

ICS 43.040.15

CCS T35.320

团体标准

T/CITSA XX-2025

乘用车自动驾驶场景复杂度评价方法

Technical approach for Evaluating Scenario Complexity in Passenger

Vehicle Autonomous Driving

(征求意见稿)

2025-XX-XX 发布

2025-XX-XX 实施

中国智能交通协会 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 场景复杂度评价指标分类 2

 4.1 交通密度 2

 4.2 行为不确定性 2

 4.3 道路结构复杂性 2

 4.4 感知挑战性 2

 4.5 环境扰动 2

5 评价方法 2

6 场景复杂度评价流程 3

 6.1 驾驶任务与设计运行域确定 3

 6.2 场景构建与道路结构标注 3

 6.3 数据采集 3

 6.4 评价维度计算与打分 3

 6.5 试验结果记录信息 3

附录 A（资料性） 场景复杂度基本评价维度评分参考表 5

 A.1 概述 5

 A.2 交通密度评分标准 5

 A.3 行为不确定性评分标准 5

 A.4 道路结构复杂性评分标准 5

 A.5 感知挑战性评分标准 6

 A.6 环境扰动评分标准 6

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。

本文件由同济大学提出。

本文件由中国智能交通协会归口。

本文件起草单位：同济大学、中汽数据（天津）有限公司、武汉理工大学、吉林大学、清华大学、西安交通大学、北京地平线机器人技术研发有限公司、东风汽车集团股份有限公司、东软睿驰汽车技术（沈阳）有限公司、宁波吉利汽车研究开发有限公司。

本文件主要起草人：陈虹、黄岩军、赵帅、杜志彬、胡钊政、孟帅、赵健、郑晋军、佟静、朱翔宇、谢蓉、杨敬淳、张骁、陈仕韬、任伟强、边宁、刘威、符茂磊、王曹俊、叶剑杰、张昱洋、李蒙、胡海洋、刘鸿祥、李雅欣、宋东鉴、李楚璇、张文嘉。

引言

在乘用车自动驾驶系统的研发与测试过程中，合理量化道路场景的复杂度是评估系统能力、设计验证流程、实施分级测试的重要前提。场景复杂度评价有助于实现对算法边界的识别、系统安全裕度的评估与高效场景资源的配置。本文件提出统一的场景复杂度划分依据与评价方法，适用于自动驾驶系统在感知、预测与决策各阶段的能力评估，为产业各方提供具备可比性与通用性的评估依据。

乘用车自动驾驶场景复杂度评价方法

1 范围

本文件规定了乘用车自动驾驶场景复杂度的定义、评价维度、分类方法及试验要求，适用于封闭试验场、依法许可的开放道路测试，以及开发阶段的场景构建（含仿真、数据回放与硬件/软件在环）；不适用于量产车辆在用户使用阶段的运行评价与监管。

本文件适用于具备2级及以上驾驶自动化能力的乘用车，其他具备驾驶自动化能力的车辆可根据其功能特性参照本文件执行。

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/T 3730.1 《汽车和挂车类型的术语和定义》第2部分：术语和定义

GB/T 40429-2021 《汽车驾驶自动化分级》第2部分：术语和定义

GB/T 40429-2021 《汽车驾驶自动化分级》第3部分：驾驶自动化分级

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

乘用车 passenger vehicle

设计、制造和技术特性上主要用于载运乘客及其随身行李和/或临时物品，包括驾驶员座位在内最多不超过9个座位的汽车。

注：乘用车可能装备一定的专用设备或器具，也可能牵引挂车。

来源：GB/T 3730.1，有修改

3.2

驾驶自动化 autonomous driving

车辆以自动的方式持续地执行部分或全部动态驾驶任务的行为。

来源：GB/T 40429-2021，有修改

3.3

设计运行域 operational design domain;ODD

适用于车辆功能运行的外部环境条件。

注：典型的外部环境条件有道路、交通、天气、光照等。

来源：GB/T 40429-2021，有修改

3.4

自动驾驶系统 autonomous driving system

在设定的设计运行域（ODD）内，可在无人工干预下执行车辆部分或全部驾驶任务的车辆控制系统。

3.5

场景 scenario

一定时空范围内，交通参与者、道路结构、环境条件等静/动态要素的组合。

3.6

场景复杂度 scenario complexity

基于场景中多要素交互关系所导致的对自动驾驶系统感知、理解、预测与决策控制能力的综合挑战程度。

4 场景复杂度评价指标分类

为科学刻画典型道路场景对自动驾驶系统构成的多维挑战，场景复杂度的基本评价指标应覆盖系统设计运行域中各类典型与边界场景，涵盖影响感知、理解与决策能力的关键要素，支持复杂度分级模型的构建与应用落地。

