

解决方案白皮书

英特尔® 交控机架构

英特尔® 酷睿™ 处理器

英特尔凌动® 处理器

英特尔® 发行版 OpenVINO™ 工具套件

基于英特尔® 交控机架构的 自助缴费、AI 车型识别与 ETC 工控机方案 赋能智慧高速公路网

The Intel logo is displayed in white text on a blue background. To the right of the logo, there are two overlapping squares, one yellow and one orange.

作者

雷鸣^{1,a}

胡高鹏^{2,b}

宋晖²

姜荣华¹

晋磊^{1,c}

黄昊¹

邵文简¹

企业

¹ 英特尔 (中国) 有限公司

² 北京聚利科技有限公司

联系方式

^a ming.lei@intel.com

^b hugaopeng@bjjuli.com

^c jason.jin@intel.com

目录

1	概述.....	3
2	英特尔® 交控机架构	4
2.1.	概念.....	4
2.2.	功能与性能要求	4
2.2.1.	强大的异构计算能力支持 AI 与通用计算.....	4
2.2.2.	出色的负载整合能力	5
2.2.3.	丰富的数据接口	5
2.2.4.	及时便捷的远程管理与维护	5
2.2.5.	可靠的宽温支持	5
2.2.6.	克服恶劣环境影响的坚固耐用性	5
2.2.7.	高性价比与高效能比	5
3	基于英特尔® 交控机架构的聚利自助缴费方案	5
3.1.	主要功能.....	5
3.2.	自助发卡机.....	5
3.3.	自助缴费机.....	7
3.4.	主控单元.....	9
3.5.	英特尔凌动® 处理器（产品代号：Elkhart Lake，简称 EHL）	10
3.6.	实际效果.....	10
4	基于英特尔® 交控机架构的 AI 车型识别方案	11
4.1.	主要功能.....	11
4.2.	更强大的 AI 车型识别能力：第 12 代与第 13 代英特尔® 酷睿™ 处理器	11
4.2.1.	第 12 代英特尔® 酷睿™ 处理器（产品代号：Alder Lake，简称 ADL）	11
4.2.2.	第 13 代英特尔® 酷睿™ 处理器（产品代号：Raptor Lake，简称 RPL）	11
4.2.3.	适用于 AI 车型识别方案的英特尔® 酷睿™ 处理器型号	11
4.3.	英特尔® vPro® 平台技术	12
4.4.	英特尔® 发行版 OpenVINO™ 工具套件（以下简称 OpenVINO™ 工具套件）	12
4.5.	实际效果.....	12
5	基于英特尔® 交控机架构的 ETC 工控机方案	13
5.1.	主要功能.....	13
5.2.	适用于 ETC 工控机的英特尔® 酷睿™ 处理器型号	14
5.3.	实际效果.....	14
6	展望：英特尔® 交控机架构为智能交通构筑强大计算底座.....	14
	参考文献	15
	关于北京聚利	16
	关于英特尔	16



“无人化与智能化已经成为高速公路网进一步发展的**重要趋势**。基于**英特尔® 交控机架构**，我们打造了可靠稳定、高性价比、高能效比、易扩展功能的**聚利自助缴费方案**。这套方案被广泛应用于全国的多条高速公路，有效提升了车辆通行效率和收费准确度、改善了司机与乘客的出行体验，并显著降低了高速公路运营的人力成本，让智慧交通变得触手可及。”

— 胡高鹏
北京聚利技术总监

1 概述

高速公路网为社会和经济的快速发展提供了强大动力，而不断增长的高速公路通车里程及车辆通行量加大了高速公路的通行压力。车辆通过高速公路收费站的速度在很大程度上影响着整体交通效率，以及司机与乘客的通行体验。因此，中国交通运输部办公厅印发了《关于大力推动高速公路 ETC 发展应用工作的通知》，要求积极推动电子收费系统 (ETC: Electronic Toll Collection) 的普及应用。截至 2022 年底，中国的 ETC 用户数量已达 2.54 亿，渗透率为 81.45%^[1]。虽然 ETC 在高速公路网中得到了广泛应用，但仍有数量庞大的未安装 ETC 系统的车辆行驶在高速公路网中，它们的收费仍然依赖人工收费 (MTC: Manual Toll Collection)。交通运输部的数据显示，截止 2021 年 9 月底，中国高速公路 ETC 使用率超过 66%，这意味着仍有超过 30% 的收费交易是通过人工收费来完成^[2]。人工收费不但严重降低了车辆通行效率，还增加了高速公路运营的人力成本，收费准确度也会受到人为因素的影响。

为了提升高速公路收费站的收费与通行效率，交通运输部路网监测与应急处置中心发布的《高速公路联网收费系统优化升级工程方案》(征求意见稿) 提出：对于车辆流量大、拥堵严重、地理空间有限的收费站，应因地制宜，经充分论证和评估后，通过窄岛化或无岛化改造等方式提升通行能力。窄岛化或无岛化有助于容纳更多车道。同时，新增的车道还可设置为潮汐车道，根据出、入口车流量变化灵活改变车道方向。中国交通运输协会和北京市智能交通协会联合发布的《高速公路匝道自由流收费系统技术规范》则对入口自助发卡、出口自助缴费等设备的布设提出了相应规范。

高速公路收费站的窄岛化或无岛化意味着需要将现有的人工设施升级为无人值守的 MTC 自助缴费、智能车型识别与 ETC 收费方案，这在提升通行效率的同时，也有助于降低高速公路运营的人力成本。**英特尔® 交控机架构**基于硬件与软件的优化组合，可以广泛地支持相关方案，使之完全符合相关行业标准的规范^[3]，并具有可靠稳定、高性价比、高能效比、易扩展功能等显著优势。本文将介绍的方案包括：

● 聚利自助缴费方案

该方案由北京聚利科技有限公司 (以下简称：聚利) 基于英特尔® 交控机架构研发，包括搭载了英特尔凌动® 处理器的自助发卡机和自助缴费机；部署在高速公路入口收费站和出口收费站的 MTC 车道及 MTC/ETC 混合车道，在无人值守的情况下，帮助 MTC 用户完成自助缴费。

● AI 车型识别方案

该方案基于包含英特尔锐炬® 集成显卡的第 12 代和第 13 代英特尔® 酷睿™ 处理器，以及英特尔® 软件工具套件^{[4][5]}；部署在高速公路收费站的各种车道 (ETC 车道、MTC 车道及 MTC/ETC 混合车道) 等交通场所，基于深度学习和计算机视觉算法自动完成车型识别、轮轴检测、车辆分离、车牌识别、图像抓拍和录像等功能。

● ETC 工控机方案

该方案基于第 12 代和第 13 代英特尔® 酷睿™ 处理器；部署在高速公路收费站的各种车道 (ETC 车道、MTC 车道及 MTC/ETC 混合车道) 以及高速公路上的各种 ETC 门架站，自动完成 ETC 收费交易与各种车道设备的控制。

2 英特尔® 工控机架构

2.1. 概念

为了高效支持不同智能交通领域的丰富应用场景，英特尔提出了交通融合计算与控制 (Transportation Fusion Computing and Control, TFCC) 架构，简称英特尔® 工控机架构。如图 1 所示，它主要具备以下两大类功能：

