

概述

HM2730是一款高精度、低成本PWM控制的非隔离降压驱动芯片。芯片内部采用了专用的电流控制环路结构和高动态响应的检测电路。HM2730内置了高压功率MOS，极大降低了系统成本。

HM2730将电压检测电路内置，极大提高了输出电压的精度。同时，芯片在不同负载下采用不同工作模式，来提高系统整体效率。HM2730具有抖频功能和驱动软开启功能，降低了EMI的影响。

HM2730具有软启动功能，还集成多种保护功能，极大的增强了系统的可靠性。保护功能包括欠压保护、逐周期过流保护、输出过载保护、输出短路保护、输出过压保护和芯片过温保护功能。

特性

- ◆低待机功耗: <0.1W
- ◆电流环控制模式
- ◆高精度恒压控制
- ◆高动态响应
- ◆软启动电路
- ◆抖频功能和驱动软开启功能，优化EMI
- ◆逐周期过流保护
- ◆前沿消隐功能
- ◆欠压锁定 (UVLO)
- ◆过温保护功能

应用范围

- ◆小功率家用电器

HM2730采用DIP8封装

典型应用

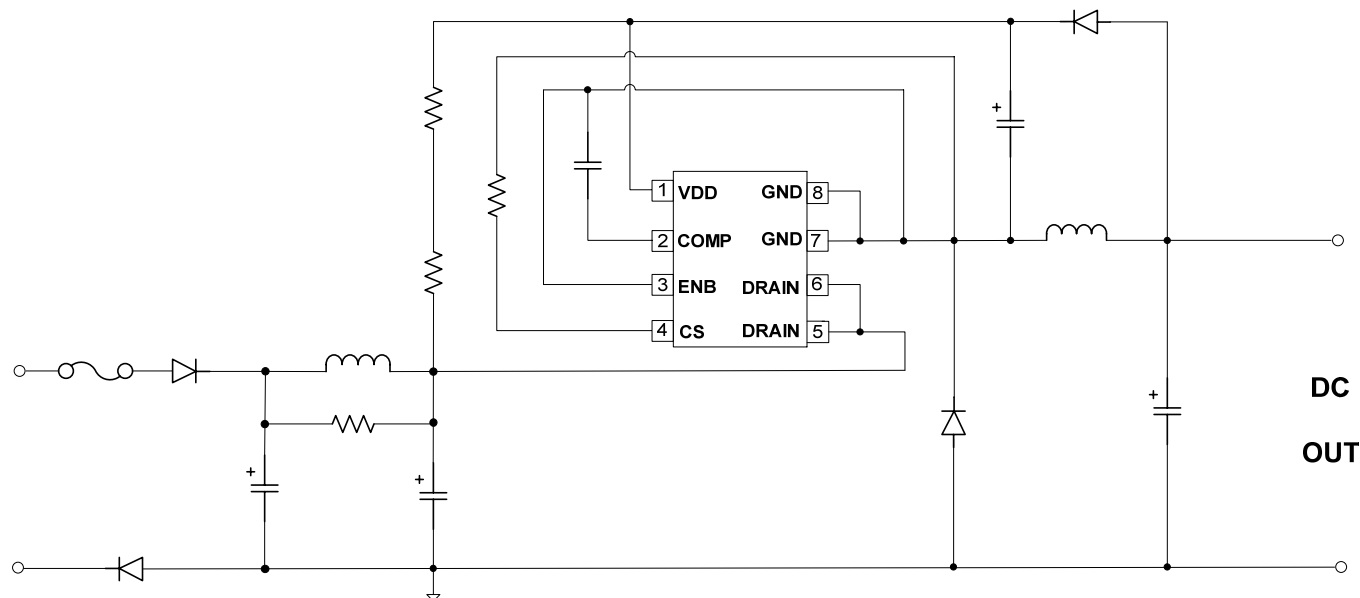
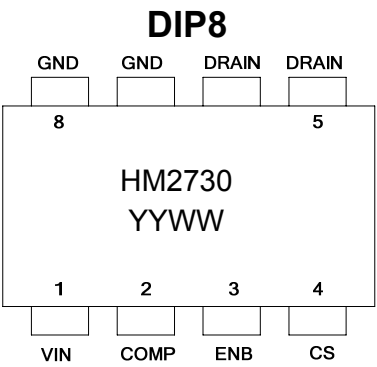


图 1

打标说明及管脚分布



管脚图	丝印字符	丝印字符说明
左示意图	HM2730	芯片型号
	YY	年号
	WW	周号

管脚描述

管脚号	管脚名	描述
1	VIN	芯片电源端
2	COMP	环路补偿电容端
3	ENB	输出电压选择端
4	CS	电流采样端
5、6	DRAIN	内部高压功率管的漏极
7、8	GND	接地端

