



全国高等农业院校教材

全国高等农业院校教材指导委员会审定



农业机器 运用管理学

(第二版)

● 陈济勤 主编

● 农业机械化专业用

中国农业出版社

全国高等农业院校教材

农业机器运用管理学

(第二版)

陈济勤 主编

农业机械化专业用

中国农业出版社

第二版编者的话

这本《农业机器运用管理学》教材 1988 年由西安交通大学出版社出版后,受到读者的欢迎,1992 年获农业部优秀教材奖。由于 1985 年成稿至今整整十年了,需要进行修订。经农业部教育司批准列入了农业工程学科“八五”后期教材修订计划,作为农业机械化专业本科的基本教材,由中国农业出版社出版。

修订本考虑了近十年来农业机械化发展的新情况和农机运用管理的新经验,在将原篇幅缩减近三分之一的前提下,补充了新内容,作了部分结构性调整。修订本增设绪论,共 8 章。第一章至第三章由陈济勤修订,第四章至第六章由王耀发修订,第七章、第八章由李问盈修订。全书修订由陈济勤担任主编。修订稿经张季高教授主审通过。

修订本的编者们在工作中受到本校和兄弟院校农业机器运用管理学的教授、老师们的热情支持和鼓励,在此,特别向各位同仁致意。同时向列入主要参考资料的各位编著译者和出版部门表示感谢,向我国广大农机运用管理部门的同志们表示感谢。由于修订本编者水平有限,在内容、结构、文字、图例等方面有所失当、错讹、疏漏之处,恳请各位读者继续予以指正,谢谢。

修订本编者向中国农业出版社编辑、出版各部门的同志谨致诚挚的谢意。

编 者

1995 年 4 月

第一版前言

党的十一届三中全会以来,我国农村广泛实行了联产承包责任制,并在农产品统派购制度的改革和产业结构调整方面迈出了重大的步骤,成效十分显著,农业生产总产值和农民收入都有很大的提高。在农村经济持续上升过程中,农业机械化得到了相应的发展。到1984年末,全国拥有的农机总动力已达1.9亿kW,其中拖拉机5700万kW(大中型拖拉机86万多台,小型拖拉机328万多台),排灌动力机械5800多万kW,农产品加工动力机械3530多万kW,机引农具430多万台,农用水泵510多万台,联合收获机3万多台,农用汽车35万多台,机动喷雾(粉)机34万多台。主要作业项目的机械化程度分别为:耕地39.1%,播种8.6%,收获3.3%,机灌面积占总耕地面积的25.6%,运输、脱粒、粮油加工的机械化程度较高。农业机械化的发展对农业经济水平的提高起了促进作用,主要表现在:

1. 提高了土地生产率 建国以来,农业单产增加了两倍多。机械化有直接增产作用和间接增产作用,直接增产作用表现在抢农时、抗灾害以及改善生产条件等方面,解放以来,在农业单产增加的同时,作业农时缩短了1/3—1/2,抗御旱、涝、虫灾害的能力大大增强了,减少了数亿亩受灾面积,深耕改土等作业大大改善了生产条件。间接增产作用主要表现在促进其它农艺技术措施的实现上,如精播良种、精量施药、深施化肥、地膜覆盖等。

2. 提高了劳动生产率 党的十一届三中全会以来,我国农业劳动生产率有了显著的增长,劳均产粮由1000kg增长到近2000kg,这一方面是由于土地生产率的提高,另一方面主要是由于劳动力的转移和产业结构的调整。农村产业结构和劳力结构的变化对机械化提出了需求,而机械化的发展又促进了它们的进一步调整。在各种技术手段中,机械化对提高劳动生产率具有非常突出的优势,农村产业和劳力结构的调整、商品经济的发展以及农业现代化的实现,都有赖于机械化的发展。

3. 提高了农村人均收入水平 近几年来,农村人均收入有了大幅度的增长,增长的原因是一靠政策二靠科学,从机械化方面来看,则是由于提高了增产(单产和劳产)和创收节支的效果。机械化运输在农村得以广泛发展,为农民创收起了很大作用;机械化作业对节省种子、节省农药、节省地膜等农用物资创造了良好的条件。

4. 减轻了劳动强度 在一些机械化水平较高的农业生产单位,农民在繁重作业项目上的劳动强度,有了明显的减轻。

在我国农业机械化发展中也存在不少问题,主要是机械化程度不高和机械化经济效益较差。这些方面的改进有待于继续采取有力的政策措施,和有赖于科学技术的进一步发展。

《农业机器运用管理学》是农业机械化专业的一门主要专业课程。为了实现我国农业生产过程机械化,管好用好农业机器,使之获得高水平的经济效益,作为农业机械化的高级技术工作者,必须掌握这门课程的基本理论、基本知识和基本技能。

我国的农业机械化事业,只是在解放后才开始的。同时,在高等院校开设了这门课程,起

初主要参考了苏联教材的内容,多年来,这门专业课程在联系我国实际方面作了许多改进,但还远远不能适应我国农业生产发展的需要。特别是党的十一届三中全会以来,农村经济体制的改革大大促进了农业经济的发展,农机管理体制和经营形式有了较大的改变,农业机械化的宏观和微观管理有不少新的问题迫切地需要解决。如何进一步发展这门学科,使之能更好地为我国条件下的农业现代化服务,是摆在农机运用管理工作面前的现实任务。这就是按照我国农业机械化发展的实践,加强对这一门课程理论与技术的深入研究。

