

对皮带秤使用中核查的初步研究

盛伯湛 南京三埃工控有限公司

[摘要] 从肯定使用中核查对于皮带秤性能管控的重要性和必要性出发, 强调尚无完备配套规范现状亟需改变, 呼吁业界研究出台相关的技术规范; 通过对 NIST HB-44、JJG 195-2002、GB/T 7721-2017 等标准与规程中涉及皮带秤使用中核查内容的条款对比分析, 指出异同与不足; 又借鉴 ILAC-G24 / OIML D 10 国际指南文件关于确定和调整检定周期的准则, 并结合使用中核查的特点, 增补了使用中核查该确定在“什么时候做”和“多久做一次”的方法; 还推荐简便易用的预控制图(彩虹图)替代使用繁难、不易普及的休哈特常规控制图作为控制测量过程的工具; 最后结合预控制图的运用要点, 对使用中核查的具体方法和步骤提出了初步建议。

[关键词] 皮带秤计量控制、期间监测、期间核查、使用中检验、使用中核查、预控制图、彩虹图

1. 引言

为了保障计量器具检测数据的可靠、有效, 需要适时对其进行必要的试验和测评以管控其性能, 确认能否满足相应的要求。皮带秤目前是已列入我国《依法管理的计量器具目录(型式批准部分)》^[1]与《强制检定的工作计量器具明细目录》^[2]的计量产品, 必须依照相应的技术法规对其进行型式评价(定型鉴定)及定期检定。除此之外, 由于皮带秤的运行状态会相当大地受到相连带式输送机和环境条件的影响, 性能十分容易变异, 故还需对其使用中的性能加强跟踪监测。虽然, 皮带秤在接受了检定/校准后的证书中会给出一个“有效期”, 规定了下一次接受检定/校准的最后期限; 但鉴于实际情况的复杂性, 并不能确保其性能在“有效期”内对于检定/校准状态的偏离始终维持在所允许的范围之内。因此, 在再次检定/校准之前的间隔期内还应安排进行若干次的期间监测, 以确认其性能是否在校准后的使用中仍维持在允许的范围之内, 一旦发现其量值失准可以缩短失准后的追溯时间。这种期间监测对于皮带秤有着不可或缺的重要作用, 关于皮带秤的现行国际建议、国家标准和检定规程都把它和型式评价(定型鉴定)、首次检定和后续检定一同列为常规的计量控制和耐久性测评手段。

对于被称为 in-service inspection 或 inspection in use 的检定有效期间之内的监测 (monitor), 曾被翻译成“期间核查”, 如文献^{[3]、[4]}。在我国的皮带秤检定规程 JJG 195-2002^[5]中又有两种称呼: 一种称为“使用中检验”(其含义见该规程之 T.8.5, 8.2.2, 8.2.3), 另一种称为“使用中的示值核查”(其内容见该规程之 9 与附录 D.5)。美国国家标准与技术研究院 44 号手册 (NIST HB-44)^[6]之 § 2.21 是

关于皮带秤的部分，其“秤与输送机的维修要求 (UR.3)”中涉及的是后者，监测的项目为零载荷试验及常用流量下的自动称量试验，通常由用户自行实施；新版皮带秤国家标准 GB/T 7721-2017^[7] 与之也基本相同。而前者则与国际法制计量组织的国际建议 OIML R50:2014(6.3.2)^[8] 的含义相同，通常由法定计量技术机构实施，其内容除了上述载荷试验之外，还要对原先检定时检查过的标记与密封等项予以复查。本文所述“使用中核查”按照 GB/T 7721-2017 采用的名称，内容属于第二种，。

