

## 设计范例报告

标题	<b>使用LinkSwitch™-PH LNK409EG设计的25 W非隔离、降压-升压拓扑结构、带功率因数校正的LED驱动器</b>
规格	180 VAC – 265 VAC输入；72 V，350 mA输出
应用	LED驱动器
作者	应用工程部
文档编号	DER-285
日期	2011年7月19日
修订版本	1.0

### 特色概述

- 可极大简化离线式功率因数校正LED驱动器的设计
  - 单级、带功率因数校正的非隔离LED驱动器
  - 元件数量极少，外形紧凑
  - 在整个输入电压和负载范围内具有高功率因数 (PF >0.9)
  - 高效率：>90%
  - 在230 VAC输入下，具有低THD (<20%)
  - 满足IEC61000-3-2标准
  - 省去所有控制环路补偿电路
  - 无需输出电流检测
- 先进的性能特性
  - 补偿电感容差
  - 补偿输入电压波动
  - 补偿输出电压波动
  - 频率调制技术极大降低了EMI滤波元件的成本
- 先进的保护及安全特性
  - 通过自动重新启动提供短路保护
  - 迟滞热关断保护

### Power Integrations

5245 Hellyer Avenue, San Jose, CA 95138 USA.

电话: +1 408 414 9200 传真: +1 408 414 9201

[www.powerint.com](http://www.powerint.com)

专利信息

此处介绍的产品和应用（包括产品之外的变压器结构和电路）可能包含一项或多项美国及国外专利，或正在申请的美国或国外专利。有关Power Integrations专利的完整列表，请参见[www.powerint.com](http://www.powerint.com)。Power Integrations按照在<http://www.powerint.com/ip.htm>中所述规定，向客户授予特定专利权利的许可。



## 目录

1	简介 .....	5
2	设计要点 .....	8
3	电源规格 .....	9
4	电路原理图 .....	10
5	电路描述 .....	11
6	PCB 布局 .....	12
7	物料清单(BOM) .....	13
7.1	电气 BOM .....	13
8	电感规格 .....	14
8.1	电气原理图 .....	14
8.2	电气规格 .....	14
8.3	材料 .....	14
8.4	电感结构图 .....	14
9	电感设计表格 .....	15
10	性能数据 .....	18
10.1	效率 .....	18
10.2	输入电压调整率和负载调整率 .....	19
10.3	功率因数 .....	21
10.4	A-THD .....	22
10.5	谐波 .....	23
10.5.1	25 LED 负载 .....	23
10.5.2	24 LED 负载 .....	24
10.5.3	23 LED 负载 .....	25
10.6	测试数据 .....	26
10.6.1	测试数据, 25 LED 负载 .....	26
10.6.2	测试数据, 24 LED 负载 .....	26
10.6.3	测试数据, 23 LED 负载 .....	26
10.6.4	230 VAC 50 Hz, 25 LED 负载谐波数据 .....	27
10.6.5	230 VAC 50 Hz, 24 LED 负载谐波数据 .....	28
10.6.6	230 VAC 50 Hz, 23 LED 负载谐波数据 .....	29
11	波形 .....	30
11.1	输入线电流 .....	30
11.2	漏极电压和电流正常工作 .....	31
11.3	漏极电压和电流启动工作 .....	32
11.4	输出电流和输出电压 .....	33
11.5	上电和断电时的输出电流和电压 .....	34
11.6	输出短路 .....	35
12	热测量 .....	36



13	传导 EMI 测量 .....	37
13.1	传导 EMI 测试设置 .....	37
13.2	传导 EMI 测试结果 .....	38
14	采用 RM8 电感的设计 .....	39
14.1	RM8 电感规格 .....	39
14.1.1	电气原理图 .....	39
14.1.2	电气规格 .....	39
14.1.3	材料 .....	39
14.1.4	电感结构图 .....	39
14.2	RM8 电感设计表格 .....	40
14.3	RM8 性能数据 .....	43
14.3.1	RM8 效率 .....	43
14.3.2	RM8 输入电压调整率和负载调整率 .....	44
14.3.3	RM8 功率因数 .....	46
14.3.4	RM8 A-THD .....	47
14.3.5	RM8 谐波 .....	48
14.3.6	RM8 测试数据 .....	51
15	采用 EFD30 电感的设计 .....	55
15.1	EFD30 电感规格 .....	55
15.1.1	电气原理图 .....	55
15.1.2	电气规格 .....	55
15.1.3	材料 .....	55
15.1.4	电感结构图 .....	55
15.2	EFD30 电感设计表格 .....	56
15.3	EFD30 性能数据 .....	59
15.3.1	效率 .....	59
15.3.2	输入电压调整率和负载调整率 .....	60
15.3.3	功率因数 .....	62
15.3.4	A-THD .....	63
15.3.5	谐波 .....	64
15.3.6	EFD30 测试数据 .....	67
16	版本历史 .....	71

**重要说明:**

虽然本电路板的设计满足安全隔离要求，但工程原型尚未获得机构认证。因此，必须使用隔离变压器向原型板提供AC输入，以执行所有测试。



## 1 简介

本文档介绍的是一款非隔离、带功率因数校正、低THD、高效率LED驱动器，它可以在180 VAC至265 VAC的输入电压范围内为LED灯串提供72 V、350 mA的驱动。

LinkSwitch-PH采用先进技术，能够以高成本效益的方式设计出带初级侧恒流控制的高效率单级功率因数校正LED驱动器。经优化的LinkSwitch-PH控制器非常适合LED驱动器应用，所需外围元件极少，它无需使用光耦器即可对LED负载中的输出电流提供控制。

LinkSwitch-PH在一个芯片中集成了725 V功率MOSFET和控制器。该控制器包括一个振荡器、PWM（脉宽调制）、6 V稳压器、旁路(BP)引脚设定功能、过热保护、频率抖动、逐周期限流、前沿消隐以及一个用于输出CC（恒流）控制的充电控制器。

LinkSwitch-PH还可提供一系列复杂的保护功能，包括控制环路开环/短路和输出短路条件下自动重新启动。精确的迟滞热关断可确保PCB板平均温度在所有条件下均处于安全范围内。

本报告所介绍的非隔离、带功率因数校正的、降压-升压设计显示了LinkSwitch-PH如何以极少的元件数大幅简化离线、高效率功率因数校正LED驱动器的设计。

本文档包含LED驱动器规格、电路原理图、PCB设计图、物料清单、传导EMI测量、热测量、电感规格文件和典型性能特征。





图1 – 装配后的电路板图片，采用PQ2620电感（顶视图）



图2 – 装配后的电路板图片（底视图）

使用RM8和EFD30电感的电路性能数据分别在第17章和第18章中也有介绍。选用RM8电感可同时缩小电路板的长度和宽度；但如果在实际应用中对高度有一定的限制，可选用EFD30。所有波形（包括热和EMI）都使用PQ2620电感来采集，这样可获得最高效率。使用PQ2620提高效率得益于电感铜损耗的降低（PQ2620的磁芯面积更大，因此铺铜面积更大，线圈匝数更少）。



图3 – 装配后的电路板图片，采用RM8电感



图4 – 装配后的电路板图片，采用EFD30电感

下图所示为上述三种电感之效率比较。

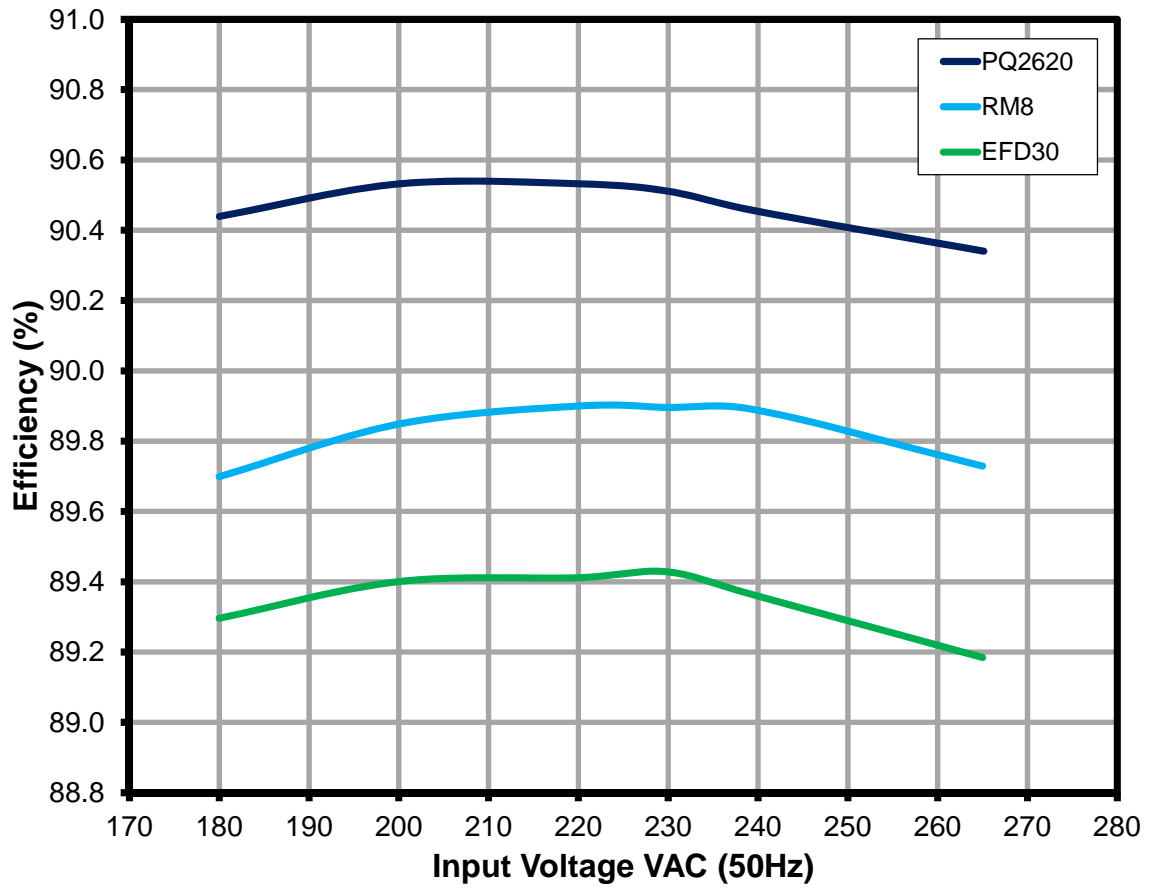


图5 – 三种电感的效率比较。由25个LED组成的灯串作为负荷。



## 2 设计要点

- 高效率
  - 使用Qspeed输出二极管几乎无恢复损耗。
  - 采用高质量铁氧体磁芯材料（如PC44或4F4）的更大磁芯面积可降低铜损耗和磁芯损耗。
  - 电感的Z型绕组结构通过采用层间胶带来降低绕组间电容。
  - 虽然未在本设计中采用，但为LinkSwitch-PH IC添加一个偏置电源将会提高效率。
- 满足EN61000-3-2 Class C限值要求
  - 使用降压-升压拓扑结构时 $KP < 0.4$ 。
  - 输入电容值最小（如X电容）。
- 低传导EMI
  - 差模扼流圈+共模扼流圈。
  - 具有低噪声恢复特性的Qspeed输出二极管。





### 3 电源规格

下表所列为设计的最低可接受性能。实际性能可参考测量结果部分。

说明	符号	最小值	典型值	最大值	单位	备注
输入 电压	$V_{IN}$	180		265	VAC	双导线 - 无P.E.
频率	$f_{LINE}$		50/60		Hz	
输出 LED电压	$V_{OUT}$		72		V	
LED电流			350		mA	
总输出功率 连续输出功率	$P_{OUT}$		25.2		W	
环境 传导EMI 安全			满足EN55015B标准 非隔离			
效率			90			
谐波电流			Class C			61000-3-2
功率因数		0.9				
环境温度	$T_{AMB}$		50		°C	



### 4 电路原理图

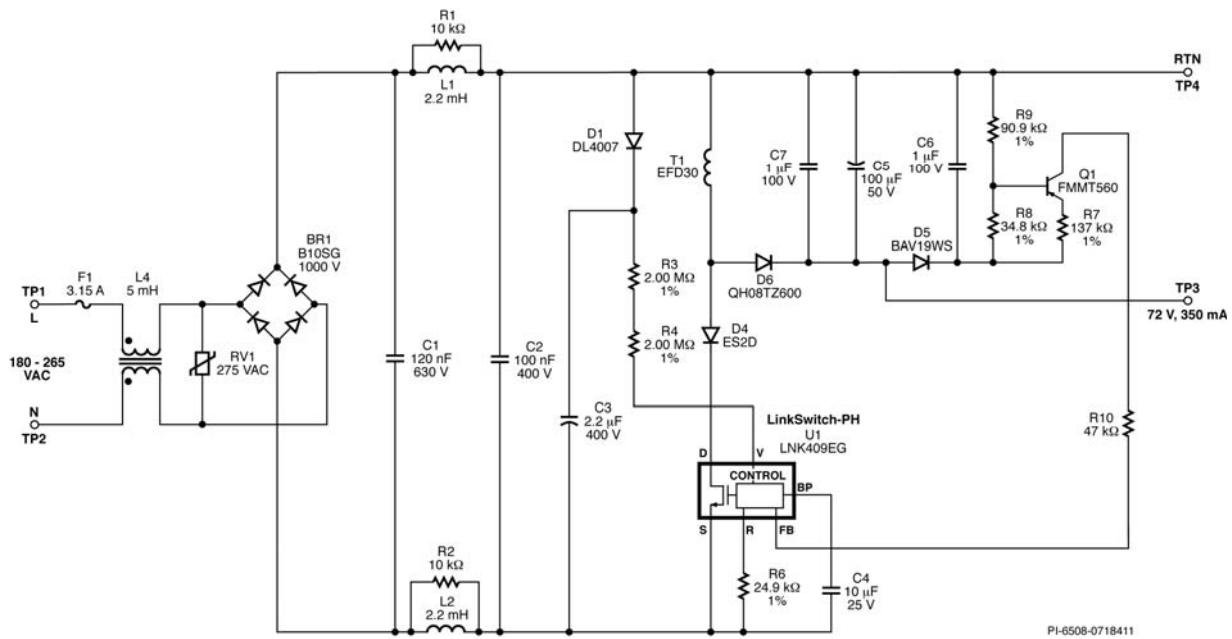


图6 – 电路原理图。T1的占板面积能够与EFD30、PQ2620和RM8骨架吻合。



## 5 电路描述

LinkSwitch-PH (U1)是一款适用于LED驱动器应用的高集成度初级侧芯片控制器。LinkSwitch-PH能够在单级转换拓扑结构中提供高功率因数，同时对LED驱动器环境中的不同输入和输出电压条件下的输出电流进行调节。所有提供这些功能的控制电路以及高压功率MOSFET都集成在该器件中。

电容C1和C2、差模扼流圈L1和L2以及CMC L3用于执行EMI滤波，同时维持高功率因数。该输入滤波器网络与LinkSwitch-PH的频率调制特性相结合，可使设计轻松满足Class B干扰限值。电阻R1和R2用于抑制L1和L2的Q以降低EMI。

采用浮动输出连接的降压-升压电源电路由U1（电源开关 + 控制）、输出二极管D6、输出电容C5及输出电感L3构成。二极管D4用来防止输入电压在接近过零点时U1的漏-源极出现负电压。二极管D1和C3检测峰值AC线电压。C3以及R3和R4上的电压可设置馈入电压监测(V)引脚的输入电流。U1使用该电流来控制输入欠压(UV)、过压(OV)和前馈电流，前馈电流与反馈(FB)引脚电流共同为LED负载提供恒流。

U1用于输出电压反馈的FB引脚电流由电压-电流转换器网络（由R7-R10、Q1、C6和D4构成）提供。输出电压转换为反馈电流的表达式如下：

$$I_{FB} \approx k \times V_{OUT}$$

其中

$$k = \frac{1}{R7} \times \frac{R8}{R8 + R9}$$

对R8电压取足够大的值以消除或降低温度和 $V_{CE}$ （与Q1的 $V_{BE}$ 电压相关）的影响。



### 需要了解更多信息?

使用您的智能手机和来自的  
[www.neoreader.com](http://www.neoreader.com)的免费软件  
(或任何其他来自您智能手机应用程序商店的免费QR码阅读器)  
即可连接到我们网站上的相关内容。



## 6 PCB布局

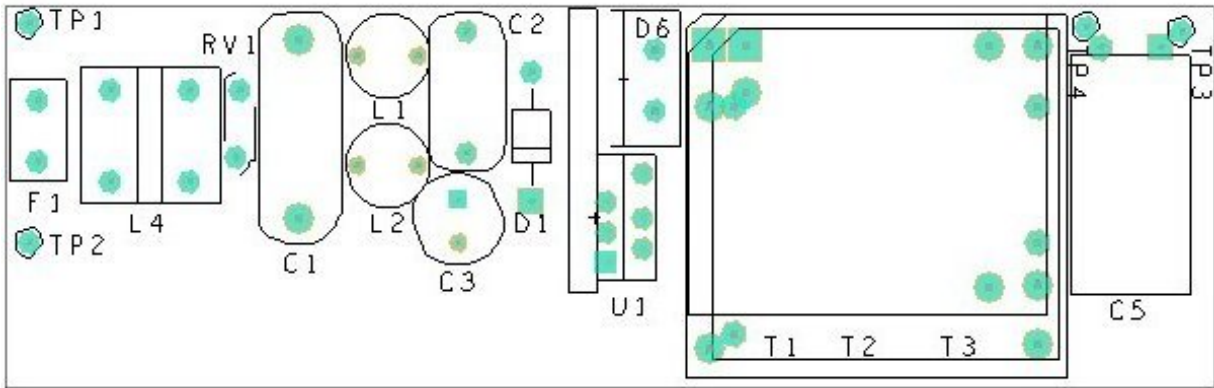


图7 - 印刷电路板布局，顶视图，3.98" (101.2 mm) x 1.26" (32 mm)

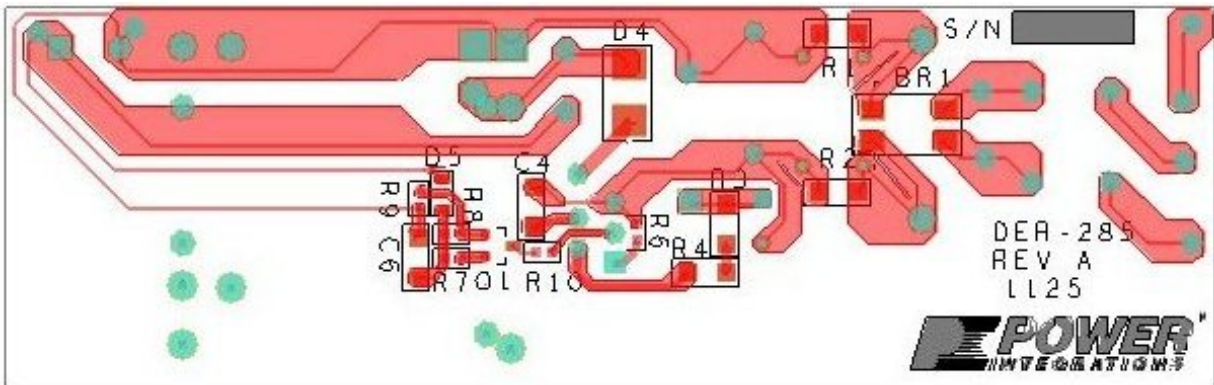


图8 - 印刷电路板，底部布局



## 7 物料清单(BOM)

### 7.1 电气BOM

项	数量	元件参考号	说明	生产商型号	生产商
1	1	BR1	1000 V, 0.8 A, 桥式整流管, SMD, MBS-1, 4-SOIC	B10S-G	Comchip
2	1	C1	120 nF, 630 V, 薄膜	ECQ-E6124KF	Panasonic
3	1	C2	100 nF, 400 V, 薄膜	ECQ-E4104KF	Panasonic
4	1	C3	2.2 $\mu$ F, 400 V, 电解, (8 x 11.5)	SMG400VB2R2M8X11LL	Nippon Chemi-Con
5	1	C4	10 $\mu$ F, 25 V, 陶瓷, X7R, 1206	ECJ-3YB1E106M	Panasonic
6	1	C5	100 $\mu$ F, 100 V, 电解, 通用, (10 x 20)	UVZ2A101MPD	Nichicon
7	2	C6 C7	1 $\mu$ F, 100 V, 陶瓷, X7R, 1206	ECJ-3YB1E105K	Panasonic
8	1	D1	1,000 V, 1 A, 超快速恢复, 75 ns, DO-41	UF4007-E3	Vishay
9	1	D4	200 V, 2 A, 超快速恢复, 20 ns, DO-214AA	ES2D	Diodes, Inc.
10	1	D5	100 V, 0.2 A, 快速开关, 50 ns, SOD-323	BAV19WS-7-F	Diodes, Inc.
11	1	D6	600 V, 8 A, TO-220AC	QH08TZ600	Power Integrations
12	1	F1	3.15 A, 250 V, 慢, RST	507-1181	Belfuse
13	2	L1 L2	2.2 mH, 0.19 A, 铁氧体磁芯	CTCH895F-222K	CTParts
14	1	L4	5 mH, 0.3 A, 共模扼流圈	SU9V-03050	Token
15	1	Q1	PNP, 小信号BJT, 500 V, 0.15 A, SOT23	FMMT560TA	Zetex
16	2	R1 R2	10 k $\Omega$ , 5%, 1/4 W, 厚膜, 1206	ERJ-8GEYJ103V	Panasonic
17	2	R3 R4	2.00 M $\Omega$ , 1%, 1/4 W, 厚膜, 1206	ERJ-8ENF2004V	Panasonic
18	1	R6	24.9 k $\Omega$ , 1%, 1/16 W, 厚膜, 0603	ERJ-3EKF2492V	Panasonic
19	1	R7	137 k $\Omega$ , 1%, 1/16 W, 厚膜, 0603	ERJ-3EKF1373V	Panasonic
20	1	R8	34.8 k $\Omega$ , 1%, 1/16 W, 厚膜, 0603	ERJ-3EKF3482V	Panasonic
21	1	R9	90.9 k $\Omega$ , 1%, 1/16 W, 厚膜, 0603	ERJ-3EKF9092V	Panasonic
22	1	R10	47 k $\Omega$ , 5%, 1/10 W, 厚膜, 0603	ERJ-3GEYJ473V	Panasonic
23	1	RV1	275 V, 23 J, 7 mm, 径向	V275LA4P	Littlefuse
24	1	T1	骨架, PQ26/20, 垂直, 12引脚	BPQ26/20-1112CPFR	TDK
25	1	U1	LinkSwitch-PH, eSIP	LNK409EG	Power Integrations



