

有轨电车运行安全管理现状及建议

穆文浩, 孙巍, 范志翔

公安部交通管理科学研究所

摘要:本文梳理了我国有轨电车交通安全管理相关规定,分析了43起有轨电车的交通事故特点,总结了我国有轨电车的安全技术特性,最后在有轨电车交通事故特点及车辆安全技术特性的基础上,研究提出了加大有轨电车交通安全知识宣传,制定有轨电车通行管理规定;明确有轨电车驾驶人考试项目及要求;明确有轨电车的定期安全技术检验项目及要求等加强有轨电车运行安全管理的建议。

关键词:有轨电车;运行安全管理;交通事故;驾驶人考试;安全技术检验

1 前言

近年来,随着我国政府倡导绿色出行,推动轻轨、地铁、有轨电车等城市轨道交通网络的建设,我国城市轨道交通得到快速发展,天津、大连、苏州、南京、淮安等不少城市都在积极建设发展有轨电车,但随着我国有轨电车的大规模建设运营,各地政府部门及有轨电车运营单位对有轨电车运行安全管理重视程度还不够,有轨电车运行安全管理水平还较弱。

2 有轨电车交通安全管理相关规定

《中华人民共和国道路交通安全法》中关于“机动车”的定义是:“指以动力装置驱动或者牵引,上道路行驶的供人员乘用或者用于运送物品以及进行工程专项作业的轮式车辆”。《机动车类型术语和定义》(GA802-2014)[1]中关于机动车的定义是“以动力装置驱动或者牵引,上道路行驶的供人员乘用或者用于运送物品以及进行工程专项作业的轮式车辆,包括汽车及汽车列车、摩托车、轮式专用机械车、挂车、有轨电车、特型机动车和上道路行驶的拖拉机,但不包括虽有动力装置但最大设计车速、整备质量、外廓尺寸符合有关国家标准的残疾人机动轮椅车、电动自行车”,明确指出机动车包括有轨电车。根据有轨电车运行特点,以及《中华人民共和国道路交通安全法》和GA802-2014的相关描述,有轨电车属于机动车范畴。

此外,从2001年全国统一机动车登记办法(公安部令第56号)开始,有轨电车即属于公安交管部门登记的机动车范畴,此后的72号部令、102号部令、124号部令延续了56号令的规定。我国驾驶证管理制度中也存在“有轨电车”准驾车型。因此公安交管部门应按照机动车对有轨电车进行管理。

《中华人民共和国道路交通安全法》中第八条规定“国家对机动车实行登记制度。机动车经公安机关交通管理部门登记后,方可上道路行驶。尚未登记的机动车,需要临时上道路行驶的,应当取得临时通行牌证”。第十一条规定“驾驶机动车上道路行驶,应当悬挂机动车号牌,放置检验合格标志、保险标志,并随车携带机动车行驶证”。第十九条规定“驾驶机动车,应当依法取得机动车驾驶证。申请机动车驾驶证,应当符合国务院公安部门规定的驾驶许可条件;经考试合格后,由公安机关交通管理部门发给相应类别的机动车驾驶证。”

因此按照相关法律规定,有轨电车应在公安机关交通管理部门注册登记,悬挂机动车号牌后方可上道路行驶。有轨电车驾驶人应通过驾驶人考试并获得机动车驾驶证(驾驶有轨电车应持有P证)后才能驾驶有轨电车。

3 有轨电车事故概况

目前我国统计的有轨电车交通事故数量较少,公安交管部门也未针对有轨电车制定专门的事故采集规范和项

目，本文通过调研统计了 43 起涉及有轨单车的交通事故，事故特点如下：

3.1 有轨电车交通事故发生的路段

统计 43 起有轨电车的交通事故发生区域，数据表明 70% 的事故发生在路口处，21% 的事故发生在直行线路上，还有 9% 的事故发生在车站处，如图 1 所示。由此可见，路口是有轨电车交通事故的主要地段，其次是直行线路和车站。

