

无损检测实验室认可与检测过程的控制要求

王 聪

(兵器工业西北地区理化检测中心, 西安 710043)

摘 要: 实验室认可对于证明无损检测实验室的公正性和技术能力, 提高其管理水平发挥着积极的作用。通过管理体系的建立和有效运行, 使影响检测结果可靠性的人员、仪器和检测方法等诸多因素得到控制, 能够使无损检测实验室出具的结果或数据更具有有效性和权威性。

关键词: 无损检测; 实验室认可; 过程控制

中图分类号: TG115.28

文献标识码: A

文章编号: 1000-6656(2007)07-0423-04

Requirements for the Accreditation of a Nondestructive Testing Laboratory and the Control of Testing Process

WANG Cong

(Ordnance Industry Northwest Testing Center, Xi'an 710043, China)

Abstract: Accreditation of a laboratory plays a fundamental and positive function in regard to the ability to provide nondestructive testing, the impartiality and the technical competence, and the enhancement of management of the laboratory. Through the establishment and implementation of the management system, it enables effective control of factors which affects the test reliability, such as personnel, instrument, test methods, etc. in order to provide reliable and authoritative inspection results.

Keywords: Nondestructive testing; Laboratory accreditation; Process control

实验室认可是国际通行的一种对实验室能力评价和正式认可的制度。随着全球经济一体化进程的加快和企业参与竞争的局面逐步扩大, 顾客和企业对产品质量控制的要求越来越高。能够为产品质量提供证明的专业实验室的公正性、检测能力以及所出具检测结果的可靠性显得极为重要。无损检测专业实验室如何对影响检测结果可靠性的诸多过程实施控制, 向社会出具准确可靠的报告, 保持检测能力的持续稳定, 已成为当前实验室和顾客关注的重点。

众所周知, 影响无损检测结果可靠性的众多因素中人员素质、仪器状态和选用方法等是几个主要方面。ISO/IEC 17025 标准^[1]是采用质量管理方法对含上述内容的实验室运行的主要过程进行控制的和最主要的国际标准。笔者试图从该标准的要求出

发, 结合无损检测实验室认可的特点, 探讨体系的运行和检测过程中需要控制的内容和方法。

1 体系的建立是确保检测过程受控的前提

现行的 ISO/IEC 17025:2005 标准是由导则 25 和 1999 版标准转换而来, 中国实验室国家认可委员会依据该标准制定了 CNAL/AC01:2005 认可准则。目前由合并重组的中国合格评定国家认可委员会(CNAS)编制为 CNAS-CL01:2006《检测和校准实验室能力认可准则》^[1]。它包含了实验室为证明其按管理体系运行、具有技术能力并能提供正确的技术结果所必须满足的所有要求。实验室建立的质量管理体系须符合 ISO 9001 的要求, 它的有效运行可保证无损检测过程的受控, 也是申请通过国家实验室认可的基本条件。

认可准则的主要内容是第 4 章管理要求和第 5 章技术要求。管理要求涉及组织机构、对文件和记录的控制、合同的评审、纠正和预防措施以及内审和

收稿日期: 2007-04-17

作者简介: 王 聪(1957—), 男, 研究员级高工, 主任, 主要从事无损检测和实验室管理工作。

管理评审等条款,这些都是 ISO 9001 所要求的质量管理体系运行的主要过程。通常无损检测实验室所处的企业或组织已经通过了 ISO 9001 质量认证,尽管按其 7.6 条款已涉及到检测设备等的控制,但质量认证还不足以说明实验室的技术能力。另一方面,在建立体系时也不应割裂实验室与所处企业或组织的质量管理体系的联系,而去建立一套完全独立运作的管理体系,因为 ISO/IEC 17025 对管理体系的要求就是依据 ISO 9001 的要求制定并运作的。这样可避免可能出现的管理混乱和导致管理成本的增加。此外还应关注质量管理的八项原则,不仅要建立好文件化的体系,更要将实验室的质量目标与为客户服务的意识结合起来,把最高管理者对认可的动机、信心与检测人员的理解和充分参与结合起来,应用质量管理的有效方法控制检测的全过程,为检测结果的可靠性提供保证。实验室的体系管理文件要切合实际,注重指导性、可操作,避免追求形式和繁琐。对记录的要求是能对检测过程和要素受控的事实及检测结果可被追溯即可。

