LHD 系列 DC/DC 变换器

（28V 输入电压 20W 输出系列）

1 产品概述

LHD 系列 DC/DC 变换器采用单端正激拓扑结构和磁隔离反馈，输出电压误差信号通过磁隔离反馈调制脉宽稳定输出电压，提高电路的稳定性和动态响应特性，实现输入级与输出级之间的电气隔离；直接从输出级采样电流信号实现精确限流与短路保护。

该系列电路采用厚膜工艺组装，全密封金属外壳封装，在全温度范围内，输入电压范围 16V～40V，最大额定输出功率 20W，输出电压包括 5V、12V、15V、±5V、±12V、±15V，兼容 Interpoint 公司 MHD 系列产品。产品执行 GJB 2438A-2002《混合集成电路通用规范》，质量等级最高为国军标 H 级，可应用于航空、航天等高可靠、高性能军用电子系统。

53.98mm×28.58mm×10.16mm（无法兰盘）（详见图 34），最大重量 55g

73.76mm×28.58mm×10.16mm（有法兰盘）（详见图 34），最大重量 58g

该系列 DC/DC 变换器产品包括 6 个品种，见表 1。

表 1　系列产品型号列表

产品名称	输入电压范围	额定输出电流	额定输出功率	额定输出电压
LHD2805S（F）	16V～40V	3A	15W	5V
LHD2812S（F）	16V～40V	1.67A	20W	12V
LHD2815S（F）	16V～40V	1.33A	20W	15V
LHD2805D（F）	16V～40V	1.5A/1.5A	15W	±5V
LHD2812D（F）	16V～40V	0.625A/0.625A	15W	±12V
LHD2815D（F）	16V～40V	0.5A/0.5A	15W	±15V

2 产品特点

- 输入电压范围：16V～40V，标称值 28V
- 拓扑结构：单端正激结构
- 隔离方式：磁隔离反馈
- 模块内部输入地端与外壳之间电容、输出地端与外壳之间电容：无电容
- 具有禁止功能、同步功能、短路及可恢复保护功能
- 开关频率：600kHz

- 功率密度：21W/in^3（20W 输出），16W/in^3（15W 输出）
- 工作温度范围（Tc）：-55℃～125℃
- 金属全密封气密性封装外壳

3 使用条件

表 2　绝对最大额定条件与推荐工作条件

绝对 最大 额定值 [注 1]	输入电压：14V～50V 输出功率： LHD2805S(F)：15W LHD2812S(F)：20W LHD2815S(F)：20W LHD2805D(F)：15W LHD2812D(F)：15W LHD2815D(F)：15W 外壳工作温度（T_c）：－55℃～+125℃ 贮存温度：－65℃～+150℃ 引线焊接温度：+250℃（10s）	推荐 工作 条件 [注 2]	输入电压：16V～40V 输出功率： LHD2805S(F)：1.5 W～15W LHD2812S(F)：1.5 W～20W LHD2815S(F)：1.5 W～20W LHD2805D(F)：1.5 W～15W LHD2812D(F)：1.5 W～15W LHD2815D(F)：1.5 W～15W 外壳工作温度（T_c）： H 级：－55℃～+125℃ 七专：－45℃～+85℃

注 1：不能同时对器件施加两个或两个以上的绝对最大额定值。

注 2：使用时输出功率应考虑降额设计。

4 系列产品电特性指标

表 3　LHD 系列单路输出产品电特性（H 级）

除另有规定外，-55℃≤T_C≤+125℃，V_I=28V±0.2V，外同步接输入地，C_L=0

特　性	符号	条　　件	A 组分组①	LHD2805S(F)		LHD2812S(F)		LHD2815S(F)	
				最小	最大	最小	最大	最小	最大
输出电压 （V）	V_O	V_I：16V～40V	1	4.95	5.05	11.88	12.12	14.85	15.15
			2,3	4.85	5.15	11.64	12.36	14.55	15.45
输出电流 (A)	I_O	V_I：16V～40V	1,2,3	-	3	-	1.67	-	1.33
电压调整度 (mV)	S_V	V_I：16V～40V	1,2,3	-	50	-	50	-	50
电流调整度 (mV)	S_I	空载～满载	1,2,3	-	50	-	50	-	50
输出纹波电压 (峰-峰值 mV)	V_R	10kHz～2MHz	1	-	50	-	40	-	40
			2,3	-	90	-	90	-	90
输入电流 (mA)	I_I	禁止电流	1,2,3	-	8	-	8	-	8
		空载电流	1,2,3	-	75	-	75	-	75
效率(%)	η	输出满载	1	76	-	80	-	81	-
			2,3	73	-	76	-	76	-
输入纹波电流(mA)	I_R	10kHz～10MHz	1,2,3	-	50	-	50	-	50
短路功耗 (W)	P_D	短路	1,2,3	-	10	-	10	-	10
负载瞬变时输出电压变化②④(峰值 mV)	V_{LT}	50%负载→满载 满载→50%负载	4,5,6	-300	300	-400	400	-500	500
负载瞬变时输出电压恢复时间②③④(μS)	t_{LT}		1,2,3	-	200	-	200	-	200
输入电压瞬变时输出电压变化②⑤(峰值 mV)	V_{VT}	V_I：16V→40V 40V→16V	4,5,6	-300	300	-500	500	-600	600
输入电压瞬变时输出电压恢复时间②④⑤(μS)	t_{VT}		4,5,6	-	300	-	300	-	300
启动过冲②(峰值 mV)	V_{TO}	V_I：0→28V	4,5,6	-	50	-	120	-	150
启动延迟② (ms)	t_d		4,5,6	-	5	-	5	-	5
负载故障恢复时间②④ (ms)	t_{LF}	从短路到满载	4,5,6	-	5	-	5	-	5
开关频率（kHz）	f_s	满载	4,5,6	550	650	550	650	550	650
外同步频率(kHz)	f_{SYNC}	同步输入端接 TTL 电平，占空比 40%～60%	4,5,6	500	675	500	675	500	675
容性负载②(μF)	C_L	不影响直流参数	4	-	10000	-	3000	-	3000
绝缘电阻 (MΩ)	R_I	在输入、输出之间和任一引出端(除接壳端)与外壳之间加 500V_{DC}	1	100	-	100	-	100	-

① A分组1,4：Tc=25℃；A分组2,5：Tc=125℃；A分组3,6：Tc=-55℃；

② 该参数由设计保证,仅在首次质量一致性检验及设计或工艺更改时测试；

③ 负载的跃变时间应大于10μs；

④ 恢复时间是指从跃变开始直到输出电压回到相应稳定值的±1%范围内的时间；

⑤ 输入电压的跃变时间应大于 10μs。

表 4　LHD 系列双路输出产品电特性（H 级）

除另有规定外，-55℃≤Tc≤125℃，V_I＝28V±0.2V，满载，C_{L1}=C_{L2}=0

电 特 性	符号	条件		A 组分组①	LHD2805D(F)		LHD2812D(F)		LHD2815D(F)	
					最小	最大	最小	最大	最小	最大
输出电压(V)	V_{O1}	满载	$+V_O$	1	4.950	5.050	11.88	12.12	14.85	15.15
				2,3	4.850	5.150	11.64	12.36	14.55	15.45
	V_{O2}		$-V_O$	1	-5.075	-4.925	-12.18	-11.82	-15.23	-14.77
				2,3	-5.175	-4.825	-12.42	-11.58	-15.53	-14.47
输出电流(A)	I_{O1}/I_{O2}	V_I=16V～40V	I_{O1}/I_{O2}	1,2,3	-	1.5	-	0.625	-	0.5
电压调整率(mV)	S_{V1}	V_I=16V～40V，平衡负载	$+V_O$	1,2,3	-	50	-	50	-	50
	S_{V2}		$-V_O$	1,2,3	-	100	-	150	-	180
电流调整率(mV)	S_{I1}	平衡负载 空载～满载	$+V_O$	1,2,3	-	50	-	50	-	50
	S_{I2}		$-V_O$	1,2,3	-	100	-	150	-	150
交叉调整率(%)	S_C	一路满载到 20%载，另一路满载		1	-	6	-	6	-	6
输出纹波电压(峰-峰值)(mV)	V_{R1}/V_{R2}	满载 BW=10kHz～2MHz		1	-	50	-	80	-	80
				2,3	-	80	-	120	-	120
输入电流(mA)	I_I	禁止端连到输入地		1,2,3	-	8	-	8	-	8
		空载，禁止端开路		1,2,3	-	75	-	75	-	75
效率(%)	η	满载		1	76	-	79	-	80	-
				2,3	70	-	76	-	76	-
输入纹波电流(峰-峰值)(mA)	I_R	BW=10kHz～10MHz，满载		1,2,3	-	50	-	50	-	50

