

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101345552 B

(45) 授权公告日 2013. 06. 05

(21) 申请号 200810145881. 0

CN 1852038 A, 2006. 10. 25,

(22) 申请日 2008. 08. 18

CN 101166046 A, 2008. 04. 23,

(73) 专利权人 华为技术有限公司

审查员 杨中亮

地址 518129 广东省深圳市龙岗区坂田华为
总部办公楼

(72) 发明人 涂建平

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限
公司 11227

代理人 逯长明

(51) Int. Cl.

H04L 1/00 (2006. 01)

H04L 27/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

WO 02/35906 A2, 2002. 05. 10,

EP 1491067 B1, 2005. 09. 14,

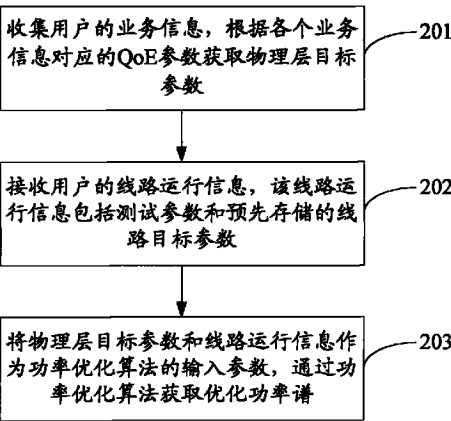
权利要求书3页 说明书11页 附图7页

(54) 发明名称

基于数字用户线的功率优化方法、系统及设
备

(57) 摘要

本发明公开了一种基于数字用户线的功率优化方法、系统及设备,所述方法包括:收集用户的业务信息,根据各个业务信息对应的QoE参数获取物理层目标参数;接收所述用户的线路运行信息,所述线路运行信息包括测试参数和预先存储的线路目标参数;将所述物理层目标参数和所述线路运行信息一起作为功率优化算法的输入参数,通过功率优化算法获取优化功率谱。本发明实施例按照QoE对DSL网络进行优化,提升了用户体验,并且采用最小功率法优化发射功率谱,因此在满足QoE的同时,降低了总功率的消耗,减小了不同DSL信号之间的串扰,使得系统的信号传输稳定,提高了业务传输质量。



1. 一种基于数字用户线的功率优化方法,其特征在于,包括:

收集用户的业务信息,根据各个业务信息对应的体验质量 QoE 参数获取物理层目标参数;

接收所述用户的线路运行信息,所述线路运行信息包括测试参数和预先存储的线路目标参数;

将所述物理层目标参数和所述线路运行信息作为功率优化算法的输入参数,通过功率优化算法获取优化功率谱;

所述根据各个业务信息对应的 QoE 参数获取物理层目标参数包括:

查找预先存储的业务类型与 QoE 参数的对应关系,获取所述各个业务信息对应的 QoE 参数;

比较不同业务的同种 QoE 参数,获得同种 QoE 参数中值最大的 QoE 参数;

根据 QoE 参数与物理层目标参数的对应关系将所有值最大的 QoE 参数转化为物理层目标参数。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,

所述 QoE 参数包括:端到端网络延时、抖动参数、最大错误持续时间、IP 丢包个数、错误丢包时间间隔、IP 层净速率、IP 丢包率、IP 比特误码率;

所述物理层目标参数包括:最小净速率、最小 INP (ImpulseNoise Protection, 脉冲噪声防护)、最大时延、目标信噪比裕量;

所述测试参数包括:背景噪声和信道衰减;

所述预先存储的线路目标参数包括:最大可达速率、最大功率和每个子频段的最大功率。

3. 根据权利要求 2 所述的方法,其特征在于,所述通过功率优化算法获取优化功率谱包括:

初始化最小线路速率为所述最小净速率,最大线路速率为所述最大可达速率,并预先设置最大迭代次数;

根据目标线路速率、目标信噪比裕量、测试参数和线路目标参数执行所述功率优化算法后获取达到目标线路速率时的最小总功率及对应的优化线路速率,所述目标线路速率根据所述最小净速率和最大线路速率获取;

根据所述优化线路速率、最小 INP、最大时延通过最大化成帧规则获得实际净速率;

比较所述实际净速率与所述最小净速率,当两者差值的绝对值小于预先设置的阈值且当前迭代次数小于所述最大迭代次数时,根据所述实际净速率输出优化功率谱。

4. 根据权利要求 2 所述的方法,其特征在于,所述通过功率优化算法获取优化功率谱包括:

初始化最小线路速率为所述最小净速率,最大线路速率为所述最大可达速率,并预先设置最大迭代次数;

根据目标线路速率、目标信噪比裕量、测试参数和线路目标参数执行所述功率优化算法后获取达到目标线路速率时的最小总功率及对应的优化线路速率,所述目标线路速率根据所述最小净速率和最大线路速率获取;

根据所述优化线路速率、最小 INP、最大时延通过查找预先设置的净速率数据表获得实

实际净速率；

比较所述实际净速率与所述最小净速率，当两者差值的绝对值小于预先设置的阈值且当前迭代次数小于所述最大迭代次数时，根据所述实际净速率输出优化功率谱。

5. 根据权利要求 3 或 4 所述的方法，其特征在于，还包括：

当实际净速率大于最小净速率，且两者差值的绝对值大于预设的阈值，并且当前迭代次数小于所述最大迭代次数时，置所述最大线路速率为所述实际净速率，并返回所述初始化的步骤；

当实际净速率小于最小净速率，且两者差值的绝对值大于预设的阈值，并且当前迭代次数小于所述最大迭代次数时，置所述最小线路速率为所述实际净速率，并返回所述初始化的步骤；

当前迭代次数大于所述最大迭代次数时，返回结束信息。

6. 根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，所述通过功率优化算法获取优化功率谱包括：

初始化目标线路速率为所述最小净速率；

根据目标线路速率、目标信噪比裕量、测试参数和线路目标参数执行所述功率优化算法后获取达到目标线路速率时的最小总功率及对应的优化线路速率；

根据所述优化线路速率输出当前优化功率谱，并接收执行所述当前优化功率谱后反馈的当前实际净速率；

判断所述当前实际净速率是否小于所述最小净速率，若是，则增大所述目标线路速率并返回所述执行功率优化算法的步骤；否则，将所述当前实际净速率作为所述用户线路的实际净速率。

7. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，还包括：

通过最小二乘残差法将所述优化功率谱转化为发送功率功率谱整形参数；

保存所述功率谱整形参数和所述物理层目标参数作为所述用户的功率优化模板；

下发所述功率优化模板至所述用户对应的局端设备。

8. 一种基于数字用户线的功率优化系统，其特征在于，包括：网管设备和局端设备，

所述网管设备，用于收集用户的业务信息，根据各个业务信息对应的 QoE 参数获取物理层目标参数，接收所述局端设备上报的用户的线路运行信息，所述线路运行信息包括测试参数和预先存储的线路目标参数，将所述物理层目标参数和所述线路运行信息作为功率优化算法的输入参数，通过功率优化算法获取优化功率谱；其中，所述根据各个业务信息对应的 QoE 参数获取物理层目标参数包括：

查找预先存储的业务类型与 QoE 参数的对应关系，获取所述各个业务信息对应的 QoE 参数；

比较不同业务的同种 QoE 参数，获得同种 QoE 参数中值最大的 QoE 参数；

根据 QoE 参数与物理层目标参数的对应关系将所有值最大的 QoE 参数转化为物理层目标参数。

9. 根据权利要求 8 所述的系统，其特征在于，所述网管设备还用于，通过最小二乘残差法将所述优化功率谱转化为发送功率功率谱整形参数，保存所述功率谱整形参数和所述物理层目标参数作为所述用户的功率优化模板，并下发所述功率优化模板至所述用户对应的

局端设备。

10. 一种基于数字用户线的功率优化设备,其特征在于,包括:

物理层参数获取单元,用于收集用户的业务信息,根据各个业务信息对应的 QoE 参数获取物理层目标参数;

线路运行信息接收单元,用于接收所述用户的线路运行信息,所述线路运行信息包括测试参数和预先存储的线路目标参数;

优化功率谱获取单元,用于将所述物理层目标参数和所述线路运行信息作为功率优化算法的输入参数,通过功率优化算法获取优化功率谱;

所述物理层参数获取单元包括:

QoE 参数查找单元,用于查找预先存储的业务类型与 QoE 参数的对应关系,获取所述各个业务信息对应的 QoE 参数;

QoE 参数比较单元,用于比较不同业务的同种 QoE 参数,获得同种 QoE 参数中值最大的 QoE 参数;

物理层参数转化单元,用于根据 QoE 参数与物理层目标参数的对应关系将所有值最大的 QoE 参数转化为物理层目标参数。

11. 根据权利要求 10 所述的设备,其特征在于,还包括:

整形参数获取单元,用于通过最小二乘残差法将所述优化功率谱转化为发送功率功率谱整形参数;

功率优化模板保存单元,用于保存所述功率谱整形参数和所述物理层目标参数作为所述用户的功率优化模板;

功率优化模板下发单元,用于下发所述功率优化模板至所述用户对应的局端设备。

基于数字用户线的功率优化方法、系统及设备

技术领域

[0001] 本发明涉及通信技术领域,特别涉及一种基于 DSL(DigitalSubscriber Line,数字用户线)的功率优化方法、系统及设备。

背景技术

[0002] DSL 技术是一种通过 UTP(Unshielded Twist Pair,无屏蔽双绞线)进行数据高速传输的技术,包括 ADSL(Asymmetrical DigitalSubscriber Line,非对称数字用户线),VDSL(Very-high-bit-rate DigitalSubscriber Line,甚高速数字用户线)、IDSL(Integrated Services DigitalNetwork Digital Subscriber Line,基于综合业务数字网的用户数字线)和 SHDSL(Single-pair High-bit-rate Digital Subscriber Line,单线对高速数字用户线)等。

[0003] 在各种 DSL 技术中,除了 IDSL 和 SHDSL 等通过基带传输业务的 DSL 外,其它 DSL 通常利用通带传输业务,就是利用频分复用技术使 DSL 业务与 POTS(Plain Old Telephone Service,传统电话业务)业务在同一对 UTP 上传输。其中,DSL 业务在高频段上传输,并采用 DMT(Discrete Multi-Tone Modulation,离散多音频调制)对业务信号进行调制和解调,POTS 在基带部分传输,上述两种业务的信号通过分离/整合器进行统一处理。

[0004] 在 DSL 业务与 POTS 业务共存的接入系统中,接入的 DSL 业务可以有多路,在端局和用户端均通过 DSLAM(DSL Access Multiplexer,DSL 接入复用器)对多路 DSL 业务信号和 POTS 业务信号进行处理,如图 1 所示,为接入系统的结构示意图。用户端 DSLAM120 包括用户端收发单元 121 和分离/整合器 122,在上行方向,用户端收发单元 121 接收来自计算机 110 的多路 DSL 信号并进行放大处理,将处理后的多路 DSL 信号发送至分离/整合器 122;分离/整合器 122 将来自用户端收发单元 121 的多路 DSL 信号和电话终端 130 的 POTS 信号进行整合处理;整合后的信号通过多路 UTP 140 的传输,由局端的 DSLAM 150 中的分离/整合器 151 接收,分离/整合器 151 将所接收的信号进行分离,将其中的 POTS 信号发送至公用电话交换网 160,将其中的多路 DSL 信号发送至局端收发单元 152,局端收发单元 152 再将所收到的多路 DSL 信号进行放大处理后发送至网络管理系统 170。信号在下行方向的传输过程与上述在上行方向的传输过程一致,在此不再赘述。

[0005] 由于在每一路 UTP 上可能传输类型不同的 DSL 业务,不同类型的 DSL 信号之间会互相干扰,现有技术中采用频分复用的离散多音频调制技术对信号进行调制。该方法在满足 $K-1$ 个用户数据速率的前提下,最大化剩余的一个用户的速率,同时满足功率约束

$\sum_{k=1}^K S_k^n \leq P_n$, P_k 表示用户 k 所能发送的最大总功率, $S_n^{k, \max}$ 表示用户 k 第 n 个 tone 所能发送的最大功率,则 DSM 可以表示为如下的优化问题:

[0006] $\max R_1$

[0007] $s.t. R_k \geq R_k^{target}, k = 2, 3, \dots, K.$

[0008] $\sum_{n=1}^N S_n^k \leq P_k, k = 1, 2, \dots, K$. 公式 (1)

[0009] $0 \leq S_n^k \leq S_n^{k, \max}, k = 1, \dots, K, n = 1, \dots, N$.

[0010] 采用 Lagrangian (拉格朗日) 乘子法将公式 (1) 变为对偶优化问题, 即

[0011] $\max R_1 + \sum_{k=2}^K w_k (R_k - R_k^{\text{target}}) + \sum_{k=1}^K \lambda_k (P_k - \sum_{n=1}^N S_n^k)$ 公式 (2)

[0012] $s.t. 0 \leq S_n^k \leq S_n^{k, \max}, k = 1, \dots, K; n = 1, \dots, N$

[0013] 其中, w_k, λ_k 为 Lagrange 乘因子, 均为待定常数。根据约束最优化理论, 由于 R_k^{target} 为给定常数, 所以公式 (2) 等价于:

[0014] $J = \sum_{k=1}^K w_k R_k + \sum_{k=1}^K \lambda_k (P_k - \sum_{n=1}^N S_n^k)$,

[0015] 即 $\max_{S_1, \dots, S_K} J(w_1, \dots, w_K, \lambda_1, \dots, \lambda_K, S_1^1, \dots, S_n^K)$. 公式 (3)

[0016] 优化公式 (3) 可以通过在 $[0, S_n^{k, \max}]$ 的范围内遍历采样, 迭代搜索 w_k, λ_k , 从而找到最优解使得 J 最大。

[0017] 发明人在对现有技术的研究过程中发现, 虽然最大化线路速率能够满足用户对速率的要求, 但随着 VOIP 业务和 IPTV 业务等对线路质量要求较高的业务的出现, 仅仅满足线路速率的要求可能引起线路质量下降, 比如语音延时和画面丢帧等, 由于线路运行质量不稳定, 降低了用户体验; 并且由于多数情况下用户并不需要很高的速率, 而采用线路速率最大化的方式将浪费系统中的功率, 使得线路之间的串扰增加, 并提高了系统的成本开销。

发明内容

[0018] 本发明实施例的目的在于提供一种基于 DSL 的功率优化方法、系统及设备, 在满足用户 QoE (Quality of Experience, 体验质量) 的同时减少系统中的功率消耗, 降低线路之间的串扰。

[0019] 为实现本发明实施例的目的, 本发明实施例提供如下技术方案:

[0020] 一种基于数字用户线的功率优化方法, 包括:

[0021] 收集用户的业务信息, 根据各个业务信息对应的 QoE 参数获取物理层目标参数;

[0022] 接收所述用户的线路运行信息, 所述线路运行信息包括测试参数和预先存储的线路目标参数;

[0023] 将所述物理层目标参数和所述线路运行信息作为功率优化算法的输入参数, 通过功率优化算法获取优化功率谱。

[0024] 一种基于数字用户线的功率优化系统, 包括: 网管设备和局端设备,

[0025] 所述网管设备, 用于收集用户的业务信息, 根据各个业务信息对应的 QoE 参数获取物理层目标参数, 接收所述局端设备上报的用户的线路运行信息, 所述线路运行信息包括测试参数和预先存储的线路目标参数, 将所述物理层目标参数和所述线路运行信息作为功率优化算法的输入参数, 通过功率优化算法获取优化功率谱。

[0026] 一种基于数字用户线的功率优化设备, 包括:

[0027] 物理层参数获取单元, 用于收集用户的业务信息, 根据各个业务信息对应的 QoE

参数获取物理层目标参数；

[0028] 线路运行信息接收单元,用于接收所述用户的线路运行信息,所述线路运行信息包括测试参数和预先存储的线路目标参数；

[0029] 优化功率谱获取单元,用于将所述物理层目标参数和所述线路运行信息作为功率优化算法的输入参数,通过功率优化算法获取优化功率谱。

[0030] 由以上本发明实施例提供的技术方案可见,本发明实施例中收集用户的业务信息,根据各个业务信息对应的 QoE 参数获取物理层目标参数,接收所述用户的线路运行信息,所述线路运行信息包括测试参数和预先存储的线路目标参数,将所述物理层目标参数和所述线路运行信息作为功率优化算法的输入参数,通过功率优化算法获取优化功率谱,该功率谱不同于普通功率谱,而是与物理层目标参数最优匹配的功率谱。应用本发明实施例进行 DSL 参数优化,由于按照 QoE 对 DSL 网络进行优化,提升了用户体验,并且采用最小功率法优化发射功率谱,因此在满足 QoE 的同时,降低了总功率的消耗,减小了不同 DSL 信号之间的串扰,使得系统的信号传输稳定,提高了业务传输质量。

