

低压电器检测试验室对电能质量要求的研究与分析*

滕成龙, 丁志东, 崔维峰, 潘宁俊, 尹郭靖
(镇江市产品质量监督检验中心, 江苏 镇江 212009)

摘要: 针对低压电器检测试验室对电能质量的要求, 分析了电能质量相关国家标准、检测试验室能力认可准则及试验室电源特性的测量程序。给出了低压电器检测试验室对电网电能质量的要求及内部电能质量的一般要求。内部电能质量的特殊要求。通过研究和分析, 提出了若干合理建议。

关键词: 低压电器; 检测试验室; 国家标准; 认可准则; 电能质量要求

中图分类号: TM 930.114 **文献标志码:** B **文章编号:** 1001-5531(2013)06-0059-05



滕成龙 (1978—), 男, 主要从事低压电器检测与试验、电机控制与应用, 以及智能控制技术的研究。

Research and Analysis on Power Quality Requirements of Low Voltage Apparatus Testing Laboratory

TENG Chenglong, DING Zhidong, CUI Weifeng, PAN Ningjun, YIN Guojing
(Zhenjiang Center for Products Quality Supervision and Inspection, Zhenjiang 212009, China)

Abstract: Based on the power quality requirements of low voltage apparatus testing laboratory, the relative national standards about power quality, accredited criteria of testing laboratory and the procedure for measuring laboratory power source characteristics were analyzed. The requirements for power quality of network, general requirements for internal inside power quality and special requirements for internal power quality were provided, and reasonable suggestions were given.

Key words: low voltage apparatus; testing laboratory; national standards; accredited criteria; power quality requirements

0 引言

为了考核低压电器产品是否满足相关国家标准, 低压电器检测试验室需要进行试验, 以测试产品正常运行或故障状况下的特性。随着检测需求的增加和检测设备的更新换代, 精密仪器、大容量设备逐渐增多, 也对电能质量提出了更高的要求。低压电器检测试验室的电能质量不但要满足国家标准^[1-7]的规定, 还要满足认可准则^[8-9]对设施和环境的要求, 保障试验电源特征符合检测规范。本文针对低压电器检测试验室对电能质量的要求展开分析, 给出了低压电器检测试验室对电网电能质量的要求、内部电能质量的一般要求, 以及内

部电能质量的特殊要求, 并提出了合理的建议。

1 电能质量国家标准

电能质量是指供电装置在正常工作情况下不中断和不干扰用户使用电力的物理特性。根据现行的国家标准, 电能质量的特征有: 电压偏差, 频率偏差、公用电网谐波、三相电压不平衡度、电压波动和闪变、暂时过电压和瞬态过电压, 以及公用电网间谐波。

GB/T 12325—2008《电能质量 供电电压偏差》将电压偏差定义为实际运行电压对系统标称电压的偏差相对值, 以百分数表示。

GB/T 15945—2008《电能质量 电力系统频

丁志东 (1975—), 男, 工程师, 主要从事低压电器检测与试验技术的研究。

崔维峰 (1969—), 男, 高级工程师, 主要从事低压电器检测与试验技术的研究。

* 基金项目: 国家质检总局科技计划项目 (2012QK192)

率偏差》将频率偏差定义为系统频率的实际值和标称值之差。

GB/T 14549—1993《电能质量 公用电网谐波》规定了公用电网谐波的允许值及其测试方法。对测量谐波次数、仪器误差、数据取值提出了具体要求,同时给出了谐波含量、总谐波畸变率的计算公式。

GB/T 15543—2008《电能质量 三相电压不平衡》规定了三相电压不平衡度的限值、计算、测量和取值方法。

GB/T 12326—2008《电能质量 电压波动和闪变》将电压波动定义为电压方均根值(有效值)一系列的变动或连续的改变,规定了电压波动和闪变的限值及测试、计算和评估方法。

