

# 理 事 会

**GOV/2022/52**  
2022年9月11日

中文  
原语文: 英文

仅供工作使用

## 乌克兰核安全、核安保和核保障

总干事的报告

### 概 要

- 本报告应成员国要求（原子能机构理事会 GOV/2022/17 号决议）概述乌克兰局势，内容关于乌克兰核设施以及涉及放射源的活动的核安全、核安保和核保障，依据是自俄罗斯联邦开始占领乌克兰以来原子能机构所掌握的资料，并列入了原子能机构为响应乌克兰对于在其核设施和涉及放射源的活动中酌情重建健全核安全和核安保制度的援助请求而采取的行动。本报告涵盖时间为 2022 年 2 月 24 日至 9 月 5 日。
- 本报告还概述了在当前情况下根据《乌克兰和国际原子能机构实施与〈不扩散核武器条约〉有关的保障协定》及其附加议定书在乌克兰执行保障的各相关方面。

### 建议采取的行动

- 建议理事会注意本报告。

# 乌克兰核安全、核安保和核保障

## 总干事的报告

### A. 引言

1. 3月3日，理事会通过了一项关于乌克兰局势的安全、安保和保障影响的决议，其中“痛惜俄罗斯联邦在乌克兰的行动”，并表示“严重关切俄罗斯联邦的侵略正在阻碍原子能机构……全面和安全地开展保障核查活动”。<sup>1</sup>
2. 2022年4月，总干事印发了第一份《关于乌克兰核安全、核安保和核保障的简要报告》<sup>2</sup>，概述了2月24日至4月28日期间的乌克兰局势，包括总干事2022年3月和4月率领前往乌克兰的原子能机构专家工作组的初步调查结果。
3. 在理事会2022年6月会议上，总干事口头报告了乌克兰局势的核安全、核安保和核保障影响，以及原子能机构5月30日至6月4日对乌克兰切尔诺贝利核电站厂址和禁区进行的工作组访问。总干事向理事会通报了综合援助计划的制订情况，包括远程技术援助、现场技术援助、设备交付以及原子能机构为在需要时迅速部署援助所作的准备。他还重点强调了已与成员国分享的一份详尽的乌克兰需求清单。
4. 8月11日，总干事向联合国安全理事会简要介绍了乌克兰扎波罗热核电厂厂址的核安全和核安保状况，以及原子能机构为商定并率领一个专家工作组前往该厂址而做出的努力。总干事还详细介绍了2022年8月5日和6日发生在扎波罗热核电厂厂址的炮击事实上如何损害了所有七个不可或缺的核安全和核安保支柱（“七个支柱”，见B.1部分），包括有关扎波罗热核电厂物理完整性、安全和安保系统运行、工作人员和外部电力供应的支柱。
5. 9月6日，总干事印发了第二份《关于乌克兰核安全、核安保和核保障的简要报告》英文版<sup>3</sup>，涵盖时间为2022年4月28日至9月5日。本报告附件所载第二份简要报告重点介绍了扎波罗热核电厂厂址发生的事件以及8月29日至9月3日由总干事率领的原子能机构对扎波罗热的支持和援助工作组（扎波罗热支援工作组）的初步核安全和核安保调查结果，以及原子能机构对切尔诺贝利核电站厂址和禁区的第二次工作组访问的调查结果。

---

<sup>1</sup> 原子能机构理事会2022年3月3日通过的GOV/2022/17号决议。

<sup>2</sup> 可在 <https://www.iaea.org/sites/default/files/22/04/ukraine-report.pdf> 查阅。

<sup>3</sup> 可在 [https://www.iaea.org/sites/default/files/22/09/ukraine-2ndsummaryreport\\_sept2022.pdf](https://www.iaea.org/sites/default/files/22/09/ukraine-2ndsummaryreport_sept2022.pdf) 查阅。

6. 9月6日，在联合国安全理事会关于国际和平与安全威胁的会议上，总干事向安全理事会通报了第二份简要报告所载扎波罗热支援工作组的调查结果和建议。总干事强调有必要在扎波罗热核电厂周围建立一个保护区，并且必须停止对该电厂及其周围的炮击。此外，总干事重点强调了原子能机构继续在扎波罗热核电厂厂址保持存在的重要性，在该厂址现场的原子能机构工作人员可提供有关该厂址核安全和核安保状况的第一手中立、公正的技术性资料。

7. 本报告系为响应 GOV/2022/17 号决议而编写，理事会在该决议中请总干事“继续密切监测[乌克兰]局势，特别关注乌克兰核设施的安全和安保，并按要求就这些内容向理事会提出报告”。本报告反映两份简要报告所提供的资料，涵盖时间为 2022 年 2 月 24 日至 9 月 5 日。

## **B. 乌克兰核设施的核安全和核安保**

### **B.1. 确保武装冲突期间核安全和核安保的七个不可或缺的支柱**

8. 在理事会 3 月 2 日的一次会议上以及随后于 3 月 4 日发布的一份新闻稿中，总干事针对乌克兰局势概述了确保武装冲突期间核安全和核安保的七个不可或缺的支柱（“七个支柱”）。这七个支柱是：

1. 设施（无论是反应堆、燃料池，还是放射性废物贮存库）的物理完整性必须得到维护；
2. 所有安全和安保系统及设备必须在任何时候都处于全面运行状态；
3. 运行人员必须能够履行其安全和安保职责，并有能力在没有不适当压力的情况下作出决定；
4. 所有核场址都必须有电网提供的安全的厂外电力供应；
5. 必须有不间断的后勤供应链和往返于场址的运输；
6. 必须有有效的厂内和厂外辐射监测系统以及应急准备和响应措施；以及
7. 必须与监管机构和其他方面保持着可靠的通讯。

9. 这七个支柱源自原子能机构安全标准和核安保导则，适用于军队靠近或进入核设施特别是在运核电厂厂址的这些前所未有的情况。<sup>4</sup> 当这七个支柱在乌克兰各核设施厂址受到损害时，总干事经常表示严重关切。总干事还不断强调，原子能机构随时准备协助确保在乌克兰维护这七个支柱。

---

<sup>4</sup> 关于七个支柱的更多详细资料，见附件所载第二份简要报告 B 部分。

## **B.2. 原子能机构对乌克兰的工作组访问**

10. 自乌克兰军事冲突开始以来，原子能机构已对乌克兰进行了四次支持和援助工作组访问。这些支持和援助工作组访问的主要目的是评定乌克兰核设施和涉及放射源的活动目前的核安全、核安保和核保障状况，商定对乌克兰的核安全和核安保技术支持和援助的范围，开始实施原子能机构旨在降低重大核事故风险的援助，以及帮助稳定当前的核安全和核安保状况。

11. 2022年3月29日至31日，一个原子能机构技术专家小组在总干事率领下对南乌克兰核电站进行了第一次工作组访问，开始实施原子能机构旨在降低重大核事故风险的援助。

12. 4月25日至28日，对乌克兰的第二次工作组访问在切尔诺贝利核电站厂址进行，包括由总干事率领的一个高级别代表团和一个原子能机构技术专家小组。这次工作组访问使原子能机构得以开展现场评定，从而更好地了解与乌克兰核设施有关的核安全和核安保问题，同时也让原子能机构能够实地进行第一手观察，并利用在切尔诺贝利核电站厂址进行的初步辐射测量对潜在辐射照射进行全面评定。而且，还交付了乌克兰请求提供的一些优先设备，包括辐射监测设备和个人防护设备。

13. 2022年5月30日至6月4日，对切尔诺贝利核电站厂址及其禁区进行了第三次工作组访问。工作组由辐射防护、放射性废物和乏燃料管理安全、核安保以及应急准备和响应方面的原子能机构专家组成。这次工作组访问的目的是更详细地评定切尔诺贝利核电站厂址和禁区设施当前的核安全和核安保状况。

14. 2022年8月29日至9月3日进行了第四次工作组访问，即原子能机构对扎波罗热的支持和援助工作组（扎波罗热支援工作组）访问，由总干事率领，包括一个高级别代表团和一个技术小组，旨在帮助稳定扎波罗热核电站厂址的核安全和核安保状况。

15. 原子能机构现已在扎波罗热核电站厂址确立了持续的存在，以帮助稳定局势。维持这一存在让原子能机构能够密切监测该厂址的状况，并获得直接、快速和可靠的资料。

## **B.3. 乌克兰核设施状况概览**

16. 原子能机构一直在监测乌克兰核设施的核安全和核安保状况，包括扎波罗热核电站、切尔诺贝利核电站、赫梅利尼茨基核电站、罗夫诺核电站和南乌克兰核电站，以及其他涉及放射源的设施和活动。下文概述了这些设施和活动的现状以及原子能机构对扎波罗热核电站和切尔诺贝利核电站厂址的工作组访问情况。

### **B.3.1. 扎波罗热核电站**

17. 扎波罗热核电站是乌克兰最大的核电站，有六座 VVER-1000 反应堆，由乌克兰国家核能发电公司 Energoatom 运行。2022年3月4日，乌克兰通知原子能机构，俄罗斯

军队控制了扎波罗热核电厂厂址。截至 8 月 24 日，有两台反应堆机组在运行中，以满足乌克兰的电力需求，其余机组正在维修或处于冷停堆状态。

18. 9 月 3 日，两台在运反应堆机组的运行功率下降。随后，其中一台反应堆机组停堆，另一台反应堆机组保持运行。

19. 自冲突伊始，扎波罗热核电厂所发生事件的数目可观，已经严重损害到七个支柱。<sup>5</sup> 七个支柱中每一个的主要关切总结如下：

- **物理完整性：**虽然持续的炮击未引发核紧急情况，但炮击仍然对核安全和核安保构成了持续的威胁，对关键安全功能的潜在影响可能导致具有重大安全意义的放射性后果。
- **安全和安保系统及设备：**维持扎波罗热核电厂所有安全系统正常运行以及维持实物保护系统处于运行状态是运行人员努力的结果。然而，由于厂址上军事人员和设备以及俄罗斯国家原子能公司 Rosatom 代表的存在，做出这些努力的环境非常具有挑战性。
- **运行人员：**在俄罗斯军事占领下乌克兰的电厂运行人员一直处于高度紧张和压力之下，特别是在工作人员有限的情况下。这是不可持续的，可能会导致人为故障的增加，对核安全产生影响。众多运行人员必须能够在没有威胁或压力的情况下履行其重要职责，威胁或压力不仅危害他们自身的安全，也危害设施本身的安全，因此为了确保工作人员及其家人的健康，必须提供一切必要支持。在现场的扎波罗热支援工作组可以按照适用的标准找出并帮助解决这些问题。
- **厂外电力供应：**该区域的军事活动多次造成扎波罗热核电厂的厂外电力供应完全或部分断开。厂外电源对于电厂的持续安全运行至关重要。
- **后勤供应链：**维持正常运作且有效的后勤供应链有助于关键安全和安保系统的可操作性，并可确保它们的任何损坏都能及时得到维修，避免在厂内外发生任何不应有的后果。
- **厂内和厂外辐射监测系统以及应急准备和响应：**在不断威胁电厂安全和安保的当前情况下，确保为在厂内和厂外有效响应任何核或放射应急做好准备极为重要。
- **通讯：**自冲突伊始，就出现了缺乏通讯手段和渠道的情况。这一关键缺陷只会加剧目前在以下方面的挑战：在充分的监管监督下维持电厂的安全和可靠运行，以及确保在地方、地区、国家和国际各级有效响应任何核安全或核安保事件。

---

<sup>5</sup> 本报告附件所载第二份简要报告第 21 段至第 82 段阐述了主要事件及其对七个支柱的影响。

20. 鉴于当前局势对七个支柱的影响，特别是对扎波罗热核电厂的影响，附件所载第二份简要报告提出了一些建议，旨在帮助重新制定该厂址上健全的核安全和核安保措施。以下是与每个支柱相关的这些建议：

- **建议 1（物理完整性）指出**，“原子能机构建议，应立即停止对厂址及其附近区域的炮击，以避免对该电厂和相关设施造成任何进一步损坏，保障运行人员的安全，并维持支持安全可靠运行的物理完整性。这需要所有相关各方同意在扎波罗热核电厂周围建立一个核安全和核安保保护区。”
- **建议 2（安全和保安系统及设备）指出**，“原子能机构建议，应按设计和许可方式运行实物保护系统，并确保扎波罗热核电厂的安全和安保系统持续运行，确保电厂系统和设备的可操作性。这需要将车辆从可能干扰安全和安保系统及设备运行的区域移除。”
- **建议 3（运行人员）指出**，“原子能机构建议，应该为运行人员重新建立一个适当的工作环境，包括家庭支持。此外，营运者由于对核安全和核安保负有首要责任，故应该能够权责分明地履行使命。”
- **建议 4（厂外电力供应）指出**，“原子能机构建议，应重新按设计部署厂外供电线路冗余，并确保随时可用，同时应结束所有可能影响供电系统的军事活动（见建议 1）。”
- **建议 5（后勤供应链）指出**，“原子能机构建议，为了该电厂在一切工况下都持续保持核安全和核安保，有关各方应承诺并帮助确保有效的供应链，包括建立安全运输走廊，并酌情利用原子能机构的援助和支持计划。”
- **建议 6（厂内和厂外辐射监测系统以及应急准备和响应）指出**，“原子能机构建议，(1)应进行应急响应职能演练，并重建支持这些职能的应急响应设施，以及(2)应通过定期培训、明确的决策链和随时可用的通讯手段和后勤支持来重建准备工作。扎波罗热支援工作组可以为这种培训的准备和支持提供协助。”
- **建议 7（通讯）指出**，“原子能机构建议，应确保与所有外部组织的可靠且有冗余的通信手段和渠道，包括互联网和/或卫星连接，以保证设施的安全可靠运行。”

21. 如建议 1 所述，建立核安全和核安保保护区的最终目标是防止发生核事故。

22. 为了实现这一目标，根据目前对扎波罗热核电厂厂址核安全和核安保状况的了解确定了两个重要因素：

- 应停止对该电厂及其附近区域的炮击或由此发出的炮击。
- 应建立恢复和维持该电厂的冗余厂外电力供应。

### B.3.2. 切尔诺贝利核电站厂址

23. 切尔诺贝利核电站厂址有六台反应堆机组（其中 1 号至 4 号机组自 1986 年事故起永久关闭，5 号和 6 号机组从未调试使用），包括在 1986 年事故中被部分摧毁的 4 号机组，该机组现由一个称为“新安全封隔设施”的掩蔽设施盖住。切尔诺贝利核电站厂址另外还有两座乏燃料临时贮存设施（ISF-1 和 ISF-2）和各种废物管理设施。在更大范围的切尔诺贝利禁区内，还有其他一些废物管理设施，包括多座放射性废物处置设施。

24. 切尔诺贝利禁区内的一座中央乏燃料贮存设施已经建成，一旦调试使用，预计将接收和贮存来自赫梅利尼茨基核电厂、罗夫诺核电厂和南乌克兰核电厂反应堆的乏燃料。

25. 切尔诺贝利核电站厂址和禁区在七个支柱方面的状况<sup>6</sup>：

- **物理完整性：**在恢复正常运行之前，占领期间对基础设施的损坏使得有必要进一步评定对核安全和核安保的影响，包括切尔诺贝利核电站厂址和禁区内设施的物理完整性，优先事项是在该地区进行排雷。原子能机构在对该厂址的第二次工作组访问期间目睹了对一些结构和设施的维修，但还有一些工作要做。
- **安全和安保系统及设备：**专家们查看了对实物保护系统的损坏程度，并对恢复最佳实物保护所需的援助范围进行了初步评定。位于切尔诺贝利镇的中央分析实验室遭遇了劫掠，在原子能机构最近一次工作组访问期间，无法确认其校准源的安全和安保，也无法确认那里贮存的环境样本的状况。然而，根据所提供的资料，原子能机构评定认为，该事件不构成重大放射性风险。
- **运行人员：**在俄罗斯人在场期间，切尔诺贝利核电站厂址的日常运营仍由乌克兰工作人员继续管理。在将近四周的时间里，工作人员既无法轮换，也不能回家，在运行核装置时持续面临高度紧张和压力。在俄罗斯人在场期间，禁区内其他设施的活动也停止了。地方当局采取行动，为设施工作人员提供了临时可居住住所和往返厂址的交通。
- **厂外电力供应：**3 月 9 日，切尔诺贝利核电站厂址失去了所有厂外电力，仅用柴油发电机为包括 ISF-1、ISF-2 和新安全封隔设施在内的那些对设施具有重要安全意义的系统供电。尽管厂外境况也很艰难，但厂外输电线路还是得以恢复，对切尔诺贝利核电站的电力供应自 3 月 14 日以来一直保持稳定。与电网断开没有对该厂址的基本安全功能产生关键影响。不过，运行人员无法维持辐射监测、通风系统和正常照明等一些功能。在 5 月的原子能机构工作组访问期间，没有发现任何厂外供电问题。

