

结题论文的内容、格式的基本要求

内容要求：除了论文一般应包含的内容之外，一定加上一下内容：

- ① 春晖计划项目的课题名和课题编号
- ② 作者的所在单位和所在地
- ③ 摘要和关键词
- ④ 参考文献

字数限制：原则上 5000 字以内，图表按所占用面积折算字数计算。

格式要求：

1. 页内不分左右两段排版。参见样板。
2. 表的题目放在表的上方，图的题目放在图的下方。
如果图，表及其数据来源非作者原创，应注明出处来源。
如果有其他注解，改行加在出处的下面。
3. 为保证印刷质量，图表应该做得尽可能清晰，美观，以致能够直接拍照排版。尤其是图，出版社很难再做美观处理。表，出版社比较容易做美观处理，但前提是表必须是可编辑的。
4. 文中内容，如果是参照或引用其他文献的话，应该注明参照或引用源。
5. 文中注释，采用页末注释。但须全文连号。即，不是分页排号，而是通篇排号。

详细请参照样板

【样板】

循环经济下的能源产业技术选择探讨^①

潘福林¹ 方苏春² 于焱³

(1. 长春大学**学院, 吉林 长春 130022)

(2. 圣泉大学**学部/研究科, 日本滋贺县 彦根市 521-1121)

(3. 长春大学经济学院, 吉林 长春 130022)

摘要: 人们越来越认识到系统是事物的基本存在形式, 而非系统是相对的。能源产业技术作为一个技术体系, 研究其技术选择就应该采用系统的思想和方法。本文从循环经济的视角阐述能源产业技术选择的系统观及其意义, 进而分析能源产业技术选择的系统观方法。在此基础上, 分析能源产业技术选择的控制机制, 探讨能源产业技术选择的目标, 进行能源产业技术的科学评价和选择提供理论依据。

关键词: 循环经济 能源产业 技术选择

能源产业技术作为一个系统, 同时它又与经济系统有着密不可分的关系。经济系统的发展与技术系统的支撑和引领是分不开的, 同时技术系统的发展也需要经济系统的资金支撑和应用支撑。要采用系统范式, 首先要把能源产业技术看成一个系统, 并对这个系统进行全面的研究。

一、能源产业技术选择的循环经济系统观

从目前经济发展的状况以及其发展引起的资源和环境问题决定经济增长必须走集约型的道路, 而循环经济正是解决这些问题一种有效的经济增长模式。技术创新的目的在于解决制约经济发展的瓶颈性问题。技术的目的是为了应用, 能源产业技术作为一个系统, 其演化发展必须也应该放在目前的大经济环境中去, 适应经济发展的要求。当不可再生资源越来越稀缺的时候, 技术创新的方向是节约资源、提高资源利用效率、变废为宝, 以及创造出替代不可再生资源的资源。于是, 一方面旨在提高资源综合利用率、节约资源的技术得到重视, 另一方面科技和经济的发展又催生了一系列可替代、可循环的资源能源。在这种情况下, 循环经济就水到渠成了, 所以能源产业技术选择应该在符合循环经济要求的条件下系统地去选择, 称之为技术选择的循环经济系统观。

(一) 能源产业技术选择循环经济系统观的意义

循环经济就是把上一生产过程产生的废料变为下一生产过程的原料(生产要素), 使一系列相互联系的生产过程实现环状式的有机组合, 变成几乎无废料的生产。这是一种能够最大限度地节约资源、最大限度地提升资源利用率的经济增长模式。

1. 技术选择循环经济系统观符合生态的良好发展

^① **基金项目:** 教育部“春晖计划”项目、基于循环经济的区域能源产业技术评价研究(编号: S2012012)。

通过选择环境友好型技术改善生态环境。提供生态友好型产品。以提高资源利用效率、降低污染排放和生态损耗强度为核心，以节能节水节材节地、资源综合利用和有效保护、改善环境为内容，以最少的资源消耗和环境代价获得最大的经济利益和社会效益。

2. 技术选择循环经济系统观是节能降耗的内在要求

能源产业技术选择是剖析能源产业发展内在机理的首要工作，而如今，它依然是个黑箱。不仅如此，产业技术学习行为这一复杂系统存在着“初始条件的敏感依赖性”，因此，对中国能源产业技术选择的研究，能够指导我国作出明智的技术能力发展决策，从而避免我国能源产业被锁定在技术能力发展的低级化道路上，其意义十分重大。

