QI 标 准

# 1 概 述

## 范围

系统描述无线电能传输第1卷包含以下文档：

* 第一部分：接口定义
* 第二部分：性能要求
* 第三部分：兼容性测试

该文件定义了一个电能发射器和一个电能接收器之间的接口。

## 1.2主要特性

* 一种基于线圈之间的近场电磁感应原理，将电能从发射器传输到移动设备（接收器）的非接触式电能传输方法。
* 通过一个适当的次级线圈（典型尺寸是大约40mm）来传输约5瓦特的电能。
* 工作频率在110~205KHz之间。
* 支持两种将移动设备放置于发射器表面的方法：
* 辅助定位方法帮助用户适当地将移动设备放在通过表面上一个或几个固定的位置来传输电能的发射器的表面。
* 无需定位方法允许移动设备任意放在支持表面任何位置传输能量的发射器表面。
* 一个简单的允许移动设备完全控制电能传送的通信协议。
* 相当大的可集成在移动设备上的设计灵活性。
* 极低的待机功耗（实现需要）。

## 1.3 一致性与参考

本文档中的所有规定都是强制性的，除非特别指明是推荐的、可选的或加强说明的。为避免产生疑问，单词“应”表示指定部分为强制行为，也就是说，如果指定的部分没有所定义的行为，则这就违反了无线电能传输标准。此外，单词“应该”表示指定部分为推荐行为，也就是说，如果指定的组件有正当理由偏离所定义的行为，则这不是违反了无线电能传输标准的。最后，单词“可以”表示指定组件的可选行为，也就是说，是否具有所定义的行为（没有偏离）是取决于指定组件。

除本文件所提出的规范外，产品的实现也应符合下面所列出的系统说明所提出的规范。此外，下列国际标准的相关部分也应遵守。如果任何系统描述或以下所列出的国际标准存在多个修订版本，以最新版本为准。

[第2部] 无线电能传输系统描述，第I卷，第2部分，性能要求。

[第3 部] 无线电能传输系统描述，第I卷，第3部分，兼容性测试。

[PRMC] 电源接收器制造商代码，无线充电联盟。

[SI] 国际计量制。

## 1.4定义

有效区域： 当发射器向移动设备供电时，发射器和接收器各自表面的一部分有足够高的磁场通过的区域。

发射器： 在系统描述无线电能传输规范特别说明的能产生近场感应电能的特殊设备。发射器带有标识，以直观地告知用户本发射器符合系统描述无线电能传输规范。

通信和控制单元：

电能发射器和电能接收器上用于控制电能传输的功能单元。 （资料）实施的角度来看，通信和控制单元可以分布在发射器和移动设备的多个子系统中。

控制点： 接收器输出端的电压和电流的联合，其他参数要视一个特定的接收器实施而定。

检测单元： 用来检测发射器表面接收器的存在的发射器功能模块。

数字码： 用来检测和识别电能接收器的电能信号。

免定位： 无需用户将移动设备的有效区域与发射器的有效区域对齐的将移动设备放置在发射器接口表面的方法。

制导定位： 为用户提供反馈以将移动设备的有效区域与发射器有效区域对齐的将移动设备放置到发射器接口表面的方法。

接口表面： 发射器或者接收器上靠初级线圈或者次级线圈最近的表面。

移动设备： 无线电能传输标准所规定的能利用近场感应电能的移动设备。在执行此标准的移动设备的表面应有可见的’LOGO来告知用户这个设备执行的是本标准。

工作频率： 电源信号的振荡频率。

工作点： 初级线圈电压的频率、占空比、幅值的参数组合。

数据包： 接收器用于与发射器通信的数据结构。数据包包括：序言字节，头字节，消息字节和一个校验码。数据包由其所含信息的类型得名。

电能转换单元：

能将电能转换为电能信号的发射器的功能单元。

电能接收单元：

能将电能信号转换为电能的接收器的功能单元。

电能接收器：

如无线电能传输标准所述能获取近场感应电能并能控制其输出能力的移动设备的一个子系统。为了达到这个目的，接收器需要与发射器交换其电能需求信息。

电能信号：包围在初级线圈和可能存在的次级线圈中的振荡磁通。

电能传输协议：

一组表征发射器与接收器的电能传输需要的边界条件。任何不满足条件的冲突都会导致停止电能传输。

电能发射器：

本标准描述的基站的子系统，能产生近场感应电能，并能控制与接收器的电能传输。

初级（线圈）单元：

一个或者多个用来在有效区域产生有效的高能近场感应电能的线圈的组合。

初级线圈：

发射器上用来将电流转化成磁通的元件。

次级线圈：

接收器上用来将磁通转换成电能的元件。

屏蔽罩：发射器和接收器上都有元件，用来将磁场限制在发射器与接收器之间。

## 1.5 缩写

AC 交流电

AWG 美国线规（美国的电线标准，规范中规范的电线型号的线径、绝缘强度等）

DC 直流电

lsb 最小有效值

msb 最大有效值

N.A. 空，不适用

PID 比例积分差分（控制方法）

RMS 均方根

UART 通用异步（数据）收发器

## 1.6 符号

Cd 次级线圈的并联电容[nF]

Cm 阻抗网络中的匹配电容[nF]

Cp  初级线圈串联电容[nF]

Cs 次级线圈串联电容[nF]

ds 线圈与屏蔽罩之间的距离[mm]

dz 线圈与接口表面的距离[mm]

fclk 通信频率[kHz]

fd  谐振检测频率[kHz]

fop 工作频率[kHz]

fs 二次共振频率[kHz]

Im 初级线圈电流的调制深度[mA]

Io 接收器输出电流[mA]

Ip 初级线圈电流[mA]

Lm 网络中的匹配电感[uH]

Lp 初级线圈自感[uH]

Ls 次级线圈自感（移动设备远离基站）[uH]

L’s 次级线圈自感（移动设备在基站上）[uH]

Pp r 从接口收到的总功率[W]

Ppt 从接口发出的总功率[W]

Tdelay 功率控制时延[ms]

tCLK 通信时钟周期[us]

tT 最大通信转换时间[us]

Vr 整流后电压[V]

Vo 功率接收器输出电压[V]

## 1.7 约定

第1.7节定义了本系统说明无线电能传输中使用的符号和惯例。

## 1.7.1交叉引用

除非另有说明，在本文档或第1.3节所列的文件，本章节的交叉引用是指所引用的部分，以及其中包含的子部分。

## 1.7.2信息文本

除了被标记为信息段，所有的信息文本设置为斜体。

## 1.7.3重要条款

所有重要条款均在第1.4节中定义。作为一个例外，数据包的名称和字段的名称在第6.3节中定义。

## 1.7.4符号数

实数是由数字0到9 ，小数点和可选的任意一个指数部分表示的。此外，正的或负的公差遵循一个实数。没有明确公差的实数的公差是指定最低有效位的一半。 （信息） 例如指定的值为，那么这个值包括的范围是从1.21至1.24 ; 指定的值为，那么这个值包括的范围是从1.23至1.24 ; 指定的值为，那么这个值包括的范围是从1.21至1.23 ; 指定的值为1.23，那么这个值包括的范围是从1.225至1.234999…….; 指定的值为，那么这个值包括的范围是从1.107至1.353 。

十进制整数是由数字0到9表示的。

十六进制数是由数字0到9和字母A到F表示的，并且有前缀“0X”（特殊说明除外）。

单个位（一字节有8个位）的值由单词ZERO和ONE表示。

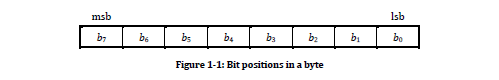
二进制数和位图是由单引号（‘’）内序列的数字0和1表示。在一个n位的序列，最高有效位是n-1位，最低有效位是0位；高位在低位的左边。

## 1.7.5单位物理量

物理量均以国际单位系统[SI]的单位为单位。

## 1.7.6字节的位序

一个字节的图形表示是MSB（最高有效位）在左边，而LSB（最低有效位）在右边。图1-1定义了一个字节中位的位置。

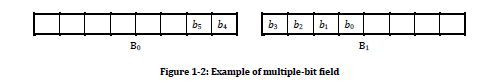


## 1.7.7字节编号

由n个字节的序列的字节被称为B0，B1，...，Bn-1。字节B0对应于该序列中的第一个字节，字节Bn-1对应于该序列中的最后一个字节。一个字节序列的图形表示是字节B 0是在上部左侧，而字节Bn-1是在较低的右手侧。

## 1.7.8多比特字段

除非另有说明，在数据结构中的多比特字段表示一个无符号的整数值。多比特字段有多个字节，多比特字段的MSB（最高有效位）有最低的地址值，而LSB（最低有效位）有最高的地址值。 （资料）图1-2提供了一个6位字段，跨越两个字节的例子。



## 1.8操作符

第1.8节定义了本系统说明无线电力传输所使用的不太常用的操作符。常用的操作符通常有自己的含义。

## 1.8.1异或

符号“”表示异或运算。

## 1.8.2连接（“加”）

符号“| |”表示的两个位字符串相连。在所得到的结果中，右手侧的操作数的MSB（最高有效位）直接跟在左手侧的操作数的LSB（最低有效位）。

# 2系统概述（资料）

符合此系统说明无线电源传输设备的运行依赖于平面线圈之间的磁感应。两种器件是有区别的，那就是提供无线电能的设备----基站----和消耗无线电能的设备----移动设备。电力总是从基站传送到移动设备。为了达到这个目的，基站包含一个子系统，称为功率发射器----它包括一个初级线圈， 移动设备包含一个子系统，称为功率接收器----它包括一个次级线圈。实际上，初级线圈和次级线圈分别对应着一个空芯变压器的两半。位于初级线圈下面，次级线圈上面，两线圈的闭合处的合适的屏蔽罩能确保一个可以接受的功率传送效率。此外，该屏蔽减少了用户暴露于磁场中。

通常情况下，一个基站具有一个平坦的可以放置一个或者多个移动设备的表面----接口表面。这确保了初级线圈和次级线圈之间的垂直间距足够小。此外，关于初级线圈和次级线圈的水平对齐有两个概念。在第一个概念，称为制导定位，用户必须通过调整移动设备上的接口表面来对齐次级线圈与初级线圈。为此目的，移动设备提供了一个符合它的大小，形状和功能的辅助对准（标记）。第二个概念，称为自由定位，不要求初级线圈和次级线圈的对齐方式。自由定位利用初级线圈阵列来产生只在次级线圈的位置处磁场。自由定位的另一种实现使用机械手段来移动次级线圈下的一个单一的初级线圈。

图2-1说明了基本的系统配置。如图所示，功率发射器包括两个主要的功能单元，即一个功率转换单元和一个通讯和控制单元。该图明确地显示了初级线圈（阵列）作为电力转换单元的磁场产生元件。控制和通信单元按照功率接收器的请求调节传输功率。图中还显示了一个基站可以包含多个发射器，以便同时服务于多个移动设备（在同一时间内，一个功率发送器只能服务于一个电能接收器）。最后，在图中所示的系统单元包括所述基站的所有其他功能，例如，输入功率配置，多个发射器功率控制和用户接口。

电能接收器包括一个电能拾取单元和一个通讯和控制单元。类似发射器的功率转换器，如图2-1所示，明确说明了作为电能拾取单元接收电磁场的初级线圈。电能拾取单元通常只包含一个次级线圈。此外，移动设备通常包含一个单一的电能接收器。通信和控制单元调节传输功率，以适合于连接到功率接收器的输出端的子系统所需求的功率大小。这些子系统所代表的是移动设备的主要功能。一个重要的例子，子系统是需要充电的电池。

本文档的其余部分的结构如下。第3节定义了两种基本的电力变送器设计方案。第一种设计方案----A类----基于一个单一的初级线圈（无论是固定的还是可移动的）。第二种设计方案----B类----基于初级线圈的阵列。请注意，这个1.0版本的系统说明无线电能传输的第一卷第1部分，相对于实际功率变送器实现而言，只能提供有限的设计自由度。其原因是，相对于基站的电能发射器的设计而言，移动设备的电能接收器有更多的设计设计要求和变性，例如，智能手机与无线耳机有很大的不同设计要求。制约电能发射器的设计的原因以是能适用于最大数量的移动设备的互通性。