---

<sup>6</sup> 附件所载第二份简要报告第 83 段至第 110 段阐述了主要事件及其对七个支柱的影响，包括原子能机构最近对切尔诺贝利核电站厂址和禁区工作组访问的调查结果，以及基于对该厂址第一次工作组访问后进行的测量和样本分析的剂量评估结果。

- **后勤供应链：**乌克兰报告称，切尔诺贝利禁区正从俄罗斯军事行动中逐步恢复。通往禁区的道路多处得到修复，电力传输线正在检修，切尔诺贝利核电站周围已经恢复语音通讯，移动电话网络也在运行。为了适当地收集和处理切尔诺贝利核电站厂址的固态和液态放射性废物，发现通往水泥容器、密闭容器和包装容器（水泥和金属）的路径存在严重问题，因为惟一的工厂/供应商位于 Slavutyich，与切尔诺贝利的联系受到局势影响。
- **厂内和厂外辐射监测系统以及应急准备和响应：**6月6日，定期向国际辐射监测信息系统提供的切尔诺贝利核电站厂址辐射监测数据恢复。根据现有的辐射监测数据，原子能机构评定为辐射水平低，处于冲突开始前在禁区内测得的运行范围值以内，因此认为这样的水平对该区域公众或工作人员不构成危害。
- **通讯：**乌克兰国家核监管监察局继续通过切尔诺贝利核电站厂外高级管理人员接收有关核电站厂址状况的信息。目前，乌克兰已逐步恢复对切尔诺贝利核电站厂址及禁区设施和活动核安全和辐射安全的监管控制。不过，由于桥梁被毁和所报告的排雷活动，切尔诺贝利核电站厂址和禁区周围区域的总体情况仍然艰难。

26. 为了满足对于切尔诺贝利核电站厂址和禁区设施和活动与核设施安全、辐射防护、废物管理安全及应急准备和响应事项有关的需要，原子能机构正在与乌克兰对口方密切合作，研究如何满足这些需求才最好。<sup>7</sup>

27. 原子能机构对2月24日至3月31日处于切尔诺贝利禁区的人员可能接受的潜在剂量进行了剂量评估。结果显示，潜在剂量的主要贡献因素是铯-137 地面沉积造成的外照射，而吸入和无意中摄入的剂量对这一剂量的贡献微乎其微。估计额外年度总有效剂量低，预计不会在占领该区域的人员身上观察到可归因于这种剂量水平的辐射照射的健康影响。<sup>8</sup>

### **B.3.3. 其他设施**

28. 尽管出现了前所未有的情况，但自冲突伊始，其余三座在运核电厂（赫梅利尼茨基、罗夫诺和南乌克兰）一直继续安全可靠地运行，专门管理医疗和工业产生的放射性废物的国家专业化企业 RADON 的设施也一直在安全可靠地运行。

29. 哈尔科夫物理和技术研究所用于研究与发展以及医疗和工业应用的放射性同位素生产的次临界中子源装置多次遭到炮击。原子能机构仍需对该设施实物保护系统的损坏影响进行评定，但炮击并未引起任何放射性后果，亦未导致放射性物质的密封丧失。

---

<sup>7</sup> 更多细节见附件所载第二份简要报告第 136 段至第 138 段。

<sup>8</sup> 更多细节见附件所载第二份简要报告第 89 段至第 98 段。

## **B.4. 原子能机构的核安全和核安保技术支持和援助**

30. 应乌克兰的援助请求，原子能机构制定并与乌克兰官员商定了一项为乌克兰核设施和涉及放射源的活动提供核安全和核安保援助的具体而详尽的技术计划。如下所解释，关于核安全和核安保的技术支持和援助主要集中在四个领域：远程援助、设备交付、现场援助和快速部署援助。<sup>9</sup>

31. 远程援助涉及就核设施（包括放射性废物管理设施）以及有放射源的活动的安全和安保评定提供外部支持，包括正在进行的工作，例如，满足支持放射源存量核实和确保视需要恢复监管控制的迫切需求。

32. 现场援助涵盖乌克兰核安全和核安保的各个方面，包括原子能机构对乌克兰的四次支持和援助工作组访问（见 B.2 部分），以及原子能机构专家在扎波罗热核电厂厂址的持续存在。

33. 设备交付涉及应请求提供核设施（包括放射性废物管理设施和有放射源的设施）安全可靠运行所需的设备。

34. 原子能机构主要通过原子能机构的响应和援助网（响应援助网）组织了第一批技术援助，其交付标志着一个重要里程碑。在克服了包括后勤挑战在内的重大困难之后，由若干成员国提供的一大批重要的辐射防护和监测设备以及个人防护设备和其他物项交付到了乌克兰，以帮助乌克兰当局减轻潜在核事故或放射性紧急情况可能带来的后果。

35. 迄今为止，为响应乌克兰对核设施安全可靠运行所需设备的全面请求，在响应援助网登记的 12 个成员国已提出向乌克兰提供专用设备。

36. 此外，11 个成员国和国际组织提供了预算外捐款，以支持原子能机构在核安全、核安保和核保障方面向乌克兰提供技术支持和援助的工作。

37. 预计未来几个月将有更多与安全和安保有关的设备运往乌克兰，这些设备要么来自实物捐助，要么由原子能机构采购。

38. 部署快速援助涉及在核设施发生紧急情况或与放射源有关的情况时提供援助。在报告所涉期间，没有宣布涉及核设施或涉及放射源的活动的核或辐射紧急情况，也没有请求部署快速援助。

39. 原子能机构将继续努力提供必要的援助，以确保乌克兰的核安全和核安保，并与乌克兰对口方、原子能机构成员国和国际组织进行协调，以确保高效协调和避免重复。

---

<sup>9</sup> 附件所载第二份简要报告第 118 段至第 143 段详细概述了在核安全和核安保领域向乌克兰提供技术支持和援助的情况。

## C. 在乌克兰执行保障

40. 乌克兰于1994年12月作为无核武器国家加入了《不扩散核武器条约》，随后与原子能机构缔结了“全面保障协定”，该协定于1998年1月开始生效。<sup>10</sup> 乌克兰缔结了其“全面保障协定”的附加议定书，该议定书于2006年1月开始生效。<sup>11</sup>

41. 原子能机构在乌克兰的35座核设施和10多个设施外场所执行保障。保障执行工作集中在拥有15座在运动力堆的四座核电厂厂址和切尔诺贝利厂址，后者拥有三座停运的反应堆、1986年事故中受损的反应堆以及两座乏燃料处理和贮存设施。

42. 2022年2月25日，乌克兰根据其“全面保障协定”第68条向原子能机构提交了一份专门报告，告知原子能机构“由于切尔诺贝利地区的领土暂时被占领，乌克兰已失去对切尔诺贝利厂址上受保障核材料的控制”。2022年3月4日和2022年7月5日，乌克兰又分别就乌克兰对扎波罗热厂址所有设施和乌克兰东南部三个设施外场所的核材料失去控制向原子能机构提交了两份专门报告。

43. 尽管情况非常具有挑战性，但原子能机构根据“全面保障协定”和附加议定书并按照原子能机构为乌克兰制订的2022年年度执行计划，继续在乌克兰执行保障。自冲突伊始，原子能机构已进行了12次保障工作组访问，以核查23座不同设施和设施外场所的已申报核材料，包括核查九座经过换料的动力堆堆芯。此外，原子能机构还成功地实施了在冲突开始前就已规划的三项补充接触，以便就其接触的場所不存在未申报的核材料和核活动提供保证。

44. 所进行的一些保障工作组访问使原子能机构得以对用于向原子能机构总部远程传输数据的监视摄像机、封记和无人值守监测器进行修复、维护或升级。虽然冲突曾数次暂时中断了来自切尔诺贝利和扎波罗热厂址的保障数据数据传输，但所有保障措施数据最终都得到了恢复，并在传输重新建立后传输到原子能机构总部。

45. 在2022年9月之前，原子能机构无法在扎波罗热厂址开展其计划的核查活动。在六座动力堆中，有两座反应堆由营运者提供燃料，但在原子能机构进行实物存量核实之前仍处于开启状态。2022年9月初，对这两座反应堆以及干法贮存设施和新鲜燃料贮存设施进行了实物存量核实。原子能机构无法在规定的12至14个月时间内对这两座反应堆进行实物存量核实，这将作为原子能机构为乌克兰得出保障结论的内部程序的一部分进行分析。

46. 自2022年2月冲突伊始，原子能机构加强了对公开来源信息的分析以及对涵盖乌克兰核装置的卫星图像的获取和分析。事实证明，这对现场核查活动的准备工作至关重要，特别是在已受到军事活动严重影响的扎波罗热厂址。原子能机构一直在获取和

---

<sup>10</sup> 《乌克兰和国际原子能机构实施与〈不扩散核武器条约〉有关的保障协定》（INFCIRC/550号文件）。

<sup>11</sup> 《乌克兰和国际原子能机构实施与〈不扩散核武器条约〉有关的保障协定》的附加议定书（INFCIRC/550/Add.1号文件）。

分析卫星图像，并持续监测所有可用的公开来源信息，以跟踪事态发展并评定电厂的运行状况，包括检测炮击该厂址造成的损害。在 2022 年 8 月底原子能机构对扎波罗热厂址进行工作组访问之前，每天都会获取卫星图像以支持工作组访问。卫星图像分析得出的评价结果得到了原子能机构工作组的实地证实。

## D. 总结

47. 乌克兰的局势前所未有的。在规模巨大的成熟核电计划的设施中发生武装冲突，这是第一次。核事故可能在一国境内乃至跨越其边界造成严重影响，国际社会正依靠原子能机构对局势进行严格评估，并及时向其提供准确的信息。

48. 原子能机构得以对切尔诺贝利核电站厂址进行了两次工作组访问，并将继续向该厂址提供援助和支持。

49. 此外，原子能机构为乌克兰核设施和涉及放射源的活动制定了一项具体而详尽的核安全和核安保援助技术计划。具体而言，该计划现已启动，并将继续向乌克兰交付设备。成员国的持续承诺以及乌克兰和原子能机构之间的密切合作至关重要。

50. 经总干事为率领又一个专家工作组前往乌克兰而一再做出努力，原子能机构对扎波罗热核电厂进行了工作组访问（扎波罗热支援工作组）。扎波罗热支援工作组访问的一项重要成果是，原子能机构已在扎波罗热核电厂厂址确立了持续的存在，这对帮助稳定局势至关重要。这一存在让原子能机构能够密切监测该厂址的状况，并获得直接、快速和可靠的信息。

51. 总干事仍然对扎波罗热核电厂的情况保持严重关切。在该厂址，七个支柱均已受到损害。因此，总干事针对七个支柱中的每一个都提出了建议。

52. 为了在冲突中保持各设施的安全可靠运行，乌克兰所有核设施的工作人员都不得继续表现出忍耐和坚韧。

53. 原子能机构继续承担着重要的核查作用，以得出独立的结论，即受保障的核材料仍然用于和平活动，受保障的设施没有被用于未申报的核材料生产或加工。原子能机构一直在乌克兰执行保障，包括根据乌克兰的“全面保障协定”和附加议定书开展现场核查活动。根据对原子能机构迄今掌握的所有保障相关资料的评价，原子能机构未发现任何会引起扩散关切的迹象。

54. 在冲突结束和重建稳定条件之前，迫切需要采取临时措施，以防止发生核事故。这可以通过立即在扎波罗热核电厂厂址建立一个核安全和核安保保护区来实现。原子能机构准备立即启动必要的磋商，以便紧急建立这样一个核安全和核安保保护区。

## 附件

[2022年9月6日发表的原子能机构总干事关于《乌克兰核安全、核安保和核保障》的第二份简要报告。]

# 乌克兰

## 核安全、核安保和核保障

### 简要报告 2 总干事

2022年4月28日至9月5日



**IAEA**  
国际原子能机构



## A 引言

1. 2022年2月24日，国际原子能机构（原子能机构）通过其事件和应急中心接到乌克兰国家核监管监察局作为《及早通报核事故公约》确定的国家主管部门发来的通知，获悉乌克兰领土上实施了戒严令，并获知了切尔诺贝利核电站的警报。自2月24日启动以来，事件和应急中心与乌克兰当局保持着定期联系，一直密切监测乌克兰核设施状况以及涉及放射源和核材料的活动，重点关注核安全、核安保和核保障影响。事件和应急中心还监测乌克兰国家核监管监察局和其他相关乌克兰政府组织的网站和社交媒体渠道，以及其他公开来源的信息渠道。继续定期向公众发布最新情况。

2. 3月3日，原子能机构理事会通过了一项关于乌克兰局势的安全、安保和保障影响的决议，其中“痛惜俄罗斯联邦在乌克兰的行动”，表示“严重关切俄罗斯联邦的侵略正在阻碍原子能机构……全面和安全地开展保障核查活动”，并“请总干事和秘书处继续密切监测局势，特别关注乌克兰核设施的安全和安保，并按要求就这些内容向理事会提出报告”。<sup>1</sup>

3. 3月4日，乌克兰通知原子能机构，俄罗斯军队控制了扎波罗热核电厂厂址。

4. 4月28日，原子能机构总干事发表了一份乌克兰局势的简要报告，内容关于乌克兰核设施以及涉及放射源的活动的核安全、核安保和核保障<sup>2</sup>。该报告整合了原子能机构自2月24日以来向公众通报的信息，包括原子能机构为响应乌克兰对于在其核设施和涉及放射源的活动中酌情重建健全的核安全和核安保制度的援助请求而采取的行动。此外，该简要报告还包括2022年3月和4月总干事率领的赴乌克兰的原子能机构专家工作组的调查结果。<sup>3</sup>



<sup>1</sup> 原子能机构理事会 GOV/2022/17 号决议（2022年3月3日）。

<sup>2</sup> 乌克兰核安全、核安保和核保障：总干事的简要报告，2022年2月24日至4月28日，原子能机构，维也纳（2022年）（[ukrain-report.pdf](https://www.iaea.org/publications/2022/ukrain-report)（[iaea.org](https://www.iaea.org)））。

<sup>3</sup> 3月29日至31日，总干事和原子能机构的一个高级别代表团前往乌克兰，开始实施原子能机构旨在降低发生重大核事故风险的援助。4月25日至28日，原子能机构对乌克兰的第二次工作组访问在切尔诺贝利核电站进行，旨在开展现场评定，以便能更好地了解与乌克兰核设施有关的当前核安全和核安保问题。

5. 简言之，总干事对切尔诺贝利核电站厂址和扎波罗热核电厂的军事冲突情况和影响（涉及运行人员、设施的物理完整性、核安全和核安保系统、通信和电力供应）表示了极大的关切，并重申了在武装冲突期间确保核安全和核安保的七个不可或缺的支柱（“七个支柱”）的重要性。该报告还指出，赫梅利尼茨基核电厂、罗夫诺核电厂和南乌克兰核电厂尚未受到俄罗斯联邦行动的直接影响，而且乌克兰国家核监管监察局亦未报告在国家专业化企业 RADON 的五座设施（RADON 设施）周围监测的场外数据有任何会对公众健康或环境构成危害的辐射水平上升。哈尔科夫物理和技术研究所的中子源装置遭到了大规模炮击，但这并未造成任何放射性后果，亦未导致放射性物质的密封丧失主要安全功能。尽管如此，据报告，一旦现场条件允许，需要进一步评定对该设施实物保护的影响。根据对原子能机构截至 2022 年 4 月所掌握的全部保障相关资料的评价，未发现任何已申报核材料被转用的迹象，亦未发现任何会引起扩散关切的迹象。<sup>4</sup>

6. 随着 4 月以来扎波罗热核电厂核安全和核安保状况不断恶化，总干事在其公开的最新情况声明中提出了关切，即影响有六座反应堆的核电厂的任何进一步升级都可能引发严重核事故，对乌克兰和其他地方的人体健康和环境具有严重的潜在放射性后果，而在扎波罗热核电厂或其附近再次发生的炮击令人对该设施的核安全和核安保深感不安。他重申要求停止所有此类军事活动。

