

·基金纵横·

# 国家自然科学基金同行评议结果数据挖掘初探

——2007年度机械学科面上项目函评结果分析

王国彪<sup>1</sup> 彭芳瑜<sup>1</sup> 黄海鸿<sup>2</sup>

(1 国家自然科学基金委员会工程与材料科学部,北京 100085; 2 合肥工业大学,合肥 230009)

国家自然科学基金是我国基础研究领域最高层次的基金,国家自然科学基金委员会(以下简称“基金委”)作为基金管理单位,每年度最重要的工作之一是受理、组织评审当年申请的各项基金项目。为了落实“依靠专家,发扬民主,择优支持,公正合理”的指导方针,基金委采用两级评审制,即同行通信评议和科学处专家会议评审。同行评议是基金委对国家自然科学基金申请项目进行评审的一种基本方法。尽管这是一种主观的方法,但迄今还没有找到可以取代它的更好的评价方法<sup>[1]</sup>。

对自然科学基金的同行评议结果进行分析与评估,是科学恰当选择同行评议专家、掌握同行专家评议规律的重要手段。十多年来,基金委不少工作人员和委外专家不断地从理论和实践两个方面进行探索,发表了一些相关的研究成果<sup>[2-4]</sup>。

根据《国家自然科学基金条例》相关规定:基金项目必须进行同行评议,即先要进行同行专家的通信评审(以下简称“函评”),科学处在同行专家评议意见的基础上按一定的比例推荐会评项目,再组织专家进行会议评审。同行评议的质量决定了基金委资助工作的质量,组织同行评议是科学基金工作的核心业务<sup>[5]</sup>。但如何有效、合理地利用同行评议结果,做出科学、合理的“评判”,急需研究出一种行之有效的对同行评议结果的数据挖掘方法。为此,本文结合机械学科2007年度面上项目的同行评议结果,对同行评议数据分析方法作一个初步探讨,以便探索同行评议结果的有效分析方法。

## 1 同行评议结果分析方法

同行评议专家在评价某一具体基金项目时,由于受知识结构和学术水平等因素的影响,因此对项目的评议总会有或多或少的偏差。统计结果表明,

虽然每位专家的评价会有偏差,但多位专家共同评价时,总偏差会因此抵消而减少。

### 1.1 评价方法

目前,基金项目的同行评议有两种评价体系:一是采用优、良、中、差作为评价等级的“综合评价”,并将其对应于4、3、2、1分值;同时,采用优先资助、可资助、不予资助作为评价等级的“资助意见”。项目合理的评价分布应当呈正态分布或近似正态分布,质量较差与质量较好的项目总是占少数,而总体上应是符合常态的。当然这种分布模型也与以下因素密切相关:(1)项目群体的大小;(2)项目申请者、项目依托单位、基金委以及项目评审专家的能动作用;(3)项目评价的标准。假定申请的基金项目来自正态分布总体,设定其评价结果为 $x(i)$ ( $i=1, 2, \dots, N$ ;  $N$ 为项目总数),该正态分布的均值 $\mu$ 与方差 $\sigma$ 可按最大似然估计得到,即:

$$\mu = \bar{x}(N) = \frac{\sum_{i=1}^N x(i)}{N} \quad (1)$$

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^N (x - \bar{x}(N))^2 / (N - 1) \quad (2)$$

### 1.2 分析手段

在具体的数据统计分析与数据挖掘的过程中,可借助Excel、SPSS等软件工具。使用Excel可以完成很多专业软件才能完成的数据统计、分析工作,比如:直方图、各种概率分布、抽样与动态模拟、总体均值判断等等。SPSS(Statistical Package for the Social Science)是一种集成化的计算机数据处理应用软件,是公认的最优秀的统计分析软件包之一。

在分析过程中,可以对所有项目的评价结果进行正态分布检验,但是由现有的评价体系得出的评价结果具有较大的离散性,因此我们采用频数直方

本文于2007年9月7日收到。

图来表示这种离散化的评价结果,并进行正态拟合,从而直观反映总体项目的评价结果,并结合总体项目的均值与方差来进行分析。针对“资助意见”,通过构造项目数-评议结果曲线图,反映函评项目的不同资助意见对会评项目与批准项目的作用;针对“综合评价”,通过构造带正态拟合的频数直方图,形象地描述函评项目、会评项目以及批准项目的同行评议得分情况,反映函评项目、会评项目与批准项目的比对情况。

