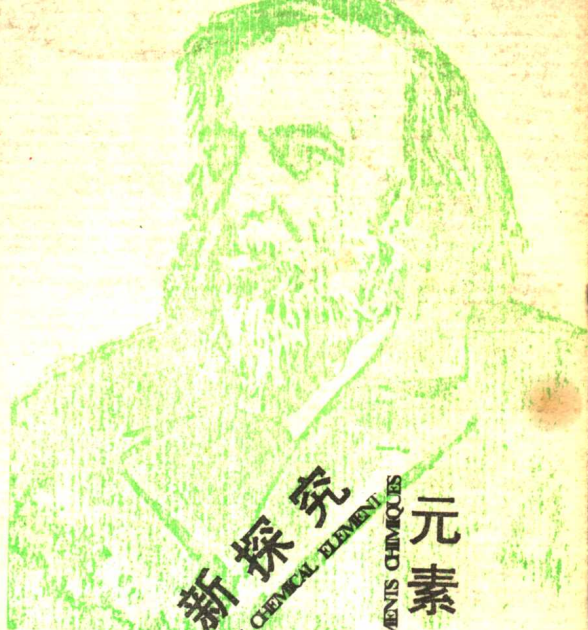


立方著

Д. И. Менделѣев
(1834~1907)

107 4.75

元 秦 周

新探究
TABLE OF CHEMICAL ELEMENTS

TABLE OF CONTENTS

EXPLORATION NEUVE DU TABLEAU DES ELEMENTS CHIMIQUES

元素周期表的新探索

НОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ТАБЛИЦЫ ЭЛЕМЕНТОВ

元素周期表的新探索

[illegible]

3. 为了便于在 1974 年时出版，
因为此书的出版将非常重要。

夫元素周期表

华中师范大学出版社

元素周期表的新探索

平 方 著

华中师范大学出版社出版

(武昌:桂子山)

新华书店湖北发行所发行 武汉测绘科技大学印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 2.75 字数 62 千字

1989年6月第1版 1989年6月第1次印刷

ISBN 7-5622-0373-3/O·44

印数 1—1000 定价: 1.20元

目 录

代序.....	(1)
一、元素起源和演化的思想史.....	(6)
二、元素起源和演化问题的分析.....	(20)
三、元素起源和演化的理论.....	(32)
四、元素周期表是元素过程集合体的反映.....	(54)
附录.....	(62)
后 记.....	(82)

代 序*

门捷列夫周期表是科学工作者洞观元素谱系全貌的战略地图，是用以预言新的元素、确立寻找新元素的研究方向的实用工具，是统一理解客观世界物质结构的理论基石。因此，门捷列夫创立元素周期表以来，受到学术界的普遍重视，并广泛应用于许多方面和领域。

但迄今为止，研究者从方法论的角度去探索周期表哲学意义的努力，却收获不多，很少见到有突破性的进展，尚未见到将其高度自觉地系统地移植于化学以外的领域中去，提出种种具体的新构想，更谈不上从根本上突破现代元素周期系理论及其方法论的框架，从而为改变元素周期系理论的结构、更新元素周期系概念，提供新的可能性。

正是在这种历史背景下，王克强经过近二十年的潜心研究，从方法论、科学技术史、现代元素演化理论、逻辑学、自然辩证法、书评学等不同视角，探索门捷列夫周期表的方法论奥秘，从中发掘出门捷列夫周期系方法概念，并初步揭示出基本结构、基本功能、基本原理，提出了一个见解独到、自成系统的门捷列夫周期系方法的理论框架。

进而作者将门捷列夫周期系方法移植于技术史、现代元素演化理论、书评学等领域，提出了种种富于独创性的具体

* 本文引自秦子斌教授、方佑龄副教授、文天白副编审的审稿意见，借以力序。

构想。例如：他1980—1983年间提出：现代元素演化理论已经说明：元素起源的历史，是一个元素原子的质量由轻到重、核电荷数由小到大、电子构型由简单到复杂的演化过程。由此，可以看出，元素起源的历史顺序的基本趋势（元素在时间上前后相继的规律性）与元素在周期表上的排列顺序的基本趋势（元素在空间中相互邻近的规律性），是完全一致的。显然，这二种顺序的基本趋势的深刻一致，不是偶合，而是显示了一种内在的规律：元素周期系不仅是元素的存在系统（元素的集合体），而且是元素的历史系统（元素演化过程的集合体），同时还是这两种系统的统一体。后来，他的这个设想获得了原湖北省自然辩证法研究会会长、武汉大学自然辩证法研究所所长杨敏才教授的肯定和支持，他组织有关方面的研究人员共同深入研究了这一课题，并组织编写出了这部作品。

