

T/WSJD

中 国 卫 生 监 督 协 会 团 体 标 准

T/WSJD 14.8—2024

# 工作相关肌肉骨骼疾患的工效学预防指南

## 第 8 部分 汽车修理与维护作业

Ergonomic guidelines for the prevention of work-related musculoskeletal disorders

Part 8 : Vehicle repair and maintenance work

2024-03-11发布

2024-03-26实施

中国卫生监督协会 发布



# 目 录

前 言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语、定义和缩略语 .....	1
4 生产工艺或作业活动、工效学危险因素与潜在的WMSDs部位 .....	2
5 干预措施 .....	3
6 效果评估 .....	3
附 录 A (资料性) 汽车修理与维护作业潜在工效学危险因素及其来源和可参照的干预措施 .....	4
附 录 B (资料性) 汽车修理与维护作业工效学干预措施示例 .....	8
参考文献 .....	30

## 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》 的要求起草。

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。

本文件由中国卫生监督协会提出并归口。

本文件主要起草单位：重庆市疾病预防控制中心、中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所、天津市疾病预防控制中心、北京市疾病预防控制中心、福州市疾病预防控制中心、上海市疾病预防控制中心、广州市职业病防治院、四川省疾病预防控制中心、陆军军医大学、贵州省职业病防治院、重庆医科大学公共卫生学院、深圳市宝安区疾病预防控制中心。

本文件主要起草人：陈凤琼、张华东、邓华欣、贾宁、王忠旭、韩承、梁婧、沈波、尹艳、王致、杨燕、蒋恩霏、皮会丰、刘继中、陈承志、李小平、曹磊、冉瑞红、王丽华。

# 工作相关肌肉骨骼疾患的工效学预防指南

## 第8部分 汽车修理与维护作业

### 1 范围

本文件规定了汽车修理与维护作业预防工作相关肌肉骨骼疾患的工效学技术要求。

本文件适用于汽车修理与维护作业人员肌肉骨骼疾患相关工效学危险因素的识别、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。

GB/T 5624—2019 汽车维修术语

GB/T 16739.1—2014 汽车维修业开业条件 第1部分：汽车整车维修企业

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

GB/T 16251—2008 工作系统设计的人类工效学原则

GB/T 14776—1993 人类工效学 工作岗位尺寸设计原则及其数值

GB/T 13547—1992 工作空间人体尺寸

GB/T 14774—1993 工作座椅一般人类工效学要求

GB/T 31002.1—2014 人类工效学手工操作 第1部分：提举与移送

GB/T 14775—1993 操纵器一般人类工效学要求

GB/T 13379—2008 视觉工效学原则室内工作场所照明

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

GB/T 14779—1993 坐姿人体模板功能设计要求

GB/T 39800.1—2020 个体防护装备配备规范 第1部分：总则

GBZ/T 224—2010 职业卫生名词术语

### 3 术语、定义和缩略语

上述引用文件界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1 术语和定义

##### 3.1.1

**汽车修理与维护作业 vehicle repair and maintenance work**

为维持或恢复汽车完好技术状况（或工作能力）和寿命而进行修理与维护的作业活动。

[来源：GB/T 5624—2019 汽车维修术语第6.1款、6.2款，有改动]

##### 3.1.2

**机修 machine maintenance**

汽车机械部分维护和修理，对车辆发动机、底盘、变速器等机械类部件进行保养、检查和维修等。

[来源：《汽车机修》，北京邮电大学出版社有限公司，ISBN：9787563512812]

### 3.1.3

#### 钣金 sheet metal

汽车车身钣金件维修、修复，即除了对车身进行防腐和装饰的喷涂工作外其余的所有工作，如汽车车身损伤的分析、汽车车身的测量、汽车车身钣金件的整形、拉伸矫正、去应力、焊接，以及汽车车身附件的装配、调整等工作。

[来源：“汽车钣金”正解，碰撞修复[J]]

### 3.1.4

#### 喷漆 painting

将涂料(油漆)均匀地涂覆于被涂物(产品)表面，经干燥成膜的工艺过程，包括涂装前的表面处理。

[来源：T/WSJD 14.2—2022 工作相关肌肉骨骼疾患的工效学预防原则 第二部分 汽车制造作业第3.1款]

### 3.1.5

#### 中立(位)姿势 neutral posture

身体姿势相对自然、舒适、不偏斜的状态。

[来源：GB/T 14779—1993 坐姿人体模板功能设计要求，有改动]

## 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 生产工艺或作业活动、工效学危险因素与潜在的 WMSDs 部位

### 4.1 主要工艺(活动)或作业活动

汽车修理与维护作业主要包括汽车修理(机修、钣金及喷漆等)和汽车维护(检查与调整、上油、充气保养、清洗)两大生产工艺或作业活动，作业流程涵盖车辆的检查与确认故障、拆解零部件、表面处理、钣金处理和涂装、零部件检验、安装与保养、检测清洗等工序。

(1) 机修作业：对汽车运行过程中产生磨损或失效的汽车发动机、底盘、变速器、新能源汽车电池、车箱、传动器、转向器、电器设备和各部导线等机械零件或电控部件进行修理或更换或者对已造成问题的车辆故障进行排除并恢复其完好功能状态的操作过程。

(2) 钣金与喷漆作业：将汽车金属外壳变形部分进行修复(钣金)，然后再通过喷涂(喷漆)，使变形的汽车金属表面恢复到完好状态。钣金与喷漆过程是在分析车身变形程度的基础上，对变形部位进行撑压、拉拔校正和精平、打磨、涂腻子、抛光、检验、喷涂等修复过程。钣金与喷漆作业由钣金与喷漆工合作完成或分开完成作业。

(3) 维护作业：对汽车的紧固、润滑，检查和调整有关制动、操纵系统、发动机及汽车排放系统，拆解轮胎，进行轮胎换位等，以维持汽车的良好功能状态。外部清洗是在固定的外部清洗台上用可移动的清洗机向车身喷射高压水，再用清洗液涂擦后用清水冲洗干净，最后用专用毛巾擦干车身。汽车维护过程中涉及排放润滑油和冷却液，胎压检测、充气、上油等生产工艺或作业活动。

### 4.2 工效学危险因素

4.2.1 汽车拆卸、修理多以手工操作，车辆升降也有半自动或全自动操作，作业人员存在用力提举、长时间蹲姿、跪姿、立姿和弯腰等不良姿势、重复用力、强迫体位等工效学危险因素。

4.2.2 钣金与喷漆作业以手工操作为主，存在立姿伴随弯腰、负重操作；手工调漆作业存在长时间站姿伴随弯腰，手部使用振动工具、负重操作；打磨、抛光及涂腻子作业均为手工操作，存在手部使用振动工具或单

手负重操作，持续弯腰、低头、站姿、蹲姿等不良姿势作业；喷漆作业以手工补漆、人工作业为主，存在长时间持续站姿、重复用力等工效学危险因素。

4.2.3 检测、检查、调整等维护作业过程中，作业人员存在长时间站姿伴随弯腰、转身等不良作业姿势，且作业空间受限；清洗作业人员操作高压水枪清洗汽车，存在弯腰、低头、抬手等不良姿势。

4.2.4 汽车修理与维护作业可能存在或产生的噪声、电焊弧光、砂轮磨尘、电焊烟尘、有机溶剂等理化因素，可能加重工效学危险因素的健康危害。作业人员的性别、年龄、身高、体重等人口学因素、作业方式、工作组织（如长时间工作或工作时间不规律、工间休息不足及重复、单调作业等）以及心理社会因素（如社会支持低、工作自主性低）等也是影响作业人员WMSDs发生的危险因素。

4.2.5 汽车修理与维护作业的主要生产单元、主要生产工艺或作业活动涵盖的岗位或工种（包括但不限于这些岗位）潜在工效学危险因素及其来源详参见附录A中的表A.1。

#### 4.3 潜在的 WMSDs 部位

汽车修理与维护过程中存在的工效学危险因素可能导致下背部、颈部、肩部、上背部、足部、手部、膝部、腿部、肘部等部位发生WMSDs。

### 5 干预措施

5.1 用人单位可结合企业自身情况，识别确定需要采取控制的危险因素及其优先等级，基于T/WSJD 14.1-2020 第6部分和第8部分，制定并实施符合工效学原则的干预措施，干预措施方案应包括工作场所、材料/设备处理、工具使用、作业姿势、个体防护、工作组织等六个方面内容。在可行的情况下，应将工程控制作为解决工效学问题的首选措施。

