计量精细化管理提供产品认证基础保障

高士臣,李 红

(内蒙古包钢钢联股份有限公司计量中心,内蒙古 包头 014010)

摘 要: 文章围绕计量管理对企业产品质量保证的重要性,针对目前公司计量管理的薄弱环节在质量认证中存在的突出问题,提出测量设备的配置、检定/校准的计量确认、测量过程监控、非强制检定测量设备的周期确认间隔的制定存在问题的解决方法,防控测量数据失准的风险,实现企业可持续发展。

关键词: 计量技术; 检定校准; 测量过程监控; 期间核查; 计量确认间隔; 风险防控

中图分类号: TB9 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009-5438(2018)05-0024-04

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2018.05.007

Basic Guarantee for Product Certification Provided by Delicacy Management of Metrology

Gao Shi-chen, Li Hong

(*Measurement Center of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*)

Abstract: In this paper, the solutions for the existing problems of configuration of measuring equipment, metrological confirmation of verification or calibration, monitoring of measurement process and formulating interval of periodical confirmation for non mandatory verification measuring equipment are proposed aiming at the existing prominent problems of weak links in the present metrological management of company in product certification as well as the significance of metrological management for the product quality assurance of enterprise. Moreover, the risk for inaccuracy of metrical data is prevented and controlled to realize the sustainable development of enterprise.

Key words: measurement technique; verification and calibration; monitoring of measurement process; intermediate checks; interval of metrological confirmation; risk prevention and control

计量管理和技术工作是现代生产过程不可或缺的组成部分,计量工作贯穿质量保证的全过程,它涵盖了企业生产过程中的工艺参数、质量要求、生产技术等各项指标的监督与测评,稳定生产必须依靠装备在各个环节上的仪器仪表来控制工艺过程参数、监测材料和成品质量。随着公司生产的发展,计量工作在产品质量、产品认证的各个环节发挥了基础保障作用,对公司的生产力提升改进起到重要作用。公司IATF16949、CRCC、CE、API产品质量认证工作,对计量管理方法和技术手段提出新要求,现有的计量管理机制需要细化和完善,以保证用于产品生产过程监控的测量设备,严格按质量控制要求的准确度、灵敏度、量程等指标予以正确配备,按期实施检定/校准计量确认,并正确进行测量过程监控管理。因此从中找出管理的短板和薄弱环节进行防控,保证计量数据的实时、准确性。

收稿日期: 2018-05-03

作者简介: 高士臣(1967-),男,河南省汤阴县人,硕士,正高级工程师,现从事自动化仪表的研究与应用工作。

中国知网 https://www.cnki.net

1　目前包钢计量管理现状分析

随着国家计量法律法规逐步完善、ISO9000 族质量管理体系标准以及 ISO10012 测量管理体系标准的应用，公司计量管理的重点工作基本得以保证，但在测量设备的配置管理、检定/校准的计量确认及测量过程的监控、非强制检定测量设备的周期确认间隔，风险防控等方面重视程度不够，不满足产品认证要求的精细化管理，容易产生测量设备失准的风险，降低产品质量可靠性，影响产品认证。首先应该对产品认证的实施规则进行解读，弄清各个环节的检测要求和计量设备的配备需求，加强对关键测量点仪器设备的计量确认管理，建立实施可靠的检定、校准、比对周期和验证方法；其次，关注现场关键过程测控能力是否满足预期要求，对测量过程进行统计监控，建立有效的技术和维护管理方法。

2　改善计量管理薄弱环节技术方法

2.1　测量设备的配置[1]

测量设备只有其性能、参数经过计量确认，确定满足预期使用要求（计量要求）才能开展测量工作，降低失准风险。公司各产权单位对识别出的关键测量系统、设备，必须按有关技术标准的规定要求，或者根据加工能力及工序能力指数，导出对测量设备的计量要求，正确选型配置。选型配置的具体方法如下：

2.1.1　导出准确度的计量要求

测量设备的最大允许误差小于测量容差（公差）的 1/3 ~ 1/10，这是选择的重要依据。技术标准中对产品的测量精度提出了具体要求，内控加严时可以通过计算工序能力指数来确定需要的测量精度。

