

中国养活自己能力的长期预测：技术和政策分析

James R. Simpson

李鸥

(日本龙谷大学)

(中国农业大学人文与发展学院 100094)

[www.jamesrsimpson.com](http://www.jamesrsimpson.com)

**内容提要：**中国拥有世界五分之一强的人口，收入又在迅速增长。因此，国际上很自然地会考虑或推测她在未来的几十年是否有能力养活自己。人口预计将从 2000 年的 12.8 亿增长到 2020 年的 14.6 亿，和 2030 年的 14.9 亿。与此同时，人均收入的增长将导致对家畜和鱼类产品更大的需求，因此对饲料的需求也将有很大的增长。

**关键词：**预测 家畜 饲料 非常规饲料 政策 分析

本文所要展示的研究的目的在于，确定中国将在多大程度上能够保持目前在动物饲料、家畜和鱼类产品以及其它食品方面基本上自给自足的水平。本文分为 4 个部分：总体结论、研究方法、经验分析、结论和政策建议。所采用的研究方法是以待谢能和粗蛋白为基础计算所有家畜和人工养鱼的饲料需求和可能供给。

一、总体结论

本项研究认为，从技术上看，尽管人口增长和饮食结构变化，中国还是能够继续满足家畜和鱼类饲料在能量上的需求。然而，蛋白质的需求则预计将在 2010 年超过 1999 - 2001 基础年份国内生产量的 13%，2020 年超过 32%，2030 年超过 37%（见表 1）。这个缺口只能通过扩大国内生产或者增加进口来填补。后面将讨论预计的缺口对政策选择的含义。

表 1 中国家畜和人工养鱼对代谢能与粗蛋白的需求和自给能力  
(活跃的经济增长条件下，贸易水平与基础年份相比没有变化，1999-2001 到 2030)

项目	1999-2001 平均	2010	2020	2030
----- <u>代谢能</u> -----				
-----百万兆卡-----				
----- <u>粗蛋白</u> -----				
-----1,000 吨-----				
家畜和人工养鱼				
需求	69,742	83,576	96,155	106,145
自给能力	52,961	64,576	73,972	83,150
需求超过自给能力	16,782	19,000	22,183	22,995
与基础年份相比增加的需求	--	2,218	5,401	6,213
-----百分比-----				
需求超过自给能力	24	23	23	22
与基础年份相差 (%)	--	13	32	37
与前一预测年份相差 (%)	--	13	17	4
家畜和人工养鱼饲料需求和基础年份相比增加				
需求	--	20	38	52
自给能力	--	22	40	57

来源：SIMPSON，模型预测结果。

本研究做出的预测是以对农作物产量增长的保守估计为基础的，而对人均消费量的预测则立足于适度活跃的经济增长。本研究考虑了中国在自然资源方面的制约，但并没有把潜力巨大的生物技术对世界作物产量的可能影响计算在内。可以预计，今后在有些年份可能需要增加进口饲料，另外一些年份则因为气候或其它因素的影响而生产过剩。预测模型中还考虑了人口对于动物产品以外的食物消费。

## 二、研究方法

大多数贸易预测模型使用的是经济学方法，如粮农组织的世界食物模型、美国农业部模型、世界银行模型或国际食物政策研究所（IFPRI）模型。但是这种性质的模型用起来相当麻烦，只是由这些组织自己使用，有些模型只能预测 10 年左右。这些模型是以价格为主要基础的，而价格变量在几年之后就会失去意义。结果，所有关于向中国出口饲料的潜力预测、以及对国际农业贸易发展的估计都出现了误导或错误（McCalla 和 Revoredo, 2001）。

从技术的角度看，关于中国的贸易模型主要或许最重要的问题是它过于简单化了。本文展示的研究结果所依据的模型则是为家畜数量、饲料需求与可能供给的长期预测而专门开发出来的。这个模型最初是于 20 世纪 80 年代后期到 90 年代初期由 Simpson 建构的。从那以来，这个非确定模拟（non-deterministic simulation）的电子表格程序模型已经被多次大幅度地修改和更新。和那些贸易预测模型相比，这个模型要复杂得多、大得多。它有 5000 多行的电子表格程序、800 多个变量和 2200 多个参数。它的预测也相当准确。以 1989 - 1991 年为初始时期对 2000 年所进行的预测（Simpson, Cheng 和 Miyazaki, 1994），和后来 1999 - 2001 年期间（本文所展示的研究的基础时期）的实际情况相当接近，说明了该研究结果的可靠性和该预测模型的可信程度。有关这个模型的更多情况可以在网上查阅 Simpson 和李鸥的文章（2001）。

使用的研究方法是以代谢能和粗蛋白为基础，计算所有的饲料需求与可能供给。由于缺少某些变量如水生植物、路边采食野草、残羹剩饭饲喂等的统计资料，以及模型在参数选择和应用的统计资料上的某些缺欠，在饲料的需求与可能供给之间存在着一定差异。差异的绝对大小并不重要，而其变化则决定了预测期的年份中是否需要进口饲料和进口多少（见表 1）。

研究数据取自世界粮农组织（FAO）的在线网站 FAOSTATS，而没有直接引用中国公布的统计资料。因为 FAO 的数据采用国际标准，可以应用的统计资料更为广泛。而那些没有统计资料可供参考的参数，如农户饲养与商品化饲养的家畜数量比例、农作物秸秆等副产品的使用、投入（化肥、灌溉等）对作物产量增长的贡献、动物生产的参数等，则是通过和有关专家讨论、查阅其他作者的出版物、以及个人调查收集的数据确定的（如 Simpson, Shi, Li, Chen 和 Liu, 2000）。

