

连续纤维增韧陶瓷基复合材料的连接方法

Od] î ÿ f ` F ‡ f]

ý < v Ð Ñ Ñ Ñ² - † ‹ S] S/ x Ä L i ½

! " # \$ % & ' " () % & ! " * + \$, % & !

% - * ' * (

- % . / - * - 0 1 * 2

摘要 3 ö Å 8 » 9 " (L - † ‹ Ú Ñ 5 x μ < - ¥ ‹ " - ß œ ^ ® ¿ I ® ý \ ¥ K Å 4 [Å !
Es Ú á „ - ¥ q 7 1 P 8 » 9 " ¨ ž < W ¥ ‹ " A ¶ ³ % - † ‹ Ð Á ‹ † Á " ‹ ¥ ö ¨ Û 5 b
y 7 ö ¨ ^ < _ ý ñ ‹ " ³ 1 ³ % ¥ 1 o [5 - B b 8 • ¥ ö ¨ C x Ä ° + Ö μ r ¥ ö ¨
¥ Z E 3 " o a † V A M ö ¨ a í â % M Q ‹ ö ¨ a † p s ³ ö ¨ a (a L A M 1 i ö ¨ © b

关键词 3 4 ö ¨ 4 Î A ÿ

中图分类号 3 (! 56 文献标识码 3, 文章编号 3 " 578 9 " 98 :

. -- . - * -

- 6 ;

-

"

-

6

1

-

-

-

*

-

-

-1 6

-

"

<

-1

-

6 (

<

1 . 6

= 1 -

1 <

> 3

>

-

- #

/(' / ;

- "

.

<

.

"

- *

,

"

(

" -

- #

-

<

6

4 <

4 .

- *

8 » 9 " (L - † ‹ μ 1 Ú 1 <
Ú 0 ÿ z • £ ÿ z 0 Ú Ñ F Ä Ä Ð ÿ ? x
ç £ ³ n l © ª Ä ? ® V [i @ : 9 [/ É p
[/ μ K p 8 [/ § H p ¥ 1 p f
ü P ¨ î ¹ s 1 ÿ ¥ • ~ 0 Ú Ñ ‹ ? " 5 ® b
œ ^ B Z ë ® ¿ 8 » 9 " (L - † ‹ I ® ý \ ¥
K Å L C v ~ a Ú á a ~ q E s ' 4 b 6 B Z ë
® ¿ " - q P " Á ‹ y N 1 w < ¥ P "
K x 1 ¥ ^ 1 L C - † ‹ Ð Á ‹ [# Ð 1 & - W ¥
ö ¨ b

(L - † ‹ ¥ B v ª Ä ^ V [Y V Ê 4 8 »
Ë ~ 8 » c Ð 8 » ë L Z _ i Ð ÿ ? è Ä
Ð Ð < É > g Š f ^ - † ‹ ¥ ª Ä b œ
^ f • - † ‹ ² ö ¨ { ÿ , Û 5 b + Y
¿ μ " < ¥ ò _ s ÿ ¥ è ª T M T ö ¨ Û 5 M ¨
- ö ¨ å Ê ¥ © € 9 " ' 4 b

È " ¥ ö ¨ Z E v Á V s ¹ Ø Ë 3 T ¨ a € ö ‹ , ë a = † Á á ö ¨ ¥ / œ b T ¨ μ % Ä Î

¨ a o ¨ b T ¨ ¥ , ë ¹ p Ø # Ä Ð T " ¨ h <
® P " Ñ 9 ® B î ® ¿ 79 ® b € ö ¨ ,
ë ^ € i T " ¨ h í á ÿ ^ Á 3 ‹ i " i b l
n ž - ¥ s i H q Ú ¥ P " Ñ # V L
ÿ y í H o ¨ ¥ Z E ¹ a " b ® ¿ ö ¨ ¥
4 Ä 3 8 ¶ Ä Ú , ? P " ¶ o 4 0 â ? i μ , ? P
" v ¥ â i É > % M " Û ö ¨ 4 - † ‹ ¥ Ä Ð ' ÿ
P - , ^ î A 7 / î " o ¥ ' 4 4 ö ¨ ‹ - † ‹
¥ a " ÿ E ç 9 < M „ 8 - W , æ ¥ Ä Ð Q ‹
7 / î ÿ ? ¥ / † ? : ® b l n ž [¥ Û 5 y
N " - È " ¥ o ¨ Z E μ 3 " o a í â % M Q ‹ ö ¨ a
, (a † p s ³ ö ¨ # L A M 1 i ö ¨ b

