

高等学校试用教材

畜牧机械

吉林工业大学 王天麟 主编

NONG JI GAO DENG
XUE XIAO JIAO CAI

中国农业机械出版社

高等学校试用教材

畜 牧 机 械

吉林工业大学 王天麟 主编

中国农业机械出版社

本书共分为九章,可概括为四个方面内容:第一至第三章为草原机械;第四、第五两章为饲草及饲料加工机械;第六、第七两章为畜禽产品采集及初加工机械;第八、第九两章为畜禽饲养、环境与控制机械。本书为高等学校农业机械设计及制造专业本科学生教材,同时也可供从事农业机械、牧业机械工作的科技人员参考。

我国国土辽阔,南方与北方、东部沿海地区与西部内陆地区自然条件差异悬殊。牧区、半农半牧区、农区家畜家禽的分布情况及饲料类型和饲养方式也不尽相同。因此可以根据各地区的具体情况对本教材的内容有所选择。本教材是按60学时编写的。东南沿海及各农区可以选用4~9章(40学时讲授)。西部及北部牧区可以选用1~7章(40学时讲授),当然也可以全书讲授。

畜 牧 机 械

吉林工业大学 王天麟 主编

*

责任编辑:王世刚

*

中国农业机械出版社出版(北京阜成门外百万庄南里一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ · 印张 $19 \frac{1}{4}$ · 字数 471 千字

1988年11月北京第一版·1988年11月北京第一次印刷

印数 0,001—2,150 · 定价: 3.85元

*

ISBN 7-80032-028-6/S·9 (课)

前 言

本书是根据高等工业学校农业机械专业教材编审委员会1984年4月在镇江市江苏工学院召开的第二次委员会会议精神(农业机械设计及制造专业扩大专业面,覆盖牧机专业,增设必修专业课程《畜牧机械》)编写的。

本书分别由吉林工业大学周作伸(编写绪论及第一章)、张魁学(编写第二章及第三章)、李春辉(编写第四章及第五章)、王天麟(编写第六章及第七章)、姜治国(编写第八章及第九章)五人编写。全书由王天麟教授任主编,由东北农学院刘启文副教授任主审。

本书在审定编写大纲的会议上承新疆八一农学院、洛阳工学院、内蒙古工学院、东北农学院、沈阳农业大学、广西农学院、甘肃农业大学、吉林农业大学、黑龙江八一农垦大学等院校出席会议的同志提出了很多建设性意见,同时在编写过程当中得到我国牧机界同行的支援,提供了很多宝贵资料,在此一并表示衷心感谢。

由于编者水平的限制,书中难免有不妥和错误之处,敬请读者将宝贵意见寄吉林工业大学农机工程学院。

编者

1988年2月

目 录

绪论	1
第一章 草原建设机械	7
第一节 我国草原概况	7
第二节 草原退化与预防	8
第三节 草原改良方法与所用机械	9
第四节 牧草播种机	13
第五节 水井钻机	16
第六节 风力提水机	20
第七节 喷灌设备	25
第二章 割草机与搂草机	33
第一节 牧草收获工艺过程及其机具系统	33
第二节 割草机的分类及其牧业技术要求	35
第三节 往复切割式割草机	36
第四节 割草调制铺条机	38
第五节 旋转式割草机	42
第六节 搂草机的牧业技术要求及其分类	48
第七节 横向搂草机	48
第八节 侧向滚筒式搂草机	52
第九节 斜角滚筒式侧向搂草机	54
第十节 指盘式侧向搂草机	60
第十一节 旋转式搂草机	62
第三章 干草压捆机与集垛机	67
第一节 压捆的牧业技术要求与压捆机的分类	67
第二节 方捆捡拾压捆机	68
第三节 打结器	80
第四节 方捆机压缩室主要参数的计算	81
第五节 方捆机的生产率及其功率消耗	84
第六节 飞轮计算	86
第七节 方捆装载机械	86
第八节 圆捆卷压式干草压捆机	87
第九节 捡拾器	93
第十节 捡拾集垛机	97
第四章 青饲收获机和饲料切碎机	103
第一节 青饲(贮)料收获	103
第二节 青饲(贮)分段收获中的切碎机和饲草切碎机	106
第三节 饲草切碎机的喂入机构	107

