



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101770009 B

(45) 授权公告日 2014. 05. 21

(21) 申请号 200910058045. 3

US 2007030116 A1, 2007. 02. 08, 全文 .

(22) 申请日 2009. 01. 06

US 2008165058 A1, 2008. 07. 10, 全文 .

CN 101236611 A, 2008. 08. 06, 全文 .

(73) 专利权人 成都西谷曙光数字技术有限公司

地址 611731 成都市高新西区创新中心

A303 西芯大道 4 号

审查员 余莹洁

(72) 发明人 廖应成

(74) 专利代理机构 深圳市百瑞专利商标事务所

(普通合伙) 44240

代理人 何凌

(51) Int. Cl.

G01S 1/02 (2006. 01)

G01S 5/02 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 201003413 Y, 2008. 01. 09, 全文 .

CN 101335956 A, 2008. 12. 31, 全文 .

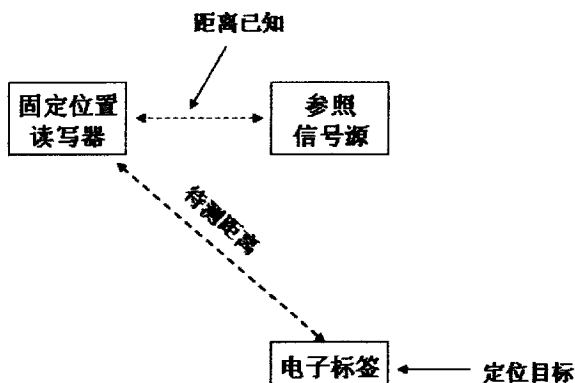
权利要求书2页 说明书8页 附图5页

(54) 发明名称

一种精确射频定位系统

(57) 摘要

本发明利用一般有源电子标签和读写器, 通过预先实际测量, 或用其它方式建立起的, 发射功率和对应的误码率, 与两者之间距离的关系, 再根据实际测试时, 电子标签所使用的不同发射功率和测得的对应误码率, 来确定电子标签到读写器的距离。为了使用方便起见, 误码率是以读写器接收电子标签信号的“丢包率”来计算的。同时为了减小环境噪声变化给定位精度带来的影响, 本发明还利用参照信号源测量数据的变化, 或读写器测得的噪声强度变化, 来修正计算结果, 从而以一种简单有效的方式, 实现了对电子标签在一维和 multidimensional 空间中的精确定位。同时也为海上, 井下和地面搜救工作, 以及不停车收费管理中, 邻道信号干扰问题的解决, 提供了一种经济实用的手段。



1. 一种精确射频定位系统,其特征在于,包括:电子标签,读写器和计算机;电子标签是一个一般的有源电子标签或一个一般意义上的无线信号收发机,其由被定位的目标携带,且位置待确定;读写器是一个位置已知的、与所述电子标签进行无线通信的无线信号收发机;计算机与所述读写器相连,用于储存、处理所述精确射频定位系统所需的各种数据信息;所述精确射频定位系统是针对给定的读写器和电子标签,针对需要定位的环境,通过预先进行实际测量或简化方式,建立起电子标签使用不同信号发射功率时,读写器测得的相应信号接收误码率与电子标签和与读写器之间距离的对应关系,再利用现场实际测量时,电子标签所使用的发射功率和读写器测得的对应误码率来确定电子标签与读写器之间的距离,从而实现对电子标签在一维和多维空间中的定位;其中,所述电子标签使用不同信号发射功率是把大小不同功率的信号包尽可能安排在同一时间,分多组连续发送;计算电子标签的位置的简化公式为: $\ln x = \{\ln q - G(E_r) - b(N)\} / n$ ;其中, $n$ 代表环境衰减指数, $G(E_r)$ 是一个误码率的函数, $n$ 和 $G(E_r)$ 都可以预先通过现场实测获得, $b(N)$ 是一个与环境噪声强度有关的值,可在现场通过对参照信号源的测试求得,或利用读写器测得的RSSI值的变化来对原有的值进行修正, $x$ 是需要确定的电子标签到读写器的距离, $q$ 是电子标签的发射功率。

2. 根据权利要求1所述的精确射频定位系统,其特征在于:还包括一个参照信号源或一个能够很好反映环境噪声变化的参数用于消除环境噪声的变化给实际定位测试带来的偏差;在使用参照信号源时,这个参照信号源,就是一个到读写器的距离为已知的电子标签,通过对比参照信号源与读写器在已知距离位置上所测得的发射功率信号接收误码率的变化来确定环境噪声的变化,或直接利用读写器所测试到的环境噪声RSSI值的变化来确定环境噪声的变化,再根据这种变化来修正通过预先实际测试或建立的对应的发射功率、信号接收误码率与读写器和电子标签两者之间距离的关系,并按修正后的关系来计算电子标签的距离位置。

3. 根据权利要求1或2所述的精确射频定位系统,其特征在于:所述电子标签是一个低成本的、方便随身携带的有源电子标签,具有通过软件调整自身发射功率的功能;所述电子标签采用周期性睡眠,苏醒后工作一瞬间的工作方式;所述电子标签利用醒后瞬间,以不同的工作方式与读写器建立起通信联系,实现互动。

4. 根据权利要求3所述的精确射频定位系统,其特征在于:当电子标签在苏醒后的瞬间采用先监听的工作方式时,为了提高电子标签的反应速度,所述精确射频定位系统还包括一个与读写器工作频道不同的呼叫机,所述呼叫机与电子标签苏醒后瞬间所使用的监听频道相同,而读写器的工作频道则与电子标签发射回应信号的频道相同,当电子标签在一监听到呼叫信号后,立即更换到新的频道上发回返还信号,与读写器建立起通信联系,而不需要任何等待时间。

5. 根据权利要求2所述的精确射频定位系统,其特征在于:不同发射功率时的误码率测试,采用的是由电子标签或参照信号源,连续在一段时间内,以一个或多个不同的功率发射多个信号包,然后利用每种功率发射多个信号包时读写器在接收每一种发射功率信号包时的丢包率来计算对应于每种发射功率的误码率的。

6. 根据权利要求1或2所述的精确射频定位系统,其特征在于:在使用一个单一的读写器在平面或空间中进行远距离搜救定位时,所述读写器还配备一个呼叫机和指向性高的

高增益定向天线；所述定向天线主要用于在不同方向上对目标进行搜索，以确定目标的方向；所述呼叫机专门用于在各个搜寻方向上，向被搜寻目标所携带的电子标签，连续发射呼叫信号；所述读写器则专门用于监听电子标签的回应信号。

7. 根据权利要求 1 或 2 所述的精确射频定位系统，其特征在于：在利用误码率、发射功率和距离之间的关系来确定电子标签的具体位置时，以比较接近临界过渡区中心位置的一组发射功率和误码率值来计算电子标签位置的。

8. 根据权利要求 3 所述的精确射频定位系统，其特征在于：电子标签平常处于一种周期性睡眠，苏醒后工作一瞬间的工作模式；在需要对移动电子标签进行定位时，还需要通过读写器，或配合读写器工作的一个呼叫机，利用电子标签睡眠苏醒后工作的瞬间，与之建立起通信联系；并通过信号指令调整电子标签的工作方式，使电子标签能够在进入需要定位的范围内，按照实际需要以不同的方式和规定的延续时间，来发射定位信号包。