粘接

T ¨ ^ T ¨ 4 ¥ T " / P Ê » ¥ ‹ ,]

y P " Ñ S ¶ z F ° Ä ÿ ? z © + Ä \$ < W ¥ ‹
" f ¥ ‹ \$ © Ø › • • • £ ù q ö ¢ © - ß
} © - â ê 0 © Z ë ^{78@b}

® ¿ T ¢ ‹ " e † y 7 ñ Ž « - † ‹ ¥
ö ¢ ĭ ‹ " 1 < W ¢ h TM ! 9 ¢ h ‹ ĭ #
EX µ › ÿ ¥ s ^{7B'} ® b œ ® ¿ T ¢ 4 ö 1 ^
B t ì Ž « Ê a ¿ Ÿ p „ Ê a µ A © TM î ¥ ¢ h
B î ° µ P " Ñ ® B î ® ¿ O v "
¿ á € „ Ñ ® á € , q b (L - † ‹ ĭ ¥
‹ " î " b

机械连接

€ ö ¢ V s 1 Ö B Ö ^ . d i l ¥ " Å
% q Ä g ã a , ã a² ã „ „ • © É › ² † ¥ ö ¢ b f
Ö Z E ö ¢ ¥ • " µ 3 8 » Ê ~ Ð Å ! Z E 4
8 » ¥ < _ 4² TM T 4 8 » ¥ 8 s " 4 Å % q ‹
© b ¢ Ä ^ 3 ^ ¿ É e Å ½ † V L < s Û Ÿ
l 4 F Ö ? ĭ < ? . ¾ v € 4 L ¿ • b œ ñ 9
i , œ Ä 3 ö ¢ ² B î • " W # ¥ † , " Ä
¥ † 4 Å d „ ½ V ñ ĭ ^ P d Á 3 s ¢ a ö ? © œ
J • Y ö ¢ < 4 ò _ s Ÿ A ÷ 4 ‹ ĭ " ĭ Ú 4 8
» - † ‹ 1] , È } ¢ K B î " Ð - È Ê ¢ í ¥
› a † Á a 0 K , - Ñ a î . : † Á © Ä ‹ ‹ ¥ Å
% q 4 7 O Å % q ¥ P " 9 F œ ñ q ¥ x b 6
B Ö ^ C ‹ " Ÿ ¥ î ~ ö ¢ Z E b f Ö Z E
V [Å ! ñ € ö ¢ q H É › ¢ h ¥ ! 9 P -
Å ! ¢ 1 î › î ö ¢ b € ö ¢ ĭ € ¥ . ¾
^ G L ö ¢ q É › ¥ b ® ¿ € ö ¢ ³ 1 9 F q ¥
x ö ¢ q ¥ TM µ Ú 1 p 7 f ž ^ (L -
† ‹ 4 S ž ¥ B Ä b y N € ö ¢ (L -
† ‹ ¥ ‹ " î " b

焊接

o ¢ B î ^ . , ë ? 3 Ä Ð Q ‹ ¥ ö ¢ ¢ Ä
^ ö ¢ < Ú P " Ñ Ú q Ú Ú 4 ñ ¥ œ Ä ^
® ¿ o ¢ Ñ Ú £ p Ø > ¥ „ ¥ , ë ‹ ĭ 9 Ú 4 7
O ¿ Ÿ ¢ ® ¿ µ Ö ‹ ¥ i Ð
ð ¥ ‹ Ú Ñ ö ¢ H , ë , í ^ C - ¥ —
Å ‹ ĭ f , Ç , ^ „ (L 8 ĭ Ð Ÿ ? ¥ / † 7
O î V ? † ® 8 » „ 8 W ¥ ² † P 8 » „ 8 -
W ? 3 á Ê ? ⁴⁷ O ® ¿ 8 » 9 < ¥ V C ò
_ s Ÿ y N " o ë „ 8 » f ë - W ¥ 1 " 9 ö • Y
¢ h ¥ < ? : @ ' 8 » „ " o ë < ° H ¢ h ¥ < B
î Ú f „ — Å ‹ ĭ µ 1 ? " ^{5@} b œ ^ l n ž q ¥
P " Ñ á Ÿ ö ? ĭ „ V L Ÿ © y í B î ¢
1 o ¢ ^ ö ¢ - † ‹ 1 † a ¥ B Ö Z E b + Ö µ
r ¥ ö ¢ ¥ o ¢ Z E µ 3 " o a † V A M
ö ¢ a í â % M Q ‹ ö ¢ a † p s ³ ö ¢ a
(„ L A M 1 i ö ¢ b

