

ICS 13.180  
CCS A 25

T/WSJD

中国卫生监督协会团体标准

T/WSJD 14.11—2024

工作相关肌肉骨骼疾患的工效学预防指南  
第 11 部分 黑色金属冶炼和压延加工作业

Ergonomic guidelines for the prevention of work-related musculoskeletal disorders

Part 11: Ferrous metal smelting and calendering processing work

2024-07-31 发布

2024-08-01 实施

中国卫生监督协会 发布



## 目 次

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 .....	1
5 干预措施 .....	2
6 效果评估 .....	3
附录 A (资料性) 黑色金属冶炼及压延加工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) 黑色金属冶炼和压延加工作业工效学干预措施示例导引目次 .....	8
参考文献 .....	29

## 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》的规定起草。

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：江苏省疾病预防控制中心、中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所、南京医科大学、鞍山钢铁劳研所科技有限公司、南京钢铁联合有限公司、南京市职业病防治院、湖北省疾病预防控制中心、湖南省职业病防治院、武汉市职业病防治院、昆山市疾病预防控制中心、广州市职业病防治院、江苏省欧萨环境检测技术有限公司、上海梅山钢铁股份有限公司、南京梅山医院。

本文件主要起草人：张恒东、王忠旭、贾宁、张翠翠、虞少博、刘宇、顾斌、张荣、梅良英、聂云峰、陈振龙、沈欢喜、王致、荀厚勤、孙晓东、谢丽庄、高玥、刘啸文、张海、蒋桂林、刘静、郭静静、张海、马岩、迟江朋、蔡练功、刘江辉、张海、宋仙平、彭哲、梁娇君。

# 工作相关肌肉骨骼疾患的工效学预防指南

## 第11部分：黑色金属冶炼和压延加工作业

### 1 范围

本文件规定了黑色金属冶炼和压延加工作业预防工作相关肌肉骨骼疾患的工效学技术要求。本文件适用于黑色金属冶炼和压延加工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。其他黑色金属冶炼和压延加工可参照执行。

### 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。

GBZ/T 231 黑色金属冶炼及压延加工业职业卫生防护技术规范

T/WSJD 14.1 工作相关肌肉骨骼疾患的工效学预防指南 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及下列术语和定义适用于本标准。

##### 3.1.1

**黑色金属冶炼和压延加工作业 ferrous metal smelting and calendering processing work**  
对钢铁、铸铁、铬、锰等黑色金属进行冶炼和加工的行业。

本文件中的黑色金属冶炼和压延加工作业，主要包括：原（燃）料储运、烧结（球团）、焦化、炼铁、炼钢和钢压延加工生产单元。

##### 3.1.2

**轧钢 steel rolling**

指将钢坯经轧钢机轧制成所需要的各类有用材料钢的过程，轧钢方法按轧制温度不同可分为热轧与冷轧；按轧制时轧件与轧辊的相对运动关系不同可分为纵轧，横轧和斜轧；按轧制产品的成型特点还可分为一般轧制和特殊轧制。

#### 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

黑色金属冶炼和压延加工生产主要包括原燃料储运、煤焦化、铁矿石烧结、高炉炼铁、转炉炼钢、钢压延及其加工等工艺，主要作业活动有原料准备、配煤、炼焦、推焦、熄焦、筛焦整粒、煤气净化、化工产品精制、烧结配料、烧结(球团)、高炉熔炼、转炉冶炼、炉外精炼、连铸、整修、粗轧、精轧、矫直、冷轧、精整、酸洗、连退、涂镀等，部分企业还存在黑色金属冶炼相关的水处理、热发电等辅助工艺。

黑色金属冶炼和压延加工作业较为复杂，存在手工、自动或半自动化作业。进行手工和半自动化操作时，大量使用相关操作设备和手动工具，通常包括翻车机、斗轮堆取料机、推煤机、粉碎机、皮带式输送机、推焦车、装煤车、拦焦车、熄焦车、包装机、粉煤机、离心机、泥炮机、出钢车、钢包、钢渣车、拆罐机、翻包机、卷运机、剪切机、锌锅、喷印机、抛丸机、抛光机、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、起重设备、夹钳、行车、叉车等。

## 4.2 工效学危险因素

**4.2.1** 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，易导致颈、肩、下背、腕/手、膝、足踝等部位发生 WMSDs。主要作业岗位及工效学危险因素有：

a) 高强度用力：完成任务(如提重物、推、拉)所需体力的量，如原燃料储运生产单元的卸煤机工、堆取料机工，煤焦化生产单元的炉门工，炼铁生产单元的供煤工、炉前工，炼钢生产单元的炉前工、浇钢工、修包工、喷补工。

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，如原燃料储运生产单元的中控工，烧结生产单元的看火工、中控工，煤焦化生产单元的煤焦车司机、装煤工、调温工、干熄焦工、运焦工、中控工，以及炼铁、炼钢、钢压延加工生产单元的主要作业岗位。

c) 过度重复用力：长时间以相同的动作或系列动作的作业，如原燃料储运生产单元的皮带巡检工、烧结生产单元的系统巡检工，煤焦化生产单元的鼓冷工、油库工，炼铁生产单元的制喷工，炼钢生产单元的脱硫工、喷补工，钢压延及其加工生产单元的酸洗工、酸再生工、连退工、涂镀工。

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、频繁攀爬楼梯、高空作业等，如原燃料储运生产单元的卸煤机工、堆取料机工，烧结生产单元的看火工，煤焦化生产单元的煤焦车司机、装煤工、干熄焦工、运焦工，炼铁生产单元的供煤工、制喷工、TRT 工、槽下工、热风工，炼钢生产单元的 OG 工、浇钢工、连铸工、修包工、喷补工，以及钢压延及其加工生产单元的主要作业岗位。

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，如原燃料储运生产单元的卸煤机工、堆取料机工，烧结生产单元的看火工，煤焦化生产单元的炉门工，炼铁生产单元的供煤工。

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，如原燃料储运生产单元的中控工，烧结生产单元的看火工，煤焦化生产单元的装煤工、炉门工，炼铁生产单元的炉前工、看水工、热风炉工，炼钢生产单元的吹氩工、炉前工，钢压延及其加工生产单元的粗轧工、精轧工、卷运工、点检工、精整工。

g) 不良的工作(劳动)组织：如无工间休息、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险因素的持续时间、频率和程度。实施工效学干预措施将会减少 WMSDs 的发生，并能够提供更加高效、安全、健康、舒适的工作环境。

**4.2.2** 工艺中可能同时存在或者产生的化学、物理及生物等因素可能加重不良工效学因素的健康危害，危害因素种类及存在环节见 GBZ/T 231 附录 A。个体的遗传、性别、年龄等人口学因素和工作负荷、工作自主性低、加班作业、轮班作业、管理制度、个体防护措施等心理社会因素也是影响 WMSDs 发生的危险因素。

**4.2.3** 主要生产单元、工艺涵盖的岗位或工种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

黑色金属冶炼及压延加工生产过程中存在的工效学危险因素可能导致颈、肩、上背、下背、腕/手、膝、足踝等部位发生 WMSDs。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。

## 5 干预措施

**5.1** 用人单位可结合本单位自身情况，识别确定需要采取控制的危险因素及其优先等级，基于工效学原则和危险控制原则(见 T/WSJD 14.1 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** 黑色金属冶炼及压延加工作业潜在工效学危险因素及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 提供了黑色金属冶炼及压延加工作业（活动）WMSDs 预防控制的工效学干预措施示例。示例主要基于常见的黑色金属冶炼及压延加工作业（活动），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，设计并开发出适用于本企业的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 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)

**黑色金属冶炼及压延加工作业潜在工效学危险因素及其来源和可参照的干预措施**

为便于对黑色金属冶炼及压延加工作业工效学危险因素的识别、评估与控制,本附录将黑色金属冶炼及压延加工作业的主要生产工艺、工序和涵盖的岗位或工种、潜在工效学危险因素归纳如下表A.1;工效学危险因素及可参照的干预措施归纳如下表A.2。

