

贺钱学森院士
90华诞

钱学森创立知识密集型草产业的划时代贡献

李毓堂

(中国系统工程学会草业委员会, 北京 100062)

[摘要] 文章论述了钱学森提出创建知识密集型草产业的历史背景、科学内涵、理论意义、应用成果和在 21 世纪中国可持续发展战略中的重要作用, 并根据钱老的主张, 提出当前启动全国大规模草产业工程必须创新管理机制。

[关键词] 钱学森; 知识密集型草产业; 草业系统工程; 可持续发展战略

[中图分类号] S181; S-01 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2002)01-0015-08

20 世纪 80 年代中叶, 国家杰出贡献科学家钱学森, 以其博深的科学观、敏锐的洞察力和执著的求真精神, 分析国情、调查研究, 首次提出创建知识密集型草产业理论及实践的具体主张。此后, 在全国建立草地管理建设十大基础体系、20 多省(区) 40 多个草地牧业综合开发示范点以及草业科技发展和重大学术活动中, 都得到钱老的关注、鼓励和指导。钱老精辟的草业论述, 不仅创立了我国草产业科学, 开拓了草地资源优化开发管理和 21 世纪可持续发展的视野, 还对世界草地资源科学发展做出划时代的贡献。

1 钱学森提出知识密集型草产业的背景

1.1 优化管理开发草地资源是农业现代化和环境绿化的基础

1) 草地是人类生存和发展的基本土地资源。世界上除森林以外的农用土地中, 草地占 70 %^[1]。在地球上以太阳能转变为生物能的绿色植物中, 草是种类最多、适应性最强、覆盖面最大、周转速度最快的可更新资源。草地还是依存其上的动植物、

微生物、矿物、风能、太阳能、天然气、水资源、自然和文化遗产等各类共生资源的载体。因而, 草地同耕地、林地一样, 是构成人类社会经济发展和生态环境条件的物质基础, 也是生物多样性的天然园地。

2) 世界文明发展史表明, 人类从游牧经济时代进入游牧经济时代, 主要依赖于对天然草地的利用。进入农耕时代后, 天然草地利用和畜牧业经济仍在农业中占有重要地位。许多古代游牧民族曾在历史上创造了辉煌的业绩, 其经济基础概依托于丰盛的草原。

3) 20 世纪以来, 欧洲、北美、澳洲等地区的发达国家, 通过对本国草地资源的优化开发管理, 实现了农业发展和环境绿化的飞跃。各类草地生产力到 80 年代达到先进水平 (6.7 hm² 草地畜产品单位产量: 美国 450、新西兰 1 500、澳大利亚 200、法国 3 900) (1 个畜产品单位相当于 1 kg 胴体肉)^[2]; 实现了农业结构转变 (由食粮为主转变为肉、奶、蛋为主; 由衣着棉、麻、化纤物为主转变为皮、毛、绒品为主) 和城乡土地的绿化 (由土地裸露变为“黄土不露天”), 从而奠定了农业现代

[收稿日期] 2001-09-15; **修回日期** 2001-09-26

[作者简介] 李毓堂 (1932-), 男, 回族, 山西太原市人, 中国系统工程学会草业委员会研究员, 博士生导师

化和生态环境优化的基础。

这一规律是由人类对物质生活日益增长的需求、草地资源产品的特有价值以及科技进步推动草地资源开发向深度广度发展所决定的。发展中国家,由于对草地资源的开发管理停滞在传统阶段,随着人畜增加,草地因超载过牧或开垦破坏导致了严重退化、沙化,以致城乡生态恶化,严重影响着社会经济发展和生态环境质量。

4) 优化开发草地资源推动农业持续发展的规律,已为世人所共识。1992年3月,联合国粮农组织为解决世界粮食紧缺问题,向各国政府发出号召,建议把开发草地资源发展反刍动物作为保障世界粮食安全的战略措施^[3]。

1.2 草地资源优化管理开发在中国经济、生态、社会持续发展中的战略地位

1) 我国草地占国土面积的41%,在除林地以外的农用地中占75%。其中牧区 $3 \times 10^8 \text{ hm}^2$,农区草山草坡 $8700 \times 10^4 \text{ hm}^2$,滩涂草地 $1333 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。草地类型之多(分为18大类38亚类上千种型)和天然牧草品种之富(有天然饲用植物1.5万种,其中有详细记载的6700多种),都居世界首位^[4]。各种牧草各有适应不同环境气候条件生长的特性,是开发生物工程技术的宝贵基因库。同时,草地上还分布有丰富的珍稀野生动植物、优良家畜品种、风能、太阳能、天然气、地热、水资源、各种矿藏、奇特地质地貌等自然文化遗产和名胜古迹等历史文化遗产,以及民族风情等人文资源,用以发展高科技高效益综合经济,潜力极大。这是我国生存资源禀赋中不可缺少的基本要素。

