

第 1 章 交换平衡力学基础

1.1 交换平衡力学的基本概念与理论基础

1.1.1 基本概念

1. 交换平衡与交换平衡结构

(1) 交换平衡

交换平衡 (exchange equilibrium) 是指在非平衡区 特别是在远离平衡状态下, 体系通过与外界环境不断进行物质和能量的交换, 在外界条件的变化达到一定的阈值时, 体系可以达到局域平衡状态。

诺贝尔奖获得者普利高津 I. Prigogine 曾说过: “局域平衡这个假设的确是重要的”, 非平衡体系“可看为由无限多的局部平衡的子系统构成”, “可由局域平衡热力学函数给予描述”。例如局域熵 S_v 可写成:

$$S_v = S_v[P_1(r, t), \dots, P_n(r, t)] \quad (1.1)$$

式中 $P_1, P_2, \dots, P_n$ 为体系内组分变量; v 为局域范围, r, t 为变量参数。

在非线性非平衡区 (如远离平衡态) 也存在一个李雅甫诺夫函数 它是熵的二次微商 $1/2\delta^2 S$ 。

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} \delta^2 S \right) = \int dv \sum \delta J_k \delta X_k = \delta_k P \quad (1.2)$$

式中 X_k 为交换平衡力, J_k 为交换流, δJ_k 是由交换平衡力 X_k

产生的流的生长 $\delta_k P$ 为超熵。 P 大于零、小于零、等于零 就分别对应于体系稳定、不稳定和临界状态。当约束条件 λ 的值超过临界值 λ_c 时“ $\delta_k P$ 由 ≥ 0 变成 < 0 体系变为不稳定 这时微小的扰动可以驱使体系离开不稳定的定态，而进入一个新的稳定的状态——有序的耗散结构”。

上述关于局域平衡的概念中，涉及到体系与环境、交换平衡力 X_k 与交换流 J_k ，以及耗散结构等概念，这些概念也是本书的主要理论基础。

(2) 体系与环境

体系与环境是一种多层次的、相对的和互为依存的概念。一个体系（或称系统）无论它大至太阳系，或小至微观粒子，无不存在于周围环境之中。但是规模大的高级别的体系，相对于规模小的低级别的体系，前者可视为后者的周围环境，而后者即是与环境存在着联系和物质能量交换的系统。因而体系与环境的关系是多级别多层次的，是互相联系和互为依存的。

例如 笔者在《地质综合场——理论·方法·应用》一书中，曾分析由于地壳多级分异，形成了多级成矿背景场，其中地壳一级分异，发生在洋壳和陆壳之间，二级分异发生在洋壳和陆壳内部，分异产生各具特色的各级大地构造体系单元……低级别的背景场是高级别背景场的背景或环境，而后者即是环境之中的体系或背景之上的异常。

一些学者认为，体系具有开闭两重性，因为自然界不存在同其他事物没有任何联系的事物，因而不存在与其他体系没有任何联系的，与环境没有任何物质和能量交换的系统，所有系统都必定与外界环境进行交换，这是系统的开放性，所有系统都有边界，这是系统的封闭性。但是耗散结构理论的对象是开放系统，或系统在开放条件下的行为，而宇宙中各种体系或系统，不论是有生命的，无生命的，实际上无一不是与周围环境有着相互依存和相互作用

的开放体系，因而这一理论涉及范围之广，在科学史上是罕见的。

(3 交换平衡结构

从热力学的观点看，自然界有两类有序结构。一类如晶体产生的有序，它们是在分子水平上的有序，并可在系统封闭状态下（如实验室的封闭条件下）产生；另一类为宏观状态的时 - 空有序，这类有序结构只有在体系远离平衡的开放条件下通过体系和外界交换物质和能量才能产生和维持。因此，这一类有序结构又可称为交换平衡结构。

