

32吋高壓 LIPS 液晶電視電源參考設計

32吋及更大尺寸的主流液晶電視電源要求產生多個電壓軌來為音頻、背光及訊號處理等不同系統模組供電。其中，訊號處理板上使用本地線性及DC-DC轉換器來提供不同的低壓軌。對於製造商而言，通常使用通用電源，支援90至265 Vac電壓。這就使基於特定電視尺寸的單個電源設計能夠用於一系列的不同型號，滿足不同區域市場需求，簡化物流及降低開發成本。

如果某型號液晶電視面對全球市場且其功率高於75W，就需要遵從歐洲有關減少諧波的IEC61000-3-2標準，從而需要使用主動功率因數修正器。通常來說，液晶電視內最耗電的子系統是背光模組。當今的大多數液晶電視使用冷陰極管(CCFL)陣列作為背光源。這些燈管需要採用交流高電壓驅動，而且需要對燈管電流進行穩流。

傳統上逆變器是一個單獨模組，採用額定電壓為24 V的直流電源供電。在這種途徑下，背光要求與LCD面板相關聯，而且一個電源設計能夠用於多個不同供應商提供的面板，從而簡化了液晶電視設計，但這種途徑效率較低，而且增加了額外的電源部分(指24V輸出)。

例如，液晶電視的交流輸入電壓在PFC段被升壓至400Vdc，然後又採用諧振(LLC)半橋轉換為24Vdc。此24 Vdc然後提供給逆變器模組，從直流低壓轉換為高於1,000 V的交流高壓以驅動CCFL燈。這種多段轉換流程產生較大損耗，且增加系統成本。

本參考設計中使用的高壓LIPS (HV-LIPS)架構用意是為了消除400Vdc~24Vdc轉換段，直接從高壓功率因數修正(PFC)輸入段為逆變器供電，從而改善系統總效率。這要求以高壓直接變換的方式在液晶電視內融合傳統電源功能，使總體系統方案獲得最佳化。

傳統上，全球眾多志願性及規範機構的標準都著眼於降低電子產品的待機功耗，美國、歐盟等地的眾多國際規範對電視產品的待機功耗要求為1 W，而中國中標認證中心(CSC)要求為3 W。隨著液晶電視尺寸越來越大，其功耗也越來越高。由於液晶電視市場佔有率越來越大，規範機構也越來越關注平面電視工作狀態下的功耗對電網的累積影響。如「能源之星」發佈了電視產品第3版工作功耗要求。

螢幕面積	工作模式最大功耗 (A以in ² 為單位)	工作模式最大功耗 (A以cm ² 為單位)
非高清電視(物理垂直解析度≤480線)		
所有螢幕面積	$P_{Max} = 0.120 \times A + 25$	$P_{Max} = 0.01860 \times A + 25$
高清及全高清電視(物理垂直解析度 > 480線)		
$A < 680 \text{ in}^2 (< 4,387 \text{ cm}^2)$	$P_{Max} = 0.200 \times A + 32$	$P_{Max} = 0.03100 \times A + 32$
$680 \text{ in}^2 \leq A < 1,045 \text{ in}^2$ ($4,387 \text{ cm}^2 \leq A < 6,742 \text{ cm}^2$)	$P_{Max} = 0.240 \times A + 27$	$P_{Max} = 0.03720 \times A + 27$
$A \geq 1,045 \text{ in}^2$ ($A \geq 6,742 \text{ cm}^2$)	$P_{Max} = 0.156 \times A + 151$	$P_{Max} = 0.02418 \times A + 151$

表 1：“能源之星”3.0 版電視規範對工作模式的功耗要求

關鍵設計目標

輸入電壓：通用輸入85-265 Vac, 47-63 Hz

系統電源

- 主動功率因數修正(Active PFC)，符合IEC61000-3-2規範
- 最大穩態功耗50 W，峰值60 W
- 12 V / 4 A峰值
- 5 V / 2.5 A峰值
- 24 V – MOSFET門驅動偏置
- 能夠靈活修改，支援其他電壓/電流配置
- 50 mW負載時，待機輸入功耗(Pin) < 400 mW (5 V@10 mA)

