DOI:10.16783/j.cnki.nwnuz.2004.03.003
8　西北师范大学学报(自然科学版)　第40卷2004年第3期
Journal of Northwest Normal University (Natural Science)　Vol.40 2004 No.3

广义逆多项式模的弱Co-Hopf性质

杨　刚，刘仲奎
(西北师范大学 数学与信息科学学院，甘肃 兰州 730070)

摘　要：设 R 是环，但未必含有单位元，$(S,\leq)$是Artin的严格全序幺半群．如果左 R-模 M 具有性质(F)，则左 R-模 M 是弱Co-Hopf模当且仅当左$[[R^{S,\leq}]]$-模$[M^{S,\leq}]$是弱Co-Hopf模．

关键词：弱Co-Hopf模；广义幂级数环；广义逆多项式模
中图分类号：O 153.3　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1001-988X(2004)03-0008-03

Weak Co-Hopficity of generalized inverse polynomials modules

YANG Gang, LIU Zhong-kui
(College of Mathematics and Information Science, Northwest Normal University, Lanzhou 730070, Gansu, China)

Abstract: Let R be an associative ring not necessarily possessing an identity, and $(S,\leq)$ is a strictly totally ordered monoid which is also Artinian. It is proved that if a left R-module M has the property (F), then M is weakly Co-Hopfian if and only if the left $[[R^{S,\leq}]]$-module $[M^{S,\leq}]$ is weakly Co-Hopfian.

Key words: weakly Co-Hopfian module; generalized power series ring; generalized inverse polynomials module

1　引言

本文的环均是结合环，但未必含有单位元，模总是左模，以 $K\leq_R M$ 表示 K 是左R-模M 的子模，以 $K\leq_e M$ 表示 K 是 M 的基本子模．称左R-模M是Co-Hopf模，如果任意R-单同态$f:M\longrightarrow M$ 是满同态[1]．称左R-模 M 是弱Co-Hopf模，如果任意R-单同态$f:M\longrightarrow M$ 是基本的，即 $f(M)\leq_e M$[2]．我们已经知道弱Co-Hopf模是Co-Hopf模的真推广，自然所有的Co-Hopf模(例如Artin模)都是弱Co-Hopf模[1]，但整数环 Z 上的正则模是弱Co-Hopf模而不是Co-Hopf模．

设 M 是左R-模，称 M 具有性质(F)[3]，如果对任意 $N\leq M$，都有$\{m\in M\mid Rm\subseteq N\}=N$．易知 M 具有性质(F)当且仅当对任意 $m\in M$，都有 $m\in Rm$．文献[4]证明了 M 具有性质(F)当且仅当对任意有限个元素 $m_1,m_2,\cdots,m_n\in M$，存在 $e\in R$ 使得$em_i=m_i,i=1,2,\cdots,n$．

设 M 是左 R-模，若 M 具有性质(F)，文献[3]证明了左 R-模 M 是Co-Hopf模当且仅当左$[[R^{S,\leq}]]$-模$[M^{S,\leq}]$是Co-Hopf模．受此启发，本文将证明，若 M 具有性质(F)，则左R-模 M 是弱Co-Hopf模当且仅当左$[[R^{S,\leq}]]$-模$[M^{S,\leq}]$是弱Co-Hopf模．其中$(S,\leq)$是Artin的严格全序幺半群．设$(S,\leq)$是偏序集，称$(S,\leq)$是Artin的，如果 S 中元素的任意降链是有限的；称$(S,\leq)$是Narrow的，如果 S 中的任意两两不可比较的元素构成的子集合是有限的．设 S 是交换幺半群，除特别声明外，S 的运算记为加法，幺元记为0，下面的定义可见文献[5]．

设$(S,\leq)$是严格偏序幺半群，即$(S,\leq)$是偏序幺半群且对于任意$s,s',t\in S$，若 $s<s'$，则 $s+t<s'+t$．R 是环，记$A=[[R^{S,\leq}]]=\{f:S\longrightarrow R\mid f$ 是映射，且$\mathrm{supp}(f)=\{s\in S\mid f(s)\neq 0\}$是Artin的且Narrow的$\}$．按照分量加法，$A$ 可构成一个Abel加群．对任意 $s\in S$ 和任意$f,g\in A$，记$X_s(f,g)=\{(u,v)\in S\times S\mid s=u+v,f(u)\neq 0,g(v)\neq 0\}$，则$X_s(f,g)$是有限的[6]．因此可定义如