**表A.1 黑色金属冶炼及压延加工作业潜在工效学危险因素及其来源**

生产单元	主要工艺	岗位或工种	工效学危险因素(因素编号 <sup>#</sup> )
燃料储运	运输	皮带巡检	1.1、1.6、1.9、2.4、3.4、3.5、3.6、5.2、5.4
		卸煤机	1.1、1.2、1.3、1.5、1.9、2.2、2.4、2.5、2.7、3.1、3.2、3.3、3.4、3.5、3.6、4.1、4.5、5.4、6.1、6.2、6.4
		中控	1.1、1.2、1.3、1.4、1.9、2.4、2.5、2.8、2.10、3.1、3.3、3.6、4.3、5.3、5.4、6.4
		堆取料机	1.1、1.2、1.3、1.5、1.9、2.2、2.4、2.5、2.7、3.1、3.2、3.3、3.4、3.5、3.6、4.1、4.5、5.4、6.1、6.2、6.4
烧结生产	烧结	系统巡检	1.1、1.6、1.9、2.4、3.4、3.5、3.6、5.2、5.4
		看火	1.1、1.2、1.3、1.5、1.9、2.4、2.5、2.7、2.8、2.10、3.1、3.3、3.6、4.1、4.3、4.5、4.8、5.4、6.3、6.4
		中控	1.1、1.2、1.3、1.4、1.9、2.4、2.5、2.8、2.10、3.1、3.3、3.6、4.3、5.3、5.4、6.4
		值班室	1.1、1.6、1.9、2.4、3.4、3.5、3.6、4.8、5.2、5.4、6.4
煤焦化生产	混合	煤焦车司机	1.1、1.2、1.3、1.5、1.9、2.4、2.5、2.7、2.8、2.10、3.1、3.3、3.6、4.1、4.3、4.5、4.8、5.4、6.3、6.4
		装煤工	1.1、1.2、1.3、1.5、1.9、2.4、2.5、2.7、2.8、2.10、3.1、3.3、3.6、4.1、4.3、4.5、4.8、5.4、6.3、6.4
	破碎	炉门工	1.1、1.2、1.3、1.4、1.6、1.9、2.2、2.3、2.4、2.5、2.6、3.1、3.2、3.3、3.4、3.5、3.6、4.2、4.6、4.8、6.2、6.3
		调温工	1.1、1.2、1.3、1.9、2.4、2.5、2.8、2.10、3.1、3.3、3.6、4.3、5.1、5.3、6.4
		干熄焦工	1.1、1.2、1.3、1.5、1.9、2.4、2.5、2.7、2.8、2.10、3.1、3.3、3.6、4.1、4.3、4.5、4.8、5.4、6.3、6.4
	焦化	运焦工	1.1、1.2、1.3、1.5、1.9、2.4、2.5、2.7、2.8、2.10、3.1、3.3、3.6、4.1、4.3、4.5、4.8、5.4、6.3、6.4
		鼓冷工	1.1、1.6、1.9、2.4、3.4、3.5、3.6、5.2、5.4
		煤气净化工	1.1、1.6、1.9、2.4、3.4、3.5、3.6、5.2、5.4
	其他	中控	1.1、1.2、1.3、1.4、1.9、2.4、2.5、2.8、2.10、3.1、3.3、3.6、4.3、5.3、5.4、6.4
		油库工	1.1、1.6、1.9、2.4、3.4、3.5、3.6、5.2、5.4
		巡检工	1.1、1.6、1.9、2.4、3.4、3.5、3.6、5.2、5.4
		点检工	1.1、1.6、1.9、2.4、3.4、3.5、3.6、5.2、5.4
炼铁生产	炼铁	供煤工	1.1、1.2、1.3、1.5、1.9、2.2、2.4、2.5、2.7、3.1、3.2、3.3、3.4、3.5、3.6、4.1、4.5、5.4、6.1、6.2、6.4
		炉前工	1.1、1.2、1.3、1.4、1.9、2.2、2.3、2.4、2.5、3.1、3.2、3.3、3.4、3.5、3.6、4.2、4.6、4.8、5.3、6.3
		看水工	1.1、1.2、1.3、1.9、2.4、2.5、2.8、2.10、3.1、3.3、3.6、4.3、4.8、5.3、6.3、6.4
		制喷工	1.1、1.2、1.3、1.5、1.9、2.4、2.5、2.7、2.8、3.1、3.3、3.6、4.1、4.3、4.5、4.8、5.4

表 A.1 黑色金属冶炼及压延加工作业潜在工效学危险因素及其来源（续）

生产单元	主要工艺	岗位或工种	工效学危险因素 (因素编号#)
炼铁生产	炼铁	TRT 工	1.1、1.2、1.3、1.5、1.9、2.4、2.5、2.7、2.8、3.1、3.3、3.6、4.1、4.3、4.5、5.4
		槽下工	1.1、1.2、1.3、1.5、1.9、2.4、2.5、2.7、2.8、3.1、3.3、3.6、4.1、4.3、4.5、5.4、6.4
		热风炉工	1.1、1.2、1.3、1.5、1.9、2.4、2.5、2.7、2.8、3.1、3.3、3.6、4.1、4.3、4.5、4.8、5.4、6.3
炼钢生产	炼钢	吹氩工	1.1、1.3、1.4、1.9、2.4、2.5、3.1、3.4、3.6、4.8、5.3、5.4、6.3、6.4
		脱硫工	1.1、1.9、2.4、3.4、3.6、5.4、6.4
		中控工	1.1、1.2、1.3、1.4、1.9、2.4、2.5、2.8、2.10、3.1、3.3、3.6、4.3、5.3、5.4、6.4
		炉前工	1.1、1.2、1.3、1.4、1.9、2.2、2.3、2.4、2.5、3.1、3.2、3.3、3.4、3.5、3.6、4.2、4.6、4.8、5.3、6.3
		OG 工	1.1、1.2、1.3、1.9、2.4、2.5、3.1、3.3、3.6、4.1、4.5、4.8、5.4、6.3、6.4
	浇钢	浇钢工	1.1、1.2、1.3、1.4、1.9、2.1、2.2、2.4、2.5、3.1、3.2、3.3、3.4、3.5、3.6、4.1、4.4、4.5、4.6、4.8、5.4、5.5、6.3、6.4
	连铸	连铸工	1.1、1.2、1.3、1.9、2.4、2.5、3.1、3.3、3.6、4.1、4.5、4.8、5.4、6.3、6.4
	修包	修包工	1.1、1.2、1.3、1.4、1.9、2.1、2.2、2.4、2.5、3.1、3.2、3.3、3.4、3.5、3.6、4.1、4.4、4.5、4.6、4.8、5.4、5.5、6.3、6.4
	喷补	喷补工	1.1、1.2、1.3、1.4、1.9、2.1、2.2、2.4、2.5、3.1、3.2、3.3、3.4、3.5、3.6、4.1、4.4、4.5、4.6、4.8、5.4、5.5、6.3、6.4
	轧钢	粗轧工	1.1、1.2、1.3、1.9、2.4、2.5、3.1、3.3、3.6、4.1、4.5、4.8、5.4、6.3、6.4
		精轧工	1.1、1.2、1.3、1.9、2.4、2.5、3.1、3.3、3.6、4.1、4.5、4.8、5.4、6.3、6.4
钢压延 及其加工	精整	卷运工	1.1、1.2、1.3、1.9、2.4、2.5、3.1、3.3、3.6、4.1、4.5、4.8、5.4、6.3、6.4
		点检工	1.1、1.2、1.3、1.9、2.4、2.5、3.1、3.3、3.6、4.1、4.5、4.8、5.4、6.3、6.4
		精整工	1.1、1.2、1.3、1.9、2.4、2.5、3.1、3.3、3.6、4.1、4.5、4.8、5.4、6.3、6.4
	酸洗	酸洗工	1.1、1.2、1.3、1.9、2.4、2.5、3.1、3.3、3.6、4.1、4.5、5.4、6.4
		酸再生工	1.1、1.2、1.3、1.9、2.4、2.5、3.1、3.3、3.6、4.1、4.5、5.4、6.4
	连退	连退工	1.1、1.2、1.3、1.9、2.4、2.5、3.1、3.3、3.6、4.1、4.5、5.4、6.4
	涂镀	涂镀工	1.1、1.2、1.3、1.9、2.4、2.5、3.1、3.3、3.6、4.1、4.5、5.4、6.4

