

原來PWM這麼簡單

玩轉嵌入式 昨天

收錄於話題

#電子常用知識科普 90 #硬件 80 #電機驅動/BLDC 15

推薦關注🔗下方公眾號學習更多電子技術知識！



玩轉嵌入式

專注於單片機、ARM、嵌入式等硬件、軟件設計經驗的分享，並提供一定的技術支持。我已加入“維權騎士”（rightknights.com）的版權...
601篇原創內容



公眾號

PWM有非常廣泛的應用，比如直流電機的無極調速，開關電源、逆變器等等。個人認為，要充分理解或掌握模擬電路、且有所突破，很有必要吃透這三個知識點：

①**PWM**，②**電感**，③**紋波**。

PWM是一種技術手段，**PWM波**是在這種技術手段控制下的脈衝波。

如圖1所示，這種比喻很形像也很恰當，希望對學習的朋友有所幫助與啟發。

动物	心脏	心跳	脉搏
开关电源	电感	PWM波	纹波

玩转嵌入式
头条 @电囡药丸

圖1：形象的比喻

PWM全稱Pulse Width Modulation：脈衝寬度調製（簡稱脈寬調製，通俗的講就是調節脈衝的寬度），是電子電力應用中非常重要的一種控制技術，在理解TA之前我們先來了解幾個概念。

