

文章编号: 0253-9985(2005)02-0197-05

# 东海陆架盆地中新世代构造背景及演化

郑求根<sup>1,2</sup>, 周祖翼<sup>2</sup>, 蔡立国<sup>1</sup>, 陆永德<sup>1</sup>, 曹清古<sup>1</sup>

(1. 中国石化石油勘探开发研究院无锡实验地质研究所, 江苏无锡 214151;

2. 同济大学海洋地质与地球科学学院, 上海 200092)

**摘要:** 从东海中生界的分布和闽浙东部岩浆构造事件来看, 侏罗纪—早白垩世库拉—太平洋板块已对中国大陆有较强的俯冲作用, 东海及其以南地区应为弧前盆地性质。晚白垩世晚期—始新世, 火山岛弧向东移动, 东海陆架盆地变为弧后盆地。古新世的断陷中心在东海陆架盆地西部的长江凹陷、瓯江凹陷。始新世时, 断陷中心向东迁移, 以陆架盆地东部的西湖凹陷为主。到了渐新世, 由于太平洋板块俯冲方向的改变以及菲律宾海板块的作用, 东海陆架盆地发生拗陷, 拗陷中心以东部为主。中新世晚期, 冲绳海槽和琉球岛弧形成。晚中新世(约 6 Ma), 吕宋岛弧在台湾地区与中国大陆发生碰撞, 台湾岛上升露出水面, 形成了台西盆地现今的面貌。

**关键词:** 东海陆架盆地; 中新世代; 太平洋板块; 菲律宾海板块; 构造演化

**中图分类号:** TE111.2

**文献标识码:** A

## Meso-Cenozoic tectonic setting and evolution of East China Sea shelf basin

Zheng Qiugen<sup>1,2</sup>, Zhou Zuyi<sup>2</sup>, Cai Liguang<sup>1</sup>, Lu Yongde<sup>1</sup>, Cao Qinggu<sup>1</sup>

(1. Wuxi Branch of Exploration and Production Research Institute, SINOPEC, Wuxi, Jiangsu;

2. College of Marine Geology &amp; Earth Science, Tongji University, Shanghai)

**Abstract:** Based on distribution of Mesozoic in East China Sea and magmatic tectonic events in the eastern Fujian and Zhejiang provinces, Kula-Pacific plate would have relatively strong subduction toward China's mainland during Jurassic-Early Cretaceous, thus East China Sea and the area to the south should be of fore arc basin. During late Late Cretaceous-Eocene, volcanic island arc moved eastward and the East China Sea shelf basin was turned into a back arc basin. The centers of fault subsidence were located in Changjiang and Oujiang sags in the western part of the shelf basin during Palaeocene, and they moved eastward during Eocene and consisted mainly of the Xihu sag in the eastern part of the shelf basin. East China Sea shelf basin was downwarped in Oligocene, due to the change of subduction direction of Pacific plate and the effect of Philippine Sea plate, and the center of depression was mainly located in the eastern part. Okinawa ocean trough and Ryukyu island arc were formed in late Miocene. During late Miocene (approx. 6 Ma), Luzon island arc collided with China's mainland in Taiwan area, resulting in the emergence of Taiwan Island, and the formation of the present features of Taixi (or West Taiwan) basin.

**Key words:** East China Sea shelf basin; Mesozoic; Pacific plate; Philippine Sea plate; tectonic evolution

东海陆架盆地位于亚洲板块东南缘, 处于南华板块之上, 是西太平洋构造体系的一部分。其形成和发展与库拉—太平洋板块的活动以及菲律宾海板块的形成和扩张有着密切的关系。

东海陆架盆地的构造单元可划分为西部拗陷带、中部隆起带和东部拗陷带。西部拗陷带包括闽江凹陷、瓯江凹陷、钱塘凹陷和长江凹陷等; 中部隆起带包括观音—渔山—海礁—虎皮礁凸起、台北

