

# Using Shock Mount for Reducing Shock Damage of Underwater Vehicle Equipment

戴光賢、梁卓中

E-mail: 9607836@mail.dyu.edu.tw

## ABSTRACT

The underwater vehicles always have exposed to attack the torpedoes, moored mines, influence mines and underwater explosion under a shock environment during the execute task. In this environment, some kind of equipment are defined Grade A that include many precise equipments in the naval vessel. In order to make this kind of equipment keep working and increase safety, in this study, the shock mounts are used to study to isolate the shock transmitted to machines or structures from a floor and to reduce vibration. The design of shock mount for use on naval vessels is difficult because both vibration and shock of a troublesome nature exist concurrently, and relative literature is still limit. This study adopt Dynamic Design Analysis Method ( DDAM ) and finite element software ABAQUS to calculate shock response spectrum and failure analysis. Three shipboard equipments - Deisel-Electric, Radar mount system and propulsion shaft have been studied in details. Shock mount has been used in the naval vessel many years because the occupancy is less space, low cost and installing convenience and the shock mounts are adopted to increase the anti-shock capability on foregoing equipment. Three Navy Shock mount - MIL-901D navysea mounts, FABREEKA corporation mounts and NAVSEA 0900-LP-089-5010 mounts with different material properties and configuration are installed in above Deisel -Electric, Radar mount system and propulsion shaft to study the attention abilities of the shock resistant study. The research results are the valuable references for shock resistant design of shipboard equipment after considering different potential threats in this study.