## 2 同行评议结果

为方便起见,本文以2007年度机械学科面上项目的同行评议结果为分析对象。

### 2.1 总体概况

2007年度,机械学科受理面上项目2164项,占工程与材料科学部面上项目申请总数的19.8%,其中88项由于各种原因未能通过初审,不予受理,实际受理2076项,其中面上申请1566项,青年科学基金470项,地区科学基金40项,如表1所示。按领域不同分成203个组打包评议,每个项目采用5位同行评议专家评审,共指派评议10380份,涉及1164个同行评议专家(含境外专家)。截至2007年6月19日,共回收评议10099份,回收率97.29%。回收5份同行评议1795项(86.46%),4份同行评议281项(13.54%),没有少于4份同行评议的项目。

表1 机械学科2007年度三类项目总体情况

| 项目类别               | 面上    | 青年    | 地区    | 合计    |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|
| 申请项数               | 1633  | 490   | 41    | 2164  |
| 不予受理项数             | 67    | 20    | 1     | 88    |
| 实际受理项数=申请项数-不予受理项数 | 1566  | 470   | 40    | 2076  |
| 指派份数=5×实际受理项数      | 7830  | 2350  | 200   | 10380 |
| 会评项数               | 307   | 131   | 13    | 451   |
| 批准项数               | 230   | 100   | 8     | 338   |
| 批准率(%)=批准项数/申请项数   | 14.08 | 20.41 | 19.51 | 15.62 |

### 2.2 同行评议结果分析

2076个项目的同行评议结果见表2。

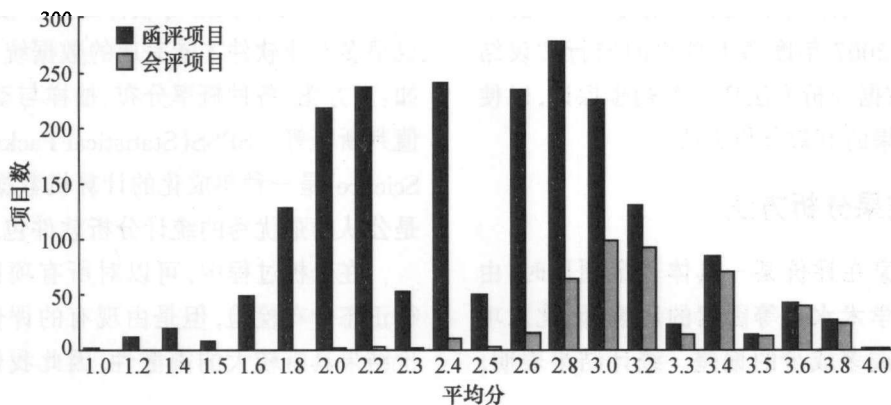


图1 函评项目与会评项目的评价结果比较

从综合评价的“优、良、中、差”来看,144个项目得到3个“优”以上,1074个项目未得一个“优”,占总项目数的一半以上;未得“差”的项目共1460项,得到3个“差”以上的项目共47项。函评项目与会评项目的评价结果(平均分)对比情况如图1所示。

从资助意见的“优先资助、可资助、不予资助”来看,仅89个项目得到3个“优先资助”以上,1211个项目未得一个“优先资助”,占总项目数的一半以上;5位专家都同意资助(包括优先资助或可资助)的项目125项,其中面上申请的98项,青年基金的27项,地区基金0项;全都不同意资助的项目328项。

