

儘管電磁相容技術是一項實踐性很強的技術，知識和實力要在實踐中逐漸積累和培養，但系統地學習一些知識將使你在實踐中思考問題思路更清晰，處理問題更具有靈感。國外有關電磁相容方面的書籍很多，這些書各有特色，廣泛閱讀這些書籍無疑能極大地豐富電磁相容方面的知識，培養綜合運用知識的能力。為了幫助我國的工程師們儘快提高電磁相容水平，我們挑選一些較好的圖書或較好的章節以連載的形式介紹給讀者，每周出一次，使讀者通過日積月累獲得豐富而系統的知識。首先我們選載的書是“產品設計人員要瞭解的電磁相容”。本書介紹了電磁相容技術中的基本概念、在產品設計中需要考慮的電磁相容措施等。

本期目錄

- 1.1 騷擾源與受害者
 - 1.1.1 公共阻抗耦合
 - 1.1.1.1 導電連接
 - 1.1.1.2 磁場感應
 - 1.1.1.3 電場感應
 - 1.1.1.4 負載電阻的影響
 - 1.1.1.5 空間間隔

1 電磁騷擾耦合機理

1.1 騷擾源與受害者

所有電磁相容性問題毫無例外地包含兩個因素，一個是騷擾發射源，另一個是對這個騷擾敏感的受害者。若這兩者都不存在，也就沒有電磁相容性問題。如果騷擾源和受害者在同一設備單元內，稱“系統內”電磁相容性問題；如果騷擾源和敏感設備是兩個不同的設備，例如，電腦監視器和無線電接收機，則稱為“系統間”問題。大部分電磁相容標準都是針對系統間電磁相容的。同一設備在一種情況下是騷擾源，而在另一種情況下或許是受害者。

設備要滿足性能指標，減小騷擾耦合往往是消除干擾危害的唯一手段，因此弄

清楚騷擾耦合到受害者上的機理是十分必要的。通常減小騷擾發射的方法也能提高抗騷擾性，但爲了分析方便，我們往往分別考慮這兩方面的問題。

騷擾源和受害者在一起時，就有從一方到另一方的潛在干擾路徑。組建系統時，你必須知道發射特徵和組成設備的敏感性，以確定是否要做緊耦合實驗。遵守已出版的發射和敏感度標準並不能保證解決系統的電磁相容性問題。標準的編寫是從保護特殊服務(在發射標準中，主要指無線電廣播和遠端通信)的觀點出發的，並要求騷擾源和受害者之間有最小的隔離。

許多電子硬體包含著具有天線能力的元件，例如電纜、印製電路板的印製線、內部連接導線和機械結構。這些元件可以電場、磁場或電磁場方式傳輸能量並耦合到線路中。在實際中，系統內部耦合和設備間的外部耦合，可以通過遮罩、電纜佈局以及距離控制得到改善。地線面或遮罩面既可以因反射而增大干擾信號，也可以因吸收而衰減干擾信號。電纜之間的耦合既可以是電容性的，也可以是電感性的，這取決於其走向、長度和相互距離。絕緣材料也可以因吸收使減小場強，儘管在許多場合與導體相比可以忽略。

[返回](#)

1.1.1 公共阻抗耦合

公共阻抗耦合是由於騷擾源與受害者共用一個線路阻抗而產生的。最明顯的公共阻抗是阻抗實際存在的場合，例如騷擾源和受害者共用的導體；但公共阻抗也可以是由兩個電流回路之間的互感耦合，或者由於兩個電壓節點之間的電容耦合產生的。理論上，每個節點和每個回路通過空間都能耦合到另一節點和回路。實際上耦合程度隨距離增大急劇下降。圖 1.3 表示一對平行導線的互電容和互感與其分離程度的變化關係。

[返回](#)

1.1.1.1 導電連接

當騷擾源(圖 1.1 中系統 A 的輸出)與受害者(系統 B 的輸入)共用一個地時，則由於 A 的輸出電流流過 X-X 段的公共阻抗，在 B 的輸入端產生電壓。公共阻抗僅僅是由一段導線或印製板走線產生的。因爲導線的阻抗呈感性，因此輸出中的高頻或高 di/dt 分量將更容易耦合。當輸出和輸入在同一系統時，公共阻抗構成亂真

原创力文档

max.book118.com

预览与源文档一致,下载高清无水印

反饋通路，這可能導致振蕩。

解決方法如圖 1.1 所示，在這個方法中，分別連接兩個電路，因而在兩個電路之間沒有公共通路，也就沒有公共阻抗。這個方法的代價是多用一根導線。這個方法可用於任何包含公共阻抗的電路，例如電源匯流條連接。大地是公認的最常見的公用阻抗因素，但在電路圖中表示不出來。

