

Marcinkiewicz 积分在加权 Campanato 空间上的有界性

包丽君

(宁波广播电视大学 信息系与基础教学部, 浙江 宁波 315016)

摘要: 主要讨论了 Marcinkiewicz 积分算子, 通过函数分解等方法证明了 Marcinkiewicz 积分算子在加权 Campanato 空间上的有界性, 并推广了 Marcinkiewicz 积分算子在 Campanato 空间上的有界性问题.

关键词: Marcinkiewicz 积分; A_1 权; 加权 Campanato 空间

中图分类号: O174

文献标志码: A

文章编号: 1001-5132 (2014) 01-0062-04

设 S^{n-1} 是 R^n 上的单位球面, $d\sigma$ 为 S^{n-1} 上的通常 Lebesgue 测度. $\Omega \in L^1(S^{n-1})$ 是 R^n 上的零次齐次函数且满足:

$$\int_{S^{n-1}} \Omega(x') d\sigma(x') = 0, \quad (1)$$

其中, $x' = x/|x|$, 则高维 Marcinkiewicz 积分 μ_Ω :

$$\mu_\Omega f(x)(x) = \left(\int_0^\infty \frac{|F_{\Omega,t}(x)|^2}{t^3} dt \right)^{1/2}, \quad (2)$$

其中, $F_{\Omega,t}(x) = \int_{|x-y| \leq t} \frac{\Omega(x-y)}{|x-y|^{n-1}} f(y) dy$.

John 和 Nirenberg^[1]引入了 Morrey 空间的原型, Campanato 研究了此类空间并引入 Campanato 空间, 其中在文献[2]中有准确的阐述. Campanato 空间被广泛应用于研究偏微分方程, 所以, 研究一些重要算子在 Campanato 空间的性质就显得尤为重要. Marcinkiewicz 积分 μ_Ω 首先由 Stein 引入的, 并证明了若 Ω 连续且满足 Lip_α -条件^[3], 其中, $0 < \alpha \leq 1$, 则 μ_Ω 是强 (p, p) 型 ($1 < p \leq 2$) 和弱 $(1, 1)$ 型的. Benedek 等^[4]证明了若 $\Omega \in C^1(S^{n-1})$, 则 μ_Ω 是 (p, p) 有界的, 其中, $1 < p < \infty$. 1990 年, Torchisky 和 Wang 又得到了如下结论:

定理 1^[5] 若函数 Ω 连续且满足 Lip_α -条件 ($0 < \alpha \leq 1$), 则对任意 $\omega \in A_p$, μ_Ω 在 $L^p(\omega)$ 上有界.

另一方面, 韩永生^[6]在 1987 年考虑了当 Ω 在 S^{n-1} 上连续且满足 Lip_α -条件时, 其中 $0 < \alpha \leq 1$, Marcinkiewicz 积分算子 μ_Ω 在 BMO 空间上的有界

性问题. 由文献[9-12]可知, 最近也对核函数非光滑时 Marcinkiewicz 积分算子的有界性进行了研究.

笔者主要讨论了 Marcinkiewicz 积分在加权 Campanato 空间上的有界性, 主要结果如下:

定理 2 设 $\Omega \in Lip_\beta(S^{n-1})$ ($0 < \beta \leq 1/2$) 满足(1)式, $\omega \in A_1$ 且 $f \in \mathcal{E}_\omega^{\alpha, p}$, $0 < \alpha < \beta$, $1 < p < \infty$, 则几乎处处有 $\mu_\Omega(f)(x) < \infty$, 或者几乎处处 $\mu_\Omega(f)(x) < \infty$, 如属后者, 则存在与 f 无关的常数 $C > 0$, 使得 $\|\mu_\Omega(f)\|_{\alpha, p, \omega} \leq C \|f\|_{\alpha, p, \omega}$, 注: 当 $\omega \equiv 1$ 时, 我们可得到 $\mu_\Omega(f)$ 在 Campanato 空间上的有界性. 当 $\alpha = 0$, $p = 1$ 时, $\mu_\Omega(f)$ 在加权 BMO 空间上有界.

