



先施科技

远距离无源RFID技术 及应用讲座

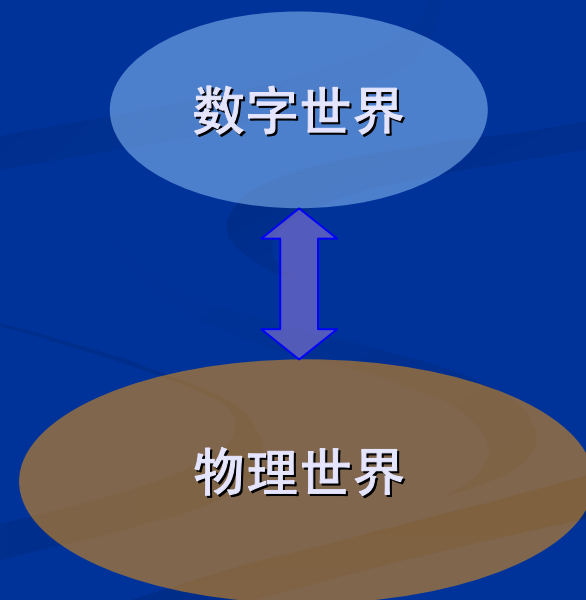
主讲人：倪荣生
深圳市先施科技有限公司



第一章 远程自动识别技术的发展

物理世界和数字世界

- 物理世界和数字世界
- 数码识别和特征识别
- 条码、智能卡和射频自动识别





数码识别和自然特征识别

自动识别方法	自然特征分析模拟识别法	编码数字识别法
识别手段	指纹	条形码
	DNA	磁带
	瞳孔	智能卡
	文字或数字模式识别	RFID标签
特点	不必更改管理对象	要在管理对象上加标识设备
	特征分析困难，难于做到唯一对应	识别简单，易于做到唯一对应
	准确性易受客观条件影响	准确性高，不易受客观条件影响



条码、智能卡和射频自动识别

	条形码	智能卡	射频自动识别
读取方式	CCD或激光束扫描	有线连接	无线通信
信息载体	纸\塑料薄膜\金属表面	EEPROM	EEPROM
信息量	小	大	大
智能化	无	有	有
通讯方式	光学技术, 需直视	直接接触	无线数据传输
穿透性	不能	不能	除金属之外, 可穿过包装、运输箱以及多数材料读取
多电子标签	不能	不能	多电子标签可同时读取
数据读/写性	只读	可在读写时更新数据	可更新电子标签数据
高速运动读写	较差	不能	可被标识的物体高速运动时识别
抗干扰能力	差	很好	很好
环境	高	高	恶劣的环境下能有效工作
寿命	较短	长, 可重复使用	长, 可重复使用
保密性	差	最好	最好



远程和近程自动识别系统的比较

识别系统类型	近程自动识别系统	远程自动识别系统
读写距离	数十厘米	数十米
标识物识别时状态	人手持电子标签，在接近于静态状况下识别	不影响标识物运动的条件下动态识别
读写器天线	线圈	有向幅射天线
通讯媒体	线圈互感耦合	电磁场
标签使用对象	以人为主	以物为主
用途	身份证、电子车票、信用卡	车、箱、包裹、工件、货物
技术复杂程度	较成熟	要求较高
读写器价格	1000元以内	5000-10000元
电子标签价格	5元以内	2-数十元

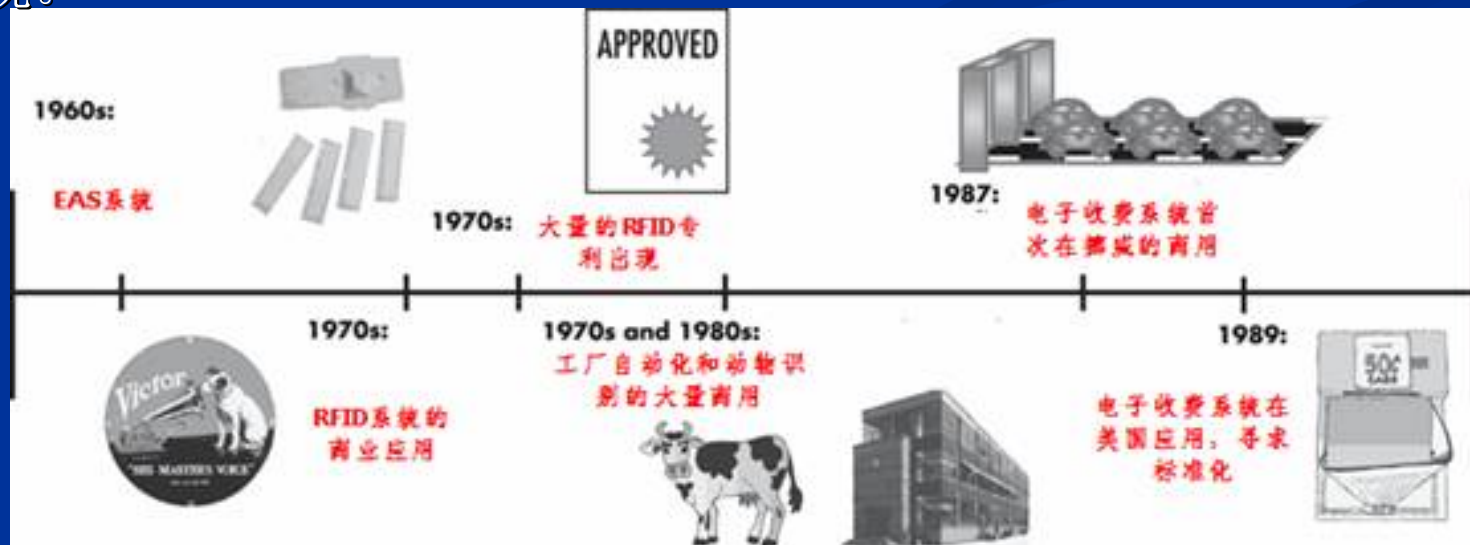
远程射频识别的发展（一）

- 1941—1950 雷达的改进和应用催生了RFID技术，1948年奠定了RFID技术的理论基础。
- 1951—1960 早期RFID技术的探索阶段，主要处于军事实验室实验研究。



远程射频识别的发展（二）

- 1961—1970 RFID技术的理论得到了发展，开始了一些应用尝试。
- 1971—1980 RFID技术与产品研发处于一个大发展时期，各种RFID技术测试得到加速。出现了一些最早的RFID应用。
- 1981~1990 RFID技术及产品进入商业应用阶段，各种规模应用开始出现。

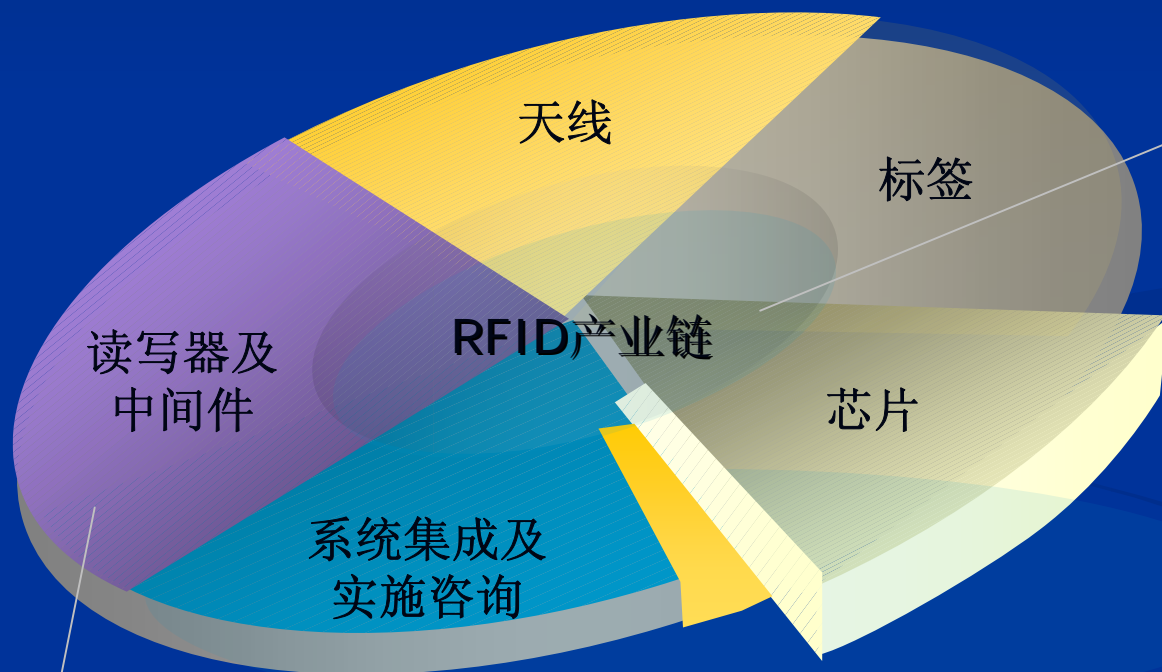


远程射频识别的发展（三）

- 1991~2000 道路电子收费系统得到广泛应用，RFID产品得到广泛采用，逐渐成为人们生活中的一部分。
- 2001—今 标准化问题日趋为人们所重视，RFID产品种类更加丰富，有源电子标签、无源电子标签及半无源电子标签均得到发展，电子标签成本不断降低，规模应用行业扩大。



