第43卷 第4期 Vol.43 No.4
山 东 大 学 学 报 (理 学 版)
Journal of Shandong University(Natural Science)
2008年4月 Apr. 2008

文章编号:1671-9352(2008)04-0028-05

F-粗积分的度量与药效识别

于秀清[1,2],任雪芳[1]
(1. 德州学院, 山东 德州 253014;
2. 山东大学数学与系统科学学院, 山东 济南 250100)

摘要:在函数单向S-粗集的基础上给出了 F-粗积分的概念,利用 F-粗积分给出了萎缩度与萎缩率的概念,萎缩度与萎缩率可以将 F-粗积分的动态变化过程量化,在医学领域中用这两个量来比较不同药物或同一药物不同剂量对同一种病变的治疗效果。

关键词: F-粗积分;动态特性;度量;药效识别
中图分类号:O159 **文献标志码:**A

Measurement of F-rough integrals and recognition of the medicinal effect

YU Xiu-qing[1,2], REN Xue-fang[2]
(1. Dezhou College, Dezhou 253014, Shangdong, China;
2. School of Mathematics and System Sciences, Shandong University, Jinan 250100, Shandong, China)

Abstract: F-rough integrals were defined on the basis of function one direction S-rough sets. Using F-rough integrals, the concepts of shrinkage measurement and shrinkage rate were given. By shrinkage measurement and shrinkage rate, the changing extent can be expressed with numbers. The shrinkage measurement and the shrinkage rate can also be used to compare treatment effects of different medicines or different dosages of the same medicine to the same pathological changes in the medicinal field.

Key words: F-rough integrals; dynamic characteristics; measurement; recognition of the medicine effect

0 引言

函数S-粗集[1-4]是在Pawlak.Z粗集[5]的基础上给出的,它由函数单向S-粗集,函数双向S-粗集以及函数单向S-粗集对偶三部分组成。而 F-粗积分是在函数单向S-粗集[1]的基础上定义的,这里 $Q\subset\mathscr{D}$ 是有限函数集,$Q=\{u_1,u_2,\cdots,u_m\}$,$\forall u$ 是一个函数,$\mathscr{D}$ 有限函数论域。在函数单向S-粗集 $((R,F)_\circ(Q^\circ),(R,F)^\circ(Q^\circ))$ 中,令 $[u]_-=(R,F)_\circ(Q^\circ)$,$[u]^-=(R,F)^\circ(Q^\circ)$,$[u]_-$、$[u]^-$ 分别生成函数 $p_-(x)$ 与 $p^-(x)$,如果 $p_-(x)$ 与 $p^-(x)$ 分别在区间 $[a,b]$ 上可积,显然可以得到积分对 $(\int_a^b p_-(x)\mathrm{d}x,\int_a^b p^-(x)\mathrm{d}x)$ 即 F-粗积分[6]。F-粗积分具有动态特征。事实上,如果存在元素迁移族 $F=\{f_1,f_2,\cdots,f_\lambda\}$ 将 $[u]_-$、$[u]^-$ 的属性集 α_-、α^- 外的属性迁入 α_- 与 α^-,$[u]_-$、$[u]^-$ 里的元素则相应减少[1],F-粗积分会发生变化。在此基础上给出了积分萎缩度与积分萎缩率的概念与属性施效识别准则,根据该准则可以比较属性的侵入对 F-粗积分的影响程度。本文将这些知识运用到医学领域,讨论了它在药效识别上的应用。到目前为止还没有这方面的研究。为

