



中华人民共和国国家标准

GB/T 38779—2020

有轨电车道路通行安全技术规范

Technical specification for road traffic safety of the tram

2020-04-28 发布

2020-11-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 交通组织与交通渠化 1

 4.1 基本原则 1

 4.2 交叉口 1

 4.3 路段 4

 4.4 站台 5

5 交通信号与安全设施设置 5

 5.1 有轨电车专用信号灯 5

 5.2 交通标志 5

 5.3 交通标线 5

 5.4 交通安全设施 5

6 交通信号优先通行控制 6

 6.1 基本原则 6

 6.2 信息采集与传输 6

 6.3 响应方式 6

 6.4 方案设置 7

 6.5 运行状态监测记录 7

 6.6 控制约束条件 7

7 交叉口信号设备交互接口规范 7

 7.1 接口界面 7

 7.2 接口要求 8

 7.3 交互信息 8

8 通行与安全效益评估 11

 8.1 评估指标 11

 8.2 通行效率评估指标计算方法 11

 8.3 安全效益评估指标计算方法 12

 8.4 评估方法 12

附录 A (资料性附录) 有轨电车交叉口常见通行方式示意图 13

附录 B (资料性附录) 交通标志样式及设置 16

附录 C (规范性附录) 有轨电车专用信号灯样式及设置 25

附录 D (资料性附录) 交通标线样式及设置 28

附录 E (资料性附录) 有轨电车交叉口信号控制器与道路交通信号控制机串口通信协议 29

参考文献 31

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中华人民共和国公安部提出并归口。

本标准起草单位：公安部交通管理科学研究所、上海市城市建设设计研究总院(集团)有限公司、无锡华通智能交通技术开发有限公司、上海富欣智能交通控制有限公司、苏州高新有轨电车有限公司、深圳市现代有轨电车有限公司。

本标准主要起草人：刘东波、何广进、代磊磊、华璟怡、马超锋、张志云、李娅、王运霞、高翔、李国龙、韩建良、蔡国涛。



有轨电车道路通行安全技术规范

1 范围

本标准规定了有轨电车在道路上的交通组织与交通渠化、交通信号与安全设施设置、交通信号优先通行控制、交叉口信号设备交互接口规范、通行与安全效益评估等要求。

本标准适用于道路上设有专用车道的有轨电车通行组织,与机动车混行的有轨电车通行组织可参照执行。

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 5768.2 道路交通标志和标线 第2部分:道路交通标志
- GB 5768.3 道路交通标志和标线 第3部分:道路交通标线
- GB 14886 道路交通信号灯设置与安装规范
- GB/T 31418 道路交通信号控制系统术语
- GB 50688 城市道路交通设施设计规范
- GB 50763 无障碍设计规范
- GB/T 50833 城市轨道交通工程基本术语标准
- CJJ 69 城市人行天桥与人行地道技术规范
- CJJ 152 城市道路交叉口设计规程
- GA/T 527.1 道路交通信号控制方式 第1部分:通用技术条件

3 术语和定义

GB/T 31418、GB/T 50833 界定的术语和定义适用于本文件。

4 交通组织与交通渠化

4.1 基本原则

- 4.1.1 有轨电车沿线交通组织与交通渠化应符合有轨电车线网规划设计以及道路交通设计。
- 4.1.2 有轨电车运行路段宜设置有轨电车专用车道。设置专用车道的宜设置隔离设施,隔离设施应符合 GB 50688 的规定。
- 4.1.3 有轨电车沿线进出站通道应按照 GB 50763 设置无障碍设施。

4.2 交叉口

4.2.1 一般要求

- 4.2.1.1 交叉口交通组织与交通渠化应满足有轨电车通行需求,并符合 CJJ 152 的规定。

4.2.1.2 交叉口视距三角形范围内,不得有影响有轨电车驾驶人及其他机动车驾驶人视线的物体。

4.2.1.3 有轨电车通过交叉口的速度应综合考虑线路、车辆安全运行、驾驶人瞭望及制动距离的影响,有轨电车通过交叉口应减速慢行,确保安全通过。

4.2.1.4 交叉口的行人过街交通组织宜优先采用立体过街方式。采用平面过街方式时,宜设置行人过街安全岛,并符合 GB 5768.3 的规定。

4.2.1.5 交叉口有轨电车车辆限界范围内应施划黄色网状线。

4.2.2 通行方式

有轨电车在交叉口范围内的常见通行方式如下:

- a) 路中通行:包括路中直行、路中左转和路中右转,参见附录 A 中图 A.1 和图 A.2;
- b) 路侧通行:包括路侧直行、路侧左转和路侧右转,参见图 A.3 和图 A.4;
- c) 路中-路侧通行:包括路中-路侧左转和路中-路侧右转,参见图 A.5。

4.2.3 路中通行

4.2.3.1 有轨电车路中通行的交叉口,不宜通过压缩中央分隔带的方式增加左转专用车道。

4.2.3.2 有轨电车在路中转弯且交叉口未设置机动车掉头信号相位时,在冲突方向设置禁止掉头标志和禁止掉头标线,禁止本方向机动车掉头,参见附录 B 中图 B.10。