这本教科书的编写,在已有教材的基础上作了不少改进:增强了经济效益观点,增加了技术经济计算方法,加强了作业方法的对比选择,补充了主要作物生产过程机械化工艺方案的对比选择,补充了机器配备更新和机务计划的现代化定量计算方法,补充了安全监理技术以及丰富了油料管理和节能技术等。

尽管如此,书中难免存在不足甚至是失妥之处,请读者批评指正。

本书一至五章,主编:张缔庆;编者:第一章第一、三节和第二章第五节及第三章——张缔庆,第一章第二节及第四、五章——高焕文,第二章第一节——张缔庆、王耀发,第二章第二节——张缔庆、董维寿,第二章第三、六节——张守礼,第二章第四节——董维寿、王兴文。本书六至七章,主编:陈济勤;编者:第六章第一、二、四、五节——崔剑,第六章第三节——陈济勤,第七章第一节——蒋承豪,第七章第二节——王碧英,第七章第三节——孙福祥。

编 者

1987年4月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 农业机械化概述	1
第二节 农业机器在农业生产中的运用	3
第三节 农业机器运用管理学的目的和任务	7
第二章 农业机器运用原理	9
第一节 概述	9
第二节 机组动力性能的利用	9
第三节 机组运动性能的利用	26
第四节 操作者能力及作业时间利用	35
第五节 机组运用指标	44
第六节 机组编制	56
第七节 机群运用指标	59
第三章 农业机器作业工艺	64
第一节 机械化作业工艺原理	64
第二节 耕地作业工艺	67
第三节 整地作业工艺	77
第四节 播种作业工艺	79
第五节 田间管理作业工艺	83
第六节 运输作业工艺	86
第七节 谷物收获作业工艺	91
第四章 农业生产过程机械化工艺方案	96
第一节 机械化工艺方案合理化的一般原理	96
第二节 机械化工艺方案制定和选择的步骤和方法	99
第三节 小麦生产过程机械化工艺方案	102
第四节 玉米生产过程机械化工艺方案	107
第五节 水稻生产过程机械化工艺方案	110
第五章 机务工作计划与调度	115
第一节 机械作业计划	115
第二节 运输计划	119
第三节 油料计划	122
第四节 技术保养计划	123
第五节 机务工作调度	125
第六章 农业机器配备和更新	129
第一节 农业机器配备	129

第二节 农业机械的更新	146
第七章 农业机械的技术维护	156
第一节 农业机械的技术维护制度	156
第二节 农业机械技术维护的主要内容	159
第三节 拖拉机故障的分析	167
第四节 农业机械技术状态的诊断	176
第八章 农机用油的管理与运用	190
第一节 油料的化学组成与炼制	190
第二节 燃油的使用性能与选用	192
第三节 常用润滑剂的使用性能与选用	205
第四节 油料管理	224
主要参考资料	230

第一章 绪 论

第一节 农业机械化概述

一、农业机械化的概念

农业机械化是农业现代化的重要组成部分和标志之一。

狭义的农业机械化通常是指种植业生产过程中某个环节的作业机械化，或某种农业生物产品、某个农业部门的生产过程机械化，即运用各种动力机械和配套的作业机具替代人畜力与传统农具，进行农业生产的各种移动或固定作业。就范围而言，可分为农业、畜牧业、林业或渔业的机械化；就程度而言，可分为初步的机械化、基本机械化、全盘或全过程机械化、和农业生产综合机械化，即某企业或某地区各农业生产部门全面实现机械化。

广义的农业机械化通常是指农、林、牧、渔各部门生产实现（农业）机械化的过程，它是根据各地区特点与农村经济发展需要，逐步实现机械技术、生物技术与现代管理技术的紧密结合或融合，改变传统生产方式而不断提高农业劳动生产率的动态过程。

农业机械化使农业生产力达到一个新的水平，其作用包括：提高劳动者工作效率，减轻劳动强度，改善劳动条件，扩大每个劳动力负担的耕地面积，或饲养、管理的畜、禽、鱼的数量，扩大生产规模；提高作业质量和适时作业，提高作业精度，缩短作业时间，有利于提高农业生物产量与质量；增强农业生产抗御自然灾害的能力，提高开发、利用自然资源的水平，改进农业生物产品的运输、贮存、保鲜以及产后加工的质量，有利于实现资源合理利用与农产品增值，提高农业的经济效益。

各国各地区的自然条件、社会经济条件不同，农村经济发展水平和科技水平各异，人口和土地丰裕程度不一，农业内部生产结构与种植、饲养制度也有差别。因而，农业由传统走向现代化的发展历程，有的先集约化再机械化，有的先机械化再集约化，有的机械化、集约化并进，没有千篇一律的发展农业机械化的模式。

二、中国农业机械化发展概况

中国农业机械化是中国农业和农村发展的重大历史事件。开始进行农业机械化时，国家工业化也刚开始，农用工业（农机、化肥等）很弱，农业人口占全国人口80%以上而且增长很快，农业生产主要是自给半自给的单一种植业，农业商品率极低。因此，我国农机化面临的困难很大，而其担负的任务又比发达国家繁重得多。农机化不但要起提高农业劳动生产率、替代人畜力劳动和加强抗御灾害的能力等作用，在我国条件下，还要起促进农业劳动力向非种植业、非农的转移，促进农村产业结构调整、促进乡镇企业发展的作用；由于耕地资源相对贫乏，人均占有耕地仅0.086hm²，农机化还必须以不断提高农业生物产量、提高土地利用率和生产率为重要目标和前提条件，必须实现机械化的精耕细作，这些，对

