



无线充电设备电磁兼容测试研究^{*}

许瑞琛, 宋起柱, 王俊峰, 刘晓勇, 彭 潇, 房 骥

(国家无线电监测中心检测中心 北京 100041)

摘 要: 分析了目前无线充电的技术体制以及国际现有的无线充电标准。随后探讨了欧美韩日对无线充电设备的电磁兼容管理情况。研究了我国信息技术设备、ISM 设备和微功率设备分类方法和测试标准。最后给出以下我国无线充电设备的电磁兼容测试建议: 无线充电设备在我国现有测试标准中的设备分类归属建议, 我国的无线充电设备电磁测试方法建议; 无线充电设备的管理方法建议。

关键词: 无线充电设备; 电磁兼容; 测试标准

doi: 10.3969/j.issn.1000-0801.2014.08.010

Research on Wireless Charging Device EMC Testing

Xu Ruichen, Song Qizhu, Wang Junfeng, Liu Xiaoyong, Peng Xiao, Fang Ji

(The State Radio Monitoring Center Testing Center, Beijing 100041, China)

Abstract: The current technical approaches of wireless charging devices and international existing wireless charging standard were analyzed. Then, the electromagnetic compatibility for wireless charging case management in Europe, America, Korea and Japan was discussed and explored. Hereafter, the domestic classification methods and testing standards of information technology equipment, short-range radio devices and ISM equipment were researched. Finally, the following wireless charging devices electromagnetic compatibility testing proposals were obtained: wireless charging equipment classification attribution recommendation in domestic existing testing standard, domestic wireless charging device electromagnetic testing methods recommendation, wireless charging device management recommendations.

Key words: wireless charging device, EMC, testing standard

1 引言

无线充电技术可以使多种电子设备脱离电源线的束缚, 具有广泛的应用前景。国际上各大电子设备厂商和相关标准组织对无线充电技术进行研究, 并制定了相关的产品生产和电磁兼容测试标准。然而, 我国目前并没有无线充电设备的相应测试标准, 在保证无线充电设备的电磁兼

容特性方面无据可依, 不能在源头上保障相应频段的空中电波秩序。为研究我国自主的无线充电设备电磁兼容测试方法, 首先分析了目前已有的无线充电技术, 随后就国际无线充电标准和发达国家对无线充电设备的管理体制进行调研, 最后在研究我国信息技术设备、微功率设备和 ISM 设备的分类方法及测试标准的基础上, 针对性地提出了我国无线充电设备的归类建议、电磁测试方法建议和管

^{*} 国家科技重大专项基金资助项目(No.2013ZX03001015-003), “科技北京”百名领军人才培养工程—宋起柱资助项目(No.Z131101000513014), 国家科技支撑计划“海上风电和物联网与智能电网评价技术研究示范”基金资助项目(No.2012BAK26B02)

理方法建议。

2 无线充电技术体制

到目前为止,应用最为广泛的3种无线充电技术分别为:近场耦合式、磁场共振式和微波辐射式。下面分别介绍这3种无线充电技术。

2.1 近场耦合式

近场耦合式充电通过近场电磁感应实现电能传输,根据感应方式的不同可以分为感应耦合和容性耦合。近场耦合根据其耦合系数是否大于0.5,可以分为紧耦合和松耦合,其中感应耦合包括紧耦合和松耦合两种,而容性耦合仅包括紧耦合。紧耦合的传输形式如变压器、电容等,松耦合的形式如感应式充电,可以实现无电气连接的电能传输。基于铁磁芯的紧耦合感应式电能传输方式在传统的变压器和电机中已经得到广泛的应用,但是由于磁场铁心和电场媒介的限制,它们不适合向运动的物体进行无线的隔离大气隙的能量传输。对于在松耦合的方式下,50 Hz/60 Hz的低频交流电很难实现变压器原、副边的能量传输,基于气隙的松耦合感应式电能传输也在很长的一段时间内被认为是不现实的。然而,如果工作频率足够,磁场变化率在原、副绕组之间引起很强的电磁感应,使得大气隙的能量传输变为可能,这也是感应式电能传输的基本概念。而容性电能传输(其代表方式为电容器)受到空间电场以及媒介材料的介电常数的限制,其工程实用性还有待进一步研究。在现有的功率传输技术中,感应式电能传输(inductively coupled power transmission, ICPT)是工程上最可行的应用方式,也是目前应用最广的无线充电方式,其利用交变电流通过原线圈产生的电磁场耦合到副线圈实现近程无线供电,其传输距离非常近,主要应用于小功率的便携式或者医疗非接触式电子消费产品的无线供电或无线充电场合。

