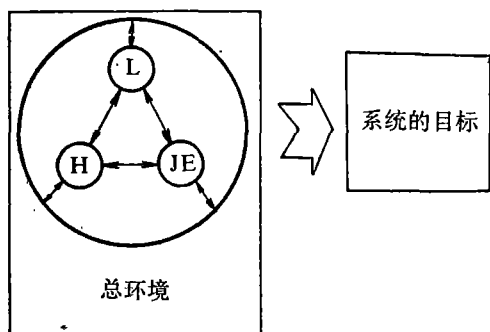


# 系统工程和人的因素

中国科学院心理研究所 徐联仓

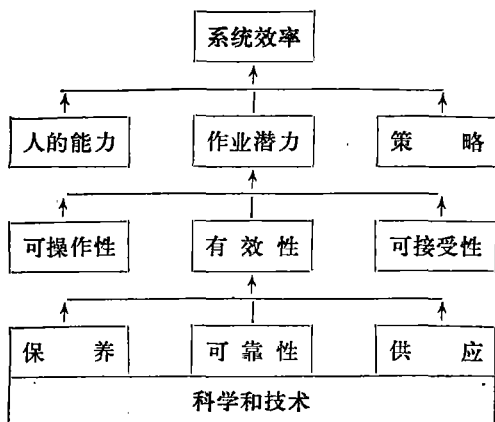
为了迅速实现四个现代化，我们不仅要在科学技术上有发明创造，而且在科学管理上也要有新的见解和办法。系统工程是近年来国际上十分重视的一个综合性的科技领域，它对于组织管理大的工程、经济、企业都是行之有效的办法。其应用范围也在日益扩大，如关于都市城建，水源管理，污染防治，甚至教育、保健、司法等方面也都试用了系统的概念和技术。

系统工程最基本的原则就是考虑到各种有关的因素，并加以统筹兼顾，做出合理的安排。所谓各种因素，主要是人的因素、物的因素和环境因素。有人把这几种因素综合为一个草图。



系统作业的相互关系模型

L=活件(人); H=硬件(机器等); JE=工作环境。



从这个草图可以概括地反映出在系统中各种因素的交互作用，整个系统的效率是由多种因素所决定的，可把决定一个系统效率的各种有关因素列为一个方框图，形象地表现出各种关键性的因素的作用。

这些因素中有的与人的操作有关，有的与机器的性能有关，有的与环境条件有关，有的则是几种因素交互作用的结果。如果我们只看到机器、原材料等方面的问题而忽视了人的能力、工作的方法等也不会得到最好的效果，下面我们着重就人的因素方面加以探讨。

在人的因素方面，主要从几个层次上考虑：

**一是人类学的特点。** 主要是研究人的躯体的特点，如上肢、下肢的长短，坐、立的角度与尺寸，人的手指的特点，握力大小等等。这些数据对于设计机器和工作地布置是有参考价值的。我们有些进口的机床主要是根据外国工人的身体特点设计的，有时由身材较小的女工操作时就感到困难，甚至够不到某些手柄或手轮，而不得不在地面铺上垫板。有些机床或仪表柜由于尺寸不合宜，使工人干了一天活之后感到十分疲劳。这些因素考虑不周到往往会降低工作效率，增加废品甚至引起事故。从管理的角度就不能忽视这些似乎是无关大局的小事。

**二是人的感知觉和运动的特点。** 在一定的生产条件下，人和机器之间进行着信息的交换。机器从广义的理解，包括整个系统中各种物的因素，把它的信息通过各种显示装置（如仪表、声音信号、示波器、数码管等）通报给操作人员。人则通过视觉或听觉，甚至触觉接受这种种信息。经过头脑的加工之后，由人的运动（动作）来把信息传递给机器。这种运动可能是按一些电钮，也可能是旋动一些手轮和手柄，或是按电传打字机的键把信息输给一台电子计算机。而且近年来已实现了人——机对话，操作人员甚至可以用口头的指令来向

机器传递信息。问题是人的感知觉和运动都存在着一定的限度，超过了这个限度就无法接受信息或使可靠性降低。例如，在视觉方面，人对于指针在直线刻度上位置的绝对辨认，可传递的信息为3“比”左右〔比（bit）是信息计量单位。如从两个等概率出现的对象中选取一个，为1比的信息量；从4个对象中选中一个为2比的信息量；从8个对象中选中一个为3比信息量，等等〕。但如果辨别的对象的维量增加，例如一些属性的结合，把色彩、亮度、位置等也加进去，那么传递的信息可以多达4.6“比”。在一些工程心理学的专著里，对这些限度都有专门的介绍。