检定“有效期”内的期间监测间隔期 (使用中核查周期)，顾名思义要比校准间隔或检定周期来得更加密集，但究竟“什么时候做”和“多久做一次”才恰当呢？对于检定周期，检定规程通常会有一些“一般不超过……”的要求；国际组织还发布了对其如何确定的指导性文件。然而如何确定使用中核查周期，长期以来一直缺少相应的规范。NIST HB-44 对使用中皮带秤提出了定期地和维修后进行零载荷试验及模拟载荷或物料试验的要求，并按试验获得的不同结果规定了相应的措施。JJG 195-2002 制订时也借鉴了该手册。不过，NIST HB-44 和 JJG 195-2002 却仍没有对这个迫切需要解决的问题给出明白的答案。可喜的是，我国的 GB/T 7721-2017 首开先河，对使用中核查周期有了规定；不过在表达上尚欠确切明白 (详见下文)，且过于简略，还不足以胜任使用中核查的技术规范或作业指导书，尚需补充完善后方能依照实施。因此业界同仁们携手深入开展“如何做好皮带秤使用中核查”的课题研究，集思广益整理出一套适于用户现场操作的技术规范或作业指导书，是很有必要的。这不仅能为用户把使用中核查具体安排在“什么时候做”和“多久做一次”提供科学方法，还可为皮带秤检定周期的合理设置与皮带秤耐久性的恰当评价提供参考依据。

本文仅是笔者所抛的引玉之砖，囿于本人的学识水平，难免会有不当之处，恳请业界同仁不吝赐教、指正。

2. 使用中核查周期长短的择定应遵循的基本原则

使用中核查周期应该怎样选择和规定才是恰当和合理的呢？

对于计量器具的校准间隔期或检定周期如何合理确定，由国际实验室认可合作组织 (ILAC) 与国际法制计量组织 (OIML) 共同起草编制和发布出版的国际文件 ILAC-G24 / OIML D 10 Guidelines for the determination of calibration intervals of measuring instruments (《计量器具校准间隔期的确定指南》)^[9] 阐述了基本原则。笔者在反复研读该国际文件后领会到，虽然制订该文件的基本目的是为测试 / 校准实验室合理确定其所建立的校准系统的校准间隔期提供指导性意见，然而该文件所述的一些准则对于如何确定虽非计量标准的工作计量器具的校准间隔期或检定周期也基本适用，而且对于如何调整计量器具的使用中核查周期也很有启示作用。

使用中核查周期固然不等同于检定周期，检定是由法定计量技术机构实施的，设置检定周期是为了保障性能对于检定 / 校准规程的符合性，并要求有效期届满后必须依法再次接受官方检定 / 校

准后方可使用；使用中核查通常是由用户来实行的，设置使用中核查周期则是为了监测使用中性能的变异状况，若使用中核查周期届满时性能还没有衰退到一定的程度，则仍可继续使用。但就两者都是用于考查性能是否仍可保持的时间段而言，它们又有不少相似之处。我们知道，对于性能难以长期维持在校准时所要求范围内的计量器具，若检定 / 校准周期定得过长，有效期尚未届满就有可能已无法满足需要。与此类似，使用中核查周期的间隔若定得不够密集，则不能及时发现性能是否已衰退到应适当调整或必须重新校准的地步。反之，安排较短的检定 / 校准周期、增多使用中核查的频次，固然可以减小在性能超标状态下使用的风险，但会额外消耗人工工时和能源物资，加大使用成本。

因此判断核查周期安排得是否恰当，其实与判断检定周期安排得恰当与否是一样的，要对使用中核查所需的成本与降低测量不确定性风险所获得的效益两者之间加以权衡，其基本原则就是看风险和成本这一对矛盾是否得到了兼顾平衡。

3. 几种国内外技术法规关于皮带秤使用中核查要求异同的比较

国内外关于皮带秤的技术法规，如 NIST HB-44(UR.3(d) 条)、JJG 195-2002(附录 D 之 D.5 条)、GB/T 7721-2017(9.3.1 条第 1 项)，都一致要求皮带秤应在各次检定之间注意对输送机和称重区域安装要求的符合性检查和维护，并以定期做零载荷（空秤）试验以及模拟载荷或实物做自动称量试验的方式进行使用中核查。