4.2.3.3 相交道路设置左弯待转区时,其前端的停止线与有轨电车通行区之间的距离 d_1 应不小于 6 m,见图 1。

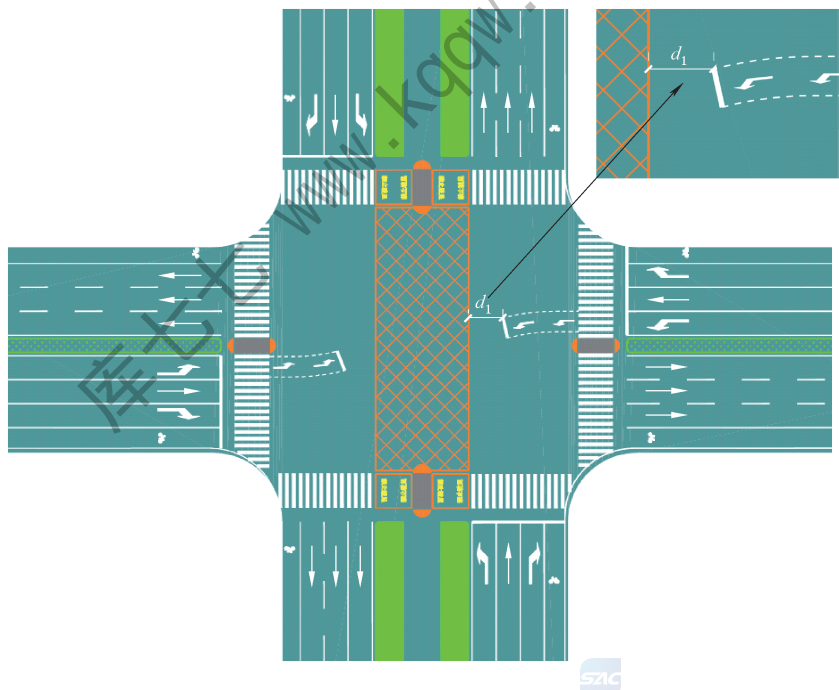


图 1 左弯待转区设置示意图

4.2.3.4 当行人过街安全岛紧靠有轨电车轨道设置时,其与有轨电车车辆限界之间的距离 d_2 应不小于 0.5 m,见图 2。

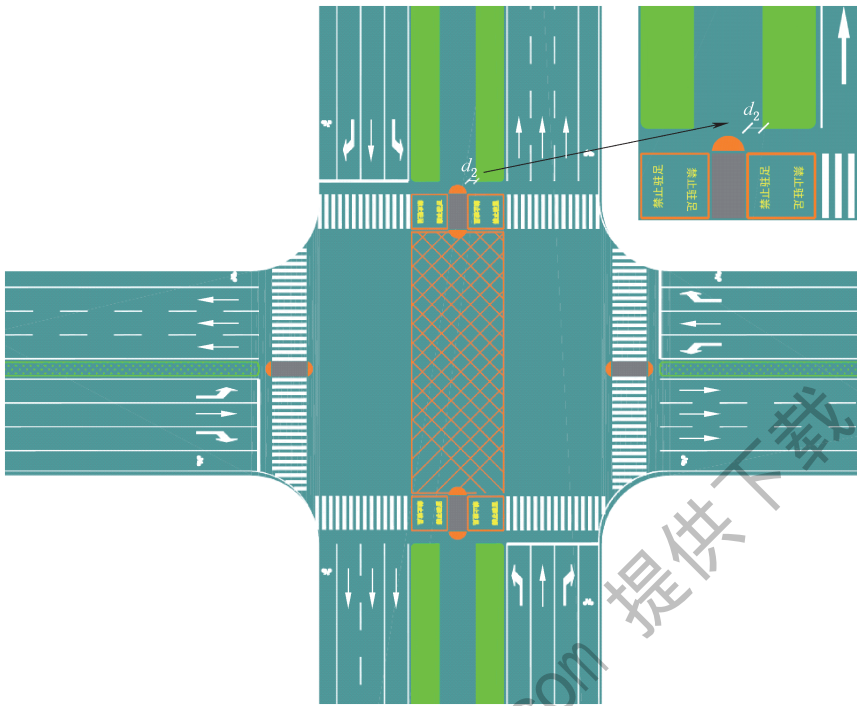


图 2 行人过街安全岛及行人禁止驻足区设置示意图

4.2.3.5 有轨电车通行区与人行横道相交的区域应设置行人禁止驻足区，见图 2。

4.2.4 路侧通行

4.2.4.1 有轨电车路侧通行的交叉口，不宜通过展宽进口道的方式增加右转专用车道。

4.2.4.2 有轨电车路侧通行时，应对右转机动车和非机动车进行控制，避免与有轨电车冲突。

4.2.4.3 有轨电车路侧直行时，应避免有轨电车通行区与相交道路的人行横道线相交，应保证至少 1 m 的安全距离。

4.2.4.4 应避免有轨电车通行区与进口道的机动车停止线、非机动车停止线相交，有轨电车通行区与停止线之间的距离 d_3 应不小于 6 m，见图 3。

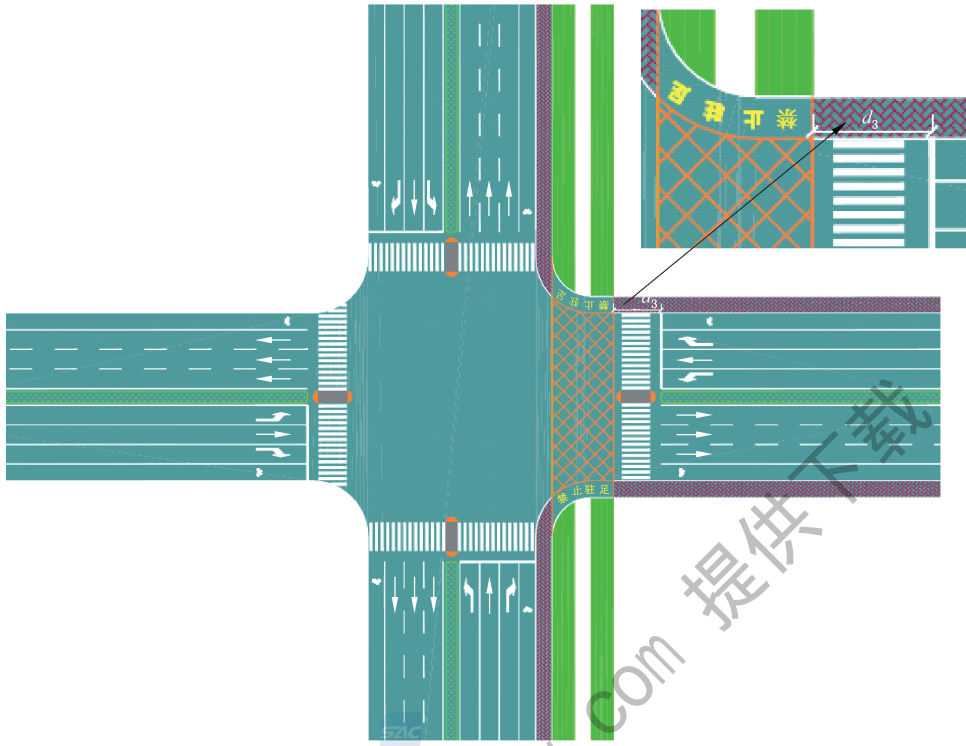


图 3 路侧通行交叉口渠化示意图

4.2.4.5 有轨电车通行区与人行道相交的区域应设置行人禁止驻足区,见图 3。

4.2.5 路中-路侧通行

根据有轨电车路中-路侧通行的具体形式,结合路中通行和路侧通行方式进行组合设置。

4.3 路段

4.3.1 一般要求

4.3.1.1 有轨电车沿线路段行人过街宜采用立体过街方式,立体过街设施应符合 CJJ 69 的规定。

4.3.1.2 有轨电车沿线路段行人过街采用平面过街方式时,应按照 GB 14886 设置人行横道信号灯。

4.3.1.3 行人过街安全岛应符合 GB 5768.3 的规定。

4.3.2 路中通行

4.3.2.1 设置机动车掉头通道时,应采用信号控制。

4.3.2.2 设置行人过街安全岛时,其与有轨电车车辆限界之间的距离 d_4 应不小于 0.5 m,见图 4。

4.3.2.3 行人过街安全岛需占用其他机动车通行空间时,应按照 GB 5768.3 设置过渡渐变段,见图 4。

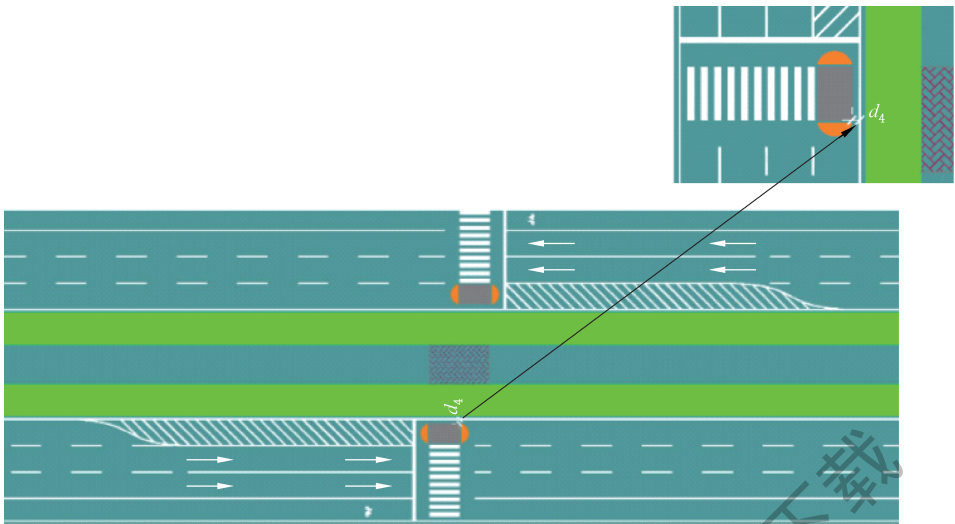


图 4 沿线路段行人过街安全岛设置示意图

4.4 站台

- 4.4.1 乘客进出站台交通组织宜与交叉口或路段的行人过街组织一致。采用平面过街方式时,人行横道宽度应满足客流量与行人过街流量的需求。采用立体过街方式时,应符合 CJJ 69 的规定。
- 4.4.2 站台布设在道路中央采用平面过街方式时,人行横道与站台之间的近端距离不应大于 40 m。站台周边宜采用隔离设施、标志标线引导乘客按规定线路进出车站。

5 交通信号与安全设施设置

5.1 有轨电车专用信号灯

- 5.1.1 有轨电车通行的交叉口、路段及场站出入口的有轨电车专用信号灯设置要求如下：
- a) 与其他机动车、非机动车、行人产生交通冲突时,应设置有轨电车专用信号灯；
 - b) 有轨电车专用信号灯的设置与安装,应确保有轨电车驾驶人清晰观察到,不应被树木、交通标志、广告牌等其他设施遮挡,不应被其他光源干扰。
- 5.1.2 有轨电车专用信号灯样式及设置见附录 C。

5.2 交通标志

有轨电车沿线交叉口、路段及场站出入口,应根据有轨电车驾驶人和其他交通参与者通行需要,设置相关交通标志。交通标志样式及设置参见附录 B。

5.3 交通标线

有轨电车沿线交叉口、路段及场站出入口,应根据有轨电车驾驶人和其他交通参与者通行需要,设置相关交通标线。交通标线样式及设置参见附录 D。

5.4 交通安全设施

- 5.4.1 有轨电车专用车道物理隔离前端应设置警示桩。物理隔离设施面向来车方向应间隔设置反光

或发光的警示装置。

5.4.2 交通安全设施不得侵入道路建筑限界,且不得侵入停车视距范围内。

6 交通信号优先通行控制

6.1 基本原则

6.1.1 有轨电车在交叉口的通行信号应服从道路交通信号控制。

6.1.2 应避免与其他机动车、非机动车、行人发生交通冲突,并最大限度降低对其他机动车、非机动车、行人等通行效率的影响。

6.1.3 应明确设计定制有轨电车通行交叉口的信号优先控制、信息交互安全等技术实施路线。

6.1.4 应考虑有轨电车运行计划、站点布设、交叉口交通组织等因素,结合其他机动车、非机动车、行人交通量情况,逐一确定沿线各交叉口信号优先控制方案。

6.1.5 有轨电车信号优先交叉口不宜设置倒计时器。

6.2 信息采集与传输

6.2.1 有轨电车运行状态信息采集

支持对有轨电车的运行状态信息进行实时采集,包括有轨电车通过接近预告点、接近请求点、进入交叉口、驶离交叉口等位置时的运行状态信息。

6.2.2 其他机动车通行状态信息采集

支持对其他机动车的通行状态信息进行实时采集,包括其他机动车在交叉口各进口道的交通流量、排队长度、车头时距等通行状态信息。

6.2.3 路侧设备间信息传输

有轨电车交叉口信号控制器与道路交通信号控制机之间应直接实现通信对接、实时信息交互、交互信息校验等,交互信息内容见 7.3。


6.2.4 中心系统间信息交互

有轨电车信号系统与道路交通信号控制系统之间宜实现系统通信对接和信息共享交互,交互信息包括交叉口信号优先功能开启状态、路侧控制设备异常故障、信号控制方式、有轨电车运营调度计划等。

6.3 响应方式

6.3.1 分类

有轨电车信号优先的基本响应方式包括绿灯延长、红灯缩短和插入专用相位三种类型,响应过程如下:

- 
- a) 绿灯延长:接收到有轨电车优先通行请求,延长有轨电车通行方向绿灯信号时间;
 - b) 红灯缩短:接收到有轨电车优先通行请求,缩短有轨电车通行方向红灯信号时间;
 - c) 插入专用相位:接收到有轨电车优先通行请求,在当前的相位放行序列中插入专用相位。

6.3.2 方式选择

方式选择应考虑以下因素:

- a) 优先选用绿灯延长或红灯缩短的响应方式;

- b) 有轨电车与其他机动车、非机动车、行人不能在同一信号相位放行时,采用插入专用相位的响应方式。

6.4 方案设置

6.4.1 时段划分

应综合考虑有轨电车运行计划以及其他交通方式交通运行规律特征,宜至少划分为早高峰时段、晚高峰时段、平峰时段、有轨电车非运营时段等。

6.4.2 相位相序

相位相序需考虑以下因素:

- a) 有轨电车宜与同向无冲突的其他机动车在同一相位放行;
- b) 有轨电车采用路中-路侧通行方式时,宜设置有轨电车专用相位;
- c) 有轨电车进出场站时,宜设置有轨电车专用相位。

6.4.3 控制参数配置

控制参数配置宜包括以下内容:

- a) 有轨电车通行路线、站点位置、道路及交叉口几何特征等参数;
- b) 有轨电车专用信号灯、交通检测器、行人过街按钮等设备配置参数;
- c) 有轨电车优先接近预告、接近请求、进入和驶离交叉口等位置信息,以及通过交叉口时间信息。

6.5 运行状态监测记录

道路交通信号控制系统宜支持以下功能:

- a) 实时显示系统优先控制状态、有轨电车请求信息、有轨电车通行信号、设备运行状态等;
- b) 记录和查询有轨电车请求信号、有轨电车通行信号、设备故障状态等日志信息。

