

自然科学和技术科学的方法论基础

〔苏〕B·A·卡尔普宁 B·M·苏哈诺夫
B·И·沙罗格拉茨基 著

颜 泽 贤
李 振 伦 译
俞 仲 文

华南师院哲学社会科学研究所

自然科学和技术科学的 方法论基础

〔苏〕B·A·卡尔普宁 B·M·苏哈诺夫
B·И·沙罗格拉茨基 著

颜 泽 贤
李 振 伦 译
俞 仲 文

华南师院哲学社会科学研究所
1982年

本书提要

本书研究与数学、自然科学和技术发展有关的哲学问题及社会问题。着重讨论自然科学认识的方法论特征和技术科学的认识论问题。对哲学、数学和自然科学相互联系的现代形式进行了分析，并揭示辩证唯物主义对分析自然科学和技术科学的基本概念、最重要的原理及基本规律的意义。

本书适合于从事研究自然科学和技术科学哲学问题的高等院校教师和研究生阅读。

本书第一章由 B·И·沙罗格拉茨基执笔，第二至第四章由 B·M·苏哈诺夫执笔，第五章由 B·A·卡尔普宁执笔。

校订者：B·Г·伊万诺夫教授。

1971/10

几点说明

《自然科学和技术科学的方法论基础》一书是苏联于一九七九年出版的一本科学方法论专著。全书除序言外，共分五章：第一章考察了研究现代物理学方法的基本意义；第二章研究了化学的方法论基础；第三章着重分析科学之间相互联系和相互作用的客观的辩证前提；第四章论述了技术科学和技术进步的方法论问题；第五章分析了元理论研究在科学认识中的地位、功能及意义。

此书以有关数学、力学、物理学、化学、技术科学的丰富资料，比较全面、系统地论述了科学方法论基础。此书可作为自然辩证法课程的教学参考资料，同时对于哲学和自然科学各专业的师生以及科研工作者学习、研究科学方法论也有参考价值。

参加此书翻译的：序言和第一章是颜泽贤，第二、三章是李振伦，第四、五章是俞仲文，全书由张元勤、邢福石校阅。由于水平有限，错误之处在所难免，敬请读者批评指正。

目 录

序言	1
第一章 现代物理学的方法论基础	7
第一节 辩证认识的结构和现代物理学	11
第二节 最小作用原理的哲学和力学——数学问题	26
第三节 哈密顿光学——力学相似性的哲学方法论和 物理数学内容	39
第二章 化学方法论基础	54
第一节 辩证法是分析化学对象定性特征的基础	54
第二节 辩证法在认识化学现象特点中的方法论 职能	62
第三节 化学中的经验和理论的相互关系	72
第四节 化学中的发展观念	80
第三章 科学相互联系和相互作用的客观 辩证法前提	98
第一节 现象的客观联系在科学认识中的反映	98
第二节 自然科学的相互联系	105

第四章	技术科学和科学技术进步的方法论问题	114
第一节	技术科学方法论的特点	114
第二节	提高科学技术进步效果的方法论基础	123
第五章	元理论研究的方法论功能	133
第一节	形式化理论的元理论研究	135
第二节	自然科学领域中的元理论研究问题	146
第三节	科学认识的方法论和元理论研究的相互关系	154

序 言

在现代科学技术革命的条件下，马克思列宁主义哲学，作为自然科学和技术科学的方法论基础，其作用正日益增强。这是由于科学技术问题性质的复杂化，由于科学、技术和生产整体化的加强以及自然科学和技术科学发展新趋势的产生而引起的。对于这一新趋势如果没有深刻的哲学认识，要有目的、有计划地发展科学是不可能的。随着科学研究日益具有综合的性质，科学研究越来越直接地受社会需求和重大社会问题的制约。马克思列宁主义哲学作为一般的和普遍的方法论，其整体化和综合的作用正在加强。