## 三、经验分析

### （一）动物和鱼产品的消费量

关于人均肉、奶、鱼、蛋消费量的预测源于 Simpson 和李鸥对全国消费量进行的预测分析（2000），该分析以 Simpson 和 Ward 的方法（1995）为基础。预计牛肉在中国的肉类消费中增长最快，到 2030 年人均消费量（和牛肉产量）将翻番，从基础年份（1999 - 2001）的 4 公斤增加到 2030 年的 8 公斤。而同期，禽肉增长 2 倍，从 10 公斤增加到 21 公斤。猪肉消费在基础年份已经很高，此间则将增长很小，从 33 公斤增加到 38 公斤。

中国大陆的肉类和鱼类人均总消费量在 2000 年为 92 公斤，预测到 2030 年将达 118 公斤。与之相比，2000 年日本的人均消费总量是 115 公斤，美国 142 公斤，德国 101 公斤，台湾 117 公斤。

表 2 提供了从 1985 年到 2030 年家畜和鱼类产品实际或预测的总产量。在预测中把进出口的数量固定在 2000 年的水平上，以便表明对国内的饲料需求和可能供给的影响。从 2000 到 2030 年家畜和鱼类的总产量预计增长 49%。其中牛肉和小牛肉的产量增长 127%，30 年间从 500 万吨增加到 1100 万吨。

表 2. 中国肉类和人工养鱼产量预测，活跃的经济增长条件下，1984-86 到 2030

种类	1984-1986	1989-1991	1994-1996 AVG	99-2001	2010	2020	2030
	-----1,000 吨-----						
牛肉和小牛肉	406	1,168	3,054	4,944	7,559	9,458	11,206
猪肉	17,322	24,062	33,010	41,811	46,730	52,380	56,776
羊肉	601	1,071	1,682	2,731	3,161	3,419	3,511
绵羊和羊羔	307	551	893	1,438	1,649	1,819	1,868
山羊	294	520	789	1,292	1,512	1,601	1,644
水牛肉	127	165	275	369	317	256	131
合计	18,456	26,465	38,021	49,855	57,767	65,513	71,624
禽类	2,092	3,855	8,279	12,671	19,242	26,190	31,376
肉类合计	20,548	30,321	46,300	62,526	77,009	91,703	103,000
鱼类，鲜重		5,263	10,475	15,175	18,554	20,370	22,412
肉类与人工养鱼合计		50,337	86,083	118,069	136,795	158,633	176,211

资料来源: 历史数据引自 FROM FAO DATASTATS. 预测数据来自 SIMPSON, 模型预测结果。

## (二) 动物生产力的提高

已经报道过中国畜产品产量的显著增长，并且预计这种势头在可预期的未来还将继续，主要是因为生产效率和生产力上还有很大的改进空间。为了说明和预测家畜数量和饲料需求，模型考虑了牛、猪和家禽的多个技术因素。例如，关于猪的因素相当复杂，程序中涉及了 65 个变量，例如：是农户饲养还是商品化规模生产、每窝产仔数量、每年产仔次数、断奶仔猪重、不同饲养期的天数、死亡率等。猪的例子反映出模型在解释和预测生产的技术变化时需要多少信息。而其它家畜、特别是禽类也和猪的同样复杂。

猪还可以作为很好的例子，说明采用技术对生产力产生的影响。在 1985 年，每头存栏生猪只能生产 54 公斤的猪肉，到 2000 年则达到了 95 公斤，而预计到 2030 年将达到 145 公斤。与之相比，在 2000 年，德国的平均水平是 150 公斤，英国是 136 公斤，美国是 138 公斤。在中国，生猪出栏率（屠宰头数与存栏头数的百分比）预计将从 2000 年的 124% 增加到 2030 年的 170%。与之对照，以上 3 个国家的生猪出栏率在 2000 年为 144 – 195%（FAO, FAOSTATS）。

重要的是应该认识到，在预测期的 30 年中，其他国家的生产率将持续增长，而随着重视促进工业和提高生产率的政策正确制定，中国将从这些变化中受益，采用现代技术，并继续其巨大的结构变化过程（例如参考 Fang, Fuller, Lopez 和 Tuan, 2000）。而对中国农业的准确预测，则取决于很好地理解她的农业结构（包括政策、研究、教育等方面），了解国际的农业和技术，并且认识到农业是一个动态的产业而非固定不变，而中国的农业在许多方面更像欧洲的农业而不象东亚邻国，人们时常将中国与这些国家相比较，从而产生误导（Simpson 和 Li, 2001）。

肉牛对于中国能否给养自己特别重要，因为牛肉的总产量需要翻番才能满足增长的需求。在中国，牛大部分饲养在农区而不是牧区。以前，农民养牛主要是用来耕作和运输，奶和牛肉只是副产品，老牛淘汰了才作为菜牛出售。随着农村地区的机械化和国民收入的增长，市场对牛肉的需求也在增长。因此，尽管有相当一部分的牛仍然在作为役畜，一个真正的肉牛业正在迅速形成，无论是农区还是牧区，作为肉牛业来饲养母牛，主要是为了繁殖小牛（Longworth, Brown 和 Waldron, 2001; Simpson 和 Li, 1996）。涌现出各种饲养和育肥肉牛的方式。大多数是小规模的，有点象二战前后美国的肉牛饲养方式。也发展起一些从几百到几千头的大规模肉牛饲养企业，但是美国式的大型饲养场在可预计的将来还不可能出现。

中国肉牛业的生产率增长很快。在 1985 年，每头存栏牛（包括奶牛）平均只能生产 6 公斤牛肉（见表 4）；到 2000 年，已经达到了 47 公斤。预计在 2010 年将增加到 61 公斤，2020 年 77 公斤，2030 年 87 公斤。这种水平并不高，因为德国在 2000 年就已经是 91 公斤，日本是 111 公斤，美国是 124 公斤。

