

工作相关肌肉骨骼疾患的工效学预防指南

第4部分 轨道交通设备制造作业

1 范围

本文件规定了轨道交通设备制造作业预防工作相关肌肉骨骼疾患的工效学技术要求。

本文件适用于轨道交通设备制造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

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

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

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语和定义

上述引用文件界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

轨道交通设备 rail transit equipment manufacturing
专用于轨道交通系统的轨道导向运行的各种设备。

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 生产工艺或作业活动

4.1.1 轨道交通设备制造主要包括电机、电气设备、车轴、转向架等零部件制造、车体制造、涂装、总装和调试等生产单元。

a) 零部件制造：金属、非金属原材料经加工后做成零部件，主要涵盖备料/下料、铸造、锻造、机加（车、铣、刨、钻、镗等）、成型、焊接、打磨、清洗、组装等工序。

b) 车体制造：是先将钢材加工、焊接组成底架、顶盖、侧墙，再将各部件组焊而成，主要有下料、成型、组焊等工序。

c) 涂装：车体及部分零部件在完成焊装后需要进行涂装，主要包括喷砂、涂胶、腻子、打磨、喷

漆、回修等工序。

d) 总装：包括粘接以及线槽、布线、管道、车门、内饰、设备等的安装。

e) 调试：机车及部分零部件按照试验大纲要求在各试验台进行试验检测。

4.1.2 作业人员在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、悬链、吊具、起重设备、夹钳、折弯机、校平机、剪板机、步冲机、探伤机、液压机、成型机、变位机、数控车床、铣床、试验台、移车台等。

4.2 工效学危险因素

4.2.1 作业人员在不同工艺过程从事不同的生产作业活动，常涉及负重作业、高重复性作业、不良姿势作业、持续久坐或站立作业等，作业过程中广泛存在重负荷、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。相关岗位及工效学危险因素主要有：铸造、锻造、机加、下料、成型等作业人员长时间立姿或伴弯腰；焊装作业人员长时间立姿、坐姿、蹲姿伴弯腰、颈部前屈、长时间重复作业等；喷砂、涂胶、打磨、腻子、喷漆、回修等作业人员长时间立姿伴弯腰作业、频繁使用手臂作业；粘接、组装作业人员涉及肩以上或膝以下的手工操作、提举和搬运重物；试验检测作业人员存在精力集中、持续久坐或站立作业。

4.2.2 轨道交通设备制造作业在不同生产环境中还存在化学毒物和物理因素等可能会加重工效学危险因素的健康影响效应，例如铸造、锻造过程中产生的高温，焊接过程中产生的电焊烟尘、氮氧化物、二氧化锰、电焊弧光、噪声等，切割、打磨时产生的粉尘、噪声和局部振动等，涂装过程中的苯、甲苯、二甲苯、苯乙烯、乙酸乙酯、乙酸丁酯等有机溶剂。作业人员个体的遗传、性别、年龄等人口学因素和工间休息不足、长时间持续工作等不良工作组织、工作自主性低等社会心理因素也是影响WMSDs发生的危险因素。

4.2.3 轨道交通设备制造作业不同生产单元、主要生产工艺涵盖的各工种或岗位潜在工效学危险因素及其来源参见附录A中的表A.1。

4.3 潜在的WMSDs部位

轨道交通设备制造生产过程中存在的工效学危险因素可能导致作业人员的下背/腰部、颈部、肩部、上背部、手/腕部、膝部、足/踝部、臀/腿部、肘部等部位发生WMSDs。

5 干预措施

5.1 用人单位可结合本企业自身情况，针对需优先控制的工效学危险因素，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，措施应包括工作场所、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 轨道交通设备制造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 本文件附录B提供了轨道交通设备制造作业WMSDs预防控制的工效学干预措施示例。措施主要基于常见的轨道交通设备制造作业，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)

轨道交通设备制造作业潜在工效学危险因素及其来源和可参照的干预措施

为便于对轨道交通设备制造作业工效学危险因素的识别与控制，本附录将轨道交通设备制造作业不同生产单元、主要工艺涵盖的岗位或工种（包括但不限于这些岗位）及潜在工效学危险因素与可参照的干预措施归纳如下表 A.1 和 A.2。

