

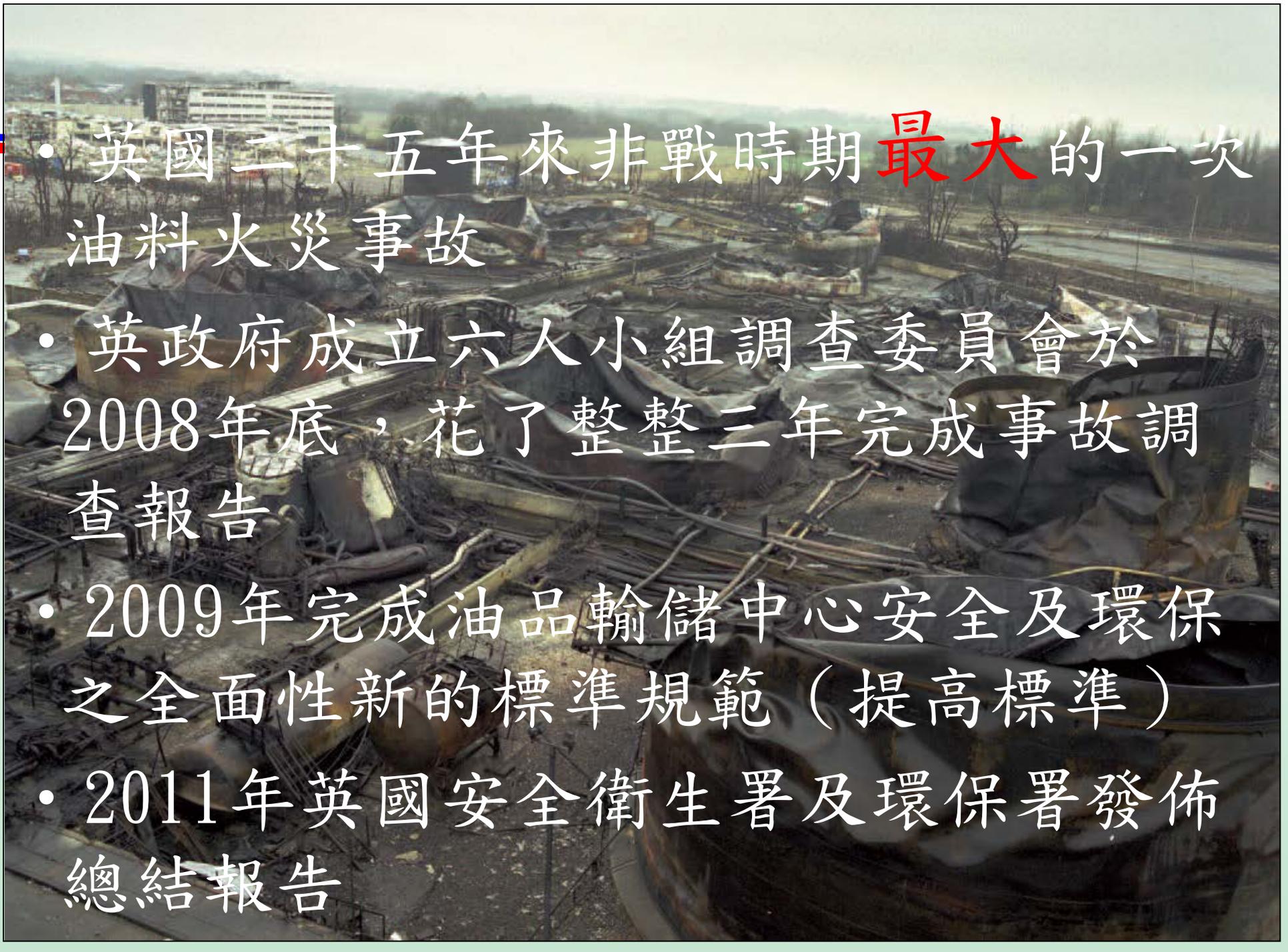


英國 Buncefield 輸儲中心 大火及爆炸事故

中油公司事故案例工作小組

102/11/11-12

2013年中油公司安全衛生觀摩研討會

An aerial photograph of an industrial site, likely an oil storage terminal, showing several large cylindrical storage tanks. A significant portion of the site is covered in black, charred debris, indicating a major fire. In the background, there are some buildings and a road. The sky is overcast.