5.2 汽车修理与维护作业潜在工效学危险因素及其可参照的干预措施导引编号参见附录A中的表A.2。

5.3 汽车修理与维护作业可参照的干预措施示例参见附录B。本干预措施主要基于汽车修理与维护作业（活动）的常见示例，并非涵盖该行业所有的作业活动和所有的工效学问题。用人单位可将本文件中的干预措施示例作为样例，设计并开发出更切实可行的干预措施。

### 6 效果评估

用人单位应依据 T/WSJD 14.1-2020 第7部分的要求，对本单位的工效学程序实施效果进行评估，以确定工效学实施程序是否达到工效学目标。

## 附录 A (资料性)

### 汽车修理与维护作业潜在工效学危险因素及其来源和可参照的干预措施

为便于对汽车修理与维护作业工效学危险因素的识别、评估与控制，本附录将制鞋作业的主要生产工艺、工序和涵盖的岗位或工种（包括但不限于这些岗位）、工效学危险因素归纳如下表A.1，工效学危险因素与可参照的干预措施归纳如下表A.2。

**表A.1 汽车修理与维护作业潜在工效学危险因素及其来源**

生产单元	主要生产工艺或作业活动	岗位或工种 (包括但不限于)	工效学危险因素(因素编号 <sup>#</sup> )
机修	拆卸	机修工	1.1、1.5、1.6、1.7、2.2、3.1、3.3、3.6、4.3、4.4、4.7、4.8、4.9、5.1、5.2、5.3、5.4、5.5、5.6、6.1、6.3、6.4
	修理		1.1、1.5、1.6、1.7、2.1、2.2、2.3、2.9、3.1、3.3、3.6、4.1、4.2、4.3、4.4、4.5、4.7、4.8、4.9、5.1、5.2、5.3、5.4、5.5、5.6、6.1、6.3、6.4
	焊接		1.1、1.6、1.7、2.1、2.3、2.10、3.6、4.2、4.7、4.8、5.1、5.2、5.3、5.4、5.5、5.6、6.1、6.3
钣金	钣金	钣金工	1.1、1.5、1.6、1.7、2.2、2.3、2.4、2.5、2.6、2.9、2.10、3.1、3.2、4.2、4.3、4.7、4.9、5.1、5.2、5.3、5.4、5.5、5.6、6.1、6.3、6.4
喷漆	调漆	喷漆工	1.1、1.5、1.6、1.7、2.1、2.3、2.4、3.1、4.3、4.7、5.1、5.2、5.3、5.4、5.5、5.6、6.1
	打磨		1.1、1.2、1.3、1.6、2.1、2.2、2.4、2.5、2.6、2.9、2.10、3.1、3.2、3.3、4.2、4.3、4.4、4.5、4.7、4.9、5.1、5.2、5.3、5.4、5.5、5.6、6.3、6.4
	抛光、涂腻子		1.1、1.2、1.3、1.6、2.2、2.3、2.4、2.5、2.6、2.9、2.10、3.1、3.2、3.3、4.2、4.3、4.4、4.5、4.7、4.9、5.1、5.2、5.3、5.4、5.5、5.6、6.1、6.3、6.4
	喷漆		1.1、1.2、1.3、1.6、2.1、2.2、2.3、2.4、2.5、2.6、2.9、2.10、3.1、3.2、3.3、3.6、4.2、4.3、4.4、4.5、4.7、4.9、5.1、5.2、5.3、5.4、5.5、5.6、6.1、6.3、6.4
维护	清洗	维护工	1.1、1.5、1.6、1.7、1.9、2.4、2.5、3.1、4.1、4.4、5.1、5.2、5.3、5.4、5.5、5.6、6.4

表A.1 汽车修理与维护作业潜在工效学危险因素及其来源（续）

生产单元	主要生产工艺或作业活动	岗位或工种 (包括但不限于)	工效学危险因素(因素编号 <sup>a</sup> )
维护	更换机油、机油 加注	维护工	1.1、1.6、1.7、2.1、2.3、2.8、2.9、2.10、3.3、4.3、4.8、 5.1、5.2、5.3、5.4、5.5、5.6、6.1、6.4
	胎压测试		1.1、1.6、1.7、2.8、2.9、2.10、3.6、4.2、4.7、5.1、5.2、 5.3、5.4、5.5、5.6、6.4

注: <sup>a</sup> 因素编号代表基于 T/WSJD-14.1-2020 通用要求的危险因素的顺序号, 具体如下:

1. 工作组织: 1.1-每天超过 8h 工作班制; 1.2-频繁和长时间超时工作; 1.3-长时间连续操作; 1.5-休息日不足; 1.6-每日/周/月或每年工作强度分配不均匀; 1.7-劳动者间工作强度分配不均匀; 1.9-频繁的轮班/倒班。
2. 工作类型: 2.1-提举和搬运重物; 2.2-用力较大的工作; 2.3-强推拉用力; 2.4-高重复性工作; 2.5-需频繁使用手指、手或臂部工作; 2.6-工作中使用手臂振动工具; 2.8-使用键盘或其他数据录入设备的精力集中工作; 2.9-精细操作工作; 2.10-高视觉要求的工作。
3. 作业姿势和动作: 3.1-不良姿势和动作; 3.2-持续和/或高频度变换关节位置; 3.3-长时间强迫体位; 3.6-持续久坐或站立工作。
4. 作业空间和工作任务: 4.1-工作空间不足所致强迫体位或动作受限; 4.2-工作站设计所致过多动作或不良体位; 4.3-工作面高度和尺寸大小不够; 4.4-肩以上或膝以下的手工物体操作; 4.5-工作空间迫使劳动者采取同一姿势工作; 4.7-难以抓握或较滑的工作物体操作; 4.8-冷/热的工作环境和/或物体的手工处理; 4.9-施加于身体高度接触紧张或局部压力作业。
5. 社会心理因素: 5.1-心理负荷过多或不足; 5.2-时间压力和需求过高; 5.3-职业性紧张工作; 5.4-过低的工作满意度; 5.5-缺乏自主工作(低影响, 低控制); 5.6-社会支持不足。
6. 环境因素: 6.1-地面光滑或不平; 6.3-作业环境过冷或过热; 6.4-作业环境照明不足。

表A.2 汽车修理与维护作业可参照的工效学干预措施

危险来源	工效学危险因素 <sup>a</sup>	干预措施 (措施编号 <sup>b</sup> )
1. 工作组织	1.1 每天超过 8h 工作班制	B. 2.6.1、B. 2.6.3
	1.2 频繁和长时间超时工作	B. 2.6.1
	1.3 长时间连续操作	B. 2.6.1、B. 2.6.2、B. 2.6.3
	1.4 工间休息不足	B. 2.6.1、B. 2.6.2、B. 2.6.3
	1.5 休息日不足	B. 2.6.1、B. 2.6.2
	1.8 两班之间休息时间不足(低于 11h)	B. 2.6.1、B. 2.6.2
	1.9 频繁的轮班/倒班	B. 2.6.1、B. 2.6.2、B. 2.6.3

表A.2 汽车修理与维护作业可参照的工效学干预措施（续）

危险来源	工效学危险因素 <sup>a</sup>	干预措施 (措施编号 <sup>b</sup> )
2.工作类型	2.1提举和搬运重物	B. 2.1.2、B. 2.1.3、B. 2.1.4、B. 2.2.1、B. 2.2.2、 B. 2.2.3、B. 2.2.5、B. 2.2.6、B. 2.2.9、B. 2.2.10、 B. 2.4.2、B. 2.5.1、B. 2.5.3
	2.2用力较大的工作	B. 2.1.2、B. 2.1.3、B. 2.1.6、B. 2.2.1、B. 2.2.2、 B. 2.2.3、B. 2.2.5、B. 2.2.6、B. 2.2.9、B. 2.2.10、 B. 2.2.11、B. 2.3.1、B. 2.3.3、B. 2.3.5、B. 2.3.6、 B. 2.4.2、B. 2.5.1、B. 2.5.3
	2.3强推拉用力	B. 2.2.1、B. 2.2.3、B. 2.2.5、B. 2.2.16、B. 2.5.1、B. 2.5.3
	2.4高重复性工作	B. 2.1.4、B. 2.2.1、B. 2.2.2、B. 2.2.7、B. 2.2.13、 B. 2.2.15、B. 2.3.1、B. 2.3.2、B. 2.3.3、B. 2.3.5、 B. 2.3.6、B. 2.3.8、B. 2.3.9
	2.5需频繁使用手指、手或臂部工作	B. 2.1.4、B. 2.2.7、B. 2.2.13、B. 2.2.15、B. 2.2.16、 B. 2.3.1、B. 2.3.2、B. 2.3.3、B. 2.3.9、B. 2.4.2、 B. 2.5.1、B. 2.5.3
	2.6工作中使用手臂振动工具	B. 2.3.4、B. 2.5.1、B. 2.5.2
	2.9精细操作工作	B. 2.1.7、B. 2.1.8、B. 2.4.1
	2.10高视觉要求的工作	B. 2.1.6、B. 2.1.7、B. 2.3.7、B. 2.3.8
3.作业姿势 和动作	3.1不良姿势和动作	B. 2.1.5、B. 2.1.6、B. 2.2.1、B. 2.2.2、B. 2.2.4、 B. 2.2.5、B. 2.2.8、B. 2.2.9、B. 2.2.10、B. 2.2.11、 B. 2.2.12、B. 2.2.13、B. 2.3.7、B. 2.3.8、B. 2.3.9、 B. 2.3.10、B. 2.4.2、B. 2.5.4
	3.2持续和/或高频度变换关节位置	B. 2.2.2、B. 2.2.7、B. 2.2.13、B. 2.2.14、B. 2.2.15、 B. 2.3.1、B. 2.3.5、B. 2.3.6、B. 2.3.9
	3.3长时间强迫体位	B. 2.1.5、B. 2.1.6、B. 2.2.8、B. 2.2.12、B. 2.3.10
	3.6持续久坐或站立工作	B. 2.2.12、B. 2.3.10
4.作业空间 和工作任务	4.1工作空间不足所致强迫体位或动作受限	B. 2.1.5、B. 2.1.6
	4.2工作站设计所致过多动作或不良体位	B. 2.1.5、B. 2.2.7、B. 2.2.8、B. 2.2.9、B. 2.2.10、 B. 2.2.11、B. 2.2.12、B. 2.2.13、B. 2.3.10

