

Application Note

LMK3C0105-Q1 CISPR-25 和 CISPR-32 EMI 报告



Cris Kobierowski

Clocks and Timing Solutions

摘要

本应用手册旨在减少 LMK3C0105-Q1 的 EMI 问题，并展示了可提高 EMI 性能的不同布局技术。

内容

1 简介.....	2
2 测试设置.....	3
2.1 板差异汇总表.....	3
2.2 原理图.....	4
2.3 布局.....	5
2.4 堆叠.....	6
3 CISPR-25.....	7
3.1 CISPR-25 总结.....	8
3.2 CISPR-25 结果.....	11
4 CISPR-32.....	31
4.1 CISPR-32 总结.....	32
4.2 CISPR-32 结果.....	33
5 总结.....	40
6 参考资料.....	41
7 修订历史记录.....	42

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 简介

电磁干扰 (EMI) 是外部源对电路造成的不利干扰。EMI 可以分为传导或辐射。传导 EMI 是由寄生阻抗、电源和接地连接引起的一种传导耦合。辐射 EMI 是来自无线电传输的无用信号的耦合。本报告重点讨论辐射 EMI。

LMK3C0105-Q1 是一款时钟发生器，最多能够替换五个 LVCMOS 振荡器 (XO)。该器件使用内部 BAW 振荡器作为基准，同时使用两个小数输出分频器，最多可应用于两个频域 (图 1-1)。通过使用 BAW 技术，与石英振荡器 (表 1-1) 相比，LMK3C0105-Q1 可以提供更高的灵活性和时钟稳定性。

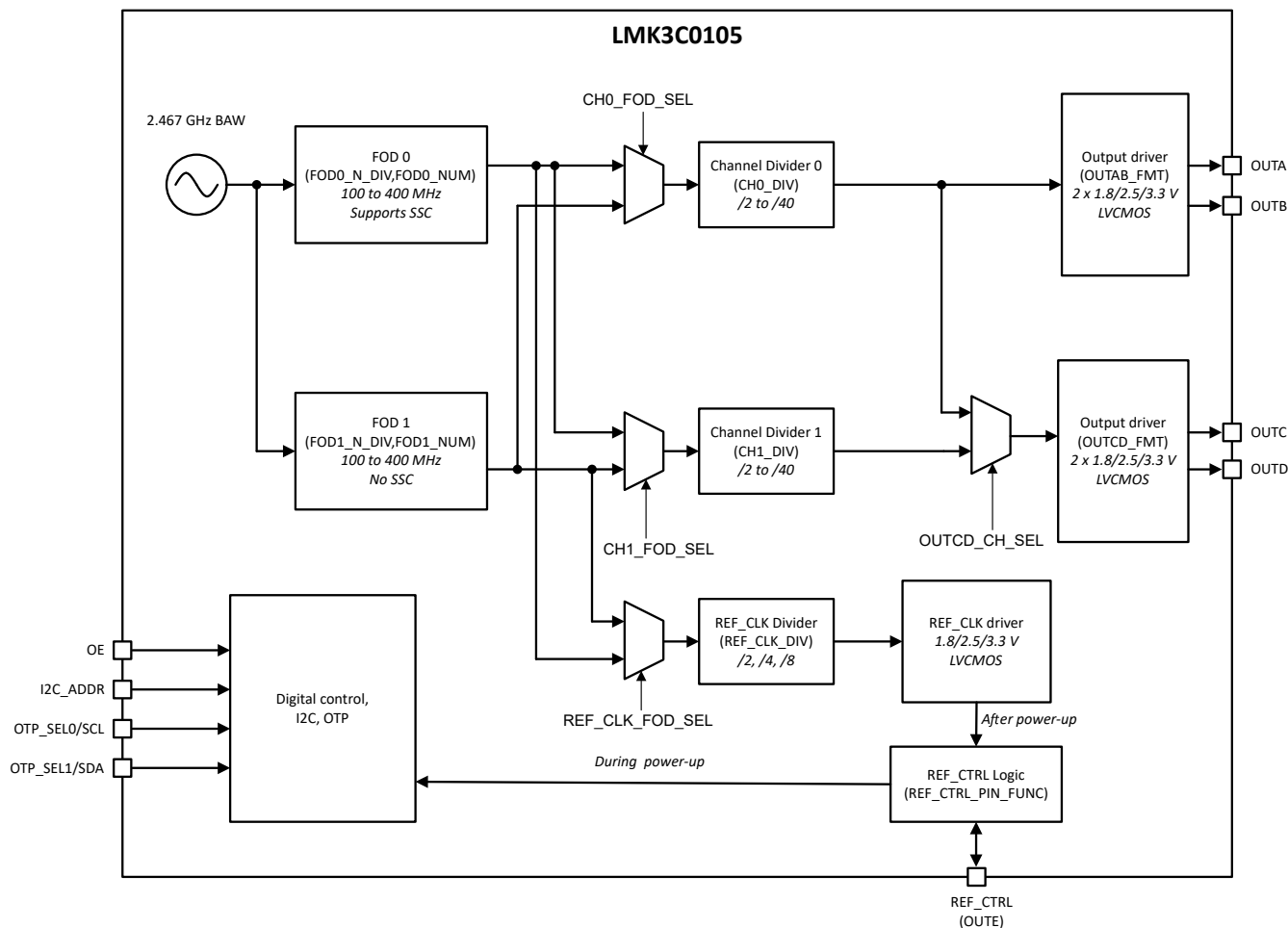


图 1-1. LMK3C0105-Q1 功能方框图

表 1-1. BAW 对比石英振荡器

参数	BAW 技术	石英振荡器技术
频率灵活性	BAW 振荡器器件通过件单个裸片支持多种频率	频率限制。不同频率需要不同的晶体。
温度稳定性	BAW 在 -40°C 到 +105°C 范围内的精度为 ± 10 ppm	ppm 稳定性随温度升高而升高。
振动灵敏度	BAW 符合 MIL_STF_883F 方法 2002 条件 (典型值为 1ppb/g)	通常不会通过 MIL-STD 标准 可高达 >10ppb/g
机械冲击	BAW 符合 MIL_STD_883F 方法 2007 条件 B	通常不会通过 MIL-STD 标准 可能会在 2,000g 时失败

当多个振荡器被时钟发生器 (例如 LMK3C0105-Q1) 替代时, 通常需要更长的 PCB 布线才能到达各种终端器件。与使用多个振荡器 (可放置在靠近每个终端器件的位置) 相比, 使用更长的布线进行时钟发生器布线会导致 EMI 性能变差。

本应用手册旨在减少 LMK3C0105-Q1 的 EMI 问题, 并展示了可提高 EMI 性能的不同布局技术。

2 测试设置

本应用手册重点介绍了对不同测试设置的两项比较:

1. 同级比较 LMK3C0105-Q1 和振荡器

- 将 LMK3C0105-Q1 的 EMI 性能与五个 Kyocera MC2520Z25.0000C19XSH 振荡器进行了比较。
- 所有输出均为 25MHz LVCMOS 并使用 $C_L = 5\text{pF}$ 进行端接。
- 振荡器安装在具有相同层叠和电源滤波的板上, 并连接到与 LMK3C0105-Q1 相同的容性负载 ($C_L = 5\text{pF}$)。
- 振荡器以尽可能短的布线布置到 C_L (66mil 英寸), 以表示典型用例。
- LMK3C0105-Q1 采用尽可能短的布线 (66mil 英寸) 来实现最佳典型时钟发生器情况, 采用 9-12 英寸布线来实现最差情况 (请参阅节 2.3)。

2. 不同布局中 LMK3C0105-Q1 的比较

- LMK3C0105-Q1 的 EMI 性能在四种类似的板布局中记录, 其中参数发生了一处变化 (例如布线长度) (如表 2-1 中所述)。

所有板均在德州仪器 (TI) 符合 CISPR-25 和 CISPR-32 标准的 EMI 室设置中进行了测试。

2.1 板差异汇总表

表 2-1. 板差异汇总表

板型号	器件	布线	屏蔽过孔	时钟层	布线长度
1	LMK3C0105-Q1	立即终止	否	L1	66mil
2	LMK3C0105-Q1	立即分支输出	是 (400mil 间距阵列)	L6	9 - 12in
3	LMK3C0105-Q1	立即分支输出	否	L6	9 - 12in
4	竞品振荡器	立即终止	否	L1	66mil

2.2 原理图

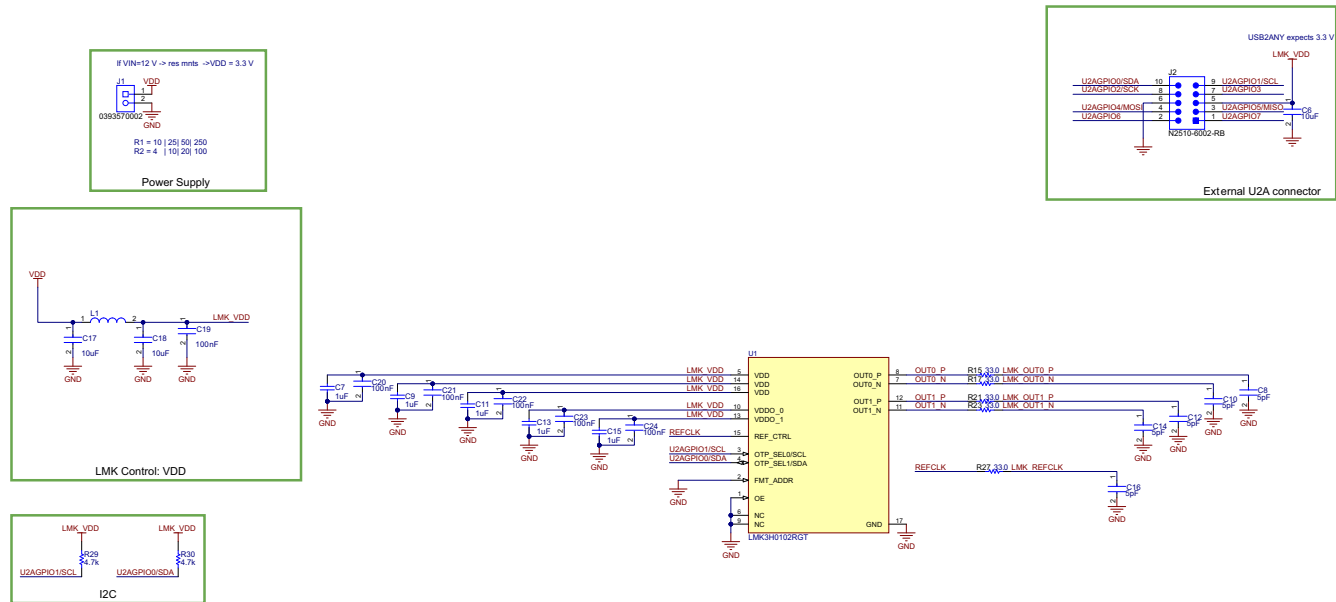


图 2-1. LMK3C0105-Q1 板原理图

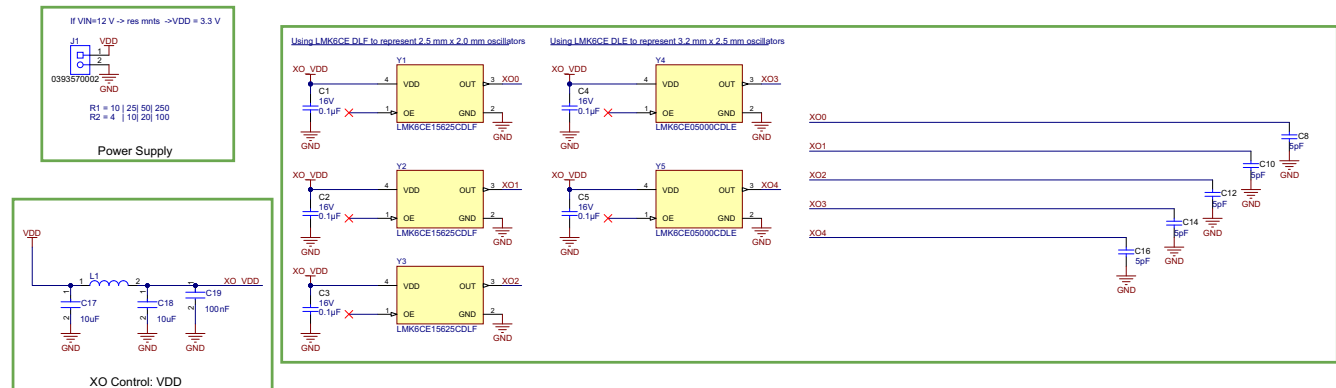


图 2-2. 竞品振荡器板原理图

2.3 布局

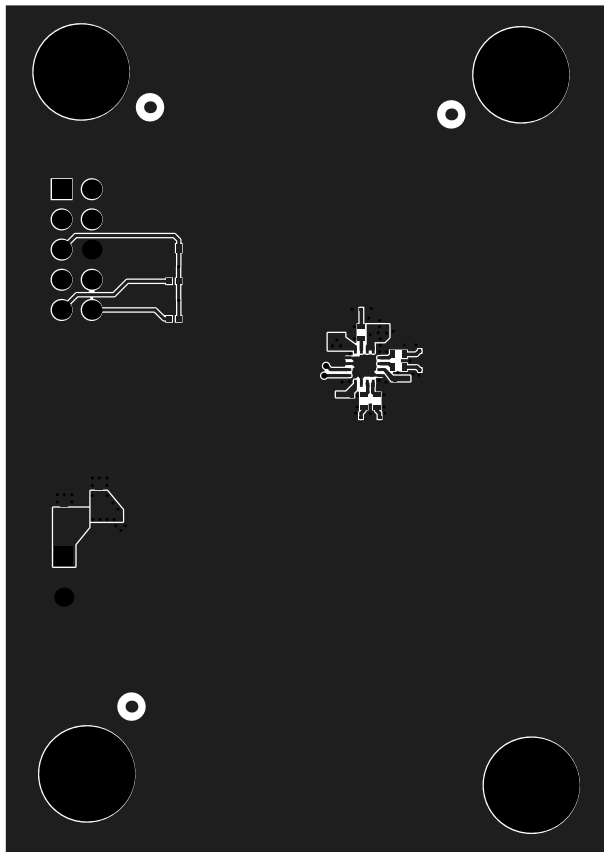


图 2-3. 型号 1 信号层布局

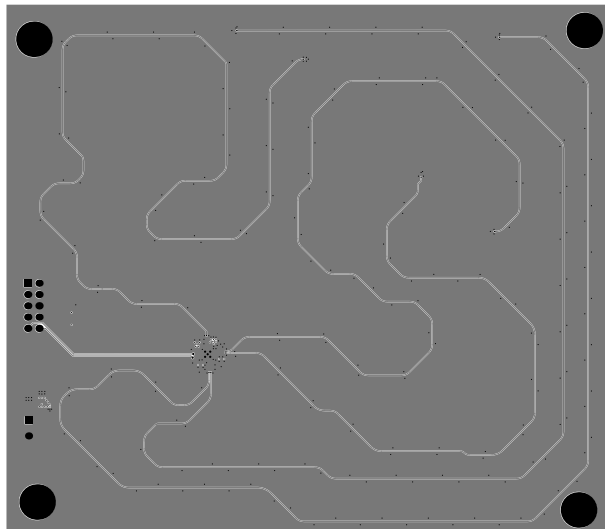


图 2-4. 型号 2 信号层布局

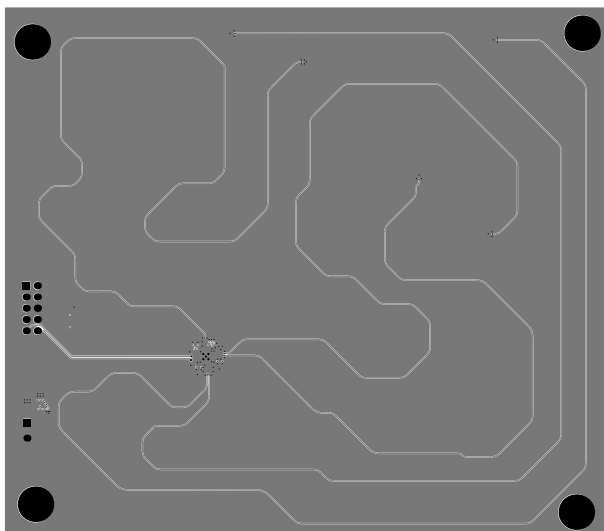


图 2-5. 型号 3 信号层布局

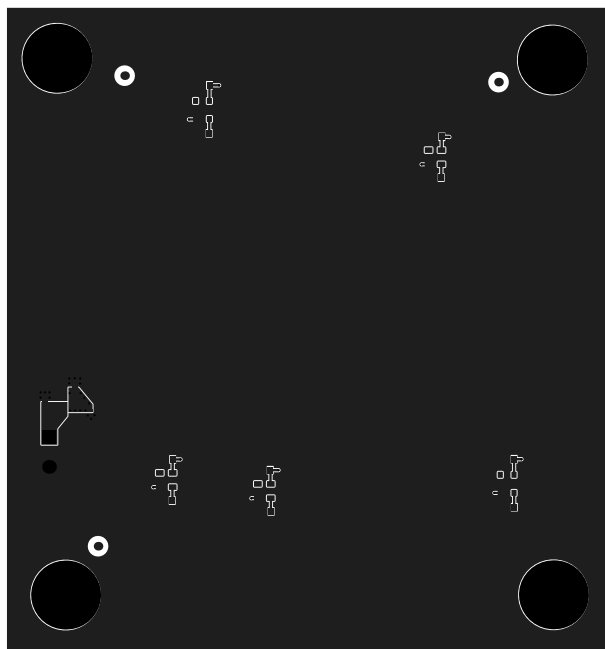


图 2-6. 型号 4 信号层布局

2.4 堆叠

#	Name	Material	Type	Weight	Thickness	Dk	GlassTransTemp
	Top Overlay		Overlay				
	Top Solder	Solder Resist	Solder Mask		0.4mil	3.5	
1	L1-Top Layer	CF-004	Signal	1oz	1.4mil		
	Dielectric1	FR-4	Prepreg		6mil	3.84	356°F
2	L2-GND	CF-004	Signal	1oz	1.4mil		
	Dielectric2	FR-4	Core		8mil	3.74	356°F
3	L3-Power Plane	CF-004	Signal	1oz	1.4mil		
	Dielectric3	FR-4	Prepreg		3mil	3.5	356°F
4	L4-GND	CF-004	Signal	1oz	1.4mil		
	Dielectric4	FR-4	Core		12mil	3.76	356°F
5	L5-GND	CF-004	Signal	1oz	1.4mil		
	Dielectric5	FR-4	Prepreg		3mil	3.5	356°F
6	L6-Signal	CF-004	Signal	1oz	1.4mil		
	Dielectric6	FR-4	Core		8mil	3.74	356°F
7	L7-GND	CF-004	Signal	1oz	1.4mil		
	Dielectric7	FR-4	Prepreg		6mil	3.84	356°F
8	L8-Bottom Layer	CF-004	Signal	1oz	1.4mil		
	Bottom Solder	Solder Resist	Solder Mask		0.4mil	3.5	
	Bottom Overlay		Overlay				