可以设想，如果这个十分富有想象力的新假设，能获证实或公认，那么，元素周期表的解释功能将可能是一个从“单功能”（即“解释功能（1）：元素周期表反映了元素存在系统”）到“多功能”（即再加上“解释功能（2）：元素周期表还反映了元素的历史系统”和“解释功能（3）：元素周期表同时反映了二种系统的统一”）的发展。若如是，则可能导致元素周期系概念的更新和元素周期系理论及其方法论整体结构的改变，从而使门捷列夫周期表在成为物质结构理论的基石的基础上，进而上升为物质演化理论的基石。与此同时，还可能为揭示出这二种看来尖锐对立的理论的统一性即其共同的深层结构，使二者相互印证、相互补充、相互促进，浑然一体，相得益彰，提供一种新的思路。同时为在更

高观点上，将不同历史时期不同思想水平的科学成果的合理部分融汇，使之整体化起来，提供新视角。

沿此思路，还可以看出，若以上述新假设或新解释为背景参考系，则门捷列夫周期表创立以来人类对元素谱系结构规律即元素在周期表上的排列序数或顺序的客观依据的认识的三大进展：（1）以原子量及其从小到大的顺序为元素排列序数的依据；（2）以核电荷数及其从少到多的顺序为元素排列序数的依据；（3）以核外电子构型及其从简单到复杂的顺序为元素排列序数的依据。所揭示的均是元素存在系统的结构规律即元素在空间中前后相继的规律性，因而这三次认识大突破，只是在深化上述的元素周期表的第（1）种功能（即反映元素存在系统）的框架之内展示。由此分析，可见，本书中所提出的新假设，是极其有想象力和革命性意义的。并且，如果当我们将这一假设放在王克强著《技术发展的历史逻辑》（西安交通大学出版社1989年11月出版）及其主编的《怎样从书海中找到自己的航向》（武汉工业大学出版社1989年6月出版）等著作所提出的有关技术史、世界史、书评学的种种新构想，以及这些新构想依固有联系构成的新思路的背景中，则可以更清晰地看出这一点。因而，有必要及早将其移植于社会智力场中，及时得以鉴别或滋养。

科学史一再告诫我们：不可因一项新假设十分稚嫩和不完善而忽视甚至否定它，而应从一项新假设是否具有独创性，是否具体体现了某种科学发展的基本趋势等等高层次标准去鉴别它，评价它。因为正如爱因斯坦指出：“提出一个问题往往比解决一个问题更重要，因为解决问题也许仅是一个数学上或实验上的技巧而已。而提出新的问题，新的可能

性，从新的角度去看旧的问题，却需要有创造性的想象力，而且标志着科学的真正进步。”例如，纽兰兹的“八音律表”虽十分稚嫩，并且错误百出，但因其具体体现了科学发展的系统化趋势即人类思维把握元素谱系整体性的研究方向或研究路线的深层结构：“纵向结构规律—横向结构规律—整体结构规律”，而终于在1887年获英国皇家学会的戴维奖。

发现源于探索、失败乃成功之母。从科学发现的角度看，一本“探索型”的专著，胜过一打“沿袭型”的专著。也许正因为这样，博克才说：“一个人只要肯深入到事物表面以下去探索，那怕他自己也许看得不对，却为旁人扫清了道路，甚至使自己的错误也终于为真理的事业服务。”大量事实说明，证明“此路不通”，也是一种成果，甚至是十分重要的成果。证明“欧氏几何第五公理是不可证明的”——这一项导致或促进非欧几何诞生的重要成果，就是人类曾历时千余年耗费了无数科学英才的毕生精力，才获得的。为此，我希望学术界，特别是出版界、评论界，要十分重视保护和爱护一些新思想特别重大新假设的幼苗。

