



高等学校统编教材

造船生产自动化

吴天俊 主编

国防工业出版社

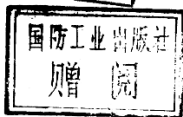
U673.38

v94

425272

造船生产自动化

吴天俊 主编



00425272

国防工业出版社

田宝荣

内 容 简 介

本书以生产率 and 劳动生产率理论为基础, 结合自动控制 and 工程经济学等基本原理, 密切联系造船生产实际, 论述造船生产过程自动化 (包括机械化) 技术经济分析及其设计的一般原理和方法。

本书可作为船舶工程各专业的选修教材或教学参考书; 也可供从事船舶建造、船厂设计与改造、其它工业企业工作的管理人员和工程技术人员参考。

造船生产自动化

吴天俊 主编

国防工业出版社
(北京市海淀区紫竹院南路23号)

(邮政编码 100044)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

787×1092 1/16 印张12 1/2 285千字

1991年4月第一版 1991年4月北京第一次印刷 印数: 001—110册

ISBN 7-118-00770-6/U·66 定价: 3.30元

出版说明

根据国务院国发〔1978〕23号文件批转试行的《关于高等学校教材编审出版若干问题的暂行规定》，中国船舶工业总公司承担了全国高等学校船舶类专业教材的编审、出版的组织工作。自1978年以来，完成了两轮教材的编审、出版任务，共出版船舶类专业教材116种，对解决教学急需，稳定教学秩序，提高教学质量起到了积极作用。

为了进一步做好这一工作，中国船舶工业总公司成立了“船舶工程”、“船舶动力”两个教材委员会和“船电自动化”、“惯性导航及仪器”、“水声电子工程”、“液压”四个教材小组。船舶类教材委员会（小组）是有关船舶类专业教材建设的研究、指导、规划和评审方面的业务指导机构，其任务是为做好高校船舶类教材的编审工作，并为提高教材质量而努力。

中国船舶工业总公司在总结前两轮教材编审出版工作的基础上，于1986年制订了《1986年—1990年全国高等学校船舶类专业教材选题规划》。列入规划的教材、教学参考书等共166种。本规划在教材的种类和数量上有了很大增长，以适应多层次多规格办学形式的需要。在教材内容方面力求做到两个相适应：一是与教学改革相适应；二是与现代科学技术发展相适应。为此，教材编审除贯彻“打好基础，精选内容，逐步更新，利于教学”的原则以外，还注意了加强实践教学环节，拓宽知识面，注重能力的培养，以适应社会主义现代化建设的需要。

这批教材由各有关院校推荐，同行专家评阅，教材委员会（小组）评议，完稿后又经主审人审阅，教材委员会（小组）复审。本规划所属教材分别由国防工业出版社、人民交通出版社以及各有关高等学校的出版社出版。

限于水平和经验，这批教材的编审出版工作还会有许多缺点和不足，希望使用教材的单位和广大师生积极提出宝贵意见，以便改进工作。

中国船舶工业总公司教材编审室

1988年3月

前 言

生产过程机械化自动化是提高生产效率最重要的手段，是科技进步的产物，是人类从事物质生产的必然发展趋向。

造船生产过程中，工艺过程机械化一直在不断发展。在此基础上，本世纪60、70年代，造船生产过程中在某些生产环节上开始实现机械化流水作业及自动生产。尽管随后由于世界经济的影响，使机械化自动化的发展速度有所减缓，但在计算机及其技术开发应用的促进下，造船生产准备、生产管理等方面的自动化进程始终未曾间断，并取得不少可喜的进展。成组技术的开发应用，更使以中小批量生产方式为主的造船生产出现勃勃生机。这些都说明：造船生产过程自动化已不再是遥远的幻想，而是正在逐步成为现实。

高等教育必须适应生产发展的现状，并走在生产技术发展的前列，为生产技术更新的发展作准备。我们开设《造船生产自动化》选修课，编写本教材，就是企望为加速造船生产自动化的发展起一些促进作用。

本课程以技术进步和生产率理论等技术经济分析为指导，以实施船体建造工艺过程机械化自动化为主体，研究造船生产过程自动化的理论和设计问题。希望通过本课程的学习，能使读者掌握造船工艺过程自动化技术经济分析、方案设计的理论和方法。

本书由武汉水运工程学院造船工艺及设备教研室吴天俊副教授主编。孔祥鼎副教授编写第二、三章，徐惠国副教授编写第四章，其余由吴天俊编写并作全书统稿。

本书承镇江船舶学院范邦兴副教授审阅，中国船舶工业总公司船舶工程教材委员会夏炳仁副教授复审。在编写过程中，中国船舶工业总公司第九设计研究院施占涛高级工程师为本书提供了极其宝贵的有关资料，中国船舶工业总公司造船工艺研究所高介枯高级工程师也对书稿提出过很多有益的意见，本教研室的同志们更是给予了大力支持和帮助，在此一并表示深切的谢意。