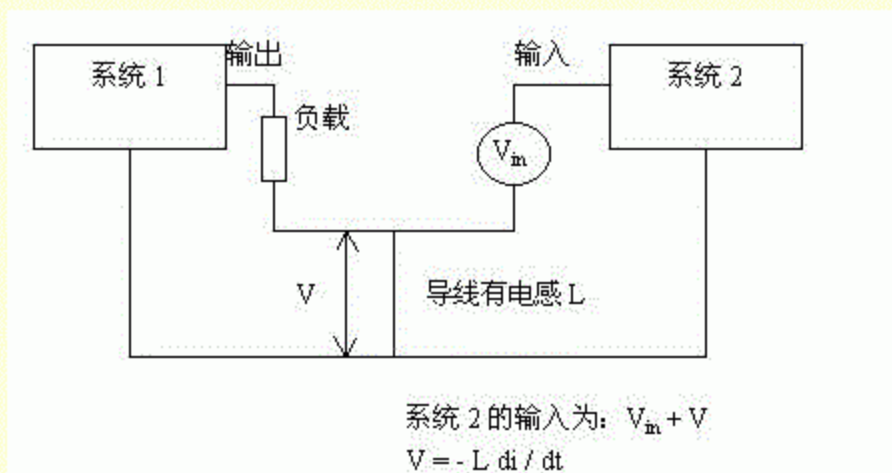


圖 1.1 傳導性公共阻抗耦合

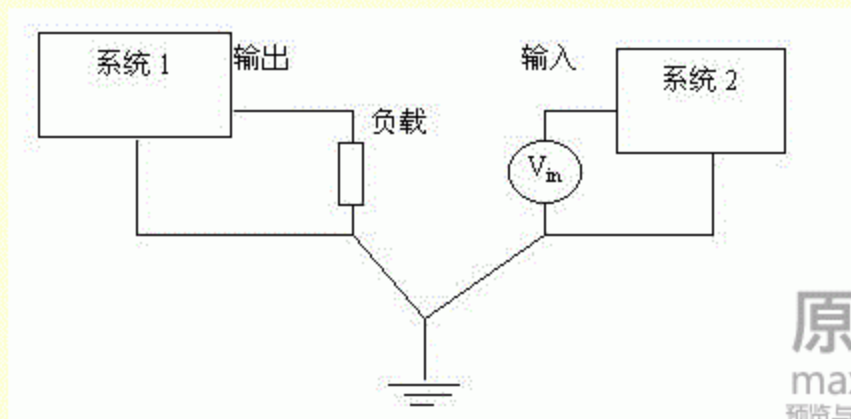


圖 1.2 傳導性公共阻抗耦合

原创力文档
max.book118.com
预览与源文档一致, 下载高清无水印

[返回](#)

1.1.1.2 磁場感應

導體中流動的交流電流會產生磁場，這個磁場將與臨近的導體耦合，在其上感應出電壓

(圖 1.3)。受害導體中感應電壓由公式 (1.1) 計算：

$$V = - M dI / dt \quad (1.1)$$

式中：M 是互感，單位亨利。

M 取決於騷擾源和受害電路的環路面積、方向、距離，以及有兩者之間無磁遮罩。互感的計算公式在附錄中給出，通常靠近的短導線之間的互感在 0.1 ~ 3(H 之間)。磁場耦合的等效電路相當於電壓源串接在受害者的電路中。值得注意的是兩個電路之間有無直接連接對耦合沒有影響，並且無論兩個電路對地是隔離還是連接的，感應電壓都是相同的。