图 2-7. 测试板堆叠

3 CISPR-25

CISPR-25 是关于 EMI 的汽车标准。四根独立天线用于覆盖 150kHz 至 6GHz 的频率范围。

表 3-1. CISPR-25 天线入频率范围

天线	频率范围
单极	150kHz 至 30MHz
双锥	30MHz 至 200MHz
对数周期	200MHz 至 1GHz
喇叭	1GHz 至 6GHz

在天线组距离电源线中心 1 米时，以 dBuV/m 为单位来测量 EMI 杂散。

CISPR-25 限值由认证级别定义，1 级要求最不严格，5 级要求最严格。该测试报告中指定的所有限值均为 5 级。

允许的最大 EMI 影响限制特定于各个频段。例如，电视频带 1 的 5 级最大峰值限制为 34dBuV/m，而模拟 UHF 的 5 级最大峰值限制为 38dBuV/m。

接地平面在导电工作台和系统之间共享。

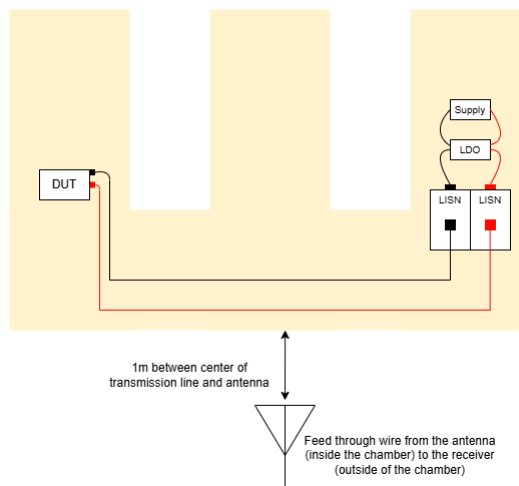


图 3-1. CISPR-25 设置图

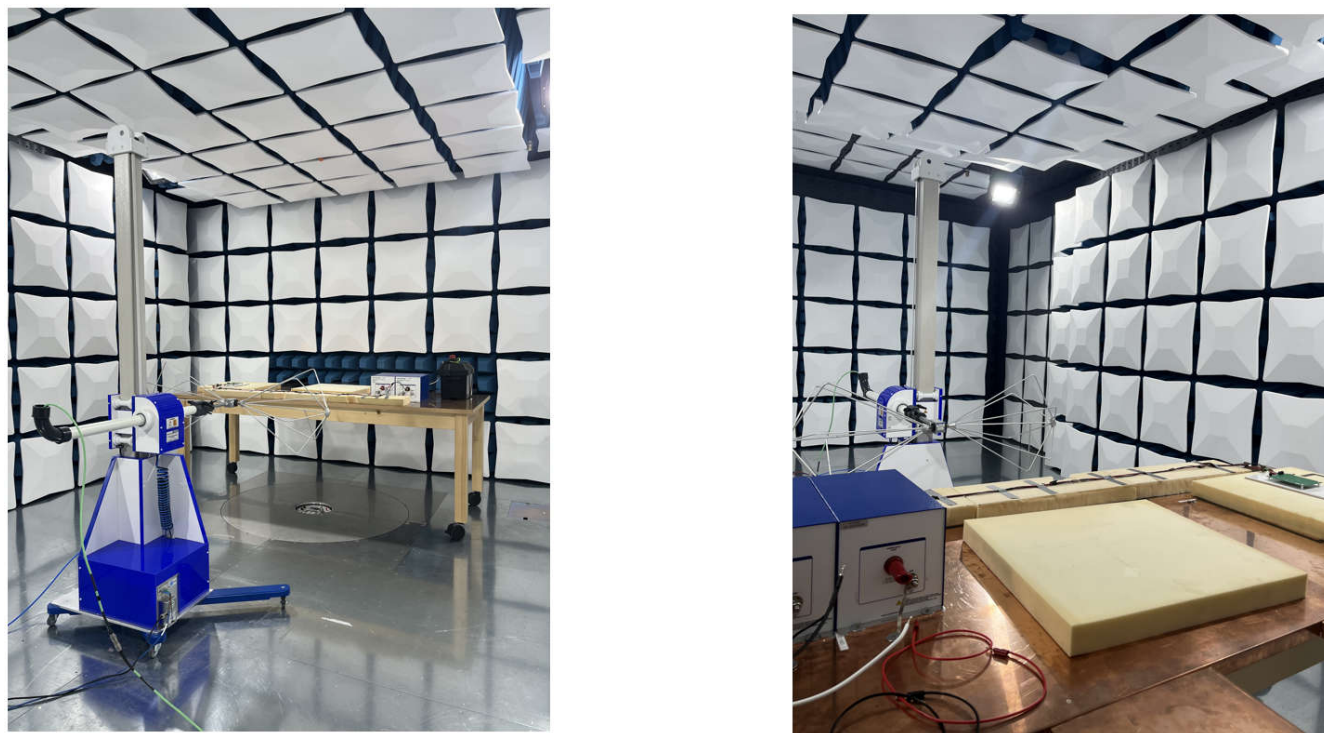


图 3-2. CISPR-25 测试室设置

3.1 CISPR-25 总结

在 3.3V 时，不带屏蔽过孔且布线长度超过 8 英寸的 LMK3C0105-Q1 通过了除 TV Band IV、Analogue UHF、GPS L1 和 GPS L5 之外的所有频带的 5 类标准。为了获得最佳性能，建议使用额外的 GND 过孔和 SSC。

在 1.8V 时，不带屏蔽过孔且布线长度超过 8 英寸的 LMK3C0105-Q1 通过了除 TV Band IV、GPS L1 和 GPS L5 之外的所有频带的 5 类标准。为了获得最佳性能，强烈建议使用额外的 GND 过孔或 SSC。

表 3-2. 板差异汇总表

板型号	器件	布线	屏蔽过孔	时钟层	布线长度
1	LMK3C0105-Q1	立即终止	否	L1	66mil
2	LMK3C0105-Q1	立即分支输出	是 (400mil 间距阵列)	L6	9 - 12in
3	LMK3C0105-Q1	立即分支输出	否	L6	9 - 12in
4	竞品振荡器	立即终止	否	L1	66mil

			CISPR-25 Radiation Limits (ALSE method) [dBµV/m]									3.3V								
			Class 3			Class 4			Class 3			Class for CISPR-25				Significant Spurs [dBµV/m]				
Service/Band	Frequency (MHz)	Antenna	Peak	Quasi-Peak	Average	Peak	Quasi-Peak	Average	Peak	Quasi-Peak	Average	LMK3C0105 Variant 1	LMK3C0105 Variant 2	LMK3C0105 Variant 3	Competitor Variant 4	LMK3C0105 Variant 1	LMK3C0105 Variant 2	LMK3C0105 Variant 3	Competitor XO Variant 4	
Analogue broadcast services																				
LW	0.15 to 0.3	Monopole	46	33	26	56	43	36	66	53	46	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5					
MW	0.53 to 1.8	Monopole	40	27	20	48	35	28	56	43	36	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5					
SW	5.9 to 6.2	Monopole	40	27	20	46	33	26	52	39	32	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5					
FM	76 to 108	Bi-conical	38	25	18	44	31	24	50	37	30	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5					
TV Band I	41 to 88	Bi-conical	28	—	18	34	—	24	40	—	30	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5					
TV Band III	174 to 230	Bi-con/LPA	20	—	10	26	—	16	32	—	22	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5					
																		525 MHz: AVG=25.76 575 MHz: AVG = 26.29 725 MHz: AVG = 40.6 775 MHz: AVG = 34.55		
TV Band IV	470 to 944	Log-Periodic	41	—	31	47	—	37	53	—	43	Class 5	Class 5	Class 3	Class 5					
Digital broadcast services																				
DAB III	171 to 245	Bi-con/LPA	30	-	20	36	-	26	42	-	32	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5					
TV Band III	174 to 230	Bi-con/LPA	30	-	20	36	-	26	42	-	32	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5					
DTTV	470 to 770	Log-Periodic	46	-	36	52	-	42	58	-	48	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5					
DAB L Band	447 to 1,494	LPA/Horn	54	-	44	60	-	50	66	-	56	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5			975 MHz: AVG = 28.45		
SDARS	320 to 2,345	LPA/Horn	58	-	48	64	-	54	70	-	60	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5					
Mobile services																				
CB	26 to 28	Monopole	40	27	20	46	33	26	52	39	32	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5					
VHF	30 to 54	Bi-conical	40	27	20	46	33	26	52	39	32	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5					
VHF	68 to 87	Bi-conical	35	22	15	41	28	21	47	34	27	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5					
VHF	142 to 175	Bi-conical	35	22	15	41	28	21	47	34	27	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5					
Analogue UHF	380 to 512	Log-Periodic	38	25	18	44	31	24	50	37	30	Class 4	Class 5	Class 3	Class 5	400 MHz: AVG = 20.47	400 MHz: AVG = 12.44	475 MHz: AVG=21.25	450 MHz: AVG = 11.9	
RKE & TPMS 1	300 to 330	Log-Periodic	32	—	18	38	—	24	44	—	30	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5				500 MHz: AVG = 14.23	
RKE & TPMS 2	420 to 450	Log-Periodic	32	—	18	38	—	24	44	—	30	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5					
Analogue UHF	820 to 960	Log-Periodic	44	31	24	50	37	30	56	43	36	Class 5	Class 5	Class 3-4	Class 5					
GPS L5	1,156.45 to 1,196.45	Horn	-	-	20	-	-	26	-	-	32	Class 5	Class 5	Class 3	Class 4-5					
BDS, B1I	1,553.098 to 1,569.098	Horn	-	-	5.5	-	-	11.5	-	-	17.5	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5					
GPS L1	1,567.42 to 1,583.42	Horn	-	-	10	-	-	16	-	-	22	Class 4	Class 4	Class 3	Class 2	1575 MHz: AVG = 15.28	1575 MHz: AVG = 12	1575 MHz: AVG = 17	1575 MHz: AVG = 23.75	
GLONASS L1	1,590.781 to 1,616.594	Horn	-	-	10	-	-	16	-	-	22	Class 4	Class 5	Class 5	Class 3	1600 MHz: AVG = 11.53	1600 MHz: AVG = 8		1600 MHz: AVG = 20	
Wi-Fi / Bluetooth	2,402 to 2,494	Horn	52	-	32	58	-	38	64	-	44	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5	2470 MHz: AVG = 20.25				
Wi-Fi	5,150 to 5,350	Horn	59	-	39	65	-	45	71	-	51	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5					
Wi-Fi	5,470 to 5,725	Horn	59	-	39	65	-	45	71	-	51	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5					
V2X (Wi-Fi)	5,850 to 5,925	Horn	84	-	64	90	-	70	96	-	76	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5					

图 3-3. CISPR-25 - 3.3V 电源 - 汇总表

CISPR-25 Radiation Limits (ALSE method) [dBµV/m]												3.3V										
												Class for CISPR-25				Significant Spurs [dBµV/m]						
Service/Band	Frequency (MHz)	Antenna	Peak	Quasi-Peak	Average	Peak	Quasi-Peak	Average	Peak	Quasi-Peak	Average	Peak	Quasi-Peak	Average	LMK3C0105 Variant 1	LMK3C0105 Variant 2	LMK3C0105 Variant 3	Competitor XO Variant 4	LMK3C0105 Variant 1	LMK3C0105 Variant 2	LMK3C0105 Variant 3	Competitor XO Variant 4
Analogue broadcast services																						
LW	0.15 to 0.3	Monopole	46	33	26	56	43	36	66	53	46	76	63	56	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5				
MW	0.53 to 1.8	Monopole	40	27	20	48	35	28	56	43	36	64	51	44	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5				
SW	5.9 to 6.2	Monopole	40	27	20	46	33	26	52	39	32	58	45	38	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5				
FM	76 to 108	Bi-conical	38	25	18	44	31	24	50	37	30	56	43	36	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5				
TV Band I	41 to 88	Bi-conical	28	—	18	34	—	24	40	—	30	46	—	36	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5				
TV Band III	174 to 230	Bi-con/LPA	20	—	10	26	—	16	32	—	22	38	—	28	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5				
TV Band IV	470 to 944	Log-Periodic	41	—	31	47	—	37	53	—	43	59	—	49	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5				
Digital broadcast services																						
DAB III	171 to 245	Bi-con/LPA	30	—	20	36	—	26	42	—	32	48	—	38	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5				
TV Band III	174 to 230	Bi-con/LPA	30	—	20	36	—	26	42	—	32	48	—	38	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5				
DTTV	470 to 770	Log-Periodic	46	—	36	52	—	42	58	—	48	64	—	54	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5				
DAB L Band	447 to 1,494	LPA/Horn	54	—	44	60	—	50	66	—	56	72	—	62	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5				
SDARS	320 to 2,345	LPA/Horn	58	—	48	64	—	54	70	—	60	76	—	66	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5				
Mobile services																						
CB	26 to 28	Monopole	40	27	20	46	33	26	52	39	32	58	45	38	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5				
VHF	30 to 54	Bi-conical	40	27	20	46	33	26	52	39	32	58	45	38	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5				
VHF	68 to 87	Bi-conical	35	22	15	41	28	21	47	34	27	53	40	33	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5				
VHF	142 to 175	Bi-conical	35	22	15	41	28	21	47	34	27	53	40	33	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5				
Analogue UHF	380 to 512	Log-Periodic	38	25	18	44	31	24	50	37	30	56	43	36	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5				
RKE & TPMS 1	300 to 330	Log-Periodic	32	—	18	38	—	24	44	—	30	50	—	36	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5				
RKE & TPMS 2	420 to 450	Log-Periodic	32	—	18	38	—	24	44	—	30	50	—	36	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5				
Analogue UHF	820 to 960	Log-Periodic	44	31	24	50	37	30	56	43	36	62	49	42	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5				
GPS L5	1,156.45 to 1,196.45	Horn	—	—	20	—	—	26	—	—	32	—	38	—	Class 5	Class 3-4	Class 4-5	Class 4-5				
BDS, B1I	1,553.098 to 1,569.098	Horn	—	—	5.5	—	—	11.5	—	—	17.5	—	—	23.5	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5				
GPS L1	1,567.42 to 1,583.42	Horn	—	—	10	—	—	16	—	—	22	—	28	Class 4	Class 5	Class 4	Class 2	1575 MHz: AVG = 12	1575 MHz: AVG = 5.35	1575 MHz: AVG = 11	1575 MHz: AVG = 23.75	
GLONASS L1	1,590.781 to 1,616.594	Horn	—	—	10	—	—	16	—	—	22	—	28	Class 4	Class 5	Class 4-5	Class 3	1600 MHz: AVG = 11.9	1600 MHz: AVG = 6.85	1600 MHz: AVG = 8.21	1600 MHz: AVG = 20	
Wi-Fi / Bluetooth	2,402 to 2,494	Horn	52	—	32	58	—	38	64	—	44	70	—	50	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5				
Wi-Fi	5,150 to 5,350	Horn	59	—	39	65	—	45	71	—	51	77	—	57	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5				
Wi-Fi	5,470 to 5,725	Horn	59	—	39	65	—	45	71	—	51	77	—	57	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5				
V2X (Wi-Fi)	5,850 to 5,925	Horn	84	—	64	90	—	70	96	—	76	102	—	82	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5				