- 基于异构计算的各种交通传感器 (如摄像头、毫米波雷达、激光雷达、掌静脉扫描仪等) 的信号处理与结果融合；
- 对于各种交通设备 (如信号灯、雾灯、报警器、道闸、路障等) 的实时控制。

这一架构的硬件平台包括了型号丰富的英特尔® 赛扬®、凌动®、酷睿™ SoC 处理器系列以及锐炬® 集成显卡与锐炫™ 独立显卡系列；其软件工具包括了英特尔® 发行版 OpenVINO™ 工具套件^[4] 和英特尔® oneAPI 工具套件^[5]。硬件与软件深度结合，提供强大的异构计算能力以支持所有交通传感器所需的 AI 与通用计算。

基于英特尔® 工控机架构的设备 (以下简称：工控机设备) 可支持丰富的智能交通应用场景，包括 ETC 收费系统中的车型识别、自助发卡/缴费与车道设备控制，智能交管系统中的交通事件检测、路侧计算与多传感器融合计算，智慧停车系统中的车型识别、车牌识别与停车场设备控制，以及智慧轨交系统中的乘客信息发布、自动售检票、通信与信号设备等。工控机设备在这些具体的应用场景中，可以有不同的形态和规格，比如在本文中即将介绍的自助缴费、AI 车型识别和 ETC 工控机等方案。

2.2. 功能与性能要求

2.2.1. 强大的异构计算能力支持 AI 与通用计算

不同交通传感器的信号处理带来了复杂的计算负载需求：如基于 2D 深度学习的视频分析^[6]、以 FFT 为核心的毫米波雷达信号处理^[7]、基于 3D 深度学习与 PCL 的激光雷达信号处理^{[8][9]}、以及基于红外热成像的计算机视觉处理^[10]。智能交通的很多应用要求低时延和高精度，这就要求工控机设备必须具有强大的 AI 与通用计算能力，来处理这些计算负载。



图 1. 英特尔® 工控机架构

2.2.2. 出色的负载整合能力

负载整合技术将多个计算负载任务整合到更少的计算平台上，用更少的支持异构计算的硬件平台取代多个分离或独立的专用硬件平台。减少硬件基础设施并尽可能利用现有资源有助于优化系统的运营。在垂直行业领域特别是智能交通领域广受欢迎的负载整合技术在有效简化系统的运作并提升效率的同时，也显著降低了资本支出 (CapEx) 和运营支出 (OpEx)。

2.2.3. 丰富的数据接口

如图 1 所示，工控机设备需要连接多种不同的传感器与交通设备。因此，工控机设备需要配置多种不同类型的数据接口来与这些设备连接，以实现传感器数据的计算、存储与转发，以及对交通设备的实时控制，并具有足够的接口可扩展性以支持未来的新应用需求。

2.2.4. 及时便捷的远程管理与维护

工控机设备通常部署在维护人员难以及时到达的区域（如城际高速公路和轨交运行路段），因此其必须具备远程管理与维护功能，以实现实时的设备状态监控、及时的故障排除与软件升级，保证设备稳定持续地运行。英特尔® vPro® 平台技术^[1]为这一功能需求提供了全面的支持。

2.2.5. 可靠的宽温支持

部署于室外交通环境的工控机设备，在没有特殊温控措施的情况下，需要能够在 -40 ~ 85°C 的环境温度范围内稳定地工作。

2.2.6. 克服恶劣环境影响的坚固耐用性

工控机设备有可能被部署于室外的恶劣交通环境，温度和湿度变化不定甚至大幅波动，日晒雨淋、外物冲击等情况司空见惯。这就要求工控机设备具有出色的环境适应能力，能够适应温度和湿度的急剧变化，具备防水、防尘、防腐蚀、防震冲击等能力，同时还需具备出色的电磁兼容和抗干扰能力，以确保在整个产品生命周期内不间断地提供稳定可靠的服务。

2.2.7. 高性价比与高效能比

工控机设备具有高性价比与高效能比的特点，能够帮助广大交通用户节省投资与运营成本，降低能源消耗和散热设计的复杂度。

3 基于英特尔® 工控机架构的聚利自助缴费方案

3.1. 主要功能

可用于高速公路收费站的聚利自助缴费方案主要由以下两种工控机设备构成：

- 自助发卡机，位于高速公路入口收费站的 MTC 车道及 MTC/ETC 混合车道
- 自助缴费机，位于高速公路出口收费站的 MTC 车道及 MTC/ETC 混合车道

该方案可高效帮助未安装 ETC 车载单元 (OBU: On-Board Unit) 的 MTC 车辆或者因特殊原因无法使用 ETC 服务的 ETC 车辆完成自助缴费功能，无需收费站提供人工服务。其应用流程如下：

- 车辆进入高速公路入口收费站时，其车牌与车型信息被自动获取并经由车道工控机传送给位于相应车道的自助发卡机；
- 自助发卡机将通行车辆的车牌、车型和高速公路入口收费站等信息自动写入 CPC 卡 (Composite Pass Card, 复合通行卡) 内，并通过发卡口提供给司机；
- CPC 卡相当于临时的 ETC 车载单元，当车辆经过位于高速公路上的 ETC 龙门架的时候，它会通过 5.8 GHz 的 DSRC 无线链路位于龙门架上的 ETC 路侧单元 (RSU: Road Side Unit) 进行信息交互，并被写入行驶路径等信息；
- 在车辆离开高速公路时，司机将 CPC 卡返还 (插入或投入) 位于出口收费站的自助缴费机中；
- 自助缴费机根据 CPC 卡中记录的车牌、车型、入口收费站、行驶路径和出口收费站等信息计算通行费用，并提供包括银联闪付卡、微信、支付宝、ETC 卡、数字人民币在内的多种便捷电子支付方式供司机选择；
- 司机可自由选择支付方式并完成自助缴费；
- 缴费成功后，自助缴费机会与车道工控机通信，车道工控机开启道闸等车道设备，放行已缴费车辆。

3.2. 自助发卡机

基于英特尔® 工控机架构的聚利自助发卡机 (图 2) 可用于高速公路入口收费车道，为非 ETC 用户 (即 MTC 用户) 提供自助取卡和远程服务。该设备采用一体化设计，内部结构稳定牢固，外观颜色可定制。它具备 CPC 卡读写和自动发卡功能，其具体性能参数如表 1 所示。

产品特点:

- **高效实现一车一卡全功能无人值守发卡功能:** 发卡机设置上、下两个工位 (分别便于大、小车司机不下车自助取卡); 每个工位配备取卡按键、双出卡口、求助按键和 LCD 屏幕等; 下工位能自动伸缩, 便于司机停车不到位时也能正常取卡; 可实现来车自动出卡, 省略按键步骤。
- **出卡迅速:** 为了尽快出卡, 当前一张卡被取走后, 提前将待发的卡传送到读写天线处; 当车辆进入车道后, 自助发卡机从车道工控机接收到车辆相关信息后, 通过读写天线迅速写入待发的卡上; 司机按键取卡后, 卡就能直接发出。
- **适用于室外恶劣环境条件:** 整机防水防尘; 自带工业空调调节机箱内的温度与湿度, 以适应不同季节及南北方的天气变化; 发卡机内部黏贴保温材料, 保证低温下也能正常工作。
- **发卡自动切换与不停机装卡:** 每个工位设有两套发卡机构互为备份, 保证在故障等特殊情况下至少有一套发卡机构正常工作; 一共设有四个发卡通道, 当一个发卡通道发完卡后, 会自动切换到另一个发卡通道; 可在不停机的情况下, 进行装卡作业。
- **配合“高速公路车道监控云平台”系统实现人工远程特情处理和服务。**

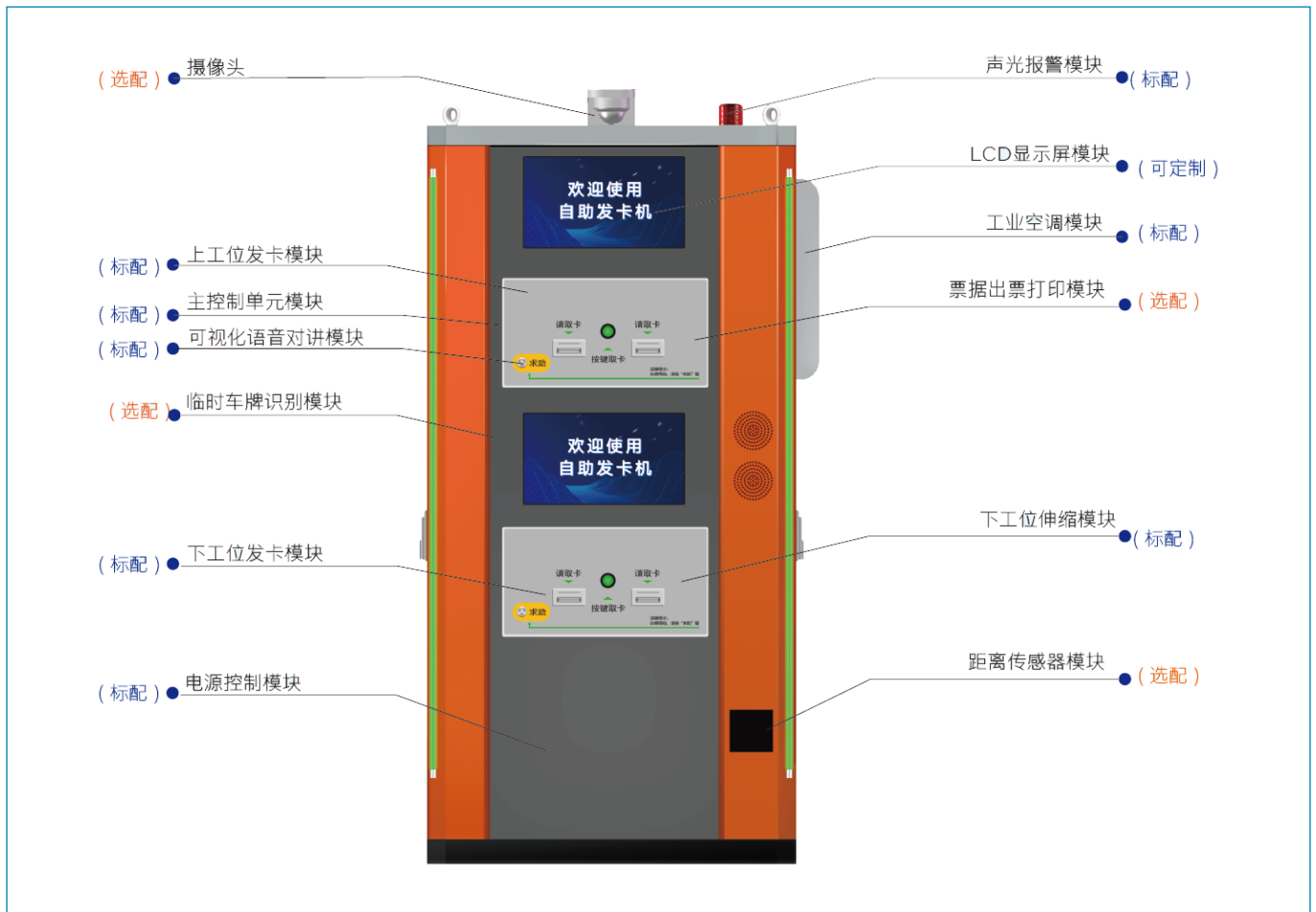


图 2. 基于英特尔® 交控机架构的聚利自助发卡机

表 1. 聚利自助发卡机的性能参数

性能指标	参数
发卡速度	< 3 秒/张
发卡容量	1200 张
适应 CPC 卡尺寸	86 × 54 mm, 5 mm ± 0.2 mm
发卡机构数量	4 套
切换响应时间	< 2 秒
新卡卡票率	< 0.003%
传动件寿命	≥ 200 万次
噪音	≤ 60 dB
平均无故障时间 (MTBF)	> 10000 小时
平均故障恢复时间 (MTTR)	< 0.5 小时
对外通讯接口	以太网 (RJ45)、RS232
显示屏数量	3
显示屏尺寸	21.5 英寸 (可定制)
显示屏分辨率	1920 × 1080
显示亮度	亮度可调节 (高亮)
面板伸缩距离	≥ 200 mm (可调整)
防护等级	IP65 (不含打印机口、出票口等)
工作环境温度	-20 ~ 70 °C (可扩展)
工作环境湿度	0 ~ 90%
外形尺寸	1100 × 650 × 2200 mm (供参考)
箱体	采用冷轧钢板, 外表面进行颜色喷塑处理, 防锈

3.3. 自助缴费机

基于英特尔® 工控机架构的聚利自助缴费机 (图 3) 可用于高速公路出口收费车道为非 ETC 用户提供自助缴费和远程服务。该设备采用一体化设计, 内部结构稳定牢固, 外观颜色可定制。它具备 CPC 卡回收和自助支付功能, 其具体性能参数如表 2 所示。

产品特点:

- **支付方式多样化:** 支持银联闪付卡、微信、支付宝、ETC 储值卡、数字人民币等支付方式。
- **准确扫描:** 上下两套扫码枪, 能够在较远的距离下扫描司机出示的手机二维码, 识别准确率高达 99.9%¹。
- **多车型适用:** 缴费机设置上、下两个工位 (分别便于大、小车司机不下车自助插卡或投卡); 工位能自动伸缩, 便于停车不到位时也能正常还卡; 每个工位配备一个回收 CPC 口、远距离二维码扫码枪、ETC 储值卡专用刷卡区、打印发票区和视频求助系统; 自动打印发票, 司机按需取票, 未取票据自动回收。
- **语音播报:** 温馨的语音提示, 引导司机轻松缴费。
- **支持远程视频通话:** 支持一键求助, 当司机缴费遇到问题时, 可通过视频通话系统进行求助, 专业工作人员通过视频进行远程指导。

