

Similarity Theory and Paradox Study

相似论与悖论研究

张光鉴 张铁声 / 著



香港天马图书有限公司

相似论与悖论研究

张光鉴 张铁声 著

香港天马图书有限公司

翻
印
必
究



版
權
所
有

相似論與悖論研究

著 者：張光鑒 張鐵聲

出版發行：天馬圖書有限公司

香港上水新成路一百二十三號三樓

電話：二六七〇六六三三

傳真：二六七〇一三八二

定 價：港 幣二十八元

人民幣二十八元

二〇〇三年八月初版・香港

ISBN 962 - 450 - 701 - 5 / D • 45542

目 录

相似论篇

1. 相似论..... (1)
2. 相似论与玻姆的相似观..... (40)
3. 论相似性形象思维在科学发现中的作用..... (50)
4. 论相似性形象思维在文学艺术创作中的作用..... (77)
5. 试论创造性思维..... (103)
6. 一个类比推理的认知模型..... (117)
7. 从泛化到基于相似匹配的产生式系统..... (145)
8. 论或然推理的符号形式..... (156)
9. 从认知科学到认知学..... (168)
10. 必然性形象思维与同构 (179)
11. 演绎与必然性形象思维 (189)
12. 数学表达式和演算的认知意义 (197)
13. 脑科学、相似论与学生素质培养..... (206)
14. 探讨机械制造业改革与相似论的关系 (213)

悖论研究篇

15. 悖论研究的误区与爱因斯坦的启示	(227)
16. 透视说谎者怪圈	(234)
17. “语义学黑洞”之消解	(241)
18. 一类“语义悖论”之消解	(248)
19. “语义悖论”之统一解	(262)
20. 典型“语义悖论”之多义句本质	(276)
21. “典型语义悖论”之推理不合逻辑	(286)
22. 塔斯基真理论中的几个疑点	(293)
23. “可定义性悖论”之消解	(303)
24. “集合论悖论”之消解	(310)
25. 从摹状词理论看“罗素悖论”	(316)
26. “悖论”不包含矛盾	(324)
27. 从“悖论”到新奇的真理	(328)
28. 逻辑：沙滩上的象牙塔？	(338)

附录：

张光鉴主要著述目录	(351)
张铁声主要著述目录	(353)

后记	(357)
----------	-------

1 相似论

——探讨相似在科学技术和思维 发展过程中的作用与规律

“相似论”用辩证唯物主义的观点对客观世界中大量存在的相似现象和原理进行探讨,并从这个角度来研究客观事物和人们思维发展过程中有关的课题,以求提高人们对科学技术工作的认识水平。相似问题属于思维科学的范畴,著名科学家钱学森在“系统科学、思维科学和人体科学”^[1]一文中提出要建立“思维科学”,大家都可以来讨论和加入这个行列,做些探索工作。

客观世界发展过程中的相似现象(同与变异)经常会反映到人们的大脑中来。所以人们总是在自觉或不自觉地按相似的规律不断地去认识世界和改造世界,这已经由人们生活和工作中大量的事例及科学发展史所证明了。总结人们的这些有成效的活动,探索客体和主体发展过程中的这些相似现象之间的内在联系和基本规律,无疑能够增强对事物发展方向的预见性,使我们少走弯路。

相似问题的提出

在自然界中,大至宇宙星系之间,小至每个原子运动的形式都存在着大量的相似之处。在我们周围的植物中,高至参天的松柏小至原始的藻类,都存在着相似的叶绿素。在动物中,从精明强干

的人类直到低等的软体动物大都存在着赖以生存的血红素。而叶绿素和血红素都是和空气中的二氧化碳与氧起作用,都是由此成为植物、动物的能源供应者。一系列的相似关系都是一种巧合吗?都没有规律可遵循吗?英国的科学家戴维·开林想了很多年之后终于在1961年为彼得·米切尔证明:动物的线粒体呼吸链和叶绿体非环状光合氧化还原链的化学原理是基本相似的^[2],并因而获得1978年诺贝尔化学奖。现代化学还进一步证明,叶绿素和血红素的化学结构也是相似的,都是卟啉络合物。叶绿素是卟啉结合了镁元素,而血红素是卟啉结合了铁元素。所以,客观世界中看来风马牛不相及的东西却深刻地存在着相似的特性。因为人和植物都是由共同的祖先——核前生物体变异来的。