表 A.1 轨道交通设备制造作业潜在工效学危险因素及其来源

生产单元	主要工艺	工种或岗位 (包括但不限于)	工效学危险因素 (因素编号 ^a)
零部件制造	下料	下料工	2.1、2.2、3.1、3.6
	铸造	熔炼工	2.2、2.3、3.1、4.6、4.8、6.3
		造型工	2.4、2.5、3.1、3.6
	锻造	锻工	2.2、2.5、3.1、3.6、4.6、4.8、6.3
		热处理工	2.1、3.1、3.6、4.8、6.3
	机加	机加工	1.3、2.2、2.4、2.5、3.6
	成型	成型工	1.3、2.1、2.5、3.1、3.6
		数控工	1.3、2.2、3.6
	焊装	电焊工	1.3、1.4、2.4、2.5、3.1、3.3、3.6、4.1、4.3、4.6、5.5
		铆接工	1.3、1.4、2.1、2.2、2.5、2.6、3.1、3.3、3.6、4.3、4.6、5.5
	打磨	打磨工	1.3、2.4、2.6、3.1、3.6、4.1、4.3
	清洗	清洗工	1.3、2.5、3.1、3.6
组装	钳工	1.3、2.1、2.5、2.6、2.9、3.1、3.3、3.6、4.3、4.4	
车体制造	下料	下料工	2.1、2.2、3.1、3.6
		切割工	1.3、2.4、2.5、3.1、3.6、4.3
	成型	成型工	1.3、2.1、2.5、3.1、3.6
		数控工	1.3、2.2、3.6
	组焊	打磨工	1.3、2.4、2.6、3.1、3.6、4.3
电焊工		1.3、1.4、2.4、2.5、3.1、3.3、3.6、4.3、4.6、5.5	
涂装	喷砂	喷砂工	1.3、2.4、2.5、3.1、3.6、4.3、4.6
	涂胶	涂胶工	2.4、2.5、3.1、3.6、4.3
	腻子	腻子工	1.3、2.4、2.5、3.1、3.6、4.3、4.4
	打磨	打磨工	1.3、2.4、2.6、3.1、3.6、4.3
	喷漆	喷漆工	1.3、2.4、2.5、3.1、3.6、4.3、4.6
	回修	回修工	1.3、2.5、3.1、4.3

表 A.1 轨道交通设备制造作业潜在工效学危险因素及其来源（续）

生产单元	主要工艺	工种或岗位 (包括但不限于)	工效学危险因素 (因素编号 ^a)
总装	粘接	粘接工	1.3、2.1、2.4、2.5、3.1、3.3、4.4
	设备等安装	装配工	1.3、2.1、2.4、2.5、2.9、3.1、3.3、4.3、4.4、6.4
调试	试验检测	试车工	1.3、2.8、2.9、2.10、3.6
		检测工	1.3、2.8、2.9、2.10、3.6

注：因素编号代表基于 T/WSJD—14.1-2020 通用要求的危险因素的序号，具体如下：

1. 工作组织：1.3-长时间连续操作；1.4-工间休息不足。
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；3.3-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；4.3-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；4.6-沉重和/或需要高度身体用力的工作物体操作；4.8-冷/热的工作环境和/或物体的手工处理。
5. 社会心理因素：5.5-缺乏自主工作（低影响，低控制）。
6. 环境因素：6.3-作业环境过冷或过热；6.4-作业环境照明不足。

表 A.2 轨道交通设备制造作业可参照的工效学干预措施

危险来源	工效学危险因素 ^a	干预措施 (措施编号 ^b)
1. 工作组织	1.3 长时间连续操作	B.2.6.1、B.2.6.2
	1.4 工间休息不足	B.2.6.1
2. 工作类型	2.1 提举和搬运重物	B.2.2.3、B.2.2.5、B.2.2.6、B.2.2.10、 B.2.2.11、B.2.2.13、B.2.3.5、B.2.4.1、 B.2.5.3
	2.2 用力较大的工作	B.2.2.1、B.2.2.2、B.2.2.8、B.2.2.11、 B.2.2.12、B.2.6.1
	2.3 强推拉用力	B.2.2.5、B.2.2.6、B.2.2.7、B.2.2.10、 B.2.2.11
	2.4 高重复性工作	B.2.3.4、B.2.3.6、B.2.6.1、B.2.6.2
	2.5 需频繁使用手指、手或臂部工作	B.2.3.1、B.2.3.3、B.2.3.4、B.2.3.6、 B.2.4.3、B.2.6.1、B.2.6.2
	2.6 工作中使用手臂振动工具	B.2.3.2、B.2.3.3、B.2.5.1
	2.8 使用键盘或其他数据录入设备的精力集中工作	B.2.1.1、B.2.6.1
	2.9 精细操作工作	B.2.4.3、B.2.6.1
	2.10 高视觉要求的工作	B.2.1.2、B.2.6.1

