減少離岸風力發電從業人員人體工學和體力操作相關事件的案例研究

G+ Global Offshore Wind
Health & Safety
Organisation

In partnership with
energy institute

減少離岸風力發電從業人員人體工學和體力操作相關事件的案例研究

第1版

2021年6月

出版機構
能源研究所（倫敦）
能源研究所是根據《2003年皇家憲章》成立的一個專業成員組織
註冊慈善機構編號1097899

能源協會(EI)是能源行業的特許專業會員機構，為全球超過2萬名在能源行業工作或學習的個人以及250家能源公司提供服務。EI提供學習和關係網建立機會，透過其所有的形式和應用，為能源行業的專業發展、專業認可以及技術和科學知識資源提供支援。

EI的目的是發展和傳播知識、提高技能和實踐能力，以建立一個安全、可靠和可持續的能源系統。在履行這一使命的過程中，EI拓寬了能源行業的深度和廣度，涉及的內容範圍從燃料以及燃料分配蔓延到健康與安全、可持續性和環境。它還透過提供辯論平台和有關能源問題的科學合理資訊為政策提供資訊。

EI獲得以下許可：
– 工程委員會許可EI授予特許、註冊和工程技術員身份；特許、註冊和工程技術員身份；
– 環境協會許可EI授予特許環境專家身份。

EI還提供自己的「特許能源工程師」、「特許石油工程師」和「特許能源管理者」頭銜。

EI是一個註冊慈善組織，用獨立性、專業性以及所有能源事宜中豐富的專業知識來服務社會。

本出版物是由EI的技術合作夥伴資助，且由EI的技術團隊攜手取得的成果。無論是在英國國內還是在國際上，EI的技術工作方案針對目前和今後影響能源行業營運方的關鍵問題，為業界提供了具有成本效益和增值效益的知識。

要瞭解詳細資訊，請瀏覽 **http://www.energyinst.org**

EI由衷感謝 G+全球離岸風力發電行業健康和安全性群組織的成員為編輯本出版物所提供的資金支援。

Ørsted
EDF
EDPR
E. ON
Equinor
Innogy
Scottish Power Renewables
SSE
Vattenfall

然而應注意的是，上述組織並未直接參與本出版物的編寫，也不一定贊同其內容。

著作權所有 © 2020 能源研究所（倫敦）。
能源研究所是根據《2003年皇家憲章》成立的一個專業成員組織。
註冊慈善機構編號：1097899（英格蘭）
保留所有權利

未經出版商書面許可，本書的任何部分不得以任何方式複製、傳送或翻譯成機器語言。

ISBN 978 1 78725 237 0

能源研究所出版

本出版物中包含的資訊僅針對一般資訊目的提供。雖然能源研究所和貢獻者在編制本出版物時已採取了合理的謹慎措施，但能源研究所或任何貢獻者均未就適用性、適宜性作出任何明示或暗示的陳述或保證，且對於本資訊的使用，能源研究所和撰稿人不承擔任何責任。對於因接收或使用本協定中包含的資訊而產生的任何責任、損失、成本或損害，能源協會和任何撰稿人均不承擔任何責任。

我們的網站提供EI和IP出版物的紙本和電子版，**https://publishing.energyinst.org**。單個使用者和公司可選擇線上購買文件（可下載的PDF格式），或者支付年費訂閱。要瞭解更多資訊，請聯絡EI出版團隊。
電子郵件： **pubs@energyinst.org**

目錄

頁碼

序言 6

1 簡介 7
1.1 文件的目的 7
1.2 文件的範圍 8
1.3 定義 8
1.3.1 MH 8
1.3.2 MH傷害 9
1.3.3 慢性和急性損傷 9
1.3.4 人機工程學 9
1.3.5 性能影響因素（PIFs） 9

2 基於任 務的經驗 10
2.1 準備倉庫中的物品 11
2.1.1 情境 11
2.1.2 問題領域 12
2.1.3 如何解決MH問題 13
2.2 物體在海岸和CTV之間的移動。 15
2.2.1 情境 15
2.2.2 問題領域 15
2.2.3 如何解決MH問題 17
2.3 物體在海岸和CTV之間的移動。 19
2.3.1 情境 19
2.3.2 問題領域 19
2.3.3 如何解決MH問題 21
2.4 物體在海岸和CTV之間的移動。 23
2.4.1 情境 23
2.4.2 問題領域 23
2.4.3 如何解決MH問題 25
2.5 物體在TP和公司場所其他區域之間的移動。 27
2.5.1 情境 27
2.5.2 問題領域 28
2.5.3 如何解決MH問題 29
2.6 在海上公司場所工作——地基、TP或塔層 31
2.6.1 情境 31
2.6.2 問題領域 32
2.6.3 如何解決MH風險 33
2.7 在海上公司場所工作——偏航甲板 34
2.7.1 情境 34
2.7.2 問題領域 34
2.7.3 如何解決MH問題 36
2.8 在海上公司場所工作——機艙/葉片輪轂 38
2.8.1 情境 38
2.8.2 問題領域 38
2.8.3 如何解決MH問題 40

目錄（續）

頁碼

2.9 施工任務——螺栓插入和擰緊 42
2.9.1 情境. 42
2.9.2 問題領域 43
2.9.3 如何解決MH問題. 43
2.10 施工任務——安裝起吊索具 46
2.10.1 情境. 46
2.10.2 潛在問題領域 47
2.10.3 如何解決MH問題. 48

3 結論 50

附件

附件 **A** 縮略語 **. 51**

附件 **B** 參考文獻**. 52**

插圖和表格清單

頁碼

插圖

圖 1 2018年工傷事故 7
圖 2 海上風力發電：建築與運維 8
圖 3 文件形成過程 10
圖 4 倉庫 11
圖 5 CTV裝載區 15
圖 6 裝貨/卸貨 16
圖 7 從岸上轉移到CTV上 19
圖 8 貨物在CTV和公司場所之間的移動 23
圖 9 CTV前甲板 24
圖 10 TP平臺上的行動 27
圖 11 在塔內工作 31
圖 12 通過塔門起吊物體 32
圖 13 偏航甲板工作區 34
圖 14 操作制動單位 35
圖 15 在機艙中工作 38
圖 16 在密閉空間中工作： 38
圖 17 螺栓連接 42
圖 18 上緊螺栓 43
圖 19 起重作業 46

表格

表格 1 倉庫中準備物品的關鍵任務、危害、PIF和風險控制措施的摘要 13
表格 2 在倉庫和CTV裝卸區之間移動物品的關鍵任務、危害、PIF和風險控制措施的摘要 17
表格 3 岸上與CTV之間的物品移動的關鍵任務、危害、PIF和風險控制措施的摘要 21
表格 4 CTV和公司場所之間移動物品的關鍵任務、危害、PIF和風險控制措施的摘要 25
表格 5 在TP和公司場所其他區域之間移動物品的關鍵任務、危害、PIF和風險控制措施的摘要 29
表格 6 地基、TP或塔級維護活動的關鍵任務、危害、PIF和風險控制措施的摘要 33
表格 7 在偏航甲板上工作的關鍵任務、危害、PIF和風險控制措施的摘要 36
表格 8 在機艙/輪轂工作的關鍵任務、危害、PIF和風險控制措施的摘要 40
表格 9 螺栓插入和擰緊的關鍵任務、危害、PIF和風險控制措施的摘要 44
表格 10 吊裝索具的關鍵任務、危害、PIF和風險控制措施的摘要 48

序言

海上風力發電行業的操作者在進行人工作業（MH）活動時，特別是在不受控制制的情況下，有遭受肌肉骨骼傷害和疾病的風險。這些活動可以包括搬運重物（工具、設備、工具袋和人員袋）、重複性任務、在狹小空間內工作以及在超過肩膀高度的地方工作。

能源研究所（EI）和G +全球海上風力發電健康與安全性群組織（G +）製作了首版案例研究，旨在預防海上風能行業中人工作業和人類工程學（MH&E）相關的事件。

本文件的主要讀者是參與離岸和在岸可再生資產的設計、規範和採購的人員。那些從事健康與安全評估和管理的人員，即經理和健康與安全（H&S）專家，可能還會發現基於任務的方案特別受關注。

該案例研究基於對海上風力發電行業事故的分析、對海上風力發電行業活動樣本的評估、對法規要求的系統審查，以及對優良做法和利益相關方參與的觀察，包括G +成員的同行審查。

1 簡介

1.1 文件的目的

本文件提供了支援和實際範例，以幫助減少海上風力發電行業中與MH&E相關的事故。

減少海上風力發電行業MH事故的支援和指南要求源自：

- 報告表明，MH傷害是海上風力發電行業工傷事故的最大原因之一。
- 實際中，MH任務可能要搬動非常沉重的物體（通常作為團隊處理操作）。
- 工作條件的性質增加了MH風險，例如在狹小空間內工作、在船員轉運船（CTV）上拖曳行李/物品，以及在不利的環境條件下工作。
- 海上風力發電行業正在不斷發展，這將創造更多的勞動力，因此發生事故的可能性更大。

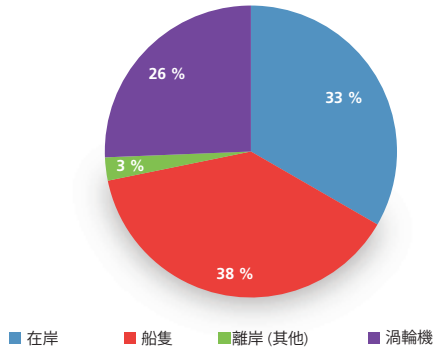

圖 **1 : 2018**年工傷事故

本文件的主要讀者是參與離岸和在岸可再生資產的設計、規範和採購的人員。那些在工作中評估和管理H&S的人員，即經理和H&S專家，可能還會發現特別感興趣的任務型方案：

- 專案設計師/工程師 （負責設計或採購新風力渦輪機的人員，以確保其易於操作和維護）；
- 經理（建立組織文化，制訂和加強管理程序的決策者），和
- H&S團隊成員 （負責保護工作人員的健康、安全和福祉，進行風險評估和加強安全管理安排，例如訓練，開發程序）。

公司還應將此文件當做寶貴經驗的總結，為高級技術人員和主管（負責對工作的展開進行管理和監督，並提供MH風險評估）提供內部指導和訓練。

1.2 文件的範圍

此文件針對海上風力發電行業中從事建築、營運和維護（O&M）的組織，但特別關注O&M。涵蓋的資訊可能與所有海上風力發電場相關，無論其處於建設的早期階段還是在現有的營運場所營運。

圖 **2 :** 海上風力發電：建築與運維

本文件中提供的資訊考慮：

- MH問題，包括海岸（倉庫，港口/碼頭）、船舶和公司場所（變電站/地基/過渡件 TP /機艙），以及
- MH損傷的類型，包括急性（活動中突然發生，通常為扭傷或拉傷）和慢性（即疼痛和損傷出現緩慢，持續、持久或容易復發）。

本文件不考慮：

- 可能與海上風力發電行業的施工或O&M任務相關的其他類型的事故或傷害，例如電擊造成的傷害（燒傷、心臟驟停等）、高空墜落或工具和設備掉落造成的傷害。
- 涉及G+的爬梯和高空作業 良好實踐指南—離岸風力發電行業的高空作業。