♥脈衝波的基本信息如圖2所示：

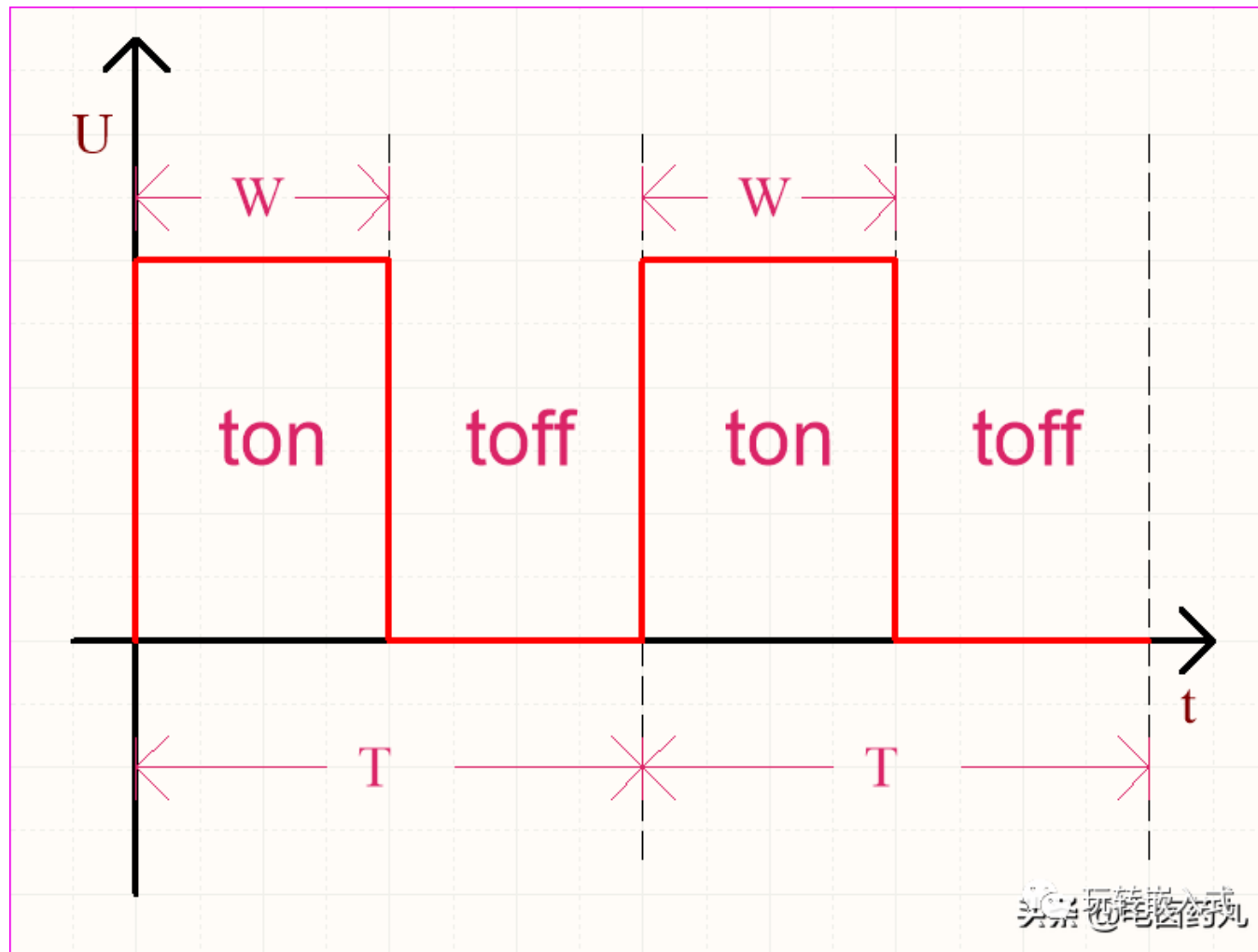


圖2：脈衝波的基本信息

①脈衝週期 (T)，單位是時間，比如納秒 (ns)、微妙 (μs)、毫秒 (ms) 等；

②脈衝頻率 (f)，單位是赫茲 (Hz)、千赫茲 (kHz) 等，與脈衝週期成倒數關係， $f=1/T$ ；

③脈衝寬度 (W)，簡稱“脈寬”，是脈衝高電平持續的時間。單位是時間，比如納秒 (ns)、微妙 (μs)、毫秒 (ms) 等；

④佔空比 (D)，脈寬除以脈衝週期的值，百分數表示，比如50%。也常有小數或分數表示的，比如0.5或1/2。

♥以上之間的關係如圖3所列的公式：

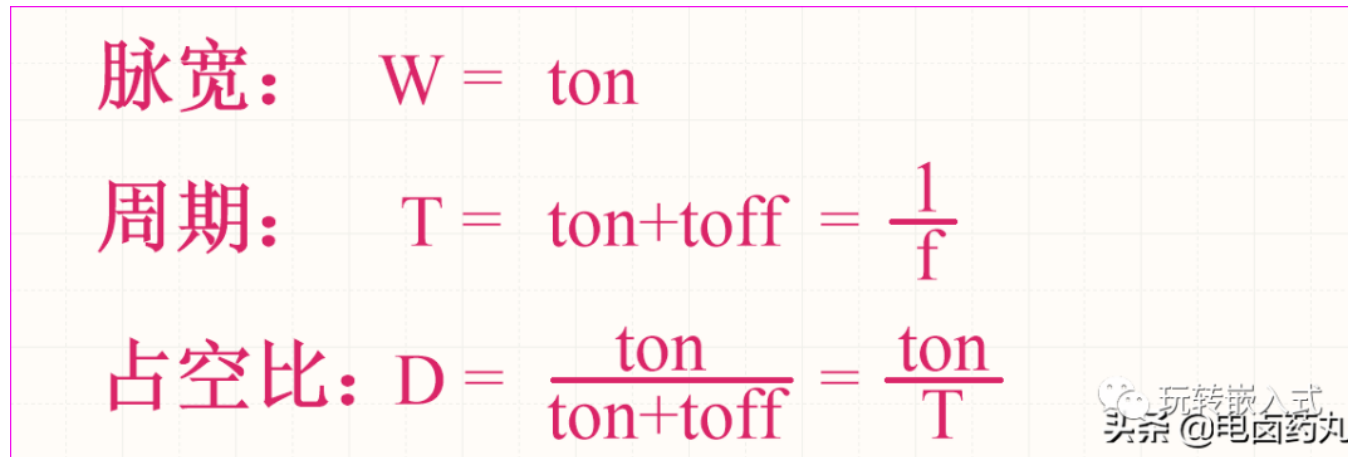

$$\begin{aligned}\text{脉宽: } W &= t_{on} \\ \text{周期: } T &= t_{on} + t_{off} = \frac{1}{f} \\ \text{占空比: } D &= \frac{t_{on}}{t_{on} + t_{off}} = \frac{t_{on}}{T}\end{aligned}$$

