

ICS 17.220
N 22

DB43

湖 南 省 地 方 标 准

DB43/T 879.2—2014

变频电量测量仪器 分析仪

Variable frequency electric quantity measuring instruments: Analyzer

2014-06-06 发布

2014-08-06 实施

湖南省质量技术监督局 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 额定值	3
5 技术要求	4
6 试验方法	12
7 检验规则	18
8 标志、包装、运输和贮存	19

前 言

变频器作为变频调速系统的电源，应用日益广泛。如何准确测量变频器的损耗、效率和变频电机的损耗及效率，是变频调速技术亟待解决的重大课题。

本标准从变频电量的特点出发，提出了对变频电量测量影响较大的应当明示的技术指标，并按照这些技术指标，定义了产品的准确度等级。

本标准按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

本标准由湖南省质量技术监督局、国家变频电量测量仪器计量站提出。

本标准由湖南省质量技术监督局归口。

本标准起草单位：湖南银河电气有限公司、湖南省计量检测研究院、国防科技大学。

本标准主要起草人：徐伟专、任昀、陆阳、刘思潮、王宁、王有贵、廖仲箴、肖江平、陈浩维。

本标准首次发布。

变频电量测量仪器 分析仪

1 范围

本标准规定了变频电量分析仪器或装置（以下简称分析仪）的术语和定义、额定值、技术要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输和贮存等。

本标准适用于被测对象基波频率在（0~1.5）kHz 范围内、电压在 35kV 以下，电流在 7kA 以内的变频电量分析仪以及分析仪与传感器构成的变频电量测量系统。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 A：低温
- GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 B：高温
- GB/T 2423.3 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 Cab：恒定湿热试验
- GB/T 2423.5 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 Ea 和导则：冲击
- GB/T 2423.6 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 Eb 和导则：碰撞
- GB/T 2423.10 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 Fc：振动(正弦)
- GB 4208 外壳防护等级（IP 代码）
- GB/T 4857.2 包装 运输包装件基本试验 第2部分：温湿度调节处理
- GB/T 4857.5 包装 运输包装件 跌落试验方法
- GB 4943.1 信息技术设备 安全 第1部分：通用要求
- GB/T 5080.7 设备可靠性试验 恒定失效率假设下的失效率与平均无故障时间的验证试验方案
- GB 9254 信息技术设备的无线电骚扰限值和测量方法
- GB/T 9813 微型数字电子计算机通用技术条件
- GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验（idt IEC 61000-4-2:1995）
- GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验（idt IEC 61000-4-3:1995）
- GB/T 17626.4 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验（idt IEC 61000-4-4:1995）
- GB/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验（idt IEC 61000-4-5:1995）
- GB/T 17626.6 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度试验
- GB/T 17626.8 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验
- GB/T 17626.9 电磁兼容 试验和测量技术 脉冲磁场抗扰度试验
- GB/T 17626.11 电磁兼容 试验和测量技术 电压暂降、短时中断和电压变化抗扰度试验
- IEC 60794 光学纤维电缆

3 术语和定义

以下术语和定义适用于本文本。

3.1

变频电量 variable frequency electric quantity

变频电量是指满足下述条件之一，并以传输功率为目的的交流变频电量。

- a) 信号频谱仅包含一种频率成分，而频率不局限于工频的交流电信号。
- b) 信号频谱包含两种及以上被关注频率成分的电信号。

变频电量包括电压、电流以及电压电流引出的有功功率、无功功率、视在功率等。

3.2

变频电量变送器 variable frequency electric quantity transducer

将变频电量转换成方便二次设备使用的、遵循一定标准、并包含一次变频电量在变送器带宽范围内的全部特征信息的模拟信号或数字编码信号的装置。

标准规定的变送器，除带宽限制之外，若消除固定延时，模拟量输出变频电量变送器的二次输出信号在任意时刻均与一次输入变频电量的幅值成线性；数字量输出变频电量变送器的二次输出信号的任一采样数值与样本信息对应时刻的一次输入变频电量幅值成线性，通过这些模拟量或数字量输出可以反映输入变频电量的全部信息，二次输出信号与一次输入信号的相位差控制在规定范围内。

对如电压、电流或电压和电流进行转换的变频电量变送器，分别称为变频电压变送器、变频电流变送器和变频功率变送器。

3.3

变频电量分析仪 variable frequency electric quantity analyzer

以变频电量为基本测量和分析对象的，具有人机界面的仪器或装置。

3.4

变频功率标准源 variable frequency power standard source

频率、幅值、相位均在一定范围内能任意可调的满足相应准确度和稳定度要求的能同时输出交流电压和电流的仪器。输出交流电压和电流为纯正弦波，也可叠加含量和相位可控的单次或多次谐波。

