ICS 93.080
CCS R 80

DB3205

苏 州 市 地 方 标 准

DB3205/T XXX—2023

交通事故多发道路判别与改善规范

Specification for High Crash Road Identification and Safety Improvement

（报批稿）

2023-XX-XX 发布　　2023-XX-XX 实施

苏州市市场监督管理局　发 布

目　　次

前言……II
引言……III
1　范围……1
2　规范性引用文件……1
3　术语和定义……1
4　判别与改善技术流程……2
5　分析判别……2
　5.1　判别周期……2
　5.2　资料收集……2
　5.3　初步判别……2
　5.4　现场复核……3
　5.5　判别结果……3
6　改善方案……3
　6.1　基础资料准备……4
　6.2　数据及隐患分析……1
　6.3　方案制定……5
7　方案实施……6
　7.1　工程设计……6
　7.2　措施落实……6
　7.3　项目验收……6
8　效果评价……6
　8.1　资料收集……6
　8.2　评价实施……6
附录A（资料性）　“四阶段”技术流程应用示例……7
附录B（资料性）　事故绝对数法和安全可提高空间法……15
附录C（资料性）　死亡事故记录示例……18
附录D（资料性）　苏州市各月天色时间……20
附录E（资料性）　常用记录表……21
附录F（资料性）　常见道路交通安全隐患及设施改善治理对策……30
参考文献……69

前　　言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则　第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由苏州市公安局交通警察支队提出。

本文件由苏州市公安局归口。

本文件起草单位：同济大学、苏州市公安局交通警察支队、苏州市交通运输局、苏州市住房和城乡建设局。

本文件主要起草人：王雪松、邓苏、刘芳、周建华、龚建、王军涛、王超、杭海峰、雷丽霞、朱晓蕾、郑思艺、吴兵、郄中洋、庄伟嘉、沈勤、夏季、姜宇、高雅、杨璐、张琪、李佳奇、张学宇、戴志成、丰明洁、裴莹莹、张学芳、胡玮浩、宋少华、曹晓东、潘磊、鲁昕、孙凯、黄伟、顾平、钱俊、郭政、陆雄、董良、富颀、陈晓程、郝洪涛、董京。

引　言

苏州市道路里程、机动车保有量、驾驶人数量持续增加，人们对出行安全、通行效率等要求也在不断提高。苏州市政府部门历来非常重视道路交通安全问题，已持续多年开展交通事故多发道路治理工作，并取得了良好的效果。

编制组在总结苏州经验的基础上，参考美国、英国、澳大利亚、日本等国家的道路安全评估规范、指南，开展了本规范的编制工作，建立了交通事故多发道路治理的技术方法，规范了治理工作的流程、内容，优化了交警、路政、规划、设计等部门间的协调机制，能更好地指导交通事故多发道路治理工作，有效提升道路交通安全水平。

本文件中交通事故多发道路治理的技术方法亦可用于道路交通工程规划、设计、建设等阶段。

交通事故多发道路判别与改善规范

1 范围

本文件规定了交通事故多发道路判别与改善的技术流程，并规定了分析判别、改善方案、方案实施、效果评价的要求。

本文件适用于交通事故多发道路判别与改善。

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 5768（所有部分） 道路交通标志和标线

CJJ 37-2012 城市道路工程设计规范

CJJ 152-2010 城市道路交叉口设计规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

安全可提高空间 potential for safety improvement（PSI）

某地点的事故预测值超出类似地点事故期望值的数值。

3.2

安全预测模型 safety performance function（SPF）

利用历史交通事故数据构建的道路设施事故分析模型，可定量解释事故的显著相关因素，也可作为判别交通事故多发道路的基础模型。

3.3

交通事故多发道路 high-crash road

在选定的分析时段内，发生多起交通事故或事故损害后果极其严重，使用合理的判别方法和指标对研究区域路网内各条道路发生交通事故的数量进行统计分析，有一定规律特点的道路。

3.4

事故绝对数法 crash frequency method

利用历史交通事故数量直接进行交通事故多发道路判别的方法。

3.5

“四阶段”技术流程 four-stage procedure

为完成交通事故多发道路改善治理而执行的一系列技术的集合，分为“分析判别、改善方案、方案实施、效果评价”四个阶段。

4 判别与改善技术流程

交通事故多发道路判别与改善时应采用“四阶段”技术流程，内容见图1，应用示例见附录A。

图1 “四阶段”技术流程

5 分析判别

5.1 判别周期

分析判别工作宜一年开展一次。

5.2 资料收集

分析判别交通事故多发道路时，宜收集研究区域路网内各条道路近3年的全量交通事故数据，包括一般程序和简易程序交通事故数据、事故特征、重特大事故情况等。

5.3 初步判别

5.3.1 判别方法

交通事故多发道路判别常用的判别方法有事故绝对数法和安全可提高空间法。详见附录B。

5.3.2 判别指标

5.3.2.1 事故绝对数法的判别指标为事故数，可根据改善治理目的不同选用事故总数、死亡人数、重

伤以上事故总数、每公里事故数等。

5.3.2.2　安全可提高空间法的判别指标为安全可提高空间（PSI）。

5.3.3　分析单元

5.3.3.1　对交通事故多发道路分析时可按一定长度的分析单元开展，也可针对平面交叉口、立体交叉、出口分流段、入口合流段开展专项分析。

5.3.3.2　不同道路类型的交通事故多发道路分析单元长度宜按表 1 选取。

表 1　交通事故多发道路分析单元长度

道路类型	建议长度
市区地面道路	1 km～3 km
郊区地面道路	2 km～4 km
快速路	2 km～6 km（分侧向）
高速公路	2 km～6 km（分侧向）

［来源：交通安全分析（Traffic Safety Analyses），王雪松，2022.2，ISBN 978-7-5608-9121-7］

5.3.3.3　对分析单元进行分析时，除进行整体分析外，还宜细化分析。对分析单元的细分宜按表 2 选取。

表 2　分析单元细分

道路类型	分析单元细分	分析范围
地面道路	路段	上下游交叉口之间（不含交叉口范围）
	平面交叉口	交叉口停止线范围及上游 3s 行车距离，下游 1s 行车距离
高、快速路	路段	上下游出入口之间标准段（不含立体交叉及出入口分合流范围）
	出口分流段	分流段起点至终点
	入口合流段	合流段起点至终点
	高、快速路立体交叉	立体交叉交织区段及各匝道

注：实际项目中可根据需要对分析范围进行调整。

5.4　现场复核

对初步判别出的交通事故多发道路整体情况进行现场复核，确认道路设施是否具备改善治理的条件，若道路处于施工、临时管制等状态，则暂不宜开展改善治理工作。

5.5　判别结果

5.5.1　应通过初步判别、现场复核确定交通事故多发道路是否需要进行设施改善，并形成交通事故多发道路清单。

5.5.2　交通事故多发道路清单应包括以下信息：道路名称、道路类型、道路等级、道路范围、道路长度、判别指标等。

6　改善方案

6.1 基础资料准备

6.1.1 部门调研

道路及其附属设施、交通管控设施的归属和管辖因道路类型、等级的不同存在区别，应根据道路的具体情况确定调研部门。常见的调研部门有公安局交通警察支队、交通运输局、城市管理局等部门及其下属的区县级各管理部门。部门调研宜包括以下内容：

a） 区域道路总体情况，包括不同类型道路的里程，区域的路网体系，道路规划、建设计划等；
b） 区域交通总体情况，包括区域交通运行情况，主要通行的车辆类型，道路使用者行为特征；
c） 区域交通管理总体情况，包括各类设施管理单位、日常管理流程，区域车辆保有量，区域内客货运企业分布、客货运车辆主要活动范围，交警重点勤务安排、应急救援体系；
d） 区域内重点关注的道路，包括易拥堵的道路，事故风险高的道路；
e） 待改善道路的总体情况，包括设施的建设、养护情况、改扩建需求，交通拥堵及事故情况、交通管理手段等。

6.1.2 资料收集

应收集道路及其附属设施信息、交通运行数据、交通管控措施、交通事故数据、交通违法数据、路侧环境等资料，资料的收集可贯穿项目全过程，根据需求分阶段、分批收集，宜包括以下内容：

a） 道路及其附属设施信息包括道路地理位置、道路概况、道路几何线型设计（平面、纵断面、横断面等）、道路绿化、排水、照明、特殊结构物（桥梁、隧道、地通道等）、防护设施等；
b） 交通运行数据包括交通量和车速数据。交通量数据宜根据需求采集不同时间段的道路断面交通量、交叉口转向交通量，包括工作日，周末，节假日，高峰以及平峰时的交通量，数据类型包括机动车交通量、非机动车交通量及行人交通量。车速数据包括瞬时速度和区间平均行驶速度；
c） 交通管控措施包括交通标志标线、信号、监控、公交专用道、单行道、特殊区域或特殊车辆管控等；
d） 交通违法数据包括事故违法数据与查获违法数据。查获违法数据包括现场执法和非现场执法数据；
e） 路侧环境包括道路两侧的用地类型、接入口等。

6.1.3 现场踏勘

6.1.3.1 踏勘设备

常用的踏勘设备有视频采集设备、无人机、雷达测速仪、相机、测距仪等，亦可根据需要配置电磁计数仪、坡度测量仪、角度仪、GPS定位仪、加速度仪等其他踏勘所需设备。常用踏勘设备及使用要点见表3。

表 3 常用踏勘设备及使用要点

设备	使用要点
视频采集设备	主要用于道路沿线环境的采集。 可采用行车记录仪记录道路前方影像。对道路进行 1 次～3 次全程双向连续拍摄，每次拍摄时车辆宜匀速行驶且保持在同一车道，每次选择不同的车道行驶。 亦可采用全景摄像系统对道路沿程进行全景影像采集。有条件时还可运用视频识别技术对道路线形、路面状况、标志标线等数据进行识别和采集。

表 3　常用踏勘设备及使用要点（续）

设备	使用要点
雷达测速仪	主要用于获取车辆的运行速度。 在不同路段和时段，宜分车型获取车辆运行速度，样本采集量以满足统计分析要求为准。车型划分应根据研究分析的需求进行分类。可按大、中、小型客车，大、中、小型货车等进行分类。 对于多车道高速公路和快速路，必要时可分车道获取速度数据。
无人机	主要用于道路平面图、交通运行情况、道路周围环境等内容的拍摄。无人机使用过程中应严格遵守当地的限飞规定。 拍摄道路平面图时，宜采用俯视角度，保持同一高度平行飞行，尽可能一次获取交叉口或路段的完整平面。 拍摄路段交通运行情况时，宜采用俯视悬停拍摄 5 分钟～10 分钟；拍摄交叉口交通运行情况时，宜获取不少于 2 个信号周期的全景平面。 拍摄道路周围环境时，宜采用鸟瞰角度环视拍摄，在固定位置环视 360°。
相机	主要用于道路设施的拍摄。 包括道路标准段、渠化段的断面图，道路踏勘过程中发现的隐患点、现场的交通情况、需要记录的标志标线、隔离设施、信号灯等内容。照片拍摄时应包含相应的参照物（比如路名牌、指路标志、典型地标等），以方便后期确认位置。
测距仪	主要用于获取道路断面尺寸、设施间距、视距等。 宜选择能够适应户外环境的测距仪。无测距仪时也可采用轮尺或卷尺进行距离的测量。
其它设备	根据调研需要，酌情配置电磁计数仪、坡度测量仪、角度仪、GPS 定位仪、加速度仪、激光扫描仪等设备开展调研。

6.1.3.2　踏勘内容

应开展现场踏勘工作，对收集到的资料进行核实与补充。现场踏勘宜包括以下内容。常用记录表见附录E。

a）道路的整体情况，包括道路所处的位置、走向、沿线路侧环境及用地性质等；
b）道路的几何信息，包括道路的平面、纵断面及横断面布置，交叉口的渠化形式、视距，沿线出入口、公交站台布置、特殊结构物（桥梁、隧道、地下通道）布置等；
c）道路的隔离设施，包括中央分向隔离、机非隔离设施等；
d）道路的附属设施，包括绿化、照明、排水等；
e）不同时段的交通运行情况，包括交通流量、交通构成、运行速度、通行轨迹等；
f）交通管理及交通控制设施，包括道路的限速管理、交通标志标线、信号控制、停车管理等；
g）行人和非机动车通行条件，包括可达性、连续性、舒适性、夜间照明等；
h）道路使用者的主观感受，可通过现场随访或问卷调研等形式开展。

6.2　数据及隐患分析

6.2.1　事故数据分析

6.2.1.1　事故分析包括基于数据统计的总体特征分析和基于典型事故的深度分析两类。

6.2.1.2　开展总体特征分析时，应从事故的空间分布、时间分布、严重程度、交通方式、事故形态、事故原因、事故发生时的天气状况等维度进行分析。此外，还可根据需要从驾驶人性别、年龄、驾龄，车辆类型、车辆所属行业、企业，道路行政等级、技术等级、自然环境等角度开展分析。

a） 对于空间分布特征分析，宜采取热力图、聚合图、散点图等方法进行分析。以某道路死亡事故为例，其空间分布及记录方式见附录C。
b） 对于时间分布特征分析，宜按年、月、周、日、小时进行分析。
c） 对于严重程度特征分析，宜按财产损失事故、轻伤事故、重伤事故、死亡事故进行分类分析。
d） 开展事故的交通方式特征分析时，宜按机动车、非机动车及步行分类分析。其中机动车可分为小、中、大型客车，轻、中、重型货车，牵引车、专项作业车、摩托车和其它机动车。非机动车分为电动自行车和自行车。
e） 对于碰撞形态特征分析，宜按碰撞运动车辆、碰撞静止车辆、碰撞行人、碰撞固定物、翻车、坠车、乘员跌落或抛出、车辆失火及其它进行分类分析，对碰撞运动车辆的，应进一步细分到追尾碰撞、对向碰撞、侧向碰撞等形态。
f） 对于事故原因特征分析，宜按违法原因、意外原因、道路设施原因、其它原因等进行分类分析，并应分析违法、意外原因等是否与道路设施原因存在关系。
g） 对于天气状况特征分析，宜按晴天、阴天、雨天、雪天、雾天、大风、沙尘、冰雹及其它情况等进行分类分析。
h） 对于天色特征分析，可按白天、夜间、早晨、黄昏等进行区分，其中夜间应注明是否有照明。各月天色时间见附录D。

6.2.1.3 开展典型事故的深度分析时，应对事故发生前、事故发生中、事故发生后的过程进行还原，对人、车、路、环境等要素进行分析。

6.2.1.4 开展总体特征分析和典型事故深度分析时，应根据具体情况，进行多角度的交叉分析。

6.2.2 违法数据分析

6.2.2.1 违法分析包括对事故违法分析和查获违法分析。

6.2.2.2 开展违法分析时，宜从违法时间、违法地点、违法类型、违法车辆类型、违法人员类型等维度进行分析。

6.2.3 设施隐患分析

6.2.3.1 开展交通事故多发道路设施隐患分析时应符合以下要求：
a） 应根据现行规范，对交通事故多发道路设施的各项指标进行校核，检查其是否符合规范的规定；
b） 应由具备道路交通安全评估经验的人员通过现场调研，结合交通运行特点、事故特征、违法特征等，根据经验判断道路设施是否存在隐患；
c） 宜采用安全预测模型（SPF），将事故数与事故影响因素相关联，开展事故影响因素敏感性分析，以提高道路改善措施的针对性。安全预测模型的构建方法见附录B中的B.2.1。

6.2.3.2 应对交通事故多发道路设施开展检查分析，可采用道路设施安全检查清单的方式，检查内容包括但不限于表4。

表4 道路设施安全检查清单

类型	子类型	分项
道路几何要素	平面和纵断面	平面线形
		纵断面线形
		平纵组合
		停车视距、超车视距、会车视距、决策视距

表 4　道路设施安全检查清单（续）

类型	子类型	分项
道路几何要素	道路横断面	建筑限界
		车道数量、车道布置、车道宽度
		行人、非机动车道的设置情况
		分隔带的宽度，开口设置的位置，视距
		横断面过渡段的位置、长度
		道路横坡，道路的超高、加宽
道路交叉	平面交叉口	相交道路的等级
		交叉口的位置及间距
		交叉口的类型、交角
		交叉口的渠化设置方式、转弯半径
		交叉口的视距
		与邻近桥梁、隧道、立交的距离及衔接情况
	立体交叉	相邻立交的间距
		相邻出入口的间距
		主线、匝道、分合流区域的视距
		出入口的形式
		车道平衡
		匝道断面的设置
		加减速车道的长度
		主线与匝道速度的协调性
交通控制设施	标志、标线	标志、标线的规范性，包括位置、形式、高度、角度、大小、版面布置、颜色、图案、字高、反光性能、可视认性等
		标志信息的完整性、准确性、连续性、可读性、信息量
		标线的完整性、准确性、连续性
		标志标线的一致性
		标志、标线与环境的适应性
	交通信号灯	设置的必要性
		设置的规范性，包括位置、形式、高度、角度、形状、图案、灯色等
		信号的可视认性
		配时方案的合理性
	监控设施	设置的必要性
		设置的规范性，包括位置、形式、预告标志的设置情况
		系统的响应能力
	防护设施	防护护栏的合理性
		防护护栏的位置、形式、等级，护栏端部的处理方式
		路桥段防护护栏的衔接过渡情况
		桥墩等刚性结构物的（缓冲）防护设施
		分流鼻端的缓冲设施
		防护设施的完整性

表 4　道路设施安全检查清单（续）

类型	子类型	分项
交通控制设施	隔离设施	隔离设施的合理性
		隔离设施的位置、形式、高度和结构的安全性
		隔离设施端部的处理方式
		高速公路中央隔离开口带设置情况
		隔离设施对视距的影响
	速度管理	限速策略的合理性
		设计速度与运行速度的差异
		不同路段运行速度的速度差
		速度管理措施
路面		路面抗滑能力
		路面平整度、窨井的设置情况
		路面其它病害（裂缝、车辙、拥包、骨料松散等）
路侧		路侧设施情况，包括净区、护栏、边坡、缘石、边沟、杆件、地物等
		路侧环境，包括商业、学校、医院等
		路边停车情况，含路内和路外停车
接入口		接入口的位置、间距、接入的形式
		接入口的视距
		接入道路的坡度、接入角度
非机动车和行人交通设施		路段中非机动车道、人行道的连续性
		非机动车道、人行道与机动车道的分隔情况
		过街设施的位置、形式、间距
		过街设施与非机动车道、人行道的连续性，二次过街安全岛的设置情况
桥梁和隧道	桥梁	平纵线形、视距
		横断面变化处的过渡段及过渡构造设置
		桥梁段人行道、非机动车道的设置
		桥面铺装、桥梁与路基衔接段的抗滑性能
		桥梁护栏设置的合理性
		桥头跳车情况
		桥梁上跨道路时的墩台设置及其防护设施
		桥梁上跨道路时桥面泄水对桥下交通的影响
		桥梁相关交通标志、标线的设置
		桥梁的交通管理措施、应急救援系统
	隧道	隧道的平纵线形、视距，洞口内外线形的一致性、连续性
		洞口内外横断面的过渡段及过渡构造设置
		洞内及衔接路段的路面抗滑性能
		洞口检修道端头与洞外护栏的衔接过渡
		洞口照明过渡的设置
		隧道内人行道、非机动车道的设置
		隧道内相关交通标志、标线的设置