表A.2 汽车修理与维护作业可参照的工效学干预措施（续）

危险来源	工效学危险因素 <sup>a</sup>	干预措施 (措施编号 <sup>b</sup> )
4.作业空间和工作任务	4.3工作面高度和尺寸大小不够	B. 2. 1. 5、B. 2. 1. 6、B. 2. 2. 8、B. 2. 2. 9、B. 2. 2. 10、 B. 2. 2. 11、B. 2. 2. 12、B. 2. 3. 10
	4.4肩以上或膝以下的手工物体操作	B. 2. 4. 2、B. 2. 5. 4、
	4.5工作空间迫使劳动者采取同一姿势工作	B. 2. 1. 5、B. 2. 1. 6
	4.6沉重和/或需要高度身体用力的工作物体操作	B. 2. 2. 1、B. 2. 2. 6、B. 2. 2. 5、B. 2. 2. 16、B. 2. 3. 3、 B. 2. 3. 5、B. 2. 3. 6、B. 2. 4. 2、B. 2. 5. 3、
	4.7难以抓握或较滑的工作物体操作	B. 2. 2. 15、B. 2. 3. 1、B. 2. 3. 2、B. 2. 4. 4、B. 2. 5. 3
5.社会心理因素	4.8冷/热的工作环境和/或物体的手工处理	B. 2. 1. 1、B. 2. 1. 2、B. 2. 3. 8、B. 2. 5. 1、B. 2. 5. 3
	5.1心理负荷过多或不足	B. 2. 6. 1、B. 2. 6. 3
	5.2时间压力和需求过高	B. 2. 6. 1、B. 2. 6. 2、B. 2. 6. 3
	5.3职业性紧张工作	B. 2. 6. 1、B. 2. 6. 2、B. 2. 6. 3
	5.4过低的工作满意度	B. 2. 6. 1、B. 2. 6. 3
6.环境因素	5.5缺乏自主工作（低影响，低控制）	B. 2. 6. 1、B. 2. 6. 3
	5.6社会支持不足	B. 2. 6. 1、B. 2. 6. 3
	6.1地面光滑或不平	B. 2. 1. 3
	6.3作业环境过冷或过热	B. 2. 1. 1
	6.4作业环境照明不足	B. 2. 1. 7、B. 2. 1. 8
注： <sup>a</sup> 因素编号同表 A.1		
<sup>b</sup> 措施编号为附录 B 中对应的编号。		

附录 B  
(资料性)  
汽车修理与维护作业工效学干预措施示例

### B.1 干预措施示例导引目次

为便于使用时参照查阅, 依据汽车修理与维护作业的特征, 本附录列出了本作业适宜的干预措施示例目次, 如下表。

表B.1 汽车修理与维护作业工效学干预措施示例导引目次

干预措施类别	干预措施示例 (包括但不限于的干预措施)
B.2.1 工作场所	B.2.1.1 改进作业场所通排风系统, 改善工作场所条件 B.2.1.2 改善和明确标识作业场所通道 (人行及物料通道) 、区域, 确保作业场所整洁 B.2.1.3 确保作业场所路面平整, 易于清洁和物品搬运 B.2.1.4 改进工作场所布局, 最大程度的减少物料的运输 B.2.1.5 保持足够的作业空间 B.2.1.6 使用可移动式滑板 B.2.1.7 充足的采光、照明 B.2.1.8 为特殊作业岗位提供局部照明
B.2.2 材料/设备处理	B.2.2.1 使用带滑轮的装置, 进行物料搬运, 如带轮的滚动装置 B.2.2.2 使用可移动式置物架 B.2.2.3 卧式千斤顶 B.2.2.4 废机油收集桶 B.2.2.5 移动推车 B.2.2.6 液体输送管道或装置 B.2.2.7 使用工具板和索具架 B.2.2.8 位置高度适中的操作台或工作面 B.2.2.9 可升降的材料台或操作台 B.2.2.10 升降装置 (如升降台、提升机) B.2.2.11 吊装设备 (如起重机、电动葫芦、升降机、千斤顶) B.2.2.12 站立工作台或坐立凳 B.2.2.13 使用有角度的架子或容纳箱 B.2.2.14 移动式焊接装置 B.2.2.15 使用有把柄、抓握或把手的器具箱 B.2.2.16 电线、电缆及尾气卷绕装置
B.2.3 工具使用	B.2.3.1 为特定工作任务选用专用工具 B.2.3.2 手持式操作工具 B.2.3.3 动力性工具 B.2.3.4 低振动工具 B.2.3.5 矫平焊枪 B.2.3.6 钉枪 B.2.3.7 数字式自动胎压检测设备 B.2.3.8 机油添加器/机油加注机 B.2.3.9 工具存放架/柜 B.2.3.10 符合工效学的人机界面、座椅
B.2.4 作业姿势	B.2.4.1 手工精细操作 B.2.4.2 手工搬运作业, 保持正确的搬运姿势
B.2.5 个体防护	B.2.5.1 提供与作业相适应的PPE B.2.5.2 减振手套 B.2.5.3 防滑手套

表B.1 汽车修理与维护作业工效学干预措施示例导引目次（续）

干预措施类别	干预措施示例（包括但不限于的干预措施）
B.2.5 个体防护	B.2.5.4 护膝、护垫
B.2.6 工作组织	B.2.6.1 制定合理的工作组织形式和工作制度 B.2.6.2 合理安排工间休息次数和时间 B.2.6.3 建立工作小组讨论机制

## B.2 干预措施示例

### B.2.1 工作场所

#### B.2.1.1 改进作业场所通排风系统，改善工作场所条件

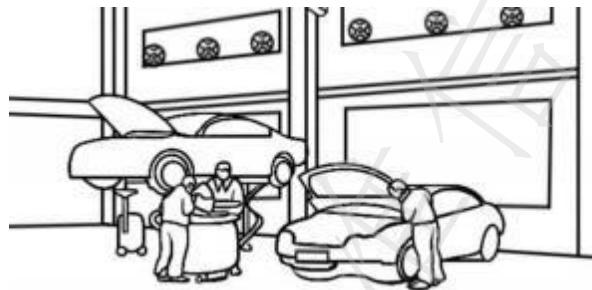


图 B.1 工作场所通排风设施

##### B.2.1.1.1 方案描述

采用全面通风或局部送风的方式，在作业场所安装轴流风机、换气扇、冷风机、立式电风扇等，确保工作场所具有有效的通风。将通风管的进风口和出风口或电风扇设置在合理的位置。保持足够的通风，有助于作业场所其他职业危害因素的控制，同时有助于预防热量蓄积，降低工作环境对作业人员WMSDs发生的影响。

