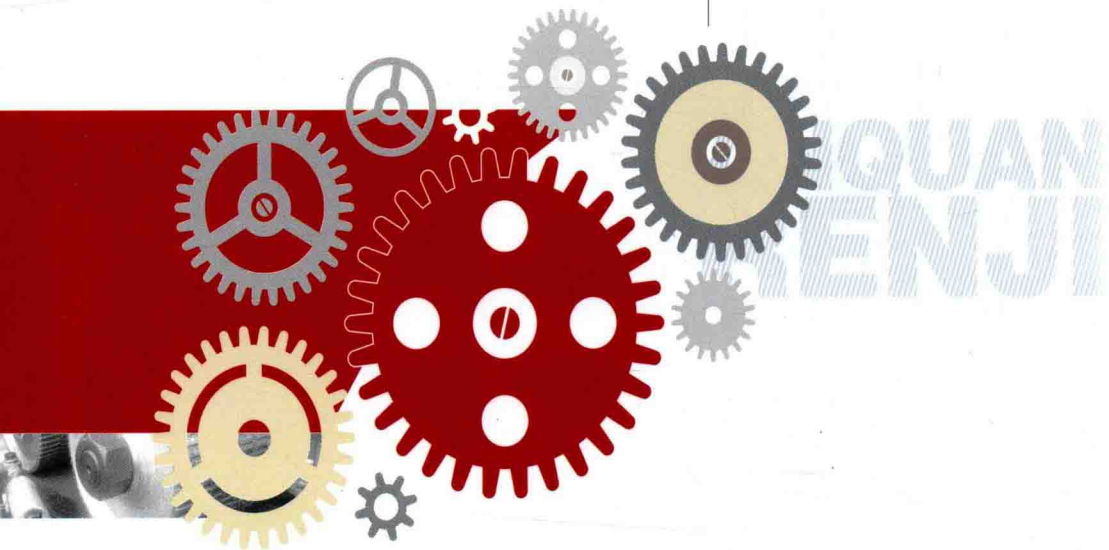


高职高专 **安全管理类** 专业教学做一体化教材

GAOZHI GAOZHUAN ANQUAN GUANLILEI ZHUANYE JIAOXUEZUO YITIHUA JIAOCAI



安全人机工程

ANQUAN RENJI GONGCHENG

主 编 / 赵柱文 武晓敏

主 审 / 何建平 杜晓阳

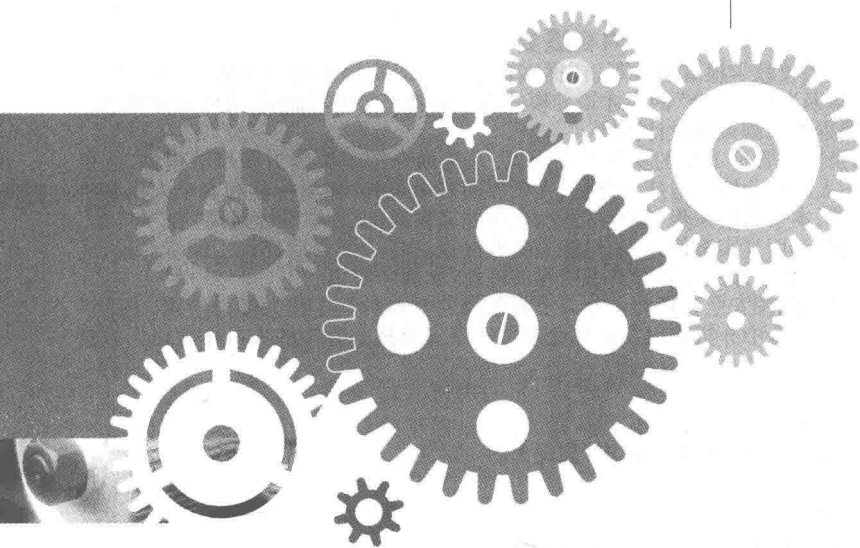


重庆大学出版社

<http://www.cqup.com.cn>

高职高专 安全管理类专业教学做一体化教材

GAOZHI GAOZHUAN ANQUAN GUANLILEI ZHUJANYE JIAOXUEZUO YITIHUA JIAOCAI



安全人机工程

ANQUAN RENJI GONGCHENG

主 编 / 赵柱文 武晓敏

主 审 / 何建平 杜晓阳

副主编 / 张 荣

重庆大学出版社

内容提要

本书结合我国高职院校教学模式的改革,依据国家示范高职院校建设倡导的“基于工作过程”的课程设计理念,以及“工学结合”的人才培养模式改革的新趋势编写而成,力图充分体现行动导向、任务驱动等课程改革潮流和设计理念。

