

# 工程心理学

方俐洛 汪慧丽 于国丰 编著

团结出版社

81677

B847

88-71

# 工 程 心 理 学

中国科学院心理研究所

方俐洛 汪慧丽 于国丰 编著



S0176403

团 结 出 版 社

## 工 程 心 理 学

中国科学院心理研究所 方俐洛 于国丰  
汪慧丽 编 著

•

团 结 出 版 社

(中国北京东皇城根南街84号)

北京华新印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

1989年3月 (32开) 第一版 1989年3月第一次印刷

字数: 223千字 印张: 10

印数 1—10000册

ISBN7-80061-063-2/B.2

定价: 3.10元(平)

## 内 容 简 介

工程心理学是应用心理学的重要分支。它将心理学的观点、知识应用于系统设计；它研究人的业绩与作业变量的关系，亦研究影响任务变量与业绩之间关系的参数。它研究劳动工具和技术过程，阐明工具、机器、仪表等的设计和生产操作的特点对人的心理活动提出什么要求；亦研究人的心理过程和特点，阐明根据人的心理过程和特点对劳动工具、技术及环境提出什么要求，据此提出最好的设计选择，以提高人的工作及其它活动的有效性和效率，维持和增进人的健康、安全和满意度。

本书可供广大工程技术设计人员、管理人员，心理学系，工科大学各技术学科的教师和学生，有关研究机构科研人员以及广大心理学爱好者阅读参考。

DMS4/22

# 前 言

工程心理学是应用心理学的重要分支。它将心理学的观点、知识应用于系统设计；它研究人的业绩与作业变量的关系；亦研究影响任务变量与业绩之间关系的参数。它研究劳动工具和技术过程，阐明工具、机器、仪表等的设计和生产操作的特点对人的心理活动提出什么要求；亦研究人的心理过程和特点，阐明根据人的心理过程和特点对劳动工具、技术及环境提出什么要求，据此提出最好的设计选择，以提高人的工作及其它活动的有效性和效率，维持和增进人的健康、安全和满意度。

随着生产技术的发展，人与机器的关系发生了很大变化。现在制定程序、控制和监管就成了人在生产中的主要功能。我们的任务是一方面使人和机器尽可能完善的结合，另一方面是通过适当的工作设计去改进人的工作和生活的质量。

本书将在各章中论述工程心理学的基本内容。全书包括绪论，人-机系统，信息加工，视觉显示，听觉、触觉、嗅觉显示器，人类活动本质及效率，控制器及手工工具，系统控制，人体测量及工作场所，照明，噪音，大气条件，特殊运动状态及运动病。

本书是对中国科学院心理研究所心理学函授大学《工程心理学》教材(方俐洛等编著 徐联仓审订)再次修改而成。参加本书资料收集工作的还有王纯巍、高晶同志，在此表示

感谢。

本书在编著过程中，参阅了国内外的有关工程心理学的著作和文献，并采用了前人著作和文献中的论点和资料。在此谨向原作者致以衷心地感谢。

由于编著时间仓促，编著者水平有限，错漏之处在所难免，诚请读者提出批评指正。

编著者 1988. 6.

# 目 录

绪论	方俐洛	(1)
第一节 工程心理学的性质、范围及目标		(2)
第二节 工程心理学的发展		(3)
第三节 工程心理学与标准化		(11)
第四节 工程心理学的方法		(13)
第一章 人-机系统	方俐洛	(16)
第一节 人-机系统概论		(16)
第二节 系统论观点		(22)
第二章 信息加工	方俐洛	(28)
第一节 信息输入		(30)
第二节 信息加工		(35)
第三章 视觉显示	汪慧丽	(56)
第一节 仪表的显示		(56)
第二节 信号灯显示		(78)
第三节 荧光屏显示		(91)
第四章 听觉、触觉和嗅觉显示	方俐洛	(99)
第一节 听觉显示		(99)
第二节 言语通讯		(106)
第三节 触觉显示		(123)
第四节 嗅觉显示		(125)
第五章 人的活动本质及效率	方俐洛	(127)
第一节 人体活动的测量		(127)
第二节 人体活动的特性		(138)
第三节 手工操作任务		(146)
第四节 心理负荷		(149)
第六章 控制器与手工工具	方俐洛	(161)

