

说明书

近距离通信方法及系统

技术领域

本发明涉及通信领域，尤其涉及一种近距离通信方法及系统。

背景技术

随着移动终端的普及，利用移动终端进行移动终端支付的应用需求非常迫切，目前已经有多种实现方案，但各有缺点。当前，已经出现了在移动终端中的用户识别模块 SIM (Subscriber Identity Module) 卡上增加射频功能（称为射频 SIM 卡）或者在移动终端主板上增加近距离通信模块来实现移动终端近距离通信的方法，后者称为 NFC (Near Field Communication, 近场通信)，这些方法的出现使得移动终端成为一个可以充值、消费、交易及身份认证的超级智能终端，极大地满足了市场的迫切需求。

其中，基于射频 SIM 卡的移动终端近距离解决方案以其简单、无需更改移动终端等优势得到广泛的关注，在该方案中，射频 SIM 卡采用 UHF (Ultra High Frequency, 超高频) 技术，由于 UHF 特别是采用 2.4GHz ISM 公共频段（即工业，科学和医用频段）的射频 SIM 卡，其工作频率很高，天线的尺寸很小，在 SIM 卡内放置小型的天线就能发射足够强度的信号，即使射频 SIM 卡嵌入在移动终端内部射频信号仍然可以从移动终端中透射出来，在读卡器中采用业界主流的 RF (Radio Frequency, 射频) 收发芯片即可无需额外放大可靠接收到绝大多数移动终端的射频信号，从而实现不必对现有的移动终端进行任何结构改变就可使移动终端具备近距离通信功能。但是，不同移动终端由于内部结构不同造成射频信号透射效果存在很大的差异，透射强的移动终端其射频 SIM 卡射频通信距离可能达到几米远的距离，透射弱的移动终端

其射频 SIM 卡通信距离只可以达到几厘米。射频 SIM 卡为了避免不同移动终端对 RF 信号衰减的巨大差异，必须对移动终端进行校准，也就是在使用前必须将移动终端的衰减参数记录到卡中。需要校准是射频 SIM 卡的主要问题。

另外一种移动支付的技术 NFC 基于 ISO14443 标准的非接触卡技术演化而来，两者根本点在于都采用 13.56MHz 的磁场传送信号和能量。NFC 技术的主要问题有：

1. 必须改造移动终端才能实现可靠的双向数据通讯，NFC 的磁场线圈不能集成到 SIM 卡或 SD 卡 (Secure Digital Memory Card, 安全数字存储卡) /TF (TransFlash, 闪存) 卡等移动终端用的卡内。

在 13.56MHz 频点下，读卡器和卡之间采用电感线圈耦合的方式交互信号及传送能量，读卡器到卡的方向需要同时传递能量和 13.56MHz 调幅信号，对卡上接收线圈的尺寸面积均有较高要求；卡到读卡器的方向，卡依靠短路和开路卡上线圈的负载调制方式而不是依靠外部能量直接发送场强的方式向读卡器传递信息，由于负载调制信号要求卡线圈和读卡器线圈的耦合系数越高越利于读卡器解码卡传送的信息，这种方式进一步提高了对卡上天线尺寸和面积的要求。另外一方面，由于 13.56MHz 频点较低，耦合线圈的尺寸相对较大。综合上述因素，NFC 要求移动终端内的天线线圈足够大，该尺寸大小完全不能放入 SIM 卡或 SD/TF 卡等移动终端用的卡内，不但如此，移动终端上的金属及其它导电物体会严重干扰天线的接收和负载调制效果，为了达到近场通讯良好的通讯效果，必须对手机进行定制化的改造，使天线的效果达到最佳。改造点例如，将卡的多匝天线放到移动终端的电池后盖上，或者通过柔性 PCB 从终端主板上将天线引到电池背面，天线的面积和普通电池尺寸相当，另外，手机的后盖不能为金属材质。

2. NFC 所使用的 13.56MHz 频点需要校准才能用于距离控制。

即使有一种 NFC 的天线能够更换到任何移动终端中，由于其使用

13.56MHz 频点,该频点信号在遇到金属和其它导电物体会形成强烈的涡流效应,信号强度会随着移动终端结构而变化,从而在 NFC 卡接收天线上形成场强的巨大波动,无法进行无校准的距离控制。

图 1 为线圈接收电路放入各种移动终端内,在同一 14443 POS 机上保持 13.56MHz 载波恒定的情况下测试的电压-距离曲线,其中信号强度值是接收天线感应电压经过必要的放大后的值,放大倍数保持恒定,只需关注强度随距离的相对变化。可以看出,不同终端接收到的场强差异 $>30\text{dB}$,同一终端从 1cm 到 10cm 的场强变化为 25dB 左右,手机差异造成的场强变化已经超过终端在 1cm 到 10cm 距离控制范围内的场强变化,因此无法采用同一门限对各终端进行距离控制,也就是无法实现无校准距离控制。

发明内容

本发明所要解决的技术问题是提供一种近距离通信方法及系统,使得对于各种具有近距离通信功能的移动终端不需要校准就能够实现电子支付等刷卡交易。

为解决上述技术问题,本发明提出了一种近距离通信方法,应用于包括至少一个读卡器和至少一个移动射频装置的近距离通信系统,包括如下步骤:

步骤 a,读卡器按照预设的发射参数发射低频交变磁场信号,所述低频交变磁场信号中携带该读卡器的身份标识信息,所述发射参数包括低频交变磁场信号的频率,该频率等于或小于系统无校准工作的最高频率 f_0 ;

步骤 b,移动射频装置在各距离点上接收、检测所述低频交变磁场信号并放大为与距离对应的幅度恒定的电压信号,进而通过预设的电压门限 V_t 判断装载有所述移动射频装置的终端是否进入了预设的有效距离区间,所述电压门限 V_t 对装载有所述移动射频装置的所有终端相同;

步骤 c, 若与接收到的低频交变磁场信号对应的电压信号大于或等于预设的电压门限 V_t , 则装载有所述移动射频装置的终端进入了预设的有效刷卡区间, 移动射频装置从接收到的低频交变磁场信号中获取读卡器的身份标识信息, 并将其连同自身的身份标识信息一起通过射频通道传送给所述读卡器;

步骤 d, 读卡器接收所述移动射频装置通过射频通道传送的信息, 比较该信息中读卡器的身份标识信息是否同自身的身份标识信息一致, 若一致则以自身的身份标识信息和所述移动射频装置的身份标识信息的结合作为组合地址, 与所述移动射频装置通过射频通道进行刷卡交易。

进一步地, 上述方法还可具有以下特点, 所述步骤 a 中, 所述系统无校准工作的最高频率 f_0 通过下述步骤确定:

步骤 a1, 确定系统的距离控制目标 (D_{in} , D_v), 其中 D_{in} 表示距离为 $0 \sim D_{in}$ 的范围内所有装载有所述移动射频装置的终端确保可刷卡, D_v 表示距离波动范围, 距离为 $D_{in} \sim (D_{in} + D_v)$ 的范围内均允许刷卡, 距离大于 $D_{in} + D_v$ 的范围不允许刷卡;

步骤 a2, 确定读卡器导致的移动射频装置内检测电压的波动范围 δ_R ;

步骤 a3, 确定移动射频装置本身导致的检测电压的波动范围 δ_C ;

步骤 a4, 在 f 频率下测试各典型终端及障碍物的电压距离曲线;

步骤 a5, 由距离控制目标 (D_{in} , D_v) 确定移动射频装置内检测电压的波动范围 δ_A , δ_A 等于由各典型终端及障碍物的电压距离曲线得到的具有平均场强衰减曲线斜率的电压距离曲线上 D_{in} 点所对应的电压值与 $(D_{in} + D_v)$ 点所对应的电压值之差;

步骤 a6, 确定由终端导致的移动射频装置内检测电压的波动范围 δ_T , δ_T 表示终端衰减特性造成的移动射频装置内检测电压波动范围, $\delta_T = \delta_A - \delta_R - \delta_C$;

