

DOI:10.53106/230674382024051132006

本譯文取材自軍事評論 (MILITARY REVIEW) 〈Analysis of Land Army Maintenance Techniques in the War in Ukraine〉，  
2023年6月出版，屬公開出版品，無版權限制。

## 俄烏戰爭中地面部隊 維修技術分析

譯者/陳駿穎

審者/李亞偉、張枝成、墨海門

### 提要

- 一、本文分析俄烏戰爭初期雙方支援地面作戰的作戰技術系統維護情況。在可能的  
情況下，國家的軍需工業生產能量將因此啟動，而在軍團層級，維修系統的技  
術潛力植基於四項主要元素：救濟車、配備通用設備的移動車間、特殊工具套  
組以及備份零件套組。
- 二、首先分析俄烏雙方軍事工業修護能力，再以歷史實例點出如修復損壞與缺陷作  
戰裝備、基本維保不良、野戰環境的維保、系統現代化的弱點等重要維保問  
題。最後分析俄烏戰爭期間雙方技術竊取與作戰系統的種類及複雜性導致之維  
修問題。
- 三、結論指出本場戰爭最重要教訓之一，乃是需要統一技術系統的所有要素。依北  
約標準，此稱為盟國間作業互通能力，俾求達到最高水準相容性，意即彈藥、  
燃料、補給和勤務系統的互換性水準。

關鍵詞：俄烏戰爭、後勤、維修、維修技術

圖片來源：Shutterstock



## 壹、前言

依戰場首批影像顯示，俄烏戰爭主要呈現技術化的特徵。於作戰行動中，俄羅斯和烏克蘭雙方均使用大量的戰車、裝甲車輛和火炮系統。然依各種未經證實之消息，到七月初，雙方均遭受大量作戰裝備的損失。<sup>1</sup> 大量照片顯示這些損失（如圖一），但在此不提供數據。依歷史教訓，受到戰爭中種種扭曲因素的影響，

包含戰爭迷霧、一廂情願的想法、明目張膽的謊言等，對戰鬥損失的估計多不可靠。<sup>2</sup> 因此，本文透過分析戰爭初期雙方支援地面作戰的作戰技術系統維護情況，試圖估算作戰裝備的損失情形。

戰車、裝甲車、卡車和武器系統，除遭受戰鬥損壞之外，往往因密集使用和壓力增加的情況下出現故障。宥於前述裝備無法不斷更換，作為機械化戰鬥後勤的重要組成部分，「維修與大修」應予



圖一 哈爾科夫地區一輛損壞的主戰戰車

資料來源：法新社

- 1 Ministry of Defence of Ukraine, “Total Combat Losses of the Enemy from 24.02.2022 to 24.07.2022,” Ukraine Government Portal, 24 July 2022, accessed 28 February 2023, <https://www.kmu.gov.ua/en/news/zahalni-boiovi-vtraty-protyvnyka-z-24022022-po-24072022>.
- 2 Jeff Schogol, “The US and NATO Disagree over an Estimate of 2022,” accessed 28 February 2023, 2022, accessed 28 February 2023, <https://taskandpurpose.com/news/ukraine-nato-united-states-russian-casualties/>.

以分析。如使用相對老舊之M1A1戰車的裝甲營，於1999至2001年間，其在美國陸軍國家訓練中心的輪調訓練中，僅達平均74%的戰備程度；且22個營中更有4個營的戰備程度不到70%（通常這被認為是戰備程度的臨界點）。<sup>3</sup> 在戰鬥條件下，維修之重要性可由法國維修專家的說法所見一般：部隊中高達三分之一的戰車常常出現故障並需要進行修復。<sup>4</sup>

武器系統的維修體系與一般非軍事用途時需要使用顯著不同的技術資源。<sup>5</sup> 在可能的情況下，國家的軍事工業整修能力將被啟動，而在軍團層級上，維修系統

的技術潛力基於4個主要元素：救濟車、配備通用設備的移動車間、特殊工具套組以及備份零件套組。<sup>6</sup>

## 貳、烏克蘭和俄羅斯的軍事工業修護能力

俄烏雙方均可由迅速修復故障的裝甲車輛和大規模翻新舊的蘇聯時代庫存以減輕各自的重大損失，然如何進行修復，並由誰來完成呢？<sup>7</sup> 又嚴重損壞須進行全面的大修工作，需配備有起重機和專門的車間設施，以用於處理複雜系統

- 3 Eric Peltz et al., “The Effect of Age on the M1 Tank: Implications for Readiness, Workload, and Recapitalization” (research brief, Santa Monica, CA: RAND Corporation, 2019), accessed 22 January 2023, [https://www.rand.org/pubs/research\\_briefs/RB3032.html](https://www.rand.org/pubs/research_briefs/RB3032.html).
- 4 Agence France-Presse, “Logistical Challenge Looms for Ukraine over Promised Tanks,” France24, 13 January 2023, accessed 28 February 2023, <https://www.france24.com/en/live-news/20230113-logistical-challenge-looms-for-ukraine-over-promised-tanks>.
- 5 Army Techniques Publication 4-33, Maintenance Operations (Washington, DC: U.S. Government Publishing Office, 2019), 1-1, accessed 26 December 2022, [https://armypubs.army.mil/epubs/DR\\_pubs/DR\\_a/pdf/web/ARN19571\\_ATP%204-33%20C1%20FINAL%20WEB.pdf](https://armypubs.army.mil/epubs/DR_pubs/DR_a/pdf/web/ARN19571_ATP%204-33%20C1%20FINAL%20WEB.pdf).
- 6 Tomasz Smal and T. Smoła, “Transition Modification of Mobile Workshops System – Polemic Article,” in *Deterioration, Dependability, Diagnostics*, ed. Rosická, Zdena, Jiří Stodola, and Jiří Šťastný (Brno, CZ: University of Defense, 2011), 130.
- 7 John Hall, “Perhaps They Should Have Held on to Them: Hundreds of Rusting Tanks Abandoned in Secret Ukrainian Depot Unveiled as Russia’s Armored Vehicles Line Its Streets,” Daily Mail (website), 3 March 2014, accessed 28 February 2023, <https://www.dailymail.co.uk/news/article-2572149/Stunning-images-huge-abandoned-tank-graveyard-Ukraine-machines-come-retirement-tensions-Russia-continue-escalate.html>.

