

# 工业必不可少的工具

## 无损检验的培训和认证

ASGHAR ALI KHAN 和 HERNAN VERA-RUIZ

从事无损检验专业人员的教育情况,包括正式培训和认证,可能是影响检验质量的最大的一个因素。大多数无损检验(NDT)的目标是探查内部缺陷的性质、大小和位置。这是一个复杂的过程,受许多变化因素的制约,因此需要专门的技能、培训和认证。

所有 NDT 方法的共同因素是操作员,即负责实施检验和报告结果的人员。NDT 检验结果要通过操作员汇集起来,供进一步考虑,并决定所检验部件的命运。在许多情况下,操作员负责接收或拒收该部件做出判断。如果操作员知识不够、缺乏培训和经验不足,他或她就有可能对结果做出完全错误的判断,产生负面和代价很高的后果。

基于射线照相的 NDT 使用辐射源。如果射线照相

人员不懂得或疏忽潜在危害,就会不必要地把人置于危险之中。因此,非常重要的是,要对射线照相人员进行适当培训,确保他们有正式认证,以防在安全使用辐射源时误操作或疏忽大意。

随着太空时代新型材料和复杂系统的出现,工程师将有能力开发要求重量轻、强度大、性能好、维护要求低和可靠性强的结构和系统,以迎接将来的商业和社会挑战。这种发展的每一步都需要通过 NDT 程序和应用进行质量控制。

近几年,越来越多的工业官员开始对 NDT 专业人员的教育和培训表示担忧。一个担忧是,没有将 NDT 作为常规课程向理工科大学生讲授。另一个担忧是,不对大学生讲解 NDT 基本原理,它必须成为新的工程课程的一部分。该原理要以质量控制

和质量保证为核心,它们是任何成功的制造、装配和生产过程必不可少的组成部分。更大的国际市场竞争和更严格的消费者保护与产品责任法使工业界更加重视质量控制和质量保证。

在 NDT 领域和国际社会内,已采取一些步骤,并计划采取其他步骤,来解决人们担心的这些问题。本文回顾发达国家和发展中国家所取得的进展,介绍国际上为协调培训和认证实践所作的努力。

### 趋势和发展

发达国家已广泛采用 NDT,建立了健全的培训官员和组织机构网络。在这些

---

Khan 先生是 IAEA 核科学和应用司工业应用和化学科前职员, Vera-Ruiz 先生是该科科长。

国家中,大多数在许多大学设置 NDT 课程,主要作为物理、机电工程、焊接工程、机械工程、材料科学和质量控制等教育课程内其他学科的一部分。NDT 也是学院和职业培训学校教学大纲的一部分。美国和联合王国的一些研究院所设有专门的 NDT 学位计划。

NDT 操作员,即实际从事 NDT 工作的专业人员,需要专门的培训。培训工作通常由 NDT 私立学校、或由 NDT 专业团体运作的机构或与之合作的机构进行。在这些机构,NDT 教员资历深,并广泛收集了有已知缺陷的 NDT 检验件。它们的明确目标是,使有关人员做好参加单独组织的认证考试准备。

NDT 人员的认证多数由各国的专业团体、或监管或技术机构进行。不同国家采用不同的认证方法,其中一些方法涉及 NDT 人员的雇主。例如,美国和德国就采用不同的方法。在联合王国采用的另一种方法,已被澳大利亚、新西兰、南非和若干其他国家采用。

一个共同点是,各国都有本国的 NDT 培训和认证标准,规定认证考试应试者

的教育和经验要求。这些标准还包含考试程序以及主考者和其他有关人员的责任。

目前流行的一种 NDT 培训和认证方法是利用一个集中控制的、非赢利的第三方。国际标准化组织(ISO)制定的标准,尤其是 ISO 9712 标准,从根本上促进了这种方法的使用。总的来说,要对实际执行检查工作的人员进行培训,使他们在使用的具体方法方面达到与 ISO9712 2 级相当的国际水平。监督人员要有相当于 ISO 9712 3 级的技能。

### 由 IAEA 支持的活动

在世界发展中国家和地区,过去几十年里 NDT 培训和认证已取得飞速发展。

从 20 世纪 60 年代末至今,一直在进行合作性努力,其中包括:

- 拉丁美洲和加勒比项目从 1967 年至 1974 年,美洲国家组织(OAS)发起了进修培训,把 NDT 作为其培训课程的一部分,从而使来自整个拉美地区的学生都接触到 NDT 技术及其应用。这些学生回到其祖国后,促使向包括 IAEA 在内的联合国机构发出 NDT 援助请求。

IAEA 用两年时间评估启动一个地区项目的必要性。1982 年,在 IAEA 和联合国开发计划署(UNDP)、联合国科学和技术促进发展筹资系统(UNFSSTD),以及联合国工业发展组织(UNIDO)支持下,6 个国家启动了拉丁美洲和加勒比地区的地区无损检验项目。到 1985 年,又有 11 个国家加入该项目,意大利、加拿大和德国已成为设备、专门技术和资金的积极捐助者。