步骤 a7, 计算各典型终端及障碍物间在距离控制范围内各距离点上的最大场强差异 δ , 若 δ 大于 δ_T , 则降低频率 f , 转步骤 a4; 若 δ 小于 δ_T , 则提高频率 f , 转步骤 a4; 若 δ 等于 δ_T , 则当前测试频率 f 等于系统无校准工作的最高频率 f_0 。

进一步地, 上述方法还可具有以下特点, 所述步骤 a 中, 所述发射参数还包括调制方式、编码方式及发射磁感应强度幅值 B_r , 其中调制方式、编码方式及发射磁感应强度幅值 B_r 通过下述步骤选定:

选定任意一种无平均直流分量的编码方式;

选择无调制方式或幅度无变化的载波调制方式;

在选定的小于 f_0 的工作频率、调制方式及编码方式下, 先选定典型噪声终端及易于实现的移动射频装置内磁检测及放大的增益参数, 测试读卡器未发送低频交变磁场信号条件下移动射频装置内检测电压的固有噪声电压幅度 V_n , 然后测量读卡器用选定的调制编码方式发送低频交变磁场信号时移动射频装置内检测电压 V_r , 选择发射磁感应强度幅值 B_r 值, 使 $V_r/V_n > \text{SNR}$, SNR 为移动射频装置的信噪比。

进一步地, 上述方法还可具有以下特点, 所述步骤 b 中, 所述预设的电压门限 V_t 通过下述步骤确定:

步骤 b1, 在选定的发射参数下, 测量各典型终端和障碍物的电压距离曲线, 所述发射参数包括低频交变磁场信号的频率、调制方式、编码方式及发射磁感应强度幅值 B_r ;

步骤 b2, 求取基准电压距离曲线, 基准电压距离曲线是典型终端及障碍物曲线的中间值, 其距离典型终端曲线的上边界及下边界的电压幅度都为 $\delta_T/2$;

步骤 b3, 选定移动射频装置内检测电压门限 V_t , 在基准电压距离曲线上对应于 $(D_{in} + D_v/2)$ 点处的电压值即为 V_t 值。

进一步地,上述方法还可具有以下特点,所述低频交变磁场信号的频率处于特低频频段或甚低频频段或低频频段,所述特低频频段的频率范围为 300 Hz ~ 3000Hz,所述甚低频频段的频率范围为 3KHz ~ 30KHz,所述低频频段的频率范围为 30 KHz ~ 300KHz。

进一步地,上述方法还可具有以下特点,所述低频交变磁场信号的频率为 300Hz ~ 50KHz。

进一步地,上述方法还可具有以下特点,所述低频交变磁场信号的频率为 500Hz、1KHz、1.5KHz、2KHz、2.5KHz、3KHz、4KHz、5KHz、10KHz、20KHz 或 30KHz。

进一步地,上述方法还可具有以下特点,所述编码方式为曼彻斯特码、差分曼彻斯特码或归零码;以及,所述调制方式为开关键控法、相移键控法或频移键控法。

为解决上述技术问题,本发明提出了一种近距离通信系统,包括至少一个读卡器和至少一个移动射频装置,其中:

所述读卡器,用于按照预设的发射参数发射低频交变磁场信号,所述低频交变磁场信号中携带该读卡器的身份标识信息,所述发射参数包括低频交变磁场信号的频率,该频率等于或小于系统无校准工作的最高频率 f_0 ;还用于接收所述移动射频装置通过射频通道传送的信息,比较该信息中读卡器的身份标识信息是否同自身的身份标识信息一致,若一致则以自身的身份标识信息和所述移动射频装置的身份标识信息的结合作为组合地址,与所述移动射频装置通过射频通道进行刷卡交易;

所述移动射频装置,用于在各距离点上接收、检测所述低频交变磁场信号并放大为与距离对应的幅度恒定的电压信号,进而通过预设的电压门限 V_t 判断装载有所述移动射频装置的终端是否进入了预设的有效距离区间,所述电压门限 V_t 对装载有所述移动射频装置的所有终端相同;还用于在与接

收到的低频交变磁场信号对应的电压信号大于或等于预设的电压门限 V_t 时, 从接收到的低频交变磁场信号中获取读卡器的身份标识信息, 并将其连同自身的身份标识信息一起通过射频通道传送给所述读卡器; 还用于与所述读卡器通过射频通道进行刷卡交易。

进一步地, 上述系统还可具有以下特点, 所述读卡器包括至少一个低频发射线圈、至少一个驱动电路、至少一个编码电路、至少一个第一主处理器、至少一个射频收发电路和至少一个射频天线, 所述低频发射线圈、驱动电路、编码电路、第一主处理器、射频收发电路、射频天线、顺次串联连接; 所述移动射频装置包括至少一个低频磁感应电路、至少一个低频放大电路、至少一个门限判断及解调电路、至少一个第二主处理器、至少一个射频收发电路和至少一个射频天线, 所述低频磁感应电路、低频放大电路、门限判断及解调电路、第二主处理器、射频收发电路、射频天线顺次串联连接。

进一步地, 上述系统还可具有以下特点, 所述读卡器的驱动电路和编码电路之间还设有调制电路。

进一步地, 上述系统还可具有以下特点, 所述低频发射线圈为漆包线线圈或 PCB 线圈。

进一步地, 上述系统还可具有以下特点, 所述低频发射线圈的匝数大于 10 圈。

进一步地, 上述系统还可具有以下特点, 所述低频发射线圈的匝数为 50 ~ 500 圈。

进一步地, 上述系统还可具有以下特点, 所述低频发射线圈内填塞有铁氧体磁芯或铁芯。

进一步地, 上述系统还可具有以下特点, 所述低频发射线圈所包围面积的截面最宽处大于移动射频终端的截面宽度。

进一步地, 上述系统还可具有以下特点, 所述低频发射线圈所包围面积

的截面至少包含直径 3cm 的圆形区域或者 3cm*3cm 的方形区域。

进一步地,上述系统还可具有以下特点,所述低频磁感电路为 PCB 线圈、漆包线线圈、霍尔器件或巨磁阻器件。

进一步地,上述系统还可具有以下特点,所述移动射频装置置于移动终端中。

进一步地,上述系统还可具有以下特点,所述移动射频装置置于移动终端内的 SIM 卡、UIM 卡、USIM 卡、TF 卡或 SD 卡中。

进一步地,上述系统还可具有以下特点,所述移动终端为手机、个人数字助理 PDA 或笔记本电脑。

进一步地,上述系统还可具有以下特点,所述身份标识信息为识别码。

本发明实现了含有移动射频装置的射频通信终端(如装有射频 SIM 卡的手机)与读卡器的数据通信距离(也即交易距离)可靠地控制在规定范围内,并且无需对终端进行校准。

附图说明

图 1 为线圈接收电路放入各种移动终端内,在同一 14443 POS 机上保持 13.56MHz 载波恒定的情况下测试的电压-距离曲线;

图 2 为本发明近距离通信方法中系统无校准工作的最高频率 f_0 的选择系统结构框图;

图 3 为由距离控制目标 (D_{in} , D_v) 确定系统总的接收检测电压波动范围 δ_A 的示意图;

图 4 为典型终端及障碍物电压距离曲线及其波动区间 δ 示意图;

图 5 为频率 f 为 3.3KHz 时 5 种典型移动终端的电压距离曲线;

图 6 为移动射频装置内部检测到的无调制直接基带发射时的接收电压信

号和正弦波 FSK 调制时的接收电压信号的电压波形图;

图 7 为基准电压距离曲线的计算方法示意图;

图 8 为本发明实施例中近距离通信系统的结构图;

图 9 为读卡器低频发射部分示意图;

图 10 为读卡器低频数据帧格式示意图;