2.1.2　导出测量范围与相关计量要求

压力控制在（200 ~ 250） kPa，容差 T 为 ±10 kPa。需要导出测量设备配置的计量要求：（1）测量范围为（150 ~ 300） kPa，量程可选（0 ~ 400） kPa；（2）最大允许误差为：±（1/10 ~ 1/3）* T，即 ±（1 ~ 3.3） kPa。则计算出仪表的准确度：（最大允许误差/量程） ×100%，为 0.5%，即需要选择准确度为 0.5 级的压力表。因此对测量设备采购配置时应进行参数及性能的计量确认，如根据热电偶的特性选型，需要结合现场不同产品的作业标准，重轨生产线加热炉出于成本考虑常会选择 S 偶，其计量特性在连续 1 200 ℃超高温下物理特性发生变化，直接影响测量结果，就需要选择满足作业要求的耐高温的 B 型热电偶，以保证测量数据的准确。

2.2　检定校准的计量确认[2]

2.2.1　管理方法

公司各产权单位建立计量器具台帐，按周期实施检校，对检校数据计量确认。尤其产品认证质量管理体系的受控单位更要关注计量确认工作，对于生产过程特性与产品特性要求的温度、压力、宽度、厚度等参数控制点所使用的关键测量系统、测量设备，使用部门（或外部委托检定维护的计量人员）对证书中的检定/校准结果进行有效的计量确认，验证测量设备的计量性能是否满足产品检测和生产工艺的需求。

检修期间短、在线使用的关键性仪表若不能按期进行检定/校准、计量确认，可以采取备品轮替办法，备品入库使用前要做好计量确认；在线连续使用无法按期检定/校准，待具备条件时拆卸下来送检定部门进行确认，但期间要加强测量过程的比对、核查等监控和维护管理。

2.2.2　技术方法

首先，应该核对检定/校准的结果数据是否包含实际测量参数、量程、测量点、分辨率等。如轧线工艺测量开轧温度、加热炉温度所用的红外测温仪热电偶，应验证校准结果与工艺要求是否一致。产品认证质量和不同工况条件下特殊的计量要求往往高于国家计量检定规程或计量标准的允许偏差，如 IATF16946 产品质量认证中对量具要求具有足够的分辨率：小于等于公差的1/10，或过程变差的 1/10。比如公差要求：（-0.04 ~ +0.04） mm，使用一般的游标卡尺，对其分辨率进行确认，其最小分度值为 0.02 mm，分辨率为0.01 mm，不满足测量的计量要求，应更换高准确度等级的数显游标卡尺进行测量。

其次，核对校准结果示值误差其不确定度 U_{95}（k = 2）能否均在容差（公差）的 1/3 范围内。据此作为判定测量设备是否满足现场工艺计量要求基本条件，若不满足，使用部门要求应与检定机构，对仪器进行再次调整、检校验证、直至满足，或更换测量设备。

需要说明的是，在实验室条件下检定、校准测量设备，要求使用的计量标准最大允许误差是测量设备最大允许误差的 1/3 ~ 1/10，作为其能正常开展实验室测量的基本条件，但是还需对测量设备的实

中国知网　https://www.cnki.net

际测量误差值甚至影响测量因素带来的不确定必要时进行分析，判断测量设备是否在允许误差、准确度范围内。在现场条件下使用测量设备时，仅核对实验室对测量设备的校准结果，用示值误差其不确定度 $U_{95}(k=2)$ 能否均在容差(公差)的1/3范围内来判定是否满足现场容差(公差)要求，作为判别可进行现场有效测量的依据是不完善的，因为实验室对测量设备的校准结果只是证明测量设备可用于现场环境开展测量的基本条件，完全证明测量设备能满足计量要求还是有风险的，因为现场影响测量结果的因素复杂，因此最安全的验证是利用实验室校准的误差结果，再对现场环境下的测量误差的不确定度进行评估；或采取检定/校准后立即对测量设备用核查标准进行现场测量，根据测量得到的误差及其不确定度 $U_{95}(k=2)$ 之和是否在公差范围内，判断现场条件下测量设备是否满足计量要求。尤其对测量过程进行监控过程是在测量设备检定/校准后，现场验证测量设备能够满足计量要求的基础上，使用统计方法等对测量仪器或系统进行持续监控、有效性评估，从而防止两次连续的检定/校准周期内测量设备变性，环境失控带来的风险。

2.3 测量监控和测量系统有效性持续评估[3,4]

