

13種常見的 電機故障原因

應用文章

需要查找哪些問題以及如何延長正常執行時間

電機存在於工業環境中的各個角落，並且變得越來越複雜、技術含量越來越高，有些時候很難做到時刻保持電機在最佳性能狀態。不過要謹記，電機和驅動故障的原因不僅限於某一個範疇——機械和電氣問題均會導致電機故障；不具備完備的知識可能意味著兩種結果：代價不菲的停工或者延長執行時間。

繞組絕緣擊穿和**軸承磨損**是最常見的兩種電機故障源，但導致這些情況發生的原因卻多種多樣。本文介紹如何提前檢測13種最常見的繞組絕緣及軸承故障原因。

電力品質

1. 暫態電壓
2. 電壓不平衡
3. 諧波失真

變頻驅動

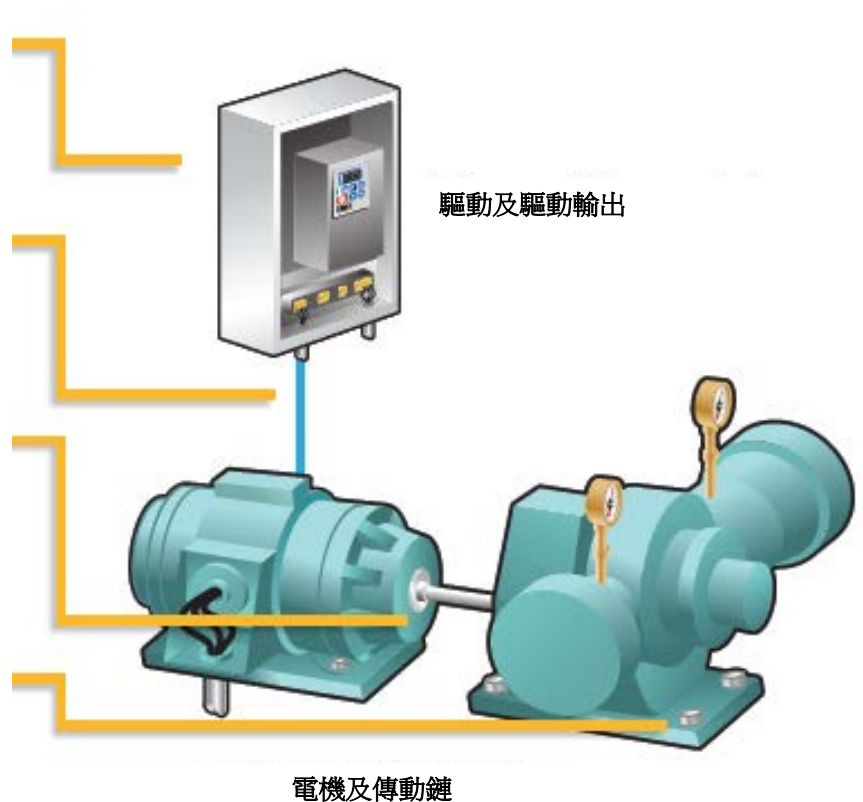
4. 驅動輸出PWM信號的反射
5. SIGMA電流
6. 超載

機械問題

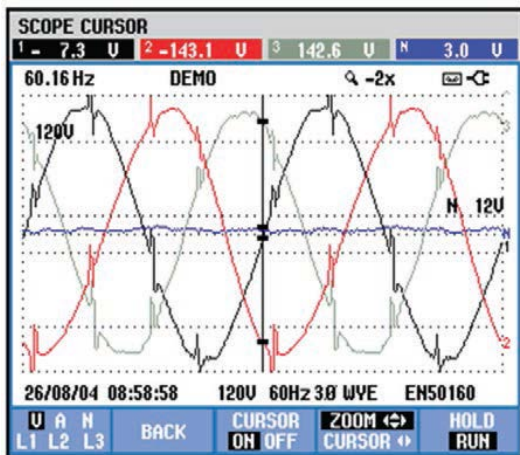
7. 不對心
8. 軸不平衡
9. 軸鬆動
10. 軸承磨損

不正確的安裝因素

11. 軟腳
12. 管道應力
13. 軸電壓



1 暫態電壓



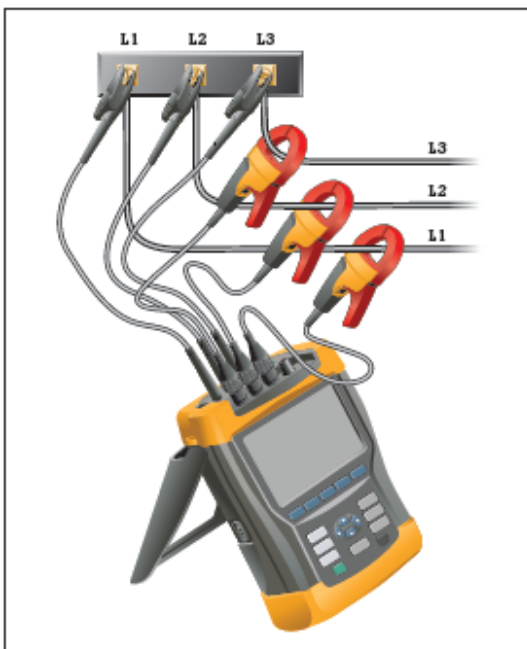
暫態電壓可能是多種源引起的，這些源可能在工廠內部，也可能在工廠外部。鄰近負載的切入或切出、功率因數修正電容器組乃至遠處的天氣因素都會在配電系統上產生暫態電壓。