### (三) 家畜存栏数量预测

表 3 是关于家畜存栏量的历史数据和预测。回顾和分析这些数据十分有益，因为它们显示了技术采纳和结构变化所产生的影响。例如，尽管猪和家禽的产量持续增长，其存栏量则预计在 2010 年以前有适度增加，然后有所减少，因为技术先进的大型企业将成为畜牧业的主体，它们将不断采纳新的技术来提高生产力。牛以外的役畜存栏预计将从 2000 年的 2400 万降低到 2030 年的 700 万。该数字直到 1990 年还是一直增长的，因为农民收入增加，添置役畜来替代劳力。20 世纪 90 年代是机械化时代的开始，农民越来越多地雇用机械从事繁重的耕作，如耕地、收割等。结果，牛以外的役畜数量在这 10 年减少了 13%。水牛数量也经历了同样的变化，有着类似的预期。

表 3. 中国畜禽存栏, 活跃的经济增长条件下, 1984-1986 到 2030

种类	年						
	1984-1986	1989-1991	1994-1996	1999-2001 平均	2010	2020	2030
非牛类役畜	26,225	27,353	26,718	23,772	16,765	11,190	6,708
黄牛							
奶牛	1,776	3,037	4,241	5,308	5,374	5,364	5,355
役畜/肉牛	41,563	54,835	68,803	98,869	117,813	116,759	123,455
合计	43,339	57,872	73,044	104,177	123,187	122,123	128,810
水牛	19,571	21,412	23,030	22,681	19,704	14,530	6,732
黄牛水牛合计	62,910	79,284	96,074	126,858	142,891	136,654	135,542
大畜合计	89,135	106,637	122,792	150,630	159,657	147,844	142,250
棉/山羊合计	160,629	207,914	245,350	279,784	312,784	322,064	316,261
猪	319,078	360,543	408,782	440,382	454,654	403,160	392,124
禽类合计	1,586	2,558	3,914	4,410	4,775	4,599	4,298

来源: 历史数据引自 FROM FAO DATASTATS. 预测数据来自 SIMPSON, 模型预测结果。

从 2000 到 2030 年期间，牛以外的役畜和水牛数量预计减少 3300 万头，这样就能有大量的饲料节省出来，用于其它家畜和人工养鱼。役用牛和肉牛的数量（下文将统称肉牛）已经从 1985 年的 4200 万头增加到 2000 年的 9900 万头。预计在 2010 年将增加到 11700 万头，然后在 2020 年代保持这个水平，在 2030 年达到 12300 万头。简而言之，肉牛存栏数在 2000 年以前的 15 年中增长了两倍多，并且预计在以后的 30 年中增加 24%。最大的问题是怎么满足它们的饲料需求。

### (四) 饲料的利用和生产

在 2000 年，肉牛饲养占用了所有家畜和人工养鱼所需的代谢能 (ME) 的 22% (见表 4)。预计到 2030 年这个比例将增加到 28%。到目前为止，猪的饲养消耗饲料最多，在 2000 年占用了 ME 总量的 41% 和 CP 总量的 34%，预计到 2030 年将分别下降为 40% 和 32%。对于理解中国能够在多大程度上承担家畜和鱼类饲料需求的巨大增长、从而满足消费者对动物性食品的需要，饲料营养、包括饲料类型处于核心位置。

表 4. 各类畜禽的代谢能与粗蛋白需求  
中国，活跃的经济增长条件下，1999-2001 到 2030

种类	总需求		种类所占比例	
	代谢能	粗蛋白	代谢能	粗蛋白
	-百万兆卡-	-1000 吨-	-----百分比-----	
			<u>1999-2001 平均</u>	
役用/肉用黄牛	352,933	14,074	22.1	20.2
其它大畜	134,344	5,407	8.4	7.8
大畜合计	487,277	19,481	30.5	27.9
小反刍家畜	124,315	5,678	7.8	8.1
猪	660,159	23,534	41.4	33.7
禽类	154,003	8,182	9.6	11.7
淡水鱼	170,217	12,868	10.7	18.5
总计	1,595,970	69,742	100.0	100.0
			<u>2030</u>	
役用/肉用黄牛	627,249	23,837	27.6	22.5
其它大畜	90,029	4,262	4.0	4.0
大畜合计	717,278	28,100	31.6	26.5
小反刍家畜	154,837	7,103	6.8	6.7
猪	909,159	33,781	40.0	31.8
禽类	311,544	20,576	13.7	19.4
淡水鱼	179,516	16,585	7.9	15.6
总计	2,272,334	106,145	100.0	100.0

来源: SIMPSON, 模型预测结果。

每个国家发展畜牧业都是根据其资源的可利用性、人民的饮食习惯与偏好、对食品安全性的要求、和在饲料生产上的相对优势。这也是理解和预测中国肉牛生产结构的关键。例如，美国人越来越相信由大规模育肥场以谷物饲料喂养肉牛是保证肉品质量和生产效益的标准。他们认为中国的肉牛业也一定会朝这个方向发展，而中国的谷物生产能力有限，因此需要大量进口饲料。和 Longworth、Brown 和 Waldron (2001) 一样，我们也认为中国的肉牛业不会向这样的结构转化。这个问题非常重要，应该成为制定农业政策的一个重要焦点。

根据计算，在 2000 年可以利用的饲料能量已经达到了 1.21 万亿兆卡（表 5）。其中的 42%来自主要的农作物，如谷物。随着工业和经济的不断成熟，这个比例到 2030 年将增加到 55%，还要有 45%来自其它资源。在 2000 年，饲料蛋白质的 39%来自主要的农作物，如谷物、油菜籽。除非作物种植结构出现根本性的改变，否则这个比例到 2030 年将增加到 42%，。这个发现也具有实质性的政策含义。