1.3 定義

1.3.1 MH

歐洲委員會（EC）指令90/269 / EEC關於手動搬運貨物的最低H&S要求，在存在特別是工人背部受傷風險的情況下，將MH定義為：

"……一名或多名工人對貨物進行運輸或支撐的任何動作，包括對貨物的舉升、放下、推動、拉動、搬運或移動，由於其特性或不利的人體工學條件，會給工人帶來危險，尤其會造成其背部損傷。"

根據《人工作業程序》（MHOR），可以用手或身體的任何其他部分（例如肩膀）移動或支撐人工作業的物品。MH還包括以靜態姿勢支撐物體，以及投、拋物體。

根據EC指令，嚴格來說，將人力用於運輸或支撐物體以外的目的（例如使用扳手來鬆開螺栓）不視為MH操作。但是，出於本案例研究的目的，本文件同樣涉及到此類活動，其中事故資料表明該活動對在公司場所中從事維護工作的技術人員來說有受傷危險。

關於手動搬運貨物的最低健康和安全要求，特別是存在工人背部受傷風險的情況下，將MH定義為： 通過EC指令90/269 / EEC對於有危險尤其是對工人造成背部傷害的人工作業的物體的最低健康和安全要求（該指令第16條第1款所指的第四項個人指令 89/391 / EEC）。

1.3.2 MH傷害

根據英國MHOR指南：

人工作業傷害是更廣泛的肌肉骨骼疾病（*MSD*）的一部分。「肌肉骨骼疾病」這一術語包括上肢、下肢或背部的關節或其他組織的任何損傷、損害或疾病。

1.3.3 慢性和急性損傷

MH可導致急性和慢性損傷。

活動期間急性傷害會突然發生。這些通常是扭傷，例如由於過度拉伸膝蓋而使連接骨骼的韌帶過度拉伸，或者是由於過度拉伸和撕裂肌肉或肌腱而導致的肌肉或肌腱拉傷。

慢性損傷通常是由於身體某部位過度使用或長期病情造成的。典型的範例包括肌腱炎、關節炎、外側上髁炎（網球肘）和重複性壓迫損傷（RSI）。反復的急性損傷也可能導致慢性損傷。

1.3.4 人機工程學

國際人機工程學協會（IEA）將人機工程學定義為：

「本科學學科包括對人類與系統其他元素之間相互作用的理解，以及將理論、原理、資料和方法應用於設計，以最佳化人類福祉和整體系統效能的專業。」

在本文件的上下文中，人機工程學被認為與設計有關，例如工作環境的物理佈局（例如機艙、船隻等）以及設備和工具的設計。

歐洲指令2006/42提供了對於考慮人機工程學原理的重要性的其他建議（例如，在設計機械時，重要的是要考慮到技術人員的身體能力變化，並為技術人員移動和使用工具提供足夠的空間）。

1.3.5 性能影響因素（**PIFs**）

健康與安全執行官（HSE）將PIFs定義為：工作特徵（例如工作環境）；影響人員績效的個人（完成工作的身體能力）和組織（例如時間壓力）。

這些因素可以不同方式影響績效；例如，如HSE INDG143 工作中的人工作業 中所討論的，潮濕多風的工作環境可能會使牢固抓握物體更加困難，從而增加MH傷害的風險。簡要指南

瞭解PIFs是什麼以及它們如何影響績效可以為減少MH傷害的風險提供解決措施，例如提供有關MH技術的合適訓練。這也可能會提高績效。

2 基於任 務的經驗

以下章節整理了G +成員在海上風力發電建設O&M超過10年中的經驗。這些章節提供了處理所提出問題的現實生活場景、觀察結果和技術。

委任Greenstreet Berman製作這份文件。他們從一個專案啟動研討會開始，研討會上聚集了多位專家，並商定了工作計劃。然後，他們審查了G +事故資料，以調查歷史上在成員工作地發生的與MH&E相關的事故。進行了文件審查，檢視哪些文件可能在公共領域中有用。整理完這些知識後，Greenstreet Berman將其提交給行業專家，並開始起草這份文件，並徵求了業界的意見。此工作流程如圖3所示。

圖 **3 :** 文件形成過程

專案1至8涵蓋在O&M階段對公司場所的造訪和典型的工作活動。專案9和10解決施工問題：

1. 準備倉庫中的物品
2. 物體在海岸和CTV之間的移動
3. 物體在海岸和CTV之間的移動。
4. 貨物在CTV和公司場所之間的移動
5. 物體在TP和公司場所其他區域之間的移動（例如，地基、機艙、偏航部分和輪轂）。
6. 在海上公司場所工作—地基、TP或塔層
7. 在海上公司場所工作—偏航甲板
8. 在海上公司場所工作—機艙/葉片輪轂
9. 施工任務—螺栓插入和擰緊
10. 施工任務—安裝起吊索具

這些方案並未囊括所有，也不涵蓋與海上風力發電行業相關的MH活動的所有方面。

使用以下子標題以相同的方式介紹每種方案：

- 方案：描述普遍的總體工作方案以及與此方案相關的更具體的MH任務。
- 問題領域：對與MH相關的獨特議題/問題以及可能影響行為和錯誤發生的PIF進行一般性討論。

- 如何解決MH問題：總結解決議題/問題的建議（以表格形式）：
  - 執行的典型任務是整體方案的一部分；
  - 常見的PIF會影響績效和行為，並可能或多或少地降低MH的風險——提出更多資訊和更全面的PIF清單；
  - 與這些任務相關的可能危害（例如可能導致傷害的物體和姿勢限制）；
  - 幫助降低MH危險的可能的干預措施（與任務和PIF相關）：
    - 完全消除危險（例如通過機械化或其他方式消除MH活動的需要），以及
    - 通過多種干預措施來降低或減輕風險（例如減少需要操作的物體）。

在可用的地方，在文字方塊中提供了記錄事故的事例，以說明特定危險從哪些方面傷害。請注意，這些事例並不詳盡。

2.1 準備倉庫中的物品

2.1.1 情境

圖 **4 :** 倉庫

要求儲存、定位、取回和包裝海上作業所需的物品（例如設備、工具、部件、消耗品等），以運輸到海上公司場所。

在大多數情況下，這將通過配備機械化物料操作設備（MHE）（例如叉車）的MH活動來完成的。

儘管可能有所不同，但此任務的基本方面是相同的，即：

- 最初將物品儲存到指定的位置；這可能包括包裝破裂，甚至流瀉出某些液體；
- 然後將這些物品安置並從倉庫中取出，通常放在倉庫貨架上的托盤上，也放在起重氣墊中；
- 將物品移至包裝區或裝載區，並且
- 將物品裝在合適的「起重氣墊」中進行運輸。

本章節不涉及在商店中裝入貨架（即在現場交付）的分析。在許多情況下，材料到達現場，必須從運輸、框架、容器和包裝中移除，然後再到現場的倉庫貨架上。這本身給團隊帶來了風險，但通過縝密的計劃，以及與供應商及其快遞公司進行討論，這是完全可以避免的。

2.1.2 問題領域

在較大的倉庫中，可能會使用叉車將貨物放在托盤上並從貨架上取回，儘管因倉庫的設計叉車可能無法在所有區域中使用。如果無法使用或無法獲得機械MHE，則需要人工作業物品。因此，物品的重量和在倉庫中的放置位置將影響操作的難易程度。

倉庫環境也會影響MH效果，例如：

- 溫度：能夠牢固地抓握和托住物品的能力。
- 噪音：影響溝通和團隊管理。
- 照明：標籤是否清晰可辨。

在貨架上存取或在倉庫中移動物品需要很好的體力，尤其是在物品很重的情況下。在某些情況下，準備物品的任務可能會高度重複。MH資料審查的證據表明，相關任務可能導致急性和累積傷害風險。

根據風電場商店的規模，團隊一天可以包裝三噸以上的零件和部件，然後從前一天的維修物中開啟類似重量貨物的包裝。為了將物品及時送交CTV，時間壓力也可能會導致工作速度加快。這可能導致工人不總是遵循MH程序以及有關起吊和搬運的良好實踐準則。

2.1.3 如何解決MH問題

表格 **1 :** 倉庫中準備物品的關鍵任務、危害、PIF和風險控制措施的摘要

任務	可能的PIF	潛在風險	特定任務的風險控制
識別物品	標籤 —如果不清楚，則可能需要移動某個物品以進行識別 設計 —貨架設計（例如，貨架深度、貨架高度） 後勤 —貨架紊亂或工作區域紊亂，導致不必要的物品移動；洩漏可能會影響物品的安全運輸 環境 —倉庫照明（難以看清）、溫度（即寒冷影響抓地力）、地板表面（平滑/粗糙）、噪音（影響溝通）	採用笨拙的姿勢檢視和/或移動物體，以便正確識別它們	預防 使用叉車和/或高架起重機/起重機機械化從倉庫取回物品的過程 緩解措施 設計 確保機架的尺寸和深度合適，例如物品可以放在舒適的區域內的架子上[1] 確保貨架/擱架之間有足夠的空間，使叉車執行，限制人工作業 計劃 為物品儲存制訂計劃/書面程序（例如將相關物品分組在一起，將較重的物品放在較低的貨架上）並確保實施計劃，遵循程序 在人員之間輪換工作的良好做法 標籤 確保物品上有清晰的標籤，以便於識別，可以考慮按顏色為標籤/袋子編碼（例如，較深至最淺的黑色、紫色、紅色、黃色、綠色）或基於合適的提舉方法（例如，適合一個人的MH、兩人制MH或僅由機械輔助裝置吊起）
從貨架/架子上取回物品		拖曳可能很重的物品，以一種可能很笨拙的姿勢將手伸向遠離身體的位置，以便夠到和取回物品	
貨架/架子上放入物品		以笨拙的姿勢搬運物品（例如難以抓握的物品）或把物品從身上放到地板或他人身上，導致物品扭曲或保持一定距離	
團隊處理—將物品從一個人遞給另一個可能處於高處的人		團隊處理過程中溝通不暢，導致物品意外移動，並將重量過度轉移到個人身上	

1 可觸及區域——只需要用指尖按壓按鈕的任務可以設定在手臂距離外；但是，需要完全抓住把手來拉動物品的任務需要設定在更近的距離。因此，需要為實際工作位置和明確的目的開發接觸封套

表格 **1**：倉庫中物品準備的關鍵任務、危害、**PIF**和風險控制措施摘要（續）

任務	可能的PIF	潛在風險	特定任務的風險控制
其他常規倉庫任務（例如，移動/拖曳物品以進行裝載運輸）	時間壓力— 快速組織和準備專案，以確保按計劃進行維護 物品的性質—進出物品的尺寸、形狀和重量 能力—良好的MH技術知識 MH政策和程序—不全面/不清楚 身體能力—因身體能力無法以安全的方式完成任務	以彎腰的姿勢拖拽或舉起沉重、龐大或笨重的物品 將物品從盒子中取出或放入袋子中，通常遠離身體 將物品從托盤裝載到提升袋中可能是一個重複動作，可能會導致受傷	工作空間 確保倉庫的設計能創造一個有效的工作環境，例如： – 光線充足，因此可以閱讀標籤，更容易識別危害 – 提供合適的環境溫度 – 減少或移除滑動/絆倒障礙物（例如沒有潮濕的表面、沒有潤滑劑） – 建立放置區域，理想情況下靠近機架以減少重複操作 家政 減少/消除紊亂，使機械升降設備能夠進入更多區域並引入清晰的路線和人行道 物品 減輕要處理的物品的重量，例如<20公斤。確保要處理的物品易於抓握/牢固固定。設備包裝袋上有正確的標籤。顏色代碼袋（黑色、紫色、紅色、黃色、綠色）指示不同的重量，以確保技術人員請勿錯誤地拖拽重物 訓練 提供關於安全MH（理想情況下適合於任務和工作環境）和團隊處理溝通協議的訓練（例如，將物品遞給站在下面的另一個人時的有效溝通） 程序/政策 MH的政策和程序是全面的，根據良好實踐指南制訂並進行了適當的溝通。 體能測試和訓練