6.6 控制约束条件

6.6.1 信号灯转换时序



有轨电车信号相位执行时,有轨电车专用信号灯的基本灯色转换时序宜为“通行—过渡—禁止—通行”。与同向其他机动车处于同一相位时,有轨电车“通行”信号启亮不应早于其他机动车绿灯信号。

6.6.2 信号配时时长

有轨电车信号相位最小绿灯时长,应至少满足有轨电车安全通过交叉口所需时间。宜在有轨电车信号相位转入下一相位前设置全红清空时间。执行红灯缩短响应方式时,其他相位的最小绿灯时间应符合 GA/T 527.1 的要求。

7 交叉口信号设备交互接口规范

7.1 接口界面

交叉口信号设备交互接口,涉及有轨电车交叉口信号控制器和道路交通信号控制机之间的交互,见图 5。

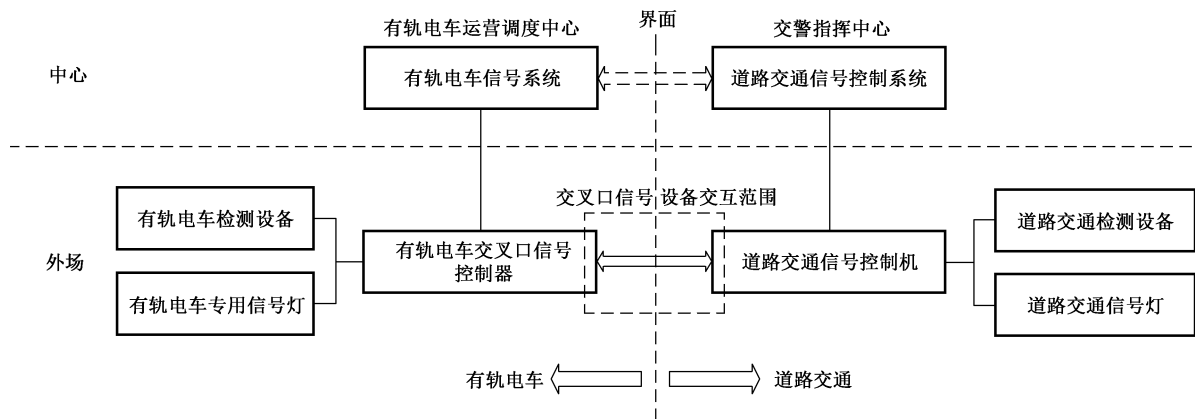


图 5 交叉口信号设备交互接口界面

7.2 接口要求

7.2.1 一般要求

交互接口应满足以下要求：

- a) 具备浪涌、静电的防护；
- b) 具备过欠压保护、反接保护和短路保护；
- c) 强弱电接口采取隔离设置，电缆分开敷设。

7.2.2 接口方式

应至少支持以下两种通信接口方式：

- a) 继电器接口方式；
- b) RS485、RS422 或者 RS232 串行接口方式。

7.2.3 继电器接口要求

应满足以下要求：

- a) 继电器励磁状态为接点吸合，非励磁状态为接点释放；接点额定电压 24 V，电流小于 200 mA；
- b) 继电器输出接口由信号采集方分别供电；继电器电源的电压 $24\text{ V} \pm 1\text{ V}$ ，额定电流大于或等于 2 A；
- c) 继电器信号触发持续时间大于或等于 1 s；
- d) 继电器触发时延小于或等于 200 ms。

7.2.4 串行接口要求

应满足以下要求：

- a) RS232 通信方式采用 DB9 接口形式；
- b) 波特率 9 600 bps，数据位 8 位、停止位 1 位，无奇偶校验位；
- c) 通信时延小于或等于 500 ms。

7.3 交互信息

7.3.1 继电器接口

7.3.1.1 有轨电车交叉口信号控制器向道路交通信号控制机发送的继电器接口交互信息见表 1。

表 1 有轨电车交叉口信号控制器向道路交通信号控制机发送的接口交互信息

序号	信息内容	信息说明
1	有轨电车交叉口信号控制器状态信号	接点断开(值 0):设备运行故障; 接点闭合(值 1):设备运行正常
2	有轨电车优先信号	接点断开(值 0):无优先控制; 接点闭合(值 1):有优先控制
3	有轨电车接近预告信号	接点断开(值 0):无接近预告; 接点闭合(值 1):接近预告
4	有轨电车接近请求信号	接点断开(值 0):无接近请求; 接点闭合(值 1):接近请求
5	有轨电车进入交叉口信号	接点断开(值 0):车头进入交叉口; 接点闭合(值 1):未进入交叉口
6	有轨电车驶离交叉口信号	接点断开(值 0):未驶离交叉口; 接点闭合(值 1):车尾驶离交叉口

7.3.1.2 道路交通信号控制机向有轨电车交叉口信号控制器发送的继电器接口交互信息见表 2。

表 2 道路交通信号控制机向有轨电车交叉口信号控制器发送的接口交互信息

序号	信息内容	信息说明
1	道路交通信号控制机状态信号	接点断开(值 0):设备运行故障; 接点闭合(值 1):设备运行正常
2	手动控制信号	接点断开(值 0):非手动状态; 接点闭合(值 1):手动控制状态
3	有轨电车允许通行信号	接点断开(值 0):无通行信号; 接点闭合(值 1):有通行信号
4	有轨电车禁止通行信号	接点断开(值 0):无禁止信号; 接点闭合(值 1):有禁止信号
5	有轨电车通行转至禁止的过渡信号	接点断开(值 0):无过渡信号; 接点闭合(值 1):有过渡信号
6	有轨电车禁止转至通行的过渡信号	接点断开(值 0):无过渡信号; 接点闭合(值 1):有过渡信号
7	有轨电车请求反馈信号	接点断开(值 0):未收到电车请求; 接点闭合(值 1):收到电车请求

7.3.2 串行接口

7.3.2.1 通信协议

有轨电车交叉口信号控制器与道路交通信号控制机串口通信协议参见附录 E。

7.3.2.2 数据内容

7.3.2.2.1 串行接口数据为双向数据,数据内容采取 ASCII 编码。有轨电车交叉口信号控制器发送至道路交通信号控制机的串口数据内容见表 3。

表 3 有轨电车交叉口信号控制器发送至道路交通信号控制机的串口数据

序号	字段名称	长度	取值说明
1	有轨电车通行方向数	1 Byte	有轨电车通过交叉口的方向数,取值范围:0~255
2	有轨电车通行方向	1 Byte	取值范围:0~255
3	有轨电车车次号	2 Byte	取值范围:0~65 535
4	准点信息	2 Byte	负数表示有轨电车早点时间; 正数表示有轨电车晚点时间; 0 表示有轨电车准点; 取值范围:—32 768~32 767,单位为秒(s)
5	有轨电车行驶速度	1 Byte	取值范围:0~255,单位为千米每小时(km/h)。
6	有轨电车经过检测点信号	1 Byte	在预告、请求、进入、驶离点发出相应信号: 0x 00:接近预告点; 0x 01:接近请求点; 0x 02:进入交叉口; 0x 03:驶离交叉口; 0x04~0x 9F 保留; 0xA0~0xFF 自定义

7.3.2.2.2 道路交通信号控制机发送至有轨电车交叉口信号控制器的串口数据内容见表 4。

表 4 道路交通信号控制机发送至有轨电车交叉口信号控制器的串口数据

序号	字段名称	长度	取值说明
1	有轨电车通行方向数	1 Byte	有轨电车通过交叉口的方向数,取值范围:0~255
2	收到优先请求反馈信号	1 bit	0:未收到有轨电车请求; 1:收到有轨电车请求
3	优先控制调整信号	1 bit	0:未优先控制调整; 1:已优先控制调整
4	有轨电车通行方向当前相位信号灯状态	1 Byte	0x00 表示通行方向当前相位状态未知; 0x01 表示通行方向当前相位状态为红灯; 0x02 表示通行方向当前相位状态为黄灯; 0x03 表示通行方向当前相位状态为绿灯; 0x04 表示通行方向当前相位状态为绿闪; 0x05 表示通行方向当前相位状态为黄闪; 其他数据无效
5	有轨电车通行方向当前灯色预计剩余时间	1 Byte	0xFF:当前灯色剩余时间大于 253 s; 0xFE:当前灯色剩余时间未知; 0-253:当前灯色具体剩余时间
6	有轨电车通行方向下一相位灯色状态	1 Byte	0x00 表示通行方向当前相位状态未知; 0x01 表示通行方向当前相位状态为红灯; 0x02 表示通行方向当前相位状态为黄灯; 0x03 表示通行方向当前相位状态为绿灯; 0x04 表示通行方向当前相位状态为绿闪; 0x05 表示通行方向当前相位状态为黄闪; 其他数据无效

8 通行与安全效益评估

8.1 评估指标

8.1.1 通行效率评估指标

有轨电车通行效率评估指标,包括有轨电车通过量、有轨电车不停车通过率、有轨电车平均行程速度、有轨电车运行准点率以及其他机动车最大排队长度。

8.1.2 安全效益评估指标

有轨电车安全效益评估指标,包括设施规范设置率、有轨电车万车次事故率。

8.2 通行效率评估指标计算方法

8.2.1 有轨电车通过量

单位时间内,有轨电车通过交叉口的数量,计算方法见式(1):

$$Q_B = \sum_{i=1}^n (Q_{B,i}) \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- Q_B ——交叉口单位时间有轨电车通过量,单位为车次每小时(veh/h);
- $Q_{B,i}$ ——第*i*方向单位时间有轨电车通过量,单位为车次每小时(veh/h);
- n ——交叉口有轨电车通行方向个数。

8.2.2 有轨电车不停车通过率

有轨电车不需要停车即可通过信号交叉口的比例,计算方法见式(2):

$$P_B = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{N_{YB,i}}{N_{Y,i}} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- P_B ——有轨电车不停车通过率;
- $N_{YB,i}$ ——第*i*个观测时段的有轨电车不停车通过车次数,单位为车次(veh);
- $N_{Y,i}$ ——第*i*个观测时段的有轨电车通过车次总数,单位为车次(veh);
- n ——观测时段个数,时段应至少覆盖高峰和平峰,宜在10个以上。

