

目前世界上 有關IE5高效率馬達之設計探討

Investigation on the Design of IE5 High Efficiency Motor in the World

陳仁聖

工研院機械所
先進機械技術組
節能機械系統部

陳柏志

工研院機械所
先進機械技術組
節能機械系統部

關鍵詞(Keywords)

- 馬達 Electric Motor
- IE5 效率 IE5 Efficiency
- 設計 Design

摘要(Abstract)

目前國際上很多國家都把 IE3 高效率馬達的效率標準，訂為其國家的法規標準(如歐盟)。未來國際電工委員會(International Electrotechnical Commission, IEC)將制定 IE5 的效率水平，以便下一階段的實施。本文主要在探討目前世界上比較有名的馬達設備製造商，他們是如何在 IE5 效率尚未被規定為國際標準前，先一步的達到 IE5 效率馬達上的研究分析與創新方式，以為國內未來有志研究開發超高級效率 IE5 馬達的一些參考。借鏡他們的寶貴經驗，以縮短並節省投入的研發

時程與寶貴的資源。

At present, many countries in the world (such as the European Union) set the efficiency standards of the IE3 high efficiency motor as their national regulatory standards. International Electrotechnical Commission (IEC) is establishing the IE5 efficiency standards for the implementation in the next phase. The paper investigates the research analyses and novel methods that the current famous motor equipment manufacturers use to achieve the IE5 efficiency for their motors before the international IE5 efficiency standards are announced. These information must be valuable for those who intent to develop IE5 ultra-high efficiency motors in the future. It is expected to shorten and save the research and development time and resources by learning from their valuable experience.

1. 前言

近年來由於環保意識的抬頭，節能減碳已是全球產業發展的趨勢。馬達為工業之母，馬達效率的提升更是節能的展現。為達到節能的目的，世界各國也陸續實施高效率馬達 IE3 的能效標準。為與國際接軌，目前經濟部也已自 105 年 7 月 1 日起實施高效率馬達 IE3 效率標準，因此高效率三相感應馬達的設計開發更受到馬達產業的重視。國際電工委員會(IEC)已在 2014 年發佈 IE4 等級馬達效率標準，雖然目前 IE5 標準尚未正式公告，但國際大廠相繼研發 IE5 超高效率馬達，更開啟了在節能技術與產品的競爭。雖然感應馬達可達 IE4 等級，但要達到 IE5 等級，卻有一些困難，或者要採用一些成本較高之方法。因此國際大廠並未直接發展 IE5 感應馬達，而是採用永磁馬達或是永磁輔助同步磁阻馬達。之前為了達到 IE5 超高效率，皆採用具有永久磁石之馬達設計，為了擺脫永久磁石的使用，近年更朝向發展無永久磁石之馬達。

IE4 等級馬達以現在的技術水準大部分國際廠商皆可達到，但要達到 IE5 等級卻需要進一步的研究，因此本文將針世界上有關 IE5 高效率馬達之設計進行探討。本文首先將簡介馬達效率，以瞭解目前國際上馬達效率的定義標準與發展現況。之後，將說明感應馬達的損失分析以及對效率的相對影響，並進一步簡介國際大廠的 IE5 馬達發展趨勢。最後，針對本文之內容進行總結，提供作為未來研究開發超高效率 IE5 馬達之參考。

2. 馬達效率之簡介

對馬達效率的一種準確瞭解是來自 IE 等級稱號，是定義在國際電工委員會(IEC)的標準 60034-30 “國際效率(IE)類別”，該標準定義了越來越高的能效等級 IE1 (標準)，以 IE4 (超級)為 0.12 到 1000 千瓦的馬達尺寸要求的額定效率值條款為基礎，用於定義 IE5 級(超高級)的標準。IE5 級馬達還沒有嚴格的定義，但 IEC 建議其標準為比 IE4 等級馬達的損耗，降低約 20%。國際電工委員會(IEC)先後引進了 IEC 標準 60034-2-1 部分的修訂版 2.0：從測試效率確定損失的標準方法(不包括牽引機，汽車)2.0 版，在 2014 年 6 月生效，取代了於 2007 年推出的第一個 1.0 版本。

在 2.0 版相較於 1.0 版的主要變化方面，2.0 版相對於 1.0 版的主要修改是改善測試的不確定性和準確性。主要變化如下：優先測試方法為定義馬達的類型與特定等級，並要求測試儀器要有一定的精度，在第一時間要進行用於特定測試序列，和引入式中的損失計算的微小變化。整體上只做這些改進措施，而不作其他任何大的變化。在損失計算和效率決定時，當比較 2.0 版和 1.0 版，可知依據新版本使測試更可靠，測試結果更具有可比性。IEC60034-30：2008 效率水平定義如表 1 所示，是根據最新 IEC60034-2-1:2007 年的測試方法。

在效率公差方面，除了不同的測試方法，製造業他們可引用在指令中的公差。這符合 IEC60034-1：2010 的允許效率公差，如下所述：(1)馬達額定功率小於等於 150 千瓦：效率的 15%，(2)馬達額定功率超過 150 千瓦：效率的 10%。例如：75 千瓦的馬達 94%的銘牌效率，公差： $0.15 \times (1 - 0.94) = 0.009$ ，在測試效率上可以減少到 93.1%。

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】405 期・105 年 12 月號

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：03-591-9342

傳真訂購：03-582-2011

機械工業雜誌官方網站：www.automan.tw

機械工業雜誌信箱：jmi@itri.org.tw