近年来，人们对科学认识方法论研究的重视，在很大程度上正是由这一点决定的。因此，人们对于自然科学方法论问题的探讨特别活跃，^①在技术科学的方法论方面也作了认真的研究。^②本书所讨论的是自然科学和技术科学的各种方法论问题。书中试图逐一地研究力学、物理学、化学、技术科学的有关资料，论述自然科学和技术科学进一步发展的前景以及一些更为迫切的方法论问题，即：科学认识中经验和理论的相互关系，理论知识的综合，科学的相互联系和相互作用，元理论研究的哲学意义等问题。

本书第一章着重考察经典力学中方法论研究的重大意义，因为理解现代物理学形成的一系列重要因素（哲学原理、数学工具、最小作用原理、运动的可逆性问题等）都与

这种研究有关。在当代自然科学方法论的研究中，由于轻视这一问题，往往导致对重要物理理论的片面解释（例如，在没有对分析进行有足够证据的研究的基础上，就着重注意综合问题），导致把科学发展过程片面归结为或者量变、或者质变这两个形而上学观念，导致在评价现代物理理论的假设—演绎和数学结构中产生重大的问题，如此等等。本书特别指出了分析力学的作用，在从伽利略—牛顿力学向现代自然科学理论的发展中，它是理论自然科学发展的一个过渡阶段。

本章指出，自然科学的进一步发展显示出一种趋势，这种趋势指出了可逆性原理得到辩证的突破和不可逆过程理论的形成。属于这种趋势的首先是不可逆过程热力学的形成以及克服这一科学领域中的机械论。唯物辩证法在这一过程中的作用，就是发展科学研究的方法论，以便在现代自然科学的一切领域中建立不可逆过程理论。这一问题的解决，也为解决理论知识综合的基本问题开辟了道路，并将促进理论化学的发展。

化学各领域中的显著的进步，往往并不是依据于对已有成果的深刻的理论洞察。化学的现有理论，一般都具有描述职能和解释职能，同时，对现代化学中最基本理论进行启发性的评价问题仍然是有争议的。

进一步完善和深化理论概念的必要性，提出了许多具有方法论性质和元理论性质的问题，其中的一个问题就是物质运动的物理形式和化学形式的关系问题，进而也就是物理学和化学的关系问题。

本书认为，虽然在一定的关系中，理论化学实际上可

“归结”为物理学，但在对化学现象的认识中，将物理概念的作用绝对化是不正确的，因为只依据物理概念，是不能解决许多化学问题的。用物理理论的方法来解释化学化合物的特性以及预言化学化合物的性质，实际上是不可能的，这就证明了化学是一门独立的科学。如果由于化学的应用课题而把化学视为一门物质获取和转换的科学的话，那么，化学作为一门独立的科学这一点更是确定无疑的了。

在方法论方面，值得注意的是本书以化学为例所进行研究的一种半经验的方法。采用这种方法时，不仅运用基本的物理模型，同时也运用经验参数。在许多情况下，半经验方法比纯理论方法显得更为有效。

近几年来，化学发展的一个崭新的方向已经形成，它是同化学演化的一般理论的模型化和研究相联系的，评价各系统发展水平诸方法的完善化，乃是建立化学演化理论的一般方法论前提。本书对演化的若干标准进行了比较分析，并论述了把化学变为历史科学这一初始过程，运用认识的历史方法开始包括在这一科学的一些基本方法之中。化学的进一步发展将同样无条件地依赖于对微观世界领域的物质结构和过程的矛盾性的研究成果，即活性络合物的结构、过渡状态的结构，物质的化学组成，催化过程的本质等等。

综合的、学科间的和多学科的研究，成了现代科学的典型特点。所以，研究科学之间相互关系的特点，对现代科学方法论来说，具有重要的意义。科学和科学知识的联系，归根结底是以客观现实诸现象的联系为其前提的。在考察客观世界的联系以及它们在科学认识中的反映的时候，联系的辩证观念和辩证决定论的学说，越来越广泛地吸收了一系列新的

范畴。其中之一就是有序性范畴。考虑到系统结构的概念，在第三章中将讨论有序性范畴对于表现必然联系和偶然联系的辩证法的方法论意义。通过对自然界有序性的一般形式和表现的探索，就可以建立各门自然科学的一般定律和规律性。表征各种自然现象有序性形式的共性，乃是为反映自然现象而运用的各种模型和数学工具的共性的前提。