並提供地面保護，故僅能在固定的工廠中進行。<sup>8</sup>

承平時，進行全面大修可能成本過高。<sup>9</sup> 然戰時在可能無法新生產之條件下，進行設備大修的能力是任何軍隊持續戰鬥的關鍵之一。對俄羅斯和烏克蘭而言，更重要的是將多年來一直在車輛墳場上生鏽的戰車和戰鬥車輛重新啟用。<sup>10</sup>

### 一、烏克蘭的能力

前烏克蘭蘇維埃社會主義共和國以前擁有發達的軍工複合體和眾多可動員進行大規模軍事裝備修復的工業。烏克蘭多數的修復設施係繼承自前蘇聯，許多軍工廠和大修設施均得以保存。<sup>11</sup> 此

外，2014年後，該國出現幾家主要從事裝甲車輛生產和修復工作的新公司。<sup>12</sup>

在俄羅斯侵略前，烏克蘭約有二十家大型企業從事車輛和裝甲車輛的生產、現代化和修復工作，如哈爾科夫莫羅佐夫機械設計局（Kharkiv Mechanical Design Bureau Morozov）、馬里舍夫工廠（VA Malyshev Factory）、基輔裝甲工廠等企業（Kyiv Armored Factory）。這些企業遍布全國各地。自蘇聯時代以來，大規模的軍工廠集中在基輔（Kyiv）和哈爾科夫（Kharkiv）；哈爾科夫一帶以其傳說般的蘇聯戰車建造學派而聞名。<sup>13</sup> 其計畫包含生產許多新型號和修改某些著名型號。<sup>14</sup> 除對烏克蘭武

8 Darko Petković, Marinko Aleksić, and Petar Stanojević, *Maintenance Concepts* (Zenica, BA: University of Zenica, Faculty of Mechanical Engineering, 2020), 96.

9 Marinko Aleksić, Darko Petković, and Petar Stanojević, *RCM-Reliability Centered Maintenance* (Zenica, BA: University of Zenica, Faculty of Mechanical Engineering, 2011), 118.

10 Ibid 7.

11 Alexey Volynets, “Military-Industrial Inferiority Complex” [in Russian], *Russian Planet*, 13 December 2014, accessed 27 December 2022, <https://mashnews.ru/bronetankovaya-otrasl-ukrainyi-do-80-krupnyix-predpriyatij-blokirovanyi-ili-pod-kontrolem-rf.html>.

12 “Map of the Armored Industry of Ukraine: Up to 80% of Large Enterprises Are Blocked or under the Control of the Russian Federation” [in Russian], *MashNews*, 14 March 2022, accessed 14 March 2022, <https://mashnews.ru/bronetankovaya-otrasl-ukrainyi-do-80-krupnyix-predpriyatij-blokirovanyi-ili-pod-kontrolem-rf.html>.

13 Ibid.

14 Roman Pagulych, “Losses in the War: How the Ukrainian Armor Suffered and How the Army Is Strengthened” [in Russian], *Crimea Realities*, 16 June 2020, accessed 28 February 2023, <https://ru.krymr.com/a/chem-usilivayut-ukrainskuyu-armiyu/30674187.html>.

裝部隊的供應至關重要外，其維修系統還相當複雜。<sup>15</sup>

2022年5月期間，俄羅斯摧毀基輔、哈爾科夫以及烏克蘭內陸的軍工基地和大型維修設施。<sup>16</sup>在北方作戰初期，由於對基輔和哈爾科夫這些城市的部分包圍，這些地方既無法接收受損車輛，也無法將新的或已修復的武器和武器系統送往前線。

依現有資訊，烏克蘭20家最大裝甲車輛企業中，多達20%繼續或試圖繼續正常運作，透過遷至安全地區或在城區使用合適的民用設施進行修復工作。<sup>17</sup>來自烏克蘭的消息指出，這些設施每天能

以100%的生產進度完成工作。<sup>18</sup>另除修護烏克蘭設備外，他們還掌握修理俘虜來自俄羅斯的設備之技術。<sup>19</sup>

在設備維修中，關鍵因素之一是擁有和管理全面翻修和生產文件。自戰爭開始以來，烏克蘭始終致力於增強該國網路的彈性，這對維護和保護文件是重要的；數位化文件的管理是在烏克蘭以外的「雲端倉庫」上進行並持續維護。<sup>20</sup>烏克蘭還接收部分SpaceX的星鏈（Starlink）收發器，以確保安全的衛星通訊。<sup>21</sup>

由於每天受到砲擊，可假設在持續的敵對行動中，烏克蘭的軍工複合體將

15 “Map of the Armored Industry of Ukraine.”

16 Jack Detsch and Robbie Gramer, “Russian Troops Are Taking Putin’s Orders to Demilitarize Ukraine Literally,” Foreign Policy (website), accessed 28 February 2023, <https://foreignpolicy.com/2022/05/04/russia-demilitarize-ukraine-arms-facilities/>.

17 Ibid 15.

18 Elena Roshchina, “Ukroboronprom Has Mastered the Repair of ‘Captured’ Military Equipment of Russians” [in Russian], Pravda(website), accessed 28 February 2023, <https://www.pravda.com.ua/rus/news/2022/03/29/7335426/>.

19 Kelsey Vlamis, “Mechanics in Ukraine Are Repairing Russian Tanks That Were Damaged and Captured in Battle So They Can Be Used by Ukrainian Forces,” Business Insider, accessed 28 February 2023, <https://www.businessinsider.com/ukraine-mechanics-repair-russian-tanks-for-use-by-ukrainian-forces-2022-5>.

20 Ibid 18.

21 Tara Copp, “Five Reasons Why Russian Forces Are Struggling in Ukraine,” Defense One, 1 March 2022, accessed 28 February 2023, <https://www.defenseone.com/threats/2022/03/five-reasons-why-russia-struggling-ukraine/362636/>.

繼續衰退；但前提是俄羅斯擁有足夠的遠程巡弋飛彈。<sup>22</sup>美國國會某報告則證實，俄羅斯對生產基地發動的飛彈襲擊嚴重損害烏克蘭維修和維護軍事設備的能力。<sup>23</sup>

## 二、俄羅斯的能力

在冷戰時期，俄羅斯保持大規模生產戰車和裝甲車輛的能力。<sup>24</sup>依俄羅斯提供的資訊，目前最大的戰車生產商是烏拉爾火車廠（UralVagonZavod，如圖二），惟其目前並未生產預定數量的戰車，而是專注於修復損壞的作戰設備。<sup>25</sup>



圖二 俄羅斯下塔吉爾的烏拉爾機車廠 (UralVagonZavod)

資料來源：Wikimedia Commons

22 Ibid 15.

23 Dan DeLuce, “The West Should Help Ukraine Get More Russian-Made Weapons and Ammo from Around the World, a Think Tank Says,” NBC News, 6 July 2022, accessed 28 February 2023, <https://www.nbcnews.com/news/military/west-help-ukraine-get-russian-made-weapons-ammo-world-think-tank-says-rcna36809>.

