

道路安全评价

——“事故预防重于救援”

郭忠印

同济大学道路安全与环境研究所

2010.10

声 明

- 本文档是根据郭忠印教授课题组多年研究成果及郭忠印教授多年授课经验总结，仅作学习讨论之用，不得用于商业用途，同时应遵守著作权法及其他相关法律法规的规定；
- 由于文档部分内容时间较长，难免有所疏漏；如若文档中引用了您的研究成果或图片等，在此表示感谢，不一一备注；
- 如有问题，请联系GuoGroup@tjroad.com，或致电021-69585413。

主要内容

Ⅴ 概述

- Ø 国内外事故状况；事故原因分析；道路安全评价；国内外道路安全评价研究综述。

Ⅴ 《公路项目安全性评价指南》

- Ø 评价阶段、内容、方法、核心技术、工程应用实例。

Ⅴ 国内外其它安全性评价方法

- Ø 美国的**IHSDM**；欧洲及澳大利亚的道路安全评价程序；澳大利亚道路安全评价指南；同济大学的基于空间视距、人工神经网络和行车动力学的安全性评价方法。

Ⅴ 工程应用实例

- Ø 运用《指南》、**IHSDM**、空间视距、**ANN**以及行车动力学等方法对某典型路段进行安全性评价。

Ⅴ 结论

Ⅴ 附录：道路安全评价清单

1 概述

- ▼ 世界上第一起道路交通事故于**1896**年发生在英国伦敦。
- ▼ 根据世界道路协会的资料显示，至**2004**年道路交通事故已累计造成了约**3300**万人丧生。
- ▼ 据世界卫生组织（**WHO**）及世界银行（**IBRD**）：在全球疾病负担前十大原因排序中，道路交通事故伤害在**1990**年排第**9**位，而预计到**2020**年将会上升到第**3**位。



合徐高速公路05.3.18



重庆市区公交06.01.05



云南元磨高速05.04.26



贵毕高速06.05.07

1 概述

WHO、IBRD：1990年与2020年全球疾病负担前十大原因排序

序次	1990年 疾病或伤害	序次	2020年 疾病或伤害
1	下呼吸道感染	1	缺血性心脏病
2	腹泻病	2	抑郁症
3	围产期疾病	3	道路交通伤害
4	抑郁症	4	脑血管疾病
5	缺血性心脏病	5	慢性阻塞性肺病
6	脑血管疾病	6	下呼吸道感染
7	结核病	7	结核病
8	麻疹	8	战争
9	道路交通伤害	9	腹泻病
10	先天性畸形	10	艾滋病病毒感染

世界卫生组织把2004年4月7日的世界卫生日主题定为“道路安全”，提出了“道路安全，防患未然”的口号，道路交通安全已经成为了全球性话题，是全世界的共同问题。

1.1、国外道路事故状况

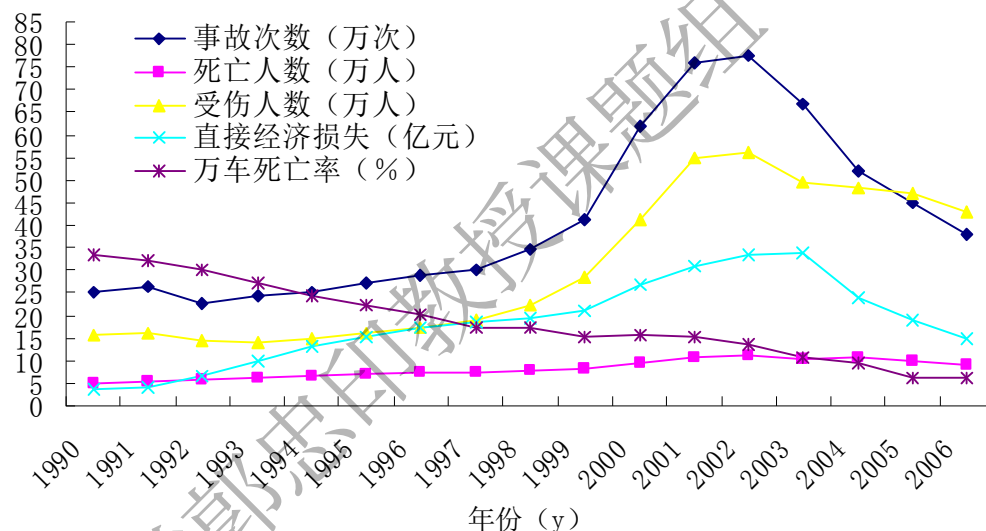
- ▼ 欧共体国家：每年道路交通事故死亡**5万人**和受伤**150万人**以上，造成的经济损失每年约为**700亿欧元**，其中中欧和东欧国家每年死于道路事故的人数约**7.5万人**；
- ▼ 据国际路联**2001**年公布的数据，美国一年的道路交通事故数量达**600万起**，死亡**3.78万人**，伤**200.3万人**；
- ▼ 发展中国家与地区每年因机动车事故死亡的人数高达**35万人**，经济损失达**14—20亿美元**，约为**GDP的1%—2%**，道路事故已是第二位的最主要的死亡原因。

1.2、国内道路事故状况

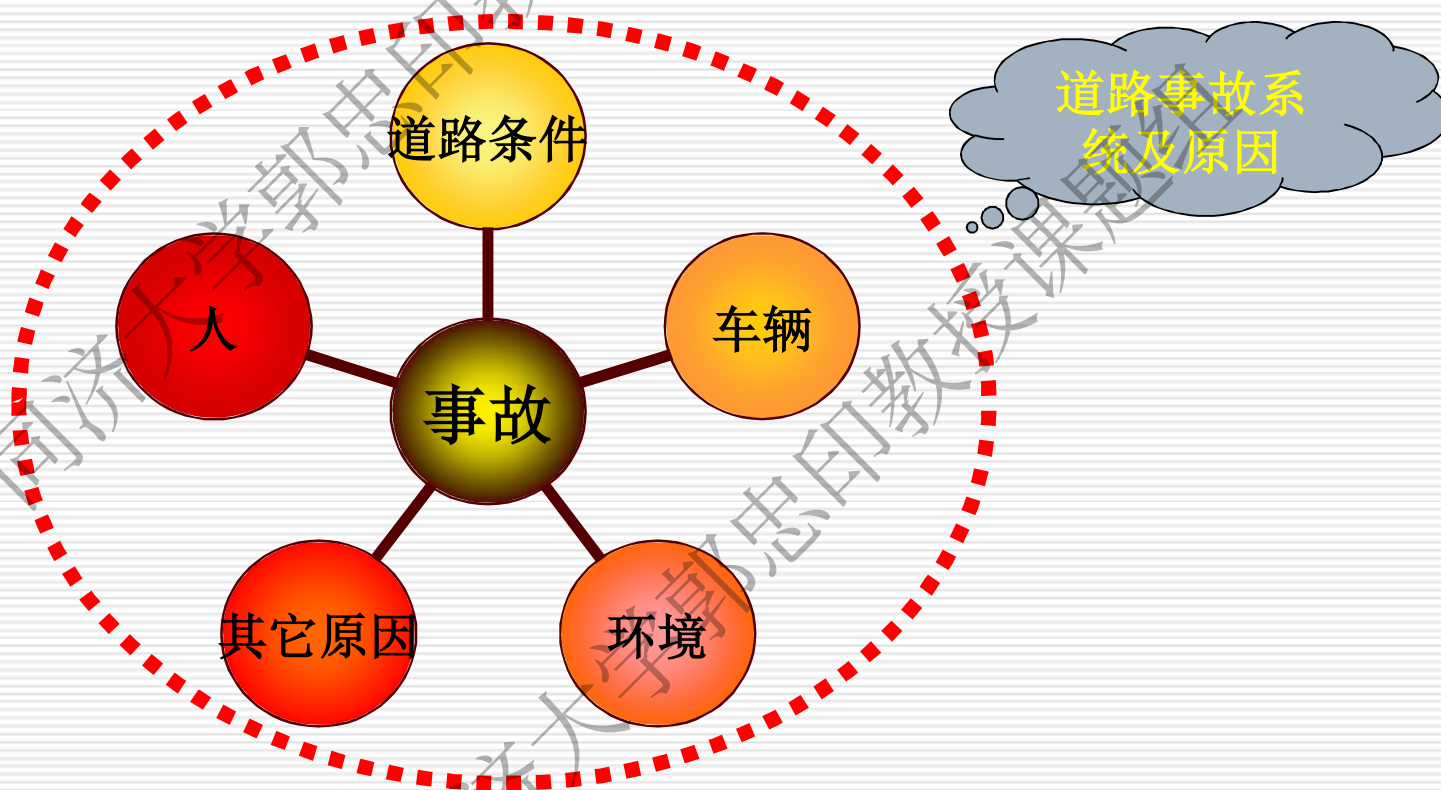
我国的道路安全状况也是比较严重的社会问题，是世界上道路交通事故最多的国家之一。

我国1990年至2006年的交通事故情况见右图。

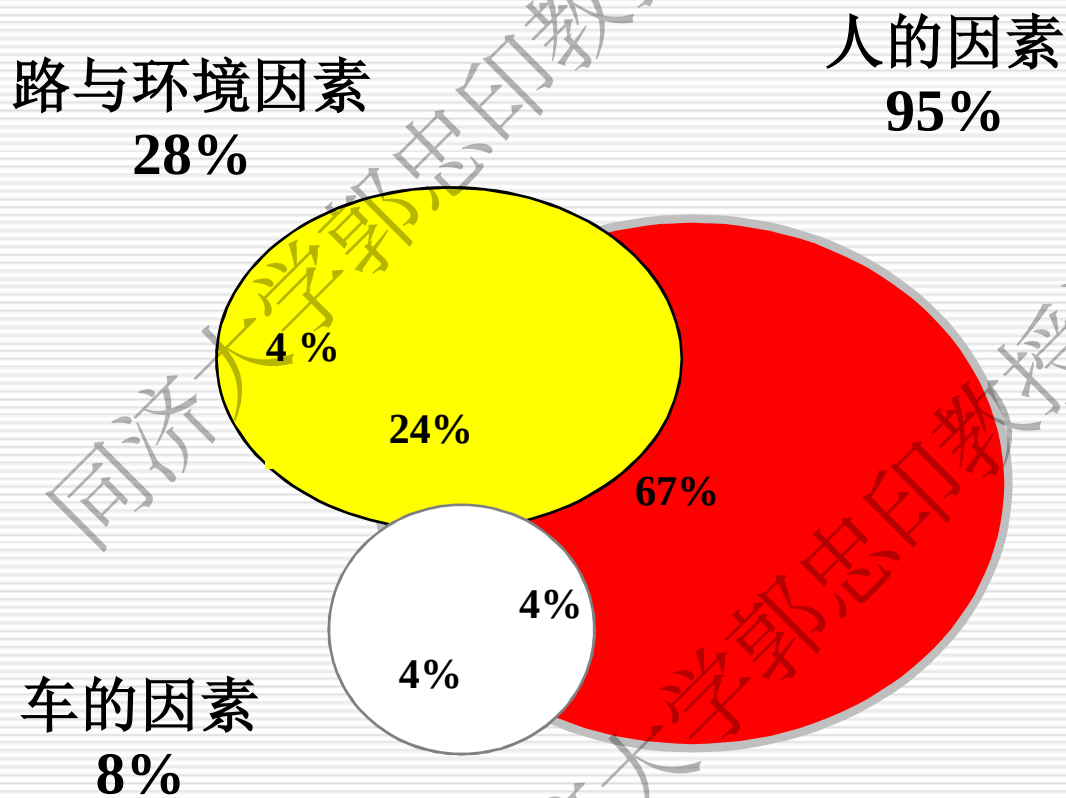
世界卫生组织把2004年4月7日的世界卫生日主题定为“道路安全”，提出了“道路安全，防患未然”的口号，道路交通安全已经成为了全球性话题，是全世界的共同问题。



1.3、道路事故原因



1.3、道路事故原因



1.4、道路对于安全比人们想象的更为重要

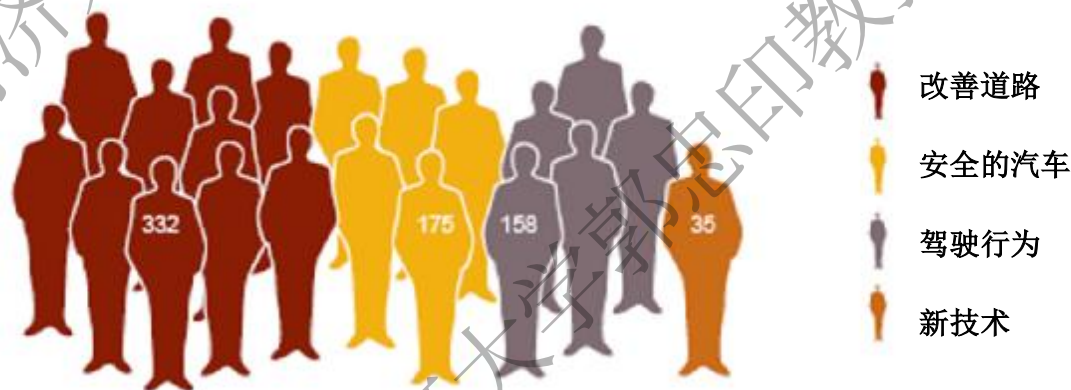
- ▼ 道路交通环境对交通安全的影响，除了力学上的作用外，更重要的是依靠它对人的行为的影响，来改变驾驶员固有的驾驶心理和生理，以提高道路安全水平。不同国家、不同的研究者看法不同，见下表。

