中华放射医学与防护杂志
Chinese Journal of Radiological Medicine and Protection



2015—2019年全国外照射个人剂量监测能力考核结果分析与总结

丁艳秋， 王恺怡， 张璇， 郭文， 胡爱英

引用本文:
丁艳秋, 王恺怡, 张璇, 等. 2015—2019年全国外照射个人剂量监测能力考核结果分析与总结[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2021, 41(3): 194–198.

在线阅读 View online: https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0254–5098.2021.03.007

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

2017年全国外照射个人剂量监测能力考核结果与分析

Comparison and analysis of intercomparison results of national external irradiation individual dose monitoring in 2017

中华放射医学与防护杂志. 2018, 38(9): 696–699 https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0254–5098.2018.09.011

2017年全国外照射个人剂量监测能力考核不确定度评定分析

An analysis of uncertainty assessment of external individual dose monitoring in 2017 in China

中华放射医学与防护杂志. 2018, 38(9): 700–704 https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0254–5098.2018.09.012

2016年全国外照射个人剂量监测能力考核结果与分析

Comparison and analysis of the intercomparison results of nationwide external exposure personal dose monitoring in 2016

中华放射医学与防护杂志. 2017, 37(5): 381–383 https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0254–5098.2017.05.012

2016年外照射个人剂量监测能力考核检测报告书写存在问题的分析

Analysis on the problems existing in the writing of the test reports of external individual dose monitoring in 2016

中华放射医学与防护杂志. 2017, 37(10): 786–788 https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0254–5098.2017.10.012

2015年外照射个人剂量监测能力考核结果分析

Analysis of intercomparison results of external individual dose monitoring in 2015

中华放射医学与防护杂志. 2016, 36(9): 698–700 https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0254–5098.2016.09.013

· 放射卫生 ·

2015—2019 年全国外照射个人剂量监测能力考核结果分析与总结

丁艳秋[1] 王恺怡[1] 张璇[2] 郭文[1] 胡爱英[1]
[1]中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所 辐射防护与核应急中国疾病预防控制中心重点实验室, 北京 100088;[2] 中国计量科学研究院, 北京 100029
通信作者: 郭文, Email: guowen@ nirp.chinacdc.cn

【摘要】 目的 规范个人剂量监测技术服务机构的个人剂量监测工作,提高监测能力和水平。**方法** 汇总 2015—2019 年全国外照射个人剂量监测能力考核的结果,并对考核中出现的问题进行总结与分析。**结果** 截至 2019 年,来自全国 30 个省、自治区或直辖市的个人剂量监测技术服务机构参加了全国外照射个人剂量监测能力考核,涉及的机构有疾控中心、职防院(所)、科研院所、大专院校、核工业、医疗机构及民营技术机构等。参加考核的机构数从 202 家增加到 382 家。考核结果除 2017 年的合格率略低,其他 4 年的合格率均高于 90%。优秀率随着年份的增加而增加。**结论** 2015—2019 年全国外照射个人剂量监测技术服务机构测量能力满足个人剂量监测需求,能出具符合标准的检测报告,但尚有一些机构未能合格,相关机构应仔细分析查找不合格的原因,规范实验室的质量控制手段,提高测量水平和数据分析能力。

【关键词】 个人剂量; 考核; 允许水平
DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2021.03.007

Summary and analysis of the intercomparison results of national individual monitoring for external exposure during 2015-2019

Ding Yanqiu[1], *Wang Kaiyi*[1], *Zhang Xuan*[2], *Guo Wen*[1], *Hu Aiying*[1]
[1]*Key Laboratory of Radiological Protection and Nuclear Emergency, China CDC, National Institute for Radiological Protection, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100088, China*; [2]*National Institute of Metrology, Beijing 100029, China*
Corresponding author: Guo Wen, Email: guowen@ nirp.chinacdc.cn

【Abstract】 Objective To enhance the capabilities of individual monitoring technology services for external exposure. **Methods** The intercomparison results of the national individual monitoring for external exposure during 2015-2019 were presented, together with a summary and analysis provided of the main existing problems. **Results** By 2019, 382 of individual monitoring technology service uints, from 30 provinces, autonomous regions or municipalities, participated in the individual monitoring intercomparisons results, involving disease control and prevention centers, occupational prevention and control institutions, research institutes, universities, nuclear industry, medical institutions, and companies. Except for slightly low in 2017, the pass rate in the other four years was above 90%. The excellence rate increased with the years. **Conclusions** The capabilities of individual monitoring service units can meet the concerned requirements and provide standardized monitoring report for the period of 2015 to 2019, but with some being unqualified. These service units should carefully analyze and identify the reasons for the failure, standardize the quality control of laboratory, and improve the level of measurement and the ability of data analysis.