24 “Soviet Armored Vehicle Industry,” Global Security, accessed 25 June 2022, <https://www.globalsecurity.org/military/world/russia/industry-ground-intro.htm>.

25 Boyko Nikolov, “Russia Doesn’t Produce Tanks, Uralvagonzavod with Half Production,” BulgarianMilitary.com, 8 July 2022, accessed 28 February 2023, <https://bulgarianmilitary.com/2022/07/08/russia-doesnt-produce-tanks-uralvagonzavod-with-half-production>.

另一家大型生產商是車里雅賓斯克牽引車廠 (Chelyabinsk Tractor Factory)。<sup>26</sup> 然據報導，其因國際制裁限制該公司購買零附件，而失去生產戰車的能力。<sup>27</sup>

烏克蘭國防部的主要情報單位報告指出，俄羅斯維修工廠的主管拒絕修復從烏克蘭戰爭中運回的嚴重燒毀的設備（主要是指戰車和裝甲步兵載具），主因是許多裝備遭燒毀且運回時帶著燒焦的屍體，其修理工作不僅須耗費昂貴的清潔工作更消耗士氣。<sup>28</sup> 報告更指出，這類修復工作缺乏零附件及資金。然目前尚

未有來自俄羅斯官方的確切資訊。<sup>29</sup>

依烏克蘭情報機構的說法，可能係因無法修復解繳軍事裝備的問題，最近俄羅斯已開始完全動員境內公司以支援其作戰能力。<sup>30</sup> 依俄羅斯法規，現在要求這些公司在軍事情況下與政府簽訂合約以完成政府訂單，意即「要進行夜班、在假日和週末工作，以及調整假期」。<sup>31</sup> 然在俄羅斯，以軍事條件締結的合約並不提供加班工作補償。烏方表示，這項法律證實俄羅斯將從國家儲備、動員能力和各地點進行物資供應。

26 Hleb Kanevsky, "Putin's Favorite Factory. Tanks of the Largest Producer of the Russian Federation Have Been Under Sanctions Since 2014, But They Travel in Ukraine. How Did It Happen?" [in Ukrainian], Forbes Ukraine, 10 May 2022, accessed 28 February 2023, [https://forbes.ua/inside/ulyubleniy-zavod-putina-koli-vin-pide-na-dno-100520225933?fbclid=IwAR1CK-KLp\\_C2IQ46IFLAZE98nOqanbQjBFD7v-VfELu\\_j9lJEctrwXaTgDak](https://forbes.ua/inside/ulyubleniy-zavod-putina-koli-vin-pide-na-dno-100520225933?fbclid=IwAR1CK-KLp_C2IQ46IFLAZE98nOqanbQjBFD7v-VfELu_j9lJEctrwXaTgDak); "Chelyabinsk Tractor Plant-Uraltra? Ltd," Army Guide, accessed 28 February 2023, <http://www.army-guide.com/eng/firm1366.html>.

27 "Russia's Only Tank Factory Closes," Rebellion Research, 27 March 2022, accessed 28 February 2023, <https://www.rebellionresearch.com/russias-only-tank-factory-closes>.

28 Boyko Nikolov, "Burnt Tanks Return to Russia, Repair Plants Refuse Repairs," BulgarianMilitary.com, 6 July 2022, accessed 28 February 2023, <https://bulgarianmilitary.com/2022/07/06/burnt-tanks-return-to-russia-repair-plants-refuse-repairs/>.

29 Ibid.

30 "Russia: New Law Obliges Companies to Assist Govt. with War Mobilization," Business & Human Rights Resource Centre, 26 September 2022, accessed 27 December 2022, <https://www.business-humanrights.org/en/latest-news/russia-new-law-obliges-multinational-cos-to-assist-with-war-mobilization/>.

31 Ibid 28.

## 參、修復損壞與缺陷作戰裝備

要修復損壞或有缺陷的作戰裝備，首先須將其疏散到安全地區；這可能非常困難。戰爭初期有個非常引人注目的例子，係一支由俄羅斯戰車、裝甲車輛和自走砲組成的車隊停在基輔附近。依英國國防部的資料，該車隊被停滯之部分原因除烏方頑強抵抗外，多是俄羅斯因機械故障而無法回收和修復損壞的車輛。<sup>32</sup>

從戰場上回收損壞的資產和系統是一項非常重要的任務。這需要將損壞的車輛拖曳到安全的距離外，且具有維修和保養設施的地方。儘管在團級或旅級有較多的救濟車輛；俄羅斯的營戰術群有多達一千名士兵，平均卻只有一輛重型BREM-1和一輛輕型BREM-2救濟車。<sup>33</sup>

烏克蘭軍隊使用相同或經現代化改良的救濟車輛。<sup>34</sup>在短程作戰中，這並不是問題。戰鬥編組具備有一定的建制能力，在其所在的戰場區域內建立有效的安全防護。救濟車輛可在最少的護衛下迅速接載損壞裝備，因友軍部隊總伴隨在左右。短程拖曳的距離允許救濟車在短時間內進行多次轉彎，使得俄羅斯軍隊僅需最少數量的營級救濟車即可應對。<sup>35</sup>然在縱深作戰期間，這些卻不適用。受損車輛須被拖行長達一百公里，且因缺乏救濟車輛，戰鬥車輛經常被轉用於接載拖曳工作。僅有重型救濟車或戰車才能拖曳另一輛戰車。<sup>36</sup>

長途行軍亦導致大量車輛故障，遠遠超出俄羅斯營和團級編制的修復能力。<sup>37</sup>這不單是俄羅斯的問題，而是全球

32 “Ukraine: Why Has Russia’s 64km Convoy near Kyiv Stopped Moving?,” BBC News, 3 March 2022, accessed 28 February 2023, <https://www.bbc.com/news/world-europe-60596629>.

33 Bonnie Berkowitz and Artur Galocha, “Why the Russian Military Is Bugged Down by Logistics in Ukraine,” Washington Post (website), 30 March 2022, accessed 27 December 2022, <https://www.washingtonpost.com/world/2022/03/30/russia-military-logistics-supply-chain/>.

34 “BREM-1 Armored Recovery Vehicle,” Military-Today.com, accessed 28 February 2023, <http://www.military-today.com/engineering/brem1.htm>.

