

高等學校教學用書

農業機械的構造、原理及計算

上 冊

余友泰 程万里編著

高等教育出版社

1954



中国科学院图书馆

中国科学院图书馆

·

中国科学院图书馆



中国科学院图书馆

高等學校



農業機械的構造、原理及計算

上 冊

徐友泰 程万里編著

高等教育出版社

本書是在東北農學院顧問蘇聯農業機械專家克利沃謝也夫 (B. K. Кривошеин) 同志指導下,根據 1950 年中華人民共和國高等教育部批准的農業生產機械化專業、農業機械學教學大綱編寫的。本書主要適用於農業機械化系農業機械化專業,也可作為農業機械製造專業、農業機械廠、機器拖拉機站和機械農場技術人員參考之用。

本書分上下兩冊出版。上冊包括總論、土壤耕耘機械(附病蟲害防治機械)、播種、施肥與種植機械等三部分,下冊包括谷物和工藝作物收穫機械兩部分,有關農業機械的技術數據摘要分別列入上下冊附錄內,供設計計算的參考。

本書系由高等教育部農林衛生教育司組織編寫,作為教材試用本出版。上冊由余友泰執筆,下冊由程萬里執筆。

農業機械的構造、原理及計算

上 冊

余友泰 程萬里編著

高等教育出版社出版

北京琉璃廠一七〇號

(北京市書刊出版業營業許可證出字第〇五四號)

京華印書局印刷 新華書店總經售

統一書號15010·420 開本 787×1092 $\frac{1}{16}$ 印張 19 $\frac{2}{8}$ 字數 404,000

一九五七年六月北京第一版

一九五七年六月北京第一次印刷

印數 0001—5,000 定價(10) ¥ 2.40

序

在祖国进入大规模经济建设的今天，为了保证国民经济的迅速发展，必须在各方面创造一切必要的条件；其中为祖国培养德才兼备体格健全的技术干部是极其重要的项目之一。显然，编写各级学校的教科书，在这一方面就具有巨大的意义。

为此，我们试图编写一部有助于我国培养高级农业机械技术干部的农业机械教科书。这本教科书主要适用于农业机械化系农业生产机械化专业，也可作为农业机械制造专业、农业机械厂、机器拖拉机站和机械农场技术人员参考之用。

本书是在东北农学院顾问苏联农业机械专家华西里·库兹密奇·克利沃谢也夫 (B. K. Кривошеев) 同志指导下，根据 1956 年中央高等教育部批准的农业生产机械化专业农业机械学教学大纲编写的。为了提高这一教科书的水平，专家除对全书的结构给予具体的指导外，还对主要内容赶写了很多手稿，作为编写中的依据。这一教科书的编写，所以能够比较顺利地完成，专家克利沃谢也夫同志的帮助是一个具有决定意义的因素。通过这一工作，我们具体生动地体会到伟大友邦苏联在我国经济建设中所提供的头等技术的无私的援助。

由于农业机械是一门比较新近发展起来的科学，许多理论问题尚未能作出全面系统的结论，本书根据精简篇幅的原则，仅就最主要的和比较系统的理论加以阐述。至于构造作用方面，仅就具有代表性的典型机械作扼要的介绍。

随着马尔采夫耕作法的应用和推广，农业机械特别是耕耘机械就必须在新的耕作原理的基础上来进行设计。由于新耕作法的农业机械体系尚未完全建立起来，故本书农业机械的体系和设计方法仍以威廉士草田轮作制的耕作原理为基础。当然本书所讲到的许多基本设计原理和计算方法，是完全可以应用到新耕作法的农业机械上去的。

对我国古代在农具方面的创造和发明以及解放后新农业机械的生产情况，书中作了简要的介绍。主要内容是说明苏联先进的农业机械科学原理和设计计算方法以及苏联新近的各种典型农业机械的构造。所有这些材料，都是高级农业机械技术干部所必须具备的理论基础；掌握了这些材料，就为正确地领导各种农业机械的使用和结合中国农业生产实际进行科学研究和试验工作，提供了必要的技术条件。

本书上册包括总论、土壤耕耘机械(附病虫害防治机械)、和播种、施肥与种植机械三部分，下册包括谷物和工艺作物收获机械两部分。有关农业机械的技术数据摘要分别列入上下册的附录，供设计计算的参考。

本书上册由余友泰执笔，下册由程万里执笔。由于编者业务水平不高，学习苏联先进农业机械理论的体会又不深，书中不妥和错误之处在所难免，诚恳地希望读者提出意见和批评，以便再版时加以修正。

最后应当指出，我国解放以后几年来的农业机械工作在制造和使用上都已取得一定成就，但由于这一方面的科学研究工作开展得还比较少，实际生产中的经验还有待进一步系统地总结和提高。因此本书就不可能充分反映我国农业机械的特点。相信随着我国农业合作化和农业生产机械化事业的迅速发展，随着广大农民丰富的耕作法和栽培制度方面的经验逐步的总结和提高，我国农业机械科学必然会有突飞猛进的发展。编者当在我国农业机械工作同志们的帮助下，努力争取这一本教科书能早日在充分反映我国农业机械特点方面有所改进。