第四节	饲草切碎机的切碎装置	110
第五节	切碎器的设计	120
第六节	直线刃盘刀切碎器机动图设计	123
第七节	偏心圆弧刀切碎器机动图设计	124
第八节	切碎的功率消耗	125
第九节	青饲切碎机的抛扔装置	126
第十节	秸秆处理工艺及设备	131
第五章	饲料加工机械及设备	133
第一节	饲料加工	133
第二节	饲料粉碎	134
第三节	锤式粉碎机	136
第四节	辊轴式粉碎机	143
第五节	配料计量装置	146
第六节	饲料混合机	153
第七节	料仓	157
第八节	饲料的压粒设备	161
第九节	饲料的膨化机	165
第十节	饲料加工厂的工艺设计	166
第十一节	饲料加工机组	175
第六章	畜产品采集机械及设备	177
第一节	挤奶机工作原理及其类型	177
第二节	对挤奶机的技术要求	181
第三节	挤奶设备	184
第四节	真空设备	192
第五节	影响挤奶机工作性能的因素	194
第六节	剪毛机及其类型	196
第七节	剪头(软轴传动式)及磨刀装置构造	199
第八节	剪头(软轴式传动)中各机构的设计	204
第九节	梳绒机	207
第七章	畜禽产品初加工机械及设备	210
第一节	牛奶分离原理及方法	210
第二节	牛奶分离机的构造及工作过程	210
第三节	牛奶分离机的设计与计算	217
第四节	牛奶冷却设备	223
第五节	牛奶消毒器	228
第六节	羽毛初加工设备	230
第七节	羊毛压捆机	232
第八章	畜禽饲养机械及设备	235
第一节	鸡、猪、牛机械化饲养方式	235
第二节	鸡的孵化设备	237
第三节	鸡笼的类型和尺寸	240
第四节	集蛋设备	245

第五节 供、喂料设备.....	247
第六节 饮水设备.....	254
第七节 除粪设备.....	257
第九章 畜禽饲养环境与控制设备.....	260
第一节 畜禽舍内的热环境.....	260
第二节 畜禽舍的通风换气.....	267
第三节 畜禽舍的光照.....	288
第四节 畜禽舍的声响.....	295
主要参考文献.....	302

绪 论

一、畜牧业在国民经济中的作用

农业是国民经济的基础。畜牧业是农业的重要组成部分，因此畜牧业产值在农业总产值中所占的比重，从宏观上反映了一个国家畜牧业的水平。如表1所示，世界发达国家，特别是种植业比较发达的国家，上述比值都比较高。除日本由于受饲料资源限制（90~95%依靠进口），比值较小之外，一般均在50%以上。而我国仅占16.4%，可见差距之大。当然从另一个角度来看，也说明我国发展畜牧业的潜力是很大的。现结合我国具体情况对畜牧业的作用略加说明。

表1 若干国家畜牧业产值在农业总产值中所占百分数

英国	联邦德国	加拿大	美国	法国	苏联	日本	中国
66%	70%	63%	60%	57%	53%	26.2%	16.4%

（一）充分利用资源

自然界为人们提供的农、畜、水产品资源中，有相当一部分因人体不能消化吸收无法直接食用。农作物通过光合作用生成的有机质中，可食用的部分占25%左右；而通过加工可作为饲料的部分占20%左右。牧草不能直接食用，但却是优质饲草。鱼骨、鳞、内脏等不可食用部分约占30%；畜禽的骨、污血及下脚料也占相当的比例；所有这些，如不加利用，则成为重要的污染源，但通过加工处理，都可制成优质蛋白质饲料。

（二）改善食物构成

“民以食为天”。人们为了生存，从事学习、工作和生产劳动，必须食用农、畜与水产品，从中吸取碳水化合物、蛋白质、脂肪、维生素、矿物质和无机盐等营养素。人们的体质状况，主要取决于其营养水平。随着生活水平的提高与科学技术的进步，人们对营养的需求愈来愈高。一般认为，人们每天食物构成中，如达到热量 10^4kJ 、蛋白质75g、脂肪65g，则能基本满足健康需要。据调查，我国人民的食物构成中，热量已能满足需求，但蛋白质提供的热量比例尚略低；蛋白质的绝对量不足，来自动物蛋白质的比例也很低；脂肪量相差很多。

畜禽能够将一部分粮食以及前述人们不能直接食用的大量资源，通过消化吸收而转化为营养价值或使用价值很高的肉、蛋、奶、皮、毛。我国及世界若干国家人均肉、蛋、奶占有量见表2。可见，我国人均肉、蛋、奶年占有量远低于世界平均水平。因此，大力发展畜牧业生产，是从根本上改变我国人民食物构成，增强人民体质的需要。

（三）促进农业生态环境的良性循环

我国有十亿多人口，约占全世界总人口的四分之一，而耕地面积却只占世界总耕地面积的百分之七。对粮食的巨额需求，迫使我们必须将粮食生产放在首位。发展畜牧业生产，需要一部分粮食做畜禽饲料，因而存在“人畜争粮”的矛盾；需要将一部分原来种粮食的农田改种饲料、饲草，因而存在“粮畜争地”的矛盾。无疑，这是农业（种植业）与畜牧业相互

表2 人均畜产品占有量 (中国为83年数, 其它为82年数)/kg

	肉 类	奶 类	蛋 类
全 世 界	32	105	6.6
美 国	105	265	17
苏 联	57	334	15
日 本	26	57	18
联 邦 德 国	83	415	13
英 国	53	297	13
澳 大 利 亚	176	351	14
新 西 兰	384	2104	16
中 国	14	2.1	3.2