35 Alex Vershinin, “Feeding the Bear: A Closer Look at Russian Army Logistics and the Fait Accompli,” War on the Rocks, 23 November 2021, accessed 28 February 2023, <https://warontherocks.com/2021/11/feeding-the-bear-a-closer-look-at-russian-army-logistics/>.

36 Ibid.

37 Ibid 33.

所有軍隊普遍存在的問題。<sup>38</sup>在北部，俄羅斯軍隊進行縱深攻擊，深入烏克蘭領土多達120公里。起初，並未留下任何單位以保護交通線。意即故障車輛若非被遺棄，便是須調派作戰車輛來拖曳它們。經過一段時間後，俄羅斯指揮官決定放棄故障車輛。起初，乘員仍留在這些車輛上，然伴隨烏克蘭游擊隊出現，俄羅斯軍隊終止留下乘員，以免他們被俘虜或遭殺害。<sup>39</sup>

#### 肆、基本維保不良實例

從1990年代在巴爾幹地區的戰爭經驗中可知，由於高強度戰鬥致使基本維護不足或不良；加上與敵軍頻繁且激烈

戰鬥，車組人員無法專注於維保工作。<sup>40</sup>此外，維保不良也可歸因於人員缺乏訓練，尤其是那些替換在戰鬥中喪失的其他車組人員，他們沒有時間進行此類培訓。依俄羅斯戰車專家的觀點，基本維護比修護更重要，因適當且及時的維護可最大程度地延緩作戰車輛進行修理。<sup>41</sup>

現有的照片可供我們討論某些俄羅斯卡車的基本維護不良情況。卡車可說是現代任何機動部隊的支柱。我們所提到的照片顯示價值數百萬美元的Pancir-S機動導彈系統可能出現的輪胎損壞。對這樣昂貴的戰鬥系統，人們希冀其維護保養工作是一流的。然這輛車在戰爭開始幾週後便陷入烏克蘭的泥濘中（如圖三）。<sup>42</sup>

38 Ryan T. Baker, “Logistics and Military Power: Tooth, Tail, and Territory in Conventional Military Conflict” (PhD diss., Columbian College of Arts and Sciences, George Washington University, 17 May 2020), 8.

39 Robert Dalsjö, Michael Jonsson, and Johan Norberg, “A Brutal Examination: Russian Military Capability in Light of the Ukraine War,” *Global Politics and Strategy* 64, no. 3 (2022): 7–28, <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00396338.2022.2078044>.

40 Marinko Aleksić and Rajko Vidojević, *Self-Propelled Anti-Aircraft Gun 30/2 mm–Praga*, *New Bulletin* 5, COBISS.CG-ID 59547394 (Belgrade, RS: Military Publishing House, 1997), 83.

41 Roman Skomorokhov, “No Panic: Lend-Lease Is Not a Recipe for Victory” [in Russian], *Military Review (Tanks and Stuff)*, 11 May 2022, accessed 11 May 2022, <https://topwar.ru/195895-bez-paniki-lend-liz-ne-est-recept-pobedy-tanki-i-prochee.html>.

42 Dylan Malyasov, “Russian Pantsir-S1 Stuck in Mud in Southern Ukraine,” *Defence Blog*, 28 February 2022, accessed 28 February 2023, <https://defence-blog.com/russian-pantsir-s1-stuck-in-mud-in-southern-ukraine/>.

當軍用卡車輪胎長時間放置在同一位置數月之久，輪胎的側壁將因陽光曝曬而脆化失效。若卡車長時間不移動，輪胎上的橡膠變得脆弱，輪胎的側壁容易出現裂縫和撕裂，俄軍為因應烏克蘭平原的泥濘環境，而降低胎壓的輪胎上，便常有上述情形。圖三那輛Pancir-S大約停用一年。<sup>43</sup>對專攻美軍卡車維修問題的西方專家而言，此種狀況係發人深省的錯誤。他們說：「若對如此重要的事物不進行預防性維護，那麼很明顯整個車隊均受到相似的待遇」。<sup>44</sup>照片亦提供其他卡車出現相似問題的證據。<sup>45</sup>



圖三 一輛故障的Pancir-S防空車輛陷在烏克蘭的泥濘中

資料來源：Youtube

如前所述，擁有通用設備、特殊工具組和備用零附件套件的移動車間對野戰維修非常重要。<sup>46</sup>因面臨俄羅斯遠程和巡弋飛機轟炸，在烏方的假設是多數大修將在後方城區的隱蔽地點進行，以隱藏維修和修復過程。<sup>47</sup>

## 伍、野戰環境的維保

43 Brad Lendon, “What Images of Russian Trucks Say About Its Military’s Struggles in Ukraine,” CNN, 14 April 2022, accessed 28 February 2023, <https://edition.cnn.com/2022/04/14/europe/ukraine-war-russia-trucks-logistics-intl-hnk-ml/index.html>.

44 Ibid.

45 Andrew Bogie, “Are Tire Issues Hampering Russian Military Progress in Ukraine?,” Tyre Press, 4 March 2022, accessed 28 February 2023, <https://www.tyrepress.com/2022/03/are-tyre-issues-hampering-russian-military-progress-in-ukraine/>.

46 Ibid 6, p. 129–35.

47 Ibid 15.

關於俄方有更多的資訊可供參考。依國際戰略研究所 (International Institute for Strategic Studies) 的報告，俄軍擁有「10個物質技術支援旅，支援11個聯合兵種部隊、1個戰車兵團和4個軍團」；俄羅斯的「西部及南部司令部各自擁有3個軍和3個物質技術支援旅來提供支援」。<sup>48</sup>

俄軍從這些支援旅中建立機動維修小組，派遣到戰場上現地修復較輕微損壞和未燒毀的設備或安裝新的零附件（或組件）。然在靠近戰線的前方建立修復和維保點是非常危險的。一旦開始進行修理，車輛就無法移動，若在後方遭受間接火力或敵軍攻擊，便無法進行轉進。<sup>49</sup>因此，大部分的維修工作均在後方的修復基地進行。如第十特殊修復和後送團就在克里米亞部署某修復基地，用於修理和翻新俄軍的武器和軍事裝備。這個團

是機動的，隨時準備部屬到任何地方，能進行任何複雜度且無溫度限制的各類修復翻新工作。<sup>50</sup>

修理基地配備所有必要的工具和配件，以在任何天氣條件下進行任何複雜度的各類修復工作。在這些基地，技術士和工程師不僅處理故障設備，也負責其計畫性的維保工作。在帶有加熱和照明設施的帳篷中進行維護和修理工作，也提供相對舒適的環境。平民與軍方領班並肩工作。保固期內的設備樣品由生產公司的駐廠代表提供。<sup>51</sup>

在此情況下，更換整體部件是最快且最常見的修理方法。<sup>52</sup>舉例來說，若一輛底盤損壞的汽車到達修理現場，輪胎不會進行修復，而是更換新輪胎；若一輛引擎損壞的戰車進場，也不會進行修理，而是更換新引擎。<sup>53</sup>

48 Ibid 35.

49 Ibid 35.

50 Valentin Gvozdev, "In Full Readiness: How Military Equipment is Maintained for a Special Operation in Ukraine" [in Russian], Zvezda TV, 11 March 2022, accessed 11 March 2022, <https://tvzvezda.ru/news/202231174-0dp0I.html>.