這些暫態電壓在振幅和頻率上差異很大，會造成電機繞組絕緣性能下降或被擊穿。然而，由於發生的頻度很低，並且現象發生的方式也不同，所以找到這些暫態源非常困難。例如，暫態可能發生在控制電纜上，它不一定直接造成設備故障，但卻可能影響正常工作。

影響：電機繞組絕緣擊穿造成電機早期故障以及計畫外停工。

測量及診斷儀器：Fluke 435-II三相電力品質分析儀

關鍵程度：高

2 電壓不平衡



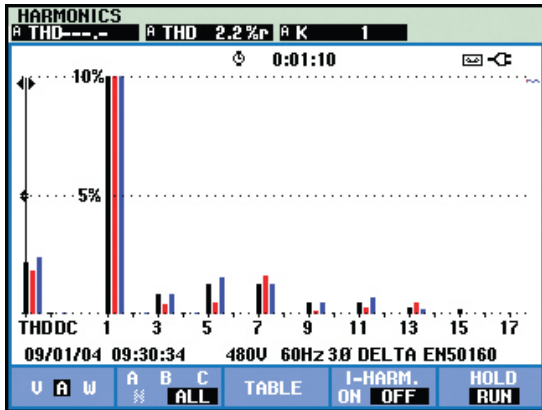
三相配電系統往往為單相負載供電，阻抗或負載分佈不平衡會影響三相之間的不平衡。潛在的故障可能發生在電機連接電纜、電機端子以及電機繞組本身。這種不平衡會對三相電源系統中的每相電路產生應力。在最低限度上，所有三相電壓的振幅應始終一致。

影響：不平衡現象造成某一相或某幾相上電流過大，從而造成溫度升高——導致絕緣擊穿。

測量及診斷儀器：Fluke 435-II三相電力品質分析儀

關鍵程度：中

3 諧波失真



簡單的說，諧波是有害的高頻交流電壓或電流源，向電機繞組提供電力。這種附加能量並不用於驅動電機軸承，而是在繞組內迴圈，並最終形成內部能源損耗。這些損耗以熱量形式消散，隨著時間的推移，將造成繞組絕緣性能下降。伺服電子負載的系統上，元件中有些諧波失真是正常的。在調查諧波失真時，使用電力品質分析儀監測變壓器處的電流和溫度，確保不超載。對於每次諧波，可接受的失真水準不同，由諸如IEEE 519-1992這樣的標準定義。