3. 技术选择循环经济系统观是技术演化的方向指导

虽然科技永远是多元化的，但在科技的演化过程中，技术选择是其一个重要的环节。通过技术选择决定着技术的发展方向，不断促进技术的演化发展。未来能源产业技术具有能源利用效率高，环境负面影响小，能源供应可靠和经济效益好的特点。研究能源及其可持续发展中的关键科学问题，发展先进能源技术。技术选择循环经济系统观使能源产业技术兼顾资源、环境、经济等几个方面。

4. 技术选择循环经济系统观是经济发展的规律使然

传统的技术经济范式带来了一系列问题，解决这些问题需要开发新的技术经济范式，需要更加先进的科学技术体系。从这个角度来看，科技创新是发展循环经济的基础，如果不遵循自然生态发展的规律，积极推进科学技术的研发，循环经济所追求的经济效益与资源循环利用、能源节约、环境保护和生态改善的“四赢”目标是难以从根本上实现的。因此技术创新是发展循环经济的基础，循环经济模式实际上就是通过改变过去传统工业社会的技术经济范式，使人类在创造新的福利的同时，不损失原有的自然福利。

(二) 技术选择的循环经济系统观内容

1. 坚持以“大经济系统”的观点来进行能源产业技术的选择

“大经济系统”指循环经济涉及的系统，包括经济系统、资源系统和环境及生态系统。循环经济是包含科技、经济、社会和生态的大系统，循环经济是在人口、资源、环境、经济、社会与科学技术的大系统中研究符合客观规律的经济原则。

2. 密切结合经济发展阶段和发展状况来进行能源产业技术的选择

技术是一把双刃剑，它在造福人类的同时，另一方面又破坏着人类生存的自然生态环境。目前的资源、生态约束瓶颈显现，经济发展据此要求又好又快进行，发展重心发生转移。能源产业技术再选择时优先考虑的因素也相应发生变化。在进行能源产业技术选择时，资源和环境的要求考虑的权重增加、迫切性加强，应优先重视考虑。

3. 资源节约技术的选择要考虑环保和经济性的要求

坚持节能与结构调整、技术进步与环境保护相结合。以科学发展观为指导，落实节约资源基本国策，围绕实现“十二五”GDP能耗降低20%左右的目标，以提高能源利用效率为核心，以企业为实施主体，大力调整和优化结构，加快推进节能技术进步，建立严格的管理制度和有效的激励机制，加大政府资金的引导力度，充分发挥市场配置资源的基础性作用，调动市场主体节约能源资源的自觉性，尽快形成稳定可靠的节能能力，为实现国家节能目标奠定坚实的基础。

4. 环保技术的选择要重视资源的可持续利用和经济发展的需要

环保技术作为社会可持续发展的基础，也称为绿色技术、高新技术。以科学为基础的产业发展和经济增长，才是健康的和可持续的。提高环保技术标准。企业应承担起其社会责任

和环保责任，努力控制并减小产品对环境造成的污染，促进生产和销售低污染的产品，实现产品清洁生产，提高资源利用效率，保护地球生存环境和人体健康以及减轻对生态系统的影响。

5. 经济发展要兼顾资源的持续开发及建立生态补偿机制

坚持全面协调可持续的科学发展观，实现经济发展和生态环保协调发展。工业化是社会生产方式的变革过程，是人类社会绕不开的发展阶段。然而，发展工业初期总有一定程度的环境破坏和污染，要从规划上、发展道路上（新型工业化、循环经济）避免工业发展中的经济增长与环境破坏双重“增长”现象，在经济持续发展的前提下，优先给高科技、绿色环保型项目开绿灯。生态环境其实是一种可耗竭资源，当破坏和污染达到一定程度后很难再恢复。

二、能源产业技术选择的系统观方法

系统是一切事物的存在方式之一，因而任何事物都可以用系统观点来考察，用系统方法来描述。处于循环经济系统中的能源产业技术，应该也必须用系统的观点和系统方法论来研究它的选择问题。

（一）定性、定量相结合的综合集成法

任何系统都有定性和定量两方面，定性特性决定定量特性，定量特性表现定性特性。定量分析是为定性分析服务的，借助定量分析能使定性分析深刻化、精确化。定性的对象或概念要给予定量的表示；用数量表示的结果要给出它的经济意义或物理意义，这样才能提高分析系统的水平和对系统的深入认识。

