

电子图书



信息技术的结晶

人类文明的载体

网络的基本资源

引 言

资源、环境、持续农业和农村发展，是当代世界各国关注的热点和优先发展的领域。中国选择了跨世纪的可持续发展战略，最早提出了国家级的“中国 21 世纪议程”，被联合国粮农组织誉为最好的议程之一。这说明中国已经敏锐地意识到现代经济建设给资源和环境带来的巨大冲击，迫切需要吸收现代可持续发展的先进思想，结合中国传统农业持续发展的实践，走出中国的农业、农村和资源、环境协调持续发展的道路。

我们工作的宗旨是向国内外大众传播可持续产业和农村发展的战略思想，并以此作为资源、环境和人类的再生之路。目前迫切需要我们做的工作是：

确保食物安全，必须建立粮食预警系统。人口增加，资源减少，食物安全面临着严峻的挑战。21 世纪谁来养活中国？科学分析表明，只要我们合理开发利用资源，未来的食物生产有着巨大的潜力。我们可以选择正确的政策，确保食物安全。

建立清洁生产体系，加快生产绿色食品。人类正在受到环境污染的危害。对此，人们提出了清洁生产的全新概念，在生产过程中进行污染控制和再生资源的利用。追求绿色食品，将会给我们带来第二个春天。

继续调整结构，合理配置资源。在经历了长期的单一经济的贫穷之后，人们找到了通向富裕之路，发展多元化产业。人们发现，食物消费和生产结构的调整，可以合理配置有限资源，可以带来巨大的经济、生态和社会效益。

合理利用能源，提高综合生产能力。现代物质的大量投入，带来了现代的文明。但是大量石油化学物质的不合理投入，的确对环境产生了巨大的威胁。因此，必须再造外源投入物质，选择提高生产力的科学道路。

制止资源过度消耗，合理管理资源。人均资源紧缺形成了巨大压力，但人们仍然需要依靠有限的资源生产更多的食物。因此，只有合理利用资源，运用市场经济手段管理资源，才能留下后代必需的资源。

确保生态平衡，建设环境工程。农业对生态平衡的冲击，主要是资源的过度开发利用和农药污染，这是全球环境面临的严峻问题。对此，人类正在寻找改善生态环境的技术，正在努力建设生态环境工程。

实行分区调控，促进区域和城乡持续协调发展。东、中、西部三个经济地带的发展形成了巨大的差异，为了扭转这一趋势，需要采取可持续性的区域调整战略，选择最优的城市化模式，实现城乡一体化的战略构想。

食物安全和预警系统

植物叶绿素，是天地的中介，宇宙的焦点，是真正盗取天火的普罗米修斯。从它的一端射进阳光，另一端开始生命的所有形式。无论是耀眼的电光，还是闪烁的松明，无论是飞转的巨轮，还是诗人手中的笔都是靠它推动的。这是俄罗斯著名的生物学家季米里亚捷夫长期潜心研究的至理名言。粮食和食物是人类社会生存的基础，支撑着整个人类文明的大厦。正当人类享受着现代物质文明成果、满意地展望着未来经济高速发展前景的时候，惊异地发现人类的资源和环境正面临着严重的威胁，同时这也威胁着人类自身的未来生存和发展，而首先受到威胁的是人类的食物安全及自身的健康和繁荣。农业能不能持续稳定地发展下去，叶绿素所盗来的文明之火到底还能燃烧多久，成为我们迫在眉睫的一个不得不回答的问题。

1996年11月，世界各国首脑云集意大利首府罗马，举行首脑会议。出席这次首脑会议的总人数约5000人，其中正式代表为500人，国家元首和政府首脑近百人，中国国务院总理李鹏也出席了这次会议。各国政要之所以拨冗前去罗马，是因为世界粮食库存量及世界粮食安全系数持续下降，至1995~1996年度，库存量下降为2.67亿吨，粮食安全系数仅为14.6%。世界粮食安全系数是指世界粮食库存量占下一年度消费量的百分比。联合国粮农组织确定的安全系数为17%~18%，如低于17%为不安全，低于14%则为紧急状态。1996年4月13日英国《卫报》刊载该报科技主编蒂姆·雷德福的文章，他在文章中指出：“在新年伊始的时候，世界谷物储备低于以往任何时候，只够48天之用！”世界粮食储备已接近紧急状态。首脑会议这一不寻常的举动，标志着世界粮食安全问题的严重性，也昭示出当今世界各国和联合国粮农组织对食物安全问题的重视和解决这个问题的决心。

1994年秋天以来，21世纪的中国粮食问题已经引起了世人的广泛关注。美国世界观察所所长莱斯特·布朗提出了21世纪谁来养活中国人的问题。对此，国内外展开了广泛的讨论。当前世界关注中国粮食问题，是一种历史的偶合，因为过去5年中全球的粮食产量没有任何增长，此时又处在中国经济高速增长的时期。布朗根据韩国等国的经验，推测中国将出现粮食总供给和总需求的巨大缺口。

农业是国民经济的基础，粮食是基础的基础。一个国家有了粮食，经济就能快速发展，人们的营养和健康水平就能不断提高，这个民族就能兴旺发达。中国政府对粮食问题历来十分重视，1996年10月，就在世界粮食首脑会议的前夕，中国政府发布了中国粮食白皮书，表明了中国政府的未来粮食战略。李鹏总理在世界粮食首脑会议上发表讲话时也强调指出：中国是维护世界粮食安全的重要力量。中国的粮食总产量居世界首位，解决了世界20%的人口的吃饭问题，这是维护世界粮食安全的重要因素。人们完全可以放心，在未来的岁月里，中国人不仅有能力依靠自己的力量实现丰衣足食，而且将对世界粮食安全做出新的贡献。