8.2.3 有轨电车平均行程速度

有轨电车所行经路段长度与行程时间的比值,计算方法见式(3):

$$\overline{v_Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{L_{Y,i}}{T_{Y,i}} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

- $\overline{v_Y}$ ——有轨电车平均行程速度,单位为千米每小时(km/h);
- $L_{Y,i}$ ——第*i*条有轨电车行经路段的长度,单位为千米(km);
- $T_{Y,i}$ ——第*i*条路段的有轨电车平均行程时间,单位为小时(h);
- n ——有轨电车行经路段数量。

8.2.4 有轨电车运行准点率

有轨电车线路平均运行准点情况,计算方法见式(4):

$$P_Z = \frac{N_{YZ}}{N_Y} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

P_Z ——有轨电车运行准点率；

N_{YZ} ——当日线路有轨电车运行准点车次数，单位为车次(veh)；

N_Y ——当日线路有轨电车运行车次总数，单位为车次(veh)。

8.2.5 其他机动车最大排队长度

一个信号周期内，除有轨电车外的其他机动车最大排队长度，计算方法见式(5)：

$$L_{FY} = \max(l_{FY,i}) \dots\dots\dots (5)$$

式中：

L_{FY} ——其他机动车最大排队长度，单位为米(m)；

$l_{FY,i}$ ——第 i 个进口方向一个信号周期内的其他机动车最大排队长度，单位为米(m)。

8.3 安全效益评估指标计算方法

8.3.1 设施规范设置率

有轨电车线路范围内规范设置的标志、信号灯、行人过街等设施占交通管理设施设置总量的比例，计算方法见式(6)：

$$P_G = \sum_{i=1}^n \left(w_i \times \frac{N_{FG,i}}{N_{F,i}} \right) \times 100\% \dots\dots\dots (6)$$

式中：

P_G ——设施规范设置率；

w_i ——第 i 类交通管理设施在评价中的权重；

$N_{FG,i}$ ——第 i 类交通管理设施的规范设置量；

$N_{F,i}$ ——第 i 类交通管理设施的规范设置总量。

8.3.2 有轨电车万车次事故率

有轨电车每万运行车次发生的交通事故次数，计算方法见式(7)：

$$P_A = \frac{N_A}{Q_Y} \times 10^4 \times 100\% \dots\dots\dots (7)$$

式中：

P_A ——有轨电车万车次事故率；

N_A ——事故次数，单位为次；

Q_Y ——有轨电车运行总车次，单位为车次(veh)。

8.4 评估方法

根据控制目标 and 需求，可采用单项指标评估或多项指标加权综合评估；并出具相应的评估报告，报告内容宜包括评估指标计算结果、数据分析、指标对比与汇总，以及趋势图分析等。

