用

避免人工搬运重物，避免推沉重物料及设备推车横跨粗糙地板，可附加各种适配器如鼓、盒子、袋子和挂钩。

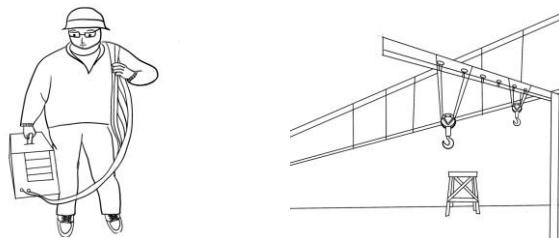
A2.5.3 方案要点

确保系统/设备的额定负载重量，安装起重机前应考虑其运动方式或轨迹，适当设计控制按钮可减少手的不良位置。

A2.5.4 相关岗位

涉及所有需要调运工具或零部件的岗位，如车身车间的地板、侧围等，总装车间的发动机、前围、仪表板、电瓶、轮胎、座椅、地毯、汽车玻璃、天窗、线束管路等零配件安装和紧固件运送等。

A2.6 动臂起重机



A2.6.1 方案描述

带提升和定位功能的设备或材料的滚动车/起重机。

A2.6.2 方案作用

避免手工搬运和定位重型设备和材料，避免在粗糙地板上推笨重的手推车，起重机可安装各种夹具处理不同物体，软管处理系统可保持焊接软管不缠结、拖曳。

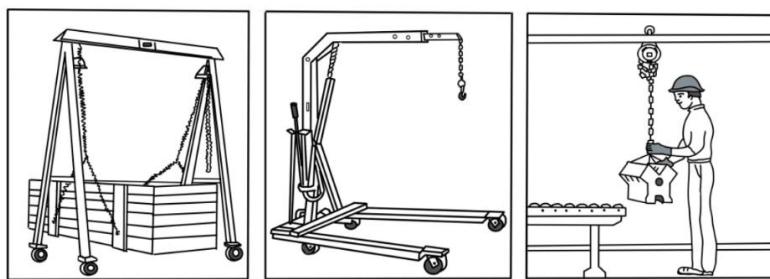
A2.6.3 方案要点

可安装在墙、地板或柱子上，安装前应考虑运动方式或轨迹，适当设计控制按钮可以减少手的不良位置，确保系统/设备的额定负载重量。

A2.6.4 相关岗位

需提升和定位较重工具和部件的所有岗位，如车身车间的零件上料，如水箱、车顶、侧围、前后底板、轮罩等，总装车间的前围、仪表板、电瓶、轮胎、座椅、汽车玻璃、天窗、线束管路等零配件安装和紧固件转运等。

A2.7 使用机械设施升降和搬运重物



A2.7.1 方案描述

安装满足最小提升高度需要的落地式升降装置，例如龙门架、液压升降装置、升降台、液压落地式起重机、杠杆式或链式起重机、电动起重机或传送机。

A2.7.2 方案作用

人工升降和移动较重物料及工件是物料处理过程中发生事故和背部损伤的主要原因。预防这些事故和损伤的最佳方法是使用机械装置代替手工作业。

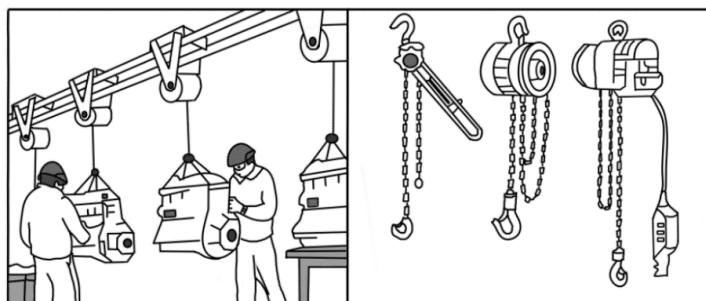
A2.7.3 方案要点

为了安全和效率，请使用机械提升装置并将物品提升到刚好需要的最低高度。

A2.7.4 相关岗位

涉及需升降和移动较重物料或工具的所有岗位，如发动机装配、车轮安装等。

A2.8 起重机/平衡器



A2.8.1 方案描述

可移动的设备，用于举起和定位重物或工具。

A2.8.2 方案作用

减少搬运重物或工具时所需的力，减少频繁提升带来的疲劳。

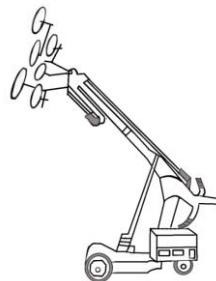
A2.8.3 方案要点

可使用各种附件来抬起不同物体，确保起重机的额定负载重量。

A2.8.4 相关岗位

涉及需移动、定位或平衡重物或工具的所有岗位，如总装车间的紧固件，车身车间的焊枪、螺柱焊枪、涂胶枪、拉铆枪等，涂装车间的密封件，发动机装配工具等。

A2.9 玻璃和板材的真空升降机



A2.9.1 方案描述

使用真空升降机安装车窗和其他平板。

A2.9.2 方案作用

真空升降机消除了手动提升和定位沉重和棘手的材料的需要。大型窗户单元和其他面板可以在没有物理应力情况下安装，如提升、搬运、握住和定位重物的人工应力。使用升降机将有助于减少作业人员手、臂部、肩部和腰部肌肉或关节受伤的可能性。真空升降机还可以防止手指和手臂在定位和设置窗口或面板时被夹住。生产率应该会有所提高，因为作业人员们将会减少疲劳，并能够安装更多的窗户或面板，对窗户和其他材料的损坏也可能会减少。

A2.9.3 方案要点

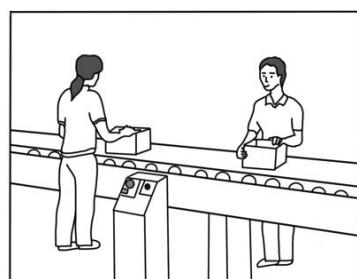
真空升降机可以安装在叉车上，小型平衡起重机上。可使用各种附件来抬起不同物体，确保起重机的额定负载重量。

A2.9.4 相关岗位

总装车间：汽车玻璃、DVD板、天窗等安装；

车身车间：大平面零件上料，如车顶、前盖。

A2.10 输送带



A2.10.1 方案描述

配有工作台、带手或电动滚轮系统的工作表面。

A2.10.2 方案作用

避免在工作地点之间携带大量金属或重物，减少因频繁搬运物品而导致的肩背疲劳，可以用来在墙角处运送物料，可灵活延伸到卡车，减少叉车通道堵塞。

A2.10.3 方案要点

动力输送器可以使推拉力最小化，需定期维护，当物体处于或略低于腰部高度时更容易手动推动或滑动输送机上物体，确保员工了解机械夹伤的危害。

A2.10.4 相关岗位

涉及所有需要输送物件的岗位，如总装车间的轮胎、座椅、备胎和底盘等，车身车间的线棒料架，冲压车间的冲压与维修件，发动机装配的装配部件等。

A2.11 将重物分装到较小、较轻的包装、容器或者货盘中，避免搬运重物



A2.11.1 方案描述

考虑作业人员能舒适地承受的最大重量，将重物分成较轻包装，分置于容器或货盘内，例如，两个各10kg的包装比一个20kg的包装好。

A2.11.2 方案作用

搬运重物既费力又危险，尽量将重物分成较小的包装，每只手臂各搬运一半的负荷可保持身体的良好平衡，使作业人员持续搬运较长时间而不易疲劳。一侧负重可导致作业人员损伤和背部、肩部以及颈部功能障碍。用轻包装代替重包装也可极大地降低背部损伤危险。

