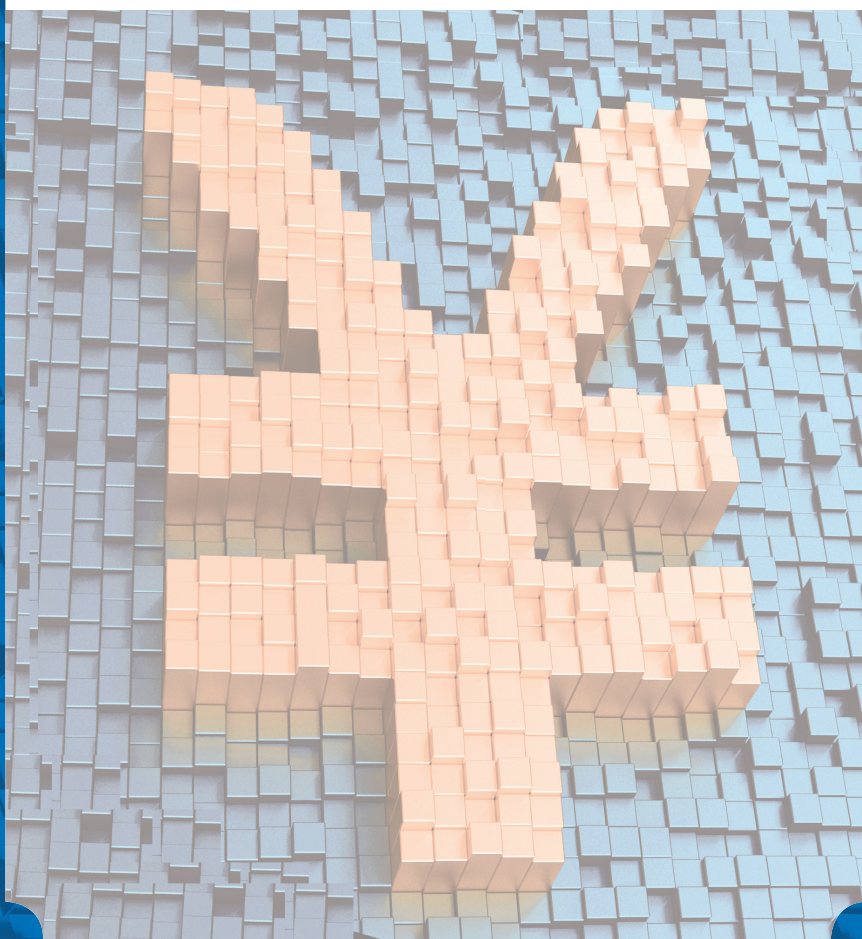




数字人民币在轨道交通 AFC 场景 应用分析报告



中国信息产业商会自动收费系统专业委员会

2022年6月

前言

随着第三批数字人民币试点城市的开放，数字人民币的应用场景也越来越深入。轨道交通 AFC 场景是试点城市数字人民币不可或缺的应用场景。轨道交通 AFC 场景应用目前主要分为线下与线上，支付方式为软钱包与硬钱包；关于轨道交通的数字人民币产业链也需要尽快完善。

作为与收费技术密切相关行业组织，中国信息产业商会自动收费系统专业委员会（简称“AFC 专委会”）一直关注数字人民币在轨道交通领域的应用，积极跟进和研究。为了探讨数字人民币在轨道交通 AFC 场景中的前景，AFC 专委会于 2022 年 5 月成立了数字人民币课题组，历经两个月的时间，编制了本报告。

本报告作为轨道交通人士无偿使用的参考资料，虽力求全面和专业，但限于客观因素，AFC 专委会不对本报告内容做任何承诺，不对据此产生的经营或决策后果承担法律责任。

报告编写组：

主 编：陈洁

成 员：何学斌 余华琼 陈毅辉 郭洁 李承志 薛峰

校 审：马怀清 梁笛 裴练军 李海博

统 筹：解永生 郑志涛

问题反馈：office@afc-china.cn

【关键词】 数字人民币；轨道交通 AFC；试点城市；线下场景；线上场景；软钱包；硬钱包；产业链

表 1 名词解释

序 号	缩 写 词	中 文 解 释
1	AFC	自动售检票
2	App	手机软件
3	NFC	近场通信
4	TTM	车载检票机
5	SDK	软件开发工具包
6	API	应用程序接口
7	ETC	电子不停车收费
8	SE	安全单元
9	H5	HTML 的第五版标准

目 录

1	数字人民币的基本介绍与发展状况	1
1.1	数字人民币基本介绍	1
1.2	数字人民币的发展状况	4
2	轨道交通 AFC 发展状况与数字人民币试点分析	6
2.1	轨道交通 AFC 发展状况	6
2.2	轨道交通 AFC 试点情况	6
2.3	轨道交通 AFC 试点案例	8
3	数字人民币在轨道交通领域应用分析	12
3.1	数字人民币在轨道交通领域应用价值	12
3.2	数字人民币在轨道交通领域应用场景	12
3.3	数字人民币在轨道交通 AFC 应用场景	14
4	轨道交通关于数字人民币产业链	21
4.1	数字人民币产业链概述	21
4.2	软钱包接入应用	21
4.3	多种形态的硬钱包	22
4.4	数字人民币类模块	22
4.5	数字人民币收单终端	23
5	数字人民币在轨道交通领域发展趋势预测	24
	参考文献	26

数字人民币的基本介绍与发展状况

1.1 数字人民币基本介绍

1.1.1 数字人民币概念

数字人民币是人民银行发行的数字形式的法定货币，由指定运营机构参与运营，以广义账户体系为基础，支持银行账户松耦合功能，与实物人民币等价，具有价值特征和法偿性。数字人民币既可以像现金一样易于流通，有利于人民币的流通和国际化，同时也可以实现可控匿名。

数字人民币主要含义有：

- 数字人民币是央行发行的法定货币。
- 数字人民币采取中心化管理、双层运营。
- 数字人民币主要定位于现金类支付凭证（M0），将与实物人民币长期并存。
- 数字人民币是一种零售型央行数字货币，主要用于满足国内零售支付需求。
- 在未来的数字化零售支付体系中，数字人民币和指定运营机构的电子账户资金具有通用性，共同构成现金类支付工具。

1.1.2 数字人民币体系构建目标

中国研发数字人民币体系，旨在创建一种以满足数字经济条件下公众现金需求为目的、数字形式的新型人民币，配以支持零售支付领域可靠稳健、快速高效、持续创新、开放竞争的金融基础设施，支撑中国数字经济发展，提升普惠金融发展水平，提高货币及支付体系运行效率。