第一节	控制器的功能	(161)
第二节	控制器设计中的因素	(163)
第三节	控制器的设计和选择	(173)
第四节	手工工具	(178)
第七章	系统控制	方俐洛 (184)
第一节	相容性	(185)
第二节	跟踪操作	(197)
第三节	过程控制与自动化	(202)
第八章	人体测量学与工作场地	方俐洛 (207)
第一节	应用人体测量学	(207)
第二节	劳动姿势及空间大小	(211)
第三节	部件安置与排列	(218)
第九章	照明	汪慧丽 (232)
第一节	照明设计的工程心理学原则	(232)
第二节	光源的种类及照明方式	(240)
第三节	各种场所的照明	(242)
第四节	各种场所的颜色选择	(247)
第五节	照度的测量方法	(250)
第十章	噪音	于国丰 (252)
第一节	噪音来源及其强度	(252)
第二节	噪音对机体的影响	(254)
第三节	噪音的容许(或安全)标准及噪音防护	(267)
第十一章	大气条件	方俐洛 (272)
第一节	热的交换过程	(272)
第二节	工作的大气条件	(277)
第十二章	特殊的运动状态及运动病	(286)
第一节	特殊运动状态	方俐洛 (286)
第二节	运动病	于国丰 (298)



## 绪 论

人作为生产力的主要成分，他的能力，因为劳动工具的发展而扩大。新工具的制造，使人在生产过程中的作用和地位发生变化。原先人必须执行的一些操作，逐步为机器代替。制定程序、控制和监管就变成了人在生产中的主要功能。人的劳动活动条件改变了。首先，由于机械化和自动化的发展，人需要同时控制的对象数目越来越多。这就使得对控制对象状态的分析 and 估计复杂化，因而也使程序制定、控制和监管的操作复杂化。第二，人离被控对象越来越远。在遥控条件下，人已经不能直接感知被控对象状态。在人和被控对象之间“插入”了一整套传递必要信息的技术装备系统。并且传给人的信息通常是经过编码的，于是对人又提出了“译码”的新要求。第三，在现代技术条件下，对工人动作速度的要求也大为提高。

技术的发展导致劳动活动条件的改变，又转过来改变对劳动的要求。为了提高人的劳动效率，在设计和制造由人操纵的机器时必须考虑人的心理过程和特点。既需要关于人的活动的最适当条件的知识，也需要关于人的能力极限的知识。

人与技术，人与机器问题是现代科学的基本问题之一。解决这一问题必须要多学科协同作战，包括工程技术、数学、心理学、生理学、解剖学等等学科。

近年来，在人类学，生物学和技术学科的交界处形成了许多研究这种复杂问题的新学科。工程心理学就是这些新学科之一。这一研究领域至今尚未有公认的命名，在欧洲各国

沿用“工效学”，在美国一般称之为“人的因素”。此外，还有“人体工程学”“心理技术学”等等的名称。

## 第一节 工程心理学的性质、范围及目标

工程心理学是应用心理学的观点、知识于系统设计，它研究人的业绩与作业变量的关系，特别是与工程设计变量的关系。工程心理学还研究影响任务变量和业绩之间关系的参数，如心理品质、个体差异、动机、训练水平和环境因素等。

作为技术科学，工程心理学研究劳动工具和技术过程。阐明工具、机器、仪表等的设计和生产操作的特点对人的心理活动提出什么要求。

作为心理科学，工程心理学研究人的心理过程和特点，阐明根据心理过程和特点，对劳动工具和技术以及环境提出什么样的要求。

工程心理学的基本范围包括：

1. 分析在控制系统中人的功能以及它与系统中其他成分的联系。
2. 研究人的感觉输入。
3. 分析人的信息加工、储存和决策的过程。
4. 研究人的运动输出的特点。
5. 按照生理学和人体测量学原理，研究工作场地及安排。
6. 研究各种环境与人的业绩的关系。