远程射频识别在中国的发展



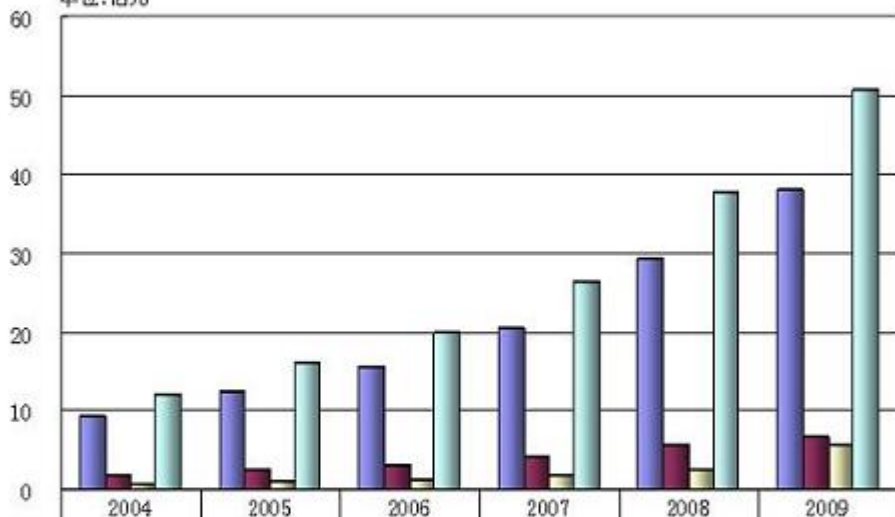
中国RFID企业总数超过100家，产业链基本形成，但是在全国100余家RFID企业中，各种代理或外企分支机构有40多家，占2/5左右，近50%企业仅从事系统集成与应用系统开发。

- 深圳市先施科技有限公司，深圳市远望谷科技有限公司，南京瑞福科技公司等都相继投入力量，进行了有自主知识产权的远程电子标签和读写器系统的开发，已形成了初步的产业规模。

市场发展前景

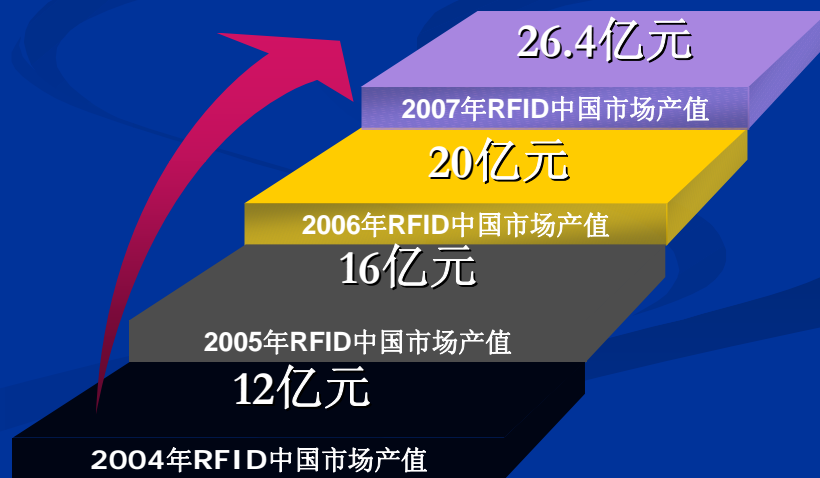
2004-2009中国RFID市场规模

单位:亿元



■ 标签	9.3	12.4	15.5	20.5	29.3	38.1
■ 读写器	1.9	2.5	3.1	4.1	5.8	6.8
■ 软件和服务	0.9	1.1	1.4	1.9	2.7	5.7
■ 总计	12.0	16.0	20.0	26.4	37.8	50.6

年增长率 26%



《数据来源:中国自动识别协会》

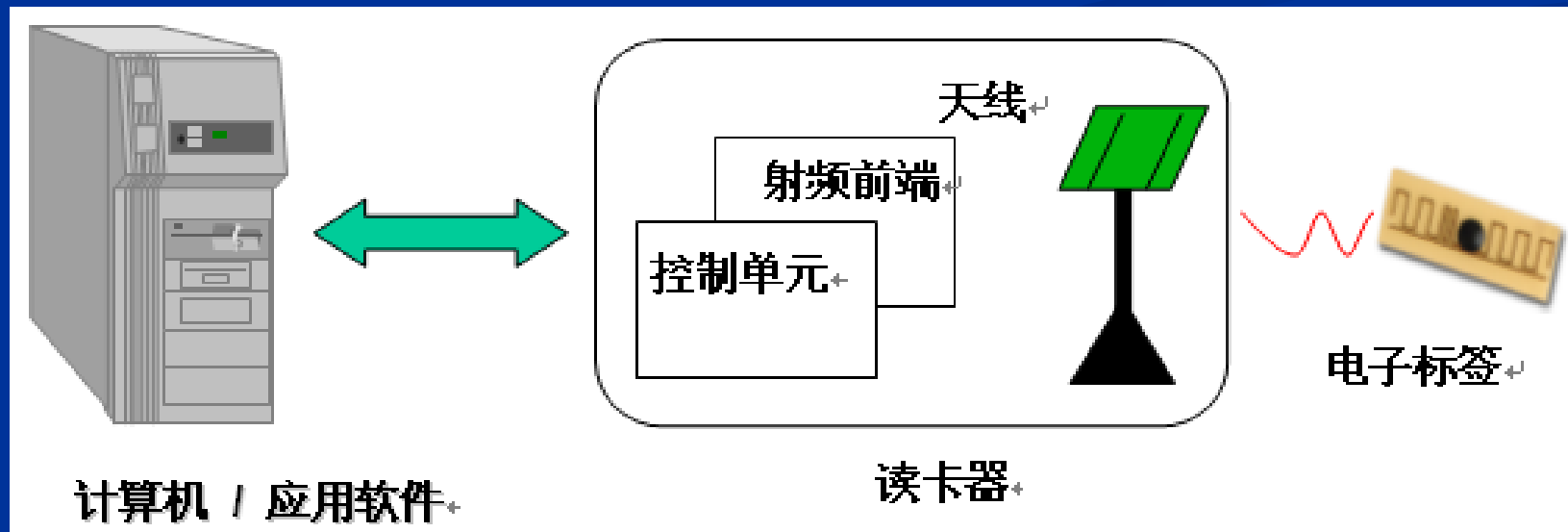
2004年~2009年中国市场RFID市场规模



第二章 远程RFID原理

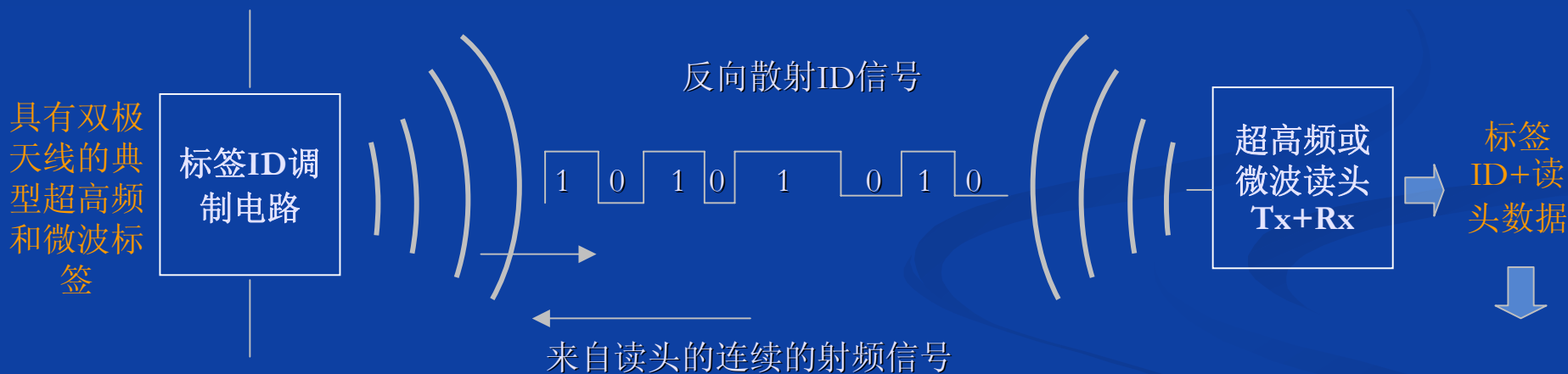
远程RFID系统的组成

- **电子标签(Tag):** 电子标签含有内置天线和电路芯片, 用于和射频天线间进行通信。
- **读写器:** 包括天线、射频收发前端、控制单元和通讯接口, 读取或写入电子标签信息。
- **计算机和应用软件:** 通过读写器的通讯接口与外部计算机(上位机主系统)连接, 进行数据交换。



