

### 一种内容分发网络系统及内容分发方法

本申请要求于 2021 年 12 月 15 日提交中国专利局、申请号为 202111539778.6、申请名称为“与人因网络 HON 结合的内容分发网络 CDN 系统”的中国专利申请的优先权，和要求于 2022 年 03 月 29 日提交中国专利局、申请号为 202210319950.5、申请名称为“一种内容分发网络系统及内容分发方法”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

## 技术领域

本申请实施例涉及云技术领域，尤其涉及一种内容分发网络（content delivery network, CDN）系统及内容分发方法。

## 背景技术

CDN 系统是一种透过互联网互相连接的计算机网络系统。在一定区域（例如，全国范围等等）内，该系统可部署位于不同位置上的多个服务器作为 CDN 边缘节点，并利用最靠近每位用户的 CDN 边缘节点，更快、更可靠地将音乐、图片、视频、应用程序及其他文件等内容发送给用户，从而解决网络拥挤影响网站访问质量和效率的问题。

由于 CDN 边缘节点是多层次部署的，在硬件资源或租用机房等方面，将带来高昂的部署成本，为了解决该问题，业界也存在将等网络（peer to peer, P2P）融入 CDN 系统，构成使用 P2P 协议的内容分发网络（p2p content delivery network, PCDN）系统。PCDN 系统新增了 PCDN 调度中心和 PCDN 节点，并以 PCDN 节点作为最靠近用户的节点，PCDN 节点通常部署于面向用户侧的路由器、机顶盒和个人电脑（personal computer, PC）上。PCDN 系统可为用户获取内容的过程提供加速服务，具体地，PCDN 调度中心可为调度某个 PCDN 节点给用户使用，以使得用户所使用的终端设备可从该 PCDN 节点处，获取所需的内容。

由于 PCDN 节点对于运营商而言是不可见的，PCDN 节点在与 PCDN 调度中心等设备通信时，所使用的带宽资源占据了用户家用的一部分带宽资源，会影响用户正常上网的体验。

## 发明内容

本申请实施例提供了一种与光网络终端结合的内容分发网络系统及内容分发方法，光网络终端可通过专属 WAN 口，与 CDN 边缘节点、光网络控制中心实现通信，享用专属 WAN 口的带宽资源，不会占用用户家用的带宽资源，从而不影响用户上网的体验。

本申请实施例的第一方面提供了一种与光网络终端结合的内容分发网络 CDN 系统，该系统包括：CDN 中心节点、多个 CDN 边缘节点、光网络控制中心以及多个光网络终端。

当用户需要获取目标内容时，可使用第一客户端向多个 CDN 边缘节点中的第一 CDN 边缘节点（也就是多个 CDN 边缘节点中的某一个 CDN 边缘节点）发起第一内容请求，第一内容请求用于请求目标内容。

基于来自第一客户端的第一内容请求，第一 CDN 边缘节点可检测自身是否缓存有目标内容。在确定自身没有缓存有第一内容请求所请求的目标内容的情况下，向光网络控制中心发送针对目标内容的第一查询请求。

接收到来自第一 CDN 边缘节点的第一查询请求后，光网络控制中心可基于第一查询请求，

检测是否存在缓存有目标内容的光网络终端。若确定不存在存储有目标内容的光网络终端，光网络控制中心则通知第一 CDN 边缘节点向 CDN 中心节点请求目标内容。

在第一 CDN 边缘节点从 CDN 中心节点获取目标内容后，光网络控制中心可发送针对第一 CDN 边缘节点中缓存的目标内容的内容拉取指令至 N 个光网络终端，其中，N 为大于 0 的正整数。

接收到来自光网络控制中心的内容拉取指令后，这 N 个光网络终端可基于内容拉取指令，分别从第一 CDN 边缘节点获取目标内容并缓存目标内容。此后，这 N 个光网络终端分别向光网络控制中心发送缓存成功通知，以通知光网络控制中心目标内容缓存成功，即通知光网络控制中心目标内容的预热已完成。

接收到来自 N 个光网络终端的缓存成功通知后，光网络控制中心可根据缓存成功通知记录 N 个光网络终端缓存有目标内容。

上述 CDN 系统包括：CDN 中心节点、多个 CDN 边缘节点、光网络控制中心和多个光网络终端。多个 CDN 边缘节点中的第一 CDN 边缘节点在确定自身未缓存有第一客户端所请求的目标内容后，向光网络控制中心发送第一查询请求。接着，光网络控制中心基于第一查询请求，检测是否存在存储有目标内容的光网络终端。若不存在存储有目标内容的光网络终端，光网络控制中心则控制第一 CDN 边缘节点向 CDN 中心节点请求目标内容。第一 CDN 边缘节点在 CDN 中心节点处获取目标内容后，光网络控制中心可向 N 个光网络终端发送针对第一 CDN 边缘节点中缓存的目标内容的内容拉取指令，以使得这 N 个光网络终端基于内容拉取指令分别从第一 CDN 边缘节点获取目标内容，以完成目标内容的缓存。前述过程中，由于光网络终端可为运营商特制的设备（即光网络终端对于运营商而言，是可见的），故运营商可为光网络终端设置新的专属 WAN 口，并为该 WAN 口配置一定的带宽资源。那么，光网络终端可通过该专属 WAN 口，与第一 CDN 边缘节点、光网络控制中心实现通信，享用专属 WAN 口的带宽资源，不会占用用户家用的带宽资源，从而不影响用户上网的体验。

在一种可能的实现方式中，多个 CDN 边缘节点中的第二 CDN 边缘节点，用于接收第二客户端送的第二内容请求，在确定自身没有缓存有第二内容请求所请求的目标内容的情况下，向光网络控制中心发送针对目标内容的第二查询请求；光网络控制中心，还用于基于第二查询请求确定自身记录有 N 个光网络终端缓存有目标内容，在 N 个光网络终端选择目标光网络终端，向第二 CDN 边缘节点发送目标光网络终端的访问信息；第二 CDN 边缘节点，还用于向第二客户端发送访问信息，访问信息用于指示第二客户端从目标光网络终端获取目标内容。前述实现方式中，多个 CDN 边缘节点中的第二 CDN 边缘节点在确定自身未缓存有第二客户端所请求的目标内容后，向光网络控制中心发送第二查询请求。接着，光网络控制中心基于第二查询请求，检测是否存在存储有目标内容的光网络终端。由于已记录 N 个光网络终端设备缓存有目标内容，故光网络控制中心可在这 N 个光网络设备中选定目标光网络设备，并向第二 CDN 边缘节点发送目标光网络设备的访问信息。然后，第二 CDN 边缘节点可向第二客户端发送目标光网络设备的访问信息，以使得第二客户端基于该访问信息，从目标光网络设备处获取目标内容。前述过程中，由于目标光网络终端可为运营商特制的设备，故运营商可为目标光网络终端设置新的专属 WAN 口，并为该 WAN 口配置一定的带宽资源。那么，目标光网络终端可通过该专属 WAN 口，与客户端实现通信，享用专属 WAN 口的带宽资源，不会占用用户

家用的带宽资源，从而不影响用户上网的体验。

在一种可能的实现方式中，光网络控制中心，用于基于  $N$  个光网络终端的负载、下行使用带宽、缓存的内容的总数量、存储空间、中央处理器（central processing unit, CPU）利用率中的一者或任意组合在  $N$  个光网络终端选择目标光网络终端。前述实现方式中，对于缓存有目标内容的这  $N$  个光网络终端中的任意一个光网络终端，光网络控制中心可基于该光网络终端的负载、下行使用带宽、缓存的内容的总数量、存储空间和 CPU 利用率中的其中一者或任意组合，来确定该光网络终端的性能。如此一来，光网络控制中心可确定这  $N$  个光网络终端的性能，并将这  $N$  个光网络终端的性能进行比较，从而将性能最优的光网络终端，作为目标光网络终端。例如，光网络控制中心可在这  $N$  个光网络终端中，将负载最低、下行使用带宽最小、缓存的内容的总数量最少、存储空间最高以及 CPU 利用率最低的光网络终端，视为性能最优的光网络终端，并将这性能最优的光网络终端确定为目标光网络终端。