表 5. 各种来源的代谢能与粗蛋白产量  
中国, 活跃的经济增长条件下, 1999-2001 到 2030 (1)

类型	1999-2001 平均	2010	2020	2030
<b>代谢能</b>				
-----百万兆卡-----				
副产品	110,684	135,808	164,850	195,403
非常规饲料	441,711	528,720	524,847	516,587
草地	156,511	167,712	171,153	174,435
主要作物 (2)	503,031	685,080	896,117	1,080,700
合计	1,211,936	1,517,321	1,756,966	1,967,125
<b>粗蛋白</b>				
-----1,000 吨-----				
副产品	13,026	16,346	20,177	23,771
非常规饲料	13,641	17,247	17,761	18,399
草地	5,529	5,931	6,120	6,277
主要作物 (2)	20,764	25,051	29,914	34,702
合计	52,961	64,576	73,972	83,150

来源: SIMPSON, 模型预测结果。

(1) 实际的代谢能产量要更高, 但因为难以估计残羹剩饭、水生植物、其它没有列入的饲料种类的饲喂数量以及公布数据的统计误差等问题而无法更准确地计算。

(2) 包括青贮饲料。

农作物产量和播种(收获)面积之间是不可分的。其中任何一个的错误都会直接影响另一个。本来人们寄希望于 1997 年农业普查的主要成果之一是农作物播种面积的修订。但遗憾的是这方面依然存在着严重的问题, 因此没有经过修改的数字仍被不断地继续使用。这个问题的程度可以通过以下的事实来理解: 经过普查, 中国的耕地面积从 9500 万公顷修订为 13000 万公顷, 这个数字现在被国内和国际普遍采用。但由于统计上的巨大困难, 历史年度数据包括耕地面积都还没有进行修改。

随着耕地面积的增大, 农作物的播种面积也应该有很大程度的增加。然而, 尽管普查结果总体上相当可靠, 但播种面积的数据十分值得关注。因此没有采用播种面积的普查结果, 而普查以来的各种有关数据仍然以普查以前的数据为基础。结果, 所公布的作物单位面积产量并没有修改, 仍然很高。这对进行预测来说是一个严重问题, 因为农作物产量能够提高的范围是预测要考虑的主要问题之一。所有有关的指标都表明, 农作物单位面积产量应该比公布数据低得多, 因此存在的增长潜力比统计数据所表明的大得多。因此, 预测建模遇到的问题是调整农作物的播种面积和产量, 使之和提高了 37% 的耕地面积相一致, 以便能够和其它国家的统计资料相比较, 并且能和中国农作物方面的专家有效交流。

在中国 1997 年农业普查结果国际研讨会上, 国家统计局农调队队长指出, 以过去公布的播种面积为基础的农作物单位面积产量数据应该整体下调 20%, 以便使之与实际情况相一致(朱向东, 2000)。没有关于各个作物种类产量减少幅度的数据。结果, 本文的模型中, 将所有农作物的产量数据都同样下调 20%, 尽管这只是次优的选择, 因为各种农作物的产量数据和实际的差异应该是不同的。每种作物的播种面积都提高了 25%, 使作物产量减少 20%。

为进行预测, 农作物被分成两个类型 - 主要的和次要的。9 种主要作物占了播种面积的四分之三。这 9 种作物产量的增长率是通过评估影响它的 6 个因素确定的, 包括肥料、灌溉、农田改造、种子品种、土壤改良、及其它因素如管理、机械化等, 同时也考虑了国际上的产量水平和中国的自然资源条件。对于 20 种有着公布数据的次要作物产量增长率, 是通过评估国际上的产量水平、过去的增长率、

国内与国际需求和市场、以及农民对技术的采纳等来确定的。每种作物播种面积的确定，考虑了过去的增长率，比较了产量增长对于总产量的影响、以及可能的市场需求。

除了棉花和小麦，调整后的作物产量一般都低于大多数经济发达国家。例如在 1999 -2001 年，美国的玉米平均产量是 8554 公斤/公顷，而中国调整后的产量是 3861 公斤。在 20 世纪 90 年代，中国玉米的产量年平均增长 0.9%，预计以后的 30 年每年增长 2.1%。然而即使以这样比率增长，产量也仅仅能达到 7237 公斤，明显低于美国 2000 年的水平。这里要指出的是对 2030 年农作物产量的预测相当保守，其中没有几个达到经济发达国家 2000 年的水平。以国际的观点来看，中国存在着相当可观的产量增长幅度，这一点将在研究的政策含义部分加以阐述。

农田改造和结构性生产调整使得作物播种面积在 20 世纪 90 年代每年增加了 0.5%，尽管其间有大量耕地转为非农利用。预计农作物播种面积的增加趋势（0.4%/年）将保持 2010 年，到那时将有足够的耕地转为非农利用。从那以后，尽管土地将被更集约化地利用，播种面积将开始减少。而根据对 2000 – 2030 年的长期预测，播种面积将总体下降 1.1%（见表 6）。其间，9 种主要作物的播种面积预计将下降 0.1%，而次要作物下降 3.7%。这意味着，灌溉水源的日益紧缺将在更大程度上制约农作物的增产。如果中国要满足不断增长的对食物和动物饲料的需求，就必须扩大对农作物的研究，加速技术的采用。由于预计蛋白质饲料不足，下面的研究将把重点放在油料作物及其种植面积的增加，以及作物秸秆的扩大利用，而不是以能量饲料为导向的谷类作物。

预计谷类作物的总产量将每 10 年增加 3000 万吨，从 2000 年的 4.22 亿吨增加到 2030 年的 5.34 亿吨，大大高于 1990 年的 3.90 亿吨（见表 6）。而油料作物预计将从 2000 年的 2800 万吨只能增加到 2030 年的 5300 万吨，除非有一些政策导致更多的资源转移到增加油料作物的