工程心理学的目的是详细阐明人的特点和限度，并据此提出最好的设计选择。因此，工程心理学的研究课题是按应

用需要去选定的。工程心理学的目标是提高人的工作和其它活动的效率，维持和提高人的健康，安全和满足。在任何机器的设计中必须依据工程心理学的研究，以适应于人的特点，从而保证最优的劳动条件。

## 第二节 工程心理学的发展

工程心理学发展的先决条件，不仅是心理学的发展，而且是技术学科的发展。

十八世纪工业革命延续了大约120年，它表明从工具时代到机器时代的发展，其特点是纺织工业中的发明制造和蒸汽动力的广泛运用。杰阔尔德 (Jacquard) 把打孔卡技术用于纺织机器。瓦特 (Watt) 为蒸汽机设计了一种自我调节控制器，这是自动化的开端。它试图去减轻人的肌肉的负担。在那时，心理学一词还没有出现。而后制造业、运输业和农业飞速发展，生产率不断增长。工程学 and 心理学学科的开拓者们做出了被人们公认的具心理学性质的贡献。泰勒 (Taylor) 和吉尔布瑞士 (Gilbreth) 夫妇在工业工程领域内开创了时间-动作研究。马恩斯特伯格 (Muenstenberg) 是应用心理学的开创者，比纳 (Binet) 是智力测验之父。马恩斯特伯格在1910—1914年期间发表了“心理学与经济生活”，“心理工艺学原理”等著作，他提出了心理学对于工人在工作中的适应与提高效率的重要性。他指出：第一要选择理想的工人去适应工作要求；第二，要创造条件使每一个人都得到最高的效率；第三，要促进一切有益于经济发展的心理影响。他还进行了大量的实际工作去实现他的上述主张。

在第一次世界大战期间，人们注意到了军事人员的选拔、等级测验和训练。在美国和英国用选拔技术使人适合于工作。第一次世界大战之后，心理学的应用已从军事推广到社会各领域。二次世界大战期间工程心理学受到更多地注意，特别是由于一些新发展的军事武器和设备不能被有效和安全地操作。这种情况使人们努力地按人的特点设计这类仪器设备，设计可以被迅速而精确运用的控制装置和视觉仪器。这种目标表现了一种从“使人适合于机器”到“使机器适合于人”的转变。这是我们的“旋钮和表盘的年代”。当时，英美等国积极开展了监守及控制工作中操作者特点的研究，也系统地研究军舰舰桥上、雷达或声纳的监守岗位上的操作特点，还开展了有关火炮操纵的研究。这是对追踪动作研究的开始。在英国也开始了有关应激状态下操作者技能的研究。

第二次世界大战以后，工程技术发生了巨大的变化。原子能、高速电子计算机和各种自动装置的使用，在产业界引起了一系列革新。在科学领域中，控制论、信息论、仿生学等一系列新学科发展起来了，推动了系统理论的研究。专家们将工程心理学的各项研究成果广泛地应用于产业界，以探求人与机器之间的合理化。他们更注意安全、健康、工作环境以及工作程序的改进。这时期，系统的可靠性问题也成为多学科研究的对象，特别是对一些重要的工业部门，如核电站等。

六十年代，宇宙航行事业开始发展，这对工程心理学起了很大的推动作用。1957年末在苏联和1958年初在美国将人造卫星送入轨道以后，美国即组织和动员起来应付宇宙前沿的挑战，美全国科学院成立了一个宇宙科学委员会，工程心理学作为一门科学在征服宇宙中具有关键作用。首先在宇宙飞行员的选拔和训练计划中应用了大量的心理测验。其次对

宇宙飞行有关的感知觉进行了研究，并对人的操作进行了分析。由谢帕德 (Shepard) 1961年5月5日完成的第一次“水星”飞行的资料表明，在整个15分22秒飞行时间里他都在与地面进行通讯联系。他的失重飞行时眼动图表明他的主要注意点是在状态指示器、潜望镜、时钟、燃料操纵杆上，这与费兹 (Fitts) 等人研究飞机飞行员眼动的记录酷似。最有趣的材料是关于手操纵的情况。状态的控制是一个十分困难的追踪任务，谢帕德在模拟方法训练器上经过严格训练。在失重状态下手的操作活动并没有被削弱，实际飞行时的操作与训练时操作一致。离心机上的实验亦证明，由于设计适当的手控制器，飞行员处在高的加速度作用下还可以保持相当良好的追踪操作。

