

# 山西综合规划 经济数学模型汇编

国务院技术经济研究中心 编  
山西省计划委员会

# 山西综合规划 经济数学模型汇编

内部交流·注意保存

国务院技术经济研究中心编  
山西省计划委员会

# 山西综合规划 经济数学模型汇编 编辑人员名单

主 编	王慧炯	田杰三		
副主编	张守一	郑达谦		
编辑组组长	张守一	(兼)		
编辑组副组长	郑达谦	(兼)	张如浩	
编辑人员	夏绍玮	毛立本	程秀生	李善同
	赵纯均	胡安荣	阿思奇	乐伟梁
	阎子民	许小年	韩林云	

# 前 言

根据国务院领导的批示，国务院技术经济研究中心协助山西省政府、省计委进行了山西省综合规划工作。这一综合规划与我国传统计划的不同点是，它的规划期为1980—2000年，较我们常规的中期计划期为长；另一个特点是较全面地反映了社会经济、社会各领域的活动。即除了经济发展外，在规划中也加强了对教育、科技、文教卫生等部份，上述内容属于社会主义精神文明建设中的文化建设部份。物质文明建设是社会主义精神文明建设不可缺少的基础。而社会主义精神文明又对物质文明建设起了推动作用和保证了它的正确发展方向。这一工作是我们对做较长期全面综合规划的一次探索。上述工作还有一个特点即是本汇编的内容。在规划中，我们也探索较系统地把数学模型用于规划工作。在山西省计委的领导和推动下，我们完成了综合规划工作。通过这一工作，我们觉得在规划工作的理论上和实践上，增加了一些新的认识，也觉得尚有很多可以进一步研究的问题。这里，我们仅简单地叙述本汇编中的有关问题。

1. 经济模型与数学“模型”二字，目前在国内比较时行。模型是一个实际工作系统的抽象和简化的设计。经济模型是经济现实活动简化了的抽象表述。它可以是框图，统计表，方程组。过去在国外曾一度用水力模型模拟经济系统，但它是短命的。现在国内、外广泛采用的是数学模型。我们需要强调现在我们的“模型”是经济活动和数学手段二者的结合。因此，能否作出一个较有效模型的前提是对经济现象的客观观测、分析与了解。要了解经济活动各变量间相互联系的规律，要了解能影响其变化的规律，并能用恰当的数学工具来描绘这些规律。这次综合规划，依靠了山西省计委及各部门实际工作同志与自然科学及社会科学工作者的共同合作，完成了本汇编的工作。当然，无论对经济现象或数学手段应用的规律，当前我们的认识都带有局限性。实际上国外早在三十年代就开始了宏观经济模型建立的工作，而在六十年代则由于电子计算机的广泛应用，促进了经济模型的发展。我国开展经济模型工作的历史还不久，这就更需要加强实际工作者、自然科学与社会科学工作者之间的紧密合作，以促进这一工作的发展，以便较快地缩小我们与国际间的差距。本汇编出版的目的，是希望能起“抛砖引玉”的作用，为国内各方面开展宏观经济模型工作提供参考。这里我们还需要强调上面所讲：模型是实际工作系统的抽象与简化。因此是否科学地反映了经济现象，决定了模型

是否可靠。另一个问题是简化与数学手段的应用。如果数学表达式确实概括了起决定作用的变量与关系，那么模型就较可靠。如果由于简化不当，或数学手段应用不当，那么模型就是不可靠的。我们希望国内对经济模型有兴趣的工作者，能注意到这二方面的问题。

2.关于本书的编辑与表达，我们曾考虑了若干不同方案。一是根据数学方法分类，一是根据经济问题的性质分类，还有一种分类是紧密地与综合规划程序相结合而排列次序。由于我们工作状况的限制，现在编排的原则是根据经济问题的性质而编排次序。即先考虑总量模型，其次考虑分部门的模型，并把“静态”模型置于“动态”模型之前。为了便于读者们对“汇编”的理解，我们对模型的数学方法略作叙述。

数学是定量分析的一种重要工具。数学的领域极其广泛。因此，可用于研究经济问题的工具是极其广泛的。但目前较通常用于研究经济问题的数学分支有：运筹学；概率与数理统计；矩阵代数及其应用(包括投入——产出)；状态矢量微分方程。在本汇编所收集的二十六个经济模型所用的数学工具基本属于这四种类型。例如《综合经济模型》采用了数理统计与投入产出相结合的数学工具；夏绍纬等同志的模型则采用了动态投入产出及运筹学中的目标规划方法；汪应洛等同志的模型较多采用运筹学中的决策理论；而其它一些模型则较多采用了运筹学中的数学规划，如能源重化工基地的经济规划模型，能源综合开发模型，能源重化工基地水土资源合理利用规划模型，水源合理利用模型等等。在人口模型中，则应用了状态变量的概念。为了便于读者们了解这些经济模型的有关数学方法，我们在附录中编入了这四方面数学的简单介绍。应该指出，运筹学是一门新兴的内容极其广泛的领域，我们在本汇编中，只能介绍它主要常用的一项——线性规划。

