

文章编号: 1009-038X(2004)04-0028-05

辛烯基琥珀酸淀粉酯的流变性质(II)

胡飞

(华南理工大学 食品与生物工程学院, 广东 广州 510640)

摘要:合成了不同取代度的辛烯基琥珀酸淀粉酯,采用旋转粘度计研究了不同条件下淀粉糊的流变特性.结果表明,淀粉糊的流变性质随质量浓度、温度的变化而有显著变化.

关键词:辛烯基琥珀酸淀粉酯;流变性;浓度

中图分类号: TS 236.9

文献标识码: A

The Study on Rheological Properties of Starch Octenyl Succinate Anhydride

HU Fei

(College of Food & Biotechnology Engineering, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

Abstract: Starch octenyl succinate anhydride (SSOS) with different degree of substitution was synthesized. The rheological properties of different products were studied by rotary viscosimeter. The results showed the rheological properties of starch pastes changed apparently at different concentrations and temperatures.

Key words: starch octenyl succinate anhydride; rheological properties; concentration

辛烯基琥珀酸淀粉酯(SSOS)是酯类淀粉的一类,它是以原淀粉或淀粉衍生物为原料,与辛烯基琥珀酸酐经酯化反应而得到的产物,其中文名俗称纯胶.经FDA论证,SSOS是可用于食品中的烯基淀粉酯.传统的变性淀粉大都是在淀粉分子链上引入亲水性基团,其性质多为亲水性,烯基琥珀酸淀粉同时在淀粉分子链上引入了亲水和亲油两性基团,具有某些独特的性能,使其在食品添加剂、生物制药、表面活性剂等工业上应用范围大大扩展^[1].

流变学是研究物质在外力作用下发生形变和流动的科学.它研究剪切应力、剪切速率以及时间三者之间的关系.研究流体的流变性时,按照剪切应力和剪切速率的关系,可以把流体分为牛顿型流体和非牛顿型流体.非牛顿流体中又分为时间依赖

性流体和非时间依赖性流体.非时间依赖性流体的流变行为与时间无关,对于时间不依赖性的假塑性流体和胀塑性流体,可以用幂定律来表示其剪切应力和剪切速率的关系^[2].

淀粉一般是先制成糊再使用,研究淀粉糊的流变性质及其它理化性质意义很大.作者采用旋转粘度计研究了不同取代度辛烯基琥珀酸淀粉酯在不同质量浓度、温度条件下的流变特性.

1 材料与方法

1.1 实验原料

玉米淀粉:广东顺德粮油工贸有限公司提供;不同取代度辛烯基琥珀酸淀粉酯:实验室制备.在碱性条件下,辛烯基琥珀酸酐与淀粉作用,通过调

收稿日期:2003-09-12;修回日期:2003-12-08.

基金项目:华南理工大学自然科学基金项目(321-E52780)资助课题.

作者简介:胡飞(1972-),男,湖北荆州人,讲师,工学博士.

节反应条件,制备出取代度大小不同的系列产品.

1.2 实验仪器

Brookfield 旋转粘度计(Model DV-1 型):美国 Brookfield 公司产品;79-3 型恒温磁力搅拌器:上海司乐仪器厂产品;AEL-200 电子分析天平:陕西衡器厂产品;HH-2 数显型恒温水浴锅:江苏金坛市富华电器有限公司产品. AD-4712 型水分测定仪,日本岛津公司产品.

1.3 实验方法

准确称取不同取代度的辛烯基琥珀酸淀粉酯样品,用蒸馏水将它们配成质量浓度为 8 g/dL 的溶液,搅拌使之充分分散,然后在沸水浴中加热糊化 5 min. 取适量样品在 25 ℃ 下用旋转粘度计测量流变参数,得出流变模型. 然后改变样品质量浓度,分别在 2,4,6 g/dL 和测试温度 10,40,55 ℃ 条件下,重新测量流变参数.

2 结果与讨论

2.1 质量浓度对辛烯基琥珀酸淀粉酯的流变特性的影响

2.1.1 不同质量浓度辛烯基琥珀酸淀粉酯的流变模型 配制质量浓度分别为 2,4,6,8 g/dL 的玉米淀粉及辛烯基琥珀酸淀粉酯溶液,在 25 ℃ 下测定它们的流变性质,其剪切应力与剪切速率的关系如图 1 所示.