图 11 为线圈接收电路放入各种移动终端内, 用信号源通过低频发射线圈发射恒定 1KHz 磁场条件下测试的电压距离曲线。

具体实施方式

在此首先说明, 以下本文中所出现的终端在默认情况下指装载有移动射频装置的终端, 而且指能够移动的终端, 即移动终端, 如手机等, 距离指读卡器与移动射频装置之间的距离, 也即读卡器与装载有移动射频装置的终端之间的距离。

本发明针对射频装置 (尤其是内置于终端中的射频卡, 如射频 SIM 卡) 与读卡器装置近距离交易的距离控制问题, 提出了一种由带有低频交变磁场发射功能及射频信号收发功能的读卡器和与之对应的带有低频交变磁场感应接收功能及射频信号收发功能的移动射频装置组成的近距离通信系统, 以及与该系统对应的近距离通信方法。本发明利用低频交变磁场穿透不同终端衰减差异小的特点进行距离控制, 利用高频射频能有效穿透终端来完成高速双向通讯进行交易。系统通过预先设定好的门限判定方法来完成无需校准的距离检测和控制, 即读卡器按照预设的发射参数发射低频交变磁场信号, 移动射频装置在各距离点上检测该磁场信号并放大为与距离对应的幅度恒定的电压信号, 进而通过预先设定的电压门限 V_t 来判断终端是否进入预先设定的有效距离区间 (有效距离区间也即允许刷卡的范围), 该电压门限 V_t 对所有终端相同, 无需校准。本发明通过低频单向通讯和 RF 双向通讯结合的方法来完成读卡器和移动射频装置的唯一绑定, 绑定之后通过射频通道来完

成双向的高速大数据量的通讯。本发明系统可以实现含有移动射频装置的终端（如装有射频 SIM 卡的手机）与读卡器的数据通信距离（也即交易距离）可靠地控制在规定范围内，并且无需对终端进行校准。

以下结合附图对本发明的原理和特征进行描述，所举实例只用于解释本发明，并非用于限定本发明的范围。

本发明的近距离通信方法，应用于包括至少一个读卡器和至少一个移动射频装置的近距离通信系统，包括如下的步骤 a、步骤 b、步骤 c 和步骤 d 四个步骤，下面分别对各个步骤进行具体说明：

步骤 a，读卡器按照预设的发射参数发射低频交变磁场信号，该低频交变磁场信号中携带该读卡器的身份标识信息，其中，发射参数包括低频交变磁场信号的频率，该频率等于或小于系统无校准工作的最高频率 f_0 ；其中，身份标识信息可以是识别码 ID。

这里需要说明的是，本步骤中低频交变磁场信号的频率是指所述低频交变信号的频谱上 3dB 带宽的高端频率截止点对应的频率。

低频交变磁场频率越低，穿过各种类型的终端后衰减的差异越小，利用该特性，在频点选择系统（如图 2 所示）中选定差异足够小的频点，以实现无校准距离控制。采用标准信号源通过标准的磁场发射线圈发送低频交变磁场信号，在各个典型的移动终端及障碍物内部接收该低频交变磁场信号，调整发射频率直到找到频点 f_0 ，使移动射频装置（装载在移动终端中）接收到的电压（该电压是由低频交变磁场信号经放大后得到的与距离对应的幅度恒定的电压信号）在距离发射线圈平面中心点相同距离条件下，不同终端及障碍物间的场强差异大致等于设定的波动范围 δ_T ，该频点 f_0 及低于该频点 f_0 的频段是系统无校准工作的频段，不需要校准任何系统中的任何终端，工作频点（即前述的低频交变磁场信号的频率）高于 f_0 ，系统需要校准，通常工作频点高于 f_0 越多，需要校准的终端越多，校准的复杂度越高。频点选

定是一次性工作，一旦选定，在使用中无需更改。

图 2 为本发明近距离通信方法中系统无校准工作的最高频率 f_0 的选择系统结构框图，如图 2 所示，频点选择系统的组成为：发送系统由信号源 505 和低频磁场发射线圈 504 组成，接收系统由典型移动终端 501 及障碍物、信号强度测试仪 503（电压表、示波器、频谱仪等）组成，移动终端 501 内部具有低频接收模块 502。信号源 505 可以精确的产生各种频率、波形和幅度的信号。频点选择的原理是：信号源 505 产生固定幅度频率为 f 的正弦波信号，通过发射线圈 504 发送，低频接收模块 502 放置在选定的典型移动终端 501 或障碍物内部，接收到的低频信号通过专用信号线接到信号强度测试仪 503，信号强度测试仪 503 测试接收到的电压。改变移动终端的距离可以得到该移动终端或障碍物在频率 f 条件下的检测电压随距离变化的曲线（以下称为电压距离曲线），更换移动终端或障碍物可以得到多个终端的曲线，改变频率 f 也可以得到不同的曲线。

步骤 a 中，系统无校准工作的最高频率 f_0 通过下述步骤确定：

步骤 101，确定距离控制目标 (D_{in} , D_v)，其中 D_{in} 表示 $0 \sim D_{in}$ 范围内所有终端确保可刷卡， D_v 表示距离波动范围，距离为 $D_{in} \sim (D_{in} + D_v)$ 的范围内均允许刷卡，距离大于 $D_{in} + D_v$ 范围不允许刷卡；
例如 (5cm , 5cm) 表示 5cm 以下所有终端确保可刷卡， $5\text{cm} \sim 10\text{cm}$ 允许刷卡，超过 10cm 不能刷卡。距离控制目标由具体的应用确定。 $(0 \sim D_{in} + D_v)$ 称为距离控制范围。

步骤 102，确定读卡器导致的移动射频装置内检测电压的波动范围 δ_R ；
读卡器低频发射电路参数波动形成发射场强的波动，造成移动射频装置内检测电压的波动，该参数包括发射驱动电压波动、线圈参数波动、温度影响等。 δ_R 由读卡器设计及生产环节来控制，该波动可以在生产环节校准，由于低频发射电路工作频率很低，通常 δ_R 可以被控制得很好，例如 4dB 以

内。

步骤 103, 确定移动射频装置本身导致的检测电压的波动范围 δ_c ;

移动射频装置本身低频接收电路参数波动造成的最终检测输出电压的波动, 该参数包括接收天线误差、放大器增益误差、比较器或 AD 误差、温度影响及噪声等。 δ_c 由移动射频装置设计及生产环节来控制, 该波动可以在生产环节校准, 由于移动射频装置低频接收电路工作频率很低, 通常 δ_c 可以被控制得很好, 例如 4dB 以内。

步骤 104, 在 f 频率下测试各典型终端及障碍物的电压距离曲线;

在进行本步骤 104 之前先要做个准备工作, 即选定典型终端及典型障碍物。典型终端的选取原则主要依据终端金属或导电结构的多少来选取, 金属越多, 衰减越大, 例如可以选取塑料外壳、金属外壳、厚金属壳、薄金属壳、大尺寸终端、小尺寸终端等, 典型终端的数量不严格限制, 典型终端的选取基本可以覆盖终端对低频交变磁场信号的衰减特点。为了避免个别移动终端差异太大, 可以在应用中加入移动终端型号认证, 对每种需要支持支付应用的移动终端尝试做刷卡测试, 确认该型号的移动终端衰减特性符合要求。典型障碍物可以选择不同材质的标准形状的塑料、铝、铜、铁、不锈钢等移动终端常见材料, 放置在读卡器和移动射频装置之间作为移动终端衰减特性的一种等效障碍物测量衰减效果。

步骤 105, 由距离控制目标 (D_{in} , D_v) 确定移动射频装置内检测电压的波动范围 δ_A , δ_A 等于由各典型终端及障碍物的电压距离曲线得到的具有平均场强衰减曲线斜率的电压距离曲线上 D_{in} 点所对应的电压值与 ($D_{in} + D_v$) 点所对应的电压值之差;