- 英國二十五年來非戰時期**最大**的一次油料火災事故

- 英政府成立六人小組調查委員會於2008年底，花了整整三年完成事故調查報告

- 2009年完成油品輸儲中心安全及環保之全面性新的標準規範（提高標準）

- 2011年英國安全衛生署及環保署發佈總結報告



災情嚴重

- 爆炸導致方圓八公里範圍內的建築不同程度受損。
- 共持續燒了60多個小時。
- 近兩千人避難疏散，學校停課兩天，附近道路關閉達數月之久，油庫設施大部分損毀，成為廢墟。



Buncefield 災後情形



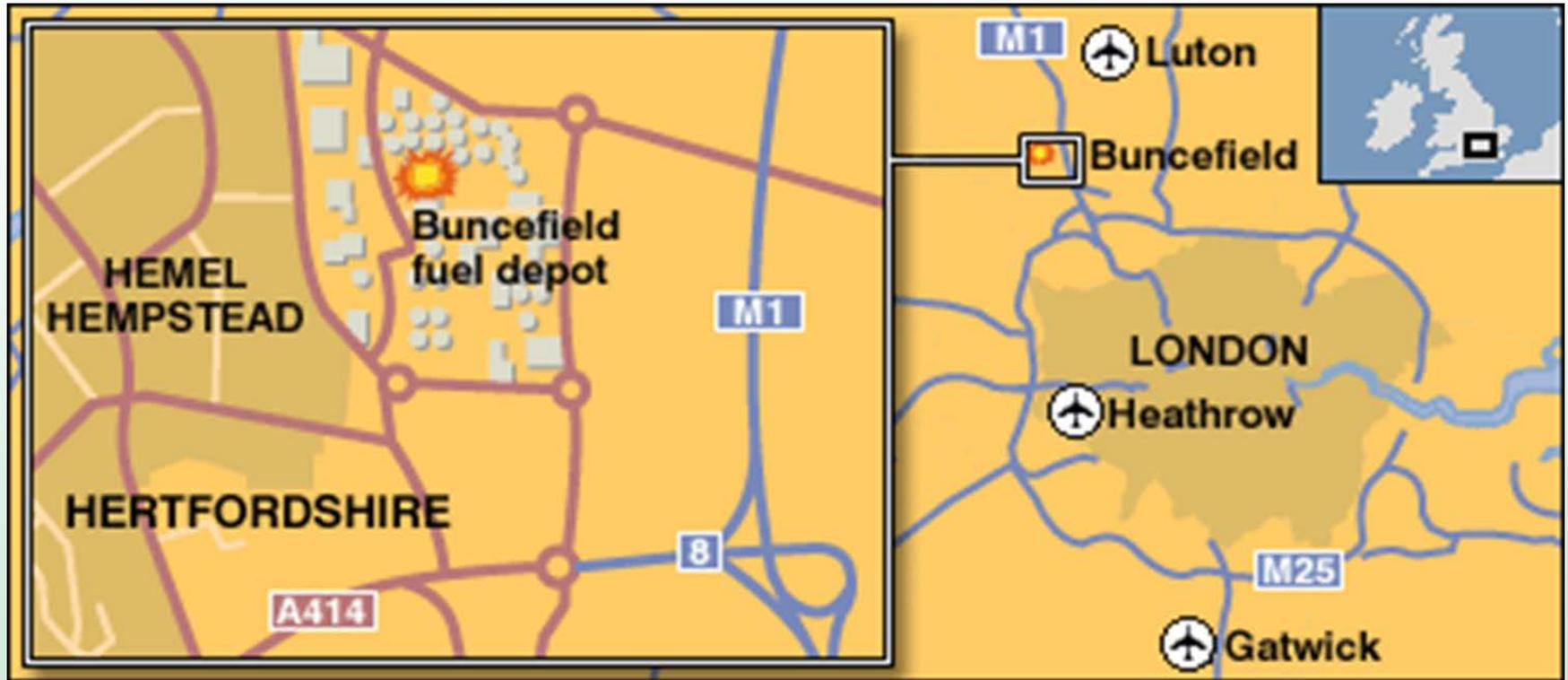