乘用车自动驾驶场景复杂度基本评价指标如图1所示。

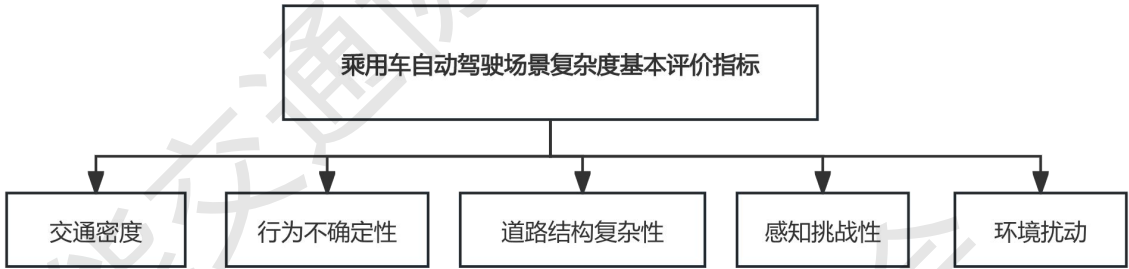


图1 乘用车自动驾驶场景复杂度基本评价维度

4.1 交通密度

交通密度用于反映一定时空范围内，道路上交通关联要素的数量与分布密度。考虑因素包括机动车（小客车、货车等）、非机动车（自行车、电动车等）、行人等单位距离内出现的数量、频次。

4.2 行为不确定性

行为不确定性用于描述交通参与者行为的多样性与不可预测性。考虑因素包括变道、横穿、掉头、减速、急停等行为出现的概率、频率和突发性。可以通过轨迹偏差率、行为变化频次、交互关系复杂度等指标量化。

4.3 道路结构复杂性

道路结构复杂性用于反映道路几何和拓扑特征对系统路径规划与空间理解造成的影响。考虑因素包括交叉口类型、车道数量变化、坡道/匝道、道路曲率、宽度变化、限速区域等。

4.4 感知挑战性

感知挑战性用于衡量场景中环境要素对自动驾驶系统感知性能的影响程度。考虑因素包括视线遮挡、光照强烈变化、极端天气条件等。

4.5 环境扰动

环境扰动用于评估环境外部干扰对系统的影响程度。考虑因素包括天气、照明、地面状况及电磁干扰等。

5 评价方法

5.1 乘用车自动驾驶场景复杂度评价体系应包括评价指标、量化方法、评分机制和复杂度等级定义。

5.2 交通密度、行为不确定性、道路结构复杂性、感知挑战性、环境扰动应作为基本评价指标。

5.3 每个维度应定义相应的指标及其取值范围，并设定至少三个等级（例如：低、中、高复杂度）。

5.4 应基于实际测试数据或仿真数据，采用如下方法之一进行评分：

- 基于专家规则的手动标注；
- 基于指标阈值的静态打分；
- 基于统计学习或聚类的自动建模；
- 多种方法融合的混合模型。

5.5 应使用加权总分，综合计算场景复杂度

$$S = \sum \omega_i \times s_i$$

其中， S 为综合场景复杂度评分， s_i 为第 i 个乘用车自动驾驶场景复杂度评价维度评分， ω_i 为第 i 个乘用车自动驾驶场景复杂度评价维度权重，其中各维度权重 $\omega_i \in [0,1]$ ，且满足 $\sum \omega_i = 1$ 。权重设置应结合行业专家建议或验证实验给出。

5.6 综合场景复杂度结果应划分为不少于三类复杂度等级，该映射确保单维度评分的细粒度信息可以通过加权汇聚为总体复杂度等级，实现局部特征到整体能力挑战的转换，并结合典型场景进行验证：