51 Ibid.

52 Nikola Vujanović, Reliability Theory of Technical Systems (Belgrade, RS: Military Publishing News Center, 1990).

53 Stanislav Ivashchenko and Maxim Kryukov, "Armor Healers: How the Repair Battalions of the RF Armed Forces Repair Military Equipment Right in the Field during a Special Operation" [in Russian], Zvezda TV, 2 June 2022, accessed 2 June 2022, <https://tvzvezda.ru/news/202262517-Ymfrv.html>.

備份零件的供應始終是個問題；故在作戰環境中，為提供修理基地所需的損壞系統的備份零件，須用「拼修供應（cannibalism）」的做法。俄羅斯的翻新營以四輛損壞的車輛提供例證。如有備用零件，損壞車輛可在隔天完修。若無備用零件，那麼原則上四輛車進場，必定會有兩輛出場。<sup>54</sup>在承平時期的，拼修供應被認為是一種獲取備用零件的不良方式，使用這種方式即明確表明俄軍缺乏備用零件。<sup>55</sup>烏軍也用拼修供應零件，但方式不同。在烏克蘭的領土上，有大量損壞和故障的俄軍戰車和同型戰鬥車輛，而這些車輛正是烏方所使用的。<sup>56</sup>每個旅級均

設有1個專門負責搜索棄置車輛與設備、並將其運送至修理場所的技術偵察單位。當從戰車上拆下部分零件時，戰車便故障；但「被沒收的戰車是堪用狀態的，其實寥寥可數。需要修復但最終能完修的比例約佔30%。而最後50%則是需要大量工作負荷的垃圾」。<sup>57</sup>因此，對烏軍而言，拼修供應便成為一種相當自然的方式。

## 陸、系統現代化的弱點

在戰爭中使用特定的設備很快就顯示出該設備是否按照預期運作，或者

54 “Put on the Move: How the Repair Battalions of the RF Armed Forces Give a Second Life to Failed Equipment” [in Russian], Zvezda TV, 23 May 2022, accessed 23 May 2022, <https://tvzvezda.ru/news/2022523738-IFLk2.html>.

55 John C. Johnson, “Days of Cannibalizing Military Air craft for Spare Parts Coming to an End,” National Defense (website), 20 November 2018, accessed 28 February 2023, <https://www.nationaldefensemagazine.org/articles/2018/11/20/maintainers-cannibalizing-interchangeable-parts-to-end>.

56 “Ukrainians Search Destroyed Russian Military Vehicles for Spare Parts,” Reuters, 20 September 2022, accessed 28 February 2023, <https://www.reuters.com/news/picture/ukrainians-search-destroyed-russian-mili-idUSRTSBEFMR/>; Samantha Schmidt, Isabelle Khurshudyan, and Serhii Korolchuk, “Captured Russian Tanks and Equipment Are Coveted Trophies—and a Headache,” Washington Post (website), 27 December 2022, accessed 28 February 2023, <https://www.washingtonpost.com/world/2022/12/27/ukraine-russia-tanks-military-vehicles/>.

57 Schmidt, Khurshudyan, and Korolchuk, “Captured Russian Tanks and Equipment Are Coveted Trophies.”

是否存在某些缺陷，而修理過程將提供改進或解決方法的機會，以改進任何不足之處。<sup>58</sup>在俄烏戰爭中，雙方通常使用的是蘇聯與俄羅斯生產的戰車，其突顯出2個關鍵弱點，需要予以解決。

第一個弱點出現在俄羅斯戰車和裝甲運兵車的設計上。俄羅斯戰鬥車輛的早期發展著重於以自動化設備取代人力，如自動裝填系統。這項變革具體意義即彈藥被存放在車組人員腳下的旋轉式「運彈機」中。<sup>59</sup>西方國家製造的戰車也採用自動化技術以減少車組成員數，因為這種科技解決方案相較於培訓、住宿和支付士兵的成本更低廉。對俄羅斯

而言，這使俄軍能在火力方面投資更多，同時縮小戰車的輪廓。<sup>60</sup>然俄羅斯設計的弱點在於當戰車遭到反戰車飛彈擊中時，將引爆位於車組區域下方的彈藥庫，導致砲塔從戰車上彈出；在此情況下，車組成員毫無生還機會。如在巴爾幹地區，許多由T-72認證生產的南斯拉夫（Yugoslav）M-84戰車，在1991年克羅埃西亞武科瓦爾（Vukovar）的戰鬥中遭受同樣的命運。這些戰車在缺乏步兵支援的情況下參戰，許多戰車在特爾皮尼亞路（Trpinja）的戰鬥中被摧毀。<sup>61</sup>

俄烏戰爭照片顯示，這種慘痛的損失非常普遍。這也是為何新型的俄羅斯

58 Aleksić and Vidojević, “Self-Propelled Anti-Aircraft gun 30/2 mm–Praga”; Evgeny Fedorov, “The Real Unification of Military Equipment is an Important Consequence of the Special Operation ‘Z’” [in Russian], *Military Review*, accessed 12 June 2022, <https://topwar.ru/198694-totalnaja-unifikacija-boevoj-tehniki-vazhnejshee-sledstvie-specoperacii-z.html>.

59 Asymmetric Warfare Group, *Russian New Generation Warfare Handbook* (Fort Meade, MD: Asymmetric Warfare Group, 2016), accessed 28 February 2023, <https://info.publicintelligence.net/AWG-RussianNewWarfareHandbook.pdf>.

60 Lester Grau and Charles Bartles, *The Russian Way of War: Force Structure, Tactics, and Modernization of the Russian Ground Forces* (Fort Leavenworth, KS: Foreign Military Studies Office, 2017), accessed 28 February 2023, <https://www.armyupress.army.mil/portals/7/hot%20spots/documents/russia/2017-07-the-russian-way-of-war-grau-bartles.pdf>.