背景介紹：輸儲中心





背景介紹：地理位置

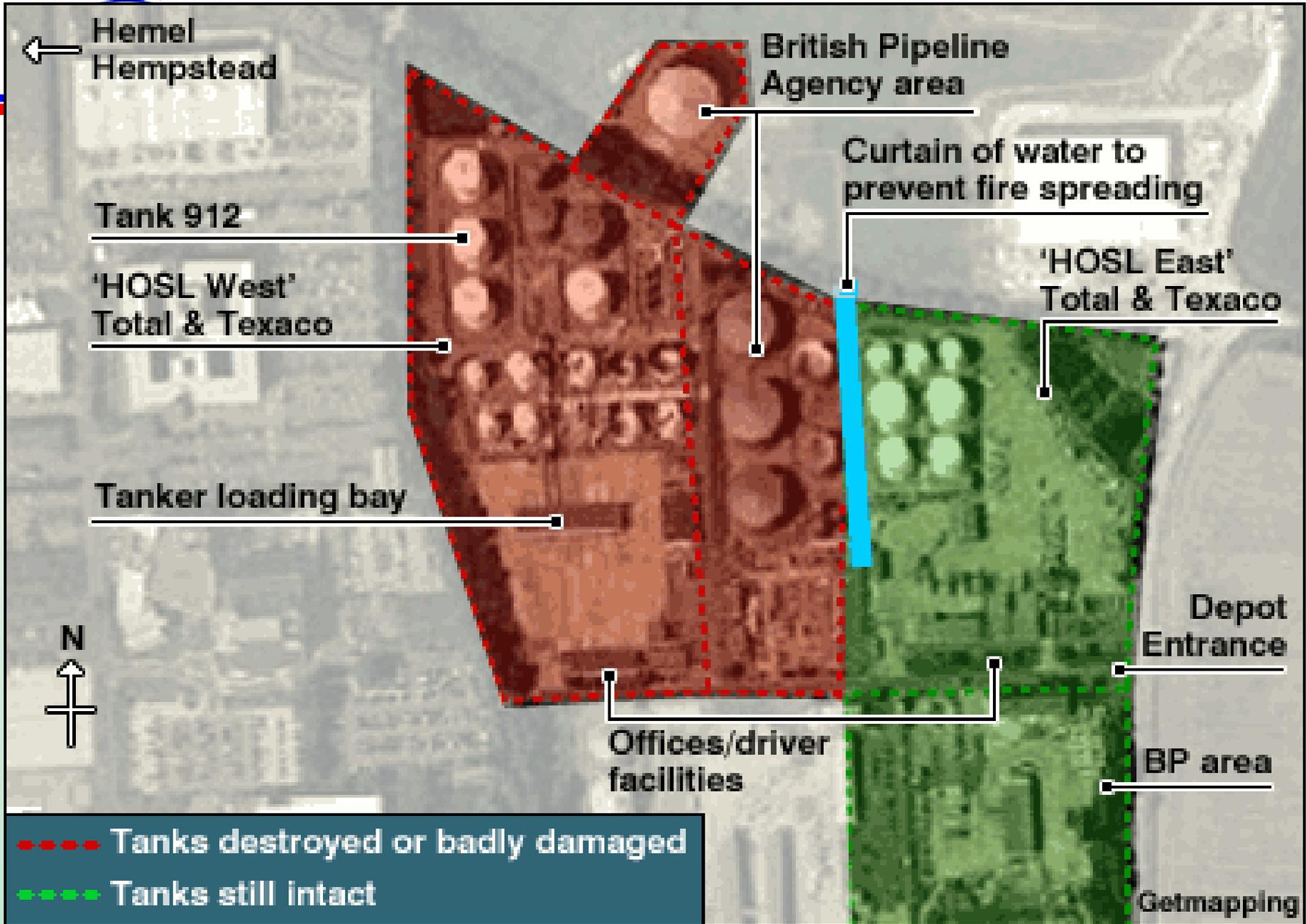


位於倫敦的東北部，負責英格蘭東南部及各機場油料供應



背景介紹

- 1968年開始營運，儲存容量為27萬公秉油料，包含汽油、柴油、煤油以及航空燃油，佔英國 8%的油料供應量。**是英國第五大油庫。**
- 屬Total公司（60%）和美國Texaco公司（40%）合資企業Hertfordshire石油儲備公司（HOSL）所有。
- BP公司和Shell公司也租用這個油庫。





