



# 紅外線 (IR) 遙控器理論知識庫

版本：V1.10 日期：2021-06-08

[www.holtek.com](http://www.holtek.com)

## 目錄

<b>1. IR 遙控理論</b> .....	<b>3</b>
1.1 紅外線 .....	3
1.2 調變與解調 .....	3
1.3 設備 .....	4
<b>2. 遙控器協定</b> .....	<b>5</b>
2.1 協定的構成 .....	5
2.2 標準協定與參數 .....	7
2.3 LCD 型遙控器協定 .....	17

## 1. IR 遙控理論

在日常室內視線可及範圍內的遠端控制中，使用紅外線控制是一種成本較低的解決方案。幾乎所有的視頻，音響，空調，風扇，機上盒等都使用紅外線做為控制方式，這有賴於所有的紅外線遙控器所使用的零件價格低廉且容易獲取。

本篇知識庫主要用於闡述紅外線遙控器的理論知識，並解析標準協定的細節，以方便開發者在使用紅外線 (IR) 遙控參數平臺可以更快的開發出較合適的紅外線遙控器。

### 1.1 紅外線

紅外線 (Infrared) 是波長介於微波與可見光之間的電磁波，波長在 760nm 到 1mm 之間，比紅光長的非可見光。因為它是不可見光，所以就非常符合近距離遙控的需求：我們需要使用它，但並不希望看到它。常用紅外線遙控器普遍使用波長為 940nm 的非可見光。

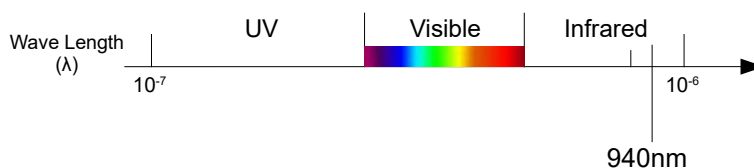


圖 1-1 紅外光譜

紅外線雖是非可見光，但並不代表我們不可以看到，通過手機攝像機，數碼相機等電子成像設備仍可看到紅外光。紅外線遙控設備，只要對著手機攝影鏡頭，按下按鍵，就可以看到閃爍的 LED 燈亮。

因為只要高於絕對零度 (-273.15°C) 的物質都會產生紅外線，所以在日常的使用環境中，我們周邊還有很多各種不同的紅外線發射源，例如遠到最亮的光源太陽，近到我們身邊的燈光，取暖及散熱設備等。因此，使用紅外線作為通訊載體的紅外線遙控器，就必須採用一些措施使 IR 資訊可以準確無誤的傳遞給接收方。

### 1.2 調變與解調

在載波頻率上調變訊號是在雜訊環境中有效傳遞訊號的解決方案。通過調變的方式，令 IR 光源以特定的頻率閃爍，IR 接收器再以處理相同頻率解調，就可以過濾掉環境雜訊，準確的還原出原始訊號。

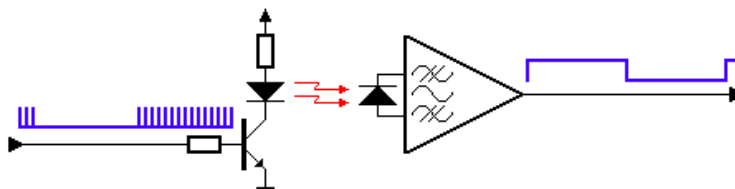


圖 1-2 紅外線訊號的發射與接收

在上圖中可以看到左方發射器使用連續的脈衝驅動 IR LED 閃爍產生調變訊號，檢測到的訊號從右方的接收器輸出。

這種通訊中，我們常用“MARK”和“SPACE”做標記通訊的內容。“SPACE”是預設訊號，一般的處理方式是發射器關閉 IR LED 的狀態。有些 IR 遙控器的 IC 對“SPACE”的狀態是驅動晶片在通信中以 IR LED 100% duty 全亮方式驅動，發完所有資料再做關閉 IR LED。兩種對“SPACE”的方式都是無載波發送。“MARK”信號期間，遙控器以特定頻率和占空比脈衝驅動 IR LED 發光，

一般型遙控器使用 30kHz~60kHz 之間的載波頻率，較常用的頻率組合是 1/3 duty@38kHz。

### 1.3 設備

通常的調變和解調設備有發射器和接收器。發射器通常是使用電池的手持遙控器。它的設計應盡可能的減少功耗，並且 IR 訊號也盡可能的強，以實現達到需求的控制距離。同時，抗震也是有必要的。

IR 遙控器是一個使用電池的手持設備，為了盡可能的延長電池更換週期，通常需要選擇靜態功耗非常低的控制晶片。在遙控器沒有按下按鍵時，控制晶片處於睡眠狀態，幾乎不消耗任何電流，而在按下任意鍵時，晶片則喚醒以發送相應的 IR 命令。

遙控器在 IR LED 發射狀態，通過 LED 的電流一般在 100mA~1A 之間。為了盡可能加大遙控的距離，電流需要設計得盡可能高，然而，這就與使用電池的手持設備相悖，所以，在動態功耗控制上面，就需要在遙控距離和電池壽命之間進行權衡。通常會將載波的脈衝訊號占空比調變到 1/3 或 1/4，此法可有效的降低功耗和元器件的發熱，同時對遙控距離影響也比較小。

一般的 IR LED 電壓降約為 1.1V。通過改變 IR LED 串接的電阻來調整發射的電流。遙控器大多選用發光波長為 940nm 的 IR LED。

在電子市場上面有很多各種不同的接收器，接收器選擇的參考標準是解調載波頻率的選擇。

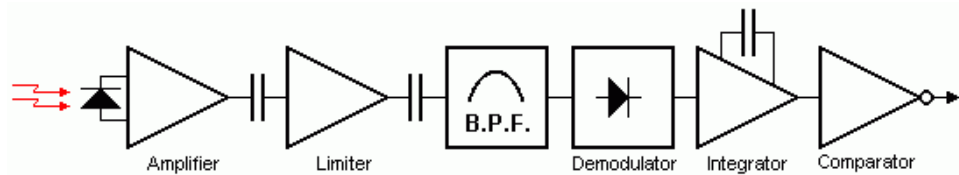


圖 1-3 接收器結構框圖

通常的接收器如圖 1-3 所示。紅外訊號經過訊號放大，限幅，帶通濾波，檢波，積分運算，從比較器輸出。從訊號的輸入到輸出的結果為：當檢測到有載波時，比較器輸出低電平，當檢測無載波來時，比較器輸出高電平。