发起机构和捐助国家在贡献专门技术、资金和设备时,都认识到需要一个尺度来衡量培训的充分性,并需要协调整个地区的培训。于是,组建了一个地区工作组,以审查地区培训和认证细则、根据现有的阿根廷标准制订人员资格和认证地区标准草案,以及为 5 种基本培训方法各建一套 3 级培训细则等问题。

就 IAEA 方面来说,1984 年在温哥华召开了一次国际专家会议,审查协调问题。根据会议提出的建议,IAEA 决定支持 ISO/TC135/SC7 的工作,并建议将其草案供所有 IAEA 项目使用,如果进展显得过于缓慢的话,密切监视各种新情

况并保留制订自身文件方案的余地。IAEA 还积极参与 ISO/TC135/SC7 的工作,并做出巨大贡献。

这些步骤促使拉丁美洲和加勒比地区国家将最新版 ISO 草案用作正在通过各自的核准系统处理的国家标准的范本。(亚太地区项目国家也已达成一致,并同捐助国日本和澳大利亚一起开始了按照 ISO 范本协调各自的国家标准过程)。作为一项特殊贡献,拉丁美洲和加勒比地区工作组培训细则由 IAEA 作为技术文件(TECDOC-407, 1991 年更新,作为 TECDOC-628 发行)出版,并作为参考文献载入 ISO 建议草案。

通过拉丁美洲项目直接支助的培训班或按照该项目细则在参与国举办的培训班,约 18 000 名学生受到培训。项目已使 17 个参加国中几乎所有国家能够自己自足,以致能组织包括 NDT2 级培训在内的 5 个基本方法的培训班,从而满足自己的需求。17 个国家中大多数建立了国家 NDT 团体,颁布了有关人员资格和认证的某种国家标准。

■ **亚太项目** 受拉丁美洲项目成果的鼓舞,1981 年

IAEA 将一个 NDT 子项目纳入亚太地区合作协定(RCA)中。RCA 涵盖更加广泛的辐射技术领域,包括放射示踪剂、辐射加工和核子控制系统等。该地区有 17 个国家加入该协定,日本和澳大利亚为捐助国。

在该项目下进行的培训遵循 TECDOC-628 所载的 IAEA 细则和一些专业教科书。15 个国家按照 ISO 9712 要求建立了国家认证机构或相应的技术培训委员会。14 个国家组建了 NDT 专业团体,这些团体被认为是即使项目结束后,仍负责关注各国 NDT 需要的一个必不可少的机构。

最近已为非洲和西亚国家启动了类似的其他项目。

通过这些项目,约 85 个发展中国家正在从 IAEA 的 NDT 计划中受益。重点是开发能够从事人员培训和认证并向各行业提供 NDT 服务的核心人员组。结果表明,IAEA 在通过国际标准的运用和 NDT 专业团体的工作促进 NDT 人员的有效培训和认证中起着重要作用。

## 国际协调

由于每个国家都有独立

的认证标准体系,这样便产生了一些国际问题。对于跨国公司尤其如此,它们通常坚持按照自己的标准鉴定 NDT 人员,而不接受东道国的认证标准。这对公司和东道国都没好处。如果培训和认证标准统一的话,这个问题就能够解决。

认证类型的不同,阻碍了 NDT 人员在国家之间的流动。在这些情况下,NDT 人员不得不取得不同国家的多重认可。认证标准的不同有时导致难以达成双边或国际协定,以至造成贸易壁垒。

NDT 界一直在致力于解决这些问题。

继在国家和地区采取若干行动后,1999 年更新了 ISO 9712 标准,以消除不同 NDT 标准间的差异。现在设想,到 2002 年将统一 ISO 9712 标准与欧洲标准化委员会(EN 473)1993 年颁布的标准。但愿统一后的标准将在世界各地 NDT 人员的协调培训和认证中发挥重要作用,从而确保 NDT 活动与测试产品质量的统一。

在美国,美国无损检测学会(ASNT)现已启动一项中心认证计划。它包括按照 ISO 9712 标准及其他国际标准进行的认证。

## NDT 培训导则

IAEA 有关 NDT 培训和认证方面的出版物包括:

- 《无损检验培训细则》, IAEA TECDOC-407(1987) 和 IAEA TECDOC-628(1991)
- 《工业射线照相——IAEA TECDOC-628 所载大纲手册》, IAEA 培训班丛书 No. 3(1992)
- 《无损检验——工业管理和控制人员指南》, IAEA 培训班丛书 No. 9(1999)
- 《材料 2 级超声检测——IAEA TECDOC-628 所载大纲手册》, IAEA 培训班丛书 No. 10(1999)
- 《液体渗入和磁粒子检测——IAEA TECDOC-628 所载大纲手册》, IAEA 培训班丛书 No. 11(2000)