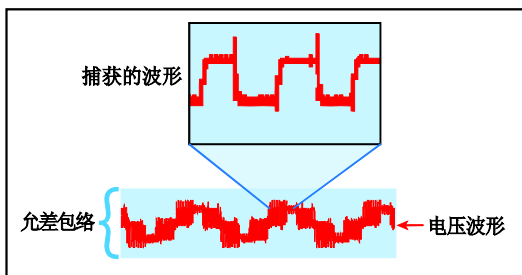
影響：降低電機效率，增加費用，工作溫度升高

測量及診斷儀器：Fluke 435-II三相電力品質分析儀

關鍵程度：中

變頻驅動

4 驅動輸出PWM信號的反射



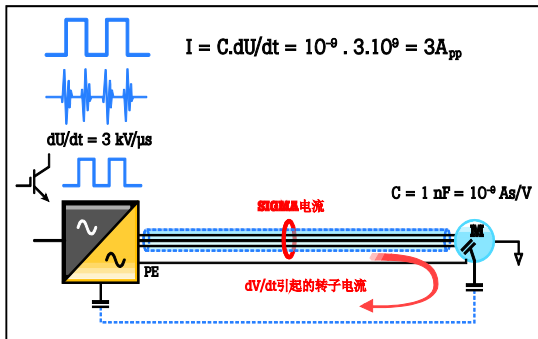
變頻驅動採用脈寬調變(PWM)技術來控制電機的輸入電壓和頻率。當源和負載之間存在阻抗不匹配時，就會產生反射。阻抗不匹配的原因可能是安裝不正確、元件選擇不正確或隨著時間推移設備發生了老化。在電機驅動電路中，反射峰值與直流匯流排的電壓一樣高。

影響：電機繞組絕緣擊穿造成計畫外停工。

測量及診斷儀器：Fluke 190-204 ScopeMeter® 高速採樣4通道可攜式示波器、Fluke 1587絕緣電阻測試儀

關鍵程度：高

5 SIGMA電流



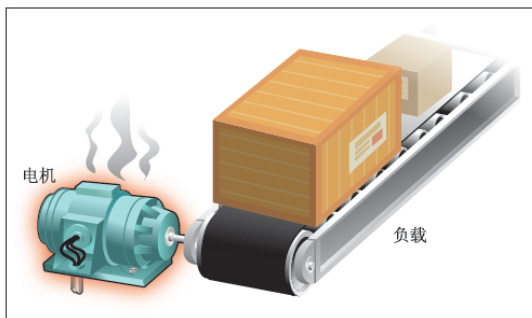
SIGMA電流本質上是在系統中迴圈的雜散電流。SIGMA電流產生的原因與導體中信號頻率、電壓水準、電容及電感有關。這些環流常見於保護地系統，造成滋擾跳閘，或者有些情況下在繞組中產生過多熱量。電機電纜中會產生SIGMA電流，是任何時間點的全部三相電流之和。理想情況下，三相電流之和應為零。換句話說，驅動的回流應等於驅動的輸入電流。SIGMA電流也可以理解為多根導線中的不對稱信號，將電流容性耦合至接地導線。

影響：保護地電流造成電路異常跳閘

測量及診斷儀器：Fluke 190-204 ScopeMeter隔離式4通道可攜式示波器，另配頻寬10kHz的電流鉗(Fluke i400S或類似工具)。

關鍵程度：低

6 超載



電機負載過大時，即發生電機超載。伴隨電機超載發生的主要現象有電流過大、扭矩不足及過熱。電機過熱是電機故障的主要原因之一。電機發生超載時，包括軸承、電機繞組及其它元件在內的電機元件可能工作良好，但電機持續高溫運行。由於以上原因，通過檢查電機超載開始故障診斷工作就很有意義。由於30 %的電機故障是由於超載引起的，所以理解如何測量並判斷電機超載非常重要。

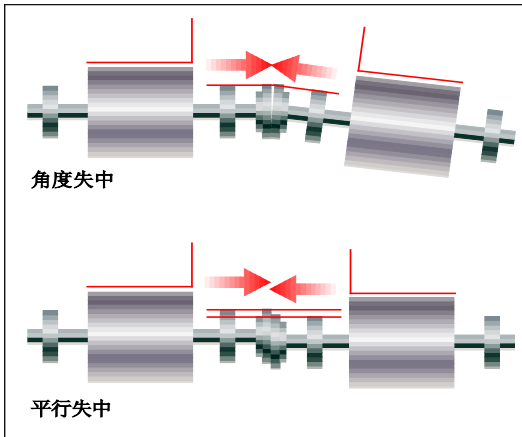
影響：電機的電氣和機械元件過早磨損，造成永久性失效。

測量及診斷儀器：Fluke Ti400紅外熱像儀、Fluke 289數字萬用表

關鍵程度：高

機械問題

7 不對心



當電機傳動軸與負載未正確對準或者將電機聯結至負載的元件不對心時，即發生不對心。許多專業人士認為彈性聯軸器可消除和補償不對心，但彈性聯軸器僅保護聯軸器不受不對心的影響。即使採用彈性聯軸器，不對心的傳動軸也會沿軸傳遞有害的週期性力，並進入電機，造成電機過度磨損，增大視在機械負載。此外，不對心可能在負載及電機驅動軸中產生振動。不對心的類型有三種：