9. 根据权利要求 1 所述的精确射频定位系统，其特征在于：当用于解决以高速公路多通道不停车收费管理中存在的邻道信号干扰或不停车门禁管理中存在的其它尾随车辆信号干扰为代表的问题时，所述电子标签在车辆驶近车道读写器时，以接近临界发射功率的几个不同发射功率连续发射多个信号包，然后在所有可能接收到该电子标签信号的安装在各个车道的读写器中或在门禁管理读写器可能接收到的所有不同车辆发来的信号中，按照最小发射功率和最小误码率对应距离最近的读写器的原则，来确保不停车收费车道管理计算机或门禁管理计算所处理的车载电子标签身份号是正确的。

## 一种精确射频定位系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及有源电子标签的节电技术,和移动目标的精确射频定位技术。

### 背景技术

[0002] 现有的有源电子标签节电技术,主要有睡眠唤醒技术,和定时发射信号以减小电子标签工作占空比的方法。现有的睡眠唤醒技术,一般采用的是低频唤醒,高频通信的方法,这种方法的唤醒距离非常有限,一般只有几米,因而,只适用于通信范围比较小的场合。另一种就是采用定时发射信号的方式,例如对动物搜寻定位,但要实现远距离搜寻,就要求动物所携带的电子标签的发射功率要大,功率大,功耗就大,电池寿命就短。为了降低电池的耗电,往往只好采用加长休眠周期,以降低工作占空比的方式,这样做的结果,必然要影响到搜寻的速度,以及双向通信的建立。

[0003] 现有的射频定位技术,除了最常见的 GPS 卫星定位外,还有雷达定位,无线测向定位,信号强度 RSSI 定位,TOA(射频信号传输时间)以及 TDAO(射频信号传输时间差)等定位方法。

[0004] GPS 卫星定位系统,首先需要有一个 GPS 卫星接收终端,以接收来自多个卫星的信号,在计算出位置的经度,纬度等数据后,再利用移动通信网络,将这些数据信息,传给定位管理中心,并利用电子地图来显示其具体位置。显然,GPS 接收终端和移动通信终端不仅成本高,体积大,而且非常耗电,它不适用于一般低成本要求的应用。另外,对于建筑物密集的城市区域,建筑物内和矿山井下等场合的定位,它则无能为力。

[0005] 雷达搜寻定位系统,就是使用雷达在不同方向上向外发射信号,再通过对被搜寻目标回信号的的分析,来确定被搜寻目标的位置。这种做法的典型例子,就是利用军事雷达来搜寻敌方的飞机。这种方法由于设备昂贵,体积庞大,显然也不适用于一般定位应用。

[0006] 现有对海上陆上遇难遇险人员的定位搜救,除了大型失事船只和十分重要的海难目标有条件使用雷达外,对于没有装备 GPS 定位系统和海事卫星通信设备,或失去通信联络的一般小型船只和落水遇难,或陆地上野外遇险的人员,往往只能由搜救船只和飞机,采用肉眼观察搜寻的办法,这显然十分困难且效果非常有限,特别是在能见度很低的雾天和晚上。

[0007] 无线测向定位系统,首先需要在被搜寻的对象身上,安装一个简单的无线信号发生装置,间歇性的向外发射信号,搜寻人员需要利用定向天线和监听设备来确定信号源的大致方向,并根据信号的强弱,来判断被搜寻目标的大概位置。这种方法虽然简单,但准确性差。

[0008] 由于技术的进步,当今许多单芯片制成的微功率收发机,都具有信号强度指示(RSSI)功能,因而,利用接收到的信号强度大小(RSSI),来判别移动目标位置,也成为一种定位的方法。这种方法虽然非常简单,也不需要增加格外的硬件,但由于 RSSI 信号强度的测定误差极大,影响因素也很多,因而准确性也非常差,特别是小范围近距离定位更是如此。

[0009] 利用测量射频信号从搜寻目标,到监听接收机传输时间 (TOA) 来定位的方法,由于对信号源和信号接收机两者时间的同步要求很高,因而也不实用;利用测量两种不同信号(例如射频信号和超声波信号),从信号源到信号接收机传输时间差(TDOA)来定位的方法,由于需要使用两种不同的信号,也就需要使用两种发射和接收不同信号的设备,例如超声波发生和接收设备,这就加大了成本,同时,这种定位方法的准确性与时间差测量的精度直接相关,这就增加了它的使用难度,这也就妨碍它的应用。

[0010] 尽管如何实现煤矿井下安全生产,并在事故发生后尽快抢救遇难矿工,已成为我国煤矿井下安全生产的头等大事,但我国安监局对煤矿井下作业人员的管理规定,也只能要求做到对井下作业人员的区域定位,而非精确定位。这样,当事故发生后进行具体搜救时,由于无法较为准确地确定被搜救人员的位置,也就加大了施救工作的难度。因而,井下被困人员的精确定位,也就成了相关部门亟待解决的一个课题。众所周知,在汶川地震中为搜救被困人员和一架失事飞机,全党和全国人民付出了怎样的努力和代价!这件事也从另一个方面,清楚地反映了目前远距离搜救技术的现状。

[0011] 总之,现有一般定位技术,普遍存在实用性和定位精度的问题,一种精度较高,简单有效的定位技术,以及相应的经济实用的远距离搜救方法,已成为当前社会和市场的迫切需要。

## 发明内容

[0012] 本发明所要解决的技术问题,就是针对现有一般海难搜救,矿井施救,以及其他移动目标定位方法的缺陷,利用在给定的电子标签和电子标签读写器之间,存在的信号发射功率和对应的信号接收误码率,与两者之间距离的关系,为各种应用需要提供了一种新的,简单有效,准确度较高的射频定位系统。从而为各种搜救工作,以及其它许多需要对移动目标进行定位的应用场合,提供了一种经济实用的手段。

[0013] 基本技术方案

[0014] 利用电子标签以不同的发射功率,连续向某个具有已知固定位置的读写器,发送一定数量的多个信号包,通过读写器接收信号包时的丢包率,来计算对应电子标签不同发射功率的误码率,再利用给定的电子标签和读写器,预先在需要定位的环境中进行实际测量,或采用其它简化方式,建立的电子标签的不同发射功率和对应的误码率,与电子标签和与读写器之间距离的关系,来确定电子标签与读写器之间的距离,从而实现电子标签在一维和三维空间中的定位。

[0015] 组成结构及各部分功能:

[0016] 本发明技术方案包括有源电子标签(也可是一般无线收发机,以后统称为电子标签),读写器和计算机几个基本部分组成,如果需要考虑环境噪声变化给测试结果带来的影响,则还可包括一个参照信号源(参见图1)。在有些具体应用中,例如远距离目标搜寻,为了节电和提高电子标签的反应速度的目的,还需要配备一个调整电子标签工作状态的呼叫机。

[0017] 电子标签一般(但不限于)由一个微功率单芯片收发机,和一个单片机制成(单芯片收发机和单片机也可集成为一个芯片),它的发射功率可以通过软件或其它方式来进行调整,它一般由电池供电,并由需要定位的移动目标携带,它的位置未知。为了省电的目

的,电子标签在进入工作状态后,可采用周期性睡眠,苏醒后工作一瞬间的工作方式,电子标签在这苏醒后的一瞬间,可以采用先监听后发射(参见图2和图3),或先发射后监听等工作方式(参见图4),来与读写器建立通信联系。对于那些不需要考虑节电的电子标签,其工作方式则要灵活得多。电子标签可根据读写器或呼叫机的指令,在需要定位时,使用不同的发射功率,向读写器连续发射多组定位信号包。由于在大多数实际定位应用中,都需要电子标签具有体积小,成本低,电池寿命长等基本特征,因而,本发明主要围绕电子标签,采用周期性节电工作方式来进行讨论。

