

· 科学技术史 ·

惠威尔对力学第三运动定律的阐述^{*}

王 广 超

(中国科学院自然科学史研究所, 北京 100010)

摘 要:以惠威尔所著力学教科书中有关第三运动定律叙述为中心,考察了惠威尔对第三运动定律的阐述。与牛顿第三定律所述作用与反作用之间的关系不同,惠威尔的第三定律反映了加速力或动力与压力之间的关系,此阐述源自于达朗贝尔原理。惠威尔的阐述在当时的剑桥有一定影响,但并未得到后来的汤姆逊和泰特的认可。他们的根本分歧在于对待“原理”这一经典论著的态度:惠威尔以分析力学为着眼点回溯“原理”中的运动定律,认为《原理》中的第三定律存在着界定不清的问题,后来的达朗贝尔原理则完善了第三定律;而汤姆逊等则主张回归牛顿式的物理学分析方法。在他们看来,分析力学只是牛顿力学的一个分支,达朗贝尔原理是牛顿第三定律的一个推论。

关键词:惠威尔 教科书 牛顿第三运动定律 达朗贝尔原理

[中图分类号]NO [文献标识码]A [文章编码]1000-0763(2014)01-0036-05

众所周知,牛顿《自然哲学的数学原理》(以下简称《原理》)一书的出版导致了近代物理学革命,标志着新物理学的诞生。但是《原理》对后来英国物理学的发展却有消极影响。此后近一百年时间内,英国物理学遵循着牛顿传统,与欧陆数学和物理学处于隔绝状态。而在此过程中,法国物理学走上了与牛顿传统不同的路径,通过纯粹数学分析的方法解决复杂的约束运动问题,此方法经由达朗贝尔(Jean-Baptiste le Rond D'Alembert, 1717-1783)等几位物理学家的推进,至18世纪末期形成了较成熟的分析力学方法。19世纪初,英国一些有建树的物理学家意识到这种隔绝状态的种种问题,开始积极引入法国物理学。这些人面临着一个问题,如何处理法国的分析力学和牛顿传统之间的关系。本文试图以惠威尔(William Whewell, 1794-1866)对第三运动定律的阐述为例,探讨当时英国物理学家对此问题的一个独特的处理方式。

惠威尔在剑桥大学于19世纪初吸收法国物理学和数学的过程中起了关键作用。他于1812年在剑桥三一学院注册入学,1816年通过了三一学院的数学二级考试(second wrangler),于1818至1839年任大学生导师,后来历任矿物学、道德哲学教授,自1841年到1866年去世一直担任三一学院院长。在当时的人看来,惠威尔是公认的最杰出的人物之一。在物理学方面,他编写过一系列力学教科书,其中包括适于初级生阅读的《初等力学教程》,《动力学导论》,以及适于高年级的《动力学教程》等,其中的《初等力学教程》在1819年至1847年间七次出版。在这些教科书中,第一、第二运动定律与牛顿在《原理》中所述基本相同,而第三定律则改阐述作用与反作用的关系为加速力(或动力)与压力的关系。本文试图对惠威尔关于运动第三定律阐述的渊源及影响进行一个考察。

* 基金项目:中国近现代科学学科发展史料抢救与研究,中国科学院院士工作局资助;中国科学院自然科学史研究所“科技知识的创造与传播”重大项目。

[收稿日期]2012年2月8日

[作者简介]王广超(1975-)男,北京人,博士,中国科学院自然科学史研究所副研究员,主要研究方向为中西方天文学史。
e-mail:wanguangchao@ihns.ac.cn

一、从牛顿第三定律到达朗贝尔原理

牛顿《原理》中第三运动定律表达了作用与反作用之间的关系，其叙述为：

每一作用总存在相等且相反的反作用，相互作用的两物体间的作用总是大小相等且方向相反。（[1], p.15）

其中的“作用”首先可理解为作用力。在陈述完第三定律后，牛顿给出了一些可用此定律解释的实例，并在“总释”部分详细地讨论了适用于物体之间的引力相互作用的情况。事实上，第三定律在牛顿发现万有引力过程中起了重要作用。正是凭借这一定律，牛顿将太阳对行星的力转变为太阳与行星之间的相互作用力，实现了从开普勒的二体数学系统向多体物理世界的转换。（[2], pp.234-239）

