

农业机械概论

洛阳农业机械学院 凤洪元 主编



中国农业机械出版社



高等院校试用教材

农业机械概论

洛阳农业机械学院 凤元洪 主编

中国农业机械出版社

本书是高等院校拖拉机专业的教材。重点阐述农业机械机组配套的基本理论，介绍主要农业机械的构造、工作原理和使用调节方法，并以专章论述农业机械与拖拉机设计的关系。

本书供高等院校拖拉机专业及其他农机类专业的师生作为教材使用，也可供有关工厂技术人员，农机化科技人员和农机管理干部参考。

农业机械概论

洛阳农业机械学院 风元洪 主编

*

中国农业机械出版社出版

天津新华印刷二厂印刷

新华书店北京发行所发行

新华书店经售

*

787×1092 16开11 6/8 印张282千字

1981年3月北京第一版·1981年3月天津第一次印刷

印数0,001—6,500 定价1.25元

统一书号：15216·045

前 言

本书根据1978年全国农机类专业教学大纲编写，供高等院校拖拉机设计制造专业使用。

全书共分八个单元。绪论和第七章概述了拖拉机和农业机械配套设计的综合性问题。在主要农业机械方面，除阐述其构造和原理外，还选择有典型意义的铧式犁耕地机组和旋耕机复式作业机组，阐述其工作部件的载荷特性、整机受力特性和机组基本理论。鉴于各地自然环境和农业技术要求不同，可以有选择地进行教学。本书内容适于课内30~40学时的教学需要。

本书由洛阳农机学院凤元洪担任主编并编写绪论、第一、二、七章；贾学信编写第三、四、五章；李膺龙编写第六章。武汉工学院奥紫锋担任主审。在编写过程中得到有关院校、工厂和研究单位的大力支持，在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限，对于书中错误或不当之处，欢迎批评指正。

一九八〇年四月

目 录

| | | | |
|----------------------------------|----|-----------------------------------|-----|
| 绪 论 | 1 | 第四章 播种机械 | 98 |
| 第一章 铧式犁与耕地作业机 | | § 4-1 概述 | 98 |
| 组原理 | 6 | § 4-2 典型播种机及我国播种 机系列 | 100 |
| § 1-1 耕地的技术要求和机具 类型 | 6 | § 4-3 播种机的主要工作部件 | 108 |
| § 1-2 铧式犁的总体构造和 我国铧式犁系列 | 9 | § 4-4 播种机的使用 | 113 |
| § 1-3 铧式犁的工作部件 | 13 | 第五章 植物保护机械 | 117 |
| § 1-4 牵引犁的调节机构及平 衡原理 | 21 | § 5-1 植物病虫害防治措施及 农业技术要求 | 117 |
| § 1-5 悬挂犁与半悬挂犁 | 29 | § 5-2 植保机械的种类、一般 结构及工作原理 | 118 |
| § 1-6 铧式犁体的外载特性 | 34 | § 5-3 机动喷雾、喷粉机的结 构和使用 | 123 |
| § 1-7 悬挂耕地机组的受力平 衡和工作性能 | 41 | § 5-4 植保机械的安全使用技 术 | 128 |
| 第二章 圆盘机械 | 62 | 第六章 谷物收获机械 | 129 |
| § 2-1 圆盘机械的种类和特点 | 62 | § 6-1 概述 | 129 |
| § 2-2 圆盘犁 | 65 | § 6-2 收割机 | 130 |
| § 2-3 圆盘耙 | 66 | § 6-3 谷物联合收获机 | 146 |
| § 2-4 圆盘耙的受力与平衡 | 70 | 第七章 农业机械与拖拉机设 计的关系 | 163 |
| 第三章 旋耕机与复式作业机 | | § 7-1 农业机械技术发展的主 要趋势 | 163 |
| 组原理 | 74 | § 7-2 农业机械与拖拉机总体 设计的关系 | 169 |
| § 3-1 旋耕机的工作原理、结 构与工作参数 | 74 | § 7-3 液压悬挂系统的设计要 求 | 172 |
| § 3-2 旋耕机的受力分析与旋 耕机组 | 82 | § 7-4 动力输出轴的设计要求 | 178 |
| § 3-3 旋耕机的使用 | 91 | | |
| § 3-4 耕耙联合作业机械与复 式机组 | 93 | | |

绪 论

一、我国农业机械化的特点

我国人民建设社会主义的伟大事业，进入了实现四个现代化的新的历史时期。农业是国民经济的基础。农业的高速度发展是保证实现四个现代化的重要条件。因此，摆在我们面前的首要任务，就是要集中精力使目前还比较落后的农业尽快得到迅速发展。要积极地有计划地发展农业机械化，这是迅速发展农业现代化的关键性措施。

世界各国的历史和条件不同，发展农业机械化的重点也不一样。从现代工业化水平较高的美国历史来看，农业机械化的发展往往是由于发展生产需要大量劳动力，节省劳动力是促进农业机械化的主要推动力。根据美国人口调查局资料，1870年美国全部劳动力有一半以上仍在农村，到1960年每12个劳动力中只有1人务农，1969年发展到21比1，至1976年则达到每个农业劳动力可以供养56人的水平。而我国目前农业机械化仍处于初期阶段，还不可能一下就提高到这样高的水平。但是，在提高劳动生产率的同时，应当特别注意提高单位面积产量和资源的利用程度。我国地少人多，农业生产历史悠久，素有精耕细作的传统，单位面积产量较高，但按人口计算的平均产量却很低。1975年我国粮食总产量与美国并列，各占世界总产量的五分之一。单位面积产量比同年世界平均单产高出36%，可是，按人口计算的平均产量却低于世界平均水平。在我国广大地区，要求进一步地精耕细作，提高复种指数，保证稳产高产成为当前提高生产的重要途径。再则，我国地域辽阔，实现农业机械化所需要的动力、机具和能源数量极大，必须十分注意经济合理的原则。从我国实际情况出发，应当把提高劳动生产率和提高单产有机地结合起来。为了这个目标，发展农业机械化既可直接提高劳动生产率，又是提高单产的重要手段，还是节约成本、增加社员收入的途径。要根据各地不同条件，积极地因地制宜地实现农业机械化。

