

爱立信：LTE-FDD 测试频段干扰分析及解决方案[图]

1. 概述

在某运营商开始规模建设 LTE-FDD 试验网初期，因为使用的是 1755MHz-1785MHz 和 1850MHz-1880MHz 这未使用的 60MHz 的频段，需要对该频段整体的干扰情况进行了解，并由针对性的提出解决办法，将优化前移到网络的建设前，建设一张精品网络，为 LTE-FDD 试验网和商用建网提供技术支持，保障网络的性能质量。

本文基于以上考虑，研究对该频段可能的干扰情况，并结合实际案例进行分析并提出解决方法。

2. LTE 频段理论底噪

RBW (Resolution Bandwidth) 扫频仪频率分辨率，代表两个不同频率的信号能够被清楚的分辨出来的最低频宽差异。

NFrev (Noise Factor) 为扫频仪接收噪声系数，决定扫频仪接收机灵敏度。

理论低噪 = $-174 + 10 * \log(\text{RBW}) + \text{NFrev}$ (公式 2-1)

测试过程中，设置以下参数：

1. RBW 取值为 15KHz，
2. NFrev 为噪声系数，不同的扫频仪该值不同，根据扫频仪厂家提供为 8dB，得到本次测试的理论低噪为 -124dBm。

3. 频谱干扰分析

对 1755MHz-1785MHz 的频段和 1850MHz-1880MHz 的频段进行可能的干扰分析。



1755MHz-1785MHz 的频段

1. 该频段被非法占用
2. 阻塞干扰：DCS1800（上行频段 1710MHz-1755MHz）
3. 杂散干扰：DCS1800（上行频段 1710MHz-1755MHz）
4. 互调干扰：
 - a) DCS1800（上行频段 1710MHz-1755MHz，下行 1805MHz-1850MHz）
 - b) GSM900/E-GSM（上行频段 889MHz-909MHz）
 - c) CDMA 下行频段（下行频段 870MHz-880MHz）
5. 二次谐波：
 - a) GSM900/E-GSM（上行频段 889MHz-909MHz 使用）
 - b) CDMA 下行频段（870MHz-880MHz）



1850MHz-1880MHz 频段

1. 该频段被非法占用
2. 阻塞干扰：
 - a) DCS1800（下行频段 1805MHz-1850MHz）
 - b) F 频段（1880MHz-1920MHz）
3. 杂散干扰：
 - a) DCS1800（下行频段 1805MHz-1850MHz）
 - b) F 频段（1880MHz-1920MHz）
4. 互调干扰：

- a) GSM900/E-GSM (下行频段 934MHz-954MHz)
- b) DCS1800 (上行频段 1710MHz-1755MHz, 下行 1805MHz-1850MHz)

5. 二次谐波:

- a) GSM900/E-GSM (下行频段 934MHz-954MHz)

4. 扫频工作

在某城市安排对 1755MHz-1785MHz 和 1850MHz-1880MHz 频段, 在晚忙时进行扫频工作, 扫频测试采用同一套扫频设备, 问题定位采用同一套频谱分析仪。

4.1. 测试路线



测试路线尽量遍历某市一环内的主要道路, 测试车速不超过 35km/h。

4.2. 扫频参数设置

根据第 2 章节公式 2-1, 计算理论缔造为-124dBm。

1755MHz-1785MHz 频段		1850MHz-1880MHz 频段	
Preselector	1.705 GHz - 1.79 GHz	Preselector	1.8 GHz - 1.885 GHz
Show Channel	No	Show Channel	No
Channelization Band	DownLink	Channelization Band	DownLink
Channelization	AWS 1700 (additional)	Channelization	AWS 1700 (additional)
Center Frequency	1.77 GHz	Center Frequency	1.865 GHz
Span	30.0 MHz	Span	30.0 MHz
Resolution Bandwidth	15.0 kHz	Resolution Bandwidth	15.0 kHz
IF Bandwidth	5.00 MHz	IF Bandwidth	5.00 MHz
Display Length	151	Display Length	151
Averaging	None	Averaging	None
Averages	1	Averages	1
Average as log power	No	Average as log power	No
Measure By Time	No	Measure By Time	No
Time Measurement Period	0.00	Time Measurement Period	0.00
Measurement Distance	0.000000	Measurement Distance	0.000000
Measure Distance by Pulse	Yes	Measure Distance by Pulse	Yes
Setup Wheel Pulse Unit	Select to Edit	Setup Wheel Pulse Unit	Select to Edit
Pulse Cal Count	-1	Pulse Cal Count	-1
Pulse Cal Distance	-1.00	Pulse Cal Distance	-1.00