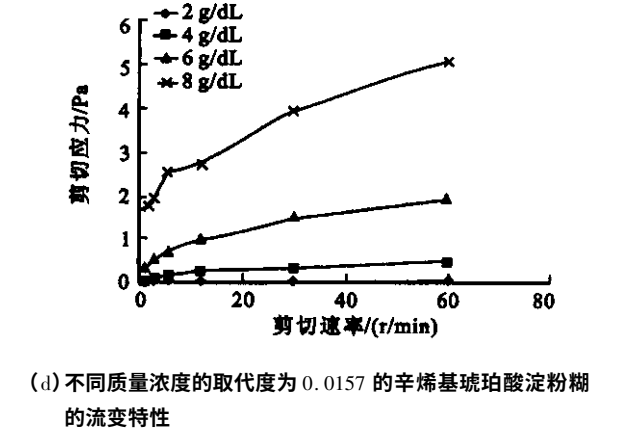
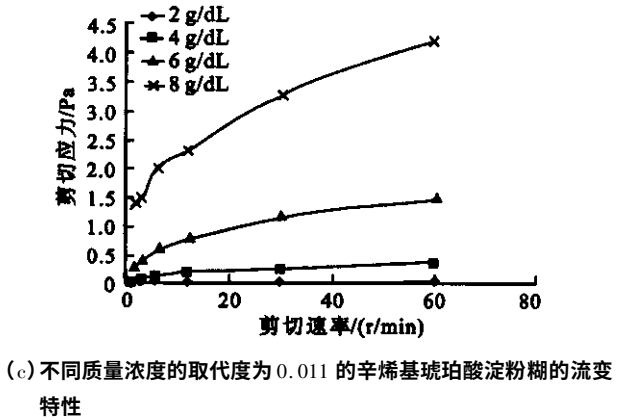
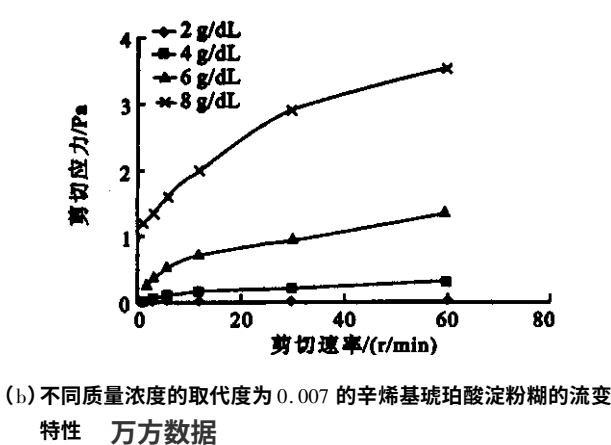
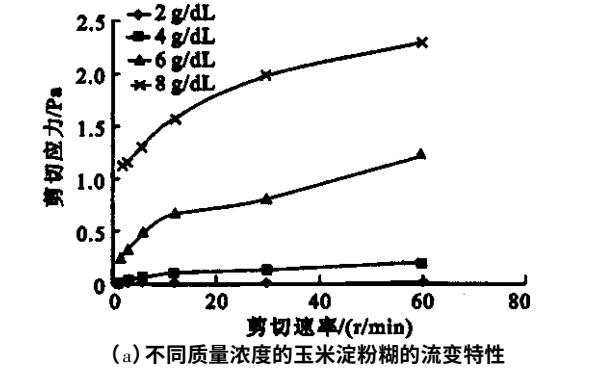


图 1 不同质量浓度的辛烯基琥珀酸淀粉糊的流变特性
Fig. 1 Rheological properties of SSOS products at different concentrations

由图可以看出,当质量浓度相同时,随着剪切速率的增大,剪切应力相应增大,对于质量浓度高的样品,这种规律越明显. 在同一剪切速率下,样品质量浓度越高,其剪切应力越大. 用幂定律 $\tau = k \cdot \gamma^m$ 对图 1 的曲线进行拟合,非线性回归的相关系数在 0.967 3 ~ 0.999 5 之间,具有较好的相关性,结果如表 1 所示:

表 1 不同质量浓度辛烯基琥珀酸淀粉酯的流变特性
Tab. 1 Rheological properties of SSOS products at different concentrations