**基金项目:** 中国石化科技项目“中国东部海域盆地构造演化与油气勘探方向”(P03072)

**第一作者简介:** 郑求根, 男, 41, 高级工程师, 油气勘探

**收稿日期:** 2005-04-01

拗陷等;东部拗陷带包括福江拗陷、浙东拗陷和基隆凹陷等。

## 1 构造背景

### 1.1 库拉-太平洋板块

据 Hilde 等<sup>[1]</sup>设想,太平洋板块是在约 185 Ma 前从库拉、法拉龙和菲尼克斯板块间的扩张脊三联点中心开始发育的。135~100 Ma, 板块西界以南-北向的转换断层与特提斯板块相联系。由日本向南延伸的断裂带是库拉板块和特提斯板块的边界,也是太平洋板块的西界。100~40 Ma, 新生的太平洋板块推动库拉板块往北运动,使其俯冲于阿留申岛弧之下。70~53 Ma, 印度板块和澳大利亚板块从南极洲板块裂离,开始了印度洋板块的扩张。这种作用也使太平洋板块沿南-北向转换断层走滑。这时太平洋板块的运动方向是北北西向。40 Ma(晚始新世)后,太平洋板块的运动和俯冲方向由北北西转为北西西。原来南-北向的转换断层变为新的俯冲带。25 Ma, 太平洋板块向北西西的运动速度加快,太平洋板块南侧的东西向洋脊西端又俯冲到亚洲板块之下。这种模式被很多知名的地质学家认可<sup>[2~4]</sup>,而且一直影响至今。

### 1.2 菲律宾海板块

从运动学和作用力观点来看,西太平洋板块运动史对理解东南亚的发展和欧亚东缘边缘盆地的成因是关键的<sup>[5~7]</sup>,而理解西太平洋构造演化的一个重要单元是菲律宾海板块。

菲律宾海板块形成于 50 Ma 前,之后不断地向北扩张,其间还伴有顺时针的旋转。10 Ma(晚中新世),太平洋板块西部新生的菲律宾板块因不断向西俯冲,导致吕宋火山岛弧与台湾岛碰撞(6~8 Ma)。

## 2 中生代

### 2.1 地层分布

在东海陆架盆地的台北拗陷有 18 口井钻遇中生界,有 2 口井揭露地层较全,钻遇中、下侏罗统至上白垩统。其中,福州 13-2-1 和福州 10-1-1 等多口井钻遇侏罗系-白垩系。台北拗陷侏罗系为暗色碎屑岩夹数层薄煤层、炭质泥岩和中酸性火山岩,含丰富的孢粉化石和少量海相钙质超微化石,推断为近海岸湖泊、河流沉积环境,间或受海侵影

响。台湾岛和海峡地区共有 40 余口井钻遇中生界<sup>[8]</sup>。台湾嘉南地区的 WH-1 井和台西南盆地钻遇侏罗系。台西南盆地揭示的侏罗系为黑色页岩,孢粉化石证实为侏罗纪早期和中期的沉积,缺失上侏罗统。地震资料显示,在盆地内的中央隆起带上,侏罗系与白垩系为角度不整合接触。

东海陆架地区中生代盆地在白垩纪末遭受剥蚀,仅在台北拗陷东南部保存较完整。台湾海峡地区仅保留下白垩统以下的地层。台北拗陷中生界现今残留厚度东厚西薄,沉积岩分布终止于渔山东低凸起一带,部分地震剖面显示中生界在西湖凹陷西斜坡被第三纪地层削截,未见边缘相沉积。

据冯晓杰<sup>[9]</sup>等人的研究,东海陆架地区和台西南盆地中生代已具“南海北陆”的特征,海侵主要来自于东南方。大致以观音凸起为界,北部以陆相为主,南部以海陆交互为主。

### 2.2 岩浆事件与构造演化

福建东部发生的构造岩浆事件,能够反应福建东部以及东海区域中生代所处的构造环境和背景。侏罗纪-白垩纪,该区经历了 5 次构造运动。

早侏罗世末至中侏罗世,发生第Ⅳ幕燕山运动。在西北部造成上侏罗统长林组不整合覆盖在文宾山组、下村组、藩坑组之上。而在东部、东南部缺失中侏罗世及其以前的沉积和火山记录,只形成早侏罗世官下弱片麻状花岗闪长岩单元。

在晚侏罗世中期,发生第⑤幕燕山运动,表现为上侏罗统南园组不整合覆盖在长林组之上,显示北西-南东向的挤压,并发生褶皱。

晚侏罗世末至早白垩世,发生第⑥幕燕山运动。由于太平洋板块的俯冲,使基底上隆,沿原先碰撞带发生了逆冲推覆作用,推覆方向为北西-南东向,形成了挤压型的脆韧性剪切带以及北东向的逆断裂,发生了大规模的挤压-左旋平移剪切运动,造成火山岩片理化,糜棱岩化。这一幕运动,强度较大。