7. 自 4 月以来，总干事一再做出努力，希望再带领一个专家工作组前往乌克兰，特别是前往扎波罗热核电厂，以便本组织能够在核安全、安保和保障方面开展重要技术活动，同时为该厂址的核安全和核安保状况带去稳定性影响，降低欧洲的严重核事故风险。为支持这一努力，总干事与乌克兰和俄罗斯联邦的高级官员进行了会晤。

“自联合国成立初期，国际社会就采取了反对攻击核设施的立场。‘1949 年日内瓦公约’第一和第二附加议定书均禁止武装冲突期间此类对‘核电站’的攻击。后来原子能机构的一些大会决议则将此类攻击视为违反《联合国宪章》、国际法和原子能机构《规约》以及本机构的一项决议（联合国安全理事会第 487 号决议）。”

（原子能机构总干事在联合国安全理事会发言，2022 年 8 月 11 日）

---

<sup>4</sup> 大多数受保障设施为核电厂和乏燃料贮存设施，位于切尔诺贝利、赫梅利尼茨基、罗夫诺、南乌克兰和扎波罗热核电厂厂址。

8. 总干事于3月向联合国安全理事会报告了乌克兰核设施的状况，后于8月11日简要介绍了扎波罗热核电厂的核安全和核安保状况以及他为尽快商定并率领一个原子能机构专家工作组前往该厂址做出的努力。他详细介绍了8月5日和6日的炮击如何损害了他在近半年前冲突开始时概述的所有七个支柱，包括有关物理完整性、安全和安保系统运行、工作人员和外部电力供应的支柱。总干事向安全理事会通报了他亲率原子能机构工作组前往该厂址的计划和准备工作，因为原子能机构在该电厂的存在对于帮助降低那里可能发生的核灾难的危险极为重要。<sup>5</sup>



扎波罗热支援工作组访问前弗拉基米尔·泽连斯基总统与原子能机构总干事拉斐尔·马里亚诺·格罗西会晤。（照片来源：原子能机构）

9. 总干事于8月29日抵达乌克兰，会晤了乌克兰总统弗拉基米尔·泽连斯基，并率领包括一个高级别代表团和技术小组的原子能机构对扎波罗热的支持和援助工作组（扎波罗热支援工作组）去帮助稳定扎波罗热核电厂的核安全和核安保状况。扎波罗热支援工作组为原子能机构提供了近距离观察扎波罗热核电厂当前的核安全和核安保相关局势的独有会。原子能机构专家在该电厂的持续存在将有助于进一步完善和加深对局势的了解。

---

<sup>5</sup> [联合国/乌克兰核电厂状况联合国视听图书馆 \(unmultimedia.org\)](https://www.unmultimedia.org/)

10. 本报告概述乌克兰局势，内容关于自首份报告发表以来乌克兰核设施以及涉及放射源和核材料的活动的核安全、核安保和核保障。具体而言，本报告：

- 重点介绍扎波罗热核电厂及周边地区发生的事件，以及 8 月至 9 月在总干事率领下前往扎波罗热核电厂的专家工作组的初步核安全和核安保调查结果；
- 报告 5 月就核安全和核安保对切尔诺贝利核电站厂址进行的第二次工作组访问的成果和调查结果；
- 详细介绍向乌克兰提供援助以支持核安全和核安保的最新情况；
- 总结根据“乌克兰与原子能机构的全面保障协定”在乌克兰实施保障的各相关方面；
- 概述接下来的步骤，包括紧急建立一个核安全和核安保保护区。

## B 乌克兰核设施的核安全和核安保

### a. 确保武装冲突期间核安全和核安保的七个不可或缺的支柱

11. 自 2 月 24 日以来，原子能机构一直在根据其《规约》并参照原子能机构安全标准和核安全导则<sup>6</sup> 评定乌克兰的核安全和核安保状况。考虑到军队靠近或进入核设施特别是在运核电厂厂址的这些前所未有的情况，原子能机构制订了适当评定局势的定制方案。这促成了确保武装冲突期间核安全和核安保的七个不可或缺的支柱的确立，这些支柱源自原子能机构安全标准和核安保导则，突出强调在当前情形下最敏感和最重要的安全和安保相关问题（七个支柱）。

12. 原子能机构一直在对照如下这七个支柱定期评定局势：

1. 设施（无论是反应堆、燃料池，还是放射性废物贮存库）的物理完整性必须得到维护；
2. 所有安全和安保系统及设备必须在任何时候都处于全面运行状态；
3. 运行人员必须能够履行其安全和安保职责，并有能力在没有不适当压力的情况下作出决定；
4. 所有核场址都必须有电网提供的安全的厂外电力供应；
5. 必须有不间断的后勤供应链和往返于场址的运输；
6. 必须有有效的厂内和厂外辐射监测系统以及应急准备和响应措施；以及
7. 必须与监管机构和其他方面保持着可靠的通讯。

---

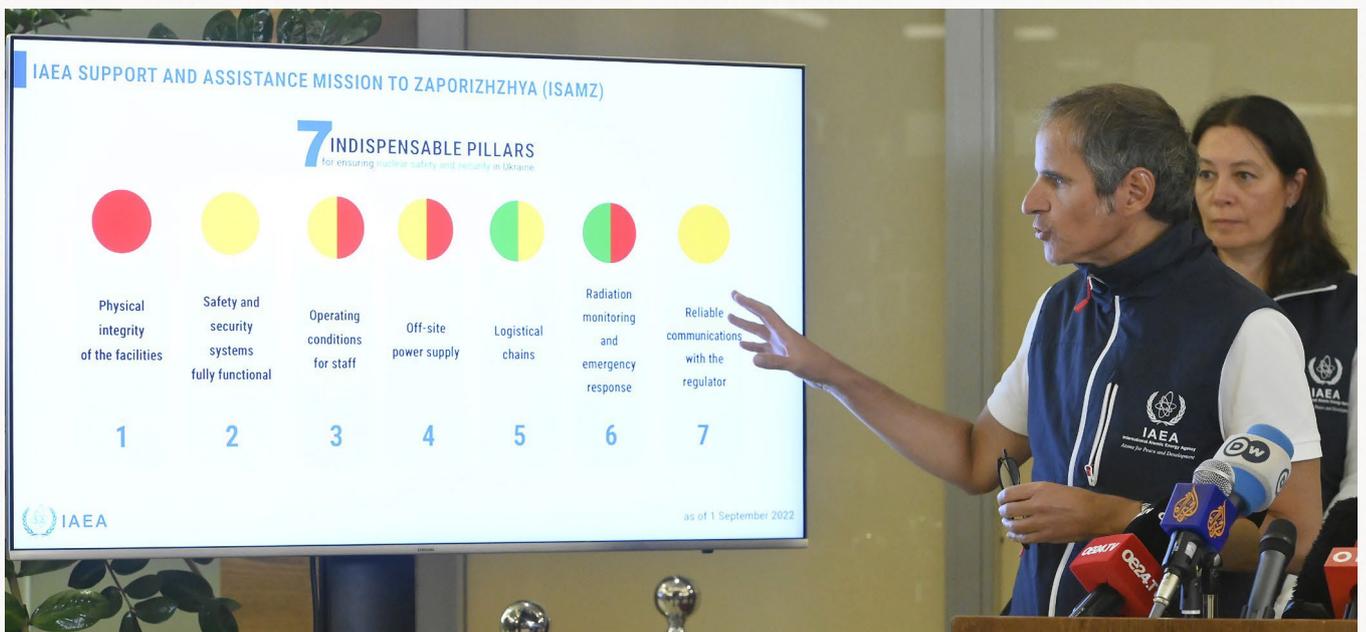
<sup>6</sup> 特别是以下出版物：第 SF-1 号：《基本安全原则》；《核安保丛书》第 20 号：《国家核安保制度的目标和基本要素》；《核安保丛书》第 35-G 号：《核设施寿期期间的安保》；《核安保丛书》第 27-G 号：《核材料和核设施的实物保护》（INFCIRC/225/Revision 5 号文件的实施）；第 GSR Part 1 (Rev.1) 号：《促进安全的政府、法律和监管框架》；第 GSR Part 2 号：《安全领导和管理》；第 GSR Part 3 号：《国际辐射防护和辐射源安全基本安全标准》；第 GSR Part 4 (Rev.1) 号：《设施和活动的安全评定》；第 GSR Part 5 号：《放射性废物的处置前管理》；第 GSR Part 7 号：《核或辐射应急的准备与响应》；第 SSR-2/1 (Rev.1) 号：《核电厂安全：设计》；第 SSR-2/2 (Rev.1) 号：《核电厂安全：调试和运行》；《核安保丛书》第 13 号：《核材料和核设施实物保护的核安保建议》（INFCIRC/225/Revision 5 号文件）；第 SSG-53 号：《核电厂反应堆安全壳和相关系统的设计》；第 SSG-63 号：《核电厂燃料处理和贮存系统的设计》；第 NS-G-2.14 号：《核电厂运行的实施》；第 SSG-15 (Rev.1) 号：《乏核燃料贮存》；第 WS-G-6.1 号：《放射性废物贮存》；第 RS-G-1.8 号：《为辐射防护目的进行环境和源的监测》。

13. 作为七个支柱基础的原子能机构安全标准和核安保导则确立了核安全和核安保的原则、要求和建议，用于保护人民和环境免受电离辐射的有害影响。

14. 原子能机构安全标准和核安保导则反映了高水平的安全和安保，得到了成员国和核专家的全球认可，因此被纳入了许多成员国的国家监管框架。根据《规约》，原子能机构必须按照其安全标准提供援助。<sup>7</sup>

15. 当这七个支柱在乌克兰各核设施厂址受到损害时，原子能机构总干事经常表示严重关切。总干事不断强调，原子能机构随时准备帮助确保在乌克兰维护这七个支柱。

16. 如前所述，七个支柱特别适用于军队靠近或进入核设施特别是在运核电厂厂址的这些前所未有的情况。就其本身而论，这些支柱并未就核安全和核安保提出额外的原则、要求或建议，与原子能机构安全标准和核安保导则出版物完全一致。



原子能机构总干事拉斐尔·马利亚诺·格罗西从扎波罗热支援工作组访问归来后由负责核安全和安保部的副总干事莉迪·埃夫拉尔陪同在9月2日举行的新闻发布会上介绍扎波罗热核电站七个支柱的状况。（照片来源：原子能机构）

<sup>7</sup> 原子能机构安全标准和核安保导则系在原子能机构全体成员国最高级别共识的基础上制订，是一套全面的规范性出版物，涉及范围广泛的各种状况，可适用于一切情形。

## b. 乌克兰核设施状况概览

17. 附件一列出了 4 月 28 日以来与乌克兰核设施和涉及放射源的活动相关的大事记。以下是对 4 月 28 日之前事件的概述和对 4 月 28 日之后事件的评定。

### 扎波罗热核电厂

18. 扎波罗热核电厂是乌克兰最大的核电厂，有六座 VVER-1000 反应堆，由国家核能发电公司运行。3 月 4 日，乌克兰通知原子能机构，俄罗斯军队控制了扎波罗热核电厂厂址。截至 8 月 24 日，有两台反应堆机组在运行中，以满足乌克兰的电力需求，其余机组正在维修或处于冷停堆状态。9 月 1 日，其中一台反应堆机组发生了一次自动停堆，其确切原因正在调查中。该机组于 9 月 2 日恢复了运行。

19. 9 月 3 日，两台在运反应堆机组的运行功率下降。随后，其中一台反应堆机组停堆，另一台反应堆机组保持运行。

20. 自 4 月以来，扎波罗热核电厂所发生事件的数目可观（见附件一），已经严重损害到七个支柱。

### 物理完整性

21. 七个支柱的第一个规定“设施（无论是反应堆、燃料池，还是放射性废物贮存库）的物理完整性必须得到维护。”

22. 3 月 4 日，乌克兰通知原子能机构，俄罗斯军队控制了扎波罗热核电厂厂址，培训中心、实验室大楼和一座行政楼被一枚射弹击中后严重受损。6 号机组反应堆的变压器受损，但几天后得到修复。乌克兰报告称，该电厂六座反应堆的物理完整性及其安全和安保系统没有受到影响，核电厂继续由其正式工作人员运行，厂内辐射监测系统完全正常工作，并且无放射性物质释放。根据原子能机构得到的资料，该厂址的乏燃料水池运行正常，后来对干法贮存设施进行目视检查亦未发现任何损坏。

23. 据乌克兰报告，4 月发生的诸如所记录的巡航导弹飞越扎波罗热核电厂厂址等其他事件有可能损害有关核设施的物理完整性。7 月和 8 月，乌克兰通知原子能机构，扎波罗热核电厂 1 号机组汽轮机大厅和扎波罗热核电厂 2 号机组汽轮机大厅放进了俄罗斯军事设备，而且俄罗斯军队还将两辆装甲运兵车和六辆专用卡车放到了扎波罗热核电厂的维修区。

24. 据乌克兰报告，8月5日的新一轮炮击击中了该核电厂的氮氧站区域。消防员迅速将火扑灭，但该氮氧站需要维修。

25. 同一天，原子能机构获悉，外部电力供应受到破坏。750千伏外部供电线路的配电站附近发生爆炸，造成变压器关闭。第二天，即8月6日，新一轮炮击进一步损坏了该电厂的外部供电系统、乏燃料设施以及作为其辐射控制系统一部分的通信电缆。

26. 在这些炮击核电厂厂址造成的损害报告之后，原子能机构总干事在8月6日的一份新闻稿中表示，扎波罗热核电厂的状况越来越令人担忧，他呼吁最大限度地保持克制，以避免发生任何可能威胁乌克兰和其他地区公众健康的事故。总干事进一步指出，危及扎波罗热核电厂核安全和核安保的军事行动完全是不可接受的，必须不惜一切代价予以避免。他指出，任何针对或来自该设施的军事火力都相当于玩火，可能会造成灾难性后果。总干事紧急地大力呼吁所有各方在这个有六座反应堆的重要核设施附近保持最大限度的克制。在核设施内或其附近的任何军事活动（如炮击）都有可能造成不可接受的放射性后果。

27. 不到一周后，即8月11日，该电厂的消防站遭炮击受损。生活污水处理站也被损坏。所有这些事件都影响了该设施的整体物理完整性。

28. 此外，乌克兰通知原子能机构，随后的8月20日至22日三天又发生了炮击，破坏了扎波罗热核电厂的基础设施，包括扎波罗热核电厂工作人员通往发电机组所用的通道（天桥）以及实验室和化学设施。

29. 8月24日，乌克兰国家核监管监察局通知原子能机构，扎波罗热核电厂放置了40多套军事装备。

30. 在扎波罗热支援工作组访问期间，工作组近距离目睹了扎波罗热核电厂附近的炮击，特别是9月3日，工作组接到指示而疏散到行政楼一层。此外，工作组在不同地点查看了所报告事件造成的损坏，其中一些损坏靠近反应堆厂房，包括对以下各处的损坏：

- 一个汽轮机润滑油箱；
- 诸如乏燃料运输车大楼等各建筑屋顶；
- 除其他物项外还存放着新鲜核燃料的专用建筑和固体放射性废物贮存设施；
- 新培训楼；
- 实物保护系统中央警报站所在楼；
- 乏燃料干法贮存设施附近辐射监测系统所在容器。

31. 扎波罗热支援工作组报告了对路面、各种建筑物墙壁和窗户以及连接扎波罗热核电厂反应堆机组的天桥受损情况的第一手观察结果。

32. 扎波罗热支援工作组关切地注意到，炮击可能影响到与安全有关的结构、系统和部件，并可能造成安全方面的重大影响、生命损失和人员伤害。在这种情况下，原子能机构总干事从扎波罗热支援工作组访问归来时表示，虽然过去的事件尚未引发核紧急情况，但那些事件对核安全和核安保构成了持续的威胁，因为关键安全功能（尤其是放射性封隔和冷却功能）可能受到影响。

33. 扎波罗热支援工作组看到已经或正在对一些损坏开展一些维修工作，并注意到维修所造成的全部损坏还需要进一步的工作。工作组获悉，该区域辐射水平仍然正常。



炮击对 6 号机组高架通道造成的损坏。（照片来源：原子能机构）



原子能机构工作组在查看炮击对扎波罗热核电厂有新鲜核燃料等物项和固体放射性废物贮存设施的专用建筑屋顶。（照片来源：原子能机构）



负责核安全和安保部的副总干事莉迪·埃夫拉尔与原子能机构工作人员一起查看扎波罗热核电厂有新鲜核燃料等物项和固体放射性废物贮存设施的专用建筑屋顶。（照片来源：原子能机构）