人类科技发展史和社会发展史都如同史学家惊叹的那样,“呈现着惊人的相似”。大多数的民族都不约而同地经过了石器时代、陶器时代、铜器时代、铁器时代。社会都经过了原始部落社会、奴隶社会、封建社会,到资本主义社会。不但宏观的过程和结构是这样相似,就连很多伟大的发现创造过程也是那样惊人地相似。爱迪生和法拉第都受过百科全书的启发成了伟大的发明家,法拉第受到老师戴维把化学能变成电能,又把电能转化为化学能的可逆过程的启发,立志也要把已有的由电生磁现象逆转为由磁生电,经过了9年的努力,终于实现了这个有历史意义的实验。还有些伟大的发现有时甚至是在不同的地方同时出现:达尔文与华莱士同时发现了生物的进化现象;牛顿和莱布尼兹同时发现了微分方法。而人们又利用生物的进化原理,去对天体演化、社会进步,以至微观物质演变进行了各种相似的推论,获得了很多伟大的成就。微积分的出现导致变量进入数学中,恩格斯认为这是数学由低级到高级发展的一个标志,由此发展出一系列全新的数学分支来。在技术应用上,人们由蒸汽推动汽盖运动而产生相似联想,发明了蒸汽机。人们又把蒸汽机装在车上出现了火车,装在船上出现了轮

船,装在纺织机上出现了自动纺织机,装在动力厂发出了强大的动力,使生产力为之飞跃前进,从而出现了人类文明史上一次最有意义的产业革命运动。这些都可以归于人们利用相似原理进行思维的结果。尔后,又把蒸汽机发展为内燃机和喷气涡轮发动机。这是相似中的优化运动。

由于各种科学技术各自发展的差异,在19世纪到20世纪初,出现了物理学、化学、生物学、天文学、遗传学、医学等学科表面上好像各不相干的大发展,但它们内部却还是存在着潜在的相似因素。果然,到20世纪80年代,各种学科不知不觉地在还原原则的指导下,殊途同归于量子学,如量子物理学、量子化学、量子生物学、量子遗传工程学、量子声学、射电天文学。这都是共同去研究核外电子运动的相似规律而取得进展的。目前又进入了“量子阶梯”的阶段了。

此外,科学研究中普遍应用的一些方法,如类比、模型、模拟等都是依赖人们头脑中贮存的相似现象与过程为基础的。否则和谁去类比,同谁模拟,以什么为实体来做模型呢?从这方面看来,相似现象和规律又能提供建立类比、模型、模拟工作中的物理模式。

再从文学、艺术上来看,文学中强调的典型,修辞中强调的譬喻、摹状、对偶、排比等,绘画中强调的神似和形似,音乐中强调的重复、再现,诗歌和戏曲中强调的音韵、曲调、格式等,都离不开相似这个核心,都离不开人们已有的相似习惯。客观对象只有和大脑中已有的概念和存贮的信息即“相似块”相互和谐共鸣才能产生美的感受。否则,人们就会无动于衷,文艺也便失去其作用了。因此,“相似论”既是认识论和方法论,也是思维学的一个部分。以上这些就是研究相似问题提出的根据和想法。

相似的定义和原理

客观事物发展过程中,都存在着同和变异,因为只有同才能有

所继承,只有变异,事物才能往前发展。所以相似不等于相同,相似就是客观事物存在的同与变异矛盾的统一。变异就是事物发展过程和运动过程中的差异。相似现象就是客观世界物质的基本粒子在统一场作用下运动的一种和谐、协调而又互相适应的一个组合形式。世界上几十亿人口中没有相同的指纹,成千上万的树叶中也不会有两片绝对相同的叶片。就是一个氢原子中的电子运动的轨道亦也不尽相同,而呈现着五条谱线,红氢、黄氢、绿氢及二条紫氢等。我们知道物质都是由稳态的电子、中子、质子所组成,所以物质有同的一面。但由于排列组合不同和以上所说原因,物质在发展过程中必然出现变异的一面。元素周期表告诉我们,电子、质子、中子的不同排列组合就是元素本质不同属性的由来。微观结构越相近,宏观物理、化学属性越相似。钾、钠、钙、镁是化学性质较活泼相似的一类,金、银、铜、铁是导体相似的一类,而硅、锗、硒、镓是半导体相似的一类,所以事物的不同排列组合在一定的条件下就是质变的重要原因。