“一切理论的探索、归根到底是方法论的探索。”然而，由于当前的一些研究工作往往囿于某一专业或某一局部，没有从方法论的高度把握科学思想发展的基本脉络。

“因此，我们的成绩多半是个别的，局部的，修修补补的，而不是观念上的突破，不足以改变一门科学的结构。”（赵鑫珊语）显然，这种状况，与当代以自然科学和社会科学汇流为主导的一体化潮流，是很不相适应的。更加引人深思和不安的是苏联《真理报》顾问凯里莫夫最近所指出的“天下书

籍一大抄”的倾向：“著作潮水涌来，其中一切都正确，然而却没有任何新意，没有自己的见解。”新信息量几乎等于零！以这种状况为背景，上述的富有时代特色的新思路，就尤其显得难能可贵。因为它说明：在当代以揭示事物的整体性为主导的科学一体化潮流中，蕴藏着一种“纵通古今、横贯百科”的时代精神和科学动力，它或迟或早将会以一泻千里之势，冲破种种旧的科研（出版）模式或布局，而贯穿于科研（出版）工作的各个部分之中，使之在更高的发展水平上整体化起来。及早认识这种趋势，将可能为认识当代科学（出版）整体化进程的内在逻辑，提供新视角。

在科学史上，一种重要的科学方法（如欧几里得公理化方法）的移植，往往导致一系列重大的科学突破，并由此展现出一条影响深远的科学路线。王克强的上述新构想，为方法学的发展提供了新的思路；这就是：在门捷列夫周期表中蕴藏着一种擅长于发现和描述研究对象的整体性的科学方法，对这一方法的发掘、提炼和移植，使其固有的内在潜能释放出来，则将可能有力地推动科学一体化的进展，从而为再度将科学引向深处，提供新的可能性。

总之，本书稿对上述基本观点的论证，虽尚十分粗浅，疏漏之处很多但却提出了一个富有独创性、开拓性的重大研究课题和研究方向，我们为社会责任感驱使，特呈一管之见，并盼书稿早日问世。

秦佑华

1988年12月

自从康德和拉普拉斯提出太阳系起源的“星云假说”以后，人们才知道，天体原来有其起源和演化的历史；自从赖尔的伟大著作《地质学原理》问世以后，人们才了解，地球表面原来存在着缓慢的变化过程；自从达尔文划时代的名著《物种起源》发表之后，人们才明白，不但生命有其起源的历史，而且生物还有由低级向高级的进化过程。那末，作为物质世界的一个重要层次的元素，是否也有其起源和演化的过程呢？对此，人们一直怀着极大的兴趣，孜孜不倦地进行着认真的探求。

一、元素起源和演化的思想史

元素的字面意思是，元：单元、一；素：原素(物质)、因素(性质)。元素，即物质的基本单元。

不过，元素概念的实际含义，在人类认识发展的不同阶段，有着颇不相同的内容。在古代，元素概念是哲学的一部分。值得注意的是，它往往以人们直接经验到的某些具体物体，作为整个物质的基元。

中国西周时代的《易经》认为，天、地、雷、火、风、泽、水、山八种东西是世界上其它东西的根源；到战国时代，则有人认为只是其中之一，如水或气能作为组成万物的本源。以后出现的五行说，综合与丰富了以前的世界本源学说，提出水、火、木、金、土五行是万物之源。这里，五行既有实物的意义，又表现为基本性质。例如，五行中的水虽

然与河里流动的水没有根本的区别，但它之所以能构成万物的运动，还因为水具有润湿与向下流动的性质。在印度，有着与五行相似的“五大”，它们是：地、水、火、风、以及空气。

如果说，东方古代的元素学说，没有随着历史的发展而不断得到发扬的话，那么，西方的元素学说则随着社会的进步而不断在发展。在古代自然哲学中，泰勒斯提出了水是万物之母，后来，阿拉克西米尼用气，赫拉克利特用火作为本源解释世界万物的形成与变化。恩培多克勒则认为水、气、火单独作为本源，难以说明世界复杂多变的现象，于是在这三种之外又再加上土，合称“四根”；他主张四根的不同结合构成世界万物。最后，亚里士多德集世界本源说之大成，认为自然界存在着四种相互对立的“基本性质”，即热、冷、干、湿；四种基本性质成对组合，构成四种元素，热和干合而成火，热和湿合而成气，冷和湿合而成水，冷和干合而成土；四种元素相互作用相合构成万物。除此之外，还有“第五种性质”——神圣的“以太”，组成与地上万物完全不同的天宇与星球。亚里士多德的世界本源说，含有把性质看作比物质实体更为基本的东西，它非但不从属于物质实体，反而成为物质实体的本因，这对以后的炼金术有着直接的影响。尽管如此，亚里士多德世界本源说，由于综合了各家之长，包含着更丰富的内容，所以成为古代世界本源学说的最有代表性的成果。

