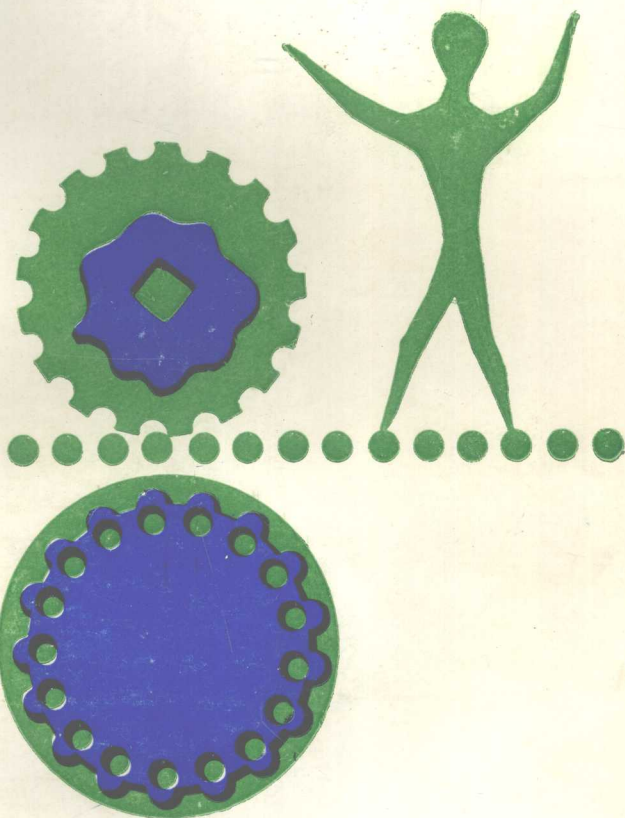


人机工程学

全

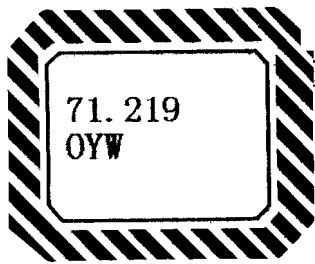
安



欧阳文昭 编著

安全人机工程学

欧阳文昭 编著



地质大学出版社

内 容 提 要

本书着重从劳动者的生理、心理、生物力学及人体的人机学参数等人的特性着手，研究人与机之间如何合理匹配，才能保证劳动者的安全、健康乃至舒适愉快，并能提高生产效率。全书共分八章，系统地介绍了安全人机工程学的基本理论及其学科体系、设计方法、应用实例。读者既能从本书中获得理论知识，又能在人机匹配、安全设计、安全分析、安全评价与防范等实际工作中加以应用。

本书可供安全卫生监察人员、工程设计人员、企业管理人员、家俱、仪表、电器等设计人员、环境保护人员以及技术工人参考，亦可供大专院校师生使用。

安全人机工程学

编 著 欧阳文昭
责任编辑 漆雕世凯
责任校对 段连秀

中国地质大学出版社出版、发行

(武汉市喻家山)

衡阳印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 13.25 字数 300千字

1991年5月第1版 1991年5月第1次印刷

印数 1—4000册 定价：5.20元

ISBN 7-5625-0536-5/TP·13

序

当我提笔为《安全人机工程学》这本书写序的时候，作为该书编著过程的见证人，在本人的脑海中立即显现出一幅确立这一书名前后的情景，应该说这是一番创造过程。

从1958年我国首创北京劳动学院劳动保护系（现为北京经济学院安全工程系）工业安全技术（现称安全工程）和工业卫生技术两个本科专业开始，直到1979年北京市劳动保护科学研究所首次招收研究生和1981年获国家首批“安全技术与工程学”（现称“安全技术及工程”）硕士学位授予单位，才突破该学科、专业教育的停滞状态。随之富有远见的湖南大学衡阳分校通过1982年的全国性实地考察和认真研究，认定了该校发展的大方向，并在当年秋季创办了我国第一所三年制的《安全工程》专业教育，成为当今国内四十多所办有该专业的院校最早者之一。为了改变《安全工程》专业以往那种机械性的课程设置，加强课程之间的有机联系，湖南大学衡阳分校欧阳文昭副教授在这方面做了一些有建树的工作，并自1983年春开始收集资料并着手编著《人——机工程学概论》试用讲义。当时，本人正在创办《安全技术及工程学》（现称《安全技术及工程》）二级学科、专业的硕士学位研究生教育和参与中国劳动保护科学技术学会的组建工作，因而与欧阳文昭老师经常进行学术交往、切磋安全工程学科、专业建设和课程设置及改革等问题。

