

基于eMTC的小型化血糖仪天线设计

顾晓华 王 灿 谭登博 池慧满 解国保
杭州微策生物技术股份有限公司 浙江 杭州 310000

摘要: 随着医疗及物联网的发展及应用普及,越来越多的手持医疗设备需要无线通信及数据传输功能,从传统的蓝牙到如今的蜂窝通信,小型化、高效率、多频段的天线已成为手持医疗设备的关键组成^[1]。本文主要介绍一种适用于物联网血糖仪的多频段内置天线的设计方案,本文研究涉及天线设计、性能验证、性能优化、批量测试手段。在设计过程中,评估好天线需要的自由空间,进行仿真,使用射频矢量网络分析仪进行无源、有源验证,再配合整机使用综测仪进行最终验证、最终进行批量生产测试。验证结果表明,该种方式适用于手持物联网血糖仪蜂窝通信天线设计。

关键词: 内置天线;小型手持血糖仪;多频段;高效率

绪论: 随着社会的发展和进步,慢性病群体逐渐扩大,针对慢性病群体也衍生出各种手持医疗设备^[2]。手持物联网血糖仪可以使检测和治疗更加便捷、高效、准确^[1]。近年来,医疗和物联网的结合成为一种新趋势,随着应用场景和用户需求的不断提升,产品对于通信性能的需求日益上升,从GSM、GPRS到如今的LTE、5G NR,通信制式的不断发展逐步丰富了蜂窝网络的应用场景^[2]。为满足不同的通信制式,天线逐渐成为手持物联网血糖仪中重要的一环。

天线作为物联网血糖仪不可或缺的取整部分,需要满足高效率、良好频率特性、小体积等条件,以适用小型化物联网血糖仪需求。针对各地区不同的入网要求,对于血糖仪的天线频段、效率也不尽相同,本文着重于

介绍一种基于eMTC的手持物联网血糖仪的天线设计过程,主要针对血糖仪内部自由空间评估、无源调试、有源调试、量产进行研究。

天线一般指裸露在自由空间内的导体,该导体的长度与电磁波波长成特定比例。天线的正常工作的条件是“谐振”,“谐振”状态下,天线可将电磁波发射到自由空间中。如下图1所示:导体中传输的电信号波长为 λ ,导体的长度为 $\lambda/2$,信号发生器通过天线馈电在天线的中心点为其提供信号,输入天线的电能被转换为相应频率的电磁辐射,一般射频天线的特征阻抗为 50Ω ,并且辐射到特征阻抗为 377Ω 的自由空间中。

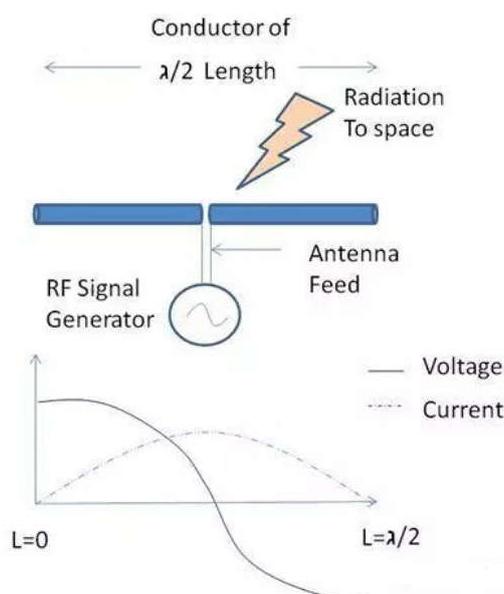


图1 偶极子天线原理

对于天线的几何形状,有两个重要的参数:天线长度、天线馈电。此文只赘述偶极子天线,因为本文案例

设计天线类型为偶极子天线。各个国家地区支持的GSM、LTE频段都不尽相同,本

文着重讲解北美地区的通用频段（B2 1850MHz~1990MHz、B4 1710MHz~1880MHz、B12 698MHz~746MHz、B13 746MHz~787MHz、B20 791MHz~862MHz、B28 703MHz~748MHz、GSM 850MHz、GSM 1900MHz），由于频段过多，对于天线频率特性要求较高，本方案增加了对地调谐功能解决698MHz~850MHz宽带宽频段问题，调谐过程如图2：

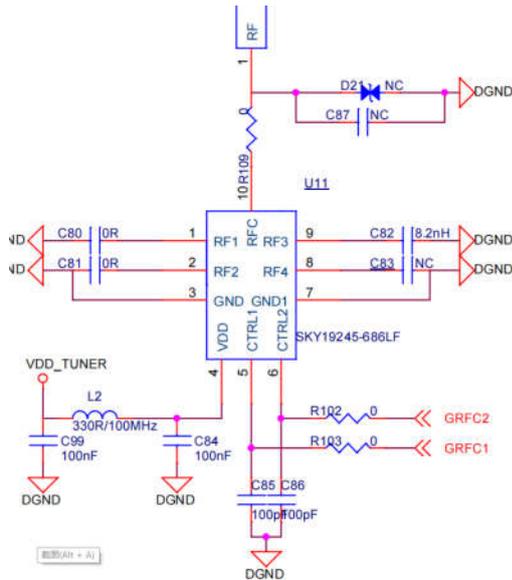


图2：GND调谐

调谐频段如下：

频段	Band
880~2200	B1, B2, B3, B4, B8, B25, B66
791~894	B5, B18, B19, B20, B26, B27
699~803	B12, B13, B17, B28