农机的设计制造和运用管理都是严重的挑战。问题还在于，我国各地区自然、社会经济条件与发展水平差异很大，农机化的重点、发展速度和水平在全国范围内将长期不相同，将长期存在种类繁多的机械化作业工艺系统、机器系统以及农机经营与服务组织模式，更增加了我国农机化的复杂性。

我国农业机械化是在十分艰难的条件下起步的。旧中国农业生产落后，解放前夕连手工农具和耕畜都不足，没有什么农机制造业，主要依靠人力进行农业生产。党和政府十分重视农业机械化。早在1948年就在解放区兴办了一批机械化国营农场。新中国成立后，在抓紧农业生产的恢复与发展的同时，组织生产大批旧式人畜力农具，并在北京、东北和西北等地设立农具厂和研究所。1952年创办了北京农业机械化学院，试办农业机械站，以积累经验和培养干部。在农业合作化的胜利推动下，党和政府根据我国国情，根据社会经济发展的需要，处理工农联盟关系和实现社会主义工业化和农业现代化的需要，提出农业机械化问题，并开始部署以农田水利和农业机械化为中心内容的农业技术革命任务。1959年4月，毛泽东指出“农业的根本出路在于机械化。”这不仅指出了农机化对农业生产力和农村经济发展的极端重要性，更重要的是对我国农业发展的历史进程作出了正确的高度概括。1959年洛阳第一拖拉机制造厂正式投产，随后，天津拖拉机厂建成。1966年后农机化被列为战略任务，从中央到地方建立了包括农机工业、修造、科研、教育和管理完整体系。1979年底全国有农机制造厂1900多个，县级农机修造厂2400多个，全国农机总动力达到1.32亿kW，全国机耕面积0.42亿hm²，占耕地面积的42.4%，机播面积0.153亿hm²，占旱作物面积的13%，机械收获面积380万hm²，占粮食播种面积的2.6%。但是，在计划经济体制下急速推进农机化，在相当一些地区是超越了当地的现实可能的，因此，1980年未能实现预期的基本实现农业机械化的目标。这30余年的农机化，是我国农机化全过程的重要开端，其间取得的成绩和成就，对农机化的探索性实践，广大干部、技术人员和农民群众亲自参与的宝贵体验，十分有益于后来农机化的健康发展。

党的11届3中全会以来，农村经济体制改革为农业生产和农村商品经济的发展带来了蓬勃生机。在市场开始起调节作用的情况下，乡镇企业迅猛发展，农村人均收入水平大幅度提高，农机化主要依靠农民投资，在经历结构调整和经营形式改革后，进入了稳步发展的新阶段。机械化的部门从种植业向饲料加工业、畜禽饲养业以及农村运输业扩展，建立了适合当地需要的农机供应销售维修服务业，有的地区出现了农机作业服务和农机维修服务市场，在一些大中城市郊区和农业发达地区，出现了农业全过程机械化的先行单位。我国农村农产品加工已基本机械化，农村运输的50%以上由农机承担，农业生产作业量的40%由农机完成。1993年底，全国农机总动力达到3.155亿kW；主要田间作业机械化程度，机耕达54.5%，机播超过18%，机收接近10%，推广了一批增产节能机械化丰产新技术；农机经营总收入达924.47亿元，其中农机作业收入占82.7%；农业机械原值达1285.28亿元；全国有1700多万户农机户，他们拥有70.5%的大中型拖拉机，97%的小型或手扶拖拉机，78%的农用载重汽车。1992年底全国农机管理服务组织乡镇级有4.2万个，村级15万个，乡农机供油点2.4万个，农机作业服务单位28万个，县以下修理网点16万个，乡村农机人员达2215万人，基层农机化服务进一步加强。在建立社会主义市场经济体制的过程中，农机化管理体制与服务体系将进一步转变职能和转换机制，促进农机化健康稳定地

发展。

我国农机化 40 余年的发展历程有许多曲折, 农机化概念也有扩充和演变, 然而, 其发展的历史趋势和总方向没有变, 它在计划经济体制下开始和形成, 转而在社会主义市场经济体制下发展, 并将最终实现。社会主义初级阶段的农机化, 也可以称为发展中的农机化, 还有许多难题要解决, 需要从“经济”、“生产”、“机器”三个相互联系的层次深入研究。经济层次的, 主要研究合理分配和有效利用有限的资金、土地与劳动力等资源, 使机械化农业生产系统与农村商品经济系统协调发展, 兼顾社会效益、生态效益与经济效益。包括地区性农机化发展规划、农机经营与社会化服务体系、农机化管理体制、技术推广与政策法规等。生产层次的, 要研究各种机械化农业生产系统。这些农业生产系统依赖现代机器实现运行, 进行单一的或多项生物生产, 具有不等的生产规模与生产水平, 它拥有或通过某种方式运用在规模、性能、种类上各有不同的机器装备, 处于不同的机械化程度与水平。要结合当时当地条件, 研究合理组织与控制机械化农业生产系统与其环境条件间的能量流、物质流与信息流, 使农机、农艺在适当的产出目标上相互融合, 使生产要素的投入合理组合, 发挥生产潜力, 获得较高的土地生产率、劳动生产率和投入产出率, 实现技术效益、劳动效益与规模效益的统一。包括生物生产机械化工艺系统, 机械作业计划与组织, 机器系统的配备与更新等。机器层次的, 主要研究根据自然资源条件、生物对象特性和当地社会经济发展水平, 合理选择、有效利用和正确维护农业机械, 兼顾机械技术性能、使用可靠性和作业经济性。包括农机技术测定与试验、机器修理与性能改进、机组作业过程等。

