

Design of Broadband Dual-polarization Antennas with 90 Degrees Based on WCDMA

HE Ye-jun¹, FENG Shuai¹, SU Wei²

1. Department of Communication Engineering, College of Information Engineering, Shenzhen University, Shenzhen, P.R.China

2. MOBI Antenna Technologies (Shenzhen) Co., Ltd, Shenzhen, P.R. China

heyeyun@ieee.org.

Abstract: The dipole of traditional WCDMA dual-polarization antenna is very simple. Due to machining and inbalance of line feed, there is an inbalance of spatial radiation for dipole. Only depending on the dipole, the cross-polarization requirement cannot be obtained. Therefore, a kind of method with broadband dual-polarization antennas with 90 degrees is proposed: the special construction is applied in the end of radiation dipole. The symmetry of the antenna dipole is improved through adjusting the shape of connection construction. The balance of dipole spatial radiation is also improved so as to improve the cross-polarization characteristic.

Keywords: radiation element; dual-polarization; a parasitical metal ring

基于 WCDMA 的宽频带 90° 双极化天线设计

何业军¹, 冯帅¹, 苏卫²

1. 深圳大学信息工程学院通信工程系, 深圳, 中国, 518060

2. 摩比天线技术(深圳)有限公司, 深圳, 中国, 51800

heyeyun@ieee.org

【摘要】传统的 WCDMA 双极化天线的振子结构大多比较简单, 由于加工或者馈电不平衡等原因会造成阵子辐射单元空间辐射不平衡。仅仅依靠阵子本身无法满足其对交叉极化比的要求, 交叉极化特性较差。为此, 本文提出了一种新的宽频带 90° 双极化天线设计方案: 在辐射单元阵子臂的末端通过特定的结构连接起来, 通过调整这些特定连接结构的形状来提高天线阵子对称性, 从而提高阵子空间辐射的平衡性, 进而提高交叉极化特性。

【关键词】辐射单元; 双极化; 寄生金属环片

1 引言

目前, 双极化天线^[1]的阵子大多采用两对正交的半波振子结构, 这种结构相对直观地实现了两对半波阵子的场正交, 例如垂直和水平, $\pm 45^\circ$ 斜角, 从而实现双极化。理想的正交对双极化阵子的两个极化的极化分极和双极化天线的效率非常重要, 其正交特性的优劣通常用交叉极化分辨率或者交叉极化比来评估。目前流行的评估指标是: 主轴交叉极化比和 $\pm 60^\circ$ 交叉极化比, 且要求主轴典型值高于 20dB, 在 $\pm 60^\circ$ 高于 10dB, 大多相对简单的振子结构由于加工或者馈电不平衡等原因造成阵子辐射单元空间辐射不平衡, 仅仅依靠阵子本身无法满足对交叉极化^[2]的要求, 交叉极化特性较差。

中国专利 CN1988260A 提供了一种较好的解决技术方案, 其方式是在辐射单元阵子臂的末端通过特定的结构连接起来, 通过调整这些特定连接结构的形状来提高天线阵子对称性, 从而提高阵子空间辐射的平衡

性, 进而提高交叉极化特性。但是, 该方案为了实现抗匹配的要求, 而使其辐射片尺寸增大很多, 导致其辐射片成本较高, 同时相邻单元间距过于靠近引起阵列设计困难。文献[3]与[4]仅对圆极化天线进行研究。

本文提出了一种提高阵子本身空间辐射的平衡性而提高交叉极化特性的宽频双极化^[5]天线阵子结构。本文将从以下几个部分做详细阐述。第 2 部分, 描述 WCDMA 双极化单元天线仿真模型。第 3 部分, 给出 WCDMA 双极化单元天线的实测结果。第 4 部分为结论。