##### B.2.1.1.2 方案要点

通风设备应与作业场所相适应，合理布置，保持正确的气流组织形式。选用遵循强度足够、风量适中、检维修方便的原则，布置上避免使用朝向污染源或热源的驱散式送风排风设备。

##### B.2.1.1.3 相关岗位

几乎涉及所有车间。特别是产生或存在粉尘、有机溶剂、夏季高温的岗位，如喷漆、钣金、打磨、焊接岗位。

#### B.2.1.2 改善和明确标识作业场所通道（人行及物料通道）、区域，确保作业场所整洁

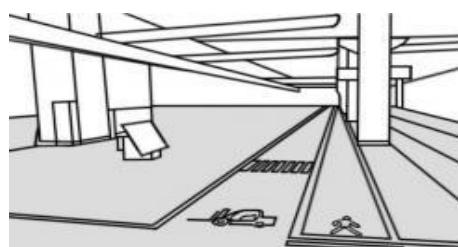


图 B.2 工作场所通道

### B. 2.1.2.1 方案描述

采用颜色分明的油漆，对工作场所地面进行标识，明确运输通道和人行通道，区分工作区、储物区、器具区，对地面障碍物进行清除，确保物料、零部件的运输，保持工作场所整洁。方案有助于作业场所整洁、分区明确，避免场所的杂乱堆放，确保物料、人行通过，防止绊倒、跌倒、刮伤等健康安全事故的发生。同时整洁、良好的工作环境，可让作业人员保持身心愉悦。

### B. 2.1.2.2 方案要点

标识应根据工作场所的实际情况设置，如大小、形状、作业流程，还应考虑运输物料的车辆、设施的情况。这有助于形成保持通道畅通、无障碍物的习惯。

### B. 2.1.2.3 相关岗位

几乎涉及所有车间的通道。

### B. 2.1.3 确保作业场所路面平整，易于清洁和物品搬运

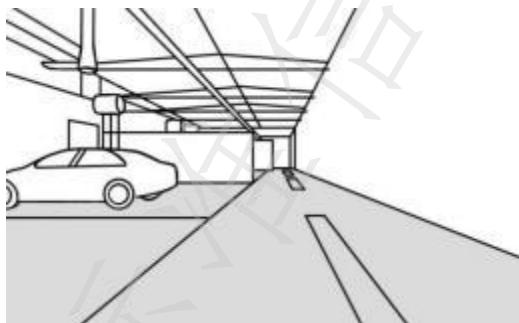


图 B.3 工作场所路面平整

### B. 2.1.3.1 方案描述

采用有色地砖，易于清洁的路面及地面防滑，保持地面平整，低坡度设计，便于物料运输。平整地面可减少物品搬运、推拉时的用力，从而缓解肌肉紧张。同时便于保持环境清洁，减少因不平坦或打滑路面导致滑倒、绊倒或跌倒等伤害事故。

### B. 2.1.3.2 方案要点

在路面选用防滑材质的涂层，作业人员防止物料滴漏，注意维修保养车辆滴漏液体的及时清理，保持地面清洁，为作业人员配备防护工作鞋等。

### B. 2.1.3.3 相关岗位

几乎涉及所有车间的通道。

### B. 2.1.4 改进工作场所布局，最大程度的减少物料的运输

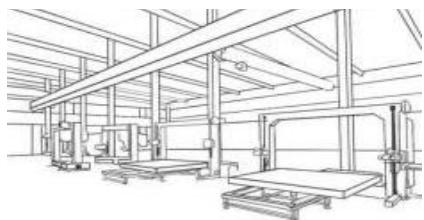


图 B.4 工作场所布局合理

### B. 2.1.4.1 方描述

合理布局工作区域及工作台，减少物料运输频率和运输距离。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，而不需远距离搬运。可使用输送带或零部件自动传输设施进行物料传递，减少物料运输。方案可减少物料运输，缩短工作时间，提高工作效率，同时可减少搬运等造成的用力活动，有助于预防物料运输所导致的肌肉骨骼疾患发生。

#### B. 2.1.4.2 方案要点

使用货盘进行操作，工件或零部件可自动转移至下一个工序或工作台。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。

#### B. 2.1.4.3 相关岗位

涉及工作设备或工作活动较为类似的工作岗位。如喷漆房内喷漆件的转运、钣金、维修工段器材、工具的需轮流使用的岗位。

#### B. 2.1.5 保持足够的作业空间

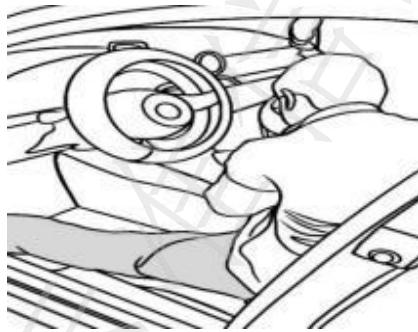


图 B.5 车内操作作业空间足够

#### B. 2.1.5.1 方案描述

设计符合GB/T 14776-1993要求的工作岗位尺寸，汽车修理与维护作业以立姿作业为主，部分岗位存在坐姿作业，设计与工作高度相适应的人机界面和工作空间尺寸，使坐姿、立姿作业空间、作业高度满足肢体工作活动要求，避免强迫体位、弯腰、转身等不良姿势作业。

#### B. 2.1.5.2 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 14776-1993进行坐姿和立姿作业设计，增加作业空间，改变狭小空间带来的身体扭曲，或改变工作方向、高度，减少转身、弯腰作业，尽量采用坐姿、立姿交替的作业。

#### B. 2.1.5.3 相关岗位

几乎所有固定岗位作业均涉及工作岗位尺寸设计，重点岗位为喷漆、车内维修岗位。

#### B. 2.1.6 使用可移动式滑板



图 B. 6 可移动式滑板

#### B. 2.1.6.1 方案描述

为在重复或长时间蹲、跪或弯腰操作提供的便携式、可移动的座椅滑板。为难以到达的区域提供适当位置的支撑，如在车辆打磨、补修、发动机零部件安装等在腰部以下工作时，避免长时间蹲跪、弯腰导致的下背部肌肉疲劳或损伤。

#### B. 2.1.6.2 方案要点

滑板脚轮角度可调整，脚轮可锁、开放式防止不需要的移动；可根据岗位的需求进行定制。

#### B. 2.1.6.3 相关岗位

车辆维修打磨、补修、发动机零部件安装、底盘维修等岗位。

#### B. 2.1.7 充足的采光、照明



图 B. 7 车间内采光、照明

#### B. 2.1.7.1 方案描述

通过自然采光和人工照明相结合的方式，通过门窗、车间采光带进行自然采光，同时设置合适的灯具照明，确保作业场所有足够的照度。充足的采光、照明可提高作业人员舒适度和工作效率，减少工作失误，降低损伤或其他事故发生。

#### B. 2.1.7.2 方案要点

照度设置应根据不同的岗位工作需求进行设置，精密作业照度设置高于普通作业，作业人员的自身特点如年龄、视力程度对照度的需求也不相同。车间照度可通过专业机构的检测进行确定，并通过增设照明灯具进行改进。

#### B. 2.1.7.3 相关岗位

几乎适用所有岗位。

### B. 2.1.8 为特殊作业岗位提供局部照明



图 B.8 头戴式照明、手持式照明及固定照明灯具

#### B. 2.1.8.1 方案描述

在车间照明的基础上，在精密操作和检修作业工作区域或设备上提供固定照明灯，保持良好的局部照明，为作业人员提供头戴式照明或手持式照明设施。方案可减少作业人员因作业需求而集中、专注、近距离视觉操作，造成颈部、背部的不良位置引起的弯腰、低头等不良作业姿势。

#### B. 2.1.8.2 方案要点

在精密操作和检修作业区附近及上方安装局部照明灯，可使用可调节的桌面灯或立式灯，为作业人员佩戴可调节头戴式或手持式的照明灯光，为作业提供充足的照明，并避免阴影和眩光。

#### B. 2.1.8.3 相关岗位

适用精密操作和机修岗位，如发动机维修、车内零部件检查、底盘检修灯。

### B. 2.2 材料/设备处理

#### B. 2.2.1 使用带滑轮的装置，进行物料搬运，如带轮的滚动装置



图 B.9 带滑轮的装置

#### B. 2.2.1.1 方案描述

用于在地面进行滑动操作以搬运零部件或工具、材料，使物料更容易进行流转和运输，如滚动小车、手推车。方案可以减少作业人员人工用力推、抬、拉，减少下肢及手部用力；根据物料性质和形状不同，可进行定制，减少人工运输次数，提高生产效率。

#### B. 2.2.1.2 方案要点

搬运物的重量不能超过滑轮的承重量，可根据承重力选用一个或多个滑轮，滑轮可锁。根据物品的形状，选用形状合适、高度适宜的带轮装置，手推装置的手把设置在后，在腰部位置。保持路面平整、无障碍物，防滑，以便装置通过；防止物品倾倒、跌落；物品高度不能阻挡作业人员视线，运载物品保持平衡。