质量浓度/ (g/dL)	玉米淀粉			取代度为 0.007 的样品		
	k	m	R^2	k	m	R^2
2	0.000 2	0.802 4	0.999 5	0.000 4	0.668 0	0.992 2
4	0.016 2	0.636 6	0.967 3	0.054 9	0.435 7	0.990 1
6	0.212 1	0.420 9	0.987 9	0.239 6	0.423 2	0.996 2
8	0.961 3	0.205 4	0.968 8	0.986 0	0.308 1	0.984 3

质量浓度/ (g/dL)	取代度为 0.011 的样品			取代度为 0.0157 的样品		
	k	m	R^2	k	m	R^2
2	0.000 5	0.626 3	0.978 0	0.000 5	0.707 1	0.9899
4	0.082 2	0.415 7	0.996 3	0.109 8	0.369 6	0.9971
6	0.284 7	0.409 4	0.996 3	0.341 2	0.428 3	0.9991
8	1.132 2	0.312 3	0.979 1	1.430 3	0.299 4	0.977 6

结果表明,随着样品质量浓度的增大,稠度系数 k 也增大. 在 $2 \sim 8$ g/dL 质量浓度范围内,所有样品的 m 值都小于 1,表明都为假塑性流体.

2.1.2 质量浓度对辛烯基琥珀酸淀粉酯表观粘度的影响 在不同的剪切速率下,不同质量浓度的辛烯基琥珀酸淀粉酯在 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时的表观粘度如图 2 所示.