矛盾、相互制约的一面。正是这种矛盾,造成了我国长期以来,片面追求粮食产量的“高指标”,过分扩大吸肥能力强的高产作物,忽视了种地与养地相结合的原则,致使不少地区农田土壤有机质含量逐年下降,土壤板结、物理化学指标变坏,农业生态环境出现恶性循环。

然而,农业与畜牧业尚有相互促进的一面。每一头畜禽就是一座小型优质有机“肥料厂”。以猪为例,每头猪年平均积肥近5 t。据估计,全国畜禽的粪便总数,接近全国氮化肥的年产量。这种有机肥料,对于改良土壤,提高作物产量,具有化肥无法取代的作用。而且,畜牧业生产对粮食的需求本身,也是对农业生产的一个有力的刺激因素。我国1983、1984年粮食连年丰收,由于转化工作跟不上,出现了部分地区卖粮难的情况,直接影响了1985年粮食生产积极性。国内外的实践证明,畜牧业与农业的相互促进作用,是其相互关系的主要方面。发展畜牧业是实现农业生态环境良性循环的主要技术措施之一。

(四) 吸收农村剩余劳动力

随着农村经济体制改革的深入,人们的劳动积极性及劳动效率空前提高。实行生产责任制以后,耕种现有农田,所需劳动力大为减少,出现了劳动力过剩。据报导,北方有些省分的农区,剩余劳动力竟多达1/3~1/2左右。畜牧业本身,以及围绕着它发展起来的产前、产后“服务性”行业(如饲料加工业、屠宰业以及以肉蛋奶为原料的食品加工业等)都可以吸收大量的劳动力。这在农业人口众多的我国,具有特殊重要的意义。

(五) 增加资金积累

如前所述,畜牧业可以将相当数量的人们不能直接食用的资源加以利用,因而可从这些资源的开发中增收。饲草饲料的加工,通过畜禽转化为肉、蛋、奶、皮、毛,以及用这些畜产品为原料而进行的加工,都有附加的增值。因而有利于农牧民尽快致富。

(六) 巩固各民族的团结

我国是个多民族的国家。草原(包括草山、草坡)大多数分布于北部、西部、西北部与西南部边陲。这些地区是我国少数民族聚居的地方。由于历史上的原因,至今仍是我国经济、文化和技术落后地区。畜牧业是这些地区国民经济的主体。显然,充分利用资源优势发展畜牧业,既有利于使这些地区尽快富裕起来,又有利于增进各民族之间的团结。

二、我国畜牧业现状简介

我国是世界文明古国之一,畜牧业生产具有悠久的历史。但长期以来,饲养方式及技术装备十分落后,致使畜牧业生产水平一直很低。

解放以来,我国引进、培育与推广优良畜禽品种,积极进行草原建设,并大力发展饲料工业,实行科学饲养管理(包括卫生防疫)。所有这些,已经取得了初步效果。自1978年~1983年,主要畜产品全国人均年占有量均有较大幅度的提高。如肉由7.5kg提高到14kg;蛋由2kg提高到3.2kg;奶由1kg提高到2.1kg。又如京、津、沪三市每头奶牛平均年产奶量5000~6000kg,达到了国际水平。

但是,畜牧业生产现代化,是一个涉及生物与工程技术有机配合的复杂问题。因而它的实现需要一段相当长的时间。我国畜牧业至今仍是农业生产中的薄弱环节。我国畜牧业的优良品种普及率、饲料转化率、出栏率、商品率以及劳动生产率均低于世界平均水平。劳动生产率——每一农业(包括牧业)劳动力每年可生产的畜产品的数量,是一个国家的科学技术、农牧业机械化、经营管理水平的综合反映。以肉类为例,农牧业发达国家一般为2000~8000kg,而我国在1980年为28.5kg。

为了迅速改变这种落后局面,满足国民经济建设及提高人民生活水平的需要,必须充分发挥不同地区自然资源与劳动力资源的优势。实行农区与牧区并重,以广大农牧户与专业户饲养为主,国家、集体一起上,在大力发展数量的基础上,着重提高质量,加速品种改良,并逐步形成种畜、饲料、加工和技术服务相结合的生产体系。大中城市郊区的畜牧业以提高奶、蛋、禽的自给率为主。牧区以牧为主,加强草原建设及合理利用,改变掠夺式的经营方式。农区(目前我国商品肉、禽、蛋的主要产区)畜牧业应以发展肉、禽、蛋为主,并大力发展以畜产品为原料的加工业。