结构框图

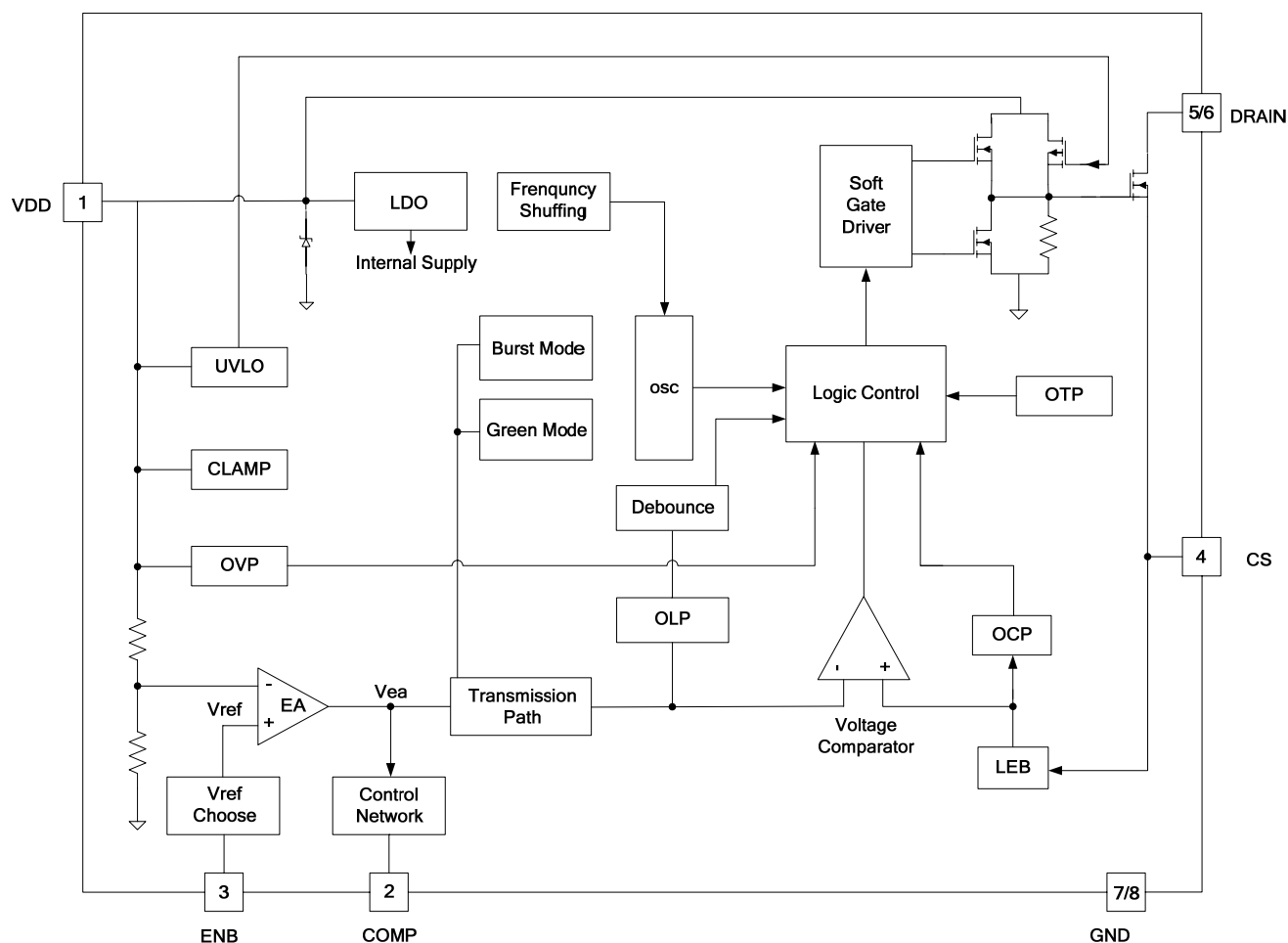


图2

最大额定值 (注)

参数	范围
VDD电源端	-0.3 V to VDD _{CLAMP}
CS电流采样电压	-0.3 V to 7 V
COMP端口电压	-0.3 V to 7 V
ENB端口电压	-0.3 V to 7 V
DRAIN端口电压	-0.3 V to BV _{DS}
工作结温范围	-40℃ to 150℃
最低/最高存储温度	-55℃ to 150℃

封装耗散等级

封装	R _{θJA} (°C/W)
DIP8	75

注：DRAIN 端连接 100mm² 的铜焊盘

超出“最大额定值”可能损毁器件。推荐工作范围内器件可以工作，但不保证其特性。运行在最大额定条件下长时间可能会影响器件的可靠性。

推荐功率范围

封装	推荐使用功率范围	备注
DIP8	12V400mA/18V300mA	V _{in} =90~264V 环境温度80°

电气特性

(如果没有特殊说明, 环境温度= 25℃, VDD=16V)

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
VDD电压						
IDD _{ST}	VDD的态电流	VDD=V _{UVLO} -1V		3	10	uA
IDD _{OP}	VDD的作电流	VDD=12V,CS=0V	0.9		1.5	mA
		VDD=12V,CS=0V,CL=0.5nF	1.2		1.7	mA
VDD _{CLAMP}	VDD钳位电压	输出无开关	23	25	27	V
VDD _{UV(OFF)}	退出欠压锁定电压	VDD电压上升	11.5	12.5	13.5	V
VDD _{UV(ON)}	进入欠压锁定电压	VDD电压下降	6	7	8	V
V _{PMOS}	上拉PMOS启动电压	CS=0V,Comp=3V		10		V
VDD _{Regulator}	VDD正常工作电压 12.5V	Comp<2.5V	12	12.5	13	V
CS电流采样						
V _{CS_OCP}	电流过流保护电压		890	925	960	mV
t _{DELAY}	过流保护关断延时			100		ns
t _{LEB}	前沿消隐时间			200		ns
工作频率						
f _{Max}	最大工作频率		45	50	55	kHz
△f/f	抖频范围			+/-6		%
f _{Shuffling}	抖频频率			200		Hz
f _{Burst}	突发模式工作频率			22		kHz
PWM						
D _{Max}	最大占空比			50		%
V _{ref_Green}	Green模式门限电压			1.75		V
V _{ref_Burst_L}	进入Burst门限电压			1.25		V
V _{ref_Burst_H}	退出Burst门限电压			1.35		V
EA						
Gain	EA的DC增益			70		dB
Gm	EA的跨导			110		uS
Protection						
V _{th_OLP}	过载保护门限			3.6		V
t _{Debounce}		f=50KHZ	66	71	76	ms
OTP	进入过温保护温度			135		℃
	退出过温保护温度			105		℃
功率管						
R _{DS_ON}	功率管导通阻抗	V _{GS} =15V/I _{DS} =0.45A			10.5	Ω
BV _{DS}	功率管击穿电压	V _{GS} =0V/I _{DS} =250uA	600			V
I _{DS}	功率管漏电流	V _{GS} =0V/V _{DS} =600V			1	uA

主要逻辑控制单元简介

HM2730简单逻辑框图如图2所示；下面就框图内主要逻辑控制单元进行简单说明：

● 振荡器

典型振荡频率是由芯片内部设定，最大PWM频率为50kHz。芯片是通过检测不同负载来设定系统工作模式，系统轻载或者空载时，系统工作在相应Green或者Burst模式，重载时芯片工作在PWM模式。

● 抖频模块

HM2730通过内置的抖频模块可以产生轻微频率抖动，通常为 $\pm 3\text{kHz}$ 的频率抖动来降低EMI。抖频频率为200Hz，目的是优化EMI并降低其平均值和准峰值。抖频功能降低芯片在功率管开关工作时采用固定频率造成在开关频率点能量辐射。

● 电流检测模块

HM2730集成了电流的过流保护功能，能够避免电感电流过大造成的器件损坏。同时HM2730通过前沿消隐省去了CS检测的RC电路。CS电流检测的电压和EA的输出电压共同决定系统的实际控制的占空比。

● 驱动电路模块

系统的功率管采用栅极驱动，功率管栅极慢速充放电会带来较大开关损耗，快速充放电会带来系统的EMI问题；HM2730通过采用合适的功率管栅极上电和掉电速度避免了系统的高开关损耗和EMI问题。

● 保护控制电路

良好的电源系统可靠性是由其丰富的保护功能实现的。HM2730集成了输出过压保护、输入欠压保护，输出过流保护、输出短路保护、输出过载保护和芯片过温保护功能，给予芯片良好的可靠性和安全控制。

芯片管脚说明

HM2730采用DIP8封装，下面就各脚位作用进行详细说明和LAYOUT时注意事项。

● VDD

VDD脚是芯片电源端，同时也是芯片实现OVP、UVLO等保护的检测端。开机时输入电容电压通过启动电阻来给VDD供电；待到输出电压建立后，VDD主要是通过输出电压来供电。启动电阻一般推荐范围为2~4MΩ，启动电容一般选择4.7uF，在LAYOUT时电解电容位置尽量靠近芯片VDD脚。

● COMP

COMP脚是系统的环路补偿脚。通过接在此脚电容大小来调整环路补偿，在一定范围内电容越大环路越稳定，但是系统动态响应越差，反之亦反，所以在选择电容时要综合考虑环路稳定和动态之间平衡。补偿电容一般推荐范围为0.1u~1u，典型值为0.22uF。在LAYOUT时，此脚接的陶瓷电容要尽量靠近COMP脚，以减小噪声干扰。