人机工程学的研究，据我理解是利用工程技术理论和方法来揭示人与机之间的界面关系，是一种学科科学体系结构问题。然而由于看问题的角度和着眼点的不同，出现了不少类似的名称和术语。但其研究的客观对象都是人与机的界面。按其看问题的角度和着眼点，不外乎是两类：一类是从维护人的安全、健康、舒适的角度和着眼点出发考虑“人机”界面关系，可称为“安全人机工程学”；另一类是从提高人的工作效率的角度和着眼点出发考虑“人机”界面关系，可称为“工效人机工程学”。该书的编著者正是从前者的角度和着眼点出发编著了《安全人机工程学》这本书。

该书是在湖南大学衡阳分校《安全工程》与《卫生工程》专业的多年教学实践中汇编而成，前后六易其稿。并将第四稿内部铅印数千册在国内安全科技和教育界广泛交流和应用，产生过一定的影响。该书是编著者的第六稿。全书以概论、人体参数、安全心理学、生物力学、安全生理学、人机结合面与工作设计的原理及伤亡事故的分析和安全人机工程学的实践与运用等八章分别论述。结构合理，体系清晰，内容广泛充实，通俗易懂，且能够从实用出发，较全面系统地阐述《安全人机工程学》的基本原理和方法，具有相当的实用价值。本人愿将该书推荐给广大有关院校、部门、科研机构的安全科技、教学和管理工作者阅读，以推动我国《安全人机工程学》的进一步开发和应用。

刘 潜*

1991年5月6日于北京

* 中国劳动保护科学技术学会常务理事，中国科协工程学会联合委员，高级工程师。

前 言

安全人机工程学是一门新兴的交叉学科，它是运用人机工程学的思想、方法、原理去解决人机结合面的安全问题的一门学科，是科学人机工程学的一个分支，是安全科学迅速发展的结果。

安全人机工程学的立足点置于安全上面，对劳动者在劳动过程中实行保护为目的。主要阐述人与机保持什么样的关系，才能保证人的安全、健康、乃至舒适愉快。同时提高劳动生产效率。着重从劳动者的生理、心理、生物力学诸方面研究机械化、自动化、电器化等生产过程中高生产效率的同时带来的伤亡病害等不利因素的作用和机理及预防与消除的方法等。

安全人机工程学与人机工程学的区别主要是：人机工程学是从设备即机的角度出发，着眼点放在提高工作效率上面，在人体机能允许的条件下，让人适应于机，研究如何提高工效。而安全人机工程学是从人的角度出发，着眼点放在保护人的安全健康上面，在充分发挥机的效率的条件下，研究如何保护人的安全健康，使生产达到安全化的要求。

安全人机工程学是随着安全科学的发展而迅速发展。日本称“安全人间工学”，目前，这门学科越来越受到重视，并且在劳动保护界及产业安全等各个领域开始得到应用。而

且，随着四化建设的发展，它必将发挥越来越重要的作用。

本书用通俗的语言，从实用出发，比较系统地介绍了安全人机工程学的基本理论和设计方法。所引用的图、表、数据都是从目前国外比较通用和国内现行的技术标准中选择的，具有实用价值，可供直接参考使用。

中南工业大学宋学义教授、中国劳动保护科学技术学会刘潜高级工程师对本书作了审阅，我校凌万璟副教授、周依萍副教授、陈克明副教授、包头稀土研究院刘鸿忠高级工程师为本书的编写工作给予了热情的帮助。我校张佐钊、廖可兵、刘爱群三位老师参加了部分编写及整理工作，在此一并表示衷心的感谢。