RFID模块读写器系统构成简化示意图

远程RFID系统工作原理



激励

命令

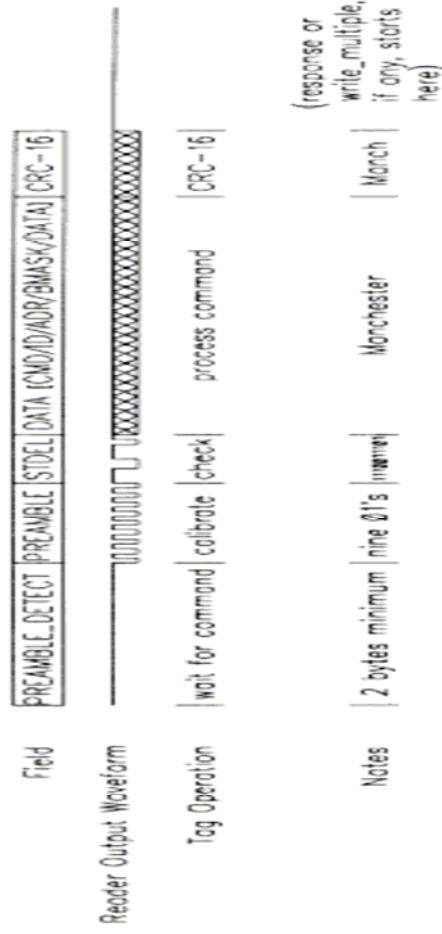
响应

解码

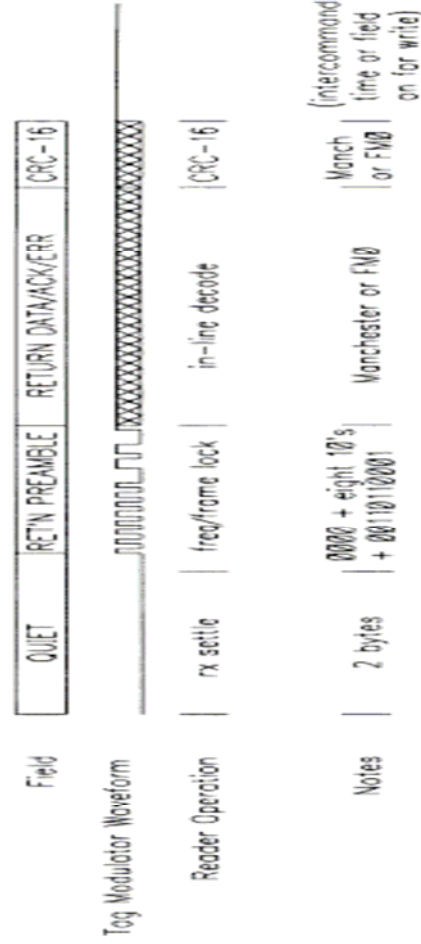
通讯

RFID系统的命令和响应

Reader to Tag Link



Tag to Reader Link





无源远距离远程RFID系统

- 具有成本低，体积小，使用方便，可靠性和寿命高，能耐受户恶劣环境等优点。它能一次性读取多个电子标签、穿透性强、可多次读写、数据的记忆容量大、可以在被标识的物体高速运动的情况下工作。
- 目前有工作于UHF和2.45GHz频段的二种无源远距离远程RFID系统。无源超高频系统的作用距离比2.45GHz系统要远得多，读写距离可在10米以上，已成为远程无源识别系统的主流。

UHF频段

2.45G频段



远程RFID系统优点

实时：可瞬时自动读出ID号，实时得到信息；

准确：读出准确性高，达到99.99%

防伪：微波标识不可复制，更改和伪造

可靠：适应多尘、潮湿等恶劣环境气候

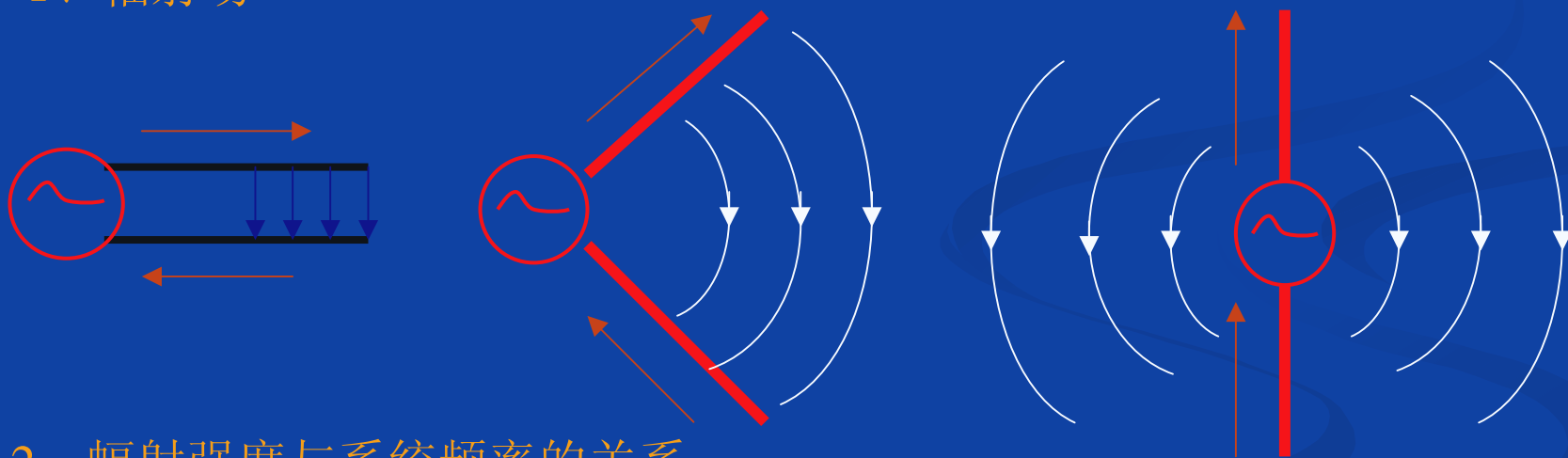
连网：通过计算机网络对物流和车辆监控

长寿：采用无源卡，不需电池，终身免维护

低廉：仅需数元，就可使用

天线辐射原理

1、幅射场



2、幅射强度与系统频率的关系

当天线的长度 L 远小于波长 λ 时，辐射很微弱；天线的长度 L 增大到可与波长相比拟时，导线上的电流将大大增加，因而就能形成较强的辐射。

影响RFID读写距离的因素

- 影响射频卡读写距离的因素是读写器的RF输出功率 P 、射频卡的功耗和反射的能量、和读写器的接收的能量和接收灵敏度
- 影响上述指标的是射频卡天线有效接收和反射截面积 A_t ，读写器的接收天线有效面积。
- 在视场范围相同的条件下，无源RFID系统随频率升高而作用距离减小。

作用距离的计算

- ❑ 读写器天线的“视场”大小的要求，取决于目标的速度和运动范围，与系统的频率选择无关，即天线方向图和增益G的要求与系统的频率选择无关。
- ❑ 随着频率升高，波长变短，在天线增益不变的前提下，频率越高，天线有效接收和反射面积越小，造成读写器和标签接收的功率变小。
- ❑ 接收机和标签的灵敏度要求与频率无关，因此频率增高，作用距离会变小
- ❑ 从公式中可见，要保持同样的作用距离，2.45GHz系统的基站发射功率P需比UHF系统高7倍，5.8GHz系统需高40倍。

$$S_t = PG / 4\pi R^2$$

$$P_t = PG_{At} / 4\pi R^2$$

$$S_b = PG_{At} / (4\pi)^2 R^4$$

$$A_b = \lambda^2 \frac{G}{4\pi}$$

$$P_b = S_b * A_b = \frac{PG_{At}^2 \lambda}{(4\pi)^3 R}$$

远程RFID系统中的冲突问题

- 由于远距离无源RFID系统作用距离远，视场范围大，容易出现**多卡和多机**的情况
- RFID多标签读取的防冲突
- 密集读写器的防冲撞技术和多读写器协调技术。

多卡冲突仲裁

- 多卡冲突仲裁的基本原理是缩小范围，让同一时间只许有一个卡响应
- 识别卡必须是智能的，可受读写器命令控制
- 仲裁的方法主要有二种：Binary和 Aloha

Binary多卡冲突仲裁

(识别卡四个状态)

- 1、POWER-OFF状态：**当读写器不能激活识别卡时，识别卡处于关机状态。（对于有源识别卡，这意味着射频激励的强度不足以激活识别卡的回路。）
- 2、READY状态：**当读写器第一次激活识别卡时，识别卡处于READY状态。
- 3、ID状态：**当识别卡试图向读写器传送识别信息时，识别卡处于ID 状态。
- 4、DATA_EXCHANGE状态：**当识别卡被读写器识别并被选中时，识别卡处于DATA_EXCHANGE 状态。



关键硬件和命令

- 为支持仲裁冲突，识别卡上具有二个硬件电路：8比特计数器COUNT和1比特随机数发生器（只有二个可能的值：0或1）。
- 读写器的GROUP_SELECT与GROUP_UNSELECT命令，使所有或一部分在读写器射频电磁场的识别卡参与冲突仲裁。然后可用识别命令去运行冲突仲裁算法。

