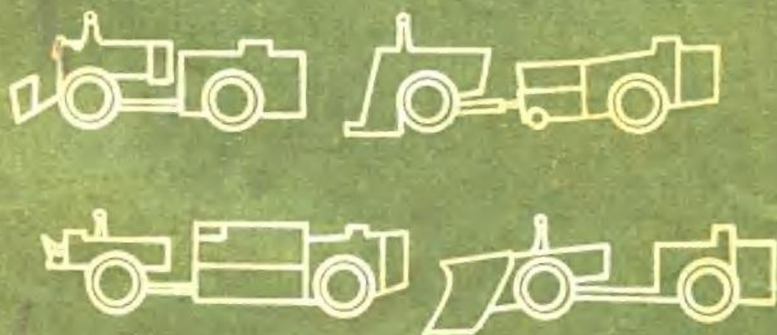




王文隆 朱永达 吴树曦 梁金陵 编著

拖拉机形态学

科学出版社

拖拉机形态学

王文隆 朱永达 编著
吴树曦 梁金陵

科学出版社

1981

内 容 简 介

本书简单介绍了拖拉机使用选型和最佳设计的一些原则和方法,阐述了外界环境、用途、配套机具对拖拉机形态的影响,分析了拖拉机形状、尺寸、重量、功率等主要形态参数与拖拉机使用性能的关系,讨论了拖拉机各部件的型式对形态的影响,并根据我国自然条件、使用要求运用拖拉机形态学的理论,探讨了我国当前急需研制的机型和需要发展的部件,其中有机耕船、组合式拖拉机、三角皮带无级变速器、静液压传动和充气滚轮履带等。

本书主要供从事农业机械化工作的同志阅读,从事车辆、工程机械方面工作的同志亦可参考。

拖 拉 机 形 态 学

王文隆 朱永达 编著
吴树曦 梁金陵
责任编辑 甄慧瑶

科 学 出 版 社 出 版
北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1981年9月第 一 版 开本: 787×1092 1/32

1981年9月第一次印刷 印张: 9 1/2

印数: 9001—2,860 字数: 186,000

统一书号: 15031·356

本社书号: 2240·15—3

定 价: 1.50 元

目 录

引言	1
第一章 拖拉机形态与环境的关系	10
一、土壤性质与拖拉机形态的关系	10
二、地面几何形状对拖拉机形态的影响	62
三、地块大小、形状对拖拉机形态的影响	69
第二章 拖拉机形态与用途的关系	72
一、拖拉机的专用和万能问题	73
二、农艺要求的影响	80
三、拖拉机形态与农机具的关系	82
第三章 拖拉机主要形态参数的选择及相互关系	91
一、形状	91
二、尺寸	101
三、重量	105
四、功率	108
五、各种形态参数之间的相互关系	111
第四章 拖拉机主要部件与形态的关系	119
一、发动机	119
二、传动系统	121
三、行走机构	125
四、悬挂系统	133
第五章 拖拉机形态对性能的影响	135
一、拖拉机的生产率	135

二、拖拉机的经济性	154
三、拖拉机的通过性	156
四、拖拉机的操纵性	159
五、拖拉机的行驶平顺性	160
六、拖拉机的综合利用性能	163
七、拖拉机的可靠性和寿命	164
第六章 拖拉机设计选型的程序和方法	166
一、研究拖拉机形态学与拖拉机设计的关系	166
二、拖拉机选型、评价的程序和方法	171
三、拖拉机选型和评价方法应用实例	178
第七章 我国自然环境和条件对拖拉机形态的要求	183
一、我国土地利用现状概述	183
二、几个典型地区的环境和使用要求	184
三、几个典型地区对拖拉机形态的要求	199
第八章 水田拖拉机的概况及其发展方向	205
一、我国水田拖拉机的概况	205
二、我国水田拖拉机发展方向的探讨	222
第九章 组合式拖拉机	228
一、组合式拖拉机在我国发展的必要性	228
二、简易组合式拖拉机机组的设想方案	230
三、简易组合式拖拉机机组设想方案的性能预计	240
四、简易组合式拖拉机样机的试验结果	259
五、样机上采用的新概念和新结构简介	262
六、对新型组合式拖拉机机组的设想	272
第十章 静液压传动	278
一、液压技术在我国农业机械上应用的概况	278