收稿日期：2003-12-25；**修改稿收到日期**：2004-03-02
基金项目：国家自然科学基金(10171082)资助项目
作者简介：杨刚(1980—)，男，甘肃定西人，在读硕士研究生．主要研究方向为环理论．

下的乘法运算：

$$(fg)(s)=\sum_{(u,v)\in X_s(f,g)} f(u)g(v),\quad s\in S.$$

按照上述加法和乘法运算，A 可构成一个环，称为广义幂级数环. A 中的元素称为系数在 R 中、指数在 S 中的广义幂级数. 例如，若 $S=\mathbb{N}$(非负整数集)，$\leq$是 $\mathbb{N}$ 上通常的序，则$[[R^{\mathbb{N},\leq}]]$同构于形式幂级数环 $R[[x]]$. 如果 S 是交换幺半群，$\leq$是平凡序，则$[[R^{S,\leq}]]$同构于幺半群环 $R[S]$. 关于广义幂级数环的其它例子可见文献[5,6].

设 M 是左R-模，记$[M^{S,\leq}]=\{\varphi: S\longrightarrow M \mid \varphi$ 是映射，且 $\mathrm{supp}(\varphi)=\{s\in S\mid \varphi(s)\neq 0\}$是有限的$\}$. 定义$[M^{S,\leq}]$中的加法为分量加法，纯量乘法为

$$(f\varphi)(s)=\sum_{t\in S} f(t)\varphi(s+t),\quad s\in S,$$

其中$f\in[[R^{s,\leq}]]$, $\varphi\in[M^{S,\leq}]$. 因为$\mathrm{supp}(\varphi)$是有限的，所以上面的乘法是有意义的. 如果$\leq$是全序和 Artin 的，则$[M^{S,\leq}]$作成左$[[R^{S,\leq}]]$-模[3,7]，称之为广义逆多项式模，$[M^{S,\leq}]$中的元素称为系数在 M 中、指数在 S 中的广义逆多项式. 例如，若 $S=\mathbb{N}$, $\leq$是 $\mathbb{N}$ 上通常的序，则左$[[R^{\mathbb{N},\leq}]]$同构于左 $R[[x]]$-模 $M[x^{-1}]$. 关于后者可见文献[8].

2 主要结果

以下设$(S,\leqslant)$是 Artin 的严格全序幺半群. 由文献[7]知，此时对任意 $s\in S$，有 $s\geqslant 0$. 对任意 $\varphi\in[M^{S,\leq}]$，以$\sigma(\varphi)$表示 $\mathrm{supp}(\varphi)$中的最大元.

引理 1[9] 设 M 是左R-模，则 $K\leq_e M$ 当且仅当对任意 $0\neq x\in M$，存在 $r\in R$，使得 $0\neq rx\in K$.

引理 2 设 $\alpha\in \mathrm{Hom}_{[[R^{s,\leq}]]}([M^{S,\leq}],[N^{S,\leq}])$，如果 N 具有性质(F)，则对任意 $\varphi\in[M^{S,\leq}]$，若$\alpha(\varphi)\neq 0$，则$\sigma(\alpha(\varphi))\leq\sigma(\varphi)$. 特别地，若 α 是单同态且 M 具有性质(F)，则有$\sigma(\alpha(\varphi))=\sigma(\varphi)$.

证明 设$\varphi\in[M^{S,\leq}]$, $\sigma(\varphi)=s$，反设存在 $t\in S$，且 $s<t$，使得$\alpha(\varphi)(t)\neq 0$，则由 N 具有性质(F)知，存在 $e\in R$，使得$e\alpha(\varphi)(t)=\alpha(\varphi)(t)$. 定义 $d_e^t\in[[R^{S,\leq}]]$如下(下同)：

$$d_e^t(x)=\begin{cases} e, & x=t;\\ 0, & x\neq t,\end{cases}\quad x\in S,$$

则对任意 $x\in S$，$0\leq s$，有$(d_e^t\varphi)(x)=\sum_{y\in S} d_e^t(y)\varphi(x+y)=d_e^t(t)\varphi(t+x)=0$，即 $d_e^t\varphi=0$，从而 $d_e^t\alpha(\varphi)=\alpha(d_e^t\varphi)=0$，因此

$$\alpha(\varphi)(t)=e\,\alpha(\varphi)(t)=d_e^t(t)\alpha(\varphi)t=\sum_{y\in S} d_e^t(y)(\alpha(\varphi))(y+0)=(d_e^t(\alpha(\varphi)))(0)=0,$$

矛盾! 所以对任意 $t\in S$，$t>s$，有 $\alpha(\varphi)(t)=0$，亦即$\sigma(\alpha(\varphi))\leq\sigma(\varphi)=s$.