Keywords : DDAM, shock response spectrum, anti-shock capability, mount

## Table of Contents

封面內頁 簽名頁 授權書 .....	iii	中文摘要 .....	iv	英文摘要 .....	vi
誌謝 .....	vii	目錄 .....	viii	圖目錄 .....	xii
表目錄 .....	xviii	符號說明 .....	xxi	第一章 緒論 .....	1
1.1 緣起 .....	1	1.1.1 緣起 .....	1	1.1.2 國內外研究現況 .....	2
1.2 國內外研究現況 .....	2	2.1 船艦裝備抗震相關文獻回顧 .....	3	2.2 艦用抗震墊相關文獻回顧 .....	6
1.3 本文目標 .....	12	2.3 艦用抗震墊簡介 .....	18	2.4 艦用抗震墊之設計、安裝與檢查重點 .....	25
第二章 艦用抗震墊簡介 .....	18	2.1 艦艇減振之方法 .....	18	2.2 抗震墊介紹 .....	20
2.1 艦艇減振之方法 .....	18	2.2.1 金屬彈簧抗震墊定 .....	20	2.2.2 金屬鋼絲抗震墊 .....	20
2.2 抗震墊介紹 .....	20	2.2.3 橡膠抗震墊 .....	21	2.3 艦用抗震墊介紹 .....	21
2.3 艦用抗震墊介紹 .....	21	2.4 艦用抗震墊之設計、安裝與檢查重點 .....	25	第三章 基礎理論 - 動態設計分析法 .....	44
第三章 基礎理論 - 動態設計分析法 .....	44	3.1 動態設計分析法 .....	45	3.1.1 動態設計分析法基本理論 .....	45
3.1 動態設計分析法 .....	45	3.1.2 爆震設計譜 .....	50	3.1.2.1 模態數之選定 .....	50
3.1.2 爆震設計譜 .....	50	3.1.2.2 有效質量 .....	51	3.1.2.3 各模態之爆震設計值計算 .....	51
3.1.2.1 模態數之選定 .....	50	3.1.2.4 裝備基座之設計準則 .....	52	3.1.3 von Mises 破壞準則 - 允許爆震應力準則 (allowable shock stress criteria) .....	52
3.1.2.2 有效質量 .....	51	3.1.3 von Mises 破壞準則 - 允許爆震應力準則 (allowable shock stress criteria) .....	52	3.1.4 動態設計分析法之計算流程 .....	53
3.1.2.3 各模態之爆震設計值計算 .....	51	3.1.4 動態設計分析法之計算流程 .....	53	3.2 有限元素軟體ABAQUS .....	54
3.1.2.4 裝備基座之設計準則 .....	52	3.2 有限元素軟體ABAQUS .....	54	3.3 動態設計分析法(DDAM) 結合有限元素軟體 ABAQUS .....	57
3.1.3 von Mises 破壞準則 - 允許爆震應力準則 (allowable shock stress criteria) .....	52	3.3 動態設計分析法(DDAM) 結合有限元素軟體 ABAQUS .....	57	第四章 柴電動力引擎抗震墊之設計與分析 .....	65
3.1.4 動態設計分析法之計算流程 .....	53	4.1 問題描述 .....	65	4.2 柴電動力引擎基座系統抗震分析 .....	65
3.2 有限元素軟體ABAQUS .....	54	4.2.1 基座構型與特性 .....	66	4.2.2 有限元素模型 .....	66
3.3 動態設計分析法(DDAM) 結合有限元素軟體 ABAQUS .....	57	4.2.2 有限元素模型 .....	66	4.2.3 結果與討論 .....	66
第四章 柴電動力引擎抗震墊之設計與分析 .....	65	4.3 柴電動力引擎按置抗震墊之抗震分析 .....	67	4.3.1 抗震墊之構型與特性 .....	67
4.1 問題描述 .....	65	4.3.1 抗震墊之構型與特性 .....	67	4.3.2 有限元素模型 .....	68