1.1.3 数字人民币运营模式

数字人民币采用的是中心化管理、双层运营模式。数字人民币通过二元体系（“中央银行 - 商业银行”）实现投放与回笼。人民银行负责数字人民币发行、注销、跨机构互联互通和钱包生态管理，商业银行负责数字人民币流通服务与零售环节管理。审慎选择在资本和技术等方面具备一定条件的商业银行作为指定运营机构，牵头提供数字人民币兑换服务。在人民银行中心化管理的前提下，充分发挥其他商业银行及机构的创新能力，共同提供数字人民币的流通服务。

1.1.4 数字人民币的特性

数字人民币设计兼顾实物人民币和电子支付工具的优势，既具有实物人民币的支付即结算、匿名性等特点，又具有电子支付工具成本低、便携性强、效率高、不易伪造等特点。

数字人民币的主要特性有：

- 兼具账户和价值特征；
- 不计付利息；
- 低成本；
- 支付即结算；
- 可控匿名；
- 安全性；
- 可编程性。

1.1.5 数字人民币的产品形态

数字人民币的钱包载体形态可以分为软钱包和硬钱包。

1.1.5.1 软钱包

软钱包基于移动支付 App、SDK、API 等为用户提供服务。具体包括现行推广的央行数字人民币 App、运营银行 App 的数字人民币钱包以及其他形式软钱包等。

“数字人民币”App 是由央行数字货币研究所开发的，但其中数字人民币钱包的运营主体是银行。央行数字货币研究所为用户提供数字人民币 App 账户的开立，并为用户提供数字钱包综合管理服务，包括协助开立数字钱包、协助注销数字钱包、记录数字钱包信息、记录数字钱包交易信息等服务。而指定银行作为运营机构，则通过数字钱包向用户提供数字人民币转钱、支付、兑换等服务。

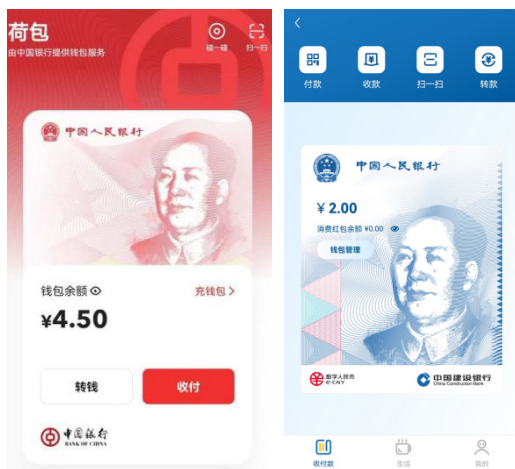


图 1 软钱包

1.1.5.2 硬钱包

硬钱包基于安全芯片等技术实现数字人民币相关功能，依托 IC 卡、手机终端、可穿戴设备、物联网设备等为用户提供服务。

目前数字人民币硬钱包，从构成形式上划分主要有三类：

- 基于智能卡的卡片式硬钱包；
- 基于 SE 芯片 +NFC 的移动设备硬钱包；
- 基于运营商数字人民币 SIM 卡的移动设备硬钱包。

由于数字硬钱包可采用“卡片充值”的形式，因此不仅适合老年人等使用智能终端困难的人群，未来还可为境外来华人士提供便利化服务，解决外国人在华消费移动支付不便的问题。可以预见，校园消费、生活缴费、餐

饮服务、交通出行、购物消费等我们所熟知的小额零售高频场景将可能成为数字硬钱包的主要使用场景。

随着物联网和可穿戴设备的发展，并且根据目前的行业进展，社保卡、医保卡、ETC 卡、身份证等证件，都可能成为硬钱包的“载体”，可以预期数字硬钱包将来将陆续应用到更多领域，特别是在小额高频支付、客户隐私保护等方面发挥积极作用。

硬钱包是数字人民币推广的重要一环，随着数字货币、硬钱包的迅速推广带来的用户数量大规模提升，相关硬件开发商有望获得新机遇。

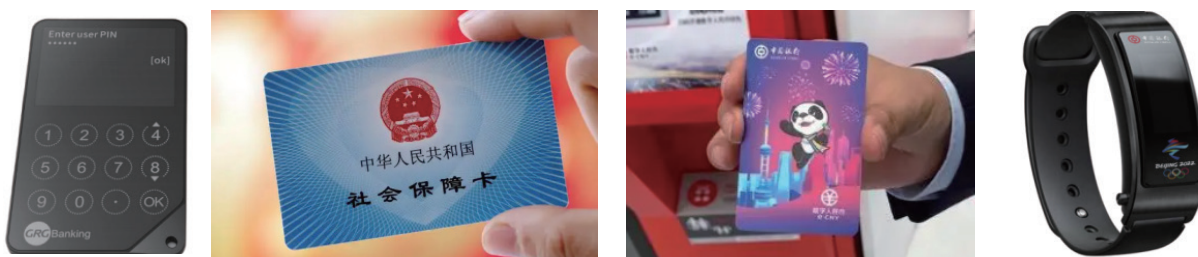


图 2 多种形式的硬钱包

1.2 数字人民币的发展状况

1.2.1 数字人民币发展历程

2014 年开始，中国人民银行专门成立研究小组研究法定数字货币，2016 年央行成立专门的数字货币研究所。2020 年前，我国数字人民币处于理论探索与研发设计阶段。2020 年 4 月在深圳、苏州、雄安、成都及北京冬奥会场景开展试点测试。2020 年 11 月后，新增上海、海南、长沙、西安、青岛、大连等试点城市。2022 年 4 月，天津、重庆、广州、福州、厦门及第 19 届亚运会所在的杭州、宁波、温州、金华、绍兴、湖州等试点城市。目前数字人民币试点城市和地区已累计 3 批共 23 个，数字人民币试点应用迎来新阶段。

1.2.2 数字人民币应用现状

截至 2021 年 12 月 31 日，数字人民币试点场景已超过 808.51 万个，累计开立个人钱包 2.61 亿个，交易金额 875.65 亿元。试点有效验证了数字人民币业务技术设计及系统稳定性、产品易用性和场景适用性，增进了社会公众对数字人民币设计理念的理解。