【Key words】 Personal dose; Intercomparison; Tolerance level
DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2021.03.007

卫办监督发〔2009〕43 号文指出个人剂量监测技术服务机构要积极参加中国疾病预防控制中心组织的质量控制比对[1], 提高监测水平, 保证监测质量。中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所 (以下简称组织机构) 定期组织开展全国外照射个人剂量监测能力考核工作, 随着卫

生管理部门和个人剂量监测技术服务机构对于能力考核工作重视度的提高，参加机构数逐年递增。本研究通过汇总 2015—2019 年全国外照射个人剂量监测能力考核的结果，分析和总结在近 5 年的能力考核中所出现的主要问题并提出相关建议。

材料与方法

1. 考核机构分布：参加全国外照射个人剂量监测能力考核的技术服务机构主要涉及疾病控制中心、职业病防治院（所）、科研院所、大专院校、核工业、医疗机构及民营技术机构等。参加机构数从 2015 年的 202 家增加到 2019 年的 382 家，涉及 30 个省、自治区或直辖市的个人剂量监测技术服务机构。

2. 热释光测量系统：在 2015—2019 年期间超过 90%的机构使用 LiF（Mg，Cu，P）探测器。接近 50%的机构使用具有能量鉴别功能的剂量计进行能量鉴别。使用的读出器主要有国产热释光读出器、美国 Harshaw 系列读出器、美国 Inlight 系列读出器、法国 RE2000 系列读出器等。使用国产热释光读出器占绝大多数，约占参加考核机构总数的 90%。

3. 考核方案：每年的全国外照射个人剂量监测能力考核方案由考核项目组拟定，召开专家评审会进行论证，根据专家意见修改确定最终的考核方案，考核方案包括考核目的、主要内容、参加考核机构及样品传递方式、组织机构与参加考核机构双方的职责与任务、剂量计照射条件、结果判定及证书发放等。由于 GBZ 207《外照射个人剂量系统性能检验规范》标准[2]的更新，考核所依据的标准有一定变化，2015—2016 年能力考核依据的标准是 GBZ 207-2008[2]，2017 年以后能力考核依据新的标准 GBZ 207-2016[3]。在 2015—2019 年期间允许水平也有一定变化，2015 年允许水平 L 值为 0.4，2016 年为 0.40，2017 年以后为 0.30[3]。

4. 照射方式：2015—2019 年检验分类选择 GBZ 207 标准中Ⅱ类（光子）检验为能力考核的类型[2-3]；剂量计的照射依据 GBZ 207 标准相关照射条件和照射角度条款的要求进行照射[2-3]。剂量计在 30 cm×30 cm ×15 cm 的国际标准化组织（ISO）充水组织等效板模上照射。参加考核机构需准备 7 组盲样剂量计，第 1~5 组为盲样组，第 6 组为跟随本底，第 7 组为备用剂量计。

全国外照射个人剂量监测能力考核工作依据 GBZ 207 进行评判[2-3]，综合性能判定在 2017 年以前为 $|B|+S\leqslant L$，其中，B 为综合判定指标；S 为综合标准偏差；L 为允许水平。2017 年以后为 $B^2+S^2\leqslant L^2$。

5. 判定指标

（1）单组性能 P_i

$$P_i = [H_R(d)_i - H_p(d)_i]/H_p(d)_i \quad (1)$$

式中，$H_R(d)_i$ 为参加考核机构报告的第 i 组剂量计的个人剂量当量值，mSv；$H_p(d)_i$ 为第 i 组剂量计的个人剂量当量参考值，mSv。

（2）综合判定指标 B

$$B = \overline{P} = (1/5)\sum_{i=1}^{5} P_i \quad (2)$$

式中，$\overline{P}$ 为 5 组性能的平均值。

（3）综合标准偏差 S

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{5}(P_i - \overline{P})^2}{4}} \quad (3)$$