冲突仲裁

- 开始时，一组识别卡通过GROUP_SELECT命令转换到ID状态，然后将它们内部的计数器置0。这个组的子集可通过GROUP_UNSELECT命令不被选中转回READY状态。
- 在上述的选中过程后，应实现下列的循环：
 - 1、所有处于ID状态且计数器COUNT为0的识别卡应发送它们的ID号。最初这个组包含所有选中的识别卡。
 - 2、如果多于一个识别卡在发送，读写器接收一个错误的响应，应发出FAIL命令。
 - 3、计数器COUNT不等于0的识别卡在收到FAIL命令后，将生成一个随机数。随机数为1的识别卡将增加COUNT，它们不会发送。随机数为0的识别卡将保持COUNT为0，并再一次发送它们的UID。

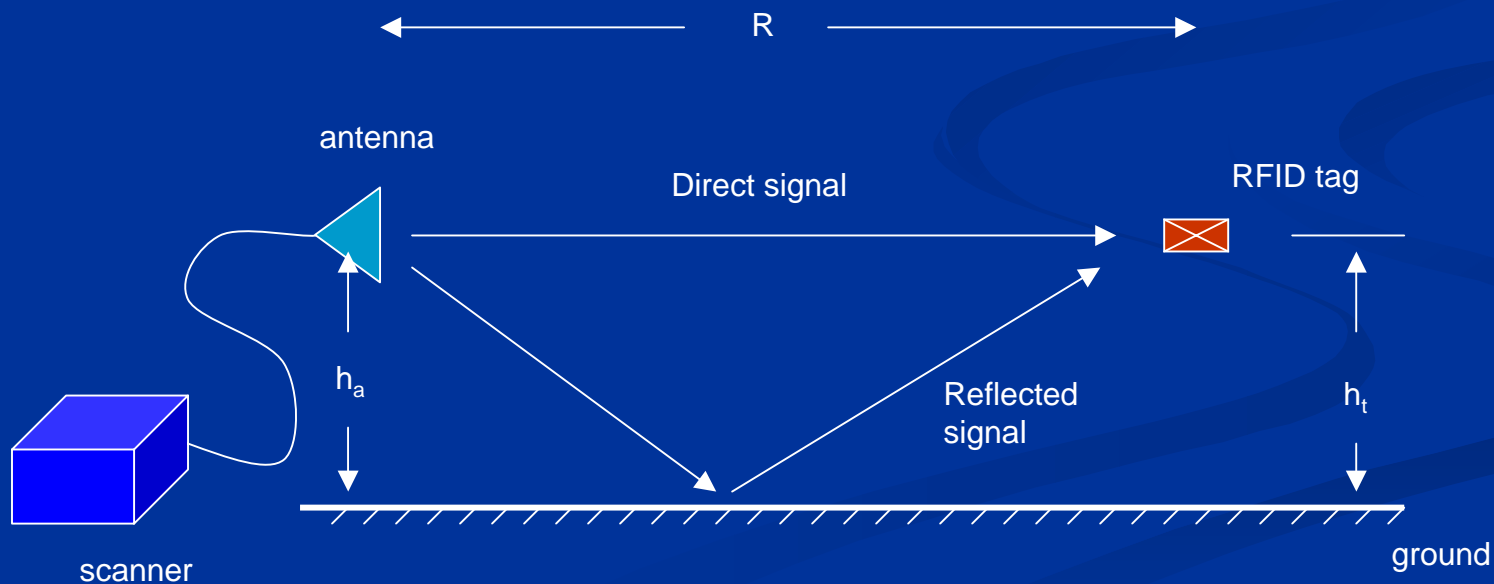
冲突仲裁

现在出现四种可能情况之一：

- 如果多于一个识别卡发送，则重复FAIL第二步。（可能情况1）
- 如果所有识别卡的随机数为1，无识别卡发送。该读写器接收不到信号。它发出SUCCESS命令。所有内部计数器COUNT减小，以及计数器COUNT为0的识别卡发送。一般来说，这样会返回第二步。（可能情况2）
- 如果只有一个识别卡发送并且正确地收到ID号，该读写器应发送带此ID的DATA_READ命令。如果DATA_READ命令正确地收到，该识别卡应转为DATA_EXCHANGE状态，并应发送它的数据。
- 读写器应发送SUCCESS命令。所有处于ID状态的识别卡应当减小COUNT，
- 如果只有一个识别卡的计数器COUNT为1并发送，重复第五或第六步。如果多于一个识别卡发送，重复第二步。（可能情况3）
- 如果只有一个识别卡发送，而接收的ID有错误，该读写器应发送RESEND命令。如果ID正确地收到，重复第五步。如果重发接收ID若干次（这个次数根据该系统错误处理的级别进行设置），则会假定有多个识别卡发送，并重复第二步。（可能情况4）

多径效应对作用距离的影响

- 地面、周围建筑物和金属构件的反射引起的多径效应。
- 金属表面的电子标签收不到信号。



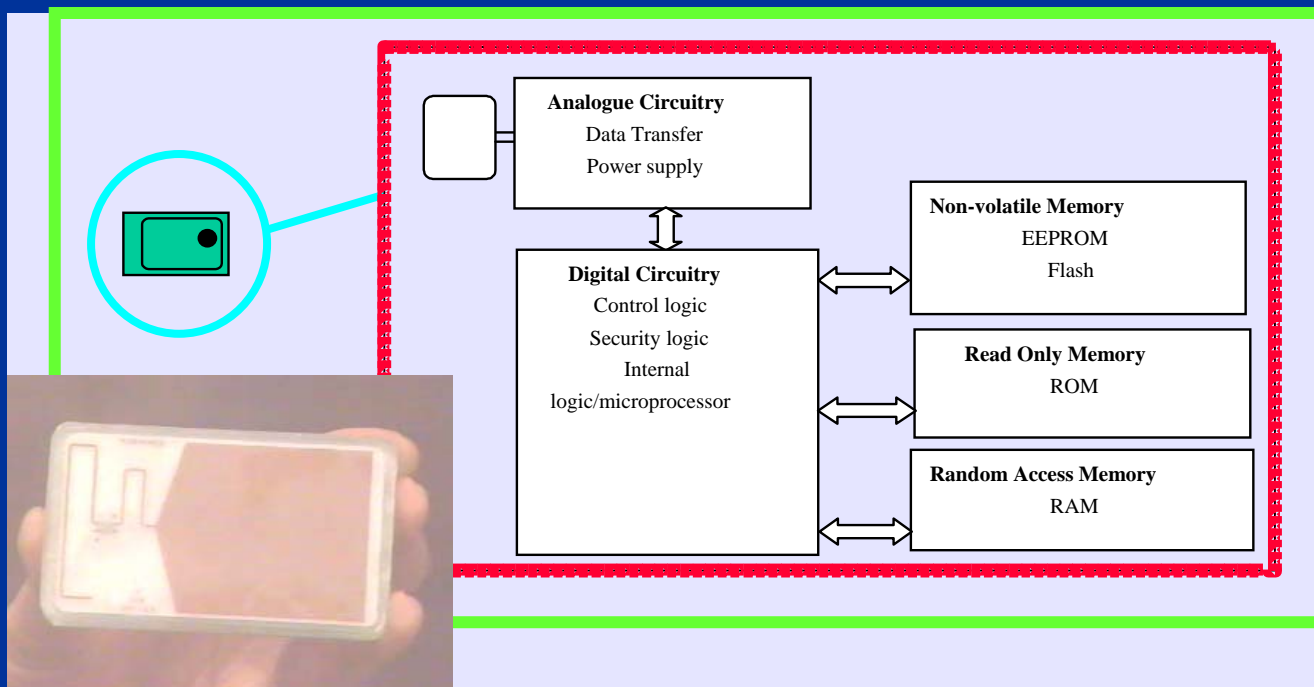


第三章

远程自动识别的基本部件

电子标签的组成

- ❑ 电子标签由标签电路和标签天线组成；
- ❑ 标签工作方式可以是被动式或主动式
- ❑ 主动式由电池供电，被动式可有可无。

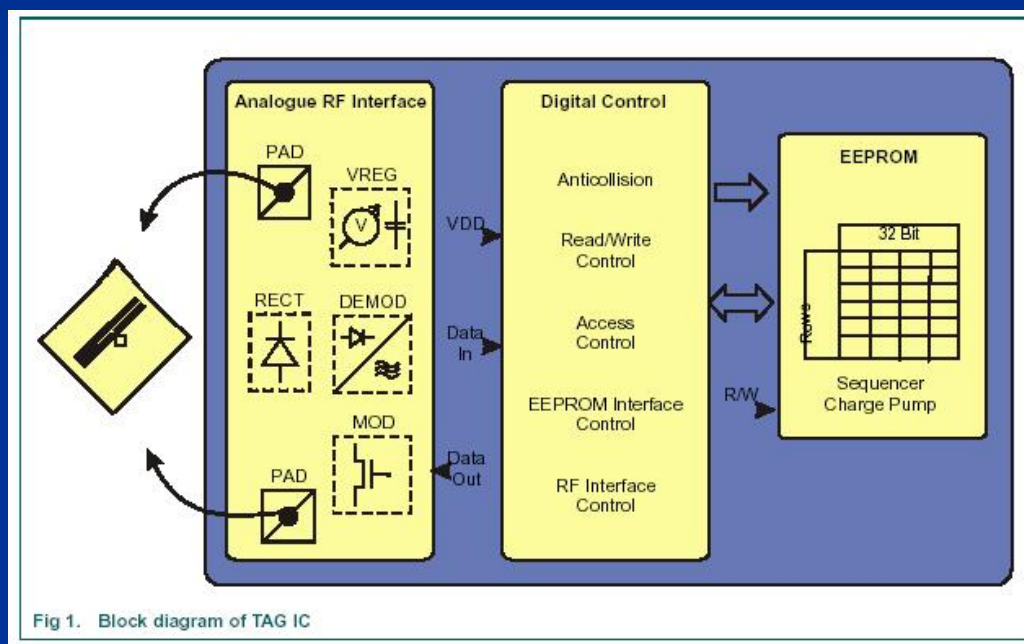




Active Tag和Passive Tag的区别

有源标签	无源标签 (Passive Tag)
内装电池	无源，利用无线波能量工作
在高温或低温下电池不能正常工作	在高温或低温下能正常工作
电池为一次性，无法更换。因此标签卡使用寿命受到卡使用情况的不同而差异很大。	系统一致性很好，无源卡的使用寿命保证10年以上，免维护。
卡的外型尺寸大，较厚，较重。	外型小巧，轻，薄，安装方便，适用各种场合使用。
读写距离大于10M，读写数据慢。	读写距离小于10M，读写数据快。
无法做到标签防拆功能、成本较高。	容易做到做到“一车一卡一号”，为车量实现终身ID号标记及车量信息、成本低。