（二）静态分析与动态分析相结合

动态分析法是以客观现象所显现出来的数量特征为标准，判断被研究现象是否符合正常发展趋势的要求，探求其偏离正常发展趋势的原因并对未来的发展趋势进行预测的一种统计分析方法。

（三）还原论与整体论相结合

对能源产业技术的选择在注重各技术先进性的同时，还要考虑其适用性。考虑其对能源产业技术子系统整体涌现性的贡献。再考虑这种涌现性是否和循环经济系统整体涌现性的产生一致。系统协调一是系统内协调，即根据系统的总结构、总功能、总任务和总目标的要求，使各个子系统之间互相协调配合，在各个子系统局部优化基础上，通过内部平衡的协调控制，实现系统的整体优化。

（四）采用控制论的各种科学方法

控制论的理论、观点，可以成为研究科学问题的科学方法，这就是撇开各门科学的质的物点，把它们看作是一个控制系统，分析它的信息流程、反馈机制和控制原理，往往能够寻找到使系统达到最佳状态的方法。

三、能源产业技术选择的控制机制

（一）控制论基础

控制论（Cybernetics）与相对论、量子论被认为是二十世纪上半叶的三大科学伟绩，是人类认识和改造世界的三大飞跃之一。控制理论经历了经典控制论和现代控制论两个发展阶段。控制是一种策略性的主动活动。基本控制方式有三种：简单控制、补偿控制和反馈控制。

简单控制是只根据控制目标制定控制指令，让受控对象去执行，即只布置任务，不检查效果。简单控制如图 1 所示：

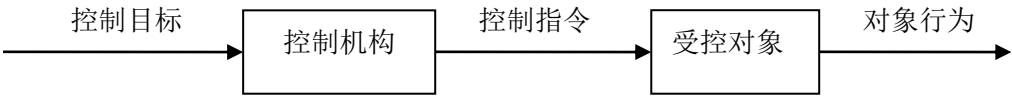


图 1 简单控制结构图

补偿控制的特点是不仅根据控制目标，还计算外部干扰可能造成的影响所需要的控制作用，制定控制指令，通过控制作用把干扰的作用补偿掉。补偿控制如图 2 所示。



图 2 补偿控制结构图

反馈控制的特点是不采取事先抵消干扰的补偿措施。只根据受控对象输出的实际行为信息反向传送(反馈)到输入端，与控制目标进行比较，形成误差，根据误差的性质和大小决定控制指令，去改变对象的行为与运行状况，逐步缩小并消除误差，达到控制目标。反馈控制如图 3 所示：

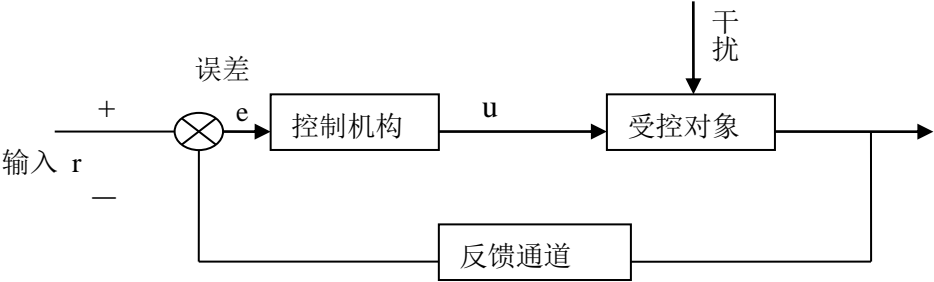


图 3 反馈控制结构图

广义看控制论是系统科学的一个组成部分。根据钱学森关于系统科学的学科层次划分，控制论是研究在一定限制条件下，发挥能动性，以实现对系统的控制的一门技术科学。控制论是一门研究生物系统和非生物系统内部通讯、调节和控制的一般规律的科学，几十年来，控制理论的发展异常迅速，它在纵深方向得到了很大发展，已广泛地应用到人类社会各个领域。对控制系统性能的要求主要有三个方面：(1)稳定性；(2)稳态性能；(3)动态性能。

系统的稳定性是指系统在受到干扰后克服对给定状态的偏离的能力。稳定性包括系统在 $t \rightarrow \infty$ 时的渐近性状和在有限时间内的稳定性问题。稳定是自动控制系统能正常工作的首要条件，不稳定的自动控制系统是无法完成控制任务的。