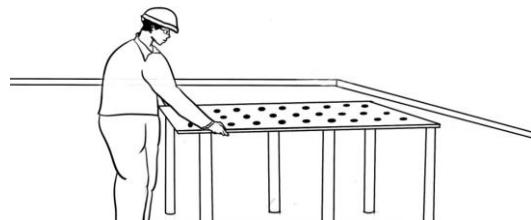
A2.11.3 方案要点

当负荷分成较小包装后，搬运同等重量要增加移动和运输次数，因此，确保包装不要太小。使用小推车、手推车、移动式货架或手推运货车可一次搬运许多包装。将重物分成较轻的包装，可提高工作安全性和工作效率。

A2.11.4 相关岗位

涉及所有需要输送物件的岗位，如车身车间的线棒料架，冲压车间的冲压与维修件，发动机装配的装配部件等。

A2.12 滚珠平面



A2.12.1 方案描述

带滚珠的桌面或工作表面。

A2.12.2 方案作用

可以减少摩擦力，滚轮可安装在现有工作表面和桌子上且可以360度旋转，动力滚轮可最大限度地减少推拉力，从而避免手和背承受更大提升和搬运。

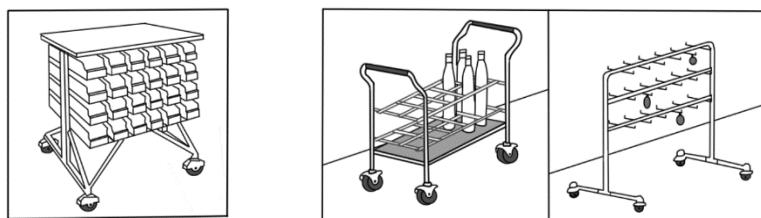
A2.12.3 方案要点

当物体在腰部高度时更容易推动或滑动物体以减少推拉力，滚珠表面需要定期保养，确保员工了解机械夹伤的危害。

A2.12.4 相关岗位

需要较重工具和零部件输送的岗位，如总装车间的预装、电瓶、零部件或工具的输送，冲压车间的材料实验员等。

A2.13 使用移动式货柜



A2.13.1 方案描述

设计或购置带轮和脚锁的货架、容器、架子等，在工作台之间以及储存区和工作区之间自由移动大量工件。

A2.13.2 方案作用

通常有大量的物件需被运到其他工作台或储存区。若这些工件放置在移动式货架上，该货架可直接被运送到下工序工作区，从而可避免许多不必要的运输。将工件一起放在移动式货架上，意味着减少物料操作（如装卸），有助于减少工件损坏，降低过度负荷、重复性活动等所致的肌肉劳损和急性事故发生。

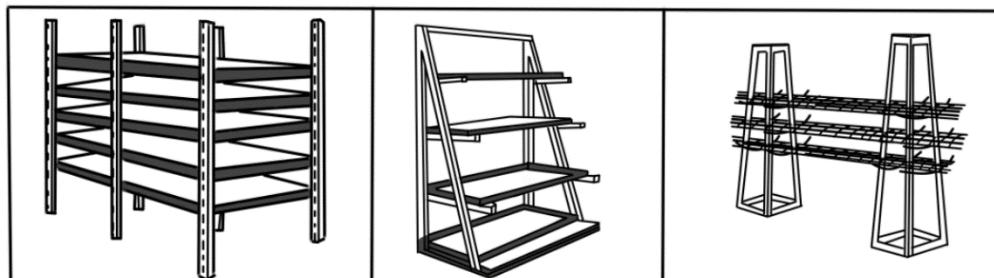
A2.13.3 方案要点

货柜高度应尽可能在膝盖和肩部高度之间，避免使用高边货柜。

A2.13.4 相关岗位

涉及较大零部件和工具的近距离输送，如总装车间的物料、工装夹具等，车身车间的水箱、车顶、侧围、前后底板、轮罩等，涂装车间的大零件运输和车身总成件、雪橇、返修零件等。

A2.14 使用多层储货架



A2.14.1 方案描述

提供前面开口的多层搁板或货架，安置在工作区附近，充分利用墙体空间。尽量为货架安装轮子，使其能移动。为每种物料或工件安排一个不同的专用架位，便于取用、储存和运输，且标明每个专用货架。避免将架位放置太高或太低，以免难以取放物料。

A2.14.2 方案作用

将物料或工件放置在工作台旁边适宜的高度，方便取放，避免过度伸展和用力过度，可减少急性事故和肌肉劳损。

A2.14.3 方案要点

使用前面开口的轻质容器和箱子存放小部件，便于看清并取用。使用单独分区的货盘或托盘存放每种特殊部件。储存沉重或者使用不便的工件时，应将其放在腰部高度或适于下一步运输的位置；储存轻质或不常使用的工件，应放在膝部或肩部高度。当取用货架的头部以上高度的物件时，应使用脚蹬台阶或梯子，保持手和脚的三点接触，以避免坠落的危险。

A2.14.4 相关岗位

涉及较零部件和工具的近距离取用或输送，如总装车间的物料、工装夹具等，车身车间的水箱、车顶、侧围、前后底板、轮罩等，涂装车间的零件运输和车身总成件、雪橇、返修零件等。

A2.15 消除操作物料时的弯腰或身体扭曲作业



A2.15.1 方案描述

改变物料放置位置，使作业人员在其前面进行不用弯腰的操作。改进作业空间，使作业人员立姿而不用弯腰或扭曲身体进行操作。使用机械方法将工件运送到作业人员面前，作业人员不用被迫采取不良的姿势移走工件和更换已完成的物件。

A2.15.2 方案作用

采取这些解决方案，可以减少弯腰或扭曲身体，从而减低腰背痛或滑倒、跌倒或绊倒。弯腰和扭曲身体是导致背部、颈部和肩部功能障碍的主要原因之一。

A2.15.3 方案要点

立姿操作的作业人员由于容膝或容脚空间不足，导致不能充分接近物件，有时需要弯腰，因此应确保作业人员有足够的容膝空间和容脚空间。搬运的同时进行其他工作常可致作业人员弯腰或扭曲身体，因此应避免作业人员搬运时做其他工作。