圖 1-4 接收模組

這幾個工作的模組集成到以上圖中的單個電子元件中，在使用時不需要對各模組做調試，只需要上電和檢查輸出腳輸出的高低電平即可。因為通常的紅外遙控使用的載波普遍在 36kHz, 38kHz, 40kHz 等，所以接收器的製造商往往會根據這幾種應用比較廣泛的載波頻率去調諧接收器，其產品的命名往往會把工作的最佳載波頻率標記在上面。例如 VS1838, HS0038, IRM-3640T 等。在開發採購接收器時，只需要按照產品工作的頻率去選擇器件即可。

## 2. 遙控器協定

紅外線遙控器主要應用於消費類電子產品。此類產品的控制中雖然安全並不重要，但是要做到不同設備之間相互不會產生干擾，就要求遙控器要按照一個特定的發碼協定，對被控制的設備發出專有的命令。像 NEC, Sharp, Philips 等一些廠商制定的協定因為發碼和解碼方式簡單易用，可靠性高，功耗低等優點，被各家電子產品製造商直接使用或模仿改造。因為經過改造的各種變種協定類型繁多，且並非專用，所以本文是以排除這類改造過的協定，只選用原始的協定母本來做介紹說明。

### 2.1 協定的構成

大部分的協定基本上可拆分為以下幾個部分：頭碼，固定 / 翻轉碼，資料碼，重複碼幾個部分。

#### 2.1.1 頭碼

頭碼 (或稱前引導碼) 的作用主要是用於產生一個喚醒和校準接收器的訊號，一般可分為載波型頭碼和數字型頭碼兩種。

載波型頭碼主要是一個 AGC 脈衝串，是比數位時間更長 MARK 和 SPACE 訊號組成。代表協定有 NEC, Philips RC-6 這類。頭碼的長脈衝串有助於 IR 接收器增益的初始化。



圖 2-1 載波型頭碼

在相位碼的發送中，為了辨別 1 和 0，通常需要在發送有用資訊前，發送一些固定的數位做校準，這些校準數位元也就是數字型頭碼，代表協定有 Philips RC-5。

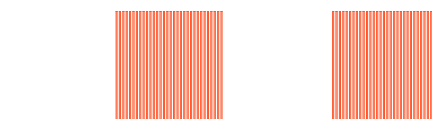


圖 2-2 相位碼數字型頭碼

還有一類協定在發送時並不發出頭碼，直接發送資訊內容如 Sharp。

#### 2.1.2 固定 / 翻轉碼

在一般資料碼之外，一些協定會額外插入一兩個固定或可變的數位，固定的數位位元在 Manchester 編碼方式中便於接收器做校準時間參考。如 Nokia NRC17, Philips RC-6。

翻轉碼主要用於連續發碼狀態中區分當前的發碼是一直保持在按下狀態還是連續鬆開再按下。代表協定有 Philips RC-5, Philips RC-6。

#### 2.1.3 數據碼

資料的調變方式一般有兩種，一種是變長碼 (PWM/PDM)，另一種是相位碼或曼徹斯特碼 (Manchester)。

變長碼 (PWM/PDM)：變長碼的調變方式可以使用固定的 MARK 時間，然後搭配兩種不同時間長度的 SPACE 調變出 0 和 1 的編碼 (PDM)，也可以使用不同時間長度的 MARK 和相同時間的 SPACE 來調變出 0 和 1 (PWM)。



圖 2-3 變長碼調變

**Manchester 碼：**Manchester 的調變方式是使用相同的 MARK 和 SPACE 時間，MARK 在前 SPACE 在後或 SPACE 在前 MARK 在後，組合成 0 或 1 的相位調變方式。



圖 2-4 相位碼調變

對於遙控器這一類使用電池電源的電子設備，節能省電是非常重要的考慮因素。因為有的遙控器 IC 的 SPACE 是用關閉 IR LED 的方式產生，有的是用 100% duty 全亮的方式產生。所以，在 PWM，PDM，Manchester 三種編碼方式，對於關閉 IR LED 的方式產生 SPACE 的遙控器，PDM 和 Manchester 比 PWM 省電，而在 IR LED 全亮產生 SPACE 的遙控器，Manchester 最省電。

Manchester 不管發送 0 還是 1，驅動產生的 MARK 和 SPACE 時間都是一樣長的，所以相位碼在發碼時可以做到不管發送什麼代碼都是同樣的功耗，而變長碼發不同碼的功耗都是變化的。

**位址碼與命令碼：**對於使用消費類電子產品數量較多的使用者，可能會有同一個品牌的不同產品擺在同一個客廳中，所以需要讓一個遙控器控制一款產品時不會造成其他產品的誤識別，則需要對發碼的內容上令其做區分。如果每款產品修改一種協定，則會大大增加工程師的工作量並降低開發效率，所以在保證開發便捷，又能使不同產品相互不干擾，在制定協定時把發碼制定了位址碼和命令碼。位址碼主要是為區分不同設備而使用，命令碼則是遙控器對此設備上不同功能的按鍵命令使用。

**正碼與反碼：**為了增加發碼的可靠性，有時需要增加一些資料的校驗，因為紅外遙控器不需要考慮資訊安全問題，但又要使發送和接收變得可靠，且處理起來比較簡單，所以一些工程師在設計時會增加位址或命令反碼的發送。

#### 2.1.4 重複碼

在一些消費類電子設備，接收器需要判斷遙控器是否處於一直按下的狀態，很多遙控器的協定規畫了重複碼。在重複碼的應用中，比如電視機需要考慮音量、頻道可以連續加減，而按下某一頻道不放又不會在這個頻道連續閃跳。所以要區分是一直按下或者連續鬆開鍵再按下，NEC 類型的協定則有較為省電的方案，在重複發碼的階段，只發送同 9ms 的 MARK 和 2.5ms 的 SPACE。既可以保證接收器正確識別重複發碼，也可以降低因為發完整編碼的功耗。