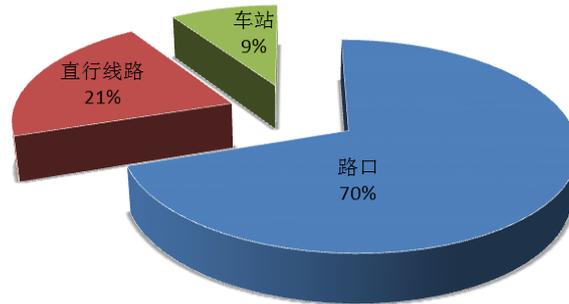


Figure 1. Proportion of accidents
图 1. 事故发生区域占比

3.2 有轨电车交通事故类型

统计 43 起有轨电车的交通事故类型，数据表明有轨电车碰撞汽车是所有事故类型中最高的，发生了 24 起，之后依次是有轨电车碰撞行人、有轨电车碰撞两轮车、有轨电车追尾有轨电车、有轨电车脱轨、有轨电车自燃，如图 2 所示。

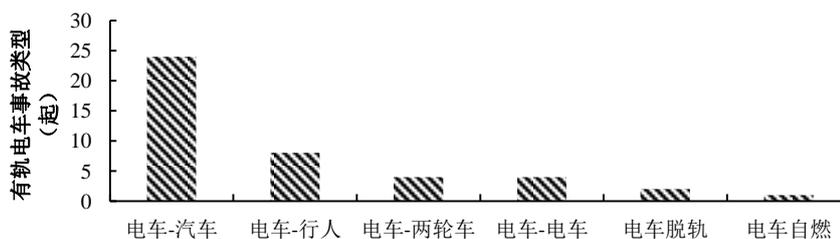


Figure 2. Type of tram traffic accident
图 2. 有轨电车交通事故类型

3.3 有轨电车死亡事故统计

统计的 43 起有轨电车交通事故数据中，共发生了 6 起死亡事故，造成了 7 人死亡。其中 4 起发生在路口处，造成 5 人死亡；1 起发生在车站，造成 1 人死亡；1 起发生在直行线路上，造成 1 人死亡，如图 3 所示。

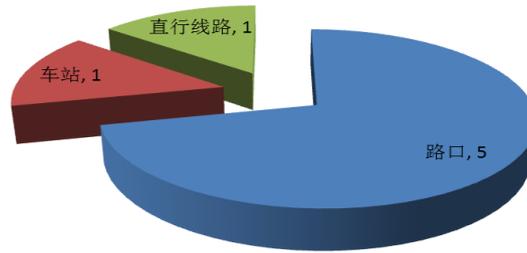


Figure 3. Death toll road distribution
图 3. 有轨电车死亡人数路段分布

3.4 有轨电车事故原因

统计 43 起有轨电车的交通事故原因，数据表明汽车抢行或不按规定让行有轨电车、行人/两轮车不按规定横穿轨道、有轨电车未按安全规定驾驶是造成事故的最主要 3 个原因，如图 4 所示。

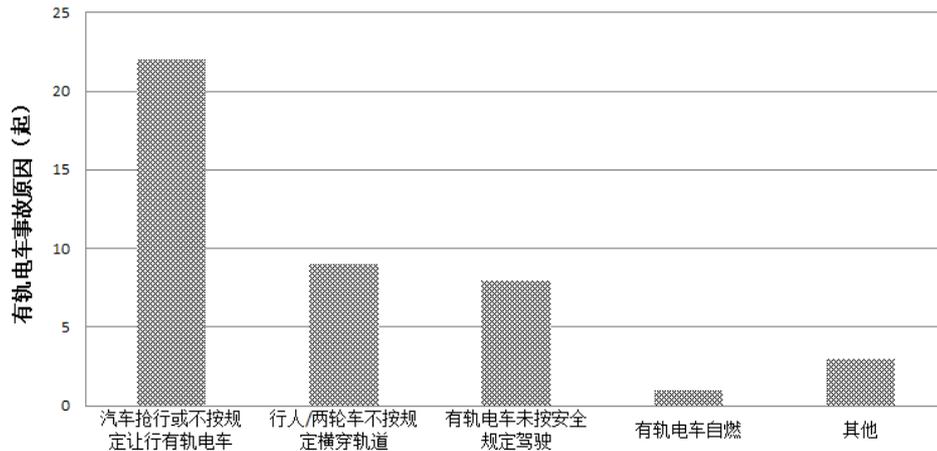


Figure 4. Cause of tram accident
图 4. 有轨电车事故原因

现有有轨电车事故数据表明，路口为有轨电车事故多发地段，其事故数比例占总事故比例的 70%。在事故发生的起因中，多数为汽车抢行或不按规定让行有轨电车造成的。在有轨电车的事故中，电车与行人和两轮车所造成的事故较为严重，造成人员重伤及死亡的比例较大，发生这些恶性事故的主要原因是行人及两轮车驾驶人未按规定横穿轨道，导致与电车发生碰撞。