● ENB

ENB脚是输出电压选择脚。ENB接芯片地时，输出电压为12V；ENB悬空时，输出电压为18V。

● CS

CS脚是MOS管电流采样脚。接在此脚电阻阻值越小，系统的过流点相对就越大；反之亦反。电阻尽量靠近芯片CS脚与GND脚，这样可以减少主开关回路包含面积，可以有效减小开关尖峰和干扰。

● DRAIN

DRAIN脚是内部高压MOS管漏极。在LAYOUT时要综合考虑芯片位置、CS采样电阻位置、电感位置以及输出滤波电容位置尽可能做到主开关回路包含面积最小。

● GND

GND脚是芯片参考地端。在非隔离BUCK应用中GND相对与系统地是悬浮的。

关键器件选择和计算（以典型应用12V/0.3A为例）

HM2730系统中关键参数有输入电容计算、电感计算、CS取样电阻计算以及续流二极管选择，分别介绍如下：

● 推荐输入电容（C1+C2）

输入滤波采用半波整流				
输出功率（Po）	0.75W	0.75~1.5W	1.5~3W	3~5.5W
C1+C2推荐值	3.3uF	4.7uF	10uF	15uF

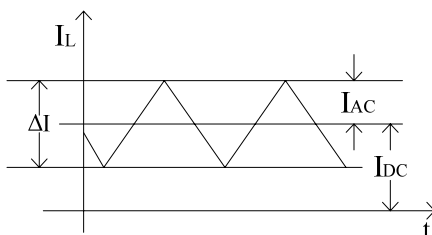
说明：输出功率大于4W建议采用全波整流电路，功率范围在4~5.5W范围内，输入电容建议采用10uF。使用时可以根据输入整流后直流电压最低点不小于50V来选择输入滤波电容。

● 电感计算（L2）

为了保证高低压过流点一致性，电流纹波系数 γ 一般选择为1.2。纹波系数定义为在CCM模式下，电感上交流分量与其相应直流分量的比值，即

$$\gamma = \frac{\Delta I}{I_{DC}} = \frac{2I_{AC}}{I_{DC}},$$

式中参数意见下图



则电感上纹波电流为：

$$\Delta I = \gamma \times I_{DC} = 1.2 \times 0.3A = 0.36A$$

由公式：

$$L = \frac{(VIN_{MAX} - 12) \times T_{ON}}{\Delta I} \approx \frac{V_O}{\Delta I \times f} = \frac{12 \times 10^6}{0.36 \times 50 \times 10^3} \mu H = 667 \mu H$$

典型应用电路中电感选择为680uH。

电感感值确定后还要注意电感的磁芯及材质选择。此电感可以选择工字电感，材质建议选择铁氧体即可；同时选择电感时要注意防止低压输入时磁芯出现饱和。

● CS取值(R3, R4)

CS取样电阻主要是用来设定过流保护点。过流点一般设置为输出额定电流的1.4倍左右，即 $I_{ocp} = 1.4 \times I_O = 0.42A$ 。则可以计算出流过MOS管峰值电流 $I_{pk} = I_{ocp} + \Delta I / 2 = 0.42A + 0.18A = 0.6A$ ；而CS脚的阈值 V_{th_oc} 为0.925V，所以可以计算得CS取样电阻 $R_{cs} = V_{th_oc} / I_{pk} = 0.925 / 0.6\Omega = 1.54\Omega$ ；系统中CS采样电阻实际取值为1.5Ω。

● 续流二极管(D4)

系统中续流二极管D4建议选择超快恢复类型的，因为普通二极管在系统工作在CCM模式时会产生很高的反向电流尖峰，容易引起系统提前结束开关周期的误判断，从而造成输出电压无法达到设计输出电压。D4可选ES1J。

● 整流二极管 (D1、D2)

采用半波整流，D1选FR107。整流二极管D2是可选的，但是它可以改善EMI及电源的抗浪涌能力，所以建议系统中增加此二极管。D2可选1N4007。

● 芯片二极管 (D3)

D3选1N4007。

原理图：

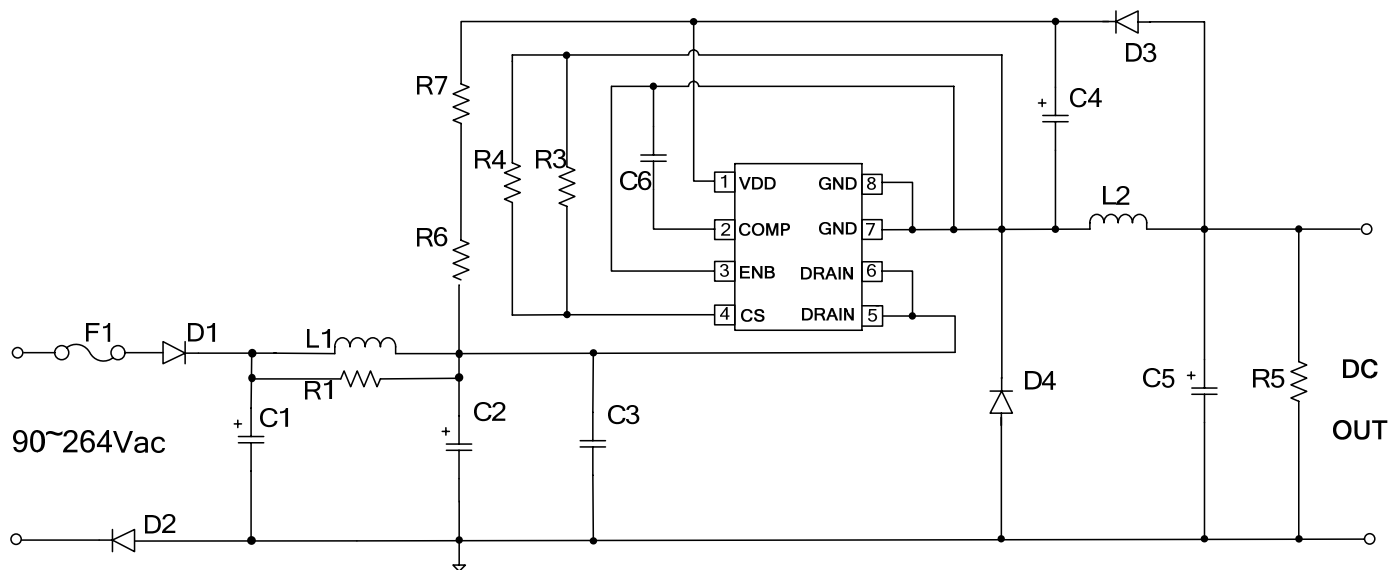


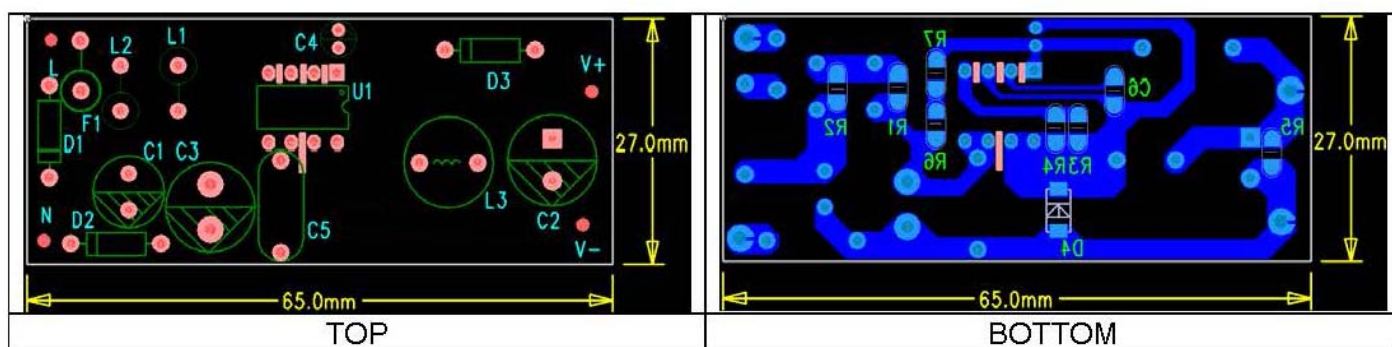
图3

BOM如下表所示:

元器件编号	元器件描述及型号	数量	元器件封装
F1	保险电阻 10R/1W	1	DIP 4*11
D1	二极管 FR107	1	DO-41
D2,D3	二极管 1N4007	2	DO-41
D4	二极管 ESIJ	1	DO-214AC
C1	电解电容 3.3u/400V	1	DIP 12*8
C2	电解电容 10u/400V	1	DIP 10*16
C3	CBB电容 0.1u/400v	1	DIP 脚距10mm
C4	电解电容 4.7u/50V	1	DIP 4*2
C5	电解电容 330u/25V	1	DIP 10*5
L1	色环电感 3.3mH	1	0410
L2	工字电感680uH (饱和电流大于500mA)	1	DIP 10*12
U1	IC HM2730	1	DIP8
R1	贴片电阻 1206 10K 5%	1	SMD 1206
R3,R4	贴片电阻 1206 3R 1%	2	SMD 1206
R5	贴片电阻 1206 4.7K 5%	1	SMD 1206
R6,R7	贴片电阻 1206 1.5M 5%	2	SMD 1206
C6	贴片电阻 0.22u/50V	1	SMD 1206

表1

PCB Layout



典型特性曲线

按照图3原理图和表1制作DEMO板测试数据及波形。

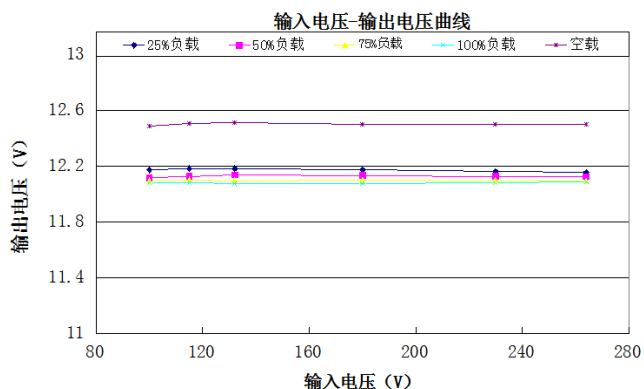


图1 输入电压-输出电压曲线

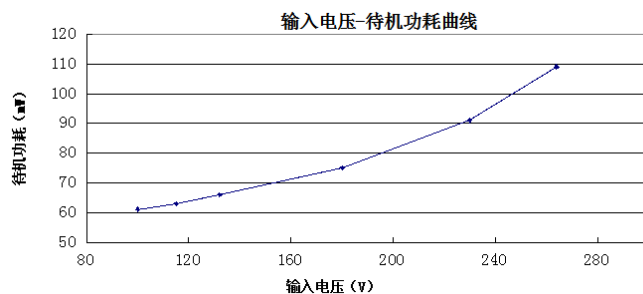


图2 待机功耗

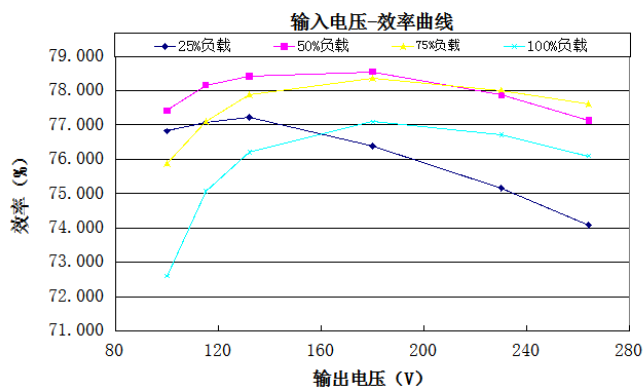


图3 输入电压-效率曲线

