

各 国 报 告

瑞 典

监测放射性沉降物

Mikael Jensen 和 John-Christer Lindhé

4月28日瑞典首次探测到来自苏联切尔诺贝利反应堆的放射性沉降物。当时，通过福斯马克核电站出入口监测器，测到电站早班人员的放射性活度增加。电站的地表污染检查，也显示出放射性活度增加。

曾把部分人员撤离该反应堆场地，但很快便弄清了，整个瑞典东海岸地区都能测到放射性水平的增加。瑞典国防研究所(FOA)的早期测量表明，释放源不足大气中的一颗核弹，而是一次核反应堆事故。瑞典气象和水文研究所自动地计算了反向气块轨道，并每天向国防研究所传送计算结果。那天早晨，这些数据表明，放射源可能在立陶宛、白俄罗斯和乌克兰方向。首先怀疑立陶宛的伊格纳林纳大型发电厂，它比切尔诺贝利到瑞典近得多。

1986年5月1—8日期间，瑞典的辐射测量(地面放射性水平用微伦每小时表示)表明，耶夫勒城附近的放射性水平最高(大面积地区的平均值达400微伦每小时或更高)。在局部地区，其值超过1000微伦每小时。这个地区在4月28日(星期一)和4月29日(星期二)早晨曾有降雨过程。

采取的对策

最初，瑞典国家辐射防护研究所(SSI)发出了不要饮用从露天水面收集的雨水的建议，以及其它几个较小的限制。然而不久就明白，那时必要的唯一限制是，在牧草中铯含量高于1千贝可勒尔每平方米(约相当于总的地面浓度为3千贝可勒尔每平方米)的地区，把奶牛关在棚内。在高铯浓度地区放牧奶牛的试验畜牧场测量了牛奶，其结果表明，这是一个很保守的估计，它给出了较大的余量去满足牛奶和食物中铯含量为300贝可勒尔每升的限制。也曾发现，随着新草的生长，草中铯含量降低。於是限制逐渐被取消，至6月25日，奶牛能够重新在瑞典全国自由放牧。许多活动仍将进行下去。野生动物和驯鹿的鲜肉(主

要在秋天屠宰)也可能超过限值。

曾发现例行的职业保健方法，例如在大型工业空气过滤器更换期间针对粉尘采取的标准防护措施，常常可以满足辐射防护的要求。

4个瑞典场地的地表沉积 (千贝可勒尔每平方米)

放射性核素	斯德哥尔摩	霍尔兹塔哈马	塔尔恩斯斯乔	胡迪克斯瓦尔
锆-95	1.5	0.7	1.0	0.2
铈-95	1.4	0.8	1.4	0.2
钼-99	0.8	1.3	4.4	1.2
钨-103	1.0	2.1	7.7	2.2
碘-131	6.7	50	170	27
碲-132	1.6	22	210	13
铯-134	0.2	6.5	24	6.5
铯-137	0.3	8.2	32	5.7
钡-140	2.0	10	36	9.0
镧-140	1.8	7.8	23	6.6
铪-239	5.0	2.0	—	2.0
剂量率	0.1	1	5	0.8

(微希沃特 每小时)

注：此表示出某些放射性活度较高地区的初步结果。

在斯德哥尔摩，读数取自实验室外的一片草坪(干沉积)；在霍尔兹塔哈马，取自一片森林边缘的露天空间；在塔尔恩斯斯乔，取自一个高降雨区的犁后土壤；在胡迪克斯瓦尔，取自湿空气带。

关于这篇文章

这篇报告首次尝试介绍切尔诺贝利事故后瑞典国家辐射防护研究所(SSI)的建议和许多瑞典机关和组织所作测量的总看法。

对放射性沉降物的早期探测及其成份的详细分析来说，两个单位起了极重要的作用：瑞典国防研究所(FOA)管理的地面空气取样站网络，和该研究所具有很强分析能力的核探测实验室。该实验室在空军的帮助下还进行了高空取样。它的原地7测量小组还乘海军直升飞机走遍全国，以便在初始阶段进行可靠和详细的沉积测量。

