

11 個決定用轉換器或控制器選擇要點

■作者：Ashish Khandelwal/ 德州儀器類比設計主管
Ankur Verma/ 德州儀器車載解決方案應用工程師

序論

有時選擇多不一定是好事，容易讓人搖擺不定，例如應用設計時選項眾多，究竟該使用控制器或轉換器就難以抉擇，若有一套框架可依循，過程或許會容易不少。但在一步步建立架構之前，我們得先認清轉換器與控制器在動力電子學裡的意涵。

控制器與轉換器

電源晶片一般已包含基本線路，如帶差參考、震盪器、比較器、誤差放大器、驅動器等。這些內建驅動器均用來驅動 MOSFET，換言之，若電源晶片內建 MOSFET，也可稱為轉換器；若 MOSFET 位於晶片以外，則晶片稱為控制器。此外，電源轉換

表 1：選擇轉換器或控制器時，必須考量的 11 項決策因素

	What matters?	Why care?	Who wins?	Reason
1	Price \$\$	How much do you pay for the total solution?	Converter	Evaluate for ratings. Controller + external components usually cost more than the converter.
2	Thermal	How much heat is generated on the board?	Controller	More components help spread the heat in a wider area.
3	Board footprint	How much board space can you dedicate for your power supply?	Converter	Integration is key. Ease of design, reduced number of external components and PCB size.
4	Functional safety	Can dangerous random, chip-level failures be detected and mitigated in a systematic manner?	Any	Either solution can be developed with ISO 26262-compliant functional safety requirements.
5	System debug capability	Do you like to debug at every possible major node, such as the FET gate waveform?	Controller	Access to more nodes makes it easier to isolate and locate the bug in a controller.
6	Ease of design; layout	A controller selection demands more questions. For example, can the integrated driver inside the controller drive external MOSFETs?	Converter	Simple design and easy-to-use when you use a converter.
7	Versatility/flexibility	Do you expect frequent changes in system specifications?	Controller	Discrete components allow flexibility in design. Converters are versatile as long as they support required current.
8	Board manufacturing; ruggedness	Will your system face any stringent issues in the field, such as vibrations or transportation risk, or during manufacturing?	Converter	Fewer components reduce the probability of failure.
9	Power routing	If you have enough space on the board, do you want to optimize copper placement and routing?	Controller	More space allows optimal routing and placement of magnetics closer to FETs.
10	Automotive qualification	Does your OEM require automotive qualification Q-100?	Any	Both are available in automotive grade.
11	EMC performance	Do you have to pass CISPR 25 standard?	Any	Both provide option to change switching frequency and spread spectrum techniques in order to optimize EMI performance.

器也可能包括其他邏輯區塊，例如與驅動 MOSFET 有關的電流感測線路。依據以上定義，以下介紹為何選擇轉換器或控制器會對應用影響極大。

如何做出重要選擇

以車載電子而言，終端產品需求差異頗大，例如資訊娛樂、儀表板等應用對空間嚴格受限，其他應用則強調盡快上市；各 OEM 需求也各異，光是 2013 年，全球二十餘家主要車廠就生產逾 5000 萬輛車，也代表各個 OEM 會提出多少種需求，希望維持市場區隔及差異。

若想瞭解在各種情況應選擇何種元件，表 1 列出多項考量因素，協助判斷您的應用最在意哪些因素。

電動動力方向盤

電動動力方向盤為典型車載應用範例，為了符合車輛需求，設計診斷區塊或許是其中一大難題，也希望藉診斷區塊減少危險故障的比例。OEM 廠商必須透過各種系統級檢測，避免任何故障發生。選擇一個能輔助功能安全系統設計的裝置，整個設計

流程會簡單許多，因為功能安全檢測已納入轉換器內。TPS65381-Q1 等裝置為高度整合的多軌電源，能為車載功能安全應用提供電源。

本裝置在內部 FET 內建異步降壓切換模式電源轉換器，結合定壓 5V 線型穩壓器與內部 FET 後，可做為 CAN 電源；另一項線性穩壓器同樣結合內部 FET 後，可控制 5V 或 3.3V 微控制器的 I/O 電壓輸出；線性穩壓控制器結合外部 FET 與電阻分壓器後，可控制 0.8V 至 3.3V 外部可調式核心電壓的輸出。線性穩壓器有兩種運作模式（追蹤及非追蹤模式）、接地短路及電池短路保護、3.3V 至 9.5V 可調式電壓，可做為外部感測器電源。這項裝置監控各穩壓器輸出、電池電壓、內部電源軌的電壓過高或過低情況，除了用於穩壓線路的主要參考電壓，第二項參考電壓則用於監控電壓過高或過低，並落實穩壓器電流限制及溫度保護。