图 3-4. CISPR-25 - 3.3V 电源 (带 -0.5% SSC) 汇总表

			CISPR-25 Radiation Limits (ALSE method) [dBµV/m]									1.8V							
			Class 5			Class 4			Class 3			Class for CISPR-25				Significant Spurs [dBµV/m]			
Service/Band	Frequency (MHz)	Antenna	Peak	Quasi-Peak	Average	Peak	Quasi-Peak	Average	Peak	Quasi-Peak	Average	LMK3C0105 Variant 1	LMK3C0105 Variant 2	LMK3C0105 Variant 3	Competitor XO Variant 4	LMK3C0105 Variant 1	LMK3C0105 Variant 2	LMK3C0105 Variant 3	Competitor XO Variant 4
Analogue broadcast services																			
LW	0.15 to 0.3	Monopole	46	33	26	56	43	36	66	53	46	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5				
MW	0.53 to 1.8	Monopole	40	27	20	48	35	28	56	43	36	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5				
SW	5.9 to 6.2	Monopole	40	27	20	46	33	26	52	39	32	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5				
FM	76 to 108	Bi-conical	38	25	18	44	31	24	50	37	30	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5				
TV Band I	41 to 88	Bi-conical	28	–	18	34	–	24	40	–	30	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5				
TV Band III	174 to 230	Bi-con/LPA	20	–	10	26	–	16	32	–	22	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5				
TV Band IV	470 to 944	Log-Periodic	41	–	31	47	–	37	53	–	43	Class 5	Class 5	Class 4	Class 5			575 MHz: AVG = 28.2 725 MHz: AVG = 27.96 775 MHz: AVG = 23.42	
Digital broadcast services																			
DAB III	171 to 245	Bi-con/LPA	30	–	20	36	–	26	42	–	32	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5				
TV Band III	174 to 230	Bi-con/LPA	30	–	20	36	–	26	42	–	32	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5				
DTTV	470 to 770	Log-Periodic	46	–	36	52	–	42	58	–	48	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5				
DAB L Band	447 to 1,494	LPA/Horn	54	–	44	60	–	50	66	–	56	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5				
SDARS	320 to 2,345	LPA/Horn	58	–	48	64	–	54	70	–	60	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5				
Mobile services																			
CB	26 to 28	Monopole	40	27	20	46	33	26	52	39	32	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5				
VHF	30 to 54	Bi-conical	40	27	20	46	33	26	52	39	32	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5				
VHF	68 to 87	Bi-conical	35	22	15	41	28	21	47	34	27	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5				
VHF	142 to 175	Bi-conical	35	22	15	41	28	21	47	34	27	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5				
Analogue UHF	380 to 512	Log-Periodic	38	25	18	44	31	24	50	37	30	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5	400 MHz: AVG = 12.7		475 MHz: AVG = 8.1	
RKE & TPMS 1	300 to 330	Log-Periodic	32	–	18	38	–	24	44	–	30	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5				
RKE & TPMS 2	420 to 450	Log-Periodic	32	–	18	38	–	24	44	–	30	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5				
Analogue UHF	820 to 960	Log-Periodic	44	31	24	50	37	30	56	43	36	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5				
GPS L5	1,156.45 to 1,196.45	Horn	–	–	20	–	–	26	–	–	32	Class 5	Class 5	Class 4-5	Class 5			1075 MHz: AVG = 19.4	
BDS, B1I	1,553.098 to 1,569.098	Horn	–	–	5.5	–	–	11.5	–	–	17.5	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5				
GPS L1	1,567.42 to 1,583.42	Horn	–	–	10	–	–	16	–	–	22	Class 4	Class 5	Class 3-4	Class 4	1575 MHz: AVG = 12		1575 MHz: AVG = 15	1575 MHz: AVG = 10
GLONASS L1	1,590.781 to 1,616.594	Horn	–	–	10	–	–	16	–	–	22	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5				
Wi-Fi / Bluetooth	2,402 to 2,494	Horn	52	–	32	58	–	38	64	–	44	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5				
Wi-Fi	5,150 to 5,350	Horn	59	–	39	65	–	45	71	–	51	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5				
Wi-Fi	5,470 to 5,725	Horn	59	–	39	65	–	45	71	–	51	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5				
V2X (Wi-Fi)	5,850 to 5,925	Horn	84	–	64	90	–	70	96	–	76	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5				

图 3-5. CISPR-25 - 1.8V 电源 - 汇总表

			CISPR-25 Radiation Limits (ALSE method) [dBµV/m]									1.8V							
			Class 5			Class 4			Class for CISPR-25				Significant Spurs [dBµV/m]						
												Competitor XO Variant 4				Competitor XO Variant 4			
Service/Band	Frequency (MHz)	Antenna	Peak	Quasi-Peak	Average	Peak	Quasi-Peak	Average	LMK3C0105 Variant 1	LMK3C0105 Variant 2	LMK3C0105 Variant 3								
Analogue broadcast services																			
LW	0.15 to 0.3	Monopole	46	33	26	56	43	36	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5							
MW	0.53 to 1.8	Monopole	40	27	20	48	35	28	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5							
SW	5.9 to 6.2	Monopole	40	27	20	46	33	26	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5							
FM	76 to 108	Bi-conical	38	25	18	44	31	24	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5							
TV Band I	41 to 88	Bi-conical	28	–	18	34	–	24	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5							
TV Band III	174 to 230	Bi-con/LPA	20	–	10	26	–	16	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5							
TV Band IV	470 to 944	Log-Periodic	41	–	31	47	–	37	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5							
Digital broadcast services																			
DAB III	171 to 245	Bi-con/LPA	30	-	20	36	-	26	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5							
TV Band III	174 to 230	Bi-con/LPA	30	-	20	36	-	26	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5							
DTTV	470 to 770	Log-Periodic	46	-	36	52	-	42	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5							
DAB L Band	447 to 1,494	LPA/Horn	54	-	44	60	-	50	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5							
SDARS	320 to 2,345	LPA/Horn	58	-	48	64	-	54	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5							
Mobile services																			
CB	26 to 28	Monopole	40	27	20	46	33	26	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5							
VHF	30 to 54	Bi-conical	40	27	20	46	33	26	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5							
VHF	68 to 87	Bi-conical	35	22	15	41	28	21	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5							
VHF	142 to 175	Bi-conical	35	22	15	41	28	21	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5							
Analogue UHF	380 to 512	Log-Periodic	38	25	18	44	31	24	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5							
RKE & TPMS 1	300 to 330	Log-Periodic	32	–	18	38	–	24	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5							
RKE & TPMS 2	420 to 450	Log-Periodic	32	–	18	38	–	24	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5							
Analogue UHF	820 to 960	Log-Periodic	44	31	24	50	37	30	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5							
GPS L5	1,156.45 to 1,196.45	Horn	-	-	20	-	-	26	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5			1075 MHz: AVG = 12				
BDS, B1I	1,553.098 to 1,569.098	Horn	-	-	5.5	-	-	11.5	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5							
GPS L1	1,567.42 to 1,583.42	Horn	–	–	10	–	–	16	Class 5	Class 5	Class 5	Class 4-5					1575 MHz: AVG = 10		
GLONASS L1	1,590.781 to 1,616.594	Horn	–	–	10	–	–	16	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5							
Wi-Fi / Bluetooth	2,402 to 2,494	Horn	52	-	32	58	-	38	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5							
Wi-Fi	5,150 to 5,350	Horn	59	-	39	65	-	45	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5			2470 MHz: AVG = 22.5				
Wi-Fi	5,470 to 5,725	Horn	59	-	39	65	-	45	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5							
V2X (Wi-Fi)	5,850 to 5,925	Horn	84	-	64	90	-	70	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5							

图 3-6. CISPR-25 - 1.8V 电源 (带 -0.5% SSC) 汇总表

3.2 CISPR-25 结果

备注
频谱概述图显示水平和垂直测量值

3.2.1 单极

表 3-3. 板差异汇总表

板型号	器件	布线	屏蔽过孔	时钟层	布线长度
1	LMK3C0105-Q1	立即终止	否	L1	66mil
2	LMK3C0105-Q1	立即分支输出	是 (400mil 间距阵列)	L6	9 - 12in
3	LMK3C0105-Q1	立即分支输出	否	L6	9 - 12in
4	竞品振荡器	立即终止	否	L1	66mil

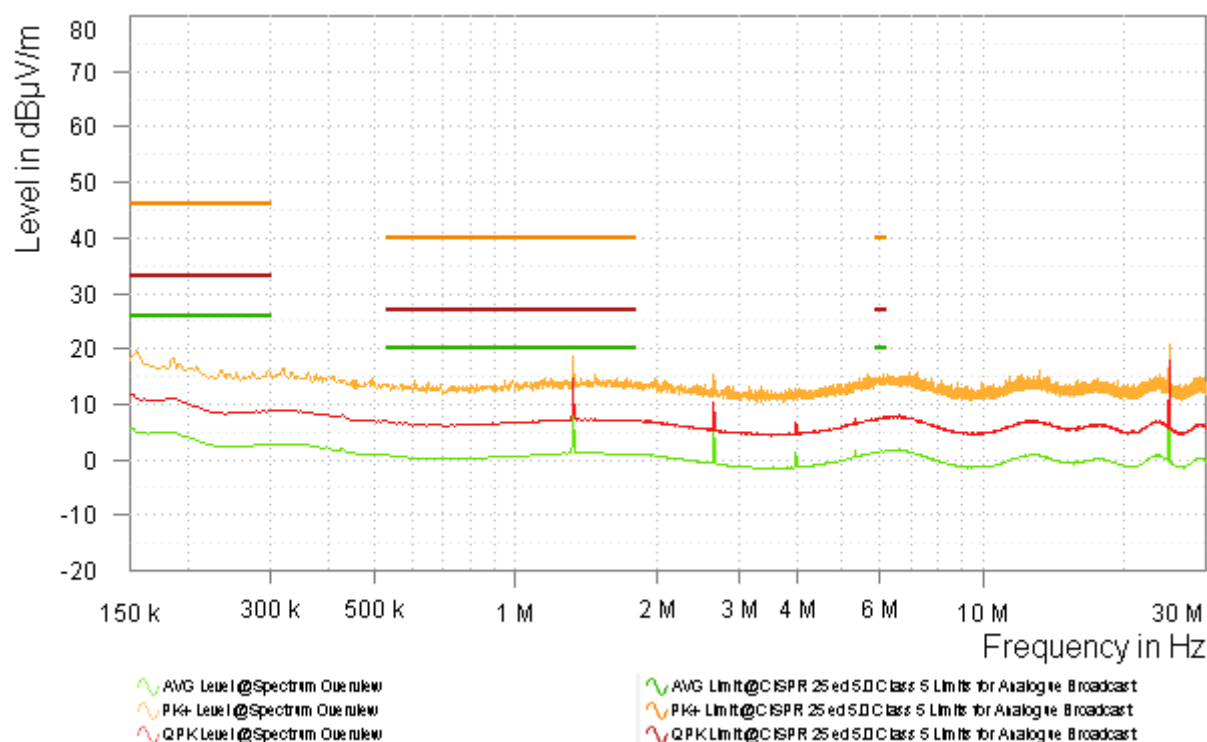


图 3-7. 型号 3 LMK3C0105-Q1 3.3V 频谱概述 - 单极

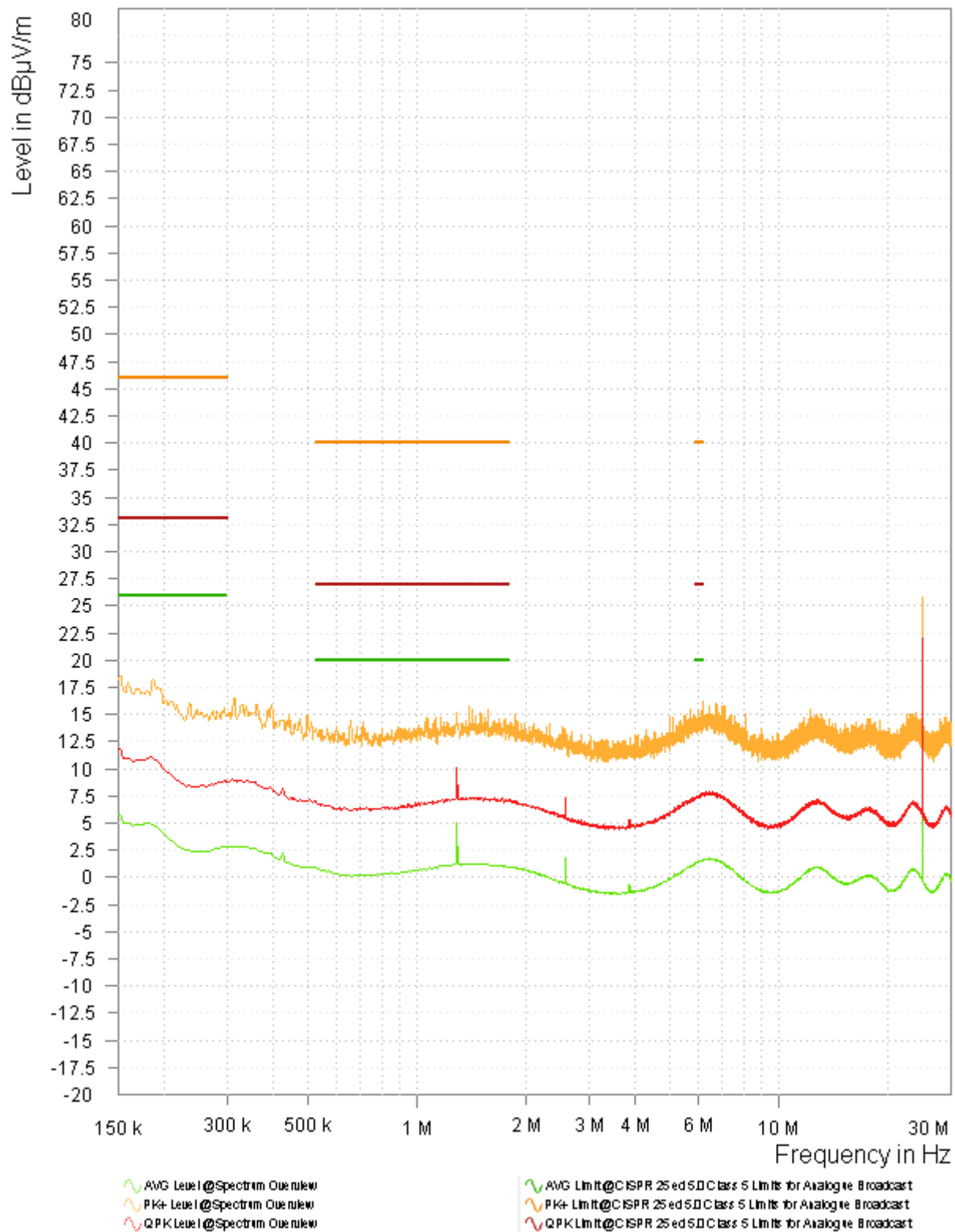


图 3-8. 型号 4 竞品振荡器 3.3V 频谱概述 - 单极

表 3-4. 平均杂散电平 - 竞品振荡器与使用 3.3V 电源的 LMK3C0105-Q1 - 单极

频率 (MHz)	竞品振荡器 (dBuV/m)	LMK3C0105-Q1 (dBuV/m)	TI Delta
1.3	5.08	12.38	+7.30
2.6	1.85	7.08	+5.28
25	17.20	17.17	-0.03