对于模拟载荷试验中所用模拟载荷装置的重复性误差，NIST HB-44(仅设 0.5 级，N3.3(c) 条)要求在 0.1% 以内，JJG 195-2002(8.2.1.2 条)规定对 0.5 级皮带秤为 0.1%、对 1 级皮带秤为 0.2%、对 2 级皮带秤为 0.5%，GB/T 7721-2017(9.3.1 条第 4 项)的规定是对 0.2 级皮带秤为 0.04%、对 0.5 级皮带秤为 0.1%、对 1 级皮带秤为 0.2%、对 2 级皮带秤为 0.4%。三种法规的规定除了因准确度等级设置不同而带来的差异之外大体相同，仅在对于测试 2 级皮带秤的模拟载荷装置的要求上，GB/T 7721-2017 比 JJG 195-2002 更为严格些。

模拟载荷装置的示值须经过实物试验结果的修正方可作为模拟载荷试验的约定真值，这在 NIST HB-44(N3.3(b) 条)、JJG 195-2002(8.2.2.5(a) 条)、GB/T 7721-2017(9.3.1 条第 4 项) 有相同的规定。它们都要求首次模拟载荷试验应在实物试验结束后的 12h 之内尽快进行，并至少做三次的连贯试验，以使用模拟载荷试验各次结果的平均值与实物试验的结果建立对应关系，求得修正系数。

对于使用中核查时零载荷试验的不同结果和应对措施，NIST HB-44 之 UR.3(d) 下的第一个表和 GB/T 7721-2017(9.3.2 条) 有几乎相同的规定，只是我国的国标涉及 0.2 级、0.5 级、1 级和 2 级四个准确度等级，美国的 44 号手册仅设 0.5 级；而 JJG 195-2002 对此没有明确规定。

对于使用中核查时模拟载荷试验不同结果和应对措施，NIST HB-44 之 UR.3(d) 下的第二个表、

JJG 195-2002 的 D.5 和 GB/T 7721-2017 的 9.3.3 条都有所规定，不过三种法规的要求比其他条款的差别要来得大。为便于比较现列表如下：

表 1 模拟载荷试验误差的绝对值范围及相应的措施

状态	准确度等级	模拟载荷试验误差的绝对值范围			相应状态时的应对措施
		NIST HB-44	JJG195-2002	GB/T 7721-2017	
①	0.2 级	—	—	<0.1%	① 皮带秤不做任何调整*，可以继续使用。 * 此状态是否要调整，JJG195-2002 未明确规定。 ② 应检查输送机和称重区域是否符合皮带秤的安装要求，确保符合后再重做此试验。如果试验结果持续大于 0.25%，应(自行)进行量程校准，并报告官方计量管理机构(备案)**。 ** 应对措施②是 NIST HB-44 特有的，我国没有。
	0.5 级	<0.25%	≤0.6%	<0.25%	
	1 级	—	≤1.2%	<0.5%	
	2 级	—	≤2.5%	<1%	
②	0.5 级	0.25%~0.6%	—	—	
③	0.2 级	—	—	0.1%~0.2%	③ 应检查输送机和称重区域是否符合皮带秤的安装要求，确保符合后再重做此试验。如果试验结果持续大于①的要求时，应通知计量管理机构并在官方计量管理机构的管理控制下进行量程校准。
	0.5 级	0.6%~0.75%	—	0.25%~0.5%	
	1 级	—	—	0.5%~1%	
	2 级	—	—	1%~2%	
④	0.2 级	—	—	>0.2%	④ 应进行调整，调整后的皮带秤应由官方计量管理机构重新进行检定
	0.5 级	>0.75%	>0.6%	>0.5%	
	1 级	—	>1.2%	>1%	
	2 级	—	>2.5%	>2%	

在计量器具管控模式上中美两国有所不同，我国的计量法规未容许那种先自行量程校准，再事后报告官方计量管理机构的做法。另外，GB/T 7721-2017 把自动称量误差小于 OIML R50 所规定相应准确度等级首次检定(型式检验)最大允许误差的情况作为状态①，把大于使用中最大允许误差的情况作为状态④，把误差介于上述两种情况的作为状态③(无状态②)。而 NIST HB-44 除了状态①的要求与此相同之外，把误差大于首次检定最大允许误差 3 倍的情况才作为状态④，介于两者的为状态②和状态③，共分四种状态。JJG 195-2002 则把 NIST HB-44 的状态②归并到状态①中，把 NIST HB-44 的状态③归并到状态④中，只分两种状态。

