

中国和国际物理教育合作网的比较与分析*

刘承宜^{1,2,†} 陈侃贞^{2,3} 杨友源¹ 吴本韩¹

(1 香港教育学院科学系)

(2 华南师范大学激光运动医学实验室 广州 510631)

(3 华南师范大学生命科学学院 广州 510631)

摘要 教育期刊论文的情况往往是教学情况的一种真实反映. 中国、美国 and 英国的主要物理教育期刊刊名分别为《物理教学》、《大学物理》、The Physics Teacher、American Journal of Physics 和 Physics Education. 文章基于这五个物理教育期刊的相关参数分别建立相应的物理教育合作网, 从论文作者数目及不同论文作者间的合作关系的角度, 揭示了中国与国际物理教育研究的差距, 并为它们的进一步发展提供了启发性和指导性建议.

关键词 合作网 物理教育 期刊

Comparison and analysis of scientific collaboration networks in physics education between China and overseas

LIU Timon Cheng-Yi^{1,2,†} CHEN Kan-Zhen^{2,3} YEUNG Yau-Yuen¹ NG Pun-Hon¹

(1 Department of Science, Hong Kong Institute of Education, Tai Po, Hong Kong, China)

(2 Laboratory of Laser Sports Medicine, South China Normal University, Guangzhou 510631, China)

(3 College of Life Science, South China Normal University, Guangzhou 510631, China)

Abstract The nature of papers published in various leading education journals can in a certain way reflect the real trend of research and professional development in education. Using self-built computer databases of scientific papers as published in five leading physics education journals in China, USA and Britain over a period of 10 years (1993—2002), we have constructed some networks of scientific collaboration amongst physics educators of each journal. Through analysis of the different properties of these five simple networks derived from those journals we propose a measure of collaboration strength based on the number of papers coauthored by pairs of authors and the collaboration between different authors. As a result, we not only uncover an apparent difference in the level of physics education research between China and overseas, but also suggest some guidance and direction for their future development.

Key words collaboration network, physics education, journals

1 引言

科研合作网, 可通过分析各种文字印刷期刊和数字元期刊的论文作者数以及相互联系等来研究, 从中揭示不同期刊、不同地区之间的合作和交流的差异, 从合作的角度反映科研现状及存在问题等.

* 国家自然科学基金(批准号: 60178003, 6027812)、广东省自然科学基金团队项目(批准号: 20003061)和重点项目(批准号: 20011480)、激光技术国家实验室开放基金、广东省“千百十工程”优秀人才培养基金(批准号: Q02087)资助项目和香港裘槎基金(Croucher Foundation)资助项目

2003-04-03 收到初稿, 2003-08-19 修回

† 通讯联系人. E-mail: liutey@scnu.edu.cn

近十年来,用图论等方法研究科研合作网的论文接连不断的涌现^[1,2]. Newman 等人在应用现代网络理论和图论的方法来研究各种合作网的情况方面取得了重要进展^[3-5]. 通过这些理论,可以动态地对科研合作网的总体趋势和内部运作模式进行深入的分析 and 探讨,并提出科研合作发展的趋势和改革的方向,为促进科研合作全球化、多元化提供指导性建议.

随着科学技术的迅猛发展,人们对教育的需求也随之增长. 合作和交流是推进教育国际化的重要组成部分. 研究教育合作网,有助于反映各国或地区的教育研究水平,评估教育结构的合理性. 为了进一步了解中国物理教育研究现状,本文基于 Newman 等人的研究方法^[1]和本文作者对国际物理教育合作的前期研究^[6],对中国和国际物理教育合作网分别进行了分析和比较,从而揭示了中国与国际物理教育研究的差距,并提出一些有启发性和指导性的建议.

2 科研合作网

社会网^[7,8]是由各种包含了无数内部和外部联系的群体所组合而成的. 通过对社会网的研究,可揭示社会运作的模式、人与人之间的关系与互相影响、信息的传递方式、社会群体活动规律等. Newman 等^[1]借助网络模型,成功地建立起研究科研合作网的基本理论框架. 物理教育研究的合作网是社会网的一个缩影,可以通过分析研究中国与国际的物理教育研究合作网来比较两者的差异.