在一种可能的实现方式中，光网络控制中心与  $K$  个光网络终端连接；光网络控制中心，还用于与多个 CDN 边缘节点同步目标内容的请求次数，基于请求次数从  $K$  个光网络终端中选择  $N$  个光网络终端，其中，目标内容的请求次数越多， $N$  的数值越大， $K$  为大于  $N$  的正整数。前述实现方式中，光网络控制中心与第一 CDN 边缘节点同步目标内容的请求次数后，可基于目标内容的请求次数，来确定  $N$  的数值大小。然后，光网络控制中心可在  $K$  个光网络终端中，剔除不可用的光网络终端，并从剩余的可用的光网络终端中选择  $N$  个光网络终端，作为即将缓存目标内容的光网络终端，其中，目标内容的请求次数与  $N$  成正相关。

在一种可能的实现方式中，第一 CDN 边缘节点，用于从 CDN 中心节点获取目标内容之后，缓存目标内容，并发送目标内容至第一客户端。

本申请实施例的第二方面提供了一种与光网络终端结合的内容分发网络 CDN 系统，该系统包括：多个 CDN 边缘节点，多个 CDN 边缘节点中的第二 CDN 边缘节点用于接收第二客户端发送的第二内容请求，在确定自身没有缓存有第二内容请求所请求的目标内容的情况下，向光网络控制中心发送针对目标内容的第二查询请求；光网络控制中心，用于基于第二查询请求确定自身记录有  $N$  个光网络终端缓存有目标内容，在  $N$  个光网络终端选择目标光网络终端，向第二 CDN 边缘节点发送目标光网络终端的访问信息；第二 CDN 边缘节点，还用于向第二客户端发送访问信息，访问信息用于指示第二客户端从目标光网络终端获取目标内容。

本申请实施例提供的 CDN 系统包括：CDN 中心节点、多个 CDN 边缘节点、光网络控制中心和多个光网络终端。多个 CDN 边缘节点中的第二 CDN 边缘节点在确定自身未缓存有第二客户端所请求的目标内容后，向光网络控制中心发送第二查询请求。接着，光网络控制中心基于第二查询请求，检测是否存在存储有目标内容的光网络终端。由于已记录  $N$  个光网络终端设备缓存有目标内容，故光网络控制中心可在这  $N$  个光网络设备中选定目标光网络设备，并向第二 CDN 边缘节点发送目标光网络设备的访问信息。然后，第二 CDN 边缘节点可向第二客户端发送目标光网络设备的访问信息，以使得第二客户端基于该访问信息，从目标光网络设备处获取目标内容。前述过程中，由于目标光网络终端可为运营商特制的设备（即光网络终端对于运营商而言，是可见的），故运营商可为目标光网络终端设置新的专属 WAN 口，并为该 WAN 口配置一定的带宽资源。那么，目标光网络终端可通过该专属 WAN 口，与客户端实现通信，享用专属 WAN 口的带宽资源，不会占用用户家用的带宽资源，从而不影响用户上网的体

验。

在一种可能的实现方式中，光网络控制中心，用于与  $K$  个光网络终端连接，并与多个 CDN 边缘节点同步目标内容的请求次数，基于请求次数从  $K$  个光网络终端中选择  $N$  个光网络终端，其中，请求次数越多， $N$  的数值越大， $K$  为大于  $N$  的正整数。

在一种可能的实现方式中，第一 CDN 边缘节点，用于从 CDN 中心节点获取目标内容之后，缓存目标内容，并发送目标内容至第一客户端。

本申请实施例的第三方面提供了一种基于光网络终端的内容分发方法，该方法包括：光网络终端接收光网络控制中心发送的针对第一 CDN 边缘节点中缓存的目标内容的内容拉取指令，从第一 CDN 边缘节点获取目标内容进行缓存并向光网络控制中心发送缓存成功通知；光网络终端接收第二客户端发送的目标内容获取请求，基于目标内容获取请求向第二客户端发送目标内容。

上述方法所应用的 CDN 系统包括：CDN 中心节点、多个 CDN 边缘节点、光网络控制中心和多个光网络终端。多个 CDN 边缘节点中的第二 CDN 边缘节点在确定自身未缓存有第二客户端所请求的目标内容后，向光网络控制中心发送第二查询请求。接着，光网络控制中心基于第二查询请求，检测是否存在存储有目标内容的光网络终端。由于已记录  $N$  个光网络终端设备缓存有目标内容，故光网络控制中心可在这  $N$  个光网络设备中选定目标光网络设备，并向第二 CDN 边缘节点发送目标光网络设备的访问信息。然后，第二 CDN 边缘节点可向第二客户端发送目标光网络设备的访问信息，以使得第二客户端基于该访问信息，从目标光网络设备处获取目标内容。前述过程中，由于目标光网络终端可为运营商特制的设备（即光网络终端对于运营商而言，是可见的），故运营商可为目标光网络终端设置新的专属 WAN 口，并为该 WAN 口配置一定的带宽资源。那么，目标光网络终端可通过该专属 WAN 口，与客户端实现通信，享用专属 WAN 口的带宽资源，不会占用用户家用的带宽资源，从而不影响用户上网的体验。

本申请实施例的第四方面提供了一种基于光网络控制中心的内容分发方法，该方法包括：光网络控制中心接收第一 CDN 边缘节点发送的针对目标内容的第一查询请求；光网络控制中心基于第一查询请求通知第一 CDN 边缘节点向 CDN 中心节点请求目标内容；光网络控制中心发送针对第一 CDN 边缘节点中缓存的目标内容的内容拉取指令至  $N$  个光网络终端，其中  $N$  为大于 0 的正整数；光网络控制中心根据  $N$  个光网络终端发送的缓存成功通知，记录  $N$  个光网络终端缓存有目标内容。

上述方法所应用的 CDN 系统包括：CDN 中心节点、多个 CDN 边缘节点、光网络控制中心和多个光网络终端。多个 CDN 边缘节点中的第一 CDN 边缘节点在确定自身未缓存有第一客户端所请求的目标内容后，向光网络控制中心发送第一查询请求。接着，光网络控制中心基于第一查询请求，检测是否存在存储有目标内容的光网络终端。若不存在存储有目标内容的光网络终端，光网络控制中心则控制第一 CDN 边缘节点向 CDN 中心节点请求目标内容。第一 CDN 边缘节点在 CDN 中心节点处获取目标内容后，光网络控制中心可向  $N$  个光网络终端发送针对第一 CDN 边缘节点中缓存的目标内容的内容拉取指令，以使得这  $N$  个光网络终端基于内容拉取指令分别从第一 CDN 边缘节点获取目标内容，以完成目标内容的缓存。前述过程中，由于光网络终端可为运营商特制的设备（即光网络终端对于运营商而言，是可见的），故运营

商可为光网络终端设置新的专属 WAN 口，并为该 WAN 口配置一定的带宽资源。那么，光网络终端可通过该专属 WAN 口，与第一 CDN 边缘节点、光网络控制中心实现通信，享用专属 WAN 口的带宽资源，不会占用用户家用的带宽资源，从而不影响用户上网的体验。

在一种可能的实现方式中，该方法还包括：光网络控制中心接收第二 CDN 节点发送的针对目标内容的第二查询请求；光网络控制中心基于第二查询请求确定自身记录有 N 个光网络终端缓存有目标内容，在 N 个光网络终端选择目标光网络终端，向第二 CDN 边缘节点发送目标光网络终端的访问信息。

