

劳动人事干部专修科试用教材

劳动生理与劳动保护

劳动人事部人事教育局组织编写

赵履宽 孙树茵 编

劳动人事出版社

劳动人事干部专修科试用教材

劳动生理与劳动保护

劳动人事部人事教育局组织编写

赵履宽 孙树茵 编

劳动人事出版社

劳动生理与劳动保护

劳动人事部人事教育局组织编写

赵履宽 孙树茵 编

责任编辑：傅绍本

劳动人事出版社出版

(北京市和平里中街12号)

北京印刷二厂印刷

新华书店北京发行所发行

850×1168毫米 大32开本 7.25印张 188千字

1987年7月北京第1版 1987年10月北京第1次印刷

ISBN 7-5045-0051-8 / F·005 统一书号：4238·245

印数：1—36200册 定价：1.45元

前 言

为了适应劳动人事干部专业学习的需要，加快劳动人事干部队伍的四化建设，由劳动人事部人事教育局组织并吸收北京经济学院、中国人民大学劳动人事学院组成了劳动、人事管理专业干部专修科教材编写领导小组。在广泛征求各省、自治区、直辖市劳动人事厅（劳动局、人事局）对课程设置的意见的基础上，约请有关专家、学者和教师、编写了这套劳动、人事管理专业干部专修科两年制大专教材。

这套教材以马克思列宁主义、毛泽东思想为指导，以《中共中央关于经济体制改革的决定》和《中共中央关于教育体制改革的决定》为指针，力求准确地阐述和介绍劳动、人事管理专业各门学科的基本原理和知识，注意到内容的科学性、系统性和相对稳定性，并本着改革的精神，尽可能地吸收了劳动、人事工作实践的新经验。

这套教材是全国劳动人事管理干部院校和中央广播电视大学劳动经济管理专业和人事管理事业的专业教材；也可作有关院校劳动、人事管理专业的教材，同时可供全国劳动人事干部专业学习使用。它对于其他院校、科研单位从事劳动、人事教学和研究工作的人员，也是有益的参考材料。

协助编写这套教材的主要单位有：中国人民大学劳动人事学院、北京经济学院劳动经济系，中国社会科学院、湘潭大学、中国人民大学、北京大学、中国政法大学、外交学院、国家经委、国家统计局、中央党校和劳动人事部劳动科学研究所等。对这些单位给予的大力支持，谨表谢意。

《劳动生理与劳动保护》是这套教材中的一种。本书研究劳

动者在劳动过程中生理变化、调节、适应能力及其限度；研究劳动者在劳动过程中的能量消耗以及劳动强度；研究劳动者因环境条件的作用或作业体位的影响，而发生的生理性或病理性变化以及相应的劳动保护措施。此书还从人——机——环境的角度，考察了劳动生理及其保护问题。全书由中国人民大学劳动人事学院赵履宽同志任主编，孙树菡同志任副主编。

本书初稿完成后，由北京医科大学公共卫生系张书珍教授审稿，并提出许多宝贵的修改意见，最后由主编定稿。

由于劳动人事专业长期被忽视，基础薄弱，目前我国劳动人事制度又处在改革过程中，许多问题都有待研究和探讨，加上我们水平有限，时间仓促，本书的缺点和错误在所难免，欢迎广大读者批评指正，以便我们今后做好修订工作。

劳动人事部人事教育局

1986年5月

目 录

第一部分 劳动中的人——机——环境系统

第一章 人——机——环境系统的概述	1
第一节 人——机——环境系统的基本概念	1
第二节 研究人——机——环境系统的意义	5
第二章 人——机系统的合理化	8
第一节 人的操作动作的合理化	8
第二节 人与机器的合理分工	10
第三节 人体测量与人——机系统设计	12
第四节 机器系统的设计	16
第五节 人——机关系与意外事故	25
第三章 劳动中的体位及其对人体器官的影响	31
第一节 劳动中的强制体位	31
第二节 劳动中个别系统及器官的紧张	32
第三节 劳动中有害体位的预防	35
第四章 劳动环境及其保护	38
第一节 人口与环境	38
第二节 广义劳动环境及其保护	41
第三节 狭义劳动环境	62

第二部分 劳动生理

第五章 劳动的生理基础	67
第一节 劳动是人体的一种生理机能	67
第二节 体力劳动的特点及其生理机制	69
第三节 脑力劳动的特点及其生理基础	76
第四节 劳动与能量代谢	82