认可准则中技术要求强调的是实验室的技术能力。因为实验室的认可主要是对实验室应用具体检测方法的能力认可,因此,实验室对人员、设备和环境等的资源要求、具备的无损检测能力、采用的标准和方法都是体系控制的内容。在检测过程中注重策划,严格按检测工艺的规定操作,并采取必要的监督和严格的授权审批,实验室的检测结果必然会得以保证,这也是体系有效运行并达到服务客户的目的。

2 人员能力的确认

认可准则的 5.2 条款对人员提出了通用要求,其中还专门提到无损检测技术领域对人员持有个人资格证书的要求。认可准则对无损检测实验室制定的应用说明 CNAS-CL14^[2]中,对人员的持证和技术能力作了更明确的规定,如技术监督人员应具有射线或超声Ⅲ级人员资格,射线或超声项目的授权签字人应具有相应专业Ⅲ级人员资格,磁粉或渗透项目的授权签字人应具有Ⅱ级人员资格。检测人员应具有Ⅱ级人员资格。各类人员还应满足相应的专门知识、具有无损检测经验、能根据具体要求采用适当标准的能力和对检测数据进行分析 and 结果处理的能力,此外还有对记录和编制报告能力的要求。

对人员的要求除控制资格证书等级外,还要设置技术监督人员和授权签字人。其中技术监督人员

这个岗位在很多无损检测实验室中未曾设置。它的主要作用是授权负责对检测过程中技术和质量工作进行监督,特别是对可能出现的问题或偏离进行监督。监督人员人数的比例目前已不作要求,但更强调监督的有效性,如对监督工作应以程序化的文件规定监督内容、频次和记录等。授权签字人也需经实验室任命,在评审时经评审组考核并报 CNAS 批准。该职务通常由实验室有相当级别和在本专业有足够经验的高级人员担任,只有他们签发的报告才被认为是认可实验室的有效报告。

对人员控制要求的第三个方面是对实验室人员的技术能力的控制。各个专业检测人员在相应专业检测过程中对技术和质量的保证是确保检测结果的正确性和可靠性的重要因素。实验室应加强对检测人员的培训,制定培训计划并评价培训的有效性。除关注人员资格证书的要求外,更应关注其专业能力的培养和提高,应实施更全面的培训和专业领域的扩展,不能仅限于取得资格证书。要培养对检测方法的学习、理解和研究,对检测方法的使用范围的了解,对各种可能影响检测结果可靠性包括环境影响因素的意识。此外,还应加强检测人员对检测项目管理的能力、职业道德、责任心、对客户负责、以及遵守相关法律法规意识等方面的培训。要落实各类人员的职责、进行授权并对其进行监督。在日常运行过程中,注重发挥技术监督人员的作用至关重要,因为技术监督人员更清楚检测目的和方法,能对检测过程的各个环节实施控制,指导检测人员的工作。

3 仪器的校准与溯源

很多无损检测人员通常很关注仪器的技术特性指标是否先进,却往往忽视仪器在长期使用后这些指标是否能稳定地满足要求。如超声探伤仪的水平和垂直线性、衰减器误差、磁粉探伤机的电流表指示误差等,这些指标是否稳定地处于仪器出厂时的状态或校准后的已知状态,从而满足使用要求至关重要。长期忽视这些参数可能产生的漂移必然导致检测结果不确定性的增加。目前通行的保证仪器性能稳定和结果可靠的主要控制手段是对仪器进行周期性和使用前的校准,使仪器性能的波动对检测结果的影响程度可知,这种对仪器进行的主动控制^[3]是无损检测人员应有的意识。校准的依据是校准规范或校准方法,认可准则强调优先使用国际和国家发布的方法。此外,对公认的规范和方法以及仪器制

造商提供的方法也可选用。若上述方法均没有,可以自行编制,在形成文件并经确认后实施。

对无损检测仪器的校准常用两种方法,第一种方法是采用参考标准对整个检测系统(包括仪器、传感器(探头)和使用条件)进行评价。它注重测试系统配套后的实用工作性能指标,测试结果所反映的状况与实际工作条件接近,但达不到对仪器特性指标进行全面和精确的测试。第二种方法是通过标准器等专用电子设备对仪器自身性能指标的校准,侧重于仪器属于计量特性的电气性能指标,给出仪器的示值误差。由于这些特性指标及其变化需采用特定的专用设备进行测量,通常在探伤过程中使用的灵敏度参考试块或标准试块无法对这些电气特性进行测定^[4]。上述两种方法的切入角度不同,在可能的情况下应相互结合应用,如在日常检测前用第一种方法校核和调整仪器,在仪器持续使用一定的时期后采用第二种方法对仪器进行校准。具体对超声波探伤仪而言,可将 ASTM E317^[5]和 JB/T 9214^[6]标准规定的属于第一种的方法进行现场的校准。当仪器使用一至两年后送专业校准实验室采用 JJG 746^[7]标准确定的第二种方法进行校准。