2.2 物體在海岸和CTV之間的移動。

2.2.1 情境

一旦貨物在倉庫中準備好了，就需要將其移到可裝載到CTV上的位置。

圖 **5**： **CTV**裝載區

物品的運輸方式取決於場地的性質以及是否可以直接從倉庫搬運物品。最常見的是，包裝袋將通過輔助手段運輸，例如：卡車、輕型商用車或其他機動車輛；用電動拖船拖曳的拖車；電動推拉式手推車（側面或平底），以及手動推拉式手推車（側面或平底）。

儘管有些網站將配備倉庫起重機和其他機械化的MHE（例如叉車），但通常會手動裝載運輸系統。執行此方案時，一些常見的任務包括：

- 定位和安置運輸系統；
- 按照公司場所和CTV的要求，將袋子/容器和其他物品裝入運輸系統；
- 將手動運輸系統（例如推拉式手推車）運送至CTV裝載區域，以及
- 卸貨。

2.2.2 問題領域

這種情境下的關鍵問題領域涉及手動載入和卸載運輸工具，然後通過手動推/拉移動運輸工具（如果需要的話）。

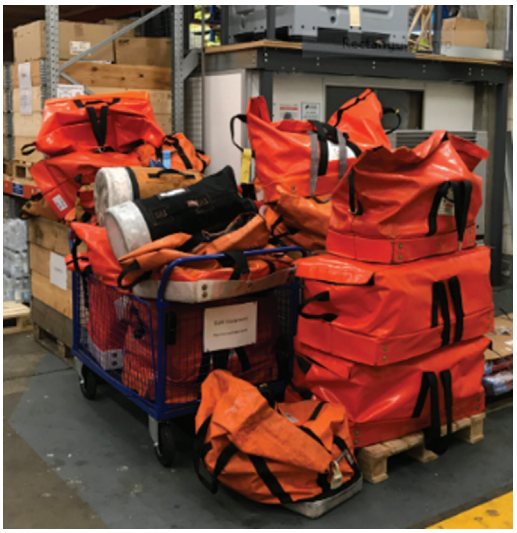

圖 **6**：裝貨/卸貨

事故案例

裝袋運輸：早晨，將設備和行李袋抬到Bradshaws上，以運送到船隻上。當受傷的人感到劇烈疼痛時，彎下腰抬起確認的14公斤重的個人行李。

與裝載工具相關的風險將主要受到運輸工具設計的影響；例如，帶有高邊的手推車可能更難裝載，需要將物品抬起並扔到或放到手推車中，而沒有邊的手推車可能不太穩定，並且物品在搬運時可能會移動或掉落。一端敞開的輕型商用車可能更容易裝載，但隨著放入的貨物越來越多，需要把貨物放在車後面並堆疊起來。運輸工具的其他設計特徵也會影響移動的容易程度，例如車輪設計、把手、制動器等。

運輸系統的效能也將受到目前天氣狀況以及道路或人行道類型的影響。例如，從碼頭區域的上下斜坡將增加移動手動運輸系統所需的推力（例如，在10度的斜坡上，每100千克重量將使所需推力增加17千克）（MHOR）。

2.2.3 如何解決MH問題

表格 **2 :** 在倉庫和**CTV**裝卸區之間移動物品的關鍵任務、危害、**PIF**和風險控制措施的摘要

<table>
<tr><th>任務</th><th>可能的PIF</th><th>潛在風險</th><th>特定任務的風險控制</th></tr>
<tr><td>從高側運輸系統中提起或取回物品</td><td rowspan="3">設備設計—例如易於推/拉、裝載、卸載等的手動運輸系統
工作場所設計—例如道路、走道表面、斜坡
環境—天氣條件，例如極端溫度或濕度、陣風、閃電和雨
時間壓力—快速移動物品，確保物品及時裝載到CTV上，以確保維修活動按計劃進行
能力—良好的MH技術知識
物品的性質—要舉起的物品的尺寸、形狀、重量和重心</td><td>在距身體一定距離的地方握住或操縱物品（例如，伸出手臂離開身體，從運輸系統放置或取回物品。這可能包括採取笨拙的姿勢，例如彎腰）</td><td rowspan="3">預防
引入一種可以通過傳送帶（高架或地面）將物品從倉庫直接運輸到CTV的設備
用平板機動車輛移動所有物品，可以用倉庫起重機裝載，也可以通過碼頭或CTV上的起重機再次卸載
緩解措施
計劃
如果不輪換員工並提供足夠的資源，則盡可能避免要求重複的MH
工作場所
在可能的情況下，確保道路和走道表面平滑且品質良好（無間隙、坑窪等），這會影響手動運輸系統的自由移動，並確保用於移動物品的道路和走道的傾斜度保持在最小水準
設備
確保手動運輸系統設計穩定，確保物品安全固定，並易於推拉，例如：
– 手動運輸系統旨在限制要運輸的物品的重量或數量
– 手動運輸系統的側面設計成使其高度不需要技術人員將物品抬高到不合適的高度（例如遠離行李箱並高於腰部高度）或採取笨拙的姿勢例如扭動行李箱或側向彎曲；</td></tr>
<tr><td>將物品移至運輸系統的後面</td><td>在運輸系統內拖曳或提起的物品可能會導致物品在以尷尬姿勢（如彎腰）時過度推拉</td></tr>
<tr><td>推拉式手動運輸系統</td><td>使重型手動運輸系統在崎嶇的地面（例如不平、濕滑、階梯狀）或傾斜的地面上移動（特別是在超載時）可能需要較高的力，這可能導致物料不穩定並移位
重複手動升降</td></tr>
</table>

表格 **2 :** 在倉庫和**CTV**裝載區之間移動物品的關鍵任務、危害、**PIF**和風險控制措施的摘要（續）

任務	可能的PIF	潛在風險	特定任務的風險控制
推拉式手動運輸系統（續）	MH政策和程序 —不全面/不清楚		– 手動運輸系統可以輕鬆停止（例如制動器足以控制在不同表面和不同天氣條件下移動的手推車） – 手動運輸系統在滿載時易於捲動，車輪適用於粗糙表面（例如較大的車輪直徑/後輪胎） – 手動運輸系統的把手可支撐握力並保持良好的姿勢（例如，軀幹直立、不扭曲、把手位於臀部和肩膀之間） – 手動運輸系統必須能夠應對岸邊和浮橋之間的「連接坡度」；這些坡度可能會很陡峭，這要求在某些潮汐時期將機組降級 – 手動運輸系統應定期檢查和維修，以保持其完整性 物品 減輕要處理的物品的重量，例如<20公斤。確保要處理的物品易於抓握/牢固固定。設備包裝袋上有正確的標籤。顏色代碼袋（黑色、紫色、紅色、黃色、綠色）指示不同的重量，以確保技術人員和船員請勿將重物誤拉 訓練 提供有關安全的適合任務和工作環境的MH的訓練 當MH團隊處理操作時，提供溝通方案方面的訓練和指導 程序/政策 MH的政策和程序是全面的，根據良好實踐指南制訂並進行了適當的溝通。

2.3 物體在海岸和**CTV**之間的移動。

2.3.1 情境

一旦物品到達碼頭，就需要將它們移動到CTV甲板上，以轉移到公司場所內。通常，使用CTV、碼頭或浮橋起重機吊起物品，但如果沒有起重機，則將貨物直接用人工運到CTV上。從公司場所返回岸邊時，相同的活動反過來再次發生。

完成此任務時，有許多常見步驟：

- 準備升降的船用或港口起重機，例如，卸下蓋子，並將起重機移到位；
- 將起重行李轉移到CTV的適當區域（或手動、或使用起重機或兩者結合），以及
- 如果需要，可以在CTV上進行其他物品的傳輸。

2.3.2 問題領域

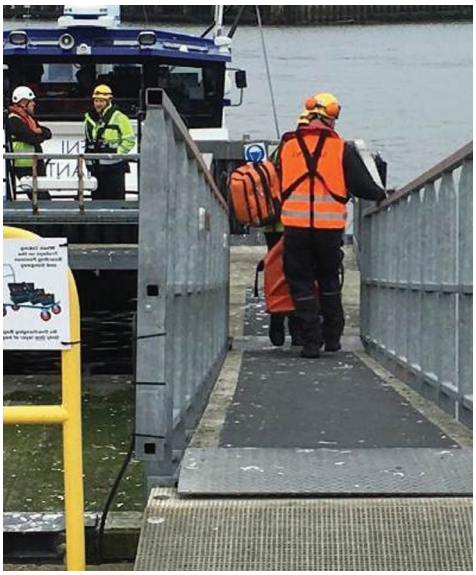

圖 **7**：從岸上轉移到**CTV**上

事故案例

從起重機上卸下物品：在物品降落到碼頭後嘗試卸下吊索。物品（帶有部件的帳篷袋）放在吊索上。當受傷的人嘗試取下吊索時，他感到背部肌肉痙攣。

在岸上和船隻之間轉移物品時，有許多潛在的問題區域可能會增加MH風險：

1. 沒有起重機或起重機移動/覆蓋範圍不充分，可能會導致重型物件通過MH轉移到CTV上。
2. 將物品固定在CTV或碼頭邊起重機上。
3. 技術人員帶著背包和個人物品登上CTV。

如果海岸和船隻之間沒有舷梯，則將要求人員越過船隻和浮橋之間的空隙，同時還可能進行MH活動。

4. 甲板上的工人經常不得不操縱船甲板上的行李，以騰出空間來迎接即將到來的貨物。
5. 在現場最後一刻對貨單或「消防」做出變更可能會導致工作倉促、資源不足和無效率的裝卸，從而可能導致MH傷害。
6. 返回岸上時，以下的其他因素可能會進一步增加MH風險：
   - 輪班結束，身心疲勞；
   - 天氣情況，即濕袋可能會導致操作不當，或者潮濕的船隻甲板可能會導致打滑 ；
   - 需要的裝有設備的袋子在其他船隻（錯誤的船隻）上，船員無法吊起套件；
   - 可能超出了船員規定的工作時間，因此需要完成的時間壓力；
   - 無法使用運輸工具（例如手推車/拖車），因此行李要卸到碼頭而不是直接裝到運輸工具上 ；
   - 最終沒有機械輔助工具協助工作；
   - 照明不足 ；
   - 船隻停泊在錯誤的方向，因此船隻起重機或其他起重機無法靠近碼頭，以及
   - 潮汐導致船隻長時間停泊在港口外，以及天氣惡劣。

事故案例

CTV裝載：在裝船期間，使用碼頭起重機將兩個沉重的橙色袋子提到船上。由於起重機吊臂未延伸到貨物儲存區域，因此甲板人員將袋子拉過船甲板。由於這種拉動，甲板工作人員的左肩/手臂肌肉受到拉傷，並且疼痛。