经典热力学根据波尔兹曼有序原理已经解释了第一类有序结构，但无法解释第二类有序结构；普利高津的耗散结构理论已经圆满地解释了第二类有序结构的成因，因为这类有序结构的产生和维持，需要不断地耗散体系的物质和能量，因此普利高津称其为耗散结构。

耗散结构是在非平衡状态下所形成的非平衡结构，是一种不稳定的结构。耗散结构得以保存下来，是因为不断地得到物质和能量的补充，有的学者认为是由于历史的“冻结”的原因。例如当岩浆在扩散运移过程中形成的耗散结构系统达到浅部或喷出地表，由于温度的急剧下降，不可能避免地将全部结晶固化，而呈现“末态平衡相变”；又如沉积作用中由于重力分异或化学（及生物化学）反应而形成的有序结构，在岩石成层固结中“暂时冻结”起来而得以保存。但是这只是对不同的时间尺度而言。因为这些“末态平衡相变”或“暂时冻结”的有序结构，在以后漫长的地质历史中，还可随时间的演化与环境的变迁而不断进行物质和能量的交换，或因新的地质事件如岩浆侵入或变质作用等而使其“解冻”，成为新的非平衡过程的起点。随着历史的进程，环境条件的改变，物质和能量的补充，新的结构层出不穷，并且将越来越复杂，有序化程度越来越高，因此耗散结构又是事物发展各阶段局域交换平衡的真实纪录。

2. 交换力与交换流

上述从宏观到微观的不同级序不同类型的交换平衡结构，其实都是茫茫宇宙、大千世界中物质的运动和运动的物质的表现形式，是在体系与环境之间的交换力的作用下通过交换流的运动完成的。

关于物质的运动及其动力学机制，前人们取得了许多划时代的研究成果。牛顿力学的创始人提出了牛顿力学三定律，它们广泛地运用到了宏观世界，适用于低速运动的物质体系；针对牛顿力学的局限性，麦克斯韦等人坚持电性与磁性的统一性，以波粒二象性为基础，提出了量子力学理论，广泛地应用到了微观粒子世界。爱因斯坦进一步创立了相对论力学，证明质量、时间和空间都与物质运动的速度有关，并提出了光速不变原理。前人们不断地探索反映了人类对自然界本质的认识的不断深化。

(1) 流和流粒子的概念

物理学家们从光的干涉、衍射等实验中发现了光的波动性，从热辐射、光电效应和康普顿效应所获得的认识中，普朗克和爱因斯坦关于光的微粒性理论获得了成功的验证。人们不得不承认光的本性具有“波粒二象性”。1924 年德布罗意在光的二象性启示下，提出实物粒子（如电子、质子、中子等）也具有波粒二象性的假设，物质粒子运动的波动性已经为许多实验所证实。

我们可以把这些具有波粒二象性的实物粒子称为流粒子。流粒子具有不同的层次，如果把爱因斯坦等人的光粒子作为一级流粒子，则原子中电子的旋转、跃迁、质子和中子的移动等可视为二级流粒子的运动，而分子内部原子的化合、交代、置换等又相当于三级流粒子的运动，分子之间的运动（如振动、扩散等）等则视为四级流粒子的运动，还有分子团或微尘颗粒的随机布朗运动，或在一定的交换力作用下作有规律的运动等，则是更高一级的物质运动……这些不同级别层次物质运动，在体系和环境形成了

物质流和能量流。

(2) 物质流和能量流

物质和能量的交换的基本形式是流粒子的运动。爱因斯坦将物质粒子之间介质称为场粒子，物质粒子和场粒子之间又有一个极其重要的差别，就是它们的自旋性。另一方面，场和场源物质又是不可分割的整体，是物质不同的表现形态，是不同运动状态的物质。场源实体由于作不同程度的变速运动而具有静止质量，而场粒子由于作相当于光速的等速运动而无静止质量。两者常占据同一空间，且相互影响、相互渗透。