工程心理学家与其它许多科学家一起，在宇宙事业中作出了重要贡献。这些贡献包括宇宙飞行员的选拔、确定宇宙飞行员的能力、设计配合这些工作的工作站以及设计训练宇宙飞行员用的训练装置和方法。为完成宇宙飞船会聚必须研究测定目标运动的能力；为在宇宙中进行装配操作，而研究在宇宙中直接操作以及用远离操作器操作的质量判断，还有在狭小座舱中长期工作和幽闭所产生的问题等等。

随着工业生产自动化、复杂化、系统化和高速化，对操作者的要求更高了。训练器的使用得到广泛的重视，特别是在空军、航天以及核电站管理等等、在训练器上，大量应用电子计算机，不但模拟操作，而且有十分逼真的外景模拟。

除了进一步的应用领域以外，工程心理学还与社会中发生的社会的和个体的变化有着横向联系。在工程心理学中进行系统研究越来越注意人的系统性、社会的系统性。

工程心理学建于1945年左右。现将一些国家及我国的工

程心理学发展情况介绍如下：

第一次世界大战以后，德国各大学纷纷成立应用心理学的研究机构；一些大工厂、大企业，如克虏伯钢铁厂、蔡司光学仪器公司等都有了自己的工业心理研究机构。

在英国，1918年迈义斯 (Myeis) 提出“最近心理学之应用”，而后他与英国橡胶业和茶业巨头韦尔奇 (Welch) 合作于1921年成立了“英国国家工业心理研究所”。其工作包括：①改善工业中人的因素；②发展最优产品时应有的人的因素；③教导工作。1949年英国成立“心理学研究学会”。

在瑞士，1924年创建“工业心理学研究所”。1927年与日内瓦的“工业心理学研究所”合并为“瑞士工业心理学基金会”。

在法国，工程心理学的先驱者首推莱林 (Laly)。他于1930年会同一位工程师研究了打字员的打字动作。他的论文的副标题是“打字工作的心理学及打字机的合理结构”。他主张“机器的设计应考虑心理因素”。现在法国工程心理学研究范围主要集中在过程控制，装配线生产和计算机的运用。

在美国，1945年在华盛顿的海军研究室(NRL)里建立了人类工程学组。同年，空军的航空医学实验工程心理学组也开始了研究活动。40年代末50年代初在一些工业实验室也开始建立工程心理学组，如贝尔实验室、休斯航空公司。人的因素协会于1957年成立，这是工程心理方面最大的职业组织。它的任务是保证相互交换工程心理学领域中的工作成果和研究在制造和使用各种不同的控制系统和工业设备时必须考虑到人的因素。

苏联的工业心理学领域中，第一个开始活动的主要组织

是中央工作研究所，1920年该所成立。但工程心理学形成较晚，苏联第一个工程心理学实验室是1959年在国立列宁格勒大学建立的。

在日本，使用人的因素这个术语已有相当长的历史。早在1920年，心理学研究所编辑的心理学杂志出版了一期“人的因素专辑”。1920年由田中编写的《作为效率研究的人的因素》是日本第一本关于人的因素的书。1921年成立仓敷劳动科学研究所，1964年12月日本人类工程学研究会正式成立。