饲草饲料是发展畜牧业的物质基础。有关我国饲草生产情况将在另章介绍。饲料加工业近年来得到了比较迅速的发展。据报导,1984年全国生产配、混饲料1238万t,浓缩饲料6.9万t,预混饲料4.5万t。1985年又有进一步发展,并在全国范围内初步形成了饲料生产与销售网络。但是,现有加工能力远不能满足粮食转化的需要。目前,全国每年可用作饲料的粮食约350~500亿kg,而配混合饲料耗用的精料仅占饲料粮的10%略强。说明我国目前饲养业基本上仍处于以精料直接喂饲的落后状态。质量差、蛋白质含量不足、氨基酸不平衡是当前存在的另一个普遍问题,必须广泛开辟蛋白质饲料来源,建立赖氨酸、蛋氨酸生产厂,以确保饲料的质量。

三、畜牧机械的分类

从广义上讲,畜牧业生产过程所使用的机械或装备,统称为畜牧机械。因为畜牧业生产所涉及的范围很广,因此畜牧机械的种类十分复杂。如果按其具体使用范围的不同,可大致将畜牧机械作如下分类。

(1) 动力机械 如发电机、电动机、发动机、拖拉机、风力机等。值得指出的是,不少边远牧区交通不便,常规能源紧张,利用自然能源的风力机及太阳能装置具有特殊的意义。

(2) 草原机械 通常是指草原建设机械与牧草收获机械的总称。前者如网围栏、草皮破碎机、补播机、提水机、灭鼠机等。后者则包括牧草从收割到贮藏所用的全套机械。

(3) 饲草饲料加工机械 如打浆机、粉碎机、搅拌机、颗粒饲料机,以及开发利用某些特殊饲料资源的机械设备(如松叶粉加工成套设备、秸秆处理设备)。

(4) 畜禽舍饲养机械及设备 如奶牛喂饲设备,笼养鸡成套设备、饲养环境控制设备等。

(5) 畜禽产品采集与粗加工设备 如剪毛机、挤奶机、集蛋与分级设备、屠宰设备、羽绒初加工设备等。

(6) 疫病防治机械 如药淋装置及清洗消毒机等。

(7) 运输机械 如奶罐车、散装饲料运输车等。

四、我国畜牧机械概况

我国在50年代初期,即开始生产畜牧机械,如马拉与机引割草机、搂草机、饲料粉碎机 etc, 但当时品种与数量均很少。后来原机械工业部成立了畜牧机械公司,统筹全国牧机科研、生产工作。确定了一批牧机生产重点厂,恢复了部属牧机研究所,不少省市农机所(或机械所)设立了牧机研究室。若干大专院校设立了牧机专业。牧机科研、生产、使用与人才培养方面都有较大进展。例如:饲料加工机械方面,配合饲料加工机组的发展较为突出,型号多、数量大,已在生产实践中取得较明显的经济效益;草原收获机械方面,引进、仿制了一批国外70年代水平的机具,初步形成了散草、方捆、圆捆、压垛四种牧草收获工艺相对应的机器系统。尽管由于多方面原因,目前保有量很少,却为我国今后牧草收获机械的发展,打下了良好的基础;还研制出了适应国情的养鸡成套设备,填补了我国工厂化养鸡饲养设备的空白。其中某些单机(或装置)达到国际70年代水平,并在生产实践中得到迅速推广。

但是,统观我国牧机现状,无论从机器质量、品种数量、技术水平,经济效益看,均远低于国际水平,也远不能满足畜牧业生产的实际需要。牧机产品质量低,可靠性差,寿命短,是普遍性的问题。例如,9G-2.1机引割草机是仿苏40年代产品,虽然已批量生产了二三十年,在我国使用面积最广,成为我国割草机的主要机型。但其可靠性与寿命尚未达到苏联60年代同类机型的水平。产品种类,国外畜牧机械品种达500多种,机型数千种。我国1982年底统计仅77个品种,422个机型,存在不少缺口。如浓缩饲料成套设备,草籽加工设备等。同种产品的系列化程度低,通用的零部件少。自1978年以来,通过鉴定的200多种机型中,一半以上相当于国外60年代前的技术水平。

造成我国牧机工业落后的原因主要是:(1)制造力量薄弱。牧机行业现有定点厂仅20多个,职工人数,固定资产,加工设备仅占农机行业的1%。(2)研究力量薄弱。据统计全国牧机专业研究人员仅400余名。测试设备数量少,水平低,不能有效地揭示整机(或主要部件)的诸主要参数对工作过程的影响,致使产品设计工作长期停留在传统的“类比法”的基础上。

五、发展我国牧机产品的若干原则

(1) 一切从我国的实际出发 我国是农业资源大国,人口众多,主要资源的人均占有量一般低于世界平均水平。地域辽阔,但经济发展不平衡,草原牧区的发展落后于全国平均水平。人民勤劳,劳动力资源丰富,但文化技术水平较低。经济建设取得了巨大成就,但发展水平仍较低。人民生活水平有了很大的提高,但仍处于“温饱型”阶段。所有这些,对于发展我国畜牧业及牧机工业,既是制约因素,又是促进因素。因此,不宜片面追求不切实际的“高速度”。