事实上，任何体系（或系统）在空间中首先具有一定的数量特征（数量场）当各种自然力场超过了其内聚力（如化学亲和力、结合力、粘滞力等）时又具有一定的矢量特征（矢量场）因而形成各种物质流和能量流。物质和能量的交换除了大量以微观粒子（流粒子）的形式流动外，当内聚力很大时，还可以宏观流的形式与环境进行交换，并在远离平衡的条件下，在局域平衡状态中形成宏观有序结构。例如地幔物质由于其 U、K、Rb 及其他不相容元素的集中和异常分布，形成地幔异常体（如幔团、幔囊）虽然地幔物质的粘度较大，但在放射性成因的热异常和化学异常状态下，与周围环境形成密度差和温度差，使地幔物质产生蠕变和流动，并因物质和能量的交换而形成一种宏观有序结构。

(3) 交换流及其类型

体系和环境中的物质流和能量流可统称为交换流。交换流按不同的划分方法有不同的类型：

按进出口结构划分：可划分为释放流和吸收流。

释放流是从体系出口释放到环境中去的流，如太阳向太阳系释放的光子流；吸收流是从体系进口吸收到开放体系内部的流，如地球的一些进口从太阳所吸收的光子、磁粒子等。

释放流和吸收流是相对的，是可以转化的，如太阳的释放流被

地球吸收后就转变为地球的吸收流，而地球又可将其部分释放到它的行星——月球上去。

按流的运行方向划分：可分为定向流与杂乱流。

定向流是在体系内部流粒子的运行方向平行一致，流粒子相互碰撞概率很小，同时由于流粒子作用于同一方向，因而对外作用力较大，如电流就是一种典型的定向流。

杂乱流是在某一空间中，流粒子运动方向杂乱无章，流粒子相互碰撞概率较大，并且由于流粒子运动方向分散，整个杂乱流对外作用力较小，如热扩散即是一种杂乱流。

定向流和杂乱流在一定条件下亦可相互转化，当定向流在运行中遇到较大阻力可转换成杂乱流，例如电流受阻发热变成热流即属这种情况；杂乱流如无序的铁离子被磁铁或电磁铁这种具有高度进出口结构的体系磁化时，就会形成有序的定向流。

按宏观与微观尺度划分：可分为宏观交换流与微观交换流。

本书所涉及的宏观交换流主要有地幔流、洋壳流等。其他的宏观交换流，如水流、气流等，本书内容没有涉及。本书所涉及的微观交换流主要有电流、电磁波流等。

(4) 交换流的来源与吸收关系

交换流的来源：吸收源和释放源是相比较而言的。当一个体系的释放流大于吸收流时，可称为释放源，如太阳；当一个体系的吸收流大于释放流时，该体系称为吸收源，如地球相对于太阳是吸收源。当由于物质的密度差或温度差而产生对流时，高密度区或高温物质区可称为释放源，如地幔层中的异常地幔体；而低密度区或低温区可称为吸收源，如地幔之上的壳体。

吸收关系：体系与环境之间的物质和能量的交换有两种关系，一种是定向关系，即吸收源与释放源之间有较固定的关系，其中又可分单边交流与双边交流，前者是只向对方提供交换所需的物质流和能量流，对方纯为吸收源；后者是结成交流关系的双方，

相互向对方提供所需的物质流和能量流。另一种吸收关系是散取关系，有的开放体系没有相对固定的流源，而是吸取散布在空间的杂乱流来满足交换需要。例如自由电子在运动中，沿途吸收它的周围空间中的杂乱流来满足交换需要，即形成散取关系；而原子中的电子从核释放的流中获取所需，与原子核则形成单边交流关系。

(5) 交换流的运动形式

流线、流谱、流束与流量 若某时刻 t 物质粒子在流场中划出一条曲线，其上所有质点的速度矢量均与这一曲线相切，该曲线即为质点在时刻 t 的一条流线。因此，一条某时刻的流线表示了该时刻各交换流质点的速度方向；在交换流运动的整个空间，可绘出一系列的流线，这些流线构成了该时刻流场中的流谱，在后面研究亚洲地洼区的成因和洋壳流的运动中应用了上述流线和流谱的概念（见图 1-1、图 1-2）。