电子芯片电路



- 电子标签的性能取决于电子标签的天线、电子标签的集成电路和电子标签的使用环境；
- 要使UHF的自动识别系统识别距离远，必须同时改进电子标签和读写器的性能，而电子标签是关键的一环。



Philips的UCODE系列芯片

Product Features	UCODE HSL	UCODE EPC 1.19	UCODE EPC G2
存储器			
容量 [bit]	2048	96 + 256	512
可写次数[cycles]	100 000	100 000	100 000
数据保存期[yrs]	10	10	10
射频接口			
适用标准	ISO 18000-6B ISO 18000-4	ISO 18000-6B	UHF EPC Gen2 ISO 18000-6C
频率	UHF/2.45 GHz	UHF/2.45 GHz	UHF
速率[kbit/s]	up to 40	up to 40	up to 640
Anticollision	adapted binary tree	adapted binary tree	slotted ALOHA
作用距离[m]	up to 7.0	up to 7.0	up to 7.0
安全			
唯一序列号[byte]	8	8	4
写保护	按字节保护	按字节保护	按数据块保护

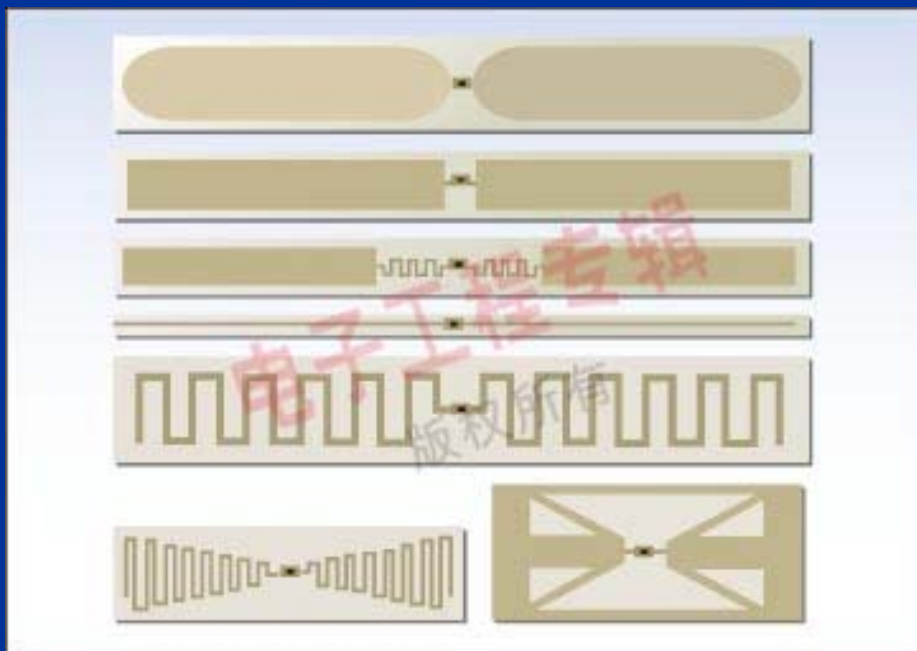


电子标签天线的要求

- 足够的小以至于能够贴到需要的物品上；
- 具有宽的方向性；
- 天线后的芯片的输入阻抗必须和天线的输出阻抗匹配，传输最大的功率，提供最大可能的信号给电子标签的芯片；
- 天线的极化都能与读写器天线发出的电磁波极化方向相匹配；
- 耐用；
- 价格低。

标签天线形式

- 在435 MHz, 2.45 GHz 和 5.8 GHz频率是用的RFID系统中，可选的天线有偶极子天线变形耦极子天线、折叠偶极子、环形天线、微带天线、隙缝天线等几种





材料对电子标签的影响

天线尺寸与波长成正比，材料介电常数与波长的关系

介质	介电常数	波长因子	波长
空气	1	1	16cm
聚四氟乙烯	2.2	0.67	10.72cm
玻璃	4.0	0.5	8cm
氧化铝	9.0	0.33	5.3cm

电子标签的制作及封装



软质标签类



PVC卡片类



陶瓷或玻璃

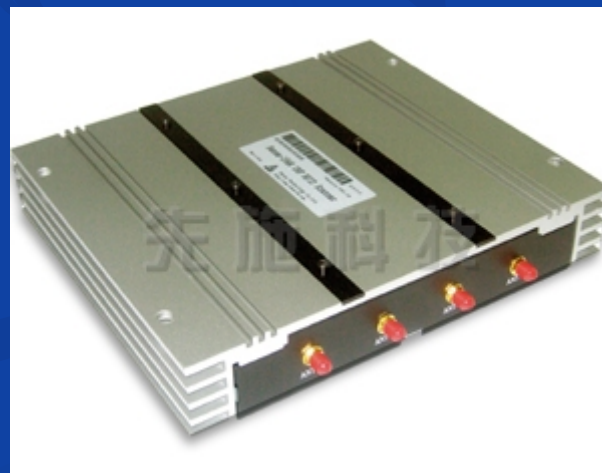
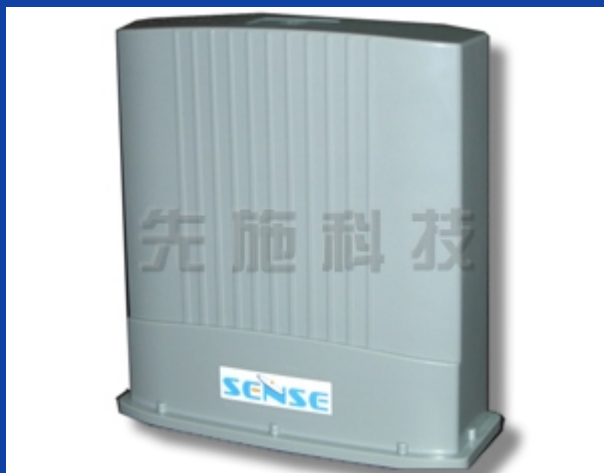