3.5

总谐波畸变系数 THD total harmonic distortion coefficient

总谐波畸变系数 THD 按下式计算：

$$THD = \sqrt{\frac{G^2 - G_1^2}{G_1^2}}$$

式中：

G——总有效值；G₁——基波有效值。

注：符号 G 在表示电流时将被 I 代替，在表示电压时被 U 替代。

3.6

总谐波因数 THF total harmonic factor

总谐波畸变系数 THF 按下式计算：

$$THF = \sqrt{\frac{G^2 - G_1^2}{G^2}}$$

式中：

G——总有效值；G₁——基波有效值。

注：符号 G 在表示电流时将被 I 代替，在表示电压时被 U 替代。

3.7

谐波电压因数 **HVF harmonic voltage factor**

谐波电压因数 HVF 按下式计算：

$$HVF = \sqrt{\sum_{n=2}^H \frac{\left(\frac{U_n}{U_1}\right)^2}{n}}$$

式中：

U_n —— n 次谐波电压有效值； U_1 ——电压基波有效值； $H=13$ 。

3.8

谐波电流因数 **HCF harmonic current factor**

谐波电压因数 HCF 按下式计算：

$$HCF = \sqrt{\sum_{n=2}^H \frac{\left(\frac{I_n}{I_1}\right)^2}{n}}$$

式中：

I_n —— n 次谐波电流有效值； I_1 ——电流基波有效值； $H=13$ 。

3.9

不平衡度 **unbalance factor**

三相电压或电流的不平衡程度，用电压或电流负序分量与正序分量的方均根值百分比表示。

3.10

基波功率因数（位移因数）**fundamental wave power factor (displacement factor)**

电压与电流基波分量的位移角（相位差）的余弦，用 $\cos\phi$ 表示。

3.11

基波有功功率 **fundamental wave active power**

基波有功功率按下式计算：

$$P_1 = U_1 I_1 \cos\phi_1$$

3.12

功率基本准确度等级 **power base accuracy class**

功率因数为 1 时的功率准确度等级。

3.13

相位误差准确度等级 **phase angle difference accuracy class**

主要反映分析仪在低功率因数下的功率测量准确度。针对某一功率基本准确度等级，以参考频率（50Hz 或 60Hz）时的相位误差大小为依据，分为普通级、S1 级、S2 级、S3 级等。

4 额定值

4.1 额定一次电压的标准值

110V、220V、380V、660/690V、750V、1000/1140V、3/3.3kV、6kV、10kV、20kV、25kV、35kV。

4.2 额定一次电流的标准值

10A、12.5A、15A、20A、25A、30A、40A、50A、60A、75A 以及它们的十进制倍数或小数。有下划线者为优先值。

4.3 准确限值频率范围

准确限值频率范围由制造厂家自行规定。在规定的准确限值频率范围内，分析仪的测量误差应满足准确度等级误差限值的要求。

4.4 额定辅助电源电压

额定辅助电源电压指分析仪运行时其自身电源端口的电压，如有必要，包括制造方提供的或要求装入的串联辅助电阻或附件，但不包括连接电源的导体。

额定辅助电源电压包括交流电源和直流电源。交流电源应采用 230/400V。

额定直流辅助电源电压值为：24V、48V、60V、110V、125V、220V、250V，有下划线者为优先值。

注：230/400V 将是未来唯一的 IEC 标准电压，推荐在新系统上采用。IEC 标准化工作将在下阶段考虑把现有系统中的 220/380V 和 240/415V 这些不同电压归入 230/400V (1±10%) 范围内。

4.5 额定辅助电源频率

额定辅助电源频率标准值一般可分为直流 (DC)、50Hz 和 60Hz。

4.6 采样速率额定值

采样速率不应低于带宽（或防混叠滤波器截止频率）的两倍。

4.7 带宽额定值

带宽额定值不应高于采样速率的 1/2。

5 技术要求

5.1 通用框图、外观和结构

5.1.1 变频电量分析仪通用框图

图 1 所示为分析仪的通用框图，依据所采用的技术，图 1 中列出的所有部件并非均不可缺少。如有需要，图 1 中的测量部分可以包含各种进行电压、电流变换的模拟量输出传感器或变送器。分析及显示部分主要用于对测量部分输出的数字信号进行运算处理和显示，该部分为纯数字量计算，不增加测量误差。数字量传输系统用于传输数字信号，可以是仪器内部连线，也可以外部连线，外部连线可以是电缆或光纤或无线传输系统。

本部分根据传输系统是否为仪器内部连线，将分析仪分为一体式和分体式两种。分体式分析仪传输系统采用电缆或光纤或无线传输系统，可称测量部分为变频电量变送器，分析及显示部分为数字量输入二次仪表，在不引起歧义的场所，也可称分析及显示部分为分析仪，但是，本部分规定的分析仪是指包含传输系统在内的三部分总和。

对于通过外部电压、电流传感器扩展量程的变频电量测试系统，可将电压、电流传感器及分析仪构成的系统视为分析仪。

注：采用分体的方式更为合理，原因是这样可以将测量部分移至测量前端，从而缩短模拟量传输线路，可以有效降低传输线路的损耗和干扰。

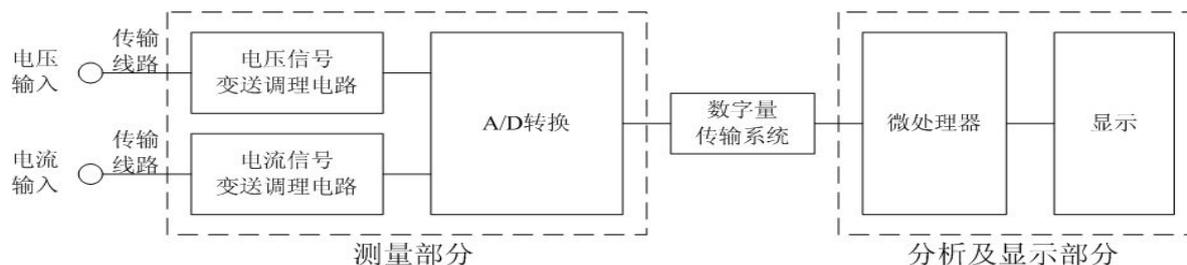


图 1 变频电量分析仪通用框图

5.1.2 外观和结构

- 分析仪表面不应有明显的凹痕、划伤、裂缝、变形等，表面镀层不应起泡、龟裂和脱落，金属部件不应有锈蚀及其他机械损伤。
- 开关、调节旋钮、按键操作应方便、灵活、可靠，零部件应紧固无松动。
- 说明和警示功能的文字、符号及功能显示应清晰端正，并符合国家有关标准的规定。
- 显示屏稳定性、可靠性、显示像素、分辨率均符合国家相关标准要求。
- 分析仪防护等级不低于 GB 4208 规定的 IP51 要求。
- 当有专用附件（如扭矩测量模块等）时，应将附件与分析仪一起进行检定，且附件编号与该仪器编号相对应。