牛顿并没有将第三定律仅仅限定于直接相互作用的情况，而是进一步拓展到物体通过简单机械间接作用的问题。正是在此讨论中，牛顿揭示了“作用”的另一层含义。“总释”的最后部分讨论了这一问题：

如果将机器设计成其作用物 [acting body] 和阻碍物 [reacting body] 的速度反比于他们施加的力，作用物刚好可以抵消阻力，而更大的速度则可以克服所有的阻力，（这些阻力通常来自接触物体间由于相互滑动而产生的摩擦，或分离物体时产生的凝聚（cohesion），或是被举起的物体的重力等），在克服这些阻力之后的剩余的力将使机器的部件以及阻碍物产生正比于此剩余力的加速运动。（[1], pp.429-430）

可见，以上讨论的非平衡问题中，如果将作用和反作用限定为作用物和反作用物相互施加的作用力，作用和反作用并不相等。为使上述情况适用于第三定律，牛顿将作用和反作用的意义进行了扩展，认为：

如果我们以动力与作用物的速度的乘积去计算作用，而以起阻碍作用的物体的速度与由摩擦、凝聚、重力及加速度而产生的阻力的乘积计算反作用，则在一切设备或机器运用的实例中，作用与反作用总是相等。（[1], p.430）

事实上，牛顿在此提到了由加速而产生的阻力的概念，并通过这一概念直接将静力学原理应用到了非静力学问题中。而后来，物理学家欧拉（Leonhard Euler, 1707-1783）和达朗贝尔正是沿着这一路径提出了惯性力的概念，并提出达朗贝尔原理。

欧拉读过许多牛顿的著作，他一直试图将力学规范为一门理性科学。（[3], p.239）有关质点动力学问题，欧拉做出两个重要的贡献：一是进一步明确了惯性力的概念；二是提出了比较和测量力的原则。欧拉认为，惯性力存在于所有物体中，是物体保持其原来状态不变的一种体现。而力的比较和测量最终是静力学的任务，动力学中的力的比较和测量可以划归为静力学问题。正是基于此，欧拉提出静力学中力的合成和等价问题可以扩展到动力学中。欧拉的动力学体系只有一个定律，即：速度的增量正比于施加的外力的大小和作用的时间。表面看来，欧拉的力学规律实际上是牛顿第二定律的一个变形，但与牛顿不同的是，欧拉给出了测量和表示力、质量及速度变量等物理量的规范。

达朗贝尔沿着欧拉的研究进路更深入了一步。他使用了欧拉界定的惯性力概念，在此基础上提出动力学问题都可归为静力学问题并通过静力学原理解决的基本分析方法。达朗贝尔的力学原理是将动力学问题转化为静力学问题，然后通过作用与反作用的方式表现的一个物理学原理：物体所受主动力（实际所受合力）与因加速而产生的惯性力相等且相反。需要注意的是，达朗贝尔原理的适用范围远远超出了简单机械问题，是一个适用于质点和质点系动力学的普遍原理。后来，拉格朗日（Joseph Louis Lagrange, 1736-1813）在达朗贝尔原理的基础上提出了一个更为普遍的动力学方程，进而完善了分析力学方法和符号系统，构建了较为完善的分析力学体系。与牛顿力学基于古典几何方法且注重物理分析不同，当时的分析力学将物理分析归为纯粹的代数分析，其中不用借助任何几何模型。这种分析方法的优势在于摆脱了如几何学那样的本体论承诺的约束，而只关注于表示不同对象之间关系的运算符的操作。^[4]与牛顿力学比较，分析力学可以轻而易举地解决复杂的机械运动问题，而这恰恰符合18世纪后期产业革命的需要。

实际上，达朗贝尔原理的发现源自于“求解摆心”这一历史经典难题。惠威尔在其所著的《归纳科学的历史》（1837年）一书的“运动第三定律的归纳”一节中以求解此问题为线索重构了第三定律发现的