2000 年 10 月 15—21 日,在罗马举行了第 15 届世界 NDT 大会,期间召开了一次研讨会,介绍现行 ISO 9712 版本的突出特性。为使所有重要国际认证机构(包括来自欧洲、美国、日本和中国的机构)在把 ISO 9712 用作 NDT 人员资格和认证的一个普遍标准方面取得共识,曾做出一些努力,但要实现该领域的全球协调,还要继续努力。

不过,颁布 ISO 标准并非国际协调的最终目的;它只是开始。为取得统一,每个国家都要执行该标准。要在各方面采取重要步骤:

- 各级认证应有明确的大纲。首先,应包括 ISO 9712 列出的 6 个基本 NDT 方法。

其次,应包括泄漏测试、声发射和中子射线照相等其他方法。IAEA 在两个技术文件(1987 年的 TECDOC-407 和 1991 年的 TECDOC-628)中处理了这个问题。预计将在 2001 年对 TECDOC-628 进行修订。

- 接着要做的重要工作是编写培训教材和教科书。IAEA 已开始这个过程,发行了有关液体渗入测试、磁粒子测试、超声波测试和射线照相测试教科书。它们采用 TECDOC-628 的大纲,可用于前两级人员的培训。同样,已计划为其他方法编写教科书。

- 接下去的重要步骤涉及不同级别认证的实际工作内容,以及用于认证培训和

考试的有已知缺陷的标准测试件。TECDOC-628 载有一些有关不同级别和不同 NDT 方法培训班实际内容的细则。此外,已编写有关进行和评价实际考试的内容和程序的细则,尽管颁布前还有工作要做。

关于测试件,IAEA 已举办多次有关标准测试件生产方法的专题会议。重点一直是焊接。有关这个科目的指南已由一专家组编辑完成,不久将出版。有必要将这种做法推广到铸造、锻造等其他技术领域以及混凝土和陶瓷材料的测试。还应编写一份细则,涉及 ISO 9712 所概述的具体领域需要哪种标准测试件,并且要对不同制造商提供的标准测试件进行审查。

- 实现协调的另一个步骤涉及考试标准和试题的统一问题。发达国家的不同认证机构设有认证试题库。IAEA 通过专家会议编纂了 1、2 和 3 级试题,正准备出版,以帮助各国认证机构,尤其是发展中国家的机构。

- NDT 已在许多国家使用,其中许多国家不以英语为主要语言。这就突出了翻译教科书、细则和其他文件,也许最初译成联合国正式语言的重要性。

## NDT 在工业中的应用

世界上大多数工业——从汽车、航空航天和铁路运输到电子设备的生产和石油生产——都依靠无损检验来确保质量控制和安全。NDT 服务包括设计研究,传感器和控制系统,X 射线和  $\gamma$  射线检查,以及超声检测。应用最广泛的 NDT 技术是着色检测法、涡流检测,磁粒子检测,射线照相和超声检测。



NDT 检查员和操作员是由国家和国际 NDT 委员会按照严格标准认证的专业人员。IAEA 的资格和认证体系基于国际标准化组织的标准,该组织规定三个能力级别:

■ 1 级——可以被授权在 2 级或 3 级人员的监督下,按照书面说明安装设备,并做检测;可以在这种监督下对结果分类和报告。

■ 2 级——可以被授权按照既定的或认可的程序进行和指导试验。

■ 3 级——可以被授权指导已得到认证的 NDT 方法操作。

学员必须逐级上升,并满足每一级别和方法的最低经验要求。教育和认证的时间期限取决于 NDT 培训开始前在理工方面获得的学历。

■ 将更加强调现代教学方法,包括录像和磁带。例如,ASNT 制作了有关若干 NDT 方法的录像带。

■ 教师和教员在协调过程中起关键作用。IAEA 印发了“培训教员”的细则,培训和认证机构需进一步改进这种方法,并加以采纳。

■ 要认证的具体方面应界定得更严密和更明确。这将有助于确保在一个国家明确界定的方面中受过培训和认证的人员将具有和其他国家一样的能力水平。

■ 要更多努力,确保所有地区在协调过程中都得到支助。有些地区,如东欧和前苏联国家地区,在 IAEA 的

地区努力中未涉及到。

■ 有必要评估每个国家满足 ISO 要求的程度。NDT 实验室和培训机构的一些评估和认证标准已经存在,有助于评估这些组织的能力。

■ 对促进和协调 NDT 人员培训和认证感兴趣的各国和国际组织间仍需要更加密切合作。IAEA 已采取积极行动促进合作,如邀请这些组织的代表参加其地区协调会议和专家咨询组会议。

■ 必须使协调过程正式化,并形成文件。这可以通过相关国家机构间签订双边或地区协定来实现。一个好的例子是欧洲 NDT 学会联合会成员间签订的协定。为促进这类协定的发展,IAEA 最近通过地区项目召开了一次会议,准备非洲国家间的协定草案。

设想今后几年世界其他地区会有类似的协定。预期参与这一过程的组织包括国际无损检验委员会。为统一的 NDT 活动,尤其是为培训和认证负责执行和解释这些测试的操作员建立强大和可持续的世界网络,还要继续进行这些和其他合作步骤。 □