检定或校准的计量确认与测量过程监控不能相互取代。对于关键性、精密检测过程在进行检定/校准的计量确认后，还需要做出测量能力是否持续符合要求的评估，即测量过程监控管理，过程监控中掌握测量设备在现场使用状况，判断检定周期的合理性，防止其准确度在使用频繁、工况变化条件等作用下发生失准风险。从实验室检校完毕到现场使用，在两次校准间隔期内，器具自身的稳定性与现场环境因素均对计量特性产生影响，测量系统是否能够持续满足生产工艺的计量要求就不得而知，必须建立监控方法，进行连续有效的监控。

现代工业计量管理，已由传统的测量设备的检定/校准管理，发展到测量过程的控制，制定合理易行的控制方法和预防纠正措施。在产品认证中较多地暴露出对测量过程有效性没有进行确认及持续评估的问题。随着工业生产技术的发展，企业对计量技术提出了新的要求，自动化程度越高，精准控制和在线监测的计量要求就越严格，现场校准的数量和频次必须得以保证，因此各产权单位在辨识明确关键控制点的参数及计量要求的基础上，制定一个与风险匹配、行之有效的现场测量监控、验证方法势在必行。复杂的如采取测量系统能力分析、核查控制图、通用核查曲线等持续监控、评估有效性的统计方法，可以及时发现问题，及早采取措施，使测量保持在有效状态；简单的如使用比对、测试、抽查等方法进行监控。公司内、外无法进行溯源的测量设备，包括用于产品认证质量检测的大型理化设备、新型的各类难以溯源的测量设备，更应关注测量过程的监控，需要产权单位与计量中心检定部门协同攻关，建立自校准、测试比对技术方法进行计量验证，并加强维护管理，按期做好监控记录，保证其计量特性持续满足生产使用需求。

2.3.1 测量系统能力分析方法

在现场条件下，定期对测量系统使用标准仪器或稳定对象进行测量，分析数据，使用公式：

$$C_P = (T - 2\varepsilon)/6\delta$$

进行测量系统测量能力的评价。

式中：C_P 为检测能力指数；T 为容差(公差)；ε 为测量误差；δ 为标准偏差；3δ 为测量设备的测量扩展不确定度。

检测能力指数与能力评价如下：

等级 A：$1.33 \leqslant C_P \leqslant 1.67$；能力评价：充裕；

等级 B：$1 \leqslant C_P \leqslant 1.33$；能力评价：基本满足；

等级 C：$0.67 \leqslant C_P \leqslant 1$；能力评价：不足；

等级 D：$0.67 \leqslant C_P \leqslant 1$；能力评价：严重不足；

当选择 A 或 B 级时，从以上公式推算的结果表明，测量设备的测量扩展不确定度要达到容差(公差)的0.37～0.5时，才能满足准确度的基本要求。若产品精度要求很高，如测量设备的测量扩展不确定度应达到容差(公差)的1/4～1/10。

比如生产工艺要求压力控制在(200～250) kPa，容差 T 为 ±10 kPa，按要求配备了测量范围(150～300) kPa、量程(0～400) kPa、最大允许误差 ±(1～3.3) kPa 准确度等级为0.5级的压力表，经过现场测量，标准偏差 δ = 2.2 kPa，测量误差为1.9 kPa，根据过程能力分析，过程能力指数 C_P 为：

$$C_P = (T - 2\varepsilon)/6\delta = (20 - 2 \times 1.9)/(6 \times 2.2) = 1.2$$

，为校准能力一般水平，满足现场计量要求。

又如零件标准偏差 δ = 0.056 mm，公差范围 T = 0.35 mm，从测量数据直方图得知尺寸分布中心与公差中心偏移0.022 mm，则 C_P 为：

$$C_P = (T - 2\varepsilon)/6\delta = (0.35 - 2 \times 0.022)/(6 \times 0.056) = 0.905$$

，因此过程能力不足，需要对测量系统进行改进，提高测量装置的准确度、提高人员操作

中国知网 https://www.cnki.net

技能或有效控制测量环境因素。

2.3.2　核查的控制图方法

如均值—极差控制图，由均值和极差两张控制图组合成的用于掌握测量过程状况的图表。

在现场条件下，定期对测量系统使用标准仪器或稳定性好的对象作为核查标准进行测量，收集数据，计算测量值的平均值和极差值 R，制作控制线分析数据。

在图 $\overline{X}$: 中心线 $CL = \overline{X}$，上控制线 $UCL = \overline{X} + A_2R$，下控制线 $UCL = \overline{X} - A_2R$，(查表得 A_2)；