第4节定义了功率接收器的设计要求。由于移动设备多种多样，这些要求已被保持在最低限度。除了设计要求，附录A的两个设计实例补充了第4部分。

第5节定义的电能传输系统的控制方面。发射器和接收器之间的交互包括四个阶段，即选择，ping（发送捂手信号），识别配置，和功率传递。在选择阶段，功率发射器尝试发现和定位放在界面的对象。此外，功率发射器的尝试区分接收器和外来物体，并选择功率接收器（或对象）传输功率 。为了这个目的，功率发射器可随机选择一个对象并继续 ping （包括随后的识别配置阶段）来收集必要的信息。注意，如果功率发射器不将功率传输到接收器时，它应该进入低功耗待机操作模式。在ping阶段，电能发射器试图发现对象是否包含一个接收器。在识别配置阶段，功率发射器准备将功率传输到功率接收器。为了达到这个目的，功率发射器从功率接收器获取相关信息。功率发射器将此信息与存储在内部的信息想结合，建立一个所谓的功率传输协议，其中包括对功率传输的各种限制。在功率传输阶段，实际功率发生转移。在这个阶段，电能发射器和电能接收器配合调节传输功率到预期的水平。为了这个目的，电能接收器定期发出电力需求。此外，电能发射器连续监测功率传输，确保电能传输协议不冲突。如果发生协议冲突行为，电能发射器将终止功率传输。

各种电能接收器的设计采用不同的方法来调整所要求的传输功率水平。三种常用的方法包括频率控制---初级线圈电流改变功率，频率依赖由于变压器的谐振特性----占空比控制----用驱动逆变器的占空比来改变初级线圈的电流幅值----电压控制----用驱动电压来控制初级线圈电流幅值。这些方法的细节在第三节，总体误差控制策略在第五节。这个方法是电能接收器传达它想要的工作点同实际的工作点的差给功率发射器，矫正初级线圈电流，减小误差。接近于零。本标准没有限制功率接收器如何得到工作点参数，如功率 ，电压，电流和温度。这就为电能接收器留下了可选择的功率接收控制策略。

版本1.0系统描述无线电源传输，第1卷，第1部分，只是定义了电能接收器到电能发射器的通讯。第6部分定义了通讯接口。在物理面上，功率接收器与功率发射器间的通讯继续使用负载调制，这意味着功率接收器从两个不同的层面来解析它从发射器那里得到的功率（注意:这些层面不是固定的，依赖于真正传输功率的大小）。功率接收器实际的负载调制模式是被预留下来，作为设计选择。电阻，电容，电感的调制方案都是可能的。在逻辑层，通讯协议传递一系列的含相关数据的短信息。这些信息被包含在一个用简单的UART传递方式的数据包中。

附录A提出了两个功率接收器的设计实例。第一个例子展示的是直接用整流电压从次级线圈用恒流或恒压的方式给一个锂电池充电。第二个例子用调整后的电能在功率接收器的输出设计为电压源输出。

版本1.0系统描述无线电源传输，第1卷，第1部分，没有定义一个功率发射器应该检测一个放在感应面上的对象。附录B讨论了几种功率发射器可用的方法，一些方法能使功率发射器实现使用非常低的待机功耗----如没有功率接收器放在感应面上，或者功率接收器在上面，但不需要功率传输。

附录C讨论的几个关于处理B类的功率发射器上功率接收器在感应面上的定位的例子。特别是这些实例描述怎样为有效区域找到最佳位置----功率发射器通过这些区域提供功率给接收器----还有怎样识别多个紧密间隔的功率接收器。

最后，附录D讨论了一种功率发射器应如何检测在接口表面足够接近的有效区域以至于干扰功率传输的异物。这种异物的典型例子是身边常见的金属，如硬币，钥匙，回形针等。

如果这样的小金属接近了有效感应区，它会因振荡磁场产生的感应电流而加热。为了防止不安全的事情发生，功率发射器应该在这些金属的温度上升到不可接受之前终止功率传输。

# 3 基本的功率发射器设计

## 3.1 介绍

关于功率发射器设计，这个无线电力传输系统描述的第1卷第1部分，定义集成了两种基本类型。

种类A 发射器设计有一个初级线圈和一个初级感应区（电力传输子区）与初级线圈对应。另外A类发射器设计包括实现初级线圈和次级线圈对齐的方法，依靠这些方法，A类发射器可实现导向定位和自由定位。

种类B 发射器设计有一个初级线圈组。所有种类B发射器能够自由定位，因为这种作用，发射器B可以从线圈组中联合一个或者更多的初级线圈，在传输面不同的位置实现一个初级感应区（电力传输子区）。

一个功率发射器只能再同一时间服务于一个功率接收器，然而一个基站可能包括多个功率发射器，为了同时服务多台移动终端，请注意，B型功率发射器可以分享（部分）的多路复用器和初级线圈组(参考 3.3.1.3)。

## 3.2基于一个单独线圈的功率传输器设计

3.2节定义了A类所有的功率发射器设计，除了3.2节外，第5节定义了每个功率发射器应该实现的协议的相关部分；第6节定义通讯界面（接口）。

### 3.2.1功率发射器A

功率发射器A1导向定位，图3-1 是这个设计的功能模块图，由两个主要功能单元组成，即功率转换单元和通讯控制单元。

图3.1右手边的功率转换单元是一个模拟原理设计，逆变器将直流转变成交流波形去驱动谐振电路，初级线圈外加串联电容。最后电流检测器监视初级线圈电流。

图3.1左手边通讯控制单元包含了数字逻辑部分设计，这个单元接收数字解码信息充功率接收器，执行相关的功率控制运算法和协议，控制AC的波形频率从而控制功率传输，通讯控制单元也和其他的基站的子系统相连，例如用户界面。

### 3.2.1.1 机械结构细节

功率接收器A1包括一个初级线圈就像3.2.1.1.1节定义的那样，屏蔽罩像3.2.1.1.2节定义的那样，接口面就像小节3.2.1.1.3定义的那样，辅助对齐如小节3.2.1.1.4 定义。

### 3.2.1.1. 1初级线圈

初级线圈的绕线种类，由No. 20 AWG（直径0.81毫米）型2绞合有105股No. 40 AWG线（0.08毫米直径），或等价的。如图3-2，这初级线圈的形状是圆的，由多个层组成。所有的层的堆叠具有相同的极性。表3-1列出初级线圈的尺寸。

### 3.2.1.1.2屏蔽罩

初级线圈的绕线种类，由No. 20 AWG（直径0.81毫米）型2绞合有105股No. 40 AWG线（0.08毫米直径），如图3-3，软性磁材料保护基站相对于初级线圈产生的磁场，屏蔽罩至少超出初级线圈直接2mm,厚度至少5mm,放在初级线圈下面，最大距离 most d =1.0mm;这个无线传输系统描述版本1.0 第1卷第1部分，限制屏蔽从下面的列表中选择的材料的组合物：

􀀀Material 44 — Fair Rite Corporation.（公司名字和材料）

􀀀Material 28 — Steward, Inc. （公司名字和材料）

􀀀CMG22G — Ceramic Magnetics, Inc. （公司名字和材料）

### 3.2.1.1. 3界面/感应面

如图3-3，初级线圈到基站感应面的距离是 d =2 mm（初级线圈顶面）；另外基站的感应面（界面）至少超出初级线圈直径5mm.(信息说明)，意味着初级线圈和它自己表面平面之间的倾斜角最多1°（如图 1°max ）。另外，在一个非平面界面的表面的情况下，意味着一个曲率半径的至少317毫米的感应面/界面（与初级线圈居中对齐），参见图3-3。

### 3.2.1.1. 4辅助对齐

功率变送器设计A1采用盘形的粘结钕铁硼磁体，其中功率接收器提供了一个有效的对齐方式（参考4.2.1.2）如图3-3，磁铁在初级线圈中心，它的N极，定向靠近感应面，（静态）的磁铁磁通密度，有序穿过感应面，最大值 100（+30~-20）mT。磁铁的最大直径15.5mm。

### 3.2.1.1. 5内部线圈分离

如果基站包含多个A1型功率发射器，任何这些功率发射器初级线圈必须中心到中心的距离至少为50毫米。

### 3.2.1.2电子详细说明

如图3-4，功率发射器A1用一个半桥逆变器，驱动初级线圈和串联电容，工作频率如下，初级线圈，屏蔽罩，和磁铁有个自感系数 L =24 uH串联电容的值是 C =100 nF. 输出电压到半桥逆变器时19 v,附近的谐振,串联电容两端的电压的可以达到超过200 V PK PK。

功率发射器A1设计，用功率信号的工作频率和占空比控制传输中的功率输出，就是这个目的，工作频率范围（半桥逆变器）在f =110---205 KHz (占空比位50%)；工作频率在205KHz时占空比的范围是 10---50%高工作作频率或者低的占空比时传输低功率；为了获得更准确的传输功率校正，功率发射器A1 应当控制工作频率在一下范围：

􀀀for *f*op in the 110…175 kHz range;

􀀀for*f*op in the 175…205 kHz range;

或者更好的范围。此外，A1型功率发射器将功率信号占空比精度控制在 0.1%或更好。

功率发射器A1设计，第一次应用（申请）功率信号（数字ping ;看 5.2.1 节），它应该用一个起始频率175kHz (占空比为50%)

控制功率传输应该运用 PID 算法，此点在5.2.3.1节定义。控制变量v 在该算法定义表示工作频率，为了保证足够准确的功率控制，A1型功率发射器应该确定初级线圈的电流幅值，精确在 7mA或者更好。最后，表3-2,3-3，和 3-4，提供了用在PID算法中的一些参数值。

### 3.2.2功率发射器设计A2

功率发射器A2设计可自由定位，图3-5是这个设计的功能模块图，包含三个主要功能单元，即功率转换单元，检测单元，通讯控制单元。

功率发射器A2设计可自由定位，图3-5是这个设计的功能模块图，包含三个主要功能单元，即功率转功率转换单元在图3-5 右手边，检测单元在图3-5的底部，包含设计的模拟部分；A2的功率转换单元和A1的类似，逆变器转变DC输入到 AC 波形驱动由串联电容和初级线圈组成的谐振电路。初级线圈增加了定位阶段是初级线圈能够准确的校正与移动设备的（接收）有效区。最后电压感测监视初级线圈电压。

图3-5左手边的通讯控制单元，包含数字逻辑部分设计，这个单元和A1设计的通讯控制单元类似，通讯控制单元从功率发射器接收编码信息，执行相关的功率控制运算和协议，驱动AC波形的输出电压控制功率传输，另一方面通讯控制单元驱动定位阶段并控制检测单元，通讯控制单元也链接其他基站的子系统例如用户界面。

检测单元确定对象或功率接收器在界面/感应面的大概位置。无线传输系统描述1.0版本，第1卷，第1部分，没有详细指定一个明确的检测方法。不管怎样，推荐在检测频率f 时，检测单元利用功率接收器的谐振。

上次讲到利用功率接收器谐振频率的检测，原因是最大限度的减少初级线圈的调动，因为功率发射器没有必要识别在这个谐振频率不响应的对象。实例 C.3提供谐振检测方法。

### 3.2.2.1机械细节描述

功率发射器A2 设计包含一个初级线圈像小节 3.2.2.1.1定义的那样，屏蔽罩像小节3.2.2.1.2定义的那样，界面（感应面）像小节3.2.2.1.3定义的那样，定义阶段像小节3.2.2.1.4定义的那样。

### 3.2.2.1. 1初级线圈

初级线圈绕线的种类，绞合线 30股，1.0mm直径，参考图3-6，初级线圈为圆形多个层组成，相同极性的所有的层堆叠。表3-5 是初级线圈的尺寸。

### 3.2.2.1. 2屏蔽罩

如图3-7 ，软磁材料保护基站免受初级线圈产生的磁场干扰，屏蔽罩至少超出初级线圈的外直径2mm,厚度至少0.20mm,放在初级线圈下面距离0.1mm,这点无线传输系统描述1.0版本，第1卷第1部分限制了屏蔽罩从下列裂变材料选择组合。

􀀀DPR-MF3 — Daido Steel（大同特殊钢）

􀀀HS13-H — Daido Steel（大同特殊钢）

### 3.2.2.1. 3界面/感应面

如图3-7 ，从初级线圈顶面到基站感应面/界面的距离是dz = 2.5 mm,另外基站界面/感应面至少超出初级线圈外直径5mm。

### 3.2.2. 1.4 定位阶段

两个相互垂直的方向平行到界面/感应面的距离精确到0.1mm或者更好。

### 3.2.2. 2 电子细节详述

如图3-7 ，从初级线圈顶面到基站感应面/界面的距离是dz = 2.5 mm, 另外基站界面/感应面至少超出初级如图3-8，功率发射器A2用一个全桥逆变器驱动初级线圈和串联电容，在频率140kHz,初级线圈和屏蔽罩有一个自感系数Lp= uH。串联电容的值是Cp =nF.近谐振，串联电容两端的电压可达到50VpK-pK.

