

# 新一代智慧高速公路探索和建设 | 五峰山项目为例

原创 张维苏 赛文交通网 9月30日



张维苏 | 作者  
小玖 | 编辑

编者按：“新一代智慧公路借助新一代信息技术，具备全面、实时、准确的感知能力，掌握路桥、车辆、环境的现状并精准预测发展趋势；能将各个要素更高效地协同起来，实现创新管理；能够在全天候条件下运行，提供有效的安全保障，无处不在的服务；能够以低能耗、低排放运行，贯穿建管养运全寿命周期。”

华设设计集团股份有限公司副总工程师、智慧产业事业部总工程师张维苏，在赛文交通网与北京交通工程学会联合组织的“智慧交通与气象结合应用实践”在线研讨会上，依托五峰山项目，介绍面向未来的新一代智慧高速公路探索和建设情况，面向数字化、网络化，实现更高层次的智能化发展，实现安全、高效运行需要的一些关键技术，在恶劣气候条件下运行安全保障手段，试点应用的车道级雾天诱导系统，智能消冰除雪设施等。

正文：

01

智慧公路框架体系

智慧高速践行交通强国战略，构建安全、便捷、高效、绿色、经济现代交通运输体系。交通运输部下发了关于交通领域的新型基础设施建设，加快推进交通强国建设文件。

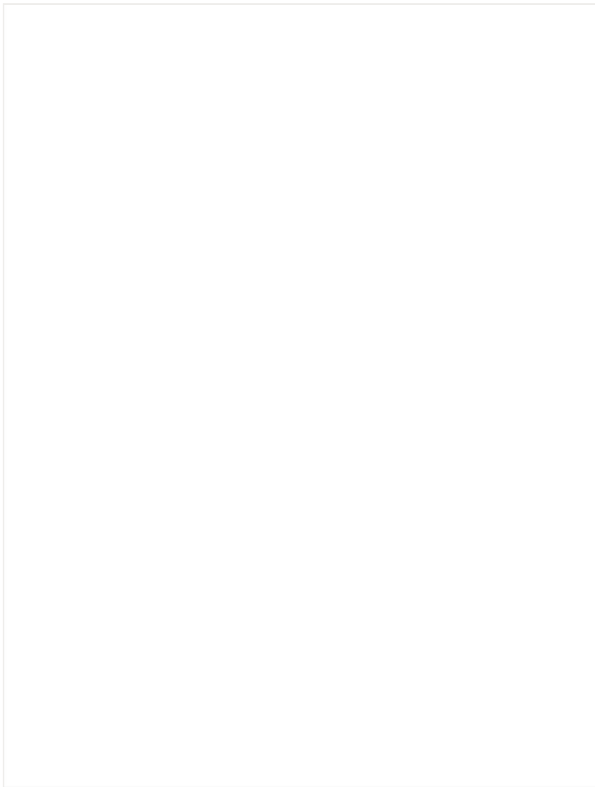


图1 交通运输部文件图

在这样背景下，现在高速公路面临着以下困境：

- (1) 安全形式严峻
- 行车安全上，特别是恶劣气候的条件下，例如大雾天气及冰雪天气，对行车安全有较大的影响，因此道路就会封闭。分合流区域影响更严重，经调查，高速公路大概有50%的事故发生在分合流区域，在这个区域交织车辆容易发生擦碰。
- (2) 运维能力有待提升