2022 年 1 月，数字人民币（试点版）App 已在多个主流应用市场上线，符合条件用户们即可自行在适配应用商店中直接搜索下载。

目前数字人民币已在公共交通、批发零售、餐饮文旅、政务缴费等领域形成一批涵盖线上线下、可复制可推广的应用模式。试点城市均在探索及扩大数字人民币的应用场景。

北京冬奥会是数字人民币应用落地重要场景。2022 年 1 月 10 日，央行营业管理部召开了 2022 年工作会议，提出将稳妥推进数字人民币冬奥场景试点，实现交通出行、餐饮住宿、购物消费、旅游观光、医疗卫生、通信服务、票务娱乐七大场景全覆盖。2021 年于北京围绕冬奥消费场景开展 3 场试点活动，落地场景 40.3 万个，交易金额 96 亿元。



图 3 冬奥会应用场景

轨道交通 AFC 发展状况与 数字人民币试点分析

2.1 轨道交通 AFC 发展状况

据 AFC 专委会统计，截至 2021 年，我国内地共有 43 个城市开通轨道交通，运营线路为 257 条。全国城轨运营里程累计达 8677 公里，全国累计地铁里程超过 7525 公里，地铁在城轨诸多制式中占比近 90%。

2021 年全国城市轨道交通累计布放了自动检票机 108828 通道，自动售票机 43191 台，半自动售票机为 15358 台，互联网取票机 3841 台。此三类设备总量前六位的城市分别是上海、北京、成都、深圳、广州和杭州，均在前三批数字人民币试点城市中。此三类设备作为数字人民币场景应用最为丰富的终端，与乘客直接交互，结合轨道交通交易小额多频的特点，所以数字人民币在轨道交通的应用场景将有广阔空间。

2.2 轨道交通 AFC 试点情况

在数字人民币第一批、第二批试点城市中除了雄安之外，其他城市都拥有 1 条或以上已运营的轨道交通线路。第三批试点城市目前均在应用进行场景搭建。

目前数字人民币试点的 23 个城市中，有深圳、成都、苏州、北京、上海、大连、长沙、青岛、广州、厦门在内的 10 个城市拓展了数字人民币与轨道

交通相关的试点应用。

表 2 数字人民币轨道交通试点情况表

序号	城市	交通方式	参与形态	参与形式	参与功能
1	深圳	地铁	深圳通 App	API 直连	二维码乘车免密代扣、手机交通卡开卡、贴卡充值和线上购卡等
2	成都	地铁	天府通 App	子钱包	二维码乘车免密代扣
3	苏州	地铁	苏 e 行 App	H5 直连	二维码乘车免密代扣，线上商城购物支付
			数字人民币 App	数字人民币 App	扫码购票、补票及充值
4	北京	地铁	北京一卡通 App	子钱包	二维码乘车扣款与贴卡充值
			亿通行 App	子钱包	二维码乘车免密代扣与数币穿戴设备 NFC 进站、线上购票线下取票
			数字人民币 App	数字人民币 App	扫码购票、补票及充值
5	上海	地铁	上海交通卡 App	H5 直连	开卡和充值
			数字人民币 App	数字人民币 App	扫码充值
6	大连	地铁	大连地铁 e 出行	H5 直连	线上购票线下取票
7	长沙	地铁	长沙地铁 App	子钱包	App 购票、乘车扣款、钱包充值
8	青岛	地铁	青岛地铁 App	子钱包	二维码乘车扣款、购票
9	广州	有轨电车	数字人民币 App	数字人民币 App	付款二维码
10	厦门	地铁	厦门地铁 App	H5 直连	二维码乘车扣款、购票

从支持的功能来看，其中除了上海之外，其它 9 个城市都能通过数字人民币相关钱包以免密代扣的形式实现二维码乘车付款。上海交通卡 App 支持通过数字人民币支付渠道实现手机交通卡开卡和贴卡充值。与此同时，北京、大连、长沙、青岛、厦门等城市还支持数字人民币线上购票。北京地铁的亿通行 App 还支持绑定数币穿戴设备 NFC 进站。

从参与形式来看，目前以子钱包与 H5 直连形式参与为主。深圳通 App 采用 API 直连方式。北京、苏州均支持数字人民币 App 扫码购票、补票及充值等功能。上海支持使用数字人民币 App 充值交通卡功能。广州海珠有轨电车使用数字人民币 App 付款二维码。

从参与形态来看，有北京、上海、广州、苏州可以直接使用数字人民币 App 进行线下支付；除广州外，其余 9 大城市轨交 App 均支持数字人民币支付。

2.3 轨道交通 AFC 试点案例

2.3.1 天府通

“天府通”是全国首家同时接入六大国有银行数字人民币钱包的应用企业，全面打通了六大国有银行的数字人民币系统，同时也是全国首个实现数字人民币硬钱包在公共交通场景的应用，软硬钱包兼容，乘车支付方式更加丰富多元。2020 年 12 月 10 日，“天府通”完成了全国第一个智能合约预付卡研发，实现公共交通场景应用落地，可以直接通过数字人民币预付卡来刷卡乘车。

“天府通”案例亮点：

- 实现同时接入六大国有银行数字人民币钱包，满足乘客多元化需求；
- 打通六大国有银行数字人民币系统，具有试点城市标杆效果；
- 完成首个智能合约预付卡研发，丰富支付手段。

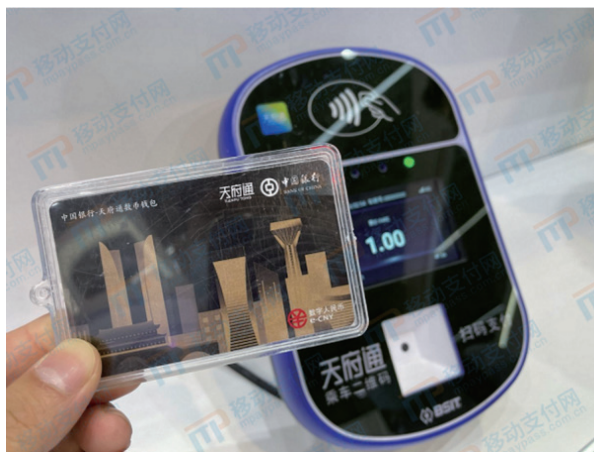


图 4 天府通预付卡

2.3.2 深圳通

2021年7月底，深圳通与建行合作，全国首创推出“交通卡+数字钱包”产品，以IC卡与异形卡方式发行。可提供给电子支付未覆盖的人群使用如小孩、老人等。深圳通通过API直连方式已完成建行等五家银行的软件钱包应用，是国内首个实现数字人民币软钱包免密支付的轨交App。