图 3 为由距离控制目标 (D_{in} , D_v) 确定系统总的接收检测电压波动范围 δ_A 的示意图。如图 3 所示, 如图 3 所示, ($D_{in} + D_v$) 点所对应的电压值为 V_2 , (D_{in}) 点所对应的电压值为 V_1 , 则 $\delta_A = V_1 - V_2$ 。

步骤 106, 确定由终端导致的移动射频装置内检测电压的波动范围 δ_t , 参数 δ_t 表示终端衰减特性造成的移动射频装置内检测电压波动范围,

$$\delta_t = \delta_a - \delta_R - \delta_c;$$

步骤 107, 计算各典型终端及障碍物间在距离控制范围内各距离点上的最大场强差异 δ (又称为波动区间), 若 δ 大于 δ_t , 则降低频率 f , 转步骤 a4; 若 δ 小于 δ_t , 则提高频率 f , 转步骤 a4; 若 δ 等于 δ_t , 则当前测试频率 f 等于系统无校准工作的最高频率 f_0 。

图 4 为典型终端及障碍物电压距离曲线及其波动区间 δ 示意图。如图 4 所示, 最大衰减终端或障碍物对应的电压距离曲线称为最大衰减曲线, 最小衰减终端或障碍物对应的电压距离曲线称为最小衰减曲线, 最大及最小衰减曲线包围的区域称为典型终端及障碍物电压距离曲线分布区间, 任意距离 D 在最小衰减曲线上对应的电压为 V_3 , 在最大衰减曲线上对应的电压为 V_4 , 则 $\delta = V_3 - V_4$ 。

至此, 在限定距离控制目标的情况下, 系统无校准工作的最高频率 f_0 就确定下来了。系统可以采用调制的方式, 也可以采用直接发送基带信号的方式, 系统工作的主要频率分量最高只要不大于 f_0 , 距离控制就无需校准。举例说明 f_0 的确定过程。图 5 为频率 f 为 3.3KHz 时 5 种典型移动终端的电压距离曲线。如图 5 所示, 系统距离控制目标为 (5cm, 5 cm), 系统 0 ~ 10cm 距离区间电压的变化范围约为 40dB, 读卡器和移动射频装置导致的移动射频装置内检测电压波动均为 4dB, 即 $\delta_R = \delta_c = 4\text{dB}$, $\delta_a = 20\text{dB}$, $\delta_t = \delta_a - \delta_R - \delta_c = 12\text{dB}$ 。假设 5 种终端可以代表系统所使用的所有终端, 检查曲线在各距离点上的最大波动约等于 12dB, 因此该系统无校准工作的最高频率 f_0 可确定为 $f_0 = 3.3\text{KHz}$ 。

步骤 a 中, 发射参数还可以包括调制方式、编码方式及发射磁感应强度幅值 B_t 。发射参数选定的基本原则是保证移动射频装置在各距离点上对读卡

器所发射的低频交变磁场信号检测并放大后的信号是与距离对应的幅度恒定的电压信号。图 6 为移动射频装置内部检测到的无调制直接基带发射时的接收电压信号和正弦波 FSK 调制时的接收电压信号的电压波形图，其中，a 为无调制直接基带发射时的接收电压信号波形图，b 为正弦波 FSK 调制时的接收电压信号波形图。如图 6 所示，检测电压信号是包含解调信息的变化电压信号，该信号可以为无直流分量的交流电压信号，也可以是有直流分量的电压信号，幅度恒定是指交流分量的变化最大幅度在不同传输符号间恒定。

发射参数中的调制方式、编码方式及发射磁感应强度幅值 B_r 通过下述步骤 a11 至步骤 a13 选定：

步骤 a11，选定任意一种无平均直流分量的编码方式，例如曼彻斯特码，差分曼彻斯特码，归零码等；

步骤 a12，选择无调制方式或幅度无变化的载波调制方式，载波调制方式可以选定任意一种幅度无变化的调制方式，例如载波可以采用正弦波、脉冲、三角波等，调制方式可以选为开关键控法（OOK）、相移键控法或频移键控法（FSK）等；采用无调制方式时，编码后的基带信号直接经驱动电路驱动由发射线圈发射；

步骤 a13，选定发射磁感应强度幅值 B_r ，方法为：在选定的小于 f_0 的工作频率、调制方式及编码方式下，先选定典型噪声终端及易于实现的移动射频装置内磁检测及放大的增益参数，测试读卡器未发送低频交变磁场信号条件下移动射频装置内检测电压的固有噪声电压幅度 V_n ，然后测量读卡器用选定的调制编码方式发送低频交变磁场信号时移动射频装置内的检测电压 V_r ，选择发射磁感应强度幅值 B_r 值，使 $V_r/V_n > \text{SNR}$ ，SNR 为移动射频装置的信噪比。SNR 值的选择通常越大越好，但是太大会造成读卡器发送功率过大，实现困难，典型值可选择 $\text{SNR}=10$ 。当 SNR 确定， B_r 通过上述方式便确定了。

步骤 b，移动射频装置在各距离点上接收、检测所述低频交变磁场信号

并放大为与距离对应的幅度恒定的电压信号,进而通过预设的电压门限 V_t 判断装载有所述移动射频装置的终端是否进入了预设的有效距离区间,所述电压门限 V_t 对装载有所述移动射频装置的所有终端相同;

步骤 b 中,预设的电压门限 V_t 通过下述步骤 201 至步骤 203 确定:

步骤 201,在选定的发射参数下,测量各典型终端和障碍物的电压距离曲线,其中,发射参数包括低频交变磁场信号的频率、调制方式、编码方式及发射磁感应强度幅值 B_r ;

步骤 202,求取基准电压距离曲线,基准电压距离曲线是典型终端及障碍物曲线的中间值,其距离典型终端曲线的上边界及下边界的电压幅度都为 $\delta_T/2$,如图 7 所示;

步骤 203,选定移动射频装置内检测电压门限值 V_t ,如图 7 所示,在基准电压距离曲线上对应于 $(D_{in}+D_v/2)$ 点处的电压值即为 V_t 值。

步骤 c,若与接收到的低频交变磁场信号对应的电压信号大于或等于预设的电压门限 V_t ,则装载有移动射频装置的终端进入了预设的有效刷卡区间,移动射频装置从接收到的低频交变磁场信号中获取读卡器的身份标识信息,并将其连同自身的身份标识信息一起通过射频通道传送给读卡器;

步骤 d,读卡器接收移动射频装置通过射频通道传送的信息,比较该信息中读卡器的身份标识信息是否同自身的身份标识信息一致,若一致则以自身的身份标识信息和移动射频装置的身份标识信息的结合作为组合地址,与移动射频装置通过射频通道进行刷卡交易。此处,刷卡交易不单指电子支付,还可以是其他通过射频通道进行的通讯过程,比如充值、消费、身份认证等,本文中的刷卡交易泛指通过射频通道进行的通信,尤其指近距离通信中通过射频通道进行的通信。

本发明中,低频交变磁场信号的频率处于特低频频段或甚低频频段或低频频段,其中,特低频频段的频率范围为 300 Hz ~ 3000Hz,甚低频频段的频

率范围为 3KHz ~ 30KHz, 低频频段的频率范围为 30 KHz ~ 300KHz。优选地, 低频交变磁场信号的频率可以为 300Hz ~ 50KHz。优选地, 低频交变磁场信号的频率可以为 500Hz、1KHz、1.5KHz、2KHz、2.5KHz、3KHz、4KHz、5KHz、10KHz、20KHz 或 30KHz。

本发明近距离通信方法采用低频磁场单向通讯和射频电磁场高速双向通讯的结合, 从而避免了 NFC 系统中采用唯一 13.56MHz 频点双向通讯及距离控制带来天线问题及终端信号衰减差异大等问题。本方法中, 读卡器利用低频单向通道将自身唯一标识 IDr (即前述的身份标识信息) 传给移动射频装置, 移动射频装置通过射频双向通道将自身唯一标识 IDc 附加在 IDr 后回传给读卡器, 读卡器比较回传的 IDr 的正确性, 进而实现了读卡器与移动射频装置的唯一绑定。绑定后读卡器与移动射频装置采用射频双向通道实现高速大数据量的通讯, 直至本次交易完成。