系统的稳态精度是指系统到达新的定态时，其状态与给定状态的最终偏差。许多高精度控制系统，如火箭控制系统，各种随动系统；工业生产中的仿型和数控机床等都要求有高的稳态精度。稳态精度部分地取决于检测元件(传感器)的测量精度，也取决于控制系统的某些动态参数和控制规律的选择。

在系统稳定的条件下，系统从一个稳态过渡到另一个稳态或系统受到某种初始干扰后，恢复到稳态所经历的过程叫过渡过程。过渡过程所经历的时间叫过渡过程时间。从理论上讲，过渡过程时间是无限长的。但工程上认为，当系统输出与所要求的状态的误差小于某个给定值 Δ 时，过渡过程就结束了。

上述指标有时是互相矛盾的，设计一个控制系统同时满足上述全部指标几乎是不可能的。上述质量指标中，稳定性对任何控制系统都是必要的，而其它质量指标可以视不同系统有不同的要求：应该对这些指标抓住重点而综合平衡。抓住主要矛盾，从实际情况出发作出判断。

（二）能源产业技术选择的跟踪优化控制

控制论的研究对象是系统，包括工程系统、生物系统，社会经济系统等。控制论从控制这个角度研究这些系统的共同规律。这里要研究的系统是能源产业技术系统。依据能源产业技术评价模型，通过研究能源产业技术系统，给出吉林省产业技术选择的跟踪优化控制模型。跟踪优化控制模型力求体现产业技术在循环经济系统处于运行过程中，与循环经济系统其他组分之间相互依存、相互支持、相互制约的方式，体现循环经济系统运行结构中产业技术的功能和作用。

可以把能源产业技术选择跟踪优化控制模型设计为一个补偿控制和反馈控制结合的系统。如图 4 所示。控制机制作为该系统的专门调节装置来控制系统的运转，维持自身的稳定和系统的目的功能。控制机构发出指令，作为控制信息传递到控制对象——能源产业技术系统中去，由它们按指令执行之后再把执行的情况作为反馈信息输送回来，并作为决定下一步调整控制的依据。整个控制过程就是一个信息流通的过程，控制就是通过信息的传输、变换、加工、处理来实现的。反馈是控制论的核心问题，反馈对系统的控制和稳定起着决定性的作用。能源产业技术保持自身的动态平稳（体现为能源产业的持续发展），也是通过反馈机制实现的。控制论就是研究如何利用控制器，通过信息的变换和反馈作用，使系统能自动按照人们预定的程序运行，最终达到最优目标的学问。

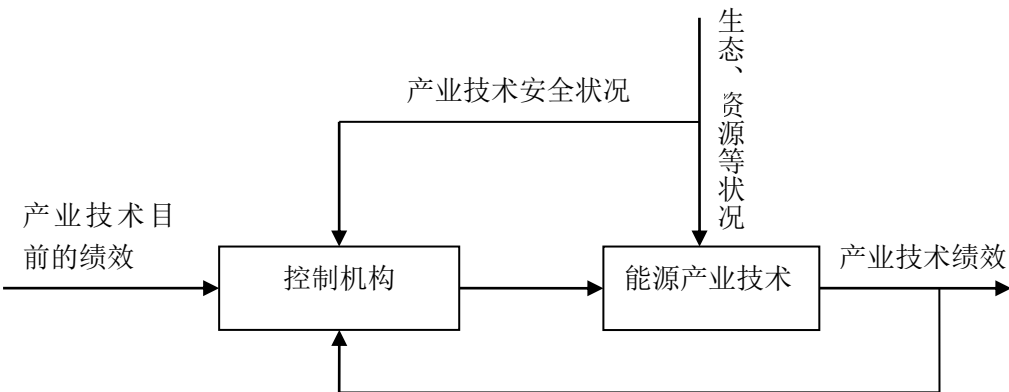


图 4 能源产业技术跟踪优化控制结构图

（三）能源产业技术选择的解释模型

把能源产业技术选择进行必要的简化,用适当的表现形式或规则把它的主要特征描绘出来,称之为能源产业技术选择的模型。控制机制模型是一个解释模型,它提供一个框架,对能源产业技术的行为特性和运行演化规律作出解释。产业选择是有规律可循的(吕政,2007),能源产业技术选择必须考虑的结构问题等都要在解释模型中有所反映。

在能源产业技术评价指标的指导下,受能源产业技术控制模型的控制进行能源产业技术选择。能源产业技术选择函数 F 如下所示:

$$F=\{f(x_i) \mid x_1; x_2; x_3; x_4\}$$

x_1 指资源要素; x_2 指环境要素; x_3 指经济要素; x_4 指技术自身发展要素,即技术安全状况。资源要素、环境要素、经济要素反映在循环经济的 3R 效果中。