6. 结果判定

（1）单组性能判定：当 $|P_i|\leqslant L$ 时，则判定该类型的第 i 照射组的单组性能为合格；如同一类型单组性能检验不合格的组数≥2 时，则判定个人剂量系统对该类型的单组性能检验不合格。允许水平 L 的取值为 0.30。

（2）综合性能判定：如满足下式时，则判定个人剂量系统对该类型的综合性能检验为合格。

$$B^2 + S^2 \leqslant L^2 \quad (4)$$

式中，允许水平 L 的取值为 0.30。

（3）合格评定：单组性能检验和综合性能检验同时合格的个人剂量系统性能判定为合格。

（4）优秀评定：合格得 60 分，同时满足（1）$|P_i|\leqslant L$ 和（2）$B^2+S^2\leqslant L^2$（L 取 0.10）两个条件得 70 分，对检测报告评分（分值 10 分），共 80 分方可参与优秀评比，进行 Q 值评定，Q 值评定分值为 20 分，总分≥95 分的为优秀。未按进度提供考核报告的机构，不能参加优秀评比。

7. 质量控制：组织机构严格按照考核方案开展考核。对标准辐射场和盲样照射都进行有效的质量控制[4]。对标准辐射场进行 2~3 次条件实验验证标准辐射场的非线性响应、能量响应、角度响应、重复性等性能是否满足盲样照射的要求。

每批盲样在照射时都跟随质控剂量计进行质量控制。

8. 统计学处理：采用 SPSS 20.0 软件进行分析。单向有序分类资料采用趋势性 χ^2 检验和 Spearman秩相关检验。$P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

结　果

1. 盲样照射：2015—2019 年全国外照射个人剂量能力考核照射的射线种类、角度以及个人剂量当量 H_p（10）值列于表 1。近 5 年都是既使用 X 射线（N100，平均能量为 83 keV 的 X 射线）也使用 γ 射线（^{137}Cs 源）照射，2015—2016 年是 3 组 N100、2 组^{137}Cs，2017—2019 年是 2 组 N100、3 组^{137}Cs，照射角度为 2～3 个角度。个人剂量当量 H_p（10）值最低为 0.30 mSv，最高为 8.00 mSv。

表 1　2015—2019 全国外照射个人剂量能力考核个人剂量当量 H_p（10）值

Table 1　Personal dose equivalent H_p（10）value from intercomparison of national individual monitoring for external exposure during 2015-2019

年份	射线质	剂量计组数	照射角度	H_p（10）（mSv）
2015	3 组 N100 2 组^{137}Cs	5	0°、20°、40°	0.32～3.58
2016	3 组 N100 2 组^{137}Cs	5	0°、40°	0.30～5.00
2017	2 组 N100 3 组^{137}Cs	5	0°、40°	0.51～3.82
2018	2 组 N100 3 组^{137}Cs	5	0°、60°	0.70～4.40
2019	2 组 N100 3 组^{137}Cs	5	0°、60°	0.72～8.00

注：N100. 平均能量 83 keV 的 X 射线

2. 考核结果：截至 2019 年，全国有 30 个省、自治区或直辖市的 382 家技术服务机构参加全国外照射个人剂量监测能力考核。与 2015 年的 202 家相比，增加了近 1 倍。2015—2019 年全国外照射个人剂量监测能力考核结果列于表 2。从 5 年的考核结果可以看出，除 2017 年的合格率略低，其他 4 年的合格率均>90%。经 Spearman 秩相关分析，各年份合格率的差异无统计学意义（$P>0.05$）。经趋势性 χ^2 检验，合格率随着年份的增加变化无统计学意义（$P>0.05$）。经 Spearman 秩相关分析，各年份优秀率的差异有统计学意义（$r=0.171$，$P<0.05$）。经趋势性 χ^2 检验，优秀率随着年份的增加而增加（$\chi^2=44.185$，$P<0.05$）。

表 2　2015—2019 年全国外照射个人剂量监测能力考核结果

Table 2　The intercomparison results of national individual monitoring for external exposure during 2015-2019