深圳通案例亮点：

- 首创“交通卡+数字钱包”产品，实现数字人民币硬钱包应用；
- 首创实现数字人民币软钱包免密支付，便捷性大大提高；



图5 深圳通数币卡

2.3.3 北京地铁

2021年8月，北京轨道交通实现了数字人民币在轨道通过闸及购票支付场景的全覆盖。目前，这一场景已应用于全路网24条线428座车站现场的人工售补票处、自动售票机、自助补票充值机及互联网自动售票机。

北京轨道交通案例亮点：

- 实现北京全线网覆盖，乘客可以全场景应用数字人民币，形成闭环；
- 实现线上、线下各终端设备覆盖，应用设备丰富。



图 6 数字人民币在北京地铁应用

2.3.4 苏州轨道交通

2021年6月29日，苏州轨道交通5号线正式开通运营，在国内率先使用数字人民币 App 线下扫码购票。且“苏 e 行” App 使用数字人民币支付功能可以实现二维码进出车站。

苏州轨道交通案例亮点：

- 支持多个银行数字人民币钱包，满足乘客多元化支付需求；
- 支持对不同支付渠道进行统一的安全风控管理，确保轨交出行支付交易安全；
- 通过互联网票务平台的扩展性，在升级改造后兼容支持数字人民币的应用，减少平台重复建设。

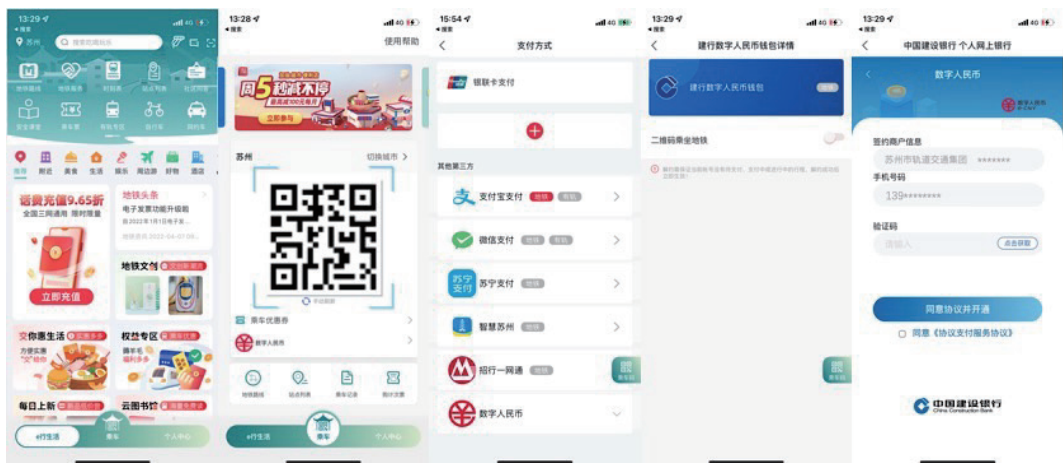


图 7 苏 e 行 App

2.3.5 广州海珠有轨电车

广州首个数字人民币交通出行场景在海珠区有轨电车落地，市民可使用数字人民币 App 进行便捷支付。广州海珠有轨电车搭建系统用于支持数字人民币支付功能，同时对 TTM 进行升级，乘客只需要四个步骤即可体验便捷高效的数字人民币乘车服务。

广州有轨电车案例亮点：

- 实现数字人民币 App 直接付费，使用快捷方便；



图 8 广州海珠有轨电车乘车步骤

目前各大城市均在探索数字人民币在轨道交通的应用场景，轨道交通 AFC 售票、检票、票务处理等方面可应用数字人民币；也可使用数字人民币 App 为公交卡进行充值。

数字人民币在轨道交通领域应用分析

3.1 数字人民币在轨道交通领域应用价值

通过分析研究几个数字人民币试点案例中可以发现，数字人民币对于轨道交通领域有非常大的应用价值，具体表现为：

1. 推广了数字人民币政策，推动了轨道交通业务融合，通过探索践行应用试点，协助推进数字人民币发展；
2. 可替代现金支付车票，大幅降低现金收取、整理等一系列的处理成本，节省第三方支付的代理费用；
3. 硬钱包NFC交互“碰一碰”功能可以提升用户的使用体验，且适应老人、小孩等特殊群体；
4. 增加数字人民币创新支付方式，丰富了轨道交通出行的支付模式；
5. 可促进轨道交通领域关于数字人民币支付的各种标准制定，引领轨道交通领域创新。

3.2 数字人民币在轨道交通领域应用场景

数字人民币支付在轨道交通领域应用场景包括线上支付、线下支付及双离线支付三个场景。

3.2.1 线上支付场景

数字人民币的线上支付大致流程类似于第三方支付的钱包，在支付时用户只需选择相应的支付方式即可便捷地完成付款。目前轨道交通领域线上场景支持三种方式支付：1. 免密协议支付，地铁 App 调用数字人民币接口，上报用户实名信息与银行进行协议签约；乘客签约成功后在地铁过闸时无需输入钱包密码即可完成支付；2. 子钱包推送支付，用户通过登录数字人民币软钱包，在使用前将子钱包推送到相应的地铁 App；3. 数字人民币 H5 直连支付，用户跳转至银行网页端进行支付。

3.2.2 线下支付场景

在有网络的情况下，数字人民币在轨道交通领域线下支付流程三种支付方式：1. 主动扫码，乘客使用移动终端通过数字人民币软钱包扫描 AFC 终端设备上提示的二维码，完成购票、充值；2. 被动扫码，乘客使用移动终端展示数字人民币软钱包上的付款二维码，通过被 AFC 终端设备扫描方式完成购票、充值。3. 硬钱包 NFC “碰一碰”支付：两个具备搭载 SE 安全单元、支持 NFC 功能并开通数字人民币钱包的终端通过“碰一碰”方式完成在线支付，目前轨道交通领域暂无应用。

3.2.3 双离线支付场景

在有网络的情况下，采用的是 NFC 交互“碰一碰”的形式来实现“双离线”支付，即两个具备搭载 SE 安全单元、支持 NFC 功能并开通数字人民币钱包的终端通过“碰一碰”的方式来进行“离线”状态下的支付。

目前双离线支付场景尚未在轨道交通行业实现应用，“双离线”支付需要支付终端硬件的支持，AFC 终端设备需有相应的支付硬件模块，同时还需解决终端设备数字人民币离线交易等技术问题。

3.3 数字人民币在轨道交通 AFC 应用场景

3.3.1 线上场景分析

线上场景可用到数字人民币的场景有：1. 乘车签约；2. 购票场景；3. 进/出站场景。目前试点城市地铁 App 支持以上场景应用，可以展望未来第三方 App 小程序或子系统直接应用数字人民币，届时乘客的选择性更广和便捷度更高。