2) 中国草地是中华各民族生存发展创造文明历史的摇篮,也是现代社会经济发展和生态建设的重要基地。仅以10省(区)牧区草原统计,90年代初共有266个牧业、半牧业县,人口4000多万,饲养草食家畜1亿多头(只),其中大畜2700多万头,小畜7700多万只,年产牛肉、羊肉、羊毛、羊绒、奶类分别占全国总产量的25%、29.6%、52.7%、70%和28.2%,在全国牧业总产值中占有重要地位^[2]。草业和草地畜牧业也是构成我国现实生存资源禀赋的一大基本要素。

3) 由于我国草地是国土生态环境空间的重要组成部分;又由于牧草(草坪)是防风固沙、保持水土、净化空气的主要地被植物,而豆科牧草又有根瘤固氮改良土壤的特殊功能,在高寒、干旱条件

下比林木有更强的绿化功能,因此草地生态和植草绿化又是衡量国土生态环境现状水平和未来治理国土的基本要素。

1.3 我国草地资源优化管理开发落后给经济、生态、社会发展带来的负面影响

1) 由于社会历史的原因,目前我国草地资源优化管理开发状况比发达国家落后半个世纪以上。

20世纪30年代以后,发达国家在社会发展战略、机构设置、投资预算和科教事业发展中把草地资源的优化管理开发摆上重要位置。在观念上,把草地和优良牧草看做是“绿色黄金”(英)、“上帝恩赐之物”(法)、“立国之本”(新)、“绿色银行”(美)等。通过严格执法、围栏化保护、合理利用、不断改良和大力兴建人工草场(占到草地总面积的30%~80%),使草地生态和生产力达到一定优化水平^[3]。

我国受传统观念影响,一直轻草贱草,缺乏草的科学观念,更无钱老讲的“知识密集型草产业”的观念,不把我国拥有世界第二的草地资源看做是“宝”。在国家发展战略、机构设置、投资预算及科教事业中,没有把优化管理开发草地资源摆上应有的位置,至今没有国家级的草地管理机构和执法队伍。建国以来草原方针多变,几次草原大开荒,开垦破坏草原几亿亩,形成“头年开了荒,二年打点粮,三年变沙荒”;加上草原经营体制上长期“吃大锅饭”,人们只利用不建设,超载过牧,因而导致80%以上草原严重退化、沙化,产草量近30年来下降50%~70%。在草原建设上,50年来 1 hm^2 草原平均每年投入不到0.45元^[2]。全国目前草地围栏和人工草地保留面积不到总面积的3%。我国草地自然生产力水平同发达国家同类草地自然生产力水平是相等的。然而,发达国家经科学管理建设使草地生产力达到优化;我国却由于管理建设不善,使草地生产力严重退化,每公顷草地畜产品产量仅相当于美国的1/20、新西兰的1/80^[2]。甚至一些国人还把草地看做是荒凉不毛之地。

2) 草地资源管理建设不善,直接造成牧区畜牧业经济和南方草山区经济长期处于增长速度慢、生产水平低、发展不稳定的状况。由于草地生态破坏,抗逆能力下降,黑灾、白灾、鼠虫害、风灾等自然灾害频繁,摆脱不了贫困落后局面。

3) 草原退化和草山破坏导致国土生态环境恶化。由于草地大都分布于青藏、云贵、蒙新和黄土

高原以及黄河、长江上中游高山陡坡山区，因而草地退化、沙化加重了全国风沙危害、水土流失和土地沙漠化、石漠化的扩展，影响到黄河淤积加剧、长江水患加重、沙尘暴愈演愈烈。草原上的珍稀野生动植物资源也遭到毁灭性破坏。由于鼠虫的天敌减少，致使鼠虫害蔓延，更加重了生态环境恶化。

从全国土地荒漠化、水土流失和沙尘暴区域分布和成因来看，除小部分源于森林砍伐和耕地退化外，主要源于草地生态的破坏。它已危及到农村、工矿区、城镇生产生活的安全，在国际上造成一定的负面影响。

