

团 体 标 准

T/CAMET XXXXX—XXXX

# 现代有轨电车行车指挥综合自动化系统 工程技术规范

（征求意见稿）

## 编制说明

# 现代有轨电车行车指挥综合自动化系统工程技术规范 编制说明

## 1 任务来源

本标准根据中国城市轨道交通协会《关于下达中国城市轨道交通协会 2018 年 第一批一次团体标准制修订计划的通知》[中城轨【2018】024 号]编制，标准计划编号 201806-T-0007。

## 2 编制工作组概况

### 2.1 编制工作组参编单位

本标准由卡斯柯信号有限公司牵头，联合成都地铁运营有限公司、深圳市现代有轨电车有限公司、上海市城市建设设计研究总院(集团)有限公司、北京城建设计发展集团有限公司、中铁第四勘察设计院集团有限公司、中国中铁二院工程集团有限责任公司、北京市轨道交通设计研究院有限公司、同济大学等单位编制。

### 2.2 编制工作组成员及分工

表 1 《现代有轨电车行车指挥综合自动化系统工程技术规范》编制工作组成员及分工

序号	姓 名	单 位	主要工作
1	孙军峰	卡斯柯信号有限公司	编制组组长
2	林立	卡斯柯信号有限公司	主编
3	吴坚	卡斯柯信号有限公司	总体审核
4	胡恩华	卡斯柯信号有限公司	审稿
5	张立鹏	卡斯柯信号有限公司	起草
6	李建全	卡斯柯信号有限公司	起草
7	裴加富	卡斯柯信号有限公司	起草
7	李德宏	卡斯柯信号有限公司	市场调研
8	李春梅	卡斯柯信号有限公司	审稿
9	袁虎林	深圳市现代有轨电车有限公司	编制单位指导
10	林辰	深圳市现代有轨电车有限公司	审稿
11	苏忠	深圳市现代有轨电车有限公司	审稿

12	廖理明	成都地铁运营有限公司	编制单位指导
13	杨荣兵	成都地铁运营有限公司	审稿
14	王晨	成都地铁运营有限公司	审稿
15	喻智宏	北京城建设计发展集团有限公司	编制单位指导
16	张静	北京城建设计发展集团有限公司	审稿
17	刘圣革	北京城建设计发展集团有限公司	审稿
18	何利英	上海市城市建设设计研究总院(集团)有限公司	编制单位指导
19	金建飞	上海市城市建设设计研究总院(集团)有限公司	审稿
20	刘涛	中铁第四勘察设计院集团有限公司	审稿
21	杨安玉	中铁第四勘察设计院集团有限公司	审稿
22	燕强	中国中铁二院工程集团有限责任公司	编制单位指导
23	张涛	中国中铁二院工程集团有限责任公司	审稿
24	杨珂	北京市轨道交通设计研究院有限公司	审稿
25	欧东秀	同济大学	审稿

### 3 主要工作过程

#### 3.1 预研阶段（2017.10~2018.03）

2017年3月，中国城市轨道交通协会发布了《中国城市轨道交通协会团体标准管理办法（试行）》文件。2017年10月，卡斯柯信号有限公司自主开发的SmarTram有轨电车智能控制系统在深圳龙华顺利通过验收并开通试运营。按照中国城市轨道交通协会团标要求，结合有轨电车行车指挥自动化监控系统在龙华项目的实际应用情况，我司着手准备现代有轨电车行车指挥综合自动化系统工程技术规范，并于2018年3月完成了草拟。

#### 3.2 提案立项阶段（2018.4~2018.9）

2018年4月，卡斯柯信号有限公司提交了现代有轨电车行车指挥综合自动化系统工程技术规范团体标准项目申报书，上报中城协。

2018年4月，中国城市轨道交通协会召开现代有轨电车团体标准立项审查会，《现代有轨电车行车指挥综合自动化系统工程技术规范》通过标准申请立项审查。

2018年9月，根据中城轨【2018】024号《关于下达中国城市轨道交通协会2018年第

一批一次团体标准制修订计划的通知》，《现代有轨电车行车指挥综合自动化系统工程技术规范》正式立项并列入制修订计划。

### 3.3 编制阶段（2018.10~2019.6）

根据中国城市轨道交通协会要求，卡斯柯信号有限公司成立团体标准编制工作组，邀请了有轨电车运营单位、设计院、院校等加入团标参编工作组，组织相关专家技术人员收集研究国内外相关技术标准，确定本标准范围边界，拟定本标准的架构。