应当指出，目前我国的农业机械价高质次，只重视拖拉机生产，不重视农机具配套，以及农机与农艺改革不相适应等等，需要认真改进。1978年上海市郊区，平均每万亩耕地拥有农机动力数量，已经超过苏联，平齐美国。但从农业生产的现状看，基本上仍是手工劳动。为什么会这样呢？上面指出的问题是应当引起注意的。

党的十一届四中全会通过的关于加快农业发展若干问题的决定指出，全面实现农业现代化，彻底改变农村面貌，这是我国历史上一场空前的大革命。为了实现这样的目标，必须从我国人口多、耕地少、底子薄、科学文化水平低，但幅员辽阔、自然资源比较丰富等特点出发，认真总结自己的经验，虚心学习外国的先进经验，尽可能避免技术先进国家曾经出现过的弊病，探索出一条适合我国情况的农业现代化的道路。

二、农业机械的研究与发展

随着农业生产的发展，人类在长期劳动中积累了越来越多的生产经验和知识，不断地创制和发展了农业生产的工具和机器。勤劳勇敢的中国人民，早在秦汉时代就开始有铁制农具的应用。公元前100年左右牛犁、耩、龙骨水车的创制成功，标志着我国农具的

结构已达到相当合理的程度。就田间作业而言，利用畜力代替人力虽然很早，但经历封建社会的漫长岁月，所有的农具发展都极其缓慢。

欧洲在资产阶级产业革命的推动下，1850年前后，各种畜力农具相继成熟。其中1831~1834年收割机的创造成功；1837年钢犁的制成，同年又创制成功复式脱粒机；1850~1855年间，先后制造了谷物播种机、马拉割草机和玉米播种机等，从而使田间作业项目逐步由畜力和机具所代替。

动力机在农业中的应用，始于19世纪中叶。1850年蒸汽机装在四轮的机架上成为锅驼机，带动绳索牵引犁耕地，第一次将机械动力用于田间作业。1870年差速器创造出来，才有可能使锅驼机改进为蒸汽拖拉机牵引着犁进行作业，但机具很笨重，经济效益并不显著。随着近代农业动力和机具的发展，在1890~1910年间，汽油拖拉机及各种基本作业的牵引农具配套齐全，机械耕作日益显示其优越性。1935年福格森拖拉机上成功地装置液压悬挂机构，发展了各种悬挂式和自动调节式机具。但是，在本世纪50年代以前，农业动力及其机具虽然已趋完善，但是，基本上是“铁牛”与“铁犁”的配合。

简单地回顾一下拖拉机和农具的近代发展情况，使我们看出这样一个问题：在农业机械技术研究和发过程中，特别是一些工业化发展较早的国家，经历过在动力（拖拉机）还不太完善的情况下，已经生产了大量的农机具的阶段，例如出现了几十匹马拉着前进的联合收割机。当拖拉机投入农业市场时，其基本性状（如速度、牵引方式等）受到马拉农具的影响，拖拉机起着铁制牛的作用。尔后农具的设计又受到拖拉机的制约。由于经济和技术等方面的原因，长期来对于动力、机具和作业对象等方面的系统的科学技术问题研究不够，只是到了近二、三十年才开始把拖拉机和农具，甚至农具和加工对象（如土壤、作物等）作为一个统一体加以考虑。

美国从1850年开始研制采棉机，但是进展缓慢。百年之后，到1949年棉花收获机械化程度仅为6%。分析原因，除了机器结构本身的问题之外，还存在棉花品种、栽培制度、纤维质量、成本和利润等问题。于是他们采取农机和农艺密切配合的方针，改革栽培方式，培育适合机械化采棉的新品种，使用化学脱叶，解决落地棉捡拾、清花、籽棉田间运输等一系列问题，进展很快。十几年后基本实现机械化，至1970年棉花收获机械化程度已达到95%，居世界第一位。日本研制水稻插秧机历时七十年，过去采用大苗插秧，质量不稳定，而且拔秧机也未解决，至1970年机械化程度仅为3%。当年，日本农林省开始实行工厂集中育秧方法，推广带土小苗插秧机，只有几年的时间，到1977年水稻插秧机械化达80.4%。

随着现代工业技术的进步，各种类型拖拉机日趋完善，并出现了大功率拖拉机。为了充分利用其功率，在设计拖拉机时必须充分考虑到农具的特性。还要注意从用户的观点看待问题。例如在某种条件下提高作业速度更为有利，或在另一些条件下发展联合作业更好等等。因此，在设计拖拉机时，就要研究使其基本性能适应农具系统的要求；同时在设计农具时，也要考虑到如何有利于拖拉机的技术特点的发挥。不难看出，评价现代拖拉机的效果好坏，不能脱离与农具配套所表现出来的作业性能。人们是否购买这台拖拉机，不仅看拖拉机本身的质量如何，归根结底要看它组成的拖拉机农具机组的作业性能如何。特别是在当代机械制造技术较高的条件下，配套作业性能往往是成败

的关键。因此，一些先进的国家普遍重视拖拉机及其配套机具的研究与发展。如英国麦赛-福格森公司出产的MF-165Ⅲ型44千瓦（60马力）轮式拖拉机，在本系统内生产的配套农具多达244种，保证了该拖拉机可以在多种自然环境下获得满意效果。因而，能够在五大洲几十个国家赢得广泛的市场。反之，一台拖拉机如果忽视其配套作业性能，则往往导致失败。