国家、研究者	美国Treat	英国Sabey	澳大利亚	前苏联O. A. 季沃奇金
与道路条件有关的事故原因	44%	28%	28%	70%

1.4、道路对于安全比人们想象的更为重要

- 根据澳大利亚的**NRSS**（**National Road Safety Strategy**）研究表明：如果澳大利亚提高全国道路安全性、改善驾驶员的驾驶行为、保障汽车的安全性能及采用先进的安全技术，每年就能使**700**人免于道路交通事故死亡，其中大多数是由于现代化的、安全的道路而幸免于。

下面就是NRSS所说的他们每年如何挽救700人



1.5、道路安全评价

- 道路安全性评价（**Road / Highway Safety Audit**）是指以公路使用者安全为中心，从预防交通事故、降低事故产生的可能性和严重程度入手，对公路项目建设的全过程，即规划、设计、施工和服务期进行全方位的安全性评价，从而揭示公路发生事故的潜在危险因素及安全性能。

1.5、道路安全评价

✓ 实践证明，在传统的设计与建设程序之外，进行道路安全评价是十分必要的，具有非常重要的现实意义：

- ✗ 能够有针对性地消除安全隐患。
- ✗ 能够更全面地分析安全影响因素。
- ✗ 能够有效地扩展道路的安全空间和“宽容度”。

1.6 国外道路安全评价研究概述

▼ 英国

- Ø 1980年 “事故率降低与防止指标书”；
- Ø 1988年 “道路交通规划”；
- Ø 1991年书《公路安全评价指南》问世，并于1996年获得了进一步的修正；
- Ø 1991年4月起将安全评价的功能与作用在立法层次上得以确认。

▼ 美国

- Ø 从20世纪80年代以来，美国联邦公路局(FHWA)开展了多项道路交通安全研究；《公路安全法》、《公路安全程序指南》；
- Ø 2000年，交互式公路安全设计模型（IHSDM）”的测试版。

- ▼ 澳大利亚、新西兰都是启动公路项目安全评价程序较早、发展较成熟的国家。

1.7、我国的道路安全评价研究

v 上个世纪**90**年代中期，道路安全评价通过两种方式引入我国。

- Ø 以高等院校为主的学者通过国际学术交流与检索外国文献，从理论体系的角度引入道路安全评价的理念，并着手开展理论与应用研究。
- Ø 通过世界银行贷款项目的配套科研课题，在工程领域开展道路安全评价的实践。

v 比较有代表性的文献

- Ø **2000**年湖南省交通工程学会冯桂炎教授主编的《公路设计交通安全审查手册》；
- Ø **2003**年同济大学郭忠印教授、方守恩教授编著的《道路安全工程》；
- Ø **2004**年北京工业大学刘运通教授编著的《道路交通安全指南》；
- Ø 由交通部主持，于**2004**年正式发布的《公路建设项目安全性评价指南》。

1.8 同济大学道路安全与环境研究所

省、市级科研项目	新疆国省道干线公路安全评价程序和道路事故黑点鉴别方法的研究； 107 国道岳阳至长沙段事故多发地段研究； 国道 104 线安全评价及对策研究； 山东省高等级公路安全评价程序研究； 山西省高等级公路安全管理及对策研究； 基于营运安全的路线设计指标运用研究； 安徽省旅游带山区高速公路运行安全管理对策研究； 江西省景婺高速公路隧道防灾管理系统的研究； 高速公路灾害天气事故预防系统研究； 上海市公路可持续发展框架--公路安全与管理水平研究； 杭州湾大桥“灾害天气对行车安全影响及对策研究等.....
交通部科研项目	西部地区公路交通安全评价及工程技术措施技术研究与应用； 公路隧道进出口运行安全研究”、“公路平交路口安全技术研究； 公路项目安全性评价指南。

Ø 通过以上课题在事故黑点鉴别、安全评价清单、运行车速预测、汽车行驶行为、驾驶心理生理、灾害性天气下重大基础设施安全性、公路运营安全管理等方面进行了系统研究。



1.9 道路安全评价的基本概念

√ 道路安全评价的定义 (The concept of Road Safety Audit)

- Ø 道路安全评价是应用系统方法，将道路交通安全的知识应用到道路的规划和设计等各个阶段，以预防交通事故。道路安全评价是对道路项目由独立的、合格的评价人员进行正式的审查。这一方法可用于现有道路、新建道路及现有道路的改善。适用于公路项目也适用于城市道路项目的安全评价（**PIARC道路安全委员会（13）(The Road Safety Committee 13 of PIARC)**）。
- Ø 道路安全评价是一个过程，在这一过程中尽现实条件之可能保证道路或交通项目达到期望的安全度和其建设的目的（**BROWNFIELD 1991**）。
- Ø 是对直接影响道路用户安全的道路组成元素和其相互作用或施工当中的其他因素的评价，通过评价在道路开放交通之前预测可见的潜在的道路安全问题，发现潜在的危险（**英国运输部 DTP, The department of Transportation, Britain**）。
- Ø 在道路的建设、改善和养护中利用道路安全原则作为事故预防的手段（**英国IHT1990**）。

Ø 澳大利亚(Australia):

由一个独立的合格的检查者（机构）对与道路建设有关的工作的审查以保证提供高水平的道路安全。

Ø ITE（美国ITE技术委员会4S7, ITE-4S7, USA）:

对现有或将建道路或交通项目或其他与道路用户有关的项目所作的正式审查，由合格的独立的检查者检查项目的潜在事故可能性和道路交通的安全性能。

1.9 道路安全评价的基本概念

▼ 为什么要进行道路安全评价？ (Why should RSA be applied?)

- ❌ 所用设计标准不一定符合道路运行环境；
- ❌ 设计时应用了旧标准；标准规范是过去经验和研究成果的总结。
- ❌ 设计元素的组合后安全性不是最好；
- ❌ 经常在处理通行能力和安全的矛盾时降低了对道路安全的要求；
- ❌ 施工期间对设计做了变更，但没有充分考虑道路安全；
- ❌ 开放交通后环境与设计不一致或发生了变化；
- ❌ 人非圣贤，设计施工养护各有所责；
- ❌ 安全以人为本；
- ❌ 是发展中国家引用发达国家的技术，应用时未考虑本国国情。安全意识不够、政策法规不健全等；
- ❌ 满足设计规范后是否需要进行道路安全评价？

1.9 道路安全评价的基本概念

Ⅴ 改善道路安全的措施

(measurements of improving road safety situation)

Ø 道路与交通工程师一般可通过以下几个方面改善道路环境的安全性：

- (1) 路网规划与新路设计时，提高安全意识；
- (2) 新路设计时道路特征相互协调；
- (3) 及时改善现有道路的不安全因素；
- (4) 路网内危险路段（点）的改善。

Ø 上述四个方面的具体做法归结为两种道路交通事故预防方法：

- (1) 道路危险段（点）(道路黑点)的确定与消除；
- (2) 道路安全评价。

1.10 国外道路安全评价研究状况

∅ 英国 (UK)

∅ 澳大利亚与新西兰
(Australia and
New Zealand)

∅ 美国 (USA)

∅ 泰国 (Thailand)

∅ 马来西亚
(Malaysia)

∅ 挪威 (Norway)

∅ OECD

∅ 世界银行 (the
world Bank)
等

1.10 国外道路安全评价研究状况

▼ 英国道路安全评价(UK)

道路安全评价在英国的正式建立经历了**12年**：

- Ø **1980年** 公路与运输研究所(IHT)为主干道改善推荐了安全审查(CHECKING)的"事故率降低与防止指示书";
- Ø **1988年** 道路交通计划要求地方政府在新建道路时必需采取措施降低开放交通后道路的事故率; **1988年**道路交通计划建议对于地方道路实施有效的和强制性的道路安全评价, 同样对于国家道路网也可应用道路安全评价。
- Ø **1989年** 地方政府协会的道路安全措施标准推荐对影响路网的项目进行道路安全评价; 同年苏格兰制定了技术通报**23/1989**, 提出了苏格兰道路安全评价方法。
- Ø **1990年** **HA42/90** 和 **HD 19/90** 提出了进行道路安全评价的方法, 使得可对干线道路和高速公路项目从**1991年4月**起在英格兰和苏格兰可进行道路安全评价。IHT给出了详细的公路道路安全评价指示书, 包括审查清单和例子。
- Ø **1991年** 个别地方政府制定了自己的道路安全评价指示书。
- Ø **1996年** 英国IHT又对道路安全评价指示书予以了修订。

1.10 国外道路安全评价研究状况

▼ 澳大利亚道路安全设计(Australia)

Ø 道路安全评价 (Road Safety Audit)
手册

Ø 道路安全评价软件(Easy Audit)

1.10 国外道路安全评价研究状况

√ 美国道路安全评价(USA)

- Ø 道路安全管理（运输系统安全管理的一部分）
- Ø 学习澳大利亚
- Ø 安全设计（**AASHTO: Highway Safety Design and Operations Guide 1997**）

1.11 道路安全评价组织与实施

✓ 谁做道路安全评价？

(Who can do RSA)

- Ø 在道路安全评价中涉及：业主（建设单位）、设计单位、施工单位、道路安全评价者。
- Ø 合格的独立的检查者检查项目的潜在事故可能性和道路交通的安全性能
- Ø 道路安全评价以用户的道路安全为服务对象。

1.11 道路安全评价组织与实施

√ 道路安全评价的组织形式 (How is RSA implemented)

- Ø 方法1：专业评价与安全证书（ **SPECIALIST ADVICE AND AUDIT**）
- Ø 方法2：专业评价与独立的项目管理者（**Specialist advice and independent project manager**）
- Ø 方法3：专业评价与设计者
- Ø 方法4：设计单位与独立的顾问
- Ø 方法5：第二设计单位评价
- Ø 方法6：设计单位自己评价

1.11 道路安全评价组织与实施

√ 道路安全评价的要求 (Requirements to RSA)

- Ø **技术方面：**涉及到的知识面较广，道路安全、道路设计、交通管理、驾驶心理学、汽车等。
- Ø **工作性质：**公正性、独立性

1.11 道路安全评价组织与实施

▼ 各方的关系

(The Relationship Among Client, Auditor and Designer)

- Ø 道路安全评价与设计的关系
- Ø 道路安全评价与业主的关系
- Ø 设计与业主的关系

1.11 道路安全评价组织与实施

▼ 什么时候做道路安全评价？
(What time should RSA be carried out?)

- Ø 阶段一(Stage 1): 工程可行性研究阶段
- Ø 阶段二(Stage 2): 初步设计阶段
- Ø 阶段三(Stage 3): 施工图设计阶段
- Ø 阶段四(Stage 4): 开放交通之前
- Ø 阶段五(Stage 5): 开放交通之后和现有道路的道路安全评价

1.11 道路安全评价组织与实施

▼ 怎么做?

(How is RSA done?)

Ø 基本步骤 **(Basic Steps)**

Ø 评价的内容 **(RSA content)**

Ø 评价清单 **(RSA check list)**

1.11 道路安全评价组织与实施

▼ 怎么做？

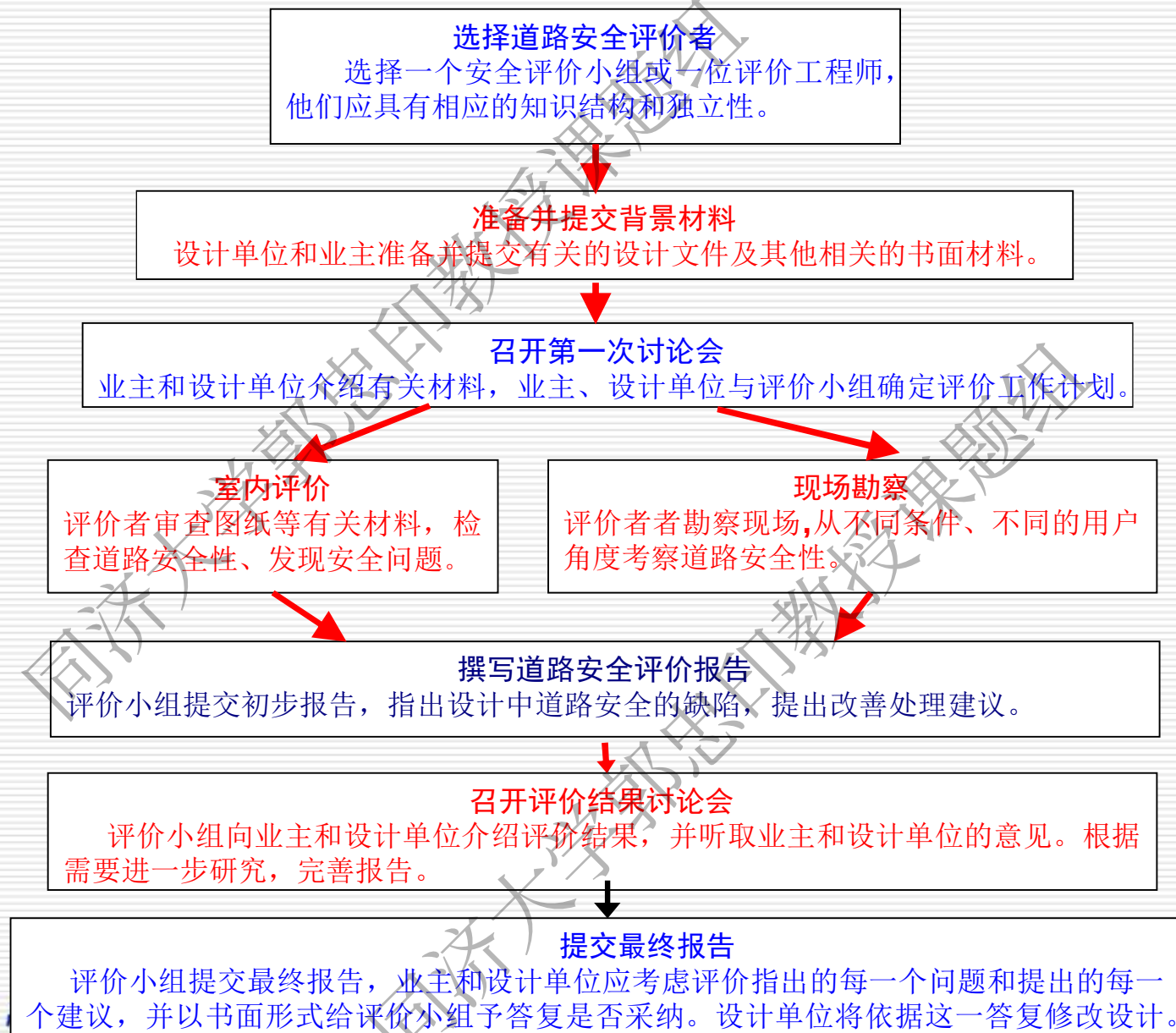
(How is RSA done?)

