

第一章 概 论

第一节 人机工程学

人机工程学 (Man-Machine Engineering) 是一门专门研究人体 (即人的身心) 与外界事物联系的交叉技术科学。该学科在其自身的发展过程中, 逐步打破各学科之间的界限, 并有机地融合各相关学科理论, 不断地完善自身的基本概念、基础理论、研究方法、技术标准和操作规范。它起源于欧洲, 形成于美国, 发展于日本, 作为一门独立学科的历史已有 50 余年。

英国学者莫瑞尔于 1949 年首次正式提出 Ergonomics 一词, 该词是由希腊词根 “ergon” (即工作、劳动) 和 “nomics” (即规律、规则) 复合而成, 其含义是 “人出力正常化” 或 “人的工作规律”。就是说, 这门学科是研究人在生产、生活和操作过程中合理地、适度地劳动和用力的规律问题。在 1950 年 2 月召开的学术会议上通过了使用 “Ergonomics” 这一术语。由于该词能够较全面反应本学科的本质, 又源于希腊文, 便于各国语言翻译上统一, 而且词义保持中立性, 不会对各组成学科亲密或间疏, 因此目前较多的国家采用 “Ergonomics” 一词作为该学科名称。该学科诞生之前, 如同其他学科一样经历了一个漫长的酝酿和发展历程。

由于该学科研究和应用范围极其广泛, 它所涉及的各学科、各领域的专家、学者都试图从各自研究领域的角度和解决问题的着眼点来给本学科命名。这门学科的名称在美国被称为 “Human Engineering”, 即 (人类工程学) 或 “Human Factors Engineering” (人的因素工程学), 西欧国家多用 “Ergonomics”, 日本和俄罗斯都用西欧名称, 日语为: “人间工学”, 俄语为 “Эргономика”, 其他国家大都是沿用英、美两种名称。在我国, 也由于看问题的角度和着眼点不同而采用的名称不同, 其称呼大致有 “人体工程学”、“人因工程学”、“人类工程学”、“工效学”、“宜人学”、“人机工程学”等。

一、人机工程学的定义

人机工程学是 20 世纪中期发展起来的交叉科学, 它广泛运用人体测量学、生理学、卫生学、医学、心理学、系统科学、社会学、管理学及技术科学和工程技术等学科的理论 and 知识, 主要研究人、机和人机结合面之间的关系, 通过恰当的设计, 使人机系统能高效率和安全地工作。这门学科目前在国内外尚无统一的定义, 而且随着学科的发展, 其定义也在不断地发生变化, 现择其部分加以介绍。毕特生定义为: 人机工程学就是正确地使用人的工程学。麦克考米克定义为: 人机工程学, 其广泛含义可说是人类在运用事物过程中的工程学, 其特定含义则是指相对于人的感觉、精神、机体和其他诸方面的属性, 人类与工作方式、工作内容和工作环境之间的协调。人机学专家查里斯·C·伍德 (Charles C·Wood) 定义为: 设备设计必须适合人的各方面的因素, 以便在操作上付出最小代价而求得

最高效率。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科学”。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, 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工作效率和作业时感到安全和舒适。不难看出, 不同领域的人机学者常常是按各自看问题的角度和着眼点对人机工程学或人机学下定义。

国际工效学会 (International Ergonomics Association, 简称 IEA) 对人机工程学所下的定义为: 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, 研究人和机器及环境的相互作用, 研究人在工作、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科学。

国内学者一般认为: 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。

结合国内外本学科发展的具体情况, 我国 1979 年出版的《辞海》对人机工程学给出了如下定义, 即人机工程学是一门新兴的边缘学科, 它是运用人体测量学、生理学、心理学和生物力学以及工程学等学科的研究方法和手段, 综合地进行人体结构、功能、心理以及力学等问题研究的学科。用以设计使操作者能发挥最大效能的机械、仪器和控制装置, 并研究控制台上各个仪表的最佳位置。

总之, 由于这门学科至今仍处于迅速发展之中, 因而仍具有新兴学科的某些共同特点, 其中研究层次尚限于技术科学和工程技术 (即人机工程学、人机工程) 两个层次, 而基础科学 (即人机学) 层次尚缺, 学科名称多样、学科边界模糊、学科内容综合性强、学科定义尚不统一等。尽管如此, 本学科在研究对象、研究方法、理论体系等方面并不存在根本上的差异, 这正是人机工程学能作为一门独立学科存在的缘由。

二、人机工程学研究的目的、内容和方法

1. 人机工程学的研究目的

人机工程学的研究目的如下:

(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) 要使人操作简便、省力、快速而准确;

(3) 要使人工作条件和工作环境安全卫生和舒适;

(4) 最终目的是为了使人机系统协调, 保障安全健康和提高工作效率。

2. 人机工程学的研究内容

人机工程学的研究内容如下:

(1) 人的因素方面, 主要包括人体生理、心理、人体测量及生物力学;

(2) 机的因素方面, 主要包括显示器和控制器等物的设计;

(3) 环境因素方面, 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) 人机系统的综合研究: 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。

此处应该指出：在中文中人机工程学与工效学在概念上存在着差别，即在人机工程学基础理论上不能使用人一机一环的概念，而只能用人—机（即物）及其所产生的人与人、物与物和人与物关系的表现形式以及其内在联系（即人机系统）的泛指概念来解释。在解决具体问题时，把人和机都狭义化，才出现“环”的概念。

3. 人机工程学的研究方法

人机工程学的研究方法除本学科建立的独特方法外，还广泛采用了人体科学和生物科学等相关学科的研究方法和手段，也运用系统、控制、信息、统计与概率等其他学科的一些研究方法。这些方法包括：人体结构尺寸、功能尺寸的测量；人在活动中的行为特征；对人的活动时间和动作分析；人在作业前后及作业中的心理状态和各种生理指标的动态变化；分析人的活动可靠性、差错率、意外伤害原因等；运用电子计算机模拟或仿真人的作业过程实验；运用统计学的方法找出各变数之间的相互关系等。

1) 研究方法的基本原则：

人机工程学在研究中应遵循客观性和系统性原则：

(1) 客观性原则。所谓客观性原则，是指在研究工作中坚持严肃认真、实事求是的科学态度，要根据客观事物的本来面目去反映其固有的本质和规律性。开始时，要根据科研或实际需要，并遵循客观条件选择合适的研究课题；在研究过程中，要全面、客观、真实地反应研究对象和主客观实际情况；在分析研究结果时，要从现实出发，做出符合实际的结论。

(2) 系统性原则。所谓系统性原则，就是要将研究对象放在系统中进行认识和研究。人机系统中的人、机、人机结合面之间存在着相互制约、影响、渗透的有机联系，而不是要素之间的简单迭加关系。而且人、机、人机结合面各自的组成成员，又构成各自的系统。不仅各子系统之间存在着物质、能量、信息的交换，而且人机系统作为一个整体，它还置身于整个社会的大系统中因此，对人机系统的研究，必须从系统的整体出发去分析各子系统的性能及其相互关系，同时寻求社会性因素对系统中各要素及其相互关系的制约，以便寻求各要素之间的最合理的匹配，以取得最佳的效果。

