

团 体 标 准

T/CAMET XXXXX—XXXX

城市轨道交通 列车可编程逻辑控制装置

Urban rail transit—Programmable logic control unit

(征求意见稿)

XXXX - XX-XX 发布

XXXX - XX-XX 实施

中国城市轨道交通协会 发布

目 次

前 言.....	II
引 言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语、定义和缩略语.....	1
3.1 术语和定义.....	1
3.2 缩略语.....	2
4 使用条件.....	2
4.1 海拔.....	2
4.2 最大相对湿度.....	2
4.3 使用温度.....	2
4.4 存储温度.....	2
4.5 电源要求.....	2
4.6 特殊要求.....	3
5 技术要求.....	3
5.1 一般要求.....	3
5.2 架构要求.....	3
5.3 功能要求.....	3
5.4 性能要求.....	4
5.5 接口要求.....	4
6 检验方法.....	5
6.1 一般要求.....	5
6.2 外观检查.....	5
6.3 静态试验.....	5
6.4 环境试验.....	6
6.5 电磁环境试验.....	6
6.6 老化试验.....	6
7 检验规则.....	6
7.1 检验分类.....	6
7.2 检验项目.....	7
7.3 出厂检验.....	7
7.4 型式试验.....	7
8 装车运行考核.....	8

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020 的规定起草。

本文件由中国城市轨道交通协会技术装备专业委员会提出并归口。

请注意本文件中某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件主要起草单位：广州地铁集团有限公司、成都运达科技股份有限公司、中车株洲电力机车有限公司、中南大学、西南交通大学。

本文件主要起草人：苏钊颐、朱士友、何晔、庞绍煌、高伟、黎莉莉、陈斯、李兆新、卢勇、陈晓亮、崔恒斌、王世权、王志云、李骏、彭冬良、李蔚、葛兴来。

引 言

本标准对应用在城市轨道交通列车上的可编程逻辑控制装置提出了相关技术要求，规范了城市轨道交通列车可编程逻辑控制装置的设计、制造和应用。通过本标准的实施，推动可编程逻辑控制装置在城市轨道交通列车上的规模化应用，实现城市轨道交通列车可编程逻辑控制装置的技术升级，提高城市轨道交通列车运营的可靠性和维护的便利性。

城市轨道交通 列车可编程逻辑控制装置

1 范围

本标准规定了城市轨道交通列车用、微机控制的可编程逻辑控制装置的术语及定义、使用条件、装置组成和功能、性能要求、接口要求、试验方法、检验规则。

本标准适用于城市轨道交通列车可编程逻辑控制装置的设计、制造、试验和检验等。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 4208 外壳防护等级（IP代码）
- GB/T 7826 系统可靠性分析技术 失效模式和影响分析（FMEA）程序（IEC 60812:2006, IDT）
- GB/T 21413.1 轨道交通 机车车辆电气设备 第1部分：一般应用条件和通用规则（IEC 60077—1:2017, MOD）
- GB/T 21562 轨道交通 可靠性、可用性、可维修性和安全性规范及示例（IEC 62278: 2002, IDT）
- GB/T 21563 轨道交通机车车辆设备 冲击和振动试验（IEC 61373:2010, MOD）
- GB/T 24338.4 轨道交通 电磁兼容 第3—2部分：机车车辆设备（IEC 62236—3—2:2008, MOD）
- GB/T 25119 轨道交通 机车车辆电子装置（GB/T 25119—2010, IEC 60571:2006, Electronic equipments used on rail vehicles, MOD）
- GB 50490—2009 城市轨道交通技术规范
- TB/T 1484.3 机车车辆电缆 第3部分：通信电缆
- IEC 61131—3 可编程控制器 第3部分：编程语言（Programmable controllers —Part 3 : Programming languages）
- IEC 61375—3—1 铁路电子设备列车通信网(TCN)第3—1部分：多功能车辆总线(MVB)(Electronic railway equipment—Train communication network (TCN) —Part 3—1 : Multifunction vehicle Bus (MVB))