附录 A
(资料性附录)
有轨电车交叉口常见通行方式示意图

A.1 有轨电车路中通行

A.1.1 有轨电车路中直行示意图见图 A.1。

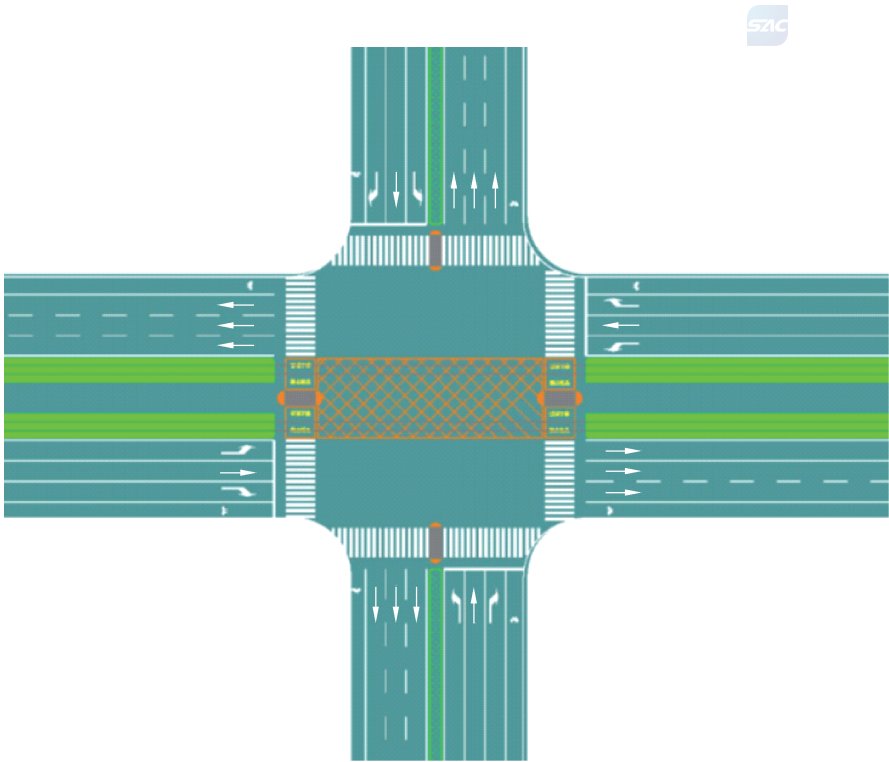


图 A.1 路中直行示意图

A.1.2 有轨电车路中左转/右转示意图见图 A.2。

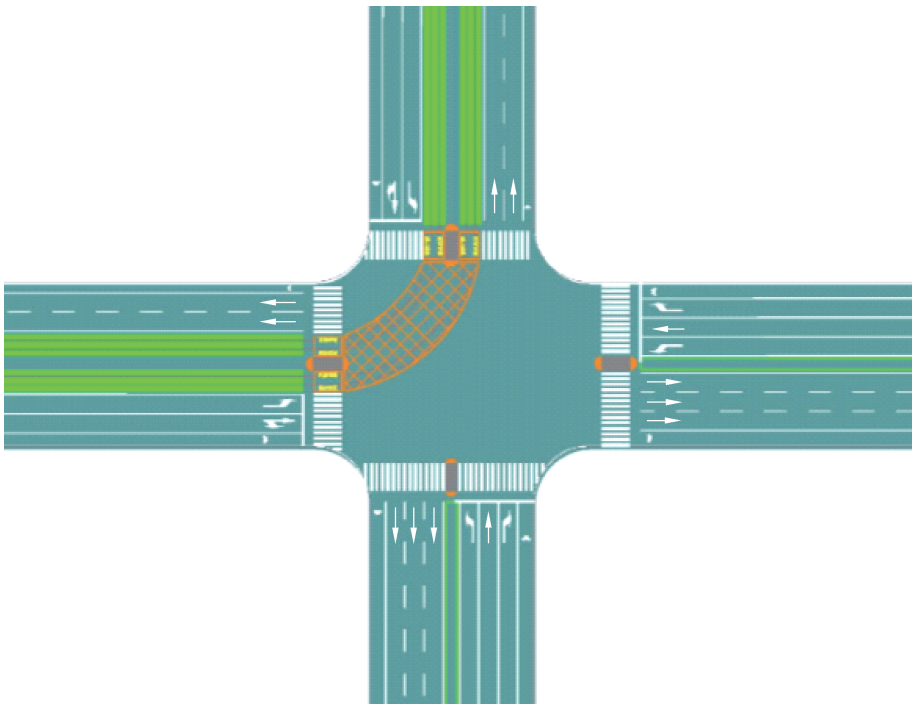


图 A.2 路中左转/右转示意图

A.2 有轨电车路侧通行

A.2.1 有轨电车路侧直行示意图见图 A.3。

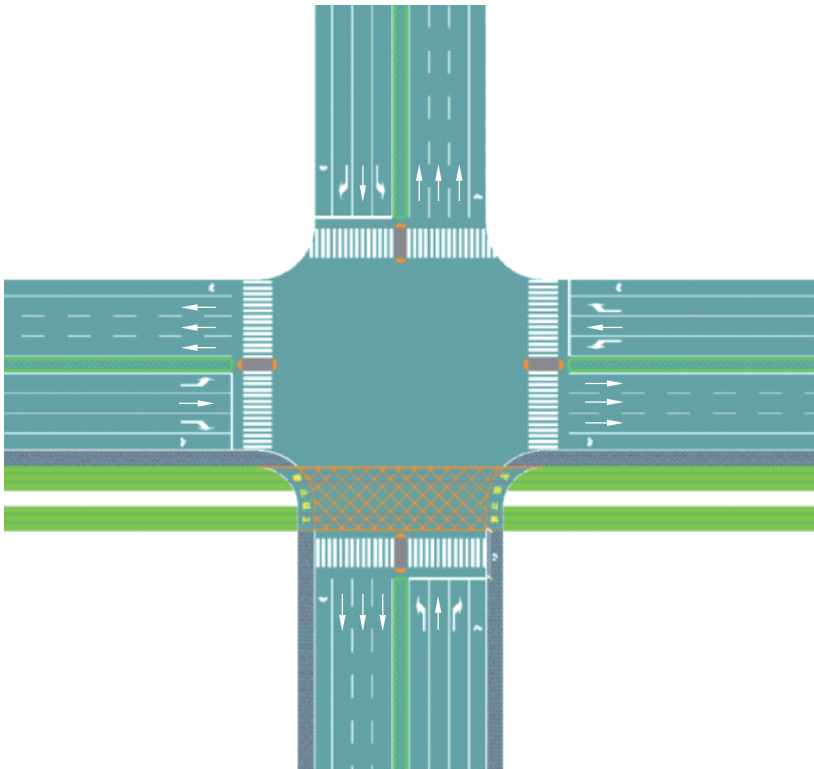


图 A.3 路侧直行示意图

A.2.2 有轨电车路侧左转/右转示意图见图 A.4。

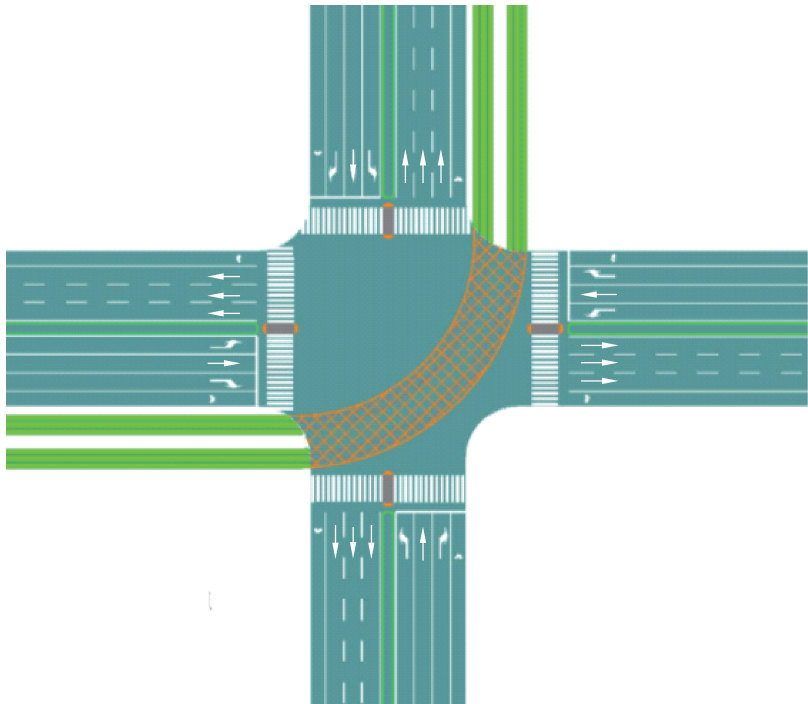


图 A.4 路侧左转/右转示意图

A.3 有轨电车路中-路侧通行

有轨电车路中-路侧左转/右转示意图见图 A.5。

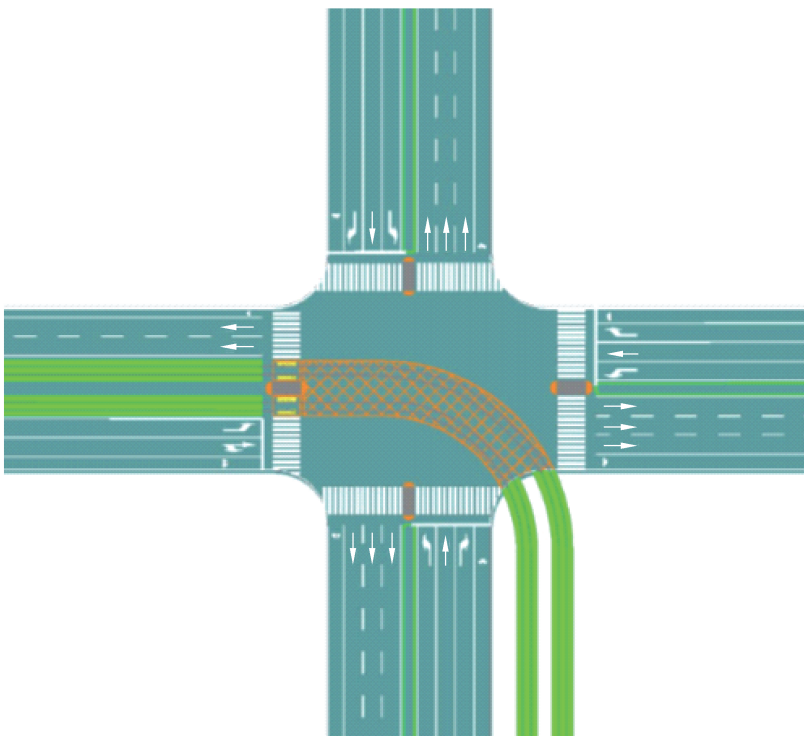


图 A.5 路中-路侧左转/右转示意图

附 录 B
(资料性附录)
交通标志样式及设置

B.1 用于有轨电车驾驶人的交通标志

B.1.1 有轨电车限制速度及解除限制速度标志

B.1.1.1 有轨电车限制速度标志表示限速路段的开始,样式见图 B.1;有轨电车解除限制速度标志表示限速路段的结束,样式见图 B.2。



图 B.1 有轨电车限制速度标志

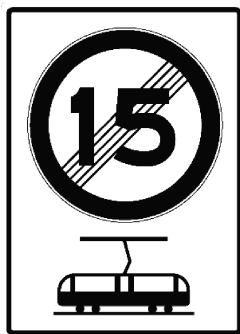


图 B.2 有轨电车解除限制速度标志

B.1.1.2 有轨电车限制速度及解除限制速度标志的形状为矩形。

B.1.1.3 有轨电车限制速度标志为白底、红圈、黑字、黑图形,有轨电车解除限制速度标志为白底、黑圈、黑细斜杠、黑字、黑图形,黑字压杠。

B.1.1.4 有轨电车限制速度及解除限制速度标志尺寸为 90 cm×130 cm。当设置空间受限时,短边边长不小于 60 cm。

B.1.1.5 有轨电车限制速度与道路不同时,应设置有轨电车限制速度标志。有轨电车限制速度及解除限制速度标志设置在限速速度的起点(限速)及终点处(解除限速),见图 B.3。

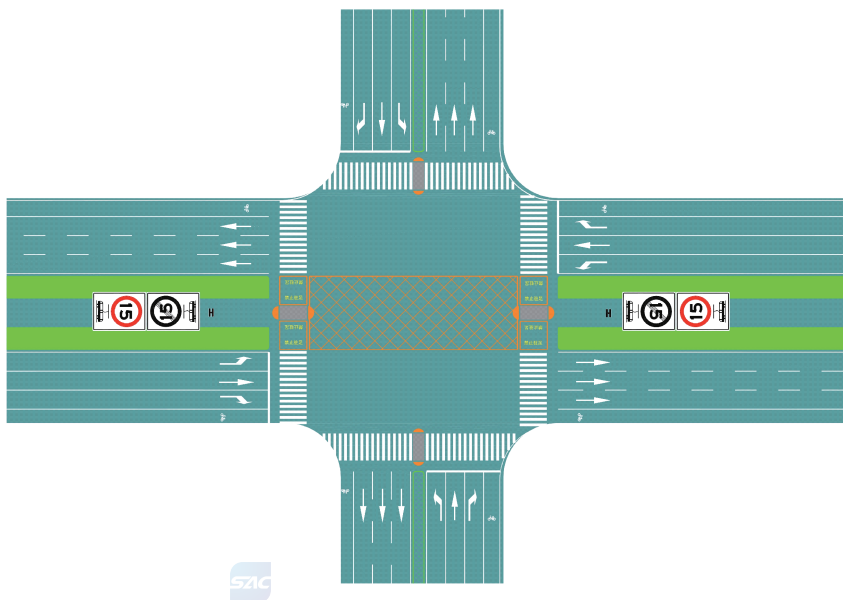


图 B.3 有轨电车限制速度及解除限制速度标志设置示例

- B.1.1.6 当路段长度 500 m 以上时,可重复设置有轨电车限制速度标志。
- B.1.1.7 限速路段内设置不同数值的有轨电车限制速度标志时,只在限速路段的终点设置解除限制速度标志。解除限速的数值按照限速路段终点前有轨电车限制速度标志的数值确定。

B.1.2 注意行人标志

- B.1.2.1 注意行人标志表示警告有轨电车驾驶人减速慢行,注意行人,样式见图 B.4。



图 B.4 注意行人标志

- B.1.2.2 注意行人标志的形状、尺寸根据 GB 5768.2 的要求设置。
- B.1.2.3 注意行人标志设置在有轨电车沿线路段的人行横道前适当位置,见图 B.5。

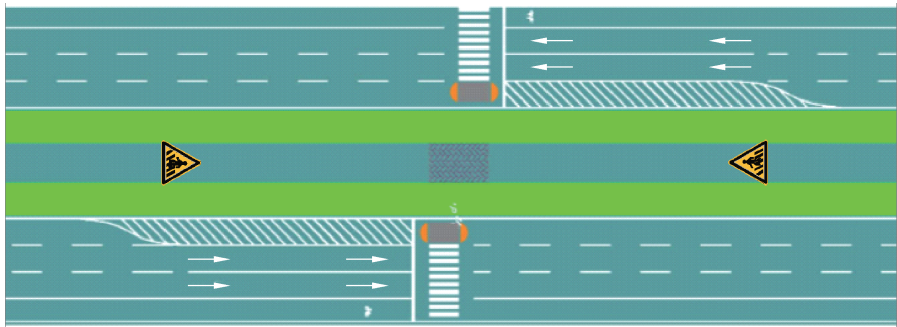


图 B.5 注意行人标志设置示例

B.2 用于其他交通参与者的交通标志

B.2.1 注意有轨电车标志

B.2.1.1 注意有轨电车标志表示警告机动车驾驶人和行人注意交叉口、路段或场站出入口处的有轨电车通行情况，样式见图 B.6。



图 B.6 注意电车标志

- B.2.1.2 注意有轨电车标志为黄底、黑边、黑图形。
- B.2.1.3 注意有轨电车标志的形状为等边三角形，三角形的顶角朝上。
- B.2.1.4 标志尺寸根据设计速度，按表 B.1 选取。

表 B.1 注意有轨电车标志尺寸与速度的关系

速度/(km/h)	71~99	40~70	<40
三角形标志/cm	110	90	70

- B.2.1.5 符合下列情况之一的，应设置注意有轨电车标志：
- a) 当人行横道须穿过有轨电车轨道时，在人行横道两端设置注意有轨电车标志，标志面向通过人行横道的行人，见图 B.7；