收稿日期:2008-01-03
作者简介:于秀清(1968-),女,硕士研究生,主要研究方向为粗系统理论与应用.Email:sddzyxq@163.com

了保证该文内容的完整性,在第一节对 F- 粗积分给予简单介绍。

约定:本文所涉及到的函数其离散数据均大于或等于0。

1 F- 粗积分的生成与它的特性

定义1.1 给定函数论域$\mathscr{D}$上的 R- 函数等价类$[u]=\{u_1,u_2,\cdots,u_k,\cdots,u_m\}$,$\alpha=\{\alpha_1,\alpha_2,\alpha_3,\cdots,\alpha_\lambda\}$是它的属性集,$\forall u_i\in[u]$具有离散数据分布 $u_i=(u_i(1),u_i(2),\cdots,u_i(k),\cdots,u_i(n+1))$,这里 $i=1,2,3,\cdots,m$;将这 m 个函数合成并形成数据点

$$(1,y_1),(2,y_2),\cdots,(k,y_k),\cdots,(x_{n+1},y_{n+1}),\tag{1.1}$$

其中 $y_k=\sum_{i=1}^{m}u_i(k)$,$\forall u_i(k)\geqslant 0,k=1,2,\cdots,n+1$。

称由拉格朗日插值公式得到的多项式函数 $p(x)=\sum_{j=1}^{n+1}y_j\prod_{\substack{i=1\\i\neq j}}^{n+1}\frac{x-x_i}{x_j-x_i}=\rho_nx^n+\rho_{n-1}x^{n-1}+\cdots+\rho_1x+\rho_0$ 是 R- 函数等价类$[u]$生成的函数。

定义1.2 称积分对$(\int_a^b p_-(x)\mathrm{d}x,\int_a^b p^-(x)\mathrm{d}x)$是函数单向S- 粗集$((R,F)_\circ(Q^\circ),(R,F)^\circ(Q^\circ))$生成的 F- 粗积分,简称 F- 粗积分。

其中 $p_-(x)$、$p^-(x)$分别是由$[u]_-$与$[u]^-$根据定义1.1生成的函数,这里$[u]_-=(R,F)_\circ(Q^\circ)$、$[u]^-=(R,F)^\circ(Q^\circ)$。

定义1.3 设有两个 F- 粗积分$(\int_a^b p_-(x)\mathrm{d}x,\int_a^b p^-(x)\mathrm{d}x)$与$(\int_a^b p'_-(x)\mathrm{d}x,\int_a^b p'^{,-}(x)\mathrm{d}x)$,如果满足$\int_a^b p_-(x)\mathrm{d}x\leqslant\int_a^b p'_-(x)\mathrm{d}x$且$\int_a^b p^-(x)\mathrm{d}x\leqslant\int_a^b p'^{,-}(x)\mathrm{d}x$,称$(\int_a^b p_-(x)\mathrm{d}x,\int_a^b p^-(x)\mathrm{d}x)$是$(\int_a^b p'_-(x)\mathrm{d}x,\int_a^b p'^{,-}(x)\mathrm{d}x)$的萎缩,记作

$$(\int_a^b p_-(x)\mathrm{d}x,\int_a^b p^-(x)\mathrm{d}x)\leqslant(\int_a^b p'_-(x)\mathrm{d}x,\int_a^b p'^{,-}(x)\mathrm{d}x)。\tag{1.2}$$

定理1.1 设 $\alpha_-=\{\alpha_1,\alpha_2,\alpha_3,\cdots,\alpha_\lambda\}$是函数单向S- 粗集下近似$[u]_-=(R,F)_\circ(Q^\circ)$的属性集,$f\in F$是元素迁移,$V$是属性论域,令 $\alpha_F=\alpha_-\cup\{\alpha'\mid\beta\in V,\beta\,\bar{\in}\,\alpha_-,f(\beta)=\alpha'\in\alpha_-\}$,$[u]_F=(R,F)_\circ(Q^F)$是具有属性 α_F 的函数等价类,则满足

$$\int_a^b p_F(x)\mathrm{d}x\leqslant\int_a^b p_-(x)\mathrm{d}x\tag{1.3}$$

这里 $p_F(x)$、$p_-(x)$分别是$[u]_F$与$[u]_-$生成的函数。

定理1.2 设 $\alpha^-=\{\alpha_1,\alpha_2,\alpha_3,\cdots,\alpha_\eta\}$是函数单向S- 粗集上近似$[u]^-=(R,F)^\circ(Q^\circ)$的属性集,$V$是属性论域,$f\in F$是元素迁移,令 $\alpha^F=\alpha^-\cup\{\alpha'\mid\beta\in V,\beta\,\bar{\in}\,\alpha^-,f(\beta)=\alpha'\in\alpha^-\}$,$[u]^F=(R,F)^*(Q^F)$是具有属性 α^F 的函数等价类,则满足