逆變器電源

- 支持100 W功率
- 啓動電壓(Strike voltage) > 1,500 Vac，工作電壓> 800 Vac
- 固定頻率逆變器，可在40-80 kHz範圍調節
- 支援數位及類比調光
- 能夠同步至視訊時脈源

PFC段設計

高壓LIPS架構的核心就是主動PFC前端升壓段。首先，對於輸入功率高於75 W的電源而言，它使設計符合IEC61000-3-2規範的諧波含量要求。其次，它為逆變器段提供經過穩壓的400 Vdc高壓。除了為背光供電，PFC段還提供電能給隔離型反激開關電源轉換器，此反激轉換器提供所有需要的電源，為執行液晶電視內的控制、介面、訊號處理及音頻放大等功能的數位及類比電路供電。

根據液晶電視特性及功能的不同，這個模組的功率可能介於30至60 W之間。為了解設計，與降低這個電源轉換段的整體複雜度，本參考設計選用了安森美半導體專有的高效能反激控制器NCP1351，此元件使大多數液晶電視應用無需專用的待機電源。選擇NCP1351是因為它採用准諧振固定導通時間(FON)控制原理，在負載要求變小時降低反激轉換器的開關頻率。兩個(置於次級端的)額外開關會在待機模式斷開主電源負載，從而免除待機模式下的寄生損耗。

PFC段所採用的PFC控制器是安森美半導體的NCP1606B，此控制器設計用於在可變頻率臨界導電模式(CrM)下工作，是150 W功率(<180 W)應用的最適合方案。有關此PFC段的電磁干擾(EMI)設計、具體控制途徑、詳細設計過程及測試結果等更多資訊，可參見參考資料[1]。

用於控制、訊號及音頻功能的反激轉換器段

由於採用專門的直流-交流(DC-AC)轉換器來為CCFL燈供電，反激開關電源用來為控制、訊號處理及音頻放大等功能的類比及數位模組供電。由於要求的總功率有限(<60 W)，有可能考慮反激拓撲結構，帶有待機模式，卻無需專用待機開

關電源，這提高了解決方案的總體成本效益。要實現這個目標，需要在輕載條件下能提供高效能的控制器架構。

此反激變換器使用了NCP1351 PWM控制器，主要是用於功率低於60 W的離線反激電源。NCP1351採用准固定導通時間技術，不同負載和不同輸入電壓對應不同的關閉時間，負載變輕時降低其開關頻率，同時降低開關損耗。

因此，使用這種方案的電源自然地提供極小的待機功率，並且使其他負載條件下的效能最佳化。隨著頻率的下降，峰值電流逐漸降低至最大峰值電流約30%，防止變壓器機械工作共振。可聽雜訊的風險也大幅消除，同時還獲得良好的待機功耗性能。

由於PWM控制器工作在准固定導通時間，開關頻率隨著負載而變化。在輕載條件下，此反激轉換器工作在非連續導電模式(DCM)。負載增加時，頻率也隨之增加，直到控制器進入連續導電模式(CCM)，而CCM最佳化用於提供極高的效率。

另外，在液晶電視應用中，實現良好的交叉穩壓是一項設計挑戰，因為容限非常嚴格(通常為±5%)，且由於音頻放大的大動態範圍，以及訊號處理電源負載根據輸入視訊源的不同而變化，動態工作可能大範圍地變化。本參考設計基準型(SMPS1)的典型輸出電壓及負載範圍是：

- +5 V：0至2.5 A
- +12 V：0至4 A

爲了改善總體交叉穩壓性能，+5 V二極體連接至繞組的地(GND)，而+12 V繞組在5 V繞組之上。而在待機模式下，開關電源的頻率工作在聲頻範圍。因此，根據變壓器構造及機械設計的不同，有可能出現一些可聽見的雜訊。大多數人最敏感的頻率範圍是7至13 kHz範圍。本專用參考設計應用於50至75mW的額定待機負載，故待機時的頻率小於5 kHz。