附图说明

[0031] 图 1 为现有 xDSL 的系统结构示意图；

[0032] 图 2 为本发明基于 DSL 的功率优化方法的一个实施例流程图；

[0033] 图 3 为本发明功率优化方法实施例的应用结构示意图；

[0034] 图 4 为本发明基于 DSL 的功率优化方法的另一个实施例流程图；

[0035] 图 5 为本发明基于 DSL 的功率优化方法的另一个实施例流程图；

[0036] 图 6 为本发明基于 DSL 的功率优化方法的另一个实施例流程图；

[0037] 图 7 为本发明基于 DSL 的功率优化系统的实施例框图；

[0038] 图 8 为本发明基于 DSL 的功率优化设备的一个实施例框图；

[0039] 图 9 为本发明基于 DSL 的功率优化设备的另一个实施例框图；

[0040] 图 10 为本发明基于 DSL 的功率优化设备的另一个实施例框图；

[0041] 图 11 为本发明基于 DSL 的功率优化设备的另一个实施例框图。

具体实施方式

[0042] 本发明实施例提供了一种基于 DSL 的功率优化方法、系统及设备,收集用户的业务信息,根据各个业务信息对应的 QoE 参数获取物理层目标参数,接收所述用户的线路运行信息,所述线路运行信息包括测试参数和预先存储的线路目标参数,将所述物理层目标参数和所述线路运行信息作为功率优化算法的输入参数,通过功率优化算法获取优化功率谱。

[0043] 在 DSL 技术中,获取最大化速率的方式难以对 DSL 网络状况进行优化改善,即难以提升误码率和掉线率等性能指标,因此客户体验不高。为了提升客户的 QoE,本发明实施例以 QoE 为导向对 DSL 网络进行优化,在通过 DSM(Dynamic Spectrum Management,动态频谱管理)算法对发送功率谱进行优化的同时,根据不同的业务类型对编码参数同时进行优化,以最大程度满足 QoE。

[0044] 本发明基于 DSL 的功率优化方法的一个实施例流程如图 2 所示：

[0045] 步骤 201 :收集用户的业务信息,根据各个业务信息对应的 QoE 参数获取物理层目标参数。

[0046] 其中,收集用户的业务信息时,可以接收按照预先设置的时间间隔下发的所述用户的业务信息;或发送获取所述用户的业务信息的请求,并接收根据所述请求返回的所述用户的业务信息。

[0047] 具体的,在获取物理层目标参数时,查找预先存储的业务类型与 QoE 参数的对应关系,获取所述各个业务信息对应的 QoE 参数,比较不同业务的同种 QoE 参数,获得同种 QoE 参数中值最大的 QoE 参数,根据 QoE 参数与物理层目标参数的对应关系将所有值最大的 QoE 参数转化为物理层目标参数。

[0048] 其中,QoE 参数包括:端到端网络延时、抖动参数、最大错误持续时间、IP 丢包个数、错误丢包时间间隔、IP 层净速率、IP 丢包率、IP 比特误码率;物理层目标参数包括:最小净速率、最小 INP、最大时延、目标信噪比裕量。

[0049] 步骤 202 :接收用户的线路运行信息,该线路运行信息包括测试参数和预先存储的线路目标参数。

[0050] 其中,接收用户的线路运行信息可以采用如下方式:接收局端设备按照预先设置的时间间隔上报的所述用户的线路运行信息;或向所述局端设备发送所述线路运行信息的请求,所述请求中包含所述用户的标识,接收所述局端设备返回的所述用户的线路运行信息。

[0051] 其中,测试参数包括:背景噪声和信道衰减;所述预先存储的线路目标参数包括:最大可达速率、最大功率和每个子频段的最大功率。

[0052] 步骤 203 :将物理层目标参数和线路运行信息作为功率优化算法的输入参数,通过功率优化算法获取优化功率谱。

[0053] 本发明基于 DSL 的功率优化方法的实施例通常应用在如图 3 所示结构示意图中。首先,SMC(Spectrum Management Center,频谱管理中心)320 从 ISP(信息供应商)310 收集每个用户线开通的业务信息,SMC320 本身存储了不同业务对应的 QoE 参数,SMC320 根据收集到的业务信息获取对应各业务的 QoE 参数后,将 QoE 参数分解为物理层的各种目标参数值;其次,SMC320 通过局端设备 330 中的管理实体(DSLAM 设备等)从 MIB(管理信息库)中收集每条用户线路端口的运行参数,如业务的传输类型、目标线路速率、目标信噪比裕量等,并通过检测得到该线路的背景噪声、信道衰减、串扰信道等,根据最小净速率、最小 INP、最大时延与线路速率的关系,将最小净速率与线路速率进行相互转化;再将线路速率、目标信噪比裕量和线路运行参数等通过功率优化算法进行优化,输出功率谱参数;最后,将优化功率谱参数和物理层目标参数生成 QoE 模版,通过管理实体下发给对应的每条用户线路,在线路激活时局端设备 330 的发送单元 xTU-C 和用户端设备 340 的发送单元 xTU-C 执行这些参数配置,功率优化生效。

[0054] 下面结合图 3,详细描述应用本发明方法实施例进行功率优化的过程。

[0055] 本发明基于 DSL 的功率参数优化方法的另一个实施例流程如图 4 所示,该实施例示出了通过最大化成帧规则获取实际净速率,以及采用迭代方式获取优化功率谱,并将该优化功率谱与物理层目标参数进行合成下发的过程:

[0056] 步骤 401 :接收 ISP 按照预设的时间间隔下发的用户的业务信息。

[0057] ISP 根据用户申请的业务类型,存储了每个用户对应的各种业务信息,在向 SMC 提供用户的业务信息时,可以预设下发的时间间隔,然后按照该时间间隔将用户的业务信息下发到对应的 SMC。

[0058] 步骤 402:查找预先存储的业务类型与 QoE 参数的对应关系,获取各个业务信息对应的 QoE 参数。

[0059] 在 SMC 中,存储了每种类型的业务所对应的多个 QoE 参数,根据 ISP 下发的用户的业务信息,即可查找到与各个业务信息对应的一套 QoE 参数。

[0060] 步骤 403:比较不同业务的同种 QoE 参数,获得同种 QoE 参数中值最大的 QoE 参数。

[0061] 由于不同类型业务的同种 QoE 参数各不相同,而这些业务要在同一条用户线路上实现,因此将不同业务类型的同种 QoE 参数中值最大的确定为该中 QoE 参数的最终值,这样做的目的是在满足 QoE 要求最高的业务需求的同时,满足其它 QoE 要求相对较低的业务的需求。

[0062] 步骤 404:根据 QoE 参数与物理层目标参数的对应关系将所有值最大的 QoE 参数转化为物理层目标参数。

[0063] 由于 QoE 参数仅为 IP 层参数,而用户线路运行时需要物理层参数,因此需要将确定的该用户的 QoE 参数转化为物理层目标参数。在 SMC 中预先存储了 QoE 参数与物理层参数的对应关系,根据该对应关系即可将 QoE 参数转化为物理层目标参数。

[0064] 在转换时,可以由 E2E network MaxDelay(端到端的网络延时)直接计算出 MaxDelay(最大时延);由 Jitter(抖动)、MaxErrorDuration(最大错误持续时间)、Corresponding Loss Period in IP packets(IP 丢包个数)和 LossDistance(错误丢包时间间隔)确定 INPmin(最小 INP);由求出的 MaxDelay、INPmin 和 IP layer NetDataRate(IP 层净速率)计算出 Min NetDataRate(最小净速率);将 IPLR(IP 丢包率)、IP BER(IP 比特误码率)换算为 TargetMargin(目标信噪比裕量)。

[0065] 步骤 405:向局端设备发送获取线路运行信息的请求。

[0066] SMC 在获取了用户业务信息对应的物理层目标参数后,为了对运行线路的功率进行优化,还需要获取线路运行信息。本实施例中,SMC 在需要线路运行信息时,向局端设备发送请求。

[0067] 步骤 406:接收局端设备根据该请求返回的用户的线路运行信息。

[0068] 局端设备根据 SMC 的请求获取对应该用户的线路运行信息,该信息包括测试参数,即背景噪声和信道衰减,还包括预先存储的线路目标参数,即最大可达速率、最大功率和每个子频段的最大功率。局端设备将获取到的上述线路运行信息返回给 SMC。

[0069] 步骤 407:初始化最小线路速率为最小净速率,最大线路速率为最大可达速率,并预先设置最大迭代次数。

[0070] SMC 在进行功率优化之前,首先初始化系统中的参数,即初始化最小线路速率为物理层目标参数最小净速率,最大线路速率为线路目标参数最大可达速率,由于功率优化过程是迭代过程,因此为了防止迭代进入死循环,还需要设置最大迭代次数。

[0071] 步骤 408:根据目标线路速率、目标信噪比裕量、测试参数和线路目标参数执行功率优化算法后获取达到目标线路速率时的最优发送功率谱、最小总功率及对应的优化线路速率。

[0072] 其中,可以设置目标线路速率为最小线路速率和最大线路速率的和的一半,假设一个 DSL 线路系统中有 K 个用户(线路),使用 N 个 tone(子频段,一个 tone 的频带宽度为 4312.5Hz)发送信号,将目标线路速率、目标信噪比裕量、背景噪声和信道衰减输入下述公式(4),即根据香农信道容量公式,将第 k 个用户的数据速率用公式表示为:

$$[0073] \quad R_k = \sum_{n=1}^N b_n^k = \sum_{n=1}^N \log_2 \left(1 + \frac{H_n^{k,k} S_n^k}{\Gamma \left(\sum_{j \neq k} H_n^{k,j} S_n^j + \sigma_n^2 \right)} \right) \text{公式 (4)}$$