表 6. 谷类与油料作物产量，中国，活跃的经济增长条件下，1999-2001 到 2030

作物	公布数字			模型基础和预测		
	1989-1991 平均	1994-1996 平均	1999-2010 平均	2010	2020	2030
-----1,000 吨-----						
谷类作物产量（中国定义）						
水稻	186,598	187,442	190,577	200,033	205,894	207,950
小麦	94,999	104,027	102,339	109,513	117,355	119,719
玉米	91,891	113,300	116,757	145,747	171,523	193,780
小米	3,918	3,430	2,297	1,870	1,493	1,419
高粱	5,135	5,678	2,948	3,245	3,584	3,959
其它谷类作物	7,630	9,053	7,300	7,000	7,500	8,000
合计	390,171	422,930	422,218	467,407	507,349	534,827
油料作物产量（中国定义）						
花生	6,082	10,103	13,925	18,201	20,925	21,347
油菜籽	6,610	8,823	10,944	16,749	22,337	25,936
芝麻	415	569	782	1,218	1,686	1,863
向日葵	1,275	1,320	1,906	2,600	3,236	3,435
其它	0	0	0	0	0	0
合计	14,382	20,815	27,557	38,767	48,184	52,581

来源: 历史数据引自 FROM FAO DATASTATS. 预测数据来自 SIMPSON, 模型预测结果。

生产上，来解决预计蛋白质饲料不足的问题。有迹象表明，政府已经认识到这个问题，从 1990 年到 2000 年油料作物产量每年增长 6%，明显高于谷类作物的每年增产 1%。

#### （五）非常规饲料资源

非常规饲料资源（NCFR）对于家畜来说，是既有能量又有蛋白质的重要饲料来源（在 2000 年分别占到代谢能和粗蛋白产量的 36%和 26%），几乎与主要的农作物同样重要，后者在 2000 年的贡献是将近 42%的能量和 39%的蛋白质产量（表 5）。作物秸秆和青贮实际上是认识中国满足其畜牧业和渔业饲料需求潜力的焦点，因为它们在今后 20 年将继续是重要的家畜饲料来源，尽管其在代谢能与粗蛋白总量中的比例会分别下降到 26%和 22%，而主要作物的贡献比例分别增长到 55%和 42%。随着作物育种的进展，谷类作物在农作物中的份额将会增加。

估计在 2000 年生产了 7.95 亿吨的作物秸秆和青贮饲料，成为 NCFR 的主要来源（表 7）。由于农户家庭饲养猪、禽的 NCFR 数量相对较少，这一部分的重要性将随着这些产业商品化生产的发展而进一步降低。肉牛的饲养和肥育消费了大部分的 NCFR，这种饲料利用说明了为什么中国即使不大量进口谷物也能满足其快速增加的肉牛饲料需求。作物秸秆和青贮也是其它反刍动物和非牛类役畜的重要饲料。然而，正如家畜存栏数量预测部分中指出的那样，水牛和非牛类役畜的数量将大量减少，这样将有更多的作物秸秆和青贮饲料用于肉牛生产。

作物残余物包括藤蔓、麦秸、稻草和玉米秆，一部分在收获过后就在地里轻易地浪费了，或烧掉，或耕翻进地里，还有用于造纸，或被农民用来做饭和取暖。剩下的才用来饲养动物，主要是反刍家畜。估计 2000 年有 34%被用来做饲料，预计到 2010 年通过政府的计划能达到 38%（参见表 11，模型计算采用了 Tingshuang, Sanchez 和 Peiyu 2002 年的数据）。主要用玉米制作的青贮饲料十分重要，在 2000 年占到了秸秆和青贮饲料总和的 34%。随着育肥肉牛数量的增加，会有越来越多的玉米从收获谷粒转向青贮，使青贮饲料所占份额于 2003 年达到 50%。

玉米秆是喂养家畜最好的作物残余物，饲养价值比麦秸、稻草高。每公斤玉米秆含有 1.87 兆卡能量和 5.4%的粗蛋白，而每公斤稻草只含 1.43 兆卡能量和 2.9%的粗蛋白（1 兆卡等于 1000 千卡，而千卡通常作为人类营养的单位）。饲喂的秸秆和青贮总量预计将从 2010 年的 4.73 亿吨增加到 2020 年的 5.03 亿吨，到 2030 年将达到 5.22 亿吨（见表 7）。

中国畜牧业发展政策的重点之一是增加对未处理和处理过的作物秸秆的利用（Tingshuang, Sanchez 和 Peiyu, 2002）。20 世纪 80 年代中期开始，中国开始了改进作物秸秆利用的计划，FAO 和 UNDP 从 1987 年开始提供了大量的财政和技术援助。到 2000 年，包括示范点在内地全国共有 13 个地区和 380 个县在实施计划。关于 NCFR 利用数量的预测显示了继续保持这种重视对于中国农村地区畜牧业发展的重要性。

有不少处理秸秆的方法，在中国最普遍采用的是氨化。这种方法成本适中，技术相对简单，且收益稳定。优点之一是分解了木质素从而提高了可消化性。另外增加了代谢能和粗蛋白含量。如玉米秆的代谢能能从每公斤 1.87 增加到 2.50 兆卡，粗蛋白含量从 5.4%提高到 8.0%。对照来看，稻草在被处理后，代谢能增加不多，而粗蛋白含量有一定增加，从 2.9%提高到 4.3%。估计 2000 年有 45%的作物秸秆饲料经过了处理，其中麦秸、稻草为 52%，玉米秆为 51%（见表 7）。有充分理由相信，饲喂和处理的秸秆数量都将继续增加。