4) 草地资源管理建设落后对农业持续发展和农村进入小康带来不利影响。中国农业持续发展存在三大基本矛盾，一是农业发展与人口不断增加、耕地不断减少的矛盾；二是社会对粮食（包括转化为肉、奶、蛋的饲料粮）需求不断提高与粮食增长有限的矛盾；三是提高粮食单位面积产量与农业生态恶化（风沙危害、水土流失、土地沙漠化、水资源短缺）的矛盾。我国加入WTO后，又增加了一个新的矛盾，即我国农产品要扩大进入国际市场与国外质优价低的农产品要打入我国市场的矛盾。

无疑，这些矛盾如不妥善解决，必将影响我国农业的持续发展和农村进入小康。因为靠人均 0.1 hm^2 耕地、生产 400 kg 粮食是无法达到农村人均年收入 800 美元的。而要妥善解决这些基本矛盾，就必须尽快优化开发我国的草地资源，让它在农业可持续发展中发挥支柱作用。

事实上，我国草地资源优化管理开发的滞后，已对农业和国计民生产生不利影响。如：**a.** 我国是泱泱草国，但羊毛不能自给，毛纺工业每年所需羊毛原料 $2/3$ 以上依赖进口，耗费外汇 10 亿美元以上^[2]。**b.** 我国奶类产量不足，人均奶消费水平排列世界末流。八九十年代靠联合国援助奶粉，加工还原仅满足 20 个大城市对奶的需求^[2]。**c.** 我国饲料工业中，蛋白质饲料严重短缺，每年需从国外进口鱼粉、骨肉粉等 $100\times 10^4\text{ t}$ 以上，花去大量外汇^[2]。由于饲料质量不高，造成产品质量低，难以在国际市场上进行有力竞争。

5) 草地资源优化管理开发落后，影响到东西部地区发展差距的加大。我国西部 12 省（市、区）是五大自治区和七大牧区所在地，总面积占国土的 70% 。而在西部土地总面积中，草地占 49.12% ，林地占 8.4% ，耕地占 7.49% ^[5]。草

地构成西部土地资源和环境空间的主体。正是由于长期以来草地资源管理开发落后，加上农、林业的薄弱，使得西部社会经济和科教文化长期处于贫困落后的状态，同东部的发展差距越来越大。

不久前，钱学森在给中央领导的一份建议书中讲到总结西部开发历史经验时说：要搞好西部农业，应有新思路，并着重提出发展沙产业和草产业。

由于西部是五大自治区和各少数民族聚居区，所以东西部发展差距的加大，意味着边远少数民族区与内地汉族区发展差距的加大，实质上是扩大了“民族间事实上的不平等”，这是同马克思主义的民族政策不相符的。正如周恩来总理 1957 年在民族工作座谈会上所讲：“我们不能设想，只有汉族地区工业高度发展，让西藏长期落后下去，让维吾尔自治区长期落后下去，让内蒙古牧区长期落后下去，”“如果让落后的地方永远落后下去，这就是不平等，就是错误。”^[6]

2 创立知识密集型草产业的重大意义

20 世纪 80 年代，在国家立草为业的方针指导下，全国在草地管理和建设上，建立了草地资源调查与动态监测、草地管护、草地立法、草地家庭承包经营、牧草种子繁育与检验、飞播牧草、草地植保、草地类自然保护区、草地科研与教育、草地牧业综合发展示范项目网等十大基础体系，为草地资源大规模开发打下了基础^[3]。

80 年代中叶，钱学森首次提出创立知识密集型草业产业，其基本含义是：以草地为基础，利用日光能量合成牧草，然后用牧草通过兽畜、通过生物、再通过化工、机械等一切可以利用的现代科学技术手段，建立起创造物质财富的高度综合的产业系统。他说，除草畜统一经营之外，还有种植、营林、饲料、加工、开矿、狩猎、旅游、运输等经营活动。草业也是一个庞大复杂的生产经营体系，也要用系统工程来管理，也当然是知识密集型的草产业了。后来，钱老在关于草产业的三十多封通信中，又不断地丰富了这一论述内容^[7]。

知识密集型草业产业是钱老科学的宇宙观和他创立的开放的复杂巨系统与集大成智慧学说在草业方面的体现和贡献。把以草地为载体和空间的牧草与一切共生资源看做是一个密切相关的统一体，草业产业就是要运用生物、机械、化工、信息等一切