基本步骤(RSA Steps)

一个项目的道路安全评价一般有以下8个过程：

- Ø **Step 1:** 业主选择道路安全评价组；
- Ø **Step 2:** 业主与设计向评价组提交与项目有关的背景资料及设计文件、图纸等；
- Ø **Step 3:** 召开第一次讨论会；
- Ø **Step 4:** 阅读与审查有关文件（室内评价）；
- Ø **Step 5:** 现场勘察；
- Ø **Step 6:** 撰写评价报告；
- Ø **Step 7:** 召开评价结果讨论会；
- Ø **Step 8:** 提交报告并等待业主的书面答复；

评价步骤框图 (RSA Flow Chart)



1.11道路安全评价组织与实施

评价内容（澳大利亚手册）

<u>一般问题</u> 1 阶段一道路安全评价后的设计变更 2 排水 3 气象条件 4 道路景观 5 服务设施 6 出入口 7 特种车及紧急车辆出入的考虑 8 远期加宽与改线的考虑 9 项目分阶段安全考虑 10 分阶段实施 11 道路周围重要的发展项目 12 填挖边坡的稳定性 13 养护	<u>设计的一般问题</u> 1 纵横线形的协调 2 典型横断面 3 横断面变化的影响 4 行车道布设 5 设计标准 6 路肩及边沿处理 7 不符合规范设计处的影响 <u>道路线形（详细）</u> 1 视距 2 新旧道路交接处 3 道路线形对驾驶员的可读性	<u>交叉口</u> 1 交叉口视距 2 交叉口布设 3 交叉口对驾驶员的可读性 <u>特殊道路用户</u> 1 道路两侧的土地 2 行人 3 自行车 4 骑马者 5 货车 6 公共运输 7 道路养护车辆 0	<u>标志与照明</u> 1 照明 2 信号 3 标线与轮廓标 <u>施工与运营</u> 1 可建筑性 2 施工的可操作性 3 交通组织 4 路网管理 <u>其他问题</u> 尚未考虑到的安全问题
---	---	--	--

1.11道路安全评价组织与实施

√ 道路安全评价内容(规范编写大纲)

- Ø 1.路线
- Ø 2.路基路面
- Ø 3.路线交叉
- Ø 4.桥梁隧道与结构物
- Ø 5.交通工程与沿线设施

1.11 道路安全评价组织与实施

√ 道路安全评价的依据 (The base of RSA)

- ∅ 相关设计规范(Relative specification)
- ∅ 道路事故历史数据(Road accident history data)
- ∅ 案例(RSA or Accident prevention cases)
- ∅ 工程师的经验(Experience of Engineers)
- ∅ 有关道路安全工程方面的理论：汽车驾驶心理学、道路交通流理论、交通法规和交通管理(Relative road safety principle, Drive psychology, road and traffic design technology, Traffic regulation and management, etc).
- ∅ 其它Others

2、公路项目安全性评价指南

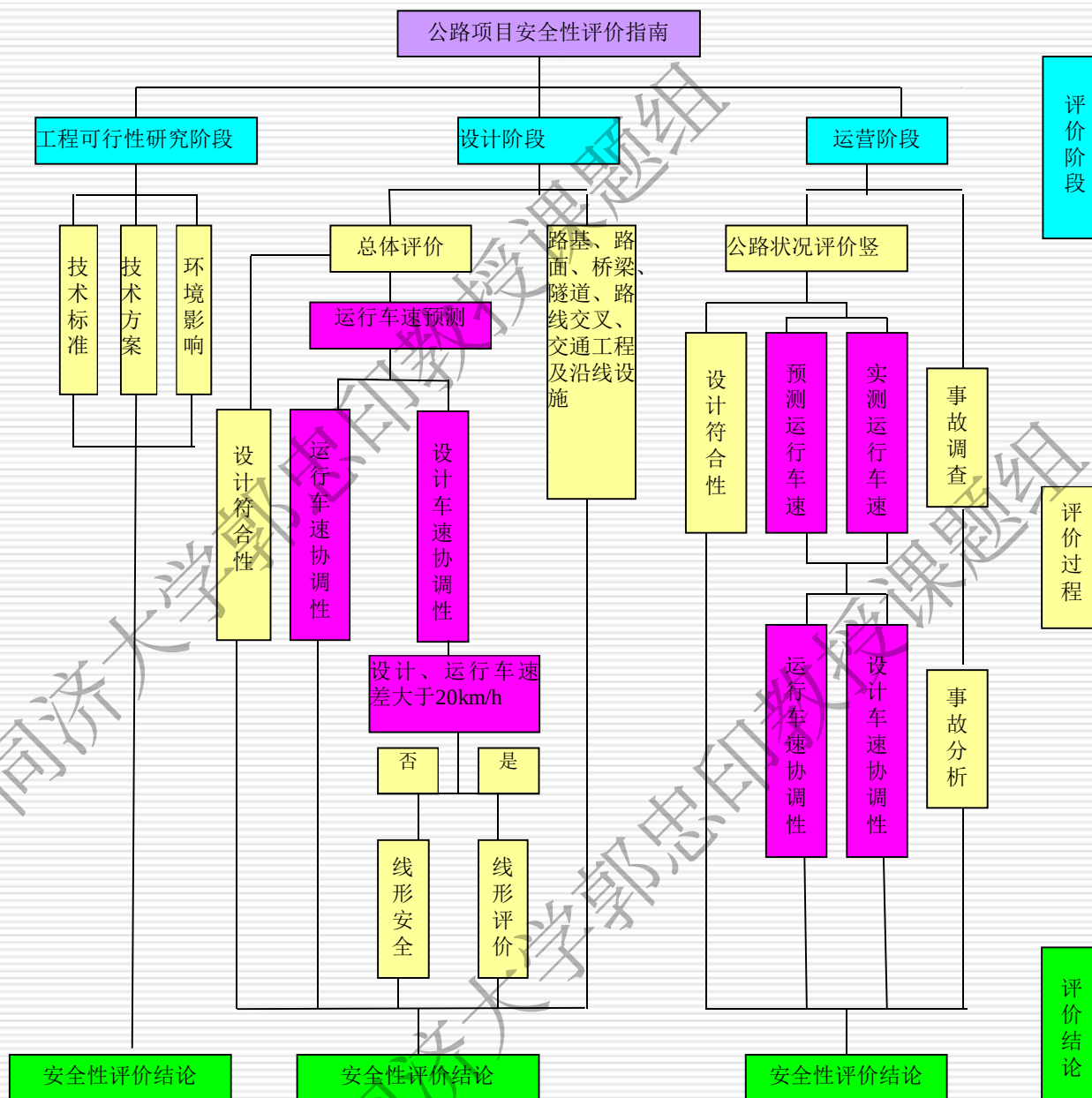
2.1 评价阶段、内容及方法

2.2 评价核心技术

2.3 《指南》应用情况



2.1 评价阶段、内容及方法



2.1 评价阶段、内容及方法

v 工程可行性研究阶段

- Ø 公路技术标准
- Ø 技术方案
- Ø 环境影响进行

v 设计阶段

- Ø 总体评价
 - ü 设计符合性
 - ü 运行速度协调性
 - ü 设计速度与运行速度协调性

2.1 评价阶段、内容及方法

Ø 路线

对于 $|\Delta v_{85}| > 20 \text{ km/h}$ 的路段,

- ü 平面的平曲线半径、缓和曲线及最小直线长度;
- ü 视距;
- ü 纵断面的路段坡度、坡长、及竖曲线半径;
- ü 横断面的路基断面宽度、爬坡车道、紧急停车带及紧急避险车道;
- ü 合成坡度;
- ü 超高;
- ü 平纵面线形组合进行安全性评价。

Ø 路基路面

- ü 侧安全净空区;
- ü 路面的结构形式及抗滑能力;
- ü 排水设施的排水沟、路缘石和泄水槽;
- ü 涵洞。

2.1 评价阶段、内容及方法



桥梁（独立大桥和特大桥）

- ü 桥梁引线、
- ü 桥梁断面、
- ü 防撞护栏、桥面铺装、
- ü 桥面排水、
- ü 桥墩台
- ü 桥面侧风影响。



隧道

- ü 隧道洞口接线
- ü 横断面、视距、
- ü 路面及排水设施、
- ü 通风照明及监控设施、
- ü 消防及救援。



路线交叉

- ü 平面交叉
- ü 互通式立体交叉
- ü 分离式立交

2.1 评价阶段、内容及方法

Ø 交通工程及沿线设施

- ü 标志、
- ü 标线及视线诱导标、
- ü 护栏、
- ü 中央分隔带防眩设施、
- ü 收费站位置、
- ü 监控系统及服务区、
- ü 停车区。

V 运营阶段

Ø 公路状况评价

- ü 设计符合性
- ü 运行速度协调性
- ü 设计速度协调性

2.1 评价阶段、内容及方法

Ø 事故调查

- ü 运营公路事故路段的类型、技术指标、路面状况；
- ü 事故发生的时间、天气状况、事故形态、事故车辆速度、事故车型及实载率；
- ü 交通控制方式等。

Ø 事故分析

- ü 交通事故的时间分布、空间分布、气候特征、事故程度、事故原因及形态等分析；
- ü 根据运行速度和设计速度协调性评价结果等综合因素对事故黑点进行全面分析，提出解决措施和改进方案。

2.2、评价核心技术

√ 核心方法

- Ø 依照速度协调性分析检验线形设计的安全性。

√ 关键技术

- Ø 运行车速的预测
- Ø 基于运行车速的道路安全性评价

2.3 《指南》应用情况

- ▼ 《指南》为我国交通部第一部公路安全评价指导性图书，自2004年11月1日实施以来，已得到了各级建设管理部门及道路设计单位的高度重视，对我国高速公路和一级公路安全性评价工作的开展以及进一步保障和提高我国公路的行车安全起到了积极的作用。国内多条高等级公路运用《指南》进行了安全性评价工作，取得了较好的结果。
- ▼ 同时，在《指南》的使用过程中也暴露出一些问题，例如，作为《指南》中安全性评价重要指标的运行车速，其预测方法准确性还有待进一步研究提高。



