

北京市猩红热发病周期的小波分析及其与五运六气关系研究

付帮泽 汤巧玲 黄 玲 贺 娟

摘要 目的 探讨北京市猩红热发病周期及其与五运六气周期的关联性。**方法** 采用复 Morlet 小波对北京市 1970—2004 年 35 年间猩红热年发病率和六气发病率进行周期分析,探讨其与五运六气周期的关联性,分析波峰对应年份干支特点与运气学说的关系。**结果** 猩红热年发病率和二之气发病率均具有 5 年和 28 年两个主周期,5 年主周期与运气学说的五运 5 年周期吻合,高发年份为金运。**结论** 五运周期与猩红热发病周期存在一定的吻合性;猩红热发病中存在五运六气学说中的准周期现象和多周期叠加现象。

关键词 猩红热;周期;五运六气;小波分析

A Wavelet Analysis on the Onset Cycle of Scarlet Fever in Beijing and Its Relationship with Theory of Five Evolutive Phases and Six Climatic Factors FU Bang-ze, TANG Qiao-ling, HUANG Ling, and HE Juan School of Basic Medical Sciences, Beijing University of Chinese Medicine, Beijing (100029), China

ABSTRACT Objective To explore the onset cycle of scarlet fever in Beijing and its association with theory of five evolutive phases and six climatic factors (FEPSCF). **Methods** Based on the monthly scarlet fever data from 1970 to 2004, Complex Morlet wavelet was adopted to analyze the annual incidence and the incidence of six climatic factors in the past 35 years. Its association with the cycles of FEPSCF was explored. The features of heavenly stems and earthly branches in the year that the wave peak corresponded and their correlations with doctrine of FEPSCF were analyzed. **Results** The annual incidence of scarlet fever and the incidence of FEPSCF had two main cycles, i.e., 5 years and 28 years. The 5-year primary cycle was consistent with 5-year cycle of FEPSCF theory. The high incidence year of 5-year primary cycle was Jinyun. **Conclusions** The cycle of five evolutive phases was consistent with the onset cycle of scarlet fever. The quasi-periodic phenomenon and multi-cycle superimposed phenomenon of FEPSCF theory existed in the incidence of scarlet fever.

KEYWORDS scarlet fever; cycle; five evolutive phases and six climatic factors; wavelet analysis

《内经》五运六气学说认为疫病与五运六气关系密切,近年来五运六气相关研究以疫病发病的局部特征为主,如疫病高发年份的干支特征、运气偏胜之年疫病的发病特征^[1,2],甚少分析疫病发病周期与五运六气的关系。现代研究表明,气象、水文等领域的多种因子均具有普遍的周期性特征^[3,4]。两千余年前的五运六气学说已对气象、疫病发病的周期特性进行了深入广泛的研究。五运六气中包含多种周期,这些周期相互叠加,对气象、疫病发病等产生周期性影响,因而气象、疫病等亦表现出相应的周期特性。疫病近似于现代的传染病,目前传染病中不受疫苗干扰,发病率统计时间较长的疾病

以猩红热为典型。猩红热是 A 组乙型溶血性链球菌引起的急性呼吸道传染病,具有周期性发病特点。由于方法的限制,既往研究^[5,6]只能在频域或时域对时间序列进行分析,无法了解周期的具体细节和位置。近年发展起来的小波分析克服了这一缺点,它通过伸缩和平移等运算功能对函数或信号序列进行多尺度细化分析,能同时在频域和时域上对信号进行多尺度(周期)分析,可获得更多的细节,广泛应用于多个领域,有“数学显微镜”之称^[7]。笔者采用小波分析研究北京市猩红热发病周期,探讨其与五运六气是否存在近似或相同的周期,并进一步分析这些周期的干支特点,以期深化五运六气对疫病发病影响的研究。

基金项目:国家自然科学基金资助项目(No.81072896)

作者单位:北京中医药大学基础医学院(北京 100029)

通讯作者:贺 娟, Tel:010-64287003, E-mail: hejuan6428@si-

na.com

资料与方法

1 资料来源 猩红热的发病资料由北京市疾病

预防控制中心提供,包括 1970—2004 年 35 年间各月份的报告例数,人口资料来自历年《北京统计年鉴》。

2 研究方法

2.1 数据整理 按六气将一年划分为六段,初之气始于立春,四个节气为一气。因北京市疾病预防控制中心病例数据为逐月报告,且六气各段分界点与公历月初接近,故本研究对六气时段规定为:公历 2~3 月为初之气,4~5 月为二之气,6~7 月为三之气,8~9 月为四之气,10~11 月为五之气,12 月~次年 1 月为终之气。整理每年六段气位发病率及年发病率,求距平值,即实际值减平均值^[8]。