由于这门学科所涉及的知识面极为广泛，加之编著者的水平有限，因此书中难免有错误和不当之处，恳请批评指正。

编著者

1991年1月

目 录

第一章 概论	(1)
第一节 人机工程学.....	(1)
第二节 安全人机工程学.....	(3)
第三节 人、机、人机结合面.....	(6)
第四节 安全人机工程学的任务、主要内容 和研究范围.....	(9)
第五节 人机系统的类型与功能.....	(14)
第六节 安全人机工程学的发展简史.....	(17)
第七节 安全人机工程学的研究方法.....	(24)
第八节 安全人机工程学与其它学科的关系.....	(27)
第二章 人体的人机学参数	(32)
第一节 人的感知特征和反应时间.....	(32)
第二节 人体的测量参数.....	(52)
第三节 几种参数的测定.....	(86)
第四节 人体测量参数的处理、表达.....	(88)
第五节 人体测量资料的应用与实例.....	(91)
第三章 安全心理学	(102)
第一节 安全心理学的研究对象与任务.....	(104)
第二节 心理特性与安全.....	(107)
第三节 颜色的心理效应.....	(160)

第四节	声音对心理的作用	(172)
第四章	人体生物力学	(177)
第一节	人体生物力学的一般知识	(178)
第二节	人体活动(运动)范围	(184)
第三节	人体各部分的操纵力	(188)
第四节	人体动作的速率与准确度	(195)
第五节	单手、双手、用手习惯与手劲	(200)
第六节	肌力的应用	(205)
第七节	影响操纵控制器用力的其它因素	(208)
第五章	安全生理学	(214)
第一节	安全生理学特性	(214)
第二节	劳动环境的分类	(272)
第三节	体力劳动强度的测定及分级	(275)
第四节	改善劳动条件的措施	(279)
第六章	人机结合与工作设计的原理及伤亡事故	
	的分析	(284)
第一节	人机特性机能比较	(284)
第二节	人机的功能分配	(290)
第三节	人机匹配及人机结合面	(292)
第四节	人机系统的设计	(296)
第五节	人机系统的环境因素及环境设计	(320)
第六节	伤亡事故的构成因素	(321)
第七节	人的不安全动作的分析	(331)
第八节	事故与安全	(337)
第七章	人机系统资料的收集、分析与评价及其	
	安全人机工程学研究成果的表述	(341)

第一节	人机系统资料的收集	(343)
第二节	人机系统分析、评价与研究成果的 表述	(350)
第八章	安全人机工程学的实践与运用	(359)
第一节	作业空间布置	(362)
第二节	控制室的设计与布置	(366)
第三节	控制台的设计	(370)
第四节	座椅的设计	(378)
第五节	轧钢车间控制室和桥式吊车的安 全人机工程学	(386)
附录 I	安全标志	(397)
附录 II	阴阳历转换表	(400)
参考文献		(409)
后 记		(413)

第一章 概 论

第一节 人机工程学

人机工程学是一门新兴的交叉科学，它起源于欧洲，形成于美国，作为一门独立的学科仅有40余年的历史。

英国学者莫瑞尔于1949年首次提出Ergonomics这个词，该词是由“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”的含义就是“人出力正常化”或“人的工作规律”。也就是说，这门科学是研究人在生产和操作过程中合理地、适度地劳动和用力的规律问题。

这门科学在美国称为“Human Engineering”即“人类工程学”，西欧国家多称“Ergonomics”。日本和苏联都用西欧名称，日语称“人间工学”，俄语为“Эргономика”。其它国家都是沿用以上两种名称。在我国，这门科学尚处在初创阶段，由于理解不一，名称也不一致，其称呼大致有“人体工程学”、“人类工程学”、“工效学”、“机械设备利用学”、“宜人学”、“人机工程学”等。

什么叫人机工程学呢？其定义是众说不一，现择其部分加以介绍。

毕特生所下的定义为：人机工程学就是正确地使用人的

工程学。为使人的作业 人机系统能有效地工作，须对人操纵的装置的各个要素进行设计，因而其内容还包括作用于人的感官的信息显示方式，由人进行的复杂系统的控制方式等。麦克考米克所下的定义为：人机工程学，其广泛含义可说是为人类所使用的事物的工程学，其特定含义则是指相对于人的感觉、精神、身体和其它诸方面的属性，人类工作和工作环境之间的协调。美国人机学专家查里斯·C·伍德（Charles C. Wood）对人机学所下的定义为：设备设计必须适合人的各方面因素，以便在操作上付出最小代价而求得最高效率。W·B·伍德森（W. B. Woodson）则认为人机学研究的是人与机中相互关系的合理方案，亦即对人的知觉显示、操纵控制、人机系统的设计及其布置和作业系统的组合等进行有效的研究，其目的在于获得最高的效率和作业时感到安全、舒适。著名的美国人机学及应用心理学家 A·查帕尼斯（A. Chapanis）说“人机学是在作机械设计中，考虑如何使人获得操作简便而准确的一门学科”。