表 4　道路设施安全检查清单（续）

类型	子类型	分项
桥梁和隧道	隧道	隧道内监控、照明、通风、排水、消防等设施的设置及其技术状况和指标参数
		隧道的交通管理措施、应急救援系统
公共交通设施		公交专用道的设置、交通组织方式
		公交、校车停靠站的位置和设置形式
		行人过街设施与公交停靠站的衔接
		轨道交通站、公交枢纽站附近的交通组织及管理方式
道路绿化		绿化影响必要通视（导致视距不足）
		绿化遮挡信号灯、标志、路灯等
		绿化侵入道路限界范围内
道路排水		道路排水设施的完善程度
		道路路面积水情况
照明设施		照明灯杆位置的设置
		照明灯具的照明情况
无障碍设施		无障碍设施的完善程度
其它		不同人群的需求对交通安全的影响
		道路交通冲突分析
		特殊区域的交通需求，如学校、医院、交通枢纽、商业区周边
		特殊车辆的交通需求，如大型客运、货运、工程车的通行需求
		监控补光灯的亮度
		防眩设施的完善程度
		辅助车道的设置方式
		上跨桥梁人行道外侧防落物设施的设置

6.3　方案制定

6.3.1　制定原则

安全改善方案涉及道路交通设施改善等内容。方案的制定应符合以下原则：

a）统筹兼顾。以有效保障道路使用者安全通行为首要目标，兼顾道路通行效率，科学论证，综合施策；

b）技术有效。运用数理统计、建模等手段对事故进行分析研判，对现场进行详细踏勘，应用技术标准、规范及研究成果，制定出针对性强、可实施性好的技术方案；

c）规范统一。规范交通标志、标线、信号等设施的设置，确保交通管控设施的统一，降低道路使用者的任务负荷。未经充分论证，避免采用非标准的交通管控设施；

d）经济节约。做好与规划的衔接，优先采用经济、耐久、环保、符合可持续发展理念的设施及材料，以降低建设和维护的成本。

6.3.2　常见道路安全隐患及改善对策

道路安全水平与道路几何特征、交通流特征、道路使用者行为、交通管理与控制等多种因素相关，宜根据实际情况选择相应的改善对策，道路常见的安全隐患及改善治理对策见附录F。

7 方案实施

7.1 工程设计

由具有实施改善需求的管理部门提出，实施部门委托具有相关资质的设计单位，根据改善方案开展工程设计。管理部门与实施部门应共同对设计成果与改善方案的一致性进行审核。对于设计过程遇到方案需要调整的情况，应与方案编制单位商议确认。

7.2 措施落实

施工单位应根据审批后的设计图纸进行施工，落实改善措施。施工前应由设计单位对施工单位进行交底。

7.3 项目验收

施工完成后管理部门与实施部门应根据改善方案、设计文件、工程质量管理文件、现行的标准规范等共同对工程进行验收。

8 效果评价

8.1 资料收集

应收集改善后的资料，内容见本文件6.1.2规定。

8.2 评价实施

8.2.1 一般要求

8.2.1.1 改善成果评价工作应由提出实施改善工作的道路、交通管理部门委托具有安全评估能力的单位开展。

8.2.1.2 改善成果评价工作应在项目实施完成且交通运行稳定后开展。基于事故数据的评价应有一年以上数据的积累。

8.2.2 评价方法

8.2.2.1 常用的评价方法有前后对比法和同类对比法。

8.2.2.2 对同一条道路改善前后的交通运行状况、安全水平进行比较，可采用前后对比法评价。

8.2.2.3 对相似道路的交通运行状况、安全水平进行比较，可采用同类对比法评价。

8.2.3 评价指标

常用的评价指标有事故总数、死亡人数、重伤以上事故总数、每公里事故数等。

8.2.4 评估内容

8.2.4.1 应对改善流程完整程度、改善内容实施程度、改善的直接效果进行评价。

8.2.4.2 可对改善的社会效益（社会影响程度、公众满意度等）和经济效益（投入产出、成本核算等）等内容进行评价。

附　录　A
（资料性）
“四阶段”技术流程应用示例

A.1　分析判别

选用事故绝对数法，对绕城高速交通事故多发路段进行判别。提取2017年～2019年的数据，将死亡事故数为判别指标，以立交互通作为分析单元进行判别排查。

本步骤可以运用“苏州市道路交通安全风险防控平台”进行排查，设定显示排序前9位的道路点段，并现场核实后形成交通事故多发道路清单，见表A.1。

表 A.1　绕城高速事故多发路段清单

序号	名称	类型	等级	路段范围	长度（km）	死亡事故（起）	事故密度（起/km）
1	通安枢纽	高速公路	-	K31-K34	3	6	2.0
2	东山互通	高速公路	-	K55-K57	2	5	2.5
3	东桥互通	高速公路	-	K26-K28	2	4	2
4	千灯互通	高速公路	-	K0-K2	2	3	1.5
5	角直枢纽	高速公路	-	K20-K23	3	3	1
6	张浦互通	高速公路	-	K8-K10	2	2	1
7	尹山枢纽	高速公路	-	K38-K40	2	1	0.5
8	天池山互通	高速公路	-	K39-K41	2	1	0.5
9	石湖互通	高速公路	-	K46-K48	2	1	0.5

A.2　改善方案

A.2.1　基础数据准备

A.2.1.1　部门调研

根据初步判别的结果，开展属地部门调研，了解道路的整体情况。

A.2.1.2　资料收集

收集判别结果清单中各条道路的道路及其附属设施信息、交通运行数据、交通管理及控制措施、交通事故数据、交通违法数据等资料。如图A.1所示为道路区位图，图A.2所示为道路标准横断面图。

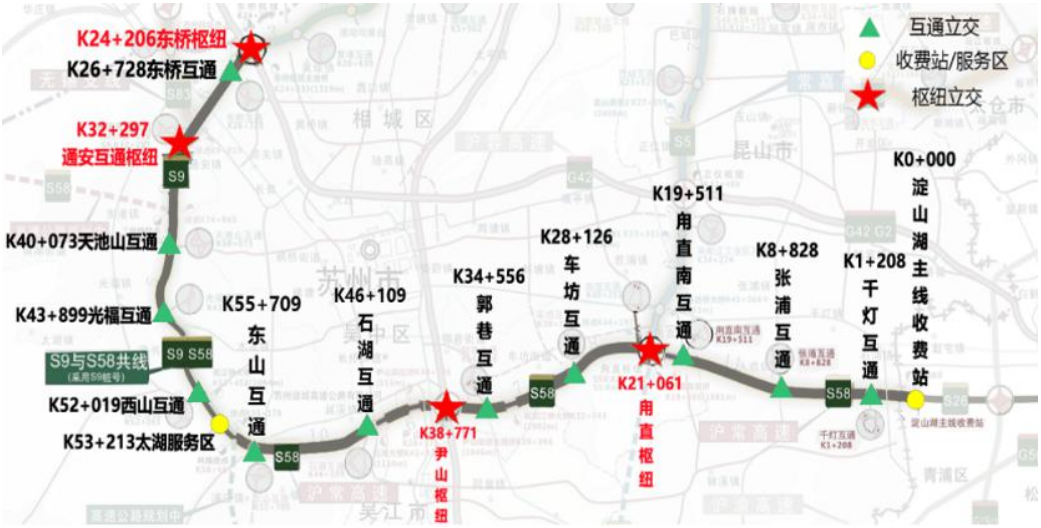


图 A.1　尹山枢纽区位示意图

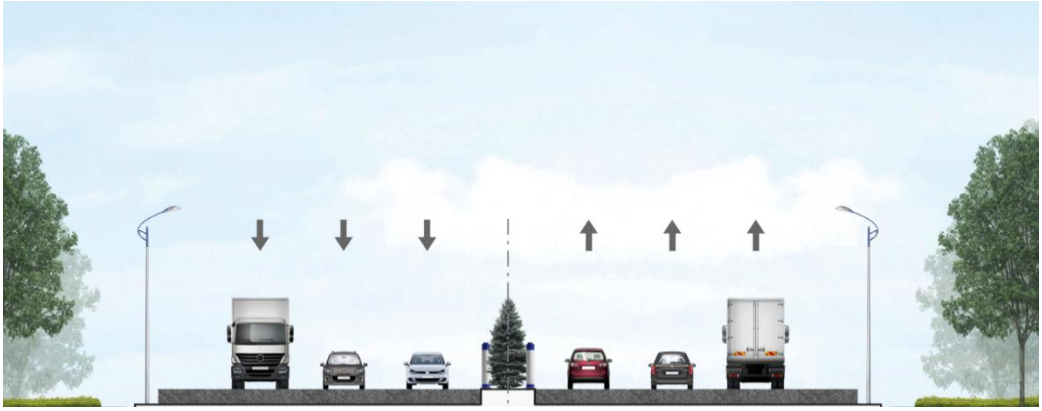


图 A.2　尹山枢纽标准横断面

A.2.1.3　现场踏勘

开展道路现场调研，核实补充收集到的资料。

A.2.2　数据及隐患分析

A.2.2.1　事故分析

对收集到的数据开展分析。从事故的空间分布、时间分布、严重程度、交通方式、事故形态、事故原因、事故发生时的天气状况等维度开展事故数据分析，形成初步分析报告。如图 A.3 所示为死亡事故空间特征。

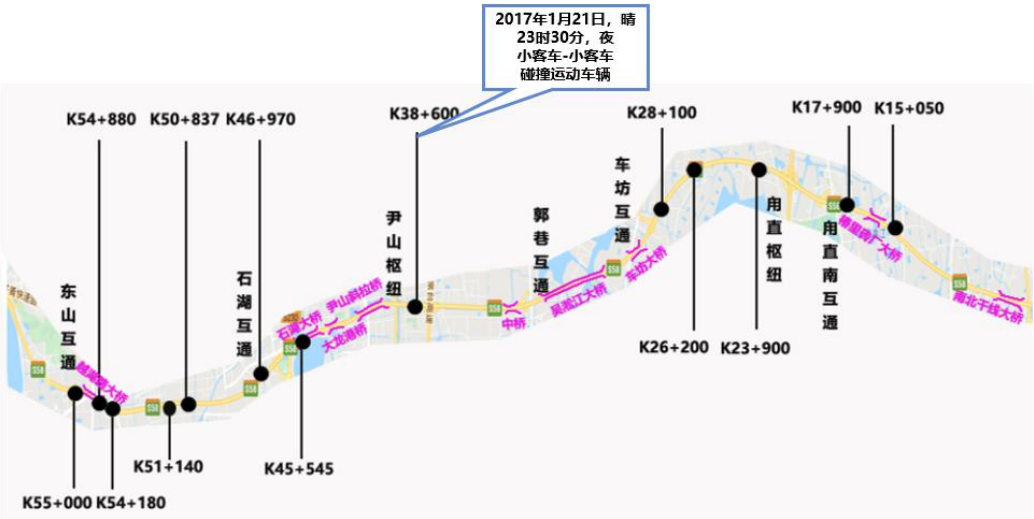


图 A.3　死亡事故空间分析

A.2.2.2　违法分析

以尹山枢纽的死亡事故为例分析，如图 A.4 所示，向东行驶的重型普通货车追尾同方向行驶的重型箱型货车，导致重型普通货车驾驶人及乘客死亡。重型普通货车存在未保持安全车距的违法行为与事故有较大关系。

图 A.4　死亡事故案例分析（尹山枢纽）

A.2.2.3　隐患分析

结合路段交通流量、交叉口交通流轨迹、车辆运行速度等特征，从路网布局、道路几何要素、道路交叉口、交通控制设施、路面、路侧、接入口等方面分析判断事故致因与道路交通设施之间的关联，发现道路安全隐患，如图 A.5 所示。

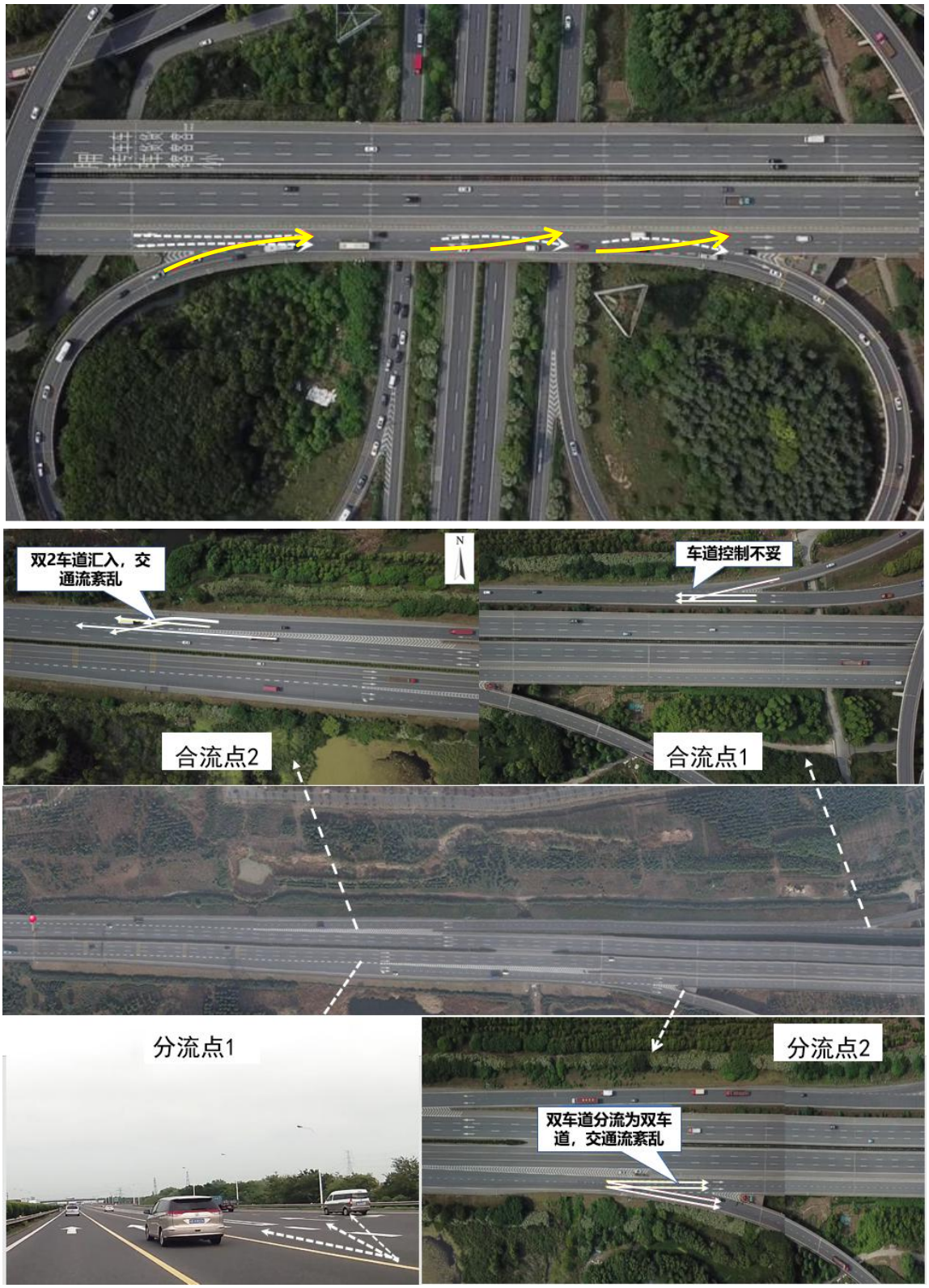


图 A.5　隐患分析（尹山枢纽）

A.2.3　方案制定

改善方案需要遵循安全保障、技术有效、规范统一、经济节约的原则。道路交通安全改善报告应包括：道路概况、数据分析、隐患分析、方案制定、实施建议等内容。应征求主管部门、属地部门对改善报告的意见，讨论并修改形成最终改善方案，如图A.6所示。

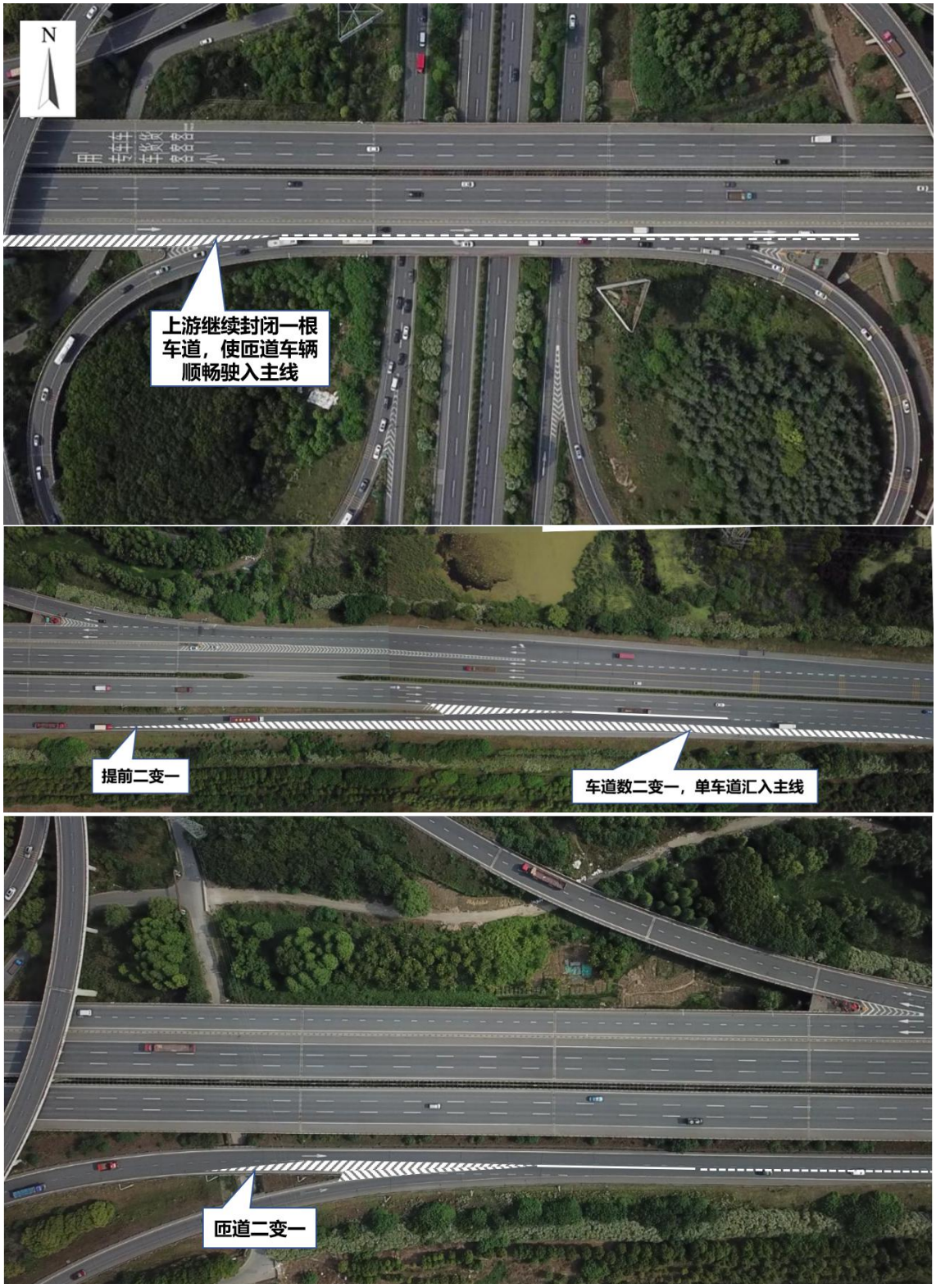


图 A.6　改善方案（尹山枢纽）

图 A.6　改善方案（尹山枢纽）（续）

A.3　方案实施

A.3.1　工程设计

工程设计是对改善方案的进一步细化，应注意设计成果与改善方案的一致性。

A.3.2　措施落实

措施落实是根据设计成果进行现场施工。设计人员应对施工单位进行详细交底，以保证实施成果与设计成果一致，如图A.7所示。

A.3.3　项目验收

施工完成后应根据设计图纸对工程进行验收。

图 A.7　改善成果（尹山枢纽）

图 A.7　改善成果（尹山枢纽）（续）

A.4　效果评价

A.4.1　资料收集

通过现场调研、属地部门交流获取改善后的道路交通运行数据。对改善前后的交通运行状况、事故数据等进行对比分析。

A.4.2　评价实施

改善过程时间节点表述如表A.2所示。道路改善前后的对比见图A.8-A.9所示。

表 A.2　改善过程的时间节点

所处阶段	时间
改善前	2020.1.1 以前
治理方案编制	2020.3.1
改善中	2020.6.1～2020.9.30
方案实施完成	2020.9.30
改善后	2020.9.30 以后