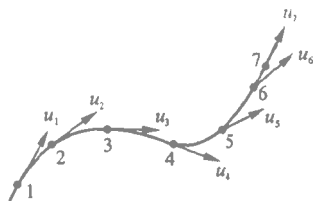


图 1-1 流线

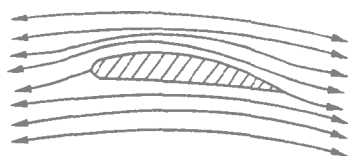


图 1-2 流谱

在流场中通过任意封闭曲线 L （非流线）上各点作流线而构成的管状曲面，称为流管。由于流线不能相交，所以在各个时刻，流体质点只能在流管内部或沿流管表面流动，而不能穿越流管。因此，流管仿佛就是一根实际的管子，其周界可以视为像固壁一样。物质和能量流由进

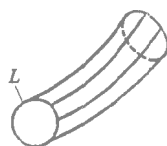


图 1-3 流管

口吸入后，经出口释放出去之前，在开放体系内运行的区域可视为流管（见图 1-3）。

通过由任意封闭曲面所构成的流管内的所有流线称为流束，例如通过导线的电流束或通过构造通道的物质流等。在流管分布的空间范围内，只存在交换流运移的过程，而并不是物质组分的集散之地。

流量是指单位时间内通过某一特定空间的交换流数量，可相应地分为体积流量 Q （单位 m^3/s 或 L/s ）和质量流量 m （单位 kg/s ）本书中以体积流量使用得较多。

均匀流与非均匀流：根据位于同一流线上各流体质点的速度矢量是否沿流程变化，可将交换流运动分为均匀流和非均匀流。若同一流线上各流粒子的速度矢量沿流程不变，则称为均匀流，否则称为非均匀流。均匀流中各流线是彼此平行的直线，各过流断面上的速度分布、断面平均速度等假设不变，过流断面设为平面。本书中在不说明的情况下，流一般是指均匀流，这样可简化交换平衡力学模型。

定常流动与非定常流动：若流场中各空间点上的一切运动要素均匀地不随时间变化，则称为定常流动，否则称为非定常流动。例如当地球运动相对平稳以及外场扰动不大时，地幔蠕动可以呈变化不大的定常流状态，拖曳着岩石圈板块或壳体缓慢而近均匀地移动，并控制着壳体内构造活动连续渐进地进行，此时地幔的热状态相当于耗散结构的一个稳定分支解；当外场的扰动随时间呈周期性变化时，系统内释放型和吸收型流动状态和流动方向交替，变成随时间周期振荡的非定常地幔蠕动流，并将导致壳体构造运动的多旋回以及旋回的周期性。

3. 交换平衡力学

建立在上述一些基本概念之上的交换平衡力学，是研究自然界中各种开放体系与外界环境进行物质和能量交换时的运动、变

化和交换平衡结构的产生和维持的一门力学分支学科。它把整个物质世界，从太阳系到地球物质，从宏观天体到微观粒子，都视作开放体系，以耗散结构理论、宇称不对称理论、分形理论等为其理论基础，探讨了体系与环境的交换规律，交换力与交换流的关系，交换流及其进出口结构的理论等；并运用这些规律和理论，用新的观点阐释了重力、万有引力、原子核对电子引力的成因，太阳、地球、原子、电子等宏观、微观开放体系持续运动的动力来源，从新的思维角度分析了地球交换流及其进出口的多级有序结构，洋壳流对陆壳构造—地貌地形特点的影响以及亚洲地洼区时序结构的成因。