其它特别有用的单位是，瑞典国家辐射防护研究所(SSI)遍布全国的测量地面沉降物的监测站，和瑞典地质公司(SGAB)在全国进行巡回测量的大型闪烁探测器系统。集中这些测量结果，便绘制出很好的辐射分布总图。

此外，若干外界单位，包括一些瑞典核电站和大学的实验室，也进行了测量。

时间不允许SSI严密地检查全部数据；我们也不能担保，那些负责向SSI报告各种测量结果的组织有适当的时间去评价和详细检查它们的数据。详细的结果和测量条件的描述，将不得不推迟到晚些时候去进行。

Jensen 和 Lindhé 两先生都在位于斯德哥尔摩的瑞典国家辐射研究所(SSI)任职。

辐射监测：空气

瑞典国防研究所在各地面站使用玻璃纤维过滤器强制通风法和使用装有空气过滤器的飞机连续测量空气中的放射性核素。*

切尔诺贝利事故后，地平面过滤器的更换比平常频繁得多，达到每3小时更换一次。每天，瑞典国防研究所和空军在根据预期云团轨迹选择的路线上，在100至800米之间的某一高度分析放射性核素的浓度。

地面空气中曾存在碘-131和其它放射性核素。对斯德哥尔摩地区来说，过滤器收集的碘的最大浓度相当于10贝可勒尔每立方米。***

对部分过滤器进行了放射自显影，以鉴定热粒子。这样鉴定的粒子 γ 谱学研究表明，一些耐熔元素，例如铈、钆和其它元素，显示出了预计的增加。只用 γ 敏感器在地面鉴定的一些单个热粒子已证明，放出的辐射几乎全部来自钆和铈的放射性核素。

飞机

瑞典地质公司还用飞机在离地面150米的上空飞行的方法进行了测量。这些测量已用于绘制一个总的初步图象，随后取草地样品，并用可移动的装置进行巡测（ γ 谱测定）。

（认为这样的测量在瑞典反应堆发生事故时的应急计划方面也是有价值的。预期测量在事故后几天之内的过渡时期开始）。飞机载有 γ 谱测定设备，它可用来描述每个 γ 辐射核素的分布。

现场测量

瑞典国防研究所在斯德哥尔摩的实验室连续地进行了现场测量（高分辨率的锞探测器离地面上方1米处俯向地面）；还在马尔莫和鲁蒂克斯瓦尔之间的若干地点用移动系统进行了测量（见附表）。