这些事实说明，为了正确地发展农业机械技术，应当把动力、农具和作业对象作为统一体系进行研究。如果能够正确地注意总结历史的和现代的经验，农业机械的研究和发展必将是生气勃勃前途无限的。

三、农业机械的特点和分类

（一）农业机械的特点

由于农业生产过程的复杂性和多种技术经济因素，形成了农业机械不同于其他机械的特点。明确这些特点，将有助于人们自觉的把工程知识和技术应用于农业。从对机械设计的要求来说，其主要特点如下。

第一、农业机械工作对象种类很多而且复杂多变。它包括植物、动物、微生物等有生命的机体和土壤、肥料、水分等各种形态的物质。仅农作物一项常见的就有粮、棉、油、麻、丝、茶、糖、菜、烟、果、药、杂等等，它们的种类很多，物理机械性能和生物特性各异，并且处于不断变化中。有人认为，农业机械设计这一领域对工程技术人员的工作能力的要求，要比其他工程领域复杂。农业机械应当在变化范围较大的因素下得到满意的工作。

第二、工作的季节性很强。农业生产环节多，为完成一项作业就需要一种机器（或工作部件），而往往只用很短的时间。因此，很多情况下农业机械的利用率很低。由于季节性强，某些环节要求在极短时间内完成（有时甚至是几天内），机器负荷很大。这就对农业机械的经济性和可靠性提出严格的要求。

第三、作业条件恶劣。经常在露天、尘土飞扬和地面高低不平的环境下进行移动作业。这与安装在车间里或行驶在平滑路面上的其他机器不同，它所受到的锈蚀、磨损、振动都比较大。如果未充分考虑到这些特点，加之使用保养不当就更容易发生故障和影响机器寿命。

第四、农业机械量大面广。节省每一滴油都有重要意义。试想我国仅耕地一项每年就要消耗石油大约2500万千牛顿（250万吨），就不难明白提高效率降低消耗的巨大意义。随着我国农业机械化程度的不断提高，它的意义将日益为人们所重视。

（二）农业机械分类

农业机械的范围，迄今尚无统一的定义。简言之，作为机械工程的一个门类而言，它包含着农业（林、牧、副、渔在内）所使用的动力和机具。

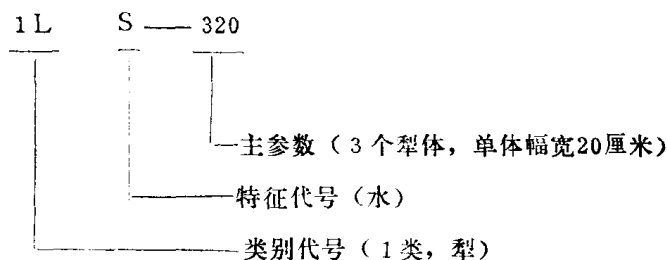
按照农业生产作业性质划分，通常所称的农业机械可以分为六大类：农田（作业）机械、农副产品加工机械、装卸运输机械、排灌机械、畜牧机械和其他机械（如园艺机械）等。一般所说的农业机械，主要是指这个范围。显然，它已不包括动力机械，并且林业、渔业机械也分属其他部类。在上述六大类中，农田（作业）机械种类很多，并且与拖拉机配套关系极为密切。

农田（作业）机械是指农业田间生产过程机械化所使用的机械。按照主要作业和用途，农田机械可以分为以下几类。

1. 农田基本建设机械：如平地机、推土机、铲运机、开沟机、筑埂机等。
2. 耕作机械：如铧式犁、深松铲、圆盘耙、钉齿耙、镇压器、旋耕机、耕耙联合作业机等。
3. 播种机械：如谷物条播机、玉米点播机、水稻直播机、牧草撒播机、联合播种机等。
4. 栽植机械：如水稻插秧机、拔秧机、烟草栽植机、马铃薯种植机等。
5. 施肥机械：如氨水施肥机、厩肥撒运机、化肥施播机、颗粒肥料施播机等。
6. 田间管理机械：如锄草机、中耕追肥机、中耕培土机、除莠剂喷撒机等。
7. 植物保护机械：如喷雾机、喷粉机、联合喷粉喷雾机、弥雾机、消毒机等。
8. 收获机械：如谷物收割机、谷物联合收获机、亚麻收割机、棉花收获机、花生收获机等。
9. 场上作业机械：如脱粒机、复式脱粒机、清选机、扬场机、烘干机等。

为了实行农机具产品的统一分类和编号，1974年7月我国第一机械工业部曾公布《农机具产品编号规则》标准（NJ89-74），规定凡定型产品除有牌号和名称外，尚应按统一方法确定型号。如：

悬挂水田三铧犁



其中类别代号，采用由数字表示的分类号和由字母表示的组别号组成。分类号即将上述农业机械统一划分为10类，各分类号所代表的机具类别见表1。组别号是以产品基

表1 农业机械分类号

| 机具类别名称 | 分类号 | 机具类别名称 | 分类号 |
|--------------|-----|----------|-----|
| 耕耘和整地机械 | 1 | 农副产品加工机械 | 6 |
| 种植和施肥机械 | 2 | 装卸运输机械 | 7 |
| 田间管理和植物保护机械 | 3 | 排灌机械 | 8 |
| 收获机械 | 4 | 畜牧机械 | 9 |
| 谷物脱粒、清选和烘干机械 | 5 | 其他机械 | (0) |

