



材料延寿与可持续发展

农业机械材料 失效与控制

《材料延寿与可持续发展》丛书总编委会 组织编写
吕龙云 主 编



化学工业出版社



材料延寿与可持续发展

农业机械材料 失效与控制

《材料延寿与可持续发展》丛书总编委会 组织编写
吕龙云 主 编



化学工业出版社

· 北 京 ·

《农业机械材料失效与控制》是《材料延寿与可持续发展》丛书之一。国家不断推出的惠农政策使得农业机械的购置和使用越来越广泛,农业机械化程度越来越高,同时农机使用寿命问题也越来越受到关注。本书结合作者团队的科研成果和工程实践经验,对农机材料失效和控制问题进行论述,分析农机使用环境对设备材料失效的影响,阐述设计、制造和使用环节材料防护的要点和方法。

本书可供从事农业机械的科技工作者,农机专业师生,设计、制造、使用和管理工作者,高校及研究单位材料专业的科研和开发技术人员阅读和参考。

图书在版编目(CIP)数据

农业机械材料失效与控制/吕龙云主编. —北京:
化学工业出版社, 2014.7

(材料延寿与可持续发展)

ISBN 978-7-122-20655-8

I. ①农… II. ①吕… III. ①农业机械-材料-
失效分析 IV. ①S220.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 096916 号

责任编辑: 段志兵 王清颖

文字编辑: 余纪军

责任校对: 吴 静

装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市宇新装订厂

710mm×1000mm 1/16 印张 10 $\frac{1}{2}$ 字数 194 千字 2014 年 8 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 30.00 元

版权所有 违者必究

《材料延寿与可持续发展》丛书顾问委员会

主任委员：师昌绪

副主任委员：严东生 王淀佐 干 勇 肖纪美

委 员（按姓氏拼音排序）：

安桂华	白忠泉	才鸿年	才 让	陈光章	陈蕴博
戴圣龙	俸培宗	干 勇	高万振	葛昌纯	侯保荣
柯 伟	李晓红	李正邦	刘翔声	师昌绪	屠海令
王淀佐	王国栋	王亚军	吴荫顺	肖纪美	徐滨士
严东生	颜鸣皋	钟志华	周 廉		

《材料延寿与可持续发展》丛书总编辑委员会

名誉主任（名誉总主编）：

干 勇

主 任（总主编）：

李金桂 张启富

副 主 任（副总主编）：

许淳淳 高克玮 顾宝珊 张 炼 朱文德 李晓刚

编 委（按姓氏拼音排序）：

白新德	蔡健平	陈建敏	程瑞珍	窦照英	杜存山
杜 楠	干 勇	高克玮	高万振	高玉魁	葛红花
顾宝珊	韩恩厚	韩雅芳	何玉怀	胡少伟	胡业锋
纪晓春	李金桂	李晓刚	李兴无	林 翠	刘世参
卢凤贤	路民旭	吕龙云	马鸣图	沈卫平	孙 辉
陶春虎	王 钧	王一建	武兵书	熊金平	许淳淳
许立坤	许维钧	杨卯生	杨文忠	袁训华	张 津
张 炼	张启富	张晓云	赵 晴	周国庆	周师岳
周伟斌	朱文德				

办 公 室：袁训华 张雪华

《材料延寿与可持续发展》丛书指导单位

中国工程院

中国科学技术协会

《材料延寿与可持续发展》丛书合作单位

中国腐蚀与防护学会

中国钢研科技集团有限公司

中航工业北京航空材料研究院

化学工业出版社

《农业机械材料失效与控制》编委会

顾问：张伯明 方宪法

名誉主任：李树君

主任：吕龙云

委员：吕龙云 邢东伦 刘 扬 秦秋生 李 博
王 坤 王绍川 关成君 刘丽霞 阴世华

I 总序言 I

在远古人类处于采猎时代，依赖自然，听天由命；公元前一万年开始，人类经历了漫长的石器时代，五千多年前进入青铜器时代，三千多年前进入铁器时代，出现了农业文明，他们砍伐森林、种植稻麦、驯养猪狗，改造自然，进入农牧经济时代。18世纪，发明蒸汽机车、轮船、汽车、飞机，先进的人类追求奢侈的生活、贪婪地挖掘地球、疯狂地掠夺资源、严重地污染环境，美其名曰人类征服自然，而实际是破坏自然，从地区性的伤害发展到全球性的灾难，人类发现在无休止、不理智、不文明地追求享受的同时在给自己挖掘坟墓。

