

Version:  
June 15, 2017



## 電感應用與選擇

Web: [www.token.com.tw](http://www.token.com.tw)

<mailto:rfq@token.com.tw>

### 德鍵電子工業股份有限公司

台灣： 台灣省新北市五股區中興路一段 137 號  
電話： +886 2981 0109 傳真： +886 2988 7487

大陸： 廣東省深圳市南山區創業路中興工業城綜合樓 12 樓  
電話： +86 755 26055363; 傳真： +86 755 26055365



## ▶ 電感應用與選擇

### 選擇最佳的功率電感技術及最佳匹配的性能要求

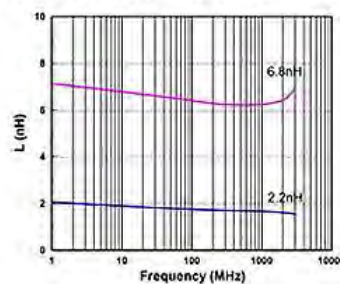
#### 電感最佳匹配的性能參數

##### 1. 額定電流 Current Rating

允許能通過電感的連續直流電流強度。是電感器處在額定最高環境溫度的環境中，電感器溫升最高時，可以連續流過直流電流的大小，與電感器繞組的大小有關。在選用電感元件時，若電路流過電流大於額定電流值，就需改用額定電流符合要求的其他型號電感器。

- 第一個因素是  $I_{sat}$  是應對可能出現的磁飽和的峰值電流。
- 第二個因素是  $I_{rms}$  是應對由於平均電流所產生的溫升效應。

Inductance vs. Frequency Characteristics



L vs Frequency Characteristics

##### 2. L (電感量 Inductance)

電感單位：亨 (H)、毫亨 (mH)、微亨 ( $\mu\text{H}$ )， $1\mu\text{H}=10^{-3}\text{mH}$ ， $1\text{mH}=10^6\text{nH}$ ， $1\text{H}=10^3\text{mH}=10^6\mu\text{H}$ 。  
電感量  $L$  又稱作自感係數，是物理量表示電感元件自感應能力的一種方式。當通過一個線圈的磁通（即通過某一面積的磁力線數）發生變化時，線圈中便會產生電勢，這是電磁感應現象。所產生的電勢稱感應電勢，電勢大小正比於磁通變化的速度和線圈匝數。當線圈中通過變化的電流時，線圈產生的磁通也要變化，磁通掠過線圈，線圈兩端便產生感應電勢，這便是自感應現象。因此，電感感量的大小，主要取決於線圈的圈數（匝數）、繞制方式、有無磁芯及磁芯的材料等等。自感電勢的方向總是阻止電流變化的，猶如線圈具有慣性，這種電磁慣性的大小就用電感量  $L$  來表示。 $L$  的大小與線圈匝數、尺寸和導磁材料均有關，採用硅鋼片或鐵氧體作線圈鐵芯，可以較小的匝數得到較大的電感量。通常，線圈圈數越多、繞制的線圈越密集，電感量就越大。有磁芯的線圈比無磁芯的線圈電感量大；磁芯導磁率越大的線圈，電感量也越大。

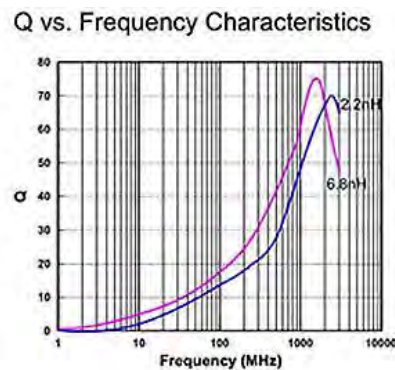
##### 3. DCR (直流阻抗)

電感線圈在非交流電下量得的電阻值，在電感設計中，直流阻抗越小越好，其量測單位為 Ohm，通常標注其最大值。DCR 是一個衡量繞制電感線的特性，並嚴格依據導線直徑和長度。通常情況下，在目錄中被指定為「最大」，一般可視為公稱的寬差。DCR 值越小，意味著必須使用更大的線徑，電感器的體積就更大。因此，DCR 最佳優化選擇的方法，是折衷電源效率，元件尺寸和允許壓降的組成部分。



## 4. SRF (自諧頻率 Self-Resonant Frequency)

電感器中的分佈電容與電感形成諧振時的頻率。此時電感的感抗等於電容的容抗，並相互抵消。電感在自諧頻率點時，顯出高阻抗值的純電阻狀態。分佈電容是由於各層線圈一層層疊著並且是繞在磁芯上而形成的。此電容是並聯於電感。當頻率高於自諧頻率時，此並聯之容抗會主導元件的特性。而且此電感的質因數，於自諧頻率時會為零。因為此時的感抗等於零。自諧頻率以 MHz Min. 標示。