在一种可能的实现方式中，光网络控制中心在 N 个光网络终端选择目标光网络终端包括：光网络控制中心基于 N 个光网络终端的负载、下行使用带宽、缓存的内容的总数量、存储空间、中央处理器 CPU 利用率中的一者或任意组合在 N 个光网络终端选择目标光网络终端。

在一种可能的实现方式中，光网络控制中心与 K 个光网络终端连接，该方法还包括：光网络控制中心与多个 CDN 边缘节点同步目标内容的请求次数，基于请求次数从 K 个光网络终端中选择 N 个光网络终端，其中，请求次数越多，N 的数值越大，K 为大于 N 的正整数。

本申请实施例的第五方面提供了一种光网络终端，该光网络终端包括：接收模块，用于接收光网络控制中心发送的针对第一 CDN 边缘节点中缓存的目标内容的内容拉取指令；从第一 CDN 边缘节点获取目标内容进行缓存；发送模块，用于向光网络控制中心发送缓存成功通知；接收模块，还用于接收第二客户端发送的目标内容获取请求；发送模块，还用于基于目标内容获取请求向第二客户端发送目标内容。

本申请实施例的第六方面提供了一种光网络控制中心，该光网络控制中心包括：接收模块，用于接收第一 CDN 边缘节点发送的针对目标内容的第一查询请求；发送模块，用于基于第一查询请求通知第一 CDN 边缘节点向 CDN 中心节点请求目标内容；发送模块，还用于发送针对第一 CDN 边缘节点中缓存的目标内容的内容拉取指令至 N 个光网络终端，其中 N 为大于 0 的正整数；接收模块，还用于接收 N 个光网络终端发送的缓存成功通知；处理模块，用于根据缓存成功通知，记录 N 个光网络终端缓存有目标内容。

在一种可能的实现方式中，接收模块，还用于接收第二 CDN 节点发送的针对目标内容的第二查询请求；处理模块，还用于基于第二查询请求确定自身记录有 N 个光网络终端缓存有目标内容，在 N 个光网络终端选择目标光网络终端；发送模块，还用于向第二 CDN 边缘节点发送目标光网络终端的访问信息。

在一种可能的实现方式中，处理模块，用于基于 N 个光网络终端的负载、下行使用带宽、缓存的内容的总数量、存储空间、中央处理器 CPU 利用率中的一者或任意组合在 N 个光网络终端选择目标光网络终端。

在一种可能的实现方式中，光网络控制中心与 K 个光网络终端连接，处理模块，还用于与多个 CDN 边缘节点同步目标内容的请求次数，基于请求次数从 K 个光网络终端中选择 N 个光网络终端，其中，请求次数越多，N 的数值越大，K 为大于 N 的正整数。

本申请实施例的第七方面提供了一种光网络终端，光网络终端包括存储器和处理器；存储器存储有代码，处理器被配置为执行代码，当代码被执行时，光网络终端执行如第三方面所述的方法步骤。

本申请实施例的第八方面提供了一种光网络控制中心，光网络控制中心包括存储器和处

理器；存储器存储有代码，处理器被配置为执行代码，当代码被执行时，光网络控制中心执行如第四方面或第四方面中任意一种可能的实现方式所述的方法步骤。

本申请实施例的第九方面提供了一种计算机存储介质，计算机存储介质存储有计算机程序，该程序由计算机执行时，使得计算机实施如第二方面或第二方面中任意一种可能的实现方式所述的方法。

本申请实施例的第十方面提供了一种计算机程序产品，计算机程序产品存储有指令，所述指令在由计算机执行时，使得计算机实施如第二方面或第二方面中任意一种可能的实现方式所述的方法。

本申请实施例的 CDN 系统包括：CDN 中心节点、多个 CDN 边缘节点、光网络控制中心和多个光网络终端。多个 CDN 边缘节点中的第一 CDN 边缘节点在确定自身未缓存有第一客户端所请求的目标内容后，向光网络控制中心发送第一查询请求。接着，光网络控制中心基于第一查询请求，检测是否存在存储有目标内容的光网络终端。若不存在存储有目标内容的光网络终端，光网络控制中心则控制第一 CDN 边缘节点向 CDN 中心节点请求目标内容。第一 CDN 边缘节点在 CDN 中心节点处获取目标内容后，光网络控制中心可向 N 个光网络终端发送针对第一 CDN 边缘节点中缓存的目标内容的内容拉取指令，以使得这 N 个光网络终端基于内容拉取指令分别从第一 CDN 边缘节点获取目标内容，以完成目标内容的缓存。前述过程中，由于光网络终端可为运营商特制的设备（即光网络终端对于运营商而言，是可见的），故运营商可为光网络终端设置新的专属 WAN 口，并为该 WAN 口配置一定的带宽资源。那么，光网络终端可通过该专属 WAN 口，与第一 CDN 边缘节点、光网络控制中心实现通信，享用专属 WAN 口的带宽资源，不会占用用户家用的带宽资源，从而不影响用户上网的体验。

## 附图说明

- 图 1 为相关技术中的 PCDN 系统的一个结构示意图；
- 图 2 为本申请实施例提供的 CDN 系统的一个结构示意图；
- 图 3 为本申请实施例提供的光网络终端的一个结构示意图；
- 图 4 为本申请实施例提供的状态管理的一个示意图；
- 图 5 为本申请实施例提供的内容分发方法的一个流程示意图；
- 图 6 为本申请实施例提供的内容分发方法的另一流程示意图；
- 图 7 为本申请实施例提供的光网络控制中心的一个结构示意图；
- 图 8 为本申请实施例提供的光网络终端的另一结构示意图；
- 图 9 为本申请实施例提供的光网络控制中心的另一结构示意图；
- 图 10 为本申请实施例提供的光网络终端的另一结构示意图。

## 具体实施方式

本申请实施例提供了一种与光网络终端结合的内容分发网络系统及内容分发方法，光网络终端可通过专属 WAN 口，与 CDN 边缘节点、光网络控制中心实现通信，享用专属 WAN 口的带宽资源，不会占用用户家用的带宽资源，从而不影响用户上网的体验。

本申请的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似

的对象，而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的术语在适当情况下可以互换，这仅仅是描述本申请的实施例中对相同属性的对象在描述时所采用的区分方式。此外，术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形，意图在于覆盖不排他的包含，以便包含一系列单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于那些单元，而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它单元。

CDN 系统是一种透过互联网互相连接的计算机网络系统。在一定区域（例如，全国范围等等）内，该系统可部署位于不同位置上的多个服务器作为 CDN 边缘节点，并利用最靠近每位用户的 CDN 边缘节点，更快、更可靠地将音乐、图片、视频、应用程序及其他文件等内容发送给用户，从而解决网络拥挤影响网站访问质量和效率的问题。

由于 CDN 边缘节点是多层次部署的，在硬件资源或租用机房等方面，将带来高昂的部署成本，为了解决该问题，业界也存在将等网络 P2P 融入 CDN 系统，构成 PCDN 系统。如图 1 所示（图 1 为相关技术中的 PCDN 系统的一个结构示意图），PCDN 系统新增了 PCDN 调度中心和 PCDN 节点，并以 PCDN 节点作为最靠近用户的节点，PCDN 节点通常部署于面向用户侧的路由器、机顶盒和 PC 上。PCDN 系统可为用户获取内容的过程提供加速服务，具体地，PCDN 调度中心可为调度某个 PCDN 节点给用户使用，以使得用户所使用的终端设备可从该 PCDN 节点处，获取所需的内容。

由于 PCDN 节点对于运营商而言是不可见的，运营商为 PCDN 节点所在的设备所分配的带宽资源是固定的，PCDN 节点在与 PCDN 调度中心、终端等设备通信时，PCDN 节点所使用的带宽资源占据了用户家用的一部分带宽资源（即偷取了用户家用的一部分带宽资源），会影响用户正常上网的体验。