早白垩世至晚白垩世,发生第⑦幕燕山运动。这是一次以右旋剪切加升降性质的构造运动,表现为张性环境,构造活动中心逐渐向东迁移,发生了小规模酸性火山喷发,发育一套酸性火山岩建造,接着沿张性断裂带发生一次最大规模的岩浆活动,紧接着在测区东南部发育一系列北北东向左旋平移剪切断裂以及相配套的北西向、东西向断裂。

燕山运动第Ⅱ幕发生在晚白垩世末期, 处于抬升剥蚀阶段, 没有沉积、岩浆活动纪录, 推测主要表现为断块升降运动为主, 与喜山期构造运动具相似特征。

东部岩浆活动的时代由内陆向浙闽沿海地区逐渐变新(图 1)。岩石的年代及类型表明, 古太平

洋板块的俯冲始于晚三叠纪, 后来逐渐加强, 表明中生代时期东海陆架盆地的演化受库拉-太平洋板块侧向俯冲控制。东南沿海地区晚、中生代大规模的酸性岩浆活动与弧后拉张、岩石圈减薄和软流圈上涌作用有关。

根据闽浙东部中生代岩浆活动情况, 以及长乐-南澳构造带在侏罗纪—早白垩世所遭受的压扭构造活动的特点以及东海陆架盆地中生界的发育分布情况, 推测闽浙东部应属由于库拉-太平洋板块俯冲推挤造成的挤压构造环境, 而东海陆架盆地此时则属于弧前的拗陷盆地。到了晚白垩世, 东海陆架盆地处于拉张环境, 在该盆地西部开始形成断陷湖盆地(图 2)。

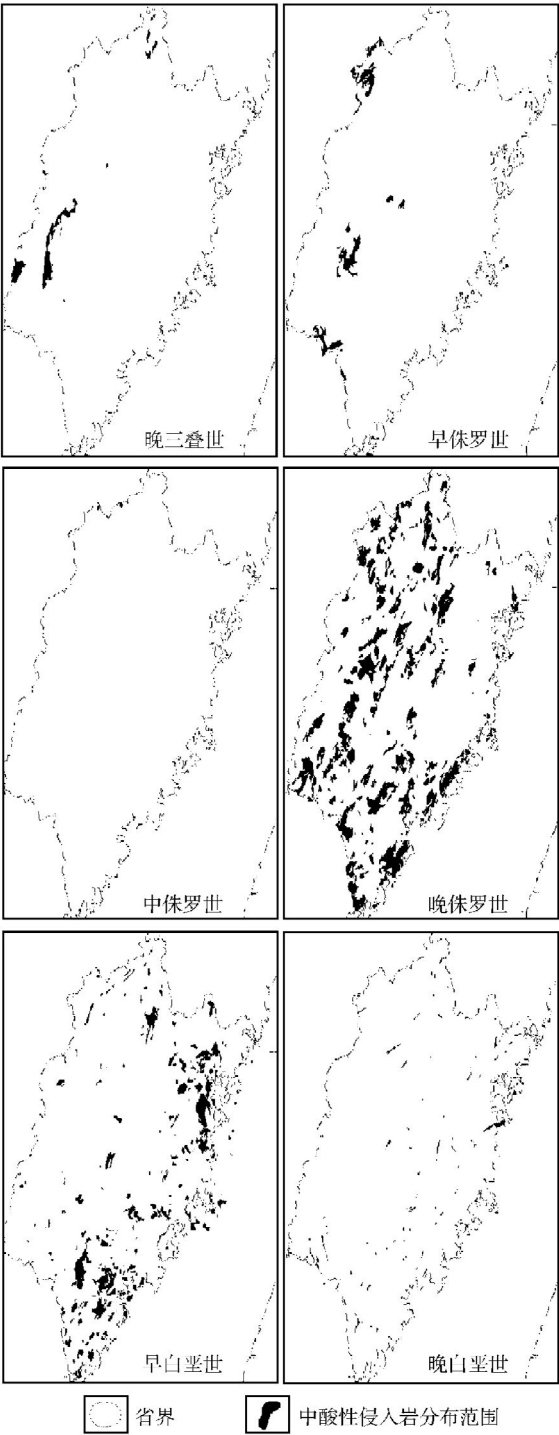


图 1 福建省晚三叠世—晚白垩世中酸性侵入岩分布示意图

Fig. 1 Sketch map showing distribution of Late Triassic-Late Cretaceous intermediate acidic intrusive rocks in Fujian Province