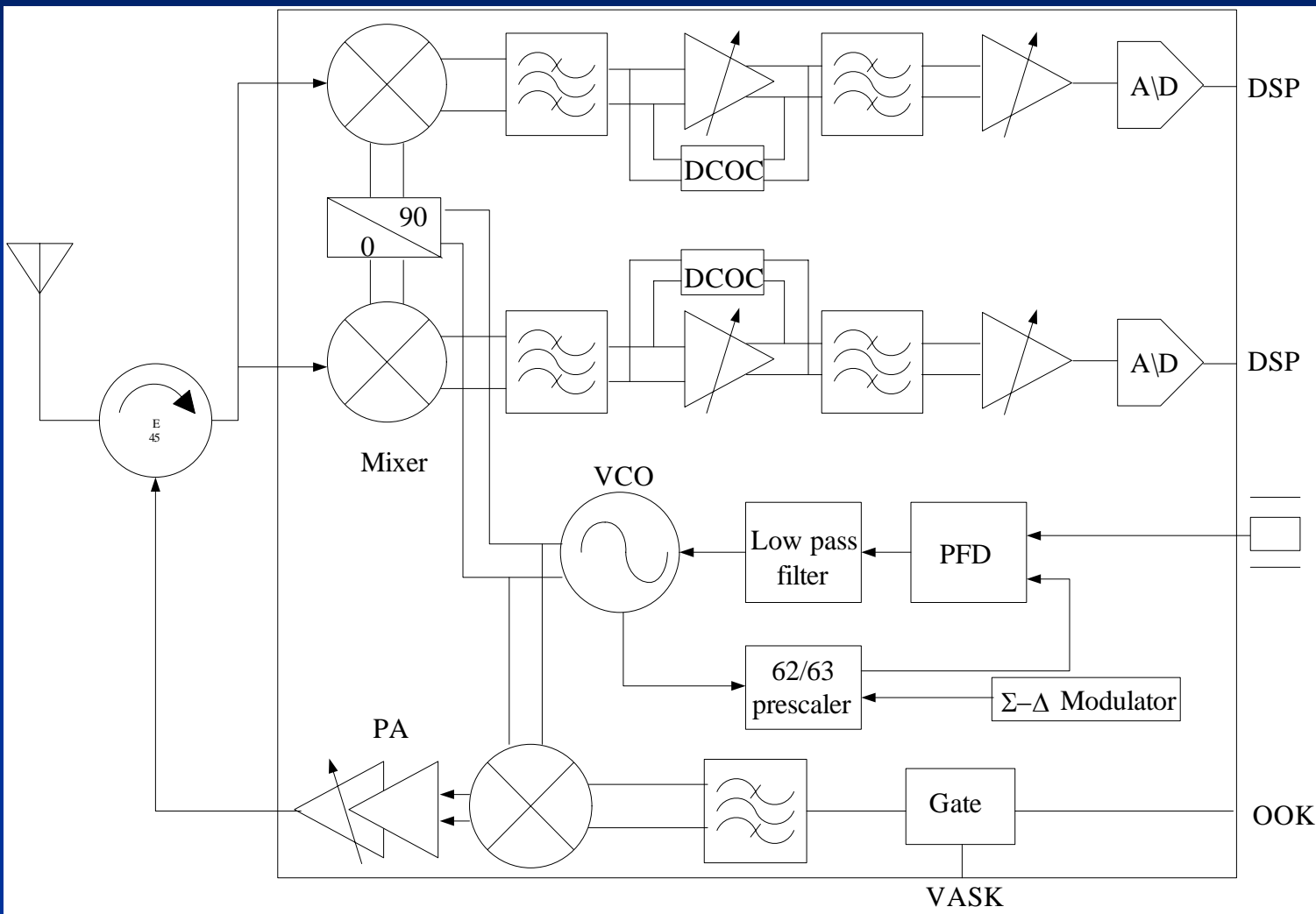
注塑类

读写器

读写器的核心模块可以分成两个主要部分：

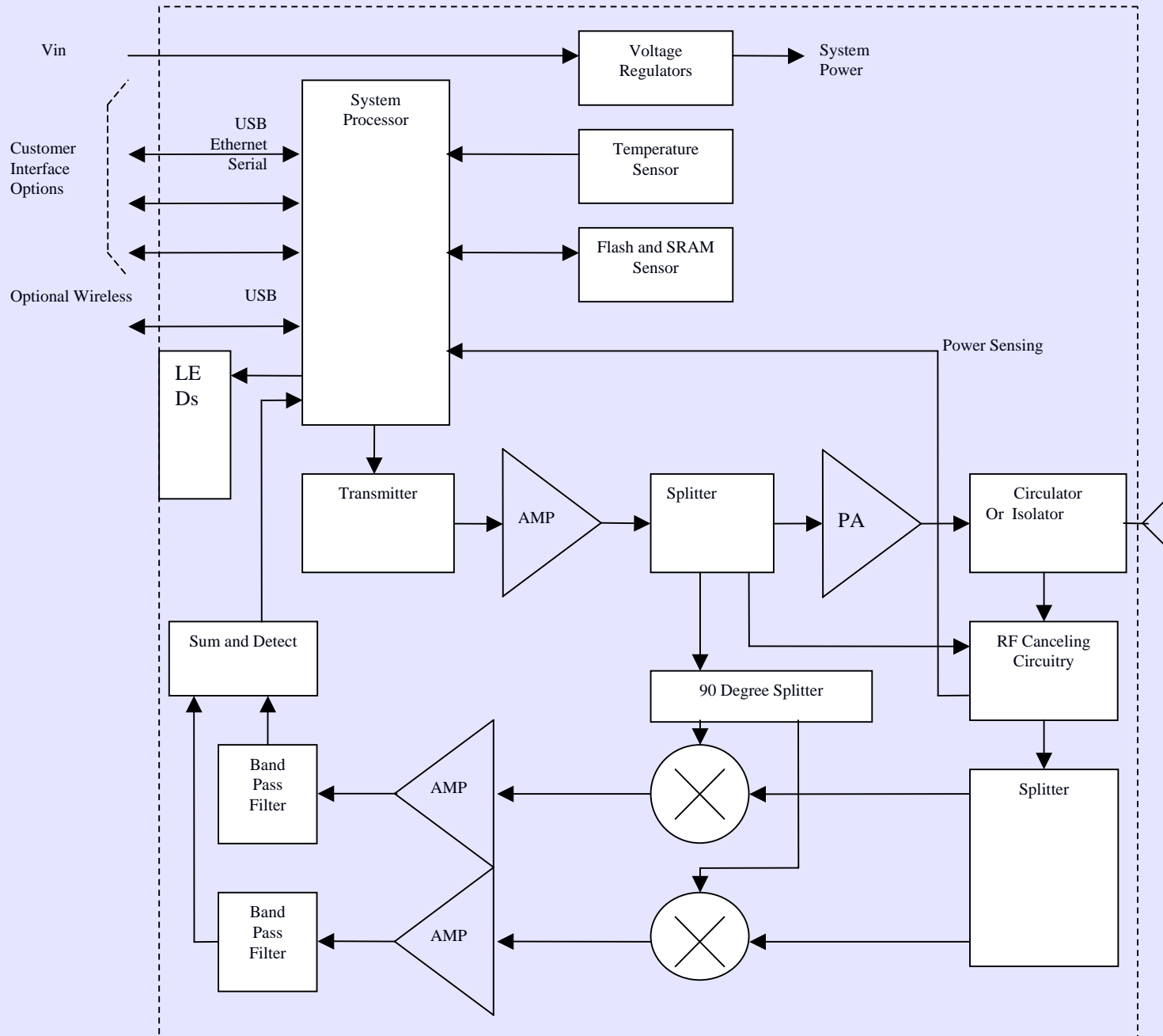
- 一、前端射频收发机和后端数字处理控制模块。前端射频收发机包括发射机与接收机；
- 二、后端数字处理控制模块包括系统控制模块、协议模块、参数控制模块、编解码模块以及通讯接口。





读写器RF核心模块结构示意图

Figure 1. Scanner Block Diagram





微处理器

- 1) 命令编码
- 2) 回波接收解码
- 3) 冲突仲裁
- 4) 命令和电子标签信息，接收和输出
- 5) 读写器内部控制



通讯接口

- RS232: 一般用于读写器与PC机直接连接, 通信电缆连接线的长度应小于 10 米
- RS485: 连接电缆使用双绞屏蔽线, 可靠通信距离达 1000米。在工程使用中需加装通信线防雷器。
- Waigand: 与具有韦根接口工业控制器的连接, 它只能单向传输
- Ethernet: 与其它设备构成本地网
- 工业总线: 连接工业总线, 用于工业生产系统



读写器天线

无线电发射机输出的射频信号功率，通过馈线（电缆）输送到天线，由天线以电磁波形式辐射出去。电磁波到达接收地点后，由天线接下来（仅仅接收很小很小一部分功率），并通过馈线送到无线电接收机。

可见，天线是发射和接收电磁波的一个重要的无线电设备，没有天线也就没有无线电通信。



主要天线形式

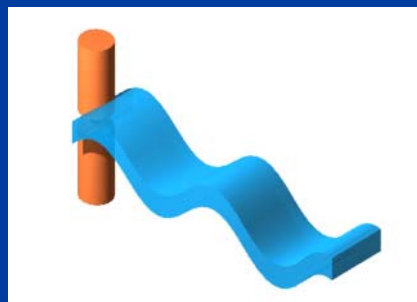
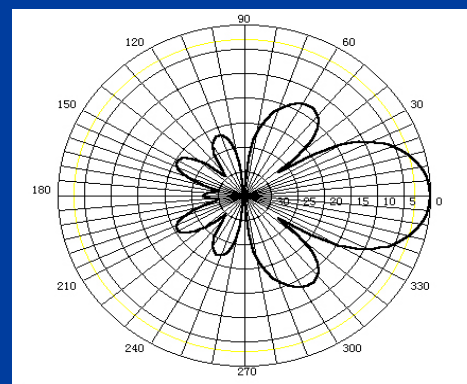
对称振子