参与本书编写中的译稿、校稿、制图、描图等工作的，有东北农学院专家翻译室葛永久、董雁书、张联璽，农业机械教研组蒋亦元、孙玉珩、沈美容、蒋建鹏、李树屏和制图室张丁超同志等，并此致谢。

编者

一九五六年八月于哈尔滨

东北农学院

上册目录

序	vii
---	-----

第一篇 总論

第一章 緒論	1
§ 1. 我国农业机械工作的簡史和展望	1
§ 2. 农业机械在我国农业生产和社会主义改造中的意义	8
§ 3. 农业机械和农业科学的关系	5
§ 4. 馬尔采夫耕作法	7
§ 5. 农业机械的特点和分类	8
§ 6. 农业机械科学的創始、成就和今后發展的方向	10
第二章 农业机械的行走裝置	16
§ 7. 农业机械机輪的配置和挂結裝置的構造	16
§ 8. 农业机械机輪的种类和标准尺寸	18
§ 9. 机輪受力的分析	19
§ 10. 金属机輪的尺寸和滚动阻力	22
§ 11. 气胎輪的滚动阻力	26
§ 12. 机輪的側压力	27
§ 13. 机輪凸緣的計算	29
§ 14. 操向迴轉中最大阻力的分析	30

第二篇 土壤耕犁机械(附病虫害防治机械)

第三章 土壤主要耕作的机械	33
§ 1. 土壤主要耕作机械的發展簡史	33
§ 2. 几种典型圓盤农业机械的構造和功用	33
§ 3. 圓盤机械基本尺寸的設計原理和計算方法	40
§ 4. 圓盤机械受力的分析	44
§ 5. 圓盤农业机械的牽引阻力	46
§ 6. 通用鐮犁的应用和一般構造	46
§ 7. 鐮犁工作的基本理論	49
§ 8. 鐮犁主要工作部件的構造和計算: 圓犁刀	51
§ 9. 直犁刀	53
§ 10. 犁鐮	55
§ 11. 深耕器	57
§ 12. 構成犁体工作面的基本理論及其分析方法	60
§ 13. 犁耕工作过程和撥片翻轉运动	62
§ 14. 犁体工作面的構成方法	65
§ 15. 扭柱型犁体工作面的設計	71
§ 16. 小型体工作面的設計	80
§ 17. 犁柱和犁床	82
§ 18. 机犁的梁架	83
§ 19. 机犁的挂結裝置	84
§ 20. 机犁的安全裝置	87

§ 21. 犁輪軸的構造	90
§ 22. 犁的配置圖	91
§ 23. 犁的起落機構	98
§ 24. 机犁起落機構的力的分析	101
§ 25. 机犁起落機構各杆件主要尺寸的決定	109
§ 26. 螺杆式的机犁起落機構	118
§ 27. 犁的挂結的法則和犁的重心投影點的確定	120
§ 28. 犁的牽引阻力	121
§ 29. 犁的生產率 and 聯結作業	127
§ 30. 我國最常用的幾種通用鐮犁	129
§ 31. 特種功用的鐮犁	133
§ 32. 旋轉耕耘機械	138
§ 33. 垦荒機械	140
第四章 播种前整地机械	144
§ 34. 拖板 and 齿耙	144
§ 35. 鎮压器	150
第五章 作物護理机械	152
§ 36. 作物護理机械的意義 and 範圍	152
§ 37. 幾種典型中耕機械的構造 and 功用	152
§ 38. 鋤鏟和鏟柄的種類 and 尺寸	160
§ 39. 鋤鏟的排列 and 工作幅	168
§ 40. 鋤脚在中耕机梁架上的安裝方法	170
§ 41. 中耕机的起落、調節機構 and 操向裝置	171
§ 42. 中耕机的牽引阻力	174
第六章 吊挂農業机械	175
§ 43. 吊挂農業机械的應用 and 分類	175
§ 44. 吊挂機構对拖拉機縱向穩定性的影响	177
§ 45. 吊挂機械的入土條件 and 運輸通行性	180
§ 46. 吊挂機械的液壓式起落 and 深淺調節機構	182
§ 47. 吊挂機構力的分析	183
第七章 耕耘機械的試驗	185
§ 48. 農業機械的試驗	185
§ 49. 犁和中耕机工作的質量要求 and 試驗方法	186
§ 50. 耕耘機械試驗中所應用的主要儀器	189
§ 51. 試驗結果的比較	192
第八章 植物病蟲害防治机械	193
§ 52. 病蟲害防治机械	193
§ 53. 噴霧器的應用 and 性能要求	193
§ 54. 噴霧器各主要工作部件的構造 and 種類	194
§ 55. 幾種典型的噴霧器	200
§ 56. 噴霧器的藥液用量 and 生產率的估計	203
§ 57. 噴粉器的應用 and 主要工作部件的構造 and 種類	205
§ 58. 幾種典型的噴粉器	207
§ 59. 噴粉器的藥粉用量 and 生產率的估計	209
§ 60. 聯合噴粉噴霧机	210
§ 61. 种子消毒机械	211
§ 62. 土壤注射器	212