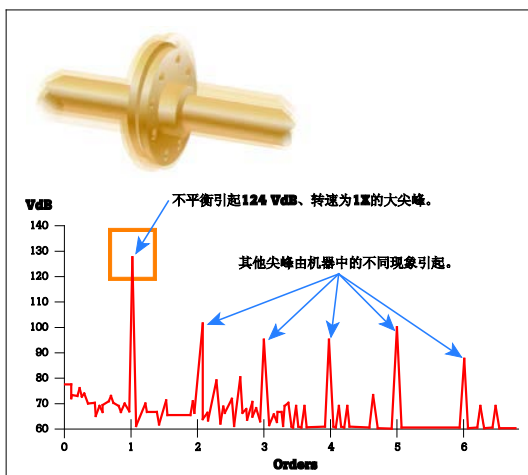
- 角度不對心：傳動軸中心線發生交叉，而非平行。
- 平行不對心：傳動軸中心線平行，但不在同一中心。
- 組合不對心：平行不對心和角度不對心相組合。(注：幾乎所有不對心均為組合不對心，但業內人士一般將不對心分為兩種獨立的類型，因為分別解決角度不對心和平行不對心比較容易修正不對心問題。)

影響：機械傳動元件過早磨損，造成永久性失效。

測量及診斷儀器：Fluke 810振動診斷儀判斷潛在的不對心問題，Fluke 830鐳射軸對心工具診斷及修正不對心

關鍵程度：高

8 軸不平衡



不平衡是指旋轉元件的一種現象，其品質中心未處於旋轉軸線上。也就是在轉動元件上有一個“重點”。儘管不可能完全避免電機不平衡，但可判斷其是否超出正常範圍，並採取措施修正問題。引起不平衡的因素有很多，包括：

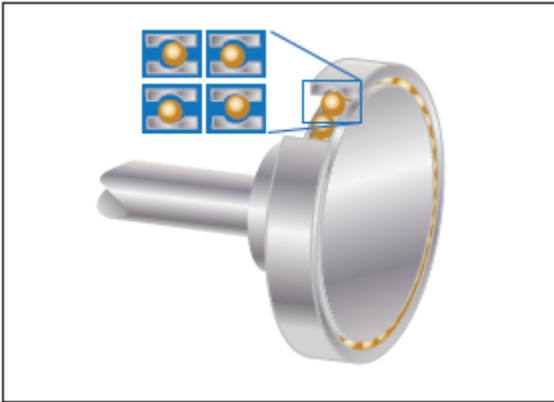
- 污垢積累
 - 配重丟失
 - 製造差異
 - 電機繞組的品質不均勻或其他磨損相關因素
- 振動診斷儀或分析儀有助於確定轉動機械是否處於不平衡狀態。

影響：機械傳動元件過早磨損，造成永久性失效。

測量及診斷儀器：Fluke 810振動診斷儀

關鍵程度：高

9 軸鬆動



當元件之間間隙過大時，就會發生鬆動。多個位置容易發生鬆動現象：

- 旋轉鬆動是由於機器的轉動部分和固定部分之間間隙過大造成的，例如軸承。
- 非旋轉鬆動發生在兩個正常固定元件之間，例如支腿和基座、軸承體和機器之間。

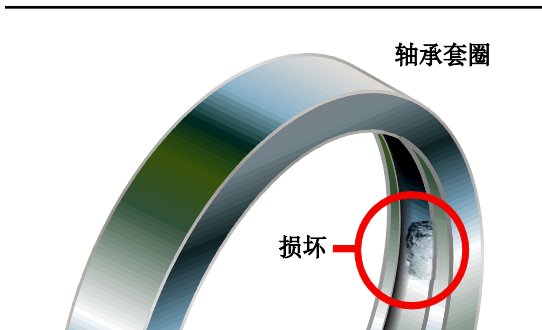
與其他所有振動源一樣，知道如何判斷鬆動以及解決問題以避免經濟損失非常重要。振動診斷儀或分析儀可確定轉動機械是否發生鬆動。

