

# 裁军谈判会议

CD/1010  
26 June 1990  
CHINESE  
Original: ENGLISH

## 挪 威

### 全面禁止核试验的核查问题

1990年2月14日至17日在挪威奥斯陆  
举行的核查核禁试的地震问题讲习班报告

全面禁止核试验必须辅之以有效的核查措施，以确保不发生大气层、空间、水下和地下等任何环境的核爆炸。地震学是检测和查明地下核爆炸的主要工具，因此构成监测地下环境全面禁止核试验的基础。这正是1990年2月14日至17日在挪威奥斯陆举行核查核禁试的地震问题讲习班的背景。

讲习班由挪威外交部主办，挪威地震台阵(NORSAR)与挪威军备控制和裁军理事会合作组织。

讲习班的目标是，通过关于挪威地震设施的介绍和演示及宣讲关于最近研究成果的论文，进一步揭示全面禁止核试验的地震核查问题。

出席讲习班的有来自21个国家的76位科学家和代表，其中有多名参加日内瓦裁军谈判会议科学专家组的地震学专家。裁军谈判会议秘书长科马蒂纳大使应挪威政府的邀请作为特邀客人出席了讲习班。

挪威外交大臣克努特·沃莱巴克先生在欢迎致词中说，在奥斯陆举办这次讲习班表明挪威政府高度重视裁军谈判会议和挪威代表团对会议工作的参与。他强调说，为确保遵守和建立信任，有效核查是禁止核试验的关键组成部分。沃莱巴克先生在提到科学专家组的工作时说，一个全球地震网络将构成禁止核试验的核查系统的基本内容。挪威政府认为，这一网络应配有高标准的仪器，并应采用计算机和数据通信技术中的最新技术发展。在这方面，沃莱巴克先生特别提到挪威近年

来安装的先进小孔径台阵——挪威区域地震台阵系统 (NORESS) 和一个姐妹台阵 (ARCESS)。他说此种台阵可对科学专家组拟议的全球地震网络作出重要贡献。

外交大臣强调说，挪威地震台阵 (NORSAR) 进行的研究是挪威为寻找解决禁止核试验所涉及的未决核查问题的方法而进行的努力之一。挪威方面特别重视将 NORSAR 保持为对所有国家的科学家开放的一处研究设施，已有一些外国科学家在 NORSAR 进行了为期达两年的研究。沃莱巴克先生还确证，挪威政府将把挪威的地震设施作为全球网络中的参试观察站提供使用。

NORSAR 主任弗罗德·林达尔博士介绍了挪威地震核查方案。在 NORSAR 数据处理中心请与会者观看了演示，其中包括：

- 挪威台阵说明
- 检测地震和地下核试验
- 利用区域台阵数据分析地震信号
- 以科学专家组进行的第二次技术试验为重点实现国际交换地震数据。

与会者还参观了 NORESS 的野外装置，这是集地震台阵设计、仪器和数据处理方面最新科学和技术进步于一身的一个小孔径地震台阵。在挪威芬马克北极区内设有姐妹台阵 ARCESS。此类台阵可为未来的全面禁止核试验条约提供大为改进的监测能力，由于有这一潜力，挪威已向裁军谈判会议提出 (CD/714)，NORESS/ARCESS 概念应当构成科学专家组预想的全球网络内地震站的基础。

在介绍和演示之后举行了为期 3 天的科学讨论会，讨论会的目的是评估关于区域地震台阵及有关专题研究的现状。讨论会的具体重点是利用 NORESS 和 ARCESS 取得的研究结果。专门召开了一次会议总结经验和讨论现行国际科学专家组试验 (GSETT-2) 的下一步计划。

在本文件的附件中我们简要回顾了科学讨论会提出的一些结果。

总之，奥斯陆讲习班表明了最近几年来地震监测领域取得的显著进展。它特别反映了地震仪器、数据通信和计算机处理方面的技术进步，其典型就是用十分先进的自动化和交互信号处理设施发展起来的先进区域地震台阵。在科学讨论会上

宣读的论文表明，虽然还需完成大量工作以充分利用区域台阵在地震监测方面的潜力，但在上述技术进步的同时也取得了大量科学进展。为此目的而进行的研究将是挪威地震核查方案内继续努力的重点，所取得的成果将提交日内瓦的科学专家组。