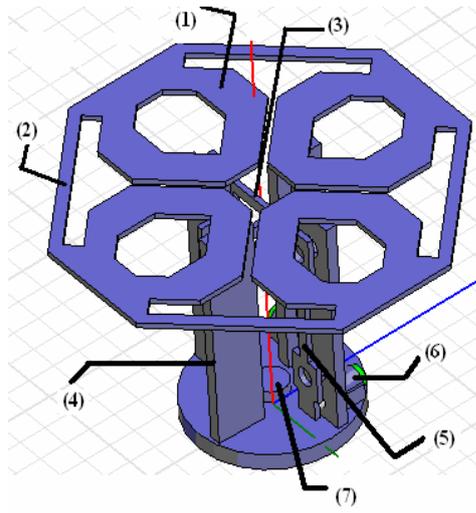
2 WCDMA 双极化单元天线仿真模型

2.1 双极化单元天线的结构

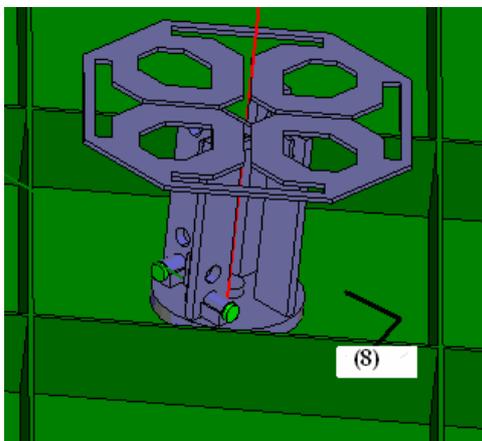
本文设计的宽频双极化天线辐射元结构, 包括: 表面辐射单元、寄生金属环片、馈电支座和反射板; 表面辐射单元包括对称的两对半波阵子; 寄生金属环片位于半波阵子阵子臂末端之间的连接, 使得相邻的两个阵子臂电容性连接; 表面辐射单元和寄生金属环片

连接形成共面；馈电支座位于表面辐射单元和反射板之间，上方通过其上方凸起部分穿过辐射单元金属片接触，下方并通过其下方凸起部分与反射板接触，馈电支座的平板导体顶端与表面辐射单元阵子进行焊接，其下端穿过反射板的开孔但不与反射板接触，与天线的馈电网络焊接，下端中心与反射板用螺钉紧固从而起到一个扼流圈的作用。本文所述阵子结构，可以在不改变天线阵子的基本结构和保证其基本电气性能的情况下，有效的提高了交叉极化特性，同时由于阵子平衡性的提高，辐射效率、回波损耗、隔离度等电气指标也有很大的改善；此外，本文阐述的阵子结构与同类阵子比较结构更加稳定可靠，更易于作为一个单独的部件快速进行装配和焊接；适用的频段为1710MHz—2170 MHz。

图1为导体型馈电的阵子结构，其中：(1)为表面辐射单元，(2)为寄生金属环片，(3)为馈电段，(4)为馈电支座，(5)为平板导体，(6)为阵子与馈电网络接触的源端口，(7)为固定介质，(8)为反射板。