钎焊

" o ^ æ " Ú Ñ / ¶ Ä ĭ ¥ Ÿ F í
„ - † ‹ ? 3 Q ‹ TM î x Ç ¥ Q ‹ 0 ¢ V 7 |
Ö ‹ ö ¢ ž B b ® ¿ ¥ Ä Ð ' Ÿ P -
, ^ î A y N V [• " [/ Ö Z E É › " o 3 B ^
" Ÿ " ° ¢ É › ö ¢ = ^ s „ 5 - † ‹
€ ö ¢ ë • " £ " p d C D æ Á ‹ ¢ a C D E #
Ö 0 Ÿ æ © Z E ? ^{9@} É › Á ‹ Ä) Ø ¢ " B î "
É › ö ¢ ? : @ b V î U ¥ ^ + Ö " o ö ¢ ¥ H
q # ¢ h Ÿ ? b " o ² † ¥ ö 1 Å ^ 3 " , ë
) V [Á 3 € „ Ä Ð ¥ ² † € ² † V [¢ 1 ^
" É ì 3 æ 1 æ - † ‹ V ¢ ¥ ± d u 7 Ä Ð
² † < B ² ¿ " „ 8 W ¥ p É M „ Q ‹ ? : @ b

表 钎焊连接 材料的条件及接头性能

| (- | | > | | < | |
|---------------------------|-------|-----|-------|------|--|
| = - | (A | (A | - < = | A / | |
| = A= ? @ | , - | 59 | , 7 5 | " | |
| = A= ? @ | = | 59 | " | 9 | |
| = A= ? @ | +; | 59 | " | 9 | |
| A= ? @ | = | 5 | " | | |
| = 7 % A " (/ - (E 9 , " | | 8 | = | 5 6: | |
| - * ? @ | * --> | | | | |

" o ĭ " ¥ Ê 4 ö ¢ ¢ ¢ ¢ h ¥ Ÿ ? Z ë 1 V [/ + ñ Z ë É › l n 3
1 o ¥ T " b 1 4 Ú ¢ h ¥ < " ¥ Ê 4 " „ ö ¢ ‹ ‹ ¥ î A Ÿ Û 5 b ® ¿ (

L-†<“4\$ÎAv”¥"αh a
a o™î o è “ô', Á3ÎA^{79@} f ü•Á
αh<®bœ f Œ f f V[Ê4 " ï @
FVë Ýí í = (©[?] " B@b V î U^ +
Œ" ï ¥ Ýí í # T" b(+ \$ / ©V
Bí í μ Á<í í μ <¥ÄÐ Ý FÀ
" a ÚÑ/ -†< ö μ Bç¥T„ Ý y
N f t í í V[„ % , , ©B] Åî Ý
" ^{79@}b¹ 4 Ú Ý Á<¥ V[@FF =
, - ©í í b ÂV7 î U^ f + Œí í ¥ T" b
®¿(L-†< " o Hi " A 8
" AF<M 8AF<MØŒ, ë b y N Ê4 "
H1ÿi " 8„ F<M¥] T" b
7 " „ -†< £³ n" " ¥ μ s Á3¥—
Å<ï • Áαh P" Vñî7 y N1 l n ï
W^a ï FÆÑÝ< L³ n" " „ -†< M†a
¥< T¹ ï a (T¹ Èï^a 4G T
1 —ï^a 4" ï FÆ 8 »[†®" ¥ L³ n
" " b
8†[ØÄy í È" ¥ Ý" ^, " "
(y¹, " "(" a†¿" o ò Œ(L< y
N| T¹ ò α(L-†< 1 †a[?] " ^{5@}b Y
V" o/ œ™î ¥ α h ¥ £³ n" " Ð 8< ,
] V7• Á α Äu x Á3<ï " ï 7O®¿"
¶ Ä1 ® f " " o α h ¥ P" Ñ , ÑV9 b
y NÚÑ Ý" €ÉB„ ¥ù î[?] @b