运营管理单位的设施状态监测手段有限、养护数据采集自动化程度不高、爆发性大流量和阻断性事件频发及应对突发状况能力有待提升。

(3) 服务能力有待提升

传统机电系统与现代服务需求不适应，信息发布实时性不够，业务系统相互割裂，数字化程度不高。

(4) 环保提出更高要求

面临土地、环保的刚性约束，资源循环利用不充分，绿色建管技术应用不足。

新一代智慧高速的建设有了新理念 以人为本，建设内容考虑人的需求。从驾驶者的维度看，需要考虑更加安全、便捷和舒适的行车。

从管理者维度看，道路的使用要更加的平安通畅，运行更加低功耗和绿色运行，以智慧、平安、绿色的理念来打造新一代的智慧高速。

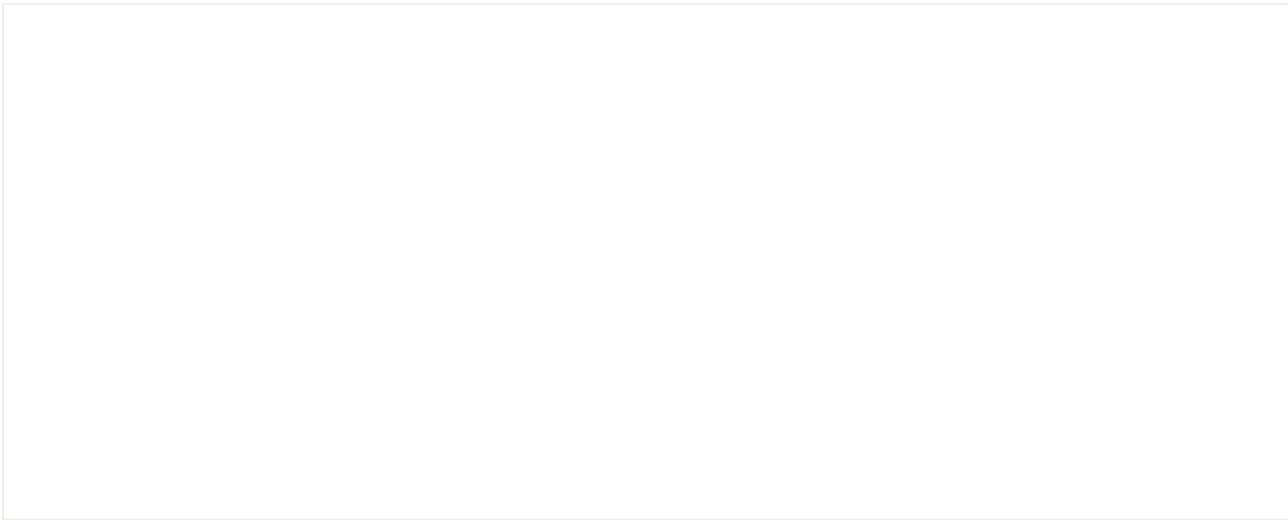


图2 智慧公路建设理念图

新一代智慧公路借助新一代信息技术具备全面、实时、准确的感知能力，掌握路桥、车辆、环境的现状并精准预测发展趋势；能将各个要素更高效地协同起来，实现创新管理；能够在全天候条件下运行，提供有效的安全保障，无处不在的服务；能够以低能耗、低排放运行，贯穿建管养运全寿命周期。