了解到这个限度，使设计人员心中有数，就不会盲目地加重操作人员的负担，从而保证了系统工作的可靠性。但是也不能消极地来看待这个问题，还要想办法改进机器呈现信息的方式，来减轻人的感知觉的负荷，从而扩大向人传递的信息量。例如改进仪表的设计就是一个途径，在数量阅读时，采用数字显示的仪表效果最好；在质量阅读时，采用指针式的仪表更合宜。仪表的分度、指针的形状、数字的形式等等都应仔细加以研究，使操作人员容易看，容易记。从运动方面看，就是要考虑控制器的设计。一般说，控制器的设计要便于识别，如各按钮的形状、标志应有明显区分，以免错误的反应导致误操作。第二，操作的结果应有相应的反馈，使操作者及时了解自己操作的效果以便进行必要的调节。第三，控制器的设计应合乎习惯，例如向顺时针方向为旋紧或关闭，逆时针方向为旋松或开启等。这方面的工作是大量的，为各种机器和设备的完善化提供了十分有用的依据。

**三是人的智力活动的特点。**上面提到感知觉是信息对人的输入通道，运动是人的信息输出渠道，这中间还有一个中枢神经系统对信息加工的过程，与此有关的要考虑人的注意、学习、记忆能力，判断、推理能力等。注意是最基本的信息加工形式，我们把一些对象从另一些对象中区分出来进入到意识的领域，这已是一种基本的信息加工。再进一步是短时记忆，在日常生活中我们都有这种体验，有些事物只需记住几秒钟，用过后就把它忘掉了。在生产中这种记忆很重要，如显示器上呈现的一些数据只需临时记一下，那么人一下能记住多少？能记多久？这些问题是设计人员应注意的。有些数据我们是保留在长时记忆中的，但要在记忆中把它们“提取”出来要花多少时间？有哪些因素可

能影响“提取”的过程，这也是设计机器时要考虑到的人的因素。在过分紧张的情况下，人们本来记得的东西也会一时想不起来。一些熟练的动作也是这样，如果你已熟悉了一种操作，因工作需要改变了这种操作，在一般情况下，你也可以很熟练地适应这种新的操作程序，但在某些特殊情况下，可能不自觉地又把原来的操作拿出来了，往往由此而造成事故。所以在设计新机器时要考虑工人过去的习惯反应和一般的反应形式。在工程心理学中有一个名词叫“普遍性的动力定型”。这是设计人员应当注意的。

为了减轻人在信息加工方面的负担，工程设计人员做出了许多努力。例如在驾驶飞机时，有数以百计的仪表，有许许多多的数据，飞行员要根据这些来自许多仪表的信息进行判断自己飞机的位置、速度等，并根据情况的要求进行操纵，这里有异常复杂紧张的信息加工过程。随着飞机速度的日益增加，这种困难也愈来愈大。于是工程设计人员设计了一些专用的电子计算机，把有关的信息进行综合加工，然后用一个简单的显示器表示出飞行员应当进行操作的指标，飞行员只需推动驾驶杆，使表示反应的指示器追踪电子计算机控制的指标，能追踪上就完成了任务。这样就用电子计算机代替了人的部分的脑力劳动。

在人的智力活动中也要考虑到人的“动机、目的”所起着的组织推动作用。人在自己的活动中，当然在劳动操作中更是如此，总是在实现着有意识地提出的目的。这种目的是指向一个未来的目标，也可以说是将要实现的结果的一个表象。例如你想制造一个桌子时，在进行加工之前，脑子里已经有那个你准备要做的那个桌子的形象。这个目标就决定着你在进行加工过程中的许多方面。由于是有目标的，你在知觉、记忆等方面都是有选择性的。由于你要达到的目的的强烈程度也决定着你的积极性。换句话说，你在工作中智力活动是否处于一种十分活跃的状态。如果没有这样的状态，一个人也就不能充分发挥他的聪明才智。所以了解工作的意义，正确地贯彻按劳分配等原则，充分调动人在智力活动方面的积极状态，对于提高工作水平也是很重要的。