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语和定义

GB 50490 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

城市轨道交通 urban rail transit

采用专用轨道导向运行的城市公共客运交通系统,包括地铁系统、轻轨系统、单轨系统、有轨电车、磁浮系统、自动导向轨道系统、市域快速轨道系统。

[来源:GB 50490—2009, 2.0.1]

3.1.2

逻辑控制单元 logic control unit

采用电力电子器件和微机控制技术,用软件实现控制电路逻辑关系的装置。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

RAMS: 可靠性、可用性、可维修性和安全性(Reliability, Availability, Maintainability, Safety)

FMECA: 故障模式、影响和危害性分析(Failure Mode, Effects and Criticality Analysis)

MTBF: 平均故障间隔时间(Mean Time Between Failure)

MTTR: 平均修复时间(Mean Time To Repair)

SIL: 安全完整性等级(Safety Integrity Level)

DSub: D型连接器(D-subminiature)

LCU: 逻辑控制单元(logic control unit)

TCMS: 列车控制和管理系统(Train Control and Management System)

4 使用条件

4.1 海拔

不超过2000 m。

注:对预定工作在海拔2000 m以上的设备,其工频耐受电压应乘海拔修正系数Ka(Ka按GB 25119—2010标准执行)。

4.2 最大相对湿度

月平均最大相对湿度不大于95%、无凝结(该月月平均最低温度为不低于25℃)。

4.3 使用温度

周围空气温度: -25℃ ~ +50℃。

4.4 存储温度

-40℃ ~ +85℃。

4.5 电源要求

LCU额定工作电压为DC110 V,其要求见表1。

表 1 DC110 V 电源

额定电压 (V)	工作电压范围 (V)	纹波系数
110	77~137.5	≤ 15 %

4.6 特殊要求

当运用环境超出上述规定的条件时，按用户与制造商达成的技术文件的规定执行。

5 技术要求

5.1 一般要求

- 5.1.1 LCU 各板卡应按照规定程序批准的产品图样制造；LCU 外观应完整，无缺损、磕碰、凹陷及划痕，各板卡在机箱中安装槽位正确、板卡固定紧固。
- 5.1.2 LCU 设计应便于检查、维护、测试及维修。
- 5.1.3 同一列车上相同型号的部件应能相互替换。
- 5.1.4 主要模块或部件上应有明显的标识。
- 5.1.5 应采用非延燃性材料，不允许使用燃烧后产生足以影响人体健康和对环境有害毒气的材料。所使用的电线和电缆应是低烟无卤阻燃电缆，满足 TB/T 1484.3 的规定。
- 5.1.6 LCU 中采用的电气、电子元件和部件应符合 GB/T 21413.1 和 GB/T 25119—2010 的规定。
- 5.1.7 LCU 设备应满足 GB/T 21563 中 1 类的规定。
- 5.1.8 LCU 的电磁兼容性应满足 GB/T 24338.4 中的规定。
- 5.1.9 LCU 的绝缘电阻和介电强度应满足 GB/T 25119—2010 中的规定。
- 5.1.10 LCU 的 IP 防护等级应不低于 GB/T 4208 规定的 IP20。

5.2 架构要求

- 5.2.1 LCU 主要组成部件包括：机箱、电源板、主控板、IO 板、通信板、存储板、接口板等。
- 5.2.2 机箱主要用于安置电源板、主控板、IO 板、通信板、存储板和接口板，并为各板间的电源和信号提供连接。
- 5.2.3 电源板将 LCU 外部 DC110 V 电源转换为各功能板卡工作所需要的电源电压。
- 5.2.4 主控板实现控制逻辑计算、板卡自检、控制逻辑编程功能。
- 5.2.5 IO 板具有 DC110 V 信号输入、输出功能、输出过流保护、输入自检和输出自检功能。
- 5.2.6 通信板实现 LCU 间级联通信和 LCU 与 TCMS 等接口系统间的通信。
- 5.2.7 存储板实现存储 LCU 输入、输出和诊断数据。
- 5.2.8 接口板为 LCU 的输入信号和输出信号提供连接。