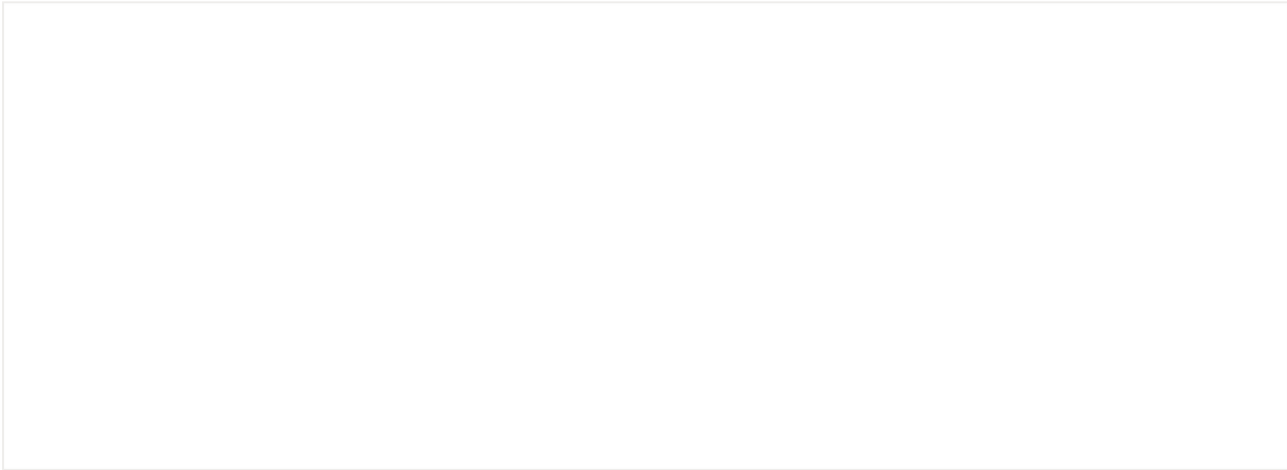


图3 智慧公路特征结构图

未来的路到底是什么样？

我们认为是“四全智慧公路”，即全天候运行，能够在各种恶劣气候的条件下安全运行；出行服务全方位，能够给驾乘人员提供全方位的出行服务，出行前获得天气状况与路况信息，出行过程当中，以伴随式的方式能够获得所需要的信息；运营维护全数字，养护管理的人员能够更有效的把现有的业务系统能够整合起来，提高管理的效率；绿色建管全寿命，道路建设或者运营都是绿色的，以集约化方式营建，实现全寿命周期成本最低。

通过一流的管理、一流的技术及一流的设施，向使用者来提供一流的服务。实现路径是智慧引领和创新驱动，利用新一代的信息技术为智慧公路在安全能力方面提供更多的保障，在信息服务方面提供更全面全方位支持。

通过开展关键技术的研究，以建场景化的方式来落地智慧高速。智慧高速的智慧有两个部分，一部分是智能化的设施，这些包括信息化的基础设施、交通设施及状态数字化，另一部分是智慧应用，在平安、服务和运维方面去做更多的应用的场景。

除了智慧的属性，智慧高速还具有绿色属性，或者是品质化属性。在建设过程当中考虑到全寿命周期，从规划和设计阶段就把运营管理过程需要考虑的因素都考虑起来，那么施工过程利用绿色技术开展施工。

这些属性都呈现未来的智慧高速的特征，那么以什么方式去建？采用场景的方式呈现，每个场景都是核心技术创新技术的典型应用，在技术应用在场景里，解决了一部分的问题，那么

这些场景的组合呈现整个未来的智慧高速，而且这些场景也不是一成不变的，随着技术的革新以及驾乘者和管理者需求的变化，场景也会有提升和变化，新一代的智慧公路应该是可持续、高质量发展的。

比如在智能感知消冰除雪方面，利用关键技术保障安全行车；通过雾天行车诱导，提升在恶劣气候条件下安全行车能力；通过车路协同，也能够使路和车辆之间形成交互或者是车和车之间形成交互来减少碰撞，提供超视距信息服务。

## 02

### 智慧场景建设实践

以后交通管控变得更加微观、精细及精确，因此交通感知需要做到车道级。实施车道级的管控，可以对每一个车道都可以提供限速，提供每一个车道的状态的信息，如果有的车因事故占据了1~2个车道，可以在上游发布信息，对这1~2个车道实施封闭，将车辆诱导或者控制到另外的车道上通行。

在上游发布信息以后，可以规避车辆到事故的跟前才开始做规避的动作或者换道动作，可以避免安全事故的发生。

另外一方面，在应急车道的使用也提供了技术手段，目前应急车道是不作为通行车道来使用的，但在有些地区，紧急的情况下，经交管部门同意，应急车道能够开放使用。

人工驾驶的车辆可以在行驶的过程中获取信息，也可以利用互联网通过移动端进行信息发布，这样分车道管理的信息发布的手段就更加丰富。



图4 车道管控示意图

匝道车辆在进行汇入的时候，可能会产生相互之间的碰擦，发生事故，如果事故产生以后，也会引发继发的事故，或者带来交通的阻塞，所以在需求的角度上，对匝道进行控制。

国外这种应用比较多，像美国欧洲国家在高速公路的入口、匝道也有红绿灯设置，在主线拥堵的情况下，可以把匝道的流量进行限流。枢纽汇入匝道设置匝道控制器，保障主线交通畅通，管控匝道车辆汇入。



图5 匝道红绿灯图

主线拥堵时，在收费站可以通过收费道口管控，限制流入主线车流，同时在收费的方面进行了探索，比如匝道准自由流收费和自助式的车道都能够提升通行能力。

安装ETC的车辆，在通行的过程中，行驶在匝道上进行预交易，可以减少通过车道的时间，最后只要需要验证。

那么还有一些收费车道，它做成了自助式的收费车道，不再需要收费人员在收费亭里面待着，驾驶人员在进入高速公路的时候，可以自己取得数据通行卡或者ETC车辆可以直接使用，出高速时能够将卡自动的还到自助收卡机上，通过移动支付的方式缴费，通行费缴纳后可自助打票，这种方式能够节省管理成本。