(a) 俯视图



(b) 侧视图

图1 导体型馈电的阵子结构

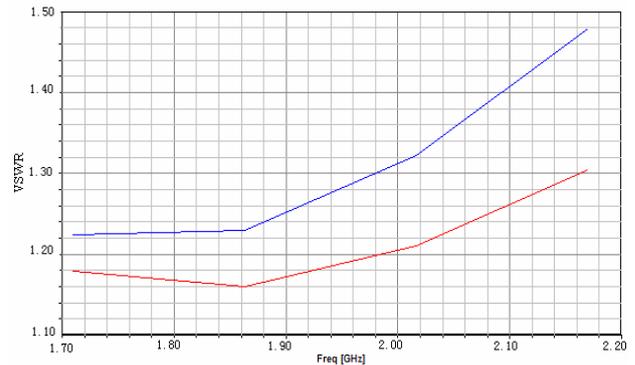


图2. 驻波比

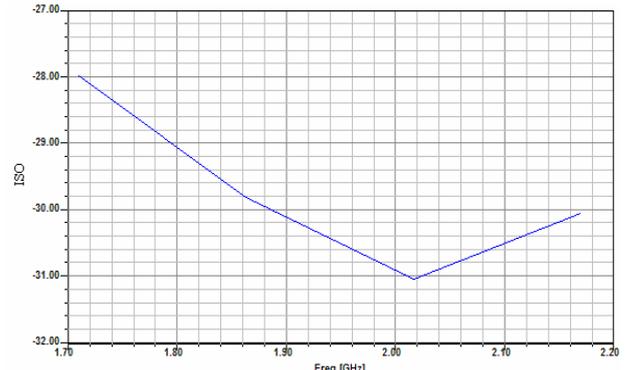


图3. 隔离度

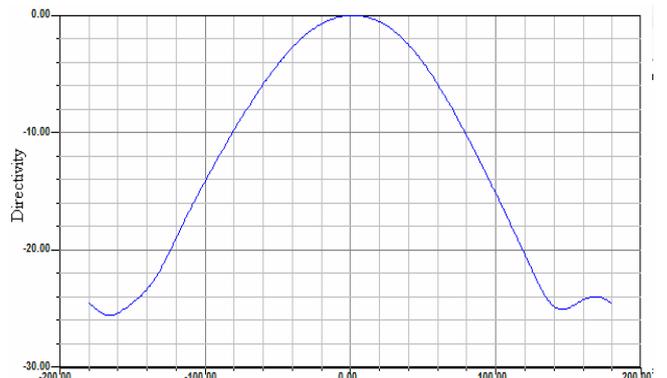


图4. 水平方向图

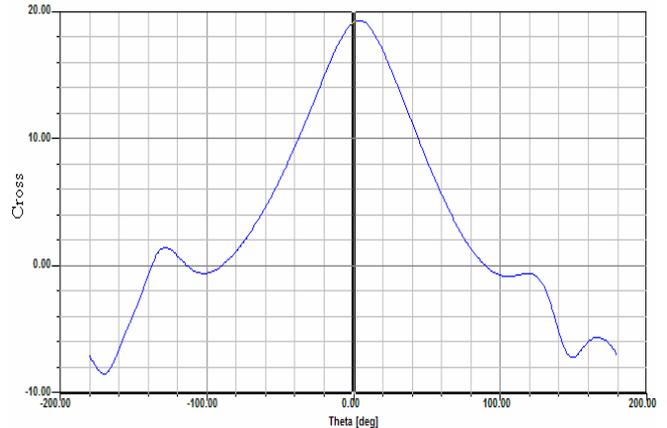


图5. 交叉极化比

设计的双极化天线辐射单元的尺寸为：辐射单元的厚度为1mm,寄生金属环片的宽度为1.5mm,固定介质那个孔位于阵子结构底部的中心，反射板的宽度

78.6mm 为和高度为 17.3mm, 馈电支座的高度为 42mm, 馈电片为宽度为 2mm, 平板导体的宽度为 2mm。

2.2 双极化单元天线的仿真

用 HFSS 进行建模、仿真, 得到双极化单元天线的驻波比图, 隔离度图, 方向图和交叉极化比图分别如图 2 至图 5 所示。从图 2 可以看出在工作频段 1710MHz—2170 MHz 内驻波比的波动范围为 1.1 至 1.5, 通信行业标准驻波比要小于 1.5, 明显驻波比的仿真结果满足要求; 从图 3 可以观察到隔离度的大小在 28dB 到 31dB 之间变化, 行业标准^[6]规定整个阵列天线的隔离度要大于等于 28dB, 而本文仿真的仅仅是单个辐射单元, 因此条件可以放宽到 28dB 以上, 因此本设计仿真的隔离度结果还是达标的; 从图 4 可以读出两个数据, 水平波束宽度和前后比, 水平波束宽度是指增益下降 3dB 形成的夹角, 从图 4 读出的数值是大约 86°, 而前后比是指在 150° 至 180° 和 -180° 至 -150° 的范围内的最差值, 也就是最小值, 从图 4 可以读出最差值是在 175°, 数值是 24, 本文的设计指标要求水平波束宽度大小为 90° ± 8°, 前后比大于 23, 因此图 4 的水平方向图也是合格的; 从图 5 可以读出交叉极化比的轴向值大约 20dB, 远远大于设计指标规定的 15dB。因此仿真结果满足设计指标的要求。