2.3.3 如何解決MH問題

表格 **3 :** 岸上與**CTV**之間的物品移動的關鍵任務、危害、**PIF**和風險控制措施的摘要

任務	PIF/風險因素	危害性	特定任務的風險控制
手動將物品提升到船上	設備設計—起重機的設計/位置可能無法完全覆蓋 工作場所設計—浮橋/碼頭的設計會影響船隻近距離操縱的能力，從而導致船隻與浮橋之間存在間隙 浮橋面積不足可能會導致船隻必須相互靠岸停泊，從而導致船隻到船隻的轉移以及在整個間隙處的一定距離MH行李 環境/天氣— 天氣惡劣、風/雨、照明不佳、冬/夜班的寒冷或黑暗、地面移動 疲勞—可能會對精力和注意力產生不利影響，尤其是在輪班結束執行任務時	重物或大件物品。CTV和碼頭/浮橋的地板可能很滑。樓層高度可能會有所不同。CTV在碼頭或浮橋平臺上的移動可能會導致物品意外移動，並將重量過度轉移到個人身上	預防 確保CTV、碼頭和浮橋起重機可在整個船舶甲板上提供起重能力 緩解措施 工作場所 設計碼頭，使其可以放置CTV，而不會在船舶和碼頭或浮橋/碼頭之間留出空隙 提供設計合理的舷梯（例如低滑地板表面，扶手），該舷梯用於人員在岸上的移動 設備 所設計的包，如果仍在MH準則之內（例如<20公斤），則可以作為背包攜帶 船隻設計 避免或限制在甲板儲存區和起重區使用不同等級的CTV，這樣就無需起吊和/或搬運物品 設備 提供剪刀式升降機或類似的升降機，以幫助將物品提升到不同的甲板高度（升降機的設計應能夠將行李拖到其上，以避免不必要的升降） 提供坡道而不是臺階，以便更容易與手推車一起裝載物品
（取消）連接吊車上的物品		如果物品未與起重機對準，則拖曳/拉動重物或大件物品。從起重機卸扣附件上解開物品可能會導致手指或手被夾住	
用起重機吊起物品		引導物品一旦連接，可能需要在距身體一定距離（例如，高於頭部高度）的情況下進行操作。如果技術人員之間的溝通不暢，則有物品突然移動的風險	
人員攜帶個人防護裝備（PPE）和/或其他隨身物品登船		攜帶個人包、個人防護裝備和攀爬設備登船時，由於地板高度的變化、CTV相對於碼頭或浮筒的移動或惡劣天氣（如陣風），可能導致滑倒/絆倒/墜落。	

表格 **3 :** 沿岸與**CTV**之間的物品移動的關鍵任務、危害、**PIF**和風險控制措施的摘要（續）

任務	PIF/風險因素	危害性	特定任務的風險控制
移動CTV上的物品	時間壓力—海上任務依賴於對不斷變化的海洋氣象條件（如潮汐時間等）的準確理解，這可能會在設定的時間段內產生將CTV運輸至公司場所的時間壓力，這對遵守MH良好實踐提出了挑戰 物品的性質—要舉起的物品的尺寸、形狀、重量和重心 能力—良好的MH技術知識 MH政策和程序—不全面/不清楚 有效的計劃—管理船隻物流，以便將重物裝載到離系泊位置最近的船隻上。確保在流程中留出足夠的時間以確保不需要倉促行事	移動（拖曳或提升）重物。樓層有變化的物品的移動。CTV內部區域的空間限制	物品 減輕要處理的物品的重量，例如<20公斤。確保要處理的物品易於抓握/牢固固定。設備包裝袋上有正確的標籤。顏色代碼袋（黑色、紫色、紅色、黃色、綠色）指示不同的重量，以確保技術人員和船員請勿將重物誤拉 訓練 提供有關安全MH的訓練（適合任務和工作環境） 當MH團隊處理操作時，提供溝通方案方面的訓練和指導（例如，將一個物體遞給站在下面的另一個人） 程序/政策 MH的政策和程序是全面的，根據良好實踐指南制訂並進行了適當的溝通。

2.4 物體在海岸和CTV之間的移動。

2.4.1 情境

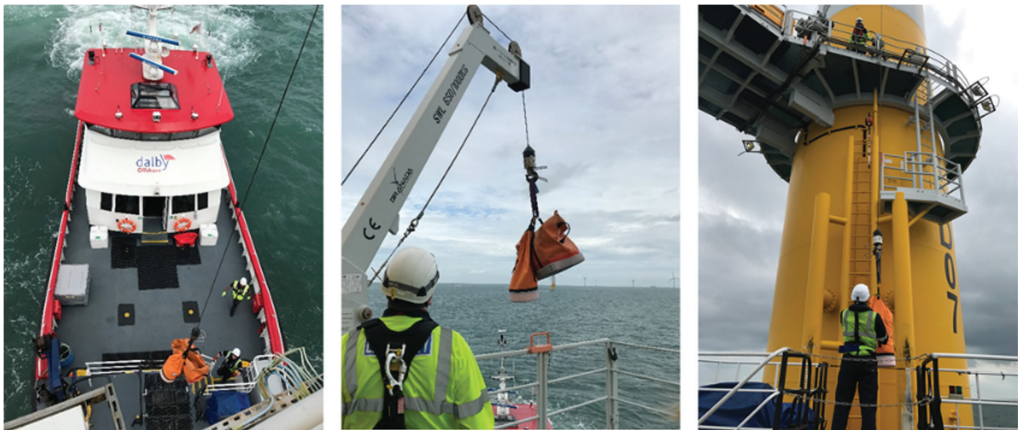

圖 **8**：貨物在**CTV**和公司場所之間的移動

這種情況包括使用安裝在TP外部平臺上的起重機將物品從CTV轉移到公司場所。將物品裝入經核准的起重袋中，從CTV前甲板移至TP平臺上的室外落地區域。該任務可能需要在CTV和公司場所進行人工作業。常見任務包括：

- 由於TP起重機的作用範圍有限，因此需要將移至CTV前甲板的適當區域進行轉移 ；
- 準備升降的TP起重機，例如安裝吊車，使其可以儲存在WTG內，或卸下任何防風雨罩，然後將起重機移到位；
- 將起重袋裝到TP起重機上 ；
- 進行貨物轉移，某些地方的貨物可能需要操縱扶手上的負載；
- 經常需要手動旋轉吊臂起重機，可能會造成MH傷害，並且
- 從公司場所返回岸邊時，相同的活動反過來再次發生。

2.4.2 問題領域

可能需要技術人員將非常重的物體（> 50千克）移動/拖曳到不同的高度（例如，CTV前甲板通常位於CTV前部的高架平臺上），而吊臂起重機無法舉起各個區域的物體。

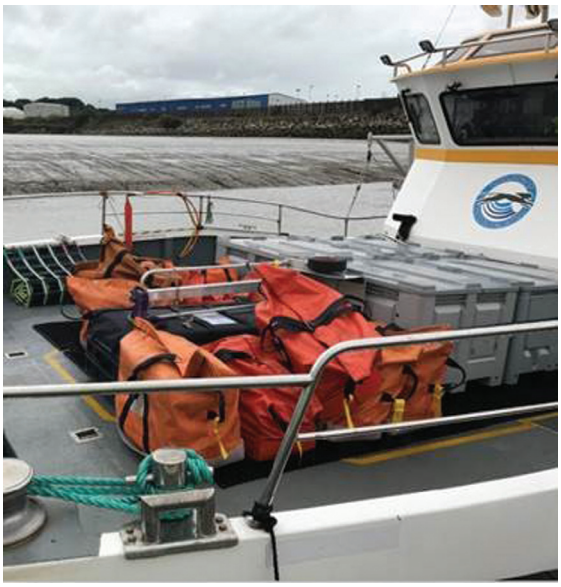

圖 **9**：**CTV**前甲板

事故案例 在CTV上移動物體： 技術人員在甲板上移動設備時向後拉傷背部。

CTV通常會將許多工作組轉移到不同的公司場所。因此，船上可能有大量行李，CTV的工作人員和/或技術人員將需要整理和移動行李。如果船上空間有限，則可能需要將貨物移動和抬高，超過其他行李。這種「雙重處理」也增加了提升的頻率。船隻在海上的移動也可能使工作人員失去平衡，使MH更具挑戰性。

袋子和貨物的重量、形狀和大小也可能會有所不同，這可能會使技術人員搬運比預期重得多的物品。

一旦到達TP平臺，還需要將物品從「放置區」移開，並在適當情況下，將其手動移入塔內，為提升其他物品騰出空間。這可能需要再次舉起或拖曳重物。這會導致表現不佳，以及為減少甲板移動而在較低水平處拖曳懸掛荷載。如前所述，將物體從CTV快速轉移到公司場所可能存在時間壓力（例如，前往其他公司場所，以及為減少CTV的燃料消耗和磨損離開公司場所，所需要的時間，尤其是在惡劣的海況下），也需要時間。

2.4.3 如何解決MH問題

表格 **4 : CTV**和公司場所之間移動物品的關鍵任務、危害、**PIF**和風險控制措施的摘要

任務	PIF/風險因素	危害性	特定任務的風險控制
處理CTV周圍的物品	設備設計—起重機/吊艇架的設計/位置可能無法完全覆蓋船舶甲板和TP放置區域 環境—天氣惡劣、風/雨、照明不佳、冬/夜班的黑暗、地面移動 疲勞—當反向執行任務時（例如回到岸上），這可能會對注意力產生不利影響 健康—不適時，人員及其操作設備的方式會受到影響，還會影響其體能和表現 管理和時間壓力—這可能是一個直接的PIF，也可能是一個中介因素，例如海況和人的表現之間的關係。這種壓力會增加不合規行為	移動（拖曳或提升）重物。樓層有變化的物品的移動。CTV內部區域的空間限制 在甲板上移動懸浮的貨物	預防 擴大TP起重機的範圍或考慮甲板設計，以便在船舶推進並建立穩定平臺的同時，可以進行安全的起吊和甲板工作。這可以通過使用不止一台具有不同範圍的TP起重機或一台具有伸縮臂的TP起重機來實現，儘管已經意識到這將是一項昂貴的干預措施 緩解措施 船隻設計 避免或限制在甲板儲存區和起重區使用不同等級的CTV，這樣就無需舉升和/或搬運物品。建立分界區域，以便輕鬆地將一處公司場所的物體分組 設備 提供剪式升降機或類似的升降機，以幫助將物品提升到不同的甲板高度（升降機的設計應能將行李拖到上面，以避免不必要的提升）。提供滑動坡道，以便更容易將物品拉上樓梯或與手推車一起使用 規劃/工作組織 在進入多個公司場所時，請確保進行周密的工作計劃，以使要移動的物品按正確的順序排列，並確保技術人員和CTV工作人員遵守建議的計劃
準備起吊的物品（例如，將物品與起重機連接）		如果物品未與起重機對準，則拖曳/拉動重物或大件物品。 從起重機卸扣附件上解開物品可能會導致手指或手被夾住 將物品分組並準備好吊索，一次即可抬起—如果物品龐大且笨重，需要用手腕和手固定在固定位置	
提升物品		引導物品一旦連接，可能需要在距身體一定距離（例如，高於頭部高度）的情況下進行操作。如果技術人員之間的溝通不暢，則物品有突然移動的風險	