虽然持续的炮击尚未引发核紧急情况，但炮击仍然对核安全和核安保构成了持续的威胁，对关键安全功能的潜在影响可能导致具有重大安全意义的放射性后果。

**建议 1：**原子能机构建议，应立即停止对厂址及其附近区域的炮击，以避免对该电厂和相关设施造成任何进一步损坏，保障运行人员的安全，并维持支持安全可靠运行的物理完整性。这需要所有相关各方同意在扎波罗热核电厂周围建立一个核安全和核安保保护区。

## 安全和安保系统及设备

34. 支柱 2 规定，“所有的安全和安保系统及设备必须在任何时候都处于全面运行状态”。

35. 原子能机构获悉，最近的炮击对电厂系统和设备造成了安全后果和损坏，例如，其中一台机组启动了应急保护，将柴油发电机投入了运行，氮氧站和一栋辅助建筑也受到损坏。

36. 持续的炮击可能会破坏电厂的其他关键系统和设备，造成更严重的后果，包括向环境无限释放放射性物质。因此，需要避免任何危及扎波罗热核电厂安全和安保的炮击。厂址的军事装备和要害区域附近发生的军方猛烈交火破坏了专设实物保护系统。

37. 在扎波罗热支援工作组访问期间，乌克兰电厂工作人员和管理人员告诉工作组，扎波罗热核电厂的所有安全系统都在正常运行，实物保护系统也在运行。然而，乌克兰电厂工作人员和管理人员还告诉工作组，在军队占领扎波罗热核电厂后，一些重要的实物保护功能，如厂址（保护区）警卫和出入控制等由俄罗斯军事指挥部接管，但根据乌克兰现有法律，实物保护责任仍由扎波罗热核电厂管理层承担。

38. 9 月 2 日，工作组在访问 6 号机组主控室时，核查了 6 号机组的所有安全系统都处于正常工况。

39. 工作组观察到，扎波罗热核电厂各处都有俄罗斯军事人员、车辆和设备，包括 1 号机组和 2 号机组汽轮机大厅底层的若干军用卡车以及通往反应堆机组的天桥下停着的军用车辆。工作组还观察到有来自俄罗斯核电厂联合企业的专家小组。乌克兰电厂工作人员和管理人员向工作组解释道，这个专家小组的职责是就核安全、核安保和运行向扎波罗热核电厂管理层提供建议。



扎波罗热核电厂 2 号机组汽轮机大厅底层的军用车辆。（照片来源：原子能机构）

维持扎波罗热核电厂所有安全系统正常运行以及维持实物保护系统处于运行状态是运行人员努力的结果。然而，由于军事人员和设备以及国家原子能公司代表在厂址的存在，做出这些努力的环境非常具有挑战性。

**建议 2：**原子能机构建议，应按设计和许可方式运行实物保护系统，并确保扎波罗热核电厂的安全和安保系统持续运行，确保电厂系统和设备的可操作性。这需要将车辆从可能干扰安全和安保系统及设备运行的区域移除。

## 运行人员

40. 支柱 3 规定，“运行人员必须能够履行其安全和安保职责，并有能力在没有不适当压力的情况下作出决定”。

41. 自 3 月 4 日以来，扎波罗热核电厂继续由正式管理人员和工作人员运营，并开展日常工作，但该厂址仍然处于现场俄罗斯军队指挥官的控制之下。3 月 13 日，乌克兰通知原子能机构，俄罗斯联邦国家原子能公司（“国家原子能公司”）至少有 11 名代表出现在该厂址。4 月 29 日，乌克兰当局报告说，俄罗斯核电厂联合企业（国家原子能公司的一个部门）向扎波罗热核电厂派出了一个核专家小组。这些专家要求电厂管理层每天提供有关核电厂运行“机密问题”的报告，涵盖与行政管理、维护和维修活动、安保和出入控制以及核燃料、乏燃料和放射性废物管理有关的各个方面。原子能机构认为，国家原子能公司高级技术人员的存在可能会导致对正常业务指挥或权限体系的干扰，并可能导致在决策时产生摩擦。国家核能发电公司在核电厂的运行团队已经能够每天三班轮换，但这种情况对工作人员产生了负面影响。

42. 4 月，乌克兰国家核监管监察局通知原子能机构，“扎波罗热核电厂工作人员在令人难以置信的压力下工作”，扎波罗热核电厂工作人员的“士气和情绪”一直“非常低落”。电厂管理层告知原子能机构，最近的炮击影响了安全系统，给电厂系统和设备造成了损坏。最近的这些事件同时也增加了扎波罗热核电厂运行人员的焦虑和压力。有一次不得不停止换班。运行人员在运行核电厂时持续面临高度紧张和压力的状况不可持续，可能导致人为故障增加，对核安全产生影响。

43. 8月6日，在新一轮炮击中，一名在乏核燃料干法贮存设施区域工作的扎波罗热核电站工作人员受伤。炮击还造成了一些物理损坏。另外，乌克兰向原子能机构报告说，扎波罗热核电站工作人员进入现场应急危机管理中心的权限受到限制。

44. 总干事在其最新情况声明中一再强调原子能机构对乌克兰扎波罗热核电站工作人员面临的困境越来越感到关切，并概述了乌克兰扎波罗热核电站工作人员不断恶化的状况。在俄罗斯武装部队控制下，工作人员在极其紧张的条件下运行设施。总干事指出，这个主要核电站的状况显然无法维持，令人不安的报告进一步加深了他对扎波罗热核电站人员福祉的关切。总干事谴责在扎波罗热核电站或其附近或针对其工作人员的一切暴力行为，并指出，在俄罗斯占领下运行电厂的乌克兰工作人员必须能够在没有威胁或压力的情况下履行其重要职责，威胁或压力不仅危害他们自身的安全，也危害设施本身的安全。

45. 在扎波罗热支援工作组访问期间，乌克兰电厂工作人员和管理人员告诉工作组，扎波罗热核电站的运营决定由营运组织高级运营管理人员根据技术规范和其他相关技术文件做出。工作组还获悉，尽管持许可证的工作人员短缺，但主控室的人员配置足以履行正常运行职能，仍在实行八小时定期换班程序。

46. 乌克兰电厂工作人员和管理人员向工作组保证，主控室运行人员按要求接受了培训，并参加了定期演习和其他演练，全尺寸模拟机仍然完全可以用于培训和演练。

47. 此外，工作组报告说，在现场观察到的一些损坏，如破碎的窗户和损坏的建筑结构，对扎波罗热核电站运行人员来说仍然是一种危险。然而，工作组确定，运行人员不能不受限制地进入某些区域，如喷淋冷却池、建筑屋顶和取水口区域的结构，进入冷却池区域需要得到现场军事人员的批准。在扎波罗热支援工作组访问之后，总干事提出了关切，即这种限制可能会限制运行人员在紧急情况下进入某些场所，从而危及正常运行和应急响应的有效性。

48. 乌克兰电厂工作人员和管理人员向工作组报告说，实物保护领域有 40% 的职位目前没有配备人员，这大大增加了现有工作人员的工作量，因为他们要确保厂址的持续实物保护。此外，据报告，辐射安全部有 172 名工作人员，为正常人员编制的 93%，其余的工作人员要么在休产假和正常休假（6%），要么已撤离（1%）。

49. 就应急准备和响应的人员配置而言，乌克兰电厂工作人员和管理人员告诉工作组，正常人员配置为 1230 人，分三班轮换，而目前三班轮换仅 907 人，但电厂评定认为，这些人员仍然能够有效地开展应急准备和响应。同样，电厂消防队目前只有 80 名工作人员，而正常水平为 150 名工作人员。为了弥补工作人员的短缺，轮班安排已改为 48 小时三班轮换，而不是正常的 24 小时四班轮换。



原子能机构总干事拉斐尔·马里亚诺·格罗西和原子能机构专家在视察扎波罗热核电站 2 号机组汽轮机大厅底层时听取扎波罗热核电站管理层的情况介绍。（照片来源：原子能机构）

在俄罗斯军事占领下乌克兰的电厂运行人员一直处于高度紧张和压力之下，特别是在工作人员有限的情况下。这是不可持续的，可能会导致人为故障的增加，对核安全产生影响。众多运行人员必须能够在没有威胁或压力的情况下履行其重要职责，威胁或压力不仅危害他们自身的安全，也危害设施本身的安全，因此为了确保工作人员及其家人的健康，必须提供一切必要支持。在现场的扎波罗热支援工作组可以按照适用的标准找出并帮助解决这些问题。

**建议 3：**原子能机构建议，应该为运行人员重新建立一个适当的工作环境，包括家庭支持。此外，营运者由于对核安全和核安保负有首要责任，故应该能够权责分明地履行使命。

## 厂外电力供应

50. 支柱 4 规定“所有核场址都必须有由电网提供的安全的厂外电力供应”。

51. 对连接扎波罗热核电站和电网的电力传输线的影响一直令人关切。该厂址有四条外部高电压（750 千伏）电力传输线，另有一条备用电力传输线。在俄罗斯控制该厂址的前几天，

四条电力传输线中有两条受损，电厂的第三条电力传输线也中断了一段时间。原子能机构 3 月评定认为，电厂能够利用当时可用的线路安全运行，并且该厂址配备了 20 台应急柴油发电机，可以在厂外电源中断时为反应堆的安全运行提供所需电力（使其具备冷停堆的能力）。尽管如此，失去两条电力传输线还是影响到该设施的纵深防御。乌克兰表示，核电厂继续按照国家核安全、辐射安全和环境安全标准运行；生态、消防和辐射条件符合国家规范；工业场址的本底辐射与天然本底相符。

52. 乌克兰多次告知原子能机构，该厂址的厂外电力供应受到军事活动的影响，导致至少有一次需要依靠较少的线路以及启动柴油发电机。这些事件中的每一件都违反了关于安全厂外电力供应的支柱。极为重要的是，为了确保电厂在一切工况下安全运行，应保持所设计的外部电力供应可用，并尽量减少电力供应的意外和非预期断电。

53. 8 月 5 日，针对扎波罗热核电厂的炮击导致一条 750 千伏外部供电线路的配电站附近发生数次爆炸，造成电力变压器和两台备用变压器关闭。一台反应堆机组受到影响。受影响机组的应急保护系统被触发，柴油发电机开始运行，以确保该机组的电力供应。该机组仍与电网断开。

54. 8 月 13 日，卡霍夫斯卡亚线路的 750 千伏户外配电站区域也遭到了炮击。

55. 乌克兰称，8 月 22 日的炮击损坏了附近热电厂的变压器，导致连接该电厂和扎波罗热核电厂的电力传输线断开长达几个小时，当天晚些时候才恢复。

56. 除了已恢复的热电厂备用线路外，截至 8 月 22 日，扎波罗热核电厂只有一条运行中的电力传输线与电网相连，而这种线路共有四条。

57. 8 月 25 日，乌克兰报告说，扎波罗热核电厂所余最后一条运行中的 750 千伏外部电力传输线临时断电。在这一天中，扎波罗热核电厂的这条线路至少两次断电。这条 750 千伏电力传输线随后得到恢复。在停电期间，扎波罗热核电厂仍有一条 330 千伏线路与附近热电厂相连，在需要时可以提供备用电力。乌克兰还通知原子能

8 月 6 日，对扎波罗热核电厂厂址的炮击再次开始。如乌克兰所报告的那样，一名在乏核燃料干法贮存设施区域工作的扎波罗热核电厂工作人员受伤。对扎波罗热核电厂乏燃料干法贮存设施附近的炮击破坏了该厂的外部供电系统，并损坏了乏燃料贮存设施区域的墙壁、屋顶和窗户，以及作为其辐射控制系统一部分的通信电缆，可能影响到三个辐射探测传感器的功能。这一轮炮击造成一条 750 千伏的高压线断电。同时，4 号反应堆机组的应急保护系统被触发。乌克兰还报告称，扎波罗热核电厂的工作人员被限制进入扎波罗热核电厂现场应急危机管理中心。乌克兰国家核监管监察局表示，其与扎波罗热核电厂的通讯“非常有限，而且断断续续”，该电厂的厂外供电仍然有限。总干事评定了 8 月 5 日和 6 日的报告，强调指出炮击事实上损害了总干事在冲突开始时概述的所有七个支柱。

机构，由于 750 千伏电力传输线断电，扎波罗热核电厂的两台在运反应堆机组已与电网断开，其应急保护系统被触发，而所有安全系统仍在运行。该电力传输线恢复后，全部六台机组还仍与电网断开。8 月 6 日，总干事再次强调，来自电网的可靠厂外电力供应对确保核安全至关重要。

58. 扎波罗热支援工作组查看了炮击对扎波罗热核电厂配电站造成的损坏（750 千伏卡霍夫斯卡亚和南顿巴斯线路的电力变压器和连接器于 8 月 14 日被炸毁），以及炮击对连接扎波罗热核电厂和热电厂的 150 千伏和 330 千伏电力传输线造成的损坏。此外，9 月 3 日，乌克兰电厂工作人员和管理人员告知工作组，唯一剩下的 750/330 千伏线路在前一天晚上受到轻微损坏，需要修理。

59. 乌克兰电厂工作人员和管理人员向工作组报告说，1 号至 5 号机组的 17 台应急柴油发电机（包括该厂址的两台共用应急柴油发电机）已按设计启动。8 月 25 日，电厂全部四条外部供电线断电后，在与热电厂连接的 750 千伏/330 千伏电力传输线恢复之前，6 号机组进入了孤岛运行模式，自行供电。所有六台机组都可以进入孤岛运行模式，向厂址的其他装置供电，但完成连接过程需要 3—4 小时。

60. 工作组还得到确认，通常情况下，每台应急柴油发电机的燃料存量可以维持运行 10 天，而整个厂址有 2250 吨柴油燃料可供使用。电厂与燃料供应商签订了合同；但是，当前的局势使得向扎波罗热核电厂厂址交付燃料的工作复杂化，目前正在讨论如何能够将燃料交付到该厂址。



运行人员在扎波罗热核电厂 5 号机组主控室工作。（照片来源：原子能机构）



原子能机构专家视察扎波罗热核电站5号机组的应急柴油发电机房。（图片来源：原子能机构）

61. 工作组观察到，扎波罗热核电站的每台机组都配备了一台 800 千瓦（电）的移动式柴油发电机，如果需要，可以用于任何其他机组，但在厂址上的任何应急柴油发电机断电后，将需要大约一个小时来完成连接过程，方能使其全面运行而向基本安全系统供电。工作组还注意到，厂址的每台机组都有移动式大流量水泵。

62. 工作组看到，由于最近的炮击，配电站区域的若干件电气设备受损，由于备件均系定制，所以对其中一些设备的维修需要很长时间。

该区域的军事活动多次造成扎波罗热核电站的厂外电力供应完全或部分断开。厂外电源对于电厂的持续安全运行至关重要。

**建议 4：**原子能机构建议，应重新按设计部署厂外供电线路冗余，并确保随时可用，同时应结束所有可能影响供电系统的军事活动（见建议 1）。

## 后勤供应链

63. 支柱 5 规定，“必须有不间断的后勤供应链和往返于场址的运输”。

64. 原子能机构数次获悉，扎波罗热核电厂的供应链被中断，给获得维护和维修过程所需的备件和消耗品带来了挑战。

65. 在扎波罗热支援工作组访问期间，以前所说的在维持为关键安全和安保储备提供支持的后勤供应链方面的挑战得到了证实。尽管如此，乌克兰电厂工作人员和管理人员告诉工作组，没有任何安全系统因缺乏备件而中止工作。然而，由于缺乏备件，一些重要大修维护工作（如应急柴油发电机和主循环泵的大修维护工作）被推迟，而代之以例行维护。

66. 工作组注意到，向该厂址运送备件和柴油极为困难，备件运输只有通过个人安排，在个案情况下才有可能，根本无法预测。同样，由于无法获得备件，维持目前的消防车队也是一项挑战。