4 有轨电车安全技术特性

目前我国有轨电车生产厂商主要有株洲电力机车有限公司、长春轨道客车股份有限公司、南京浦镇车辆有限公司、青岛四方机车车辆有限公司、唐山轨道客车有限责任公司、大连机车车辆有限公司等单位[2]，分别采用引进研发、自主或联合研发模式研制了各自的现代有轨电车，车辆安全技术特性主要如下：

4.1 速度

目前国内有轨电车的最大设计速度一般在 70-80km/h，考虑到站台之间距离较小、交通环境复杂等特点，

有轨电车实际在城市中心的运行速度一般为 20-30km/h 左右，在郊区的运行速度可达 30-40km/h^[3]。

4.2 制动

有轨电车制动系统通常设计有电制动、摩擦制动、磁轨制动等制动形式，由于有轨电车与社会车辆存在共用路权，社会车辆和人员随时可能进入有轨电车轨道，从安全角度出发，有轨电车制动减速度需足够大以保证有轨电车在突发情况下能及时制动停车。目前国内有轨电车的一般制动减速度为 1.1-1.2m/s²，紧急制动减速度为 2.5-2.8m/s²。表 1 为我国有轨电车企业产品的常用制动减速度和紧急制动减速度^{[2][4]}和德国 BOSTrab 对德国 BOSTrab 有轨电车常用制动减速度和紧急制动减速度的要求。

Table 1. The braking deceleration and the maximum deceleration of the emergency braking
表 1. 我国及德国 BOSTrab 有轨电车常用制动减速度和紧急制动最大减速度

	株机公司	长春机车	南京铺镇	青岛四方	唐山机车	大连机车	德国 BOSTrab
常用制动减速度 (m/s ²)	1.2	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.09
紧急制动减速度 (m/s ²)	2.8	2.5	2.8	2.8	2.8	2.8	2.73

4.3 外廓尺寸

有轨电车的轨道主要铺设在城市道路路面上，与其它地面交通方式混行，运行情况复杂。受道路和曲线半径限制，车辆外形尺寸均小于地铁车辆，有轨电车一般采用 3~5 模块编组，车辆长度一般为 20~40m，车宽通常为 2.65m，车辆高度一般为 3.6m，我国有轨电车企业产品的车宽车高如表 2 所示^[2-3]。

Table 1. The product car width and the height of the product of our country rail car company
表 1. 我国有轨电车企业产品车宽和车高

	株机公司	长春机车	南京铺镇	青岛四方	唐山机车	大连机车
车宽	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65
车高	3.6	3.6	3.6	3.58	3.5	3.3

4.4 核载人数

目前国内有轨电车长度一般为 20~40m，核载人数按 6 人/m² 加固定座席核算，我国有轨电车载客量一般在 150-300 人左右^[3]。

4.5 供电方式

有轨电车主要有接触网供电和无接触网供电两种模式。接触网供电是一种比较成熟的供电技术，在国内外大量使用，具有安全可靠、保养维修容易、造价较低等特点。无接触网供电技术难度大，造价高，但景观效果好。目前国内有轨电车大部分都采用接触网供电，供电电压为 750V。

4.6 应急逃生

国内有轨电车客室车门的开闭均由司机统一控制，且具备障碍物探测防夹功能和客室内部手动操作开闭车门的功

4.7 防火安全

为了提高车辆防火安全性，有轨电车司机室和客室均配有灭火装置，灭火装置在客室内按前、后，或前、中、后分布，其中一个靠近驾驶人座椅。此外，有轨电车客室地板和内饰均采用阻燃材料。

5 建议

目前虽然我国有轨电车工程建设势头有增无减，但是关于有轨电车交通安全知识宣传还不到位，目前开通运营有轨电车的城市中只有少数几个城市制定发布了有轨电车通行管理规定，而关于有轨电车驾驶人考试项目及