续表 4　LHD 系列双路输出产品电特性（H 级）

电 特 性	符号	条件	A 组分组①	LHD2805D(F)		LHD2812D(F)		LHD2815D(F)	
				最小	最大	最小	最大	最小	最大
短路功耗(W)	P_D	输出短路	1,2,3	-	10	-	10	-	10
负载瞬变时输出电压变化(峰值)②③(mV)	V_{LT1} /V_{LT2}	半载→满载，满载→半载 每路输出带平衡负载	4,5,6	-300	300	-300	300	-400	400
负载瞬变时输出电压恢复时间②③④(μs)	t_{LT1}/ t_{LT1}		4,5,6	-	200	-	200	-	200
输入电压瞬变时输出电压变化(峰值)②⑤(mV)	V_{VT1}/V_{VT2}	V_I:16V→40V，40V→16V 满载	4,5,6	-400	400	-400	400	-500	500
输入电压瞬变时输出电压恢复时间②④⑤(μs)	t_{VT1}/ t_{VT2}		4,5,6	-	300	-	300	-	300
启动过冲(峰值)②(mV)	V_{TO1}/V_{TO2}	V_I:0→28V 满载	4,5,6	-50	50	-120	120	-150	150
启动延迟②(ms)	t_{d1} / t_{d2}		4,5,6	-	5	-	5	-	5
负载故障恢复时间②④(ms)	t_{LF1}/ t_{LF1}	I_{O1}=I_{O2} 从短路到满载	4,5,6	-	5	-	5	-	5
开关频率(kHz)	f_s	满载	4,5,6	550	650	550	650	550	650
外同步频率范围②(kHz)	f_{SYNC}	满载，9 脚接 TTL 电平（V_{IH} ≥ 4.5V，V_{IL} ≤ 0.8V），占空比 40%～60%	4,5,6	500	675	500	675	500	675
容性负载②(μF)	C_{L1}/C_{L2}	不影响直流参数	4	-	500	-	500	-	500
绝缘电阻(MΩ)	R_I	输入、输出之间及任一引出端(除接壳端)与外壳间加 500 V_{DC}	1	100	-	100	-	100	-

① A分组1,4：Tc=25℃；A分组2,5：Tc=125℃；A分组3,6：Tc=-55℃；

② 由设计保证,仅在首次质量一致性检验及设计或工艺更改时测试；

③ 负载的跃变时间应大于10μs；

④ 恢复时间是指从跃变开始直到输出电压回到相应稳定值的±1%范围内的时间；

⑤ 输入电压的跃变时间应大于 10μs。

表 5　LHD 系列单路输出产品电特性（七专）

除另有规定外，-45℃≤Tc≤85℃，V_I＝28V±0.2V，满载，C_L= 0

特　性	符号	条　　件	A 组分组①	LHD2805S(F)		LHD2812S(F)		LHD2815S(F)	
				最小	最大	最小	最大	最小	最大
输出电压（V）	V_o	V_I=16V～40V	1	4.95	5.05	11.88	12.12	14.85	15.15
			2，3	4.85	5.15	11.64	12.36	14.55	15.45
输出电流(A)	I_o	V_I=16V～40V	1,2,3	–	3.00	–	1.67	–	1.33
输出纹波电压（峰-峰值 mV）	V_{RIP}	BW=10kHz～2MHz	1	–	50	–	40	–	50
			2,3	–	90	–	90	–	90
电压调整度(mV)	S_V	V_I=16V→40V	1,2,3	–	50	–	50	–	50
电流调整度(mV)	S_I	空载～满载	1,2,3	–	50	–	50	–	50
输入电流(mA)	I_I	空载，禁止端连到输入地端	1,2,3	–	8	–	8	–	8
		空载，禁止端开路	1,2,3	–	75	–	75	–	75
输入纹波电流（峰-峰值 mA）	I_{RIP}	BW=10kHz～10MHz	1,2,3	–	50	–	50	–	50
效率(%)	η		1	76	–	80	–	81	–
			2,3	73	–	76	–	76	–
短路功耗(W)	P_D	短路	1,2,3	–	10	–	10	–	10
开关频率(kHz)	f_s		4,5,6	550	650	550	650	550	650
启动延迟② (ms)	t_d	V_I：0→28V	4,5,6	–	5	–	5	–	5
绝缘电阻(MΩ)	R_I	输入、输出之间及任一引出端（除接壳端）与外壳间加 500V 直流电压	1	100	–	100	–	100	–

① A分组1,4：Tc=25℃；A分组2,5：Tc=85℃；A分组3,6：Tc=-45℃；

② 启动延迟时间既可以从电源的跃变开始计算，也可以从接地的禁止端断开时计算。

表 6　LHD 系列双路输出产品电特性（七专）

除另有规定外，-45℃≤Tc≤85℃，V_I＝28V±0.2V，满载，C_{L1}=C_{L2}=0

电 特 性	符号	条件		A 组分组①	LHD2805D(F)		LHD2812D(F)		LHD2815D(F)	
					最小	最大	最小	最大	最小	最大
输出电压(V)	V_{O1}	满载	$+V_O$	1	4.950	5.050	11.88	12.12	14.85	15.15
				2,3	4.850	5.150	11.64	12.36	14.55	15.45
	V_{O2}		$-V_O$	1	-5.075	-4.925	-12.18	-11.82	-15.23	-14.77
				2,3	-5.175	-4.825	-12.42	-11.58	-15.53	-14.47
输出电流(A)	I_{O1}/I_{O2}	V_I=16V～40V	I_{O1}/I_{O2}	1,2,3	-	1.5	-	0.625	-	0.5
电压调整率(mV)	S_{V1}	V_I=16V～40V，平衡负载	$+V_O$	1,2,3	-	50	-	50	-	50
	S_{V2}		$-V_O$	1,2,3	-	50	-	50	-	50
电流调整率(mV)	S_{I1}	平衡负载	$+V_O$	1,2,3	-	50	-	50	-	50
	S_{I2}	空载～满载	$-V_O$	1,2,3	-	50	-	50	-	50
交叉调整率(%)	S_C	一路 50%负载，另一路 10%负载到 50%负载变化		1	-	6	-	6	-	6
输出纹波电压(峰-峰值)(mV)	V_{R1}/V_{R2}	满载 BW=10kHz～2MHz		1	-	50	-	80	-	80
				2,3	-	80	-	120	-	120
输入电流(mA)	I_I	禁止端连到输入地		1,2,3	-	8	-	8	-	8
		空载，禁止端开路		1,2,3	-	75	-	75	-	75
效率(%)	η	满载		1	76	-	79	-	80	-
				2,3	70	-	76	-	76	-
输入纹波电流(峰-峰值)(mA)	I_R	BW=10kHz～10MHz，满载		1,2,3	-	50	-	50	-	50
短路功耗(W)	P_D	输出短路		1,2,3	-	10	-	10	-	10
启动延迟②(ms)	t_{d1} / t_{d2}	输入电压 V_I：0→28V`		4,5,6	-	5	-	5	-	5
开关频率(kHz)	f_s	满载		4,5,6	550	650	550	650	550	650
绝缘电阻(MΩ)	R_I	输入、输出之间及任一引出端(除接壳端)与外壳间加 500 V_{DC}		1	100	-	100	-	100	-