如图3-7 ，从初级线圈顶面到基站感应面/界面的距离是dz = 2.5 mm, 另外基站界面/感应面至少超出初级功率发射器A2 用输入电压到全桥逆变器控制功率的传输。为这个目的，输入电压的范围是 3-12v，低输入电压的结果是传输低功率，功率传输中为了得到足够准确的校正，A2功率发射器应该控制输入电压精确到50mV或者更好。

当A2功率发射器第一次申请（应用）功率信号时（数字Ping;参考小节 5.2.1），它应该用初始输入电压 8v。

在小节5.2.3.1控制功率传输需要运用PID算法，引入控制变量表示到全桥逆变器的输入电压，为了更准确的功率控制，A2功率发射器应该确定初级感应子区电压的幅值（初级线圈电压）精确到 5mV或者更好，最后表3-6 提供用在PID 算法的几个参数。

### 3.3基于初级线圈组的功率发射器设计

这小节3.3定义了功率发射器B设计，此外3.3小节这部分的定义，每个功率发射器设计应该实现小节5协议定义的相关部分，通讯接口（界面）在第6小节定义。

3.3.1功率发射器设计B1

功率发射器B1 设计可以自由定位，如图3-9 这个设计的功能模块图，它由两个主要功能单元组成，即功率转换单元和通讯控制单元

这小节3.3定义了功率发射器B设计，此外3.3小节这部分的定义，每个功率发射器设计应该实现小节5协议定义功率转换单元在右手边图3-9是A2设计的类似部分，这个设计利用重叠的初级线圈组实现自由定位，这个要看功率接收器的位置，多路器链接或不链接相应的初级线圈，阻抗匹配电路和初级线圈组链接形成谐振电路，感测电路检测初级感应子区（初级线圈的一部分）的电流和电压，同时逆变器转换DC输入到 AC波形驱动初级线圈组。

通讯控制单元在图3-9左手边由数字逻辑部分组成，这个单元从功率接收器获取解码信息，配置多路器去链接适当的初级线圈组的部分，执行相关的功率控制算法和协议，驱驾频率和输入电压到逆变器控制到接收器的功率输出，通讯控制单元也链接其他基站的子系统，例如用户界面

### 3.3.1.1机械（结构）细节描述

功率发射器B1设计包括初级线圈组如小节3.3.1.1.1定义，屏蔽罩如小节3.3.1.1.2定义，和界面/感应面如小节3.3.1.1.3定义。

### 3.3.1.1.1初级线圈组

初级线圈组由3层组成，如图3-10[a]单个初级线圈的顶视图，绕线种类，绞合线 24股 no.40 AWG[0.08mm直径],或者同等的。

初级线圈组由3层组成，如图3-10[a]单个初级线圈的顶视图，绕线种类，绞合线 24股 no.40 AWG[0.08mm直径]如图3-10[a]，初级线圈为圆形组成一个层。图3-10[b]展示了一个初级线圈组的侧面图，图3-10[c]展示了一个初级线圈组的顶视图，第二层初级线圈的六边形虚线图标注了一个右偏移距离 t 2, 第二层初级线圈的中心和第一层初级线圈的角（右边）是一个点。

同样的，虚线六边形表示层3的初级线圈的格子，也同样标注了一个左偏移距离t 3,可以看出第三层初级线圈的中心点也和第一层初级线圈的角（左边）是一个点。由此得出初级线圈第二层的每个中心及每个角和第三层的每个中心及每个角也是一样的；所有的初级线圈相同极性叠加，另外请参看图3-10 [c]彩色部分六边形含义（本来不是彩色，为了更好理解我把它们用透明度为50% 红绿蓝三个六边形表示）

### 3.3.1. 1.2屏蔽罩

如图3-11，功率发射器B1用屏蔽罩保护基站避免初级线圈组产生的磁场干扰，屏蔽罩最少超出初级线圈组边缘2mm，放在初级线圈下面距离 ds = 0.5 mm.

屏蔽罩是软性磁材料厚度至少0.5mm.无线传输系统描述第1卷第1部分，限制了屏蔽罩从下列材料选择组合。

### 3.3.1. 1.3 界面/感应面

如图3-11 ，初级线圈组与基站感应面/界面的距离是dz = mm.从初级线圈顶面。另外界面/感应面至少超出超出初级线圈组外边缘5mm.

### 3.3.1. 2电子细节描述

如图3-12，功率发射器B1设计用一个半桥逆变器驱动初级线圈组。另外，功率发射器B1设计用一个多路器来选择感应有效区的位置。多路器来配置初级线圈组，1个 2个或3个初级线圈以并联方式被链接到驱动电路。链接的初级线圈构成了一个感应子区，还有另一个限制，多路器应该选择这样一种初级线圈----每个选择的初级线圈和其他所有选择的初级线圈叠加 [参考图 3-10（c）]

工作频率在范围，初级线圈组和屏蔽罩的自感系数为每个单独的第1层初级线圈，8.7 每个单独的第2层初级线圈，9.6 每个单独的第3层初级线圈，电容在阻抗匹配电路中的自感系数分别为。电容C1 ,C2在半桥逆变器中是68uF。开关S是打开的当感应子区只有一个初级线圈组成时。其他时候S是关闭的，电容Cm电压可以达到超过36V pk-pk。

功率发射器设计B1 用输入电压到半桥逆变器控制功率传输。为了这个目的，输入电压范围是 0---20v，当低输入电压时结果是传输低功率。为了得到功率传输足够准确的校正，B1功率发射器应该控制输入电压精确度 35mV或者更好。

当功率发射器设计B1 第一次申请（应用）功率信号[数字 ping;参考小节5.2.1]应该使用其实输入电压12V控制功率传输应该应用PID 算法，小节5.2.3.1定义了这点。在算法定义中引入控制变量表示到半桥逆变器的输入电压。为了保证足够准确的功率控制，B1 发射器应该确定进入初级感应子区的电流幅值精确到5mA或者更好。除了PID 算法，B1功率发射器应该限制限制进入初级子感应区的电流为最大 4ARMS，当初级子感应区由2个或3个初级线圈组成时，当初级子感应区由1个初级线圈组成时最大2A RMS .因为这个目的，功率发射器应该限制到半桥逆变器的输入电压低于20V，最后表3-8提供了一些用于PID 运算的参数值。

### 3.3.1. 3 可测量性

小节3.3.1.1和3.3.1.2定义了功率发射器B1 的机械（结构）细节和电子细节，如图小节3.1的定义，功率发射器B1 只服务于一个功率接收器，为了能同时服务于多个功率接收器，一个基站可以包含多个B1型功率发射器。如图3-13，这些功率发射器可以共享初级线圈组和多路器，无论怎样每个独立的功率发射器必须有一个分开的可控逆变器，阻抗匹配电路，检测初级子感应区的方法，如小节3.3.1.2定义。另外多路器必需确保不要连接多个逆变器到到独立的初级线圈。

### 3.3.2功率发射器设计B2

功率发射器B2 设计可以自由定位，功率发射器B2设计和B1功率发射器B1设计最大的不同是初级线圈组，功率发射器B2设计是基于印刷电路板PCB式的初级线圈。功率发射器B2的功能模块图和功率发射器B1的完全相同，参考图 3-9 和3.3.1小节文本描述。

### 3.3.2. 1机械（结构）细节描述

功率发射器B2 设计包括一个初级线圈组如小节3.3.2.1.1定义的那样，屏蔽罩如小节3.3.2.1.3定义，界面/感应面如小节3.3.2.1.3定义。

### 3.3.2. 1.1 初级线圈组

这个初级线圈组由8层PCB构成，内六层PCB每个包含一个网格初级线圈，底层包含铅片对每个独立的初级线圈。顶层可以被用于其它目的，但是不能影响初级线圈组的自感系数值。图3-14（a）展示一个单独初级线圈的顶视图，看出绕六边形18匝。同样从插图3-14（a）看出，六边形的角是圆角；图3-14（a)最下面的那个图表示了轨道的宽度和他们之间的距离。图3-14(b)是PCB层结构侧面图，层2.3.4.5.6.7每个包含一个初级线圈格子，层8包含铅片对每个初级线圈，图3-14（c)展示了一个初级线圈顶视图和一个单独的初级线圈被装进六边形格子，那些填充颜色的的六边形展示了初级线圈组层2和层7装满后的近似的结构。每个填充颜色的六边形代表一套两个相同的初级线圈--这种情况下分别一个初级线圈在第2层，一个初级线圈在第7层，被并联。（右边）虚线六边形表示被向右偏移距离 t 2 的层3 和层6上的初级线圈组的格子，像这样层3 和层6初级线圈六边形格子的中心点刚好和层2层7初级线圈组六边形格子的一个角点重合；同样（左边）虚线六边形表示被向左偏移距离 t 3 的层4 和层5上的初级线圈组的格子，像这样层4和层5初级线圈六边形格子的中心点刚好也和层2层7初级线圈组六边形格子的一个角点重合。得出一个结论层3和层6各个格子的中心点和各个格子的角（点）与层4 层5的各个格子的各个角（点）和各个格子的中心点重合（注意这个不是真正的重合因为他们都不在一个层，是顶部透视来讲重合）可以参考填充颜色红绿蓝六边形的意义3.3.2.2节。

# 4 功率接收器设计要求

## 4.1介绍

在这图例中，功率接收器由功率接收单元和通讯控制单元组成。功率接收单元在图中左手边包含类似的功率接收器元件。

* 双谐振电路由次级线圈和串联，并联的电容组成，以提高功率传输的效率并实现一个谐振检测的方法（参考小节4.2.2.1）
* 整流电路提供ＡＣ波形的全波整流，例如四个二极管的整流配置，或者其他有效元件合适的配置（参考小节4.2.2.2）。整流电路应该输出顺畅。在这个例子整流电路为功率接收器的通讯控制单元和输出提供电源。
* 通讯调制器(参考小节4.2.2.4)。在功率接收器DC端，通讯调制器主要的构成是一个和一个开关串联。在功率接收器AC端，通讯调制器的主要构成是一个电容和一个开关串联（参考图4-1）。
* 一个输出断开开关，防止电流流向输出端，当功率接收器没有提供电源给输出端时，另外输出断开开关也防止电流回流到功率接收器，当功率接收器没有提供电源给输出端时。再者，输出断开开关使功率最小化，当一个功率信号第一次被应用到次级线圈---功率接收器从功率发射器获取时
* 整流电压识别通讯控制单元在图4-1右手边由功率接收器的数字逻辑部分组成。这个单元执行相关的功率控制算法和协议；驱动通讯调制器；控制输出断开开关；监视各个感测电路，在功率接收单元和负载端-----举个实际的例子：一个在负载端的感测电路测量一个可循环充电的电池的温度。

留意无线通信传输协议系统描述第1卷第1部分，最小化功率接收器设置的要求，（参考小节4.2）。因此类似的的功率接收器不同于例子的功能模块图4-1所示的设计是可能的。例如，一个比较设计包括整流电路的后整流调制（例如用降压变压器，电池充电电路，功率（电源）管理单元等。）。在另一个设计通讯控制单元与移动设备子系链接，例如用户界面。

## 4.2 功率接收器设计要求

功率接收器设计必须遵从机械（结构）要求单参考小节4.2.1和电子要求单参考小节4.2.2 另外功率接收器必须执行小节5定义的协议的相关部分，还有小节6定义的通讯接口。

### 4.2.1机械（结构）要求

功率接收器包括一个次级线圈，和一个界面/感应面如小节4.2.1.1定义，另外功率接收器还包括一个对齐辅助如小节4.2.1.2定义。

### 4.2.1.1界面/感应面

从次级线圈到移动设备的界面感应面的距离不能超过d z =2.5 mm,（从次级线圈低面）参考图 4-2

### 4.2.1. 2辅助对齐

移动设备设计应包括帮助用户正确对齐功率接收器次级线圈和功率发射器初级线圈的方法，实现导向定位。这个方法为用户提供一个方向指导--例如用户要将移动设备移动到哪里，回复用户已经正确对齐。