5.3 功能要求

- 5.3.1 LCU 应能采集外部开关量输入信号。
- 5.3.2 LCU 应有逻辑控制功能。LCU 应根据输入采集值、通信数据值，实现定时、延时、组合逻辑控制功能。
- 5.3.3 LCU 应具有开关量输出驱动功能。
- 5.3.4 LCU 应具有干接点输出驱动功能。
- 5.3.5 LCU 应具有输出瞬时过载能力及过流、短路保护功能，过流保护分为可自恢复的一次过流保护和隔离保护的二次过流保护。

- 5.3.6 LCU应具备与列车控制系统的网络通信功能，能够接受并响应列车控制命令、时间和车号等公共信息。
- 5.3.7 LCU应具有故障安全导向功能，在LCU故障时，应能不输出。
- 5.3.8 LCU应具有应用逻辑二次编程功能。应用逻辑编程环境满足IEC 61131—3标准要求。
- 5.3.9 LCU应具有级联控制功能。
- 5.3.10 LCU应具有工作状态指示功能。指示LCU输入、输出、通信、电源等状态。
- 5.3.11 LCU应能接收列车时钟信息，保持与列车时钟同步。
- 5.3.12 LCU应具有自诊断功能。包括开关量输入通道故障诊断、开关量输出通道故障诊断、通信故障诊断。
- 5.3.13 LCU应具有工作状态数据和故障数据记录和转储功能。记录信息至少包括输入点位输入值、输出点位输出值、故障数据，数据记录时间坐标、列车控制命令等；应具有数据下载接口，以便数据的下载和分析。
- 5.3.14 LCU主要功能模块应冗余。电源板、主控板、IO板应具有冗余功能，当一张板卡失效时，系统切换不影响外部设备正常工作。
- 5.3.15 LCU的RAMS要求如下：
- 可靠性要求：应按GB/T 7826的要求对LCU进行FMECA，提出可靠性预计指标，如MTBF或故障率 λ 值。
 - 维修性要求：应按GB/T 21562中的要求提供LCU MTTR值、在线可更换单元清单、预防性维修分析报告、修复性维修分析报告、故障检修分析报告。
 - 可用性要求：应提供LCU的备件策略，包括初始备件清单和后续供应策略，以及测试、维修专用设备说明，产品使用和维护手册。
 - 安全性要求：LCU SIL至少应为2级；与安全回路相关的控制回路应达到4级。
- 5.3.16 LCU板卡应具备硬件看门狗监视电路。

5.4 性能要求

- 5.4.1 LCU开关量采集。输入低电平电压范围0 V~30 V；输入高电平电压范围：77 V~137.5 V；输入电流不小于10 mA。LCU应能采集30 mS的输入信号。
- 5.4.2 LCU开关量输出。输出低电平电压范围：0 V~2 V；输出高电平电压范围：77 V~137.5 V；单通道输出额定电流2 A；单张板卡的额定工作电流10 A。
- 5.4.3 LCU输出过流保护。LCU应能承受80 A（冲击持续时间100 μ S）、20 A（冲击持续时间1 mS）、10 A（冲击持续时间100 mS）冲击或干扰电流，并且不烧损LCU输出通道。
- 5.4.4 LCU响应时间应不大于30 mS。LCU响应时间指：开关量输入通道上输入信号有效，经LCU采集，逻辑运算，再输出通道上执行输出，输出通道上输出电信号有效。
- 5.4.5 LCU输入故障和输出故障安全导向响应时间满足车辆营运要求。