第六章	劳动作业能力	87
第一节	劳动作业能力的概念	87
第二节	劳动作业能力的生理基础	87
第三节	影响劳动作业能力的因素	95
第七章	劳动强度	101
第一节	劳动强度的概念	101
第二节	劳动强度的测定	107
第八章	劳动中的生理疲劳	110
第一节	生理疲劳的种类和表现形式	110
第二节	导致疲劳的原因	113
第三节	疲劳的生理机制	114
第四节	疲劳的预防和消除	118

第三部分 劳动保护

第九章	劳动保护的理论与历史	127
第一节	劳动中的有害因素	127
第二节	劳动保护的概念	130
第三节	劳动保护的历史	137
第十章	劳动中的不良气象条件及其对策	143
第一节	劳动环境中的气象条件	143
第二节	高温作业的类型及其对人体的影响	144
第三节	高温对人体的危害——中暑及其防治	151
第四节	其他气象条件下的作业及其劳动保护	155
第十一章	高低气压条件下的作业及其保护	157
第一节	高气压对人体的影响及其保护	157
第二节	低气压对人体的影响及其保护	162
第十二章	噪声的危害及其防治	166
第一节	噪声的概念	166
第二节	噪声的影响及其危害	169
第三节	噪声的防治	174

第十三章	振动的危害及其防治	179
第一节	振动对人体器官的影响	179
第二节	振动的预防	182
第十四章	生产过程中的毒物及其防治	184
第一节	生产过程中毒物的种类及其危害	184
第二节	金属和金属化合物对人体的有害影响 及其防治	188
第三节	非金属和非金属化合物对人体的有害影响 及其防治	192
第四节	有机溶剂对人体的有害影响及其防治	195
第五节	高分子化合物对人体的有害影响及其防治	200
第六节	气态毒物对人体的有害影响及其防治	203
第十五章	粉尘对人体的危害及其预防	208
第一节	粉尘的来源与类别	208
第二节	粉尘对人体的危害	209
第三节	尘肺及其预防	212
第十六章	辐射对人体的危害及其预防	218
第一节	电离辐射对人体的危害及其预防	219
第二节	非电离辐射对人体的危害及其预防	222

第一部分 劳动中的人——机 ——环境系统

第一章 人——机——环境 系统的概述

第一节 人——机——环境 系统的基本概念

生产劳动是生产要素“人”和“物”的结合。在生产过程中，劳动者使用工具，操纵机器，与原材料、半成品、水、电、气、厂房等打交道，即和生产资料发生一定的联系。随着科学技术的发展，自动化程度的提高，人同机器的关系更加密切了。在现代化生产中，作为主体的人同他所操纵的客体的机器之间，构成一个统一的整体。用系统的观点，把人、机器、生产环境三者看作是为达到一定目的、按一定的关系结合起来的整体，这就是人——机——环境系统。关于这一系统的研究，是随着以机器生产为主而逐步发展起来的。

在机器生产发展的初期，主要倾向是用机器来替代人的部分体力劳动，使人的体力劳动趋于减轻，并使生产效率提高。那时，机器的性能与结构都比较简单，而且，主要是要求人去适应机械的转动。随着机器的发展，机器系统越来越复杂，操纵者的劳动复杂性随之提高。

十九世纪下半叶，美国工业迅速发展，并开始从自由竞争转向垄断。垄断使生产规模扩大，使竞争大大加剧。这就要求更有

效地组织生产。

美国的泰罗 (F. W. Taylor), 正是在这一时期开始研究工业生产管理活动的。他把过去的管理称为“放任管理”, 他认为, 生产效率低下的原因在于, 没有充分发挥工人的生产潜力。他认为, 应该用科学的方法规定每一个工人应做的工作和所使用的工作方法, 使之标准定额化。与此同时, 吉尔布雷思夫妇 (F. B. & L. M. Gilbreth) 也在进行动作研究, 他们设计出一种符号系统, 用来分析动作、工作位置及使用材料的方法。通常把以上二者合称为时动研究。

以泰罗为代表的这种管理, 被称为“科学管理”, 其主要目的在于提高“效率技巧”。但由于他的这套做法只是片面强调物质技术条件的作用, 而没有考虑到人的心理因素和人的生理功能变化, 加之当时科技水平较低, 简单的机械操作无需工人充分发挥积极性、主动性, 而且, 工人也反对这种把人视为机器的“效率技巧”, 因而, 在一段时间内, 泰罗的这种理论并没有引起足够的重视。

1911年贝得克斯 (C. E. Bedaux) 开始注意人体工学的研究, 把工作的体力划分为一个“单位”来衡量, 称为“贝得克斯单位力的测量” (Bedaux unit of Power Measurement), 其中包括操作和休息时间在内。但是, 这种研究也没有很好地注意人的因素。