本书从安全技术及安全管理工作的实际需要出发,系统地介绍了人因失误事故模型、人机系统中人的基本特性、人的作业特征与疲劳分析、人机界面安全设计、环境特性和安全人机系统及其设计等内容。此外,本书大量采集了来自行业、企业的真实案例,教学设计强调“教”与“学”的互动性,每一个能力单元用真实案例导入,用能力实践结束。每一任务后提供了课堂讨论、实训任务、思考与练习题等内容,加深读者对本书内容的理解、掌握和应用。

本书适用于高职高专院校安全管理类专业以及其他相关专业的学生作为教材使用,也可供政府安全生产主管部门、安全中介机构以及企事业单位从事安全技术管理的人员作为培训教材或参考书使用。

图书在版编目(CIP)数据

安全人机工程/赵柱文,武晓敏主编. —重庆:重庆大学出版社,2014.8
ISBN 978-7-5624-8420-2

I. ①安… II. ①赵…②武… III. ①安全工程—人一机系统—高等职业教育—教材 IV. ①X912.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 152004 号

高职高专安全管理类专业教学做一体化教材

安全人机工程

主 编 赵柱文 武晓敏

主 审 何建平 杜晓阳

副主编 张 荣

策划编辑:顾丽萍

责任编辑:陈 力 版式设计:顾丽萍

责任校对:邹 忌 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:邓晓益

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号

邮编:401331

电话:(023) 88617190 88617185(中小学)

传真:(023) 88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(营销中心)

全国新华书店经销

重庆川外印务有限公司印刷

*

开本:787×960 1/16 印张:11.5 字数:213千

2014年8月第1版 2014年8月第1次印刷

印数:1—3 000

ISBN 978-7-5624-8420-2 定价:23.00元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换
版权所有,请勿擅自翻印和用本书
制作各类出版物及配套用书,违者必究

前 言

随着我国现代化建设的深入,生产生活各个领域的安全问题日益显现,安全问题已经成为我国构建和谐社会的障碍之一,安全科学则为生产生活的持续健康发展提供了必要的保障。

安全人机工程是安全工程专业的基础必修课,涉及的领域有建筑、化工、矿山、交通等。本书从安全技术及安全生产管理工作的实际需要出发,以人、机、环境三大要素所构成的系统为研究对象,以安全、高效、经济为三个主要评价指标,深入探讨人、机、环境系统中的最优组合问题。本书主要内容包括概述、人因事故模型、人机系统中人的特性研究、人的作业特征与疲劳分析、人机信息界面设计等内容。每个能力单元都有“走进课堂”,以激发学生的学习兴趣,而在每个能力单元结束后都结合企业实际编写了能力实践,强化学生对本单元的实践与应用。每一任务后提供了课堂讨论、实训任务、思考与练习题等内容,力图充分体现行动导向、任务驱动、“教学做”一体化等课程改革潮流和设计理念。

本书由重庆公共运输职业学院赵栓文副教授、重庆城市管理职业学院武晓敏担任主编;由重庆化工职业学院副院长张荣担任副主编。具体编写分工如下:重庆安全工程学院鲁宁副教授编写了能力单元一,赵柱文编写了能力单元二,武晓敏编写了能力单元三,重庆五一技师学院万景霞编写了能力单元四,重庆公共运输职业学院段晓英编写了能力单元五,重庆城市管理职业学院孙莉莎编写了能力单元六,重庆工业职业技术学院陈红冲编写了能力单元七,重庆化工职业学院张荣和孟翠翠编写了能力单元八。全书由赵柱文、武晓敏统稿。

重庆市安全监督与管理局总工程师何建平、重庆安全技术职业学院院长杜晓阳教授担任主审。

在本书的编写过程中得到了重庆安全工程学院副院长、注册安全工程师鞠江的大力支持和帮助,在此,表示最诚挚的谢意!