2.2 分析方法 目前广泛使用的小波函数有 Haar、Mexicanhat、Morlet、Meyer 等。复 Morlet 小波是一种复数小波,复数小波能更真实地反映时间序列各尺度大小及其在时域中的分布。其变换系数称为小波系数,小波系数的模表示时间尺度信号的强弱,小波系数实部表示不同特征时间尺度信号在强弱和位相两方面的信息,其与实际值成正比关系。复 Morlet 小波伸缩尺度 a 与周期 T 有如下的对应关系:

$$T = \left[\frac{4\pi}{c + \sqrt{2 + c^2}} \right] \times a$$

由上式可知,当取中心频率 $c = 6.2$ 时,有 $T \approx a$,因此用复 Morlet 小波进行周期分析较为便利。对数据进行延拓,以消除边界影响;进行复 Morlet 小波变换,带宽参数 2,中心频率 6.2,取样周期为 1,最大尺度为 32;计算小波系数实部;绘制小波系数实部等值线图;根据公式 $\text{Var}(a) = \int_{-\infty}^{\infty} |W_f(a,b)|^2 db$,计算小波方差,求主周期^[8,9], $W_f(a,b)$ 为小波系数, b 为平移参数;分析主周期与五运六气周期的关系以及主周期波峰的干支特点。采用 LastWave3.1 进行以上统计分析。

结 果

1 猩红热年发病率周期分析(图 1~4)

1.1 猩红热年发病率趋势(图 1) 自 1970 年以来,北京市猩红热发病呈周期性波动,有 6 个突出的波峰,分别在 1970 年、1974 年、1981 年、1985 年、1989 年和 1993 年,峰间隔除 1974—1981 年为 7 年外,其余均为 4 年。长期趋势为下降,表现为波峰和波谷的发病率均逐渐降低,1994 年以后年发病率渐趋平稳,均在 10/10 万以内变化。

1.2 猩红热年发病率小波系数实部等值线图(图 2) 对猩红热年发病率取距平值,用复 Morlet 小

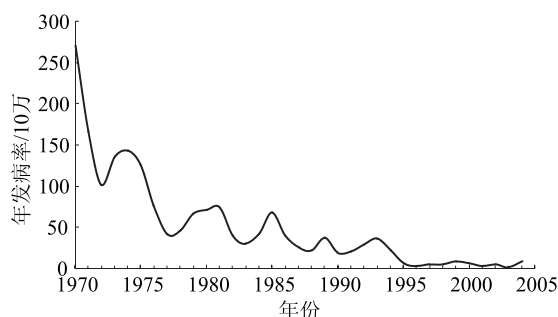


图 1 猩红热年发病率趋势

波进行连续小波变换,由计算结果绘制小波系数实部等值线图,反映序列的周期变化、突变点分布和位相结构特征。小波系数实部为正时,表示发病率偏高,图中用实线绘出,“H”表示正值中心;小波系数实部为负时,表示发病率偏低,图中用虚线绘出,“L”表示负值中心。

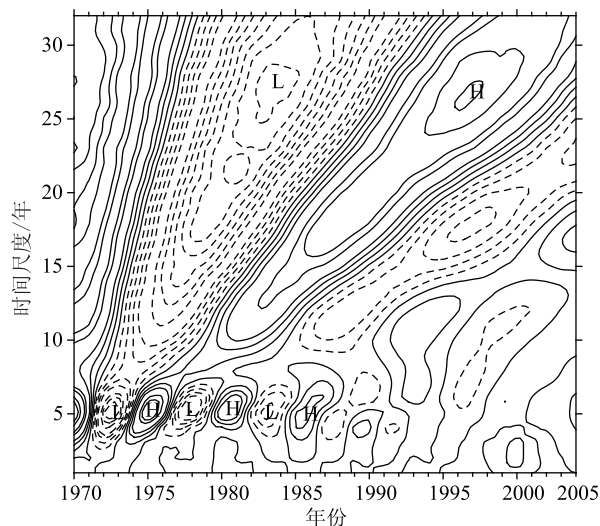


图 2 猩红热年发病率小波系数实部等值线图

由图 2 可知,猩红热年发病率时间序列中存在多时间尺度特征,存在 25~30 年、4~6 年两类尺度的周期变化规律。其中,在 25~30 年时间尺度上出现了低-高交替的准 1 次震荡;在 4~6 年尺度上存在准 3 次震荡。25~30 年周期变化具有全域性;而 4~6 年尺度的周期变化在 1988 年以前表现较为稳定,1988 年以后周期变化不明显。