3、国内外其它安全性评价方法

3.1 美国的IHSDM方法

3.2 欧洲及澳大利亚的道路安全评价程序

3.3 澳大利亚的道路安全评价指南

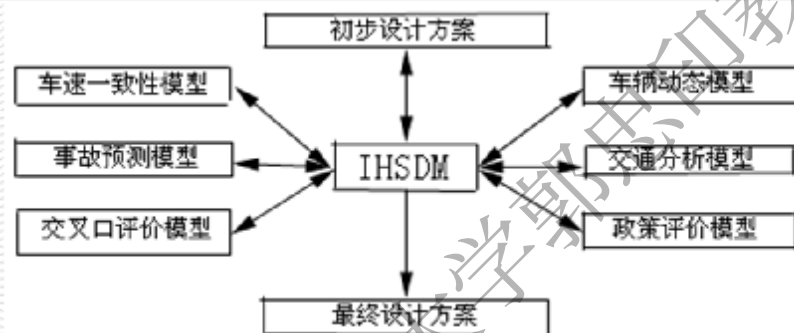
3.4 同济大学道路安全与环境研究所

- ❶ 空间视距研究、基于人工神经网络的安全研究、行车动力学研究等。

3.1 美国的IHSDM方法

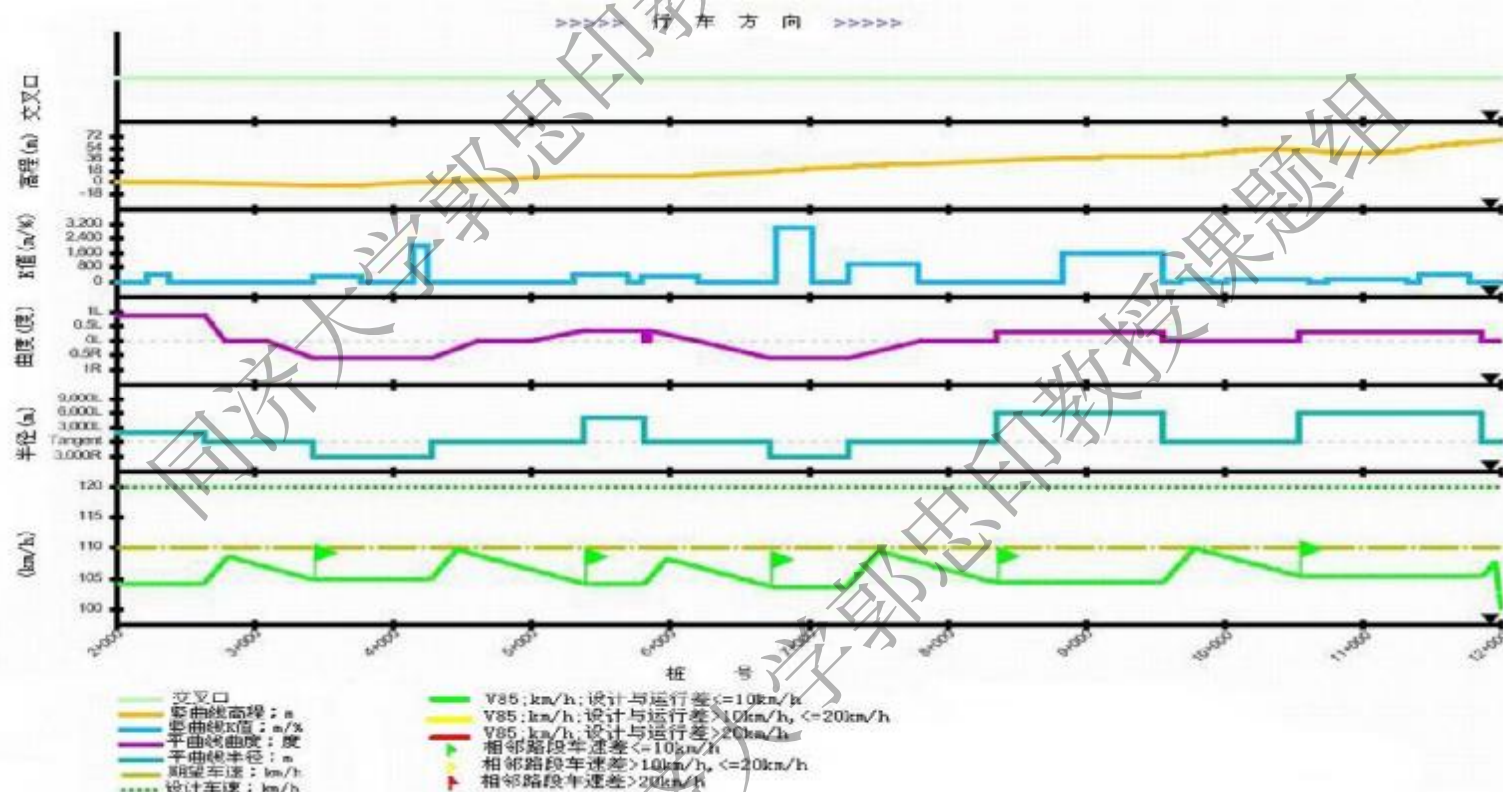
美国的IHSDM方法

IHSDM的核心思想是将整个道路安全评价系统分为车速一致性模型、事故预测模型、交叉口评价模型、车辆动态模型、交通分析模型和政策评价模型这**6**个子模型。从**6**个方面对道路的安全性进行全面的评价，然后调整设计方案，使之符合道路安全评价规范。以上**6**个子模型都设计成**CAD**软件包，以保证能和**CAD**软件完好地集成在一起，能够独立工作，并且都采用交互式工作方式，用户能够随时从模型中获得有用的反馈信息，调整模型的工作过程。



3.1 美国的IHSDM方法

▼ 美国IHSDM车速一致性模型分析结果。



3.2、欧洲及澳大利亚的道路安全评价程序

▼ 道路安全评价程序从两方面来评价现有道路的安全水平：

- Ø 基于事故及交通流量，建立起来的路网道路危险图（**risk mapping**）。
- Ø 基于道路安全分值，确定的道路安全星级级别图（**star rating mapping**）。

3.2、欧洲及澳大利亚的道路安全评价程序（路网道路危险图）

澳大利亚道路安全评价程序道路危险等级划分标准

危险级别	所占百分比	公里事故伤亡危险（每公里）	车公里事故伤亡危险（每百万车公里）	代表颜色
低	最好的20%	0	0	绿色
中低		0.0323	6.8488	淡绿
中	中等的20%	0.1045	9.5570	黄色
中高		0.1745	12.3352	红色
高	最差的20%	0.2853	16.4423	黑色

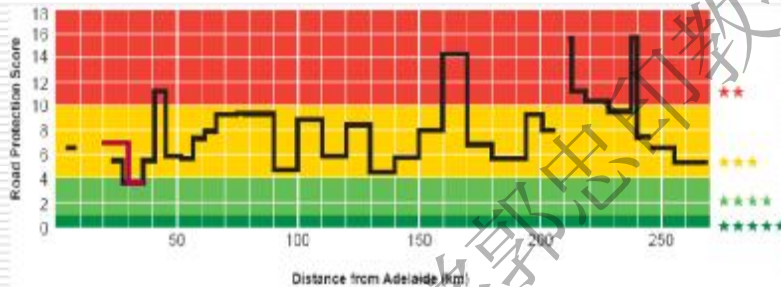


Collective risk ratings, Queensland, 1999-03 (公里伤亡事故数)



Individual risk ratings, Queensland, 1999-03 (百万车公里伤亡事故数)

3.2、欧洲及澳大利亚的道路安全评价程序（道路安全星级级别图）



道路安全分值、星级级别标准示意

道路安全星级路网图



3.3、澳大利亚道路安全评价指南

澳大利亚道路安全评价指南是较早提出的，继**1994**年的第一版本，**2002**年又推出了第二版的《道路安全评价指南》。

- ▼ 第一部分说明道路安全评价的背景，主要是针对道路安全决策者及无相关知识背景的人员编写，同时也为安全评价人员提供一些必要的背景知识。
- ▼ 第二部分为实施道路安全评价，详细说明道路安全评价的程序及如何应用于不同的评价阶段、不同的工程项目。
- ▼ 第三部分为道路安全原则。提出“道路安全以人为本，遵守为用户设计”的原则。
- ▼ 第四部分为评价清单。列出了可行性研究阶段、初步设计阶段、施工图设计阶段、预开通阶段、道路交通方案及运营阶段的安全评价清单。

3.3、澳大利亚道路安全评价指南

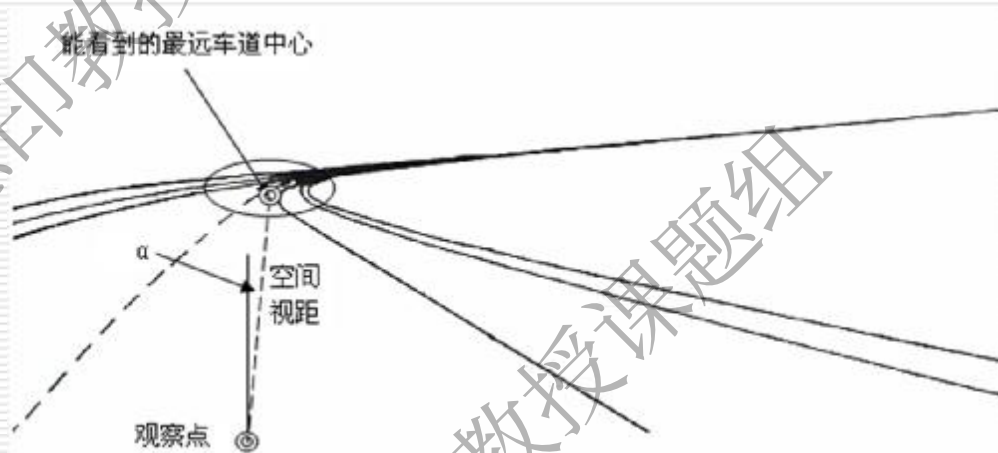
特点

- Ø 应实施道路安全评价的项目
 - ü 道路工程项目
 - ü 会影响到周围的道路或者具备一些道路通行功能的非道路工程项目
- Ø 对道路安全评价人员的知识结构、独立性和公证性做了较为详细的规定
- Ø 提出了3种管理模式，具有较好的参考价值
 - ü 专业评价师或评价小组实施
 - ü 其它道路设计者实施
 - ü 设计项目组内部实施
- Ø 将道路安全评价提高到道路质量保证的高度，认为道路安全评价是质量保证的一个方面，是道路项目质量保证的一种工具
- Ø 对安全的道路设计概念通过一些安全设计原则予以强调。对道路安全工程师有较好的参考价值
 - ü 道路安全评价和道路设计应以以人为本的原则
 - ü 道路设计中的一些需常规考虑的安全内容。

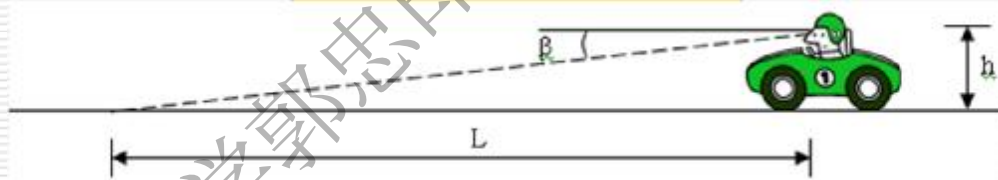
3.4、同济大学道路安全与环境研究所

▼ 空间视距研究

从驾驶员的视觉出发，将视觉信息定量化，提出空间视距的计算方法，如右图所示，并结合道路环境因素，对运行车速进行预测。以运行车速为基础，通过空间视距安全等级中的条件因子，建立基于视觉信息的道路安全评价模型，对道路安全进行评价、预测。



空间视距横向示意图

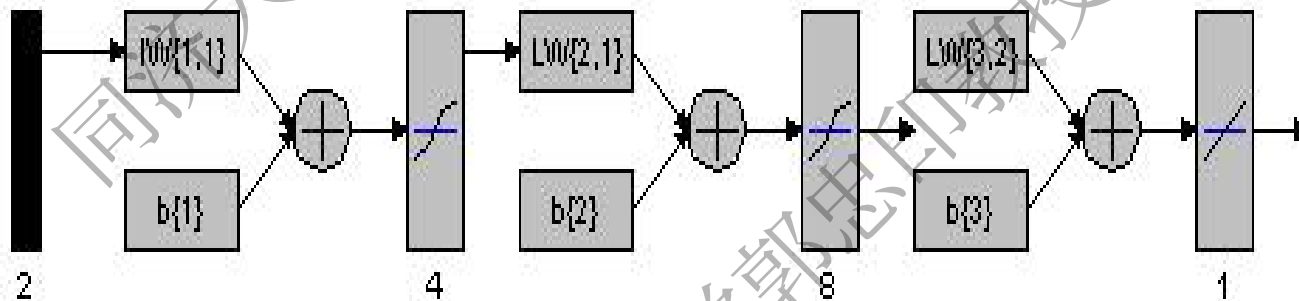


空间视距纵向示意图

3.4、同济大学道路安全与环境研究所

基于人工神经网络（ANN）的运行车速预测研究

- 对高速公路运行车速与道路安全性关系进行研究，提出了运行车速与道路安全性关系模型。ANN网络结构如左图示，模型计算简图如右图示。



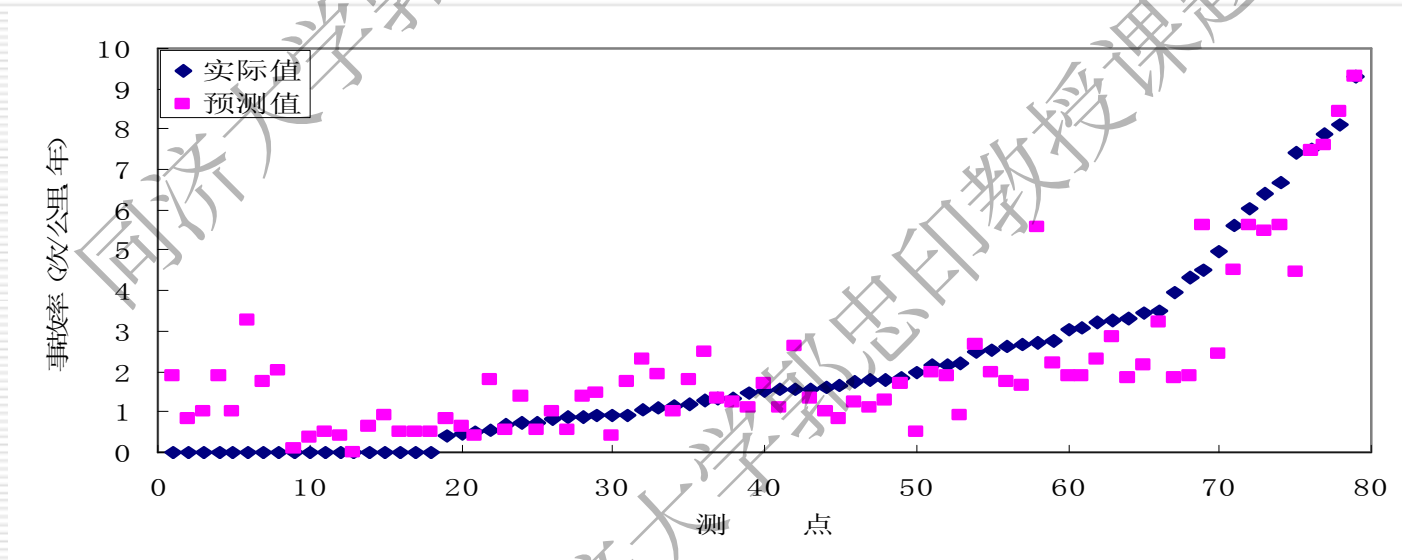
人工神经网络预测模型计算简图

人工神经网络预测模型基本结构

3.4、同济大学道路安全与环境研究所

▼ 基于人工神经网络（ANN）的安全评价研究

- ❶ 通过实测已有高速公路的运行车速，调研事故资料，对高速公路运行车速与安全性关系进行了较深入的研究，提出了基于人工神经网络的安全性预测模型，测试数据预测值与实际数据对照如图示。