## 附 件

1990年奥斯陆区域地震台阵和核查核试  
讨论会科学论文摘要发展区域台阵

论文中回顾了挪威 NORESS 和 ARCESS〔1〕、德意志联邦共和国 GERESS〔2〕和芬兰 FINESA〔3〕区域地震台阵的最近发展。论文〔1〕简述了建立第一个区域台阵 NORESS 的设计考虑,阐述了这一新的台阵概念的成功促使部署更多此类台阵的过程。论文列出了区域台阵实时数据分析使用的基本信号处理技术,表明了此种台阵在区域距离(小于2000公里)内出色的检测能力。该论文说明,NORESS 和 ARCESS 可检测出90%发生于1000公里距离之内的2.5震级的地震事件。但论文中强调,事件识别值必然大于检测阈值。论文〔3〕同样提到FINESA 的出色工作能力。结合使用这三个台阵能十分精确地确定芬兰和斯堪的纳维亚地区的微弱地震事件位置(精度通常在10—20公里之内)。目前在发展之中的 GERESS 台阵表现出许多同样出色的特性〔2〕,并将进一步有助于建立包括北欧大部分地区的一个极为有效的区域监测复盖面。

处理区域台阵网络的数据

最近的技术进步使得有可能在利用地震台阵和单个台站的地震监测研究中采用十分先进的处理技术。智能监测系统(IMS)〔4〕、〔5〕的研制突出说明了这种可能。该系统的目标中有两项分别是(1)显示该系统对区域距离内小型地震事件的监测情况和能力及(2)探求随经验的积累由一种专家—系统方法提供改进的监测能力的可能性。〔4〕中阐述的第一种实用型智能监测系统处理来自 NORESS 和 ARCESS 的数据,而以后的此类系统将扩大为包括台阵和单个台站的网络。IMS 具有探讨和综合利用多种计算机新技术的远大目标,但其概念的有效性仅列于关于其初步实用能力的评价之中〔5〕。

## 信号分析方法

若干论文讨论了处理台阵和三分向台站记录的地震信号的方法。所表明的是，就识别相位、估测方位和估算被测相位的视速度而言，这两种台站均可提供十分有用的资料。从理论角度和实验比较看〔12〕、〔26〕、〔14〕，台阵在低值信噪比的情况下具有这方面的优势，尽管其精确度，如方位测定精确度，受到一系列因素的影响，其中包括相位类型、信号频率和地层复相造成的系统偏倚等等〔14〕、〔18〕、〔26〕。〔17〕中所讨论的一种很有发展前途的方法是三分向台站和台阵数据结合分析的方法。

有若干份论文讨论了信号检测方法。〔11〕说明了苏联哈萨克一座三分向台站使用的一种联机检测和信号分析系统。〔13〕阐述了利用NORESS台阵和三分向数据的一种检测技术。〔7〕中提出了检测处理和估测台阵数据的一种利用自适应技术的统计方法，〔15〕提出用同一种方法处理台站数据。〔25〕提出了用高频记录技术获得地震事件相对位置的精确测定数据的一种新方法。

## 震源识别

地震鉴别研究的传统重点一向是区别地震和地下核爆炸。在全面禁试条约之下，重点将是检测和识别微弱地震事件，并且将必须加以考虑的是第三类别，即工业目的的强烈化学爆炸（如：因采矿而进行的爆炸）。〔10〕中说明了一种适用NORESS数据的方法，用来区分地震和波纹放射式的采石场爆破（由在空间和时间上紧密结合在一起的若干爆炸构成的采矿事件）。利用信号的频谱特性提出了一种“自动”判别式，计算每一特定事件中发生波纹放射的可能。

〔8〕利用一种使用人工神经网络的新方法拟订了一种地震和采矿爆破分类程序。在这一办法中，信号的频谱特性也同样构成判别式的基础。使用的神经网络似特别改进了总体中分离层的分类，减少了未判明事件的数目。〔9〕中还讨论了利用神经网络改善地震数据处理能力的问题。

〔16〕所提出的方法也很有助于震源的识别。方法利用转换函数在假设的单一爆炸和波纹放射式爆炸记录之间变换，并就同一地震事件在不同的NORESS传感器记录之间实行变换。这就有可能改进一台阵记录的地震相位的相干性，从而具有改善震源参数估算的影响。〔6〕讨论了一种以具体事件为基础的识别事件推理方法，对挪威西部的地震和爆炸使用了一种波型包络线对照比较技术。