第一次产业革命以后, 大机器生产使得资本主义经济得到迅速发展。然而, 机器生产也大大地提高了劳动的强度和紧张程度。由于资本主义生产的目的在于追求利润, 因而资本家很少考虑到生产中人的因素, 而是一味强调人要适应机器, 企图以此不断地提高生产效率。但是, 劳动的强度和紧张程度的增加, 必然导致工人精神紧张, 视力紧张, 内脏器官紧张, 代谢功能减弱。上述生理变化又会引起心理变化, 使人的生产积极性下降。劳动强度的加大, 使人产生疲劳、过劳、劳损和疾病, 从而降低了工

人的劳动能力。由机械化所带来的一系列劳动负荷问题，成了18、19世纪，乃至20世纪初叶阻碍经济进一步发展的一大难题。它引起了经济学家、管理学家、心理学家、生理学家和社会学家的关注。

第一次世界大战以后，美国福特（Ford）公司首先提出“人与机械之间的关系问题”，认为人是机械的主人，而不是它的附属品。尽管在当时这一研究还处于低水平，但它已引起了劳动科学界的高度重视。

1924年—1932年，美国哈佛大学企业管理研究院的梅约博士（Dr. Elton Mayo）在科学管理理论的基础上，研究了照明与产量的关系。这就是著名的霍桑实验。实验结果表明，劳动环境、奖励制度、福利等，并不是提高生产效率的主要因素，而工人情绪、人群关系以及工人是否有愿意与管理人員合作的态度等，却对生产效率发生很大的影响。

在此期间，还取得很多类似的研究成果。在两次世界大战期间，都存在着这样一个矛盾：战争一方面要求大幅度提高生产，特别是军工生产，另一方面由于劳动强度过大而使疲劳、疾病、事故增多，从而使生产下降。因此，一些国家相继成立了劳动卫生、劳动科学研究所及安全协会、安全工程师协会，对疲劳、人的劳动能力、人在操作过程中的特点、人在最劣条件与最优条件下的工作以及劳动环境等问题进行研究。

随着生产规模的发展和科学技术的进步，特别是由于竞争的加剧，管理学家们发现：从操作方法、作业水平等方面提高劳动生产率固然很重要，但确定正确的经营方针和管理政策，却更为重要。如果方针政策不正确，则效率越高，浪费也越大。此外，仅仅研究人的劳动能力是不够的，还需要研究人与机器的协调问题。科学管理的上述发展始于第二次世界大战后期。战后，电子计算机的发明及其在管理上的应用，使科学管理发展到了一个新阶段——管理科学阶段。

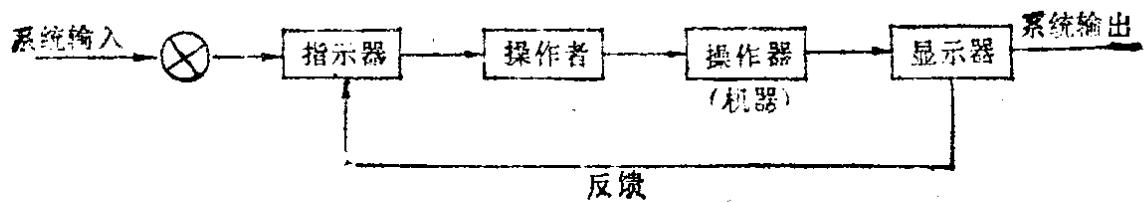
在第二次世界大战期间，为了提高军事资源的利用率，英国军事当局组织大批工程技术人员及科学人员，研究解决军事工业中人与机器系统（Man—Machine System）的一些复杂问题。他们不象过去那样孤立地对每个部分进行研究，而是着眼于全系统的整体，并建立数学模型，用计量方法补充定性方法。英国军方的这种研究很快推广到全国各个行业。在此期间，美国国际军事部门也招聘了许多学者，其中包括心理学家、生理学家，在研究发展公司（简称兰德公司）的实验室里，对人——机械系统进行研究，特别是对人——机械之间的沟通、反馈以及传送等问题进行深入研究，以减轻人在工作中的错误率，提高各个环节的安全性。他们当时着重对雷达警报系统及炮兵发射控制系统进行了研究。上述研究到20世纪50年代开始得到推广。