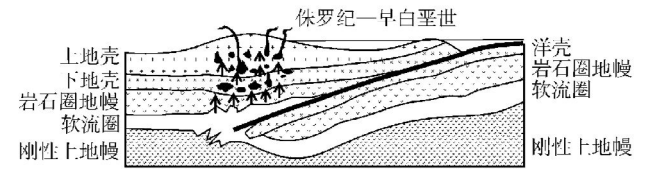


图 2 闽浙东部及东海中生代构造背景示意图

Fig. 2 Schematic map showing Mesozoic tectonic settings in eastern Fujian and Zhejiang provinces and East China Sea

### 3 新生代

#### 3.1 地层分布

长江凹陷钻井揭示, 断陷期地层为古新统灵峰组陆相沉积, 古新世末瓯江运动结束断陷期, 并使古新统褶皱变形, 始新统瓯江组覆盖其上。

瓯江凹陷具典型的东断西超半地堑结构, 沉积和演化特征与长江凹陷相似, 上白垩统石门潭组红色碎屑岩位于裂陷盆地底部, 其上为主裂陷期的下古新统湖相沉积, 向上变为上古新统海相沉积。瓯江运动结束了西部拗陷带的断陷期, 使其向拗陷盆地转变, 并接受始新统海相沉积。

钻井及地震解释显示, 闽江凹陷和福州凹陷缺失下古新统, 上古新统分布广, 西薄东厚, 呈现断陷盆地特征; 始新统厚度基本一致, 明显为拗陷期沉积; 中新统一第四系为区域沉降阶段。

东部拗陷带西湖凹陷以巨厚的中、上始新统和中新统为特征。钻井证实始新统为断陷期沉积。始新世末, 玉泉运动结束了西湖凹陷的断陷期, 凹陷抬升遭受剥蚀。至渐新世, 西湖凹陷转变为拗陷盆地, 以陆相沉积为主, 沉积中心向北西迁

移。中新世末,龙井运动使该区因挤压而形成背斜构造和小的逆断层,并遭受剥蚀,剥蚀量北部大于南部。

### 3.2 构造演化

到了晚白垩世,东海陆架区在侏罗纪—早白垩世弧前坳陷的基础上,在其西部开始发生裂陷。在板块俯冲下引起地幔上拱,使地壳上部发生张性拉裂,为东海陆架盆地西带裂谷型断陷盆地的形成提供了条件。此时扩张裂陷的中心在西带(图3)。

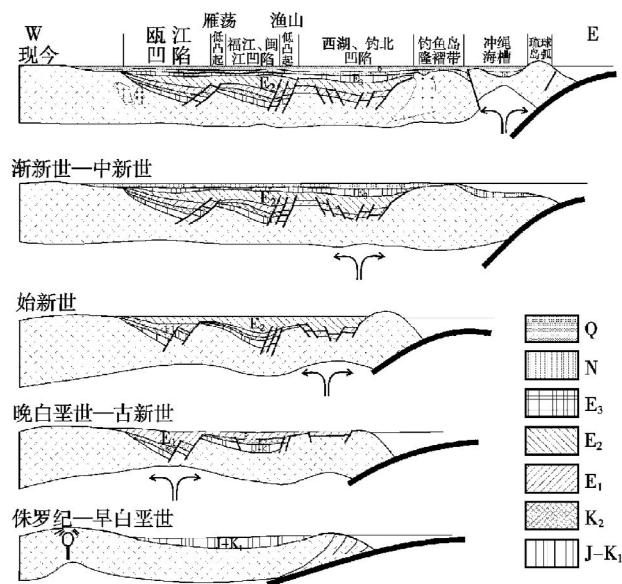


图3 东海陆架盆地中生代演化模式图

Fig. 3 Mode chart showing evolution of East China Sea shelf basin in Mesozoic

东海陆架盆地西部坳陷带在早古新世继承了晚白垩世的特点,发生裂陷作用<sup>[10]</sup>,古新世时期的断陷发育以西带最为明显,扩张裂陷中心仍在西带。

晚古新世,随着盆地裂陷由西向东逐渐迁移,中部隆起带开始接受沉积。始新世,扩张裂陷中心往东部迁移,东部坳陷带开始裂陷。西部坳陷带在古新世时的这种单断型断陷却没有得到继承性发育,始新世转变为坳陷。中部隆起带始新世也转为坳陷。