## 8 电感规格

### 8.1 电气原理图

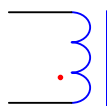


图9 – 电感电气原理图

### 8.2 电气规格

变压器漏感	引脚1-2, 所有其他绕组开路, 在66 kHz、0.4 V <sub>RMS</sub> 条件下测得	2300 μH ±5%
谐振频率	引脚1-2, 所有其他绕组开路	0.7 MHz (最小)

### 8.3 材料

项	说明
[1]	磁芯: PC44 PQ26/20。
[2]	骨架: PQ26/20, 垂直, 12引脚。
[3]	漆包线: #25 AWG
[4]	胶带: 3M 1298聚酯薄膜, 9.2 mm宽

PQ2

1

### 8.4 电感结构图

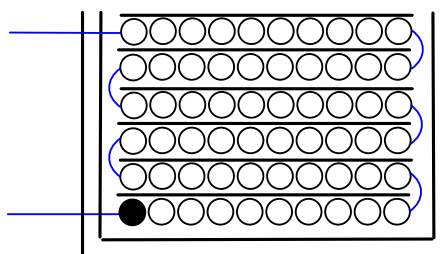


图10 – 电感结构图

2



## 9 电感设计表格

降压-升压电感的参数可采用LINKSWITCH-PH PIXIs设计表格计算得出。VO = VOR

ACDC_LinkSwitch-PH_011111: 修订版1.2; 版权所有 Power Integrations 2011	输入	信息	输出	单位	LinkSwitch-PH_011111: 反激式变压器设计表格
<b>输入应用变量</b>					
需要调光	无		无		如果需要调光则选择“是”。否则, 选择“否”。
VACMIN	180		180	V	最小AC输入电压
VACMAX			265	V	最大AC输入电压
fL			50	Hz	AC电网频率
VO	72.00			V	LED灯串满载时的典型输出电压
VO_MAX			79.20	V	最大预期LED灯串电压。
VO_MIN			64.80	V	最小预期LED灯串电压。
V_OVP			87.12	V	过压保护设定点
IO	0.35				典型满载LED电流
PO			25.2	W	输出功率
n	0.90		0.9		估计工作效率
VB			20	V	偏置电压
<b>输入LinkSwitch-PH变量</b>					
LinkSwitch-PH	LNK419			宽电压范围	115 倍压/230 V
所选器件		LNK419	输出功率	18 W	8 W
电流限流模式	红色		红色		选择“红色”设置为有限电流限制模式, 或选择“完全”设置为完全电流限制模式。
ILIMITMIN			2.35	A	最小电流限制
ILIMITMAX			2.73	A	最大电流限制
fS			66000	Hz	开关频率
fSmin			62000	Hz	最小开关频率
fSmax			70000	Hz	最大开关频率
IV			78.4	uA	V引脚电流
RV	4.00		4	M-ohm	V引脚电阻上限
RV2			1.402	M-ohm	V引脚电阻下限
IFB	140.00		140.0	uA	FB引脚电流(85 uA < IFB < 210 uA)
RFB1			121.4	k-ohm	FB引脚电阻
VDS			10	V	LinkSwitch-PH导通状态漏-源极电压
VD	0.50			V	输出绕组二极管正向电压降 (对肖特基二极管取值0.5 V, 对PN结二极管取值0.8 V)
VDB	0.70			V	偏置绕组二极管正向电压降
<b>关键设计参数</b>					
KP	0.44		0.44		纹波电流与峰值电流的比例 (PF > 0.9时, 0.4 < KP < 0.9)
LP			2299	uH	初级电感量
VOR	72.00		72	V	反射输出电压。
预期IO (平均)			0.35	A	预期平均输出电流
KP_VACMAX			0.46		在VACMAX时的预期纹波电流比率
TON_MIN			2.44	us	最高AC输入电压时的最大导通时间
PCLAMP			0.38	W	初级箝位的估计损耗
<b>输入变压器磁芯/结构变量</b>					
磁芯类型	PQ2620		PQ2620		
骨架		不适用		P/N:	不适用
AE	1.1900		1.19	cm^2	磁芯等效截面积
LE	4.6300		4.63	cm	磁芯等效路径长度
AL	6170.0		6170	nH/T^2	无气隙磁芯等效电感量
BW	9.2		9.2	mm	骨架绕线宽度



M			0	mm	安全挡墙宽度 (初级至次级爬电距离的一半)
L	4.00		4		初级绕组层数
NS	91		91		次级绕组匝数
<b>DC输入电压参数</b>					
VMIN			255	V	对应于VACMIN的峰值输入电压
VMAX			375	V	对应于VACMAX的峰值输入电压
<b>电流波形参数</b>					
DMAX			0.23		对应于VACMIN峰值的最小占空比
I AVG			0.19	A	平均初级电流
IP			1.21	A	峰值初级电流 (在最小输入电压VACMIN下计算)
IRMS			0.37	A	初级RMS电流 (在最小输入电压VACMIN下计算)
<b>变压器初级绕组设计参数</b>					
LP			2299	uH	初级电感量
NP			90		初级绕组匝数
NB			26		偏置绕组匝数
ALG			281	nH/T^2	带气隙磁芯等效电感量
BM			2596	高斯	PO的最大磁通密度, VMIN (BM<3100)
BP			3141	高斯	峰值磁通密度 (BP<3700)
BAC			571	高斯	磁芯损耗曲线中的AC磁通密度 (0.5 X 峰值-峰值)
ur			1910		无气隙磁芯的相对磁导率
LG			0.51	mm	气隙长度 (Lg > 0.1 mm)
BWE			36.8	mm	等效骨架宽度
OD			0.41	mm	初级绕组最大线径 (包括绝缘层)
INS			0.06	mm	估计的总绝缘层厚度 (= 2 * 膜厚度)
DIA			0.35	mm	裸线直径
AWG			28	AWG	初级绕组的导线规格 (如果计算出的线径在两种标准线径之间, 则使用较小线规的导线)
CM			161	Cmil	以Cmil为单位的裸线等效面积
CMA			432	Cmil/Amp	初级绕组电流容量 (200 < CMA < 600)
LP_TOL			10		初级电感量容差
<b>变压器次级绕组设计参数 (单路输出等效设计)</b>					
<b>汇总参数</b>					
ISP			1.21	A	峰值次级电流
ISRMS			0.63	A	次级RMS电流
IRIPPLE			0.52	A	输出电容RMS纹波电流
CMS			125	Cmil	次级绕组裸线最小Cmil数
AWGS			29	AWG	次级导线规格 (舍入到下一个较大的标准AWG值)
DIAS			0.29	mm	次级绕组裸线最小直径
ODS			0.10	mm	三层绝缘线的次级绕组最大外径
<b>电压应力参数</b>					
VDRAIN			529	V	假定LED灯串电压达到最大时的估计最大漏极电压 (包括漏感效应)
PIVS			464	V	输出整流管最大反向峰值电压 (在VOVP下计算, 不包括漏感尖峰)
PIVB			132	V	偏置整流管最大反向峰值电压 (在VOVP下计算, 不包括漏感尖峰)
<b>微调 (输入从原型测得的值)</b>					
<b>V引脚电阻微调</b>					
RV1			4.00	M-ohm	V引脚电阻值上限
RV2			1.40	M-ohm	V引脚电阻值下限
VAC1			115.0	V	测试输入电压条件1
VAC2			230.0	V	测试输入电压条件2
IO_VAC1			0.35	A	在VAC1时测得的输出电流
IO_VAC2			0.35	A	在VAC2时测得的输出电流
RV1 (新)			4.00	M-ohm	新RV1
RV2 (新)			1.40	M-ohm	新RV2





V_OV			325.6	V	触发OV关断的典型AC输入电压
V_UV			72.4	V	超过此值即可使电源启动的典型AC输入电压
<b>FB引脚电阻微调</b>					
RFB1			121	k-ohm	FB引脚电阻值上限
RFB2			1E+012	k-ohm	FB引脚电阻值下限
VB1			17.9	V	测试偏置电压条件1
VB2			22.1	V	测试偏置电压条件2
IO1			0.35	A	在Vb1时测得的输出电流
IO2			0.35	A	在Vb2时测得的输出电流
RFB1 (新)			121.4	k-ohm	新RFB1
RFB2 (新)			1.00E+12	k-ohm	新RFB2



## 10 性能数据

以下数据采用3组负载测得（即代表67 V ~ 74 V输出电压负载范围的23、24和25 LED灯串）。请参见12.6节的表格以了解整套测试数据。所有测量均在室温下进行。