随着机器的进一步发展，不仅机器的复杂程度越来越高，而且操纵者的劳动复杂程度也随之不断增高。到本世纪40、50年代，这一情况发展到了十分突出的地步。这在飞机系统中表现得尤为明显。一架喷气飞机的仪表、信号、操纵器多达一二百个，而操纵者却只有飞行员一个人。在这种情况下，工作的超负荷，就成为一个严重的问题。在超负荷的情况下，人的工作效率明显降低，而且很容易发生意外事故。在50年代，随着系统概念的建立和发展，这一研究也有了长足的发展，即把人与机器结合起来，作为一个整体来加以考察。

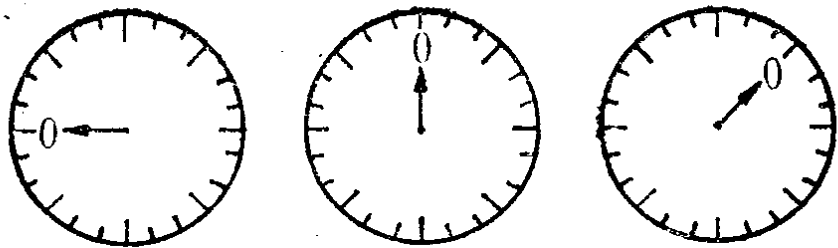
1952年美国空军研究机构发现：在检查仪表的指针方向时，如果指针方位不一致，半秒钟内只能检查4块仪表；如果指针方位一致，半秒钟内可以检查32块到45块表，见图1-1。

60年代，这种研究又推广应用于潜水艇的机械设计。

电子计算机在生产中的应用，把生产大大向前推进了。机械化、自动化减轻了人在劳动中的体力消耗，却增加了神经系统的紧张。人——机系统也由原来的人——机械这一简单模式转为下面这一复杂模式：



仪表方位不一致图示：



仪表方位一致图示：

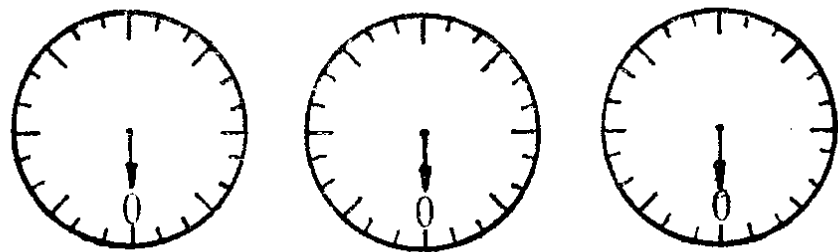


图1-1

到70年代，人们又进一步把系统理论运用于宇航业，运用于企业的经营管理，把“组织管理科学”和“行为科学”结合起来，形成现代管理的一种新理论。这一理论把企业（或某一个组织）作为一个系统，把企业中的人、物以及人所处的环境等，都作为这一系统中的构成要素。这一理论要求全面研究各个要素之间的关系——即不仅研究人——机关系，而且要考虑到环境。这种研究，有助于提高企业的经济效果和保障人的身体健康。

第二节 研究人——机——环境

系统的意义

任何人——机系统中，都包括人和机器两个方面。人操纵机器，机器又作用于人。人创造工具，又依靠工具。工具对人的劳动、工作、学习、生活等各方面都有着重大的影响。人离不开机

器，机器更离不开人。没有人的操纵，最现代化的机器也将成为僵死无用的东西。可见，人与机器两个系统结合为人——机系统，是历史发展的必然。人——机系统的早期研究，是应用生理学和心理学知识设计机器，使机器适应人的生理、心理特点，并在人操作设备最佳化的基础上，提高生产效率。与此相联系的研究对象，是视觉显示、控制、追踪以及环境等问题。现在，随着科学技术的发展，特别是随着自动化和电子计算机的发展，人——机系统的范围也发生了显著变化。例如，人在劳动中的体力负荷不断减轻，但心理负荷不断加重。在人——机系统中，操作者不是通过一种而是通过几种感官从机器接收输入。

我们知道，手工业劳动以手工具为主，现代化大生产以机器为主。不管自动化程度多么高，机械多么复杂，都可以把它看作是一个大的人——机系统。这种大系统由若干相对独立的人——机系统组成，每个人——机系统都是整个人——机大系统的不可分割的组成部分。如果有一个子系统出了故障，大系统就会受到影响，并波及其他子系统。因而，孤立地研究人的特点以提高人的工作能力，或者孤立地研究机器的特点以提高机器的效能，都是片面的。我们只有对整个系统综合加以研究，才能够提高生产效率。因此，关于人的科学与关于技术的科学正在有机地汇合起来。控制论、系统理论、自动调节理论的观点和方法，被广泛应用于人——机系统的研究。