最后应该说明的，一些国家已试图应用宏观经济模型来指导规划工作，即把宏观经济模型与规划紧密地相结合。因此，通常的区域规划是从人口模型开始，再确定经济活动的计量及分布。继而再研究最优的发展战略问题。由于我们这次的综合规划带有尝试性质，我们的经济模型基本作为规划的校核应用，而未能起到事先指导规划的作用。在区域规划的模型中，我们还缺乏有关生产力布局这一块。本汇编各模型的正确性及结论，仅代表作者们的看法。我们未对模型进行评价及作出有机的综合。这方面的缺点，要由我们主编者来负责。因为这项工作，对我们还是长征的开始，而这一任务的完成，则寄希望于这方面的有志之士来共同完成。希望在不久的将来，我们能把数学模型用于指导我们的规划工作。

王慧炯

田杰三

# 目 录

综合经济模型	张守一整理 ( 1 )
动态投入产出模型	
动态投入产出模型在综合经济规划中的应用	
夏绍玮、赵纯均、范鸣玉、 张如浩、刘正熙、阮慧、胡安荣	( 86 )
动态投入产出目标规划模型	
夏绍玮、赵纯均、李英杰、阮慧	( 109 )
几种动态投入产出模型及其简化	
夏绍玮、赵纯均、张如浩、李英杰	( 125 )
总体规划技术经济模型	徐寿波、龚飞鸿 ( 149 )
综合经济规划模型	毛立本、张敢明、连秀平、贺贝 ( 164 )
煤炭基地战略决策模型	汪应洛、乐伟梁 ( 174 )
煤炭开发运输和需求预测模型	
煤炭开发规模多层次权重分析决策模型	
汪应洛、乐伟梁	( 185 )
煤炭开发规模多目标决策模型	
汪应洛、郭干慈、乐伟梁	( 193 )
统配矿、地方矿、社队矿发展比例决策模型	
乐伟梁、汪应洛	( 197 )
煤炭运输模型	
郭干慈、汪应洛、乐伟梁	( 208 )
煤炭需求预测模型	
汪慕红执笔	( 218 )
煤炭生产结构动态规划技术经济模型	徐寿波、龚飞鸿 ( 228 )
煤炭工业投资模型	毛立本、龚益 ( 235 )
电力工业规划模型	刘宾桐、朱承烈、张彪、周桂荣 ( 246 )
能源综合开发规划模型	南寒松、徐恕德、邵建顺、赵林峰、孙和平 ( 260 )
水土资源合理利用规划模型	中国科学院综考会山西课题组 ( 278 )
水资源合理利用模型	张奔、舒光复 ( 288 )
兴县种植业规划模型	刘天福、朱伟年、李统一、郭小莉 ( 296 )

实物型投入产出予测模型	阿思奇执笔	( 307 )
人口模型	韩林云	( 337 )
人口予测模型	朱悦新	( 348 )
教育规划予测模型	张正祥、陶谦坎	( 355 )
教育——人才模型	胡安荣、牛卫平、韩林云、张如浩	( 364 )
科学研究投资模型	张宝岗、齐永和	( 378 )
居民消费模型	赵继光、毛立本、李丹	( 396 )
环境予测与规划模型	《环境予测与规划》模型组	( 409 )
环境——经济投入产出模型	白宪宏、罗桂铃、杨金田	( 480 )
工程项目评价方法模型	徐寿波、龚飞鸿	( 493 )
轻工业投入产出模型	王大荣	( 502 )
电子工业产值模型	刘哲	( 513 )
宏观经济效益指标综合模型	张如浩、胡安荣、阮慧、兰光东	( 518 )
后记		( 526 )

## 附录

投入产出方法	苏竞辉	( 527 )
矩型投入产出表完全消耗系数的计算	程秀生	( 543 )
经济计量方法	阎子民	( 546 )
状态变量方法	程秀生	( 560 )
线性规划方法	李善同	( 566 )
采用可能度、满意度的多目标决策方法	乐伟梁	( 579 )
多层次权重分析决策方法	乐伟梁	( 583 )

# 综合经济模型

张守一整理\*

山西综合经济模型的编制，从1982年6月开始，到1983年5月完成，历时一年。

## 一、问题的提出

现代化建设的一个重要特点是具有很强的时间连续性，当前的决策会对今后的经济发展产生深远的影响；它的另一个重要特点是周期很长。一个重点项目的建设一般需要五至十年的时间。社会经济发展战略的实现、管理体制的改革、经济结构的调整以及经济效益的提高，无不需要一个较长的时期。为了把山西能源重化工基地建设好，促进全省经济的协调发展，需要制订一个为期二十年（1981—2000）的综合经济规划。

为了使规划具有较高的科学性，除用常规方法进行研究外，还把经济模型引入了规划，这是山西综合经济规划研究的一个重要特点。

山西综合经济规划研究工作，分为综合、能源、农业、水资源、其它工业、交通运输、城市建设和环境保护、人民生活、科学文教卫生、财政金融和平朔露天煤矿区域规划等十一个大组，列出许多研究课题，先后有省内外一千四百余人参加。除山西省各委办、各厅局和其他有关单位外，还有中央20多个部委、中国科学院和中国社会科学院一些研究所以及许多高等院校的同志参加。许多大组包括几个厅局，如能源分为煤炭和电力，煤炭又分为统配、地方和社队三个局；农业涉及农业厅和林业厅；其他工业组包括的厅局最多，分为冶金、机械、电子、化工、建材、纺织、一轻和二轻等；其他大组一般也是这种情况。这就是说，这次综合经济规划研究涉及山西省的生产和非生产领域，其中生产领域又分为生产、分配、运输、交换、消费等环节。总之，它包括该省国民经济的各部门及其同中央有关部委和有关省市的关系。