1.3 猩红热年发病率小波方差图(图 3) 由小波系数计算小波方差,制作小波方差图。小波方差图能反映发病率时间序列的波动能量随尺度 a 的分布情况,可用来确定发病率演变过程中存在的主周期。图 3 存在 2 个较为明显的峰值,依次对应 5 年和 28 年时间尺度。其中,最大峰值对应 28 年时间尺度,说明 28

年左右的周期震荡最强,为猩红热年发病率变化的第一主周期;5 年时间尺度对应第二峰值,为猩红热年发病率变化的第二主周期。等值线图分析结果与小波方差结果一致。上述 2 个周期的波动控制着猩红热年发病率在整个时间域内的变化特征。

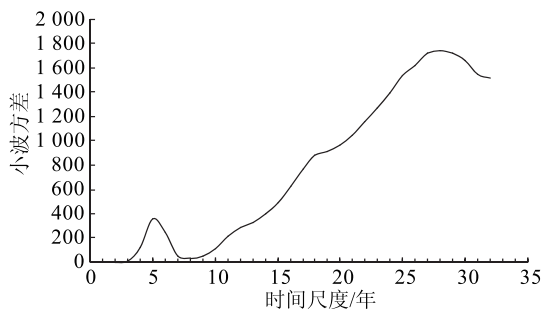


图3 猩红热年发病率小波方差图

1.4 猩红热年发病率变化的 5 年和 28 年时间尺度小波系数实部过程线(图 4) 选取猩红热年发病率 5 年和 28 年两个主周期,绘制相应尺度的小波系数实部过程线。5 年尺度小波系数实部过程线的 8 个峰值点和 7 个波谷点,相邻峰值点的间隔除 1990—1994 年为 4 年外均为 5 年,相邻波谷点间隔有 3 个 5 年,2 个 4 年和 1 个 6 年。说明猩红热年发病序列有 5 年的准周期。波峰点分别为 1970 年(庚戌)、1975 年(乙卯)、1980 年(庚申)、1985 年(乙丑)、1990 年(庚午)、1994 年(甲戌)、1999 年(己卯)、2004 年(甲申),5 个庚乙年,3 个甲己年。波峰与实际年发病率波峰(由来自北京市疾病预防控制中心的发病数和来自《北京统计年鉴》的人口数计算而得,见图 1)有 4 年吻合,4 年相差 1 年。

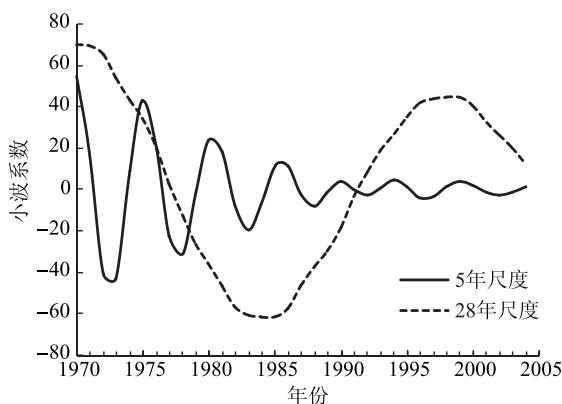


图4 猩红热年发病率变化的 5 年和 28 年时间尺度小波系数实部过程线

28 年主周期中,2 个波峰分别为:1970 年(庚戌)、1998 年(戊寅),波谷为 1984 年(甲子)。小波

系数与实际发病率为正比关系,5 年尺度小波系数变化过程 1970—1990 年幅度逐年降低,1990 年后幅度变化相对较小,这与图 1 实际发病率变化趋势相近。

2 猩红热二之气发病率周期分析(图 5~8)

2.1 猩红热六段发病数(图 5) 猩红热发病数(数据来自北京市疾病预防控制中心)按六气时段划分,由图 5 可知二之气发病数最高,因此对猩红热二之气发病率进行周期分析。