注：因素编号代表基于 T/WSJD—14.1 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；1.4-工间休息不足；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；1.8-两班之间休息时间不足（低于 11h）；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；2.7-具有车辆传递的全身振动工作；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；3.4-长时间和/或长距离走动（水平或倾斜面上）工作；3.5-频繁攀爬楼梯；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；4.6-沉重和/或需要高度身体用力的工作物体操作；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；6.2-全身性振动；6.3-作业环境过冷或过热；6.4-作业环境照明不足。

表 A.2 黑色金属冶炼及压延加工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.2.6.2
	1.2 频繁和长时间超时工作	B.2.6.1、B.2.6.2
	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.2.6.2
	1.5 休息日不足	B.2.6.1
	1.6 每日/周/月或每年工作强度分配不均匀	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
2.工作类型	2.1 提举和搬运重物	B.2.1.3、B.2.1.4、B.2.2.1、B.2.2.2、B.2.2.3、B.2.2.4、B.2.2.5、B.2.2.6、B.2.2.7、B.2.2.8、B.2.3.1、B.2.4.2、B.2.4.4、B.2.4.7、B.2.5.7、B.2.6.2
	2.2 用力较大的工作	B.2.1.3、B.2.1.4、B.2.2.1、B.2.2.2、B.2.2.4、B.2.2.5、B.2.2.6、B.2.2.8、B.2.3.1、B.2.4.2、B.2.4.3、B.2.4.4、B.2.4.7、B.2.5.7、B.2.6.2
	2.3 强推拉用力	B.2.1.3、B.2.1.4、B.2.2.1、B.2.2.2、B.2.2.4、B.2.2.5、B.2.2.6、B.2.2.8、B.2.3.1、B.2.4.2、B.2.4.3、B.2.4.4、B.2.4.7、B.2.5.7、B.2.6.2
	2.4 高重复性工作	B.2.1.7、B.2.2.3、B.2.2.9、B.2.2.10、B.2.3.1、B.2.3.2、B.2.3.6、B.2.3.7、B.2.4.5、B.2.4.6、B.2.5.6
	2.5 需频繁使用手指、手或臂部工作	B.2.1.7、B.2.3.6、B.2.3.7、B.2.4.3、B.2.4.7、B.2.5.6、B.2.6.1
	2.6 工作中使用手臂振动工具	B.2.3.3、B.2.3.4、B.2.5.2
	2.7 具有车辆传递的全身振动工作	B.2.3.4、B.2.5.2
	2.8 使用键盘或其他数据录入设备的精力集中工作	B.2.1.6、B.2.3.1、B.2.4.1、B.2.4.2
	2.9 精细操作工作	B.2.1.6、B.2.3.1、B.2.4.1、B.2.4.2
	2.10 高视觉要求的工作	B.2.1.6、B.2.1.7、B.2.2.11、B.2.4.1、B.2.4.2
3.作业姿势和动作	3.1 不良姿势和动作	B.2.1.5、B.2.1.7、B.2.2.3、B.2.2.7、B.2.2.10、B.2.3.1、B.2.3.2、B.2.3.7、B.2.4.1、B.2.4.2、B.2.4.3、B.2.4.4、B.2.4.5、B.2.4.6、B.2.5.3、B.2.5.4、B.2.5.5、B.2.6.1
	3.2 持续和/或高频率变换关节位置	B.2.1.5、B.2.1.7、B.2.2.3、B.2.2.7、B.2.2.10、B.2.3.1、B.2.3.7、B.2.4.6
	3.3 长时间强迫体位	B.2.1.5、B.2.4.1、B.2.4.2、B.2.4.3
	3.4 长时间和/或长距离走动(水平或倾斜面上)工作	B.2.1.2、B.2.1.3、B.2.1.4、B.2.2.4
	3.5 频繁攀爬楼梯	B.2.4.2、B.2.4.3、B.2.5.6
	3.6 持续久坐或站立工作	B.2.1.7、B.2.4.1、B.2.4.2、B.2.6.1
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.2.4.1、B.2.4.2、B.2.4.3
	4.2 工作站设计所致过多动作或不良体位	B.2.1.4、B.2.1.7、B.2.2.3、B.2.2.7、B.2.2.10、B.2.3.1、B.2.3.7、B.2.4.6
	4.3 工作面高度和尺寸大小不够	B.2.1.7、B.2.2.10、B.2.3.2
	4.4 肩以上或膝以下的手工物体操作	B.2.1.7、B.2.3.1、B.2.4.5、B.2.4.6
	4.5 工作空间迫使劳动者采取同一姿势工作	B.2.1.5、B.2.4.1、B.2.4.2、B.2.4.3
	4.6 沉重或需要高度身体用力的工作物体操作	B.2.2.1、B.2.2.2、B.2.2.6、B.2.3.1、B.2.4.4
	4.8 冷/热的工作环境和/或物体的手工处理	B.2.1.1、B.2.5.1
5.社会心理因素	5.1 心理负荷过多或不足	B.2.6.1、B.2.6.2、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

表 A.2 黑色金属冶炼及压延加工作业可参照的工效学干预措施（续）

5.社会心理 因素	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.2.6.3
6.环境因素	6.1 地面光滑或不平	B.2.1.3
	6.2 全身性振动	B.2.3.3、B.2.3.4、B.2.5.2、B.2.6.1
	6.3 作业环境过冷或过热	B.2.1.1、B.2.3.5、B.2.5.1、B.2.6.2
	6.4 作业环境照明不足	B.2.1.6

注：<sup>a</sup> 因素编号同表 A.1。  
<sup>b</sup> 编号为附录 B 中对应的编号。

## 附录 B

(资料性)

## 黑色金属冶炼和压延加工作业工效学干预措施示例导引目次

## B.1 干预措施示例导引目次

为便于使用时参照查阅,依据黑色金属冶炼及压延加工作业的特征,本附录列出了本作业适宜的干预措施示例目次如下表B.1。

表 B.1 黑色金属冶炼及压延加工作业干预措施示例导引目次

干预措施类别	干预措施示例
B.2.1 工作场所	B.2.1.1 改进和维护通风系统,保证工作场所良好的空气质量 B.2.1.2 清理并标识运输通道,容许双向运输 B.2.1.3 确保运输通道的路面平坦、不易滑倒、无障碍 B.2.1.4 改进作业区空间布局,减少物料运输距离和频次 B.2.1.5 提供充分的作业空间 B.2.1.6 工作照明 B.2.1.7 使用工作台
B.2.2 材料/设备处理	B.2.2.1 使用手推车、搬运车等轮式工具 B.2.2.2 使用托盘千斤顶或小型吊具 B.2.2.3 使用转盘转动装置 B.2.2.4 使用运输皮带 B.2.2.5 顶吊 B.2.2.6 动臂起重机 B.2.2.7 可移动式货架 B.2.2.8 使用牵引车、拖车和叉车等 B.2.2.9 使用卷轴系统(管线管理系统) B.2.2.10 使用可移动升降工作台(包括刀式气动式、电动式等) B.2.2.11 平板视觉显示器
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 工具加长手柄 B.2.3.3 设计工具平衡器 B.2.3.4 使用减振工具 B.2.3.5 轻量级鼓风机 B.2.3.6 手持动力工具 B.2.3.7 为手持工具提供把手
B.2.4 作业姿势	B.2.4.1 避免颈部长时间保持同一姿势、过度弯曲 B.2.4.2 避免腰背部长时间保持同一姿势、过度弯曲 B.2.4.3 避免手腕部长时间弯曲 B.2.4.4 在同一工作高度水平地搬运物料 B.2.4.5 消除操作物料时需要弯腰或者扭曲身体的工作任务 B.2.4.6 手工操作物料时,保持物料靠近身体 B.2.4.7 提举重物与轻体力劳动相结合,以避免伤害和疲劳
B.2.5 个体防护	B.2.5.1 耐热安全鞋 B.2.5.2 防振手套 B.2.5.3 肩垫 B.2.5.4 跪姿支持垫 B.2.5.5 护膝 B.2.5.6 防滑手套 B.2.5.7 外骨骼
B.2.6 工作组织	B.2.6.1 增加工间休息 B.2.6.2 高低负荷作业轮岗制度 B.2.6.3 增加组织内的讨论与交流