[0018] 读写器是一个与计算机连接的,可与电子标签,以及参照信号源进行通信的无线信号收发机,它具有相对固定的已知位置,一般由外部电源供电。必要时,它还应具有 RSSI 指示的功能。读写器主要通过接收电子标签包括参照信号源,以不同的功率发射给定数量的定位信号包时的“丢包率”,来向计算机提供定位所需的误码率信息资料。

[0019] 计算机就是一般意义上的计算机,它与读写器相连,它可以储存,处理本定位系统实施所需的各种数据信息。

[0020] 参照信号源就是一个电子标签,或另外一个读写器,只不过它到给定读写器的距离为已知而已(参见图1和图5)。这里需要注意的是,作为参照信号源发射机,无论是电子标签还是读写器,应该尽可能与定位测试时所使用的电子标签,具有相同的信号发射工作特征。参照信号源主要用于修正实际定位测试时,环境噪声的变化给测试结果带来的影响。当然,我们也可采用其它能够反映环境噪声变化的参数,例如读写器检测到的 RSSI 值,来对测试结果进行修正。

[0021] 呼叫机就是一个一般的信号发射机,一般需要外部电源供电,它主要配合读写器进行工作。它通过向电子标签连续发射呼叫信号的方式,抓住电子标签周期性睡眠苏醒后监听的瞬间,向电子标签发出指令信号,以调整电子标签的工作状态,使电子标签既能省电,又能够根据实际应用的需要,完成定位所需的与读写器之间的信息交流。为此,呼叫机往往与读写器工作在不同的频道上。呼叫机既可以与读写器安装在同一个位置,也可以与读写器安装在不同的位置(参见图2,图6)。

[0022] 系统工作原理:

[0023] 我们知道,在一般开阔空间,对于任何一个给定的信号源,射频信号的强度,可用一个简单的指数公式:

[0024]  $p = Aq x^{-n}$  近似地来表示,其中  $p$  为离开信号源距离为  $x$  处的信号强度, $q$  为信号源发射功率, $A$  是一个常数, $n$  为环境衰减指数。在理想环境下, $n = 2$ 。在实际情况下, $n$  值一般在 2 到 4 之间,它是描述传输环境对信号衰减影响大小的一个参数。显然,这是一个单调函数(参见图7)。理论上,当接收机所在位置的信号强度,大于信号接收机的接收灵敏度  $p_s$  时,接收机就能够接收到这个信号,此时,接收机与信号源的距离,就是两者的通信距离。实际上,由于来自接收机内部和外部噪声干扰等多种因素的影响,接收机在接收信号时,将产生“误码”。在其他条件给定的情况下,接收机处的信噪比  $p/N = \text{SNR}$  (这里  $p$  是接收机处的信号强度, $N$  是噪声强度)无疑将决定通信误码率的高低,这个比值越大,误码率就越低,这是一个单调函数,我们用  $E_r = f(\text{SNR})$ ,或  $\text{SNR} = g(E_r)$  来表示。 $f(\text{SNR})$  与  $g(E_r)$  两者互为反函数,它们不随传输环境的变化而变化,而与接收机本身特性有关。 $\text{SNR}$  与  $E_r$  一一对应。在给定噪声强度  $N$  下, $\text{SNR}$  与信号强度  $p$  一一对应,因而, $E_r$  与信号强度  $p$  一一对应。

[0025] 为了实际应用的简单方便,我们不妨将这里所说的误码率  $E_r$ , 定义为接收机接收到的信号包数量,与信号源发出的信号包总数之差(丢包数)与信号源发包总数的比。

[0026] 对于给定的传输环境:环境衰减指数  $n = \text{常数}$

[0027] 对于给定的信号发射机(电子标签),和信号接收机(读写器),以及给定的信号传输特征而言:

$$[0028] \quad p/N = Aq x^{-n}/N = \text{SNR} = g(E_r)$$

$$[0029] \quad \ln q = n \cdot \ln x + \ln(p/N) + \ln(N/A)$$

$$[0030] \quad \ln q = n \cdot \ln x + \ln g(E_r) + \ln(N/A)$$

$$[0031] \quad \ln q = n \cdot \ln x + G(E_r) + b(N), G(E_r) = \ln g(E_r), b(N) = \ln(N/A)$$

$$[0032] \quad \ln x = \{\ln q - G(E_r) - b(N)\} / n$$

[0033] 以上公式就变成信号源的发射功率  $q$ , 传输环境衰减指数  $n$ , 噪声强度  $N$ , 误码率  $E_r$  与通信距离之间的关系(参见图 8)。图中,当传输环境给定时,  $n$  值也就固定了,此时,不同的误码率对应了不同直线,它们相互平行,形成了一个斜率为  $n$  的带状区域。环境衰减指数  $n$ , 只决定直线在对数坐标上的斜率,而误码率和平均噪声强度的变化,只相当于原有的直线在铅直方向( $q$  方向),或水平方向( $x$  方向),平移了一个位置。

[0034] 对于给定的电子标签和读写器而言,通过在需要定位的现场中的实际测量,或利用经验公式,或经验与实测数据的结合,我们可以求得  $n$ ,  $G(E_r)$  和  $b(N)$ 。这里需要说明的是,  $n$  只与传输环境条件有关,而与环境噪声变化无关;  $G(E_r)$  只与接收机本身的工作特性有关,而与其他因素无关,  $b(N)$  只与环境噪声和发射机发射工作特征有关。

[0035] 有了实际测试环境下的  $n$ ,  $b(N)$  和  $G(E_r)$ , 再利用实际测得的  $q$ ,  $E_r$ , 我们就可以通过计算,得到电子标签离开读写器的距离,从而实现了对电子标签的定位了。

[0036] 对于以上射频信号传输规律,在实际传输环境中,个别孤立的测试往往可能产生较大的偏差,但多次重复测试的统计结果,将能很好地反应出以上规律,这也正是本发明技术方案的理论基础。

[0037] 基本应用

[0038] 对于煤矿井下作业人员的搜救定位,实际上一种一维定位,我们只需要测出矿工所携带的电子标签,离开安装在井下坑道中固定位置的某一个,或两个读写器的距离就行了。

[0039] 对于一般平面或空间中的目标定位,我们只需要测出移动电子标签,分别到 2-3 个具有已知固定位置的读写器的距离来就行了(参见图 5)。对于海上和陆地上人员的远距离搜救,要设置几个这样的读写器往往非常困难,因而,使用多个读写器来定位的方法往往行不通。此时,我们需要采用极坐标定位的方法,即使用一个单一的读写器,再加上一个方向角度较小的高增益定向天线来工作。定向天线主要用于在不同方向上对目标进行搜索,以确定目标所在的方向。为了提高搜寻效率和搜寻速度,并尽可能减少电子标签的耗电,还需要使用一个呼叫机配合读写器工作。由于电子标签监听信号时的功耗较小,工作占空比也非常小,因而,即使在监听到信号后发射的瞬间功耗较大,但发射瞬间的工作时间非常短,因而电子标签电池的总功耗非常低。为此,电子标签将采用先监听后发射的工作方式。呼叫机专门用于在各个搜寻方向上,向被搜寻目标所携带的电子标签,使用频道 1 连续发射呼叫信号;而读写器则专门用于在相同方向上,使用频道 2 监听电子标签的回应信号;

电子标签在频道 1 一监听到呼叫信号后,将立即使用频道 2 返还多个定位信号包(参见图 6)。通过读写器测量电子标签使用不同发射功率时,所对应的误码率,我们就可以确定被搜救对象离开搜救者的距离位置了。