关于使用中核查的周期，JJG 195-2002 没有提及，NIST HB-44(UR.3(d)) 只是泛泛地要求“定期零载荷试验和模拟载荷试验的最小间隔应由具有法定权限的官员或根据制造商的建议确定。”GB/T 7721-2017(9.3.1 第 3 款)有了明确的时间，其表述为“定期进行空载试验和模拟载荷试验的最小间隔时间应不大于 10 天。”在此顺便说一下，笔者认为 NIST HB-44 这里用了“The minimum interval(最小间隔时间)”是个笔误，而 GB/T 7721-2017 又未对此勘误纠正以致以讹传讹，因为“最小(值)……不大于(某值)……”是不合乎数学和语言逻辑的。要是“最小间隔时间不大于 10 天”，那么“最大间隔时间(The maximum interval)”又应该是多少天呢？其实这里想要表达的意思应是“最

大间隔时间应不大于 10 天。”而且笔者以为，要是此处改为“首次间隔时间 The initial interval”则更加妥贴（其理由见 4.2），而后续间隔时间应根据实际使用状况而定，不宜一概而论。

4. ILAC - G24 / OIML D10 对皮带秤使用中核查的启示

国际文件 ILAC-G24 / OIML D 10 的正文共有三章，其第 1 章开宗明义地指出，为了维持可追踪和可靠测量结果的能力，保障质量能够得到有效的监管，合理确定在用计量器具在连续的两次检定之间重新校准的间隔时间，是一个重要的基本措施。第 2 章列举了决定首次校准间隔的八种考虑因素。第 3 章描述了如何调整校准间隔期长短的五种方法。笔者认为，对于使用中皮带秤首次核查间隔的确定以及核查周期长短的调整，完全可以参照选用该国际文件所述的准则。

4.1 如何规定首个核查周期

皮带秤使用中核查周期实际上应当依据所使用皮带秤在其实际使用环境中维持其性能稳定的能力来确定的。然而对还没有实际使用的那台皮带秤的性能维稳能力是没有运行数据作证的。因此，对于启用伊始之后的第一个核查周期只能根据同型产品的以往经验来规定。

ILAC-G24 / OIML D 10 的第 2 章对于计量器具启用之前的初始检定与启用之后的首次随后检定之间的间隔期列举了以下八种最初考虑因素如下：

- 1) 计量器具制造商的建议；
- 2) 所使用的预期范围和场合的严酷程度；
- 3) 环境的影响；
- 4) 所要求的测量不确定度；
- 5) 最大允许误差（如由法定计量部门所认定的）；
- 6) 特定计量器具使用要求的调整（或改变）；
- 7) 受被测量的影响（例如高温对热电偶的温度效应）；
- 8) 汇集或发布的相同或类似设备的有关数据。

为使供思考的方向更简明，还可以把上述八种因素归并为以下三类：

- a) 适应现场环境条件的需要（2、3）；
- b) 满足工艺的要求（4、5、6、7）；
- c) 对同类产品使用经验的借鉴（1、8）。

要是现场环境严酷、工况恶劣，计量数据允许误差小，型式试验和其他用户反映耐久性和稳定性表现一般，间隔期就需定得较短；反之则可以较长。

类似地，使用中皮带秤核查的首次间隔期也可按上述三类因素来确定：

- a) 皮带秤使用现场环境条件，如：使用现场的防雨、防风能力，附近有无强电磁干扰和震动，

输送机及前后道设施的运行状态等因素；

- b) 工艺对计量准确度的要求，所称物料的理化状态对皮带秤称量的影响程度等因素；
- c) 皮带秤制造商和其他用户根据该产品型式评价和实际使用表现的反映。

4.2 关于后续核查间隔期必需视情况调整的启示

ILAC-G24 / OIML D 10 指出，计量器具一旦建立了常规的校准，就应该允许其校准间隔视实际情况作适当的调整，以优化使用风险和成本的平衡。在实际使用中可能会发现，由于一些原因，最初选择的间隔并没有给出理想的最佳结果。按所谓的“工程直觉”，把后续校准间隔期固定于最初规定的首次间隔期，或者虽然作了修改，若还是一个一成不变、又未经仔细审查的间隔期，既不可靠也不可取。