$$\int_a^b p^F(x)\mathrm{d}x\leqslant\int_a^b p^-(x)\mathrm{d}x,\tag{1.4}$$

这里 $p^F(x)$、$p^-(x)$分别是$[u]^F$与$[u]^-$生成的函数。

定理1.3 (F- 粗积分关系定理) 设$(\int_a^b p_-(x)\mathrm{d}x,\int_a^b p^-(x)\mathrm{d}x)$、$(\int_a^b p_F(x)\mathrm{d}x,\int_a^b p^F(x)\mathrm{d}x)$分别是函数单向S- 粗集$((R,F)_\circ(Q),(R,F)^\circ(Q))$与$((R,F)_\circ(Q^F),(R,F)^\circ(Q^F))$生成的 F- 粗积分,则满足

$$\int_a^b p_F(x)\mathrm{d}x,\int_a^b p^F(x)\mathrm{d}x)\leqslant(\int_a^b p_-(x)\mathrm{d}x,\int_a^b p^-(x)\mathrm{d}x)。\tag{1.5}$$

2 F- 粗积分的度量

定义2.1 设属性集 α 是函数论域$\mathscr{D}$上的 R- 函数等价类$[u]$的属性集,$f\in F$是元素迁移,V是属性

论域,令 $\alpha^F = \alpha \cup \{\alpha' \mid \beta \in V, \beta \Subset \alpha, f(\beta) = \alpha' \in \alpha\}$,具有属性集 α^F 的等价类是 $[u]^F$,称 $\rho_{([u],[u]^F)}$ 为 $[u]^F$ 相对于 $[u]$ 的萎缩度,且

$$\rho_{([u],[u]^F)} = \int_a^b p(x)\mathrm{d}x - \int_a^b p^F(x)\mathrm{d}x, \tag{2.1}$$

这里 $\int_a^b p(x)\mathrm{d}x$、$\int_a^b p^F(x)\mathrm{d}x$ 分别是 $[u]$ 与 $[u]^F$ 生成的函数积分。

定义 2.2　称 $\mu_{([u],[u]^F)}$ 为 $[u]^F$ 相对于 $[u]$ 的萎缩率,且

$$\mu_{([u],[u]^F)} = 1 - \int_a^b p^F(x)\mathrm{d}x \Big/ \int_a^b p(x)\mathrm{d}x。 \tag{2.2}$$

因为 $\alpha \subseteq \alpha^F$,所以 $[u]^F \subseteq [u]$。由于函数等价类中每个函数的离散值均是非负实数,那么根据定义 1.1 可知 $[u]$、$[u]^F$ 生成的函数 $p(x)$ 与 $p^F(x)$ 满足 $p(x) \geqslant p^F(x) \geqslant 0$,从而有 $\mu_{([u],[u]^F)} \in [0,1]$,且当 $F = \phi$ 时,$\mu_{([u],[u]^F)} = 0$。

性质 1　对于函数论域 $\mathscr{D}$ 上的 R- 函数等价类 $[u]$,$\mu_{([u],[u]^F)}$ 随着 $\rho_{([u],[u]^F)}$ 的增大而增大,反之亦真。

证明　设函数等价类 $[u]$ 生成的函数积分 $\int_a^b p(x)\mathrm{d}x = q$($q$ 是一个常数)。

因为 $\rho_{([u],[u]^F)} = \int_a^b p(x)\mathrm{d}x - \int_a^b p^F(x)\mathrm{d}x = q - \int_a^b p^F(x)\mathrm{d}x$,所以当 $\rho_{([u],[u]^F)}$ 增大时,$\int_a^b p^F(x)\mathrm{d}x$ 减小,从而有 $\mu_{([u],[u]^F)} = 1 - \int_a^b p^F(x)\mathrm{d}x/q$ 增大。