由于我们水平有限，加之时间仓促，书中不妥之处，切望批评指正。

编 者

一九九〇年元月于武汉

目 录

第一章 概论	1
第一节 生产过程及其自动化	1
第二节 造船生产过程自动化	7
第三节 课程目的要求及内容	10
第二章 生产率及劳动生产率理论	12
第一节 机器生产率	13
第二节 机器系统的生产率	17
第三节 劳动生产率	22
第四节 提高劳动生产率的途径	28
第三章 技术经济综合评估	33
第一节 技术经济评估的基本原则	33
第二节 技术经济评估指标	34
第三节 技术经济要素计算及举例	39
第四章 自动化控制系统	46
第一节 自动化和自动化控制系统	46
第二节 单机(工序)控制系统	46
第三节 自动线(多工序)控制系统	66
第四节 生产过程综合自动化控制系统	79
第五章 造船生产过程机械化自动化	90
第一节 造船生产准备自动化	90
第二节 造船工艺过程自动化	113
第三节 生产管理自动化	147
第四节 成组技术在造船中的应用	158
第六章 造船工艺过程自动化方案设计	171
第一节 多品种小批量生产自动化方案设计	171
第二节 流水生产线设计	176
主要参考书目	190

第一章 概 论

自有人类生存以来,生产过程就开始出现并不断发展。随着人类社会的发展,人口数量与日俱增,人类对自然界及其自身的认识逐步深化;科学技术不断进步,人类对物质生活和精神生活的要求也一步步提高,不断地对生产产品的品种、数量、质量以及新产品的开发,提出越来越多、越来越高的要求,促使生产过程及其活动手段不断更新。工业生产中繁重的人工体力劳动逐渐为机械化作业所替代。特别是本世纪初开始,工业技术更是突飞猛进,在产品的设计、制造以及生产管理诸方面大量开发、应用自动化技术,使得由自动化机器及其控制系统取代人的部分脑力劳动也已成为现实。

20世纪工业生产技术发展的主要特点之一,就是各项自动化新技术的开发应用。它使工业生产的生产率,特别是劳动生产率,即产出与投入总价值比大幅度提高。同时,在缩短产品的设计、制造周期、提高和保证产品性能和质量、改善劳动条件、改进和完善企业经营管理以及降低成本、节约能源等方面,也获得了显著的技术经济效益。因此,工业生产机械化自动化得到了越来越广泛的重视。

船舶是一种大型综合性产品,造船工业的发展也和上述一般工业技术的发展情况类似。然而,造船工业生产属断续生产类型,其加工的对象是分离的个体,和连续生产型的工业如石油、化工等工业相比,在实现机械化自动化生产技术方面,进程较缓慢;从生产方式来说,造船生产基本上是多品种小批量(包括单件)生产形式,和大批大量生产的轻纺、食品以及某些机械工业(如汽车、拖拉机、轴承等)生产相比,在实现机械化自动化生产技术的形式、方法以至具体内容等方面,又有其一定的特点。

本书遵循工业机械化自动化生产技术的一般规律,以生产率理论和劳动生产率理论为基础,力促经济理论和工程技术相结合,探讨造船生产过程实现机械化自动化生产的基本原理和方法。

第一节 生产过程及其自动化

一、基本概念

(一) 生产过程

生产过程由生产准备、工艺过程、经济和质量管理等基本部分所组成,如图 1-1 所示。由图可见,生产过程就是人们为实现产品生产所采取的各方面技术经济措施的综合。

就生产的整个过程而言,生产过程又可分为三大环节和八个主要过程。

- 1. 设计——
 - ①设计过程
 - ②生产准备过程
 - ③工艺准备过程
- 2. 制造——
 - ④加工过程
 - ⑤装配过程

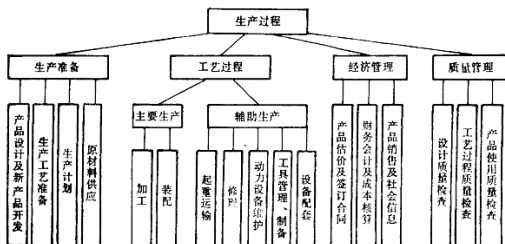


图1-1 生产过程的组成

- ④ 检验、试验过程
⑦ 辅助生产过程

3. 管理——③ 生产管理过程

以上各个生产过程，虽然内容繁多，但在一般工厂或车间的生产活动中，实际上只包含着两个主要部分：

1. 物质流——指生产所需的原材料、工模夹具、量具、半成品、构件、分段、总段、配套件、废料等物质的流动和处理。有时简称为物流。其中也包括能源的流动与变换。因此，需要实现物料流动和处理（加工或装配）的机械化自动化。

