



在 2012 年 12 月 10 日
非自航躉船光業
於奇力 3 錨地
發生吊桿雞針柱斷裂
嚴重海上工業意外
調查報告



香港特別行政區政府
海事處海事意外調查組

2014 年 7 月 31 日

調查目的

此事故乃按照 2008 年 5 月 16 日通過的國際海事組織海上安全委員會決議 MSC. 255(84)所載的《海上事故或海上事件安全調查國際標準和建議做法規則》（《事故調查規則》）調查和公佈。

根據《商船條例》281 章、《船舶及港口管制條例》313 章或《商船（本地船隻）條例》548 章相關規定，海事處海事意外調查及船舶保安政策部調查這宗意外事故，旨在確定事發經過和肇事原因，以期改善海上人命安全，避免日後再次發生同類事故。

本報告所作的結論，旨在認定導致事故的不同因素。我們無意將過失或責任歸咎於任何組織或人士，除非為達到上述目的而有需要這樣做。

海事意外調查及船舶保安政策部不會牽涉於海事處可能對這宗意外事故所採取的任何檢控行動或紀律處分。

目 錄	頁數
1 概要	1
2 肇事船隻資料	2
3 資料來源	4
4 肇事始末	5
5 資料分析	7
6 結論	12
7 建議	13
8 送交文件	14

1. 概要

- 1.1 2012 年 12 月 10 日，在香港奇力 3 錨地內，一艘本地登記非自航躉船“光業”與一艘巴拿馬籍遠洋貨船“Heung A Asia”靠泊在一起進行集裝箱裝卸工程時，躉船上起重機吊桿的雞針柱斷裂，導致一名船員受傷。
- 1.2 約 01:30 時，一艘中國籍內河貨船“明輝 138”以右舷靠泊躉船的右舷船旁。約 02:00 時，起重機操作員使用躉船吊機吊運躉船貨艙內一個 20 尺長負載集裝箱，預備放置遠洋貨船貨艙時。躉船起重機吊桿的雞針柱斷裂，繼而整條吊桿墮下橫臥躉船吊機架第二層上，吊桿的尾部插入內河貨船的三樓船員室內，導致一名船上二級輪機長受傷。及後被送到瑪麗醫院接受治療。
- 1.3 調查發現意外主要原因是躉船的船員未有妥善保養船上人字吊臂起重機的雞針柱轉盤為其加上潤滑劑，以致吊桿雞針柱在旋轉擺動時，受到旋轉扭動應力。另方面由於早年在加裝三角板燒焊時的錯誤以致雞針柱表面有凹處損壞而導致抵抗應力下降，於載重和擺動時斷裂。