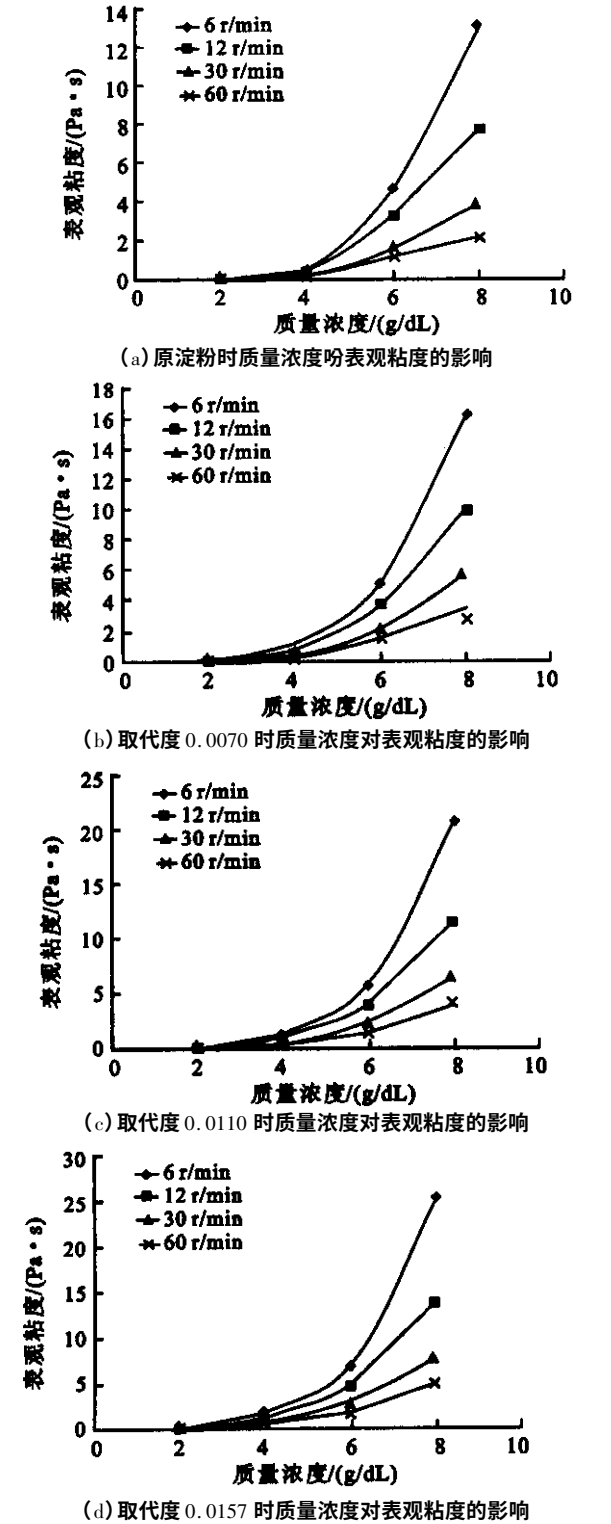


图 2 质量浓度对辛烯基琥珀酸淀粉酯表观粘度的影响

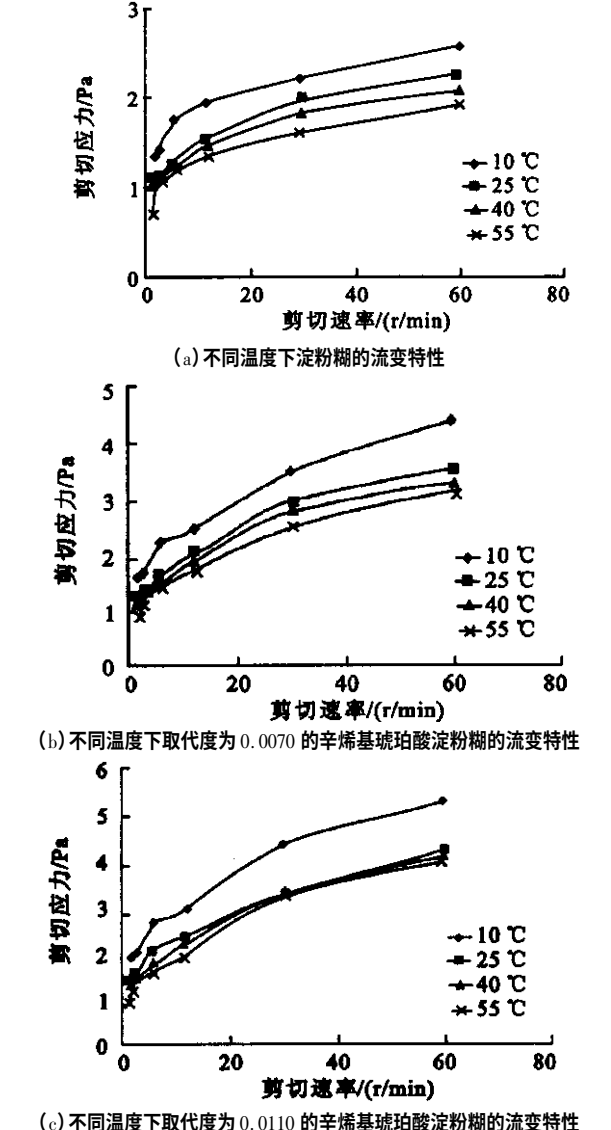
Fig.2 Effect of concentration on apparent viscosity of
SSOS

由图 2 可见,辛烯基琥珀酸淀粉酯的表观粘度随质量浓度的增加而迅速增大,剪切速率越低时,这种影响越显著. 而且随着取代度的增大,在相同的剪切速率下表观粘度也随着增大. 这是因为,在低质量浓度时,样品分子以无规则状态存在于淀粉糊介质中,随着质量浓度的不断增大,样品分子数目也相应增多,相互接触,继而发生相互覆盖和穿越交叠,结果导致辛烯基琥珀酸淀粉酯的稠度系数不断增大,在剪切作用下流动更加困难. 如果剪切速率越低,施加于分子间摆脱引力的外力越小,流动就越困难,表观粘度也就越大. 如果取代度增大,引入的更多基团使淀粉支链结构更复杂化,增大了流动阻力,表观粘度相应也增大.

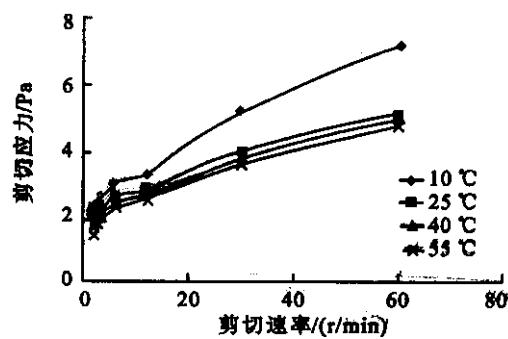
2.2 温度对辛烯基琥珀酸淀粉酯变特性的影响

2.2.1 不同温度下辛烯基琥珀酸淀粉酯的流变模型

将不同取代度辛烯基琥珀酸淀粉酯配制成 8 g/dL 的糊,分别在 $10, 25, 40, 55\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的条件下测定流变特性,它们的剪切速率与剪切应力的关系见图 3.