5.5 接口要求

5.5.1 电气接口

- 电源接口采用DSub，且应具有防反插功能，设备侧为针型；
- 开关量输入/输出信号采用F48芯欧式连接器，设备侧为针型。

5.5.2 网络通讯接口

- LCU与列车主控制系统须有网络通信接口，以实现相关信息的传输；
- 网络通讯采用满足TCN标准的协议，通过MVB总线与列车主控制系统进行通讯，介质为ESD+或EMD，满足IEC 61375—3—1的规定；

c) 网络通讯应至少但不限于传输如下信息：故障信息、报警信息、输入/输出状态等。

5.5.3 数据下载接口

- a) LCU应具有网口和USB接口，用于记录数据下载；
- b) LCU以太网接口应采用M12-D编码连接器，设备侧为孔型；
- c) LCU应具有USB接口。

5.5.4 机械接口。LCU应采用 6U×84T 或 3U×84T 或 3U×68T 标准 19 英寸机箱。

6 检验方法

6.1 一般要求

6.1.1 本试验适用于 LCU 装车前的型式试验或出厂前的例行试验。

6.1.2 试验前，LCU 的硬件和软件均应完成安装和各项调试工作，试验前应完成各项试验准备。

6.2 外观检查

目视检查LCU外观，应符合5.1.1的规定。

6.3 静态试验

6.3.1 绝缘电阻试验

按GB/T 25119—2010中12.2.9的要求进行绝缘电阻试验，LCU各回路间绝缘电阻应符合规定。

6.3.2 介电强度试验

按GB/T 25119—2010中12.2.9的要求进行介电强度试验，LCU外引端子对其他回路及地的耐压应符合规定。

6.3.3 开关量信号输入输出试验

确认LCU各开关量输入、输出正确。

6.3.4 电源板冗余功能试验

LCU的单张电源板发生故障时，LCU应正常工作。

6.3.5 主控板冗余功能测试

LCU的单张主控板发生故障时，LCU应正常工作。

6.3.6 IO板冗余功能测试

同组的IO板发生单点故障时，LCU应正常工作。

6.3.7 MVB通信试验

确认LCU的MVB通信功能正常。

6.3.8 级联通信试验

确认LCU的级联通信功能正常。

6.3.9 数据存储与转储功能试验

确认LCU数据记录功能正常，记录数据通过U盘和以太网转储正常。

6.3.10 电源范围试验

LCU电源电压在DC77 V~137.5 V范围时，应正常工作。

6.3.11 电源波动试验

LCU电源电压在DC66 V~154 V，不超过0.1 s的电压波动不应引起功能异常。

LCU电源电压在DC66 V~154 V，不超过1 s的电压波动不应引起LCU损坏，允许LCU功能降级。

6.3.12 电源断电试验

LCU电源电压间断20 ms，不应引起任何失效。

6.4 环境试验

6.4.1 低温试验

低温试验按GB/T 25119—2010中12.2.3的方法进行。按6.3.3~6.3.12进行试验。

6.4.2 高温试验

LCU通电后，放在试验箱内，在等于或大于0.5 h内将箱温从正常试验环境温度 $25\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 逐渐升高到 $70\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。待温度稳定后，保温6 h，然后在已升高的温度下进行6.3.3~6.3.12进行试验。自动工作模式下，将温度升至 $85\text{ }^{\circ}\text{C}$ 保持10 min，LCU功能应正常。将LCU冷却至环境温度，再次进行6.3.3~6.3.12性能测试。

