

ICS 03.220.20
R 80
备案号: 72745-2020

DB11

北京市地方标准

DB11/T 1737—2020

城市轨道交通牵引电能车载计量器具功能 要求

Function requirements of traction power on-board measuring instrument
for urban rail transit

2020 - 06 - 30 发布

2021 - 01 - 01 实施

北京市市场监督管理局

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 技术要求.....	2
5 性能要求.....	5
6 试验项目及方法.....	6

前 言

本文件根据GB/T 1.1给出的规则起草。

本文件由北京市交通委员会提出并归口。

本文件由北京市交通委员会组织实施。

本文件起草单位：北京交通发展研究院、京铁物流有限公司、北京交通大学、北京地铁运营公司、北京交研都市交通科技有限公司、福州轨道交通电气科技有限公司、北京地铁车辆装备有限公司。

本文件主要起草人：俞宏熙、杨军、杨春雷、王聘玺、郑晓彬、徐龙、程颖、蔡静、周瑜芳、史超、薛晴、薄洋、张哲浩、荀径、王胜利、李倬、李熙、唐涛、霍苗苗、何巍楠、陆建东、吕凤艳、马皓、肖昊玮、梁文博、朱宇婷、赵晋、管城熠、李宇翔、焦阳、张林溪。

城市轨道交通牵引电能车载计量器具功能要求

1 范围

本文件规定了城市轨道交通牵引电能车载计量器具（简称器具）的技术要求、性能要求、试验项目及方法。

本文件适用于城市轨道交通牵引电能车载计量器具的设计、制造和使用。

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 2423.4 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Db：交变湿热（12h+12h循环）

GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）

GB/T 15284 多费率电能表 特殊要求

GB/T 17215.211—2006 交流电测量设备 通用要求、试验和试验条件 第11部分：测量设备

GB/T 17215.421—2008 交流测量 费率和负荷控制 第21部分：时间开关的特殊要求

GB/T 21563 轨道交通 机车车辆设备 冲击和振动试验

GB/T 24338.4 轨道交通 电磁兼容 第3-2部分：机车车辆 设备

GB/T 25119—2010 轨道交通 机车车辆电子装置

DL/T 1484—2015 直流电能表技术规范

JT/T 808 道路运输车辆卫星定位系统北斗兼容车载终端通讯协议技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

城市轨道交通牵引电能车载计量器具 traction power measuring on-board instrument for urban rail transit

安装在直流牵引供电系统的城市轨道交通列车上，用于测量列车牵引电能，可按两个功率方向测量电能的装置，由电压传感器、电流传感器、无线通讯终端、显示器等组成。简称器具。

3.2

直流纹波因数 Direct current ripple factor

脉动直流电量的峰值和谷值之差的一半对该直流电量平均值之比。

4 技术要求

4.1 一般要求

器具应不影响城市轨道交通列车的正常行驶，不致引起任何危险，并应满足下列要求：

- 耐热和阻燃应符合 GB/T 17215.211—2006 中 5.8 的规定。非金属材料采用阻燃型材料，电线电缆应为低烟、无卤、阻燃型产品；
- 防止固体异物、灰尘和水的进入；
- 可能经受腐蚀的所有部件应予以有效防护；
- 材质无毒害、无放射性。

4.2 使用条件

应符合 GB/T 25119—2010 第 4.1 条要求。

4.3 电源条件

器具宜采用辅助电源供电，供电电压符合 GB/T 25119—2010 中第 5.1 条要求。

由蓄电池供电的电子装置，应在表 1 的所有供电电压（在装置输入端测量）下正常工作。

表 1 蓄电池供电的电子装置的供电电压

供电电压	供电方式	
	由不带电压调整器的蓄电池供电	由带电压调整器的蓄电池供电
最低电压	$0.7U_n$	$0.8U_n$
标称电压	U_n	U_n
最高电压	$1.25U_n$	$1.1U_n$
不大于 0.1s 的电压波动不应引起功能异常	$0.6U_n \sim 1.4U_n$	$0.7U_n \sim 1.3U_n$
不大于 1s 的电压波动不应引起损坏，允许功能降级	$1.25U_n \sim 1.4U_n$	$1.1U_n \sim 1.3U_n$