影響：加快轉動元件磨損，造成機械故障。

測量及診斷儀器：Fluke 810振動診斷儀

關鍵程度：高

10 軸承磨損



由於機械、潤滑或磨損問題，失效的軸承將造成阻力增大、熱量增加以及效率降低。軸承故障的原因有多種：

- 負載超過設計能力
- 潤滑不足或不正確
- 軸承密封失效
- 軸不對心
- 安裝不正確
- 正常磨損
- 感應軸電壓

軸承一旦開始故障，就會引起級聯效應，加快電機故障。有 13 % 的電機故障是由軸承失效引起的，工廠中超過 60 % 的機械故障是由於軸承磨損引起的，所以學習如何診斷這一潛在問題非常重要。

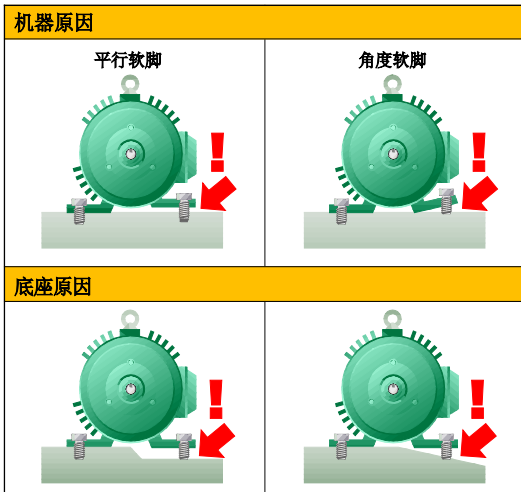
影響：加速轉動元件磨損，造成軸承故障。

測量及診斷儀器：Fluke 810振動診斷儀

關鍵程度：高

不正確的安裝因素

11 軟腳



軟腳是指電機或傳動元件的安裝支腳不平或支腳安裝面不平。這種現象會產生有害條件，在將支腳上的螺母擰緊時實際上引入了新應力及導致不對心。軟腳往往表現在對角線方向的安裝螺母之間，類似於不平穩的椅子或桌子在對角線方向晃動。有兩種類型的軟腳：

- **平行軟腳**——當某個安裝腳位置高於其他三個位置時，即為平行軟腳。
- **角度軟腳**——當某個安裝腳與安裝面不平行或“正交”時，即為角度軟腳。

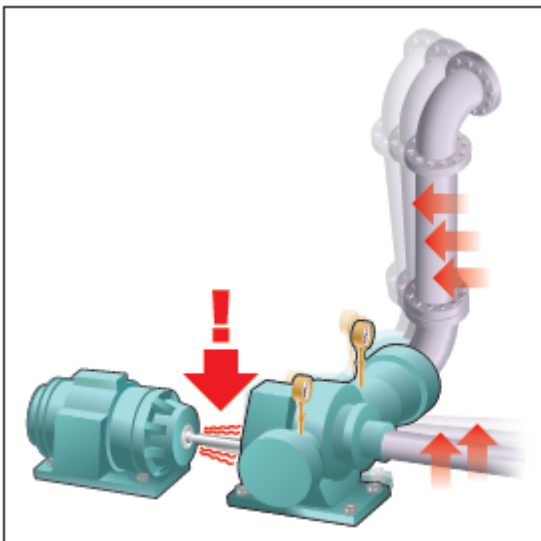
無論哪種情況，安裝支腳或者軟腳所在的安裝底座不規則均會引起軟腳，必須檢查並修復軟腳，才能夠實現正確的軸對中。具有相應功能的鐳射對中工具通常可判斷特定轉動機器上是否存在軟腳。