3.3.1.1 乘车签约

使用数字人民币线上支付前，首先需要与数字人民币软钱包签约，签约成功后方可使用数字人民币支付。

乘客在地铁 App 上使用数字人民币进行支付，实现签约有三种途径，分别为子钱包推送、地铁 App 端 H5 直连和地铁 App 端 API 直连。

(1) 子钱包推送方式：乘客通过登录数字人民币软钱包，在子钱包推

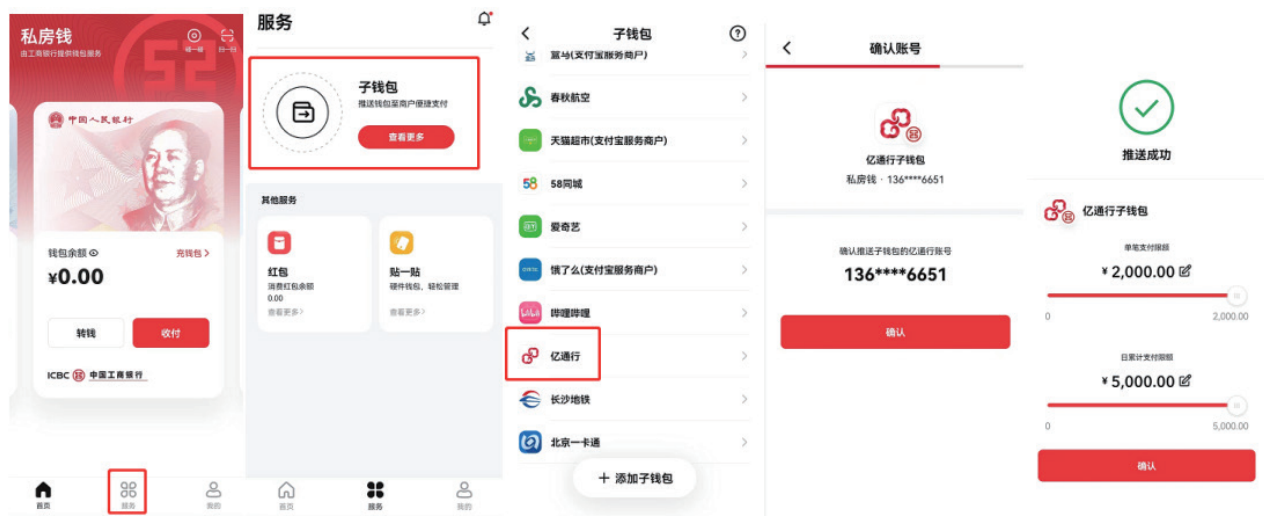


图 9 子钱包推送流程

送功能选择地铁 App；互联互通系统将乘客信息打包后进行加密处理，通过子钱包的形式推送到地铁 App，输入子钱包支付密码即完成签约，推送成功后在地铁 App 中即可选择数字人民币的支付方式，推送过程如下图 9 所示。

(2) 地铁 App 端 H5 直连方式：地铁 App 直接接入银行移动网页端的签约模式。此种方式乘客在签约时需跳转至银行网页端进行支付，输入短信验证码及钱包支付密码即可签约成功，签约成功后在地铁 App 中即可选择数字人民币的支付方式，签约过程如下图 10 所示。

(3) 地铁 App 端 API 直连方式：地铁 App 端接入各大银行应用程序接口签约。此种方式乘客在签约时选择数字人民币支付时进入签约页面，输入姓名、身份证、手机号和手机验证码即可签约成功，签约成功后在地铁 App 中即可选择数字人民币的支付方式。



图 10 H5 直连签约流程

3.3.1.2 购票场景

当乘客需要购票时打开地铁 App，点击需要购买的票种，选择支付方式为数字人民币，输入支付密码后即可出票，购票流程如下图 11 所示。



图 11 地铁 App 数字人民币线上购票流程

3.3.1.3 乘车码检票场景

当乘客需要进站乘车时打开地铁 App，选择支付方式为数字人民币支付。进站时通过展示地铁乘车码，自动检票机扫描乘车码方式进站。出站时展示地铁乘车码，自动检票机扫描乘车码方式出站。出站时地铁 App 收到乘客的消费记录，通过合作银行提供的电子钱包代扣支付申请接口发起代扣申请，合作银行接收代扣申请，将用户出行消费款从用户个人数字人民币账户代扣到地铁电子钱包账户。

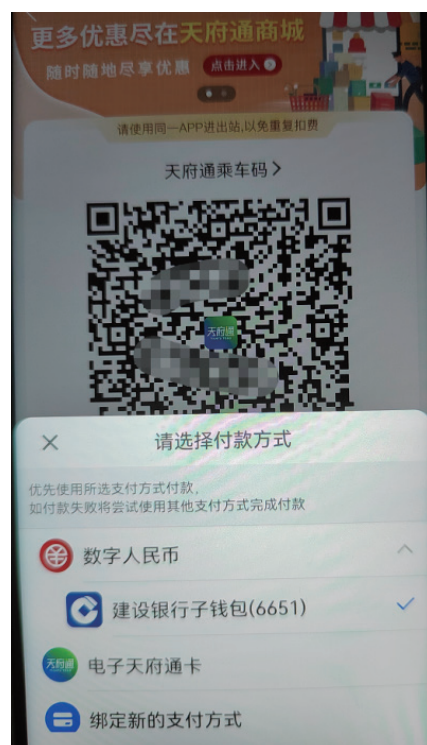


图 12 乘车码选择支付方式

3.3.2 线下场景分析

3.3.2.1 购票、充值支付场景

数字人民币可应用于 AFC 的购票、充值场景，可作为终端支付方式的一种形式，通过数字人民币软钱包或硬钱包进行支付。数字人民币软钱包或硬钱包在终端设备的支付操作提交到票务支付系统，由票务支付系统提交到商业银行数字人民币系统，再由商业银行的数字人民币系统提交到中央银行数字人民币系统，最终由中央银行的数字人民币系统进行金额的属主变更，实现支付操作。