4.4 功耗要求

器具功耗不大于 100W。

4.5 通信要求

通信功能应满足：

- 至少具备 1 路 RS-232，1 路 RS485 通信接口；
- RS485 通信接口初始速率为 2400bit/s，通过软件可设置为 1200bit/s、4800bit/s、9600bit/s、19200bit/s；
- 协议支持 Modbus-RTU 协议接口；
- 可预留满足车辆通信要求的多功能列车通讯总线；
- 时钟应与列车控制系统同步；
- 应支持主流的 3G、4G、5G 等无线通信网络；
- 通信协议采用 TCP 或 UDP，通信方式应符合 JT/T 808 的要求。

4.6 定位要求

器具可扩展的定位功能应满足：

- a) 器具应能提供实时的时间、经度、纬度、速度、高程和方向等定位状态信息，可存储到器具内部，同时通过无线通信方式上传至后台；
- b) 器具应能在通信中断时（盲区）以先进先出方式存储不少于 3000 条定位信息，在恢复通信后将存储的定位信息补报上传，可根据需要采用压缩方式上传；
- c) 器具采用北斗卫星定位的应具有北斗卫星信息采集功能，应存储或向后台上报北斗定位结果及卫星定位模块详细定位数据，至少包含信噪比、有效卫星数；
- d) 定时报送：在行驶状态下，最小报送时间间隔不大于 5s，最大报送时间间隔不大于 60s；
- e) 实时定位：从器具收到监控中心下发的实时定位请求到器具应答，时间不大于 10s；
- f) 记录时间精度要求在 24h 内累计时间允许误差在±5s 以内。

4.7 电能量计量要求

器具具有正向、反向有功电能量计量功能。有功电能量应对轨道交通列车牵引电能量、辅助电能量、再生制动电能量、悬浮系统电能量等分别进行计量，电能计量电压范围见表2，电能计量电流范围见表3。

表 2 电能计量电压范围

额定电压 (U_n)	最小电压 (U_{min})	最大电压 (U_{max})
750V	500V	900V
1500V	1000V	1800V

表 3 电能计量电流范围

额定电流 (I_n)	最小电流 (I_{min})	最大电流 (I_{max})
600A	10A	1200A
2000A	10A	2200A

4.8 显示要求

显示功能要求如下：

- a) 显示方式分为自动循环显示和按键显示两种，显示项目可设置；
- b) 可显示电压、电流、正负电能量、时间、故障报警等信息；
- c) 电能量显示位数至少为 5 位（至少含 2 位小数），计量单位为 kWh。

4.9 负荷记录

负荷记录要求如下：

- a) 器具能记录电压、电流、电能量三类数据，记录时间间隔可在1min~60min范围内设置；
- b) 采样频率不低于2kHz。

4.10 存储要求

器具应能存储1个月的数据。工作电源失电后，所有数据都不应丢失。

4.11 器具电能常数

器具测试输出与显示的电能变化之间的关系，应与铭牌标示的常数一致。

5 性能要求

5.1 平均无故障间隔时间

器具应满足器具的平均无故障间隔时间（MTBF）最低为 3000h。

5.2 准确度要求

准确度应满足DL/T 1484—2015中第4.6条要求。在额定电流（ I_n ）下，电能表的基本误差不应超过表4规定的误差限值。宜与供电系统准确度等级一致。

表 4 百分数误差限值（额定电流条件下）

电压（ U ）变化范围	误差限值	
	0.5 级	1 级
$0.1U_n \leq U < 0.4U_n$	$\pm 1.0\%$	$\pm 1.5\%$
$0.4U_n \leq U < 1.2U_n$	$\pm 0.5\%$	$\pm 1.0\%$

在额定电压（ U_n ）下，电能表的基本误差不应超过表5规定的误差限值。

表 5 百分数误差限值（额定电压条件下）

电流（ I ）变化范围	误差限值	
	0.5 级	1 级
$0.01I_n \leq I < 0.5I_n$	$\pm 1.0\%$	$\pm 2.0\%$
$0.5I_n \leq I < 1.2I_n$	$\pm 0.5\%$	$\pm 1.0\%$

在输入电压、电流的直流纹波因数不大于2%时，电能表的附加误差不应超过表6规定的误差限值。

表 6 百分数误差限值

电压（ U ），电流（ I ）	误差限值	
	0.5 级	1 级
U_n, I_n	$\pm 1.0\%$	$\pm 1.0\%$

5.3 日计时误差

器具的日计时误差不应超过DLT 1484-2015 中4.8.3a) 的规定限值。

5.4 绝缘性能

5.4.1 绝缘电阻

所有线路外壳的绝缘电阻不应小于40M Ω 。

5.4.2 工频耐压

工频耐压要求如下：

- a) 器具对地：金属外壳或绝缘材料制外壳的金属外露部分，应能耐受频率为 50Hz 的正弦波电压历时 1min 的试验。试验电压值从表 7 的规定值中确定。

- b) 不同电压等级电路间：不同电压等级电路间应能耐受频率为 50Hz 的正弦波交流电压历时 1min 的试验，试验电压值从表 7 的规定值中确定。

表 7 电能表绝缘试验电压

额定电压 (U_n)	试验电压
$U_n \leq 42V$	500V
$42V < U_n \leq 600V$	2000V
$600V < U_n \leq 1000V$	3000V
$1000V < U_n \leq 2000V$	5600V