图 A.8　改善前后对比（尹山枢纽）

图 A.9　改善前后对比（尹山枢纽）

2021年，尹山枢纽改善后道路沿线未发生死亡事故，事故总数下降，尹山枢纽延误降低，通行更有序。

尹山湖枢纽主要出入口改善前后事故数对比（2019年，2020年，2021年）如图A.10。

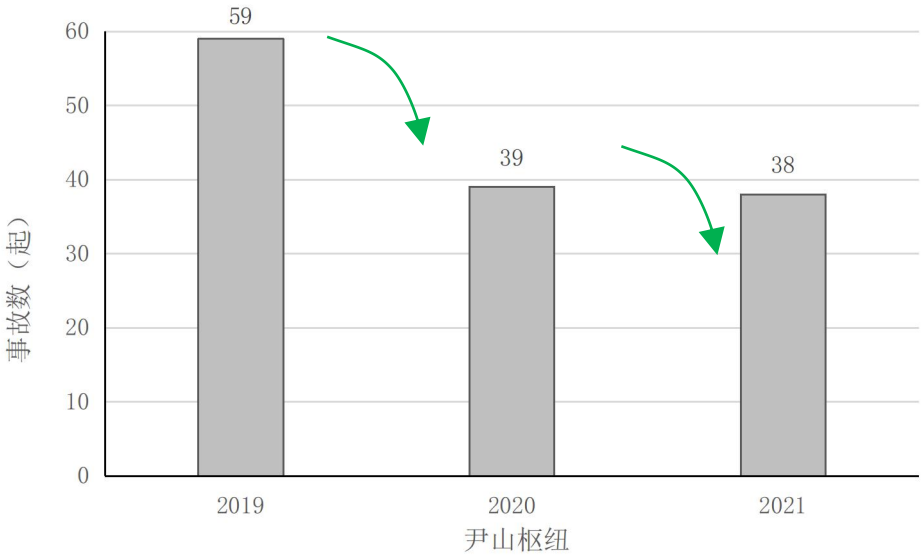


图 A.10　改善效果评估（尹山枢纽）

附　录　B
（资料性）
事故绝对数法和安全可提高空间法

B.1　事故绝对数法

B.1.1　概述

事故绝对数法是以事故数作为判别指标，根据判别结果对道路的安全水平进行分析，从而判断出交通事故多发的道路。事故绝对数法简单明确、便于操作，但受交通事故随机性的影响较大。

由于高速公路、城市快速路、地面道路的几何特点、交通流特点、事故特点存在显著不同，宜对不同道路类型分别进行排序。

B.1.2　判别指标

判别指标可分为事故总数、死亡人数、重伤以上事故总数、每公里事故数等。不同的指标表征了不同的道路安全特征，用不同指标开展判别工作，会得到不同的结果。可根据治理目标选择相应的判别指标进行排序，亦可综合多指标排序结果确定对应的道路。

B.1.3　交通事故多发道路清单

以郊区地面道路为例，选取近3年死亡事故数作为判别指标，得到的交通事故多发道路清单示例见表B.1。

表 B.1　交通事故多发道路清单

道路名称	道路类型	道路等级	道路范围	道路长度（km）	死亡事故数（起）	事故密度（起/km）
道路 1						
道路 2						
道路 3						
道路 4						
道路 5						
道路 6						

B.2 安全可提高空间法

B.2.1 概述

安全可提高空间法通过构建安全预测模型（SPF），计算出安全可提高空间（PSI），并以此为判别指标，对道路的交通安全水平进行排序，从而判断出交通事故多发的道路。安全可提高空间法考虑了相似道路的事故均值，并能量化道路潜在改善空间，与事故绝对数法相比操作相对复杂。

B.2.2 安全预测模型的构建

构建安全预测模型常用的基础模型有负二项模型（Negative Binomial，NB）、泊松模型（Poisson Model）、条件自回归模型（Conditional Autoregressive，CAR）等。其中负二项模型具有可有效处理事故数据的过度离散的问题，因此被广泛应用于交通安全研究中。

以负二项模型为例，构建安全预测模型。地点i的事故数y_i服从负二项分布，记作$y_i \sim NB(\lambda_i, \alpha)$。事故期望值$\lambda_i$可以与自变量$X_i$建立回归关系：

$$\log(\lambda_i) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \ldots + \beta_n X_n \cdots\cdots\cdots\cdots \text{（B.1）}$$

式中：

λ_i——指基于类似地点的事故数计算所得的平均事故期望值，事故类型包括事故总数、死亡人数、重伤以上事故总数、每公里事故数；

y_i——地点i的事故数；

X_n——解释变量，即交通事故的影响因素；

针对信控交叉口，解释变量包括是否位于高架下、交叉口间距、交叉口类型、转向车道比例、周期相位数、交叉口日均交通量；

针对城市主干道，解释变量包括交叉口间距、接入口数量、车道数、中央分隔带类型、机非分隔带类型、路网形态特征、流量及运行速度；

针对城郊主干道，解释变量包括路网形态特征、土地利用类型、接入口密度、日均交通流量；

针对高速公路，解释变量包括平曲线类型、平曲线曲率、缓和曲线长度、平曲线比例、竖曲线类型、最大纵坡、竖曲线曲率、竖曲线比例、路段类型（一般主线、桥梁、隧道等）、路段长度、车道数、匝道数、年平均日交通量等。

β_n——变量X_n对应的系数（通过极大似然法进行估计）；

α——模型的过度离散系数。

B.2.3 安全可提高空间的计算

安全可提高空间（PSI）指某地点的事故预测值超出类似地点平均事故期望值的部分。安全可提高空间为正，表明该地点的事故预测值超过了类似地点的平均事故期望值，可通过采取一定的改善措施得以降低。安全可提高空间越大，表明可改善空间越大。

地点（i）的安全可提高空间（PSI）计算如下：

$$PSI = EB_i - \lambda_i \cdots\cdots\cdots\cdots \text{（B.2）}$$

$$EB_i = \frac{1}{1+(\lambda_i/\alpha)} \times \lambda_i + (1 - \frac{1}{1+(\lambda_i/\alpha)}) \times y_i \cdots\cdots\cdots\cdots \text{（B.3）}$$

式中：

EB_i——利用经验贝叶斯法计算所得的地点 i 的事故预测值，由（B.3）式求得；

λ_i——指基于类似地点的事故数计算所得的平均事故期望值；

α——安全预测模型的过度离散系数；

y_i——地点 i 的事故数。

B.2.4　分析单元划分

分析单元的划分直接影响到模型预测结果的精度及其应用效能，可以按照5.3.3中的分析单元长度对道路进行划分，亦可根据道路具体情况和数理统计需求划分。

附　录　C
（资料性）
死亡事故记录示例

C.1　死亡事故记录说明

道路上发生的交通死亡事故应重点分析，宜采用统一规范的记录方式，将死亡事故信息在道路平面图上标注或者采用死亡事故信息表记录。

C.2　道路平面图标注示例

在道路平面图上标注时，宜标注以下信息，并按四行排列，见图C.1：

a）　第一行，日期、天气；

b）　第二行，时间、天色；

c）　第三行，车辆类型；

d）　第四行，事故形态简述。

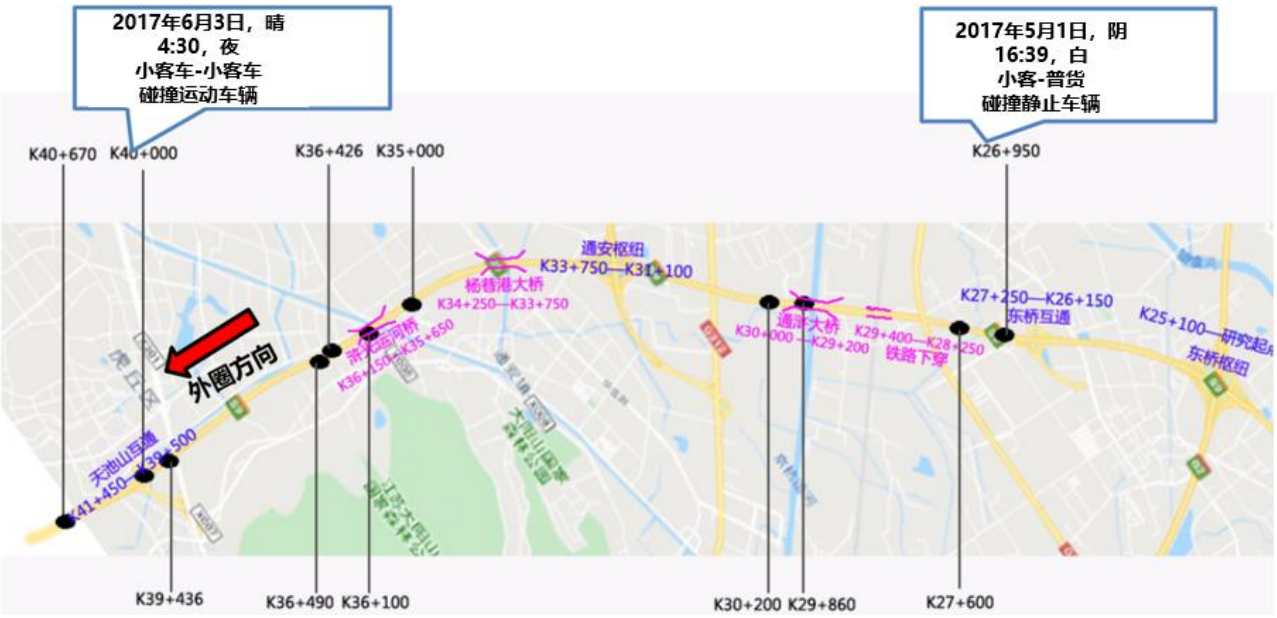
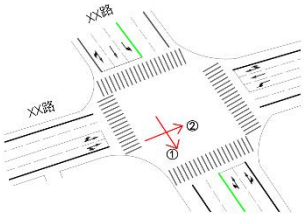


图 C.1　死亡事故平面标注

C.3　死亡事故信息表示例

对死亡事故列表记录时，宜按表C.1格式记录：

表 C.1　死亡事故信息表

编号	时间	天气	车辆类型及运动方式		事故原因	事故示意图
			车辆 1	车辆 2		
1	5 月 17 日 11:23，白天	晴	重型货车；直行（北向南）	电动自行车；直行（西向东）	重型货车不按交通信号规定通行	
2	……	……	……	……	……	……

附　录　D
（资料性）
苏州市各月天色时间

对于事故发生时的天色，可参照图D.1判别。图中各月的日出日落时间以当月15日记录。

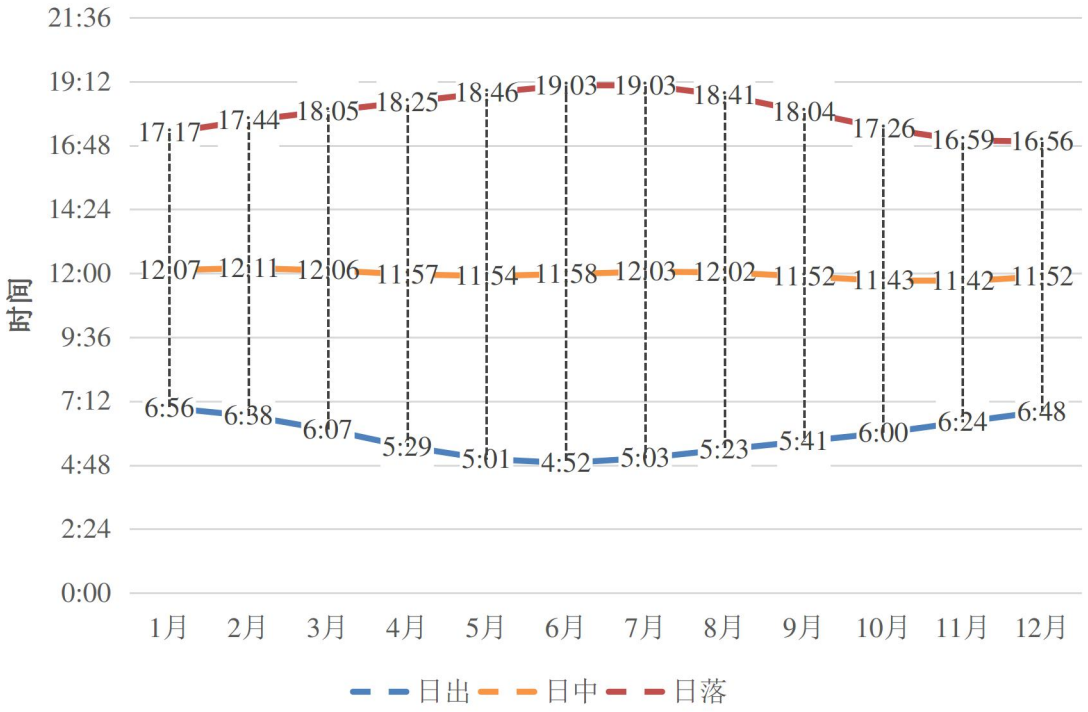


图 D.1　苏州市各月昼夜时间图

附　录　E
（资料性）
常用记录表

E.1　交叉口几何信息记录表

对交叉口几何信息进行记录时，宜按表E.1格式记录：

表 E.1　_____交叉口几何信息记录表

交叉口类型	□三枝　□四枝　□多枝　□环形　□错位交叉　□其他
交叉口简图	
存在问题	

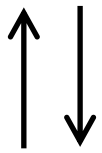
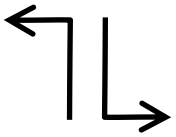
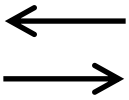
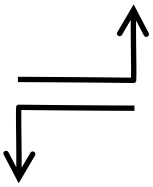
注：1）本表格用于交叉口几何信息的记录，内容可根据调研需求调整；

2）交叉口简图中宜标明指北针、道路中心线夹角、交叉口的尺寸、各机动车道、非机动车道、中央分隔带、机非分隔带、人行横道的尺寸等内容。

E.2　交叉口交通信号控制信息记录表

对交叉口交通信号控制信息进行记录时，宜按表E.2格式记录：

表 E.2　_____交叉口交通信号控制信息记录表（信号总周期：_____）

	示意图	绿灯时长	说明	存在问题
相位 1				
相位 2				
相位 3				
相位 4				
相位 5				

注：1）本表用于交叉口交通信号控制信息的记录，内容可根据调研需求、现场情况调整；

2）表中“说明”列，可补充说明黄灯时间、全红时间、是否控制右转、行人非机动车的控制等。

E.3 交叉口机动车交通流量记录表

对交叉口机动车交通流量进行记录时，宜按表E.3格式记录：

表E.3 _____交叉口机动车交通流量记录表

路口	_____进口（____向____）				_____进口（____向____）				_____进口（____向____）				_____进口（____向____）			
时间	掉头	左转	直行	右转	掉头	左转	直行	右转	掉头	左转	直行	右转	掉头	左转	直行	右转
6:45-7:00																
7:00-7:15																
7:15-7:30																
……																
16:00-16:15																
16:15-16:30																
16:30-16:45																
……																
22:00-22:15																
……																
12 小时																
24 小时																