5.2 功能要求

5.2.1 基本功能

分析仪应能测量表 1 所列全部或部分参数。试验顺序按表 1 序号顺序进行。

表 1 基本参数和可选参数

序号	参数名称	选项
1	电压、电流有效值	●
2	电压、电流基波有效值	●
3	基波电压、电流的相位	●
4	基波频率	●
5	基波功率因数	●
6	有功功率	●
7	谐波幅值	●
8	谐波相位	●
9	总谐波畸变因数 THD	●
10	总谐波因数 THF	○
11	谐波电压因数 HVF	○
12	谐波电流因数 HCF	○
13	三相电压、电流不平衡度	○

表1 基本参数和可选参数 续

序号	参数名称	选项
14	视在功率	○
15	功率因数	○
16	无功功率	○
17	间谐波	○
18	前20次电压谐波分量	○
19	前20次电流谐波分量	○

注：表中“●”表示分析仪基本参数，“○”表示分析仪可选参数。

5.2.2 输出和显示功能

分析仪一般应具备直观、引导性图标的操作界面，且能对被测变频电量各参数的实时数据进行显示的功能。显示和输出的内容应保持一致，且应覆盖测量参数。

每屏显示的行列数，每行显示的字符数应符合国家相关标准的要求。

5.2.3 接口

分析仪应具备一种以上支持本地移动存储设备的接口，以实现数据的转存或定时提取，如USB接口。

分析仪应根据实际应用环境，至少具备一种标准通讯接口，可与上位机进行通讯，以实现远程的信息交互，例如：RS232/485接口、LAN或WLAN接口等。

5.2.4 设置功能

分析仪应具有系统时钟、检测模式、自校、测量参数等基本数据的设置、修改和删除功能，且该权限归属于专用管理员帐号。

5.2.5 信息存储和查询功能

分析仪应具有完整的检测时间、产品编号、检测数据和检测人员等相关信息的存储功能，有完善的记录查询、打印校验等数据管理功能。有效存储时间应至少15天，之后可按先进先出的原则更新。

5.3 安全性能

5.3.1 绝缘电阻

分析仪各电气回路对保护地、各电气回路之间的绝缘电阻在工作条件下应不小于15MΩ。

5.3.2 接触电流

基本要求设备的设计和结构应当保证接触电流或保护导体电流均不可产生电击危险，试验过程中不应出现电弧、放电、击穿和损坏。试验后，分析仪内存储数据应无变化，应工作正常，具体试验结果参照GB 4943.1中5.1进行判断。

5.3.3 抗电强度

基本要求设备使用的固体绝缘应当具有足够的抗电强度，试验过程中不应出现电弧、放电、击穿和损坏。试验后，分析仪内存储数据应无变化，应工作正常，具体试验结果参照GB 4943.1中5.2进行判

断。

5.3.4 接地连续性

产品的接地连续性应符合 GB 4943.1 中 2.6 的规定。

5.4 准确度等级

对于分体式分析仪，其测量准确度等级取决于数字量输出变频电量变送器的准确度等级，可只对数字量输出变频电量变送器的准确度等级进行标称。在标称该类变送器准确度等级时，需与数字量输入的二次仪表配合才能完成准确度等级试验过程。同时，数字量输入二次仪表的运算正确性一并得到验证。

5.4.1 准确度等级的标称

分析仪准确度等级应以该准确度等级在额定频率范围内、额定电压和/或额定电流下所规定的最大允许误差百分数表示。

电压、电流和功率的准确度等级应分别标称；

电压、电流应分别标称总有效值和基波有效值的准确度等级；

功率应分别标称有功功率和基波有功功率的准确度等级；

对于多量程的电压、电流分析仪，标称的准确度等级应适用各量程。

5.4.2 标准准确度等级

标准准确度等级如下：

- a) 分析仪的电压、电流测量的标准准确度等级为：0.05、0.1、0.2、0.5、1；
- b) 分析仪的功率测量的标准准确度等级为：0.1、0.2、0.5、1、2；
- c) 分析仪的标准相位差标准准确度等级为：普通、S1、S2、S3；
- d) 分析仪的功率测量标准准确度等级为基本准确度等级与相位差准确度等级的组合，例如：0.1级、0.1S1级、0.1S2级、0.2S3级等等。

若交、直流准确度等级不同，应同时标称两者的准确度等级。

5.4.3 直流准确度等级

能够测量直流分量的变送器，应标注直流准确度等级，直流准确度等级应以该准确度等级在额定电压和/或额定电流下所规定的最大允许误差百分数表示。

5.4.4 误差限值

在额定频率范围内，分析仪电压、电流的测量误差应不超过表 2 所列限值，功率相关测量误差应不超过表 3 所列限值。

表 2 电压、电流误差限值

准确度等级	被测量	最大允许误差 (%FS)
0.05	电压/电流总有效值	0.05
	电压/电流基波有效值	0.05
0.1	电压/电流总有效值	0.1
	电压/电流基波有效值	0.1