① A分组1,4：Tc=25℃；A分组2,5：Tc=85℃；A分组3,6：Tc=-45℃；

② 启动延迟时间既可以从电源的跃变开始计算，也可以从接地的禁止端断开时计算。

5 电原理框图

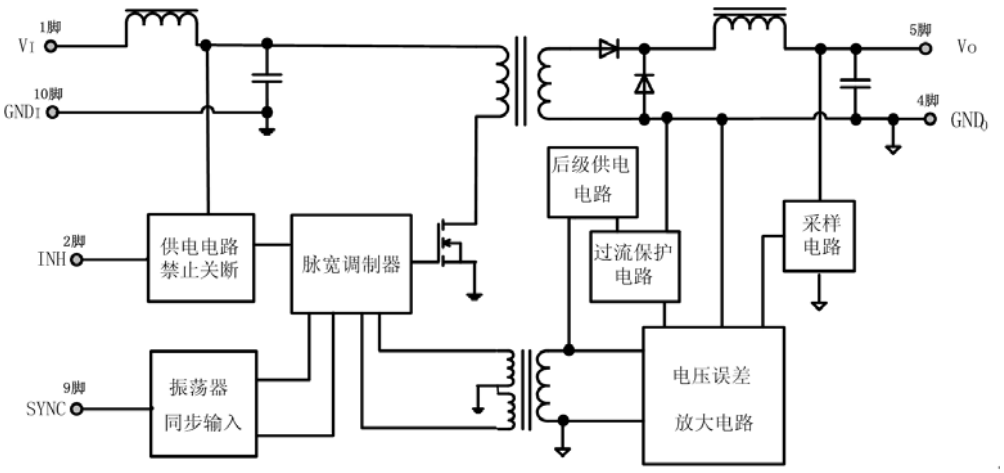


图 1（a）　电原理框图（单路输出）

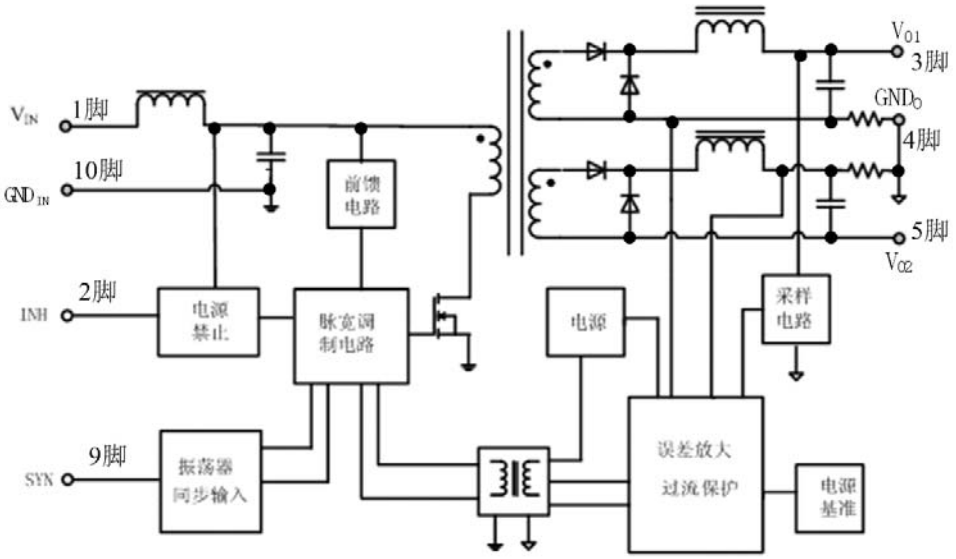


图 1（b）　电原理框图（双路输出）

6 引出端说明

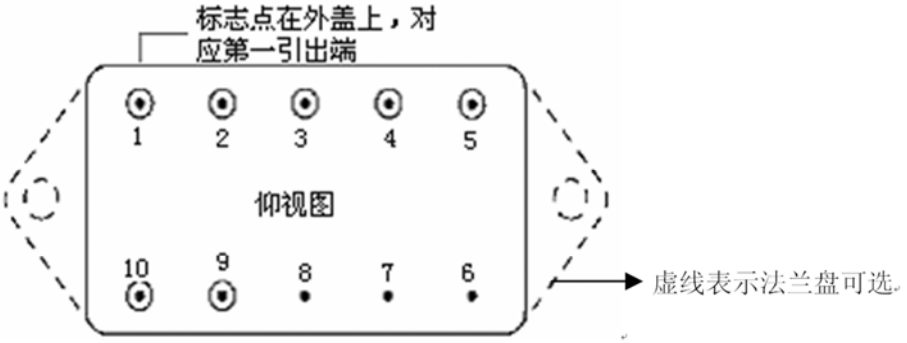
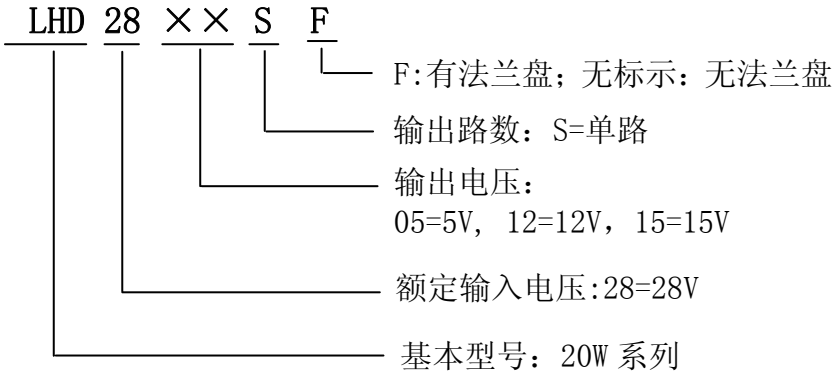


图 2　引出端排列图（详细外形尺寸见图 34）

表 7　引出端排列

引出端序号	单路		双路	
	符号	功能	符号	功能
1	V_{IN}	输入正端	V_{IN}	输入正端
2	INH	禁止端	INH	禁止端
3	NC	空端	V_{01}	输出正端
4	GND_0	输出地	GND_0	输出地
5	V_0	输出正端	V_{02}	输出负端
6	GND_C	壳地	GND_C	外壳地
7	GND_C	壳地	GND_C	外壳地
8	GND_C	壳地	GND_C	外壳地
9	SYNC	同步输入端	SYN	同步端
10	GND_{IN}	输入地	GND_{IN}	输入地

7 产品型号、质量等级及产品详细规范编号



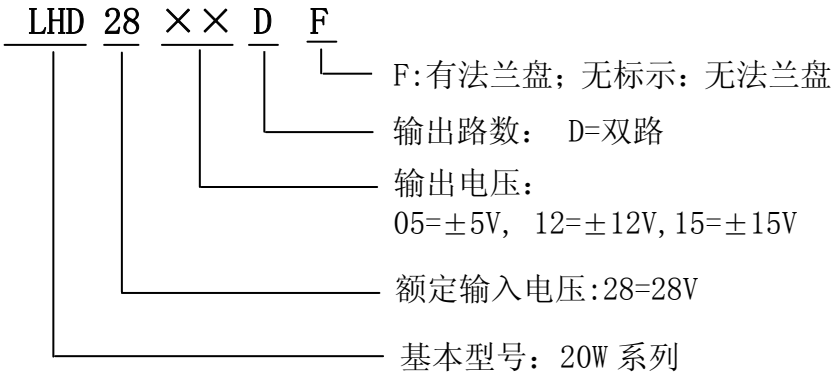


图 3　产品型号示意图

表 8　产品标准编号列表

产品型号	质量等级	
	H 级	七专
LHD2805S（F）	详细规范编号 Q/Al.J 31066-2007	详细规范编号 Q/Al.J 21147-2008
LHD2812S（F）		
LHD2815S（F）		
LHD2805D（F）	详细规范编号 Q/Al.J 31067-2007	
LHD2812D（F）		
LHD2815D（F）		