年份	机构数量	优秀		合格		不合格	
		数量	率（%）	数量	率（%）	数量	率（%）
2015[4]	202	14	6.9	185	91.6	17	8.4
2016[5]	239	30	12.6	227	95.0	12	5.0
2017[3]	283	45	15.9	249	88.0	34	12.0
2018	345	90	26.1	322	93.3	23	6.7
2019	382	97	25.4	346	90.6	36	9.4

对 5 年参加能力考核的机构分别进行优秀和不合格总数的统计，连续 5 年参加考核获得优秀的机构有 4 家，连续 4 年参加考核获得优秀的机构有 6 家，连续 3 年参加考核获得优秀的机构有 22 家，连续 2 年参加考核获得优秀的机构有 32 家，只有 1 年参加考核获得优秀的机构有 102 家。2015—2019 年 5 年内获得优秀的机构总共有 276 家。连续 2 年参加考核结果为不合格的机构有 14 家，1 年参加考核结果为不合格的机构有 94 家。5 年内不合格机构的总数为 122 家。在 122 家不合格的机构中，民营技术机构有 62 家，占不合格总数的 50.8%，地市级疾病预防控制中心有 40 家，占不合格总数的 32.8%，地市级职业病防治院（所）有 12 家，占不合格总数的 9.8%，其他单位有 8 家，占不合格总数的 6.6%。

3. 检测报告评分：根据考核方案，技术服务机构满足实验优秀（即满足判定的 1、2 条要求）后对检测报告进行评分。2015—2019 年全国外照射个人剂量监测能力考核对实验优秀的机构进行检测报告评分获得满分机构的统计，结果显示，2015 年对 50 家机构的检测报告进行评分仅有 16 家机构获得满分，2018 年对 144 家机构的检测报

表 3　2015—2019 年检测机构检测报告获得满分情况统计

Table 3　Statistics of monitoring reports awarded with full scores from 2015 to 2019

年份	实验优秀机构	检测报告满分机构	占比（%）[a]
2015	50	16	32.0
2016	89	32	36.0
2017	98	58	59.2
2018	144	91	63.2
2019	161	103	64.0

注：[a] 占比 =（检测报告满分机构数量/实验优秀机构数量）× 100%

告进行评分有 91 家机构获得满分，2019 年对 161 家检测机构的检测报告进行评分有 103 家机构获得满分。由于技术服务机构对于检测报告质量的重视度逐年提高，检测报告获得满分的比例从 2015 年的 32.0%提高到 2019 年的 64.0%。

讨　论

对比分析 2015—2019 年的考核方案，变化主要在于允许水平 L 取值的变化，2017 年允许水平 L 的取值依据新标准设置为 0.30，对于综合性能和单组性能在 0.30～0.40 之间的考核机构可能会产生一定的影响。如按照原标准综合性能和单组性能在 0.30～0.40 之间的考核机构可能合格，但是按新标准就不合格，对比 2015 和 2016 年的考核结果，2017 年的不合格率有一定增加。从 2015—2019 年能力考核盲样值的设置可以看出，除 2015 年照射 3 个角度，其余 4 年都是照射两个角度，总体难度没有明显提升。2018—2019 年低剂量值的设置明显高于前 3 年，导致 2018、2019 年的合格率高于 2017 年。

通过对 5 年的优秀和不合格情况进行汇总得知，连续 3 年以上考核优秀的机构有 32 家，但是还有 14 家机构连续两年考核都不合格，14 家机构的检测人员和管理人员应该引起特别重视，查找不合格的原因。分析近 5 年考核不合格的原因主要有：①未仔细阅读能力考核方案未按照要求准备剂量计。②用未经过筛选的探测器，由于探测器的分散性太大导致测量结果与参考值的偏离超出允许水平［GBZ 207 标准 8.2 条款[3]：剂量计（或探测器）的一致性选择，明确指出应定期对探测器进行一致性选择，一致性应控制在 5%以内］。③未选用适合的刻度因子，刻度因子选用不恰当也会导致测量结果与参考值的偏离超出允许水平。④计算时单位换算有问题，测量结果数量级存在问题。⑤不能正确地使用能量鉴别式剂量计。不能正确理解能量鉴别剂量计每个分区所代表的意义，无法正确地进行能量鉴别。