表2 电压、电流误差限值 续

准确度等级	被测量	最大允许误差 (%FS)
0.2	电压/电流总有效值	0.2
	电压/电流基波有效值	0.2
0.5	电压/电流总有效值	0.5
	电压/电流基波有效值	0.5
1	电压/电流总有效值	1
	电压/电流基波有效值	1

表3 功率误差限值

项目 基本准 准确度等级	有功功率 (%FS)	基波有功功率 (%FS)	相位差准确度等级 (°)			
			普通级	S1级	S2级	S3级
0.1	0.1	0.1	5	2	1	0.5
0.2	0.2	0.2	10	5	2	1
0.5	0.5	0.5	20	10	5	2
1	1	1	50	20	10	5
2	2	2	100	50	20	10

注：对于采样频率与基波频率有关的分析仪，实际测量时，需要按照额定频率下限对应的采样频率的1/2来选择防混叠滤波器，因此，所有准确度试验应在防混叠滤波器开启的条件下进行。

5.5 影响量

当分析仪在参比条件下，一个影响量按照表4的要求改变时，由该影响量引起的以等级指数的百分数表示的改变量应不超过表4规定。

表4 标称使用范围极限和允许改变量

序号	影响量	标称使用范围-参比条件 (另有标志除外)	允许改变量(以等级指数的百分数表示)
1	环境温度	参比温度 $\pm 10^{\circ}\text{C}$	50%
2	工作电源电压变化	标称电压 $\pm 10\%$	0%
3	工作电源频率变化	标称频率 $\pm 10\%$	0%
4	自热影响	通电(1~3)min与通电(30~35)min	50%
5	外磁场	磁场强度 0.4kA/m	50%

自然影响应能承受下述条件的热效应而温升不超过规定限定值且无损伤：

- a) 额定的最高环境温度
- b) 最低频率和最高频率
- c) 额定连续热电流
- d) 辅助电源电压和输入电压、电流的综合作用，使分析仪具有最大的内部功率消耗。

5.6 传输系统和输出链接

5.6.1 一般要求

如传输系统和输出链接采用光纤，应符合 IEC 60794 的要求。光纤应防水，且与电缆隔离，安装在专用管道内。

传输系统和输出链接的光纤应具有防啮齿类动物破坏的保护。

5.6.2 缆线总长度

分析仪能够在制造方规定的传输系统缆线和输出链接的最大长度下运行。

注：变频电量测量场合通常电磁环境复杂，模拟量输入传输线路的缆线长度，规格、布线方式、接地、屏蔽等都会影响分析仪的测量准确度，需特别注意。

5.7 数字量输入二次仪表的运算正确性

数字量输入二次仪表的运算正确性在验证数字量输出变频电量变送器准确度等级的同时，也完成了其运算正确性验证。

5.8 频率特性

变送器应描绘出频率从带宽下限至带宽上限范围内的幅频特性曲线和相频特性曲线。

在准确限值频率范围之内，误差应满足表 2~表 3 要求。

在准确限值上限频率与带宽上限频率之间，比值误差劣化量不应大于 3dB。

5.9 上升时间

变送器的上升时间不应大于标称上升时间，带宽不应小于标称带宽。

上升时间 t_r 与带宽 (BW) 的关系可用下述公式进行转换：

$$t_r = 0.35 / BW$$

式中，BW 的单位为 Hz， t_r 的单位为 s。

例如：某变送器的上升时间为 50 μ s，那么其带宽为 7kHz。

上升时间试验和带宽试验可根据情况任选一个进行。

5.10 电磁兼容要求

5.10.1 发射要求

GB 9254 所考虑的发射限值适用于分析仪，且应进行相应试验。

5.10.2 抗扰度要求

分析仪的性能判据参见表 5。

分析仪应能承受表 6 规定的抗扰度试验。

表 5 抗扰度试验的性能判据

被试设备 (EUT)	判据 A	判据 B
运行状态	无变化	仅有短暂变化
计量特性	基本误差无改变	基本误差改变量不超过 50%
控制信号和输出信号	无变化	仅有短暂变化

表 6 最低抗扰度要求

端口	现象	试验方法标准	等级	性能判据
直流电源 输入端口	电快速脉冲群	GB/T 17626.4	2kV/5kHz	B
	电压暂降、短时中断	GB/T 17626.11	/	A
信号和控制 端口	电快速脉冲群	GB/T 17626.4	2kV/5kHz	B
	射频传导, 共模	GB/T 17626.6	(80~1000) MHz, 30V/m, 80%调幅 (1kHz)	B
交流电源 输入端口	电快速脉冲群	GB/T 17626.4	4kV / 5kHz	B
	射频传导, 共模	GB/T 17626.6	(0.15~80) MHz 10V/m, 80%调幅 (1kHz)	B
	电压暂降、短时中断	GB/T 17626.11	/	A
	浪涌 (冲击)	GB/T 17626.5	4kV, 1.2 μs/50 μs	A
	射频电磁场、调幅	GB/T 17626.3	(80~1000) MHz, 30V/m, 80%调幅 (1kHz)	B
外壳 (变送器)	工频磁场	GB/T 17626.8	100A/m	B
	脉冲磁场	GB/T 17626.9	1000A/m	B

5.11 环境适应性

5.11.1 气候环境适应性

应符合表 7 的规定, 且同步信号输出的变化不得大于 1×10^{-9} 。

表 7 气候环境适应性

项 目		范 围
温 度	工 作	0℃~45℃
	贮存运输	-40℃~55℃
相对湿度	工 作	40%~90% (40℃)
	贮存运输	40%~90% (40℃)
大气压		86kPa~106kPa

