

# Parametric Analysis of The Helix on High Pressure Oil Seal

李彥霆、鄭錕燦；溫志湧

E-mail: 9805480@mail.dyu.edu.tw

## ABSTRACT

Standard oil seals generally adopt a “ protrusion-shaped ” helix design to enhance their sealing effect, but this type of design is not suitable for pressure oil seals. Hence, pressure oil seal designers often turn to the “ concave-shaped ” helix design. The present thesis pertains to the design of a pressure oil seal with a “ concave-shaped ” helix. In this research, the pumping rate of a pressure oil seal with a “ concave-shaped ” helix design has been studied experimentally and numerically. The commercial CAE software MSC.MarcR was used to simulate the sealing lip deformation, and to analyze the effect of stress. In order to ensure a proper design of the sealing lip, we investigated its high pressure sustaining capability, the deformation and stress distribution within the sealing lip under pressure loading. On the other hand, we also used the commercial CFD software CFD-RCR to simulate and examine the function of “ concave-shaped ” helix. By analyzing the helix parameters (such as depth, width, and angle), we are able to elucidate the sealing mechanism of the “ concave-shaped ” helix, and to optimize the design parameters. Finally, the results of numerical simulation were verified and confirmed by comparing them with the measurements of experiment on a rotary shaft oil seal test machine.

Keywords : Pressure oil seal、 Helix、 Pumping rate

## Table of Contents

封面內頁 簽名頁 授權書 iii	中文摘要 iv	英文摘要 v	誌謝 vi	目錄 vii	圖目錄 x	表目錄 xii	符號說明 xiii	第一章 緒論 1	1.1 前言 1	1.2 研究動機與目的 2	1.3 文獻回顧 3	第二章 油封應用與密封原理簡介 6	2.1 前言 6	2.2 密封元件簡介 6	2.2.1 使用密封元件場合 7	2.2.2 密封元件分類 7	2.2.3 油封結構說明 8	2.3 油封密封原理 8	2.3.1 油封外徑靜態密封 8	2.3.2 油封動態密封原理 9	2.4 油封型式與特性 10	2.5 迴油溝型式 11	2.6 油封材料選用 12	2.6.1 橡膠 12	2.6.2 彈簧 13	2.6.3 鐵殼 13	2.6.4 潤滑油脂 14	2.7 油封製造流程 14	第三章 研究方法與流程 16	3.1 前言 16	3.2 研究流程 16	3.3 理論模型 17	3.4 耐壓型油封幾何圖形建立 19	3.5 CAE模擬分析 19	3.6 CFD模擬分析 21	第四章 模型建立與確認 23	4.1 油膜流場與壓力場分析 23	4.2 迴油率模擬分析 24	4.3 參數研究 25	4.3.1 迴油溝深度研究 26	4.3.2 迴油溝寬度研究 27	4.3.3 迴油溝交角角度研究 28	4.4 耐壓型油封膠料建立 29	第五章 實驗結果與討論 31	5.1 迴油率實驗方法 31	5.2 實驗與模擬值比較分析 32	5.3 耐壓測試試驗 33	第六章 結論 34	參考文獻 附錄 圖目錄	圖1-1 表面張力的作用 37	圖1-2 潤滑方式(Lubrication Regimes) 37	圖1-3 油封唇部磨合軌跡示圖 37	圖1-4 迴油溝對迴油率關係圖 38	圖2-1 油封結構示意圖 38	圖2-2 油封外徑密封型式圖 39	圖2-3 油封密封唇接觸寬示意圖 39	圖2-4 油封密封唇壓力分佈示意圖 40	圖2-5 油封密封唇Pumping效應示意圖 40	圖2-6 油封唇形型式圖 41	圖2-7 耐壓型油封型式圖 41	圖2-8 迴油溝型式 41	圖2-9 迴油溝實際圖 42	圖2-10 各種橡膠材質適用範圍 42	圖2-11 不同潤滑油脂之性能與成本比 43	圖2-12 油封模板與模具圖 43	圖2-13 油封製造流程圖 44	圖3-1 研究流程圖 45	圖3-2 耐壓型油封各部位名稱圖 46	圖3-3 SCN5W22 28.56*42*5.5油封設計圖 46	圖3-4 內凹式迴油溝設計參數圖 47	圖3-5 內凹式迴油溝數量分佈圖 47	圖3-6 彈簧曲線 48	圖3-7 唇部徑向力 48	圖3-8 唇部徑向力分佈 48	圖3-9 唇部徑向應力 49	圖3-10 唇部徑向應力分佈 49	圖3-11 全尺寸網格圖 50	圖3-12 單片迴油溝網格配置圖與單片迴油溝三視圖 50	圖4-1 潤滑流體於軸表面的壓力分佈 51	圖4-2 迴油溝背面域之截面壓力分佈 51	圖4-3 迴油溝內切面之流線分佈 52	圖4-4 迴油溝內流線與速度向量分佈圖 52	圖4-5 數值模擬與實驗量測迴油率比對 53	圖4-6 迴油溝深度與迴油率關係圖 53	圖4-7 不同深度之迴油溝內速度向量與z軸速度分量分佈圖 54	圖4-8 迴油溝寬度與迴油率關係圖 55	圖4-9 不同寬度之迴油溝內速度向量與z軸速度分量分佈圖 56	圖4-10 迴油溝交角角度與迴油率關係圖 56	圖4-11 不同交角之迴油溝內速度向量與z軸速度分量分佈圖 57	圖5-1 模具放電後之迴油溝 58	圖5-2 樣品唇部內凹式迴油溝 58	圖5-3 迴油測試機示意圖 59	圖5-4 實驗與模擬值迴油率比較圖 59	圖5-5 耐壓試驗測試機 60	表目錄 表2-1 油封標準型式表 61	表2-2 油封型式耐壓範圍表 61	表2-3 彈簧材質選用表 62	表2-4 鐵殼材質選用表 62	表4-1 基本物性數據(一) 63	表4-2 膠料配方組成表 63	表4-3 基本物性數據(二) 63	表4-4 ASTM測試比較表 63	表5-1 迴油率測試比較表 65	表5-2 測試循環表 65
------------------	---------	--------	-------	--------	-------	---------	-----------	----------	----------	---------------	------------	-------------------	----------	--------------	------------------	----------------	----------------	--------------	------------------	------------------	----------------	--------------	---------------	-------------	-------------	-------------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------	-------------	--------------------	----------------	----------------	----------------	-------------------	----------------	-------------	------------------	------------------	--------------------	------------------	----------------	----------------	-------------------	---------------	-----------	-------------	-----------------	-----------------------------------	--------------------	--------------------	-----------------	-------------------	---------------------	----------------------	---------------------------	-----------------	------------------	---------------	----------------	---------------------	------------------------	-------------------	------------------	---------------	---------------------	-----------------------------------	---------------------	---------------------	--------------	---------------	-----------------	----------------	-------------------	-----------------	------------------------------	-----------------------	-----------------------	---------------------	------------------------	------------------------	----------------------	---------------------------------	----------------------	---------------------------------	-------------------------	----------------------------------	-------------------	--------------------	------------------	----------------------	-----------------	---------------------	-------------------	-----------------	-----------------	-------------------	-----------------	-------------------	-------------------	------------------	---------------