（信息）这种方法的一个例子是一块硬的或者软磁材料，这个被功率发射器A1的磁铁吸引。引力应该提供给用户触感提示当放一个移动设备在界面/感应面上时。注意移动设备不能依靠基站的任何对齐支持下，其他的参考小节3

### 4.2.1. 3 屏蔽罩

一个值得考虑的功率接收器设计问题是功率发射器的磁场在移动设备上的影响，一些偏离的磁场可以和移动设备相互作用，潜在的导致它的性能恶化，或者会产生涡流电流，功率浪费，温度升高。

推荐在次级线圈顶部加屏蔽罩限制磁场的影响，参考图4-2.这个屏蔽罩的组成材料参数和小节3.2.1.1.2&3.3.1.1.2类似。屏蔽罩应该完全覆盖次级线圈，另外屏蔽罩超出次级线圈的外直径也可能是必要的，根据上面偏离磁场的影响来定。

### 4.2.2 电子要求

接收器设计包括一个双谐振电路如小节4.2.2.1定义，整流电路如小节4.2.2.2定义，感测电路如小节4.2.2.3定义，通讯调制器如小节4.2.2.4定义，输出断开开关如小节4.2.2.5定义。

### 4.2.2.1双谐振电路

双谐振电路由次级线圈和两个谐振电容组成，第一个谐振电容Cs的目的是提高功率传输效率。第二个谐振电容Cd的目的是实现谐振检测模式。图4-3为双谐振电路。双谐振电路中的开关是可选择的如果存在，电容Ｃd就是次级线圈Ls固定连接。如果开关存在它必须保持关闭知道功率接收器传输他的首个数据包（参考小节5.3.1）

双谐振电路应该有以下谐振频率

在这些方程式中,L’s是当次级线圈放在功率发射器上面的自身电感；Ls是次级线圈没有电磁活性材料靠近时的自身电感（例如远离功率发射器的界面/感应面）。再者 x ,y 的大小在谐振频率 f s上是x=y= 5%当功率接收器在配置数据包指定一个最大功率值 3w或者以上，其他所有功率接收器为 x=5% ,y=10%。，由次级线圈,开关（如果存在），谐振电容Cs和谐振电容Cd 构成的电路中的品质因数Q,值不能超过77。

下面是品质因数Q定义

带有直流电阻R 的回路，带有电容 Cs和Cd的短路电路。

图4-4展示了被用来确定次级线圈自身电感L’s的环境。初级屏蔽罩用 TDK公司的 PC44.初级线圈屏蔽罩为方形，边长50mm,厚度1mm. 次级线圈的中心和初级线圈屏蔽罩的中心要对齐，从次级线圈界面/感应面到初级线圈屏蔽罩的距离 d z= 3.4mm.只有功率接收器设计在顶部加装屏蔽罩，其他移动设备的组件也会影响次级线圈的电感当确定谐振频率时---如图4-4那个磁芯。激发信号被用来确定Ls和L’s是否有个1V RMS的幅值和100kHz 的频率。

### 4.2.2. 2 整流电路

整流电路需用全波整流转换AC 变成ＤＣ电源。

### 4.2.2. 3 感测电路

功率接收器需在谐振电路输出直接监视ＤＣ电压Ｖr。

### 4.2.2. 4 通讯调制器

功率接收器必须有调制初级子感应区电流和电压的方法如小节6.2.1 。无线传输系统描述第1卷第1部分，留下了一个可供选择的功率接收器负载方法。典型的例子包括功率接收器DC端电阻负载调制，功率接收器AC端电容负载调制。

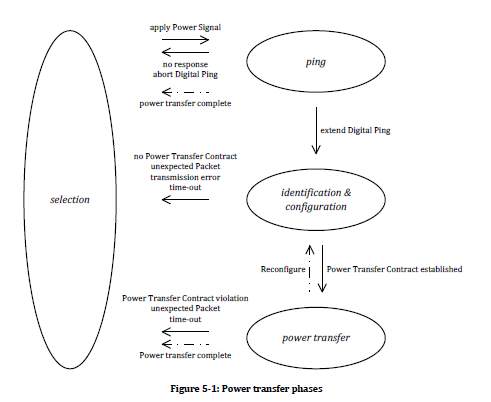
### 4.2.2. 5 输出断开

功率接收器必须有方法断开它的输出和与子系统的链接，如果功率接收器断开了它的链接输出，也要确保它仍然能够获取足够的功率（电源）从功率发射器哪里，这样功率接收器和发射器的通讯仍然可行。（参考小节6.2.1）

功率接收器应该保持输出断开状态，直到它到达功率传输阶段---数字Ping后的第一次（参考小节5）随后，功率接收器控制输出断开开关当何时功率发射器申请（应用）一个功率信号，这也意味着功率接收器可能保持它的输出连接如果它从功率传输阶段恢复的识别配置阶段。（注意功率接收器可能经历一个电压高峰，当控制输出断开开关时

# 5系统控制

## 5.1介绍

从系统控制来讲，电能从电能发射器传输到电能接收器包括4个阶段，即 ---选择阶段--ping---识别和配置阶段—电能传输阶段。图5-1说明了这些阶段之间的联系。实线箭头表示以电能发射器为起始的过度过程，虚线箭头表示以功率接收器为起始的过度过程。根据定义，如果电能发射器没有发出电能信号，则系统处于选择阶段。这意味着任何从其它阶段的过渡到选择阶段，电能发射器都要移除电能信号。

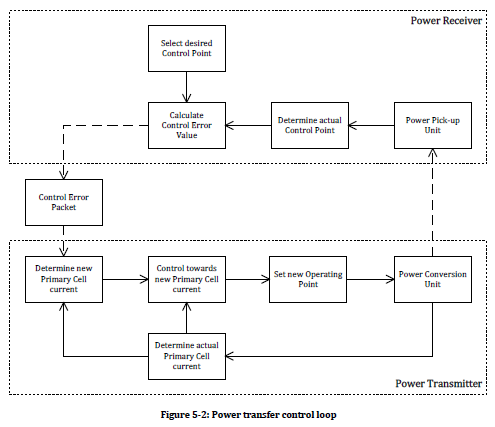
每个阶段主要动作如下：

* 选择阶段 在这个阶段，电能发射器主要监测界面（感应面）上对象（物体）的放置和移除。为了达到目的，电能传输器可能要用到多种方法。参考附录B。如果电能发射器发现一个或多个对象，它应尝试定位这些对象--尤其是在电能发射器支持自由定位的情况下。另外，电能发射器应该尝试区分电能接收器和外界物体，如硬币、钥匙等。此外，电能发射器应该尝试为电能传输选择一个电能接收器。如果起初电能发射器没有足够的电能传输信息，则电能发射器可能要反复的执行Ping 和随后的识别和配置阶段----每次选择不同的初级线圈单元---在收集到相关的信息后返回选择阶段。参考附录C。最后，如果电能发射器选择一个将用来传输电能到电能接收器的初级线圈单元，电能发射器进入Ping阶段--最终到电能传输阶段。另一方面，如果电能发射器没有选择任何一个电能接收器用来传输电能---电能发射器没有向电能接收器传输电能超出一定的时间而—电能发射器应该进入待机模式运行。[参考第2部分]工作模式执行要求。
* ping 在这个阶段，电能发射器执行数字Ping，并监听回答。如果电能发射器发现了电能接收器，电能发射器可能会延长数字ping阶段，也就维持了电能信号的强度等级在数字ping 阶段的等级。这样会使系统进入识别和配置阶段，如果电能发射器没有延长数字ping阶段 ，系统将返回到选择阶段。
* 识别和配置阶段 在这个阶段，电能发射器识别已选择的电能接收器，并获得配置信息，如电能接收器将要在它的输出端输出的最大功率。电能发射器用这些信息创建电能传输合约。电能传输合约包含一些对电能传输在电能传输阶段中的特征参数的限制。在进入电能传输阶段之前的任何时候，电能发射器可能终止延长数字ping ，例如用来发现另外的电能接收器，这会让系统反回到选择阶段。
* 功率传输阶段 在这个阶段，电能发射器连续为电能接收器提供功电能，并响应从电能接收器得到的控制数据来调整初级线圈电流。整个阶段中，电能发射器监测包含在电能传输合约里的所有参数。这些参数中的任意一个参数有任何违反合约规定的冲突都将导致电能发射器终止电能传输---系统返回到选择阶段。最后应电能接收器的要求，系统可能停止电能传输。例如，电能接收器可以要求终止电能传输---电池充满的时候---系统返回到选择阶段，或者要求重新判断功率传输合约---用最小的电能使电池转入滴流充电状态---系统返回到识别和配置阶段。

第5.2节从电能发射器整体上定义了在 ping，识别和配置，功率传输阶段的系统控制协议。第5.3节从电能接收器整体上定义了4个阶段的系统控制协议。注意，在版本1.0的无线电能传输系统描述第1卷第1部分没有定义在选择阶段的系统控制协议。还要说明--从电能传输的角度来看---整个选择阶段电能接收器都保持被动状态。

用户可以在任何时候移走正在充电的移动设备。电能发射器能判别与电能接收器之间的通信超时或者违反电能传输合约的事件。结果是电能发射器终止电能传输，系统返回到选择阶段。

整个电能传输阶段，电能发射器和电能接收器控制着传输中的电功率大小。图5-2说明了电功率控制循环的原理图，主要操作如下：电能接收器选择一个所需要的控制点—移动设备等需要测量输出电流或者输出电压，温度测量。另外电能接收器确定它真实的控制点。注意电能接收器可能采用任何方法确定一个控制点。再者在传输阶段的任何时间电能接收器可能改变这个方法。电能接收器用需要的控制点和真实的控制点计算控制误差值---例如（相关）两个输出电压或电流的不同----如果电能接收器要求较少的电能以达到所需要的控制点，则结果是否定的；如果要求较多的电能以达到所需要的控制点，则结果是肯定的。随后电能接收器将这个控制错误值发送给电能发射器。

电能发射器用这个控制误差值和真实的初级线圈单元电流判定一个新的初级线圈电流。当系统从控制误差数据包通信中稳定后，电能发射器在很短的时间内控制其实际初级线圈单元电流接近于新的初级线圈单元电流。在这个窗口，电能发射器将达到一个新的工作点---幅值、频率、AC电压的占空比被应用到这个初级线圈单元。随后电能发射器将保持其工作点不变，为能使电能接收器传达其他的控制和状态信息。详情请参考第5.2.3.1节。

## 5 . 2 电能发射器视图

第5.2.1节定义了电能发射器应执行以为电能传输而选择电能接收器的协议。协议包含数字ping。第5.2.2节定义了电能发射器应执行以为识别电能接收器和建立电能传输合约的协议。这个协议扩展到数字ping ,为了使电能接收器能够传达必须的信息。第5.2.3节定义了电能发射器在建立电能传输合约后应执行的协议。在执行这个协议期间，电能发射器根据从电能接收器获得的控制数据控制其初级线圈单元的电流。

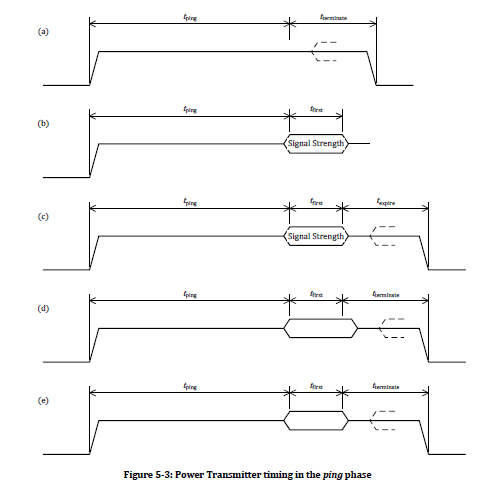
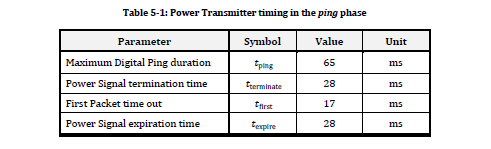
### 5.2.1 Ping阶段