国际工效学会于1957年所下的定义为：阐述所有情况下人类的生理学、解剖学、心理学的各种特点、功能，以进行最适合于人类的机械装置的设计制造，工作场所布置的合理化，工作环境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，研究人和机器与环境的相互作用，研究工作中、生活中怎样统一考虑工作效率、人的健康、安全和舒适等问题的学科。

还有人认为：“人机学是在综合各门有关人的科学成果的基础上研究人的劳动活动的科学”。

国内一般学者认为：人机工程学是运用生理学、心理学

和其它有关学科知识，使机器和人相互适应，创造舒适和安全的环境条件，从而提高工效的一门科学。

本书作者认为：人机工程学是运用生理、心理、生物力学和其它有关学科的知识，使人和机协调，建立安全卫生的人机系统，在此系统中，人既可提高工作效率，又能保障安全健康的一门学科。

总之，这门学科是本世纪40年代后期发展起来的一门交叉学科，由于至今仍处于迅速发展之中，因而具有一切新学科共同的某些特点，其中包括学科名称多样化，学科边界模糊，学科内容综合性较强，学科定义不统一等。

综上所述，人机工程学的目的在于：

1. 设计机器和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、生物力学的；
2. 要使人操作简便、省力、快速而准确；
3. 要使人的工作环境舒适和卫生安全；
4. 最终目的是为了使人机系统协调提高工作效率。

第二节 安全人机工程学

安全人机工程学就是用人机工程学的思想、方法、原理去解决人机结合面的安全问题的一门学科。它是人机工程学的一个分支。

我们知道，劳动者在劳动过程中，是否安全，主要取决于：

1. 安全条件。生产环境中的机，即劳动者所处的劳动

环境是否具备安全条件，也就是设备是否安全。

2. 安全状态。劳动者的行为与劳动环境的配合上（人机结合面上）是否处于安全的状态。

3. 安全行为。劳动者的行为是否符合安全的要求。

人类社会中发展最快的是机械、电气、化工、交通运输等。随之，人类接触到的环境变化也很迅速。而进步最慢的是依据遗传法则产生和发展的人类。虽然，由于教育会使得人类智慧发展，知识和能力增长，人的精神面貌也会随之改变而进步，但是，人类的生理、生物力学特性等却没有多大变化（例如：形态特性——人身体尺寸、姿势、动作、肢体活动范围，肌肉力量大小、心血管、消化系统、神经系统以及接受信息和处理信息的判断能力）。相反，可能会忽略人类随文明进步而出现的退化现象。现代化生产中“机”向着高速化、精密化、复杂化方向发展，这对于操纵这些“机”的人的判断力、注意力和熟练程度提出更高的要求。例如，自动化生产线仅由仪表监测“机”的工作状况，这就大大降低了工人的劳动强度，但是却大大加重了仪表监测工人的视力、颈部及大脑注意力的活动。可是，与几十年前相比，人类几乎没有什么变化，即是说：“机”由手工劳动→半机械化→机械化→部分自动控制→全自动化生产作业，只要几十年，有的仅十几年，甚至数年便可完成，但是人的视力、颈部、大脑注意力的活动却无明显变化。这就使得人与“机”之间的不协调、不平衡加大了。其结果是：一方面“机”给人类的负担增加了，使人受到了很大的影响；另一方面是人影响和决定着“机”的性能。因此，所设计的“机”若是忽略了操作者的人类的身心特性、生物力学特征，则