2. 肇事船隻資料

2.1 非自航鋼躉船光業

擁有權證明書號碼-----B21679V

船隻類型-----非自航駁船

建造年期-----1994

船東名稱-----富大集運有限公司

船總長度-----46.34 米

最大寬度-----19.21 米

總噸位-----1879.33 噸

淨噸位-----1315.53 噸

允許運載總人數-----6 人



業光船臺

3. 資料來源

3.1 非自航躉船光業船員的供詞；

3.2 龍騰德發物流有限公司裝卸員工的供詞；

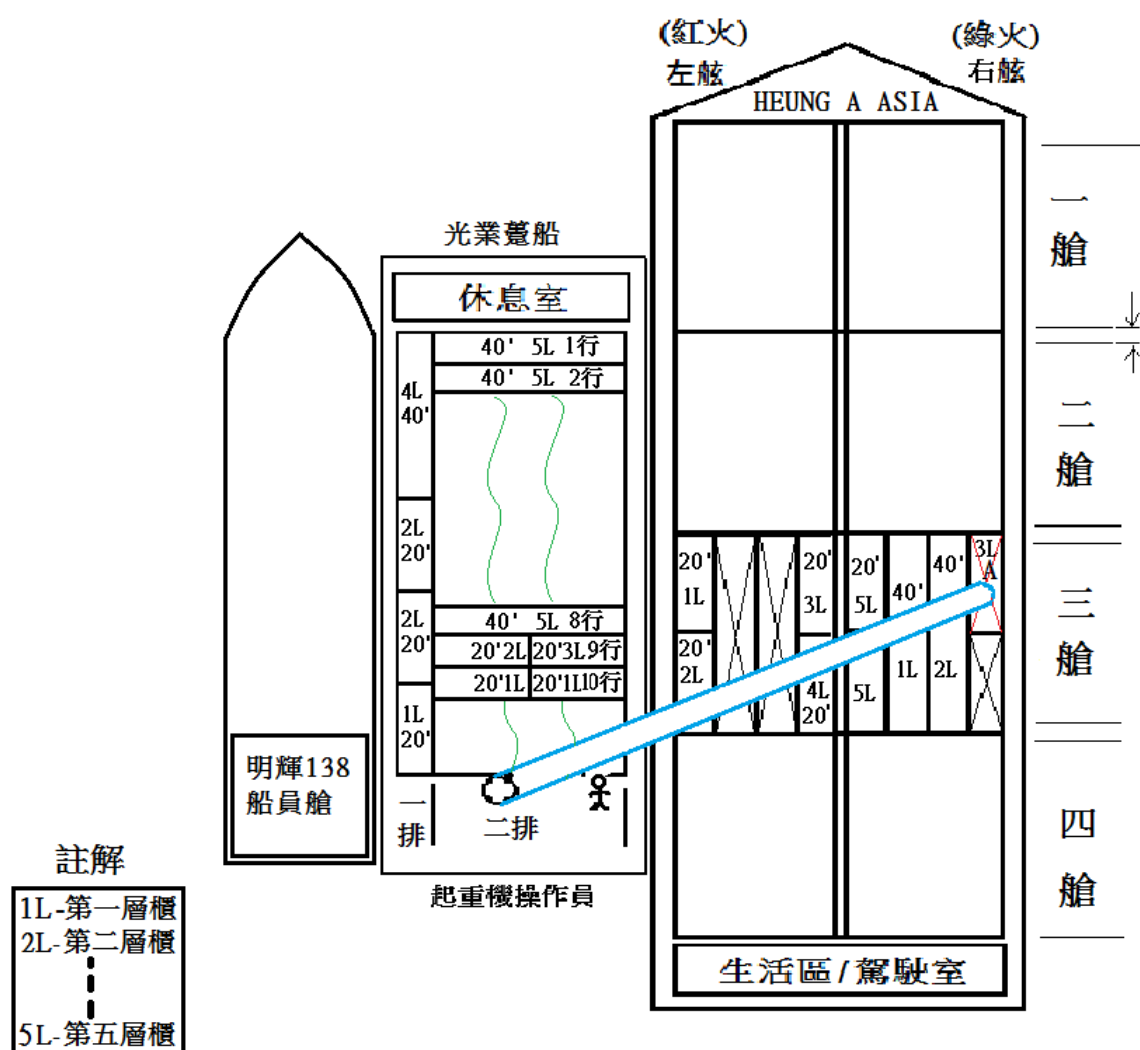
3.3 建輝船廠有限公司資料報告；

3.4 測試、檢驗非自航鋼躉船光業起重機的專業工程師；及

3.5 香港天文台的天氣報告。

4 肇事始末

- 4.1 2012 年 12 月 10 日 00:30 時左右，躉船光業(躉船)被拖到達香港奇力 3 錨地，並以左舷靠泊遠洋貨船“HEUNG A ASIA”的左舷，起重機操作員並開始吊運集裝箱。
- 4.2 躉船上的人員包括兩名掛鈎員，工程督導員和起重機操作員各一名。
- 4.3 約 01:30 時，中國籍內河貨船“明輝 138(內河船)”以右舷靠泊躉船的右舷。(見圖 1)



