



台灣中油股份有限公司

第三座液化天然氣接收站迴避替代方案
可行性及環評工作

真時操船模擬試驗
(定稿本)

受託單位：



執行單位：



中華民國 108 年 6 月

第三座液化天然氣接收站迴避替代方案

可行性及環評工作

真時操船模擬試驗(定稿本)

目 錄

第一章 前言

1.1 計畫緣起	1-1
1.2 計畫內容	1-4

第二章 操船模擬機系統

2.1 操船模擬機用於操航安全評估原理	2-1
2.2 海洋大學操船模擬機系統介紹	2-2
2.3 作業流程	2-8

第三章 海流數值模擬

3.1 數值模式建立	3-1
3.1.1 使用模式	3-1
3.1.2 模擬範圍	3-6
3.2 數值模式驗證	3-9
3.3 觀塘工業港流場模擬	3-11

第四章 本船操縱模式

4.1	計畫船型	4-1
4.2	17.7 萬立方公尺級 LNG 船船模操縱性能設計	4-3
4.3	21.6 萬立方公尺級 LNG 船船模操縱性能設計	4-9
4.4	26.6 萬立方公尺級 LNG 船船模操縱性能設計	4-15

第五章 港灣模型

5.1	觀塘工業專用港之地理模型與港型配置	5-1
5.2	3D 影像模型	5-3

第六章 試驗規劃與操船航行計畫

6.1	真時模擬測試矩陣	6-1
6.2	拖船配置	6-1
6.3	操船航行計畫	6-3

第七章 操航試驗案例分析

7.1	試驗案例	7-1
7.1.1	試驗執行次數	7-1
7.1.2	試驗結果綜述	7-2
7.2	LNG216 西南風退潮-靠泊第一船席案例分析	7-5
7.2.1	靠泊成功-編號 060 航次	7-5
7.2.2	靠泊成功-編號 074 航次	7-10
7.2.3	靠泊失效-編號 014 航次	7-15
7.3	LNG216 西南風漲潮-靠泊第一船席案例分析	7-19

7.3.1	靠泊成功-編號 048 航次-----	7-19
7.3.2	靠泊成功-編號 059 航次-----	7-24
7.3.3	靠泊失效-編號 079 航次-----	7-28
7.4	LNG216 東北風退潮-靠泊第一船席案例分析 -----	7-32
7.4.1	靠泊成功-編號 030 航次-----	7-32
7.4.2	靠泊成功-編號 053 航次-----	7-36
7.4.3	危險案例-編號 050 航次-----	7-40
7.5	LNG216 東北風漲潮-靠泊第一船席案例分析 -----	7-44
7.5.1	靠泊成功-編號 029 航次-----	7-44
7.5.2	靠泊成功-編號 069 航次-----	7-48
7.6	LNG216 東北風退潮-出港案例分析 -----	7-52
7.6.1	出港成功-編號 087 航次-----	7-52
7.6.2	危險案例-編號 092 航次-----	7-56
7.7	LNG266 西南風退潮-靠泊第一船席案例分析 -----	7-60
7.7.1	靠泊成功-編號 026 航次-----	7-60
7.7.2	靠泊成功-編號 062 航次-----	7-65
7.8	LNG266 東北風漲潮-靠泊第一船席案例分析 -----	7-69
7.8.1	靠泊成功-編號 031 航次-----	7-69
7.9	LNG177 西南風退潮-靠泊第一船席案例分析 -----	7-73
7.9.1	靠泊成功-編號 052 航次-----	7-73
7.10	LNG177 東北風漲潮-靠泊第一船席案例分析 -----	7-77
7.10.1	靠泊成功-編號 061 航次 -----	7-77
7.11	靠泊成功-編號 108 航次 -----	7-81
7.11.2	靠泊成功-編號 116 航次 -----	7-85
7.11.3	靠泊失效-編號 104 航次 -----	7-89

