

預測維護技術的實施方法、現況與發展趨勢

The Implementation Methods, Current Status, and Future Trends of Predictive Maintenance Techniques

吳鴻材^{1*}、偕睿仁¹、王俊傑²

¹ 工研院機械所 工業物聯網技術組 預診決策技術部

² 工研院機械所 工業物聯網技術組 預診決策技術部 經理

摘要：預測維護技術 (Predictive Maintenance) 因提供了設備維護所需的狀態診斷及狀態預測資訊，因此被視為是可取代傳統消耗維護 (Run to Failure)、預防維護 (Preventative Maintenance) 模式的有效方法。然而，預測維護技術的開發，需透過訊號感測處理、設備聯網、設備健康狀態監測及預測、機器學習 (Machine Learning) 演算法、機械故障鑑別等跨領域技術的整合，因此大幅提高了業界瞭解技術、掌握技術、導入技術的困難度。有鑑於此，本文將從預測維護技術的實施方法出發，為讀者簡介整體技術的流程。而後將以工研院機械所所開發之預兆診斷系統 (Prognosis Monitoring System, PMS) 為例來說明技術現況，並針對其系統功能及相關技術做介紹。最後，則將盤點目前技術缺口及未來發展走向，期使讀者對預測維護技術能有基本的瞭解。

Abstract : Predictive maintenance techniques, which are designed to help determine the condition of equipment in order to predict when maintenance should be performed, are considered as the alternative of conventional run to failure and preventative maintenance methods. However, the successful development of such techniques heavily relies on multidisciplinary skills such as signal sensing, communication, prognostic and health management, machine learning, and machinery fault diagnostics; thus is considered burdensome for industrial implementations. This article aims to mitigate the gap by firstly giving a brief introduction about the whole implementation process, followed by the presentation of system function and capabilities of the prognosis monitoring system developed by ITRI. Finally, the insufficiencies and future development trends of predictive maintenance techniques are discussed, and therefore hope the readers can get an in-depth understanding of this useful and effective technique.

關鍵詞：預測維護、機器學習、預兆診斷系統

Keywords : Predictive maintenance, Machine learning, Prognosis monitoring system

前言

隨著全球智慧製造、智慧機械、工業 4.0 等議題的方興未艾，以及工業物聯網技術的推波助瀾，「預測維護」(Predictive Maintenance) 技術已從僅存於學術研究，躍升成為維護技術的顯學 [1-5]。所謂的預測維護技術，是指利用各式感測器感知

機械設備中關鍵模組的運轉狀態 (亦即「診斷」，Diagnostics)，並設法從中找出設備發生故障前的先期徵兆 (亦即「預兆」，Prognostics)，以便提早進行預測性的排程保養。此技術的需求，最主要是源自於傳統設備維護模式的不足；早期最常採用的維護模式是為消耗維護 (Run to Failure，或稱反應式維護，Reactive Maintenance)，如同其字

面意義，此種維護模式是等到零組件已損壞、甚至導致設備停機時才會採取維護行動，因此其維護成本，包含產能損失、設備更換損失等，自然居高不下。而隨著使用者開始注意並要求其設備的可靠度，原始設備製造商 (OEM) 也開始針對其產品訂定保固期限、或建議零組件更換頻率，此即所謂的預防性維護 (Preventative Maintenance，或稱定期維護，Time-Based Maintenance)。然而，預防性維護仍會為設備維護任務帶來問題，例如若沒有適當的設定維護周期，則設備很可能會在狀態仍屬良好時即需停機進行檢查，導致設備稼動率下降；另一方面，預防性維護也無法避免、或主動檢查出兩次維護間設備所發生的問題。相較於上述模式，預測維護技術的發展動機，即在於運用訊號感測處理、設備聯網、設備健康狀態監測及預測、機器學習 (Machine Learning) 演算法、機械故障鑑別等跨領域技術的發展與整合，彌補傳統維護模式的不足，並期望能降低設備非預期故障所可能造成的龐大損失。

