

小设备，大效用

现场可核查的非能动封记

文/Jennifer Wagman

原子能机构视察员用来检测核材料和核技术被转用和滥用的一个主要工具，是一枚硬币大小的装置。这种小而强大的工具称为非能动封记。有了它，原子能机构保障视察员可以关闭一个容器、一个房间的舱口或一个核材料容器，并在几年后返回，核实它是否被打开。2021年，原子能机构共核查了17 000多个用于核材料、设施关键设备、原子能机构部署在核设施的监测设备和其他设备的非能动封记。

原子能机构封记现代化项目负责人、资深项目工程师Joel Hoyt表示：“封记是满足重要核查需求的一种简单而有效的手段。在世界各地使用的金属封记是视察员在核查核材料和核设施仍处于和平用途时所使用工具箱的一个重要组成部分。”

非能动封记确保对核材料了解的连续性。如果封记没有被篡改，视察

员便知道其所封的设备或材料的完整性仍然完好无损。非能动封记也用于确保原子能机构现场核查工具和设备（如监视摄像机）的完整性。

20世纪60年代以来使用的传统非能动封记是一种用铜和黄铜材料制成的装置，称为E-CAP金属封记（CAPS）。CAPS是一种通用、不可重复使用的非能动环路封记。闭合封记时，将双铜盖扣在底座上。盖子和底座的内表面都有独特的标识，以确保封记的真实性。金属底座及其盖子作为闭合点，中间穿有一根多股金属线。金属线环绕着要封记的物项。在视察员确认金属线和封记外壳没有被篡改后，他们切断金属线，并将封记、底座和金属线带到原子能机构总部进行核查。

非能动封记现代化

为了确定下一代非能动封记，原

在1967年8月原子能机构首次对核动力反应堆乏燃料处理流程进行保障视察期间，原子能机构视察员Georges Rubinstein在纽约西谷核燃料服务厂的一个阀门上施加原子能机构封记。

（图/国际原子能机构）



子能机构考虑了材料、现代技术和加工技术方面的进步，以设计和解决有效封记的要求。对新封记原型进行了现场条件和极端情况测试，以确认该设计是否能满足所有要求。结果是采用了现场可核查的非能动封记（FVPS）。该封记由铝和聚碳酸酯制成，安装时无需使用工具，部署期间无需维护，也无需电池或电子设备供电。

CAPS封记和下一代FVPS封记都在其表面蚀刻有独特的图案设计，以确保其无法被复制或替换，除此之外还有其他防篡改指示设计特征。更重要的是，新的FVPS封记的主要优势之一是可以现场进行核查。

用于核实封记的装置采用定制软件、专用透镜以及装在定制外壳中的光源。当视察员施加新封记时，他们使用专用软件输入有关封记安装位置的信息，并拍摄三张基准照片。这些照片和相关的设施信息将被传回原子能机构总部，从而简化了视察报告程序。当视察员之后返回设施时，再使用核查设备拍摄照片，与基准照片进行比较，使得视察员能确认封记的完整性以及是否被篡改过。



“拥有封记的现场核查技术意味着我们能够更快地获得核查结果，减轻行政负担。”原子能机构新封记实施项目组成员、信息安全官员Nicolette Seyffert表示，“通过定制的现场读取器，可以即刻发现封记是否被篡改，无需将封记带回维也纳原子能机构总部。”

原子能机构已生产新型FVPS封记供试点使用，并计划从2023年开始扩大部署。最终，新型FVPS封记将取代所有的传统CAPS封记。

金属封记适用于核材料、设施关键设备、原子能机构部署在核设施的监测设备和其他设备。

（图/国际原子能机构）

在部署新的现场可核查非能动封记时，无需任何工具来安装或维护。

（图/国际原子能机构）