本发明近距离通信方法实现了含有移动射频装置的射频通信终端 (如装有射频 SIM 卡的手机) 与读卡器的数据通信距离 (也即交易距离) 可靠地控制在规定范围内, 并且无需对终端进行校准。

为了实现上述的近距离通信方法, 本发明还提出了一种近距离通信系统。本发明的近距离通信系统包括至少一个读卡器和至少一个移动射频装置, 其中:

读卡器用于按照预设的发射参数发射低频交变磁场信号, 该低频交变磁场信号中携带该读卡器的身份标识信息, 其中, 发射参数包括低频交变磁场信号的频率, 该频率等于或小于系统无校准工作的最高频率 f_0 ; 读卡器还用于接收移动射频装置通过射频通道传送的信息, 比较该信息中读卡器的身份标识信息是否同自身的身份标识信息一致, 若一致则以自身的身份标识信息和移动射频装置的身份标识信息的结合作为组合地址, 与移动射频装置通过射频通道进行刷卡交易;

移动射频装置，用于在各距离点上接收、检测读卡器发射的低频交变磁场信号并放大为与距离对应的幅度恒定的电压信号，进而通过预设的电压门限 V_t 判断装载有该移动射频装置的终端是否进入了预设的有效距离区间，其中，电压门限 V_t 对装载有该移动射频装置的所有终端相同；移动射频装置还用于在与接收到的低频交变磁场信号对应的电压信号大于或等于预设的电压门限 V_t 时，从接收到的低频交变磁场信号中获取读卡器的身份标识信息，并将其连同自身的身份标识信息一起通过射频通道传送给读卡器；移动射频装置还用于与读卡器通过射频通道进行刷卡交易。

其中，身份标识信息可以为识别码 ID。

由上述可见，本发明近距离通信系统中的读卡器具有低频发射功能和射频收发功能这样两个基本功能，也可以说本发明近距离通信系统中的读卡器具有低频发射模块和射频收发模块这样两个基本模块；本发明近距离通信系统中的移动射频装置具有低频接收功能和射频收发功能这样两个基本功能，也可以说本发明近距离通信系统中的移动射频装置具有低频接收模块和射频收发模块这样两个基本模块。

进一步地，上述的近距离通信系统可以由如下的具体电路来实现：读卡器包括至少一个低频发射线圈、至少一个驱动电路、至少一个编码电路、至少一个第一主处理器、至少一个射频收发电路和至少一个射频天线，其中，低频发射线圈、驱动电路、编码电路、第一主处理器、射频收发电路、射频天线、顺次串联连接；移动射频装置包括至少一个低频磁感应电路、至少一个低频放大电路、至少一个门限判断及解调电路、至少一个第二主处理器、至少一个射频收发电路和至少一个射频天线，其中，低频磁感应电路、低频放大电路、门限判断及解调电路、第二主处理器、射频收发电路、射频天线顺次串联连接。优选地，在上述具体实现电路中，读卡器的驱动电路和编码电路之间还可以设有调制电路。

在上述具体实现电路中，读卡器中的低频发射线圈、驱动电路和编码电路（带调制电路时，还包括调制电路）可以认为是低频发射模块的组成部分，读卡器中的第一主处理器、射频收发电路和射频天线可以认为是读卡器中射频收发模块的组成部分；移动射频装置中的低频磁感应电路、低频放大电路和门限判断及解调电路可以认为是低频接收模块的组成部分，移动射频装置中的第二主处理器、射频收发电路、射频天线可以认为是移动射频装置中射频收发模块的组成部分。

优选地，在上述具体实现电路中，低频发射线圈可以为漆包线线圈或 PCB 线圈。进一步地，低频发射线圈的匝数可以大于 10 圈。优选地，低频发射线圈的匝数为 50~500 圈。优选地，低频发射线圈内填塞有铁氧体磁芯或铁芯。优选地，低频发射线圈所包围面积的截面最宽处大于移动射频终端的截面宽度。优选地，低频发射线圈所包围面积的截面至少包含直径 3cm 的圆形区域或者 3cm*3cm 的方形区域。

优选地，上述的低频磁感电路可以为 PCB 线圈、漆包线线圈、霍尔器件或巨磁阻器件。

本发明中，移动射频装置可以置于移动终端中，也可以置于移动终端内的 SIM 卡、UIM 卡、USIM 卡、TF 卡或 SD 卡中。其中，移动终端可以为手机、个人数字助理 PDA 或笔记本电脑等。

下面对本发明近距离通信系统的原理进行说明：

1、系统无校准工作的最高频率 f_0 的选定方法及装置在前述近距离通信方法的内容中已有阐述，此处不再赘述；

2、距离测量和控制实现原理如下：

读卡器根据距离控制目标，以设定的发射参数持续不断的循环发送不高于选定频率 f_0 的低频交变磁场信号，该信号中以调制或直接基带传送的方式携带数据帧，数据帧内包含读卡器的唯一识别码 Idr （当然也可以是其他身

份标识信息)。当装载有移动射频装置的移动终端置于读卡器周围,低频交变磁场信号穿透该终端到达其内部的移动射频装置,移动射频装置在各距离点上检测该磁场信号并放大为与距离对应的幅度恒定的电压信号,当电压的幅度低于卡内预设的接收电压门限值 V_t ,表示终端未进入有效刷卡距离范围,不允许刷卡;当电压的幅度高于卡内预设的接收电压门限值 V_t ,表示终端进入读卡器预定的有效刷卡范围,移动射频装置内的低频接收电路(指前述的低频磁感应电路、低频放大电路和门限判断及解调电路)启动解码过程,得到读卡器的唯一标识码 ID_r 。另一方面,移动射频装置内磁场转换后的电压信号与读卡器和移动射频装置之间的距离存在一一对应关系,该关系由电压距离变化曲线确定,根据该对应关系,可以由该电压确定移动射频装置与读卡器之间的距离,从而间接的确定了移动终端与读卡器的距离。 V_t 和发射参数的设定是一次工作,一旦设定在使用中无需更改。

3、移动射频装置接入读卡器的过程原理:

移动射频装置接入读卡器主要包含读卡器和移动射频装置的唯一绑定过程。这里举例说明该绑定过程:移动射频装置中从低频信号中解出读卡器唯一识别码 ID_r 后传送到移动射频装置内的第二主处理模块,该第二主处理模块将移动射频装置的唯一识别码 ID_c 连同收到的 ID_r 一起,通过 RF 收发模块发送给读卡器,读卡器收到移动射频装置返回的 (ID_r, ID_c) 后,确认识别码为 ID_c 的移动射频装置正确的返回了读卡器的识别码 ID_r ,是本次交易的唯一通讯终端。由于 ID_r 编码保证了该读卡器周围其它读卡器的识别码在该时刻不相同,因此识别码为 ID_c 的移动射频装置确认了其识别码为 ID_r 的读卡器建立了唯一的通讯。至此,移动射频装置和读卡器实现了唯一绑定,双方通过 (ID_r, ID_c) 组合地址唯一的识别对方。绑定后的通讯过程采用 RF 通道进行交互不会产生错误。移动射频装置接入成功后,距离控制过程完成,可在 RF 通道上进行后续的交易过程,直至交易结束。

4、交易过程:

读卡器和移动射频装置通过 RF 通道建立了可靠的唯一通讯链路,在该链路基础上,双方可以实现交易所需的身份认证及其他交易所需的过程。所有这些过程均通过快速的 RF 通道完成,由于前述过程的完成保证了只能在预定的距离范围内完成接入,因此整个交易过程也是在限定范围内的近距离通讯。

下面通过实施例对本发明作进一步说明。

图 8 为本发明实施例中近距离通信系统的结构图。如图 8 所示,该系统由 2 部分组成:读卡器装置 100 和移动射频装置 200,该移动射频装置 200 放在移动终端内部,并通过移动终端通讯接口与终端交互。