第二节 农业机器在农业生产中的运用

一、机械化农业生产系统

农业生产系统是人们参与控制的农业生物与自然环境间的物质、能量和信息转换器。农业生产系统的功能和效率, 取决于人们参与控制的深度、广度及其合理性。

农业生产系统由农业生物要素、农业环境要素、农业技术要素和农业经济社会要素等组成。农业生物是系统的重要投入物和产出, 农业环境(气候、土壤、地形、水文等)为农业生物提供能源、营养物质与生存条件。农业生物与农业环境要素的结合是农业生产的核心, 其结合程度决定农业生产力的水平。只有通过农业生物本身才能将农业环境提供的原料(阳光、CO₂、水、养分等)经过消化吸收分解和合成, 转换为农业产品, 以提供人类食物和动物饲料, 只有通过农业生物自身的交配、繁殖才能改善农业生物和农业生产。所以说, 农业生物是农业产业的产品, 又是“机器”和“母机”, 这是农业产业不同于工业等其它产业的根本特点。农业技术要素的基本功能是使农业生物与农业环境的结合更为有效和协调, 不断提高农业生产系统的功能和效率。农业技术要素包括使环境更适合于生物要求的技术, 如灌溉、土壤耕作、施肥以及环境保护(抑制有害物); 使生物更适应于环境条件的技术, 如作物轮作布局、育种以及生产季节与栽培、养殖密度的选择等; 使生物产品更适合人们的需要的技术, 如加工、储藏保鲜、调制等; 以及上述技术在实施时必不可少的技术方法和技术装备, 如农业机械、施肥方法、播种方法、加工工艺等, 这类技术能有效提高劳动生产率和经济效益。农业经济社会要素的作用是确定农业生产系统的目标, 为

农业提供各种投入，确定农业生产组织与管理，以及使农业与全社会协调发展。农业的要素内部以及四要素之间存在着网络结构，任何一个局部的变化都会影响其它各部，进而可能影响整个农业生产系统。

各种农业投入经生产系统转换为农业生物产出的过程称为**农业生产过程**。以作物生产过程为例，包括种子萌发、禾苗生长、植株发育乃至作物成熟的全过程中所有和生产直接有关的各种各样工作。这些工作的单元称为工序。如开沟、松土、下种，等等。在一定农时季节进行的工序系列，称为**农业生产工艺过程**。如土地整理、土壤耕作、播种或栽植、田间管理（除草、追肥、灌溉、病虫害防治等）、收获与储藏（产品调制、干燥清选等）。至于种子、肥料准备，机器准备，人员组织与培训，以及农业运输，均与生产间接有关，综合概括称为**辅助过程**。现代农业企业的生产过程与市场密不可分。农业生物产品要靠市场经济的转换，才能实现农业的经济再生产过程，同时，又必须依赖市场提供机器、燃料、电力、饲料、种苗、化肥、农药以及各种农业服务，才能实现农业的自然（生物）再生产过程，有的还须依靠市场提供资金和劳动力。农业的自然再生产和经济再生产是交织在一起的，生产周期长，生物生产又受气象、病虫害等随机因素影响，各种物质能量投入和农产品的价格等经济因素不可控，生物产品转变为商品的风险较大，因此，现代农业生产系统，特别是依赖农机进行集约经营的机械化农业生产系统，是带有不确定性的复杂系统。各生产工艺过程的工序之间，各工艺过程之间是相互影响综合作用的，必须因时因地制宜协调有序地进行，才能保证农业增产增收，因此，农业生产过程又是合理利用人力、物力和财力的管理活动的过程。

机械化农业生产系统包含的各个组成，除劳动工具是以农机为主的各种现代设施外，其它生产因子似乎与传统的农业生产系统并无不同，但实际上，系统的整体功能和运行条件与方式都发生了显著的质的变化。现代农业技术与机械技术的导入，使农业生产力体系面貌一新。现代机械技术使各种生物技术措施有可能在尽可能有利的状态或时机下实施，使农业生产的投入要素能适时、适量准确到位，分布合理，经济有效，使生物群体的生长发育趋向均一化发展，使系统获得前所未有的抗灾能力，人们可以指望系统运行比较稳定，可以有较大把握实现预期的运行效果。

二、农机作业系统

利用机器完成一个或几个农业生产工序称为机械作业。农机作业系统是按一定方式组织的、为实现一定的农业生产工序要求的人员、机器、作业对象和作业环境的集合，可简称为人—机—对象—环境系统。农机作业系统是机械化农业生产系统运行时的具体形式，与生物生产过程相对应，各农机作业系统是依序在不同时间、空条件下运行的。农机作业系统的运行是机械技术、农业技术与管理技术的结合点，是实现机械化农业生产系统目标的过程和基础。其运行的质量、效率、经济与安全，是由人和机器等多因素综合作用的结果。图1-1所示的农机作业系统运行因果图将影响因素分为人、机器、对象、组织、方法和场所等6个方面，并各列举了部分因素，因素之间的关系和相互作用也是复杂的（图未反映）。在具体条件下，人员素质、机器状态与性能，机器之间的配合，作业之间的协调，作业方式，作业对象与作业环境（场所）特性，都可能成为影响农机作业运行的关键。