表格 **4 : CTV**和公司場所之間移動物品的關鍵任務、危害、**PIF**和風險控制措施的摘要（續）

任務	PIF/風險因素	危害性	特定任務的風險控制
提升物品（續）	PPE（浸入式潛水服）—限制移動並降低牢固抓握的能力 後勤— CTV區域雜亂無章，這意味著可能需要不必要地移動物品。尤其是需要更多設備的大型服務的問題 物品的性質—要舉起的物品的尺寸、形狀、重量和重心可能無法清除扶手，需要手動操作 能力—良好的MH技術知識 MH政策和程序—不全面/不清楚	操縱吊在起重機上的物品並引導其上下移動。最初可能由上肢伸展時（可能高於頭部高度）執行，然後使用標語線執行	物品 減輕要處理的物品的重量，例如<20公斤。 確保要處理的物品易於抓握/牢固固定。設備包裝袋上有正確的標籤。顏色代碼袋（黑色、紫色、紅色、黃色、綠色）指示不同的重量，以確保技術人員和船員請勿嘗試錯誤地拖拽重物 訓練 有關安全的適合任務和工作環境的MH訓練 當MH團隊處理操作時，提供溝通方案方面的訓練和指導（例如，將一個物體遞給站在下面的另一個人） 程序/政策 MH的政策和程序是全面的，根據良好實踐指南制訂並進行了適當的溝通。
處理公司場所的物品（從起重機上解鉤物品）		移動（拖曳或提升）重物。在存在空間限制的情況下移動物品，因為TP區域的占地面積可能很小或受物品限制 從起重機卸扣附件上解開物品可能會導致手指或手被夾住	
將物品從「放置區」移開，並在適用時手動移入塔樓		起重機操作員和吊運工/監工之間的溝通不暢，導致吊運工/監工承擔額外的人工搬運任務	

2.5 物體在TP和公司場所其他區域之間的移動。

2.5.1 情境

進入TP平臺後，物品（例如設備、工具、部件和消耗品等）將被移至其他區域，例如：塔架偏航部分、機艙、輪轂或葉片。

通常使用外部或內部機艙起重機將物體提升至或移出TP平臺，但也可以直接通過塔門將其運入塔架部分。對於某些資產，起重機提升至開放式屋頂的頂部，允許機艙360度（偏航）人工移動，以對準TP平臺上的物品。

圖 **10 : TP**平臺上的行動

該任務包括以下常規活動：

- 使用合適的吊索和連接器準備用於起吊的袋子；
- 如果需要，使風艙偏航以對準起重機；
- 將袋子中的貨物移動到位，以便使用風艙起重機進行起吊；
- 進行起吊，以及
- 將物件從起重機上斷開並移動到適當的位置。

當物品從公司場所轉移到岸上時，相同的活動反過來再次發生。

2.5.2 問題領域

事故案例

採用高壓清洗**TP**： 技術人員（承包商）已經結束工作，並在TP上用高壓清潔劑、泵和工具包裝魚箱。魚箱重量大約為100公斤。由於魚箱沒有位於起重機正下方，因此技術人員將TP上的魚箱拉出約50釐米，以便將魚箱放在起重機下進行正確的吊裝。他感到右肩疼痛。

儘管機艙可以移動，但仍可能需要技術人員舉起或拖曳非常重的物品（> 50公斤），原因是：

- 在某些情況下，可能無法將機艙以正確的方向放置（例如，由於偏航系統故障，風艙無法與要起吊的物體對齊）。
- TP的起重區域中儲存了許多物品，可能需要將其拖到機艙起重機下方的位置。
- 此外，機艙內的空間有限，這可能會減少潛在的擱置並增加MH風險。

在某些情況下，工作區域可能會受到限制，這意味著技術人員在操作時要求採取笨拙或困難的姿勢。可以使用團隊操作來搬運非常重的物品，並緩解工作場所的限制性 （例如，TP平臺上的占地面積相對較小，可能與其他物品混雜在一起）。該任務也可以在惡劣的天氣（例如嚴寒、多風和潮濕等）中執行，並且在極少數情況下可能穿戴限制性PPE。

2.5.3 如何解決MH問題

表格 **5 :** 在**TP**和公司場所其他區域之間移動物品的關鍵任務、危害、**PIF**和風險控制措施的摘要

<table>
<tr><th>任務</th><th>PIF/風險因素</th><th>危害性</th><th>特定任務的控制措施</th></tr>
<tr><td>將物品拖曳到機艙起重機下方的位置</td><td rowspan="2">環境（如天氣）—天氣惡劣、風/雨、照明不佳、冬/夜班的寒冷或黑暗
設備—起重機可達範圍、起重裝置設計
工作區域—TP平臺的大小
後勤—紊亂的TP平臺
貼標—錯誤地將專案拖拽為錯誤的專案，專案重量不明
PPE（浸入式潛水服）—限制移動並降低牢固抓握的能力</td><td>在TP平臺上移動（拖曳或提升）重物</td><td rowspan="2">預防
在公司場所工作和MH重物面臨一些明顯的挑戰。一種解決方案是為每次提升時手動偏航機艙，但是，如前所述，這並不總是可能的
TP起重機也可能需要進行其他舉升，以重新放置物品，儘管這可能需要調整TP起重機，或者提供多個TP起重機以完全覆蓋TP平臺區域
調整/指定可直接從船舶甲板起吊的機艙起重機，從而減少船舶和機艙之間的MH
最後，可將吊索和滑輪與提升點（在TP欄桿或塔架上實際安裝的地方）結合使用，以幫助搬運非常龐大或笨重的物品
緩解措施
設備
專家設備可用於協助團隊更輕鬆地處理重物，例如，海上石油行業使用帶有鉗口和把手的夾具來使吊裝更容易，例如，使43 kg的閥門以較低的MH風險舉升（HSE 處理良好的海上人工搬運解決方案)</td></tr>
<tr><td>準備起吊的物品（例如，將物品與起重機連接）</td><td>如果物品未與起重機對準，則拖曳/拉動重物或大件物品。
從起重機卸扣附件上解開物品可能會導致手指或手被夾住
將物品分組並準備好吊索，一次即可抬起—如果物品龐大且笨重，需要用手腕和手固定在固定位置</td></tr>
</table>

表格 **5 :** 在**TP**和公司場所其他區域之間移動物品的關鍵任務、危害、**PIF**和風險控制措施的摘要（續）

任務	PIF/風險因素	危害性	特定任務的控制措施
提升物品	物品的性質—要舉起的物品的大小、形狀和重量（某些物品的設計，例如更換部件，將非常重且難以搬運） 能力—良好的MH技術知識 MH政策和程序—不全面/不清楚 時間限制—（例如，海洋氣象條件）可能會造成時間壓力，無法快速完成工作，並且可能會導致不良的MH行為（例如，用手移動物品而不是使用可能需要更長時間的起重機）。或急於安裝可能會增加風險的負載）	引導物品一旦連接，可能需要在距身體一定距離（例如，高於頭部高度）的情況下進行操作。如果技術人員之間的溝通不暢，則物品有突然移動的風險 操縱吊在起重機上的物品並引導其上下移動。最初可能由上肢伸展時（可能高於頭部高度）執行，然後使用標語線執行	物品 減輕要處理的物品的重量，例如<20公斤。確保要處理的物品易於抓握/牢固固定。設備包裝袋上有正確的標籤。顏色代碼袋（黑色、紫色、紅色、黃色、綠色）指示不同的重量，以確保技術人員請勿錯誤地拖拽重物 訓練 有關安全的適合任務和工作環境的MH訓練 當MH團隊處理操作時，提供溝通方案方面的訓練和指導（例如，將一個物體遞給站在下面的另一個人） 程序/政策 MH的政策和程序是全面的，根據良好實踐指南制訂並進行了適當的溝通。
操作物品（從起重機上解開物品）		從起重機卸扣附件上解開物品可能會導致手指或手被夾住	

2.6 在海上公司場所工作—地基、TP或塔層

2.6.1 情境

可能需要在塔層內對裝置/設備或塔架結構本身進行維修和保養（例如，擰緊連接塔節段法蘭處的螺栓）。

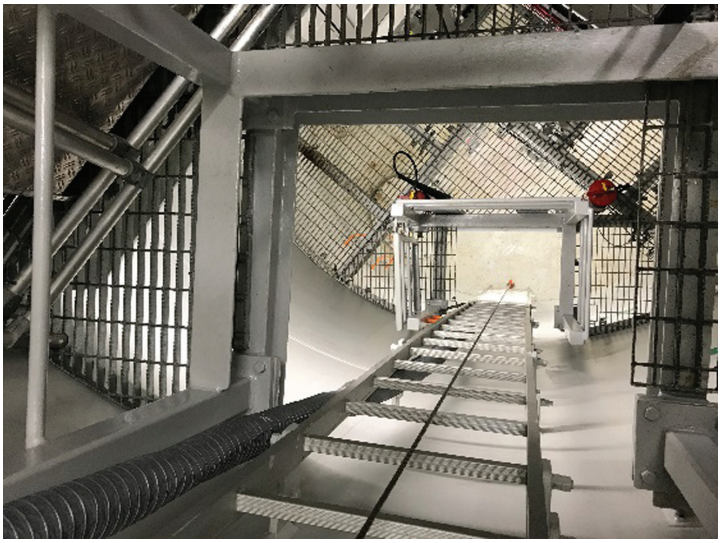

圖 **11 :** 在塔內工作

公司場所內部佈局將因網站而異。一些塔僅容納電氣開關設備，但其他一些塔可能有變流器和變壓器單元。無論這些差異如何，所有公司場所內的核心任務都可能保持一致，包括：

- 將必要的工具、零件和設備移至工作區域；
- 工作區準備；
- 執行維修和保養任務，以及
- 清理並將物體轉移到TP或下一個任務區域。

2.6.2 問題領域

圖 **12 :** 通過塔門起吊物體

諸如零件工具和消耗品（即潤滑劑、螺帽和螺栓等）之類的物體通常需要通過塔門從TP平臺移至工作區，然後再轉移至其他區域。塔門很少與TP平臺處於同一高度，技術人員通常將需要爬幾步才能到達塔門。為方便起見，還可以開啟袋子，把單獨的物品一次裝進塔里。在極少數情況下，無法分解的非常重的物品（約100公斤）可能會懸掛在機艙起重機上，並橫向拖入塔中。將物品放到正確位置可能對體力要求很高。

一旦進入塔樓，可能需要將物品轉移到其他一些區域，通常使用工作電梯，儘管工作電梯可能與塔門不處於同一高度。地基/ TP內的維修工作也可能會帶來MH風險。例如，技術人員往往並不容易夠著塔式法蘭螺栓，並且可能要求技術人員在使用重型工具時採取極端姿勢（例如，在向前傾斜時以最大角度伸展，手腕處於45度的位置）。

地基、TP或塔層內的照明也可能不好，因此工作可能需要更長時間，這可能意味著技術人員更長時間採用笨拙的姿勢。

事故案例

在TP平臺上拖曳物品：我們被派出去修理塔中的電纜。在工作期間，我們必須在塔式電纜之間留出空間……第二天，受傷人員的肩膀有些疼痛，僱主辦公室決定將他在岸上限制性工作兩天。