古新世晚期,太平洋板块北侧洋脊西端俯冲到欧亚板块东南缘之下。高温效应使上部地壳进一步拉伸变薄,板块最终受张力而破裂引起玄武岩喷发,产生日本海(西南部)新洋壳。大陆板块

靠海一侧的碎块移动,形成了日本列岛,同时就把新张开的日本海留在后边。当时的东海陆架盆地因缺少这种热效应而未能像日本海那样发展到产生新洋壳的阶段。相反,日本海的拉裂喷发使地幔内部动力趋于平衡,停止了地幔上拱,上部断陷盆地因冷却效应而逐渐转化为早、中始新世的坳陷型沉降。

晚始新世,由于板块运动方向改变。太平洋板块对欧亚板块东南缘的斜向俯冲转为垂向俯冲。这个重大的地质事件对东海陆架盆地的地质结构的变动产生了重要的作用。首先,俯冲方向的改变对亚洲东南缘产生了较强的挤压作用,使西带断陷盆地全面隆褶回返,西部坳陷带和中部隆起带抬升并遭受剥蚀,上、下地层间形成了一个区域性角度不整合面。其次,后续的板块俯冲使大陆边缘地幔在断裂处发生局部隆起,地壳断陷下陷,开始了东带晚始新世断-坳型盆地的发育。东部坳陷带除短暂抬升外,一直保持沉降。再次,在太平洋板块转为北西西向俯冲的同时,印度板块和亚洲板块南缘也发生强裂碰撞和挤压。这两个方向的作用力所形成的力偶使亚洲板块东南缘处在右旋应力场控制下,原有的北东向断裂处于以张扭为主的应力状态。因此,在晚始新世断坳中仍有一系列正断层形成。新形成的菲律宾板块对东海陆架盆地后来的发展起着直接的影响作用。

渐新世—早中新世,太平洋板块南侧洋脊西段再次俯冲到亚洲板块日本本州岛原来位置下,致使组成日本海西南部海盆的外缘岛弧带(即大和脊)拉裂,形成本州海盆,日本本州和九州岛被推移到目前位置。由于这个新海盆的形成,东海陆架盆地东带始新世断坳的莫霍面停止上拱,从而不仅未能向断陷发展,反而转化成渐新世坳陷。中新世初,由于太平洋板块和菲律宾板块运动速度加快,东带中新世坳陷得到充分发育,在台湾岛西侧形成典型的前陆盆地。

中新世,裂陷盆地东迁至冲绳海槽盆地,陆架盆地转为整体沉降。西部坳陷带以古新世断陷、始新世坳陷和中新世—第四纪区域沉降为特征。

中新世末,菲律宾板块不断向西俯冲,致使吕宋岛弧与台湾岛碰撞拼贴;同时,由于洋脊再次俯冲,东海陆架盆地东带东侧地壳被拉裂,形成冲绳海槽断陷盆地。琉球岛弧带和钓鱼岛隆褶带分别位于冲绳海槽断陷盆地的东、西两侧。由于冲绳

海槽盆地扩张(现今为洋壳),向西的挤压力导致东海陆架盆地东带全面褶皱回返,形成第二个区域性角度不整合面。从作用力的方向看,东带北段基本为垂向,挤压作用强,沿断面产生压扭走滑。南段由于受吕宋火山岛弧的挤压台湾岛向北西推移。约 6 Ma,吕宋岛弧在台湾地区与中国大陆发生碰撞,形成了台西盆地现今的面貌。