5. 扫频测试结果

5.1. 1755MHz-1785MHz&1850MHz-1880MHz 频段测试结果

总体扫频测试 1755MHz-1785MHz 频段平均值-118.6dBm, 1850MHz-1880MHz 频段平均值 116.1dBm。从平均信号强度值以及表 5-1 采样点信号分布表来看, 在路面上, 1850MHz-1880MHz 频段的干扰要强于 1755MHz-1785MHz。

	"1.755~1.785 GHz"		"1.85~1.88 GHz"	
接收信号强度	采样点分布	采样点比例	采样点分布	采样点比例
平均值(dBm)	-118.6		-116.1	
<-120	3244291	19.63%	1154421	10.90%
[-120,-115)	12962756	78.42%	7075051	66.80%
[-115,-110)	277338	1.68%	1238682	11.69%
[-110,-105)	22417	0.14%	536608	5.07%
[-105,-100)	12281	0.07%	411569	3.89%
[-100,-95)	6863	0.04%	69443	0.66%
[-95,-90)	2442	0.01%	62407	0.59%
[-90,-80)	1000	0.01%	38348	0.36%
>=80	129	0.00%	5064	0.05%

表 5-1 采样点信号强度分布表

1755MHz-1785MHz 频段

整体底噪较低，个别区域有接收到较强电平信号，底噪有所抬升。在扫频过程中发现在 1780MHz-1785MHz 频段上存在一定量的干扰，根据第 3 章节的分析，初步判断可能存在 GSM900 (890MHz-892.5MHz) 的二次谐波或者二阶互调) 上行干扰或者是 DCS1800 三阶互调干扰。

我们需要注意的是，对于 1755MHz-1785MHz 是 FDD-LTE 的上行频段的情况，干扰主要影响的是基站的接收，路面扫频不能完全对于干扰情况有完整的认识，建议在选点建网时，对天面上该频段做进一步的扫描。

1850MHz-1880MHz 频段

在扫频过程中发现 1850MHz-1855MHz 的干扰最为严重，考虑到该 5MHz 频段邻近 DCS1800 现网的频段，可能存在严重的阻塞干扰或带外杂散干扰；其次是 1875MHz-1880MHz，该 5MHz 频段邻近 TD-SCDMA/TD-LTE 频段，也可能存在阻塞或是带外杂散干扰。

5.2. 1755MHz-1785MHz

为了更好的了解该 30MHz 的频段的情况，将该 30MHz 的频段按照间隔 5MHz 分为 6 个子频段。从表 5-2 中，我们可以看到 1755MHz-1775MHz 整体干扰都较小。

1755MHz-1775MHz (30MHz)

	"1.755~1.76 GHz"		"1.76~1.765 GHz"		"1.765~1.77 GHz"	
接收信号强度	采样点分布	采样点比例	采样点分布	采样点比例	采样点分布	采样点比例
平均值(dBm)	-118.6207426		-118.530385		-118.6127629	
<-120dBm	579331	20.35%	504726	18.44%	542428	19.82%
[-120,-115]	2220088	78.00%	2184236	79.81%	2151278	78.61%
[-115,-110]	44217	1.55%	46112	1.68%	40723	1.49%
[-110,-105]	1559	0.05%	1186	0.04%	1442	0.05%
[-105,-100]	486	0.02%	288	0.01%	531	0.02%
[-100,-95]	146	0.01%	99	0.00%	229	0.01%
[-95,-90]	90	0.00%	19	0.00%	37	0.00%
[-90,-80]	118	0.00%	9	0.00%	7	0.00%
>=-80	107	0.00%	0	0.00%	0	0.00%