若 α 是单同态，因为$0\neq\varphi(s)\in M$，由 M 具有性质(F)，存在 $e\in R$，使得$e\varphi(s)=\varphi(s)$，则

$$(d_e^s\varphi)(0)=\sum_{y\in S} d_e^s(y)\varphi(0+y)=d_e^s(s)\varphi(s)=e\varphi(s)=\varphi(s)\neq 0,$$

而对任意 $0\neq x\in S$，有 $d_e^s\varphi(x)=0$，所以$\sigma(d_e^s\varphi)=0$. 由上述证明知$\sigma(\alpha(d_e^s\varphi))\leq\sigma(d_e^s\varphi)=0$，又因为 α 是单同态，$\alpha(d_e^s\varphi)\neq 0$，故

$$0\neq\alpha(d_e^s\varphi)(0)=d_e^s\alpha(\varphi)(0)=\sum_{y\in S} d_e^s(y)(\alpha(\varphi))(y+0)=d_e^s(s)\alpha(\varphi)(s)=e\alpha(\varphi)(s),$$

从而$\alpha(\varphi)(s)\neq 0$，即$\sigma(\alpha(\varphi))=s$. 】

定理 1 设左R-模M 具有性质(F)，则下面条件等价：

(1) 左R-模 M 是弱 Co-Hopf 模；

(2) 左$[[R^{S,\leq}]]$-模$[M^{S,\leq}]$是弱 Co-Hopf 模.

证明 (1)$\Longrightarrow$(2). 设 $\alpha\in\mathrm{End}_{[[R^{s,\leq}]]}([M^{S,\leq}])$是单同态，对任意 $m\in M$, $s\in S$，定义 $\varphi_{s,m}\in[M^{S,\leq}]$如下(下同)：

$$\varphi_{s,m}(t)=\begin{cases} m, & t=s,\\ 0, & t\neq s.\end{cases}\quad t\in S,$$

则映射$f: M\longrightarrow M$, $f(m)=\alpha(\varphi_{0,m})(0)$是有意义的，其中 $m\in M$. 下证 f 是R-单同态.

对任意 $m\in M$，$s\in S$，有

$$(d_r^0\varphi_{0,m})(x)=\sum_{y\in S} d_r^0(y)\varphi_{0,m}(y+x)=d_r^0(0)\varphi_{0,m}(x)=r\varphi_{0,m}(x)=\varphi_{0,rm}(x),$$

从而 $d_r^0\varphi_{0,m}=\varphi_{0,rm}$，于是

$$f(rm)=\alpha(\varphi_{0,rm})(0)=\alpha(d_r^0\varphi_{0,m}(0))=[d_r^0\alpha(\varphi_{0,m})](0)=\sum_{y\in S} d_r^0(y)[\alpha(\varphi_{0,m})](y+0)=r\alpha(\varphi_{0,m})(0)=rf(m),$$

所以 f 是R-同态. 如果 $f(m)=0$，则$\alpha(\varphi_{0,m})=0$. 由 α 是单同态得，$\varphi_{0,m}=0$ 必须有 $m=0$，因

此 f 是R-单同态．由条件(1)，$\mathrm{Im}(f)\leq_{e\,R}M$．

以下用超穷归纳法证明 $\mathrm{Im}(\alpha)\leq_{e\,[[R^{S,\leq}]]}[M^{S,\leq}]$．任取$0\neq\varphi\in[M^{S,\leq}]$，设$\sigma(\varphi)=s$．