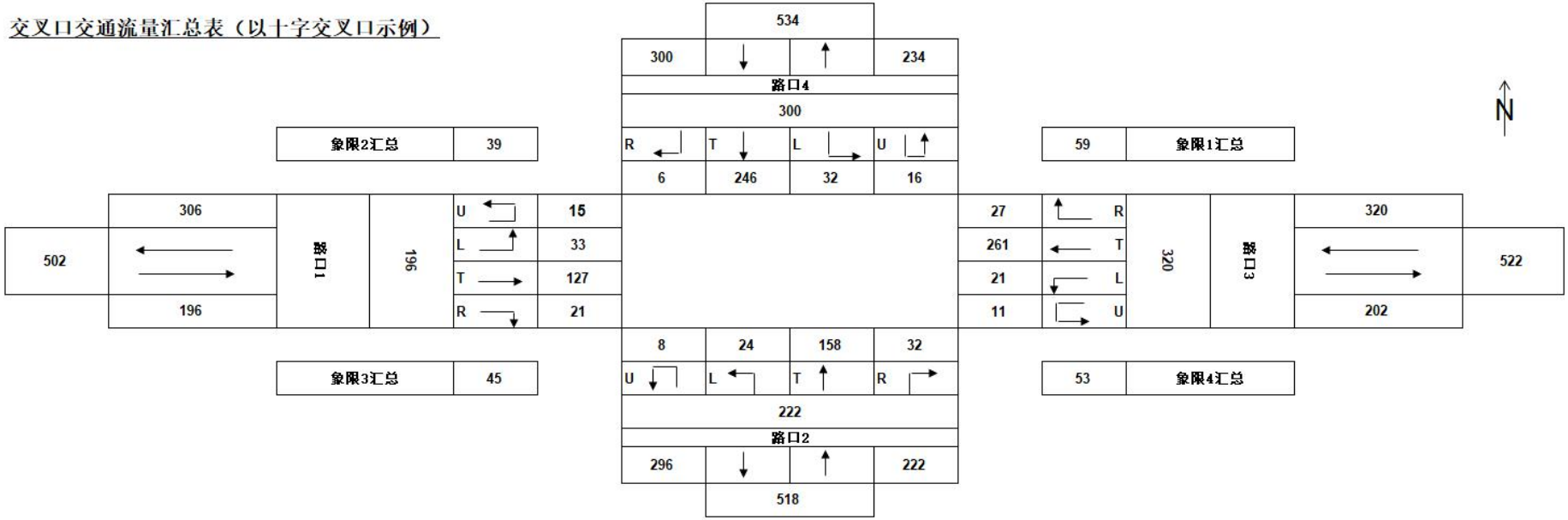
注：1）本表用于交叉口机动车流量的记录，内容可根据调研需求、现场情况调整；

2）统计的时间可根据项目需要增加或减少。

E.4 交叉口机动车交通流量汇总表

对交叉口机动车交通流量进行汇总计算时，宜按表E.4格式汇总记录：

表 E.4 _____交叉口机动车交通流量汇总表



注：1）可以将交叉口机动车交通流量记录表按照本表的形式汇总整理；

2）本表可以是全天也可以是某个特殊时段的汇总；根据需要可形成多个汇总表；

3）本表以十字交叉口机动车示例。

E.5 交叉口非机动车交通流量记录表

对交叉口非机动车交通流量进行记录时，宜按表E.5格式记录：

表 E.5 _____交叉口非机动车交通流量记录表

路口	____进口（____向____）			_____进口（____向____）			_____进口（____向____）			_____进口（____向____）		
时间	左转	直行	右转	左转	直行	右转	左转	直行	右转	左转	直行	右转
6:45-7:00												
7:00-7:15												
7:15-7:30												
……												
16:00-16:15												
16:15-16:30												
16:30-16:45												
……												
22:00-22:15												
……												
12 小时												
24 小时												

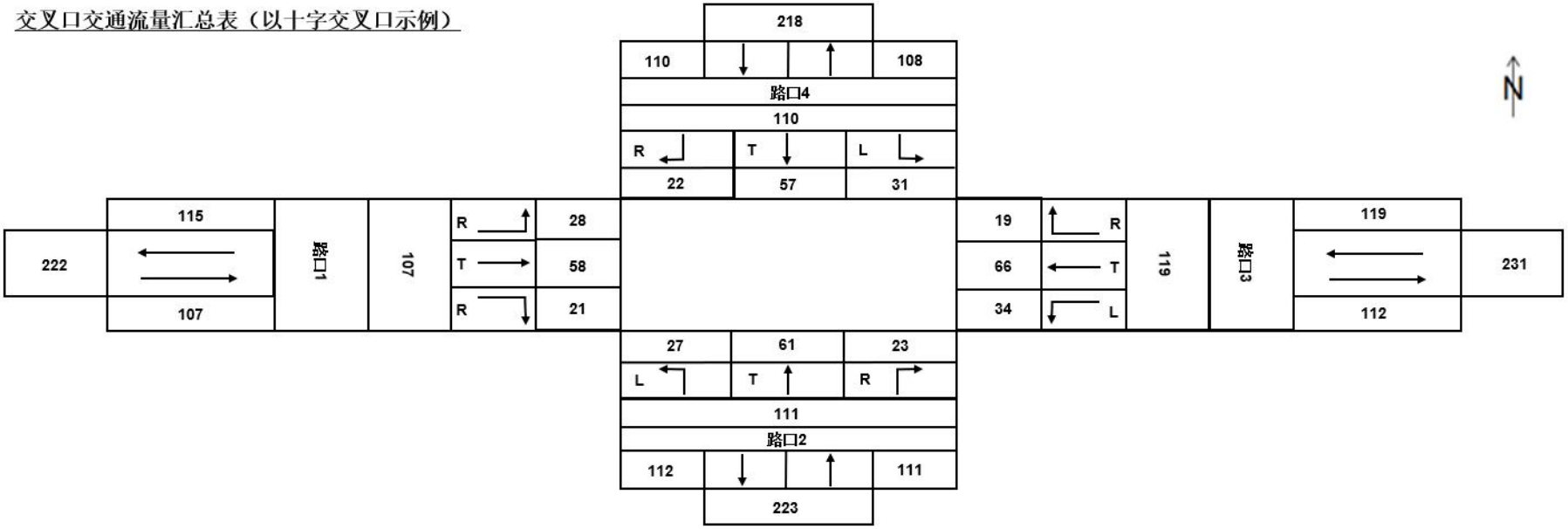
注：1）本表用于交叉口非机动车交通流量的记录，内容可根据调研需求、现场情况调整；

2）统计的时间可根据项目需要增加或减少。

E.6 交叉口非机动车交通流量汇总表

对交叉口非机动车交通流量进行汇总计算时，宜按表E.6格式汇总记录：

表 E.6 _____交叉口非机动车交通流量汇总表



注：1）可以将交叉口非机动车交通流量记录表按照本表的形式汇总整理；

2）本表可以是全天也可以是某个特殊时段的汇总；根据需要可形成多个汇总表；

3）本表以十字交叉口非机动车交通流量示例。

E.7 交叉口行人交通流量记录表

对交叉口行人交通流量进行记录时，宜按表E.7格式记录：

表E.7 _____交叉口行人交通流量记录表

	XX道路1（西）		XX道路2（南）		XX道路3（东）		XX道路4（北）		
时间	WS	WN	SE	SW	EN	ES	NE	NW	合计
6:45-7:00									
7:00-7:15									
7:15-7:30									
……									
16:00-16:15									
16:15-16:30									
16:30-16:45									
……									
22:00-22:15									
……									
12小时									
24小时									

注：1）本表用于交叉口行人交通量的记录，内容可根据调研需求、现场情况调整；

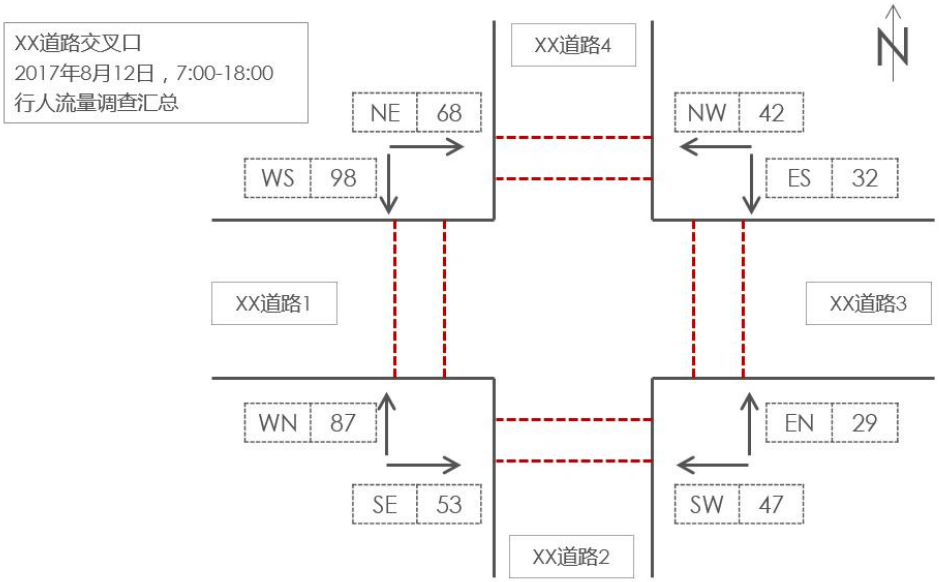
2）统计的时间可根据项目需要增加或减少；

3）表中“WS”表示位于西侧道路（W），由北向南行走的行人数（S）；WN表示位于西侧道路（W），由南向北行走的行人数（N）。

E.8 交叉口行人交通流量汇总表

对交叉口行人交通流量进行汇总计算时，宜按表E.8格式汇总记录：

表 E.8 _____交叉口行人交通流量汇总表



注：1）可以将交叉口行人交通流量记录表按照本表的形式汇总整理；

2）本表可以是全天也可以是某个特殊时段的汇总；根据需要可形成多个汇总表；

3）本表以十字交叉口行人交通量示例。

E.9 路段道路交通设施信息记录表

对路段道路交通设施信息进行记录时，宜按表E.9格式记录：

表E.9 _____路段道路交通设施信息记录表

路段名称	
路段概述	
存在问题	记录内容示例如下； ● 接入口间距小、数量多； ● 接入口缺少必要的标志标线；如“停”、“让”等； ● 接入口视距不佳； ● 路段照明不足； ● 非机动车道存在障碍物，影响通行； ● ……

注：1）本表用于路段道路设施信息的记录，内容可根据调研需求、现场情况调整；

2）“路段名称”应注明路段的位置，如XX交叉口至XX交叉口；

3）“路段概述”宜包括道路横断面尺寸，道路平纵描述、接入口简图或描述等内容。

附　录　F
（资料性）
常见道路交通安全隐患及设施改善治理对策

F.1　常见隐患及改善治理对策汇总

道路交通常见的安全隐患宜从道路几何设计、路基路面、交通控制设施、行人和非机动车、隔离设施、路侧设施、照明设施、道路绿化、公交设施等方面开展分析，常见隐患及改善治理对策见表F.1。

表 F.1　常见道路交通安全隐患及设施改善治理对策

序号	类别	常见隐患	改善策略
01	平面交叉口	交叉口尺度偏大	紧凑布置交叉口
		道路斜交	调整道路线形、优化交叉口布局、加强交叉口交通管控
		多路交叉口	规划、建设阶段尽量避免多路交叉口，加强交叉口交通管控
		交叉口范围内存在出入口	调整出入口位置或加强出入口交通管控
		交叉口车道功能不连续	优化进出口分道设置
		非机动车路权保障不足	调整非机动车行驶路径且保障机非分隔
		行人路权保障不足	调整人行横道设置路径，保障人、机、非有效隔离，完善二次过街设置。
		视距不足	保证交叉口、人行横道等位置的视距
02	高速公路、快速路出口	出口标志指引不佳	宜根据流量和速度在出口上游做好标志引导，应保障指路信息简洁、连续。
		出口车道控制不当	宜加强出口前的减速区车道和交织区控制，尽可能减少速度差和车流冲突点。
		出口鼻端防护不足	尽量避免在分流三角区设置大型交通标志，留出足够的缓冲区，且同时设置缓冲设施。
		出口匝道视线诱导不足	宜从出口匝道端部开始设置弯道诱导标，保证驾驶员视野中始终有 2 至 3 个弯道诱导标。
		出口标志标线设置不合理	宜根据道路交通运行特征合理设置标志标线。
03	高速公路、快速路入口	入口车道控制不当	宜根据流量和速度合理控制合流车道数量和变速车道长度。
		入口视距保障不足	宜采用低矮绿化，且尽量保证无绿植、广告牌遮挡视线。
		入口标志设置不合理	宜于入口上游设置合流标志，在其下游设置限速和车道管理等必要标志。
04	立体交叉	立交分流段车道控制不当	宜根据流量和速度合理控制分流方向，且同步完善标志指引。
		立交分流段标志设置不合理	尽量保障分流处指路信息简洁，且与上游信息保持连续。
		立交合流段车道控制不当	宜根据流量和速度合理控制合流车道数量和变速车道长度。
05	接入口	接入口设置不合理	通过合并、建立微循环路网、移位等方式对接入口进行优化
		视距不足	保证接入口的视距
		接入口交通控制不佳	加强接入口交通控制
		接入口存在陡坡	宜陡坡缓降，加强交通控制，设置安全防护措施

表 F.1　常见道路交通安全隐患及设施改善治理对策（续）

序号	类别	常见隐患	改善策略
06	行人和非机动车道设施	行人和非机动车道不连续	完善行人和非机动车的通行环境
		行人和非机动车道宽度不足	调整道路横断面设计，保障行人和非机动车设置宽度。
07	隔离设施	中央隔离设施设置不当	调整隔离设施
		机非隔离设施设置不当	调整机非隔离设施
08	路侧设施	路侧安全净区宽度不足	保障路侧净区
		路侧防护设施设置不足	提升路侧防护设施等级
09	公交设施	公交车站设置不当	调整公交车站位置和布设形式
10	速度管理	道路限速不合理	调整限速策略并明确呈现
		限速标志设置不规范	规范限速标志的设置
11	夜间行车条件	照明设施设置不足	增设照明设施，兼顾机动车、非机动车及行人
		道路视线诱导设施设置不足	完善路侧轮廓标、线形诱导标等视线诱导设施设置
		标志标线视认不足	完善道路边线、可变信息牌等标志标线日常养护和巡查
		道路光污染	避免使用监控补光灯、放疲劳激光灯等光电设备
12	交通控制设施	标志标线设置不当	调整标志标线
		信号灯设置不合理	调整信号灯位置，优化信号灯相位
13	道路绿化	绿化遮挡设施	加强绿化养护，且在建设初期做好统筹
14	其他情况	路面平整度差	及时养护、修缮
		设施未集约利用	宜将标志、路灯、信号灯等设施合杆设置

注：本附录给出的常见安全隐患及改善治理对策是针对交通事故多发道路治理工作中典型问题的总结，重在提出问题并提供解决思路。道路交通安全改善方案与交通流量、运行速度、车辆性能、道路使用者特征等多种因素相关，隐患和改善方案并无固定对应关系，应结合具体问题具体分析。

F.2　平面交叉口

F.2.1　交叉口尺度偏大

指交叉口尺度大于其功能所需的尺度，存在停止线靠后、转弯半径偏大、人行横道过宽等情况，导致道路使用者对信号灯等交通设施视认困难、无法准确观察交叉口的情况、信号周期长，通过交叉口的时间过长、通行轨迹离散等问题，且增加了建设成本。

针对交叉口尺度偏大，宜考虑通过前移停止线、缩窄人行横道、减小转弯半径、设置渠化岛、设置机非隔离等措施，紧凑交叉口布局、规范通行轨迹。改善参考见图F.1。

a） 改善前　　b）改善后

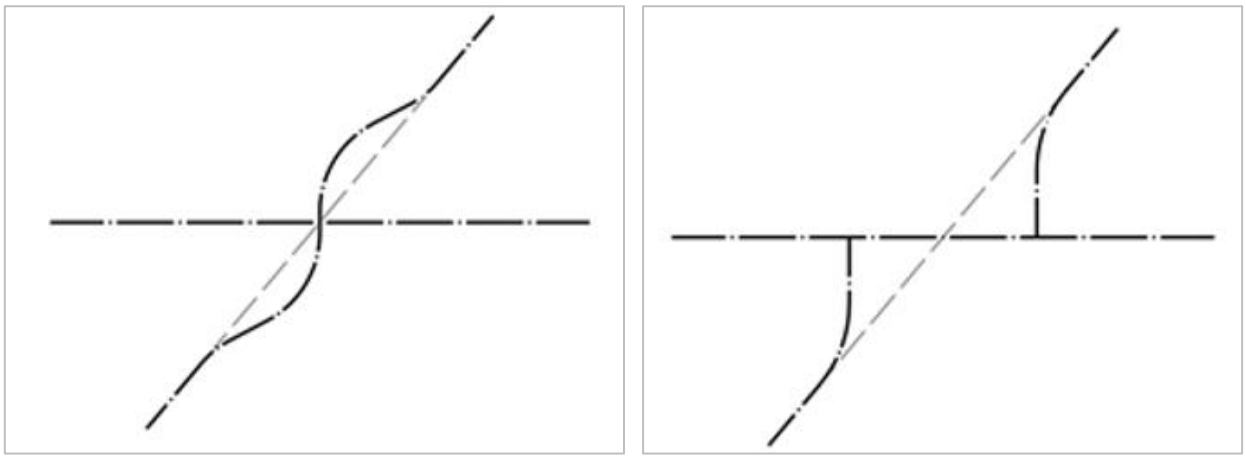
图 F.1　交叉口尺度偏大改善参考

F.2.2　道路斜交

指相交道路交角小于70°，存在钝角区车速过快、锐角区转向困难、锐角区视线不良等问题，驾驶人辨识困难，通行轨迹离散。

《城市道路工程设计规范（2016年版）》（CJJ 37-2012）中7.2.3条规定，“新建平面交叉口不得出现超过4叉的多路交叉口、错位交叉口、畸形交叉口以及交角小于70°（特殊困难时为45°）的斜交交叉口。已有的错位交叉口、畸形交叉口应加强交通控制与管理，并应加以改造。”