在 Ping 阶段，电能发射器应执行数字Ping。这个数字Ping执行如下，在这个列表中出现较早的条件优先于较后出现的条件。

* 电能发射器应发出一个为特殊电能发射器设计（参见第3节）的工作点电能信好，并尝试接收数据包。
* 如果电能发射器在第一电能信号发出后的ms时间内没有检测到第一电能信号传入的数据包的首字节的起始位，电能发射器会在ms时间内移除电能信号在时间（即减少初级线圈单元电流到0）。参考图 5-3（a）。
* 如果电能发射器正确地接收到信号强度数据包，电能发射器进入电能传输的识别和配置阶段，维持电能信号在如特殊电能发射器定义的工作点。参考图5-3（b）。如果电能发射器没有进入识别和配置阶段，电能发射器必须在收到信号强度数据包的校验和字节的停止位后的ms时间内移除电能信号。参考图 5-3（c）。
* 如果电能发射器在第一个数据包在时间ms时间没有正确地收到第一个传入的数据包的起始位，电能发射器必须在ms时间内移除电能信号。参考图5-3（d）。
* 如果电能发射器正确地收到了除了信号强度数据包以外的其他数据包，特别是收到了结束电能传输数据包，在收到数据包的校验和字节的停止位后，电能发射器必须在ms时间内移除电能信号。参考图5-3（e）。

如果电能发射器没有进入识别和配置阶段，则电能发射器应返回到选择阶段。

注意，图5-3中的粗线表示电能信号的幅值，图的左手边是0位。虚线表示可以被电能发射器按照如下条件忽略的来自电能接收器可能的通讯信息。



### 5.2.2识别和配置阶段

在识别和配置阶段，电能发射器需识别功电能接收器，并收集配置信息。为了这个目的，电能发射器需在不改变工作点的前提下，正确地顺序接收如下数据包：

* 如果电能发射器从Ping阶段进入识别和配置阶段，则是一个识别数据包。
* 如果前面的识别数据包的扩展位（比特位）被置1，则是一个延长识别数据包。
* 下列的组中，有多达 7 种可选的配置数据包---（电能发射器接收这些数据包的顺序是无关的）：
* 电能控制推延数据包。如果电能发射器收到多个电能控制推延数据包，电能发射器在接受到最后一个控制推延数据包后需保留电能控制推延时间时间（参见如下）。
* 任何专有数据包（如表6-3所示）。如果电能发射器不知如何处理包含在专有数据包中的信息，电能发射器需忽略这些信息。
* 任何保留数据包（如表6-3所示）。电能发射器需忽略包含在保留数据包中的信息。
* 配置数据包。如果电能接收器接收到的可选配置数据包的数量不等于包含在配置数据包里的计数字段的值，则电能发射器需在接收到配置数据包的校验和字节的停止位后的ms时间内移除电能信号，并返回选择阶段。

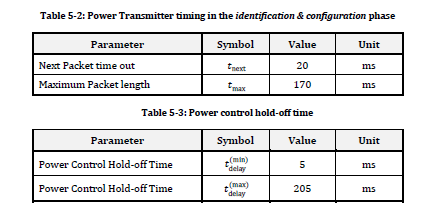
电能发射器需在以下时间约束内接收上述系列数据包：

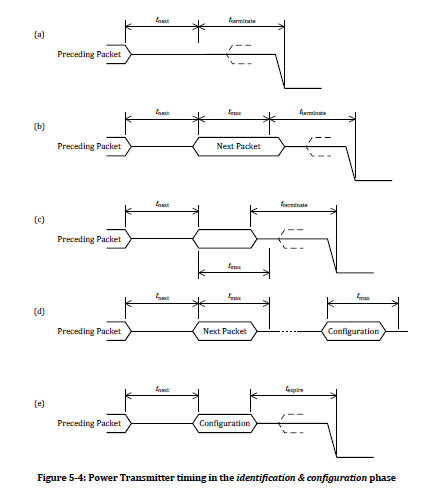
* 如果电能发射器在接收到序列中的刚接收到的数据包的校验和字节的停止位后在时间内没有检测到下一个在序列中的数据包的首字节的起始位，电能发射器需在ms时间内移除电能信号。参考图5-4（a）。在这种情况下，刚收到的识别数据包是电能发射器在ping阶段收到的信号强度数据包。另外，如果电能发射器进入电能传输过程的识别和配置阶段，如果序列没有包含可选的配置数据包，则刚收到的在序列中的第一个数据包不是配置数据包，就是电能发射器在电能传输过程中收到的结束电能传输的第一个可选配置数据包。
* 如果电能发射器在收到数据包的首字节的起始位后在没有在ms时间内正确地收到序列中的数据包，则电能发射器需在ms时间内移除电能信号。参考图5-4（b）。
* 如果电能发射器正确地收到了一个不符合以上序列的数据包，则电能发射器需在接收到数据包的校验和字节的停止位后ms时间内移除电能信号。参考图5-4（c）。

除了这些时间约束外，如果电能发射器不能正确的接收一个数据包（参考第6.2.4节），则电能发射器应在检测到错误后ms时间内移除电能信号。

当电能发射器收到配置数据包以后，电能发射器应顺序执行以下步骤：

* 如果关系不能被满足，则电能发射器应返回到选择阶段。此外，如果电能发射器返回选择阶段，则电能发射器需在接收到数据包的校验和字节的停止位后ms时间内移除电能信号。如果电能发射器没有收到电能控制推延数据包，则电能发射器需使用。
* 如果电能发射器正确地收到了序列中的所有数据包（参考图5-4（d）），则电能发射器会创建一个电能传输合约。
* 如果电能发射器创建了一个电能传输合约，则电能发射器可进入电能传输阶段。如果电发射器没有进入功率传输阶段，则功率发射器应在接收到配置数据包的校验和字节的停止位后ms时间内移除电能信号。参考图5-4（e）。
* 如果电能发射器移除了电能信号----或没有进入电能传输阶段---则电能发射器需返回到选择阶段。





在从电能接收器得到的配置信息的基础上，电能发射器可以创建电能传输合约。无线电能传输系统描述第1卷第1部分，没有定义电能传输合约的构成参数。然而，建议电能传输合约至少包含如下参数：

* 最大功率---电能接收器打算给它的输出提供最大功率（如得到配置数据包的最大功率字段）。

### 5.2.3功率传输阶段

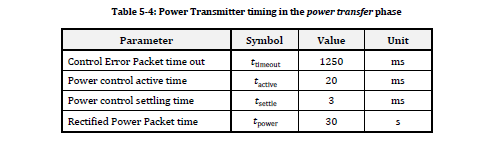
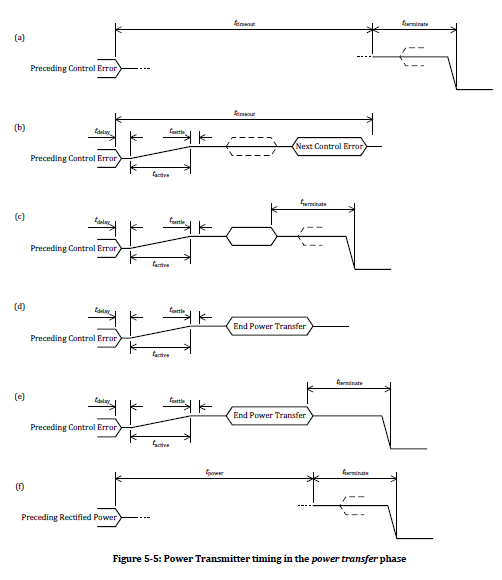
在电能传输阶段，电能发射器响应其刚接收到的控制数据来控制传输到电能接收器的电能。为这个目的，电能发射器应该接收零个或者更多的如下数据包：

* 控制错误数据包
* 整流功率数据包
* 充电状态数据包
* 结束电能传输数据包
* 任何专有数据包（参考表6-3）。如果电能发射器不知如何处理包含在专有数据包中的这些信息，电能传输器应忽略这些信息。
* 任何保留数据包（参考表6-3）。电能发射器应忽略这些包含在保留数据包中的信息。

电能发射器应在如下时间约束下接收以上数据包对象：

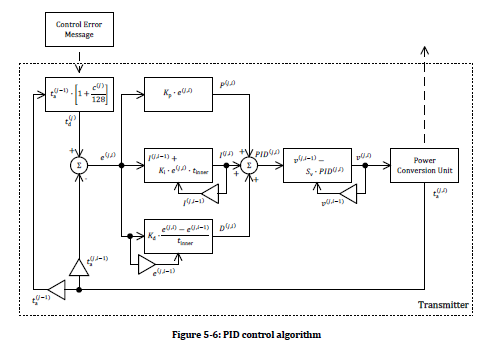
* 如果电能发射器在收到识别和配置阶段的配置数据包的校验和字节的停止位后在ms时间内没有正确收到第一个控制误差数据包，则电能发射器需在ms时间内移除电能信号。如果电能发射器在收到前一个控制误差数据包的校验和字节的停止位后在ms时间内没有正确收到另一个控制误差数据包，则电能发射器需在ms时间内移除电能信号。（参考图5-5（a））。
* 如果电能发射器在收到识别和配置阶段的配置数据包的校验和字节的停止位后在ms时间内没有正确收到第一个整流电能数据包，则电能发射器需在ms时间内移除电能信号。如果电能发射器在收到前一个整流电能数据包的校验和字节的停止位后在ms时间内没有正确收到另一个整流电能数据包，则电能发射器需在ms时间内移除电能信号。（参考图5-5（f））。

除了上述时间约束外，电能发射器需执行如下动作：

* 在收到一个控制错误值后，电能发射器需在最多ms时间内调整其工作点。如第5.2.3.1节所定义。在任何校验之前，电能发射器需等待ms时间使通讯后的初级线圈单元电流再次稳定。参考图5-5（b）。
* 如果电能发射器正确收到的数据包不在上述序列中，则电能发射器在收到那个数据包的校验和字节的停止位后的ms时间内移除电能信号。参考图5-5（c）。
* 如果电能发射器接收到一个停止电能传输数据包，则电能发射器应：
* 如果停止电能传输编码是0X07（重新配置），则在不改变其工作点的前提下返回到识别和配置阶段。参考图5-5（d）。
* 如果停止电能传输编码有任何其他值而不同于0X07，则应在收到结束电能传输数据包的校验和字节的停止位后的ms时间内移除电能信号。参考图5-5 （e）。
* 整个电能传输阶段，电能发射器需监视包含在电能传输合约中的所有参数。如果电能发射器检测到这些参数的实际值超过电能传输合约中的限制，则电能发射器需在ms时间内移除电能信号。
* 如果电能发射器移除了电能信号，则电能发射器需返回到选择阶段。

### 5.2.3. 1电能传输控制

无线电能传输系统描述版本1.0，第1卷，第1部分定义了具体的电能发射器用来控制其初级线圈单元电流使其接近新的初级线圈单元电流的方法（参考第5.1节）。这个方法是基于如图5-6所示的离散PID算法。



要执行此算法，电能发射器应顺序执行以下步骤。这些步骤的定义：索引 j=1,2,3,---标记了电能发射器接收到的控制误差数据包序列。

* 当收到第个控制误差数据包时，电能发射器需计算初级线圈单元的电流，表示为：

，

其中，表示初级线圈单元根据上一个控制误差数据包控制得到的实际电流---表示包含在第个控制误差数据包的控制误差值。注意，表示在电能传输阶段开始时初级线圈单元的电流。

* 如果控制误差值 为非零，则电能发射器需在ms时间内校正其初级线圈单元电流。为此，电能发射器需执行如下列出的循环步骤。索引i =1,2,3---标出的这种循环迭代。
* 电能发射器需计算新的初级线圈单元电流与实际初级线圈单元电流之间的误差：

，

其中，表示在循环的第i-1次迭代决定的初级线圈单元电流。注意，表示循环开始时初级线圈单元的实际电流。

* 电能发射器需计算比例、积分、微分项（依次）：

，

，

，

其中，是比例增益， 是积分增益，是微分增益，是执行一个迭代循环的时间。另外积分项，误差。电能发射器需限制积分项)的范围在 内。必要时，电能发射器应用一个适当的边界值代替计算出的积分项。