8 应用说明

8.1 典型应用

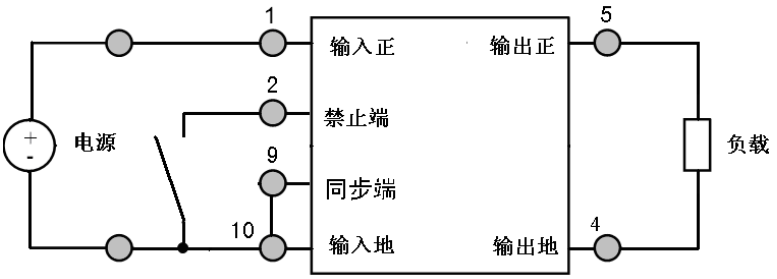


图 4（a）　典型应用（单路输出）

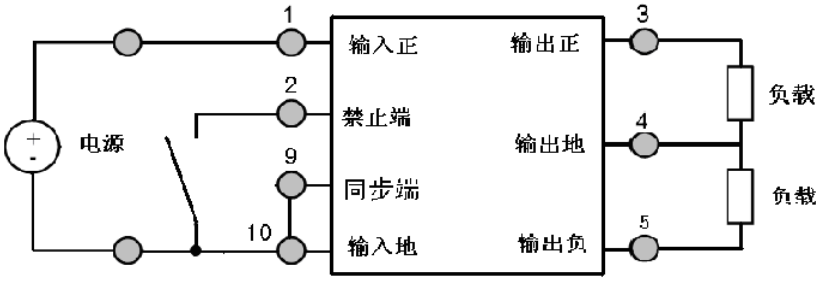


图 4（b）　典型应用（双路输出）

8.2 降额使用

DC/DC 变换器的额定输出功率是指在满足电路使用条件的情况下产品可长期工作的最大输出功率。一般建议实际使用功率是电路额定输出功率的 30%～70%为宜，这个功率范围内 DC/DC 变换器各方面性能发挥比较充分而且稳定可靠。

由于负载太轻时储能元件续流困难，会发生电流不连续，从而导致输出电压不稳定。一般 DC/DC 变换器有最小负载限制，通常为额定负载的 10%左右。如果用户有轻载甚至空载使用的情况，较为方便有效的方法是加一定的假负载，约为额定负载的 10%左右，可以由用户在 DC/DC 变换器外置安装适当电阻作为负载。

8.3 禁止功能

该系列产品具有禁止功能，禁止端（INH）的功能是用来控制 DC/DC 变换器在加上规定的输入电压时输出端是否有输出电压。禁止端（INH）使用方法如下：

a) 禁止端(INH)开路时，电路正常输出；

b) 禁止端使能时，将禁止端(INH)接规定禁止电平(禁止电平≤0.8V)，电路无输出。

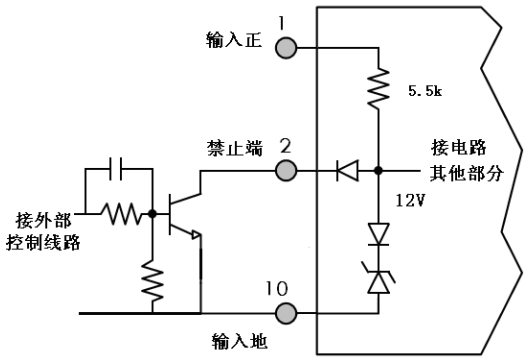


图 5　禁止端连接图

8.4 同步功能

该系列产品具有同步功能，同步输入端（SYNC）的功能是：当多个 DC/DC 变换器模块同时使用或系统有同步频率使用要求时，可以用来控制多个 DC/DC 变换器模块的内部开关频率以相同频率工作，或使 DC/DC 变换器模块内部开关频率与系统时钟频率相匹配一致。

同步输入端（SYNC）使用方法如下：

a) 同步功能使用时，同步输入端接同步输入信号为：

同步频率范围 500kHz～675kHz，占空比 40%～60%

TTL 电平，低电平≤0.8V，4.5V≤高电平≤5.0V

b) 同步功能不使用时，同步输入端接输入地。

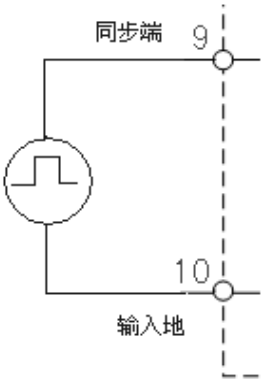


图 6　同步输入端连接图

8.5 输出不平衡负载使用

该系列产品中双路输出 DC/DC 变换器正路输出受控，负路为变压器耦合整流滤波输出，要求输出负载为对称平衡负载，当输出负载不平衡时，参照“9.4 交叉调整率曲线”进行设计使用。

