

拉丁美洲和加勒比地区的无损检验培训

先进检查技术及其应用正被引入日益增大的一个区域项目

C. K. Beswick 和 J. H. Zirnhelt

1978年2月，在盐湖城召开了“无损检验在核工业中应用国际会议”。会上，国际原子能机构(IAEA)前总干事埃克隆德曾作过主旨讲话。他说，为了确保核动力厂的安全，在其建造和服役期间需要进行有效的无损检验(NDT)。他指出，由于检验结果的解释对任何无损检验方案的成功都具有重要意义，所有实施核动力计划国家都需要有相应的教育计划。他说，尤其应就检查方法及其应用向发展中国家提出明确的建议。*

在拉丁美洲和加勒比地区，IAEA的区域NDT项目通过对16000多学员的培训，正在开展这些方面的活动。在该区域可得到受过培训和有经验的NDT人员有所增加的同时，正在引入更先进的检查技术。

NDT项目的结果是，培养了大批在区域网里工作的有能力的技术骨干，该网加强了各国的结构，并有助于国家和区域的自力更生。其好处已超出核动力工业的特殊需要；NDT方法在质量保证和效益高的维修检查方面的贡献，是工业发展的一个重要因素。NDT项目还促使科学家和技术员在一起工作，应用先进技术解决实际问题，从而有助于研究所和工厂

Beswick 先生和 Zirnhelt 先生分别是 IAEA 拉丁美洲和加勒比地区 NDT 项目的项目管理人和副管理人。

* Eklund, S., "Confidence in Nuclear Safety and Non-Proliferation of Nuclear Weapons: A Prerequisite for Further Development of Nuclear Power", *Non-destructive Evaluation in the Nuclear Industry*, R. Natesh, ed., American Society for Metals, Metals Park, Ohio, 1978, 1-13.

的沟通。

NDT 技术

在核工业中，运行的安全性和可靠性是特别重要的。核工业界对质量保证和检查的关切，一直在明显地影响着对那些最终会使各种依赖制造过程的工业受益的检验方法的认识和开发。

在过去的40年中，各种通称为NDT的检查方法已从一些只是不情愿地与最亲密同事分享有限知识的技艺家从事的少数工业中所用的少量原始方法，变成每个工业检验部门都离不开的广为人知的学科。

NDT方法由其原理决定，可用来全面检验各种部件的特性或裂纹，而不至影响它们的实用性或市场价值。因此，在设备采购、工程建造和服役期间，NDT方法已经成为工业产品和工程结构质量控制中必不可少的手段。

由于这些方法可广泛用于支持质量保证、经济生产和公众安全，它们已成为各个工业基础设施的主要部分。在发展中国家，为了确保不易替换的产品的良好性能和实现大型基建项目的安全建造，有效利用NDT方法是特别重要的。

NDT 项目的组织

IAEA的区域NDT项目，一开始就在各参加国家代表组成的协调委员会的指导下朝着它的目标前进。IAEA作为项目的执行机构，设有一个协调办公室。该办公室有一名项目管理人、一名副管理人和两

名辅助人员。阿根廷政府提供实体设施和后勤保障。

当一国参加该项目时，它要委派一名国家协调员，作为项目协调委员会的成员。各国的协调员每年会晤一次，检查项目的进展情况，并提出来年的工作计划。该委员会承认，1982年它面临巨大的挑战；委员会成员当时都意识到，项目的成功极大地依赖于他们要作出的早期决定。

该项目旨在培训大量人员，同时使其计划适应具有不同兴趣和发展水平的各国的需要。在这种计划的制订中要考虑各国在国家教育制度、工业基础、通过大量引进外资接触到的先进技术、政治结构和公认的需求方面的差别。

尽管许多国家都指定一个与IAEA保持联系的组织作为他们的代表，因而许多国家任命的协调员都来自他们各自的核机构，但有些国家选择大学、NDT学会或国家标准组织代表国家。参加该项目的国家中，有几个虽不是IAEA的成员国，但属于该区域的发展中国家。

协调委员会还认为，这种培训活动必须以一种在工业化国家看来毕竟是适当的和可靠的方式来进行。对该区域内各国的资格审查和确认方案进行的协调，为达到这一目标提供了条件。

在协调委员会的最初几次会议上，委员们讨论过该项目的多重目标。近期目标是提供培训；而最终目标是国家和区域的自力更生——该项目必须留下一个能够在项目完成后使这种自力更生得以继续下去的结构。

鉴于国际上有若干种建立资格审查方案的模式，各国协调员依据五种NDT基本方法各有三个能力级别，一致同意自下级别向上级别发展的培训方法，即首先对入门级人员进行培训，然后对取得经验的人员进行补充培训。由于认识到广泛的工业基础和实际应用方向意味着许多培训者应该而且必须来自具有实际工作经验的技术人员队伍，而不是来自大学或技术研究所，所以为了给技术培训补充师资，开办了师资培训班。