由于编者水平所限,书中难免有疏忽和不足之处,恳请读者批评指正。

编 者

2014年6月

目录 / CONTENTS

能力单元一 概述

任务一 安全人机工程的学科背景	1
课堂讨论	6
实训任务	6
思考与练习题	6
任务二 安全人机工程概述	6
课堂讨论	8
实训任务	8
思考与练习题	8
任务三 能力实践——笔的发展史	8

能力单元二 人因失误事故模型

任务一 事故致因理论	10
课堂讨论	16
实训任务	17
思考与练习题	17
案例分析题	18
任务二 事故的预防原则	20
课堂讨论	22
实训任务	23
思考与练习题	23
案例分析题	23
任务三 能力实践——中储粮火灾	24

能力单元三 人机系统中人的基本特性

任务一 人体测量知识及应用	26
课堂讨论	40
实训任务	40
思考与练习题	41
任务二 人的生理特性	41
课堂讨论	48
实训任务一	48
实训任务二	49
思考与练习题	49
任务三 人的心理特性	49
课堂讨论	58
实训任务一	58
实训任务二	61
实训任务三	61
思考与练习题	61
任务四 能力实践一——商船床铺设计	62
任务五 能力实践二——“中国好声音”天价椅	65

能力单元四 人的作业特征与疲劳分析

任务一 作业过程中人的能量代谢	68
课堂讨论	72
实训任务	72
思考与练习题	72
任务二 劳动强度及其分级	72
课堂讨论	74
实训任务	74
思考与练习题	76
任务三 作业疲劳及其分类	77
课堂讨论	79
实训任务	79
思考与练习题	79

任务四 提高作业能力和降低疲劳的措施	79
课堂讨论	84
实训任务	84
思考与练习题	84
任务五 实力实践——疲劳作业送命	85

能力单元五 人机界面安全设计

任务一 显示器设计	87
课堂讨论	97
实训任务	97
思考与练习题	97
任务二 控制器设计	97
课堂讨论	105
实训任务一	105
实训任务二	106
思考与练习题	106
任务三 安全防护装置的设计	106
课堂讨论	115
实训任务	115
思考与练习题	115
任务四 能力实践——控制室设计	116

能力单元六 工作岗位与空间设计

任务一 工作岗位设计	122
课堂讨论	126
实训任务	126
思考与练习题	126
任务二 作业空间设计	126
课堂讨论	130
实训任务	130
思考与练习题	130
任务三 能力实践——检验作业岗位设计	130

任务四 能力实践二——作业方式设计	134
-------------------------	-----

能力单元七 环境特性的研究

任务一 热环境	139
课堂讨论	144
实训任务一	144
实训任务二	145
思考与练习题	146
任务二 光环境	146
课堂讨论	150
实训任务	150
思考与练习题	150
任务三 声环境	151
课堂讨论	154
实训任务	154
思考与练习题	154
任务四 能力实践——家具制造车间的环境设计	154

能力单元八 安全人机系统及其设计

任务一 人机功能匹配	159
课堂讨论	163
实训任务	164
思考与练习题	164
任务二 人机系统的安全评价	164
课堂讨论	167
实训任务	167
思考与练习题	167
任务三 能力实践——自行车设计	168

参考文献

能力单元一 概述

走进课堂

在日常生活中,自己可曾抱怨过“这东西使用起来不得劲”,“××东西再高点(低点)就好了”,“如果没有这个设计缺陷,这种事故应该是可以避免的”……类似这些问题,都是日常生活中的安全人机工程问题。