2) 研究方法：

(1) 实测法：

人体尺寸实测法。借助机械设备对人体进行实测的方法，是最常见的方法之一。如为了解决操作安全和工作效率进行设计时，需要确定手臂活动范围。某厂选择 18~65 岁的男工 226 人，女工 204 人，按年龄分成五类：18~25 岁为一类（发育成熟的），41~65 岁为一类（开始衰老的），其余几类分别是 26~30 岁、31~35 岁、36~40 岁的年龄段，然后借助测量仪器分别对他们的手臂活动范围及人体体形特征进行实测，所得结果作为机器和装置设计以及操作空间布局的依据。

心理实测法。是以心理学中个体差异理论为基础，对被试个体在某种心理测验中的结果与常模（常模是某个标准化的样本在测验时的平均得分，用以解释个体测验结果时参照的标准）进行比较，用以分析被试者心理素质的一种方法。此方法广泛运用于人员心理素质测试、人员选拔和培训等方面。按测验内容可分为能力测验、智力测验及个性心理特性测试。

(2) 实验法。当实测法受到限制时，可采用实验的方法。实验法是在实验室内在人为

控制条件下进行的，以引起研究对象相应变化来做出因果推论和变化预测的一种方法。如，为了得到某种按钮开关的按压力、手感和舒适感等人体要求的数据，一般在作业现场进行短时间的测试即可，而色彩环境对人的生理、心理和工效的影响，则要对各种色彩环境下工作人员的不同反应持续进行一段时间的观测，才能得到比较真实的结果，这就要运用实验法。实验中存在自变量、因变量和干扰量三种。自变量是研究者能够控制的变量，也是引起因变量变化的原因。自变量因研究内容、目的不同（如光照、声音、色彩、显示器的类型、控制器的位置及作业的姿势等），而有不同的变化。因变量应能稳定、精确地反映自变量引起的效应，具有可操作性，并能充分代表研究的对象性质。干扰变量是由于个体差异和外界因素等引起的，如被试者在实验中随时间推移而产生身心变化或外界条件的干扰以及实验系数误差等。

(3) 分析法。一般在实测法、实验法的基础上进行，如对人在操作机械时的动作分析（动态分析），用轨迹摄影及高速录像技术，将人在操作过程中所完成的每个连续动作逐一记录下来，然后进行分析研究，以便排除其中无效或危险的动作，减少人的重心移动，纠正不良姿势，从而有效地减轻人的劳动强度，提高劳动生产率和确保劳动者的安全健康，特别是对一种动作在一个作业班次内要重复成千上万次时，利用分析法，哪怕只去掉或改进一个动作，都会对劳动效率和保障安全起着重要作用。

瞬间操作分析。生产过程一般都是连续的，因此人、机之间的信息传递也是连续的。但要分析这种连续传递的信息是很困难的，因而只能使用间歇性的分析测定法，即用统计方法中的随机取样法（Random Sampling），对操作与机器之间在每一间隔时刻的信息进行测定（这时要注意操作者接受信息即输入与发出的动作即输出的区别）。测定完后，再用统计推理的方法加以整理，从而得到改善人机系统的有利资料。

知觉与运动信息分析。一般说来，由外界传给人的信息，首先由感知器官传到神经中枢经大脑处理后，产生反应信号再传递给肢体去对机械进行操作，被操作后的机械状况又将信息送回给人，成为一种反馈系统。知觉与运动的信息分析法，就是对此反馈系统进行测定和分析，并用信息理论去阐明信息传递的数量关系。

连续操作的负荷分析。这种方法是采用计算机技术来分析操作人员连续操作的情况。用这种方法时一般要规定操作所必须的最小间隔时间，以推算操作人员工作的负荷情况。

频率分析。这是对人机系统中的装置、设备等机械（即物质）系统被使用的频率进行测定和分析，其结果可作为调整工作人员负荷的参考数据。

设备相互关联性分析。这是对机械的使用方法及机械状态的变化等进行观测和分析的方法。如观测同时操作数台机器的操作者，他从这台机器转到另一台机器时，眼的移动次数与操作频率，再通过分析，获得机械和控制装置的适当比例关系。

(4) 调查研究法。目前，人机工程学专家还采用各种调查研究法来抽样分析操作者或使用或享受者（如游艺机的享受者）的意见和建议，这种方法中包括简单的访问、专门调查，直至非常精细的评分、生理和心理学分析判断以及间接意见与建议分析等。

(5) 计算机仿真法。由于人机系统中的操作者是具有主观意志的有机生命体，用传统的物理模拟和模型方法，往往不能完全反映系统中生命体的特征，其结果与实际相差较大。另外，随着现代人机系统越来越复杂，若采用物理模拟和模型方法研究复杂的人机关系，不仅成本高、周期长，而且模型装置一经定型，就很难修改和变动。为此，一些更为理想而

有效的方法逐渐被研制成功并得以推广，其中计算机数值仿真法已成为人机工程学的一种现代研究方法。

数值仿真是在计算机上利用系统的数学模型，进行仿真性实验研究。研究者可以对尚处于设计阶段的未来系统进行仿真，并就系统中的人、机等要素的功能特性及其相互间的协调性进行分析，从而预知所设计产品的性能，并进行改进设计。由此可见，应用数值仿真研究，能大大缩短设计周期，并降低成本。

(6) 图示模拟和模型试验法。图示模拟和模型试验法是运用图形对系统进行描述，直观地反映各要素之间的关系，从而揭示系统本质及其内在联系的一种方法。由于机器系统一般比较复杂，因而在进行人机系统研究时常采用图示模拟的方法。模拟方法包括各种技术和装置的模拟，如操作训练模拟器、机械的模型及各种人体模型等。通过这类模拟方法可以对某些操作系统进行逼真的试验，可以得到实验室研究外的更符合实际的数据。

图 1-1 为应用图示模拟和模型试验法研究人机系统特性的典型实例。因为图示模拟器或模型通常比它所模拟的真实系统的价格便宜得多，又可以进行符合实际的研究，所以应用较多。

(7) 感觉评价法。是运用人体主观感受对系统的性质、质量、特征等进行判断和评价的一种方法。在人机工程学的研究中，常常要对各种物理量、化学量进行测量，如：三维空间的长度、高度、宽度、速度，温度、湿度、采光、照明，色彩、声音、味道，适用性、操作性、满意度，爱好、情绪、情感、感觉、感受等，对人的主观感觉均会产生不同的差异，在实际的人机系统中，直接决定操作者行为反应的是他对客观刺激产生的主观感觉。因此，对人有直接关系的设计，测量人的主观感觉量是非常重要的。感觉评价对象可分为两类：一类是对产品或系统的特定性质与质量进行评价；另一类是对产品或系统的整体进行综合评价。现在前者可借助于仪器进行评价；后者只能由人来评价。