可利用的现代科技手段,综合开发草地上以牧草为主的共生资源,在种植优良牧草、改良土壤、建立优化生态系统基础上,发展草、牧、林、渔、工、商、旅游等连锁产业,建立起高度综合的、能量循环的、科学管理的、生态优化的、多层次、高效益的产业巨系统。这就把历来草地资源开发利用上孤立分割、技术分散、效益单一的传统方式,变为综合开发、科技密集、效益耦合的科学方式。

钱老知识密集型草业观不仅符合现代科技发展相互渗透、借鉴、结合的大趋势和社会经济发展要求持续高效优质的规律,而且完全切合国情和历史经验教训,具有科学的理论根据、实践根据和现实根据,对优化管理开发我国草地资源,实施21世纪可持续发展战略,具有划时代意义。

长期以来,人们把草地单纯看做是放牧家畜的天然牧草地,看不到优良牧草和各类共生资源综合开发、科技集成的超优效益。钱老的知识密集型草业观,开拓了科学视野,使人们看到中国草地资源优化开发的巨大潜力和效益;进而看到西部大开发的途径和前景;也看到缩小东西部差距和中国达到发达国家水平的保证,也为中外企业家参与西部开发和草产业项目打开了思路。

3 草业系统工程理论与模式的创立^[3]

从理论和实践上剖析,草产业是一件极为复杂的事物,既包括自然科学,又包括社会科学;既有物理、事理,又有人理;既有种植业、养殖业,又有工业和商业;涉及更多的学科门类。在草地资源综合开发和草产业发展中,对于这样诸多变量因子,只有把它们条理化、系统化,放到一定系统中一一加以解决,才能达到预期目标,这就是草业系统工程。

为了探索发展草产业的具体途径,在钱老论述指导下,经过80年代以来在20多个省区40多个试点项目(每个投资千万元以上)的反复实践,我们创立了草业系统工程的基本理论和模式。

3.1 草产业的系统工程理论

按照草地资源开发和草产业综合发展所涉及的领域,草业系统工程可划分为生产系统和管理系统两大子系统(也有的学者主张增加一个科研教育子系统。在工程项目中,我们将它融合在生产、管理两个子系统中)和8个分系统。

3.1.1 草业系统工程的生产系统 可分为前植物

生产(自然生态)、植物生产(种植)、动物生产(养殖)、外生物生产(加工、商贸等)四个分系统,这是按草业发展层次划分的纵向系统。

3.1.2 草业系统工程的管理系统 可分为社会、技术、经济、生态四大管理分系统,这是草业的横向系统。

1) 社会管理分系统。包括草地法制、生产经营体制、生产方针、产品流通体制、各项经济政策、社会服务机制、市场条件等,它们受社会状况、地区特点、市场需求以至国际环境等制约。在当前草业开发项目中是成败的关键。

2) 技术管理分系统。包括种植业、养殖业、多种经营及各类加工业的科技信息、技术设备及手段、技术经济指标、技术规程以及物质流、能量流的动态研究等。

3) 经济管理分系统。包括草产业经营方式、经济核算、各种经济关系的调整、合同制、投资效益、资金回收周转、产品销售等以及对资金流、时间流、效益流的研究等。

4) 生态管理分系统。包括草地资源动态监测、生产生态优化管理、环境保护、生态效益测定及预测预报等。

实践证明,在草业开发项目中,只有以草业系统工程的理论和方法为指导,才能把握规律和各环节的链条,达到理想效果。

3.2 草业系统工程的基本模式

80年代以来,我们在运用系统工程理论方法进行草业综合开发的项目中,针对生产和管理子系统及8个分系统中存在的老大难问题,如:生产上的技术落后、劳动生产率低及生产与科研脱节、人材缺乏等;经营体制上的个体分散、缺乏社会服务;经济管理上的平均主义、“大锅饭”,不讲经济效益和投资有偿回收;产品流通上的产、供、销脱节,不按商品经济规律办事;社会管理上的无法无制、无章可循;组织管理上的官办方式、唯长官意志是从及乱换班子等等弊端,采取了相应的制约措施。经过十多年来在20多个省(区)40多个项目区的反复实践,探索出了一条适合当前国情的发展草产业的科学道路,即草业系统工程的基本模式,概括为:明确一个总体目标,实行三个“三结合”的方针,采取五项改革措施。