任务一 安全人机工程的学科背景

追溯到远古时代,原始人为了提高劳动效率和抵御猛兽的袭击,利用石器和木器制造了作为狩猎(即生产)和自卫(即安全)的工具,可以说这是最原始的“安全人机工程技术”措施。随着手工业生产的出现和发展,生产技术的提高和生产规模的逐步扩大,使生产过程中的安全问题也随之产生,安全防护器械也随着工具的进步而发生了质的飞跃。到了18世纪中叶,蒸汽机的发明给人类发展提供了新的动力,将人类从繁重的手工劳动中解脱出来,劳动生产率空前提高。但是,劳动者在自己创造的机器面前致死、致伤、致病、致残的事故与手工业时期相比也显著地增多。工伤事故的频繁发生,促使人们不得不重视安全人机工程。工业革命以后,科学技术日新月异地向前发展,改革工具的要求日益迫切。一方面是机器的不断涌现;另一方面则开始研究人应该如何适应机器,以创造出更高的劳动生产率。因此有些学者开始了相关研究,他们的研究方法和研究理论为后来的人机工程学的发展奠定了基础。

一、人机工程学的起源与发展

人机工程学是20世纪中期发展起来的交叉学科,但是作为一门独立的学科只有60余年的历史。英国是世界上开展人机工程学研究最早的国家之一,但本学科的奠基性工作是在美国完成的。所以,人机工程学有“起源于欧洲,形成于美国”之说。

人机工程学在美国称为“Human Engineering(人类工程学)”或“Human Factors

Engineering(人的因素工程学)”,而西欧国家多称为“Ergonomics(人机工程学)”。 “Ergonomics”一词是英国学者莫瑞尔于1949年首次提出的,它由两个希腊词根“ergo”和“nomics”组成,前者的意思是“出力、工作”,后者的意思是“正常化、规律”。因此“Ergonomics”的含义也就是“人出力正常化”或“人的规律工作”。由于该词能反映该学科的本质,故较多国家采用这一词作为该学科的名称。而我国广泛接受并应用的是“工效学”和“人机工程学”,本书采用人机工程学这一名称。人机工程学的形成与发展大致可分为经验期、创建期、成熟期3个阶段。

1. 经验期

自有人类以来,就存在着一种人机关系。在古代虽然没有系统的人机学研究方法,但人类所创造的各种器具,从形状的发展变化来看,是符合人机工程学原理的。在古埃及的石碑雕刻里就有一些器皿的造型(图1-1),从它们的造型可以很清楚地看出古埃及人在日常生活、工作中已经开始考虑人机关系了。

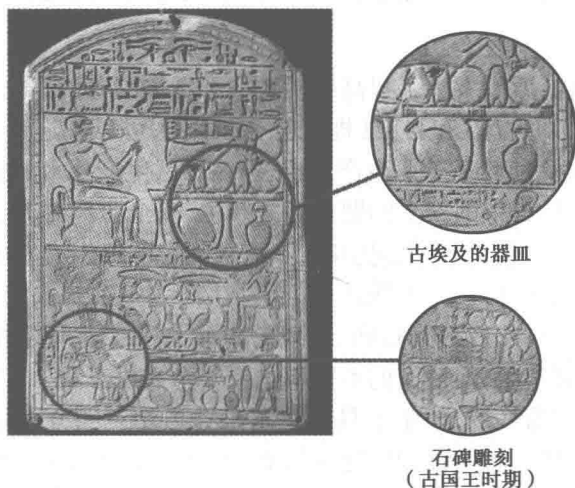


图1-1 古埃及石刻

在我国古典家具中,如太师椅、茶几等都可以明显地看到人机理念的影子(图1-2)。又如我国古代的指南车(图1-3),它的传动机构,运用了力学知识和反馈原理,与现代人机工程学的原理相吻合。这种实际存在的人机关系及其发展,将其称为经验人机工程学。

