

解讀物聯網系列之RFID

What is RFID? How RFID works? RFID Explained in Detail

來源：e-works 作者：e-works 熊東旭

一、什麼是RFID射頻辨識？

RFID射頻辨識是一種無線通信技術，可以透過無線電訊號，辨識特定目標，並讀寫相關數據，而無需辨識系統與特定目標之間，建立機械或者光學接觸。

射頻辨識最重要的優點是非接觸辨識，它能穿透雪、霧、冰、塗料、塵垢和條碼無法使用的惡劣環境閱讀標籤，並且閱讀速度極快，大多數情況下不到100毫秒。

射頻辨識技術的優勢，不在於監測設備及環境狀態，而在於「辨識」。即透過主動辨識，進入到磁場辨識範圍內的物體，來做相應的處理。RFID不是感測器，它主要透過標籤對應的唯一ID號辨識標誌物。

而感測器是一種檢測裝置，能感受到被測量的資訊，並能將檢測感受到的資訊，按一定規律變換成為電信號，或其他所需形式的資訊輸出，以滿足資訊的傳輸、處理、儲存

、顯示、記錄和控制等要求。它是實現自動檢測和自動控制的首要環節。

二、射頻辨識系統組成及工作原理

1、射頻辨識系統組成

射頻辨識系統主要由三部分組成：標籤、天線、閱讀器。此外，還需要專門的應用系統，對閱讀器辨識做相應處理。

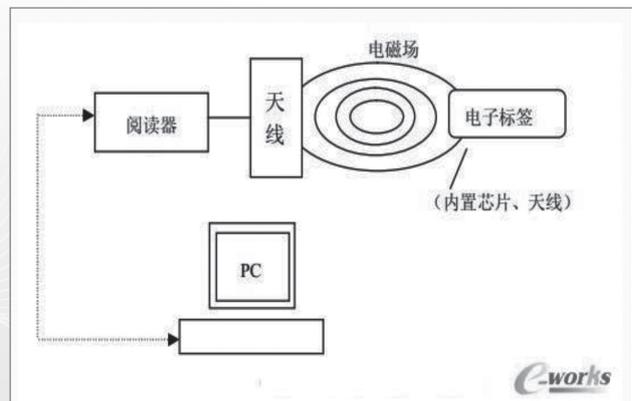


圖1 RFID系統按組成

- (1)標籤：電子標籤或稱射頻標籤、應答器，由晶片及內置天線組成。晶片內保存有一定格式的電子數據，作為待辨識物品的標識性資訊，是射頻辨識系統的數據載體。內置天線用於和射頻天線間進行通信。
- (2)閱讀器：讀取或讀／寫電子標籤資訊的設備，主要任務是控制射頻模組，向標籤發射讀取信號，並接收標籤的應答，對標籤的對象標識資訊進行解碼，將對象標識資訊，連帶標籤上其它相關資訊，傳輸到主機以供處理。

- (3)天線：標籤與閱讀器之間傳輸數據的發射、接收裝置。

2、射頻辨識系統運行原理

電子標籤進入天線磁場後，如果接收到閱讀器發出的特殊射頻信號，就能憑借感應電流所獲得的能量發送出儲存在晶片中的產品資訊（無源標籤），或者主動發送某一頻率的信號（有源標籤），閱讀器讀取資訊並解碼後，送至中央資訊系統進行有關數據處理。