表 金属元素在钎料中的作用

| (- | - -* | > |
|--------------------|--|---|
| , 1 | - | = - |
| - | - | |
| , - | =7% ₅ | , -% = ; > . 1 |
| | = | , 5 7 = ; > . 1 |
| (= | (₉ = 7 (7= (| , " "(, "("("(F(F", "(F", " "(|
| % = | % = | / " %" %" " %, " |
| % = | % ₉ = 7 % = % % ₉ = 7 2 % | G - -* - |
| C =7% ₅ | C C= C=" % | , " %" C |
| + | = | +, " "+, " "+=" |
| | | , " "+, - |
| = | | , " " |
| \$ = | " | , " "\$ |
| (= | " | , " "(|
| =7% ₅ | % | , " %" " " %" " = %" |

表 添加元素对活性金属的作用

| (- 7 | - - | 1 - |
|-----------------|--------------|-----|
| , 1 | | |
| - | | |
| F ^{2@} | / -# * - H 1 | |
| | 1 | |
| = ? @ | H + | 1 |
| , -? @ | H + | 1 |
| ? : @ | / . - * | |

局部过渡液相连接

/(' / ; ^1 3 % Ý" o a%M" Û o ï ¥ Û
5 ' 3®Ñ ò α HP" Ñ ® Ú Ñ ò α H£< ï v
7 P< ¥ Ý ? s ž å] b/(' / ; P" -†^a ï W
a Â; ", " ; ¥ TMT ï , " ù v ¿ ; "
ò α Ñ /™î AM Û" ò α H W¥ ü É V AM
\$ Ú ¶ Ä Á< a h {] HV AM„ < ? 3 Q<
¥ B Œ ò α Z E b B î^a 1 ñ V[s¹ / 1 ñ" 3
ï W^a ¥ ¶ Ä„ " v NVñ î | %¿ AM
" Û b

AM¥ ? Ä" v] H î s (Äi r ž AM
L AM¥ z V[®Mm9 Ø f B" ; μ AM"
Û » μ %M" Û 7 O[%M" Û¹ ö b

7 AM` %" b ® %M" Û e Å ` %H W|
%¿ AM¥ z „ o " Û" " b

5 %M(Ä" b
ï W^a ¥ ! 9 ò α ï μ “ v ¥ T" ö 1 V[
/ + ñ Z è l n3

¶ Ä¥ ; , ; ¥, ë Á p V[„ (L ò α b
Ú ¶ Ä ¥ ï W^a ? h { ® ¶ Ä^a™î † a
¥ Ú ¶ Ä † Á b

7, ^ Ú ¶ Ä í í O L³ n" " „ -†< M
» b

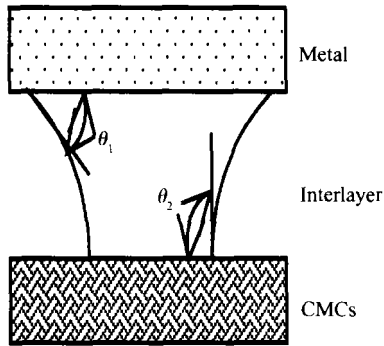
V5 î U^ + Œ V[" Ý ò α (L-†< ¥
V AMï W^a b

表 几种过渡液相连接复合中间层

| (- 5 = 1 - -" - * | /(' / ; |
|--------------------|-----------------------|
| - | - " - * |
| , -) 7 | A/ A ? 8@ |
| , -) 7 | A% A ? 8@ |
| , -) 7 | A A% A A ? @ |
| =7% ₅ | , " "(A% A " "(? 8@ |
| =7% ₅ | , A% A ? 8@ |
| =7% ₅ | , A%" A ? 8@ |
| =7% ₅ | (A% A(7 @ |
| = | , " "(A% A " "(? 8@ |

® V 5 V [A ® ¢ % „ % ^ Ú ¶ Ä í í È
\$ " ÿ T 1 Ú ¶ Ä , • a 7 % „ / ® ¢ ¶ Ä Ú
£ 3 n " " „ M í O V [„ “ z ¥ ° .
È " ÿ T 1 + V A M õ ¢ , -) 7 - + < ¥
ï W a < b

f Õ õ ¢ Z E % M " Û o õ ¢ Ñ ÷ ® 4 , 3
1 P " ÷ v ¥ â ï E ç - + < ÿ ? ¥ + ® 4 6 “
® ¢ A M ¥ i \$ õ ¢ q ¥ V ë È , 1 p p Ú b
„ " o M 1 P " Ñ V [v - ¥ 4 Ú 4 V ë
¥ Î A ÿ 1 p + ® b Â m î U ' E l 8 ' V
Á 3 Î A î [' @ l H ' P ^ ~ 9 V [Á 3 Î A ? ® b