ILAC-G24 / OIML D 10 的第 3 章对于后续校准间隔期的调整推荐了五种方法：

- 1) 按日历时间（日、月）调节的位式调整法；
- 2) 按日历时间调节的控制图法；
- 3) 实时（时、分、秒）调节的位式调整法（方法 1 的变体）；
- 4) “黑匣子”法（方法 1 和 2 的变体）；
- 5) 其他统计方法。

换言之，ILAC-G24 / OIML D 10 介绍的五种方法其实可归并为两类：

- a) 位式调整法（1、3）；
- b) 控制图和其他统计方法（2、4、5）。

ILAC-G24 / OIML D 10 介绍的位式调整法是，当后续校准间隔期届临时若检测到的误差小于最大允许误差的 80% 时，可以适当延长此后的校准间隔；要是检测到的误差大于最大允许误差就应缩短此后的校准间隔。也可以这样理解，要是检测到的误差在最大允许误差的 80% ~ 100% 之间，原先定的校准间隔期长短是合适的。实际上，位式法的基本法则就是预先制定适当的指标，并以该指标作为间隔期是否应当调整的控制阈值。皮带秤使用中核查间隔期也是可以参照借鉴该法则来调整的，至于调整阈值应定成什么，需结合使用中皮带秤的技术要求来定。

可见，皮带秤使用中核查周期的长短应当根据其实际性能表现动态调整，而不应该是一成不变的；因此相关规范只能对最初的首个周期提出建议。

关于如何运用控制图等数理统计方法调整皮带秤使用中核查间隔期，将在下节中细说。

5. 控制图和统计方法的运用

5.1 控制图对过程品质控制的作用

计量器具的测量误差一般来源于系统自身和随机因素两大类，系统性能变异造成的误差需要通

过调整或维修来减小或消除；而随机误差是由偶然因素引起的，是不可避免的，测量过程在正常状态下随机误差对于平均值通常呈正态分布。而根据数理统计学的显著性原理可知，当过程出现小概率事件时可认为出现了不正常。因此，对测量数据进行统计分析会有助于识别和区分造成过程变异的两类不同因素。而控制图作为数理统计学的图形方法，对所采集样本的数据变动原因的分析能够更加方便和直观。

ILAC-G24 / OIML D 10 认为，“对于校准间隔的建立和调整，并没有普遍适用的单一最佳实践。”“确定校正间隔的过程是一个复杂的数学和统计过程，需要在校准过程中得到准确和充分的数据。”“校准结果应作为历史数据收集，以便为今后的校准间隔决策提供依据。”

统计方法和控制图可对测量过程进行连续和长期的统计控制，已成为包括测量领域在内的品质控制的有力工具，采样间隔的调整法则也成为调整校准间隔或期间监测间隔的理论基础。因此，在对皮带秤使用中核查周期的适宜性考察与调整时，控制图也值得我们好好利用。

5.2 常规控制图不便于在皮带秤使用现场中运用

关于应用控制图来管控测量品质的文献已发表不少，如文献 [4]、[10] 等。不过其中大多数文献介绍的往往是由美国贝尔实验室 (Bell Labs.) 的休哈特博士 (Walter Shewhart) 于 1924 年提出的常规控制图 (故又称休哈特控制图)。常规控制图的具体用法已有国际标准和国家标准所规范^[11]，近百年的品质控制实践也已证明使用常规控制图能够对过程进行有效控制。然而，在现场一线工作人员的实际应用过程中，也发现其存在着使用不便的弊病。主要表现在：

a) 由于用常规控制图对过程进行控制之前，需要先作出分析用控制图对过程是否稳定进行评估，然后再转化为控制用控制图才行；而且一般需要收集 20 ~ 25 组以上的数据样本才能够作出较为准确的判断，这可能会占用较多的时间，还将大大增加作业人员的工作量，增加核查的成本。