事故摘要

- Buncefield輸儲中心內浮頂油槽（代號912，容量6000M³）於當地時間2005年12月10日（星期六）午夜，開始以長途管線接收無鉛汽油
- 於11日（星期日）清晨約5:30，因系統中液位計至3:05指示仍顯示水平線，未能顯示實際上升液位



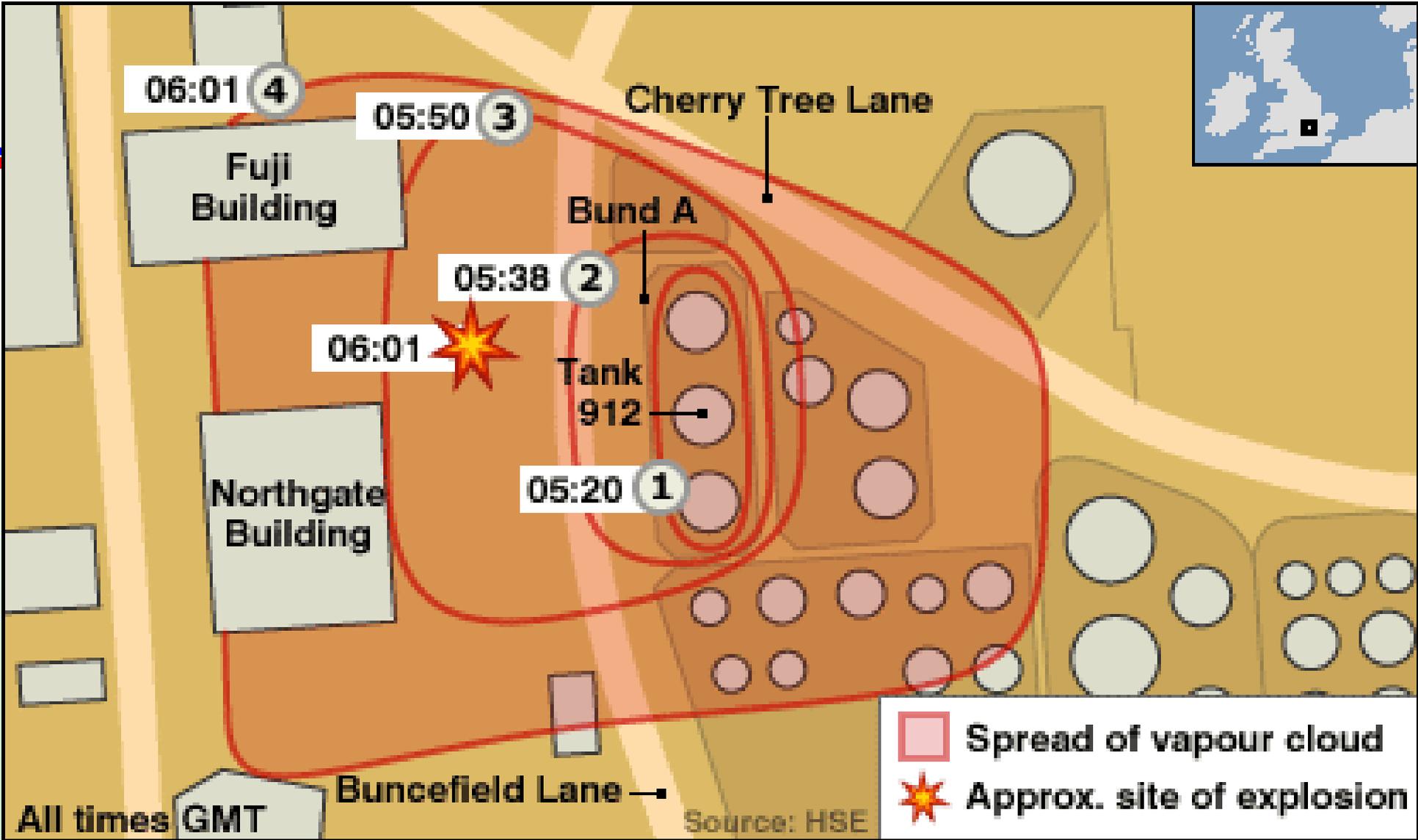
- 而該液位計上所設定三種液位警報：使用者液位(user level)、高液位及高高液位警報，亦因液位計卡住失效，未能發出警報，控制室人員未注意異狀
- 又獨立式高液位開關不知也已失效，致汽油溢流沿著槽壁流至防溢堤內，此時亦無人從現場監視器發現，油品持續溢流出