中国工业心理学的兴起，可以追溯到1916年，当时清华大学校长周寄梅（贻春）为指导学生择业起见，发表了关于职业选择的演讲，这是我国注意职业指导的开端，之后，有诸多杂志发表关于职业指导的论文。1923年陆志韦在国立东南大学开设应用心理学课程，并于当年6月在《心理》杂志第二卷第三号上发表“应用心理学概论”。其中第三部分为：应用心理学与工业的关系。指出“工厂中司机者，常需敏捷的动作，倘使某人天生反应钝，便不能胜任。要测定谁的反应快，谁的反应慢，便有赖于心理学。”文中还指出“空气、温度、湿度、气压等很有影响于工厂的办事效率，究竟怎样的空气、温度、气压、湿度才适合办事，那就非请教于心理学不可。”1934年12月1日国立中央大学心理半年刊第一期第二卷刊发应用心理学专号，登载工业心理的文章。在此卷上肖孝嵘著文“心理学在生活的各方面之应用”。其中第三点，论述了心理学在工业方面的应用。论述了职业指导，职业训练，职业选择和工作进程中的因素（动机、动作经济、工作单调问题，疲劳与休息、工具形式与工作位置），以及环境对工作效率之影响（温度、空气流通、湿度、光度、噪音影响和意外的可能性）。在同一卷的另一篇论文，

“实业心理学的功用及其背景”中，列举工业心理学的四大功用。（在当时把工业心理学称之为实业心理学）。即，①可为实业机关解决雇佣人员问题；②实业心理学对于工作之自身亦有极大贡献；③增进实业机关的管理效率之功用，④货物推销员负一部分责任。其中之对工作自身的贡献乃属工程心理学的范畴。

1935年8月出版了潘菽的《心理学的应用》一书。全书共十章。第二至第六章涉及了工程心理学和劳动心理学的内容。第二章是工作与疲劳，论述了疲劳测量方法，工作曲线，工作效能的测量以及工作和休息。第三章工作的物质环境，论述了空气情形的影响，光线问题，光线的颜色，扰乱的影响。第四章工作的生理条件，论述了工作能力的来源，工作时的生理变化，筋肉的工作效能，疲劳的生理原因，以及刺激物（酒）的影响。第五章如何使人适合于他的职业，论述了个人差异和职业适应，职业指导和职业选择，实有的能力和潜在能力。第六章在工厂中的应用。论述了工厂与心理学，动作的经济，动作的分配，动作方法的比较，工作者位置的改善，工作钟点的多少，工作的专门化和秩序化，娱乐及修养设施的需要。

1935年11月陈立的《工业心理学概观》一书，由商务印书馆出版。这是我国第一部自著的关于工业心理学的专著。全书共分八章，第一章为绪论。第二章环境因素与效率。对温度、湿度、气流、光线、灯光、眩目现象及闹声进行了论述。第三章疲劳与休息，论述了疲劳的生理基础，每周工作时间与效率，每阵工作时间，工作曲线分析和休息研究等。第四章工作方法效率。讨论工作分配、工具、工作速度、动作、个性差异、工作姿势，工料与工具的装置，第五章工



业之意外，讨论了意外问题的严重性，意外的记录，原因分析，人的成分，环境影响，意外的预防法，宣传和训练。第六章工厂的组织问题，第七章，工作之刺激与动机。第八章结论。

同年，陈立在独立评论上发表了“南江机厂参观的杂感”一文。

以后的一段时期由于种种原因，中国的工程心理学没有得到应有的发展。

到1957年，中国科学院心理研究所建立了劳动心理组。之后，在我国开展了劳动心理和工程心理学的研究。30多年来在我国进行的主要工程心理学研究方面有：

1. 关于信号显示的研究。在60年代初，李家治等人曾对铁路灯光信号显示问题进行了一系列研究。与信号显示有关的另一项工作是铁路信号灯颜色的研究。60年代和70年代以来，曹传咏等进行了飞机座舱各种信号和警告信号的研究。此项工作仍在继续进行。60年代中期曹日昌等人对电站中央控制室信号显示进行了研究。徐联仓等进行了信号的空间排列问题的研究。

2. 关于照明的研究。60年代中彭瑞祥等人曾对中小学普通教室的照度标准进行了研究；70年代中又进行了工业企业照度标准的研究。70年代末曹传咏等人进行了飞机座舱照明的研究。建筑部门还进行了道路采光的研究。

3. 关于噪音的研究。70年代末开始进行了工厂噪音和航空噪音的某些研究工作。

4. 信息论方面的研究。60年代初信息论概念和方法已被应用于工程心理学的研究中。徐联仓等人运用信息论方法研究刺激—反应适合性问题。李家治等运用信息分析方法研