### 10.1 效率

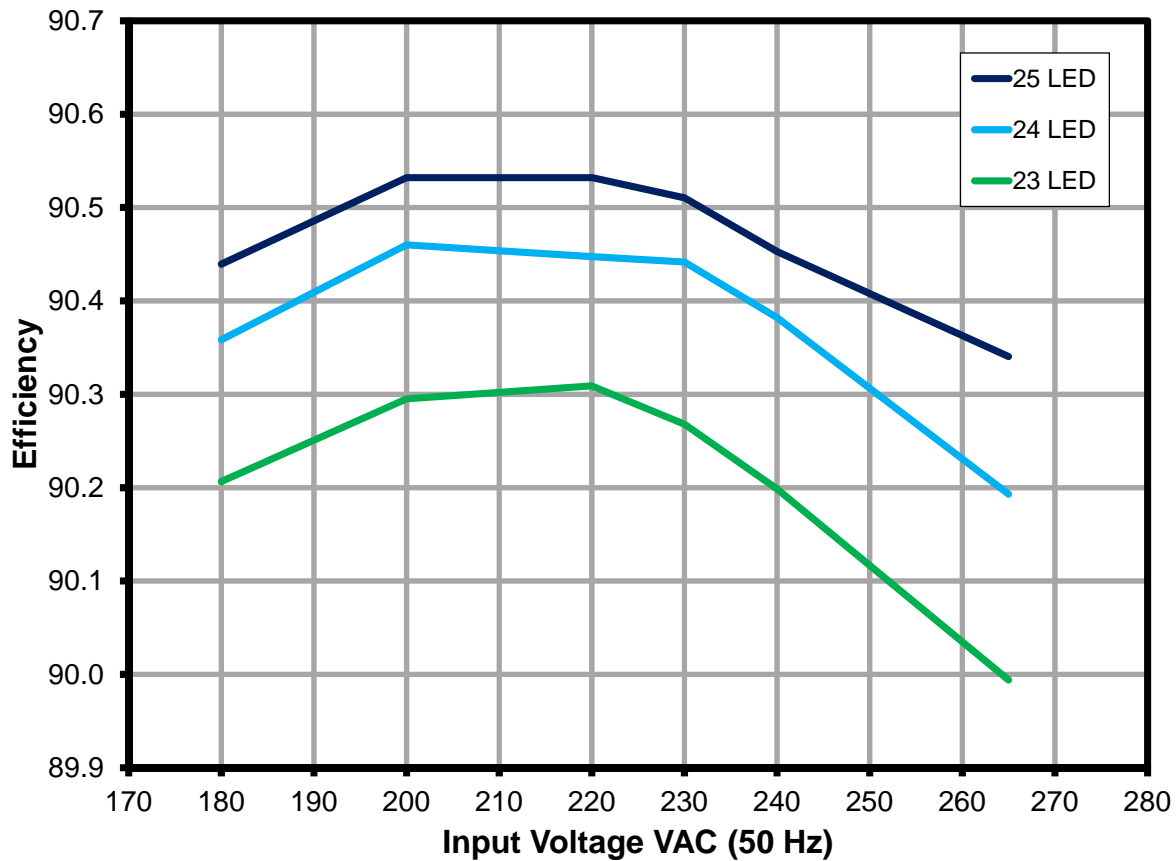


图11 – 效率随输入电压和负载的变化



### 10.2 输入电压调整率和负载调整率

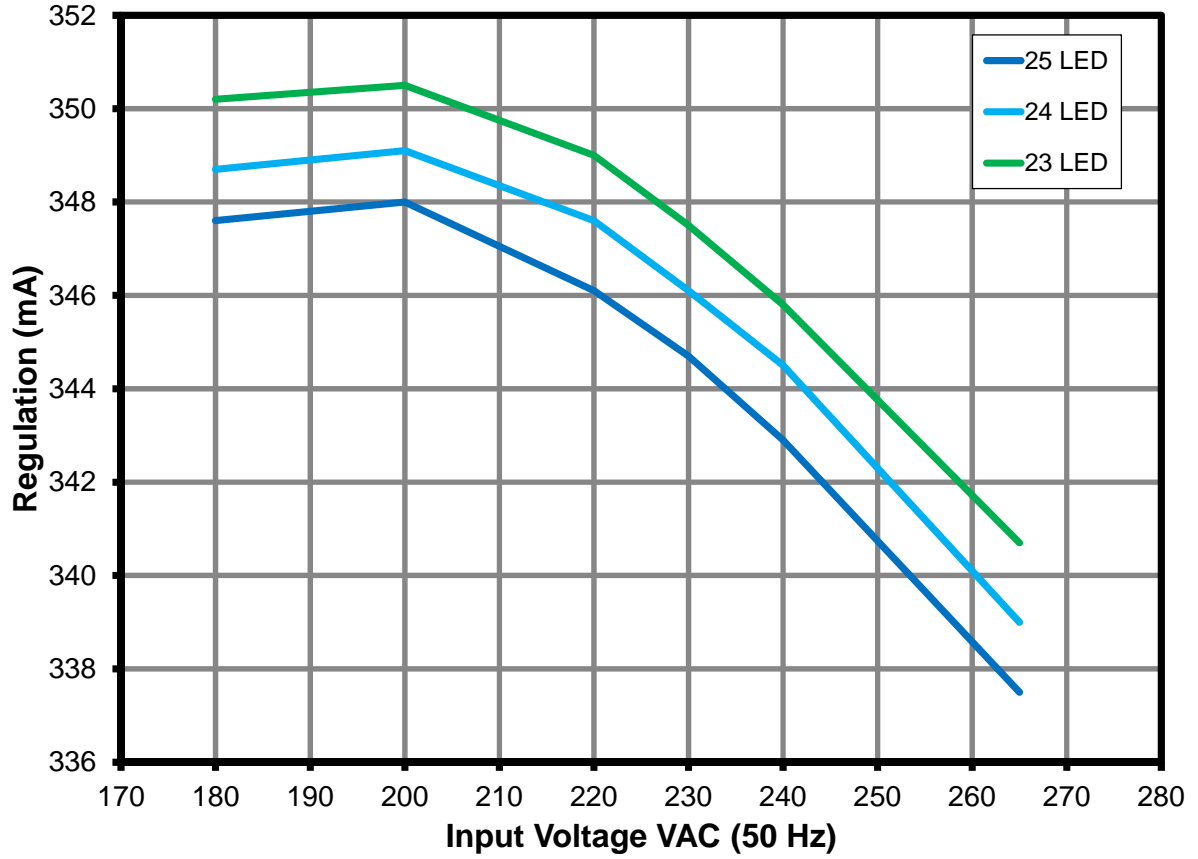


图12 – 调整率随输入电压和负载的变化



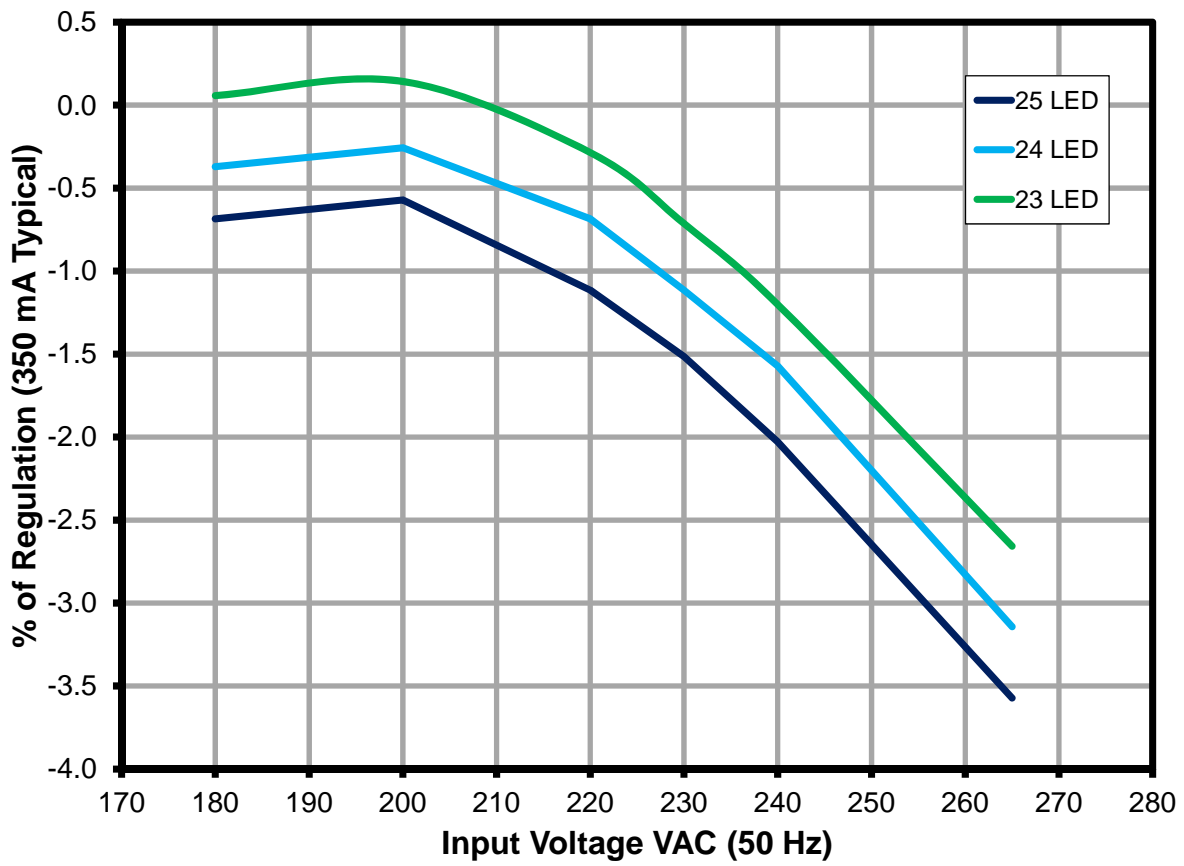


图13 – 输入电压/负载调整率百分比



### 10.3 功率因数

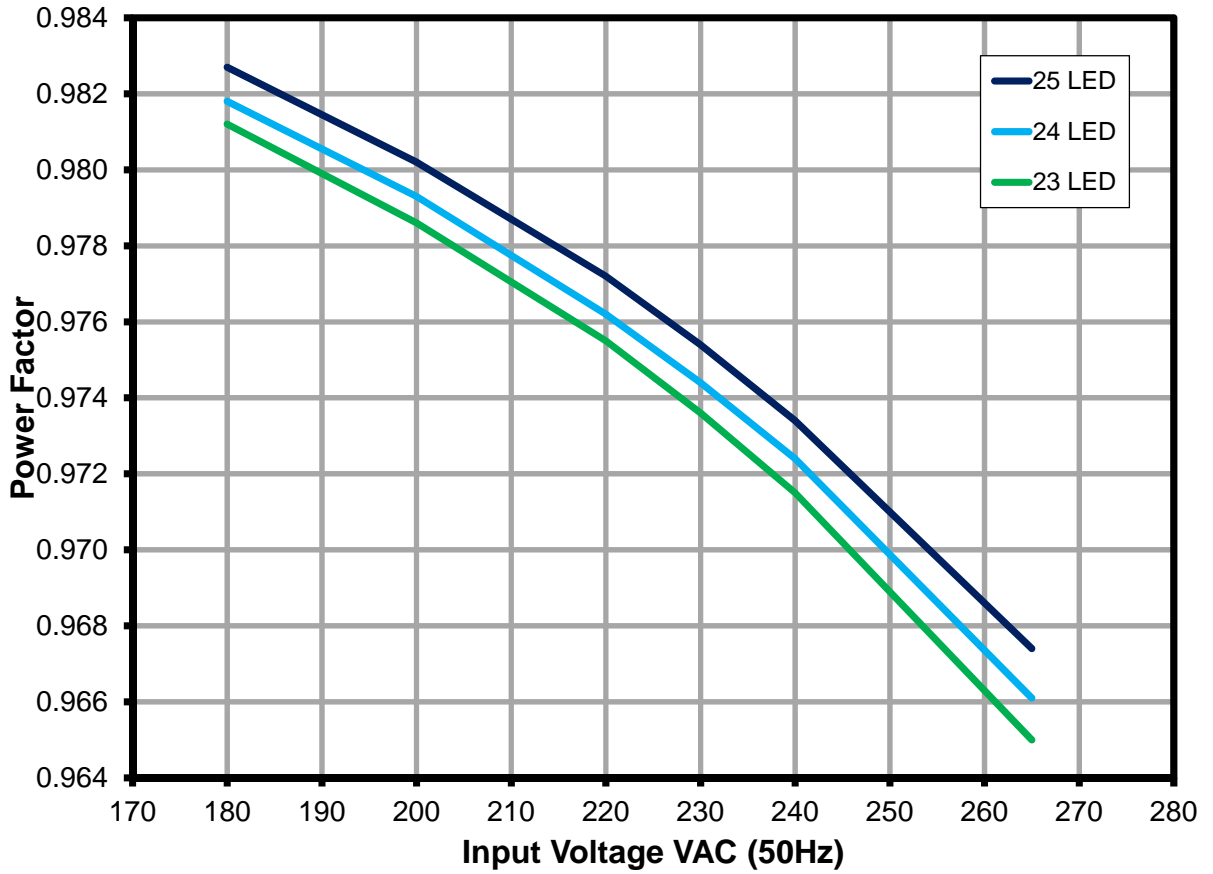


图14 – 功率因数随输入电压和负载的变化



### 10.4 A-THD

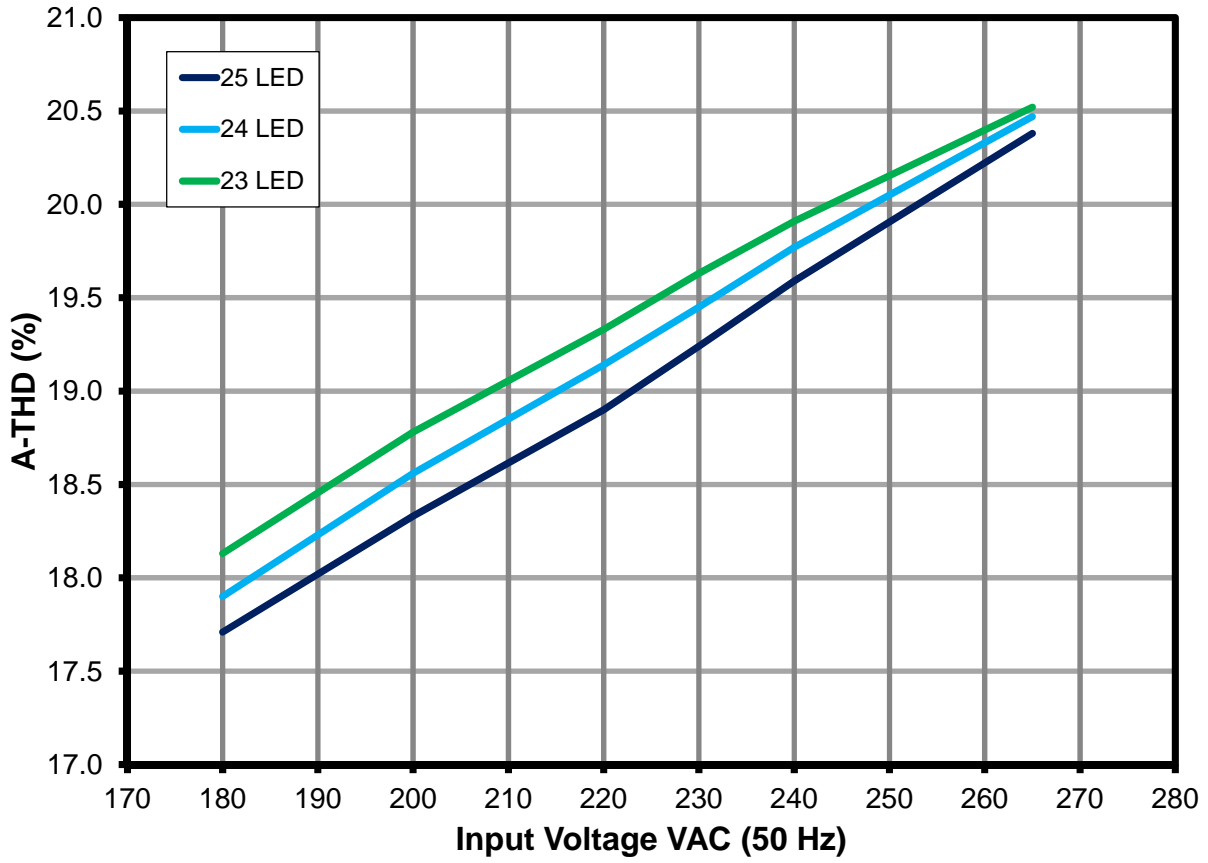


图15 – A-THD随输入电压和负载的变化



### 10.5 谐波

#### 10.5.1 25 LED负载

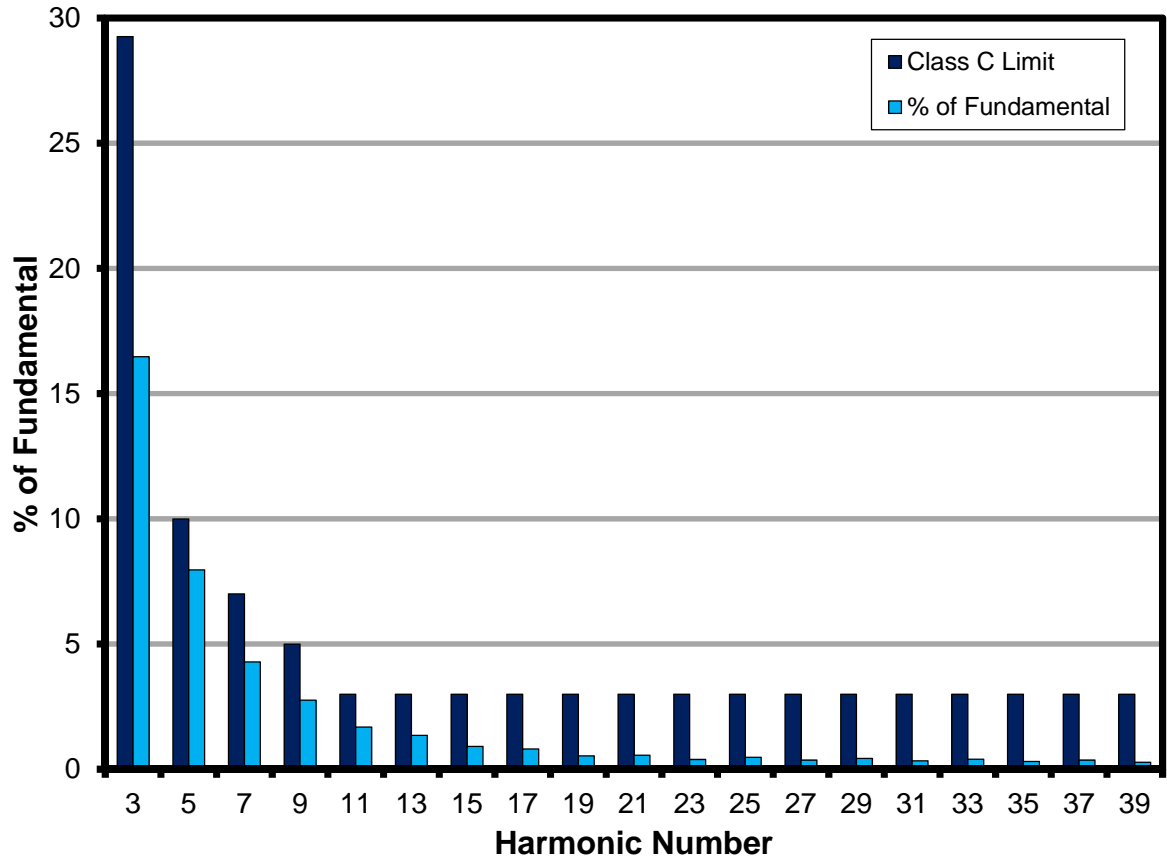


图16 – 输入电流谐波CLASS C EN61000-3-2



10.5.2 24 LED负载

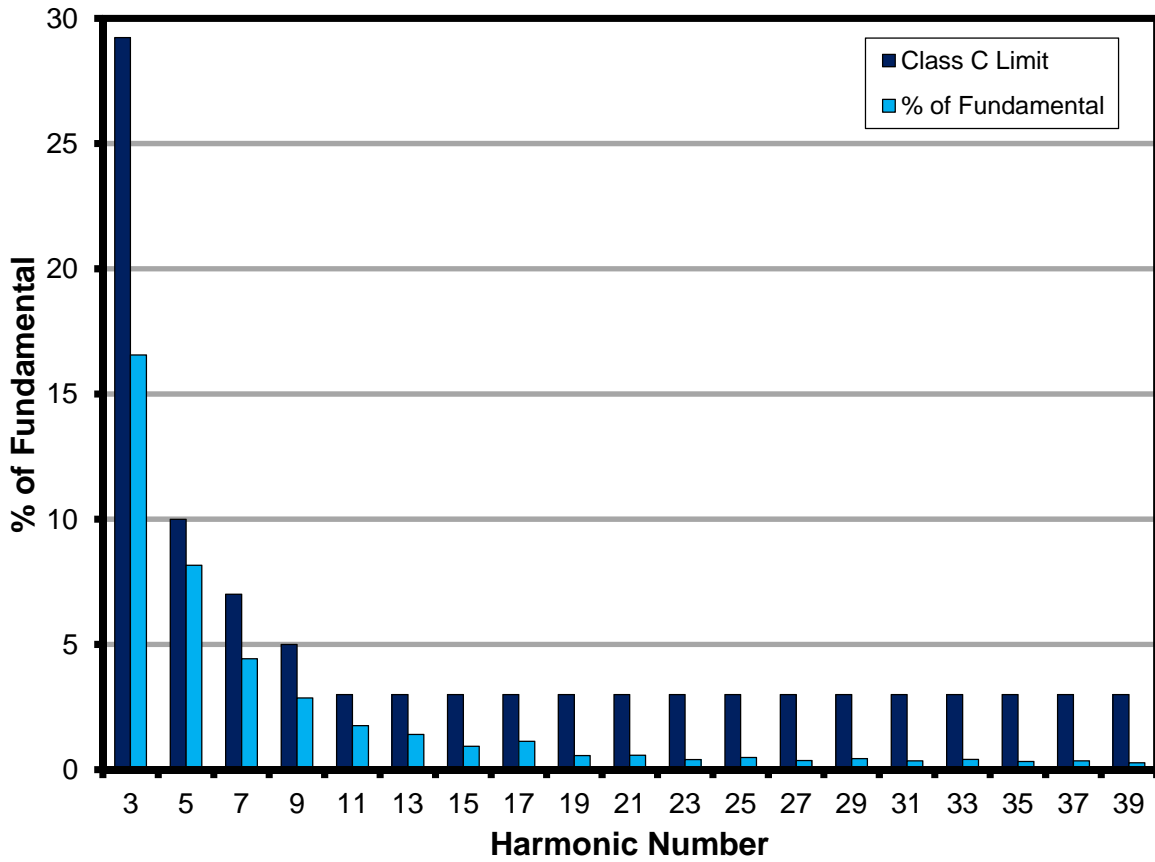


图17 – 输入电流谐波。CLASS C EN61000-3-2





10.5.3 23 LED负载

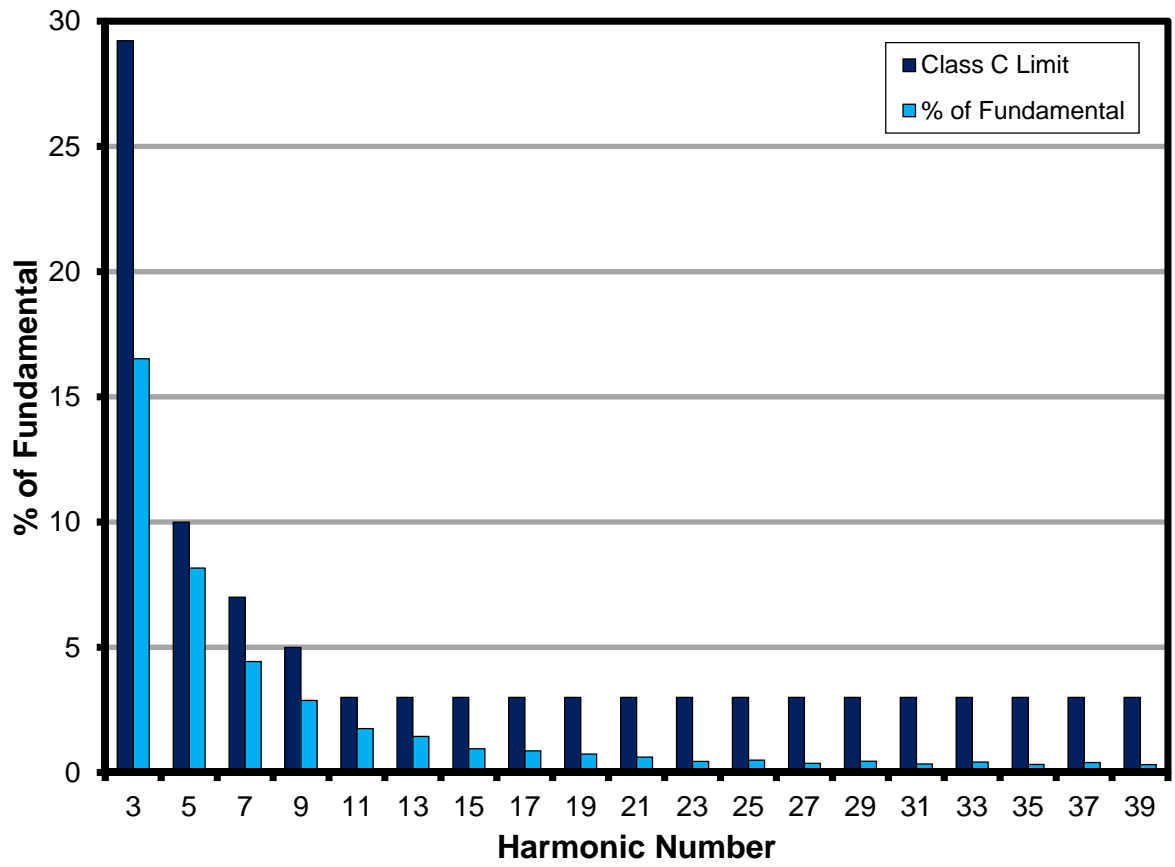


图18 – 输入电流谐波CLASS C EN61000-3-2



## 10.6 测试数据

所有测量均在25 °C环境温度和50 Hz工频下进行，测量对象为敞开式电路板。

### 10.6.1 测试数据，25 LED负载

输入测量					负载测量			计算			
V <sub>IN</sub> (V <sub>RMS</sub> )	I <sub>IN</sub> (mA <sub>RMS</sub> )	P <sub>IN</sub> (W)	PF	%ATHD	V <sub>OUT</sub> (V <sub>DC</sub> )	I <sub>OUT</sub> (mA <sub>DC</sub> )	P <sub>OUT</sub> (W)	P <sub>CAL</sub> (W)	效率 (%)	损耗 (W)	调整率(%)
180.03	164.12	29.04	0.983	17.71	74.60	347.60	26.26	25.93	90.44	2.78	-0.7
200.06	147.58	28.94	0.980	18.33	74.40	348.00	26.20	25.89	90.53	2.74	-0.6
220.08	133.43	28.70	0.977	18.9	74.20	346.10	25.98	25.68	90.53	2.72	-1.1
230.14	126.98	28.51	0.975	19.24	74.00	344.70	25.80	25.51	90.51	2.71	-1.5
240.11	121.09	28.30	0.973	19.59	73.80	342.90	25.60	25.31	90.45	2.70	-2.0
265.13	108.45	27.82	0.967	20.38	73.60	337.50	25.13	24.84	90.34	2.69	-3.6

### 10.6.2 测试数据，24 LED负载

输入测量					负载测量			计算			
V <sub>IN</sub> (V <sub>RMS</sub> )	I <sub>IN</sub> (mA <sub>RMS</sub> )	P <sub>IN</sub> (W)	PF	%ATHD	V <sub>OUT</sub> (V <sub>DC</sub> )	I <sub>OUT</sub> (mA <sub>DC</sub> )	P <sub>OUT</sub> (W)	P <sub>CAL</sub> (W)	效率 (%)	损耗 (W)	调整率(%)
180.01	155.99	27.57	0.982	17.90	70.50	348.70	24.91	24.58	90.36	2.66	-0.4
200.04	140.57	27.54	0.979	18.56	70.50	349.10	24.91	24.61	90.46	2.63	-0.3
220.06	127.42	27.38	0.976	19.14	70.40	347.60	24.76	24.47	90.45	2.62	-0.7
230.13	121.45	27.23	0.974	19.45	70.30	346.10	24.63	24.33	90.44	2.60	-1.1
240.10	116.02	27.09	0.972	19.77	70.20	344.50	24.48	24.18	90.38	2.61	-1.6
265.13	104.10	26.67	0.966	20.47	70.10	339.00	24.05	23.76	90.19	2.62	-3.1

### 10.6.3 测试数据，23 LED负载

输入测量					负载测量			计算			
V <sub>IN</sub> (V <sub>RMS</sub> )	I <sub>IN</sub> (mA <sub>RMS</sub> )	P <sub>IN</sub> (W)	PF	%ATHD	V <sub>OUT</sub> (V <sub>DC</sub> )	I <sub>OUT</sub> (mA <sub>DC</sub> )	P <sub>OUT</sub> (W)	P <sub>CAL</sub> (W)	效率 (%)	损耗 (W)	调整率(%)
180.05	150.16	26.53	0.981	18.13	67.40	350.20	23.93	23.60	90.21	2.60	0.1
200.08	135.35	26.50	0.979	18.78	67.40	350.50	23.93	23.62	90.30	2.57	0.1
220.10	122.75	26.35	0.976	19.33	67.30	349.00	23.80	23.49	90.31	2.55	-0.3
230.16	117.07	26.23	0.974	19.63	67.30	347.50	23.68	23.39	90.27	2.55	-0.7
240.13	111.88	26.10	0.972	19.91	67.20	345.80	23.54	23.24	90.20	2.56	-1.2
265.15	100.58	25.74	0.965	20.52	67.10	340.70	23.16	22.86	89.99	2.58	-2.7



## 10.6.4 230 VAC 50 Hz, 25 LED负载谐波数据

F (Hz)	V <sub>IN</sub> (V)	I (mA)	P <sub>IN</sub> (W)	PF	%THD
50	230.1	126.45	28.38	0.975	19.22
	n阶	mA含量	基频百分比 (%)	Class C 限值	备注
	1	124.02			
	3	20.43	16.47%	29.3%	通过
	5	9.88	7.97%	10.0%	通过
	7	5.32	4.29%	7.0%	通过
	9	3.42	2.76%	5.0%	通过
	11	2.09	1.69%	3.0%	通过
	13	1.68	1.35%	3.0%	通过
	15	1.13	0.91%	3.0%	通过
	17	1.01	0.81%	3.0%	通过
	19	0.67	0.54%	3.0%	通过
	21	0.7	0.56%	3.0%	通过
	23	0.49	0.40%	3.0%	通过
	25	0.59	0.48%	3.0%	通过
	27	0.45	0.36%	3.0%	通过
	29	0.54	0.44%	3.0%	通过
	31	0.42	0.34%	3.0%	通过
	33	0.5	0.40%	3.0%	通过
	35	0.39	0.31%	3.0%	通过
	37	0.45	0.36%	3.0%	通过
	39	0.35	0.28%	3.0%	通过



## 10.6.5 230 VAC 50 Hz, 24 LED负载谐波数据

F (Hz)	V <sub>IN</sub> (V)	I (mA)	P <sub>IN</sub> (W)	PF	%THD
50	230.2	121.22	27.18	0.974	19.54
	n阶	mA含量	基频百分比 (%)	Class C 限值	备注
	1	118.83			
	3	19.68	16.56%	29.2%	通过
	5	9.7	8.16%	10.0%	通过
	7	5.27	4.43%	7.0%	通过
	9	3.4	2.86%	5.0%	通过
	11	2.09	1.76%	3.0%	通过
	13	1.67	1.41%	3.0%	通过
	15	1.11	0.93%	3.0%	通过
	17	1.34	1.13%	3.0%	通过
	19	0.67	0.56%	3.0%	通过
	21	0.68	0.57%	3.0%	通过
	23	0.48	0.40%	3.0%	通过
	25	0.58	0.49%	3.0%	通过
	27	0.44	0.37%	3.0%	通过
	29	0.53	0.45%	3.0%	通过
	31	0.41	0.35%	3.0%	通过
	33	0.49	0.41%	3.0%	通过
	35	0.38	0.32%	3.0%	通过
	37	0.42	0.35%	3.0%	通过
	39	0.32	0.27%	3.0%	通过



## 10.6.6 230 VAC 50 Hz, 23 LED负载谐波数据

F (Hz)	V <sub>IN</sub> (V)	I (mA)	P <sub>IN</sub> (W)	PF	%THD
50	230.1	117.68	26.38	0.974	19.43
	n阶	mA含量	基频百分比 (%)	Class C 限值	备注
	1	115.37			
	3	19.06	16.52%	29.2%	通过
	5	9.42	8.17%	10.0%	通过
	7	5.11	4.43%	7.0%	通过
	9	3.32	2.88%	5.0%	通过
	11	2.03	1.76%	3.0%	通过
	13	1.66	1.44%	3.0%	通过
	15	1.1	0.95%	3.0%	通过
	17	1	0.87%	3.0%	通过
	19	0.85	0.74%	3.0%	通过
	21	0.71	0.62%	3.0%	通过
	23	0.51	0.44%	3.0%	通过
	25	0.57	0.49%	3.0%	通过
	27	0.42	0.36%	3.0%	通过
	29	0.52	0.45%	3.0%	通过
	31	0.39	0.34%	3.0%	通过
	33	0.48	0.42%	3.0%	通过
	35	0.37	0.32%	3.0%	通过
	37	0.46	0.40%	3.0%	通过
	39	0.36	0.31%	3.0%	通过