* 电能发射器需计算比例、积分、微分项的和：

+，

在这个计算中，电能发射器应限制和值在范围内。

* 电能发射器应新的控制变量值：

，

其中，是取决于控制变量的比例因子。

Sv是控制变量的换算系数。另外，控制变量 ，表示电能传输阶段开始时控制变量实际的值。控制变量要么是工作频率，逆变器的占空比，要么是逆变器的输出电压。如果计算出的超出了规定的范围（参考第3节定义的独立电能发射器的设计），电能发射器需用一个合适的限制值代替计算出的。

* 电能发射器需应用一个新的控制变量到其电能转换单元。
* 电能发射器应确定初级线圈单元的实际值。

执行依次循环迭代要求迭代循环的最大数和时间要满足一下关系式：

=（），

* 在收到第个控制误差数据包的校验和字节的停止位后，电能发射器需确定初

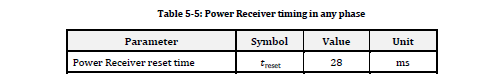
级线圈单元电流 ，为 。

## 的详情，请参考第3节定义的独立电能发射器的设计。

### 5 . 3 功率发射器透视

第5.3.1定义了电能接收器申请对电能信号的初始响应。初始响应部分，如果电能接收器的通信单元没有处于待机状态或者运行状态，则电能接收器应唤醒其通讯控制单元。第5.3.2节定义了电能接收器对数字Ping的响应。这个响应确保电能发射器对应的是电能接收器交流（而不是和其他未知对象）。第5.3.3节定义了电能接收器对扩展数字Ping 的响应。这种响应确保电能发射器能识别电能接收器，并建立电能传输合约。最后，第5.3.4节定义了电能接收器要执行以实现通过电能发射器控制电能传输的协议。

除了第5.3.1节，第5.3.2节，第5.3.3节和第5.3.4节所限定的时间约束外，在电能发射器移除电能信号后，电能接收器需要在最多ms（参考图5-5）时间内离开PING，识别和通信，和电能传输阶段。功率发射器应当离开 Ping,识别和配置，或功率传输阶段。注意无线电能传输系统描述版本1，第1卷第1部分没有定义电能接收器应该如何检测电能发射器移除了电能信号。

此外，尽管第5.3.1节，第5.3.2节，第5.3.3节和第5.3.4节给出了时间约束，电能接收器可能随时停止向电能发射器传送数据包。（资料）这种行为导致电能发射器假设用户从界面移除了电能接收器而移除电能信号。推荐的方式是引起电能发射器移除功率信号（当用户没有从界面移除电能接收器）的原因是传送了一个如第5.3.2节和第5.3.4节所定义的停止电能传输数据包。

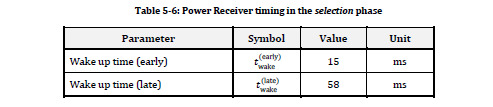
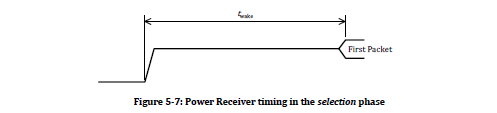
### 5.3.1选择阶段

当电能发射器一发出电能信号，电能接收器就应进入选择阶段。注意，无线电能传输系统描述版本1，第1卷第1 部分没有定义电能接收器应该怎样检测电能发射器发出的电能信号。如果电能接收器认为整流电压足够高，则电能接收器应进入 Ping 阶段，并受如下时间约束：

* 在电能发射器连续不断发出电能信号的至少时间内，电能接收器不应进入Ping 阶段。
* 在电能发射器发出第一个电能信号后的至少时间内，电能接收器应进入Ping 阶段。

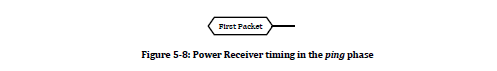
如果电能发射器没有进入Ping阶段，则电能发射器不应传输任何数据包。

参考图 5-7 和表 5-6，其中。



### 5.3.2 PING 阶段

如果电能接收器响应了数字Ping，则电能接收器应传送一个信号强度数据或者停止电能传输数据包作为其第一个数据包。当进入 Ping阶段后，电能发射器应立即传输第一个数据包。



在电能接收器发出一个信号强度数据包以后，电能接收器应进入识别和配置阶段。在发出一个停止电能传输数据包后，电能接收器应停留在 Ping阶段。如果需要，电能接收器应该发出额外的停止电能传输数据包。

### 5.3.3识别和配置阶段

在识别和配置阶段，电能接收器需传送如下序列的数据包：

* 如果电能接收器从Ping阶段进入识别和配置阶段，则是一个识别数据包。
* 如果上一个收到的识别数据包的的扩展位被置 1，则是一个扩展识别数据包。
* 如下的组中有超过7种可选的配置数据包（如果电能接收器传输这些数据包的顺序是不相关联的）：
* 电能控制推延数据包。在这个包中的电能控制推延时间应满足条件：。参考表5-3。
* 任何专有数据包（参考表6-3）。
* 配置数据包。

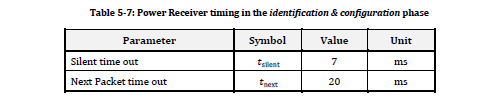
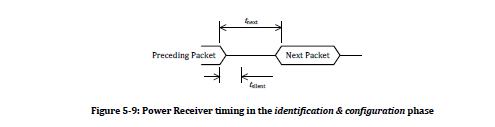
电能发射器在发送上述数据包时应受如下时间约束：

* 在刚发送完上一个数据包的校验和停止位后，电能发射器在ms时间内不应发送下一个数据包的报头。
* 在刚发送完上一个数据包的校验和停止位后，电能发射器在ms时间后应发送下一个数据包的报头。

遵循了上述时间约束，如果电能接收器从Ping阶段进入识别和配置阶段，则识别数据包的第一个数据包是电能接收器在Ping阶段传输的信号强度数据包。此外，如果电能接收器从Ping阶段进入识别和配置阶段，则若序列中没有一个可选的配置数据包或第一个可选的配置数据包，则序列中的第一个数据包的包头是电能接收器在电能传输阶段发出的结束电能传输数据包。

参见图5-9和表7-7。

当电能接收器发出配置数据后，电能接收器应进入电能传输阶段。



### 5.3.4电能传输阶段

在电能传输阶段，电能接收器通过其发出的控制数据控制从电能发射器传输的电能。为了达到这个目的，电能接收器应发送0个或者多个如下数据包：

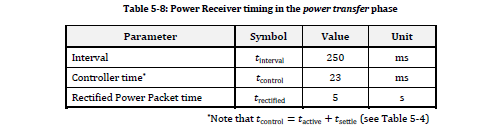
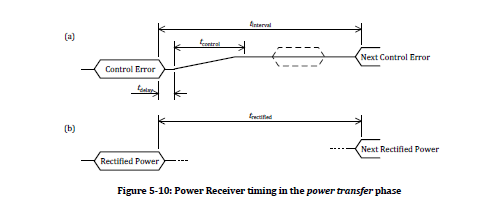
* 控制误差数据包。如果实际控制点与预期控制点一致，则电能接收器应设置控制误差值为0。如果希望减小初级线圈单元的电流，则电能接收器应设置控制误差值为负。如果希望增大初级线圈单元的电流，则电能接收器应设置控制误差值为正。见第5.1节和第5.2.3.1节。
* 整流电能数据包。
* 充电状态数据包。
* 结束电能传输数据包。
* 任何专有数据包（参见表6-3）。

电能接收器在发送上述数据包时应受如下时间约束：

* 在刚发送完上一个数据包的校验和停止位后，电能发射器在ms时间内不应发送任何数据包的报头。作为约束的补充，在刚发送完上一个控制误差数据包的校验和停止位后，电能发射器在ms时间内不应发送任何数据包的报头，其中是电能接收器在识别和配置阶段发送的电能控制推延数据包的控制推延时间。如果电能接收器没有对电能发射器发送电能控制推延数据包，则电能接收器应用。参见表5-3。
* 在电能接收器发送完其在识别和配置阶段发送的序列中的配置数据包的校验和字节的停止位后，电能接收器应在ms时间内发送第一个控制误差数据包的起始位。在电能接收器发送完上一个控制误差数据包的校验和字节的停止位后，但接收器在ms时间内发送下一个控制误差数据包报头的起始位。
* 建议在电能接收器发送完上一个控制误差数据包的校验和字节的停止位后，电能接收器应决定其实际控制点。
* 在电能接收器发送完其在识别和配置阶段发送的序列中的配置数据包的校验和字节的停止位后，电能接收器应在ms时间内发送第一个整流电能数据包的报头字节的起始位。在电能接收器发送完上一个整流电能数据包的校验和字节的停止位后，电能接收器应在ms时间内发送下一个整流电能数据包的报头字节的起始位。

参见图5-10和表5-8。

补充上述时间约束，如果电能接收器发送了一个包含结束电能传输码0X07的结束电能传输数据包，则电能接收器应返回到识别和配置阶段。另外，如果电能接收器发送了一个包含任何结束电能传输码的结束电能传输数据包，则电能接收器在电能发射器移除电能信号前要停留在电能传输阶段（并持续发送控制误差数据包）。此外，如果电能发射器不移除电能信号，则电能接收器应增加发送结束电能传输数据包。



这是有意留下的空白页。

# 6通信接口

## 6.1简介

电能接收器采用反向散射调制与电能发射器通信。为了这个目的，电能接收器调节从功率信号中获取的电能。电能发射器通过初级线圈检单元测到这个电流或电压的调制信号。换句话说，电能接收器和发射器电源使用调幅电能信号提供电能接收器到电能发射器的信道。

## 6.2物理和数据链路层

此6.2节定义了物理层和通信接口的数据链路层。

### 6.2.1调制方案

电能接收器调节从功率信号中获取的电能，如初级线圈单元电流和电压呈现出的两种状态，即的HI状态和LO状态。状态的特征在于，所述的振幅是在最少ts毫秒内具有确定变化量Δ的常数。如果电能接收器恰当的对齐了一个A1类型的电能发射器的初级线圈单元，在

适当的负载下，将采用以下三个条件中的至少一个：

* 在HI和LO状态的初级线圈单元的电流的振幅之差至少为15毫安。
* 初级线圈单元的电流差异，如在四分之一个驱动所述半桥逆变器的控制信号的循环周期内测量的实时值（见图3-4 ） ，在HI和LO状态下至少为15毫安。
* 在HI和LO状态的初级线圈单元的电压振幅之差至少为200毫伏。

传输过程中初级线圈的电流和电压是不确定的。请参见图6-1和表6-1。

### 6.2.2位编码方案

电能接收器应使用差分双相编码方案来调制的数据比特到功率信号中。为此，该电能接收器应对使每一个数据位对齐一个完整的内部时钟信号的周期tCLK，以致使得一个数据位的开始与时钟信号的上升沿重合。这个内部时钟信号的频率是2（+-4%）千赫兹。

接收器编码一个“1”比特位需要电源信号的两个转变，第一个转变与时钟信号的上升沿一致，第二个转变与时钟型号的下降沿一致。接收器编码一个“0”比特位只需要电源信号的一个转变，这个转变与时钟信号的上升沿一致。图6-2显示了一个例子。

### 6.2.3字节编码方案

电能接收器必须使用一个11位的异步串行格式发送一个数据字节。这种格式由一个起始位，一个字节的8个数据位，奇偶校验位，和一个停止位组成。起始位是一个零。数据位的顺序是低有效位在前。校验位是奇数。这意味着如果数据字节中包含奇数个“1”位，那么电能接收器应设将奇偶位设置“1”。否则，电能接收器应设置校验位为“0”。停止位是一个“1”。数据字节格式如图6-3所显——以值0X35为例，包括每个独立的位的差分双相位编码。

### 6.2.4数据包结构

电能接收器应采用数据包与电能发射器通信。如图6-4所示，一个数据包由4部分组成，即一个前同步码，一个报头，一个消息和一个校验和。前同步码由最少11个和最多25个位组成，所有的位都设置为“1”，并且按照6.2.2所定义的方式。前同步码使电能发射器与输入数据同步，并准确检测所述报头的起始位。

报头，消息和校验和包含按6.2.3节所定义的编码方式编码的三个或更多个字节序列。

如果以下条件成立，将视电能发射器收到的数据为正确：

* 电能发射器检测在检测到起始位后至少又检测到4个前同步码。
* 电能发射器没有检测到数据包内任意字节的奇偶校验错误。这包括报头，消息字节和校验字节。
* 电能发射器检测到校验和字节的停止位。
* 电能发射器已确定校验和字节是一致的（见6.2.4.3）。