67. 电厂表示，应急准备和响应所需的材料储备为 98.5%，但评定认为这些已经足够。然而，工作组获悉，如果发生紧急情况，电厂将难以在运送材料储备和提供其他支持需求方面从其他电厂获得外部支持。例如，由于电厂消防站受到破坏，其人员和设备已迁至埃涅尔戈达尔市消防站，这导致电厂消防队在发生火灾时需要更多的时间才能到达电厂，增加了火灾发展的风险。

维持正常运作且有效的后勤供应链有助于关键安全和安保系统的可操作性，并可确保它们的任何损坏都能及时得到维修，避免在厂内外发生任何不应有的后果。

**建议 5:** 原子能机构建议，为了该电厂在一切工况下都持续保持核安全和核安保，有关各方应承诺并帮助确保有效的供应链，包括建立安全运输走廊，并酌情利用原子能机构的援助和支持计划。

## 厂内和厂外辐射监测系统以及应急准备和响应措施

68. 支柱 6 规定，“必须有有效的厂内和厂外辐射监测系统以及应急准备和响应措施”。

69. 乌克兰通知原子能机构，8 月 6 日的炮击破坏了作为其辐射控制系统一部分的乏燃料贮存设施通讯电缆，这可能影响三个辐射探测传感器的功能。乌克兰在该事件后通知原子能机构，电厂工作人员进入扎波罗热核电厂现场危机中心的权限受到限制，即使仍可进入厂外中心，也可能影响发生紧急情况时的响应活动。

70. 乌克兰国家核监管监察局在 8 月 10 日分享的一份情况介绍中表示，“扎波罗热核电厂没有厂外应急准备和响应安排”。乌克兰通知原子能机构，8 月 11 日又发生了炮击，给电厂消防站造成了损坏。这些事件进一步损害了业已受到损害的应急准备和响应安排与能力。

71. 工作组 9 月 2 日获悉，由于 8 月 25 日和 26 日的炮击，整个厂址的辐射监测系统已经瘫痪了约 24 个小时。这是由一条后来得到修复的电源线的损坏造成的。目前，例行辐射监测正在按照常规程序进行，扎波罗热核电厂周围 30 公里范围内的辐射水平保持正常。由于辐射探测器的电源线损坏，无法获得电厂南部周边区域的辐射测量结果，修复工作正在进行中。

72. 乌克兰电厂工作人员和管理人员向工作组确认，厂址上的应急演练正在按计划进行。最近一次有厂外应急组织参与的应急演练于 2021 年 11 月举行，电厂正根据当前状况制定一次有厂外应急组织参与的应急演练，该演练预计于 2022 年 11 月进行。

73. 工作组从乌克兰电厂工作人员和管理人员那里得到确认，关于厂内应急响应行动的最终决定由厂长负责作出。然而，由于缺乏与地方政府的通讯，电厂将无法在公众保护方面向目前的地方政府提出任何建议。

74. 乌克兰电厂工作人员和管理人员告诉工作组，电厂工作人员无法进入厂内应急中心进行应急响应，因为那里被军事当局占领。但已建立了一个替代应急中心。工作组访问了该替代应急中心，并观察到该中心不具备所需的全部响应职能。例如，替代应急中心没有独立的电力供应或独立的通风系统，也没有互联网连接，无法与参与应急响应的所有各方进行有效通讯。工作组还获悉，扎波罗热市的厂外应急中心运行完全正常。

在不断威胁电厂安全和安保的当前情况下，确保为在厂内和厂外有效响应任何核或放射应急做好准备极为重要。

**建议 6：**原子能机构建议：(1) 应进行应急响应职能演练，并重建支持这些职能的应急响应设施，以及 (2) 应通过定期培训、明确的决策链和随时可用的通讯手段和后勤支持来重建准备工作。扎波罗热支援工作组可以为这种培训的准备和支持提供协助。

## 通讯

75. 支柱 7 规定，“必须与监管机构和其他方面保持着可靠的通讯”。

76. 自 3 月以来，扎波罗热核电厂与乌克兰国家核监管监察局之间的通讯联系受到了严重影响，许多通讯线路要么不工作，要么不可靠。现在可以通过移动电话和电子邮件进行一些通信，但乌克兰方没有对厂址设施进行监管视察。

77. 据报互联网连接于 5 月 1 日中断，后于 5 月 3 日重新建立并完全恢复正常。

78. 乌克兰国家核监管监察局通知原子能机构，在 8 月 6 日的炮击事件后，它与扎波罗热核电厂的通讯“非常有限，而且断断续续”。乌克兰国家核监管监察局在 8 月 10 日分享的一份情况介绍中表示，“只有移动和电子邮件渠道可用，但它们容易受到外部影响”。

79. 在同一情况介绍中，乌克兰国家核监管监察局表示，国家视察员无法在扎波罗热核电厂履行职能，因为无法在电厂进行实物检查，针对扎波罗热核电厂的主要活动包括远程收集、分析和审查信息。因此，在过去几个月中，与监管机构保持可靠通讯这一支柱一直受到违反。

80. 乌克兰电厂工作人员和管理人员向扎波罗热支援工作组证实，与乌克兰国家核监管监察局和厂外应急组织的通讯只能通过移动电话部分进行，没有其他通讯手段可用，包括传真、音频和视频会议、互联网连接和卫星连接。如果有互联网连接可用，就有可能与乌克兰国家核监管监察局、国家核能发电公司和其他电厂进行其他方式的通讯和交流。

81. 工作组获悉，2022年4月，乌克兰国家核监管监察局暂停了现场监管监督视察，目前，监管监督仅以远程方式进行。

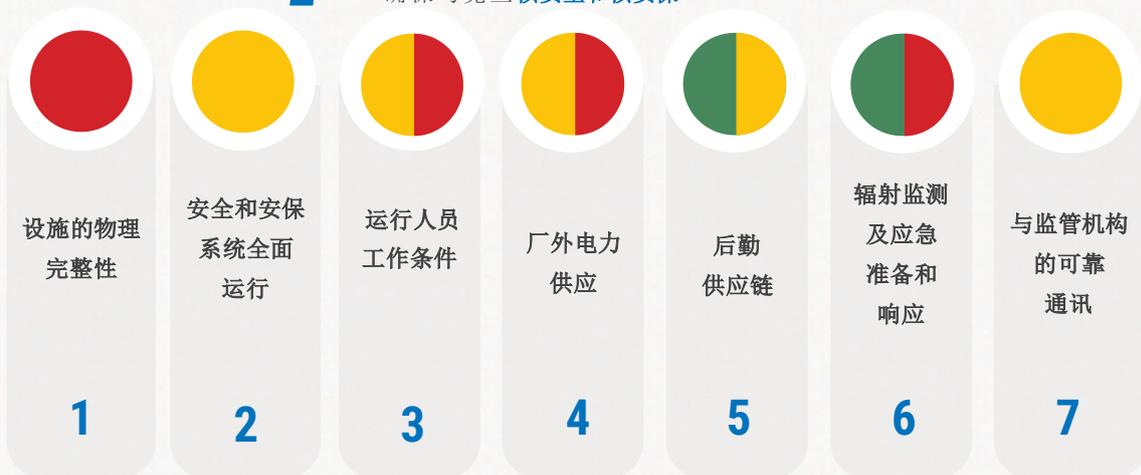
82. 工作组目睹了与缺乏通讯系统能力有关的挑战。这一关键缺陷只会加剧目前应急准备和响应指挥与控制的互操作性问题，以及无法在地方、地区、国家和国际各级团结一致地响应任何安全或安保事件的问题。为此，当务之急是立即恢复互联网和（或）卫星连接，以加强现有的移动电话使用。

自冲突伊始，就出现了缺乏通讯手段和渠道的情况。这一关键缺陷只会加剧目前在以下方面的挑战：在充分的监管监督下维持电厂的安全可靠运行，以及确保在地方、地区、国家和国际各级有效响应任何核安全或核安保事件。

**建议 7：**原子能机构建议，应确保与所有外部组织的可靠且有冗余的通信手段和渠道，包括互联网和/或卫星连接，以保证设施的安全可靠运行。

## 国际原子能机构对扎波罗热的支持和援助工作组 (扎波罗热支援工作组)

### 7个不可或缺的支柱 确保乌克兰核安全和核安保



截至2022年9月1日

在9月2日新闻发布会上介绍的扎波罗热支援工作组关于七个支柱的主要调查结果的信息图表。该信息图表显示：(1) 在厂址观察到的损坏，(2) 安全和安保系统的可操作性，(3) 对运行人员的具有挑战性的条件，(4) 对厂外电力供应的破坏，(5) 供应链断裂的影响，(6) 厂址例行辐射监测和应急安排的可操作性，以及 (7) 维持对扎波罗热核电厂的例行监管监督以及与乌克兰国家核监管监察局保持常规通讯方面的挑战。

## 切尔诺贝利核电站厂址

83. 切尔诺贝利核电站厂址有六台反应堆机组（其中 1 号至 4 号机组自 1986 年事故起永久关闭，5 号和 6 号机组从未调试使用），包括在 1986 年事故中被部分摧毁的 4 号机组，该机组现由一个称为“新安全封隔设施”的掩蔽设施盖住。该厂址另外还有两座乏燃料临时贮存设施（ISF-1 和 ISF-2）和各种废物管理设施。在更大范围的切尔诺贝利禁区内，还有其他一些废物管理设施，包括多座放射性废物处置设施。

84. 切尔诺贝利禁区内的一座中央乏燃料贮存设施已经建成，一旦调试使用，将接收和贮存来自赫梅利尼茨基核电厂、罗夫诺核电厂和南乌克兰核电厂反应堆的乏燃料。

85. 本节简要回顾第一份简要报告，然后叙述随后的活动，包括对第一次工作组访问期间采集的环境样品进行的进一步剂量评估的结果，随后报告 5 月 30 日至 6 月 4 日对切尔诺贝利核电站和禁区的第二次工作组访问，最后提供对该厂址七个支柱的评定。

### 上份报告简述

86. 2 月 24 日，乌克兰通知原子能机构，俄罗斯军队控制了切尔诺贝利核电站的所有设施。3 月 31 日，俄罗斯军队撤离。在此期间，除其他外，乌克兰工作人员继续管理日常运作，但在很长一段时间内，工作人员无法轮换，造成了极度紧张和疲惫的状况；通讯中断；厂址失去厂外电力供应，只能依靠备用柴油发电机；实验室的安全和安保设备被毁或被盗。

87. 正如以前所报告的，自 4 月 25 日至 28 日，自俄罗斯军队控制切尔诺贝利核电站设施以来，原子能机构专家首次访问了该厂址。这一工作组是原子能机构总干事率领的一个高级别代表团，由原子能机构的核安全、核安保和核保障领域专家组成。这次访问使原子能机构得以开展现场评定，从而更好地了解与乌克兰核设施有关的核安全和核安保问题。这次访问还让原子能机构能够实地进行第一手观察，并利用在切尔诺贝利厂址进行的初步辐射测量对潜在辐射照射进行全面评定。最后，在这次工作组访问期间还交付了乌克兰请求提供的一些优先设备，其中包括辐射监测设备和个人防护设备。

88. 访问期间，原子能机构专家在切尔诺贝利禁区内，包括在所报道的挖掘区内进行了初步辐射监测，并收集了环境样本以供分析。剂量率测量在地上约 10 厘米和 1 米处进行。测量结果从 0.2 微希沃特/小时到 0.75 微希沃特/小时不等，比在附近道路上的剂量率高出 3—5 倍。在访问期间采集的环境样本在原子能机构塞伯斯多夫实验室进行了分析。

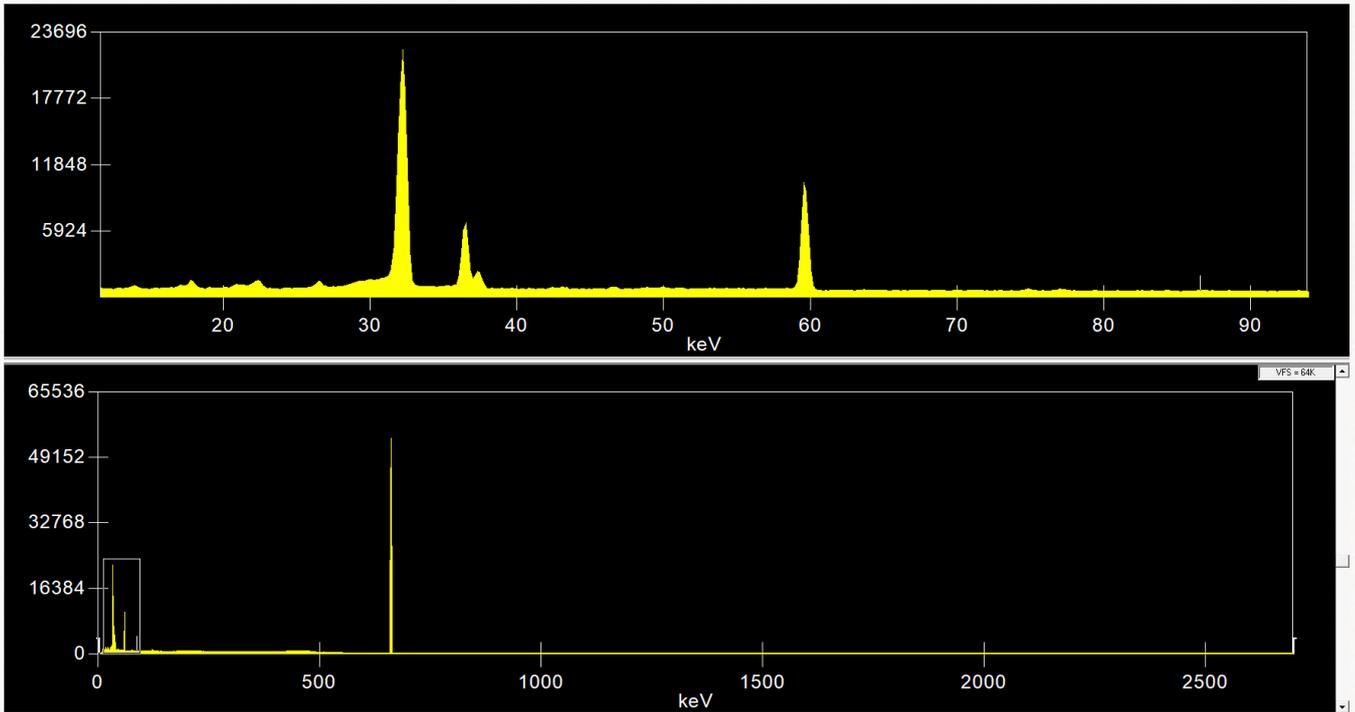


图 1. 一份土壤样本的  $\gamma$  能谱，显示镭-241 的  $\gamma$  射线峰值在 59.5 千电子伏，铯-137 的 X 射线在 30 千电子伏区域。

#### 随后从环境样本获得的结果和进行的剂量评估

89. 上述所有环境样本均系在原子能机构的保障分析实验室和陆地环境放射化学实验室用高分辨率  $\gamma$  射线测量法和电感耦合等离子体质谱法测量。

90. 在一些样本中检测到了裂变和活化产物。在几乎所有样本中都发现了铀、钍和钷的同位素。测量的数量在表 1（附件二）所列范围内。图 1 显示从一份土壤样本获得的  $\gamma$  能谱。

91. 根据这些测量得到的结果，进行了一次范围评定，以估计从 2 月 24 日至 3 月 31 日在该区域占领切尔诺贝利禁区的人员可能接受的辐射剂量。根据 4 月报告的剂量率测量结果对驻留该地区人员的潜在剂量进行的初步评定没有考虑所有的照射途径和所有的放射性核素，因此，这次范围评定对于确认以前提出的剂量评定结果是否仍然有效非常重要。

92. 为了能够估计俄罗斯军队在这一地区可能受到的辐射剂量，原子能机构选择了两种可能的假想情景：(A) 在人员和设备占据的区域进行挖掘；(B) 在整个占领期间（35 天）占据挖掘区的人员。

93. 考虑了以下照射途径：来自地面的外部剂量；来自皮肤上受污染土壤的外部照射；吸入再悬浮的受污染粉尘；以及无意中摄入受污染土壤。一个特别保守的假设是，个人没有使用个人防护设备。这两种假想情景都考虑的其他假设见表 2（附件三）。计算中使用的放射性核素及其比活度见表 3（附件三），它们是根据放射性测量表征结果选择的。