[0040] 本发明的有益效果

[0041] 本发明仅仅利用一般低成本的有源电子标签和读写器,在不增加其它任何设备的情况下,就可以简单方便地实现对移动目标较高精度的定位,(我们在室内和室外实际测试的最大定位误差,均只有定位范围的百分之几)。它不仅有效地解决了包括海上,陆地以及井下等各种搜救工作中急待解决的,如何准确确定被搜救人员位置的问题,还解决了现有高速公路多路不停车收费通道,或其它不停车门禁管理中,所面临的如何排除来自相邻车道,或远离门禁道闸的其他尾随车辆,所发来的干扰信号的问题。同时也为其它各种定位应用需要,提供了一种全新的,经济实用,简单有效的定位方法。它的实施推广,必将带来巨大的经济效益和社会效益。

### 附图说明

[0042] 图 1 本发明基本技术方案结构示意图

[0043] 图 2 电子标签在频道 1 收到呼叫信号后,立即转到频道 2 以不同功率返还多组定位信号

[0044] 图 3 电子标签采用先监听的工作方式,但在收到呼叫信号后,仅只改变工作方式,但仍使用相同频道工作

[0045] 图 4 电子标签采用先发射后监听的工作方式示意图

[0046] 图 5 利用多个读写器实现多维空间定位

[0047] 图 6 简易海上和陆地搜救系统(极坐标方式)

[0048] 图 7 给定发射功率时,信号强度,传输环境与距离的近似关系

[0049] 图 8 误码率,发射功率,通信距离,环境衰减指数与环境噪声的近似关系

[0050] 图 9 不同发射功率所对应的临界过渡区域的位置不同

[0051] 图 10 对应于每一个给定的信号发射功率,和给定的接收机灵敏度,存在一个临界过渡区

### 具体实施方式

[0052] 定位用电子标签的选用:建议选择可以通过软件来对发射功率进行设置的,单芯片无线收发机制成的有源电子标签,作为定位用的电子标签,它的可调发射功率的档次越多越好。

[0053] 误码率计算:可以是由读写器向电子标签以不同的功率发送多组信号包,也可以是由电子标签向读写器发送多组不同功率的信号包,具体工作方式主要取决于应用环境,我们这里讨论的,主要是后一种工作方式。在实际应用中,一般通过读写器或呼叫机,向电子标签发出定位指令,电子标签在接收到定位指令后,将分别使用不同的发射功率,连续向外发送固定数目的定位信号包,例如每种功率发射 10-50 个包。每个信号包发射的时间间隔,不同功率信号包发射的先后次序,视具体应用环境而定,以能更准确地定位为原则。建议大小不同功率的信号包能尽可能安排在同一时间,分多组连续发送(参见图 2 和图 4)。



读写器在接收电子标签使用不同发射功率发射的信号时,对应于每一种发射功率的“丢包数”与发包数的比值,就是对应发射功率的误码率。

[0054] 测试环境中的  $n$ ,  $G(Er)$  和  $b(N)$  值的计算:

[0055]  $n$  值的计算

[0056] 利用前面的公式:  $g(Er) = Aq_x^{-n}/N$ ,

[0057] 分别在  $x_1$  和  $x_2$  两个点处,使用不同的发射功率进行测试,

[0058] 当  $Er_1 = Er_2$  时有:  $Aq_1x_1^{-n}/N = Aq_2x_2^{-n}/N$

[0059] 我们就可得到:  $n = (\ln q_2 - \ln q_1) / (\ln x_2 - \ln x_1) = \ln(q_2/q_1) / \ln(x_2/x_1)$

[0060]  $b(N)$  值的确定

[0061] 从图 8 中可以看到,对于信号源的任一个给定发射功率,通过改变信号源位置  $x$  进行实测,我们总可以找到一个位置  $x = x_0$ ,此时  $Er$  趋近 100%,  $G(Er) \sim 0$

[0062] 或对于任意一个给定位置,例如参照信号源的位置  $x = X_c$ ,通过变更信号源发射功率  $q$  的测试,我们总可以找到一个发射功率  $q = q_0$ ,此时  $Er$  趋近 100%,  $G(Er) \sim 0$

[0063] 这样我们有:  $b(N) = \ln q_0 - n \cdot \ln x_0$  或  $b(N) = \ln q_0 - n \cdot \ln X_c$  我们只需通过对参照信号源的测试找出  $q_0$ , 或  $x_0$  的值,我们就可以求得  $b(N)$  了。

[0064] 利用公式:  $b(N) = \ln q_0 - n \cdot \ln X_c$  求出新的  $q_0$  并计算出新的  $b(N_{new})$  来确定  $G(Er)$  函数

[0065] 利用公式:  $G(Er) = \ln q - n \cdot \ln x - b(N)$

[0066] 对于任何一个给定的发射功率  $q$ ,通过在不同的位置  $x$  进行实际测量,我们可以得到对应不同  $Er$  时的  $G(Er)$  的值。(  $Er$  的取值范围可以限制在 1% 到 95% 之间)。我们可以看到,在对数坐标中,  $G(Er)$  函数并不随发射功率  $q$  或位置坐标  $x$ , 以及环境噪声的变化而变化。

[0067] 然而,我们知道,  $b(N)$  值实际代表了测试环境噪声的变化对定位距离的影响,它与  $n$  和  $G(Er)$  不同,外界噪声可能随时间而变化,因而,必须利用参照信号源,来尽可能消除这种影响。因而,在定位测试时,需要同时对参照信号源进行测试求得  $n$ ,  $G(Er)$  和  $b(N_{new})$  后,

[0068] 我们就可以利用公式  $\ln x = \{\ln q - G(Er) - b(N_{new})\} / n$

[0069] 并据实际定位测试时电子标签的发射功率  $q$ , 和读写器接收信号的误码率  $Er$ , 我们就可以计算得到电子标签离开读写器的距离了。

[0070] 这里需要注意的是,如前所述公式  $\ln x = \{\ln q - G(Er) - b(N)\} / n$  中,同一个位置  $x$  可能对应几组  $q$  和  $Er$  的值, (参见图 9)。为了减小误差,我们这里建议采用误码率最靠近 1% 和 95% 的中间值那一组,或者说对应于临界发射功率的那一组,下面是对临界发射功率的解释:

[0071] 对应于每一个电子标签的发射功率,在信号强度超过读写器接收灵敏度的某个位置附近,都会形成一个信号接收的过渡区或不稳定区,在这个区域中,读写器接收信号的误码率,将随距离的增加发生较大的变化,从误码率接近 100% 到迅速接近零 (参见图 9, 图 10)。我们将这个区域,称之为对应于电子标签这个发射功率,和该读写器的临界过渡区,这个发射功率,就称之为对应的临界发射功率。

[0072] 在进行具体定位测试时,电子标签将使用不同功率来发射回应信号的目的,首先就是要寻找到与电子标签所在位置对应的临界发射功率,电子标签在使用这个功率发射信

号时,读写器接收信号的误码率变化最快,也就是说,当电子标签使用更大的发射功率发射信号时,误码率将迅速趋近于零,当使用更小的发射功率发射信号时,误码率将迅速趋近于无穷大,即几乎收不到信号。电子标签在使用这个临界发射功率发射信号时,读写器刚好位于它的临界信号接收区域范围内。在这个范围内,误码率随接收机离开电子标签的距离变化最快(参见图9,图10),因而测试结果将更加准确。如果我们将40%的误码率值,定义为临界信号接收区的中心位置,则当我们使用不同的发射功率进行发射,并得到每种发射功率的误码率后,我们可以将其中误码率最接近40%这个值的发射功率,当作我们需要寻找的临界发射功率,再利用预先测得的,发射功率和对应的误码率与距离的关系,以及在使用该功率发射信号时测得的误码率,计算出电子标签离开读写器的距离。