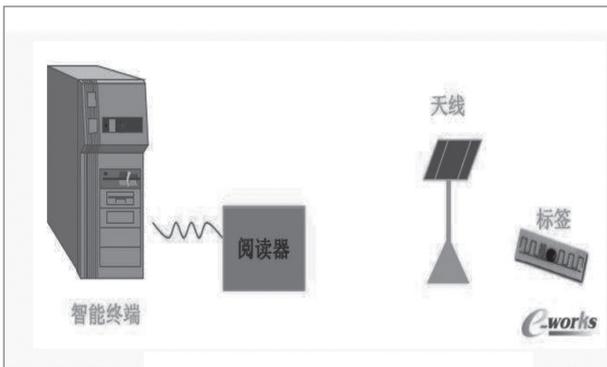


圖2 閱讀器獲得讀寫指令

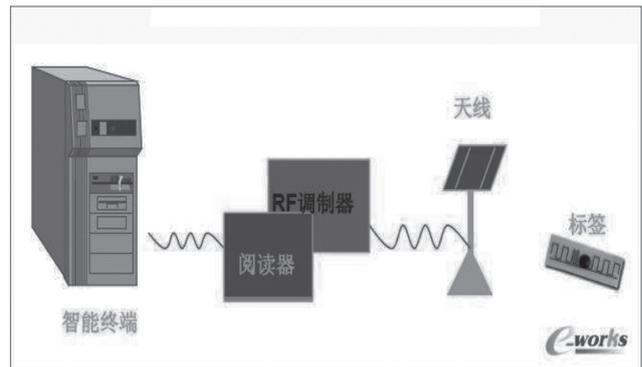


圖3 閱讀器射頻調制器將信號發送到天線

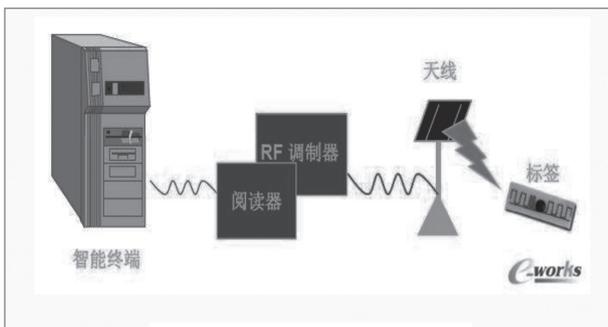


圖4 天線詢問標籤

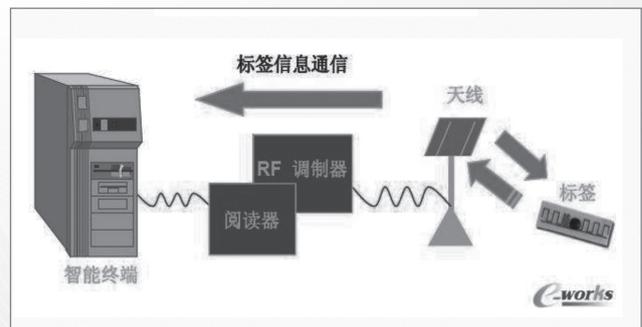


圖5 天線將獲得的標籤信息回傳

此外，按照讀寫器與標籤之間，射頻信號的耦合方式，可以把它們之間的通信分為：

- 電感耦合和電磁反向散射耦合。
- (1)電感耦合：依據電磁感應定律，透過空

間高頻交變磁場實現耦合。電感耦合方式一般適合於中、低頻工作的近距離RFID系統。

(2)電磁反向散射耦合：依據電磁波的空間

傳播規律，發射出去的電磁波碰到目標後發生反射，從而攜帶回相應的目標資訊。電磁反向散射耦合方式一般適合於高頻、微波工作的遠距離RFID系統。

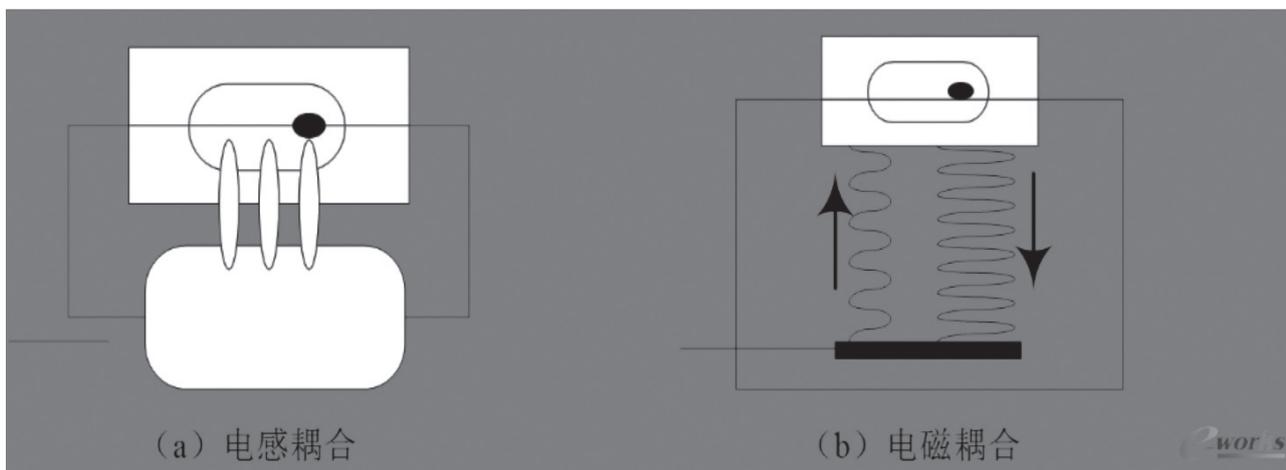


圖6 兩種耦合方式對比

| 頻率 | 波長 | 能量 | 耦合模式 |
|----|----|----|---------------|
| 高 | 短 | 高 | 電磁反向散射耦合/電磁傳播 |
| 低 | 長 | 低 | 電感耦合/電磁感應 |

通俗的理解，電感耦合這種模式主要應用在低頻（LF）、中頻（HF）波段，由於低頻RFID系統的波長更長，能量相對較弱，因此主要依賴近距離的感應，來讀取資訊。

電磁反向散射耦合主要應用在高頻（HF）、超高頻（UHF）波段，由於高頻率的波長較短，能量較高。因此，閱讀器天線可以向標籤輻射電磁波，部分電磁波經標籤調制

後，反射回閱讀器天線，經解碼以後發送到中央資訊系統接收處理。

三、射頻辨識系統分類

目前，按照RFID系統使用的頻率範圍，可將RFID系統，劃分為四個應用頻段：低頻、高頻、超高頻和微波。