#### B. 2.2.1.3 相关岗位

车辆零件的转移、搬运，钣金、维修作业、喷涂物料运输作业。

#### B. 2. 2. 2 使用可移动式置物架



图 B. 10 可移动式置物架

##### B. 2. 2. 2. 1 方案描述

提供可移动式的，带轮的置物架，用于临时放置工具、零件等，同时可在不同的工作区进行流动。减少物料的手动搬运，避免作业人员在使用时经常性的弯腰，减少工件的碰撞、损耗，同时可以在不同的工作区域进行转运。

##### B. 2. 2. 2. 2 方案要点

轮子带有脚锁，作业人员根据需要进行固定；高度应与作业人员相匹配，尽量在腰部高度；货物堆放后高度进行控制，不能造成新的危险。零部件在置物架存放能分类存放，避免杂乱。

##### B. 2. 2. 2. 3 相关岗位

钣金、维修作业岗位。

#### B. 2. 2. 3 卧式千斤顶



图 B. 11 卧式千斤顶

##### B. 2. 2. 3. 1 方案描述

提供零部件移动时的手工操作千斤顶，分动力性和非动力性，在短距离、低重量移动时可选用非动力性，高力量的重型物件进行长途移动，可使用动力性。方案可以减少人工搬运带来的用力和不良手工搬运姿势带来的肌肉损伤。

##### B. 2. 2. 3. 2 方案要点

使用运货板车时，确保地板光滑，无杂物。如运载不稳定的负荷时，用带子进行捆绑固定。

##### B. 2. 2. 3. 3 相关岗位

涉及到物件搬运的作业。

#### B. 2.2.4 废机油收集桶

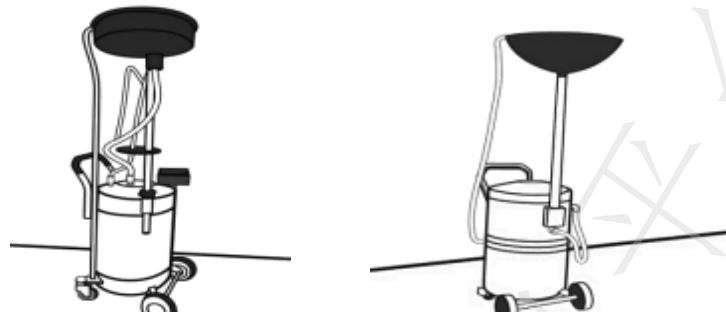


图 B.12 废机油收集桶

##### B. 2.2.4.1 方案描述

为机修时废机油的收集提供容器，通常带有收集漏斗。方案可用于废旧机油的收集，带有滚动装置，防止更换时机油的滴漏，同时减少人工搬运带来的肌肉负荷。

##### B. 2.2.4.2 方案要点

滑轮具有足够的承负能力；使用时汽车高度应与漏斗相适配，漏斗位置要正确。

##### B. 2.2.4.3 相关岗位

汽车机修更换机油操作岗位。

#### B. 2.2.5 移动推车



图 B.13 移动推车

##### B. 2.2.5.1 方案描述

通过滑轮作用，用于汽车的挪动，减少作业人员因人工用力推动带来的肌肉骨骼损伤。

##### B. 2.2.5.2 方案要点

推车具有足够的承重力，滑轮具有固锁装置。

##### B. 2.2.5.3 相关岗位

钣金、维修等岗位。

#### B. 2.2.6 液体输送管道或装置



图 B.14 液体输送管道或装置

#### B. 2. 2. 6. 1 方案描述

可以将液体物料通过虹吸管道或泵进行输送。避免人工倾倒液体物料，减少肩部、手部、下背部用力，同时减少因倾倒液体可能滴漏，造成地面湿滑引起的滑倒等安全事故。

#### B. 2. 2. 6. 2 方案要点

不同物料的管道不能随意交换，避免交叉污染和易燃易爆、化学反应；带轮的装置运输时注意稳定性。

#### B. 2. 2. 6. 3 相关岗位

喷涂作业的调漆、喷漆液体输送、机油加注等岗位。

#### B. 2. 2. 7 使用工具板和索具架



图 B.15 工具板、索具架

#### B. 2. 2. 7. 1 方案描述

用于分类挂放各类维修操作工具，包括钳、剪、锤子、扳手、钻子、凿子、夹具等。方便选择合适的手工操作器具，减少找寻工具时间用力，方便操作，提高工作效率。

#### B. 2. 2. 7. 2 方案要点

工具板或索物架位置便于取放，高度在肩部以下膝部以上，避免弯腰或仰头。

#### B. 2. 2. 7. 3 相关岗位

维修过程中使用手工操作器具的工作岗位。

#### B. 2. 2. 8 位置高度适中的操作台或工作面



图 B.16 操作台、工作面

#### B. 2. 2. 8. 1 方案描述

用于放置零部件、器材的操作台、支撑物，以便工人操作。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，使作业人员保持中立姿势作业，减少作业人员过度弯扭曲和拉伸、向前的弯曲，同时提高生产效率。

#### B. 2. 2. 8. 2 方案要点

当无法改变作业人员工作高度时，此项设施为改变工作高度的首选。在手部作业高度超过肩部时，此种情况不适用；操作台、支撑物应保持稳定。

#### B. 2. 2. 8. 3 相关岗位

车辆维修、喷涂需要取放材料、工具等作业岗位。

#### B. 2. 2. 9 可升降的材料台或操作台

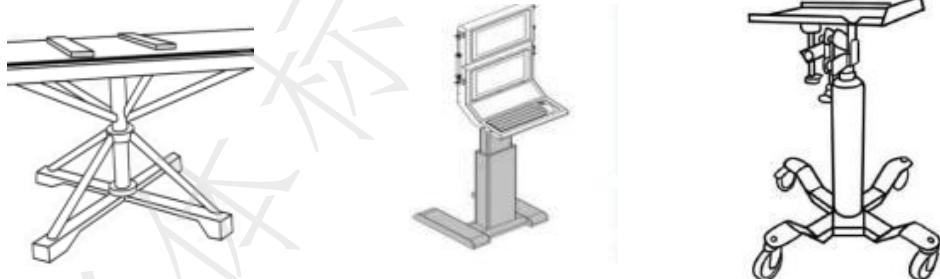


图 B.17 材料台、操作面

#### B. 2. 2. 9. 1 方案描述

提供可调整高度的放置和支撑材料的设备和器具。改善作业姿势，易于提升或降低工作面，以中立姿势工作，减少作业人员操作时身体弯曲。

#### B. 2. 2. 9. 2 方案要点

材料台或操作台具有足够的承重能力，便于操作，高度可调节，台面稳定。

#### B. 2. 2. 9. 3 相关岗位

汽车喷漆、零部件维修岗位、新能源电池拆解岗位。

#### B. 2. 2. 10 升降装置(如升降台、提升机)

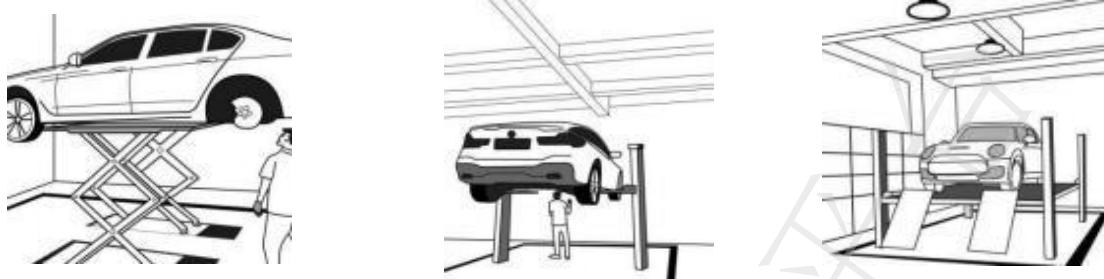


图 B.18 升降台、提升机

#### B. 2. 2. 10. 1 方案描述

用于将车辆、零部件提高或降低高度，以方便作业的升降设备。垂直方向调整车辆或零部件等材料的高低，保持作业人员中立操作姿势，减少身体弯曲或侧弯、拉伸，同时减少举力、推力和拉力，提高工作效率。

#### B. 2. 2. 10. 2 方案要点

电动升降台是垂直方向调整物料高度的首选；升降台面需能支撑物料的足够重量；电动升降台安装地面做硬化处理，调节器需定期的维护和保养；涉及细小零部件组装或安装精密作业时，操作台可高于肘部高度约5cm，装配、维修作业时，操作台高度低于肘部高度约5-10cm，需要向下的力量的繁重工作时，操作台高度在肘部高度以下20-40cm。为防止头部磕碰，作业人员应佩戴安全帽。