为了研究方便,我们可以把相似现象分成纵向和横向两种形式。自然界中,在一定的理论基础范围内,常常由于内部物理、化学联系中的相似关系而自成一个系统,人们对这—个系统的研究又会独立为一个学科,这些我们都可以称为纵向相似系列。而跨行、跨业、跨学科形成的那些相互联系、相互作用的相似关系,我们称为横向相似系列。在相似性方面还可分为功能相似、结构相似、动力相似、几何相似,这样在设计新产品中就便于革新和移植。

人们在学习和实践活动中积累起来而贮存在大脑中的知识单元我们称为“相似块”,人们在对外界认识过程中常常要依赖它的存在。人们大脑中存贮的相似块不是静止的,它一方面和感觉器官输入的信息相互联系、相互作用,又能和其它“相似块”相互作用、相互联系,就如频谱分析仪中的相干、相关作用一样,也会结成一个新的相干、相关的新的“相似块”来。这些新的“相似块”的组

合,就是形象思维中经常出现的想象、直感的基础。在一定的基础和条件下得出的相似规律只适应一定的范畴,不能随意推而广之。然而人们恰巧经常不注意这个规律而犯错误。牛顿规范只适用于宏观低速运动,牛顿原来以为三大定律加上万有引力就能解决物质运动的所有规律,其实不然。而欧姆定律只适用于一定的温度范围,温度低于某一数值时,一些材料就变为超导,也就没有电阻了。同样,任何地方所得出的相似经验和规律,也要在相似的条件和环境下,才能得到相似的结果,不能一刀切和生搬硬套。辩证唯物主义为什么是正确的呢?它的特点就是,不但总结了自然界和社会中规律的规律,还承认自己要不断地前进、发展,不断地用科学成就来逐步完善和丰富自己的认识。

研究相似的意义

(一)因为相似现象大量存在于客观事物和认识主体思维活动中,这种普遍现象后面一定反映着本质和规律。我们研究它就能够从这里入手,去探索客观世界和思维发展过程中必须遵循的一些基本规律。处在科学技术突飞猛进、“知识爆炸”日新月异的今天,研究事物异中之同,才能使千头万绪现象变得简明、清晰;研究事物同中之异,才能使我们看到事物间那种关系的多样性、灵活性,使我们头脑不至僵化,并深刻体会到今天科学前进中的相互渗透、相互组合的重要性。

(二)通过这方面的研究,向思维科学提供一些线索和规律。

(三)也是想要回答目前科学争论的一个问题:科学研究究竟沿着什么样的规律发展、前进。目前世界上对库恩、波普、拉卡托斯、费耶阿本德等人的观点讨论很热烈,在马克思主义哲学观点的指导下,我们认为相似论可以解释一些科学是沿着什么规律发展而来的具体道理,从相似这个侧面来看待科学技术是如何发展进步的。

(四)研究事物的相似运动规律中同与变异的根本原理,在工作上思想上更自觉地应用这些规律的原理,就能提高我们的预见性、创造性,少走弯路,起到事半功倍的作用。

(五)研究相似中的同与变异,就会逐步熟悉唯物辩证法。数学家张广厚引证恩格斯的话,“在涉及概念的地方,辩证的思维至少可以和数学计算一样的得到有效的结果”^[3]。他指出,辩证思维是他工作中得到成果的根本原因。著名科学家钱学森特别强调科学工作者要重视辩证唯物主义的研究,它可以增进自己的才干,提高工作中的自觉性和目的性。

相似现象中的关系和规律

什么是规律呢?列宁说:“规律和本质是表示对现象、对世界等认识深化的同一类的(同一序列的)概念”。^[4]列宁又说:“类概念是‘自然的本质’,是规律。”^[5]所以,只有研究同一类、同一序列的相似现象和本质的过程,才容易找到事物本身的规律。我们这里仅提出以下相似关系和规律。