(c) 不同温度下取代度为 0.0110 的辛烯基琥珀酸淀粉糊的流变特性



(d) 不同温度下取代度为 0.0157 的辛烯基琥珀酸淀粉糊的流变特性

图 3 不同温度的辛烯基琥珀酸淀粉酯的流变特性

Fig.3 Rheological property of SSOS potato starch at different temperatures

由图 3 可知,当温度不变时,淀粉糊的剪切应力随剪切速率增大而增大,在同一剪切速率下,剪切应力随温度升高而减少.用幂方程 $\tau = k \cdot \gamma^m$ 对曲线进行拟合,结果如表 2 所示.

表 2 不同温度下辛烯基琥珀酸淀粉酯的流变特性

Tab.2 Rheological properties of SSOS at different temperature

温度/ °C	玉米淀粉			取代度为 0.007 的样品		
	k	m	R^2	k	m	R^2
10	1.229 3	0.180 0	0.983 3	1.281 4	0.291 9	0.9735
25	0.961 3	0.205 4	0.968 8	0.986 0	0.308 1	0.984 3
40	0.896 7	0.203 8	0.991 1	0.883 1	0.320 5	0.9861
55	0.724 6	0.247 0	0.938 8	0.716 9	0.361 6	0.996 9

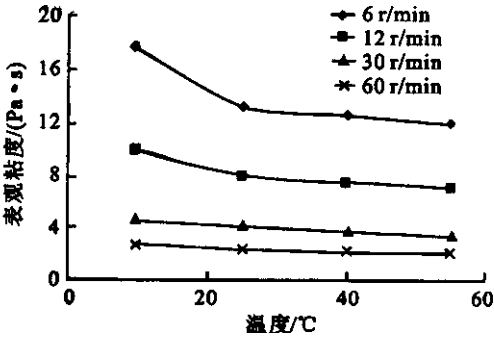
温度/ °C	取代度为 0.011 的样品			取代度为 0.0157 的样品		
	k	m	R^2	k	m	R^2
10	1.486 5	0.302 0	0.973 1	1.685 2	0.326 5	0.955 8
25	1.132 2	0.312 3	0.979 1	1.430 4	0.299 4	0.977 6
40	0.979 6	0.339 2	0.972 6	1.273 7	0.318 1	0.9805
55	0.747 5	0.408 3	0.994 0	1.123 0	0.342 2	0.983 2

从表 2 中的数据可以看出,随着温度的升高,辛烯基琥珀酸淀粉酯的稠度系数 k 减少,流动指数 m 值增大,表明升高温度使辛烯基琥珀酸淀粉酯的流动性增强.其中 m 值均小于 1,说明在 10 ~ 55 °C 范围内,辛烯基琥珀酸淀粉酯仍为假塑性流体.

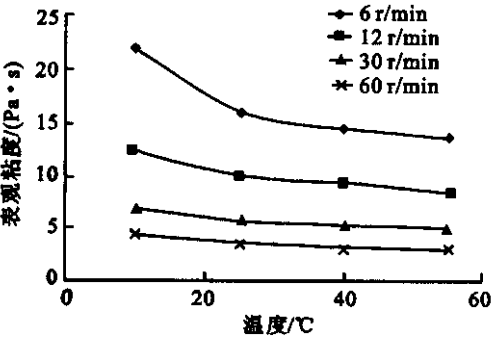
2.2.2 温度对微细化马铃薯淀粉糊表观粘度的影响 在不同的剪切速率下,质量浓度为 8 g/dL 辛烯基琥珀酸淀粉酯在不同温度下的表观粘度如图 4 所示.

结果表明,随着温度的升高,不同取代度的辛烯基琥珀酸淀粉酯的表观粘度都有较明显地下降,粘度值较高的样品,随温度变化更明显一些.说明当体系中的温度升高时,促进了淀粉分子之间的运动,提高分子间的相互作用,溶液体积发生膨胀,使

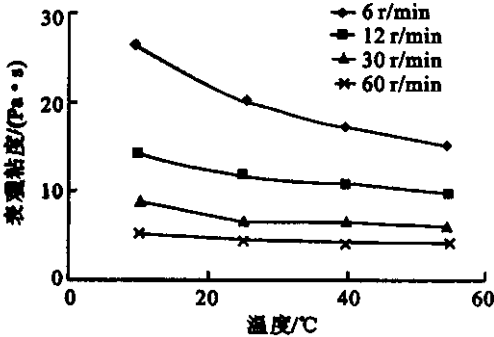
每一个分子占有的体积增大,流动性增强,导致淀粉酯的粘度降低.