人类终于惊醒了，1987年世界环境及发展委员会发表的《布特兰报告书》确定人类应该保护环境、善待自然，提出了“可持续发展战略”，表达了人类应该清醒地、理智地、文明地处理好人与自然关系的大问题，指出“既满足当代人的需求，又不对后代人满足其需求的能力构成危害的发展”，称之为可持续发展。其核心思想是“人类应协调人口、资源、环境与发展之间的相互关系，在不损害他人和后代利益的前提下追求发展。”

这实际上是涉及到我们人类所赖以生存的地球如何既满足人类不断发展的需求，又不被破坏、不被毁灭这样的大问题；涉及到人口的不断增长、生活水平的不断提高、资源的不断消耗、环境的不断恶化；涉及矿产资源的不断耗竭、不可再生能源资源的不断耗费、水力资源的污染、土地资源的破坏、空气质量的不断恶化等重大问题。

在“可持续发展”战略中，材料是关键，材料是人类赖以生存和发展的物质基础，是人类社会进步的标志和里程碑，是社会不断进步的先导、是可持续发展的支柱。如果不断发现新矿藏，不断研究出新材料，不断延长材料的使用寿命，不断实施材料的再制造、再循环、再利用，那么这根支柱是牢靠的、坚强的、是能够维护人类可持续发展的！

在我国，已经积累了许许多多预防和控制材料提前失效（其因素主要是腐蚀、摩擦磨损磨蚀、疲劳与腐蚀疲劳）的理论、原则、技术和措施，需要汇总和提供应用，《材料延寿与可持续发展》丛书以多个专题力求解决这一课题项目。有一部分专题阐述了材料失效原理和过程，另一部分涉及工程领域，结合我国已积累的材料失效的案

例和经验，更深入系统地阐述预防和控制材料提前失效的理论、原则、技术和措施。丛书总编辑委员会前后花费五年的时间，将分散在全国各个研究院所、工厂、院校的研究成果经过精心分析研究、汇聚成一套系列丛书，这是一项研究成果、是一套高级科普丛书、是一套继续教育实用教材。希望对我国各个工业部门的设计、制造、使用、维护、维修和管理人员会有所启示、有所参考、有所贡献；希望对提高全民素质有所裨益、对国家各级公务员有所参考。

我国正处于高速发展阶段，制造业由大变强，材料的合理选择和使用，以达到装备的高精度、长寿命、低成本的目的，这一趋势应该受到广泛的关注。

中国科学院院士
中国工程院院士

师昌绪

I 总前言 I

材料是人类赖以生存和发展的物质基础，是人类社会进步的标志和里程碑，是社会不断进步的先导，是国家实现可持续发展的支柱。然而，地球上的矿藏是有限的，而且需要投入大量的能源，进行复杂的提炼、处理，产生大量污染，才能生产成为人类有用的材料，所以，材料是宝贵的，需要科学利用和认真保护。

半个多世纪特别是改革开放三十多年来，我国材料的研究、开发、应用有了快速的发展，水泥、钢铁、有色金属、稀土材料、织物等许多材料的产量多年居世界第一。我国已经成为世界上材料的生产、销售和消费大国。“中国材料”伴随着“中国制造”的产品，遍布全球；伴随着“中国建造”的工程项目，遍布全国乃至世界上很多国家。材料支撑我国国民经济连练30多年GDP年均10%左右的高速发展，使我国成为全球第二大经济体。但是，我国还不是材料强国，还存在诸多问题需要改进。例如，在制造环境、运行环境和自然环境的作用下，出现过早腐蚀、老化、磨损、断裂（疲劳），材料及其制品在使用可靠性、安全性、经济性和耐久性（简称“四性”）方面都还有大量的工作要做。

“材料寿命”是指对材料及其制品在服役环境作用下出现腐蚀、老化、磨损和断裂而导致的过早失效进行预防与控制，以尽可能地提高其“四性”，也就是提高水平，提高质量，延长寿命。目标是节约资源、能源，减少对环境的污染，支持国家可持续发展。

材料及制品的“四性”实质上是材料及制品水平高低和质量好坏的最终表征和判断标准。追求“四性”，就是追求全寿命周期使用的高水平、高质量，追求“质量第一”，追求“质量立国”，追求“材料强国”、“制造强国”、“民富、国强、美丽国家”。

我国在“材料延寿与可持续发展”方面，做过大量的研究，取得了显著的成绩，积累了丰富的实践经验，凝练出了一系列在材料全寿命周期中提高“四性”的重要理论、原则、技术和措施，可以总结，服务于社会。