[0073] 在实际操作时,我们可以根据不同的情况,通过变更电子标签的信号发射方式,来减少电子标签总的工作时间,以降低耗电。例如,当电子标签活动范围较大时,我们可以先指令电子标签以多个功率发射,每个功率发射的信号包数,不需要很多,例如每组5个。在找出临界发射功率后,再使用临界发射功率,发送多个信号包,以求得更加准确的误码率。如果我们预先已经知道电子标签离开读写器的大概距离范围时,我们只需使用靠近对应的临界发射功率附近2-3个发射功率,连续发射多个数据包,就可直接得到较为准确的,对应于临界发射功率的误码率值,从而计算出电子标签到读写器的距离。另外,为了节电的目的,电子标签需要在平常处于一种周期性睡眠,苏醒后工作一瞬间的工作模式,而在需要对电子标签进行定位时,我们还需要通过读写器或呼叫机,利用电子标签睡眠苏醒后工作的瞬间,下达定位信号指令,使电子标签能够在进入与读写器的通信范围后,按照实际需要,以不同的方式和延续时间,来发射定位信号包。

[0074] 具体应用方案

[0075] 下面我们通过几种典型的应用方案,对本发明加以进一步说明

[0076] 1. 海上搜救应用方案例

[0077] 我们以海难搜救(极坐标定位)的例子,来对本发明方法的具体实施加以说明(也可适用于陆上搜救):

[0078] 海难搜救:每个出海的船员,都将随身携带一个上述的有源电子标签,或安装在各种救生设备中。电子标签平常处于一种低功耗的深度睡眠状态,当船只遇险时,船员将通过电子标签上的按键开关来激活电子标签,(我们也可以通过其他方式(例如加速度传感器等将其激活),使其进入一种周期性睡眠,苏醒后监听接收呼叫信号一瞬间的工作状态。与船载或机载读写器配合工作的呼叫机,在转动定向天线方向的同时,将连续不断地向外发射呼叫信号,如果天线的方向正好转到遇难船员所在的方向,并且遇险人员所携带的电子标签,已经位于呼叫机和读写器的信号覆盖范围内时,电子标签在苏醒的一瞬间将接收到这个呼叫信号,一当电子标签接收到呼叫信号后,将立即跳换到另一个频点,使用不同的发射功率,连续发射若干组回应信号,例如,使用每一种发射功率,连续发射30个信号,而等待监听回应信号的读写器,将接收到它的回应信号,同时搜救人员也就知道了该被搜救人员所在的方向。再通过统计分析读写器所接收到的,电子标签使用不同功率发射信号时对应的误码率,并利用如前所述的已经建立起来的距离与误码率之间的关系,就可以决定被搜救人员所在的准确位置了。对于海上搜救的情况,由于信号传输环境比较单一,搜救器离开海面的位置可以比较固定,因而,我们只要预先测定在不同风浪环境条件下距离与误码

率之间的关系,并参照安装在搜救船之上参照信号源的测试结果,就可以比较容易的确定被搜救船员的位置了。

[0079] 为了取得更好的效果,电子标签的天线,在进行海难搜救时,应尽可能远离水面和垂直水面,而在进行陆地搜救时,则应远离地面和垂直地面,必要时可采用伸缩拉伸的方式,以便减小电子标签的体积。它也可以作为一般救生设备(例如救生衣,救生圈等)的附件,或能很方便地戴在头上,或安置在一般船只的桅杆上或高处。或直接安装在一般手机或对讲机等人们随身携带的物品内。

[0080] 2. 煤矿井下人员搜救方案:

[0081] 由于技术的原因,我国安监局对煤矿井下作业人员的管理规定,也只能要求实现井下作业人员的区域定位。而当事故发生后进行具体搜救时,由于无法提供被搜救人员的准确位置,无疑增加了具体实施搜救时的困难。假如被困人员位于一段 600 米长的坑道内,较为准确地确定被困人员的具体位置,无疑大大有助于具体施救方案的确定和实施。在该应用中,我们的电子标签具有紧急情况下,可与基站读写器实现 500-1500 米远距离通信的功能,平常,它与一般定位电子标签一样,它仅仅使用低功耗定时发射信号,在紧急情况下,它将处于周期性苏醒,苏醒后瞬间,处于监听接收信号的状态,等待来自基站呼叫机的呼叫信号;一当某个电子标签在苏醒后的瞬间,接收到呼叫信号后,电子标签将使用大小不同的功率,向基站读写器连续发射多个定位信号。利用所测得的接收误码率和对应的发射功率,以及事故发生前所测得的数据资料,(如果坑道中设置有参照信号源,还可利用参照信号源的资料),来实现对被困人员的准确定位。

[0082] 3. 不停车收费站车辆与车道的匹配识别:现有用于车辆管理的射频识别技术,有包括远距离无源 RFID 射频识别系统,和有源 RFID 射频识别系统两种。对于现有高速公路多通道不停车收费,或其它不停车门禁管理系统而言,无论采用无源 RFID 或有源 RFID 的识别方式,都存在如何鉴别每一个读写器所接收到的车辆射频身份号,是它实际应该处理的车辆身份号,而不是邻车道车辆,或远离门禁控制闸的其他尾随车辆发来的信号,从而造成误读的问题。为此,车道读写器除了使用定向天线来限制信号传输方向,还需要限制信号覆盖范围,以防止信号误读。由于读写器的信号覆盖范围减小了,为了让读写器在车辆经过时,有足够的时间接收信号和处理信号,还必须要降低车速,以增加车辆在经过读写器信号覆盖范围内的时间。车速降低的结果,必然降低公路的使用效率。

[0083] 利用本发明技术方案,就可以轻而易举地解决这个问题。此时,我们并不需要知道电子标签离开每一个读写器的准确位置,也不在意环境干扰给定位精度带来的影响,而只需要排除邻车道车辆,或远离门禁控制闸的其他尾随车辆发来的干扰信号就行了。换句话说,只需要判断电子标签实际经过的通道读写器,是所有可能接收到该电子标签信号的各个通道读写器中,距离最近的一个就够了。为此,我们既不需要使用参照信号源,也不需要预先建立发射功率,误码率和距离之间的关系,我们只需让电子标签在驶近车道读写器时,以接近临界发射功率的几个不同发射功率,连续发射多个信号包,然后在所有可能接收到该电子标签信号的各个车道读写器中,按照最小发射功率和最小误码率对应最近距离的原则,就可以排除邻车道车辆,或远离门禁控制闸的其他尾随车辆发来的干扰信号了。必要时,我们还可使用金属挡板等物理手段,来增大各个车道读写器,在接收位于不同车道的电子标签,发射定位信号时所对应的误码率的差别。