2.2 磁场共振式

磁场共振式通过非辐射磁场内两线圈的共振效应实现中程无线供电,其理论依据在于:如果两个振荡电路具有相同的频率,那么在波长范围内,通过近场瞬逝波耦合,感应器产生的驻波在远远小于损耗的时间内,允许能量高效地从一个物体传到另一个物体。由于共振波长远远大于振荡器尺寸,所以可以不受附近物理的影响,而且由于磁场和生物体之间的相互作用很弱,对生物体比较安全,适用于中程距离传输。

2.3 微波辐射式

微波辐射式通过电波的形式在远场范围内采用定向天线和高质量的平行激光束实现远距离供电,该方式的发射部分主要实现能量以电能功率转化为射频功率,并以一种可控制和低损耗的方式将功率以微波的方式辐射出去,接收装置则利用整流天线把微波能量转变为直流或交流电能,系统的关键部分是波束的控制和转换效率。微波辐射作为点对点的能量传输方式,有如下特点:能量以光速传输,可变换传输方向;在真空中传递能量无损耗,波长较长时在大气中能量传递损耗很小,普遍用于远距离大功率无线供电。

3种无线充电技术适用于不同的应用场景,均有广阔的发展前景。

3 无线充电技术标准组织

随着无线电能传输新技术及其各种新技术和各种新应用的推广,相应的国际性标准组织也应运而生,比较著名的有:WPC(Wireless Power Consortium)、A4WP(Alliance for Wireless Power)和PMA(Power Matter Alliance)。下面分别介绍和分析3个标准组织的概况,并比较3种标准的技术特征。

3.1 WPC

WPC于2008年12月17日成立,旨在制定与所有可再充电电子设备兼容的国际无线充电标准。WPC现有41家成员企业,包括TI、Fulton Innovation、Philips Electronics、SANYO、OLYMPUS等。WPC作为全球无线供电技术的协会,以制定无线供电的业界标准为目标,并积极倡导“Qi”标准。WPC已于2010年3月发行了无线供电传输标准的正式版,并面向成员企业公开,该标准是面向智能手机及数码相机等输出功率为5 W以下的设备,面向成员企业公开的是规定了收发设备的系统构成及传输电力控制方法等接口规格。

3.2 A4WP

2012年5月,A4WP由美国高通公司、韩国三星公司、Powermat公司共同创建。该联盟还包括Ever Win Industrie、Inter等成员,目标是为包括便携电子产品和电动汽车等在内的电子产品无线充电设备设立技术标准和行业对话机制。A4WP重点引入“磁场共振”技术,与“Qi”的“电磁感应技术”有所区别。前者传输效率较低,但可以实现稍远距离的无线充电;后者需要近距离接触,例如将手机放在一个充电板上,不用接线就可以完成感应充电,充



电效率更高。从业界角度而言,A4WP 扩大了无线充电的产品范围,支持同时为多个设备充电,包括电动汽车等更广泛的电子产品领域。由于 A4WP 成立时间较晚,目前采用该标准的产品不多见。

3.3 PMA

PMA 由 Duracell Powermat 公司发起,致力于开发符合 IEEE 协会标准的手机和无线充电设备机器标准,在无线充电领域中具有领导地位。PMA 标准下的无线充电设备利用电磁感应非接触充电技术进行无线充电,其典型代表充电设备是 Duracell Powermat 公司推出的 WiCC 无线充电卡。WiCC 比 SD 卡大一圈,内部嵌入用于电磁感应式非接触充电的线圈和电极等组件,卡片厚度较薄,插入智能手机旁边即可使用,利用所述卡片可使很多便携终端轻松支持非接触充电。

