

团 体 标 准

T/CAMET XXXXX—XXXX

现代有轨电车司机辅助功能规范

编制说明

2019-10-11

现代有轨电车司机辅助功能规范 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。本标准的计划编号为 201808-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 《现代有轨电车司机辅助功能规范》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	吴坚	卡斯柯信号有限公司	总体审核
3	邢艳阳	卡斯柯信号有限公司	主编
4	李澍	卡斯柯信号有限公司	市场调研
5	蒋耀东	卡斯柯信号有限公司	审稿
6	刘华祥	卡斯柯信号有限公司	起草
7	李春梅	卡斯柯信号有限公司	审稿
8	廖理明	成都地铁运营有限公司	编制单位指导
9	胡敏	成都地铁运营有限公司	审稿
10	王晨	成都地铁运营有限公司	审稿
11	何剑平	深圳市现代有轨电车有限公司	编制单位指导
12	林辰	深圳市现代有轨电车有限公司	审稿

13	蔡国涛	深圳市现代有轨电车有限公司	审稿
14	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
15	金建飞	上海市城市建设设计研究总院(集团)有限公司	审稿
16	喻智宏	北京城建设计发展集团有限公司	编制单位指导
17	张静	北京城建设计发展集团有限公司	审稿
18	刘涛	中铁第四勘察设计院集团有限公司	审稿
19	杨安玉	中铁第四勘察设计院集团有限公司	审稿
20	张涛	中国中铁二院工程集团有限责任公司	编制单位指导
21	燕强	中国中铁二院工程集团有限责任公司	审稿
22	肖珊	中国中铁二院工程集团有限责任公司	审稿
23	杨珂	北京市轨道交通设计研究院有限公司	审稿
24	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，结合有轨电车智能控制系统在龙华项目的实际应用，为规范有轨电车司机辅助功能以提升运营的安全和效率，我司着手准备现代有轨电车司机辅助功能规范，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司机辅助功能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，《现代有轨电车司机辅助功能规范》通过标准申请立项审查。

2018年9月，根据中城协【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》，《现代有轨电车司机辅助功能规范》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。

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47条，其中接受42条，不接受5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39条，其中接受39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 通过和发布阶段

待续

4 标准编制原则

4.1 标准编制原则

现代有轨电车仍处于快速发展时期，建设模式多样、技术制式不一。为规范现代有轨电车控制系统的建设，提出现代有轨电车司机辅助功能的功能规范，提高我国现代有轨电车的自动化技术及安全水平。因此，依据“先进性”、“适用性”、“经济性”的原则，编制《现代有轨电车司机辅助功能规范》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，又兼顾有轨电车司机辅助装备供应商现状；
- (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/T 1.1-2009 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 50490-2009《城市轨道交通技术规范》、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司机辅助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

《现代有轨电车司机辅助功能规范》主要内容包括 10 章和 2 个附录，分别为：范围、规范性引用文件、术语与定义、总体要求、司机辅助报警功能、司机辅助控制功能、其它司机辅助功能、运营相关要求、功能安全完整性要求和可维护性要求，以及附录 A 和附录 B。

5.2 标准技术条件特点

现代有轨电车运行在复杂城市环境中，小曲线弯道多，平交路口与社会车辆及行人共享路权，司机视线易受建筑物、大型社会车辆、行道树和恶劣天气等影响，司机遵循目视行车原则，依靠瞭望驾驶电车。在出现视线受阻或人为操作失误时，容易引发超速掉道、闯禁止信号灯等行车安全事故。从运营安全需求分析，本标准从系统功能层面定义“司机辅助功能规范”，通过技术手段预先提醒司机减速，并在司机未按提示控车时自动触发制动，以提升现代有轨电车的行车安全并减轻司机的工作压力。

本标准功能分为辅助报警功能、辅助控制功能和其它扩展功能，在标准应用时可根据不同的运营单位需求、不同的线路特征制定不同的功能需求范围，实现功能需求的可配置性，提高了标准的适用性。

本标准规定司机辅助功能是为特定区域配置的、非连续的、适度的辅助功能。根据安全分析和计算，结合有轨电车目视行车原则，安全相关的控制功能定义为 SIL2 级，即提高了运营安全性，又控制了建设成本，通过少量的投入来提升工程项目性价比。