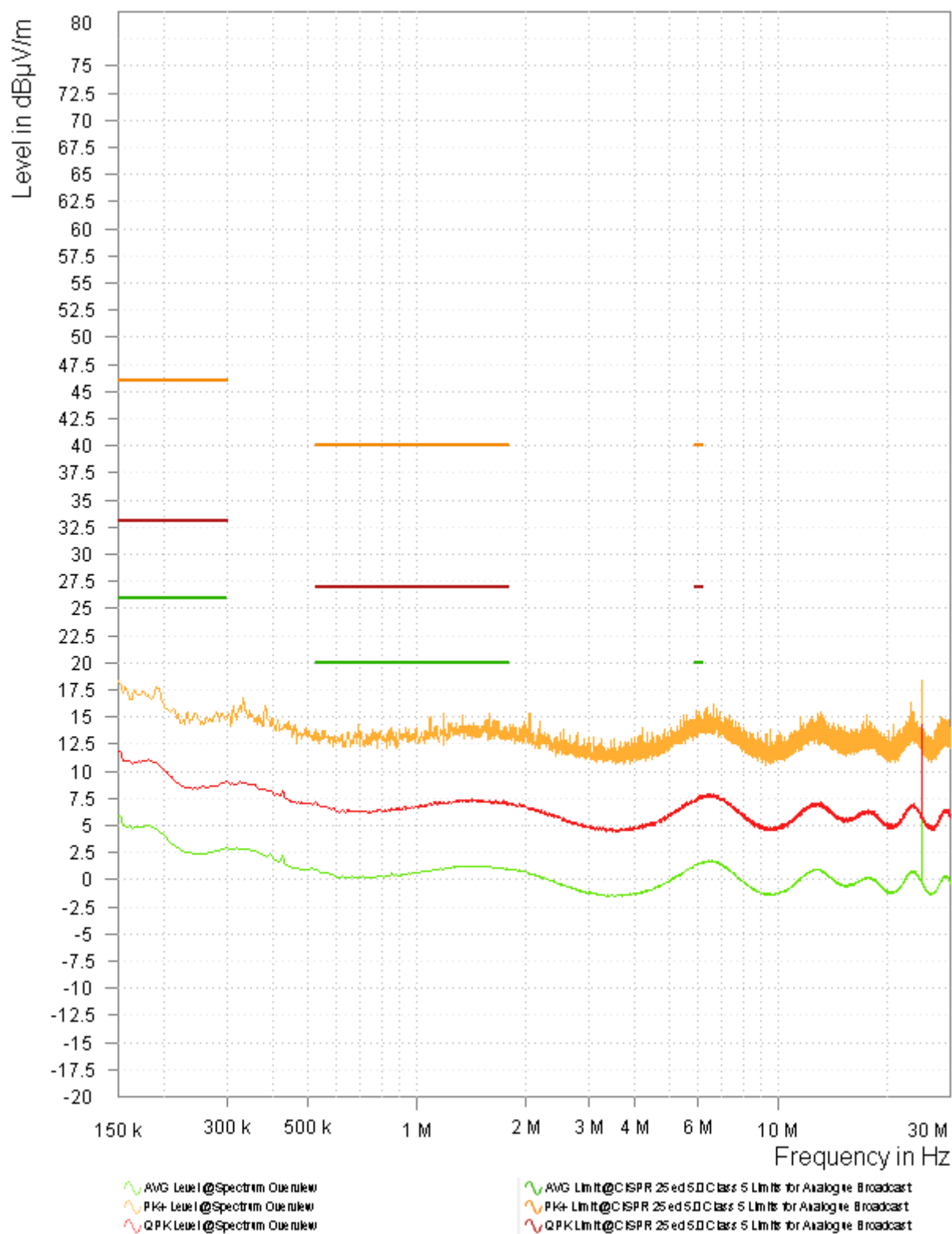


图 3-9. 型号 3 LMK3C0105-Q1 1.8V 频谱概述 - 单极

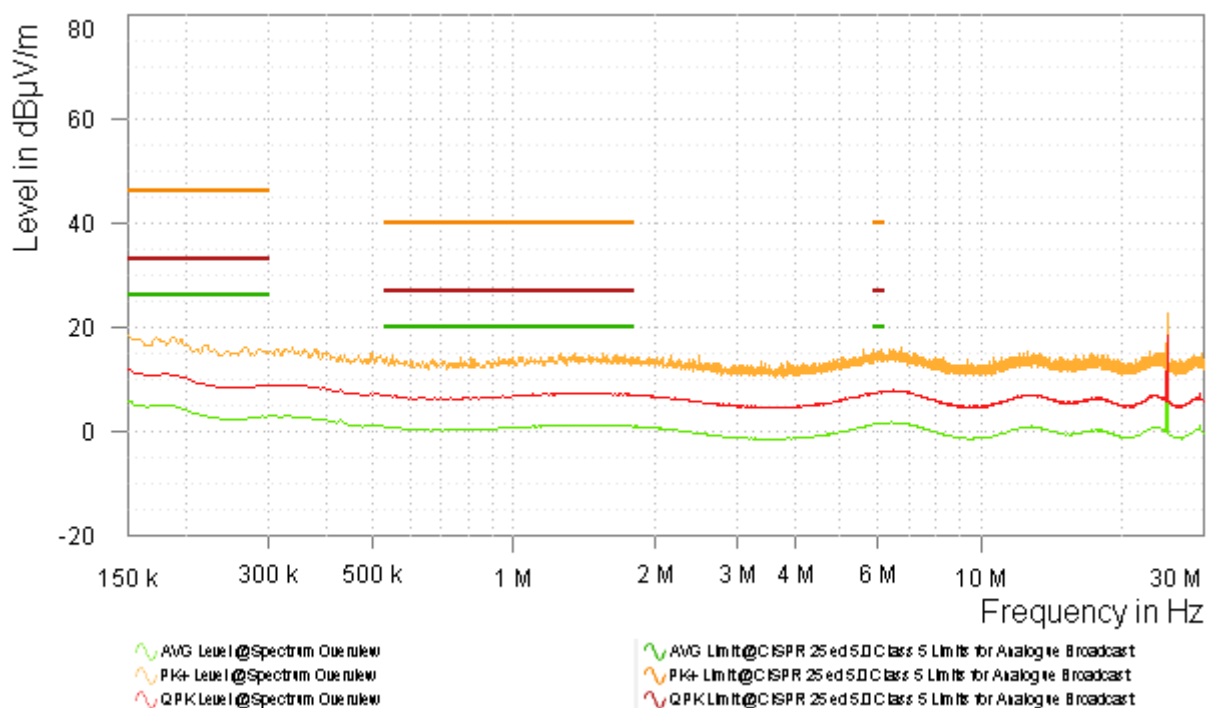


图 3-10. 型号 4 竞品振荡器 1.8V 频谱概述 - 单极

表 3-5. 平均杂散电平 - 竞品振荡器与使用 1.8V 电源的 LMK3C0105-Q1 - 单极

频率 (MHz)	竞品振荡器 (dBuV/m)	LMK3C0105-Q1 (dBuV/m)	TI Delta
25	13.73	12.20	-1.53

3.2.2 双锥

表 3-6. 板差异汇总表

板型号	器件	布线	屏蔽过孔	时钟层	布线长度
1	LMK3C0105-Q1	立即终止	否	L1	66mil
2	LMK3C0105-Q1	立即分支输出	是 (400mil 间距阵列)	L6	9 - 12in
3	LMK3C0105-Q1	立即分支输出	否	L6	9 - 12in
4	竞品振荡器	立即终止	否	L1	66mil

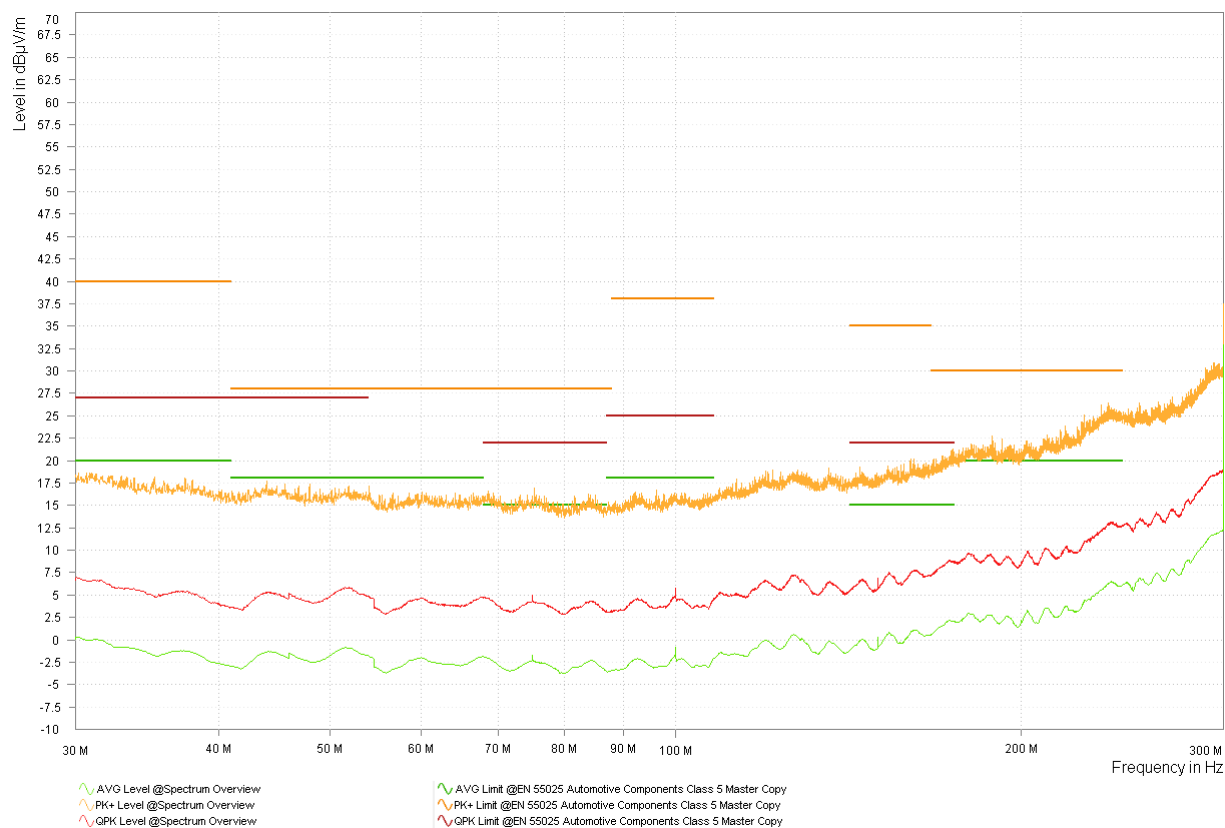


图 3-11. 型号 3 LMK3C0105-Q1 3.3V 频谱概述 - 双锥

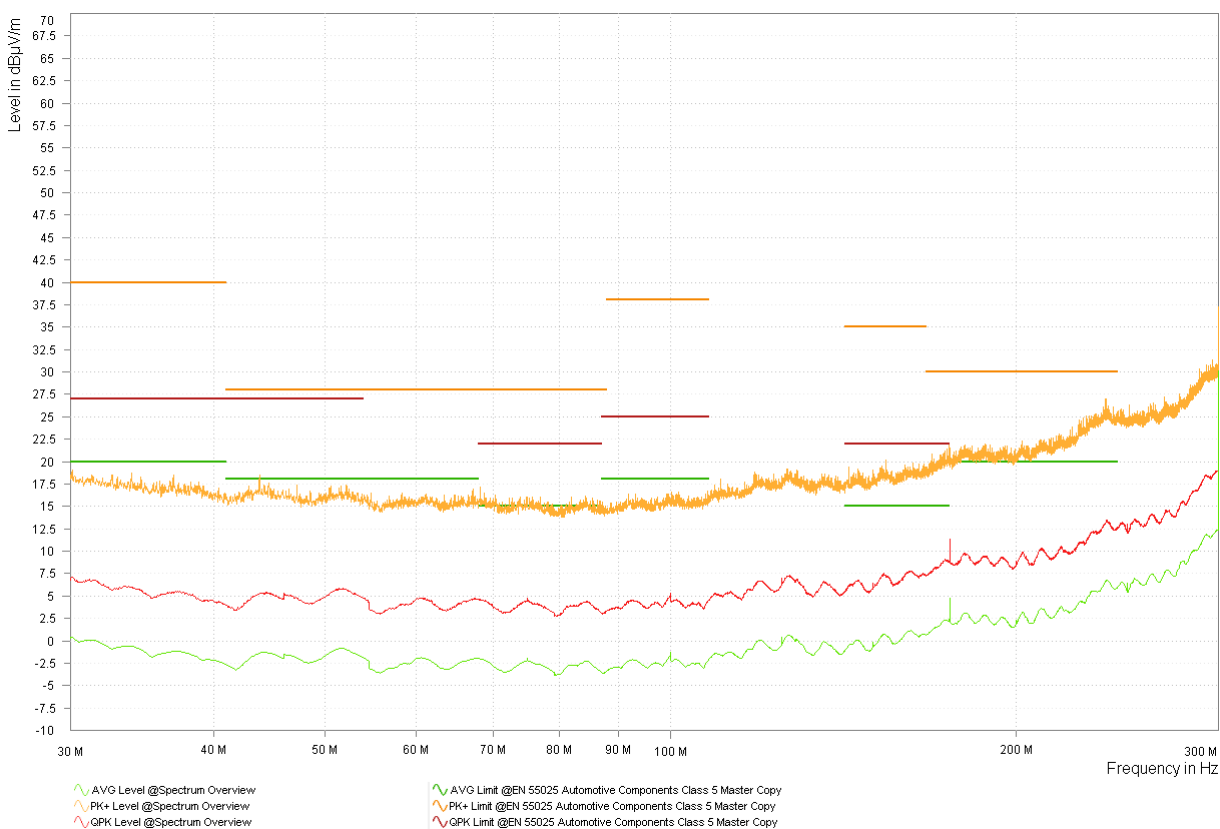


图 3-12. 型号 4 竞品振荡器 3.3V 频谱概述 - 双锥

表 3-7. 平均杂散电平 - 竞品振荡器与使用 3.3V 电源的 LMK3C0105-Q1 - 双锥

频率 (MHz)	竞品振荡器 (dBuV/m)	LMK3C0105-Q1 (dBuV/m)	TI Delta
75	-1.95	-1.75	+0.20
100	-1.27	-0.83	+0.44
150	-0.16	0.01	+0.17
175	4.75	2.09	-2.66

3.2.3 对数周期

表 3-8. 板差异汇总表

板型号	器件	布线	屏蔽过孔	时钟层	布线长度
1	LMK3C0105-Q1	立即终止	否	L1	66mil
2	LMK3C0105-Q1	立即分支输出	是 (400mil 间距阵列)	L6	9 - 12in
3	LMK3C0105-Q1	立即分支输出	否	L6	9 - 12in
4	竞品振荡器	立即终止	否	L1	66mil