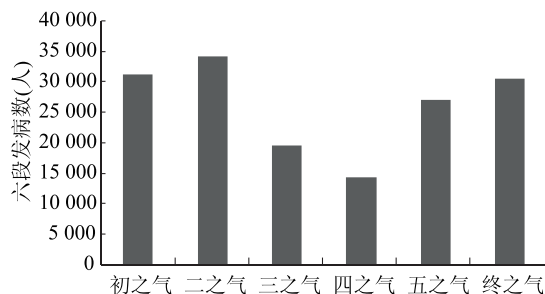


图5 猩红热六段发病数 (1970—2003 年)

2.2 猩红热二之气发病率小波系数实部等值线图(图 6) 用复 Morlet 小波对猩红热二之气发病率距平值序列进行连续小波变换,由计算结果绘制小波系数实部等值线图。猩红热年发病率时间序列中存在多时间尺度特征,存在 24~30 年、4~6 年两类尺度的周期变化规律。其中,在 24~30 年尺度上出现了低-高交替的准 1 次震荡;在 4~6 年时间尺度上存在准 3 次震荡。24~30 年周期变化具有全域性;而 4~6 年尺度的周期变化在 1988 年以前表现的较为稳定,1988 年以后周期变化不明显。与图 2 对比可知,猩红热年发病率和二之气发病率的周期变化相似。

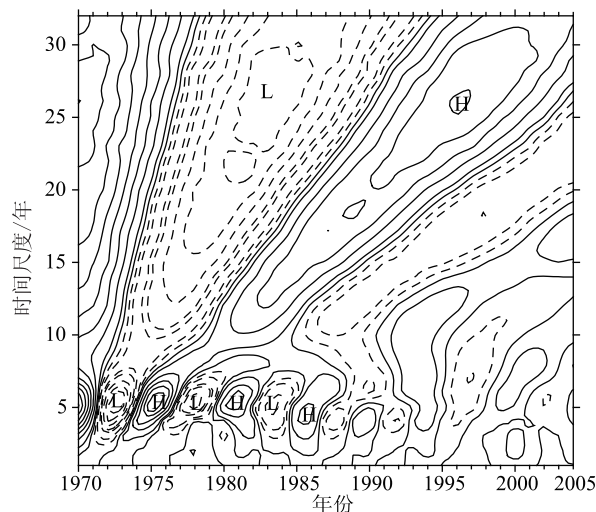


图6 猩红热二之气发病率小波系数实部等值线图

2.3 猩红热二之气发病率小波方差图(图 7)
二之气发病率小波方差图存在 2 个较为明显的峰值,依次对应 5 年和 28 年时间尺度。其中,最大峰值对应 28 年的时间尺度,说明 28 年左右的周期震荡最强,为猩红热二之气发病率变化的第一主周期;5 年时间尺度对应第二峰值,为猩红热二之气发病率变化的第二主周期。等值线图分析结果与小波方差结果一致。猩红热年发病率和二之气发病率小波方差图均反映出 5 年和 28 年的主周期。

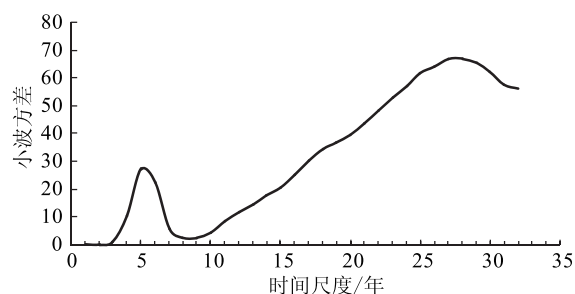


图 7 猩红热二之气发病率小波方差图

2.4 猩红热二之气发病率变化的 5 年和 28 年时间尺度小波系数实部过程线(图 8) 选取猩红热二之气 5 年和 28 年两个主周期,绘制相应尺度的小波系数实部过程线。图 8 显示 5 年尺度小波系数实部过程线的 8 个峰值点和 7 个波谷点,相邻峰值点的间隔有 1 个 6 年,2 个 4 年,其余 4 个为 5 年,相邻波谷点间隔除 1988—1992 年间隔为 4 年外,其余 5 个间隔均为 5 年,说明猩红热二之气发病序列有 5 年的准周期。波峰分别为 1970 年(庚戌)、1975 年(乙卯)、1981 年(辛酉)、1986 年(丙寅)、1990 年(庚午)、1994 年(甲戌)、1999 年(己卯)、2004 年(甲申),3 个庚乙年,2 个丙辛年,3 个甲己年。二之气发病率与