圖 2-5 AGC 型重複碼

因為像 NEC 這類協定的遙控資訊都是在第一幀的編碼中，假如接收端在第一幀沒收到或識別錯了，那麼這個長按動作是無法再辨別出用戶按下的是哪個按鍵的，所以，有些工程師會考慮在重複碼階段仍是需要發送完整的編碼。但是接收設備連續接收到幾組同樣的發碼資料時，無法辨別出發碼的按鍵是被反復的鬆開按下還是一直按住不放，所以，一般在使用所有資料全部重複的發碼都會加入翻轉碼來識別用戶動作，如前面所講 Philips RC-5 使用一個 toggle 位元做標記。

### 2.1.5 連接碼 (間隔碼)

連接碼一般應用在 LCD 型遙控器中。LCD 型遙控器常用的調製方式，是將顯示和控制的狀態信息調製成發碼。(詳見 2.3.1)。

一般 LCD 型遙控器的發碼位數較多，當遙控器電池在電量偏低時，一次連續發出幾十上百位元的編碼，會導致電池低電量時電壓過快下降導致主控晶片出現低電壓重置。連接碼就是在連續的發碼中插入 10~30ms 的“SPACE”，暫停遙控器對 IR LED 的驅動輸出可使電量得到一個短暫的恢復。

## 2.2 標準協定與參數

IR 遙控器隨著 20 世紀 90 年代消費類電子產品的普及得到廣泛應用。有幾家知名的電子產品製造商制定了多種不同的協議標準，後續被不同的家電公司直接採用或修改使用。本節以一些經典和有特色的協定應用做協定的講解說明。

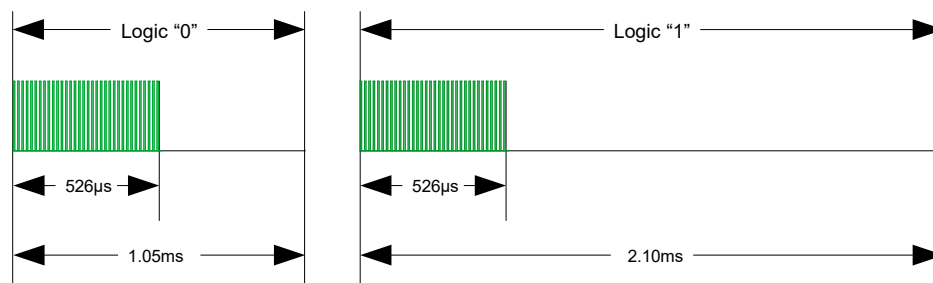
### 2.2.1 JVC 協定

JVC 的產品使用過多種不同的協定，本篇以大多數 JVC 設備所使用的控制協定作說明。

特徵：

- 8 位位址和 8 位命令
- PDM 調變
- 載波 38kHz
- 數位位元時間：0：1.05ms；1：2.10ms
- 占空比：1/3 或 1/4

調變方式：

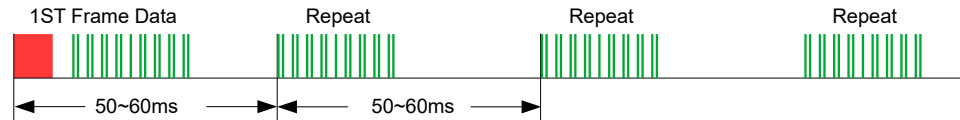


JVC 協定對位元的調變使用脈衝間隔編碼 (PDM)。每組脈衝是 526µs 長度的 38kHz 載波，邏輯“0”的時間長度是 1.05ms，邏輯“1”的時間長度是 2.10ms。

協定組成：



上圖是以 JVC 協定發送一組脈衝發碼序列。該協定先發送低位元 (LSB)，上圖的位址為 0AAH，命令為 055H。這條資訊由 8.4ms 的 AGC 脈衝串 (MARK) 啟動，跟著是 4.2ms 的 SPACE，然後再發送位址和命令。這個資料幀總傳輸時間是有變化的。



只要遙控器上的按鈕一直保持被按下，遙控器就會每隔 50~60 毫秒發送一次重複碼。JVC 只有第一幀會發送 8.4ms 的 AGC 脈衝和 2.1ms 的 SPACE，後面的重複碼都只有位址和命令碼。接收器以此分辨遙控器按鈕是否被按住不放。

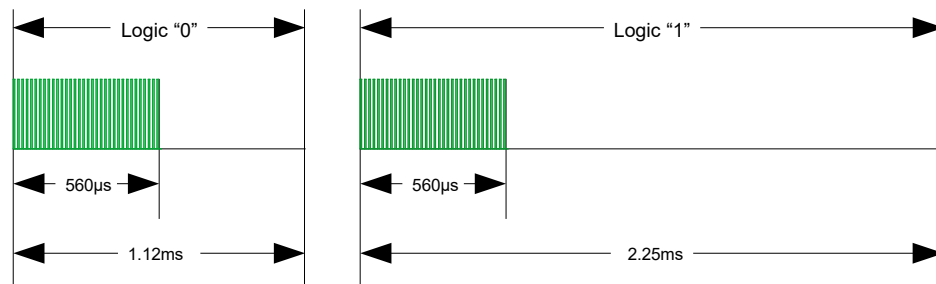
### 2.2.2 NEC 協定

在消費類電子產品中，NEC (現屬瑞薩) 協定是使用得較多的遙控器協定。中國在繼日本之後興起的電子製造業，製造的電子產品中，遙控器使用的協定大多是 NEC 或者以其為母本衍生的改版。

特徵：

- 8 位位址和 8 位命令長度
- 擴展位元址模式可令位元址長度加倍
- PDM 調變
- 載波 38kHz
- 數位位元時間：0：1.12ms；1：2.25ms
- 占空比：1/3 或 1/4