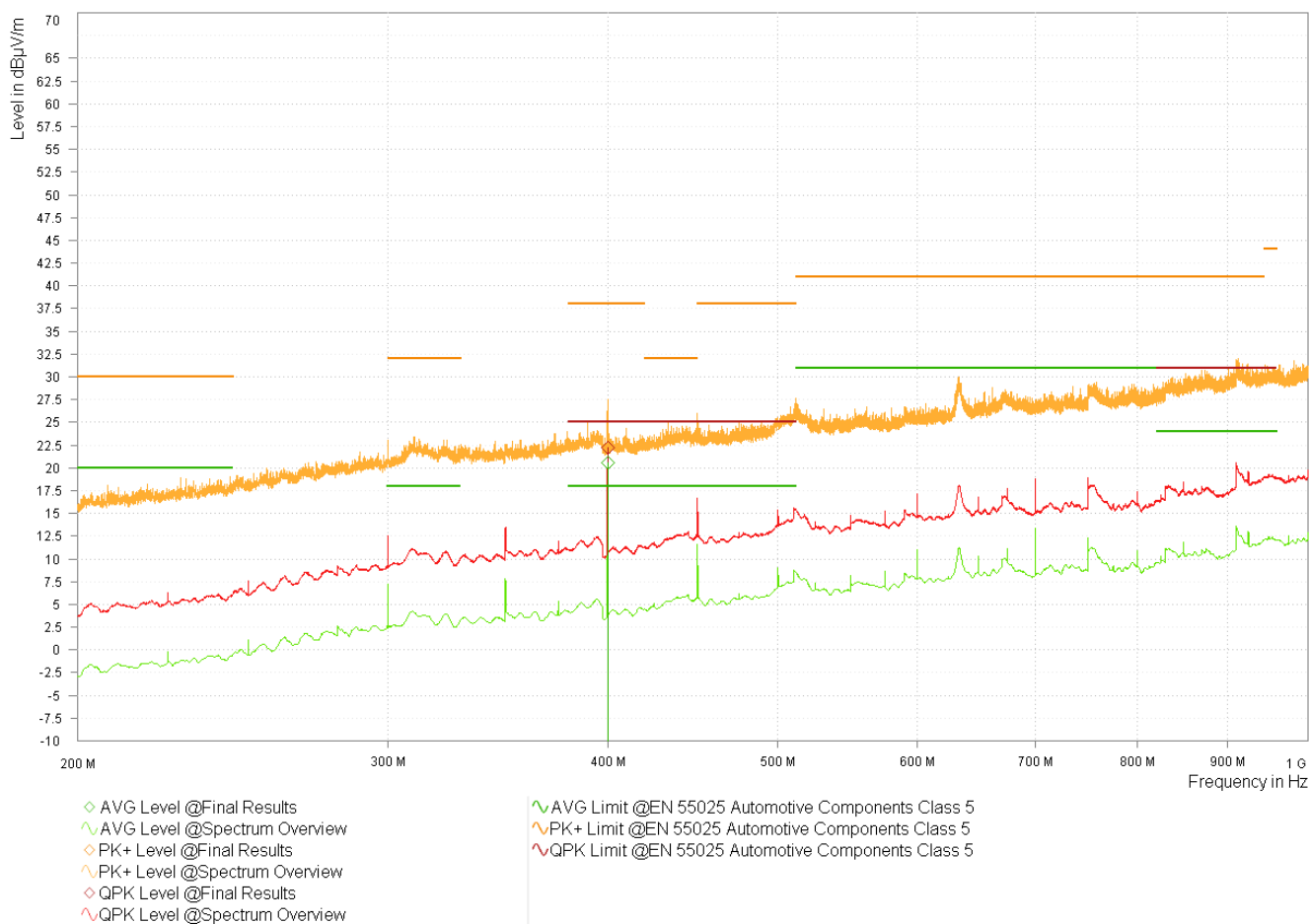


图 3-13. 型号 1 LMK3C0105-Q1 3.3V 频谱概述 - 对数周期



图 3-14. 型号 2 LMK3C0105-Q1 3.3V 频谱概述 - 对数周期



图 3-15. 型号 3 LMK3C0105-Q1 3.3V 频谱概述 - 对数周期

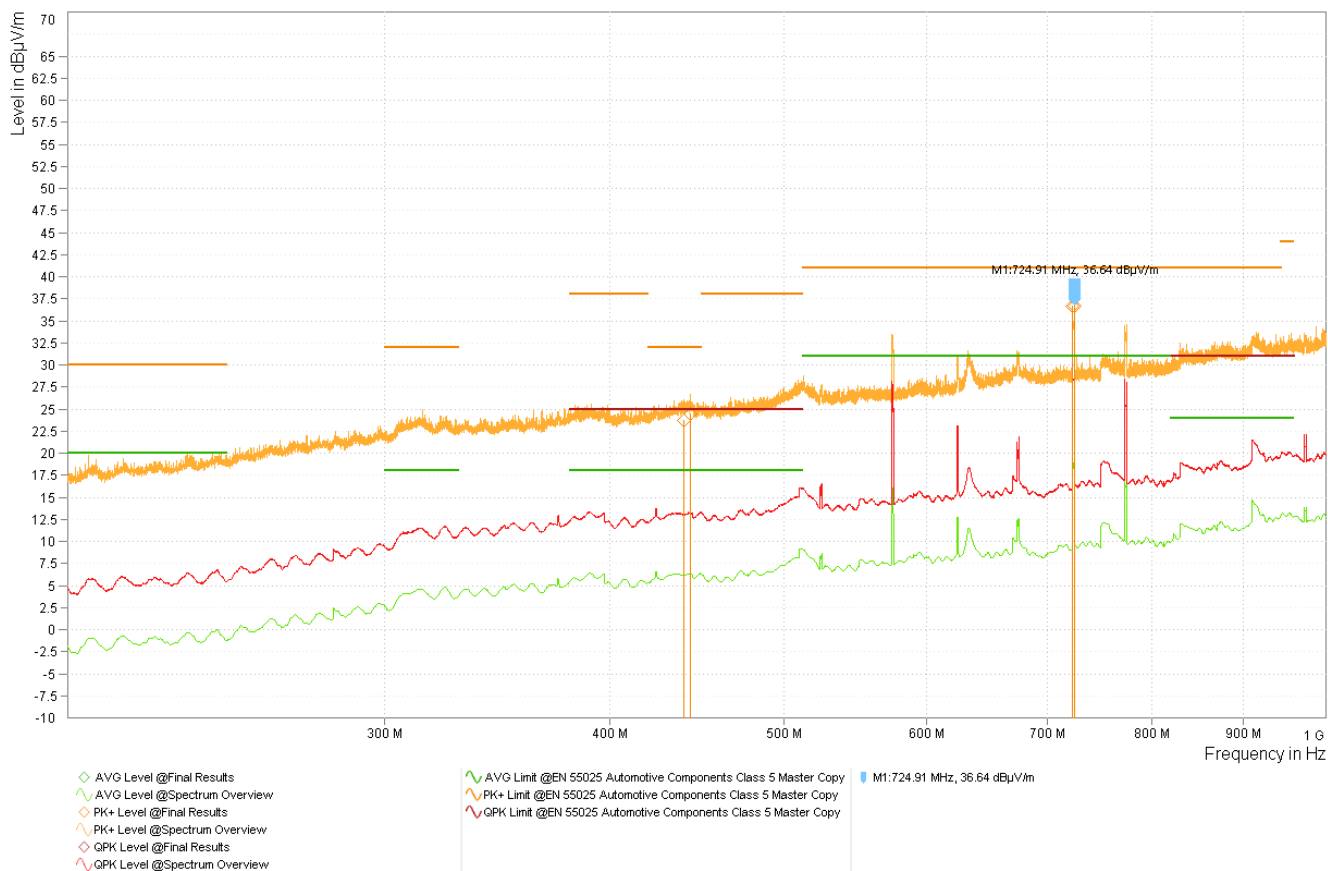


图 3-16. 型号 4 LMK3C0105-Q1 3.3V (带 -0.5% SSC) 频谱概述 - 对数周期

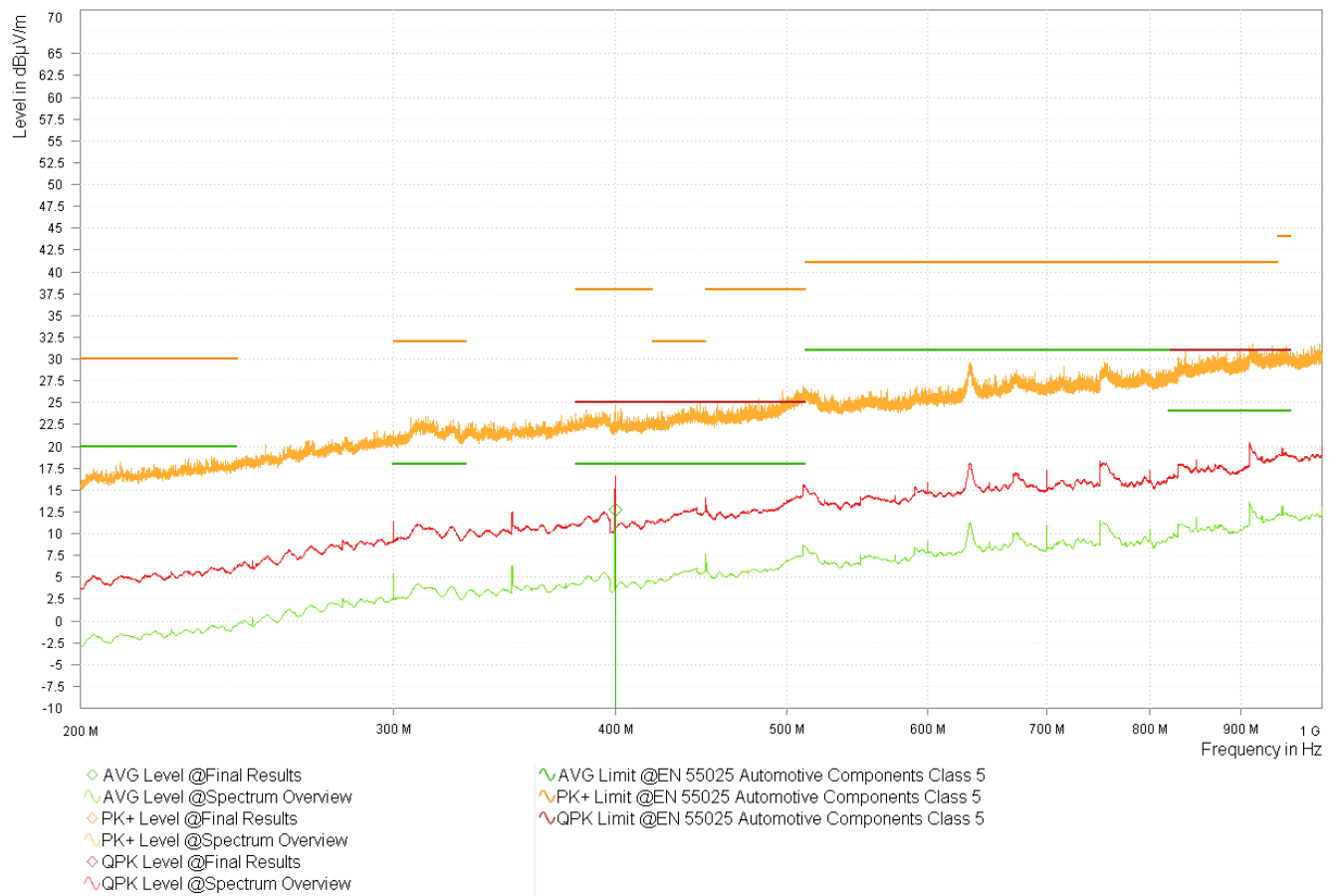


图 3-17. 型号 1 LMK3C0105-Q1 1.8V 频谱概述 - 对数周期

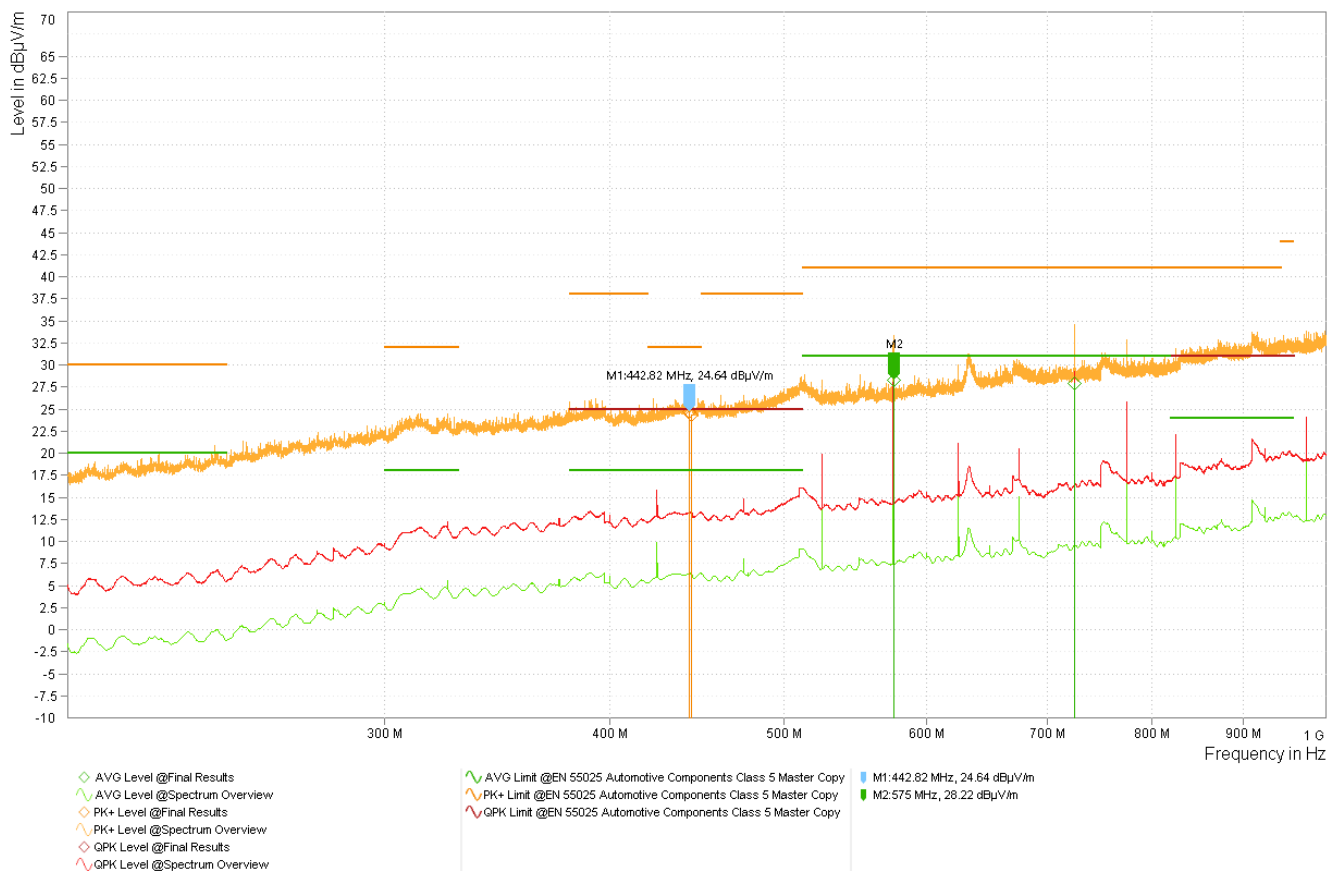


图 3-18. 型号 3 LMK3C0105-Q1 1.8V 频谱概述 - 对数周期



图 3-19. 竞品振荡器 3.3V 频谱概述 - 对数周期

3.2.4 喇叭

表 3-9. 板差异汇总表

板型号	器件	布线	屏蔽过孔	时钟层	布线长度
1	LMK3C0105-Q1	立即终止	否	L1	66mil
2	LMK3C0105-Q1	立即分支输出	是 (400mil 间距阵列)	L6	9 - 12in
3	LMK3C0105-Q1	立即分支输出	否	L6	9 - 12in
4	竞品振荡器	立即终止	否	L1	66mil