3.4、同济大学道路安全与环境研究所

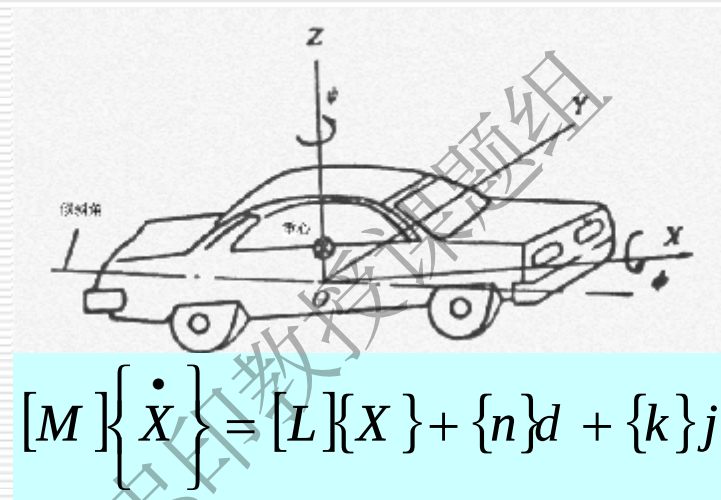
▼ 运行车速预测模型研究

关于运行车速预测模型的研究，详情请见讲座PPT2“基于运行车速理念的公路线形安全设计与评价技术研究”的内容。

3.4、同济大学道路安全与环境研究所

v 行车动力学仿真模型研究

- Ø 从轮胎的侧偏性、悬架结构的受力特性等方面着手，并考虑道路横坡和超高的作用，**建立三自由度动力学模型**，如右图示；
- Ø 将该动力学模型运用到单点预瞄最优曲率模型中，建立**考虑车辆动态响应的最优预瞄曲率模型**；
- Ø 开发相应的仿真程序从而**方便地**获得侧向偏移、侧偏角、侧向力、侧倾角、方向盘转角等评价行车安全的指标值；
- Ø 该**成果**可以用于评价不同超高下的平曲线行车安全性。



行车动力学模型示意图

4、工程应用实例

✓ 选取我国某高速公路典型路段运用多种方法进行运行车速预测及安全性评价，采取的主要方法有：

- Ø 公路项目安全性评价指南、美国IHSDM方法、基于空间视距理论的道路均衡性评价、ANN、行车动力学分析



4.1、评价路段概况

选择我国某高速公路典型路段右线，共计**11km**。路段包含连续**S**型曲线、连续下坡路段，几何线形基本特征见下表。

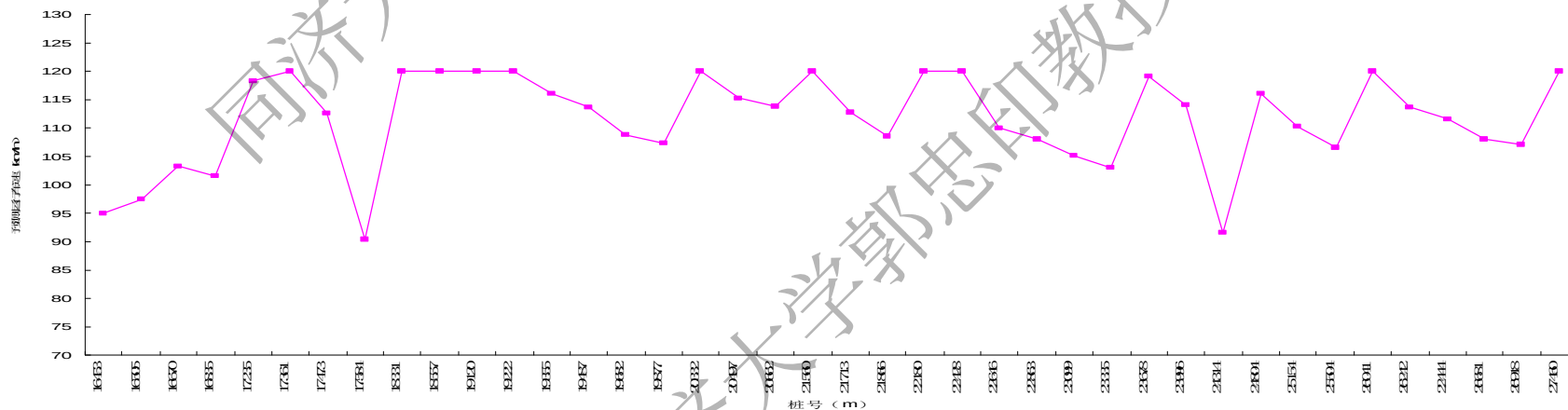
项目	单位	路段
设计车速	Km/h	80
桩号范围	-	K16+460~K27+460
行车方向		右线
路线长度	km	11
平曲线最小半径	m	500
平曲线最大半径	m	2600
直线最大长度	m	746.247
曲线间最短直线长度（同向）	m	561.812
曲线间最短直线长度（反向）	m	342.486
最大纵坡	%	4.91
凸形竖曲线最小半径	m	12000
凹形竖曲线最小半径	m	8000
竖曲线最小长度	m	177.734
最短纵坡长度	m	217.229
最大纵坡及长度	%/m	4.91/600

从所选择路段的基本情况看，平曲线较多，特别是有多处连续**S**型曲线，且纵坡也较大，含有连续下坡路段，其线形指标偏低，属于典型的山区道路，在我国高速公路中具有一定的代表性。

v 路段划分

v 运行车速预测

按照《指南》附录B的方法（一），取初始运行车速**95km/h**，小客车的期望运行车速**120km/h**，推荐加速度值**0.4m/s²**，进行运行车速预测，结果见图示。



4.2 公路项目安全性评价指南

运行速度协调性评价

按照运行车速预测结果，对路段进行运行车速协调性评价，评价结果见表所示。

路段线形评价表

起点桩号 s_1	终点桩号 s_2	起点速度 v_1	终点速度 v_2	速度差 $ v_1 - v_2 $	安全等级
k16+504.778	k16+834.516	97.54	101.64	4.1	好
K17+360.675	k17+584.38	120	90.35	29.65	差
K19+222.481	K19+682.253	120	108.834	11.166	一般
K20+332.077	K20+662.351	120	113.79	6.21	好
K21+559.709	K21+866.464	120	108.50	11.5	一般
K22+428.276	K23+335.452	120	103.03	16.97	一般
K23+677.938	K24+313.59	119.02	91.58	27.44	差
K24+803.533	K25+503.52	116.05	106.61	9.44	好
K26+040.818	K26+918.18	120	107.14	12.86	一般

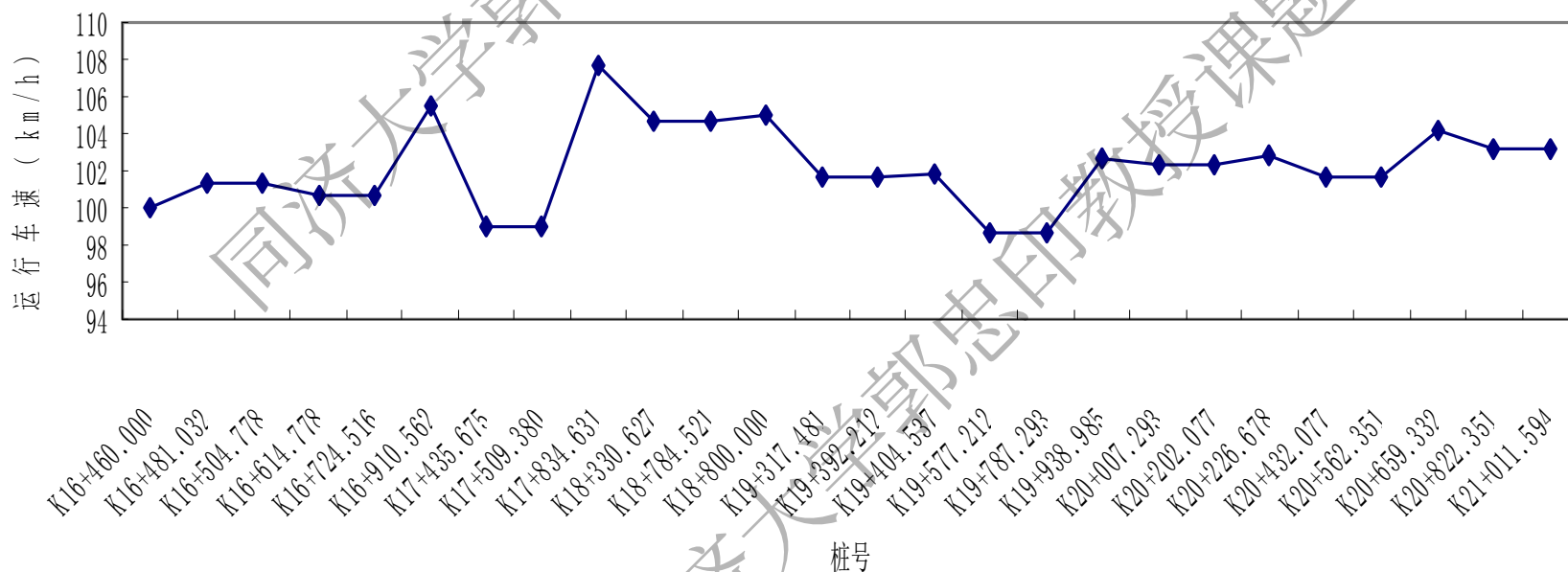
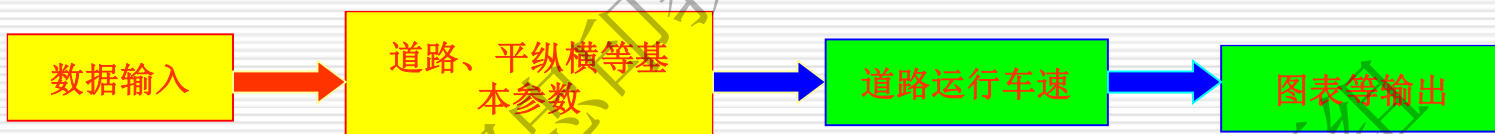
4.2 公路项目安全性评价指南

✓ 设计车速协调性评价

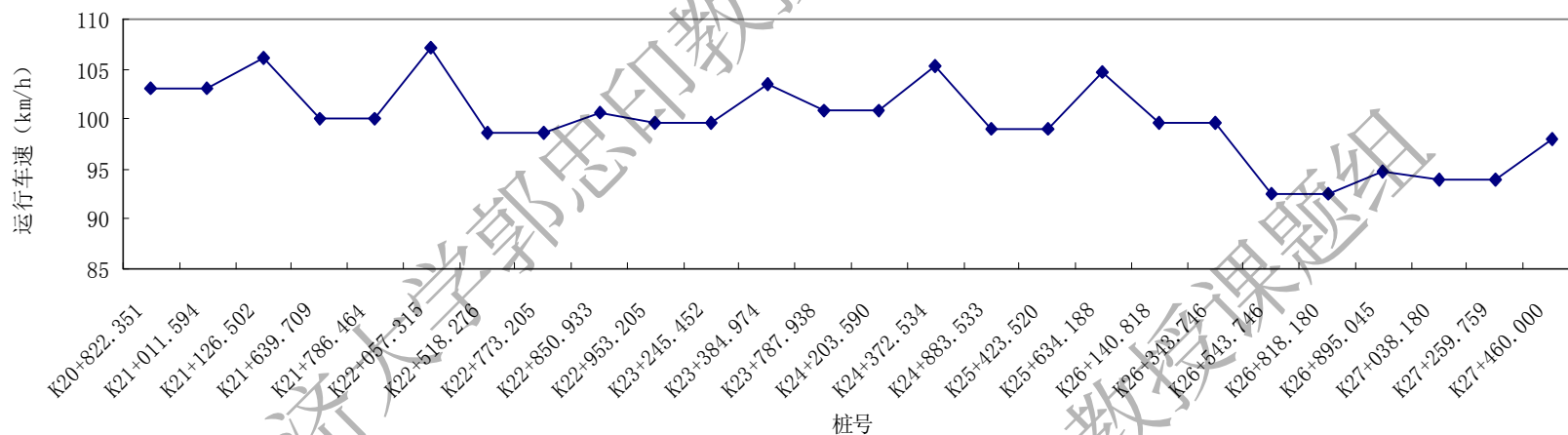
- Ø 路段 K16+504.778 ~ K16+702.621 、 K17+511.676 ~ K17+957.500 和 K24+118.686~K24+514.000 设计车速与运行车速差小于20km/h，其余路段均大于20km/h
- Ø 对设计车速与运行车速差大于20km/h的路段进行平曲线半径、视距等相关技术指标的安全性验算，均满足相关技术指标。