b) 常规控制图的图形类型众多，计算和作图步骤繁琐，判定条件复杂，选择和使用容易出差错，要求使用者有较高的数学素养，不易为基层一线工作人员掌握。

正因为常规控制图有上述缺陷，原本能在过程控制中发挥积极作用的数理统计图形方法至今未能在计量器具的使用中核查工作中得到推广普及。

5.3 预控制图在皮带秤使用中核查的应用

为克服常规控制图的上述缺陷，上世纪 50 年代，美国瑞斯 - 斯特朗咨询公司 (Rath & Strong Consulting Firm) 提出了在某些场合改用较简便的方法来替代常规控制图的设想，并由著名统计学家弗兰克·斯凯赛维特 (Frank Scatherwaite) 开发出了预控制图。文献 [12]、[13] 等对此有简明扼要的介绍。

预控制图同常规控制图一样，也是按照 3σ (σ 为标准差) 原理建立的。在过程控制参数服从正态分布的前提下，若过程没有发生特殊变异，对于控制对象测量的任意单一结果落在 $\pm 3\sigma$ 区域内

的概率达 99.73%；并认为小概率事件在一般情况下是不会出现的，要是测量结果出现在小于 1% 的小概率条件下，则判断其为异常。

预控制图并不是指它能在过程开始前就进行预控，不像常规控制图那样能对过程是否稳定作前期分析，在断定过程已稳定之后再对其予以控制；但是预控制图能够对尚未出现异常的过程是否维持正常进行判别和控制，而皮带秤的使用中核查正是在检定或校准合格之后才开始的，故而完全能够满足这个要求的。

预控制图通常分为三种控制区域：目标区、警戒区、不良区。目标区为中央零值（即均值 = 0）两侧各 1.5σ 的区域，警戒区为 $\pm 3\sigma$ 范围内扣除了目标区之后的区域， $\pm 3\sigma$ 之外的区域为不良区。为了醒目直观，三种控制区域通常仿照交通信号灯的颜色分别以绿、黄、红三个色彩表示（故又称彩虹图，参见图 1）。

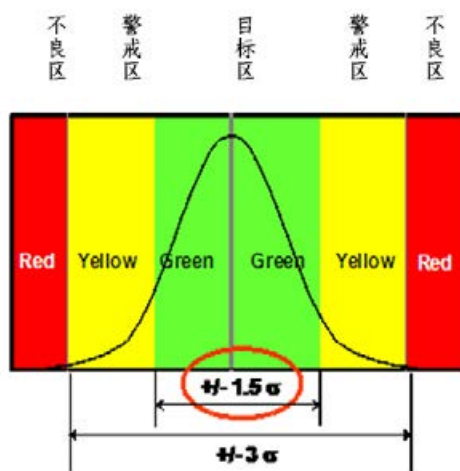


图 1 预控制图（彩虹图）与正态分布钟形曲线的关系

由于正常状态下，任一样本数据落入绿色目标区的概率为 86.64%（即 $\pm 1.5\sigma$ 之间区域内的分布概率），故任一数据落入左右黄色警戒区的概率各为 $(99.73-86.64)\% \div 2=6.545\%$ ，任一数据落入左右红色不良区的概率各为 $(100-99.73)\% \div 2=0.135\%$ 。而 n 个数据落入同一区域的概率是单个数据落入该区域概率的 n 次方；当数据落入不同区域时，其概率则为它们分别落入这些区域概率的乘积。

预控制图的红区与黄区的分界 3σ 定在所允许的误差 Δ 处，黄区与绿区的分界 1.5σ 定在 0.5Δ 处。对于皮带秤，在假设测量能力指数 $MC_p=1$ 时， Δ 等于相应的准确度等级数。也就是说，当皮带秤自动称量的误差不大于型式检验或检定时的最大允差时，数据在目标区（绿区）内；当误差大于型式检验或检定时的最大允差，但不大于使用中的最大允差时，数据位于警戒区（黄区）；误差大于使用中的最大允差，则数据落入不良区（红区）。然而采用上述假设并不意味只有 $MC_p=1$ 时才能应用预控制图。实际上，只要 $MC_p > 1$ ，也可以按以上规定运用预控制图，而且 MC_p 越大对过程控