3 研究中国和国际物理教育研究合作网的模型和方法

学术期刊论文是研究科研合作网的一个主要途径^[1]. 同样,教育期刊论文的情况是教学研究情况的一种反映. 本文选择了 1993—2002 年 10 年期间五个教育期刊[American Journal of Physics(AJP), The Physics Teacher(PT), Physics Education(PE), 《物理教学》(CPE)和《大学物理》(CCP),详见附录 I]所发表的论文来比较及分析中国和国际物理教育研究的合作网情况.

教育合作网的模型基于拓扑学意义的网络模型:

(1) 把每个合作网中的个体(作者)作为网络中的一个“结点”处理;倘若两作者合作发表文章,则认为他们之间存在联系,把这种联系当作网络中的一条“边”处理.

(2) 在图论中,熟知的基本概念有度、最短路径、最大距离、簇、簇的相对尺度等,这对研究分析合作网也同样适合.

(3) 由于本文采用了五个期刊 1993 年—2002 年共 10 年的资料,对 1993 年以前的数据作忽略不计处理. 结果正如 Barabási 所提及的那样^[2],这种处理会对各种指标的分析带来或多或少的影响和偏差.

五个教育期刊的总体情况见表 1.

表 1 五个教育期刊的总体情况*

	总作者数 A1	文章数		作者参与总次数 T1	每篇文章的平均作者数 = T1/P1	每个作者平均参与的文章数 = T1/A1	最大合作圈(最大簇)的人数
		统计量 P1	实际论文数				
PE	867	728	1428	1096	1.505	1.264	11
PT	1738	2482	2555	3248	1.308	1.868	76
AJP	3152	2666	3019	4455	1.671	1.413	31
CPE	1302	1445	3277	1713	1.185	1.315	11
CCP	2163	1999	2199	3309	1.655	1.529	37

* 以上统计资料的说明见附录 II

4 中国和国际物理教育科研合作网的资料分析

为了更好地理解合作网中作者之间的关系,以此比较中国与国际的物理教育研究的差距^[6],我们结合 Newman^[1]和 Barabási^[2]等人提出的模型建立了多个评价指标,实现从多个角度对五个期刊进行分析.

4.1 论文数和新作者数的增长

由于每个期刊的论文数都会随着各个期刊的栏目调整、内容重心等的变化而变化,而新作者数的增加量反映了该期刊稿源的广度,也在一定程度上反映该期刊是否存在稳定的作者源.

图 1 和图 2 反映了五个期刊每年的论文数和新作者数的增长基本保持稳定. CCP 的变化最大. 期刊的原有作者(old authors)即曾经在该期刊发表过论文的作者,原有作者数目反映了该期刊是否有固定

的作者源. 而 PT 的论文增长数基本稳定, 但新增加作者数逐年有下降的趋势, 而原有作者数却在增加, 这说明 PT 期刊比其他四个期刊有比较稳定的作者源, 原先已在 PT 发表过论文的作者再向 PT 投稿的可能性较高.

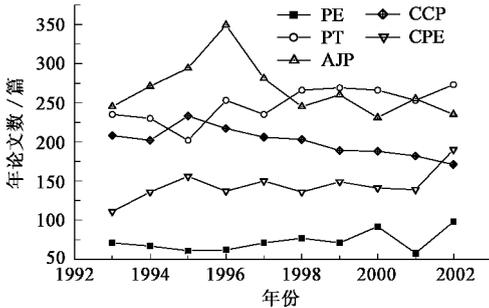


图1 论文数的增长

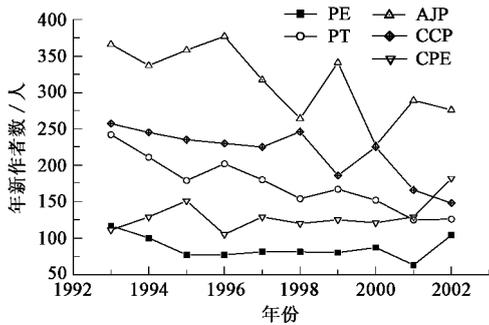


图2 新作者数目的增长

图3反映出五个期刊的年原有作者数目在此统计的开始几年有明显的逐年增长趋势, 而后 PT、AJP 和 CCP 变化相对较大, CPE 和 PE 基本保持稳定.

注意到五个期刊的原有作者数目是从 0 开始, 这是一个明显的误差. 原因是统计的资料是从 1993 年开始, 1993 年之前的数据忽略不计, 这使得对于 1993 年的作者而言, 都属于新作者, 无原有作者发表论文, 而后这种忽略也给统计的 10 年资料带来一定的误差. 所以对该指标只考虑观测后 6 年的数据, 这 6 年的资料与事实接近, 误差相对较低.