在相应的链路预留好匹配器件位置，进行相应的硬件设计。

整机自由空间评估：根据天线长度和波长的比值关系预留出相应的自由空间，波长越长，需要的天线长度越长，所以一般以低频的需要自由空间为参考，参照上图我们需要的大概是700MHz的自由空间，预留7平方厘米左右的净空区域。

在进行无源调试前，我们首先应该对天线的两个参数了解：回波损耗RL参数、驻波比VSWR。回波损耗RL指的是射频输入信号反射回来的功率与输入信号功率的比值，在理想状态下，回波损耗为0，即信号完全无反射。驻波比VSWR指的是把天线作为无耗传输线的负载时，在沿传输线产生的电压驻波图形上，其最大值与最小值之比。在理想状态下，驻波比为1。对于内置天线来说，由于自由环境相对较差，通常要求回波损耗在-7.5dB以下，驻波比在2.5以下。

自由空间评定完成后，会进行相应的设计，待整机壳件和PCB板就绪后，可以进行相应的无源调试，按照设计好的天线轮廓，使用射频矢量网络分析仪进行调试，此处主要用网分调试天线的驻波比和回波损耗参数，各频点的驻波比和回波损耗参数是否满足，通过调整之前预留的匹配组合，将性能参数调整到预期状态。调试结果如下图3所示：

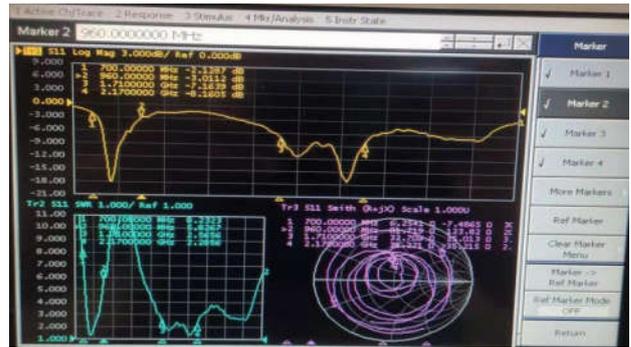


图3：无源S11参数

无源调试完毕，可配合壳件及整机在全波暗室（见下图4）中进行无源效率调试。调试结果如下图5所示：



图4：全波暗室

Freq (MHz)	Effi (%)	Effi (dB)	Gain (dBi)	Freq (MHz)	Effi (%)	Effi (dB)	Gain (dBi)
800	45.17	-3.45	-0.83	1700	46.21	-3.35	1.18
810	46.93	-3.29	-0.71	1720	43.49	-3.62	1.17
820	49.48	-3.06	-0.59	1740	40.58	-3.92	1.05
830	51.18	-2.91	-0.5	1760	45.86	-3.39	1.37
840	48.69	-3.13	-0.74	1780	49.93	-3.02	1.67
850	49.64	-3.04	-0.62	1800	42.06	-3.76	1.1
860	43.41	-3.62	-1.2	1820	40.77	-3.9	0.75
870	42.28	-3.74	-1.3	1840	39.22	-4.06	0.22
880	37.49	-4.26	-1.88	1860	35.99	-4.44	0.01
890	39.6	-4.02	-1.76	1880	31.11	-5.07	-1.21
900	36.29	-4.4	-2.14	1900	29.16	-5.35	-1.83
910	37.99	-4.2	-1.8	1920	30.19	-5.2	-1.22
920	36.74	-4.35	-1.89	1940	30.54	-5.15	-1.41
930	33.41	-4.76	-2.33	1960	32.15	-4.93	-0.74
940	32.57	-4.87	-2.52	1980	36.22	-4.41	0.2
950	28.18	-5.5	-3.23	2000	40.06	-3.97	0.8
960	26.31	-5.8	-3.55	2020	42.78	-3.69	0.91
				2040	46.06	-3.37	1.02
				2060	53.86	-2.69	1.46
				2080	53.76	-2.7	1.41
				2100	53.39	-2.73	1.1
				2120	43.02	-3.66	0.3
				2140	37.58	-4.25	-0.49
				2160	38.23	-4.18	-0.65
				2180	35.13	-4.54	-0.94

图5：无源效率结果

因为整机运行的电磁场情况复杂，所以在无源调试完毕后，需要进行相应的有源调试，在此时整机工作产生的电磁场会影响到天线辐射效率，而有源性能也是是否可以符合入网标准的条件。如果最终有源结果与无源调试的效率有较大出入，则需要针对性地进行排查，寻找出干扰源并解决，这也是大部分通信设备都需要添加大量屏蔽罩的目的。