2. 信息流——指技术情报、市场动态、加工指令、数据、反映生产作业的各种计划、进度、质检等信息的流动和处理，这是生产过程中的另一主要部分。因此，需要实现信息流动和处理的自动化。

生产过程自动化实际上就是围绕上述两个方面的内容进行的。在实现这两个“流”的自动化时，虽然自动化能减少人的干预，但仍然需要发挥人对被控过程进行某些监督、维护、调整或设定指令等作用。

（二）机械化

人在生产过程中的劳动，包括基本的体力劳动、辅助的体力劳动和脑力劳动三个部分。基本的体力劳动是指：直接改变生产对象的形态、性能和位置等方面的体力劳动。辅助的体力劳动是指：完成基本的体力劳动所必须做的其他辅助性工作，如工件装夹定位、操纵机器、进行检测、搬运物料等体力劳动。脑力劳动是指：决定加工或装配工艺方法、工作程序；判断加工或装配是否符合规定的技术要求；选择工艺参数以及设计和技术管理工作等。

当人用双手和体力所承担的体力劳动，由机械及其驱动的能源，如各种机械能、电能、化学能、热能等所代替的过程，称为机械化。如：由压力机或辊弯机进行钢料构件成形，称为钢料加工机械化；焊丝机动送进和焊机机动行走称为焊接机械化；用牵引机械或自行驱动车架进行移船下水称为船舶机械化下水；用辊道或车辆代替人的肩挑背

扛,称为运输机械化等。

由人和机器构成的有机集合体,就是一个机械化生产的人机系统,如图1-2所示。但是,机械化生产时人还不能离开机器,还需由人不断操作看管机器,整个生产过程在很大程度上还受操作者的影响,只要操作偶有不当,就会产生废品,甚至发生事故。在很多情况下,机器速度的提高和精度的控制还受人的精力和体力的限制,当劳动强度过大,精神过度紧张、劳动条件恶化时,生产效率和质量都无法得到保证。对某些紧张而复杂的生产过程,常常还要进行大量的计算工作,有时甚至达到人力难以胜任的地步。还有一些生产过程,如采用有毒的原材料、有害的电磁波、超声波以及某些焊接技术等,还不适宜由人直接进行操作。这些都说明,仅仅实现机械化生产,还不是人类理想的生产方式。

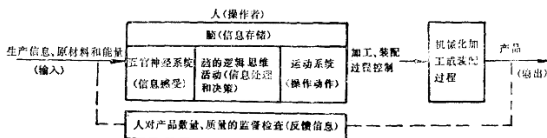


图1-2 机械化生产的人机系统

(三) 自动化

当人的基本劳动由机器代替的同时,人对机器的操纵看管、对工件的装卸、检验等辅助劳动也为机器所代替,并进而由自动控制或计算机系统代替人的部分脑力劳动的过程,即无需由人直接对机器进行操作和控制的生產过程,称为自动化生产。即人的基本劳动和辅助劳动都实现了机械化,再加上自动控制系统所构成的有机集合体,就是一个自动化生产系统,如图1-3所示。只有实现生产自动化,人才不受机器的束缚,机器

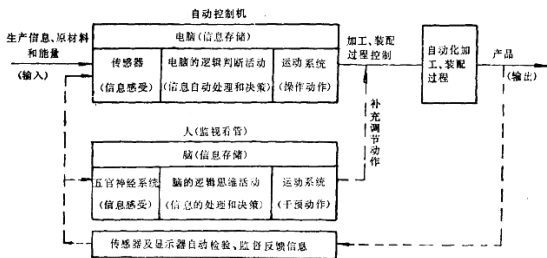


图1-3 自动化生产的人机系统

的生产速率和产品质量的提高, 也才能不受人的操作技能、反应速度和精力、体力疲劳程度的限制或影响。由此可见, 机械化是自动化的前提, 而自动化则是机械化的必然发展。只有自动化生产才是人类生产的理想方式, 是生产效率不断提高的有效途径。

自动化生产过程中, 随着自动机及自动化装置代替人工操作范围的大小和程度的不同, 可以把生产自动化分为三类:

1. 工序自动化

自动机及自动装置仅只代替人完成一个工序的加工及其辅助工作, 称为工序自动化。所构成的有机集合体通称为自动机, 这是工艺过程自动化的基础。

2. 工艺过程自动化

人在多个工序流水作业工艺过程中的各种工作都用自动化设备和自动控制系统来代替时, 称为工艺过程自动化。所构成的有机集合体称为自动化工艺系统, 或简称为自动线。

3. 综合自动化

当自动化设备及自动控制系统不仅代替人实现生产过程中物质流的流动和处理的自动化, 而且进行信息流流动和处理自动化时, 称为综合自动化。所构成的有机集合体称为综合自动化系统。如无人自动生产车间或无人自动生产工厂等。

二、生产自动化的发展

人类社会各种生产活动发展的具体形式、速度快慢、水平高低等等尽管各不相同, 但从追求的目标、经历的路程和阶段看, 却大体是一致的。

机械工业生产过程的发展, 在断续生产类工业生产中具有一定的代表性, 从中不难看出这类工业发展的共同规律。

很早以前人们就开始使用机器进行生产, 不过最早的动力只能是人力、畜力以及大自然中的风力、水力等, 人们只能在很小的局部范围内, 如某个简单的工序中用机械来代替人的体力劳动。经过对动力、材料、生产工艺及其理论等多方面的长期努力, 做了大量工作, 才在本世纪初对汽车生产开始应用流水作业方式进行生产, 从而开辟了断续生产中用连续方式组织生产的途径。20年后, 通过对单机自动化和流水线的大量改进, 开始组建初具规模的汽车制造自动生产线。到本世纪30年代才建成比较完整的缸体加工自动线, 使机械工业的生产技术从局部机械化发展到多工序的机械化, 由单机自动化或部分工艺过程自动化发展到自动线生产的水平。

50年代后, 数控、程控等技术相继问世, 发展了具有自动调整、自动补偿等功能的自动控制系统, 为多品种、中小批量生产方式提供了自动化途径。到60年代, 电子计算机进入第三代(集成电路式), 于是工业生产中开始发展和应用计算机辅助设计(CAD), 计算机辅助制造(CAM)和计算机辅助管理; 发展了自适应控制(AC)、最优控制(OC)和直接数字控制(DNC, 俗称群控)等技术; 并在生产过程中大量应用各种机械手以及顺序控制器、可编程顺序控制器、各类计算机和数控装置及相应的各种应用软件。在产品检验、试验、设计、管理等过程中大量采用新技术的结果, 将自动化生产推向一个新的更高水平。

到70年代, 各种多片、单片、位片式的微型计算机、微型工业控制器等陆续出现并

被迅速、大规模应用,一些国家在机床、工业机器人、检测、装配、设计、绘图、信息数据传送、企业管理等方面广泛应用计算机,使生产过程又一次发生显著变化。其间,工厂企业中的物流输送自动化也受到重视,出现了各种类型的自动运输车及自动运送装置,使装配过程自动化和管理过程自动化也得到很大发展,生产自动化的经济效果更为突出,自动化生产更趋完善。与此同时,为推过多品种小批量生产自动化技术的发展,人们又研究开发柔性生产系统(FMS)、成组技术(GT),并开始组建自动化生产车间、自动化工厂,甚至向跨地区、跨国等更大规模的综合自动化方向发展。

造船工业中机械化自动化生产的发展与机械工业的发展有很多相似之处。最早的木船,就是人们长期用手劳动制作的。待到钢质船舶出现以后,先是用铆接而后改用焊接方法建造,随着船舶吨位和用料尺度越来越大,许多生产作业为人工所不及。于是开始配置机械加工、运输、起吊设备,即进入单工序局部机械化作业。二次世界大战后的经济恢复和发展促进了造船业的发展,船舶建造的数量越来越多,劳动量即劳动力的需求量越来越大。为了提高生产效率并获取更大的经济效益,以适应生产的发展,在本世纪60、70年代,各国纷纷组建船体构件及分段焊接机械化流水生产线、钢材预处理自动化流水生产线,数控技术在钢料切割、加工中也逐渐得到推广应用。新兴的计算机技术问世不久就立即在图形绘制、数据处理、钢料存放、运送自动化中被采用,造船生产工艺面貌迅速改变。计算机技术的开发、应用,更使造船生产出现了新的突破。计算机辅助船舶设计(CAD)、计算机辅助船舶建造(CAM)以及CAD/CAM造船集成系统的建立,计算机辅助船舶报价系统(SPES)的研究并付诸实践等等,使造船工业生产从产品设计、制造到生产组织管理的整个生产过程自动化,开始进入一个新的发展阶段。