2.6.3 如何解決MH風險

表格 **6 :** 地基、**TP**或塔級維護活動的關鍵任務、危害、**PIF**和風險控制措施的摘要

任務	PIF/風險因素	危害性	特定任務的控制措施
將物品（例如必要的工具、零件和設備）移至工作區域	起重設備—缺少起重設備（或高架龍門）來將物品橫向移動到TP中，然後在TP內移動 任務設計—個人是否執行大量需要以極端姿勢使用裝置或反復扭轉動作使用裝置的任務 身體接觸—影響姿勢、視覺反饋、解決問題的要求等，都會增加發生錯誤的可能性並增加時間 設備—設備的重量可能會造成累積傷害的危險 工作環境—平臺上的空間有限、跨越多個層級工作、通道、極端姿勢/設備重量、照明 物品的性質—要舉起的物品的尺寸、形狀和重量 能力—良好的MH技術知識 MH政策和程序 —不全面/不清楚	將行李/物品分解成較小的物品進行搬運，或通過門檻、上樓梯等將懸掛物手動拉入TP至工作區域，會增加絆倒的可能，導致物品突然移動	預防 確保電梯進入工作區。提供提升點（即護眼）起重機和提升設備以降低/提升TP中的設備 緩解措施 工作區設計 設計工作區以便安全進入進行維護。對於現有的風力渦輪發電機（WTG），一種選擇是考慮可以在哪裡進行改進（例如移除冗餘設備）或開發更易於使用的自訂設備/工具（例如更輕、可擴展） 物品 減輕要處理的物品的重量，例如<20公斤。確保要處理的物品易於抓握/牢固固定。設備包裝袋上有正確的標籤。顏色代碼袋（黑色、紫色、紅色、黃色、綠色）指示不同的重量，以確保技術人員請勿錯誤地拖拽重物 訓練 提供有關安全的適合任務和工作環境的MH訓練 當MH團隊處理操作時，提供溝通方案方面的訓練和指導（例如，將一個物體遞給站在下面的另一個人） 程序/政策 MH的政策和程序是全面的，根據良好實踐指南制訂並進行了適當的溝通。
準備工作區		將設備放置在狹小的工作空間內，造成笨拙的姿勢（彎腰、過度伸展、扭曲等）	
執行維修和保養任務		以笨拙的姿勢使用工具執行任務（例如，在距身體一定距離的地方握住或操縱物品） 任務可能需要頻繁重複運動（例如使用扳手擰緊螺栓）	
清理並將物體轉移到TP平臺或下一個任務區域。		將工具消耗品移出塔架部分或移至下一個工作區域，搬運可能上下梯子的物品，造成尷尬的姿勢（例如難以抓握的物品），將物品傳遞回其他向上移動的技術人員	

2.7 在海上公司場所工作——偏航甲板

2.7.1 情境

該區域的常見任務包括維護設備（例如制動器）、更換消耗品（例如摩擦墊）和擰緊螺栓等任務。

在某些情況下，可以先通過機艙起重機將物品轉移到機艙，然後再搬運到偏航甲板，或者手動或通過升降機（如果有）從塔內抬起。

與其他工作區域一樣，在此區域中有一些共同的工作步驟：

- 進入偏航甲板；
- 將必要的工具、零件和設備移至偏航甲板；
- 工作區準備；
- 執行維修或保養任務，以及
- 按要求清理並將物體轉移到機艙。

2.7.2 問題領域

圖 **13 :** 偏航甲板工作區

在偏航甲板工作區工作面臨一些獨特的挑戰，例如進入整個身體。

進出偏航甲板可能對工作人員的體力要求很高，因為通常需要穿過梯子艙口，特別是在老式WTG上。反過來，這可能導致難以帶入物品和設備或使用工具。有限的空間和障礙物（例如設備和建築物）也可能要求技術人員採取不舒服的工作姿勢。

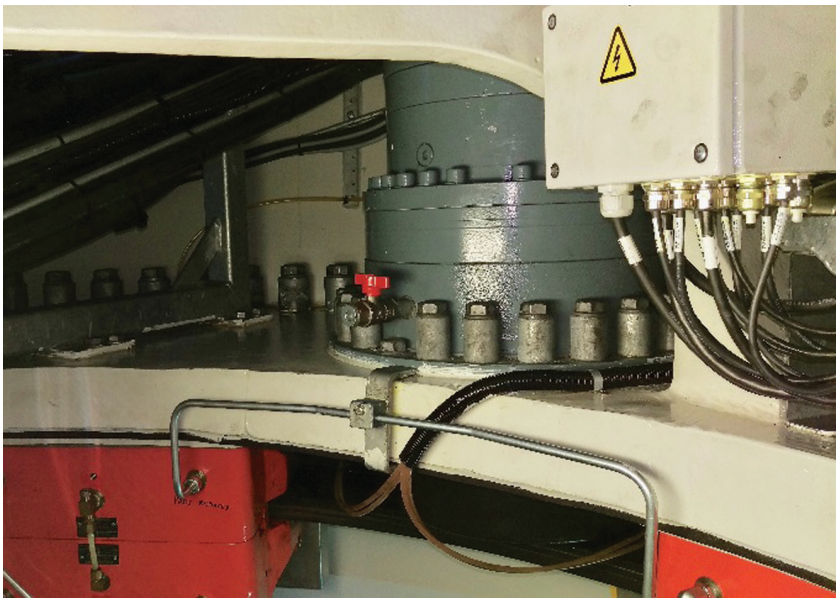

圖 **14 :** 操作制動單位

例如，「制動器」通常固定在法蘭的底側，很難靠近。這可能需要技術人員在設備下方工作，以確保他們可以看到自己在做什麼，並使用工具。如果必須卸下制動單位進行修理或更換，則需要在肩部高度以上的位置移動重達至少50千克的制動單位。

當更換重達160 kg的偏航卡尺時，便設計出專用工具來幫助將卡尺直接提升和降低到位。這就要求手推車通過機艙起重機移入偏航區域。

卸下制動器還可能必須擰松許多螺栓，這可能需要技術人員長時間採取尷尬且不舒服的姿勢，這會影響到他們的背部、頸部和肩膀。

2.7.3 如何解決MH問題

表格 **7 :** 在偏航甲板上工作的關鍵任務、危害、**PIF**和風險控制措施的摘要

<table>
<tr><th>任務</th><th>PIF/風險因素</th><th>危害性</th><th>特定任務的風險控制</th></tr>
<tr><td>進入偏航甲板</td><td rowspan="4">起重設備—缺少起重設備將物品移入偏航甲板
任務設計—個人是否執行大量需要以極端姿勢使用裝置或反復扭轉動作使用裝置的任務
身體接觸—影響姿勢、視覺反饋、解決問題的要求等，都會增加發生錯誤的可能性並增加時間
設備—設備的重量可能會造成累積傷害的危險
工作環境—偏航甲板平臺上的空間受限、維修物品的進出受限、極端姿勢/設備的重量、照明、由於地板油膩而導致的地板打滑，例如在偏航段工作
物品的性質—要舉起的物品的尺寸、形狀和重量 這可能需要偶爾抬起地板，這會進一步帶來風險</td><td>狹窄或難以進入的空間限制了良好的姿勢</td><td rowspan="4">預防
在設計階段，可以確保結合風艙起重機和偏航通道，使風艙起重機能夠將物品直接吊至偏航甲板。可能需要額外的臨時起重設備來將重裝物品（例如偏航制動器）移入機艙或從機艙移出
緩解措施
設計
改善進入偏航甲板的通道，擴大開口。設計工作區以便安全進入進行維護。對於現有的WTG，一種選擇是考慮可以在哪裡進行改進（例如，刪除冗餘設備）或開發更易於使用的自訂設備/工具（例如，更輕巧、可擴展）
減少任務頻率
為了減少維護要求而進行的螺栓連接設計，例如免維護連接設計，或使用張力監測系統，以便在不需要施加物理力的情況下檢查張力。將維護任務分配給團隊的不同成員，這樣每個人都不會有很高的任務重複率</td></tr>
<tr><td>將必要的工具、零件和設備移至工作區域；</td><td>將可能沉重、龐大或笨拙的物品搬入和移出偏航甲板
將物品從身體遞到地板上或其他人身上，使其在一定距離內扭動或握住物品
在偏航甲板平臺上移動/拖曳重物</td></tr>
<tr><td>準備工作區</td><td>狹窄或難以進入的空間限制了良好的姿勢</td></tr>
<tr><td>執行維修和保養任務</td><td>使用裝置以極端姿勢執行任務（例如，在距人體一定距離的地方握持或操縱物品）</td></tr>
</table>

表格 **7 :** 在偏航甲板上工作的關鍵任務、危害、**PIF**和風險控制措施的摘要（續）

任務	PIF/風險因素	危害性	特定任務的風險控制
清理並將物體轉移到TP或下一個任務區域。	能力—良好的MH技術知識 MH政策和程序—不全面/不清楚；缺少程序可能會導致臨時的工作	將工具消耗品移出偏航板或下一個工作區域，將物品抬上梯子或將物品傳回機艙	物品 減輕要處理的物品的重量，例如<20公斤。確保要處理的物品易於抓握/牢固固定。設備包裝袋上有正確的標籤。顏色代碼袋（黑色、紫色、紅色、黃色、綠色）指示不同的重量，以確保技術人員請勿錯誤地拖拽重物 訓練 提供有關安全的適合任務和工作環境的MH訓練 當MH團隊處理操作時，提供溝通方案方面的訓練和指導（例如，將一個物體遞給站在下面的另一個人） 程序/政策 MH的政策和程序很全面，涵蓋了所有必需的任務，並且是根據良好實踐準則制訂的，並進行了適當的溝通

2.8 在海上公司場所工作——機艙/葉片輪轂

2.8.1 情境

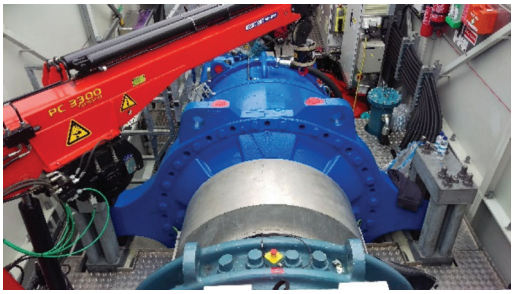

圖 **15 :** 在機艙中工作

大部分維修和保養工作都是在機艙和葉片輪轂中進行的，例如，例行維護、檢查任務、消耗品（如機油）的更換以及主要或次要部件的更換。

儘管有一系列WTG任務，但許多工可能很相似，例如：

- 將必要的工具、工具袋、消耗品（包括油容器）、零件和設備從起重機放置區移動到工作區，然後在工作區內移動；
- 工作區準備；
- 執行維修和保養任務，以及
- 清理區域，打包運回O&M基地或下一個任務。

初始安裝後的設備改裝可能很難完成，因為一些改裝位於偏航和渦輪機部分。

2.8.2 問題領域

圖 **16 :** 在密閉空間中工作：

事故案例

機艙維護設備：當技術人員在機艙中工作並鬆開制動鉗上的螺栓時，螺栓突然鬆開，技術人員將頭撞到高速軸蓋上。

儘管較新的大型渦輪機通常具有更大的空間和更容易使用，但可用的工作空間通常有限（通常被設備/工廠等佔用）。雖然存在一些走道，但這些走道並不能提供通往所有區域的物理和視覺通道。有限的空間還意味著物品可能儲存在任何有空間的地方，例如走道。缺少暢通的走道會使技術人員難以保持穩定和安全的姿勢。通常還會有油濺到地板上，使腳下地面變得濕滑。在開始任務活動之前，情況風險評估應始終包括工作區檢查和清理。