A2.15.4 相关岗位

涉及较零部件和工具的近距离取用或输送的所有岗位。

A2.16 滑轮系统



A2.16.1 方案描述

用于定位或连接工具或设备，协助手工操作的滑轮。

A2.16.2 方案作用

减少提升或操作工具、设备所需的提举和推拉力。

A2.16.3 方案要点

可用一个或多个滑轮减少处理工具和设备所需的力，确保系统/设备的负载重量不超过额定值。

A2.16.4 相关岗位

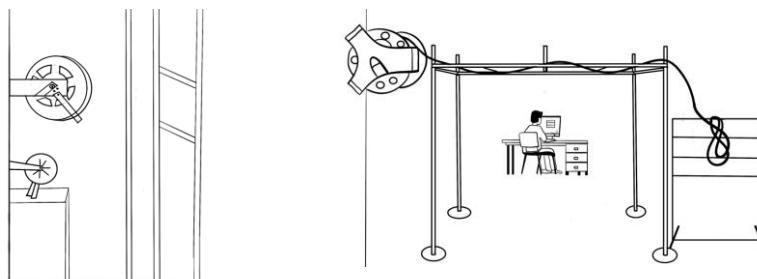
总装车间：预装、电瓶、零部件或工具的输送；

车身车间：二层平台上的零件运输，如在总拼工段；

涂装车间：维修工；

冲压车间：设备维修。

A2.17 软管、电源线和电缆管理系统



A2.17.1 方案描述

一种存储线圈、软管和电线的卷筒。

A2.17.2 方案作用

头顶卷轴减少了空气软管拖拽、弯曲和接触，可轻松方便地存储气动和电气软管/线，弹簧可伸缩设备减少了手动卷线缆操作，卷轴可便携式安装在头顶、墙壁或工作站上，手动和动力倒带软管卷筒用途广泛，使用头顶卷轴可使软管/绳索远离地面来防止跳闸危险。

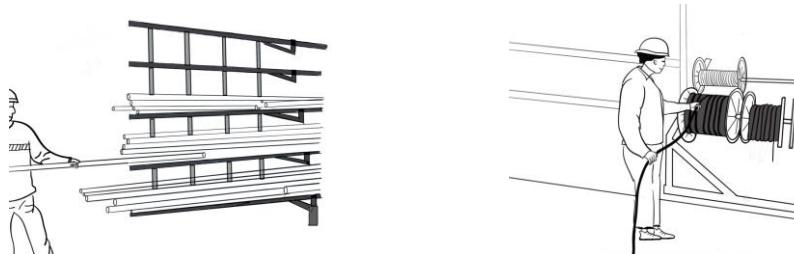
A2.17.3 方案要点

尽量减少行驶路径中的缠绕和夹点以及在软管上提供足够的引线，以尽量减少拉力。

A2.17.4 相关岗位

涉及车间设备使用的所有线缆，如总装车间的铆接、紧固件线缆，车身车间的高精枪、设备操作面板线缆，涂装车间的维修线缆等。

A2.18 机架和搁板



A2.18.1 方案描述

用于堆放、移动或存储材料、工具或设备的装置。

A2.18.2 方案作用

将材料、工具和设备放置在触手可及的位置，可提升或移动物体，身体不会过度弯扭曲和拉伸；轮式机架式手推车、随行小车便于移动和操作；起重机移动机架可减少软管和引线的手动搬运；将物品放在机架上，便于从高水平提起；机架改进了物料堆放的组织，便于管理。