5.11.2 机械环境适应性

应符合表 8~表 11 的规定。

表 8 振动适应性

试验项目	试验内容	级别
初始和最后响应检查	频率范围 (Hz)	5~35
	扫频速率 (oct/min)	≤1
	位移幅值或加速度	0.15mm
定额耐久试验	位移幅值或加速度	0.15mm
	试验时间 (min)	10±0.5
扫频耐久试验	频率范围(Hz)	5~35~5
	位移幅值或加速度	0.15mm
	扫频速率(oct/min)	≤1
	循环次数	2
注：表中驱动振幅为峰值。		

表 9 冲击适应性

峰值加速度 (m/s ²)	脉冲持续时间 (ms)	冲击次数	冲击波形
150	11	x、y、z 三个轴向面，每面各 3 次	半正弦波

表 10 碰撞适应性

峰值加速度 (m/s ²)	脉冲持续时间(ms)	碰撞次数
50	16	1000±10

表 11 运输包装件跌落适应性

包装件质量(kg)	跌落高度(mm)
≤15	1000
15~30	800
30~40	600
40~45	500
45~50	400
>50	300

5.12 可靠性

采用平均无故障工作时间 (MTBF) 衡量系统的可靠性水平。分析仪的 MTBF 应不少于 2000h。

6 试验方法

6.1 试验环境条件

本标准中除气候环境条件试验、可靠性试验以外，除非另有规定，其他试验应在下列环境条件下进行：

- a) 温度： $+15^{\circ}\text{C}\sim+35^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 相对湿度：45%~75%；
- c) 大气压力： $86\text{kPa}\sim 106\text{kPa}$ 。

6.2 外观和结构检查

用目测法在自然光线下检查，分析仪应符合 5.1.2 的要求。

6.3 功能检查

按产品说明书给分析仪通电，施加标称激励电压和标称激励电流信号，分项测试分析仪是否具有所述的各项功能。

按产品标准中规定的各项功能、性能、软件配置和文档逐项进行检查，应符合产品标准的要求。

6.4 安全性能试验

6.4.1 绝缘电阻试验

在正常试验条件和湿热试验条件下，测量分析仪各电气回路对地和各电气回路间的绝缘电阻，其值应符合 5.3.1 的规定。

6.4.2 接触电流试验

按 GB 4943.1 中 5.1 的规定进行试验，其限值不应超过 GB 4943.1 中表 5A 的最大电流。

6.4.3 抗电强度试验

按 GB 4943.1 中 5.2 的规定进行试验，判断依据参照 GB 4943.1 中表 5B，表 5C。

6.4.4 接地连续性

按 GB 4943.1 中 2.6 的规定进行。接地端子和需要接地的零部件之间的连续电阻不应超过 $0.1\ \Omega$ 。

6.5 准确度试验

6.5.1 基本误差试验条件

- a) 在预处理和测量基本误差前，应在参比条件下，按照生产厂家说明书要求对分析仪进行初调（生产厂家未要求时不做）。但在进行周期检定时，不得进行初调。
- b) 在表 12 规定的条件下，将分析仪接入线路进行预处理，传输链路应在标称的最大距离下进行。分析仪的预处理时间可根据其自热影响的大小适当延长或缩短，确定方法如下：分析仪完成预处理时的误差与通电到使其内部达到热平衡时的误差之差不超过基本误差限值的 1/5。标准表的预处理时间按其技术要求确定。

表 12 预处理条件

试验条件	要求
电压（包括辅助电源）	标称值
电流	标称值
频率	参比值
功率因数	参比值
从接入线路到开始测定误差的时间	30min

- c) 按规定进行预处理之后,可根据需要按生产厂家说明书对可供用户调节的装置进行调节。当生产厂家未作说明时,调整零位应在辅助电源施加标称电压、被测量时为零值的条件下进行(带有隐零位的分析仪除外)。
- d) 测量基本误差时,所有影响量都应保持参比条件。每个影响量的参比条件和试验用允许偏差见表 13。

表 13 影响量的参比条件和试验用允许偏差

影响量	参比条件 (另有标志除外)	试验时允许有偏差 ^① (适用于一个参比值)
环境温度 使用组别 I (一般用途) II (恶劣环境用途)	按标志 15℃~30℃ 0℃~45℃	±1℃ —
输入量波形	正弦波	畸变因数×100 不超过等级指数,除生产厂家另有规定外
输出负载	标称使用范围平均值 ^②	±1%
辅助电源	交流电压	标称值
	直流电压	标称值
	频率	标称值
外磁场	无	0~65Hz, 40A/m 任一方向
注: ① 当标志参比范围时,不允许有偏差。 ② 对于带有固定负载的分析仪,应为所带的实际负载值。		

6.5.2 改变量的试验条件

- a) 应对每一影响量测定改变量,试验时其他影响量应保持参比条件。
- b) 当给定一个参比值时,影响量可在该值与标称使用范围内的任一值间变化。当给定一个参比范围时,影响量可在参比范围的每一极限及标称使用范围中与该极限邻近的任一值间变化。
- c) 测定改变量时,如有可能,应避免对标准表施加影响量。否则,当标准表和被检分析仪承受相同的影响量时,应确保前者的改变量不超过后者改变量的 1/4。

6.5.3 参考频率下的基本误差试验

在参考频率（50Hz 或 60Hz）、功率因数为 1 和正常工作温度的条件下，在额定输入电压、额定输入电流范围内进行基本误差试验。电压、电流的误差及两者的相位差的误差、以及功率误差应能满足表 2～表 3 要求。试验点不应少于 5 个，且应包括额定范围上限和下限。