读卡器 100 由下述模块组成:第一主处理器 101,负责读卡器低频及高频的控制及其他协议处理,第一主处理器 101 通过接口电路 102 或直接连接到外部通讯接口;编码电路 108,负责将低频帧数据进行逐比特编码,调制电路 107 负责将编码输出的符号流对载波进行调制形成调制信号送给驱动电路 106,不需要调制时编码后的信号直接送给驱动电路 106;驱动电路 106,负责驱动低频发射线圈 105,产生低频交变磁场 301;由低频发射线圈 105、驱动电路 106、调制电路 107 及编码电路 108 构成的低频发射模块,其发射场强值可更改并设定;低频发射线圈 105 通常由较多匝数特定形状的线圈构成;RF 收发电路 103,通过 RF 天线 104 接收及发射 RF 信号。

移动射频装置由下述模块组成:第二主处理器 201,负责低频及射频模块的控制及其他协议处理,也负责和移动终端的通讯;SIM/TF/SD 卡模块 202 为移动终端的 SIM/TF/SD 卡本体模块,具体何种模块由卡类型确定;低频磁感应电路 207,由 PCB 线圈、漆包线线圈、霍尔器件或其他能感应磁场变化的电路元件构成,负责感应低频交变磁场信号 301 并转换为电信号;低频放大电路 206 负责放大低频磁感应电路检测到的电信号得到低频磁检测电压信

号 303; 门限判断及解调电路 205, 负责对低频磁检测电压信号 303 按照预设的门限 V_t 进行判决, 未达到门限 V_t 不解调也不允许刷卡, 达到门限 V_t 对信号进行解调, 解调后的信号送给第二主处理器 201; RF 收发电路 203 通过 RF 天线 204 负责与读卡器的 RF 收发模块完成 RF 双向通讯。

系统通过预先设定好的门限判定方法来完成无需校准的距离检测和控制, 即读卡器 100 按照预设的发射参数发射低频交变磁场信号 301, 移动射频装置 200 接收该磁场信号转换为低频磁检测电压信号 303, 并通过预先设定的门限 V_t 来判断终端是否进入预先设定的有效距离区间, 该门限 V_t 对所有终端相同, 无需针对不同终端修改 (即所谓校准)。通过低频单向通讯和 RF 双向通讯结合的方法来完成读卡器 100 和移动射频装置 200 的唯一绑定, 即读卡器 100 利用低频单向通道将自身唯一标识 ID_r 传给移动射频装置 200, 移动射频装置 200 通过射频双向通道将卡自身唯一标识 ID_c 附加在 ID_r 后回传给读卡器 100, 读卡器 100 比较回传 ID_r 的正确性, 进而实现了读卡器 100 与移动射频装置 200 的唯一绑定。绑定之后通过射频通道来完成双向的高速大数据量的通讯。

本实施例中, 近距离通信系统的具体工作流程如下:

(一) 首先, 选定系统工作的基本参数, 包括 RF 频点, 无校准低频频点 f_0 , 读卡器发射参数, 移动射频装置的接收电压门限 V_t 。

1. RF 频点选择

上述 RF 通讯的频点通常采用 2400 ~ 2483MHz 2.4G ISM 频段, 以实现高速的通讯和对终端的良好穿透性, 也可以采用其它频点, 例如 433MHz, 900MHz, 5GHz 等。

2. 无校准低频频点 f_0 选择

采用前述方法确定系统低频无校准工作频点 f_0 , 对于典型的 GSM 移动通讯终端, 要实现 0 ~ 10cm 范围的距离控制, f_0 频点通常小于 10KHz, 典型值

包括 500Hz, 1KHz, 1.5KHz, 2KHz, 2.5KHz, 3KHz, 5KHz 等。

3. 读卡器发射参数的选择

发射参数主要包括调制方式、编码方式及发射磁感应强度幅值 B_r 。

图 9 为读卡器低频发射部分示意图。参见图 8, 读卡器低频发射电路由驱动电路 106、调制电路 107 及编码电路 108 构成的, 驱动电路 106 驱动的低频调制信号输出到低频发射线圈 105。

调制电路 107 可以采用多种调制方式:

1) 载波调制方式调制: 编码电路 108 产生的基带信号通过调制电路 107 对载波进行调制, 载波可以为正弦波、方波及三角波等, 调制可以采用开关频移键控 OOK、相移键控、频移键控 FSK 等, 调制后的信号通过驱动电路 106 加载到低频发射线圈 105 上;

2) 无载波直接基带发射: 编码电路 108 产生的基带信号, 通过驱动电路 106 直接加载到低频发射线圈 105 上;

3) 其他调制方式: 由于本发明系统采用门限判断的方式进行距离控制, 因此调制方式不宜采用幅度调制, 凡是发送过程中能够保持移动射频装置内检测电压幅度基本恒定的调制方式均可以用于本发明的近距离通信系统;

编码电路 108 可以采用多种编码方式:

1) 曼彻斯特编码: 比特 1 编码为两个符号 01, 比特 0 编码为 10。

2) 差分曼彻斯特编码: 有两种比特符号序列: 01 及 10, 比特 1 编码为与上一符号序列不同, 比特 0 则相同, 或者反过来编码亦可。

3) 其他编码方式: 由于本发明系统采用门限判断的方式进行距离控制, 因此低频调制信号必须保持均值稳定, 编码后的序列不能含有直流分量, 凡是编码后平均直流分量为零的编码方式均可以用于本发明的近距离通信系统。

确定好调制方式和编码方式后, 采用前述方法, 确定读卡器发射磁感应

强度幅值 Br 。调整 Br 的过程实际上是调整线圈匝数，线径，形状等参数的过程。

4. 移动射频装置接收电压门限 V_t 的选择

采用前述方法确定卡接收门限电压 V_t 。

上述参数的选定是一次性的，一旦选定，工作中无需改变。

(二) 其次，工作参数确定后的系统工作流程如下：

步骤 A100: 距离测量和控制过程。读卡器 100 的第一主处理器 101 产生包含读卡器的唯一识别码 ID_r 的数据帧，送给编码电路 108 完成编码，编码后的信号通过调制电路 107 调制或不经调制直接送给驱动电路 106，调制电压送给低频发射线圈 105 发射，通过预先设定好帧格式、调制编码方式及驱动能力，发射线圈 105 以设定的强度 Br 持续不断的按照上述帧格式循环发送指定参数的低频交变磁场信号 301。当移动终端置于读卡器周围，低频交变磁场信号 301 穿透该终端到达内部的移动射频装置 200，移动射频装置 200 内的低频磁感应电路 207 检测到低频磁信号，转换为电信号后经低频放大电路 206 放大后得到低频磁检测电压 303，当电压的幅度小于（或大于）于预设的接收电压门限值 V_t ，不允许刷卡；当电压的幅度大于等于（或小于等于）预设的接收电压门限值 V_t ，表示终端进入读卡器预定的有效刷卡范围，低频接收电路启动解码过程，得到读卡器的唯一标识码 ID_r 。另一方面，所述移动射频装置内磁场转换后的电压信号与读卡器和移动射频装置之间的距离存在一一对应关系，该关系由电压-距离变化曲线确定，根据该对应关系，可以由该电压确定移动射频装置与读卡器的距离，从而间接的确定了移动终端与读卡器的距离。上述门限值 V_t 对所有终端均相同，无需针对每个终端修正，也就是无需知道校准，从而上述过程是一种无需校准的距离测量及控制过程；

