



V Ôbvª Ð? • | Ô ÜV®Yro„ •  
 â) Ø SBQ88ª { ' ] Ôq• | î [ , V?  
 LC‡ž i l ¥KÔ# ' Ó^ ¢ž " S¥" ' H  
 W½ H F Bñ Ä MÊ½ ž È » KÔT  
 " Ý] Á" S¥ ~ ú - î [ » ë¹ ' EKÔ / Ø#  
 ¾ZEÜVL©" £ü " S ~ ú - µüA¥] Á  
 T" i O9Ø 7g" l µýñ< " N' #

~ ú - ÀQ# È" ØE

Á3 ~ ú - ¥ø1ðy ¿" S, ? \$ATÄ"  
 SH7©r¹ Ä" SÉ) Ø#‡L" S, V? µ‡  
 ž¥ØX ëÛ Ä î ì ¥ ëÛ Ä^v Ò  
 " í ¥Û Ä¥ ßF#Bî îª ¥Û Äs¹ Ôf  
 f\$BÔ^ Ô" í ¥v Û Ä¥ ßF ë¹ ë  
 Û Ä%BÔ^s7¥ ñ ëÛ Äy ôÀÔM  
 Mí †î ¥Bñ Ä ë¹ †î Û Ä^" S Ò  
 ôÀÛë ¥g• ^ ôÀÔMMí ¥Äög•  
 ž] Bñ ôÀ†í • õ9PM#¥Û Ä°M  
 • Yf" æ" †• ©~ ö C~ ú - " Ôff  
 (VÁ3©~ µ# ~ ú - Ø¥³dµ ÔpØ  
 ÀQ MÊ MÀQ„ ? @` | ÀQ#

MÊ MÀQ\$ Ä" Z" S¥ ~ ú - C` ^®  
 ¿í o• | MÊo- M„ ¥#Û ožrÂr¤  
 l ?L¥gâ o- öÁ3` | M7îµÂr~  
 õ6ðØ^ | ¢l Ýoo- ¥ELªç^" S¥Û  
 ' Z\_# " S^ Ä" SH Û o^ oëo NH  
 o- ¥ELÚ' . \_Ä" S ØE " S^" Z" SH  
 Û o¹ doëo o- ëÁ3 M ¢l ? L  
 gâ o- ELÁ3` | fÛ^ ~ ú - µ#

? @` | ÀQ\$ Bñ®&ñ Ld( s f ¥  
 È} OFî ¥" Z" S ~ Ý9Øs ? C í o  
 • | á†UO i žØ¿• . l Z\_¥s ,  
 â\_ . l 7Ðâ\_ µBç¥` | ~ i Ofñ`  
 | ~ Ð®- • MÊ Ms 9Ø¤ž¥~ Êµ^BÁ  
 ¥#Vfñi lª ~ ú - C` V[ VU¹ bWÂr  
 í o• | ? @. l Z\_¥ M ` | # Âr í o•  
 | ¥á†UO Êµ¥s ÷ FÛ' ~ ú - ¥'  
 + ~ #

o- MØ, È" ¿ ©M" dï© ~ ú - %  
 ? @` | Ø, 5 È" ¿ ~ ú - ¥Ø, 9Ø YV9Ø  
 Û Æ¥? @á V9Ø~ ú - #' ¢ÿi ¥^Ð5  
 ÔV• , B" Ø ò\_] ÝÄÉĪ i @+ ...; Ð  
 Hqí » H ñ ì ^ d B¥# ' " S¥ ~ ú - ; Vª¹  
 ^®" S¥" Zî„ ¥á†UO Ð â\_s ¥  
 ÊÖ9Vª¹ ^®" Z" S¥ í o• | o- M7  
 • Á¥o" ëE ¥` | #

¿ N È" ¥ '¹ ©iª \_Û ©ë¥~ ú  
 - 9ØZE¹ MÊO E „ á†UO E' (#  
 , '¹ ©iª \_Û ©ë5V• " Bt M< ¥~ ú  
 - ] Á/ Ø®¿" SÐÂr ýT¥ ÔáMM1 y  
 NV[ • " Ôq®M/ ØE' KÔ/ ØEPM#? •  
 ¥Âr Ô¿M Bñ@ v¥ µr¹ €"  
 M#í o• W¥M1 Ýi ®MÔq/ ¥" ' É  
 ) - Ff) Ø Ý" z¹ ] Á~ ú - #