4月28日晚上，还在波罗的海上空用移动能谱测量系统对羽状烟云进行了测量。随后于当夜，烟云被雨冲洗掉，在耶夫勒南部产生了一些高沉积地区。***

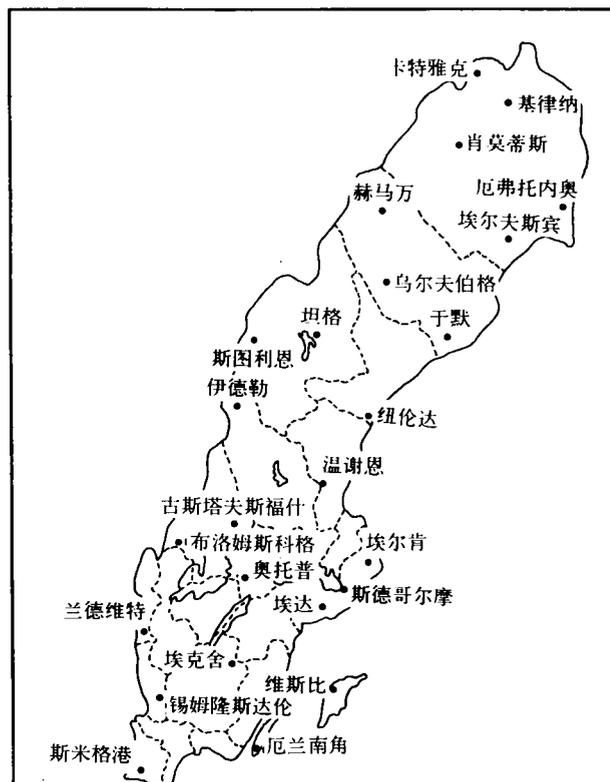
对草地的测量

从建议牛要关在牛棚里，直到读数显示出可接受的水

* 有关叙述见“The Swedish Air Monitoring Network for Particulate Radioactivity”, in *IEEE Transactions on Nuclear Science*, Vol. NS-29, No. 1, (February 1982) Extract.

** 为了计算这样一些测量的剂量，必须引用一个适当的系数，以考虑通过过滤器的碘量。与其它一些测量的比较表明，这个系数不会高于5，可能是3。（这相当于斯德哥尔摩地区空气中碘-131的最大浓度为 $3 \times 10 = 30$ 贝可勒尔每立方米。）

*** 该烟云和它产生的湿沉积具有与干沉积不同的核素成分。很重要的是，在湿沉积中铯-132/碘-131比值增加了4倍。由于铯的半衰期相当短（3.25天），这就意味着高密度的湿沉积的放射性沉降场的初期衰变，稍快于低密度的干沉积。



瑞典的辐射监测站

50年代末，瑞典建立了一个约由25个站组成的系统，以连续监测由于大气层核武器试验产生的放射性沉降物引起的来自地面的 γ 辐射。随着武器沉降物的减少，这些站已用于跟踪天然本底辐射的变化。现在（1986年），已证明这些监测站作为严重事故后跟踪全国辐射水平的一种手段，是很有用的。这些站是由瑞典国家辐射防护研究所（SSI）领导的。

这些站使用一个置于地面上方2.5米处的电离室。它们记录来自地面的 γ 辐射和来自宇宙辐射的恒定贡献。这种探测器不能区分 γ 辐射是来自地面还是来自空气。在切尔诺贝利烟云飘过以后空气放射性低的情况下，探测器读数主要反映地面沉积。

来自这些站的资料是全国总趋势的重要指示。每天早晨至少可以得到一些站的资料，它使有关当局能够报道前一天夜里的趋势。

平为止，可以看出测量草地样品的重要性。曾把碘-131的可接受水平定为10千贝可勒尔每平方米（相当于预计的牛奶中碘-131的浓度约为2千贝可勒尔每升）。瑞典各核电站、隆德和乌普萨拉的各大学以及瑞典斯图兹维克能源技术公司的实验室都取了草样，并进行了评价。

水和食品

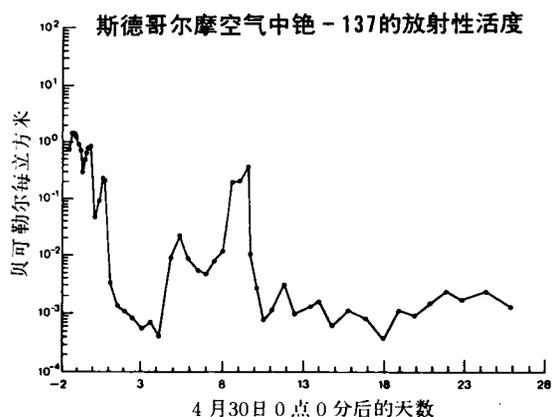
有关水和食品的各种监测都集中于寿命相当短的碘-131和长寿命的铯-137与锶-90。

瑞典国家辐射防护研究所从1962年以来，一直在监测牛奶场的牛奶中放射性含量。切尔诺贝利事故后，扩大了取样计划；从4月29日起每天在11个主要地区取样。几天以后（5月2日），该计划扩大到每天从瑞典42个牛奶场取样。这些牛奶场都是为消费而生产牛奶的。在局势稳定以后，这个广泛的计划将缩小；但对牛奶中长寿放射性核素的含量将继续监测一段较长的时期。在4月28日至5月7日期间，瑞典牛奶场牛奶中碘-131的浓度约为20贝可勒尔每升，一个地区的最高值曾达约200贝可勒尔每升。