¹数据援引自聚利内部测试结果。英特尔并不控制或审计第三方数据。请您审查该内容, 咨询其他来源, 并确认提及数据是否准确。

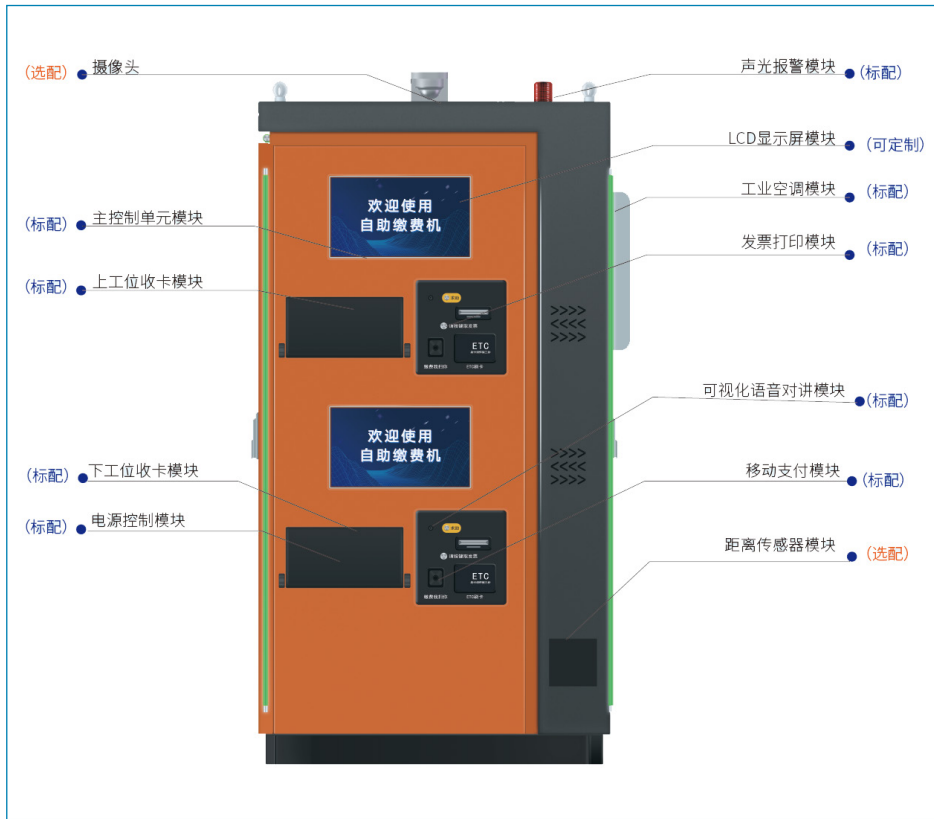


图 3. 基于英特尔® 交控机架构的聚利自助缴费机

表 2. 聚利自助缴费机的性能参数

性能指标	参数
收卡速度	< 3 秒/张
收卡容量	1200 张
适应 CPC 卡尺寸	86 × 54 mm, 5 mm ± 0.2 mm
新卡卡票率	< 0.003%
传动件寿命	≥ 200 万次
噪音	≤ 60 dB
支付方式	银联闪付卡、微信、支付宝、ETC 卡、数字人民币
扫码距离	0.15 m ~ 1m
平均无故障时间 (MTBF)	> 10000 小时
平均故障恢复时间 (MTTR)	< 0.5 小时
对外通讯接口	以太网 (RJ45)、RS232
显示屏数量	3
显示屏尺寸	21.5 英寸 (可定制)
显示屏分辨率	1920 × 1080
显示亮度	亮度可调节 (高亮)
托盘水平展开距离	176.5 mm (可调整)
防护等级	IP65 (不含回收口、出票口等)
工作环境温度	-20 ~ 70 °C (可扩展)
工作环境湿度	0 ~ 90%
外形尺寸	1200 × 750 × 2250 mm (供参考)
箱体	采用冷轧钢板, 外表面进行颜色喷塑处理, 防锈

3.4. 主控单元

聚利自助发卡/缴费机中的核心设备是基于英特尔® 交控机架构开发的多种型号的主控单元，以 RA-G1818 型主控单元为例，其技术参数如表 3 所示。它用于自助发卡/缴费机内包括多块显示屏、语音对讲模块、摄像头、发卡模块、收卡模块、打印机和工业空调在内的多种外设的信息处理与控制，并与车道工控机及其它收费站设备通信，协作完成自助缴费业务。

表 3. RA-G1818 型主控单元的技术参数

器件或接口		技术参数
SoC 处理器		英特尔凌动® 处理器
内存		DDR4, 标配 4 GB (最大可支持 8 GB)、板贴
网络	网络接口	100/1000M 以太网卡 (支持网络唤醒)
	控制芯片	RTC 备用电池, 寿命>10 年, 准确度: ±1 秒/日
显示	显卡	HD
	数据接口	3 × VGA, 1 × LVDS
	显示模式	独立三显: VGA1 + VGA2 / LVDS + VGA3
存储	SATA	1 × SATA 2.5 寸 SSD / 1 × CFast 卡
	Msata	1 × Mini-PCIE, 支持 Msata
I/O 接口	USB	6 (4 × USB 3.0, 2 × USB 2.0)
	COM	14 × COM (COM1-COM9; COM10-COM11 支持 RS232/RS422/RS485 可选; COM12-COM14 均为 RS232; COM7-COM10 支持光电隔离)
	LAN	3 × 1000M RJ45
	PS2	1 × 双层 PS/2 接口
	Audio	1 × Mic in + Speaker (2Ω4W 功放)
	Button	1 × 船型开关, 1 × 复位开关
	显示	3 × VGA, 1 × LVDS (VGA 公头连接器)
	DIO	1 组 24 路 GPIO, 带隔离 (可选)
	LPT	1 × DB25 LPT 接口
	LED	1 × PWR/温度 LED, 1 × HDD LED
扩展	PCIe	1 × Mini-PCIe, 支持 WiFi / BT
电源	输入	1 × DC9-36V, 宽压输入, 凤凰端子
	PS_ON	5V
物理参数	尺寸	230 mm × 190 mm × 120 mm
	温度	工作温度: -25 ~ 75 °C; 存储温度: -40 ~ 85 °C
	湿度	5% ~ 97%, 无冷凝
操作系统		Windows, Linux

3.5. 英特尔凌动® 处理器 (产品代号: Elkhart Lake, 简称 EHL)

多款英特尔® 处理器适合于主控单元。以 RA-G1818 型主控单元为例, 其搭载的是工业宽温级的英特尔凌动® x6425RE SoC 处理器^[12]。该款处理器基于 Elkhart Lake 微架构, 不但拥有基础频率为 1.9 GHz 的四核 CPU, 还集成了一颗 32 个执行单元的核心显卡, 使其同时具备优异的通用计算与 AI 推理能力。它专为嵌入式和移动应用而设计, 是一款多功能且性能强大的处理器, 可用于交通、汽车、工业等领域的新一代物联网边缘计算设备。它支持英特尔® 时序协调运算 (英特尔® TCC)、时间敏感网络 (TSN) 和功能安全等特性。此外, 基于硬件的安全措施有助于减少固件、代码和数据攻击, 同时专用加密加速器可在不影响整体性能的情况下, 加快数据加密。该款处理器拥有丰富的 I/O 接口和支持远程带外管理的英特尔® PSE 技术^[13], 其工作环境温度宽达 -40 ~ 85 °C, 对于需要低功耗和高性能的工业级计算设备来说, 它是一个极佳的选择。