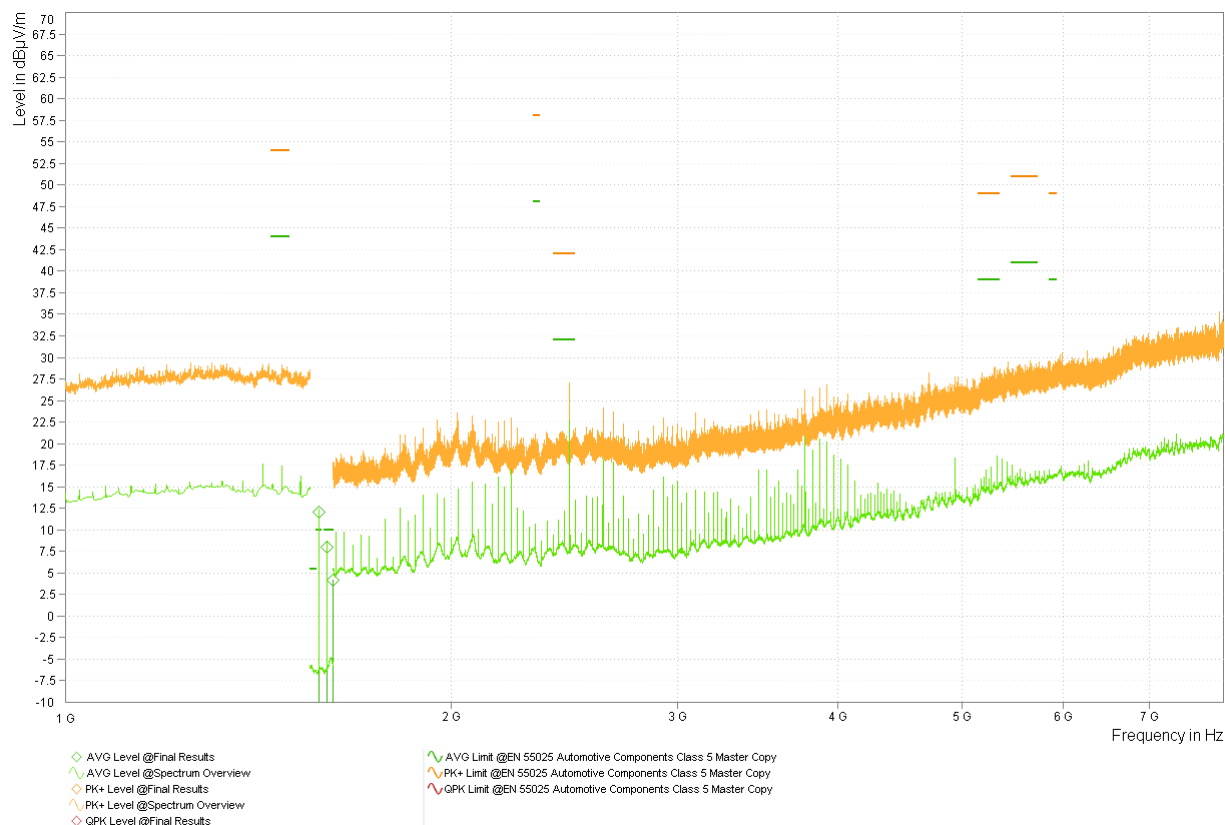


图 3-20. 型号 2 LMK3C0105-Q1 3.3V 频谱概述 - 喇叭

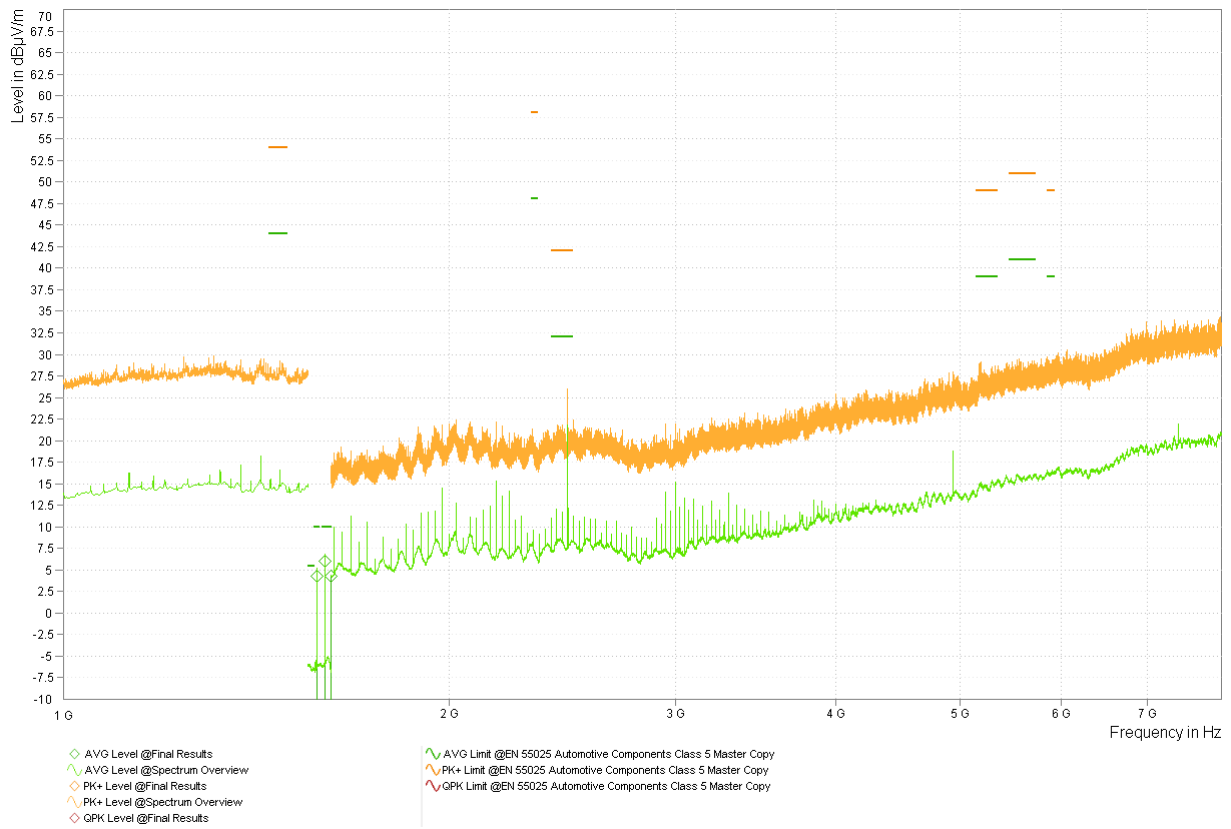


图 3-21. 型号 2 LMK3C0105-Q1 3.3V (带 -0.5% SSC) 频谱概述 - 喇叭

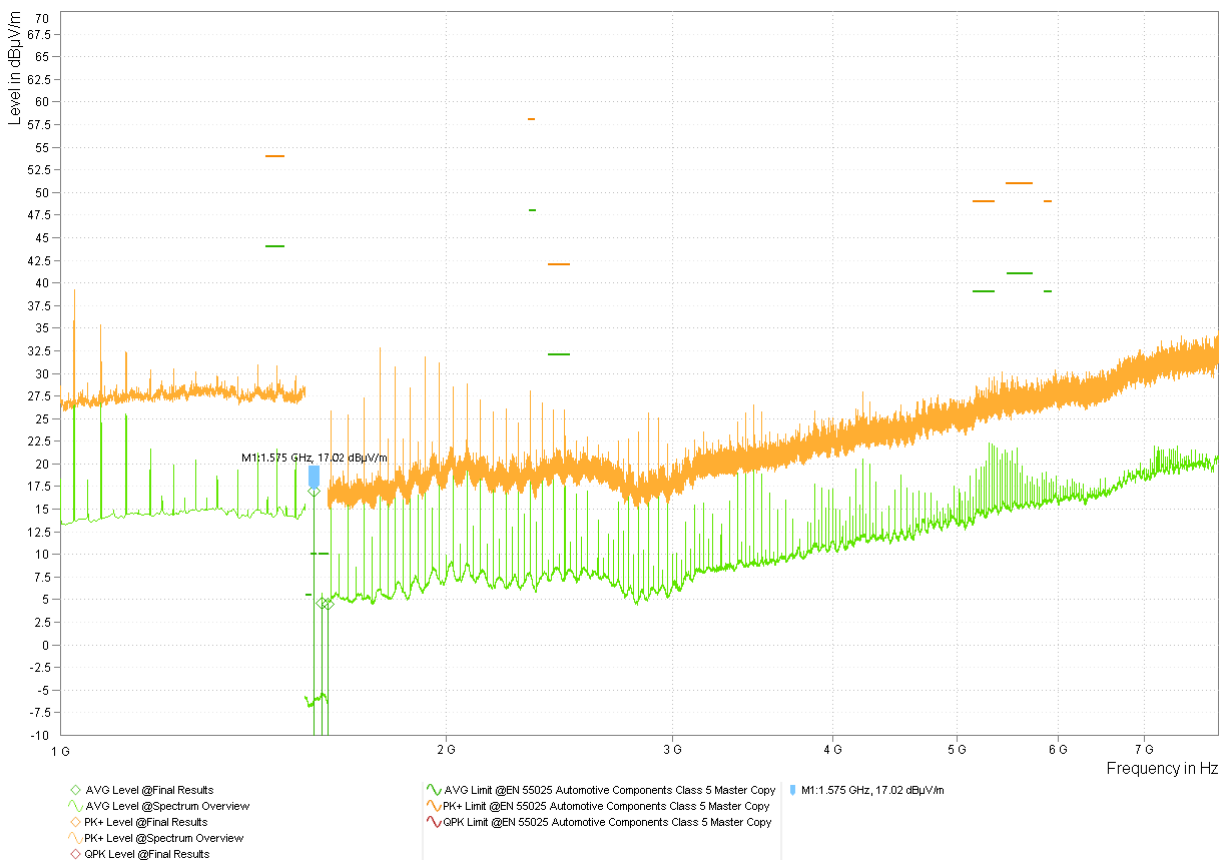


图 3-22. 型号 3 LMK3C0105-Q1 3.3V 频谱概述 - 喇叭

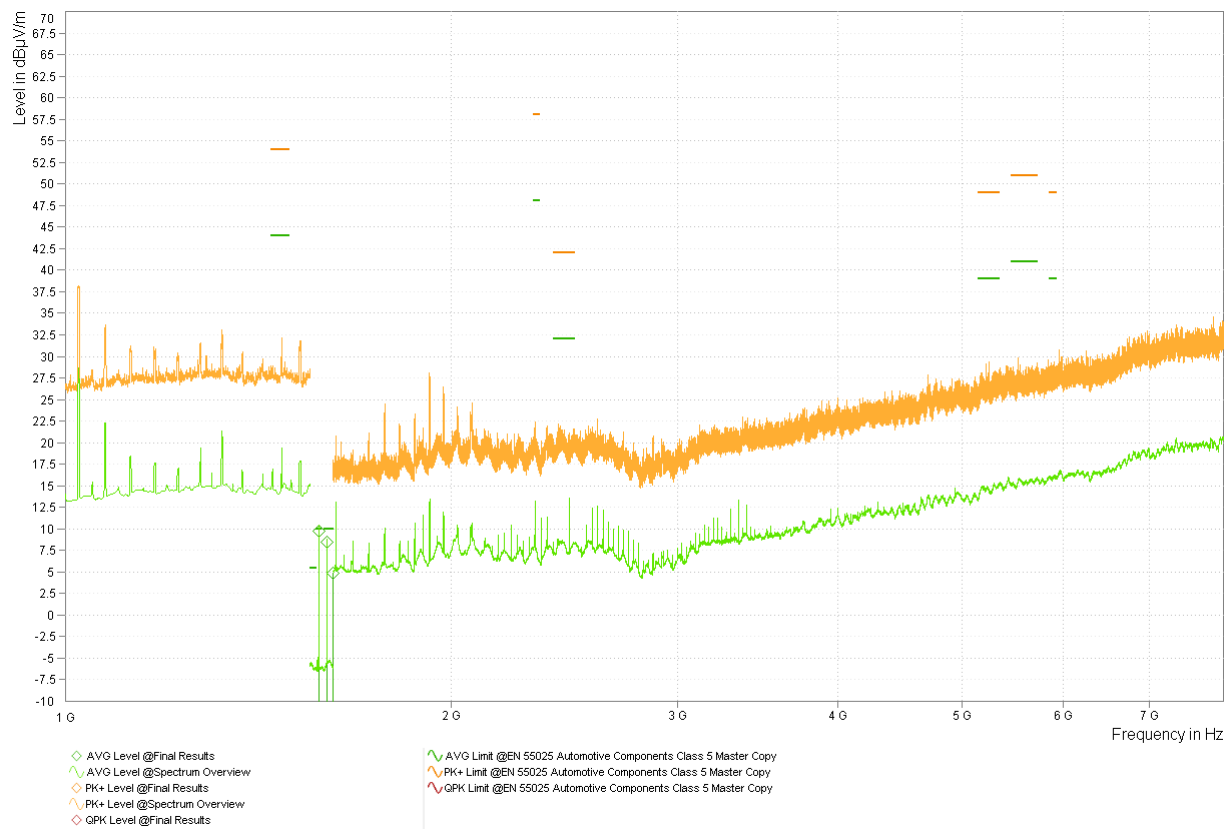
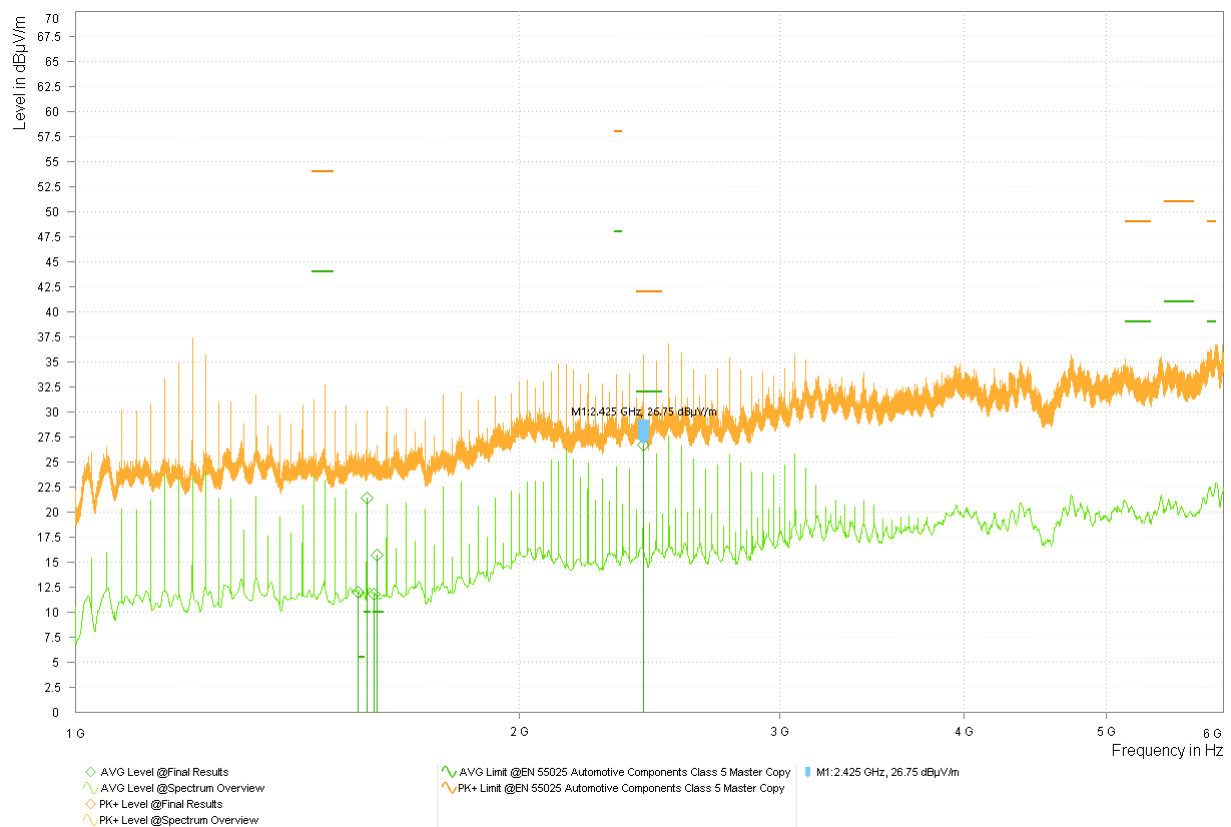