GB/T 18481—2001《电能质量 暂时过电压和瞬态过电压》规定了交流电力系统中作用于电气设备的暂时过电压和瞬态过电压要求、电气设备的绝缘水平,以及过电压保护方法。

GB/T 24337—2009《电能质量 公用电网间谐波》将间谐波分量定义为对周期性交流量进行傅里叶级数分解,得到频率不等于基波频率整数倍的分量,规定了公用电网间谐波电压的允许限值及测量取值方法。

2 检测实验室对电能质量的要求

CNAL/AC01:2005《检测和校准实验室认可准则》第 5.3 条对设施和环境条件作如下规定:用于检测和/或校准的试验室设施,包括但不限于能源、照明和环境条件,应有助于检测和/或校准的正确实施。

试验室应确保其环境条件不会使结果无效,或对所要求的测量质量产生不良影响。在试验室固定设施以外的场所进行抽样、检测和/或校准时,应予特别注意。对影响检测和校准结果的设施和环境条件的技术要求应制订成文件。

相关的规范、方法和程序有要求,或对结果的质量有影响时,试验室应监测、控制和记录环境条件。对诸如生物消毒、灰尘、电磁干扰、辐射、湿度、供电、温度、声级和振级等应予重视,使其适应于相关的技术活动。当环境条件危及到检测和/或校准的结果时,应停止检测和校准。

CNAS-CL11:2006《检测和校准实验室能力

认可准则在电气检测领域的应用说明》第 5.3 条对设施和环境条件作如下要求:

(1) 如果检测项目和/或所用的检测设备对背景电磁辐射敏感,应安装适当的电磁屏蔽、吸收、接地、隔离或滤波之类设施,并予以监控和维护。

(2) 试验室应配备足够的电源容量,并确保试验电源特性,如电压额定值、频率额定值、电压稳定度、频率稳定度、谐波畸变等,符合检测规范要求或保证检测结果的不确定度在预计的范围内。如果检测标准和检测规范中没有明确,则电压应保持在额定电压的 $\pm 3\%$,频率应保持在额定频率的 $\pm 2\%$,总谐波畸变率不大于 5% 。

IE CEE-CB 体系 CTL-OP 110^[10]《实验室电源特性的测量程序》中对电能质量规定为:电压稳定度低于 $\pm 3\%$ 、频率稳定度低于 $\pm 2\%$ 、总谐波畸变低于 5% 。显然,电压偏差严于我国供电标准。对此,在检测电气产品时,相应的有影响试验加装了变频电源或稳压电源,并定期进行计量,以改善和控制试验电源的电能质量。但按 CTL-OP110 规定,还需对检测用电源插座进行核查,确保电能质量符合决议规定。

3 国家标准对电能质量及监测设备的要求

3.1 国家标准对电能质量的要求

GB/T 12325—2008《电能质量 供电电压偏差》对供电电压偏差的限值规定:35 kV 及以下供电电压正、负偏差绝对值之和不超过标称电压的 10% ;20 kV 及以下三相供电电压偏差为标称电压的 $\pm 7\%$;220 V 单相供电电压偏差为标称电压的 $+7\%$ 、 -10% ;

GB/T 15945—2008《电能质量 电力系统频率偏差》对频率偏差限值规定:电力系统在正常条件下频率偏差限值为 ± 0.2 Hz;当系统容量较小时,偏差限值可以放宽到 ± 0.5 Hz。

GB/T 14549—1993《电能质量 公用电网谐波》对公用电网谐波电压(相电压)限值要求如表 1 所示。

GB/T 15543—2008《电能质量 三相电压不平衡》规定了公共连接点的不平衡度限值,对低压系统零序电压限值未作规定,但各相电压需满足 GB/T 12325 的要求。

表 1 公用电网谐波电压(相电压)限值

电网标称 电压/kV	电压总谐波畸 变率/%	各次谐波电压含有率/%	
		奇次	偶次
0.38	5.0	4.0	2.0
6	4.0	3.2	1.6
10	4.0	3.2	1.6
35	3.0	2.4	1.2
66	3.0	2.4	1.2
110	2.0	1.6	0.8