除人——机关系外，人们可以看到，做任何事情，都涉及人和环境的关系问题。在工作和生活中，环境会影响我们工作的动机、心理状况和能力，直接关系到工作的进度和效率。例如，气温太热或太冷，环境太嘈杂或太静谧，人的感觉太寂寞或太烦躁，房间或工作地的布置太沉闷，内部布局不方便，等等，都会使工作和生产受到损失，甚至发生各种事故。

可见，把人——机——环境作为一个大系统加以综合考虑，无疑会有助于提高生产效率和保障人身健康。现代化的生产不同

于手工作坊式的小生产，无论是从原料来源、劳动力供应来看，还是从工业生产副产品(例如“三废”)的排放来看，都离不开社会环境。现在，人——机系统的研究已扩展为人——机——环境——社会系统的研究。

第二章 人——机系统的合理化

第一节 人的操作动作的合理化

对人的操作动作的研究，是人——机系统研究的一个重要方面。动作研究主要包括两个方面：对人的作业动作的分析以及动作时间的测定；对机器设备动作的分析及测定。

第一次产业革命后，机器生产的发展，大大地提高了生产效率。资本家为了追求利润，不仅要求人适应机器，而且使机器运转得越来越快，从而迫使工人的工作节奏也越来越快。早期的动作研究，重视研究如何消除人的不适当、不必要的动作，从而在不增加人的劳动负荷强度的情况下提高生产效率。

对作业动作合理化的研究，也就是对时间和运动（或称动作）的研究，简称时动研究。这可以追溯到19世纪末叶。美国机械工程师协会（ASME）为此做了大量工作。泰罗就是其中最杰出的一员。他在蜜德维尔钢铁公司工作时，测定车间内各种作业所需的时间，并根据大量研究成果，认为，工人的产量远远少于他们力所能及的产量，并认为造成这种巨大浪费的原因，在于公司完全不了解“公平的一天劳动量”应该是多少，也不懂得劳动定额与工资制度之间的关系。

泰罗为了确定劳动定额，进行了一系列的研究。例如，他为了研究一个车工的劳动，就对这个工人的全部工作的每个操作部分进行鉴定，并对凡是测量的部分进行测量，以此确定“公平的一天”的劳动量的客观标准。他也通过某些实例研究了工作的体力因素。例如，他在伯利汉钢铁工厂对搬运铁块进行了研究，

即从劳动生理学的角度研究用什么方法，怎样弯腰，怎样使劲，怎样通过一个倾斜的平面，把大生铁块搬到平板车上。对此，他画了流程图，把多余的动作取消。同时他还研究了每一个搬运工人的特定的精力消耗和复原所需的时间(工作——休息时间)，认为搬运92磅重生铁块的工人，只应有43%的时间进行搬运工作，而其余时间应休息。他据此进行了新的实验，结果每个搬运工增产300%，日工资也从1.15元增加到1.85元。

吉尔布雷思夫妇将时动研究又推进了一步。工程师吉尔布雷思及其夫人心理学家莉莲，主要是研究完成工作的操作方式，以消除操作中一切不必要的动作。例如，他们发现砌砖工砌砖时有许多多余的动作，给工人们增加了劳动强度。工人弯下腰，用右手铲一铲灰泥，站起来放到所砌的墙上，再弯下腰用右手拿一块砖，放在手中掂一下，摆好位置放在灰泥上，再用右手拿瓦刀敲一下，大约每砌一块砖需18个动作。经过研究，他们发明了可以自由升降的脚手架，这样，工人可以始终站在方便的位置上工作，免去了多次重复的弯腰动作，大大减轻了工人的劳动强度和疲劳程度。其次，他们又分析了砌砖时工人的手和臂的各个动作进行了必要的改革。例如，左手铲泥，右手码砖，就可以将原来的18个动作减少到4½个动作。结果，每个工人每小时的砌砖数从过去的120块增加到350块，而劳动负荷强度并没有增加。

泰罗和吉尔布雷思夫妇的研究，大大推动了时动研究。时动工程师(或称效率专家)开始研究各种各样的工作，使每种工作的操作动作数目减少到最低限度。

时动研究在研究机械的、重复的工作方面，成绩突出。他们把一个人所做的全部工作情况拍成电影，再对电影中的各个镜头加以分析，找出不必要的和无效的动作，制订出高效的指导手工工作原则。

时动研究可以使工作简化，提高生产效率，因而这种研究至今仍在进行。但是，时动研究也有不足之处。