第八章 試驗結果綜合分析

8.1	資料擷取閘門線	8-1
8.2	航行軌跡分布	8-5
8.2.1	LNG216 船進港操航	8-5
8.2.2	LNG216 船出港操航	8-10
8.2.3	LNG266 船進港操航	8-10
8.2.4	LNG177 船進港操航	8-13
8.3	操航試驗閘線統計分析	8-14
8.3.1	LNG216 船進港分析	8-14
8.3.2	LNG266 船進港分析	8-22
8.3.3	LNG177 船進港分析	8-26
8.4	操航試驗特定評估點距離分析	8-30
8.4.1	LNG216 船進港	8-30
8.5	迴船池操航分析	8-41
8.5.1	LNG216 船進港	8-41
8.5.2	LNG266 船進港	8-44
8.5.3	LNG177 船進港	8-46

第九章 結論與建議

9.1	綜合討論	9-2
9.1.1	試驗結果	9-2
9.1.2	失效原因探討	9-3
9.1.3	拖船配置	9-3
9.2	結論	9-4
9.3	建議	9-5

附錄一	真時操船模擬試驗(初稿)審查會議紀錄.....	附 1-1
附錄二	試驗條件總表.....	附 2-1
附錄三	試驗操演之軌跡及船舶狀態資料.....	附 3-1

圖 目 錄

圖 1.1-1	觀塘工業港(區)配置示意圖-----	1-2
圖 1.1-2	本計畫真時操船試驗之港灣模型配置圖-----	1-3
圖 2.1-1	操船模擬中心三項業務-----	2-2
圖 2.2-1	國立臺灣海洋大學全功能操船模擬機 DNV 認證證書 -	2-3
圖 2.2-2	全功能操船模擬機平面配置圖-----	2-6
圖 2.2-3	教師台控制室配置實景-----	2-7
圖 2.2-4	駕駛台操控室實景-----	2-7
圖 2.3-1	真時操船模擬試驗流程圖-----	2-10
圖 3.1-1	模式架構圖-----	3-1
圖 3.1-2	模式模擬範圍示意圖-----	3-7
圖 3.1-3	竹圍漁港與南寮漁港之潮位站記錄(2014 年 3 月)-----	3-7
圖 3.1-4	大潭電廠海域 DTWC1 海流測站資料(2014 年 3 月)---	3-8
圖 3.2-1	DTWC1 測站模式率定結果-----	3-9
圖 3.2-2	模式模擬所得潮流流場圖-----	3-10
圖 3.2-3	退潮平面海流流場圖-----	3-11
圖 3.2-4	漲潮平面海流流場圖-----	3-12
圖 5.1-1	觀塘工業專用港原規劃之水深與港型配置-----	5-1
圖 5.1-2	觀塘工業專用港原規劃之水深分佈-----	5-2
圖 5.1-3	修訂後之觀塘工業專用港配置示意圖-----	5-3
圖 5.2-1	觀塘工業專用港模建置全景(含離岸風機)-----	5-4
圖 5.2-2	觀塘工業專用港全景-----	5-4
圖 5.2-3	觀塘工業專用港入口堤頭處-----	5-5
圖 5.2-4	觀塘工業專用港堤外之離岸風機-----	5-5
圖 5.2-5	觀塘工業專用港之 LNG 碼頭(No.1&2)-----	5-6