圖3：公式

工程應用中的PWM波是幅值、週期（或頻率）不變，脈寬（或占空比）可調的脈衝波。接下來我們來認清該PWM波到底是什麼，TA隱藏著什麼思想？

如果我們想要控制一個直流電機的轉速，我們可以通過改變其兩端電壓即可；但是該種方法有很大的局限性，可調直流電源構造複雜、成本高昂，應用起來很不現實。

所以我們採用另外的控制方式：電壓源→驅動器→直流電機，電壓源提供直流電壓，不同的驅動器控制不同的直流電機，應用非常靈活。其中驅動器對電機的調速控制就是利用PWM。

可調直流電源控制與PWM控制都能調速，那麼它們有什麼相同之處呢？

如圖4~圖7，電機為某相同轉速時，紅色代表驅動器輸出幅值不變的PWM波，藍色代表可調直流電源輸出的電壓。兩者都是直接作用到負載。

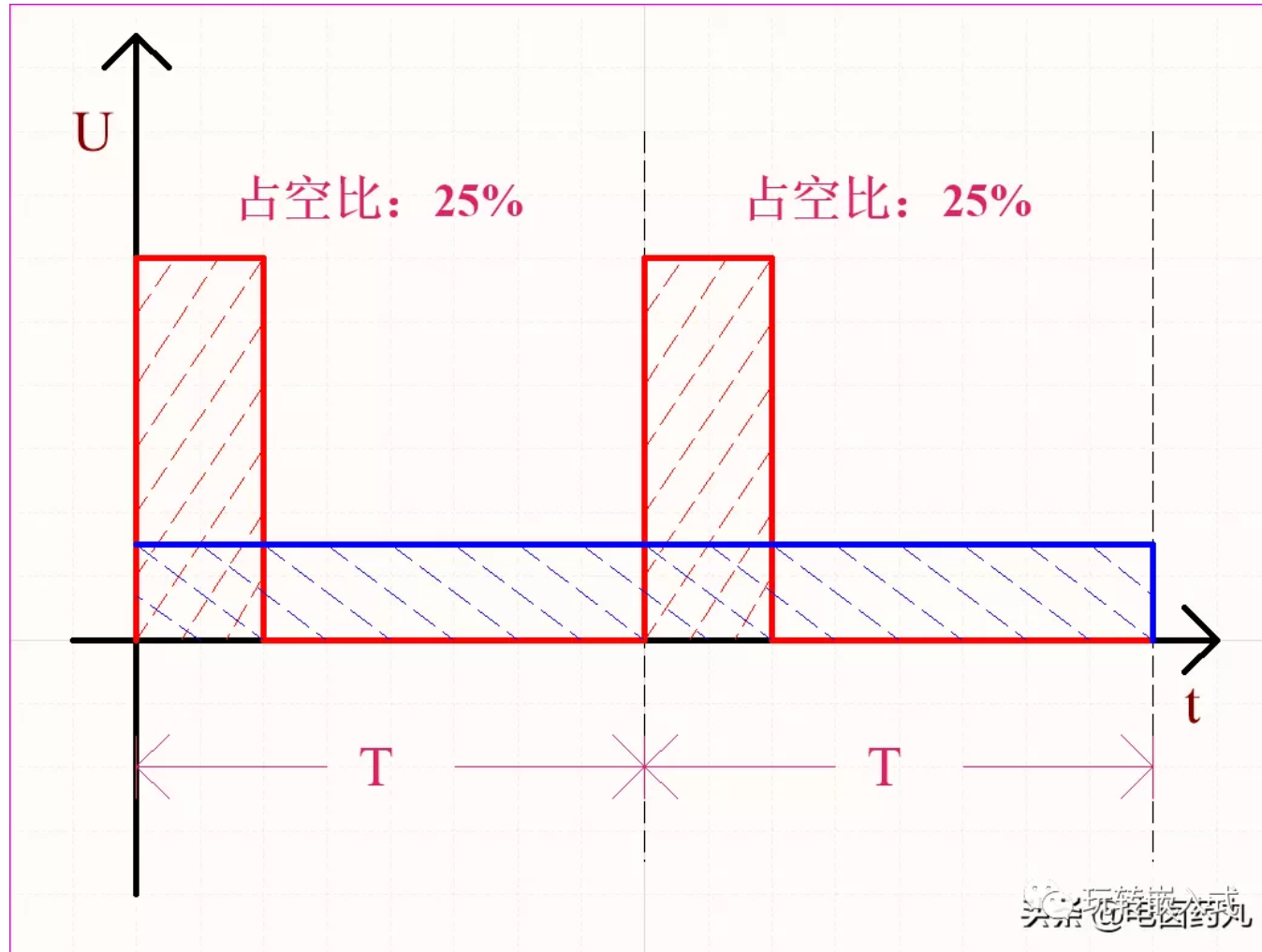


圖4

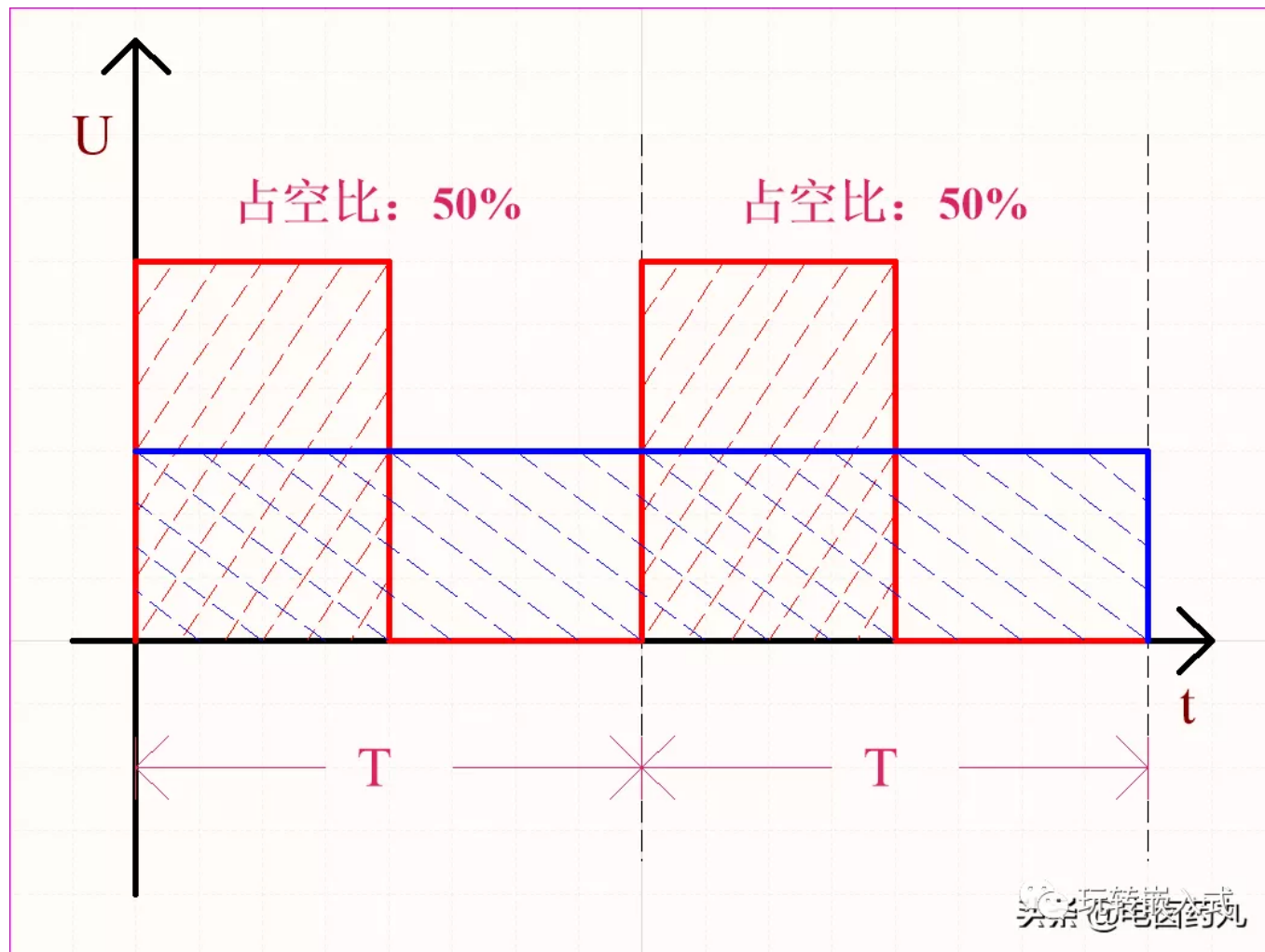


圖5

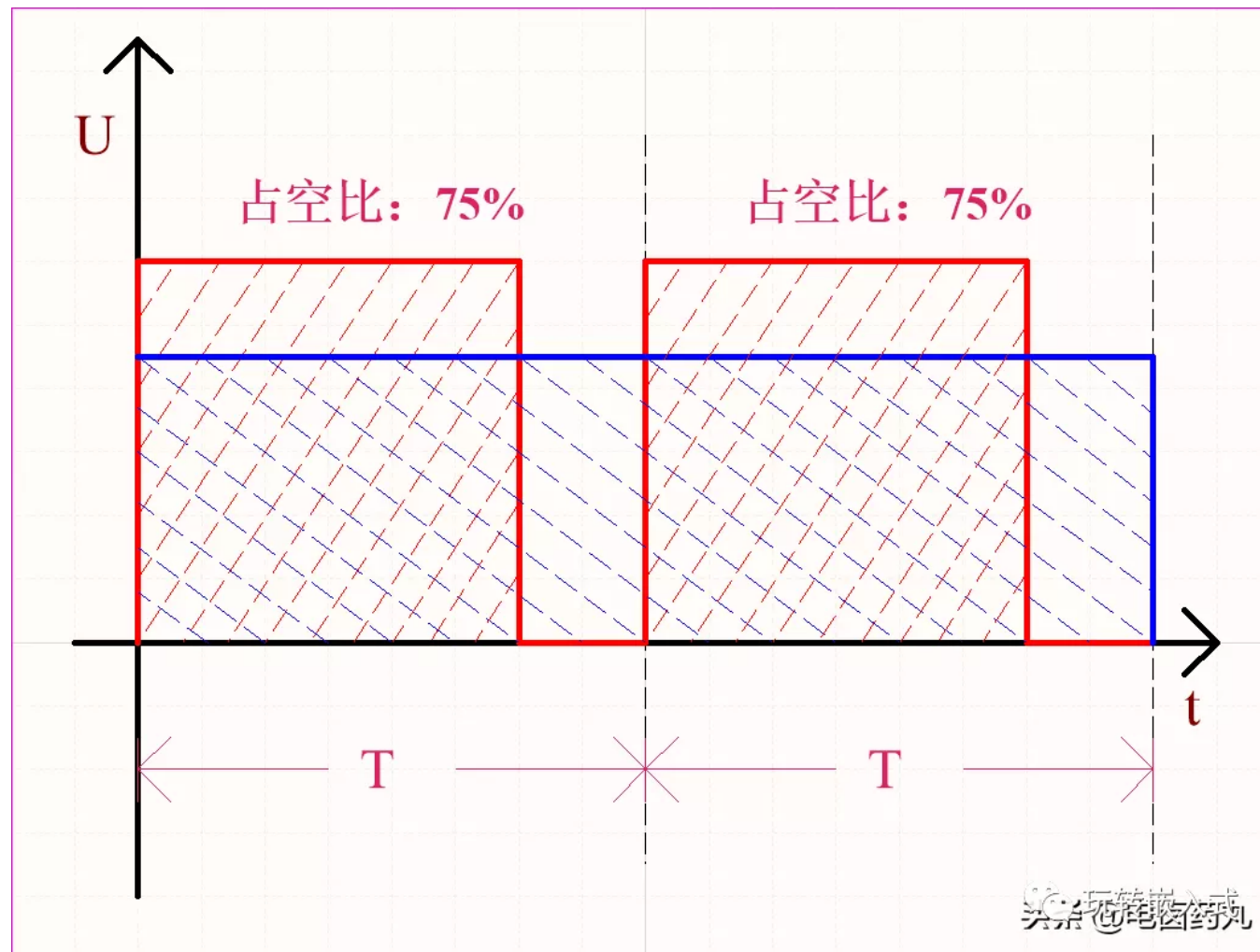


圖6

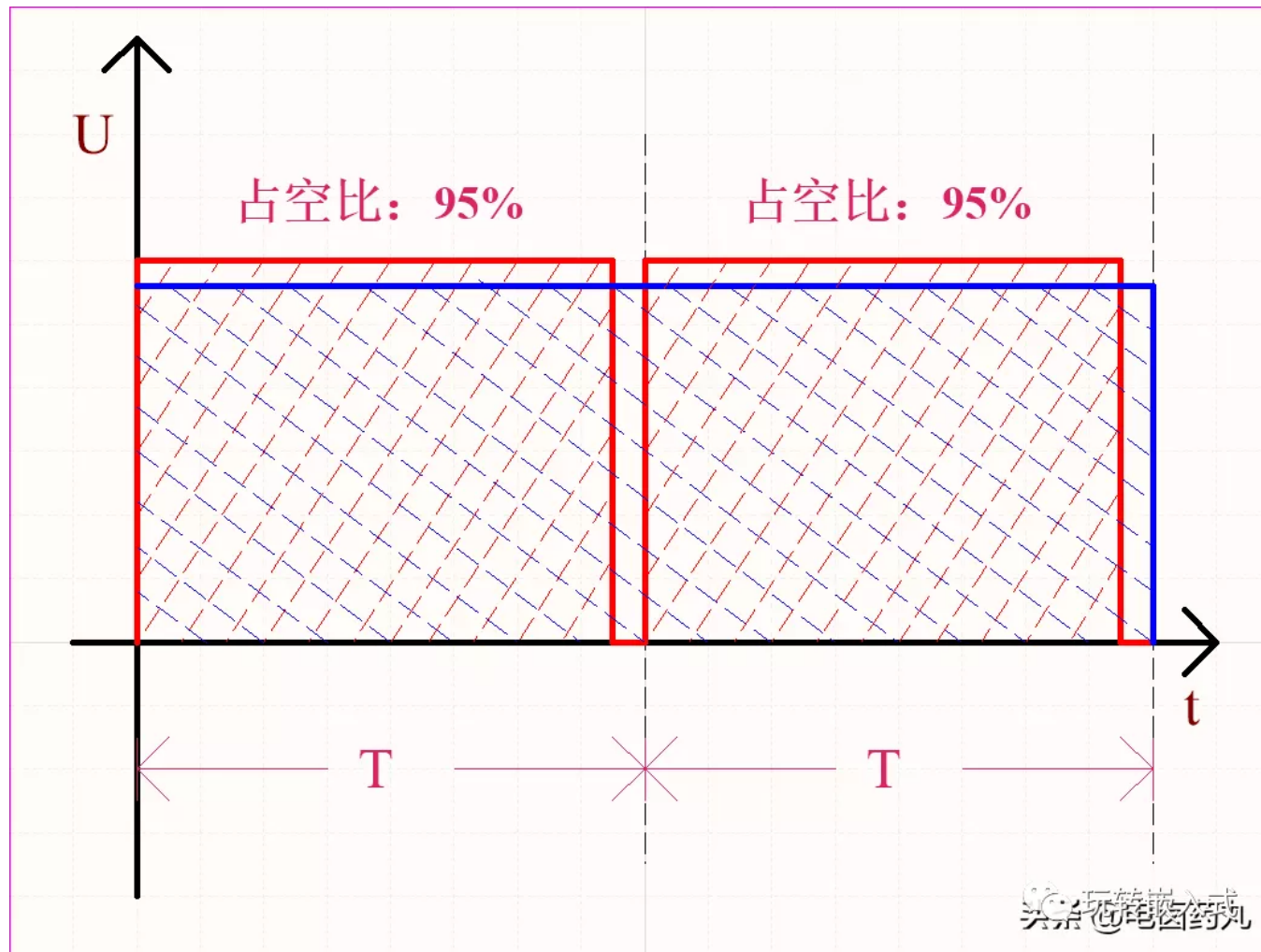


圖7

♥由以上得知：

①當PWM波的佔空比越大時，所對應的直流電壓與PWM波的幅值越接近；反之與0V越接近；

②週期的紅色PWM波脈寬下的矩形面積之和與藍色直流電壓的面積相等，即**伏秒積**相等：

$$U_{\text{紅}}(\text{幅值}) \times t_{\text{on}} = U_{\text{藍}} \times T$$