	"1.77~1.775 GHz"		"1.775~1.78 GHz"		"1.78~1.785 GHz"	
接收信号强度	采样点分布	采样点比例	采样点分布	采样点比例	采样点分布	采样点比例
平均值(dBm)	-118.6		-118.4919538		-118.4830037	
<-120dBm	549302	20.07%	516102	18.86%	552402	20.19%
[-120,-115]	2140409	78.21%	2159361	78.90%	2107384	77.01%
[-115,-110]	42247	1.54%	50233	1.84%	53806	1.97%
[-110,-105]	2708	0.10%	5430	0.20%	10092	0.37%
[-105,-100]	1169	0.04%	3144	0.11%	6663	0.24%
[-100,-95]	605	0.02%	1490	0.05%	4294	0.16%
[-95,-90]	194	0.01%	632	0.02%	1470	0.05%
[-90,-80]	41	0.00%	278	0.01%	547	0.02%
>=-80	0	0.00%	5	0.00%	17	0.00%

表 5-2 5MHz 间隔采样点信号强度分布表 (1755MHz-1775MHz)

5.3. 1850MHz-1880MHz

为了更好的了解该 30MHz 的频段的情况，将该 30MHz 的频段按照间隔 5MHz 分为 6 个子频段。从表 5-3 中，我们看出 1860MHz-1870MHz 的干扰最小，越向频段的边缘，干扰越严重，其中最为严重的是 1850MHz-1855MHz。在扫频的过程中，发现该城市 1880MHz-1900MHz 该 20MHz 已经被 LTE 使用，但是对 1875MHz-1880MHz 的影响相对较小；因为 1850MHz 邻近 DCS1800（下行频段 1805MHz-1850MHz）GSM 设备由于在网时间长，射频器件出现问题的可能性较大。从整体上分析，要降低该频段的干扰，其中重点在于对邻近的 DCS1800 的可能存在的阻塞和杂散干扰，以及防止可能的非法占用的情况。

1850MHz-1880MHz (30MHz)

接收信号强度	"1.85-1.855 GHz"		"1.855-1.86 GHz"		"1.86-1.865 GHz"		"1.865-1.87 GHz"		"1.87-1.875 GHz"		"1.875-1.88 GHz"	
	采样点分布	采样点比例										
平均值(dBm)	-112.0062538		-115.9311649		-117.1253949		-117.2423025		-116.8690847		-115.2794678	
<-120	105565	3.71%	271288	9.92%	327346	11.97%	350674	12.82%	227511	12.97%	271933	10.26%
[-120,-115]	1058832	37.22%	1723790	63.01%	2042354	74.66%	2061690	75.37%	1267647	72.29%	1715826	64.75%
[-115,-110]	803061	28.23%	471766	17.25%	245006	8.96%	190538	6.97%	119121	6.79%	238877	9.01%
[-110,-105]	393373	13.83%	133737	4.89%	59055	2.16%	65576	2.40%	74420	4.24%	195692	7.38%
[-105,-100]	370756	13.03%	105563	3.86%	30772	1.12%	41398	1.51%	46721	2.66%	144245	5.44%
[-100,-95]	41475	1.46%	16180	0.59%	15967	0.58%	14558	0.53%	8250	0.47%	23770	0.90%
[-95,-90]	48095	1.69%	8256	0.30%	8375	0.31%	6545	0.24%	5540	0.32%	30960	1.17%
[-90,-80]	20643	0.73%	4335	0.16%	5104	0.19%	3944	0.14%	4111	0.23%	27186	1.03%
>=80	3172	0.11%	635	0.02%	1571	0.06%	627	0.02%	254	0.01%	1636	0.06%

表 5-3 5MHz 间隔采样点信号强度分布表 (1850MHz-1880MHz)

6. 干扰定位案例

6.1. 1755MHz-1785MHz 干扰案例

在对 1755MHz-1785MHz 频段扫频过程中,在靠近篆塘公园的路段连续发现信号强度为-102dBm 左右的强信号,后台查看干扰频点,均发现在 1781.82MHz 的中心频点,带宽为 400KHz 的频带上有信号强度为-102dBm 的信号。根据该干扰信号的特点,计算 $890.91=1781.82/2$,评估为 GSM900 的上行二次谐波干扰。(图 6-1, 6-2, 6-3)