### 四、结论和政策含义

本研究最重要的结论是中国将能满足未来几十年不断增加的能量饲料需求，但是如果不采取行动，蛋白质饲料的不足将持续增加。有一些方法可以使中国避免饲料进口的大幅度增加，但都需要制定适当的、有时甚至是复杂的政策。本文主要是分析饲料，所以将结论和政策建议相结合最便捷的方法就是从表 5 提出的 4 个饲料种类开始。

作物秸秆和青贮饲料的产量和经过处理的数量  
中国，活跃的经济增长条件下，2000 到 2030

种类	1999-2001 平均	2010	2020	2030	1999-2001 平均	2010	2020	2030
	-----1,000 吨-----				-----百分比-----			
————— 秸秆和青贮产量 —————								
藤蔓	130,113	157,218	179,784	201,060	16	17	18	19
麦秸/稻草	380,303	380,550	381,106	368,439	48	41	38	36
玉米秆	165,887	182,669	197,798	206,022	21	20	20	20
合计	676,303	720,437	758,688	775,521	85	79	77	75
青贮	119,163	197,018	231,879	261,998	15	21	23	25
总计	795,466	917,455	990,567	1,037,519	100	100	100	100
————— 秸秆和青贮饲喂量占产量的比例 —————								
藤蔓	30,100	41,262	45,391	50,780	23	26	25	25
麦秸/稻草	130,495	151,689	145,706	126,377	34	40	38	34
玉米秆	66,311	82,715	80,228	83,324	40	45	41	40
合计	226,906	275,666	271,325	260,481	34	38	36	34
青贮	119,163	197,018	231,879	261,998	100	100	100	100
总计	346,069	472,684	503,204	522,479	44	52	51	50
————— 经过处理的秸秆数量和占饲喂量的比例 —————								
藤蔓	4,077	8,186	9,434	10,568	14	20	21	21
麦秸/稻草	64,437	80,566	83,384	84,440	49	53	57	67
玉米秆	33,699	46,181	59,250	71,392	51	56	74	86
合计	102,212	134,932	152,068	166,401	45	49	56	64
青贮	0	0	0	0	0	0	0	0
总计	102,212	134,932	152,068	166,401	30	29	30	32

来源：SIMPSON 模型，得到 TINGSHUANG, SANCHEZ 和 PEIYU 对 2000 和 2010 大多数基本数据的承认（2002）。

在制定饲料发展政策方面，草地是最困难的类型，因为只有数量不多的能量和蛋白质饲料来自草地，也只是一小部分的家畜依靠草地饲养。它最大的问题首先和最重要的还是人的问题。从长远的可持续发展观点看，大部分草原地区的人口和家畜数量过多。不幸的是，无法对放牧进行控制正在对中国广大的草原牧区产生着长远的有害影响。这实际上是个社会难题，必须通过移民和放弃或出卖土地使用权来解决（参见 Simpson、Li 和 Li 的文章，2003），我们也认同政府在这些地区进行移民搬迁的做法（《人民日报》，2003 年 3 月 11 日）。政府正在大面积试验禁牧、轮牧的计划，对此应当加以鼓励和支持。

作物秸秆和青贮本身并不反映与主要作物产量相关的生物技术和其它高科技所带来的成就，但它们依然是政策制定者可以选择的重要方案之一，有好几个充分的理由。首先，需要的投入有限，并不需要开展多少新的研究来改进其利用。第二，处理技术比较简单，适合中国的农业结构。第三，在肉牛生产中大力推广使用非常规饲料，可以帮助中国避免象美国的大型育肥场那样依赖常规饲料而不得不大量进口。而最重要的是，促进非常规饲料的应用可以对蛋白质饲料短缺产生实质性的影响，因为在所有家畜和水产种类中，肉牛生产最不容易受到技术进步和产量增加通过规模经济所产生的影响。下面是个简单的例子，用本文中的数据说明，为什么政策制定者应该十分重视非常规饲料的应用。

预计人均牛肉产量或消费将从 2000 年的 3.9 公斤增加到 2010 年的 5.5 公斤，再加上以前表格的数据，关于 2010 年粗蛋白缺口的预测结果是 220 万吨（见表 1）。代谢能和粗蛋白是确定不同饲料数量的有用方式，但同时也是抽象的度量。因此，我们将基础年份（1999 - 2001）营养需求之上增加的数量转换为大豆当量（SBE, soybean equivalent），粉碎率定为 40%，之后豆粉的粗蛋白含量定为 43%。通

过转换，第一或基础预测方案表明 2010 年需要增加大豆进口 1290 万吨（见表 8）。将此应用到美国农业部关于中国的进口预测当中，2007 年的结果为 530 万吨大豆，比 2000 年增加 150 万吨。

表 8. 关于作物秸秆的应用对于大豆进口影响的预测方案  
中国, 活跃的经济增长条件下, 1999-2001 到 2030

项目	1999-2001 平均	2010	2020	2030
<b>预测的牛肉消费量</b>				
人均牛肉消费 (公斤)	3.9	5.5	6.5	7.5
<b>预测方案 1 (基础的)</b>				
占玉米秸秆产量的比例				
没有经过处理而饲喂给家畜的 (%)	20	20	10	5
经过处理而饲喂给家畜的 (%)	20	25	30	35
与基础年份相比短缺粗蛋白 (1,000 吨)	--	2,218	5,401	6,213
增加的大豆进口数量 (百万吨) (1)	--	12,897	31,402	36,122
<b>预测方案 2</b>				
占玉米秸秆产量的比例				
没有经过处理而饲喂给家畜的 (%)	20	20	10	5
经过处理而饲喂给家畜的 (%)	20	35	50	60
与基础年份相比短缺粗蛋白 (1,000 吨)	--	850	2,428	2,337
增加的大豆进口数量 (百万吨) (1)	--	4,939	14,117	13,590
<b>较高水平的牛肉消费量</b>				
人均牛肉消费 (公斤)	3.9	6.0	9.0	10.0
<b>预测方案 3</b>				
占玉米秸秆产量的比例				
没有经过处理而饲喂给家畜的 (%)	20	20	10	5
经过处理而饲喂给家畜的 (%)	20	25	30	35
与基础年份相比短缺粗蛋白 (1,000 吨)	--	3,973	13,699	14,156
增加的大豆进口数量 (百万吨) (1)	--	23,100	79,644	82,301
<b>预测方案 4</b>				
占玉米秸秆产量的比例				
没有经过处理而饲喂给家畜的 (%)	20	20	10	5
经过处理而饲喂给家畜的 (%)	20	35	50	60
与基础年份相比短缺粗蛋白 (1,000 吨)	--	2,604	10,726	10,280
增加的大豆进口数量 (百万吨) (1)	--	15,142	62,359	59,768