编制山西综合经济模型的目的，是为综合经济规划研究服务，着重研究以下问题：

- （一）未来二十年山西社会经济发展的战略目标、战略重点和战略步骤；
- （二）未来二十年该省经济结构的变化；
- （三）未来二十年该省提高经济效益的任务；
- （四）对综合经济规划提出意见和建议。

为了完成以上任务，我们需要编制一个大型经济模型。国外经济计量学家对模型的大小一直存在争论。有的说大模型好，认为它可以全面地反映经济规律和机制的运行情况，有较大的使用价值。有些说小模型好，认为小模型的构造简单，容易操作，造价低，但予测的准

---

\* 本文中凡未署名的部分，均为张守一同志编写；阎子民、王莉同志参加了材料整理工作。



确性不一定比大模型差。上述争论发生在资本主义国家，这些国家一般不编制国民经济计划，很少直接管理经济，模型的大小主要取决于模型制作者的条件和爱好，有很大的随意性。

我们认为，在社会主义条件下，经济模型主要是为计划工作服务，它的大小主要取决于它所要完成的任务。模型的内生变量应与计划指标保持一致，外生变量应为计划部门可以控制的变量，这样模型才能发挥应有的作用。当然，计划的层次不同，编制计划的阶段不同，相应的模型也不一样，其大小应根据同一层次、同一阶段的计划任务和指标来决定。

为了完成上述任务，需要编制一个长期预测模型。预测分为长期、中期和短期，这三类模型的构造及其详简程度是各不相同的。就我国的情况来说，长期预测是指到2000年或更长时期的预测，中期预测是为五年计划服务，短期预测一般是为年度计划服务。山西综合经济规划为期二十年，要为它服务，就要利用模型进行长期预测。

经济预测是一个过程，需要反复进行。那种认为预测作出后就不能变动的看法是不对的，恰恰相反，预测作出之后，经过一段时间，例如一年或几年，就要用实际结果进行检验，预测和实践完全一致的情况是罕见的，不一致却是经常现象。这里大致有两种情况。一种情况是预测误差不大，说明原始数据，模型构造、参数估计和外生变量预测都不成问题，可以根据新的情况重新预测。另一种情况是预测误差很大，这时模型制作者就要仔细分析误差产生的原因。如果是原始数据不准，需要重新核对数据；如果是参数估计不好，需要重新估计参数；如果是外生变量预测不准，需要重新对它们作出预测；如果是模型构造不合理，需要重新设计模型，重新编制。当修改模型的各项工作的完成后，就可重新作出预测，又把它放到实践中去检验。模型制作者在实践中——理论——实践的反复过程中，就可以逐步加深对客观经济规律的认识，逐步提高预测的准确性。由此可见，科学的预测程序符合辩证唯物主义的认识论。

## 二、建模原则

山西综合经济模型从1982年6月上旬开始设计，到同年7月上旬结束，历时一个月。在模型设计的基础上，我们于1982年7月上旬提出了以下七条建模原则：

(一) 以马克思主义经济理论、特别是以社会主义理论为指导，尽可能真实地反映山西经济的发展过程和目前存在的问题；

(二) 尽可能使模型简单、明了，思路清晰，不采用高深的数学，不追求模型技术的完美，侧重于实际应用；

(三) 模型包括的方面应尽可能多一些，模型的每个部分应尽可能简单一些，在工作安排上突出重点，照顾一般；

(四) 山西经济模型是总量模型和若干个部门模型组成的模型体系，其中总量模型用于经济预测和规划论证；

(五) 总量模型设若干平衡、调整环节，根据人的判断进行修正；

(六) 模型工作是规划工作的有机组成部分，两者需要紧密结合。模型要反映人力、物力、财力的合理分配、使用情况，对未来一段时间（如1990年以前）的经济发展作出比较准确的预测，对2000年以前的长期发展趋势作出判断，为经济决策提供参考数据；

(七) 模型指标以现行统计制度方法所规定的口径为准。在已有统计资料的基础上，补

充进行一些必要的调查研究。

以上建模原则对编制模型的工作确实起到了指导作用。但是，现在看来还需要作些补充。

(一) 价格问题。开始我们打算把模型所用的数据都换算为1980年不变价格，但与物价、劳动和财政等有关部门的同志座谈后，发现这个办法行不通，因为像固定资产投资、财政收支、劳动报酬和生产资料等等历来没有按不变价格计算过。能不能在模型中同时采用不变价格和现行价格呢？经过调查和讨论，这个办法也不行。以生产函数为例，由固定资产投资所形成的新增固定资产，是按现行价格计算的，它与劳动力相结合，得到各部门的净产值（以货币表现的使用价值），从它们进一步得到总产值。总产值、净产值可以换算为不变价格，但固定资产投资、固定资产、地方财政收支等等不能进行这种换算。我们曾经打算作一个价格子模型，解释变量是各部门的成本。据调查，单一产品的成本资料比较齐全，一个部门的成本资料很少，很不齐全，作这个子模型就要重新收集、整理数据，不仅工作量太大，而且没有把握，限于人力和时间，没有作这个子模型。经过反复讨论，我们决定模型的所有指标一律采用现行价格，并把工农业的净产值和总产值的预测值换算为1980年的不变价格。我国调整现行价格的基本依据是成本的变动，我们修订直接消耗系数，也就是调整了成本中的物质消耗部分。净产值子模型是用生产函数计算出来的，在其后面乘上了经济效益系数，这在某种意义上就是对成本中的劳动报酬作了调整。