改善时优先考虑调整路线，消除斜交；路线调整困难时，采用优化交叉口布局，包括调整转角半径、设置渠化岛以及调整停止线位置等方式，以减小斜交的不利影响。改善参考见图F.2～图F.4。



a） 交点不变　　b） 交点改移

图 F.2　道路斜交改善参考（调整路线）

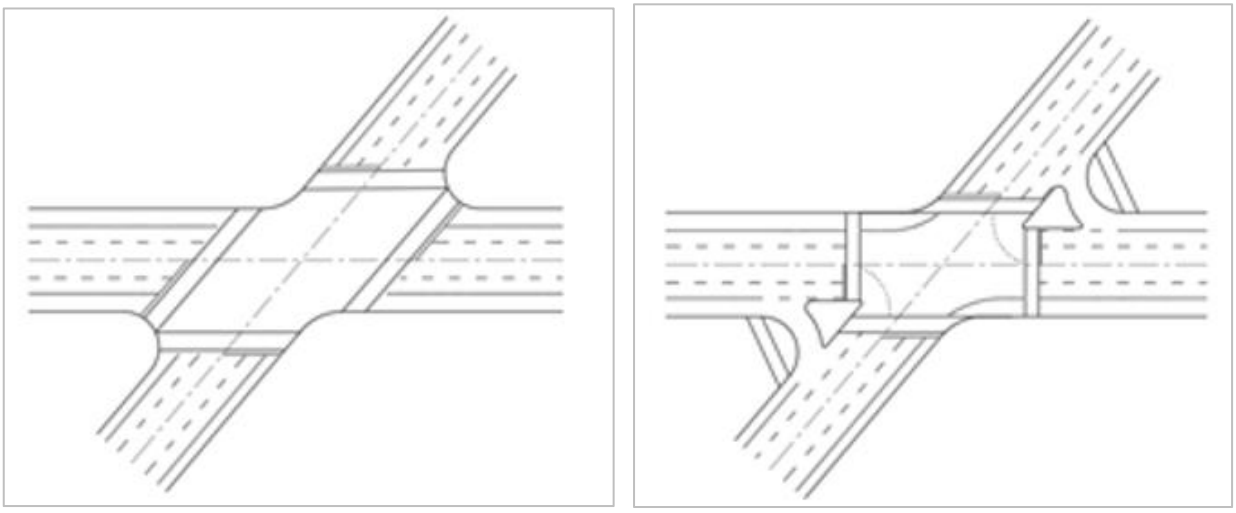
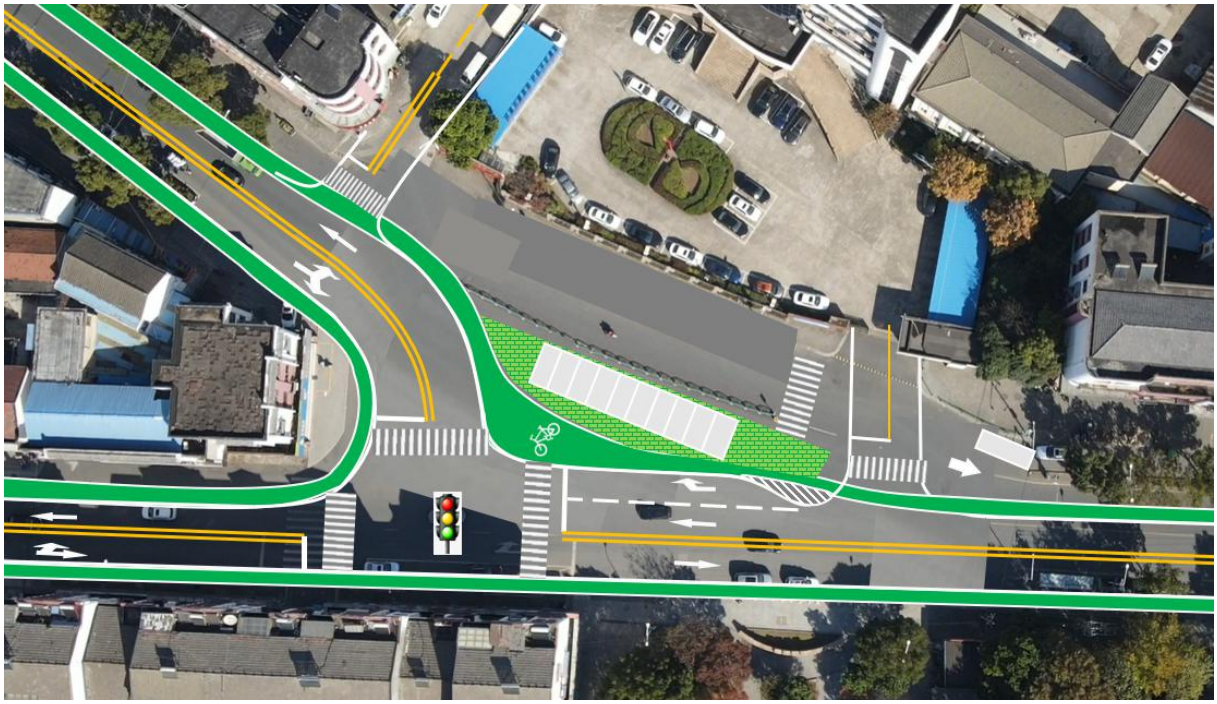


图 F.3　道路斜交改善参考（优化布局）

a）　改善前



b） 改善后

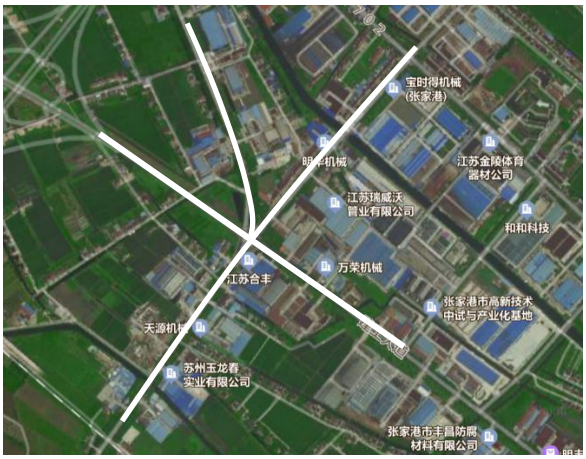
图 F.4 道路斜交改善示例

F.2.3 多路交叉口

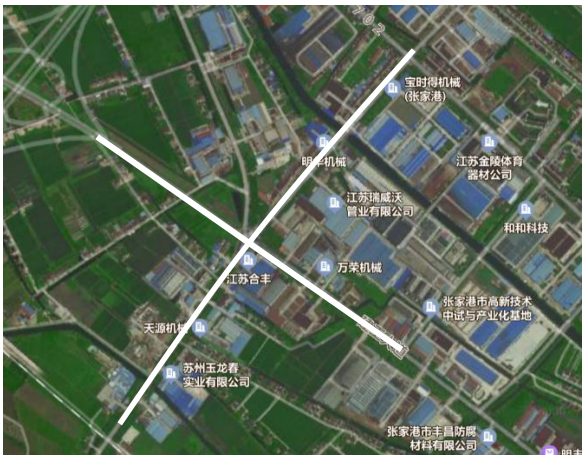
指交叉口超过4条进口道，存在车辆行驶轨迹杂乱、行人过街流线不顺畅、道路使用者不易辨识和观察交通状况等问题，若采用信控，则存在相位多、交通延误大的问题。

《城市道路工程设计规范（2016年版）》（CJJ 37-2012）中7.2.3条规定，“新建平面交叉口不得出现超过4叉的多路交叉口、错位交叉口、畸形交叉口以及交角小于70°（特殊困难时为45°）的斜交交叉口。已有的错位交叉口、畸形交叉口应加强交通组织与管理，并应加以改造。”

改善时宜考虑减少交叉口的进出口数，尽量采用常规交叉口，无法减少时，应加强交叉口的交通管控。改善参考见图F.5。



a） 改善前



b） 改善后

图 F.5 多路交叉口改善参考

F.2.4 交叉口范围存在出入口

指地块及建筑物机动车出入口设置在交叉口范围内，出入口交通流会干扰交叉口内交通流的通行秩序，影响交叉口通行效率及安全。

《城市道路交叉口设计规程》（CJJ 152-2010）中4.1.6条规定，“地块及建筑物机动车出入口不得设在交叉口范围内，且不宜设置在主干路上，宜经支路或专为集散车辆用的地块内部道路与次干路相通。”改善时宜封闭出入口或者调整出入口位置。确为地块唯一出入口时，宜采取合理的管控措施降低出入口交通流对交叉口的影响。改善参考见图F.6。

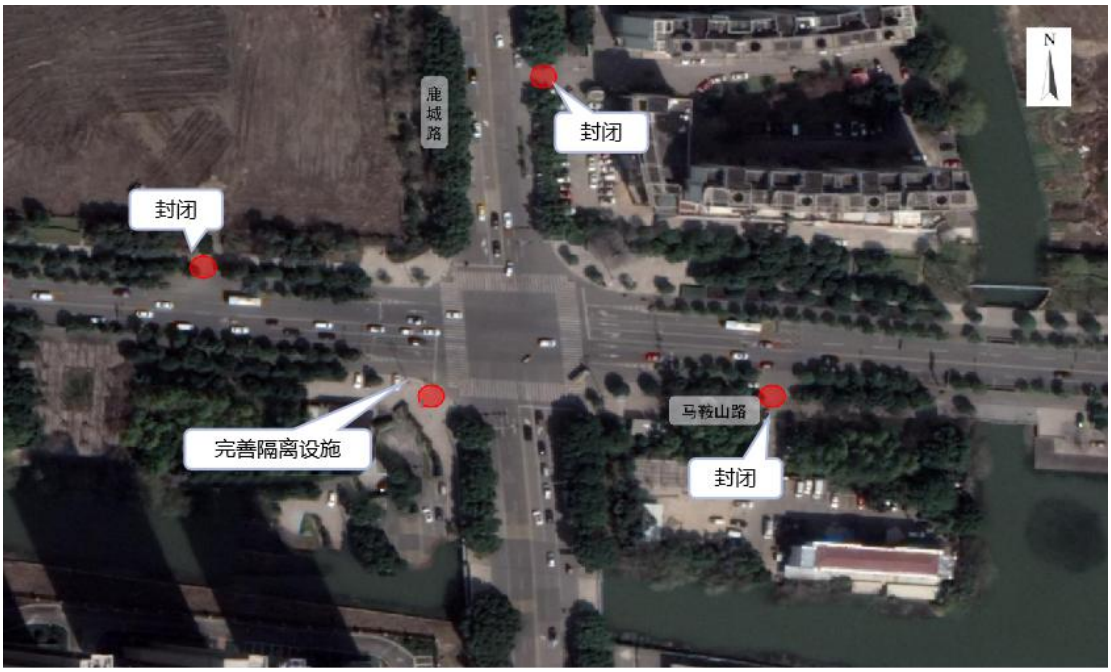


图 F.6 交叉口范围存在出入口改善参考

F.2.5 交叉口车道功能不连续

指交叉口进出口道进行渠化设计时，存在车道数量不平衡，车道功能不连续等现象，导致车流交织冲突点多，诱发交通事故且影响通行效率，主要表现为进口道车道功能不连续和进出口道车道不平衡，见图F.7。

应对交叉口进出口道进行管理，优化进出口道的分道设置。改善参考见H.8。

a） 交叉口进口道车道功能不连续

b） 交叉口进口道车道改善参考

图 F.7 交叉口进口道车道功能不连续典型问题及改善参考

a） 改善前　　b） 改善后

图 F.8　交叉口进出口车道改善示例

F.2.6　非机动车路权保障不足

指交叉口进行渠化设计时，未充分考虑非机动车路径的连续性和安全性，形成非机动车流线混乱、机非混行等现象，易诱发交通事故且影响交叉口通行效率，见图F.9。

应对非机动车流线进行管理，优化非机动车行驶路径且保障机非分隔。设置参考见H.10。

图 F.9　交叉口非机动车路权保障不足典型问题

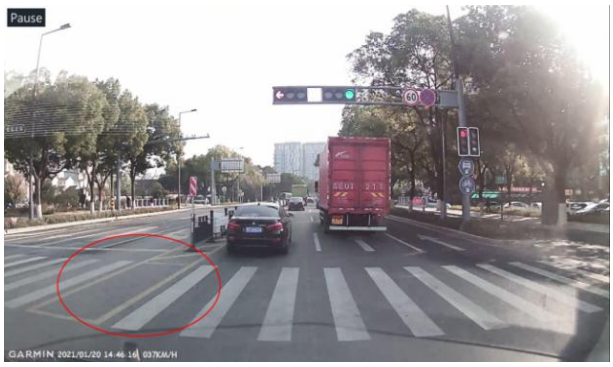
图 F.10　交叉口非机动车路径改善参考

F.2.7　行人路权保障不足

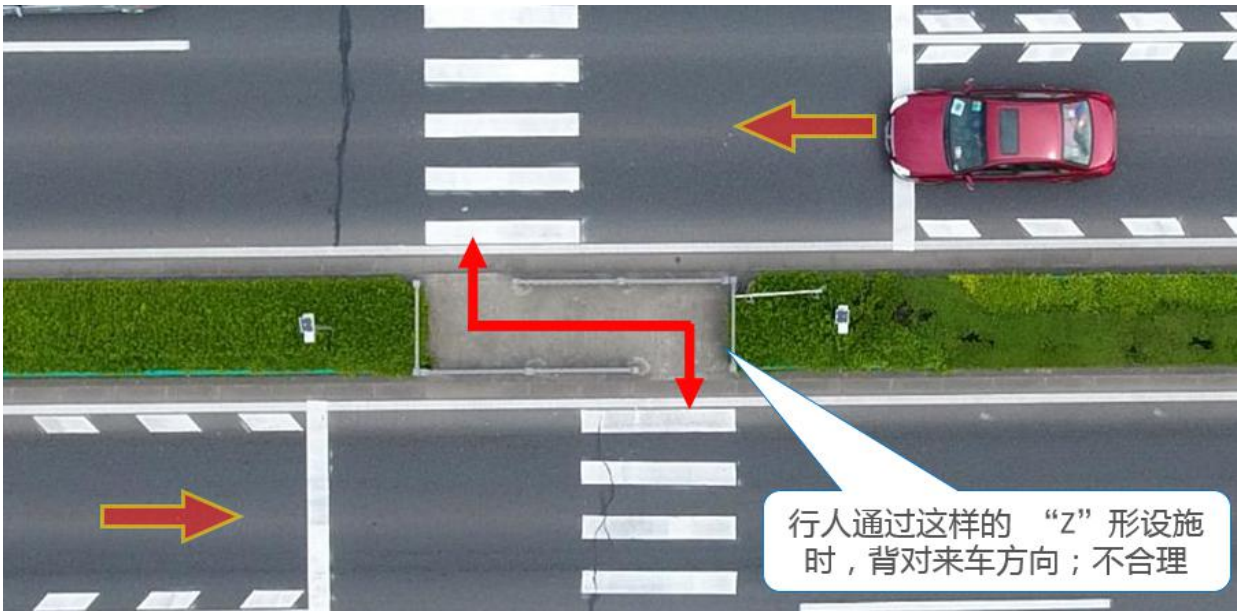
指交叉口进行渠化设计时，未充分考虑行人路径的连续性和安全性，易导致过街行人与机动车之间存在冲突，行人不易观察机动车的通行情况等问题，见图F.11。

应充分考虑行人的出行需求，保证人行通道的宽度以及连续性，且保障人机和人非分隔，在人行过街横道人行过街横道长度超过16m时（不包括非机动车道），应在人行横道中央设置行人二次过街安全岛；过街安全岛的宽度不应小于2.0m，困难情况不应小于1.5m；在确实需要设置“Z”形过街设施时，应考虑行人与来车方向的关系。改善参考见H.12。

a）　人行横道内存在障碍物



b）　无行人等待安全岛

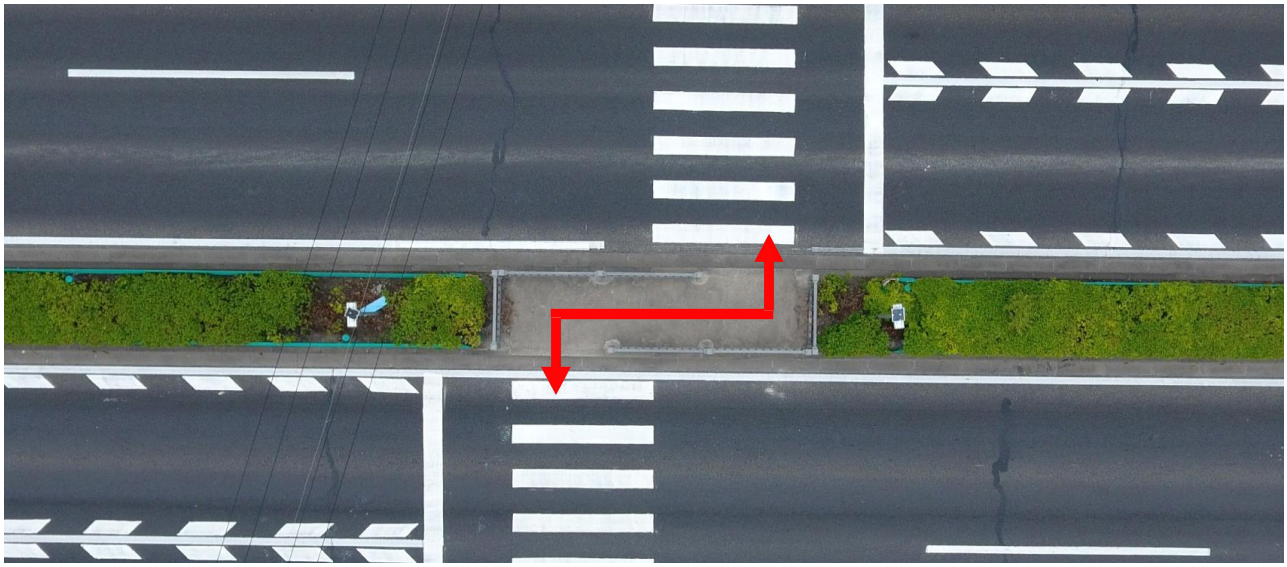


c） 行人流线设计不合理

图 F.11 交叉口行人路权保障不足典型问题

a） 交叉口行人与机动车通道有效分隔

b） 交叉口行人二次过街等待区设置



c） “Z”形过街安全岛设置

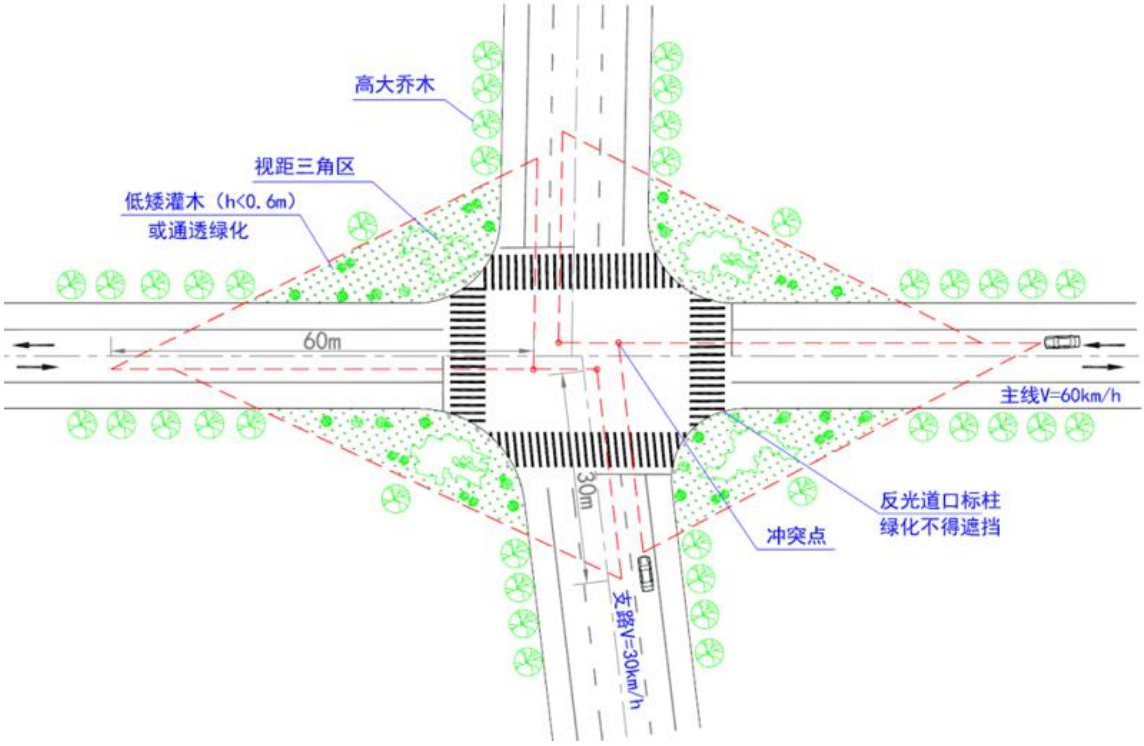
图 F.12 交叉口行人路权保障示例

F.2.8 视距不足

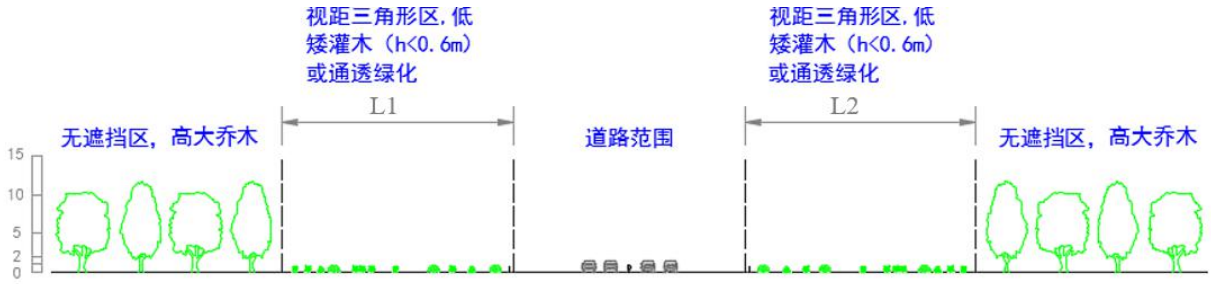
指交叉口视距三角形范围内存在绿化等障碍物，影响通视，易导致驾驶员对交叉口的观察不足等问题，对车辆的行车安全不利，见图F.13。