在某些渦輪機中，地板不是水平的，而是傾斜的（大約五度）。這可能會影響姿勢，並使重物（例如拖曳工具包）的操作更加困難。

在某些WTG中，可以使用機艙起重機將部件等物品直接移動到位，並在安裝時將其懸掛；但是，覆蓋率永遠不會達到100%。

有限的空間也可能使工具難以使用，並可能增加割傷和瘀傷的風險。輪轂是一個特別受限且難以進入的區域。進出輪轂的物品重量（例如，約10公斤）通常可以控制，在搬運物品時要保持小角度並通過狹窄的空間，這可能意味著技術人員通常需要採取笨拙的姿勢。輪轂中的常見任務是在葉片根部周圍擰緊螺栓。要夠著這些螺栓非常困難，因為技術人員工作時會伸出雙臂並遠離身體。輪轂通常裝有油脂潤滑系統，因此表面可能會被污染，從而增加物品掉落或處理不當的風險。

事故案例

在輪轂中工作： 操作員使用一根長T形桿，末端帶有內六角扳手，將支架沿軸向下3.5 m擰緊。狹窄區域要求手臂從輪轂到軸的間隙向上伸展，從而完成任務。操作員報告手有刺痛感。

2.8.3 如何解決MH問題

表格 **8 :** 在機艙/輪轂工作的關鍵任務、危害、**PIF**和風險控制措施的摘要

<table>
<tr><th>任務</th><th>PIF/風險因素</th><th>危害性</th><th>特定任務的風險因素</th></tr>
<tr><td>進入機艙/輪轂</td><td rowspan="4">進入工作場所—空間和艙口尺寸限制
起重設備—缺少移動物體或在機艙/輪轂內移動的起重設備 請注意，機艙起重機可能無法提供該區域的100%覆蓋率
任務設計—個人是否執行大量需要以極端姿勢使用裝置或反復扭轉動作使用裝置的任務
身體接觸—影響姿勢、視覺反饋、解決問題的要求等，都會增加發生錯誤的可能性並增加時間
設備—設備/工具的重量可能會造成累積傷害的危險</td><td>狹窄或難以進入的空間限制了良好的姿勢
機艙艙門關閉可能會卡住技術人員的手指或手</td><td rowspan="4">預防
選項包括安裝其他提升點，和使用鏈條堵住飛馳的物品等方法
緩解措施
設計通道/佈局
在設計階段，確定機艙/輪轂的尺寸，以便人們有足夠的機會使用機艙/輪轂設備
確保具有已知故障率或高服務要求的物品放置在更易於接近和/或在需要時更容易使用起重工具的區域
在艙口上安裝阻尼器，以防止人員穿過時突然關閉
家政
擁有需要清潔油性表面的工作系統，以便將PPE的油污染風險降至最低。如果發生持續性洩漏，例如在軸承下方，則使用合適的收集盤防止更廣泛的污染
設備
在沒有起重機的地方，可能必須設定諸如繩索和滑輪之類的替代系統，並且通常需要一定的人力來移動部件
計劃
適當注意溫度、閃電、雨水和夜間作業等極端天氣</td></tr>
<tr><td>將必要的工具、零件和設備移至工作區域；</td><td>將可能沉重、龐大或笨拙的物品從機艙/集線器中取出和搬出</td></tr>
<tr><td>準備工作區</td><td>狹窄或難以進入的空間限制了良好的姿勢</td></tr>
<tr><td>執行維修和保養任務</td><td>使用裝置以極端姿勢執行任務（例如，在距人體一定距離的地方握持或操縱物品）
重複任務會產生累積的操作風險
長時間工作後疲勞加劇
手動搬運沉重的維護設備</td></tr>
</table>

表格 **8 :** 在機艙**/**輪轂上工作的關鍵任務，危害，**PIF**和風險控制措施的摘要（續）

任務	PIF/風險因素	危害性	特定任務的風險因素
清理區域，打包並將物品運回O&M基地或下一個任務。	工作環境—機艙/輪轂空間受限、維修物品有限、極端姿勢/設備重量、照明不良。即使在機艙或輪轂中工作，天氣仍然可能是導致表面潮濕的因素，同時在夜間照明不足或極端溫度下工作 家政—走道中物品的存放 、潤滑劑的溢出 物品的性質—要舉起的物品的尺寸、形狀、重量和重心 能力—良好的MH技術知識 MH政策和程序—不全面/不清楚；缺少程序可能會導致臨時的工作	將工具消耗品移出機艙/輪轂或移至下一個工作區域（例如，在距人體一定距離的地方握持或操縱物品） 將物品移回TP平臺（例如將物品附著到機艙起重機上）可能會導致手指或手被夾住 引導物品一旦連接，可能需要 在距身體一定距離（例如，高於頭部高度）的情況下進行操作。	工作空間 設計工作區以便安全進入進行維護。對於現有的WTG，一種選擇是考慮可以在哪裡進行改進（例如，刪除冗餘設備）或開發更易於使用的自訂設備/工具（例如，更輕巧，可擴展） 物品 減輕要處理的物品的重量，例如<20公斤。確保要處理的物品易於抓握/牢固固定。設備包裝袋上有正確的標籤。顏色代碼袋（黑色、紫色、紅色、黃色、綠色）指示不同的重量，以確保技術人員請勿錯誤地拖拽重物 訓練 提供有關安全的適合任務和工作環境的MH訓練 當MH團隊處理操作時，提供溝通方案方面的訓練和指導（例如，將一個物體遞給站在下面的另一個人） 程序/政策 MH的政策和程序是全面的，根據良好實踐指南制訂並進行了適當的溝通。

2.9 施工任務——螺栓插入和擰緊

2.9.1 情境

圖 **17 :** 螺栓連接

塔架部分之間，某些單樁（MP）/ TP接頭處，塔架/ TP接頭處以及機艙和塔架之間使用螺栓連接。

葉片也有許多螺栓連接，實際上是數百個；每個都必須MH放置到位，並且在裝配過程中，進出不暢加劇了問題。

在WTG組裝（陸上塔架組裝或海上安裝）過程中，組裝這些連接是一項關鍵活動，目前，螺栓的插入和擰緊是MH活動進行的。這項工作將涉及：

- 用起重機將元件（即螺栓和螺帽）提升到建築物內所要求的平臺高度；
- 將工具（例如液壓動力裝置和一個或多個螺栓擰緊工具）帶到所需位置，該位置通常位於最後使用位置的上方連接處，因此可能需要在塔架內進行機械提升；
- 從儲存/運輸包裝中提起螺栓並將其插入法蘭中；
- 使用螺帽扳手或類似的電動工具安裝並初步擰緊螺帽，以及
- 通常使用液壓扭力或張緊工具最後擰緊。

2.9.2 問題領域

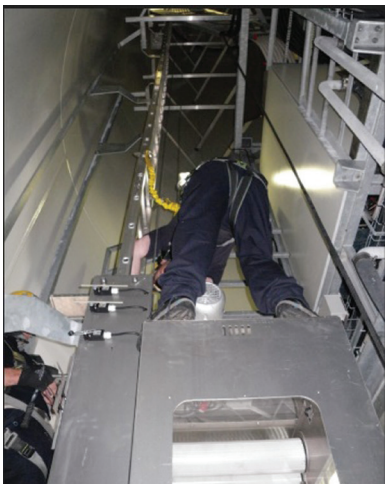

圖 **18 :** 上緊螺栓

每個接頭通常由100到180個螺栓組成。儘管最大的螺栓（在MP / TP連接上找到）每個可以重達20公斤，但要插入的螺栓的大小可能有所不同（每個約10公斤）。

必須用手將每個螺栓插入法蘭，然後安裝並擰緊螺帽，通常需要使用液壓扭力或張緊工具。

參與WTG組裝的技術人員可能會在輪班過程中組裝多個螺栓接頭，因為組裝每個接頭大約需要兩個小時。擰緊每個法蘭上的螺栓是一項重複性的任務，使用相同的動作和肌肉群。

較大的螺栓的外徑將超過70公釐，從而使其更難抓牢。這可能會導致暫時的手部痙攣，手部痙攣可能會影響握力，但也可能與其他長期狀況相關，如手部張力障礙），如HSE INDG171 在工作場所管理上肢疾病所述：簡要指南. 螺栓的無螺紋桿表面也有平滑的機械加工表面，螺紋上也可能有潤滑劑。如果技術人員在處理這些螺栓時失去抓力，可能會致其摔落，從而造成腳/下肢受傷；或如果降低到WTG中的較低水平，則可能對WTG元件造成重大損壞和/或可能對以下任何人員造成致命傷害的風險。

事故案例

準備法蘭螺栓：上午8時許，傷者正在準備法蘭螺栓，當他提起一個螺栓重新插入密閉平臺上的法蘭時，螺栓因重量而扭曲，導致左手腕扭傷。

2.9.3 如何解決**MH**問題

表9匯總了按子任務劃分的風險因素。

表格 **9 :** 螺栓插入和擰緊的關鍵任務、危害、**PIF**和風險控制措施的摘要

任務	PIF/風險因素	危害性	特定任務的風險控制
工具和設備的移動	設計—由於舉升/爬梯/其他障礙物而限制使用法蘭，這意味著技術人員可能需要採取笨拙的姿勢來定位和擰緊螺栓 設備/工具—工具的重量（例如液壓螺栓擰緊工具），特別是在技術人員需要從法蘭下面進行工作時，這意味其手拿工具的姿勢很笨拙。當使用螺帽扳手進行初始擰緊時，使用者通常還必須支撐工具施加的扭力產生的反作用力 環境/天氣—天氣惡劣、風/雨、照明不佳、冬/夜班的寒冷或黑暗	移動（拖曳或提升）重物。	預防 螺栓插入 —使用某種形式的夾具/固定裝置，應預裝全套螺栓，使螺栓能夠預先定位在將要插入的上法蘭孔上方。在組裝到下面的部分之前，需要將夾具機械提升到塔架部分，並牢固定位於上法蘭上方 螺栓擰緊 —使用裝置安裝螺帽並進行初始擰緊，而技術人員無需支撐設備和螺帽的重量，也無需對螺帽施加任何扭力。插入並初步擰緊所有螺栓後，應使用該設備或其他工具進行最後的擰緊 消除 —開發無螺栓的設計。機器人焊接技術是可能的 緩解措施 有許多可能的選擇來降低與插入和擰緊有關的風險。總之，它們包括： 計劃 認識到任務的重複要求，並計劃足夠的資源/時間來安排頻繁的休息和人員輪換 設備/工具/元件 使用專門設計的手推車來支撐擰緊工具的重量並減輕螺栓之間的移動，這應使一次提升就能定位/拆卸工具，螺栓位置之間的移動涉及滑動/捲動或輔助提升