步骤 A100 中的帧格式定义如下：

图 10 为读卡器低频数据帧格式示意图，如图 10 所示，读卡器低频数据帧每帧分为如下域：

同步码：8 比特，通常为 FFH，用于帧同步；

控制域：8 比特，用于提供帧数据的解帧信息，如长度，数据类型等，可留保留位用于扩展；

IDr: N 比特，读卡器唯一识别码，由控制域指定；

CRC: 对控制域，IDr 进行校验，可采用 CRC 校验和或其他方式。

上面所述帧格式仅作为一种示例，不限制本发明实际采用的帧格式，原则上任何包含能唯一识别读卡器的帧格式均可使用。唯一识别码可采用足够长度的随机数，也可采用所有读卡器人工分配唯一码的方式，或其他方式产生的识别码。

步骤 A200: 移动射频装置接入读卡器的过程：移动射频装置接入读卡器主要包含读卡器 100 和移动射频装置 200 的唯一绑定过程，实际上表示读卡器和移动射频装置所在移动终端的唯一绑定过程。移动射频装置 200 内部低频接收电路解出读卡器唯一识别码 Id_r 后传送到移动射频装置内第一主处理器 201，该模块将移动射频装置自身的唯一识别码 Id_c 连同收到的 Id_r 一起，通过移动射频装置内 RF 收发电路 203 和 RF 天线 204 发送给读卡器 100，读卡器内部 RF 天线 103 和 RF 收发电路 104 收到移动射频装置返回的 (ID_r, ID_c) 后，传送给第一主处理器 101 处理，第一主处理器 101 确认识别码为 ID_c 的移动射频装置正确的返回了读卡器 ID_r，是本次交易的唯一通讯终端。由于 ID_r 编码保证了该读卡器周围其它读卡器的识别码在该时刻不相同，因此识别码为 ID_c 的卡确认了其识别码为 ID_r 的读卡器建立了唯一的通讯。至此，移动射频装置和读卡器实现了唯一绑定，双方通过 (ID_r, ID_c) 组合地址唯一的识别对方。绑定后的通讯过程采用 RF 通道进行交互不会产生错误。移动射频装置成功接入读卡器后，距离控制过程完成，可在 RF 通道上进行后

续的交易过程;

步骤 A200 中的移动射频装置唯一识别码 IDc, 是预先存储在移动射频装置内非易失存储器内 (NVM) 的唯一识别码, 或者是由移动射频装置内产生的足够长的随机数。

步骤 A300: 交易过程。读卡器 100 和移动射频装置 200 通过 RF 通道建立了可靠的唯一通讯链路, 在该链路基础上, 双方可以实现交易所需的身份认证及其他交易所需的过程。所有这些过程均通过快速的 RF 通道完成, 直至本次交易结束。由于前述步骤 A100 ~ A200 的完成保证了移动射频装置 200 只能在预定的距离范围内完成接入, 因此整个交易过程也是在限定距离范围内才能完成交易。交易过程是成熟的 POS 机处理流程, 本发明不做详细描述。

移动射频装置 200 中低频信号检测电路 207 通常可以用 PCB 线圈、漆包线线圈或霍尔器件构成, 该检测电路并不仅限于用这几种元件, 原则上任何能将磁场变化转变为电信号的传感器都可以用于该模块, 唯一的限制是能放入卡内部。

本发明系统利用低频交变磁场实现距离检测和控制, 并实现读卡器和移动射频装置的单向通讯, 利用 RF 通道结合低频通讯实现终端的可靠绑定, 同时利用 RF 通道实现读卡器和移动射频装置之间高速的数据通讯。其具有如下特点: 1. 可以无需改造移动终端, 只需更换终端内部的 SIM 卡/TF/SD 卡, 即可实现可靠的双向距离通讯; 2 读卡器发射低频交变磁场信号, 移动射频装置只需接收该磁场信号, 由于是单向通讯, 并且无需读卡器通过磁场提供能量, 因此可以将接收线圈或其他接收电路小型化, 足以将移动射频装置放入 SIM 卡/TF/SD 卡内; 3. 由于接收信号较弱, 移动射频装置内需要增加放大电路。另外移动射频装置内同时放置 RF 收发电路, 与读卡器内的 RF 收发电路实现双向高速通讯, 如前面所述, RF 电路的天线很小, 可以轻易的集成到 SIM 卡/TF/SD 卡内。

依照本发明所述方法选定的频点 f_0 ，系统在该频点以下工作无需校准，作为一种扩展，系统工作在 f_0 频点以上，也不是绝对不行，可能的效果是性能降低，距离控制的精度降低，同时可能需要辅简单的校准，这些应用并不与本发明所述原则从根本上冲突，只是一种性能改变的延伸应用。

本发明近距离通信系统实现了含有移动射频装置的射频通信终端（如装有射频 SIM 卡的手机）与读卡器的数据通信距离（也即交易距离）可靠地控制在规定范围内，并且无需对终端进行校准。

采用本发明所述的系统和方法，选择合适的无校准工作的最高频点 f_0 ，用低于 f_0 的低频交变磁场进行距离测量和控制，移动终端间结构差异的影响可以减小到距离控制目标所要求的波动范围之内，从而实现无校准距离控制。图 11 为线圈接收电路放入各种移动终端内，用信号源通过低频发射线圈发射恒定 1KHz 磁场条件下测试的电压距离曲线。如图 11 所示，为系统在 1KHz 频率下多个典型终端的电压距离曲线实例。其中信号强度值是接收天线感应电压经过必要的放大后的值，放大倍数保持恒定，只需关注强度随距离的相对变化。从图 11 可以看出，终端之间的场强差异 $<5\text{dB}$ ，而各终端在 $1\sim 10\text{cm}$ 范围的场强变化范围达到 40dB ，不考虑读卡器发射场强波动及移动射频装置检测电路的误差，移动射频装置采用统一的门限 V_t 来判断各终端是否在目标距离范围之内，距离控制的误差在终端之间的差异大致为 1cm 范围，完全满足无校准距离控制的要求。

以上所述仅为本发明的较佳实施例，并不用以限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

权 利 要 求 书

1. 一种近距离通信方法，应用于包括至少一个读卡器和至少一个移动射频装置的近距离通信系统，其特征在于，包括如下步骤：

步骤 a，读卡器按照预设的发射参数发射低频交变磁场信号，所述低频
5 交变磁场信号中携带该读卡器的身份标识信息，所述发射参数包括低频交变磁场信号的频率，该频率等于或小于系统无校准工作的最高频率 f_0 ；

步骤 b，移动射频装置在各距离点上接收、检测所述低频交变磁场信号并放大为与距离对应的幅度恒定的电压信号，进而通过预设的电压门限 V_t 判断装载有所述移动射频装置的终端是否进入了预设的有效距离区间，所述
10 电压门限 V_t 对装载有所述移动射频装置的所有终端相同；

步骤 c，若与接收到的低频交变磁场信号对应的电压信号大于或等于预设的电压门限 V_t ，则装载有所述移动射频装置的终端进入了预设的有效刷卡区间，移动射频装置从接收到的低频交变磁场信号中获取读卡器的身份标识信息，并将其连同自身的身份标识信息一起通过射频通道传送给所述读卡
15 器；

步骤 d，读卡器接收所述移动射频装置通过射频通道传送的信息，比较该信息中读卡器的身份标识信息是否同自身的身份标识信息一致，若一致则以自身的身份标识信息和所述移动射频装置的身份标识信息的结合作为组合地址，与所述移动射频装置通过射频通道进行刷卡交易。

20 2. 根据权利要求 1 所述的近距离通信方法，其特征在于，所述步骤 a 中，所述系统无校准工作的最高频率 f_0 通过下述步骤确定：

步骤 a1，确定系统的距离控制目标 (D_{in}, D_v) ，其中 D_{in} 表示距离为 $0 \sim D_{in}$ 的范围内所有装载有所述移动射频装置的终端确保可刷卡， D_v 表示距离波动范围，距离为 $D_{in} \sim (D_{in} + D_v)$ 的范围内均允许刷卡，距离大于 $D_{in} + D_v$

的范围不允许刷卡;

步骤 a2, 确定读卡器导致的移动射频装置内检测电压的波动范围 δ_R ;

步骤 a3, 确定移动射频装置本身导致的检测电压的波动范围 δ_C ;