## 11 波形

### 11.1 输入线电流

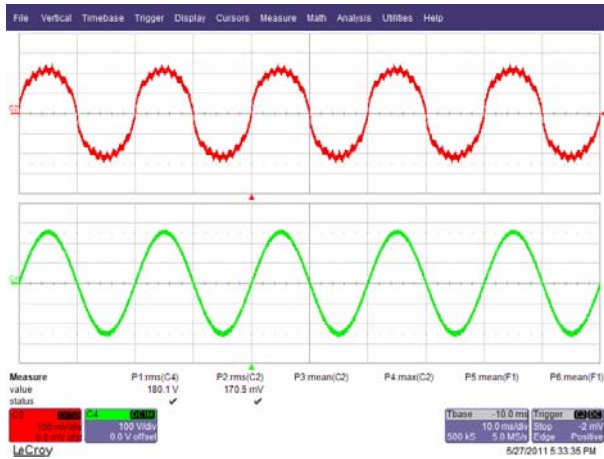


图19 – 180 VAC 50 Hz, 满载

上:  $I_{IN}$ , 100 mA/格

下:  $V_{IN}$ , 100 V, 10 ms/格

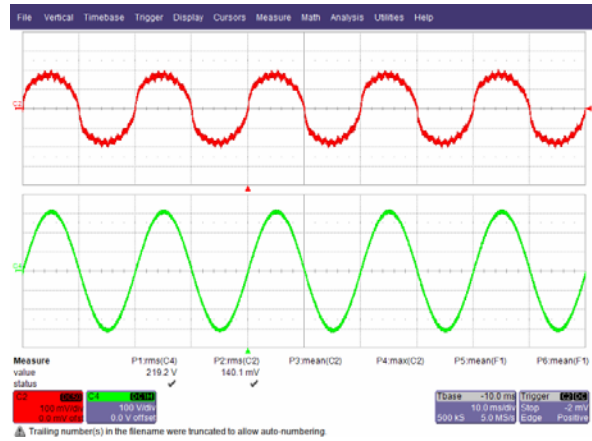


图20 – 220 VAC 50 Hz, 满载

上:  $I_{IN}$ , 100 mA/格

下:  $V_{IN}$ , 100 V, 10 ms/格

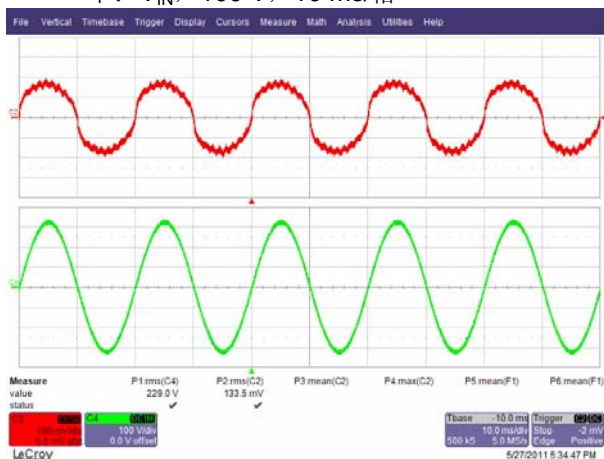


图21 – 230 VAC 50 Hz, 满载

上:  $I_{IN}$ , 100 mA/格

下:  $V_{IN}$ , 100 V, 10 ms/格

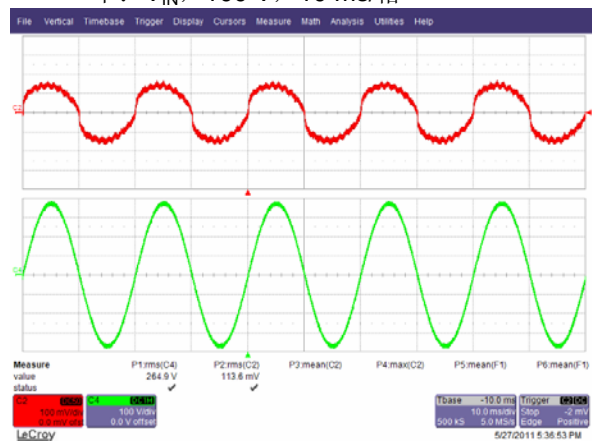


图22 – 265 VAC 50 Hz, 满载

上:  $I_{IN}$ , 100 mA/格

下:  $V_{IN}$ , 100 V, 10 ms/格



Power Integrations

电话: +1 408 414 9200 传真: +1 408 414 9201  
www.powerint.com

### 11.2 漏极电压和电流正常工作

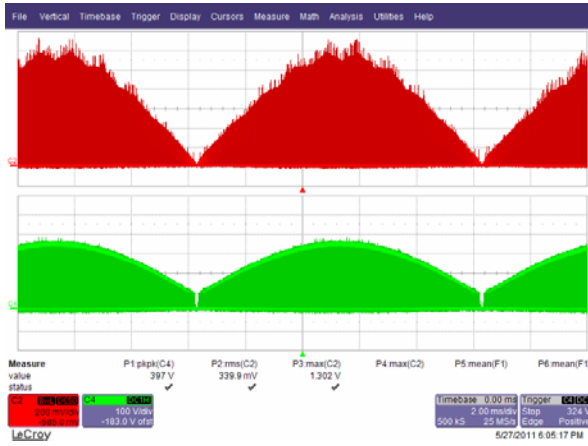


图23 – 180 VAC 50 Hz, 满载  
上:  $I_{DRAIN}$ , 200 mA/格  
下:  $V_{DRAIN}$ , 100 V, 2 ms/格



图24 – 180 VAC 50 Hz, 满载  
上:  $I_{DRAIN}$ , 200 mA/格  
下:  $V_{DRAIN}$ , 100 V, 5  $\mu$ s/格

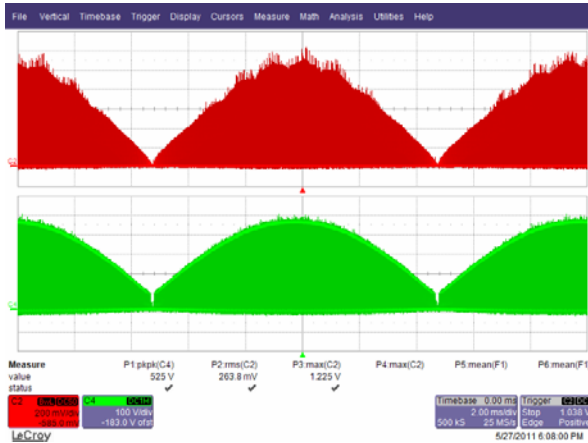
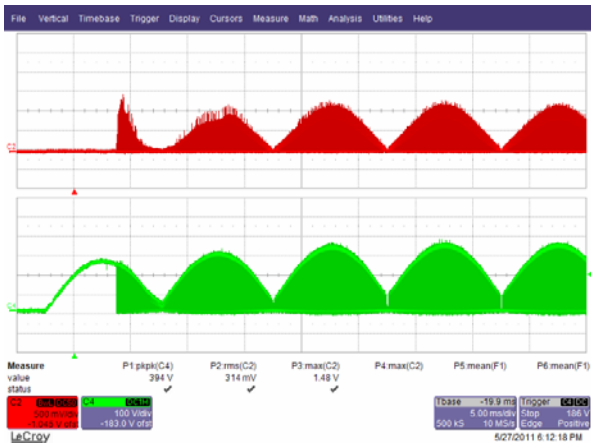


图25 – 265 VAC 50 Hz, 满载  
上:  $I_{DRAIN}$ , 200 mA/格  
下:  $V_{DRAIN}$ , 100 V, 2 ms/格

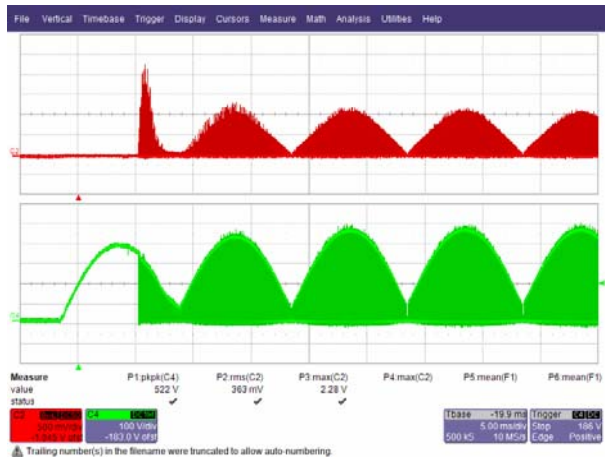


图26 – 265 VAC 50 Hz, 满载  
上:  $I_{DRAIN}$ , 200 mA/格  
下:  $V_{DRAIN}$ , 100 V, 5  $\mu$ s/格

### 11.3 漏极电压和电流启动工作



**图27** – 180 VAC 50 Hz, 满载启动  
 上:  $I_{DRAIN}$ , 500 mA/格  
 下:  $V_{DRAIN}$ , 100 V, 5 ms/格



**图28** – 265 VAC 50 Hz, 满载启动  
 上:  $I_{DRAIN}$ , 500 mA/格  
 下:  $V_{DRAIN}$ , 100 V, 5 ms/格





### 11.4 输出电流和输出电压

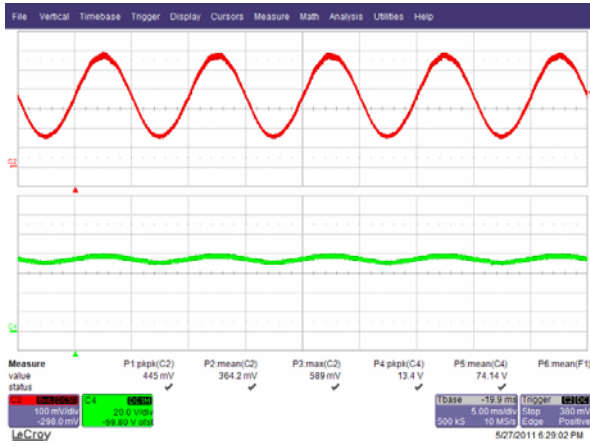


图29 – 180 VAC 50 Hz, 满载  
上:  $I_{OUT}$ , 100 mA/格  
下:  $V_{OUT}$ , 20 V, 5 ms/格

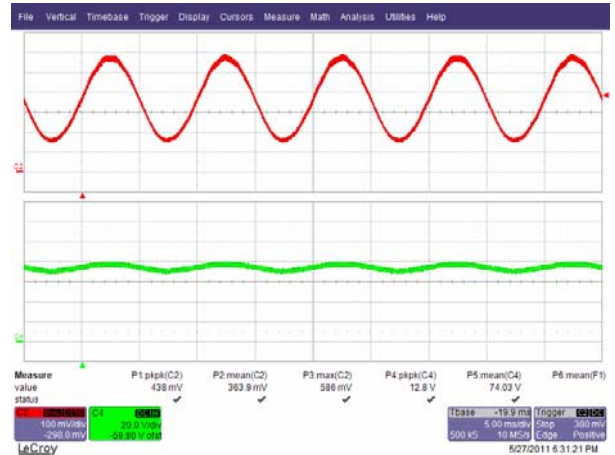


图30 – 220 VAC 50 Hz, 满载  
上:  $I_{OUT}$ , 100 mA/格  
下:  $V_{OUT}$ , 20 V, 5 ms/格

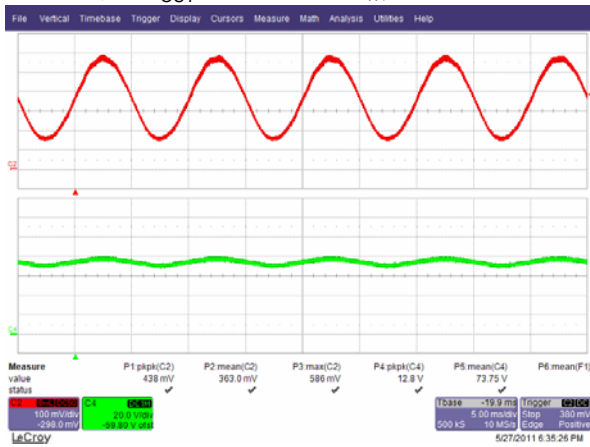


图31 – 230 VAC 50 Hz, 满载  
上:  $I_{OUT}$ , 100 mA/格  
下:  $V_{OUT}$ , 20 V, 5 ms/格

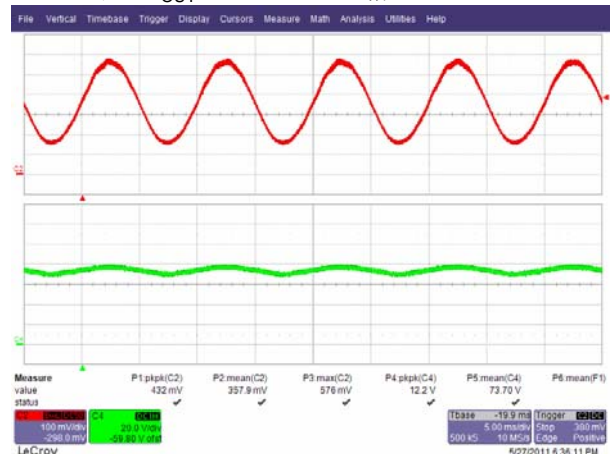
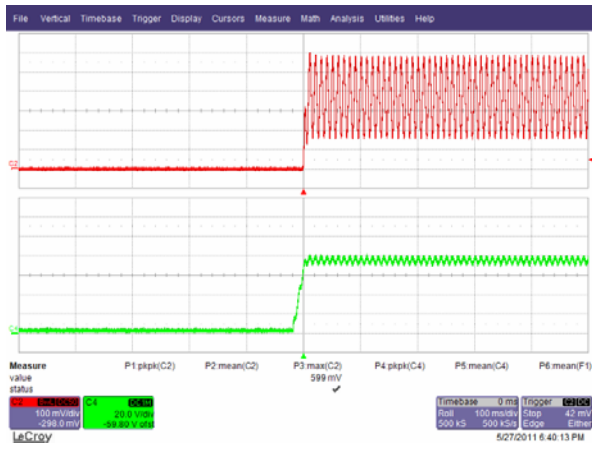


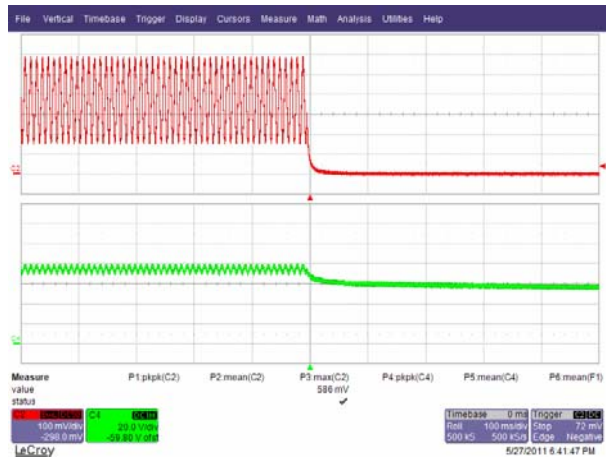
图32 – 265 VAC 50 Hz, 满载  
上:  $I_{OUT}$ , 100 mA/格  
下:  $V_{OUT}$ , 20 V, 5 ms/格



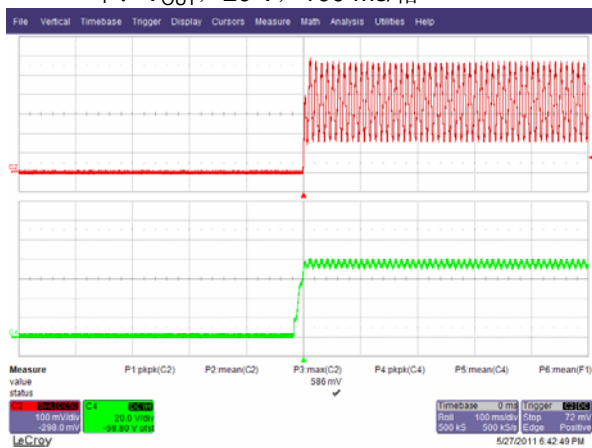
### 11.5 上电和断电时的输出电流和电压



**图33** – 180 VAC 50 Hz, 输出上升  
上:  $I_{OUT}$ , 100 mA/格  
下:  $V_{OUT}$ , 20 V, 100 ms/格



**图34** – 180 VAC 60 Hz, 输出下降  
上:  $I_{OUT}$ , 100 mA/格  
下:  $V_{OUT}$ , 20 V, 100 ms/格



**图35** – 265 VAC 50 Hz, 输出上升  
上:  $I_{OUT}$ , 100 mA/格  
下:  $V_{OUT}$ , 20 V, 100 ms/格



**图36** – 265 VAC 50 Hz, 输出下降  
上:  $I_{OUT}$ , 100 mA/格  
下:  $V_{OUT}$ , 20 V, 100 ms/格



11.6 输出短路



图37 – 265 VAC 50 Hz, 输出短路  
 上:  $I_{DRAIN}$ , 0.5 A/格  
 下:  $V_{DRAIN}$ , 100 V, 500 ms/格



图38 – 265 VAC 50 Hz, 输出短路  
 上:  $I_{DRAIN}$ , 0.5 A/格  
 下:  $V_{DRAIN}$ , 100 V, 5 ms/格

## 12 热测量

热测量的被测设备(EUT)在室温下、230 VAC和50 Hz线输入下工作，其灯串包括25个串联LED。

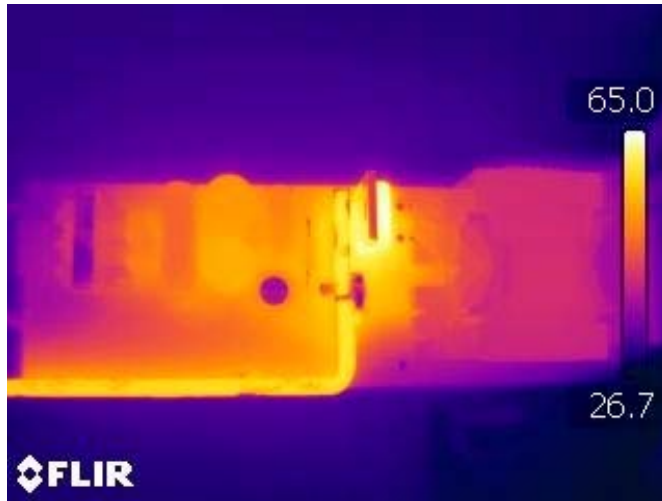


图39 – 顶部热测量



图40 – 底部热测量

## 13 传导EMI测量

### 13.1 传导EMI测试设置

被测设备(EUT)连同LED负载一起高出接地平面10 mm放置，如下图所示。

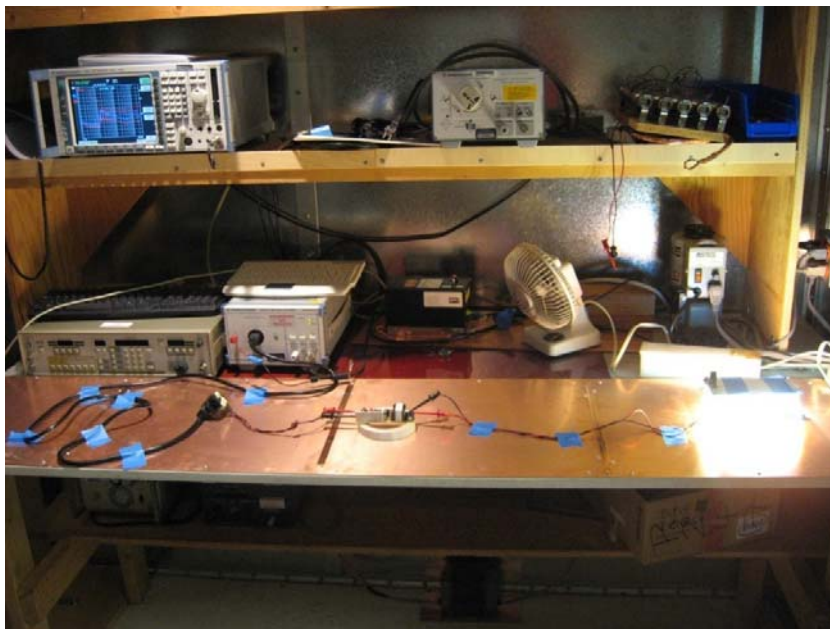
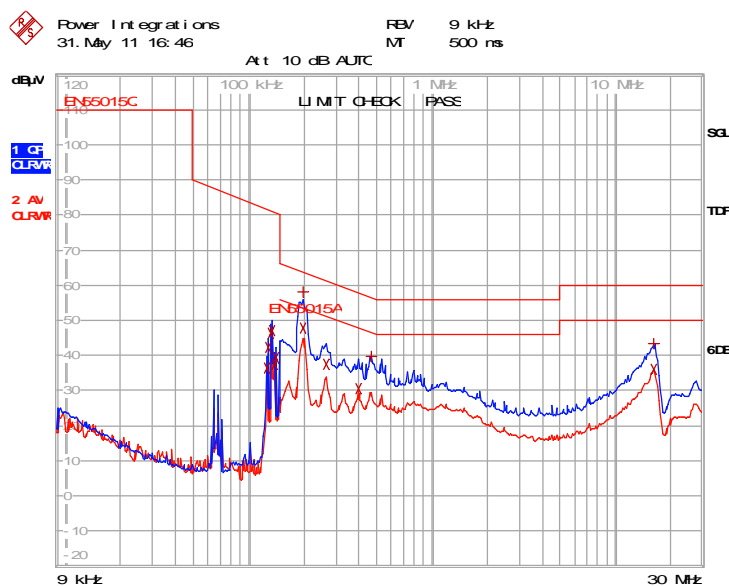


图41 – EMI测量设置



### 13.2 传导EMI测试结果



EDIT PEAK LIST (Final Measurement Results)					
TRACE	FREQUENCY	LEVEL dBµV		DELTA LIMIT dB	
Trace1:	EN55015Q				
Trace2:	EN55015A				
Trace3:	---				
2 Average	125.720633819 kHz	36.47	N gnd		
2 Average	128.247618558 kHz	42.14	N gnd		
2 Average	130.825395691 kHz	46.34	N gnd		
2 Average	133.454986145 kHz	46.96	N gnd		
2 Average	137.49880568 kHz	37.46	N gnd		
2 Average	140.262531674 kHz	39.28	N gnd		
1 Quasi Peak	198.193645035 kHz	58.05	N gnd	-5.63	
2 Average	198.193645035 kHz	47.80	N gnd	-5.88	
2 Average	264.49018761 kHz	37.35	N gnd	-13.94	
2 Average	397.727746704 kHz	30.60	N gnd	-17.29	
1 Quasi Peak	466.367062279 kHz	39.55	L1 gnd	-17.02	
1 Quasi Peak	16.2726510175 MHz	43.27	N gnd	-16.73	
2 Average	16.2726510175 MHz	36.13	N gnd	-13.86	

图42 – 传导EMI, 25 LED负载, 230 VAC, 60 Hz, EN55015限值



## 14 采用RM8电感的设计

### 14.1 RM8电感规格

#### 14.1.1 电气原理图

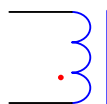


图43 – 电气原理图

#### 14.1.2 电气规格

变压器漏感	引脚1-2, 所有其他绕组开路, 在66 kHz、0.4 V <sub>RMS</sub> 条件下测得	2000 μH ±5%
谐振频率	引脚1-2, 所有其他绕组开路	0.7 MHz (最小)

#### 14.1.3 材料

项	说明
[1]	磁芯: PC44 RM8/I
[2]	骨架: RM8, 垂直, 12引脚。
[3]	漆包线: #27 AWG
[4]	胶带: 3M 1298聚酯薄膜, 9 mm宽