“材料延寿与可持续发展”丛书的目的就在于：总结过去，总结已有的系统控制材料提前损伤、破坏和失效的因素，即腐蚀、老化、磨损和断裂（主要是疲劳与腐蚀疲劳）的理论、原则、技术和措施，使各行业产品设计师，制造、使用和管理工程师有所启示、有所参考、有所作为、有所贡献，以尽可能地提高产品的“四性”，

延长使用寿命。丛书的目的还在于：面对未来、研究未来，推进材料的优质化、高性能化、高强化、长寿命化，多品质、多规格化、标准化，传统材料的综合优化，材料的不断创新，并为国家长远发展，提出成套成熟可靠的理论、原则、政策和建议，推进国家“节约资源、节能减排”、“可持续发展”和“保卫地球“科学、和谐”发展战略的实施，加速创建我国“材料强国”、“制造强国”。

在中国科协和中国工程院的领导与支持下，一批材料科学工作者不懈努力，不断地编写和出版系列图书。衷心希望通过我们的努力，既能对设计师，制造、使用和管理工程师“材料延寿与可持续发展”的创新有所帮助，又能为国家成功实施“可持续发展”、“材料强国”、“制造强国”的发展战略有所贡献。

中国工程院院士

中国工程院副院长



I 前言 I

农业机械在我国机械制造业中是一个大类。目前,有企业18600多家,年产值3000亿元左右,年消耗钢材1200多万吨,约占我国钢产量的1.8%。无论是从国外的经验还是国内农业发展的现状看,农业机械化都是我国农业现代化发展的必然趋势。预计2020年我国农业综合机械化水平将由现在的52%提升到70%,农机用钢量将逐年增加。

不容忽视的是,包括农机在内的钢铁腐蚀损失巨大。资料显示,早在2000年我国年腐蚀损失就达5000亿元,如果考虑间接损失,年度腐蚀综合的费用将超过10000亿元。而发达国家的材料腐蚀经济损失占其年生产总值的2%~4%。如美、英、德的年腐蚀损失分别约占国民生产总值的2.76%、3.5%和3%。世界钢铁年产量约有十分之一因腐蚀而报废,而且腐蚀还消耗大量的资源和能源,造成生产事故率大量增加。如农业机械的服役环境非常复杂,长期处于大气腐蚀、土壤腐蚀和药液腐蚀的恶劣环境中,农机零部件的磨损、腐蚀以及疲劳断裂成为农机材料失效的重要因素,致使某些关键零部件的使用寿命缩短40%,给国民经济建设造成了严重损失。从发达国家的经验和数据来看,腐蚀损失的四分之一以上可以通过防腐手段进行控制。专家指出,我们如能大力发展防腐新技术、新工艺,提高目前的防锈水平,则可每年减少腐蚀损失达1000亿元。

和所有事物一样,农业机械的腐蚀有它的内因和外因。内因主要是农机产品在制造过程中材料选择不合理,制造工艺不精,防护技术落后,生产管理不到位;外因主要是农业机械服役环境非常恶劣,维护保养不到位,特别是普遍存在着对腐蚀与防护意识淡薄的弊端。长期以来,我国对农机关键零部件的腐蚀问题重视不够,缺乏对农业机械在服役后发生腐蚀失效详细的普查数据,缺乏对农业机械服役环境腐蚀机理的研究,对土壤腐蚀、药液腐蚀方面的研究还基本上处于空白状态。在农业机械的生产、使用、储存、维护体系中,防腐是最为薄弱的环节,严重影响了农机整机质量和使用寿命的提高。

农机产品的防腐工作是一个系统工程。要大力提高防腐意识,从源头做起,把防腐工作纳入生产流程的每一个环节;要大力加强腐蚀与防护知识的培训;要大力加强腐蚀与防护知识的研究,编制农机产品防腐技术规范,并逐步转化为行业标准;要严格控制防腐材料及产品的防锈质量;要不断加强表面工程技术、表面保护涂层技术的研究和应用;要切实切实做好农业机械的维护与保养。

本书着重就农业机械的腐蚀与防护、材料失效与控制等问题进行了探讨,包括如何采取防护措施、控制材料提前失效,最大限度提高农机产品的使用寿命。可供从事

农业机械的科技工作者、农机专业师生参考，也可作为培训教材。

本书编写过程中得到了不少专家学者的精心指导和帮助，李树君、方宪法、张伯明、王绍川、李金桂、许淳淳、关成君等参与了本书的立题、编写和审稿工作，尤其是许淳淳教授、王绍川研究员对本书进行了全面审定。本书编写过程中还参阅了一些前人的宝贵资料，在此一并表示衷心的感谢！