汤姆逊和泰特将凝聚（cohesion）解释为分子力。参考自（[14], p.188）。

历史过程。开篇就讨论了牛顿第三定律的两种适用情况，指出牛顿所谓的作用与反作用律适用于直接作用的两物体，用于间接作用的情况却是有所问题的。为此举出“求解摆心”问题：即一根穿过两重物的刚性杆，一端置于某固定点，来回摆动，它的摆心在哪儿？惠威尔认为，牛顿解决此问题时错误地将运动量定义为物体的速度，且错误地运用了直接作用情况下所适用的作用与反作用规律。（[5]，p.80）惠威尔指出，这一问题最终由达朗贝尔解决，为此提出了达朗贝尔原理。在惠威尔看来，牛顿对第三定律的表述并不完善，在对间接作用问题的处理上出现了一些错误。而后来法国物理学家发展了这一规律，到达朗贝尔时通过分析语言完美地表达了出来。（[5]，p.89）可见，惠威尔认为达朗贝尔原理就是牛顿第三定律的更为完美的表现形式。

可以肯定的是，从牛顿到达朗贝尔的物理学经历的不仅是个别理论或规律的演变，更为根本的是研究和解决问题方式的转变，而惯性力概念和达朗贝尔原理在此过程中起了承上启下的作用。惠威尔正是在这一背景下开始介绍不同于牛顿传统的法国物理学。

二、惠威尔对第三定律的阐述

英国物理学家于18世纪末、19世纪初开始引入法国的分析物理学。一些较早介绍法国物理学的英国教科书基本上还保留了英国传统，即将运动定律置于动力学的核心，基本按《原理》中的原话表述三定律，而将有关力、质量和运动的测量以及描述力与运动关系的数学公式夹杂在其中。如于1774年至1805年间在爱丁堡大学任自然哲学首席教授的约翰·罗比森（John Robison, 1739-1805）撰写的《机械论哲学》一书基本上就是如此。（[6]，pp.99-124）在法国分析物理学的影响下，出现了一些明显偏离《原理》传统的教科书。比如巴塞洛缪·劳埃德（Bartholomew Lloyd, 1772-1837）在其《机械论哲学基本教程》中只列出了足以构建动力学体系的第一、第二定律。（[7]，p.276）他所谓的第一定律就是惯性定律，而第二定律提供了测量力的大小的依据。此书第一版于1828年出版。

惠威尔对第三定律的阐述基于他对当时英、法物理教科书相关叙述的批判。1828年，他发表了《论动力学的原理》一文，指出：关于动力学原理的陈述，在法国作者和英国作者间存在一个明显的分歧：英国作者遵循牛顿传统，将三个运动定律置于动力学的基础；而外国作者，特别是一些法国人，在他们的教科书中，基本定律却以多种方式表述，较为明显的是采用了两个定律：第一定律即所谓惯性定律，第二定律为：速度的改变正比于力。^[8]在惠威尔看来，法国人的第二定律相当于牛顿第三定律，尽管依据此定律可以推演出如下两条规律：1. 加速度正比于压力，2. 动力正比于压力，但却不足以推演出牛顿第二定律。惠威尔认为，法国物理学家之所以如此叙述，是由于错误地将静力学中力的合成规律应用于动力学的运动合成，且构建了瞬时力、冲力等不合实际的概念。惠威尔所认为的第二和第三定律是：

（第二运动定律）力作用于一个物体上，运动改变的大小与产生此变化的力的大小成正比，方向相同；（第三运动定律）压力作用于物体上使其运动变化时，动力正比于压力。^[8]

惠威尔的第二定律与牛顿的叙述基本相同，而第三定律却有很大差异。需要注意的是，尽管惠威尔不赞同将第二、第三定律合为一个定律的做法，但他对第三定律的叙述与在上文中所论的基于法国教科书中第二定律推演的第二推论基本相同。其叙述中的压力可理解为作用于物体上的主动力，而动力是由于加速度而产生的惯性力。可以看出，惠威尔的第三定律实际上是达朗贝尔原理的一种具体的表现形式。但是，惠威尔并不赞同作为达朗贝尔原理之基础的用静力学方法处理动力学问题的分析方法，这还要从他最初改述第三定律说起。

在《初等力学教程》（1819年）第一版序言中，惠威尔讨论了动力学与静力学关系的问题。认为：力学的首要问题就是分清楚静力学和动力学，这一区分并不是任意而为的，而是基于对力学这一学科本性的理解。静力学和动力学尽管联系紧密，但他们的基本原理以及相关的概念都是不同的。惠威尔之所以将动力学和静力学区分开来，是出于力学发展史的考虑。他认为静力学是一门古老的学问，基本原理在

