

## 美國 UL674 法規

譯者：价揚科技 尤俊傑 Tel: 06-2497999 www.zenitech.com.tw

### 介紹

在危險環境使用有變頻能力的防爆馬達需要考慮到 UL674 規範，此規範中有說明馬達等級及變頻驅動器的特性。 附屬文件(D-7154)，原本發行於 Machine Design，特別強調如何成功的使用變頻器(Driver)驅動防爆馬達的重要。

### D-7154

如何挑選變頻器來搭配交流感應馬達有時是困難的。 當使用一顆變頻器，輸出為非正弦波(non-pure sine wave)時，會造成馬達的溫升:因為諧波(harmonics)與低於基本速度操作。包含以上所敘述的困難，再加上防爆馬達的危險環境，並且要合適而有效率；馬達及控制器的搭配有時更複雜。

危險環境包含的工業範圍很廣:舉凡石油、紡織、橡膠、農業、食品和金屬加工。所列出的危險環境都在這些工業已被定義為標準如 The National Electric Code(National Fire Prevention Association - NFPA 70). 請見圖一

**因為標準的定速防爆馬達不是設計使用在變頻驅動器於這些可能有爆炸性應用潛在的地方；首先我們必需了解這些控制器如何影響馬達性能。UL 在它的危險區域變頻馬達的規範中提出這問題，UL674 這文件定義了測試標準和馬達銘牌標示。馬達製造者必需遵守:供應有“合格標示”的馬達於危險環境中並搭配使用變頻器驅動。**

各式樣的馬達和變頻器—和各自分開購買馬達及變頻器的能力—和為數眾多的危險地區應用，確實讓我們很難選擇正確的防爆馬達及變頻器的組合以用於危險地區。

### 變頻驅動如何影響的馬達

了解變頻驅動如何影響馬達(不論應用於危險或非危險地區)，猶如在黑夜中點燃些許明燈在這複雜的選擇程序中。當然，在一般狀況，將變頻器搭配防爆馬達來控制速度使用是很方便的。可是不管如何，變頻器驅動交流馬達時，它使得馬達的溫昇提高許多這是事實。

依照製造商、不同款式變頻器、輸入電壓、電流波形輸出到馬達側波形會歪曲，依據諧波(harmonics)，這失真可以用數學式表示出來，變頻器產生的諧波是由最平穩的正弦波(pure sine wave)轉換成變頻器輸出的可調頻率(variable frequency Output)。諧波電流(Harmonic currents)在馬達軸心上產生沒有用的轉矩，諧波電流也造成馬達的溫升。

不同速度的馬達軸心也影響馬達的冷卻能力除非有一分開的固定流量空氣輸入。不足的空氣流量的通過或越過馬達如同變頻器減低馬達的速度；減少馬達的冷卻能力。這種減低的冷卻能力加上諧波所導致的損耗會導致馬達運轉過熱且轉速減少。

使用馬達於何種應用需多加思考。不一樣的負載型式會有不一樣的影響在馬達的溫度當馬達由變頻器驅動時。額定扭力、可變扭力和額定馬力全都可使馬達以不同的方式產生溫度。額定扭力需一定的扭力通過此應用的速度範圍，導致馬達變的過熱而減低速度。可變扭力則用於離心負載，此種負載通常下降的比馬達的速度還快，以致馬達運轉時過冷(比在滿載、全速時)當轉速慢時。

讓我們更進一步探討此問題，不一樣的變頻器，如 Variable Voltage Input(VVI), Current Source Input(CSI), 和 Pulse Width Modulated(PWM)，有不一樣的輸出電壓和電流曲線，因此隨著不一樣的溫度變化而強加於馬達上。[美國 UL 實驗室認證單位確認這些錯綜複雜的變數並且提供一系列具有 UL 認證，且可以用於危險地區的防爆馬達與變頻器。](#)