(i) 若 $s=0$，则$0\neq\varphi(0)\in M$，由$\mathrm{Im}(f)\leq_{e\,R}M$ 及引理1知，存在 $r\in R$ 使得 $0\neq r\varphi(0)\in\mathrm{Im}(f)$．令$m=f^{-1}(r\varphi(0))$，由引理2知，$\sigma(\alpha(\varphi_{0,m}))=0$，因此对 $t\in S$，

$$\alpha(\varphi_{0,m})(t)=\begin{cases}0, & t\neq 0,\\ f(m)=r\varphi(0), & t=0,\end{cases}=d_r^0\varphi(t),$$

即$0\neq d_r^0\varphi=\alpha(\varphi_{0,m})\in\mathrm{Im}(\alpha)$．

(ii) 若 $0<s$，假设对任意 $0\neq\psi\in[M^{S,\leq}]$，若$\sigma(\psi)=u<s$，则存在 $\psi'\in[M^{S,\leq}]$，$d_r^0\in[[R^{S,\leq}]]$，使得$\sigma(\psi')\leq u$，$0\neq d_r^0\psi=\alpha(\psi')\in\mathrm{Im}(\alpha)$．下证结论对$\varphi\in[M^{S,\leq}]$，$\sigma(\varphi)=s$ 成立．

即然$0\neq\varphi(s)\in M$，$\mathrm{Im}(f)\leq_{e\,R}M$，因此存在 $m\in M$，$r\in R$，使得

$$0\neq r\varphi(s)=f(m).\qquad(*)$$

由 M 具有性质(F)知，存在 $e\in R$，使得$em=m$，$e\alpha(\varphi_{s,m})(s)=\alpha(\varphi_{s,m})(s)$．又因为

$$(d_e^s\varphi_{s,m})(t)=\sum_{y\in S}d_e^s(y)\varphi_{s,m}(t+y)=e\varphi_{s,m}(t+s),$$

所以$d_e^s\varphi_{s,m}=\varphi_{0,m}$，从而有

$$\alpha(\varphi_{0,m})(t)=\alpha(d_e^s\varphi_{s,m})(t)=[d_e^s\alpha(\varphi_{s,m})](t)=\sum_{y\in S}d_e^s(y)\alpha(\varphi_{s,m})(t+y)=e\,\alpha(\varphi_{s,m})(s+t),$$

因此$\alpha(\varphi_{s,m})(s)=\alpha(\varphi_{0,m})(0)=f(m)$，结合(*)式，有

$$[d_r^0\varphi-\alpha(\varphi_{s,m})](s)=(d_r^0\varphi)(s)-\alpha(\varphi_{s,m})(s)=r\varphi(s)-f(m)=0.$$

显然当 $s<t\in S$ 时，$[d_r^0\varphi-\alpha(\varphi_{s,m})](t)=0$.

若$d_r^0\varphi-\alpha(\varphi_{s,m})=0$，则$0\neq d_r^0\varphi=\alpha(\varphi_{s,m})\in\mathrm{Im}(\alpha)$．

若$d_r^0\varphi-\alpha(\varphi_{s,m})\neq 0$，则$\sigma[d_r^0\varphi-\alpha(\varphi_{s,m})]=u<s$．由归纳假设，存在$\varphi'\in[M^{S,\leq}]$，$d_{r'}^0\in[[R^{S,\leq}]]$，且$\sigma(\varphi')\leq u$，使得$0\neq d_{r'}^0[d_r^0\varphi-\alpha(\varphi_{s,m})]=\alpha(\varphi')$，从而$(d_{r'}^0d_r^0)\varphi=\alpha(d_{r'}^0\varphi_{s,m}+\varphi')\in\mathrm{Im}(\alpha)$，显然$\sigma(d_{r'}^0\varphi_{s,m}+\varphi')\leq s$，且$(d_{r'}^0d_r^0)\varphi\neq 0$，否则由 α 是单同态得，$d_{r'}^0\varphi_{s,m}+\varphi'=0$，从而对任意 $t\in S$，

$$0=(d_{r'}^0\varphi_{s,m}+\varphi')(t)=(d_{r'}^0\varphi_{s,m})(t)+\varphi'(t)=\begin{cases}r'm, & t=s,\\ \varphi'(t), & t\neq s.\end{cases}$$

显然$\varphi'(s)=0$，从而 $\varphi'=0$，这与$\alpha(\varphi')\neq 0$ 矛盾．

综合(i)，(ii)及引理1可知，$\mathrm{Im}(\alpha)\leq_{e\,[[R^{S,\leq}]]}[M^{S,\leq}]$，(2)得证．