把该区域的现有资源作为基础，并补充以该区域以外的工业化国家的专家。由每个国家派出的一个代表（由IAEA从这个国家的技术专家中选拔）组成区域培训和资格确认工作组。该工作组被召集起来，委以如下任务：制订教学大纲、填写设备清单和撰写一般性技术文件，以支持该项目的活动。

在每个国家中，国家协调员组织了一个国家协调

委员会，以便协助完成该项目的任务；已采取种种措施，以确保这些国家协调委员会能够包括所有有关工业部门的代表。各国还设立国家工作组，协助区域工作组完成接受的任务，即在会后继续工作，并向国家协调委员会提供技术性建议。

资源

NDT项目主要依赖本区域内已有的资源和高度的横向合作。IAEA为项目协调办公室提供资

本项目的历史

1969年，阿根廷政府请求联合国开发计划署（UNDP）帮助它建立国家无损检验和质量控制方法中心（INEND），以支持该国从以农业为基础经济迅速转变成以工业为基础经济；特别是支持其刚起步的核工业。1971年，UNDP和IAEA合作组建了一个调查组，并在1972年执行了一个开发该中心的项目。通过这个项目，世界15名NDT专家访问了阿根廷，19名阿根廷专家被派往10个国家学习。

总的来说，INEND除了向阿根廷国家原子能委员会（CNEA）和工业界提供检查服务以外，还促进了有关NDT的国家标准，其中包括NDT人员的资格审查和确认标准的制订。INEND还着手举办了培训班，到1979年，该中心已培训了1300名NDT技术人员。*

在同一时期，美洲国家组织（DAS）通过其多国冶金计划（该计划包含由INEND提供的NDT部分），正在CNEA主办进修金培训班。许多拉丁美洲的学员带着他们在培训班上学到的有关NDT的初步知识回到各自的国家，并开始请求联合国（UN）机构帮助他们制订自己的NDT计划。

1982年，即对一项区域NDT项目的必要性作了两年讨论之后，联合起来的IAEA、联合国科学和技术发展筹资系统（UNFSSTD）和联合国工业发展组织（UNIDO），和6个国家，开始实施拉丁美洲和加勒比地区无损检验项目。到1985年，另有11个国家参加了该项目，1988年初，哥斯达黎加成为该项目的第18个参加国。

* Baez, J. N., H. Espejo, and A. Leston, *Nuclear Power Experience*, Vol. 1, IAEA, Vienna (1983).

金，并提供支助区域间活动的差旅费。UNIDO 提供了用来支付有该区域以外专家参加的培训班费用的资金，并提供了几名有关专家，同项目办公室一道从事开发计算机化管理系统的工作。已经得到一些捐赠国的支助。意大利政府（最初通过 UNFSSTD）提供了项目总资金的约 45%，并为区域活动提供了设备、进修金、专家和差旅费。早期的这类活动常常是组织关于 NDT 基本方法的样板培训班，但到最后，这些活动的重点转到了 NDT 技术的应用方面。意大利还支助了若干次国家协调员会议和一次审查该项目的方向和评价所取得成就的国际讨论会。

加拿大政府通过加拿大国际开发署（CIDA）和一个非政府组织（加拿大无损检验基金会），捐助了不少资金。这笔资金主要用于师资培训班——NDT 基本方法方面的样板培训班、设备和出版物。

德意志联邦共和国政府除提供支助区域工作组的资金外，还提供进修金，并为通常针对 NDT 先进技术应用的区域事项提供专家、设备和差旅费。

除了正式的捐助以外，该项目还得到过一些工业化国家的私营部门或非政府组织提供的许多免费专家服务。

NDT 项目活动

项目协调办公室在日常工作中，大量使用项目开始时安装的一个计算机系统。最初，该系统是为全面保存对来自不同国家和组织的大量人员进行培训产生的纪录而开发的。

协调委员会一旦确定年度计划，项目办公室就要对专家、培训班材料和区域培训班参加人员的旅行细节进行协调安排，并与东道国协商时间表。这些安排必须适应日期、地点或可利用专家的最后一分钟变化。

除了对为未来而计划的国家和区域的事项进行跟踪安排外，项目办公室还要与专家和东道国一道进行后续活动，以收集培训班的结果并提出必需的报告和统计资料。只有通过这个计算机化管理系统，才有可能了解各种培训活动、各个国家和参加者的最新情况。

资格审查和确认

最初，国家协调员们曾决定基本上参照阿根廷现

有方案，制定区域 NDT 操作员资格审查和确认方案。然而，鉴于国际上该领域的发展，协调员们同意采用国际标准化组织（ISO）135 技术委员会（“无损检验”）的第 7 小组委员会（“人员资格”）制定的方案。1983 年以来，这个小组一直致力于制定一种国际标准，该标准包括该项目所建议的相同内容。