应清除交叉口范围内的障碍物，对交叉口视距三角形内的绿化进行低矮化处理，宜将绿化的高度控制在0.6m以下，保证视距三角形范围的通透，若存在高大乔木不可移除，则宜采用通透式绿化布置。改善参考见图F.14。

图 F.13 交叉口绿化影响通视



a） 交叉口平面



b） 交叉口立面

图 F.14 交叉口视距改善参考

F.3 高速公路、快速路出口

F.3.1 出口标志指引不佳

指高速公路、城市快速路出口的标志系统中出现指路信息不连续、信息过载等情况，导致道路使用者无法准确判别出口信息，形成交通延误和诱发交通事故等问题，见图F.15。

应根据流量和速度在出口上游做好标志引导，且应保障指路信息简洁和连续。

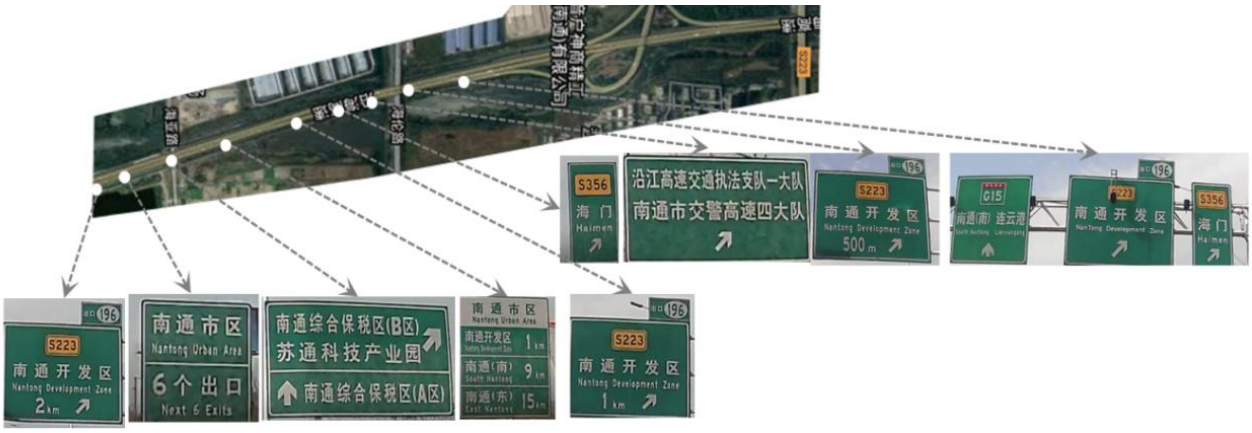


图 F.15　出口标志指引不佳典型问题（出口信息不连续、信息过载）

F.3.2　出口车道控制不当

指高速公路、城市快速路出口存在减速车道设置长度不足、出口处车道功能不明确等现象，导致车速变化较大、车流交织频繁等问题。应加强出口前的减速区车道和交织区控制，尽可能减少速度差和车流冲突点。改善参考见图F.16。

a）　出口减速车道长度不足

b）　出口减速车道长度不足改善方案

c） 出口车道功能不明确

d） 出口车道功能不明确改善方案

图 F.16 出口车道控制不当及改善示例

F.3.3 出口鼻端防护不足

指高速公路、城市快速路出口鼻端防护中存在设施设置数量不足、刚度衔接不足等情况，易导致交通事故中防护失效等问题。应尽量避免在分流三角区设置大型交通标志，留出足够的缓冲区，且同时设置有效的缓冲设施。改善参考见图F.17。

a） 出口鼻端防护不足

b） 缓冲设施设置参考

图 F.17 出口鼻端防护不足典型问题及改善参考

F.3.4 出口匝道视线诱导不足

指高速公路、城市快速路出口匝道存在线形诱导标缺失、诱导标设置位置不当等现象，导致驾驶人无法及时感知弯道线形，易形成急刹、冲撞危险三角区等问题。应从出口匝道端部开始设置弯道诱导标，保证驾驶人视野中始终有2至3个弯道诱导标。改善参考见图F.18。

a） 改善前　　b） 改善后

图 F.18　出口匝道视线诱导不足典型问题及改善示例

F.3.5　出口视距保障不足

指高速公路、城市快速路出口匝道内侧存在高耸绿植，导致驾驶人无法获取前方路况和路侧交通控制设施信息，存在安全隐患。应对弯道内侧的绿化进行低矮化处理。改善参考见图F.19。

a） 出口视距保障不足　　b） 出口视距改善参考

图 F.19　出口视距保障不足典型问题及改善参考

F.3.6　出口标志标线设置不合理

指高速公路、城市快速路出口存在标志支撑形式设置不当、标线设置不规范、标志位置设置不合理等问题，见图F.20。

应根据道路交通运行特征合理设置标志标线。

图 F.20　出口标志标线设置不合理典型问题

F.4　高速公路、快速路入口

F.4.1　入口车道控制不当

指高速公路、快速路入口存在加速车道与主线车道间未设置实线、入口区域多车道相汇等现象，导致匝道车辆过早汇入主线和交通冲突点增多等问题，见图F.21。

应根据流量和速度合理控制变速车道长度和合流车道数量。改善参考见图F.22。

a）　单车道汇流车道控制不当　　b）　双车道汇流车道控制不当

图 F.21　入口车道控制不当典型问题

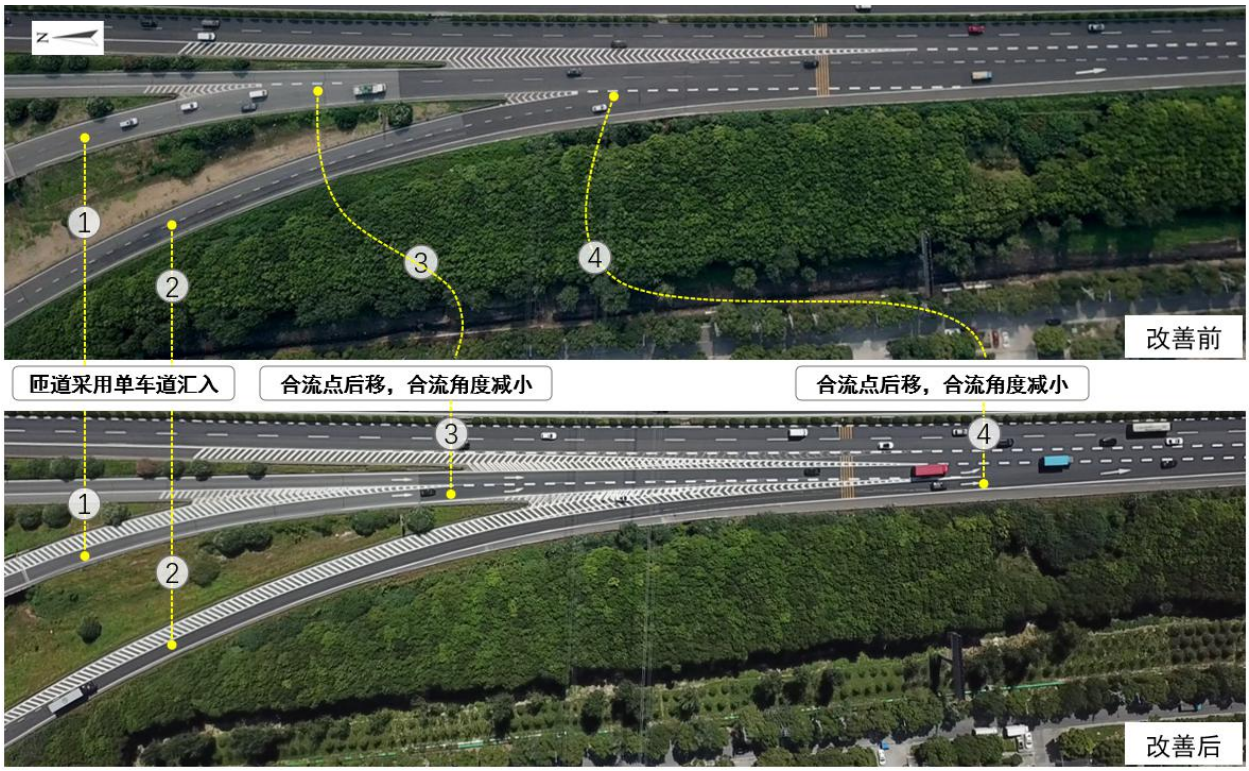


图 F.22　入口车道控制不当改善示例（多车道相汇）

F.4.2　入口视距保障不足

指高速公路、城市快速路入口合流鼻端的通视三角区受到绿化遮挡，宜采用低矮绿化，且保证无绿植、广告牌等遮挡视线。改善参考见图F.23。

图 F.23　入口视距保障不足典型问题与改善参考

F.4.3　入口标志设置不合理

指高速公路、城市快速路入口处标志位置设置不当，存在合流阶段驾驶人注意力被分散从而诱发交通事故的风险，见图F.24。

宜于入口上游设置合流标志，在其下游设置限速和车道管理等必要标志。改善参考见图F.25。

图 F.24　入口标志设置不合理典型问题

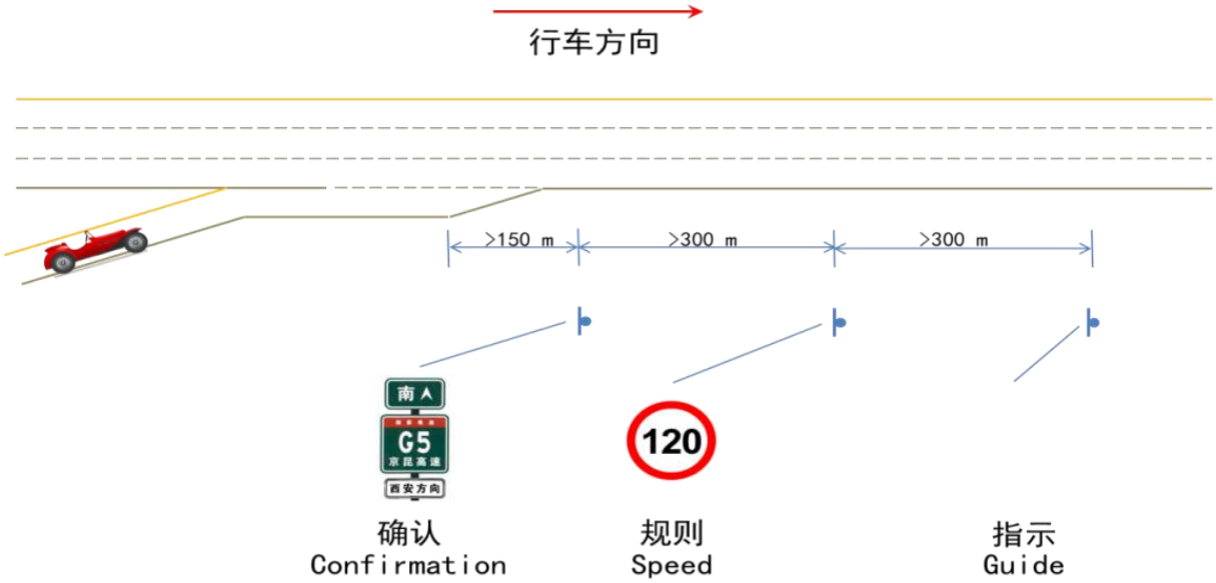


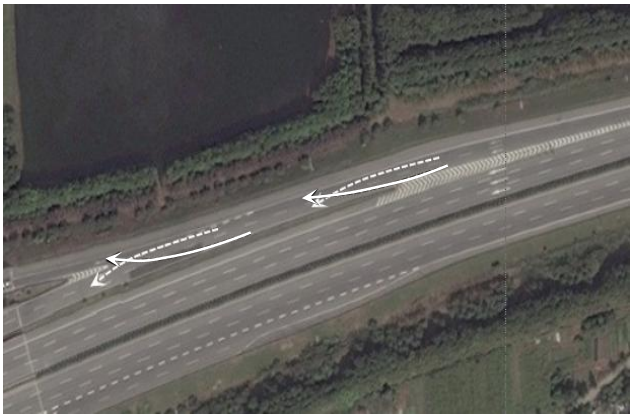
图 F.25　入口标志设置参考

F.5　立体交叉

F.5.1　立交分流段车道控制不当

指立体交叉中分流段存在方向不明确、车流交织等现象，见图F.26。

应根据流量和速度合理控制分流方向，且同步完善标志指引。改善参考见图F.27和图F.28。



a） 立交连续分流段车道控制不当

b） 立交连续分流段车道控制不当

图 F.26 立交分流段车道控制不当典型问题

图 F.27 立交连续分流处车道控制改善示例（流量均衡条件下）

图 F.28 立交分流处车道控制改善示例（流量均衡条件下）

F.5.2 立交分流段标志设置不合理

指立体交叉的分流处存在指路信息不明确、标志信息过载等问题，见图F.29。

应尽量保障分流处指路信息简洁，且与上游信息保持连续。

图 F.29　立交分流处设计与管理不当典型问题

F.5.3　立交合流段车道控制不当

指立体交叉中合流段存在多车道交织的现象，见图F.30。

应根据流量和速度合理控制合流车道数量和变速车道长度。改善参考见图F.31。

图 F.30　立交合流段车道控制不当典型问题

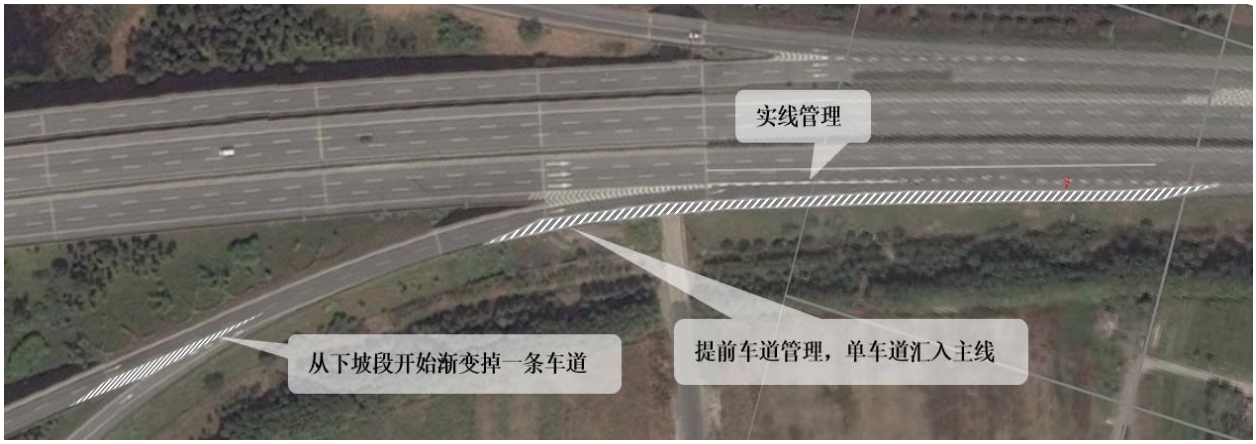


图 F.31　立交合流处改善示例

F.6 接入口

F.6.1 接入口设置不合理

指接入口设置不合理、阶差过大的道路直接相接或者接入口间距太小，进出接入口的车流对主线车流干扰较大，导致主线通行效率下降，事故风险增加。

宜从路网层面进行梳理，等级过低的道路不宜直接接入高等级的道路，并通过合并、建立微循环路网、移位等方式对接入口进行优化。应将主要道路两侧的交通流通过两侧的支小路汇集后经由支路相对集中的汇入主要道路，减少主要道路的路侧干扰，改善参考见图F.33。

图 F.32 接入口设置不合理典型问题（接入口密集）

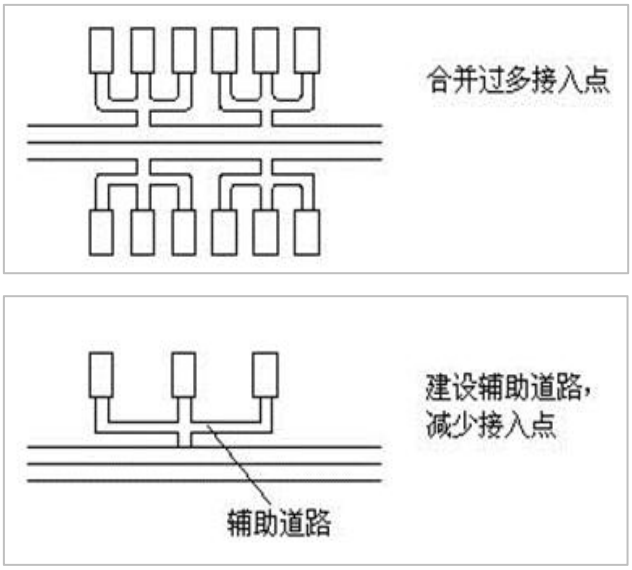


图 F.33 接入口设置改善参考

F.6.2 视距不足

指接入口视距三角形范围内存在绿化等障碍物，影响通视，易导致驾驶员对接入口的观察不足等问题，对车辆的行车安全不利，见图F.34。

应清除接入口范围内的障碍物，对接入口视距三角形内的绿化进行低矮化处理，宜将绿化的高度控制在0.6m以下，保证视距三角形范围的通透，若存在高大乔木不可移除，则宜采用通透式绿化布置。改善参考见图F.35。