調變方式：

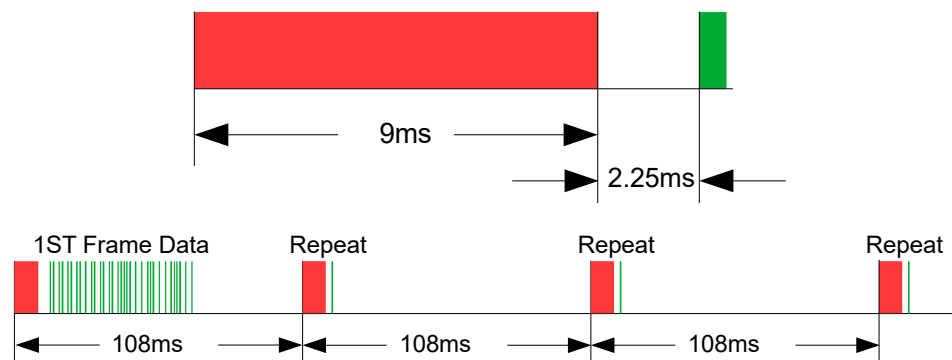


NEC 協定對位元的調變使用脈衝間隔編碼 (PDM)。每組脈衝是 560µs 長度的 38kHz 載波，邏輯“0”的時間長度是 1.12ms，邏輯“1”的時間長度是 2.25ms。

協定組成：



上圖是以 NEC 協定發送一組脈衝發碼序列。該協定先發送低位元 (LSB)，上圖的位址為 0AAH，命令為 038H。這條資訊由 9ms 的 AGC 脈衝串 (MARK) 啟動，跟著是 4.5ms 的 SPACE，然後再發送位址和命令。位址和命令碼都被發送了兩次，第二次發出的位址和命令是以反碼的形式發出。因為發送每一個位都有一個對應的反碼，所以這個資料幀總傳輸時間是固定的。



NEC 模式的發碼，即使遙控器的按鍵一直保持被按下，也只有在第一幀有位址和命令碼。後面遙控器每隔 108 毫秒發送一次重複碼。重複碼由 9ms 的 AGC 脈衝和 2.25ms 的 SPACE 和一個 560 $\mu$ s 的 MARK 組成。

### 擴展協定



由於 NEC 協定的使用太過氾濫，256 個設備位址值很快就用完。為了使用戶不出現相同位址而造成相互干擾，通過把 8 位位址擴展到 16 位可增加 60000 多個。NEC 協定在經過位址擴展之後，1 和 0 的總數量就不再相等，所以擴展位址的發碼時間就變成不固定的了。

當使用高 8 位位址和低 8 位位址正好是反碼的時候，此時的協定則會歸類成為標準的 NEC 協定，而非擴展協定，在使用擴展協定時應注意使用位址的限制。

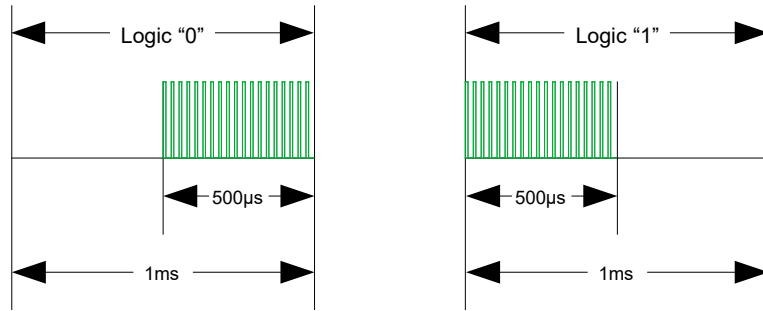
### 2.2.3 Nokia NRC17 協定

Nokia NRC17 協定是諾基亞為消費類電子產品設計的，以前用於電視機，錄影機，後來用於衛星接收器和機上盒，直到諾基亞停止製造這些設備。

#### 特徵：

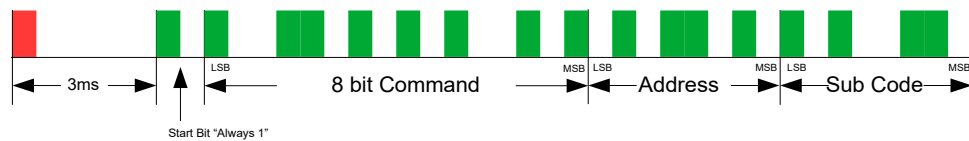
- 8 位命令，4 位位址和 4 位子碼
- 相位調變
- 載波 38kHz
- 數位位元時間恆定 1ms
- 電池低電壓提醒
- 占空比：1/3 或 1/4

調變方式：



NRC17 協定對位元使用相位編碼的調變方式。載波使用 38kHz，所有的位長度都是 1ms。在這個協定中，發送的 0 和 1 代碼裡面，MARK 和 SPACE 的時間各占 50%。邏輯 1 編碼 MARK 在前半段，SPACE 在後半段。邏輯 0 編碼 SPACE 在前半段，MARK 在後半段。

協定組成：



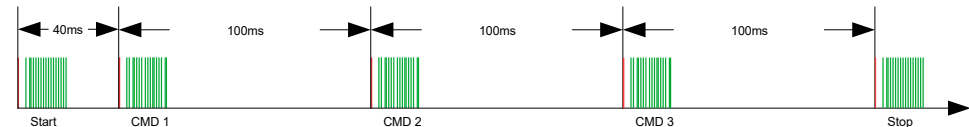
上圖是以 NRC17 協定發送一組脈衝發碼序列。此協定先發送低位元 (LSB)，上圖的位址為 0CH，命令為 03DH，子碼為 0BH。

NRC17 發碼的第一組脈衝為預脈衝。是由 500µs 的 MARK 和 2.5ms 的 SPACE 組成，佔用 3 個 bit 時間。

預脈衝之後發送的第一個位是起始位，恆定是 1，因為正好編碼 1 的 MARK 正好前後都是 SPACE，所以對於接收器是一個非常適合的校準位。

接下來是 8 位的命令，4 位位址和 4 位子碼是按低位元優先的方式發送出來。子碼可以看作是位址的擴展使用。

NRC17 一幀編碼的時間正好是 20 毫秒。



NRC17 協定的遙控器按鍵被按下時，遙控器會先發出一組 Start 資訊。是由 0FEH 的命令和 0FFH 的位址 + 子碼組成的資訊編碼。在 Start 發送的 40 毫秒之後，按鍵的準確資訊編碼才會被發出，並以每隔 100 毫秒的方式重複一次命令，在等到到按鍵鬆開的時候，遙控器會在按鍵的下一個重複週期到來時發送 Stop 資訊，Stop 資訊同樣是由 0FEH 的命令和 0FFH 的位址 + 子碼組成的資訊編碼。因為每一次發送的序列都要包含 Start 和 Stop 資訊，也就是說可以從這兩個資訊來判斷按鍵是否有重複按下或抖動。所以在遙控器的設計時就一定要避免使用 0FEH 做按鍵命令和 0FFH 做位址 + 子碼，以免接收器因此而造成誤判。