61 Davor Runtić, *Vukovar and the Eastern Battlefield, book 2* (Vinkovci, HR: Vinkovci Publishing, 2009); Petar Horvatić, “(Video) Memento on the Eve of the Storm – Marko Babić and His Heroes ‘Stacked’ a Huge Tank Cemetery on Trpinjska Road!” [in Croatian], *Narod HR*, 5 July 2019, accessed 5 May 2022, <https://narod.hr/kultura/video-5-srpnja-2007-memento-uoci-oluje-marko-babic-i-i-junaci-stvorili-groblje-tenkova-na-trpinjskoj-ce>.

阿瑪塔戰車 (Armata tank) 設計將彈藥儲存於砲塔的後部，如同西方國家的戰車。所有車組成員均處於良好防護的裝甲隔室中，與自動裝填器和彈藥分開。<sup>62</sup>

另一個弱點與反戰車飛彈的縱疊裝藥彈頭有關。為免戰車受此威脅，其將在基本裝甲上覆蓋爆炸式反應裝甲。<sup>63</sup>反應裝甲將對彈藥的撞擊做出反應性爆炸，以減少彈頭對車輛的損害。它在保護車輛免受累積式火箭彈尤其是實心動能穿甲彈的攻擊方面非常有效。<sup>64</sup>

然問題出現在砲塔的上方。現代火箭彈 (如「標槍」(Javelin) 反戰車飛彈) 通常會打擊目標的頂部，該處裝甲較薄

且未受到反應裝甲的保護。俄羅斯戰車的車組人員最近開始在主力戰車的砲塔上安裝板條裝甲，專門用於防護頂部遭受標槍反戰車飛彈或無人機炸彈的攻擊。<sup>65</sup>在俄烏戰爭中，這種應急的籠型裝甲，越來越常出現在俄羅斯的T-80和T-72戰車上，前述情形也在敘利亞出現過。<sup>66</sup>

在頂部添加的額外籠狀裝甲能在一定程度上降低攻頂導引飛彈的殺傷力。然戰車砲塔上的金屬結構雖有可能干擾RPG的引爆序列並減少穿透基本裝甲的可能性，但僅依靠籠型裝甲本身很難在對抗像「標槍」(Javelin) 等先進反戰車

62 “Armata-Main Battle Tank,” Military-Today.com, accessed 28 February 2023, <http://www.military-today.com/tanks/armata.htm>.

63 Joseph Trevithick, “U.S. Army M1 Abrams Tanks in Europe Are Getting Explosive Reactive Armor,” The Drive, 29 June 2019, accessed 28 February 2023, <https://www.thedrive.com/the-war-zone/8144/u-s-army-m1-abrams-tanks-in-europe-are-getting-explosive-reactive-armor>.

64 Deb Sheershoo, “Explained: How Explosive Reactive Armor Works?,” DefenceXP, 25 February 2021, accessed 28 February 2023, <https://www.defencexp.com/explained-how-explosive-reactive-armor-works/>.

65 Dylan Malyasov, “Ukraine Demos a ‘Big Surprise’ for Russia,” Defence Blog, 23 December 2023, accessed 23 December 2021, <https://defence-blog.com/ukraine-demos-a-big-surprise-for-russia/>.

66 Sebastien Roblin, “Russian Tanks Massing Near Ukraine Sport Mods Against Drones, Javelin Missiles,” Forbes (website), 29 November 2021, accessed 1 March 2023, <https://www.forbes.com/sites/sebastienroblin/2021/11/29/russian-tanksmassing-near-ukraine-sport-mods-against-drones-javelin-missiles/?sh=605091bc65e9>.

飛彈時，提供有效保護。戰前測試顯示此種保護的無效性，而戰場上亦無證據顯示此種保護的有效性。<sup>67</sup>

## 柒、技術竊取

這場衝突的另一個特點是雙方均從對方手中竊取技術。雙方均俘獲許多武器系統和裝甲車輛。<sup>68</sup>一旦俘獲有價值的系統，便會被送往軍工廠或研究機構進行詳細的檢驗與分析。西方援助國家正在評估捐贈的裝備若遭俄羅斯軍方捕獲，其可能洩露敏感技術的風險。在現代戰爭中，科技戰利品經常更迭，有報導稱烏軍從戰場上繳獲的俄軍裝備中獲得洞察力並扭轉局勢。出乎意料的是，由於投

入烏克蘭的武器亦正進行質量上的世代變革，故設備落入俄羅斯手中的風險評估日益加深且融入新的捐贈決策中。<sup>69</sup>

烏克蘭從一枚未引爆的俄羅斯Kh-101巡弋飛彈的導引系統中取出先進電子晶片，並加以分析。<sup>70</sup>該分析顯示，俄羅斯軍事工業依賴自身以及西方供應來源。一些媒體聲稱，西方原產的先進電子設備的大量存在是西方制裁在遏止俄羅斯軍事生產方面極其有效的證據。阿靈頓研究所的俄羅斯研究主任邁克爾·考夫曼（Michael Kaufman）對斷言制裁迫使一些俄羅斯戰車工廠和其他國防公司停工的說法表示懷疑：「在這場戰爭中，俄羅斯國防工業出現重大供應鏈問題還為時過早。」<sup>71</sup>

67 Thomas Newdick, “Ukrainian Troops Test Javelin Missile Against Russian Cage-Style Improvised Tank Armor,” The Drive, 23 December 2021, accessed 1 March 2023, <https://www.thedrive.com/the-war-zone/43648/ukrainian-troops-test-javelin-missile-against-russian-cage-style-improvised-tank-armor>.

68 Ibid 57.

69 Sebastian Sprenger, “The Race to Arm Ukraine Highlights West’s Worry of Losing Tech Secrets,” Defense News, 8 June 2022, accessed 1 March 2023, <https://www.defensenews.com/global/europe/2022/06/08/the-race-to-arm-ukraine-highlights-wests-worry-of-losing-tech-secrets/>.

70 Howard Altman, “Captured Russian Weapons Are Packed with U.S. Microchips,” The Drive, 27 May 2022, accessed 1 March 2023, <https://www.thedrive.com/the-war-zone/captured-russian-weapons-are-packed-with-foreign-microchips>.

71 Ana Swanson, John Ismay, and Edward Wong, “U.S. Technology a Longtime Tool for Russia, becomes a Vulnerability,” New York Times (website), 2 June 2022, accessed 1 March 2023, <https://www.nytimes.com/2022/06/02/business/economy/russia-weapons-american-technology.html>.