进一步地，用户所使用的终端设备还可需额外集成 P2P 软件开发工具包（software development kit, SDK），以基于该 SDK 与 PCDN 调度中心、PCDN 节点实现通信。然而，该 SDK 通常是不可信的，难以得到广泛的应用。

为了解决上述问题，本申请实施例提供了一种新的 CDN 系统，该系统结合了技术。如图 2 所示（图 2 为本申请实施例提供的 CDN 系统的一个结构示意图），该系统包括：内容源站、CDN 中心节点、多个 CDN 边缘节点、光网络控制中心以及多个光网络终端，这些节点呈多层次部署，若某个节点在图 2 中离用户所使用的客户端越远，表示该节点的实际地理位置离用户越远。下文将对各类节点分别进行介绍：

内容源站通常为物理服务器，内容源站可作为音乐、图片、视频、应用程序及其他文件等内容的来源，从而为下级节点提供这些内容。

CDN 中心节点（也可以称为 CDN 调度中心）通常为物理服务器，CDN 中心节点用于统一管理多个 CDN 边缘节点，位于内容源站和多个 CDN 边缘节点之间，可将来自内容源站的内容发送至多个 CDN 边缘节点。

CDN 边缘节点可有多种呈现方式，既可以为物理服务器，也可以为部署于物理服务器上的虚拟实例，例如，虚拟机（virtual machine, VM）或容器（docker）等等。CDN 边缘节点为系统中各层节点中最靠近用户侧的节点，可缓存有各类内容，且可与用户所使用的客户端实现通信，从而为用户提供用户所需要的内容。

光网络控制中心通常为物理服务器，其可以与 CDN 边缘节点实现通信，也可用于统一管

理多个光网络终端。光网络控制中心通常包含三个功能模块，分别为调度模块、管理模块和内容推送模块，这三个模块也可等同于前述光网络控制中心的处理模块。调度模块可将用户的内容获取请求调度至最优的光网络终端进行实现。内容推送模块可识别热点内容，通过合适的光网络终端存储（缓存）合适的热点内容。管理模块可获取一定区域内的光网络终端的状态，并进行统一管理。

光网络终端（optical network terminal, ONT）可以有多种呈现形式，例如，光网络终端可以为运营商特制的光猫等等，可用于实现内容提供的加速服务。如图 3 所示（图 3 为本申请实施例提供的光网络终端的一个结构示意图），光网络终端开设有两个 WAN 口，这两个 WAN 相互独立互不干扰，其中，第一个 WAN 口为常规的 WAN 口，该 WAN 口用于传输用户上网所需的流量，第二个 WAN 为新增的专属 WAN 口（可由运营商来设置该 WAN 口，并为该 WAN 口配置一定的带宽资源），该 WAN 口与加速插件绑定，专门用于实现内容提供的加速服务，即光网络终端与光网络控制中心之间的通信、光网络终端与 CDN 边缘节点之间的通信，光网络终端与客户端之间的通信均通过该 WAN 口实现。此外，光网络终端还具有计算资源（例如，中央处理器（central processing unit, CPU）等）、存储资源（例如，U 盘等）、网络资源（例如，网卡等）等各类硬件资源，从而支持光网络终端的功能。

此外，各个光网络终端需定时向光网络控制中心上报状态信息，故光网络控制中心基于各个光网络终端的状态信息来判定各个光网络终端是否为可用的光网络终端，并返回状态响应。如图 4 所示（图 4 为本申请实施例提供的状态管理的一个示意图），光网络终端可主动向光网络控制中心上报状态信息，以使得光网络控制中心判定光网络终端的可用性，并反馈至光网络终端。当然，光网络控制中心也可主动探测光网络终端的状态，以使得光网络终端返回探测响应，从而使得光网络控制中心基于该响应判定光网络终端的可用性。

光网络终端上报的状态信息包括：光网络终端的网际互连协议（internet protocol, IP）地址和/或域名；光网络终端的网络地址转换（network address translation, NAT）类型标识；光网络终端中 U 盘的总存储空间和当前已使用存储空间；光网络终端中专属 WAN 口上下行的总带宽和当前已使用带宽；光网络终端所接收到的内容获取请求的数量；光网络终端正在拉取（获取）的内容的数量；CPU 利用率；输入输出（input/output, IO）利用率；内存利用率；健康度（该值可基于前述至少一项进行评估得到）等等。

为了进一步理解上述与光网络结合的 CDN 系统的工作流程，下面结合图 5 和图 6 对该工作流程进行介绍。图 5 为本申请实施例提供的内容分发方法的一个流程示意图，该方法可通过如图 2 所示的系统实现，如图 5 所示，该方法包括：

501、第一 CDN 边缘节点在确定自身未缓存有第一客户端所请求的目标内容后，向光网络控制中心发送针对目标内容的第一查询请求。

本实施例中，当用户需要获取目标内容时，可使用第一客户端向多个 CDN 边缘节点中的第一 CDN 边缘节点（也可以理解为多个 CDN 边缘节点中的某一个 CDN 边缘节点）发起第一内容请求，第一内容请求用于请求目标内容。那么，第一 CDN 边缘节点基于第一内容请求，可确定第一客户端需获取目标内容，故第一 CDN 边缘节点可检测自身是否缓存有目标内容，若第一 CDN 边缘节点确定自身未缓存有目标内容，第一 CDN 边缘节点则基于第一内容请求生成第一查询请求，并将第一查询请求发送至光网络控制中心，其中，第一查询请求用于告知第

一 CDN 边缘节点未缓存有目标内容，且可查询是否有缓存有目标内容的可用光网络终端。

502、光网络控制中心基于第一查询请求，检测是否存在缓存有目标内容的光网络终端。

光网络控制中心接收到来自第一 CDN 边缘节点的查询请求后，可基于第一查询请求，检测是否存在缓存有目标内容的光网络终端。

具体地，光网络控制中心内设置有内容索引表，内容索引表记录有内容与存储有内容的光网络终端之间的对应关系，因此，光网络控制中心基于第一查询请求，可在内容索引表中遍历，以查找是否存在存储有目标内容的光网络终端。

503、若不存在存储有目标内容的光网络终端，光网络控制中心则通知第一 CDN 边缘节点向 CDN 中心节点请求目标内容。

若不存在存储有目标内容的光网络终端，光网络控制中心则需要令第一 CDN 边缘节点先缓存有目标内容，以通过第一 CDN 边缘节点间接地令某些光网络终端也缓存有目标内容，故光网络控制中心可先通知第一 CDN 边缘节点，向 CDN 中心节点请求目标内容。

504、第一 CDN 边缘节点从 CDN 中心节点处获取目标内容。

505、第一 CDN 边缘节点将目标内容发送至第一客户端。

接收到光网络控制中心的通知后，第一 CDN 边缘节点可从 CDN 中心节点处获取目标内容，并将目标内容缓存在自身的存储器中。此后，第一 CDN 边缘节点还可将目标内容作为第一内容应答，并发送至第一客户端。如此一来，第一客户端可成功接收到目标内容，以提供给使用第一客户端的用户使用。

进一步地，第一 CDN 边缘节点向第一客户端返回目标内容后，还可记录目标内容已被请求一次，从而更新目标内容的请求次数（也可以理解为目标内容在某段时间内被请求的总次数）。那么，第一 CDN 边缘节点可与光网络控制中心同步目标内容的请求次数，并且除第一 CDN 边缘节点之外的其余 CDN 边缘节点也可与光网络控制中心同步目标内容的请求次数，那么，光网络控制中心可统计所有 CDN 边缘节点接收到的针对的目标内容的请求的总次数。