在 R 图: 中心线 $CL = R$，上控制线 $UCL = D_4R$，下控制线 $UCL = D_3R$(查表得 D_4、D_3)；

画控制图，把各组 $\overline{X}$、R 值在控制图中打点，相邻点连成线; 根据点分布情况，对测量过程是否稳定有效做出判断，判断原则: 多数点在中心附近，且在控制线内随机波动，若连续 25 点没有一点在线外; 35 点最多一点在线外; 100 点最多两点在线外，则为正常稳定状态。

2.3.3　通用的期间核查曲线方法

定期对测量系统使用稳定性好的对象作为核查标准进行测量，收集数据。通用的期间核查曲线方法是: 对刚刚检定/校准后的测量设备测量一个稳定性好的核查标准，进行赋值，作为期间核查的参考值 x_0(期间核查曲线图的中心线值)；上控制线 $UCL = X_0 + \Delta$ 或($x_0 + U$)，下控制线 $UCL = x_0 - \Delta$ 或($x_0 - U$)，其中 Δ、U 分别为测量设备的 x_0 点的最大允许误差，和扩展不确定度 $U(k = 2)$。

若测量数据连成的曲线在控制线内，则认为满足计量要求。

2.3.4　IATF16949 产品认证要求的测量系统分析 MSA 方法

计量型测量系统分析包括: 偏倚、稳定性、线性、以及重复性和再现性。

判定原则: 测量系统的变差必须比公差小，测量准确度应高于过程变差和公差中准确度较高者; 当重复性变差值大于再现性时，量具的结构需在设计增强; 当再现性变差值大于重复性时，操作方法及数据读取方式应改善。

2.4　采用工业计量新技术新设备

对公司内、外无法进行溯源的测量设备，包括用于产品认证质量检测的大型理化设备、新型的各类难以溯源的测量设备，产权单位与计量中心检定部门应积极协同开展攻关，结合实际需求，建立自校准、测试比对等技术方法，进行计量验证，按期做好记录，同时加强维护管理，保证其计量特性满足生产使用需求。比如: 供电作业区的检验用的计量仪器，对电气强度、绝缘电阻、接地性能等指标进行检验，需要多台仪器多次检验，若按规则要求实施 100% 全检，非常困难，现在市场销售的新型多功能综合测试仪就能够在线同时测量上述参数。

2.5　非强制检定测量设备的检定周期制定方法

因工业企业中存在大量国家非强制检定的测量设备，国家《计量法》和《计量法实施细则》中都规定企业对此依法实施自主管理。原国家质量技术监督局在 1999 年的第 6 号公告中发布了《关于企业使用的非强检计量器具由企业依法自主管理的公告》中规定 “非强制检定计量器具的检定周期，由企业根据计量器具的实际使用情况，本着科学、经济和量值准确的原则自行确定”。但由于计量法律法规中并没有明确规定检定周期，这样造成了公司各产权单位对周期没有统一的认识。如果按照计量检定规程规定的周期实施，则可能因为其使用频次低或精度要求不高而增加了计量检定费用，提高了生产成本; 而如果肆意延长周期，虽然降低了成本，但给产品质量带来很大风险。企业应该制定合理、可行的管理制度，要考虑企业因送检需要承担的成本和周期内发生准确度问题给企业带来的损失，“量值准确”则是实施计量管理的根本目的。

(1) 对准确度要求高，使用频繁，量值易变的监视和测量设备，可酌情缩短周期; 对使用不频繁、性能稳定的，也可酌情延长周期，但最多不得超过规定周期的 2 倍，最长不超过 3 年。