4.2 作者来源(作者的工作单位)

通常, 论文作者的来源对期刊的质量、内容、数目等有很大影响. 我们把作者来源分为四类: 高等师范院校(包括教育类研究所)(T)、非师范高等院校(包括非教育类研究所)(U)、中小学(S)、其他(例如政府的教育部门、医院、博物馆及科研机构等)(O). 从资料上显示了十年来各种来源的作者的数目变化情况.

PT、PE、AJP 和 CCP 四个期刊的主要稿源是非

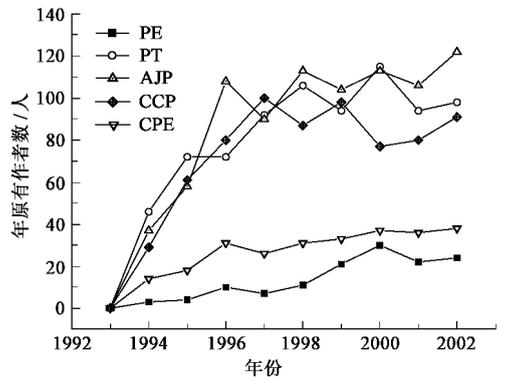


图3 原有作者数

师范院校和研究所, 少部分是师范院校和研究所, 中小学以及其他非学校的单位, 如医院、公司、编辑部等. CPE 期刊的主要稿源是中小学. 作者来源比例见图 4.

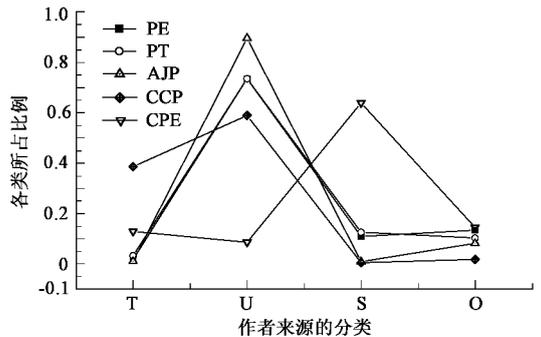


图4 作者的来源比例统计

比较 PE 和 CPE 这两个面向中学教育的期刊, 可以认为, 这些数据从侧面反映了中国对中小学教师教育科研素质方面的重视程度相对较高, 而国际上更重视大学教育工作者和其他科研人员参与中小学的教育研究工作, 大学和中学的合作和交流比中国更为普遍.

比较 PT、PE、AJP 和 CCP 四个期刊, AJP 的稿源中非师范院校的比例占了绝对优势, 这可能是因为 AJP 更重视科研性论文, 而这些论文的主要来源是非师范院校. 在中国, 通常师范院校在教育基础理论研究和实践方面比非师范院校具有更大的优势. 在非师范院校成为教育期刊的主要稿源这种总体情况下, CCP 稿源中师范院校和非师范院校的比例接近 4:6, 说明在中国, 师范院校在研究教育理论方面仍然起着不可替代的作用.

4.3 期刊作者间的总体情况(合作论文的比例, 有合作历史的作者的比例)

合作论文数在以往许多研究科研合作的论文是

一个常用指标^[9]. 合作论文数和有合作史的作者数分别从论文和作者两个角度来反应合作的趋势. 如果减少, 则说明该期刊的作者倾向于单独发表论文, 而在社会网的角度来说, 这些教育研究就比较难于推广至其他研究员或其影响力则相对地较少. 虽然在 Newman^[1]的文章提及的 Medline 等几个刊物中, 有合作历史的作者数的概率这个指标的计算意义不大, 因为这几个刊物的有合作史的作者数的概率值接近于 1, 即几乎所有的作者都有合作史. 但在本文所涉及的五个期刊中, 由于数据量的限制, 相关几个指标会与 Newman 等^[1]的统计结果有较大出入, 因此在统计这五个期刊的指标中加入有合作史的作者的概率是有一定参考价值的(见图 5 和图 6).