#### B. 2. 2. 10. 3 相关岗位

车辆维修、钣金作业过程中需频繁取换零部件或工具的岗位。

#### B. 2. 2. 11 吊装设备(如起重机、电动葫芦、升降机、千斤顶)



图 B.19 起重机、升降机

#### B. 2. 2. 11. 1 方案描述

安装在墙壁、柱子、地板等处用于提升车辆、转运重型零部件的电动葫芦、起重机千斤顶等架空装置。方案可减少手工提、拉、举、用力等人工吊装和搬运货物；提升车辆及较重材料及零部件、工具或设备，避免人工推运；减少因频繁举重引起的疲劳，同时，减少搬运重物或工具时所需的力。

#### B. 2. 2. 11. 2 方案要点

使用提升机或电动葫芦、举重机是提升车辆、零部件的首选设施；在使用电动千斤顶进行底盘维修作业时，建议高度在作业人员身高95%处；进行引擎室维修作业时，建议电动千斤顶高度在作业人员手肘高度，以减少背部倾斜角。起重机应配备不同的夹具，以处理不同的工件。

作业人员需进行上岗前培训，熟悉操作及安全周知；在使用时尽量选用电动，且在额定负载重量内，避免手拉，以减少手臂和肩部重复用力和伸展运动；操作手柄、控制按钮应合理设计，避免手部操作不良姿势。

### B. 2. 2. 11. 3 相关岗位

车辆维修(轮胎检修、底盘检修)、零件转运、钣金作业车辆的提升，喷涂吊装车辆。

### B. 2. 2. 12 站立工作台或坐立凳

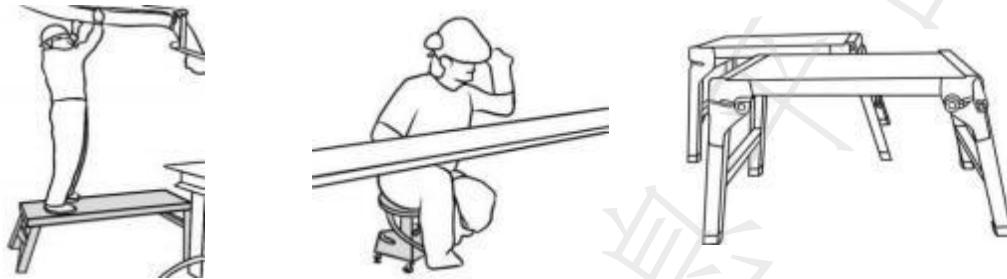


图 B. 20 站立工作台、坐立凳

#### B. 2. 2. 12. 1 方案描述

改变立姿作业人员高度，方便肩部以上作业的工作台或者为长期站立作业的人员提供坐姿作业，使作业人员可以靠着或坐着操作的凳子。立姿工作台可保持肩部以上上举作业姿势稳定性，减少作业人员肩部以上作业的压力，缓解肩颈部疲劳。坐立凳可以为作业人员提供下肢的支撑，让其保持轻松、舒展的工作姿势，减少腿部、膝部疲劳，改善血液循环。

#### B. 2. 2. 12. 2 方案要点

立姿工作台或工作凳应保持稳定，具有足够的承重力，高度可调节是首选，不能使用带轮子的工作台或工作凳，提供最佳、便携式的工作台。

#### B. 2. 2. 12. 3 相关岗位

底盘维修、钣金岗位，人工补漆岗位。

### B. 2. 2. 13 使用有角度的架子或容纳箱



图 B. 21 倾斜架、容纳箱

#### B. 2. 2. 13. 1 方案描述

根据生产操作需要，选用有一定倾斜角度的器具容纳箱，方便取用，减少作业人员提肩、伸头、弯腰等不良姿势作业。

#### B. 2. 2. 13. 2 方案要点

容器深度足够，承载物品数量与箱容积匹配，确保物品安全和平衡，避免移动滑落。

#### B. 2. 2. 13. 3 相关岗位

维修岗位、钣金岗位。

#### B. 2. 2. 14 移动式焊接装置

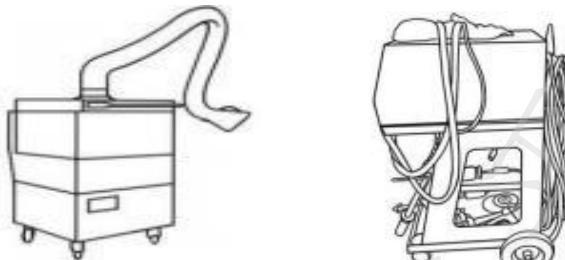


图 B. 22 移动式焊接装置

##### B. 2. 2. 14. 1 方案描述

一种可以移动操作焊接装置、机械手装置，包括焊枪、焊接软管、操作手柄及其他附件设施，避免焊接作业过程中移动汽车或零部件，减少用力和背部弯曲操作导致的肌肉疲劳。

##### B. 2. 2. 14. 2 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，最好选用带轮的焊接装置。

##### B. 2. 2. 14. 3 相关岗位

维修过程中涉及电焊作业的岗位。

#### B. 2. 2. 15 使用有把手、抓握或把手的器具箱

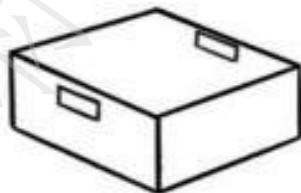


图 B. 23 有抓握的器具箱

##### B. 2. 2. 15. 1 方案描述

在器具箱、托盘和其他容器上切制出把手，作业人员可以扣住把手进行搬运，可以搬运轻松，更好的使器具靠近人的中心，防止货物脱落，同时减轻用力，减少因搬运货物时的身体弯曲和肌肉用力，增强对容纳箱的握持。

##### B. 2. 2. 15. 2 方案要点

使用具有手柄或良好握持特点的包装；器具箱装载不能超负荷，超过箱高，防止挡住视线；如果存在较多需装载的，可以分箱放置。把手或手柄位置的设置要使所运的货物位于身体前方，使手腕处于舒适且伸直的姿势，把手或手柄要防滑，把手或手柄设计要考虑劳动者可能使用手套时的握持。

##### B. 2. 2. 15. 3 相关岗位

涉及维修、钣金岗位需要人工搬运的所有物料箱。

#### B. 2. 2. 16 电线、电缆及尾气卷绕装置

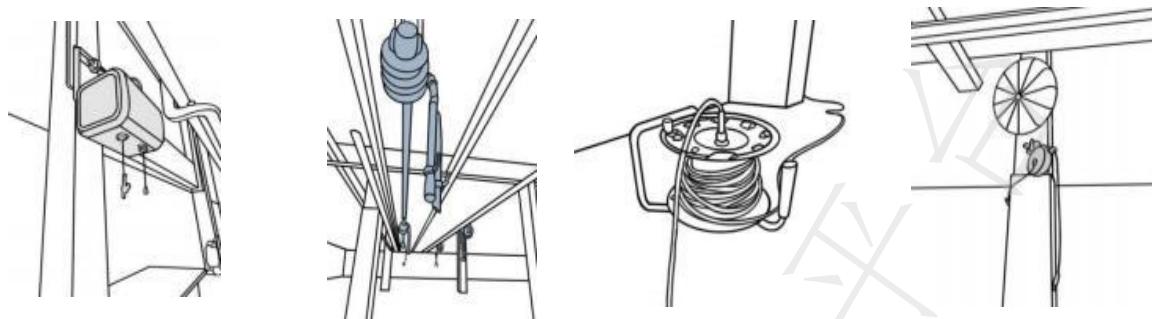


图 B.24 电线电缆卷绕装置、尾气卷绕装置

#### B.2.2.16.1 方案描述

用于储存电线、电缆、排气软管装置，减少电线、电缆、软管的杂乱，储存装置可以便携式使用或固定安装在墙体或顶部，便于拉动、伸缩使用，减少拽拉用力。

#### B.2.2.16.2 方案要点

尽量缠绕，线缆分类卷绕，使用时用力适中。

#### B.2.2.16.3 相关岗位

钣金、维修等岗位。

#### B.2.3 工具使用

##### B.2.3.1 为特定工作任务选用专用工具

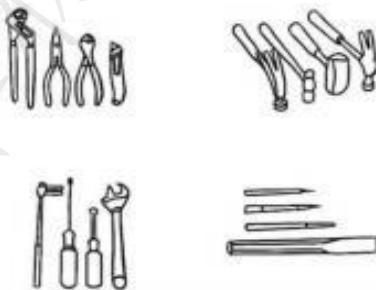


图 B.25 钳、锤、改锥、起子、扳手

#### B.2.3.1.1 方案描述

根据操作要求，选用特定的专用工具，如刀、锤、改锥、起子、钳、扳手等工具。使用专用工具，可提高工作效率，减少不必要用力或因操作不适应导致的手部疲劳。

#### B.2.3.1.2 方案要点

根据工作任务、零部件的形状、类型等选用相匹配的专用工具，可根据需求使用电工工具，为作业人员提供工具使用说明，必要时进行培训，以正确的使用工具；根据工具的磨损或消耗情况，进行工具的更换或修理。