3.6. 实际效果

基于英特尔® 交控机架构的聚利自助缴费方案能够完全支持高速公路收费站 (入口和出口) 的 MTC 车道及 MTC/ETC 混合

车道的智能化升级, 实现无人值守的自助收费, 不但显著降低了高速公路运营的人力成本, 还有效提升了通行效率、改善了通行体验。

目前, 聚利自助缴费方案已在全国多条高速公路的收费站部署 (如图 4 所示), 取得了显著的降本增效的实际效果, 获得了用户一致的出色评价。其在实际商用部署中展示出的优点包括:

- **提升了收费站的运行效率与通行体验**

该方案可支持司机以多种方式进行电子缴费, 二维码识别准确率高, 引导人性化, 而且还支持便捷的发票打印功能。

- **运行稳定可靠并支持远程管理与维护**

该方案所采用的英特尔® 处理器有力保障了相关设备可靠稳定地持续运行。并且, 该方案还支持远程管理与维护功能, 方便维护人员及时通过远程处理故障。

- **具备扩展更多功能的潜力**

该方案所采用的英特尔® 处理器具有丰富的 I/O 接口, 并集成了核心显卡, 具备向包括人工智能与计算机视觉在内的功能进行扩展的潜力。



图 4. 部署在高速公路收费站的聚利自助缴费方案 (自助发卡机与自助缴费机)

4 基于英特尔® 工控机架构的 AI 车型识别方案

4.1. 主要功能

基于英特尔® 工控机架构的 AI 车型识别方案适用于需要车型识别、轮轴检测、车辆分离、车牌识别、图像抓拍和录像等功能的交通场所，如高速公路收费站站前拒超车道、混合车道出入口、ETC 车道出入口、自助发卡车道、自助缴费车道、以及公路收费车道、国道治超监测站、源头治超监测站和物流园区等。基于第 11 代英特尔® 酷睿™ 处理器与英特尔® 发行版 OpenVINO™ 工具套件的 AI 车型识别方案^[14] 能够自动完成车辆图像与视频采集，提供精确识别的车型、轮轴和车牌信息以高效支持相关业务的处理，从而显著提升包括高速公路在内的道路运营效率。

4.2. 更强大的 AI 车型识别能力：第 12 代与第 13 代英特尔® 酷睿™ 处理器

针对于包括智能交通在内的众多垂直行业应用，英特尔发布了第 12 代与第 13 代英特尔® 酷睿™ 系列处理器。在具备强大通用计算与 AI 加速运算能力的同时，这些处理器还拥有安全可靠、支持多操作系统、低功耗、散热设计容易等卓越优势，是 AI 车型识别方案等智能交通应用非常理想的高性价比和高效能比计算平台。它们中的很多型号还支持宽温工作以及对设备进行远程管理与维护的英特尔® vPro® 平台技术^[11]。

4.2.1. 第 12 代英特尔® 酷睿™ 处理器 (产品代号: Alder Lake, 简称 ADL)

第 12 代英特尔® 酷睿™ 处理器采用 Intel 7 工艺制造，是首个支持性能混合架构² 的英特尔处理器系列，旨在提供强大而高效的计算体验。该系列处理器采用高性能计算核心 (P 核，又称 “Golden Cove” 核心) 和高效率计算核心 (E 核，又称

“Gracemont” 核心) 的混合架构来平衡计算机资源。这两种计算核心均可由英特尔® 硬件线程调度器调度，该技术能够将工作负载动态分配给最佳计算核心³。该系列处理器拥有多达 8 个 P 核，可以轻松处理包括工控机设备应用在内的各类垂直行业工作负载。E 核确保后台任务不会干扰前台任务，并且支持普通用户的多任务处理。该系列处理器将多达 16 个计算核心和 24 个线程、增强的 AI 能力、增强的图形功能和 PCIe 5.0 集成在一台工控机设备中。

4.2.2. 第 13 代英特尔® 酷睿™ 处理器 (产品代号: Raptor Lake, 简称 RPL)

第 13 代英特尔® 酷睿™ 处理器同样也是采用 Intel 7 工艺制造。在性能混合架构中，该系列处理器采用更为先进的 “Raptor Cove” 高性能计算核心 (P 核)，相对于第 12 代英特尔® 酷睿™ 处理器所采用的 “Golden Cove” 核心 (P 核) 有至少 10% 的性能提升⁴。该系列处理器具有多达 24 个计算核心 (8 个 P 核与 16 个 E 核) 和 32 个线程，并且与第 12 代英特尔® 酷睿™ 处理器所采用的插槽兼容，方便系统升级。更多的计算核心、改进的核心架构和更多的连接性让该系列处理器拥有了更为强大的能力。

4.2.3. 适用于 AI 车型识别方案的英特尔® 酷睿™ 处理器型号

主要包括以下系列型号：

- 第 12 代英特尔® 酷睿™ i5 处理器^[15]
- 第 12 代英特尔® 酷睿™ i7 处理器^[16]
- 第 13 代英特尔® 酷睿™ i5 处理器^[17]
- 第 13 代英特尔® 酷睿™ i7 处理器^[18]

² 性能混合架构在第 12 代英特尔® 酷睿™ 处理器首次推出的单个处理器芯片上结合了两个核心微架构，即 P-Core (性能核) 和 E-core (能效核)。部分第 12 代和更高版本的英特尔® 酷睿™ 处理器不支持性能混合架构，仅搭载 P-core (性能核) 或 E-core (能效核)，并且可能具有相同的缓存大小。请访问 ark.intel.com 了解 SKU 详情，包括缓存大小和内核频率。

³ 英特尔® 硬件线程调度器内置于硬件中，仅在第 12 代或更高版本的英特尔® 酷睿™ 处理器的性能混合架构配置中提供；需要启用操作系统。可用的特性和功能因操作系统而异。

⁴ 数据源自第 12 代和第 13 代英特尔® 酷睿™ 处理器的比较。实际性能受使用情况、配置和其他因素的差异影响。更多信息请见 www.intel.com/PerformanceIndex

基于为用户提供最佳性价比与效能比的考虑，我们推荐表 4 中所列的四款具体型号，其完整性参数请详见产品网页^{[19][20][21][22]}。

表 4. 英特尔® 酷睿™ 处理器性能参数 (用于 AI 车型识别)