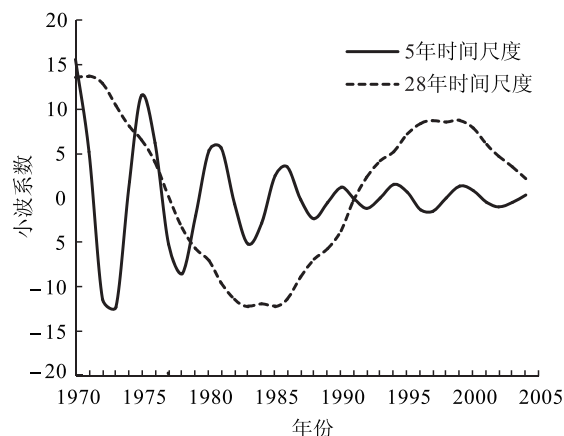


图 8 猩红热二之气发病率变化的 5 年和 28 年时间尺度小波系数实部过程线

猩红热年发病率 5 年尺度小波系数实部过程线变化过程近似,1970—1990 年幅度逐年降低,1990 年后幅度变化相对较小。

讨 论

陶小润等^[5]用周期图法对山东省 1958—1996 年猩红热疫情资料进行分析,发现山东省猩红热流行周期为 6~8 年。沈艳辉等^[6]以残差能量谱法发现北京市猩红热流行有 4.8 年和 6.9 年两个周期。本研究发现 1970—2004 年 35 年间北京市猩红热年发病率有 5 年和 28 年的准周期,其中 5 年周期与沈艳辉等^[6]发现的 4.8 年周期接近,但后者选用的能量谱法无法观察到周期的细节。从猩红热年发病率小波系数实部等值线图(图 2)和猩红热年发病率小波系数实部过程线(图 4)可知,猩红热年发病率 5 年尺度的变化在 1990 年以后波动不显著,且出现了 1 次 6 年的间隔,随着猩红热发病率的逐年下降,小波系数波动幅度也逐年降低,说明其 5 年周期是准周期。

五运六气主要分为五运和六气两部分内容。五运分为中运、主运和客运三部分,中运由天干决定,周期为 5 年和 10 年。六气分为司天在泉、主气、客气,司天在泉分管上半年和下半年,每个主气和客气分管 4 个节气,六气由地支决定,司天在泉的周期为 6 年,主气周期为 1 年,客气周期为 6 年。五运六气相合,构成 60 年周期。由于胜复、迁正退位、升降等因素导致周期的波动,因此五运六气中的周期实际是一种准周期。猩红热发病率 5 年准周期与五运六气学说五运的 5 年准周期恰好对应。

5 年尺度小波系数实部过程线的 8 个峰值点有 5 个为庚乙年,庚乙年为金运,3 个为甲己年,甲己为土运。猩红热年发病率在金运之年最高。说明在五运和六气两大系统中,猩红热发病与五运关系更密切,具体的说是与金运有密切关系。《素问·气交变大论》言:“金不及,夏有光显郁蒸之令,则冬有严凝整肃之应,夏有炎烁燔燎之变,则秋有冰雹霜雪之复,其眚西,其脏肺,其病内舍膈肺肩背,外在皮毛。”肺与金相应,金不及时,病在肺,背为胸中之府,故病在胸肺肩背,肺在外则主皮毛,因此病在外则表现于皮毛,金太过也会自病。《内经》中描述五运为主的《五常政大论》和《气交变大论》主要是从五行生克来讨论发病,较少涉及具有传染性的疫病。猩红热在中国是从清代才出现的,《内经》没有也不可能出现猩红热的记载,但讨论主客气加临的《六元正纪大论》及讨论上下升降、迁正退位的《本病论》中涉及的多种温病,其症状与猩红热这类斑疹类传