令 S 记循环经济系统,令 A 记系统中全部元素构成的集合。设循环经济系统 S 中把所有元素 A ,以 r 记元素之间的关系, R 记所有这种关系的集合, A 中不存在相对 R 的孤立元,则循环经济系统可以形式化地表示如下: $S=\langle A, R \rangle$,仅就内部规定性来看,循环经济系统是由其元素集和关系集共同决定的。

能源产业技术在循环经济系统内,阐明其与其他子系统的关联方式。基于这种考虑,给出能源产业技术选择的控制机制模型(概念模型):“三轨”“四场”模型。“三轨”指(技术规律、经济规律、生态规律);“四场”指(科技场、经济场、生态场、资源场)。如图 5 所示。这种概念模型体现了产业技术在循环经济系统处于尚未运行或停止运行状态时,与循环经济系统其他组分之间的基本连接方式,是循环经济系统从产业技术角度构建的框架结构。

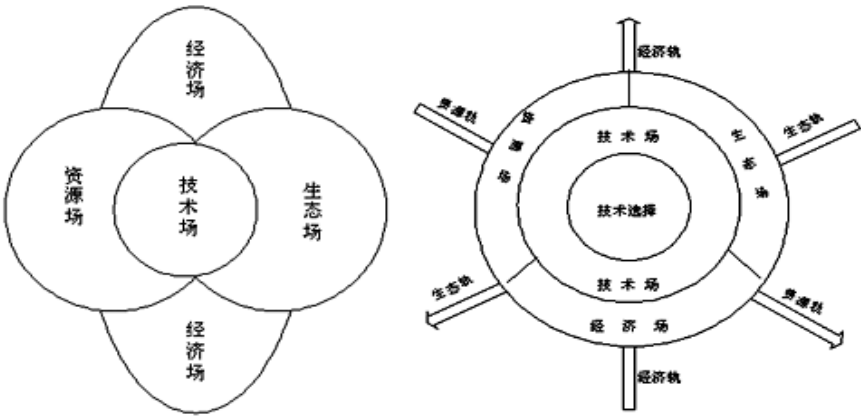


图 5 能源产业技术选择的控制模型

能源产业技术演化的动力有来自子系统内部的,即各技术之间的合作、竞争、矛盾等,以及各技术关联方式的改变,也来自外部环境,环境的变化及环境与系统相互联系和作用方式的变化,都会在不同程度上导致技术系统内部发生变化,包括各技术的变化、结构方式的改变,甚至包括各技术的产生和消亡,最终导致系统整体特性和功能的变化。

处于循环经济系统中的能源产业技术,循环经济系统的其他组成要素对能源产业技术的选择及发展具有制约作用;循环经济系统的环境,同时也是能源产业技术子系统的环境,也对能源产业技术的发展有着重要的制约作用。

四、总结

建立能源产业技术选择的控制机制模型包括解释模型和跟踪优化模型。解释模型解释能源产业技术选择要遵循的规律，提供一个框架，对能源产业技术的行为特性和运行演化规律作出解释。跟踪优化控制模型是依据能源产业技术评价模型，通过研究能源产业技术系统，给出产业技术选择的跟踪优化控制。能源产业技术选择跟踪优化控制模型是一个补偿控制和反馈控制结合的系统，通过信息的变换和反馈作用，使能源产业技术系统按照人们预定的程序运行，最终达到能源产业技术发展的最优目标。

参考文献：

- [1] 陈晓玲. 基于循环经济视角的青海省资源型产业的技术评价与选择[D]. 青海大学.2011
- [2] 冯之俊. 循环经济导论[M]. 人民出版社, 2004.
- [3] 张传辉、万长松. 产业过程论—对产业演化的另一种解读. 第二届中国科技哲学及交叉学科研究生论坛论文集（硕士卷）[C]. 2008
- [4] 胡鞍钢, 吕永龙. 能源与发展——全球化条件下的能源与环境政策[M]. 北京, 中国计划出版社, 2001.
- [5] 杨忠直, 张世英, 李光泉. 技术选择的评价与决策方法研究[J]. 中国软科学, 1997（1）
- [6] 吴传蓉. 基于 MFA 的循环经济评价及实证研究[D]. 河海大学, 2008