(二) 凡属当年平衡的指标均不纳入模型，如流动资产、银行信贷、地方财政收支细目等等，都未列入模型，而把注意力集中在固定资产投资、固定资产和劳动力供求等生产要素，总产值、净产值等生产成果，以及城乡居民收支和消费等体现社会主义生产目的指标上。有了这几个重要的子模型，就基本上可以满足山西能源重化工基地建设综合经济规划研究工作的需要。如果我们把当年平衡的指标纳入模型，就不能突出模型的重点，也会使模型过于庞大、复杂，在有限的人力和时间的条件下，我们就不能按期完成任务。在现实生活中，由于财政不能随着企业的生产发展及时地增拨流动资金，使企业长期占用银行贷款。但是，不管流动资金从何而来，当年企业和银行的收支总是平衡的，至于新增流动资金不是财政拨款而是银行贷款，这是管理体制上存在的问题，作为长期规划论证和经济预测模型，可以不必考虑。近几年来，人民银行也发放固定资产贷款，我们已把它纳入了固定资产投资。

(三) 非经验方程与经验方程相结合。模型主要是非经验方程，但也有几个经验方程。山西经济像全国经济一样，三十多年来几起几落，许多年份很不正常，而经济计量模型一般采用直线拟合，与经济波动的实际情况差距很大，尽管采用多种方法提高拟合度，但有的方程仍不理想，外推误差很大，不能使用，而用经验方程代替，结果较为理想。在19个生产函数中有3个经验方程，其中，化学工业的经验方程是：

$$N_{t-1}^{0.8} = 0.16 K_{t-1}^{0.8}$$

式中参数0.16是根据统计资料估算的，即上年山西化学工业每增加一元固定资产原值。可以使当年的化学工业的净产值增加0.16元；又如我们根据山西正常年份的就业情况，对16—60岁男性和16—55岁女性的适龄劳力，估计就业系数为0.73。整个模型总共使用了5个经验方程。