民以食为天：食物安全是人类健康的保障

“国以民为本，民以食为天”，这是中国历史经验的总结。农业在中国的历史上一直被尊为“本”业，在世界经济发展中重农主义也曾经盛行一时。然而，粮食问题，这个人类生存最基本的问题至今在全世界范围内没有得到彻底解决。中国由于其特殊的国情和历史原因，仍有 8000 万人处于不得温饱的贫困线以下，这是一个人们不得不面对的悲哀的现实。但更为严峻的是，一方面，人口持续增加，人均资源占有量持续减少，环境进一步恶化；另一方面，大量农业资源由于农业比较利益低下而不断流出农业，大量耕地流失，大批优秀青年流向城市和二、三产业，大笔资金转向回报率高、回收期短、见效快的非农项目。这两方面的交互作用，对于基础薄弱的农业无异是雪上加霜。数字可能是枯燥的，但它却是鲜活的事实，可以促使我们猛醒。

食物安全面临着严峻的挑战

从现在起到 21 世纪 30 年代，中国的食物和农业的发展，正在进入一个重要的历史发展时期，人口的继续增长将要达到高峰期。耕地的继续减少将要下降到更低的低谷，非耕地资源开发需要投入巨大的资金，人们生活将要进入到富裕阶段。这一时期中国的食物和农业状况如何，成了举世瞩目的重大问题。因此要对影响中国食物和农业的一些重要因素进行深入的分析。

1.2 一定大于 1 吗

人口持续增长，到 30 年代达到高峰期。

当我们义愤填膺地批判马尔萨斯人口论时，当我们指责马寅初教授的新人口论时，我们过于乐观地估计了人的两只手的创造能力，而忽视了一张嘴的消费能力。2 并不是永远比 1 大！正是由于我们认识上的失误使得中国在 50~60 年代形成庞大的人口基数。尽管我国从 70 年代就开始了人口计划生育工作，特别是近十几年来计划生育取得了令世人称道的成就，但是由于基数的庞大，人口仍将持续增加。

过去的 15 年，中国人口从 1980 年的 9.87 亿人增加到 1995 年的 12.11 亿人，平均每年增加近 1500 万人，年平均增长率为 1.28%。近几年，虽然明显低于过去 15 年的平均增长水平，但年平均人口增加幅度仍然有 1300 万人。

到 2000 年、2010 年、2020 年和 2030 年，根据国内外多种途径的预测，中国的人口将由 1995 年的 12.11 亿人先后增加到 13 亿人、14.0~14.3 亿人、14.7~15.4 亿人和 15.3~16.3 亿人，进入人口数量最大的时期。

2. 我们将拥有多少耕地

耕地继续减少，到 2030 年减少到更低的低谷。

过去几十年来，提起国情，人们总是自豪地说两句话，一是地大物博，二是人口众多。人口众多固然是事实，但地大物博却未必如此。中国的国土质量，就农业来讲，并不算太好。

如果从黑龙江省的漠河到云南省的腾冲划一条线，可以把中国的版图分为大致相等的两个部分。西北是牧区，连片草原约 2.87 亿公顷，其中有 0.67 亿公顷左右不能利用，可以利用的部分也由于干旱、低温、生长季节短，因此开发利用难度相当大；东南是农区，集中了总耕地面积的 90% 以上，后备

耕地资源已经十分有限。中国也是一个丘陵、山地较多的国家，山区水土流失相当严重，已经使江河湖泊受到了严重危害，开发利用的难度也是相当大的。因此，长期以来，中国的粮食和食物生产一直沉重地压在有限的耕地上。

在过去的 10 多年里和今后相当长的一段时间内，中国经济处在高速增长的阶段，工业扩展和农村城市化需要占用大量耕地。耕地的减少就可能降低粮食的生产能力，可能造成食物的严重短缺。几乎所有的人多地少的国家都会遇到类似的问题，但在中国由于改革前 30 多年偏重发展城市工业体系的结果，在农村滞留了大量剩余劳动力，现在主要靠就地进入乡镇企业来转移。兴办乡镇企业，要占用更多的耕地，这是我们不得不挥舞的一把双刃剑，一定量耕地的减少是我们转移剩余劳动力所必须付出的代价。

在过去的 15 年里，由于农村和城市基础设施建设规模的不断扩大，也占用了大量的耕地。尽管中国推行了耕地保护政策，但未能抑制住耕地减少的趋势。根据统计面积计算，中国耕地由 1980 年的 9930.5 万公顷减少到 1995 年的 9497.4 万公顷，平均每年减少耕地面积 28.9 万公顷，人均耕地面积由 0.1 公顷减少到 0.08 公顷。

到 2000 年和 2030 年，每年净减少耕地面积控制在 13.3 万公顷，即每年平均控制占用耕地 40 万公顷，新开垦耕地 26.7 万公顷。这样，耕地面积将可能先后减少到 9400 万公顷和 9000 万公顷，人均耕地将下降到 0.073 公顷和 0.055 公顷。

如果按实际普查耕地面积，包括卫片、遥感、航测、土地普查，取最低数字为 1.32 亿公顷，到 2000 年和 2030 年，分别减少 0.01 亿公顷和 0.07 亿公顷，将下降到 1.31 亿公顷和 1.25 亿公顷，人均耕地将下降到 0.1 公顷和 0.077 公顷。