轨道交通 AFC 系统支持乘客通过数字人民币软钱包中的扫一扫、支付二维码及硬钱包“碰一碰”功能进行充值及购票操作。

3.3.2.2 检票场景探索

数字人民币直接检票过闸场景是目前 AFC 探索和突破的重点方向，通过数字人民币与地铁清分系统进行直接关联结算，是值得探索的场景。可考虑从以下步骤进行探索：

1. 数字人民币过闸数据从数字人民币软钱包或硬钱包“碰一碰”中发起，通过自动检票机设备进行校验并提交票务支付系统进行处理；
2. 票务支付系统中的车站前置模块负责进行识别校验、行程交易系统负责进行匹配、订单支付模块负责进行请款，并通过网关模块提交到商业银行的数字人民币系统；
3. 返回请款结果后，提交进出站的订单信息到清分系统。

数字人民币直接过闸场景目前还没有具体行业应用案例，应用过程中还需解决 AFC 设备终端改造、数字人民币安全技术和数字人民币交易技术等问题。

3.3.2.3 准账户支付模式探索

准账户模式中运营机构以账户的形式记载数字人民币的价值，但是不建立乘客身份与账户中记载的数字人民币价值之间的关联关系。

针对数字人民币准账户模式下不再是单一的价值支付，同时具有公交卡属性，因此支付方式为终端公交卡认证结合数币卡扣费的模式。

轨道交通的支付交易为封闭的交易环境，准账户支付应用下自动检票机需增加 SAM 模块实现终端与乘客数字人民币付款终端的双向脱机离线认证，以确认付款方和自动检票机合法性。

探索方式如下：

1. 乘客通过数字人民币准账户终端 NFC 刷卡进站时，乘客准账户公交卡与自动检票机识别交互，完成行业安全认证与识卡通行处理，乘客准账户公交卡记录进站信息；

2. 出站时，乘客再次通过数字人民币准账户终端 NFC 刷卡，乘客准账户公交卡与自动检票机再次识别交互，乘客准账户公交卡记录出站信息；

3. 此时自动检票机发起数字人民币单离线延时交易。交易成功后，自动检票机开闸放行，自动检票机收款终端异步或者同步（根据网络情况判定）向轨道交通数字人民币票务系统发起请款；

4. 轨道交通数字人民币票务系统确认自动检票机收款终端请款交易合法性后，向收款方商业银行发起收款请求，收款方商业银行验证轨道交通数字人民币票务系统请求合法性，向付款方商业银行发起跨机构收款请求；

5. 付款方商业银行验证收款方商业银行的合法性，验证乘客准账户数币卡交易信息的合法性，验证交易 MAC1；如果乘客准账户数币卡异常，计入乘客准账户数币卡黑名单；如果乘客准账户数币卡正常，执行后台账户扣费；

6. 付款方商业银行向收款方商业银行执行跨机构付款和币串交互，收款方商业银行将币串存入轨道交通数字人民币票务系统钱包，收款方商业银行向轨道交通数字人民币票务系统发送收款应答。

准账户模式下自动检票机收款终端与数字人民币准账户数币价值载体之间，不需要进行币串交互，只需要进行相互认证，交易过程相对于

双离线模式要简单，非接触且交易耗时少，刷卡体验好。准账户支付应用方案采用先乘后付的方式（身份认证成功即开闸，开闸后再向付款机构请款），这就可能出现因为账户余额不足，扣款不成功，而引起运营收益损失问题。

3.3.3 双离线场景分析

双离线支付模式中数字人民币价值直接存储于相应的终端中。双离线支付的核心是掌握在乘客手中的硬件终端（硬钱包、SE、IC卡等），整个交易过程是乘客数字人民币付款终端与车站数字人民币收款终端之间通过 NFC 射频实现币串的传递；同时收款终端与轨道交通数字人民币票务系统通过网络实现币串的传递和资金归集。

双离线支付是数字人民币应用的特色之一，目前双离线支付还没有在轨道交通行业上应用，可从以下步骤进行探索：

1. 在轨道交通自动检票机中插入一张或者多张支持数字人民币 SAM 卡，作为轨道交通收款终端数字人民币的价值载体。
2. 乘客使用数字人民币终端 NFC 进站时，完成行业安全认证与识卡通行处理，并在终端记录进站信息。
3. 乘客使用数字人民币终端 NFC 出站时，自动检票机业务实现币串从乘客向轨道交通收款终端的安全传递。通过应用文件共享，行业应用控制行业应用文件改写权限，数字人民币应用控制钱包改写权限等多种策略，实现完全的离线交易。
4. 自动检票机轨道交通收款终端需要进行提现操作时，轨道交通收款终端数字人民币子钱包币串同步到轨道交通数字人民币票务系统母钱包，并清空子钱包以接收自动检票机的连续收款交易。

双离线模式下付款方和收款方的数字人民币的价值载体之间进行直接的币串交换，是最能够体现数字人民币作为法定货币支付的便利性和直接性，交易过程中不涉及平台和通讯，刷卡完成代表交易完成，对于收款方不存在因为后台和通讯问题导致的短款等问题。但实际应用中仍会存在以下问题：

1. 交互过程相对于传统实体非接触 IC 卡交易过程复杂，交易时间长，

在双离线交易情况下，一般要 2 ~ 3 秒时间完成一笔交易；

2. 收款终端数字人民币价值载体 SAM 卡的币串存储容量有限，针对于公共交通小额且频次高的特点，需要不定时与母钱包进行币串同步，以降低 SAM 卡币串存储空间，而提现和同步的过程耗费收款终端处理资源，影响业务处理速度；

3. 需要多张数字人民币 SAM 卡以实现自动检票机的连续过闸交易，增加改造成本；

4. 现有的自动检票机的 SAM 卡处理通道都是单通道，为了实现多 SAM 卡分别与后台的提现同步交易和付款方的币串交互，需要进行自动检票机硬件改造以实现 SAM 卡的多通道处理功能，改造成本较大。

轨道交通关于数字人民币产业链

4.1 数字人民币产业链概述

数字人民币产业链包括发行、分发、流通三个环节，采用央行 - 商业银行 - 公众的双层运营体系。发行环节是央行和商业银行的交互，“一币、两库、三中心”构成发行环节的核心要素，交互包括发行、回笼和商业银行间的转移。分发环节是商业银行将数字人民币分发给个人或企业的过程，使用数字人民币需要个人在商业银行开立数字钱包。流通环节数字人民币支持多种支付方式，应用场景广泛。

在轨道交通行业，数字人民币主要涉及流通环节。流通环节包括购票、补票、扫码、“碰一碰”等多种支付功能，可用到数字人民币软钱包、硬钱包等。AFC 系统建设数字人民币支付系统，则需要对自动售票机、自动检票机进行模块改造，以便支持软钱包、硬钱包使用数字人民币进行支付。

