



Figure 1-1 字节中的比特位置

1.7.7 字节排序

n个字节排序如 B<sub>0</sub>, B<sub>1</sub>,..., B<sub>n-1</sub>, 字节 B<sub>0</sub>对应第一个字节, 字节 B<sub>n-1</sub> 对应最后一个字节, 在图表中可以看出字节 B<sub>0</sub> 左上面, 字节 B<sub>n-1</sub> 在右下面

1.7.8 多位域比特

除非有明确的说明, 一般一个多位域比特数字结构 代表一个无符号整数值。多位域比特跨越多个字节 msb 在字节地址的底位, lsb 在字节地址的高位 (如下图)

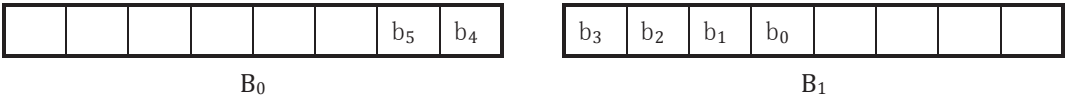


Figure 1-2: Example of multi-bit field

1.8 操作符

1.8节定义了用于该系统的描述无线电力传输的操作符, 这是较不常用的。

1.8.1 ExclusiveOR

符号 ⊕ 逻辑运算 “异”

1.8.2 Concatenation

李聪 译: QQ296161549  
如果翻译不清楚的请  
参考英文原件  
这是第二期 翻译了10页  
(共80页)  
后续还有 请关注

(本人业余设计 翻译点  
东西淘宝店名: 蓝杰设计)  
欢迎光临 交流, 谢谢!

## 2 系统概述

设备符合本系统描述无线电力传输的操作依赖于在平面线圈磁感应。两种装置都是杰出的，即设备提供无线电源称为基站设备，无线功率吸收一称为移动设备。功率传输总是从基站到移动装置。为了这个目的，一个基站子系统包含一个称为功率发射机包括初级线圈，移动设备包含一个子系统称为功率接收器包括一次线圈。事实上，初级线圈和次级线圈形成一个无心的（两半）谐振变压器。适当的屏蔽在初级线圈的底面和顶面次级线圈，以及两个线圈的间距很近，确保功率传输的可接受的效率。此外，该屏蔽减少用户被磁场暴露辐射。

通常，基站有平坦的表面指的是电力传输感应面 - 用户用户可以放一个或多个移动设备在上面，这个要确保初级线圈和次级线圈之间的垂直间隙要足够小。此外，关于水平校准初级线圈和次级线圈有两个概念，第一个概念是 导向定位，用户必须自己来调整初级线圈和次级线圈对齐，将移动设备放置在，感应面适当的位置，因此需提供辅助对齐用适当的大小形状或功能；第二个概念是自由定位不要求准确的对齐初级线圈和次级线圈；一种自由定位的实现方法是让初级线圈组，只在次级线圈放置的对应位置产生磁场，另一种定位方法是手动移动（指定）次级线圈下面的初级线圈

阐述了系统的基本配置。如图 2-1，功率发射机主要包括两个功能单元，即功率转换单元和通信控制单元。图明确地显示初级线圈（组）作为功率转换单元的磁场生产元素。控制和通信单元调整传输功率的大小至功率接收机要求。同时在图中所示是一个基站可能包含多个发射机为了服务于多个移动设备（功率发射机可以同时服务单电源接收器只能一次）。最后，图中所示的系统单元包括所有其他基站的功能，如在输入功率的提供，控制多个功率发射器，用户界面。

功率接收装置包括电源接单元和通信控制单元。相似的发射机的功率转换单元，如图2-1所明确显示次级线圈作为磁场捕获的功率元件拾取单元。功率接收单元通常包含一个单一的次级线圈。此外，移动设备通常包含一个单一的接收器。通信和控制单元调节传输功率，使适当的功率连接子系统到功率接收机输出（手机与功率接收器通讯）。这些子系统是主要的移动设备的功能。一个重要的例子是一个电池需要充电系统。