对于内部多量程的分析仪，每个量程选择量程转换的上限点和下限点。最大量程的上限点用准确限值上限取代，最小量程的下限点用准确限值下限取代。

6.5.4 不同频率下的基本误差试验

在变送器标称准确限值频率范围内，选取上、下限两个频率点和范围内的 3 个频率点，选取额定输入值或 6.5.3 条基本误差试验中的某一试验点进行基本误差试验。

中间频点的选择按下一频点与上一频点的倍数相等的原则选取。对于标称频率范围较宽的分析仪，可适当增加试验频点。电压、电流的比值误差及两者的相位差的误差、以及功率误差应能满足表 2～表 3 要求。

6.6 影响量试验

6.6.1 环境温度影响试验（低高温环境试验）

根据 5.5 的规定和表 4 给出的参比值，按照 GB/T 2423.1 和 GB/T 2423.2 规定分别对散热试验样品进行低高温环境试验。待试验样品温度稳定时，通电后，按有关标准规定进行基本误差试验，分析仪的误差改变量应满足表 4 的要求。试验持续时间 8h 或 16h，升（降）温变化速率不大于 1℃/10min（不超过 5min 时间的平均值）。

6.6.2 电源电压影响试验

根据 5.5 的规定和表 4 给出的参比值，分别进行工作电源电压上、下限试验。待工作电源电压上、下限处于稳定状态后，进行基本误差试验，分析仪的误差改变量不应超出表 4 的规定。

6.6.3 电源频率影响试验

根据 5.5 的规定和表 4 给出的参比值，分别进行工作电源频率上、下限试验。待工作电源频率上、下限处于稳定状态后，进行基本误差试验，分析仪的误差改变量不应超出表 4 的规定。

6.6.4 自热影响试验

根据 5.5 的规定和表 4 给出的参比值，分别在变送器通电开始时和试验结束前，进行基本误差试验，前后两次的分析仪的误差改变量不应超出表 4 的规定。

6.6.5 外磁场影响试验

根据 5.5 的规定和表 4 给出的参比值，分别在施加外磁场影响前和影响时，进行基本误差试验，前后两次的分析仪的误差改变量不应超出表 4 的规定。

6.7 传输系统和输出链接检查

在分析仪基本误差试验时一并得到验证，无需进行额外试验。

6.8 数字量输入二次仪表的运算正确性验证

数字量输入二次仪表的运算正确性在验证数字量输出变频电量变送器准确度等级的同时，也完成了其运算正确性验证。

6.9 频率特性试验

在准确限值上限频率至带宽上限频率之间和在准确限值下限频率至带宽下限频率之间以及准确限值频率范围内，各频率段等倍数选择不少于3个频率点，在额定电压或额定电流下进行试验。

记录标准表及分析仪输出的幅值和相位，绘制幅频特性和相频特性曲线。在带宽上限频率时，衰减量应不大于3dB。

6.10 上升时间试验

输入一个阶跃信号，记录变送器的输出波形，观测波形计算上升时间。

阶跃信号应当用带宽高于被检变频电量变送器10倍以上的信号源产生，以保证阶跃信号本身的上升时间可以忽略不计。

6.11 电磁兼容性试验

6.11.1 电磁兼容发射试验

电磁兼容发射试验应按GB 9254的试验程序进行，试验限值的规定值为A级，试验先在组装完整的条件下进行。

6.11.1.1 端子传导骚扰

按GB 9254中5.1条规定的程序对辅助电源端子的骚扰电压进行测量；按GB 9254中5.2条规定的程序对信号端子的骚扰电压进行测量。

6.11.1.2 辐射骚扰

按GB 9254中6.1条规定的程序对分析仪的辐射骚扰进行测量。

6.11.2 电磁兼容抗扰度试验

6.11.2.1 静电放电抗扰度试验

试验按GB/T 17626.2的要求进行。试验等级：2级；试验电压：接触放电4kV，空气放电8kV。选取不少于10个试验点，每点正负极性各10次，每次放电时间间隔1s。试验期间，产品处于正常工作状态，允许性能有所下降，但试验后，工作状态不应改变，存储数据不应丢失，能自行恢复正常工作状态。

6.11.2.2 射频电磁场辐射抗扰度试验

试验按GB/T 17626.3的要求进行。试验等级：2级；频率范围：(80~1000) MHz；试验场强：3V/m；分别对产品的四个面进行。试验期间，产品处于正常工作状态，无需操作人员介入，要求能正常工作，不能出现性能降低。

6.11.2.3 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

试验按GB/T 17626.4的要求进行。电源端口，试验等级：2级；试验电压：1kV。信号端口，试验等级：1级；试验电压：0.5kV。试验期间，产品处于正常工作状态，允许性能有所下降，但试验后，工作状态不应改变，存储数据不应丢失，能自行恢复正常工作状态。

6.11.2.4 浪涌（冲击）抗扰度试验

试验按 GB/T 17626.5 的要求进行。试验等级：2 级；试验电压：1kV（线-线），2kV（线-地），正负极性各 5 次。每次浪涌时间间隔 60s。试验期间，产品处于正常工作状态，允许性能有所下降，但试验后，工作状态不应改变，存储数据不应丢失，能自行恢复正常工作状态。

6.11.2.5 射频场感应的传导骚扰抗扰度试验

试验按 GB/T 17626.6 的要求进行。电源端口，试验等级：2 级；频率范围：150kHz~80MHz；试验电压：3Vrms。信号端口，试验等级：1 级；频率范围：150kHz~80MHz；试验电压：1Vrms。试验期间，产品处于正常工作状态，允许性能有所下降，但试验后，工作状态不应改变，存储的数据不应丢失，能自行恢复正常工作状态。