GB/T 18481—2001《电能质量 暂时过电压和瞬态过电压》对高压系统的暂时过电压和瞬态过电压限值作出了规定,未对低压系统的暂时过电压和瞬态过电压限值作出具体规定。

GB/T 12326—2008《电能质量 电压波动和闪变》确定电力系统公共连接点(Point of Coupling,PCC)与波动负荷产生的电压变动限值 d 和变动频度 r 、电压等级有关,如表2所示。

表 2 电压变动限值

电压变动频度 r /(次·h ⁻¹)	电压变动限值 d /%	
	低压,中压	高压
≤ 1	4.0	3.0
< 110	3.0	2.5
< 10100	2.0	1.5
$< 1001\ 000$	1.5	1.0

注:低压 $U_N \leq 1\text{ kV}$;中压 $1\text{ kV} < U_N \leq 35\text{ kV}$;高压 $35\text{ kV} < U_N \leq 220\text{ kV}$ 。

GB/T 24337—2009《电能质量 公用电网间谐波》要求220 kV及以下电力系统各次间谐波电压含有率应不大于的限值如表3所示。

表 3 间谐波电压含有率限值 %

电压等级/V	频率/Hz	
	< 100	100800
1 000 及以下	0.20	0.50
1 000 以上	0.16	0.40

对于接PCC的单个用户引起的各次间谐波电压含有率,GB/T 24337—2009《电能质量 公用电网间谐波》要求一般不得超过的限值如表4所示。根据连接点的负荷状况,此限值可以作适当变动,但需满足表3规定。

表 4 单一用户间谐波电压含有率限值 %

电压等级/V	频率/Hz	
	< 100	100800
1 000 及以下	0.16	0.40
1 000 以上	0.13	0.32

3.2 国家标准对电能质量监测设备的要求

GB/T 19862—2005^[11]《电能质量 监测设备通用要求》对电能质量监测设备提出的主要技术要求包括:基本功能、准确度、电气性能、正常使用条件、外壳、机械性能、安全性能和电磁兼容性。其中,与电能质量监测的功能要求和数据准确性密切相关的技术要求包括基本功能和准确度要求;GB/T 19862—2005 要求电能质量监测设备需具备下列功能:监测、显示、通信接口、权限管理、设置、统计、记录存储,其中监测功能将对电压偏差、频率偏差、三相不平衡度、负序电流、谐波和闪变的监测列为基本功能,对电压波动、电压暂降、电压暂升、电压短时中断的监测列为可选功能;且GB/T 19862—2005 要求电能质量监测设备各相应指标的准确度应满足下述要求:电压偏差0.5%;频率偏差0.01 Hz;三相电压不平衡度0.2%;三相电流不平衡度1%。

谐波按GB/T 14549—1993《电能质量 公用电网谐波》规定分为A级、B级;闪变5%;电压波动5%。

4 低压电器检测试验室电能质量要求的分析

4.1 低压电器检测试验室对电网电能质量的要求

低压电器检测试验室所在的电力系统PPC,其电压偏差、频率偏差、公用电网谐波、三相电压不平衡度、电压波动和闪变、暂时过电压和瞬态过电压、公用电网间谐波等电能质量特征需满足相关国家标准。这也是低压电器检测试验室对电网电能质量的要求。

4.2 低压电器检测试验室对内部电能质量的一般要求

综合考虑电能质量的国家标准、低压电器检测试验室对电能质量要求的相关准则和应用说明,以及试验室电源特性的测量程序,定义如下:

最大开路电压 u_{ocmax} , 最小开路电压 u_{ocmin} ; 最大负载电压 u_{ldmax} , 最小负载电压 u_{ldmin} ; 负载电流 I_{ld} ; 名义电压 u_{nom} = 指定测试电压; 名义频率 F_{nom} (50 Hz); 最大开路频率 F_{ocmax} , 最小开路频率 F_{ocmin} ; 最大负载频率 F_{ldmax} , 最小负载频率 F_{ldmin} ; 最大开路总谐波畸变 THD_{oc} ; 最大负载总谐波畸变 THD_{ld} ; 选取下列指标作为低压电器检测试验室对内部电能质量的一般要求。

4.2.1 电压稳定度

(1) 开路电压稳定度为

$$u_{oc} = [\text{MAX}(u_{ocmax} - u_{nom}; u_{nom} - u_{ocmin}) / u_{nom}] \times 100\%$$

(2) 负载电压稳定度为

$$u_{oc} = [\text{MAX}(u_{ocmax} - u_{nom}; u_{nom} - u_{ocmin}) / u_{nom}] \times 100\%$$

要求电压稳定度不大于 $\pm 3\%$ 。

4.2.2 频率稳定度

(1) 开路频率稳定度为

$$F_{oc} = [\text{MAX}(F_{ocmax} - F_{nom}; F_{nom} - F_{ocmin}) / F_{nom}] \times 100\%$$

(2) 负载频率稳定度为

$$F_{oc} = [\text{MAX}(F_{ocmax} - F_{nom}; F_{nom} - F_{ocmin}) / F_{nom}] \times 100\%$$

要求频率稳定度不大于 $\pm 2\%$ 。

4.2.3 总谐波畸变

总谐波畸变

$$THD_1 = \sqrt{\frac{\sum U_h^2}{U_1^2}}$$

式中 U_h —— 各次谐波电压的幅值 ($h \geq 2$)

U_1 —— 基波电压的幅值

要求 THD_1 不大于 5% 。

4.3 低压电器检测试验室对内部电能质量的特殊要求

在低压电器检测试验室温升过程中, 广泛采用恒流电源设备作为一种特殊的试验电源和负载。根据低压电器检测试验室对电能质量要求的相关准则、应用说明和试验要求, 有必要对恒流电源设备的输出电流提出要求, 定义如下: 轻载电流 I_{ll} , 轻载电流稳定度 I_{llw} ; 最大轻载电流 I_{llmax} , 最小轻载电流 I_{llmin} ; 满载电流 I_{fl} , 满载电流稳定度 I_{flw} ; 最大满载电流 I_{flmax} , 最小满载电流 I_{flmin} ; 名义频率 F_{nom}

(50 Hz); 轻载频率稳定度 F_{llw} , 满载频率稳定度 F_{flw} ; 最大轻载频率 F_{llmax} , 最小轻载频率 F_{llmin} ; 最大满载频率 F_{flmax} , 最小满载频率 F_{flmin} ; 轻载最大总谐波畸变率 THD_{llmax} ; 满载最大总谐波畸变率 THD_{flmax} 。

选取下列指标作为低压电器检测试验室对内部电能质量的特殊要求。

4.3.1 恒流电源设备的电流稳定度

(1) 轻载电流稳定度为

$$I_{lcw} = [\text{MAX}(I_{lcmax} - I_{lc}; I_{lc} - I_{lcmin}) / I_{lc}] \times 100\%$$

(2) 满载电流稳定度为

$$I_{ocw} = [\text{MAX}(I_{ocmax} - I_{oc}; I_{oc} - I_{ocmin}) / I_{oc}] \times 100\%$$

要求电流稳定度不大于 $\pm 3\%$ 。

4.3.2 恒流电源设备的频率稳定度

(1) 轻载频率稳定度为

$$F_{lcw} = [\text{MAX}(F_{lcmax} - F_{nom}; F_{nom} - F_{lcmin}) / F_{nom}] \times 100\%$$

(2) 满载频率稳定度为

$$F_{ocw} = [\text{MAX}(F_{ocmax} - F_{nom}; F_{nom} - F_{ocmin}) / F_{nom}] \times 100\%$$