(圖1)

4.4 約 02:00 時，起重機操作員開始吊運一個 20 尺長負載集裝箱，從躉船貨艙內左舷第二排第 9 行第三層集裝箱預備放置在遠洋貨船第三艙近右舷 A 位置。當懸掛中集裝箱離遠洋貨船第三艙的第二層集裝箱頂約 40 公分時。躉船起重機吊桿的雞針柱斷裂而發出巨響，整枝吊桿墮下橫臥躉船吊機架第二層上，吊桿的尾部雞針柱部分斷裂插入內河貨船的第三層船員室內，導致一名貨船上二級輪機長受傷，當時他是在房間內休息。及後被送到瑪麗醫院接受治療。



圖 2 吊桿插入內河船船員室內

5 資料分析

船員工作經驗和所受的訓練書

- 5.1 躉船的起重機操作員有 17 年的躉船操作經驗。他已按照《商船（本地船隻）（工程）規例》的要求，持有有效的《船上貨物處理基礎安全訓練課程》證書，容許在船上擔任貨物裝卸工作。另外，他亦持有有效的《船上起重機操作員訓練證明書》，是合資格的起重機操作員。

人字吊臂的保養

- 5.2 躉船的人字吊臂、起重裝置和起重工具於 2012 年 9 月 12 日由合資格檢驗員檢查。事故發生時，船上具備有效的人字吊臂起重機測試及檢驗證明書。而鋼絲纜索的最近一次由合資格檢驗員檢查的日期為 2012 年 9 月 12 日，距事故發生的日期不足三個月。