于1819年出版的第一版 *An Elementary Treatise on Mechanics* 一书的序言中也表露出同样的意思，相比较之下，此文中的叙述更加详细。

阿基米德时代即已建立；而动力学则到伽利略时才刚刚出现。（[9], p.v）惠威尔认为，当时的教科书撰写者并没有很好地区分这两个学科，导致出现了一些严重的问题，其中之一就是将运动第三定律叙述为“作用和反作用相等且相反”的规律。在他看来，作用和反作用律属于静力学的范畴，动力学的第三规律则应是加速力和压力关系的规律。此书知识点的安排体现了他的这一观点。在第一版的《初等力学教程》中，作用和反作用律作为第16个知识点被安置在《静力学》部分。首版《初等力学教程》中的第三定律的叙述如下：

运动第三定律：压力作用在物体上使其运动发生变化时，加速力正比于压力而与物质质量成反比。（[9], p.273）

可见，此时的叙述与后来“论动力学的原理”一文的基本相同。

1823年，惠威尔的《论动力学》一书出版，此书被科学史家认为是19世纪初期剑桥“分析革命”（analytic revolution）的巅峰之作。^[10]此书充分地讨论了无阻尼质点运动、阻尼运动以及刚体运动、机械运动等复杂运动问题。全书解决问题时采用了分析力学方法，即通过完全抽象的数学方法导出用来解题的解析定理的广义运动方程。在开始部分讨论了定义及原理，原理指的就是运动三定律，其陈述与《论动力学的原理》一文中的相同。书中在分析质点及质点系的约束运动问题时反复运用了基于达朗贝尔原理推演出来的第三定律，（[11], pp.5-220）可见第三定律的重要性。由此看来，惠威尔改述第三定律的目的在于通过此规律解决更为复杂的动力学问题。

可见，惠威尔对第三定律的阐述源自法国教科书的第二定律，实际上是达朗贝尔原理的一种表述形式。之所以采用这一叙述方式，是为通过分析力学方法解决更为复杂的质点和质点系约束问题，这些问题见于他所著《论动力学》一书之中。

三、惠威尔所述第三定律的影响

惠威尔对第三定律的阐述在当时的剑桥产生了一定的影响。约翰·亨利·普拉特（John Henry Pratt, 1809-1871）于1836年在剑桥大学出版了《机械论哲学的数学原理》一书，其中有关三定律的阐述和解释与惠威尔的比较接近。他将压力分为有限压力和冲力两种，而与此相对应的分别是动力和动量的增减。（[12], p.202）在此之后，普拉特还讨论了他的第三定律与牛顿第三定律的关系，其论证与惠威尔非常接近。

1850年前后，物理学的重大理论根基已基本明确，即借助能量守恒定律通过统一的力学解释框架来解释力学、光学、电学和热学等一系列物理现象。（[13], p.69）在此框架形成的过程中，汤姆逊和泰特起了重要作用。他们合著的《论自然哲学》一书中重建了分析动力学，主张将拉格朗日广义运动方程的物理基础与能量守恒定律结合起来确立分析动力学的框架。但是，他们更强调在牛顿运动定律的基础上采用物理学方法，而非抽象的数学方法。故此，他们主张以牛顿《原理》为出发点重新解释后来的物理学理论。他们指出：“应该使用牛顿的原话叙述三定律”。此书的“动力学规律和原理”一章中，作者列出了牛顿“原理”中的拉丁语原文，并在下面给出了英文翻译。之所以这样，他们给出的原因是，“两个世纪过去了，似乎还没有看出有任何必要去修改或增加牛顿原来对运动定律的陈述。”（[14], p.178）

同样是在“动力学定律和原理”一章中，作者讨论了第二、第三定律表述的问题：

后来，出现了一个趋势，就是将第二定律分为两个定律，而将原来的第三定律完全置之不理，尽管在解决每一个动力学问题时总是在使用它。所有这样叙述的人，为保持牛顿体系的完整性，都不得不引入达朗贝尔原理，这是牛顿所抛弃的第三定律的另外一种叙述形式。实际上，牛顿对第三定律的叙述不但可以直接推演出达朗贝尔原理，而且可以推演出现代所谓的功能原理。（[14], p.178）