在血糖仪的设计中，其中有部分的系统是模拟信号检测，一般模拟信号对于电磁干扰的敏感度较高，在设计过程中也需要相应考虑大功率的射频信号是否会对

模拟信号部分产生干扰，导致系统检测结果不准确，同理，方向也需要保证通信系统外的功能模块产生的干扰不会影响整机射频有源参数，特别需要关注电源模块和晶体部分，因为电源部分存在大量的电流变化，一般是整机系统中辐射最严重的部分，而晶体是比较固定的干扰源，一般比较好排查。

一般我们将有源性能分为传导和辐射两部分，其中辐射性能与天线有关，辐射部分的测试又叫做OTA测试^[3]，我们一般将OTA测试结果用于对标入网标准。整机有源测试结果如下图6所示：

Test	eMTC1 TRP				eMTC2 TRP				eMTC3 TRP				eMTC4 TRP							
Result	18050	18300	18550	18800	18900	19150	19200	19450	19900	20000	20150	20350								
Frequency (MHz)	1925	1950	1975	1955	1980	1905	1715	1747.5	1780	1715	1732.5	1780								
TRP (dBm)	18.33	17.99	18.47	19.27	18.84	18.58	16.75	17.01	17.04	17.18	17.59	17.66								
MAX (dBm)	21.7	21.89	22.61	22.8	22.96	22.45	21.16	21.06	21.39	21.55	21.89	21.71								
Test			eMTC1 TIS			eMTC2 TIS			eMTC3 TIS				eMTC4 TIS							
Result			890			1180			1900				2350							
Frequency (MHz)			2185			1985			1975				2150							
TIS (dBm)			-94.83			-96.19			-95.97				-94.76							
Test	eMTC8 TRP				eMTC12 TRP				eMTC13 TRP				eMTC20 TRP				eMTC28 TRP			
Result	21500	21650	21750	23060	23095	23130	23205	23230	23255	24200	24300	24400	27260	27435	27610					
Frequency (MHz)	885	897.5	910	708	708.5	710	779.5	782	784.5	837	847	857	708	725.5	743					
TRP (dBm)	17.11	17.98	17.86	16.17	16.29	17.18	16.72	16.83	16.67	17.27	18.21	17.67	16.98	17.33	16.55					
MAX (dBm)	19.33	20.25	20.21	18.4	18.17	18.9	19.66	19.98	19.64	20.39	20.32	20.82	19.07	19.92	18.01					
Test			eMTC8 TIS			eMTC12 TIS			eMTC13 TIS				eMTC20 TIS			eMTC28 TIS				
Result			3780			8130			5255				8400			9610				
Frequency (MHz)			885			740			753.5				816			798				
TIS (dBm)			-94.82			-92.73			-93.11				-93.28			-94.06				
Test	GSM850 TRP			EGSM TRP			DCS TRP			PCS TRP										
Result	128	190	251	975	62	124	512	698	885	512	661	810								
Frequency (MHz)	824.2	836.6	848.8	880.2	902.4	914.8	1710.2	1747.4	1784.8	1850.2	1880	1909.8								
TRP (dBm)	30	30.48	30.23	29.4	28.31	28.5	26.65	26.01	27.02	26.43	27.08	27.28								
MAX (dBm)	32.3	32.77	32.49	31.55	30.55	30.74	30.49	30.15	31.55	29.78	30.55	30.77								
Test			GSM850 TIS			EGSM TIS			DCS TIS			PCS TIS								
Result			251			124			885			810								
Frequency (MHz)			893.8			959.8			1879.8			1989.8								
TIS (dBm)			-104.52			-103.27			-103.13			-103.03								

图6：系统OTA测试结果

结论

随着社会的发展和进步，医疗及物联网取得了较为广泛的应用普及，医疗和物联网的结合成为一种新趋势^[4]。手持物联网血糖仪逐渐走进每个家庭，它可以使检测和治疗更加便捷、高效、准确，然而随着应用场景和用户需求的不断提升，产品对于通信性能的需求日益上升，研发能够满足不同通信制式的手持物联网血糖仪天线具有重要意义。

本研究成功地设计制备了一种基于eMTC的手持物联网血糖仪的天线，并通过一系列验证评估实验得到血糖仪天线内部所需自由空间，通过无源调试、有源调试最

后进行量产研究，结果表明，该种方式适用于手持物联网血糖仪蜂窝通信天线设计。该研究为血糖仪天线设计的研发和制造提供了一条可行的思路，具有实用性研究意义和广阔的发展前景^[4]。

参考文献

[1]刘晓倩.手持终端多频段天线的研究[D].2018.
 [2]谢健骊.物联网无线通信技术[M].成都：西南交通大学出版社,2013.
 [3]刘轶旻.VoLTE测试与CMW500射频测试仪[M].2014.
 [4]曾红武,戴书球.医疗物联网：慢性病智能生命体征监测[M].2023.