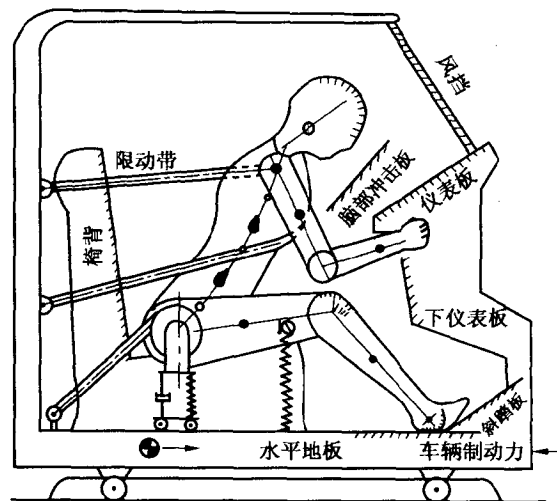


图 1-1 研究车辆碰撞的人机系统的模拟与模型

4. 人机工程学的应用领域

人机工程学作为技术科学层次上的基础性学科，其应用领域极为广泛，除了按应用方向可以区分工效人机工程学和安全人机工程学外，把与人有直接关系的应用领域分类概述如下：

1) 机具类：

(1) 机械。机器、运输机械：汽车、火车、电车、轮船、飞机、宇宙飞船、卫星、摩托车、自行车；起重机械：行车、吊车、电梯、扶梯、平面梯；农用机械：犁田机、插秧机、收割机、推土机、铲土机；电器机械：家用电器、日用电器、健身器械、医疗器械、仪器仪表；其他计算机、售货机、检票机、取款机等。

(2) 器具。用具、工具、办公用品、家具、清扫工具、厨房用具、防护用具、玩具、文具；电话机、电传机、指示标志、安全标志、广告、媒体、书刊等。

(3) 设备与设施。工厂、学校、医院、机关、机场、车站、码头；城市设施、道路设施、住宅设施、旅游与休闲设施、体育设施、消防设施、国防军事设施、监控设施、宇航设施、核电设施等。

(4) 被服。被褥、服装、工作服、鞋、工作靴、帽、太阳帽、安全帽等。

2) 作业类：

作业条件及方法：生产作业、检查作业、监控作业、监督作业、维修作业、技能作业、体力作业、智力作业、危险作业、服务作业、女工作业以及学习、训练、运动等活动。

3) 环境类：工厂、车间、控制室、操纵室、驾驶室、检验室、办公室、住宅、学校、医院、商店、场馆及公共场所等场地的空间与环境因素。如：采光照度，颜色与声响、微气候及空气中的粉尘、有害气体、各类幅射等污染物；化学环境因素，一氧化碳、二氧化碳、氯气，汞蒸气、铅蒸气、甲苯、醚类、醛类、醇类等有害气体。

4) 人体本身的主要研究领域：包括人体信息处理系统（信息处理能力的界限、信息处理能力的变化）、脑电波与大脑意识水平、疲劳与恢复、人体节律特征及人的心理与生理在活动过程中的变化等。

三、人机工程学的发展简史

1. 人机工程学的产生与发展

自人类社会形成以来，人类在求生存、求发展的搏斗中，开始创造各种各样的简单器具。人类利用这些器具进行狩猎、耕种。从而有了人与器具的关系——原始人机关系。在古老的人类社会中尽管没有系统的人机工程学的研究方法，但人类通过实践的启发所创造的各种简单工具，以其形状的发展变化来看，是符合人机学原理的。例如：旧石器时代的石刀、石枪、石斧、骨针等工具大部分呈直线形状，有利于使用；到新石器时代，人类所用的锄头及石磨等的形状，就更适合人的使用。人类用这些工具进行笨重的体力劳动时，客观上存在保护自己和提高劳动效率两方面需要解决的问题。随着人类社会的发展，人类所创造的工具更是大大向前发展，这些工具由于人的使用经验、体会促使人机关系由简单到复杂，由低级到高级，由自发到自觉，逐渐科学化。但这个时期的人机关系及其发展只是建立在人类不断积累的经验 and 自发的基础上，因此称为经验人机关系或称自发人机关系。

人类在历史的长河中，通过劳动改造自然，同时改造人类本身，不断地提高文明程度和改造客观环境的能力。产业革命以后，随着科学技术的迅速发展，人们所从事的劳动在复杂程度和载荷量上均起了很大变化，人们更注意从多方面研究来提高劳动效率。世界上一些工业发达国家就在客观需要的条件下，提出了“操作方法”课题，如进行过“铁锹作业试验研究”、“砌砖作业试验”及“肌肉疲劳试验”等，以便于耗费最少的体力，获得较多的效益。由于当时机器和设备主要还是依靠人来直接操作、调整和维修，人们为寻求更好更简便的手工操纵方法，进行了大量的研究，如工作分解、过程表解、动作分解、流程图解、瞬间操作分析、知觉与运动信息分析等，同时也提出了许许多多的行之有效的节省动作的原则。其目的是如何耗费最少的体力来换取最大的劳动成果，随着机器的不断改进，

人与机器的关系越来越复杂，机器要求操作者接受大量的信息和进行迅速而准确的操纵。特别是第二次世界大战期间，复杂的武器系统要求人们在特殊条件下进行高效率的搜索、控制工作。例如，飞机的飞行，由于座舱及仪表位置设计不当，造成驾驶员误读仪表盘和误用操纵器而发生意外失事，或战斗时操作不灵敏、命中率降低等事故经常发生。究其原因，大约有二：一是这些仪器本身的设计没有充分考虑人的生理、心理和生物力学特性，致使仪器的设计和配置不能满足人的要求；二是操作人员缺乏训练，不能适应复杂机器系统的操作要求。这些教训，引起了决策者和设计者的高度重视，他们深深感到“人的因素”在设计中是不可忽视的一个重要条件，同时还认识到要设计好一个先进的设备，达到高效率的目的，仅有工程技术知识是不够的，还必须有其他学科方面知识的配合。在这种情况下，人机结合的一门新兴学科——人机工程学应运而生，但这时的人机工程学研究的角度和着眼点主要是侧重于工作效率。

综上所述可以看出，从原始人机关系——经验人机关系——人机工程学的历史进程，这门学科是随社会的进步而前进；随着科学技术的发展而不断完善，现在已经进入工业经济向知识经济过渡的时期，随着机械化、自动化、电子化的高度发展，人的因素在生产中增效和人身免受危害的作用越来越大，人机协调问题也越显得重要，人们对劳动条件的要求越来越高，促进了人机工程学的迅速发展。当今，人机工程学的应用研究分解成为互为条件各有目标的安全人机工程学与工效人机工程学两大应用学科分支，并沿着各自的学科特征向前发展。