#### 14.1.4 电感结构图

AWG #27 1

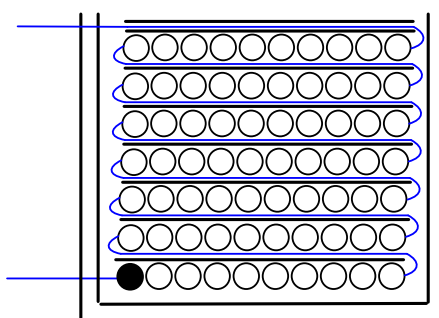


图44 – RM8电感结构图



## 14.2 RM8电感设计表格

ACDC_LinkSwitch-PH_011111: 修订版1.2; 版权所有 Power Integrations 2011	输入	信息	输出	单位	LinkSwitch-PH_011111: 反激式变压器设计表格
<b>输入应用变量</b>					
需要调光	无		无		如果需要调光则选择“是”。否则, 选择“否”。
VACMIN	180		180	V	最小AC输入电压
VACMAX			265	V	最大AC输入电压
fL			50	Hz	AC电网频率
VO	72.00			V	LED灯串满载时的典型输出电压
VO_MAX			79.20	V	最大预期LED灯串电压。
VO_MIN			64.80	V	最小预期LED灯串电压。
V_OVP			87.12	V	过压保护设定点
IO	0.35				典型满载LED电流
PO			25.2	W	输出功率
n	0.89		0.89		估计工作效率
VB			20	V	偏置电压
<b>输入LinkSwitch-PH变量</b>					
LinkSwitch-PH	LNK419			宽电压范围	115倍压/230 V
所选器件		LNK419	输出功率	18 W	8 W
电流限流模式	红色		红色		选择“红色”设置为有限电流限制模式, 或选择“完全”设置为完全电流限制模式。
ILIMITMIN			2.35	A	最小电流限制
ILIMITMAX			2.73	A	最大电流限制
fS			66000	Hz	开关频率
fSmin			62000	Hz	最小开关频率
fSmax			70000	Hz	最大开关频率
IV			80.3	uA	V引脚电流
RV			3.909	M-ohm	V引脚电阻上限
RV2			1.402	M-ohm	V引脚电阻下限
IFB	148.00		148.0	uA	FB引脚电流(85 uA < IFB < 210 uA)
RFB1			114.9	k-ohm	FB引脚电阻
VDS			10	V	LinkSwitch-PH导通状态漏-源极电压
VD	0.50			V	输出绕组二极管正向电压降(对肖特基二极管取值0.5 V, 对PN结二极管取值0.8 V)
VDB	0.70			V	偏置绕组二极管正向电压降
<b>关键设计参数</b>					
KP	0.48		0.48		纹波电流与峰值电流的比例(PF > 0.9时, 0.4 < KP < 0.9)
LP			2030	uH	初级电感量
VOR	72.00		72	V	反射输出电压。
预期IO(平均)			0.35	A	预期平均输出电流
KP_VACMAX			0.50		在VACMAX时的预期纹波电流比率
TON_MIN			2.44	us	最高AC输入电压时的最大导通时间
PCLAMP			0.37	W	初级箝位的估计损耗
<b>输入变压器磁芯/结构变量</b>					
磁芯类型	RM8/I		RM8/I		
骨架		RM8/I_BOBBIN		P/N:	*
AE			0.63	cm^2	磁芯等效截面积
LE			3.84	cm	磁芯等效路径长度
AL			3000	nH/T^2	无气隙磁芯等效电感量
BW			8.6	mm	骨架绕线宽度
M			0	mm	安全挡墙宽度(初级至次级爬电距离的一半)
L	8.00		8		初级绕组层数





NS	147		147		次级绕组匝数
<b>DC输入电压参数</b>					
VMIN			255	V	对应于VACMIN的峰值输入电压
VMAX			375	V	对应于VACMAX的峰值输入电压
<b>电流波形参数</b>					
DMAX			0.23		对应于VACMIN峰值的最小占空比
IAVG			0.19	A	平均初级电流
IP			1.28	A	峰值初级电流（在最小输入电压VACMIN下计算）
IRMS			0.39	A	初级RMS电流（在最小输入电压VACMIN下计算）
<b>变压器初级绕组设计参数</b>					
LP			2030	uH	初级电感量
NP			146		初级绕组匝数
NB			42		偏置绕组匝数
ALG			95	nH/T <sup>2</sup>	带气隙磁芯等效电感量
BM			2821	高斯	PO的最大磁通密度, VMIN (BM<3100)
BP			3413	高斯	峰值磁通密度(BP<3700)
BAC			677	高斯	磁芯损耗曲线中的AC磁通密度 (0.5 X 峰值-峰值)
ur			1455		无气隙磁芯的相对磁导率
LG			0.80	mm	气隙长度(Lg > 0.1 mm)
BWE			68.8	mm	等效骨架宽度
OD			0.47	mm	初级绕组最大线径（包括绝缘层）
INS			0.06	mm	估计的总绝缘层厚度（= 2 * 膜厚度）
DIA			0.41	mm	裸线直径
AWG			27	AWG	初级绕组的导线规格（如果计算出的线径在两种标准线径之间，则使用较小线径的导线）
CM			203	Cmil	以Cmil为单位的裸线等效面积
CMA			524	Cmil/Amp	初级绕组电容量(200 < CMA < 600)
LP_TOL			10		初级电感量公差
<b>变压器次级绕组设计参数（单路输出等效设计）</b>					
<b>汇总参数</b>					
ISP			1.27	A	峰值次级电流
ISRMS			0.65	A	次级RMS电流
IRIPPLE			0.55	A	输出电容RMS纹波电流
CMS			130	Cmil	次级绕组裸线最小Cmil数
AWGS			28	AWG	次级导线规格（舍入到下一个较大的标准AWG值）
DIAS			0.32	mm	次级绕组裸线最小直径
ODS			0.06	mm	三层绝缘线的次级绕组最大外径
<b>电压应力参数</b>					
VDRAIN			529	V	假定LED灯串电压达到最大时的估计最大漏极电压（包括漏感效应）
PIVS			464	V	输出整流管最大反向峰值电压（在VOVP下计算，不包括漏感尖峰）
PIVB			132	V	偏置整流管最大反向峰值电压（在VOVP下计算，不包括漏感尖峰）
<b>微调（输入从原型测得的值）</b>					
<b>V引脚电阻微调</b>					
RV1			3.91	M-ohm	V引脚电阻值上限
RV2			1.40	M-ohm	V引脚电阻值下限
VAC1			115.0	V	测试输入电压条件1
VAC2			230.0	V	测试输入电压条件2
IO_VAC1			0.35	A	在VAC1时测得的输出电流
IO_VAC2			0.35	A	在VAC2时测得的输出电流
RV1（新）			3.91	M-ohm	新RV1



RV2 (新)			1.40	M-ohm	新RV2
V_OV			318.3	V	触发OV关断的典型AC输入电压
V_UV			70.8	V	超过此值即可使电源启动的典型AC输入电压
<b>FB引脚电阻微调</b>					
RFB1			115	k-ohm	FB引脚电阻值上限
RFB2			1E+012	k-ohm	FB引脚电阻值下限
VB1			17.9	V	测试偏置电压条件1
VB2			22.1	V	测试偏置电压条件2
IO1			0.35	A	在Vb1时测得的输出电流
IO2			0.35	A	在Vb2时测得的输出电流
RFB1 (新)			114.9	k-ohm	新RFB1
RFB2 (新)			1.00E+12	k-ohm	新RFB2