綜上所述，預測維護模式可在人力需求、設備成本控管、產能維持等方面為使用者帶來諸多效益；然而，其對跨領域技術的需求，以及因相關學術研究及技術不斷的推陳出新，也相對的大幅提高了業界瞭解技術、掌握技術、導入技術的困難度。因此，本文將鎖定迴轉機械設備 (Rotary Machinery)，首先針對其預測維護技術的實施方法做一簡介，再以工研院機械所所開發之預兆診斷系統 (Prognosis Monitoring System, PMS) 為例來說明技術現況，最後則以國外研究機構之報告來盤點目前技術缺口及未來發展趨勢，希冀協助讀者瞭解預測維護的技術內涵，踏出邁向智慧製造 / 智慧機械的第一步。

預測維護技術之實施方法

整體而言，預測維護技術是透過「診斷」以及「預兆」兩大核心，來提供當下以及未來在維護決策上所需的資訊。然而，針對技術的開發及實施方法，一直以來並無國際標準、或統一的參

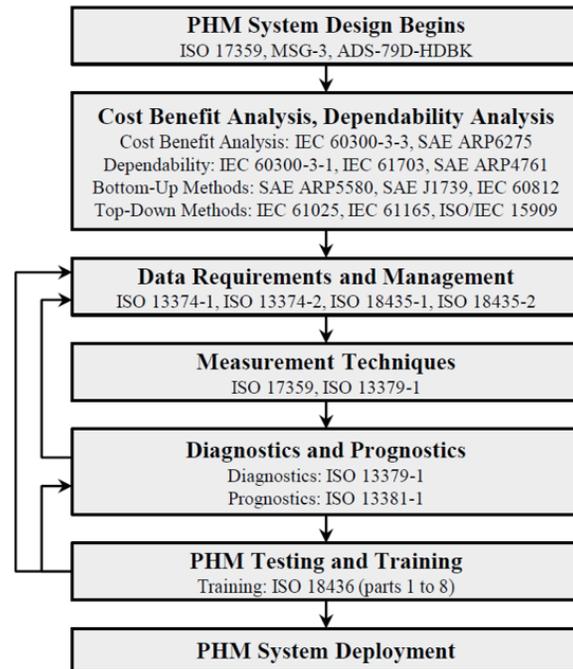


圖 1 預測維護系統的開發流程及相關國際標準 [6]

考架構來規範整體流程。而在 2014 年，美國國家標準暨技術研究院 (National Institute of Standards and Technology, NIST) 在彙整一系列相關國際標準後，提出將基本開發流程細分為七大主要項目之作法 [6]，應可作為技術開發 / 實施之方針如圖 1 所示。

在整體流程中，首要項目為決定何種設備、設備中的次系統、甚或僅是零組件，有建置預測維護系統的必要性。一種可行的做法是針對設備中的次系統 / 零組件等執行失效模式與影響分析 (Failure Mode and Effects Analysis, FMEA)、或是故障樹分析 (Fault Tree Analysis, FTA) 等，藉以評估各種故障模式之間的交互關係及預測維護系統建置的優先順序。此外，亦可將次系統 / 零組件，依故障頻率、無預期故障所造成停機時間，劃分到平面座標上的四個象限內，如圖 2 所示 [2]。在此四個象限中，第一象限代表故障頻率、所造成停機時間皆較高；而一般而言，設備在製造時即應透過重新設計或重新選料等方式，避免有任何次系統 / 零組件存在此象限，進而對設備造成過大的危害。而針對第二象限，其故障頻率雖高，但所

更完整的內容

詳見【機械工業雜誌】425 期・107 年 8 月號

機械工業雜誌・每期 220 元・一年 12 期 2200 元

劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所

訂書專線：03-591-9339

傳 真：03-582-2011

機械工業雜誌・官方網站：www.automat.tw

機械工業雜誌・信箱：jmi@itri.org.tw