9 产品性能波形

9.1 启动延时/启动过冲（Tc=25℃，满载）

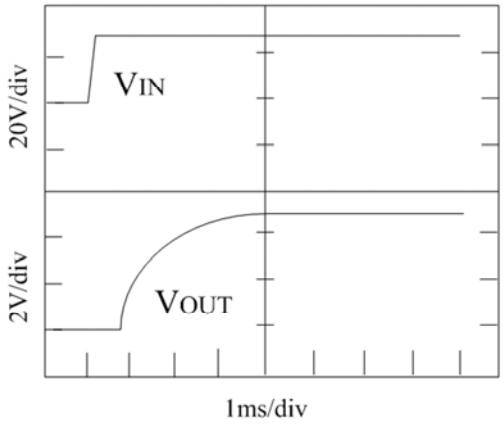


图 7　LHD2805S（F）启动过冲/延迟

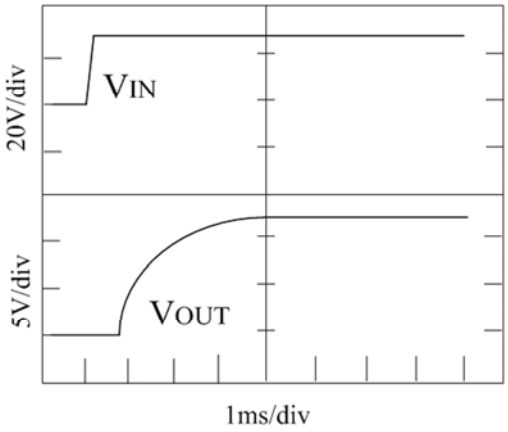


图 8　LHD2812S（F）启动过冲/延迟

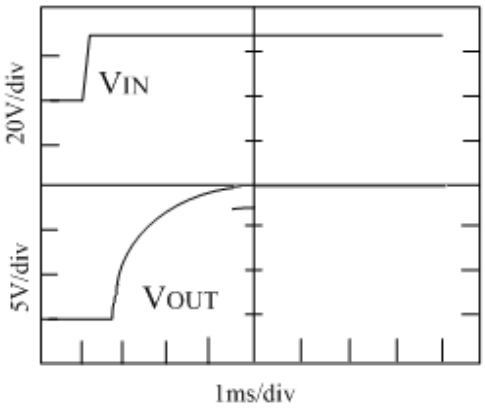


图 9　LHD2815S（F）启动过冲/延迟

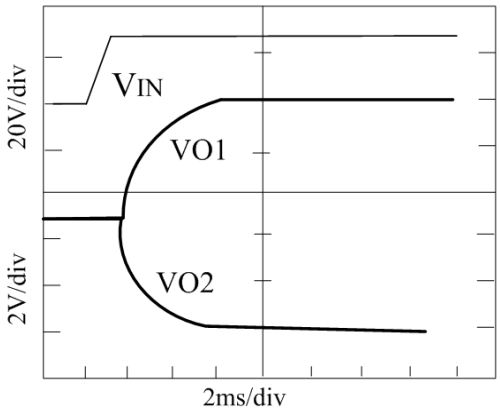


图 10　LHD2805D（F）启动过冲/延迟

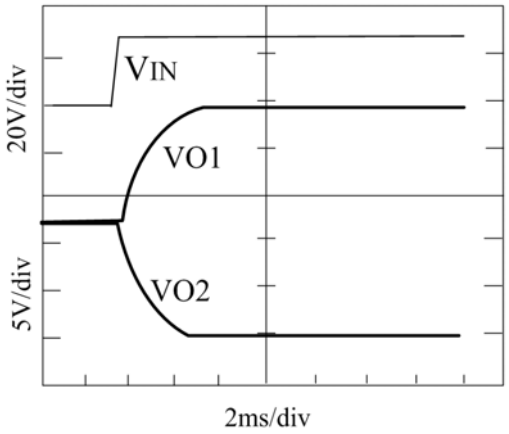


图 11　LHD2812D（F）启动过冲/延迟图

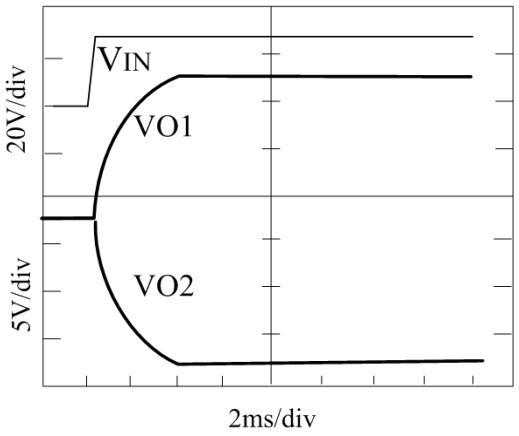


图 12　LHD2815D（F）启动过冲/延迟

9.2 负载阶跃变化时输出电压瞬态波形（Tc=25℃，Vin=28V±0.2V）

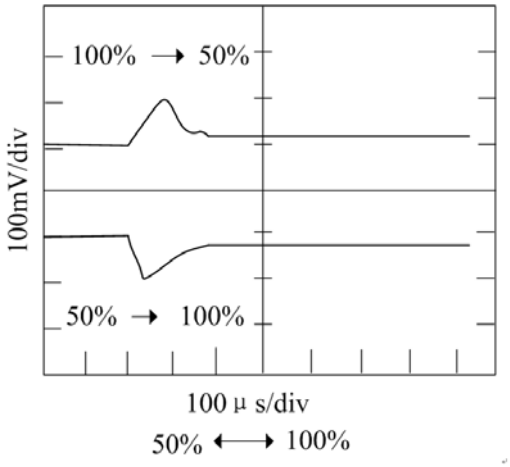


图 13　LHD2805S(F)负载阶跃响应

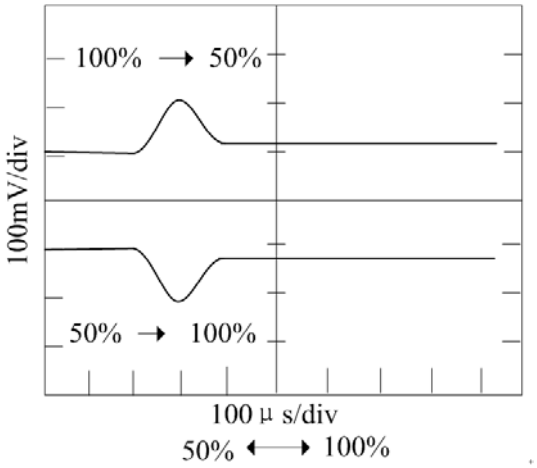


图 14　LHD2812S(F)负载阶跃响应

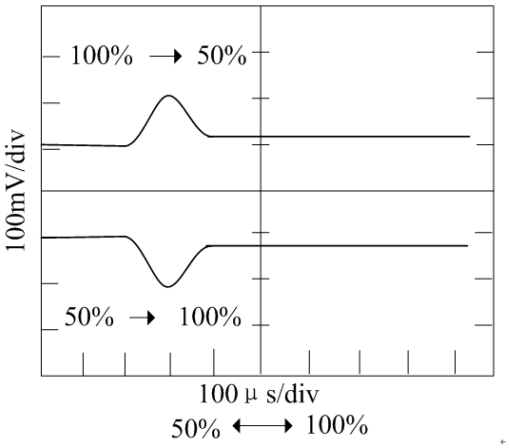
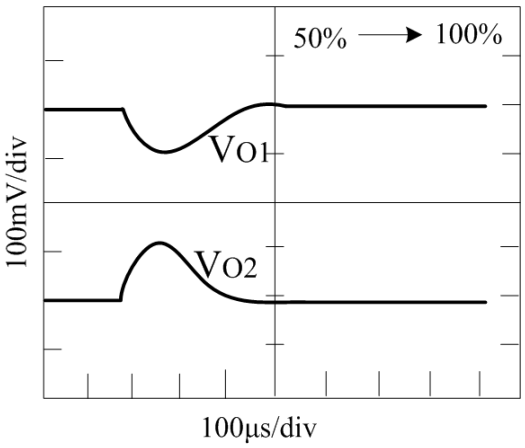