作為西方先進武器損失的一個例子，英國的Brimstone飛彈則相當引人注目。第一枚完好無損的英國Brimstone飛彈，配備有內置目標識別技術，於2022年7月落入俄軍手中。<sup>72</sup>烏軍在札波羅熱（Zaporizhzhia）地區使用該飛彈，但在戰鬥中該飛彈毫髮無損地落入俄方手中。該飛彈立即被送往俄羅斯進行構造和技術分析。<sup>73</sup>另一個例子是俄羅斯部隊在烏克蘭俘獲兩門法國凱撒式自走砲。依現有資訊，這些榴彈砲已被送往俄羅斯，由烏拉爾工廠（UralVagonZavod）的設計師進行分析。<sup>74</sup>

## 捌、作戰系統的種類及複雜性導致之維修問題

交戰雙方均使用種類繁多的系統。華盛頓的捍衛民主基金會（Foundation for Defense of Democracies）在其報告中指出烏克蘭使用超過6,300種相關武器系統。<sup>75</sup>俄羅斯方面明顯使用相對老舊的系統，部分西方分析師解釋這是因為他們沒有足夠的技術手段來替換被摧毀的系統。<sup>76</sup>然使用較舊、較為熟悉的系統可能使裝備使用訓練變得更容易。此外，使用熟悉的系統有助於獲取備用零件以進行維護。若存在已知的系統，那麼便有相應成熟之維護系統可供使用。<sup>77</sup>

戰車和其他裝甲車輛的生產和維護是一個非常複雜且要求嚴格的過程，需要該國擁有強大的工業基礎。要擁有完整的維修過程，須具備進行全面大修（這

72 “There Was a Photo of the Latest British Weapons for Ukraine” [in Russian], Lenta, 8 May 2022, accessed 23 June 2022, <https://lenta.ru/news/2022/05/08/brimstone/>.

73 Ibid.

74 “UralVagonZavod Conveyed ‘Gratitude’ to Macron for the 155-mm Caesar Self-Propelled Guns Delivered to Ukraine” [in Russian], Military Review, 23 June 2022, accessed 23 June 2022, <https://topwar.ru/198172-uralvagonzavod-peredal-blagodarnost-makronu-za-postavlennye-ukrainu-155-mm-sau-caesar.html>.

75 Ryan Brobst, John Hardie, and Bradley Bowman, “Non-NATO Sources of Soviet and Russian Arms for Ukraine,” FDD Visuals, 6 July 2022, accessed 1 March 2023, <https://www.fdd.org/analysis/2022/07/06/non-nato-sources-of-soviet-and-russian-arms-for-ukraine/>.

76 Alberto Nardelli, “Russia Turns to Old Tanks as It Burns through Weapons in Ukraine,” Japan Times (website), 15 June 2022, accessed 1 March 2023, <https://www.japantimes.co.jp/news/2022/06/15/world/russia-old-tanks-ukraine/>.

77 Fedorov, “The Real Unification of Military Equipment.”

被認為是最複雜的維修類型)的能力。修復嚴重的戰損被歸類為全面大修操作。<sup>78</sup> 然全面大修過程非常複雜，除需受過教育訓練且經驗豐富的工程師及技術人員，還需設施、技術維修文件、特殊工具、儀器、零件和設備。<sup>79</sup>

目前俄羅斯和烏克蘭軍隊所配備的裝甲武器和裝備的現行型號代表地面部隊不同勤務部隊或專業領域的眾多系統，如飛彈和火炮武器、裝甲武器、工程、化學、通信等，當這些設備需要進行修理時，便凸顯廣泛的多樣性之問題所在。

缺乏統一的文件是技術改進和複雜型號裝甲車輛的軍事整修工作組織中最嚴重的障礙之一。依俄羅斯的消息來源，專家們須使用15至20本有關車輛作業的

書籍，以及同樣數量的修理文件。<sup>80</sup>

法國智庫IFRI的武器專家Leo Peria-Peigne證實，戰車在維護方面是陸軍中最複雜的軍用車輛。<sup>81</sup>為說明與裝甲戰鬥系統相關的維護任務的複雜性，在此提供南斯拉夫M-84戰車的火控系統和砲管的組件概述。該戰車的火控系統是電動液壓模組化型式，具有2個方向的穩定性，並與彈道電腦、雷射測距儀、日夜視裝置和自動裝填器集成(如表一)。<sup>82</sup>

關於此例，有個有趣的問題，即是誰將負責維護被送往烏克蘭的斯洛維尼亞(Slovenian) M-84戰車？在斯洛維尼亞的54輛M-84型戰車中，僅13輛經過整修和現代化；其他戰車自2013年以來皆處於備用狀態，且配備過時裝備。<sup>83</sup>

78 Federal Secretariat for National Defense, Technical Service Rule (Belgrade, RS: Federal Secretariat for National Defense, 1979 [obsolete]), accessed 9 March 2023, [https://www.kupindo.com/Vojna-literatura/71966933\\_Pravilo-tehnicke-sluzbe](https://www.kupindo.com/Vojna-literatura/71966933_Pravilo-tehnicke-sluzbe).

79 Marinko Aleksić, Ship's Artillery Overhaul Designing, New Bulletin 6, COBISS.CG-ID 59547394 (Belgrade, RS: Military Publishing House, 1998), 77.

80 Valery Kovalev, Leonid Kutarov, and Ivan Stepanchuk, Military Overhaul-Process Complex (Minsk, BY: Belarusian Digital Library, 2014), accessed 24 May 2022, [https://library.by/portalus/modules/warcraft/readme.php?subaction=showfull&id=1407042233&archive=&start\\_from=&ucat=&](https://library.by/portalus/modules/warcraft/readme.php?subaction=showfull&id=1407042233&archive=&start_from=&ucat=&).

81 Ibid 4.

82 M. Đorđević, "Thirty Two Years of the M-84 Tank," Defense 232, special supplement 119 (Belgrade, RS: Military Publishing House, 2015).

83 "Slovenian M-84 Tanks on the Way to Ukraine," Obramba, 15 July 2022, accessed 1 March 2023, <https://www.obramba.com/novice/kopno/slovenski-tanki-m-84-na-poti-v-ukrajino/>.