**四是要考虑人的经验、职业技能的训练水平。**一个操纵者虽然具有较好的素质，如敏捷的知觉——运动反应、较强的记忆力，正确的推理、判断的能力等，但如果缺乏本专业的训练仍是不能

胜任本职工作的。所以在现代化的生产或国防体系中，对从事工作的人员都要进行严格的选拔与训练，选拔主要是针对着候选人员的心理素质，如上所述感知觉、记忆、注意、思维等方面进行测验择优录用；而训练则是针对本专业的需要对从事本工作的各类人员进行培训，使他们不但具有对本行业的知识，而且掌握必要的技能。同时训练过程也是一个选拔过程，在较长的时间内，通过各种训练科目，观察受训人员是否具有培养前途，只有这样才能真正把符合需要的优秀人员选拔到工作岗位上来。这对于提高整个系统的工作效率与可靠性是十分重要的一个方面。

训练在现代化企业中是一个很重要的问题。因为生产技术的更新愈来愈快，一些老的职工也必须经常培训，才能符合发展的要求。在国防、交通、矿山等等系统中都是如此。往往在设计一种新的机器、新的武器、新的生产线时，就已经开始为新的任务训练人员。方法是建造模拟装置，利用电子计算机等新技术，可以制造与所要模拟的设备在操纵上十分相同的模拟器。当人们在模拟器上熟悉了新的操作之后，新的设备正好试制出来，很快就能投入试运转，这样可以大大节约整个系统投入使用的费用。因为一个复杂的设备，如果在制成之后再培训人员，可能要花一、二年的时间。在模拟器上训练人员还有一个好处，就是可以考核设计的东西是否合理，及时发现问题，及早修改设计。现在训练器已经发展成为一种专门的学问。与真实情况可以十分逼真。例如飞行模拟器就是一个典型。美国空军广泛地应用模拟器来训练飞行员，预计到1980年可以把目前训练飞行员的飞行时间减少25%。美国空军投资18亿美元，装配了229个现代化的模拟装置。现代化的模拟装置虽然造价很高，但由于它可以节约飞行训练的消耗，所以算总帐还是合算的。估计一台模拟装置的价钱相当于2~6年内进行飞行训练中节约下来的燃料和减少训练飞机数量的投资。而且还间接地减少了训练飞行中所需的各种配合人员的支出和意外事故的损失。

**五是要研究人的社会性方面的问题。**我们在进行人的基本的心理过程的研究时，例如研究人的简单反应、辨别反应时，注意广度、记忆广度、视觉、听觉的基本阈值等问题时（阈值是指接受到一个刺激的最低值。例如，一个声音从小到大，你刚刚能听到它时，那就是你的听觉阈限），我们都是把人的社会性的方面排除了的，这些数据

对于研究系统中人的因素提供了最基本的资料。但是我们在考查一个复杂的系统中的人的因素时，不能仅仅限于这些基本的数据，还要把人当作一个社会的人来考虑。这就必须要考虑到人的相互关系，工作中的协调，生产环境中的心理气氛，人的责任心、组织性、纪律性，人在工作中的主动性、积极性、或者用心理学的术语说，他的动机水平。

在资本主义社会，生产管理人员、工艺师、设计师、工长等等都是十分重视这些问题的，把这类问题委托社会心理学专家来替他们出谋划策。他们通过各种社会调查、产品分析、操作分析、质量分析找出其中由于人的因素所引起的问题，再进一步分析人的因素中社会因素的问题，并针对性地提出一些策略供企业人员考虑采用。在一定程度上起调和阶级矛盾，领导与被领导矛盾，工人与工人间矛盾的作用，收到了提高生产率的效果。例如日本企业为了刺激职工的积极性，采用了一些办法，提出了所谓的“终身雇佣”制度，使职工产生一种职业的“安定感”，产生一种与企业“相互依存”的感觉。他们宣传企业就是一个大家庭，防止劳资冲突。为此他们的企业主也想了许多办法，即便在不景气的时候，也尽量不解雇或少解雇职工，要求各级管理人员“关心”工人，创造一种有利于安定的气氛。此外在工资制度、奖赏制度方面，也都采取了有利于巩固这种“终身雇佣”制的办法，此外对于工人的合理化建议也进行奖赏，以提高工人对企业的关心。在福利制度方面也下工夫使它为安定工人，提高积极性服务。企业的领导人花费大量精力做人的工作，努力调整职工之间关系。如在车间内挂有“团结一致”，“以和为贵”的标语，组织职工进行“自主管理”小组，增加资方与工人的“对话”等等。其根本的指导思想就是努力把职工个人的物质利益同企业经营情况紧密地联系起来，借以刺激职工的积极性。在资本主义社会中，由于其经济本身固有的困难，失业是不可避免的，这成为资本主义社会中劳动人民的经常存在着的一个可怕的魔影。而企业主正是利用这一点，提出所谓“终身雇佣”也是在工人不能违反企业的利益的前提下“终身”。这种物质刺激与失业威胁双料的影响正是资本主义制度下社会心理学用于调动工人积极性的一根杠杆的两个方面。