图6 高速公路自助收费示意图

服务区也提供更多的服务功能，比如智慧灯杆能够和5G微基站结合，也能够与停车诱导屏结合，提供一些车辆停车的疏密度诱导的信息，那么当驾驶人员进入服务区时，能够快速的找到空闲的车位。

在厕所方面，建设智慧厕所，上部空调新风引入，下部岗位式排风，不好的气味能够控制在我们的呼吸点以下。

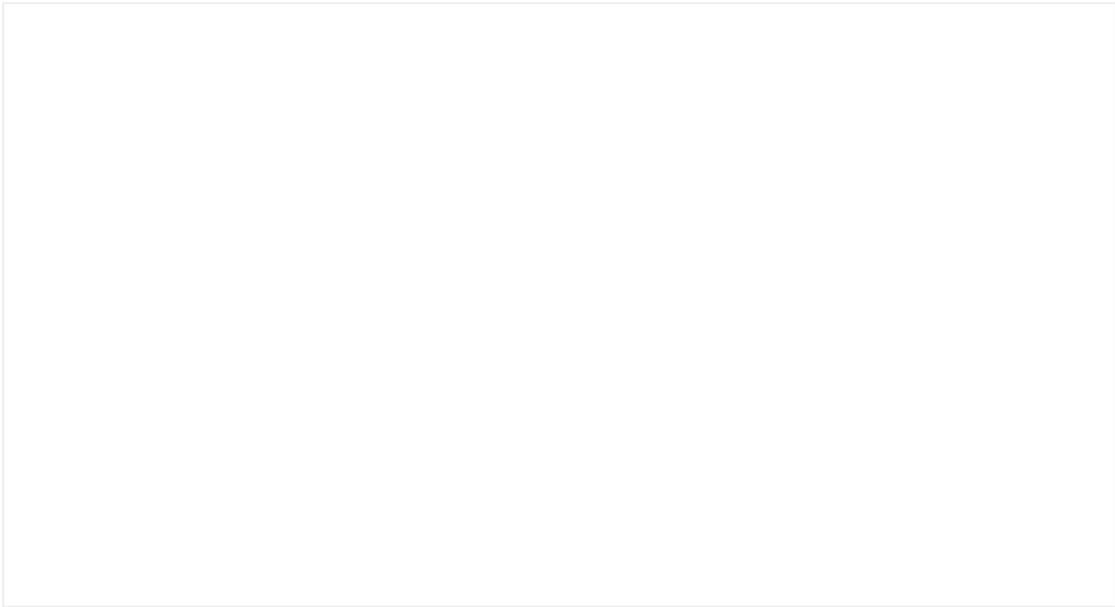


图7 智慧灯杆图

随着电动车广泛使用，为保障电动车长距离出行，服务区提供充电服务，充电方面尝试非接触式，以无线充电桩的方式向车主提供。



同时也在探索清洁能源在服务区的应用，比如利用光伏板将太阳能的转换成电能，提供给一些道路照明，可以减少运营的成本。

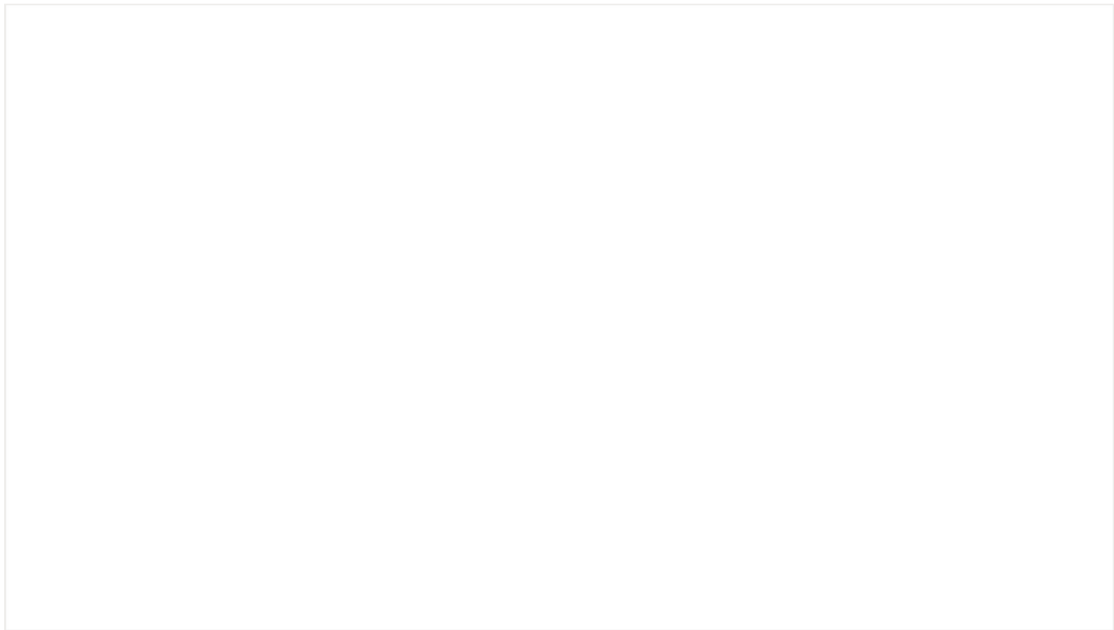


图8 无线充电桩示意图

在管理方面，利用综管平台是将业务系统整合起来，打造数据底座，开发成支撑业务系统融合的平台，主要包括以下几个方面：

(1) BIM建模及处理

五峰山全线主体、监控、交安、通信管道、采集感知设备等附属设施均按照LOD300精度完成1:1的BIM建模，完成了轻量化、参数化，按照类型对全线附属设施模型进行了分类和索引，方便运营管理过程中对设施设备的快速查找和定位。

(2) GIS平台融合

将BIM模型融合在GIS平台内，使之具备影像数据加载、BIM轻量化模型加载、地理信息服务等功能。

(3) 数据中心

实现养护和管控业务底层数据的统一接入、标准化清洗、开放共享功能；实现用户管理、日常管理、监测管理、数据库管理等系统管理功能。

(4) 智慧管控

实现交通监控系统的统一整合，全息感知：交通参数采集、气象参数采集、事件检测系统、主桥健康监测、全线电力监控、设施状态监测；实现对未来智慧高速系统的管理、应用、决策分析：雾区诱导、匝道分合流、匝道流量管控、消冰除雪、车道级管控、交通事件极速感知、无人机、车路协同。