表2 同行评议结果

| 评价体系    | 评价结果    | 面上申请 | 青年基金 | 地区基金 | 合计     | 百分比(%) |
|---------|---------|------|------|------|--------|--------|
| 综合评价    | 5* 优    | 2    | 0    | 0    | 2      | 0.10   |
|         | 4* 优    | 28   | 3    | 0    | 31     | 1.49   |
|         | 3* 优    | 91   | 20   | 0    | 111    | 5.35   |
|         | 2* 优    | 206  | 57   | 2    | 265    | 12.76  |
|         | 1* 优    | 437  | 147  | 9    | 593    | 28.56  |
|         | 0* 优    | 802  | 243  | 29   | 1074   | 51.73  |
|         | 合计      | 1566 | 470  | 40   | 2076   | 100.00 |
|         | 0* 差    | 1118 | 318  | 24   | 1460   | 70.33  |
|         | 1* 差    | 317  | 113  | 10   | 440    | 21.19  |
|         | 2* 差    | 94   | 29   | 6    | 129    | 6.21   |
|         | 3* 差    | 25   | 8    | 0    | 33     | 1.59   |
|         | 4* 差    | 12   | 1    | 0    | 13     | 0.63   |
|         | 5* 差    | 0    | 1    | 0    | 1      | 0.05   |
|         | 合计      | 1566 | 470  | 40   | 2076   | 100.00 |
| 资助意见    | 5* 优先资助 | 0    | 0    | 0    | 0      | 0.00   |
|         | 4* 优先资助 | 16   | 1    | 0    | 17     | 0.82   |
|         | 3* 优先资助 | 59   | 13   | 0    | 72     | 3.47   |
|         | 2* 优先资助 | 145  | 52   | 1    | 198    | 9.54   |
|         | 1* 优先资助 | 431  | 137  | 10   | 578    | 27.84  |
|         | 0* 优先资助 | 915  | 267  | 29   | 1211   | 58.33  |
|         | 合计      | 1566 | 470  | 40   | 2076   | 100.00 |
|         | 0* 不予资助 | 98   | 27   | 0    | 125    | 6.02   |
|         | 1* 不予资助 | 234  | 74   | 0    | 308    | 14.84  |
|         | 2* 不予资助 | 314  | 109  | 13   | 436    | 21.00  |
|         | 3* 不予资助 | 347  | 99   | 10   | 456    | 21.97  |
| 4* 不予资助 | 353     | 109  | 8    | 470  | 22.64  |        |
| 5* 不予资助 | 220     | 52   | 9    | 281  | 13.54  |        |
| 合计      | 1566    | 470  | 40   | 2076 | 100.00 |        |

### 3 评议结果的数据挖掘

#### 3.1 会评项目

科学处根据同行评议结果推荐专家组会议评审项目。图2所示为函评项目、会评项目与批准项目的评议结果对比示意图。图中，A、B、C分别代表“优先资助”、“可资助”、“不予资助”，分值分别为1、0、-1。从图2可以看出，会评项目的评议结果主要集中在[-2, 3]区间内；会评后专家组建议资助的项目的评议结果(即批准项目)主要集中在[-1, 3]区

间内。会评专家组建议不予资助项目的评议结果主要集中在[-2, 0]区间内，以-2处的比例为最高，-1处的数量为最多。函评时所得“不予资助”数量的多少对项目最终能否获得资助具有较大的影响，会评专家的判别基础往往主要依据函评时的“资助意见”，综合评价(平均分)仅作参考。图2还表明，会评项目和批准项目在高分值部分的曲线吻合得很好，说明好的项目函评专家和会评专家的意见是一致的，也说明科学处遴选函评专家的原则是正确的。

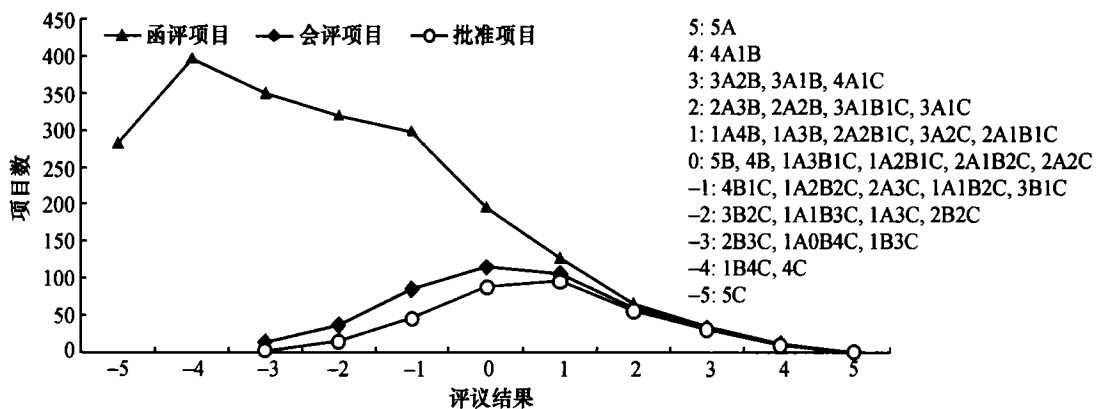


图2 函评项目、会评项目及批准项目的评价结果示意图

#### 3.2 函评项目与会评项目

进行同行评议结果的数据分析与挖掘，其目的是：综合分析各类项目的总体评议情况；作为科学处推荐会评项目的依据。为此，科学处根据同行评议

的综合评价(平均分)结果，对三类项目，分函评项目与会评项目进行正态拟合，拟合结果用频数直方图表示，如图3所示。从图中可以看出，科学处在推荐会评项目时，充分依据了同行评议意见。