- 等级A（低复杂度）： $S \in [0, 6]$ ；
- 等级B（中等复杂度）： $S \in (6, 13]$ ；
- 等级C（高复杂度）： $S > 13$ 。

分界点可依据大量场景样本的统计分布和应用需求进行微调。

6 场景复杂度评价流程

6.1 驾驶任务与设计运行域确定

在开展乘用车自动驾驶场景复杂度试验前，应明确自动驾驶的目标任务及其设计运行域，包括但不限于典型道路类型、天气条件、时间段等。

6.2 场景构建与道路结构标注

依据所选设计运行域，构建典型场景并对道路结构进行系统性标注，包括但不限于车道线、交叉口类型、路缘、障碍物、可通行区域等。标注方式包括但不限于仿真平台标注、实车数据采集、手动标注等。

6.3 数据采集

在实车或仿真中运行自动驾驶车辆，采集多模态数据。确保数据采集覆盖各类典型复杂度等级的交通流、动态行为及外部扰动。

6.4 评价维度计算与打分

针对采集得到的场景数据，提取并计算各项评价维度指标，包括但不限于交通密度、行为不确定性、道路结构复杂性、感知挑战性、环境扰动。每项评价维度指标按评价方法5.4进行打分，并按照评价方法5.5计算综合场景复杂度分值，随后按照评价方法5.6对场景复杂度等级进行分类。

6.5 试验结果记录信息

试验过程应形成结构化记录，包括但不限于以下信息：

- a) 场景编号与来源；
- b) 驾驶任务及设计运行域；
- c) 评价维度原始指标值与评分结果；
- d) 综合场景复杂度得分与分级结果；
- e) 自动驾驶系统在该场景中的响应行为与安全表现。

所有试验数据应存档备查，可用于算法迭代评估、回归测试与复杂度对比分析。

附录 A
(资料性)

场景复杂度基本评价维度评分参考表

A.1 概述

本附录给出场景复杂度五类基本评价维度的评分建议标准,可用于统一不同测试机构或研究人员的定量评估尺度。

附录中各维度评分以0-5分量化,用于细粒度反映单项复杂度程度。在综合评分时,通过权重加权汇总为一个总分 S,并基于该总分映射至三个等级(A/B/C)。

具体映射关系见5.5节定义。

A.2 交通密度评分标准

【说明】:在交通密度计算中,不同交通参与者对感知和空间阻塞影响不同,为统一评估标准,应将各类对象换算为标准车单位。建议折算系数如下:大型车=1.5,小型车=1.0,行人=0.3,非机动车=0.5。

表 A.1 交通密度评分标准

分数	单位距离内交通参与者总数 (辆/km 或 人/km)
0	≤ 5
1	6~10
2	11~20
3	21~30
4	31~40
5	> 40

A.3 行为不确定性评分标准

【说明】:若交通参与者行为频率一般,但存在高风险突发行为,则应以突发行为的影响为主导评分。

表 A.2 行为不确定性评分标准

分数	行为时间变化频率 (次/min)	是否存在突发行为
0	≤ 2	无
1	3~4	偶有
2	5~6	明显
3	7~8	多样
4	9~10	多样+有干扰潜力
5	> 10	高强度交互

A.4 道路结构复杂性评分标准

【说明】:若道路结构总体简单,但存在一两个具有挑战性的特殊结构,则该维度评分应以特殊结构的复杂性为准。

表 A.3 道路结构复杂性评分标准

分数	道路拓扑复杂度	特殊结构 (匝道、隧道、变宽/变道)
0	直线道路	无
1	一般交叉口	≤ 1个
2	多车道交叉	2个以内
3	多交叉点环节	3~4个

4	环形或异形节点	≥ 5个
5	多重合流、连续变道等	高复杂拓扑

A. 5 感知挑战性评分标准

【说明】：若环境遮挡不明显但感知信号丢失频繁，或强光照干扰显著，则应以影响感知系统稳定性的主要因素为评分标准。

表 A. 4 感知挑战性评分标准

分数	遮挡区域占比（%）	感知信号失真或缺失频次（次/min）
0	≤ 5	无
1	6~10	≤ 1
2	11~20	2
3	21~30	3
4	31~50	4~5
5	> 50	≥ 6