## B. 2 干预措施示例

### B. 2. 1 工作场所

#### B. 2. 1. 1 改进和维护通风系统，保证工作场所良好的空气质量

##### B. 2. 1. 1. 1 方案描述

选择安装能够覆盖整个工作环境的通风系统，合理设置通风的进风口和出风口，热量蓄积作业岗位可通过合理设置电风扇或空调进行通风散热，良好的通风散热有利于减少有害物质的浓度，减少有毒有害气体对健康的影响，并能防止热量蓄积，降低高温作业引起疾病的发生风险。见图B. 1。

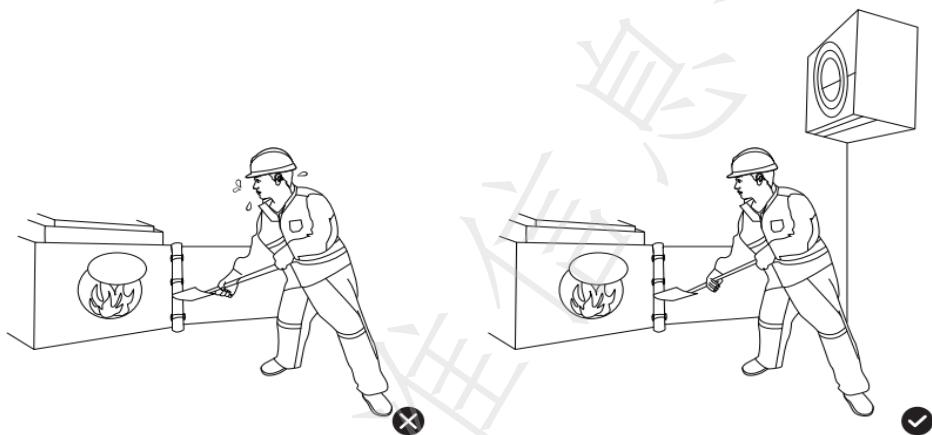


图 B.1 通风散热

##### B. 2. 1. 1. 2 方案要点

通风散热设备应安排在合理位置，避免直接朝向污染源或热源。

##### B. 2. 1. 1. 3 相关岗位

涉及所有岗位。

#### B. 2. 1. 2 清理并标识运输通道，容许双向运输

##### B. 2. 1. 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，且应尽量减少宽度小于75cm的例外情况。这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，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。见图B. 2。

##### B. 2. 1. 2. 2 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。

##### B. 2. 1. 2. 3 相关岗位

涉及所有厂的运输通道。

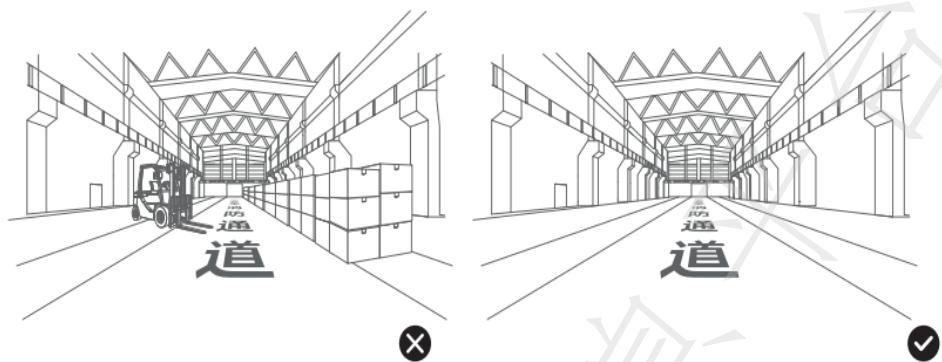


图 B.2 运输通道

#### B. 2.1.3 确保运输通道的路面平坦、不易滑倒、无障碍

##### B. 2.1.3.1 方案描述

清除运输通道上的凸凹处或其他绊脚物，避免水、油或其他湿滑物洒到路面上。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。

##### B. 2.1.3.2 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，应配备适宜的工作鞋。

##### B. 2.1.3.3 相关岗位

涉及所有厂区的运输通道。

#### B. 2.1.4 改进作业区空间布局，减少物料运输距离和频次

##### B. 2.1.4.1 方案描述

改进工作区域的生产布局，减少物料运输距离和频次。将同一系列的几个生产活动的工作台设置在相邻位置，使物料在工作台之间的距离尽量缩短，不用远距离运输。减少物料运输可节省工作时间，既可减轻因过多体能消耗、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。

##### B. 2.1.4.2 方案要点

合理安排工作区域的生产布局，要确保运输距离尽量短且通道顺畅，可以使用货盘等工具，使多个物料运输到下一个工序的工作台，使生产更有效率。

##### B. 2.1.4.3 相关岗位

涉及物料运输的工作岗位，如皮带工。

#### B. 2.1.5 提供充分的作业空间

##### B. 2.1.5.1 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，可使坐姿、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。

##### 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进行坐姿和立姿作业设计，尽量采用坐姿、立姿交替作业。

#### B. 2. 1. 5. 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. 6 工作照明

##### B. 2. 1. 6. 1 方案描述

依照GB/T 13379的工作场所照明原则，工作区域内安装定位灯，作业人员佩戴头灯，使工作者能够在整个工作期间安全、有效、舒适的进行活动，可以确保作业人员作业时的照明充足，提高工作的安全性和稳定性，减少由于照明不足导致的安全隐患发生风险，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. 3。



图B.3 工作照明

##### B. 2. 1. 6. 2 方案要点

可调的头灯、臂灯方便作业人员进行精确定位，可以帮助避免阴影和眩光。

#### B. 2. 1. 6. 3 涉及岗位

工作区域涉及需要采光的所有岗位，如点检工、电工、维修工等。

#### B. 2. 1. 7 使用工作台

##### B. 2. 1. 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，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。见图B. 4。

##### B. 2. 1. 7. 2 方案要点

可能情况下，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。

##### B. 2. 1. 7. 3 相关岗位

所有涉及手工操作的工作岗位。

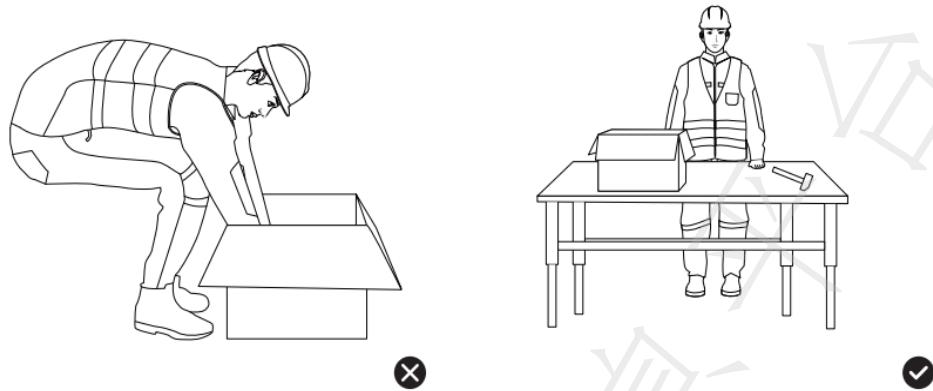


图 B.4 工作平台

## B. 2. 2 材料/设备处理

### B. 2. 2. 1 使用手推车、搬运车等轮式工具

#### B. 2. 2. 1. 1 方案描述

作业场所使用电动力拖车及运输和搬运材料的轮式装置（如手推车、搬运车）等，可以减少举力、推力和拉力，方便作业人员移动笨重物料，减轻作业活动的生物力学负荷。见图B. 5。



图 B.5 轮式工具

#### B. 2. 2. 1. 2 方案要点

使用人力推车时，负载不宜过重，应使用带万向轮的四轮推车，以便保持平衡、方便推拉；车轮应保持光滑，与地面适应，减轻作业人员用力；车轮应保持前后均可转动，方便作业人员操纵；装车高度不应妨碍作业人员视线，避免事故发生。

#### B. 2. 2. 1. 3 相关岗位

所有涉及物料搬运的工作岗位。

### B. 2. 2. 2 使用托盘千斤顶或小型吊具

#### B. 2. 2. 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，可以减少举力、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。见图B. 6。