3.4 WPC、A4WP 和 PMA 的技术对比

WPC、A4WP 和 PMA 标准的无线充电设备的技术原理、频率范围等特征的对比分析见表 1。

由于 PMA 主要针对美国市场,所以下面的部分主要研究 WPC 标准和 A4WP 标准的无线充电设备分类和管理方法。

4 国际无线充电设备管理现状

目前国际发达国家已经有对无线充电设备比较完备的测试方法和管理方案。研究发达国家对无线充电设备的管理方式,对建设我国的无线充电设备的检测方法和管理体制有较好的借鉴意义。因此,本部分将简要介绍美国、欧盟、韩国和日本的无线充电设备管理体制。

表 1 WPC、A4WP 和 PMA 标准比较

特征	WPC	A4WP	PMA
技术原理	电磁感应	磁场共振	电磁感应
技术特征	- 收发线圈的尺寸和形状尽量一致,否则影响效率; - 收发线圈最大间隔为 2~4 mm; - 工作时需要利用磁铁或特殊设计来保证收发天线的精确对准; - 收发天线线圈的数量比为 1:1	- 发射天线用于产生一个充电区域; - 接收天线尺寸和形状不必与发射天线完全一致; - 发射和接收天线间距离可以从几毫米到十几厘米(小功率)	- 收发线圈的尺寸和形状尽量一致,否则影响效率; - 收发线圈最大间隔为 2~4 mm; - 工作时需要利用磁铁或特殊设计来保证收发天线的精确对准; - 收发天线线圈的数量比为 1:1
频率范围	110~205 kHz 15~40 kHz	6.78 MHz	358 kHz
工作距离	<5 mm	可以隔离 6 cm 或者更多,具有空间自由度	<5 mm
支持功率	LPWG:5 W MPWG:15 W KWG:2 kW	LP:5 W MP:30 W	LP:5 W
充电效率	典型 60%~70%,最高的大于 70%	典型 50%~60%	
通信方式	- 带内通信 (Qi),ASK 调制,工作频率为 110~205 kHz,速率为 2 kbit/s; - 带外通信 (海尔),WLAN,工作频率为 2.4 GHz,速率为 25 Mbit/s	带外通信,蓝牙 4.0(BTLE),工作频率为 2.4 GHz,速率为 1 Mbit/s	
优点	在发射机和接收机线圈设计完全匹配且对准的前提条件下,普通工程设计即可实现较高的充电效率,成本相对较低	- 发射机和接收机可以自由设计,不需要严格匹配; - 能够集成多种方案,不只限于充电盘,接收端的放置朝向和距离灵活自由; - 一个发射机可以同时为较宽的范围内的多个发射机供电	使用 WiCC 卡充电,更为方便
商业进程	2008 年至今	2012 年至今	2012 年至今
市场化	全球推广	全球推广	主要在美国市场

4.1 美国

美国联邦通信委员会(Federal Communication Committee, FCC)利用现有免执照频段无线通信设备的测试方法(FCC Part 15)和现有 ISM 频段内无线通信设备的测试方法(FCC Part 18),根据无线充电设备的基础工作频段和数据通信频段以及相关的工作方式对无线充电设备进行核准。FCC 规定仅在基础频段进行充电操作的无线充电设备须符合 FCC Part 18 的要求,在基础频段进行充电操作并在辅助频段进行控制和数据传输的无线充电设备需要同时符合 FCC Part 18 和 FCC Part 15 的要求。

2013 年 5 月, FCC 工程技术实验室发布了 FCC KDB680106WPT 文件,明确低功率无线电设备的射频安全法规和认证要求,所有工作在 9 kHz 以上的低功率无线充电技术都应适用于该法规,相关高功率的无线充电设备并未包含在内。该文件规定,如果无线充电设备在其工作频段充电,在辅助频段进行数据通信,需要对每个发射端进行 EMC 符合性测试。无线充电设备需要进行射频照射符合性评估。在进行评估时,发射设备在充电过程中需要设置在最大输出功率,根据不同的使用分类,指标(如 SAR 人体组织吸收率、MPE 最大照射限制指标)须符合 FCC 移动和便携设备射频照射要求。