以亚里士多德的物质学说为理论基础，中世纪的炼金术家以为通过改变物质中四种原性的比例，就能使普通金属变成黄金。十三到十四世纪正是欧洲炼金术风行的时代。炼金术家结合自己从炼金过程中取得的经验，提出存在三种最基

本的性质——可溶性，可燃性和金属性。他们认为，三种基本性质按不同的比例，可以组成各种不同的元素。另外，三种基本性质还有直接体现物，如，可溶性的体现物是盐，可燃性的体现物是硫，金属性的体现物是汞。不难看出，炼金术家的这些见解，差不多完全是在自己实践基础上对亚里多德物质本源学说的重新表述。

十六世纪，欧洲一度兴起过医疗化学的研究。其中最著名的代表瑞士医生帕拉塞尔苏斯，与亚里士多德元素学说针锋相对，提出了三元素学说。按照他的意见，万物是由盐、硫、汞三元素以不同比例构成的。盐是不挥发、不易燃的元素，汞是挥发性的液体元素，硫是易燃的元素。他认为，在人的身体里，盐、硫、汞分别对应着肉体、精神与灵魂。疾病产生的原因在于身体内三种元素的比例失调。

无论是古代还是中世纪，元素作为一个单独的概念，还没有人直接给出过明确的定义。近代科学实验的兴起，逐渐改变了过去仅仅通过观察和臆测理解自然现象的落后状况，实验中积累起来的有关物质变化的资料，为人们从化学分析的结果来解决元素概念创造了条件。1661年，英国学者波义耳，在《怀疑派化学家》一书中，给元素下了一个著名的定义。他写道：“我指的元素应当是某些不由任何其他物质所构成的原始的和简单的物质或完全纯净的物质”，“是具有一定确定的，实在的，可觉察到的实物，他们应该用一般化学方法不能再分解为更简单的某些实物。”恩格斯高度评价波义耳的这一贡献，指出：“波义耳把化学确立为科学。”①

①《马克思恩格斯选集》第三卷第524页，人民出版社1972年。

的确，尽管波义耳之后，元素概念继续一步一步的深化，但确是波义耳使元素概念第一次置于坚实的科学基础之上的。元素再也不是那种可以想象而不可检验的物质基元，而是化学家在实验里观察到的物质单纯种类。波义耳的元素定义是元素思想的一次真正转机。一方面，它继承了以前几千年来元素单纯不变的思想；另一方面，他由于不知不觉地将元素的单纯不变这一特征，放在化学分析的水平之上，放在实际操作的水平之上，这样，就在事实上为元素单纯不变的直接否定埋下了伏笔。

在以后很长的时间里，人们无法把元素与单质区分开来。在燃素说盛行的时候，人们甚至把燃素也当作一种化学元素。到十九世纪初，由于道尔顿创立了化学原子论，元素思想又有了一次质的飞跃。道尔顿继承古希腊哲学家德谟克利特的原子论，结合化学科学的初步实践，创立了化学中的原子学说。在道尔顿原子学说里，化学元素的概念与物质原子的概念联系起来了。元素表示原子的不同类型，任何一种元素的原子都是一样的，并且都带有该元素自身的特性；而不同元素的原子则互不相同。同样有意义的是，道尔顿还按照自己的见解，着手测定物质的原子量。这样，原子有了量的规定，元素有了量的特征。元素由此就表示具有一定质量同类原子。

就在原子论广为传播，测定原子量的工作方兴未艾的时候，1815年，一个伦敦的医生威廉·普劳特发表了自己对于元素形成的假想。他认为，氢原子是真正基本的粒子，其它元素的原子，由数目不同的氢原子组成。这种见解在当时很吸引了一些人。有些化学家，甚至为了附和这种想法，宁愿