因此，轨道交通行业涉及的数字人民币的相关方向可以归纳为：软钱包、硬钱包、数字人民币类模块、数字人民币收单终端等。

4.2 软钱包接入应用

数字人民币软钱包作为支付流量入口，应用场景不断丰富，使用体验逐渐接近现行电子支付工具。可在线下实现数字人民币扫码购票、补票功能；

各城市地铁公司均已开发上线地铁官方 App，通过数字人民币软钱包支付，实现了购票、补票及扫码过闸功能。作为支付流量入口可助力轨道交通行业拓展零售端支付市场份额，轨道交通行业也有望围绕数字人民币支付入口推广更多的服务。

4.3 多种形态的硬钱包

数字人民币硬钱包是基于安全芯片等技术实现数字人民币相关功能，依托 IC 卡、社保卡、手机终端、SIM 卡、可穿戴设备和物联网设备等为用户提供服务。可作为小学生、老年人等群体使用公共交通的主要支付手段。

考虑到老年人对使用手机移动支付的学习成本，以及文创内容等个性化要素在卡式硬钱包上的呈现，可以说，数字人民币将是电子支付形式的一种重要的补充。数字人民币硬钱包在多种形态下呈现所蕴含的商业机遇值得期待。目前市场上有普通数字人民币硬钱包，无源可视卡硬钱包，有源可视卡硬钱包，异形硬钱包等。



图 13 多种形态硬钱包

4.4 数字人民币类模块

现阶段，大多应用场景仍无法关联使用数字人民币，主要原因是相应终端模块还没进行铺设。在 ATM、POS 机等金融终端领域，市场上的绝大部分现有机型尚未搭载数字人民币相关模块，无法满足数字人民币的交易需求，未来存在较大规模的改造预期。



图 14 各种模块终端

4.5 数字人民币收单终端

目前各厂商关于数字人民币收单终端的研发成果较少，各厂商可以在智慧客服终端、自动检票机、自动售票机、城市一卡通终端、轨道交通票卡设备、智能卡设备、安全卡设备以及数字人民币专用读写器等设备进行研发，以便占有市场空缺。



图 15 各种读写器终端

数字人民币在轨道交通领域 发展趋势预测

当前，我国数字人民币的探索走在了世界前列，初步积累了一些经验，但尚处在试点测试阶段，距离真正落地还需一定时间。数字人民币相关的法律框架和制度体系建设、金融基础设施与运营技术路线的统筹协调、基于数字人民币的金融新业态发展、金融监管体系的完善、数字人民币的货币政策传导机制，以及数字人民币的国际化等，都是下一阶段数字人民币发展在理论与实践方面需要认真研究和探索的。但是，有一点可以肯定，数字人民币是加快数字化发展、建设数字中国的助推器，在网络技术和数字经济蓬勃发展的推动下，在中国不断提升的经济实力支撑下，数字人民币未来可期。

对于轨道交通场景而言，试点城市线上支付场景的应用较多，包括乘车签约、购票、乘车码检票等场景，线上支付场景具有符合用户习惯、改造费用低以及方便快捷等优点，成为目前主流应用方向。通过线下支付场景可丰富线下购票、充值支付场景，需要对自动售票机和半自动售票机等终端进行硬件改造，可实现主动扫码、被动扫码以及硬钱包“碰一碰”支付，可作为线上支付场景的补充支付手段。目前数字人民币直接检票场景、准账户支付模式和双离线场景仍处于探索阶段。直接检票还场景还需解决 AFC 设备终端改造、数字人民币安全技术和数字人民币交易技术等问题；准账户模式需要解决先乘后付的回款等问题；双离线场景需要解决交易时间长、业务处理速度慢和改造费用高等问题。

各城市正在丰富轨道交通应用数字人民币的场景，各大厂商也在积极推动产品应用终端研发以及落地，以期在数字人民币市场占据赛道。轨道交

通各供应商应从硬件设备和软件系统两方面把握数字人民币投资机遇。当前数字人民币处于发展初期阶段，机遇与挑战并存。集成厂商或将受益于金融系统数字人民币推广带来的业务增长。伴随着数字人民币的普及，相关轨道交通业务系统须与对接的受理金融机构进行匹配性升级，由此将带来巨大的市场需求。

目前看来，在轨道交通行业，数字人民币支付有望成为与在线支付、现金支付等支付手段平行的支付方式。至于是否会成为支付主力、何时成为支付主力还是取决于两方面，一是支付场景的数字化覆盖情况，二是数字人民币在最广泛个人用户中的推广普及情况。

长期来看，随着数字人民币应用场景、服务经验、业务规则与技术标准的逐渐完善，支付服务提供商将受益于线下的现金交易逐步向基于央行数字货币的支付体系转移。数字人民币也将成为地铁数字经济时代支付服务升级的重要驱动力。

参考文献

- 中国数字人民币的研发进展白皮书 中国人民银行数字人民币研发工作组
- 2021 年度城市轨道交通 AFC 市场报告 中国信息产业商会自动收费系统专业委员会
- 2020 数字人民币发展研究报告 移动支付网 佘云峰
- 数字人民币在公共交通领域的发展和思考 移动支付网 佘云峰

关于广电运通

广电运通创立于1999年，隶属于广州无线电集团，是国有控股的高科技上市企业（证券代码:002152）。公司设立数字金融创新研究院，助力构筑数字金融的顶层设计，同时在数字人民币及金融信创上发力，巩固数字金融基础设施底座。公司先后荣获金融领域企业标准“领跑者”、“金松奖”、“金融科技品牌影响力奖”、“金融科技领军企业”等行业权威奖项。

作为数研所的数币试点参与单位之一，广电运通紧跟央行数字人民币试点步伐。公司凭借数字人民币应用场景全链路建设的能力，为轨道交通、银行等客户提供包含终端产品、系统平台、场景方案、生态运营的数字人民币一体化解决方案。

目前，广电运通已获得7家银行的数字人民币核心系统建设订单。广电运通旗下子公司运通智能已助力广州有轨电车公司上线使用数字人民币扫码乘车功能，同时承建了深圳市轨道交通互联网票务管理系统数字人民币支付业务项目。