上面补充的三条建模原则，是在编制模型的过程中逐步明确的。

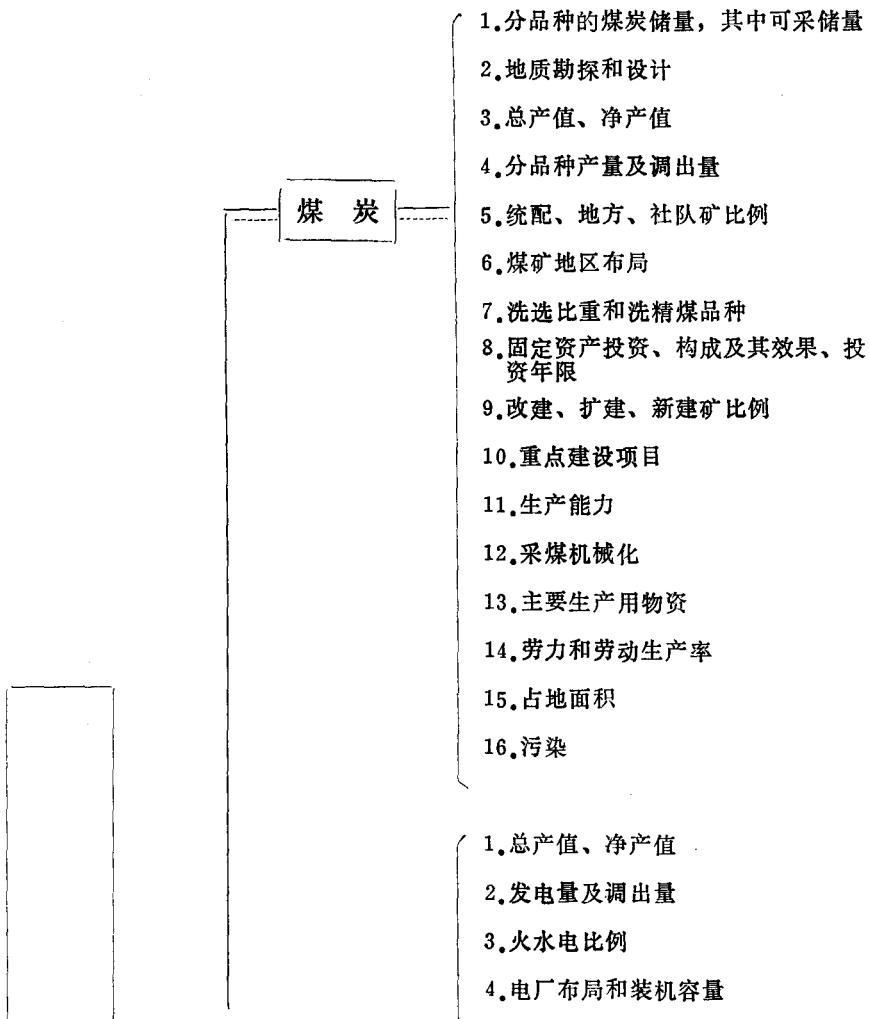
### 三、模型框图

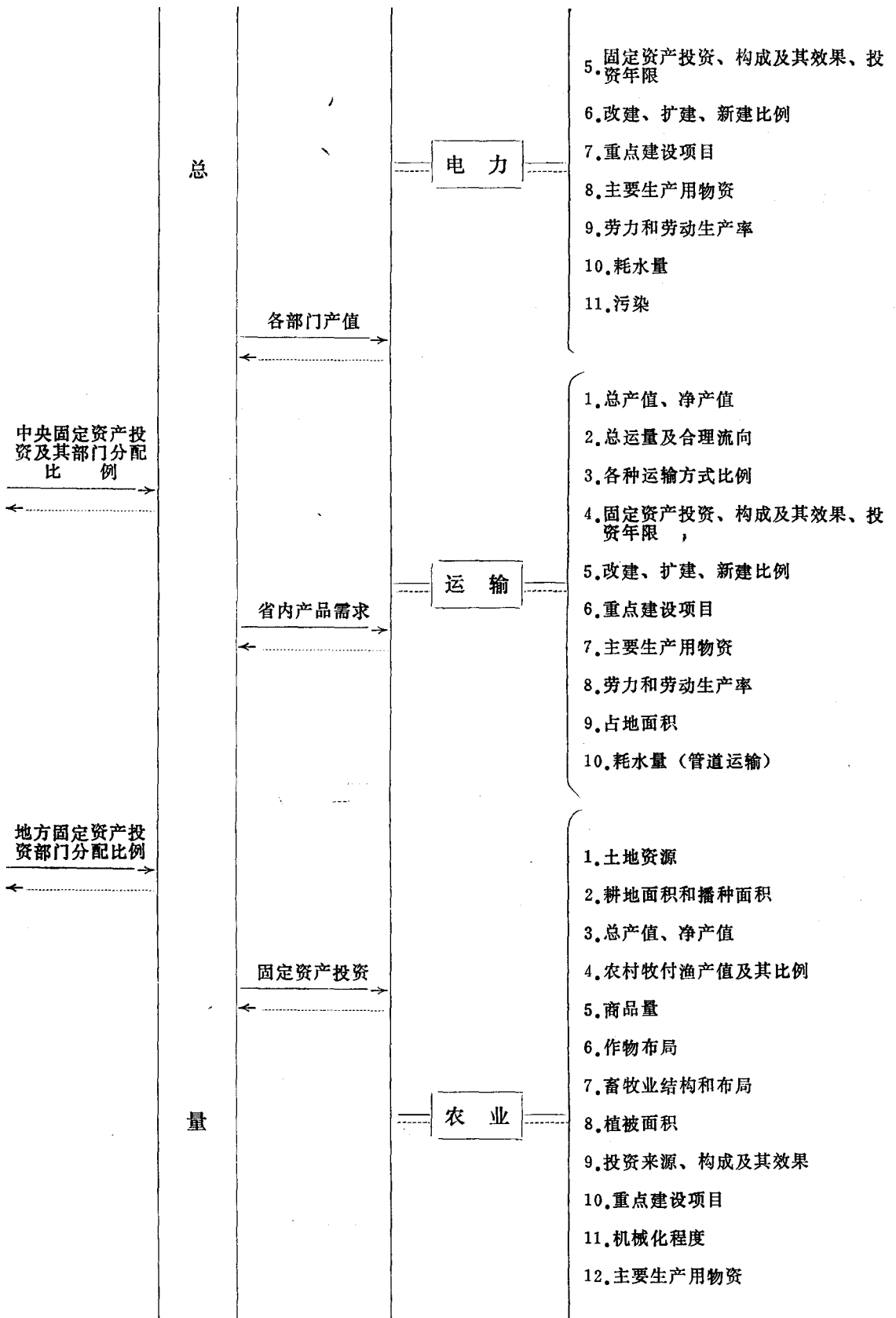
模型有两个框图，一个是经济模型体系图，另一个综合经济模型框图。

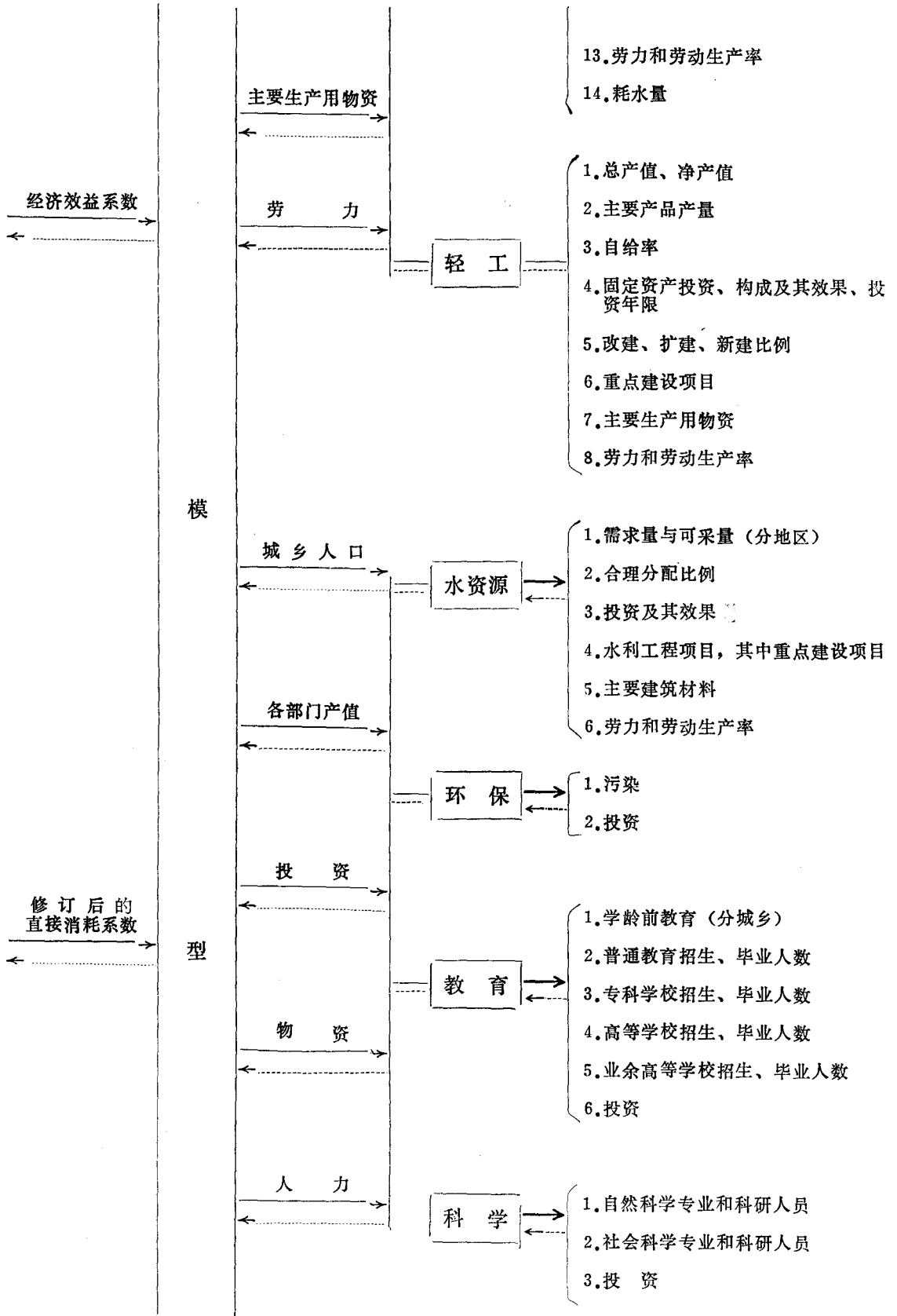
我国的管理体制是以计划经济为主，部门、地区、企业所关心的是上级下达的计划任务，而不是利用模型作出的预测值。宏观经济模型主要是为综合经济管理部门服务。但随着管理体制的改革，部门、地区、企业在根据上级下达的计划安排自己的经济活动时，拥有越来越大的自主权，它们都需要编制模型，作出预测，制订比较科学的计划。这说明我国需要层层作模型，为同级的计划和管理部门服务。

如前所述，山西综合经济规划研究分为10个大组（不包括平朔露天煤矿区域规划），我们的模型作为总量模型，主要是为全省综合平衡服务，不可能满足各专业组的要求，需要有一批部门模型同它配合，提供参考数据。根据以上情况，我们在设计山西综合经济模型时，认识到需要建立一个比较完整的模型体系，其框图如下。

经济模型体系图







—→ 总量模型向部门模型提供的外生变量

---→ 部门模型向总量模型提供的反馈信息

需要对经济模型体系图作些说明：

1. 1982年7月，打算编制煤炭、电力、运输、农业、水资源和教育等六个部门模型，其中煤炭和电力是山西能源基地建设的中心环节<sup>①</sup>，运输、农业、水资源和教育都是山西的薄弱环节，是需要配合基地建设重点发展的部门。煤炭、电力、运输、水资源模型按计划完成了任务，但全省农业模型由于缺少专业人员没有作，后来作了兴县种植业优化模型。教育和环保模型作了两个。此外，还作了轻工业模型。在山西综合经济模型中，电子工业包括在机械工业中，虽然作了电子工业产值模型，但不能与总量模型进行信息交流。