综上所述可知,工业生产从人手使用简单工具起,经过手工作业、机械化操作和自动化生产三个大的阶段,才会发展到自动化工厂的理想境地。只有使用机器代替人的体力劳动,才能实现机械化;只有在机械化生产的基础上组织流水生产,才能在逐步采用自动控制的情况下,形成自动化生产体系;只有在生产过程中不断使设计、制造(加工及装配)、检验、运输、控制和管理都由自动机械、仪器、机器人及计算机等自动完成,才能实现综合自动化乃至更高级的全盘生产过程综合自动化。

上述工业机械化自动化进程还向我们说明:人们一开始大多是先从大批量生产类型的机械化、流水作业及其自动化着手,而后才逐步去解决多品种、中小批量生产的问题;在各种不同的工艺过程中,又往往是先从冷加工的单工序机械化自动化开始,然后扩展到难度较大的热加工及其他特种工艺中去;并且大多是从加工工艺过程机械化自动化着手,再解决设计、生产、工艺准备以及装配工艺、生产管理等过程的自动化。

整个机械化自动化生产发展的历程,就是一个由简单到复杂、由易到难、由低级到高级的不断发展过程,它不仅决定于人对客观事物的认识规律,而且也受到社会经济发展规律的制约。

三、生产过程机械化自动化的目标

生产的基本目标是不断满足社会对产品的各种需求,即通过生产机械化自动化技术水平的提高,求得以最少的投入获取最大的产出,生产出更多更好价廉物美的产品,满足人们物质、精神生活的各种要求;与此同时,还要不断地努力实现更完善的自动化生

产,减轻人的体力和脑力劳动,确保安全可靠的文明生产。

为达到上述目标,生产过程必须不断追求技术的和经济的最佳综合效果。而生产过程的机械化自动化的实现和水平的提高,正是获得最佳技术经济综合效果的基本途径。

生产过程机械化自动化是一个不断努力推进的方向,它首先体现在工艺过程机械化自动化方面。

生产工艺过程机械化自动化的研究、设计和实施,是否满足上述基本生产要求,可按下列五方面来评价:

1. 提高劳动生产率

前已提及,所谓劳动生产率,即总产出产品的价值与生产总投入价值之比。它包含着决定生产效率高低的时间因素及投入生产的劳动价值(生产中消耗的物质价值与人的劳动转化价值之和),因而是一个技术、经济效益的综合指标,是评价工艺过程机械化自动化是否优于原有生产的基本标准。

由于最大劳动生产率是建立在产品的制造单位时间最少和劳动量最小的基础上,因此,机械化自动化技术和自动生产系统的采用,都要力求减少加工和装配的时间及劳动量;还应减少各种辅助工作和管理工作的劳动量,从而最终实现产品制造中的总时间消耗和总劳动量的降低,以便达到提高劳动生产率的最佳技术经济效益。

2. 稳定和产品质量

产品质量的好坏,是评价产品本身和生产系统是否具有使用价值的重要标准。如果产品质量太差,产品不仅无法具有竞争能力,而且也会失去使用价值。产品质量的稳定和提高,绝不能以提高工人的劳动强度和对工人操作技术水平的苛求为基本手段,必须使生产建立在机械化自动化的基础上,如进行自动加工、检验、调节、自适应控制和自动装配等,并不断地提高系统工作可靠性,从而有效地减少生产中的误差和人为因素的影响,可靠地达到稳定和产品质量的良好效果。

3. 降低产品成本和提高经济效益

产品成本的降低,不仅能减轻用户的负担,而且能提高产品在市场上的竞争能力。而经济效益的增加才能使生产者获得利润、积累资金和扩大再生产。以上两方面的最佳化都要建立在生产费用最低的基础之上。因此,机械化自动化装备或系统的采用,应尽量减少产品的生产时间、节约能源和投资、节省劳动力。同时,使用机械化自动化装备和系统时,应最大限度地提高设备利用率,减少投资摊成费。从而使机械化装备或自动化系统的采用,获得降低成本和增加经济收益的最好效果。

4. 改善劳动条件,实现文明生产

采用机械化自动化生产,必须符合减轻工人劳动强度,改善劳动条件,实现文明生产和安全生产的标准。因此,应通过采用各种机械化自动化装置和设备来承担人所担负的繁重体力劳动和有害作业,应尽量把笨重、单调、有害的及高空高速作业等工作转移给机器和自动装置来完成。而防护系统则使人能在安全的作业地点完成机器尚无法代替的复杂工作。

5. 适应多品种生产的可变性及工艺适应性程度

随着近代生产技术和科学技术的发展,人们对工业产品的使用性能和品种式样的要求日益提高;同时,同类产品的市场竞争,促进了产品更新换代的加速;另外,造船生

产中多品种小批量甚至单件生产所占的比重很大,因此,机械化自动化系统的研究、设计和采用,更应具有充分的可变性和产品更新后的工艺适应性。忽视这一标准,将会在现代生产竞争中,使建立的机械化自动化系统丧失使用价值,或因产品更新而被中途废弃。