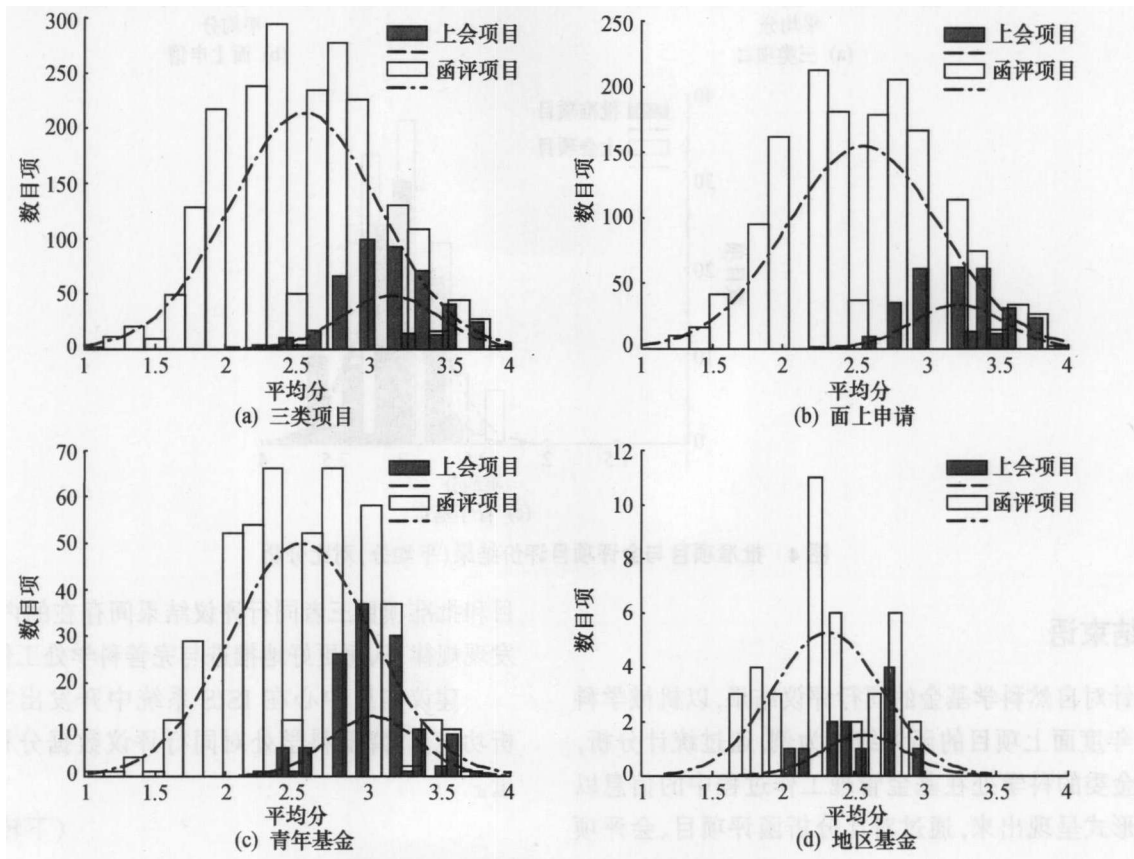


图3 函评项目与会评项目评价结果(平均分)对比分析

假定项目的函评结果是服从正态分布总体的,按式(1)与式(2),得到各类项目同行评议的均值与方差,如表3所示。

表3 综合评价的正态分布统计结果

| 项目类别 | 评价方式 | 均值( $\mu$ ) | 方差( $\sigma$ ) |
|------|------|-------------|----------------|
| 三类项目 | 函评   | 2.55        | 0.528          |
|      | 会评   | 3.16        | 0.342          |
|      | 批准   | 3.22        | 0.319          |
| 面上申请 | 函评   | 2.57        | 0.538          |
|      | 会评   | 3.23        | 0.318          |
|      | 批准   | 3.29        | 0.299          |
| 青年基金 | 函评   | 2.53        | 0.498          |
|      | 会评   | 3.03        | 0.312          |
|      | 批准   | 3.12        | 0.269          |
| 地区基金 | 函评   | 2.32        | 0.382          |
|      | 会评   | 2.57        | 0.290          |
|      | 批准   | 2.56        | 0.255          |