低電壓提示

NRC17 協定在發送時會告訴接收端遙控器電池在低電量狀態。接收端如果是電視，可以在螢幕上提示使用者遙控器電池電量低，需要更換電池。正常的預脈衝佔用的時間是 3ms，在電池電壓低時，Start 和 Stop 的預脈衝會延長到 4ms。

注：低電壓提示功能必須要遙控器 IC 本身支援對電池的電壓檢測才能實現這一功能。而在現在遙控器 IC 在功耗控制方面已經相當優秀，2 節 AAA 電池的使用時間基本都在幾個月以上，所以這個功能一年用不上一次，而且也不會引起安全問題，也就變得可有可無。

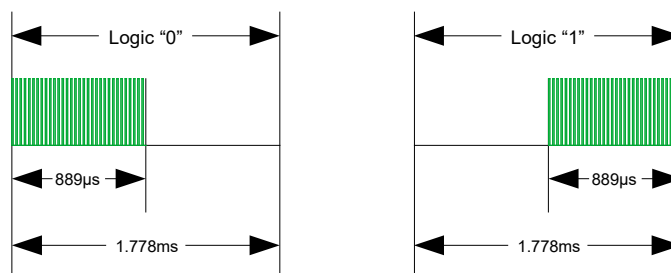
## 2.2.4 Philips RC-5 協定

飛利浦的 RC-5 協定編碼簡單易開發，是一個非常多遙控器使用的協定。

特徵：

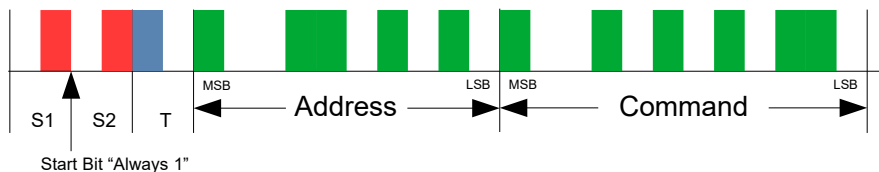
- 5 位位址，6 位命令
- 相位調變 (曼徹斯特編碼)
- 載波 36kHz
- 數位位元時間恆定 1.778ms
- 占空比：1/3 或 1/4

調變方式：



RC-5 協定對位元使用相位編碼 (Manchester) 的調變方式。載波使用 36kHz，所有的位長度都是 1.778 毫秒。在這個協定中，發送的 0 和 1 編碼，MARK 和 SPACE 的時間各占 50%。邏輯 0 編碼 MARK 在前半段，SPACE 在後半段。邏輯 1 編碼 SPACE 在前半段，MARK 在後半段。

協定組成：



上圖是以 Philips RC-5 協定發送一組脈衝發碼序列。該協定先發送高位 (MSB)，上圖的位址為 08H，命令為 01EH。

Philips RC-5 協定發碼使用兩個邏輯 1 數位編碼當起始脈衝。因為邏輯 1 的編碼方式是 SPACE 在前，MARK 在後，所以當接收器收到第一個脈衝開始接收解碼訊號的時候，實際上已經是過了半個 bit 的時間。

RC-5 發碼，即使遙控器的按鍵一直保持被按下，遙控器每隔 114 毫秒發送一次重複碼。第 3 個 bit 的 toggle 位可以用於區分連續的兩幀信號是遙控器被保持按下還是連續按下同一個鍵。

### 2.2.5 Philips RC-6 協定

飛利浦的 RC-6 協定是在 RC-5 上繼承並開發的，也是一個非常可靠且應用廣泛的遙控器協定。

特徵：

- 支援操作模式碼
- 8 位位址，8 位命令
- 相位調變 (曼徹斯特編碼)
- 載波 36kHz
- 數位位元時間恆定 889 $\mu$ s
- 占空比：1/3 或 1/4

調製方式：

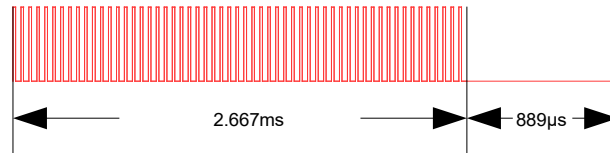
RC-6 協定普遍採用 36kHz 的紅外線載波，占空比在 25%~50% 之間。數位採用曼徹斯特 (Manchester) 的調變方式，即每個位元不管是“1”或是“0”，都包含有一個 MARK 和一個 SPACE。邏輯 1 的 MARK 在前 SPACE 在後，邏輯 0 的 SPACE 在前 MARK 在後。

因此，RC-6 與 RC-5 協定對位元的調變方式是相反的。

RC-6 以 16 個載波週期的時間作為一個時間單位，記作 1t (即  $1/36K \times 16 = 444\mu$ s)。

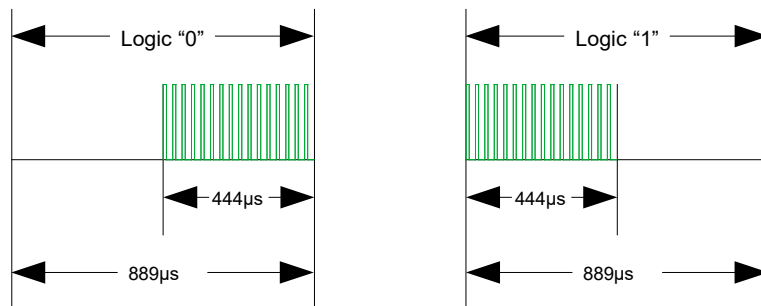
- 前引導碼

RC-6 協定的前引導碼包含 6t 時間長度 (2666 $\mu$ s) 的 MARK 和 2t (889 $\mu$ s) 時間長度的 SPACE。前引導碼主要用於接收器增益的初始化。