1.1.2 交换平衡力学的主要理论基础及其特点

从上述基本介绍可见，交换平衡力学最主要的理论基础是耗散结构理论，其次有宇称不守恒以及分形理论等，这些重要的理论给予我们以新的思维想象和研究拓展的空间。

1. 主要理论基础

(1) 耗散结构理论

比利时科学家，布鲁塞尔学派创始人普利高津（I. Prigogine, 1969）的耗散结构（dissipative structure）理论指出：一个远离平衡的开放体系，通过不断地与外界交换物质和能量，在外界条件的变化达到一定的阈值时，由于随机涨落的放大和局域平衡状态的产生，可能从原有的混乱状态，转变为一种在时间上、空间上或功能上的有序状态。这种在远离平衡条件下通过体系与外界进行能量和物质交换而形成和维持的一种稳定化的宏观有序的新组织、新结构称为“耗散结构”。耗散结构理论自问世以来，得到了非常广泛的应用，无论是物理、化学、生物、地学、医学、农学、工程技术，甚至哲学、历史、文艺和经济等，都可以应用其成果。本书也可以说是耗散结构理论的一个应用和拓展。

交换平衡力学主要以耗散结构理论为基础，它从耗散结构理论出发，对其中一些参数进行细致分析，对一些观点进行了扩展，提出了环境交换规律、进出口结构理论和交换流理论。这三个理论是交换平衡力学的三大基础理论。

环境交换规律。从强调开放体系与环境的交换关系的角度出发，提出了环境交换规律，并根据环境交换规律分析开放体系对环境的自组织变化运动。它包括两个内容：

a) 元素宏观分布规律。通过把开放体系同环境结合起来，用宏观统计的方法对星际分子的构成特点进行分析，提出了元素宏观环境分布规律。它包括元素交换量周期递变规律、元素对环境的依存规律、自组织规律、元素对环境适应性变化方向规律等四个规律。它揭示出元素在很小的存在环境和很少的物质数量情况下体现不明显的一些性质，指出元素的分布同存在环境的内在联系，认为元素的存在形式、运动方式对环境有选择性。这有助于对宇宙空间、天体、元素性质的研究。如果我们知道了某一区域元素的存在形式、运动方式就可推出其存在环境的特点反之，如果知道某一环境的特点，就可推测出其中最有可能存在什么特点的元素。

b) 环境关系式。通过对星际分子的元素构成特点、太阳系九大行星质量与运动速度的内在联系，提出开放体系与环境关系式；可通过环境关系式分析开放体系在环境中的运动特点。

进出口结构理论。从耗散结构出发，提出了交换流进出口结构具体模式，并建立了一种进出口理论：一个远离平衡的开放系统为满足与外界的物质和能量的交换，也可产生在时间上、空间上或功能上有序的“进口”与“出口”这种耗散结构。进口与出口存在这样的分工，开放体系通过进口从外界环境吸收物质和能量，通过出口把内部的物质和能量释放出去，进出口结构在开放体系与外界进行能量和物质交换的过程中维持一定的稳定化，并具有不同层次级别特征，和不同规模级别的交换流相互对应。

把进出口结构区分为两极式、混合式和交变式三种基本类型，认为不同类型的进出口结构的交换流、交换力性质不同，对环境的适应性也不同。

认为任何开放体系都存在进出口结构，地球就具有鲜明的进出口地质结构。通过对地球进出口结构特征的分析，把地球的地质运动与天体演化、宇宙环境紧密联系起来。

交换流理论。从开放体系与环境交换物质和能量流出发，把物质和能量流分为吸收流和释放流两种。

a) 吸收流和释放流相互作用形成了物质世界的各种运动，而这些运动只是由交换力所产生。根据交换流与交换力的对应因果关系，提出了交换流与交换力的关系式： $J \Rightarrow F_J$ 。

b) 提出了流差效应。流差是指一开放体系的吸收量与释放量之差。采用流差公式 $J^- = J^+ - J_-$ 和流力差公式 $F^- = F^+ - F_-$ ，分析流差效应产生的结果，结合进出口理论，对万有引力、重力的成因、九大行星的运动规律及部分电磁理论进行了新的阐释。