2.3 仿真分析

本文提出的仿真设计, 是在表面辐射单元阵子臂两两相邻之间, 增加特定的寄生金属环片, 通过调整这些特定寄生金属环片形状和位置来提高天线阵子对称性, 从而提高阵子空间辐射的平衡性, 进而提高交叉极化特性。

在本文仿真中所采用的宽频双极化天线阵子结构包括: 表面辐射单元、寄生金属环片、馈电支座和反射板; 表面辐射单元包括对称的两对半波阵子; 寄生金属环片位于半波阵子阵子臂末端之间进行连接, 且和相邻的两个阵子臂进行电容性连接; 表面辐射单元和寄生金属环片进行连接形成共面; 馈电支座位于表面辐射单元和反射板之间, 上方通过其上方凸起部分穿过辐射单元接触进行焊接, 下方并通过其下方凸起部分与反射板接触, 顶端与表面辐射单元阵子进行焊接, 其下端通过凸出部分与天线的馈电网络焊接; 阵子下端与反射板通过螺丝连接固定从而起到一个扼流圈的作用。

在图 1 (a) 中所述的寄生金属环片是一些方形金属片结构, 且通常放置在两个相邻极化的阵子臂末端之间, 通过该金属环结构, 使得两个极化的阵子臂间实现了电容性连接, 也即在阵子臂的末端, 高频自身在其 1/4 波长结构由开路变成了短路, 使得一路极化的电流与另一路极化的电流相连通, 从而改变了电流的不平衡性。这里的寄生金属环片, 其外形可以是方形结构也

可以是圆环状结构, 通常金属环片要足够长, 以满足高频 1/2 波长的行程电流方向相反, 其作用是相互抵消不同极化阵子产生的自感应电流和使得同一极化的阵子形成场同向叠加, 辐射效率最大化。也就是说, 通过改变金属环片的长度和粗细来调整电流的平衡性和改变阵子的辐射电阻, 最终使得交叉极