### 14.3 RM8性能数据

#### 14.3.1 RM8效率

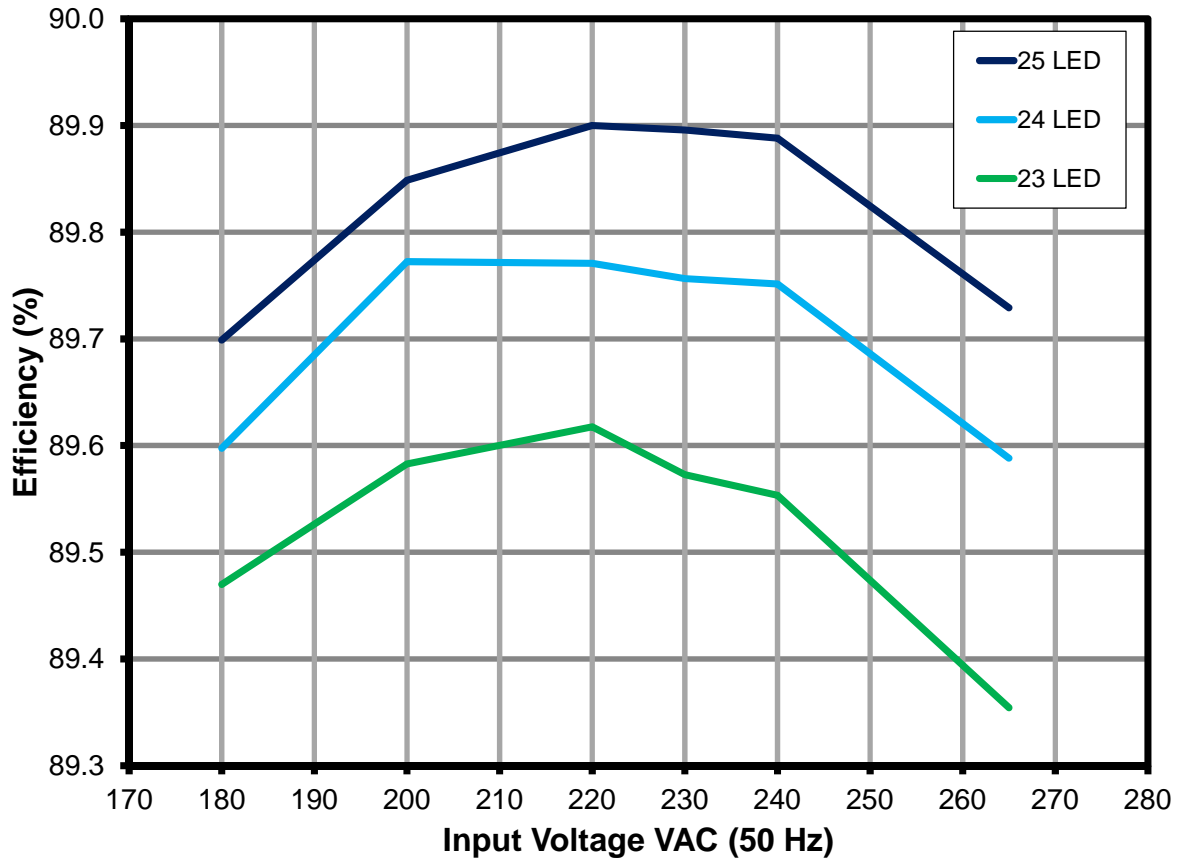


图45 – 效率随输入电压和负载的变化



14.3.2 RM8输入电压调整率和负载调整率

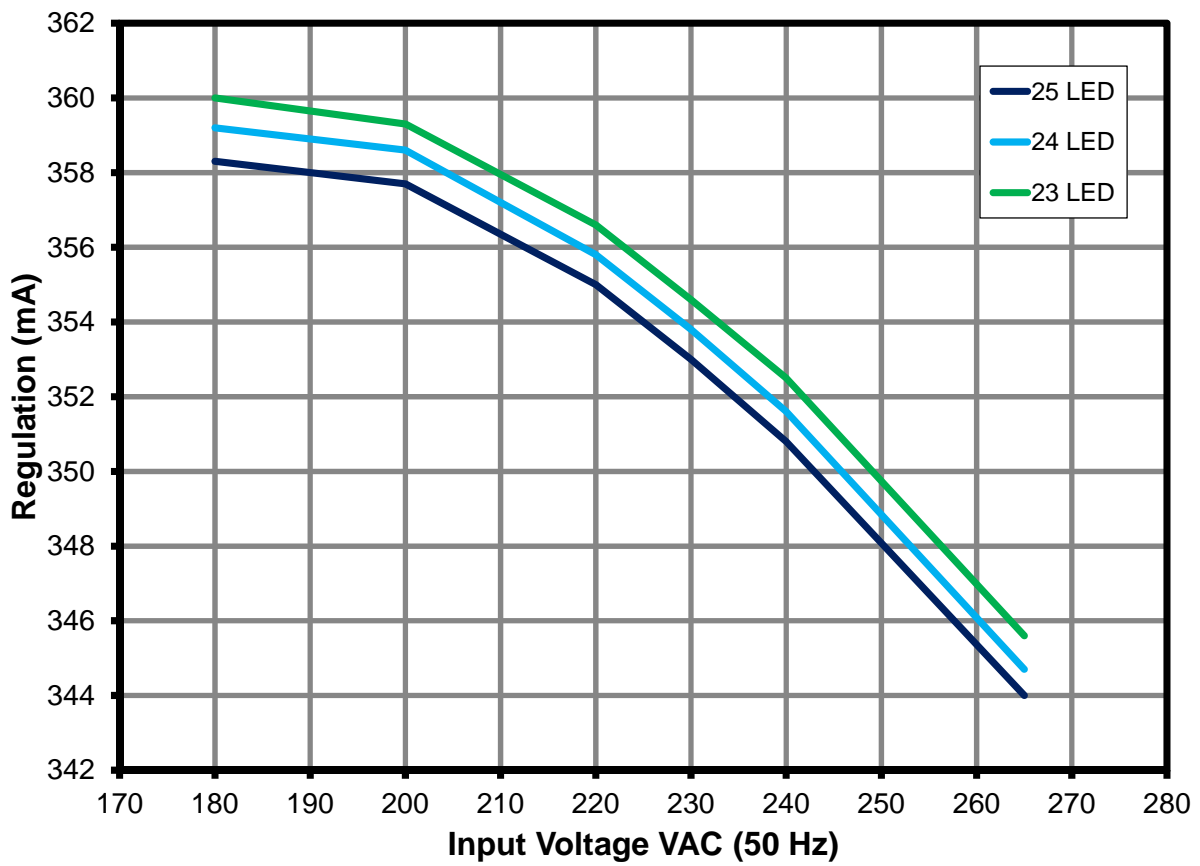


图46 – 调整率随输入电压和负载的变化



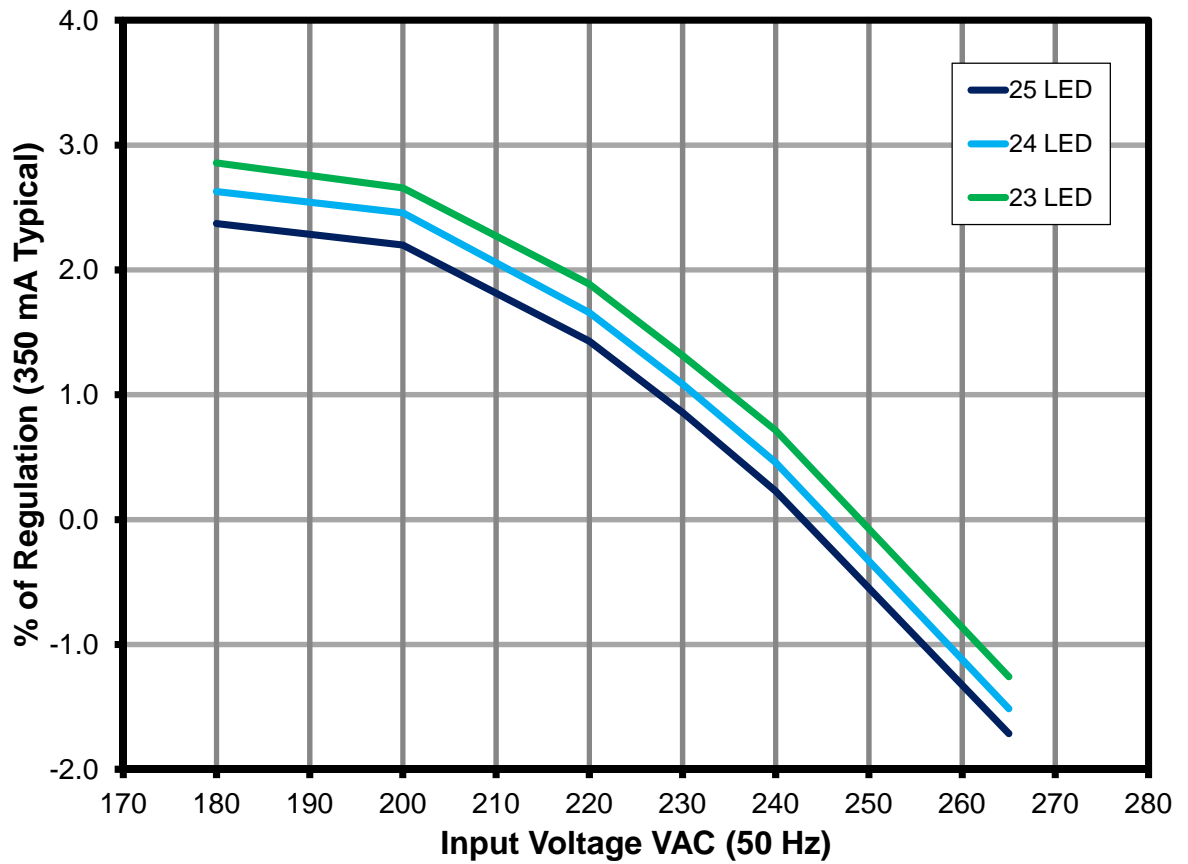


图47 - 输入电压/负载调整率百分比



14.3.3 RM8功率因数

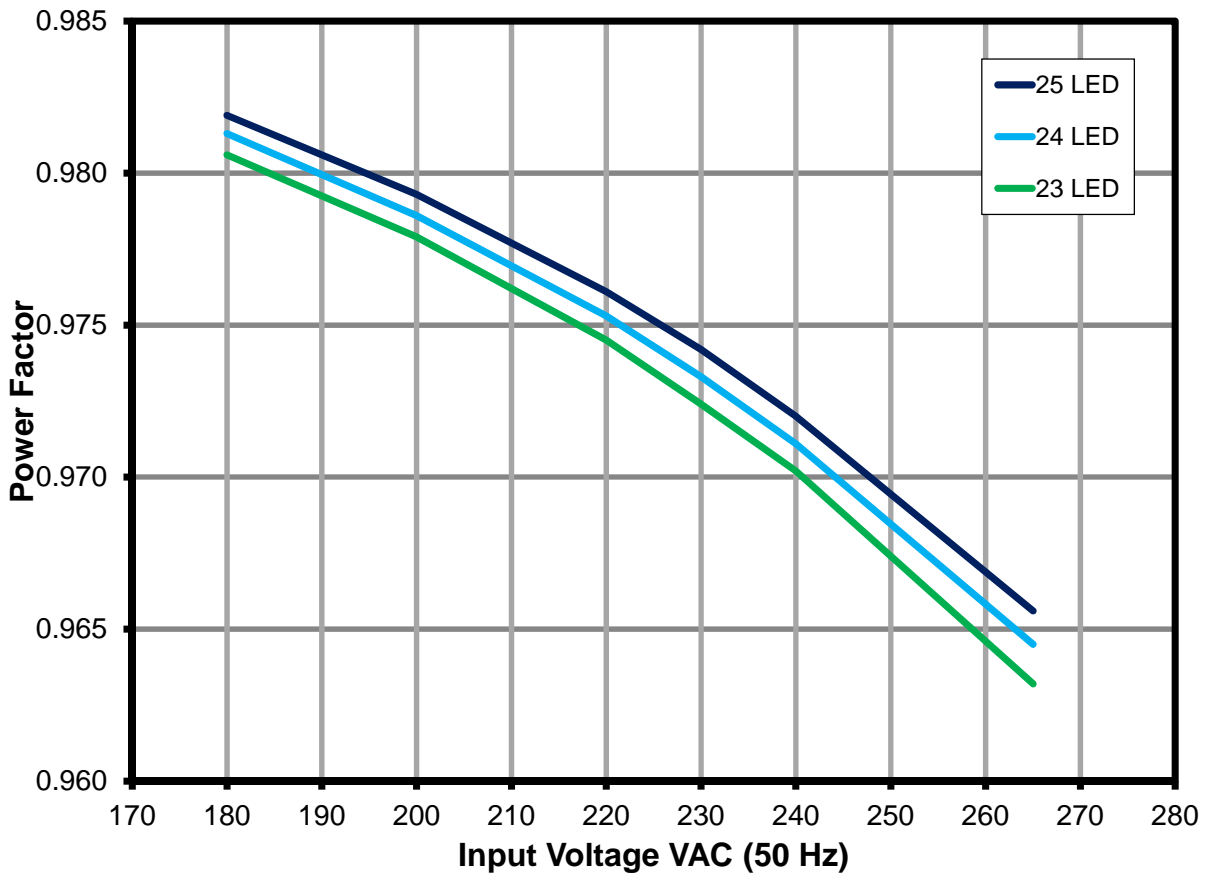


图48 – 功率因数随输入电压和负载的变化



14.3.4 RM8 A-THD

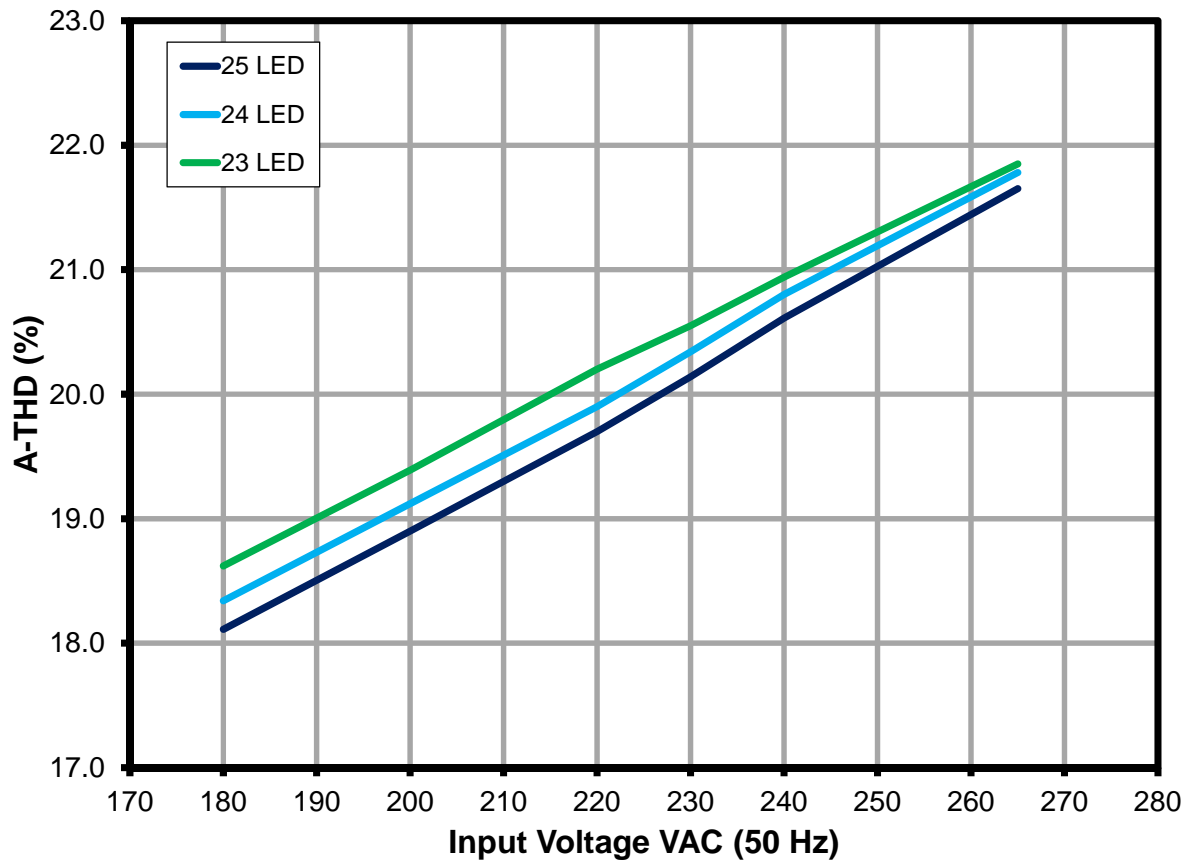


图49 – A-THD随输入电压和负载的变化



14.3.5 RM8谐波

14.3.5.1 25 LED负载

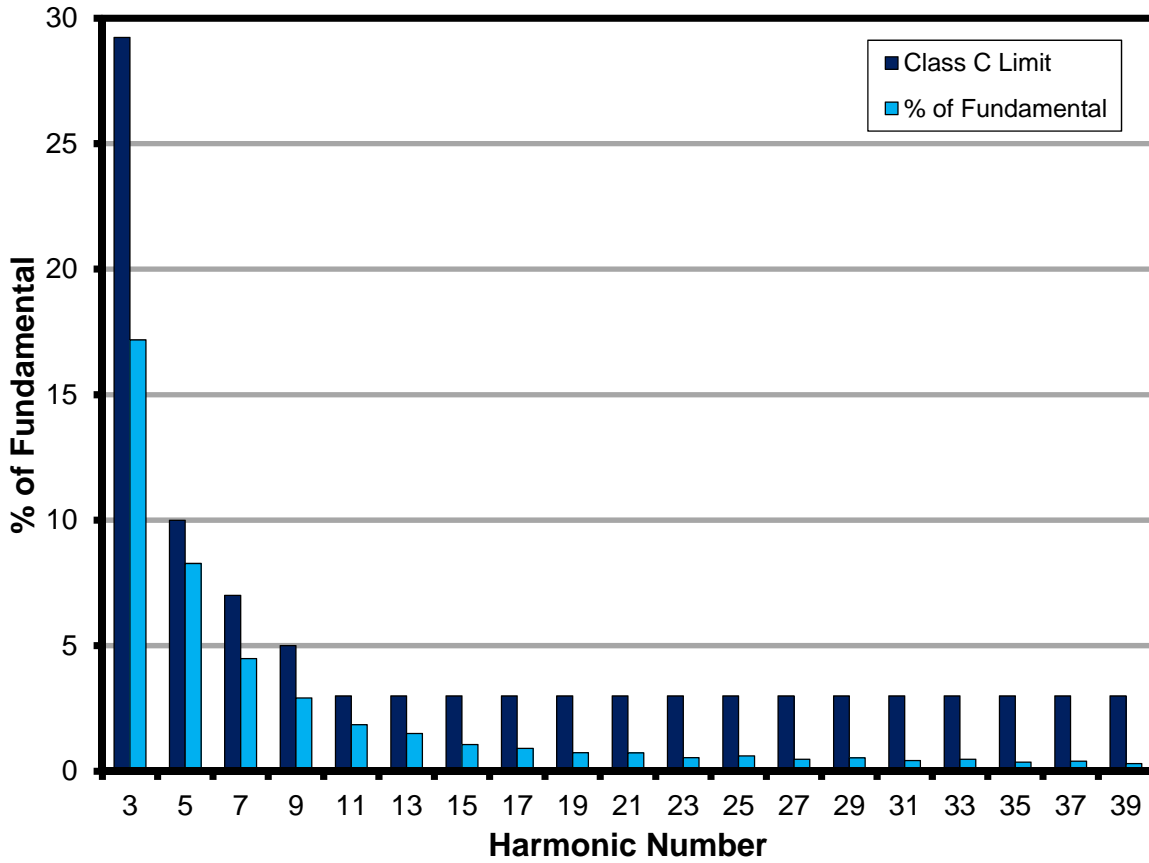


图50 – 在25 LED负载、230 VAC/50 Hz输入、CLASS C EN61000-3-2条件下测得的谐波数据





14.3.5.2 24 LED负载

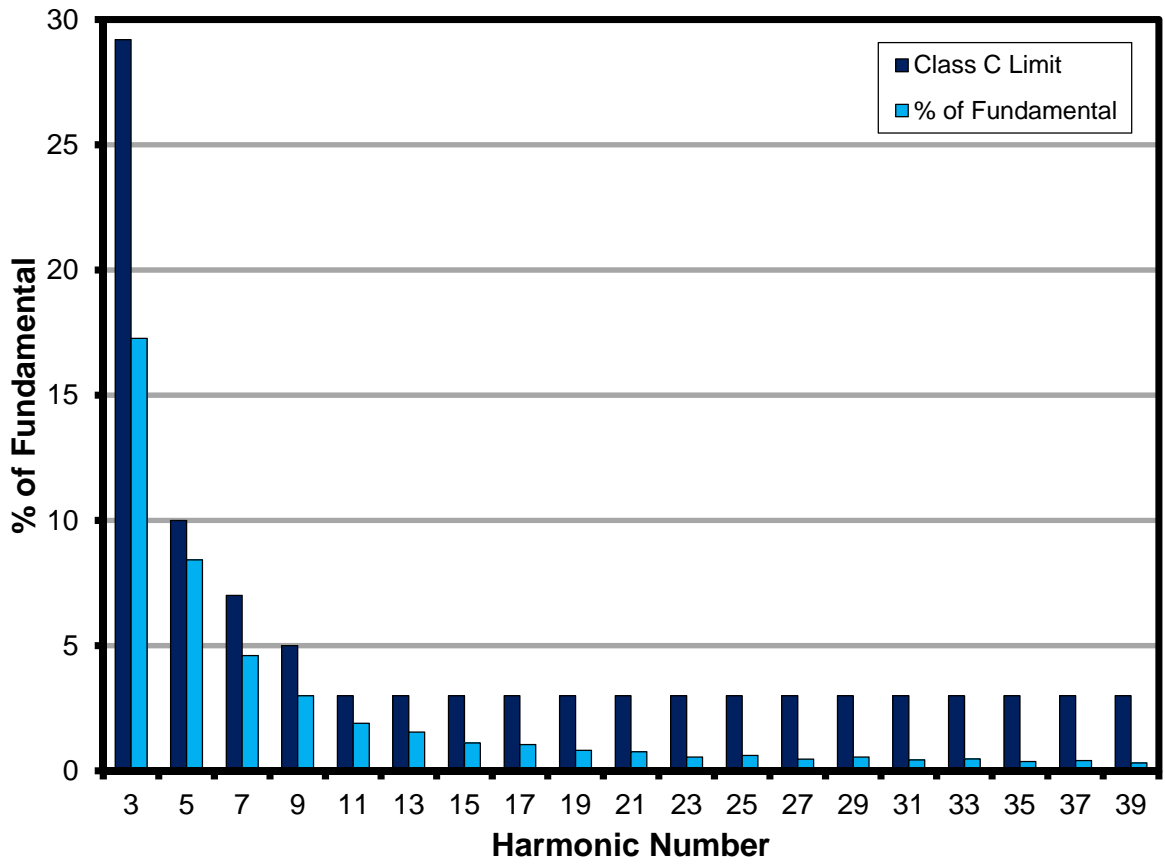


图51 – 在24 LED负载、230 VAC/50 Hz输入、CLASS C EN61000-3-2条件下测得的谐波数据



14.3.5.3 23 LED负载

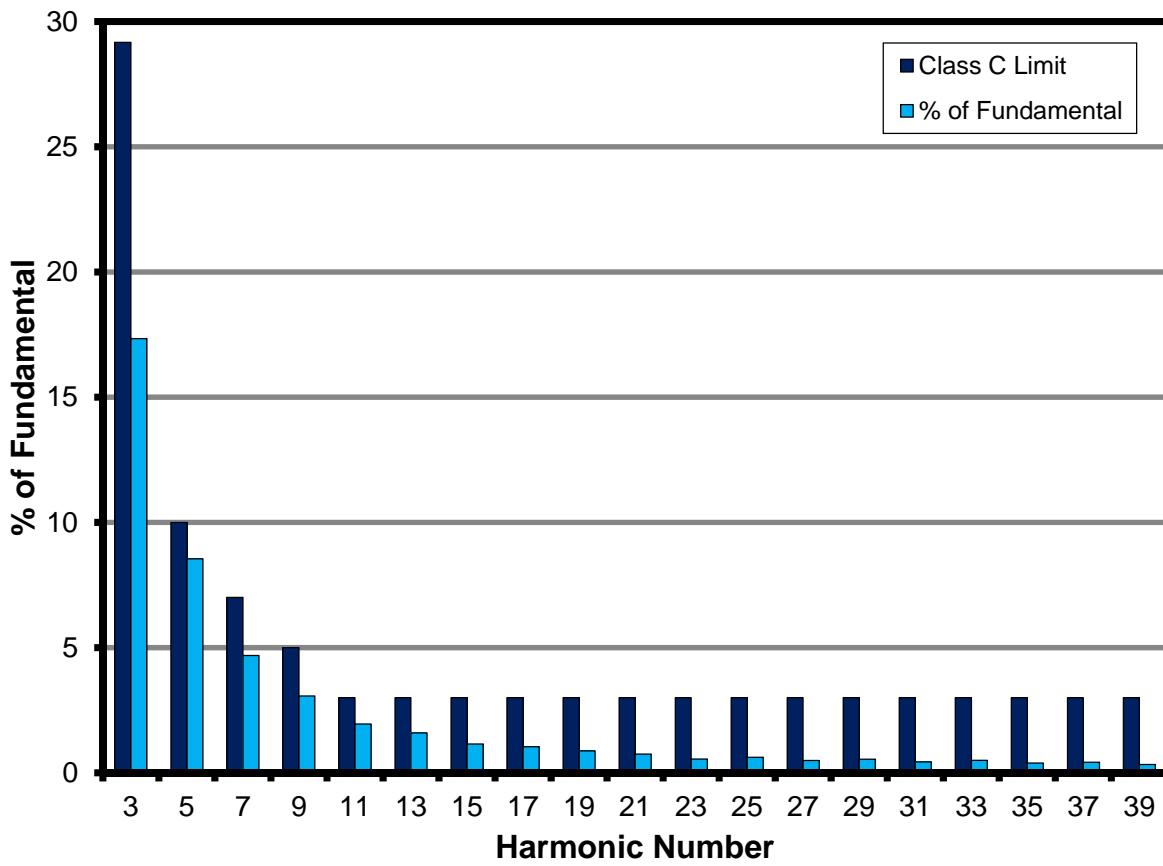


图52 – 在23 LED负载、230 VAC/50 Hz输入、CLASS C EN61000-3-2条件下测得的谐波数据



## 14.3.6 RM8测试数据

## 14.3.6.1 25 LED负载

输入测量					负载测量			计算			
V <sub>IN</sub> (V <sub>RMS</sub> )	I <sub>IN</sub> (mA <sub>RMS</sub> )	P <sub>IN</sub> (W)	PF	%ATHD	V <sub>OUT</sub> (V <sub>DC</sub> )	I <sub>OUT</sub> (mA <sub>DC</sub> )	P <sub>OUT</sub> (W)	P <sub>CAL</sub> (W)	效率 (%)	损耗 (W)	调整率(%)
180.03	168.71	29.82	0.982	18.11	73.70	358.30	26.75	26.41	89.70	3.07	2.4
200.06	151.40	29.66	0.979	18.9	73.60	357.70	26.65	26.33	89.85	3.01	2.2
220.09	136.70	29.37	0.976	19.7	73.50	355.00	26.40	26.09	89.90	2.97	1.4
230.15	130.05	29.16	0.974	20.14	73.40	353.00	26.21	25.91	89.90	2.95	0.9
240.11	123.97	28.94	0.972	20.61	73.30	350.80	26.01	25.71	89.89	2.93	0.2
265.14	110.74	28.35	0.966	21.65	73.10	344.00	25.44	25.15	89.73	2.91	-1.7

## 14.3.6.2 24 LED负载

输入测量					负载测量			计算			
V <sub>IN</sub> (V <sub>RMS</sub> )	I <sub>IN</sub> (mA <sub>RMS</sub> )	P <sub>IN</sub> (W)	PF	%ATHD	V <sub>OUT</sub> (V <sub>DC</sub> )	I <sub>OUT</sub> (mA <sub>DC</sub> )	P <sub>OUT</sub> (W)	P <sub>CAL</sub> (W)	效率 (%)	损耗 (W)	调整率(%)
180.04	162.42	28.70	0.981	18.34	70.70	359.20	25.71	25.40	89.60	2.99	2.6
200.07	145.82	28.55	0.979	19.12	70.60	358.60	25.63	25.32	89.77	2.92	2.5
220.10	131.70	28.27	0.975	19.9	70.50	355.80	25.38	25.08	89.77	2.89	1.7
230.15	125.33	28.08	0.973	20.34	70.40	353.80	25.20	24.91	89.76	2.88	1.1
240.12	119.55	27.88	0.971	20.8	70.30	351.60	25.02	24.72	89.75	2.86	0.5
265.14	106.85	27.33	0.965	21.78	70.20	344.70	24.48	24.20	89.59	2.85	-1.5

## 14.3.6.3 23 LED负载

输入测量					负载测量			计算			
V <sub>IN</sub> (V <sub>RMS</sub> )	I <sub>IN</sub> (mA <sub>RMS</sub> )	P <sub>IN</sub> (W)	PF	%ATHD	V <sub>OUT</sub> (V <sub>DC</sub> )	I <sub>OUT</sub> (mA <sub>DC</sub> )	P <sub>OUT</sub> (W)	P <sub>CAL</sub> (W)	效率 (%)	损耗 (W)	调整率(%)
180.05	155.98	27.54	0.981	18.62	67.50	360.00	24.64	24.30	89.47	2.90	2.9
200.08	140.13	27.42	0.978	19.39	67.50	359.30	24.56	24.25	89.58	2.86	2.7
220.10	126.68	27.17	0.975	20.2	67.40	356.60	24.35	24.03	89.62	2.82	1.9
230.16	120.66	27.01	0.972	20.55	67.30	354.60	24.19	23.86	89.57	2.82	1.3
240.12	115.14	26.82	0.970	20.94	67.30	352.50	24.02	23.72	89.55	2.80	0.7
265.15	103.02	26.31	0.963	21.85	67.20	345.60	23.51	23.22	89.35	2.80	-1.3



## 14.3.6.4 230 VAC 50 Hz, 25 LED负载谐波数据

F (Hz)	V <sub>IN</sub> (V)	I (mA)	P <sub>IN</sub> (W)	PF	%THD
49.997	230	130.18	29.1900	0.9743	20.09
	n阶	mA含量	基频百分比 (%)	Class C 限值	备注
	1	127.48			
	3	21.91	17.19%	29.2%	通过
	5	10.55	8.28%	10.0%	通过
	7	5.72	4.49%	7.0%	通过
	9	3.72	2.92%	5.0%	通过
	11	2.36	1.85%	3.0%	通过
	13	1.91	1.50%	3.0%	通过
	15	1.36	1.07%	3.0%	通过
	17	1.16	0.91%	3.0%	通过
	19	0.94	0.74%	3.0%	通过
	21	0.93	0.73%	3.0%	通过
	23	0.69	0.54%	3.0%	通过
	25	0.78	0.61%	3.0%	通过
	27	0.6	0.47%	3.0%	通过
	29	0.68	0.53%	3.0%	通过
	31	0.54	0.42%	3.0%	通过
	33	0.6	0.47%	3.0%	通过
	35	0.46	0.36%	3.0%	通过
	37	0.5	0.39%	3.0%	通过
	39	0.38	0.30%	3.0%	通过



## 14.3.6.5 230 VAC 50 Hz, 24 LED负载谐波数据

F (Hz)	V <sub>IN</sub> (V)	I (mA)	P <sub>IN</sub> (W)	PF	%THD
49.998	230	125.23	28.05	0.9733	20.35
	n阶	mA含量	基频百分比 (%)	Class C 限值	备注
	1	122.58			
	3	21.17	17.27%	29.2%	通过
	5	10.33	8.43%	10.0%	通过
	7	5.64	4.60%	7.0%	通过
	9	3.68	3.00%	5.0%	通过
	11	2.33	1.90%	3.0%	通过
	13	1.9	1.55%	3.0%	通过
	15	1.36	1.11%	3.0%	通过
	17	1.29	1.05%	3.0%	通过
	19	1.01	0.82%	3.0%	通过
	21	0.93	0.76%	3.0%	通过
	23	0.68	0.55%	3.0%	通过
	25	0.75	0.61%	3.0%	通过
	27	0.58	0.47%	3.0%	通过
	29	0.68	0.55%	3.0%	通过
	31	0.53	0.43%	3.0%	通过
	33	0.59	0.48%	3.0%	通过
	35	0.46	0.38%	3.0%	通过
	37	0.5	0.41%	3.0%	通过
	39	0.39	0.32%	3.0%	通过



## 14.3.6.6 230 VAC 50 Hz, 23 LED负载谐波数据

F (Hz)	V <sub>IN</sub> (V)	I (mA)	P <sub>IN</sub> (W)	PF	%THD
49.998	230	120.67	27.01	0.9725	20.5
	<b>n阶</b>	<b>mA含量</b>	<b>基频百分比 (%)</b>	<b>Class C 限值</b>	<b>备注</b>
	1	118.09			
	3	20.47	17.33%	29.2%	通过
	5	10.09	8.54%	10.0%	通过
	7	5.54	4.69%	7.0%	通过
	9	3.62	3.07%	5.0%	通过
	11	2.31	1.96%	3.0%	通过
	13	1.88	1.59%	3.0%	通过
	15	1.36	1.15%	3.0%	通过
	17	1.23	1.04%	3.0%	通过
	19	1.04	0.88%	3.0%	通过
	21	0.89	0.75%	3.0%	通过
	23	0.66	0.56%	3.0%	通过
	25	0.74	0.63%	3.0%	通过
	27	0.58	0.49%	3.0%	通过
	29	0.65	0.55%	3.0%	通过
	31	0.51	0.43%	3.0%	通过
	33	0.59	0.50%	3.0%	通过
	35	0.46	0.39%	3.0%	通过
	37	0.5	0.42%	3.0%	通过
	39	0.39	0.33%	3.0%	通过



## 15 采用EFD30电感的设计

### 15.1 EFD30电感规格

#### 15.1.1 电气原理图

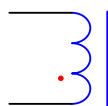


图53 –电感电气原理图

#### 15.1.2 电气规格

变压器漏感	引脚1-2, 所有其他绕组开路, 在66 kHz、0.4 V <sub>RMS</sub> 条件下测得	2300 $\mu$ H $\pm$ 5%
谐振频率	引脚1-2, 所有其他绕组开路	0.7 MHz (最小)

#### 15.1.3 材料

项	说明
[1]	磁芯: PC44 EFD30。
[2]	骨架: EFD30, 水平, 12针
[3]	漆包线: #27 AWG
[4]	胶带: 3M 1298聚酯薄膜, 20 mm宽

#### 15.1.4 电感结构图

AWG #27 1

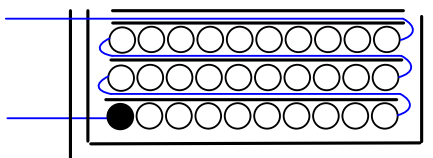


图54 – EFD30电感结构图



## 15.2 EFD30电感设计表格

ACDC_LinkSwitch-PH_011111: 修订版1.2; 版权所有 Power Integrations 2011	输入	信息	输出	单位	LinkSwitch-PH_011111: 反激式变压器设计表格
<b>输入应用变量</b>					
需要调光	无		无		如果需要调光则选择“是”。否则, 选择“否”。
VACMIN	180		180	V	最小AC输入电压
VACMAX			265	V	最大AC输入电压
fL			50	Hz	AC电网频率
VO	72.00			V	LED灯串满载时的典型输出电压
VO_MAX			79.20	V	最大预期LED灯串电压。
VO_MIN			64.80	V	最小预期LED灯串电压。
V_OVP			87.12	V	过压保护设定点
IO	0.35				典型满载LED电流
PO			25.2	W	输出功率
n	0.88		0.88		估计工作效率
VB			20	V	偏置电压
<b>输入LinkSwitch-PH变量</b>					
LinkSwitch-PH	LNK419			宽电压范围	115倍压/230 V
所选器件		LNK419	输出功率	18 W	8 W
电流限流模式	红色		红色		选择“红色”设置为有限电流限制模式, 或选择“完全”设置为完全电流限制模式。
ILIMITMIN			2.35	A	最小电流限制
ILIMITMAX			2.73	A	最大电流限制
fS			66000	Hz	开关频率
fSmin			62000	Hz	最小开关频率
fSmax			70000	Hz	最大开关频率
IV			80.3	uA	V引脚电流
RV			3.909	M-ohm	V引脚电阻上限
RV2			1.402	M-ohm	V引脚电阻下限
IFB	150.00		150.0	uA	FB引脚电流(85 uA < IFB < 210 uA)
RFB1			113.3	k-ohm	FB引脚电阻
VDS			10	V	LinkSwitch-PH导通状态漏-源极电压
VD	0.50			V	输出绕组二极管正向电压降(对肖特基二极管取值0.5 V, 对PN结二极管取值0.8 V)
VDB	0.70			V	偏置绕组二极管正向电压降
<b>关键设计参数</b>					
KP	0.43		0.43		纹波电流与峰值电流的比例(PF > 0.9时, 0.4 < KP < 0.9)
LP			2314	uH	初级电感量
VOR	72.00		72	V	反射输出电压。
预期IO(平均)			0.36	A	预期平均输出电流
KP_VACMAX			0.45		在VACMAX时的预期纹波电流比率
TON_MIN			2.44	us	最高AC输入电压时的最大导通时间
PCLAMP			0.41	W	初级箝位的估计损耗
<b>输入变压器磁芯/结构变量</b>					
磁芯类型	EFD30		EFD30		
骨架		EFD30_BOBBIN		P/N:	CSH-EFD30-1S-10P
AE			0.69	cm^2	磁芯等效截面积
LE			6.8	cm	磁芯等效路径长度
AL			1900	nH/T^2	无气隙磁芯等效电感量
BW			20.1	mm	骨架绕线宽度
M			0	mm	安全挡墙宽度(初级至次级爬电距离的一半)
L			3		初级绕组层数