506、光网络控制中心发送针对第一 CDN 边缘节点中缓存的目标内容的内容拉取指令至 N 个光网络终端，其中，N 为大于 0 的正整数。

第一 CDN 边缘节点获取目标内容后，光网络控制中心可确定 N 个光网络终端（N 为大于 0 的正整数），并向这 N 个光网络终端发送针对第一 CDN 边缘节点中缓存的目标内容的内容拉取指令，内容拉取指令用于指示这 N 个光网络终端从第一 CDN 边缘节点处获取目标内容。

具体地，设前述的系统中光网络终端的数量为 K 个（K 大于 N），光网络控制中心可通过以下方式来确定 N 个光网络终端：

光网络控制中心与第一 CDN 边缘节点同步目标内容的请求次数后，可基于目标内容的请求次数，确定 N 的数值大小。然后，光网络控制中心可在 K 个光网络终端中，剔除不可用的光网络终端，并从剩余的可用的光网络终端中选择 N 个光网络终端，来作为即将缓存目标内容的光网络终端。一般地，目标内容的请求次数与 N 成正相关（即目标内容的请求次数越多，N 的数值越大），例如，当目标内容的请求次数为 100 次时，光网络控制中心可从 K 个光网络终端中选择 10 个光网络终端，用来缓存目标内容。而当目标内容的请求次数增长至 200 次时，光网络控制中心可从 K 个光网络终端中选择 20 个光网络终端，用来缓存目标内容。

进一步地，这 N 个光网络终端为可用的光网络终端，即这 N 个光网络终端满足以下至少

一项：当前的下行使用带宽小于预置第一阈值、缓存的内容的总数量小于预置第二阈值、存储空间大于或等于预置第三阈值、CPU 利用率小于预置第四阈值以及负载小于预置第五阈值。需要说明的是，预置第一阈值、预置第二阈值、预置第三阈值、预置第四阈值以及预置第五阈值的大小可根据实际需求进行设置，此处不做限制。

507、N 个光网络终端基于内容拉取指令，分别从第一 CDN 边缘节点获取目标内容并进行缓存。

接收到内容拉取指令后，在这 N 个光网络终端中，对于任意一个光网络终端而言，该光网络终端可基于内容拉取指令，从第一 CDN 边缘节点获取目标内容，并缓存目标内容在自身的存储器中。对于这 N 个光网络终端中除该光网络终端之外的其余光网络终端，也可执行如同该光网络终端所执行的操作，故这 N 个光网络终端均可缓存有目标内容，即这 N 个光网络终端可共同完成目标内容的预热。

508、光网络控制中心接收来自 N 个光网络终端的缓存成功通知。

完成目标内容的缓存后（即完成目标内容的预热），N 个光网络终端可分别向光网络控制中心发送缓存成功通知，以通知光网络控制中心目标内容成功被缓存。

509、光网络控制中心基于缓存成功通知，将 N 个光网络终端记录为缓存有目标内容的光网络终端。

接收来自 N 个光网络终端的缓存成功通知后，光网络控制中心可确定 N 个光网络终端成功缓存目标内容，则将这 N 个光网络终端记录为存储有目标内容的光网络终端，即在内容索引表中，添加目标内容以及这 N 个光网络终端的访问信息，访问信息例如为域名、IP 地址或其他可以在网络上寻址的信息，以构建目标内容以及这 N 个光网络终端之间的对应关系。如此一来，内容索引表则拥有了目标内容以及存储有目标内容的光网络终端之间的对应关系，那么，后续有第二客户端再次请求访问目标内容时，光网络控制中心可调度存储有目标内容的光网络终端，来为第二客户端提供目标内容，实现内容提供的加速服务。

本申请实施例提供的 CDN 系统包括：CDN 中心节点、多个 CDN 边缘节点、光网络控制中心和多个光网络终端。多个 CDN 边缘节点中的第一 CDN 边缘节点在确定自身未缓存有第一客户端所请求的目标内容后，向光网络控制中心发送第一查询请求。接着，光网络控制中心基于第一查询请求，检测是否存在存储有目标内容的光网络终端。若不存在存储有目标内容的光网络终端，光网络控制中心则控制第一 CDN 边缘节点向 CDN 中心节点请求目标内容。第一 CDN 边缘节点在 CDN 中心节点处获取目标内容后，光网络控制中心可向 N 个光网络终端发送针对第一 CDN 边缘节点中缓存的目标内容的内容拉取指令，以使得这 N 个光网络终端基于内容拉取指令分别从第一 CDN 边缘节点获取目标内容，以完成目标内容的缓存。前述过程中，由于光网络终端可为运营商定制的设备（即光网络终端对于运营商而言，是可见的），故运营商可为光网络终端设置新的专属 WAN 口，并为该 WAN 口配置一定的带宽资源。那么，光网络终端可通过该专属 WAN 口，与第一 CDN 边缘节点、光网络控制中心实现通信，享用专属 WAN 口的带宽资源，不会占用用户家用的带宽资源，从而不影响用户上网的体验。

图 6 为本申请实施例提供的内容分发方法的另一流程示意图，该方法可通过如图 2 所示的系统实现，且图 6 所示的实施例可认为是位于图 5 所示的实施例之后实现的，如图 6 所示，该方法包括：

601、第二 CDN 边缘节点在确定自身未缓存有第二客户端所请求的目标内容后，向光网络控制中心发送针对目标内容的第二查询请求。

602、光网络控制中心基于第二查询请求，检测是否存在缓存有目标内容的光网络终端。

关于步骤 601 至步骤 602 的介绍，可参考图 5 所示实施例中步骤 501 至步骤 502 的相关说明部分，此处不再赘述。

需要说明的是，第一客户端和第二客户端通常为不同的两个客户端，第一 CDN 边缘节点和第二 CDN 边缘节点通常为多个 CDN 边缘节点中不同的两个 CDN 边缘节点。

603、在确定记录有 N 个光网络终端缓存有目标内容后，光网络控制中心则在缓存有目标内容的 N 个光网络终端中，选择目标光网络终端。

基于图 5 的实施例可知，由于光网络控制中心已记录 N 个光网络终端缓存有目标内容，说明目标内容为已完成经前述步骤预热的内容，故光网络控制中心则在缓存有目标内容的 N 个光网络终端中选择目标光网络终端，作为第二客户端可直接访问并获取目标内容的光网络终端。

具体地，光网络控制中心可通过以下方式来确定目标光网络终端：

光网络控制中心可基于缓存有目标内容的这 N 个光网络终端的负载、下行使用带宽、缓存的内容的总数量、存储空间、中央处理器 CPU 利用率中的一者或任意组合在 N 个光网络终端中选择目标光网络终端。需要说明的是，对于缓存有目标内容的这 N 个光网络终端中的任意一个光网络终端，光网络控制中心可基于该光网络终端的负载、下行使用带宽、缓存的内容的总数量、存储空间和 CPU 利用率中的其中一者或任意组合，来确定该光网络终端的性能。如此一来，光网络控制中心可确定这 N 个光网络终端的性能，并将这 N 个光网络终端的性能进行比较，从而将性能最优的光网络终端，作为目标光网络终端。例如，光网络控制中心可在这 N 个光网络终端中，将存储空间最高、CPU 利用率最低的光网络终端，视为性能最优的光网络终端，并将这性能最优的光网络终端确定为目标光网络终端。

应理解，前述说明仅以负载、下行使用带宽、缓存的内容的总数量、存储空间和 CPU 利用率中的其中一者或任意组合来判定光网络终端的性能优劣进行示意性说明，在实际应用中，还可利用等效的信息或更多的信息来判定光网络终端的性能优劣，例如，可从前述的状态信息中进行选择判定的标准，例如，专属 WAN 口的剩余带宽、IO 利用率等等，此处不做限制。