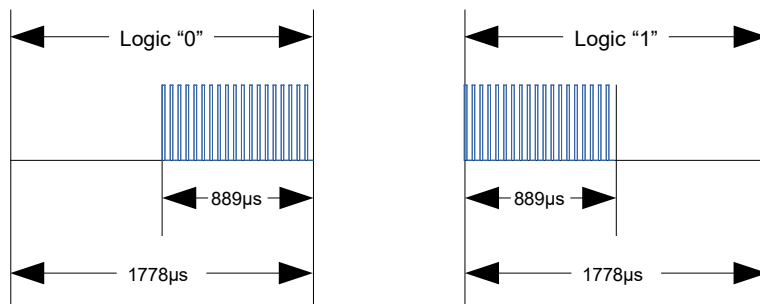
- 普通位

普通資料位元由 1t 的 SPACE 和 1t 的 MARK 調製成“0”，1t 的 MARK 和 1t 的 SPACE 調製成“1”。



- 切換位

切換數據位元由 2t 的 SPACE 和 2t 的 MARK 調變成“0”，2t 的 MARK 和 2t 的 SPACE 調變成“1”。



在 RC-6 中，從前引導碼到切換位識別字這一段都屬於頭碼。  
RC-6 協定在消費類電子產品遙控器，通常使用的模式碼都是 0。  
RC-6 協定一幀完整的訊號如下圖所示：



- 頭碼  
頭碼包含 3 部分，第一部分是引導碼 LS (Leader Symbol) 用於調整接收器的增益。之後是 SB 起始位。固定為數碼 1，用於校準接收器時序。第二分部是模式碼，由三個數位組成，目前已知的遙控器使用的模式碼都是 000。最後第三部分是反轉位元，這個位的時間是普通位的 2 倍。這個位用作切換位元，只要按下的按鍵鬆開就會反轉，以便於接收器區分是新按下的按鍵還是重複按下的按鍵。
- 控制碼  
控制碼包含 8 位的位址碼和 8 位的命令碼，均是優先發送高有效位。
- 訊號閒置時間  
這是不允許傳輸資料的時間段，接收器在此時檢測到訊號空閒以避免錯誤接收。訊號閒置時間為  $6t$ ，即 2.666ms。  
RC-6 發碼，即使遙控器的按鍵一直保持被按下，遙控器每隔 108 毫秒發送一次重複碼。

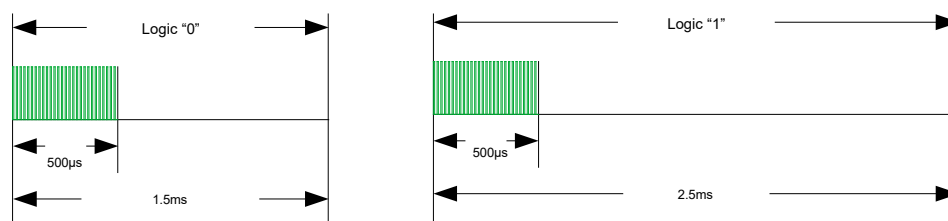
### 2.2.6 RCA 協定

RCA 是一種廣泛應用於電視機，VCR，功放，機上盒的遙控器協定。

特徵：

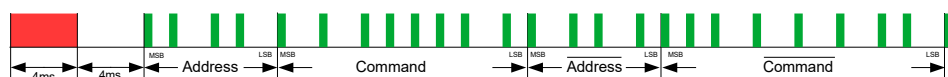
- 4 位位址和 8 位命令長度
- PDM 調變
- 載波 56kHz
- 數位位元時間：0: 1.5ms; 1: 2.5ms
- 占空比：1/3 或 1/4

調變方式：



RCA 協定對位元的調變使用脈衝間隔編碼 (PDM)。每組脈衝是 500µs 長度的 56kHz 載波 (28 週期)，邏輯 0 的時間長度是 1.5ms，邏輯 1 的時間長度是 2.5ms。

協定組成：



上圖是以 RCA 協定發送一組脈衝發碼序列。該協定先發送高位 (MSB)，上圖的位址為 05H，命令為 0C2H。這條資訊由 4ms 的 AGC 脈衝串 (MARK) 啟動，跟著是 4ms 的 SPACE，然後再發送位址和命令。位址和命令碼都被發送了兩次，第二次發出的位址和命令是以反碼的形式發出。因為發送每一個位都有一個對應的反碼，所以這個資料幀總的傳輸時間是固定的。反碼可提高發送資訊的可靠性。

在遙控器按鍵被按住不放時，發送信號以每 64ms 一幀的方式重複。

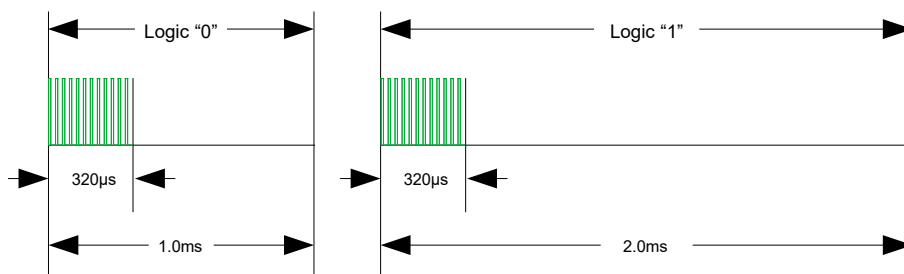
### 2.2.7 Sharp 協定

夏普的協定主要使用在夏普的電視機和錄影機產品上。

特徵：

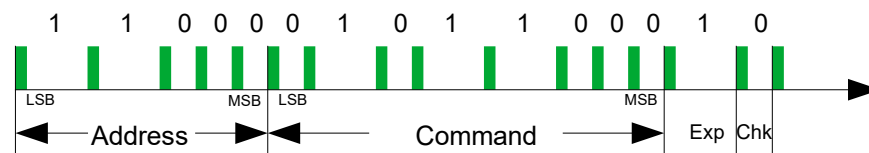
- 5 位位址，8 位命令
- PDM 調變
- 載波 38kHz
- 數位位元時間：1: 2ms; 0: 1ms
- 占空比：1/3 或 1/4