3. 吃饱 + 吃好

国民经济持续增长，人们购买力成倍增加，未来的食物需求将对农业产生持续加大的压力。

1978 ~ 1995 年，全国居民平均消费水平由 350 元增加到 1169 元。增加 2.34 倍，其中用于食物的消费金额由 235 元增加到 631 元（即恩格尔系数由 67% 下降到 54%），标志着人们的生活水平有了显著的提高。

到 2000 年，人均国民收入将达到 2500 元（1990 年可比价，下同），居民人均消费水平达到 1280 元。到 2030 年，人均国民收入按每年平均 5% 的高速度持续增长，人均国民收入达到 10800 元，居民人均消费水平达到 5040 元，其中用于食物的支出（即恩格尔系数将由 2000 年的 48% 下降到 38% 左右）将达到 1915 元左右，对于食物的消费需求将有一个大幅度的增长，人们生活水平将由小康阶段进入到富裕阶段（按照联合国粮农组织的划分标准，恩格尔系数 40% ~ 49% 时为小康阶段，30% ~ 39% 时为富裕阶段）。

未来食物的前景鼓舞人心

人口的增长、人们购买力的增加，必将要求食物消费水平相应提高。但食物消费也不是无限增长的，在基本满足了人们的主要食物数量需求之后，主要是质量的改善，而不再是数量的增加。根据预测，可能在 2020 年前后，中国人的主要食物需求将达到最高点。

到 2000 年、2010 年、2020 和 2030 年，中国粮食需求总量将先后达到 5

亿吨、5.8亿吨、6.45亿吨和7.20亿吨，其中30%、38%、43%和50%用作饲料粮。到2020年人均主要食物消费量将接近日本的消费水平，主要食物营养水平开始达到富裕阶段的水平。

(1) 粮食的需求要纳入到总体食物需求以至整个消费需求的全局中进行系统分析。在中国解决了温饱问题之后，在向小康水平转变的过程中，这时是各类食物人均消费增长最快的历史时期，人均直接消费的口粮已由1985年的253公斤下降到1995年的234公斤，到2000年将下降到213公斤，占粮食总消费量的比重将由了993年的61%下降到55%。与此同时，动物性食物和水果、油、糖则呈现出很快的增长趋势。这反映了中国人膳食质量和营养水平的迅速改善。这种改善仍然是以粮食作为主要的基础物质。

(2) 过去的17年，粮食和食物的消费量以及消费结构发生了显著的变化。1978~1995年，全国粮食消费总量由3亿吨增加到4.65亿吨，人均粮食消费量由300公斤提高到385公斤左右，粮食中的饲料粮比重由12%上升到27%左右。与此同时，动物性食物消费呈现了持续高速增长的趋势。人均消费肉、蛋和水产品由8.86公斤、1.97公斤和3.50公斤分别迅速提高到28.91公斤、11.75公斤和12.09公斤。人均消费的食用植物油、食糖和水果由1.60公斤、3.42公斤和6.60公斤迅速提高到6.29公斤、5.42公斤和30.94公斤。动物性食物和水果的长期增长明显地改善了人们的营养状况。

1995年主要食物消费量(根据《中国统计年鉴》和《全国农业统计提要》资料计算的结果)：

	总消费量(亿吨)	人均消费量(公斤)
粮食	4.6010	235
肉类	0.5006	28.91
蛋类	0.1574	11.75
奶类	0.0545	4.05
水产品	0.2240	12.09
水果	0.4117	30.94

(3) 到2000年，中国人的食物消费结构将达到或超过小康水平，特别是主要动物性食物的消费水平将明显超过专家们过去预测的水平。人均每日供给热能基本维持在11118.8焦耳的水平上，蛋白质72克，其中优质蛋白质超过30%。

2000年主要食物需求量(平均数)：

	总需求量 (亿吨)	人均需求量 (公斤)	人均消费量 (公斤)
粮食	5.2000	400	213(口粮)
肉类	0.6000	46	32
蛋类	0.2080	16	15
水产品	0.3050	23	15
奶类	0.1040	8	6
水果	0.4600	36	32

(4) 到2010年，中国人的食物消费结构和水平将进入小康水平的中期阶段，食物质量将有明显的改善。

2010年主要食物需求量(平均数)：

	总需求量	人均需求量	人均消费量
--	------	-------	-------

	(亿吨)	(公斤)	(公斤)
粮食	5.8000	415	193(口粮)
肉类	0.6700	48	34
蛋类	0.2640	19	16
水产品	0.3800	24	18
奶类	0.2240	16	14
水果	0.6160	44	40

(5)到2020年,中国人的膳食营养结构将可能进入一个新的发展阶段,接近亚洲发达国家和发达地区的膳食营养结构和水平:人均每日供给热能基本维持在10868焦耳,人均每日供给蛋白质80克,其中优质蛋白质接近50%,人均每日供给脂肪78克,动物性脂肪占35%。

2020年主要食物需求量(平均数):

	总需求量 (亿吨)	人均需求量 (公斤)	人均消费量 (公斤)
粮食	5.4500	430	173(口粮)
肉类	0.7500	50	35
蛋类	0.3360	21	18
水产品	0.4800	32	21
奶类	0.3600	24	20
水果	0.7500	50	45

(6)到2030年,人均粮食消费量将基本上稳定在450公斤。人均直接消费的口粮将继续下降到接近日本人均125公斤的水平。人均肉类消费量基本稳定,禽肉和牛羊肉比重将继续有所提高。水产品消费量和奶类消费量将继续有所增长。这些动物性食品饲料报酬率明显高于猪肉。同时现有先进技术的推广和管理工作的改善,又可以提高畜禽出栏率、出肉率。人均粮食消费量可以接近日本和台湾地区的水平。