第二节 造船生产过程自动化

造船工业尽管历史悠久,但由于其生产工艺过程中的一些特殊性,加之航运事业受世界经济的影响,生产发展时有起伏。因此,与其他工业如汽车、拖拉机、电子电器等工业相比较,目前造船生产机械化自动化程度仍有较大的差距。

一、造船工艺过程的特点

船舶是一种综合性技术型的大型产品,社会需求变化多,生产批量小,有时甚至是单船建造;即使是对同一艘船,其中大部分构件也常是形状各异、尺寸有别。因此,船舶建造基本上属于多品种、小批量(包括单件)生产性质,这是决定造船工艺过程特点的基本因素,也是造船生产过程机械化自动化发展迟缓的根本原因。

多品种小批量生产的主要特点之一是,生产工艺不定型,难以组织高生产率的装备进行生产,因此,机械化自动化程度低、劳动强度大,而生产效率低。造船生产状况即如此。

其次,由于船体构件形状复杂、不同形状尺寸的构件数量多;制造过程中的绝对允差大而相对精度要求高;制作过程中由于种种原因容易引起工件形状、尺寸的变化,而且较难控制等等,从而形成造船生产中的加工、装配(焊接)、检测等工艺复杂,难度大,不仅对工人的技术要求高、劳动量大,而且常需有后续工序或返工修整,所以造船生产中的劳动工时消耗量很高,致使生产率和劳动生产率都低。

由于船舶构件(包括分段、总段)尺寸、重量都很大,对起重运输设备能力要求高,使用频繁;加上工艺复杂难度大,返工修整多,组织管理困难;而且,制件尺寸大、形状复杂,存放不便,占用场地面积大等等。总之,这些因素的综合影响,使造船生产中工件的往返输送工作量大大增多,造成工作循环外的时间损失也很大,致使生产效率更趋下降,造船生产周期较长。

总劳动量大,生产周期长,则生产率低,劳动生产率也低。造船生产中的设备又大多是重型、通用或专门化设备,一般工装设备或设施投资都较大,而设备利用率却不高,使得船舶建造的投入成本很高。

投入生产成本高,而决定产出的生产率却不高,劳动生产率势必较低;同时,生产周期长又使得资金周转迟缓,故而造船生产的经济效益一直较差。改变这种状况的根本出路在于逐步实现船舶设计标准化、系列化和专业化生产,与此同时必须加速造船生产机械化自动化的进程。

二、工艺过程自动化实施条件

造船生产中,为实施工艺过程机械化自动化,提高技术经济效益,应遵循下述技术组织基本原则:

(一) 工件结构方面

1. 应尽量减少零、部件数量；
2. 应尽量缩小零、部件外形尺寸差异范围；
3. 应尽量统一零件的规格；
4. 零、部件制造时应少留或不留工艺余量；
5. 零、部件应逐步实现系列化、标准化、通用化。

(二) 工艺方法方面

1. 各道工序的工艺方法应当定型；
2. 尽量缩减工序的道数；
3. 主要生产和辅助生产的各道工序应实现机械化；
4. 工艺设备和装置的规格应统一，逐步实施系列化、标准化、通用化。

(三) 生产组织方面

1. 为形成大批量生产，企业、车间和工段应实行专业化生产；
2. 采用流水生产作业法；
3. 推广成组技术，组建成组单元生产；
4. 厉行质量管理；
5. 加强工作人员的技术培训，使他们具备现代自动化生产所必需的技术（包括管理）知识技能。

综上所述，实现造船生产工艺过程自动化，一般应先由改进工件的结构开始，而后应使工艺组织方法不断完善，同时还必须对劳动工具和设施进行现代化改造。

工件结构、制造方法、劳动工具和设施，三者密切相关、互为依存，但作用各有不同。其中，劳动工具（机器、装置）是创造劳动产品的重要手段，因此，把它作为机械化自动化的直接对象具有极大的意义；然而，却不能作为生产技术全面发展的起始点。这里起重要能动作用的是劳动产品，也就是工件本身及其结构；因为工件结构的状况对生产组织、工艺以及劳动工具的选择都有着首要的决定作用。

由此可见，生产上各个发展阶段的顺序和相互关系大致是：先要改进工件的结构和原材料（劳动对象），然后再研究与制订生产过程的最佳方案，最后则研制劳动工具，并对主要工艺和辅助工序、各项生产准备以及管理工作实施机械化和自动化。