处理器型号	第 12 代英特尔® 酷睿™ 处理器		第 13 代英特尔® 酷睿™ 处理器	
	酷睿™ i5	酷睿™ i7	酷睿™ i5	酷睿™ i7
	i5-1235U	i7-1265U	i5-1335U	i7-1365U
CPU	10 核 (2 × P 核, 8 × E 核), 12 线程			
CPU 最高频率 (P 核/E 核)	4.4 GHz / 3.3 GHz	4.8 GHz / 3.6 GHz	4.6 GHz / 3.4 GHz	5.2 GHz / 3.9 GHz
最大内存	64 GB		96 GB	
集成显卡 (iGPU) 型号	英特尔锐炬® X® 显卡			
执行单元数量	80	96	80	96
iGPU 最高动态频率	1.2 GHz	1.25 GHz	1.25 GHz	1.3 GHz
AI 算力 (iGPU, INT8)	6.2 TOPS	7.7 TOPS	6.4 TOPS	8.0 TOPS
VDBOX 数量	2			
显示器数量	4			
英特尔® vPro®	支持			

4.3. 英特尔® vPro® 平台技术

这是一项性能卓越的综合性平台技术，其目的是减少 IT 维护成本、提高安全性和节约能源消耗。它为基于英特尔® 酷睿™ 处理器的工控机提供了远程带外和带内设备管理功能，可实现设备的远程管理与维护。带外管理功能提供设备的电源管理，即使在操作系统无响应的情况下，用户依然可以重新启动、关闭设备，或者从睡眠状态中唤醒设备。而带内设备管理提供了固件和软件的无限升级更新，即使在操作系统无响应的情况下，依然可更新。英特尔® vPro® 平台使得管理人员无需亲赴现场，有效降低了响应处理时间，也显著降低了人力与运维成本。

4.4. 英特尔® 发行版 OpenVINO™ 工具套件 (以下简称 OpenVINO™ 工具套件)

OpenVINO™ 工具套件是源自英特尔的一款功能非常全面的优秀软件工具套件，用于加速高性能计算机视觉和深度学习丰富多样的应用开发^[4]。其显著的三个特点是：高性能深度学习推理，非常易于使用的简化开发流程，一次编写可任意部署。

具体而言，OpenVINO™ 工具套件支持快速开发丰富多样的应用和解决方案，来模拟人类的视觉。它能显著提升视频分析的准确度，加速推理，并节约算力资源。该工具套件基于卷积神经网络 (CNN: Convolutional Neural Network)，支持异构结构执行，可在多种英特尔® 芯片平台中扩展计算机视觉和深度学习的工作负载，实现卓越性能。工具套件支持在英特尔® 核心显卡上进行高性能的视频编码和解码。OpenVINO™ 工具套件支持多种操作系统 (包括 Windows、Linux 和 macOS) 和编程语言 (包括 Python 和 C++)。

OpenVINO™ 工具套件免费提供超过 280 个经预先训练好的神经网络模型和参考代码，支持模型的量化和调优，加速深度学习的推理运算。

4.5. 实际效果

AI 车型识别方案通过基于深度学习的 AI 推理，能够准确识别车型、轮轴和车牌等信息，并精准分割车辆队列中连续行驶的车辆，不出现多车或漏车的情况。

5 基于英特尔® 工控机架构的 ETC 工控机方案

5.1. 主要功能

ETC 系统可以自动检测及识别车辆，从而无需停车就能完成收费交易，使车辆快速通过收费站，缓解收费站拥堵的交通瓶颈效应，提升整体交通效率。除了路桥和停车场收费，ETC 系统基于车辆身份识别和金融支付能力，以及门架系统与网络，还可以在交通控制、流量调查、路径标识、拥堵收费与治理、以及交通执法等领域发挥重要的作用。因此，ETC 系统的建设与推广已经成为构建安全、便捷、高效、绿色的现代综合交通运输体系的重要组成部分。

如图 5 所示，中国高速公路 ETC 系统包括位于高速公路入口和出口的非门架站（包括 ETC 车道、MTC 车道、MTC/ETC 混合车道），以及位于高速公路上的省界门架站和非省界门架站等不同设施。收费站和车道类型可以满足 ETC 车辆的自动收费，以及 MTC 车辆的人工收费或自助缴费等需求。

在 ETC 系统中，ETC 工控机（即图 5 中的工控机）发挥着至关重要的作用。它既与 ETC 路侧单元 (RSU)、高清车牌识别系统以及其它车道设备相连，又与站级服务器相连，进行 ETC 相关数据的计算、存储与转发，并控制各种车道设备（如图 6 和图 7 所示）。英特尔® 工控机架构已成功应用于多种型号 ETC 工控机的开发，满足它们不同的功能需求^[23]。