制得越严格，但 $MC_p < 1$ 时是不能应用预控制图的。

鉴于预控制图的上述原理特征，在运用预控制图对使用中皮带秤进行核查时，遵循下列步骤要点：

1) 应先行确认使用中核查前的初始状态是正常且稳定的

在皮带秤在使用现场经检定或校准合格后，应对今后使用中核查的项目（空载试验及模拟载荷试验）进行首次测试，在模拟载荷试验的重复性符合相应要求的前提下，把所得结果跟实物试验结果建立对应关系时，并求得修正系数（要是两种试验的物料流线密度相近，修正系数的可信度会更高些）。然后，接连重复取得 4 ~ 7 组模拟载荷试验的数据，如果每一组经修正后的误差全都不大于相应准确度等级检定时的最大允许误差，则认为符合要求，即可按时进行后续的使用中核查并正式启用预控制图对测量过程预控；否则就应检查皮带秤的安装状态和环境工况，直到能够符合上述要求为止。

2) 确定检定后的首个核查周期

关于在皮带秤检定之后的首个使用中核查周期，借鉴 ILAC-G24 / OIML D 10 关于首个检定周期的确定原则，参考 GB/T 7721-2017(9.3.1 第 3 款) 的规定，建议按如下表述实施：

皮带秤检定之后的首个使用中核查周期应在考虑了该型式皮带秤型式评价中的表现；用户工艺对计量准确度的要求；使用现场的环境条件以及制造商的建议等综合因素之后确定，一般最长不超过 10 天。

3) 在测量能力指数大于 1 时可修改预控制图各控制区域的分界线

从上文表 1 中可见，在规定采取某一措施的对应状态的界限方面有关技术法规不尽相同。例如要求 0.5 级皮带秤必须重新校准的允许误差（状态④），NIST HB-44 是 0.75%，JJG 195-2002 是 0.6%，而 GB/T7721-2017 为 0.5%。三者之中只有 GB/T 7721-2017 在各区划分时规定 $0.5\Delta = 0.25\%$ 、 $\Delta = 0.5\%$ ， Δ 等于相应准确度等级的型式使用中的允差，也就是说它的假设条件才是 $MC_p = 1$ ；而另外两种法规的假设条件不同。

笔者的理解是，皮带秤标准在划分准确度等级时，虽然规定了自动称量最大允许误差的指标；但是，用户在根据生产工艺来选择准确度等级时，往往会留有富裕量。例如，某工艺要求的散料量允许误差是 0.8% 时，通常会选 0.5 级的皮带秤；也就是说，所选用皮带秤的测量能力指数 $MC_p > 1$ 。如果这时仍按照 $MC_p = 1$ 的规定，那么当测量误差在 $0.5\% < \Delta < 0.8\%$ 时虽然仍能满足工艺要求，却被要求重新检定了，显然这是不合理的。合理的做法是把预控制图 3σ 所在位置对应的值修改为工艺要求的最大允许误差，即把绿、黄区的分界定为 $0.5\Delta = 0.4\%$ ，黄、红区的分界定为 $\Delta = 0.8\%$ 。但必须注意，更改预控制图各控制区界限的前提是，使用场合的工艺要求必须是明确而不含糊的；要是拿不准，那还是按照 $MC_p = 1$ 的规定为好，以免发生超差的风险。NIST HB-44 和 JJG195-2002 贸然无条件以大于相应准确度等级要求的使用中最大允许误差作为是否必须重新检定的判据，似乎有些

按测得的结果确定是否需要调整下一次的核查周期，在所确定的后续核查周期届满时再继续按上述方法对测量过程实施预控，在预控制图上记载每一次核查的 2 组数据，并采取相应的对策和措施。

5.4 调整核查周期的依据

常规控制图在应用过程中，抽样的时间间隔是固定不变的，要是有所改变就需另行计算和作图。但预控制图的抽样间隔时间在实际过程中，可以根据过程的实际状态调整。当过程出现的异常频次增多时，应缩短抽样的间隔时间；反之，当过程异常出现的频次减少时，应延长抽样的间隔时间。这是合乎 ILAC-G24 / OIML D 10 准则的，也是笔者极力推荐在计量器具测量过程控制中用预控制图而不用常规控制图的原因之一。