图 15　LHD2815S(F)负载阶跃响应



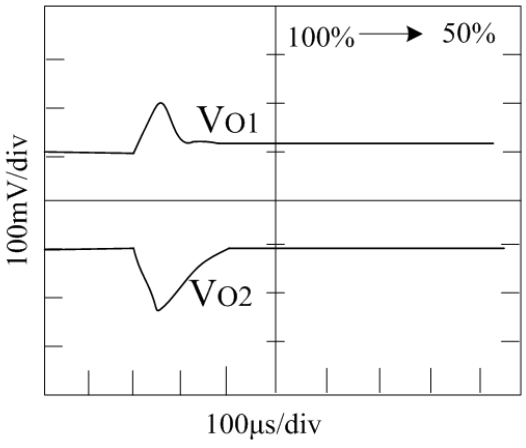


图 16　LHD2805D（F）负载阶跃变化时输出电压瞬态波形

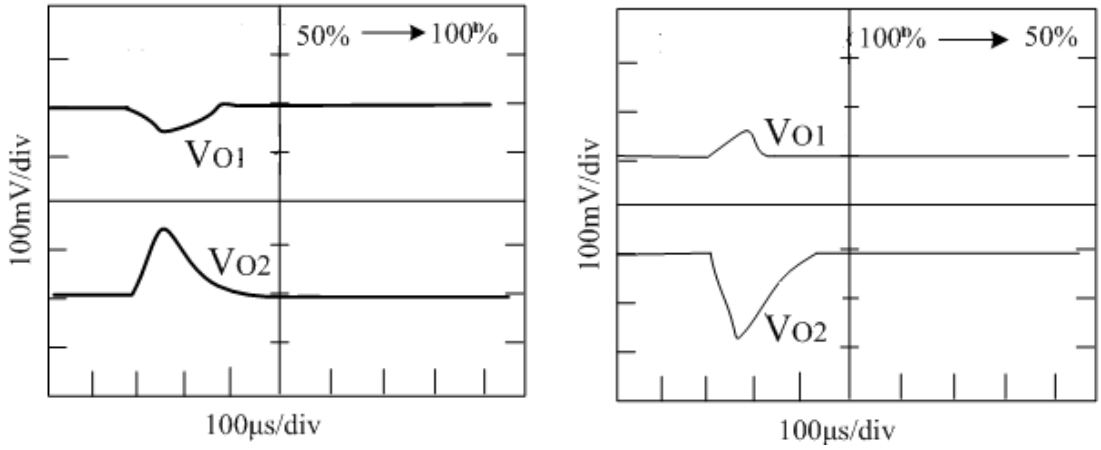


图 17　LHD2812D（F）负载阶跃变化时输出电压瞬态波形

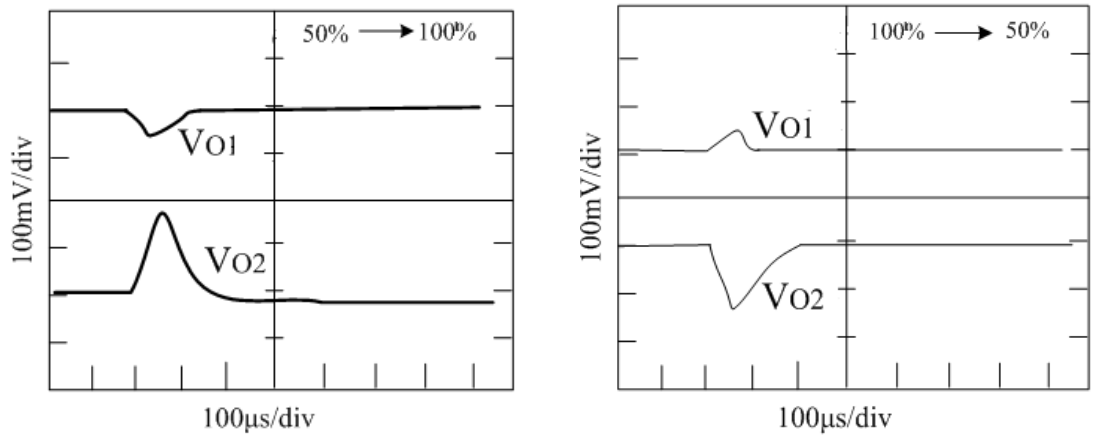


图 18　LHD2815D（F）负载阶跃变化时输出电压瞬态波形

9.3 输入电压阶跃变化时输出电压瞬态波形（Tc=25℃，满载）

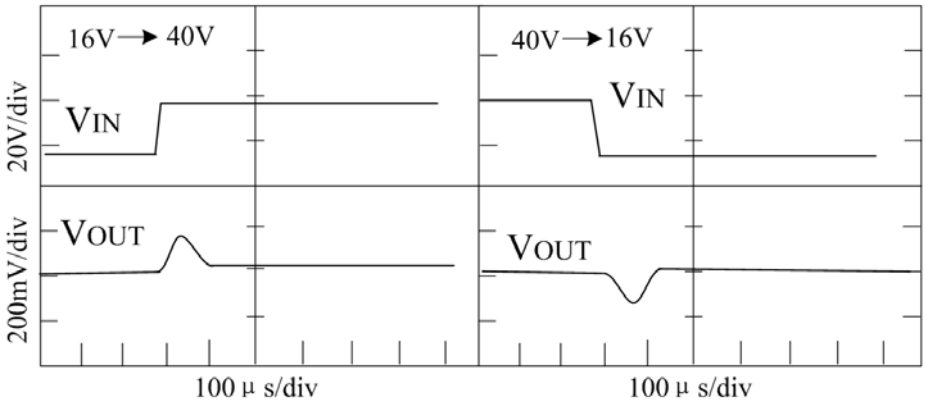


图 19　LHD2805S（F）输入电压阶跃变化时输出电压瞬态波形

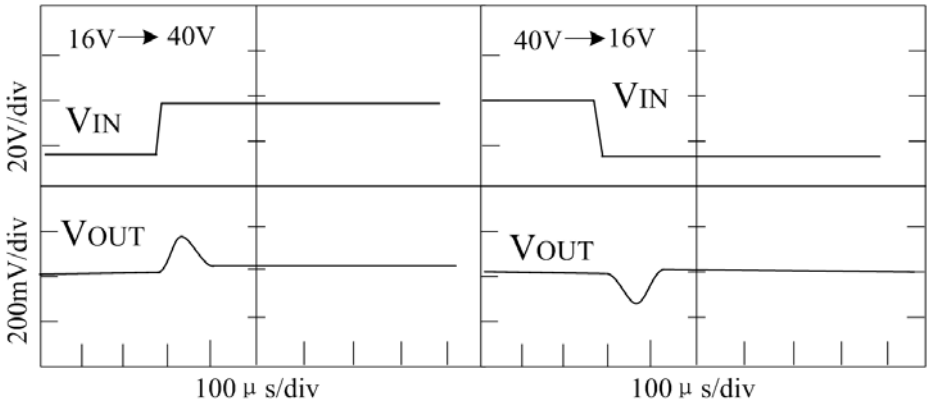


图 20　LHD2812S（F）输入电压阶跃变化时输出电压瞬态波形

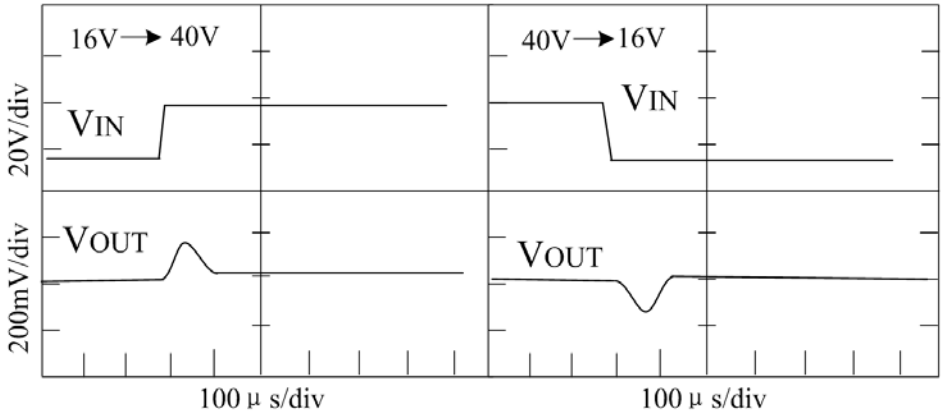


图 21　LHD2815S（F）输入电压阶跃变化时输出电压瞬态波形

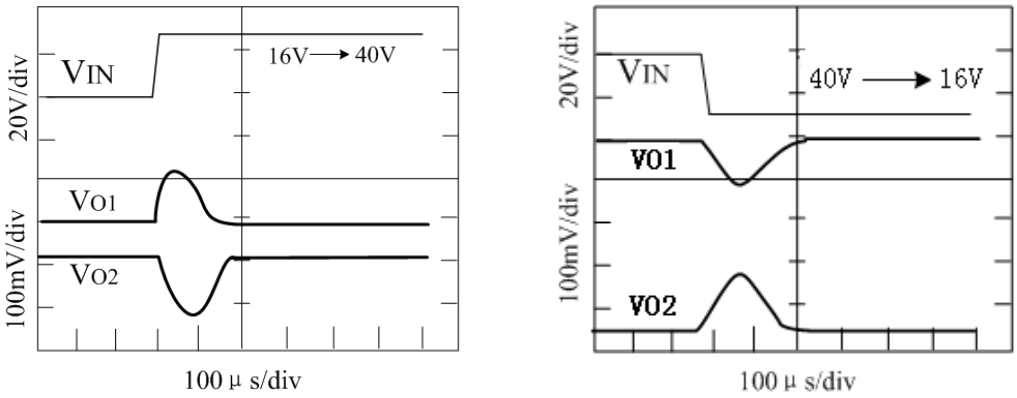