染病有一定的相似性。如《六元正纪大论》太阳司天之政“初之气,地气迁,气乃大温,草乃早荣,民乃厉,温病乃作,身热头痛呕吐,肌腠疮疡”,《本病论》少阴不退位“即温生春冬,蛰虫早至,草木发生,民病隔热咽干,血溢惊骇,小便赤涩,丹瘤疹疮留毒”。这些温病除了发热外,尚有斑疹,猩红热与其有一定的共同点,均属斑疹类传染病。《内经》并未明确指出金运猩红热高发,金运与肺相应,肺主皮毛,猩红热病在皮表,金运之年猩红热发病率高可能与此有关。3 个甲己年可能是因为周期波动所致,猩红热二之气发病率波峰为 3 个庚乙年,2 个丙辛年,3 个甲己年,周期波动较大,但亦表现出与猩红热年发病率金运高发类似的特点。

猩红热的六气发病数以二之气为最高,这与五运六气学说中疫病在二之气高发的认识相吻合,二之气主气为少阴君火,火克金,且为温邪,而猩红热属于病在表的温病,猩红热在二之气高发可能与该气温邪重,火克肺金有关。

28 年尺度周期有 1 次准周期振荡,由于本研究仅数据仅 35 年,尚无法确定猩红热有 28 年的周期。但这也初步反映传染病除了 10 年内的短周期外,还有较长的周期,与五运六气学说一致。28 年准周期与运气学的 30 年准周期接近,说明五运六气学说中的长周期是有客观依据的。

综上所述,本研究运用小波分析对北京市 35 年猩红热发病周期进行了探讨,发现其存在 5 年和 28 年准周期,并首次对传染病发病周期与五运六气关系进行了研究。猩红热年发病率和二之气发病率的 5 年准周期与运气学的五运 5 年周期一致,猩红热在金运高发。本

研究初步表明猩红热发病周期与五运六气周期有一定的吻合性,存在五运六气学说中的准周期现象和多周期叠加现象。疫病发病周期与五运六气周期是否具有普遍的吻合性,还有待于更多的周期研究来证实。

参 考 文 献

- [1] 陈霖霖,张景明. 陕西省麻疹发病与运气理论的相关性[J]. 中国中医基础医学杂志, 2008, 14(11): 806-807.
- [2] 陈涛,邓李蓉,左帮平,等. 湖北地区气象变化与部分传染病发病规律研究——运气理论视角下的思考[J]. 医学与哲学(人文社会医学版), 2010, 31(5): 59-61.
- [3] 丁晶,邓育仁. 随机水文学[M]. 成都:成都科技大学出版社,1988:41-60.
- [4] 黄强,赵雪花主编. 河川径流时间序列分析预测理论与方法[M]. 郑州:黄河水利出版社,2008:142-143.
- [5] 陶小润,杨裕华. 用周期图法对猩红热的周期性规律的初步探讨[J]. 预防医学情报杂志,1998,14(3): 146-148.
- [6] 沈艳辉,江初,敦哲,等. 北京市城区 1957—2004 年猩红热流行趋势及预测[J]. 现代预防医学, 2008, 35(7): 1224-1226.
- [7] Bartusiak MF, Burke B, Chaikin A, et al. A positron named Priscilla: scientific discovery at the frontier[M]. Washington, DC: National Academy Press, 1994: 196-235.
- [8] 徐建华. 现代地理学中的数学方法[M]. 北京:高等教育出版社,2002:419-426.
- [9] 康玲,杨正祥,姜铁兵. 基于 Morlet 小波的丹江口水库入库流量周期性分析[J]. 计算机工程与科学, 2009, 31(11): 149-152.

(收稿:2012-10-08 修回:2012-11-21)

《中国中西医结合杂志》获 2012 年度中国科协精品科技期刊工程 期刊学术质量提升项目资助

为进一步促进中国科协科技期刊创新发展,增强科技期刊核心竞争力,大力培育精品科技期刊,中国科协 2012 年继续实施精品科技期刊工程,主要项目有精品科技期刊培育计划、科技期刊国际推广计划和科技期刊能力发展建设平台项目。

截止到 2012 年 8 月 10 日,2012 年度中国科协精品科技期刊工程项目评审工作已经结束,共评出精品科技期刊培育计划 77 项,科技期刊国际推广计划 7 项,科技期刊发展能力建设平台 3 项。

《中国中西医结合杂志》获精品科技期刊培育计划资助,资助亚类为期刊学术质量提升项目。以此次资助为契机,本刊将进一步提高学术质量,扩大影响。欢迎广大中医及中西医结合工作者积极给本刊赐稿或组稿,积极参加本刊的审稿工作,共同推进杂志影响力和竞争力的提升,为打造精品科技期刊而继续努力!