预控制图的抽样间隔时间一般是以前后两次发生异常的间隔时间的 1/6 来确定的。例如前后两次核查数据落入双黄区的间隔的时间为 42 天，抽样间隔时间便可定为 7 天。而期间核查的周期也就是抽样的间隔时间。借鉴 4.2 中介绍的 ILAC-G24 / OIML D 10 所述第一种位式调整法，固然可以指明核查周期需往延长还是缩短的方向调整；然而按调整预控制图抽样间隔时间的方法，在调整后续核查周期的长短时会更加具体明了。对于使用中核查间隔期长短的选择和确定绝不能靠“拍脑袋”，而是应当遵循科学的方法，其宗旨就是，在保障性能不至于超标的前提下，尽可能把校准或核查的频次安排得较少，以节省使用成本。

6. 结论

皮带秤的使用中核查是对其进行计量控制和耐久性测评的常规方式之一，使用简单实用并具相当可信度的方法对使用中的皮带秤适时进行必要的试验和测评，是确保其检测数据的可靠、有效所不可或缺的管控手段。因而，有必要尽早编制出统一、完备的皮带秤使用中核查规范。为此可以：

首先，对 NIST HB-44、JJG 195-2002、GB/T 7721-2017 等现有规程与标准中已有的涉及使用中核查内容的条款整合，保留相同的，甄别不同的、改正不妥的。

其次，为力求找到使用中核查风险与成本平衡的最佳点，核查周期的长短应进行动态调整。目前国内外皮带秤法规中没有涉及到这方面的内容。为此可以借鉴 ILAC-G24 / OIML D 10 确定和调整校准间隔或检定周期的准则，增补关于使用中核查周期的确定和调整方法。

第三，测量过程的监测和调整本身是一个复杂的数学和统计过程，运用统计方法和控制图会有助于提高测量过程的监控品质。鉴于休哈特常规控制图繁难和不易普及，推荐应用预控制图(彩虹图)作为皮带秤使用中核查的品管工具；而且预控制图调整抽样间隔的法则也可作为调整使用中核查周期的方法。

【参考文献】

- [1] 国家质检总局. 中华人民共和国依法管理的计量器具目录(型式批准部分): 2005.10.8 国家质检总局公告
- [2] 国家计量局. 中华人民共和国强制检定的工作计量器具明细目录: [1987] 量局法字第 188 号
- [3] 施昌彦. 什么是期间核查 [J]. 中国计量, 2010(02):53.
- [4] 施昌彦, 虞惠霞: 测量仪器和计量标准的期间核查, [J] 中国计量 2008.09: 40-42
- [5] National Institute of Standards and Technology. Belt Conveyor Scale Systems//Specifications, Tolerances, and Other Technical Requirements for Weighing and Measuring Devices: NIST HB-44[S/OL]
- [6] 全国衡器计量技术委员会. 连续累计自动衡器(皮带秤): JJG 195-2002[S]. 北京: 中国计量出版社, 2003: 2.
- [7] 全国衡器标准化技术委员会. 连续累计自动衡器(皮带秤): GB/T 7721-2017[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017: 12.
- [8] International Organization of Legal Metrology. Continuous totalizing automatic weighing instruments (belt weighers) : OIML R50:2014[S/OL]
- [9] International Laboratory Accreditation Cooperation, International Organization of Legal Metrology. Guidelines for the determination of calibration intervals of measuring instruments: ILAC-G24:2007 / OIML D10:2007[S/OL]
- [10] 戚健民, 管锡良. 使用中核查中“休哈特 Shewhart 控制图”的应用 [J] 中国计量 2006.07: 39-40
- [11] 全国统计方法应用标准化技术委员会. 常规控制图 (Shewhart control charts): GB/T 4091-2001 idt ISO 8258:1991 [S/OL]
- [12] 冰岚. 预控制图基础知识 [Z/OL]
- [13] 刘双旺. 预控制图(彩虹图)——简单的 SPC 方法 [Z/OL]