[0074] 在上述公式(4)中, b_n^k 表示第 k 个用户在第 n 个 tone 上的比特加载; Γ 是目标信噪比裕量;N 表示 tone 的个数,K 表示用户数; $H_n^{k,k}$ 表示第 k 个用户在第 n 个 tone 上的信道衰减; S_n^k 表示第 k 个用户在第 n 个 tone 上发送信号的幅度值; S_n^j 表示第 j 个用户在第 n 个 tone 上发送信号的幅度值; $H_n^{k,j}$ 表示在第 n 个 tone 上第 j 个用户对第 k 个用户的远端串扰函数; σ_n^2 表示第 k 个用户在第 n 个 tone 上的背景噪声;公式(4)中, $H_n^{k,k} S_n^k$ 表示第 k 个用户在第 n 个 tone 上的接收信号,

$\sum_{j \neq k} H_n^{k,j} S_n^j$ 表示第 k 个用户在第 n 个 tone 上的受到其它用户的干扰信号。

[0075] 根据上述公式(4),可以将最小化功率的 DSM 优化问题可以表示为:

$$[0076] \quad \min \sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^N S_n^k$$

$$[0077] \quad s.t. R_k \geq R_k^{\text{target}}, k=1,2,\dots,K.$$

$$[0078] \quad \sum_{n=1}^N S_n^k \leq P_k, k=1,2,\dots,K. \text{公式 (5)}$$

$$[0079] \quad 0 \leq S_n^k \leq S_n^{k,\max}, k=1,\dots,K, n=1,\dots,N.$$

[0080] 公式(5)中第一个约束条件表示所有的用户都必须达到各自的目标线路速率;第二个约束条件表示所有用户需要同时满足功率约束 $\sum_{n=1}^N S_n^k \leq P_k$, P_k 表示用户 k 所能发送的最大总功率;第三个约束条件表示每个用户的每个 tone 所能发送的最大功率不能超过 $S_n^{k,\max}$ 。采用 Lagrangian 乘子法将(5)变为对偶优化问题,

$$[0081] \quad \min_{s_1, \dots, s_K} J = \sum_{n=1}^N \sum_{k=1}^K [(1 + \lambda_k) s_n^k - w_k b_n^k] \text{公式 (6)}$$

[0082] 每个 tone 的优化目标函数定义为:

$$[0083] \quad J_k = \sum_{n=1}^N [(1 + \lambda_k) s_n^k - w_k b_n^k]. \text{公式 (7)}$$

[0084] 由公式(4)可知,

$$[0085] \quad b_n^k = \log_2 \left(1 + \frac{H_n^{k,k} S_n^k}{\Gamma \left(\sum_{j \neq k} H_n^{k,j} S_n^j + \sigma_n^2 \right)} \right)$$

[0086] 公式(7)中 w_k, λ_k 为 Lagrange 乘因子,均为待定常数,这样,可以把最小化功率问题分解为每个 tone 独立的对偶子优化问题 $\min J_k$ 。首先迭代搜索 w_k, λ_k ,对于每个 tone 都

找到使得目标函数 J_k 最小的一组发送功率的组合,从而找到优化问题 (5) 的最优解,当在最大迭代次数范围内达到目标线路速率时,即可输出最优发送功率谱、最小总功率及对应的优化线路速率。

[0087] 步骤 409:根据所述优化线路速率、最小 INP、最大时延通过最大化成帧规则获得实际净速率。

[0088] 根据标准 G993.2 中线路速率最大化成帧规则和最小 INP、最大时延与线路速率之间的关系,将优化线路速率转化为实际净速率。

[0089] 步骤 410:判断当前迭代次数是否小于预先设置的最大迭代次数,若是,则执行步骤 411;否则,返回结束信息。

[0090] 步骤 411:比较实际净速率与最小净速率的值,若实际净速率大于最小净速率,且差值的绝对值大于预设的阈值,则执行步骤 412;若实际净速率小于最小净速率,且差值的绝对值大于预设的阈值,则执行步骤 413;若实际净速率与最小净速率的差值的绝对值小于预设的阈值,则执行步骤 414。

[0091] 步骤 412:置最大线路速率为实际净速率,返回步骤 407。

[0092] 步骤 413:置最小线路速率为实际净速率,返回步骤 407。

[0093] 步骤 414:根据实际净速率输出优化功率谱。

[0094] 步骤 415:通过最小二乘残差法将优化功率谱转化为发送功率功率谱整形参数。

[0095] 步骤 416:保存功率谱整形参数和物理层目标参数作为用户功率优化后的 QoE 模板。

[0096] 步骤 417:下发功率优化模板至用户对应的局端设备,结束当前流程。

[0097] SMC 将功率优化模板通过局端设备的管理实体下发到局端设备的 MIB 中,在线路激活时局端设备的发送单元 xTU-C 和用户端设备的发送单元 xTU-C 执行这些参数配置,功率优化生效。

[0098] 本发明基于 DSL 的功率参数优化方法的另一个实施例流程如图 5 所示,该实施例示出了通过查表法获取实际净速率,以及采用迭代方式获取优化功率谱,并将该优化功率谱与物理层目标参数进行合成下发的过程:

[0099] 步骤 501:向 ISP 发送获取用户的业务信息的请求,并接收 ISP 根据该请求返回的用户的业务信息。

[0100] 步骤 502:根据各个业务信息对应的 QoE 参数获取物理层目标参数。

[0101] 步骤 503:接收局端设备按照预先设置的时间间隔上报的用户的线路运行信息。

[0102] 步骤 504:初始化最小线路速率为最小净速率,最大线路速率为最大可达速率,并预先设置最大迭代次数。

[0103] 步骤 505:根据目标线路速率、目标信噪比裕量、测试参数和线路目标参数执行功率优化算法后获取达到目标线路速率时最优发送功率谱、最小总功率及对应的优化线路速率。

[0104] 本实施例的功率优化算法与图 4 所示的实施例一致,在此不再赘述。

[0105] 步骤 506:根据所述优化线路速率、最小 INP、最大时延通过查找预先设置的净速率数据表获得实际净速率。

[0106] 与图 4 所示的实施例不同在于,本实施例中 SMC 预先保存了根据线路速率、最小

INP 和最大时延所得到的净速率数据表,因此通过三者之间的关系,通过查表即可获得优化线路速率对应的实际净速率。

[0107] 步骤 507:判断当前迭代次数是否小于预先设置的最大迭代次数,若是,则执行步骤 508;否则,返回结束信息。

[0108] 步骤 508:比较实际净速率与最小净速率的值,若实际净速率大于最小净速率,且差值的绝对值大于预设的阈值,则执行步骤 509;若实际净速率小于最小净速率,且差值的绝对值大于预设的阈值,则执行步骤 510;若实际净速率与最小净速率的差值的绝对值小于预设的阈值,则执行步骤 511。

[0109] 步骤 509:置最大线路速率为实际净速率,返回步骤 504。

[0110] 步骤 510:置最小线路速率为实际净速率,返回步骤 504。

[0111] 步骤 511:根据实际净速率输出优化功率谱。

[0112] 步骤 512:通过最小二乘残差法将所述优化功率谱转化为发送功率功率谱整形参数。

[0113] 步骤 513:保存功率谱整形参数和物理层目标参数作为用户功率优化后的 QoE 模板。

[0114] 步骤 514:下发功率优化模板至用户对应的局端设备,结束当前流程。

[0115] 本发明基于 DSL 的功率参数优化方法的另一个实施例流程如图 6 所示,该实施例示出了根据输出优化功率谱后反馈的当前实际净速率进行迭代的过程:

[0116] 步骤 601:收集用户的业务信息,根据各个业务信息对应的 QoE 参数获取物理层目标参数。

[0117] 步骤 602:接收用户的线路运行信息,该线路运行信息包括测试参数和预先存储的线路目标参数。

[0118] 步骤 603:初始化目标线路速率为最小净速率。

[0119] 步骤 604:根据目标线路速率、目标信噪比裕量、测试参数和线路目标参数执行功率优化算法后获取达到目标线路速率时的最优发送功率谱、最小总功率及对应的优化线路速率。

[0120] 本实施例的功率优化算法与图 4 所示的实施例一致,在此不再赘述。

[0121] 步骤 605:根据优化线路速率向局端设备输出当前优化功率谱。

[0122] 与图 4 和图 5 所示的实施例不同在于,本实施例中将通过一次迭代获得的优化线路速率及生成的当前优化功率谱下发到局端设备中,由局端设备按照当前优化功率谱执行相应的参数配置。