4.2 欧盟

和美国相似,欧洲电信标准化协会(European Telecommunications Standards Institute, ETSI)同样应用现有的短距离无线通信设备的测试规则,根据无线充电设备的基础工作频段和数据通信频段以及相关工作方式管理无线充电设备。

ETSI 根据无线充电设备的具体类型,应用不同的测试规则,具体分为以下 3 种情况:

- 仅在其基础频率进行充电的无线充电设备仅需要符合 EMC 要求;
- 在基础频段进行充电和数据通信的无线充电设备需要符合 ETSI 无线通信和电信终端设备部分(R&TTE SRD)的法规和相应的 EMC 规范要求;
- 在基础频段进行充电,同时在辅助频段进行数据通信的无线充电设备需要在其基础频段符合 EMC 规范要求,在其辅助频段符合 R&TTE SRD 要求。

4.3 韩国

韩国未来创造科学部(MISP)根据不同无线充电设

备的频段、功率,利用韩国现有的和新颁布的相应频段和功率的无线电设备测试方法对对应的无线充电设备进行核准。

(1) 按无线充电设备的频段进行分类管理

MISP 应用“弱电场无线电设备技术要求”对低频率无线供电设备(WPC 标准下的无线充电设备)进行核准。对于高频率无线供电设备(A4WP 标准下的无线充电设备),MISP 按照其于 2013 年 9 月公布的一项对高频率无线供电设备的管理草案进行核准和管理。

(2) 按无线充电设备的功率进行分类管理

MISP 根据电磁兼容要求 KN17 对直流供电且功率小于 10 W 的无线供电设备进行核准。MISP 目前并没有针对功率高于 10 W 的无线供电设备的 EMC 要求。

4.4 日本

日本无线电管理机构邮政省电气通信管理局根据不同无线充电设备的频率和功率,按照现有 ISM 设备的分类和管理方法,对无线充电设备进行分类和管理。

- 无线充电设备的发射功率不大于 50 W。
- 无线充电设备的充电距离不超过几米的范围。
- 无线充电设备工作在以下频段:10 kHz~10 MHz, 13.56 MHz ISM 频段, 27.12 MHz ISM 频段和 40.68 MHz ISM 频段。

对于工作于 6.78 MHz 的 A4WP 标准设备,日本邮政省电气通信管理局正在进行渐进性研究,预计将于 2014 年下半年完成研究报告。

根据上述分析可知,由于现有的无线电设备电磁兼容测试标准的频率覆盖范围包括 WPC 和 A4WP 标准下的无线充电设备,所以欧美发达国家均利用现有无线电设备侧测试方法标准,根据无线充电设备的类型进行分类管理和测试。

5 国内信息技术设备、微功率设备和 ISM 设备的频率划分和测试方法

WPC 标准内的无线充电设备工作在 110~205 kHz 频段,而 A4WP 标准内的无线充电设备工作在 6.78 MHz 频段。无线充电设备也属于无线电设备,其工作频段也包含在国家信息技术设备、ISM 设备和微功率设备的频段范围内。因此国内已有的信息技术设备、ISM 设备和微功率设备的归类方法和测试方法,对制定我国无线电充电设备电磁兼容测试标准具有很好的参考价值。该部分将分析



国内信息技术设备^[1](information technology equipment, ITE)、工科医^[2](industry, science and medical, ISM)设备和微功率短距离无线电设备^[3](short range device, SRD)的频段划分和测试方法。

5.1 国内信息技术设备的频率规划和测试方法

5.1.1 从官方定义角度看无线充电设备是否划归为 ITE

我国的 ITE^[1]的定义为满足以下两个条件的任何设备。

- 其主要功能为能对数据和电信消息进行录入、存储、显示、检索、传递、处理、交换或控制(或几种功能的组合), 该设备可以配置一个或多个通常用于信息传递的终端端口。
- 额定电压不超过 600 V。