2030年主要食物需求量(平均数):

	总需求量 (亿吨)	人均需求量 (公斤)	人均消费量 (公斤)
粮食	7.2000	450	140(口粮)
肉类	0.8000	50	35
蛋类	0.3760	24	20
水产品	0.5800	36	24
奶类	0.5600	35	30
水果	0.8800	55	50

(7)到2030年,人均每年主要食物消费量将同日本比较接近。

	1990年日本	2020年中国	2030年中国
粮食(公斤)	125	173	140
肉类(公斤)	28	35	35
蛋类(公斤)	15	18	20
水产品(公斤)	40	21	24
奶类(公斤)	63	20	30
水果(公斤)	44	45	50
蔬菜(公斤)	114	120	120

根据 1990 年日本食物消费量计算，人均消费粮食为 440~450 公斤。由于日本水产品的 85%是来自海洋捕捞，并未使用饲料，实际粮食消耗量明显少于这个数量。对我国城镇居民最高收入户近 10 年的统计资料分析表明，人均主要食物消费量与 2020 年全国人均预测水平接近，与日本人均消费水平和结构变动趋势基本类似。

(8) 到 2000 年、2010 年、2020 年和 2030 年，粮食需求总量中的 33%、38%、43%和 50%将用作饲料。如果我们全面调整种植结构，实施三元结构工程，加快发展粮—饲—经、种—养—加、产—工—销一体化生产经营体系，则高产优质的饲料作物的效益将比现有人吃的粮食品种作饲料的效益高出 50%。到 21 世纪前 30 年增加消费的粮食基本上是用来作饲料粮。我们要以结构性变化效益观点来分析未来粮食的消费需求演变趋势。

到 2030 年，粮食需求总量将可能达到 7.20 亿吨左右。其中，口粮为 2.24 亿吨，饲料粮 3.60 亿吨，其他用粮（工商行业用粮、种子粮、新增库存粮等）1.36 亿吨。

面对这巨大的压力和挑战，我们是否一筹莫展，束手无策了呢？盲目悲观也是不必要的。只要我们能合理地开发利用资源，中国食物的生产潜力是巨大的。

土地承载力：合理开发资源是 确保食品安全的基础

中国的主要动物性食物和其他植物性食物与粮食密切相关，主要以粮食作为基础。因此，粮食状况如何，决定了整个食物的状况。到 2010 年、2020 年和 2030 年，粮食播种面积仍然可以维持在约 1.07 亿公顷，运用现有常规先进适用技术，粮食总产量可以先后达到 5.6 亿吨、6.2 亿吨和 6.9 亿吨左右。通过对耕地承载力的分析表明，中国可以生产 8.3 亿吨以上的粮食。

维持长期稳定的种植面积

1. 中国粮食播种面积将可能长期维持在 1.1 亿公顷

过去的 10 年，粮食播种面积长期维持在接近 1.1 亿公顷的水平上。

到 2030 年，耕地面积（统计面积）将可能由 1993 年的 0.95 亿公顷下降到 0.9 亿公顷，但复种指数可能由现在的 156% 上升到 160% 以上，农作物总播种面积接近 1.44 亿公顷。其中 74% 用于种植粮食，粮食播种面积约为 1.07 亿公顷（粮食播种面积占农作物总播种面积的比重与 1993 年的 74% 相同）。

2. 种植饲料作物增加复种指数的潜力可以超过 160%

目前的全国平均复种指数为 156% 左右，出现过一段波动时期。南方冬闲田面积有 0.067 亿公顷，绿肥作物可以全部改为饲料作物，华北地区也可以通过改种饲料作物提高复种面积 333 万公顷左右。仅此一项，即可使农作物总播种面积达到 1.53 亿公顷，明显超过 1993 年总播种面积。维持粮食播种面积比重不变，即可使粮食播种面积不低于目前的 1.1 亿公顷。

未来生产有巨大的潜力

1. 到 2010 年粮食总产量可能达到 5.6 亿吨左右

化肥使用量要求由 1995 年的 1.71 亿吨增加到 2.05 亿吨（折合标准化肥），灌溉面积达到 0.57 亿公顷，占耕地面积的 62%，配合相应的投入政策和管理政策，全国粮食单位面积产量可能由 1995 年的每公顷 4245 公斤增加到每公顷 5100 公斤，达到 90 年代前期吉林、辽宁、北京、浙江、江苏、上海、广东、湖南等省、市的水平。如果粮食生产技术和综合管理有所提高，则可能超过这个水平。

2. 到 2020 年粮食总产量可能达到 6.2 亿吨

到那时，运用现有常规先进适用技术，化肥使用量由 1995 年的 1.71 亿吨增加到 2.25 亿吨（折合标准化肥），灌溉面积达到 0.6 亿公顷，占耕地面积的 67%，配合其他相应配套的政策、投入、技术、管理措施，全国粮食单位面积产量达到近 3 年北京市、上海市、吉林省、辽宁省、江苏省、浙江省等省、市的水平，达到每公顷 5625 公斤是可行的，总产量即可达到 6.2 亿吨。如果粮食作物品种和其他各项技术有新的突破，则可能显著超过这个产量。

3. 中国耕地的最大承载力可以生产粮食 8.3 亿吨以上

根据中国农业科学院主持的《中国食物中长期发展战略研究》分析，中国耕地承载力可生产粮食 8.4 亿吨，农业部区划司的分析为 8.3 亿吨，国家土地管理局的分析为 8.2 亿吨。这个分析考虑了中国的气候、土地资源条件，