近年来使用能量鉴别式剂量计的机构越来越多，对 2019 年参加能力考核的机构使用能量鉴别式剂量计的情况进行统计结果显示，97 家获得优秀的机构中有 89 家使用能量鉴别式剂量计，占优秀总数的 91.8%，249 家合格的机构中有 141 家使用能量鉴别式剂量计，占合格总数的 56.6%，36 家不合格的机构中有 14 家使用能量鉴别式剂量计，占不合格总数的 38.9%。使用能量鉴别式剂量计进行能量鉴别从而选择合适的刻度因子可以提高测量的准确性，但仍然有部分机构虽然使用能量鉴别式剂量计但由于使用方法不正确结果未能合格。总的说来，不合格的检测机构应对所使用的热释光系统依据 GBZ 207 和 GBZ 128 标准进行有效的质量控制[7]，建立质量控制程序，质量控制程序主要包括探测器定期进行筛选、仪器定期检定、定期比对所选用的测量方法等。

从 2015 年有 202 家技术服务机构参加能力考核，到 2019 年增加到 382 家，增加了近 1 倍，可见技术服务机构和相关管理部门对能力考核的重视度日益提高。5 年来，民营技术机构发展迅猛，参加能力考核的民营技术机构由 2015 年的 28 个增加到 2019 年的 163 个。在 2019 年的不合格的 36 家技术服务机构中，有 26 家是民营技术机构，占不合格总数的 72.2%。分析民营技术机构不合格率高的主要原因有：部分机构的检测人员未经过系统的培训；部分机构未建立有效的个人剂量监测系统的质量控制程序；部分机构人员更替较为频繁，如若人员培训和系统质量控制跟不上也会导致考核结果不合格。建议民营技术机构加强人员培训和系统质量控制。

考核方案根据 GBZ 128《职业性外照射个人监测规范》标准规定了检测报告需要提供的要素以及评分标准[7]。组织机构对满足实验优秀的检测机构的检测报告进行评分，近年来检测机构根据考核方案要求逐渐完善检测报告，检测报告获得满分的比例从 2015 年的 32.0%提高到 2019 年的 64.0%。未能获得满分的检测报告主要存在符号书不正确、结果表述有问题、缺项等问题，建议未获得满分的技术服务机构应根据国家标准和评分要求完善检测报告，各级审核人严格把握好审查环节[8]。

Q 值评分表详细规定了原始记录、溯源证明文件、不确定度评定等要素的评分方法和要求。在近 5 年 Q 值评定中发现的主要问题是：部分技术服务机构未能提供有效的溯源文件；原始记录存在书写模糊、修改不符合要求、符号表达错误、缺少检测要素、缺少数据处理过程或者数据处理公式错误等问题；在不确定度评定中存在缺项、公式错误、合成公式错误、有效数字表达错误、

名词术语和符号不规范等[9]。建议相关机构可参考 GBZ207[3] 和 JJF-1001[10] 进行规范化。

通过分析 2015—2019 年 5 年的考核结果，总的说来，绝大多数个人剂量监测技术服务机构测量能力满足个人剂量监测需求，能出具符合标准的检测报告，优秀率随着年份的增加而增加。但还有一些技术服务机构未能合格，未能合格的机构需要仔细查找分析结果偏差较大的原因，规范实验室的质量控制手段，加强检测人员系统化、规范化的培训。建议技术服务机构在参加能力考核时一定要仔细阅读考核方案，按照考核方案的要求准备剂量计，对照检测报告评分表和 Q 值评分表认真核查出具的检测报告、数据处理过程和不确定度评定是否存在问题。

利益冲突 本文由署名作者按以下贡献声明独立开展，不涉及各方面的利益冲突

作者贡献声明 丁艳秋负责论文设计、论文写作和修改；王恺怡、张璇负责数据整理和分析；郭文、胡爱英负责论文审阅与修改

参 考 文 献

[1] 卫办监督发〔2009〕43 号. 卫生部办公厅关于加强放射工作人员个人剂量监测管理工作的通知 [Z]. 2009.
The document of the Office of the Health Supervises〔2009〕43. The notice of the Office of the Ministry of Health of the People's Republicof China on strengthening the management of personal dose monitoring of radiological workers [Z]. 2009.