2018年10月，在卡斯柯公司召开标准编制启动会，确定了团标参编单位、编制工作组、编制分工、编制计划、关键检查节点。

2018年10月至12月，收集、整理、翻译国内外相关标准，研究团标的内容格式要求及本团标在标准体系中的定位，确定本标准范围边界，讨论了标准目录、章节，开始标准章节编制工作。并走访深圳龙华有轨电车项目调研实际运营需求。

2019年1月至4月，完成第一版标准的编写，组织参编单位专家评审会议，根据评审意见修改，经专家审核确认形成第二版。

2019年5月至6月，组织参编单位和非参编单位专家评审会议，广泛征求运营、设计、维护、前瞻性技术等意见。收集整理征求意见，完成标准征求意见稿的编写，提交协会审核。

### 3.4 编制阶段意见的处理经过

2019年4月在上海组织了参编单位专家评审会议，会前将标准稿及评审意见表发送至成都地铁运营有限公司、深圳市现代有轨电车有限公司、上海市城市建设设计研究总院(集团)有限公司、北京城建设计发展集团有限公司、中铁第四勘察设计院集团有限公司、中国中铁二院工程集团有限责任公司、北京市轨道交通设计研究院有限公司、同济大学等参编单位。评审专家于会前做了充分的评审准备工作，提前填写和提交了标准评审意见表，并在会议中就评审意见逐条进行深入讨论。此次会议共收集到专家评审意见81条，其中接受73条，不接受8条。根据这些评审意见修改后形成标准第二版，具备了组织外部专家评审会议的条件。

2019年5月在深圳组织了外部行业专家评审会议，此次会议共收集到专家评审意见30

条，其中接受 30 条，不接受 0 条。根据这些评审意见修改后形成标准第三版，具备了提交征求意见稿的条件。

### 3.5 征求意见阶段意见的处理经过

待续

### 3.6 通过和发布阶段

待续

## 4 标准编制原则

### 4.1 标准编制原则

现代有轨电车处于快速发展时期，建设模式多样、技术制式不一。为规范现代有轨电车行车指挥调度系统的建设，提出现代有轨电车行车指挥综合自动化系统工程技术规范，提高我国现代有轨电车的行车指挥的自动化技术及运营效率。因此，依据“先进性”、“适用性”、“经济性”的原则，编制《现代有轨电车行车指挥综合自动化系统工程技术规范》以适应建设、设计、运营的需要，推动城市轨道交通现代有轨电车产业的稳步发展。具体要求如下：

- (1) 符合并遵守国家、相关行业及地方的政策、法令和法规；
- (2) 接受行业协会指导，把握编制方向；
- (3) 借鉴同类先进国际标准和先进国家标准；
- (4) 标准具有广泛代表性，既考虑客户系统需求和运营需求，又兼顾有轨电车系统供应商现状；
- (5) 标准结合现代有轨电车运营特点，既体现系统先进性，又具备可执行性；
- (6) 符合《中国城市轨道交通协会团体标准管理办法》（试行）要求；
- (7) 充分考虑与相关现行各级标准相协调；
- (8) 标准编制格式符合 GB/T1.1-2009 规定；
- (9) 标准具有一定的前瞻性，既考虑当前市场和技术现状，也为后续市场和技术发

展保留空间。

## 4.2 与国家法律法规和强制性标准及有关标准的关系

本标准参考了 GB/T 50636-2018《城市轨道交通综合监控系统工程技术标准》、JT/T 1091-2016《有轨电车试运营基本条件》和 T/CAMET 07004-2018《现代有轨电车信号系统通用技术条件》中的相关规范，遵循和继承了这些标准的相关条款。