ÚÔ¹ o Âr ¥ ' EKÔ / ØE

¿ " S ~ ú - ¥Á3^®Ý¹" S, ]  
 †Êí oM MÊMÄT" ¥² T L Äá ì :¹¹  
 ¿MMÊ ¢ž †, M1¥&ñ" ' -ª ft "  
 ' É) ØEÛ( 5 ~ ú - Zµ1†ñ" ' Zµ†®  
 & # ¿f Ô±X ÚÔ¹ o Âr • " ' EKÔ  
 / ØEÿ] Á~ ú - #

) , ØÔõÄo' : ( • z ) ð = ÔqV  
 7S\_ L Ýáí \* . †ÊHWÔqMÄ' áí ĭ  
 q¹ @) . A" ? • | V[ • î\$

$$\left\{ \begin{array}{l} (\$ B)^* " CC \perp \\ " @ \left\{ \begin{array}{l} CC \perp \\ C \cap \perp \end{array} \right. \end{array} \right.$$

L! • | ^ Ûù¥ y N VBñ Ûùž / Bñ ÛùM  
 ÈõÄ#

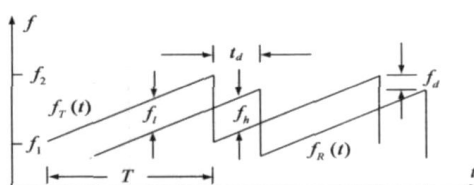


图1 线性调频连续波的发射和接收波形

? • | Ôqo™Ð¤ | Ôqo™UÄm # ÂT  
 ? • | \$È¿ ) [ î + Ô7Âr ¥" SÛ  
 5Âr ¢l ž¥í oV• î\$

$$"@, ) E "@, (\$ [ E "B)^* E "B ]$$

TĪ ÓD'; ( < o™s Vr TĪ ^ , i ¥  
 f Ú^ :¹ FÆVA^®• i ¢l Yi ©. l â >  
 7 @F¥BñMM# ¢l • | ÜV Ôbvª Ð?  
 • | Ô ÜV®Yro ¢ž { • | \$

$$"@, " (\$ [ E "E B)^* E "E)^* B ]$$

ĭ ,¹ í o• | ¥ - " } V ¢l µr ¢l  
 HW¥• -¹ z¹ ) @) E¹ • |

ñ . l HW ù l ç á Ô Û ù ) î [ ) ) #  
 n5 ' s Ö Ö • ë ³ Ö " T " ó  
 ç ¥ » @ & " ñ á Ô Û ù ¥ Ô @ Y {  
 • | ¥ ° ë = MĐ 1 \$  
 + " @ ) - " E 4 #  
 ) - ) -  
 @ , 4 / B " 4 "#  
 ) - ) -  
 @ , ) " E " ) 4 B - ) B " "  
 E " )  
 ĩ 1 » @ & " ñ á Ô • = Ô q @  
 † B † B † T ĩ 1 » B ñ á Ô • ( ¥  
 HW ¥ % 1 MÊ #  
 B ñ • T O Q • " @ E 0 1 ž 0 1 Ô x  
 ĩ ¢ ž ñ 0 " ' ' µ 0 - ñ ž Ô q ' ñ ĩ } V 0 -  
 ñ Ö í # 7 Ä ñ Ö í Ô x î ] { z 1 - ) # y  
 NY V • MĐ L = X L C Ö • ¥ 4 | #  
 | • MĐ B ñ • ¢ " B ñ • É › & Q @  
 ç " S ĩ i Ä Q MĐ ¢ ž ¥ Ô x ĩ ¥ Ç ĩ f "  
 9 µ MÄ # | Ä ñ 88 ¢ ž ¥ 0 - ñ ž ¥ Ô q " '  
 ñ ĩ ( 1 - " " T 1 B ñ " ¥ B › & › f " ½  
 & ) ¥ H W ũ ¢ ž B ñ 0 F & ¥ " ¾ " V • 1 \$

$$@ \begin{bmatrix} + & + & + 0 - E \\ + & + & + 0 - E \\ + & + & + 0 - E \end{bmatrix}$$