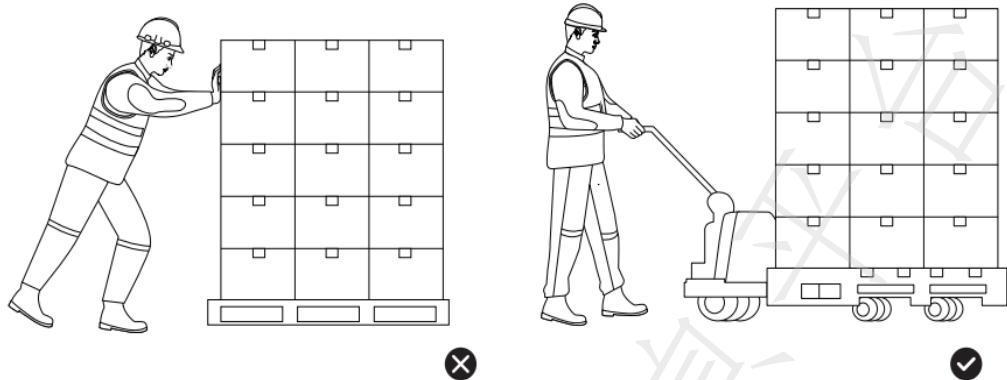


图 B.6 提举用具

#### B. 2. 2. 2 方案要点

托盘千斤顶是频繁或远距离移动材料的首选。

#### B. 2. 2. 3 相关岗位

涉及移动和提举笨重材料、工具或设备的岗位。

#### B. 2. 2. 3 使用转盘转动装置

##### B. 2. 2. 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。

##### B. 2. 2. 3. 2 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。

#### B. 2. 2. 3. 3 相关岗位

涉及装配作业的所有岗位。

#### B. 2. 2. 4 使用运输皮带

##### B. 2. 2. 4. 1 方案描述

使用运输皮带运输物料，可以避免手动搬运物料，减少因频繁搬运物料而导致的肩背疲劳，提高作业人员的工作效率。见图B. 7。

##### B. 2. 2. 4. 2 方案要点

皮带运输应专人巡检，避免皮带被运输物料卡住及防止物料掉落引发事故，应定期对运输带进行检查维护，保证运输通畅。

##### B. 2. 2. 4. 3 相关岗位

所有涉及运输物料的岗位，如原料工、物料堆取工等。

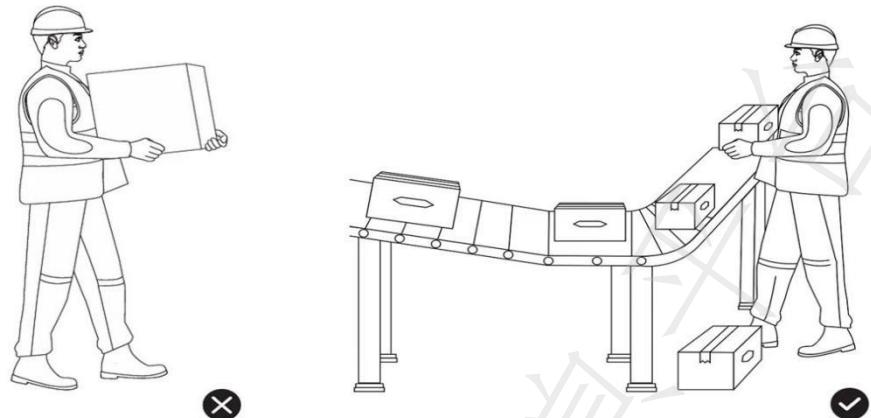


图 B.7 运输皮带

#### B. 2. 2. 5 顶吊

##### B. 2. 2. 5. 1 方案描述

吊运重物的头顶装置，可以避免人工搬运重物，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。见图B.8。

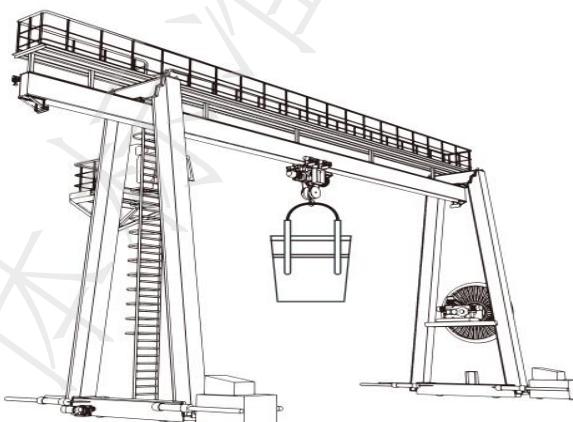


图 B.8 吊顶装置

##### B. 2. 2. 5. 2 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。

##### B. 2. 2. 5. 3 相关岗位

涉及所有需要调运工具或物件的岗位。

#### B. 2. 2. 6 动臂起重机

##### B. 2. 2. 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，可以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。见图B.9。

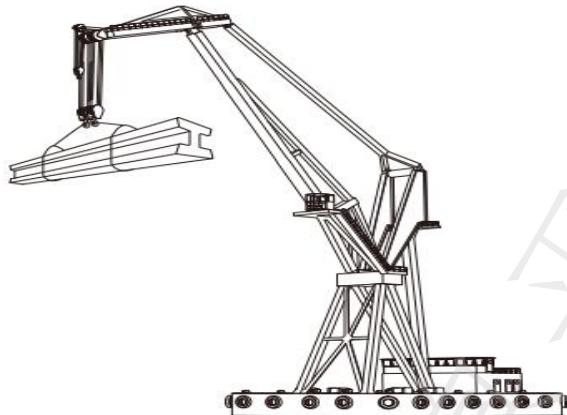


图 B.9 动臂起重机

#### B. 2. 2. 6. 2 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。

#### B. 2. 2. 6. 3 相关岗位

需提升和定位较重工具和部件的所有岗位。

#### B. 2. 2. 7 可移动式货架

##### B. 2. 2. 7. 1 方案描述

用于将材料、工具和设备储存和运输到使用位置的货架，可以减少物料处理并提高效率，大量材料可同时使用牵引车、叉车或起重机运输，存储货架可以减少人手作业负荷。见图B.10。

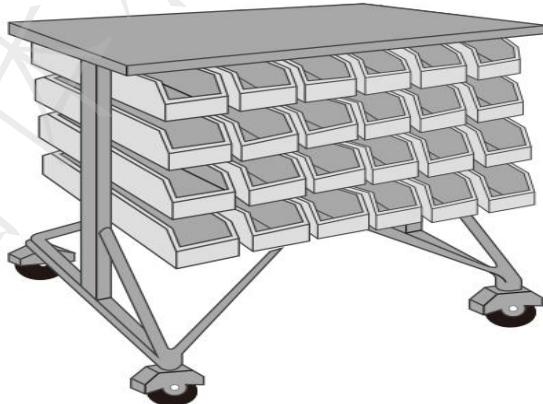


图 B.10 移动式货架

#### B. 2. 2. 7. 2 方案要点

货架高度应尽可能在膝盖和肩部高度之间，避免使用高层货架。

#### B. 2. 2. 7. 3 相关岗位

涉及较大零部件和工具的近距离输送。

#### B. 2. 2. 8 使用牵引车、拖车和叉车等

##### B. 2. 2. 8. 1 方案描述

用于批量运输原材料、零部件和工具设备等。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，其中电动车辆应用最为广泛。见图B.11。

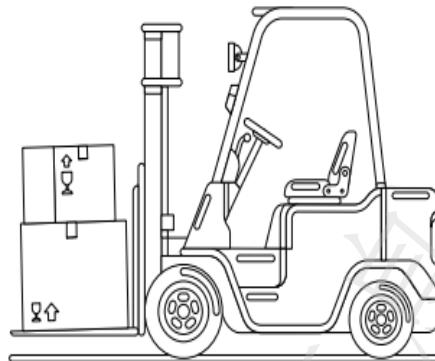


图 B.11 运输设备

#### B. 2. 2. 8. 2 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。

#### B. 2. 2. 8. 3 相关岗位

涉及所有物流作业，包括车间和仓储物流。

### B. 2. 2. 9 使用卷轴系统（管线管理系统）

#### B. 2. 2. 9. 1 方案描述

用于存储线圈、软管和电线的一类卷筒系统。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。见图B.12。