二、发展新形态静液压传动拖拉机的设想及需要解决的一些问题	284
附录	295

引言

自 1908 年世界上出现第一台蒸气动力、刚性车轮的拖拉机以来,拖拉机的结构和型式不断得到改进。1911 年出现了履带式拖拉机,1917 年采用了内燃机,1930 年采用了橡胶充气轮胎,1940 年采用了液压三点悬挂装置,达到基本完善,从而得到迅速发展,形成了传统型式的拖拉机。随着拖拉机在工农业上的广泛应用和科学技术的发展,传统拖拉机的结构也愈来愈完善。近几十年来,由于人们的注意力多集中于拖拉机设计方面的研究,如零、部件结构和材料的改进、燃料润滑油料消耗的降低、寿命的延长、成本的降低、拖拉机手乘坐舒适性的改善和劳动强度的减轻等,而对拖拉机的主要形态参数与工作环境和用途之间的关系,则往往注意不够,因此拖拉机形态方面的改进十分缓慢,特别是在形状方面数十年来传统拖拉机几乎没有什么改变。

然而,这并不能说明传统拖拉机的形态已十分完善无需改进,恰恰相反,人们在实践中发现,传统拖拉机虽然在有些自然环境和作业项目中,有较好的工作性能,但却不能适应另一些自然环境和作业项目,特别是那些特殊的、复杂的自然环境和作业项目。例如,它不能用于深泥脚^①水田和东北雨季

^① 深泥脚水田一般是指无硬底层或硬底层深度大于 30 厘米的水田。

收获时的那种泥泞松软的土壤，也不能用于推行间作套种地区的某些田间作业，特别是不能满足现代化农业技术所提出的一些最新要求。所以从六十年代以来，人们为了解决上述问题，创造了多种型式的非传统拖拉机。其中有比传统拖拉机更适于中耕的自动底盘、更适于运输的汽车拖拉机、更适于综合利用的组合式拖拉机等。此外还出现了山地拖拉机、绳索牵引拖拉机、水陆两用拖拉机、高地隙拖拉机、串、并联拖拉机、大跨度拖拉机、自动犁、间隔式履带拖拉机、充气滚轮履带拖拉机、单履带拖拉机以及我国创造的各种船形拖拉机和串联单履带拖拉机等。这些拖拉机在形态上与传统拖拉机不同，能更好的适应某些特定环境和作业的要求，但由于对它们的研究一般都是在比较单纯的目标下，分散、孤立地进行，缺乏必要的理论指导和全面系统的分析，故迄今尚无任何一种特殊的拖拉机形式能够取代传统拖拉机在工农业中所占的地位。各种非传统拖拉机的出现，说明了随着工农业的发展，客观上已提出了改变传统拖拉机形态的要求，反映了人们迫切要求进行这种改变的愿望，因而也提出了从理论上解决这一问题的任务。

目前关于拖拉机形态学的研究，尚处于初始阶段，还没有形成一门系统完整的科学，国外虽对与它有关的各种理论有相当多的研究，也创造了不少新的拖拉机型式，但还没有一本书系统的专门论述。最近美国一些大学根据工程系统分析方法，在农机设计中进行最佳方案和最佳参数的选择，建立了数学模型，用电子计算机进行解算，发展了拖拉机形

态学。

我国自然条件复杂,作物种类繁多,耕作制度多样,传统拖拉机在实际使用中,暴露出了许多弱点,我国广大工农群众和专业科技人员根据各地的自然环境特点、生产及使用条件,因地制宜地创制了多种新机具。如能在深泥脚水田中耕作的各种船形拖拉机及其机组,解决了国外尚未解决的沅田耕作问题,为水田耕作机械化作出了贡献。在创制各种新型机组的过程中,也进行了一些理论方面的探讨和总结。例如,1962年提出的浮式工作原理,为各种船形拖拉机的研究提供了理论基础,它对创制新的适合于类似环境条件的机型(如沼泽地用拖拉机),也将起到一定的促进作用,然而理论上的研究远远不能满足实践的需要,许多问题还得不到解决。其中最突出最迫切需要解决的就是如何才能最经济合理的选择拖拉机及其机组型式,为此我们提出了拖拉机形态学这一新的理论,试图通过它的研究来得到回答。拖拉机形态学主要研究拖拉机形态与外界环境、用途和使用性能之间的关系,以及拖拉机的选型和评价方法等问题。概括为一句话,就是拖拉机形态学是一门研究如何因地制宜地选择拖拉机型式,才能获得最经济合理的效果的科学。

人类在和自然界的斗争中,经常采用两种不同方式。一种是研究改进或创制新的生产工具,以适应生产环境和一时难于改造的自然条件,如水田和山地。另一种是采用各种手段来改造自然,使自然环境能够适应当前的生产方式,如:用平整土地扩大耕地面积的方法来适应高度机械化的大农业生