2. 创建期

促使人机工程学快速发展的因素是20世纪的两次世界大战。因为战争导致大量武器和设备的生产,如何使武器、兵器、军事工具和设备达到最大效应,使这些



图 1-2 紫檀雕四出头官帽椅

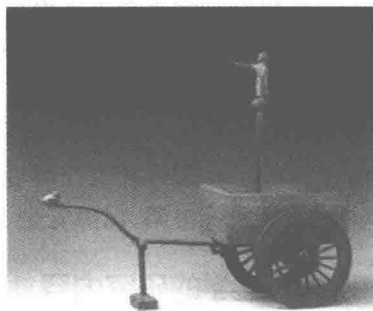


图 1-3 我国古代的指南车

产品能够最大可能地适应人的使用要求,已变成非常迫切的问题。因此军事工业得到了国家的全力资助,研究也就得到了迅速发展。

3. 成熟期

第二次世界大战结束以后,欧美各国进入了大规模的经济发 展时期,在这一时期,由于科学技术的进步,使人机工程学获得了更多的发展机会。例如,为了核电厂的安全,各国从核电厂的设计、管理上,提出了一系列的人机工程技术研究课题,以减少发生事故时造成的伤害和损失。在宇航技术的研究中,提出了人在失重情况下如何操作、在超重情况下人的感觉如何等新问题。所有这一切,不仅给人机工程学提供了新的理论和新的实验场所;同时也给该学科的研究提出了新的要求和新的课题,从而促使人机工程学进入了系统的研究阶段,使学科逐渐走向成熟。

二、人机工程学的定义

国际人类工效学学会(International Ergonomics Association, IEA)于1957年为人机工程学科下的定义为:人机工程学是阐述现有情况下人类的解剖学、生理学和心理学等方面的各种特点、功能,以进行最适合人类的机械装置的设计制造,工作场所布置的合理化,工作条件最佳化的实践科学。后又修改为:研究各种工作环境中人的因素,研究人和机器及环境的相互作用,研究在工作中、家庭生活中和度假时怎样统一考虑工作效率、人的健康、安全和舒适等问题的科学。

人机工程学是运用人的生理学、心理学和其他有关学科知识,使机器和人相互适应,创造舒适和安全的工作与环境条件,从而提高工效的一门科学。

三、人机工程学的研究目的

①设计机器和设备及工艺流程、工具以及信息传递装置与信息控制设备时,必须考虑人的各种因素——生理的和心理的及人体测量参数、生物力学的需要与可能。

②使人操作简便、省力、快速而准确。

③使人的工作条件和工作环境安全、卫生和舒适。

④使人机系统协调,保障安全、健康和提高工作效率。

四、人机工程学的研究内容

人机工程学的研究内容可以概括为某一特定领域的人—机—环系统。因此,人机工程学所研究的内容也应以人—机—环系统为整体,人机工程学的研究主要包括7个方面(图1-4)。

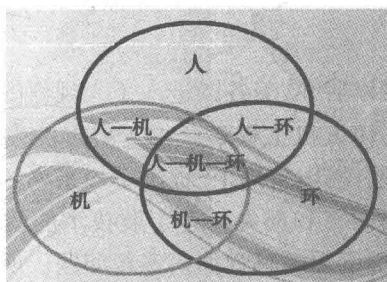


图 1-4 人—机—环系统

1. 人的特性的研究

在对人的特性进行研究时,着重进行人的工作能力、人的基本素质的测试与评价、人的体力负荷、智力负荷和心理负荷等研究。

2. 机的特性的研究

人—机—环系统工程的一个主要特点之一,就是机的设计要符合人的要求。尽管在进行机的设计时需要考虑的方面很多,但总的宗旨必须符合人使用的3种主要特性(即可操作性、易维护性和本质可靠性)。这3种特性对人—机—环系统的总体性能(即安全、高效、经济)影响极大。

3. 环境特性的研究

环境是人与机共处场所的工作条件,在人—机—环系统中,环境与人和机器之间存在着密切的联系,存在着物质、能量与信息的交换,它们相互作用、相互影响并且有机地结合为整体,这是在进行环境特性研究时必须要注意的。

4. 人—机关系的研究

人—机—环系统工程的主要特征之一是机的设计既要符合人的特点,又要考虑如何保证人的能力适合机的要求。因此在人—机—环系统工程中正确处理好人—机关系显得尤为重要。因为只有人—机关系处理好了,才能确保人—机—环系统的总体性能得到实现。