[0123] 步骤 606:接收局端设备执行该当前优化功率谱后反馈的当前实际净速率。

[0124] 局端设备执行当前的参数配置后,根据执行结果获得当前实际净速率,将该当前实际净速率反馈给 SMC,由 SMC 进一步判断该当前实际净速率是否符合 QoE 要求。

[0125] 步骤 607:判断当前实际净速率是否小于最小净速率,若是,则执行步骤 608;否则,执行步骤 609。

[0126] 步骤 608:增大目标线路速率,返回步骤 604。

[0127] 在增大目标线路速率时,可以按照下述方式获得新的目标线路速率,即获取最小净速率与该当前实际净速率的差,将该差与原始目标线路速率相加得到新的目标线路速

率,然后把新的目标线路速率作为功率优化算法的输入参数,执行步骤 604。

[0128] 若当前实际净速率小于最小净速率,说明局端设备当前执行的参数配置不符合 QoE 要求,需要重新执行最小化功率算法,以及根据局端设备返回的实际净速率进行进一步优化的过程。

[0129] 步骤 609:将该当前实际净速率作为用户线路的实际净速率,结束流程。

[0130] 若当前实际净速率大于最小净速率,说明局端设备当前执行的参数配置符合 QoE 要求,将该当前实际净速率作为用户线路的实际净速率即可。

[0131] 与本发明基于 DSL 的功率优化方法的实施例相对应,本发明还提供了基于 DSL 的功率优化系统的实施例。

[0132] 本发明基于 DSL 的功率优化系统的实施例框图如图 7 所示,该系统包括:网管设备 710 和局端设备 720。

[0133] 其中,网管设备 710 用于收集用户的业务信息,根据各个业务信息对应的 QoE 参数获取物理层目标参数,接收所述局端设备 720 上报的用户的线路运行信息,所述线路运行信息包括测试参数和预先存储的线路目标参数,将所述物理层目标参数和所述线路运行信息作为功率优化算法的输入参数,通过功率优化算法获取优化功率谱。

[0134] 进一步,网管设备还可以用于通过最小二乘残差法将所述优化功率谱转化为发送功率功率谱整形参数,保存所述功率谱整形参数和所述物理层目标参数作为所述用户的功率优化模板,并下发所述功率优化模板至所述用户对应的局端设备 720。

[0135] 与本发明基于 DSL 的功率优化方法和系统的实施例相对应,本发明还提供了基于 DSL 的功率优化设备的实施例。

[0136] 本发明基于 DSL 的功率优化设备的一个实施例框图如图 8 所示,该设备包括:物理层参数获取单元 810、线路运行信息接收单元 820 和优化功率谱获取单元 830。

[0137] 其中,物理层参数获取单元 810 用于收集用户的业务信息,根据各个业务信息对应的 QoE 参数获取物理层目标参数;线路运行信息接收单元 820 用于接收所述用户的线路运行信息,所述线路运行信息包括测试参数和预先存储的线路目标参数;优化功率谱获取单元 830 用于将所述物理层目标参数和所述线路运行信息作为功率优化算法的输入参数,通过功率优化算法获取优化功率谱。

[0138] 本发明基于 DSL 的功率优化设备的另一个实施例框图如图 9 所示,该设备包括:物理层参数获取单元 910、线路运行信息接收单元 920 和优化功率谱获取单元 930。

[0139] 其中,物理层参数获取单元 910,用于收集用户的业务信息,根据各个业务信息对应的 QoE 参数获取物理层目标参数。在收集用户的业务信息时,可以接收按照预先设置的时间间隔下发的所述用户的业务信息,或者发送获取所述用户的业务信息的请求,并接收根据所述请求返回的所述用户的业务信息。物理层参数获取单元 910 具体包括:

[0140] QoE 参数查找单元 911,用于查找预先存储的业务类型与 QoE 参数的对应关系,获取所述各个业务信息对应的 QoE 参数;

[0141] QoE 参数比较单元 912,用于比较不同业务的同种 QoE 参数,获得同种 QoE 参数中值最大的 QoE 参数;

[0142] 物理层参数转化单元 913,用于根据 QoE 参数与物理层目标参数的对应关系将所有值最大的 QoE 参数转化为物理层目标参数。

[0143] 线路运行信息接收单元 920,用于接收所述用户的线路运行信息,所述线路运行信息包括测试参数和预先存储的线路目标参数。在接收用户的线路运行信息时,可以接收局端设备按照预先设置的时间间隔上报的所述用户的线路运行信息,或者向所述局端设备发送获取所述线路运行信息的请求,并接收所述局端设备返回的所述用户的线路运行信息。

[0144] 优化功率谱获取单元 930 包括:

[0145] 参数初始化单元 931,用于初始化最小线路速率为所述最小净速率,最大线路速率为所述最大可达速率,并预先设置最大迭代次数;

[0146] 功率优化算法执行单元 932,用于根据目标线路速率、目标信噪比裕量、测试参数和线路目标参数执行所述功率优化算法后获取达到目标线路速率时的最小总功率及对应的优化线路速率,所述目标线路速率根据所述最小净速率和最大线路速率获取;

[0147] 实际净速率获取单元 933,用于根据所述优化线路速率、最小 INP、最大时延通过最大化成帧规则获得实际净速率;或根据所述优化线路速率、最小 INP、最大时延通过查找预先设置的净速率数据表获得实际净速率;

[0148] 优化功率谱比较输出单元 934,用于比较所述实际净速率与所述最小净速率,当两者差值的绝对值小于预先设置的阈值且当前迭代次数小于所述最大迭代次数时,根据所述实际净速率输出优化功率谱;

[0149] 返回迭代单元 935,用于当实际净速率大于最小净速率,且两者差值的绝对值大于预设的阈值,并且当前迭代次数小于所述最大迭代次数时,置所述最大线路速率为所述实际净速率,并返回所述参数初始化单元;或当实际净速率小于最小净速率,且两者差值的绝对值大于预设的阈值,并且当前迭代次数小于所述最大迭代次数时,置所述最小线路速率为所述实际净速率,并返回所述参数初始化单元;

[0150] 结束信息返回单元 936,用于当前迭代次数大于所述最大迭代次数时,返回结束信息。

[0151] 本发明基于 DSL 的功率优化设备的另一个实施例框图如图 10 所示,该设备包括:物理层参数获取单元 1010、线路运行信息接收单元 1020 和优化功率谱获取单元 1030。

[0152] 其中,物理层参数获取单元 1010,用于收集用户的业务信息,根据各个业务信息对应的 QoE 参数获取物理层目标参数。在收集用户的业务信息时,可以接收按照预先设置的时间间隔下发的所述用户的业务信息,或者发送获取所述用户的业务信息的请求,并接收根据所述请求返回的所述用户的业务信息。

[0153] 线路运行信息接收单元 1020,用于接收所述用户的线路运行信息,所述线路运行信息包括测试参数和预先存储的线路目标参数。在接收用户的线路运行信息时,可以接收局端设备按照预先设置的时间间隔上报的所述用户的线路运行信息,或者向所述局端设备发送获取所述线路运行信息的请求,并接收所述局端设备返回的所述用户的线路运行信息。

[0154] 优化功率谱获取单元 1030 包括:

[0155] 参数初始化单元 1031,用于初始化目标线路速率为所述最小净速率;

[0156] 功率优化算法执行单元 1032,用于根据所述目标线路速率、目标信噪比裕量、测试参数和线路目标参数执行所述功率优化算法后获取达到目标线路速率时的最小总功率及对应的优化线路速率;

[0157] 实际净速率反馈单元 1033,用于根据所述优化线路速率输出当前优化功率谱,并接收执行所述当前优化功率谱后反馈的当前实际净速率;

[0158] 实际净速率确定单元 1034,用于判断所述当前实际净速率是否小于所述最小净速率,若是,则增大所述目标线路速率并返回所述执行功率优化算法的步骤;否则,将所述当前实际净速率作为所述用户线路的实际净速率。

[0159] 本发明基于 DSL 的功率优化设备的另一个实施例框图如图 11 所示,该设备包括:物理层参数获取单元 1110、线路运行信息接收单元 1120、优化功率谱获取单元 1130、整形参数获取单元 1140、功率优化模板保存单元 1150 和功率优化模板下发单元 1160。

[0160] 其中,物理层参数获取单元 1110 用于收集用户的业务信息,根据各个业务信息对应的 QoE 参数获取物理层目标参数;线路运行信息接收单元 1120 用于接收所述用户的线路运行信息,所述线路运行信息包括测试参数和预先存储的线路目标参数;优化功率谱获取单元 1130 用于将所述物理层目标参数和所述线路运行信息作为功率优化算法的输入参数,通过功率优化算法获取优化功率谱;整形参数获取单元 1140 用于通过最小二乘残差法将所述优化功率谱转化为发送功率功率谱整形参数;功率优化模板保存单元 1150 用于保存所述功率谱整形参数和所述物理层目标参数作为所述用户的功率优化模板;功率优化模板下发单元 1150 用于下发所述功率优化模板至所述用户对应的局端设备。