注：属于其他机械类的农机具在编制型号时不标出“(0)”。

本名称的汉语拼音文字第一个字母表示。如犁用(L)、播种机的播用(B)、收割机的割用(G)等等。还有特征代号所用字母，主参数的表示方法等参见一机部标准 NJ89-74。

四、学习本课程的目的、内容和方法

本课程是为拖拉机专业开设的一门专业基础课程。它的目的在于通过本课程有关环节的学习，能够懂得“拖拉机-农具机组”（简称农业机械机组）配套的基本理论，了解主要农业机械的构造、工作原理及使用调节方法等方面的必要知识，以便在设计或改进拖拉机时考虑如何最有效地满足农业技术要求；如何能与农业机械在结构上互相配合，在性能上彼此适应，更好地发挥机组效能。

本课程的学习内容和基本要求是，了解田间作业机械化主要环节的农业技术要求、工作环境及作业条件等方面的问题。了解主要农业机械的构造、工作原理及使用调节方法。了解有典型意义的农业机械工作部件的载荷特性、整机受力特性和农业机械机组的必要知识。了解农业机械对拖拉机所提出的具体要求，重点是注意对工作装置和总体设计方面的要求，以便在设计拖拉机时考虑合理地予以满足。

为了能深刻地掌握本课程的内容，学习时必须密切联系实际。鉴于我国地域辽阔，各地农业自然条件差别甚大，在选定内容时应注意因地制宜。要注意掌握农业机械典型机具的理论和试验方法，注意收集有关实验数据和具体条件，以培养设计和改进拖拉机时分析问题和解决问题的能力。关于几种典型机组特性的内容，本课程将着重从农业机械角度出发进行阐述，学习时应注意与“拖拉机理论”等课程的关系。为了正确理解对于液压悬挂系统、动力输出轴等工作装置的要求，学习时应结合有关课程掌握其构造和工作原理。

第一章 铧式犁与耕地作业机组原理

§1-1 耕地的技术要求和机具类型

肥沃的土壤是保证农业丰产的重要基础。耕地是恢复和提高土壤肥力的有效措施之一，是农业生产的基本环节。为了创制高效能高质量的耕地动力和机具，必须注意如何运用农业机械工程技术去适应当地的条件和要求。为此，充分了解耕地的农业技术要求，熟悉土壤的耕作特性以及机具的原理和类型，才能使机械耕作发挥更充分的作用。

一、耕地的农业技术要求

耕地的目的在于改善土壤结构，积蓄水分和养分，覆盖杂草、残茬和肥料，防除病虫害，为农作物生长发育创造良好条件。因此，不失时机地搞好耕地作业，是实现稳产高产的关键性环节。

耕地的农业技术要求，由于各地的自然条件、耕作季节和耕作方式不同，具体的技术要求各异。当采用机器耕作时，应当满足下述基本要求。

1. 适时耕作。既能抢农时，又能保证质量，提高生产效率。
2. 耕深一致。要符合规定的深度，增加耕深稳定性，减少入土行程。
3. 翻垡良好。翻转的垡片应相互贴紧，并将残茬杂草严密覆盖；有的则要求架空晒垡。
4. 土壤松碎，耕后地表平整，减少开垄和闭垄。
5. 地头整齐，不重耕，不漏耕。

二、耕作层土壤的特性

土壤是耕作机械的作业对象。耕作层土壤的特性是研究和设计机具的重要依据之一。众所周知，耕作层土壤力学是一门新的学科。与它相近的在土建和水利工程方面的土力学虽然发展得较为成熟，但与耕作层土壤力学相比较，不论在研究对象、目的、内容或方法上都存在很大差别。例如耕作层土壤与深层土的性质和状态，外载荷对土壤作用的方式和时间等，都有本质上的不同。就旱地土壤而言，一般可看作为松散介质的力学问题，其特点是土壤颗粒间的粘结力和摩擦力是决定土壤强度的因素。土壤在工作元件作用下的变形和破坏，一般认为主要是由于剪切和撕裂的作用。因此，往往以土壤抗剪强度作为土壤强度的理论基础。近代发展起来的“车辆-地面系统力学”，虽然在某些方面有一定的应用价值，但是，现有的研究成果仍不足以阐明土壤的耕作性能。现在，对于耕作阻力，破碎程度，附着性能等等还不能定量地确定其规律。

事实上，耕作层土壤牵涉面广而复杂，由于土壤的机械组成、有机质含量、土壤结构等不同，再加之土壤水分和硬度（坚实度）经常变化，因此，耕作层土壤的特性在很大范围变化着，目前还没有某种单一的指标可以明确地判断其耕作性能。为了便于说明土壤的性状，根据农业机械方面的需要，一般以土壤质地、湿度和硬度等三项主要指

标, 采取类比的办法, 综合判断土壤的耕作特性。

(一) 土壤质地 (机械组成)

土壤主要由各种大小不同的土粒所组成。而直径不同的土粒其物理化学性质有很大差异。人们对于各种土壤现在大都沿用一些旧的习惯名称, 如黄土, 黑土, 两合土等等。由于各地习惯不同, 这些只具有相对概念的名称不能明确表达土壤的性质, 应当采用国际通用的标准。土壤的国际标准是根据土粒直径划分为若干粒组 (见表 1-1)。依据各种粒组在土壤中的百分比来确定土壤质地的分类 (见表 1-2)。

表 1-1 国际制土壤粒组分级标准

| 粒组名称 | | 直径 (毫米) |
|------|---|------------|
| 石 | 砾 | > 2 |
| 砂粒 | 粗 | 2~0.2 |
| | 细 | 0.2~0.002 |
| 粉砂粒 | | 0.02~0.002 |
| 粘粒 | | < 0.002 |