要求频率稳定度不大于 $\pm 2\%$ 。

4.2.3 恒流电源设备的总谐波畸变

总谐波畸变为

$$THD_2 = \sqrt{\frac{\sum I_h^2}{I_1^2}}$$

式中 I_h —— 各次谐波电压的幅值 ($h \geq 2$)

I_1 —— 基波电流的幅值

要求 THD_2 不大于 5% 。

5 结 语

低压电器检测试验室要满足认可准则对设施和环境的要求, 在满足电能质量国家标准的同时, 还要保障试验电源特征符合检测规范要求。为保证检测结果的准确、有效, 对低压电器检测试验过程的电能质量要求进行了研究与分析, 提出下列建议:

(1) 低压电器检测试验室应对电网电能质量进行跟踪监视和记录。考虑到电力系统的技术指标存在一定的变化, 且变电站负荷状态受其他邻

近工矿企业及试验室其他试验项目的影响,可在电力系统 PPC 设置常备的电能质量监测设备和电能质量补偿及控制设备,以保障电网电能质量符合要求,确保检测流程的正常进行。

(2) 低压电器检测试验室应经常认真开展内部电能质量核查工作。监视、控制和记录试验室内部电能质量特性,确保持续地满足试验要求,是试验室的重要任务。在试验室内部电源系统初始安装、变动或维修后,负荷状态发生较大幅度的变动后,需要进行电能质量的核查,确保试验电源的质量符合使用要求。一旦发现不符合,应及时纠正。如设置稳压电源和无功补偿及谐波抑制或滤波设备等,防止接上负载发生电压跌落或产生较大谐波畸变,影响检测结果的准确性。

(3) 根据 CNAL/AC01:2005《检测和校准实验室认可准则》和 CNAS-CL11:2006《检测和校准实验室能力认可准则在电气检测领域的应用说明》的相关条款,在低压电器检测试验室温升试验过程中广泛采用的恒流电源设备,作为一种特殊的试验电源和负载,应根据低压电器检测试验室对电能质量要求的相关准则、应用说明和试验要求,对恒流电源设备输出电流的指标提出相应要求,在监测其输出的电能质量的同时,注意其作为负载对整个电源系统电能质量带来的相应影响。

【参考文献】

- [1] GB 12325—2008 电能质量 供电电压偏差 [S]. 2008.
- [2] GB/T 15945—2008 电能质量 电力系统频率偏差 [S]. 2008.
- [3] GB/T 14549—1993 电能质量 公用电网谐波 [S]. 1993.
- [4] GB/T 15543—2008 电能质量 三相电压不平衡度 [S]. 2008.
- [5] GB/T 12326—2008 电能质量 电压波动和闪变 [S]. 2008.
- [6] GB/T 18481—2001 电能质量 暂时过电压和瞬态过电压 [S]. 2001.
- [7] GB/T 24337—2009 电能质量 公用电网间谐波 [S]. 2009.
- [8] CNAL/AC01:2005 检测和校准实验室认可规则 [S]. 2005.
- [9] CNAS-CL11:2006 检测和校准实验室能力认可准则在电气检测领域的应用说明 [S]. 2006.
- [10] IEC 61010-1:2012 Procedure for Measuring Laboratory Power Source Characteristics [S]. 2012.
- [11] GB/T 19862—2005 电能质量 监测设备通用要求 [S]. 2005.

收稿日期: 2012-11-26

2013《低压电器》杂志征订单

邮局汇款

邮 编: 200063

地 址: 上海武宁路 505 号 3 号楼 4 楼

单 位: 《低压电器》编辑部

联系电话: 021-62574990-747(胡先生)

银行汇款

收款单位: 上海电器科学研究院

开户银行: 招商银行上海分行曹家渡支行

账 号: 1219 0973 3310 301

传 真: 021-62576377

《低压电器》杂志订单 (回执) 240 元/年

订购单位				收件人姓名	
邮政编码		详细地址			
订购人姓名		订购人电话			
订购份数	年 份	总金额(大写)		(订购单位盖章)	
		百 拾 元			
汇款方式	邮局 ☐ 银行 ☐	需要发票 ☐	年 月 日		
	汇款日期 年 月 日	不需要发票 ☐			