| RFID系統分類 (按頻率) | 頻率 | 波長 | 通信 距離 | 受水或 金屬影響 | 傳輸速率 | 讀取方式 | 成本 | 典型應用 |
|-------------------|---------------------|----------|----------|-------------|------|------|----|------------|
| 低頻(LF) | 約125KHz | 約2000米 | < 0.5米 | 不影響 | 很慢 | 電磁感應 | 低 | 門禁 |
| 高頻(HF) | 約13.56MHz | 約20米 | < 1.5米 | 影響較小 | 較慢 | 電磁感應 | 低 | 會員卡 |
| 超高頻(UHF) | 約840~960MHz | 約31~36厘米 | 3~10米 | 影響嚴重 | 較快 | 電磁傳播 | 中 | 倉儲管理 |
| 微波 | 約2.45GHz, 5.8GHz | 約12/5厘米 | 3~10米 | 影響嚴重 | 很快 | 電磁傳播 | 高 | 道路收費 系統 |

表7 RFID 系統頻率分類

| 標籤分類 | 特點 | 讀取距離 | 使用壽命 | 傳感器 | 成本 |
|------|-------------------------------|------|------|------|----|
| 無源 | 標籤能量完全來自閱讀器 | 近 | > 5年 | 無法集成 | 低 |
| 半無源 | 標籤電池僅維持數據或者輔助支持，電池能量不轉化為射頻能量。 | 中等 | 1~5年 | 可以集成 | 較高 |
| 有源 | 標籤電源完全來自內部電池，同時也轉換為射頻能量。 | 遠 | 1~5年 | 可以集成 | 高 |

表8 RFID標籤分類

按照工作頻率的不同，RFID標籤可以分為低頻（LF）、高頻（HF）、超高頻（UHF）和微波等不同種類。其中，LF和HF頻段RFID電子標籤，一般採用電磁耦合原理（電磁感應），而UHF及微波頻段的RFID，一般採用電磁發射（電磁傳播）原理。