1 一些引理

定义 1 函数 ω 称为 A_1 权, 若存在常数 $C > 0$, 使得对任意的方体 Q , 有:

$$(1/|Q|) \int_Q \omega(x) dx \leq C \omega(x), \text{ a.e., } x \in Q.$$

定义 2 若 $\omega(x)$ 是 R^n 的局部可积函数, $\omega(x) \geq 0$, $1 \leq p < \infty$, $\alpha \geq 0$, 则称空间 $\mathcal{E}_\omega^{\alpha, p} = \{f \in L_{loc}^p(R^n), \|f\|_{\alpha, p, \omega} < \infty\}$ 为加权 Campanato 空间. 其中,

$$\|f\|_{\alpha, p, \omega} = \sup_{Q \subset R^n} \{\omega(Q)^{-(1+\alpha/p/n)} \left(\int_Q |f(x) - f_Q|^p \omega(x)^{1-p} dx \right)^{1/p}\},$$

为加权 Campanato 范数. 其中,

$$\omega(Q) = \int_Q \omega(x) dx, f_Q = (1/|Q|) \int_Q f(x) dx,$$

而 Q 是边平行于坐标轴的方体.

引理 1^[7] 设 $\omega \in A_1$, $f \in \mathcal{E}_{\omega}^{\alpha,p} (\alpha \geq 0)$, 那么对任意的 $\lambda > 0$ 及任意的方体 Q 存在不依赖于 f 和 Q 的常数 C_1 及 C_2 , 使得:

$$\omega(\{x \in Q, |f(x) - f_Q| \omega^{-1} > \lambda\}) \leq C_1 \exp(C_2 \lambda / (\|f\|_{\alpha,1,\omega} \omega(Q)^{\alpha/n})) \omega(Q). \quad (3)$$

引理 2^[7] 设 $\omega \in A_1$, $f \in \mathcal{E}_{\omega}^{\alpha,p} (\alpha \geq 0)$, 那么对任意的 $p > 1$, 有 $\mathcal{E}_{\omega}^{\alpha,p} = \mathcal{E}_{\omega}^{\alpha,1}$ 且

$$C_1 \|f\|_{\alpha,1,\omega} \leq \|f\|_{\alpha,p,\omega} \leq C_2 \|f\|_{\alpha,1,\omega}. \quad (4)$$

引理 3 设 $\omega \in A_1$, $f \in \mathcal{E}_{\omega}^{\alpha,p} (\alpha \geq 0)$, Q 为中心在 x_0 , 半径为 r 的方体, 则对满足 $0 \leq \alpha < d \leq 1$ 的 d , 总有:

$$\int_{R^n} \frac{r^d |f - f_Q|}{r^{n+d} + |x - x_0|^{n+d}} dx \leq C \|f\|_{\alpha,p,\omega} \frac{\omega(Q)^{1+\alpha/n}}{|Q|}. \quad (5)$$

证明 当 $\alpha = 0$ 时为文献[8]中引理的结论, 以下则考虑 $\alpha \neq 0$ 的情况. 记 $Q_k = 2^k Q$.

$$\begin{aligned} \int_{R^n} \frac{r^d |f(x) - f_Q|}{r^{n+d} + |x - x_0|^{n+d}} dx &\leq \int_Q \frac{r^d |f(x) - f_Q|}{r^{n+d} + |x - x_0|^{n+d}} dx + \\ &\sum_{k=1}^{\infty} \int_{Q_k \setminus Q_{k-1}} \frac{r^d |f(x) - f_Q|}{r^{n+d} + |x - x_0|^{n+d}} dx \leq I_1 + I_2. \end{aligned} \quad (6)$$

由 Hölder 不等式可得:

$$\begin{aligned} I_1 &= \int_Q \frac{r^d |f(x) - f_Q|}{r^{n+d} + |x - x_0|^{n+d}} dx \leq C |Q|^{-1} \cdot \\ &\int_Q (|f(x) - f_Q| \omega^{-1}) \omega dx \leq C |Q|^{-1} \cdot \\ &(\int_Q |f(x) - f_Q|^p \omega^{1-p} dx) \omega(Q)^{1/p'} \leq \\ &C |Q|^{-1} \|f\|_{\alpha,p,\omega} \omega(Q)^{1+\alpha/n}. \end{aligned} \quad (7)$$