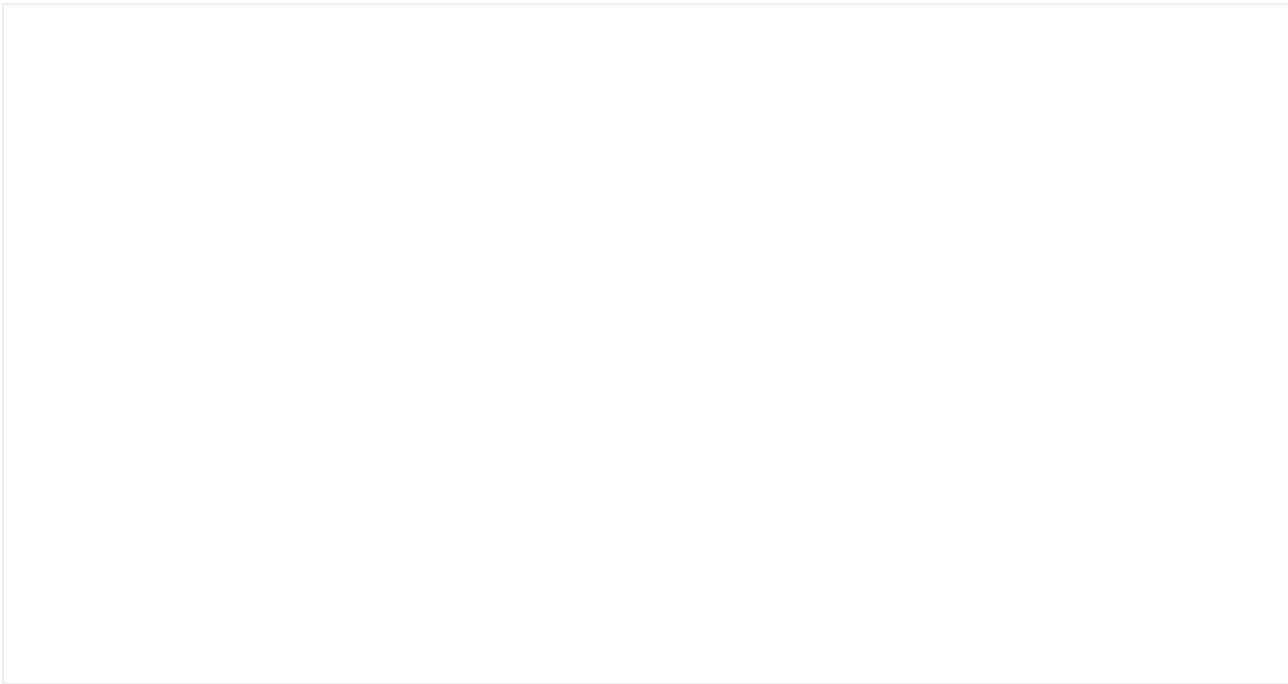


图9 智慧管控示意图

(5) 机电维护

实现全线机电设备的日常监测巡检和养护管理。

(6) 对接江苏交控云

系统部署在江苏交控云，与江苏交控指挥调度云、养护管理云对接，实现数据共享、业务协同，实现数据融合、辅助决策。



图10 江苏交控指挥调度云平台

交通管理者可以通过护栏碰撞感知、毫米波雷达、无线探针实时流量统计、视频事件检测等多种技术手段，通过数据融合，实现交通事件极速感知。

如果车辆撞击了护栏以后，可直接获得准确的桩号位置，第一时间通知值班人员。

雷达技术手段是在全天候的条件下使用，因为现在的视频检测技术必须在可见光比较好的环境下获取，在夜间或者是有雾的条件下，视频检测技术可能发挥作用有限，那么可以通过雷达来弥补。

同时可以把这些视频与雷达之间数据进行融合，能够使得管理者的感知能力更强，能够更快发现事件，而且能够准确定位事件的地理的位置。

在气象环境感知方面，目前有一些技术手段可以对道路的天气、温度、能见度进行检测，实际上关于高速公路，管理者更关注地面的温度以及结冰情况，因为结冰对行车安全有较大影响，结冰情况目前可以被检测出来。

当路面冰是在很薄的一层状态下，我们称之为“黑冰”，驾驶员是比较忽视的，因为“黑冰”跟我们沥青混凝土的颜色是一样，驾驶员是看不见它的，这种情况下摩擦系数非常小，驾驶员也没有意识减速慢行来避免打滑，因此易发生事故。

为全面掌控交通态势、设施运行状态，可以通过制高点设置高像素的摄像机，将全时空的信息都记录下，进行回放，提高感知能力。综管平台能够把管理者所需要的信息都汇集起来，对设施以及交通态势进行管理，同时支持应急救援台账。

以无人机数据采集系统和交通事件监测管理系统组成的总体实施方案，通过制定和执行飞行任务，实现日常飞行巡检、4K高清视频信息采集和远程指挥作业。

在检修维护时、应急的情况下及有交通阻塞时放飞它，管理者或者救援的人员通过无人机观察交通态势，进一步的制定交通管理的处理和方案。

## 03

### 恶劣天气安全保障

车道级雾天行车安全诱导系统能够准确感知车辆所在车道，实现了车道级行车诱导，具有低功耗、自组网、易维护等特点。

目前主要的服务对象是人工驾驶的车辆，因此以视觉的方式来提供断面诱导，在恶劣气候条件下提供保障。断面诱导设施基本上安装在道路的两侧护栏的顶部，它能够把道路的边缘轮廓能够进一步的强化，驾驶人员可以比较清晰的观察。

断面级雾天诱导设施它存在着不足，比如车辆行驶道路上时，并不知道车道的前方是否拥堵，因为整个断面预警拥堵可能是某个车道有车辆的占用，所以我们提出来车道级雾天诱导系统，这个系统要可以感知车辆在某个具体车道上行驶，同时能够诱导车辆在它前方没有障碍的车道上安全的行驶，同时这个设施的运行还是低功耗且能长期的使用。