图 22　LHD2805D（F）输入电压阶跃变化时输出电压瞬态波形

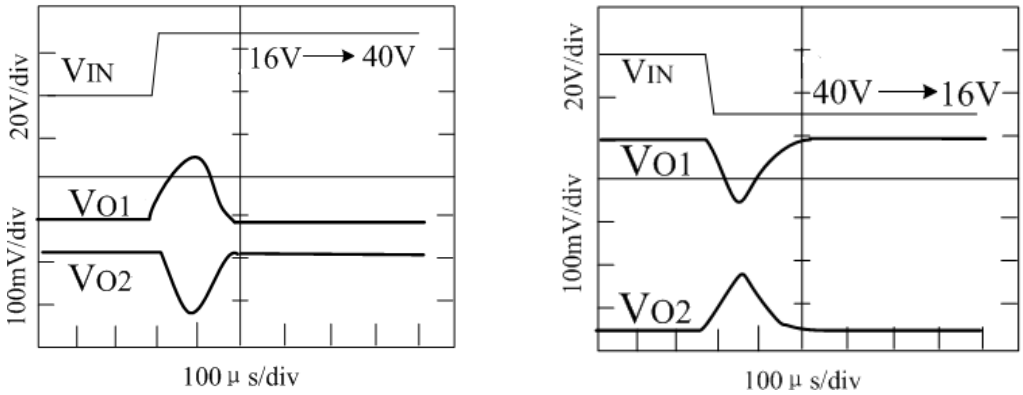


图 23　LHD2812D（F）输入电压阶跃变化时输出电压瞬态波形

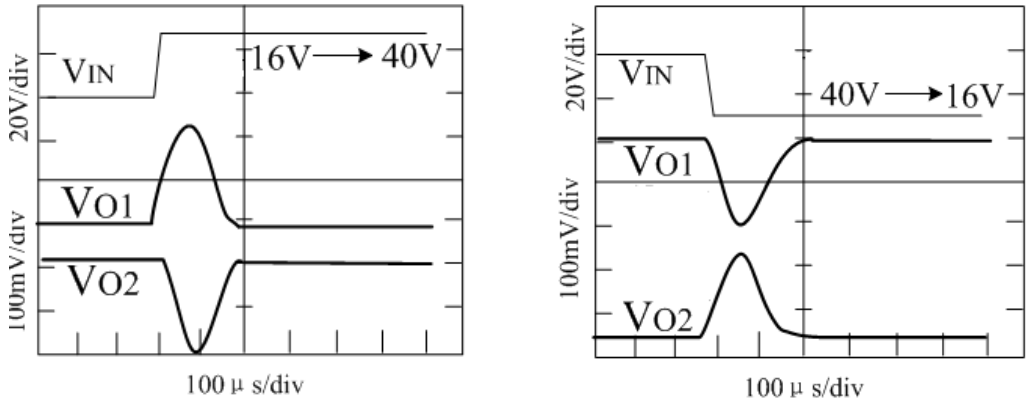


图 24　LHD2815D（F）输入电压阶跃变化时输出电压瞬态波形

9.4 交叉调整率曲线：（Tc=25℃，Vin=28V±0.2V）

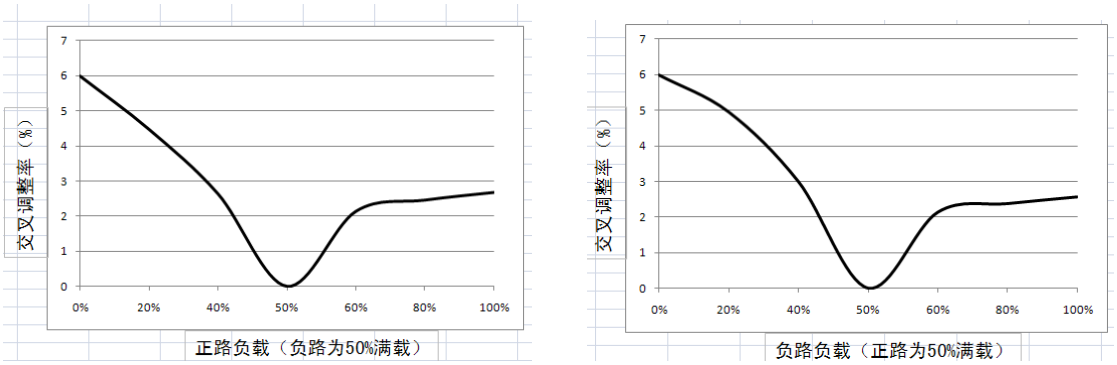


图 25　LHD2805D（F）交叉调整率曲线

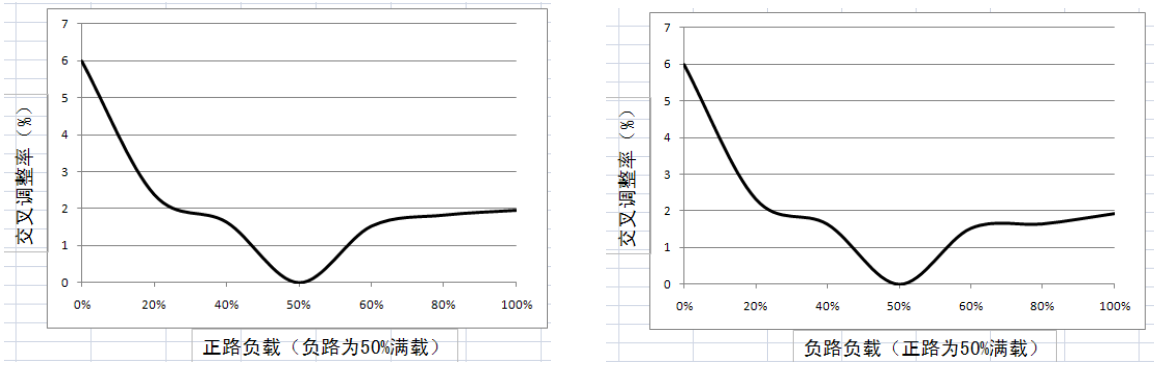


图 26　LHD2812D（F）交叉调整率曲线

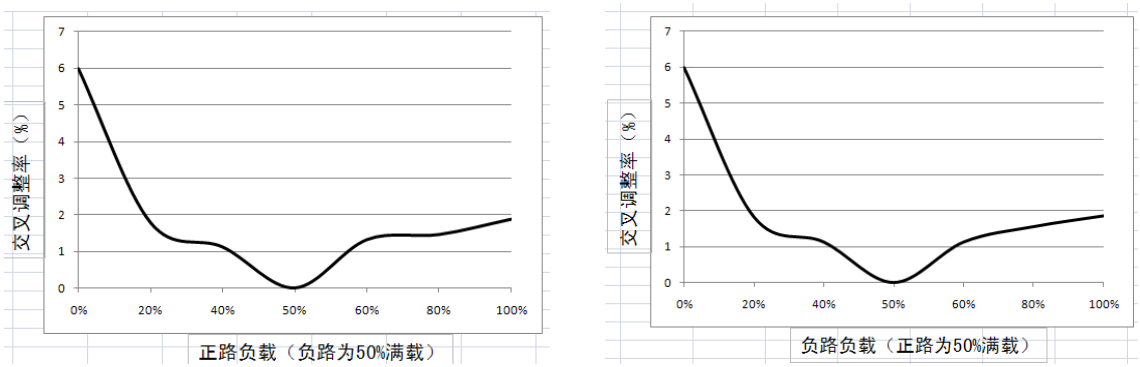


图 27　LHD2815D（F）交叉调整率曲线

9.5 效率特性曲线

根据效率 $\eta = \frac{Pout}{Pin} = \frac{Pout}{Pout + Pd}$ ，其中 Pin、Pout、Pd 分别为 DC/DC 变换器输入功率、输出功率和自身功率损耗，输出功率一定条件下，效率越高，则损耗 Pd 越小，温升越低，寿命更长。