三、造船工艺过程自动化的途径

实现造船生产工艺过程自动化的首要任务是理顺工艺流程，组织流水生产作业。

所谓流水生产作业，就是使工件由一个工位到另一个工位连续不断地、均匀地按一定时间节拍传递，而在各个工位上同时（同步地）完成各道工序。这就要求各工位的工装设备基本稳定不变，工位的工艺操作性质及内容定型，操作人员之间分工明确，相互协调一致，并力求使工件由一个工位到另一个工位间沿最短的路径传递。

流水作业不仅能避免工件的往返运送，减少辅助劳动量及工时消耗，提高生产率及劳动生产率；而且便于科学管理，也是实现工艺过程自动化的基础。

实际上，流水作业具有三种形式：其一，仅仅是理顺工艺流程，而操作仍是手工作业或半机械化操作——主要工序机动作业，但操作及辅助作业仍由人力完成。这是一种

初级形式的流水作业线生产方式,其生产率和劳动生产率仍不高;其二,流水作业线的主要工序及工件传送均由机械设备完成,设备的工艺范围即调节的灵活性或可能性也较大,可以称之为机械化生产。但很多辅助工作,如工件的加工工艺参数选取、装卸、定位及加工过程的监控、加工质量的检测等,均需由人工完成。这种流水作业线的劳动条件大为改善,操作人员数量和工时消耗均可较大幅度地减少,因此,生产率和劳动生产率都较第一类流水作业有较大提高,是向第三类流水作业方式,即流水自动生产线过渡的必然阶段。

然而,造船生产中并不是所有工艺过程都适宜于组织流水作业生产的。没有一定的生产批量,流水作业的技术经济效果即使有也是很有局限的。因此,我们对具有一定批量的工件实施流水作业生产,而对多品种小批量生产则必须另辟新径。

传统的多品种小批量生产所沿用的工艺方法落后,只能采用通用性的设备或低效率的工艺装备,致使生产率、劳动生产率以及经济效益不佳,主要是由于它以单一产品作为组织生产全过程的依据,使整个生产过程被各个产品分为很多互不相关的单元,完全忽视了各种产品中零部件间的相似性,从而破坏了整体生产过程的统一性和潜在的协调性,造成人力、物力、财力的极大浪费,必然使产品生产的产出投入比低下。

事实上,即使像船舶这种综合性的大型产品,其不同类型的产品中,各种零部件在结构、材料、制造工艺过程以及工装设备等方面,都具有不同程度的相似性。按照这些相似性进行分类组合,完全可以使原来分散的各个多品种小批量生产得以汇聚,扩大批量,开创出组织批量生产的条件,即组成“成组生产单元”进行生产。目前国内、外造船业中正在大力开发研究应用的这种成组技术,无疑是实现造船生产过程自动化的又一重要途径。

前已叙及,机械化是自动化的前提,自动化生产是机械化生产发展的必然前景。但是,这种发展过程是逐步的、长期的过程。我们在力争实现流水作业、开发应用成组技术的同时,还必须十分重视各个单工序机械化自动化的工作,促进造船工艺过程自动化的发展。这方面的工作可从下列几方面进行:

1. 在工艺过程的局部环节上采用机械化、自动化装置,实现工件装卸、定位、固定或工具调整、更换、运行机械化、自动化,改手工操作为机动作业,以减轻工人劳动强度,稳定工作质量,并进而减少操作和管理人员数量,求得生产率及劳动生产率的提高。如采用机械、液压、气动、电磁装卸和定位机具或机械手,设计及使用可调式工模夹具或胎具;运用半自动及自动焊接机等;

2. 改装现有通用设备,实现辅助作业机械化、自动化;对一些专门化设备,研制可调的自动化工艺装置,适当地扩大其工艺范围,以适应多品种小批量生产需要。进行上述改装设计时,应力求调整方便,重新调整及事前准备的劳动量少,调整时间短;改装要方便,设计制造周期短,见效快;改装费用尽量减少,经济。如能实现这些要求,不仅可以提高设备的可调性、灵活性及其利用率,扩大生产中的机械化作业范围和自动化程度,降低劳动强度,而且有可能实现多台设备看管,减少活劳动(人工费用)消耗,提高劳动生产率,从而获得一定的经济效益;

3. 实现物料存放、运送机械化和自动化。造船生产中钢材用量很大,而一般钢材订货周期较长,因此,船厂钢材存放堆场占用面积很大,加之钢材品种规格数量多,需

要的管理、转运人员和工时也就很多。为了缩小钢材堆场占用面积,提高生产场地利用率以利推行分、总段船体建造等先进工艺,缩短生产周期,实现钢料存放机械化自动化十分重要。另外,在造船生产中,工件加工及装配工序间,物料运送的辅助劳动量也很大,据统计这方面的工作约占船体建造总工时的25~30%,占用的辅助人员数量相应地也很多。由此可见,在造船生产中要想提高劳动生产率、缩短造船周期、增进经济效益,实现物料存放、运送机械化自动化是极其必要的;