A2.18.3 方案要点

尽可能在膝和肩高度之间存放物品，机架和搁板可定制以满足个人需求。

A2.18.4 相关岗位

涉及存在堆放、移动或存储材料、工具或设备的所有岗位，如涂装车间的密封、整理和发动机装配的返修岗等。

A2.19 材料升降台（如剪式升降机）



A2.19.1 方案描述

在适当高度（可调节高度）放置和支撑材料的设备。

A2.19.2 方案作用

可轻松放置大型材料，易于提升或降低工作面，允许员工以中性姿势工作，减少作业人员操作时身体弯曲和拉伸。

A2.19.3 方案要点

工作面必须能够支撑物体或材料的重量，使用电力设备可易于操作，材料定位器和高度调节设备需要定期维护。

A2.19.4 相关岗位

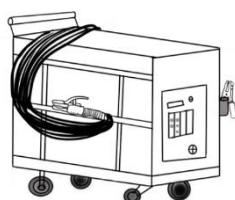
冲压车间：手工冲压操作；

车身车间：总拼工段、底板工段；

总装车间：前围、仪表板、电瓶、轮胎、座椅、汽车玻璃、天窗、线束管路等零配件安装，紧固件；

发动机装配：飞轮安装。

A2.20 可移动焊接单元



A2.20.1 方案描述

带有附加夹具、焊枪手柄的焊接单元。

A2.20.2 方案作用

推拉移动焊接单元，在重新定位焊接设备时允许两人同时操作，减少肌肉疲劳和背部受伤的危险。

A2.20.3 方案要点

夹具的设计应平衡重量，连接到焊接单元的夹具应具有易于夹持手柄。

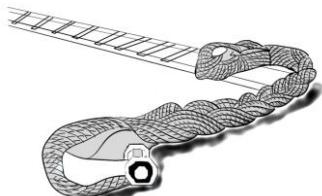
A2.20.4 相关岗位

冲压车间：维修模具、维修设备；

焊装车间：焊接作业；

车身车间：电焊作业。

A2.21 轻质人造线缆



A2.21.1 方案描述

轻质合成线。

A2.21.2 方案作用

比钢线缆轻75%，一些合成线缆可以由一个人处理。

A2.21.3 方案要点

确保系统/设备的负载重量不超过额定值，正确存放合成线缆以减少因接触环境条件而导致的变质。

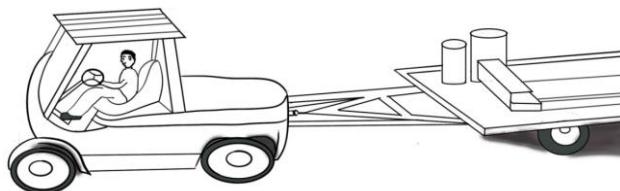
A2.21.4 相关岗位

冲压车间：行车工、设备维修工；

车身车间：电阻焊作业；

总装车间：线束管路、插接件、紧固件、铆接、零件安装。

A2.22 牵引车和拖车



A2.22.1 方案描述

用于将批量零件、设备、工具移入和移出的设备。

A2.22.2 方案作用

材料和设备拖车运输可减少磕碰、节省时间、减少装卸操作，拖车有多种尺寸、类型和载荷能力。

A2.22.3 方案要点

确保设备额定负载重量，确保拖车上的物品安全和平衡以避免移动或倾斜。

A2.22.4 相关岗位

涉及所有物流作业，包括车间和仓储物流。

A2.23 可移动升降工作台（包括剪刀式、气动式、电动式等）



A2. 23. 1 方案描述

舒适高度范围内，提升或降低负荷的装置，使其与工作表面保持水平。然后滑动负载而不是提升。调整装载升降机到货架水平，并通过滑动它们移出容纳箱。

A2. 23. 2 方案作用

减少提举、推拉、搬运用力，减少弯腰不良姿势。

A2. 23. 3 方案要点

确保台面上的物品安全和平衡以避免移动或倾斜。

A2. 23. 4 相关岗位

涉及需要提取和移动大宗物件或工具的所有操作方位。

A2. 24 倾斜容纳箱



A2. 24. 1 方案描述

在适宜高度范围内，倾斜容纳箱可以提高物料的搬运效率。

A2. 24. 2 方案作用

减少提肩、低头、弯腰等不良姿势，减少用力负荷。

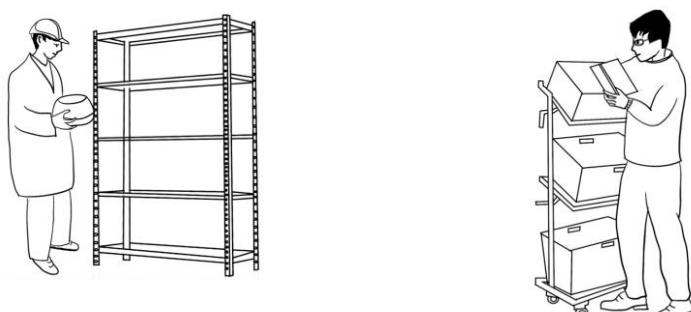
A2. 24. 3 方案要点

确保物品安全和平衡以避免移动。

A2. 24. 4 相关岗位

涉及所有零部件容纳箱作业方位，如冲压车间的冲压，涂装车间的加料，车身车间的上料，总装车间的零部件容纳器，发动机装配的链轮下罩等。

A2. 25 有角度的架子



A2. 25. 1 方案描述

有一定倾斜角度的货架子。

A2. 25. 2 方案作用

减少提肩、伸头、弯腰等不良姿势，改善对容器的查看。

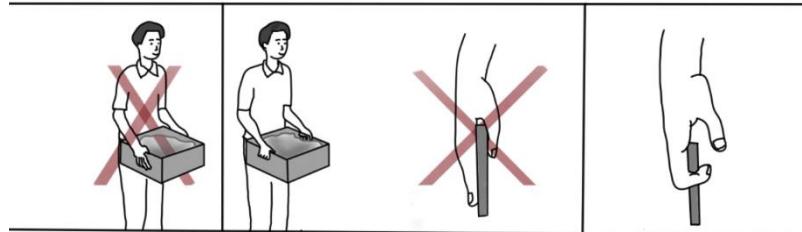
A2.25.3 方案要点

倾斜板底缘设挡板，确保物品安全和平衡，避免移动滑落。

A2.25.4 相关岗位

涉及小零部件上料的所有岗位，包括涂装车间、车身车间、总装车间和发动机装配等。

A2.26 有把手、抓握或把手的箱子



A2.26.1 方案描述

在箱子、托盘和容器上切割出把手，使其可用手舒适地搬运。把手位置的设置要使所运货物位于身体前方。用一个把手或手柄运输货物时，把手或者手柄的位置应保证货物重心靠近搬运者的身体。

A2.26.2 方案作用

良好的手柄可减少货物掉落机会，也会使作业人员前行视野更清楚。良好的把手可减轻作业人员的局部肌肉疲劳，减少因把持住货物所需的身体弯曲和肌肉力量，增强对容纳箱的控制。

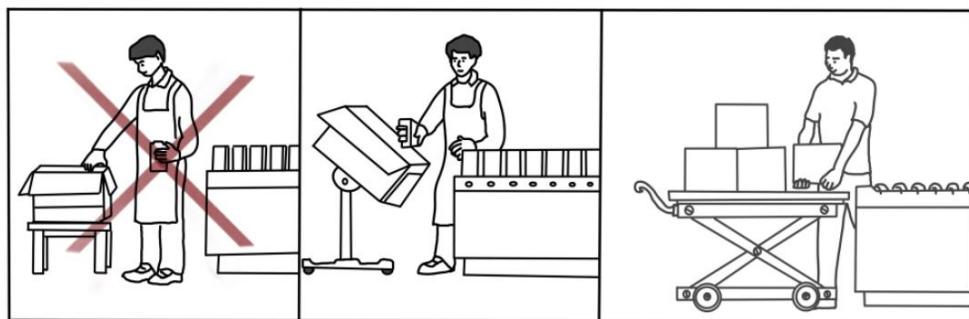
A2.26.3 方案要点

不要装载超过你可以处理的过多物料，减少负荷重量，尽量使用小一点的容纳箱。将把手设置在适当角度，在搬运箱子或容器时，使手的腕部处于舒适且伸直的姿势。作业人员佩戴手套，所设计的手柄或把手应易于在作业人员佩戴手套时能握持住。

A2.26.4 相关岗位

涉及人工搬运的所有物料箱。

A2.27 同一工作高度水平地搬运物料



A2.27.1 方案描述

将物料从一个工作台移动至另一个工作台时，应在同一工作高度进行移动，如在同一平面的工作台之间移动。使用不改变运输高度的运输系统转运物料，比如使用一条传输线（由放置在同一水平的滚轴组成）、与工作台处于同一高度的移动式工作台或小推车或将物料在同一高度悬挂移动。

A2.27.2 方案作用

推、拉物料比升、降物料更省力、更安全，尤其对于重物来说。水平移动重物效率更高，且能更好控制操作，这样的操作用力少。且相比于提举物料，推、拉物体时作业人员不需改变身体的高度可预防背部损伤。

A2.27.3 方案要点

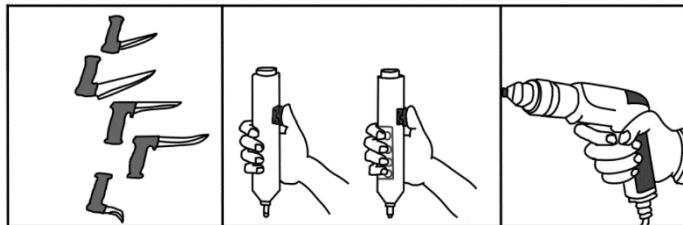
当将物料水平移动时，推或拉物料的效率比将其从一边搬运到另一边要高。当将重物件从一个工作台移动到下一个工作台时，使它们保持在相同的工作高度进行搬运，这样就不需要提升或下降物件。

A2.27.4 相关岗位

涉及将重物件从一个工作台移动到下一个工作台的所有岗位。

A3 工具使用

A3.1 为特定工作任务选用专用工具



A3.1.1 方案描述

为获取最高质量并付出最小努力，使用专用工具完成专项任务。准确挑选类型、尺寸、重量和强度适宜的改锥、刀、锤、锯和其他手持工具。若工作任务要求频繁、费力、艰苦的劳动，则应使用电动工具。

A3.1.2 方案作用

操作员使用工具时能够站立而不是采用不良姿势，可减少传递到手和臂的振动，可以连接到多种类型手持工具，手柄和工具可连接到轮子或管道滑板以减轻操作所需重量和力。

A3.1.3 方案要点

改装工具可能会造成危险，禁止以违反国家电气规范的方式改装工具。避免使用需要手指用力过度的工具。使用触发条替代触发按钮，这是因为手指的合力比单个手指的力要强。指导作业人员正确使用工具。当工具损坏或磨损时，作业人员应要求修理或更换。