下面, 我们估计 I_2 ,

$$\begin{aligned} I_2 &= \sum_{k=1}^{\infty} \int_{Q_k \setminus Q_{k-1}} \frac{r^d |f(x) - f_Q|}{r^{n+d} + |x - x_0|^{n+d}} dx \leq \\ &C \sum_{k=1}^{\infty} \int_{Q_k \setminus Q_{k-1}} \frac{r^d}{(2^k r)^{n+d}} \cdot (\int_{Q_k} |f(x) - f_{Q_k}| dx + \\ &\int_{Q_k} |f_{Q_k} - f_Q| dx) \leq C \sum_{k=1}^{\infty} \frac{r^d}{(2^k r)^{n+d}} \cdot \\ &((\int_{Q_k} |f(x) - f_{Q_k}|^p \omega^{1-p} dx)^{1/p} \cdot \\ &\omega(Q_k)^{1-1/p} + |Q_k| \|f_{Q_k} - f_Q\|) = J_1 + J_2. \end{aligned}$$

注意到 $\omega(Q_j)^{1+\alpha/n} \leq C 2^{j(n+\alpha)} \omega(Q)$, 由 Hölder 不等式易得:

$$J_1 \leq C \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{|Q_k| (2^k)^d} (\int_{Q_k} |f(x) - f_{Q_k}|^p \omega^{1-p} dx)^{1/p}.$$

$$\omega(Q_k)^{1-1/p} \leq C \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\omega(Q_k)^{1+\alpha/n}}{|Q_k| (2^k)^d} \|f\|_{\alpha,p,\omega} \leq$$

$$C \omega(Q)^{1+\alpha/n} |Q|^{-1} \|f\|_{\alpha,p,\omega}.$$

接着继续估计 J_2 , 由引理 2 可得:

$$|f_{2^j Q} - f_{2^{j+1} Q}| \leq \|2^j Q|^{-1} \int_{2^j Q} (f(y) - f_{2^{j+1} Q}) dy\| \leq$$

$$\frac{1}{|2^j Q|} \int_{2^j Q} |f(y) - f_{2^{j+1} Q}| dy \leq C \frac{1}{|2^j Q|}.$$

$$\|f\|_{\alpha,1,\omega} \omega(2^{j+1} Q)^{1+\alpha/n} \leq C \frac{2^{j(n+\alpha)}}{(2^j)^n |Q|}.$$

$$\omega(Q)^{1+\alpha/n} \|f\|_{\alpha,1,\omega} \leq C 2^{j\alpha} |Q|^{-1} \omega(Q)^{1+\alpha/n}.$$

$$\|f\|_{\alpha,1,\omega} \leq C 2^{j\alpha} |Q|^{-1} \omega(Q)^{1+\alpha/n} \|f\|_{\alpha,p,\omega}.$$

因此,

$$|f_{2^k Q} - f_Q| \leq \sum_{j=1}^{k-1} |f_{2^{j+1} Q} - f_{2^j Q}| \leq$$

$$C \sum_{j=1}^{k-1} 2^{j\alpha} |Q|^{-1} \omega(Q)^{1+\alpha/n} \|f\|_{\alpha,p,\omega} \leq$$

$$C (2^{k\alpha}) |Q|^{-1} \omega(Q)^{1+\alpha/n} \|f\|_{\alpha,p,\omega}, \quad (8)$$

所以, 由(8)式可知:

$$J_2 \leq C \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{(2^k)^d} (2^{k\alpha}) |Q|^{-1} \omega(Q)^{1+\alpha/n} \|f\|_{\alpha,p,\omega} \leq$$

$$C \sum_{k=1}^{\infty} 2^{k(\alpha-d)} |Q|^{-1} \omega(Q)^{1+\alpha/n} \|f\|_{\alpha,p,\omega} \leq C |Q|^{-1} \cdot$$

$$\omega(Q)^{1+\alpha/n} \|f\|_{\alpha,p,\omega}, (0 < \alpha < d \leq 1). \quad (9)$$

综合 J_1 和 J_2 估计, 可知 $I_2 \leq C |Q|^{-1} \omega(Q)^{1+\alpha/n} \cdot$

$\|f\|_{\alpha,p,\omega}$, 引理得证.