2. 人机工程学在世界各国的发展概况

人机工程学（在该节中简称“人机学”）在美国、俄罗斯、日本、英国以及西欧各国都得到了广泛的应用。目前工业发达国家都建立和发展了这门学科。下面着重介绍英国、德国、美国的情况：

(1) 英国是欧洲研究人机工程学最早的国家，1950年成立了英国人机学研究学会（Ergonomics Research Society），该学会1957年发行了会刊《Ergonomics》，此刊编辑由英国剑桥大学人机心理研究所（Psychological Laboratory）的A. T. Wetford担任，参加编辑委员会的还有法国、德国、荷兰、瑞士和瑞典等国家的代表。现在《Ergonomics》已成为国际性刊物。

英国劳勃路技术学院（Loughborong College of Techology）开设了世界上最早的人机学课程，而且对社会进行教育和担负咨询、科研任务。在英国，人机学已应用到国民经济的各个部门。

(2) 德国在20世纪40年代后就很重视人机学方面的研究。在1953年设立了人机学会（Gesellschaft Far Arbeitsuissenschabt）会长是马克思—普朗克工程学院（Max—Plank Institute far Arbert Sphysiologie）的米勒（E. A. Muller）教授担任。马克思—普朗克人机学研究所基础理论方面所取得的成果是世界闻名的，人机学在工业设计中也得广泛的应用。

(3) 美国是人机学最发达的国家，1957年成立了美国人因协会（Human Factors Society）。该协会除发行会刊外，还有不少专刊和其他方面的书刊。美国是世界上人机学书刊最多的国家之一。E·J·麦考密克（E. J. McCormick）教授1957年发表的著作《人类工程学》（Human Engineering）成为美国各大学广泛采用的教材。美国的人机研究机构大部

分设在大学里，如哈佛大学、麻省理工学院、普林斯顿大学、约翰霍普金斯大学、密兹根大学、普度大学、俄亥俄州立大学等院校。另一部分设在海、陆、空的军队系统中，其服务对象主要是国防工业，其次才是其他产业部门。

(4) 俄罗斯的人机学研究有如下特点：人机学的研究偏重于心理学方面，原苏联与原经互会成员国协作进行研究，大力开展人机学标准化方面的工作。在 20 世纪 60 年代以前，人机学与工程心理学没分家，60 年代初才分成两门学科。其人机学标准化工作发展很快，由国家标准局批准的评定工业产品质量水平方法中有专门的人机学评定一节。人机学标准已列入“技术水平与产品质量卡”。现在人机学已有二十多项标准得到了国家批准。

(5) 日本在 20 世纪 60 年代前后，大力引进欧美各国在人机学方面的基础理论和实践经验，从照抄照搬逐步改造成自己的“人间工学”体系。日本“人间工学会”英文名称为“Japan Ergonomics Research Society”。广泛用于工交建设中，日本生产的照相机、汽车、电器产品、机械设备、日用产品都充分运用了人机原理，使这些产品更优化，因而占领了国际市场。不少大学也开设这门课程，出版了不少“人间工学”与“安全人间工学”专著。

(6) 法国在 1963 年成立了法兰西人机学协会 (Société Ergonomique De langue Française)。

(7) 荷兰 1962 年成立人机学协会 (Nederlandse Vereniging Voor Ergonomie) 由荷兰工业大学傍雅 (Bonjer) 教授任会长。

除了上述国家外，瑞典、瑞士、丹麦、芬兰等国家在 20 世纪 60 年代初也相继成立了人机学协会和专门从事人机学方面研究和教育工作的研究机关。

虽然世界各国对本学科研究侧重点有所不同，但从各国的发展过程，可以看出对本学科的研究内容却有如下的一般规律：工业化程度不高的国家往往是从人体测量、作业强度、疲劳因素等方面着手研究，随着这些问题的解决，才转到感官知觉、作业姿势、运动范围等方面的研究，然后，再进一步转到操纵器、显示器的研究与设计、人机系统控制等方面的研究，最后进入本学科的理论前沿领域，如人机关系、人与生态、人体特性、模型仿真、人的心理包融，直至团体行为等方面的研究。

1960 年正式成立了国际人机学协会，1961 年在瑞士的斯德哥尔摩举行了第一次国际人机学专家代表会。以后，大约每隔三年召开一次国际会议。1980 年在南斯拉夫尼什尔研究所召开的国际职业安全情报工作会议上，有不少国家介绍了他们研究人机工程学的情况及其在安全工程领域中运用的成果。1988 年在中国北京举行了第十次国际人机工程学会会议。

在我国，人机工程学作为一门独立的学科进行研究是新中国成立之后，当时杭州大学和中科院心理研究所开展职工择业培训、技术革新、安全事故分析、操作方便省力等劳动心理学问题研究。在 20 世纪 60 年代初从心理学领域转向人机关系研究，如信号显示、仪表表盘设计、船舶水道的航标灯标志、飞机坐舱仪表显示等研究，取得了可喜成果。“文化大革命”期间这项研究工作处于停顿状态。“文革”结束后，我国进入现代化建设的新时期，工业心理学方面的研究获得很快的发展，随着改革开放，人机工程学也以前所未有的速度向前发展。在工作上原国家标准局于 1980 年 5 月成立了中国人类工效学标准化技术委员会，同年 9 月召开第二次会议，为研究制定有关标准化工作的方针、规划等开展准备工作。军工系统还成立了军用标准化技术委员会，机械工业系统亦于 1980 年成立了工效学学会，

还有些城市成立了相应组织。至此我国已制定了 100 多个有关民用和军用的基础和专业的技术标准。这些研究工作对我国人机工程学的发展起着有力的推动作用。1989 年 6 月 29 日在上海成立了中国人类工效学学会，同年 11 月在武汉成立了中国人类工效学学会安全与环境工效学专业委员会；1990 年 3 月在南京成立了中国人类工效学学会管理工效学专业委员会；同年 7 月在哈尔滨成立了中国人类工效学学会人机工程专业委员会。中国人类工效学学会自成立以来，积极地开展工作，发展学会的组织机构，编印了《中国人类工效学学会简讯》，介绍本学会、兄弟学会、国际学术动态和出版信息等方面的最新情况，已由三联事故研究所主编出版《中国人类工效学学报》。中国人类工效学学会已与国际人类工效学协会（International Ergonomics Association，简称 IEA）取得了联系。1995 年在衡阳召开了第四届工效学年会，举行了换届选举。另外，中国心理学会、中国航空学会、中国系统工程学会、中国机械工程学会等均在自己的学会中成立了有关人机工程的专业委员会。这些学术团体和学术活动强有力地推动着我国人机工程学向前发展。目前我国已有几十所高等学校和科研机构开设了“人机工程学”或“安全人机工程学”课程，并在应用方面进行研究和人才培养工作，人机工程学的工作者队伍得到迅速壮大。但应该指出，在学科基础理论，特别是在科学技术体系方面的发展差距相当明显。