3.2.1 明确一个总体目标 以发展专业化、社会化、商品化的现代草产业经济为目标。

3.2.2 实行三个“三结合”的方针 把草产业建设中存在的各类关系和问题进行系统处理,使之达到现代化草产业的结构和水平。

1) 种植、养殖、加工三结合。以种草为基础,三者有机结合,协调发展。

2) 生产、科研、培训三结合。使生产建立在建模、仿真等科学试验成果基础上,免于失败;通过科学技术实验、生产实践、教育培训,不断提高干部、群众的生产管理和科学思想水平,培养从事现代化草产业的一代新人。

3) 大农业、工业、商贸三结合。草产业经济联合体具有独立的生产加工自主权和产品销售权,避免了供销环节中压级压价、估皮断肉等剥夺牧业劳动成果或流通渠道不畅、初级产品再增值问题。通过资金积累、扩大再生产和商品发展,使项目获得造血功能。

3.2.3 采取五项改革措施 这是实施一个总体目标三个“三结合”方针的具体措施。

1) 改革草地和牧业生产经营体制。建立以适度规模家庭牧场为基础,草业开发服务中心或草地牧工商服务公司为纽带,包括国营、集体不同经济成分在内的新的经济联合体。在发展家庭牧场中还要注意处理好牧场户同集体、中心和群众等8个方面的经济关系^[3]。

2) 改革生产技术。运用现代草地改良、科学养畜及畜产品加工等先进技术手段,实施技术改革;制定严格的各种生产制度、技术规程,技术经济指标和质量标准;定时对项目区管理技术人员和专业户进行技术考核,达到管理科学化、技术规范化、生产质量标准化。

3) 改革经济管理。坚持按价值规律办事和用经济手段管理经济的原则,按照基本建设项目程序,要求一切从经济效益和投资回收周转效率出发,严格经济核算,建立严密的基建、财务档案制度。项目投产后,要尽快回收投资,加速周转,发挥内部经济活力。

4) 改革产品流通体制。草业经济联合体实行生产、服务、流通三结合,产、供、销一体化的体制,把过去商贸独家经营变为合理竞争的多渠道经营,把过去指令性购销变为等价互利的市场购销。联合体通过对家庭牧场实行利润返还和产品保护价措施,促进牧民扩大再生产;通过薄利多销,加速商品周转;通过横向联系,扩大经营规模。这样,

既发挥了项目的经济效益,又保证了家庭牧场生产不断发展,使社会服务型的草业开发服务中心实体得到自我发展。

5) 改革项目组织领导和总体管理方法。实行项目管理,避免项目官办和投资按行政系统层层下达导致的种种弊端。项目建设阶段,在中央有关部门宏观调控指导下,按照企业建设项目程序实施、检查和验收,由草业开发服务实体自主执行。在项目建成验收后,一切经营由草业新经济联合体独立运转。在管理措施中采用法制、经济、教育手段三管齐下的方法,保证优化效率和效益。

近十多年来,各省区运用这一模式,结合自己特点和优势,又创造出许多不同形式的草产业模式。如内蒙古西部干旱草原区的达拉特旗五股地家庭牧场模式,新疆荒漠草原区的阜康灌溉草地牧业经济联合体模式,贵州高寒草山区的威宁灼圃现代草业科技合作牧场模式,云南红壤贫瘠草山区的曲靖种草养畜联合体模式,湖南高山草山区的城步南山牧场种草、养牛、奶粉加工系统模式,湖北贫瘠高山区的鄂西种草养畜奶粉加工模式,海南热带草山区的白沙县草地牧业综合发展模式,广东南亚热带低山丘陵区的果草结合模式,天津宁河盐碱洼地的渔草结合模式等^[3]。其共同性是都具有较优化的生产管理体制和技术,都具有较高的经济效益、生态效益和社会效益。一些项目生产力水平已接近或赶上发达国家同类型草地的先进水平。许多项目受到现场考察的中央、国家部委、省区领导及外国专家的称赞。

3.3 应用前景

草业系统工程基本理论和模式的创立和应用,为具体发展知识密集型草产业探索出一条成功的道路。它在内蒙古项目运用中获得部级科技进步二等奖;在国外学术交流中,引起国际科学界的重视。这个框架模式,把不同层次的科技内涵和建设规模包含在内,可由初级到高级逐步发展。1992年元旦,钱老在给笔者的信中说:“草产业理论已有了初步的框架,今后还要在实践经验的总结中不断提高。”并指出:“这几年我国草产业已有不少成功的试点,从实践中证明草产业的概念是可行的,大有前途的。但也要看到,已有的成就离知识密集型草产业还有很大的距离。真正知识密集型草产业的出现,中国的第六次产业革命,将在21世纪下半叶。”^[7]我们要积极努力,早日实现钱老的预见。