(2) 以提高经济效益为中心 使用畜牧机械的目的,在于提高经济效益。近年来养鸡设备、小型饲料机械,群众争相购买。经验教训说明,经济效益正是牧机产品生命力之所在。

(3) 机器型号大中小相结合,目前以中小型为主 我国牧业生产当前主要是以各种专

业承包、专业户或个体户等方式分散经营，一般生产规模较小。与此相适应，要求牧机产品应以中小型为主。但是对于所加工的原材料要求较严，生产工艺流程与技术装备要求较复杂的机械，如浓缩饲料及预混饲料加工设备等，为确保所得产品的质量，则宜强调相对集中，因而宜以大中型为主。

(4) 加强材料与工艺的研究，特别是关键零部件材料与工艺的研究 当前我国牧机产品质量差，除设计水平较低外，关键是制造材料与工艺不过关。以近年来生产的牧草收获机械为例，不少是测绘或仿制国外70年代的产品，但工作质量、使用可靠性与寿命，一般均低于国外样机的水平。

(5) 大力提高设计水平 只有高水平的设计，才有可能制造出高水平的产品。当前宜从下述几方面入手。1) 引进、消化、吸收国外先进的技术，走“选、改、创”的道路。选、改是为了创。2) 迅速提高测试装备的技术水平，研制出关键设备(或关键部件)的快速测试装置。同时积极将电子计算机、系统工程与优化理论等先进计算工具与设计方法，引入牧机产品设计中来。3) 对牧机行业中的关键设备、关键技术，应强调协同攻关，以期在短期内有所突破。

六、对我国牧机产品发展的展望

我国牧机产品尚存在不少缺口。在已有的牧机产品中，一般说来其保有量也远不能满足畜牧业生产发展的实际要求。因此，发展各种适用的牧机产品都是需要的。但是，目前我国牧机设计能力、制造能力以及用户的购买能力都很有限，只能优先发展那些影响面最大、使用量最广、经济效益与社会效益最高的急需产品。

不同的饲养对象，能量转化效率、蛋白质转化率、饲料转化率各不相同。如表3所示。

表3 不同动物产品的转化效率×100

动物产品	转化效率	能量转化率	蛋白质转化率	饲料转化率
牛 奶		20	30	90
鸡 肉		10	25	45
鸡 蛋		15	20	33
猪 肉		15	20	30
牛 肉		8	15	10
羊 肉		6	10	7

从表3列出的几种转化效率看，牛奶最高。牛奶有较高的营养价值，且奶牛可饲喂大量多汁饲料，经济效益也较高。故在发达国家的肉、蛋、奶生产中，牛奶的产量居首位。我国目前人均奶的占有量很低。预计在近期内增长比例将比其它畜产品为高。因此，青饲料收割机、青饲料贮存设备、挤奶、运输及加工消毒设备将有较大的需求。

在不同的肉类产品中，在发达国家的鸡肉、猪肉、牛羊肉的比价约为1:2:4。这是因为鸡肉的转化率较高，可以进行大规模的工厂化生产，生产率高，成本低。就我国情况而言，养鸡技术相对说来较为简单，优良品种的繁殖周期短，推广较快。因而，应大力增加鸡肉在肉产品中的比重。蛋鸡也需要继续发展。因而养鸡设备的需求也是较大的。猪肉是我国人民

当前肉食最主要来源，但养猪所需的精饲料较多。兔是草食动物，易饲养、繁殖快，兔肉营养价值高，故宜大力提倡。但目前缺乏相应的饲养设备。牛、羊肉虽然转化率低，但均属草食动物，所需精料较少，加之营养价值高，应大力提高牛羊肉的产量。要充分利用草原、草山、草坡的资源优势，采取放牧与后期催肥相结合的方法，就地屠宰冷冻，然后运出销售。这就需要相应的喂饲设备、屠宰与冷冻设备等。

现有的饲料加工机械的生产能力，远满足不了粮食转化的需要。当前的主要问题是机器价格偏高，能耗偏高，易损件（如锤片、筛片）寿命短。急需各种生产动、植物蛋白质饲料的机械。由于缺乏转化的工艺与设备，一方面饲料中蛋白质水平很低，另一方面却有大量的蛋白质资源被废弃或改作它用。不少大中城市需要建立蛋氨酸、赖氨酸生产厂，目前尚缺乏适用的全套国产设备。

草原是发展畜牧业最主要的基地之一。我国草原改良与建设尚属起步阶段，对这方面设备与机械的需求也是较大的。使用网围栏经济效益高，需求量极大。小型风力机、太阳能装置对于改善广大牧区生活、生产条件，具有不可低估的意义。草粉加工、牧草压块（饼）可减少干草饲喂中的损失，并在抗灾保畜中有十分明显的作用。目前均缺乏适用的相应设备。