604、光网络控制中心向第二 CDN 边缘节点发送目标光网络终端的访问信息。

确定目标光网络终端后，光网络控制中心向第二 CDN 边缘节点发送目标光网络终端的访问信息，目标光网络终端的访问信息包括目标光网络终端的 IP 地址和/或域名等等。

605、第二 CDN 边缘节点向第二客户端发送目标光网络终端的访问信息。

得到目标光网络终端的访问信息后，第二 CDN 边缘节点可将目标光网络终端的访问信息发送至用户所使用的第二客户端。

606、第二客户端基于目标光网络终端的访问信息，向目标光网络终端发送目标内容获取请求；

607、目标光网络终端基于目标内容获取请求，向第二客户端发送目标内容。

得到目标光网络终端的访问信息后，第二客户端可基于目标光网络终端的访问信息，向目标光网络终端发起用于请求目标内容的目标内容获取请求，以使得目标光网络终端基于目

标内容获取请求，向第二客户端发送目标内容，以供用户使用。

需要说明的是，第二客户端与目标光网络终端之间可基于公开的通信协议实现通信，例如，客户端与目标光网络终端之间可基于 HTTP 或 HTTPS 实现通信等等。

进一步地，第二 CDN 边缘节点还可记录目标内容已被请求多一次，故可更新目标内容的请求次数，并与光网络控制中心同步目标内容的请求次数。

值得注意的是，光网络控制信息得到最新的目标内容的请求次数后，可基于该请求次数来判断目标内容在某个时间段内的总请求次数的变化趋势（例如，将图 5 所示实施例中目标内容的请求次数与图 6 所示实施例中目标内容的请求次数进行比较等等），若该趋势为大幅增加的趋势，说明目标内容的热度在不断增加，故光网络控制中心可在已缓存有目标内容的 N 个光网络终端设备的基础上，从其余未缓存有目标内容的光网络设备中，选择若干个光网络终端来缓存目标内容。若该趋势为大幅减少的趋势，说明目标内容的热度在不断衰减，故光网络控制中心可在已缓存有目标内容的 N 个光网络终端设备中，选择若干个光网络终端，并删除其已缓存的目标内容。若该趋势为上下波动的趋势，说明目标内容的热度保持稳定，故光网络控制中心可不对已缓存有目标内容的 N 个光网络终端设备进行任何操作。

本申请实施例提供的 CDN 系统包括：CDN 中心节点、多个 CDN 边缘节点、光网络控制中心和多个光网络终端。多个 CDN 边缘节点中的第二 CDN 边缘节点在确定自身未缓存有第二客户端所请求的目标内容后，向光网络控制中心发送第二查询请求。接着，光网络控制中心基于第二查询请求，检测是否存在存储有目标内容的光网络终端。由于已记录 N 个光网络终端设备缓存有目标内容，故光网络控制中心可在这 N 个光网络设备中选定目标光网络设备，并向第二 CDN 边缘节点发送目标光网络设备的访问信息。然后，第二 CDN 边缘节点可向第二客户端发送目标光网络设备的访问信息，以使得第二客户端基于该访问信息，从目标光网络设备处获取目标内容。前述过程中，由于目标光网络终端可为运营商特制的设备（即光网络终端对于运营商而言，是可见的），故运营商可为目标光网络终端设置新的专属 WAN 口，并为该 WAN 口配置一定的带宽资源。那么，目标光网络终端可通过该专属 WAN 口，与客户端实现通信，享用专属 WAN 口的带宽资源，不会占用用户家用的带宽资源，从而不影响用户上网的体验。

进一步地，客户端与目标光网络终端之间采用 HTTP 或 HTTPS 等方式来实现内容提供的加速服务，由于这些方式所使用的是开放协议，故不需要 SDK，故无需对客户端上的应用进行侵入式的修改，故可得到广泛的应用。

以上是对本申请实施例提供的内容分发方法所进行的详细说明，以下将对本申请实施例提供的光网络控制中心和光网络终端进行介绍。图 7 为本申请实施例提供的光网络控制中心的一个结构示意图，光网络控制中心位于 CDN 系统中，且 CDN 系统还包括：CDN 中心节点、多个 CDN 边缘节点以及多个光网络终端，如图 7 所示，光网络控制中心包括：

接收模块 701，用于接收第一 CDN 边缘节点发送的针对目标内容的第一查询请求；例如，接收模块 701 可实现图 5 所示实施例中的步骤 501。

发送模块 702，用于基于第一查询请求通知第一 CDN 边缘节点向 CDN 中心节点请求目标内容；例如，发送模块 702 可实现图 5 所示实施例中的步骤 503。

发送模块 701，还用于发送针对第一 CDN 边缘节点中缓存的目标内容的内容拉取指令至 N

个光网络终端，其中  $N$  为大于 0 的正整数；例如，发送模块 702 可实现图 5 所示实施例中的步骤 506。

接收模块 702，还用于接收  $N$  个光网络终端发送的缓存成功通知；例如，接收模块 701 可实现图 5 所示实施例中的步骤 508。

处理模块 703，用于根据缓存成功通知，记录  $N$  个光网络终端缓存有目标内容。例如，处理模块 703 可实现图 5 所示实施例中的步骤 509。

本申请实施例提供的 CDN 系统包括：CDN 中心节点、多个 CDN 边缘节点、光网络控制中心和多个光网络终端。多个 CDN 边缘节点中的第一 CDN 边缘节点在确定自身未缓存有第一客户端所请求的目标内容后，向光网络控制中心发送第一查询请求。接着，光网络控制中心基于第一查询请求，检测是否存在存储有目标内容的光网络终端。若不存在存储有目标内容的光网络终端，光网络控制中心则控制第一 CDN 边缘节点向 CDN 中心节点请求目标内容。第一 CDN 边缘节点在 CDN 中心节点处获取目标内容后，光网络控制中心可向  $N$  个光网络终端发送针对第一 CDN 边缘节点中缓存的目标内容的内容拉取指令，以使得这  $N$  个光网络终端基于内容拉取指令分别从第一 CDN 边缘节点获取目标内容，以完成目标内容的缓存。前述过程中，由于光网络终端可为运营商特制的设备（即光网络终端对于运营商而言，是可见的），故运营商可为光网络终端设置新的专属 WAN 口，并为该 WAN 口配置一定的带宽资源。那么，光网络终端可通过该专属 WAN 口，与第一 CDN 边缘节点、光网络控制中心实现通信，享用专属 WAN 口的带宽资源，不会占用用户家用的带宽资源，从而不影响用户上网的体验。

在一种可能的实现方式中，接收模块 701，还用于接收第二 CDN 节点发送的针对目标内容的第二查询请求，例如，接收模块 701 可实现图 6 所示实施例中的步骤 601；处理模块 703，还用于基于第二查询请求确定自身记录有  $N$  个光网络终端缓存有目标内容，在  $N$  个光网络终端选择目标光网络终端，例如，处理模块 703 可实现图 6 所示实施例中的步骤 603；发送模块 702，还用于向第二 CDN 边缘节点发送目标光网络终端的访问信息，例如，发送模块 702 可实现图 6 所示实施例中的步骤 604。

在一种可能的实现方式中，处理模块 703，用于基于  $N$  个光网络终端的负载、下行使用带宽、缓存的内容的总数量、存储空间、中央处理器 CPU 利用率中的一者或任意组合在  $N$  个光网络终端选择目标光网络终端。

在一种可能的实现方式中，光网络控制中心与  $K$  个光网络终端连接，处理模块 703，还用于与多个 CDN 边缘节点同步目标内容的请求次数，基于请求次数从  $K$  个光网络终端中选择  $N$  个光网络终端，其中，请求次数越多， $N$  的数值越大， $K$  为大于  $N$  的正整数。