" ĩ Ä B ^ | 1 ] B ñ Ö í ¥ & ñ " ' Ä ñ  
 " ' ũ ^ - " ' ũ Ä Q á í MÄ y N L = ^ H  
 W ¥ f " # T ¥ B ' ) ž & ) MÄ ¥ ±  
 Ú = MĐ 1 \$

$$"@1&) \frac{\left[ \left( \frac{E}{!} \right) \& \right] -}{\left( \frac{E}{!} \right) \& -} 4 "$$

f ũ ^ ũ » = Q ° ë = MĐ a ¢ ž ¥ ó ç Ö í ¥  
 " S ô Ä ö ĩ - ž ^ µ á \_ ĩ ¥ " S  
 Ô 1 ¥ a \_ ũ Ä r • | Á 3 ¥ ô Ä Ô M 1  
 1 " ' - ¥ ĩ ' #  
 „ L = ¥ Ø Ô õ Ä o ¥ Ú Ô 1 o Ä r ¥ o TM ! 9  
 M 1 ; ( T " a " a " a " M ( B ñ MÊ y 0 #  
 7 T " ĩ ĩ " S Ö 1 B ç ' H B ^ B ñ  
 Đ H W í 1 ¥ È 5 µ B @ ĩ ë ' V  
 A ĩ L = ¥ Ø Ô õ Ä o ¥ Ú Ô 1 o Ä r ¥ Ô ? 3 ç  
 M ' L C ' E K Ô #

S ĩ Ö í ¥ í o • É › » = Q 88 MĐ a Y  
 V Á 3 | ( ¥ @ \_ © ó ¥ " S ö Ä ¥ ' ĩ  
 B ñ ĩ » ¥ H W " ' " " # - a [ B ç ¥ Ô q  
 W ĩ , ] ¥ H W " ' ð [ , ] ¥ T " C ¥  
 MÊ y 0 4 " [ " S ¥ " ' " É › MÊ ĩ V  
 7 P æ ñ " d ĩ C ' E K Ô Ä Ÿ ] Ä " S ¥ ~ ú  
 - #

ÿ i • " ' E K Ô / Ç P M # ? • ¥ Ä r  
 Ô ç M B ñ @ v ¥ Ç ? µ r 1 € " M # í  
 o • W ¥ M 1 Ÿ ' 1 p K M ¥ K ĩ Ô q W ĩ ' ( (   
 i @ \$  
 @ - ; "

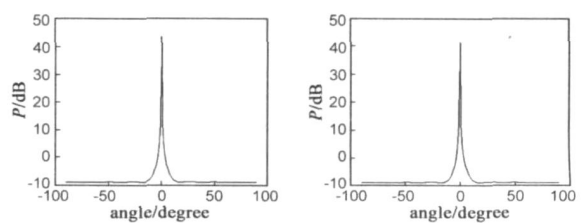
f Ú ^ ; ĩ 1 " S j # ĩ [ V [ 9 " S  
 j Ÿ ' ç K Ô ¥ Ô q W ĩ - a Y V \_ © ž ¥ "  
 S † L Ö Ÿ ' ç MÊ ĩ y 0 # ' E K Ô /  
 ¥ " ' É › - F f ) Ø ] Ä ~ ú - ¥ r T ö ÷  
 z ' ( #

L ² T Đ s

EL ² T Đ s

Ú Ô 1 o Ä r 1 B M e Ä r MÊ 1 ù È '  
 ¢ ĩ " É › MÊ Ä H , ? • Y Ä " S ¥ í o  
 • Ž 5 ũ Ä µ ĩ l # y N É › ' E K Ô MÊ Ä  
 H A ¶ • " M ( ¥ Z E # f Ú • " ¥ Z E ^ ¢ ž  
 " S ¥ • ¥ " ' " a É › ' E K Ô MÊ Ä ]  
 H , ç M " S • ¥ • \_ O Ÿ r ž , • Y Ä " S  
 ¥ í o • ¥ " ¥ #

[ ó q v Đ Ú Ô 1 o Ä r L ĩ ¥ = 3 < Ú  
 Ô 1 o Ä r " d ¥ L © ¥ Z í o " 1 ß ß F  
 B E ¥ Ä " S # ¾ ¢ ĩ " d 1 † ô ô " ũ ›  
 ? L " £ Ũ Z \_ ¥ " W 2 @ 0 < ° Z \_  
 ¥ " W @ 0 Ä r ¥ ý T Ô q 1 3 .  
 Z \_ ß F ¥ E Ä " S ¥ • . 1 1 # # É › ' E  
 K Ô - a » = Q ± Ú = MĐ a " S • ¥ x Z µ  
 " Ä / m V ĩ U \$ ĩ 1 Ä µ É › K Ô ) Ø ¥ ¾  
 Ä E " ¥ x Z µ " " # 1 É › 3 . K Ô  
 ) Ø ¥ ¾ Ä E " ¥ x Z µ " " #