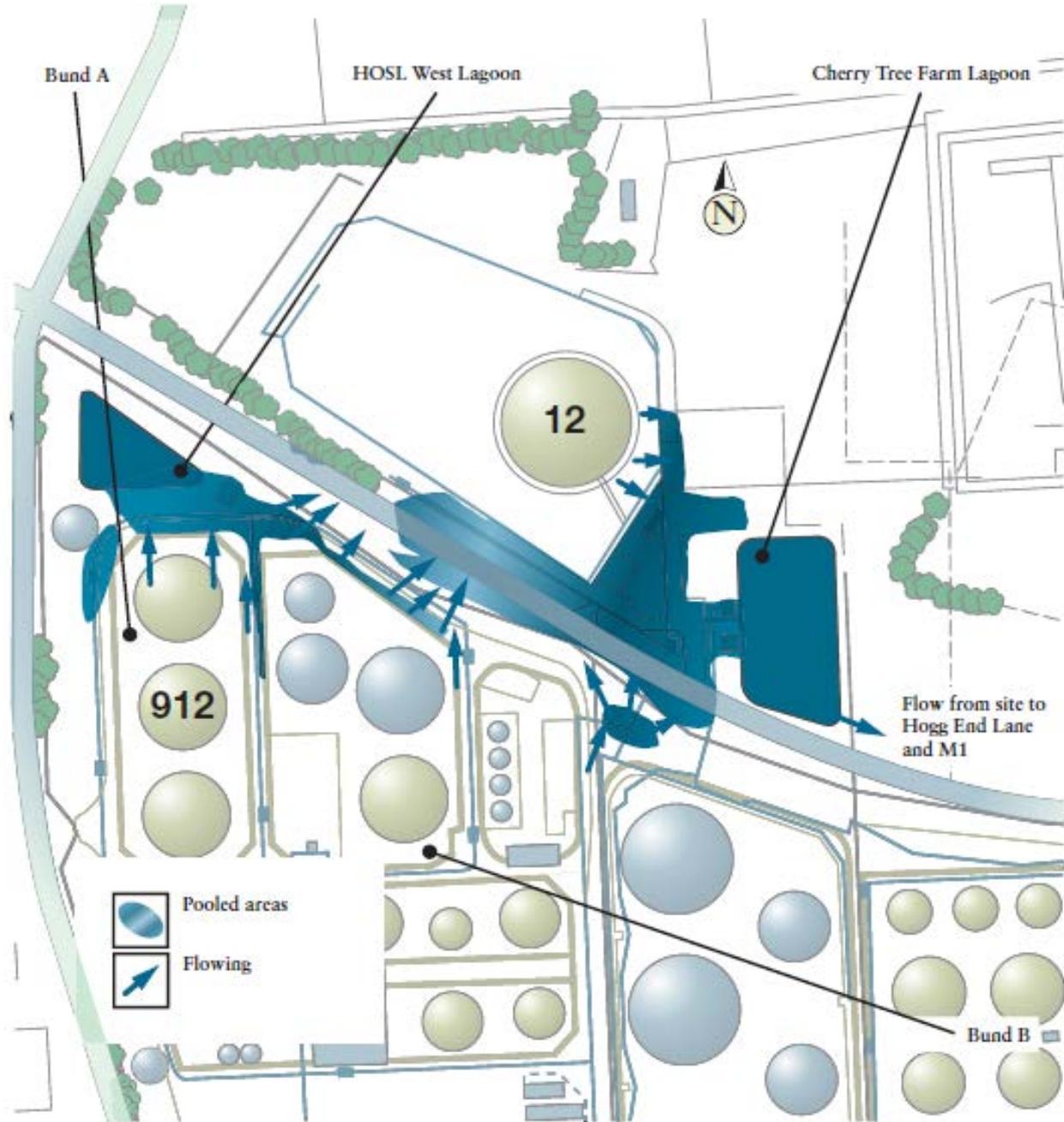
現場監視器顯示蒸氣雲逐漸擴散



- 6:01此巨大蒸氣雲被廠外加油之油罐車司機發現，立即告知油庫人員，按下警報器並開啟消防泵，幾乎就在同時產生第一個大爆炸
- 爆炸威力非常強勁，附近建築物及油槽等嚴重損毀，方圓八公里之建築物都受到波及，隨後更多的爆炸並引起大火，臨近20個大型油槽陷入火海中



蒸氣雲擴散情況及可能之爆炸時間與地點



火災時油品溢出示意圖



人員傷亡及財物損失情形

- ✓ 人員傷亡：43人受傷。
- ✓ 財物損失：估計總損失約英磅10億元。包括梅蘭工業區損失約為英磅1.5億元；因油品供應量受影響，附近機場營運損失約英磅2億5千萬元；其他無法量化的損失如道路關閉影響交通、貨運、製造、採購等。
- ✓ 2010年7月16日經法院判處五家公司對本次事故失責，包括Total公司、HOSL公司、BPA公司等共計處罰超過400萬英磅，而訴訟之社會成本亦超過400萬英磅。