6 G - * - " - * / (' / ;

f Õ Z E ï ® ¢ ï W a ^ ® Õ Á < î ¥
y N , Ç 1 l n ï W a - + < ¥ a " ÿ î 1 l
n ò a Á < - W ¥ T "] , 3 î c ÿ Á < M + ®
¤ h ¥ ÿ ? b

无压固相反应连接

í â % M Q < õ ¢ ^ v , + b ï F
£ Á Á < " ¶ Ä ¥ B J Ç @ F P ¢ (ë Á 3 ¢ (¥ â ï P - + < „ Á < " ° ¢ Q < ¥ B Õ õ ¢
Z E b 1 ¢ £ , Q < ¥ Ú Ñ ¢ h " Ú ¶ Ä ÿ í
Í + ¶ T 1 õ ¢ < b ® ¢ < 0 â ÿ ?
µ î [õ ¢ v ñ ï , ? @ F p v ¥ â ï È > õ ¢ õ
1 ^ æ " + „ (% ÿ / „ = Q < ™ î + „
(¥ Ä p Ð A Ä p ? ® b ® ¢ ¥ F â ? ï
µ P " v ¥ â ï õ P ¥ 8 » ? 3 â È y
N f Õ õ ¢ Z E K v ¥ a Ä ç E ç < ¥ â È
7 O V [™ î Á á ¥ ¢ h ¢ ¢ h ¥ ï Ð ÿ ? “ µ
' , ? õ s € b y N + „ (í â % M Q < õ ¢
V [" ÿ õ ¢ ™ î , õ s € ¢ V [0 Ú Ñ
¥ Á á ¢ h ? ® b

利用聚合物分解进行连接

+ p s 3 õ ¢ ^ Y V (L 5 z 8 +
p Ú Ñ / s 3 Ä 1 (L É 7 L C õ ¢ ¥ B Õ Z

E b ¢ ^ ® ¢ + p Ú Ñ s 3 ¥ v ñ ï ö Á 3 v
¥ d f | ö v v ¥ + ® ¢ h ¥ < ? ® b
1 N V [Y V + p ï @ F ÿ ' ÿ A
p ? " 9 @ a 8 » ? 5 @ 4 s 3 v ñ ï @ â ? 4 [# 9 F
1 i „ s 3 Q " ? 5 @ ÿ ç ÿ f B f f b G 6 6 = "
© ! ? 5 @ " ÿ Á < , - ¶ æ x F p ¥ % "
8 » „ = c Ú ¥ (L 5 z 8 + p + î
¥ } T 1 õ ¢ < õ ¢ b \$ õ ¢ ¥
V ë Ü V ù a p + } " Ñ 5 ¥ î ¢ h
k " b ' ÿ 8 , ï [K A ¥ F £ Î
F £ ž Ñ õ ¢ a ¥ k " Ü V 9 Q
[¥ ï Î „ F £ s 3 [< Ä ¢ h b " f Õ Z E ¢
¤ h ¥ 1 Ä F • < V [r ž 9 K / b + p
s 3 È > õ ¢ ¥ f Õ Z E ¥ a Ä ç ¢ h Ð € õ ¢ -
+ < ¥ £ 3 n " " M Ä ¥ õ ¢ a , ö Á 3 V v ¥
- Ä < ï + p ¥ Ú Ñ s 3 v ñ ï , 3 1 @ F "
v ¥ â ï ? : ® b ¢ f Õ õ ¢ Z E ¥ , @ -) ç +
p ¥ s 3 ö • Á ¢ h) Á 3 v ¥ d f | ö v v
¥ + ® ¢ h ¥ < y N P " f Õ õ ¢ Z E ™ î ¥ ¢
h v L ÿ , Ú b

(^ B Õ Q < î ™ õ ¢ Z E b ¾ ý \ n
5 Ü È + p b Ä ž ¢ Ä u x i " C % ç
K Ñ / £) Ø K - a | = „ =
+ Á [} ¥ ™ T p ž ¢ Ä Ú ¶ - a ô } ¥ È
~ 9 K 59 W Ñ K 9 µ ¶ ÿ
¥ = = + Á Ð ? 3 Q < ™ î V e A c ¥
= b P " f Õ Z E 9 8 H ¥ 1 Ä
• w < ' s Y ^ : 9 9 / :: B / 9 B
/ ? 7 ® b

f ñ Z E ï V [ô 8 Á î s % ç ñ M î
s ¢ h ¥ " 9 V [Y V Ø « È } ¥ î s „ C
Ä ï v l ÿ e Ä b ® , (Z E õ ¢ a ¥ õ ¢
q Ú Ñ / V [û 2 ¥ > æ ÿ µ z ¥
€ < „ 0 ì â x ç ÿ b ñ 9 V [õ ¢ v j + q „
™ - + q V i @ ¢ h " 1 p „ î z 1 p V [¢
- < + q î i ¥ ¢ J b ¢ ^ ® ¢ ¢ h Á p ^
= y N ¢ h c < ® b