圖 5.2-6	觀塘工業專用港之 LNG 碼頭(No.1) -----	5-6
圖 5.2-7	觀塘工業專用港之 LNG 碼頭(No.2) -----	5-7
圖 6.2-1	拖船作用點 P0-P7 位置 -----	6-3
圖 6.3-1	操演參考點示意圖 -----	6-4
圖 7.1-1	LNG 船未達成任務航次擱淺位置標示圖 -----	7-3
圖 7.2-1	編號 060 航次西南風退潮靠泊第一船席-全程航跡圖 --	7-7
圖 7.2-2	編號 060 航次西南風退潮靠泊第一船席-放大航跡圖 --	7-7
圖 7.2-3	編號 060 航次西南風退潮靠泊第一船席-航行參數時序圖 -	7-8
圖 7.2-4	編號 060 航次西南風退潮靠泊第一船席-拖船施力時序圖 -	7-9
圖 7.2-5	編號 074 航次西南風退潮靠泊第一船席-全程航跡圖 --	7-12
圖 7.2-6	編號 074 航次西南風退潮靠泊第一船席-放大航跡圖 --	7-12
圖 7.2-7	編號 074 航次西南風退潮靠泊第一船席-航行參數時序圖 -	7-13
圖 7.2-8	編號 074 航次西南風退潮靠泊第一船席-拖船施力時序圖 -	7-14
圖 7.2-9	編號 014 航次西南風退潮靠泊第一船席-全程航跡圖 --	7-16
圖 7.2-10	編號 014 航次西南風退潮靠泊第一船席-放大航跡圖 --	7-16
圖 7.2-11	編號 014 航次西南風退潮靠泊第一船席-航行參數時序圖 -	7-17
圖 7.2-12	編號 014 航次西南風退潮靠泊第一船席-拖船施力時序圖 -	7-18
圖 7.3-1	編號 048 航次西南風漲潮靠泊第一船席-全程航跡圖 --	7-21
圖 7.3-2	編號 048 航次西南風漲潮靠泊第一船席-放大航跡圖 --	7-21
圖 7.3-3	編號 048 航次西南風漲潮靠泊第一船席-航行參數時序圖 -	7-22
圖 7.3-4	編號 048 航次西南風漲潮靠泊第一船席-拖船施力時序圖 -	7-23
圖 7.3-5	編號 059 航次西南風漲潮靠泊第一船席-全程航跡圖 --	7-25
圖 7.3-6	編號 059 航次西南風漲潮靠泊第一船席-放大航跡圖 --	7-25
圖 7.3-7	編號 059 航次西南風漲潮靠泊第一船席-航行參數時序圖 -	7-26
圖 7.3-8	編號 059 航次西南風漲潮靠泊第一船席-拖船施力時序圖 -	7-27
圖 7.3-9	編號 079 航次西南風漲潮靠泊第一船席-全程航跡圖 --	7-29
圖 7.3-10	編號 079 航次西南風漲潮靠泊第一船席-放大航跡圖 --	7-29

圖 7.3-11	編號 079 航次西南風漲潮靠泊第一船席-航行參數時序圖 - 7-30
圖 7.3-12	編號 079 航次西南風漲潮靠泊第一船席-拖船施力時序圖 - 7-31
圖 7.4-1	編號 030 航次東北風退潮靠泊第一船席-全程航跡圖 -- 7-33
圖 7.4-2	編號 050 航次東北風退潮靠泊第一船席-放大航跡圖 -- 7-33
圖 7.4-3	編號 050 航次東北風退潮靠泊第一船席-航行參數時序圖 - 7-34
圖 7.4-4	編號 050 航次東北風退潮靠泊第一船席-拖船施力時序圖 - 7-35
圖 7.4-5	編號 053 航次東北風退潮靠泊第一船席-全程航跡圖 -- 7-37
圖 7.4-6	編號 053 航次東北風退潮靠泊第一船席-放大航跡圖 -- 7-37
圖 7.4-7	編號 053 航次東北風退潮靠泊第一船席-航行參數時序圖 - 7-38
圖 7.4-8	編號 053 航次東北風退潮靠泊第一船席-拖船施力時序圖 - 7-39
圖 7.4-9	編號 050 航次東北風退潮靠泊第一船席-全程航跡圖 -- 7-41
圖 7.4-10	編號 050 航次東北風退潮靠泊第一船席-放大航跡圖 -- 7-41
圖 7.4-11	編號 050 航次東北風退潮靠泊第一船席-航行參數時序圖 - 7-42
圖 7.4-12	編號 050 航次東北風退潮靠泊第一船席-拖船施力時序圖 - 7-43
圖 7.5-1	編號 029 航次東北風漲潮靠泊第一船席-全程航跡圖 -- 7-45
圖 7.5-2	編號 029 航次東北風漲潮靠泊第一船席-放大航跡圖 -- 7-45
圖 7.5-3	編號 029 航次東北風漲潮靠泊第一船席-航行參數時序圖 - 7-46
圖 7.5-4	編號 029 航次東北風漲潮靠泊第一船席-拖船施力時序圖 - 7-47
圖 7.5-5	編號 069 航次東北風漲潮靠泊第一船席-全程航跡圖 -- 7-49
圖 7.5-6	編號 069 航次東北風漲潮靠泊第一船席-放大航跡圖 -- 7-49
圖 7.5-7	編號 069 航次東北風漲潮靠泊第一船席-航行參數時序圖 - 7-50
圖 7.5-8	編號 069 航次東北風漲潮靠泊第一船席-拖船施力時序圖 - 7-51
圖 7.6-1	編號 087 航次東北風退潮出港-全程航跡圖 ----- 7-53
圖 7.6-2	編號 087 航次東北風退潮出港-放大航跡圖 ----- 7-53
圖 7.6-3	編號 087 航次東北風退潮出港-航行參數時序圖 ----- 7-54
圖 7.6-4	編號 087 航次東北風退潮出港-拖船施力時序圖 ----- 7-55
圖 7.6-5	編號 092 航次東北風退潮出港-全程航跡圖 ----- 7-57
圖 7.6-6	編號 092 航次東北風退潮出港-放大航跡圖 ----- 7-57
圖 7.6-7	編號 093 航次東北風退潮出港-航行參數時序圖 ----- 7-58