94. 表 4 概述假想情景 A 和假想情景 B 获得的估计总有效剂量结果（附件三）。在 35 天时间里，占据挖掘区和执行一些任务的人员在该区域接受的估计总有效剂量估计约为 0.6 毫希（假想情景 A）（在执行任务的部分时间里，再悬浮导致吸入剂量增加）。在假设的 14 天时间里在该区域每天进行 12 小时挖掘并在其余时间居住在该区域的人员所接受的估计总有效剂量估计约为 0.3 毫希（假想情景 B）。

95. 在这两种假想情景下，贡献剂量的主要放射性核素是铯-137。这意味着主导剂量的主要照射途径是来自地面的外部  $\gamma$  辐照，它贡献了总剂量的 95% 以上。

96. 吸入环境中的再悬浮粉尘对总剂量的贡献不大，在占据挖掘区期间（假想情景 A）的贡献为百分之几，在假设的 14 天内每天进行 12 小时密集挖掘期间（假想情景 B）的贡献约为 10%。在这两种假想情景下，吸入剂量主要来自镭-241。这是一个重要的发现，证实了原子能机构的判断，即  $\gamma$  辐射的外部照射所致剂量可能是主要贡献因素。

97. 这些结果与以前报告的结果一致，从而使基于 4 月进行的剂量率测量所报告的低照射评定更加具有可信性。

98. 这些估计的额外年度总有效剂量低于全球在一年中从正常本底辐射平均接受的剂量（约 2.5 毫希）。虽然认识到本文报告的测量结果和评定都存在不确定性，但预计不会在占领该区域的人员身上观察到可归因于这种剂量水平的辐射照射的健康影响。

## 迄今发生的其他事件

99. 5月19日，乌克兰国家核监管监察局报告说，与切尔诺贝利核电站的直接通讯已经恢复，自乌克兰首次向原子能机构报告，这种通讯随着该厂址的外部电力供应中断而中断，已有两个多月。5月21日，切尔诺贝利核电站的工作人员开始定期轮换。然而，桥梁被毁和地雷危险继续阻碍着乌克兰国家核监管监察局前往切尔诺贝利核电站视察。6月6日，重新建立了从禁区内地方辐射监测站自动收集辐射测量结果的系统。在2月24日俄罗斯军队占领该地区后，辐射监测网络与原子能机构国际辐射监测信息系统的连接停止工作。



在5月至6月对乌克兰的工作组访问期间原子能机构专家工作组在查看 Vektor 场址的废物管理活动概况。（照片来源：原子能机构）



在5月至6月对乌克兰的工作组访问期间原子能机构专家工作组在切尔诺贝利核电站 ISF-1 贮存所有乏燃料的水池处。（照片来源：原子能机构）

## 原子能机构对切尔诺贝利核电站厂址的第二次工作组访问

100. 5月30日至6月4日，原子能机构向切尔诺贝利核电站和禁区派出了由原子能机构辐射防护核安全、放射性废物和乏燃料管理、核安保以及应急准备和响应领域专家组成的第二个工作组。这次工作组访问的目的是更详细地评定切尔诺贝利核电站厂址和禁区设施当前的核安全和核安保状况。

101. 援助工作组系与乌克兰国家核监管监察局以及这些设施和活动的管理层和技术人员共同组织和实施。对每座设施的现场访问、与工作人员和管理层的技术讨论以及工作组访问结束后的信息交流，提高了对这些设施/活动当前的安全和安保状况的了解。在切尔诺贝利核电站场所为切尔诺贝利核电站辐射防护科组织了演示和培训。

### 第二次工作组访问的主要调查结果

102. 以下是按专题领域分列的此次切尔诺贝利核电站和禁区工作组访问的主要调查结果：

**放射性废物管理和乏燃料：**乌克兰国家禁区管理机构和切尔诺贝利核电站现有所有设施都在全面运行。切尔诺贝利核电站固态和液态废物的放射性废物处理厂和临时贮存设施 ISF-2 是现代化的设施，据营运者称，它们正在全面运行并符合安全要求。临时贮存设施 ISF-1 需要石墨废料和破损燃料组件管理等不同领域的支持。位于 Vektor 和 Buryakivka 的中央乏燃料贮存设施以及放射性废物贮存和处置设施也在全面运行，仅需微略改进或支持。

**核安保：**对切尔诺贝利禁区内广泛的核材料、乏核燃料、放射性废物贮存设施和放射性物质及相关设施（包括但不限于切尔诺贝利核电站（新安全封隔设施、ISF-1、ISF-2、液态放射性废物处理设施、固态放射性废物处理设施）、生态中心和 Vektor 综合设施）的实物保护安排进行了第一手观察。因此，确定了为满足乌克兰对口方的需求和期望而制定工作合作计划的可能性。这些计划将侧重于扩充现有核安全规定，以及对最近占领期间发生的轻微损坏进行补救。同样，还探讨了确定和加强作为实物保护系统基础的安保结构、系统和部件和对它们进行现代化的可能性，以确保最佳的整体安保。

**职业辐射防护和辐射监测：**在切尔诺贝利核电站，约有 2000 名职业受照工作人员。辐射防护计划涵盖了原子能机构安全标准的所有内容，似乎正在实施和正常运行。辐射防护科的工作人员非常熟悉情况，并非常合作。所有监测能力都已具备。在切尔诺贝利禁区内的所有其他设施中，还查明了另外大约 4000 名职业受照工作人员。个人监测服务由生态中心提供，

此过程需要认真改进，以使其符合最新的质量标准。工作场所监测能力属于禁区内的每座设施，显然，这些系统都在正常工作。就环境监测而言，许多固定和移动监测站都已受损，停止工作。生态中心受到大范围破坏。这包括对环境样本进行化学处理的实验室和进行辐射监测和光谱分析的专门实验室。



5 月至 6 月对乌克兰的工作组访问期间在切尔诺贝利核电站行政楼附近设置的原子能机构国际辐射监测信息系统探测器。（照片来源：原子能机构）

**应急准备和响应：**工作组重申了原子能机构在应急准备和响应以及在重建禁区内自动辐射监测系统方面提供的支持。在访问设施期间，没有提及具体的应急准备和响应需求。在切尔诺贝利核电站 ISF-1，对口方提到，应急响应培训和演习如常进行。在该设施期间，在切尔诺贝利核电站 ISF-1 进行了一次应急响应演习。

**国际辐射监测信息系统的监测：**切尔诺贝利核电站通报，一个由约 20 个与中央接收站相连的探测器组成的环境辐射监测系统已经开始运行，该系统将在乌克兰国家核监管监察局批准后，通过由乌克兰水文气象中心向国际辐射监测信息系统提供的数据收集和传输服务，向原子能机构国际辐射监测信息系统发送数据。在生态中心现场对原子能机构国际辐射监测信息系统的一台探测器进行了演示，该系统探测器测得的  $\gamma$  剂量率被该系统接收。乌克兰国家核监管监察局通报了根据乌克兰政府 2022 年 4 月核准的战略，在乌克兰建立一个共同的统一辐射监测系统的情况。

103. 工作组访问期间确定，需要重启与放射性废物和乏燃料管理有关的运行，为纳入放射源、环境和个人监测能力而提升辐射监测和专门实验室的能力，使之现代化，并提供应急准备和响应所需的设备。

## 切尔诺贝利核电站厂址和禁区在七个支柱方面的状况

**104. 物理完整性：**在原子能机构第一次工作组访问期间，乌克兰当局确认，在恢复正常运行之前，需要进一步评定对安全和安保的影响，包括切尔诺贝利核电站厂址和禁区内设施的物理完整性，优先事项是在该地区进行排雷。为完成评定，原子能机构专家在第二次访问期间获准进入禁区内的所有设施，原子能机构在那里目睹了占领期间受损的一些结构和设施的维修工作。

**105. 安全和安保系统和设备：**4月27日，原子能机构专家对切尔诺贝利核电站实物保护系统的状况进行了评定。虽然运行人员在极其艰难的情况下成功地维持了所有主要核设施的整体安保完整性，但专家们注意到实物保护系统的受损程度，并对恢复最佳实物保护所需的援助范围进行了初步评定。同样，在完成排雷行动后，原子能机构专家在切尔诺贝利禁区内广泛的核材料、乏核燃料、放射性废物贮存设施以及放射性物质及相关设施观察了实物保护安排情况。确定了旨在满足乌克兰对口方的需求和期望的工作合作计划。乌克兰报告称，位于切尔诺贝利镇的中央分析实验室被“掠夺者劫掠”，无法确认其校准源的安全和安保，也无法确认那里贮存的环境样本的状况。然而，根据所提供的资料，原子能机构评定认为，该事件不构成重大放射性风险。由于军事占领和对当地工作人员进入设施的限制，所有涉及放射性物质处理的活动都被停止。

**106. 运行人员：**在俄罗斯军队在场期间，切尔诺贝利核电站厂址的日常运营仍由乌克兰工作人员继续管理。在将近四周的时间里，那些工作人员既无法轮换，也不能回家。运行人员在运行核装置时持续面临高度紧张和压力的状况不可持续，可能导致人为故障和事件增加。在禁区其他设施的活动都已停止。地方当局采取行动，为设施工作人员提供了临时可居住住所和往返各厂址的交通，以加强适应力，并实现安全和安保工作人员的最佳工作状态。

**107. 厂外电力供应：**3月9日，该厂址失去了所有厂外电力，仅用柴油发电机为包括 ISF-1、ISF-2 和新安全封隔设施在内的那些对设施具有重要安全意义的系统供电。尽管厂外境况也很艰难，但厂外输电线路还是得以恢复，对切尔诺贝利核电站的电力供应自3月14日以来一直保持稳定。与电网断开没有对该厂址的基本安全功能产生关键影响，因为乏燃料已经超过25年，并且乏燃料设施的冷却水量足以在没有任何电力供应的情况下维持散热。此外，还有备用柴油发电机能够为重要安全系统供电，包括乏核燃料和水控制以及化学水处理系统。不过，运行人员无法维持辐射监测、通风系统和正常照明等一些功能。在5月的原子能机构工作组访问期间，没有发现任何厂外供电问题。

**108. 后勤供应链：**乌克兰报告称，切尔诺贝利禁区正从俄罗斯军事行动中逐步恢复。通往禁区的道路多处得到修复，电力传输线正在检修，切尔诺贝利核电站周围已经恢复语音通讯，移动电话网络也在运行。为了适当地收集和處理切尔诺贝利核电站的固态和液态放射性废物，发现通往水泥容器、密闭容器和包装容器（水泥和金属）的路径存在严重问题，因为唯一的工厂/供应商位于 Slavutych，与切尔诺贝利的联系受到局势影响。

**109. 厂内和厂外辐射监测系统以及应急准备和响应：**6月6日，定期向国际辐射监测信息系统提供的切尔诺贝利厂址辐射监测数据恢复。根据现有的辐射监测数据，原子能机构评定为辐射水平低，处于冲突开始前在禁区内测得的运行范围值以内，因此认为它们对该区域公众或工作人员不构成危害。

**110. 通讯：**乌克兰国家核监管监察局继续通过切尔诺贝利核电站厂外高级管理人员接收有关核电站情况的信息。目前，乌克兰已逐步恢复对切尔诺贝利核电站及禁区设施和活动核安全和辐射安全的监管控制。不过，由于桥梁被毁和所报告的排雷活动，切尔诺贝利核电站和禁区周围区域的总体情况仍然艰难。

### 南乌克兰核电厂、罗夫诺核电厂和赫梅利尼茨基核电厂

**111. 南乌克兰核电厂、罗夫诺核电厂和赫梅利尼茨基核电厂**分别由三座 VVER-1000 反应堆、两座 VVER-1000 和两座 VVER-400 反应堆以及两座 VVER-1000 反应堆组成。

**112. 6月5日和6月26日，**一枚导弹从南乌克兰核电厂上空飞过。此前两次发生此种情形是4月16日在南乌克兰核电厂和4月25日在赫梅利尼茨基核电厂厂址。原子能机构总干事格罗西对这种导弹如果偏离而可能给核设施带来的潜在严重风险表示了严重关切。

**113. 所有三座核电厂**目前都在继续常规地安全运行：辐射、消防和环境状况均符合既定国家规范。

## 国家专业化企业 RADON 的设施

114. 国家专业化企业 RADON 的设施（RADON 设施）专门用于管理乌克兰医疗、科学和不同行业中所用辐射源产生的放射性废物。乌克兰有五座 RADON 设施用于临时贮存此类放射性废物，分别位于第聂伯罗、哈尔科夫、基辅、敖德萨和利沃夫。

115. 自 2 月 24 日以来，五座 RADON 设施与乌克兰国家核监管监察局之间可以通过所有可用渠道进行通信，现场工作人员也能够轮换。2 月 27 日，RADON 基辅设施的场外辐射监测系统因一枚导弹袭击而中断，但一天后得以恢复。3 月 11 日至 18 日期间，由于通信电缆受损，乌克兰国家核监管监察局与 RADON 第聂伯罗设施的视频监视系统连接中断。不过，国家规章并未要求采取这种视频监视。

## 哈尔科夫物理和技术研究所

116. 哈尔科夫物理和技术研究所的次临界中子源装置用于研究与发展以及医疗和工业应用的放射性同位素生产。2 月 24 日，该设施转入深度次临界状态——“长期停堆模式”。其核材料始终处于次临界状态（不可能有自持的核裂变链式反应），而且放射性存量很低。

117. 3 月 6 日，该中子源装置遭到大规模炮击。所报道的该设施损坏违反了七个支柱中的第一个支柱，即“设施的物理完整性必须得到维护”。不过，这并未引起任何放射性后果，亦未导致放射性物质的密封丧失主要安全功能。一旦现场条件允许，需要进一步评定对该设施实物保护的影响。6 月 25 日，该设施被炮击损坏。据报告，该设施的基础设施（包括冷却系统和柴油发电机大楼）受到了损坏；但是，测量结果显示辐射没有增加，炮击对安全没有显著影响。

## c. 原子能机构的技术支持和援助

118. 应乌克兰的援助请求，原子能机构制定并与乌克兰官员商定了一项为乌克兰核设施和涉及放射源的活动提供核安全和核安保援助的具体而详尽的技术计划。关于核安全和核安保的技术支持和援助主要集中在四个领域：远程援助、设备交付、现场援助和视需要快速部署援助：

- 远程援助涉及就核装置（包括放射性废物管理设施）以及有放射源的活动的安全和安保评定提供外部支持。

- 设备交付涉及应请求提供核装置（包括放射性废物管理设施和有放射源的设施）安全可靠运行所需的设备。
- 现场援助将涵盖乌克兰核安全和核安保的各个方面。
- 部署快速援助涉及在核设施发生紧急情况或与放射源有关的情况时提供援助。

119. 原子能机构和乌克兰对口方密切沟通，以尽可能有效地了解和解决乌克兰的优先需求。此外，原子能机构正在与一些成员国和国际组织开展密切合作，以确保在向乌克兰提供支助和保证获得相关必要资金方面进行协调。这包括与乌克兰保持长期双边合作关系的一些成员国，以及欧盟委员会、欧洲复兴开发银行和工业界（世界核电营运者联合会）。