三个关系

(一)相似现象和本质的关系

毛主席告诉我们:“我们看事情必须要看它的实质,而把它的现象只看作入门的向导,一进了门就抓住它的实质,这才是可靠的科学的分析方法。”^[14]因为事物的本质和实质,就是事物的内部较稳定的联系。现象乃是事物本质的某个侧面的表现,就是假象也是本质的反映。所以列宁说:“假象=本质的否定的本性。”^[6]所以,通过事物的现象去认识本质是很重要的事情。伯乐之识千里马,农民之识“快牛”与“慢牛”,运动员之选型,都是认识了相似的现象反映着相似的本质。所以,我们研究相似现象,认识它的本质,同样离不开这些规律。但我们科技工作者如何才能认识自然界中更多的相似现象后面的本质呢?我们应从事物的两个主要关

系去认识和掌握它的本质。一个是从动态和静态相似中去认识,一个是从宏观相似与微观结构相似来认识。化学、物理学长期处于“唯象论阶段”^[7],这是它们发展停滞的原因。我们要研究事物广泛的微观结构才能了解本质,才能知其所以然,才能逐步过渡到自觉阶段。

(二)静态相似和动态相似的关系

恩格斯说:“自然科学的对象是运动着的物质、物体。物体和运动是不可分的,各种物体的形式和种类只有在运动中才能认识,离开运动,离开同其它物体的一切关系,就谈不到物体。物体只有在运动中才显示它是什么。因此,自然科学只有在物体的相互关系中,在物体的运动中观察物体,才能认识物体。对运动的各种形式的认识,就是对物体的认识。”^[8]这句话对我们研究自然科学的人来说,有很重要的指导意义。同样,我们研究相似事物在静态与动态的关系中必须更重视动态,即从事物运动中和运动相互关系中去考察,才能认识事物的特点和本质。高能物理学,是从粒子高速碰撞中出现的新粒子轨迹形态中去认识新粒子是什么的。又比如自行车在静止时会倒,所以人们当初设计时后轮旁又加两个小轮子把它撑住,但在运动中,由于转动产生了转动惯性,就相似于陀螺运动中产生了轴向均衡力使自行车不倒了。两旁小轮不但没有作用,反而使其转弯不灵,于是便把它取消而变成了今天的这个样子。汽车转弯时后轮齿包的差速器主要是考虑到汽车在高速运动中也会产生相似的轴向惯性的,只有前轮变方向是不行的。又如英国彗星式喷气客机在太平洋上空转弯时折断了机翼,就是没有研究金属在应力反复的振动作用动态过程中,金属也会发生疲劳的相似现象,再加之转弯时要克服运动中的惯性力量,机翼上的力矩要比静态力矩大得多,因此造成了重大事故的发生。所以我们考虑问题要从动态相似中去观察问题,看问题才能更全面地认识事物的相似本质。再如高速旋转的子弹击穿玻璃,我们很容易

认为是相似于钻头很快钻入玻璃的过程一样。但子弹高速动态中击穿玻璃并不相似于钻头,而是相似于爆炸产生的冲击波破坏物体的过程(高速同步摄影机所拍摄的照片显示出于弹刚要接触玻璃时,玻璃已被弹头前产生的冲击波穿出一个洞了)。只有子弹在低速时才能相似于钻头撞击玻璃的情况。所以,静态和动态是有关系的,但是更重要的是研究物体在所需要的某种运动中所具有的相似性才有实用意义,这是研究人员必须重视的一个问题。再一方面,在科技研究过程中,事物之间的相互动态关系都是非常快的,所以,掌握快速多输入频谱分析仪对研究动态中的相似现象是非常必要的手段。又如,不研究电子管、晶体管静态曲线就不知道工作中的动态负荷线。动态和静态的相似有差异但又有关系,因为事物往往应用在动态中,所以要特别重视动态相似过程。但不研究静态相似情况,就不会知道他们的由静态到动态过程是什么样的关系,也就掌握不了事物的本质中的那些联系的根本原因。恩格斯研究了运动和相对静止亦即平衡时指出:“任何特殊相对的运动,即这里在一个运动着的天体上的个别物体的任何个别运动都是为了确立相对静止即平衡的一种努力。物体相对静止的可能性,暂时的平衡状态的可能性,是物质分化的根本条件,因而也是生命的根本条件。”^[15]所以我们重点是要从事物相互作用的运动状态去认识事物,离开了运动就谈不上物质。但又不能不研究运动在一定条件下趋于平衡即相对静止时的那些特点和状态,这就是认识事物能相对稳定,能分化和分类的根本原因。这就是物种成因的根本所在,也是人们认识世界方法中的一个很大进步。所以,在认识事物本质的过程中,需要以动态为主,但也不要忽视对相对静止相对平衡状态的研究。植物、动物在变异中相对稳定才能分类。