圖 7.6-8	編號 093 航次東北風退潮出港-拖船施力時序圖 -----	7-59
圖 7.7-1	編號 026 航次西南風退潮靠泊第一船席-全程航跡圖 --	7-62
圖 7.7-2	編號 026 航次西南風退潮靠泊第一船席-放大航跡圖 --	7-62
圖 7.7-3	編號 026 航次西南風退潮靠泊第一船席-航行參數時序圖 -	7-63
圖 7.7-4	編號 026 航次西南風退潮靠泊第一船席-拖船施力時序圖 -	7-64
圖 7.7-5	編號 062 航次西南風退潮靠泊第一船席-全程航跡圖 --	7-66
圖 7.7-6	編號 062 航次西南風退潮靠泊第一船席-放大航跡圖 --	7-66
圖 7.7-7	編號 062 航次西南風退潮靠泊第一船席-航行參數時序圖 -	7-67
圖 7.7-8	編號 062 航次西南風退潮靠泊第一船席-拖船施力時序圖 -	7-68
圖 7.8-1	編號 031 航次東北風漲潮靠泊第一船席-全程航跡圖 --	7-70
圖 7.8-2	編號 031 航次東北風漲潮靠泊第一船席-放大航跡圖 --	7-70
圖 7.8-3	編號 031 航次東北風漲潮靠泊第一船席-航行參數時序圖 -	7-71
圖 7.8-4	編號 031 航次東北風漲潮靠泊第一船席-拖船施力時序圖 -	7-72
圖 7.9-1	編號 052 航次西南風退潮靠泊第一船席-全程航跡圖 --	7-74
圖 7.9-2	編號 052 航次西南風退潮靠泊第一船席-放大航跡圖 --	7-74
圖 7.9-3	編號 052 航次西南風退潮靠泊第一船席-航行參數時序圖 -	7-75
圖 7.9-4	編號 052 航次西南風退潮靠泊第一船席-拖船施力時序圖 -	7-76
圖 7.10-1	編號 061 航次東北風漲潮靠泊第一船席-全程航跡圖 --	7-78
圖 7.10-2	編號 061 航次東北風漲潮靠泊第一船席-放大航跡圖 --	7-78
圖 7.10-3	編號 061 航次東北風漲潮靠泊第一船席-航行參數時序圖 -	7-79
圖 7.10-4	編號 061 航次東北風漲潮靠泊第一船席-拖船施力時序圖 -	7-80
圖 7.11-1	編號 108 航次西南風退潮靠泊第二船席-全程航跡圖 --	7-82
圖 7.11-2	編號 108 航次西南風退潮靠泊第二船席-放大航跡圖 --	7-82
圖 7.11-3	編號 108 航次西南風退潮靠泊第二船席-航行參數時序圖 -	7-83
圖 7.11-4	編號 108 航次西南風退潮靠泊第二船席-拖船施力時序圖 -	7-84
圖 7.11-5	編號 116 航次西南風退潮靠泊第二船席-全程航跡圖 --	7-86
圖 7.11-6	編號 116 航次西南風退潮靠泊第二船席-放大航跡圖 --	7-86
圖 7.11-7	編號 116 航次西南風退潮靠泊第二船席-航行參數時序圖 -	7-87
圖 7.11-8	編號 116 航次西南風退潮靠泊第二船席-拖船施力時序圖 -	7-88