120. 原子能机构在协调方面发挥着核心作用，充当着向乌克兰提供技术援助的单一联络点，以确保提供最有效的援助。

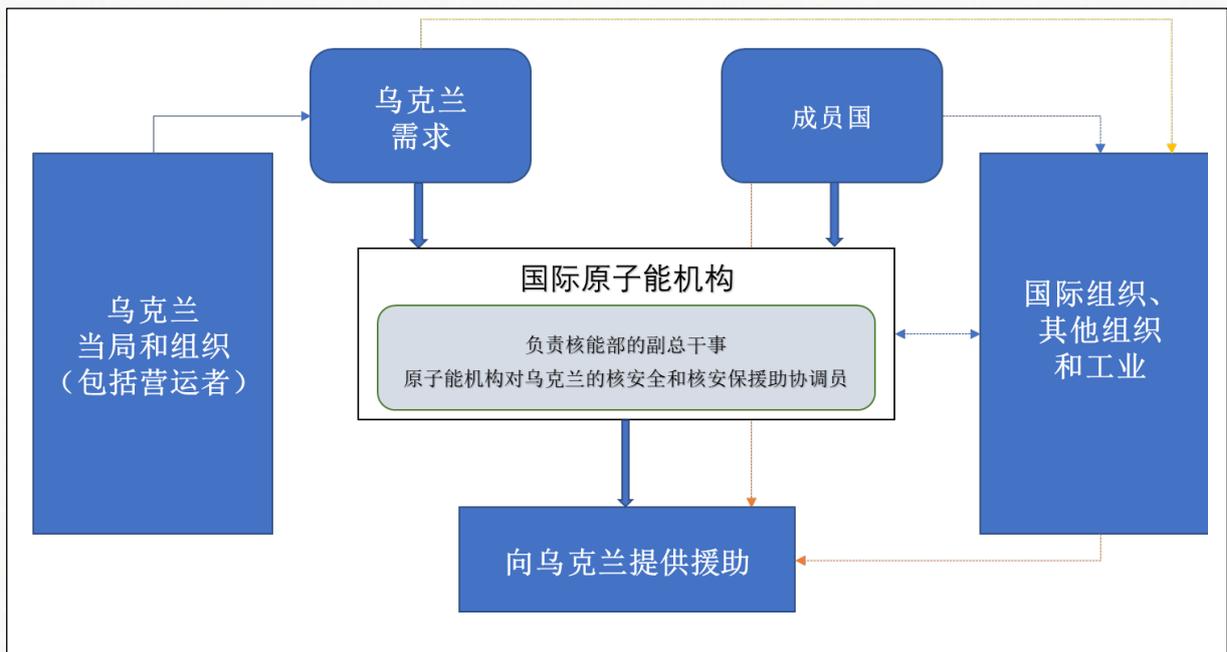


图 2. 向乌克兰提供援助的协调机制。

## 远程援助

121. 原子能机构一直与乌克兰对口方保持着直接联系，支持他们了解他们在各核安全和核安保领域面临的挑战，并就如何克服这些挑战提供远程支持和建议。这种远程援助的一个例子是事件和应急中心、乌克兰国家核监管监察局、生态中心和乌克兰水文气象中心在 7 月进行的远程讨论，目的是确定原子能机构如何支持重建国家辐射监测网络及其与国际辐射监测信息系统的链接，以及在这种情况下适合提供何种类型的设备（如服务器）。

122. 在与乌克兰对口方的讨论中，受军事冲突影响的乌克兰领土上的放射源的安全和安保被确定为需要原子能机构提供技术支持和援助的另一个领域。原子能机构开始与乌克兰初步讨论为安全可靠管理放射源可能提供的援助，包括在需要时恢复监管控制的可能战略。在 5 月至 6 月对乌克兰的工作组访问期间，原子能机构工作组与乌克兰国家核监管监察局一起审查了在原子能机构响应和援助网登记的“紧急援助公约”缔约国能够提供的可能援助，此外，还审查了原子能机构在恢复对乌克兰脱离监管控制的放射源（包括无看管源）的控制方面能够提供的援助。这种援助将涉及安全和安保方面。就此而言，原子能机构随时准备应请求提供即时的远程援助，如进行存量核实支持或提供技术评定，以及应请求提供现场评定和支持，如放射源的回收、并装和向集中贮存设施的安全可靠运输。

## 设备交付

### 请求援助

123. 原子能机构 4 月 22 日通过原子能机构每周七天每天 24 小时运行的安全通讯渠道“事件和应急信息交流统一系统”（应急统一系统）收到了乌克兰提出的设备形式的援助请求。此后，又根据原子能机构的法定职能和《核事故或辐射紧急情况援助公约》提出了三项设备援助请求，它们分别于 4 月 29 日、7 月 8 日和 8 月 9 日发布在应急统一系统上。

124. 这些请求涉及乌克兰负责确保持续核安全和核安保的不同组织，包括与现有核设施和放射源使用有关的应急准备和响应。这些请求涵盖辐射防护和监测设备、个人防护设备、实物保护系统、通讯和计算机相关系统、动力电池、柴油发电机和类似设备及备件等物项。

125. 根据乌克兰的要求，这些请求被原子能机构转发给在响应和援助网登记的 39 个“紧急援助公约”缔约国中的 31 个。在设备方面提供所请求的援助一直由原子能机构协调，并在响应和援助网以及原子能机构的其他可用机制下提供。

126. 此外，在 7 月，乌克兰还请求为其肿瘤学和放射治疗设施提供放射治疗和相关设备。该请求预计将通过原子能机构的技术合作机制处理。

### 提出援助

127. 响应乌克兰的请求，截至 7 月 13 日，在响应和援助网登记的 12 个原子能机构成员国已经提供了设备形式的援助。所提供的设备包括个人防护设备、辐射监测设备、剂量计、辐射计数系统、测量仪、计算机、网络服务器和通信手段等物项。

128. 此外，有 11 个捐助方向原子能机构提出提供或提供了预算外捐款，以支持其协助乌克兰在这些情况下维持核安全、核安保和核保障的努力。尽管这些捐助方提供了慷慨的捐款，但乌克兰的需求仍然很大，原子能机构继续努力与捐助方协调和合作，以确保进一步的资金和援助。

### 提供援助

129. 原子能机构正在确保将成员国捐赠的设备交付给乌克兰适当的最终用户。此外，原子能机构为援助乌克兰已经采购或正在采购一些物项。原子能机构还一直利用与乌克兰现有的技术合作框架来解决现有技术合作项目能够涵盖的即时需求。

130. 为了能够交付上述物项，七个成员国、原子能机构和乌克兰制定并签署了七项“援助行动计划”。<sup>9</sup>

131. 此外，有四个成员国正在准备装运的设备。原子能机构与这些成员国保持着密切联系，以促进及时交付，以及制定和签署各自的“援助行动计划”。通过成员国的捐助和启动的采购，迄今已解决了乌克兰所请求的大约 40% 的物项。进行了一项评定，以确定采购乌克兰对口方确定的优先设备所需的资金。其余已确定优先物项目前的估计采购费用为 1000 万欧元。



7 月 13 日，对乌克兰国家核监管监察局的首批上门设备交付。（照片来源：乌克兰国家核监管监察局）

<sup>9</sup> 这是一项援助提供计划，包括所有的金融、外交、组织和物流方面，是由原子能机构酌情与请求国、援助提供国和有关国际组织协调制定和提出的。



7 月 13 日对乌克兰的首批设备交付概况。

### 设备交付

132. 原子能机构在今年对乌克兰的工作组访问中向该国提供了辐射监测设备和个人防护设备。此后，第一批在响应和援助网下提供的设备和原子能机构采购的设备于 7 月 13 日运抵乌克兰。这次交付标志着由原子能机构牵头在乌克兰当前军事冲突期间确保核安全和核安保的



即将对乌克兰的物资交付概况。

努力实现了一个里程碑。交付物项包括 160 多台对安全和辐射防护非常重要的剂量计和监测器，以及数百件个人防护设备，包括为乌克兰国家核监管监察局、国家核能发电公司和南乌克兰核电厂提供的全身防护服、口罩和一次性手套及防护罩。与第一批货物一起交付的设备估计价值 60 万欧元（包括捐赠的设备和由原子能机构采购的设备）。

133. 下一批运往乌克兰的设备正在准备之中，其中包括五个成员国捐赠的设备以及原子能机构利用预算外捐款采购的设备。这批捐赠包括约 370 台剂量计、光谱仪、表面污染和出入口监测器、超过 15 万件个人防护设备（手套、口罩、全身防护服、过滤器）和类似设备，这包括 20 万包碘化钾片。它们供乌克兰国家核监管监察局、南乌克兰核电厂、乌克兰国家紧急情况服务部、罗夫诺核电厂、国家核和辐射安全技术中心、国家核能发电公司、乌克兰卫生部、VostokGOK 和 Izotop 使用。这批捐赠的总价值估计为 270 万欧元。

134. 原子能机构正在利用现有预算外捐款、原子能机构经常预算以及原子能机构核安保基金采购若干所请求的设备物项。这包括旨在加强乌克兰国家核监管监察局及其技术支持组织的能力以便在这些情况下能够进行高效监管控制的设备。这些援助将支持恢复乌克兰的辐射监测网络，并将提供对乌克兰核设施和涉及放射源的活动的持续安全和安保非常重要的其他设备。

135. 采购范围涵盖探测和监测设备、视频监视和实物保护系统、通讯系统、笔记本电脑、电话、汽车、便携式供电系统和服务器等物项。这些采购的总金额超过 300 万欧元。



原子能机构收到匈牙利对乌克兰的捐助。  
(照片来源：原子能机构)

## 现场援助

136. 如前所述，自军事冲突爆发以来，原子能机构已经进行了四次现场工作组访问，以协助和支持乌克兰在这种情况下维护核安全和核安保。

137. 此外，原子能机构还收到了乌克兰关于提供技术援助以作为 5 月份对切尔诺贝利核电站厂址进行的第二次工作组访问的一项后续行动的进一步请求。这些请求涉及在切尔诺贝利禁区内运作的不同组织的需求。

138. 为了满足对于切尔诺贝利核电站厂址和禁区设施和活动与核设施安全、辐射防护、废物管理安全和应急准备和响应事项有关的需要，在与乌克兰对口方的密切合作下，就扩大题为“支持乌克兰机构解决国家退役、放射性废物和乏燃料管理问题，包括放射生态学监测”的 UKR9040 号国家技合项目进行了讨论。该项目旨在提高乌克兰国家禁区管理机构管理下的企业在组织安全和高效的退役活动、改善放射性物质管理、辐射安全和基于最佳国际实践的环境生态监测方面的能力。已经开始着手编制新的工作计划，确定优先事项并估算费用，包括与潜在的捐助方讨论，以便为该项目拨款，促进其尽快实施。

## 部署快速援助

139. 在报告所涉期间，没有宣布涉及核设施或涉及放射源的活动的核或辐射紧急情况，也没有请求部署快速援助。

## 在提供技术支持和援助方面面临的挑战

140. 原子能机构对乌克兰援助请求的响应彰显了原子能机构和响应援助网在军事冲突条件下迅速提供援助以防止核或辐射紧急情况并恢复核安全和核安保方面发挥的重要作用。在这种情况下提供援助带来了重大挑战，需要原子能机构、捐助国和乌克兰在确定需求、优先事项和相关风险以及现有后勤安排方面具有灵活性。它还凸显了所有参与方之间需要加强合作，以确保高效且不重复地提供援助。

141. 更具体地说，在交付捐赠设备方面面临的一些挑战与后勤有关（货物包装、文件准备、原产地的出口许可证、交付和重新包装以及运往乌克兰）。

142. 此外，原子能机构还在采购设备方面面临着挑战，因为这需要与受援机构就技术规格以及由于零部件供应短缺而导致的交货周期长进行广泛沟通。

143. 在这些前所未有和极具挑战性的情况下，在确定和启动援助以促进乌克兰核设施和涉及放射源的活动达到最高安全和安保水平方面取得了显著进展。但是，要做的事情仍然很多。为了能够提供进一步的支持以及原子能机构在支持乌克兰当前和未来出现的需求方面继续发挥其关键作用，至关重要的是成员国持续做出承诺，以及乌克兰和原子能机构之间密切合作。

## C 在乌克兰执行保障

### 概述

144. 原子能机构根据《乌克兰和国际原子能机构实施与〈不扩散核武器条约〉有关的保障协定》（INFCIRC/550号文件）及其附加议定书（INFCIRC/550/Add.1号文件）在乌克兰执行保障。

145. 原子能机构在乌克兰的 34 座核设施和 10 多个处理少量核材料的设施外场所执行保障。保障执行工作集中在拥有 15 座在运动力堆的四个核电厂厂址和切尔诺贝利厂址，后者拥有三座停运的反应堆、1986 年事故中受损的反应堆以及两座乏燃料处理和贮存设施。

146. 上一份报告载有较详细的背景资料。总之，原子能机构进行现场视察，也依靠其监视、封记和辐射监测器来保持对这 15 座在运反应堆和切尔诺贝利厂址上大部分设施的核材料了解的连续性。这些系统能够将数据远程传送回原子能机构总部进行审查。

147. 然而，受保障设施的某些业务活动需要原子能机构视察员实际在场。特别是，在动力堆的每次换料过程中，视察员必须在反应堆压力容器关闭之前核实堆芯的内容物。同样，当乏燃料被装在重度屏蔽容器里从受监控区域移出时，视察员必须在场以核实可能永远不会被重新打开的这些容器的内容物。这些核查活动无法远程进行。

### 2月24日以来的详细进展

148. 原子能机构一直继续根据乌克兰的“全面保障协定”和附加议定书在乌克兰执行保障。

149. 在报告所涉期间，原子能机构已收到乌克兰根据“全面保障协定”第 68 条提交的三份专门报告。2 月 25 日的第一份报告涉及切尔诺贝利厂址的所有设施和设施外场所。3 月 4 日的第二份报告涉及扎波罗热厂址上的所有设施。7 月 5 日的最后一份报告涉及乌克兰东南部地区的三个设施外场所。

150. 乌克兰国家核监管监察局在每份特别报告中都报告称失去了对这些设施或设施外场所的核材料。然而，乌克兰国家核监管监察局继续发送关于扎波罗热厂址的核材料转移的衡算报告。

151. 其中三个反应堆厂址（赫梅利尼茨基、罗夫诺和南乌克兰）位于远离前线的地方，因此，原子能机构视察员得以冒着可接受的风险例行进入这些厂址进行现场核查活动。原子能机构视察员对这些厂址进行了八次（自上次报告以来进行了六次）核查工作组访问，并成功地核对了七个已换料堆芯和两次乏燃料屏蔽容器转移。在一个厂址，视察员还能够根据占领前原子能机构核准的年度执行计划进行补充接触。



扎波罗热支援工作组采用的图像。

（照片来源：WorldView-3，载有麦克萨科技公司的材料，2022年8月29日）

152. 对于剩余那个被俄罗斯军队占领的动力堆厂址——扎波罗热，原子能机构直到9月仍无法接触。扎波罗热厂址由六座反应堆、一个共用新燃料贮存库和一座大型乏燃料干法贮存设施组成。为了对该厂址已申报的核材料未被转用和核活动的和平性质提供可信的保证，原子能机构需要定期开展现场核查活动，包括每年对核材料进行实物存量核实和对该厂址上的设施进行设计资料核实。

153. 在核电厂，根据原子能机构制定的保障标准，为了其履行“全面保障协定”规定的职责，连续两次实物存量核实的间隔通常为12个月，不能超过14个月。实物存量核实通常在反应堆换料时进行，因为需要进入新燃料贮存库、堆芯和乏燃料池。在扎波罗热，六座反应堆中的两座已经换料，但在进行实物存量核实之前一直处于开启状态，而在这两座反应堆的实物存量核实到7月中旬都已逾期。

154. 在最近的一次工作组访问中，终于进行了这些核实活动，这将使这两座反应堆得以关闭，并最终在乌克兰当局作出决定的情况下重新启动。原子能机构无法在规定的 12 至 14 个月的时间内进行必要的实物存量核实，这将作为原子能机构为乌克兰得出保障结论的内部程序的一部分进行分析。

155. 在大型干法贮存设施中，乏燃料被加装原子能机构封记保存在重度屏蔽容器里。这些封记无法远程读取，因此，必须由原子能机构视察员接触，以核实里面的核材料没有被移走。在最近一次工作组访问期间，也进行了这种核查活动。

156. 切尔诺贝利厂址先前也被俄罗斯军队占领过，最初也无法进入。当原子能机构在 4 月末得以返回切尔诺贝利时，便重新建立了对该厂址上所有核材料的了解的连续性，而技术人员得以修复无人值守的监测系统，并为远程数据传输安装额外的（卫星）通信通道。自 4 月底的访问以来，原子能机构又对切尔诺贝利厂址进行了两次访问，并规划在 9 月进行第四次访问，以核查核材料，并维护保障设备。

157. 在对切尔诺贝利厂址的一次访问中，还在基辅地区进行了已规划的视察和补充接触。

158. 自 2 月冲突伊始，原子能机构加强了对公开来源信息的分析以及对涵盖乌克兰核装置的卫星图像的获取和分析。事实证明，这对现场核查活动的准备工作至关重要，特别是在已受到军事活动严重影响的扎波罗热厂址。原子能机构一直在获取和分析卫星图像，并持续监测所有可用的公开来源信息，以跟踪事态发展并评估电厂的运行状况，包括检测炮击该厂址造成的损害。在扎波罗热支援工作组访问之前的几天里，每天都在获取卫星图像，以支持原子能机构对该厂址的工作组访问。卫星图像分析得出的评价结果得到了扎波罗热支援工作组的实地证实。