5.5 温湿度适应性要求

温湿度适应性应符合 GB/T 2423.1、GB/T 2423.2、GB/T 2423.4 的规定。

5.6 电磁兼容

电磁兼容性应符合 GB/T 24338.4 的规定。

5.7 冲击和振动

冲击和振动应符合 GB/T 21563 的规定。

5.8 机壳防护

车内安装的设备的防护等级应不低于 GB/T 4208 中 IP2X，车下安装的设备的防护等级应不低于 IP65。

6 试验项目及方法

6.1 检验项目

检验项目与方法见表 8。

表 8 检验项目

序号	检验项目	技术要求	检验方法
1	电源波动试验	4.3	6.2
2	功耗试验	4.4	6.3
3	通信试验	4.5	6.4
4	定位试验	4.6	6.5
5	电能量计量试验	4.7	6.6
6	显示要求试验	4.8	6.7
7	负荷记录试验	4.9	6.8
8	存储功能试验	4.10	6.9
9	器具电能常数试验	4.11	6.10
10	平均无故障间隔时间试验	5.1	6.11
11	准确度试验	5.2	6.12
12	日计时误差试验	5.3	6.13

表8 检验项目（续）

序号	检验项目	技术要求	检验方法
13	绝缘电阻测量	5.4.1	6.14.1
14	工频耐压试验	5.4.2	6.14.2
15	低温试验	5.5	6.15.1
16	低温存放试验	5.5	6.15.2
17	高温试验	5.5	6.15.3
18	交变湿热试验	5.5	6.15.4
19	电磁兼容试验	5.6	6.16
20	功能性随机振动试验	5.7	6.17.1
21	模拟长寿命随机振动试验	5.7	6.17.2
22	冲击试验	5.7	6.17.3
23	防护等级试验	5.8	6.18

6.2 电源波动试验

被试设备按正常工作模式连接，分别输入第4.3条要求的最低供电电压和最高供电电压，被试设备功能应正常。

6.3 功耗试验

将被试设备按正常工作状态连接，在额定的供电电压下，测量功耗，应满足第4.4条的要求。

6.4 通信试验

检查通信功能符合4.5条的要求。

6.5 定位试验

检查定位功能符合4.6条的要求。

6.6 电能量计量试验

检查电能计量符合4.7条的要求。

6.7 显示要求试验

按照GB/T 15284的规定试验、判定，检查显示要求符合4.8条的要求。

6.8 负荷记录试验

检查负荷记录符合4.9条的要求。

6.9 存储功能试验

检查存储功能符合4.10条的要求。

6.10 器具电能常数试验

检查器具电能常数符合4.11条的要求。

6.11 平均无故障间隔时间试验

检查平均无故障间隔时间符合 5.1 条的要求。

6.12 准确度试验

6.12.1 参比条件

环境温度为 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ；相对湿度为45%~75%。

6.12.2 额定电流下基本误差

在参比条件下器具通以额定电流，电压线路依次施加 $1.2U_n$ 、 $0.9U_n$ 、 $0.8U_n$ 、 $0.7U_n$ 、 $0.6U_n$ 、 $0.5U_n$ 、 $0.4U_n$ 、 $0.3U_n$ 、 $0.2U_n$ 、 $0.1U_n$ ，测得基本误差符合本标准第5.2条表4的要求。

6.12.3 额定电压下基本误差

在参比条件下器具通以额定电压，电流回路依次通以 $1.2I_n$ 、 I_n 、 $0.5I_n$ 、 $0.2I_n$ 、 $0.1I_n$ 、 $0.05I_n$ 、 $0.01I_n$ ，测得基本误差符合本标准第5.2条表5的要求。

6.12.4 直流纹波影响

在参比条件下器具电压回路通以额定电压和额定电流，保持输入电流为额定电流，在输入电压含有300Hz交流成分，并且直流纹波因数为2%时进行电能表误差测试。保持输入电压为额定电压，在输入电流含有300Hz交流成分，并且直流纹波因数为2%时进行电能表误差测试。测得基本误差符合本标准第5.2条表6的要求。