本文档的其余部分的结构如下。第3节定义的基本功率发射机设计，它有两种基本类型。基于单个初级线圈设计类型A是第一类（无论是固定的或可移动的线圈的位置）。基于初级线圈组的设计类型是第二类型B。请注意，这1版的系统描述无线电力传输，第一卷，1部分，只提供有限的设计自由度的实际功率发射机的实现。的原因是移动设备具有更丰富的关于设计的要求相比基站发射器，例如智能手机设计不同于无线耳机；限制发射器的设计，可以更好的兼容更多移动手机。

---

<sup>1</sup>Note that the Primary Coil may be a “virtual coil,” in the sense that an appropriate array of planar coils can generate a magnetic field that is similar to the field that a single coil generates.

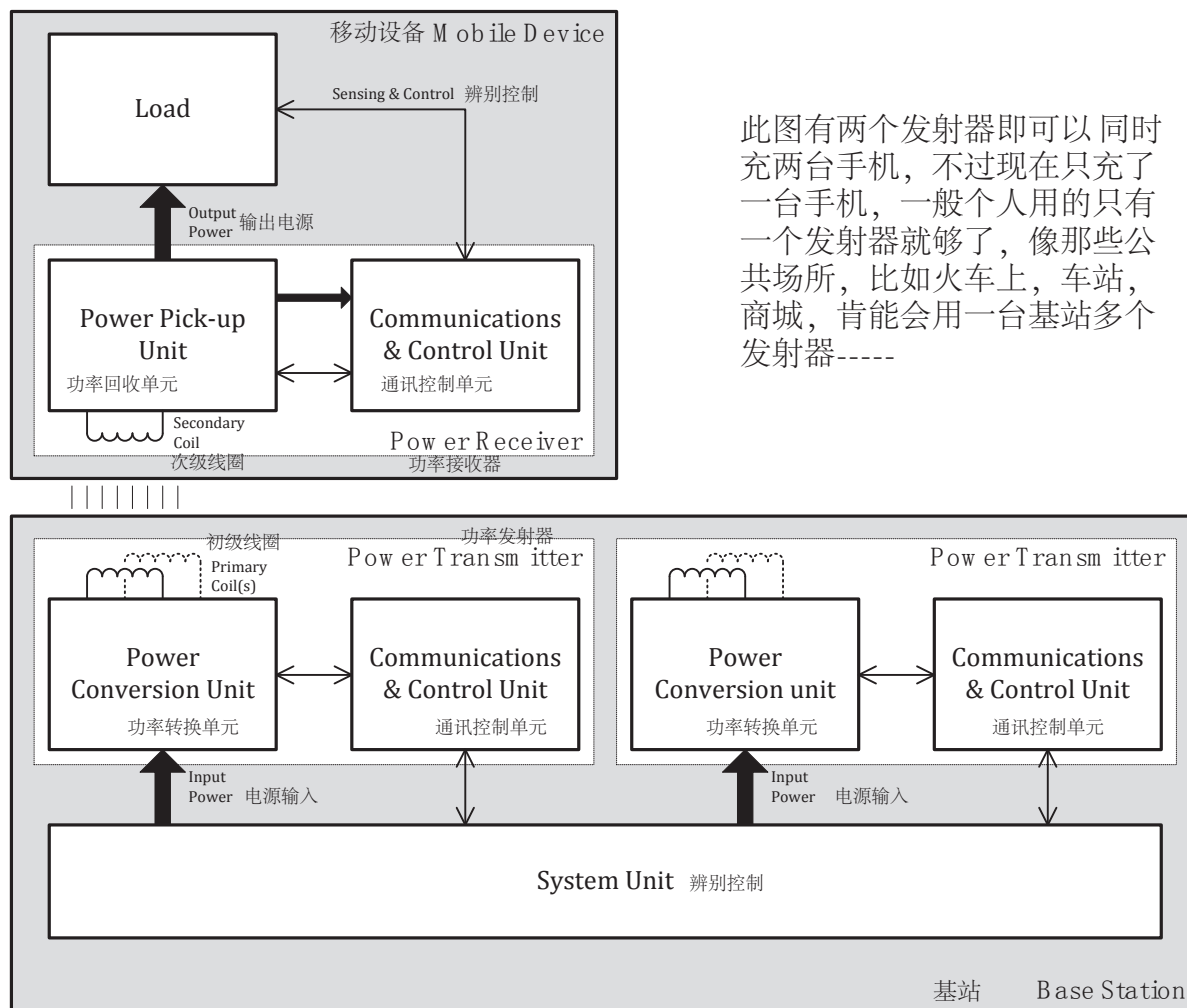


Figure 2-1: Basic system overview

第4节定义了功率接收器的设计要求。由于在移动设备的各种各样，这些要求已被保持在最低限度。除了设计要求，部分4补充附录A的两个设计实例

第5节定义的电力传输系统控制方面。发射机和接收机之间的交互；包括四个阶段，即选择，ping（发送握手信号），识别配置，和功率传递。在选择阶段，功率发射机试图发现和定位，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之间选择功率接收器（或对象）传输功率。为了这个目的，功率发射机可随意选择一个对象并继续 ping（和随后的识别和配置阶段）收集必要的信息。注意，如果功率发射机不启动功率传递到所选择的功率接收机，它应该进入低功耗待机模式操作。ping阶段 功率发射机试图发现如果一个对象包含一个接收器。在识别配置阶段，功率发射器准备功率传输到功率接收机。这个目的，功率发射机的功率接收器检索相关信息。功率发射机将此信息与存储内部建立一个所谓的信功率传输协议，其中包括对功率传输的各种限制。

定义低功耗待机模式超出了1.0节无线电力传输系统第一卷 第1部分描述 的范围，在第2部分要求最大功率使用功率发射器时，它不会积极响应提供功率给接收器