A. 6 环境扰动评分标准

【说明】：若天气良好但光照条件恶劣，或地面状况严重影响车辆稳定性，则应根据最具挑战性的环境要素给出评分。例如，晴天但路面结冰，仍应视为高等级扰动。

表 A. 5 环境扰动评分标准

分数	天气等级（按国家气象分类）	光照扰动	地面状态影响
0	晴天	无	干燥平整
1	微风、弱雾	轻微	稍湿
2	阴雨	有	潮湿
3	雨雪	明显	部分积水
4	暴雨/雾霾/夜间	强	多区域积水
5	极端天气+夜间	极强	冰雪、坑洼

中国智能交通协会团体标准
《乘用车自动驾驶场景复杂度评价方法》
编制说明

标准编制组

2025 年 09 月

目 录

一、 工作简况	1
二、 编制原则	7
三、 标准内容的起草	8
四、 试验验证过程	9
五、 采标情况	9
六、 标准性质的建议	9
七、 贯彻标准的要求和建议	10

一、 工作简况

1. 任务来源

任务来源于国家重点研发计划《自进化学习型自动驾驶系统关键技术》课题中的“云支持虚实协同学习与自动驾驶性能评估”子方向。

现有的自动化等级划分（L0 - L5）主要基于系统功能和驾驶任务接管情况，尚未建立与交通场景复杂性相匹配的能力验证依据。为科学刻画典型道路场景的复杂程度，支撑自动驾驶系统能力评估与测试分级，《自进化学习型自动驾驶系统关键技术》课题组提出了中国智能交通协会团体标准《乘用车自动驾驶场景复杂度评价方法》（立项名称《乘用车自动驾驶场景复杂度评价方法》）。

本文件由同济大学向中国智能交通协会提出，由中国智能交通协会归口。

2. 起草单位情况

本标准由同济大学牵头，联合中汽数据（天津）有限公司、武汉理工大学、清华大学、吉林大学、西安交通大学、北京地平线机器人技术研发有限公司、东风汽车集团股份有限公司、东软睿驰汽车技术（沈阳）有限公司、宁波吉利汽车研究开发有限公司等单位共同组成乘用车自动驾驶场景复杂度评价方法标准制定工作组联合编制。

3. 主要起草人及其所做的工作

姓名	单位	主要工作
陈虹	同济大学	负责总体框架设计及技术内容审核
黄岩军	同济大学	负责标准编制的协调与推进
赵帅	中汽数据（天津）有限公司	负责标准框架的分析与整理
杜志彬	中汽数据（天津）有限公司	负责标准编制的协调与推进
胡钊政	武汉理工大学	负责总体框架设计及技术内容审核
孟帅	武汉理工大学	负责总体框架设计及技术内容审核
赵健	吉林大学	负责标准编制的协调与推进
郑晋军	吉林大学	负责标准编制的协调与推进
佟静	吉林大学	负责标准编制的协调与推进
朱翔宇	清华大学	负责标准编制的协调与推进

谢蓉	中汽数据（天津）有限公司	负责标准编制的协调与推进
杨敬淳	中汽数据（天津）有限公司	负责主要标准体系框架与技术内容的编写
张骁	中汽数据（天津）有限公司	负责与归口单位的协调与联系
陈仕韬	西安交通大学	负责标准编制的协调与推进
任伟强	北京地平线机器人技术研发有限公司	负责总体框架设计及技术内容审核
边宁	东风汽车集团有限公司	负责总体框架设计及技术内容审核
刘威	东软睿驰汽车技术（沈阳）有限公司	负责总体框架设计及技术内容审核
符茂磊	宁波吉利汽车研究开发有限公司	负责总体框架设计及技术内容审核
王曹俊	同济大学	负责主要标准体系框架与技术内容的编写
叶剑杰	同济大学	负责主要标准体系框架与技术内容的编写
张昱洋	同济大学	负责主要标准体系框架与技术内容的编写