### 检测阈值和国内网络

虽然区域台阵的最初设计是要加强在区域距离内检测微弱的地震事件并识别其特性，但现已发现此类台阵在远震距离范围内也十分有效。比如，公布的苏联塞米巴拉金斯克地下核爆炸的当量就被用来评价NORESS对这一试验场地震事件爆炸当量的检测阈值〔21〕。在不降低耦合和正常噪声条件的前提下，估测的NORESS检测阈值低达0.1kt。论文中还指出，NORESS具有检测该试验场小型事件的特别有利条件，而地震识别阈值将必然大于检测阈值。

作为美国和苏联科学家之间合作项目在苏联安装的全局地震网络新台站的数据被用于若干项研究，处理与国家监测网络有关的问题。〔19〕分析了这些台站的地震噪声水平，发现1—20Hz频带的噪声高于NORESS的噪声，最大差异从7dB至25dB，各台站有所不同。但是，可通过井下部署方式大幅度减少噪声。

〔22〕利用苏联台站的数据研究了区域地震相位的频率相关衰减。衰减特性与斯堪的纳维亚观察到的特性相似，但在Lg震级不变的情况下其哈萨克东部的绝对Pn振幅数值较大，高出的系数几乎等于2。

〔20〕分析了苏联新全球地震网络记录的塞米巴拉金斯克核爆炸数据及中国台站的记录数据。研究表明，可在相距很远的不同台站测量RMS Lg，测量的结果具有很高程度的一致性。各组台站之间的标准差分偏移低达0.03—0.04对数单位，在距塞米巴拉金斯克约1500公里以外的台站可进行低至约4.0震级(Mb)的可靠测量。论文指出，这一发现对于提供低至甚至低于1千吨当量的核爆炸当量估测数据十分重要。

### 地层结构、震波传播、扩散

有若干论文专门研究了与地震监测问题有关的领域内地震学和地球物理学的一般性问题。〔23〕、〔24〕、〔27〕和〔29〕论述了欧亚大陆北部部分地区地壳和上层地幔的结构，其中后三份论文特别利用了区域台阵数据。有些文件论述了地震波传播和扩散的问题，如〔13〕、〔26〕、〔29〕、〔30〕。

参考资料

- [1] Svein Mykkeltveit<sup>1</sup>, Frode Ringdal<sup>1</sup> and Ralph W. Alewine<sup>2</sup> — <sup>1</sup> NORSAR, Norway, and <sup>2</sup> DARPA, USA: "Application of Regional Arrays in Seismic Verification Research"
- [2] Hans Peter Harjes — Bochum Univ., Fed. Rep. of Germany: "Design and Siting of a New Regional Array in Central Europe"
- [3] Marja Uski — University of Helsinki, Finland: "The Upgraded FINESA Array and Experiences of Data Analysis"
- [4] Thomas C. Bache<sup>1</sup>, James Wang<sup>1</sup>, Robert M. Fung<sup>2</sup>, Cris Kobryn<sup>1</sup> and Jeffrey Given<sup>1</sup> — <sup>1</sup> Science Applications International Corp., USA, and <sup>2</sup> Advanced Decision Systems, USA: "The Intelligent Monitoring System"
- [5] Steven Bratt, Henry Swanger, Richard Stead and Floriana Ryall — Science Applications International Corp., USA: "Results from the Intelligent Monitoring System"
- [6] Douglas Baumgardt and Gregory Young — ENSCO, Inc., USA: "Regional Seismic Waveform Patterns and Case-based Event Identification using Regional Arrays"
- [7] A. Kushnir, V. Laphsin, V. Pinsky and V. Pisarenko — Inst. of Physics of the Earth, USSR: "Statistical Procedures for Seismic Signal Detection and Estimation by using Small Array Data"
- [8] Paul Dysart<sup>1</sup> and Jay Pulli<sup>2</sup> — <sup>1</sup> Science Applications International Corp., USA, and <sup>2</sup> Radix Systems, Inc., USA: "Regional Seismic Event Classification at the NORESS Array: Seismological Measurements and the Use of Trained Neural Networks"
- [9] Kenneth Anderson — BBN, USA: "Automatic Improvement of Seismic Array Performance"
- [10] Michael J. Hedlin, J. Bernard Minster and John A. Orcutt — Scripps Inst. of Oceanography, UCSD, USA: "An 'Automatic' Means to Discriminate between Earthquakes and Quarry Blasts"
- [11] O.K. Kedrov and V.M. Ovtchinnikov — Inst. of Earth Physics, USSR: "An On-Line Analysis System for Three-Component Seismic Data: Method and Preliminary Results"
- [12] David B. Harris — Lawrence Livermore National Laboratory, USA: "A Comparison of the Direction Estimation Performance of High-Frequency Seismic Arrays and Three-Component Stations"