5. 人—环关系的研究

在人—机—环系统中,人是系统的主体,是机的操纵者和控制者;环境是人和机所处的场所,是人生存和工作的条件。因此,人和环境的关系是相互联系与相互作用的关系。环境对人提供必要的生存条件和工作条件,但恶劣的环境也对人产生各种不良的影响,所以开展环境对人的影响,人体对环境的影响以及环境防护方面的研究是基本和重要的研究问题之一。

6. 机—环关系的研究

机器所处的声环境、光环境、热环境等对机器的使用寿命和可靠性有着重要的影响,所以开展环境对机的影响研究是人—机—环系统的研究问题之一。

7. 人—机—环系统总体性能的研究

人—机—环系统工程不是孤立地去研究人、机、环境3个要素,而是从系统的总体高度,将它们看作一个相互作用、相互依赖的复杂系统,并运用系统工程方法使系统处于最优的工作状态。因此,探讨如何实现人—机—环系统的最优组合正是研究的核心问题之一。

五、安全人机工程的学科分类

安全人机工程是一门新兴的交叉学科,它是运用人机工程学的理论、观点和方法去解决人机系统中安全问题的一门学科,是人机工程学的一个分支。安全人机工程立足于对人们在劳动过程中的保护,着重从人的生理、心理、生物力学、劳动科学诸方面研究在生产过程中如何实现人、机、环境三方面因素相互协调的合理关系。

安全人机工程是从安全的角度出发,以安全科学、系统科学与行为科学为基

础,运用安全原理以及系统工程的方法去研究在人—机—环系统中人与机以及人与环境应保持什么样的关系,才能保证人的安全。

课堂讨论

人机工程学在现实生活中有哪些应用?

实训任务

试列举古代或近代人们利用人机工程学设计的物品,并画出其相应的形状,做成 PPT 汇报。

思考与练习题

1. 根据人机工程学的定义,分析人机工程学的研究内容,并从定义上分析研究人机工程的目的。
2. 人机工程学的发展过程及其明显的特征。
3. 如何从系统的观点来理解人机工程学的研究?

任务二 安全人机工程概述

一、安全人机工程的定义

安全人机工程是从安全的角度,运用人机工程学的原理和方法去解决人机结合面安全问题的一门新兴学科。它作为人机工程学的一个应用学科的分支,以安全为目标、以工效为条件,将与以安全为前提、以工效为目标的工效人机工程学并驾齐驱,并成为安全工程学的一个重要分支。

二、安全人机工程研究的主要内容

安全人机工程所研究的内容也应在人一机一环系统的整体高度上,以安全为着眼点进行研究。安全人机工程的研究主要包括 4 个方面。

1. 人的安全特性研究

人的安全特性研究主要包括人体生理、心理、人体测量及生物力学、人的可

靠性。

2. 机的安全特性研究

机的安全特性研究主要包括显示器和控制器等物的设计。

3. 环境的特性研究

环境的特性研究主要包括采光、照明、尘毒、噪声等对人身心产生影响的因素。

4. 人机系统的安全特性的研究

人机系统的安全特性的研究主要包括研究人机系统的整体设计、岗位设计、显示器设计、控制器设计、环境设计、作业方法及人机系统的组织管理等。

三、安全人机工程的研究方法

安全人机工程的研究方法主要有如下 5 种。

1. 实测法

实测法是借助器具、设备进行实际测量的方法。如对人体生理特征方面(人体尺度、人体活动范围、作业空间等)的测量;也可进行人体知觉反应、疲劳程度、出力大小等的测量。

2. 实验法

在一定的实验条件和设备上进行实验,以获得比较真实、全面的实验数据。如人对数字的记忆参数就可以通过实验获得。

3. 分析法

在实测法和实验法的基础上对某些参数进行分析,或者对某些动作进行分解分析,纠正不良动作,从而提高工作效率。

4. 观察分析法

观察分析法是通过观察、记录被观察者的行为表现、活动规律等,然后进行分析的方法。观察可以采用多种形式,它取决于调查的内容和目的,如可用公开或秘密的方式(但不应干扰被调查人的行为),也可借助摄影或录像等手段。