振子阵

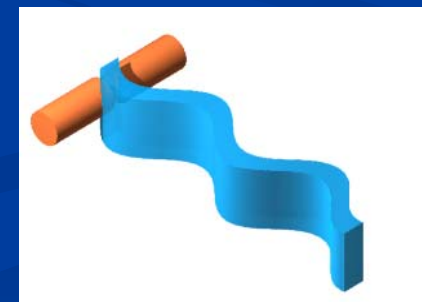
微带天线阵

天线参数

- 1、波瓣宽度
- 2、天线增益
- 3、天线输入阻抗
- 4、RFID系统的匹配问题
- 5、天线极化



垂直极化



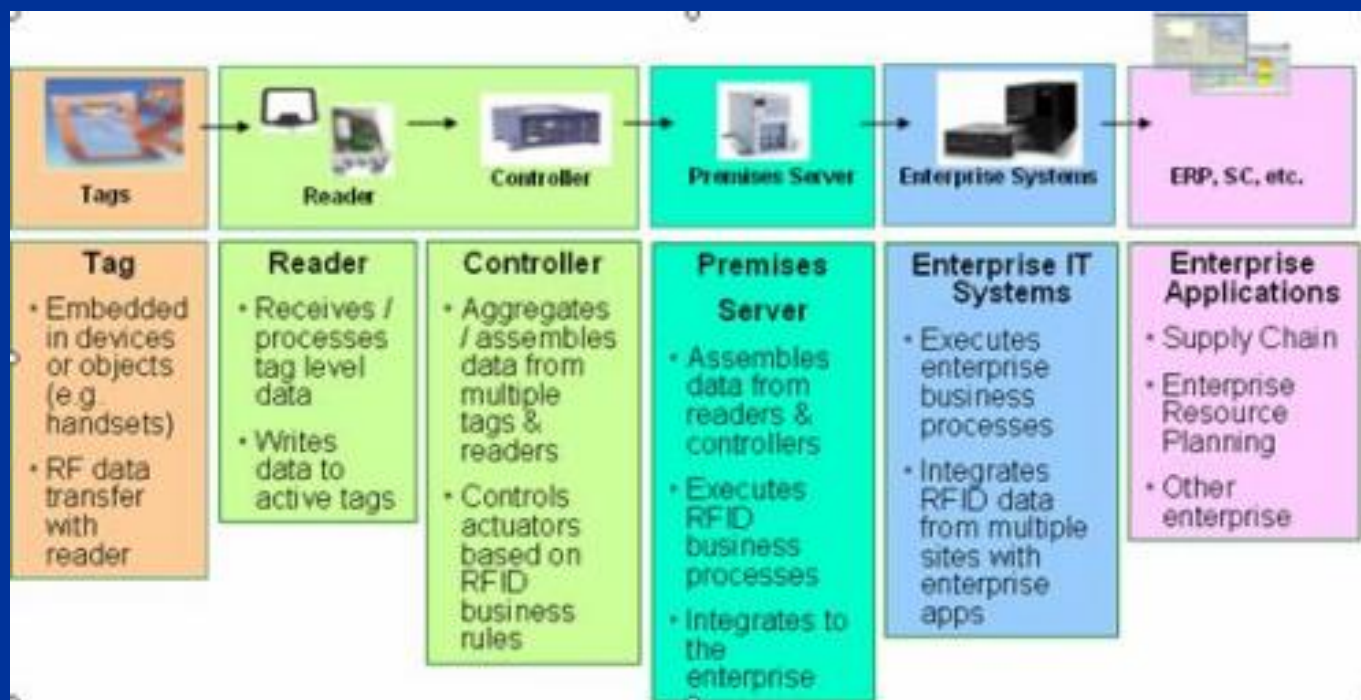
水平极化



RFID中间件

RFID技术可以广泛运用于企业系统的整合以及企业与企业之间的整合，这种整合包括对物理世界也就是生产系统的整合以及对企业商业系统的整合。对物理世界的整合，其实就是将物理世界中的RFID阅读器、传感器、指示灯，以及RFID射频标签等物理实体集成在一起，进行统一的管理。RFID中间件扮演RFID标签和应用程序之间的中介角色，使用RFID中间件所提供的通用的应用程序接口(API)，即能连到RFID阅读器，读取RFID标签数据。与企业的后台IT系统进行无缝的连接。

RFID与企业系统集成





RFID集成的优点

RFID将物理世界与计算机世界集成在一起，还将网络边缘的硬件、嵌入式软件及中间件与企业系统联系起来，完成了分布数据向企业应用的集成。它不仅提高了企业运行的效率，更为重要的是，它改变了企业业务的流程，使得企业中原本分离的系统得以有效的融合，提高了企业的运行效率。

- 一、提高企业内部的管理水平。
- 二、提高整个供应链管理水平和降低运营成本。



第四章 RFID的标准体系



RFID标准建立的必要性

目前，RFID还未形成统一的全球化标准，市场为多种标准并存的局面。

RFID标准争夺的核心主要在RFID标签的数据内容编码标准这一领域。

目前全球RFID标准呈三足鼎立局面，国际标准ISO/IEC18000、美国的EPC Global和日本的Ubiquitous ID，技术差别不大却各不兼容，这些标准分歧，对RFID的普及运用都造成了一定的影响，也造成了几大标准在中国混战的局面，