相反地,当 $\mu_{([u],[u]^F)} = 1 - \int_a^b p^F(x)\mathrm{d}x/q$ 增大时,$\int_a^b p^F(x)\mathrm{d}x$ 减小,$\rho_{([u],[u]^F)} = q - \int_a^b p^F(x)\mathrm{d}x$ 增大。所以性质 1 成立。

性质 2　对于函数论域 $\mathscr{D}$ 上的 R- 函数等价类 $[u]$,$\mu_{([u],[u]^F)}$ 越大 $\mathrm{card}([u] - [u]^F)$ 越大,反之亦真。

由性质 1,性质 2 可得定理 2.1。

定理 2.1(属性施效识别准则)　对于函数等价类 $[u]$,$\mu_{([u],[u]^F)}$ 越大,迁入的属性 $\{\alpha' \mid \beta \in V, \beta \Subset \alpha, f(\beta) = \alpha' \in \alpha\}$ 对 $[u]$ 的影响程度也越大。

定义 2.3　称 $\rho_{-([u],[u]^F)}$ 是 F- 粗积分 $(\int_a^b p_F(x)\mathrm{d}x, \int_a^b p^F(x)\mathrm{d}x)$ 相对于 $(\int_a^b p_-(x)\mathrm{d}x, \int_a^b p^-(x)\mathrm{d}x)$ 的下萎缩度,且

$$\rho_{-([u],[u]^F)} = \int_a^b p_-(x)\mathrm{d}x - \int_a^b p_F(x)\mathrm{d}x。 \tag{2.3}$$

定义 2.4　称 $\rho^-_{([u],[u]^F)}$ 是 F- 粗积分 $(\int_a^b p_F(x)\mathrm{d}x, \int_a^b p^F(x)\mathrm{d}x)$ 相对于 $(\int_a^b p_-(x)\mathrm{d}x, \int_a^b p^-(x)\mathrm{d}x)$ 的上萎缩度,且

$$\rho^-_{([u],[u]^F)} = \int_a^b p^-(x)\mathrm{d}x - \int_a^b p^F(x)\mathrm{d}x。 \tag{2.4}$$

定义 2.5　称 $(\rho_{-([u],[u]^F)}, \rho^-_{([u],[u]^F)})$ 是 F- 粗积分 $(\int_a^b p_F(x)\mathrm{d}x, \int_a^b p^F(x)\mathrm{d}x)$ 相对于 $(\int_a^b p_-(x)\mathrm{d}x, \int_a^b p^-(x)\mathrm{d}x)$ 的粗萎缩度。

定义 2.6　称 $\mu_{-([u],[u]^F)}$ 是 F- 粗积分 $(\int_a^b p_F(x)\mathrm{d}x, \int_a^b p^F(x)\mathrm{d}x)$ 相对于 $(\int_a^b p_-(x)\mathrm{d}x, \int_a^b p^-(x)\mathrm{d}x)$ 的下粗萎缩率,且

$$\mu_{-([u],[u]^F)} = 1 - \int_a^b p_F(x)\mathrm{d}x \Big/ \int_a^b p_-(x)\mathrm{d}x。 \tag{2.5}$$

定义 2.7　称 $\mu^-_{([u],[u]^F)}$ 是 F- 粗积分 $(\int_a^b p_F(x)\mathrm{d}x, \int_a^b p^F(x)\mathrm{d}x)$ 相对于 $(\int_a^b p_-(x)\mathrm{d}x, \int_a^b p^-(x)\mathrm{d}x)$ 的上粗

萎缩率,且

$$\mu^{-}_{([u],[u]^F)} = 1 - \int_a^b p^F(x)\mathrm{d}x / \int_a^b p^{-}(x)\mathrm{d}x。 \tag{2.6}$$

