

The Analysis and Design of High-performance Machine Tool

鄭旭志、陳昭雄

E-mail: 9511172@mail.dyu.edu.tw

ABSTRACT

This study is mainly to design a high-performance drilling machine for manufacture of 3C, cars, motorcycles, etc. This machine is to be with high cutting rate, shorter not cutting time and good cutting accuracy. We also consider its price so that this drilling machine owns fast cutting, high accuracy and low price. At first, we calculate the requirements of cutting rate and stiffness to complete high cutting efficiency. The specifications of all of parts of the machine are then made by those requirements. For structure of the machine, we mainly design the parts of spindle box, column, saddle and base and then create their 3D models. Secondary, we transfer these 3D models to CAE software and use finite element method to analyze their static stiffness. According to this analysis, we modify design of the parts to satisfy the specifications. Simulations show that the drilling machine satisfies all of requirements in this study. Finally, we yield a practical drilling machine to confirm effect of our design methods.

Keywords : tool machine ; structure ; finite element analysis ; static stiffness

Table of Contents

目錄 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 xiii 符號說明 xiv 第一章 緒論 1.1 研究動機 1 1.2 研究目的 2 1.3 研究方法 2 1.4 文獻回顧 3 1.5 本文大綱 5 第二章 臥式鑽床工具機之機械結構介紹 2.1 臥式工具機之簡介 7 2.2 臥式鑽床工具機之功能和規格 17 2.3 臥式鑽床工具機之機械結構 20 第三章 機台結構設計 3.1 機台加工之力量計算 22 3.1.1 面銑加工之進給力計算 22 3.1.2 端銑加工之進給力計算 26 3.1.3 鑽孔加工之進給力計算 27 3.1.4 攻牙之扭矩和主軸驅動功率計算 29 3.2 機台之進給機構設計 32 3.2.1 進給結構之基本條件 32 3.2.2 滾珠導螺桿與軸承之選定 33 3.2.3 驅動馬達選定 37 3.3 主體結構設計 41 3.3.1 主軸箱結構設計 42 3.3.2 立柱結構設計與實體模型建立 45 3.3.3 鞍座結構設計與實體模型建立 48 3.3.4 底座結構設計與實體模型建立 50 第四章 機械結構分析理論 4.1 剛性定義 54 4.2 有限元素之基本模式 55 第五章 機台結構模擬與分析 5.1 主軸箱結構分析 61 5.2 立柱結構分析 68 5.3 鞍座結構分析 75 5.4 底座結構分析 77 5.5 討論 80 第六章 結論 6.1 結論 86 6.1 未來研究 86 參考文獻 87

REFERENCES

- [1]徐萬春, “工具機結構學”, 臺北市, 環球書局, 三月, 1974。
- [2]Eman, K. F. and Kim, K. J., “Modal analysis of Machine Tool Structures Based on Experimental Data”, ASME Journal of Engineering for Industry, Vol.105, 1983, pp. 282-287.
- [3]洪春長, “工具機立柱結構分析與設計最佳化”, 機械工業雜誌, 4月, 1987, pp.105-475。
- [4]Shin, Y. C., Eman, K. F. and Wu, S. M., “Experimental Complex Modal Analysis of Machine Tool Structures”, ASME Journal of Engineering for Industry, Vol. 111, 1989, pp. 116-214.
- [5]Version, “Pro/Engineer FEM User’s Guide”, 11.0, Parametric Technology Corp, 1993, pp.105-475.
- [6]實威科技, “COSMOSWorks 2004 Basic Training”, 2004。
- [7]L.J.Segerlind, “APPLIED FINITE ELEMENT ANALYSIS”, 科技圖書, 三月, 民76。
- [8]劉永光, “1996年日本工具機展參觀記時實”, 機械工業雜誌, 3月, 1997, pp.195-209。
- [9]陳世昌, “工具機高速進給之最近趨勢”, 機械工業雜誌, 3月, 1997, pp.210-215。
- [10]Long, G. W. and Lemon, J.R., “Structural Dynamics in Machine Tool Chatter”, ASME Journal of Engineering for Industry, Vol.87, No. 4, 1965, pp. 455-463.
- [11]Kawiecki, G., “Bending-torsion response of rib-reinforced cantilever Plates”, Journal of Engineering Mechanics, Vol. 125 Issue 10, Oct.1999, pp.1213-1217.
- [12]Reschetow, D. N. and Kaninskaja, V. V., “Untersuchungen, und Naherungsrechnungen der Starrhit kastenformiger Bauteile im Werkzeugmaschinenbau”, Stankiiinstrument, 1956. (reported by Peklenik, J. in Industrie-Anz., Nos.2 and 11, 1957.) [13]吳政憲、詹子奇、王焜潔, “高速化工具機結構與靜動剛性分析與測試”, 機械月刊, 第284期, 1999, pp.466-475。
- [14]陳政雄, “CNC工具機高速高精度進給速度”, 機械月刊, 第282期, 1999, pp.208-222。
- [15]Krug, C. and Zum, B., “Der Starrheitsgrad von werkzeugmaschinen”, Masch.-Bau, 1931.

- [16]Krug, C. and Zum, B., “ Starrheit bei werkzeugmaschinen ”, Masch.-Bau, 1927.
- [17]黃祥峰, “ 臥式綜合加工機及週邊系統發展現況 ”, 機械工業雜誌, 3月, 2002, pp.111-123。
- [18]Rao S.S., “ The Finite Element Method in engineering ”, 智邦書局, 開發圖書有限公司, 1982。
- [19]王志成, “ 高速高精度臥式綜合加工機 ”, 機械工業雜誌, 3月, 2004, pp. 113-123。
- [20]鄭志鈞、何志強、蔡騰德, “ 工具機結構輕量化技術 ”, 機械工業雜誌, 3月, 2004, pp.166-252。
- [21]林志豐, “ 機械結構之有限元素法拓樸最佳化設計與分析 ”, 淡江大學機械工程學系碩士論文, 2000。
- [22]林瑞德, “ 高速主軸斜角滾珠軸承系統之電腦輔助設計 ” 中山大學機械與電機工程學系碩士論文, 2001。
- [23]林志志, “ CAE教學與應用的迷失 ”, 機械月刊, 一月號, 2002, pp.94119-411。
- [24]Makino公司綜合型錄, 日本。
- [25]MORI, 公司綜合型錄, 日本。
- [26]NSK, 公司綜合型錄, 日本。
- [27]THK, 公司綜合型錄, 日本。
- [28]徐明堅, “ 最新切削加工技術 ”, 復漢出版社。
- [29]傅光華, “ 切削工具學 ”, 高立圖書, 六月, 民71。
- [30]PMC, “ 技術通報 ”, 十一月, 民83。