圖 3 吊桿斷裂情況

人字吊臂雞針斷裂因素

- 5.3 是次意外中斷裂的部分（見圖 4）時發現，雞針柱頂部分是經過改裝，燒焊加裝了兩個三角板和鐵板架。（見圖 3）

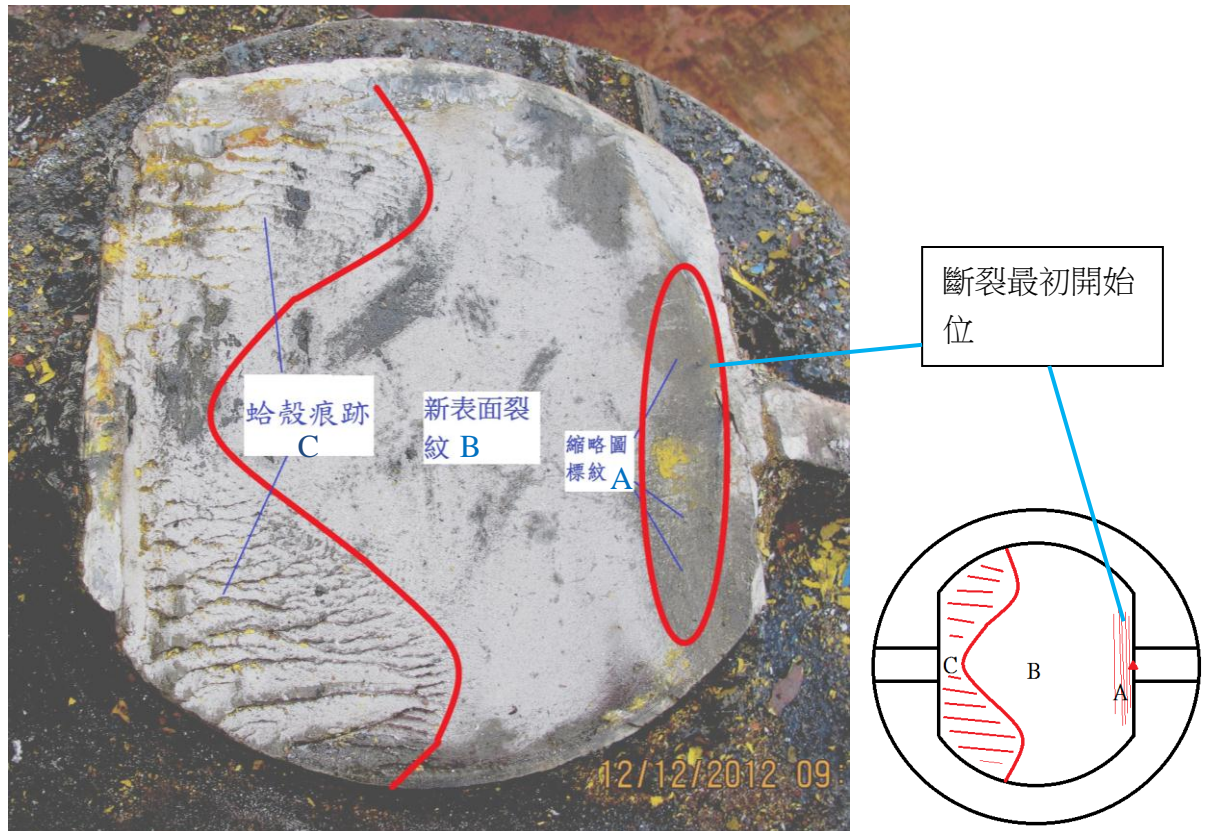


圖 4 雞針柱斷裂表面情況

- 5.4 「雞針」的斷裂表面發現蛤殼痕跡(clamshell marks)（見圖 4）這類損壞是金屬疲勞的典型跡象。

疲勞斷裂

- 5.5 金屬疲勞斷裂通常是長期過程，並有以下三個階段：(a) 裂紋形成、(b) 裂紋擴展及(c) 損壞。

a) 裂紋形成是第一條裂紋出現的階段；在這個案中，裂紋可能是不當操作起重機或進行修理時熱處理程序欠佳所致。裂紋也可能是在鑄造「雞針」的過程中開始出現。調查顯示，於意外發生前兩年曾經對「雞針」進行緊急維修及改裝，並將一些鋼板焊接到「雞針」進

行加固（圖 3 及圖 4）。如果沒有於焊接過程進行前後配合適當的熱處理，會使雞針出現微細的裂縫。

- b) 裂紋擴展是微細裂縫因持續承受應力循環（即裝卸貨櫃）而擴大的階段。
- c) 損壞是突然斷裂的階段，在未受裂紋影響的物料不能再承受所施加壓力時發生。

5.6 金屬疲勞壽命受各種因素的影響，如溫度、表面光滑及潔度、微觀結構、受化學品影響而氧化、殘餘應力等等的存在。根據圖 5 的曲線圖解釋，這些曲線圖可以用來幫助解答金屬疲勞的問題。在熟鐵和鑄鐵疲勞曲線圖解清楚地表明，從表面存在的缺陷程度上發生裂紋增長的分別，直到不再支持該金屬柱可以應用的負載。斷裂的歷史，是可以從而理解。