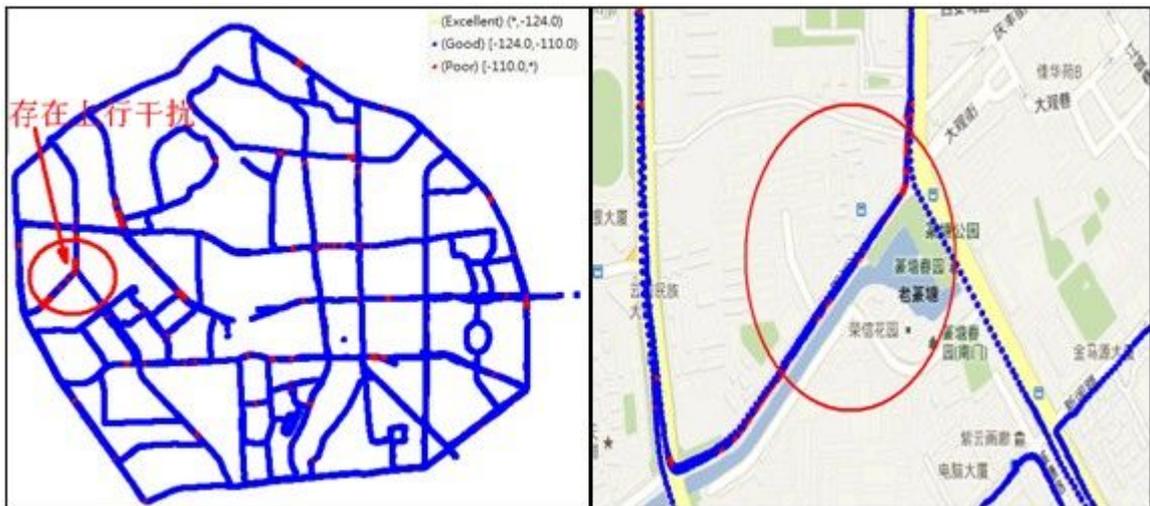


图 6-1 干扰点 图 6-2 干扰点地理位置

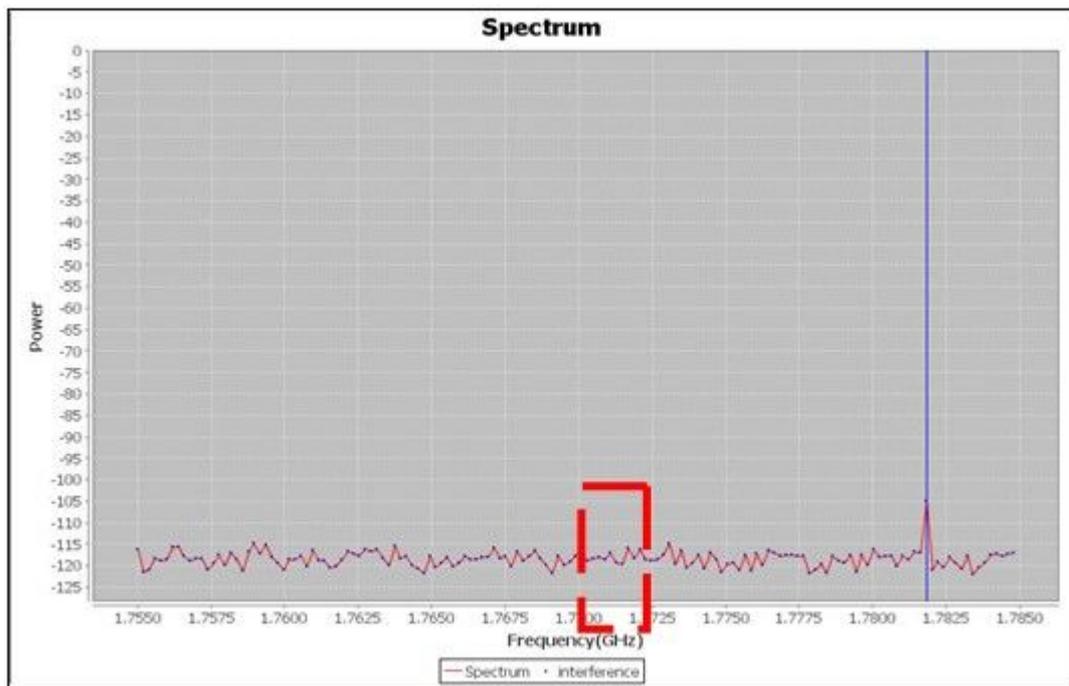


图 6-3 干扰点频谱图

测试人员携带频谱分析仪，来到干扰点附近的公交汽车站（图 6-4），根据第 3 章节频谱干扰分析以及之前扫频分析，怀疑是 GSM900/E-GSM（上行频段 889MHz-909MHz 使用）的二次谐波的干扰，采取移动号码手机拨测的方式，发现每次使用移动号码拨测的时候，在 1783.7MHz 出现干扰信号，强度为 -73.56dBm，频宽为 430KHz（图 6-5）。

计算 $1783.7\text{MHz}/2=891.85\text{MHz}$ ，