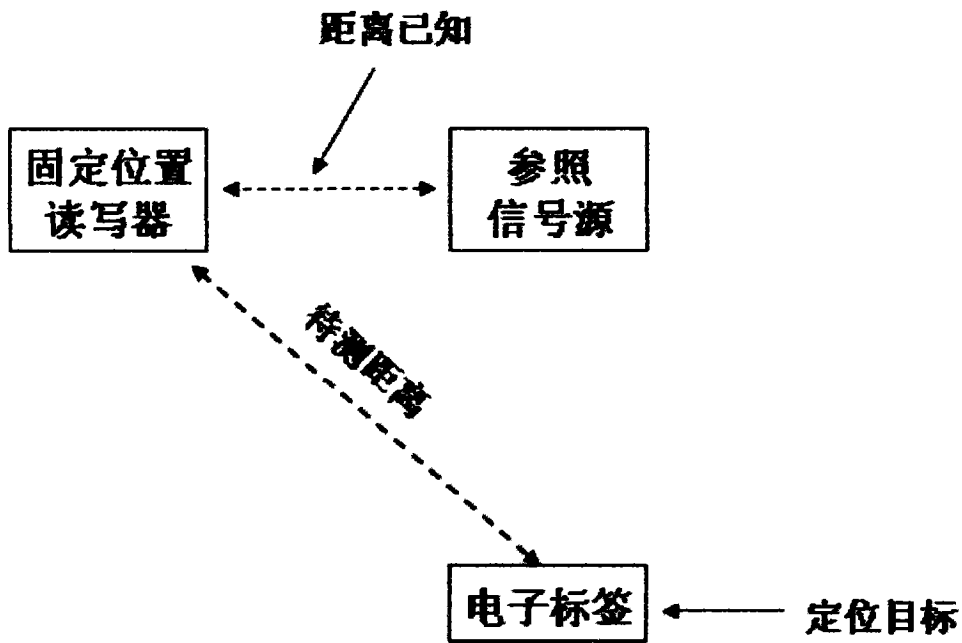


图 1

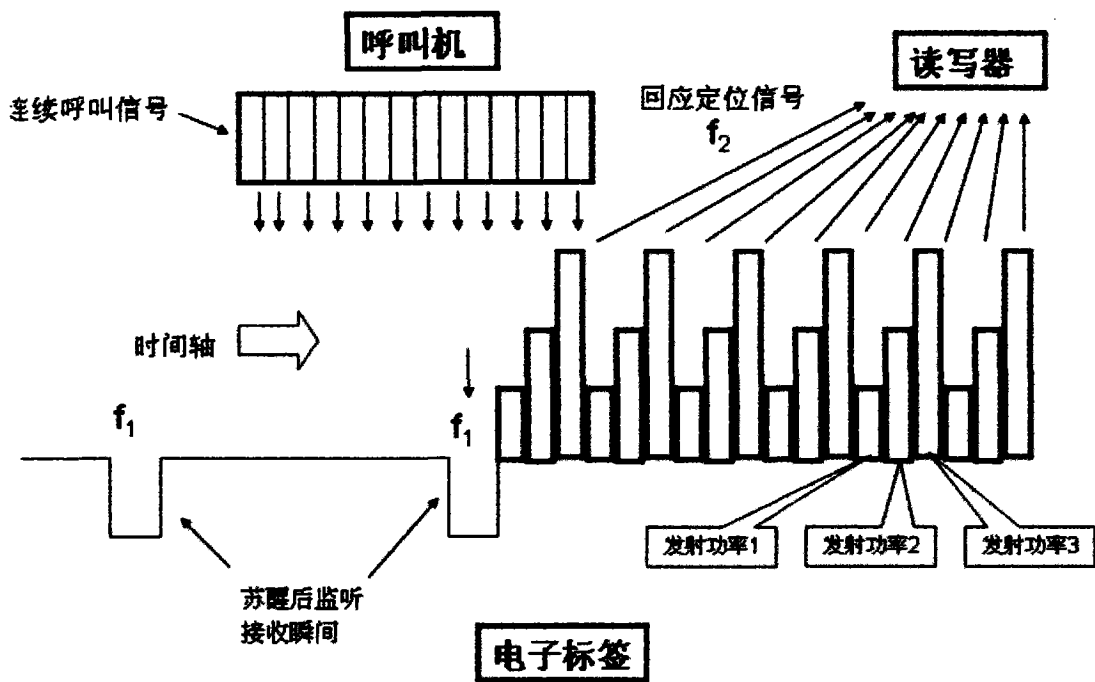


图 2

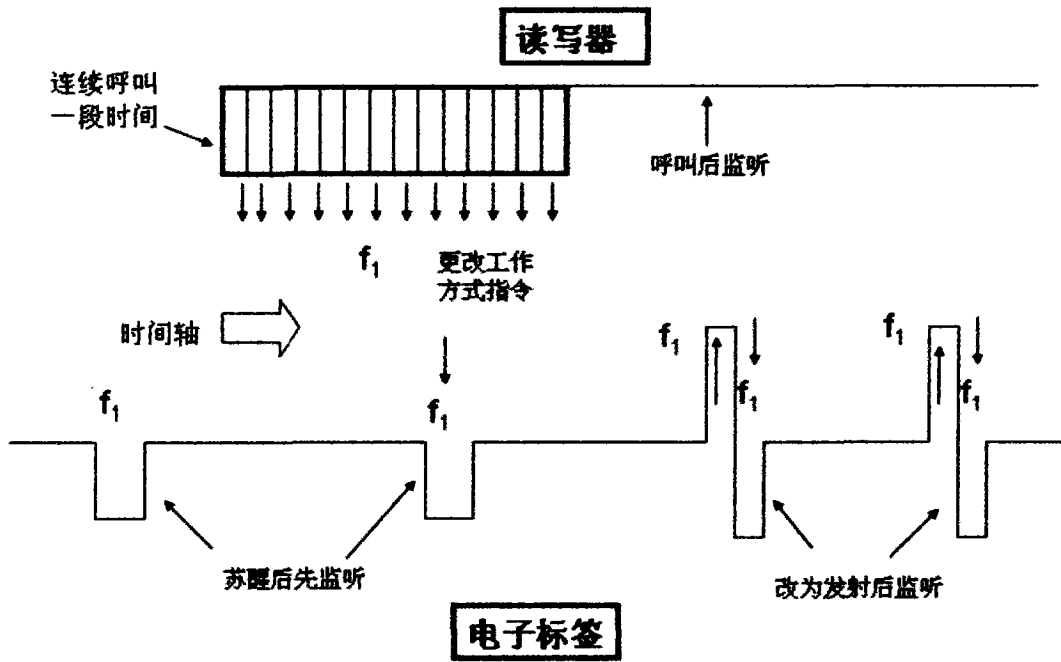


图 3