参考文献[1]指出,主要功能是发射和(或)接收的任何设备不受参考文献[1]的约束。

由于无线充电设备的主要功能是通过电磁场进行能量转移,并不符合上述第一个条件。所以从官方定义角度而言,无线充电设备并不属于我国 ITE 范畴。

5.1.2 从标准技术指标角度看无线充电设备是否应该按照 ITE 管理

参考文献[1]并未规定工作频率在 30 MHz 以下的信息技术设备的辐射骚扰限值。然而 WPC 和 A4WP 标准中支持最高的工作频率为 6.78 MHz, 所以从标准技术角度看,无线充电设备不应该按照 ITE 管理。

综上所述,无线充电设备从定义角度不能划归为 ITE,从标准技术角度不能按照 ITE 的无线辐射限值进行测试和管理。

5.2 国内 ISM 设备的频率规划和测试方法

5.2.1 从官方定义角度看无线充电设备是否划归为 ISM 设备

我国的 ISM 设备^[2]定义为:为工业、科学、医疗、家用或类似目的而产生和(或)使用射频能量的设备或器具,但不包括应用于电信、信息技术和其他国家标准涉及的设备。

从国内 ISM 定义角度看,无线充电设备属于家用或工业用途,使用射频能量的设备或器具,并且国内其他标准并未涉及无线充电设备。所以从官方定义角度,无线充电设备可以划归为 ISM 设备。

ISM 设备^[2]的工作频段包括 6.765~6.795 MHz,但是并不包括 110~205 kHz。所以 WPC 标准的无线充电设备不属于 ISM 设备范畴,A4WP 设备可以划分为 ISM 设备范畴。

根据参考文献[2],ISM 设备被分为两组:第 1 组,为发挥其自身功能而有意产生和(或)使用传导耦合射频能量

的所有 ISM 设备;第 2 组,包括放电加工(EDM)和弧焊设备以及材料处理而有意产生和(或)使用电磁辐射射频能量的所有 ISM 设备。所以 A4WP 设备可以划分到 ISM 设备的第 1 组。

根据参考文献[2],ISM 设备被分为两类:A 类设备,非家用和不直接连接到住宅低压供电网设施中使用的设备;B 类设备,家用设备和直接连接到住宅低压供电网设施中的设备。所以 A4WP 标准无线充电设备可以划分为 B 类设备。

根据以上分析,从官方定义和标准 ISM 类别划分规则看,A4WP 标准无线充电设备可以划分为国内 ISM 设备的 1 组 B 类,WPC 标准无线充电设备不应划分为我国的 ISM 设备。

5.2.2 从标准技术指标角度看无线充电设备是否划归为 ISM 设备

根据参考文献[2],A4WP 标准无线充电设备的工作频段属于 ISM 设备的工作频段。但是参考文献[2]规定 6.765~6.796 MHz 频段工作的 ISM 设备并没有任何带内辐射的限值,只是给出了 ISM 设备在其他频段内的杂散限值。

参考文献[2]给出的 A4WP 标准无线充电设备频段的相应频段 ISM 设备在其他频段的磁场强度限值见表 2。

表 2 A4WP 标准无线充电设备频段的相应频段 ISM 设备在其他频段的磁场强度限值

频率/MHz	1 组 B 类设备限制/(dB· μ A·m ⁻¹) 准峰值限值(测量距离 3 m)
0.009~0.070	69
0.070~0.148 5	39~69 随频率对数线性减小
0.148 5~4.0	3~39 随频率对数线性减小
4.0~30	3

参考文献[2]给出的 A4WP 标准无线充电设备频段的相应频段 ISM 设备在其他频段的 2 m 环天线内的磁场感应电流限值见表 3。

根据以上分析,从官方定义,A4WP 标准无线充电设备可以划归为我国 ISM 设备 1 组 B 类。从标准技术角度考虑,在没有可替代方案的前提下,可以使用 ISM 设备的电磁兼容测试标准管理 A4WP 标准无线充电设备。

5.3 国内 SRD 的频率规划和测试方法

5.3.1 从官方定义角度看无线充电设备是否划归为 SRD 类别

由于我国没有 SRD 的官方定义,这里参照国际电信联盟(International Telecommunication Union, ITU)的 SRD 官方定义^[4]进行分析。根据参考文献[4],SRD 的官方定义为:可

