

国际电信联盟

ITU-T

国际电信联盟
电信标准化部门

L.1310

(08/2014)

L系列：电缆和外部设备及其它组件的结构、
安装和保护

电信设备能效计量标准和测量方法

ITU-T L.1310 建议书

ITU-T L.1310 建议书

电信设备能效计量标准和测量方法

摘要

ITU-T L.1310建议书包含了评估电信设备能量效率所需要的能量效率计量测试程序、方法和测量规范。

能量效率计量标准和测量方法是为电信网络设备和小型网络设备规定的。

这些计量标准可供进行同类别的设备比较，如采用相同技术的设备。

不同类别设备的比较超出了本建议书的范围。

历史沿革

版本	建议书	批准日期	研究组	唯一识别码*
1.0	ITU-T L.1310	2012-11-06	5	11.1002/1000/11639
2.0	ITU-T L.1310	2014-08-22	5	11.1002/1000/12205

关键词

能源效率、方法、计量标准。

* 欲查阅建议书，请在您的网络浏览器地址域键入URL <http://handle.itu.int/>，随后输入建议书的唯一识别码，例如，<http://handle.itu.int/11.1002/1000/11830-en>。

前言

国际电信联盟（ITU）是从事电信和信息通信技术（ICT）领域工作的联合国专门机构。国际电信联盟电信标准化局（ITU-T）是国际电信联盟的常设机构，负责研究技术、操作和资费问题，并且为在世界范围内实现电信标准化，发表有关上述研究项目的建议书。

每四年一届的世界电信标准化全会（WTSA）确定ITU-T各研究组的研究课题，再由各研究组制定有关这些课题的建议书。

WTSA第1号决议规定了批准建议书须遵循的程序。

属ITU-T研究范围的某些信息技术领域的必要标准，是与国际标准化组织（ISO）和国际电工技术委员会（IEC）合作制定的。

注

本建议书为简明扼要起见而使用的“主管部门”一词，既指电信主管部门，又指经认可的运营机构。

遵守本建议书的规定是以自愿为基础的，但建议书可能包含某些强制性条款（以确保例如互操作性或适用性等），只有满足所有强制性条款的规定，才能达到遵守建议书的目的。“应该”或“必须”等其它一些强制性用语及其否定形式被用于表达特定要求。使用此类用语不表示要求任何一方遵守本建议书。

知识产权

国际电联提请注意：本建议书的应用或实施可能涉及使用已申报的知识产权。国际电联对无论是其成员还是建议书制定程序之外的其它机构提出的有关已申报的知识产权的证据、有效性或适用性不表示意见。

至本建议书批准之日止，国际电联尚未收到实施本建议书可能需要的受专利保护的知识产权的通知。但需要提醒实施者注意的是，这可能并非最新信息，因此特大力提倡他们通过下列网址查询电信标准化局（TSB）的专利数据库：<http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>。

© 国际电联 2017

版权所有。未经国际电联事先书面许可，不得以任何手段复制本出版物的任何部分。

目录

	页码
1 范围	1
2 参考文献	1
3 定义	1
3.1 他处定义的术语	1
3.2 本建议书定义的术语	2
4 缩写词和首字母缩略语	2
5 惯例	4
6 计量标准定义	4
6.1 综述	4
6.2 能效层次	4
6.3 与负载成比例的效率	5
6.4 计量标准强健性	5
6.5 计量标准和设备模块化	5
7 一般测试方法	5
7.1 环境条件	5
7.2 电力条件	6
7.3 计量要求	6
8 报告格式	6
9 DSLAM、MSAM GPON GEPON设备	7
9.1 DSLAM、MSAM GPON GEPON设备的计量标准	7
9.2 宽带接入技术设备的测试方法	7
10 无线接入技术	8
10.1 无线接入技术的计量标准	9
10.2 无线接入技术的测量方法	9
11 路由器、以太网交换机	9
11.1 路由器和以太网交换机的计量标准	9
11.2 路由器和分组交换机（以太网、MPLS等）的测试方法	10
12 小型网络装置的能效计量标准	10
12.1 小型网络装置的计量标准	10
12.2 小型网络装置的测试方法	11
13 WDM/TDM/OTN传送MUX/交换机	11
13.1 WDM/TDM/OTN传送MUX/交换机的计量标准	11
13.2 WDM/TDM/OTN传送MUX/交换机的测试方法	11
14 融合分组光设备	11
14.1 融合分组光设备的计量标准	11
14.2 融合分组光设备的测试方法	12