6.11.2.6 工频磁场抗扰度试验试验

试验按 GB/T 17626.8 的要求进行。试验等级：5 级；磁场强度：100A/m；对产品的 x、y、z 三个轴向分别进行试验。试验期间，产品处于正常工作状态，无需操作人员介入，要求能正常工作，不能出现性能降低。

6.11.2.7 脉冲磁场抗扰度试验试验

试验按 GB/T 17626.9 的要求进行。试验等级：5 级；磁场强度：1000A/m；对产品的 x、y、z 三个轴向分别进行试验。试验期间，产品处于正常工作状态，无需操作人员介入，要求能正常工作，不能出现性能降低。

6.11.2.8 电压暂降、短时中断和电压变化抗扰度试验

电压暂降按 GB/T 17626.11 规定进行，试验等级如下：1. 电压暂降 $>95\%U_m$ ，持续时间为 0.5 周期（10ms）；2. 电压暂降 $30\%U_m$ ，持续时间为 25 个周期（500ms），试验进行 3 次，每次间隔时间 10s。试验期间，允许产品性能有所下降，但试验后，工作状态不应改变，存储数据不应丢失，能自行恢复正常工作状态。

短时中断按 GB/T 17626.11 规定进行，试验等级：电压降低 $>95\%U_m$ ，持续时间为 250 个周期（5s），试验进行 3 次，每次间隔时间 10s。试验期间，允许受试样品性能有所下降，试验之后，在操作人员的介入下，应能恢复正常工作，但存储数据不应丢失。

6.12 环境试验

6.12.1 气候环境试验

6.12.1.1 工作温度下限试验

按 GB/T 2423.1 “试验 Ad” 进行。受试样品须进行初始检测。严酷程度取表 7 规定的工作温度下限值。加电运行检查程序 2h，受试样品工作应正常，并检测同步信号频率变化量。恢复时间 2h。

6.12.1.2 存储温度下限试验

按 GB/T 2423.1 “试验 Ab” 进行。严酷程度取表 7 规定的存储温度下限值。受试样品在不工作条件下存放 16h。恢复时间 2h，并进行最后检测。

6.12.1.3 工作温度上限试验

按 GB/T 2423.2 “试验 Bd” 进行。受试样品须进行初始检测。严酷程度取表 7 规定的工作温度上

限值。加电运行检查程序 2h，受试样品工作应正常，并检测同步信号频率变化量。恢复时间 2h。

6.12.1.4 储存温度上限试验

按 GB/T 2423.2 “试验 Bd” 进行。严酷程度取表 7 规定的存储温度上限值。受试样品在不工作条件下存放 16h。恢复时间 2h，并进行最后检测。

6.12.1.5 工作条件下恒定湿热试验

按 GB/T 2423.3 “试验 Ca” 进行。严酷程度取表 7 规定的工作温度、湿热上限值，受试样品须进行初始检测。持续时间 2h。在此期间加电运行检查程序，工作应正常。恢复时间 2h，并进行最后检测。

6.12.1.6 贮存条件下恒定湿热试验

按 GB/T 2423.3 “试验 Ca” 进行。受试样品须进行初始检测。受试样品在不工作条件下存放 48h，恢复时间 2h，并进行最后检测。

6.12.2 机械环境试验

6.12.2.1 振动试验

按 GB/T 2423.10 “试验 Fc” 进行。受试样品按工作位置固定在振动台上，进行初始检测。受试样品在非工作状态下，按表 8 规定值，分别对三个垂直的轴线方向进行振动。对于第 3 级受试样品，试验应在加电运行检查程序的工作条件下进行。

a) 初始振动响应检查

试验在给定的频率范围内，在一个扫频循环上完成。试验过程中记录危险频率，包括机械共振频率和导致故障及影响性能的频率（后者仅在工作条件下产生）。对于第 3 级受试样品还应进行一次附加的不工作状态下的振动响应检查，并记录共振频率。

b) 定频耐久试验

用初始振动响应检查中记录的危险频率进行定频试验，如果两种危险频率同时存在，则不能只选其中一种。

在试验规定频率范围内如无明显共振频率或无影响性能的频率，或危险频率超过四个则不做定频耐久试验，仅做扫频耐久试验。

c) 扫频耐久试验

按表 8 给定频率范围由低到高，再由高到低，作为一次循环。按表 8 规定的循环次数进行，已做过定频耐久试验的样品不再做扫频耐久试验。

d) 最后振动响应检查

此项试验在非工作条件下进行，对于已做过定频耐久试验的受试样品须做此项试验。对于做扫频耐久试验的样品，可将最后一次扫频试验作为最后振动响应检查。本试验须将记录的共振频率与初始振动响应检查记录的共振频率相比较，若有明显变化，应对受试样品进行修整，重新进行该项试验。

试验结束后，进行最后检测。

6.12.2.2 冲击试验

按 GB/T 2423.5 “试验 Ea” 进行。受试样品须进行初始检测，安装时要注意重力影响，按表 9 规定值，在不工作条件下，分别对三个互相垂直轴线方向进行冲击。试验后进行最后检测。

6.12.2.3 碰撞试验

按 GB/T 2423.6 “试验 Eb” 进行。受试样品须进行初始检测，安装时要注意重力影响，按表 10 规定值，在不工作条件下，分别对三个互相垂直轴线方向进行碰撞。试验后进行最后检测。