6.4.3 交变湿热试验

交变湿热试验按GB/T 25119—2010中12.2.5的方法进行，LCU恢复常温后，按照6.3进行试验。

6.4.4 振动、冲击试验

振动、冲击试验按5.1.7要求进行。LCU振动、冲击试验后按照6.2的要求进行外观检查；按6.3进行试验。

6.4.5 盐雾试验

LCU盐雾试验按GB/T 25119—2010中12.2.10的方法进行，符合ST3级要求，按照6.3进行试验。

6.4.6 低温存放试验

LCU低温存放试验按GB/T 25119—2010中12.2.14的方法进行，LCU恢复常温后，按照6.3进行试验。

6.5 电磁环境试验

6.5.1 电源过电压试验

LCU电压过压试验按GB/T 25119—2010中12.2.6.1的方法进行。

6.5.2 静电放电试验

LCU静电放电试验按GB/T 25119—2010中12.2.6.4的方法进行，严酷等级3级。

6.5.3 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

LCU电快速瞬变脉冲群试验按GB/T 25119—2010中12.2.7的方法进行，电源接口满足3级要求，IO线及通信线接口满足4级要求。

6.5.4 浪涌试验

LCU浪涌试验按GB/T 25119—2010中12.2.6.2的方法进行，满足3级要求。

6.5.5 射频抗扰度试验

- a) LCU对射频电磁场引起的传导干扰，按GB/T 25119—2010中12.2.8.1，严酷等级3级。
- b) LCU对射频电磁场引起的辐射干扰，按GB/T 25119—2010中12.2.8.1，严酷等级3级。

6.5.6 射频骚扰试验

LCU射频骚扰试验按GB/T 25119—2010中12.2.8.2的方法进行。

6.6 老化试验

测试条件为：高温 $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、持续上电运行48 h。老化试验过程中，LCU设备应正常工作。

7 检验规则

7.1 检验分类

检验分出厂检验、型式试验、装车试验。

7.2 检验项目

出厂检验和型式试验检验项目如表2所示。

表 2 出厂检验、型式试验检验项目

序号	试验	型式试验	出厂检验	检验方法	
1	外观检查	√	√	6.2	
2	静态试验	绝缘电阻试验	√	√	6.3.1
		介电强度试验	√	√	6.3.2
		开关量信号输入输出试验	√	√	6.3.3
		电源板冗余试验	√	√	6.3.4
		主控板冗余试验	√	√	6.3.5
		IO板冗余试验	√	√	6.3.6
		MVB通信试验	√	√	6.3.7
		级联通信试验	√	√	6.3.8
		数据存储和转储功能试验	√	√	6.3.9
		电源范围试验	√	√	6.3.10
		电源波动	√	√	6.3.11
		电源断电试验	√	-	6.3.12
3	环境试验	低温试验	√	-	6.4.1
		高温试验	√	-	6.4.2
		交变湿热试验	√	-	6.4.3
		振动、冲击试验	√	-	6.4.4
		盐雾试验	√	-	6.4.5
		低温存放试验	√	-	6.4.6
4	电磁环境试验	电源过电压试验	√	-	6.5.1
		静电放电试验	√	-	6.5.2
		电快速瞬变脉冲群抗扰度试验	√	-	6.5.3
		浪涌试验	√	-	6.5.4
		射频抗扰度试验	√	-	6.5.5
		射频骚扰试验	√	-	6.5.6
5	老化试验	-	√	6.6	
注 1：“√”表示应进行的检测项目。					
注 2：“-”表示不进行的检测项目。					

7.3 出厂检验

出厂检验用于在正常环境条件下验证产品特性与型式检验中测得的是否一致。公司质检部门应对每台LCU进行出厂检验，检验合格后，出具合格证。LCU出厂检验项目见表2。

7.4 型式试验

7.4.1 发生 GB/T 25119—2010 中 12.1.1 规定的情况时，应进行型式试验。

7.4.2 LCU 须进行的型式试验项目见表 2。

8 装车运行考核

为了验证可编程逻辑控制装置对车辆实际环境条件、输入电源条件、车辆电气线路布置方式等的适应能力，检验装置工艺的准确性，新产品在通过型式试验之后，还应进行装车试验。通过了技术评估、型式试验、联调联试、可靠性试验之后方可进行装车试验。装车试验时间不短于6个月，且装车试验运行里程不少于10万公里。