产方式;用兴修水利、开挖沟渠、改造沼泽地的方法,来改造自然条件,使能适应现有的农业机械。不论用什么方法,目的都是为了提高劳动生产率,大幅度增加作物产量,减少单位产量的原材料和其它物质消耗,降低生产成本。不论采用那种方式,都迫切需要研制能够适应自然环境的新机具,这是因为人们在改造自然环境的时候,也需要使用高效的、能适应被改造自然条件的机具,如:开山劈岭、平整土地用的农田基本建设机具,能够在沼泽地上进行开沟、挖渠的机具等。所以研究机具和自然环境的关系使机具能够适应环境就变得十分重要。在人类认识史上,一切事物的认识过程,都是一个从必然王国到自由王国的过程,一个问题往往要经历很长的历史时期,才能逐步为人们所了解。近数十年来由于科学技术的飞速发展,特别是地面-车辆力学、土壤-机具力学理论的建立,模拟技术、技术-经济分析、系统工程学、最佳化设计等理论的发展和电子计算机的广泛应用,既为机具与自然环境关系的研究提供了定性分析和定量计算的理论依据,又使这种复杂的运算能够在较短的时间内完成。拖拉机形态学理论就是在这些条件的基础上产生的。

研究拖拉机形态学的目的,就是为了从理论上分析拖拉机形态,即它的形状、尺寸、重量和功率等形态参数之间的相互关系和它们对拖拉机各种性能的影响;探讨在各个地区的特定环境条件下,不同用途时最合理的拖拉机形态,以便能获得最大的经济效益。也就是为拖拉机的选型、总体设计提供理论上的依据,并在理论分析的基础上确定设计参数、性能指

标等。

研究拖拉机形态学的意义在于通过它的研究可以根据我国的具体情况，创制出能够适应不同地区自然环境和用途的最经济合理的拖拉机型式。它们既能够使农作物增产，又能有较高的机组生产率。因之能够成倍的节约燃料和原材料，成倍的降低生产使用成本，从而多、快、好、省地发展我国的农业机械化事业，高速度地实现我国农业的现代化。这并非是纯理论上的一种推断，而是许多实践结果所已经证明的事实。例如我国创制的 12 马力机耕船，不但解决了深泥脚水田的耕作问题，而且在一般水田中也比传统拖拉机有较高的生产率，它每小时可耕地 5.19 亩，亩油耗为 0.49 公斤，而 20 马力的传统拖拉机每小时仅耕地 4.1 亩，亩油耗为 0.9 公斤。又如我国创制的 12 马力简易组合式拖拉机与单轴挂车组成的运输机组，可载重两吨翻越 20% 的陡坡及在已耕地上行驶，而功率相同的传统拖拉机运输机组则仅能载重一吨，且不能在已耕地上通行。又如，动力驱动桥带单轴铲运机比同功率传统拖拉机带四轮铲运机的生产率，在标准运距下可提高一倍，而单位土方成本却降低 30%。又如在半干半湿水田，当生产率相同时，传统拖拉机需要 60 马力，而间隔式履带沤田拖拉机则只需 20 马力。传统拖拉机的材料消耗也要多一倍。

拖拉机形态学的研究内容及其所涉及的学科范围可分为以下三个方面：

一、拖拉机形态与其性能关系的研究

1. 拖拉机及其机组理论的研究

它涉及系统工程学、土壤力学、地面-车辆力学、土壤-机具力学、机组的运动学和动力学、铰接式车辆动力学、拖拉机理论、人体工程生理学、可靠性原理等。通过它们的研究，建立一系列数学模型，为正确地选择拖拉机及其机组的型式和它们的主要参数提供理论依据。

2. 拖拉机及其机组试验、 评价方法的研究

它涉及室内外试验方法的研究，如快速试验和模型试验等。应特别重视最新的计算试验技术的研究，从确定各种性能的计算试验数学模型，到建立计算大纲和计算程序，最后找出能够符合实际情况的性能计算和试验方法，从而使大量的试验选型工作成为可能，并迅速预选出最佳的拖拉机形态，大大缩短设计、试制、试验、鉴定定型的周期，大量节约新产品研制费用。开展评价工程学的研究，找出正确评价拖拉机及其机组性能的方法。在这一工作中技术-经济分析方法的研究极为重要，只有通过它的研究，才有可能建立起一个定量的、有科学根据的评价标准。

3. 拖拉机型谱制订原理及拖拉机 最佳设计方法的研究

它涉及到拖拉机各主要部件发展方向和最佳设计方法的研究,结构分析资料的收集和积累等。应力求用最先进的技术和最少的型号来满足国民经济各部门对拖拉机的需要,以实现高度的三化。