表 A.2 轨道交通设备制造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 ^a	干预措施 (措施编号 ^b)
3. 作业姿势和动作	3.1 不良姿势和动作	B.2.1.1、B.2.2.4、B.2.2.9、B.2.2.11、 B.2.2.12、B.2.3.4、B.2.3.5、B.2.3.6、 B.2.4.1、B.2.4.2、B.2.4.4、B.2.4.5
	3.3 长时间强迫体位	B.2.1.1、B.2.2.4、B.2.2.11、B.2.3.4、 B.2.3.6、B.2.5.2、B.2.5.4、B.2.6.1、 B.2.6.2
	3.6 持续久坐或站立工作	B.2.1.1、B.2.6.1、B.2.6.2
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.2.1.1、B.2.2.4、B.2.2.11、B.2.3.4、 B.2.3.6、B.2.5.2、B.2.5.4
	4.3 工作面高度和尺寸大小不够	B.2.1.1、B.2.2.4、B.2.2.11、B.2.3.4、 B.2.3.6、B.2.4.2、B.2.4.4、B.2.5.4
	4.4 肩以上或膝以下的手工物体操作	B.2.2.4、B.2.3.4、B.2.3.6、B.2.4.4、 B.2.4.5、B.2.5.4
	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.2.2.5、B.2.3.1、B.2.3.3、 B.2.3.4、B.2.3.5、B.2.3.6
	4.8 冷/热的工作环境和/或物体的手工处理	B.2.1.3
5. 社会心理因素	5.5 缺乏自主工作（低影响，低控制）	B.2.6.1、B.2.6.2
6. 环境因素	6.3 作业环境过冷或过热	B.2.1.3
	6.4 作业环境照明不足	B.2.1.2
注： ^a 因素编号同表 A.1 ^b 干预措施序号为附录 B 中对应的序号。		

附录 B
(资料性)

轨道交通设备制造业工效学干预措施示例

B.1 干预措施示例导引目录

为便于使用时参照查阅，依据轨道交通设备制造业的特征，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 轨道交通设备制造业工效学干预措施示例导引目录

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 保障充分的作业空间
	B.2.1.2 适当的工作照明
	B.2.1.3 加强通风系统设计和维护，保证工作场所空气质量
B.2.2 材料/设备处理	B.2.2.1 工装夹具处理
	B.2.2.2 使用工具板和索具架
	B.2.2.3 使用轮式运输装置
	B.2.2.4 焊接变位机
	B.2.2.5 使用顶吊、其他小型吊具、大型起重机等
	B.2.2.6 可移动式货柜
	B.2.2.7 软管、电源线和电缆管理系统
	B.2.2.8 机架和搁板
	B.2.2.9 可移动焊接单元
	B.2.2.10 牵引车和拖车
	B.2.2.11 可移动升降工作台
	B.2.2.12 有角度的架子
	B.2.2.13 有把柄、抓握或把手的箱子
B.2.3 工具使用	B.2.3.1 动力手动工具
	B.2.3.2 低振动工具
	B.2.3.3 工具平衡器
	B.2.3.4 自动焊接机器人
	B.2.3.5 使用倒桶器
	B.2.3.6 打磨机器人

表 B.1 轨道交通设备制造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.2.4 作业姿势	B.2.4.1 手工提举、放低或填充或清空容纳箱
	B.2.4.2 移动式座椅
	B.2.4.3 手工精细作业方案
	B.2.4.4 地板作业方案
	B.2.4.5 头以上作业方案
B.2.5 个体防护	B.2.5.1 防振动手套
	B.2.5.2 肘垫
	B.2.5.3 肩垫
	B.2.5.4 跪姿支持垫
B.2.6 工作组织	B.2.6.1 增加间歇
	B.2.6.2 轮岗作业