Classification	Hazardous Environment
Class I	Potentially explosive flammable gases or vapors in the air
Class II	Combustible dust in the air
Class III	Ignitable fibers or flyings (dust) in the air
<hr/>	
Group A	Acetylene
Group B	Hydrogen, gases, or vapors of manufactured origin
Group C	Ethyl-ether vapors, ethylene or cyclopropane
Group D	Gasoline, hexane, naphtha, benzine, butane, propane, alcohol, acetone, benzol, lacquer, solvent vapors, or natural gas (methane)
Group E	Conductive dust and metal dust: aluminum, magnesium - their commercial alloys, etc.
Group F	Carbon black, coal, or coke dust
Group G	Flour, starch, grain dusts
<hr/>	
Division 1	Location where hazardous material exists (always or periodically) during operating conditions
Division 2	Location where hazardous material exists only in the case of fault situation (leaky valve, burst pipe, faulty equipment)

圖一、危險區域分類

## UL674 和 危險環境

美國 UL 認證要求防爆馬達製造商必需完成大規模的測試以測量馬達性能和溫升:當防爆馬達使用變頻器驅動並使用於不同的危險環境。馬達製造商尋求 UL 認證時，UL 認證單位必須在場確認這一系列的測試組合是符合規定的。

UL674 定義很多危險地區馬達必須符合的要求:包含那些由變頻器驅動必須符合的要求。標準陳述馬達必須執行 “遍及市場通用範圍和... 必須與不同廠牌不同型態的變頻器作測試並由製造商具體提出馬達與變頻器的使用結果。UL 674 也定義金屬銘牌上的標示需註明危險地區的防爆馬達可以變頻器驅動。

為了獲得 UL 單位認證，防爆馬達製造商必須先提交給 UL 認證轉速/扭力能力。UL 認證單位也會要求其他許多資料，如：防爆馬達可以使用在不一樣款式的變頻器(VVI, CSI, PWM. 等)、馬達電壓、頻率和轉速範圍、功率、表面溫度和危險地區的分類才可使防爆馬達認證通過。然後 UL 單位會抽選測試條件來確認防爆馬達的性能如預期中。在危險地區測試變頻的防爆馬達的檢測標準包含確認馬達的表面溫度在變頻操作的情況及速度範圍不會超過馬達銘牌上所顯示的溫度代號。

UL 認證要求防爆馬達銘牌上要標記以反映它是否合適驅動於變頻器上。具體標示頻率的轉速範圍、負載種類(如：額定扭力、可變扭力或額定馬力)、和危險地區、等級、地區、溫度代號(見圖二)和變頻器款式(WI, CSI, PWM)必須列在馬達的銘牌或是輔助 UL 銘牌。UL 銘牌上定義危險環境。應用馬達超出馬達銘牌上的限制範圍是違反 UL 標示。因此，防爆馬達如沒有註明可以用於變頻驅動則不能操作於這些應用。

假設馬達已經確認正弦波防爆效能且通過嚴格的框架測試及溫度測試，變頻器的測試重點則在於防爆馬達表面溫昇並區分成兩個主要危險環境分類：

- ◎ Class I — 有爆炸性氣體或煙霧在一定的程度會爆炸的場所(Groups C&D)
- ◎ Class II — 有可燃的灰塵的場所(Groups E, F&G)

見圖一、完整的 UL 和 NEC 危險地區等級及區域劃分。

圖一說明，危險環境是決定於不同的爆炸性氣體、煙霧、灰塵或纖維在一地區。**危險環境通常是由保險公司來定義。**所以，National Fire Prevention Association 的代碼也提供評估環境的準則。

T Code	Max. Surface Temp.	
T1	450°C (842°F)	
T2	300°C (572°F)	
T2A	280°C (536°F)	Class I, Group D w/caut. label
T2B	260°C (500°F)	
T2C	230°C (446°F)	
T2D	215°C (419°F)	Class I, Group D w/thermals
T3	200°C (392°F)	Class II, Groups E & F
T3A	180°C (356°F)	
T3B	165°C (329°F)	Class II, Group G
T3C	160°C (320°F)	Class I, Group C