运用现有的先进适用的物质技术，即可以实现这个承载力。

4. 到 2030 年粮食生产总量达到 6.9 亿吨，粮食每公顷产量达到 6300 公斤

中国耕地统计面积仅为实际土地调查面积的 72%。因此，粮食单位面积产量，1995 年为每公顷 4 245 公斤（统计面积），实际每公顷产量仅为 3 105 公斤（实际调查面积）。北京市、上海中、辽宁省、浙江省等沿海发达地区的实际面积比统计面积仅高出 15%~20%，单位面积产量比全国平均数更接近实际。到那时，如果把 50%的饲料田全部改种高产优质饲料作物，即使仅运用现有常规实用技术，也可以达到每公顷 6300 公斤的产量。

5. 从现在起到 21 世纪 30 年代，主要动物性食物生产将可能持续增长

粮食的持续增长将起到基本的支撑作用，动物性食物生产中的科技进步，将会不断逼高食物资源的利用效率。到 2000 年，肉、蛋、奶和水产品的人均生产量将可能达到 44.4 公斤、15.2 公斤、7.1 公斤和 24.2 公斤，到 2010 年，将可能分别达到 47.2 公斤、17.4 公斤、16.7 公斤和 29.0 公斤，基本上能满足不断改善食物消费的需求。

6. 在保证相应的物质、技术、资金和有效的经济调控政策条件下、21 世纪前 30 年可以实现粮食和主要食物的基本供需平衡

中国粮食的年进口量基本上可以控制在 2000 万吨、3000 万吨的水平上，粮食和食物的缺口主要是饲料粮的缺口。考虑到国际市场上粮食的比较优势和粮食供需结构调整，进口的粮食主要是小麦，国内增加供给的粮食主要是用作饲料，以增加动物性食物，调整食物结构。

灵敏的信号：食物安全的预警系统 和政策选择

食物状态可以进行系统监测

上面所提到的几个因素，是影响食物供给和安全众多因素中较为重要和直接的因素，仅仅是“冰山”的一角。除此之外，还有诸如气象变化、技术进步、制度创新、投资政策、价格政策、市场改革、贸易政策、比较利益、市场变化、城市化水平、人口结构、消费政策等“海面”下的部分对它产生直接或间接的影响。这些因素是相互联系着的，彼此制约，并形成一个系统决定着食物供给和安全。这些因子在系统中的地位和作用是不一样的，有的因素是先兆性的，最直接的例子是剧烈的气候变化导致的自然灾害，将会降低下一期食物供给量。当然，要想进行精确的定量分析，还要考虑许多技术细节，但确实是可以做到的。对所有我们认为必要的因子，都可以进行类似的分析，综合起来，就会得到一个对食物状态进行监测的人工系统。这个系统揭示影响食物状态的各个因子之间的关系，可以预测未来的食物状态。由于食物安全的重要性，要在某种危险的临界状态到来之前就预先测知它，这时某些因子会触发系统，发出警报信号，这是该系统最主要的功能，因此，这一系统被直接称之为预警系统。就像由多个地面雷达站和预警飞机以及军用卫星所组成的监测系统一样，它时刻注视着领空，而领空上各种飞机往来频繁，系统并不大惊小怪、风声鹤唳、草木皆兵，因为在其内部具有识别敌我、判断安全和危险的装置。粮食与食物保障及预警系统的功能作用与此类似，只有在危险状态下它才发出警报信号，但非临界状态下系统所获得的和加工整理后的信息对于国家指导、调整粮食和食物生产，仍然具有十分重要的作用，就像航天预警系统可以分析航线繁忙程度、为飞机导航一样。

人类需要一个灵敏的预警系统

在中国这样一个庞大而复杂的食物和农业经济体系中，在市场体系发育很不成熟的条件下，时常会出现食物和农产品供需不平衡、结构不平衡和区域不平衡引起的波动。对此，尽快建立一个完善的、高度灵敏的食物安全和预警系统是实现国家有效宏观调控必不可少的有力工具。对于及时预防、消除以及减轻粮食和主要食物的总量、结构性、区域性不平衡的影响具有重要的意义。联合国粮农组织已经建立了一个“全球粮食和农业信息及预警系统”，经常报告全球或者地区粮食产量和短缺情况以及对未来粮食的展望，提供快捷、可靠的信息和分析，供联合国及各国官方使用。中国农业科学院、中国人民大学、农业部信息中心、国家统计局和国家计委等有关单位在国家自然科学基金会“九五”重点项目的资助下，正协同攻关，可望在短期内建立灵敏的中国粮食与食物保障预警系统。

1. 建立粮食与食物保障预警系统的理论基础

建立这个系统，要从中国的实际出发来研究系统原理和运行机制，从中国的人口、资源和环境出发，应用现代总供给和总需求的均衡和非均衡理论，探讨适合中国国情的粮食与食物供需平衡理论，而且还要在实践的基础上，系统地总结和分析中国粮食和食物变化的规律，探讨结构平衡理论。在此基

基础上，研究提出指标预警、模型预警、专家预备有机结合的预警系统理论和方法。

2. 粮食与食物保障预警系统的判断指标体系

首先是粮食与食物保障预期目标的指标体系，包括中长期和短期的预测目标。其次是粮食与食物的预警判断指标体系，还要确定粮食与食物的警情、警限的预报指标及其分类和分级的方法。