2 定理的证明

证明 假设 $|E| = |\{x \in R^n : \mu_{\Omega}(f)(x) < \infty\}| > 0$, 取 $x_0 \in E$, 以 x_0 为中心, r 为半径作方体 Q , 首先证明 $\mu_{\Omega}(f) < \infty$, a.e., $x \in Q$. 记 $Q' = 8n^{\frac{1}{2}} Q$, 这里 Q' 是与 Q 同中心, 边长为 Q 的 $8n^{\frac{1}{2}}$ 的方体. 将 f 分解为 $f(x) = f_{Q'} + (f(x) - f_{Q'}) \chi_{Q'} + (f(x) - f_{Q'}) \chi_{(Q')^c} =: f_1(x) + f_2(x) + f_3(x)$. 由 Ω 消失性条件有 $\mu_{\Omega}(f_1)(x) = 0$. 其次, 我们可以证明 $\mu_{\Omega}(f_2)(x) \in \mathcal{E}_{\omega}^{\alpha,1}$, 且

$$\int_Q |\mu_{\Omega}(f_2)(x)| dx \leq C \omega(Q)^{1+\alpha/n} \|f\|_{\alpha,1,\omega}.$$

事实上, 由 $\omega \in A_1$ 及引理 1, 可得:

$$\int_{R^n} |f_2|^2 \omega^{-1} dx = \int_{Q'} |(f - f_{Q'}) \omega^{-1}|^2 \omega dx \leq$$

$$2 \int_0^{\infty} \lambda \omega(\{x \in Q' : |f(x) - f_{Q'}| \omega^{-1} > \lambda\}) d\lambda \leq$$

$$2 \int_0^\infty \lambda C_1 \exp(C_2 \lambda / (\|f\|_{\alpha,1,\omega} \omega(Q')^{\alpha/n})) \omega(Q') \leq \\ C \omega(Q')^{1+2\alpha/n} \|f\|_{\alpha,1,\omega}^2 \leq C \omega(Q)^{1+2\alpha/n} \|f\|_{\alpha,1,\omega}^2.$$

又由于 $\omega \in A_1$, 从而 $\omega \in A_2$ 且 $\omega^{-1} \in A_2$, 据定理 1 有:

$$\|\mu_\Omega(f_2)\|_{L^2(\omega^{-1})} \leq C \|f_2\|_{L^2(\omega^{-1})} \leq C \omega(Q)^{\frac{1}{2} + \frac{\alpha}{n}} \|f\|_{\alpha,1,\omega},$$

所以, 由 Hölder 不等式可得:

$$\int_Q |\mu_\Omega(f_2)(x)| dx \leq C \left(\int_Q |\mu_\Omega(f_2)|^2 \omega^{-1} dx \right)^{1/2} \cdot \\ \omega(Q)^{1/2} \leq C \|\mu_\Omega(f_2)\|_{L^2(\omega^{-1})} \omega(Q)^{1/2} \leq \\ C \omega(Q)^{1+\alpha/n} \|f\|_{\alpha,1,\omega}, \quad (10)$$

即 $\mu_\Omega(f_2)(x) < \infty$, a.e., $x \in Q$.

据题设 $|E| > 0$, 因此有 $|Q \cap E| > 0$, 于是存在 $x' \in Q \cap E$, 使得 $\mu_\Omega(f)(x') < \infty$ 与 $\mu_\Omega(f_2)(x') < \infty$ 同时成立, 而

$$\mu_\Omega(f_3)(x') \leq \mu_\Omega(f)(x') + \mu_\Omega(f_2)(x') < \infty.$$

另一方面, 对于任意的 $x \in Q$, 有:

$$|\mu_\Omega(f_3)(x) - \mu_\Omega(f_3)(x')| \leq \\ \left| \int_0^\infty \left| \int_{|x-y| \leq t, |x'-y| \geq t} \frac{|\Omega(x-y)|}{|x-y|^{n-1}} |f_3(y)| dy \right|^2 \frac{dt}{t^3} \right|^{\frac{1}{2}} + \\ \left| \int_0^\infty \left| \int_{|x-y| \geq t, |x'-y| \leq t} \frac{|\Omega(x'-y)|}{|x'-y|^{n-1}} |f_3(y)| dy \right|^2 \frac{dt}{t^3} \right|^{\frac{1}{2}} + \\ \left| \int_0^\infty \left| \int_{|x-y| \leq t, |x'-y| \leq t} \frac{|\Omega(x-y)|}{|x-y|^{n-1}} - \frac{|\Omega(x'-y)|}{|x'-y|^{n-1}} \right| \cdot \right. \\ \left. |f_3(y)| dy \right|^2 \frac{dt}{t^3} \right|^{\frac{1}{2}} = K_1 + K_2 + K_3. \quad (11)$$