圖 7.11-9	編號 104 航次西南風退潮靠泊第二船席-全程航跡圖 --	7-90
圖 7.11-10	編號 104 航次西南風退潮靠泊第二船席-放大航跡圖 --	7-90
圖 7.11-11	編號 104 航次西南風退潮靠泊第二船席-航行參數時序圖 -	7-91
圖 7.11-12	編號 104 航次西南風退潮靠泊第二船席-拖船施力時序圖 -	7-92
圖 8.1-1	LNG 船操航試驗港區環境佈置圖 -----	8-2
圖 8.1-2	觀塘工業專用港航道資料擷取閘門線位置標示圖 -----	8-3
圖 8.2-1	LNG216 船西南風退潮進港泊靠航跡疊加分佈圖 -----	8-7
圖 8.2-2	LNG216 船西南風漲潮進港泊靠航跡疊加分佈圖 -----	8-8
圖 8.2-3	LNG216 船東北風退潮進港泊靠航跡疊加分佈圖 -----	8-8
圖 8.2-4	LNG216 船東北風漲潮進港泊靠航跡疊加分佈圖 -----	8-9
圖 8.2-5	西南風退潮 LNG216 船進港泊靠航第二船席跡疊加分佈圖 -	8-9
圖 8.2-6	LNG216 船東北風退潮出港航跡疊加分佈圖 -----	8-10
圖 8.2-7	LNG266 船西南風退潮進港泊靠航跡疊加分佈圖 -----	8-12
圖 8.2-8	LNG266 船東北風漲潮進港泊靠航跡疊加分佈圖 -----	8-12
圖 8.2-9	LNG177 船西南風退潮進港泊靠航跡疊加分佈圖 -----	8-13
圖 8.2-10	LNG177 船東北風漲潮進港泊靠航跡疊加分佈圖 -----	8-14
圖 8.5-1	LNG216 船西南風退潮泊靠第一船席減速迴轉分布圖 -----	8-42
圖 8.5-2	LNG216 船西南風漲潮泊靠第一船席減速迴轉分布圖 -----	8-42
圖 8.5-3	LNG216 船東北風退潮泊靠第一船席減速迴轉分布圖 -----	8-43
圖 8.5-4	LNG216 船東北風漲潮泊靠第一船席減速迴轉分布圖 -----	8-43
圖 8.5-5	LNG216 船西南風退潮泊靠第二船席減速迴轉分布圖 -----	8-44
圖 8.5-6	LNG266 船西南風退潮泊靠第一船席減速迴轉分布圖 -----	8-45
圖 8.5-7	LNG266 船東北風漲潮泊靠第一船席減速迴轉分布圖 -----	8-45
圖 8.5-8	LNG177 船西南風退潮泊靠第一船席減速迴轉分布圖 -----	8-46
圖 8.5-9	LNG177 船東北風漲潮泊靠第一船席減速迴轉分布圖 -----	8-47

表 目 錄

表 3.1-1	流場計算應用公式表-----	3-6
表 3.1-2	海流測站資料-----	3-8
表 3.1-3	模式之計算範圍及格網-----	3-8
表 4.1-1	LNG 船貨艙容積大小分類-----	4-1
表 4.1-2	薄膜型及球型優缺點比較-----	4-2
表 4.1-3	本船模型之設計尺寸與主機配置-----	4-2
表 4.2-1	LNG177 船模之本船領航卡-----	4-3
表 4.2-2	LNG177 船模之本船主要尺度(ship particular)-----	4-4
表 4.2-3	LNG177 船模基本操縱特性-----	4-4
表 4.2-4	LNG177 船模主機系統配置-----	4-5
表 4.2-5	LNG177 船模深水與淺水迴旋圈測試結果-----	4-6
表 4.2-6	LNG177 船模 Z 型操縱試驗圖-----	4-8
表 4.3-1	LNG216 船模之本船領航卡-----	4-9
表 4.3-2	LNG216 船模之本船主要尺度(ship particular)-----	4-10
表 4.3-3	LNG216 船模基本操縱特性-----	4-10
表 4.3-4	LNG216 船模主機系統配置-----	4-11
表 4.3-5	LNG216 船模深水與淺水迴旋圈測試結果-----	4-12
表 4.3-6	LNG216 船模 Z 型操縱試驗圖-----	4-14
表 4.4-1	LNG266 船模之本船領航卡-----	4-15
表 4.4-2	LNG266 船模之本船主要尺度(ship particular)-----	4-16
表 4.4-3	LNG266 船模基本操縱特性-----	4-16
表 4.4-4	LNG266 船模主機系統配置-----	4-17
表 4.4-5	LNG266 船模深水與淺水迴旋圈測試結果-----	4-18
表 4.4-6	LNG266 船模 Z 型操縱試驗圖-----	4-20
表 6.1-1	觀塘工業專用港真時操船模擬操航條件組合-----	6-2