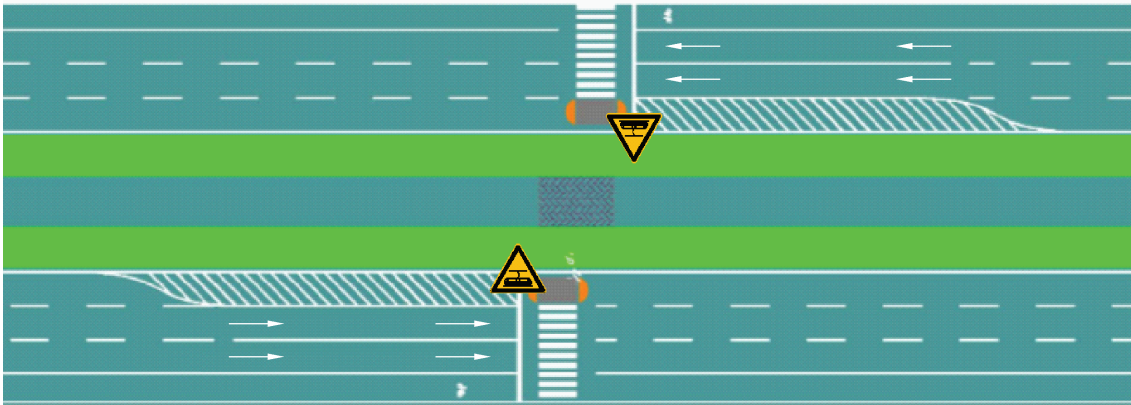


图 B.7 路段人行横道注意电车标志设置示例

- b) 当人行道与有轨电车轨道相交时，在交叉口进口道处及两侧的人行道上设置注意有轨电车标

志,见图 B.8。

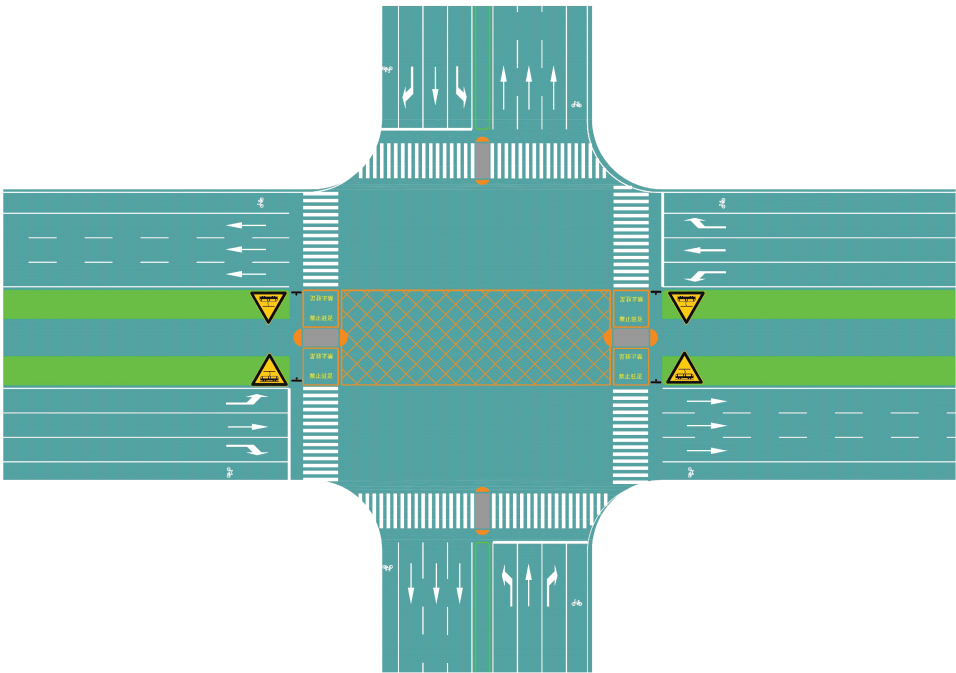


图 B.8 交叉口注意电车标志设置示例

B.2.2 禁止掉头标志

B.2.2.1 禁止掉头标志表示禁止机动车掉头,样式见图 B.9。



图 B.9 禁止掉头标志

B.2.2.2 禁止掉头标志的形状、尺寸根据 GB 5768.2 的要求设置。

B.2.2.3 有轨电车在路中转弯且交叉口未设置机动车掉头信号相位时,在冲突方向设置禁止掉头标志和禁止掉头标线,禁止本方向机动车掉头,见图 B.10。

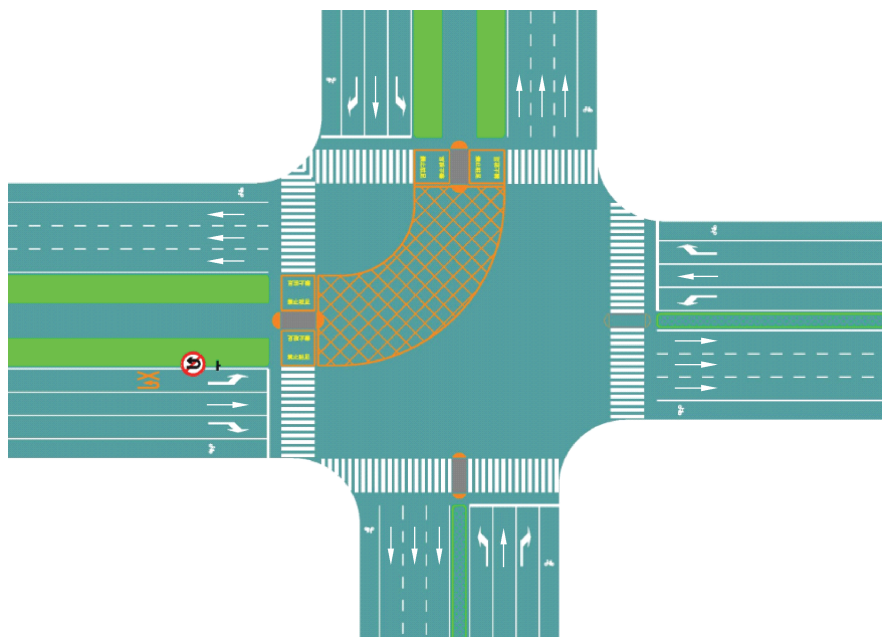


图 B.10 禁止掉头标志设置示例

B.2.3 禁止机动车驶入标志

B.2.3.1 表示禁止机动车驶入有轨电车专用车道,样式见图 B.11。



图 B.11 禁止机动车驶入标志

B.2.3.2 禁止机动车驶入标志的形状、尺寸根据 GB 5768.2 的要求设置。

B.2.3.3 禁止机动车驶入标志设置在有轨电车专用道入口两端,可与禁止非机动车与行人进入标志共杆设置,见图 B.12。

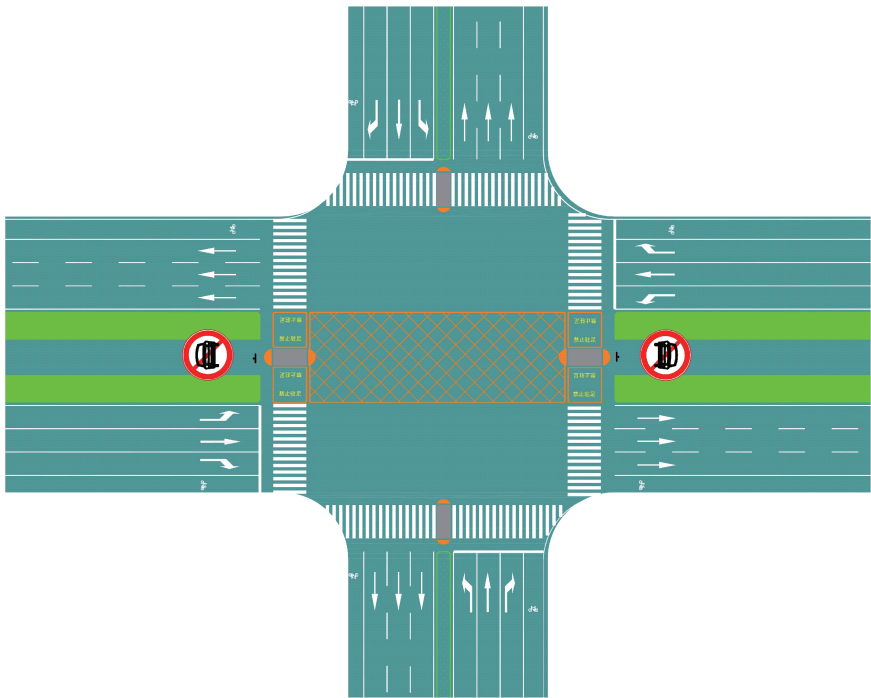


图 B.12 禁止机动车驶入标志设置示例

B.2.4 禁止非机动车与行人进入标志

B.2.4.1 禁止非机动车与行人进入标志表示禁止非机动车、行人进入有轨电车专用车道，样式见图 B.13。



图 B.13 禁止非机动车和行人进入标志

B.2.4.2 禁止非机动车与行人进入标志的形状、尺寸根据 GB 5768.2 的要求设置。

B.2.4.3 禁止非机动车与行人进入标志设在有轨电车专用车道入口两端，可与禁止机动车驶入标志同杆设置并配以辅助标志提醒驾驶人与行人注意，见图 B.14。

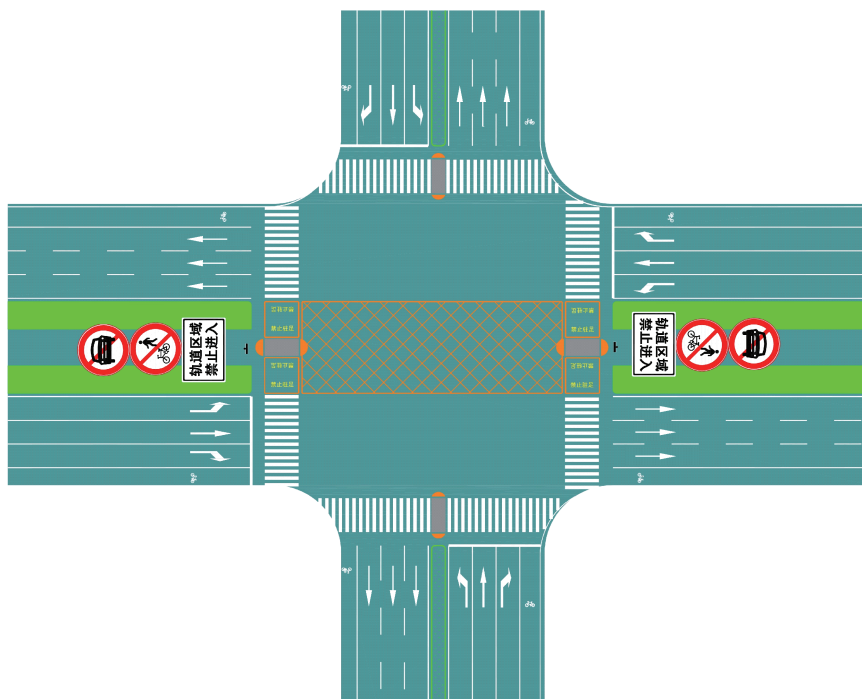


图 B.14 禁止机动车驶入和禁止非机动车与行人进入标志同杆设置示例

B.2.5 限制高度标志

B.2.5.1 限制高度标志表示禁止装载高度超过标志所示数值的车辆通过,样式见图 B.15。



图 B.15 限制高度标志

B.2.5.2 限制高度标志的形状、尺寸根据 GB 5768.2 的要求设置。

B.2.5.3 当机动车需要穿越有轨电车接触网区域,净空高度在 5.5 m 以下时应设置限制高度标志。限制高度标志所限定的数值按接触网的净空高度减少 0.5 m 设计,见图 B.16。