可见，汤姆逊和泰特对第三定律的阐述恰与惠威尔相反，即以“原理”为出发点解释后来理论的发展。也正因此，他们将后来的达朗贝尔原理看成是牛顿第三定律的一个推论，并指出这是牛顿所抛弃的另外一种叙述形式。

汤姆逊和泰特并非凭空论述，而是给出了具体的证据。在讨论简单机械问题时，他们指出“牛顿的原话中就意味着“阻碍加速的阻碍作用与由加速而产生的作用大小相等且相反这一原理”，认为这就是达

朗贝尔原理。([14], pp.185-186)不但如此,他们对牛顿有关作用与反作用之计算的讨论进行了现代化的诠释。其中引入了动能、功等概念,并将牛顿在“总释”中所谓的凝聚力(cohesion)转化为分子力(molecular forces),其叙述为:

如果物体没有加速度,作用于系统上的功用于克服摩擦力、分子力以及重力,如果有加速度,部分功用于克服阻力,而剩余的功则转化为动能。([14], p.188)

在他们看来,牛顿所谓的力与速度的乘积可转化成功率, $F \frac{ds}{dt} = \frac{d(F \times s)}{dt}$ 。当然,这只是一种现代化的诠释。事实上,《原理》出版后的相当长的时间里才发展出了功和功率的概念。可以肯定的是,这种诠释反映了诠释者对待牛顿《原理》及后来发展的物理学理论的态度,即以《原理》为出发点解释后来理论的发展。正是因此,他们认为如惠威尔那样的对牛顿运动定律的改述是没有必要的,应该使用《原理》中的原话阐述运动定律。此后,英国大多数物理教科书依照牛顿《原理》中的叙述表述第三定律,未见有采用惠威尔陈述方式的教科书。

四、结 语

综上所述,惠威尔对第三定律的阐述基于他对当时英法教科书相关叙述的批判。他既不赞同法国教科书将三定律归为两个定律的做法,也没按牛顿《原理》中的叙述表述第三定律,而是将此定律表述为加速力或动力与压力的关系。由上文的分析可知,他的这一叙述源自法国教科书的第二定律,实际上是达朗贝尔原理的一种表述形式。之所以采用这一叙述方式,是为了通过分析力学方法分析解决更为复杂的质点和质点系约束问题,这些问题见于他所著《论动力学》一书之中。然而,惠威尔并不赞同作为达朗贝尔原理之基础的将动力学问题归入静力学的研究方法。他甚至认为,正是将两者混淆导致了叙述第三定律有误。他的这一认识基于对力学史的认识,认为静力学早在阿基米德时代即已建立,而动力学在伽利略时才刚刚出现。

惠威尔对第三定律的阐述尽管在当时的剑桥有一定影响,但并未得到后来汤姆逊和泰特的认可。他们的根本分歧在于对待《原理》这一经典论著的态度:惠威尔以分析力学为着眼点回溯《原理》,在他看来,《原理》中的第三定律存在着界定不清的错误,而后来发展的分析力学理论则改正了这些错误,其方法可解决更为复杂的动力学问题;而汤姆逊等则致力于构建基于能量守恒定律的力学解释框架,主张回归牛顿式的物理学分析方法。正是因此,他们基于牛顿《原理》来解释后来发展的分析力学理论。在他们看来,分析力学只是牛顿力学的一个分支,而达朗贝尔原理只是牛顿第三定律的一个推论,第三定律不但可以推出达朗贝尔原理,还可以推导出现代所谓的功能原理。

(本文撰写之初,作者曾以“惠威尔对力学三定律的阐释”为题在王扬宗研究员组织的近代科学教科书讨论班上讨论,王老师和何涓博士对讨论稿提出了补充和修改意见。初稿完成后,王老师对文稿提出了许多宝贵的修改意见。在此一并致谢。)

[参 考 文 献]