6.12.2.4 包装运输件跌落试验

对受试样品进行初始检测，将运输包装件处于准备运输状态，按 GB/T 4857.2 的规定进行预处理 4h。

将运输包装件按 GB/T 4857.5 的要求和表 11 的规定值进行跌落，任选四面，每面跌落一次。试验后按产品标准的规定检查包装件的损坏情况，并对受试样品进行最后检测。

6.13 可靠性试验

6.13.1 试验条件

本标准规定可靠性试验目的为确定产品在正常使用条件下的可靠性水平，试验周期内综合应力规定如下：

电应力：受试样品在电源电压（187~242）V 范围内工作一个周期，一个周期内工作时间的分配为电压上限 25%，标称值 50%，电压下限 25%。

温度应力：受试样品在一个周期内由正常温度（25℃）升至表 7 规定的工作温度上限值再回到正常温度。温度变化率的平均值为（0.7~1）℃/min。在一个周期内保持在上限和正常温度的持续时间之比应为 1:1 左右。

一个周期称为一次循环，在总试验期间内循环次数不应少于 3 次。每个周期的持续时间应不大于 $0.2m_0$ ，电应力和温度应力同时施加。

6.13.2 试验方案

可靠性试验按 GB/T 5080.7 进行，可靠性鉴定试验和可靠性验收试验的试验方案由产品标准具体规定。在整个试验过程中产品应满载工作，故障的判据和计入方法按 GB/T 9813 附录 B 的规定，只统计关联故障数。

6.13.3 试验时间

试验时间应持续到总试验时间及总故障次数均能按选定的试验方案作出接收或拒收判决时截止。多台受试样品试验时，每台受试样品的试验时间不得少于所有受试样品的平均试验时间的一半。

7 检验规则

7.1 总则

产品在定型时和生产过程中通过规定的检验，以确定产品是否符合标准规定的要求。

7.2 检验分类

产品检验分为三类：

- a) 型式试验；
- b) 例行试验；
- c) 特殊试验。

各类试验的试验项目和顺序分别按表 14 进行。

7.3 型式试验

- a) 分析仪在设计定型和生产定型时均应进行型式试验。
- b) 型式试验由指定或委托的质量检验单位负责进行。
- c) 型式试验中可靠性鉴定的受试样品数根据产品批量、试验时间和成本确定，其余检验项目的样品数量为2台。
- d) 型式试验中的可靠性试验故障判据和计算方法由试验承担机构与制造商商定，其他项目均按以下规定进行：检验中出现故障或某项通不过时，应停止试验。查明故障原因，提出故障分析报告，排除故障，重新进行该项试验。若在以后的试验中再次出现故障或某项通不过时，在查明故障原因，提出故障分析报告，排除故障，重新进行型式试验。
- e) 检验后应提交型式试验报告。

表 14 试验项目

序号	试验项目	要求	试验方法	型式试验	例行试验
1	外观和结构	5.1	6.2	●	●
2	功能	5.2	6.3	●	●
3	安全性能	5.3	6.4	●	●
4	准确度	5.4	6.5	●	●
5	影响量	5.5	6.6	●	○
6	传输系统和输出链接	5.6	6.7	●	○
7	数字量输入二次仪表运算正确性	5.7	6.8	●	○
8	频率特性	5.8	6.9	●	○
9	上升时间	5.9	6.10	●	○
10	电磁兼容要求	5.10	6.11	●	○
11	环境适应性	5.11	6.12	●	○
12	可靠性	5.12	6.13	●	○

注：“●”表示在该类检验中应进行的试验项目，“○”表示在该类检验中不进行的试验项目。

7.4 例行试验

每台分析仪均应进行的试验。

7.5 特殊试验

型式试验或例行试验之外经制造方和用户协商同意的试验。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

包装应注明产品型号、数量、质量、制造单位名称、地址、制造日期、产品执行标准编号。

包装箱外应印刷或贴有“怕雨”、“堆码层数”或“堆码重量极限”等储运标志。储运标志应符合 GB/T 191 的规定。

产品标志的基本内容应包括：

- a) 生产厂名称、商标；
- b) 产品型号、名称；
- c) 制造日期、生产编号；
- d) 额定电压、额定电流、额定频率范围、带宽；
- e) 准确度等级；
- f) 所有指示器、开关、端子等均有清晰易懂的标志。

8.2 包装

包装箱应符合防潮、防尘、防震的要求，包装箱内应有装箱清单、检验合格证、备件、附件及有关的随机文件。

包装箱上应有下列标志：

- a) 生产企业名称、地址；
- b) 产品名称、商标；
- c) 毛重、尺寸；
- d) 产品标准号；
- e) 包装储运图示标志应按 GB/T 191 中有关规定，箱上的字样和标志，应保证不因历时较久而模糊不清；

包装箱内应有防震、防潮措施，以保证产品不受自然损坏；

包装箱内应随带：装箱单、产品合格证、产品使用说明书。

8.3 运输

包装后的产品应能用任何交通工具进行运输。产品在运输过程中不容许倒置、雨雪或液体直接淋袭和机械损伤。

8.4 贮存

产品贮存时应放在原包装箱内，存放产品的仓库环境温度为 0℃~40℃，相对湿度为 30%~85%，仓库内不允许有各种有害气体、易燃和易爆物品及有腐蚀性的化学物品，并且应无强烈的机械震动、冲击和强磁场作用，包装箱应垫离地面至少 15cm，距离墙壁、热源、冷源、窗口或空气入口至少 50cm。

若在制造单位存放超过六个月，则应在出厂前重新进行交收检验。