c) 通过对交换流的运行路线的分析，及洋壳交换流对陆壳的运移推动和构造 - 地貌特征的影响，探讨了地球构造 - 地貌特征及亚洲地洼时序结构的成因。

(2) 宇称不对称理论

以前人们一直确信在各种自然现象中宇称都是守恒的，但在 1956 年前不久发现了一个难以解决的问题，被称为 τ 、 θ 之谜。李政道和杨振宁仔细地分析了当时已有的实验，发现至少在基本粒子弱相互作用领域，宇称守恒定律没有得到过实验的证实。提出了在弱相互作用中宇称可以不守恒的假设，后为吴健雄以实验方法确凿无疑地证明了这一点。现已证明 τ 和 θ 就是同一种粒子，为 K^+ 介子。宇称不守恒的发现被誉为当时基本粒子领域中最出色的成就，打破了人们长期以来一直保持着的宇称守恒概念，使人们对自然界的认识大大地向前迈进了一步。

交换平衡力学根据系统在变换过程中受到外界作用（如力学中外力的冲量和外力做功等），则相应的守恒定律不再成立的观点，认为：

①从宇宙大爆炸导致宇宙不断变化和空间的非均匀性，及开放体系自身进出口、交换状态等性质不断变化的观点出发，认为一个开放体系的质量和能量也就不存在一个恒值，宇称不对称性存在普遍性。

能量守恒存在极值性与近似性，某一开放体系的质量或能量在某一极限空间和极限时间有一个极限值。在某一较小的区域内和极短的时间内，开放体系的质量和能量都会非常接近一个近似值，甚至可视作有一恒量。

根据宇称不对称性，认为原子量与交换量成对应关系，并指出原子交换量、交换力的周期变化规律，及对原子半径周期变化的影响，认为原子核的交换量变化对化学反应有着重大的作用。从电子稳定关系式出发，重新阐述了电离能周期变化的成因。

(3) 分形理论

分形理论是 B. B. Mandelbrot (1975) 提出并发展而成的。他发现许多结构都具有一种潜在的几何规律性，即自相似或标度不变性。以某种标度按自相似规则进行演化变换的过程称为分形。分形具有无穷嵌套的自相似性。其花样内部嵌套着无穷多个相似的花样，即具有无穷嵌套的几何结构。具有高度分形的图案均可由自身的信息复制拼叠而成，大自然的自相似结构比比皆是，如蛋糕中的孔穴、蜂窝、海贝壳、海岸线、雪花、花朵、树叶、云彩、空中闪电、星团等。

各种混沌的几何图像及分形图像都具有分形结构，它们的图形均具有无穷嵌套的自相似几何构形。

根据分形理论，认为地球、月球存在着自相似的凸、凹结构，其地形地貌的形成是有序的：

地球、月球的进口吸收流和出口释放流时，产生的力作用能形成各自具有明显特征的地质结构。进口吸收流形成凹结构，出口释放流形成凸结构，地球、月球地形地貌是由各种自相似的凹结构和凸结构共同构成的。

由于进口中有出口，出口中有进口；进口中有进口，出口中有出口，所以在凹结构中有凸结构，凸结构中有凹结构；凹结构中有凹结构，凸结构中有凸结构，形成相互嵌套的自相似几何结构。例如地球的陆壳是凸结构，海洋是凹结构；陆壳上的高原、山脉是凸中凸，地洼、湖盆是凸中凹，洋壳上的海岭、洋脊是凹中凸，海沟、海槽是凹中凹结构等。

地球南半球的海岭、海盆及大陆上的山脉、平原和月球上的环形山与月海都不是随机分布的。它们是按...凸 - 凹 - 凸 - 凹 - 凸 - 凹...这种凸、凹结构相间的规律排列的。