[0161] 通过本发明实施例的描述可知,在应用本发明实施例进行 DSL 参数优化时,由于按照 QoE 对 DSL 网络中的功率进行优化,提升了用户体验,并且采用最小功率法优化发射功率谱,因此在满足 QoE 的同时,降低了总功率的消耗,减小了不同 DSL 信号之间的串扰,使得系统的信号传输稳定,提高了业务传输质量。

[0162] 本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例方法中的全部或部分步骤是可以通程序来指令相关的硬件来完成,所述的程序可以存储于一计算机可读取存储介质中,该程序在执行时,包括如下步骤:收集用户的业务信息,根据各个业务信息对应的 QoE 参数获取物理层目标参数;接收所述用户的线路运行信息,所述线路运行信息包括测试参数和预先存储的线路目标参数;将所述物理层目标参数和所述线路运行信息作为功率优化算法的输入参数,通过功率优化算法获取优化功率谱。所述的存储介质,如:ROM/RAM、磁碟、光盘等。

[0163] 虽然通过实施例描绘了本发明,本领域普通技术人员知道,本发明有许多变形和变化而不脱离本发明的精神,希望所附的权利要求包括这些变形和变化而不脱离本发明的精神。

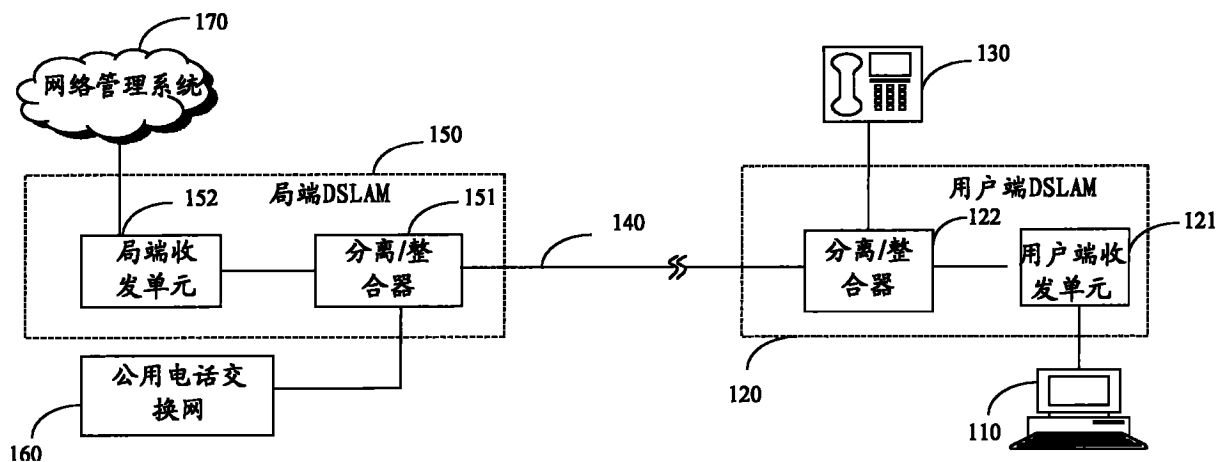


图 1

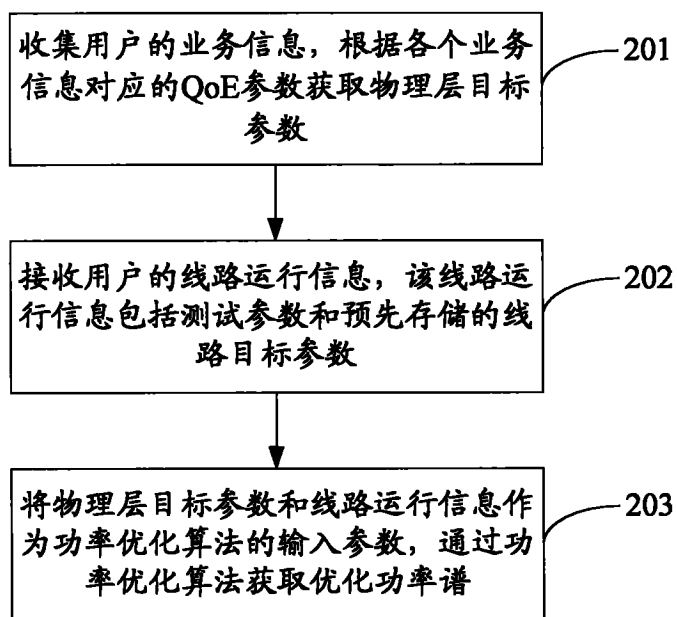


图 2

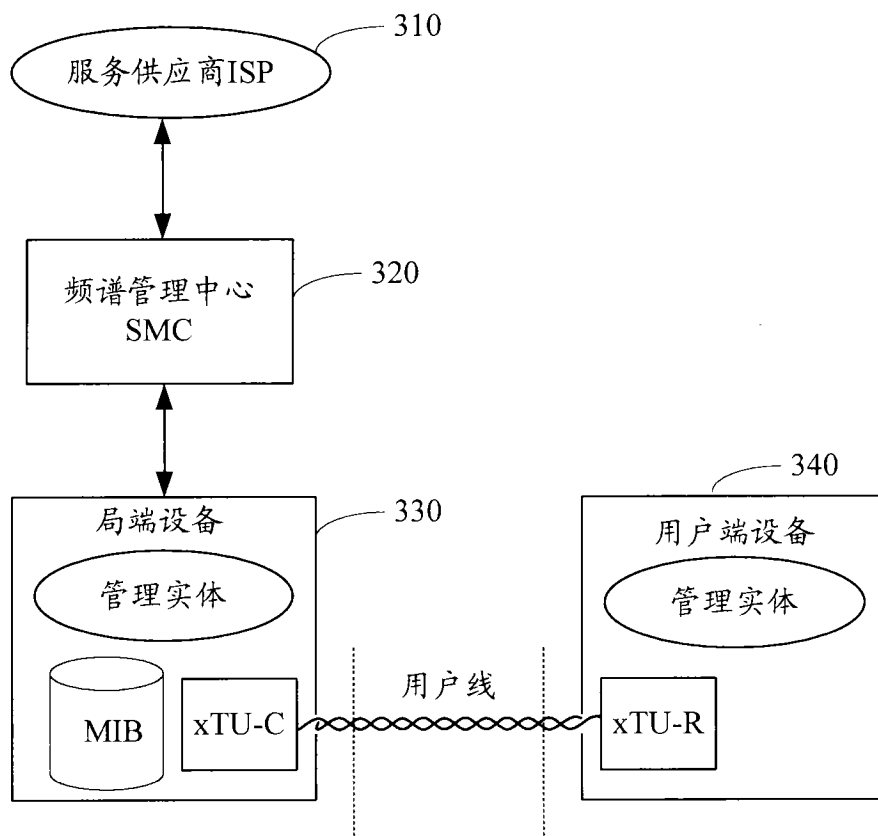


图 3

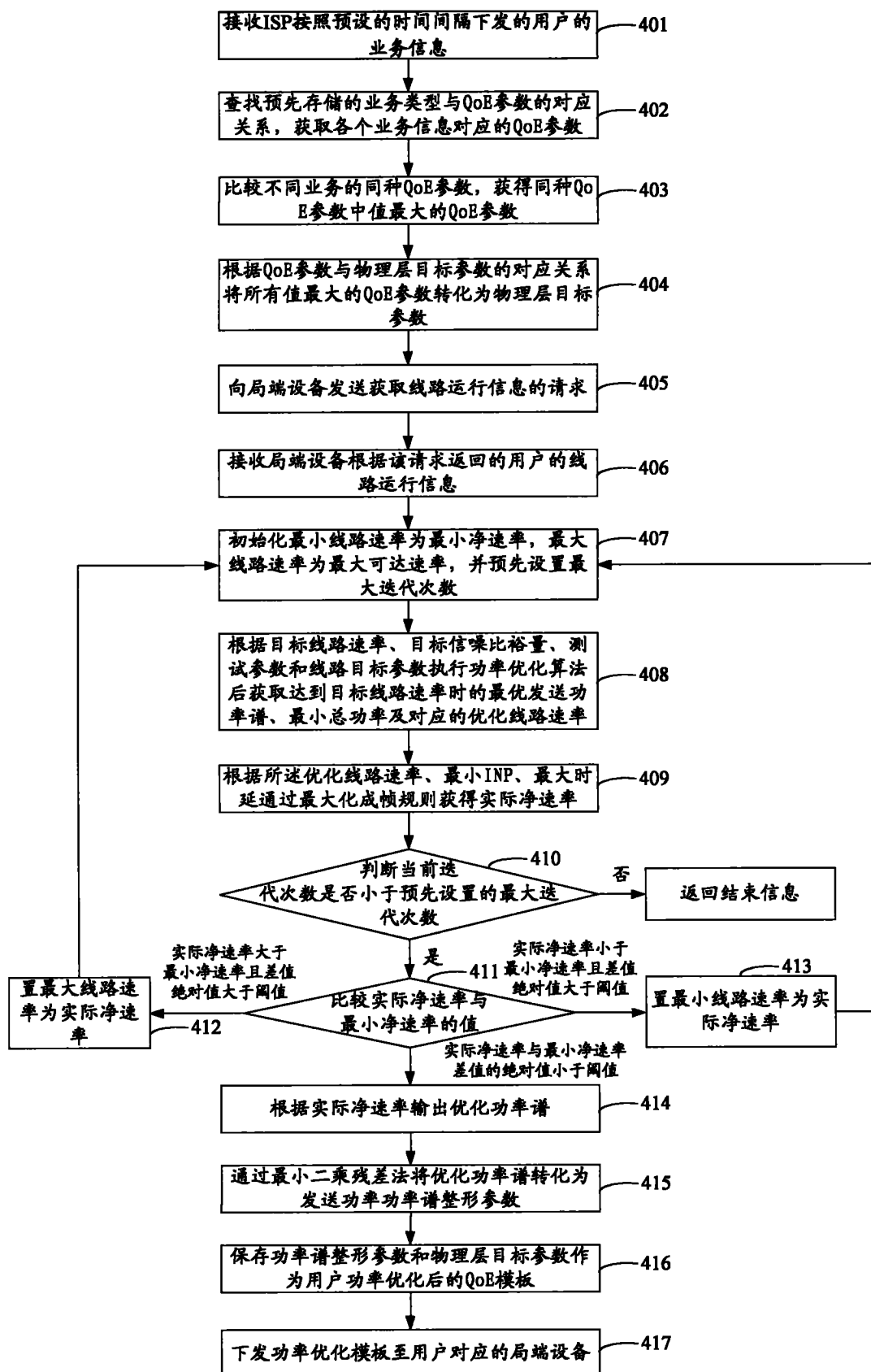