从图3和表3中可以发现,面上申请项目的函评结果好于青年基金项目,均优于地区基金项目。面上项目函评结果的均值为2.55,总体评价一般,且方差(0.528)较大,函评结果比较分散。地区基金项目的函评结果较差,但方差较小,函评结果较集中。在推荐会评的项目中,函评结果的均值为3.16,总体评价较好。其中,面上申请类项目优于青年科学基金项目,且方差均较小,表明科学处推荐的会评项目是函评结果中最好的项目。

### 3.3 批准项目与会评项目

从图4和表3中可以发现,在会评中,批准项目的函评结果整体上优于科学处推荐会评的项目,并且批准项目的方差较会评项目要小,说明会评专家在选择资助项目时与函评专家具有一致性,会评也充分参照了函评的结果。

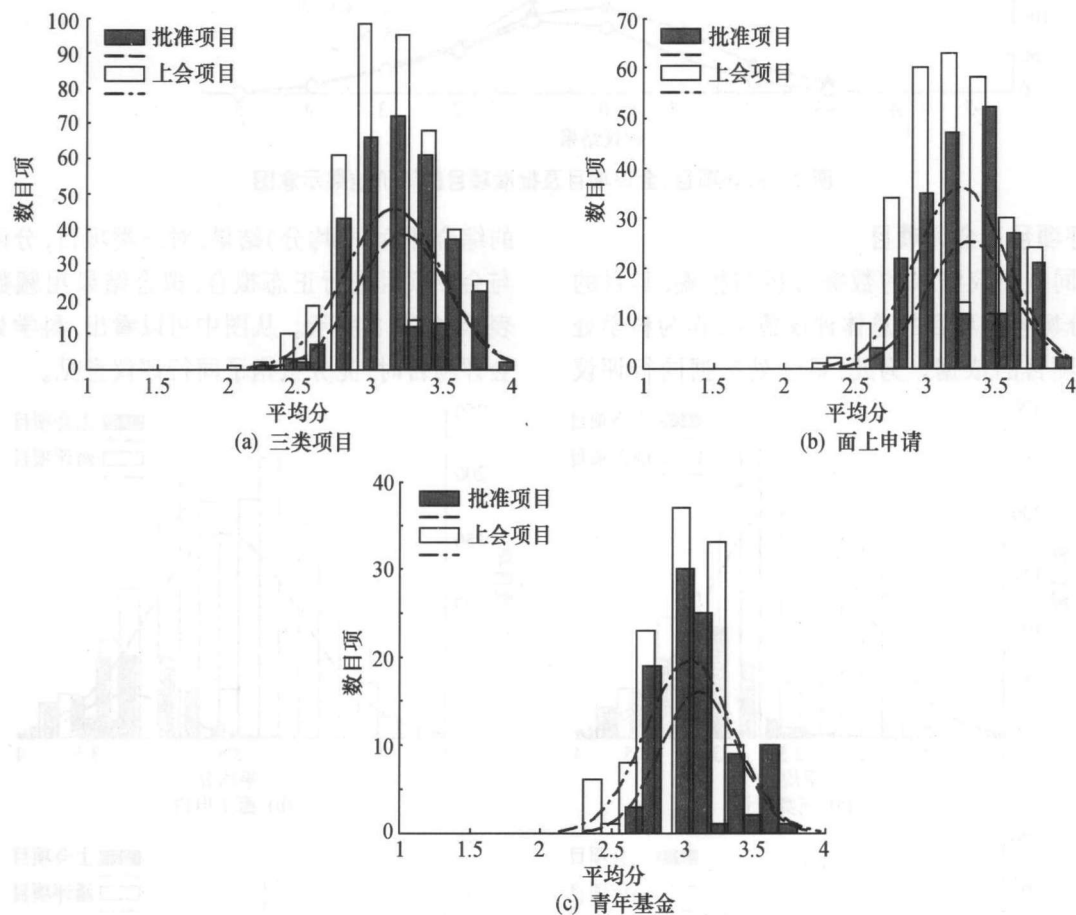


图4 批准项目与会评项目评价结果(平均分)对比分析

## 4 结束语

针对自然科学基金的同行评议结果,以机械学科2007年度面上项目的函评结果为例,通过统计分析,将基金委的科学处在基金管理工作过程中的信息以统计形式呈现出来,通过对比分析函评项目、会评项目

和批准项目三者同行评议结果间存在的内存联系,发现规律,从而更好地推进与完善科学处工作。

建议信息中心在ISIS系统中开发出类似的分析功能,以降低科学处对同行评议数据分析的工作量。

(下转 373 页)