在可靠性、可用性、可维护性和安全性（RAMS）方面，本标准参考了国内等同或非等同采用标准，并在基本要求、技术方法、评估手段和量化指标等方面与其相协调，同时结合我国现代有轨电车行车指挥系统产品和工程实际对相关条款进行规范。

## 5 本标准主要内容

### 5.1 标准主要内容说明

《现代有轨电车行车指挥综合自动化系统工程技术规范》主要内容包括 12 章和 5 个附录，分别为：范围、规范性引用文件、术语与定义、基本规定、系统功能、系统性能、系统组成、软件设计要求、接口设计要求、施工安装及施工验收、系统调试、系统验收，以及附录 A 系统调试验收记录表、附录 B 系统功能/性能验收记录表、附录 C 系统不间断运行测试验收记录表、附录 D 预验收记录表、附录 E 竣工验收记录表。

### 5.2 标准技术条件特点

目前有轨电车的行车指挥调度系统的建设是多种模式并存，有借鉴地铁系统建设模式设置信号系统的列车调度管理系统和集成 PSCADA 及各种弱电系统综合监控系统，也有各种系统都是独立设置模式。有轨电车的行车指挥调度系统与地铁的行车指挥调度系统有较大的区别：有轨电车没有车站一级的系统配置；有轨电车车站一级的各种系统的配置数量少而且简单；有轨电车行车调度指挥所要关注的内容却比地铁要复杂的多。在这样建设模式下，建设资金的投入并没有很好获得其带来的收益，而且设置多套系统也带来巨大的运营维护工作量。鉴于有轨电车所特有的特点，与地铁相比，相对简单，不必在控制中心分系统设置单独的监控系统，而建设统一的行车综合自动化系统，技术已经日趋成熟，这样的建设模式简单，节省投资，并提高各系统间的数据交互的实时性，现代有轨电车很有必要通过设置统一的监控平台，完成对车、机、电的全面监控。建设统一的监控平台建立统一

集中的系统运维平台，降低运维成本，提高运维效率，为有轨电车的正常运行提供技术保障平台。

深圳龙华有轨电车、成都有轨电车蓉二号线均采用有轨电车行车指挥综合自动化系统。其中龙华有轨电车自 2017 年 10 月份开通以来的近 2 年的运营期间，行车指挥综合自动化系统运行稳定，自动化程度高，紧急情况下的快速处置能力强，保证了电车运行的准点率。

本标准提出了现代有轨电车行车指挥综合自动化系统的建设模式、系统功能要求、系统性能要求、系统组成、软件要求及接口要求，规范了现代有轨电车的行车指挥系统的建设模式，为后续现代有轨电车行车指挥系统的建设，提出标准化意见。

5.3 标准主要技术指标

标准中信号系统各种技术指标是依据表 2 来确定的。

表 2 标准技术指标确定依据

标准技术指标	确定依据
6.2 系统响应性 6.2.1 遥控命令在行车指挥综合自动化系统中的传送时间应小于 2s。 6.2.2 设备状态变化信息在行车指挥综合自动化系统中的传送时间应小于 2s。 6.2.3 实时数据画面在操作员工作站屏幕上整幅调出响应时间应小于 1s。 6.2.4 冗余设备切换时间应符合下列规定： 6.2.4.1 冗余服务器切换时间不应大于 2s； 6.2.4.2 网络切换时间不应大于 0.5s； 6.2.4.3 通信处理机切换时间不应大于 1s。	依据现行国家标准 GB/T50636-2018《城市轨道交通综合监控系统工程技术标准》的 5.0.1、5.0.2、5.0.3、5.0.4 章节规定。
6.3 系统可靠性、可用性、可维护性、安全性要求 6.3.1 系统的平均无故障时间不应小于 8000h。	依据现行国家标准 GB/T50636-2018《城市轨道交通综合监控系统工程技术标准》5.0.6、5.0.7 章节规定。