2. 从框图可以看出，部门模型分为两类，一类是生产部门模型，如煤炭、电力、运输、轻工；另一类是其它部门模型，如水资源、环保、教育、科学。

3. 每个部门模型后面所列的指标，可分为两类，一类是为了满足部门规划的特殊需要，另一类是为了与总量模型进行信息交流。

4. 部门模型所用的数学方法，各单位根据自己的特点和专业组的要求自行选择，可用投入产出法、数学规划、经验方程和决策方法等等，不要求统一。

5. 按照1982年7月上旬的设想，山西经济模型体系的运行应该是：中央固定资产投资及其部门分配比例、地方固定资产投资部门分配比例、经济效益系数和修改后的直接消耗系数，作为外生变量输入总量模型，后者根据这些外生变量算出一系列内生变量的预测值。这项工作完成了计划。

从总量模型得到的各部门产值、省内产品需求、固定资产投资、主要生产用物资和劳力等等，作为外生变量输入部门模型，后者根据所给的外生变量分别计算各自的内生变量，经过仔细的分析，如果发现外生变量偏高或偏低，将有关信息反馈到总量模型，后者重新计算，必要时可调整总量模型的外生变量，算出新的结果。这样反复几次，使全省综合经济预测与部门经济预测协调一致。但是，由于编制部门模型的单位很多，分散在北京、西安、太原等地，工作进度有快有慢，协调工作十分复杂，总量模型与部门模型进行信息交流的工作没有完成。

对综合经济模型框图作一些说明：

1. 这个模型的子模型分为圈内圈外两大部分。圈内子模型是这个模型的核心部分，它是左、中、右三条相互交叉的路线构成的，左路为资金运动、中路为产品运动，右路是与劳动力再生产有关要素构成的运动。子模型“净产值”将左右两条路线横切为上下两个部分，从而使圈内子模型分成了五个模块。