4.2 柴電動力引擎基座系統抗震分析 .....	65	4.3.2 有限元素模型 .....	68	4.3.3 結果與討論 .....	69
4.2.1 基座構型與特性 .....	66	4.3.3 結果與討論 .....	69	4.4 柴電動力引擎抗震基座與抗震墊之效能分析 .....	73
4.2.2 有限元素模型 .....	66	4.4 柴電動力引擎抗震基座與抗震墊之效能分析 .....	73	第五章 雷達基座抗震墊之設計與分析 .....	112
4.2.3 結果與討論 .....	66	5.1 問題描述 .....	112	5.2 雷達基座系統未安裝抗震墊之抗爆震分析 .....	112
4.3 柴電動力引擎按置抗震墊之抗震分析 .....	67	5.1 問題描述 .....	112	5.2.1 基座構型與特性 .....	112
4.3.1 抗震墊之構型與特性 .....	67	5.2 雷達基座系統未安裝抗震墊之抗爆震分析 .....	112	5.2.2 有限元素模型 .....	113
4.3.2 有限元素模型 .....	68	5.2.1 基座構型與特性 .....	112	5.2.3 結果與討論 .....	113
4.3.3 結果與討論 .....	69	5.2.2 有限元素模型 .....	113	5.3 雷達基座系統按置抗震墊之抗震分析 .....	114
4.4 柴電動力引擎抗震基座與抗震墊之效能分析 .....	73	5.2.3 結果與討論 .....	113	5.3.1 抗震墊之構型與特性 .....	114
第五章 雷達基座抗震墊之設計與分析 .....	112	5.3 雷達基座系統按置抗震墊之抗震分析 .....	114	5.3.2 有限元素模型 .....	115
5.1 問題描述 .....	112	5.3.1 抗震墊之構型與特性 .....	114	5.3.3 結果與討論 .....	116
5.2 雷達基座系統未安裝抗震墊之抗爆震分析 .....	112	5.3.2 有限元素模型 .....	115	5.4 雷達基座系統抗震墊之效能分析 .....	118
5.2.1 基座構型與特性 .....	112	5.3.3 結果與討論 .....	116	第六章 某型潛艦軸系抗震墊之設計與分析 .....	142
5.2.2 有限元素模型 .....	113	5.4 雷達基座系統抗震墊之效能分析 .....	118	6.1 問題描述 .....	142
5.2.3 結果與討論 .....	113	6.1 問題描述 .....	142	6.2 某型潛艦軸系未安裝抗震墊之抗爆震分析 .....	143
5.3 雷達基座系統按置抗震墊之抗震分析 .....	114	6.2 某型潛艦軸系未安裝抗震墊之抗爆震分析 .....	143	6.2.1 型潛艦軸系構型與特性 .....	143
5.3.1 抗震墊之構型與特性 .....	114	6.2.1 型潛艦軸系構型與特性 .....	143	6.2.2 有限元素模型 .....	144
5.3.2 有限元素模型 .....	115	6.2.2 有限元素模型 .....	144	6.2.3 結果與討論 .....	144
5.3.3 結果與討論 .....	116	6.2.3 結果與討論 .....	144	6.3 某型潛艦軸系按置抗震墊之抗震分析 .....	145
5.4 雷達基座系統抗震墊之效能分析 .....	118	6.3 某型潛艦軸系按置抗震墊之抗震分析 .....	145	6.3.1 抗震墊之構型與特性 .....	145
第六章 某型潛艦軸系抗震墊之設計與分析 .....	142	6.3.1 抗震墊之構型與特性 .....	145	6.3.2 有限元素模型 .....	146
6.1 問題描述 .....	142	6.3.2 有限元素模型 .....	146	6.3.3 結果與討論 .....	147
6.2 某型潛艦軸系未安裝抗震墊之抗爆震分析 .....	143	6.3.3 結果與討論 .....	147	6.4 軸系抗震之效能分析 .....	148
6.2.1 型潛艦軸系構型與特性 .....	143	6.4 軸系抗震之效能分析 .....	148	第七章 結論與未來展望 .....	167
6.2.2 有限元素模型 .....	144	第七章 結論與未來展望 .....	167	參考文獻 .....	170
6.2.3 結果與討論 .....	144	參考文獻 .....	170		