如果电能接收器不正确地接收数据包，电能发射器应丢弃该数据包，并不响应其所含的任何信息。 （资料）在PING阶段，以及识别和配置阶段，这通常会导致超时，以至于电能发射器停止发送功率信号。

### 6.2.4.1报头

报头由所表示的数据包类型的单字节组成。此外，报头隐式提供数据包的大小信息。消息中的字节数等于包含在数据包的报头的值，如表6-2的中心列的值所示。

表6-3列出了在系统说明无线电能传输版本1.0第I卷第1部分中定义的数据包类型。6.3节中定义了所有类型的数据包中的消息的格式。所有的数据包中的专有的消息格式是依赖于实现的。没有在表6-3中所列出的报头是被保留的。电能接收器不得发送以保留值作为报头的数据包。

### 6.2.4.2消息

电能接收器应确保包含在数据包中的消息是与报头所指明的数据包类型一致。对可能的消息的详细定义，请参见第6.3节。消息的第一个字节，字节B0，直接跟随在报头后。

### 6.2.4.3校验和

校验和由一个可以使电能发射器校验传输错误的单字节组成。电能发射器应计算校验和，如下所示：

其中C表示所计算出的校验和，H表示报头字节，B0，B1，...，Blast表示信息字节。

如果计算出来的校验和C与数据包中的校验和不相等，电能发射器应判定该校验和是不一致的。

### 

## 6.3逻辑层

本节6.3定义了通信接口的信息格式。

### 6.3.1信号强度数据包（0X01）

表6-4定义了信号强度数据包中消息的格式。

**信号强度值** 此字段中的无符号整数的值表示初级线圈和次级线圈之间的耦合程度，其目的是让免定位的电能发射器确定合适的初级线圈以提供最佳的电能传输（参见附录C）。要确定耦合度，在数字PING阶段，电能接收器须监控合理的变化值。这样的变量的实例是：

* 整流后的电压。
* 开路电压（在输出开关断开时测量）。
* 接收到的功率（如果已整流的电压是主动或被动地夹杂在一个数字PING中）。

所选择的变量是信号强度值随耦合度的增加而单调递增。信号强度值表示为：

其中U是被监视的变量，U max是在一个数字PING阶段电能接收器预期的最大值。请注意，当U大于U max时，电能接收器应设定信号强度值为255。

### 6.3.2结束电能传输数据包（0X02）

表6-3定义了包含在结束电能传输数据包的信息格式。

**结束电能传输代码** 如表6-6所示，此字段标识为结束电能传输请求。电能接收器不得发送任何包含于表6-6列出的作为保留值的结束电能传输的数据包。

（资料）建议接收器使用如下表6-6中所列出的结束电能传输的值：

* 0x00如果接收器没有一个具体的终止电能传输的原因，或者如果没有在表6-6中没有其他合适的值，接收器可以使用这个值来终止电能传输。
* 0X01如果接收器确定移动设备的电池充电饱和，接收器应使用这个值。在收到包含这个值的结束电能传输的数据包，发射器应该设置其用户界面的任何“充电”指示与该接收器相关联。
* 0X02如果接收器遇到了一些内部问题，如：一个软件或逻辑错误，接收器可以使用这个值。
* 0×03如果接收器测得温度超过移动设备的极限温度，接收器应使用这个值。
* 0x04如果接收器测得电压超过移动设备的极限电压，接收器应使用这个值。
* 0X05如果接收器测得电流超过移动设备的极限电流，接收器应使用这个值。
* 0X06如果接收器检测到移动设备的电池有问题，接收器应使用这个值。
* 0X07如果接收器需要重新谈判一个电能传输协议，接收器应使用这个值。
* 0X08如果接收器判定发射器不响应控制错误数据包（如即不增加/减少相应的初级线圈的电流），接收器应该使用这个值。

### 6.3.3控制错误数据包（0X03）

表6-7定义了包含在控制错误数据包的消息的格式。

**控制误差值** 符号整数（二进制补码）的值域为-128到+127（含127），并为电能发射器的工作点控制器提供了输入。详细信息请参见第5.2.3.1和5.3.节4。所有其他未指明的值被保留，不得出现在控制误差数据包中。

***6.3.4整流电能数据包（0x04）***

表6-8定义了包含在整流电能数据包中的消息的格式。

**整流电能值** 该字段的无符号整数包含电能接收器整流器的电能输出量，表示为最大功率的百分比（见第6.3.7）。为清楚起见，值“0”表示电能接收器的整流器的输出端没有电能输出，而值“100”表示该电能接收器输出的电能等于他所需的最大功率。 （资料）整流电能数据包字段包含的值大于100不是一个错误。但是，这可能会导致切除电能信号。

### 6.3.5充电状态数据包（0X05）

表6-9定义了包含在充电状态数据包的消息格式。

**充电状态数据包** 如果移动设备含一个可充电的能量存储装置，那么此字段中的无符号整数可以表示能量储装置中的充电量，这个值用完全充电水平的百分比表示。为清楚起见，值“0”表示能量存储装置没有存储能量，并且值“100”表示​​能量储存装置存满能量。如果移动设备不包含可充电的能量储存装置，或者如果电能接收器无法提供充电状态信息，这个字段应该包含值0xFF。所有其他值被保留，不得出现在充电状态数据包中。

### 6.3.6功率控制延迟数据包（0X06）

表6-8定义了包含在功率控制延迟数据包中的消息格式。

**功率控制延迟时间**  这个字段的无符号整数表示以毫秒为单位的延时，这个延迟是电能发射器在收到控制错误数据包后等待调证初级线圈中的电流时间。

### 6.3.7配置数据包（0X51）

表6-11定义包含在配置数据包中的消息格式。

**功率等级** 此字段包含一个无符号整数，用来表示电能接收器的功率等级。符合系统说明无线电力传输1.0版第一卷，第1部分定义的电能接收器应把这个字段设置为“0”。

**最大功率** 除了比例因子，包含在此字段中的无符号整数值，表示电能接收器期望整流输出的电功率的最大值。这个最大功率的计算方法如下：

**托** 如果该位被设置为零，电能发射器应采用5.2.3.1节中定义的控制方法来控制电能传输。如果该位被设置为1，电能发射器可采用专有方法，而不是在第5.2.3.1节中定义的方法，来控制电能传输。但是，如果该位被设置为“1”，电能发射器务必继续确保接收到的控制差错数据包符合第5.2.3节中定义的时序。 （资料）这意味着如果接受控制差错数据包超时，电能发射器将终止电能传输。此外，这意味着托位设置为“1”后，不会缓解电能接收器定期发送控制差错数据包。最后，如果托位被设为“0”，电能发射器仍然可以决定放弃基于专有数据包的电能传输。

**保留位** 这些位必须设置为零。

**数该** 这个字段包含一个无符号整数，表示在识别配置阶段电能接收器可选择发送的配置数据包的数量。

### 6.3.8识别数据包（0X71）

表6-12定义了包含在识别数据包中的消息格式。

**主版本** 这个字段和副版本字段的组合标识电能接收器须遵循的系统说明无线电能传输标准的版本。主版本的字段必须包含二进制编码的数字值“0X1”。

**副版本** 这个字段和主版本字段的组合标识电能接收器须遵循的系统说明无线电能传输标准的副版本。副版本的字段必须包含二进制编码的数字值“0X0”。

**制造商代码** 这个字段的比特串标识电能接收器的制造商，如[PRMC]中所指定的。

**分机** 如果该位被置零，比特码

制造商代码| |基本设备标识符

识别电能接收器。如果该位被设置为1，比特码

制造商代码| |基本设备标识符| |扩展设备标识符

识别电能接收器（参见6.3.9节）。

**基本设备标识符** 这个字段的比特码标识电能接收器。电能接收器的制造商应确保基本设备标识符和制造商ID是唯一的。在标识符中嵌入至少20位比特码就足够了。或者，使用（伪）随机数生成器来动态生成基本设备标识符的一部分也是有效的，但所生成的部分要符合下列要求：

* 生成的部分应包括至少20个比特位。
* 所有可能的值出现概率相等。
* 当电能信号作用时电能接收器不得改变所产生的部分。
* 如果电能信号被中断或移除，电能接收器应保留所生成的部分至少2秒。

（资料）这些要求确保B1型电能发射器的扫描程序正确运行，还可参见附录C.2 。

### 6.3.9扩展的识别数据包（0X81）

表6-13定义包含在扩展标识数据包中的消息格式。

**扩展设备标识符** 这个字段的比特码有助于识别电能接收器。请参见6.3.8节

# 附件A 电能接收器的设计示例（参考）

## A.1电能接收器示例1

为直接给锂离子电池进行恒电或恒压充电，电能接收器示例1为此进行了优化设计。

## A.1.1机械细节

本节条文A.1.1规定电能接收器示例1的机械细节。

## A.1.1.1次级线圈

接收器示例1的次级线圈是绕线型的，且由26根40 AWG号线（直径0.08毫米）绞合而成的26 AWG号线（直径0.41毫米）绕成。如图A-1所示，次级线圈是矩形形状的，并包含一个单层。表A-1列出了次级线圈的尺寸。

## A.1.1.2屏蔽罩

如图A-2所示，电能接收器示例1采用了屏蔽罩技术。此屏蔽大小为dl\*dw=52(+-1)\*35(+-1)平方毫米，且厚度为ds=1.0毫米。屏蔽罩的中心直接与次级线圈对齐（因此次级线圈和屏蔽罩的边是对齐的）。 下表列出了该屏蔽罩可选择的组成材料：

* 材料44 – Fair Rite公司。
* 材料28 - 斯图尔德公司
* CMG22G - 陶瓷磁公司

## A.1.1.3接口表面

从次级线圈到移动设备接口表面的距离为dz=2.5mm ，均匀的横跨次级线圈的底面。

## A.1.1.4对齐辅助

电能接收器示例1采用粘结的钕铁硼磁体，磁体的南极导向对齐接口面。磁体的直径为15mm ，厚度为1.2mm。

## A.1.2电气细节

在二次谐振频率为fs=100kHz时，次级线圈，屏蔽罩和装配磁体具有的电感值为Ls=15.3（+-1）μH和18.4（+-1）μH 。在双谐振电路中电容的值是Cs=137（+-1%）nF和Cd=1.6（+-5%）nF。

如图A – 3所示，整流电路由四个二极管组的全桥整流和低通滤波电容C=20μF组成。

通信调制器由两个等大的两电容Ccm=22（+-5%）nF与两个开关串联组成。电阻值是10（+-5%）kΩ。

连接到电能接收器示例1的输出子系统的期望是一节锂离子电池。此电能接收器示例1根据通用的恒流和恒压充电来控制输出电流和输出电压为电池充电。图A- 4所示为一个示例的原理图。为电池充电的最大功率输出控制在5瓦的水平。

# 附件A 电能接收器的设计示例（参考）

## A.2电能接收器示例2

## 电能接收器示例2的设计采用后调控将电能接收器的输出端设置为电压源 。

## A.2.1机械细节

## 本节第A.2.1条规定了电能接收器示例2的机械细节。

## A.2.1.1次级线圈

## 电能接收器示例2的次级线圈是绕线型的，且由24根40 AWG号线（直径0.08毫米）绞合而成。如图A-5所示，次级线圈是矩形形状的，并包含一个单层。表A-1列出了次级线圈的尺寸。。 40 AWG（0.08毫米直径）。如图A-5中，次级线圈是圆形的，由多个层组成。所有层按相同的极性堆叠在一起。表A-2 列出次级线圈的尺寸。

## A.2.1.2屏蔽

如图A-6所示，电能接收器示例2采用了屏蔽罩技术。该屏蔽罩的大小为dl\*dw=35(+-1)\*35(+-1)平方毫米，屏蔽罩的中心直接与次级线圈对齐。该屏蔽罩的厚度为ds=0.8毫米，下表列出了该屏蔽罩可选择的组成材料：