兩端同時除以T，得到如下關係式：

$$U_{\text{紅}}(\text{幅值}) \times \text{佔空比} = U_{\text{藍}}$$

例如當PWM波的幅值為24V，佔空比為50%時，與直流電壓12V作用到電機上所產生的效果是一模一樣的，即速度相同；即 $24V \times 50\% = 12V$ 。

♥另外，既然滿足這個關係，那PWM波的頻率是不是可以隨意了，答案當然不是，頻率太低會導致電機運轉不暢，振動大，噪音大；頻率太高會導致驅動器開關損耗較大，甚至有電機會嘯叫而不轉的情況。一般1k~30k的PWM頻率較為普遍，幾百Hz的也有，實際上還是根據電機功率在測試時確定合適的PWM頻率範圍為宜。

如圖8為實物測試，脈寬在變化，週期不變的PWM波。

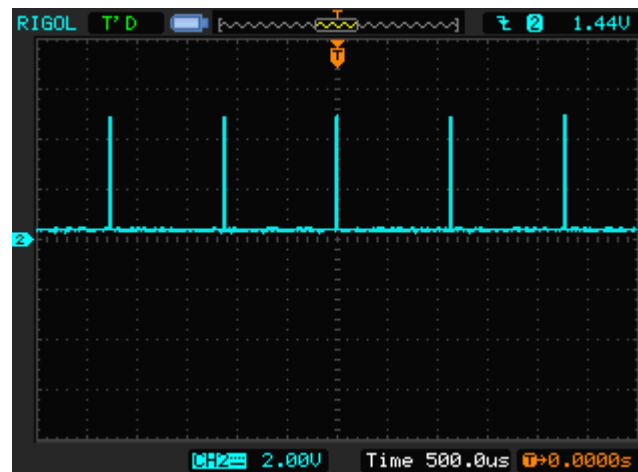


圖8：扭動旋鈕控制脈寬變化

PWM如何實現電機調速請點擊查看

♥要點：

- ①PWM波其實就是一種脈寬可連續調節的矩形脈衝波；
- ②佔空比其實就是描述脈寬與脈衝週期的比值，是量化值，便於分析研究，當我們用佔空比來表達時，對脈寬就不那麼關心了；
- ③佔空比調節就是脈寬調節，表達不一樣，但本質是一樣的；
- ④PWM波滿足伏秒積計算： $U_{紅}(幅值) \times 佔空比 = U_{藍}$ ，作用效果與直流電壓一樣。

素材來源：頭條|電鹵藥丸

原文鏈接：<https://www.toutiao.com/i6646236972094325255/>

推荐阅读

玩转嵌入式

PWM是什麼，有哪些用處？

電機是如何工作的，動圖告訴你真相

一些常用的C語言宏定義，可以被寫入頭文件廣泛應用

掌握了這7個規則，單片機開發就太輕鬆了！

MOS管有啥難的



點擊“[閱讀原文](#)”查看更多分享，歡迎點分享、收藏、點贊、在看

收錄於話題#電機驅動/BLDC·15個 >

< 上一篇

PWM是如何實現調速的？CPU風扇的每根線都是什麼意思？

下一篇 >

電機是如何工作的，動圖告訴你真相

[閱讀原文](#)

喜歡此內容的人還喜歡

單片機能燒錄多少次？

玩轉嵌入式



一文教你輕鬆搞定485接口EMC電路設計

玩轉嵌入式



運算放大器和比較器有什麼區別？

玩轉嵌入式