## REFERENCES

- [1] Keil A. H., " The response of ships to underwater explosion ", The annual meeting of the society of Naval architects and Marine engineering, New York(1961.) [2] Biot, M.A., " Analytical and Experimental Method in Engineering Seismology ", Trans. ASCE, 108-365(1943).
- [3] Belsheim, R.O. and O'Hara, G.J. "Shock design of shipboard equipment-dynamic design analysis method," NAVSHIPS 250-423-30, May(1961).
- [4] O'Hara, G.J., and Belsheim, R.O., "Interim design values for shock design of shipboard structures", NRL-MR-1396 (1963).
- [5] Belsheim, R.O., O'Hara, G.J., "Shock design of shipboard equipment, part 3 experimental evaluation of the dynamic design analysis method," NRL. Rep. 6478, Washington, DC, pp. 331-354 (1967).
- [6] O'Hara, G.J., P.F. Cunniff, " Dynamic design analysis of a foundation undergoing unequal support shock motion ", NRL. Rep. 5154, Washington, DC 20375,(1983).
- [7] Dimaggio, F.L., and Ranlet, D., " On Improving and Extending The Design Shock Spectrum Used in DDAM ", NTIS Rep. AD-A139304(1984).
- [8] Military specification MIL-STD-901D(Navy), Shock test, H. I.(High impact) Shipboard Machinery, Equipment and Systems,Requirements For, March (1989).
- [9] McCarthy R.H., " Shock Design Criteria for Surface Ships ", NAVSEA 0908-LP-000-3010, Naval Sea Systems Command.(1995) [10] 李雅榮、郭真祥、林輝政、薛文証、梁卓中、夏曉文、鄧作樑、陳正雄、邱啟舜、廖建義、馬豐源, " 艦用系統介面軍規之研究 ", 經濟部八十六年度科技研究發展專案/船舶技術發展五年計畫, 1997年。
- [11] 梁卓中, 戴毓修, " 以反應譜分析法探討船艦舵部之爆震反應 ", 中國造船暨輪機工程學刊, 第二十卷, 第三期, 1~16 頁(2001)。
- [12] 梁卓中、鄧作樑、徐慶瑜、戴毓修、任展勇、劉子豪, " 船艦在爆震力下之結構動態反應與裝備防震策略 ", 經濟部92 年度科技專案研發成果-船舶技術發展第二期四年計畫, (2003)。
- [13] Harry Cyril M, Crede Charles E. Shock and vibration handbook second edition. McGraw-Hill Book Company, 1976.
- [14] 徐敏, " 船舶動力機械的振動、衝擊與測量 ", 北京:國防工業出版社, 1981。
- [15] Scavuzzo R J, Pusey Henry C. Naval shock analysis and design. SAVIAC/Booz. Allen and Hamilton, Inc., 2000.
- [16] Charles E. C., Vibration and shock isolation 4th, Associate Professor California institute Technology, John Wiley & Sons, Inc, New York, pp314~320(1959).
- [17] Mathematical modeling and dynamic shock analysis guide for mast," Supervisor of Shipbuilding, Conversion and Repair USN, 3'd Naval District, Rep. No. SUPSHIP280-6 (1972).
- [18] Dave S. Steinberg, Vibration Analysis for Electronic Equipment, A wiley-interscience publication, John Wiley & Sons, New York, pp15~18(1973).
- [19] 林振聲, " 海軍技術命令-裝備振動及噪音測試規範介紹 ", 海軍後勤司令部發行, (1988)。
- [20] Harris, C. H., John J. H., Charles J. L., " Application of Isolators ", Shock and Vibration Handbook, 4th edition, McGraw-Hill, p34-6 (1988).
- [21] 惲偉君、朱欽章、段根寶、郭振玲, " 船舶螺旋槳避振器模擬裝置試驗研究 ", 振動與衝擊學刊, 第十五卷, 第一期, 1~4 頁(1996)。
- [22] Yunhe Yu, Nagi G.. N. and Roa V. D., " A literature review of automotive vehicle engine mounting systems ", Mechanism and machine theory 36. pp.123-142(2001).
- [23] John E. Miesner, " Shock and Acoustic Mount ", Smart Materials Bulletin. (2002).
- [24] Wei-Hui Wang, Der-Yuan Liou, Chung-Kai Fang, Wei-Yu Lu, Tseng-chung Ko, Shih-Chu Wu, " Propeller and Shaft Induced Structure-Borne Noise Isolation of a Motor Yacht ", Paper No.352, Proceedings Inter noise2004.(2004).
- [25] 皮連根、辛?, " 柴油發電機積極隔震的實驗研究 ", 噪聲與振動控制學刊, 第二十四卷, 第五期, 45~47頁(2004)。
- [26] 唐德高、盧紅標、張華、嚴東晉, " PGG隔震器性能試驗與分析 ", 振動與衝擊學刊, 第二十三卷, 第一期, 52~54頁 (2004)。
- [27] 黃宇中、陳榮亮, " 橡膠抗震墊隔振性能評估計隔振應用 " 第十三屆中華民國振動與噪音工程學術研討會, 353~358頁 (2005)。
- [28] 言福明、黃映雲、秦俊明, " 用爆炸式衝擊試驗台研究鋼絲繩隔振器衝擊特性 ", 噪聲與振動控制學刊, 第二十六卷, 第一期, 57~59頁(2006)。
- [29] 趙程、賀躍進、張恆, " 金屬橡膠的應用研究 ", 噪聲與振動控制學刊, 第二十六卷, 第五期, 45~47頁(2006)。
- [30] 束立紅、周煒、呂志強、黃映雲, " 金屬橡膠的研究應用 ", 振動與衝擊學刊, 第二十五卷, 第四期, 78~81頁(2006)。
- [31] 林勝、袁健、賀才春, " 摩擦阻尼橡膠隔振器的研究 ", 噪聲與振動控制學刊, 第二十六卷, 第三期, 18~21頁(2006)。
- [32] 王銳、李世其、宋少雲, " 橡膠隔震器系列化設計方法研究 ", 噪聲與振動控制學刊, 第二十六卷, 第四期, 11~13頁 (2006)。
- [33] 黃映雲、何琳、譚波、汪玉, " 橡膠隔震器衝擊剛度特性試驗研究 ", 振動與衝擊學刊, 第二十五卷, 第一期, 77~78 頁(2006)。
- [34] 江國和、沈榮瀛、華宏星、吳慶明, " 船舶機械設備衝擊隔離技術研究進展 ", 船舶力學學刊, 第十卷, 第一期, 135~144 頁(2006)。
- [35] ABAQUS User ' s Manual.