表 3 A4WP 标准无线充电设备频段的相应频段 ISM 设备在其他频段的 2 m 环天线内的磁场感应电流限值

频率/MHz	1 组 B 类设备限制/(dB·μA·m ⁻¹)水平分量	1 组 B 类设备限制/(dB·μA·m ⁻¹)垂直分量
0.009~0.070	88	106
0.070~0.148 5	58~88 随频率对数线性减小	76~106 随频率对数线性减小
0.148 5~30	22~58 随频率对数线性减小	40~76 随频率对数线性减小

以提供单向或双向连接,并拥有低干扰其他无线电设备能力的无线电发射机。

从 ITU 对 SRD 的定义角度看,无线充电设备主要通过电磁波实现能量转换,可以实现单工连接,且 WPC 和 A4WP 标准无线充电设备的发射功率小于 5 W,干扰能力较低。所以可以将无线充电设备划归为 SRD。

根据参考文献[3],我国的 SRD 分为 A~G 共 7 类,其中 A 类设备的使用频率为 9~190 kHz,C 类设备的使用频率为 6.675~6.795 MHz。所以 WPC 标准下的无线充电设备属于我国 SRD 的 A 类设备,A4WP 设备则属于 SRD 的 C 类设备。

5.3.2 从标准技术指标角度看无线充电设备是否应该按照 SRD 管理

根据参考文献[3],我国 SRD 电磁兼容管理不仅规定了 A 类设备和 C 类设备的带内辐射限值,而且规定了 A 类设备和 C 类设备的带外杂散限值。所以,可以参照我国 SRD 电磁兼容法规对无线充电设备进行电磁兼容管理。

我国 SRD 的 A 类和 C 类设备的磁场强度发射限值^[9]见表 4。我国 SRD 通用要求^[9]规定:工作在 9 kHz~100 MHz 的微功率设备的杂散辐射发射测量频率范围为 9 kHz~1 GHz。WPC 标准设备和 A4WP 标准设备的杂散辐射发射限值^[9]

(杂散辐射与带外辐射的分界点为载波频率的±2.5 倍的信道带宽)见表 5。

根据上述分析,根据官方定义,无线充电设备可以划分为 SRD。从标准技术考虑,可以按照 SRD 电磁兼容测试方法对无线充电设备进行核准。

上面以 WPC 设备和 A4WP 设备的基础工作频率为标准进行分析,而 A4WP 需要在 2.4 GHz 频段使用蓝牙技术进行数据通信,那么 A4WP 的数据通信部分的技术指标和管理办法应遵循参考文献[5]。

6 我国无线充电设备归类、测试和管理建议

根据上述分析,给出我国无线充电设备的归类建议、测试方法建议和管理方法建议。

6.1 无线充电设备归类建议

- 为了更规范地将无线充电设备划归为国内的 SRD,参照 ITU 的 SRD 定义,可以将我国 SRD 定义为:利用电磁波提供能量传递或单/双工通信,且电磁辐射对其他设备干扰较小的无线电发射设备。
- WPC 标准和 A4WP 标准的无线充电设备在国内划分为 SRD。
- WPC 标准的无线充电设备划分为 SRD 的 A 类设备;A4WP 标准的无线充电设备划分为 SRD 的 C 类设备。

表 4 WPC 和 A4WP 标准无线充电设备相应频段对应的微功率设备的磁场强度发射限值

频率/MHz	对应无线充电设备的标准	准峰值/(dB·μA·m ⁻¹)
0.009~0.05	WPC	72(10 m 处)
0.05~0.19	WPC	72(10 m 处)(每倍频程下降 3 dB)
6.765~6.795	A4WP	42(10 m 处)

表 5 WPC 和 A4WP 标准无线充电设备相应频段对应的微功率设备的杂散辐射发射限值

频率范围/MHz	测试带宽	限值	检波方式
0.009~0.15	200 Hz(6 dB)	27 dB·μA·m ⁻¹ (10 m 处)(每倍频程/下降 3 dB)	准峰值
0.15~10	9 kHz(6 dB)	27 dB·μA·m ⁻¹ (10 m 处)(每倍频程/下降 3 dB)	准峰值
10~30	9 kHz(6 dB)	-3.5 dB·μA·m ⁻¹ (10 m 处)	准峰值
30~1 000	100 kHz(6 dB)	-36 dBm	有效值