(2)$\Longrightarrow$(1)．设$f:M\longrightarrow M$ 是R-单同态，定义$\alpha:[M^{S,\leq}]\longrightarrow[M^{S,\leq}]$，$\alpha(\varphi)(s)=f(\varphi(s))$，则对任意$s\in S$，$\varphi\in[M^{S,\leq}]$，$g\in[[R^{S,\leq}]]$，有

$$\alpha(g\varphi)(s)=f((g\varphi)(s))=f\left(\sum_{y\in S}g(y)\varphi(s+y)\right)=\sum_{y\in S}g(y)f(\varphi(s+y))=\sum_{y\in S}g(y)[\alpha(\varphi)](s+y)=(g\alpha(\varphi))(s),$$

即α是$[[R^{S,\leq}]]$-同态．如果$\alpha(\varphi)=0$，则对任意$s\in S$，$f(\varphi(s))=\alpha(\varphi)(s)=0$，由$f$ 是 R-单同态得$\varphi(s)=0$，从而 $\varphi=0$，所以 α 是$[[R^{S,\leq}]]$-单同态，由条件(2)，$Im(\alpha)\leq_{e\,[[R^{S,\leq}]]}[M^{S,\leq}]$．

对任意 $0\neq m\in M$，有$0\neq\varphi_{0,m}\in[M^{S,\leq}]$，从而存在$\varphi\in[M^{S,\leq}]$和$d\in[[R^{S,\leq}]]$，使得 $0\neq d\varphi_{0,m}=\alpha(\varphi)$．又存在 $r\in R$，使得$d_r^0\varphi_{0,m}=d\varphi_{0,m}$，所以

$$0\neq rm=(d_r^0\varphi_{0,m})(0)=(d\varphi_{0,m})(0)=\alpha(\varphi)(0)=f(\varphi(0)),$$

即$0\neq rm\in Im(f)$，由引理1知，$Im(f)\leq_{e\,R}M$，(1)得证． 】

推论1 设 R 是有单位元的结合环，M，N 是左R-酉模，则以下条件等价：

(1) 任意R-单同态 $M\longrightarrow N$ 是基本的；

(2) 任意$[[R^{S,\leq}]]$-单同态$[M^{S,\leq}]\longrightarrow[N^{S,\leq}]$是基本的．

推论2 设$(S_1,\leq_1)$，$(S_2,\leq_2)$，…，$(S_n,\leq_n)$是 *Artin* 的严格全序幺半群，以($lex\leq$)和($revlex\leq$)分别表示幺半群 $S_1\times S_2\times\cdots\times S_n$ 上的字典顺序和反字典顺序，如果左R-模 M 具有性质(F)，则以下条件等价：

(1) 左R-模 M 是弱 *Co-Hopf* 模；

(2) 左 $[[R^{S_1\times S_2\times\cdots S_n,(lex\leq)}]]$-模 $[M^{S_1\times S_2\times\cdots S_n,(lex\leq)}]$是弱 *Co-Hopf* 模；

(3) 左 $[[R^{S_1\times S_2\times\cdots S_n,(revlex\leq)}]]$-模 $[M^{S_1\times S_2\times\cdots S_n,(revlex\leq)}]$是弱 *Co-Hopf* 模．

证明 (1)$\Longleftrightarrow$(2)．因为$(S_1\times S_2\times\cdots\times S_n,(lex\leq))$是 *Artin* 的严格全序幺半群[5]，于是由定理1，左R-模 M 是弱 *Co-Hopf* 模当且仅当左$[[R^{S_1\times S_2\times\cdots\times S_n,(lex\leq)}]]$-模$[M^{S_1\times S_2\times\cdots\times S_n,(lex\leq)}]$是弱 *Co-Hopf* 模；

(1)$\Longleftrightarrow$(3)类似． 】

(下转第14页)

$$\mathrm{Ker}\,\sigma \subseteq \begin{pmatrix} \mathrm{Ker} f & 0 \\ M & \mathrm{Ker}\, g \end{pmatrix} \subseteq \begin{pmatrix} \mathrm{Jac}(A) & 0 \\ M & \mathrm{Jac}(B) \end{pmatrix} = \mathrm{Jac}(T').$$

故 $T' = \begin{pmatrix} A & 0 \\ M & B \end{pmatrix}$ 是广义 *Hopf* 环. 】

设 R 是环, ${}_R M_R$ 是双模, R 关于 M 的平凡扩张 $T(R, M) = R \oplus M$ 按照通常的加法和如下定义的乘法:

$$(r_1, m_1)(r_2, m_2) = (r_1 r_2, r_1 m_2 + m_1 r_2)$$

同构于所有的矩阵环 $T^* = \begin{pmatrix} r & 0 \\ m & r \end{pmatrix}$, 其中 $r \in R$, $m \in M$, T^* 的运算是通常矩阵的运算[7].