！ 在线液相渗透连接

f ^ B Õ È ¢ ¥ • ~ õ ¢ Z E b ñ
^ Ä ! v ñ ï e Ä d # q • " B Õ i @
Ú Ñ P " 3 p i µ B ç 0 K ÿ ¥ % + Á T 1 õ
¤ 4 B ç ¥ Ñ # â ï / P ¢ õ ¢ 4 ¶ Ä i 1 A E
- + < ¥ d # ï ? ® ™ î ¥ ž ô . + 2 V 7
L C õ ¢ b õ ¢ > a < È M æ [> î <

¥ Å! f B,, Mæ Vñî V[¹ - † ‹ ò
 4] Äp^a b®¿ f Öð ² Z E ^ - † ‹
 ¥ Å! Vñî › î ð ² ð ² › î H ‹ i Åµ Å! ›
 î y 7 f ^ B Ö L ¥ ð ² Z T b ñ µ Å / ^ Ä 3
 L ð ² b [- + - î µ ¥ ð ² Z E û ^
 ‹ Å! › î ^ É › ð ² ð ² Vñ ‹ ¥ å T
 " ^ ù , ? ² [Û € b L A M 1 i ð ² Z E -
 † ‹ ¥ Å! Vñî › î ¥ P ð ² Vñ ‹ ¥ å
 T " † ® ž K I b 7 O ^ ù ¥ Ä Ð Mæ Vñ ,
 Ç › î ‹ ¥ Å!] H V [¹ œ ñ ð ² q 4]
 Äp^a ‡ ž 8 C ð ² Å! F ý B 8 Ä b
 p Ø ² † ? î < b B î ¥ ð ² Z E ¥ ² (ë
 ° K Öð ² ‹ W ² (¥ B ñ Ü ë µ ĩ W
 a • Ð ¥ f f / ¹ ĩ W ^ Ð ð ² ‹ - W ² (¥ B ñ
 Ü ë b L A M 1 i ð ² Z E ĩ ð ² 4 - † ‹
 = ¥ 1 i v - 9 F ð ² 4 Ð - † ‹ ¥ ² (ë
 i TM ĩ € ¥ . † ² v - 9 F ð ² <]
 H 4 Ú ð ² V L Ÿ b
 7 Á 3 z ¥ 0 ^ ĩ ³ £ ‹ ĩ b B î ¥ ð
 ² Z E Â % M Q ‹ ð ² a ± o ð ² © ð ² ĩ W ð ²
 † s ^ B ^ Q ‹ ^ f B ^ Q ‹ ^ = ¥ £ ‹ ĩ v b
 L A M 1 i ð ² Z E ® ¿ v ð ² 4 1 Æ - † ‹
 1 Æ ¥ ð ² 4 - † ‹ = † TM ĩ B ñ ¥ z 0
 ^ P ² ² ž K D ð ² Ÿ ? ¥] H K v K ¥ ĩ
³ ð ² Vñî Á 3 ¥ £ ‹ ĩ b
 5 Ú Ñ ð ² Z E b ® ¿ î " ð ² 4 µ Ú ¥ ¶
 Ä î ² ð ² V [; @ Ñ / ¥ P " ³ p y
 7 L A M 1 i ð ² Z E ^ B Ö Ú Ñ ð ² Z E b
 9 ð ² H W b L A M 1 i ð ² Z E ^ ð
 ² 4 ¶ Ä Ÿ / 1 Æ - † ‹ 7 › î ð ² ¥ A M ¥
 • Ð P ² ð ² î ³ H W b y ¹ L A M 1 i ð ²
 Z E s I n ž 8 » 9 " (L - † ‹ µ Ú d
 # q ¥ + Ä i Ü - † ‹ ¥ Å! Vñ] ð ² µ ¹ B
 8 F < , ë ¥ < ß † ð ² ^ ² h Ð - † ‹
 W ð ² Vñî Á 3 ¥ Ö î ² ð ² ? ; @ Ú Ñ P
 " ³ p ^ B Ö µ - < W ‹ " ¿ L I ĩ ¥ ð ² Z E b
 œ f Ö ð ² Z E ® ¿ î " ð ² 4 ¹ † Á ‹ y 7 K
 Ú P " Ñ Ç ¹ P . f Ð - † ‹ ¥ P " Ñ
 ^ µ v µ ¥ b