图 3-23. 型号 3 LMK3C0105-Q1 3.3V (带 -0.5%) 频谱概述 - 喇叭



备注

在上述采集中，1.5GHz 至 1.6GHz 频带的测量设置不当。有关该频带的校正测量，请参阅下文。

图 3-24. 型号 4 竞品振荡器 3.3V 频谱概述 - 喇叭

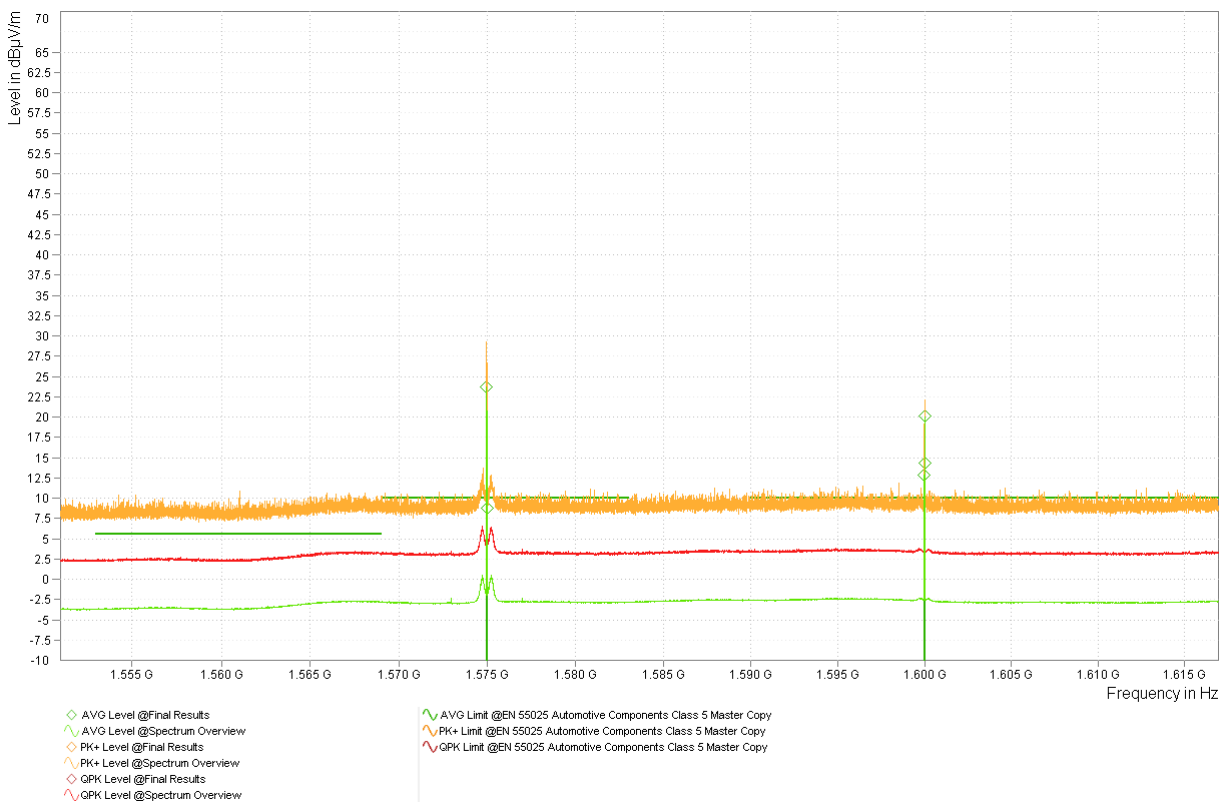


图 3-25. 型号 4 竞品振荡器 3.3V 1.5GHz 至 1.6GHz 频带频谱概述 - 喇叭

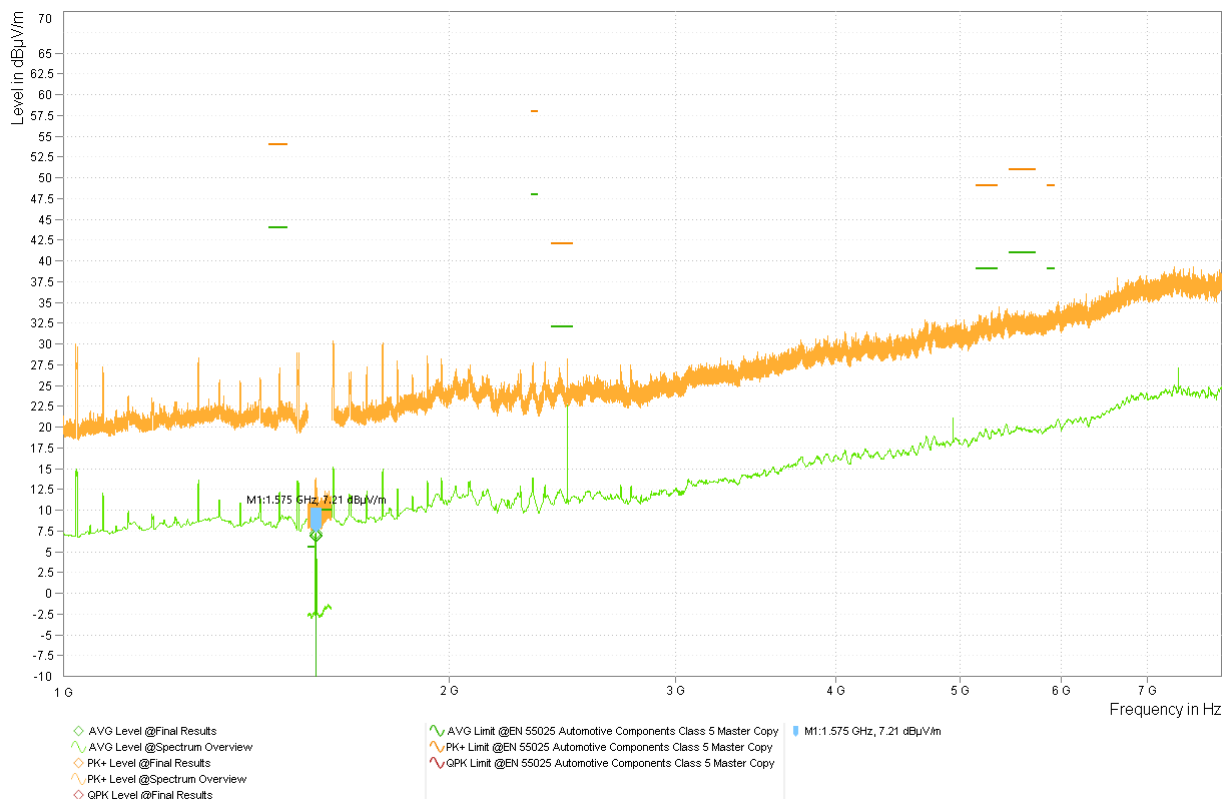


图 3-26. 型号 3 LMK3C0105-Q1 1.8V (带 -0.5% SSC) 频谱概述 - 喇叭

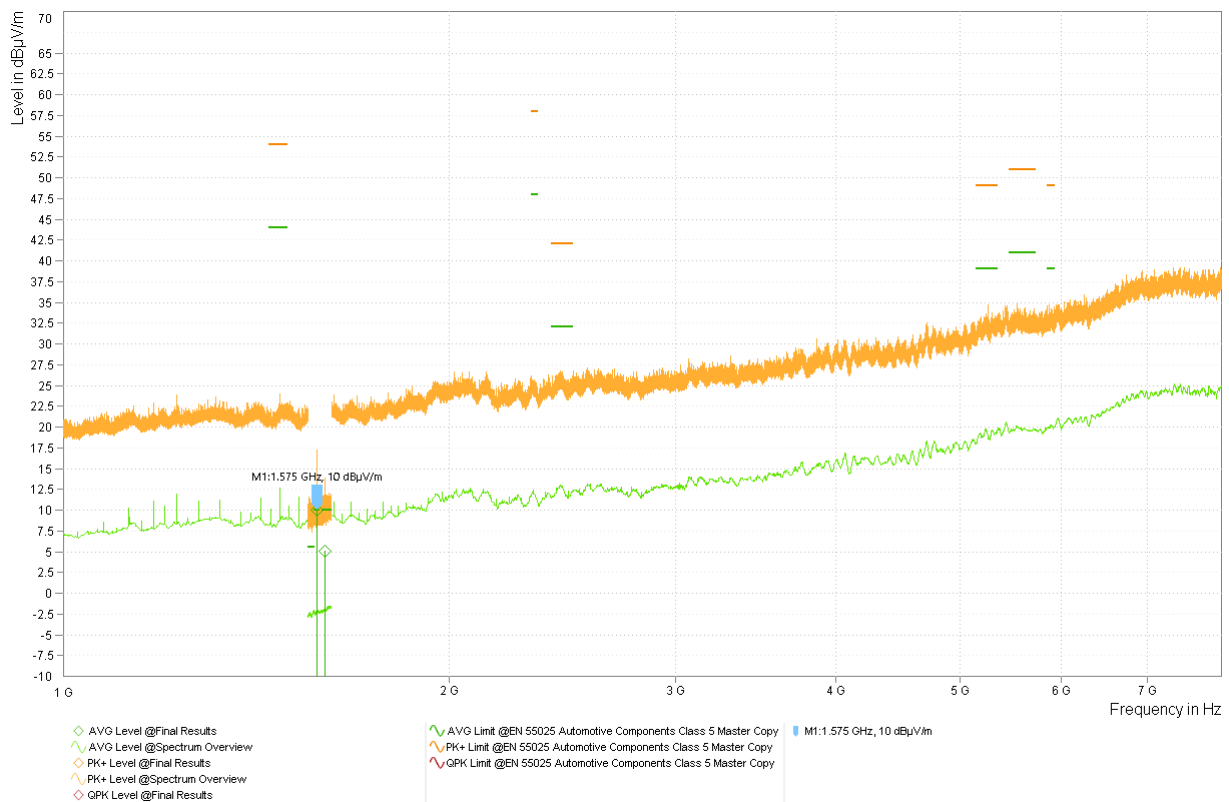


图 3-27. 型号 4 竞品振荡器 1.8V 频谱概述 - 喇叭

4 CISPR-32

CISPR-32 是 EMI 的工业标准。一根 JB3 天线用于覆盖 X、Y 和 Z 轴的 30MHz 至 3GHz 范围。

备注

新的 CISPR-32 标准要求测量频率高达 6GHz。这些测量计划后续进行。

CISPR-32 限值由认证级别定义，A 类要求最不严格，B 类要求最严格。本测试报告中指定的所有限值均为 B 类。

允许的最大 EMI 影响限制特定于各个频段。例如，30MHz 至 230MHz 具有 40dBuV/m 的 B 类准峰值限值和 50dBuV/m 的 A 类限值。



图 4-1. CISPR-32 测试室设置

4.1 CISPR-32 总结

LMK3C0105-Q1 在所有频带范围内的性能与 XO 相似，并且在 1.8V 和 3.3V 电源电压下，跨 30 至 3000MHz 范围通过了 CISPR-32 B 类标准，可实现最高 12 英寸的布线长度。

		CISPR-32 Radiation Limits (ALSE method) [dBμV/m]						3.3V			
		Class B			Class A			Highest Passing Class for CISPR-32			
											Competitor XO
Frequency (MHz)	Antenna	Peak	Quasi-Peak	Average	Peak	Quasi-Peak	Average	LMK3C0105 Variant 1	LMK3C0105 Variant 2	LMK3C0105 Variant 3	Variant 4
30 to 230	JB3	-	40	-	-	50	-	Class B	Class B	Class B	Class B
230 to 1000	JB3	-	47	-	-	57	-	Class B	Class B	Class B	Class B
1000 to 3000	JB3	70	-	50	76	-	56	Class B	Class B	Class B	Class B

图 4-2. CISPR-32 - 3.3V 电源 - 汇总表

		CISPR-32 Radiation Limits (ALSE method) [dBμV/m]						1.8V			
		Class B			Class A			Highest Passing Class for CISPR-32			
											Competitor XO
Frequency (MHz)	Antenna	Peak	Quasi-Peak	Average	Peak	Quasi-Peak	Average	LMK3C0105 Variant 1	LMK3C0105 Variant 2	LMK3C0105 Variant 3	Variant 4
30 to 230	JB3	-	40	-	-	50	-	Class B	Class B	Class B	Class B
230 to 1000	JB3	-	47	-	-	57	-	Class B	Class B	Class B	Class B
1000 to 3000	JB3	70	-	50	76	-	56	Class B	Class B	Class B	Class B

图 4-3. CISPR-32 - 1.8V 电源 - 汇总表

4.2 CISPR-32 结果

备注

频谱概述图显示水平和垂直测量值

表 4-1. 板差异汇总表

板型号	器件	布线	屏蔽过孔	时钟层	布线长度
1	LMK3C0105-Q1	立即终止	否	L1	66mil
2	LMK3C0105-Q1	立即分支输出	是 (400mil 间距阵列)	L6	9 - 12in
3	LMK3C0105-Q1	立即分支输出	否	L6	9 - 12in
4	竞品振荡器	立即终止	否	L1	66mil