“机”的功能既不可能充分发挥，而且还会诱发事故的发生。为了安全生产，就要把人与“机”结合起来考虑，要求对“机”的设计、制造、安装、运行管理等阶段均应充分考虑人的生理、心理及生物力学特性，把人—机作为一个整体、作为一个系统加以考虑，使“机”与人始终处在安全卫生、舒适（随着发展，将包括享受）、高效率的状态，这就出现了安全人机工程学。安全人机工程学是研究人与机的关系的一门科学，其立足点放在安全上面，对劳动者在劳动过程中实行保护为目的，主要阐述人与机保持什么样的关系，才能保证人的安全。也就是说，在保证生产效率的同时，如何保障人的安全健康与舒适愉快。主要是从劳动者的生理、心理、生物力学诸方面去研究机械化、自动化、电气化等生产过程中带来高生产效率的同时带来的劳动伤亡、病害等不利因素的作用和机理及预防与消除的方法，从而实现更安全、更卫生的劳动条件和劳动方式的愿望，确保劳动者能在安全健康、舒适愉快的环境中从事生产和科学实验活动。人类社会进步的重要标志，就是创造一个适合于人类生存的优美舒适的劳动和生活环境。即让人类生活、劳动在一个安全卫生和谐的社会环境中。所以把安全人机工程学从人机工程学中分解出来，自立“门户”，自成系统，这是现代科学技术发展的必然趋势，是文明生产的象征，也是安全科学的一个新的分支。至此，人机工程学分解为安全人机工程学和效率人机工程学，它们的区别为：安全人机工程学侧重于安全卫生，立足于人机结合面上，在最大限度地保障人们的安全健康与舒适的前提下，尽量提高工作效率；而效率人机工程学侧重于工作效率，立足于设备的效应，在最大限度地发挥

设备效应以提高工作效率的前提下，给劳动者创造安全卫生的劳动环境。二者之间的关系详见表 1-1。

**安全人机工程学与效率人
机工程学相邻学科关系表**

表1-1

马克思主义哲学		基础科学		技术科学		工程技术	
?	桥梁： 人天观	人 机 学	安 全 人 机 学	人 机 工 程 学	安全人 机 工 程 学	人 机 工 程	安全人 机 工 程
			效 率 人 机 学		效率人 机 工 程 学		效率人 机 工 程

第三节 人、机、人机结合面

在任何—个生产部门或人类生活场所，总是包括人和机两大部分。这两种性质截然不同的对象——人与机，存在着信息的输入、输出和处理上的本质差异。而人机结合面起着沟通人机间信息的作用，从而使他们各自发挥特长，提高系统的效率，保证系统的安全。因此，人机系统是一个有机的综合整体。如图1-1所示。

从这个人机关系示意图可知，环境条件也是机的一部分。

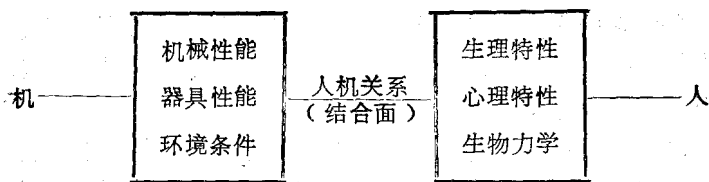


图1-1 人机关系示意图

那么究竟什么是人，什么是机呢？所谓人，是劳动的主体，人始终是有意识有目的地操纵机器和控制环境的。不管机械化和自动化的成就有多大，不管人使用的能源是多么新颖和充裕，也不管使用什么信息加工系统，不管过去、现在、还是将来人总是人和自然界间复杂的相互作用链条上决定的一环；人将永远是他所创造的且为他服务的任何系统的指挥者，主要由安全生理学、安全心理学、人体生物力学、解剖学、卫生学、人类逻辑学、社会学等科学去研究。所谓机，包括劳动工具、机器（设备）、劳动手段和环境条件。机是执行人的意志，服从于人，主要由工程技术科学、卫生工程和环境科学去研究。所谓人机结合面（Man machine interface），就是人和机在信息交换上和功能上接触的或互相影响的领域。在人机系统中，都要配合适当的显示设备，以适应于人体接受的形式显示出充要的信息，让人进行分析、判断和处理。同时，还应当配备适当的人对机进行控制和干预所必须的输入和操纵机构，使人和机相互作用。这些均属于人机结合面问题。当然，人机结合面不仅包括机构、设备等硬件，而且也包括传递信息所用的语言、报警器、信