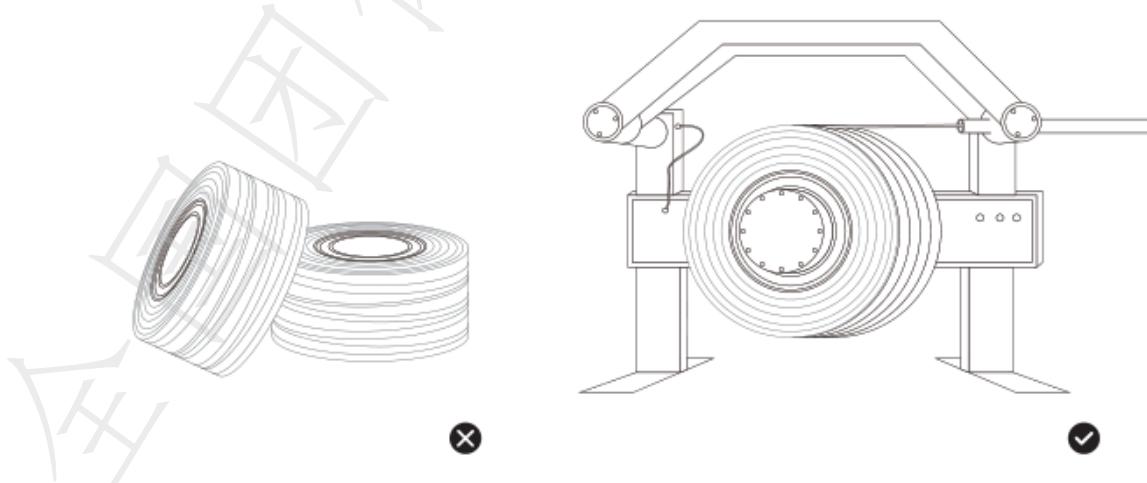


图 B.12 卷筒系统

#### B. 2. 2. 9. 2 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。

#### B. 2. 2. 9. 3 相关岗位

涉及使用软管、铁线、电源线和电缆等线缆的岗位。

#### B. 2. 2. 10 使用可移动升降工作台(包括刀式气动式、电动式等)

##### B. 2. 2. 10. 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，可以减少提举、推拉、搬运用力，减少弯腰不良姿势。见图B. 13。

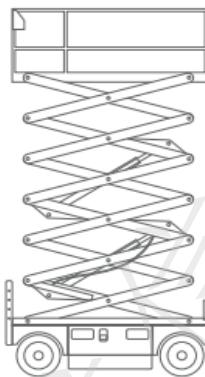


图 B.13 移动升降台

##### B. 2. 2. 10. 2 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。可储存较重或较笨重的设备。

##### B. 2. 2. 10. 3 相关岗位

涉及需要提取和移动大宗物件或工具的岗位、作业面在较高位置的作业岗位。

#### B. 2. 2. 11 平板视觉显示器

##### B. 2. 2. 11. 1 方案描述

依据GB/T 20528使用基于平板视觉显示器工作的人类工效学原则使用适当的显示器设备，方便控制中心进行视频监控。合适的平板视觉显示器设备有利于控制中心更好的监控生产现场，减低颈部的姿势负荷，也能保护作业人员的视力，缓解眼部疲劳。见图B. 14。



图B.14 可调节平板视觉显示器设备

### B. 2. 2. 11. 2 方案要点

平板视觉显示器设置应符合GB/T 20528标准。

### B. 2. 2. 11. 3 相关岗位

所有控制中心作业的工作岗位。

## B. 2. 3 工具使用

### B. 2. 3. 1 为特定工作任务选用专用工具

#### B. 2. 3. 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。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。

#### B. 2. 3. 1. 2 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。指导正确使用工具。当工具损坏或磨损时，应要求修理或更换。

#### B. 2. 3. 1. 3 相关岗位

所有涉及手持工具操作的工作岗位。

### B. 2. 3. 2 工具加长手柄

#### B. 2. 3. 2. 1 方案描述

手持工具的加长手柄。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。见图B. 15。

#### B. 2. 3. 2. 2 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。

#### B. 2. 3. 2. 3 相关岗位

所有涉及手持工具操作的工作岗位。



图 B.15 加长手柄工具

### B. 2.3.3 设计工具平衡器

#### B. 2.3.3.1 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，可以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。

#### B. 2.3.3.2 方案要点

平衡器需要调整和维护，确保不影响系统或设备的正常功能，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。

#### B. 2.3.3.3 相关岗位

涉及工具支撑和定位(包括减振)的所有岗位。

### B. 2.3.4 使用减振工具

#### B. 2.3.4.1 方案描述

专门设计用于降低手传振动的工具，可以减少设备和工件传递到手上的振动。见图B.16。



图B.16 减振工具

#### B. 2.3.4.2 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，振动主要原因源于不平衡或重心偏移，部分工具可使用自动平衡调整重心，应尽可能轻抓住工具并仍保持控制工具。手温过低容易受到振动的影响。应选择能够最大程度地减少触觉灵敏度下降的手套。

#### B. 2.3.4.3 相关岗位

涉及使用振动工具的所有岗位，如破碎、打磨、拧螺丝岗位。

### B. 2.3.5 轻量级鼓风机

#### B. 2.3.5.1 方案描述

重量较轻的鼓风机，用于小空间内空气流通，更便于携带和使用，减少密闭空间作业或作业点转移时搬运鼓风机的人工负荷。见图B.17。

#### B. 2.3.5.2 方案要点

确保风量足够，保证作业安全。

#### B. 2.3.5.3 相关岗位

炉前、干熄焦车等在密闭空间的作业岗位。

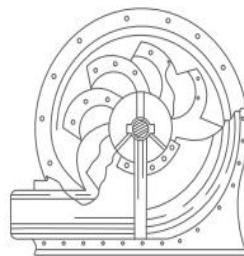


图 B.17 轻型鼓风机

#### B. 2. 3. 6 手持动力工具

##### B. 2. 3. 6. 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、工具控制按钮和节流器、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、具有结实牢固手柄的手持动力工具，可以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。见图B. 18。



图 B.18 手持动力工具

##### B. 2. 3. 6. 2 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、控制和降低身体危险因素接触，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相关的力。常用手持动力工具有螺帽紧固枪、打磨机、钻孔机、冲击钻/电锤、铆枪和铆钉托杆、冲击扳手等。

##### B. 2. 3. 6. 3 相关岗位

使用上述手动工具的所有岗位，如钢材的焊接打磨作业。

#### B. 2. 3. 7 为手持工具提供把手

##### B. 2. 3. 7. 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。检查使用工具时手腕是否能处于中性（握手）的位置。良好的把手可使握得更紧且用力更小，这既可提高操作质量，又可减少疲劳和事故的发生。见图B.19。

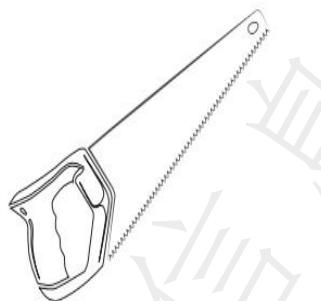


图 B.19 手持工具把手

#### B. 2. 3. 7. 2 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。

#### B. 2. 3. 7. 3 相关岗位

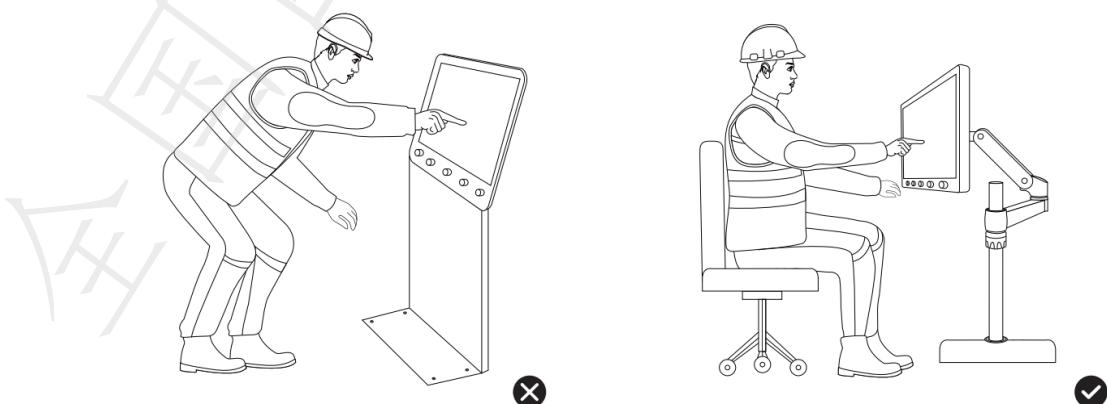
涉及使用手动工具的所有岗位。

#### B. 2. 4 作业姿势

##### B. 2. 4. 1 避免颈部长时间保持同一姿势、过度弯曲

###### B. 2. 4. 1. 1 方案描述

合理设计座椅、工作台、显示器的高度，尽量保持作业人员视线与设备平视，避免颈部过度弯曲，可以避免颈部长时间保持同一姿势所导致的颈部肌肉僵硬，降低颈部肌肉骨骼疾患发生风险。见图B. 20。