(二) 土壤湿度

土壤是否处于适耕状态, 其主要变化因素取决于土壤水分是否恰当。

表 1-2 国际制土壤机械组成分类

| 类别 | 机械组成名称 | 粒组百分数的范围 | | |
|------|--------|----------|--------|--------|
| | | 砂粒 | 粉砂粒 | 粘粒 |
| 砂土类 | 砂土及壤砂土 | 85~100 | 0~15 | 0~15 |
| 壤土类 | 砂壤土 | 55~85 | 0~45 | 0~15 |
| | 壤土 | 40~55 | 30~45 | 0~15 |
| | 粉砂壤土 | 0~55 | 45~100 | 0~15 |
| 粘壤土类 | 砂粘壤土 | 55~85 | 0~30 | 15~25 |
| | 粘壤土 | 30~55 | 20~45 | 15~25 |
| | 粉砂粘壤土 | 0~40 | 45~75 | 15~25 |
| 粘土类 | 砂粘土 | 55~75 | 0~20 | 25~45 |
| | 壤粘土 | 10~55 | 0~45 | 25~45 |
| | 粉砂粘土 | 0~30 | 45~75 | 25~45 |
| | 粘土 | 0~55 | 0~55 | 45~65 |
| | 重粘土 | 0~35 | 0~35 | 65~100 |

土壤所含水分, 用土壤湿度表示。每单位重量的土壤干物质所含水量的百分率称为土壤的绝对湿度。

$$\text{土壤绝对湿度} = \frac{\text{土样自然状态重量} - \text{土样干燥后重量}}{\text{土样干燥后重量}} \times 100\%$$

土壤吸收水分至饱和状态时的含水量称为土壤总持水量。当土壤质地中粘粒比例增多, 则该土壤的总持水量增大。

土壤含水量占总持水量的百分率称为土壤的相对湿度。一般来说, 相对湿度为 40~60% 时土壤处于适耕状态。例如一般壤土和壤质粘土的总持水量为 30~40% 左右, 则其适耕状态的土壤绝对湿度即为 12~24%。当我们测得某土壤绝对湿度值时, 就可判断其适耕程度。水田水耕时土壤水分处于饱和状态以上。

(三) 土壤硬度 (坚实度)

土壤硬度是土壤抵抗物体楔入能力的综合指标。目前通用的方法是采用标准的圆锥体压头垂直楔入土壤,用所记录下来的“楔入压力—楔入深度”(即 $p-h$ 关系)来表示之。土壤硬度计的压头的断面积有大有小,当被测土壤坚硬时选用断面积较小者,当土壤松软时可选用断面积较大的压头。

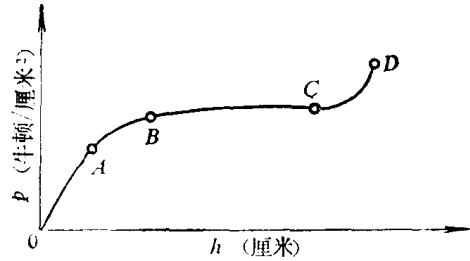


图 1-1 土壤硬度变化关系示意图

如图 1-1 所示,土壤抵抗压头楔入的特性可分为三个阶段:压头楔入的第一阶段(OA段)表明,随着压头的楔入,土壤给予压头的阻力迅速增大,几乎呈直线上升;但是,这个过程很短, h 值很小。随着压头的继续下压,进入第二阶段(AB段),其特点是阻力的增加缓慢,压头继续往下一个深度,形成一过渡阶段。土壤变形的第三阶段(BC段)的特点是随着 h 值增大, p 值变化不显著。事实上,由于耕作层土壤的不均匀性, p 值在一较小范围内波动,直到土壤耕作层结束。若再进一步楔入时, p 值急剧增大(CD段),这是遇到坚硬底层的缘故。由此可见,在耕作层内土壤阻止压头楔入的能力基本上是一定的。例如我国华北地区一般壤土和壤质粘土麦茬地在适耕期的土壤硬度一般为150~300牛顿/厘米²。但是,随着条件的变化,其数值亦相应变动。例如土壤过于干燥,则其硬度增大,耕作阻力亦随之增大。

如上所述,土壤质地、湿度和硬度是目前表达耕作层土壤耕作特性的最常用的指标,它们都可以用一定的仪器定量地测得。人们借助这些指标,可以综合判断土壤的性状。此外,土壤还具有其他多种物理、机械特性和力学性质,可参见有关资料。

三、耕地机械的分类

耕地机械种类很多。按最基本的工作原理划分,有铧式犁、圆盘犁、旋转耕作机等。其中应用最广泛的是铧式犁。

铧式犁历史悠久,适应地区广泛,性能好,品种多,是最主要的耕地机具。随着我国农业机械化事业的发展,我国铧式犁近几年来已经形成了南方水田犁和北方旱地犁两大系列。南方水田犁系列,采用了我国自行创制的通用犁体,在水田水耕和旱耕作业的综合性能方面优越于欧美和苏联的犁体。自1975年投产至今已生产三万余台,占水田犁同期总产量的90%。北方旱地犁系列在设计中,较多地吸收了国外的新技术和新结构,还研制了菱形犁体,半悬挂犁和耕耙犁等机型,是我国现阶段比较完整的铧式犁系列。

在发展通用系列犁的同时,我国各有关单位根据各地不同的需要,创制了多种类型的耕地机具。有适应潮湿草地和高产绿肥地需要的圆盘犁,有适应深松土层的深耕改土犁,还有适应各地区特殊需要的如云南的堡子犁、福建的土鳅犁、东北的垄作犁等等。成都机引农具厂研制成功的水平摆式双向犁,其特点是只需一组犁体就可以实现左右翻垡的要求。还有在吸取日本经验基础上制成的混层深耕犁,采取铧削抛掷的原理,可配套于中小型拖拉机进行深耕作业。上海市川沙县农机一厂制成的耕耙联合作业机,把铧式犁和旋耕机的各自特点组合成一个整体。它结构紧凑,机组灵活,可以充分发挥拖拉机功率,减少机器在田间作业次数,能有效地争取农时,减少对土壤的压实和破坏,为水田耕耙