在畜产品采集与加工设备中值得特别提出的是羽绒初加工设备。近年来羽绒加工已有飞速发展。在我国畜产品出口贸易中，经济效益及换汇率均名列前茅。已有几家工厂生产成套设备，但价格过高，严重影响了推广。不少地方自行仿制的若干设备，水耗、能耗高，加工过程中羽毛机械损伤大，急需研究解决。

当然，尚有对其它牧机产品的需求。仅从上面所列举的这些需求中，足以说明我们面临的任任务是十分艰巨的。只要我们善于学习，勤于思考，勇于实践，群策群力，经过不懈的努力，不仅能研制出各种适用的先进机械装备，而且必定会造就出一批具有世界水平的牧机专家。

序号	产品名称	规格	单位	数量
01	羊毛	100	吨	100
02	羊毛	100	吨	100
03	羊毛	100	吨	100
04	羊毛	100	吨	100
05	羊毛	100	吨	100
06	羊毛	100	吨	100
07	羊毛	100	吨	100
08	羊毛	100	吨	100
09	羊毛	100	吨	100
10	羊毛	100	吨	100

羊毛是畜牧业的主要产品之一，也是我国重要的出口物资。羊毛的产量和质量直接关系到畜牧业的经济效益。目前，我国羊毛生产还存在一些问题，如品种单一、产量不稳定、质量参差不齐等。为了提高羊毛的产量和质量，需要采取一系列措施，包括引进优良品种、加强饲养管理、改进加工工艺等。同时，还需要加强羊毛的深加工，提高其附加值，增强我国羊毛产品的市场竞争力。

第一章 草原建设机械

草原是畜牧业生产的重要基地。全世界草原面积约450亿亩，占农业用地的68%。我国草原、草山、草坡总面积约为56亿亩，是全国现有耕地面积的2.8倍。人均耕地面积少，是我国国民经济发展中的一大制约因素。国内外的经验已经证明，发展草食牲畜，“以草换肉”、“以草换奶”是最经济的。因此，各国都很重视草原的合理利用与建设。本章将介绍我国草原概况、草原退化与治理，并讨论某些草原建设机械的设计问题。

第一节 我国草原概况

我国46亿亩草原主要分布在东北、华北、西北地区，是我国主要牧区。其中纯牧区草原面积约27亿亩。此外，约有10亿亩草山、草坡，遍布于南方诸省。

我国北方牧区地形以高原为主，其次为盆地与山地。海拔多在1000~3500m。宏观上看法地势高而平坦。

气候特征方面，因牧区多处于内陆地区，受海洋气候影响微弱，主要受蒙古高压大陆气团控制，属于从半湿润过渡到半干旱、干旱与极干旱的大陆性气候。无明显的四季之分；冬季漫长，夏季短促；年温低，夏季气温普遍较高；日照充足，日温差及年温差大，积温有效性高；降雨少，蒸发大，雨热同季，气候干燥；无霜期短，但饱青期长；干旱、风雪、霜冷等自然灾害时有发生。

由于受纬度、海拔和季风、成土母质、水文地质等条件影响，使我国牧区内不同地区的水热条件差别很大，加上人为经济活动的作用，形成复杂多样的草原类型。据初步划分，第一级共分为18类和1个附属类型。仅以内蒙、西藏等八省（区）为例，主要草原类型及产草量见表1-1。

畜牧业是我国草原牧区的经济命脉。30多年来，牲畜存栏头数增长4~5倍，现饲养着

表 1-1 我国几种典型草原类别分布及产草量

类 别	主 要 分 布 省 区	产草量/(干重kg/亩 ⁻¹)
高山、亚高山草甸	新疆、西藏、川西、青南	70~100
低地草甸	内蒙、新疆	70~120
草甸草原	内蒙、青海环湖、吉林	80~150
山地草原	新疆、内蒙、甘肃、宁夏山地	50~80
高平原干草原	内蒙	30~70
荒漠草原	内蒙西部、宁夏、青海柴达木、甘肃	30~50
草原化荒漠	内蒙西部、新疆盆地北部	10~20
平原荒漠	新疆、内蒙、青海柴达木	20~50

各类牲畜约2亿多头(只)。

但是,我国草原畜牧业目前仍是以天然草场粗放放牧为主,“逐水草而牧,逐水草而居”,未摆脱“靠天养畜”的落后状态。致使无论在百亩草原生产能力、牲畜出栏率、牲畜个体生产能力方面,我国均远低于世界平均水平。

为了从根本上改善草原畜牧业的生产条件,我国正在大力开展草原建设工作。1983年至1985年共新建人工草场和改良草场达1亿多亩,新建草地围栏6200万亩。并已建立牧草种子繁育体系。