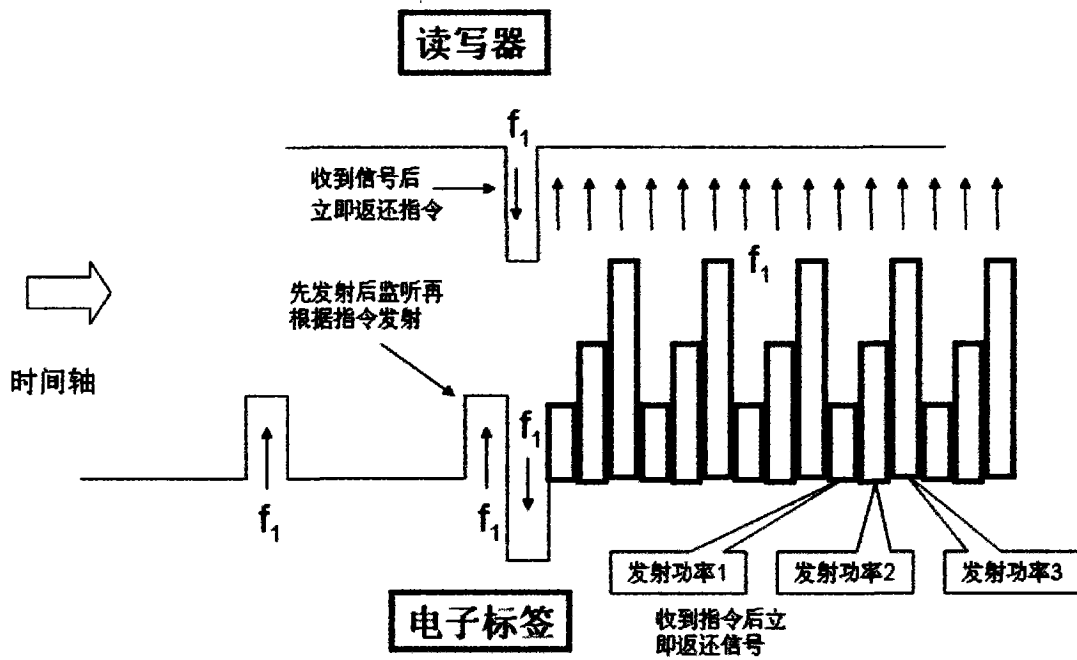


图 4

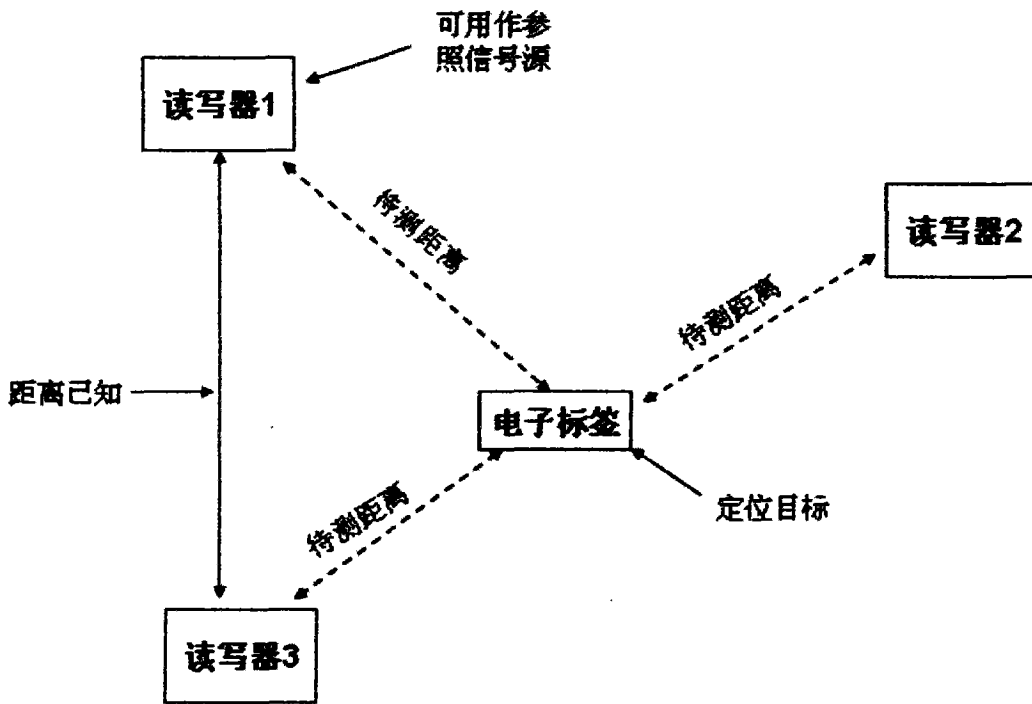


图 5

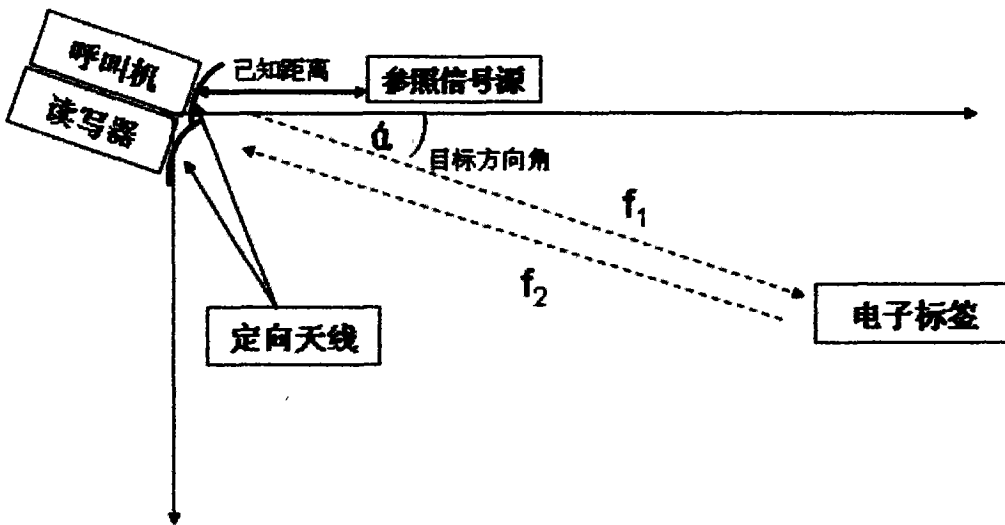


图 6

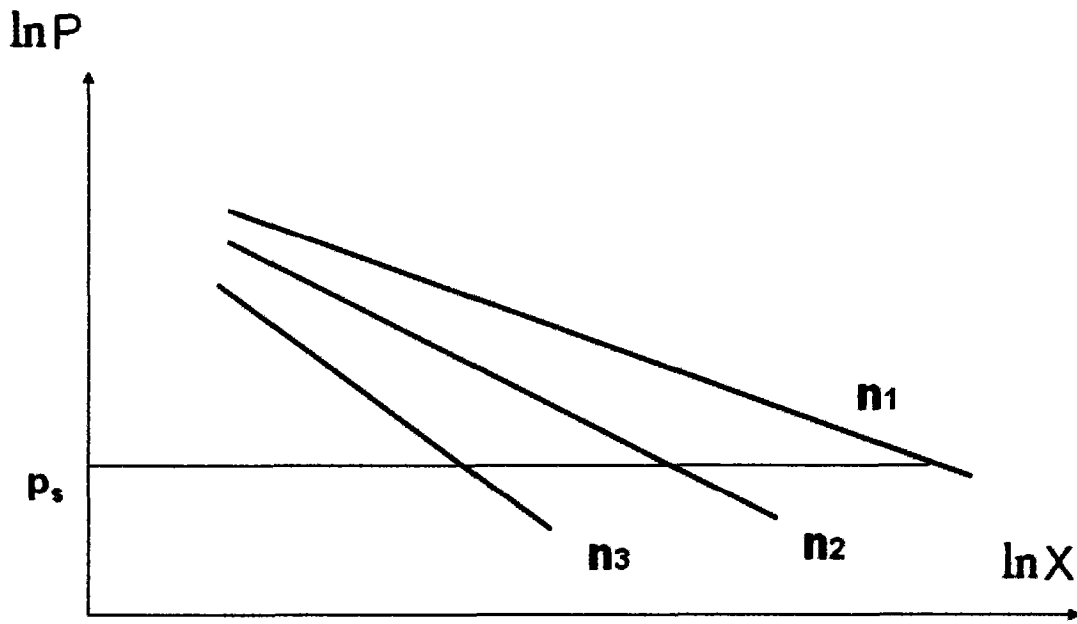


