

# 角錐型寬頻EMP天線之設計分析

賴岳宏、林漢年；邱政男

E-mail: 9606884@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

本研究針對角錐形寬頻EMP天線進行設計研究與分析，其目的在於利用該天線來做為高功率的核爆電磁脈衝(EMP: Electromagnetic Pulse)的輻射結構，以便未來配合高功率訊號源進行分析研究EMP的效應與應用，以便在日益發展之電子戰爭中，利用高功率脈衝引發的電磁脈波干擾敵方電磁環境，同時確保我方在資訊、通訊系統與飛行器仍能順利操作。本研究考慮的角錐形寬頻EMP天線結構，由一般常見的天線型態著手分析其場型分佈，進而利用數值方法(FEM)來分析，並計算複雜的天線結構特性和發射場型，同時也利用天線試作來進行比較與改善。

關鍵詞：角錐形寬頻天線；高功率訊號源；電磁脈衝

## 目錄

目錄封面內頁簽名頁授權書	iii
中文摘要	iii
英文摘要	iv
誌謝	v
目錄	vi
圖目錄	vii
表目錄	ix
第一章 緒論	xii
1.1 研究動機	1
1.1.2 研究方法與過程	2
1.3 論文架構	2
第二章 寬頻天線設計原理與理論分析	5
2.1 偶極天線	7
2.2 蝴蝶領結型天線	7
2.3 雙角錐天線	14
2.3.1 理論模型分析	17
2.3.2 寬角近似分析法	19
2.3.3 小型角錐近似法	26
2.3.4 大型角錐近似法	29
2.4 單圓錐天線	32
第三章 角錐寬頻天線之設計模擬與實作量測	36
3.1 EMP高功率系統簡介	39
3.2 角錐形寬頻EMP天線	40
3.2.1 角錐形寬頻EMP天線系列一	46
3.2.2 角錐形寬頻EMP天線系列二	53
3.2.3 角錐形寬頻EMP天線系列三	62
3.3 角錐形寬頻EMP天線實作與量測結果	67
3.4 等效電路	72
第四章 結論	77
參考文獻	79
附錄A 角錐型寬頻EMP天線輸入阻抗各個頻率模擬值	81
圖目錄	81
圖 1-1 搭載角錐形寬頻EMP天線之熱氣球示意圖	2
圖 2-1 半波長偶極天線示意圖	9
圖 2-2 標準偶極天線輸入阻抗趨勢圖	9
圖 2-3 標準偶極天線輸入阻抗放大圖	10
圖 2-4 標準偶極天線輸入電抗趨勢圖	11
圖 2-5 標準偶極天線輸入電抗放大圖	12
圖 2-6 增加偶極天線臂的輸入阻抗史密斯圖	13
圖 2-7 蝴蝶領結型天線 (bow-tie antenna) 俯視圖	15
圖 2-8 蝴蝶領結型天線實部阻抗圖	16
圖 2-9 蝴蝶領結型天線虛部電抗圖	16
圖 2-10 雙角錐天線的橫切圖與相關設計參數	18
圖 2-11 角錐天線在無窮大金屬地面上的橫切圖	37
圖 2-12 張角、天線長度和阻抗的關係圖	38
圖 3-1 角錐形寬頻EMP天線	41
圖 3-2 角錐形寬頻EMP天線S11特性圖	42
圖 3-3 角錐形寬頻EMP天線E-cut	42
圖 3-4 角錐形寬頻EMP天線H-cut	43
圖 3-5 不一樣結構的角錐形寬頻EMP天線	44
圖 3-6 不一樣結構的角錐形寬頻EMP天線S11特性圖	44
圖 3-7 不一樣結構的角錐形寬頻EMP天線E-cut	45
圖 3-8 不一樣結構的角錐形寬頻EMP天線H-cut	45
圖 3-9 角錐形寬頻EMP天線系列一 (1號天線)	47
圖 3-10 角錐形寬頻EMP天線系列一 (2號天線)	47
圖 3-11 角錐形寬頻EMP天線系列一 (3號天線)	48
圖 3-12 角錐形寬頻EMP天線系列一S11 V.S Freq比較圖	48
圖 3-13 角錐形寬頻EMP天線系列一 (1號天線) 電場分佈圖	49
圖 3-14 角錐形寬頻EMP天線系列一 (2號天線) 電場分佈圖	49
圖 3-15 角錐形寬頻EMP天線系列一 (3號天線) 電場分佈圖	50
圖 3-16 角錐形寬頻EMP天線系列一 (1號天線) 的E-plane	50
圖 3-17 角錐形寬頻EMP天線系列一 (1號天線) 的H-plane	51
圖 3-18 角錐形寬頻EMP天線系列一 (2號天線) 的E-plane	51
圖 3-19 角錐形寬頻EMP天線系列一 (2號天線) 的H-plane	52
圖 3-20 角錐形寬頻EMP天線系列一 (3號天線) 的E-plane	52
圖 3-21 角錐形寬頻EMP天線系列一 (3號天線) 的H-plane	53
圖 3-22 三種不一樣接地端的架構	54
圖 3-23 三種不一樣接地端架構的天線特性圖	54
圖 3-24 系列二不同接地端的角錐形寬頻EMP天線 (4號天線)	55
圖 3-25 系列二不同接地端的角錐形寬頻EMP天線 (5號天線)	56
圖 3-26 系列二不同接地端的角錐形寬頻EMP天線 (6號天線)	56
圖 3-27	