在社会主义制度下，工人与企业的关系同资本主义社会有本质的不同。工人成为企业的主人，这是我们社会中人与人的关系的最本质的方面。从根

本上讲我们有着比资本主义社会优越得多的条件，来发动群众的积极性与主动性。但是问题并不是如此简单，在社会主义条件下仍然存在着人民内部矛盾，存在着上层建筑与经济基础不适应的方面。如果我们不善于组织，不进行深入细致的政治思想工作，缺乏一套科学的规章制度，仍然收不到良好的效果。所以针对当前在生产管理中存在的问题，研究人的因素中社会性的方面仍具有重大的现实意义。在马列主义原则的指导下，结合我国的具体情况，吸收外国在这方面的某些作法也是必要的。

首先，从理论上要搞清楚在社会主义条件下人们从事生产活动的基本动机是什么。我们认为动机是满足需要——物质的和精神的需要。为了满足人们的需要才有了生产活动，同时生产活动又产生新的需要。生产发展的水平决定着人们需要的特点和水平。所以在不同的社会形态中存在着不同形式的需要。我们现在还处于社会主义阶段，生产发展的水平还相当低，旧的分工仍然存在，所以劳动还不是人们生活的第一需要，这是一种社会经济现象在人们心理上的反映，不能认为是劳动者的思想觉悟不高，所以我们在讨论生产中人们的动机的时候不能忽视劳动者在物质生活、精神生活方面的需要。

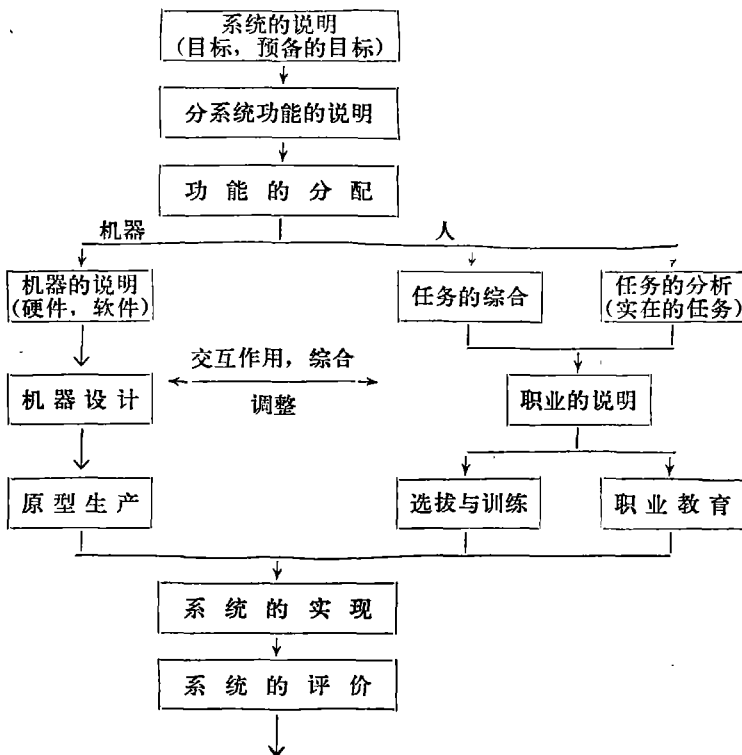
在工资制度、奖励制度、提升制度、福利措施等方面必须坚决贯彻按劳分配的原则。要使那些劳动积极、有创新精神，模范地遵守规章制度，为生产创造新成绩的人在各方面得到鼓励，并在收入上得到实际的提高。这也应当是各种上层建筑的准则，政治思想工作应当与具体的奖励制度相一致。不当超出社会历史发展的阶段，在意识形态上提出另一种标准，例如宣传要在目前就把劳动当作是生活的第一需要，那样做看起来很革命，实际上是不切实际，反而会有害于发挥群众的积极性。

以上我们从五个不同的层次讨论了系统工程中应当考虑的人的因素的问题。正确地解决这些问题有助于提高生产效率，增加收入，降低成本，对迅速实现四个现代化有利。我们国家生产发展的自动化水平还比较低，人力资源又极为丰富，这些特点更促使我们注意安排生产中的人的因素时要考虑我们自己的特点，不能盲目地照搬外国的一套。但是，在系统设计的原则和方法方面，国外的一些经验还是值得重视的。例如他们在设计一个系统时是如何考虑人的因素的，对我们考虑这个问题也是有启发的。