## 结论

159. 尽管目前的情况非常具有挑战性，但原子能机构一直继续在乌克兰执行保障。自冲突伊始，原子能机构已规划并在乌克兰进行了有 17 名不同的视察员和技术人员参与的 12 次保障工作组访问。这些工作组访问使原子能机构得以核实 23 个不同设施和设施外场所的已申报核材料，包括在九座经过换料的反应堆进行堆芯核实。此外，原子能机构还成功地实施了在冲突开始前就已规划的三项补充接触，以确保不存在未申报的核材料和核活动。

160. 自始至终，原子能机构都一直依靠摄像机、封记和无人值守监测器的远程传输数据来保持对核材料存量了解的连续性。然而，目前的冲突已经多次暂时中断了来自切尔诺贝利和扎波罗热厂址的数据传输。这些中断的时间从几天到几周不等，都是由于当地通信供应商（包括移动网络和固网供应商）的服务中断造成的。在总干事 4 月访问切尔诺贝利期间，原子能

机构的技术人员得以安装一个备用卫星传输装置，但迄今为止，在扎波罗热厂址还无法做到这一点。因此，当务之急是保持与扎波罗热的通信线路的功能和开放。冲突还延误了原子能机构设备的日常维护和修理，或使此类工作组访问的后勤工作复杂化，尽管设施运营者在帮助原子能机构远程排除故障并使系统迅速恢复运行方面一直反应迅速。

161. 原子能机构承担着重要的核查作用，以得出独立的结论，即受保障的核材料仍然用于和平活动，受保障的设施没有被用于未申报的核材料生产或加工。只有原子能机构才能得出这样的独立结论，并决定它需要进行哪些活动来得出这一结论。原子能机构将继续在乌克兰执行保障，同时考虑到当地的安保和安全形势，但仍然认识到，即使在远离冲突前线的地区，这些工作组访问也并非没有风险。

162. 原子能机构一直继续在乌克兰执行保障，包括根据乌克兰的“全面保障协定”和附加议定书开展现场核查活动。根据对原子能机构迄今掌握的所有保障相关资料的评价，原子能机构未发现任何会引起扩散关切的迹象。

## D 结论

163. 乌克兰的局势前所未有。在规模巨大的成熟核电计划的设施中发生军事冲突，这是第一次。核事故可能在该国境内乃至跨越其边界造成严重影响，国际社会正依靠原子能机构对局势进行严格评估，并及时向其提供准确的信息。

164. 从这次冲突一开始，原子能机构便一直在监测乌克兰核设施的核安全和核安保状况。原子能机构秘书处一直在通过事件和应急中心从乌克兰国家核监管监察局接收并在原子能机构网站上频繁发布最新情况。

165. 现在极为重要的是，通过扎波罗热支援工作组访问，原子能机构在扎波罗热核电厂建立了一种存在，这对帮助稳定局势至关重要。这也应使原子能机构能够密切监测该厂址的情况，并获得直接、快速和可靠的信息。

166. 在扎波罗热核电厂，除了在该厂址进行保障活动外，扎波罗热支援工作组的专家将进行详细和持续的工作，以评估电厂设施的物理损坏情况，确定主要和备用安全和安保系统的功能，并评估工作人员的工作条件。

167. 原子能机构仍然对扎波罗热核电厂的情况表示严重关切，这一点没有改变。在该厂址，七个支柱均已受到损害。因此，原子能机构针对七个支柱中的每一个都提出了建议。

168. 原子能机构得以对切尔诺贝利核电站厂址进行了两次工作组访问，并将继续向该厂址提供援助和支持。

169. 尽管出现了前所未有的情况，但自冲突伊始，其余三座在运核电厂（赫梅利尼茨基、罗夫诺和南乌克兰）一直继续安全可靠地运行。

170. 为了在冲突中保持各厂址的安全可靠运行，乌克兰所有核设施的工作人员表现出了忍耐力和坚韧，原子能机构向他们致敬。

171. 原子能机构为乌克兰核设施和涉及放射源的活动制定了一项具体而详尽的安全和安保援助技术计划。特别是它现在已经开始并将继续主要通过响应援助网提供设备，而成员国的持续承诺和乌克兰与原子能机构的密切合作将是至关重要的。

172. 尽管情况具有挑战性，但原子能机构一直继续在乌克兰执行保障，包括在扎波罗热支援工作组访问期间，而且原子能机构没有发现任何会引起扩散关切的迹象。

173. 原子能机构的独特使命使其成为惟一的独立国际技术组织，从而定期提供关于乌克兰核设施和放射源安全和安保的最新信息，并在向乌克兰提供技术支持和援助方面发挥关键的协调和执行作用。

174. 原子能机构将继续为乌克兰和全球社会提供其独特的服务，无论是在这场悲惨的冲突期间还是在冲突结束后的很长一段时间。目前的局势是无法维持的，确保乌克兰核设施及其人民的安全和安保的最佳行动是现在就结束这场武装冲突。

175. 在冲突结束和重建稳定条件之前，迫切需要采取临时措施，以防止因军事手段造成的实际损害而发生核事故。这可以通过立即建立一个核安全和核安保保护区来实现。原子能机构准备立即开始磋商，以便在扎波罗热核电厂紧急建立这样一个核安全和核安保保护区。

## 附件一：自 2022 年 4 月 28 日以来的大事记

### 切尔诺贝利核电站发生的事件

- 5 月 19 日，乌克兰国家核监管监察局报告说，国家监管机构和切尔诺贝利核电站之间的直接通讯已经恢复。
- 5 月 20 日，乌克兰国家核监管监察局报告说，被毁坏的桥梁和地雷危害继续阻止监管机构视察切尔诺贝利核电站。
- 5 月 21 日，切尔诺贝利核电站的工作人员开始定期轮换。
- 6 月 6 日，禁区内的当地辐射监测站、辐射测量的自动收集以及辐射监测网络与原子能机构国际辐射监测信息系统的连接被重新建立。2 月 24 日俄罗斯军队占领该地区时，该连接已停止运行。

### 扎波罗热核电厂发生的事件

- 4 月 29 日，来自俄罗斯核电厂联合企业的俄罗斯核专家抵达扎波罗热核电厂，该厂由俄罗斯军队控制，但仍由其乌克兰工作人员运行。乌克兰通知原子能机构，工作人员“在令人难以置信的压力下工作”。
- 7 月 22 日，原子能机构报告说，乌克兰扎波罗热核电厂工作人员面临着越来越困难和紧张的条件。
- 8 月 5 日，针对扎波罗热核电厂的炮击导致一条 750 千伏外部供电线路的配电站附近发生数次爆炸，造成电力变压器和两台备用变压器关闭。一台反应堆机组受到影响。受影响机组的应急保护系统被触发，柴油发电机开始运行，以确保该机组的电力供应。该机组仍与电网断开。
- 8 月 5 日，扎波罗热核电厂的氮氧站地区再次遭到炮击。消防员迅速将火扑灭，但该氮氧站需要维修。
- 8 月 6 日，在新一轮炮击中，一名在乏核燃料干法贮存设施区域工作的扎波罗热核电厂工作人员受伤。乌克兰报告说，扎波罗热核电厂的工作人员进入扎波罗热核电厂现场应急危机管理中心的权限受到限制。据报告，扎波罗热核电厂与核监管机构之间的沟通非常有限。
- 8 月 7 日在扎波罗热核电厂的乏燃料干法贮存设施附近的炮击破坏了该厂的外部供电系统，致使一名乌克兰保安受伤，并损坏了乏燃料贮存设施区域的墙壁、屋顶和窗户，以及作为其辐射控制系统一部分的通讯电缆，可能影响到三个辐射探测传感器的功能。这一轮炮击造成一条 750 千伏的高压线断电。同时，4 号反应堆机组的应急保护系统被触发。

- 8月7日，乌克兰国家核监管监察局报告说，扎波罗热核电厂工作人员进入现场危机管理中心的权限受到限制，即使仍然可以进入厂外中心，也可能影响到应急响应活动。
- 8月10日，乌克兰通知原子能机构，恢复了一条电力传输线，如果需要的话，该电力传输线可用于从附近的热电厂向扎波罗热核电厂供电。
- 8月11日，发生了新一轮炮击事件，结果损坏了（距离工业场址约500米）电厂消防站的一个辐射监测探测器。原子能机构认为，这些探测器的任何损坏都可能影响和限制评估放射性状况的能力，以及随后在发生具有潜在放射性后果的事件时确保对扎波罗热核电厂工作人员提供保护的能力。
- 8月20日和21日，炮击损坏了扎波罗热核电厂的基础设施，包括扎波罗热核电厂工作人员通往发电机组所用的通道（天桥），以及实验室和化学设施。
- 8月22日的炮击损坏了附近热电厂的变压器，导致连接该电厂和扎波罗热核电厂的电力传输线断开长达几个小时，当天晚些时候才恢复。除了已恢复的热电厂备用线路外，扎波罗热核电厂只有一条运行中的电力传输线与电网相连，而这种线路共有四条。
- 8月25日，乌克兰报告说，扎波罗热核电厂所余最后一条运行中的750千伏外部电力传输线临时断电。在这一天中，扎波罗热核电厂的这条线路至少两次断电。这条750千伏电力传输线随后得到恢复。在停电期间，扎波罗热核电厂仍有一条330千伏线路与附近热电厂相连，在需要时可以提供备用电力。乌克兰还通知原子能机构，由于750千伏电力传输线的断电，扎波罗热核电厂的两台在运反应堆机组已与电网断开，其应急保护系统被触发，而所有安全系统仍在运行。该电力传输线恢复后，全部六台机组还仍与电网断开。
- 8月26日，据乌克兰称，扎波罗热核电厂工作人员开始将5号和6号机组连接到电网。扎波罗热核电厂的电力是由乌克兰能源系统提供的。炮击损坏了通过天桥的输水管道，该天桥连接核电厂2号机组和专用于处理放射性废物和去污的建筑。与位于该专用建筑中的辐射控制传感器的通信线路和扎波罗热核电厂的电话线也被损坏。扎波罗热核电厂运行人员开始对这些管道进行维修。
- 8月28日，对8月25日至27日炮击造成的损坏进行的评估表明，炮击击中了该厂两座所谓的专用建筑所在区域（这两座建筑距离反应堆厂房约100米），以及一个天桥区域。这些建筑物内的设施包括水处理厂、设备维修车间和废物管理设施。厂址上一些水管的损坏后来得到了修复。
- 9月3日，乌克兰报告说，由于9月2日的炮击，一条Dniprovskia电力传输线无法使用。5号和6号机组因此被削减到500兆瓦。

- 9月4日，乌克兰报告说，1号专用建筑的顶部、2号反应堆厂房前的铁路/道路以及2号和3号楼之间的人员高架通道受到进一步炮击。

### 南乌克兰核电厂、罗夫诺核电厂和赫梅利尼茨基核电厂发生的事件

- 4月28日和6月27日，巡航导弹直接飞越了南乌克兰核电厂厂址。（此前两次发生此种情形是4月16日在南乌克兰核电厂和4月25日在赫梅利尼茨基核电厂厂址）。
- 没有关于罗夫诺核电厂的事件报告。

### 国家专业化企业 RADON 的设施

- 没有事件报告。

### 哈尔科夫物理和技术研究所发生的事件

- 6月25日，该设施被炮击损坏。据报告，该设施的基础设施（包括冷却系统和柴油发电机大楼）受到了损害；但是，测量结果显示辐射水平没有增加，炮击对安全没有显著影响。

## 附件二：测量结果

表 1. 土壤样本和草样本的放射性核素比活度测量结果区间（贝可/克样本）

查明的放射性核素	最小测得量 [贝可/克样本]	最大测得量 [贝可/克样本]
<b>土壤样本</b>		
钚-239	5.34E-04	3.60E-02
钚-240	7.76E-03	5.17E-02
钚-241	1.73E-01	1.14E+00
钚-242	1.00E-05	6.20E-05
铯-137	1.61E+00	5.78E+00
镭-154	2.10E-03	1.34E-02
镭-241	3.26E-02	2.41E-01
铊-208	1.92E-03	3.01E-03
铅-210	3.76E-02	9.18E-02
铅-212	4.95E-03	4.99E-03
铋-214	3.42E-03	5.93E-03
铅-214	4.20E-03	5.93E-03
钍-228	3.82E-03	5.88E-03
铍-7		2.38E-02
<b>草样本</b>		
钚-239	5.30E-04	8.27E-04
钚-240	7.43E-04	1.15E-03
钚-241	1.63E-02	2.55E-02
钚-242	9.39E-07	1.57E-06
铯-137	5.31E-02	2.39E-01

## 附件三：切尔诺贝利评定

表 2. 两种潜在照射情景的假设

	情景 A	情景 B
在厂址上花费的时间[小时] (注：建筑工人总是在户外工作)	35 天×每天 24 小时=840 小时	14 天×每天 24 小时=336 小时
在（由于人工或机械挖掘）被扰动的地面上花费的时间[小时]	本情景中不考虑	14 天×每天 12 小时=168 小时
人工挖掘花费的时间[小时]	本情景中不考虑	16.8
机械挖掘花费的时间[小时]	本情景中不考虑	151.2
皮肤上有污染物质的时间[小时]	420（50%的时间花在厂址上）	168（50%的时间花在厂址上）
吸入率[m <sup>3</sup> /小时]正常活动	1.18	1.18
人工挖土时的吸入率[m <sup>3</sup> /小时]	本情景中不考虑	1.69
空气中的粉尘浓度[克/m <sup>3</sup> ]正常活动	5E-04	5E-04
挖掘时空气中的粉尘浓度[克/m <sup>3</sup> ]	本情景中不考虑	5E-03
被视为受到污染的区域	1.0	1.0

表 3. 计算中使用的放射性核素及其比活度

核素	比活度（贝可/克）
铯-137	5.90E+00
铊-154	1.43E-02
镅-241	2.45E-01
铅-210	3.20E-02
铀-238	4.97E-03
铀-233	1.02E-06
铀-234	5.31E-03
铀-235	2.35E-04
铀-236	3.20E-05
钚-239	3.58E-02
钚-240	5.14E-02
钚-241	1.14E+00

说明：铀系和钚同位素的比活度（贝可/克）由质量活度（皮克/克或纳克/克）计算得出

表 4. 情景 A 和 B 中人员可能接受的剂量

	估计总有效剂量 (毫希)	主要途径	放射性核素
情景 A (35 天)	0.6	外部 (97%)	铯-137
		吸入 (3%)	镅-241
情景 B (14 天)	0.3	外部 (88%)	铯-137
		吸入 (12%)	镅-241

## 附件四：原子能机构对切尔诺贝利核电站和禁区的第二次工作组访问期间所涉及的机构和开展的活动

所涉及的机构：

- (a) 乌克兰国家禁区管理机构；
- (b) 切尔诺贝利核电站；
- (c) 放射性废物管理中央企业（包括 Vektor 和 Buryakivka 废物处置场址的设施）；
- (d) 生态中心；
- (e) 国家核能发电公司 Energoatom 旗下的集中式乏燃料贮存设施；
- (f) 乌克兰水文气象中心；
- (g) 乌克兰国家核监管监察局；
- (h) 国家核与辐射安全科学与技术中心。

所开展的活动：

1. 评估所有设施的状况，包括安全情况介绍和详细的实物保护系统和需求概述。
2. 评估所有预处理活动（如预处理、处理、贮存）和放射性废物和乏燃料处置设施的状况，以确定需求。
3. 评估设施和活动的职业辐射防护计划的状况，包括对个人和工作场所监测的要求。
4. 利用 2022 年 4 月援助工作组访问期间交付的辐射监测设备提供咨询、演示和培训。
5. 核实以前申请的与辐射防护、安保和应急响应有关的设备的优先次序。
6. 为在切尔诺贝利禁区重新建立自动监测系统提供技术咨询，并通过自动传输监测数据测试原子能机构国际辐射监测信息系统探测器的数据传输，以便将来可能在该区域建立一个临时的原子能机构国际辐射监测信息系统探测器网络。
7. 就为响应恢复对目前不受监管控制的放射源和其他放射性物质（包括无看管源）的监管控制的战略而应立即采取的措施提供建议。
8. 建议原子能机构在协助乌克兰应对该局势方面采取更多行动。
9. 确定监管系统和技术支持组织对核/辐射应急准备和响应的支持的各个方面。
10. 收集、记录和评价有关各种事件的信息，并为援助工作组访问报告编制适当的记录。