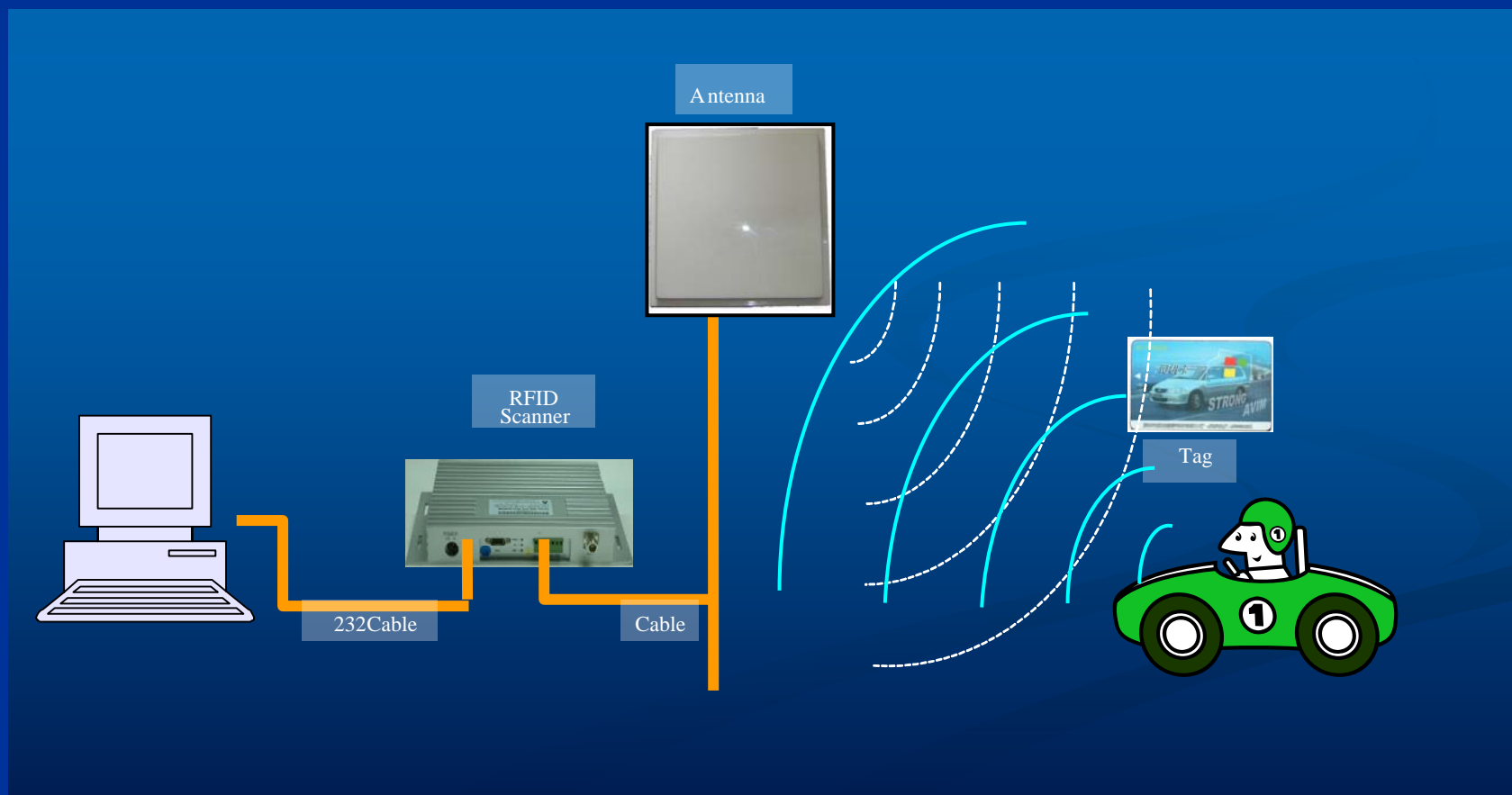
RFID的标准体系

- ISO18000-6-A、B和C
- EPC
- 物联网的概念

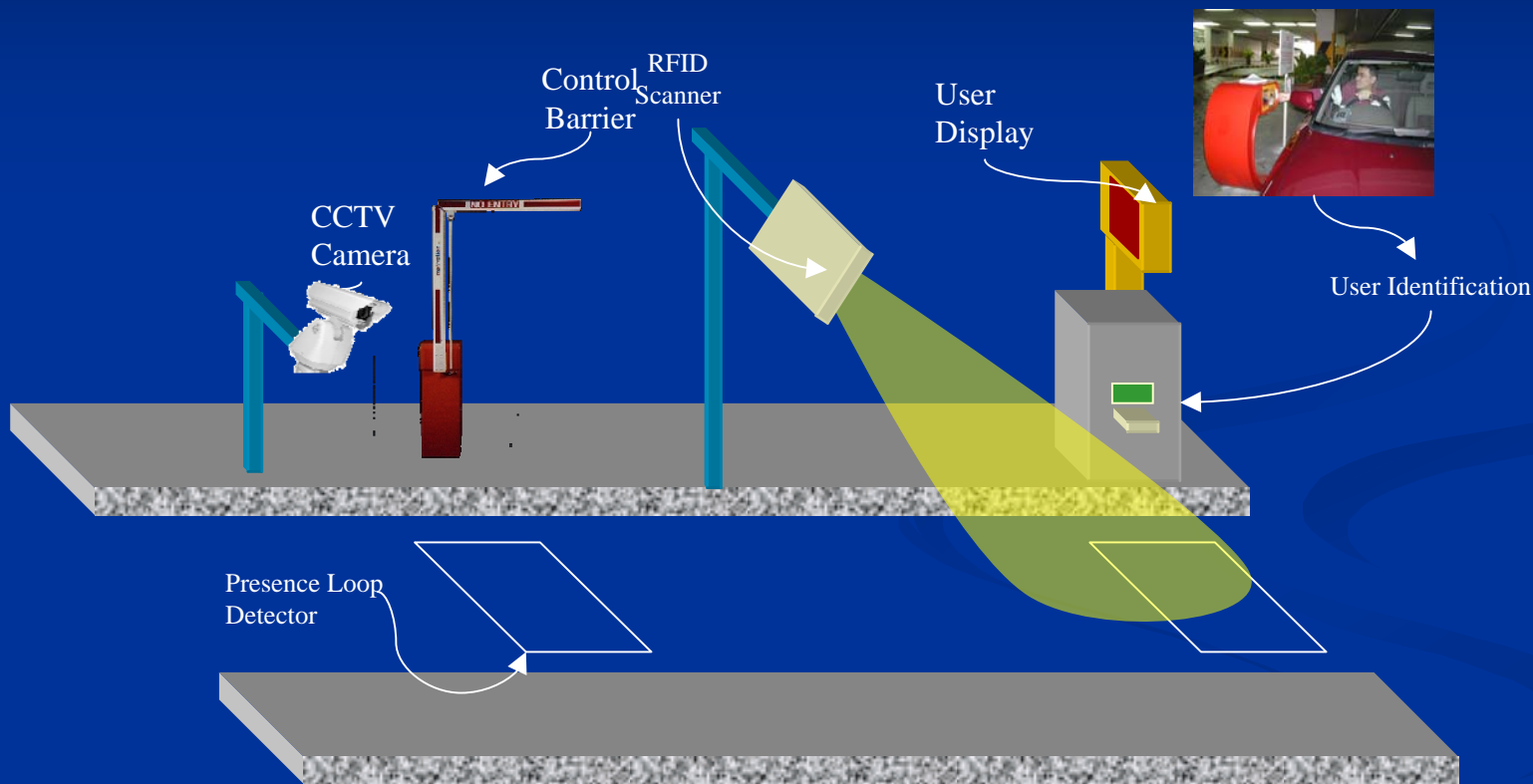


第五章 远程自动识别的应用举例

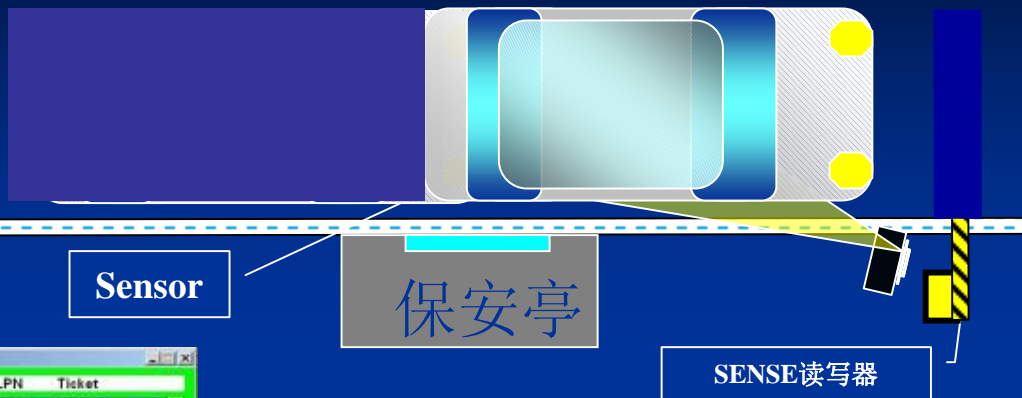
UHF RFID读写系统示意图



车辆出入控制管理系统图示



- The Loop Detector at the exit controls the CCTV Camera.
- Vehicle presence is detected, the Chip's ID is read with the RFID Scanner, user is possibly identified.



VELCON2000 Demo version

Setup Search

1. Entry Lane LPN Ticket
DR2988 T00400

Date	Time	Lane	LPN	Ticket
02-04	15:31:52	2	JZ6022	T22373
02-04	14:47:48	1	DR2988	T00400
02-04	14:40:24	1	BB8008	T22376
02-04	13:23:15	2	BH7038	T22374
02-04	12:40:16	1	GS7626	T22375
02-04	12:22:51	1	BH7038	T22374
02-04	11:38:39	1	BB1889	T22373
02-04	11:17:44	2	BL568	T22372
02-04	11:09:42	2	GG1380	T22311
02-04	10:42:40	1	BL568	T22372
02-03	21:47:40	2	CA893	T22370
02-03	19:01:00	1	DK9833	T22371
02-02	19:21:24	1	CA892	T22370

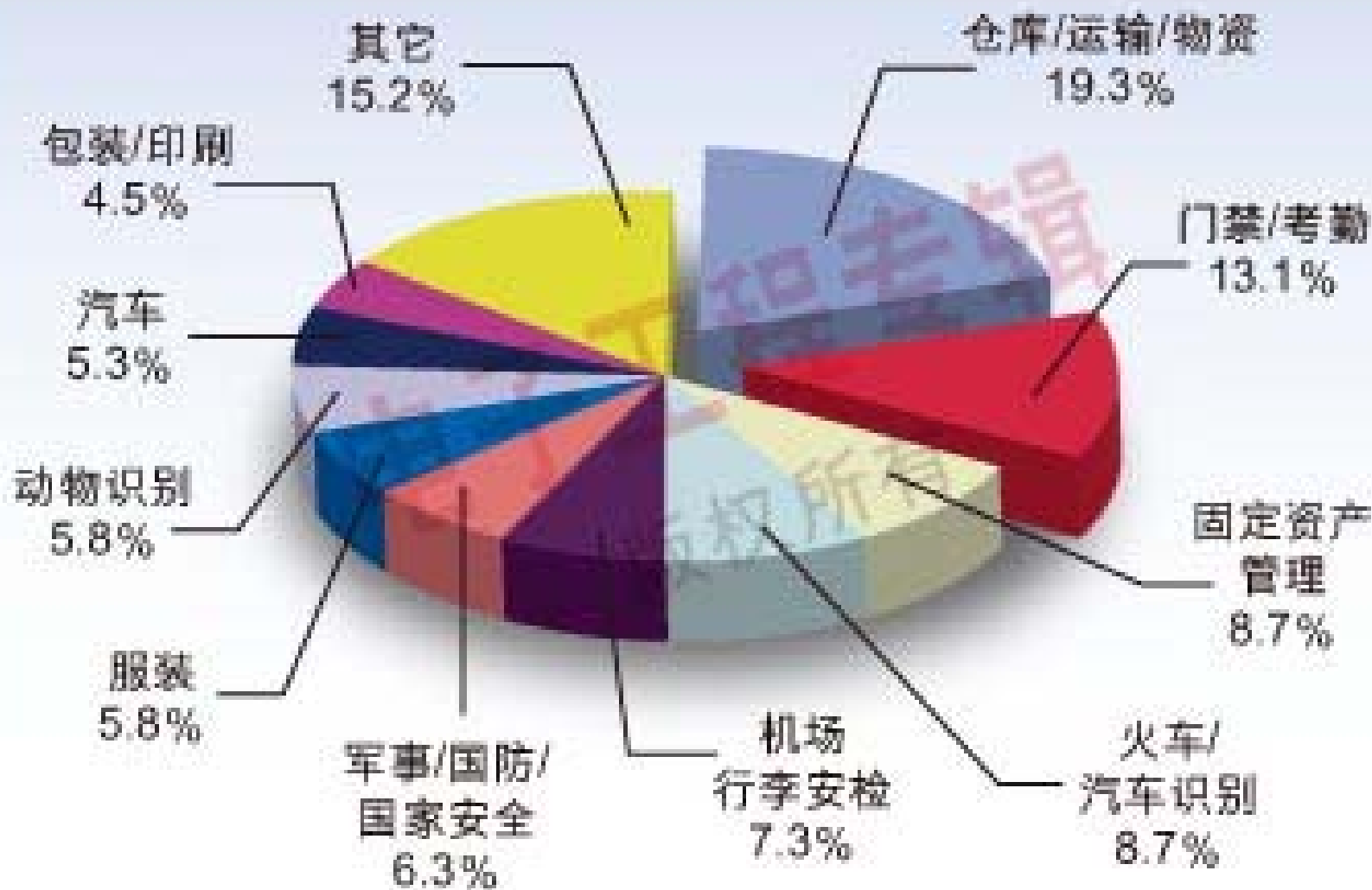
2. Exit Lane LPN Ticket
JZ6022 T22373

Date	Time	LPN	Ticket
02-04	11:38:39	JZ6022	T22373

User Connection ● DB Connection ●

Asia Vision Technology Limited

- SENSE系统连通
- 车辆进入有效感应区域
- 读写器和标签之间进行通讯
- ...
- ID号码被识别并比对
- 道闸放行





自由讨论时间