功率传输阶段阶段，功率发射器和功率接收器的合作来调节传输功率所需的功率。为了这个目的，功率接收机传达他功率要在规律的基础上。此外，功率发射机连续监测的功率传输，确保在功率传输收集的限制协议不违反。如果发生违反无论如何，功率发射中止功率传输。

各种功率发射机的设计采用不同的方法来调整传输功率的所要求的水平。三种常用的方法包括频率控制---初级线圈电流改变功率，频率依赖于变压器的谐振特性，占空比控制---初级线圈的电流幅值，逆变器占空因素 控制。电压控制-初级线圈电流，电压控制，这些方法的细节在第三节，总体误差控制策略在第五节。这个方法是功率接收器传达它想要的设置点和实际的设置点的不同给功率发射器，矫正初级线圈电流减少错误接近零，没有限制功率接收器如何得到设置点从参数功率，电压，电流，和温度。这就留下了可选择的功率接收器控制策略。

版本1.0系统描述无线电源传输，第1卷，第1部分，只是定义了功率接收器到功率发射器的通讯。第6节定义了通讯接口（界面）。在物理面上，从功率接收器到功率发射器通讯继续使用负载调制，这意味着功率接收器调整他从发射器那里得到的功率的大小在两个独立面之间。（注意:这些面不是固定的，依赖于真正传输功率的大小），功率接收器实际负载模式留给设计师选择。电阻，电容，感应都是可能的，在一个逻辑层，通讯协议用一系列的包含相关数据的短信，这些信息被包含在一个数据包中，用简单的UART的方式传递。

附录A提供了两个功率接收器的设计两个例子。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，第二个例子使用调整后的阶段创建一个电压源在功率接收器的输出时。

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---如果没有功率接收器放在感应面上，或者功率接收器在上面但是没有功率传输。

附录C讨论的几个例子，处理B种类的功率发射器的功率接收器在感应面的定位。特别是这些实例描述怎样为有效区域找到最佳位置---通过功率发射器提供功率给接收器，还有怎样识别多个紧密间隔的功率接收器

最后附录D讨论了一个功率接收器怎样检测一个其他物体放在感应面上，像那些距离有效感应区足近干扰功率传输。最典型的例子像我们身边的一些金属 硬币 钥匙 回形针 等。如果一个像这样的小金属接近了有效感应区，它会被加热由于功率传输时的涡旋电流所致（磁场振荡的结果）；为了防止不安全的事情发生，功率发射器应该终止功率传输在这些小金属的温度上升的不可接受之前。