## REFERENCES

- [1] NAK, “ Rotary Shaft Seals Handbook ”, Mao Shun, 2004.
- [2] Brkich, A, “ Mechanical Seals Theory and Criteria for Their Design ”, Prod. Eng., 21(4), 85, 1950.

- [3]Jagger, E. T., " Rotary Shaft Seals: The Sealing Mechanism of Synthetic Rubber Seals Running at Atmospheric Pressure " , Inst. of Mech. Eng. Proc., 171, 1957.
- [4]Jagger, E. T., " Study of the Lubrication of Synthetic Rubber Rotary Shaft Seals " , Conf. Lubric. Wear, 409, 1957.
- [5]Mayer, E., " Axiale Gleitring dictungen " , 6 Auflage, Dusseldorf: VDI Verlag, 1977.
- [6]Kammuller, M., " Zur Abdichtwirkung von Radial- Wellendichtringen " , University of Stuttgart (In German), 1986.
- [7]Muller, H. K., " Concepts of Sealing Mechanism of Rubber Lip Type Rotary Shaft Seals " , 11th Int. Conf. On Fluid Sealing, BHRA, 698-709, 1987.
- [8]荒井芳男, " 油封の密封理論 " , 摩擦學學會會刊, 1983.
- [9]Symons, J. D., " Dynamic Sealing Systems for Commercial Vehicles " , SP-563, SAE, 1984.
- [10] 池内健, 森美郎, " ???樣流體潤滑面??????作用???? " , 日本潤滑學會, 1979.
- [11] Horve, L.A., " A Macroscopic View of the Sealing Phenomenon for Radial Lip Oil Seals " , Conf. On Fluid Sealing, BHRA, Paper K2, 1984.
- [12] Muller, H. K. and Bernards. Nau, " Fluid Sealing Technology " , Marcel Dekker, Inc., 1998.
- [13] Robert V. Brink., " Handbook of Fluid Sealing " , Mc Graw-Hill, Inc., 1993.
- [14] 黃興, " 橡膠密封件國內外最新技術的發展 " , 兩岸工具機高速化及密封技術研討會, 1998。
- [15] SAE, " Automotive Sealing " , SAE SP-921, 1992.
- [16] 廣廷洪, 汪德濤, " 密封件使用手冊 " , 機械工業出版社, 1994。
- [17] 赤岡純, " ?????發達史 " , 日本機械學會誌, 1982。
- [18] Muller, H. K. and Ott, G. W., " Dynamic sealing mechanism of rubber rotary shaft seals, " Conf. on Fluid Sealing, BHRA, Paper K3, 1984.