4 知识密集型草产业的前景与功效

4.1 发展农区草产业和生态农业, 解决农业持续发展问题

针对我国农业持续发展存在三大基本矛盾和加入WTO后传统的粮食作物将受冲击, 农业亟需转换机制创优增效、增加农民收入的形势, 可通过发展农区草产业, 发挥优质豆科牧草改良土壤、兴牧增肥的生态经济功能, 结合农业精耕细作的传统优势, 加上水利、育种及优化开发农区草山等措施, 建立粮-经-饲(草)三元种植与农牧结合结构, 做到: a. 提高低产田粮食单产1倍到几倍, 增加后备高产农田数千万公顷, 保证未来我国人口增长对粮食的需求; b. 在土壤生物改良基础上, 发展特种种植业和名、优、特产品, 扩大外向型农业经济; c. 发展农区绿色饲料业、绿色养殖业和绿色食品产业, 开拓国内外市场; d. 转移农村剩余劳力, 扩大就业, 促进小城镇建设; 由此达到农业优质高产高效, 农民致富, 企业增收, 农村繁荣兴旺。

4.2 发展牧区草产业和生态畜牧业, 解决牧区生态经济繁荣发展问题^[3]

针对目前牧区草原普遍超载过牧、退化沙化、灾害频繁的状况, 在加强科学管理的同时, 要发挥优良牧草和各类共生资源的优势, 在保护、改良草原和兴办人工草地的基础上, 结合营林、水利, 开发风能、太阳能技术, 建立冬春饲草储备库与舍饲建设等措施, 恢复草原优良生态和生物多样性园地生机, 综合发展优质高产高效的绿色草原畜牧业为主的多种经济, 使牧区畜牧业的产品品种、质量、产量和产值成倍提高, 牧区绿色商品畅销国内外市场, 达到牧民致富、企业增收、牧区繁荣兴旺。钱老预言: 中国3亿公顷草原将来有可能产值达到几千亿元, 草产业的前途是十分光明的^[7]。

4.3 发展绿色蛋白质饲料草产业, 开拓草产品国内外市场

针对目前我国食物结构中肉、奶、蛋的供应主要来自农区养殖, 而在配合饲料中蛋白质饲料年缺口千万吨以上和欧洲等地发生疯牛病, 世界对植物蛋白质饲料需求日增的状况, 可通过广种优质豆科牧草开展钱老提倡的用牧草快速、高温、低耗烘干加工新技术生产绿色蛋白质饲料, 供应国内外市场。如经快速高温烘干加工的苜蓿草粉含粗蛋白达

20%以上, 胡萝卜素可达210 mg/kg以上, 18种氨基酸和微量元素等营养成分齐全, 每千克相当于0.9个饲料单位, 人工草地每亩可产1 t草粉, 产值1500元以上。如全国建立 300×10^4 hm²优质豆科草粉基地, 年产量即可达 3000×10^4 t以上。这不仅可替代相应数量的蛋白质饲料, 也可促进世界无污染绿色养殖业和绿色食品业的发展, 是农牧区企业经济发展的一条长盛不衰持续高效的途径。

4.4 发展生态治理工程型草产业, 解决国土治理区生态经济持续发展和保护生物多样性问题^[2]

我国目前土地荒漠化面积占国土27%, 水土流失面积占国土1/3以上, 黄河、长江上中游和西部地区50%的草地严重退化, 森林遭受破坏。在国家实施沙化治理、水土保持、退耕还林还草和保护生物多样性等绿色生态建设工程中, 要发挥优质牧草(特别是早生、超早生牧草)的防风固沙、保持水土、改良土壤及饲用、药用等诸多优势, 发展以种植优良牧草为基础, 草、灌、乔结合, 牧、农、林结合, 综合发展绿色生态经济工程型草产业, 实现“黄土不露天”, 有效治理风沙危害、水土流失、土地荒漠化。同时, 因地制宜地发展绿色种植、绿色养殖、绿色食品加工及旅游业等综合产业, 使生态恢复生机, 国土治理区实现生态与经济的可持续发展, 野生动植物资源得到有效保护。