[2] 卫生部. GBZ 207-2008 外照射个人剂量系统性能检验规范 [S]. 北京：中国标准出版社，2008.
Ministry of Health of the People's Republic of China. GBZ 207-2008 Testing criteria of personnel dosimetry performance [S]. Beijing: Standards Press of China, 2008.

[3] 国家卫生与计划生育委员会. GBZ 207-2016 外照射个人剂量系统性能检测规范 [S]. 北京：中国标准出版社，2016.
National Health and Family Planning Commission. GBZ 207-2016 Testing criteria of personnel dosimetry performance for external exposure [S]. Beijing: Standards Press of China, 2016.

[4] 丁艳秋，郭文，胡爱英. 2017 年全国外照射个人剂量监测能力考核结果与分析[J]. 中华放射医学与防护杂志，2018，38（9）：696-699. DOI：10.3760/cma. j. issn. 0254-5098. 2018. 09. 011.
Ding YQ, Guo W, Hu AY. Comparison and analysis of intercomparison results of national external irradiation individual dose monitoring in 2017 [J]. Chin J Radiol Med Prot, 2018, 38（9）：696-699. DOI：10.3760/cma. j. issn. 0254-5098. 2018. 09. 011.

[5] 丁艳秋，郭文，胡爱英. 2015 年外照射个人剂量监测能力考核结果分析[J]. 中华放射医学与防护杂志，2016，36（9）：698-700. DOI：10.3760/cma. j. issn. 0254-5098. 2016. 09. 013.
Ding YQ, Guo W, Hu AY. Analysis of intercomparison results of external individual dose monitoring in 2015 [J]. Chin J Radiol Med Prot, 2016, 36（9）：698-700. DOI：10.3760/cma. j. issn. 0254-5098. 2016. 09. 013.

[6] 丁艳秋，郭文，胡爱英，等. 2016 年全国外照射个人剂量监测能力考核结果与分析[J]. 中华放射医学与防护杂志，2017，37（5）：381-383. DOI：10.3760/cma. j. issn. 0254-5098. 2017. 05. 012.
Ding YQ, Guo W, Hu AY, et al. Comparison and analysis of the intercomparison results of nationwide external exposure personal dose monitoring in 2016 [J]. Chin J Radiol Med Prot, 2017, 37（5）：381-383. DOI：10.3760/cma. j. issn. 0254-5098. 2017. 05. 012.

[7] 国家卫生健康委员会. GBZ 128-2019 职业性外照射个人监测规范 [S]. 北京：中国标准出版社，2019.
National Health Commission of the People's Republic of China. GBZ 128-2019 Specifications for individual monitoring of occupational external exposure [S]. Beijing: Standard press of China, 2019.

[8] 郝述霞，郭文，胡爱英，等. 2016 年外照射个人剂量监测能力考核检测报告书写存在问题的分析 [J]. 中华放射医学与防护杂志，2017，37（10）：786-788. DOI：10. 3760/cma. j. issn. 0254_ 5098. 2017. 10. 012.
Hao SX, Guo W, Hu AY, et al. Analysis on the problems existing in the writing of the test reports of external individual dose monitoring in 2016 [J]. Chin J Radiol Med Prot, 2017, 37（10）：786-788. DOI：10. 3760/cma. j. issn. 0254_ 5098. 2017. 10. 012.

[9] 张璇，郭文，丁艳秋，等. 2017 年全国外照射个人剂量监测能力考核不确定度评定分析 [J]. 中华放射医学与防护杂志，2018，38（9）：700-704. DOI：10.3760/cma. j. issn. 0254-5098. 2018. 09. 012.
Zhang X, Guo W, Ding YQ, et al. An analysis of uncertainty assessment of external individual dose monitoring in 2017 in China [J]. Chin J Radiol Med Prot, 2018, 38（9）：700-704. DOI：10.3760/cma. j. issn. 0254-5098. 2018. 09. 012.

[10] 国家质量监督检验检疫总局. JJF 1001-2011 通用计量术语与定义 [S] 北京：中国标准出版社，2011.
General Administration of Quality Supervision Inspection and Quarantine of the People's Republic of China. JJF 1001-2011 General terms in metrology and their definition [S]. Beijing: Standards Press of China, 2011.

（收稿日期：2020-10-21）