本參考設計提供充足的靈活性，配合多種輸出配置，而只須對BOM作簡單調整。NCP1351B反激設計能夠靈活的支持多達4個獨特電壓輸出。本參考設計所使用的標準配置(SMPS1)擁有5 Vdc和12 Vdc輸入，以及24 Vdc電壓輸出。表2中列出了多種可選配置，能夠用於配合不同的電源機制。

	SMPS1	SMPS2	SMPS3	SMPS4	SMPS5	SMPS6	SMPS7	SMPS8	SMPS9
V Dr	24V	36V	26V	24V	36V	24V	28V	24V	36V
VS3		24V ON	14V ON	12V ON	24V ON		15V ON		24V ON
VS2	12V ON	12V ON	12V ON	5V ON	12V ON	12V ON	12V ON		
VS1	5V ON + Standby	5V ON + Standby	5V ON + Standby	3V3 ON + Standby	3V3 ON + Standby	5V Standby LDO from 12V	5V Standby LDO from 12V	12V ON + Standby	12V ON + Standby

表 2：反激轉換器段標準及可選輸出電壓配置

高壓背光逆變器電源段

1) 半橋與全橋拓撲結構比較

高壓逆變器能夠採用半橋或全橋拓撲結構實現。決定採用何種拓撲結構要考慮多項因素。與半橋結構相比，全橋拓撲結構擁有眾多優勢，如固定工作頻率時零電壓開關(ZVS)、降低EMI及功率損耗、減輕MOSFET開關應力及減少散熱等。此外，在全橋拓撲結構下，由於控制器工作在固定頻率，有可能將開關頻率與視訊頻率同步，避免任何可能的背光子系統干擾影響視訊圖像。

2) LX6503 背光控制器

本參考設計採用了 Microsemi 的 LX6503 背光控制器。LX6503 是一款高性能 CCFL 控制器，用意是為用於液晶電視及其它多燈 LCD 顯示系統。它經過了特別最佳化，是用於高壓逆變器架構的一種高成本效益解決方案。這控制器提供一對推挽式(push-pull) PWM 驅動訊號，在增加簡單的外部電路的情況下，具有足夠的能力驅動推挽式半橋或全橋 CCFL 逆變器。

3) CCFL 驅動及電流平衡

必須仔細考慮CCFL燈啓動及電流平衡，從而擁有可靠的背光系統。本參考設計中使用的JIN平衡器(balancer)解決方案能夠提供極佳的燈電流平衡功能，同時還結合頻率掃描(frequency sweeping)啓動技術，確保可靠的燈啓動。JIN平衡器基於平衡變壓器的電磁耦合原理，產生額外的校正電壓給燈，因此均衡燈電流。

這平衡器網路的基本配置如圖1所示。平衡器次級繞組的串列回路均衡了初級端電流，並提供燈電路之間的耦合機制。有了這樣的耦合機制，如果其中某個燈未啓動，已啓動燈的能量將自動耦合至未啓動燈電路的初級繞組，因而增加燈電壓，幫助其啓動。如圖1所示，平衡器網路的繞線配置是一致的，而不管燈數量是多少。此外，一種類型的平衡器變壓器能夠適應幾乎所有燈尺寸。這些特性使 JIN平衡器解決方案能夠非常靈活地用於CCFL逆變器應用。