种植业的土壤耕作作业系统以提供适于种苗生长的土壤环境为目的，播种或栽植作业系统的任务则是实现种苗与生长发育环境的适当结合，在一定的条件下，如作业环境适宜，有适当的机器和人员技术水平，二者也可合并为土壤耕作—播种作业系统。如果作物收获方式的确定与农产品的最终用途（食用、饲料或工业用）有关，则有必要将收获与贮存归并为收获—贮存作业系统。

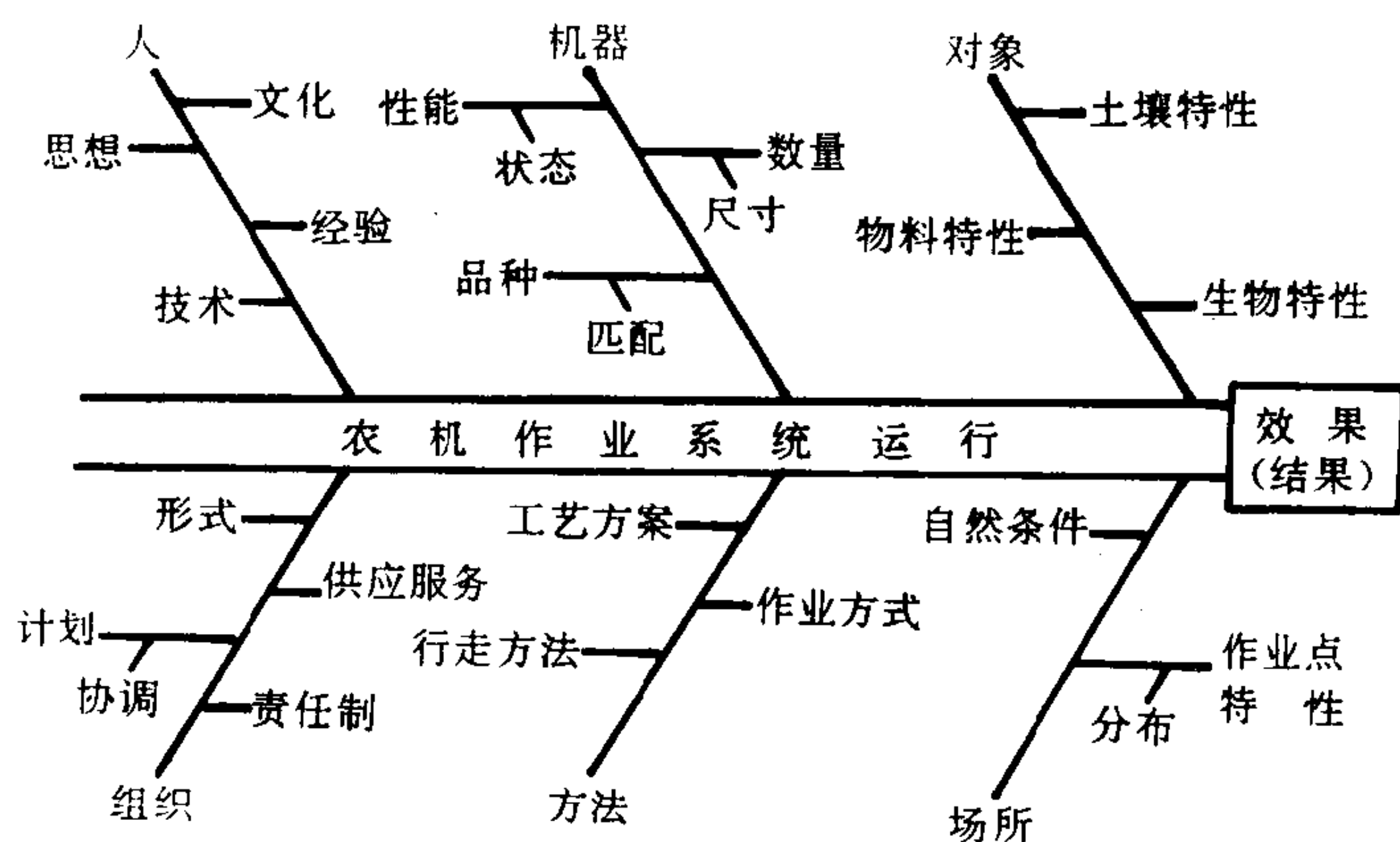


图 1-1 农机作业系统运行因果图

有些农业企业的作业机械化程度不高，还需要有人畜力作业的系统，人畜力作业系统与农机作业系统应是相互配合的。

对农业生产过程所采取各种技术措施及其实施方法的有机结合，称为**农业生产工艺系统**。它是农业生产系统的技术结构框架。农业生产工艺系统与农业技术进步密切相关，它规定哪些工序由农机作业系统或人畜力作业系统完成，规定各作业系统运行的序。将其中由农机作业系统按序完成的机械作业的方式的组合称为**机械化作业工艺系统**。机械化作业工艺系统的组成因地区和生物生产而不同，在不同农业生产水平和生产规模下适用的农业技术水平和机器系统也是不同的。在农忙阶段，由于需要根据气象或土壤、作物状况，采用不同的机械化工艺，有时也将某阶段内的机械化作业工艺称为**机械化作业工艺方案**，即就是说，某作物的机械化作业工艺系统，可能包含（在某阶段内的）几种机械化作业工艺方案。例如小麦收获阶段，可以有直接联合收获的工艺方案（收获—运输—贮存），也可能采用分段收获的工艺方案（收割—铺放…晾晒…捡拾—脱粒清选—运输—贮存）。