圖二、NEC 溫度代碼

圖 4、顯示一個典型的範例使用變頻器驅動防爆馬達於危險環境應用。

UL 測試程序對於危險地區的每一個等級和組別都不同。當測試一組在等級一 (CLASS 1) 環境的馬達及變頻器，製造商必須要確認整組在操作過程中從頭至尾的速度範圍，並且如果馬達過載，溫度開關要切斷馬達。這個測試是在一個乾淨的環境下執行>

測試等級二(CLASS 2)：組別 E, F, G 則更需要馬達性能的實行。這些測試需要馬達覆蓋一層塵埃(當在測試過程)，以進一步影響馬達冷卻能力。在做此測試中，不會因為塵埃而顯示任何過熱情況。

## 合適的防爆馬達與變頻器

許多使用變頻器驅動的防爆馬達沒有標示可以被變頻器來驅動，但是 UL 銘牌標示為危險環境，這是普遍的錯誤應用。這些錯誤的應用普遍發生於提供防爆馬達和變頻器的 OEM、經銷商、製造商和直接用戶認知不足所造成。很多的假設、猜測、甚至是錯誤的“經驗法則”都被應用到大小不同的變頻器和防爆馬達。

因為廣範的差異介於變頻器製造者之中，以至於影響到馬達，這些假設會導致使用者的麻煩。例如，當使用一 10 馬力馬達與一 10 馬力變頻器一如應用此於大的轉速範圍一馬達在低速時可能過熱。少數馬達與變頻器應用於無危險環境且短時間過熱，這可能導致使用者沒監測到。這通常不會發生在危險地區的馬達。如果應用錯誤，溫度開關將會切斷馬達電源。所以在任何時間馬達過熱則造成絕緣週期生命的減少。

因此，對於在危險環境的馬達與變頻器是否合適需要額外的管理、低速時馬達溫度是否超過標示、甚至是一時短暫的時間也可能造成馬達的危害。最高的馬達表面溫度不需要維持低於危險環境的自然發火溫度。維持低於限制。最高的馬達表面溫度定義在溫度代碼(見圖二)。

成組的變頻器和 UL 認證防爆馬達必需符合 UL674 的規定，使用者不但要有符合規定的安裝資料也需要有銘牌轉速扭力範圍。換言之，整組需符合規定且不能違反性能。

這些標準不是簡單的就將溫度開關置入馬達線圈以示意變頻器；必需要傳遞動能到馬達而馬達的溫度開關為開啟情況去切斷電源。UL 674 測試過程要求確認防爆馬達內有溫度開關。檢測要素如溫度開關位置、溫度、公差和反應時間都需要考慮。



圖三、Reliance 馬達銘牌和 UL 標示銘牌

事實上，如果防爆馬達與變頻器不搭配，馬達的溫度開關可能跳脫，因為不能運轉於所需的轉速範圍，而造成停機跳脫。您可以開始思考合適的防爆馬達與變頻器應用於危險地區的重要性了。跳脫可導致長時間、重覆開啟、危險情況，那還有人要忽略溫度開關嗎？馬達的過熱和跳脫也會造成變頻器無法正確運轉及校調。

也有另一種在特殊環境用的警告防爆馬達標示。這種馬達用在 Class I Div 1 Group D 的環境並且不需要溫度開關。它們的絕緣系統是設計來取代溫度開關並且在危險地區超過防爆馬達的表面溫度界限前就會造成絕緣毀損。在此情況下的跳脫意思為更換整個馬達。因此，必須小心確認變頻器校調正確，且馬達與變頻器是合適的運用於此危險地區。

## Division 2 危險環境

如圖一表示，UL 和 NEC 分類包含等級 (Class)，組別 (Group)，區域 (Division) 的分類。等級 (Class) 定義為實際的自然界裡的易燃的材料；組別 (Group) 是等級 (Class) 的進一步細分。區域 (Division) 定義為危險物質的暴露的程度。