#### B.2.3.1.3 相关岗位

机修、打磨、钣金、喷涂打磨等岗位，包括车内门把手、方向盘安装紧固、发动机检维修等。

### B. 2. 3. 2 手持式操作工具

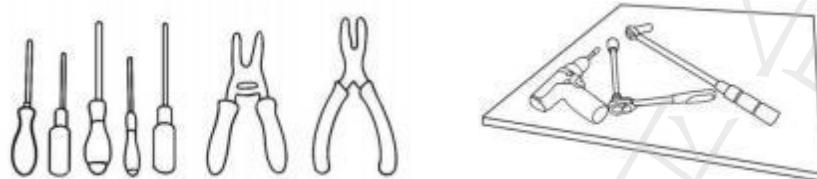


图 B. 26 手持式操作工具

#### B. 2. 3. 2. 1 方案描述

根据操作要求，选用尺寸、重量和强度合适的手持式工具，如钳、剪、锤子、扳手、钻子、凿子、夹具等。选择合适的手工操作器具，避免过度用力、不良作业姿势及来自物体表面用力对手部的压力。

#### B. 2. 3. 2. 2 方案要点

手操作工具根据工作内容和实际需求进行选择，工具握把直径在 3-5cm（用力握时大于 4cm），手部握把长度 10-12.5cm 为宜；动力性扳手尽量在 2.3kg 以下，握把处可增加塑胶防滑垫，定期对工具进行维护，对损坏或磨损时，进行修理或更换。

#### B. 2. 3. 2. 3 相关岗位

车辆维修程中使用手工操作器具作业岗位，如维修、钣金。

### B. 2. 3. 3 动力性工具

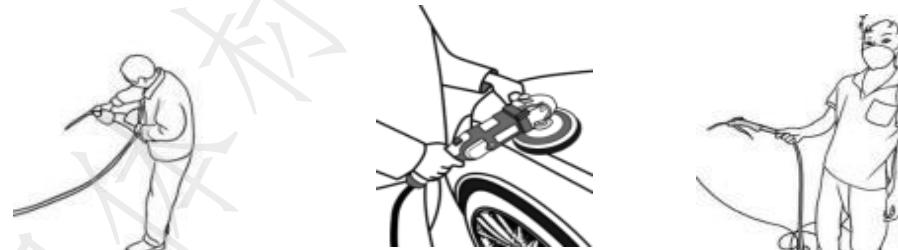


图 B. 27 喷枪、抛光器、清洁刷

#### B. 2. 3. 3. 1 方案描述

根据工作需求，选用动力性的清洁器、喷枪、清洁刷、电动扳手、电动铆枪、禁锢枪等动力性手工具。减少纯手工操作时的手臂部用力及握持工具所致的手和臂紧张、疲劳和损伤，提高生产效率。

#### B. 2. 3. 3. 2 方案要点

动力性工具的把手尺寸合适，容许手牢固地握持，且具有防滑功能；重量适中，作业人员在使用时手腕是能处于中位的位置，对于喷枪、清洁器具有与软管接口匹配的接口，动力性工具的按钮要合理设计。

#### B. 2. 3. 3. 3 相关岗位

发动机机修、清洁；人工喷涂、钣金岗位。

### B. 2. 3. 4 低振动工具



图 B. 28 砂轮打磨机

#### B. 2. 3. 4. 1 方案描述

专门设计用于降低振动的工具，如砂磨机、冲击扳手、切割机，减少传递到手上的振动。

#### B. 2. 3. 4. 2 方案要点

应进行定期的维护和保养，在使用该类工具时应对工具能抓住并能较好的控制。

#### B. 2. 3. 4. 3 相关岗位

喷漆作业的找平、打磨岗位、机修的打磨操作。

#### B. 2. 3. 5 矫平焊枪

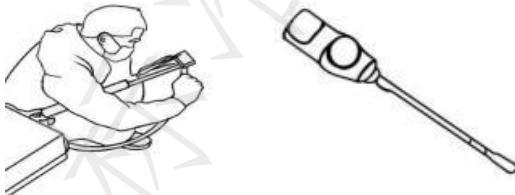


图 B. 29 矫平焊枪

#### B. 2. 3. 5. 1 方案描述

通电后，矫正头与汽车表面多次反复接触，用于汽车表皮凹陷矫正；取下矫正头，该器具同时具备点焊的功能，可减少人工用力，提高生产效率及质量，减少手臂部操作；同时具备焊接功能。

#### B. 2. 3. 5. 2 方案要点

工具的握把尺寸合适，防滑，同时长度可以调整；配合榔头使用。

#### B. 2. 3. 5. 3 相关岗位

钣金工汽车表皮矫正、点焊操作。

#### B. 2. 3. 6 铆钉枪

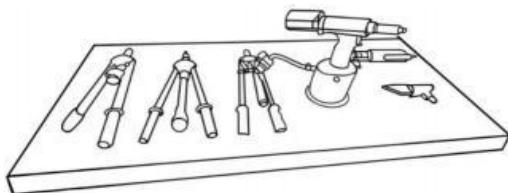


图 B. 30 铆钉枪

### B. 2. 3. 6. 1 方案描述

用于汽车零部件的拉铆、锚固，有手动铆钉枪和气动铆钉枪。减少人工用力，提高生产效率及质量，减少手臂部操作，同时解决由于空间受限无法其他工艺无法达到铆接的状况。

### B. 2. 3. 6. 2 方案要点

工具的握把尺寸合适，防滑，同时长度可以调整；冲头和强身连接紧密，严禁枪口对人。

### B. 2. 3. 6. 3 相关岗位

钣金工汽车拉铆、紧固铆接。

### B. 2. 3. 7 数字式自动胎压检测设备

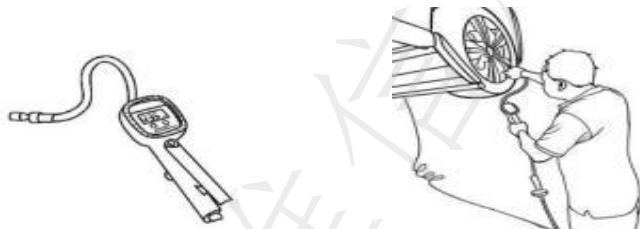


图 B. 31 数字式自动胎压检测仪

### B. 2. 3. 7. 1 方案描述

专门设计用于轮胎压力测试的装置，自动对胎压进行测试，胎压数显，减少因近距离查看导致的不良姿势。

### B. 2. 3. 7. 2 方案要点

设备延长线长度足够、数字切换按钮符合手部工效学设计。

### B. 2. 3. 7. 3 相关岗位

维修岗位胎压测试。

### B. 2. 3. 8 机油添加器/机油加注机



图 B. 32 机油添加器、机油加注机

### B. 2. 3. 8. 1 方案描述

专门设计用于汽车发动机机油添加的滤斗装置、智能化机油加注机。用于机油添加，控制机油加入流速，减少机油滴漏，同时减少作业人员因手部提及保持稳定的手臂部用力，减少手臂部用力。

### B. 2. 3. 8. 2 方案要点

漏斗口的形状与发动机机油口形状适宜；加注机接头与发动机机油口相适应，不同品牌、类别的机油严禁混合使用；加注机可以使用带滑轮装置，便于在不同岗位移动使用。

### B. 2. 3. 8. 3 相关岗位

发动机维修岗位。

### B. 2. 3. 9 工具存放架/柜



图 B. 33 工具存放架/柜

### B. 2. 3. 9. 1 方案描述

专门设计用于存放汽车维修使用的各类工具的存放锁板或专用架、抽屉、架子，根据工具类别、大小、形状存放。工具分类存放，便于作业人员快速高效的找到相应的工具，帮助正确的选用工具，提高工作质量和效率，减少手臂或手损伤。