3. 粮食与食物保障预警系统的预测模型

事物都是相互关联的，根据相似性原理，我们可以建立粮食与食物保障预警系统的预测模型。只要我们对各因子及其相互关系的抽象是正确的，就可以通过对模型的运算，得到合乎实际的结果。这个模型要求能实现简单快捷的重复模拟过程，它有四个子模型：供给模型。需求模型。需求模型按需求结构分为三个分模型：口粮模型、饲料粮模型、其他用粮需求模型。

贸易模型。由供给和需求两个模型联结产生，属于供需均衡模型。供需之间的联系通过市场和价格来实现，供需之间的余缺通过进出口贸易和库存量变动来均衡。国际贸易接轨模型。前三个模型结合，形成中国粮食供需平衡的初级预测模型，进一步与接轨模型相结合，形成综合预测模型。综合预测模型预测的结果，与预警指标分析结合，就形成了中国粮食与食物安全保障和预警模型系统。

4. 粮食与食物保障及预警系统的数据库和网络系统

预警系统需要大量翔实、具体的数据，否则就成了巧妇难为无米之炊，因此，必须建立粮食与食物保障及预警系统的数据库和网络系统。参照已有的国内外经济信息网的建设经验，探索和完善中国粮食与食物保障及预警系统信息网的结构与功能。建设不同类型的联机数据库，选择和应用国内外已有的粮食和食物数据库，构建数据库系统。

选择正确的政策以确保食物安全

政策作为一种有效的手段，在进行资源配置、调整生产方面具有十分巨大的作用。为确保食物安全，必须选择正确的政策。

21 世纪前期，要实现主要食物的农产品供给和需求的基本平衡，不断满足日益增长的人民生活改善的需要，必须在推进经济体制改革和经济增长方式两个重大转变的同时，实施可持续发展和科教兴国两个战略，以实现食物和农业的持续发展。

(1) 引导粮食和食物的合理消费，制定膳食模式和营养结构的调整政策。要从食物和营养的全局来认识粮食的消费和生产问题，一是要加强膳食营养知识的舆论宣传和科学普及工作，宣传和推广营养科学界推荐的“中国人民膳食指南”；二是要运用经济调节手段和通过市场运行引导人们的食物消费；三是采取必要的立法和经济干预措施，提倡科学、文明的食物消费，反对或抑制大吃大喝、铺张浪费的行为。

(2) 加强农业基础设施的建设，相应地增加农业的投入。要尽快使农田有效灌溉面积由 1995 年的 4936.5 万公顷增加到 2000 年的 5333 万公顷、2010 年的 5670 万公顷、2030 年的 7300 万公顷，使灌溉面积比重增加到 80%。化肥每年投入量由 1995 年的 3595 万吨（折合纯量）增加到 2000 年的 3750 万吨和 2010 年的 4300 万吨。同时要相应地加快中低产田的改造，今后 15

年，每年争取改造 333 万公顷，以保证农田形成稳定的基本生产能力。

(3) 坚持家庭经营和合作服务相结合的经营体制，稳定和完善在集体所有制基础上农户长期使用土地的制度，从法律上承认农民比较稳定的土地承包权、经营权和流转权。应当明确集体财产的产权关系，发展股份合作经济，保证集体和农民的利益都不被侵犯，在完善家庭经营的同时，逐步扩大经营规模，重点加快发展技术推广服务体系、供销合作服务体系、金融合作服务体系等多种形式的合作服务体系，加快微观经营体制的转变。

(4) 尽快推进产供销一体化的宏观管理系统的建设。由于在向市场经济体制转变的过程中，市场发育不完善，必须实施有效的宏观调控，使国家的粮食和食物及农业的储备制度、风险基金制度和价格保护制度形成一个完善的统一体系，使农业、商业、水利、化工、外贸、价格、计划等多部门的管理体制真正形成一个统一的协调的整体。

(5) 重点加强价格结构的调控以推进食物的稳定增长。由于我国的粮食和主要食物价格已经达到国际市场水平，保持与国际市场价格持平是整个国民经济和国际贸易长期战略的需要。我们必须下决心通过调控工农产品比价，特别是生产资料价格来保证农民的收益。如果控制农业生产资料价格确有困难，近期内可以选择以化肥、能源等生产资料直接换取粮食的手段以保证粮食价格的稳定和农业的比较效益。

(6) 加快实施“三元结构工程”以提高食物资源的综合效益。加快种植业由传统的“粮食—经济作物”为主的二元种植结构向“粮食—饲料—经济作物”协调发展、农牧结合、产—供—销一体化的三元结构的转变，尽快形成新的高效益的农业产业体系。对此，迫切需要采取综合措施和有效政策，把饲料产业相对独立出来，推进这项工程的实施。

(7) 依靠科技进步，提高粮食和农业的集约化经营水平。由于大多数粮食和食物的新品种、新技术主要是产生社会效益，因此要采取优先支持粮食和农业科学技术的有效政策。增加农业科技经费，使之尽快上升到占农业总产值比重的 1% 以上；调整农业科学技术结构和教育结构；优先建设一支精悍的科技攻关队伍；发展多种形式的技术推广服务组织；深化科技体制改革，转变运行机制，增强自我发展能力。

(8) 支持持续农业，推进农村的可持续发展。在加快农业经济建设的同时，注重生态环境的建设。要优先支持合理利用农业资源、保护生态环境、高产优质高效的可持续发展的先进适用的技术。实行农业资源的有偿利用，把农业资源的核算纳入国民经济核算体系。尽快采取有效措施，扭转草原超载过牧、水域酷渔滥捕、森林过度砍伐、大规模水土流失的状况。统一规划农村城市化建设，合理布局乡镇企业，严格控制工业“三废”和农用化学物质污染，把生态环境保护工作转变为生态工程的系统建设，并把它纳入可持续发展的轨道。