來自 12V 車用電池的標準 3.3V 電池

這項應用必須從 12V 標準車用電池裡，產生 3.3V 及 2A 輸出電流，並假設輸入介於 9V 及 24V

表 2：依據表一提供的標準，對比轉換器及控制器設計

What matters?	Controller	Converter	Who wins?
Price \$\$	BOM cost (1ku): \$4.32; IC cost (1ku): \$2.70	BOM cost (1ku): \$3.32; IC cost (1ku): \$2.70	Converter
Thermal	IC Temperature: 43°C	IC temperature: 79°C	Controller
System debug capability	Yes	Yes, but lesser.	Controller
Board footprint	393 mm ²	222 mm ²	Converter
Versatility	Efficiency: 88%	Efficiency: 78%	Controller
Board manufacturing and ruggedness	BOM count: 29 parts	BOM count: 18 parts	Converter
Ease of design and layout	BOM count: 29 parts. Refer to schematic.	BOM count: 18 parts. Refer to schematic.	Converter
Power routing	Available board space makes routing easier.	Routing is easier, but can't be really optimized.	Controller
EMC performance	Programmable switching frequency, although more options with FET-controlling gate drives reduce rising/falling edge frequency spikes.	Switching frequency is programmable	Controller

這項設計使用控制器或轉換器皆可，我們透過德州儀器 WEBENCH 電源設計工具，可分析兩項設計範例，分別使用轉換器或控制器，並以表一的標準做為比較依據。

圖 1 為使用德儀 TPS40170-Q1 控制器的設計範例，上側及下側 MOSFET 均來自外部，不過 FET 驅動器內建於裝置中。這項彈性設計和各種控制器一樣，具備多項功能，包括調整式時間控制、藉由下側 FET 感測的可編程過電流保護等。控制器亦具備特殊功能，如可做為主機的單一控制器雙向同步；下游控制器可做為僕機，與主機相位同步或 180° 反相，在自立運轉切換頻率正負 30% 的範圍內，僕機控制器甚至能與外部時脈同步，故控制器

提供很大的彈性，對動態應用格外重要。

轉換器設計

TPS54260-Q1 等電源轉換器內建上側 MOSFET，內建電源模式控制亦提供簡易的外部補償及彈性元件選項，寬切換頻率能改善效能及外部元件尺寸，內建 200 mΩ 上側 MOSFET 可滿足高效能電源設計，輸送 2.5A 定電流至負載，TPS54260 內建升壓充電二極體後，可減少外部元件數量。