### B. 2. 3. 9. 2 方案要点

工具存放应有相应的标签，工具存放架或柜可设置滑轮，便于移动使用。

### B. 2. 3. 9. 3 相关岗位

钣金、维修所有岗位。

### B. 2. 3. 10 符合工效学的人机界面、座椅

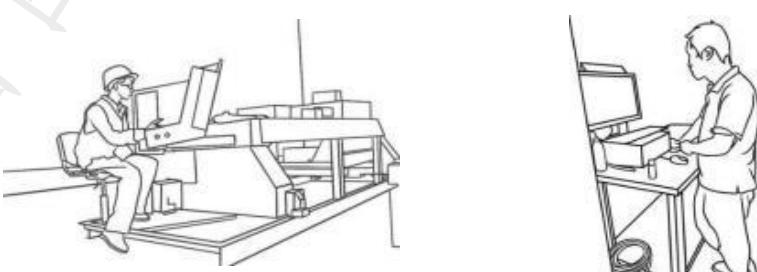


图 B. 34 符合工效学设计的操作台

### B. 2. 3. 10. 1 方案描述

为操作人员提供符合人体工效学的操作界面如电脑操作台、操控设施、座椅。改善由于人机界面不合理导致的弯腰低头，减少长时间站姿导致腿部、下背部疲劳。

### B. 2. 3. 10. 2 方案要点

合适的人机界面，保持作业人员正确的操作姿势，防止弯腰、低头、含胸；椅子高度可调节，双脚可着地；有扶手，带有旋转轮，可以根据工作需要改变方向，同时保持稳定；座椅可以根据季节配备坐垫，保持柔软、透气。

### B. 2. 3. 10. 3 相关岗位

适合于现场设置电脑操作台、操控设施及坐姿作业岗位。

## B. 2. 4 作业姿势

### B. 2. 4. 1 手工精细操作



图 B. 35 手工精细操作

#### B. 2. 4. 1. 1 方案描述

操作人员进行精细操作，对零部件进行近距离检查的操作，可通过增加操作工具手柄、使用电动螺丝刀等来进行操作。同时根据作业人员身高设置工作面或工作台高度。减少因精细工作需要的低头、颈扭曲、弯腰姿势，减少手部的重复用力。

#### B. 2. 4. 1. 2 方案要点

工具的长度适应工作的需要，可选用防滑手柄的精细操作手工工具；工作台或工作面与作业人员身高相适应，确保物件在肘部水平操作。

#### B. 2. 4. 1. 3 相关岗位

发动机维修、底盘维修、车内设施维修等维修岗位、钣金岗位。

### B. 2. 4. 2 手工搬运作业，保持正确的搬运姿势



图 B. 36 搬运作业过程

#### B. 2. 4. 2. 1 方案描述

手工搬运零部件时，保持物件靠近身体，用双腿向上推来抬起。搬运物件靠近人的中心，避免从地面上直接提起来，工人在举重时将脊柱保持在一个较安全的位置，避免肩、背的损伤。

#### B. 2.4.2.2 方案要点

搬运的物件重量与作业人员承受力相匹配，可使用可调节高度的支架或平台如便携式升降机，减少人从地板的搬运作业。物件或器具箱具有把手，便于手握。

#### B. 2.4.2.3 相关岗位

钣金、维修岗位需要手工搬运零部件的作业。

### B. 2.5 个体防护

#### B. 2.5.1 提供与作业相适应的PPE

##### B. 2.5.1.1 方案描述

在无法消除及控制工作场所不良工效学因素的情况下，根据工作内容及存在的不良工效学因素，为作业人员提供工效学方面的PPE。通过PPE减少作业人员因不良工效学因素导致的职业安全、健康危害，保护作业人员健康。

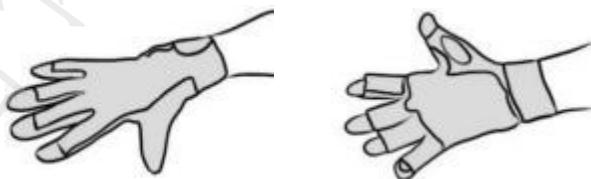
##### B. 2.5.1.2 方案要点

根据工作特点和作业人员的人体特征发放数量足够、质量符合要求的PPE，建立PPE管理制度，由专人进行管理；培训作业人员正确使用PPE，并定期的更换和维护。

#### B. 2.5.1.3 相关岗位

适用于几乎所有的岗位。

### B. 2.5.2 减振手套



图B.37 全指、半指减振手套

##### B. 2.5.2.1 方案描述

具有防振、减振性能的手套。减少振动从振动工具(如砂轮打磨机、切割机、平整器等)传递到手和手臂。

##### B. 2.5.2.2 方案要点

手套大小与作业人员手部匹配，材质舒适透气，不大幅则更加握持的直径，不影响正常操作和降低手指的触觉。可根据工作需要选用部分指手套、全指手套。

#### B. 2.5.2.3 相关岗位

维修、钣金作业使用砂轮打磨、切割机、表面平整器的岗位。

### B. 2. 5. 3 防滑手套

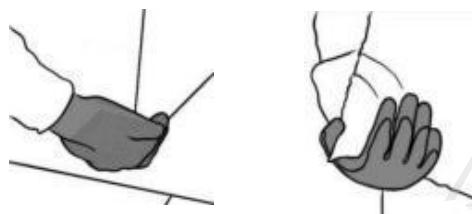


图 B. 38 防滑手套

#### B. 2. 5. 3. 1 方案描述

发放防滑功能的手套，如表面有橡胶点的手套，增加搬运、握持过程出现的器具或工件的稳定性，防止掉落，降低因防止掉落而用力握持导致的肌肉的疲劳，减少安全事故发生。

#### B. 2. 5. 3. 2 方案要点

防护手套尺寸与作业人员相适应；精细操作不适用。

#### B. 2. 5. 3. 3 相关岗位

涉及工件或物料搬运的操作、维修中零部件的拆装。

### B. 2. 5. 4 护膝、护垫

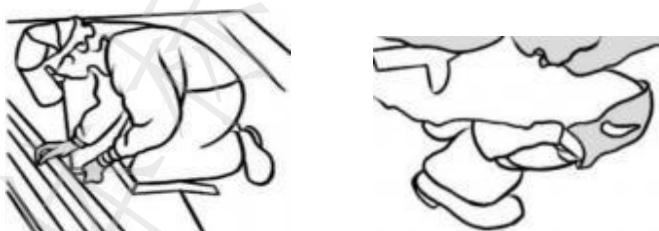


图 B. 39 护膝垫、护膝

#### B. 2. 5. 4. 1 方案描述

为跪姿作业人员提供膝部支持的地垫、护膝。

#### B. 2. 5. 4. 2 方案作用

缓解膝部因跪在地面增加压力，减少因长期跪姿作业带来的膝部损伤。缓解膝部因跪在地面增加压力，减少因长期跪姿作业带来的膝部损伤。

#### B. 2. 5. 4. 3 相关岗位

维修、钣金及喷漆刮腻子操作可能涉及跪姿作业的岗位。

### B. 2. 6 工作组织

#### B. 2. 6. 1 制定合理的工作组织形式和工作制度

##### B. 2. 6. 1. 1 方案描述

用人单位管理者根据生产实际，通过与作业人员沟通，在法律规定基础上，达成共识，建立不同岗位的工作组织形式和工作制度。合理的组织形式和工作制度，可改善作业人员工作状态，预防疲劳，提高生产效率，形成和谐、健康、安全的氛围和企业文化。

#### B. 2.6.1.2 方案要点

征求作业人员同意，达成共识，并进行合同告知。合理安排工作任务，避免长工时及不规律作业时间。

#### B. 2.6.1.3 相关岗位

用人单位所有的岗位。

### B. 2.6.2 合理安排工间休息次数和时间

#### B. 2.6.2.1 方案描述

根据工作任务所需工时不同，合理安排工间休息次数及时间，推荐至少半天1次，每次间休时间5~15min。缓解工作紧张、减少局部肌肉疲劳，增进工作效率。

#### B. 2.6.2.2 方案要点

设置工间休息区，有可休息的桌椅，可配合舒缓的音乐或健身操。

#### B. 2.6.2.3 相关岗位

用人单位所有的岗位。

### B. 2.6.3 建立工作小组讨论机制

#### B. 2.6.3.1 方案描述

可以车间为单位组建工作小组，定期或不定期的开展讨论，组织作业人员对作品内容、工作时间、感受等发表意见，提出建议。获得员工对工作感受、工作建议的第一手资料，增进员工间沟通与交流，获得支持和改进工作场所不良工效学的建议。

#### B. 2.6.3.2 方案要点

设置单独的工作区域开展；合理安排，并鼓励小组内全体成员参与。

#### B. 2.6.3.3 相关岗位

用人单位所有的岗位。

### 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] Ergonomic Guidelines for Manual Material Handling, NIOSH, 2007.
- [3] Guidelines for Shipyards Ergonomics for the Prevention of Musculoskeletal Disorders, United States Department of Labor Occupational Safety and Health administration, 2008.