- [1] Newton, I., *Mathematical Principles of Natural Philosophy: A new Translation* [M]. trans. Cohen, I. B. and Anne Whitman. Berkeley: University of California Press, 1999.
- [2] Cohen, I. B., *The Birth of a New Physics* [M]. Penguin Books, 1985.
- [3] Dugas, R., *A History of Mechanics* [M]. Translated by Maddox, J.R. Routledge, 1955.
- [4] Richards, J. L., Historical Mathematics in the French Eighteenth Century [J]. *Isis*, 2006(4): 700-713.
- [5] Whewell, W., *History of the Inductive Sciences* [M]. Vol2 Lodon, 1837.
- [6] Robison, J., *Elements of Mechanical Philosophy_ Being the Substance of a Course of Lectures on that Science* [M]. Edinburgh, 1804.
- [7] Lloyd, B., *Elementary Treatise of Mechanical Philosophy* [M]. Second Edition. Dublin, 1835.
- [8] Whewell, W., On the Principles of Dynamics, Particularly as Stated by French Writers [J]. *Edinburgh Journal of Science*, 1827-1828, 8: 27-38.

(下转第50页)

近代以来, 豫北加拿大传教使团“传教”与“医疗”地位的转换, 是在多方面因素的相互作用下完成的。表面上, 1920年中国医博会关于中国教会医院的综合报道中对河南的差评, 直接刺激了加拿大传教使团加大现代医院的建设, 以及现代医疗思想在传教使团中的普及; 但本质上却是, 首先近代豫北地区交通闭塞、民众思想保守, 对直接布道传教或借医传教的直接方式有很大的抵触情绪; 其次, 近代以来豫北地区自然灾害与战争带来的破坏性结果以及严重缺医少药的现实, 深深地触动了加拿大传教士治病救人的博爱情怀; 最后, 在美国社会福音运动的推动下, 社会福音的思想得到大部分加拿大传教士的赞同, 促使传教医生与护士把主要的精力转向救治伤员、病人和难民身上, 从而加速了华北使团将首要任务从“传教”转向“医疗”。

[参考文献]

- [1] Grypma, S., *Healing Henan: Canadian Nurses at the North China Mission (1888-1947)*[M], Vancouver: The University of British Columbia Press, 2008.
- [2] Gandier, A., *Happy Fellowship in Troubled Times*[M]. Honan Messenger 13, 6, UCCVUA 83.058C, box 57, file 16, series 3.
- [3] 宋家珩主编: 加拿大传教士在中国[M], 北京: 东方出版社, 1995。
- [4] 宋家珩、董林夫: 中国与加拿大——中加关系的历史回顾[M], 济南: 齐鲁书社, 1993, 88。
- [5] 李颜伟: 美国“社会福音运动”探析[J], 天津大学学报(社会科学版), 2009, 11(1): 91-96。
- [6] 王立新: 美国传教士与晚清中国现代化[M], 天津: 天津人民出版社, 1997, 37。
- [7] 柴德赓、荣孟源等编, 中国史学会主编: 中国近代史资料丛刊辛亥革命(第七卷)[M], 上海: 上海人民出版社, 1957, 352。
- [8] 高晞: 传教和行医: 不同道不相为谋[J], 自然辩证法通讯, 1996(4): 39-46。
- [9] 中华续行委员会调查特委编: 中华归主(上)[M], 北京: 中国社会科学出版社, 1987, 200。

[责任编辑 王大明]

(上接第 40 页)

- [9] Whewell, W., *An Elementary Treatise on Mechanics*[M]. Cambridge, 1819.
- [10] Dubbey, J. M., The Introduction of the Differential Notation to Great Britain[J], *Annals of Science*. 1963, 19(1): 37-48.
- [11] Whewell, W., *A Treatise on Dynamics*[M]. Cambridge, 1823.
- [12] Pratt, J. H., *The Mathematical Principles of Mechanical Philosophy: and Their Application to Elementary Mechanics and Architecture*[M]. Second Edition. Cambridge, 1842.
- [13] Harman, P. M., *Energy, Force, and Matter: the Conceptual Development of Nineteenth-century*[M]. Cambridge University Press, 1982.
- [14] Thomason, W., Tait, P. G., *Treatise on Natural Philosophy*[M]. Oxford: the Clarendon Press, 1867.