李蒙	同济大学	负责主要标准体系框架 与技术内容的编写
胡海洋	武汉理工大学	负责主要标准体系框架 与技术内容的编写
刘鸿祥	武汉理工大学	负责主要标准体系框架 与技术内容的编写
李雅欣	吉林大学	负责主要标准体系框架 与技术内容的编写
宋东鉴	吉林大学	负责主要标准体系框架 与技术内容的编写
李楚璇	清华大学	负责主要标准体系框架 与技术内容的编写
张文嘉	清华大学	负责主要标准体系框架 与技术内容的编写

4. 主要工作过程

1、开展调研

自2024年6月开始，标准编制相关人员开始进行相关资料收集与调研，主要情况整理如下。

（1）我国乘用车自动驾驶政策与标准体系现状

团队系统梳理了《国家车联网产业标准体系建设指南（2023版）》等国家层面政策文件，研究了北京、武汉、上海等地在智能网联汽车开放道路测试及场景库建设方面的地方实践，明确我国当前在场景认

知、能力测试、道路复杂性划分等方面的标准化空白与需求导向。。

（2）我国乘用车自动驾驶市场发展与场景覆盖现状

分析了近两年乘用车智能驾驶渗透率增长趋势，调研典型L2~L4级别自动驾驶系统在城市道路、高速公路等运行环境中面临的挑战，指出当前系统仍以结构化道路为主，缺乏对多样化、交互性强的复杂交通场景的系统化应对。

（3）我国自动驾驶测试评价中“场景复杂度”相关问题

总结出当前评价体系标准不统一、难以量化、与系统能力脱钩、无法支撑场景选择与测试分级等，进一步凸显制定统一、客观、可量化的场景复杂度技术标准的迫切性与必要性。

2、提案阶段

2024年9月，正式发起本标准的立项提案，组建由高校、企业及研究机构共同参与的编制团队，并建立线上协作平台，支持资料共享与工作进度同步。同期组织召开首次技术研讨会，明确“以交通场景为核心，构建复杂度量化框架”的总体思路，初步确立五类基本评价维度：交通密度、行为不确定性、道路结构复杂性、感知可用性与环境扰动。会议围绕各维度的量化指标设定、打分机制、等级划分方法等核心技术要点展开充分讨论，并结合不同运行设计域的适配性要求，明确了标准起草的阶段性任务划分与责任单位分工。

参与单位包括同济大学、中汽数据（天津）有限公司、武汉理工大学、清华大学、吉林大学、西安交通大学、北京地平线机器人技术研发有限公司、东风汽车集团股份有限公司、东软睿驰汽车技术（沈

阳)有限公司、宁波吉利汽车研究开发有限公司等。

2024年10月-11月,各单位围绕分配任务开展资料整理与章节起草工作。牵头单位统筹结构布局,其余成员单位重点推进指标定义、分级标准构建等内容。同时设立评审小组,对各阶段文稿进行交叉审阅。

2024年12月,召开中期技术研讨会,对当前阶段编写成果进行集中汇报,重点审议各复杂度维度的量化指标构成、评分方法及其对系统性能区分度的支撑效果。

2025年1月-2月,标准初稿整合与完善,各单位对中期技术研讨会反馈进行吸收修订,逐步完成标准初稿编写。重点推进框架指标规范化,确保标准内容具备科学性、可验证性与产业适配性。

2025年3月,召开末期技术研讨会,集中讨论标准草案的整体逻辑、术语统一、边界定义等问题。会议通过标准结构与核心指标体系初稿,为后续申报阶段奠定基础。

2025年4月-8月,草案讨论并修改完善阶段,形成征求意见稿。该阶段标准编制组进行了多次会议研讨,会议情况如下:

- 2025年4月12日,由同济大学牵头召开线上会议,讨论了场景复杂度评价指标的量化方法和分级标准适配性问题,重点明确了交通密度与行为不确定性维度的取值区间与分级映射方式。
- 2025年5月16日,由中汽数据(天津)有限公司牵头召开线下会议,讨论了道路结构复杂性与感知挑战性指标的计算方法,重点明确了评分规则需结合典型道路场景进行修正,并形成统一的评分参考表。