除了研究产品和系统本身，还形成了标准，编制了车道级雾天行车安全诱导系统的技术规范，梳理、总结和归纳出雾天行车安全诱导系统的应用经验，为高速公路雾天行车安全系统的设计、施工、应用提供了技术指导。

这个系统有几个关键的设备。首先是地面的诱导灯，它分成三个模组 频闪视觉诱导、无线组网及持续电力供给，同时具有安装简易，路面破坏最小及能够安装在路面层等优点。

其次是路侧激光测距车检器，它包括供电模组、无线的通信模组和测距的模组，能够精确检测车辆所处位置，检测到以后发送给控制单元，然后由控制单元来控制的地面灯，在车辆所处路段用灯光的方式进行诱导。

诱导灯要做到车道级的诱导，需要考虑以下因素：在雾条件下，车速降低，驾乘者仍能够持续获得车道轮廓指示，纵向间距不能过大；驾乘者能够获得所属车道前方路况信息，不至于误判诱导信息；定位基准线易于获得，便于施工。在诱导灯安装的过程中总结了如下经验：

#### （1）回填、环氧用量不当问题

回填料控制不佳，灯具下沉，导致积水，环氧用量过多，溢出路面，影响美观。

通过改进工艺、控制用料解决。

#### （2）高温下电池性能下降问题

连续高温测试，发现有灯具通信连接不畅，原因为高温下电池性能下降，通过更换军工级耐高温锂电池解决。

#### （3）诱导灯内部水雾问题

原型灯具采用整体灌胶密封，在温度变化条件下，金属壳体与固结胶体间有水气进入，导致诱导灯内部出现水雾。采用三道密封防护的方式解决，整体灌胶、增加橡胶密封圈、PC板环缝灌胶。

#### （4）频闪不同步问题

系统时钟的累计偏差，造成诱导灯长时间运行后出现频闪不同步，通过北斗授时定时或诱导灯唤醒时同步的方式解决。

在五峰山高速上，我们布设了大概10公里左右的路段，每个断面部署1套诱导灯，每两个断面相邻15米，车辆在行驶的过程当中，不断的检测它所处位置，检测到车辆的车道后，车道

后方的灯颜色变成另外一种颜色，屏闪的频率做出相应改变，后方车辆就知道车道的前方存在车辆，可以进行规避。

通过诱导灯的颜色和频率的变化，能够起到警示的作用，后方车辆保持自己的速度，即使看不到前方的车辆，它也有警觉和提示。

诱导系统的使用，不仅仅是在主线的断面上，实际上它也可以应用在匝道分合流的区域，把合流车辆速度及所在车道检测出来，跟灯的屏闪进行匹配，随着车辆的行驶形成流动的效果，同时主线上的车辆，特别是夜间或者能见度低的时候，主线和匝道合流的车辆会形成交织，这个过程实际上是比较危险的，如果通过地面诱导灯，强化匝道车辆的存在，或者是匝道车辆能够看到车辆的存在，这样的系统能够起到更好的提醒和更警示作用。



图11 车道诱导灯示意图

冰雪天气道路结冰，常规还是利用人工进行清除工作，目前可以采用自动化的手段进行清除，在路面下铺设加热电缆，当检测到或者是气象预警道路有结冰的状态，可以提前把路面

的温度提升，道路就无法结冰。

另外一种自动化的交通处理方式是喷淋式，在绿色护栏里面加高压喷淋设施将高盐度的融雪剂喷洒起来，可以够提高应急能力，不再需要人工开车去现场的方式，自动化程度得到提升。

这些都是我们五峰山智慧高速建设过程当中探索和实践应用的场景，也结合了面对恶劣气候条件时安全运行保障做的一些研究和实践的工作。我的汇报到此结束，谢谢大家。

RECOMMEND

推荐阅读



AVP方案上演三国杀，华为携协作式智慧泊车解决方案进场

会议日程 | 2021第六届华南智能交通论坛（重启）

喜欢此内容的人还喜欢

高速公路收费站智慧收费及运维系统

中国交通信息化

---

4.4万亿！

5G

---

住建部力推“智能建造”，这个建筑机器人率先入选已全国推广！

建筑工程鲁班联盟