注：以大豆当量为基础、需要弥补国内粗蛋白产量不足的数量。粉碎率为 40%，生产出豆粉的粗蛋白含量为 43%。

资料来源：SIMPSON, 模型预测结果。

显然，还有其它的蛋白质饲料来源，如油菜籽、菜籽饼、鱼粉等。1999 – 2001 年，中国平均每年进口 1400 万吨油菜籽，大大高于 1989 – 1991 年的不到 100 万吨和 1994 – 1996 年的 200 万吨。之所以选择大豆当量，是因为它比较容易被理解。继续我们的基础预测方案，看看 2030 年的情况。如果对那年预测的 3610 万吨进口成为现实，又都是大豆的话，就几乎达到了全世界 2000 年的大豆进口数量（4000 万吨）。

人们自然要问起这些预测的灵敏度。结果显示，作物产量和播种面积的变化确实可以产生影响。而由于预测是基于产量的适度增长之上的，进一步开发和采用科研成果所增加的反应率有助于减轻产量或面积变化对饲料短缺产生的影响。另外，如前面指出的那样，牛肉是预测中考虑的主要畜产品种类，因

为肉牛生产消耗了巨大数量的饲料。政府鼓励作物秸秆利用和处理的计划十分重要，因为只要将作物秸秆、特别是处理过的利用增加一些，就能对饲料短缺状况起到很大作用。仅以第二种预测方案中的玉米秸秆为例，如果经过处理后饲喂家畜的玉米秸秆比例从基础方案中 2010 年的 25% 提高到 35%，则仅需要增加 490 万吨、而不是 1290 万吨大豆当量饲料，来填补短缺（见表 8）。而预测 2030 年的利用比例从 35% 增加到 60%（同时没有经过处理的玉米秸秆饲喂比例由 2010 年的 20% 减少到 2030 年的 5%），则当年需要增加的大豆当量饲料进口就不是 3610 万吨，而只有 1360 万吨。

如果人均牛肉消费量比基础方案预测增长得再快一些，比如 2030 年不是 7.5 而是 10 公斤/年，结果会怎样呢？方案 3 的答案是，如果经过处理的玉米秸秆利用比例达到 35%，而未经处理的利用比例减少到 5%，需要增加进口的大豆当量饲料竟然达到不可思议的 8,200 万吨。而如果处理过的玉米秸秆利用比例增加到 60%（方案 4），需要增加的进口也将达到 6000 万吨。

从积极的方面看，玉米秸秆只是政府计划涉及的多种作物残余物中的一种。如果其它大多数种类的利用和处理水平也能实现政府计划的那样，则饲料短缺可以通过适量的蛋白质饲料进口来加以满足。这里要表明的是，存在着比较简单的解决蛋白质饲料短缺的方案，它们对满足饲料需求十分重要。

总之，贸易数据显示，在上世纪 90 年代中国从蛋白质饲料的净出口国变为重要的进口国。本文所反映的十分保守的预测进一步强化了过去十年的趋势。许多学者特别是那些支持中国将大量进口农产品观点的，为未来描绘了黯淡的图景。与之相反，我们则坚信，尽管中国面临着艰巨的障碍，如水资源短缺、土地状况恶化、农村数量巨大的剩余劳动力、食物结构的快速变化—更多消费畜禽和鱼类产品，但只要制定出适当的农业与农村发展政策并得到有效实施，就依然存在着可观的改进空间。增加油料作物生产的潜力很大，生物技术也为发展抗旱和适合旱地农业的品种、减少使用化学物质、增加比预测中高得多的产量等提供了巨大潜力（Gianessi, Sankula 和 Reigner, 2003; Huang、Rozell、Pray 和 Wang, 2002; Huang、Hu、Wang、Keeley 和 Zepeda, 未注明出版日期）。

由于篇幅的原因，本文不可能提供具体的政策建议，而是突出了可以用来补充和加强计量经济学贸易模型的一个方法。在中国没有多少经济学家非常关注农业生产和技术层面本身，但都至少在一定程度上对如何衡量生产力和效率感兴趣，因为它们决定了生产成本的降低、消费者用于食物花费的减少、农民收入的增加和整个食品生产链条中的一系列农产品加工企业的经营。从性质来说，经济学家总是考虑长远，关注稀缺资源的最佳利用、和最有效的使用土地、劳动力和资本。本文所做的预测清楚表明，农业发展的政策和计划需要采用能够考虑长期跨度的途径，而合适的经济计划要以合理、可靠的技术分析为基础。