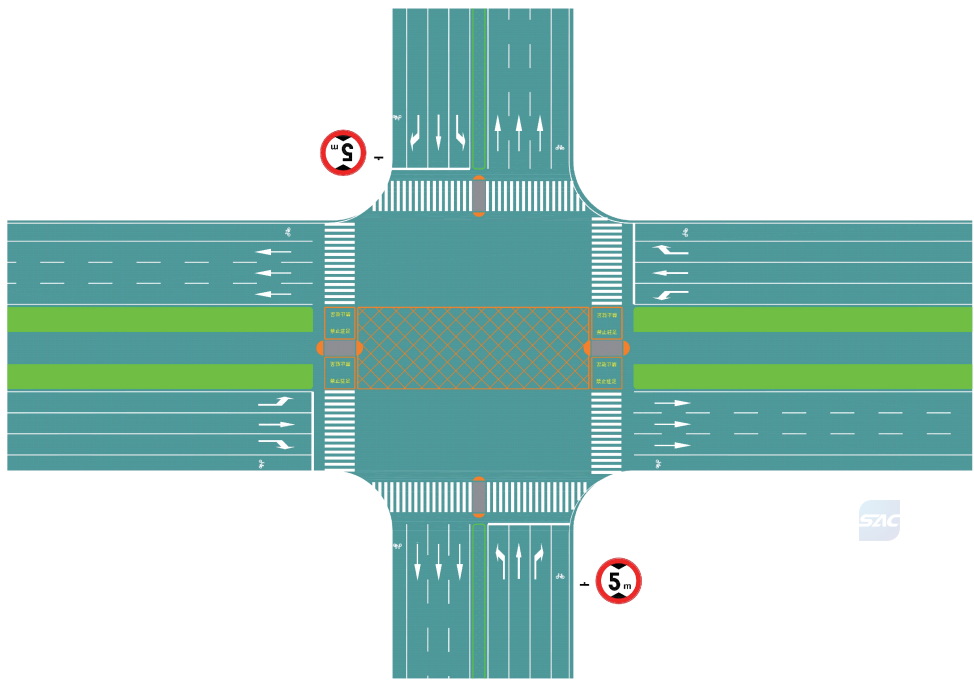


图 B.16 限高标志设置示例

B.2.6 有轨电车专用车道标志

B.2.6.1 有轨电车专用车道标志表示该车道仅供有轨电车行驶,样式见图 B.17。

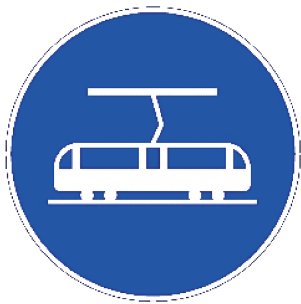


图 B.17 有轨电车专用车道标志

- B.2.6.2 有轨电车专用车道标志形状为圆形。
- B.2.6.3 有轨电车专用车道标志为蓝底、白图案。
- B.2.6.4 有轨电车专用车道标志尺寸根据设计速度按表 B.2 选取。

表 B.2 有轨电车专用车道标志尺寸与速度的关系

速度/(km/h)	71~99	40~70	<40
圆形标志/cm	100	80	60

B.2.6.5 有轨电车专用车道标志设置在有轨电车通行的交叉口及场站出入口的入口前方。可在标志版面附加箭头,箭头指向有轨电车专用车道。可与机动车行驶标志同杆设置,见图 B.18。

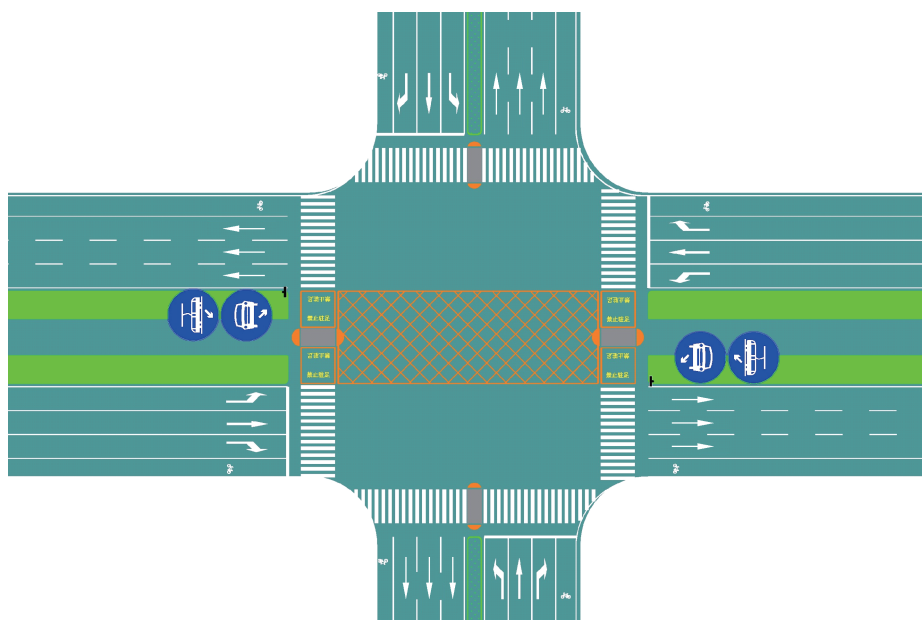


图 B.18 有轨电车专用车道标志设置示例



附录 C
(规范性附录)
有轨电车专用信号灯样式及设置

C.1 信号灯样式

C.1.1 有轨电车专用信号灯由上至下分别为禁止灯、过渡灯和通行灯，用于指示有轨电车通行。其中，禁止灯为蓝色横线，表示禁止通行；过渡灯为白色圆点，表示即将转换为禁止通行；通行灯为白色竖线或白色斜线，白色竖线表示允许有轨电车直行通过，左高右低的白色斜线表示允许有轨电车左转通过，左低右高的白色斜线表示允许有轨电车右转通过，见图 C.1。

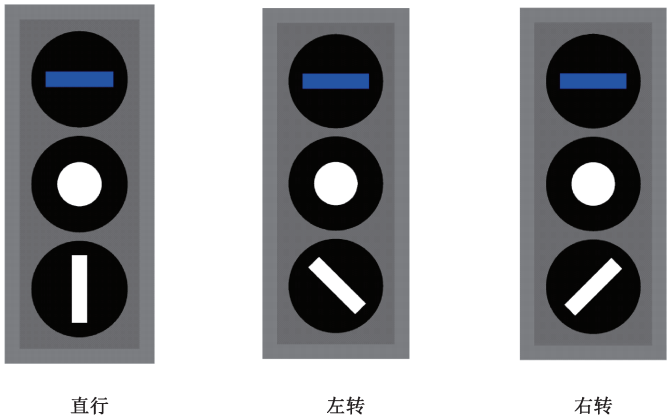


图 C.1 交叉口有轨电车专用信号灯样式

- C.1.2 有轨电车专用信号灯的面罩尺寸为 $\phi 200\text{ mm}$ 。
- C.1.3 有轨电车专用信号灯灯光颜色为白色和蓝色，灯光颜色范围应符合 TB/T 2081 中蓝色和白色铁路信号灯光颜色的规定。

C.2 信号灯灯色转换顺序

有轨电车专用信号灯灯色的基本转换顺序为：禁止灯→通行灯→过渡灯→禁止灯，见图 C.2。

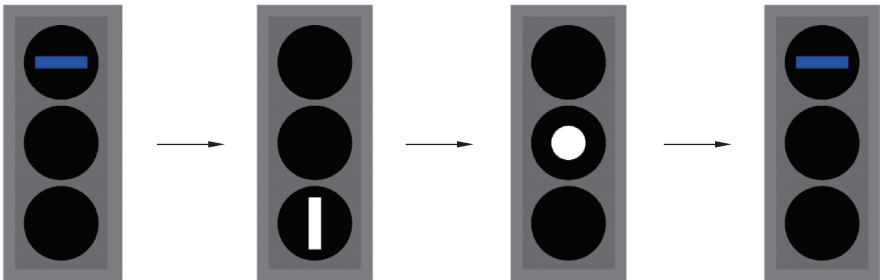


图 C.2 有轨电车专用信号灯灯色转换顺序

C.3 安装方式

有轨电车专用信号灯安装方式宜采用柱式,见图 C.3。

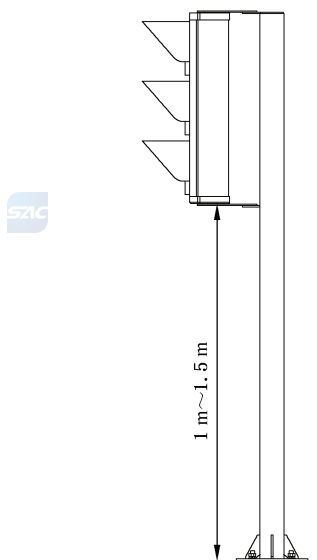


图 C.3 柱式安装方式

C.4 安装高度

有轨电车专用信号灯应在有轨电车驾驶人视距范围内,信号灯的最低点至路面的垂直距离为 1 m~1.5 m,见图 C.3。

C.5 安装位置

交叉口有轨电车专用信号灯的安裝位置宜设置于有轨电车运行方向靠近专用车道的右侧。有轨电车专用信号灯和灯杆不应侵入有轨电车专用车道与行车道通行的限界范围。交叉口、路段及场站出入口处的有轨电车专用信号灯应设置于进口道停止线内,应综合考虑车辆转弯、道岔位置等情况,最小距离 d_1 不应小于 0.8 m,见图 C.4。