4.3、美国的IHSDM方法

运行车速预测



4.3、美国的IHSDM方法



运行车速协调性

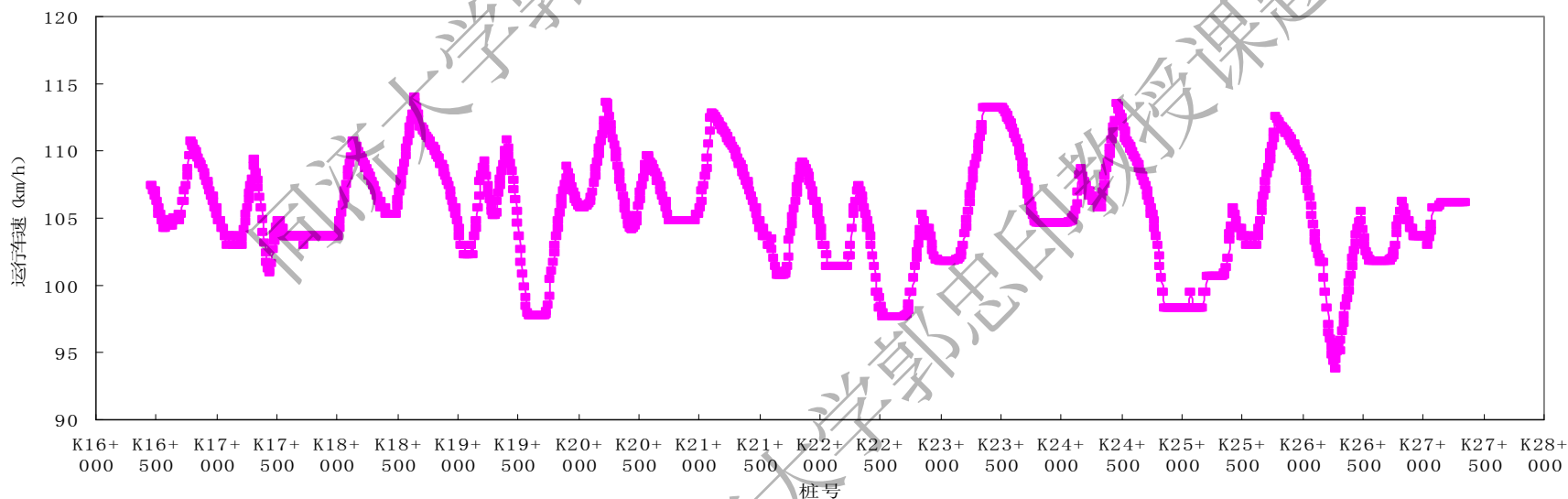
图中看，评价路段的运行车速相对比较均衡，相邻路段车速差值较小，差值大于5km/h的路段，有5处，没有相邻路段车速差值大于10km/h的路段。

4.4 基于空间视距理论的道路均衡性评价

运行车速预测

预测结果如下图所示。从预测的结果来看，运行车速有一定的波动，与沿线的地形变化基本一致。

空间视距预测车速



4.4基于空间视距理论的道路均衡性评价

▼ 安全性评价

根据运行车速的预测结果，对车速变化的路段进行评价，评价结果见下表。可以看出共有七个安全等级为差的路段。

起点桩号 s_1	终点桩号 s_2	起点速度 v_1	终点速度 v_2	速度百分差 $\frac{(v_1 - v_2)}{v_1} * 100$	距离差 $s_2 - s_1$	$\frac{(v_1 - v_2)}{v_1(s_2 - s_1)} * 100$	$\frac{(v_1 - v_2)}{(s_2 - s_1)/v_1}$	安全等级
k16+460	k16+640	107.39	104.68	2.52	180.00	1.40	4.54	一般
k16+790	k17+090	110.74	102.98	7.01	300.00	2.34	21.04	差
k17+310	k17+440	109.34	100.95	7.67	130.00	5.90	9.98	一般
k17+530	k17+560	104.79	103.63	1.11	30.00	3.69	0.33	一般
k18+170	k18+360	110.13	105.78	3.95	190.00	2.08	7.50	一般
k18+640	k19+130	113.99	102.24	10.30	490.00	2.10	50.48	差
k19+220	k19+310	109.23	105.16	3.73	90.00	4.15	3.36	一般
k19+410	k19+600	110.78	97.74	11.77	190.00	6.20	22.37	差
k19+910	k20+020	108.83	105.78	2.80	110.00	2.55	3.08	一般

4.4基于空间视距理论的道路均衡性评价

▼ 安全性评价

根据运行车速的预测结果，对车速变化的路段进行评价，评价结果见下表。可以看出共有七个安全等级为差的路段。

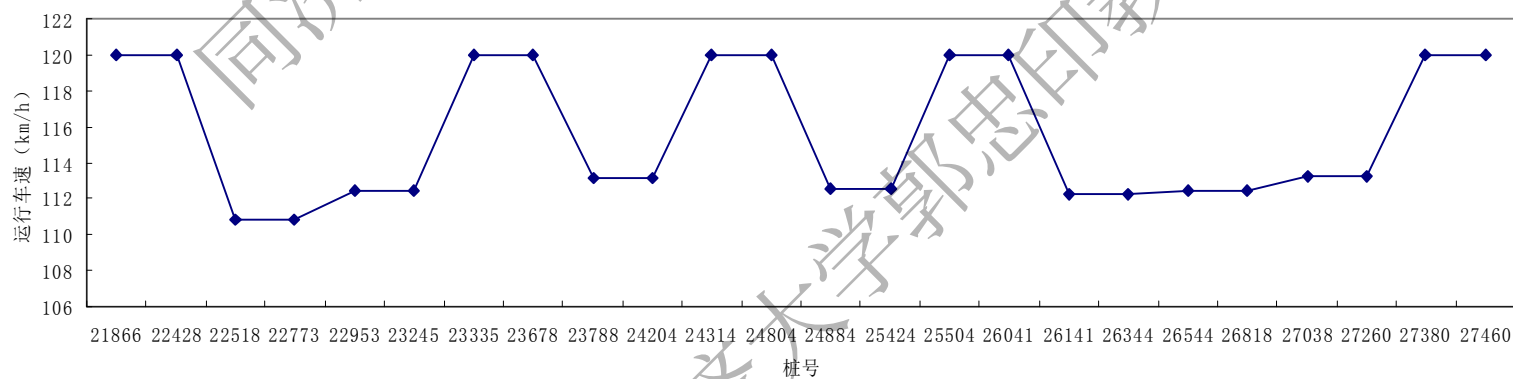
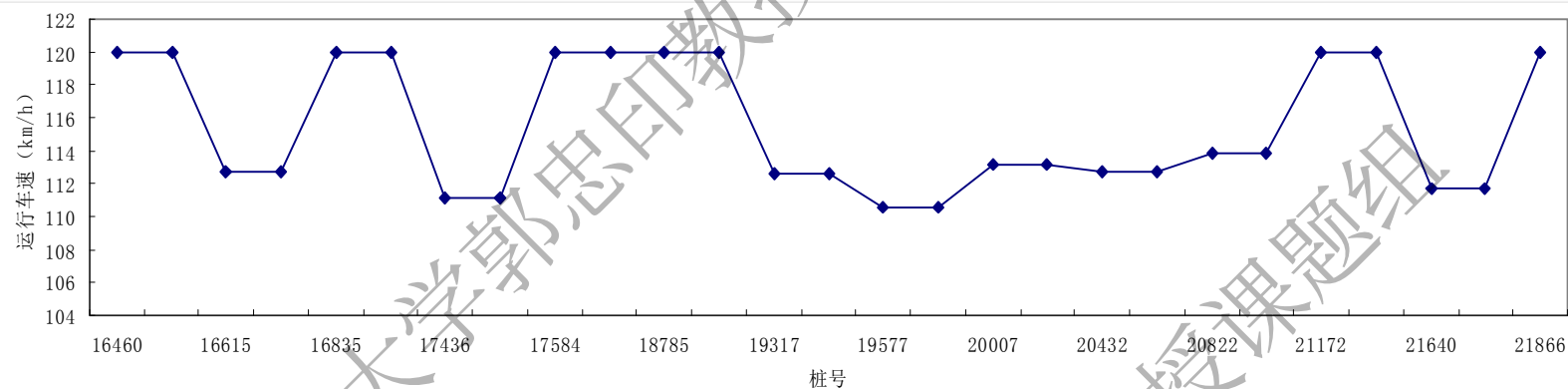
k20+230	k20+440	113.61	104.13	8.34	210.00	3.97	17.51	一般
k20+580	k20+750	109.68	104.79	4.46	170.00	2.62	7.58	一般
k21+110	k21+660	112.84	100.71	10.75	550.00	1.95	59.14	差
k21+860	k22+060	109.20	101.44	7.11	200.00	3.55	14.21	一般
k22+330	k22+540	107.39	97.64	9.08	210.00	4.32	19.06	一般
k22+850	k22+960	105.31	101.93	3.21	110.00	2.92	3.53	一般
k23+520	k23+810	113.19	104.65	7.54	290.00	2.60	21.88	差
k24+160	k24+300	108.65	105.78	2.64	140.00	1.89	3.70	一般
k24+460	k24+860	113.50	98.36	13.34	400.00	3.34	53.37	差
k25+780	k26+270	112.60	93.77	16.72	490.00	3.41	81.93	差
k26+480	k26+570	105.44	101.79	3.46	90.00	3.85	3.12	一般
k26+830	k26+920	106.23	103.64	2.44	90.00	2.71	2.20	一般

4.5、基于ANN的路线技术指标运用研究

Ⅴ 运行车速预测

- ∅ 为了方便计算，将路线按照道路线形要素等分为若干路段。
- ∅ 通过对我国相类似的山岭高速公路的车速调查等，道路的期望车速选为**120km/h**，并假定车辆驶入评价路段时的速度等于期望车速**120km/h**。
- ∅ 由训练完成的运行车速预测模型预测道路中圆曲线路段运行车速，并根据期望车速进行调整，全线的预测运行车速如图示。

4.5、基于ANN的路线技术指标运用研究（运行车速预测图）



4.5、基于ANN的路线技术指标运用研究

▼ 路段安全性评价

通过以上路段运行车速预测模型预测得到的道路运行车速情况，得到运行车速降低路段运行车速（**V85**）及车速差（ ΔV ），使用训练后的道路安全性评价模型仿真其安全性水平，得到路段的安全性结果如表所示。

编号	路段	运行车速 (km/h)	车速差 (km/h)	事故率	安全性评价
1	3	112.7	7.26	0.767	一般
2	7	111.1	8.91	0.496	安全
3	13	112.6	7.38	0.753	一般
4	16	110.5	2.10	0.006	安全
5	22	112.7	0.49	0.000	安全
6	29	111.7	8.34	0.616	安全
7	33	110.8	9.19	0.459	安全
8	40	113.2	6.83	0.841	一般
9	44	112.6	7.45	0.747	一般
10	48	112.3	7.72	0.714	安全

4.6、行车动力学分析

√ 路段选择

- Ø 考虑到直线段比较安全，这里主要针对曲线段；
- Ø 选取评价路段中的**9**个特征路段。

√ 仿真参数

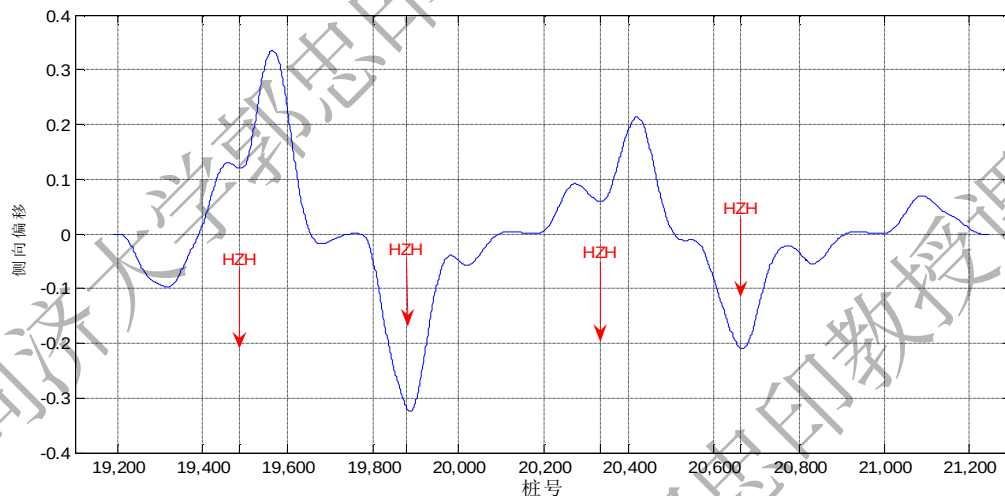
- Ø 前视时间**2.5**秒、驾驶员反应滞后时间**0.3**秒、仿真的车速**80km/h**、仿真步长为**0.05**秒。

v 评价路段实验分析

Year	Number of Papers
1975	1301.452257
1976	843.693882
1977	1001.705198
1978	503.157027
1979	838.96058
1980	1917.81742
1981	1922.81742
1982	19392.54867
1983	19487.54867
1984	19577.54867
1985	19877.62947
1986	19877.62947
1987	20007.62947
1988	20332.41348
1989	20432.41348
1990	20562.68784
1991	20662.68784
1992	20822.68784
1993	21011.93075
1994	21171.93075