結論

本文重點在於，瞭解各項考量與系統規格後，有助選擇控制器或轉換器，這抉擇並不容易，但若參考表 1，可篩選出對自己真正重要的參數，找出對終端應用最適合的方案。

圖 1：以德儀 TPS40170-Q1 為基礎的控制器線路簡圖範例

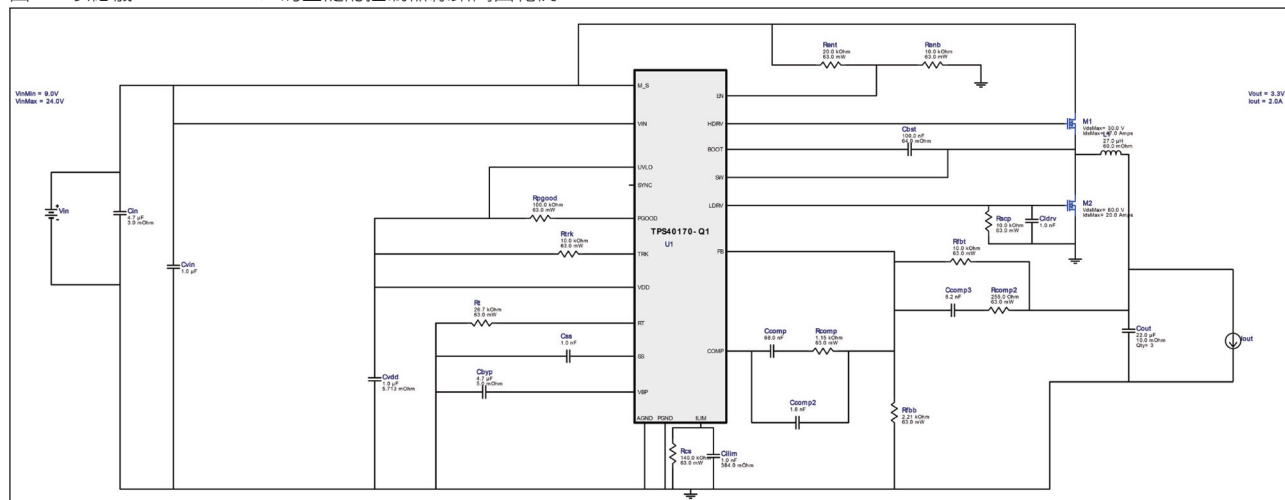


圖 2：轉換器線路簡圖範例

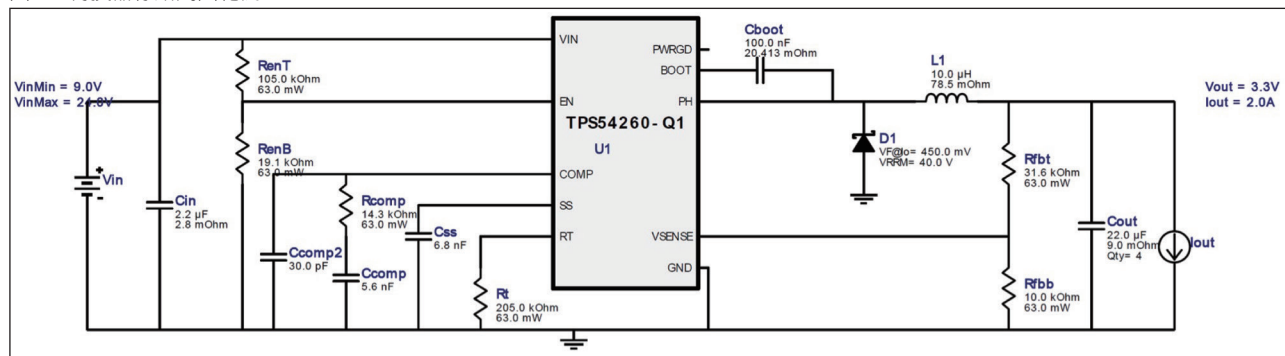
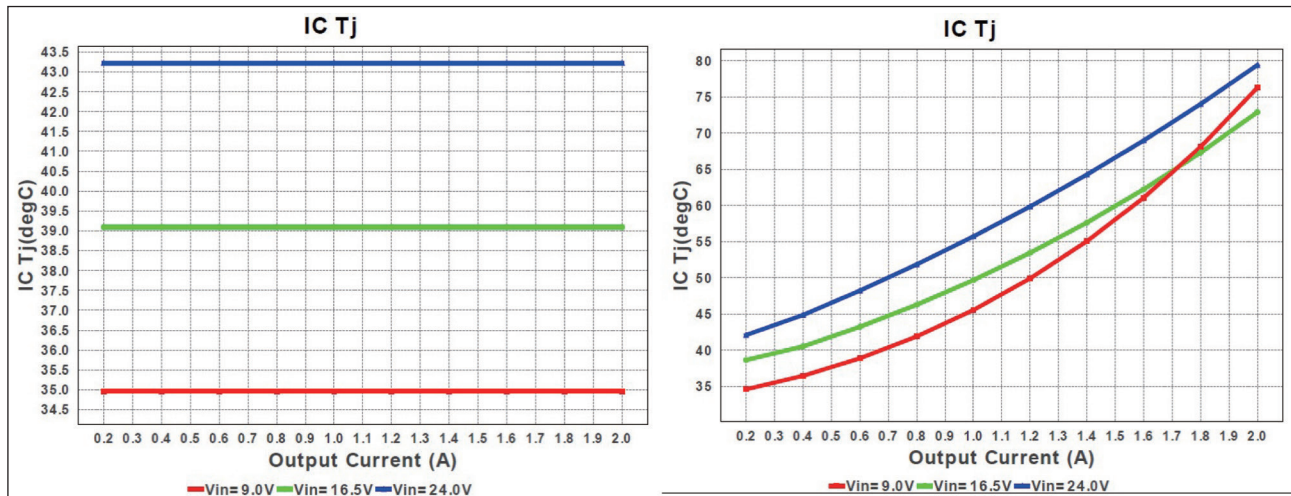
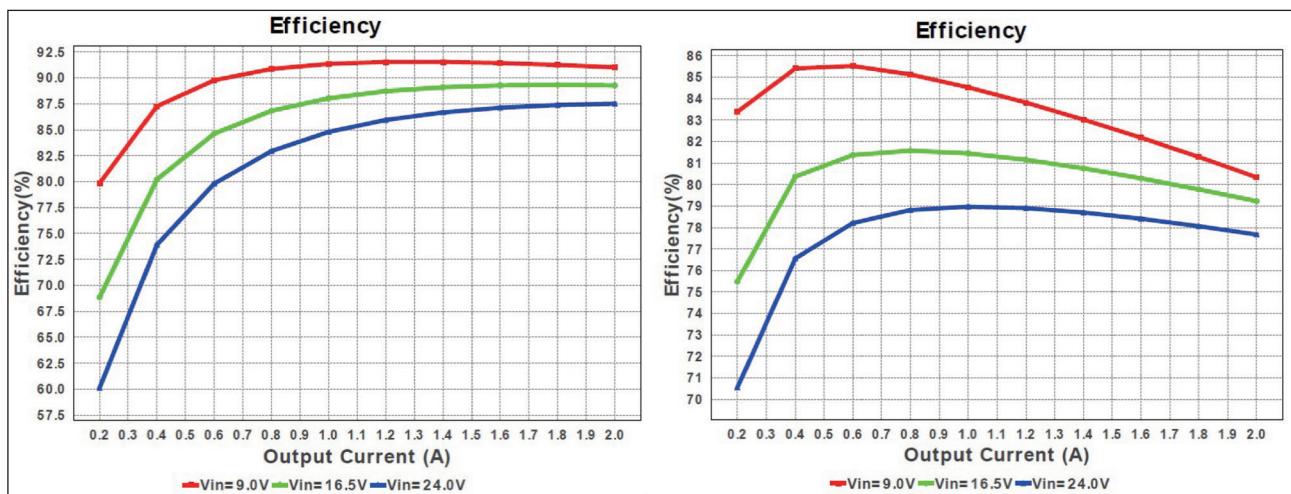