图 7

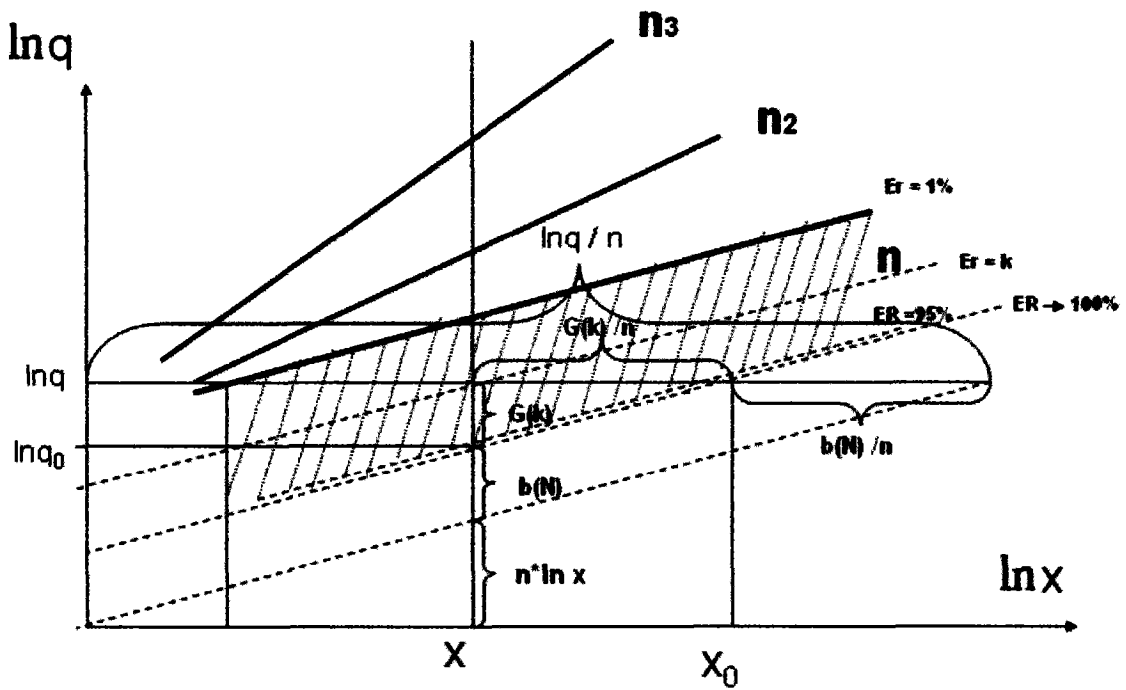


图 8

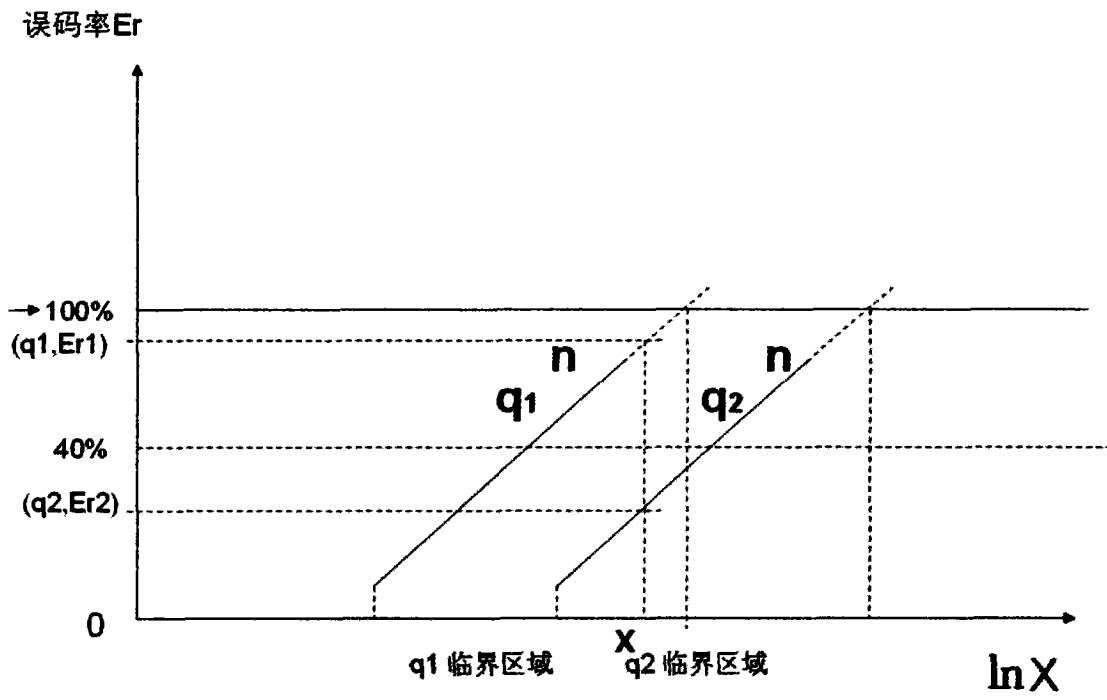


图 9

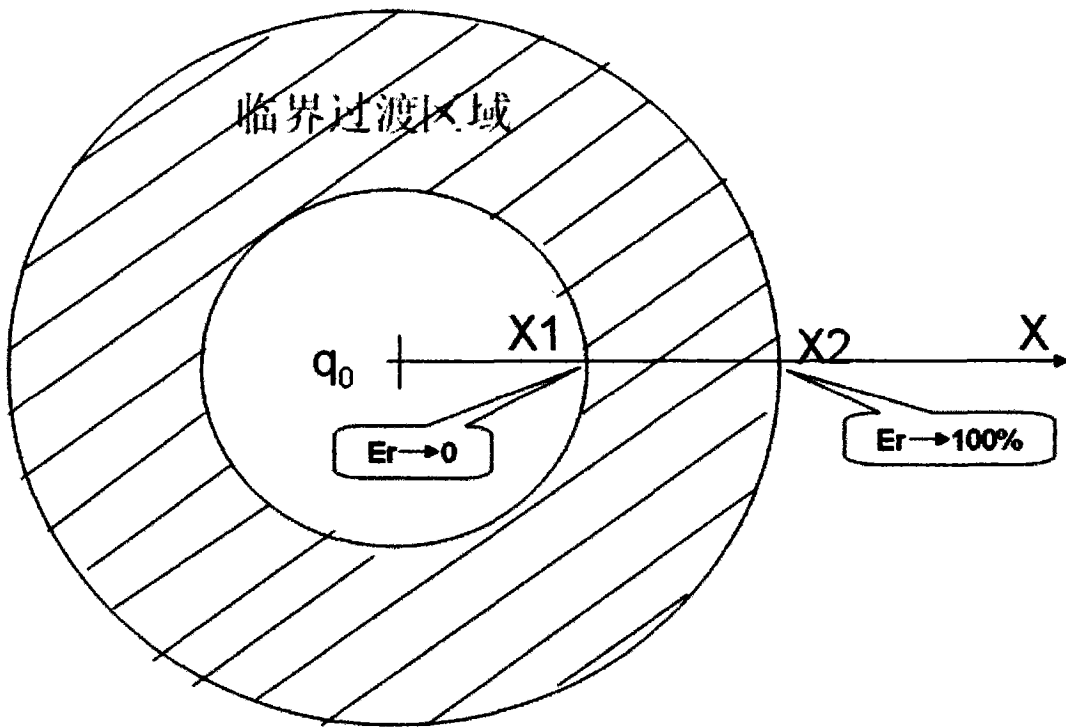


图 10