6.3.2 系统可用性指标应大于 99.98%。	
<p>6.4 设备负载要求</p> <p>6.4.1 服务器中央处理器平均负荷率宜小于等于 60%。</p> <p>6.4.2 工作站中央处理器平均负荷率宜小于等于 60%。</p> <p>6.4.3 通信处理机中央处理器平均负荷率宜小于等于 50%。</p>	依据现行国家标准 GB/T50636-2018《城市轨道交通综合监控系统工程技术标准》5.0.8、5.0.9、5.0.10 章节规定的指标，结合我们在实际工程中的应用情况，我们认为在这些指标可以进一步提高，以节约服务器等硬件的投资成本。
10.3.4 控制箱、柜、盘安装应横平、垂直、牢固。成排安装的控制箱、柜的正面宜平齐，高度宜一致，相邻箱、柜之间的接缝间隙不应大于 2mm。柜的开门方向应一致，各排柜之间应预留足够的空间保证机柜开门大于等于 90 度。	依据现行国家标准 GB/T50636-2018《城市轨道交通综合监控系统工程技术标准》10.3.4 章节规定。并对 10.3.4 规定内容进行明确：各排柜之间应预留足够的空间保证机柜开门大于等于 90 度。
<p>10.5.2.1 隐蔽工程应在下道工序施工前进行 100%验收；</p> <p>10.5.2.2 线槽、线管、支架敷设质量抽检比例不应低于 20%；</p> <p>10.5.2.3 线缆敷设和端接质量抽检比例不应低于 20%；</p> <p>10.5.2.4 各类控制箱、盘、柜安装质量抽检比例不应低于 20%且不应少于 10 台，当少于 10 台时应全部检查；</p> <p>10.5.2.5 各类传感器、执行器安装质量抽检比例不应低于 20%且不应少于 10 台，当少于 10 台时应全部检查。</p>	依据现行国家标准 GB/T50636-2018《城市轨道交通综合监控系统工程技术标准》10.6.2 章节规定。
<p>11.2.6 集成子系统与现场监控对象的点对点测试应按测点清单进行 100%测试。</p> <p>11.2.7 集成子系统的端到端测试应从人机界面到现场监控对象一次完成，应符合如下规定：</p> <p>11.2.7.1 控制类测点应进行 100%端到端测试；</p> <p>11.2.7.2 非控制类测点在经过 100%点到点测试条件下，可抽测进行端到端测试，抽测比例不低于该接口专业总点数的 10%；</p> <p>11.2.7.3 点到点测试、端到端测试后如发生接口设计变更，应对变更部分进行 100%的端到端测试。</p>	依据现行国家标准 GB/T50636-2018《城市轨道交通综合监控系统工程技术标准》11.3.5、11.3.6 章节规定。其中对 11.3.6 章节规定的内容进行了进一步把监控点明确分成 2 种类型，控制点和非控制点。



<p><b>11.3.5</b> 行车指挥综合自动化系统与互联系统的端到端测试应符合下列规定：</p> <p><b>11.3.5.1</b> 应在点对点测试完成后进行；</p> <p><b>11.3.5.2</b> 控制类测点应进行 100%测试；</p> <p><b>11.3.5.3</b> 非控制类测点应覆盖所有设备类型，每种设备类型宜采用抽测方式，抽测的数量不应低于该类型设备总数的 10%，每个抽测设备应 100%测试。</p>	<p>依据现行国家标准 GB/T50636-2018《城市轨道交通综合监控系统工程技术标准》11.4.4 章节规定。</p>
<p><b>12.1.3</b> 列车调度管理系统、电力监控系统功能应 100%验收。</p> <p><b>12.1.4</b> 其他集成系统、互联系统功能应按照本标准第 5 章系统功能要求逐项全部验收。抽测车站应不少于车站总数的 10%，且不少于 2 个车站。</p>	<p>依据现行国家标准 GB/T50636-2018《城市轨道交通综合监控系统工程技术标准》12.0.4 章节规定。并增加了列车调度管理系统功能应该进行 100%验收。</p>
<p><b>12.2.2</b> 不间断运行应保证行车指挥综合自动化系统功能和性能正常，并持续运转。运行时间不得小于 144h。</p> <p><b>12.2.3</b> 出现下述情况应重新开始不间断运行：</p> <p><b>12.2.3.1</b> 系统硬件未出现故障的情况下，软件运行异常，导致全部或部分系统功能丧失，且运行异常时间超过 5min 时；</p> <p><b>12.2.3.2</b> 系统配置的冗余设备同时发生故障，导致全部或部分系统功能丧失，且故障时间超过 5min 时；</p> <p><b>12.2.3.3</b> 行车指挥综合自动化系统因自身系统故障导致失去单个站点的单个接口专业全部监控功能，且故障时间超过 5min 时。</p>	<p>依据现行国家标准 GB/T50636-2018《城市轨道交通综合监控系统工程技术标准》13.0.2 章节规定。</p>