圖 3：控制器 (TPS40170-Q1) 與轉換器 (TPS54260-Q1) 的接合處溫度對比



圖表解說：圖 3 中三條線依序為 Vin=24.0V(最上面)，Vin=16.5V(中間)，Vin=9.0V(最下面)

圖 4：控制器 (TPS40170-Q1) 與轉換器 (TPS54260-Q1) 的效能對比



圖表解說：圖 4 中三條線依序為 Vin=9.0V(最上面)，Vin=16.5V(中間)，Vin=24.0V(最下面)。

參考資料

- TPS40170-Q1 產品資訊：<http://www.ti.com/product/tps40170-q1>
- TPS54260-Q1 產品資訊：<http://www.ti.com/product/tps54260-q1>
- ADAS 概覽：<http://www.ti.com/lscs/ti/apps/automotive/adas/overview.page>
- 車載資訊娛樂概覽：http://www.ti.com/solution/automotive_infotainment
- Webench 電源設計工具：<http://www.ti.com/lscs/ti/analog/webench/power.page>

關於作者：

Ankur Verma 為德儀車載部門應用工程師，協助世界各大車廠應用單位，在德儀任職六年來，已發表二十餘篇文章及應用筆記，他畢業於印度德里大學，主修電機。

Ashish Khandelwal 為德儀類比設計主管及會員部門技術人員，專注研究、設計與開發高性能與高效能電源管理晶片解決方案，於印度理工學院坎普爾分校畢業後，至德州大學奧斯汀分校取得碩士學位。

若對本文有任何問題，請洽 ti_ankurverma@list.ti.com。 CTA