联合作业开创了新的途径。近几年来,我国东北地区在总结当地农业生产经验的基础上推广深层松土而不翻耕的耕作法,创制了若干以松土为主的新型机具,很受当地群众欢迎。

国外一般用途的铧式犁品种比较多,系列化通用化程度较高,一般的犁都能配用数种不同的工作部件。如法国于阿尔公司1970年生产的悬挂犁系列有12种机型,半悬挂犁有8种机型,双向犁20多种。每种犁可以配不同的工作部件,有六种曲面型式和25~35厘米(10~14吋)五种幅宽的犁体,以适应不同的自然条件和耕作要求。从发展趋势看,国外铧式犁耕深普遍有所增大,机组正向高速、宽幅发展,以提高生产率;比较注意发展新的工作部件和探索减小牵引阻力的办法。

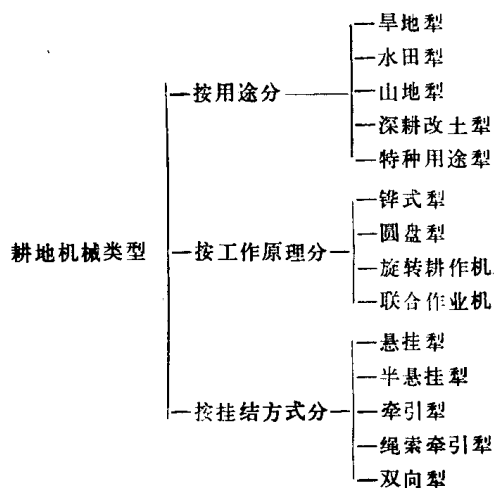
国外旋转铧的出现,引起人们的重视。其工作部件为铲形,作业过程模拟人力用锹挖土的过程。翻转的土垡可以部分地翻转覆盖,而不象旋耕机那样粉碎土壤,有利于保持并改善土壤结构。所以,这是一种兼有犁耕和旋耕特点的机具。荷兰 VICON210型旋转铧,耕幅2.1米,耕深30厘米,以22~26千瓦(30~35马力)拖拉机驱动,前进速度为1.6公里/小时,每日可耕地45亩,比较适用于粘重土壤及潮湿地区的耕作。据称能量消耗仅为旋耕机的1/4。

由于广泛采用复式作业的需要,发展了一系列联合作业机具。其中主要是耕耙或耕播联合作业。耕耙联合作业在西德、日本等国广泛采用犁与旋耕联合作业机。耕播联合作业在美国缺雨的种植玉米高粱地区得到发展,

前茬作物收割后,立即用一种犁播机直接进行耕地播种。为了同样目的还发展了心层松土播种机,免耕系统凿式播种机等,其特点是只加工播种行内,而行间不耕作。苏联和西德生产的犁播机组,可以把耕、耙、翻压绿肥和播种几道工序一次完成,对提高复种指数,争取农时很有成效。

综上所述,耕地机械类型很多,而且新机具不断出现,有些机具还能够从事多种作业(如联合机组)。但是,为了在众多类型中有一个基本概念,耕地机械可以根据其用途、工作原理或与拖拉机挂结方式分为若干类型,见表1-3。

表1-3 耕地机械分类



§1-2 铧式犁的总体构造和我国铧式犁系列

一、铧式犁的一般构造

铧式犁量大面广,品种甚多,按其与拖拉机挂结方式的不同,形成了若干有代表性的结构类型。

(一) 牵引犁

牵引犁的结构和组成如图1-2所示。其工作部件(主犁体2,小前犁4,圆犁刀3)安装在犁架8上。犁架的前部安装有牵引调节机构9与拖拉机联结。为了在运输时支承犁架和耕作时配合进行调节工作,设有行走轮(地轮7,沟轮5和尾轮1)。牵引犁上

一般均设置起落调节机构6，用以操纵犁的起落和调节深浅与水平。

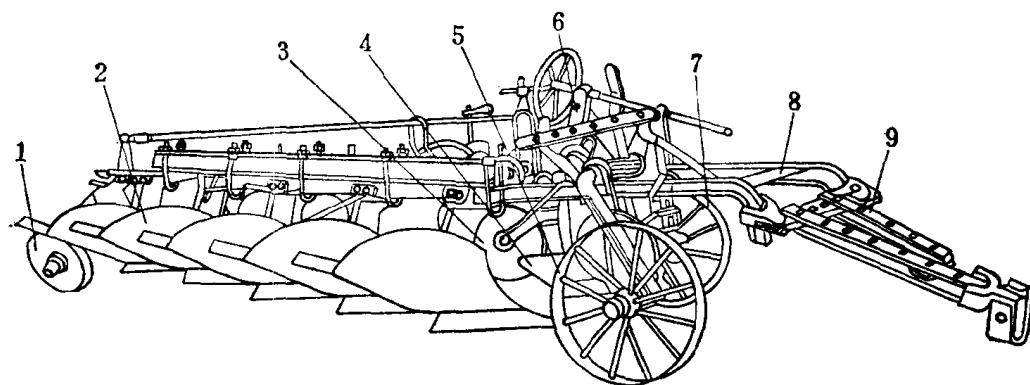


图 1-2 牵引犁

1—尾轮 2—主犁体 3—圆犁刀 4—小前犁 5—沟轮 6—起落调节机构 7—地轮
8—犁架 9—牵引调节机构

✓ (二) 悬挂犁

悬挂犁的结构和组成如图 1-3。在犁架的前部安装有悬挂架2和悬挂轴4，用以与拖拉机悬挂杆件相联结。悬挂犁的起落和调节，都由拖拉机液压悬挂机构来控制。因此，它与牵引犁比较，省去了起落调节机构和行走轮等部件。有的悬挂犁上安装一个支地轮1，它可以在停放时支持犁架；并且在拖拉机的液压悬挂机构采用高度调节时，用来控制耕深；当采用力调节时就不需要支地轮。有些悬挂犁没有支地轮，而用支撑杆保持停放稳定。由此可见，悬挂犁具有结构简单，重量轻，机动性好和节省劳动力（不需农具手）等优点，得到日益广泛的应用。