由 Minkowski's 不等式可知:

$$K_1 \leq \int_{\mathbb{R}^n} \frac{|\Omega(x-y)|}{|x-y|^{n-1}} |f_3(y)| \left| \int_{|x-y| \leq t, |x'-y| \geq t} \frac{dt}{t^3} \right|^{\frac{1}{2}} dy \leq \\ \int_{(Q')^c} \frac{|\Omega(x-y)|}{|x-y|^{n-1}} |f_3(y)| \cdot \\ \left| \frac{1}{|x-y|^2} - \frac{1}{|x'-y|^2} \right|^{\frac{1}{2}} dy. \quad (12)$$

需注意 $y \in (Q')^c$, $x, x_0, x' \in Q$, 由文献[6]可知 $|x_0 - y| \sim |x - y| \sim |x' - y|$, 其中, $|x| \sim |y|$ 表示存在常数 C_1 和 C_2 使得 $C_1 |x| \leq |y| \leq C_2 |x|$, 并且,

$$\left| \frac{1}{|x-y|^2} - \frac{1}{|x'-y|^2} \right|^{1/2} \leq \frac{Cr^{1/2}}{|x-y|^{3/2}}.$$

而 $\Omega \in Lip_\beta(S^{n-1}) \subset L^\infty(S^{n-1})$, 据引理 3 有:

$$K_1 \leq C \|\Omega\|_\infty \int_{(Q')^c} \frac{r^{1/2} |f(y) - f_{Q'}|}{|x'-y|^{n+1/2}} dy \leq$$

$$C \|f\|_{\alpha,p,\omega} \omega(Q)^{1+\alpha/n} |Q|^{-1}.$$

类似地, 可估计:

$$K_2 \leq C \|f\|_{\alpha,p,\omega} \omega(Q)^{1+\alpha/n} |Q|^{-1}.$$

下面估计 K_3 ,

$$K_3 \leq C \int_{(Q')^c} \left| \frac{\Omega(x-y)}{|x-y|^{n-1}} - \frac{\Omega(x'-y)}{|x'-y|^{n-1}} \right| |f_3(y)| \cdot \\ \left| \int_{|x-y| \leq t, |x'-y| \leq t} \frac{dt}{t^3} \right|^{\frac{1}{2}} dy \leq \\ C \int_{(Q')^c} \frac{|f_3(y)|}{|x'-y|} \left| \frac{\Omega(x-y)}{|x-y|^{n-1}} - \frac{\Omega(x'-y)}{|x'-y|^{n-1}} \right| dy \leq \\ C \int_{(Q')^c} |\Omega(x-y) - \Omega(x'-y)| \frac{|f(y) - f_{Q'}|}{|x-y|^n} dy + \\ C \int_{(Q')^c} |\Omega(x'-y)| \left| \frac{1}{|x-y|^{n-1}} - \frac{1}{|x'-y|^{n-1}} \right| \cdot \\ \frac{|f(y) - f_{Q'}|}{|x'-y|} dy = K_{3,1} + K_{3,2}. \quad (13)$$

由 $\Omega \in Lip_\beta(S^{n-1})$, 且 $|x_0 - y| \sim |x - y| \sim |x' - y|$ 及引理 3 可得:

$$K_{3,1} \leq C \int_{(Q')^c} |\Omega(\frac{x-y}{|x-y|}) - \Omega(\frac{x'-y}{|x'-y|})| \cdot \\ |f(y) - f_{Q'}| \frac{1}{|x-y|^n} dy \leq \\ C \int_{(Q')^c} \frac{r^\beta |f(y) - f_{Q'}|}{|x-y|^{n+\beta}} dy \leq \\ C \|f\|_{\alpha,p,\omega} \omega(Q)^{1+\alpha/n} |Q|^{-1}. \quad (14)$$

对于 $K_{3,2}$, 由 $\Omega \in Lip_\beta(S^{n-1}) \subset L^\infty(S^{n-1})$, 而

$$\left| \frac{1}{|x-y|^{n-1}} - \frac{1}{|x'-y|^{n-1}} \right| \leq \frac{Cr}{|x'-y|^n},$$

则,

$$K_{3,2} \leq C \int_{(Q')^c} |\Omega(x'-y)| \frac{r}{|x'-y|^{n+1}} |f(y) - f_{Q'}| dy \leq \\ C \|\Omega\|_\infty \int_{(Q')^c} \frac{r |f(y) - f_{Q'}|}{|x'-y|^{n+1}} dy \leq \\ C \|f\|_{\alpha,p,\omega} \omega(Q)^{1+\alpha/n} |Q|^{-1}. \quad (15)$$