4.6、行车动力学分析

Ø 经过仿真计算，沿桩号侧向偏移值如图所示。

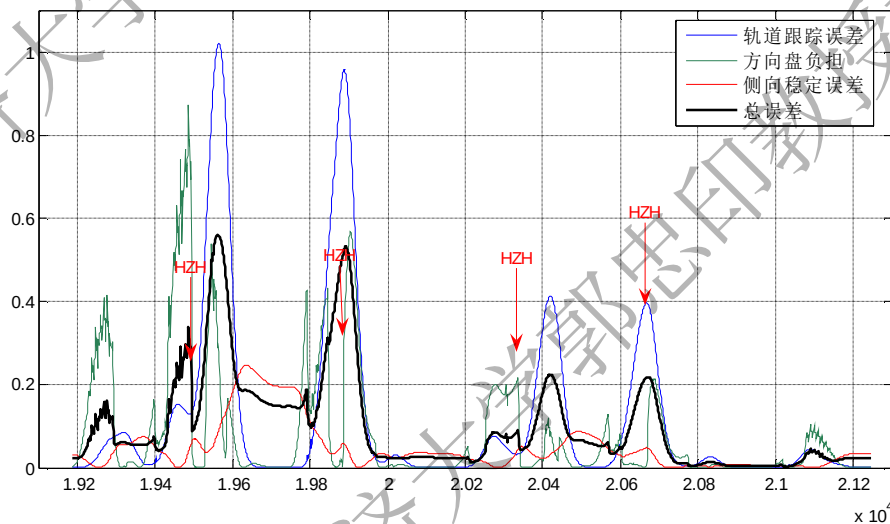


结果显示：在该半径曲线上的最大侧向偏移值为**0.34**米，分别发生半径**500**米曲线的缓圆点和缓直点附近。连续缓和曲线的侧向偏移图式与单曲线的有所区别，两曲线的连接点（**HZH**）并不一定是局部最大值。

4.6、行车动力学分析

Ø 沿桩号轨道跟踪误差、方向盘转动负担、侧向稳定误差和总误差如图所示。

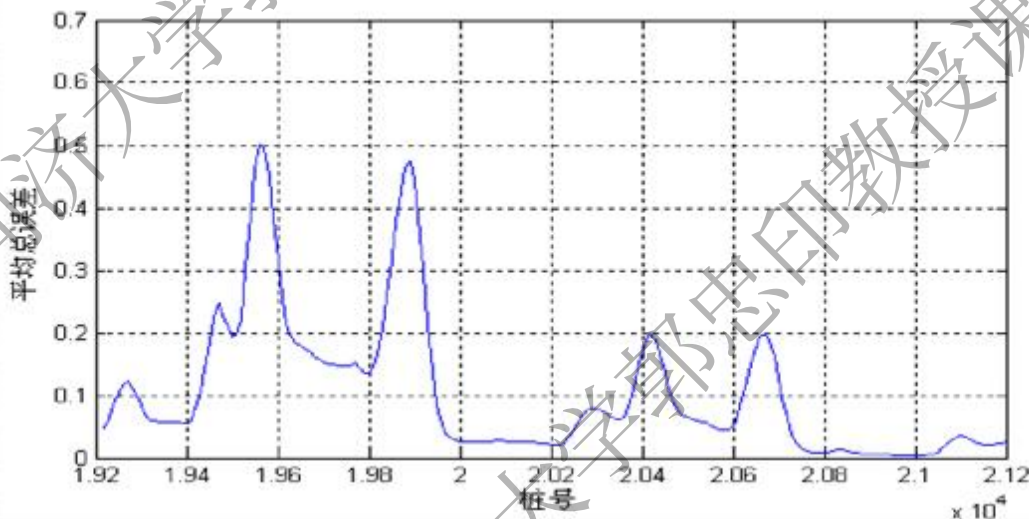
可以发现：总误差峰值位于半径**500米**曲线的缓圆点和缓直点附近。小半径曲线的总误差水平比较高。



4.6、行车动力学分析

Ø 沿桩号任**50米**的平均总误差如图所示。

显然，半径**500米**的曲线平均总误差大于**0.3**的临界值，属于危险路段，应该采取措施整治。



4.6、行车动力学分析

Ⅴ 小结

- Ø 半径**800**米以上的曲线其侧向位移和总误差都相对较小。
500~600米左右的曲线其总误差较大，危险度也高。
- Ø 对于连续**S**型曲线，两曲线的连接处一般侧向位移值大，并且范围较单一曲线要大，而且总误差值也大，是危险部位。
- Ø 对于单一曲线，最大侧向位移值和总误差值一般位于缓圆点和缓直点附近，是该曲线的危险部位。
- Ø 对选出的路段，采用平均总误差临界值法可以确定下列路段为危险路段，需要进行交通改善措施：
K19+500~K19+900、K21+600~K21+900、K22+350~K22+950、K26+400~K26+600。
- Ø 其它部分路段在有条件的情况下也需要采取一定的安全措施，如，**K17+350~K17+600，K141+950~K142+900**等。

4.7 评价结果分析

Ⅴ 运行车速预测结果分析:

- Ø 运行车速预测结果
- Ø 各模型预测结果总体变化趋势一致、变化幅度有所不同;
- Ø 空间视距模型预测结果与美国**IHSDM**程序结果比较车速变化趋势比较符合, 同时车速加减速变化幅度相对较大;
- Ø **ANN**模型预测结果与其它两种方法相比运行车速较高, 这与模型训练时采用的数据库相关。
- Ø **ANN**模型采用了与美国**IHSDM**类似的路段划分方法, 因此两种车速变化趋势更加符合。

4.7 评价结果分析

特征路段路线技术指标运用评价表

编号	起点桩号	终点桩号	路段长度	路段特征	空间视距	ANN网络	行车动力学模型	我国《指南》
1	16460	16504.78	44.778	直线	一般	安全	16460~16958安全	安全
2	16504.78	16834.52	329.738	平曲线	16790~17090差	一般		
3	16834.52	17360.68	526.159	直线		安全		
4	17360.68	17584.38	223.705	平曲线	一般	安全	17331~17702一般	差
5	17584.38	18330.63	746.247	直线	一般	安全	18288~18927安全	安全
6	18330.63	18784.52	453.894	平曲线	18640~19130差	安全		
7	18784.52	19222.48	437.96	直线		安全		
8	19222.48	19487.21	264.731	平曲线	19410~19600差	一般	差	19222.481~19682.253一般，其余均好
9	19487.21	19877.29	390.081	平曲线		安全		
10	19877.29	20332.08	454.784	平曲线	一般	安全	安全	
11	20332.08	20662.35	330.274	平曲线	一般	安全		
12	20662.35	21171.59	509.243	平曲线	一般	安全		
13	21171.59	21559.71	388.115	直线	21110~21660差	安全	21525~21981差	一般
14	21559.71	21866.46	306.755	平曲线		安全		
15	21866.46	22428.28	561.812	直线	一般	安全		

4.7 评价结果分析

编号	起点桩号	终点桩号	路段长度	路段特征	空间视距	ANN网络	行车动力学模型	我国《指南》
16	22428.28	22863.21	434.929	平曲线	一般	安全	22400~ 23439差	一般
17	22863.21	23335.45	472.247	平曲线	一般	安全		
18	23335.45	23677.94	342.486	直线	23520~23810 差	安全	安全	安全
19	23677.94	24313.59	635.652	平曲线		一般	安全	差
20	24313.59	24803.53	489.943	直线	24460~24860 差	安全	安全	安全
21	24803.53	25503.52	699.987	平曲线		一般	24772~ 25609一般	安全
22	25503.52	26040.82	537.298	直线	25780~26270 差	安全		
23	26040.82	26443.75	402.928	平曲线		安全	26012~ 26600差	一般
24	26443.75	26918.18	474.434	平曲线	一般	安全		
25	26918.18	27379.76	461.579	平曲线	一般	安全	安全	安全
26	27379.76	27460	80.241	直线	一般	安全	安全	

4.8、安全改进研究

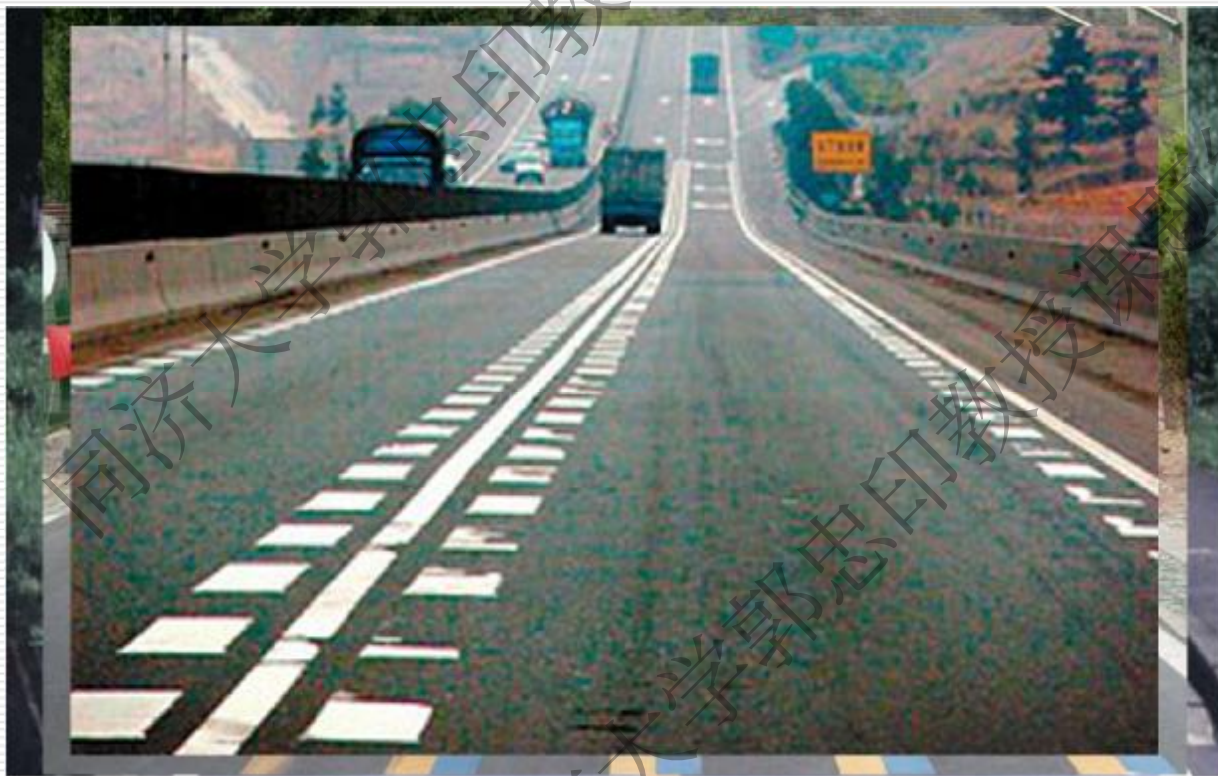
√ 调整道路设计指标

- Ø 对于存在安全隐患的路段，条件允许时优先考虑调整道路设计指标，消除道路安全隐患，提高安全性水平。

√ 安保工程措施

- Ø 对于部分路段调整路线设计指标困难时，应采取交通工程、交通管理等安保工程措施，提高其安全性水平。
- Ø 经常采用的安保工程措施主要有车道震动标线、车道立体标线、路缘带震动标线、视线诱导标线、警告标志、诱导标志等。

4.8.1 立体标线



[illegible]

5、结论

- ▼ 随着经济的发展、人们对于生命珍视程度的提高，道路安全越来越得到关注，成为全世界的共同问题。与发达国家相比，我国道路交通事故率及事故严重性均高、事故发展呈持续上升趋势，形势严峻，应采取有效的方法遏制道路交通事故数及死伤人数，真正体现“道路交通、以人为本”的安全理念。

5、结论

- ❖ 道路安全研究是一个系统性工程，它关乎人、车、路、环境等多方面因素，国内外学者也进行了大量的研究工作。道路安全评价是实践证明行之有效的改善道路条件、提高其安全性的方法。应根据工程实际需要，在道路修建的可行性研究阶段、初步设计阶段、施工图设计阶段、预开通阶段、运营阶段，对道路工程项目及会影响到周围的道路或者具备一些道路通行功能的非道路工程项目，实施道路安全评价。

5、结论

- ▼ 国内外在开展道路安全评价研究过程中得到了大量研究成果。例如美国的**IHSDM**、澳大利亚的安全评价指南、欧洲及澳大利亚的道路评价程序、我国的公路项目安全性评价指南以及同济大学道路安全与环境研究所道路黑点鉴别、空间视距理论、人工神经网络、基于行车动力学的线形均衡性评价等方法。正如以上报告中分析，各模型、方法有其评价侧重点、优缺点及适用性，在实践中应进一步加以总结并应用。