### 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

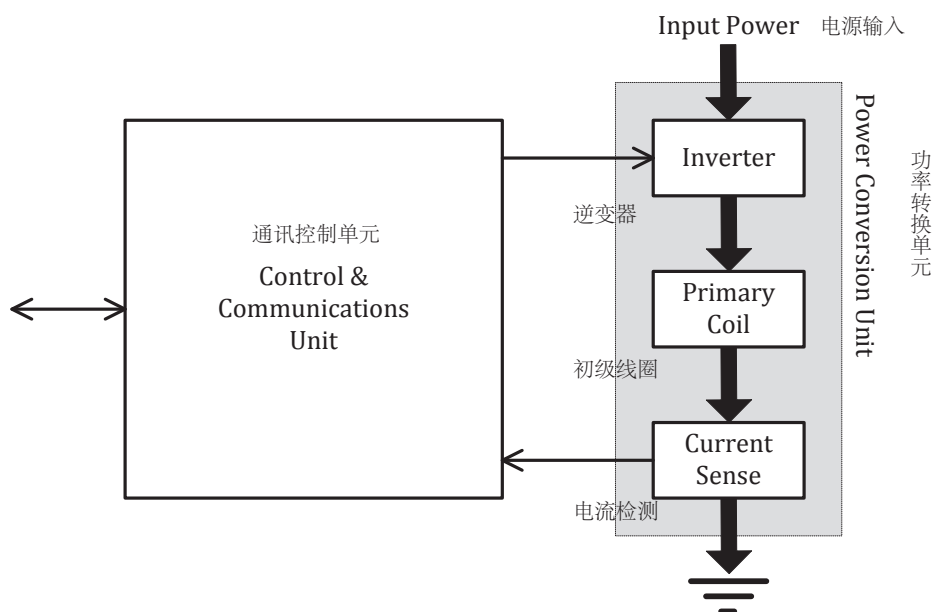


Figure 3-1: Functional block diagram of Power Transmitter design A1

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。

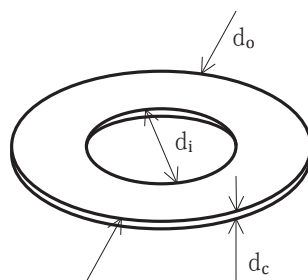


Figure 3-2: Primary Coil of Power Transmitter design A1

Table 3-1: Primary Coil parameters of Power Transmitter design A1

Parameter	Symbol	Value
外直径	$d_o$	$45^{\pm 0.5}$ mm
内直径	$d_i$	$20.5^{\pm 0.5}$ mm
厚度	$d_c$	$2.1^{+0.5}$ mm
每层匝数	N	10
层数	-	2

#### 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  $d_s = 1.0$ mm;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）