[责任编辑 王大明]

Abstract

Key Steps Toward the Creation of QCD: Notes on the Logic and History of the Genesis of QCD (p.1)

CAO Tianyu

(Philosophy Department of Boston, Boston, Massachusetts, USA, 02215)

Abstract: The creation of QCD is one of greatest achievements in the history of science. In order to appreciate the crucial steps leading to the creation of QCD, I suggest that the criterion should not be that a step should have original ideas without predecessors. Rather, the criterion should be the historical effectiveness of a step. That is, a step is crucial only when it has provided a new vision, broken a new direction for explorations, started a new research program, and thus effectively pushed the scientific explorations ahead. According to the criterion, I would suggest that the journey toward the creation of QCD started from current algebra proposed in 1962. After three breakthroughs of local current algebra sum rules, scaling and partons, and light cone current algebra, it ended with a great synthesis which, announced in 1972, was in fact the first articulation of QCD.

Key Words: QCD; Key Steps; Creation; Logic and History

The Epistemological and Methodological Characteristics of the Philosopher-scientist (p.13)

LI Xingmin

(Association for the Journal of Dialectics of Nature, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100049)

Abstract: Taking the critical school and Einstein as examples, this paper comprehensively discusses the philosopher-scientist's epistemological and methodological characteristics from five aspects, which pure philosophers or ordinary scientists can hardly have. It is the philosopher-scientist who possesses practical experiences and deep feelings in scientific creations, as well as keen philosophical mind and profound philosophical insight who can make great contributions worthy of the times both in science and in philosophy.

Key Words: Philosopher-scientist; Critical school; Einstein; Epistemology; Methodology

From Extensionalism to HPC: A Metaphysical Analysis of Natural Kinds (p.20)

ZHANG Cunjian

(School of Law and Politics, Jiangsu Normal University, Xuzhou, Jiangsu, 221116)

Abstract: Traditionally, extensionalism views natural kinds as functions of real objects. However, the idea is increasingly challenged by new scientific findings. Some classical theories concerning the meaning of names explain the extension of a natural kind with certain properties, but this approach is blocked by the difficulty in knowing properties. HPC defines natural kinds on the basis of the role they play in explaining things, and thus ensures their stable existence. This paper argues that both HPC and promiscuous realism interpret natural kinds in terms of functionalism. To take HPC, we need to follow promiscuous realism, and this necessity can be found in attempts to distinguish natural kinds from non-natural kinds.

Key Words: Natural kinds; Essentialism; Realism; HPC

Reference Class Problem and the Relativity of Probability (p.26)

ZHANG Tan

(School of Humanities, Zhejiang University, Hangzhou, Zhejiang, 310028)

Abstract: The paper mainly discusses the reference class problem in probability. Simply speaking, reference class problem means that each concrete event belongs to different classes, but different classifications in probability calculating will result in different probability values, causing ambiguity in probability valuing. Some scholars advocate the ubiquitous existence of the problem, and what's more, different interpretations of probability may produce different versions of reference class problem. So what this paper concerns is the relationship between different versions of reference class problem, or what exactly it means, and the relationship between reference class problem and the relativity of probability.

Key Words: Reference class; Principle of indifference; Relativity

Replicating Scientific Experiments and Practicing Complementary Science (p.30)

SHI Cheng

(Department of Teaching and Research of Marxist Theory, Nanjing University of Science & Technology, Nanjing, Jiangsu, 210094)

Abstract: There have been arguments regarding the research on the replication of scientific experiments in the fields of history of science, philosophy of science and sociology of scientific knowledge. In the former two fields two practical goals are pursued in replicating scientific experiments: the test of the truth of experiments in history and the exploration into the tacit dimension of experiments. Hasok Chang devoted to the new dimension of replicating scientific experiments and put the idea of complementary science into practice by replicating six experiments of boiling water.

Key Words: Replication; Experiments; Complementary science

Whewell's Interpretation on the Third Law of Motion in Mechanics (p.36)

WANG Guangchao

(The Institute for the History of Natural Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100010)

Abstract: Focusing on the elucidation of the third law of motion in his textbooks of mechanics and his treatises of history and philosophy of science, this paper examines William Whewell's interpretation of the third law of motion. Unlike Newton's third law

of motion that states the relation between action and reaction, Whewell's third law, originally from d'Alembert principle, reflects the relationship between the accelerating or moving force and the pressure. Though gaining certain influence in Cambridge University in his time, Whewell's interpretation was not recognized by William Thomson and Peter Tait, primarily due to a fundamental difference in their attitude toward Newton's classical *Principia*. Whewell traced Newton's *Principia* from the perspective of analytical mechanics and considered that Newton's third law was ambiguously defined and was later improved by d'Alembert principle. Thomson and Tait, on the other hand, claimed a return to Newtonian physical analysis, considering analytical mechanics only a branch of Newtonian mechanics and d'Alembert principle a deduction of Newton's third law.