表 7.1-1	觀塘工業專用港真時操船模擬操航試驗紀錄表 -----	7-1
表 7.1-2	真時操船模擬失效案例紀錄表 -----	7-4
表 7.1-3	真時操船模擬高危險案例紀錄表 -----	7-4
表 8.1-1	觀塘工業專用港航道閘門線位置座標 -----	8-3
表 8.1-2	進入觀塘工業專用港航道相關特定評估點座標 -----	8-5
表 8.3-1	進港操航試驗港外閘門線 G1、G2、G3 與 G4 樣本數	8-15
表 8.3-2	進港操航試驗港內閘門線 G4 與 G5 樣本數 -----	8-15
表 8.3-3	進港操航試驗外航道航行時間統計量 -----	8-16
表 8.3-4	進港操航試驗內航道航行時間統計量 -----	8-16
表 8.3-5	進港操航試驗航行總時間統計量 -----	8-17
表 8.3-6	進港操航試驗 G1 至 G3 航行速度統計量 -----	8-18
表 8.3-7	進港操航試驗 G4 與 G5 航行速度統計量 -----	8-18
表 8.3-8	進港操航試驗 G1 至 G3 航向角統計量 -----	8-19
表 8.3-9	進港操航試驗 G1 至 G3 艏向角統計量 -----	8-20
表 8.3-10	進港操航試驗 G4 與 G5 航向角統計量 -----	8-20
表 8.3-11	進港操航試驗 G4 與 G5 艏向角統計量 -----	8-20
表 8.3-12	進港操航試驗 G3 與 G4 偏離航道中線距離統計量 -----	8-21
表 8.3-13	進港操航試驗 G4 與 G5 偏離航道中線距離統計量 -----	8-21
表 8.3-14	LNG266 船進港操航試驗外航道航行時間統計量 -----	8-22
表 8.3-15	LNG266 船進港操航試驗航行總時間統計量 -----	8-23
表 8.3-16	進港操航試驗 G1 至 G5 航行速度統計量 -----	8-24
表 8.3-17	進港操航試驗 G1 至 G5 航向角統計量 -----	8-25
表 8.3-18	進港操航試驗 G1 至 G5 艏向角統計量 -----	8-25
表 8.3-19	進港操航試驗 G3 至 G5 偏離航道中線距離統計量 -----	8-26
表 8.3-20	LNG177 船進港操航試驗外航道航行時間統計量 -----	8-27
表 8.3-21	LNG177 船進港操航試驗航行總時間統計量 -----	8-27
表 8.3-22	進港操航試驗 G1 至 G5 航行速度統計量 -----	8-28

表 8.3-23	進港操航試驗 G1 至 G5 航向角統計量-----	8-29
表 8.3-24	進港操航試驗 G1 至 G5 艏向角統計量-----	8-29
表 8.3-25	進港操航試驗 G3 至 G5 偏離航道中線距離統計量-----	8-30
表 8.4-1	LNG216 船西南風退潮進港操航試驗特定評估點距離(公尺)-	8-32
表 8.4-2	LNG216 船西南風漲潮進港操航試驗特定評估點距離(公尺)-	8-33
表 8.4-3	LNG216 船東北風退潮進港操航試驗特定評估點距離(公尺)-	8-34
表 8.4-4	LNG216 船東北風漲潮進港操航試驗特定評估點距離(公尺)-	8-35
表 8.4-5	LNG216 船西南風退潮泊靠第二船席特定評估點距離(公尺)-	8-36
表 8.4-6	LNG266 船西南風退潮進港操航試驗特定評估點距離(公尺)-	8-37
表 8.4-7	LNG266 船東北風漲潮進港操航試驗特定評估點距離(公尺)-	8-38
表 8.4-8	LNG177 船西南風退潮港操航試驗特定評估點距離(公尺)----	8-39
表 8.4-9	LNG177 船東北風漲潮港操航試驗特定評估點距離(公尺)----	8-40