(三)宏观相似与微观结构相似的关系

结构问题是一个哲学问题,同时也是一个客观实在问题。什

什么是结构,结构有哪些形态呢?结构就是组成事物中那些基本单元或层次之间的关系。各门科学都有一定的结构与特殊性。比如,现代物理学中的分子结构、晶体结构、原子结构、亚核结构,社会科学中的经济结构、社会结构等等。在结构形态方面,又分为平衡结构与不平衡结构。经典结构一般讲平衡结构,而现代所谓的耗散结构就属非平衡结构了。我们这里所说的宏观与微观结构,除了上述结构包括的概念外,重点是讲认识宏观与微观运动中的那些相互关系和转化的相似关系。门捷列夫元素周期表深刻地说明了宏观相似和微观结构的关系,不过我们这里所说的宏观结构不仅体现在物理学中所说的宏观、微观中的那些概念,而且还包括更多的含义。比如,人由细胞组成,这细胞对人体来说是微观结构。事物有时组成的微观成份虽然相同,但由于结构的差异,宏观现象却会不完全相似。懂得了宏观现象与微观结构的关系,我们在研究事物之间的相似时,更要探索微观动态结构的相似。比如人们要想相似鸟的飞翔,先是重视宏观相似,用手来操作两个巨大的“翅膀”,这不但飞不上天,反而把人摔死了。后来了解了鸟的翅膀的微观动态结构,了解到拱弧形翼上面空气流速快,下面空气流速慢,使翅膀上下产生压差,从而产生升力,人们于是就改进了机翼,加大了运动速度,就是从微观动态结构相似着手,最后达到了相似结果,才制造成功了现在的飞机,真正地飞上了天。思维是宏观现象,只有把大脑的微观结构以及相互之间的动态过程研究得很清楚以后,思维的正确解释才得以基本完成。此外,我们也必须了解现代化学、物理,由“唯象论”阶段过渡到分析事物本质的微观结构过程的方法,如氧化态、配位场理论、分子结构理论、计算化学等都是新近研究分子结构的有力工具。在物理学方面,最新概念是从量子物理学和统计物理学的观点出发来说明物理的基本原理的。它们是把宏观性质作为微观性质的统计结果来描述的,并引入了很多新的统计概念,如“体系状态”、“可到达态”、“几率”、“统

计系综”。它把微观中存在的平衡孤立体系的根本性质解释为“等几率地出现在每一可到达态中”。它们都是以量子力学为基础的。比如,以前用离子键理论就不可能解释不带电荷的氢原子怎样会结合起来成为稳定的氢分子的。这是一百多年来使化学家大为苦恼而不可解释的大问题。但在量子力学建立仅一年后的1927年就得到完满的解释。所以不了解这方面的知识,就不能了解现象的本质。当然,我们并不认为“唯象论”阶段那些宏观规律完全无用了。正如爱因斯坦在《物理学的进化》一书中指出的:“我们可以说建立一种新理论不是象毁掉一个旧的仓库在那里建立起一个摩天大楼。它倒是象在爬山一样,愈往上爬愈能得到新的更广的视野,并且愈能显示出我们的出发点与其周围广大地域之间的出乎意外的联系。但是我们出发的地点还是在那里,还是可以看得见,不过显现得更小了,只成为我们克服种种阻碍爬上山巅后所得到的广大视野中的一个极小部分而已。”^[9]所以,他认为新理论还是在原有基础上发展而来的,同时指出了研究愈向微观深入,科学间相互联系贯通,相似性就越大,对事物的认识就越清楚,就能提高我们思维过程中那种高瞻远瞩、明察秋毫的能力。

总之,在纷繁的科学、技术中认识到了现象与本质的关系、宏观与微观结构的关系、静态与动态的关系,就能抓住事物的实质。认识了上述三个关系中的相似性,即同与变异的过程和方法,就可以使人由被动变为主动,由不自由变为自由,由无知转变为有知,使我们在浩如烟海、变幻莫测的科学技术发展中,去找到同与变异的主要原因和办法,去寻找现象的谜底,使我们在科学家世代代追求的“统一性”与“整体性”原则道路上向前迈进。