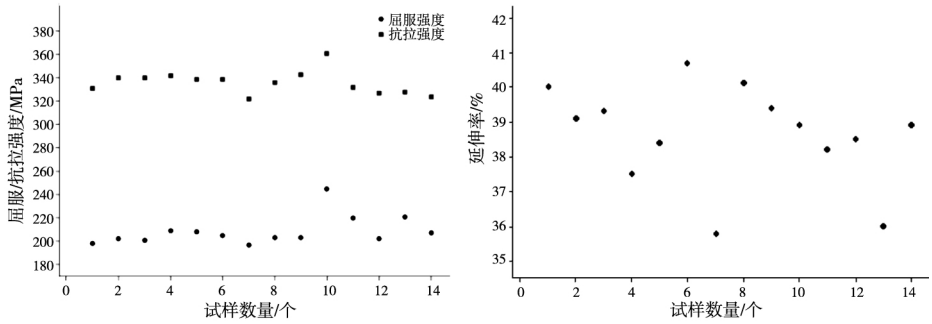
(2) 对计量数据准确度有要求的，但使用不频繁，且性能稳定的监视和测量设备，在不影响测量准确度的前提下，可根据使用情况确定合理的周期，但不得超过规定周期的 3 倍，最长不超过 3 年。

(3) 对大型设备上配备的，并且拆装有困难或拆装可能影响设备性能的监视和测量设备，可随设备检修周期同步安排检定(校验)，但平时应加强维护保养和数据监督。

(4) 对计量数据准确度有要求的，但因特殊原因无法进行检定/校准(校验)，且性能稳定的监视和测量设备，实行首次检定/校准(校验)，用坏淘汰。

(下转第 54 页)

中国知网　https://www.cnki.net



（a）屈服/抗拉强度分散图　　（b）延伸率分散图

图1　SPCC优化后性能指标

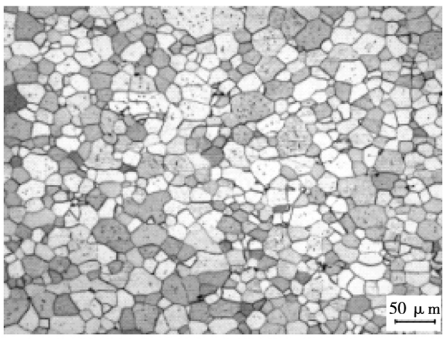


图2　SPCC优化后显微组织

3　结论

（1）针对包钢冷轧用钢SPCC屈服强度偏高问题，通过控制成分[N]含量，并提高热轧卷取温度将屈服强度平均值由260 MPa降低至200 MPa，达到了设计开发需求。

（2）针对屈服平台问题，经过试验分析，设定了退火均热温度760 ℃和平整机延伸率1.2%～1.4%，提高了热轧卷取温度至710 ℃，并对[N]元素含量进行了控制，最终达到了设定的攻关目标，完成对连续退火冷轧用SPCC带钢的性能优化。

参　考　文　献

[1] 李纯山，李刚. 平整带钢屈服平台的消除与延伸率优化[J]. 本钢技术，2008(3)：28－31.

[2] 汤茜，李腾飞，李婷婷，李化龙. 连续退火SPCC冷轧薄板性能的影响因素[J]. 金属热处理，2013，38(9)：60－64.

（上接第27页）

（5）对所测数据无严格要求的监视和测量设备，可以延长周期到规定周期的5倍，最长不超过5年。

（6）对延长检定周期的测量设备，应在周期内至少安排1次抽检。

3　测量数据的风险防控

当发现测量设备不符合预期用途时，如测量设备在测量过程中发生故障，或发现不符合计量要求，现场计量人员应对以往测量结果的有效性进行评价和记录，追溯并评价因这些测量结果而受到不利影响的任何产品、过程的程度，采取相应的控制措施；同时对测量设备按照不合格进行处理，重新进行检定/校准和计量确认。

4　结束语

计量管理要在计量技术、计量水平和计量标准上下功夫，实施精细化管理，还要通过计量分析、计量检测和计量评估，持续完善产品质量与认证体系的薄弱环节，有效地降低风险，提高企业产品质量和持续发展的能力。

参　考　文　献

[1] 国防科工委科技与质量司. 计量管理基础[M]. 北京：原子能出版社，2002.

[2] 孙丽. 计量器具校准结果的确认[J]. 铁道技术监督，2009，37(9)：24－25.

[3] 肖红. 重视监视和测量设备中生产检验共用设备的控制[J]. 计量与测试技术，2013，40(10)：30－31.

[4] 中国计量测试学会. 一级注册计量师基础知识及专业实务[M]. 北京：中国标准出版社，2014.

中国知网 https://www.cnki.net