(a) 协方差为 1 时, 模拟目标的 MUSIC 谱图 (b) 协方差为 11 时, 模拟目标的 MUSIC 谱图

图 2 用 MUSIC 法求不同的协方差的 DOA



“ i OV [ a YV' EKÔ) Ø " SI  
 CØHt s CØHt ¥ðyÂ/m î U  
 mĩ Lç l' • 1 ÄÜV' EKÔ) Ø¥, ?  
 É> ~ sP¥ØÄQ " S 5 Âr \_ ©ž ¥1 ØÄ  
 †î ¥+ ...x • v' • ¥~ Lç ÜV' EKÔ)  
 Øª - †î ¥+ ...ĩ • \_ª Mî ž v¥L • Ä) ĩ  
 ~ 1 [ fñv¥L • Ä¹ + ...x • i O ĩ ¥ BñQ  
 ÄÍ » , M¥ Ä 5 6“ ñ Q Ä5 ü %Ä • ¥  
 I L • Ä) YL NHÛ" Q ÄW Ö9 F 5  
 ÄWM Âr ¥j ~ 9 Fž V [ ~ s P7 | f Øñ  
 Q Äs7 yN CØHt  
 ] H m ĩ ÄÜKÔ) ØH¥t M G=t  
 ¥S Êµ¹ 7 ÜKÔ) ØH¥ØH / ¥t  
 M G=t ¥Ü (S Êµ¹  
 Lª ü ÚÔ¹ o Âr í o" ÜV f Ö' E  
 KÔ) Ø ; , ö • YÄ" S¥í o • » ? -  
 Û " SÉ> µr ¥~ ú - ] Ä  
 2 ,  
 ' Ó ç ~ ú -ª MĐØ³ i ÚÔ¹ o Â  
 r LCðØ¥w • „ Æ í o • | ¥' EKÔ¥)  
 ØZT ® E „ L©" L £ ü ¾) ØZT ; ,  
 • YÄ" S¥í o • » - Û " SÉ> µr  
 ¥~ ú - ] Ä ] H ¾) ØZT ¥9 Ø 7 g " I  
 L©" ) Ø Æ • " ' EKÔ) ØZTª H

T € e °

Ò½, 3 M 3 ç µ 8 Û  
 ĩ g C¹ ó q v ĐÈ0 • Đý p V ù ĩ 3  
 CVYY • Đ • " dZë ¥ ù í y T  
 0!) . # I ; (\$

W7 g 9 F ; ð î [ ¾) ØZT ý ñ < "  
 N' ' - f ÒZE ° ? Bç ñ ' ] Ä~ ú - >  
 † ] Ä~ ú - Í A ¶ ~ ú - ¥ Ø , „ ] Ä¥Z E É  
 > ' Æai Þ¹ ù î

• I Ó D

56 \$ ! # ? ? < ! # ' % % % d + ! ' " ( % ) ! % \$ % ( 2  
 ! # + # ( " % 0 / ! " # \$ ( \$ " ! ) & ! " ' \$ % # " % %  
 5H6 G\$( : E  
 56 7 # H + ! ' ) % ! # % 0 \$ - ' \$ % % ( \$ 0 & ) 1  
 ' ! # ' % % 5H6 9 ' ! " \$ = ; ; E  
 56 0 - Ó A © Ú Ô¹ o Â r 9 8 Z Ä # ý ñ L @  
 ĩ ¥ + ñ ö 1 Û 5H6 ó q v Đ Đ 1 - S Đ ñ  
 E  
 56 Dk o ñ Á y ç Ô q @ M „ < : = F f ] Ä Â r  
 ~ ú - ¥ ù î 5H6 " d ý ñ Đ È 0 / Ö  
 E  
 56 1 < b Š . µ ô > ó Â r " S ~ ú - ç 9 Ø  
 5H6 È o S Đ Đ E  
 5; 6 ñ W Ö E Ó A © Ú Ô¹ o Â r • | o T M s 5H6 ó  
 q v Đ Đ 1 - S Đ ñ E  
 56 ! k > Ä f o j ç Ô q @ M ¥ † • Â r ~ ú  
 - ] Ä Z E 5H6 Â r Đ F E  
 56 < \$ ' " = < ! ! ) % ! ) - ! ) ! % \$ \$ ) % ' \$ ' # + ( \$ \$  
 ' \* + ( \$ & & ' ! # ' 5H6 9 ' ! ! ( % " \$ ' \$ ' & !  
 ! # ) ( % \$ ( = % 0 ; E

Ó A 3 ; M 3 ç µ 6 %  
 g C¹ ó q v Đ È 0 • Đ ý • q p V 3 •  
 = CVYÄ r " d Đ • | ) Ø Z ë ¥ ù í y  
 T 0 ! ) / ! , I , + # + (