A3.1.4 相关岗位

冲压车间：设备维修；

涂装车间：密封工、打磨工；

车身车间：维修工；

总装车间：手臂不可及的手动工具，包括紧固工具、开后盖等。

A3.2 工具加长手柄



A3.2.1 方案描述

手持工具的加长手柄。

A3.2.2 方案作用

操作员使用工具时能够站立而不是采用不良姿势，可减少传递到手和臂的振动，可以连接到多种类型手持工具，手柄和工具可连接到轮子或管道滑板以减轻操作所需重量和力。

A3.2.3 方案要点

改装工具可能会造成危险，禁止以违反国家电气规范的方式改装工具。

A3.2.4 相关岗位

冲压车间：设备维修；
涂装车间：密封工、打磨工；
车身车间：维修工；
总装车间：手臂不可及的手动工具，包括紧固工具、开后盖等。

A3.3 动力手动工具



A3.3.1 方案描述

根据工程任务需要，从姿势、运动/用力、压力接触、手柄摩擦、手套、重心、工具位置、工具激活按钮和节流器、反力扭矩、平衡器和悬浮、振动与噪声等方面，设计和选用符合人类工效学原则的动力手动工具。

A3.3.2 方案作用

减少握持工具数小时所致的手和臂紧张、疲劳和损伤，降低抓握工具所需的力，减少不良姿势的握持操作，减少冷温接触、减小设备冲击、后坐力和振动，提高生产效率。

A3.3.3 方案要点

基于特定作业任务按照工艺过程需求、工效学原则、标准设计和选择工具，预防、控制和降低身体危害因素接触，包括工具、部件和工作场所方面的考虑。避免不良姿势、过度或持续用力、重复操作、接触紧张、振动或噪声接触、冷温接触等作业；尽量选择用力较小且易于抓握的工具。如果没有较轻工具，可使用工具平衡器减轻重量以及降低使用重型工具需要的力。常用动力手动工具及其潜在紧张工具条件和操作者紧张因素见下表。

常见动力手动工具的紧张因素

工具名称	潜在的紧张工具条件	操作者紧张因素
螺帽紧固枪	<ul style="list-style-type: none">● 不适用反力臂或其他支撑操作高扭矩螺帽紧固● 短工作周期内紧固许多螺帽● 由于工具形状或手柄方向以不舒适位置操作工具● 应用失速扭矩控制机械操作工具● 搬运和放置重型工具● 运行高给进力工具● 空气排向操作者手和臂的操作● 棘轮离合器扭矩控制装置● 轴旋转时长时间咯咯作响	<p>用力驱动 重复运动、重复驱动 不良姿势、用力驱动 持续用力 持续用力 接触紧张、持续用力 冷温接触 振动接触 振动接触</p>
打磨机	<ul style="list-style-type: none">● 旋转砂轮不平衡● 打磨轮粗糙接触工作材料● 因工具形状和手柄而不舒适位置操作打磨机● 使用手柄尺寸不够● 使用精细或磨损的打磨轮● 砂轮捕捉工作材料● 打磨时产生粉尘	<p>用力驱动 重复运动、重复驱动 不良姿势、用力驱动 支撑驱动 支撑驱动 接触紧张 冷温接触</p>
钻孔机	<ul style="list-style-type: none">● 需要给进力硬材料钻孔● 应用破损钻头● 应用尺寸不够的手柄	<p>支撑驱动、接触紧张 支撑驱动 支撑驱动</p>

冲击钻/电锤	<ul style="list-style-type: none"> ● 具有振动与反冲 ● 工具形状和手柄而不舒适位置操作 ● 不舒适的反力用力 ● 沉重的凿锤操作 	振动接触 不良姿势 振动接触 用力驱动
铆枪和铆钉托杆	具有振动与反冲	振动接触
冲击扳手	使用含有捶打驱动机械的动力工具	振动接触
动力工具零部件	平衡设置不当	振动接触 噪声接触

A3. 3. 4 相关岗位

使用上述手动工具的所有岗位，例如：

冲压车间：设备维修、模具维修、返修工；

涂装车间：整理工发动机装配：使用手动工具的岗位；

车身车间：总装线、打磨线；

总装车间：紧固件、铆接、密封件等所有使用电动工具的岗位。

A3. 4 低振动和噪声工具



A3. 4. 1 方案描述

专门设计用于降低振动的工具。

A3. 4. 2 方案作用

减少传递到手上的振动。

A3. 4. 3 方案要点

应定期进行工具维护来延长工具寿命并减少振动，振动主要源于不平衡或偏心的砂轮、衬垫和主轴，有些工具使用自动平衡补偿偏心，应尽可能轻抓住工具并仍保持控制工具，手温低更容易受到振动的影响，选择能够最大限度地减少触觉灵敏度损失的手套，市场上有许多低振动工具，如磨床、砂光机和冲击扳手。

A3. 4. 4 相关岗位

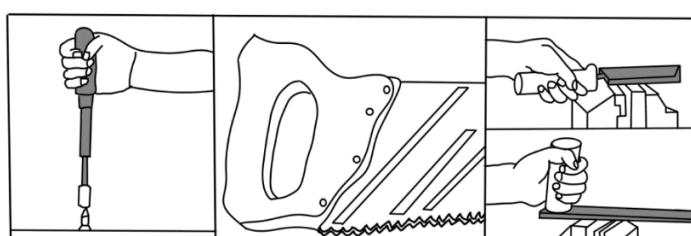
涉及使用振动工具的所有岗位，例如：

涂装车间：整理等；

车身车间：打磨、折边作业等；

总装车间：使用振动工具的所有岗位。

A3. 5 为手持工具提供把手



A3. 5. 1 方案描述

当整只手握住单把手工具时，确保把手直径为30mm至40mm。双把手工具，其起始跨度应小于100mm，尾端跨度应为40mm至50mm。对于钩状把手或歪把手，把手直径应为30mm至55mm。确保把手长度不短于100mm，长度为125mm时舒适感更好。如果操作的手是套进去的（如锯子）或戴手套，则把手长度不应短于125mm。检查所提供的工具的大小是否适合于每位作业人员。检查使用工具时手腕是否能处于中性（握手）的位置。

A3.5.2 方案作用

良好的把手可使作业人员握得更紧且用力更小，这既可提高操作质量，又可减少作业人员的疲劳和事故的发生。

A3.5.3 方案要点

应使把手能被左右手使用，因为交替使用左右手有助于减少累积性工伤，并且有近10%的人是左利手。注意：手套会使手的尺寸增大，应用戴手套的手来选择和确定把手的大小及其手间距。

A3.5.4 相关岗位

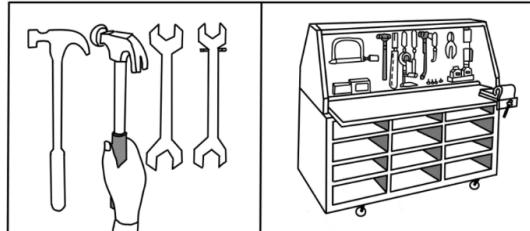
涉及使用手动工具的所有岗位，例如：

涂装车间：整理等；

车身车间：打磨、折边作业等；

总装车间：使用振动工具的所有岗位。

A3.6 为每件工具提供一个“家”



A3.6.1 方案描述

可提供专用架、抽屉、架子上的专用地点、易于看到的容器、工具推车、墙上的挂钩、头部上方的悬吊物和工具板。根据工具的大小、形状和重量选择最合适的存放方法，并贴上标签标明每件工具存放处。