查看附近站点频点使用情况发现 CI: 12661, TCH: 891.8MHz（图 6-6）。该结果符合初步估计的结果，该频段用于上行，因此干扰的产生是 UE 在发射过程中产生的二次谐波，这类干扰的主要需要终端厂家在生产时对射频器件严格把关。

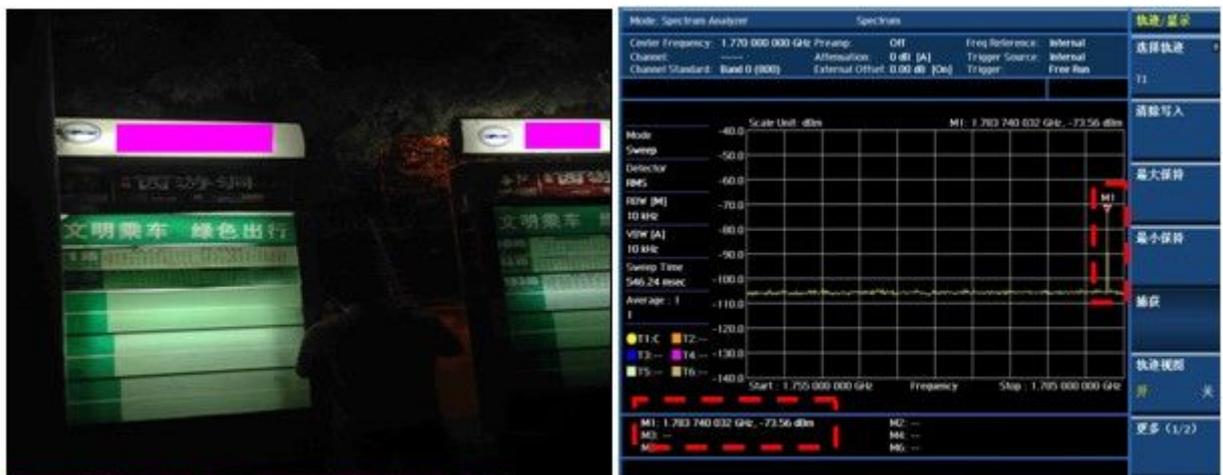


图 6-4 测试点 图 6-5 干扰点频谱图



图 6-6 干扰小区位置图

6.2. 1850MHz-1880MHz 干扰案例

在对 1850MHz-1880MHz 频段扫频过程中，在西昌路靠近昆明一中的路段连续发现信号强度为-105dBm—-95dBm 的采样点。说明该区域存在干扰，接下来使用频谱仪对该区域进行问题定位。



图 6-7 干扰区域

测试人员携带频谱分析仪，来到干扰点附近的华兴酒店（图 6-8），根据第 3 章节频谱干扰分析以及之前扫频分析，怀疑是 GSM900/E-GSM（下行频段 934MHz-954MHz 使用）的二次谐波的干扰。