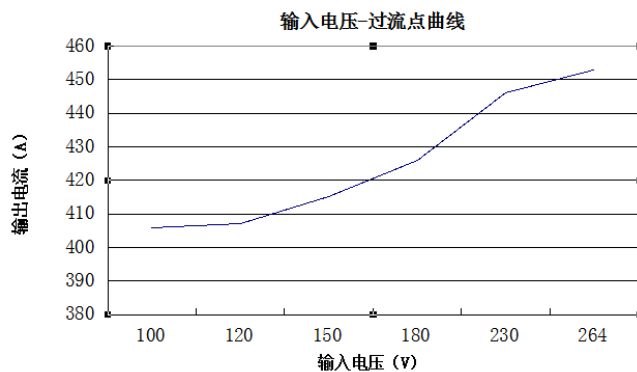


图4 输入电压-过流点曲线



图5 100Vac 满载短路Vds保护波形（自恢复）

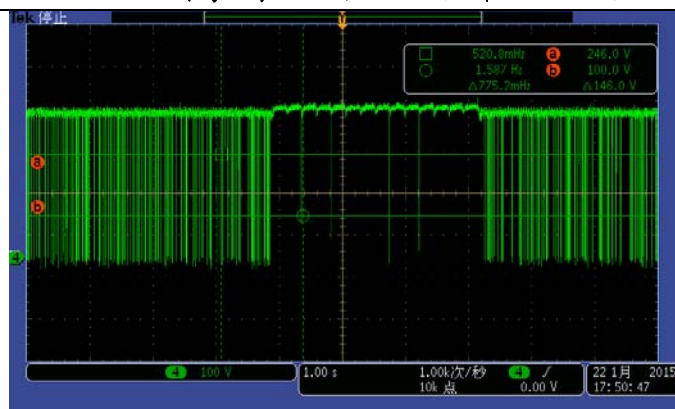


图6 264Vac 满载短路Vds保护波形（自恢复）

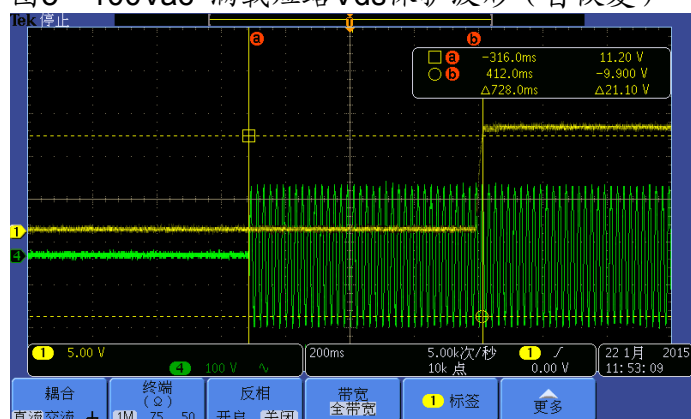


图7 115Vac满载启动时间----728ms

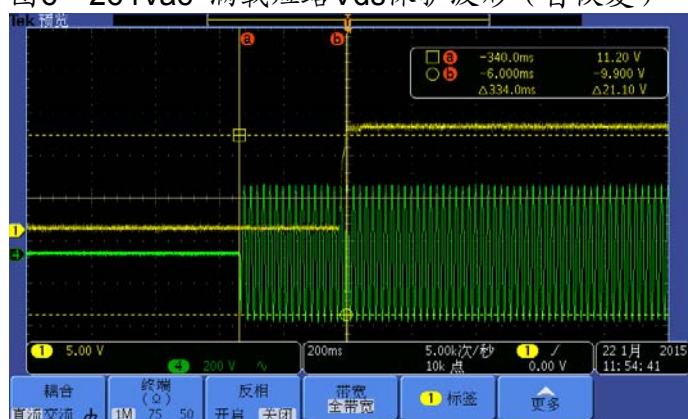


图8 230Vac满载启动时间----334ms

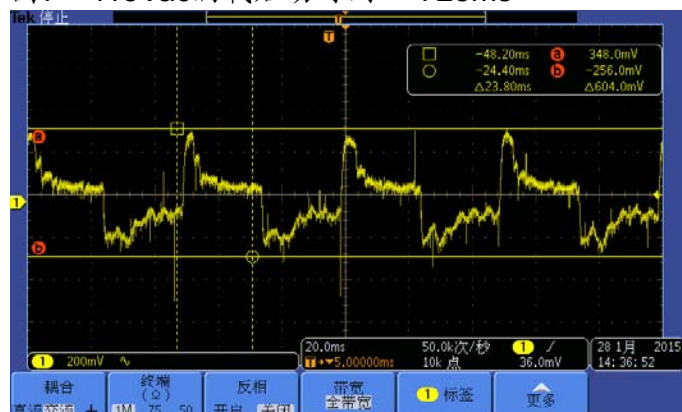


图9 120Vac 输出电流75mA-225mA-75mA变化 输出电压纹波----604mV



图10 230Vac 输出电流由75mA-225mA-75mA变化 输出电压纹波----456mV

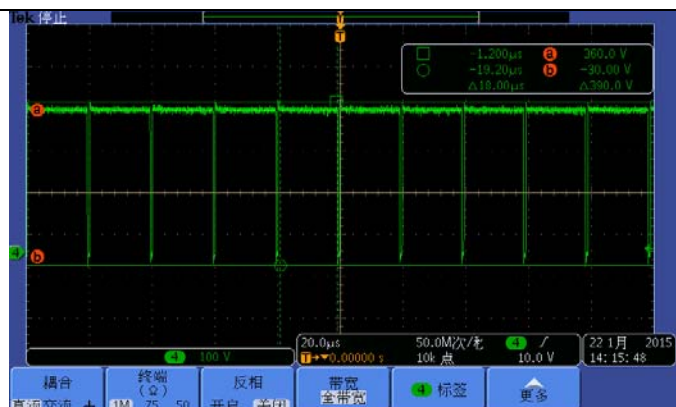


图11 264Vac满载DRAIN脚电压----390V

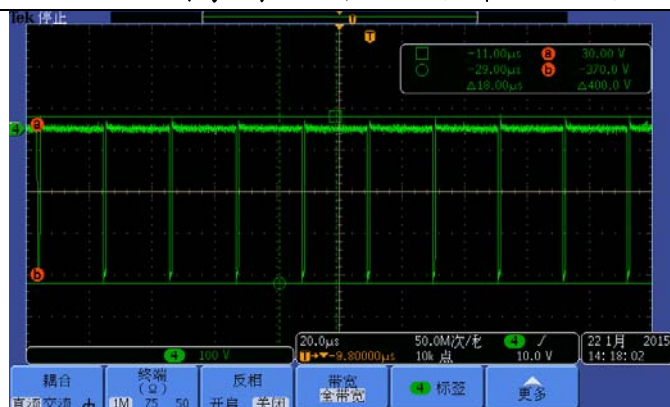


图12 264Vac满载续流二极管波形----400V

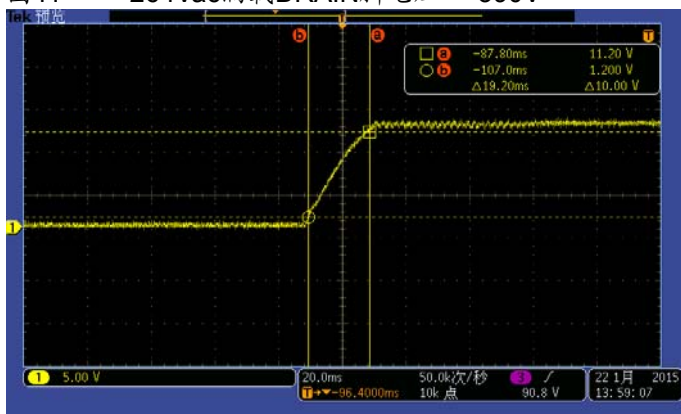


图13 115Vac满载上升时间----19.2ms

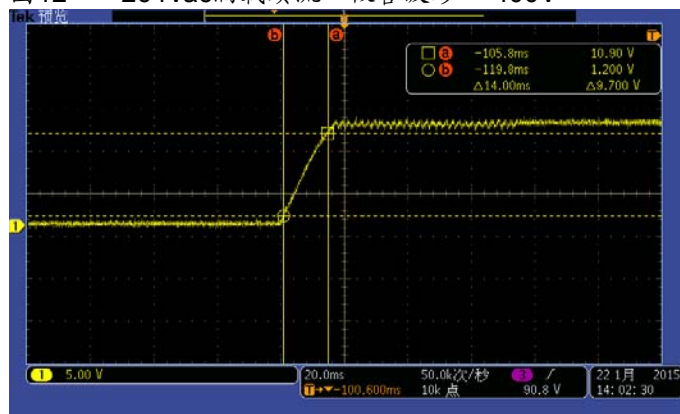
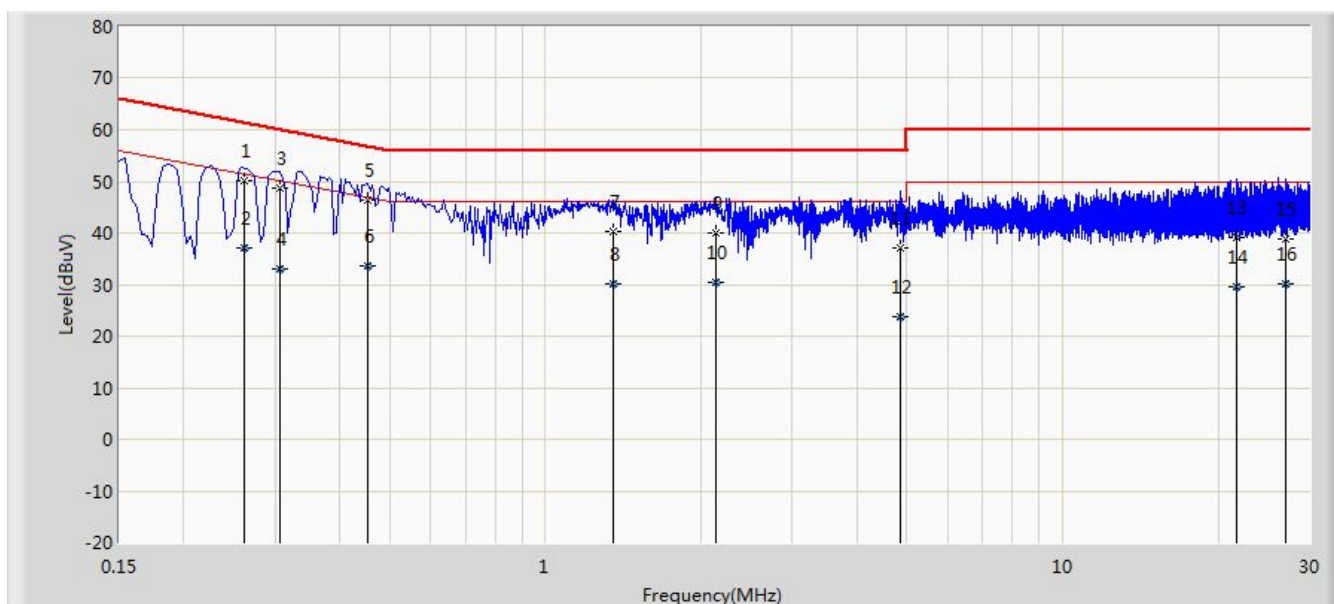