A3.6.2 方案作用

作业人员就能快速地找到要使用的工具，还有助于作业人员随时取用正确工具，减少滑倒、绊倒或跌倒以及手/手臂损伤。

A3.6.3 方案要点

许多小工具或类似的工具零件可存放在专用料箱、托盘或插盘内，给每件工具贴上标签或其他清楚的标记显示其所在的位置，必需的零件应一眼就能获取并能方便地放回。当作业人员或一组作业人员经常变换工作地点时，应使用便携式工具箱、工具车或移动式工具存放架。悬吊式工具不应挤满工作台且便于抓取，并应始终能自动地弹回到其悬吊的“家”。

A3.6.4 相关岗位

所有使用工具的岗位，如：

冲压车间：设备维修；

涂装车间：密封工、打磨工；

车身车间：维修工；

总装车间：手臂不可及的手动工具，包括紧固工具、开后盖等。

A3.7 工具平衡器



A3.7.1 方案描述

用于对工具进行支撑和定位（包括减振）的便携式设备。

A3.7.2 方案作用

减少因长时间握持工具而导致的手部和肩部肌肉疲劳，可减少工具的振动危险。

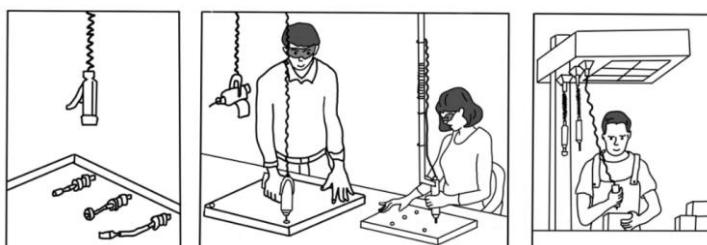
A3.7.3 方案要点

平衡器需要调整和维护，确保对系统或设备的重量进行评估，可广泛使用弹簧式、气动式、电动式或计算机控制的模式，不同的工具类型可以使用不同适配器连接。

A3.7.4 相关岗位

涉及工具支撑和定位（包括减振）的所有岗位，如焊装车间的焊枪定位等。

A3.8 使用悬吊式工具完成在同一地方的重复性工作



A3.8.1 方案描述

在作业人员上方提供可供悬吊工具的水平架子。使用弹簧装置，使悬吊式工具可自动弹回到起始位置。必要时可为每件悬吊式工具提供专用架子，使工具置于作业人员的前方，并在使用时易于靠近作业人员，确保悬吊式工具位于作业人员易取处。

A3.8.2 方案作用

可节省反复放取的时间。拿工具的时间缩短，作业人员的疲劳程度也随之降低。在同一地方进行重复性操作时，使用悬吊式工具有助于工作场所的布置，提高生产效率。

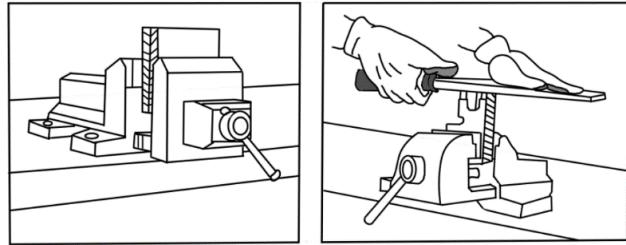
A3.8.3 方案要点

确保悬吊式工具在不使用时，不妨碍作业人员的手臂及其活动。悬吊式工具应有适当的尺寸和重量。只有设置了专用的、稳固的悬吊装置足以保证工具方便安全易取后，才可使用较重的悬吊式工具。如果悬吊式工具由不同的作业人员使用，确保其在作业人员的手接触范围内可调节。如果悬吊式工具磨损或破损，应易于更换和维修。

A3.8.4 相关岗位

适用于存在焊接作业的所有岗位。

A3.9 使用虎钳和夹钳固定物料或工件



A3.9.1 方案描述

根据工件的大小和形状选择适宜的虎钳或夹钳，使其固定在可调节的工作面上。如果作业人员操作时需要从不同方向接近工件，应选择可旋转的夹钳。虎钳和夹钳的位置能使作业人员以自然体位或姿势操作，工作高度应略低于肘关节水平。