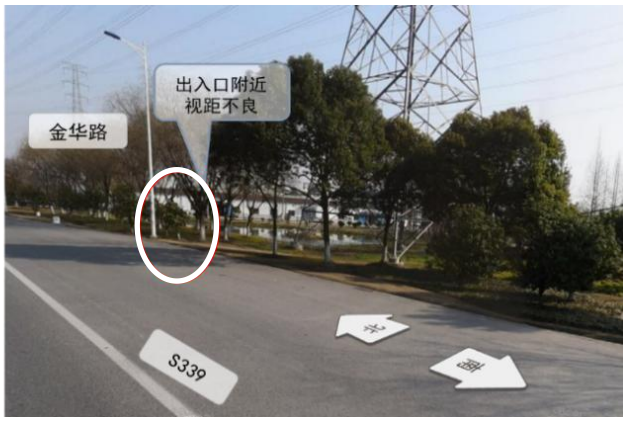
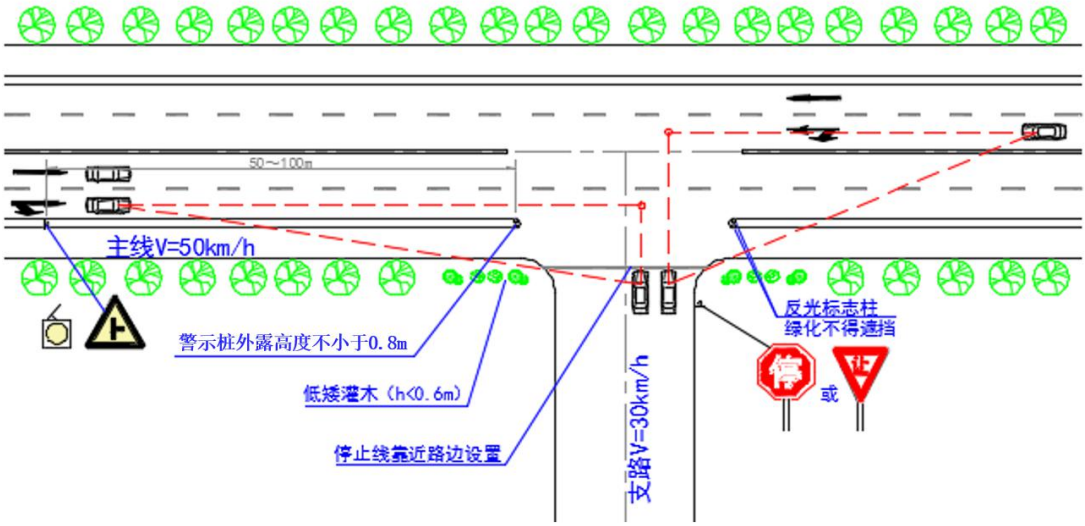
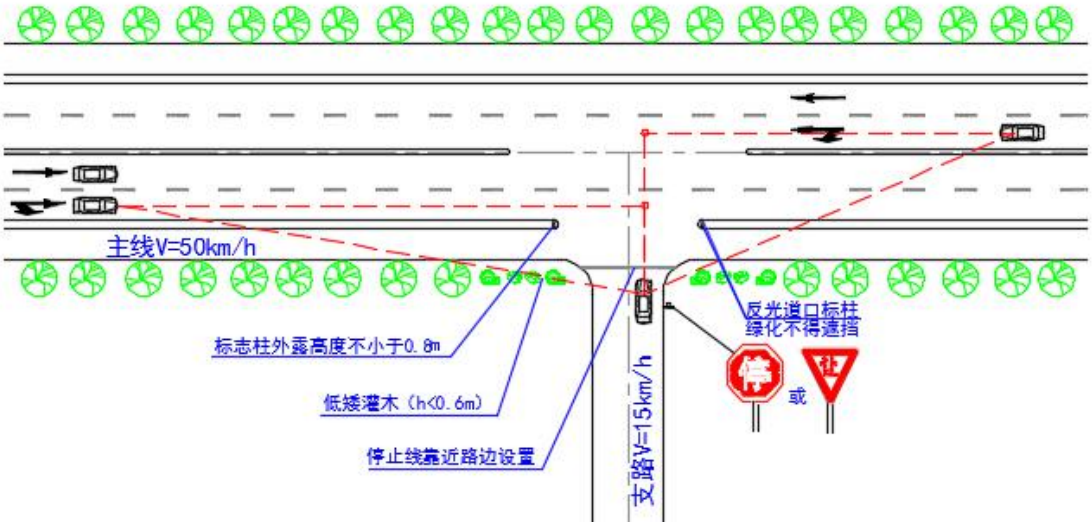


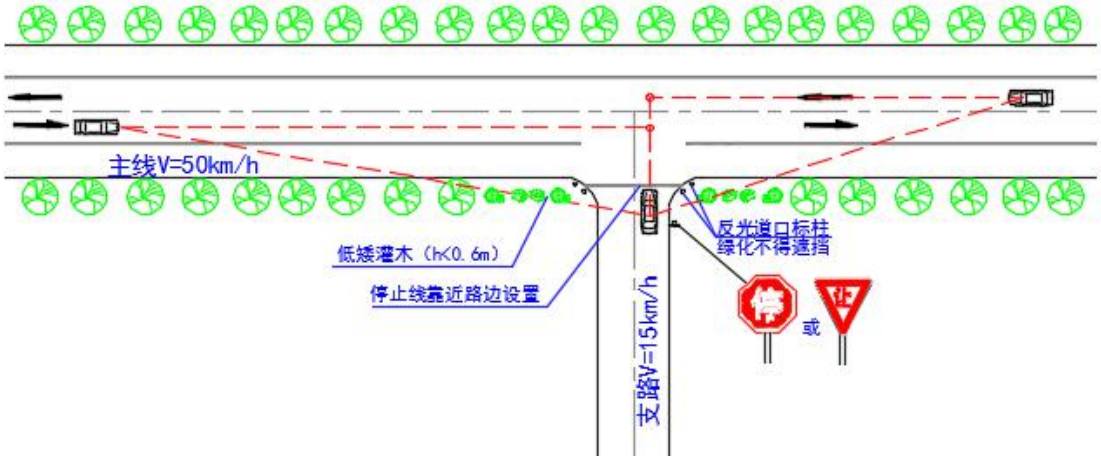
图 F.34　接入口视距不足典型问题



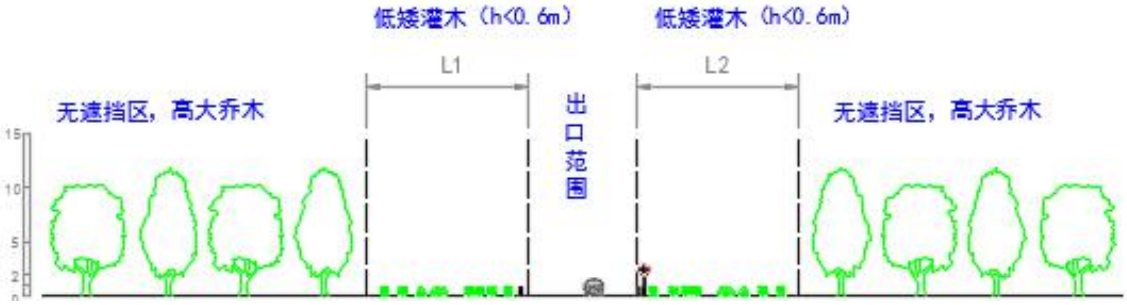
a）　较大接入口平面（有机非分隔带）



b） 一般接入口平面（有机非分隔带）



c） 一般接入口平面（无机非分隔带）



d） 接入口立面

e） 接入口视距良好路段

图 F.35 接入口视距改善参考

F.6.3 接入口交通控制不佳

指接入口处缺少必要的交通控制设施，接入口进出车辆与主线通行的车辆冲突明显。宜加强对接入口的控制，显化接入口，并对接入口的车辆进行约束。改善参考见图F.36。

图 F.36 接入口交通控制不佳典型问题及改善参考

F.6.4 接入口存在陡坡

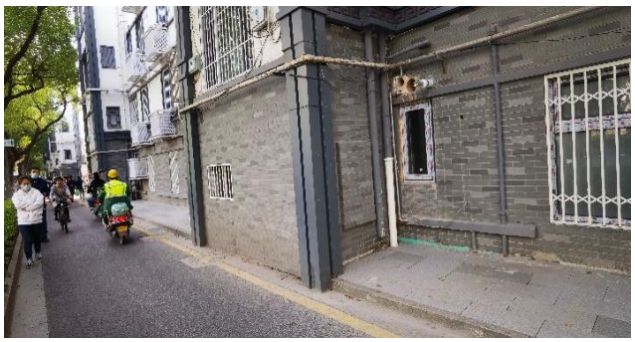
指接入口处存在陡坡，接入口进出车辆难以观察路况，易引发事故，见图F.37。宜陡坡缓降，加强控制，设置安全防护措施，并对接入口的车辆进行约束。

图 F.37　接入口陡坡典型问题

F.7　行人与非机动车设施

存在非机动车道、人行通道宽度不足，连续性差，道路内存在障碍物以及无障碍设计不合理等问题，见图F.38。

应充分考虑行人和非机动车的出行需求，保证非机动车道、人行通道的连续性以及宽度，清除障碍物，并考虑无障碍设计的合理性。



a）　人行道不连续

b）　非机动车道连续性差

c）　人行横道设置在路口

d）　人行横道端部存在障碍物

图 F.38　行人及非机动车道不完善典型问题

F.8　隔离设施

F.8.1　中央隔离设施设置不当

指中央隔离设施缺失，隔离设施防撞，缓冲的功能不足，隔离上方的防眩设施设置不当等，易增加对向车辆间碰撞的风险，防眩板影响通视、夜间行驶对向眩光影响驾驶员视线等问题，见图F.39。

在需要设置中央隔离设施的路段，应设置具备对应防撞等级的隔离设施；中央隔离设施需考虑防眩构造、端部缓冲构造，并做好端部的警示标志；中央隔离设施防眩板在交叉口、接入口附近应逐渐降低，保证视距，见图F.40。

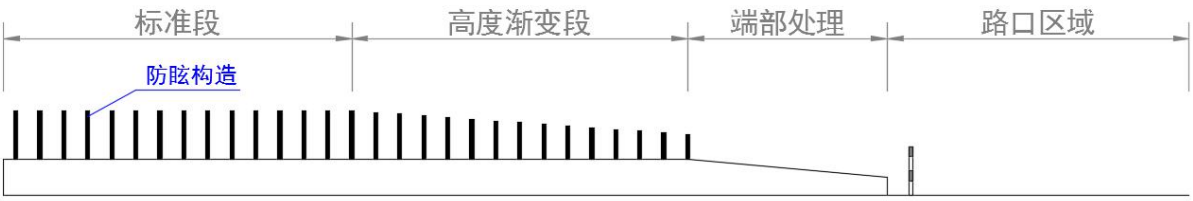
a） 端部无缓冲装置、缺少防眩构造

b） 防眩板影响交叉口通视

图 F.39 中央隔离设施设置不当典型问题

a） 端部标志柱设置

b） 防眩板设置



c） 交叉口范围防眩设施处理

图 F.40 中央隔离设施改善参考

F.8.2 机非隔离设施设置不当

指机非隔离设施缺失，设置位置、形式不当等，导致机非混行严重，交叉口右转机动车转弯半径大、车速快、机动车提前右转等问题，易引发机非之间的碰撞。如图F.41。

应规范设置机非隔离设施，规范机动车、非机动车的行驶路径，减少机非间的冲突。改善参考见图F.42。

a） 机非隔离设施缺失

b） 机非隔离设施设置不当（太靠后）

图 F.41　机非隔离设施设置不当典型问题

a） 机非隔离护栏

b） 机非隔离带

图 F.42　机非隔离设施设置参考

F.9　路侧防护设施

F.9.1　路侧安全净区宽度不足

路侧安全净区指公路行车方向最右侧车行道以外、相对平坦、无障碍物、可供失控车辆重新返回正常行驶路线的带状区域。路侧安全净区宽度不足时，在车辆失控冲出道路后，易发生翻滚或碰撞路侧障碍物的风险，如图F.43。

有条件时应保证路侧安全净区的宽度，如图F.44。路侧安全净区宽度不足时，应设置与速度匹配的路侧防护设施,如图F.45。

对于路侧安全净区内已有的坚固物处置策略优先级依次为：移除坚固物、重新设计坚固物（做吸能型设计）、重新放置坚固物（放于安全净区以外）、设置效能缓冲装置，设置警示标志。

图 F.43　路侧安全净区宽度不足示例

图 F.44　路侧安全净区设置参考

图 F.45　路侧护栏与坚固物的示例（国外）

F.9.2 路侧防护设施设置不当

指路侧安全净区宽度不足，设置路侧防护设施时，存在护栏设置不当、护栏的防护等级不足等问题，如图F.46。

应正确设置护栏，例如路桥衔接段的护栏应做好刚度过渡处理，护栏等级不足时应提高护栏等级，如图F.47。

a） 护栏结构长度不足

b） 护栏等级不足

c） 栏杆内侧存在警示柱（形成了阻拌效应）

d） 路桥段护栏衔接不当（刚度过渡不足）

图 F.46 路侧防护设施设置不当典型问题

a） 路桥护栏衔接处理（正面）

b） 路桥护栏衔接处理（背面）

c） 护栏端部外展处理

d） 护栏端部锚固处理

图 F.47　路侧防护设施改善参考

F.10　公交设施

F.10.1　公交站台设置不当

指公交站台的位置、布设形式不合理。存在公交站台与交叉口距离过近，公交站台设置在交叉口进口道（对交叉口的通行影响大）、公交站台“头对头”布局（乘客易从车头前的盲区横向通行，车辆启动时易发生事故），交通量大的路段采用直接式公交站台等情况，对交叉口、主线的交通干扰较大，如图F.48。

应对公交车站位置和布设形式进行调整。优先考虑将公交站台布置在交叉口出口道、对向的公交站台采用“尾对尾”布局、优先采用港湾式公交站台等。

a） 公交站台“头对头”布局

b） 公交站台占用硬路肩（非机动车道）进行停靠

图 F.48　公交站台设置不当典型问题

F.11　速度管理

F.11.1　道路限速不合理

指道路的速度管理混乱，道路的限速值设置不合理、限速策略多变、限速值与运行速度不匹配等问题，如图F.49。

车辆在道路上的速度不仅取决于驾驶人及其车辆的能力，还取决于以下条件：道路的物理特性、路侧干扰量、天气、其他车辆的存在以及速度限制（由法律或交通控制设施规定）。实现速度和谐的关键是使设计速度、运行速度和限制速度与驾驶人、执法人员和设计师的直觉一致。与较高的交通速度相比，交通速度的变化对安全水平影响更大。

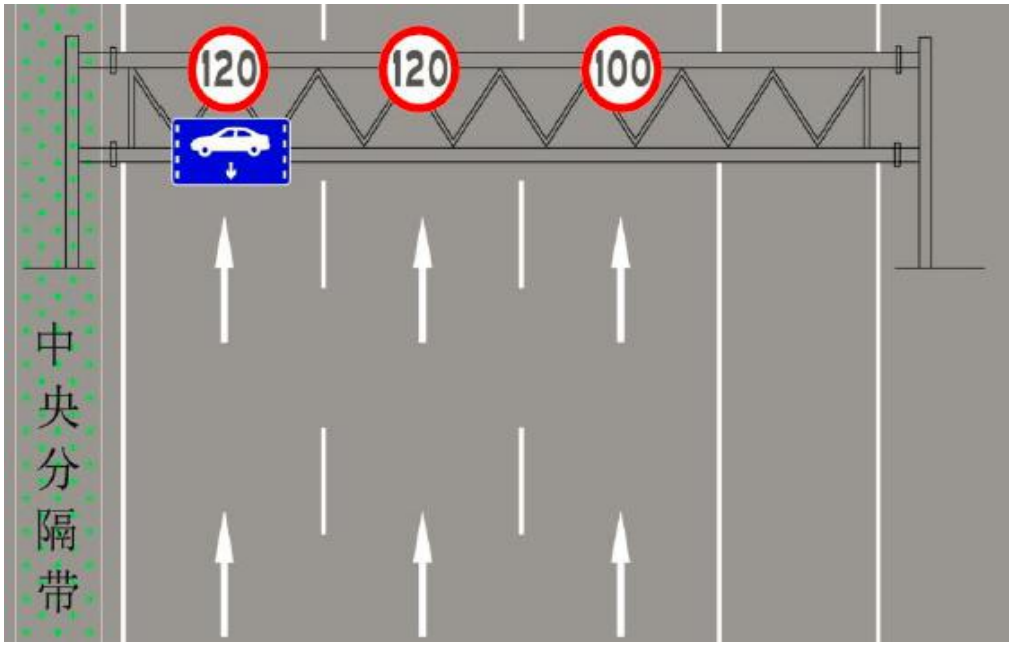
应结合道路交通运行评估，制定合理的限速策略，并对限速标志的版面、位置等进行优化，如图F.50。

a） 某高速 K64+500 处限速标志

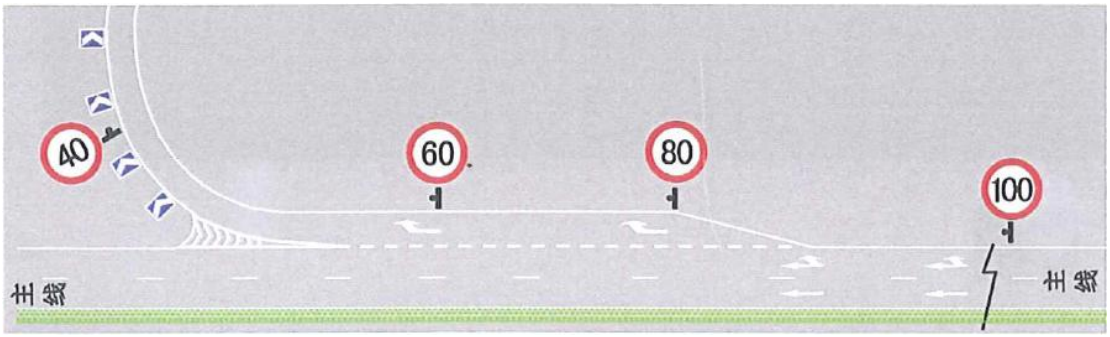
b） 某高速 K64+550 处限速标志（限速策略多变）

c） 分车道限速标志（人为加大横向车道间的速度差）

图 F.49　限速不合理典型问题



a） 分车型限速



b） 逐级限速

图 F.50 限速改善参考

F.11.2 限速标志设置不规范

指道路的限速标志的设置不规范统一，如图F.51。

应按照《道路交通标志标线》（GB5768）的要求，统一设置，如图F.52。

图 F.51 限速标志样式多样（同一条高速）

a） 限制速度标志　　b） 区域限速及解除标志

图 F.52 限速标志改善参考

F.12 夜间行车条件

F.12.1 照明设施设置不足

指道路上应设未设照明设施、设置的照明设施照度不足或者管理部门不重视日常养护，照明设施无法正常使用，导致夜间视认性差，车辆夜间行驶风险增加的问题，如图F.53。

应根据道路的功能需求，及时增设或更换照明设施，重视日常养护。照明设置应充分考虑行人、非机动车、机动车各自的需求，应能让道路使用者看到可能发生碰撞的对象。例如，人行横道处的照明，应将灯具置于人行横道上游0.5～1.0倍灯柱高的位置，让灯光经由行人反射向来车方向，便于驾驶人视认，如图F.54。若将灯具置于人行横道正上方则不利于光线反射向来车方向。