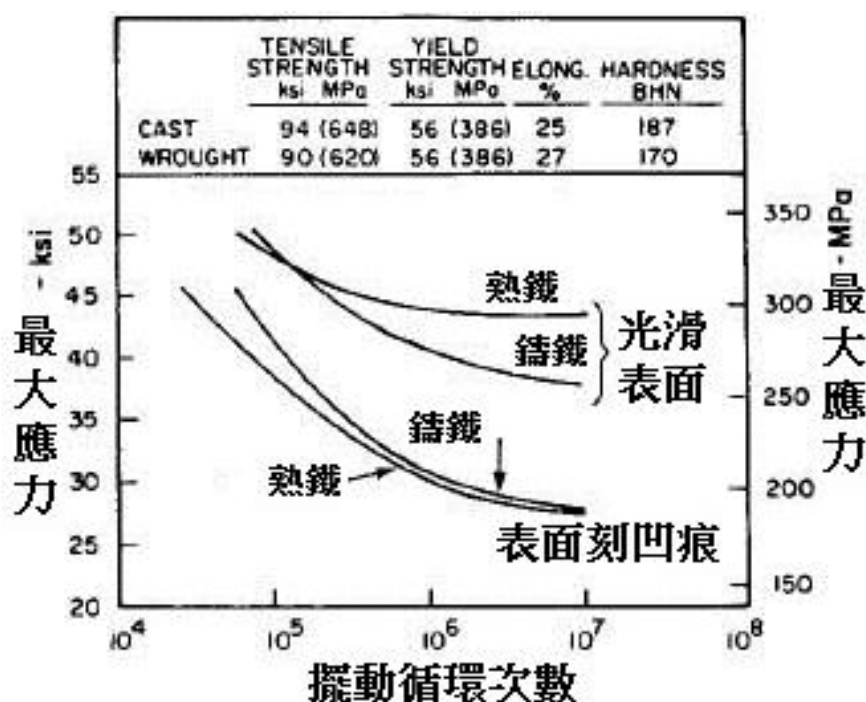


圖 5 金屬不同表面情況 S-N 曲線圖解

5.7 調查過程中，船東遺失了斷開雞針柱的部分，所以雞針柱的金屬物質、結晶體結構分析未能進行。只能根據（見圖 5）的熟鐵和鑄鐵疲勞曲線圖解，從而推斷雞針柱（見圖 6）的 S-N 曲線圖解。也未能在曲線圖解內提

供數據顯示。

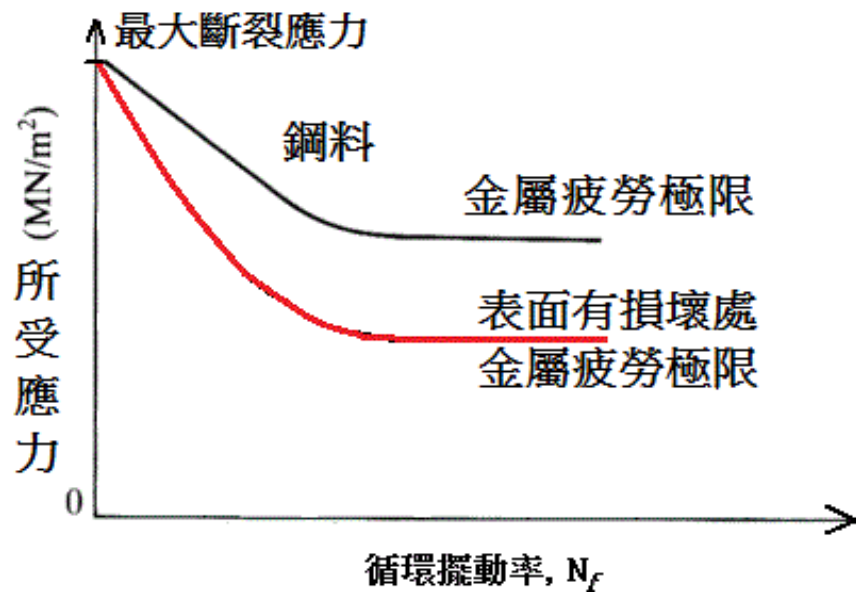


圖 6 雞針柱鋼料的 S-N 曲線圖解

5.8 在檢查吊桿雞針柱轉盤底座時，銅底座表面發現很多粗大的紋線和損壞痕跡(見圖 7A 及 7B)。推斷損壞條紋由於轉盤的潤滑油不足導致銅座表面和雞針柱鋼盤磨擦而成。所以每當躉船起重機的吊桿橫向擺動時，雞針柱上節部分承受較大的扭力。