1985 年初，IAEA 发起的顾问会议建议密切注视 ISO 的工作，并给予大力支持。结果，机构寻求与上述小组委员会的“联系”，于是该项目开始参加其活动。历史已经证明，这种参与是重要而有效的；区域工作组严格地审查了相继拟定的标准草案，IAEA 的参与得到了承认和赞赏。

例如，一套由区域工作组编写并用于本区域所有培训活动的，5 种基本方法的 3 个级别培训班的教学大纲，被写入建议的拟用标准《IAEA-TECDOC-407 无损检验技术培训导则》，就是一个特殊贡献。

NDT 项目的结果

虽然一个这种性质的项目的效果是无形的，但还是有一些具体结果能够量度它的影响。尽管近期任务是提供适当的培训，但预料区域自力更生的目标只能通过区域网的发展才能保持下去。这个区域网连结各个定期与国际组织保持接触的国家网。

NDT 项目的基本结构帮助了这个网的建立。各国都建立了协调委员会和工作组，其中有许多现正采用有全权代表权的国家技术学会的这种法律形式。据 8 个国家报道，他们已建立了最终将承担与该项目联络的 NDT 学会。在世界范围内，正在鼓励这些学会参加世界联盟，即国际无损检验委员会。

在区域内，这个在政治上通过协调委员会，在技术上通过区域工作组很好建立起来的网，正在不断被那些从甲国至乙国的国家培训班讲课的学有所长的人所加强。这些已经建立的正式和非正式的联系和工作关系，为未来的交流与合作提供了牢固的基础。

那些大多来自捐助国的国际专家所作的贡献并不局限于具体讲稿或课堂讨论要点，他们为参加者提供一个窗口，参加者可以通过它了解其他国家技术发展，和同一些组织和个人接触来解决技术问题。

人们一直鼓励国家通过他们各自的国家组织，制定各自的 NDT 人员资格审查和确认标准，并参加 ISO 的工作。通过这种活动，在国家内和国际上已实

现许多有价值的接触。

在这些区域的和国家内的活动，以及一年两次的专业会议提供的定期接触，和为项目的当地管理而编制的正式结构，都导致形成一个牢固的人际网，这个人际网将进一步保证由该项目提供资金的活动能够继续下去。

样板培训班加上师资培训班，使参加国除少数几个外，完全有能力指导他们自己的 NDT 基本方法各级别培训班。几乎所有参加国都能够至少在一种 NDT 方法或其应用方面，向其他国家提供专家服务——这进一步表明了本地区能力已在怎样的程度上得到鉴别、培养和提高。

国家和区域的自力更生的双重目标是可以达到的。各国协调员越来越指望得到各捐赠国对特殊应用的指导和提供先进的检验技术。

1986 年，意大利政府向每个参加国提供了与 NDT 有关的微型计算机和软件。在墨西哥参加培训班后，每个学员回到自己国家都把得到的材料用于培训、模拟和数据分析。在这项活动以后，已举行了若干次关于计算机在 NDT 中应用的研讨会；因此，大量开发成果正从该区域的国家涌来。

目前，人们正在把计算机同一种通讯系统联系起来，这种通讯系统将提供为支持现有知识网所必需的实体网络。

该项目的目的在于向每个国家提供一套举办培训班所需的基本设备。要求各国在考虑可从国内得到的设备的同时，按优先次序列出他们所需清单。在意大利进行的一次考察，作出了很重要的贡献，它

把来自每个国家的一个人带到所提供设备每个部件的制造厂。这样，参加者都能提高其现场维修、校准、诊断和保养的能力；并使供应者和用户之间建立起人际关系。

在不到 5 年的时间里，该项目已完成涉及本区域内外 186 位专家出访的 180 项培训事项。969 人在区域培训班或研讨会里得到了培训；2821 人在有该项目提供的专家参加的国家培训班或研讨会里得到了培训；另有 12 600 多人，在虽无项目直接援助但在项目范围内并使用项目导则情况下举行的各国活动中得到了培训。

国际影响

拉丁美洲和加勒比地区内 NDT 活动的迅速发展，已引起了工业化国家的注意和重视。人们十分赞赏该区域对 ISO 小组委员会工作的影响和贡献。在该地区范围内，每个国家都能列举出许多由于参加拉丁美洲和加勒比地区的 NDT 项目而很快得到的特殊的好处、资金上的节省和能力上的提高。

各国协调员采取了正确步骤，他们在项目的最初几年里就决定组建区域工作组，并开始采用自下而上的培训方法。区域的和国家的自力更生目标是完全可以达到的，该区域正在对国际的技术发展作出贡献。

总之，NDT 活动为质量保证和在役检查计划（它们对保证核动力计划的可靠性是十分重要的）奠定了良好的基础，并正在有效地促进该区域的工业发展。