我们把一些科学视为知识系统和知识结构，而把各科学之间的相互联系看作是属于各系统和结构的相应成分之间的联系，并且力图指出系统结构概念对于分析自然科学相互联系的方法论的重要性。

马克思在谈到自然科学在生产发展中的作用时，一再强调自然科学在工艺上的应用，因为正是工艺过程才是社会生产的决定因素和社会发展水平的基本标准。不是技术本身，而是运用了相应技术的工艺才是把自然界的材料改造为社会所必需的产品的实际过程。工艺不仅决定着在工艺的技术基础上所创造的效率和质量，而且还直接与生产关系体系相联系，而通过生产关系，又与该社会的全部关系的总和相联系。这里的研究课题不仅是科学、技术和生产的相互作用，而且是与自然科学和技术科学的发展相联系、与社会主义社会条件下的科技革命相联系的广泛的社会问题。苏共党在指出“加强社会科学、自然科学和技术科学相互联系”^③的必要性时，为苏联科学提出的正是这样一种任务。

现代科学越来越明显地具有马克思所预见的特点，成为直接的社会生产力。如果说在资本主义条件下，自然科学实际上是“通过工业而迅速地进入了人类生活，并且改造了人类生活和为人类的解放准备了条件”的话，^④那么，在实现

这一解放的过程中，即在对社会进行革命改造的过程中，科学对技术和工艺的反作用急剧地增长起来。弄清科学与生产相互作用性质变化的原因，阐明这一过程的基本趋势，确定提高效率和加速科学技术发展的途径，这些都是马克思列宁主义科学的最重要的问题。正如苏共中央总书记勃列日涅夫在党的第二十五次代表大会上所强调的那样，“只有在加速发展科学和技术的基础上，才能完成社会革命的最终任务——建成共产主义社会”。⑤

理论和经验在理论科学阶段上的相互作用，则是以由经验到理论的反馈联系为前提的。理论的发展过程，包括不断的整理和掌握经验材料，并相应地来丰富理论本身。在科学的理论阶段上，特别明显的是，对于理论研究来说，经验的研究并不仅仅是某种外部的活动。经验研究在很大程度上证明了理论本身的存在，因为经验研究保证了理论的应用，并将理论同实践联结起来；这时，经验研究和理论研究的相互作用，是科学内部物质和观念矛盾的体现。

由于现代科学的高度抽象性和科学理论逻辑结构日益复杂化，使理论认识的形式和方法的研究获得了特殊的意义。为了研究这些问题，便分化出一个叫元理论研究的特殊领域。在元理论中，分析的是理论的基础原理、证明方法等等。虽然元理论研究是一个特殊的领域，但是，因为元理论研究涉及到整个理论，涉及到理论发展的途径和方式等等，所以它们具有哲学的观点，并要求对之作哲学的理解。大家知道，方法论问题不仅可以从一般哲学层次，而且可以从具体科学的层次来进行研究。元理论研究就是属于具体科学层次的研究。在本书第五章中，试图系统地探讨元理论研究中的

一些最重要的哲学问题（当然是在篇幅允许的范围内）。中心思想是，元理论研究是一种准确、客观地考察理论特征的手段，这些特点正是表现了理论的可靠性以及理论同理论所反映的现实的一致性。总之，对知识的形式化系统的元理论研究正在探讨，在实验科学的领域中进行元理论研究的的可能性正在得到阐明，对元理论研究的新实证主义的解释正在受到批判。

-
- ① 自然科学方法论的各个方面在Б·М·凯德罗夫，М·Э·奥麦利雅诺夫斯基，В·С·高特，М·В·莫斯捷巴涅科，В·И·勃拉恩斯基，В·Г·伊瓦诺夫，А·Д·乌尔苏尔，В·А·施托夫等人的著作中得到了发展。
 - ② Ю·С·梅列谢科，Г·И·谢麦涅夫，Е·И·伊瓦诺夫，В·В·切谢夫等人的工作对技术科学的方法论问题作出了重大贡献。
 - ③ 苏共二十五大文件，莫斯科，1976年，第213页。
 - ④ 马恩早期著作选，莫斯科，1956年，第595页。
 - ⑤ 苏共二十五大文件，第47页。