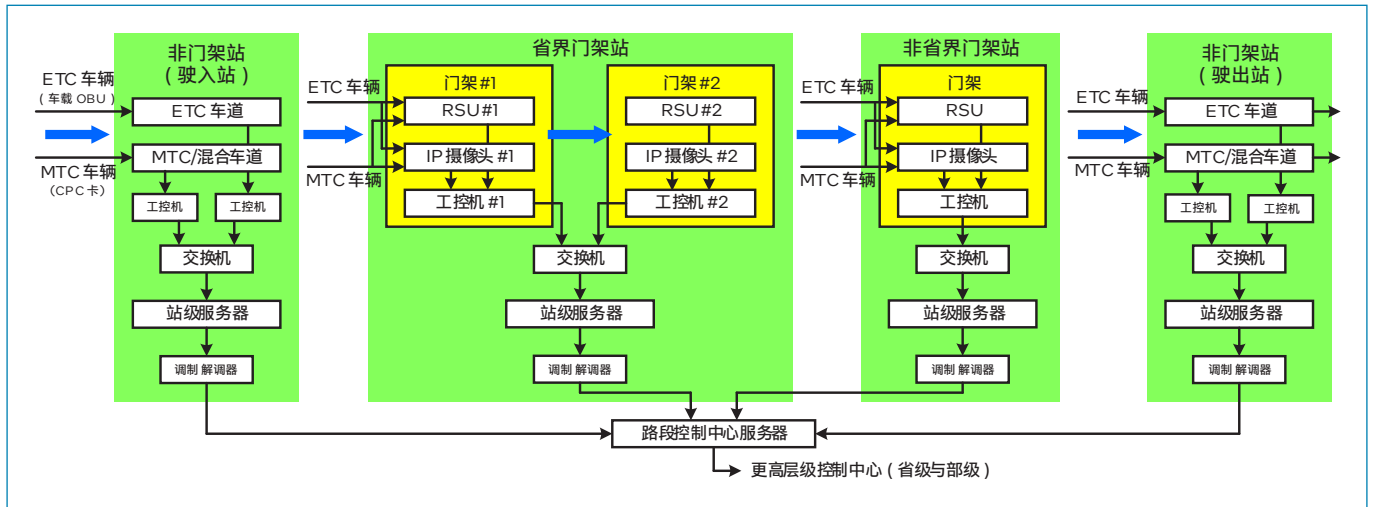


图 5. 基于英特尔® 工控机架构的 ETC 工控机部署于高速公路 ETC 系统

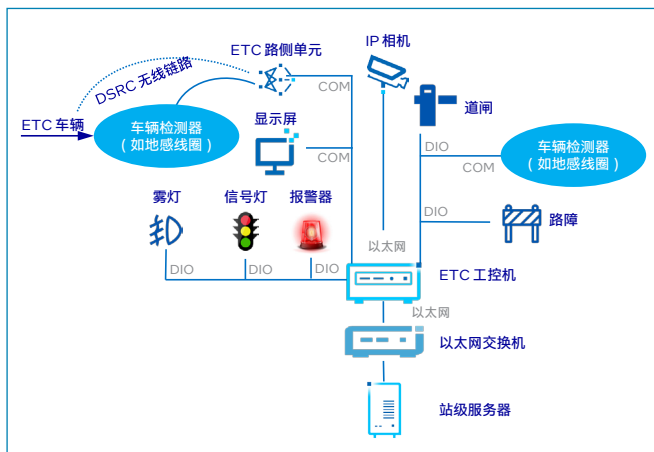


图 6. ETC 工控机控制的设备（ETC 车道）

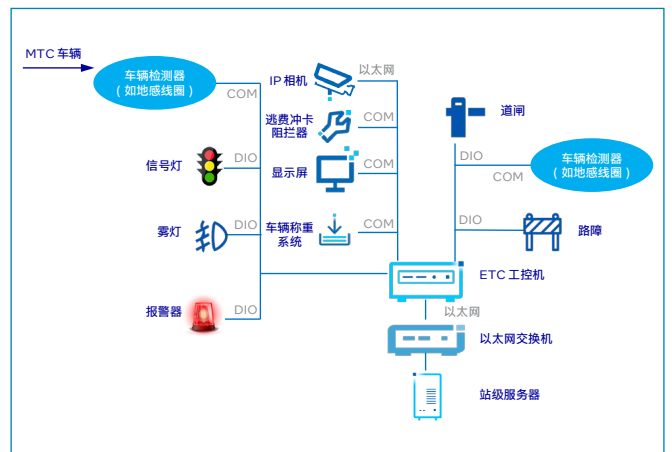


图 7. ETC 工控机控制的设备（MTC 车道或者 MTC/ETC 混合车道）

5.2. 适用于 ETC 工控机的英特尔® 酷睿™ 处理器型号

随着第 12 代与第 13 代英特尔® 酷睿™ 处理器的发布，ETC 工控机有了性能更为优越的计算平台。我们推荐表 5 中所列的四款具体型号，其完整性能参数请详见产品网页^{[24][25][26][27]}。

表 5. 英特尔® 酷睿™ 处理器性能参数（用于 ETC 工控机）

处理器型号	第 12 代英特尔® 酷睿™ 处理器		第 13 代英特尔® 酷睿™ 处理器	
	酷睿™ i5			
	i5-12400	i5-12500E	i5-13400	i5-13400E
CPU	6 核 (6 × P 核)，12 线程		10 核 (6 × P 核，4 × E 核)，16 线程	
CPU 最高频率 (P 核/E 核)	4.4 GHz / -	4.5 GHz / -	4.6 GHz / 3.3 GHz	4.6 GHz / 3.3 GHz
最大内存	128 GB		192 GB	128 GB
集成显卡 (iGPU) 型号	英特尔® UHD 显卡			
执行单元数量	24	32	24	24
iGPU 最高动态频率	1.45 GHz	1.45 GHz	1.55 GHz	1.55 GHz
显示器数量	4			

5.3. 实际效果

基于英特尔® 交控机架构的多种型号 ETC 工控机被广泛部署于高速公路收费站的各种车道和各种 ETC 门架站^[23]，为保障高速公路网的高效运行发挥了重要的作用。基于第 12 代与第 13 代英特尔® 酷睿™ 处理器的新一代 ETC 工控机产品，将进一步提升高速公路的通行效率和运营效率。

6 展望：英特尔® 交控机架构为智能交通构筑强大计算底座

基于英特尔® 交控机架构的聚利自助缴费、AI 车型识别与 ETC 工控机方案具有强大的异构计算能力、出色的负载整合能力、丰富的数据接口，支持及时便捷的远程管理与维护、系统宽温工作，并能克服交通恶劣环境的影响可靠稳定地不间断运行。它们共同为高速公路收费站向窄岛化或无岛化演进提供了有力地支持，显著提升了高速公路的通行效率和运营效率。

英特尔® 交控机架构包括不断演进且型号丰富的英特尔® 赛扬®、凌动®、酷睿™ SoC 处理器系列，锐炬® 集成显卡与锐炫™ 独立显卡系列，英特尔® 发行版 OpenVINO™ 工具套件和英特尔® oneAPI 工具套件。硬件与软件深度结合，将提供更丰富的功能和更优越的性能。英特尔与产业界伙伴将继续携手合作，通过各种产品和解决方案构筑强大计算底座，覆盖智能交通的终端、边缘和云端等各个环节，使能愈来愈丰富的各类智能交通应用，不断提升交通安全与交通效率。