表格**9**：螺栓插入和擰緊的關鍵任務、危害、**PIF**和風險控制措施的摘要（續）

任務	PIF/風險因素	危害性	特定任務的風險控制
從儲物箱中提起螺栓並插入法蘭的孔中	任務—需要反復運動 物品的性質—提升物品的尺寸、形狀和重量—較大的螺栓直徑（可大於70 mm）更難握在手中，也更重。物品可能需要放置更長的時間 能力—良好的MH技術知識 MH政策和程序—不全面/不清楚 疲勞—這可能會對注意力產生不利影響	從地面抬起至腰部彎曲處。抬起時轉身，扭轉行李箱 重複性任務—大約150個螺栓需要插入每個法蘭上，經常導致升降機之間的休息或恢復時間不足	從法蘭頂部插入螺栓 不太需要精確的操作，無需將其固定在合適的位置以安裝螺帽，但是只有在可以從法蘭下方使用緊固工具時，這才有效 使用雙頭螺栓 兩端都有螺紋，兩端都有螺帽，可以從上方插入，從下方安裝螺帽，然後從上方擰緊 設備/工具 使用對塔壁/法蘭/鄰接螺栓有反作用的工具，以消除初次擰緊時對技術人員的反作用力 工作場所 在法蘭的整個圓周上提供秘密頻道—這可能包括臨時蓋，以使操作員能夠安全站立在提升孔等開口上 儘量減少提升螺栓的高度差—如果手動插入，應將螺栓盒放在桌子/手推車上，以避免彎腰撿起螺栓 物品 減輕要處理的物品的重量，例如<20公斤。確保要處理的物品易於抓握/牢固固定。設備包裝袋上有正確的標籤。彩色代碼袋（黑色、紫色、紅色、黃色、綠色）指示不同的重量，以確保技術人員請勿嘗試將重物誤拉 訓練 提供有關安全的適合任務和工作環境的MH訓練 當MH團隊處理操作時，提供溝通方案方面的訓練和指導（例如，將一個物體遞給站在下面的另一個人） 程序/政策 MH的政策和程序是全面的，根據良好實踐指南制訂並進行了適當的溝通。
操縱吊裝設備		如果物品未與起重機對準，則拖曳/拉動重物或大件物品。 從起重機卸扣附件上解開物品可能會導致手指或手被夾住	
在安裝螺帽之前將螺栓固定到位		如果從法蘭底側插入螺栓（以便於擰緊），則必須長時間地將它們支撐到位，直到安裝螺帽為止。 笨拙的姿勢，在腰部以下向上伸展，例如彎腰	
初步和最終收緊		使用諸如螺帽扳手、液壓扭力工具、液壓張緊工具之類的工具可能需要長時間的體力勞作才能將其固定到位	

2.10 施工任務——安裝起吊索具

2.10.1 情境

圖 **19**：起重作業

在WTG組裝過程中，在陸上預組裝和海上最終組裝過程中，主要部件都被提升到位。

儘管這些部件的尺寸和重量意味著可以通過起重機和/或其他機械設備來提升，但仍可能需要施工階段的技術人員手動放置用於提升操作的提升設備，例如起重機吊鉤、鉤環或鋼絲吊索。雖然某些吊裝設備（例如吊梁）太重而無法人工移動，因此直接由吊車吊起，但其他較輕的設備將被人工放置和連接。

總而言之，這項工作將涉及：

- 在起重機吊鉤和物品之間安裝起重設備系統；
- 通過起重機定位和手動引導相結合，將起重設備移動到所要求的位置以固定到物品上；以及
- 在完成移動之後，安裝並隨後拆下提升設備，這可能包括卸下和重新插入鉤環銷之類的物品。

2.10.2 潛在問題領域

起重設備（例如吊鉤，鉤環或鋼絲吊索）的重量為10 – 50 kg，但在連接物品時可能需要提升到位並固定住。

如果繩索或吊索呈垂直角度，則在連接或斷開物品時，提升設備將回落到垂直方向。這對技術人員提出了額外的要求，因為有必要在起重設備上施加水平力以保持其位置，然後在從物品上鬆開後對其進行引導。這要求技術人員在施加橫向力的同時將物品保持在靜止位置，以防止不受控制的擺動，因為這可能會造成受傷或設備損壞。

除了MH傷害外，如果人員被移動的物品擊中，在懸掛時搬運重物也可能導致其他擠壓和接觸傷害，可能是由卡住的物品突然釋放或風導致物品意外擺動等情況造成的。

事故案例

絞車操作：當機組人員將纏結的繩索重新排列在斗篷支架上時，絞車操作員開始絞車操作，導致手指受傷。

2.10.3 如何解決MH問題

表格 **10 :** 吊裝索具的關鍵任務、危害、**PIF**和風險控制措施的摘要

任務	PIF/風險因素	危害性	特定任務的風險因素
起重吊索、鏈條、吊鉤等	工作場所設計—起重設備與物品連接的相對位置，以及技術人員可以安全站立的位置 提升設備設計—附著在物品上需要採取的措施的程度和簡便性 環境/天氣—天氣惡劣、風/雨、照明不佳、冬/夜班的寒冷或黑暗 物品的性質—要舉起的物品的尺寸、形狀和重量 能力—良好的MH技術知識 MH政策和程序—不全面/不清楚	起重笨重的物品。物品的重量	預防 使用不需要手動安裝的起重設備。在每個裝配順序中重複使用的標準升降機為自動系統的開發提供了最大的機會。其中可能包括自動吊帶設備、遙控液壓卸扣或直接與物品接合的其他連接器之類的系統。此類系統的設計應確保連接不正確時容易察覺，且此類系統應具有故障保護功能，以便在負載下不會意外鬆開。除了提高安全性外，此類系統還可以提高效率。顯然，任何機械化或遠端控制的系統都需要採用故障保護設計，這樣它們就不會帶來意外鬆開物品的風險，也不會導致技術人員因插銷/把手的移動而受傷 緩解措施 起重設計 在設計階段，如果預見到需要提升設備的要求，則應設計出合適的方法。其中應該考慮將起重設備連接在何處以及如何進入這些位置。還應考慮可能需要進行調整的任何位置，例如使用鏈塊分配物品/調整部件的角度，尤其是因為這些位置高於提升設備連接到物品的位置。考慮到技術人員可能需要施加的力量，需要向任何此類位置提供秘密頻道
將起重設備裝卸到物品上		從起重機卸扣附件上解開物品可能會導致手指或手被夾住 操縱吊在起重機上的物件，並引導其上下移動。最初可能由伸展的上肢操作，可能高於頭部高度（例如，向上伸展，然後使用標記線） 由於起重設備（如鋼絲繩吊索）的運動受限而橫向拖曳物品，其重量和柔韌性比紡織吊索輕（因此更難定位），這意味著要在距人體一定距離的地方操縱物品 雨水浸泡的合成吊索可能會變重，因此在潮濕時更難處理	

表格 **10 :** 用於吊裝索具的關鍵任務、危害、**PIF**和風險控制措施的摘要（續）

任務	PIF/風險因素	危害性	特定任務的風險因素
將起重設備裝卸到物品上（續）			起重設備設計 以垂直連接為目標，最大限度地減少側向力，並在連接或分離物品時伸出來。例如，H形分佈梁（在清晰視圖中）允許垂直吊掛到項目的每個角落，而簡單的直梁如果連接到相同的點，則會涉及非垂直吊掛 物品 減輕要處理的物品的重量，例如<20公斤。確保要處理的物品易於抓握/牢固固定。設備包裝袋上有正確的標籤。顏色代碼袋（黑色、紫色、紅色、黃色、綠色）指示不同的重量，以確保技術人員請勿錯誤地拖拽重物 訓練 提供有關安全的適合任務和工作環境的MH訓練 當MH團隊處理操作時，提供溝通方案方面的訓練和指導（例如，將一個物體遞給站在下面的另一個人） 程序/政策 MH的政策和程序是全面的，根據良好實踐指南制訂並進行了適當的溝通。

3 結論

應通過識別、評估潛在風險並採取適當措施，來積極降低MH風險。好的做法包括制訂MH政策，並通過一系列適當的組織和管理安排將MH風險降至最低。

本文件提供案例研究，該研究基於對海上風力發電行業事故的分析、對海上風力發電行業活動樣本的評估、對法規要求的系統審查，以及對優良做法和利益相關方參與的觀察，包括G +成員的同行審查。

所述案例的一般關鍵經驗總結如下：

- 可以通過引入適當的設計解決方案來預防和減輕MH風險（例如，倉庫中有足夠的空間，拓寬開口以方便使用，改進設計以減少維護）。
- 需要良好的計劃實踐，例如盡可能取消重複要求，在人員之間輪換工作，使人員得以在耗費體力的任務之間進行適當的恢復。
- 建議使用適當的專業設備協助減輕MH風險。
- 提供適當的MH技術訓練，並根據任務和工作環境進行理想的自訂。
- MH的政策和程序是全面的，根據良好實踐指南制訂並進行了適當的溝通。

有效預防MH損傷還需要：

- MH的一項特定安全管理政策和一套程序，以確保系統管理風險，並承諾不斷改進。
- 注重通過設計消除和降低MH風險。
- 在無法消除MH的情況下，應用任務風險評估和任務特定解決方案。
- 使用動態風險評估方法，由於有許多不常見的任務、潛在的不可預見的任務，並且情況可能與安全工作系統（SSOW）中引用的有所不同。
- MH特有的職業健康（OH）監視和管理，尤其是用於識別有肌肉骨骼傷害風險的人，識別個人特有的其他防護措施，並能快速檢測和管理肌肉骨骼傷害和慢性病。
- 關於MH的支援性安全文化，尤其是遵守安全工作系統和使用動態風險評估取決於遠端工作人員的行為。

良好實踐指南將促進整個行業的一致性，該指南將為海上風電營運商提供針對特定WWT設計的任務建議，以降低人工處理事故的可能性。

附件 A
縮略語

ART	評估上肢的重複性任務
CTV	船員運送船舶
EC	歐洲理事會
EI	能源研究所
G+	G+全球離岸風力發電行業健康和安全性群組織
H&S	健康和安全
HSE	健康與安全部
IEA	國際人機工程學協會
MAC	人工作業評估表
MH	人工作業
MH&E	人工搬運和人機工程學
MHE	物料搬運設備
MHOR	人工作業程序
MP	單樁
MSD	肌肉骨骼疾病
OH	職業健康
O&M	操作和維護
PIF	績效影響因素
PPE	個人防護設備
RAPP	推拉風險評估
REBA	快速的全身評估
RSI	重複性勞損
RULA	快速上肢評估
SSOW	安全的工作系統
TP	過渡件
WTG	風力渦輪發電機

附件 B
參考文獻

Ergo Plus (www.ergo-plus.com)

分步指南：快速全身評估（REBA）

分步指南：快速上肢評估（RULA）

歐洲法規 **(www.eur-lex.europa.eu)**

1990年5月29日頒佈的理事會指令90/269 / EEC，關於有可能造成工人背部受傷的人工搬運貨物的最低健康和安全要求（指令第16條第1款所指的第四項個人指令 89/391/EEC）

2006年5月17日頒佈的關於機械的理事會指令2006/42/EC，並對指令95/16/EC進行了修訂（改寫）

G+全球離岸風力發電行業健康和安全性群組織 **(www.gplusoffshorewind.com)**

G + 2016事故資料包告

G + 2017事故資料包告

G + 2018事故資料包告

健康與安全部 **(HSE) (http://www.hse.gov.uk)**

HSE48 減少錯誤並影響行為

INDG143 工作中的人工作業：簡要指南

INDG171 在工作場所管理上肢疾病： 簡要指南

INDG383 人工作業評估表（MAC工具）

INDG438 上肢重複性任務評估（ART工具）： 僱主指南

INDG478 推拉風險評估（RAPP）工具

L113 安全使用起重設備《 1998年起重操作和起重設備法規》。核准的行為準則和指導

效能影響因素（PIF）

RR01 人為因素整合： 在陸上和海上行業中的實施

處理良好的海上人工作業解決方案

雜項

「人機工程學的定義和領域」，國際人機工程學協會，www.iea.cc

Pheasant S.， 人機工程學和工作設計。人體空間人體測量學

英國政府（**www.legislation.gov.uk**）

人工作業程序

Energy Institute
61 New Cavendish Street
London W1G 7AR, UK

t: +44 (0) 20 7467 7100
f: +44 (0) 20 7255 1472
e: pubs@energyinst.org
www.energyinst.org

9781787252370

ISBN 978 1 78725 237 0
Registered Charity Number: 1097899