A3.9.2 方案作用

使用虎钳和夹钳后，作业人员在工作时能稳定地操作不同尺寸和形状的工件。使用虎钳和夹钳可减少事故的发生，因为预防了物料滑落，减少了不良体位，并能更好地控制工件。

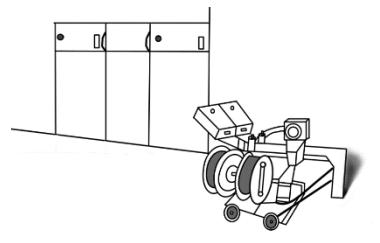
A3.9.3 方案要点

选择一种用力最小即可安全固定工件的虎钳或夹钳，确保虎钳或夹钳没有锋利的边角。选择一种能让作业人员判断出工件已安全固定而又未被损坏的虎钳或夹钳。

A3.9.4 相关岗位

适用于存在固定物件的所有岗位，如焊接作业等。

A3.10 自动焊接机器人



A3.10.1 方案描述

将机器人技术应用于焊接机。

A3.10.2 方案作用

减少因以不良姿势或处于受限位置进行长时间焊接所致的疲劳，减少手工焊接量来提高效率，可由一个人轻松操作。

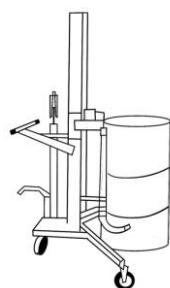
A3.10.3 方案要点

并不适用于所有焊接应用。

A3.10.4 相关岗位

适用于存在焊接作业的所有岗位。

A3.11 使用倒桶器



A3.11.1 方案描述

移动各类筒装材料的装置。

A3.11.2 方案作用

减少过度用力和不良姿势作业，可由一个人轻松操作。

A3.11.3 方案要点

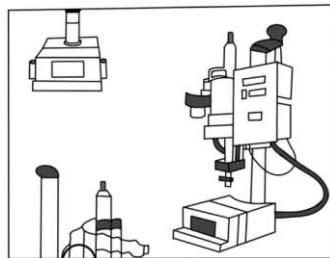
手动倒桶机可用于4~19升的容器。

A3.11.4 相关岗位

涂装车间：更换大桶（200KG）PVC；

车身车间：更换大桶（200KG）胶水。

A3.12 电磁气动压力机



A3.12.1 方案描述

便携式电磁压力机和空气压力机，在焊接过程中保持零件位置。

A3.12.2 方案作用

减少焊接操作前手工夹紧零件时的不良姿势和用力，能显著减少完成一项工作所需的时间。

A3.12.3 方案要点

用于对接金属板长焊缝焊接。

A3.12.4 相关岗位

涉及焊接作业等岗位。

A4 作业姿势

A4.1 手工提举、放低或填充或清空容纳箱



A4.1.1 方案描述

尽可能避免从地板上抬起，如果必须，腰部不要弯曲，让重物靠近你的身体，保持脊柱处于更安全状态。在提举过程中避免腰部扭转，保持鼻尖和脚尖指向同一方向。

在提升和降低容纳箱时，保持容纳箱靠近身体。为更易于靠近，拆卸或降低容纳箱侧面。增加手柄，以便更好握持和控制。切割工作台面呈凹形，便于接近容纳箱。

倾倒物料时，将容器支撑在固定的物体上或靠在固定的架子上或支架上。

A4.1.2 方案作用

减少前伸和弯曲，减少肩部和背部紧张，减少完成工作任务所需努力和用力。

A4.1.3 方案要点

提举时，保持负荷靠近身体，通过用腿向上推动提举，或在你跪着的腿上，向上滑动并靠近身体滑至另一腿上后站起，保持靠近身体。较重的物料找到相似高度的同伴帮助提举。

A4.1.4 相关岗位

涉及从地板或较低位置（膝部以下）提取或放下的作业岗位，例如：

冲压车间：设备维修、模具维修、冲压工；

涂装车间：物流工；

车身车间：上料工、物流工；

总装车间：前围、仪表板、电瓶、轮胎、座椅、汽车玻璃、天窗、线束管路等零配件安装；

发动机装配：飞轮安装。

A4.2 移动式座椅

A4.2.1 方案描述

用于发动机舱等零部件安装的座椅，避免蹲跪、过度弯腰等不良姿势和取拿零部件的重复性作业。

A4.2.2 方案作用

减少操作人员取零件走动距离，避免弯腰操作导致的下背部损伤。

A4.2.3 方案要点

注意台面设计以及进出仓室的顺畅、稳定与平衡。

A4.2.4 相关岗位

总装车间：ABS、发动机支架、线束安装等；

发动机装配：平衡轴链条导轨安装、高压喷嘴分装岗位。

A4.3 符合人体工程学的座椅 (*ergonomischer montage stuhl, EMS*)

A4.3.1 方案描述

用于进出于车内进行零部件安装作业的可移动式座椅。

A4.3.2 方案作用

减少步行距离，符合人体工程学的工作姿势，便于操作者进出于车内，工具和小零件伸手可及范围为20cm。

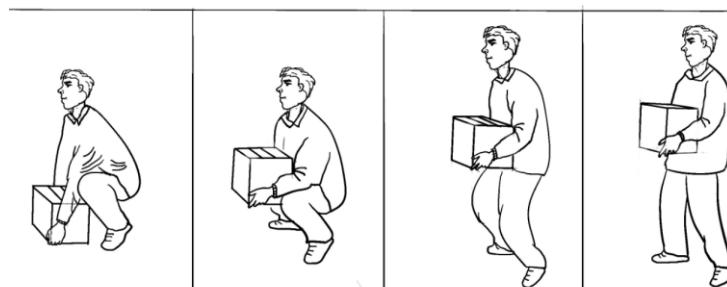
A4.3.3 方案要点

注意台面设计以及进出仓室的顺畅、稳定与平衡。

A4.3.4 相关岗位

总装需要进入车内操作的岗位。

A4.4 手工搬运物料或容纳箱时，保持物件靠近身体



A4.4.1 方案描述

手抬搬运时，握住物料或容纳箱靠近身体，足部的位置安全、稳定。肩扛搬运时，要有肩垫，将物料或容器支撑在一个肩膀上，并在两个肩膀之间交替。当升降重物时，应在身体前方缓慢操作，利用腿部肌肉力量（而非背部），并保持背挺直。搬运时，保持负荷靠近腰部。

A4.4.2 方案作用

搬运时将物件靠近身体，可将向前弯腰的动作减到最小，降低背部、颈部和肩部损伤的危险。减少脊柱压力，减少单肩疲劳。

A4.4.3 方案要点

手、肘部弯曲角度事宜。考虑不同作业人员的身体差异，确保搬运货物的重量和频率不超过作业人员的负荷，确保作业人员有足够的容膝空间和容脚空间。

A4.4.4 相关岗位

涂装车间：物流工；
车身车间：上料工、物流工；
总装车间：所有搬运零部件容纳器作业的岗位。

A4.5 手工精细作业方案

A4.5.1 方案描述

全螺纹系统上使用锁紧螺母或钮扣螺母，或用电动工具代替手工工具，或采用工效学手动工具。

A4.5.2 方案作用

减少所需的手部力量和重复动作的数量，特别是扭转动作。你会用更少的努力完成工作。

A4.5.3 方案要点

反复使用传统的手动工具会导致肌肉拉伤，甚至严重的损伤，如腕管综合症或肌腱炎。使用错误的工具或者用错误的方式使用工具，会扭伤你的手、手腕、前臂、肩膀和脖子。

A4.5.4 相关岗位

螺丝/螺母的精细操作（含软性材料定位）等；
涂装车间：打磨、整理；
车身车间：总装线、打磨线；
总装车间：紧固件、插接件、零部件安装等手工精细作业岗位；
发动机装配：点火线圈的接地线、安装线束插头、安装测试堵件、发动机返修岗位、油位传感器安装。

A4.6 地板作业方案

A4.6.1 方案描述

方案1：应用桌子、木架或其他设备抬高作业面至腰部位置；
方案2：应用长把柄工具，站立完成地板作业任务。

A4.6.2 方案作用

安装汽车地板作业时，经常会发生弯腰、身体屈曲、跪姿或蹲姿作业导致下背或膝部疼痛，经常或长时间疼痛可能会发生肌肉或关节损伤。采用该方案可减少或避免跪姿或蹲姿作业引发的脊柱和膝部疼痛和损伤。

A4.6.3 方案要点

尽可能采取上述方案方法避免腰部弯曲和跪姿、蹲姿作业。如无法避免时，应采取组织措施减少这种作业的频次或持续时间。

A4.6.4 相关岗位

冲压车间：模具维修；
涂装车间：密封工（安装闷盖）；
车身车间：底板清洁、底板作业；
总装车间：零部件安装、线束管路、紧固件、插接件、检测、检查、贴标。

A4.7 头以上作业方案

A4.7.1 方案描述

工具加长轴（如钻头和螺杆枪等），增加旋转吊架。

A4.7.2 方案作用

运用工具加长轴完成头顶作业，避免在双肩以上举起沉重工具导致双臂、颈部、双肩和背部肌肉紧张与疲劳。

A4.7.3 方案要点

不适用于从事头顶的精细工作，建议减小手持工具重量，缩短作业时间和作业频度。

A4.7.4 相关岗位

冲压车间：模具维修；
涂装车间：密封工（拆除闷盖）；
车身车间：车顶清洁、车顶打磨；
总装车间：车底部的紧固件、线束管路、零件安装和插接件等、前后盖零部件安装、车顶内饰等岗位的头以上操作。

A4.8 低成本智能化自动化 (*low cost intelligent automation, LCIA*)

A4.8.1 方案描述

又称简便自动化，由精益管及零配件组合而成，融入体力、杠杆和重力等制作的自动化机构。

A4.8.2 方案作用

根据实际需要，自主制作的LCIA机构，可以减少不必要的走动、弯腰、精细操作，实现一触一动，改善作业工效。

A4.8.3 方案要点

操作高度和位置需要符合人体尺寸的要求。

A4.8.4 相关岗位

涉及零部件安装岗位。

A4.9 手工操作物料时，保持物件靠近身体

A4.9.1 方案描述

搬运的物件尽量靠近身体，并牢牢地把持住物件。足部位置安全、稳定。如果无法避免人工提举重物，应尝试由两个或更多人一起搬运，分担重量。当升降重物时，应在身体前方缓慢操作。利用腿部肌肉力量，并保持背挺直。围裙可降低重物搬运，保持负荷靠近腰部。提供合适的围裙，因为不均衡或尖锐部分所致的损伤危险。组织良好的搬运操作，可将搬运时物件的升降操作减到最小。当货物沉重时，考虑是否有将其分成小件的可能性。