综上所述,

$$|\mu_\Omega(f_3)(x) - \mu_\Omega(f_3)(x')| \leq \\ C \|f\|_{\alpha,p,\omega} \omega(Q)^{1+\alpha/n} |Q|^{-1}, \quad (16)$$

因此可得,

$$\mu_\Omega(f)(x) \leq \mu_\Omega(f_1)(x) + \mu_\Omega(f_2)(x) + \\ |\mu_\Omega(f_3)(x) - \mu_\Omega(f_3)(x')| +$$

$$|\mu_Q(f_3)(x')| < \infty, \text{ a.e., } x \in Q.$$

再由 Q 的任意性, 有 $\mu_Q(f)(x) < \infty, \text{ a.e., } x \in R^n$.

另一方面, 由(10)式和(16)式, 有:

$$\begin{aligned} \int_Q |\mu_Q(f)(x) - \mu_Q(f)(x')| dx &\leq \int_Q |\mu_Q(f_2)(x)| dx + \\ \int_Q |\mu_Q(f_3)(x) - \mu_Q(f_3)(x')| dx &\leq C \|f\|_{\alpha, p, \omega}. \\ \omega(Q)^{1+\alpha/n} &\leq C \|f\|_{\alpha, 1, \omega} \omega(Q)^{1+\alpha/n}, \end{aligned} \quad (17)$$

所以,

$$\|\mu_Q(f)(x)\|_{\alpha, 1, \omega} \leq C \|f\|_{\alpha, 1, \omega},$$

再由引理 2 可得:

$$\|\mu_Q(f)(x)\|_{\alpha, p, \omega} \leq C \|f\|_{\alpha, p, \omega}.$$

定理 2 得证.

参考文献:

- [1] John F, Nirenberg L. On functions of bounded mean oscillation[J]. Comm Pure Appl Math, 1961, 14:415-426.
- [2] Campanato S. Proprieta di Hölderianita di alcune classi di funzioni[J]. Ann Sc Norm Sup Pisa, 1963, 17:173-188.
- [3] Stein E M. On the function of Littlewood-Paley, Lusin and Marcinkiewicz[J]. Trans Amer Math Soc, 1958, 88: 430-466.
- [4] Benedek A, Calderon A, Panzones R. Convolution operators on Banach space valued function[J]. Proc Nat Acad Sci USA, 1962, 48:356-365.
- [5] Torchinsky A, Wang S. A note on the Marcinkiewicz integral[J]. Coll Math, 1990, 61:235-243.
- [6] Han Yongsheng. Some properties of S-function and Marcinkiewicz integrals with Hardy spaces function kernel[J]. Acta Math Sinica, 2000, 16:593-600.
- [7] 王月山. 加权 Campanato 空间的一些性质[J]. 焦作大学学报: 综合版, 1995(1):35-37.
- [8] 邱司刚. 加权 BMO 函数空间上的 Littlewood-Paley 算子[J]. 数学研究与评论, 1991, 11(3):401-407.
- [9] Tao Xiangxing, Yu Xiao, Zhang Songyan. Marcinkiewicz integrals with variable kernels on Hardy and weak Hardy spaces[J]. J Function Spaces and Applications. 2010, 8(1): 1-16.
- [10] Lin Chincheng, Lin Yingchie, Tao Xiangxing. The boundedness of Marcinkiewicz integral with variable kernel[J]. Illinois Journal of Mathematics, 2009, 53(1): 197-217.
- [11] 陶祥兴, 张松艳. 非齐次粗糙核参数型 Marcinkiewicz 算子的有界性[J]. 数学学报, 2011, 4(1):97-110.
- [12] 陶祥兴, 位瑞英. 可变核 Marcinkiewicz 积分交换子在 Herz 型 Hardy 空间上的有界性[J]. 数学物理学报, 2009, 29A(6):1508-1517.

Boundedness of Marcinkiewicz Integrals on Weighted Campanato Spaces

BAO Li-jun

(Information & Basic Teaching Department, Ningbo Radio and TV University, Ningbo 315016, China)

Abstract: In this paper, we establish the boundedness of Marcinkiewicz integrals on the weighted Campanato spaces by function decomposition, and further extend the related results on Campanato spaces.

Key words: Maicinkiewicz integral; A_1 weighted; weighted Campanato space

(责任编辑 章践立)