定义 2.8 称$(\mu_{-([u],[u]^F)}, \mu^{-}_{([u],[u]^F)})$是 F- 粗积分$(\int_a^b p_F(x)\mathrm{d}x, \int_a^b p^F(x)dx)$相对于$(\int_a^b p_{-}(x)\mathrm{d}x, \int_a^b p^{-}(x)\mathrm{d}x)$的粗萎缩率。

有定义 2.1 ~ 定义 2.8 可知下列性质成立。

性质 3 $\mu_{-([u],[u]^F)}$ 随 $\rho_{-([u],[u]^F)}$ 的增大而增大,反之亦真。

性质 4 $\mu^{-}_{([u],[u]^F)}$ 随 $\rho^{-}_{([u],[u]^F)}$ 的增大而增大,反之亦真。

定理 2.2 设$\alpha_0^F, \alpha_1^F, \cdots, \alpha_k^F$分别是函数等价类$[u]_0^F, [u]_1^F, [u]_2^F, \cdots, [u]_k^F$的属性集,且$\alpha_0^F \subseteq \alpha_1^F \subseteq a_2^F \subseteq \cdots \subseteq \alpha_k^F$,则有

$$\rho_{([u]_0^F,[u]_1^F)} \leqslant \rho_{([u]_0^F,[u]_2^F)} \leqslant \cdots \leqslant \rho_{([u]_0^F,[u]_k^F)}, \quad \mu_{([u]_0^F,[u]_1^F)} \leqslant \mu_{([u]_0^F,[u]_2^F)} \leqslant \cdots \leqslant \mu_{([u]_0^F,[u]_k^F)}。$$

定理 2.3 设$\alpha_{F,0}, \alpha_{F,1}, \alpha_{F,2}, \cdots, \alpha_{F,k}$分别是函数单向 S- 粗集的下近似$[u]_{F,0}, [u]_{F,1}, [u]_{F,2}, \cdots, [u]_{F,k}$的属性集,且$a_{F,0} \subseteq \alpha_{F,1} \subseteq \alpha_{F,2} \subseteq \cdots \subseteq \alpha_{F,k}$,则有

$$\rho_{-([u]_{F,0},[u]_{F,1})} \leqslant \rho_{-([u]_{F,0},[u]_{F,2})} \leqslant \cdots \leqslant \rho_{-([u]_{F,0},[u]_{F,k})},$$

$$\mu_{-([u]_{F,0},[u]_{F,1})} \leqslant \mu_{-([u]_{F,0},[u]_{F,2})} \leqslant \cdots \leqslant \mu_{-([u]_{F,0},[u]_{F,k})}。$$

定理 2.4 设$\alpha^{F,0}, \alpha^{F,1}, \alpha^{F,2}, \cdots, \alpha^{F,k}$是函数单向S- 粗集的上近似$[u]^{F,0}, [u]^{F,1}, [u]^{F,2}, \cdots, [u]^{F,k}$的属性集,且$\alpha^{F,0} \subseteq \alpha^{F,1} \subseteq \alpha^{F,2} \subseteq, \cdots, \subseteq \alpha^{F,k}$,则有

$$\rho^{-}_{([u]^{F,0},[u]^{1F,1})} \leqslant \rho^{-}_{([u]^{F,0},[u]^{F,2})} \leqslant \cdots \leqslant \rho^{-}_{([u]^{F,0},[u]^{F,k})},$$

$$\mu^{-}_{([u]^{F,0},[u]^{1F,1})} \leqslant \mu^{-}_{([u]^{F,0},[u]^{F,2})} \leqslant \cdots \leqslant \mu^{-}_{([u]^{F,0},[u]^{F,k})}。$$