調變方式：

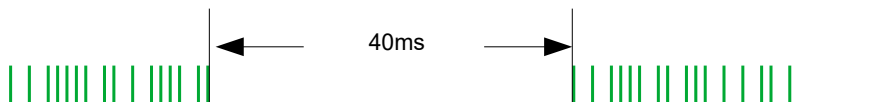


夏普協定使用脈衝間隔編碼的調變方式。每組脈衝為 320µs 時長的 38kHz 脈衝，邏輯 1 的發送時間是 2ms，邏輯 0 是 1ms。載波占空比是 1/4 或 1/3。

協定組成：



這是一個發送以 03H 為位址和 1AH 為命令的發送序列，先發送位址，再發送命令，低有效位先發。最後兩個位是固定的 1 和 0。



一組完整的命令序列包含 2 個資訊。第一次傳輸的是前面所述的正常訊號，然後延遲 40ms 做第二次發送。第二次發送的訊號除了位址碼之外，所有的數位都是被反轉的。接收器以此驗證所接收的資訊是否可靠。

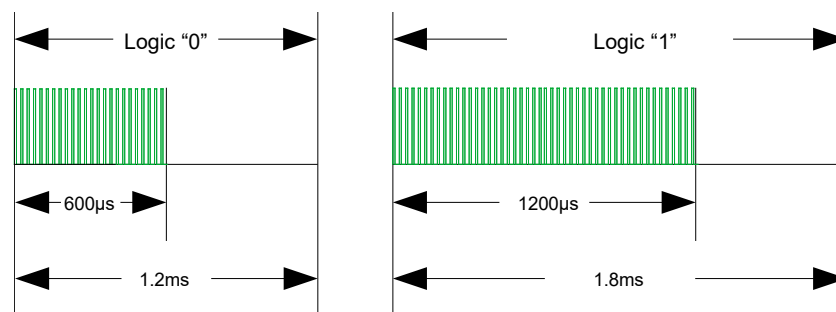
### 2.2.8 Sony SIRC 協定

索尼的 SIRC 協定目前從互聯網上瞭解到的情況來看，有 3 個版本，分別是 12 位，15 位和 20 位版本。所有版本的命令都為 7 位。12 位版本是 7 位命令 5 位位址，15 位版本是 7 位命令 8 位位址，20 位版本是 7 位命令 5 位位址外加 8 位擴展位。

特徵：

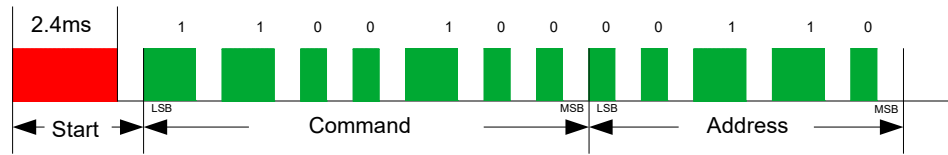
- 12 位格式：7 個命令位，5 個位址位
- 15 位格式：7 個命令位，8 個位址位
- 20 位格式：7 個命令位，5 個位址位，8 個擴展位
- 脈衝寬度調變 (PWM)
- 載波 40kHz
- 數位位元時間：1：1800 $\mu$ s；0：1200 $\mu$ s
- 占空比：1/3 或 1/4

調變方式：



SIRC 使用脈衝寬度調變的方式進行編碼。邏輯 1 是由 1.2ms 的 MARK 加上 0.6ms 的 SPACE 組成，而邏輯 0 是由 0.6ms 的 MARK 加上 0.6ms 的 SPACE 組成。

協定組成：



上圖展示的是一個 12 位元 SIRC 協定的脈衝序列。此協定優先發送 LSB。起始位為 2.4ms 的 MARK，0.6ms 的 SPACE。然後是 7 位命令碼，5 位位址碼。上圖所發的位址位 0CH，命令為 13H。因為 Sony SIRC 協定是脈衝寬度調製，SPACE 時間是不變的，所以最後一個位元的時間不需要在後面補一組 MARK 波形。

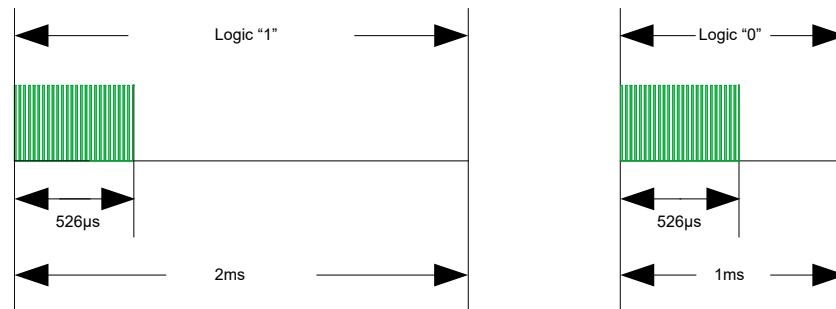
### 2.2.9 X-Sat / Mitsubishi 協定

此協定很可能是先由三菱創造的，並在三菱的設備上使用，後來法國的 Xcom 公司製造的 X-Sat 系列衛星電視接收器也使用了此協定。X-Sat 和三菱的區別是 X-Sat 使用的是 38kHz 載波，三菱使用 40kHz 載波。

特徵：

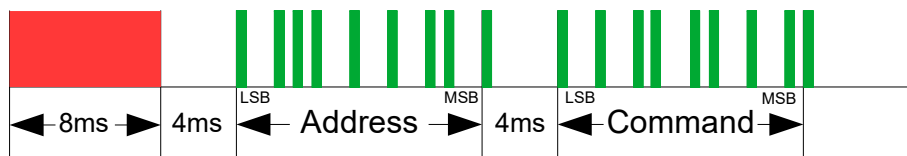
- 8 位位址，8 位命令
- 脈衝間隔調變 (PDM)
- 載波 38kHz
- 數位位元時間：1：2ms；0：1ms
- 占空比：1/3 或 1/4