西部草地分布有天然牧草和饲用植物数千种, 比林木更能适应在高寒、干旱、荒漠、盐碱等不同土地和气候条件下生长; 牧草根系多分布于土壤表层0~30 cm至更深的土层中, 比林木能更有效地保持水土和防风固沙。如果30年内在西部风沙危害区、水土流失区和戈壁荒漠区能广种适宜的牧草, 加上造林、水利、工程等措施, 基本实现“黄土不露天”, 就可制止风沙和水土流失的危害。同时, 通过植物调节气候的功能可促使西北雨量增多, 逐步趋向风调雨顺。

4.5 发展林区草产业, 解决林区生态经济持续发展问题^[3]

针对长期以来林区存在经济效益与生态效益矛盾, 林民为谋生计砍伐林木屡禁不止和果园莠草危害影响效益的状况, 在林区开展林果间种植豆科牧草, 通过改土、除莠、助长、增质, 不仅可达到林茂果丰, 还可通过割草养畜养禽养鱼, 大大提高经济效益, 使林区实现生态与经济双优。

4.6 发展南方少数民族山区草产业，解决少数民族经济繁荣与发展问题

中国南方有 $7\,333 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 草山草坡，大都分布于少数民族地区，具有气候温暖、雨量充沛（年均 800 mm 以上）、适宜优质牧草生长的优势。在各具民族传统特色经济基础上，广种优良牧草，创造物质财富，实行草畜（舍饲）结合、草粮结合、草果结合、草林结合，大力发展山区绿色特种种植、养殖、加工、民族特色产业以及旅游业等，达到生态持续优化、经济持续发展、民族繁荣进步。任继周院士预测，南方草地通过草地农业系统工程使生态建设与生产开发同临近地区建立起相应的系统耦合，其增产幅度可达 $7.28 \times 10^8 \text{ t}$ 食物单位^[8]。

4.7 发展滩涂渔区草产业，解决盐碱滩涂区生态经济发展问题

针对滩涂区盐碱化需要治理和渔区优质饵料需求增长的状态，可通过在盐碱滩区挖池筑坝，池内养鱼，坝上种草，割草喂鱼，并建立草、鲢、鲤三层结构的优化养鱼系统，达到既可改造盐碱滩地，又可促进渔业发展，增产增效。据典型测定，2 hm^2 高产草地可供饲 1 hm^2 鱼池；1 hm^2 鱼池可产鱼 7 500 kg。在一般鱼池中投入优质牧草饵料，可使母鱼产卵率和鱼仔孵化率各提高 30%^[3]。

4.8 发展城镇草坪绿化产业，解决城市环境优化问题

中国城市草坪业近年来发展十分迅猛。随着迎接举办 2008 年奥运会和居民对绿色环境日益迫切的要求，要实现人均占有 25 m^2 绿草地的现代化城市和居民健康环境标准，发展草坪业仍是一项方兴未艾、持续高效的产业。

5 启动全国性大规模草产业工程必须创新草业管理机制

我国经济、生态持续发展和国际市场需求形势，召唤中国知识密集型草产业大发展。草业十大基础建设体系的建立和钱老倡导下草业系统工程理论模式的应用成果，使中国大规模发展知识密集型草产业具备了条件和手段。当前，制约草产业大发展的主要症结在草业管理系统中需要创新机制，主要有四方面。

5.1 创新国家草地管理机制，建立部级草地管理机构及相应体制

历史实践证明，在中国社会主义集权体制下，

管理机构是管理系统的首脑。长期以来，由于在中国六大自然资源中唯独占国土 41% 的草地没有部級管理机构，因此也就没有产业地位、发展规划、投资预算、执法队伍以及科研、教育等支撑系统。这是造成我国草地管理建设不力，草地退化沙化不堪收拾，同发达国家生产力差距越来越大，甚至下情不能上达的总根源。在目前体制下，即使国家对草业投入大量资金，也难以管好用好。钱老远见卓识，早在 80 年代就多次向中央建议，应设立草地管理局或草业部，并坚持这一意见^[7]。钱老的主张完全切中要害。只有创新国家草业管理机构，才能有效地启动全国性知识密集型草业的大发展。

5.2 创新草地经营体制，在家畜私有私养条件下，坚持草地长期有偿家庭承包经营或企业承包经营责任制

这是钱老关注的问题，是实现草地有效保护、合理利用和科学管理建设的关键。这样，才能有效地执行草原法制，实现以草定畜，增草增畜，推行高新技术措施，发展知识密集型草产业。