本书不当之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编者著

I 目录 I

第1章 绪言

- 1.1 农业机械的出现与发展 /001
- 1.2 农业机械的分类 /002
 - 1.2.1 农用动力机械 /003
 - 1.2.2 农田建设机械 /003
 - 1.2.3 土壤耕作机械 /005
 - 1.2.4 表土耕作机械 /005
 - 1.2.5 联合耕作机械 /006
 - 1.2.6 植物保护机械 /007
 - 1.2.7 农田排灌机械 /008
 - 1.2.8 作物收获机械 /009
 - 1.2.9 农产品加工机械 /010
 - 1.2.10 畜牧业机械 /010
 - 1.2.11 饲料加工机械 /011
 - 1.2.12 农业运输机械 /011
 - 1.2.13 舍养禽、畜饲养管理机械 /011
- 1.3 农业机械技术发展趋势 /012
 - 1.3.1 向大型化、高效率、复合式作业发展 /012
 - 1.3.2 向控制智能化、操作自动化发展 /013
 - 1.3.3 向精准化、数字化农业方向发展 /013
 - 1.3.4 向多功能、多层次、多领域扩展 /015
 - 1.3.5 向注重节约资源、保护环境方向发展 /016
 - 1.3.6 广泛采用数字化设计和信息化管理 /017
 - 1.3.7 广泛采用柔性制造等先进技术 /018
- 1.4 农业机械对国家农业建设的贡献与作用 /019
- 1.5 农业机械的腐蚀防护与可持续发展 /019
- 参考文献 /020

第2章 农业机械失效的环境因素

- 2.1 概述 /021
- 2.2 环境因素 /022

- 2.2.1 大气腐蚀 /023
- 2.2.2 湿度 /025
- 2.2.3 温度 /027
- 2.2.4 降雨 /028
- 2.2.5 日照辐射 /028
- 2.2.6 工作环境 /030
- 2.2.7 存放环境 /034
- 2.2.8 运输环境 /036
- 2.3 引起农机腐蚀和失效的内部因素 /036
 - 2.3.1 涂层质量 /036
 - 2.3.2 农机材料质量 /037
- 2.4 小结 /037
- 参考文献 /038

第3章 农业机械失效的类型分析

- 3.1 磨损 /039
- 3.2 磨料磨损 /040
 - 3.2.1 造成农机磨料磨损失效的因素 /040
 - 3.2.2 农机在工作过程中磨料磨损的产生 /041
 - 3.2.3 易受到磨料磨损的零部件 /042
 - 3.2.4 如何预防和减少磨料磨损对农机零部件的损害 /043
 - 3.2.5 磨料磨损机理的假说 /043
 - 3.2.6 抗磨技术 /045
- 3.3 摩擦磨损 /045
 - 3.3.1 影响摩擦磨损的因素 /045
 - 3.3.2 合理选材以减少摩擦磨损 /045
 - 3.3.3 合理的摩擦学设计以减少摩擦磨损 /046
 - 3.3.4 合理使用润滑油以减少摩擦磨损 /047
- 3.4 黏着磨损 /049
 - 3.4.1 黏着磨损的形式 /049
 - 3.4.2 造成农机黏着磨损的因素 /049
 - 3.4.3 使用中如何预防黏着磨损 /050
- 3.5 微动磨损 /051
- 3.6 疲劳磨损 /051
 - 3.6.1 疲劳破坏的特征 /052
 - 3.6.2 造成农机疲劳磨损失效的因素 /052
 - 3.6.3 易发生疲劳磨损的零部件 /053