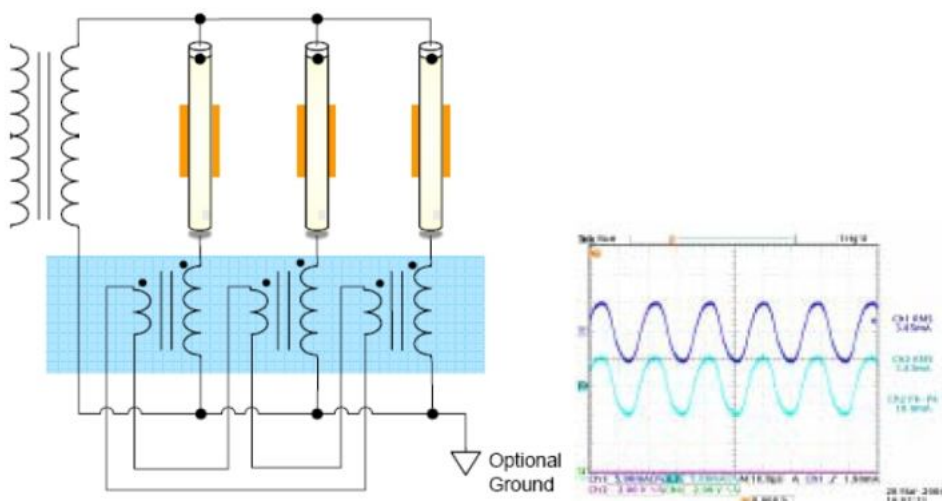


圖1：JIN平衡器網路的基本配置及波形圖

32吋液晶電視背光子系統的典型配置是：

- 12個燈
- 所有燈一起連接至共用地
- 系統電流感測在地線上
- 所有燈採用單輸出高壓變壓器“同相(in phase)”驅動

總體效能性能及應用優勢

本參考設計的重點在於以高效能的架構提供極佳的參數性能，這架構在所有電源轉換段的工作損耗都較低。下面的表3中介紹了一些典型的性能數據，其中反激及PFC段的負載為不同測試負載條件下的負載。逆變器效能為估計值，因為直接在高壓燈上精確地測量輸出功率非常困難，而且精度不夠高。

在典型負載條件下，PFC在完整線路輸入範圍下的效能高於95%，反激轉換器在37 W典型負載配置下的峰值效能為78%。顧及所採用的交叉穩壓技術的不同5 V和12 V輸出上出現的額外損耗，這個數值可說相當不錯。

逆變器的效能得到的最佳化，這要歸因於全橋零電壓開關拓撲結構將開關損耗減至最小。支撐它的一項論據是：全橋MOSFET使用表面黏著DPAK元件，不需要額外散熱片。

FLYBACK				INVERTER	PFC			Complete board
Output V x I	Pout	Pin	η	Pin	Pout	Pin	η	Total η *
12.25 x 0.3	12.6	17	74%	100.8	117.8	230V => 120.7	98%	89%
4.97 x 1.8						110V => 123	96%	87%
12.20 x 2	36.8	46.9	78%	100.8	147.7	230V => 150.8	98%	87%
4.94 x 2.5						110V => 154.3	96%	85%
11.94 x 4	60.1	78.2	77%	100.8	179	230V => 182.6	98%	85%
4.95 x 2.5						110V => 188	95%	82%

*
 Total η = (P out Flyback + 94% Pin inverter) / Pin PFC
 Inverter η is estimated to be 94% (Output power on lamps is very difficult to measure).

表 3：安森美半導體高壓 LIPS 液晶電視電源參考設計的總體效能性能

整體而言，安森美半導體這款 32 吋高壓 LIPS 液晶電視電源參考設計採用最佳化的架構，具有極高的效能及極低的待機功耗，符合各種效能規範的工作效能、最大工作效能及待機功耗要求。本參考設計的功能方塊圖如圖 2 所示：