如果将仪器送校准实验室进行校准,有一个重要环节不容忽略,那就是对校准结果的验证,这对无损检测人员来说不太熟悉。它是将需检测的产品或材料的测量要求与仪器校准得到的特性进行比较,判断仪器特性是否满足规定的检测要求。如上例中超声探伤仪的水平度和垂直线性、噪声和分辨力等误差是否小于具体检测条件和被检材料检测允许的误差,对此校准证书并不给出结论。换句话说,校准不判定仪器是否合格。虽然国际上通行由符合资质的实验室进行仪器的校准^[8],但大多数校准实验室仅对仪器自身的性能指标进行校准,给出测量不确定度,并不判定仪器最终能否在使用中满足具体产品质量控制的要求。事实上校准实验室也没有能力对各种不同的应用要求进行确认。因此,仪器能否使用还需无损检测人员根据校准结果对照自己的实际应用要求进行最终验证。

上述校准和验证构成了一个被称之为计量确认的过程。计量确认是有时间间隔要求的,通常被称为校准周期。它不必如检定规程那样要求过死,而是可以根据仪器使用的历史数据和使用要求由使用者自主确定和调整。对确认过程的策划和实施,可参照 ISO 10012:2003^[9]确定的内容。

上述要求也是从仪器测量的溯源性来考虑的,因为不可能排除探伤得到的结果的不确定度与所使用的仪器无关。所以,在仪器使用前进行校准并制定适宜的周期性的校准计划对于保证仪器的可靠性很有必要。当无损检测仪器具有测量功能时,这一点尤为重要,如数字超声探伤仪和涡流检测仪被用于零件或涂层测厚时,仪器校准占据着测量不确定度主要分量,仪器必须保证溯源校准。此外,探伤用的各种参考标准、试块也应尽可能进行可溯源的校准,尽管如超声探伤样品所需的平底孔的校准和检测困难较大,一般的实验室较难实施。因此,对此类参考标准、样品或试块的校准控制水平可通过如平底孔加工的工艺技术与平底孔质量对仪器检测灵敏度或判废标准的影响程度来把握。但对测厚来说,仪器调整校核所用的试块、量块及涂层的几何量必须被校准。只要把握一点,凡是需要出具数据的检测,其所用仪器及参考标准、试块均应校准。对于重要的、不稳定的和经常携带到现场的仪器,为掌握仪器性能以及校准状态的可信度,还应通过期间核查,以检查仪器在两次校准之间的状态是否出现偏离,以确保其稳定性和可靠性。对于一些非通用仪器或从国外引进的仪器,可以采用与校准过的同类仪器相互比较的方式来确定其相对偏差,达到确认的目的,如超声 C 扫描、工业 CT 等检测系统。

4 检测方法的确定与质量控制方法

通常在对具体材料或产品检测时都有企业、行业、国家或国际的方法标准可供选择,但这些方法必须满足客户的需求。应优先考虑选用最新版本的国际、国家和行业标准发布的方法。当采用实验室自己制定的方法或非标准方法时,必须经过验证或确认,并征得客户的同意。实验室自己制定方法的过程是对新方法的设计和开发的过程,需按照对新方法设计和开发策划的内容完成各阶段的安排并实施控制以达到效果。由于此类方法的验证或确认过程需经策划并由有足够资源的有资格的人员进行,控制程度相对复杂和严格,申请认可时应慎重考虑采用此类实验室自己制定的方法。此外,要密切关注所使用的标准方法为现行有效的版本,如果所采用的标准版本进行了更新,应及时进行确认,以证明实验室有能力正确地执行新的标准方法。