第三篇 播种、施肥和种植机械

第九章 播种机械	214
§ 1. 播种机械的发展概况	214
§ 2. 播种作业的农业技术要求	215
§ 3. 播种方法	216
§ 4. 播种前农业技术上的一般准备	217
§ 5. 播种机的分类	218
§ 6. 谷物播种机的一般构造和应具备的条件	218
§ 7. 作物种子的特性、排种口和排种装置的位置	219
§ 8. 外槽轮排种装置	220
§ 9. 圆环式和蝶翅轮排种装置	227
§ 10. 种子箱	230
§ 11. 下种管的种类和性能	230
§ 12. 开沟器的构造、种类和工作原理	231
§ 13. 开沟器的平衡和深浅调节	237
§ 14. 播种机的起落机构	239
§ 15. 播种机的传动机构	244
§ 16. 播种机的牵引阻力	246
§ 17. 播种机受力的分析	247
§ 18. 播种机的使用	251
§ 19. 几种常用的条播机	258
§ 20. 中耕作物播种机	264
§ 21. 播种机的试验	269
第十章 施肥机械	273
§ 22. 施肥机	273
第十一章 种植机械	282
§ 23. 马铃薯种植机	282
§ 24. 蔬菜植苗机	287
§ 25. 植树机	289
附录	1
1. 苏联圆盘浅耕耙和圆盘耙的主要技术规格	1
2. 圆盘农业机械的主要技术数据	1
3. 不同类型的圆盘农业机械的 K 、 α 、 φ 和 ε_a 数值的范围	1
4. 黑龙江省几个国营农场犁耕工作的土壤比阻 k 值(1954)	2
5. 不同土壤的动摩擦系数 (H. B. 西苏契金)	2
6. 铧铧犁各尺寸	3
7. 苏联通用犁犁体工作面的基本尺寸	4
8. 苏联犁体展开面的基本尺寸(ГОСТ 65-47)	4
9. 苏联机引犁和浅耕犁的主要技术数据	5
10. 苏联钉齿耙的主要技术数据	6
11. 以 СД-10 和 СД-24 为设计基础的苏联播种机系统	6
12. 苏联人力和马拉播种机的主要技术规格	7
13. 苏联拖拉机播种机的主要技术规格	8
主要参考書	9

第一篇 总論

第一章 緒論

§ 1. 我国农业机械工作的簡史和展望

我国具有悠久的历史，在农具的創造發明上也是很早的。据刘仙洲教授的考据，远在五千年以前，我国劳动人民在耕耘农具方面就創造了鋤和木犁。四千年以前，就已应用構造相当完善的金屬犁。播种农具方面也在公元前 140~87 年間發明了耬犁，既省力又能提高产量，其構造基本上符合于現代播种机的原理。收获农具方面在十五世紀以前就有人創造了推镰，既减少割刈中的損失，也提高效率几倍^①（圖 1, 2, 3）。

虽然我国农具創始的历史如此久远，但我們看看現在个体农民普遍应用的农具，同从汉墓中發掘出来的牛犁壁画和镰刀鋤头等实物，几乎没有什么区别。我們在史書上除前后汉書中还多少能找到一些关于政府领导农具改良工作的記載外，以后就几乎完全絕迹；这就完全可以說明汉唐以后長期的封建統治是怎样地束縛着生产

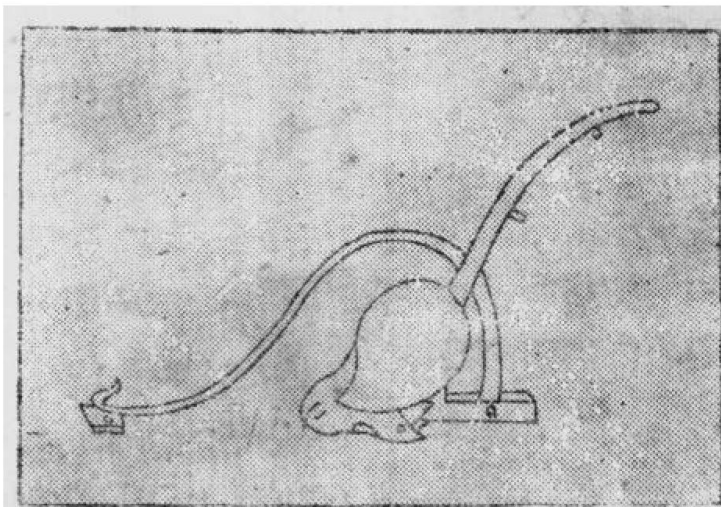


圖 1. 汉赵过發明的牛犁圖（公元前140~87年）。

工具的發展了。同时在这种漫长的时期內，即或有星星点点成功的創造和發明，普及推广的工作，根本就無人問津。像东汉时已經發明了的水車水碾，到清初才介紹到山西去，時間上相差了一千六七百年；筒車唐代就發明了，到明朝才傳到蘭州，也落后了六七百年。以上就是我国旧有农具的發展概况。

至于新农具，自清末以来，在农科学校和农事試驗場中，也曾逐漸輸入了一些，反动政府也成立过农具制造厂，但不是流于形式和裝点門面（不研究，不比較試驗，也不想使用），便是走殖民地的道路（着重裝配和修理，無自力更生的設計制造工作）。我国新农具的萌芽，在反动的封建官僚統治和帝国主义的摧殘下，完全沒有也不可能成長起来。