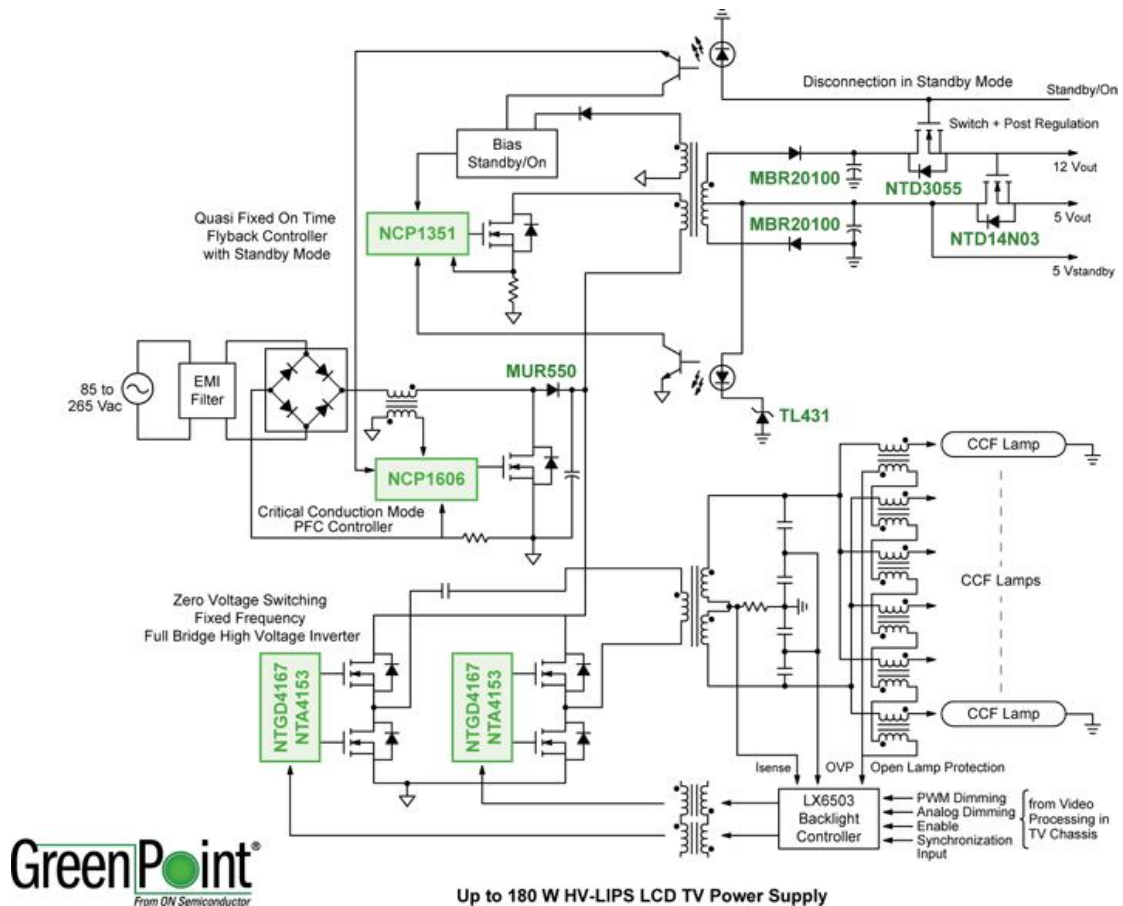


圖 2：安森美半導體 32 吋高壓 LIPS 液晶電視電源參考設計功能方塊圖

總結

安森美半導體這款 GreenPoint 參考設計支援新興的高壓 LIPS 架構，直接從 PFC 段而非傳統的 24 V 為逆變器供電，因而省下一個從 PFC 段到 24 V 的完整電源轉換部分。此外，這項參考設計採用了高效能專有架構的 NCP1351 反激控制器，免除了與專用待機電源相關的需求及開銷，因此進一步簡化了解決方案。

這款參考設計中展示的架構具高度靈活性，支援多種電壓/電流配置，而只需對原理圖及所用元件作出極小變動。最後，因為使用了採用零電壓開關全橋拓撲結構的先進背光控制器，逆變器電源能夠輕易地擴展，支援高至 42 吋的多種液晶電視尺寸。客戶利用這高效能先進參考設計，可加快產品上市進程。

(本文由安森美半導體提供)

• 參考資料：

- 1、HV-LIPS LCD TV Power Supply Documentation Package, ON Semiconductor, <http://www.onsemi.cn/pub/Collateral/TND360-D.PDF>
- 2、AC-DC Power Architecture in LCD TV, ON Semiconductor, http://www.onsemi.com/pub_link/Collateral/TND353-D.PDF