* 材料78 – Fair Rite公司。
* 3C94 - Ferroxcube
* N87 - EPCOS AG。
* PC44-TDK公司

## A.2.1.3接口表面

从次级线圈到移动设备接口表面的距离为dz=2mm ，均匀的横跨次级线圈的底面。

## A.2.1.4对齐辅助

电能接收器示例2采用屏蔽材料（见附件A.2.1.2 ）作为校准辅助（见第4.2.1.2节 ）。此屏蔽材料的直径是10毫米，厚度为0.8毫米。

## A.2.2电气细节

在二次谐振频率为fs=100kHz时，次级线圈与屏蔽罩的电感值是Ls=23.8（+-1）μH和Ls’=30.8（+-1）μH 。双谐振电路中的电容值是Cs=82（+-5%）nF和Cd=1.0（+-5%）nF。

如图A – 7所示，整流电路由四个二极管的全桥整流和低通滤波电容C=20（+-20%）μF。

通信调制器是一个33（+-5%）Ω的电阻与开关的串联。

降压转换器包括电能接收器示例2的后调控阶段。电能接收器的控制和通信单元可以停用降压转换器。这支持了输出断开连接的功能。此外，控制和通信单元能控制降压转换器的输入电压，比如Vr=7V。

降压转换器能5V恒压输出，输出电流为Ibuck=n(p)\*p/5V，其中P是降压转换器的输出功率，n是降压转换器的转换效率。

# 附件B目标检测（资料）

## 电能发射器可以使用多种方法来有效地发现和对定位接口表面的对象。这些方法，被称为“模拟PING ”，不涉及唤醒电能接收器并启动数字通信。通常零个或多个模拟PING先于数字PING，这是电能传输电能发射器执行的第一步。此附件B提供了一些模拟PING的例子。

## B.1共振转移

## 该模拟PING方法基于因接口表面存在（磁活性）对象而使电能发射器谐振频率的转变。

## 对于A1型电能发射器，这种检测方法过程如下：电能发射器用极短的频率为与初级线圈和串联谐振电容振荡频率相同的脉冲作用于其初级线圈（如果没有对象存在于接口表面上）。这会使初级线圈有Id的电流流通。测得的值取决于在有效区域是否存在一个对象。当对象存在时，如果没有偏移，将有最高的谐振频率。因此，如果Id低于阈值Idt时，电能发射器可断定一个对象是否存在。需要注意的是，fod的值和Iodt的值依赖于实现。

## 电能发射器可以以规则的时间间隔输出脉冲，且每个脉冲的持续时间至多为todd微秒。在脉冲出现后的todm微秒内，发射器应完成对初级线圈电流测量。参见图B- 1和表B - 1 。

对于B1和B2类型的电能发射器，这种方法过程如下：电能发送器向并联在一起的一组初级线圈作用一个极短的脉冲----值得注意的是，这些一组初级线圈并不局限于一个初级线圈单元。脉冲的工作频率fs对应于该组初级线圈和所述电路匹配阻抗电容谐振频率 （假设接口表面没有对象）。这将导致匹配电路的阻抗有电流Is通过。测量值取决于在有效区域内是否存在对象。如果对象存在，则谐振频率将偏移至最低。因此，如果Iod高于阈值Iodt时，电能发射器可断定对象存在。需要注意的是，fod与Iod的值视实际情况而定。

电能发射器能以todi周期性的发射脉冲，并且每个脉冲的持续时间不超过todd微秒。在脉冲过后todm微秒的时间内，要对电流Iod进行测量。

## B.2容量变化

该模拟PING方法是基于因接口表面对象的存在而引起接口表面电极电容的变化。

该方法特别适用于使用免定位的电能发射器，因为在实际使用时它具有非常低的待机功耗，对用户可表现出可接受的响应时间。其原因是（持续）扫描所述接口表面上的对象和电能接收器排列的变化是一种代价相对高的操作。相反，检测一个电极的电容变化代价却很低（在功率方面的代价）。值得注意的是，电容传感器可以在基站部分子系统关闭的情况下继续工作。

电能发射器的设计基于初级线圈可以用作电极的初级线圈。为了这个目的，多路转换开关应把初级线圈阵列中所有（或一个相关子集的）的初级线圈与电容传感器相连，且同时切断初级线圈与驱动电路相连。基于移动初级线圈所设计的电能发射器在接口表面设计一个检测线圈（见附件C.3 ）作为电极。

建议电容检测电路能够检测分辨率为100 fF或更高。如果检测到的电容变化量超过某个实现设定的阈值时，电能发射器器可以得出结论：对象是被放在接口表面上或从接口表面上除去。在这种情况下，如在附录C中讨论的一样，电能发射器应定位对象，并试图识别接口表面的电能接收器。

# 附录电能接收器定位（信息）

## 附录C讨论了涉及到电能发射器检测到其接口表面的对象的线圈的定位的几个方面。

## C.1制导定位

## 在制导定位的情况下，发现和定位一个电能接收器是很简单的：电能变发射器应简单地执行一个在第5.2.1节中定义的数字PING。如果电能发射器接收到一个信号强度信号包或一个结束电能传输数据包，那么电能发射器就已发现并定位一个电能接收器。否则，该对象不是电能接收器。

## C.2初级线圈阵列基于自由定位

在免定位的情况下，发现和定位一个电能接收器不是那么简单。附录C.2讨论一个示例方法，它特别用于基于初级线圈阵列的电能变送器。在这种方法中，电能发射器首次发现和定位其接口表面存在对象（使用附录B中讨论的任何方法）。这个方法会发现一组可能的初级线圈单元，这些单元代表潜在的电能接收器的位置。电能发射器会对这一组初级线圈的每一个单元进行数字PING，在接收到信号强度数据包（或结束电能传输数据包或超时）后移除功率信号。当信号强度值大于电能发射器所选择的阀值时，这将产生一组新的初级线圈单元。最后，电能发射器对这一组新的初级线圈的每一个单元进行一个扩展的数字PING（第5.2.1和5.2.2 ），以识别以被发现的电能接收器。为了从这个初级线圈组中选出最适用于电能传输的初级线圈单元，电能发射器应考虑在附录C.2.1 ，C.2.2和C.2.3中讨论的情况。

## C.2.1单一电能接收器多个初级单元

图C – 1说明了一种包含12个初级单元的最终线圈组的情况。为了从这个初级线圈组中选出最适用于电能传输的初级线圈单元，电能发射器要比较所有已获得的基本设备标识符。在这种情况下，这些都是相同的。据此，电能发射器得出的结论是：组中的所有初级线圈对应于同一个电能接收器。因此，电能发射器选用具有最 高信号好强度的初级线圈单元作为最佳的电能发射初级单元。在图C-1所示的特定例子中，最佳电能发射初级单元可以是初几单元2，3， 4，5， 8，9， 10或11 。

## C.2.2两个电能接收器两个相邻的初级单元

图C – 2说明了一种包含12个初级单元的最终线圈组的情况，同附录C.2.1中讨论的组一样。为了从组中选出最合适的初级线圈单元，电能发射器要比较已获得的所有的基本设备标识符。在这种情况下，电能发射器确定存在两个基本设备标识符不相同的子集。因此，电能发射器判定处理两个各不同的电能接收器。因此，电能发射器从每个子集中选出最合适的初级线圈单元。在图C-2中所示的示例中，初级线圈单元2或8为左侧电能接收器供电，初级线圈单元5或11为右侧电能接收器供电。注意，由于干扰，电能发射器可能不能使用初级线圈单元3，4，9和10进行可靠的通信。

## C.2.3两个电能接收器一个的初级单元

图C – 2说明了一种最终组包含2个初级单元的情形。这里，假设两个电能接收器对数字PING有大不同的响应时间（twake，见第5.3.1节）。例如，左侧的电能接收器的响应速度非常快（接近 twake（early）），而右侧的电能接收器的响应速度很慢（接近twake（late））。这使得电能发射器能从响应速度快的电能接收器接收信号强度数据包，而不能从反应速度慢的电能接收器接收信号强度数据包。然而，由于两个电能接收器之间传输的冲突，电能发射器不能进一步从电能接收器可靠地接收任何通信信息。因此，电能发射器不能为电能传输选择初级单元。

## C.3基于自由定位的移动初级线圈

在基于自由定位的移动初级线圈情况下，通常是由一个特殊的检测单元来发现和定位一个电能接收器。本附录C.3讨论了一个用电能接收器的谐振频率作为检测频率的检测单元。在有这种检测单元的例子中，检测线圈是被丝印在基站的接口表面上。图C-4顶部右侧部分示出了单个矩形检测线圈，它有两个绕组。检测线圈的宽度为22毫米，其长度取决于该接口表面的大小。如图C-4底部所示 ，第一组检测线圈被平行布置，以覆盖所述的整个接口表面，在这种方式下，两个相邻的检测线圈有60%的区域重叠。第二组检测线圈的布局类似，但垂直于所述的第一组检测线圈。

检测电能接收器的过程如下：在第一个实例中，电能发射器使用检测线圈作为电传感器检测接口上对象的放置或移除，见附录B.2。一旦电能发射器检测到一个对象，它就使用检测线圈来确定在接口表面的对象的位置。为了这个目的，电能发射器将短脉冲串一个接一个的加载于每一个检测线圈。这个脉冲序列由8个脉冲组成，并触发电能接收器以频率fd谐振。见图C- 4左上的一部分。因此，少量的能量被传输到电能接收器的谐振电路中。脉冲串终止后，这些能量再被立即辐射出来，且电能发射器可以利用检测线圈检测到这些能量。通过分析每一个检测线圈的响应，电能发射器可以确定接口表面的电能接收器的位置。随后，电能发射器将它的线圈移动到电能接收器的下方，​​并如第5节中所定义的那样传输电能。在电能传输过程中，电能发射器可以调整初级线圈，以优化耦合到次级线圈，如最大化系统效率------电能发射器可以根据它的输入功率和从电能接收器接收到的实际功率数据包计算出系统的传输效率。

这种检测方法的一个优点是它对不在频率fd附近谐振的异物不敏感。其原因是，异物不能存储和再发射脉冲序列中的能量。其结果是电能发射器不需要移动初级线圈来试图给这些对象传输能量。

## 附件D金属物体检测（资料）

## 当金属物体暴露于一个交变磁场中时，涡流会造成这个对象升温。热量取决于磁场的振幅和频率，以及物体的特性，例如电阻率，尺寸和形状。在无线电能传输系统中，例如加热是不希望发生的，因它表现为一个功率损耗，并因此降低了电能传输效率。此外，如果不采取适当措施，如果被加热物体达到很高的温度，将导致不安全情形。此附录D讨论了推荐用于电能发射器和电能接收器处理寄生金属（既不属于电能发射器也不属于电能接收器，并从传输电能的磁场中消耗能量的金属）功率损耗的机制。这种寄生金属的实例是硬币，钥匙，回形针等。

## 建议电能接收器通过监测其界面表面的温度来进行金属物体检测。如果测得的温度超过了内部安全温度阈值时，电能接收器应通过发送结束电能传输数据包----结束电能传输码被设置为0X03----给电能发射器来终止电能传输。

## 建议电能发射器检测其接口表面的温度。如果测得的温度超过了内部安全温度阈值时，电能发射器应停止电能传输。此外，同时建议电能发射器估测通过其接口表面的功率，并通过电能接收器监视整流功率值。如果估测功率值和这些整流功率值的组合表明存在意想不到的功率损耗，电能发射器应停止电能传输。

**译文说明**

**译文说明：**

因译者水平有限，不保证所有内容都翻译正确属实，符合原文，凡有异议之处，请参见原文： System Description Wireless Power Transfer Volume I: Low Power Part 1: Interface Definition Version 1.0 July 2010。

**免责声明：**

本产品（译文）为译者个人所用，并无条件提供给读者使用。所翻译内容仅供参考，译者对本产品的及时性、真实性、准确性、无故障发生都不作担保。在适用法律所允许的最大范围内，译者不承担因读者使用或不能使用本产品而引起的或有关的任何直接的、间接的、意外的、特殊的、惩罚性的或其它任何损害赔偿（包括但不限于利润损失、因营业中断、信息误解等而造成的损害）。

再次声明，《QI无线充电标准》为WPC内部保密资料，此译文仅供译者个人使用，并无条件提供给读者使用，读者不得直接或间接用于任何形式的商业形式。因读者原因致使WPC追究法律责任的，译者不承担相关责任。

**译 者：**

李聪 安好-设计 QQ 296161549

xuyefei1991 QQ 783216267

**技术讨论群：**

无线电能传输 QQ 213650868