图14 230Vac满载上升时间14ms

传导测试数据

Profile: 2015.02.09	Page No.: 1
Engineer: Ray	
Site: TR1	Time: 2015/02/09 - 11:40
Limit: EN55022_CE_Mains_ClassB	Margin: 0
Probe: ENV216_101044(0.009-30MHz)	Polarity: Line
EUT: HM2730 12V0.3A	Power: AC 220V/50Hz
Note:	

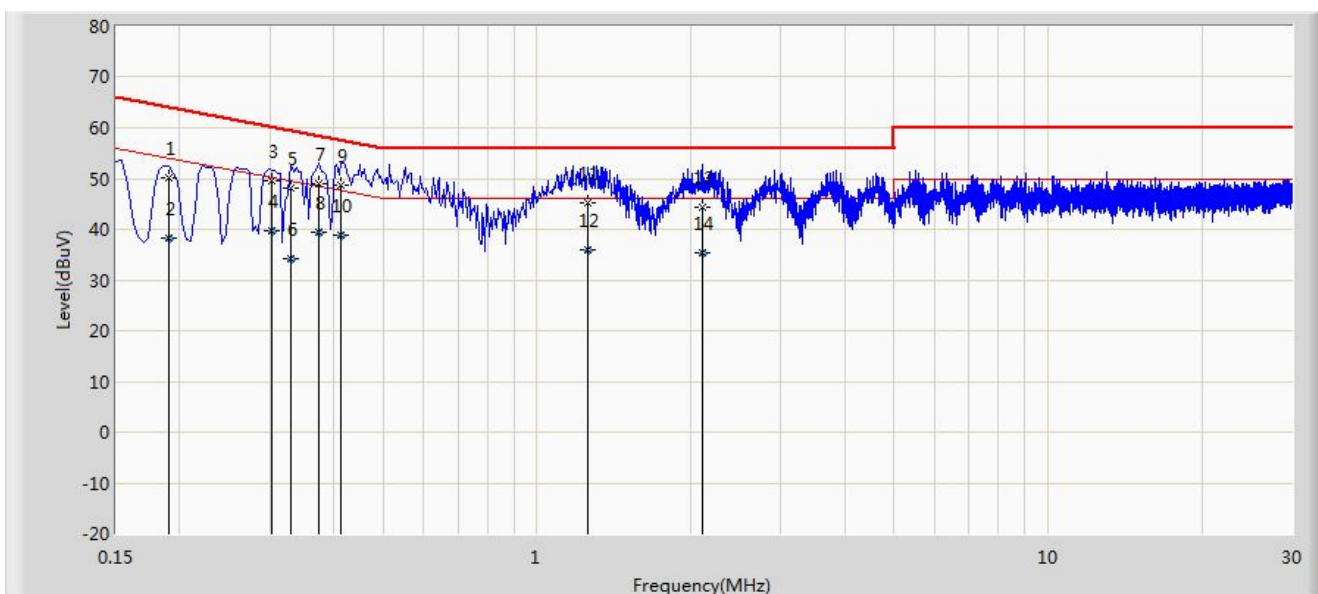


No	Mark	Frequency(MHz)	Measure Level(dBuV)	Reading Level(dBuV)	Over Limit(dB)	Limit (dBuV)	Probe (dB)	Cable (dB)	Amp (dB)	Type
1		0.262	50.213	40.344	-11.155	61.368	9.809	0.060	0.000	QP
2		0.262	37.066	27.197	-14.302	51.368	9.809	0.060	0.000	AV
3		0.306	48.803	38.928	-11.276	60.078	9.815	0.060	0.000	QP
4		0.306	33.188	23.313	-16.890	50.078	9.815	0.060	0.000	AV
5	*	0.454	46.482	36.578	-10.319	56.802	9.834	0.070	0.000	QP
6		0.454	33.763	23.858	-13.039	46.802	9.834	0.070	0.000	AV
7		1.350	40.318	30.520	-15.682	56.000	9.716	0.082	0.000	QP
8		1.350	30.170	20.372	-15.830	46.000	9.716	0.082	0.000	AV
9		2.142	40.072	30.282	-15.928	56.000	9.690	0.100	0.000	QP
10		2.142	30.576	20.786	-15.424	46.000	9.690	0.100	0.000	AV
11		4.866	37.217	27.357	-18.783	56.000	9.700	0.160	0.000	QP
12		4.866	23.845	13.985	-22.155	46.000	9.700	0.160	0.000	AV
13		21.678	39.101	28.558	-20.899	60.000	10.033	0.510	0.000	QP
14		21.678	29.529	18.986	-20.471	50.000	10.033	0.510	0.000	AV
15		26.914	38.977	28.392	-21.023	60.000	9.965	0.620	0.000	QP
16		26.914	30.188	19.603	-19.812	50.000	9.965	0.620	0.000	AV

Note:

1. All Readings below 1GHz are Quasi-Peak, above are performed with peak and/or average measurements as necessary.
2. " * ", means this data is the worst emission level.
3. Measurement Level = Reading Level + Factor(Probe+Cable-Amp).