据统计,在2001—2006年间,我所共发表SCI期刊论文1093篇,累计影响因子为3078,其中杰出青年基金获得者共发表207篇,累计影响因子为1588,从论文数量上看,杰出青年基金获得者发表论文数只占全所的19%,但从累计影响因子来看,杰出青年基金获得者发表论文累计影响因子占全所的52%,进一步说明杰出青年基金获得者所取得的主要为高水平研究成果。更重要的是,如果将2001—2006年间我所杰出青年基金获得者与非杰出基金获得者的论文篇均影响因子进行比较,更能发现,杰出青年基金获得者在篇均影响因子方面远远高于非杰出青年基金获得者(见图2),他们逐渐成为我所高水平成果产出的主要力量。而且,近年来杰出青年基金获得者所发表论文质量逐年提升,更具有说服力的数据是,2001—2006年来,杰出青年基金获得者在IF>10的SCI期刊上发表论文占全所28篇中的22篇,这些国际一流期刊包括*Cell*、*Mol Cell*、*Cancer Cell*、*Nature*、*Nat Med*、*Nat Cell Biol*、*Nat Genet*、*Nat Immunol*、*Nat Struct Mol Biol*、*J Cell Biol*、*EMBO J*和*Proc Natl Acad Sci*等。因此,从篇均影响因子来看,杰出青年获得者每年发表论文的篇均影响因子均明显超过全所论文的篇均影响因子,并且在近几年来也有逐年增高的趋势(见图2)。

由此可见,在高水平科研成果发表上,杰出青年基金获得者占更高比例。同时,这些高水平的研究成果,也使得我所科研人员加强了国际间的科研合作与交流,不断在国际一流学术会议上展露身姿,高水平的研究成果越来越多被国际同行所接受,从而使得我所的基础研究在国际上的地位也得到不断提升。

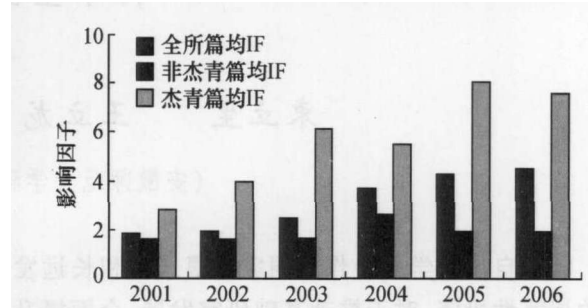


图2 2001—2006年全所科研人员、非杰出青年基金获得者及杰出青年基金获得者发表SCI期刊论文篇均IF的情况

总之,经过十多年的成功实践,国家杰出青年科学基金已经成为一个得到国内科学界高度评价并产生了广泛影响的牌子,在鼓舞海内外优秀青年学者为祖国科技事业献身,稳定国内基础研究队伍,吸引海外留学人员回国服务,培养和造就活跃在世界科学前沿的优秀学科带头人、培育优秀创新研究群体以及提升我国基础研究整体水平等方面均发挥了重要作用。

## PRELIMINARY ANALYSIS ABOUT PROMINENT EFFECT OF NATIONAL NATURAL SCIENCE FUND FOR DISTINGUISHED YOUNG SCHOLAR PROMOTING BASIC RESEARCH IN OUR INSTITUTE

Wang Jiaping Yao Gang

(Institute of Biochemistry and Cell Biology, SIBS, CAS, Shanghai 200031)

(上接370页)

### 参 考 文 献

- [1] 胡明铭,黄菊芳.同行评议研究综述.中国科学基金,2005,(4):251—253.
- [2] 吴述尧.同行评议方法论[M].北京:科学出版社,1996.
- [3] 何杰,王成红,刘克.对同行评议专家评议工作进行评估的一些思考.中国科学基金,2004,(1):47—50.
- [4] 王成红,何杰,刘克,等.关于同行评议专家定量评估指标研究的几个新结果.系统工程理论与实践,2004,(2):83—89.
- [5] 龚旭.同行评议与科学基金政策研究.中国科学基金,2007,(2):91—94.

## DATA ANALYSIS AND DATA MINING OF PEER REVIEW FOR PROPOSALS OF NSFC —Case Study for General Program at Mechanical Engineering Division in 2007

Wang Guobiao<sup>1</sup> Peng Fangyu<sup>1</sup> Huang Haihong<sup>2</sup>

(1 Mechanical Engineering Division, National Natural Science Fund of China, Beijing 100085;  
2 Hefei University of Technology, Hefei 230009)