NS	151		151		次级绕组匝数
<b>DC输入电压参数</b>					
VMIN			255	V	对应于VACMIN的峰值输入电压
VMAX			375	V	对应于VACMAX的峰值输入电压
<b>电流波形参数</b>					
DMAX			0.23		对应于VACMIN峰值的最小占空比
Iavg			0.20	A	平均初级电流
IP			1.27	A	峰值初级电流（在最小输入电压VACMIN下计算）
IRMS			0.39	A	初级RMS电流（在最小输入电压VACMIN下计算）
<b>变压器初级绕组设计参数</b>					
LP			2314	uH	初级电感量
NP			150		初级绕组匝数
NB			43		偏置绕组匝数
ALG			103	nH/T <sup>2</sup>	带气隙磁芯等效电感量
BM			2839	高斯	PO的最大磁通密度, VMIN (BM<3100)
BP			3435	高斯	峰值磁通密度(BP<3700)
BAC			610	高斯	磁芯损耗曲线中的AC磁通密度 (0.5 X 峰值-峰值)
ur			1490		无气隙磁芯的相对磁导率
LG			0.80	mm	气隙长度(Lg > 0.1 mm)
BWE			60.3	mm	等效骨架宽度
OD			0.40	mm	初级绕组最大线径（包括绝缘层）
INS			0.06	mm	估计的总绝缘层厚度 (= 2 * 膜厚度)
DIA			0.34	mm	裸线直径
AWG			28	AWG	初级绕组的导线规格（如果计算出的线径在两种标准线径之间，则使用较小线规的导线）
CM			161	Cmil	以Cmil为单位的裸线等效面积
CMA			411	Cmil/Amp	初级绕组电容量(200 < CMA < 600)
LP_TOL			10		初级电感量容差
<b>变压器次级绕组设计参数（单路输出等效设计）</b>					
<b>汇总参数</b>					
ISP			1.26	A	峰值次级电流
ISRMS			0.66	A	次级RMS电流
IRIPPLE			0.56	A	输出电容RMS纹波电流
CMS			132	Cmil	次级绕组裸线最小Cmil数
AWGS			28	AWG	次级导线规格（舍入到下一个较大的标准AWG值）
DIAS			0.32	mm	次级绕组裸线最小直径
ODS			0.13	mm	三层绝缘线的次级绕组最大外径
<b>电压应力参数</b>					
VDRAIN			529	V	假定LED灯串电压达到最大时的估计最大漏极电压（包括漏感效应）
PIVS			464	V	输出整流管最大反向峰值电压（在VOVP下计算，不包括漏感尖峰）
PIVB			132	V	偏置整流管最大反向峰值电压（在VOVP下计算，不包括漏感尖峰）
<b>微调（输入从原型测得的值）</b>					
<b>V引脚电阻微调</b>					
RV1			3.91	M-ohm	V引脚电阻值上限
RV2			1.40	M-ohm	V引脚电阻值下限
VAC1			115.0	V	测试输入电压条件1
VAC2			230.0	V	测试输入电压条件2
IO_VAC1			0.35	A	在VAC1时测得的输出电流
IO_VAC2			0.35	A	在VAC2时测得的输出电流



RV1 (新)			3.91	M-ohm	新RV1
RV2 (新)			1.40	M-ohm	新RV2
V_OV			318.3	V	触发OV关断的典型AC输入电压
V_UV			70.8	V	超过此值即可使电源启动的典型AC输入电压
<b>FB引脚电阻微调</b>					
RFB1			113	k-ohm	FB引脚电阻值上限
RFB2			1E+012	k-ohm	FB引脚电阻值下限
VB1			17.9	V	测试偏置电压条件1
VB2			22.1	V	测试偏置电压条件2
IO1			0.35	A	在Vb1时测得的输出电流
IO2			0.35	A	在Vb2时测得的输出电流
RFB1 (新)			113.3	k-ohm	新RFB1
RFB2 (新)			1.00E+12	k-ohm	新RFB2