(4) 地洼学说

地洼学说 (Theory of geodepression “Diwa”) 这一理论体系是 20 世纪 50 年代中期 (1956 年) 中国学者陈国达在发现大陆地壳新的构造单元——活化区 (地洼区) 这种地质实体的基础上，创立、发展形成的，并被列为世界科学史上的大事之一，以及自然科学史上的大事之一。地洼理论突破了地质科学中盛行长达百年之久“非槽即台，非台即槽”的经典理论观点，论证了大陆壳体由地槽→地台→地洼……的壳体演化运动历程。地洼区被列为大陆地壳目前已知的第三种构造单元，地洼学说从本质上揭示了地壳物质运动的动“静”转化递进发展的规律。

本书后段以地洼学说和壳体大地构造理论为基础，根据交换流的运行路线及对壳体构造 - 地貌等特征的影响，探讨了亚洲地洼发展方向性和时间顺序性的成因、动力来源。结合全球地质运动，讨论局部区域地质变化，反演局部区域地质历史过程，得出自早三叠世以来至现代，亚洲沿岸印度洋壳流和太平洋区域洋壳流

的连续变迁概貌，及其对亚洲地洼运动、陆缘扩张带形成、青藏高原隆升的作用，从而找出亚洲一系列地质运动之间的联系，试图建立这一段时间内亚洲东岸局部区域地质断代史。

2. 与其他力学的联系与区别

交换平衡力学是一种新的力学体系，如同牛顿力学、麦克斯韦电磁学、爱因斯坦相对论力学、量子力学各自存在不同的适用范围一样，交换力学也有自己的适用范围。它与其他力学既存在联系，又有区别。

(1) 与牛顿力学的联系与区别

交换平衡力学与牛顿力学，两者都适用于低速运动的物体；但前者不仅适用于低速运动的物体，而且也适用于光速运动的物体。牛顿力学只考虑力对物体的作用，不太考虑力作用对物体内部变化的影响。而交换平衡力学非常注重力作用对开放体系内部进出口结构、物质构成变化的影响。如元素在与环境不相适应时，会发生自组织变化。这里着重说一下与牛顿力学三定律的区别。

与牛顿第一定律的区别。交换平衡力学从交换的角度把力分为交换力系与非交换力系。牛顿力学三定律主要适用在非交换力系中。如牛顿力学中的平衡力系与交换平衡力学中的交换平衡力系是有区别的。

牛顿力学讲究力的平衡，如牛顿力学第一定律（惯性定律）认为：受平衡力系作用的质点，将永远保持静止或作匀速直线运动，即质点处于平衡状态。而在交换平衡力学中，研究的是非平衡态下的交换平衡结构及其成因。

当开放体系处于交换平衡状态时，即处于交换平衡力系状态，其运动状态不仅有静止和匀速直线运动，而且还有匀速圆周运动。如地球吸收太阳释放出的物质和能量，目前处于交换平衡状态，它稳定地绕太阳作匀速圆周运动。

要使开放体系处于交换平衡状态，仅有力作用相等是不行的，

有时必须改变环境或开放体系交换状态。如当铀处于非交换平衡状态，在交换得不到满足发生衰变时，释放出能量，这时无论对它施加多大的力作用，也难以达到交换平衡力系状态。

与牛顿第二定律的区别。牛顿第二定律（力与加速度之间的关系定律）指出：质点的质量与加速度的乘积，等于作用于质点的力的大小，加速度的方向与力的方向相同，即 $F = ma$ 。它是质点动力学的基本方程，建立了质点的加速度、质量与作用力之间的定量关系。该式表明：对质量相等的质点，作用于质点的力大则其加速度也大；如用大小相等的力作用在质量不同的质点上，则质量大的质点加速度小，质点的质量越大，运动状态越不容易改变，也就是质点的惯性越大。

在交换平衡力学中，开放体系运动状态的改变，与开放体系与环境交换的相互作用有关。对相同质量的开放体系而言：

a) 开放体系力作用的大小与环境的交换需求矛盾有关，交换需求矛盾较小，产生的力作用就较小；交换需求矛盾较大，产生的力作用就较大；不管有没有外力，只要形成交换需求矛盾，就会自行产生力作用。

b) 加速度、力作用方向与开放体系对环境的自组织适应方向有关。如当开放体系进入物质和能量密度递增的环境后，其交换需求过剩，其运动速度将减慢。其加速度方向与其运动方向相反，力作用方向与物质和能量密度递增方向相反。