清洁生产和绿色食品

各个民族关于创世纪的传说，几乎都是以一场大灾难开始的，这反映出人类的忧患意识。自从盘古开天、混沌初分，人类就在同自然界各种灾难的抗争中争取生存的权利。在这一过程中，虽然正如恩格斯所说的，人类对自然界的每一次征服都招致了更为猛烈的报复，但这报复却都来自于人类生产经济系统的外部。就内部而言，总还是在维持了系统健康的同时，或多或少地提高了效率。工业革命以后就不同了，大量的工业废弃物污染了农业环境，农业本身大量使用农药、化肥，造成内部污染，系统本身已是不健康的。我们今天的农业勋章含有大工业的灰烬，似乎可以嗅到残留农药那令人惊悸的气息，促使我们不得不回过头来，审视我们的足迹，寻找迷失的方向。

在进入 21 世纪的时候，中国的经济和农业正处在一个高速增长的时期，伴随着能源和原材料等污染密集型工业和现代农业的发展，生产全过程和生产末端的污染形势将可能愈加严峻，将可能影响到国民经济的总体质量，损害我国经济持续发展的物质基础。对此，我们必须选择全新的控制污染的途径，选择清洁生产和增加绿色食品的战略。

正本清源：清洁生产的新观念

清洁生产的内涵可以概括为：运用现代可持续发展的原理，科学地规划和组织农业生产的全过程，优化生产各个环节，由传统的单纯的生产末端污染控制，转向生产全过程的污染控制，交叉利用和综合利用可再生资源和增加能量投入，减少单位农产品生产量的废弃物和污染物的排放量，以实现在加快农业生产发展的同时，提高资源利用效率、保护生态环境的双重目标。

清洁生产可以包括常规农产品的生产和绿色食品的生产。既要解决最后产品和副产品及废弃物的污染控制问题，又要解决中间产品和废弃物的污染控制问题。这种新型的生产方式，既需要运用高新技术，又需要运用多学科的综合知识，是一个多种技术和多种知识的复合体。

在生产全过程中进行再生资源和污染物质的控制利用

1. 工业清洁生产可以消除农业的主要污染来源

随着国民经济的发展和农业现代化的推进，工业和乡镇企业的“三废”和其他污染物质排放量不断增加，这些污染物质约占全国总污染物质的70%以上，是农村污染的主要来源。这是开展清洁生产和绿色生产需要控制的主要污染物质。

过去，根据传统的观念，人们一般仅注意乡镇企业和城镇工业生产终端形成的工业“三废”。当工业“三废”大量形成后，再来治理，就要付出更大的代价，而且已经给农业带来了严重的、难以治理的污染。

由此可见，为了治理农村污染，必须十分重视乡镇企业和小城镇工业的合理布局，及时处理排放的“三废”更为重要的是，要加快推行工业清洁生产，从根本上消除农业和农村的主要污染来源。

2. 农业清洁生产可以消除农业自身形成的污染来源

与此同时，农用化肥、农药、农用塑料薄膜和其他农用化学物质，则是农业生产过程中投入的现代工业物质。在生产过程中形成的污染，特别是在中国现代经济高速增长时期，为了满足人民生活改善对农产品日益增长的需要，为了提高单位面积农产品生产量，就需要不断地增加现代化学物质的投入，这是农业迅速发展过程中自身投入的大量污染物质。

目前发展中国家，像过去发达国家一样，为了追求经济高速增长，或者为了解决生存危机，必须大量增加现代化学物质投入。但是，由于科学技术和投入资金的限制，大量化学物质给环境带来了污染。虽然人们对此付出了很大的努力，但仍然对人类的健康形成一定的威胁。由此可见，为了防治农业本身的污染，必须努力在生产的全过程中逐步降低带有污染性的化学物质的使用。一方面，努力增加有机物质的投入，尽可能替代一部分化学物质；另一方面，加快研制新的农用化学物质，尽可能采用新剂型的无污染的化肥、农药、农用薄膜和其他石油化学投入物，力争在生产的全过程中实行清洁生产的成套技术措施，实现无污染生产。

清洁生产是人类长期以来的美好愿望

(1) 20 世纪 20 年代提出的有机农业，就反映了人们对于新的发展模式的追求。最早提出有机农业的是德国学者 Rudolf Steiner (1924 年)。第二次世界大战前，欧美一些学者曾对有机农业作了描述。战后，尤其是 70 年代以来，有机农业在一定范围内进入了实验阶段。1972 年国际有机联盟 (IFOAM) 成立，到 1982 年已扩大为 30 个国家 80 个团体。目前，有机农业主要在西欧推广，其中以德、法、意为主，一部分有机农产品开始少量销售。

对有机农业的概念的论述，各方面学者不尽相同。1980 年，美国农业部的一个考察组把它描述为“完全不用或基本不用人工合成的化肥和农药，以及生长调节剂和饲料添加剂的生产制度”。有机农业的主要内容是采用豆科作物、绿肥、作物秸秆、牲畜粪肥、有机废物和作物轮作，来保持土壤肥力，并对病虫害实行生物防治。