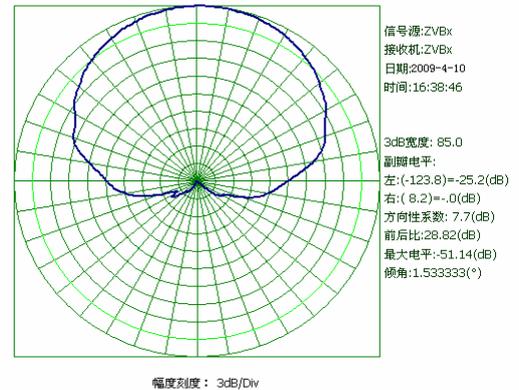


图 6. 方向图

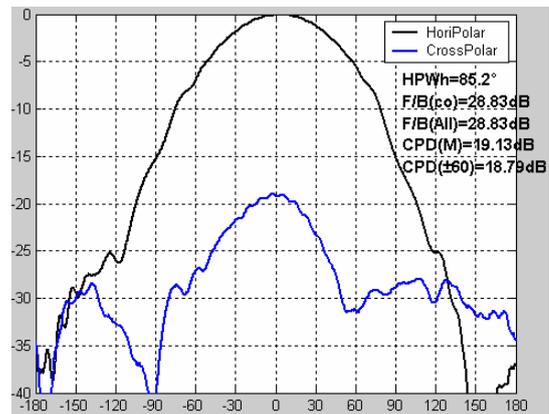


图 7. 交叉极化比

化比、回波损耗等电气指标达到一个理想的平衡状态。

在图 1 (b) 中: 支座馈电采用平板导体馈电, 该馈电支座通过其上方凸起部分穿过辐射单元的小孔进行焊接接触, 并通过其下方中心凸起部分与反射板接触固定; 平板导体是一个单独的有宽度变化的金属导体带, 其顶端直接穿过辐射单元接触并焊接, 其下端穿过馈电支座与天线的馈电网络焊接; 平板导体通过塑料介质部件紧固在馈电支座的半开放腔内; 馈电支座导体部分其顶端凸起部分与辐射单元接触焊接, 下端中心位置与反射板用螺钉紧固从而起到一个扼流圈的作用。

3 WCDMA 双极化单元天线实体的测试

将仿真模型导出进行工艺生产, 得到的实体模型进行相关参数的测试, 可以得到如图 6 至图 9 的结果。

由图 6 可见, 水平波束宽度为 85°, 前后比为 28dB; 图 7 表明交叉极化比的轴向为 19dB; 图 8 可见驻波比



图 8. 驻波比



图 9. 隔离度

小于 1.5; 图 9 可知隔离度大于 31dB。将这些实测数据与仿真数据比较, 可知实测数据与仿真结果非常接近, 具有较好的一致性。

4 结论

本文提出了一种 WCDMA 宽频 90° 阵子结构, 可以在不改变天线阵子的基本结构和保证其基本电气性能的情况下, 通过增加寄生金属环片改善阵子的平衡性,

有效提高交叉极化特性、增强辐射的方向性与宽带性; 其次, 馈电支座的微带传输设计优点, 在于很低的传输损耗和宽带匹配特性, 也即改善了回波损耗、隔离度, 同时也就提高了单元的增益; 此外, 本文提出的阵子结构与线路板型结构更加稳定可靠, 更易于作为一个单独的部件快速进行装配和焊接。该天线广泛应用于 WCDMA 无线移动通信系统中。

References (参考文献)

- [1] Hall, P.S.; Dual polarisation antenna arrays with sequentially rotated feeding. *Microwaves, Antennas and Propagation, IEE Proceedings H*, Vol.139, No.5, 1992,P465 – 471.Woelder, K.; Granholm, J.. Cross-polarization and sidelobe suppression in dual linear polarization antenna arrays. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, 45(12), 1997 ,P1727 – 1740. 张勇虎, 周力, 欧钢.一种双频双圆极化层叠结构微带天线的设计. *微波学报*,2006,22(6),P25-28.Zhang Yonghu,Zhou Li,Ou Gang, Design of a Dual-band Dual-Polarization Stacked Microstrip Patch [J],*Antenna.Journal of Microwaves*,2006,22(6),P25-28.张辉,张晓发,闫敦豹,袁乃昌.基于 H 形缝隙耦合的宽带圆极化微带天线. *电子与信息学报*,2007,29(4),P991-993.Zhang Hui, Zhang Xiaofa,Yan Duibao,Yuan Laichang, Broadband Circularly Polarized H-Shaped Aperture-Coupled Microstrip Patch Antenna[J],*Journal of Electronics and Information Technology*, 2007,29(4),P991-993.
- [5] 王元坤,李玉权. 线天线的宽频带技术[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,1995 ,6
Wang Yuankun,Li Yuquan.Broadband techniques of Linear antennas[M].XiDian University Publisher,1995,6.
- [6] 宋社连, 傅炳芳, 洪传礼等. 中华人民共和国通信行业标准 YD/T1059-2004,移动通信系统基站天线技术条件, 中华人民共和国信息产业部.
Song Shelian,Fu Bingfang,Hong Chuanli et al.Communication Standardization of P.R.China YD/T1059-2004, Mobile Communication System Base Station Antennas, Ministry of Information Industry of P.R.China.