影響：機械轉動元件不對心

測量及診斷儀器：Fluke 830鐳射軸對中工具

關鍵程度：中

12 管道應力



管道應力是指施加至其他設備和設施上的壓力、應力和受力向後傳遞至電機和驅動，引起不對心條件。最常見的例子有簡單的電機/泵組合，由於某種原因造成管道組受力，例如：

- 底座移動
- 新安裝的閥門或其他元件
- 物體撞擊、彎曲，或者僅僅是壓迫管道
- 管道吊架或牆式安裝硬體斷裂或根本沒有管道吊架或牆式安裝硬體

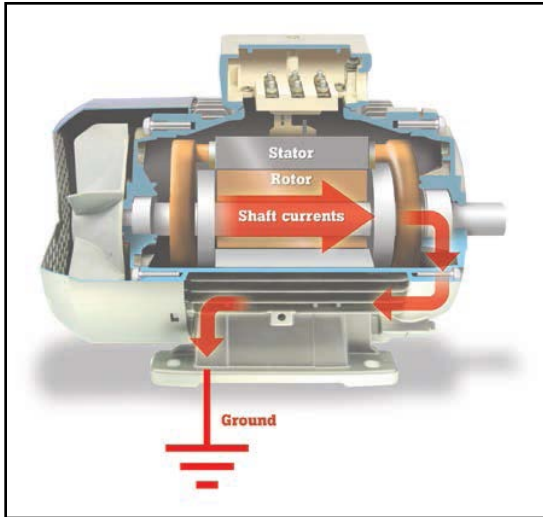
這些力對泵形成一定角度或偏移的力，進而造成電機/泵軸不對心。所以，檢查機器對中非常重要，而不僅僅是新安裝時檢查——精準對中條件會隨時間推移發生變化。

影響：軸不對心，進而對轉動元件造成應力，導致過早故障。

測量及診斷儀器：Fluke 830鐳射軸對中工具

關鍵程度：低

13 軸電壓



當電機軸電壓超過軸承潤滑脂的絕緣能力時，將會有飛弧電流通向外軸承，造成軸承套圈內出現電點蝕和凹槽。當軸承開始變形，金屬碎屑與潤滑油混合在一起時，軸承摩擦增大，最早的徵兆是出現雜訊和過熱。這會造成軸承在電機工作的短短幾個月內損壞。無論是電機維修還是停工時間方面，軸承故障的代價都非常大，所以測量軸電壓和軸電流都是非常重要的診斷步驟。只有在電機上電和轉動時，才會出現軸電壓。在電機轉動時，可利用碳刷探頭連接來測量軸電壓。

影響：在軸承表面形成點蝕和凹槽，造成振動過大，最終引發軸承故障

測量及診斷儀器：Fluke-190-204 ScopeMeter 隔離式4通道可攜式示波器，帶AEGIS軸電壓碳刷探頭

關鍵程度：高

四種策略助於故障檢測

電機控制系統廣泛應用於製造廠內的關鍵過程，無論造成的結果是更換電機或零件，還是設備停工，設備故障都會導致巨大的經濟損失。具備正確知識的維護工程師和技術人員，通過判斷工作的輕重緩急和管理預防性維護，從而監測設備以及診斷間歇性、難以捉摸的問題，在一定程度上能夠避免系統正常工作引發的故障，降低總體停工成本。

為恢復或預防電機驅動及轉動設備的早期故障，可採取四種重要策略：

1. 存檔工作條件、機器技術規格及性能允差範圍。
2. 在安裝時、維護前/後，以及定期測量和存檔關鍵測量規格。
3. 將測量值形成檔參考，有利於進行趨勢分析，以及判斷狀態條件的變化。
4. 繪製各個測量值，建立基線趨勢。如果趨勢曲線變化超過 $\pm 10\%$ 至 20% (或其他任意百分比，根據系統性能或危險程度確定)，則應該調查根源，瞭解發生問題的原因

福祿克，助您與世界同步！®

Fluke Corporation

PO Box 9090, Everett, WA 98206 U.S.A.

Fluke Europe B.V.

PO Box 1186, 5602 BD
Eindhoven, The Netherlands

更多資訊請致電：

In the U.S.A. (800) 443-5853 or

Fax (425) 446-5116

In Europe/M-East/Africa +31 (0) 40 2675 200
or

Fax +31 (0) 40 2675 222

In Canada (800)-36-FLUKE or

Fax (905) 890-6866

From other countries +1 (425) 446-5500 or

Fax +1 (425) 446-5116

Web access: <http://www.fluke.com>

©2014 Fluke Corporation.

技術指標如有更改，恕不另行通知。

美國印刷11/2014 6004135b-en

未經Fluke Corporation書面許可，
嚴禁篡改本文內容。