角錐形寬頻EMP天線系列二S11特性圖 . . . . . 57 圖 3-28 角錐形寬頻EMP天線系列二 (4號天線) 的電場分佈圖 58  
圖 3-29 角錐形寬頻EMP天線系列二 (5號天線) 的電場分佈圖 58 圖 3-30 角錐形寬頻EMP天線系列二 (6號天線) 的電場  
分佈圖 59 圖 3-31 角錐形寬頻EMP天線系列二 (4號天線) 的E-plane . 59 圖 3-32 角錐形寬頻EMP天線系列二 (4號天線)  
的H-plane . 60 圖 3-33 角錐形寬頻EMP天線系列二 (5號天線) 的E-plane . 60 圖 3-34 角錐形寬頻EMP天線系列二 (5號天  
線) 的H-plane . 61 圖 3-35 角錐形寬頻EMP天線系列二 (6號天線) 的E-plane . 61 圖 3-36 角錐形寬頻EMP天線系列二 (6  
號天線) 的H-plane . 62 圖 3-37 角錐形寬頻EMP天線系列三 (7號天線) . . . . . 63 圖 3-38 角錐形寬頻EMP天線系列  
三 (8號天線) . . . . . 63 圖 3-39 角錐形寬頻EMP天線系列三S11特性圖 . . . . . 64 圖 3-40 角錐形寬頻EMP天  
線系列三 (7號天線) 的電場分佈圖 64 圖 3-41 角錐形寬頻EMP天線系列三 (8號天線) 的電場分佈圖 65 圖 3-42 角錐形寬  
頻EMP天線系列三 (7號天線) 的E-plane . 65 圖 3-43 角錐形寬頻EMP天線系列三 (7號天線) 的H-plane . 66 圖 3-44 角錐  
形寬頻EMP天線系列三 (8號天線) 的E-plane . 66 圖 3-45 角錐形寬頻EMP天線系列三 (8號天線) 的H-plane . 67 圖 3-46  
角錐形寬頻EMP天線實體圖 (側視圖) . . . . . 68 圖 3-47 角錐形寬頻EMP天線實體圖 (俯瞰圖) . . . . .  
. 68 圖 3-48 天線實測與模擬特性比較圖 . . . . . 69 圖 3-49 加環角錐形寬頻EMP天線 . . . . .  
. . . . . 70 圖 3-50 加環天線與模擬特性比較圖 . . . . . 71 圖 3-51 原來的天線與加環後的特性比較圖 .  
. . . . . 71 圖 3-52 發射天線(Antenna in transmitting mode) . . . . . 73 圖 3-53 天線等效電路(Antenna  
equivalent circuit) . . . . . 73 圖 3-54 天線阻抗分佈圖(1號) . . . . . 74 圖 3-55 天線阻抗分  
佈圖(2號) . . . . . 75 圖 3-56 天線阻抗分佈圖(3號) . . . . . 75 圖 3-57  
天線阻抗分佈圖(6號) . . . . . 76 表目錄 表 2-1 半波長偶極天線縮短率對照表 . . . . .  
. . . . . 8 表 2-2 標準偶極天線臂增寬的輸入阻抗與輸入電抗表 . . . . . 12

**參考文獻**

[1] Ki-Hak Kim, Jin-U Kim, and Seong-Ook Park , “ An Ultrawide-Band Double Discone Antenna With the Tapered Cylindrical Wires ” , IEEE Trans. Antennas Propagation, VOL. 53, NO. 10, OCTOBER 2005 [2]陳瀚潮, “ 寬頻偶極天線在數位電視廣播上的應用 ”,國立暨南國際大學,通訊工程研究所,2005 [3] P.D.P. Smith, “ The conical dipole of wide angle ” , J. Appl. Phys., Vol. 19, Jan. 1948 [4] C.E. Smith, C.M. Butler and K.R. Umashankar, “ Characteristics of a wire biconical antenna ” , Microwave J. Vol. 22, Sept. 1979 [5] C.T. Tai, “ On the theory of biconical antennas ” , J. Appl. Phys., Vol. 19, Jan. 1948 [6] C.T. Tai, “ Application of variational principle to biconical antennas ” , J. Appl. Phys., Vol. 20, Jan. 1949 [7] C.H. Papas and R.W.P. King, “ Input impedance of wide-angle conical antennas fed by a coaxial line ” , Proc. IRE. Vol. 37, 1949 [8] S.S. Sandler and R.W.P. King, “ Compact conical antennas for wide-band coverage ” , IEEE Trans. Antennas Propagation, Vol. 42, June 1994 [9] C.A. Balanis, “ Antenna Theory: Analysis and Design, 2nd ed. ” , Wiley, 1997 [10] W. L. Stutzman and G. A. Thiele, “ Antenna Theory and Design, 2nd ed. ” , Wiley, 1998 [11] S.A Schelkunoff, “ General theory of symmetric biconical antennas ” , J. Appl. Phys., Vol. 22, Jan. 1951 [12] C.W. Harrison and C.S. Williams, “ Transients in wide-angle conical antennas ” , IEEE Trans. Antennas Propagation, Vol. 13 , March 1965 [13] A. Erdelyi, Higher Transcendental Functions, McGraw-Hill 1953 [14] H. Jasik, Ed. ” Antenna Engineering Handbook ” ,McGraw-Hill,NeW York, 1961,Chapter 6.  
[15] Lewis I .A. D. and Wells F. H. in “ Millimicrosecond Pulse Techniques ” . Pergamon Press (1953) 109-111 [16] O. Givati, A.P.C. Fourie, N. Wilken, and A.D. McKechnie, “ Analysis of skeletal wire biconical antenna ” , IEEE Trans. Antennas Propagation, Vol. 44 No. 6, June 1996 [17] M.A. Plouns, “ A Study of the Biconical Antenna ” , NSF-11268, Washington, May 1961 [18] N. Surendra and R.L. Mokole, “ Biconical antennas with unequal cone Angles ” , IEEE Trans. Antennas Propagation, Vol. 46, June 1998