6、附录：道路安全评价清单

6.1 道路安全评价清单介绍

- Ø 大多数道路安全评价一般先参照评价指南所提供的的评价清单进行。所谓评价清单是按照道路设计的一般内容和普遍的事故原因，对道路安全有普遍影响的部分提出一些问题。使用评价清单的好处是有助于评价人员不要忘记一些问题。但评价清单绝对不是评价的全部，评价人员可以参照也可以不参照评价清单进行。评价单位积累一定经验后，可自编不同类型项目的评价清单。
- Ø 本程序道路安全评价程序清单分为三个部分，工程可行性研究阶段的安全评价清单、设计阶段和现有公路的安全评价清单。初步设计阶段和施工图设计阶段的安全评价统一使用设计阶段的评价清单，开放交通前的安全评价参照现有阶段的道路安全评价清单。

6、附录：道路安全评价清单

Ⅴ 6.2设计阶段的安全评价清单

6.2.1 设计标准与总体方案

上一阶段的变更

- Ø 上一阶段评价之后主要设计原则是否有改变？
- Ø 检查主要设计标准是否有所变动，包括设计车速、典型横断面及车道划分、平纵线形标准等。
- Ø 检查项目原来设计条件是否仍适用，例如项目所在的路网、周围地区经济发展、有无新的开发区成立、交通组成等是否有变化。
- Ø 新建公路和交通项目导致路网交通重新分配是否会影响路网的道路安全？

6.2.1 设计标准与总体方案

排水

- Ø 公路排水系统是否合适？
- Ø 是否存在来自周围或相交排水设施或水源的地表洪水、溢流的可能性？
- Ø 公路和交通设施抵御洪灾的能力。

气象条件

- Ø 路线经过的地区是否有影响安全的全线或局部的不良气候条件（如雪、冰、风、雾等）？
- Ø 不良气候条件下道路的安全性能能否满足要求？
- Ø 公路和交通工程设施抵御自然灾害的能力是否足够？

道路景观

- Ø 景观设计是否会降低安全？
- Ø 线形、大型立交和桥梁等是否与周围自然环境相协调？
- Ø 逐渐成长的或季节性生长的植物会不会降低安全（如中央分隔带上绿化是否会降低可视性、行道树是否会遮挡信号、阴影或光线影响等）？
- Ø 检查邻近公路上的交通信号和灯光是否会使司机产生错觉？
- Ø 考虑特殊条件下公路上行人、兽力车、骑马者的可视性。

6.2.1 设计标准与总体方案

出入口（包括交叉口）

- Ø 出入口（含交叉口）的数量和间距是否合适？是否会影响主线交通？
- Ø 所有的出入口是否都能安全地服务于特定道路用户？
- Ø 出入口布设是否会影响上下行交通，特别是近交叉口处？

特种车及紧急车辆出入的考虑

- Ø 是否为紧急车辆留有出入口？
- Ø 检查中央分隔带和路肩的设计，考虑紧急车辆不扰乱正常交通的停车可能性。
- Ø 公路沿线的工农业发展
- Ø 检查设计是否考虑了道路周围工农业发展及其产生的交通量对道路安全的影响。
- Ø 检查设计是否为邻近交通产生源和发展留有合适的安全的出入口？

6.2.2 路线

计算行车速度

- Ø 设计车速和限速间是否协调？
- Ø 设计车速的选用是否合适？不同路段是否需要制定不同的设计车速？
- Ø 沿线运行车速变化，车速是否有突然变化段，车速突然变化对安全的影响？

标准横断面及其变化

- Ø 车道宽度、路肩、中央分隔带、机非分隔带及其他横断面元素的特征是否满足设计规范或道路功能的要求？
- Ø 检查横断面有无不合理的变化。
- Ø 检查是否有影响安全的横断面变化，特别是旧路利用段、近出入口路段、桥隧涵段等。
- Ø 检查对横断面变窄段（如桥梁接坡）是否作了妥善的处理或是否有应避免的物体特征。
- Ø 近郊公路是否要采用城市道路横断面？检查与一般路段的过渡段设计。
- Ø 检查路肩设施的安全性，包括路肩铺面、宽度及路肩横坡和路基的处理。
- Ø 路肩是否为慢行车辆所用？是否作为紧急停车带？

- Ø 是否要设置路侧停车设施？

6.2.2 路线

直线与平曲线

- Ø 最大最小直线长度是否合适？
- Ø 直线段的车速和直线结束连接的曲线的运行车速的变化？
- Ø 长直线上的纵坡是否满足安全的需要？特别是重车、农用拖拉机等？是否需要设置爬坡车道？
- Ø 交点转角是否过小？
- Ø 曲线半径与曲线长度是否满足安全的要求？
- Ø 是否要设缓和曲线？缓和曲线的长度与曲率变化是否适合于所有的车量；
- Ø 是否有连续的反向曲线？
- Ø 反向曲线的长度、半径及连接方式是否有利于各类车的安全？
- Ø 是否有连续的复曲线？
- Ø 两个或两个以上同向曲线组成的复曲线的曲率变化、曲线长度、连接方式是否会产生不安全因素（如司机对曲率判断错误等）？
- Ø 反向曲线和复曲线上运行车速的变化是否会影响到行车安全？

6.2.2 路线

纵坡与竖曲线

- Ø 检查最大纵坡是否合适？是否必要为大型车辆设置爬坡车道？
- Ø 检查合成纵坡？
- Ø 检查坡长度是否合适？
- Ø 检查竖曲线及其长度是否满足各类车辆，特别是长车，的要求？
- Ø 长直线纵坡是否要做折减？
- Ø 大纵坡段是否要设爬坡车道？

超高与加宽

- Ø 超高的形式是否合适？
- Ø 特定平纵曲线段超高值及渐变方式是否有利于行车安全？
- Ø 超高段低的一侧是否易积水、积雪、结冰？
- Ø 加宽及其渐变方式是否适合于所有的车辆？

6.2.2 路线

平纵横几何线形组合

- Ø 平纵横几何线形是否组合协调得好？有无不当之处
- Ø 因受地形等方面的限制平纵曲线组合（如反向平曲线的拐点恰与一凸形竖曲线顶点重合）不当之处对行车安全的影响如何？是否采取了其它措施（包括限速）？
- Ø 检查是否有因平纵横线形组合不当造成驾驶员不能明白的道路特征、产生错觉的设计。

6.2.2 路线

可视性、视距

- Ø 确准所采用的可视性标准满足规定的要求。
- Ø 平纵线形是否满足可视性和视距的要求？是否考虑到了任何不常见的交通组合？
- Ø 检查视线是否会被下列等物体遮挡：
 - ①安全护栏② 隔离设施③公路两侧的建筑物、广告牌④停车设施⑤交通控制设施⑥景观⑦防眩设施⑧ 临时设施、路侧的停车、停车交通或排队交通等。⑨ 季节性生长的农作物、逐渐生长的树木（包括行道树）⑩直射阳光
- Ø 是否有局部线形特征影响可视性？
- Ø 检查铁路道口、桥梁和其他危险路段对用户是否明显？净空、视距是否满足各类车辆的要求？是否有必要设置警告标志？
- Ø 检查不良气候条件下的路线可视性。

6.2.2 路线

新旧公路衔接处

- Ø 衔接处与安全有关的问题是否已考虑？如区域或出入口速度的突然变化和路面表面特性的变化对安全的影响。
- Ø 衔接处是否位于危险段，如凹或凸竖曲线路段、不良可视性路段或可使驾驶员精神分散的路段？
- Ø 检查车道标准变化是否安全？
- Ø 道路环境的变化是否影响安全，如郊区公路到一般公路的变化、速度快慢的变化、照明与无照明的变化、两侧环境的变化（森林）。
- Ø 检查设置预先警告的必要性。

公路对司机的可读性

- Ø 驾驶员是否有适当的时间认识公路类型、功能、交通管理与控制措施等以不影响行车安全？
- Ø 是否有误导行驶方向的景观设计、自然景物等？

不符规范设计处的影响

- Ø 是否有偏离设计规范而影响安全的设计？
- Ø 是否还有设计者未发现的应引起设计者注意的偏离规范的设计？

6.2.3 路线交叉

6.2.3.1 平面交叉

交叉口的形式与功能

- Ø 所选交叉口的类型（十字型，T型，环型，渠化等）是否与其功能相适应？要考虑到所有的相交公路和交通方式。
- Ø 交叉口设计标准选择是否合适？
- Ø 交叉口类型与周围自然环境是否协调？

交叉口冲突、交织安全问题

- Ø 冲突点和冲突范围是否可以减少以利道路安全？
- Ø 合流、分流渐变段的长度宽度等几何线形是否适合于所有的车辆？

进出交叉口和交叉口内的视距

- Ø 进出交叉口的平纵线形是否满足可视性的要求？
- Ø 驾驶员是否能清楚交叉口的存在并看清交叉口的交通管理与控制方式，特别是面对停车/让行标志时？
- Ø 检查视线是否会被下列等物体遮挡或影响：

6.2.3 路线交叉

6.2.3.1 平面交叉

交叉口交通管理与控制

- Ø 交通控制（停车，让行标志，信号等）是否与特定的交叉口类型及其功能相适应？
- Ø 标志标线的位置、数量、可视性等对行车安全的影响？
- Ø 进出交叉口路段的拓宽与渠化交通是否合适？
- Ø 是否要设置行人横道线或行人地道或天桥？

交叉口内平纵指标与布设

- Ø 平纵面设计指标是否与特定交叉口的交通量及其构成相适应？
- Ø 环行交叉横坡是否有利于各类车辆的安全？
- Ø 交叉口范围与大小是否适合于所有车辆的行驶？特别是转弯车道。
- Ø 交叉口范围是否过大或过小？
- Ø 是否有不常见的物体影响安全（自行车、重车、拖拉机的行驶等）？
- Ø 车道宽度是否适合于所有车辆？
- Ø 附加车道或进行渠化交通的措施对行车安全的影响？

6.2.3 路线交叉

6.2.3.1 平面交叉

可读性

- Ø 驾驶员是否有适当的时间认识交叉口类型、功能、主要交通管理与控制特征以不影响道路安全？
- Ø 有否易为用户误解或混淆的标志标线、信号等道路交通信息？

排水

- Ø 检查交叉口范围内有无积水的可能性；排水是否畅通以不影响路面防滑阻力？
- Ø 交叉口周围是否会有溢流到交叉口范围内？
- Ø 交通岛、导流岛是否导致积水、积雪影响安全？

障碍物

- Ø 交叉口范围内、进出口处是否由影响安全的障碍物，如电杆、雕塑等？
- Ø 交通岛、导流岛、安全岛是否作为行人避让行车用？

6.2.3 路线交叉

6.2.3.2 互通式立体交叉

交叉口的类型与功能

- Ø 所选交叉口的类型（喇叭型、定向型、菱形、苜蓿叶型、环型等）是否与其功能相适应？
- Ø 主线线形和互通立交的形式是否协调？
- Ø 交叉口设计标准（干线和匝道设计车速、匝道横断面、匝道平纵线形等）选择是否合适？
- Ø 交叉口类型与周围自然环境是否协调？

视距

- Ø 进出交叉口的平纵线形是否满足可视性的要求？
- Ø 出入匝道和连接道与正常路段的过渡是否连续？
- Ø 驾驶员进出交叉口和在交叉口内的视距是否都有保证？
- Ø 检查视线是否会被下列等物体遮挡或影响：

6.2.3 路线交叉

6.2.3.2 互通式立体交叉

立交布设

- Ø 立交布设是否与特定的立交类型及其功能相适应？是否考虑到了所有的相交公路、相交公路上的交通构成和运行状态？
- Ø 立交范围与大小是否适合于所有车辆的行驶？特别是匝道。
- Ø 车道宽度（特别是匝道）是否适合于所有车辆？
- Ø 立交是否具有一定的容错能力，以为误行车辆提供修正行驶路线的机会？
- Ø 是否存在冲突点及其对安全的影响；
- Ø 检查分流、合流区的设计是否合适？能否适应特定的交叉类型和服务的交通？

匝道与加减速车道

- Ø 匝道设计车速选择是否合适？
- Ø 匝道布设等是否能满足各个方向交通要求？
- Ø 加减速车道、渐变段等形式选择和设计及其与主线的连接是否合适？
- Ø 匝道平曲线曲率、纵坡、超高标准是否与特定的交通构成相适应？
- Ø 匝道宽度是否适应所有的车辆（特别是长车和重车）？
- Ø 匝道出口和进口设计是否合适？进口和出口处有无影响视距、运行车速等物体？

6.2.3 路线交叉

6.2.3.2 互通式立体交叉

可读性

- Ø 驾驶员是否有适当的时间认识立交类型、功能、主要交通管理与控制特征以不影响道路安全？
- Ø 有无让用户误解或难以理解的交通信息？
- Ø 立交周围及内部有无分散驾驶员注意力的物体？

标志标线

排水

- Ø 检查立交桥上桥下有无积水的可能性；排水是否畅通以不影响路面防滑阻力？
- Ø 立交周围是否会有溢流到交叉口范围内？

景观设计对安全的影响

- Ø 景观设计是否影响到交通安全？如景观是否会误导视线和行车方向？
- Ø 景观景物是否会过于吸引驾驶员注意力？