图 8 为本申请实施例提供的光网络终端的一个结构示意图，该光网络终端为 CDN 系统所包含的多个光网络终端中的其中一个，且 CDN 系统还包括：CDN 中心节点、多个 CDN 边缘节点以及光网络控制中心，如图 8 所示，该光网络终端包括：

接收模块 801，用于接收光网络控制中心发送的针对第一 CDN 边缘节点中缓存的目标内容的内容拉取指令；从第一 CDN 边缘节点获取目标内容进行缓存；例如，接收模块 801 用于实现图 5 所示实施例中的步骤 506 和步骤 507。

发送模块 802，用于向光网络控制中心发送缓存成功通知；例如，发送模块 802 用于实现图 5 所示实施例中的步骤 508。

接收模块 801，还用于接收第二客户端发送的目标内容获取请求；例如，接收模块 801 用于实现图 6 所示实施例中的步骤 606。

发送模块 802，还用于基于目标内容获取请求向第二客户端发送目标内容。例如，发送模块 802 用于实现图 6 所示实施例中的步骤 607。

本申请实施例提供的 CDN 系统包括：CDN 中心节点、多个 CDN 边缘节点、光网络控制中心和多个光网络终端。多个 CDN 边缘节点中的第二 CDN 边缘节点在确定自身未缓存有第二客户端所请求的目标内容后，向光网络控制中心发送第二查询请求。接着，光网络控制中心基于第二查询请求，检测是否存在存储有目标内容的光网络终端。由于已记录 N 个光网络终端设备缓存有目标内容，故光网络控制中心可在这 N 个光网络设备中选定目标光网络设备，并向第二 CDN 边缘节点发送目标光网络设备的访问信息。然后，第二 CDN 边缘节点可向第二客户端发送目标光网络设备的访问信息，以使得第二客户端基于该访问信息，从目标光网络设备处获取目标内容。前述过程中，由于目标光网络终端可为运营商特制的设备（即光网络终端对于运营商而言，是可见的），故运营商可为目标光网络终端设置新的专属 WAN 口，并为该 WAN 口配置一定的带宽资源。那么，目标光网络终端可通过该专属 WAN 口，与客户端实现通信，享用专属 WAN 口的带宽资源，不会占用用户家用的带宽资源，从而不影响用户上网的体验。

需要说明的是，上述装置各模块/单元之间的信息交互、实现过程等内容，由于与本申请方法实施例基于同一构思，其带来的技术效果与本申请方法实施例相同，具体内容可参考本申请实施例前述所示的方法实施例中的叙述，此处不再赘述。

图 9 为本申请实施例提供的光网络控制中心的另一结构示意图。如图 9 所示，光网络控制中心的一个实施例可以包括一个或一个以上中央处理器 901，存储器 902，输入输出接口 903，有线或无线网络接口 904，电源 905。

存储器 902 可以是短暂存储或持久存储。更进一步地，中央处理器 901 可以配置为与存储器 902 通信，在光网络控制中心上执行存储器 902 中的一系列指令操作。

本实施例中，中央处理器 901 可以执行前述图 5 或图 6 所示实施例中光网络控制中心所执行的操作，具体此处不再赘述。

本实施例中，中央处理器 901 中的具体功能模块划分可以与前述图 7 中所描述的接收模块、检测模块、控制模块、发送模块、第一设置模块、重定向模块、追加模块和第二设置模块等模块的划分方式类似，此处不再赘述。

图 10 为本申请实施例提供的光网络终端的另一结构示意图。如图 10 所示，光网络终端的一个实施例可以包括一个或一个以上中央处理器 1001，存储器 1002，输入输出接口 1003，有线或无线网络接口 1004，电源 1005。

存储器 1002 可以是短暂存储或持久存储。更进一步地，中央处理器 1001 可以配置为与存储器 1002 通信，在光网络终端上执行存储器 1002 中的一系列指令操作。

本实施例中，中央处理器 1001 可以执行前述图 5 或图 6 所示实施例中光网络终端所执行的操作，具体此处不再赘述。

本实施例中，中央处理器 1001 中的具体功能模块划分可以与前述图 8 中所描述的接收模块、拉取模块、发送模块和提供发送模块等模块的划分方式类似，此处不再赘述。

本申请实施例还涉及一种计算机存储介质，包括计算机可读指令，当所述计算机可读指令被执行时，实现如图 5 或图 6 所示实施例中光网络控制中心所执行的步骤，或，实现如图 5 或图 6 所示实施例中光网络终端所执行的步骤。

本申请实施例还涉及一种包含指令的计算机程序产品，当其在计算机上运行时，使得计算机实现如图 5 或图 6 所示实施例中光网络控制中心所执行的步骤，或，实现如图 5 或图 6 所示实施例中光网络终端所执行的步骤。

所属领域的技术人员可以清楚地了解到，为描述的方便和简洁，上述描述的系统，装置和单元的具体工作过程，可以参考前述方法实施例中的对应过程，在此不再赘述。

在本申请所提供的几个实施例中，应该理解到，所揭露的系统，装置和方法，可以通过其它的方式实现。例如，以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的，例如，所述单元的划分，仅仅为一种逻辑功能划分，实际实现时可以有另外的划分方式，例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统，或一些特征可以忽略，或不执行。另一点，所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口，装置或单元的间接耦合或通信连接，可以是电性，机械或其它的形式。

所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的，作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

另外，在本申请各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中，也可以是各个单元单独物理存在，也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现，也可以采用软件功能单元的形式实现。

所述集成的单元如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用时，可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解，本申请的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的全部或部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品存储在一个存储介质中，包括若干指令用以使得一台计算机设备（可以是个人计算机，服务器，或者网络设备）执行本申请各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括：U 盘、移动硬盘、只读存储器（read-only memory, ROM）、随机存取存储器（random access memory, RAM）、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

## 权 利 要 求

1. 一种与光网络终端结合的内容分发网络 CDN 系统，其特征在于，所述系统包括：

多个 CDN 边缘节点，所述多个 CDN 边缘节点中的第一 CDN 边缘节点用于接收第一客户端发送的第一内容请求，在确定自身没有缓存有所述第一内容请求所请求的目标内容的情况下，向光网络控制中心发送针对所述目标内容的第一查询请求；

所述光网络控制中心，用于基于所述第一查询请求通知所述第一 CDN 边缘节点向 CDN 中心节点请求所述目标内容；

所述第一 CDN 边缘节点，用于从所述 CDN 中心节点获取所述目标内容；

所述光网络控制中心，还用于发送针对所述第一 CDN 边缘节点中缓存的目标内容的内容拉取指令至 N 个光网络终端，其中 N 为大于 0 的正整数；

所述 N 个光网络终端，用于基于所述内容拉取指令，分别从所述第一 CDN 边缘节点获取所述目标内容进行缓存并分别向所述光网络控制中心发送缓存成功通知；

所述光网络控制中心，还用于根据所述缓存成功通知记录所述 N 个光网络终端缓存有所述目标内容。

2. 根据权利要求 1 所述的系统，其特征在于，

所述多个 CDN 边缘节点中的第二 CDN 边缘节点，用于接收第二客户端送的第二内容请求，在确定自身没有缓存有所述第二内容请求所请求的目标内容的情况下，向所述光网络控制中心发送针对所述目标内容的第二查询请求；

所述光网络控制中心，还用于基于所述第二查询请求确定自身记录有所述 N 个光网络终端缓存有所述目标内容，在所述 N 个光网络终端选择目标光网络终端，向所述第二 CDN 边缘节点发送目标光网络终端的访问信息；

所述第二 CDN 边缘节点，还用于向所述第二客户端发送所述访问信息，所述访问信息用于指示所述第二客户端从所述目标光网络终端获取所述目标内容。

3. 根据权利要求 2 所述的系统，其特征在于，

所述光网络控制中心，用于基于所述 N 个光网络终端的负载、下行使用带宽、缓存的内容的总数量、存储空间、中央处理器 CPU 利用率中的一者或任意组合在所述 N 个光网络终端选择所述目标光网络终端。