推论 3 如果 R 是广义 Hopf 环, 则 $T(R, M)$ 是广义 Hopf 环.

参考文献:

[1] Haghany A. Hopficity and co-Hopficity for Morita contexts[J]. *Comm Algebra*, 1999, **27**(1): 477-492.

[2] YE Yu an-qi ng. Semiclean ring[J]. *Comm Algebra*, 2003, **31**(11): 5609-5625.

[3] HAN J, Nicholson W K. Extension of clean rings[J]. *Comm Algebra*, 2001, **29**(6): 2589-2595.

[4] Ghorbani A, Haghany A. Duality for weakly co-Hopfian and generalized Hopfian modules[J]. *Comm Algebra*, 2003, **31**(6): 2811-2817.

[5] Anderson W F, Fuller K R. *Rings and Categories of Modules*[M]. New York: Springer-Verlag, 1974.

[6] Haghany A, Varadarajan K. Study of formal triangular matrix rings[J]. *Comm Algebra*, 1999, **27**(1): 5507-5525.

[7] Nam Kyun Kim, Yang Lee. Extension of reversible rin gs[J]. *Journal of Pure and Applied Algebra*, 2003, **185**: 207-233.

(责任编辑 马宇鸿)

(上接第 10 页)

推论 3 设 $x_1, x_2, \cdots, x_k$ 是环 R 上的 k 个可交换的未定元, 若左 R-模 M 具有性质(F), 则下面条件等价:

(1) 左 R-模 M 是弱 *Co-Hopf* 模;

(2) 左 $R[[x_1, x_2, \cdots, x_k]]$-模 $M[x_1^{-1}, x_2^{-1}, \cdots, x_k^{-1}]$ 是弱 *Co-Hopf* 模.

证明 令 $S_1 = S_2 = \cdots = S_n = N$, $\leq_i$, $i = 1, 2, \cdots, n$ 是 N 上通常的序, 则由推论 2 及文献[5]可证结论成立. 】

推论 4 设 x 是环 R 上的未定元, 若左 R-模 M 具有性质(F), 则下面条件等价:

(1) 左 R-模 M 是弱 Co-Hopf 模;

(2) 左 $R[[x]]$-模 $M[x^{-1}]$ 是弱 Co-Hopf 模.

证明 由推论 3, 取 $k=1$ 可证. 】

参考文献:

[1] Haghany A, Vadadi M R. Modules whose injective endomorphisms are essential[J]. *J Algebra*, 2001, **243**: 765-779.

[2] Varadarajan K. Hopfian and Co-Hopfian objects[J]. *Publ Mat*, 1992, **36**: 293-317.

[3] LIU Z K. Co-Hopfian modules of generalized inverse polynomials[J]. *Acta Sinica*, 2001, **17**: 431-436.

[4] Tominaga H. On S-unital rings[J]. *Math J Okagama Univ*, 1976, **18**: 117-134.

[5] Ribenboim P. Noetherian rings of generalized power series[J]. *J Pure Appl Algebra*, 1992, **79**: 293-312.

[6] Ribenboim P. Semisimple rings and Von Neumann regular rings of generalized power series[J]. *J Algebra*, 1997, **198**: 327-338.

[7] LIU Z K, Cheng H. Quasi-duality for the rings of generalized power series[J]. *Comm Algebra*, 2000, **28**: 1175-1188.

[8] Park S. Inverse polynomials and injective covers[J]. *Comm Algebra*, 1993, **21**: 4599-4613.

[9] Anderson F W, Fuller K R. *Rings and Categories of Modules*[M]. New York, Heidelberg, Berlin: Spring er-Verlag, 1973. 75.

(责任编辑 马宇鸿)