Key Words: Whewell; Textbook; Newton's third law of motion; D'Alembert principle

The Stop Codon Research of Crick (p.41)

SUN Yongping^{1,2}, GUO Shirong²

(1.College of Physics and Electronic Information, Inner Mongolia Normal University, Hohhot, Inner Mongolia, 010022;

2.Institute for the History of Science and Technology, Inner Mongolia Normal University, Hohhot, Inner Mongolia, 010022)

Abstract: The discovery of UUA, UAG and UGA is an outstanding achievement in the deciphering of genetic code. The biophysicist Francis Crick has made undeniable contributions in determining the UGA. From the perspective of the history of science and on the basis of studying the original papers of Crick, the authors explore his historical contributions, including his logical reasoning and empirical research. Such scientific spirit as humility, scrupulosity and perseverance in his research is revealed in the paper.

Key Words: Crick; UGA; Stop codon; Nonsense codon

A Study on Modern Medical Missionary Activities in the Northern Regions of Henan from the Perspective of Social History of Science (p.45)

SHAO Jinyuan^{1,2}, GAO Ce¹

(1. Institute of History of Science and Technology in Shanxi University, Taiyuan, Shanxi, 030006;

2.The First Affiliated Hospital of Xinxiang Medical University, Xinxiang, Henan, 463000)

Abstract: This paper takes the Christian mission of Canada on the northern regions of Henan as an example to investigate the establishment and development of medical missionary enterprise of inland China during the late 19th and the early 20th centuries. It also explores the historical evolution of churchmen handling the relationship between practicing medicine and doing missionary work, and explains the reasons for the evolution from the perspective of social history of science.

Key Words: Canada; Churchman; Medicine; Northern regions of Henan

From Science to Revolution: "New Century" Faction of Anarchism Before the Revolution of 1911 (p.51)

BAI Tianpeng

(School of History, Beijing Normal University, Beijing, 100875)

Abstract: In 1907, the "New Century" faction of anarchism was officially formed, which was marked by the publication of the "New Century" magazine. Having some knowledge about natural science, the "New Century" faction turned science into a powerful weapon for their revolution. They attempted to demonstrate their anarchic revolutionary theory as correct which was in line with science and truth. In their practice, they tried to promote social revolution while opposed the traditional ethics, religious beliefs and feudal system of government in the name of science in their revolutionary process. Under the banner of science, they started a wave of revolution that was soon supported by many revolutionaries, which played a significant role in the upcoming Revolution of 1911. For the "New Century" faction, science had come out of the laboratory and began to influence people's values. They also opened the gate of scientism for the Chinese circle of thinkers after the Revolution of 1911.

Key Words: Anarchism; "New Century" faction; The Revolution of 1911; Science

The Advantages and Disadvantages of Chinese and Western Military Technology in the Mid-19th Century (p.56)

LIU Hongliang

(College of Marxism; Henan University of Science and Technology, Luoyang, Henan, 471003;

Dagukou Fort Ruins Museum, Tianjin, 300425)

Abstract: China has lacked the atmosphere for the development of military civilization. Continuous but slow growth is characteristic of the military development in China, with its technology being advanced but its theoretical construction lagged. The level of productivity was very backward in the Ming and Qing dynasties, neither could traditional handicrafts improve the military technology, and firearms evolution did not have enough financial support, either. In contrast, in Europe, from the 1500s, theory, experiment, and technology of military science have promoted each other and in the 1770s the Industrial Revolution was realized, with steam-power in place of manual operations. The interaction between the Navy development and overseas trade resulted in a strong financial support for military technology.

Key Words: The Opium War; Wooden sailing ships; Era of the ironclad; Military and technical reform

From AIDS Discovery Priority Debate to Scientific Misconduct Investigation: Study of the History of the Investigations into Gallo's Case (p.62)

WANG Yang¹, PENG Cheng²

(1.Faculty of Philosophy, Nankai University, Tianjin, 300071; 2.Vanke Group, Qingdao Branch, Qingdao, Shandong, 266109)