把自己根据实验测量到的原子量修改成整数，即认为，其他元素的原子量，是氢原子量的整倍数（如果把氢的原子量定为1，那么，其他元素的原子量就应该是整数）。但是，很快就有别人的研究表明，这个推论并不正确。如果就它的基本观点而论，是否算第一次提出了元素的演化呢？诚然，普劳特的设想具有以基本元素生成其他元素的合理性。但是，第一，他的见解主要表明，众多的元素不过是氢元素的原子改变花样而形成的。这与当时认为各种化学性质就象其机械形式一样，都是由物质微粒的不同排列所致的观点，是一样的。第二，作为基本元素的氢元素毕竟也是元素的一种，元素演化不应将它作为基本的东西而排除在元素之外。真正说来，没有微观世界的知识，任何元素演化学说都不可能是科学的。总之，普劳特第一次触及元素之间构成上的相互联系，但它与真正的元素演化问题还相隔甚远。

随着原子量测定工作的改善，人们对已发现的元素有了更多的认识，同时也有了进一步发现未知元素的条件。道尔顿在发表自己原子论的时候，指出原子量是鉴别不同元素原子的一个重要特征，并且提供了测定原子量的一些方法，列出了第一张以氢元素为单位的元素重量表。以后，通过实验，特别是一些基本规律的发现大大改进了这一工作。如，柏齐力阿斯的测量工作，盖—吕萨克发现的气体化合时体积比的规律，阿伏伽德罗的假说，米修里希的同晶形定律，杜隆—珀替的热容量定律，等等。

新元素也接连不断地发现，伏打电池用于化学过程的研究，电解得到一系列过去没法还原的较活泼的金属：钠、钾、镁、锶、钡；用钠、钾等活泼金属去还原非金属化合物

时，人们又得到非金属元素：硼和硅；光谱分析方法的发现，使人们得以发现镭、钋、铀、钍、铷、铯、铊、锡、锑、碲、碘、铟……等元素，它们当中大部分还是地球上比较稀少的元素。到1869年，已发现的化学元素达63种，其中金属元素48种，非金属元素15种。在人们对元素认识的历史进程中，还有一件值得提到的事实，即1841年，柏齐力阿斯根据已经发现的一些元素，如硫、磷等，能以不同形式存在的现象，指出相同元素能够形成不同的单质，并且创立了同素异形体的概念。元素与单质概念区别开来，解决了自波义耳以来在这方面一直存在着的含糊观念。

元素的相继发现，产生了分类的需要。早在1798年，拉瓦锡把自己列举的33个化学物质分做四类；随后在19世纪头一个年代里，柏齐力阿斯从电化学原则出发，把元素分做负电性的、正电性的和过渡的元素。德国人德贝莱纳1829年提出的相似元素组概念和数目，到五十年代，通过德国药物学家培顿科弗，英国人格拉斯顿、美国人库克、英国人奥德林和德国化学家杜马得到极大的充实和扩展。1862年，德国人尚古多创造了一个表示元素之间相互关系的“螺旋图”，奥德林在修改他曾经发表过的元素体系之后于1864年发表自己的元素系。另一个英国人纽兰兹也是在进一步完善自己工作的基础上于1866年发表自己的八音律表。1869年俄罗斯化学家门捷列夫以《元素属性和原子量的关系》（《根据元素的原子量和化学相似性的元素系统尝试》）为题，编制了一个元素体系表。1870年，德国化学家迈尔再次修改他在1864年和1868年发表过的元素体系，明确指出元素的性质是它们的原子量的函数。通过众多人的努力，最后终于找到了元素原子

量来作为元素分类的又一种标准。元素分类工作虽然势在必行，但是具体的工作还是障碍重重，一些人的工作得不到应有的理解而半途而废。然而，门捷列夫一旦认识到元素性质与原子量间的内在联系，就深信不疑，并且身体力行，搜集具体材料加以论证。继1869年的初步尝试之后，经过两年深入细致的工作，他于1871年发表了《化学元素的周期性依赖关系》一文，修订了他的第一张元素周期表，制作了第二张表。这时候，门捷列夫就不再停留在经验事实里，而是跃进到理论的高度；他把周期现象当作普遍规律加以运用，不仅不顾当时公认的原子量而改排了某些元素，而且还通过元素在周期表中的合理位置，修订了一些元素的原子量。更为重要的是，根据周期律，门捷列夫预言了某些尚未发现的元素，以及它们的性质。当门氏的预言一一证实之后，人们也就在无限震惊中信服了元素周期律的真理意义。元素周期律的发现凝聚了众多人努力探索的心血；门捷列夫超越同道者达到这一伟大发现的光辉顶点，成为这一伟大发现的标志。