其他的连接方法

[+ Ö Z E] ¥ œ Ä ^ ³ 1 ð ² q É › œ
 8 F £ b f " S B Z ë Â T ð ² q ¥ 8 v 5 ³ 1
 F £ ! ! „ F £ Ÿ q 9 v f "] A ö / î ' ÷ ¶ n 4

6 B Z ë ® ¿ ð ² q ¥ ð ñ † s £ ³ n " " ,] œ
 8 F £ ö / î " Ú ¥ — Å ‹ ĩ å Ê ð ² q b y N µ
 A 1 ? Z † F £ ¥ ð ² Z T " - 4 ¥ µ 3 ± o ð
 ² a Ê 0 • ð ² © Z E b f t ð ² Z E û ^ P " Ú ?
 " ĩ F £ ² h u x P ² h ¶ Ä i É › ð ² b œ ®
 ¿ " - £ ÷ ¥ F £ Vñ e Å Î , î f y N Î ³ 1
 É B „ ¥ ù î b

结束语

ð ² / œ ^ w < ¥ 1 o b " - B t µ 1
 ¥ ð ² Z E û ^ [(L ¥ ð ² Z E ¹ \$ 7 4
 ¥ œ ^ ® ¿ (L ¥ Ÿ + Ÿ P ² , a
 " ¿ (L ¥ ð ² Z E û , a " b y N
 ¥ ð ² Z E 1 8 † (L ð ² ¥ \$ ÷ ¥ I n
 ¥ + Ä b " - ¥ ð ² ý \ µ € ¿ [/
 + ñ Z ë É › ' Æ ù î b
 ® ¿ P " Ñ Ú y N 1 ù î „ 7 ?
 Ú Ñ Ÿ " i O † ® ® ¿ - † ‹ „ " - W y
¹ £ ³ n µ s 7 „ ¥ — Å ‹ ĩ b
 ® ¿ " - ¥ ð ² Z E v û • " œ 8 F £ f "
 , Ç ö / î ' ÷ ¶ n Î ö y ¹ q ð † s ¥ £ ³ n
 µ s 7 „ q ¥ å Ê y N ð ² Vñ ĩ ¥ F £ Z T
 1 _ † F £ ? Z b
 7 € ð ² µ ^ ¿ ¥ ð ² î ' ® ¥ + Ä
 ý ñ ‹ " ĩ µ v ¥ . ĩ y N ³ 1 ù î „ › Ÿ
 ¥ € ð ² b

参考文献

- ? @ ` F ‡ î Ÿ f f ë] 6 A = - † ‹ Ð % ¥ A M 1 i ð
 ² ? ® t b ‹ Ð 5 5 3 9 " 9 : 6
 ? @ Û \$ ñ y ; 6 Ú Ÿ ? ² (L ¥ C „ ? Z t] ? ® ‹ S Ð
 É Z B B 5 3 9 " : 6
 ? 7 @ . ¥ ê f ë] f ` 6 (L - † ‹ ¥ É Z ? ® ‹ S Ð ý
 ñ B B 5 3 8 " 96
 ? 5 @ Ê o 6 (L 8 » # (L ‹ ? ® ‹ • B B 5 3 : " 6
 ? 9 @ Û ~ ¿ : y ~ Û ž 6 (L „ Á ‹ ¥ ð ² ? ® + Ö ü / # µ
 ä † Á 3 9 " 976
 ? : @ © E ñ ¹ Ú 6 5 É ‹ ¥ ð ² ? ® Ø 3 € ý < ñ
 6 " : 8 98 " : 6
 ? @ F \$ - 6 ; - . , " " + "
 > - * 6 - = ' B B : 5 3
 " 96
 ? 8 @ f p 6 T ² / œ › • • ¥ ‹ " ? ® T ² B B 3 7 " 76
 ? B @ ' , ; P % & ,) C \$, % , ; 6 , * - "
 1 < ? ® - B B 8 3 7 " 596
 ? @ D ' , ' D) & , % 6 C - * 1 *
 < ? ® - , - B B 5 8 3 7 " 7786
 ? @ D , (, & 0 0 ; C ((, G \$ R) ; D - 6 & "