圖 7A - 雞針柱和轉盤座



圖 7B - 轉盤銅底座表面損壞情況

5.9 「雞針」的修理及改裝是在本地船廠進行的，然而，在該次重大修理及改裝後，未能證明依照法例經由合資格檢驗員測試及檢驗。「雞針」的改裝工程顯而易見，具經驗的合資格檢驗員很容易觀察到。然而，調查發現，在人字吊臂起重機的「測試及檢驗」（每 4 年進行一次）及「徹底檢驗」（每年進行一次）中，合資格檢驗員均未有察覺。合資格檢驗員忽略了有關修理及改裝的原因及後果，即有關結構曾經受損。在上述檢驗過程中，並沒有將受力部件（「雞針」）拆卸以作詳細檢驗。受力部件的狀況亦只憑目視檢驗及錘擊測試判斷。

6 結論

6.1 2012 年 12 月 10 日，在香港奇力 3 錨地內，一艘本地登記非自航躉船“光業”與一艘巴拿馬籍遠洋貨船“*Heung-A Asia*”靠泊在一起進行集裝箱裝卸工程時，躉船上起重機吊桿的雞針柱斷裂，而引致一名船員受傷。

6.2 約 01:30 時，一艘中國籍內河貨船“明輝 138”以右舷靠泊躉船的右舷船旁。約 02:00 時，起重機操作員使用躉船吊機吊運躉船貨艙內一個 20 尺長負載集裝箱預備放置遠洋貨船貨艙時。躉船起重機吊桿的雞針柱斷裂，繼而整條躉船起重機吊桿墮下橫臥躉船吊機架第二層，吊桿的尾部插入內河貨船的二樓休息室內，導致一名船上二級輪機長受傷。及後被送到瑪麗醫院接受治療。

6.3 調查發現意外主要肇因是躉船的船員由於早年在改裝焊接加固部分時以至雞針柱表面出現裂縫損壞而導致抵抗應力下降，於載重和擺動時斷裂。

6.4 調查發現意外的其他成因如下：

- 未有妥善保養船上人字吊臂起重機的吊桿雞針柱轉盤為其加上潤滑劑，以致吊桿雞針柱在旋轉擺動時，受到額外旋轉扭動應力；
- 在人字吊臂起重機的「測試及檢驗」（每 4 年進行一次）及「徹底檢驗」（每年進行一次）中，合資格檢驗員均未有察覺有關結構曾經受損。合資格檢驗員忽略了有關修理及改裝的原因及可能引致的後果。

7. 建議

7.1. 本報告副本須送交以下相關人事和部門，讓他們知悉這宗意外的調查結果並作適當跟進：

- 躉船“光業”的船東、工程負責人、工程督導員和起重機操作員；及
- 起重機檢驗員；及
- 香港海事處海事工業安全組。

7.2. 躉船“光業”的船東必須：

- 向所有參與貨物處理的船長，高級船員和所有其他船員或維修承辦商負責人通報是次事故的調查結果，汲取教訓；及
- 在主要的吊桿部位維修燒焊工程時，由合資格檢驗員監管下進行，施工完畢後應進行測試及檢驗，包括使用染料滲透檢驗或磁粉檢驗的無損檢測(NDT) 技術檢查焊接效果。

7.3. 起重機工程師必須在進行檢驗改裝及維修燒焊吊桿時，應在焊接部位使用染料滲透檢驗或磁粉檢驗的無損檢測(NDT) 技術檢查焊接效果。

7.4. 海事工業安全組必須：

- 向合資格檢驗員發出通告，提醒他們必須遵照相關工作守則的指引，進行起重機的測試和檢驗；及
- 發出海事處佈告載述這宗事故汲取的教訓。

8. 送交文件

8.1. 海事處的政策是把報告擬稿的部份或全部送有關人士和組織，讓其提出意見。報告的擬稿已送給以下人士和組織：

- 躉船“光業”的船東、工程負責人、工程維修人員、工程督導員和起重機操作員；
- 躉船“光業”起重機檢驗工程師；
- 香港海事處海事工業安全組。

8.2 諮詢期收到躉船“光業”起重機檢驗工程師和香港海事處海事工業安全組的意見，已適當地採納在報告內。