第一章 现代物理学的方法论基础

在现代论述自然科学方法论问题的著作中，作为自然科学带头学科的物理学的哲学问题，得到了最广泛和充分的说明。有充分的根据来说明这一点。С·И·瓦维诺夫院士写道：“物理学在自然科学中应运而生，它具有特殊的意义。物理学是研究物质的最简单的同时也是普遍的性质科学。这里指的物质是广义的，即列宁所说的‘客观实在’。由于这一普遍性，所以不具备物理性质和物理因素的自然现象是没有的，也不可能有的。如果各门自然科学仅限于对事物要素的简单描述，那么物理学会因此而不可避免地渗透到各门自然科学的基础中去，因为没有关于大小、长短、重量、颜色等物理概念是不可能构成这些要素的。”^①

物理学是一个在思想、概念和工具方法论方面特别先进的自然科学领域，并且它本身对其他自然科学也产生了重要的影响。^②另一方面，物理学的发展，不仅是由于本身的物理实验，而且还在很大程度上利用了许多经验事实和其他科学领域的规律性。因此在各门自然科学相互联系的发展过程中，以及在统一的物质世界图景的形成过程中，物理学都起了重要的作用。

解决这一基本问题，必须对迄今为止自然科学认识所能达到的所有现象、规律和定律进行综合研究。但是在理论方面（所指的是从具体到一般的理论的再现过程），物理学是

主要的自然科学原理的生长点，同时也是归宿点。马列主义的经典作家所指出的辩证唯物主义关于自然科学的形成过程，同样是通过物理学而发展起来的。

这一点特别明显地表现在二十世纪理论物理学的这样一种倾向中，即它试图建立“统一场论”（爱因斯坦），“统一物质论”（海森堡），深入研究“基本”物质结构的实质等。不管某个科学家的世界观如何，这种努力都证实了，现代物理学在解决关于物质基质的本性问题上，它具有客观的发展方向。正如历史经验所指出的，在实现这一极其宏大的科学目标过程中，主要的困难不仅有来自科学本身性质的问题（实验的、数学的条件），而且还有方法论性质的问题。正因为如此，在近十年来的研究工作中，试图对物理理论形成和发展的原理进行认真的探讨。③

显然，进一步的研究工作，应该是把物理知识发展的辩证原理和规律性在认识中加以深化和具体化。在这方面，列宁关于认识本质的历史发展的辩证思想具有特别重要的指导意义。例如，列宁在揭示“认识由现象的表面向本质深化”的过程时，指出了认识的具体研究途径：“……两方面的事实可以说明这一点：（1）自然科学史；（2）哲学史。准确地说，那不是事实，……而是某种历史+技术史的精华。”④

从历史方面对自然界认识的深度和广度进行研究，这是一个辩证唯物主义方法论的最重要的原理。正如黑格尔所正确指出的：“事物的本质不是自我目的消失，而是自我存在的消失，实际的整体不是结果，而结果是同自身一起形成；目的本身是毫无生气的总和，正象倾向是简单的爱好一样，

这种倾向在现实中还没有实现；而空洞的结果则是放弃了倾向的一具死尸。”^⑤新知识产生的辩证过程不仅含有否定旧阶段的成分，而且还含有继承性的成分，即在新的发展水平上，包含了旧阶段的某些原理。根据这一观点，经典物理和现代物理是对自然界理论认识发展的一个统一过程。所以断言二十世纪物理学的特殊方法论问题已经解决，这实质上是限制了广泛而有成效的利用科学方法论。在这种情况下，通常只着重注意到科学认识辩证方法的一个方面，而不可能对所研究理论的哲学和物理数学原理进行改造，也不可能回答在这些理论的进一步发展中所提出来的一些基本问题。