5.3 标准主要技术指标

标准中司机辅助功能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										
限速值的设定应遵循分级降速原则，可增设中间过渡限速指示牌，防止相邻 2 个限速值间差值过大导致司机无法在观察到限速牌后将速度降至安全范围。	引自 guide_securite_des_zones_de_manoeuvre_tramway_version_1_internet 第 3.2.6 章节： <table border="1"> <thead> <tr> <th>Vitesse technique</th><th>Diminution maximale pour qu'une vitesse imposée soit crédible</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>> 50 km/h</td><td>– 20 km/h</td></tr> <tr> <td>de 30 km/h à 50 km/h</td><td>– 15 km/h</td></tr> <tr> <td>de 20 km/h à 30 km/h</td><td>– 10 km/h</td></tr> <tr> <td>< 20 km/h</td><td>– 5 km/h</td></tr> </tbody> </table> <p>Tableau 2 : lien entre vitesse technique et vitesse crédible</p>	Vitesse technique	Diminution maximale pour qu'une vitesse imposée soit crédible	> 50 km/h	– 20 km/h	de 30 km/h à 50 km/h	– 15 km/h	de 20 km/h à 30 km/h	– 10 km/h	< 20 km/h	– 5 km/h
Vitesse technique	Diminution maximale pour qu'une vitesse imposée soit crédible										
> 50 km/h	– 20 km/h										
de 30 km/h à 50 km/h	– 15 km/h										
de 20 km/h à 30 km/h	– 10 km/h										
< 20 km/h	– 5 km/h										
司机辅助报警功能的安全完整性等级应为 CENELEC 规定的 SIL0 级。	辅助报警功能提醒司机前方线路状态，不做安全等级要求，定义为非安全相关的 SIL0 级功能。										
其它司机辅助功能（见第 7 章节）的安全完整性等级应为 CENELEC 规定的 SIL0 级。	司机人机界面显示及辅助驾驶功能，不做安全等级要求，定义为非安全相关的 SIL0 级功能。										
司机辅助控制功能的安全完整性等级应达到 CENELEC 规定的 SIL2 级。	为提供适度的辅助控制功能，控制建设成本。考虑到司机犯错误的概率为 10^{-3} ，为满足运营安全需要，司机辅助功能的安全贡献度应不小于 10^{-6} ，根据计算： $10^{-3} \times 10^{-6} = 10^{-9}$ ，其概率等于 SIL4 要求的 10^{-9} 。										
司机辅助防护装备设备的平均故障修复时间（MTTR）应不大于 30 分钟。	参照 T/CAMET 07004-2018《现代有轨电车信号系统通用技术条件》7.3.4 条。										

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司机辅助功能规范，旨在规范有轨电车司机辅助相关功能，不涉及试验（验证）的分析和相关报告。实施本标准包括技术和经济和社会等方面的价值。

有轨电车运行开放的城市环境中，司机遵守目视行车原则。但是由于线路弯道、桥梁、隧道、建筑物、绿化等影响着司机的视距，不能保证司机为保证行车安全而需具有的可视

度，减弱了目视行车的有效性。通过适度增加司机辅助技术手段，来辅助提升行车安全，提高运行效率，降低司机劳动强度。司机辅助功能是从司机的角度思考运营功能需求，具有技术先进性和实用性。

在未配置司机辅助的项目，司机为规避行车安全事故，往往会人为减速行车速度，以牺牲旅行速度来增加行车安全性。本规范旨在从技术层面增加司机辅助功能，分担司机的工作压力，实时为司机提供运行前方准确的线路信息，提示司机提前做出正确的操作。司机在行车安全由辅助功能的情况下，可相应提高运行速度，从而提升线路的服务水平，实现有轨电车作为公共交通而应用社会经济效益。从维护成本角度看，可大幅减少行车事故发生，降低设备维护维修成本。

从技术制式来看，本标准的编制有利于有轨电车规范司机辅助功能，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。

在可靠性、可用性、可维护性和安全性（RAMS）方面，本标准参考了 GB/T 21562-2008 轨道交通可靠性、可用性、可维护性和安全性规范及示例（IEC62278:2002 IDT）。

在现代有轨电车司机辅助相关功能方面，本标准也引用了法国《Guide_securite_des_zones_de_manoeuvre_tramway》（STRMTG）2017 版标准，借鉴了欧洲有轨电车长期的运营经验总结及技术进步，吸取了其最新的研究及实际应用成果。

8 重要条款及重大分歧意见的处理经过和依据

在本标准编制及内外部专家评审过程中提及的重要条款及重大分歧意见，处理结果和依据如下：

对于“司机辅助防护功能”的意见，本规范包括司机辅助报警功能、司机辅助控制功能和其它司机辅助功能，根据不同用户需求可选配不同的辅助功能。专家认为司机辅助功

能不应局限于防护的范畴，而应从司机的视角考虑纳入更广泛的辅助功能，如未来的自动驾驶功能等，以便更好地发挥本规范的作用。因此将原“司机辅助防护功能”改为“司机辅助功能”。

对于“宜配置司机辅助控制功能的场景”的意见，根据现代有轨电车中低运量及目视行车原则的特点，仅为线路上的特定危险区域配置司机辅助控制功能，而不是全线均配置连续的司机辅助控制，达到经济且实用的目的，以提高系统的性价比。

对于“司机辅助控制功能的安全完整性等级应达到CENELEC规定的SIL2级”中SIL2级定位的意见，根据有轨电车的运行环境、运行速度及司机目视行车原则，结合欧洲有轨电车运营安全事故分析及技术方案发展现状，增加了SIL2的安全性计算方法。不同于高成本的连续的全功能SIL4及安全防护的CBTC系统，有轨电车司机辅助功能定位为SIL2级，提供适度的、经济的辅助功能。

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司机辅助功能应采用或达到的设计原则、技术方法及功能的安全性，建设单位、运营单位、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。

司机辅助功能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：

- 1) 在产品立项和开发过程中，应在产品需求中提出产品须符合本标准的要求。
- 2) 在产品样机功能测试中，应对该产品功能和指标按本标准进行全面的验证和检查。
- 3) 在产品定型后，对有第三方认证的部分进行相应的认证。
- 4) 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司机辅助功能提出通用功能规范，没有涉及相关专利。