图B.20 可移动式座椅

#### B. 2. 4. 1. 2 方案要点

作业活动时颈部应适当进行活动，避免长时间保持同一姿势；作业时可采取适当的体位，避免作业活动颈部长时间弯曲。

#### B. 2. 4. 1. 3 相关岗位

涉及所有岗位。

#### B. 2. 4. 2 避免腰背部长时间保持同一姿势、过度弯曲

##### B. 2. 4. 2. 1 方案描述

人工升降和移动较重物料及工件是腰背部长时间保持同一姿势、过度弯曲的主要原因，可以采用机械装置代替手工作业，人工提升和搬运重物需要技巧且消耗太多体力，也是发生事故和背部损伤的主要原因，使用提升装置则可以简单快捷完成任务，有助于提升工作效率、降低腰背部劳损的发生风险。见图B. 21。



图B.21 半自动倒桶设备

##### B. 2. 4. 2. 2 方案要点

使用机械装置以避免长时间弯腰。

#### B. 2. 4. 2. 3 相关岗位

所有一线工作岗位。

#### B. 2. 4. 3 避免手腕部长时间弯曲

##### B. 2. 4. 3. 1 方案描述

手持工具、搬运物料是手腕部长时间弯曲的主要原因，为所有的工具、包装盒容器安装把手、手柄或良好的握持点可以牢固的把持住所搬运的物料，避免手腕部肌肉长时间弯曲用力，降低手腕部的姿势负荷。为控制室提供工效学鼠标，能减少手腕和手指的负荷，从而降低腕管综合征发生风险，保护手腕部健康，提高工作效率。见图B. 22。

##### B. 2. 4. 3. 2 方案要点

在搬运容器中切制出把手位置，以便容器能被手指握紧，并将把手位置设置在能使所搬运的盒子或容器位于身体前方。

#### B. 2. 4. 3. 3 相关岗位

所有涉及手腕部用力的工作岗位。



图B.22 人体工效学鼠标

#### B. 2. 4. 4 在同一工作高度水平地搬运物料

##### B. 2. 4. 4. 1 方案描述

推拉物料比升降物料更加省力、安全。在同一工作高度水平地搬运物料效率更高，且能更好控制操作，作业人员不需要改变身体高度，可预防背部损伤，作业人员搬运物料更加省力、轻松，有助于预防重复性活动所致的劳损，降低腰背部肌肉骨骼疾患的发生风险。见图B. 23。

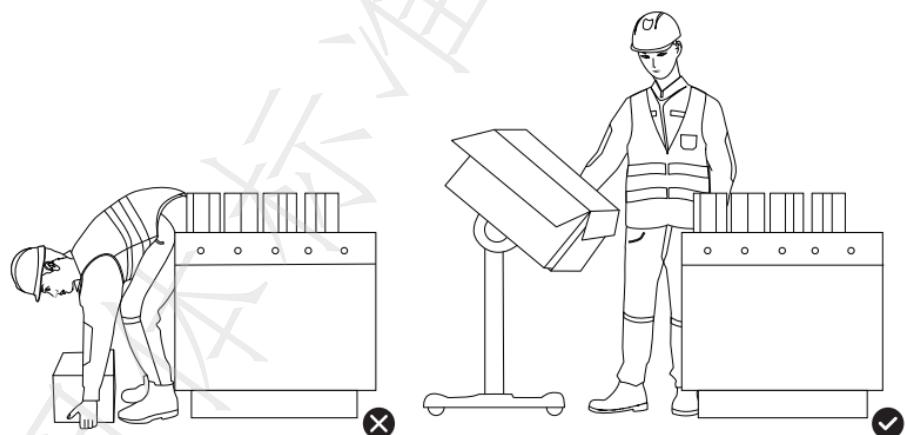


图 B.23 可升降式工作平台

##### B. 2. 4. 4. 2 方案要点

尽量减少提举和身体移动、以推拉重物替代手工升降重物。

##### B. 2. 4. 4. 3 相关岗位

所有涉及手工升降重物的工作岗位。

#### B. 2. 4. 5 消除操作物料时需要弯腰或者扭曲身体的工作任务

##### B. 2. 4. 5. 1 方案描述

改进物料放置的位置，使劳动者在其前面进行操作，不用弯腰；改进劳动者操作的作业空间，使劳动者可采取稳定立姿而不用弯腰或者扭曲身体，弯腰或扭曲身体是一种不稳定的活动，消耗时间和体力更多，消除此类工作任务可以提高生产效率，预防背部、颈部和肩部功能障碍。见图B. 24。



图 B.24 消除弯腰或扭曲身体作业

#### B. 2. 4. 5. 2 方案要点

将劳动者与物件之间的距离减少到最短；设置可调节高度的升降设备。

#### B. 2. 4. 5. 3 相关岗位

所有涉及操作物料的工作岗位。

#### B. 2. 4. 6 手工操作物料时，保持物料靠近身体

##### B. 2. 4. 6. 1 方案描述

搬运时将物件靠近身体，可将向前弯腰的动作减少最小，以降低背部、颈部和肩部损伤的风险，通过把物料靠近身体进行把持，有利于搬运，并能提供良好的前行视线，提高效率，减少事故发生，减轻颈部、肩部和背部的姿势负荷。

##### B. 2. 4. 6. 2 方案要点

人工提举或放下物料时，要将其放在身体前面，腰背保持挺直，两脚站稳，两腿用力；使用两腿力量将重物搬起，更加轻松省力。

##### B. 2. 4. 6. 3 相关岗位

所有涉及手工操作物料的岗位。

#### B. 2. 4. 7 提举重物与轻体力劳动相结合，以避免伤害和疲劳

##### B. 2. 4. 7. 1 方案描述

重新组织安排工作，使提举重物的劳动者也做轻体力劳动；采取岗位轮换和工作小组的方式，组间多成员互相交流配合，将提举重物与轻体力活动相结合，可以避免不利的重活集中在少数几个劳动者。