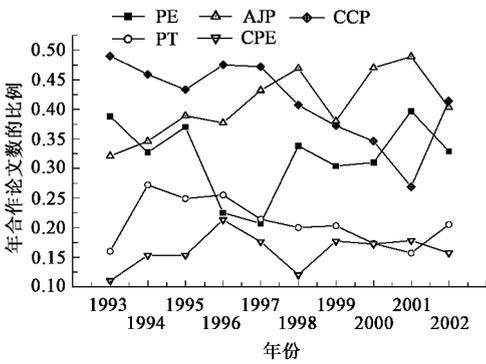


图 5 合作论文的比例

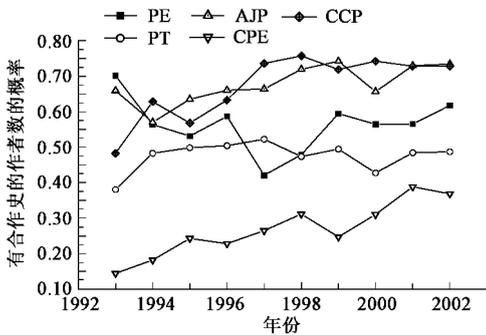


图 6 有合作历史的作者的比率

从统计数字上看, 五个期刊有大部分作者以独立发表论文为主, 非合作论文仍然占半数以上, 这在中国 CPE 中表现的最为明显. 这反映了独立进行教育研究在物理教育研究中仍然是当前的一种主要教育研究方式. 有合作史的作者数及百分比见表 2.

CCP 的合作论文比例、有合作历史的作者比例与 AJP 相当, 明显比其他三个期刊要高. 这两个面对大学物理教育的期刊与其他三个面对中学物理教育的期刊相比, 表现出无论是在中国还是在国际上,

大学物理教育研究的合作比中学物理教育研究的合作更为频繁和普遍.

表 2 有合作史的作者数以及百分比

有合作史的作者数以及百分比	PE	PT	AJP	CPE	CCP
N(数目)	526	955	2303	399	1533
% (百分比)	60.7	54.9	73.1	30.6	70.9

从两个图中, 还可以发现, 中国 CCP 的合作论文比例和有合作历史的作者比例相对较高, 而 CPE 的合作论文比例相对较低. 这两个中国刊物在这两个指标上的明显差异显示了中国大学物理教育研究合作频繁, 而中学物理教育研究仍然以个体为主的两极分化矛盾. 虽然这种矛盾在国际上也存在, 但在中国这种矛盾体现得更加明显、突出.

4.4 期刊作者间的合作广度(最大簇, 簇内作者数分布)

在合作网中, 把与一个作者有直接或间接联系的作者群体组成的合作圈称为一个簇. 如果作者 A 和 B 合作发表了一篇文章, 作者 C 和 B 合作发表了一篇文章, 就认为 A、B、C 三人存在直接或间接的合作关系, 并组成了一个簇. 最大簇和簇内作者数的分布情况反映了合作网中合作联系的广度. 由于合作网是从 1993 年开始统计, 对 1993 年以前的就可能存在合作关系的作者们在本文的统计中只能权作无合作处理. 这也是使结果出现误差的重要原因之一.

从最大簇情况(图 7)看到, 随着合作的深入, 科研合作网的最大簇不断增加, 即合作圈的人数日益增加, 这反映了以合作的方式进行教育研究将是今后的物理教育研究的趋势.

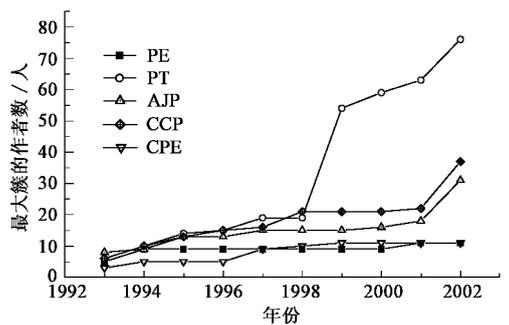


图 7 各期刊最大簇的情况

在任何领域, 总是有一些作者从来不与其他科学家、学者、研究员或教师合作写论文, 他们发

表的论文都只以他们名字为惟一作者.从簇内作者数分布情况图中可知,这种现象在本文统计的五个期刊中都有出现,而且出现得比较频繁,虽然这几个期刊内部作者之间的合作趋势有所增加.

从五个期刊的最大簇(图7)和簇内作者数(图8)的分布情况中不难发现,中国中学物理教育合作圈的人数偏少,中国大学物理教育合作圈的人数相对较多,但比起国际物理教育合作圈仍然处于中等水平.这反映了和上述同样的情况:中国中学物理教育研究合作趋向于个体和小团队形式,合作的广度不足,极需加强物理教育工作者之间的合作和交流.这对中国物理教育改革提出了更高的要求:要重视和加强不同教育机构、不同社会教育团体、不同地区在重视教学内容、教学方法等的革新和提高方面进行深入的合作与交流,为教育工作者创造良好的合作环境.