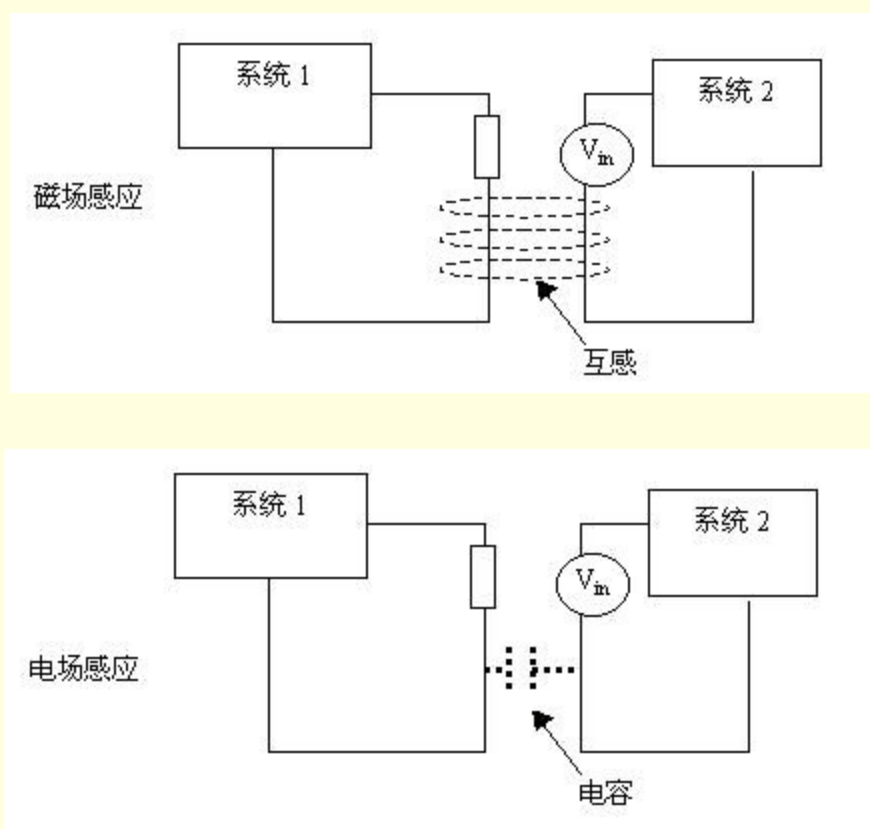


圖 1.3 磁場和電場感應

1.1.1.3 電場感應

導體上的交流電壓產生電場，這個電場與臨近的導體耦合，並在其上感應出電壓（圖 1.3）。在受害導體上感應的電壓由公式(1.2)計算：

$$V = CC \times Z_{in} \times dV_L/dt \quad (1.2)$$

式中 CC 是耦合電容， Z_{in} 是受害電路的對地阻抗。

這裏假設耦合電容阻抗大大高於電路阻抗。雜訊似乎是從電流源注入的，其值為 $CC \times dV_L/dt$ 。

CC 的值與導體之間距離、有效面積以及有無電遮罩材料有關。典型例子是兩個平行絕緣導線，間隔 0.1 英寸時，其耦合電容大約為每米 50pF；未遮罩的中等功率電源變壓器的初次級間電容大約為 100——1000pF。

在上述情況中，兩個電路都必須連接參考地，這樣耦合路徑才能完整。但是如果有一個電路未接地，並不意味著沒有耦合通路。未接地的電路與地之間存在雜散電容，這個電容與直接耦合電容串聯。另外，即使沒有任何地線，A 至 B 的低電壓端之間也存在寄生電容。雜訊電流還是能夠加到 R_L 上，但其值由 CC 和雜散電容的串聯值決定。

[返回](#)

1.1.1.4 負載電阻的影響

需要注意的是，磁場和電場耦合的等效電路之間的差異決定了電路負載電阻的變化引起的結果是不同的。電場耦合隨 R_L 增加而增大，而磁場耦合隨 R_L 增加而減小。這個性質可以用於診斷：比如你在觀察耦合電壓時，改變 R_L ，你能夠推斷哪一種耦合模式起主導作用。同樣道理，磁場耦合對低阻抗電路的影響更大，而電場耦合對高阻抗電路影響更大。

[返回](#)

1.1.1.5 空間間隔

互電容和互感都受騷擾源和受害導體之間的物理距離的影響。圖 1.4 表示在給出了自由空間中兩平行導線之間的距離對其互電容的影響，以及對地平面（為每個電源提供回流通路）上兩導體的互感的影響。

原创力文档

max.book118.com

资料与原文档一致，下载高清无水印

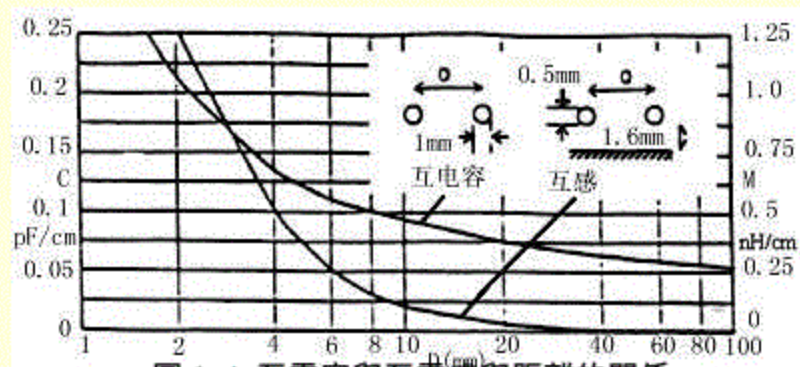


圖 1.4 互電容與互電感與距離的關係