5.1 制定有轨电车运行安全技术标准

目前有轨电车相关标准规范严重不足，只有一些少数的推荐标准、行业标准和地方标准，如《低地板有轨电车车辆通用技术条件》(CJ/T 417-2012)、《有轨电车技术条件》(CJ/T 5016-1994)、《北京市现代有轨电车技术标准》等。而关于有轨电车的运行安全方面相关标准和规范为空白，不利于促进我国现代有轨电车的发展，因此有必要研究制定有轨电车运行安全技术条件，强化有轨电车运行安全管理。

5.2 针对有轨电车运行特点，制定适应有轨电车的驾驶人考试项目

根据《机动车驾驶证申领和使用规定》的要求，机动车驾驶人考试内容分为道路交通安全法律、法规和相关知识考试科目（以下简称“科目一”）、场地驾驶技能考试科目（以下简称“科目二”）、道路驾驶技能和安全文明驾驶常识考试科目（以下简称“科目三”）。

针对有轨电车交通事故主要发生在路口，有轨电车司机未按安全规定驾驶是事故主要原因之一等特点，结合有轨电车的定线行驶、与其他机动车共用路权等运行特点，本文建议有轨电车的驾驶人考试内容建议如下：

5.2.1 科目一

科目一考试内容

5.2.2 科目二

科目二考试内容主要包括开启、关闭车辆，车辆起步，定点停车，弯道行驶，通过交叉路口等，具体如下：

- 1) 开启、关闭车辆。在开启车辆前，检查车辆内部、外部设备；列车供电后对空调、制动、车门、客室照明、广播、视频监控
- 2) 车辆起步。起步前观察周围环境是否安全可靠，观察各指示灯、仪表状态，瞭望线路，确认线路信号、道岔，操作车辆进行开关门，平稳操作流程起步，平稳驾驶列车。
- 3) 定点停车。按照线路旁停车标志进行对标停车，确保车辆无剧烈冲击，距停车标志前后不超过 30cm。
- 4) 弯道行驶。进入弯道前减速至规定速度（如 20km/h），行驶中应保持车辆平稳。
- 5) 通过交叉路口。通过交叉路口应平稳减速，注意观察周围交通环境。

5.2.3 科目三

科目三应在实际运营线路上进行，考试内容主要包括上车准备，起步，直线行驶，直行或转弯通过路口，通过人行横道线、学校区域、公共汽车站，通过上、下坡道路段，折返作业，停车，夜间行驶等，具体如下：

1) 上车准备。观察车辆外观和周围环境，检查集电器（弓子）是否端正，确认安全。

2) 起步。起步前检查车门是否完全关闭，检查仪表，确认线路信号、道岔，将进退控制把手推至前进处起步，起步过程应平稳、无后溜。

3) 直线行驶。根据道路情况合理控制车速，跟车距离适当，行驶过程中适时观察周围交通情况，仪表盘，视线不得离开行驶方向超过 2s。

4) 直行或转弯通过路口。合理观察交通情况，正确使用转向灯，减速或停车瞭望，根据不同路口采取正确的操作方法，安全通过路口。

5) 通过人行横道线、学校区域、公共汽车站。减速，观察周围交通情况，确认安全后，合理控制车速通过，遇行人停车让行。

6) 通过上、下坡道路段。车辆途经坡道路段时，通过对车辆牵引、制动的控制保持车辆平稳行驶。

7) 折返作业。车辆到达终点站，确定信号显示、道岔位置，控制车速进入折返线。

8) 停车。车辆在行驶中，临时停车、进站停车或终止行驶停车，停车后采取驻车制动措施。

9) 夜间行驶。起步前开启前照灯。行驶中正确使用灯光。在无照明、照明不良的道路上使用远光灯；在照明良好的道路上、会车、近距离跟车等情况，使用近光灯。通过弯道、人行横道或者没有交通信号灯控制的路口时，应当交替使用远近光灯示意。

5.3 明确有轨电车的定期安全技术检验项目和方法

对有轨电车进行定期安全技术检验直接关系到道路交通安全，关系到广大人民群众切身利益。本文结合有轨电车事故特点、车辆安全技术特性及使用条件等情况，考虑到操作可行性，建议有轨电车定期检验的项目及要求包括：