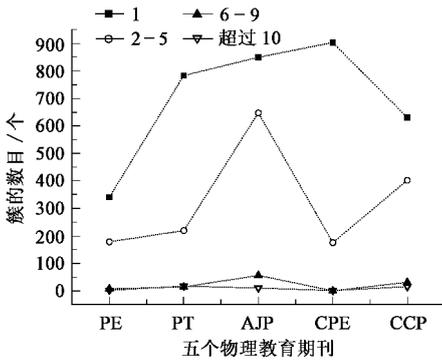


图8 簇内作者数分布情况

4.5 期刊作者间的合作频度(每个作者的合作者数、每个作者的平均参与论文数)

每个作者的平均合作者数(图9)和平均参与的论文数(图10)在五个期刊中都有逐年增长的趋势,这与期刊作者之间的合作日益频繁有关.而国际物理教育的合作频度一直比中国高.

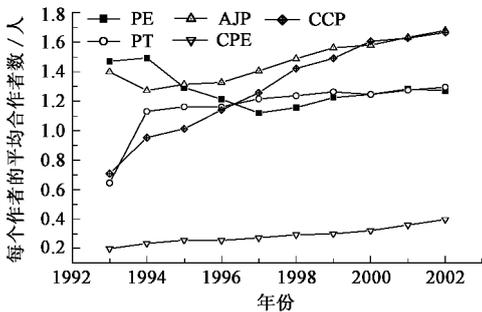


图9 每个作者平均合作者数

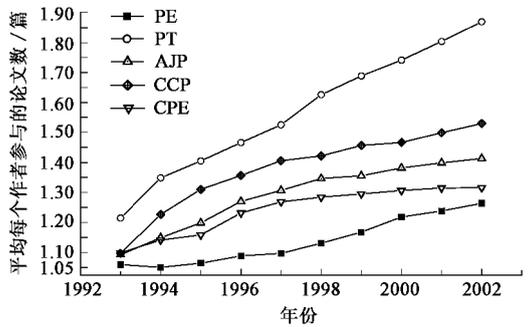


图10 每个作者的平均参与论文数

随着教育改革的不断发展,教育工作者之间的交流日益增多,再合作次数增加.而且随着多媒体和网络普及,远距离交流更加方便快捷,这为教育工作者提供了良好的合作条件.但是,中国和国际在物理教育研究方面的软硬件条件存在较大差别,而且中国的教育体制、社会经济条件、教师教学观念等的限制,短期内实现与国际接轨是不现实的.

5 综合分析中国和国际物理教育研究和发展的特点和差距

5.1 中国和国际物理教育研究合作网的总体特点

中国和国际物理教育研究与其他科研有所不同,除了体现在研究的内容、角度和对象的不同外,研究人员之间的合作关系也体现了这种不同.与Newman等人统计的期刊情况^[1]比较,不难发现,物理教育工作者之间具有合作频度小、合作周期短、合作圈小的特点.

当然,单单研究教育期刊是不能完全反映物理教育研究合作网的真实状况.毕竟物理教育研究人员的合作关系不完全反映在论文发表上,而更多在于解决实际教育问题.还须对中国与国外的物理或科学课程结构作出比较教育的研究^[10].其他类型的科研人员通常对知识创新的要求很高,并且以项目为合作契机,以论文发表数为鉴定科研成果的一个重要指标.由此,可以解释本文统计的五个教育期刊与Newman等人统计的期刊的指数数值^[1]存在较大差异的原因.