四条相似规律

(一)事物都是由相似的单元、层次排列组合而来的

首先,我们来谈一谈什么是单元,什么是层次以及它们相互之间和整体相互的关系。我们在这里所指的单元是一种组成事物内

部结构的最基本、最简单的一种单位。所谓层次是指事物内部相互作用、相互联系、相互制约最紧密的那个相对独立的部分。层次在微观上讲是结构、运动、时空的统一的表现形式。一般复杂的事物具有多层次的结构形式。在原子结构中层次是比较清楚的概念。核外电子是一个相似层次,其作用力是电磁力,化学反应都表现在这个层次。如果深入到原子核中,质子、中子相互作用力就有强作用力和弱作用力,这又是一个相似层次,核能表现在这一层次。再深入则进入所谓亚核层次,如强子、轻子、夸克、胶子等,这一层次的动力系阈能就更大了。亚核夸克是否以后就不能再分了呢?这还要看科学技术的进展了,这还是一个争论的问题。计算机软件各种操作系统也是有相似的层次结构,社会科学也有各种层次结构,一个国家、一个政府、一个工厂、一个军队都有各种各样的相似层次结构。由单元组成层次,组成整体,研究单元、层次,是为了更深刻的把握单元、层次和整体间相互的作用。这里,还应该重视整体对各层次及各单位的反作用。从现代系统观来看,“整体大于部分之和”,这从生物上看是显而易见的。如人的整体功能就不是手脚或体细胞单个功能或一部分功能的总和。在化学中,水的性质不是氢和氧部分功能的总和。这些都体现了物质内部结构上的量变到质变的一种规律。又如,人的精子和卵子结合而发展起来的新的整体,更体现了父母整体信息对单元的反作用,这是由于所谓遗传信息作用于基础单元的结果。不单生物化学物理结构系统是通过物质、能量、信息的形式而相互构成一体的,就是很多科学技术发展过程中这个作用也是很明显的。以前的人只重视机械地去分析与综合,而不重视综合指导下的分析,更不重视研究系统或整体中信息相互作用和相互制约的作用。只把摸得着、看得见的实体看成物质的性质,而对物质的波粒二象性中的波动形式作用认识不够(波是信息存在的重要形式之一),因此,阻碍了科学更快地前进。

有人认为“信息既非物质又非精神，信息就是信息”。这样就
把物质的波粒二象性的作用取消了。其实信息正如日本科学家岩
崎允胤在其所著《现代的物质观》中所指出的，“能量的、信息的运
动都是属于自然物质意义上物质的过程”^[13]。整体对单元、层次
的反作用和单元层次对整体的作用，至少有一部分作用和联系是
以信息的作用形式出现的，但这并不为现在一般人所理解。如，植
物生长中之光合作用、放射线改变遗传基因的作用、治疗中的针灸
术、气功都可以理解为信息的作用。人和电磁波、紫外光，以至引
力波、 γ 射线、X射线、几仟兆赫的超高声频等信息，都会有相互
作用的。所以著名科学家钱学森在“现代科学的结构”一文中指
出：“把人作为一个整体，把人放在整个宇宙中去研究，人要和宇宙
联结在一起。这也就是新的人天观。”他又说，“思维科学的目的在于
了解人是怎样认识客观世界的，人在实践中得到的感觉信息是
怎样在人的大脑中，存贮和加工处理为人对客观世界的认识的。”^[10]这些都是要让人们注意信息对整体、对系统和对认识主体
的重要作用。

再从一般科学和工程技术中单元、层次的情况来探索一下相
似单元、整体的关系。我们所生活的宇宙和世界就是由一些相似
的单元所组成的多层次结构。原子组成分子，分子组成各种物质，
进而成为地球，再由各星体组成了太阳系，而我们的太阳系只是银
河系里的一员，还有河外系等等。每个层次有每个层次的特点，每
个单元有每个单元的特点。又如，复杂的机床也是由那些相似的
单元——齿轮、丝杠、凸轮、螺丝、螺帽、曲轴、拉杆等组成的，由这
些单元、层次组成了一个完整的机床。又如，电器设备还是由那些
相似的单元——开关元件、线圈、电磁铁、矽钢片等组成，但这些组
合都要根据不同的技术要求结合各种零部件的特性功能，利用符
合规律的原理和谐地组成一个整体。早些时候，人们认识了各种
机械单元，后来电学发展，又认识了各种电器的单元和部件，人们