元素周期律确立之后，原来无序的众多元素，现在一一在周而复始的排列里各就各位。周期表的横排表示一个周期，在同一周期里，元素的诸项化学性质，随其原子量的增加而发生变化。在相邻周期的首末元素之间性质发生骤变。周期表体现着量变引起质变的规律。周期表中的竖排表示一个族，同族元素有着相同的化学结合方式，其它性质也十分类似。同时，由于原子量相异，各种性质的程度亦相应地随着变化。元素周期律是人类认识史上的重大成果之一。从化学方面看，由于揭示了元素及其性质的递变规律，为整个现代无机化学奠定了基础，从而使化学家能更有效地去研究形

形形色色的元素单质与化合物；从哲学方面看，它雄辩地证明了辩证唯物主义原理的正确性。恩格斯说：“门得捷列夫不自觉地应用黑格尔的量转化为质的规律，完成了科学上的一个勋业，这个勋业可以和勒维烈计算尚未知道的行星海王星的轨道的勋业居于同等地位。”^①

门捷列夫周期律把元素的原子量作为元素的基本量，这一点并非完美。虽然当时原子量的确比元素别的数量特征更能反映元素的本质，它对元素在各项性质上表现出的联系进行了系统的总结，但元素的性质与结构的关系还没有被揭示出来。

这种情况在一定程度上造成了性质与实体的分离。门捷列夫本人拘泥于规律的现象表现，拒绝进行更深入的探讨。他否认原子的复杂性，明确表示：“我们应当不再相信我们已知单质的复杂性。”对于电子的客观存在和元素的相互转化他更觉得是完全没有必要的、玄而又玄的胡思乱想。他认为承认电子的存在非但“没有多大用处”，“反而只会使事情复杂化”，“丝毫不能澄清事实。”他特别强调元素固定不变观念，郑重其事地宣布：“关于元素不能转化的概念特别重要，……是世界观的基础……。”这一番话似乎表明，一旦元素被证明有更复杂的结构而且相互之间可以转化，那么元素周期律的大厦也就立即崩溃。在深化元素认识的道路上，门捷列夫为自己竖起了路障而止步不前了。不过，值得辩解的是，门捷列夫的失误——如果说这是失

^①恩格斯，《自然辩证法》，第52页，人民出版社，1971年。

误的话，那就在于他自己太忠实于化学家的本分。在当时的化学领域里，看来的的确确没有必要了解原子的深度结构，的确应该强调元素在化学变化中的不变性。即便到现代，化学科学里这两点也在一定水平上保留着。

门捷列夫对元素看法上的弱点，并不妨碍由他发现的元素周期律去启发他人前进。周期表上元素的有序排列提醒了某些化学家，促使他们推想，各种不同元素可能存在着某种共同的东西，而这种共同的东西或者出于同一根源，或者由同一基本的物质单元所组成。一些人搬出十九世纪初由普劳特提出的不同元素的原子都是由整数个氢原子构成的推想，在重新评价的基础上，设计出一系列程序来进行验证，并经修改发展出一些理论假说。克鲁克斯算是这一复活与革新运动的热心的鼓吹者和积极的推动者。他在1886年发表《元素的起源》一文，明确提出元素演化的理论，指出所有元素都是由一种叫氢的不可再分的原始物质逐渐发展而来的。克鲁克斯从两方面改进了普劳特的假说，首先，基本的物质单元不是具体的氢原子，而是一种只是看来与氢关系密切的原始物质，这里从根本上来说当然是含糊的，但它毕竟还是给氢元素的形成问题留下了余地，也就是说，这种原始物质是通盘考虑包括氢在内的所有元素形成的出发点。其次，由于第一点，其它元素也就不是由整数个氢原子组成的，避免了普劳特假说在原子量问题上遇到的矛盾。克鲁克斯还粗略地描述了元素从原始物质形成的过程，强调了凝聚与逐渐发展的作用。然而，从实质上讲，这里也象普劳特那里的情形一样，由于假设了一种形而上学的原始实体的存在，元素演化翻来复去也只能是所谓的原始物质在同一的结构层次上花样