5.2 中国和国际物理教育研究合作网的总体情况

为了综合分析五个期刊的总体情况,采用多指标综合评价指数^[11],即从五个期刊的若干指标[每篇文章的平均作者数,每个作者平均参与的文章数,每个作者平均合作者数,合作论文数的概率,有合

作史的作者数的概率,最大合作圈(最大簇)的人数]出发,综合分析中国和国际物理教育合作网的情况。

由于以上几个指标不具有同一的计量单位元,因此需要对指标用无量纲化方法处理,具体采用极值标准化方法,将指标转化为0—1之间的数值:

$$\text{指数 } I_i = \frac{X_i - \min(X_i)}{\max(X_i) - \min(X_i)}, \quad (1)$$

式中 $\max(X_i)$ 和 $\min(X_i)$ 分别为指标 X_i 的最大值和最小值。然后将结果进行简单平均,即得合作网综合指数。在这当中,我们假设每项指标的重要性都是相同的。由此得到表3。

表3 合作网的有关指数无量纲化以及综合指数比较

	PE	PT	AJP	CPE	CCP
每篇文章的平均作者数	0.658	0.253	1	0	0.967
每个作者平均参与的文章数	0	1	0.247	0.084	0.439
每个作者平均合作作者数	0.689	0.700	1	0	0.990
合作论文数的概率	0.645	0.202	0.953	0	1
有合作史的作者数的概率	0.710	0.573	1	0	0.948
最大合作圈(最大簇)的人数	0	1	0.308	0	0.4
综合指数	0.450	0.621	0.751	0.014	0.790

在表3中,比较五个期刊的综合指数可以看出,面向大学物理教育的期刊 CCP、AJP 相对较高,面向中学物理教育的 PT、PE、CPE 相对较低。这说明无论是中国还是国际,面向大学物理教育的教育工作者之间合作和交流比中学更充分,更有优势,这对期刊学术水平也产生了较大影响。

5.3 中国和国际物理教育研究合作网的差距分析

中国物理教育研究有着自身的优势,但与国际物理教育研究相比仍然存在一定的差距。根据两者的主要物理教育期刊的情况,可以从合作网的角度来初步揭示这种差距的存在。

首先是大学物理教育工作者内部的合作。从 AJP 和 CCP 的数据可以看出,CCP 的综合指数与 AJP 相当,并且其几个指标与 AJP 基本一致。可以说,中国的大学物理教育研究已经在合作和交流方面与国际并轨。但是,无论是中国,还是英国和美国,大学教育工作者之间的合作仍然不能满足教育研究

的需要。这就要求加强校际间合作和跨地区合作,积极促进合作和交流,形成全方位、多层次、多渠道的交叉合作网,从而组成灵活的教育集体,实现资料共享,优势互补;积极开展国际层次的教育合作和交流,博采世界各国教育之长,提高各国教育现代化水平。

其次是中学物理教育工作者内部的合作。比较国际的 PT、PE 与中国的 CPE,中国的 CPE,无论是单项指标,还是综合指数都远远低于国际水平。这说明中国中等物理教育研究亟需得到重视和发展,努力向国际水平靠拢。这要求中国教育有关部门重视和加强中学物理教育工作者之间的合作和交流,使教学与科研相互促进发展,最大程度提高教学资源利用率。从提高教师素质入手,提供各种进修和培训机会,鼓励中小学教师因地制宜进行课程改革和教育研究,促进多元化经验交流,从而提高教师的理论素质和科学素养。

再次是大学物理教育研究和中学物理教育研究之间的差异。表3反映中国物理教育合作网现状的两个极端:大学物理教育合作程度等已经较高,而中学物理教育合作严重不足,这在一定程度上阻碍了中国中等物理教育研究的发展。由此要求大学物理教育工作者积极参与和促进中学物理教育的研究,中学物理教育工作者改变依靠个体进行传统教育形式,努力通过交流和合作,培养自身科研素质,丰富教学经验,最终提高中国中等物理教育水平。另外,还要努力加强各种教育工作者之间的联系和交流,扩展教育工作者的研究领域,为大学教育工作者参与中学教学提供实践条件,为中学教育工作者参与大学等科研活动提供机会,从而使科研和教学相辅相成,从而提高中国的物理教育研究的水平,促进中国物理教育改革和发展。

6 讨论

中国教育体制有待改革和发展,但必须考虑多方面的条件的限制,如中国的国情、经济发展水平、传统教育观念等。同样,物理教育的改革和发展也要基于现实情况,不可操之过急,必须通过社会和个人各方面的共同努力。加强物理教育工作者之间的合作和交流,能够加速教育观念和结构的变更,极大挑战了以个体研究为主的传统教育研究形式,这对提高中国物理教育水平、改革物理教育模式具有重要意义。

另外,本文所采用的合作网分析方法,借助了图论、网络等已经比较成熟的理论,从数据事实方面来说明中国和国际物理教育现状的特点和差异,为教育理论,特别是统筹教育、制定教育政策等方面的发展提供了量化的事实数据和指针,并且能够详细地、有针对性地指明问题所在,提出具体的解决方案。由此,合作网分析方法为今后物理教育的研究提供了新的方向和思路,具有很好的借鉴意义。