例如，近几年来，在苏联有关自然科学方法论问题的文献中，没有哪一本大部头的著作不涉及二十世纪物理学的综合问题的。^⑥在这些著作中，对相对论、量子力学和其他现代物理理论的形成中所采用的综合方法论进行了研究，甚至试图从哲学上论证这些理论本身的综合。这种对现代物理学的综合问题引起如此重视是完全有根据的，因为在基础自然科学理论的发展中，这种综合事实上起了十分重要的作用。但是，无论是在物理数学方面，还是在哲学方法论方面，对综合的基本前提通常都被认为是绝对无疑的。^⑦在苏联哲学文献中，还有另一类著作，它们指出了分析与综合的相互联系，指出了在对客观现实的现象和过程进行辩证认识过程中，要不断运用分析和综合。^⑧但是，与通常情况不同，对具体自然科学材料进行综合分析时，一般都没有研究知识的分化发展过程。

根据辩证唯物主义观点，分析和综合的相互联系问题，只有在对理论自然科学进行相当充分的历史研究的基础上才

能解决。在这方面，现代物理学发展的综合性质本身已经说明，在科学认识的发展过程中，分析阶段先于综合阶段，如果不充分地认识到科学认识的这一规律性，想顺利地解决现代科学问题是十分困难的。

在统一的世界科学图景的形成过程中，由于必须对自然科学各理论之间的相互联系进行研究，所以这一问题在哲学中具有特别的现实意义。在对客观现实认识的概念层次上，辩证方法论在现代条件下表现为科学认识的唯一的哲学方法。

用还原论的概念来代替辩证分析的企图，看来十分独特，但从历史观点来看，这也并不奇怪。《现代科学知识的综合》论文集中，其中有篇文章的作者在引用B·A·恩格尔加尔特，B·И·库兹涅佐夫以及苏联和外国其他研究者的著作时，写道，“我们想非常满意地指出，目前正在恢复还原论的名誉。”^⑨文章将还原论分为旧的“机械还原论”和新的“辩证还原论”。所谓辩证的还原论指的是“利用更简单的层次中的基本规律，以便从理论上推导出（解释）复杂构成的质的特征。”^⑩显然，“质的特征”一词在这种情况下应表现为对还原主义问题的辩证方法的特征。但是问题还在于，在“更为简单层次”的规律中，例如，在有机体所进行的化学过程的特性中，这种质的特征已经考虑到了，虽然仅仅是某种盲目的考虑。所以著名的苏联化学哲学家IO·A·日丹诺夫完全正确地指出，还原论“不加批判地、不自觉地混淆了两种情况：一是低级形式的性质与其在高级形式中的表现是一样的；二是把高级形式的新性质搬到低级形式中去。”^⑪

因此，理论自然科学发展的分化过程和综合过程的相互

联系，仍然是一个基本的方法论问题，并且它的解决，在很大程度上取决于如何评价经典自然科学在二十世纪物理学形成过程中的作用。

第一节 辩证认识的结构和现代物理学

关于物质运动形式的学说以及由此而产生的各科学在它们历史发展过程中的相互联系的思想，是科学认识结构的基本的辩证唯物主义原理。恩格斯写道：“……现代唯物主义都是本质上辩证的，而且不再需要任何凌驾于其他科学之上的哲学了。一旦对每一门科学都提出了要求，要它弄清它在事物以及关于事物的知识的总联系中的地位，关于总联系的任何特殊科学就是多余的了。于是，在以往的全部哲学中还仍旧独立存在的，就只有关于思维及其规律的学说——形式逻辑和辩证法。其他一切都归到关于自然和历史的实证科学中去了。”^⑩

恩格斯在这里所说的凌驾于其他科学之上的哲学，指的是以往的自然哲学体系，它虽然起过重要的历史作用，并且在当时提出过不少有价值的甚至是天才的假说，但是随着科学的发展，自然哲学在对客观现实的认识中就丧失了自己的地位。所以任何向自然哲学的复归，都是恩格斯所说的倒退。但是，这并不意味着，根本不存在所谓“事物的总联系”的科学。辩证法正是研究事物总的联系的逻辑，并且在辩证唯物主义的自然科学形成和发展中确认了它的基本意义。

无论是整个自然科学，还是在自然科学某些部门的大量研究中，都划分了两个科学认识的层次——经验层次和理论