5.3 创新生态治理工程和草业建设工程运行机制

要改变目前国家生态建设资金按行政系统层层下达，由行政部门直接实施，或扶贫救济式的补助到户，撒了胡椒面，缺乏严格管理与监督，效果难以保证等状况，实行由国家主管部门确定项目建设计划，规定工程目标、指标、期限、投资额度和监督、验收等制度，由经过考核合格的草业工程公司或专业工程队招标承建。在完工验收后，把建成的草地交付政府，再由政府承包给牧民或企业，工程公司或专业队再承建新的工程项目。对承包到户的草地，可实行国家有偿投资，牧民贷款兴建的方式。这样，既做到建设一片，成功一片，见效一片，又做到资金回收、周转，扩大再建设，有效地推动全国草产业大发展。

5.4 把草业高新技术研究和推广应用纳入国家重大科研项目计划

当前发达国家已将生物、信息等方面的高新技术用于开发草地资源，进行转基因作物、医药和新能源等的研究和开发。这预示着钱老讲的第六次产业革命——生物技术革命的到来。而我国草业高科技研究尚未得到主管部门和中科院的应有重视与支持。只有尽快改变这一状况，才能推动知识密集型草产业的尽快发展。

钱老在 90 年代初中国草业协会建立时，致信

勉励草业界同志说：“要大力宣传知识密集型草产业及第六次产业革命的光辉前途，要看到21世纪！光明的未来！看到美好的未来了，中国人就要通过革命的实践去创造这个未来。”

钱老创立的知识密集型草产业，定将成为21世纪中国人口、资源、环境以及西部少数民族社会经济可持续发展的必由之路。

参考文献

- [1] 李毓堂. 草地资源学卷[A]. 中国资源科学百科全书[M]. 北京:中国大百科全书出版社,中国石油大学出版社,2000
- [2] 李毓堂. 1991—2020年全国草地区域开发规划[A]. 农业部畜牧兽医司编. 畜牧业经济发展第八个五年

- 计划和十年规划[M]. 北京:民族出版社,1991
- [3] 李毓堂. 草业——富国强民的新兴产业[M]. 银川:宁夏人民出版社,1994
- [4] 农业部畜牧兽医司,全国畜牧兽医总站. 中国草地资源[M]. 北京:中国科技出版社,1996
- [5] 中国科学院可持续发展研究组. 1999中国可持续发展战略报告[M]. 北京:科学出版社,1999
- [6] 周恩来. 关于我国民族政策的几个问题[A]. 周恩来选集·下卷[M]. 北京:人民出版社,1984. 266
- [7] 国家杰出贡献科学家钱学森关于草业的论述[J]. 草业科学,1992,(4):11
- [8] 任继周. 中国南方草地与国土资源的持续开发[A]. 中国高等教育技术中心编. 中国草地的经济效益[M]. 北京,2000. 49

Qian Xuesen's Epoch-making Contribution to the Initiation of Knowledge-intensive Grass Industry

Li Yutang

(Grassland Society of Chinese Water & Soil Conservation Society, Beijing 100062, China)

[Abstract] This article describes Qian Xuesen's initiation of knowledge-intensive grass industry, including its historical background, scientific connotation, theoretical meaning, application achievements and its important role in the sustainable development strategy of China in the 21st century. The article, according to Qian's opinion, states that the administrative mechanism has to be renovated as the massive grass industry projects are being implemented nation-wide.

[Key words] Qian Xuesen; knowledge-intensive grass industry; grass industry system engineering; sustainable development strategy

※ ※ ※ ※

欢迎订阅中国工程院院刊——《中国工程科学》

《中国工程科学》是1999年创刊的中国工程院院刊,以科学发现,技术创新,研究成果,重大工程设计及经验总结,工程技术发展趋势及前瞻,现代管理,重大工程咨询调研报告,最新科技成就,优秀学位论文等为报道重点,是荟萃专家学者创新精华,融百花为一园,集综合为一体的学术期刊。《中国工程科学》除了面向院士和工程技术专家外,还面向中青年科技人员和高校师生,并开辟专栏为研究生优秀学位论文的发表提供一方园地。我们热情欢迎广大读者订阅本刊。

《中国工程科学》为大16开,月刊,每期96页,国内总发行为北京市报刊发行局(邮发代号为2-859),每册售价15元,全年180元。欲订阅2002年《中国工程科学》的单位和读者,请到当地邮局办理订阅手续。