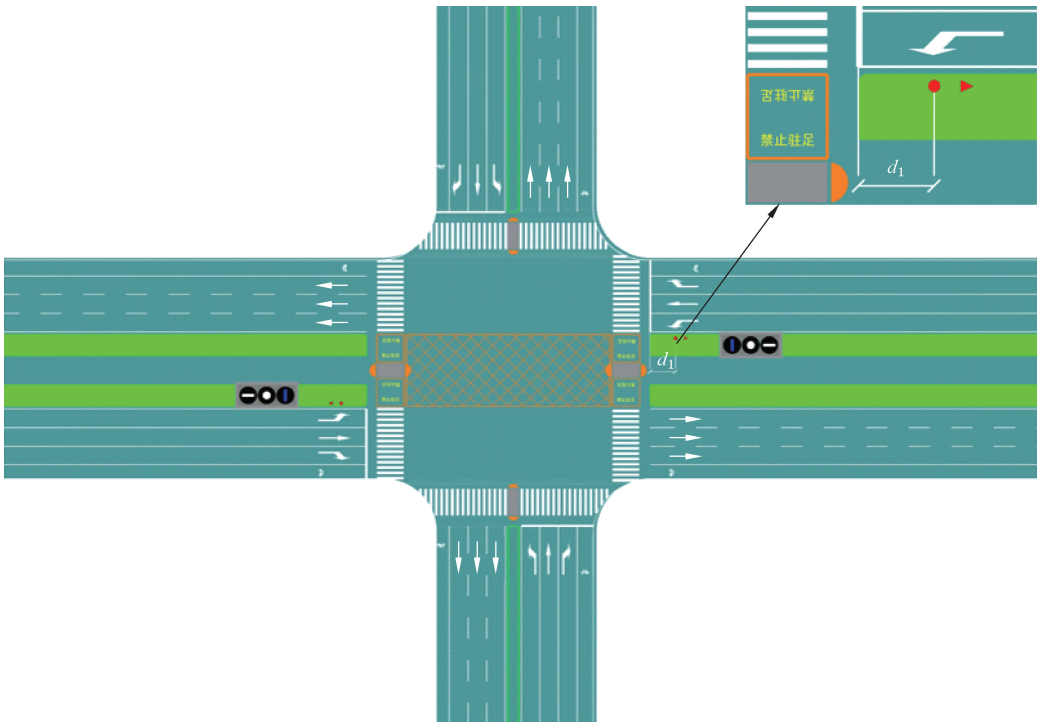


图 C.4 有轨电车专用信号灯安装位置示例

附录 D
(资料性附录)
交通标线样式及设置

D.1 人行横道线

D.1.1 在有轨电车通行的交叉口、路段及场站出入口按照 GB 5768.3 的要求设置人行横道线。路段人行横道宜设置为错位式。

D.1.2 在有轨电车通行区与人行横道相交区域应设置行人和非机动车禁止驻足区域,通过施划黄色标线和路面文字标记标示禁止驻足停留的范围,样式见图 D.1。



图 D.1 人行横道禁止驻足区设置示例

D.2 网状线

在有轨电车通行的交叉口、路段及场站出入口按照 GB 5768.3 的要求设置网状线,样式见图 D.2。

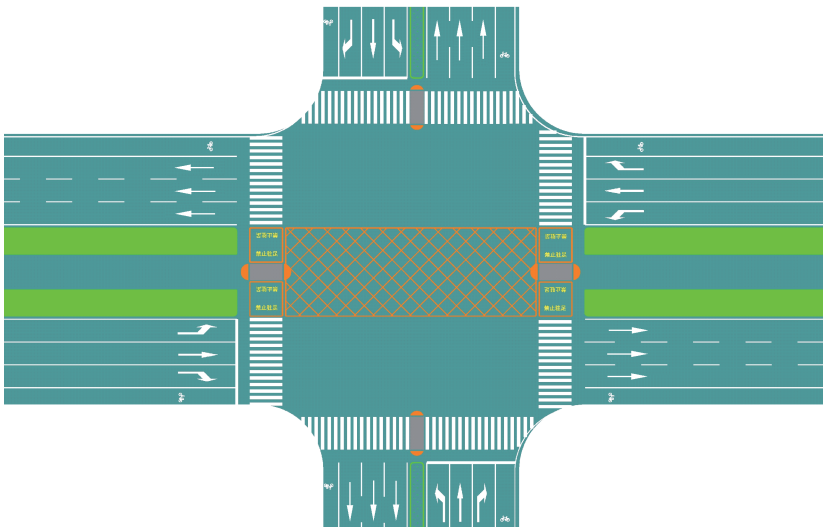


图 D.2 交叉口禁止行人驻足区及网状线设置示例

附 录 E
(资料性附录)

有轨电车交叉口信号控制器与道路交通信号控制机串口通信协议

E.1 通信帧格式

通信帧格式见表 E.1。

表 E.1 通信帧格式

帧头	发送序列号	确认序列号	帧类型	应用数据		CRC 校验	帧尾
				数据长度	数据内容		
1 Byte	1 Byte	1 Byte	1 Byte	1 Word	可变	1 Word	1 Byte

通信帧定义内容如下：

- a) 帧头：一个字节长，值为 0xC0，表示一帧的开始。
- b) 发送序列号：一个字节长，是发送方对所发送的数据传送帧的顺序编号，由发送方填写；所有数据传送帧的发送需按照顺序填写发送序号并要求从接收方取得接收确认；发送方在每次发送数据时都应填写发送序号，发送序号从 0 到 0xff 循环使用，每发送一帧并得到确认后 will 发送序号加 1；接收方依据发送序号判断是否发生丢帧和重帧现象。
- c) 确认序列号：一个字节长，是作为接收确认信息反馈给发送方的，由接收方填写的已正确接收到的最近一帧的发送序号。接收方在正确接收到发送方的数据后，将帧中的发送序号作为确认序号发送给原发送方。发送方依据确认序号判断帧发送是否成功。
- d) 帧类型：一个字节长，表示该帧的类型，见表 E.2。

表 E.2 帧类型表

帧名称	值	用途
数据下发	0xF1	有轨电车交叉口信号控制器发送的请求信息
数据上传	0xF2	道路交通信号控制机发送的响应信息
数据定时上传	0xFF	道路交通信号控制机发送的 1 秒 1 帧的相位信息

- e) 数据长度：该数据传送帧所包含的数据内容部分的字节长度，两个字节，其中低字节在前，高字节在后，数据长度可变由数据域内容确定。
- f) 数据内容：该数据传送帧所携带的数据内容。
- g) CRC 校验：CRC 校验码生成多项式为： $G(X) = X^{16} + X^{12} + X^5 + 1$ 计算，计算初值为 0xFFFF；校验内容从“发送序号”到“数据内容”的所有字节；计算结果为两个字节长，在帧格式中按照低字节在前，高字节在后的方式存放。
- h) 帧尾：一个字节长，值为 0xC0，表示一帧的结束。
- i) 数据转义：发送方在发送每一帧数据之前对该帧中与帧头和帧尾相同的数据进行转义操作，以防止接收方对帧的解析出现二义性。转义包括除帧头和帧尾之外的所有数据，转义按照表 E.3 对应关系进行。对发送的数据，先转义后校验，之后对校验值再进行转义；接收方对接收

的数据,先对校验值进行反转义,完成 CRC 校验后再对内容进行反转义。

表 E.3 转义表

转义前	0xC0	0xDB
转义后	0xDB 0xDC	0xDB 0xDD

E.2 序号控制

通信帧序号控制方式如下:

- a) 通信双方各维持两个序号变量:发送序号变量和接收确认序号变量。发送序号变量用来对发送的数据传送帧进行编序,接收确认序号变量用来检查接收到的数据传送帧的正确与否,以发现丢帧和重帧。
- b) 发送方在每次发送数据时将自己的发送序号变量和确认序号变量内容分别填写到帧中的发送序号和确认序号中。
- c) 发送方在没有收到确认信息时不发送新的数据传送帧。
- d) 发送方在收到数据后,将帧中的确认序号与自己的发送序号变量比较,两值相等时认为收到了前次发送帧的确认信息,之后将自己的发送序号变量加 1。
- e) 接收方在收到数据传送帧后,将帧中的发送序号与自己的接收确认序号变量进行比较,发送序号比接收确认序号大 1 时,将接收确认序号变量加 1。
- f) 接收方收到数据传送帧后,如果帧中的发送序号等于自己的接收确认序号,则认为发送方发送了重复的数据帧,仍向发送方发送确认信息但不再对接收到的数据进行处理。
- g) 接收方收到数据传送帧后,如果帧中的发送序号比自己的接收确认序号大 2 以上,则认为发生了丢帧现象。
- h) 功能码为 0XFF 的定时帧,其发送序号及接收确认序号保持常量不变,目前暂定为 0。

E.3 无效(超时)与重传

通信帧无效(超时)与重传处理方式如下:

- a) 如果帧类型、帧长度或 CRC 校验错误,则该报文是无效的;
- b) 数据发送方对所发送的每一条数据传送帧响应进行无效(超时)检查;
- c) 发送方在一帧数据发送完成后开始计时,接受报文无效或超过 1 s 未收到对方应答信息将进行重发;
- d) 发送方应保证在后续的重发过程中,重发的帧与原帧仅可能在接收序号和 CRC 校验部分发生变化;
- e) 重发两次(加初次发送共三次)仍没有确认或响应错误则认为通信中断或故障;
- f) 在发生通信中断或故障后,应对通信端口重新初始化并尝试连接,再次发送三次连接不成功认为硬件故障。

E.4 通信频次

当有轨电车在通过接近预告、接近请求、进入交叉口、驶离交叉口检测点时,或道路交通信号灯色、剩余时间变化时,有轨电车交叉口信号控制器和道路交通信号控制机进行一次通信交互。

参 考 文 献

- [1] GB/T 30012 城市轨道交通运营规范
 - [2] GA/T 527.7 道路交通信号控制方式 第7部分:有轨电车交叉口优先通行控制规则
 - [3] TB/T 2081 铁路信号灯光颜色
 - [4] 德国城市轨道交通技术法规,城市轨道交通建设和运营规则
-