第二节 草原退化与预防

据不完全统计,我国草原退化面积约7.7亿亩,占可利用草场面积的23%左右,产草量下降30~50%。草原退化的表征是:植被中优质牧草逐渐减少甚至消失,杂草大量侵入;优质牧草、可食性牧草产量下降,有害、有毒植物增加;植被覆盖面减少,土壤裸露面增加,贫脊干旱,风蚀、水蚀与沙化加剧,严重时变成不毛之地。

天然草原是在自然条件与人们生产活动的长期作用下,产生与发展的。因此,研究草原退化问题,必须从草原生态系统中寻找原因。草原畜牧业生产是个十分复杂的过程。现以放牧为例略加分析说明。

天然的或人工种植的植物生长牧草,放牧的牲畜啃食掉一部分植物;土壤中的动物与微生物分解植物的凋落物、残根以及牲畜的排泄物。上述三者构成草原的生物群落。它与草原的非生物环境即土壤(土壤水分、空气、矿物质营养)、气候(温度、光照、水分、空气),地形(高度、起伏状态)组成草原生态系统。如图1-1所示。在本生态系统中,牧草是第一次生产者,牲畜是第二次生产者。在整个共存系统中,每一环节的存在与发展,必定受到其它环节的制约;反过来也对其它环节的发展给予重要影响。

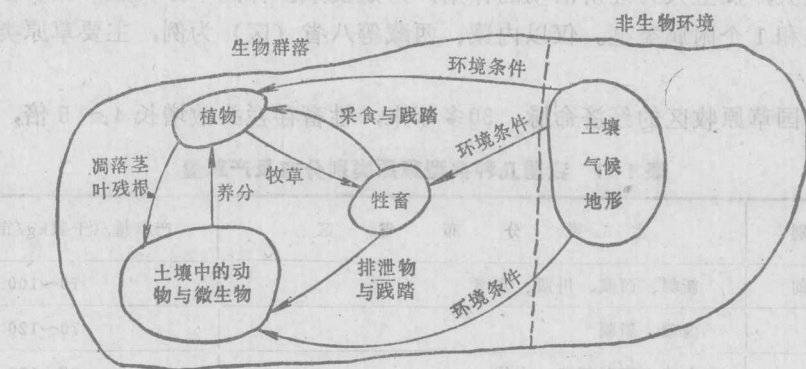


图1-1 草原生态系统示意图

在其它条件一定的情况下,作为整个生态系统一环的放牧,对系统的运行起着重要的调节作用。对多年生牧草(是草原植被中的主要植物),放牧使牧草的部分地面植株被采食,破坏了植物进行光合作用的组织,牲畜的践踏也使牧草的某些地上部分及根系受到伤害。从这个角度看,放牧对牧草是有害的。但是,放牧也有有利的一面。首先,放牧能抑制高大草

类的发育；增加再生植物的光合作用，促进下繁禾草、低株豆科草的发育；增加分蘖（放牧的刺激作用促进休眠芽的生长）；减少蒸发面，增加水的利用效率；牲畜的排泄物有利于提高土壤肥力等。综合上述两方面的作用，国外有的学者提出图 1-2 所示的曲线，来定性说明放牧对多年生牧草的影响。图中曲线 *a* 代表耐牧性牧草的情况，表明采食达到某一强度之前，随着采食强度增加，牧草再生能力增强。超过此强度之后，牧草再生能力下降，甚至死亡。曲线 *b*、*c* 代表不耐牧性牧草情况，采食后牧草再生能力下降，至某一采食强度时则死亡。

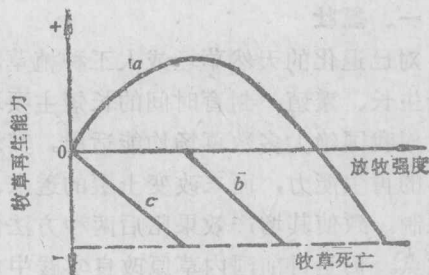


图1-2 放牧对多年生牧草再生能力影响示意图

a—耐牧性牧草 *b*、*c*—不耐牧性牧草

上述分析说明，合理放牧（或割草），控制载畜量，不使过牧是防止草原退化、提高草原生产能力的最主要技术措施。国内外已出现不少保证合理放牧（或割草）的生产制度与技术装备。某些国家在牧草生长季节采用食留各半（即牲畜采食牧草地上部分的50%）作为适度放牧的指标。值得一提的是，试验证实，不少草场采用混牧（不同畜种）的办法，可以提高其载畜量，因而能提高其生产能力。

前述牧草再生能力是指牧草被收割或放牧后，重新恢复绿色株丛的能力。可以用再生速度、再生次数（年生长季节内）、再生产草量来衡量。显然，不同牧草的再生能力是不一样的。同一种牧草，在不同的地区，因为土壤、气候条件的差异，也表现出不同的再生能力。