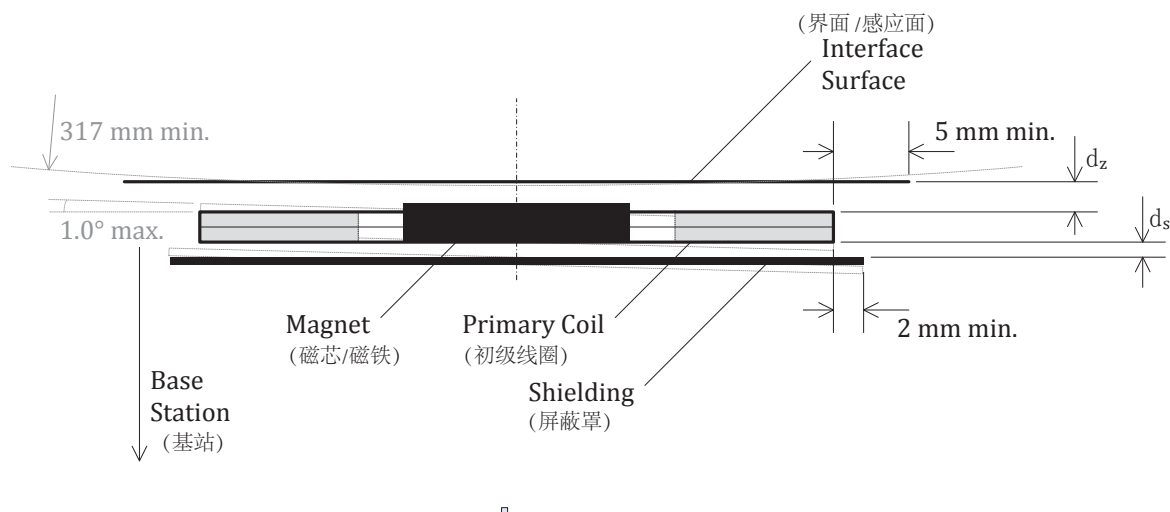


Figure 3-3: Primary Coil assembly of Power Transmitter design A1

### 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  $d_z = 2^{+0.5}_{-0.25}$  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 $1^\circ$ （如图  $1^\circ \text{ max}$ ）。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  $100^{+50}_{-25}$  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  $L_p = 24^{\pm 10\%}$  uH 串联电容的值是  $C_p = 100^{\pm 5\%}$  nF. 输出电压到半桥逆变器时  $19^{\pm 1\%}$  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  $f_{op} = 110\text{---}205$  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：

- ☒  $0.01 \times f_{op} \text{ --- } 0.7\text{kHz}$  for  $f_{op}$  in the 110...175 kHz range;
- ☒  $0.015 \times f_{op} \text{ --- } 0.7\text{kHz}$  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 $v^t$ 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。

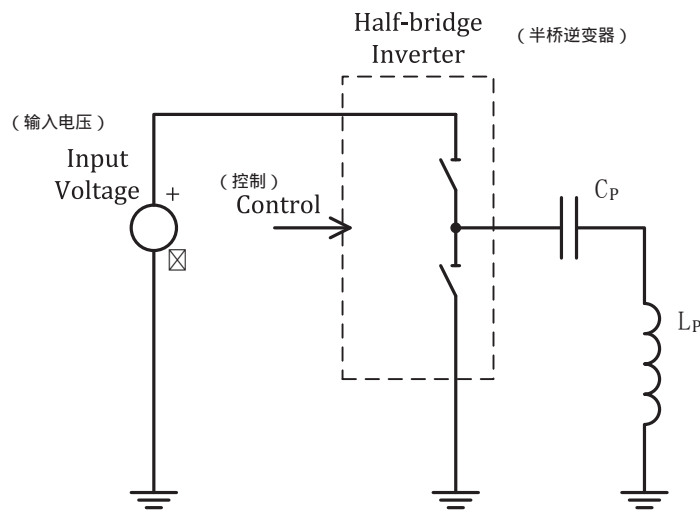


Figure 3-4: Electrical diagram (outline) of Power Transmitter design A1

Table 3-2 PID参数 工作频率控制

Parameter	Symbol	Value	Unit
Proportional gain	$K_p$	10	$\text{mA}^{-1}$
Integral gain	$K_i$	0.05	$\text{mA}^{-1}\text{ms}^{-1}$
Derivative gain	$K_d$	0	$\text{mA}^{-1}\text{ms}$
Integral term limit	$M_i$	3,000	N.A.
PID output limit	$M_{\text{PID}}$	20,000	N.A.

Table 3-3 工作频率依赖的比例因素

Frequency Range [kHz]	Scaling Factor [Hz]
110...140	1.5
140...160	2
160...180	3
180...205	5

(关于PID算法参数，为了确保准确，这里不作翻译了；清查相关的专业资料)



Table 3-4 PID 参数占空比控制

Parameter	Symbol	Value	Unit
Proportional gain	$K_p$	10	$\text{mA}^{-1}$
Integral gain	$K_i$	0.05	$\text{mA}^{-1}\text{ms}^{-1}$
Derivative gain	$K_d$	0	$\text{mA}^{-1}\text{ms}$
Integral term limit	$M_I$	3,000	N.A.
PID output limit	$M_{\text{PID}}$	20,000	N.A.
Scaling factor	$S_v$	-0.01	%