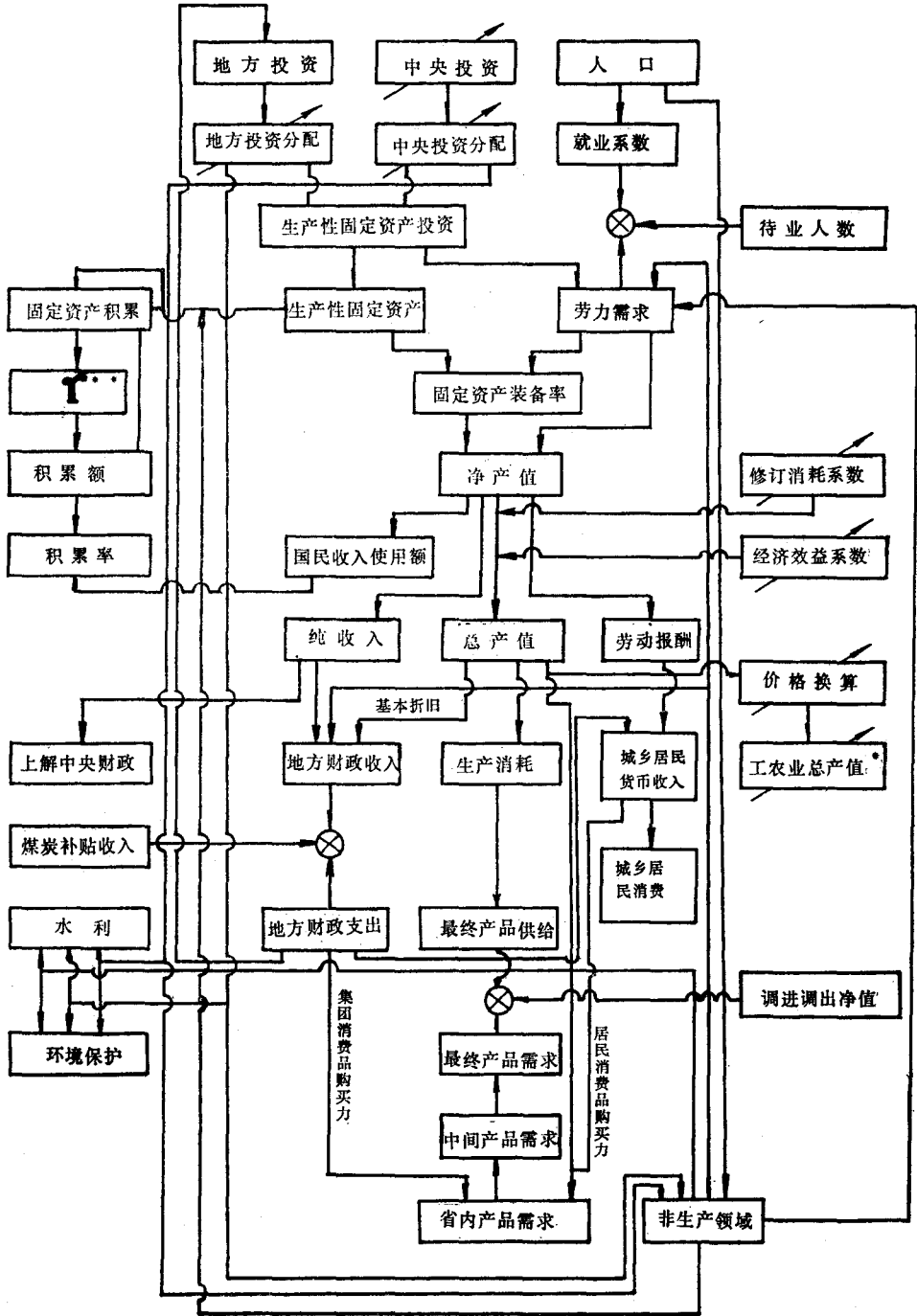
左上模块：生产性固定资产投资、生产性固定资产、劳动的固定资产装备率；

右上模块：人口、就业系数、劳力供给、劳力需求；

左下模块：纯收入、地方财政收入、地方财政支出、地方固定资产投资、社会团体消费品购买力；

<sup>①</sup>山西基地的名称，开始叫做能源基地，后来改为能源重化工基地。

山西综合经济模型框图



\* 指按1980年不变价格计算的工农业总产值

\*\* r 为流动资产积累占固定资产积累的比例

中间模块：净产值、总产值、全省产品需求、生产消耗、最终产品供给、中间产品需求、最终产品需求；

右下模块：劳动报酬、城乡居民货币收入、居民消费品购买力、城乡居民消费、非生产部门。

外圈子模型分为三类：第一类是外生变量，如中央固定资产投资及其主要部门分配比例、地方固定资产投资部门分配比例、经济效益系数、修订后的直接消耗系数；第二类子模型的解释变量是圈内相应的子模型，如积累额、积累率、中央财政从山西得到的收入、各部门的纯收入、水资源、环境保护；第三类是圈内人力、物力、财力的平衡差，如待业人数或劳力迁入、调进调出差额、地方财政从煤炭补贴政策得到的收入。