1、低頻射頻標籤

低頻段射頻標籤，簡稱為低頻標籤，其工作頻率範圍為30kHz~300kHz。典型工作頻率有 125KHz和133KHz。低頻標籤一般為無源標籤，其工作能量透過電感耦合方式，從閱讀器耦合線圈的輻射近場中獲得。低頻標籤與閱讀器之間傳送數據時，低頻標籤需位於閱讀器天線輻射的近場區內。低頻標籤的閱讀距離，一般情況下小於1米。



典型應用：動物辨識、容器辨識、工具辨識、電子閉鎖防盜（帶有內置應答器的汽車鑰匙）等。

2、高頻射頻標籤

高頻段射頻標籤的工作頻率一般為3MHz～30MHz。典型工作頻率為13.56MHz。該頻段的射頻標籤，因其工作原理與低頻標籤完全相同，即採用電感耦合方式工作，所以宜將其歸為低頻標籤類中。但另一方面，根據無線電頻率的一般劃分，其工作頻段又稱為高頻，所以也常將其稱為高頻標籤。

高頻標籤一般也採用無源為主，其工作能量同低頻標籤一樣，也是透過電感（磁）耦合方式，從閱讀器耦合線圈的輻射近場中獲得。標籤與閱讀器進行數據交換時，標籤必須位於閱讀器天線輻射的近場區內。中頻標籤的閱讀距離，一般情況下也小於1米。

典型應用：電子車票、電子身份證、電子閉鎖防盜（電子遙控門鎖控制器）、社區物業管理、大廈門禁系統等。

3、UHF、微波射頻標籤

超高頻與微波頻段的射頻標籤，簡稱為微波射頻標籤，其典型工作頻率有433.92MHz、862（902）MHz～928MHz、2.45GHz、5.8GHz。

微波射頻標籤，可分為有源標籤與無源標籤兩類。工作時，射頻標籤位於閱讀器天線輻射場的遠區場內，標籤與閱讀器之間的耦合方式，為電磁耦合方式。

閱讀器天線輻射場，為無源標籤提供射頻能量，將有源標籤喚醒。相應的射頻辨識系統閱讀距離，一般大於1m，典型情況為

4m～6m，最大可達10m以上。

閱讀器天線一般均為定向天線，只有在閱讀器天線定向波束範圍內的射頻標籤可被讀/寫。由於閱讀距離的增加，應用中有可能在閱讀區域中，同時出現多個射頻標籤的情況，從而提出了多標籤同時讀取的需求。

典型應用：鐵路車輛自動辨識、集裝箱辨識，還可用於公路車輛辨識與自動收費系統中。

四、RFID與物聯網

RFID是物聯網感知外界的重要支撐技術。感測器可以監測感應到各種資訊，但缺乏對物品的標識能力，而RFID技術恰恰具有強大的標識物品能力。因此，對於物聯網的發展，感測器和RFID兩者缺一不可。

如果沒有RFID對物體的辨識能力，物聯網將無法實現萬物互聯的最高理想。缺少RFID技術的支撐，物聯網的應用範圍，將受到極大的限制。

但另一方面，由於RFID射頻辨識技術，只能實現對磁場範圍內的物體進行辨識，其讀寫範圍，受到讀寫器與標籤之間距離的影響。因此，提高RFID系統的感應能力，擴大RFID系統的覆蓋能力，是當前亟待解決的問題。

同時，考慮到感測網較長的有效距離，能很好的拓展RFID技術的應用範圍。未來實現RFID與感測網的融合，將是一個必然方向。

就目前RFID的發展情況而言，在很多工業行業中已經實現了RFID與感測網路應用的初步融合，兩者取長補短的互補優勢，正在深化物聯網應用，它們的相互融合和系統整合，必將極大地推動整個物聯網產業的發展，應用前景不可估計。