论文写作，论文降重，
论文格式排版，论文发表，
专业硕博团队，十年论文服务经验



SCI期刊发表，论文润色，
英文翻译，提供全流程发表支持
全程美籍资深编辑顾问贴心服务

免费论文查重：<http://free.paperyy.com>

3亿免费文献下载：<http://www.ixueshu.com>

超值论文自动降重：http://www.paperyy.com/reduce_repetition

PPT免费模版下载：<http://ppt.ixueshu.com>

阅读此文的还阅读了：

- [1. 浅谈预拌\(商品\)混凝土公司的技术管理](#)
- [2. 建筑材料实验室的作用及其管理](#)
- [3. 电能质量指标及其算法的研究](#)
- [4. 电力系统的电压及电能质量](#)
- [5. 电子文件的特点及归档的质量要求](#)
- [6. 电子式无功电能表检定](#)
- [7. 电力系统的电压及电能质量](#)
- [8. 抓住契机 扩大检测市场——试验室介入南水北调中线水源工程方案](#)
- [9. 汽车用薄钢板的质量现状与发展要求](#)
- [10. 云南昭通地区地铁牵引负荷电能质量治理](#)
- [11. 建筑工程中低压电气安装施工质量控制措施](#)
- [12. 加强试验室管理提高工程的质量](#)
- [13. 一种优化电能质量的电路:对称滤波器](#)
- [14. 谈电能质量控制](#)
- [15. 探究新课改下如何提高初中历史课堂教学效率](#)
- [16. 早要求,早选苗,早培养——浅谈加强大学生入党积极分子的教育](#)

- [17. 电能质量的远程监测](#)
- [18. 浅谈混凝土的发展对水泥质量的要求](#)
- [19. 谈谈建筑工程各阶段检测方法](#)
- [20. 探究建筑工程中低压电气安装施工](#)
- [21. 优质混凝土的制备](#)
- [22. 大型基坑土方开挖施工方法](#)
- [23. 建筑工程施工中混凝土的质量要求](#)
- [24. 建筑工程中低压电气安装施工](#)
- [25. 计量认证工作对提高试验室管理水平的巨大作用](#)
- [26. 航天产品可靠性与质量联合试验室揭牌](#)
- [27. 工程质量检测工作规范化管理与实施](#)
- [28. 探究建筑工程中低压电气安装施工](#)
- [29. 早要求,早选苗,早培养——浅谈加强大学生入党积极分子的教育](#)
- [30. 低压电气安装质量控制措施](#)
- [31. 对英语课堂深层互动的反思](#)
- [32. 质量与效率——推进开发的主要力量](#)
- [33. 现代电能质量的基本问题](#)
- [34. 建筑工程中低压电气安装施工探究](#)
- [35. 电能计量装置远程检测的探讨](#)
- [36. 试论林区交流配电网络动热稳性对低压电器的要求](#)
- [37. 建筑工程中低压电气安装施工探究](#)
- [38. 油田用三相分离器的检测技术要求](#)
- [39. 市政道路路基施工技术研究](#)
- [40. 铁路工程工地试验室的建设和管理](#)
- [41. 膜式燃气表泄露检测技术分析与改进](#)
- [42. 工程质量检测工作规范化的探讨](#)
- [43. 万用表测量低压电器绝缘质量探讨](#)
- [44. 隧道施工中监理中心试验室控制要点](#)
- [45. 基于提升小波的电能质量分析仪研究](#)
- [46. 多媒体课件的特点、制作及在外科教学中的应用](#)
- [47. 低压电器产品推行重要度分级初探](#)
- [48. 试论电网电能质量的分析与监测](#)
- [49. 对电磁线用铜杆的要求](#)
- [50. 浅议电能质量标准](#)