总之，人机工程学这门学科在我国虽然起步较晚，因它在提高工效和保障人的安全方面，随着科学技术的发展越来越显重要，发展很快，形势很好。其特点是很多大学、研究机关、军工部门和厂矿企业的不同学科、专业的学者都在从不同的角度和着眼点致力于这方面的研究和运用，所以，形成具有我国特色的“人机学”体系，将不是久远的事了。

第二节 安全人机工程学

一、安全人机工程学的定义

安全人机工程学（本书采用的英文名称：Safety Ergonomics）是从安全的角度和着眼点研究人与机的关系的一门学科，其立足点放在安全上面，以活动过程中的人实行保护为目的，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，在实现一定的生产效率的同时，如何最大限度地保障人的安全健康与舒适愉快。这主要是从活动者的生理、心理、生物力学的需要与可能等诸因素，去着重研究人从事生产或其他活动过程中在实现一定活动效率的同时最大限度地免受外界因素的作用机理，为预防与消除危害的标准与方法提供科学依据，从而达到实现安全卫生的目的，确保人类能在安全健康、舒适愉快的条件与环境中从事各项活动。

人类社会进步的重要标志，就是创造一个适合人类生存与发展的优美舒适的劳动条件和生活、生存环境。即让人类劳动、生活、生存在一个安全卫生和谐的社会之中。所以从安全的角度和着眼点，即以人的活动效率为条件和以人的身心安全为目标，将安全人机工程学从人机工程学中分解出来，并作为安全工程学的一个重要分支学科而自成体系，这是现代科学技术发展的必然趋势，是文明生产、生活、生存的象征。

安全人机工程学，可以定义为：安全人机工程学是从安全的角度和着眼点，运用人机工程学的原理和方法去解决人机结合面的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的一个重要分支学科。

二、安全人机工程学研究的科学对象

在任何一个人类活动场所，总是包括人和机（此处的机是广义的，即物）两大部分。这两种性质截然不同的要素——人与机，彼此之间存在着物质、能量和信息不停交换（即输入、输出）和处理上的本质差异。而人机结合面起着人机间沟通的作用，各自发挥功能，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整体。如图 1-2 所示，这个整体包括人、机、人机结合面。

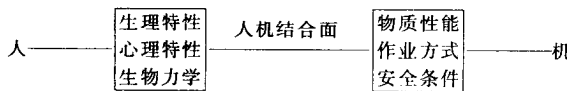


图 1-2 人机关系示意图

这里所谓的人（Man）是指活动的人体，即安全主体，人应该始终是有意识有目的地操纵物（机器、物质）和控制环境的，同时又接受其反作用。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传递系统，不管过去、现在，还是将来，人总该是人与复杂的外界之间相互作用链条上起决定作用的一环；人也应该是他所创造的并为他自己服务的任何系统的安全主导；其自身依靠的科学基础都需要借用生理学、心理学、人体生物力学、解剖学、卫生学、人类逻辑学、社会学等人体科学的研究成果。

这里所谓的机（Machine），是广义的，它包括劳动工具、机器（设备）、劳动手段和环境条件、原材料、工艺流程等所有与人相关的物质因素。机应是执行人的安全意志，服从于人，其基础需要由安全设备工程学的的安全机电工程学、卫生设备工程和环境工程学等学科去研究。

所谓人机结合面（Man machinjmiferface），就是人和机在信息交换和功能上接触或互相影响的领域（或称“界面”）。此处所说人机结合面、信息交换、功能接触或互相影响，不仅指人与机器的硬接触（即一般意义上的人机界面或人机接口），而且包括人与机的软接触，此结合面不仅包括点、线、面的直接接触，甚至还包括远距离的信息传递与控制的作用空间。人机结合面是人机系统中的中心环节，主要由安全工程学的分支学科即安全人机工程学去研究和提出解决的依据，并通过安全设备工程学、安全管理工程学以及安全系统工程去研究具体的解决方法、手段、措施。

由以上分析可以看出，安全人机工程学主要是从安全的角度和以人机工程学中的安全为着眼点进行研究的，其研究对象是人、机和人机结合面三个安全因素。其目的：研究以保证工作（包括各种活动）效率为必要条件和以追求实现人的安全（含健康，下同）为目标，研究实现这一要求所需要的人机学理论、方法、手段和采取安全设备工程或其他工程措施的依据。

三、安全人机工程学研究的内容

安全人机工程学研究的内容，除了人机工程学所研究的内容外，还研究安全人机工程的学科体系、人机结合面的安全标准依据、人机系统的安全设计等问题。

四、安全人机工程学的研究方法

其基础研究的方法与人机工程学的研究方法基本相同，但是研究问题的角度和着眼点与工效（工作、活动效率）人机工程学相对成为同一研究领域的两个不同的研究侧面，即不同侧重点。安全人机工程学是从适合人的角度和着眼点侧重于研究人机结合面。

五、安全人机工程学的研究目的

人的活动效率和人的安全是同一事物运动变化过程中两个不同侧面的要求，人们的共同心愿是既要求活动时必有收获，而且力求耗费最少的能量，获取最大的成果，同时又要求在安全、舒适、健康（健康应包括躯体与精神两个方面的内容及其综合）、愉快的环境下进行生产劳动或其他活动。

人类原始时期人的体力是唯一的动力，后来以风力、水力、牲畜作动力，发展到利用热能、机械能、电能、光能、化学能、核能、太阳能、生物能等作动力。现代机器有的起着动力的作用，有的担负着一系列过去只有人才能完成的工作，如复杂的运算、自动控制、逻辑推理和图像识别、信息储存、故障诊断等等。它把人从简单的劳动中解放出来，去执行更多更复杂的任务。

尽管人类采用了种种新的、高效能的机器或设备，但如果它的结构不适应人的生理和心理特征及人体生物力学要求时，则既不能保证安全，也得不到应有的效益。

可见，机的效能不但取决于它本身的有效系数、生产率和可靠性等，而且还取决于是否适应人的操作要求。而适应人的操作要求，又要取决于机的信息传递方式和操纵装置的布局等。因此，通过信息显示器、操纵器和控制装置把人和机连接成一个系统、一个整体，它们都是人机系统中不可缺少的环节，是人与机联通的桥梁。

在任何一个人类活动的场所，总是包含着人和机以及围绕着人和机器的关系及其环境条件，是一个综合体。

安全人机工程学的主要研究目的是：对上述综合体建立合理的方案，更好地在人机之间合理地分配功能，使人和机有机结合，有效地发挥人的作用，最大限度地为人提供安全卫生和舒适的环境，达到保障人的健康、舒适、愉快地活动的目的，同时提高活动效率。