### 15.3 EFD30性能数据

#### 15.3.1 效率

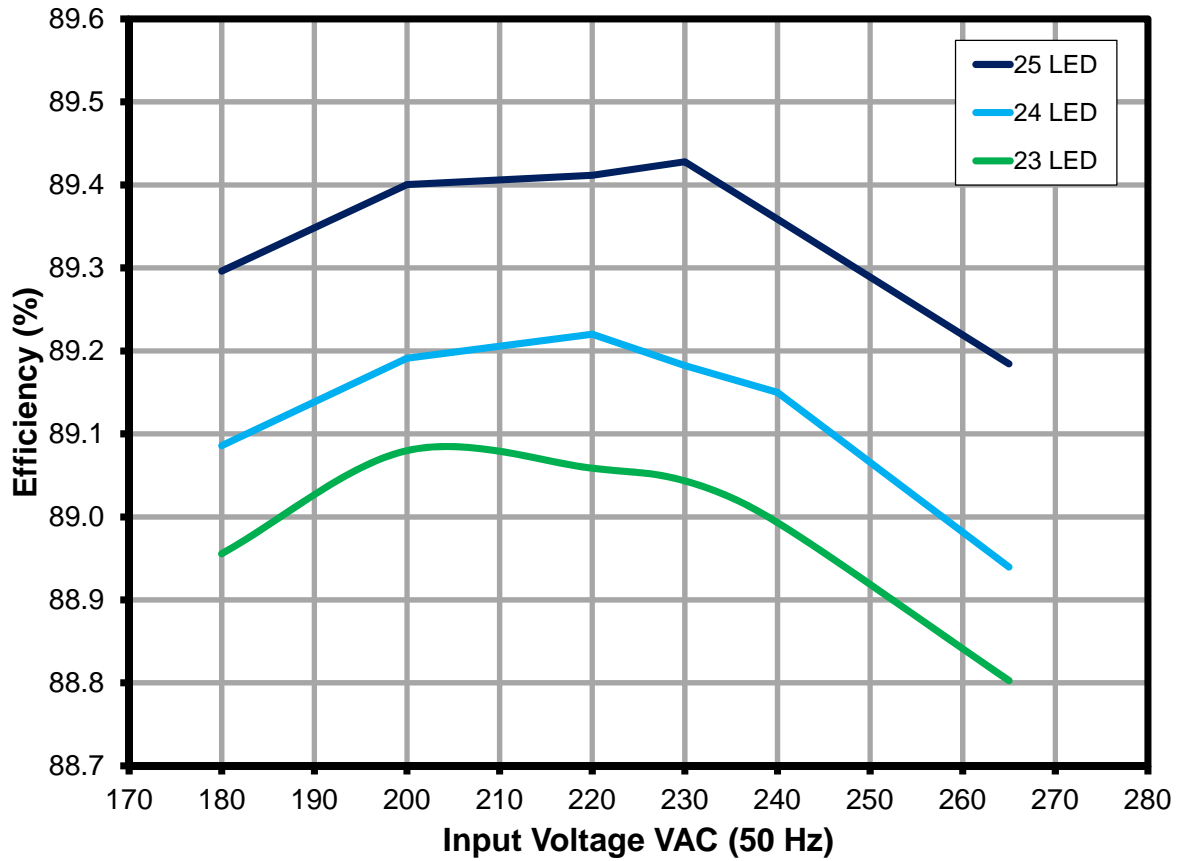


图55 – 效率随输入电压和负载的变化



15.3.2 输入电压调整率和负载调整率

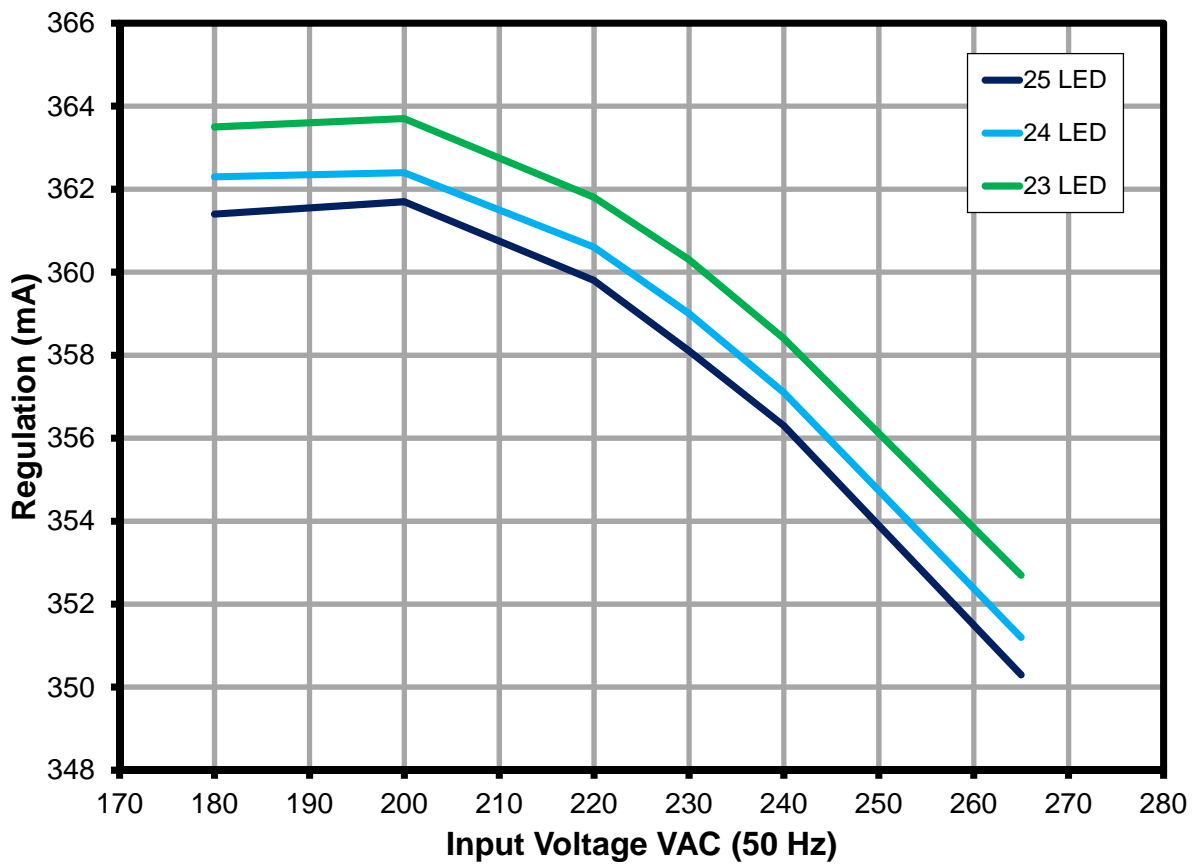


图56 – 调整性能随输入电压和负载的变化



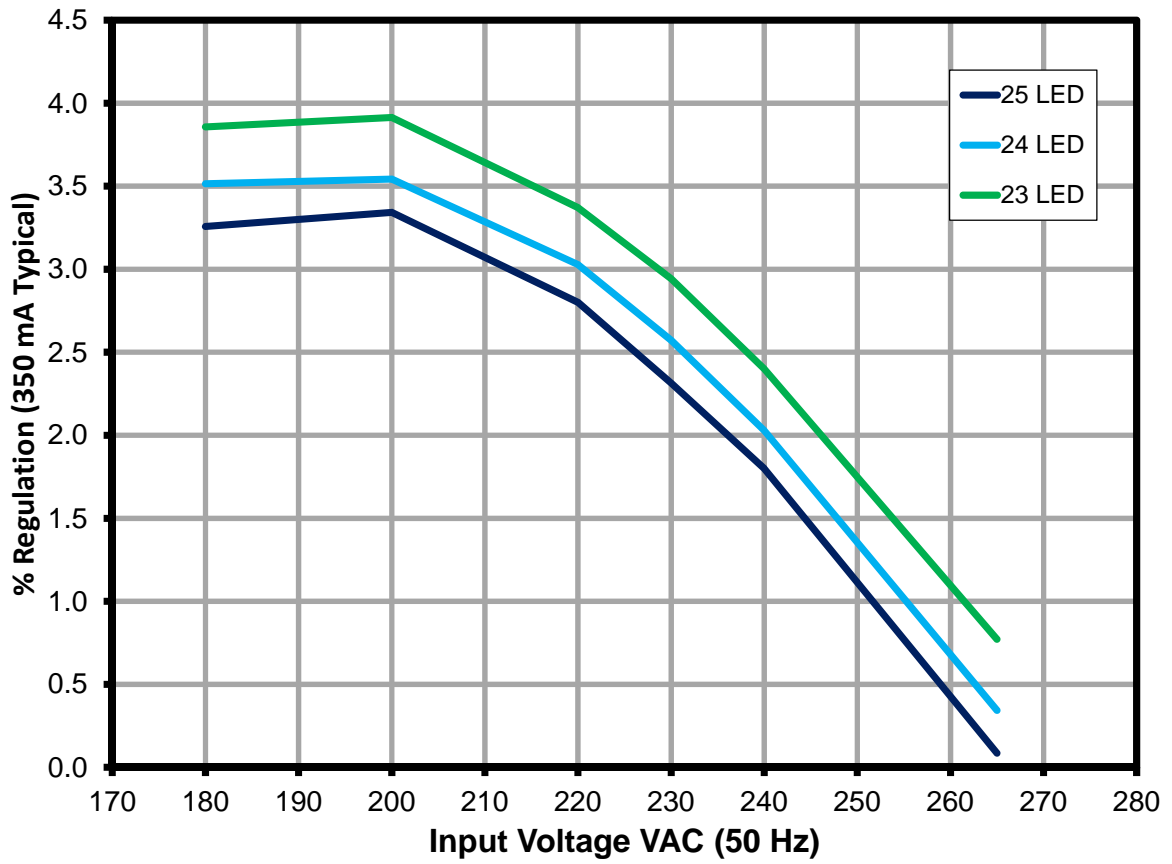


图57 - 调整率(%)随输入电压和负载的变化



15.3.3 功率因数

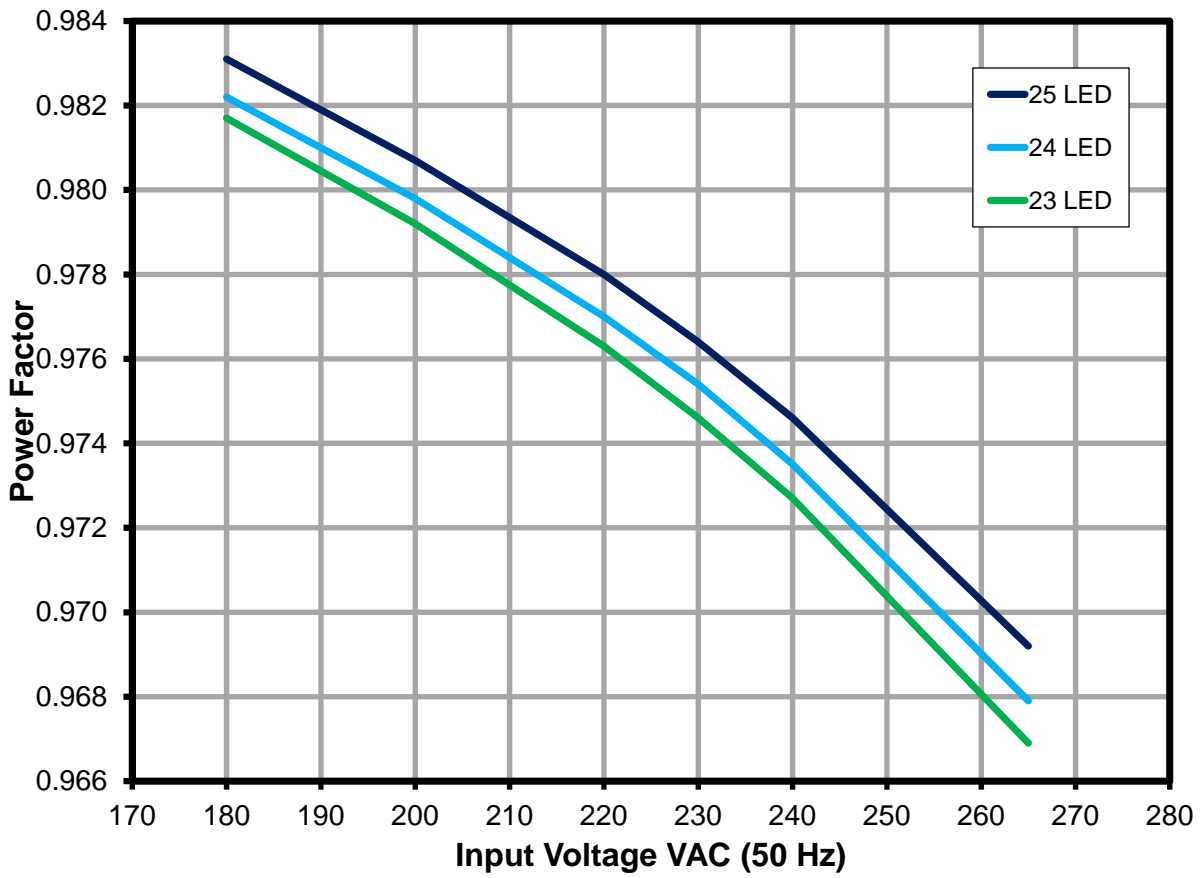


图58 – 功率因数随输入电压和负载的变化



15.3.4 A-THD

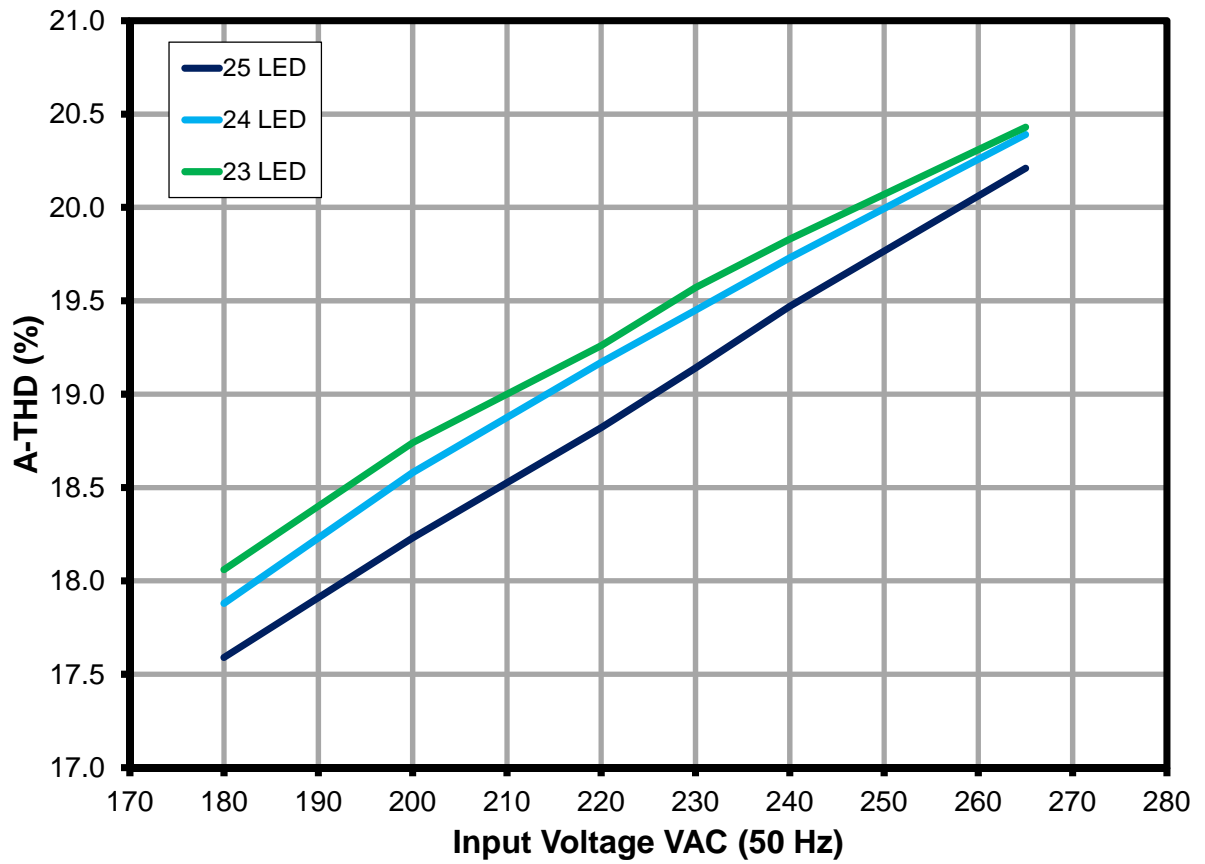


图59 – A-THD随输入电压和负载的变化



15.3.5 谐波

15.3.5.1 25 LED负载

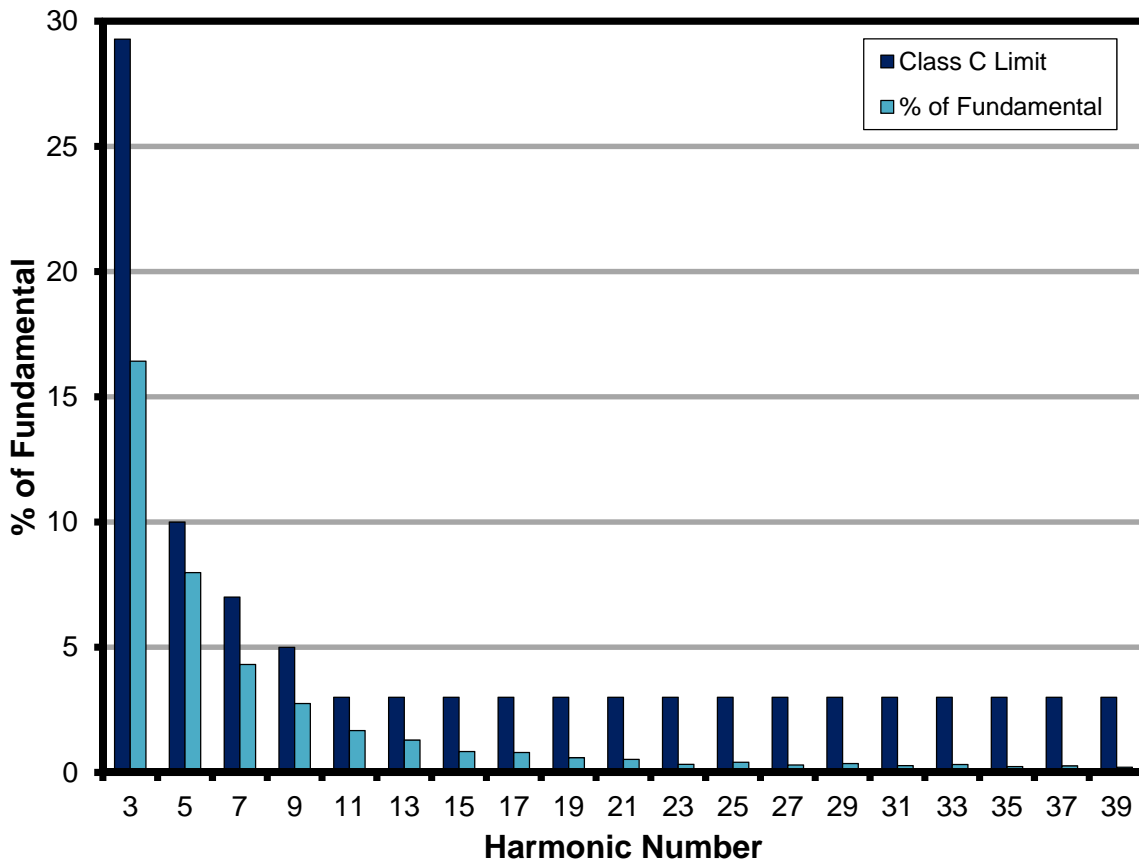


图60 – 在25 LED负载、230 VAC/50 Hz输入条件下测得的谐波数据





15.3.5.2 24 LED负载

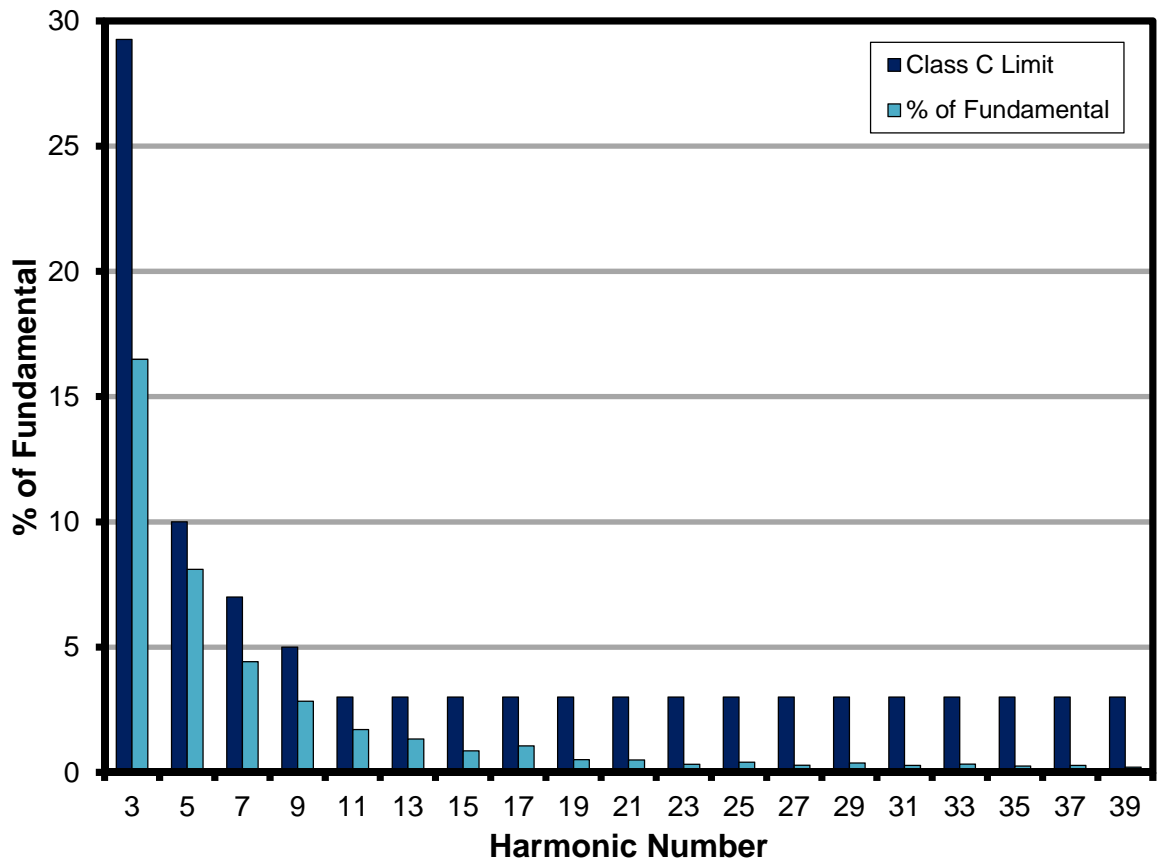


图61 – 在24 LED负载、230 VAC/50 Hz输入条件下测得的谐波数据



15.3.5.3 23 LED负载

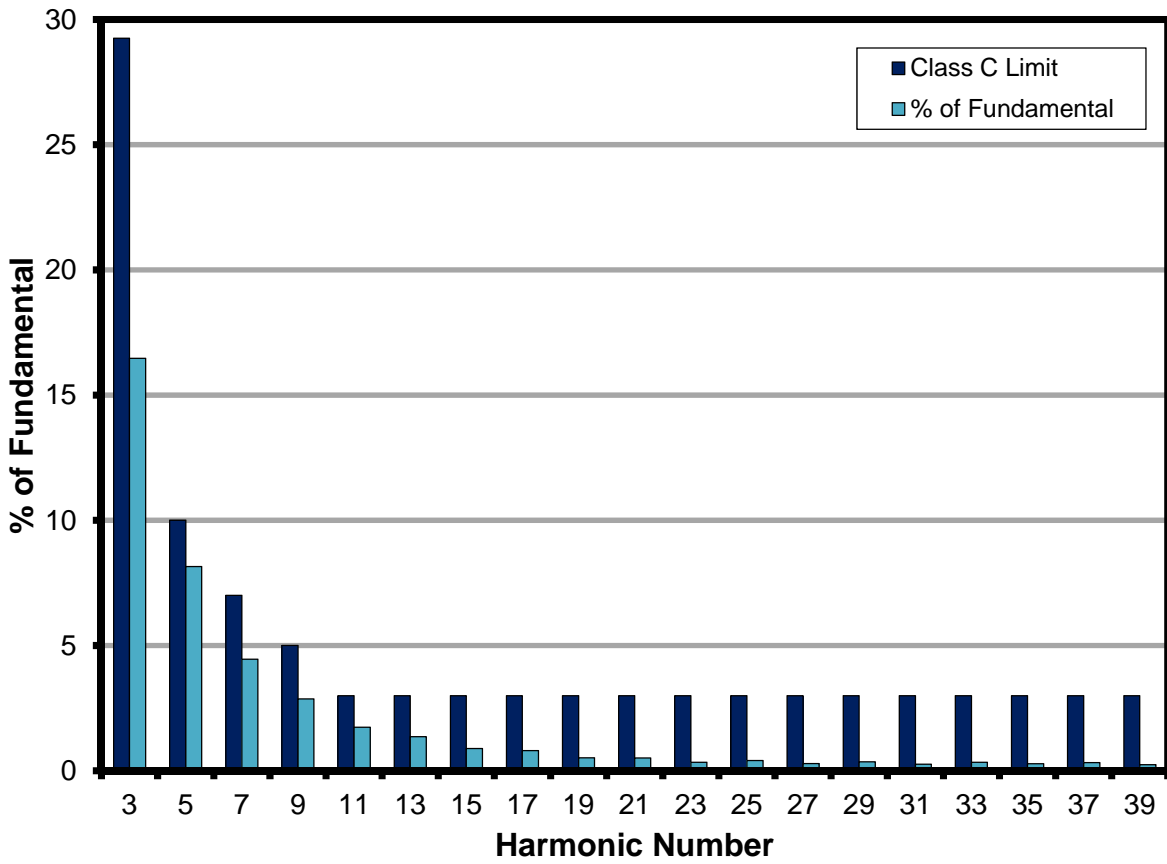


图62 – 在23 LED负载、230 VAC/50 Hz输入条件下测得的谐波数据



## 15.3.6 EFD30测试数据

## 15.3.6.1 25 LED负载

输入测量					负载测量			计算			
V <sub>IN</sub> (V <sub>RMS</sub> )	I <sub>IN</sub> (mA <sub>RMS</sub> )	P <sub>IN</sub> (W)	PF	%ATHD	V <sub>OUT</sub> (V <sub>DC</sub> )	I <sub>OUT</sub> (mA <sub>DC</sub> )	P <sub>OUT</sub> (W)	P <sub>CAL</sub> (W)	效率 (%)	损耗 (W)	调整率(%)
180.01	172.94	30.61	0.983	17.59	74.70	361.40	27.33	27.00	89.30%	3.28	3.3
200.04	155.42	30.49	0.981	18.23	74.50	361.70	27.26	26.95	89.40%	3.23	3.3
220.07	140.46	30.23	0.978	18.82	74.20	359.80	27.03	26.70	89.41%	3.20	2.8
230.13	133.57	30.01	0.976	19.14	74.00	358.10	26.84	26.50	89.43%	3.17	2.3
240.10	127.31	29.79	0.975	19.47	73.80	356.30	26.62	26.29	89.36%	3.17	1.8
265.13	113.84	29.25	0.969	20.21	73.60	350.30	26.09	25.78	89.18%	3.16	0.1

## 15.3.6.2 24 LED负载

输入测量					负载测量			计算			
V <sub>IN</sub> (V <sub>RMS</sub> )	I <sub>IN</sub> (mA <sub>RMS</sub> )	P <sub>IN</sub> (W)	PF	%ATHD	V <sub>OUT</sub> (V <sub>DC</sub> )	I <sub>OUT</sub> (mA <sub>DC</sub> )	P <sub>OUT</sub> (W)	P <sub>CAL</sub> (W)	效率 (%)	损耗 (W)	调整率(%)
180.04	164.66	29.12	0.982	17.88	70.70	362.30	25.94	25.61	89.09	3.18	3.5
200.07	148.19	29.05	0.980	18.58	70.60	362.40	25.91	25.59	89.19	3.14	3.5
220.09	134.16	28.85	0.977	19.17	70.50	360.60	25.74	25.42	89.22	3.11	3.0
230.15	127.82	28.69	0.975	19.45	70.40	359.00	25.59	25.27	89.18	3.10	2.6
240.11	122.03	28.53	0.974	19.73	70.30	357.10	25.43	25.10	89.15	3.10	2.0
265.14	109.35	28.06	0.968	20.39	70.20	351.20	24.96	24.65	88.94	3.10	0.3

## 15.3.6.3 23 LED负载

输入测量					负载测量			计算			
V <sub>IN</sub> (V <sub>RMS</sub> )	I <sub>IN</sub> (mA <sub>RMS</sub> )	P <sub>IN</sub> (W)	PF	%ATHD	V <sub>OUT</sub> (V <sub>DC</sub> )	I <sub>OUT</sub> (mA <sub>DC</sub> )	P <sub>OUT</sub> (W)	P <sub>CAL</sub> (W)	效率 (%)	损耗 (W)	调整率(%)
180.04	158.24	27.97	0.982	18.06	67.50	363.50	24.88	24.54	88.96	3.09	3.9
200.07	142.56	27.93	0.979	18.74	67.50	363.70	24.88	24.55	89.08	3.05	3.9
220.09	129.17	27.76	0.976	19.26	67.40	361.80	24.72	24.39	89.06	3.04	3.4
230.15	123.16	27.63	0.975	19.57	67.40	360.30	24.60	24.28	89.04	3.03	2.9
240.12	117.63	27.47	0.973	19.83	67.30	358.40	24.45	24.12	88.99	3.02	2.4
265.14	105.56	27.06	0.967	20.43	67.30	352.70	24.03	23.74	88.80	3.03	0.8



## 15.3.6.4 230 VAC 50 Hz, 25 LED负载谐波数据

F (Hz)	V <sub>IN</sub> (V)	I (mA)	P (W)	PF	%THD
49.996	230	132.88	29.8500	0.9762	19.21
	n阶	mA含量	基频百分比 (%)	Class C 限值	备注
	1	130.38			
	3	21.41	16.42%	29.3%	通过
	5	10.41	7.98%	10.0%	通过
	7	5.62	4.31%	7.0%	通过
	9	3.59	2.75%	5.0%	通过
	11	2.18	1.67%	3.0%	通过
	13	1.68	1.29%	3.0%	通过
	15	1.09	0.84%	3.0%	通过
	17	1.04	0.80%	3.0%	通过
	19	0.77	0.59%	3.0%	通过
	21	0.68	0.52%	3.0%	通过
	23	0.42	0.32%	3.0%	通过
	25	0.53	0.41%	3.0%	通过
	27	0.39	0.30%	3.0%	通过
	29	0.47	0.36%	3.0%	通过
	31	0.35	0.27%	3.0%	通过
	33	0.41	0.31%	3.0%	通过
	35	0.31	0.24%	3.0%	通过
	37	0.34	0.26%	3.0%	通过
	39	0.28	0.21%	3.0%	通过



## 15.3.6.5 230 VAC 50 Hz, 24 LED负载谐波数据

F (Hz)	V <sub>IN</sub> (V)	I (mA)	P (W)	PF	%THD
49.998	230.13	127.67	28.66	0.9754	19.4
	n阶	mA含量	基频百分比 (%)	Class C 限值	备注
	1	125.22			
	3	20.65	16.49%	29.3%	通过
	5	10.15	8.11%	10.0%	通过
	7	5.53	4.42%	7.0%	通过
	9	3.56	2.84%	5.0%	通过
	11	2.14	1.71%	3.0%	通过
	13	1.67	1.33%	3.0%	通过
	15	1.07	0.85%	3.0%	通过
	17	1.32	1.05%	3.0%	通过
	19	0.63	0.50%	3.0%	通过
	21	0.61	0.49%	3.0%	通过
	23	0.4	0.32%	3.0%	通过
	25	0.51	0.41%	3.0%	通过
	27	0.36	0.29%	3.0%	通过
	29	0.46	0.37%	3.0%	通过
	31	0.34	0.27%	3.0%	通过
	33	0.41	0.33%	3.0%	通过
	35	0.31	0.25%	3.0%	通过
	37	0.34	0.27%	3.0%	通过
	39	0.26	0.21%	3.0%	通过



## 15.3.6.6 230 VAC 50 Hz, 24 LED负载谐波数据

F (Hz)	V <sub>IN</sub> (V)	I (mA)	P (W)	PF	%THD
49.998	230.13	123.71	27.76	0.9749	19.34
	n阶	mA含量	基频百分比 (%)	Class C 限值	备注
	1	121.3			
	3	19.98	16.47%	29.2%	通过
	5	9.89	8.15%	10.0%	通过
	7	5.4	4.45%	7.0%	通过
	9	3.48	2.87%	5.0%	通过
	11	2.11	1.74%	3.0%	通过
	13	1.65	1.36%	3.0%	通过
	15	1.08	0.89%	3.0%	通过
	17	0.97	0.80%	3.0%	通过
	19	0.63	0.52%	3.0%	通过
	21	0.62	0.51%	3.0%	通过
	23	0.41	0.34%	3.0%	通过
	25	0.49	0.40%	3.0%	通过
	27	0.35	0.29%	3.0%	通过
	29	0.43	0.35%	3.0%	通过
	31	0.32	0.26%	3.0%	通过
	33	0.41	0.34%	3.0%	通过
	35	0.34	0.28%	3.0%	通过
	37	0.39	0.32%	3.0%	通过
	39	0.3	0.25%	3.0%	通过



**16 版本历史**

日期	作者	修订版本	说明与变更	审核人
2011年7月19日	CA	1.0	第一版	ME



**有关最新产品信息，请访问：[www.powerint.com](http://www.powerint.com)**

Power Integrations reserves the right to make changes to its products at any time to improve reliability or manufacturability. Power Integrations does not assume any liability arising from the use of any device or circuit described herein. POWER INTEGRATIONS MAKES NO WARRANTY HEREIN AND SPECIFICALLY DISCLAIMS ALL WARRANTIES INCLUDING, WITHOUT LIMITATION, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE, AND NON-INFRINGEMENT OF THIRD PARTY RIGHTS.

**PATENT INFORMATION**

The products and applications illustrated herein (including transformer construction and circuits' external to the products) may be covered by one or more U.S. and foreign patents, or potentially by pending U.S. and foreign patent applications assigned to Power Integrations. A complete list of Power Integrations' patents may be found at [www.powerint.com](http://www.powerint.com). Power Integrations grants its customers a license under certain patent rights as set forth at <http://www.powerint.com/ip.htm>.

The PI logo, TOPSwitch, TinySwitch, LinkSwitch, DPA-Switch, PeakSwitch, CAPZero, SENZero, LinkZero, HiperPFS, HiperTFS, HiperLCS, Qspeed, EcoSmart, Clampless, E-Shield, Filterfuse, StakFET, PI Expert and PI FACTS are trademarks of Power Integrations, Inc. Other trademarks are property of their respective companies. ©Copyright 2011 Power Integrations, Inc.

**Power Integrations全球销售支持网络****全球总部**

5245 Hellyer Avenue  
San Jose, CA 95138, USA.  
Main: +1-408-414-9200  
Customer Service:  
Phone: +1-408-414-9665  
Fax: +1-408-414-9765  
e-mail:  
[usasales@powerint.com](mailto:usasales@powerint.com)

**中国（上海）**

Rm 1601 /1610, Tower 1  
Kerry Everbright City  
No. 218 Tianmu Road West  
Shanghai, P.R.C. 200070  
Phone: +86-21-6354-6323  
Fax: +86-21-6354-6325  
e-mail:  
[chinasales@powerint.com](mailto:chinasales@powerint.com)

**中国（深圳）**

3<sup>rd</sup> Floor, Block A  
Zhongtuo International Business  
Center  
No 1061 xiang Mei Road  
Shenzhen, Guangdong,  
P.R.C, 518041  
Phone: +86-755-8379-3243  
Fax: +86-755-8379-5828  
e-mail:  
[chinasales@powerint.com](mailto:chinasales@powerint.com)

**德国**

Rüeckertstrasse 3  
D-80336, Munich  
Germany  
Phone: +49-89-5527-3910  
Fax: +49-89-5527-3920  
e-mail:  
[eurossales@powerint.com](mailto:eurossales@powerint.com)

**印度**

#1, 14<sup>th</sup> Main Road  
Vasanthanagar  
Bangalore-560052  
India  
Phone: +91-80-4113-8020  
Fax: +91-80-4113-8023  
e-mail:  
[indiasales@powerint.com](mailto:indiasales@powerint.com)

**意大利**

Via De Amicis 2  
20091 Bresso MI  
Italy  
Phone: +39-028-928-6000  
Fax: +39-028-928-6009  
e-mail:  
[eurossales@powerint.com](mailto:eurossales@powerint.com)

**日本**

Kosei Dai-3 Building  
2-12-11, Shin-Yokohama,  
Kohoku-ku, Yokohama-shi  
Kanagwan 222-0033  
Japan  
Phone: +81-45-471-1021  
Fax: +81-45-471-3717  
e-mail:  
[japansales@powerint.com](mailto:japansales@powerint.com)

**韩国**

RM 602, 6FL  
Korea City Air Terminal B/D, 159-6  
Samsung-Dong, Kangnam-Gu,  
Seoul, 135-728  
Korea  
Phone: +82-2-2016-6610  
Fax: +82-2-2016-6630  
e-mail:  
[koreasales@powerint.com](mailto:koreasales@powerint.com)

**新加坡**

51 Newton Road,  
#19-01/05 Goldhill Plaza  
Singapore, 308900  
Phone: +65-6358-2160  
Fax: +65-6358-2015  
e-mail:  
[singaporesales@powerint.com](mailto:singaporesales@powerint.com)

**台湾**

5F, No. 318, Nei Hu Rd., Sec. 1  
Nei Hu District.  
Taipei 114, Taiwan, R.O.C.  
Phone: +886-2-2659-4570  
Fax: +886-2-2659-4550  
e-mail:  
[taiwansales@powerint.com](mailto:taiwansales@powerint.com)

**欧洲总部**

1 st Floor, St. James's House  
East Street, Farnham  
Surrey GU9 7TJ  
United Kingdom  
Phone: +44 (0) 1252-730-141  
Fax: +44 (0) 1252-727-689  
e-mail:  
[eurossales@powerint.com](mailto:eurossales@powerint.com)

**技术支持热线**

World Wide +1-408-414-9660

**技术支持传真**

World Wide +1-408-414-9760



**Power Integrations**

电话: +1 408 414 9200 传真: +1 408 414 9201  
[www.powerint.com](http://www.powerint.com)