- [13] B.O. Ruud, E.S. Husebye and S.C. Bannister — University of Oslo, Norway: "NORESS Recording — Joint 3C and Array Analysis"
- [14] Anne Suteau-Henson — Science Applications International Corp., USA: "Estimating Azimuth and Slowness from Three-Component and Array Stations"
- [15] A. Kushnir, V. Pinsky, V. Pisarenko and I. Savin — Institute of Physics of the Earth, USSR: "Wavelet Decomposition and Parameter Estimation Using 3-Component Seismograms"
- [16] Zoltan A. Der<sup>1</sup> and Robert H. Shumway<sup>2</sup> — <sup>1</sup> ENSCO, Inc., USA, and <sup>2</sup> University of California at Davis, USA: "Coherent Array Processing of Regional Seismic Data for Ripple Fire Patterns, Source Mechanisms and Source Azimuths"
- [17] D.C. Jepsen and B.L.N. Kennett — Australian National University, Canberra, Australia: "Three-component Array Analysis of Regional Seismograms"
- [18] Dorte Bame, Marianne C. Walck and Kathie L. Hiebert-Dodd — Sandia National Laboratory: "Azimuth Estimation Capabilities of the NORESS Regional Seismic Array"
- [19] Holly K. Giver — Scripps Inst. of Oceanography, UCSD, USA: "Broadband Seismic Noise and Detection Experiments at IRIS/IDA Stations in the USSR"
- [20] Roger A. Hansen<sup>1</sup>, Frode Ringdal<sup>1</sup> and Paul G. Richards<sup>2</sup> — <sup>1</sup> NORSAR, Norway, and <sup>2</sup> Lamont-Doherty Geological Observatory, USA: "The Stability of RMS Lg Measurements, and their Potential for Accurate Estimation of the Yields of Soviet Underground Nuclear Explosions"
- [21] Frode Ringdal — NORSAR, Norway: "Teleseismic Event Detection using the Small-Aperture NORESS and ARCESS Arrays"
- [22] Thomas Sereno — Science Applications International Corp., USA: "Frequency-Dependent Attenuation in Eastern Kazakhstan and Implications for Seismic Detection Thresholds in the Soviet Union"
- [23] A. Egorkin — International Inst. of Earthquake Prediction, USSR: "New Methods of Seismic Surface Wave Data Processing and its Application for the Study of the North Eurasian Shelf Structure"
- [24] Vladimir Ryaboy — Science Applications International Corp., USA: "Upper Mantle Structure along a Profile from Oslo (NORESS) to Helsinki to Leningrad, based on Explosion Seismology"
- [25] Hans Israelsson — Science Applications International Corp., USA: "Studies Using Seismic High Frequency Data"

- [26] Erik Ødegaard<sup>1</sup>, Durk Doornbos<sup>1</sup> and Tormod Kværna<sup>2</sup> — <sup>1</sup> University of Oslo, Norway, and <sup>2</sup> NORSAR, Norway: "Topographic Effects on Arrays and Three-Component Stations"
- [27] Kristin Vogfjord and Charles Langston — Penn State Univ., USA: "Analysis of Regional Events Recorded at NORESS"
- [28] I. Gupta, C.S. Lynnes and R.A. Wagner — Teledyne Geotech, USA: "F-K Analysis of NORESS Array and Single-Station Data to Identify Sources of Near-Receiver and Near-Source Scattering"
- [29] Douglas Baumgardt — ENSCO, Inc., USA: "Investigation of Teleseismic Lg Blockage and Scattering using the NORESS and ARCESS Regional Arrays"
- [30] Anton Dainty and M. Nafi Toksoz — Earth Resources Lab., MIT, USA: "Array Analysis of Seismic Scattering"

讨论会的议事录将作为《the Bulletin of the Seismological Society of America》的一期特刊发表，出版时间定于1990年秋季。  
将向科学专家组所有与会人员分发该期特刊的副本。

×× ×× ×× ×× ××