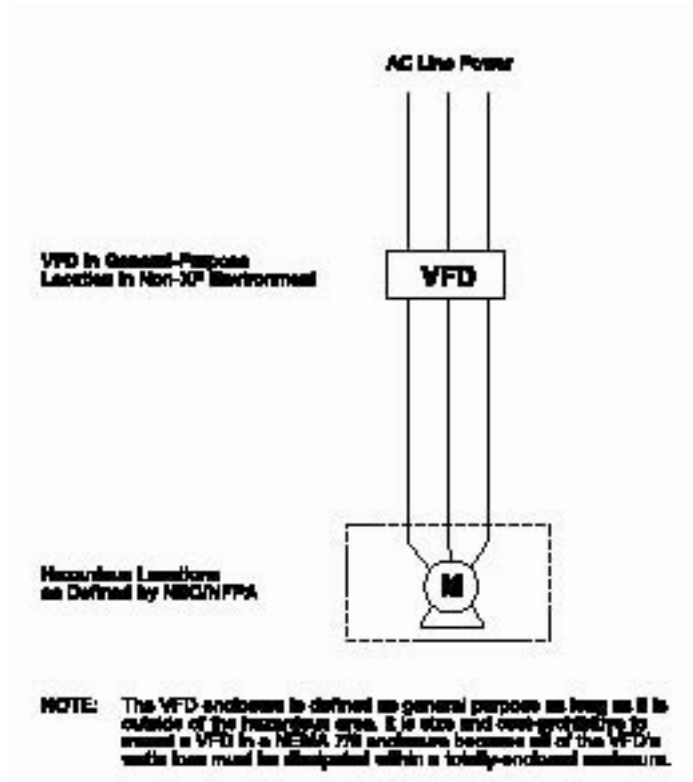
區域 (Division) 1 — 作業期間危險物質存在(長時間或不時出現)的場所。

區域 (Division) 2 — 危險物質只在不正常的情況下存在(閥易漏、管線爆裂、有問題的設備)。



儘管 Division 2 的馬達有潛在的危險性並且我們也不推薦，但 Division 2 仍然是常見的：慣例可依據應用、TEFC 馬達或在一些案例、全開式馬達應用於區域 Division 2。主要的準則是馬達應用於 Division 2 需包含沒有火花或弧光裝置且馬達的表面溫度不能超過溫度代碼所允許的最高溫度。

由於防爆馬達，唯一暴露在外在的環境是馬達表面。(馬達設計是在馬達內部所產生的任何爆炸必需根據馬達外型) 然而，根據 Class 1, Division 2 馬達，內在的表面(轉子、定子、空間加熱器..等)必需不能超過危險物質的溫度代碼。風扇必需使用無火花材質而且溫度開關也必需嚴格的密封在線圈中。



**如果使用變頻器來驅動防爆馬達，實際馬達的內部溫度 — 特別是轉子溫度 — 我們確實無法正確的測量、當超過可允許的溫度時、防爆馬達再也不能防爆！**

如果變頻器使用不當，特別是在低轉速運轉，這可能會增加馬達的失速。當此情況發生，將會導致大部份的馬達轉子過熱。所以建議應用於區域 Division 2 的變頻器驅動的馬達，應搭配區域 Division 2 標示的馬達；因此，可防止轉子成為潛在熱源問題。The Canadian Standards Association(CSA)提供一系列用於的區域 Class 1 Division 1 & 2 環境的馬達（但無法確認馬達可用於變頻驅動）。

## 結論

使用者務必了解如何挑選、安裝、合適的防爆馬達及變頻器於危險應用場所，這是很基本而且非常重要！只有少數馬達製造廠可以提供有 UL 認證的變頻器驅動防爆馬達於區域 Class 1 Division 1 環境下。應注意標準定速防爆馬達的設計是無法應用於變頻器的，請特別注意！使用者應與有 UL 674 的馬達製造商合作並充分了解危險環境中使用變頻器驅動防爆馬達的規定並確實遵守。合適的變頻器與馬達應用於危險變頻驅動不但可符合工業標準及安全，也可增進馬達的性能。