### 参 考 文 献

- Hilde T W C, Uyeda S, Kroewke L. Evolution of the western Pacific and its margin[J]. *Tectonophysics*, 1977, 38 ( 1-2 ): 145-165
- 陶瑞明. 从太平洋板块构造探讨东海陆架盆地形成机制和类型划分[J]. *中国海上油气(地质)*, 1994, 8(1): 14~20  
Tao Ruiming. Discussion on basin formation mechanism and basin types in East China Sea continental shelf basin based on West Pacific plate tectonics[J]. *China Offshore Oil and Gas(Geology)*, 1994, 8(1): 14-20
- 刘光鼎,许薇龄,焦荣昌,等. 中国海区及邻域地质地球物理特征[M]. 北京: 科学出版社, 1992. 215~343  
Liu Guangding, Xu Weiling, Jiao Rongchang, et al. *Geologic-geophysic features of China Seas and adjacent regions*[M]. Beijing: Science Press, 1992. 215-343
- 张渝昌,张荷,孙肇才,等. 中国含油气盆地原型分析[M]. 南京: 南京大学出版社, 1997. 378~398  
Zhang Yuchang, Zhang He, Sun Zhaoai, et al. *Prototype analysis of petroliferous basins in China*[M]. Nanjing: Nanjing University Press, 1997. 378-398
- 洪汉净,马宗晋,程国梁,等. 我国大陆古板块运动演化特征[J]. *石油与天然气地质*, 2005, 26(1): 23~28  
Hong Hanjing, Ma Zongjin, Cheng Guoliang, et al. *Characteristics of fossil continental plate evolution and movement in China*[J]. *Oil & Gas Geology*, 2005, 26(1): 23-28
- 许浚远,张凌云. 西北太平洋边缘新生代盆地成因(下): 后裂谷期构造演化[J]. *石油与天然气地质*, 2000, 21(4): 287~292  
Xu Junyuan, Zhang Lingyun. *Genesis of Cenozoic basins in northwest Pacific margin(3): tectonic evolution of post rifting period*[J]. *Oil & Gas Geology*, 2000, 21(4): 287-292
- 靳久强,宋建国. 中国板块构造对含油气盆地演化和油气分布特征的控制[J]. *石油与天然气地质*, 2005, 26(1): 2~8  
Jin Jiuqiang, Song Jianguo. *Control of plate tectonics over evolution of petroliferous basins and characteristic of oil and gas distribution in China*[J]. *Oil & Gas Geology*, 2005, 26(1): 2-8
- 冯晓杰,张川燕,王春修,等. 东海陆架和台西南盆地中生界及其油气勘探潜力[J]. *中国海上油气(地质)*, 2001, 15(5): 307~316  
Feng Xiaojie, Zhang Chuanyan, Wang Chunxiu, et al. *Mesozoic in the East China Sea shelf and Taixinan basin and its petroleum potential*[J]. *China Offshore Oil and Gas(Geology)*, 2001, 15(5): 307-316
- 冯晓杰,蔡东升,王春修,等. 东海陆架盆地中新世代构造演化特征[J]. *中国海上油气*, 2003, 17(1): 33~37  
Feng Xiaojie, Cai Dongsheng, Wang Chunxiu, et al. *The Mesozoic Cenozoic tectonic evolution in the East China Sea continental shelf basin*[J]. *China Offshore Oil and Gas(Geology)*, 2003, 17(1): 33-37
- 朱建辉. 中国东部构造-热体制与断陷盆地多期性迁移特征[J]. *石油与天然气地质*, 2003, 24(4): 367~370  
Zhu Jianhui. *Tectonic thermal regime and multiple transporting characteristics of faulted basin in eastern China*[J]. *Oil & Gas Geology*, 2003, 24(4): 367-370

## 《石油与天然气地质》荣获国家百种重点期刊奖

2005年2月28日,第三届全国国家期刊奖暨第三届全国地方报社管理先进单位表彰大会在京举行。新闻出版总署副署长于永湛代表署长石宗源作了书面发言,副署长石峰宣读表彰决定和获奖名单。其中,《石油与天然气地质》榜上有名,荣获国家期刊奖百种重点期刊奖,这是本刊自创刊以来获得的最高荣誉。

从2000年开始,国家期刊奖每两年评选一次,是目前我国期刊界唯一的政府奖,也是期刊界的最高奖。2004年7月新闻出版总署和科学技术部联合下发了“关于第三届全国国家期刊奖科技期刊评选活动的通知”,各地新闻出版局和中央期刊主管部门按照文件要求推荐参评期刊,经过评选工作办公室的参评资格审查、出版规范审查、编校质量审查、广告内容审查,以及《中国新闻出版报》、中国记者网等媒体为期一个月的公示后,最终有357种期刊脱颖而出,其中180种科技期刊分获国家期刊奖(30种)、国家期刊奖提名奖(50种)和国家期刊奖百种重点期刊奖(100种)。

(陈会鑫)