現場及臨近梅蘭工業區災損形況



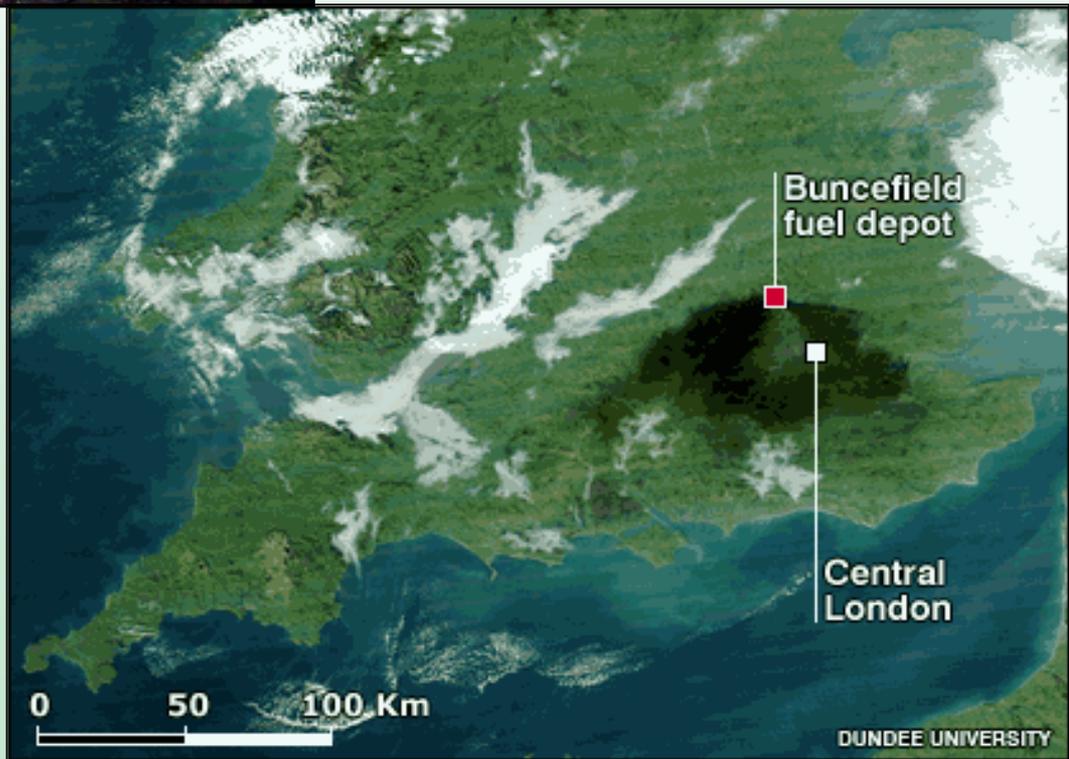
環境污染

- 大火造成的黑煙進入大氣中飄至幾千英哩遠，黑煙在空中緩慢彌漫，形成毒雲、黑雨以及有害空氣嚴重影響倫敦和英格蘭東南部廣大居民的身體健康。
- 油庫爆炸造成了嚴重的水土污染，預估復育需十年以上時間。



大火造成的黑煙進入
大氣中造成空氣污染

大火造成的大量黑煙
顯像在衛星站照片上





災情及影響

- 爆炸導致方圓八公里範圍內的建築不同程度受損，劇烈程度相當於**2.4級地震**。
- 共持續燒了**60多個小時**，總共近1000名消防人員投入救災工作，使用**1.5萬噸水**以及**250噸消防泡沫原液**。
- 近兩千人避難疏散，學校停課兩天，**630家公司****16500名員工營運**受到影響，附近道路關閉達數月之久，油庫設施大部分損毀，成為廢墟。



救災中消防水線搭接照片



事故原因分析

直接原因：

汽油自油槽溢出油氣與空氣混合形成巨大可燃性蒸氣雲遇**火源**（可能為緊急消防泵房內之泵浦啟動、緊急發電機啟動等）引起爆炸

蒸氣雲爆炸之威力之範圍特別大之原因：

庫區內及週邊茂密的樹叢是產生巨大的異常高壓的原因



事故原因分析

間接原因：

- 1) 912油槽(圖十五)之液位計自2005年8月開始即有間歇性**14次卡住**的問題，卻無人負責及有效解決問題。
- 2) 912油槽之液位計（會直接顯示在控制室顯示器上）於事故當日**3:50即卡住不再隨進油量上升而保持水平指示**，但控制室人員未發覺異常立即處置，故即使實際液位超過高液位設定值，也不會發出警報。