4. 根据权利要求 1 至 3 任一项所述的系统，其特征在于，所述光网络控制中心与 K 个光网络终端连接；

所述光网络控制中心，还用于与所述多个 CDN 边缘节点同步所述目标内容的请求次数，基于所述请求次数从 K 个光网络终端中选择所述 N 个光网络终端，其中，请求次数越多，N 的数值越大，K 为大于 N 的正整数。

5. 根据权利要求 1 至 4 任一项所述的系统，其特征在于，

所述第一 CDN 边缘节点，用于从所述 CDN 中心节点获取所述目标内容之后，缓存所述目标内容，并发送所述目标内容至所述第一客户端。

6. 一种与光网络终端结合的内容分发网络 CDN 系统，其特征在于，所述系统包括：

多个 CDN 边缘节点，所述多个 CDN 边缘节点中的第二 CDN 边缘节点用于接收第二客户端送的第二内容请求，在确定自身没有缓存有所述第二内容请求所请求的目标内容的情况下，

向所述光网络控制中心发送针对所述目标内容的第二查询请求；

所述光网络控制中心，用于基于所述第二查询请求确定自身记录有所述 N 个光网络终端缓存有所述目标内容，在所述 N 个光网络终端选择目标光网络终端，向所述第二 CDN 边缘节点发送目标光网络终端的访问信息；

所述第二 CDN 边缘节点，还用于向所述第二客户端发送所述访问信息，所述访问信息用于指示所述第二客户端从所述目标光网络终端获取所述目标内容。

7. 根据权利要求 6 所述的系统，其特征在于，

所述光网络控制中心，用于与 K 个光网络终端连接，并与所述多个 CDN 边缘节点同步所述目标内容的请求次数，基于所述请求次数从 K 个光网络终端中选择所述 N 个光网络终端，其中，请求次数越多，N 的数值越大，K 为大于 N 的正整数。

8. 根据权利要求 6 或 7 所述的系统，其特征在于，

第一 CDN 边缘节点，用于从所述 CDN 中心节点获取所述目标内容之后，缓存所述目标内容，并发送所述目标内容至所述第一客户端。

9. 一种基于光网络终端的内容分发方法，其特征在于，所述方法包括：

所述光网络终端接收光网络控制中心发送的针对第一 CDN 边缘节点中缓存的目标内容的内容拉取指令，从所述第一 CDN 边缘节点获取所述目标内容进行缓存并向所述光网络控制中心发送缓存成功通知；

所述光网络终端接收第二客户端发送的目标内容获取请求，基于所述目标内容获取请求向所述第二客户端发送所述目标内容。

10. 一种基于光网络控制中心的内容分发方法，其特征在于，所述方法包括：

所述光网络控制中心接收第一 CDN 边缘节点发送的针对所述目标内容的第一查询请求；

所述光网络控制中心基于所述第一查询请求通知所述第一 CDN 边缘节点向 CDN 中心节点请求所述目标内容；

所述光网络控制中心发送针对所述第一 CDN 边缘节点中缓存的目标内容的内容拉取指令至 N 个光网络终端，其中 N 为大于 0 的正整数；

所述光网络控制中心根据所述 N 个光网络终端发送的缓存成功通知，记录所述 N 个光网络终端缓存有所述目标内容。

11. 根据权利要求 10 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述光网络控制中心接收第二 CDN 节点发送的针对所述目标内容的第二查询请求；

所述光网络控制中心基于所述第二查询请求确定自身记录有所述 N 个光网络终端缓存有所述目标内容，在所述 N 个光网络终端选择目标光网络终端，向所述第二 CDN 边缘节点发送目标光网络终端的访问信息。

12. 根据权利要求 11 所述的方法，其特征在于，所述光网络控制中心在所述 N 个光网络终端选择目标光网络终端包括：

所述光网络控制中心基于所述 N 个光网络终端的负载、下行使用带宽、缓存的内容的总数量、存储空间、中央处理器 CPU 利用率中的一者或任意组合在所述 N 个光网络终端选择目标光网络终端。

13. 根据权利要求 10 至 12 任一项所述的方法，其特征在于，所述光网络控制中心与 K 个

光网络终端连接，所述方法还包括：

所述光网络控制中心与所述多个 CDN 边缘节点同步所述目标内容的请求次数，基于所述请求次数从所述 K 个光网络终端中选择所述 N 个光网络终端，其中，请求次数越多，N 的数值越大，K 为大于 N 的正整数。

14. 一种光网络终端，其特征在于，所述光网络终端包括：

接收模块，用于接收光网络控制中心发送的针对第一 CDN 边缘节点中缓存的目标内容的内容拉取指令；从所述第一 CDN 边缘节点获取所述目标内容进行缓存；

发送模块，用于向所述光网络控制中心发送缓存成功通知；

所述接收模块，还用于接收第二客户端发送的目标内容获取请求；

所述发送模块，还用于基于所述目标内容获取请求向所述第二客户端发送所述目标内容。

15. 一种光网络控制中心，其特征在于，所述光网络控制中心包括：

接收模块，用于接收第一 CDN 边缘节点发送的针对所述目标内容的第一查询请求；

发送模块，用于基于所述第一查询请求通知所述第一 CDN 边缘节点向 CDN 中心节点请求所述目标内容；

所述发送模块，还用于发送针对所述第一 CDN 边缘节点中缓存的目标内容的内容拉取指令至 N 个光网络终端，其中 N 为大于 0 的正整数；

所述接收模块，还用于接收所述 N 个光网络终端发送的缓存成功通知；

处理模块，用于根据所述缓存成功通知，记录所述 N 个光网络终端缓存有所述目标内容。

16. 根据权利要求 15 所述的光网络控制中心，其特征在于，

所述接收模块，还用于接收第二 CDN 节点发送的针对所述目标内容的第二查询请求；

所述处理模块，还用于基于所述第二查询请求确定自身记录有所述 N 个光网络终端缓存有所述目标内容，在所述 N 个光网络终端选择目标光网络终端；

所述发送模块，还用于向所述第二 CDN 边缘节点发送目标光网络终端的访问信息。

17. 根据权利要求 16 所述的光网络控制中心，其特征在于，所述处理模块，用于基于所述 N 个光网络终端的负载、下行使用带宽、缓存的内容的总数量、存储空间、中央处理器 CPU 利用率中的一者或任意组合在所述 N 个光网络终端选择目标光网络终端。

18. 根据权利要求 15 至 17 任一项所述的光网络控制中心，其特征在于，所述光网络控制中心与 K 个光网络终端连接，所述处理模块，还用于与所述多个 CDN 边缘节点同步所述目标内容的请求次数，基于所述请求次数从所述 K 个光网络终端中选择所述 N 个光网络终端，其中，请求次数越多，N 的数值越大，K 为大于 N 的正整数。

19. 一种光网络终端，其特征在于，所述光网络终端包括存储器和处理器；

所述存储器存储有代码，所述处理器被配置为执行所述代码，当所述代码被执行时，所述光网络终端执行如权利要求 9 所述的方法。

20. 一种光网络控制中心，其特征在于，所述光网络控制中心包括存储器和处理器；

所述存储器存储有代码，所述处理器被配置为执行所述代码，当所述代码被执行时，所述光网络控制中心执行如权利要求 10 至 13 任一项所述的方法。

21. 一种计算机存储介质，其特征在于，所述计算机存储介质存储有计算机程序，该程序由计算机执行时，使得所述计算机实施权利要求 9 至 13 任一项所述的方法。

22. 一种计算机程序产品，其特征在于，所述计算机程序产品存储有指令，所述指令在由计算机执行时，使得所述计算机实施权利要求 9 至 13 任一项所述的方法。