当开放体系进入物质和能量密度递减的环境时，其交换需求不足，其运动速度将加快，其加速度方向与其运动方向相同，力作用方向与物质和能量密度递减方向相同。

而在牛顿力学中的力作用、加速度均与交换无关。

c) 与进出口结构有关。如具有两极式进出口结构的开放体系对外产生的合力作用较大，混合式进出口的开放体系对外产生的合力作用较小。

d)与开放体系的交换关系有关。当开放体系处于散取关系时,这个开放体系比较容易发生运动变化。而当一开放体系与另一开放体系形成交换关系时,则某一外力作用于—开放体系之上,必须考虑另一开放体系产生的力作用的影响。即当外力作用于某一开放体系时,必须考虑开放体系的交换状态。

与牛顿第三定律的区别。牛顿第三定律(作用与反作用定律)指出:两个物体间的作用力与反作用力总是大小相等,方向相反,沿着同一直线,且同时分别作用在这两个物体上。

在交换平衡力学中,对反作用力的理解内涵上有不同的扩展。如当开放体系与环境交换存在不适应时,产生的反作用力会使开放体系发生自组织变化。

(2)与麦克斯韦电磁学的联系与区别

两者都坚持电性与磁性的统一性,建立了场是由运动的物质微粒构成的观点。交换平衡力学还用进出口结构和交换流理论分析电磁现象,并取得了新的认识。

(3)与量子力学的联系与区别

两者都以波粒二象性为基础,都适用于微观粒子世界。但其区别在:①交换平衡力学进一步强化光的粒子性,建立了新的电磁波结构模型和运动模式;②不仅认为光子的分布是存在概率的,而且认为宏观开放体系在宏观环境中的分布也是存在概率的;③研究微观、宏观开放体系均可用交换平衡力学。

(4)与相对论力学的联系与区别

联系:相对论已经证明,质量、时间和空间都与物体运动的速度有关,并提出了光速不变原理。从交换平衡力学中的流力差公式、环境关系式中同样可以推出质量、空间与物质运动速度有关,并可推出光速不变原理。

区别:相对论适用范围是物体速度必须接近光速。而交换平衡力学不论开放体系是低速,还是光速均可用适用。

1.2 交换平衡力学的研究内容及发展方向

1.2.1 交换平衡力学的主要研究内容

交换平衡力学从新的观点出发,根据环境分布规律、进出口结构理论和交换流理论,对许多物理、化学、地质现象进行了新的分析。

1. 对微观、宏观开放体系的研究

(1) 对微观开放体系的研究

提出了元素宏观分布规律。如前所述,通过对星际分子等的分析,探讨了元素对环境的自组织变化。

分析交换性对原子性质的影响。

a) 建立了流粒子假说模型,从流粒子具有两极式进出口结构,能够自身产生动力破坏惯性作用的观点出发,解释了光速不变的成因。

b) 建立了电磁波的有序流结构模型,认为有序流能量大小与三个因素有关,即受波的频率、波列密度和光子运动方向影响。指出流作为物质的一种存在形式,必定占据一定的空间,并分析了流空间特点。由此分析了原子流空间特点,从原子空间变化对原子能量的影响,探讨了光电效应的成因。

c) 认为原子量与交换量成对应关系,并指出原子交换量、交换力的周期变化规律。分析了原子流密度递变速率对电子活动半径的影响,及电子活动半径大小对原子携带电子数的影响。探讨了原子交换力递变和电子有序结构对原子半径周期变化的影响,认为原子核的交换量变化对化学反应有着重大的作用。

d) 引入了电子有序结构的概念,认为不同的电子有序结构需