5.3.1 车辆颜色和外形

车辆不应出现更改车身颜色、改变车辆结构等情形。

5.3.2 车身外观

1) 风窗玻璃应齐全，驾驶人视野部位应无裂纹、破损，所有风窗玻璃不应张贴镜面反光遮阳膜；

2) 车身外部不应有明显的镜面反光现象，不应有任何可能触及行人、骑自行车人等交通参与者的部件、构件，不应有任何可能使人致伤的尖角、锐边等凸起物；

3) 车身及其漆面不应有明显的锈蚀、破损现象；

4) 喷涂、粘贴的标识或车身广告不应影响安全驾驶。

5.3.3 外部照明和信号装置

1) 前照灯、前位灯、前转向信号灯、前部危险警告信号灯、示廓灯等前部照明和信号装置应齐全，工作应正常；前照灯的远、近光光束变换功能应正常；

2) 后位灯、后转向信号灯、后部危险警告信号灯、示廓灯、制动灯、后雾灯、后牌照灯、倒车灯应齐全，工作应正常；制动灯的发光强度应明显大于后位灯的发光强度；

3) 侧转向信号灯、侧标志灯应齐全，工作应正常；

4) 对称设置、功能相同灯具的光色和亮度不应有明显差异，转向信号灯的光色应为琥珀色；

5) 除转向信号灯、危险警告信号、紧急制动信号外，其它外部灯具不应有闪烁的情形；

6) 有轨电车不应安装遮挡外部照明和信号装置透光面的装置；

7)有轨电车设置的喇叭应能有效发声；

5.3.4 仪表和指示器

有轨电车配备的车速表等各种仪表和指示器不应有异常情形。

5.3.5 转向架

- 1) 各部件不应松动、缺少、损坏；
- 2) 转向过程中不应有干涉或摩擦现象。

5.3.6 制动系统

- 1) 制动盘磨损状态应正常，磨损程度不应过大；制动盘螺栓不应有松动现象；
- 2) 磁轨连接线固定状态应良好，所有线卡应无松动；磁轨连接器应无腐蚀、松动、脱落等情况；
- 3) 制动管路等不应漏气，制动软管不应有明显老化；
- 4) 制动系管路与其他部件应无摩擦和固定松动现象。

5.3.7 安全装置检查

- 1) 有轨电车配备的灭火器应在使用有效期内，不应出现欠压失效等情形，配备数量应符合相关标准的要求。
- 2) 采用密闭钢化玻璃式应急窗的，在相应的应急窗邻近应配备一个应急锤以方便击碎车窗玻璃。

5.4 制定有轨电车通行管理规定，加大有轨电车交通安全知识宣传

考虑到有轨电车与社会车辆存在共用路权，制动惯性大等问题，以及有轨电车事故很大一部分是由汽车抢行或不按规定让行有轨电车、行人/两轮车未按规定横穿轨道造成的，因此开通有轨电车的城市有必要制定涉及有轨电车的通行规定，并加大有轨电车交通安全知识宣传，保证交通通行安全有序。建议包括以下内容^[5]：

1) 除特定车辆（如警车、救护车、消防车、工程抢险车、有轨电车工程施工车辆）执行紧急任务外，其他机动车不得擅自在有轨电车专用车道上行驶。不得在有轨电车车道内停放和临时停车，或者实施迫使其他车辆进入有轨电车车道内临时停车的行为。

2) 车高、轴荷超过《汽车、挂车及汽车列车外廓尺寸、轴荷及质量限值》（GB1589）规定的车辆不经过相关部门批准，不得驶入或穿越有轨电车车道。

3) 在有轨电车非专用车道，有轨电车享有相对于其他车辆优先通行的权利。其他车辆借道行驶时，不得妨碍有轨电车正常通行。

4) 禁止非机动车、行人进入有轨电车专用车道以及设有禁止进入标志的有轨电车交通区域。非机动车、行人穿越有轨电车非专用车道时，应按照交通信号提示穿越车道，并注意瞭望。

参考文献 (References)

- [1] GA802-2014, 机动车类型术语和定义[S]
- [2] 王忠杰. 国内现代有轨电车技术特征分析[J]. 装备机械, 2014, (3):7-11
- [3] 薛美根, 杨立峰, 程杰. 现代有轨电车主要特征与国内外发展研究[J]. 城市轨道交通, 2008, (6):88-91
- [4] 苗彦英. 低平板有轨电车车辆技术特性[J]. 城市轨道交通, 2013, (4):39-43
- [5] 苏州市人民政府. 苏州市有轨电车交通管理办法[Z]. 2014—05—30