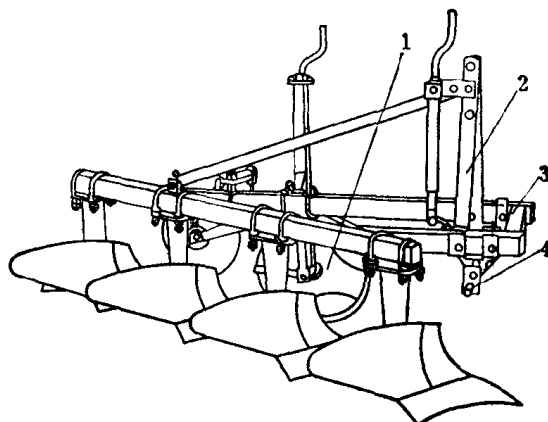


图 1-3 悬挂犁

1—支地轮 2—悬挂架 3—犁架 4—悬挂轴

(三) 半悬挂犁

发展半悬挂犁的理由是，由于农业机械化技术的发展，大功率拖拉机相继出现，因而其所配套的多铧犁（6铧或8铧以上）显得重量和长度过大，影响机组纵向稳定性，导致耕深不稳定，这就使悬挂犁的发展受到了一些影响。特别是在运输时，由于犁的振动，升降机构负荷过大而易遭破坏。多铧半悬挂犁则兼有悬挂犁和牵引犁的优点，即铧数和幅宽不受机组纵向稳定性的限制，又具有悬挂机组的灵活性。因此，近年来半悬挂犁得到较快的发展。

半悬挂犁的结构和组成如图 1-4 所示。其特点是犁的前部设置一个头架1与拖拉机悬挂机构相联结。支地轮2的作用与悬挂犁相同。耕作时，操纵拖拉机液压悬挂机构放下头架，即相当于牵引犁的工作状态；运输时，升起头架，同时利用拖拉机的液压输出驱动尾架机构3向下运动，犁的后部随即升起，使犁处于运输状态，这就较好地解决

了犁的重量和长度较大引起的问题。

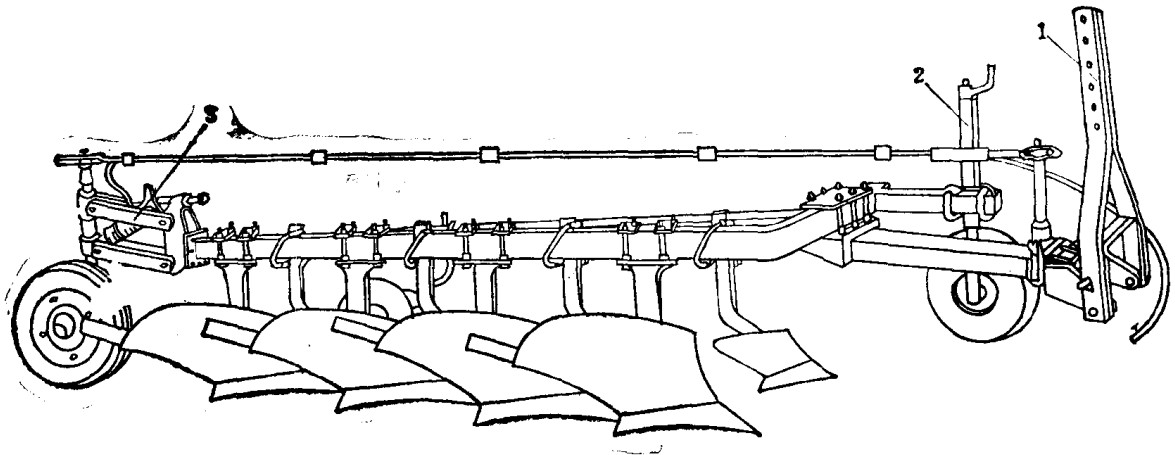


图 1-4 半悬挂犁
1—头架 2—支地轮 3—尾架

（四）双向犁

铧式犁耕地时，土垡均向右侧翻转，耕后地表不可避免地要产生若干条闭垄或耕沟，不利于地块平整；而且地头转弯时绕大圈，空行率高。为了克服这方面缺点，要求犁在“返回”时能改变翻垡方向（即要求向左侧翻转），这就是双向犁的基本特点。双向犁种类甚多，常见的有下列几种。

1. 翻转犁：如图 1-5 所示。翻转犁具有两套犁体，一套犁体向右翻土，一套犁体向左翻土，两套犁体交替工作。翻转犁按结构又可分为全翻转式和半翻转式。全翻转式（图 1-5）