以上我们简略地讨论了系统工程中人的因素问题。

如何在系统工程中处理好人——机的关系，这是一个十分复杂的课题，也是一个还没有解决的课题，国内外许多专家致力于此。从“未来学”的角度观察，人——机系统绝不是二者属性的简单相加，而是交互作用，互相渗透，因而这个系统本身又会产生出它自己特有的属性。马克思早在青年时代就预见到人的本质的力量是可以体现在人所创造的工业之中，他曾经形象地把人所创造出来的工业比之为“人的本质力量的已经打开的书卷，是感性地现存着的人的心理学”（“经济学——哲学手稿”，中文版，90页）。任何工具，包括最现代化的自动机，电子计算机都已经

(下转第49页)



输”格内；如提货员提货到店，由有关售货员验货入库，复将此卡移入“正常商品”格内；如某货已在平均库存量之下，售货员便将“正常商品”格内卡片，抽至“库存薄弱”格内，可让进货员引起警惕；长期积压的某商品，售货员就将此卡从“正常商品”格内，抽至“呆滞处理”格内，可让进货员及时作出处理，或敞开在柜台上推销。另外，售货员见到“在途运输”格内有卡，知道某货不久即能到店，如顾客正要此货，售货员就能婉言告之一、二日再来，不至于一问三不知。

### 三、备有一套商品帐，帐、卡、货编号相同。

售货员因兼当部分商品保管员，因此，某货售出后，售货员就将一小长纸条夹在该货的帐页内，便于下班前核对实货和卡，没有售出货的帐页，不必核对，但当天售出商品的帐页，要每天和实物、卡片相核对，做到帐货相符、帐卡相符。这样，日销日盘，费时少，而且不容易出差错。即使有错，也容易找出差错的原因。

### 四、登记好类别转移时间，以加强岗位责任制。

在抽卡和插卡的过程中，虽购、销、调、存各个环节都能从“必备商品目录动态卡”上显现出来，但在时间上还会遇到责任不清的现象。为此，采用“类别转移时间登记表”（见表4——可印在

表4 类别转移时间登记表

类别 转移	时间		类别 转移	时间		类别 转移	时间		类别 转移	时间	
	月	日		月	日		月	日		月	日

（上接第46页）

不是单纯的自然的東西，在里边包括着物化了的人的经验和人的心理的品质；从人这方面来看，他本身也是一种系统，他的“自由意志”也不能超越他所在的物质的、社会的环境的制约，所以人在系统中的地位，除有主导者、控制者的一方面，同时又有受系统的制约，服从系统的需要的一方面。系统

“必备商品目录动态卡”的背后），可以解决时间上扯皮所造成的岗位责任不清的现象。那末，怎样做好类别转移时间登记呢？可以把各类用代号表示，如把“正常商品类”代号为①，“库存薄弱类”代号为②，“脱销进货类”代号为③，“呆滞处理类”代号为④，“在途运输类”代号为⑤，“批发无货类”代号为⑥。假定今天某货已在平均库存量之下，售货员即将此卡从“正常商品类”内抽至“库存薄弱类”内，同时，在“类别转移时间登记表”上“类别转移”项内，填上①~②并填上转移时间；又假定进货员已从批发部开到了单，但货未到，进货员就将此卡从“库存薄弱类”内抽至“在途运输类”，并在时间登记表上“类别转移”项内，填上②~⑤并填上转移时间。这样，类别、转移和时间十分清楚，责任分明，有利于加强岗位责任制。

### 五、一些副品和处理品、一次性销售的商品、不定型试销品等，暂不列入“必备商品目录动态卡”内，视今后发展变化情况而定。

实践证明，零售企业的“必备商品目录动态卡”，是管理零售企业商品库存的一个很有效简便的方法。由于购、销、调、存环节清楚，时间清楚，因此不论售货员、进货员、保管员、提货员、验收员、店经理，人人都关心“必备商品目录动态卡”的变化情况。它虽已在上海同行业中逐步推广试行，但我认为很多行业都可适用。当然，还应该在今后实践过程中，不断地总结经验，摸索和提高，以便使“必备商品目录动态卡”制度逐步完善。

的范围愈大，涉及的环节愈多，就有更多的人要受这个系统的制约，在将来，系统的概念将远远超出当前的工程技术的领域而成为人类社会生活、政治生活、甚至日常生活中的现实。人和人所创造的具有高度智能的机器如何各得其所，在一个系统中各尽其能为人类谋更多的幸福将永远是一个激动人心的科学研究的前沿！