##### B. 2. 4. 7. 2 方案要点

避免在所有的工作时间内重复提举重物，合理分配工作任务。

##### B. 2. 4. 7. 3 相关岗位

一线重体力作业活动岗位。

#### B. 2. 5 个体防护

##### B. 2. 5. 1 耐热安全鞋

##### B. 2. 5. 1. 1 方案描述

钢铁企业作业活动现场温度较高，穿着舒适的耐热安全鞋既可以避免高温造成的损伤，也方便岗位

作业人员在粗糙路面行走，避免足部肌肉损伤。

#### B. 2.5.1.2 方案要点

穿戴合适的耐热安全鞋，尽量避免在高低不平的路面行走。

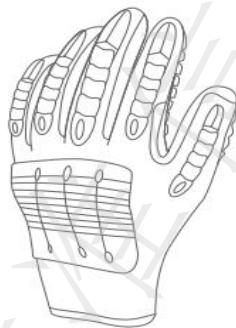
#### B. 2.5.1.3 相关岗位

涉及所有岗位。

#### B. 2.5.2 防振手套

##### B. 2.5.2.1 方案描述

穿戴具备防振功能的手套，以减少振动从振动工具（如煤炭粉碎机、精整机床、叉车把手等）传递到手和手臂。见图B.25。



图B.25 防振手套

##### B. 2.5.2.2 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。

#### B. 2.5.2.3 相关岗位

煤炭粉碎工、精整工、叉车工等涉及振动工具的工作岗位。

#### B. 2.5.3 肩垫

##### B. 2.5.3.1 方案描述

在肩上携带物品时保护肩膀的护垫，以减少肩膀的接触压力。见图B.26。

##### B. 2.5.3.2 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。

#### B. 2.5.3.3 相关岗位

涉及需要肩扛较重物件或工具的作业。

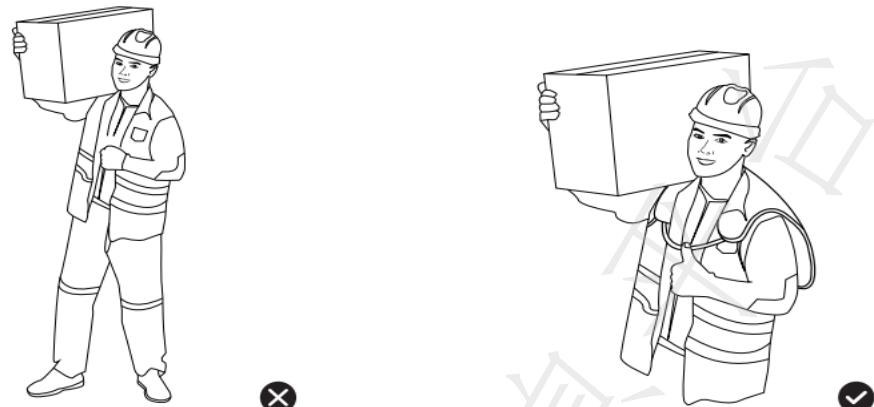


图 B.26 护肩垫

#### B. 2. 5. 4 跪姿支持垫

##### B. 2. 5. 4. 1 方案描述

跪在坚硬地面上用来保护膝盖的护垫，以减少膝盖的压力，防止膝盖受损。见图B. 27。

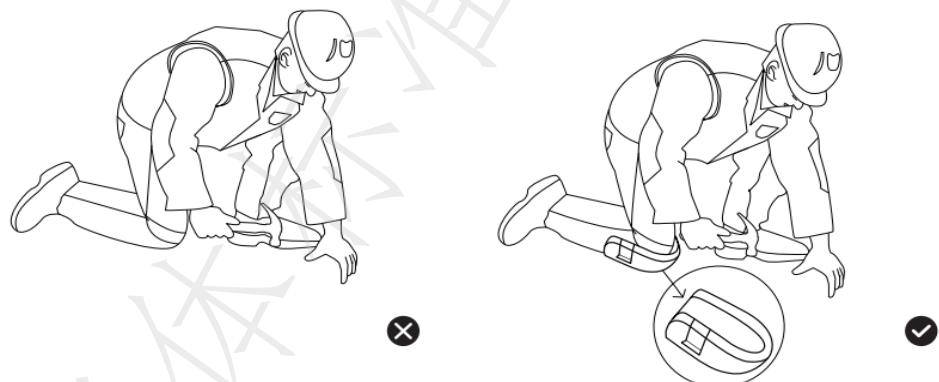


图 B.27 跪姿支持垫

##### B. 2. 5. 4. 2 方案要点

在可能的情况下，工作台面应该抬高，以减少跪地。

##### B. 2. 5. 4. 3 相关岗位

涉及所有跪姿作业岗位，如质控工、点检工、维修工等。

#### B. 2. 5. 5 护膝

##### B. 2. 5. 5. 1 方案描述

跪在坚硬的地面上时用来保护膝盖的护膝，可以减少接触压力，避免膝盖劳损。

##### B. 2. 5. 5. 2 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。

##### B. 2. 5. 5. 3 相关岗位

涉及所有跪姿作业岗位。

#### B. 2.5.6 防滑手套

##### B. 2.5.6.1 方案描述

表面有橡胶点的手套，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。

##### B. 2.5.6.2 方案要点

注意选择合适材质的手套，定期更换手套避免失效。

##### B. 2.5.6.3 相关岗位

点检工、电工等岗位。

#### B. 2.5.7 外骨骼

##### B. 2.5.7.1 方案描述

各类静力作业姿势的机械助力系统或工具，可以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。见图B.28。

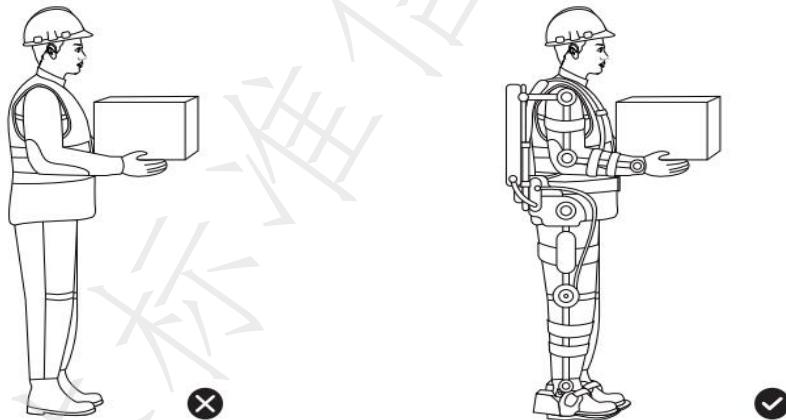


图 B.28 机械助力系统

##### B. 2.5.7.2 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。

##### B. 2.5.7.3 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。

#### B. 2.6 工作组织

##### B. 2.6.1 增加工间休息

###### B. 2.6.1.1 方案描述

合理安排并组织内部轻重强度作业，组织工间休息，至少半天1次，每次间休时间5~15min，可以缓解局部肌肉疲劳，减少局部肌肉疾患发生的风险。

###### B. 2.6.1.2 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。

###### B. 2.6.1.3 相关岗位

涉及长时间的持续重复性作业。

### B. 2.6.2 轮岗作业

#### B. 2.6.2.1 方案描述

合理安排并组织内部轻重强度作业，使重体力作业人员也有机会从事轻体力劳动。采取岗位轮换和工作小组的方式，防止将重体力工作集中在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。对于类似的重体力工作，考虑工作分配方式，使重体力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。合理的轮岗换班制度可避免将不利的重活集中于少数几个作业人员身上，有利于缓解局部肌肉疲劳，提高生产效率，并减少肌肉疾患的发生风险。

#### B. 2.6.2.2 方案要点

通过轮换工作岗位，能够减少工作的单调性，提高工作积极性和生产效率。为了有效消除疲劳，劳动期间不仅需要定期休息，还应确保每次休息时间足够长。此外，应避免在相同活动部位的岗位人员之间进行互换轮岗。通过培训掌握多项工作技能，可以更好地实现轮岗制度。

#### B. 2.6.2.3 相关岗位

涉及长时间持续重复性使用单部位作业的岗位。

### B. 2.6.3 增加组内讨论和交流

#### B. 2.6.3.1 方案描述

沟通和协调是企业作业人员之间顺利合作的关键。良好的沟通能力和协调能力不仅可以提高工作效率，还可以缓解工作压力，改善作业人员之间的关系。在工作场所为提供交流沟通的机会，采取组织会议的形式，进行讨论，对工作情况、工作中遇到的困难表达意见和建议，让作业人员得到尊重，提高工作的积极性，有利于缓解职业紧张。

#### B. 2.6.3.2 方案要点

在上班前每个工作组组织一次简会，传达工作要求、交流当天轮班情况，让一个工段内或工作组内的能有机会进行充分的交流，并且鼓励在工作休息时偶尔进行交谈，尽量避免完全孤立的工作；提供更衣室、休息区、饮水设备和就餐区让大家共同使用，为作业人员提供更多交流机会。

#### B. 2.6.3.3 相关岗位

涉及长时间持续重复性使用某部位作业的岗位。

## 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] 王忠旭.工作相关肌肉骨骼疾患及人因工效学评估方法.人民卫生出版社, 2023.
- [3] GB/T 13547-1992 工作空间人体尺寸
- [4] GB/T 14775-1993 操纵器一般人类工效学要求
- [5] GB/T 14779-1993 坐姿人体模板功能设计要求
- [6] 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
- [7] GB/T 16251-2008 工作系统设计的人类工效学原则
- [8] GB/T 31002.1-2014 人类工效学 手工操作 第1部分: 提举与移送