事故原因分析

間接原因(續)：

- 3) 「獨立高液位警報器 (Independent High-Level Switch, IHLS)」亦失效，致油品沿著槽壁流至防溢堤內：此裝置於2004年7月1日更新，但設計廠商未告知安裝廠商有部份已更動而安裝錯誤，而使用維護上之重要訊息並未有效傳達現場人員充分了解，致此裝置無法有效運作。



事故原因分析

間接原因(續)：

- 4) 油槽防液堤內未設置漏油及可燃性氣體偵測器以提早警示及緊急處理。
- 5) 現場監視器顯示有白霧狀蒸氣雲聚積（直徑約360公尺），但無人發現，未能即時處置關斷進油泵。
- 6) 部分管線穿越防溢堤處未予適當密封，油品自孔隙漏出而四散



管線穿越防溢堤處未予適當密封



基本原因分析及改善

基本原因：

油槽卸收安全作業標準不完善



改善對策：

訂定完善之油槽卸收安全作業標準(油槽收油在液位計失效下，如何估計油槽可能上升液位及加強現場檢查次數)，詳細說明油槽卸收準則(即油槽收油時機及條件)及附加之安全防護措施、如溢油之通報及處置、溢油事故原因調查等。



基本原因分析及改善(續)

基本原因：

對於液位計、IHLS等重要設備未有完善的維護保養及檢查制度。



改善對策：

- IHLS及液位計裝置重新設計確保其安全防護功能，安裝、測試、使用及維護均要有詳細說明手冊及教育訓練人員。
- 高液位偵測警報及自動關斷裝置之設計必須確保安裝之後能正常運作達到預期功效，並教導傳達相關安裝測試及使用維護知識，讓相關人員充分了解。



基本原因分析及改善(續)