表一 M-84 戰車射控系統複雜性概述表

功能	描述
光電子光學	瞄準裝置、雷射接收機-發射機通道、配備主動光源放大器夜間通道、TNPO-168V潛望鏡、側邊觀察、PPV3配備光源放大器主被動潛望鏡、FG-125S紅外線信標。
液壓	液壓進彈器、液壓幫浦、電子馬達、臥式汽缸、液壓馬達、集成裝置。
電力	動力接線箱、啟動器、點火電路、集成裝置、電動馬達、液壓進彈器電子馬達、KP-1滑車繼電器。
動力電子	動力線圈、橡子動力線圈、靜電轉換器。
電子	電子彈道電腦、陀螺滑車、介面、放大器盒、測候感應器、火控面板電腦、2具Motorola MC6802 微處理器、DNNS-2晝夜瞄準裝置。
精密電機	陀螺儀、K-1盒、K-2盒。
電動機械	火炮裝彈機、旋轉運彈機、程序器。
火炮機械	自動機械、搖架、閉鎖器、配備冷卻整道砲管、火藥瓦斯退殼鉤。

資料來源：本研究整理

烏軍雖已開始接收複雜的西方系統，但他們沒有太多時間接受訓練及學習使用這些系統，更何況維護它們。據報導，保加利亞 (Bulgaria) 將不提供武器，而是提供「軍事技術援助」，換句話說，他們將修復受損的烏克蘭武器並維護軍事裝備。<sup>84</sup> 斯洛伐克 (Slovakia) 也向烏克蘭提供利用國防部所屬國營企業進行大修的能力，但以商業方式進行之。<sup>85</sup>

假設作戰過程可迅速提高使用的必要訓練水準，但維護是一個更大的挑戰，且在作戰中無法得到解決。如烏克蘭從德國獲得七輛Panzerhaubitze 2000自走砲。在經過短期訓練和激烈的作戰行動後，武器使用無虞，惟因烏克蘭軍隊在短時間內發射大量彈藥，裝填機構開始出現故障，砲管也因此磨損。修理和大修工作須由德國方面進行，意即須將火炮運

84 Christopher Nehring, "Bulgaria: Government Crisis, Secret Weapons Shipments and a Stroke of Genius," Deutsche Welle, 5 October 2022, accessed 1 March 2023, <https://www.dw.com/hr/bugarska-kriza-vlade-tajne-isporuke-oru%C5%BEja-i-jedan-genijalan-potez/a-61746136>.

85 Michal Hudec, "Slovakia Offers to Repair Ukrainian Military Equipment," Euractiv, 17 April 2022, accessed 1 March 2023, [https://www.euractiv.com/section/politics/short\\_news/slovakia-offers-to-repair-ukrainian-military-equipment/](https://www.euractiv.com/section/politics/short_news/slovakia-offers-to-repair-ukrainian-military-equipment/).

往波蘭。<sup>86</sup>

若不同武器的多樣性為烏方帶來後勤上的困擾，軍事分析人士則一致認為烏克蘭在技術支援方面展現出非凡的適應能力。Peria-Peigne表示，烏克蘭擁有大量能接受各種西方裝備的專家。<sup>87</sup>然僅有在西方派遣足夠的戰車和裝甲車輛給烏克蘭方面時，方能使維修訓練工作獲得成效。如若英國僅派遣十輛挑戰者2型戰車至烏克蘭，那這將是一杯「金杯毒酒」。<sup>88</sup>

俄羅斯某軍事期刊指出，在烏克蘭的作戰經驗對俄軍非常重要。此處，對作戰系統的標準化或「統一化」的需求將被凸顯，以至於統一化的重要性在新系統的發展與創新上被優先考慮！<sup>89</sup>他們使用口號「Унификация важнее инноваций (統一化比創新更重要)」。<sup>90</sup>即使在蘇聯時期，也不斷地強調軍事裝

備統一化，且在二戰結束時達到巔峰。直至二戰結束，在紅軍生產線上只有2個主要型號的戰車：T-34和IS (KV)，且在中型和重型戰車上僅使用兩種版本的V-2戰車引擎。自走砲亦基此原則建造。<sup>90</sup>

蘇聯的這種做法與當時德國的做法形成對比。德國在二戰戰場上引入的技術創新令人印象深刻，但卻將後勤、維修和修復工作嚴重複雜化。著名的德國裝甲部隊將領Guderian在他的回憶錄中說道：「希特勒的命令要求對作戰車輛的生產過程進行結構性改變，因此創造出無數種不同型號和許多零附件，導致在戰場上進行戰車修護成為棘手的問題。」<sup>91</sup> (如圖四)

俄羅斯主戰戰車之統一情況相當有趣。俄羅斯軍隊使用三條經過改進的裝甲車輛生產線：T-72、T-80和T-64。這些戰車是哈爾科夫 (Kharkiv)、列寧

86 “fUkraine Reports Problems with German Self-Propelled How itzers,” NTV, 29 July 2022, accessed 1 March 2023, <https://www.n-tv.de/ticker/Ukraine-meldet-Probleme-mit-deutschen-Panzerhaubitzen-article23495312.html>.

87 Ibid 4.

88 Ibid 4.

89 Ibid 77.

90 Ibid 77.

91 “How Tanks Were ‘Patched’ during the War, Hitler’s Mistake and the Soviet ‘Letuchki’ (Welding)” [in Russian], Zen, 29 December 2019, accessed 24 May 2022, <https://dzen.ru/a/Xgh0k3gSXgCu7Gif>.



圖四 德國裝甲部隊將領Heinz Wilhelm Guderian

資料來源：Wikimedia

格勒 (Leningrad) 和下塔吉爾 (Nizhny Tagil) 3個設計學派的代表。然這些戰車的零附件或子系統在彈藥方面才具有互換性；引擎、變速器和底盤則大相逕庭。<sup>92</sup>

考慮到烏克蘭的軍事生產計畫包含許多新型和改裝的戰車和戰鬥裝甲車輛，以及從西方獲得的各種類型的裝備，顯然雙方在維修和供應備用零件方面均存在問題。然俄方相對具有優勢，因其擁

92 Ibid 77.

有完好無損的庫儲能力，可從中獲取備用零件。

## 玖、結論

截至目前為止，在維修系統方面並未觀察到任何包含巴爾幹戰爭在內，有關先前戰爭中未曾見過的新特點，故得出結論為該戰爭的主要特點包含大量無法修復的損壞設備以及大量且多樣化的技術系統，需要進行計畫和執行維修工作。這樣的模式表明，這場戰爭的最重要教訓之一是需要統一技術系統的所有要素，類似蘇聯軍隊在二戰中成功抵禦德國國防軍 (Wehrmacht forces) 的做法。依北約標準，這被稱為盟國間作業互換性，力求達到協同性的最高水準，意即彈藥、油料、補給和勤務系統的互換性水準。

### 譯者簡介

陳駿穎中校，國防大學財務管理研究所碩士畢業。國防大學管理學院財務正規班96年班、美國海軍陸戰隊後勤軍官班101年班。曾任中隊長、教行官、人事官，現為國防大學管理學院國管中心教官。