Profile: 2015.02.09	Page No.: 2
Engineer: Ray	
Site: TR1	Time: 2015/02/09 - 11:44
Limit: EN55022 CE Mains ClassB	Margin: 0
Probe: ENV216 101044(0.009-30MHz)	Polarity: Neutral
EUT: HM2730 12V0.3A	Power: AC 220V/50Hz
Note:	

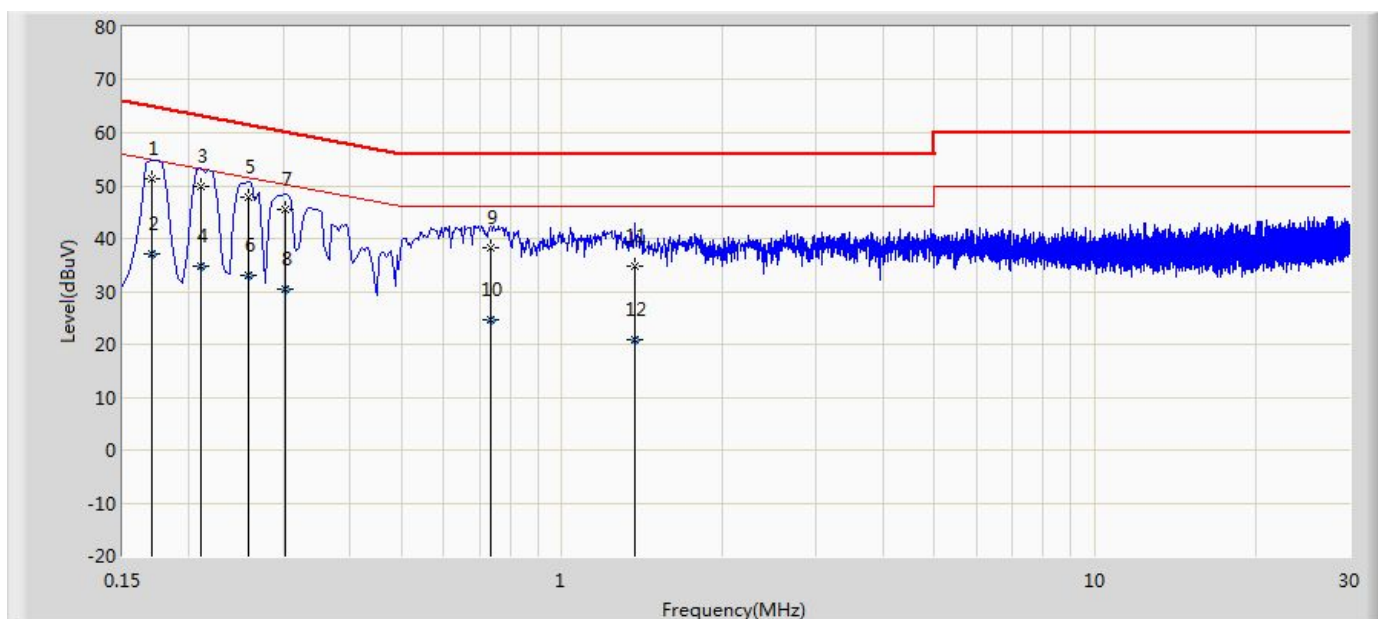


No	Mark	Frequency (MHz)	Measure Level (dBuV)	Reading Level (dBuV)	Over Limit (dB)	Limit (dBuV)	Probe (dB)	Cable (dB)	Amp (dB)	Type
1		0.190	50.003	40.076	-14.034	64.037	9.866	0.060	0.000	QP
2		0.190	38.231	28.304	-15.806	54.037	9.866	0.060	0.000	AV
3		0.302	49.534	39.583	-10.654	60.188	9.891	0.060	0.000	QP
4		0.302	39.716	29.765	-10.472	50.188	9.891	0.060	0.000	AV
5		0.330	48.108	38.144	-11.343	59.451	9.905	0.060	0.000	QP
6		0.330	34.241	24.276	-15.211	49.451	9.905	0.060	0.000	AV
7		0.374	49.117	39.130	-9.295	58.412	9.927	0.060	0.000	QP
8		0.374	39.301	29.314	-9.111	48.412	9.927	0.060	0.000	AV
9		0.414	48.706	38.691	-8.862	57.568	9.947	0.068	0.000	QP
10	*	0.414	38.885	28.870	-8.683	47.568	9.947	0.068	0.000	AV
11		1.258	45.228	35.217	-10.772	56.000	9.931	0.080	0.000	QP
12		1.258	35.883	25.871	-10.117	46.000	9.931	0.080	0.000	AV
13		2.102	44.430	34.477	-11.570	56.000	9.853	0.100	0.000	QP
14		2.102	35.451	25.498	-10.549	46.000	9.853	0.100	0.000	AV

Note:

1. All Readings below 1GHz are Quasi-Peak, above are performed with peak and/or average measurements as necessary.
2. " * ", means this data is the worst emission level.
3. Measurement Level = Reading Level + Factor(Probe+Cable-Amp).

Profile: 2015.02.09	Page No.: 3
Engineer: Ray	
Site: TR1	Time: 2015/02/09 - 11:49
Limit: EN55022_CE_Mains_ClassB	Margin: 0
Probe: ENV216_101044(0.009-30MHz)	Polarity: Line
EUT: HM2730 12V0.3A	Power: AC 120V/60Hz
Note:	