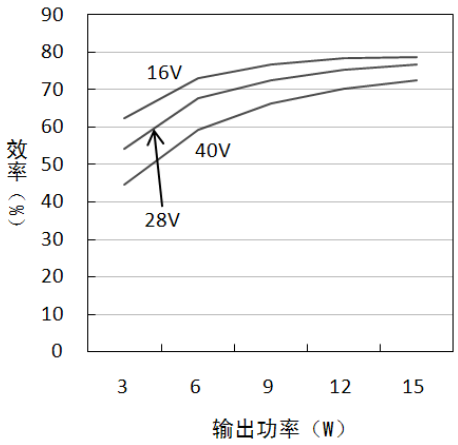


图 28　LHD2805S（F）效率输出功率曲线

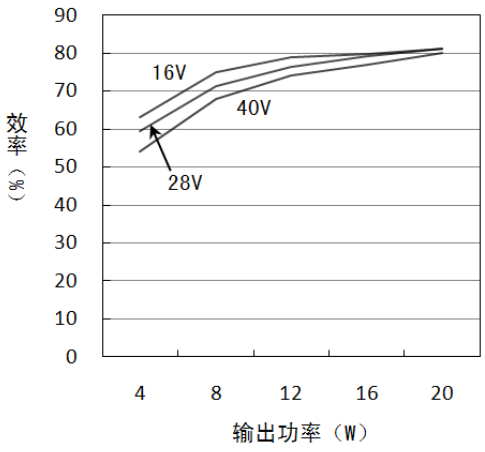


图 29　LHD2812S（F）效率输出功率曲线

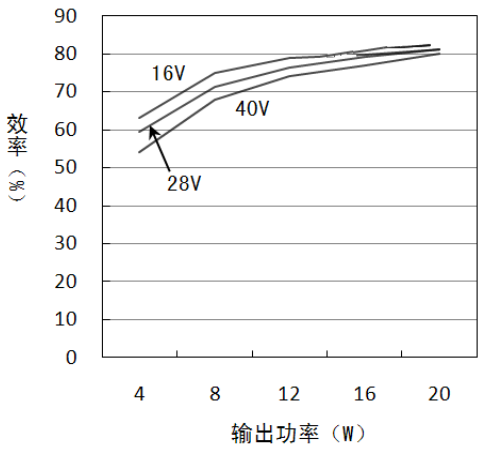


图 30　LHD2815S（F）效率输出功率曲线

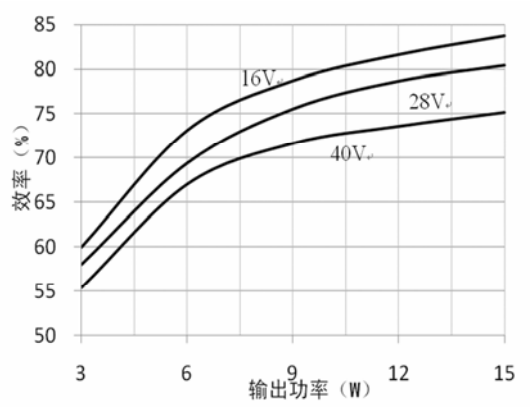


图 31　LHD2805D（F）效率特性曲线

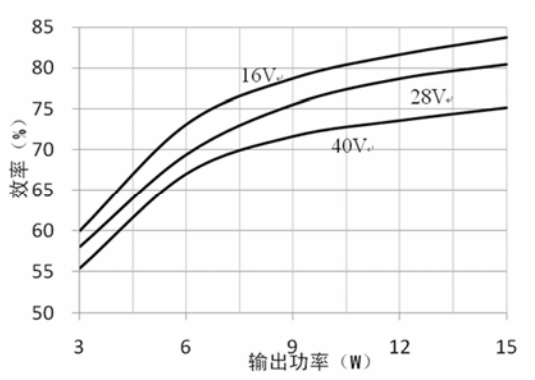


图 32　LHD2812D（F）效率特性曲线

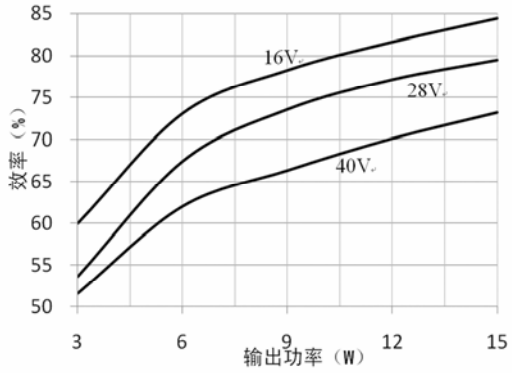


图 33　LHD2815D（F）效率特性曲线

10　热设计使用

DC/DC变化器工作温度直接影响DC/DC变化器的寿命，工作温度越低，DC/DC变化器寿命越长。在一定的工作条件下，DC/DC变化器的损耗是一定的，可以通过改善DC/DC变化器的散热条件来降低其温升，从而大大延长其使用寿命。

DC/DC变换器的最高工作温度是指其产品外壳的温度上限，即在任何情况下都要保证产品外壳温度不超过额定最高工作温度。DC/DC 变换器作为电源集成化的产品，工作时自身发热更加明显，为保证产品可靠使用，须对 DC/DC 变换器采取一定的散热措施。依据功耗大小施加适当的散热板，并使DC/DC变换器模块与散热板良好接触，同时散热器与DC/DC变化器模块底板之间的热传递介质应具有良好的热导率，电路模块壳温不能超过125℃。

11 筛选项目与条件

表 9　筛选项目与条件

主要筛选项目与条件	H 级	七专
内部目检	√	√
温度循环（10 次） GJB548方法1010，-65℃～150℃ GJB548方法1010，-55℃～125℃	 √ ×	 × √
恒定加速度 GJB548 方法 2002，3000g GJB548 方法 2002，1500g	 √ ×	 × √
高温存贮 125℃±3℃，168h 125℃±3℃，96h	 √ ×	 × √
密封前高温功率老炼 T_C：125℃±3℃,96h	 √	 ×
密封后高温功率老炼 T_C：125℃±3℃,160h T_C：85℃±3℃，168h	 √ ×	 × √
最终电测试 -55℃，+25℃，+125℃ -45℃，+25℃，+105℃ -45℃，+25℃，+85℃	 √ × ×	 × × √
密封检测 细检漏：A_1 粗检漏：C_1	 √ √	 × √
外部目检	√	√

12 外形图尺寸

外壳外形应符合GB/T 15138 的规定，外形尺寸如图34（a）、图34（b）所示。

尺寸符号	数　　值（mm）		
	最　小	标　称	最　大
A	–	–	10.16
ϕb	0.87	–	1.14
D	–	–	53.98
e	–	10.16	–
e1	–	20.32	–
E	–	–	28.58
L	6.05	–	6.60
注：未注公差 GB/T1804-2000 粗糙度 C 级执行			

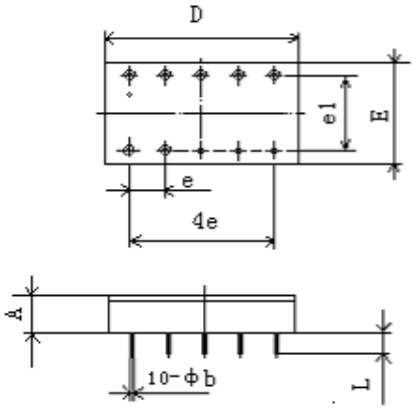


图 34（a）　不带法兰盘电路外形尺寸

尺寸符号	数　　值（mm）		
	最　小	标　称	最　大
A	–	–	10.16
ϕb	0.87	–	1.14
e	–	10.16	–
e1	–	20.32	–
E	–	–	28.58
L	6.05	–	6.60
ϕP	3.97	–	4.23
X	–	–	73.76
X1	64.52	–	65.02
X2	–	–	53.98
注：未注公差 GB/T1804-2000 粗糙度 C 级执行			

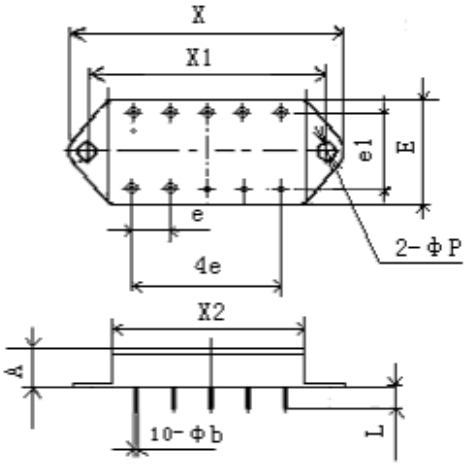


图 34（b）　带法兰盘电路外形尺寸

13 注意事项

（1）在运输和使用过程中禁止扳动、弯曲外壳引脚，以免损伤引脚绝缘子，影响产品密封性和长期可靠性；

（2）输入电压极性不能接反；

（3）禁止带电插拔电路；

（4）不具备输入过压/欠压保护、输出过压保护等功能，使用时须特别注意；

（5）存放、运输、安装和调试过程中，应实施防静电措施；

（6）贮存、使用、焊接应遵循第 3 条“使用条件”的规定。