以下是对一个干扰频点的定位案例

第一步（图 6-9 和 6-10）：

频谱仪发现在中心频点 1872.75MHz，有信号强度在-69dBm—74.53dBm 的干扰信号，根据波形带宽（540KHz-590KHz）和时域持续时间（0.6ms-0.72ms），怀疑存在 GSM900 的二次谐波或者是二阶互调。

第二步：

计算 $1872.75\text{MHz}/2=936.38\text{MHz}$ 。

第三步：

查看附近移动频点发现 CI：21153，TCH：936.4MHz 和 938MHz。

结论：

该核查结果符合初步估计的结果，在测试过程中，当八木天线指向华兴酒店的时候，频谱仪上干扰明显出现，其他方向干扰基本没有，因此干扰的产生可能是华兴酒店楼上的基站在发射过程中产生的二次谐波和二阶互调干扰。临时关闭怀疑干扰小区，发现干扰不存在。

华兴酒楼天线位置

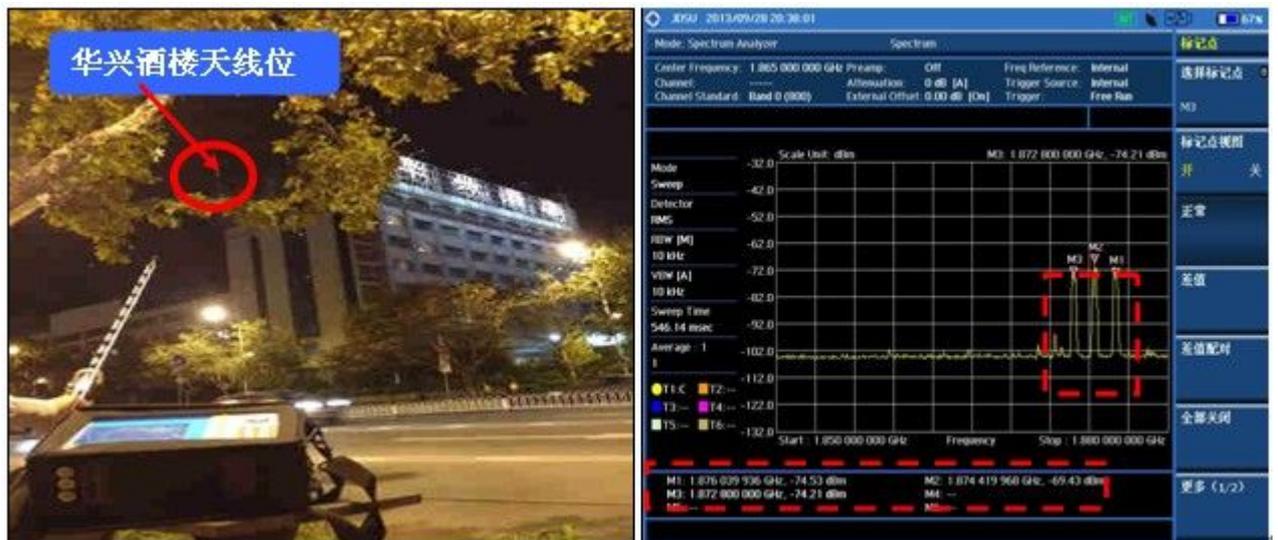


图 6-8 测试环境 图 6-9 1850MHz-1880MHz 整体情况



图 6-10 1872.75MHz 频域信号干扰情况

7. 结论

随着 4G 时代步伐不断加快，对网络性能的要求不断提高，致力于建设精品网络成为运营商的必然选择。然而精品网络的建设，必须建立在细节品质的基础上，对频段的干扰的了解和及时处理。如果在建网之前没有对干扰进行很好的排查，以后再行大规模整改将需要投入非常巨大的人力和成本，并且还会影响用户的体验。这也体现爱立信一直以来崇尚的在建网初期全面考量，变扑火式为预防式的优化理念，与此同时爱立信已经为多个运营商成功部署优质的 LTE 网络，并且得到广泛的验证。