1949 年我国大陆基本上解放了，人民自己做了主人，成立了自己的政府，这偉大的人民民主革命的胜利，也为我国农具工作展开了新的一頁。

^① 参考書 1. 农业机械部分 14~40 頁。

随着农民从束缚其生产力发展的封建生产关系中获得了解放，和土地改革后小农经济逐步合作化的发展，我国农业生产已获得充分发展的条件。旧的生产工具已不能满足农民提高生产的需要。中国共产党和人民政府根据生产关系一定要适合生产力性质的客观经济规律和农民生产中的迫切需要，一面大量补充残破农村中所缺少的旧农具，一面有步骤地对旧农具加以改良和推广，并进行机械化农业生产的示范和积累经验的工作。真正制造农具的大小工厂和研究改良推广农具的机构，先后在各地建立起来。从中央到地方相继召开了农具工作会议，推动着全国农具工作的不断提高。

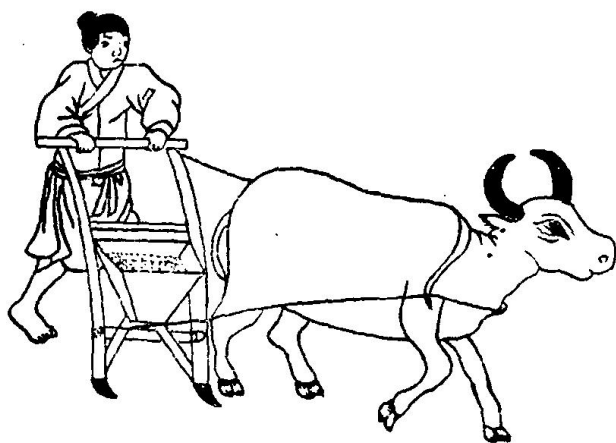


圖 2. 汉赵过发明的耒耨圖(公元前140~87年)。

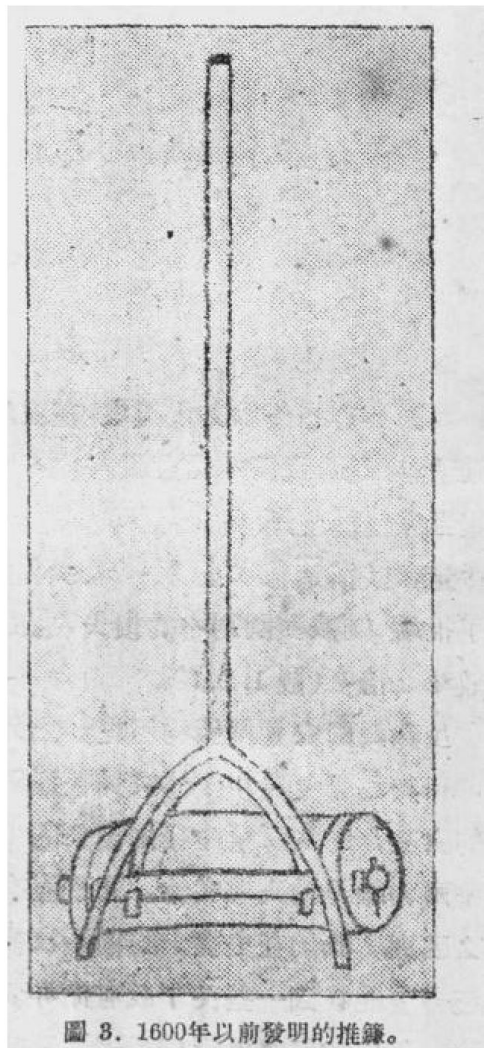


圖 3. 1600年以前发明的推轱。

在1952年底我国结束了国民经济恢复阶段的时候，参加互助组的农户已发展到占农户总数的40%^①，并组织了3,644个农业生产合作社和52个机械农场，这样新式农机具的应用也就随着迅速扩大起来。在这一时期中，国家除大量补充了旧农具以外，并设计仿造和推广了犁、圆盘耙、播种机、收割机等新式马拉农具。机力农具方面也在应用中积累了丰富的经验。

根据我国发展国民经济第一个五年计划的规定，到1957年参加农业生产合作社的农户将占全国农户总数的 $\frac{1}{3}$ 左右，国家将供应农民大量新式农具，就犁来说双轮双铧犁和双轮单铧犁共180万部左右，新式步犁50万部，机械农场将增加到141处，拥有拖拉机5,146台（每台以15马力计算），并将试办拖拉机站194处，拥有拖拉机2,897台。拖拉机制造方面将在1959年建成年产54马力拖拉机15,000台的拖拉机厂，并在第一个五年计划内试制37马力拖拉机和筹建第二拖拉机厂。机力农具在国家大规模经济建设以来的发展也是极其迅速的，像五铧犁、24行播种机、复式脱谷机以及谷物康拜因等，都已在1952~1955年中先