第三节 安全人机工程学与相关学科的关系

安全人机工程学作为安全工程学的重要分支学科和人机工程学的一个应用学科，其性质是一个跨门类、多学科的交叉科学，它处于许多学科和专业技术的接合部位上，除了是安全工程学学科的组成部分外，还与人体的生理学、心理学、生物力学、解剖学、测量学、管理学、色彩学、信息论、控制论、系统论、耗散结构理论、协同论、突变论以及科学学等学科都有密切关系。因此，它属于自然科学与社会科学共同研究的综合课题。

一、与工效人机工程学的关系

人机工程学作为技术科学层次的理论学科，被分解为安全人机工程学和工效人机工程

学两个不同方向上的应用学科。它们的区别是：安全人机工程学是从安全的角度和以人机工程学中的安全为着眼点，侧重于人体的安全卫生，立足于人机结合面，在最大限度保障人的安全健康与舒适愉快（即要求机适合人）的前提下，保证工作效率；而工效人机工程学则是从工作效率的角度和着眼点侧重于用人保证机的作用，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，保证活动者必要的安全卫生条件和活动环境。所以，二者均属人机工程学不同方向上的应用学科。

二、与安全心理学的关系

安全心理学是心理学的应用学科之一，是安全人机工程学的主要理论基础之一。它所研究的对象是人机系统中人的精神作用这一环节，重点研究人在活动过程中的生理心理和社会心理活动，研究由此引起人在信息的接受、储存、加工、传递、处理等方面对实现安全的影响，以及在此基础上的决策和执行决定等问题。安全人机工程学则是在综合各门学科知识的基础上全面考虑“人的因素”，从而对人机系统的安全设计、使用、监督、分析、评定和提供全面的宜人依据。因此，安全心理学研究的所有内容，均对安全人机工程学产生影响，因此，从一定意义上说，安全人机工程学是安全心理学的延伸和扩展，两者有着不可分割的联系。

三、与人体测量学及生物力学的关系

人体测量学是根据人体静态和动态尺寸（如人体身高，上下肢的长度，坐姿时肢体运动的角度和尺寸等）的测量资料，为人机系统的设备设计和工作空间布置提供科学依据，同样是安全人机系统设计的科学依据之一。

人体生物力学是侧重研究人体这个生物系统运动规律的学科。它研究人体各部分的力量、活动范围和速度，人体组织对不同力量的阻力，人体各部分的重量、重心变化以及做动作时的惯性等问题；对人体的作用，保持在人的承受范围之内即不超出安全阈值，同时尽量避免做无用功，使人能有效地做功，提高劳动效率，减少疲劳，保障人类活动的安全。如对使用操纵机构时用力大小、动作轨迹、动作平稳程度以及人体各部分运动的方向等进行研究；对确定结构上允许用力程度进行研究，从而决定对操纵结构的类型等方面的要求，给人机系统的安全带来必要的保证。

四、与安全工程学的关系

1985年5月中国劳动保护科学技术学会召开全国劳动保护科学体系第二次学术讨论会（简称青岛会议，下同），会上发表两篇论文，首次提出并论证了安全科学学科理论、安全科学技术体系结构和安全人机工程学学科属性及其与安全工程学的关系（见表1-1和图1-3）。

从表1-1和图1-3可以看出：安全工程学体系主要由以下四部分组成：安全管理工程学；安全设备工程学；安全人机工程学；安全系统工程学。若将安全工程学视为一个系统，则上述四部分便可分别看作四个子系统。它们之间的相互关系是：安全人机工程学（代表安全人体工程学）是实现安全工程学的科学依据和最活跃的人的作用因素；安全设备工程学是实现安全工程学的物质条件；安全管理工程学（代表安全社会工程学及其安

表 1-1 安全科学技术体系结构设想表

哲学	基础科学		技术科学			工程技术	
马克思主义哲学 (桥梁：安全观)	安全科学 (安全学)	安全设备学 (自然科学类)	工程 安全 设备 学	安全设备工程学	安全 工程	安全设备工程	
				卫生设备工程学		卫生设备工程	
		安全管理学 (社会科学类)	安全管理工程学			安全管理工程	
		安全系统学 (系统科学类)	工程 安全 系统 学	安全信息论 安全运筹学 安全控制论	安全系统工程		
	安全人机学 (人体科学类)	工程 安全 系统 学	安全人机工程学 安全生理学 安全心理学	安全人机工程			

注：此表引自中国地质大学出版社 1992年 10 月出版，刘潜等著的《从劳动保护工作到安全科学》书中的“从劳动保护工作到安全科学之二——关于创建安全科学的问题”一文（第 44 页），该文发表于 1985 年中国劳动保护科学技术学会第二次学科体系讨论会。

全管理、经济、教育、法规等分支)是实现安全工程学的“人与物关系”的组织手段；安全系统工程学(含运筹、信息、控制)是实现整个安全工程学内在联系的方法论。而且四个子系统之间存在着相互交叉、渗透、影响、制约和互补的关系(见图 1-3)。

作为安全工程技术的理论是安全工程学，属于综合科学学科的范畴。其中的安全管理工程学属于社会科学的范畴，代表着安全法规(含安全的法律、安全条例、安全规程)安全经济、安全教育、安全管理等技术理论。而安全设备工程学属于自然科学的范畴，如安全装置、安全设备、安全信息显示与处理装置等技术理论。前者含有“人”的因素，后者是“物”(即机)的因素。从解决“人”与“物”之间界面关系的角度，来研究导致活动者伤亡病害等不利的因素作用机理和预防与消除方法的依据等，就是安全人机工程学研究的内容，即安全人机工程学的任务是为工程技术设计者提供人体的数据与要求，包括：人体的安全阈值(不致伤害的高低限度和环境要求)；人体的允许范围(不影响工作的效率)即各种承受能力；人体的舒适范围(最佳状态)；各种安全防护设施必须适合于人使用时的各种要求等以这些数据和要求指导

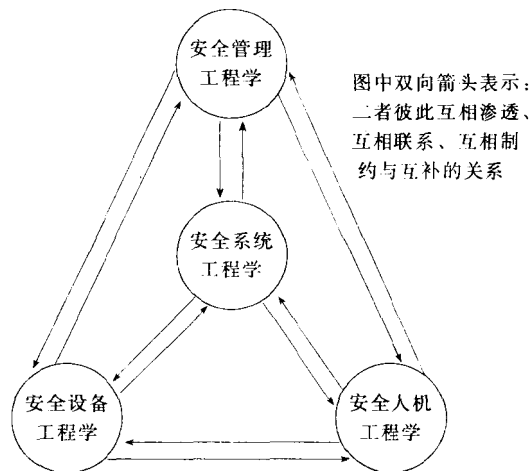


图 1-3 安全工程学体系图

注：此图引自欧阳文昭编著《安全人机工程学》
(中国地质大学出版社 1991 年 5 月出版，第 30 页)