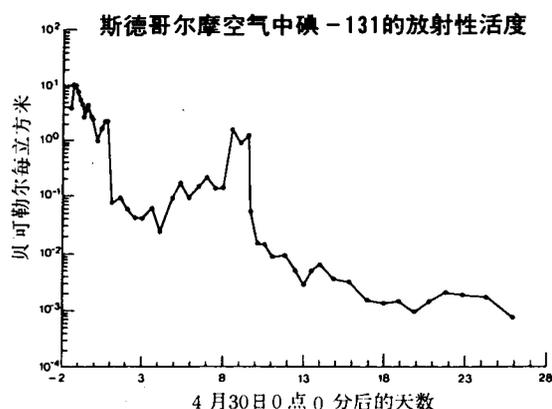
除这项国家级的计划以外，在一个地区（哥得兰）实施了一项详细监测牛奶的计划。据报道，该地区的γ辐射较高。

4月底，大多数产奶的牛都关在牛棚里，但5月2日，开始执行一项有限的取样计划。该计划涉及全国未把牛关在牛棚里的畜牧场。在同一天，大型牛奶场的应急监测人员都处于戒备状态。

还对母乳作了测量。在斯德哥尔摩地区，4月27日至5月4日期间所取样品表明，碘-131的浓度为预计的低值（8至25贝可勒尔每升）。



这些图示出放射性烟云到达瑞典上空后，最初两周过滤器测量值（未修正过滤器效率）的变化



从瑞典国家辐射防护研究所的测量，估计了该所的工作人员和在斯德哥尔摩的其它人员的甲状腺中碘-131的含量。发现其含量从几个贝可勒尔变至100—200贝可勒尔。以后在瑞典全国各地的医院作了一些测量，也显示出相近的低值。

船只和车辆

瑞典国家辐射防护研究所和其它一些研究所对来自国外的船只作了若干测量。对事故后最初几天里通过波罗的海南部的几艘船只来说，探测到的放射性污染水平曾高达1兆贝可勒尔每平方米。冲洗甲板后，污染大为降低。

对一些预计有高浓度的空气过滤器以及汽车与飞机的部件，也作了测量。未出现剂量率达到使人惊恐的情况。

瑞典国防研究所对一些4月28日飞过放射性羽状烟云的海军直升飞机作了测量，其1米距离的放射性水平均未接近20微希沃特（2毫雷姆）每小时的需要采取措施的水平。

涉及的瑞典有关单位

瑞典国家辐射防护研究所（SSI）在平时出现放射性沉降物广泛散布的情况下是一个协调单位。切尔诺贝利事故以前，SSI在核动力卫星两次重返地球大气层时就曾协调过预防措施。

与其它单位的合作方式取决于所涉及危害的大小。如果一种很严重的危害就要来临，那么瑞典25个郡议会将有广泛的责任去协调它们所在地区的防护措施。认为切尔诺贝利事故后是没有必要这样作的，但要随时处于准备状态。经常把各种发展情况定期通知这些郡议会。

除了SSI以外，这次还涉及许多中央机关：

- FOA——瑞典国防研究所（规划措施，评价结果，测量）
- SKI——核动力监查局（在反应堆场地）
- SMHI——瑞典气象和水文研究所（天气预报）
- LBS——瑞典农业局（畜牧措施）
- S L V——瑞典国家食品署（食品条例）
- SOS——国家卫生福利委员会（碘片，通知医务人员和卫生机关）
- RPS——瑞典国家警察局
- 负责公路、铁路、海洋和航空运输的机关
- 瑞典陆、海、空三军国防机关。

此外，还有大量研究所和商业公司曾参加监测。

曾向在国外的许多瑞典大使馆提供了情报。曾与许多国际组织保持接触，例如原子能机构、世界卫生组织、经济合作与发展组织、核能机构和国际放射防护委员会。曾与约20个国家的当局保持双边接触。