調變方式：



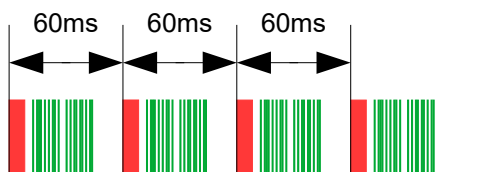
X-Sat 協定的位元使用脈衝間隔編碼的調變方式。每組脈衝為 526µs 時長的 38kHz 脈衝，邏輯 1 的發送時間是 2ms，邏輯 0 是 1ms。載波占空比是 1/4 或 1/3。

協定組成：



這是一個發送以 0B9H 為位址和 6BH 為命令的序列，先發送位址，再發送命令，以低有效位先發。發送序列資訊以 8ms 的 AGC 脈衝開始，用於初始化 IR 接收

器增益。之後跟著 4ms 的 SPACE。接著後面發送的是位址碼和命令碼。位址碼和命令碼之間還要有個 4ms 的間隔。一幀的總時間因發送不同的代碼而異。



在按鍵持續按下時，發送的脈衝序列每 60ms 重複一次。

### 2.2.10 協定匯總

將軟體內自帶的標準協定整理成參數表如下：

協定名稱	頻率	占空比	編碼方式	引導碼	位址位	命令位	重複方式
JVC	38kHz	1/4, 1/3	PDM	AGC	8	8	Only Data
NEC	38kHz	1/4,1/3	PDM	AGC	8	8	AGC
NEC-16	38kHz	1/4,1/3	PDM	AGC	16	8	AGC
NRC17	38kHz	1/4	Manchester	AGC	4/8	8	ALL
RC-5	36kHz	1/4,1/3	Manchester	Data	5	6	ALL
RC-6	36kHz	1/4,1/3,1/2	Manchester	AGC	8	8	ALL
RECS-80	38kHz	1/3	PDM	Data	3	6	ALL
RCA	56kHz	1/4, 1/3	PDM	AGC	4	8	ALL
Sharp	38kHz	1/4, 1/3	PDM	None	5	8	Only Data
SIRC	40kHz	1/4, 1/3	PWM	AGC	5/8	7	ALL
X-Sat	38kHz	1/4, 1/3	PDM	AGC	8	8	ALL

## 2.3 LCD 型遙控器協定

LCD 型遙控器在不同品牌的電器公司一般都有一套自己的協定標準。LCD 型遙控器在市場應用較廣泛的產品是空調遙控器，本節以空調遙控器的協定來說明 LCD 型遙控器協定設計方式。

### 2.3.1 LCD 型遙控器協定與設計

在消費類電子產品中，有一些產品如壁掛式空調，新風系統，壁掛式熱水器等產品，因其設備主機安裝的位置或者高，或者遠，主機端並不適合安裝人機交互介面，在遙控器端設計交互介面是一種成本低且較易實現的方案。



遙控器本身有功耗控制的需求，帶 LCD 顯示的 IR 遙控器就是一個可以在用戶手上實現交互，且成本和功耗都可控制到較優的方案。

由於 IR 遙控器對設備主機是單工通信的方式，對 LCD 型遙控器的設計，除了發送功能外，還需要同時保證遙控器顯示資訊和主機設備工作的同步。

例如對空調遙控器按下降溫 1°C 的按鍵，假如出現一次發碼被遮擋導致設備未收到控制命令，由於 IR 遙控器無法接收主機回傳資訊來校正 LCD 顯示的內容，所以此時就出現了主機實際運行與遙控器 LCD 顯示狀態不一致的情況，較便捷

的操作方式就是由遙控器端用下次的發碼去校正，使遙控器的顯示內容可以和主機設備的工作同步。

LCD 型空調遙控器協定大多採用調製方式是把交互資訊 (即 LCD 所有顯示內容) 調製到發碼資訊中發送出去，而不是使用一般型遙控器協定的按鍵對應固定發碼的方式。LCD 型遙控器發送的交互信息只要主機完成一次正確接收，即可完成顯示內容和主機工作的同步。

### 2.3.2 LCD 型遙控器協定與參數

目前尚未在市場中見到 Manchester 調製方式的 LCD 型遙控器。以下參數以使用 PDM 調製的空調遙控器參數做說明。

特徵：

- 調製資訊：開關，模式，定時，固定碼等
- 無特定載波頻率
- 變長碼方式調製 PDM
- 無固定位時間
- 占空比：1/2、1/3 或 1/4

調製方式：



- 前引導碼

前引導碼主要是以時間長度比協定中 bit 更長 MARK 和 SPACE 構成的 AGC 信號。前引導碼主要用於接收器增益的初始化。



- 連接碼

連接碼主要是在調製資料中插入的一段固定時間的延時。作用如下：

- a. 區分協定，防止不同遙控器相互干擾
- b. 在電池低電量時，暫停一段時間載波輸出可避免持續發碼時間過長導致遙控器晶片重置問題。

連接碼一般不含引導碼。

- 雙組發送

雙組發送的功能類似連接碼，但第二組發碼與第一組發碼一樣帶前引導碼和加入連接碼。

部分協定會根據功耗控制需求，將雙組碼設計為特定功能專用，如格力空調遙控器的雙組發送模式僅在定時開機和定時關機啟用時將定時資訊調製到第二組碼中發送。

## 2.4 其他協定

市場上還有更多新的廠商定義自己的專用協定。本知識庫雖未將此協定一一收錄，但其皆是對變長碼 (PDM/PWM) 調變和曼徹斯特 (Manchester/Bi-phase) 碼調變兩種方式的參數修改，然後變更位址碼長和命令碼長，組成新的發碼協定。

參考資料來源：

<https://www.sbprojects.net/>

<https://www.lirc.org/>

Copyright® 2021 by HOLTEK SEMICONDUCTOR INC.

使用指南中所出現的資訊在出版當時相信是正確的，然而 **Holtek** 對於說明書的使用不負任何責任。文中提到的應用目的僅僅是用來做說明，**Holtek** 不保證或表示這些沒有進一步修改的應用將是適當的，也不推薦它的產品使用在會由於故障或其它原因可能會對人身造成危害的地方。**Holtek** 產品不授權使用於救生、維生從機或系統中做為關鍵從機。**Holtek** 擁有不事先通知而修改產品的權利，對於最新的資訊，請參考我們的網址 <http://www.holtek.com.tw/>。