## 6 主要试验（验证）的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效果

本标准是现代有轨电车行车指挥综合自动化系统工程技术规范，不涉及试验（验证）的分析和相关报告。

实施本标准包括技术、经济和社会等 3 个方面的价值。

本标准的编制有利于归纳汇总当前现代有轨电车建设和运营经验，根据现代有轨电车

实际运营要求，考虑规范适合有轨电车运营调度管理的行车指挥调度系统的建设模式，研制高集成度、统一的行车指挥调度系统，重点解决列车运行控制时能够为调度人员提供完整、准确、全面的运营信息，为电车的运营安全和乘客舒适出行服务。

从技术制式来看，本标准的编制有利于有轨电车行车指挥调度系统集中统一，即系统功能的统一和系统接口方式的统一。

从经济价值来看，本标准的编制有利于统一现代有轨电车建设过程中的功能需求，减少功能需求的差异，从而减少建设成本，提高系统的使用价值。

## 7 采用国际标准的程度及水平的简要说明

在标准正文第 2 章规范性引用文件中，列出了标准采用的国际和国外先进标准。本标准中所规定的各项技术指标均不低于国际、国外同类先进标准的水平。

在现代有轨电车行车，针对行车指挥调度系统领域的国外专用标准很少，本标准编制过程中参考了法国 STRMTG 技术标准、德国 BOSTrab 标准中与运营调度相关内容，规范水平达到国际领先水平。

## 8 重要条款及重大分歧意见的处理经过和依据

在本标准编制过程中，组织了 2 次评审会议，评审会上提及的重要条款及重大分歧意见其处理结果和依据如下：

- 对于集成和互联方式分为“深度集成”、“界面集成”、“界面操作集成”、“互联”等多种方式，接受了有专家提出简化的意见，修改为“集成”和“互联”2 种方式。
- 对于“有轨电车车辆信息的监视及控制”内容，是在评审会议中用户提出有轨电车车辆状态如果没有实时的监控，调度和维护人员无法及时了解车辆的各类设备情况，当发生故障退出运营时，会对正常运营秩序产生很大影响。本标准增加了对有轨电车车辆设备的监控功能。

## 9 贯彻标准的要求和措施建议

本标准规定了现代有轨电车行车指挥调度系统应采用或达到的功能要求、性能要求、组成原则和设计原则等指标要求。有轨电车的建设单位、系统供应商、评估机构等标准使

用方，可以通过制定相应要求、设计并证明采用特定技术方案、实施定性和定量评估等方式，采纳并声明符合本标准。

作为行车指挥调度系统的产品在其生命周期内应做好以下四个方面的工作，以实现本标准中所规定的各项内容和要求：

- 在系统产品立项和软件开发过程中，应在各类需求中提出产品须符合本标准的要求。
- 在产品的系统功能测试中，应对该产品功能和指标按本标准进行全面的验证和检查。
- 在产品的定型和上市之前，对有第三方认证的部分进行相应的认证。
- 在工程实施阶段，应按本标准对设计、生产、安装、调试和验收等各个环节进行实施。

## 10 其他应予说明的事项

本标准对现代有轨电车行车指挥系统提出通用技术要求，没有涉及相关专利。

## 11 本标准用词说明

1. 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，可采用“可”。

2. 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。