3.6.4 防止农机零件疲劳断裂的措施 /053

3.7 腐蚀磨损 /054

3.7.1 农业机械工况条件下的腐蚀磨损因素 /054

3.7.2 农机存放过程中的腐蚀 /056

3.7.3 农机具本身的质量对腐蚀磨损的影响 /056

3.7.4 如何预防和减少腐蚀磨损对农机零部件的损害 /058

3.7.5 农业机械中腐蚀磨损的典型示例 /059

参考文献 /059

第4章 提高农机适应性的防护措施

4.1 合理选材 /060

4.1.1 农业机械中常用的合适材料 /060

4.1.2 农业机械中金属材料选择的基本原则 /062

4.1.3 农业机械设计中选材的匹配原则和适度原则 /064

4.2 提高涂料涂装质量 /065

4.2.1 选择合适的涂料品种及配套体系 /065

4.2.2 涂装前处理工艺 /070

4.2.3 涂装工艺 /073

4.3 改善农业机械存放条件 /076

4.3.1 金属机件锈蚀与防护 /076

4.3.2 橡胶、塑料制品老化与防护 /077

4.3.3 燃油变质与防护 /077

4.3.4 木质、棉麻制品变质与防护 /078

4.4 改善农机维修保养状况 /078

4.4.1 农业机械维修常见的事故 /078

4.4.2 改善农业机械维修保养状况的措施 /079

4.5 农业机械涂装施工现场的管理 /080

4.5.1 做好农业机械工件的清洁工作 /081

4.5.2 做好农业机械涂装施工设备的清洁工作 /081

4.5.3 涂装施工现场管理对安全工作的重要性 /082

4.5.4 一些特殊的涂装施工条件的管理 /082

4.5.5 保持涂装施工现场整洁有序 /083

4.5.6 妥善保管好涂装施工设备和材料 /083

4.6 涂装工艺规范化、标准化 /083

参考文献 /084

第5章 国内外农业机械腐蚀防护新材料的发展趋势

5.1 金属耐磨耐蚀材料的发展 /086

- 5.1.1 高锰钢 /086
- 5.1.2 耐磨合金钢 /088
- 5.1.3 耐磨合金白口铸铁 /092
- 5.1.4 我国金属耐磨防腐材料的未来发展与展望 /093
- 5.2 非金属材料 and 复合耐磨材料的应用 /094
 - 5.2.1 工程塑料 /094
 - 5.2.2 MC 尼龙 /098
 - 5.2.3 陶瓷材料在农业机械上的应用和发展 /099
 - 5.2.4 复合材料 /100
- 5.3 表面工程技术在农业机械上应用和发展 /101
 - 5.3.1 热喷涂技术 /101
 - 5.3.2 激光技术 /103
 - 5.3.3 涂料涂装技术 /106
 - 5.3.4 农业机械涂料和涂装发展展望 /110
- 参考文献 /118

第 6 章 农业机械使用中的维修与防护技术

- 6.1 农业机械防护的一般知识 /119
- 6.2 农业机械的维修与保养技术 /123
 - 6.2.1 堆焊技术的应用 /123
 - 6.2.2 热喷涂技术的应用 /127
- 6.3 各种农机具失效的典型案例分析及防护措施 /129
 - 6.3.1 农用运输车发动机的磨损与防护 /129
 - 6.3.2 农用运输车离合器的磨损与防护 /131
 - 6.3.3 拖拉机履带板的磨损与防护 /132
 - 6.3.4 农机传动用链条的磨损及防护措施 /133
 - 6.3.5 东方红-75 型拖拉机大小锥形齿轮早期磨损的原因及预防措施 /134
 - 6.3.6 农机锋利刀片的磨损与防护 /136
 - 6.3.7 饲料粉碎机的磨损与防护 /138
 - 6.3.8 耕作机的磨损与防护 /140
 - 6.3.9 播种机的磨损与防护 /141
 - 6.3.10 施肥机的磨损与防护 /143
 - 6.3.11 水稻插秧机的磨损与防护 /143
 - 6.3.12 联合收割机传动带的磨损与防护 /144

参考文献 /145

索引 /146

第1章 绪言

1.1 农业机械的出现与发展

农业机械是指在作物种植业和畜牧业生产过程中，以及农、畜产品初加工和处理过程中所使用的各种机械。农业机械包括农用动力机械、农田建设机械、土壤耕作机械、表土耕作机械、联合耕作机械、植物保护机械、农田排灌机械、作物收获机械、农产品加工机械、畜牧业机械、饲料加工机械、舍养禽及畜饲养管理机械、农业运输机械以及种植和施肥机械等。广义的农业机械还包括林业机械、渔业机械，包括蚕桑、养蜂、食用菌类培植等农林副业机械。