定理 2.5 在元素迁移族 F 作用下,属性集外的属性不断迁入,使函数单向 S- 粗集生成的 F- 粗积分序列$(\int_a^b p_{F,0}(x)\mathrm{d}x, \int_a^b p^{F,0}(x)\mathrm{d}x), (\int_a^b p_{F,1}(x)\mathrm{d}x, \int_a^b p^{F,1}(x)\mathrm{d}x), \cdots, (\int_a^b p_{F,k}(x)\mathrm{d}x, \int_a^b p^{F,k}(x)\mathrm{d}x)$,则有

$$\begin{aligned}&(\rho_{-([u]_{F,0},[u]_{F,1})}, \rho^{-}_{([u]^{F,0},[u]^{F,1})}) \leqslant (\rho_{-([u]_{F,0},[u]_{F,3})}, \rho^{-}_{([u]^{F,0},[u]^{F,2})}) \leqslant \cdots \leqslant \\ &\quad (\rho_{-([u]_{F,0},[u]_{F,k})}, \rho^{-}_{([u]_{F,0},[u]_{F,k})}),\end{aligned} \tag{2.7}$$

$$\begin{aligned}&(\mu_{-([u]_{F,0},[u]_{F,1})}, \mu^{-}_{([u]^{F,0},[u]^{F,1})}) \leqslant (\mu_{-([u]_{F,0},[u]_{F,3})}, \mu^{-}_{([u]^{F,0},[u]^{F,2})}) \leqslant \cdots \leqslant \\ &\quad (\mu_{-([u]_{F,0},[u]_{F,k})} \mu^{-}_{([u]^{F,0},[u]^{F,k})})。\end{aligned} \tag{2.8}$$

3 药效识别

F- 粗积分的动态特征以及其度量应用于医药方面,可以将某一药物在一定时期内对某一病变的治疗效果数字化,这样有利于医生根据病情的需要选择最佳的药物进行治疗。首先可以把引起病变的所有因素构成一个 R- 函数等价类,那么抑制病变的所有因素构成$[u]$的属性集 α,利用前面的讨论能够得到函数等价类$[u]$在时间段$[a,b]$生成的函数积分$\int_a^b p(x)\mathrm{d}x$。当给病灶用药后,如果将这个药物看作一个新的迁入属性 β,那属性集就变成 $\alpha^F = \alpha \cup \{\beta\}$,函数等价类变成$[u]^F$,从而得到$[u]^F$在时间段$[a,b]$上生成的函数积分$\int_a^b p^F(x)\mathrm{d}x$。根据 $\mu_{([u],[u]^F)} = 1 - \int_a^b p^F(x)\mathrm{d}x / \int_a^b p(x)\mathrm{d}x$ 得到萎缩率,它反映的就是给病灶用的这种药物在时间段$[a,b]$上的治疗效果。根据属性施效识别准则知:$\mu_{([u],[u]^F)}$越大,药物在时间段$[a,b]$上的效果就越好。

下面利用一种小儿退热解毒汤解热抗炎作用及机理实验研究数据为例来说明其应用。

对大鼠随机分成4组,然后利用酵母使大鼠发热后给后3组用药,观察药物疗效,其中第一组作为阴性对照组也称模型组,第四组作为阳性对照组。表 1 是通过对 4 组大鼠的观测的数据进行统计学处理所得。

表 1　小儿退热解毒汤对酵母致热大鼠温度的影响
Table 1　XiaoErTuiReJieDu decoction's effect on body temperature of febrile rats induced by yeast

组　别	致热温度(℃)	1 h 后致热大鼠体温(℃)	2 h 后致热大鼠体温(℃)	3 h 后致热大鼠体温(℃)	4 h 后致热大鼠体温(℃)
模型组温度	38.79 ± 0.47	39.01 ± 0.37	38.78 ± 0.42	38.64 ± 0.32	38.58 ± 0.38
大剂量组温度	38.65 ± 0.40	38.43 ± 0.31	37.98 ± 0.48	37.56 ± 0.54	37.37 ± 0.48
小剂量组温度	38.72 ± 0.42	38.64 ± 0.45	38.43 ± 0.52	38.04 ± 0.55	37.70 ± 0.46
APC 组温度	38.69 ± 0.52	38.49 ± 0.40	38.00 ± 0.48	37.61 ± 0.49	37.39 ± 0.46