有机农业的提出，是为了保护环境和防止化学物质污染农业。目前，有机农产品销售价格较高，有机农场占农场总量的比重，法国仅为 1%，英国仅为 0.3%，西欧仅在 0.1% 以下。欧洲消费者一般还不愿意支付 30%~40% 的额外费用。有机农业强调保护环境，有益于健康的观点是可取的，对收入较高阶层来说，有机农产品具有一定的市场潜力。在 50 年代以前，中国并不使用现代农用化学投入物，可以说，是纯粹的有机农业生产，但是生产力低下。目前，中国和许多发展中国家的农业生产力水平较低，还要加快增加农产品供给，有机农业还不可能成为农业的主要发展模式，还不可能替代现代农业的生产方式。但是，有机农业毕竟是一种清洁型生产，是未来发展的一个方向。

(2) 70 年代提出的生态农业，实质上是有机农业思想的进一步发展。1971 年，美国土壤学家 W. Albrecht 首先正式提出了生态农业：主要内容是通过增加腐植质、少施化肥、禁施农药来改善土壤条件和避免环境污染。可以看出，生态农业和有机农业的区别是，有机农业主张完全不使用人工合成化学物质，而生态农业则同意少施化肥，同样反对使用其他人工合成的化学物质。

生态农业的主要内涵是建立生态上能自我维持的、低投入的、成本低的小型农业系统，也就是尽量减少能量投入，通过发展畜牧业，使用农家肥，通过作物轮作等途径，实现农业内部的物质循环，以保护生态环境，增加就业机会，减少人口流入城市，并维护农村的美丽景观。

欧美发达国家的很多实验表明，生态农场的产量明显偏低。美国生态农业的小麦、玉米、大豆和棉花的产量，仅相当于常规农业产量的 44%~50%；前联邦德国的研究表明，一般减产 20%~30%。对英国 100 个生态农场的调查结果是，收入也普遍减少。德国的 G. Kahnt 认为，生态农业的基本问题是无法增加外源营养要素投入，就无法提高产量。但是，生态农业提倡保护环境，减少化学制品的污染是值得注意的。因此，中国和其他发展中国家一样，在农业现代化的过程中，既要发展现代农业，又要充分吸取生态农业的长处，把现代农业的发展和保护环境密切结合起来。

(3) 30 年代提出的自然农业，和生态农业以及有机农业的思想基本一致。1938 年，日本人冈田吉茂提出无肥栽培、自然农法的主张，并在 53 个实验场进行了实验，80 年代创办了全国自然农法国际综合开发中心，每个县都设有分会。目前，日本有 1.5 万农民实施自然农法。

自然农法的主要内容是采用轮作、绿肥、堆肥、间作套种、地表覆盖、

物种共生、天敌治虫、天然饲料等措施，主张不耕地，不施肥，不用农药，不除草。在日本，由于“回归自然”思潮的影响，不少学者对自然农法给予很高的评价。

当然，自然农法也存在类似的问题：小麦和水稻的单产比常规农业产量分别下降 16%和 25%，需要给予大量补贴才能收回成本。大部分农户主要是自己食用。与生态农业和有机农业相比，它更注重实行封闭式生产。但是，自然农法强调保护土壤、防止食物污染同样具有积极的意义。

从以上不同类型的农业思想来看，人们已经深深认识到，生态环境污染给人类生活和健康带来的严重危害，正在积极追求清洁生产和无公害的天然产品。这是人类共同的美好愿望。

清洁生产的目标、行动和政策的选择

目前采用的政策和法规及管理规程，大多数不适于推行清洁生产，而且也没有有效的政策来鼓励生产者，没有在污染产生之前去寻找减少污染的机会。因此，迫切需要制定一些新的政策及一系列管理办法，转变现有的环境管理模式，使各个产业部门在生产过程中的废弃物和污染物达到最小量化。

发达国家走过的道路表明，传统的称之为“末端管理”的工业污染控制方法，是一种被动式的管理。先污染后治理，其最终的经济代价是昂贵的。对中国来讲，及时依靠科技进步，紧密结合工农业技术改造，适时推进清洁生产，是协调环境效益和经济效益的最佳选择。通过促进清洁生产，中国将开始进入一个从根本上全面预防工业污染的时代。

(1) 总体目标是要逐步实现工农业生产污染防治从以末端控制为重点向生产全过程管理的战略转变。改变传统的产业发展模式，将污染控制纳入生产全过程之中，最终实现工农业废弃物和污染物最小量化和一种可持续发展的产业发展模式。

第一是制定清洁生产的政策、法规、审计指标和标准，建立起一种保证清洁生产持续实施的运行机制，建立中国清洁生产中心及清洁生产信息中心等服务体系。

第二是建立一批示范工程项目，把这些项目合理布局在有代表性的地区，严格按照示范操作规程进行，取得经验后，逐步推行整个清洁生产计划。

第三是有步骤、分区域地全面推行清洁生产管理，逐步实现环境与经济协调发展和可持续产业的繁荣。

(2) 主要行动是要进行宣传 and 培训，加强技术研究，开发清洁产品，制定政策和法规。

第一是广泛宣传清洁生产的可持续性意义，并对有关人员进行系统的培训，改变“末端控制”的传统观念，吸收发达国家在开发清洁产品方面的成功经验。

第二是加强清洁生产技术和配套装备的研究，促进多学科和多部门科技人员的合作，以使清洁技术取得最佳效果，尽快在生产中应用和推广。

第三是开发高效优质的清洁产品和绿色产品，鼓励采用清洁方式使用能源和资源，特别要鼓励使用可再生资源 and 能源。

第四是更新和替代有害环境的产品，积极开发绿色产品，努力促进取得环境保护标志的产品的生产与使用。第五是制定与本国的经济和技术水平相