A4.9.2 方案作用

搬运时将物件靠近身体，可将向前弯腰的动作减到最小，以降低背部、颈部和肩部损伤的危险。通过把物件靠近身体进行把持，易于搬运，并能提供良好的前行视线，提高效率，减少事故发生。弯

腰或扭曲身体是一种不稳定的活动，更易疲劳。弯腰和扭曲身体是导致背部、颈部和肩部损伤的主要原因之一。。

A4.8.3 方案要点

当货物不重时，使用托板、托盘或容器运送小件物料可减少运输的频次，如可能，最好使用小推车和其他移动式设备。考虑不同作业人员的身体差异，确保搬运货物的重量和频率不超过作业人员的负荷。作业人员的容膝或容脚空间不足，致使作业人员不能充分接近物件，立姿的作业人员有时需要弯腰，因此应确保作业人员有足够的容膝空间和容脚空间。作业人员可根据物件的大小和重量或者当地习惯，选择将货物放在肩上、头上或背上进行搬运。作业人员应尽量尝试寻求其他搬运方式，如使用易搬运的容器或背包。为经常进行搬运工作的作业人员提供适宜的工作服。

A4.8.4 相关岗位

涉及所有零部件安装岗位。

A5 个体防护

A5.1 防振动手套

A5.1.1 方案描述

具有防振性能的手套。

A5.1.2 方案作用

减少振动从振动工具（如磨床、针枪等）传递到手和手臂。

A5.1.3 方案要点

最佳匹配对减少疲劳至关重要，防振手套不应大幅度增加握持直径，选择尽量减少触觉灵敏度损失的手套，全指手套提供最大的保护。

A5.1.4 相关岗位

车身车间：折边作业；

总装车间：紧固件、密封件等有振动感的电动工具作业。

A5.2 肘垫

A5.2.1 方案描述

护垫保护肘部免受接触应力。

A5.2.2 方案作用

适用于在狭窄空间和/或依靠肘部工作。

A5.2.3 方案要点

适用于在狭窄的空间和/或依靠肘部工作。

A5.2.4 相关岗位

涉及所有需要肘部支撑的作业，如总装车间的后备箱安装等。

A5.3 肩垫

A5.3.1 方案描述

在肩上携带物品时保护肩膀的护垫。

A5.3.2 方案作用

减少肩膀的接触压力。

A5.3.3 方案要点

当物品不能用手推车或其他运输工具运输时，应使用肩垫；在肩膀上扛重物通常会在小面积上产生过大的压力。

A5.3.4 相关岗位

涉及需要肩扛较重物件或工具的作业。

A5.4 跪姿支持垫

A5.4.1 方案描述

跪在坚硬地面上用来保护膝盖的护垫。

A5.4.2 方案作用

跪着的时候减少膝盖的压力，防止膝盖受损。

A5.4.3 方案要点

在可能的情况下，工作台面应该抬高，以减少跪地。

A5.4.4 相关岗位

涉及所有跪姿作业岗位，如冲压车间的模具维修，总装车间的内饰与地板安装等。

A5.5 护膝

A5.5.1 方案描述

跪在坚硬的地面上时用来保护膝盖的护膝。

A5.5.2 方案作用

护膝可以减少接触压力。

A5.5.3 方案要点

可能情况下，工作台面应该抬高，以减少跪地；护膝应该紧贴小腿，但不能影响小腿的血液循环；单膝或双膝跪下会对膝盖的骨骼和软组织造成接触压力；压力会减少血液循环和挤压神经；垫料压实后应更换垫料；在进行热作业时，选择防火垫。

A5.5.4 相关岗位

涉及所有跪姿作业岗位，如冲压车间的模具维修等。

A5.6 防滑手套

A5.6.1 方案描述

表面有橡胶点的手套。

A5.6.2 方案作用

戴上尺寸合适具有橡胶点的手套可以增加在光滑表面的摩擦力。

A5.6.3 方案要点

要知道，手套会降低你的握力，降低程度取决于手套的材质和你戴多少双手套。

A5.6.4 相关岗位

涂装车间：零件拆装；

总装车间：安装后盖气弹簧；

A5.7 外骨骼



A5.7.1 方案描述

各类静力作业姿势的机械助力系统或工具。

A5.7.2 方案作用

减少长期固定姿势用力或重物搬运作业导致的局部肌肉疲劳与损伤，如手过头、肘过肩的作业，长时间的弯腰负重作业，搬举重物作业等。

A5.7.3 方案要点

设计的外骨骼应穿戴舒适，最好设计为基于用力负荷的自动机械施力。

A5.7.4 相关岗位

涉及头以上静力作业、长时间弯腰、搬运重物等的用力作业。

A6 工作组织

A6.1 增加间休

A6.1.1 方案描述

合理安排并组织内部的轻重劳动强度作业，组织安排间休，至少半天1次，每次间休时间5~15min。

A6.1.2 方案作用

缓解局部肌肉疲劳，减少局部肌肉疾患发生危险。

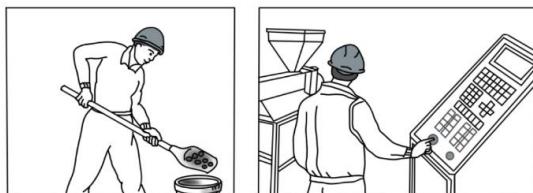
A6.1.3 方案要点

间休时间可增加有针对性的适度锻炼，如保健操或弹力绳等。

A6.1.4 相关岗位

涉及长时间的持续重复性作业，焊装、涂装、总装的大部分作业等。

A6.2 提举重物与轻体力劳动相结合或轮岗作业



A6.2.1 方案描述

合理安排并组织内部轻重劳动强度作业，使提举重物的作业人员也做轻体力劳动。采取岗位轮换和工作小组的方式，预防将艰苦的工作集中于某个固定的作业人员。组建一个多成员组成的团队可实现此目标。对于类似的艰苦工作，考虑工作分配方式，使这些艰苦的工作由一组人员轮换承担或在不同活动部位的岗位之间，允许岗位轮换作业。

A6.2.2 方案作用

可避免将不利的重活集中于少数几个作业人员。缓解局部肌肉疲劳，减少局部肌肉疾患的发生危险。

A6.2.3 方案要点

将频繁的休息作为一项工作制度，可促进将重、轻体力劳动相结合。轮换使工作更不乏味，可提高作业人员的工作积极性和生产效率。劳动要经常休息，还要休息足够长的时间以消除疲。避免相同活动部位岗位人员之间的互换轮岗。培训作业人员的多项工作技能，以便实现轮岗工作。

A6.2.4 相关岗位

涉及长时间持续重复性使用单部位作业的岗位，如总装车间的内饰与底盘作业的岗位互换等。