基本原因：

油槽防溢系統及防溢堤之設計不週全（圖十八），無污水(油)處理之第三道防線。

因輸儲處理量增加，人員工作量及工作壓力相對增加，忽略安全管理及落實。



改善對策：

重新檢討防溢堤設置標準規範，並落實執行。

檢討人力運用並加強危害認知及風險管理教育訓練。



基本原因分析及改善(續)

基本原因：

- 消防水泵房離油槽太近，位置不當，且消防水量無法供應多個油槽火災。
- 針對類似重要大型油品輸儲中心，政府未就風險管理概念訂定更高的設置、管理及緊急應變等標準以防止類似意外發生。



改善對策：

- 重新檢討油庫之儲油涵容量、消防水源設置及類似事故救災廢水之處理等並作風險評估。
- 消防水泵房與油槽間須保持安全距離。
- 油槽防液堤內設置漏油及可燃性氣體偵測器。
- 訂定高標準之油品輸儲中心安環設施設備及操作管理規範

Safety and environmental standards for fuel storage sites

Process Safety Leadership Group
Final report

First published 2009

Contents

| | |
|--|-----|
| Foreword | 7 |
| Introduction | 9 |
| Scope and application | 11 |
| Summary of actions required | 14 |
| Part 1 Systematic assessment of safety integrity level requirements | 22 |
| Part 2 Protecting against loss of primary containment using high integrity systems | 25 |
| Part 3 Engineering against escalation of loss of primary containment | 37 |
| Part 4 Engineering against loss of secondary and tertiary containment | 42 |
| Part 5 Operating with high reliability organisations | 62 |
| Part 6 Delivering high performance through culture and leadership | 64 |
| Conclusion | 66 |
| <i>Appendices</i> | |
| Appendix 1 Mechanisms and potential substances involved in vapour cloud formation | 67 |
| Appendix 2 Guidance on the application of layer of protection analysis (LOPA) to the overflow of an atmospheric storage tank | 82 |
| Appendix 3 Guidance on defining tank capacity | 125 |
| Appendix 4 Guidance on automatic overflow protection systems for bulk gasoline storage tanks | 129 |
| Appendix 5 Guidance for the management of operations and human factors | 142 |
| Appendix 6 Emergency planning guidance | 197 |
| Appendix 7 Principles of process safety leadership | 244 |
| Appendix 8 Process Safety Forum: Governance and terms of reference | 247 |
| Appendix 9 BSTG report cross reference | 249 |
| Appendix 10 Acknowledgements | 252 |
| References | 256 |
| Abbreviations | 264 |
| Further information | 267 |



學習重點

- 液位計為油槽重要設備，應有完善的維護保養及檢查制度，確保在正常運作狀態。
- 油槽應設置漏油偵測器，輕油類另加設氣體偵測器。
- 防溢堤確保密封完整性，如有縫隙應立即以合格材質補正。
- 收發油量雙方要密切連繫對帳，並定期巡視。



參考資料

1. Buncefield: Why did it happen? 11 December 2005, COMAH., 2011. (
<http://www.hse.gov.uk/comah/buncefield/buncefield-report.pdf>)
2. GexCon公司模擬及實驗影片說明，英文：
<http://www.youtube.com/watch?v=fDVdipBgKSY>；中文：
<http://www.tudou.com/programs/view/q2-4rIHA9I4/?fr=rec1>
3. The Buncefield Incident 11 December 2005, the final report of the Major Incident Investigation Board, Vol, 2008. (
<http://www.buncefieldinvestigation.gov.uk/reports/volume1.pdf>)
4. Safety and environmental standards for fuel storage sites--Process Safety Leadership Group Final report, HSE Books, 2009. (
<http://www.hse.gov.uk/comah/buncefield/fuel-storage-sites.pdf>)



誌謝

本公司事故案例小組成員：

李榮源、吳芳枝、陳萬鼎、曾玲玲、張慶賢、黃英堅、
董良明、蔡見能、蘇俊吉

徐錦源、洪俊銘、張振芳、吳晴曦、施學堯、許英福、梅競
歐金忠、陳坤、左克東、葉日春、陳昭富

完成案例教材

- 工安事故動態模擬互動教學光碟一套及書
- 工安事故案例彙集(一)~(四)，本案例收在(五)中
- 看事故學工安



報告完畢

敬請指教