6.13 日计时误差试验

试验按照GB/T 17215.421—2008中7.5.2.3的规定执行。测得日计时误差符合本标准第5.3条的要求

6.14 绝缘性能试验

6.14.1 绝缘电阻测量

采用DC500V兆欧表测量绝缘电阻值，应符合本标准第5.4.1条的要求。

6.14.2 工频耐压试验

采用耐压仪施加本标准第5.4.2条要求的耐受电压，应不发生击穿或闪络。

6.15 温湿度试验

6.15.1 低温试验

按GB/T 2423.1的规定进行试验，试验方法及要求见表9。

表 9 低温试验方法及要求

试验方法	要求
在装被试品不通电的情况下放入试验箱，在等于或大于 0.5h 内将箱温从正常环境温度 $25^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 逐渐降至附录规定的被试品最低环境温度 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，达到热稳定后放置 2h。放置时间终了，在保持低温状态下对被试品通电，并进行功能检测。 恢复后，在正常室温下重新进行功能检测。	器具应不产生故障和损坏；功能应正常，准确度符合第 5.2 条的要求。

6.15.2 低温存放试验

按GB/T 2423.1的规定进行试验，试验方法及要求见表10。

表 10 低温存放试验方法及要求

试验方法	要求
被试品在不通电的情况下放置于试验箱中，将试验箱从正常试验环境温度 $25^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 逐渐降至 $-40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，温度稳定后，被试品放置 16h，然后恢复正常条件，并在正常室温下重复功能试验。	器具应不产生故障和损坏；功能应正常，准确度符合第 5.2 条的要求。

6.15.3 高温试验

按GB/T 2423.2的规定进行试验，试验方法及要求见表11。

表 11 高温试验方法及要求

试验方法	要求
被试品通电后放入试验箱，在等于或大于 0.5h 内将箱温从正常环境温度 $25^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 逐渐升高至 $70^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，达到热稳定后保温 6h，然后在已升高的温度下对装置通电，并进行功能检测。试验完成后，将装置冷却到正常环境温度下并温度稳定后，再次进行功能检测。 包含一种试验工况， 85°C 持续 10 分钟，功能不出现异常。	器具应不产生故障和损坏；功能应正常，准确度符合第 5.2 条的要求。

6.15.4 交变湿热试验

按GB/T 2423.4的规定进行试验，试验方法及要求见表12。

表 12 交变湿热试验方法及要求

试验方法	要求
<p>将被试品放入试验箱内，调节箱温至 $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 并保持，相对湿度调至 45%~75%进行 2h~6h 温度稳定，最后 1h 内将箱内相对湿度提高至不低于 95%，温度仍保持 $25 \pm 3^{\circ}\text{C}$。</p> <p>稳定后开始循环，使箱温在 2.5~3h 内由 $25 \pm 3^{\circ}\text{C}$ 升至 $55 \pm 2^{\circ}\text{C}$，除最后 15min 内相对湿度不低于 90%外，升温阶段相对湿度不应低于 95%，以使试品表面产生凝露。然后在温度为 $55 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的高温高湿环境下保持到从循环开始算起的 $12\text{h} \pm 0.5\text{h}$ 止。这一阶段的相对湿度除最初和最后 15min 内不低于 90%外，均应为 $93\% \pm 3\%$。</p> <p>然后在 3h-6h 内，将箱温由 $55 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 降至 $25 \pm 3^{\circ}\text{C}$。最初 1.5h 的降温速率为 $10^{\circ}\text{C}/\text{h}$，这期间相对湿度除最初 15min 内不低于 90%外，其他时间不低于 95%。</p> <p>降温后温度保持 $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$，相对湿度不低于 95%，从循环开始算起 24h 为一周期。</p> <p>2 个周期试验结束后，将样品放在正常的试验大气条件下恢复 1h~2h。恢复后立即进行外观检查、绝缘试验和功能试验。</p>	绝缘性能应符合第 5.4 条的要求；功能应正常，准确度符合第 5.2 条的要求。

6.16 电磁兼容试验

按照GB/T 24338.4规定进行试验。

6.17 冲击和振动试验

6.17.1 功能性随机振动试验

按照GB/T 21563规定进行试验。

6.17.2 模拟长寿命随机振动试验

按照GB/T 21563规定进行试验。

6.17.3 冲击试验

按照GB/T 21563规定进行试验。

6.18 防护等级试验

按照GB/T 4208规定进行试验。