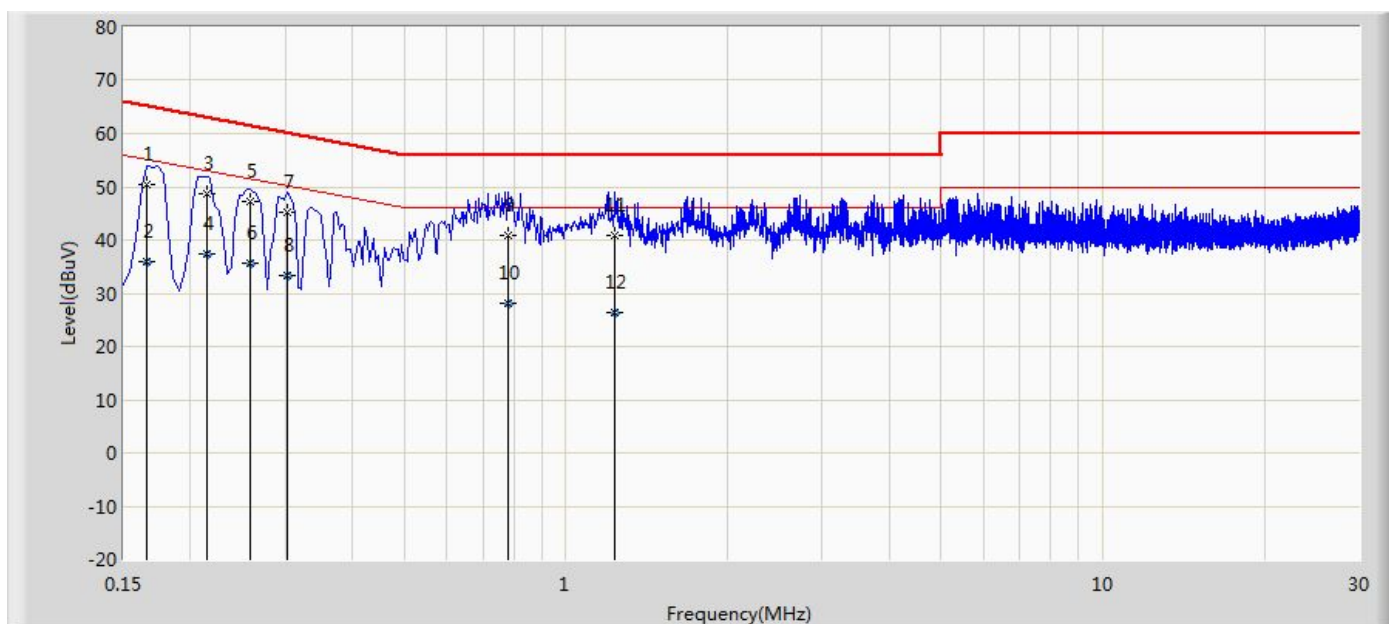


No	Mark	Frequency (MHz)	Measure Level (dBuV)	Reading Level (dBuV)	Over Limit (dB)	Limit (dBuV)	Probe (dB)	Cable (dB)	Amp (dB)	Type
1		0.170	51.309	41.458	-13.651	64.960	9.794	0.057	0.000	QP
2		0.170	36.998	27.147	-17.963	54.960	9.794	0.057	0.000	AV
3	*	0.210	49.922	40.060	-13.283	63.205	9.802	0.060	0.000	QP
4		0.210	34.918	25.056	-18.288	53.205	9.802	0.060	0.000	AV
5		0.258	47.770	37.901	-13.726	61.496	9.808	0.060	0.000	QP
6		0.258	33.136	23.268	-18.360	51.496	9.808	0.060	0.000	AV
7		0.302	45.545	35.671	-14.643	60.188	9.814	0.060	0.000	QP
8		0.302	30.388	20.514	-19.799	50.188	9.814	0.060	0.000	AV
9		0.734	38.211	28.376	-17.789	56.000	9.765	0.070	0.000	QP
10		0.734	24.669	14.834	-21.331	46.000	9.765	0.070	0.000	AV
11		1.374	34.840	25.035	-21.160	56.000	9.715	0.090	0.000	QP
12		1.374	20.840	11.035	-25.160	46.000	9.715	0.090	0.000	AV

Note:

1. All Readings below 1GHz are Quasi-Peak, above are performed with peak and/or average measurements as necessary.
2. "*", means this data is the worst emission level.
3. Measurement Level = Reading Level + Factor(Probe+Cable-Amp).

Profile: 2015.02.09	Page No.: 4
Engineer: Ray	
Site: TR1	Time: 2015/02/09 - 11:53
Limit: EN55022_CE_Mains_ClassB	Margin: 0
Probe: ENV216_101044(0.009-30MHz)	Polarity: Neutral
EUT: HM2730 12V0.3A	Power: AC 120V/60Hz
Note:	

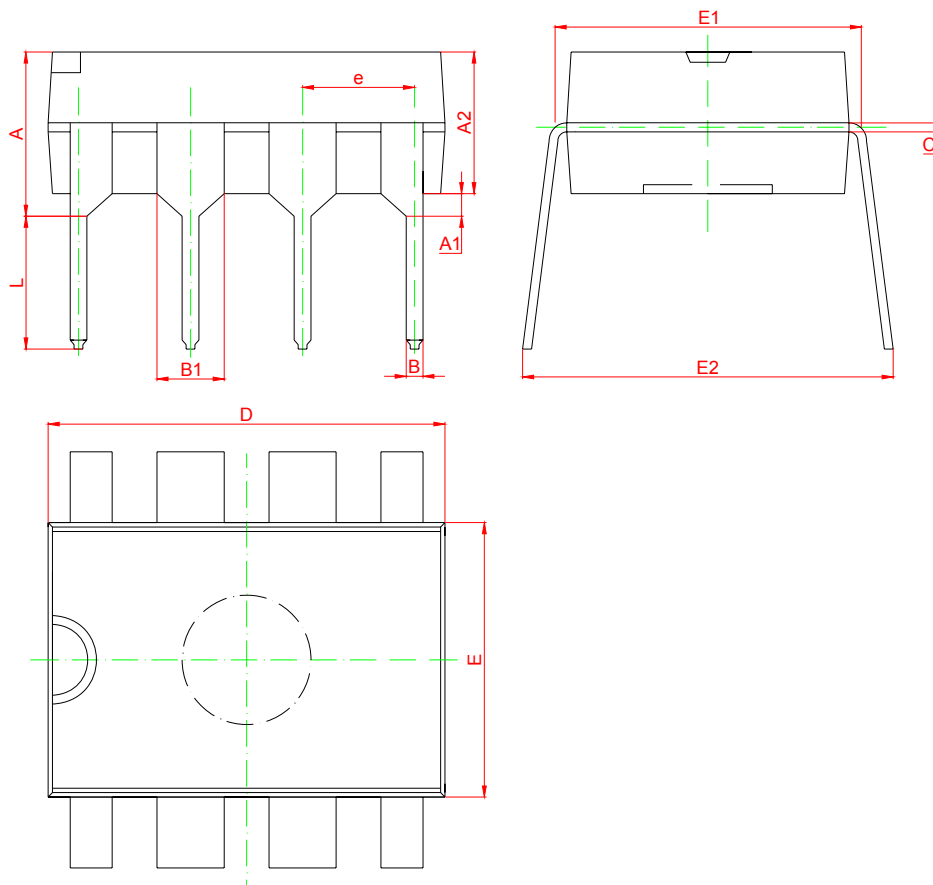


No	Mark	Frequency (MHz)	Measure Level (dBuV)	Reading Level (dBuV)	Over Limit (dB)	Limit (dBuV)	Probe (dB)	Cable (dB)	Amp (dB)	Type
1		0.166	50.304	40.326	-14.855	65.158	9.922	0.055	0.000	QP
2		0.166	36.014	26.037	-19.144	55.158	9.922	0.055	0.000	AV
3	*	0.214	48.817	38.905	-14.232	63.049	9.852	0.060	0.000	QP
4		0.214	37.514	27.602	-15.535	53.049	9.852	0.060	0.000	AV
5		0.258	47.104	37.176	-14.391	61.496	9.869	0.060	0.000	QP
6		0.258	35.605	25.677	-15.890	51.496	9.869	0.060	0.000	AV
7		0.302	45.145	35.194	-15.043	60.188	9.891	0.060	0.000	QP
8		0.302	33.228	23.277	-16.960	50.188	9.891	0.060	0.000	AV
9		0.782	40.942	31.022	-15.058	56.000	9.851	0.070	0.000	QP
10		0.782	28.184	18.264	-17.816	46.000	9.851	0.070	0.000	AV
11		1.234	40.917	30.903	-15.083	56.000	9.934	0.080	0.000	QP
12		1.234	26.465	16.451	-19.535	46.000	9.934	0.080	0.000	AV

Note:

1. All Readings below 1GHz are Quasi-Peak, above are performed with peak and/or average measurements as necessary.
2. " * ", means this data is the worst emission level.
3. Measurement Level = Reading Level + Factor(Probe+Cable-Amp).

封装说明: DIP8



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	3.710	4.310	0.146	0.170
A1	0.510		0.020	
A2	3.200	3.600	0.126	0.142
B	0.380	0.570	0.015	0.022
B1	1.524 (BSC)		0.060 (BSC)	
C	0.204	0.360	0.008	0.014
D	9.000	9.400	0.354	0.370
E	6.200	6.600	0.244	0.260
E1	7.320	7.920	0.288	0.312
e	2.540 (BSC)		0.100 (BSC)	
L	3.000	3.600	0.118	0.142
E2	8.400	9.000	0.331	0.354