2. 这个模型在构造上是经济计量模型与投入产出模型的结合。如果分析一下我们所面临的任务，就会发现存在两种不同性质的关系：一种是肯定型，另一种是随机型。

一个生产部门在生产产品时，需要消耗本部门的产品。当技术和管理水平一定时，一个部门的物资消耗水平是比较稳定的，政治因素和管理体制对它们的影响较小。我们认为，用投入产出模型来处理生产部门之间的技术经济联系比较合适。但是，我们还要研究另一种类型的关系。这些关系除受经济因素的影响外，还受其他因素的影响。影响城乡居民消费结构的因素很多，如人均收入水平、消费品价格、家庭大小和构成、地区和民族特点、气候条件以及心理因素等等。目前，影响消费结构变化的因素还未彻底搞清楚，对有些因素的影响还很难从数量上加以测定。地方财政收入在利改税以前，上交利润和税收几乎各占一半，在彻底实现利改税以后，企业不再上交利润，这种变化完全是由体制改革引起的。我们认为，可用经济计量模型来处理随机型关系，如城乡居民收入和消费、地方财政收支、地方固定资产投资、固定资产和劳力等等。

经济计量模型与投入产出模型的结合，是经济模型发展的重要方向之一，西方和东欧一些国家都在进行试验，我们这次也进行了这种试验。山西省统计局于1982年5月完成了该省1979年价值型投入产出表的编制工作，为这种模型构造提供了条件。该表把物质生产划分为56个部门，我们将它合并为19个部门，即农业、黑色冶金、有色冶金、电力、煤炭、炼焦及焦炭化工、石油、化工、机械、森林工业、建材、纺织、食品、其他工业、建筑、铁路、公路、邮电和商业。

经济计量模型与投入产出模型结合时，对后者有三种途径：（一）予测最终产品，利用完全消耗系数矩阵求出各部门的总产值；（二）用生产函数和需求函数予测总产值和总需求，从中减去中间需求（生产消耗），得到最终产品；（三）上述两种办法的结合。由于没有最终产品的时间序列数据。无法对它们作出予测，目前采用第一、第三种办法都有困难，我们采用了第二种办法，具体作法是对每个部门都作出一个生产函数，计算净产值，利用投入产出方程计算总产值，即

$$X_k = \frac{N_k}{1 - \sum_{i=1}^{21} a_{ij}}$$

式中  $X_k$ ——第  $k$  个部门的总产值 ( $k=1, 2, \dots, 19$ )； $N_k$ ——第  $k$  个部门的净产值；

$a_{ij}$ ——直接消耗系数； $\sum_{i=1}^{21} a_{ij}$ ——19个部门产品的投入系数，加上按产值计算的基本折



率和大修折旧率。

从总产值中减去生产消耗，得到最终产品供给：

$$X^{(s)} - AX^{(s)} = Y^{(s)}$$

再对每个部门作一个需求函数，计算全省产品需求量，后者等于全省产量 + 调进 - 调出。需求函数具有以下形式：

$$X^{(d)} = f(X^{(s)}, H)$$

式中 H——用于解释最终产品需求的变量，如人口、固定资产投资、消费品购买力等等。

从全省产品需求中减去中间需求，得到最终产品需求：

$$X^{(a)} - AX^{(s)} = Y^{(a)}$$

进一步得到调进调出差：

$$Y^{(s)} - Y^{(a)} = \pm \Delta M$$

如果  $Y^{(s)} > Y^{(a)}$ ， $\Delta M$  为正，表示调出；如果  $Y^{(s)} < Y^{(a)}$ ， $\Delta M$  为负，表示调进。其他子模型差不多都是随机方程。

我们发现，在两种模型的结合中，投入产出模型计算的结果有时高于随机方程的预测值，例如省内产品需求是中间需求和最终需求的合计，但个别部门按投入产出模型计算的中间需求，就超过了省内产品的总需求（随机方程的预测值），最终需求为负数。究其原因，主要是随机方程在选择变量时只能限于几个主要因素，而对其他次要因素舍去不计，但在未来的经济发展中，恰恰是这些次要部门对该部门产品的需求量增长很快，超过主要部门对其需求量的增长速度。这种情况在投入产出模型中可以反映出来，但随机方程反映不出来，所以后者的预测值偏低。根据这种认识，对予测值偏低的个别部门，重新选择了解释变量，得到了较为满意的结果。

3. 这是一个大型的递归模型。我们知道，单一方程的一般形式是：

$$Y = f(X)$$

因变量 (Y) 与解释变量 (X) 之间只存在单向因果关系，可用普通最小二乘法 (OLS) 估计其参数。在这种单一方程中，干扰项 (U) 与解释变量 (X) 无关，它们的协方差为 0。

在联立方程模型中，除

$$Y = f(X)$$

外，还有

$$X = g(Y)$$

这就是说，Y 是 X 的函数，X 又是 Y 的函数，存在双向因果关系。在这种情况下，U 与 X 相关，协方差  $COV(XU) \neq 0$ ，应用 OLS 法就会产生联立方程偏倚，而且这种偏倚不能增加样本来消除。如果联立方程不采用联立求解，而采用递归形式，就可以从根本上解决这个问题。这种模型构造的优点是，“它的方程可以用 OLS 法每次估计一个，而不产生联立方程偏倚”。①

这种模型的另一个优点是，因变量数目与方程式数目相等，不存在识别问题。

为了使山西综合经济模型在构造上成为递归模型，就要在同一年度内使变量之间保持单向因果关系，这就需要在公式

①A·科苏扬尼斯：《经济计量理论》（下），辽宁财经学院经济研究所，基础部1983年印，第15—16页。