工程技术人员进行具体工程设计，从而在实现生产效率的同时确保劳动者的安全。也就是说它是直接为工程技术服务的理论依据，因此，安全人机工程学在安全科学技术体系中属于安全科学的技术科学层次即安全工程学中的分支学科；它的研究内容基本上属于人体科学的应用科学范畴，而安全系统工程则属于系统科学中的系统工程学的应用科学范畴。

五、与人体生理学及环境科学的关系

生理学、卫生学、医学及环境科学研究人体各方面的机理、机能和效率，以及各种环境对人体的实际影响。这些均是安全人机工程学的基础依据。另外安全人机工程学常常需要从人体生理过程、引起职业病原因和人体解剖学原理等方面进行分析。如研究人的工作负荷、作业方法和姿势，就需要对人体机体结构、肌肉疲劳、能量消耗等进行分析；研究环境影响和职业危害就需要从环境科学、卫生学和病理学等方面进行分析。安全人机工程学还经常运用它们的研究成果来提高人机结合面的质量，以便创造良好的工作环境和保证人体正常的生理、心理活动，从而达到保障人的身心安全和保证人机系统的工作效率目的。

六、与其他工程技术科学的关系

工程技术科学是研究工程技术设计的具体内容和方法，而安全人机工程学所要研究的不是这些设计中的具体技术问题，而是工程设计应满足何种条件方能适合于人的使用和避免危害的问题，并从这个角度出发，向设计人员提供必要的安全参数和要求，从而制订安全卫生标准，使工程设计更加合理，更适合人的生理和心理以及生物力学的要求。所以，安全人机工程学作为一门新兴学科，与许多邻近学科既有密切的联系，又有它独特的理论体系、研究方法和具体内容。

第四节 安全人机工程学的诞生与展望

一、安全人机工程学的诞生

人类社会中最发展最快的是机械、电气、化工、交通运输及信息传递设备及控制装置。人类接触到的环境变化也很迅速。然而依据遗传法则产生和发展的人类自身进步却是最慢的。虽然通过教育会使得人类进步，但是，人类的生理、生物力学特性等却无多大变化（例如：形态特性——人体尺寸、肢体活动范围、肌肉力量大小、心血管系统、消化系统、神经系统以及接受信息和处理信息的能力等）。相反，可能还会忽略人类随着文明进步而出现某些生理退化现象。现代化生产中“机”向着高速化、精密化、复杂化方向发展，这对操纵这些“机”的人的判断力、注意力和熟练程度提出了更高的要求。例如，自动化生产线仅由仪表监控“机”的工作状况，就大大降低了工人的体力劳动强度，同时大大加重了仪表监控者的视力及大脑注意力、判断能力的强度，也加大了对人的躯体和颈部活动的限制。可是，与几十年前相比，人类的生理、人体尺寸、生物力学等几乎没有什么变化，就是说：“机”由手工劳动工具变为半机械化→机械化→半自动化→自动化的生产作业，只要几十年，甚至几年便可完成，但是人的视力、体力、大脑注意力与判断能力却无明显变化。这

就使得人与“机”之间的不匹配、不协调、不平衡加大了。其结果是：一方面是人始终影响和决定着“机”的性能发挥；另一方面“机”给人类的负担增加了，使人受到了很大的影响甚至给人造成危害。因此所设计的“机”（含环境）若是忽略了操作者（包括各种活动者）的身心特性、生物力学特征，则“机”的功能既不可能充分发挥，而且还会损害人的健康甚至诱发事故。为了安全生产、生活、生存，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、管理等环节充分考虑人的生理、心理及生物力学特性，把人—机作为一个整体、一个系统加以考虑，不仅要高效率地工作，还应随着物质、精神生活的提高，更加要求机始终使人处在安全卫生、舒适（随着发展，将包括享受）的状态。这就促使安全人机工程学的诞生。

二、学科科学及科学技术体系学的理论启迪

现代科学技术体系中的学科科学有两个主要特点：一是观察问题的角度；二是解决问题的着眼点。

任何现代意义上的科学，都是研究整个客观世界的，都是对客观世界本质及其运动变化规律的认识。人们对客观世界观察的角度不同，即研究客观世界的出发点不同，认识客观世界的本质及其运动变化规律以及运用规律都是不一样的，在客观上就必然存在着科学属性的差异。人们反映客观存在的主观思维，由于认识角度上的差异性而在知识产生的层次、剖面、曲线、类型等方面各有侧重，这就产生了科学性质不同的学科科学。例如，从安全的角度，即以安全为出发点研究客观世界的科学，就构成安全学科科学；从社会的角度，即以社会为出发点研究客观世界的科学，就是社会学科科学。在同一学科科学中，解决问题的着眼点即落脚点不同，就形成该学科的不同分支科学。例如，安全学是从安全的角度和着眼点对客观世界本质及其运动变化规律认识的综合性基础学科。安全学仅从安全这个总的角度还不够，还必须从安全的着眼点去研究客观世界的规律，才能形成完整意义上的安全学，而这些着眼点成为它的分支学科。如从安全的角度和人机学着眼点研究客观世界的科学，就是安全人机学。因为它是从安全学的角度去研究客观世界，而用人机学的技术方法去解决安全系统中人机结合面的安全问题，所以安全人机学是安全学的分支学科，而不属人机学的分支学科，只能是人机科学在“技术科学”层次上的即人机工程学层次上的应用分支科学。从安全的角度和社会学的着眼点研究客观世界的科学，叫做安全社会学，它是从安全的角度研究客观世界，从社会学的着眼点去研究解决安全问题，所以，安全社会学也是安全学的分支学科而不能作为社会学的分支学科。因此，学科科学“解决问题的着眼点”这个特征，就成为判断学科科学与其分支学科的从属关系的客观依据，从而成为区分与确认学科科学及分支学科相互关系的一个标志。

有了上述观察问题的角度和解决问题的着眼点启迪，使得安全科学学科获得了学科科学理论基础，作为安全工程学的分支学科——安全人机工程学才可能诞生。

三、我国安全人机工程学学科的诞生与发展

（1）20世纪70年代末、80年代初，我国开始实施改革、开放的政策，各界科学工作者学术思想异常活跃，科学理论研究与传播蓬勃兴起，中国科学技术协会（简称中国科协）请钱学森教授等带头宣传马克思主义科学哲学思想、系统科学与系统工程方法以及科

学学的科学技术体系学、科学能力学与政治科学学的框架和内容。通过这一系列的高级科普活动，对交叉和综合性的科学学科诞生，起到了重要的科学启蒙作用。特别是 1982 年钱学森等著的《论系统工程》一书的出版，对中国安全科学学科理论及其科学技术体系模型、以及安全人机工程学分支学科等在 1985 年提出，奠定了至关重要的科学思想和方法论基础。