X 轴

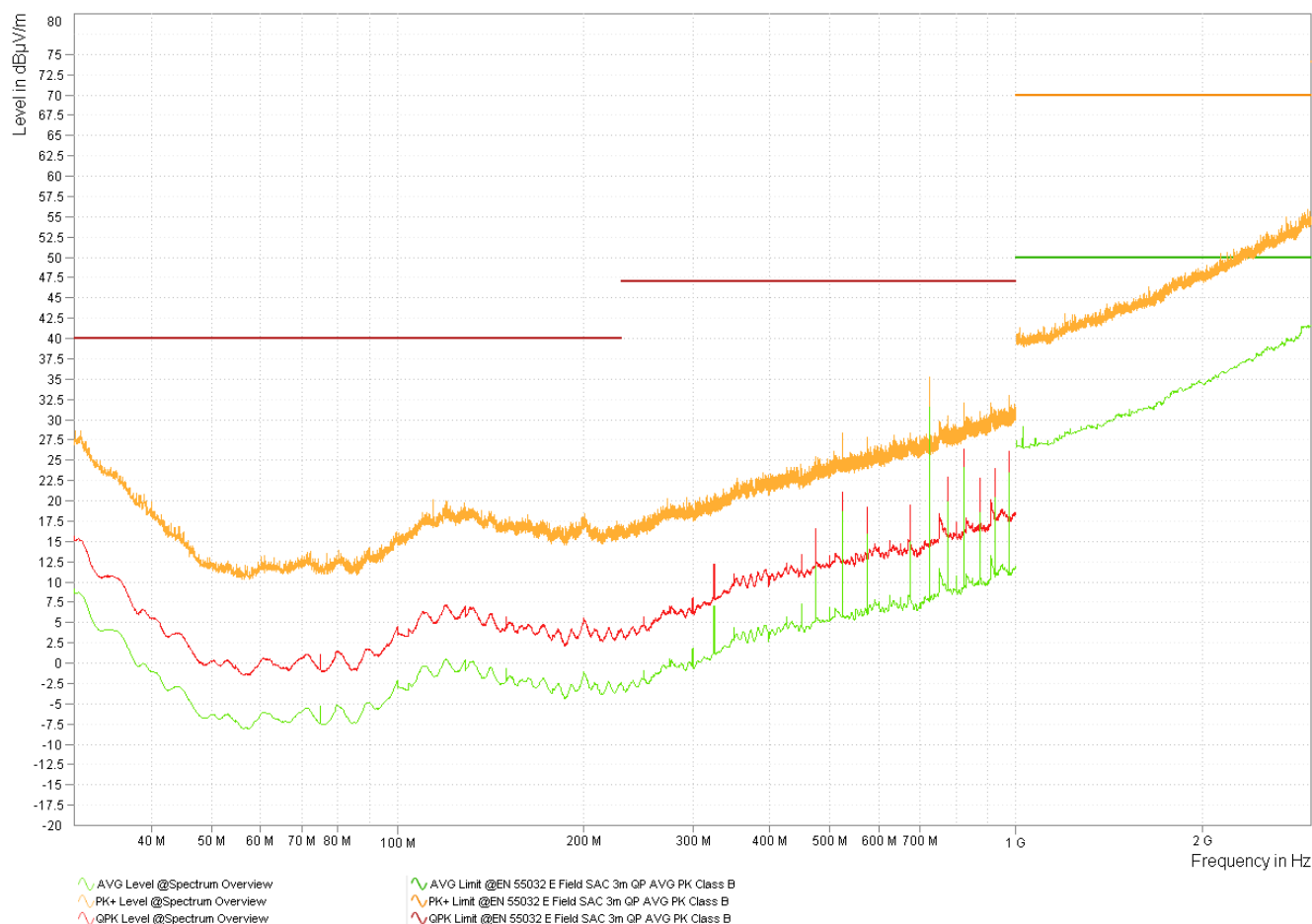


图 4-4. 型号 3 LMK3C0105-Q1 3.3V X 轴频谱概述

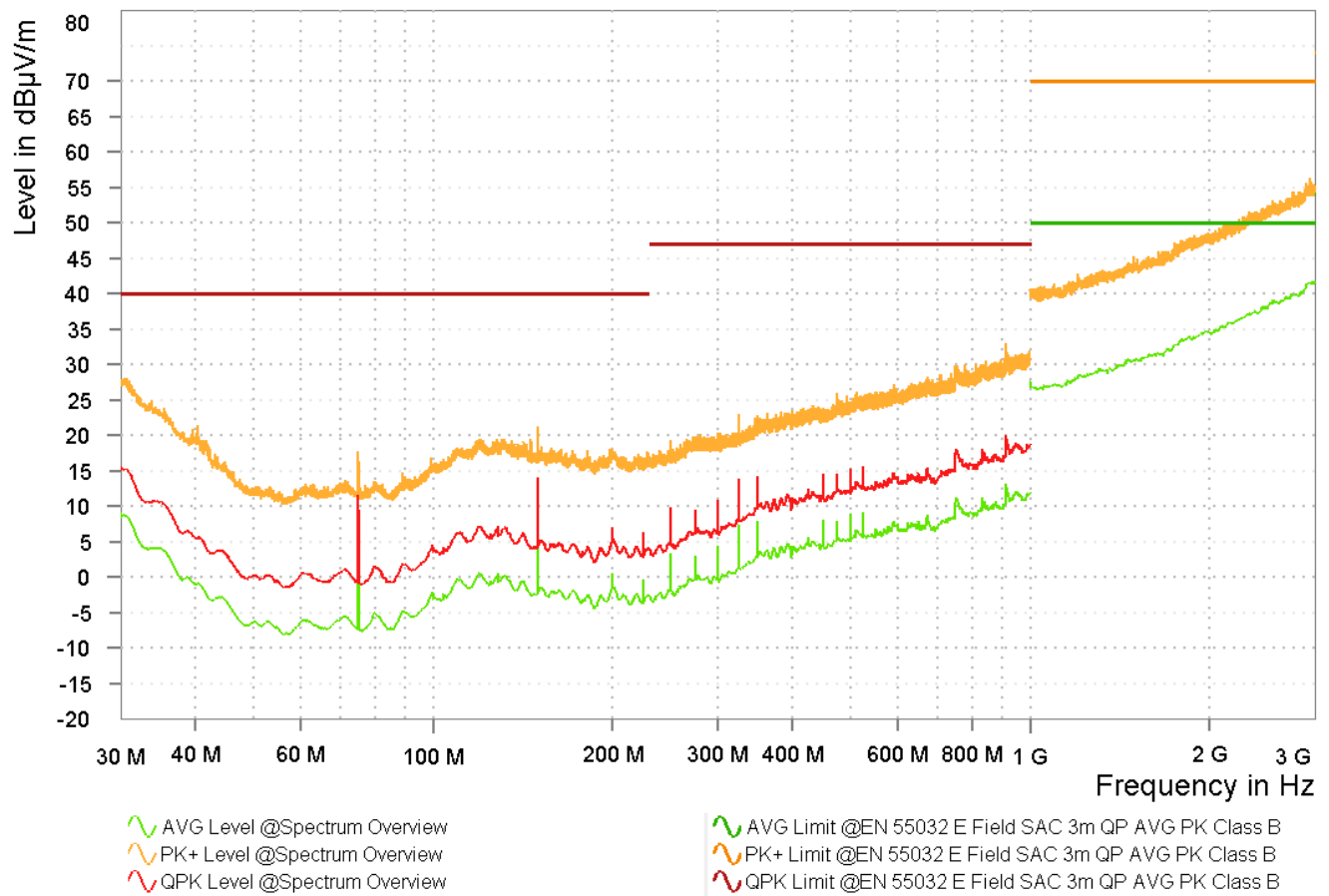


图 4-5. 型号 4 竞品振荡器 3.3V X 轴频谱概述

Y 轴

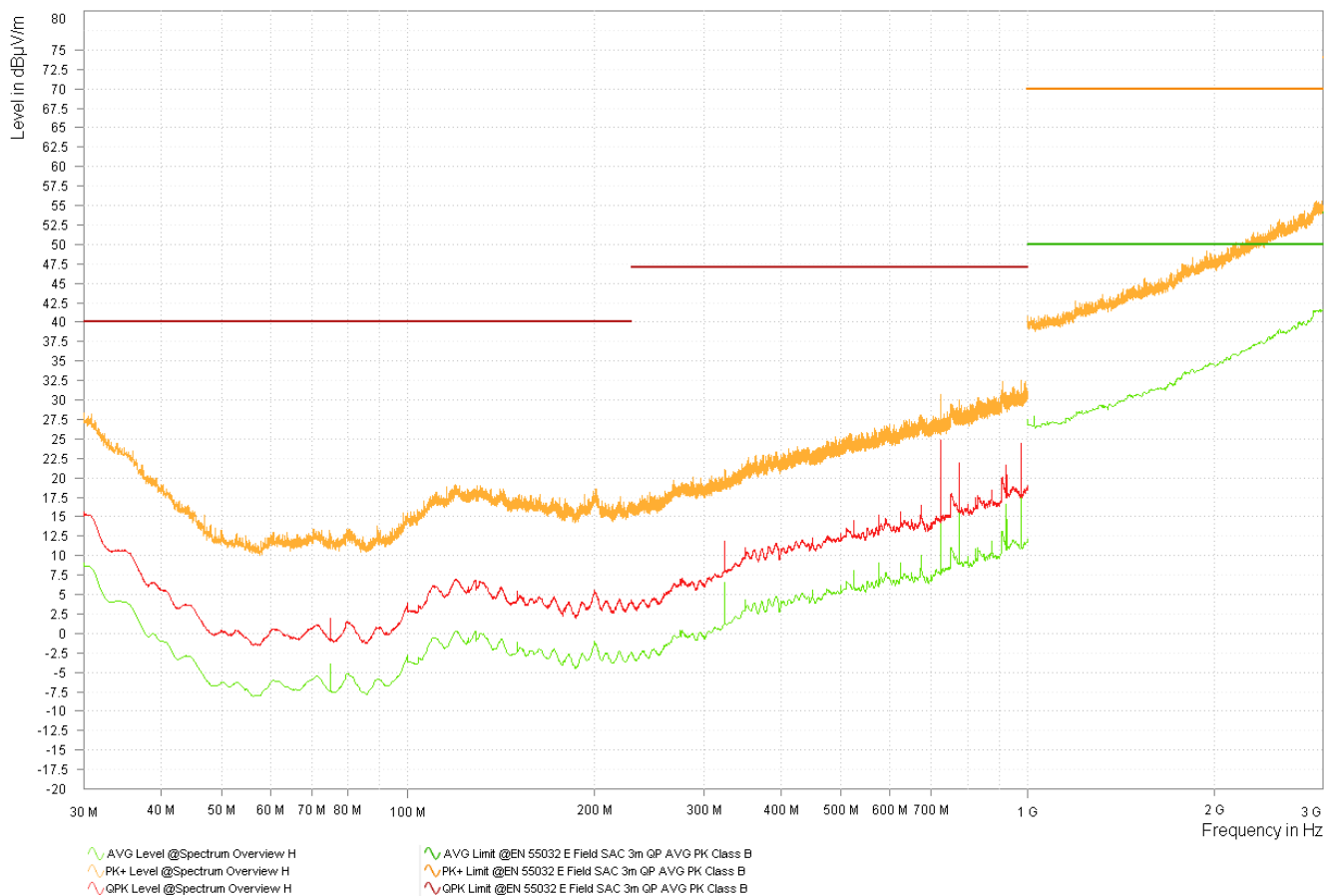


图 4-6. 型号 3 LMK3C0105-Q1 3.3V Y 轴频谱概述 - 水平

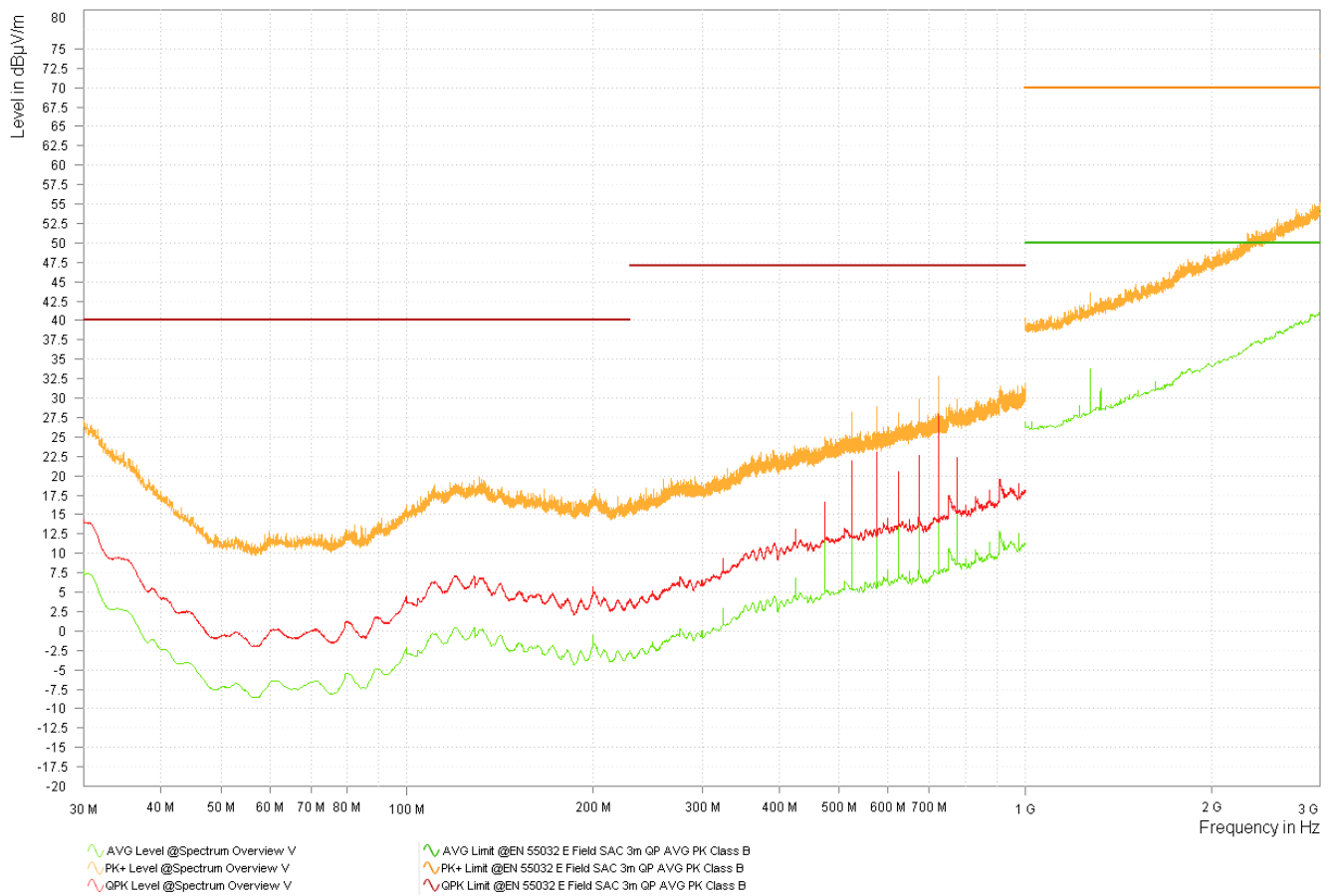


图 4-7. 型号 3 LMK3C0105 3.3V Y 轴频谱概述 - 垂直

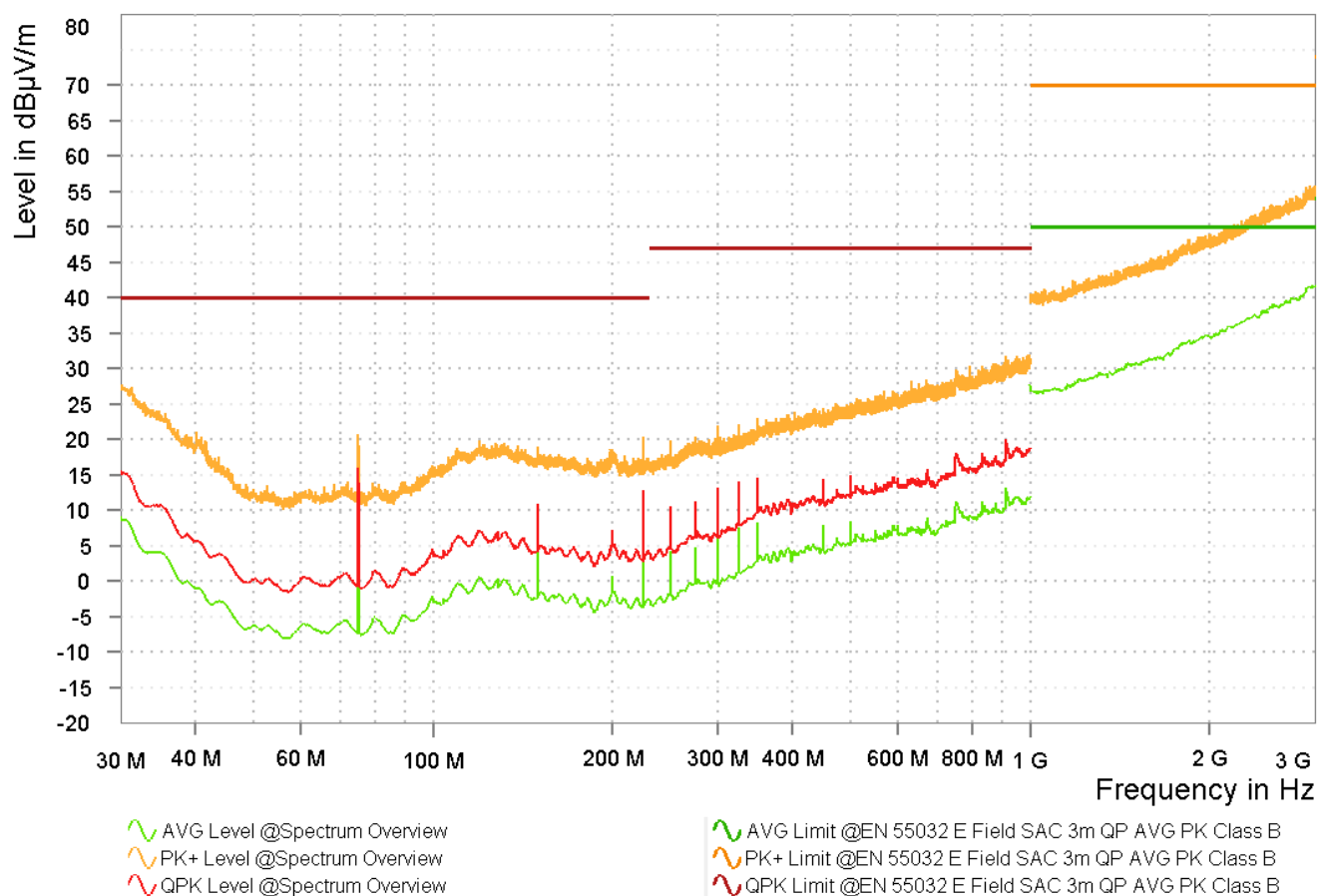


图 4-8. 型号 4 竞品振荡器 3.3V Y 轴频谱概述

Z 轴

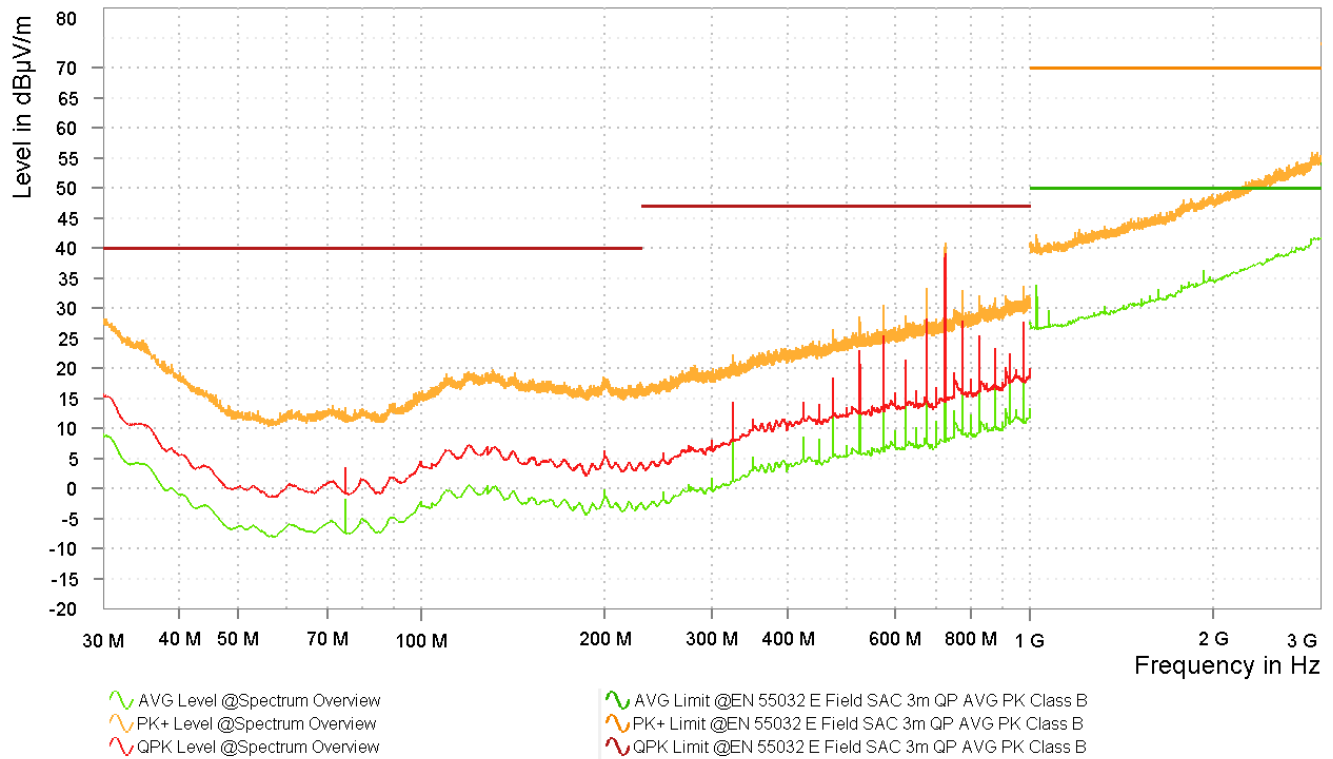


图 4-9. 型号 3 LMK3C0105-Q1 3.3V Z 轴频谱概述

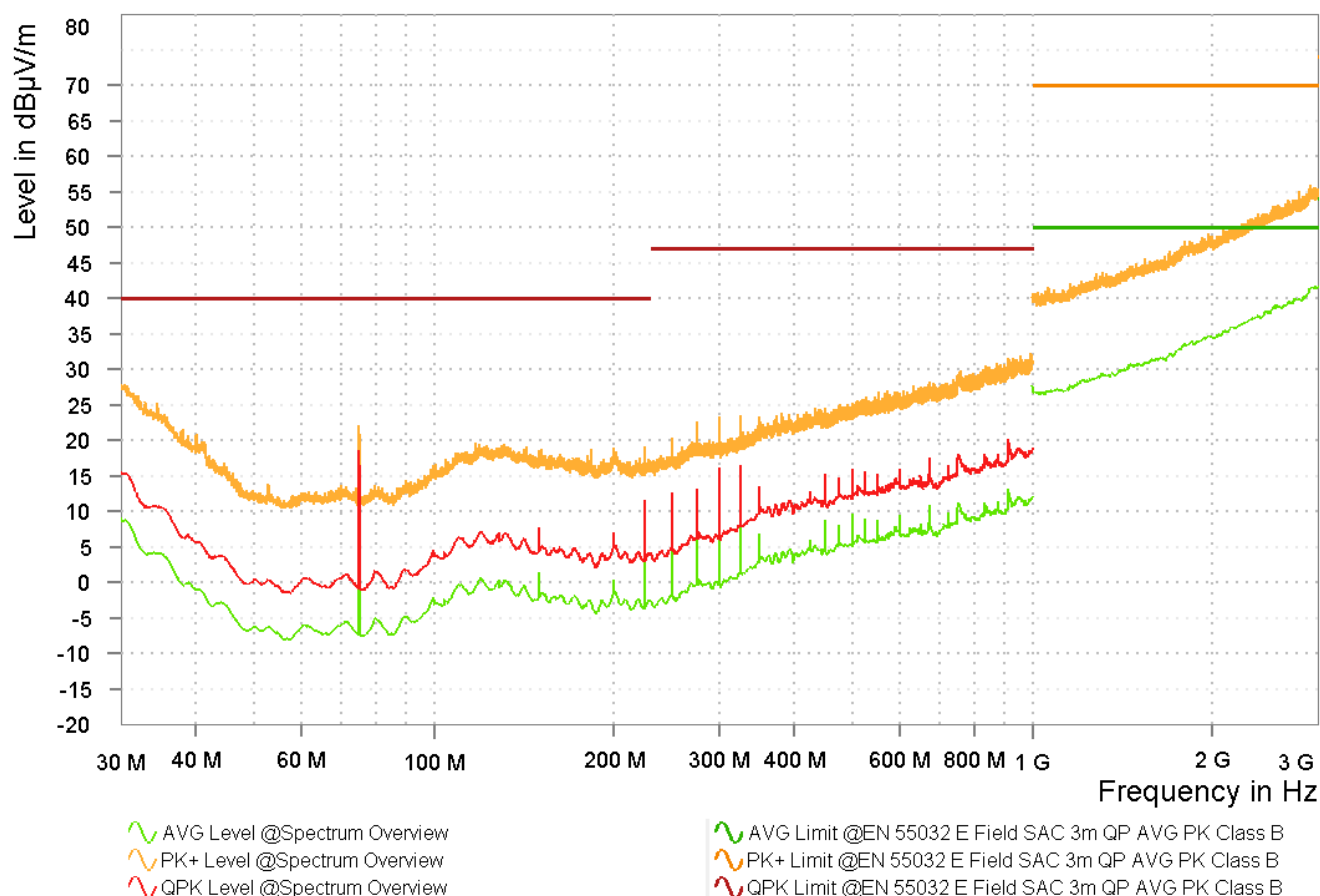


图 4-10. 型号 4 竞品振荡器 3.3V Z 轴频谱概述

表 4-2. 竞品振荡器与带 3.3V 电源的 LMK3C0105-Q1 - JB3 - Z 轴

频率 (MHz)	竞品振荡器 (dBuV/m)	LMK3C0105-Q1 型号 3 (dBuV/m)	TI Delta
75	12.34	-1.71	-14.05
150	1.38	-1.55	-2.93
225	5.24	-3.01	-8.26
250	6.40	-0.57	-6.97
275	6.71	0	-6.72
300	9.92	1.76	-8.16
325	10.20	10.41	+0.21
350	6.76	5.13	-1.63
475	8.09	14.44	+6.35
675	10.82	26.91	+16.09
725	9.81	38.94	+29.12
775	9.66	26.33	+16.66
825	9.54	23.18	+13.63
975	11.55	25.73	+14.18

5 总结

总体而言，型号 2 的表现最好，因为额外的 GND 过孔可为电路创建强大的 GND。在设计可提高 EMI 性能的 PCB 时，请考虑使用 GND 过孔和 SSC 等常见策略。

CISPR-25

在 3.3V 时，不带屏蔽过孔且布线长度超过 8 英寸的 LMK3C0105-Q1 通过了除 TV Band IV (470MHz 至 944MHz)、Analogue UHF (380MHz 至 512MHz 以及 820MHz 至 960MHz)、GPS L1 (1567.42MHz 至 1583.42MHz) 以及 GPS L5 (1156.45MHz 至 1196.45MHz) 以外的所有频带的 5 类标准。为了获得最佳性能，建议使用额外的 GND 过孔和 SSC。

在 1.8V 时，不带屏蔽过孔且布线长度超过 8 英寸的 LMK3C0105-Q1 通过了除 TV Band IV、GPS L1 和 GPS L5 之外的所有频带的 5 类标准。为了获得最佳性能，强烈建议使用额外的 GND 过孔或 SSC。

CISPR-32

LMK3C0105-Q1 在所有频带范围内的性能与 XO 相似，并且在 1.8V 和 3.3V 电源电压下，跨 30MHz 至 3000MHz 范围通过了 CISPR-32 B 类标准 (无屏蔽过孔且布线长度超过 8 英寸)。

6 参考资料

- 国际电工委员会，[2021 CISPR-25 标准](#)
- 国际电工委员会，[2021 CISPR-32 标准](#)

7 修订历史记录

Changes from Revision * (April 2025) to Revision A (June 2025)	Page
• 更新了整个文档中的表格、图和交叉参考的编号格式.....	1
• 更新文档标题，加入 CISPR-32，并应用于整个文件.....	1
• 通篇将 LMK3C0105 更新为 LMK3C0105-Q1	1

重要通知和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司