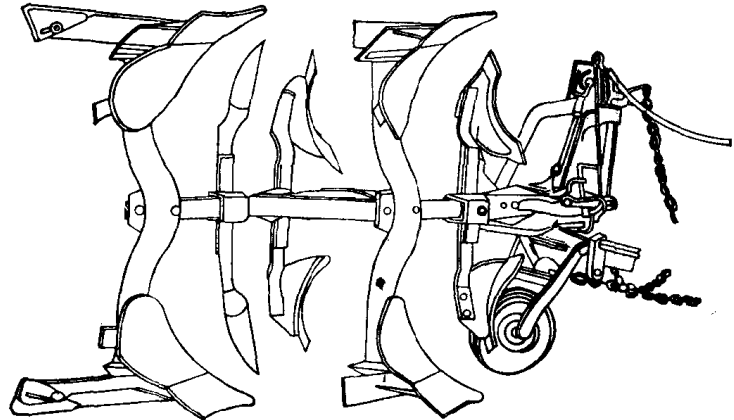


图 1-5 全翻转式翻转犁

两套犁体的配置相差 180° ，半翻转式的两套犁体的配置相差约 90° 。工作时，当机组完成一个行程至地头转弯时，拖拉机通过悬挂机构将犁升起，翻转机构起作用，使两套犁体绕一轴翻转换位。翻转犁耕后地块中间没有沟垄，为播种、灌溉、收获创造了良好条件。在地块长度适当时，能减少地头空行时间，提高工效约10%左右，更适合于坡地和小块地耕作。近年来，这种犁正在很快发展，特别是在西欧一些国家所占比重较大。据称法国翻转犁已占总数的70%。西德生产的118种型号的犁中，有53种是翻转犁。翻转犁虽然耕作质量好，但是它的重量比普通犁要大50%左右，进行联合作业比较困难，发展速度受到影响。

2. 水平摆式双向犁：如图1-6所示。它只有一套犁体，安装在一根主斜梁 1 的下部，

而主斜梁用插销安装在机架5上。每当一个工作行程完成后，由于起犁时的自身重量作用，通过一套杆件机构，使主斜梁与犁体同时自动转向，不需驾驶员另行操作。有的还采取液压换向机构。水平摆式双向犁结构简单，机体重量和普通犁相近，较好地克服了翻转犁重量较大的缺点，但耕作质量尚须进一步提高。

3. 键式犁：如图1-7所示。键式犁是把右翻和左翻的两个犁体，分别悬挂在拖拉机（自走底盘）上。一组犁工作时，另一组升起，这样就不需要把犁翻转，同时能够达到双向犁耕地的目的。但由于键式犁结构复杂，不适宜于大型机具多铧作业，未得到推广。

二、我国水田和旱地通用铧式犁系列

为了适应我国农业机械化发展的需要，根据提高“三化”程度，提高产品质量的要求，我国自七十年代以来，在认真总结经验的基础上，进行了大规模的铧式犁系列设计工作。

由于南方水田和北方旱地铧式犁两个系列的研制成功，基本上扭转了过去那种产品混杂、型号不全的问题，满足了我国现有18~59千瓦（25~80马力）拖拉机配套和不同地区耕地作业的要求，并为今后的发展打下了良好的基础。

（一）南方水田系列犁

本系列有两种幅宽和犁体（20、25厘米），可以适应南方水田一般耕深12~22厘米的需要。具有四种类型的犁体曲面：通用型，碎土型，翻垡型和窄垡型。通用型犁体碎土、架空、覆盖性能三者兼得，综合性能好，适应范围广。碎土型犁体具有较强的碎土能力，可满足稻麦两熟地区精耕细作的要求。翻垡型犁体翻土效果好，覆盖严密，适于在要求严密覆盖稻茬和杂草的地区耕作。窄垡型犁体具有我国南方水田地区传统的窄垡犁体的特点，适于要求架空晒垡的地区使用。南方水田系列犁大多数机型为中型犁，适于在土壤比阻3~4牛顿/厘米²（水耕）和5~8牛顿/厘米²（旱耕）的土壤上耕作。对于土壤比阻为10牛顿/厘米²的水田旱耕作业，本系列配备有加强型犁。南方水田犁共有11种型号。为了适应南方水田地块较小的特点，上述11种型号的犁均为悬挂式，组成了与国产18~55千瓦（25~75马力）拖拉机配套的系列犁。南方水田铧式犁的主要技术参数见表1-4。

（二）北方旱地系列犁

本系列有25、30、35厘米三种幅宽的犁体，可以适应旱作16~30厘米的耕深需要。另外尚有二种深耕犁，单铧幅宽均为30厘米，但耕深可达42厘米。这样就可以基本上满

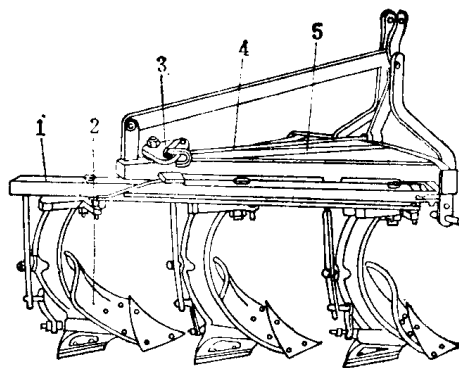


图 1-6 水平摆式双向犁
1—主斜梁 2—犁体 3—换向板
4—换向拉杆 5—机架

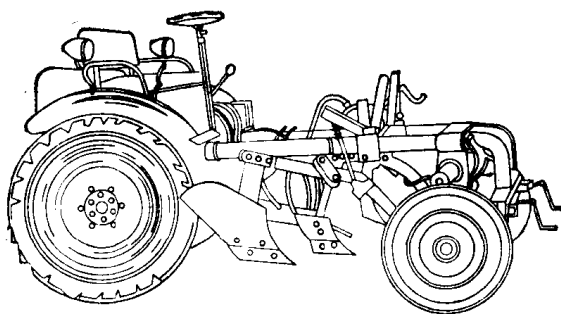


图 1-7 悬挂在自走底盘上的键式犁