二、环境条件的研究

1. 土壤物理机械性质的研究 及各种土壤值的测定

它是进行拖拉机形态学研究的基本资料和原始数据,因此应充分利用已有的各种有关理论知识如土壤力学、地面-车辆力学、土壤-机具力学、散体力学^①、泥浆动力学、饱和土动力学、粘滞性流体动力学、流变学^②等。研究并制订统一的土壤值测定方法,创制和推广具有统一标准的,使用方便的土壤值测定仪,并通过全国性的土壤普查和测量来积累我国各地区不同土壤的土壤值及其随季节性变化的统计数据。

① 散体力学是研究无粘性粒状物质力学性质的科学。

② 流变学是研究物质中应力、应变与时间关系的科学。

2. 地面几何形状的研究和测定

是进行拖拉机越障性能,行驶平顺性和人体工程生理学研究的基础,也是拖拉机形态学研究的原始数据;研究和测定我国各地区典型地面的几何形状,包括沟渠、田埂、坡度、地块大小、形状及道路不平度等;积累有关的各种统计资料,为拖拉机形态学的理论研究、计算试验和最佳设计提供必要的原始数据。

三、使用条件的研究

1. 用途和农艺对拖拉机形态要求方面的研究

研究拖拉机形态对各种作业项目的适应性,耕作制度和农艺过程对拖拉机形态的要求,它们的改革方向和将来可能要求拖拉机进行的作业项目以及全盘实现农业机械化和提高作物单位面积产量之间的相互关系;研究配套机具型式对拖拉机形态和机组性能的影响以及建立最佳的机械化体系对拖拉机形态的要求。

2. 运用方面的研究

运用效果的经济分析是技术-经济分析的重要一环,而它

又与生产管理、维修保养的方法、制度、组织等因素有关。应用系统工程学可以整体的研究农业机械化体系，全面求得最佳的解决办法，并最大程度的使它们互相适应和协调，以改善运用效果。而统计和积累实际使用中的各种运用定额，则是进行成本分析和评价增产、增收效果所必不可少的原始资料。

本书由河南省科委组织组合式拖拉机联合设计组的部分同志编著，由王文隆主编。由于拖拉机形态学是一门新的科学，为使国内有更多的人对其内容和意义有所了解，特写成普及读物。由于我们水平有限，内容不够系统和完善，甚或有错误之处，希广大读者批评指正。本书承北京工业学院万耀青同志审阅，提出了不少宝贵意见，特此致谢。

第一章 拖拉机形态与 环境的关系

环境对拖拉机形态有着极其重大的影响,例如土壤是砂性还是粘性,是山地还是平原,是高原还是洼地,是旱地还是水田,是沼泽地带还是水网地区,耕作季节是干旱还是多雨,气温是高还是低,地块面积是大还是小,地面是平整还是高低不平,有障碍还是无障碍等,都将对拖拉机形态提出不同的要求。在平原旱地上使用良好的拖拉机,在山地、水田和沼泽地上往往不一定能适应,甚至根本不能使用。因之要设计和选择一种性能良好的拖拉机,就必须首先了解使用地区的环境条件,其中包括土壤条件。如土壤值及其随季节变化的情况,各种土壤所占比例,地面几何形状的各种数据(如坡度、沟坎形状和尺寸、地表不平度等),气候条件,特别是年雨量及集中降雨时间和气候对农作物及农机具的影响,地块大小、长度及其所占比例等。只有全面了解和掌握了这些资料之后,才能通过理论分析和计算得出最适合这种使用环境的拖拉机形态。

一、土壤性质与拖拉机形态的关系

拖拉机要在各种不同性质的土壤上行驶和工作,其行走

机构与某些工作机具都要和土壤直接接触，依靠土壤支承机组重量和推动机组运动。机具在切削、移动或破碎土壤时，也要产生阻力和消耗功率。因此，土壤与拖拉机的关系，不仅像水对于舰船，空气对于飞机那样是它们赖以运动的工作介质，而且还是拖拉机机组进行加工的工作对象。在研究拖拉机形态学时，深入了解土壤性质，运用和发展土壤力学、土壤-车辆力学和土壤-机具力学的理论，将是十分必要的；就像流体动力学是飞机和舰船发展的理论基础一样，土壤动力学则是拖拉机机组发展的理论基础。

1. 土壤的物理机械性质

(1) 土壤的机械组成

土壤按其粒度大小分级，并按各种颗粒含量的不同分类。国际土壤分类方法如图 1-1 所示。其中，直径小于 0.002 毫米的粘粒的含量对土壤的力学性质影响极大，这是因为这种微粒的表面积大，故表面能也大，且呈胶体状态，有很强的可塑性和粘结性。湿润时呈粘滞状态，干燥时成为坚硬的紧缩体，故土壤粘粒含量愈大，土壤强度也愈高。

(2) 土壤的容重

单位体积内土壤的重量称为土壤的容重，常用 γ 来代表，单位为克/厘米³。