三、农业机器系统

通常把完成农业生产过程所必须的互相协调的具有一定规模和品种的农业机械的组合称为**农业机器系统**。按不同的层次和范围，有全国的、地区的、农业企业的农业机器系统，有种植业的、畜牧业的农业机器系统，也有按不同生物生产命名的，如小麦、玉米、水稻的农业机器系统。系统由各种农用动力机械和作业机械组成，如用于田间移动作业的拖拉机、犁、耙、播种机、收割机等，用于固定作业的柴油机、水泵、烘干机械、电动机等，以及各种自走式作业机械，如推土机、联合收割机、喷灌机械等。动力机和作业机相配合，才能完成相应的作业，因此，它们的性能应该协调，如动力、幅宽、速度等。完成相关联的作业之间，也要有作业质量和作业生产率方面的协调。就机器系统总体而言，它应满足规定的农业生产任务，即按时按质按量地完成生产过程的各种作业。

和农业机器系统的概念相联系的是机群。通常把某个农业企业所拥有的各种动力机械、作业机械、自走式机器以及用于维修、运输和油料贮存设施的总和称为该企业的**机群**。我

国目前为数众多的农机户拥有的机器较少，他们为家庭农场或农业专业户提供服务，可能联合起来成为季节性的农业机器系统；国有农场、牧场和农机服务公司拥有的机群规模较大，有些设有分场或机务队，其机群便包括几个相对独立不尽相同的农业机器系统。尽管农业企业所有制有不同，经营形式又有差别，但它们是大规模现代化的农业生产，其生产力的共性要求就大于生产关系的差异性。即是说，必须符合大规模生产的运行规律和组织管理方法，才能获得良好的运用效果。改革开放以来，农业生产经营规模缩小，要避免机群规模小而全的浪费，群众创造了统一服务、统一作业等统分结合的方法，较好地解决了农机经营规模效益差的问题。

四、机组与组群

机器用于农业作业时，以机组或组群为基本运用单元。

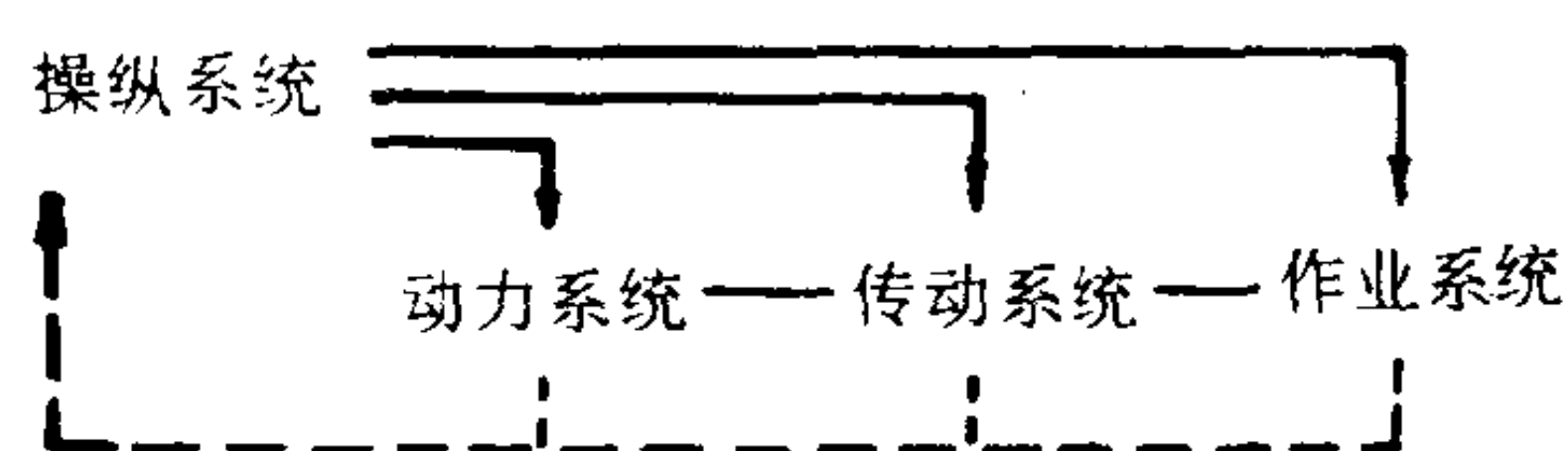


图 1-2 农业机组图式

农业机组是在一定条件下的具有一定作业任务和期限的动力系统、传动系统、作业系统及其操纵系统的有机组合。见图 1-2。所谓“有机组合”，以拖拉机组为例，是指在具体条件下机组各组成部分互相协调并与环境、作业对象相适应，即发动机以一定工况、拖拉机以一定速度与牵引力规范、