对检测结果实施质量控制的方法较多,如采用参考标准、利用相同或不同的方法重复检测等都是

以往常用的方法,这里不赘述。还有一个有效的手段就是能力验证。所谓能力验证就是以实验室间比对的形式识别差异,确定其检测能力。它是一个借助外部评价的方法来监督和促进实验室内部质量控制的平台,参加能力验证计划也为实验室提供一个客观的评价和证明其所出具检测结果可靠性的方法。如近几年 CNAS 能力验证分技术委员会确定的金属材料无损检测能力验证计划有铸铁件的 X 射线透视检测、锻轧钢棒和钢管内部缺陷的超声波检测等。由于能力验证是建立在实验室间比对的基础之上,各实验室检测结果的数据均参与统计。将检测结果与参与该次能力验证各实验室检测结果的中位值比较,再除以标准化的四分位距,即可知道某实验室的检测结果与中位值的偏离程度 Z 比分数。用 Z 比分数来评价实验室的能力,当 $|Z| \leq 2$ 时,结果被认为是满意的。作为 CNAS 的要求,申请认可的和已经通过认可的实验室都必须参加其组织或指定的能力验证计划。如实验室数据出现偏离,还应用于纠正并进行原因分析,采取相应的纠正措施。

除此之外,还可参加其他实验室间的比对,比较和分析各实验室的特点,发现自身的不足。在实验室内部采用不同仪器和检测人员之间的比对也是实施内部质量控制、持续保持检测能力的好方法。内部的比对试验也应进行策划,落实时间、项目和相应的资源,并分析总结比对结果,及时发现问题,以保证比对的实施和效果。

5 结论

无损检测专业目前在众多工业领域发挥着关键性的作用。提高检测结果的可靠性和有效性,降低无损检测的风险,需要我们对可能影响检测结果的各种因素和过程实施控制。无损检测实验室按照 ISO/IEC 17025 标准要求,建立和运行适宜的管理

体系,采取质量管理的成熟经验,从体系有效运行的角度对检测人员的资质、检测设备的校准和溯源、检测方法的可靠性等诸多方面进行控制,可达到确保检测结果的有效性的目的。申请并通过实验室的认可也是提高客户对无损检测实验室公正性和权威性认同的重要手段之一。相信在不久的将来,我国通过认可的无损检测实验室会更多,无损检测实验室的管理会更规范,所出具的检测数据或结果的可靠性更高,进而提高我国无损检测专业的水平。

参考文献:

- [1] CNAS-CL01:2006 检测和校准实验室能力认可准则 (ISO/IEC 17025:2005) [S].
- [2] CNAS-CL14:2006 实验室认可准则在无损检测实验室的应用说明[S].
- [3] Morgner W. Regelmäßige Kalibrierung und Prüfmittelüberwachung in der ZfP [EB/OL]. www.ndt.net/article/dgzfp/dach.htm.
- [4] Stuart Kleven. NDT Solution, Removing the Mystery Behind the Calibration of Ultrasonic Units [EB/OL]. <http://www.asnt.org/publications/materialseval/solution/novsolution.htm>.
- [5] ASTM E317-01 Standard Practice for Evaluating Performance Characteristics of Ultrasonic Pulse-Echo Examination Instruments and Systems Without the Use of Electronic Measurement Instruments[S].
- [6] JB/T 9214—1999 A 型脉冲反射式超声探伤系统工作性能测试方法[S].
- [7] JJG 746—2004 超声探伤仪[S].
- [8] Klaus Kolb. Umstellung des QM-Systems von DIN EN 45001 auf DIN EN ISO/IEC 17025-Aufgaben des Qualitätsmanagementbeauftragten [J]. ZfP-Zeitung, 2001,(75):41—45.
- [9] GB/T 19022—2003 / ISO 10012:2003 测量管理体系 测量过程和测量设备的要求[S].

(上接第 411 页)

for solving electromagnetic NDE inverse problems [D]. Ames IA: Iowa State University, 2002.

- [24] Ramuhalli P, Udpa L, Udpa S S. Finite-element neural networks for solving differential equations [J]. IEEE Transactions on Neural Networks, 2005, 16 (6):1381—1391.
- [25] 崔 伟. 油气长输管道腐蚀缺陷漏磁检测量化方法研

究[D]. 北京:清华大学, 2006.

- [26] 胡 阳. 漏磁计算机断层成像技术及漏磁场可视化技术的研究[D]. 武汉:华中科技大学, 1997.
- [27] 宋小春, 黄松岭, 赵 伟, 等. 水冷壁管壁厚主磁通超声波融合检测方法[J]. 中国机械工程, 2006, 17(10): 1079—1082.
- [28] 金建华, 康宜华. 多传感器信息的决策融合及其在电磁检测中的应用[J]. 无损检测, 2003, 24(9):638.