因此，在对已退化草场进行补播或建立人工草场时，应选择在适应当地土壤与气候条件下再生能力强的草类。

无论是天然草场或人工种植草场，由于牲畜的践踏或机器行走部件的碾压，土壤的自然沉实作用等，导致土壤板结，透水性透气性下降，肥力下降。这是草原退化的另一重要原因。为了调节土壤的气水状态与肥力状态，可采取松土、施肥与灌溉等措施。

需要指出，导致我国草原退化的主要原因，尚有毁草种粮、搂草与虫鼠害。盲目开垦，彻底破坏了草原植被，造成严重的土壤侵蚀，加剧了风沙的危害。致使农牧两败俱伤。搂草时耙齿抓入土内，将一些牧草连根拔出，破坏了牧草再生条件，减少了植被覆盖率，加剧土壤流失，导致牧草产量与质量下降。我国草原鼠害十分严重，受害面积约占可利用草原面积的1/4。鼠与畜争草。据称内蒙古每年被鼠采食的饲草可养羊200万只。鼠打洞，损害牧草根系；打洞在地表形成土堆，加剧了水分蒸发，减少了草原可利用面积，同时给机械打草增加困难，故应大力灭杀。国外多用飞机撒播毒饵，我国也已采用。此外，我国尚有与拖拉机配套的毒饵撒播机。

第三节 草原改良方法与所用机械

草原改良与建设，从本质上讲，就是对前述草原生态系统的各有关环节，实施人为的干预与调节，使其朝着良性循环方向发展，提高牧草的产量与质量，以获取较高的经济效益。根据各地区的自然条件、经济条件、草场类型与退化程度的不同，可采取不同的工艺方法。

目前国内外有三种有效的改良方法：（1）复壮——改进刈割与放牧技术，同时注意灌

溉与施肥或其它的耕作措施；(2) 补种——将新的优质牧草种引入已退化的草场，部分清除（或不清除）原有植被后播种，即建立半人工草场；(3) 更换——用犁耕或除莠剂彻底清除原植被，然后播种优质牧草，即建立人工草场。前两种方法为治标改良，人工草场则属于治本改良。

一、复壮

对已退化的天然草场或人工种植草场实行封育，利用牧草的再生能力使牧草休养生息，充分生长、繁殖。封育时间的长短主要取决于草场的类型及其退化程度。这种方法简单易行，对我国绝大多数草场均能适用。其增产效果通常可达50%，甚至1倍以上。但它完全靠牧草的再生能力，而未改变土壤的透水、透气及肥力条件。因而使牧草的再生能力本身也受到限制。致使其增产效果比后两种方法低，见效所需时间也较长。尽管如此，投资少是其主要优点。仍是目前国内草原改良实践中应用最广的方法。如能与松土、灌溉、施肥、消灭有害杂草（用除莠剂）等措施相结合，效果更佳（见表1-2）。为实现封育，通常在草场四周，设置围栏。金属网围栏很受牧民欢迎。由于国产网围栏编织机已研制成功，故可大量供应金属网围栏。架网目前主要靠人工，国外已有成套工具。

表1-2 甘肃省河东牧场天然草场不同培育措施产草量/(kg/亩)

培育措施	面积 亩	产 草 量		是培育前的倍数		备 注
		80年	81年	80年	81年	
围栏	995	38.9	27.7	2.73	2.11	1979年青干草产量 12.7
围栏+施肥	25	63.6	51.2	4.95	4.02	
围栏+灌溉	25	65.4	64.1	5.12	5.41	
围栏+施肥+灌溉	25	102.3	110.3	8.03	8.65	

二、补种

对于退化严重的草场，靠封育复壮已不能迅速提高草场生产能力时，则推荐使用补种的方法，或在条件具备时，建立人工草场。

补种的基本特点是在不破坏或少破坏草场原有植被的前提下，播种优质牧草，故称补播。保留原植被是基于两方面的考虑。一是利用原有牧草的再生能力；二是在新播入的牧草形成新的植被之前，防止风蚀与沙化。补播优质牧草的目的则是为了提高牧草的产量、提高牧草的品质。因此，补播的优点是草场恢复得快，仅在短期内停止使用。补播的牧草必然要遇到原有植被的竞争，补播的成败常取决于此。由于我国各地情况差异极大，故补播的具体工艺过程各不相同。现择有代表性的几种简介如下。

(一) 撒播+覆土+镇压

对已经退化的草场，用飞机（或手工）将牧草种子撒播在地面上。然后用钉齿耙耙地，既使部分种子被覆土，又对草场起部分松土作用。随后用镇压器镇压，以利于种子发芽和保墒。撒播的方法生产率高，故适用于大面积荒漠、沙漠地区，以及不便于机械作业的草山草坡。自然，由于覆土深度及种床质量难于保证，故用种量较大。有趣的是，国内及国外均有在撒播后将羊群驱入草场的做法，利用羊蹄的践踏来产生覆土与镇压的作用。