图 4

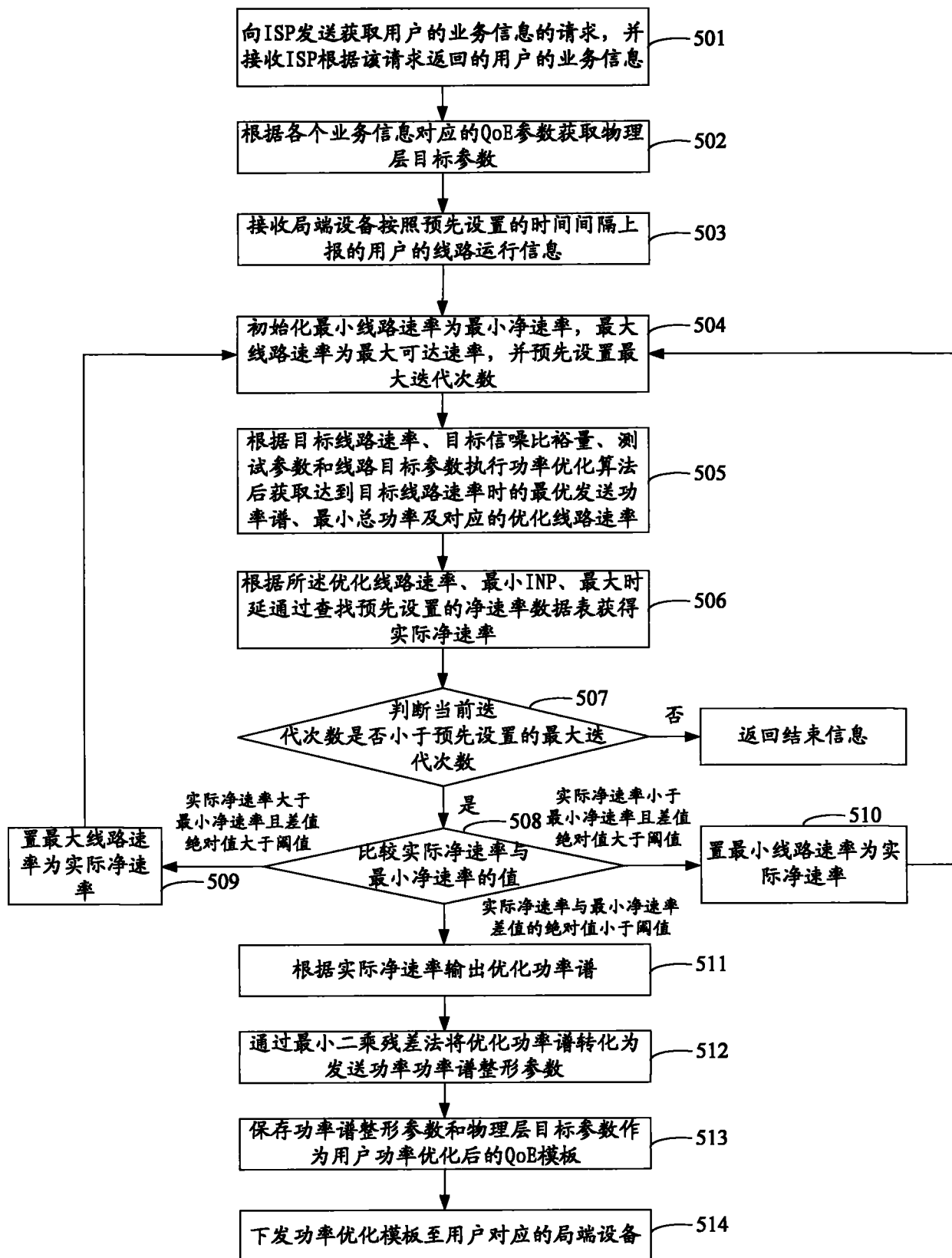


图 5

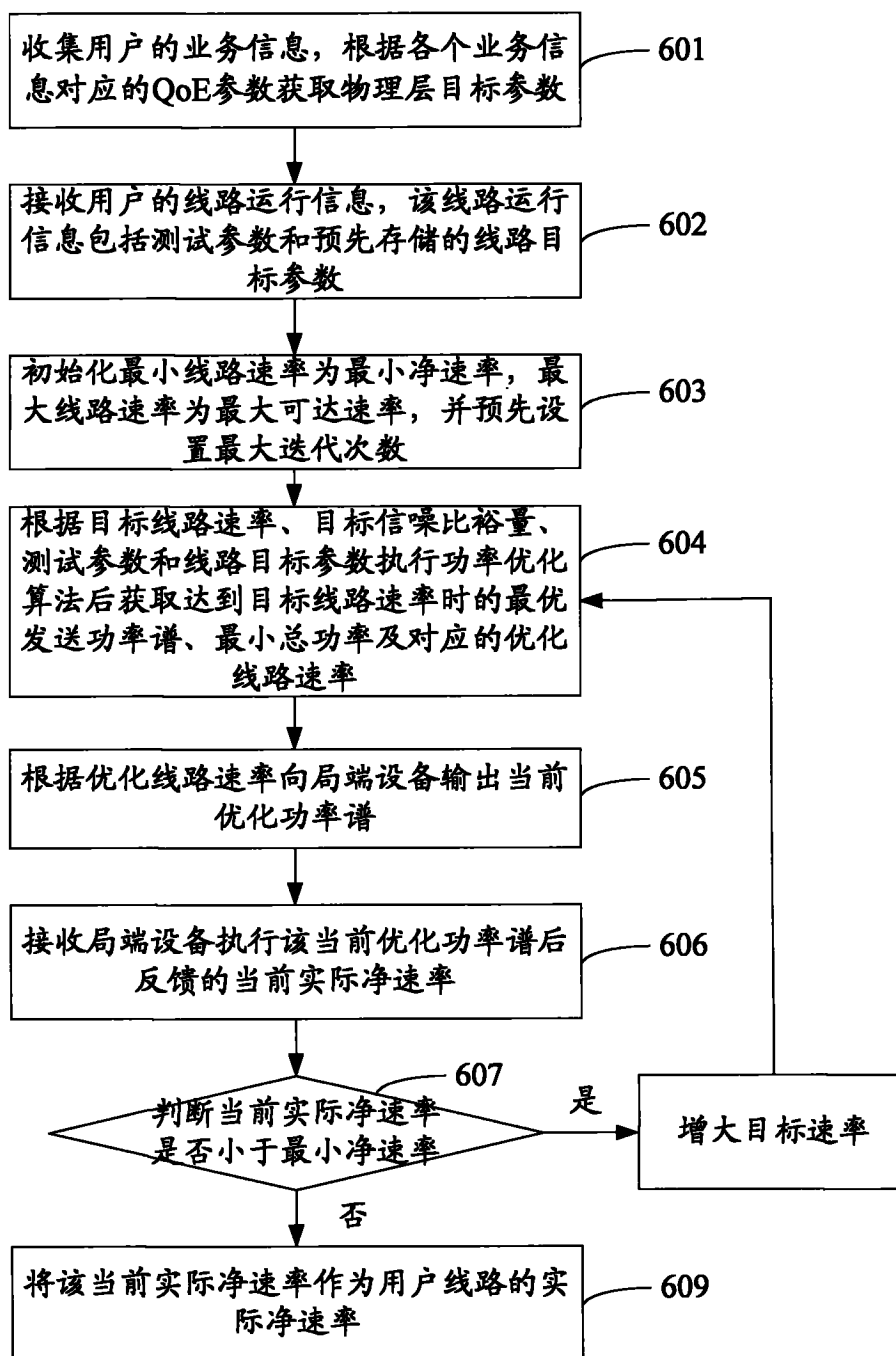


图 6

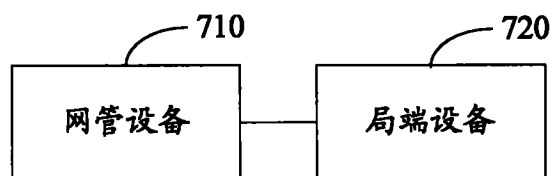


图 7

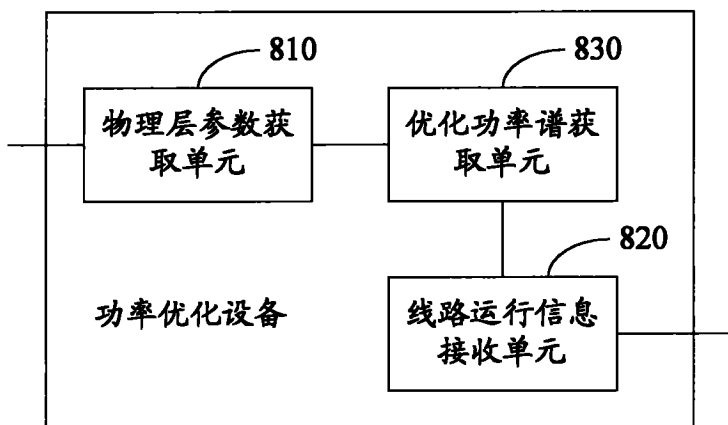


图 8

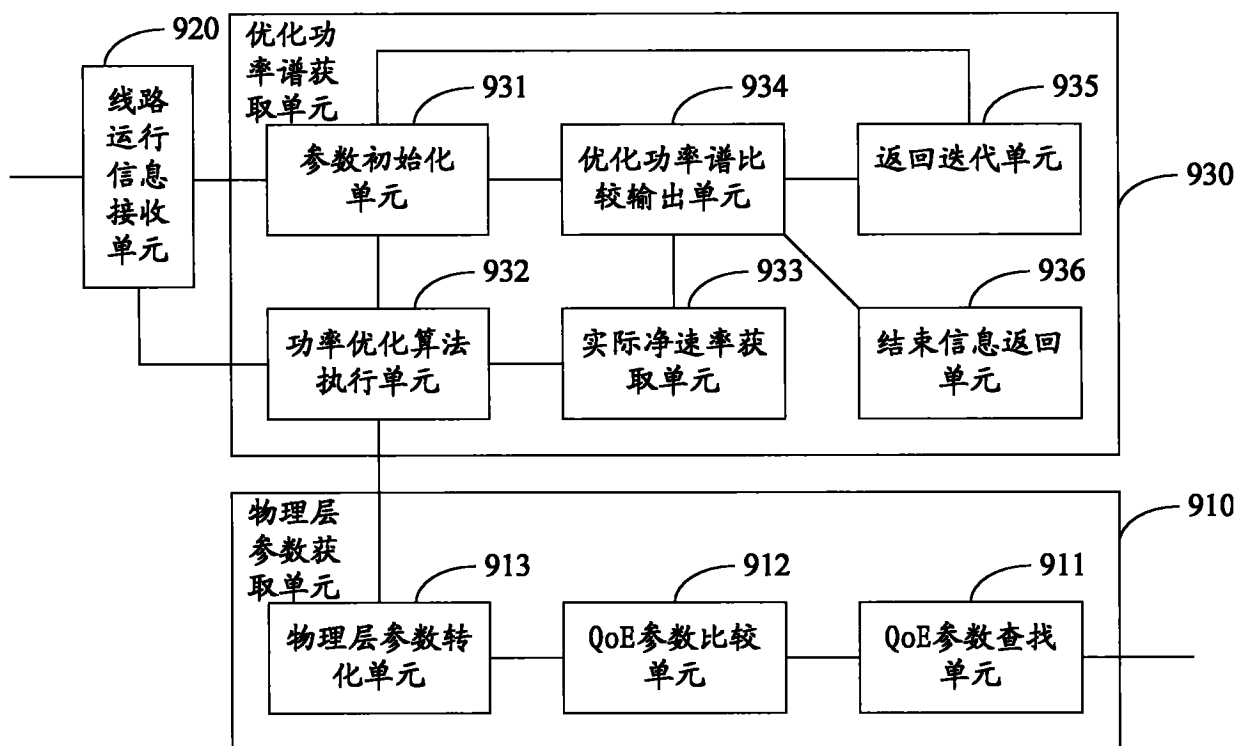


图 9

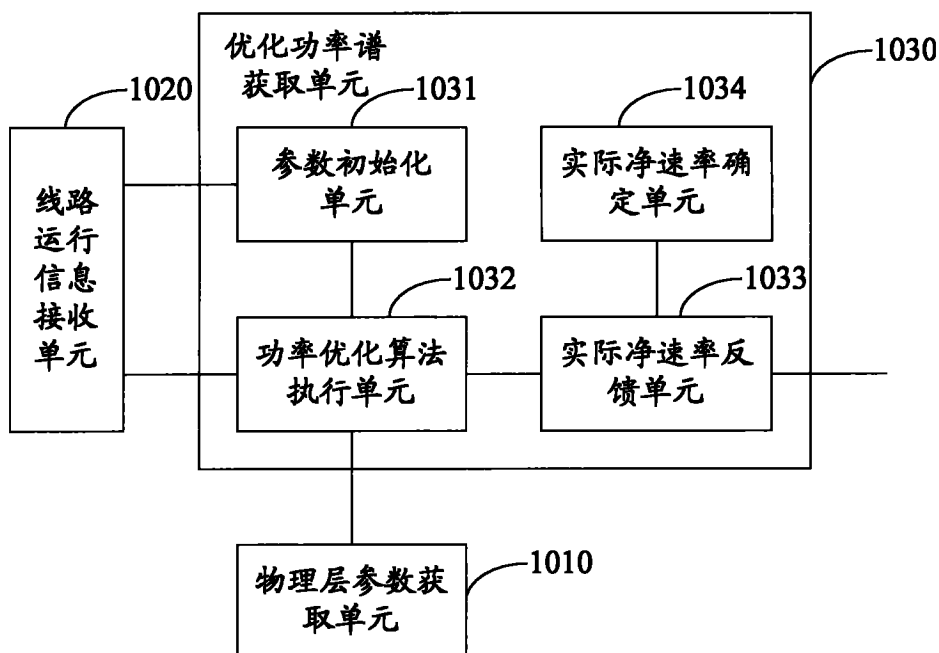


图 10

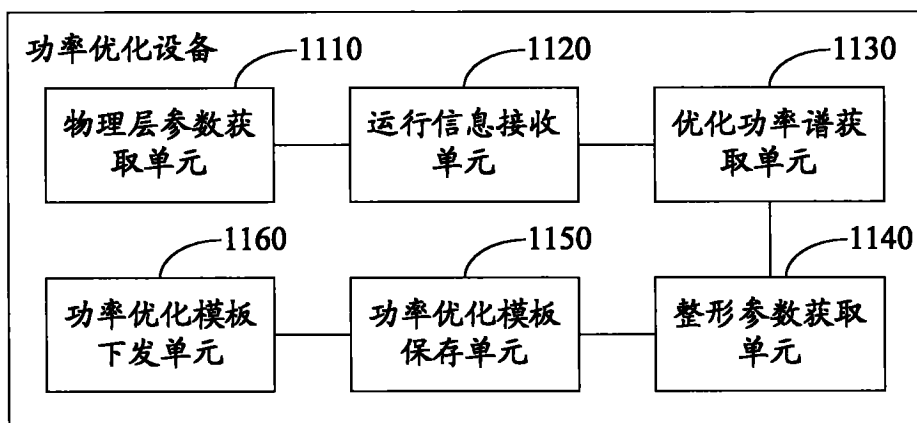


图 11