(2) 1979 年北京市劳动保护研究所创办研究生教育，并于 1981 年获得“安全技术及工程”（原名为：“安全技术与工程学”）学科、专业的国家首批硕士学位授予权；又于 1984 年在国家《工科本科专业目录》中获“安全工程”试办专业；1986 年中国矿业大学获得“安全技术及工程”学科、专业博士学位授予点，从而使该学科、专业得到迅速发展，同时给安全人机工程学的创建提供必要的传播空间和发展基地。

(3) 1979 年研究制订安全专业研究生教育计划；1981 年论证《安全技术及工程》学科、专业硕士学位研究生培养目标和水平要求；同年中国劳动保护科学技术学会筹委会成立并为争取中国科协尽快同意该会成立和为劳动人事部争取“安全技术及工程”学科、专业列入国家《高等学校和科研机构授予博士、硕士学位学科、专业目录》，为此 1982 年召开了全国劳动保护科学体系首届学术讨论会（简称香山会议），开展一系列的学科科学理论研究、论证和具体科学实践工作，在完成了中国劳动保护科学技术学会成立理论准备的同时，也为安全工程学和安安全人机工程学科的诞生，打下了一定的科学思想基础。

(4) 1983 年 9 月中国劳动保护科学技术学会成立后，要加入中国科协成为团体成员，其前提是必须明确学会的学科名称、学术活动范围以及与相邻学科的关系。为此该会根据本会与中国科协联系人（刘潜理事）的建议报告，决定筹备召开全国劳动保护科学体系第二次学术讨论会，来解决上述问题。同年湖南大学衡阳分校安全工程教研室欧阳文昭开始准备给“工业安全技术”专业学生开设“人机工程概论”课程。通过会议论文准备、1984 年的课程讲授实践和对学科理论的研究，为 1985 年在我国提出建立“安全人机工程学”创造了必要条件。

(5) 早在 1980 年钱学森教授在中国科协普及部组织的《系统工程普及讲座》中提出了马克思主义科学学的三个组成部分即三个分支学科：科学技术体系学、科学能力学和政治科学学。关于现代科学技术的体系结构，钱学森教授在 1982 年又发表《现代科学的结构——再论科学技术体系学》一文，指出：“从应用实践到基础理论，现代科学技术可分为四个层次：首先是工程技术这一层次，然后是直接为工程技术作理论基础的技术科学这一层次，再就是基础科学这一层次，最后是通过进一步综合、提炼达到最高概括的马克思主义哲学。这也可以看作是四个台阶，从改造客观世界的实践技术到最高哲学理论，可以算是横向的划分。纵向的划分就是学科部类的划分了”。钱学森教授又讲到：“以前传统的观点是：科学部门以对象领域划分，自然科学研究自然界，社会科学研究人类社会。但如此也产生了一个毛病：数学归入自然科学，社会科学就不大用数学。这一缺点已为不少人们认识到了。这引起我重新探讨这个现代科学技术的结构问题：……自然科学是从物质运动这个着眼点、这个角度去看整个客观世界。自然科学家看一个机械制造厂，不着眼于厂的财务、经营管理、经济情况，而把工厂看成材料流动、加工切削的场所，研究其能源消耗、机械磨损、产品的质量和性能等。……社会科学是从人类社会运动发展的着眼点或角度来研究整个客观世界的，从社会科学通往马克思主义哲学的桥梁是历史唯物主义……人体科学是通过人体

这个着眼点或角度去考察整个客观世界，不但不能把人体各个组成部分隔离开来考察，也不能把人体和外界隔离开来考虑。人生观也会成为马克思主义哲学的组成部分”。钱学森教授这些论述为创建安全人机工程学学科体系指明了大方向。特别是1984年4月下旬教育部召开《工科本科通用专业目录》审定会，为争取在该目录中确立“安全工程”专业，刘潜曾向钱学森教授呈递劳动人事部的有关文件和他在“香山会议”上发表的《劳动保护科学及其学科、专业建设——科学学问题》一文，请求支持和指教。结果，“安全工程”试办专业在目录中获得确立，又收到钱学森教授5月8日写的亲笔信。信中针对刘潜文中的错误认识，严肃地指出：“您既然提到科学学的高度，就得实事求是，讲学科本身的内在联系。我们决不能搞‘部门所有制’，强行把当今归劳动人事部管辖的业务建立一门科学或一个学科体系。我认为劳动保护工作可以分为两大方面：（一）劳动生产设备及其体系是安全运转，不出爆炸，不出火灾等等……。（二）生产设备与人如何做到高效能地安全生产。这就涉及到劳动者、人，也就联系到人的生理和心理，……。”以上批评和科学的教诲，对我国安全科学学科理论和安全人机工程学的创立起到了极为重要的指导作用。于是1985年5月在中国劳动保护科学技术学会召开的青岛会议上，由《从劳动保护工作到安全科学之二——关于创建安全科学的问题》（作者刘潜）和《关于安全人机工程学学科体系的探讨》（作者欧阳文昭、刘潜）等论文，在我国首次提出并论证了安全科学学科理论与安全科学技术体系结构（见表1-1 注示）和安全人机工程学的学科属性及其与安全工程学的关系（见图1-3 注示）。该理论框架发展到今天，实践证明它是科学的，并依此体系获得了“安全科学”在《国家图书馆分类法》中与“环境科学”并列为“X”类，在《学科分类与代码》中获“安全科学技术”一级学科（代码620）、“安全学”二级学科（代码620·20）和“安全人机学”三级学科（代码620·2040）等；当初开辟的安全人机工程学科建设现已逐渐成熟，学科地位更加明确。

（6）安全人机工程学学科日臻成熟，其标志是安全人机工程学的研究方面已有一些著作面世，已出版的《安全人机工程学》有：

- ①1991年欧阳文昭编著的由中国地质大学出版社出版的《安全人机工程学》；
- ②1993年刘东明、孙桂林编著的由中国劳动出版社出版的《安全人机工程学》；
- ③1996年臧吉昌编著的由化学工业出版社出版的《安全人机工程学》；
- ④1996年白恩远等编著的由国防工业出版社出版的《安全人机工程学》；
- ⑤1998年石金涛等编著的由上海交通大学出版社出版的《安全人机工程》；
- ⑥1999年谢庆森著的由天津大学出版社出版的《安全人机工程》。

以上这些著作多是一人或几人联合编写而成。本书是首次由国家教育部授权国家经贸委成立的安全工程专业教学指导委员会组织有关学校集体编写。并从该书的教学基本要求到编写大纲，再到编写细目都是经过该专业教学指导委员会反复讨论，选出编写牵头人，然后组成编写小组，成稿后由牵头人统稿，最后由主审人审核，安全工程专业教学指导委员会审定而成。作为安全工程专业推荐教材出版，介绍给安全工程专业学生使用。这就说明该学科在我国的发展已进入成熟阶段。

四、安全人机工程学的展望

- （1）安全人机工程学的研究领域将不断扩大。随着科学技术的快速发展，社会的前进，