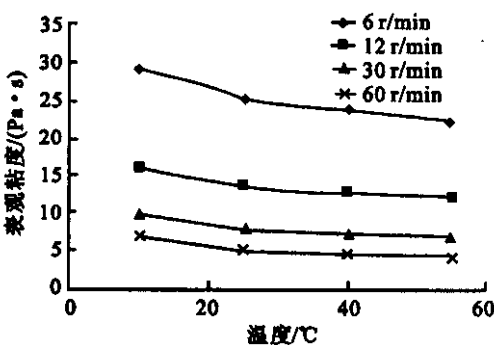
(a) 原淀粉时温度对表观粘度的影响



(b) 取代度 0.0070 时温度对表观粘度的影响



(c) 取代度 0.0110 时温度对表观粘度的影响



(d) 取代度 0.0157 时温度对表观粘度的影响

图 4 不同温度对辛烯基琥珀酸淀粉酯表观粘度的影响

Fig.4 Effect of temperature on apparent viscosity of SSOS

3 结 论

作者考察了辛烯基琥珀酸淀粉酯的流变性质,并结合流变学理论对实验结果进行了研究.实验证明:

不同取代程度的辛烯基琥珀酸淀粉酯的流变性质随质量浓度和温度的变化有明显的变化.在 $2 \sim 8 \text{ g/dL}$, $10 \sim 55 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围内,辛烯基琥珀酸淀粉酯仍为假塑性流体.一般说来,样品的表观粘度随着温度的升高而降低,随着质量浓度的增大而增大,且在较低的剪切速率下,这种影响越显著.

参考文献:

- [1] 张力田. 变性淀粉[M]. 广州:华南理工大学出版社,1992.
- [2] 陈克复. 食品流变学及其测量[M]. 北京:轻工业出版社,1989.
- [3] 李国选. 烯基琥珀酸淀粉酯的制备[J]. 淀粉与淀粉糖,1993,(2):44-46.
- [4] 郑茂强. 辛烯基琥珀酸淀粉酯的制备工艺研究[J]. 食品科技,2002,(8):28-29.
- [5] Shinji Tamaki. Structural change of maize starch granules by ball-mill treatment[J]. Starch,1988,(50):342-348.

(责任编辑 朱 明)

《无锡轻工大学学报》连续四次进入中文“核心期刊”

依据文献计量学原理与方法,经过研究人员对相关文献的检索、计算与分析,通过学科专家评审,《无锡轻工大学学报》2004 年第四次又被《中文核心期刊要目总览》核心期刊研究课题组确定为“轻工业”类核心期刊,并被编入《中文核心期刊要目总览》第四版,于今年 7 月由北京大学出版社出版发行。自 1992 年我国首次进行大规模“核心期刊”研究,并出版《中文核心期刊要目总览》以来,每 4 年对收录的刊物,根据相关指标实行动态筛选、淘汰,《无锡轻工大学学报》前三版(1992 版、1996 版、2000 版)连续入编《中文核心期刊要目总览》,被确定为中文“核心期刊”。

《中文核心期刊要目总览》第四版“核心期刊”研究,为“2001 年国家社会科学基金项目”,该课题组总结了前三版的研究经验,参考了大量国内外相关文献,对“核心期刊”评价的基础理论、评价方法(评价指标体系、核心期刊表的学科划分、核心期刊数量的界定)、评价软件的设计与使用、核心期刊的作用与影响等问题进行了深入研究,在更全面地认识和深入理解“核心期刊”评价理论基础上,进一步改进了“核心期刊”评价方法,使之更趋科学、合理,力求使评价结果符合客观实际。

第四版“核心期刊”评选,采用了刊物的被索量、被摘量、被引量、它引量、被摘率、影响因子、获国家奖或被国内外重要检索工具收录等 7 个评价指标,选作评价指标统计源的数据库(个别为文摘刊物)有 51 种,统计到的文献数量共计 9 435 301 篇次,涉及期刊 39 893 种次。参加“核心期刊”评审的学科专家达 1 873 位。经过定量筛选和专家定性评审,从我国现行出版的 12 000 种中文期刊中评选出 1 800 种“核心期刊”。它为读者和情报部门遴选重要刊物信息提供了依据。

《无锡轻工大学学报》编辑部