注:与模型组比较:$P < 0.005$

将表格 1 中的数据转化成某时刻体温变化量后观察数据,发现各组的治疗效果差异并不是一目了然,如果运用 F- 粗积分的知识,就可利用萎缩度与萎缩率将其效果的差异用具体数据来体现。为了更好的说明问题又不影响结果,将每组在各个时间段的体温变化量统一上调 1.30,就得到表格 2。

表 2　经过数学处理后,小儿退热解毒汤对酵母致热大鼠温度的影响
Table 2　XiaoErTuiReJieDu decoction's effect on body temperature of febrile rats induced by yeast after mathematical treatment

组　别	1 h 后致热大鼠体温(℃)	2 h 后致热大鼠体温(℃)	3 h 后致热大鼠体温(℃)	4 h 后致热大鼠体温(℃)
模型组	1.52 ± 0.37	1.29 ± 0.42	1.15 ± 0.32	1.09 ± 0.38
大剂量组	1.08 ± 0.31	0.63 ± 0.48	0.21 ± 0.54	0.02 ± 0.48
小剂量组	1.22 ± 0.45	1.01 ± 0.52	0.62 ± 0.55	0.61 ± 0.46
APC	1.10 ± 0.40	0.61 ± 0.48	0.22 ± 0.49	0.00 ± 0.46

根据表 2 中的离散数据由定义 1.1 可以得出:

对于模型组$[u]$、大剂量组$[u]^{F,1}$、小剂量组$[u]^{F,2}$ 与 APC$[u]^{F,3}$,其生成函数分别是:

$p(x) = -1.473x^3 + 11.375x^2 - 24.894x + 17.33$, $p^{F,1}(x) = -0.597x^3 + 4.855x^2 - 12.098x + 8.92$, $p^{F,2}(x) = -0.922x^3 + 7.275x^2 - 17.223x + 12.09$, $p^{F,3}(x) = -0.598x^3 + 4.86x^2 - 12.102x + 8.94$;

在$[0,4]$上相对于模型组$[u]$的萎缩度 ρ 分别是:0.000,14.262,11.755,14.209;

在$[0,4]$上相对于模型组$[u]$的萎缩率 μ 分别是:0.000,0.769,0.634,0.766。

在相对于模型组$[u]$的萎缩度 ρ 与萎缩率 μ 的数据中可明显地看到大剂量组的萎缩度与萎缩率最大,根据属性施效识别准则可知,它的药效最好,其次是 APC,最小的是小剂量组。而且他们之间差异大小也可以从萎缩率的差异上一目了然.如果需要更细致的研究,还可以将时间段分得更小,用同样的方法给出每个更小时间段的萎缩率的数据,从而找到理想的药物。

4　讨论

函数单向 S- 粗集的上近似与下近似是以函数等价类来定义的,具有动态性也具有规律性,将其规律根据拉格朗日插值公式生成的连续函数来表示,对所生成的连续函数在某区间求积分,所得到的积分对构成了 F- 粗积分。F- 粗积分具有动态特性,利用其萎缩度与萎缩率来进行药物疗效的识别,具有明确性、可比性且比传统的统计学数据分析更接近事实。

参考文献:

[1] 史开泉.函数 S-粗集与它生成的 F-遗传规律[J].山东大学学报:理学版,2005,41(2):1-6.

[2] SHI Kaiquan, YAO Bingxue. Function S-rough sets and recognition of financial risk laws[J]. The First International Conference on Rough Sets and Knowledge Technology, 2006, 1:247-253.

[3] SHI Kaiquan. Function S-rough sets and function transfer[J]. Advances in Systems Science and Applications, 2005, 1:1-8.

[4] SHI Kaiquan, XU Xiaojing. F-law collision and system state recognition[J]. Journal of Systems Engineering and Electronics, 2007, 18(2):259-264.

[5] PAWLAK Z. Rough sets[J]. International Journal of Information Science, 1982, 11(5):341-356.

[6] 于秀清,史开泉.函数单向 S-粗集生成的 F-粗积分[J].山东大学学报:理学版,2008,43(2):29-34.

(编辑:陈丽萍)