数字人民币产品

1、数字人民币智能终端



数字人民币嵌入支付终端

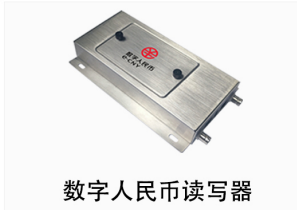


数字人民币智能机

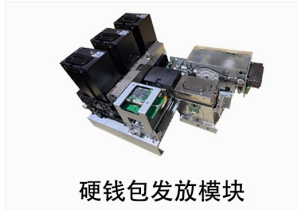


数字人民币商户收款终端

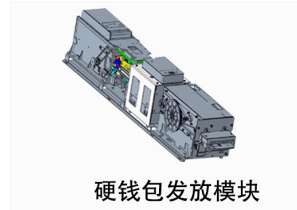
2、数字人民币核心模块



数字人民币读写器



硬钱包发放模块



硬钱包发放模块

3、数字人民币硬钱包



数字人民币硬钱包



有源可视卡硬钱包



无源可视卡硬钱包

数字人民币客户案例

- 广州市海珠有轨电车数字人民币支付项目
- 深圳地铁数字人民币支付项目
- 建行、邮储、工行数字人民币ATM试点
- 甘肃银行数字人民币系统及相关设备采购项目
- 宁夏银行数字人民币业务场景项目
- 新疆农村信用社数字人民币系统项目
- 长沙银行数字人民币核心业务系统建设
- ...



电话：(020) 6287 8085

网址：www.grgbanking.com

地址：广州市黄埔区科学城科林路9、11号

八维通科技有限公司

BWTON TECHNOLOGY CO., LTD.

八维通科技有限公司创立于 2017 年，是由中国中车股份有限公司和中国银联股份有限公司联合发起设立的高新技术企业。公司定位于智慧出行平台服务商，业务覆盖城市轨道交通、停车、公交、高速、加油站、景区等领域 50 多个城市、200 多个出行场景，构筑了全国涵盖场景最广、服务生态最全面的城市一体化出行服务 MaaS 平台。

公司依托大数据、云计算、物联网、人工智能、5G、区块链等新兴技术，推出数字票务、无感通行、智慧乘客服务、智慧车站、智慧枢纽及商圈运营等系列解决方案，持续引领轨交数字化转型升级。依托出行行业资源与技术优势，结合移动支付场景化实践，带动金融机构及交通出行沿线商业合作伙伴资源，创新智慧出行生态，推动城市便民、普惠、低碳、智慧化场景服务的建设与落地。

八维通秉承“出行零等待、支付零转换、服务零距离”的用户出行服务理念，积极开展数字人民币轨道交通场景应用试点工作，率先开创了数字人民币在城市公共出行领域的服务新模式。在数字人民币推广、流通环节，积极开展硬件研发、出行数字化服务、全域出行场景服务、跨区域互联互通出行服务与交通沿线商圈服务等全栈式普惠创新，为出行者创造“人畅其行、人享其行、人悦其行”的数字化融合新体验。

📍 地址：浙江省杭州市余杭区仓前街道鼎创财富中心 2 幢 13 层

📮 邮编：311221

☎ 电话：0571-86826618

✉ Email: business@bwton.com 🌐 官网: www.bwton.com



数字新基建 出行新生态

北京如易行数字货币产品介绍

北京如易行科技有限公司介绍

公司致力于为公共交通出行领域提供更为优质的移动支付出行+生活消费场景服务式出行解决方案，并通过构建高科技互联网移动支付消费服务平台，为民众提供更为便捷、高效的地铁、公交出行体验及交通周边互联网生活场景服务。

如易行公司是北京轨道交通互联网票务平台的投资方，负责整个互联网票务平台的软硬件系统改造及建设、运营维护、清分对账、客户服务以及亿通行App的商业化运营。目前如易行已于多个城市的交通企业(如沈阳地铁、呼和浩特地铁、大连公交等)达成合作，具有国内领先的多城市交通行业服务经验。

如易行公司持续服务地铁出行用户日均1200万人次，亿通行App累计注册用户已达3080万人。

数字人民币在北京轨道交通全路网的落地应用，是北京地铁以服务群众地铁便捷出行行为初心、以金融赋能数字化首都建设的实践成果，也是承担社会责任、建设“人民轨道交通”的重要体现。后续，如易行公司还将在北京轨道交通政府主管部门以及各相关管理企业的引领下继续推进数字人民币在多场景下的多形式应用，持续优化提升数字化出行体验。



扫码下载亿通行App

北京地铁数字货币产品

01. 手机钱包NFC卡过闸

Apple Pay、MI Pay等手机钱包熄屏刷卡过闸，绑定数币支付渠道后付费



02. 数字人民币可穿戴设备过闸

数币可穿戴设备、可视卡等刷卡乘车



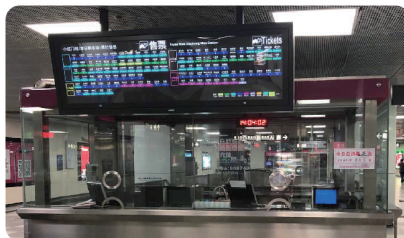
03. 亿通行App后付费二维码过闸

亿通行App绑定数字人民币支付渠道刷码进出站



04. 线上购票线下取票

亿通行App上使用数字人民币购买单程票、定期票、机场线计次票，iTVM取票



05. 售、补票设备非现金支付

iTVM、BOM售卡、充值、购票、补票实现数字人民币扫码支付

让身份信息

更安全! 更智慧! 更有价值!



智慧政务



智慧交通



智慧民生

深圳市雄帝科技股份有限公司（股票代码:300546）成立于1995年，是全球领先的身份信息综合管理服务商，为全球政府、机构、企业用户提供以可信数字身份技术为核心的身份识别与管理整体解决方案及大数据服务。公司业务范围涵盖智慧政务、智慧交通、智慧民生等领域。

雄帝科技总部位于深圳，现有员工八百余人，研发人员占比超过40%，公司在深圳龙岗区建有自己的产品制造及研发基地，在长沙设有系统软件研发中心，在深圳南山区设有创新技术研究院、博士后创新实践基地，在北京、广州、武汉、包头等地设有分、子公司。雄帝产品销售中心及产品维护服务中心覆盖全国，美国、俄罗斯、印度、尼日利亚等国家设有代表处。



功能特点

- 读写距离：≥10cm(无盲区)
- 交易时间（次/卡）：≤300ms
- 通讯接口：RS232接口、USB接口、以太网口
- 多城市标准一卡通支付、银联闪付卡、NFC数字人民币支付、数字人民币预付卡支付等；
- 二维码支付（如数字人民币、微信、支付宝等）
- 二代公民身份证读取

深圳市雄帝科技股份有限公司

地址：深圳市南山区深圳湾科技生态园10栋A座29楼

身份信息综合服务商

T +86 755 - 83416677

E sales@xiongdi.cn

F +86 755 - 83416349

W www.xiongdi.cn