B.2 干预措施示例

B.2.1 工作场所

B.2.1.1 保障充分的作业空间

B.2.1.1.1 方案描述

作业空间和工作岗位尺寸设计应符合GB/T 13547和GB/T 14776的相关要求，包括各类作业姿势相关的作业空间和工作岗位，使坐姿、立姿作业岗位尺寸符合人体工效学，避免作业人员出现强迫体位或不良姿势作业。

B.2.1.1.2 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 13547和GB/T 14776进行坐姿和立姿作业设计。

B.2.1.1.3 相关岗位

所有固定岗位作业均涉及工作岗位尺寸的设计内容。

B.2.1.2 适当的工作照明

B.2.1.2.1 方案描述

操作岗位根据操作要求设置局部照明，安装定位灯或佩戴头灯，工作照明符合GB/T 13379要求。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，见图B.1。



图B.1 工人佩戴头灯作业

B.2.1.2.2 方案要点

可调臂型灯允许精确定位，可以帮助避免阴影和眩光。

B.2.1.2.3 相关岗位

工作区域涉及需要补充照明的岗位，如零部件的检验检测。

B.2.1.3 加强通风系统设计和维护，保证工作场所空气质量

B.2.1.3.1 方案描述

在工作场所合理设置符合要求的通风系统，使整个工作场所都能进行有效通风。减少空气中有害物质蓄积，提供必要的新风保障作业安全，同时降低作业环境温度，减少工作场所粉尘、毒物 and 高温对作业人员肌肉骨骼系统的健康影响，降低WMSDs的患病风险。

B.2.1.3.2 方案要点

进风口应设置在室外空气清洁区并低于排风口，对有防火防爆要求的通风系统，其进风口应设在不可能有火花溅落的安全地点，排风口应设在室外安全处。

B.2.1.3.3 相关岗位

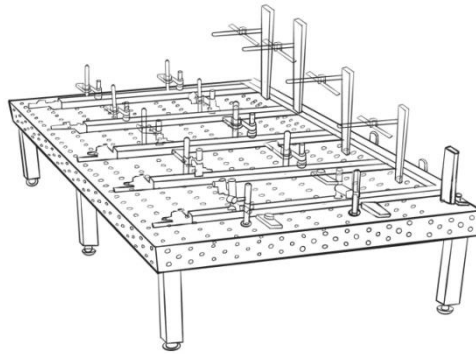
适用于所有的车间，尤其是接触有毒有害化学品、粉尘和高温的岗位，如涂胶、喷漆、喷砂、打磨、电焊、熔炼、锻造、热处理等岗位。

B.2.2 材料/设备处理

B.2.2.1 工装夹具处理

B.2.2.1.1 方案描述

为待处理工件配置夹具固定。避免处理工件时，因其未固定导致的用力抓握和不良姿势操作，见图B.2。



图B.2 工装夹具

B.2.2.1.2 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。

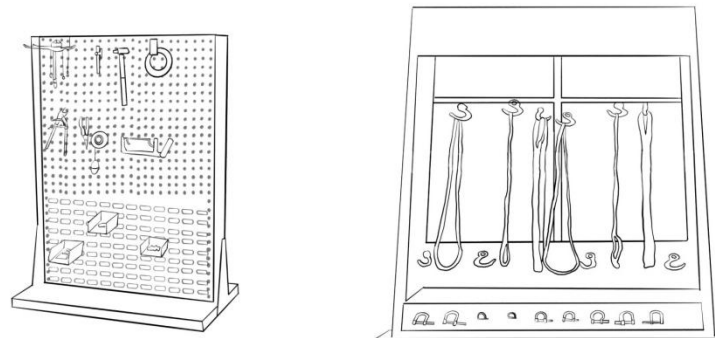
B.2.2.1.3 相关岗位

所有涉及需工件固定的工装岗位，如零部件的组装。

B.2.2.2 使用工具板和索具架

B.2.2.2.1 方案描述

可整理和存放工具和索具的挂板或架子。车间内使用工具收纳装置，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，见图B.3。



a) 工具板

b) 索具架

图B.3 工具板和索具架

B.2.2.2.2 方案要点

摆放工具应触手可及，工位、工具或设备距离手、膝以下或肩以上时，应使用该设备。

B.2.2.2.3 相关岗位

电气装配、线路组装、零件安装和分装、涂胶等岗位。

B.2.2.3 使用轮式运输装置

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/746201145124010114>