参考文献

- [1] “2023 年中国 ETC 行业市场全景速览：市场需求结构转变，开拓 ETC 应用场景成为行业未来发展方向”，智研咨询，2023 年 9 月，<https://www.chyxx.com/industry/1157548.html>
- [2] “交通运输部办公厅、中国人民银行办公厅、中国银行保险监督管理委员会办公厅关于进一步做好货车 ETC 发行服务有关工作的通知”，2021 年 11 月，https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-11/16/content_5651169.htm
- [3] “高速公路智慧收费站技术标准”，中国工程建设标准化协会标准，pp.1-66，2023 年 12 月。
- [4] “英特尔® 发行版 OpenVINO™ 工具套件”，Intel. Accessed: Feb. 21, 2024.[Online]. Available: <https://www.intel.cn/content/www/cn/zh/developer/tools/opencvino-toolkit/overview.html>
- [5] “Intel® oneAPI Toolkits.” Intel. Accessed: Feb. 21, 2024.[Online]. Available: <https://www.intel.com/content/www/us/en/developer/tools/oneapi/toolkits.html>
- [6] M. Lei, J. Lin, S. Wang and W. Shao, “AI Video Analytics Based on Traffic Fusion Computing for Road Traffic Incident Detection,” 2023 IEEE International Conference on Signal Processing, Communications and Computing (ICSPCC), Zhengzhou, China, 2023, pp. 1-6, doi: 10.1109/ICSPCC59353.2023.10400291.
- [7] M. Lei, D. Yang and X. Weng, “Integrated Sensor Fusion Based on 4D MIMO Radar and Camera: A Solution for Connected Vehicle Applications,” in IEEE Vehicular Technology Magazine, vol. 17, no. 4, pp. 38-46, Dec. 2022, doi: 10.1109/MVT.2022.3207453.
- [8] M. Lei, X.-F. Wang, Q. Xu, Z. Yan, J.-G. Cheng and S.-X. Liu, “Lidar 3D Point Cloud Processing and Sensor Fusion based on Intel® Architecture for C-V2X,” Intel Solution White Paper, Dec. 2021. Accessed: Feb. 21, 2024.[Online]. Available: <https://www.intel.com/content/www/us/en/content-details/795011/lidar-3d-point-cloud-processing-and-sensor-fusion-based-on-intel-architecture-for-c-v2x.html>
- [9] 雷鸣, 王新锋, 徐青, 严征, 程加钢, 刘省贤, 黄昊, “车联网中基于英特尔® 架构的激光雷达 3D 点云处理与感知融合方案”, 英特尔® 解决方案白皮书, 2021 年 12 月。下载链接: <https://www.leishen-lidar.com/ueditor/php/upload/file/20211222/1640153063390395.pdf>
- [10] “掌静脉特征识别加速城轨交通运行效率助力实现智慧通行”, 英特尔® 解决方案白皮书, 2022 年 12 月。网页版链接: http://www.realbom.com/page64?article_id=321&_l=zh_CN
- [11] “Intel vPro® Platform.” Intel. Accessed: Feb. 21, 2024.[Online]. Available: <https://www.intel.com/content/www/us/en/architecture-and-technology/vpro/overview.html>
- [12] “Intel Atom® x6425RE Processor.” Intel. Accessed: Feb. 21, 2024.[Online]. Available: <https://ark.intel.com/content/www/us/en/ark/products/207899/intel-atom-x6425re-processor-1-5m-cache-1-90-ghz.html>
- [13] “Intel® Programmable Services Engine (Intel® PSE).” Intel. Accessed: Feb. 21, 2024.[Online]. Available: <https://www.intel.com/content/www/us/en/products/docs/processors/embedded/enhanced-for-iot-platform-brief.html>
- [14] “收费车型精准识别，实现高效缴费稽核：小神瞳收费车型识别系统赋能智慧交通建设”，英特尔® 解决方案白皮书，2022 年 4 月。下载链接: <https://www.intel.cn/content/www/cn/zh/internet-of-things/accurate-car-id-achieve-efficient-payment-audit.html>
- [15] “12th Generation Intel® Core™ i5 Processors.” Intel. Accessed: Feb. 21, 2024.[Online]. Available: <https://ark.intel.com/content/www/us/en/ark/products/series/217838/12th-generation-intel-core-i5-processors.html>
- [16] “12th Generation Intel® Core™ i7 Processors.” Intel. Accessed: Feb. 21, 2024.[Online]. Available: <https://ark.intel.com/content/www/us/en/ark/products/series/217837/12th-generation-intel-core-i7-processors.html>
- [17] “13th Generation Intel® Core™ i5 Processors.” Intel. Accessed: Feb. 21, 2024.[Online]. Available: <https://ark.intel.com/content/www/us/en/ark/products/series/230487/13th-generation-intel-core-i5-processors.html>
- [18] “13th Generation Intel® Core™ i7 Processors.” Intel. Accessed: Feb. 21, 2024.[Online]. Available: <https://ark.intel.com/content/www/us/en/ark/products/series/230486/13th-generation-intel-core-i7-processors.html>
- [19] “Intel® Core™ i5-1235U Processor (with IPU).” Intel. Accessed: Feb. 21, 2024.[Online]. Available: <https://ark.intel.com/content/www/us/en/ark/products/226266/intel-core-i5-1235u-processor-12m-cache-up-to-4-40-ghz-with-ipu.html>
- [20] “Intel® Core™ i7-1265U Processor.” Intel. Accessed: Feb. 21, 2024.[Online]. Available: <https://ark.intel.com/content/www/us/en/ark/products/226258/intel-core-i7-1265u-processor-12m-cache-up-to-4-80-ghz.html>
- [21] “Intel® Core™ i5-1335U Processor.” Intel. Accessed: Feb. 21, 2024.[Online]. Available: <https://ark.intel.com/content/www/us/en/ark/products/232153/intel-core-i5-1335u-processor-12m-cache-up-to-4-60-ghz.html>
- [22] “Intel® Core™ i7-1365U Processor.” Intel. Accessed: Feb. 21, 2024.[Online]. Available: <https://ark.intel.com/content/www/us/en/ark/products/232141/intel-core-i7-1365u-processor-12m-cache-up-to-5-20-ghz.html>
- [23] 雷鸣, 程加钢, 姜荣华, “英特尔与集和诚协同打造基于英特尔® 架构的 ETC 解决方案”, 英特尔® 解决方案白皮书, 2020 年 11 月。下载链接: <https://www.intel.cn/content/dam/www/public/cn/zh/documents/iot/20200316-itl-tech-etc-s011-solution.pdf>
- [24] “Intel® Core™ i5-12400 Processor.” Intel. Accessed: Feb. 21, 2024.[Online]. Available: <https://ark.intel.com/content/www/us/en/ark/products/134586/intel-core-i5-12400-processor-18m-cache-up-to-4-40-ghz.html>
- [25] “Intel® Core™ i5-12500E Processor.” Intel. Accessed: Feb. 21, 2024.[Online]. Available: <https://ark.intel.com/content/www/us/en/ark/products/96143/intel-core-i5-12500e-processor-18m-cache-up-to-4-50-ghz.html>
- [26] “Intel® Core™ i5-13400 Processor.” Intel. Accessed: Feb. 21, 2024.[Online]. Available: <https://ark.intel.com/content/www/us/en/ark/products/230495/intel-core-i5-13400-processor-20m-cache-up-to-4-60-ghz.html>
- [27] “Intel® Core™ i5-13400E Processor.” Intel. Accessed: Feb. 21, 2024.[Online]. Available: <https://ark.intel.com/content/www/us/en/ark/products/232148/intel-core-i5-13400e-processor-20m-cache-up-to-4-60-ghz.html>

关于北京聚利

北京聚利科技有限公司成立于 2001 年 1 月 5 日，是一家集产品研制、生产和销售于一体的高新技术企业，专注于为智能交通行业提供车载产品及信息化服务。公司主要产品包括 ETC 电子不停车收费系列产品、多义性标识系统系列产品、车载设备等。

关于英特尔

英特尔 (NASDAQ: INTC) 作为行业引领者，创造改变世界的技术，推动全球进步并让生活丰富多彩。在摩尔定律的启迪下，我们不断致力于推进半导体设计与制造，帮助我们的客户应对最重大的挑战。通过将智能融入云、网络、边缘和各种计算设备，我们释放数据潜能，助力商业和社会变得更美好。如需了解英特尔创新的更多信息，请访问英特尔中国新闻中心 newsroom.intel.cn 以及官方网站 intel.cn。



实际性能受使用情况、配置和其他因素的差异影响。更多信息请见 www.intel.com/PerformanceIndex

性能测试结果基于配置信息中显示的日期进行测试，且可能并未反映所有公开可用的安全更新。详情请参阅配置信息披露。没有任何产品或组件是绝对安全的。

具体成本和结果可能不同。

英特尔技术可能需要启用硬件、软件或激活服务。

英特尔未做出任何明示和默示的保证，包括但不限于，关于适销性、适合特定目的及不侵权的默示保证，以及在履约过程、交易过程或贸易惯例中引起的任何保证。

英特尔并不控制或审计第三方数据。请您审查该内容，咨询其他来源，并确认提及数据是否准确。

© 英特尔公司版权所有。英特尔、英特尔标识以及其他英特尔商标是英特尔公司或其子公司在美国和/或其他国家的商标。其他的名称和品牌可能是其他所有者的资产。