步骤 a4, 在 f 频率下测试各典型终端及障碍物的电压距离曲线;

- 5 步骤 a5, 由距离控制目标 (D_{in} , D_v) 确定移动射频装置内检测电压的波动范围 δ_A , δ_A 等于由各典型终端及障碍物的电压距离曲线得到的具有平均场强衰减曲线斜率的电压距离曲线上 D_{in} 点所对应的电压值与 ($D_{in} + D_v$) 点所对应的电压值之差;

- 步骤 a6, 确定由终端导致的移动射频装置内检测电压的波动范围 δ_T ,
 10 δ_T 表示终端衰减特性造成的移动射频装置内检测电压波动范围,
 $\delta_T = \delta_A - \delta_R - \delta_C$;

- 步骤 a7, 计算各典型终端及障碍物间在距离控制范围内各距离点上的最大场强差异 δ , 若 δ 大于 δ_T , 则降低频率 f , 转步骤 a4; 若 δ 小于 δ_T , 则提高频率 f , 转步骤 a4; 若 δ 等于 δ_T , 则当前测试频率 f 等于系统无校准工作的最高频率 f_0 。
 15

3. 根据权利要求 2 所述的近距离通信方法, 其特征在于, 所述步骤 a 中, 所述发射参数还包括调制方式、编码方式及发射磁感应强度幅值 B_r , 其中调制方式、编码方式及发射磁感应强度幅值 B_r 通过下述步骤选定:

选定任意一种无平均直流分量的编码方式;

- 20 选择无调制方式或幅度无变化的载波调制方式;

- 在选定的小于 f_0 的工作频率、调制方式及编码方式下, 先选定典型噪声终端及易于实现的移动射频装置内磁检测及放大的增益参数, 测试读卡器未发送低频交变磁场信号条件下移动射频装置内检测电压的固有噪声电压幅度 V_n , 然后测量读卡器用选定的调制编码方式发送低频交变磁场信号时移动射频装置内检测电压 V_r , 选择发射磁感应强度幅值 B_r 值, 使 $V_r/V_n > \text{SNR}$,
 25

SNR 为移动射频装置的信噪比。

4. 根据权利要求 3 所述的近距离通信方法, 其特征在于, 所述步骤 b 中, 所述预设的电压门限 V_t 通过下述步骤确定:

5 步骤 b1, 在选定的发射参数下, 测量各典型终端和障碍物的电压距离曲线, 所述发射参数包括低频交变磁场信号的频率、调制方式、编码方式及发射磁感应强度幅值 B_r ;

步骤 b2, 求取基准电压距离曲线, 基准电压距离曲线是典型终端及障碍物曲线的中间值, 其距离典型终端曲线的上边界及下边界的电压幅度都为 $\delta_T/2$;

10 步骤 b3, 选定移动射频装置内检测电压门限 V_t , 在基准电压距离曲线上对应于 $(D_{in} + D_v/2)$ 点处的电压值即为 V_t 值。

5. 根据权利要求 1 所述的近距离通信方法, 其特征在于, 所述低频交变磁场信号的频率处于特低频频段或甚低频频段或低频频段, 所述特低频频段的频率范围为 300 Hz ~ 3000Hz, 所述甚低频频段的频率范围为 3KHz ~ 15 30KHz, 所述低频频段的频率范围为 30 KHz ~ 300KHz。

6. 根据权利要求 5 所述的近距离通信方法, 其特征在于, 所述低频交变磁场信号的频率为 300Hz ~ 50KHz。

7. 根据权利要求 6 所述的近距离通信方法, 其特征在于, 所述低频交变磁场信号的频率为 500Hz、1KHz、1.5KHz、2KHz、2.5KHz、3KHz、4KHz、20 5KHz、10KHz、20KHz 或 30KHz。

8. 根据权利要求 3 所述的近距离通信方法, 其特征在于, 所述编码方式为曼彻斯特码、差分曼彻斯特码或归零码; 以及, 所述调制方式为开关键控法、相移键控法或频移键控法。

9. 一种近距离通信系统, 其特征在于, 包括至少一个读卡器和至少一个 25 移动射频装置, 其中:

所述读卡器，用于按照预设的发射参数发射低频交变磁场信号，所述低频交变磁场信号中携带该读卡器的身份标识信息，所述发射参数包括低频交变磁场信号的频率，该频率等于或小于系统无校准工作的最高频率 f_0 ；还用于接收所述移动射频装置通过射频通道传送的信息，比较该信息中读卡器的身份标识信息是否同自身的身份标识信息一致，若一致则以自身的身份标识信息和所述移动射频装置的身份标识信息的结合作为组合地址，与所述移动射频装置通过射频通道进行刷卡交易；

所述移动射频装置，用于在各距离点上接收、检测所述低频交变磁场信号并放大为与距离对应的幅度恒定的电压信号，进而通过预设的电压门限 V_t 判断装载有所述移动射频装置的终端是否进入了预设的有效距离区间，所述电压门限 V_t 对装载有所述移动射频装置的所有终端相同；还用于在与接收到的低频交变磁场信号对应的电压信号大于或等于预设的电压门限 V_t 时，从接收到的低频交变磁场信号中获取读卡器的身份标识信息，并将其连同自身的身份标识信息一起通过射频通道传送给所述读卡器；还用于与所述读卡器通过射频通道进行刷卡交易。

10. 根据权利要求 9 所述的近距离通信系统，其特征在于：

所述读卡器包括至少一个低频发射线圈、至少一个驱动电路、至少一个编码电路、至少一个第一主处理器、至少一个射频收发电路和至少一个射频天线，所述低频发射线圈、驱动电路、编码电路、第一主处理器、射频收发电路、射频天线、顺次串联连接；

所述移动射频装置包括至少一个低频磁感应电路、至少一个低频放大电路、至少一个门限判断及解调电路、至少一个第二主处理器、至少一个射频收发电路和至少一个射频天线，所述低频磁感应电路、低频放大电路、门限判断及解调电路、第二主处理器、射频收发电路、射频天线顺次串联连接。

11. 根据权利要求 10 所述的近距离通信系统，其特征在于，所述读卡器

的驱动电路和编码电路之间还设有调制电路。

12. 根据权利要求 10 或 11 所述的近距离通信系统, 其特征在于, 所述低频发射线圈为漆包线线圈或 PCB 线圈。

13. 根据权利要求 12 所述的近距离通信系统, 其特征在于, 所述低频发射线圈的匝数大于 10 圈。

14. 根据权利要求 13 所述的近距离通信系统, 其特征在于, 所述低频发射线圈的匝数为 50~500 圈。

15. 根据权利要求 12 所述的近距离通信系统, 其特征在于, 所述低频发射线圈内填塞有铁氧体磁芯或铁芯。

16. 根据权利要求 12 所述的近距离通信系统, 其特征在于, 所述低频发射线圈所包围面积的截面最宽处大于移动射频终端的截面宽度。

17. 根据权利要求 12 所述的近距离通信系统, 其特征在于, 所述低频发射线圈所包围面积的截面至少包含直径 3cm 的圆形区域或者 3cm*3cm 的方形区域。

18. 根据权利要求 10 所述的近距离通信系统, 其特征在于, 所述低频磁感电路为 PCB 线圈、漆包线线圈、霍尔器件或巨磁阻器件。

19. 根据权利要求 9 所述的近距离通信系统, 其特征在于, 所述移动射频装置置于移动终端中。

20. 根据权利要求 9 所述的近距离通信系统, 其特征在于, 所述移动射频装置置于移动终端内的 SIM 卡、UIM 卡、USIM 卡、TF 卡或 SD 卡中。

21. 根据权利要求 19 或 20 所述的近距离通信系统, 其特征在于, 所述移动终端为手机、个人数字助理 PDA 或笔记本电脑。

22. 根据权利要求 9 所述的近距离通信系统, 其特征在于, 所述身份标识信息为识别码。