4. 为了进一步给自动化生产创造条件,实施工装设备的标准化、系列化和通用化,可以缩短设计、制造周期,降低设备投资费用及生产成本。对船舶产品加速实施“三化”,可以简化制造工艺,结合成组技术的开发应用,强化生产批量,则更有利于组建可调式、组合式半自动或自动流水生产线,必将促使造船生产面貌大为改观,生产率、劳动生产率以及经济效益才有可能得到大幅度提高,造船生产工艺过程以至整个生产过程自动化的进程也将随之大大加快,造船生产自动化才会逐步达到更高的水平。

第三节 课程目的要求及内容

工艺过程自动化是本世纪50年代发展起来的一门独立学科,最先在工科院校机械制造专业正式列为专业课程。随着科学技术的发展,特别是计算机技术的开发应用,各项生产准备及管理工作自动化相应得到开发,工艺过程自动化逐渐发展、形成整个生产过程自动化。

生产过程自动化是各种生产活动发展的必然趋向和理想前景。包括造船工业在内的交通运输事业,要想适应高速发展的工业技术和国民经济建设的需求,必须加快生产过程机械化自动化进程的步伐。然而,造船工业由于存在固有的特性,其生产过程自动化的实施和发展,必将具有自身一定的特殊规律和具体途径。为了促进造船生产过程自动化的发展,总结以往生产中机械化自动化的实践经验,并在高等院校、科研、设计部门系统开展生产自动化的理论探讨,是很有必要的。因此,在船舶工程专业中,继船体建造工艺、造船机械设备、造船数控技术、工程经济及企业管理等课程之后,开设造船生产过程自动化课程,既具有一定的现实可能性,也可以说是势在必行。

生产过程机械化自动化,不仅是一个技术问题,而且又是一个经济管理问题。因为生产过程自动化的开创、实施和发展,自始至终都受到经济发展的制约和促进。因此,研讨生产过程自动化的问题,如果仅仅停留在提高生产率,甚至单纯追求所谓技术先进性的目标上,那将是极其片面,而且很不现实的。我们必须从技术先进性和经济合理性出发,寻求实施自动化的技术经济综合最佳途径。这样的生产自动化途径才是可能实现并具有一定生命力的。

通常生产技术的先进性以单位时间内的生产产品数量表示,但却无法反映生产过程的经济性。劳动生产率表示生产活动的产出与投入价值比。其中产出决定于生产率及产品价值;投入则反映了为要生产一定价值的产品所耗费的全部物质价值(一次性的投入和经常性的消耗)和人工劳动消耗的转换价值之和。因而劳动生产率集中体现了生产过程的技术先进性与经济合理性的综合效应。分析研究生产率及劳动生产率的组成因素及其相互关系和变化规律,从而揭示提高机器或机器系统、生产系统生产率和劳动生产率的途径,是促进生产不断发展的基本依据,也是推进生产过程自动化发展的主导思想。

这就是我们要向读者着重介绍的生产率理论和劳动生产率理论。

本课程旨在遵循生产率和劳动生产率理论，结合造船生产实际，研讨造船生产过程机械化自动化的一般原理、方法。侧重探讨在当前造船生产条件下，提高生产率及劳动生产率、降低产品成本、稳定和提高产品质量、改善劳动条件、提高经济效益的最佳机械化自动化方案；研究合理开发应用机械化自动化设备、组建流水生产作业线和自动线，以及将通用设备进行自动化改装的原则和方法。因此，本课程是船舶建造工艺及其机电工装设备、控制技术及计算机技术等专业知识的进一步综合、展开和深化。

课程的任务主要是：在学生学完前置课程和学习相关课程的基础上，通过本课程的学习，系统地掌握造船生产过程，特别是造船生产工艺过程机械化自动化的基本原理和规律；熟悉和掌握典型造船生产过程机械化自动化装置，达到今后工作中能逐步综合运用所学知识，结合造船生产实际，拟订合理的机械化自动化方案，并能进行全面的技术经济论证，和具有流水生产线、自动线以及自动化改装等工程一定的设计能力。

课程内容包括：

1. 生产过程机械化自动化的基本原理，即生产率理论和劳动生产率理论及其在造船生产中的应用；
2. 技术经济论证及计算方法；
3. 自动化控制系统及装置；
4. 造船生产过程机械化自动化的原则和途径；
5. 造船生产过程机械化自动化系统；
6. 造船生产流水线、自动线方案设计。