6.2 无线充电设备测试方法建议

按照严格管理无线充电设备电磁兼容特性为目标,根据表1~表4的数据,得到以下测试方法建议。

- WPC标准的无线充电设备电磁兼容测试按照参考文献[3]内A类无线设备的测试方法进行测试。原因:WPC标准无线充电设备工作在110~205 kHz,不属于我国ISM设备范畴,也不属于我国信息技术设备范畴,属于我国微功率设备的A类无线设备。所以按照参考文献[3]内的A类无线设备测试方法进行测试。
- A4WP标准下的无线充电设备的带内电磁兼容测试按照参考文献[3]内的C类无线设备测试方法进行测试。原因:参考文献[2]中并未对6.78 MHz的ISM设备的发射限值进行规定,而参考文献[3]给出了6.765~6.795 MHz频段的C类无线设备的具体测试限值。所以A4WP的带内电磁兼容测试按照参考文献[3]中的C类无线设备测试方法。
- A4WP标准下的无线充电设备的带外杂散电磁兼容测试按照参考文献[3]内规定的方法进行测试。原因:比较表1和表4可知,对于6.78 MHz对应的无线电设备的带外杂散测试标准,表4的限值更为严格。本着严格控制无线充电设备电磁兼容的目的,A4WP无线充电设备的带外杂散电磁兼容测试建议采用参考文献[3]规定的测试方法。
- WPC和A4WP的数据通信部分的技术指标和管理办法应分别遵循参考文献[3]和参考文献[5]。原因:WPC标准的无线充电设备在其工作频段进行数据通信,而A4WP标准的无线充电设备在2.4 GHz频段进行数据通信,所以WPC和A4WP的数据通信部分的技术指标和管理办法应分别遵循参考文献[3]和参考文献[5]。

6.3 无线充电设备的管理方法建议

无线充电设备属于无线电设备,正在并将广泛应用于国防建设、航空航天、通信等领域,涉及国家安全、科技发展和人民生活多个方面。对无线充电设备进行电磁兼容测试及核算是科学、有效使用相关频谱资源的基础,是从源头上维护空中电波秩序和保证相应频段的各类无线电业务正常运行的必要条件。所以应当对无线充电设备进行型号核准。

7 结束语

针对我国目前缺乏无线充电设备测试方法的问题,在

调研无线充电技术体制、国际无线充电标准、国际无线充电设备管理体制的基础上,分析我国信息技术设备、ISM设备和微功率设备的测试方法标准,给出WPC和A4WP标准下无线充电设备的国内设备归类建议、测试方法建议和管理方法建议。

参考文献

- 1 GB 9254-2008. 信息技术设备的无线电骚扰限值和测量方法, 2008
- 2 GB 4824-2004/CISPR11-2003. 工业、科学和医疗(ISM)射频设备电磁骚扰特性限值和测量方法, 2004
- 3 工业和信息化部无线电管理局[2005]423号. 微功率(短距离)无线电设备的技术要求, 2005
- 4 ITU-R SM.2153-2. Technical and Operating Parameters and Spectrum Use for Short-range Radio-communication Devices, 2011
- 5 工业和信息化部无线电管理局[2002]353号. 关于调整2.4 GHz频段发射功率限值及有关问题的通知, 2002

[作者简介]



许瑞琛,男,博士,国家无线电监测中心检测中心工程师,主要研究方向为频谱检测理论、认知无线电。

宋起柱,男,博士,国家无线电监测中心检测中心主任、教授级高级工程师,主要研究方向为频谱管理、频谱动态分配理论。

王俊峰,男,国家无线电监测中心检测中心副主任、高级工程师,主要研究方向为频谱检测理论、频谱管理理论。

刘晓勇,男,国家无线电监测中心检测中心副总工程师,主要研究方向为频谱管理理论、无线电测试理论。

彭潇,男,国家无线电监测中心检测中心战略研究部副主任、工程师,主要研究方向为频谱管理与规划、频谱检测理论。

房骥,男,博士,国家无线电监测中心检测中心工程师,主要研究方向为频谱检测理论、软件无线电。

(收稿日期:2014-06-19)