### 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。

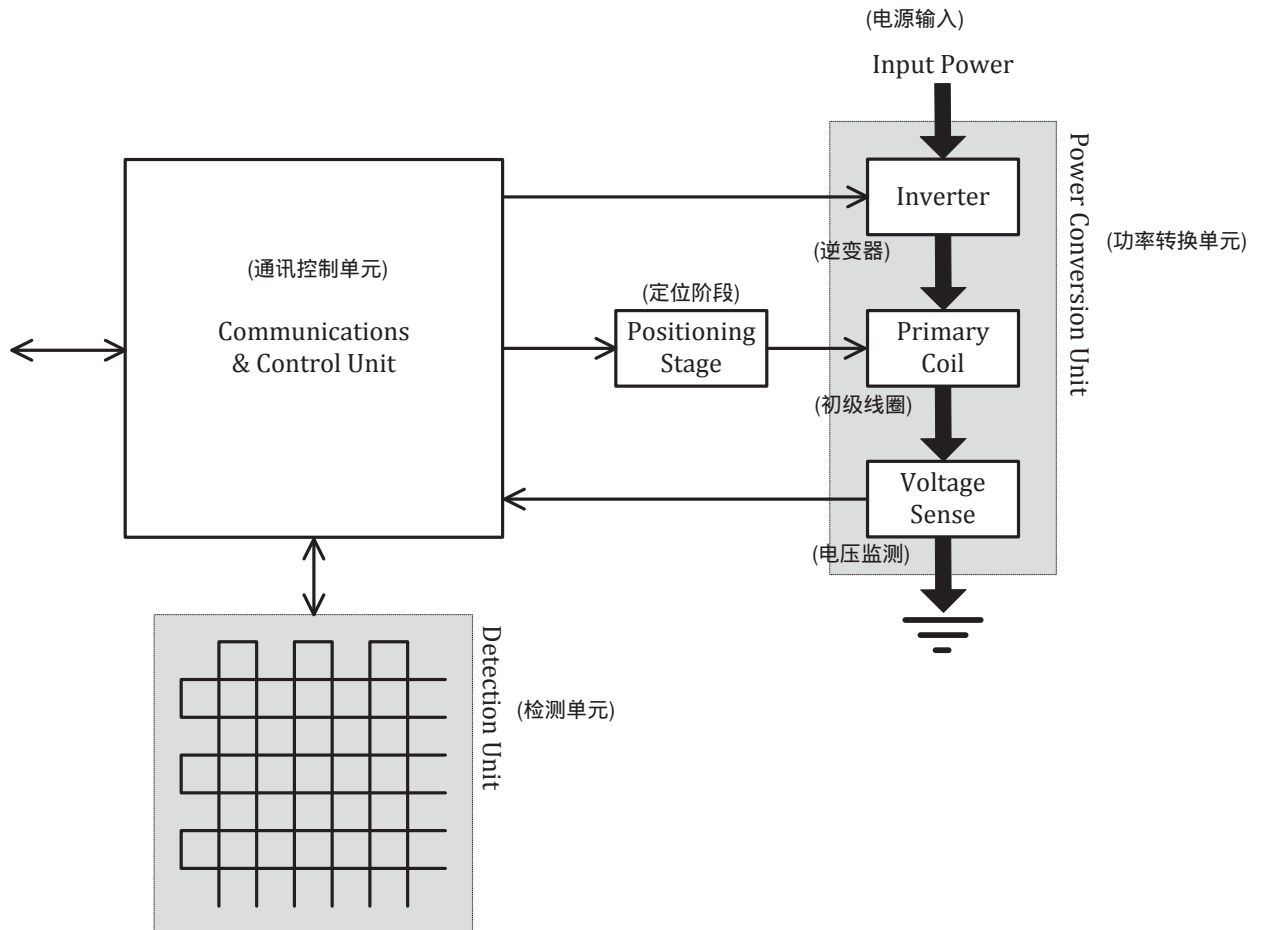


Figure 3-5: Functional block diagram of Power Transmitter design A2

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，即功率转换单元在图3-5 右边，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 $f_d$ 时，检测单元利用功率接收器的谐振