5. 系统分析评价法

对人机系统的分析评价应包括作业者的能力、生理素质及心理状态,机械设备的结构、性能以及作业环境等多方面因素。

四、安全人机工程学习的目的与要求

1. 学习目的

通过本课程的学习,使学生掌握安全人机工程的基本概念和基本理论,深刻领会人机结合面的内涵和人机匹配与安全、工效的辩证关系,掌握对人机系统隐患进行诊断、评价和防范的方法;具有进行安全人机系统设计、人机系统安全分析与评价的基本能力,具有运用安全人机工程原理解决人机系统安全问题的能力。

2. 基本要求

- ①掌握安全人机工程的基本概念、基本理论,领会“人机系统”与“人机结合面”的含义。
- ②掌握人、机的不同特性及人机功能的分配原则。
- ③掌握人体特性参数、人的反应、人体疲劳的测量方法。
- ④掌握显示装置、操纵装置、作业空间与作业环境的设计要求与设计方法。
- ⑤具有人机系统安全设计的初步能力。
- ⑥具备对一般企业中人机系统进行安全检查与评价的能力。



学讨论

为什么说安全人机工程也是提高工作效率的一门科学?请举例说明。



任务

搜集资料,查找一种在日常生活中体现上述安全人机工程理论的物品,并做成PPT,向同学们讲述哪些方面体现了安全人机特点。



学与练习题

1. 安全人机工程研究的主要内容和方法是什么?
2. 安全人机工程对安全工程设计的作用主要表现在哪些方面?

任务三 能力实践——笔的发展史

笔的发展史可以分3个时期。

1. 最初的以杆代笔的时期

笔的诞生是从那些用来在地上画出符号的树枝、木棒、骨头等发展而来，它们开始都只是一根光光的杆子，然而正是这最简单的东西却画出了人类最古老的文字。古代苏美尔人就是用这种笔在泥板上写出了闻名世界的楔形文字，木炭棒可以画出黑迹，古埃及人曾用它将自己的象形文字记录下来，后来由于文字的载体变为了甲骨和石板，于是又出现了刀笔。刀笔也是杆式的，它的出现是为了对付坚硬的甲骨和石头。自从古人发现用木炭棒可以涂写文字后，这种方法一直被沿用下来，并且发现了石墨也可以涂写，但无论木炭棒还是石墨棒，拿在手上极易污手，聪明的人类在木炭棒和石墨棒外加上了一层外衣，多是软木质，也就是现在的铅笔，它的最大特点是字迹易于更改，橡皮一擦，笔迹全无。

2. 蘸水笔的时期

随着文字载体向布料和竹简方面发展，以杆代笔的时期慢慢结束了，第二代蘸水笔开始出现了，其中首屈一指的要数毛笔。毛笔以竹节做杆，动物的毫毛为笔头，动物的毛软硬适中，吸水力强，但由于毛笔对握笔姿势、运笔速度等方面要求太高，因此蘸水笔又出现了另一种形式——羽毛笔，人们发现鸟儿翘尾的长羽质地较硬，适合于手握，羽杆又是中空的，刚好可以蘸取墨水，书写起来相当方便，于是，羽毛笔应运而生，但它有许多缺点，比如羽毛笔的水量不易控制，写出的字迹时粗时细，弄不好会将墨水滴在纸上等。

3. 便携式笔的时期

自19世纪80年代中期，在羽毛笔的基础上发明了钢笔，钢笔迅速替代了传统的羽毛笔而成为20世纪主要的书写工具。钢笔也称自来水笔，它是根据气压原理制成的一种便携式笔，笔胆是空的小圆筒，挤压它使空气排出，松手后里面空间体积增大，压强变小，内外较大的压差使墨水吸入了笔胆，书写时被压入的墨水在重力作用下随笔尖流出，这样书写就不必不停地蘸取墨水，大大节约了时间，而且书写流畅、方便。再后来，又发明了书写更方便的圆珠笔，由于是油性书写材料，避免了钢笔会漏墨的麻烦，书写时间更长，更轻巧，更方便，更经济，深受现代人的喜爱。

笔的发展正是体现了人们如何使笔用起来更舒服、更轻便的过程，这也正是人们摸索安全人机工程应用的过程。