农具以一定挂结方式与幅宽和作业规范，操作者按预定的程序和规范操纵，只有组合起来才能完成相应的作业；条件改变了，组合也就变化或者分解；需要进行其它作业，则需新的组合。农业机组的任务和期限是由农业生产的季节性特点决定的。机组作业任务量的大小或者说作业任务期限的长短，对机组组成有重要影响。机组不限于完成一种农业工序，只要当时当地条件下某些作业的农业作业期有重叠，就有可能编制包含多种作业机的复式机组，或者采用由不同作业部件组成的通用式联合作业机组。有些机组组成考虑了综合利用和组合方式多样化，如自走式联合收割机组，它以发动机、脱谷及清选及行走传动系统为基本部分，可以配用不同的“工作头”（各种专用的收割台或捡拾器），以适用于多种作物和不同收获方式。拖拉机液力悬挂系统的采用，可以使驾驶员的任务扩展到整个机组的操纵，控制升降或调节作业规范，由此又导出包括两个以上动力源（串联或并联）的复式动力机组，依靠地面值反馈实现作业高度的仿形调节，以及利用电子技术对排种实现自动监控等，操纵系统的作用日益突出。

组群是某个作业阶段的有关机组的群体。两个或两个以上农业工序间的关系和相互影响，原本是存在的，例如耕地、整地和播种，后序作业的条件和作业质量都受前序作业的影响。在农忙季节采用机械化生产方式后，逐渐出现了种种机组间协同的作业方式，例如若干相同的作业机组集中在同一地块进行成组作业，相关的若干作业机组的流水作业（依农业工艺顺序而行）或配合作业（以关键作业的机组为中心），这些作业方式的共同点是不再把某个作业单独对待，而是也从作业间联系来考虑一系列作业了，对于机组，也不只是从单个机组来考虑，而同时也从机组的群体结构来研究和协调相同的或相关的作业机组间的关系了。不少生产单位，在农事繁忙季节将若干相关作业机组组成所谓联合机车组，并配备若干辅助人员和维护设施，这种联组对协同各机组作业起了很好的作用；还有的企业

从某个工艺过程的最终农艺要求出发,提出适当减少作业层次,以组群为单元组织作业,既改善了作业质量,又降低了作业成本。

组群为满足该阶段所需完成的各种作业量和质量要求,必须使相关作业的机组的作业能力保持协同(并不是一定要相等),在具体条件下,常需为主要的或关键的作业提供超过平均作业进度甚多的作业能力。例如牧草收获作业阶段的收割、打捆和运输三项作业,如果打捆受坏气候影响较大,及时打捆可以减少风险,打捆机组作业能力超过收割和运输能力一倍往往是必要的。

显然,影响机组运用的因素也是影响组群运用的因素,合理的机组运用是搞好组群运用的基础。在研究农业机器运用的原理时,应着重机组的分析与讨论。

第三节 农业机器运用管理学的目的和任务

农业机器运用管理学是研究在农业生产中用好管好机器的理论与方法的一门应用学科。

各国随着农业现代化的进程,与高效率的机械化生产相适应,逐步建立了农业机器运用管理学,在大学本科开设有关课程并出版了教科书。美国亨特出版了《农场动力与机器管理》(1945),前苏联斯维尔舍夫斯基出版了《机器拖拉机总体运用学》(1948)和《拖拉机作业组织与工艺学》(1956),对本学科的建立和发展,具有重要影响。我校编写的《农业机器运用学》(1961)和《农业机器运用管理学》(1988)都吸收和介绍了他们的研究成果,并认真总结了我国农机运用管理的经验。

运用是巧妙地利用和灵活地使用的意思;管理则是组织、计划、监督和调节(控制)等活动的总称。农业机器是促进农业生物生产的技术手段,并不像工业机器起形成产量的作用,农业生产是以农业生物为“机器”来生产产品的;同时,农业机器是按季节依序投入作业的,具有闲置性,客观上存在提高农业机器生产率将产生适期内机器作业潜能闲置也随之增大的矛盾,需要采取提高机器适用性和综合利用性能的措施,使作业量增大和均衡,这推动了机械作业由少到多,机器性能参数(功率、幅宽、速度、通过能力)不断提高的过程。从使用农业机械的初期,就有处理好机器和其它生产因子间的协调、配合的问题,巧妙地利用和灵活地使用的问题,要求合理利用和维护机器性能,要求机械技术、农业生物技术与管理技术的初步结合。在尔后的发展中,由于机器系统的复杂性与整体结构的重要性进一步加深,以及机械化生产工艺系统的形成与完善,农业机器运用与农业机器管理日益渗透,逐渐积累的生产经验和科学认识,以生产过程机械化为出发点与归宿,组成了农业机器运用管理的知识体系,即农机运用管理学科。细分层次,则有机组与组群运用、机械化作业工艺、机器技术维护等;机群技术管理、机群作业管理、机群配备与更新决策等。概言之,则为机组运用与机群管理,结合部则是作业阶段的机器(以机组或组群为单位)的运用管理。

农业机器运用管理学的规定性,是以机械化农业生产系统的农业机器子系统为对象,研究该子系统的设计(组成)、运行、控制和管理。无论企业生产规模和范围大小、机械化水平与程度高低,搞好农业机器子系统的运用管理都具有重要意义。要强调联系机械化农业

生产系统的系统目标，即以提高农业生物产量、农业劳动生产率和经营利润为目标。脱离这些目标的农机运用管理是谈不上合理或有效的；然而，为实现机械化农业生产系统的目标，就必须提高农机运用管理的水平，实现标准化的作业与管理活动制度化。在社会主义市场经济体制下农业企业仍然受不确定因素的影响，农业机器子系统的运用管理仍将具有明显不同于工业机器的特点和规律，农机运用管理学科将继续发展、充实并坚持其规定性。