Q vs Frequency Characteristics

## 5. Isat (飽和電流 Saturation Current)

飽和電流指在電感器中流過引起電感量下降特定量的直流偏置電流。電感量下降的值是從直流電流為 0 時的電感量開始計算，通常定義的電感值下降百分比有 10% 及 20%。在儲存能量的應用中，鐵氧體磁芯的電感量下降規定為 10%，鐵粉芯類磁芯的電感量下降規定為 20%。因此，直流偏置電流而致電感值下降的因素與磁芯的磁性有關，當超出最大的磁通量密度點以後，磁芯的導磁率會降低，因此，電感值會因而下降。

## 6. Irms (RMS 電流)

Irms 是電感有效電流 (均方根值 Root-Mean-Square)，電感的額定電流取兩者之中的最小值。常用於電感產品的應用額定電流，也稱為溫升電流(Heating Current)。即產品應用時，表面達到一定溫度時所對應的 DC 電流。溫升電流 Irms=>使電感溫度上升 20 或 40 度的電流。

## 7. Q 值 (品質因數)

電感器的品質因數是量測一電感相對損耗的指標，它的定義為感抗( $\omega L$ )與有效電阻(R)之比。如下：

$$Q = \omega L / R = 1 / \omega RC$$

$\omega$ ；是電路諧振時的電源頻率。C；是電容。

電感器品質因數的高低與線圈導線的直流電阻、線圈骨架的介質損耗及鐵心、屏蔽罩等引起的損耗等有關。因為感抗及有效電阻都關係於頻率，當要確定品質因素時需要指定測試頻率，品質因素是鐘型曲線。有效電阻是由直流電阻，鐵芯損耗及集膚效應引起的。

## 8. Impedance (阻抗)

電感的阻抗值是指其在交流電流下所有阻抗的總和，包含了交流及直流的部份，直流部份的阻抗僅僅是繞線的直流電阻，交流部份的阻抗值則包括電感的電抗。

## 9. Operating Temperature range (操作溫度範圍)

元器件可以持續操作的整體環境溫度範圍。操作溫度不同於儲存溫度，因操作溫度範圍包括器件本身的熱功耗，功耗導致組件自身溫度高於環境溫度。因此，最大操作溫度應低於最高的儲存溫度，最大操作溫度=儲存溫度-自身溫升。

### 如何選擇合適的電感（疊層功率電感，鐵氧體大電流電感）

#### 1. 如何確定標稱電感量：

根據實際電路的工作頻率、額定電流，確定並選擇合適標稱電感量的電感 -> 確定標稱電感量。

#### 2. 如何確認電感額定電流：

根據電路實際工作電流範圍，挑選合適飽和電溫  $I_{sat}$  和溫升電流  $I_{rms}$  的電感 -> 確定額定電流。

#### 3. 電感安裝方式和外型尺寸選型：

根據電路元件佈局密度和空間要求，選擇符合上述第 1、2 項最小體積的電感安裝方式和外型尺寸。

#### 4. 屏蔽或非屏蔽結構電感的選擇：

根據整機電路穩定和可靠性能及成本價格等要求綜合考量，選擇合適屏蔽或非屏蔽結構規格的電感器。

#### 5. 選擇合理的工作溫度範圍：

根據電路實際工作溫度範圍，選擇合理正常工作溫度的電感器，以確保實際溫度範圍內電感器能正常工作，不致於因溫度過高導致電感飽和或壽命縮減等因素，引起電路整機性能下降。

### 功率電感選型不當會產生怎樣的後果？

#### 1. 電感外型和尺寸選擇不當？

可能導致整機空間和 PCB 板 LAYOUT 面積增大，而不能實現輕便、小巧發展的趨勢。

#### 2. 標稱電感量選擇不當？

可能導致實際動態工作時，因其感量下降幅度過大，從而滿足不了電路的最小電感量需求，引起輸出電壓、電流動態不足造成整機性能下降(指用於 DC-DC 電源儲能電感)或電路紋波雜訊干擾過大(指用於濾波電路的濾波電感)。

#### 3. 額定電流選擇不當？

可能導致電感在電路中工作時感量下降幅度過大，滿足不了電路的最小電感量，引起電感嘯叫雜音、紋波過大、輸出電壓和電流不穩定或電感表面溫度過高，造成的一系列整機性能不穩定或效率低等異常情形。