a）照明设备缺失　　b）照明设备照度不足

图 F.53　照明设施设置不足典型问题

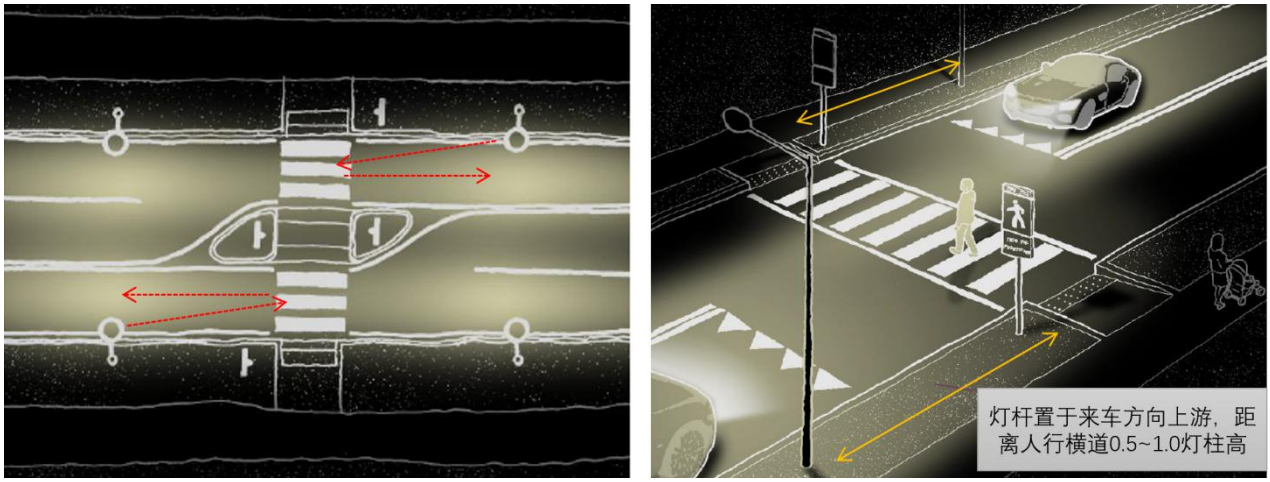


图 F.54　照明改善参考

F.12.2　道路视线诱导设施设置不足

指存在指示道路线形轮廓及行车方向的轮廓标、线形诱导标等道路视线诱导设施视认性不足，导致车辆夜间行车风险增加的问题，如图F.55。

应根据道路使用者的驾驶需求，及时完善视线诱导设施的设置，保障视认性，如图F.56。

a） 高速出口匝道线形诱导不足

b） 路侧轮廓标视认不足

图 F.55　道路视线诱导设施设置不足典型问题

图 F.56　道路路侧轮廓标改善参考

F.12.3　标志标线视认性不足

标志标线视认性不足指存在道路边线反光效果差、标志信息获取困难等现象，导致道路夜间行车风险增加的问题，如图F.57。

应根据道路实际运行需求，及时更换和检查设备视认性，且重视日常养护。

a）道路边线视认不足

b） 可变信息牌视认不足

图 F.57　道路标志标线设置不足典型问题

F.12.4 道路光污染

道路光污染指存在道路监控补光灯、防疲劳激光灯等导致眩光和分心驾驶，引发道路夜间行车风险增加的问题，如图F.58。

应以完善监控设备优化和加强疲劳驾驶管理为主，避免使用眩光设备，以降低道路光污染对驾驶人安全行驶的影响。

图 F.58 道路光污染典型问题

F.13 交通控制设施

美国的“Manual on Uniform Traffic Control Devices（MUTCD）”对交通控制设施“Traffic Control Device（TCD）”的定义为：“a sign, signal, marking, or other device used to regulate, warn, or guide traffic, placed on, over, or adjacent to a street, highway, private road open to public travel, pedestrian facility, or shared-use path by authority of a public agency or official having jurisdiction, or, in the case of a private road open to public travel, by authority of the private owner or private official having jurisdiction. (FHWA, 2009, p22)”（用于规范、警告或引导交通的标志、信号、标线或其他设施，由公共机构或有管辖权的官员授权放置在街道、公路、向公众开放的私人道路、行人设施或共用道路上，如果是向公众开放的私人道路，由私人业主或有管辖权的私人官员授权。）

MUTCD对于交通控制设施设置的总体原则值得借鉴：

A. Fulfill a need （满足需求）

B. Command attention （引起注意）

C. Convey a clear, simple meaning （传达清晰、明了的信息）

D. Command respect from road users; and （赢得用路人的尊重）

E. Give adequate time for proper response （给道路使用者足够的时间做出合适的响应）

F.13.1 标志标线设置不当

指存在交通标志信息过载、信息不易辨识、信息意义不明等问题，如图F.59。

应遵循简明、清晰、易懂、信息一致、信息连续的原则，逐一梳理并优化。

a） 信息过载

b） 地面标识易分散驾驶人注意力

图 F.59 标志标线设置不当典型问题

F.13.2 信号灯设置不合理

指信号灯的相位设置不合理，信号灯的位置设置不当，信号灯视认性不佳等，易出现信号灯相位与功能不匹配，车辆排队增加，交叉口延误，司机无法快速准确辨识信号灯等问题，如图F.60。

应结合道路类型、交叉口几何尺寸、交通组成、交通流量等条件综合评估是否需要采用信号控制。需采用信号控制时，应注意信号控制与车道的匹配，绿信比与流量匹配，黄灯时间、全红时间等参数的合理设置。对于尺度偏大或者大型车辆较多的交叉口，除远端信号灯外，宜增设近端信号灯，以提高信号灯的视认性。

a） 信号灯视认不佳

b） 背景色影响信号灯辨识

c） 合杆设置影响驾驶人有效消息获取

图 F.60 信号灯设置不合理典型问题

F.14 道路绿化

F.14.1 绿化遮挡设施

指绿化遮挡信号灯、交通标志、路灯等各类设施，影响驾驶人对道路情况的判断，如图F.61。

应对绿化及时养护或调整交通标志的布置，减少绿化与各类设施间的干扰。尤其应在道路绿化和交通设施设计之初，充分考虑绿化的生长因素等，合理选择绿化种类以及空间布置，采取横向错开或者纵向错开的策略减少绿化与交通设施的干扰，如图F.62。

a） 绿化遮挡信号灯

b） 绿化遮挡交通标志

图 F.61 绿化遮挡设施典型问题

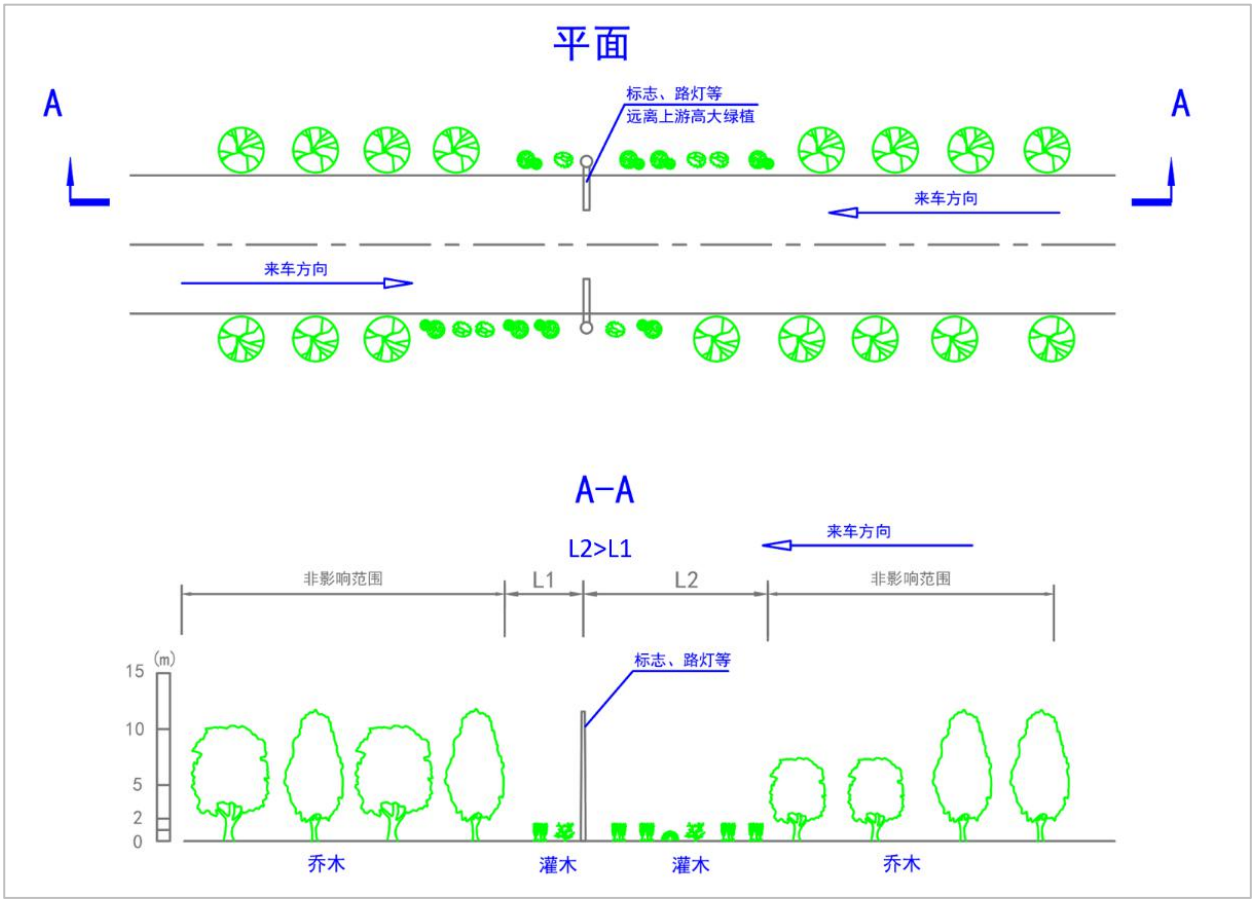


图 F.62　道路绿化与交通设施纵向错开布置示意

F.15　其它

F.15.1　路面平整度差

指道路路面出现裂缝、龟裂、破损等路面病害，导致道路平整度差、行车安全风险增加的问题，如图F.63。

宜加强养护，提高道路的平整度。

a）　路面龟裂

b）　路面纵向裂缝

图 F.63　路面病害的典型问题

F.15.2　设施未集约利用

指交通标志、路灯、信号灯、监控设备等各类设施分散设置，可能会造成设施间互相遮挡，且杆件的重复建设，也会造成投资的增加，如图F.64。

宜将各类设施合杆设施，一方面能减少道路中的杆件障碍物，优化通视、减少碰撞风险；另一方面，能提高道路整洁程度、降低基础设施投资成本，如图F.65。

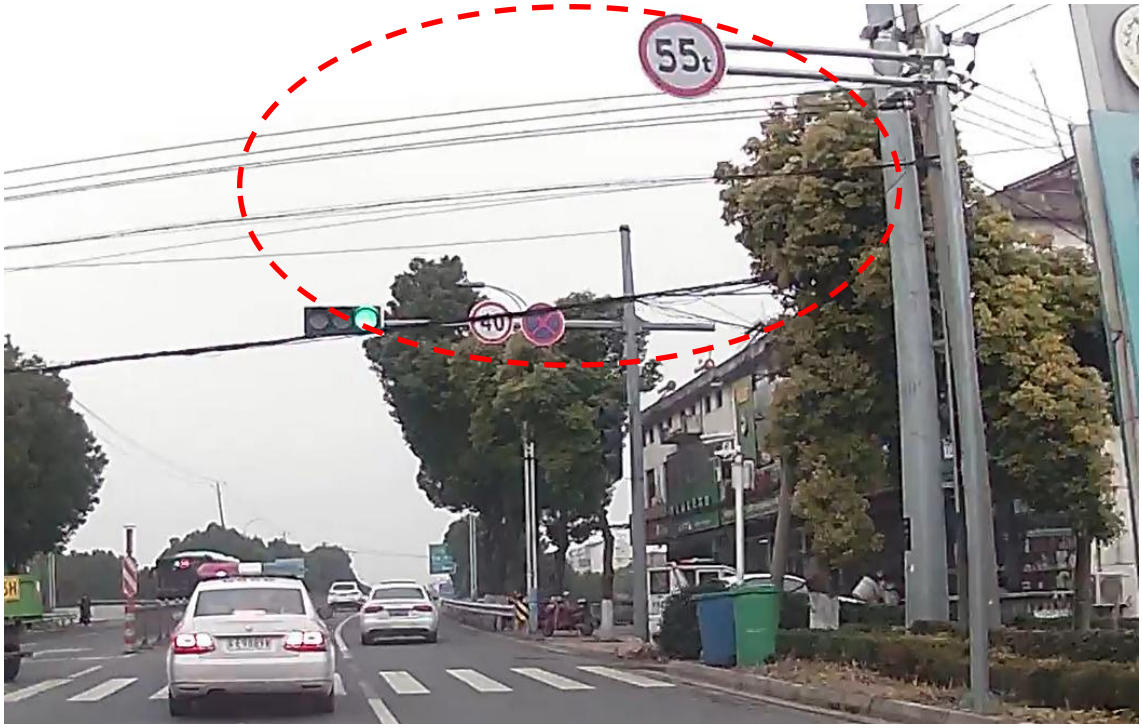


图 F.64　设施互相遮挡

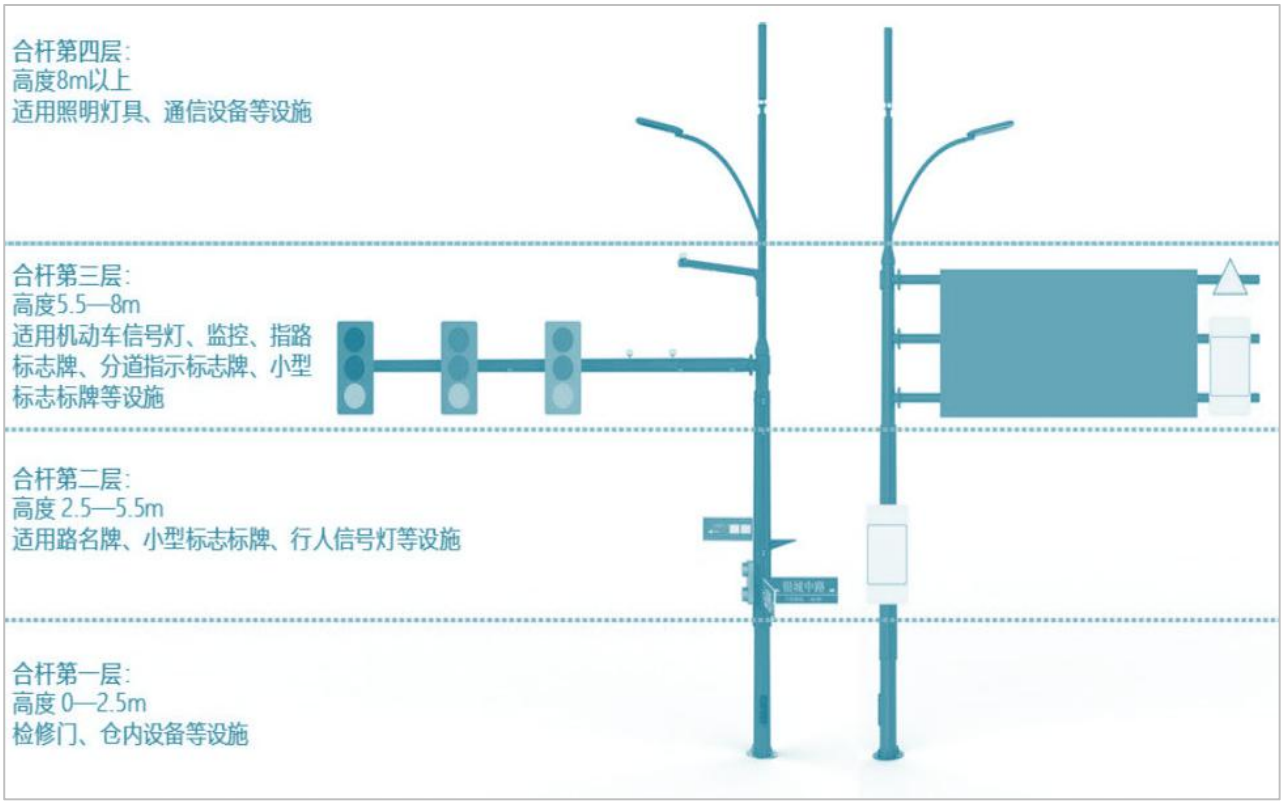


图 F.65　合杆设置改善参考

参 考 文 献

[1] GB 14886 道路交通信号灯设置与安装规范
[2] GB 14887 道路交通信号灯
[3] GB 51038 城市道路交通标志和标线设置规范
[4] GB 55011 城市道路交通工程项目规范
[5] GB 33 高速公路交通安全设施设计规范
[6] CJJ 45 城市道路照明设计标准
[7] CJJ 75 城市道路绿化规划与设计规范
[8] CJJ 129 城市快速路设计规程
[9] CJJ 193 城市道路路线设计规范
[10] GA/T 299 道路交通流量调查
[11] GA/T 1082 道路交通事故信息调查
[12] JTG B01 公路工程技术标准
[13] JTG B05 公路项目安全性评价规范
[14] JTG D20 公路路线设计规范
[15] JTG D80 高速公路交通工程及沿线设施设计通用规范
[16] JTG D81 公路交通安全设施设计规范
[17] JTG D82 公路交通标志和标线设置规范
[18] JTG H30 公路养护安全作业规程
[19] JTG/T 3381-02 公路限速标志设计规范
[20] 公路工程竣（交）工验收办法
[21] 交公路发〔2010〕65号 公路工程竣交工验收办法实施细则
[22] 苏州市区人行道建设标准及规定汇编
[23] 公路安全生命防护工程实施技术指南（试行）
[24] 交通安全分析（Traffic Safety Analyses），王雪松，2022.2，ISBN 978-7-5608-9121-7
[25] Road Safety Audit (2nd EDITION), 2002, Austroads
[26] Road Safety Audit Guidelines, 2006, USA
[27] Road Safety Audit, 2009, England
[28] Guidelines for Road Safety Audit Practices, 2011, New South Wales
[29] Policy And Guidelines For Road Safety Audit, 2015, Western Australia
[30] Road Safety Audit And Safety Impact Assessment, 1997, European Transport Safety Council
[31] Highway Safety Manual (1st EDITION), 2010, AASHTO