① 中华人民共和国发展国民经济的第一个五年计划(1953~1957)，人民出版社。

后試制成功投入生产。

1955年7月毛澤东同志做了关于农业合作化问题的报告，同年10月中共中央通过了关于农业合作化问题的决议。由于党中央和毛主席正确地解决了我国农业合作化运动中所存在的问题，就在全中国农村中掀起了一个社会主义改造的高潮。在这一高潮的基础上，中共中央政治局在1956年1月提出了全国农业发展纲要(草案)^①，作为全国农民和农业工作者的奋斗目标。纲要(草案)中关于农业合作化方面要求各省、市、自治区在1956年基本上完成初级形式的农业合作化，1958年基本上完成高级形式农业合作化。推广新农具方面从1956年开始在3~5年内要推广双轮双铧犁600万部和相应数量的播种机、中耕机、喷雾器、喷粉器、收割机、脱粒机、刨草机等，并应作好新式农具的修配工作。国营农场方面从1956年开始在12年内要求耕地面积由1955年的1,336万亩增加到14,000万亩。

以上数字有力地说明了我国农业在国家过渡时期总任务的光辉照耀下，正沿着合作化的道路，以史无前例的速度向集体化机械化的社会主义过渡；随着国家社会主义工业化和农业合作化的发展，我国农业机械事业也正在迅速地发展着。这也就为我们全国农业机械方面的工作人员，提出了严肃的也是光荣的任务。

§ 2. 农业机械在我国农业生产和农业社会主义改造中的意义

根据国家过渡时期的总任务，我国小农经济生产正进行着社会主义改造，从而向集体化和机械化的社会主义过渡。根据社会主义基本经济规律的精神，我们的农业必须在高度的技术基础上，不断提高粮食和原料的生产，以保证满足整个社会经常增长的需要；也必须迅速提高劳动生产率，来减少单位产量对农业劳动力的需要。要达到这一目的，就必须广泛地应用先进的农业科学和技术上的成就，把农业生产集体化和机械化起来；就必须认真学习苏联的先进经验。

在国家过渡时期，农业机械的价值主要表现在其代替劳动力的程度，其保证最大的生产能力，以及其促进和巩固农业生产合作化和对整个社会福利的贡献上面。

农业机械节省劳动力的作用可用以下例子来说明：根据一般估计，畜力中耕机除草每公顷可较手锄省五个人工，如用机引万能中耕机每台可顶六十个人工。再像摇臂收割机收割小麦较用镰刀每垧省四至五个人工，如用C-6谷物康拜因，每台单收割就可顶二百多个人工，脱谷和分离的作业尚未计入。由此可知农业生产机械化以后可以节省大量的农业劳动力来扩大农业生产面积和支援工业建设的需要。

苏联由于集体化和机械化的结果，在1937年就节省出来一千二百万农业劳动力来支援工业建设的需要。表1中的数字说明苏联在单位面积上由于机械化的结果单位劳动力的生产率显著增加的情形。当然表中还只是平均数字，斯达哈诺夫工作者已用事实证明了这些数字可以通过机械更好的组织运用来提高。

^① 1956年到1967年全国农业发展纲要(草案)，1956年1月23日中共中央政治局提出。

此外上表中的数字是以公頃所需工数来比較，並沒有表示出机械作業的增产作用。

表 1. 苏联田間作業每公頃所需工数①比較表

作業种类	个体农民 (1922~1925)	集体农庄 (1937)			生产率增加
		馬拉农具	輪式拖拉机	履帶式 拖拉机	
耕 地	2.55	2.04	0.41	0.28	9.1 倍
耙地及中耕	1.15	0.26	0.10	0.05	23 倍
播 种	1.81	0.81	0.20	0.10	18.1 倍
收获及脱粒	14.16	9.49	0.48	0.80	44.2 倍
亞麻收获	18.92	13.25	6.27	—	8 倍

由于机械动力大、工作幅寬，就能够根据农業技术要求在很短的作業季节內，保証及时完成，保証作業質量，当然也就保証了产量。像秋耕要愈早愈好，播种和收割季节都很短，机械作業就成为大规模生产的必要条件。在作

業質量方面，新式馬拉犁虽已較古老的笨犁有了显著的进步，也肯定地表現了增产的作用，②但还是力小耕淺，就远不如机力复式犁能够恢复表土結構、保持土地肥力。所以机力复式犁就成了穩定高额产量的主要条件之一。同样机力播种較之人力撒播不但能减少种子的消耗 30—50%，更重要的是由于播种勻淨、盖土一致、成熟整齐，都为高额产量提供了必要的条件。

苏联谷物产量由于农業集体化和机械化的完成而获得的迅速增加也是極其显著的。在十月革命后尚未实行集体化和机械化以前的小农經濟时代的 1926 年，谷物总产量为 47 亿 4 千 6 百万普特，其中商品谷物为 6 亿 3 千万普特。但在苏联全盤集体化和高度机械化以后的 1952 年，谷物总产量就高达 80 亿普特，其中商品谷物为 24 亿 8 千万普特。这就說明了农業机械在与其相适应的生产关系下对促进生产的重大意义。

在我国过去几年来推广新式馬拉农具的工作中，各地的經驗也都总結了新农具在促进和巩固农業合作上的作用。因为新式农具特别是其中比較复杂的几种，在使用中需要較多的投資、一定的使用技术和分工协作的劳动習慣，而这些要求都不是分散的个体农民所能滿足的。鑒于新农具增产的事实，农民有自觉組織起来的要求，而既經組織起来的农民由于逐渐增加了他們之間的公共积累，提高了他們的文化技术水平和集体主义思想，也就更能發揮新农具的优越性，农業合作社也就因而得到进一步的巩固和提高。显然在应用大型机力农具的过程中，上述作用將要更为显著。所以农業生产集体化和机械化的过程也就是小农經濟改造的过程。