- 2025年6月18日，由武汉理工大学牵头召开线上会议，讨论了环境扰动指标与综合加权方法的合理性，重点明确了各维度权重设置原则，需结合专家建议与实验验证给出。

- 2025年7月22日，由清华大学牵头召开线下会议，讨论了场景复杂度评价流程与试验数据记录规范，重点明确了场景构建、数据采集、维度打分和综合分类的步骤要求，确保标准具备可验证性与产业适配性。

- 2025年8月14日，由东风汽车集团股份有限公司牵头召开线上会议，讨论了标准草案整体逻辑与术语边界问题，重点明确了各维度定义的统一口径，完成了征求意见稿的修订与定稿。

2025年9月，标准编制组向中国智能交通协会提出申请。

二、 编制原则

乘用车自动驾驶场景复杂度评价方法的设立应满足以下原则：

- a) 科学性：指标的选取应基于科学理论和方法，并结合乘用车自动驾驶系统的技术特点和应用需求；

- b) 全面性：场景复杂度技术要求应全面覆盖影响乘用车自动驾驶系统运行表现的关键外部因素，不仅要考虑场景对系统感知、预测、决策等技术能力的挑战，还应结合系统在真实道路环境中的表现差异与安全应对能力。

- c) 可操作性：指标体系的构建应考虑指标的测试环节，即所有指标应尽可能容易实现量化打分；

d) 时效性：指标体系的设立应根据技术发展和市场需求的变化，适时调整和完善指标体系，确保评价体系的时效性和适应性。

三、 标准内容的起草

标准内容主要包括术语定义、一般要求、技术要求、复杂度基本评价维度、试验方法与评分附录，形成了较为系统的场景复杂度评价体系。核心内容如下：

1. 提出评价维度：首次明确了“交通密度”“行为不确定性”“道路结构复杂性”“感知挑战性”“环境扰动”五个基础维度，覆盖了乘用车自动驾驶系统在感知、理解、预测与决策环节所面临的主要挑战，能够较为全面地刻画典型道路场景对系统能力的考验。

2. 完善量化与分级方法：对每个维度均提出了具体的评分指标、等级标准与取值区间，既可反映单一因素的复杂性，又可通过加权总分形成场景整体复杂度。依据综合得分结果，将场景划分为低(A)、中(B)、高(C)三类复杂度等级，为开展能力对比、风险识别和分级验证提供了统一依据。

3. 建立标准化试验流程：制定了覆盖全流程的试验步骤，从驾驶任务与设计运行域的确定、场景构建与道路标注，到数据采集、维度指标计算、结果归档均有明确要求，保证测试环节的规范性与可重复性，有助于形成标准化的试验数据资产。

4. 设置评分参考附录：在附录A中给出复杂度维度的评分参考表，明确交通密度、行为不确定性、道路结构复杂性、感知挑战性和

环境扰动等维度的分值区间和判定标准，便于各类机构在标准实施过程中直接应用，并支持自动化工具的实现与产业落地。

四、 试验验证过程

标准编制期间，编制组围绕典型运行设计域开展了复杂度维度提取实验，验证各项指标的可观测性与区分度。通过实车场景采集与仿真数据分析，构建了涵盖不同复杂度等级的代表性交通场景样本。通过系统评分验证，场景分级结果与系统行为表现具备良好相关性。

五、 采标情况

编制过程中，采用GB/T 3730.1 《汽车和挂车类型的术语和定义》、GB/T 40429-2021 《汽车驾驶自动化分级》进行修订。

六、 标准性质的建议

《中华人民共和国标准化法》规定“对保障人身健康和生命财产安全、国家安全、生态环境安全以及满足经济社会管理基本需要的技术要求，应当制定强制性国家标准。”

本文件为产品标准，主要规定了乘用车自动驾驶场景复杂度评价方法，并分别对评价维度、分类方法及试验要求进行了明确，依据《中华人民共和国标准化法》的规定，建议定为中国智能交通领域推荐性团体标准。

七、贯彻标准的要求和建议

本文件规定了乘用车自动驾驶场景复杂度的定义、评价维度、分类方法及试验要求。适用于具备2级及以上驾驶自动化能力的乘用车在研发、测试与验证过程中对场景复杂度的划分与评估。建议相关单位结合实际业务需求，深入学习研究本标准，推动乘用车自动驾驶系统在感知、预测与决策环节的科学评估与产业化应用。