## 参考文献

- China Daily*.2003, “China to relocate millions of poor.” March 11, 2003
- Fang, Cheng, Frank Fuller, Michael Lopez and Francis Tuan. 2000, “Livestock Production Slowly Evolving from Sideline to Principal Occupation.” Economic Research Service, USDA, China/WRS-99-4/March 2000, pp24-28.
- FAO, FAOSTAT (Statistical database). <http://apps.fao.org/page/collections?subset=agriculture>
- Gianessi, Leonard, Sujatha Sankula and Nathan Reigner. 2003, “*Plant Biotechnology: Potential for Improving Pest Management in European Agriculture, Maize Case Study*”. The national Center for Food and Agricultural Policy, Washington, D.C., June, Available at [www.ncfap.org](http://www.ncfap.org).
- Huang, J, S Rozell, C. Pray and Q. Wang. 2002, “Plant Biotechnology in China,” *Science*, vol. 295, 25 January, 674-677.
- Huang, Jikun, Ruifa Hu, Qinfang Wang, James Keeley and Jose Falck Zepeda. “Agricultural Biotechnology Development, Policy and Impacts in China,” unpublished paper, n.d. available at <http://www.ids.ac.uk/ids/env/PDFs/China%20PaperEPW.pdf>

- Huang, J, Q. Wang, and Y Zhang. 2001, "Agricultural Biotechnology Development and Research Capacity in China," Center for Chinese Agricultural Policy, Chinese Academy of Sciences. February .
- Longworth, John W., Colin G. Brown and Scott A. Waldron. 2001 , *Beef in China: Agribusiness Opportunities and Challenges*. Santa Lucia, Queensland: University of Queensland Press.
- McCalla, Alex F. and Cesar L. Revoredo. 2001 , *Prospects for Global Food Security: A Critical Appraisal of Past Projections and Predictions*. IFPRI Food, Agriculture and the Environment Discussion Paper 35, IFPRI, Washington, D.C., October. Available at <http://www.ifpri.org/>
- Simpson, James R. and Ronald Ward. 1995 , *Analysis Projects Future Livestock Demand in China. Feedstuffs*, November 13, pp 14, 16, 31. Available at <http://www.jamesrsimpson.com/>
- Simpson, James R. and Ou Li, 1996, " Feasibility Analysis for Development of Northern China's Beef Industry and Grazing Lands." *Journal of Range Management*, Vol. 49 (6), November, pp. 560-564. Available at <http://uvalde.tamu.edu/jrm/tocnov96.htm>
- Simpson, James R., Xu Cheng and Akira Miyazaki, 1994, *China's Livestock and Related Agriculture: Projections to 2000*, Wallingford, UK, CAB International.
- Simpson, James R., Youlong Shi, Ou Li, Weisheng Chen and Shuxia Liu. 2000, "Commercial Pig, Broiler and Laying Hen Farm Structure in China, 1996." *Society and Culture: Journal of the Socio-cultural Research Institute, Ryukoku University*, Vol.2, pp 47-269. Available at <http://www.jamesrsimpson.com/>
- Simpson, James R. and Ou Li, 2001, "Long-term Projections of China's Supply and Demand of Animal Feedstuffs." *International Trade in Livestock Products*. International Agricultural Trade Research Consortium Symposium, Auckland, New Zealand, January 18-19, Available at <http://iatrcweb.org/>
- Simpson, James R. and Fu Ping Li. 2000, "A Cross Country Analysis of Per Capita Consumption of Selected Food Commodities Using Purchasing Power Parity," unpublished paper, Faculty of Intercultural Communication, Ryukoku University, September.
- Simpson, James R., Ou Li and Fu Ping Li, 2003, "Economic, Institutional and Structural Analysis of Semi-Nomadic Pastoralists in the Extreme Northwest of China." *龍谷大学国際社会文化研究所紀要 (Society and Culture: Journal of the Socio-Cultural Research Institute, Ryukoku University)*, Vol. 5, May, pp. (in English). Available at <http://www.jamesrsimpson.com/>
- Tingshuang, Guo, Manuel D. Sanchez and Guo Peiyu. 2002, *Animal production Based on Crop Residues: Chinese Experiences*. Rome, FAO.
- Zhu, Xiangdong, 2000, "A Concise Analysis on Main Results of the First National Agriculture Census in China," Paper presented at the International Seminar on China Agricultural Census Results, Beijing, 19-22 September.

# Long-term Projections of China's Ability to Feed Itself: Technical and Policy Analysis

James R. Simpson and Ou Li

(Ryukoku University, Japan) (China Agricultural University)

**Abstract:** China, with one-fifth of the world's population and rapidly rising incomes, is a country which has naturally been open to speculation about its ability to feed itself over the next several decades. Population will grow from 1.28 billion in 2000, to 1.46 billion in 2020, and 1.49 billion in 2030. Simultaneously, per capita income growth will lead to greater demand for animal and fish products, thus resulting in expanded feedstuffs requirements.

The objective of the research reported on was to determine the extent to which China will be able to maintain its current level of being essentially self-sufficient in animal feedstuffs, animal and fish products, and other foods for humans. The research method used is to calculate all animal and fish requirements and availabilities on the basis of metabolizable energy (ME) and crude protein (CP).

It is concluded that *technically*, despite human population growth and changes in diet, China can continue to meet its energy requirements for animal and fish feedstuffs. However, protein requirements are projected to exceed the base period of 1999-2001 domestically produced availabilities by 13 percent in 2010, 32 percent in 2020 and 37 percent in 2030. That gap will have to be met by expanded domestic production, or increased imports. Implications of the projected shortfalls on policy options are discussed later.

The projections are based on conservative crop yield increases and per capita consumption projections derived from the economy growing at a moderately robust pace. Constraints on China's natural resources are taken into account, but the great potential biotechnology will probably have on crop production worldwide is not factored in. It can be expected there will be years in which imports will likely be needed and other years of surpluses due to climatic variations and other factors. Human consumption of food from sources other than livestock commodities is taken into consideration in the modeling.

**Key words:** China, projections, livestock, feedstuffs, non-conventional, policy, analysis

**JEL Classification:** G320, G340, G390