此外农民由于应用新农具和农業机械減輕了劳动强度，增加了收入，因而改善了生活，也就能更生动具体地体会到社会主义工業对农業生产的領導和支持作用，这样工农联盟也就得以进一步地巩固。

虽然我国目前的农業生产中还比較普遍地应用着小农具和一些新式馬拉农具，机械化作業还在积累經驗和重点示范的阶段，但通过互助合作組織起来和新式馬拉农具的推广应用以及国家社会主义工業化的有力支持，我們的小农經濟一定会迅速地得到改造，逐步过渡

① 一个劳动力工作一天叫做一工。材料来源：参考書 11，第 8 頁。

② 华北各省推广的木轅步犁較笨犁平均增产 16.8%，就是一个具体的例子。

到集体化机械化的社会主义农业。同时由于农业集体化和机械化的结果，就能提供大量的粮食、原料和劳动力来保证国家社会主义工业化不断增长的需要。农业机械这样具体表现在实现国家过渡时期总任务中的积极作用，就是它最重大的意义。

§ 3. 农业机械和农业科学的关系

现代化农业机械的应用，是大规模发展农业生产的基本条件之一。是推进社会主义生产力的一个重要因素。因为在农业生产过程中的各种作业，相互之间都存在着密切的有机联系，所以在分析任何一种农业机械的真正价值时，就不能单从其完成某种特定任务的效能上来看；更重要的应当从整个农业生产过程中，来研究分析它对能直接或间接影响农业生产的各种因素所起的作用，如作物发育的情形，土壤的结构肥力以及病虫害等。换言之，我们不能把农业机械简单地看作农业生产中某一作业过程的机械化问题，而应当与一系列作业和整个农业生产问题联系起来。

农业生产的主要任务，在于获得稳定的高额产量，而这只有在先进的农业科学、农业技术和先进生产者的宝贵经验的基础上才有可能。我们都知道要获得稳定的高额产量，主要的要能在作物生长期间保证日光、热、养料和水分的充分供应。虽然现在的科学和技术，还不能控制或改变田间日光和热量的多少，但先进的米丘林学说已为我们指出了一条道路，那就是培养一些作物，使它们能够适应一定地区的日光和热量的条件。

至于养料和水分，作物是借其根系从土壤中吸取的，我们通过对土壤合理的管理与耕耘，已经能够按作物生长的需要，加以调节和控制。

苏联伟大的土壤学家 B. P. 威廉士告诉我们，最符合于作物生长需要的土壤，是由直径在 1~10 公厘的团粒所组成的具有稳定性结构的土壤（图 4）。在这样结构的土壤中，作物根系无论是长和粗的方面，都能得到最好的发育。而这样的土壤，因为能很好地吸收大气中的氧、二氧化碳和水分以及热量，也就促进了土壤物质的风化和分解，变为作物可以吸收的养分形态。同时也只有这样的土壤，才可能很稳定地贮存大量水分；而热量的透入土壤，也加强固定氮素的微生物的活动，因而增加土壤的肥沃性。要使土壤逐渐形成稳定的团粒结构，就需要适当地来耕耘土壤和播种禾本科和豆科植物，也就是说需要应用一个合理的耕作制度。

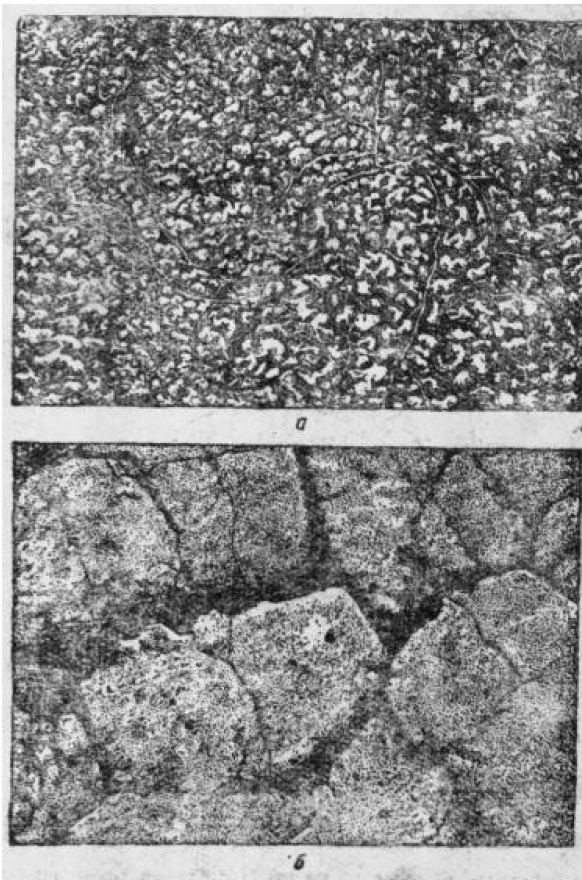


图 4. 团粒结构的土壤是获得稳定高额产量的必要条件：

a. 团粒结构；b. 非团粒结构。

在上述土壤結構形成的基础上,威廉士提出草田輪作制的学說。在这一耕作制度中,他認為土壤的耕耘过程应由 1. 主要耕作(秋耕), 2. 播前整地, 和 3. 作物护理三方面的作業来組成。