本课程内容主要分为农业机器运用原理、机械化作业工艺、机群生产管理和机器技术维护与油料管理等4大部分。农业机器运用管理学还是一门年轻的学科，课程内容还要继续完善，更好地反映机械化农业生产实践的需要。读者在学习过程中，应同时注意学习农机运用管理的实践经验，重视本课程的习题、实验和生产实习等教学环节。

第二章 农业机器运用原理

第一节 概 述

机械化农业生产过程中，农业机器的主要工作对象有 3 类：

(1) 土壤和土地的整理。输出的能量用于切割、翻转、松碎土壤，以及土方开挖、搬运和挤压。

(2) 物料的输送。将各种农业投入物与产出品在各作业现场与贮存点之间运送，输出的能量用于物料的位移、分布和运动。

(3) 农业生物产品的收集处理。能量用于收获物的收割、切碎、分离、清选、调制与输送、集聚。

可见，农业机器子系统的产出是各种特定形式的能量，提高能源利用和转换效率是中心环节。同时，应该十分明确，农业机器子系统的运行要符合机械化农业生产系统的目标，促进提高农业生物产出和改善农业生产效益是农业机器子系统运行应遵循的目标。

农业机器子系统的设计、运行、控制和管理过程包含一系列决策，许多因素影响这些决策，为了使这一过程合乎逻辑地进行，必须明确指导方针，或者说，应根据机械化农业生产系统的目标，拟定一些评价决策的准则。可能采用的有以下一些准则：

适时作业	保证作业质量
节省能源消耗	降低作业成本
节约资金	促进增产
安全与可靠性	减少风险
对技术或企业变化的适应性	
节省辅助过程消耗	减轻劳动强度

通常一项决策要考虑某些准则；在具体条件下，上列准则中的某一个都可能成为主要准则。

鉴于生产实际的情况，本章将主要讨论以拖拉机为动力的田间移动作业的机组运用问题。涉及机器性能的选择、机组的组成、机组作业规范的确定、以及评价机组与机群运用管理效果的指标。

第二节 机组动力性能的利用

一、机组动力利用的形式

机组以拖拉机或自走式机器上的柴油机为动力源，一般需要转换为 4 种形式的动力：牵引动力、旋转动力、液力动力和电力动力。

牵引动力由拖拉机牵引或悬挂装置的挂结点引出，用于克服以速度 v 行驶的农业机械

阻力 R 。其牵引功率 N_T 为

$$N_T = \frac{Rv}{3600} \text{ (kW)} \quad (2-1)$$

式中 R ——沿行驶方向作用于挂结点的农业机械作业阻力 (N);

v ——作业速度 (km/h)。

旋转动力由拖拉机动力输出轴或直接由发动机引出, 用于克服以转速 n 旋转的农业机械阻扭矩 M_c 。其旋转功率 N_c 为

$$N_c = \frac{2\pi M_c n}{60} \text{ (kW)} \quad (2-2)$$

式中 M_c ——作用于引出端的农业机械阻扭矩 (kN·m);

n ——转速 (r/min), 标准动力输出轴转速为 540 和 1000。

液力动力由液压泵或控制油缸引出, 提供直线运动或旋转运动的液力动力 (在 14kPa 时其输出可达 15kW), 用于克服机组操纵部分的运动阻力, 控制农具工作部件升降并调节作业深度或相对高度。其液力功率 N_y 为

$$N_y = pQ \text{ (W)} \quad (2-3)$$

式中 p ——压力 (kPa);

Q ——流速 (L/s)。

电力动力由发电机或蓄电池引出, 用于机组中的电动机、监视器和控制器, 间歇的电功率输出可达 1.2kW。用电设备的电功率 N_D 为

$$N_D = IE\varphi \text{ (W)} \quad (2-4)$$

式中 I ——电流 (A);

E ——电压 (V);

φ ——功率因数 (直流电机的 $\varphi=1$)。

农田作业机组利用的液力和电力通常功率不大, 持续时间较短, 不是机组动力的主要利用形式。在实际作业中, 机组动力利用形式不外下列 3 种: 单纯的牵引工作, 牵引同时驱动工作, 以及主要用于固定作业的单纯驱动工作。

1. 单纯的牵引工作。发动机有效功率 N_e 经驱动装置传递, 由挂结点给农具提供牵引功率 N_T , 传递过程中功率损失于齿轮或带传动、轴和轴承间的摩擦、滚动阻力和驱动装置滑转。机组作业时的牵引效率 η_T , 即作业工况下拖拉机牵引功率 N_T 与相应的发动机有效功率 N_e 之比, 即

$$\eta_T = \frac{N_T}{N_e} \quad (2-5)$$

也可表示为该作业工况下的传动效率 η_m 、滚动效率 η_f 和滑转效率 η_s 的乘积, 即

$$\eta_T = \eta_m \eta_f \eta_s \quad (2-6)$$

牵引效率是评价机组动力性能利用的重要指标。在各种运用条件和不同作业工况下提高机组作业时的牵引效率, 是改善机组动力利用的关键。

2. 牵引同时驱动工作。发动机有效功率 N_e 分成两部分传递, 除向农具提供牵引功率 N_T 外, 同时还经动力输出装置向农具工作部件提供旋转功率 N_c 。用于驱动农具工作部件的