农业机械的起源可以追溯到原始社会使用简单农具的时代。器利农桑，承五千年农耕文明。在中国，新石器时代的仰韶文化时期（约公元前 5000～前 3000）就有了原始的耕地工具——耒耜。公元前 13 世纪就已使用铜犁头进行牛耕。到公元前 3 世纪的春秋战国时代，已经拥有耕地、播种、收获、加工和灌溉等一系列铁、木制农具。公元前 90 年前后，赵国发明的三行耨，即三行条播机，其基本结构至今仍被应用。到 9 世纪已形成结构相当完备的畜力铧式犁。在《齐民要术》（约 540 年）、《耒耜经》（约 880 年）、王祯《农书》（约 1310 年）、《天工开物》（1637 年）等古籍中，对各个时期农业生产中使用的各种机械和工具都有详细的记载。在西方，原始的木犁起源于美索不达米亚和埃及，约公元前 1000 年开始使用铁犁铧。

19 世纪至 20 世纪初，是发展和大量使用新式畜力农业机械的年代。1831 年，美国的 C.H.麦考密克创制成功马拉收割机。1936 年出现了第一台马拉的谷物联合收获机。1850～1855 年间，先后制造并推广使用了谷物播种机、割草机和玉米播种机等。20 世纪初，以内燃机为动力的拖拉机开始逐步代替牲畜，作为牵引动力广泛用于各项田间作业，并用以驱动各种固定作业的农业机械。20 世纪 30 年代后期，英国的 H.G.弗格森创制成功拖拉机的农具悬挂系统，使拖拉机和农具二者形成一个整体，大大提高了拖拉机的使用和操作性能。由液压系统操纵的农具悬挂系统也使农具的操纵和控制更为轻便、灵活。与拖拉机配套的农机具由牵引式逐步转向悬挂式和半悬挂式，使农机具的重量减轻、结构简化。20 世纪 40 年代

起,欧美各国的谷物联合收获机逐步由牵引式转向自走式。60年代,水果、蔬菜等收获机械得到发展。自70年代开始,电子技术逐步应用于农业机械作业过程的监测和控制,逐步向作业过程的自动化方向发展。中华人民共和国成立初期,广为发展新式畜力农具,如步犁、耘锄、播种机、收割机和水车等。50年代后期,中国开始建立拖拉机及其配套农机具制造工业。洛阳第一拖拉机厂于1959年建成投产。1972年创制成功的船式拖拉机(机耕船),为中国南方水田特别是常年积水的沅田地区提供了多种用途的牵引动力。改革开放以后,农业机械产业全面增长,国外先进企业为我国带来了先进的技术和管理经验,新型农业机械层出不穷。“十一五”期间,我国农机制造工业受益于国家政策鼓励、资金投入、财税优惠等多方面的扶持,产业规模不断扩大,并保持快速发展态势,农机工业主要总量指标已经位于世界前列。2010年我国耕种收割综合机械化水平超过了50%,农机行业完成工业总产值2838.1亿元,并每年保持高速增长。国家有关部门预测,到2015年农机行业要实现工业总产值4000亿元的愿景。我国农业生产方式发生了历史性转折,进入了以机械化生产方式为主导的新时代^[1]。

1.2 农业机械的分类^[1]

农业机械发展到今天已是种类繁多,一般按用途划分。其中大部分机械是根据农业的特点和各项作业的特殊要求而专门设计制造的,如土壤耕作机械、种植和施肥机械、植物保护机械、作物收获机械、畜牧业机械以及农产品加工机械等。另一部分农业机械则与其他行业通用,可以根据农业的特点和需要直接选用,如农用动力机械、农田排灌机械中的水泵等;或者根据农业的特点和需要把这些机械设计成农用变型,如农业运输机械中的农用汽车、挂车和农田建设机械中的土、石方机械等。

农业机械还可按所用动力及其配套方式分类。农业机械应用的动力可分为两部分:一部分用于农业机械的行走或移动,据此可分为人力(手提、背负、胸挂和推拉)、畜力牵引、拖拉机牵引和动力自走式等类型;另一部分用于农业机械工作部件的驱动,据此可分为人力(手摇、脚踏等)驱动、畜力驱动、机电动力驱动(利用内燃机、风力机、电动机等)和拖拉机驱动等类型。在同一台农业机械上,这两部分可以使用相同的或不同的动力。

其他的分类,如按农业机械与拖拉机的配套方式,可分为牵引、悬挂和半悬挂等类型;按照作业方式,农业机械可分为行走作业和固定作业两大类。在行走作业的农业机械中,又有在连续行进过程中作业的连续行走式和行进与作业过程交替进行的间歇行走式两类。在固定作业的农业机械中,则有在非作业状态下可以转移作业地点的可移动式 and 作业地点始终固定的不可移动式两类;按照作业地点,农业机械分为野外作业(田间、牧场和果园等)、场院作业、室内作业(厂