首先我們来分析一下主要耕作(秋耕)的作用。在谷物收割以前,土壤表層已失去团粒而呈坚实的状态,因而就不能保持和积蓄水分。此外在收割前还有很多已經成熟的杂草种子散布在田地的表面。在收割以后,多年生的杂草还繼續在生長和扎根,將給以后消除杂草造成很大困难。所以为了保持水分和消除杂草,土壤的主要耕作(秋耕)規定要依次进行兩次耕作:首先用圓盤淺耕耙进行深 4~5 公分的淺耕灭茬;然后在杂草种子發芽以后,再用帶小犁体的鐮犁进行复犁深耕,如圖 5。

在进行淺耕灭茬时,土壤的表層已被松碎,因而破坏了土壤的毛細管作用,則未被松碎的下層土壤中水分的蒸發就暫時停止了。同时,杂草种子落在松碎的表土層中,很快地出芽生長,在以后秋耕(复犁深耕)时,就被埋复窒息;故淺耕灭茬有保持水分和消灭杂草的作用。在淺耕灭茬过程中,除翻耕作物殘茬外,也將集聚的殘茬上的作物害虫翻入土中。

淺耕灭茬应与收割同时或紧接着进行。这时土壤尚未完全干透,复盖其中的杂草种子就可以很快出芽。如进行的較晚,这一措施的农業技术效果就减小了;同时,由于表土已經干硬,就要增加深耕时的阻力和燃料的消耗。淺耕的深度不可大于 4~5 公分,因为埋在过深土層中的杂草种子,在主耕以前就会来不及出芽而失去或减低除草的作用。

秋耕必須用帶小犁体的犁来进行。小犁体切割含有作物根系、長滿杂草并失去結構的表土土塊(厚度为 10~12 公分),并將其抛至溝底;当主犁体耕翻下層有結構土壤时,就将小犁体耕翻的表土塊片复盖起来。这样就清除了杂草的幼芽,割后的殘株也被埋入土壤深層

中,并为在耕作土層中形成团粒結構和杀除害虫創造了有利的条件。

其次,播前整地是由春耕和休閑地耕作組成的。包括拖平、耙地、全面中耕、淺耕和鎮压等作業。进行这一系列工作的目的,在于积蓄并保持土壤水分、为作物种子發芽創造良好条件和消灭杂草等三方面。

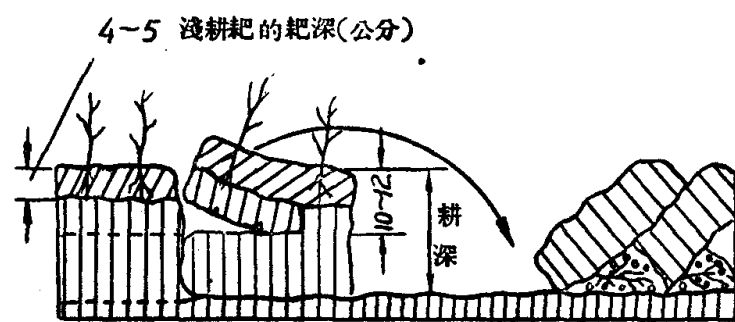


圖 5. 小犁体耕翻的情形。

第三,作物护理作業包括耙地、鎮压、行間中耕及培土等工作,是要为生長中的作物保持最良好的条件。

我們都知道土壤的耕耘是农業生产过程中最主要的作業系統之一,也是保持稳定高額产量的基本条件。显然为了正确地来耕耘土壤,沒有經過縝密研究并建立在完全符合于农業技术要求基础上的农業机械制度,是不可能想像的。威廉士曾說过:“誠然,草田輪作制本身是很完美的,但也必須具有一个完美的技术基础;必須知道,草田輪作制是和农業机械紧密联系着的耕作制度。”

在其他作業系統中的情形也一样。譬如作物营养面积的理論、土壤流动性与开溝器复土性能的关系等,就基本上指出了作物播种机械的構造的最合理方向。收获机械方面,譬如谷物康拜因作業,就必须联系考虑收割后的淺耕灭茬工作。所以在收割中搓杆应尽量降低,藁杆的堆置也必须注意位置。許多作物的特性如莖杆强度、直立与倒伏、种实在莖杆上的附着力以及种实的各种特性等等,都是左右收割、脱粒、淨选以及初加工等机械構造的基本因素。

总之,沒有先进的农業科学理論为基础,要想制造出完美的农業机械,是完全不可能的。我們再引用威廉士在 1938 年講过的話,“在討論第三次五年計劃中增加农業生产和計劃农業生产技术制度的时候,我們不能忽視农業机械制造这一重要問題;而对这一問題不仅是要从其各种設計計算上来注意,更重要的是怎样从农業技术的观点来从事农業机械設計的問題。”

根据以上所述,可以把农業机械和农業科学的关系,归納为以下几点:

1. 农業科学是农業机械合理構造的理論根据。因此农業科学原理的不断發展,也必然要引起农業机械構造上相应的改变和發展。馬尔采夫耕作法就是一个很明显的例子。
2. 根据农業科学理論和技术要求,可以把复杂的农業机械化的各个作業过程,結合为一个有机的农業生产体系。
3. 为了适应农業生产技术地域性的差异,可以按自然区域,將农業机械分为几大类,以达到农業生产上的最大效果。
4. 由于农業科学技术的不断發展,由于农業生产和农業机械本身的复杂性,人类从增加产量減低成本及提高質量等技术上和經濟上的改进是無穷尽的。

§ 4. 馬尔采夫耕作法

馬尔采夫耕作法是一套有助于获得高額而稳定的产量,并有助于提高土壤肥力的新的农作物耕作法。通过多年的研究和农場的生产实践,Т.С. 馬尔采夫用辯証的方法創造性地發展了关于土壤肥力的学說,發掘了有关植物發育及土壤形成过程中一系列的規律;并科学地論証了:不只是多年生牧草能够积累土壤的有机物質及腐殖質,一年生植物包括禾本科作物在內,同样也可以积累土壤的有机物質和腐殖質、改良土壤的团粒結構,因而也就能够提高土壤的肥力。这是新耕作法与草田輪作制理論基础上的根本不同。

馬尔采夫反对只根据植物死亡期的不同,就將一年生植物作为土壤結構的破坏者。他認為一年生植物根的分解如得到嫌气性作用的最有利条件,就可以丰富土壤中的有机物質与腐殖質,可以形成团粒結構,因此也就能够提高土壤的有效肥力。根据观察的結果,上述最有利的条件,只有在紧密的土壤中才能形成。因此降低土壤肥力和破坏土壤結構的不是一年生植物本身,而是每年將耕作層翻轉的耕作方法。根据以上理論,馬尔采夫結論說:“每年在播种作物以前不必耕地,只要进行淺淺的表層松土就可以了”。

根据“列宁遺訓”集体农庄的經驗,馬尔采夫新耕作法主要包括以下几項农業技术上的

措施:每隔四五年在休閑地上用無壁犁(無小型体,無犁壁的一种仅仅松碎底層土壤而無翻轉作用的犁)进行40~50公分的深耕。此后3~4年中,每年按一定輪作制度播种谷类和豆科作物;播种前只用圓盤淺耕耙、中耕除草机和鋤齿耙来进行整地。为了积蓄土壤水分特別在雨水較少的夏德林区^①,播前整地与護理作業的进行是極其細致的。結合該地区的具体情况,馬尔采夫在其耕作法中,还制定了消灭杂草的措施和根据每年气候条件配合播种早熟和晚熟品种的办法。这一系列从实际情况出發而又有正确的科学理論为指导的耕作措施,就保证了該地区农業生产中高额稳定的产量。

应用馬尔采夫耕作法的优点,首先是可以借深耕保墒去除杂草,保持和恢复土壤的团粒結構,从而保证土壤的肥沃性。同时因为改种了一年生牧草,可以大大縮短輪作周期,較之草田輪作制有扩大粮食生产面积和增加粮食产量的显著作用。最后,因为土地不用每年耕翻,可以节省大量耕作劳动力和农業机械的投資,对国民經济有很大意义。因此馬尔采夫耕作法在我国有必要进行系統的試驗,特別是在与苏联中亞西亞的气候、土質相近的西北地区,以便逐步推广。

在扼要介紹了馬尔采夫耕作法的理論与应用价值后,不难看出:这一新耕作法的創立,对农業机械特別是耕耘机械提出了一系列的要求和問題。在苏联采用这一耕作法时,应用無壁犁、爪形耙、灭茬耙和环形鎮压器等农業机械,其中無壁犁和爪形耙的工作原理和構造均与常用的犁耙不同。显然,根据新耕作法的农業原理来研究建立整套农業机械系統,就是农業机械工程师的一項重大任务了。

§ 5. 农業机械的特点和分类

农業机械的特点 因为农業机械是应用于农業生产各过程中的生产工具,它就一定要反映出农業生产的特点而与其他机械有所不同。上兩节已詳細闡述了农業机械的構造和应用必須以农業科学为依据的基本要求,現再就其設計制造和使用上的主要特点加以說明。

1. 因为农業机械要在广大的农村中普遍应用,故需要量極大,設計制造中就要求具有高度的互換性。因此农業机械部件設計制造中的标准化就具有重大的意义。农業机械需要量之大可以机引五鐮犁为例。我国12亿亩土地如普遍采用五鐮犁則总需要量为60万台。設每台犁的寿命为10年,則在供应了該数量后每年还必须繼續补充6万台,才能滿足需要。此外备用件的数量也很大。根据苏联統計,五鐮犁每年每台需要补充备用件54公斤,联合收获机需要約100公斤。

2. 农業机械的工作对象是土壤和作物,其物理机械特性变化很大,故农業机械的工作部件必須有足够的調整范围,才能很好适应工作的需要。工作中部件的磨損很快,像机引犁的犁鐮一般每班就得更換一次。加之农業机械大都是在运动中进行工作的。工作条件很差,振动較大,均易造成破損。因此农業机械的結構要强固,零件要耐磨。同时因为农業机械要

^① “列宁遺訓”集体农庄在苏联庫尔干省夏德林区。該地区年雨量約为350公厘,时常發生干旱現象。