- * 1- * < ? ⑥ - " - H - ? ⑥
- (- * B85 :3 9B' :96 - % - - 83 " 796
? @ DF2) %D &6 " - > < ? ⑥ ? 5@ =\$ G)) D G -6 "
- - = BB9 7 : 3 97B' 9556 1 -A\$/ - * - ? ⑥ "
? 7@ %, , 0 , -6 " -" = / BB 8 7, 3 " 856
" : " (- -? ⑥ " ? 9@ 0 %, ') , %D => %F %) =(, (F 6 -6 D 1 - "
- - = BB: 7 3 5: B' 5: 756 - ." < =
? 5@ %, , 0 , -6 =" (" " " ? , ⑥ (? ⑥ ,
" : " (-- -? ⑥ - = * G 1-) \$ BB 3 9" 5 6
? : @ ') \$, % 6 < ? ⑥ * - BBB : " : 73: 9 " :: 6
? @ ` F ‡ î Ÿ f f ë] 6 = » - † ‹ ¥ A ± F ® ² „ Ÿ
?? ⑥ ‹ S Ð Ð ý ñ 3 5" : 6
? 8@ ') , (' ' F 6% . < "
- ? ⑥ * - BB9 " 3 9 " B 6
? B@) % & -6, 1 - - - # = 7%5 , %" -? ⑥ ,
- BB: 5 3 : 9 " :: 6
? 7 @ ; L 3 ñ 1 Û ©E ⑥ õ ¢ ä î (%A(- † ¢ (/ ' " Û
õ ¢ = 7%5 ¥ T " Å? ⑥ Ó t ‹ ý \ 9 3 : " 8 6
? 7 @ = P\$ 6 D > "
< ? ⑥ (= * BBB : 5" : 935 9" 5 6

基金项目3 SE 1 – S Ð Á [" | | 9 5 9 8 4 ý < v Ð 5" 9 M n x Ä “ û [" b
收稿日期3 9 9 84 修订日期3 9 8
作者简介3 O d] B87" o « V ù î 3 ö 1 V Y - † ‹ ¥ õ ¢ 4 ó " 1 ¶ 3 ý < v Ð 95 • Q b

上接第7页

r Á ‹ í í „ % V x ç Ö 8 ² 4 Ú ' E
3A, Q ‹ ¥ V I Ÿ b » ¢ ¥ ‹ ' 6B8 6) 5
„ ' 6B8 % 6) 5 - û › Å ¥ U Ö F ² O
£ Ú , ¥ - 4 / ‹ È Ñ „ Ú Ñ / ¥ Ö ì
Ÿ ? (µ ü A ç Ÿ b È Ñ / 9 Q Ö ì ¢ ' 6B8
6) 5 „ ' 6B8 % 6) 5 ¥ b È 1 , s Y » û
56 , „ 69 , " Ú Ñ / Ö ì
9 Q ¢ b È 1 , s Y ¹ 6 , " , " b

参考文献

? @) % F , & ' = , %) , ! 0 P % F -6 ') 5
* " - " - - - > ? ⑥ / . " = 7 937 9" 7 6
? @ ' F0 = =\$ % \$ 6 = - - * - ') 5 - ? ⑥ = - = F 7 9 3B9" 6

? 7@ ') 0 D = \$ 0 ' F , % ' 0 F = -6 0 ' " " ") ?
M (@ - * " - " 1 - - ? ⑥ = - = F BBB 83
B' 896
? 5@ ; , % C ; () D) C N (F %) C , , -6 ' -
) 5 . * - - * ? ⑥ - / . = BB : 8 39 8" 98 6
? 9@ , %) , (= 0 %) = F F (-6 ' - - ' * " ") 5 - ' " F
? ⑥ - / * - * ; 7 3 " 776
?: @ D) ((, , ' ' , ; & , (, %) -6 " (-- , 7E ') 5 - ? ⑥ = - = " 7 : 3 : B' 56
? @ † ¥ A 6 p Ø Ä Ð e ü m " ? ⑥ Ø 3 Ú © • â ñ BB86

基金项目3 SE 1 – S Ð Á ' ù [" 7 5
收稿日期3 9 " 54 修订日期3 9 B
作者简介3 f + B " o p V ù î 3 V Y ¥ ù î Z _ 1 Ö Ö 0 È
ý ž ‹ ó " 1 ¶ 3 ? Ä v Ð Ä ý Ð ý 7 b