参 考 文 献

- [1] Newman M Z J. *Phys. Rev. E*, 2001, 64 : 016131
 [2] Barabási A L, Jeong H, Néda Z *et al.* *Physica A*, 2002, 311 : 590
 [3] Watts D J, Dodds P S, Newman M E J. *Science*, 2002, 297 : 1302
 [4] Newman M E J. *Social Networks*, 2003, 25(1): 83

- [5] Newman M E J. *Comput. Phys. Commun.*, 2002, 147(1—2): 40
 [6] Yeung Y Y, Liu T C Y, Ng P H. to be submitted to *Physics Education*
 [7] Scott J. *Social Network Analysis: a handbook* (2nd ed.). London : SAGE Publications, 2000
 [8] Buchanan M. *Nexus: small worlds and the ground breaking science of networks*. New York : W. W. Norton, 2002
 [9] Hicks D M, Isard P A, Martin B R. *Research Policy*, 1996, 25 (3): 359
 [10] 王笑君, 楊友源. 中國內地與香港科學課程比較研究初探. [Wang X J, Yeung Y Y. 2000 A preliminary comparative study on the science curricula in mainland China and Hong Kong. Ed. Volk K S, So W M, Thomas G P. *Science and Technology Education Conference 2000 Proceedings*. Hong Kong : Hong Kong Institute of Education, 2000. 73 (in Chinese)]
 [11] 贾俊平, 何晓群, 金勇进. *统计学*. 北京 : 中国人民大学出版社, 2000. 330 [Jia J P, He X Q, Jin Y J. *Statistics*. Beijing : Remin University of China, 2000. 330 (in Chinese)]

附录一 期刊说明

美国物理期刊(*American Journal of Physics*, *AJP*), 由美国物理教师协会主办, 以等学高校物理教育研究为主的刊物, 主要任务是使美国的广大物理教师了解物理教育的当前发展状态, 提高物理教育的水平。

物理教师期刊(*The Physics Teacher*, *PT*), 该刊也是由美国物理教师协会主办, 主要面对中学物理教育研究, 刊登的文章为物理研究, 物理学史, 应用物理, 物理教学, 课程设置, 实验仪器和物理书评等。

英国物理教学期刊(*Physics Education*, *PE*), 该刊是国际性刊物, 主要适用于中学教师和相当本科水平的工作者, 为准备从事大学、中学物理教育的人提供教学支持、物理信息以及最新的发展趋势和教学方法的介绍, 包括物理教学法、物理教学研究和相关知识体系发展的最新情况、教学和课堂管理的策略和方法。

大学物理(*CCP*), 由中国物理学会主办, 以高等学校物理教育研究为主要内容的学术性刊物, 是中国高等学校物理教育研究方面的权威刊物, 被确定为中文物理核心刊物。结合中国高等学校物理研究教学实践, 开展学术交流、报道研究成果, 介绍物理学在技术领域和交叉学科的应用及物理学前沿进展, 以提高中国高等学校物理教育水平。

《物理教学》(*CPE*), 是中国中等教育核心期刊, 面向中国中学教育。主要介绍物理的基本理论、中学物理实验、教学心得、生活物理、高考物理等。

附录二 统计资料说明

(1) 同作者名的处理 : 在实际统计中, 无法完全排除同名同姓的论文作者的情况, 这在中国期刊中尤为明显。但数量不多, 大多可以根据其工作单位来确定是否同一人。事实上, 即使是不同单位的同名作者也可能是同一人。

(2) 同一作者不同名 : 在国外期刊中, 有些作者发表不同论文时, 使用了缩写或非缩写两种姓名。这种情况给统计结果也带来了误差。

(3) 未标明作者的论文处理 : 由于期刊中有少数文章没有表明作者, 而这些文章大多不是正式论文, 为了统一起见, 都不将其列入统计论文数中。这对于 *Physics Education* 期刊的影响较大, 因为这个期刊中的 *News* 等占了几近半数。

(4) 非正式论文的处理 : 读者来信和书评等, 不归在论文之列。对于《物理教学》期刊的教学随笔、问答等, 亦不归在论文之列。由此, 本文统计的论文数目与期刊原始论文数有所差异。