附件A – 具有分组信号和TDM信号双重功能的融合分组光设备 的度量和测量方法.....	13
A.1 设备定义	13
A.2 能效度量	15
A.3 测量方法	16
附件B – 具有分组信号、TDM信号和WDM信号功能的融合分组光设备 的度量和测量方法	18
B.1 设备定义	18
B.2 能效度量	18
B.3 测量方法	21
附录I – 有线接入技术的备选度量	24
I.1 DSLAM和MSAN网络设备.....	24
I.2 GPON OLT网络设备	25
I.3 GEAPON OLT网络设备	25
附录II – 路由器和交换机的备用度量	26
II.1 支持睡眠（备份）模式的路由器和交换机	26
II.2 测量方法	27
II.3 报告明确功率状态的路由器和交换机	27
参考资料.....	28

引言

一般而言，能量效率被定义为承载相同功能单位的两个不同能量消耗值之间的比（即，有用工作（能量）与总工作（能量）之比）。这一定义无法轻而易举地应用于电信系统，因为该定义未考虑到得到测量的电信设备的性能。

因此，在本建议书中，能量效率将被定义为一件设备的具体功能单位（即，电信有用工作）与该设备能量消耗之间的关系。例如，如果传输时间和频率带宽是固定的，那么可以以更少能量（以焦耳表示）传送更多数据（以比特表示）的电信设备就是能效更高的设备。

为此，将定义可针对某一设备能耗评估其性能的计量标准。

为了便于对计量标准进行测量，通常进行功率而非能耗的测量，因为这两种量由时间相关联。

ITU-T L.1310 建议书

电信设备能效计量标准和测量方法

1 范围

本建议书规定电信网络设备的能效计量原则和概念以及测量方法。

本建议书还确定了用于家庭和小型企业的小型网络设备的能效计量原则和概念以及测量方法。

2 参考文献

下列ITU-T建议书和其他参考文献的条款，在本建议书中的引用而构成本建议书的条款。在出版时，所指出的版本是有效的。所有的建议书和其他参考文献均会得到修订，本建议书的使用者应查证是否有可能使用下列建议书或其他参考文献的最新版本。当前有效的ITU-T建议书清单定期出版。本建议书引用的文件自成一体时不具备建议书的地位。

- [ATIS-0600015.02.2009] ATIS-0600015.02.2009, *Energy Efficiency for Telecommunication Equipment: Methodology for Measurement and Reporting – Transport Requirements.*
- [ATIS-0600015.03.2013] ATIS-0600015.03.2009, *Energy Efficiency for Telecommunications Equipment: Methodology for Measurement and Reporting for Router and Ethernet Switch Products.*
- [ETSI ES 203 215] ETSI ES 203 215 V1.2.1 (2011), *Environmental Engineering (EE) Measurement Methods and Limits for Power Consumption in Broadband Telecommunication Networks Equipment.*
- [ETSI TS 102 706] ETSI TS 102 706 V1.3.1 (2013-07), *Environmental Engineering (EE) Measurement method for energy efficiency of wireless access network equipment.*
- [ISO 14040] ISO 14040 (2006), *Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework.*
- [ISO/IEC 17025] ISO/IEC 17025:2005, *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories.*

3 定义

3.1 他处定义的术语

无。

3.2 本建议书定义的术语

本建议书定义了下列术语：

3.2.1 活跃模式：对于小型网络设备而言，这是所有端口（WAN和LAN）都得到连接的运行模式，如果还提供Wi-Fi功能，则至少有一条Wi-Fi连接。

3.2.2 能量：“用于做工的能力”。在电信系统中，如果主要能量来源是电，则能量以焦耳测量（表示）。

3.2.3 功能单位（以 [ISO 14040] 为基础）：得到分析的系统性能再现。例如，传送设备的功能单位是信息传送量、信息传送距离及其以千兆比/秒（Gbit/s）表示的速率。有时该术语用于表明有用输出或工作。

3.2.4 闲置模式：对于小型网络设备而言，这与活跃模式相同，但没有在使用的用户数据流量（并非为零流量，因为存在业务和协议支持流量），尽管数据流量已准备就绪，被得到使用（路由器部分的U1）。

3.2.5 低功率（休眠）模式：对于小型网络设备而言，这意味着装置发现在一特定时间段内没有用户活动、因此降低能耗的状态。在此状态中，没有面向用户的LAN端口得到连接；Wi-Fi处于活跃状态，但并无客户连接。WAN端口可能处于不活跃状态。装置如果发现用户端口或装置有连接即会重新激活。

3.2.6 小型网络装置：带有固定硬件配置的网络装置，目的是用于家庭/住宅或小型办公室，端口少于12个。可在该装置上实施无线功能。无线功能不可被视作是一个端口。

4 缩写词和首字母缩略语

本建议书采用以下缩写词和首字母缩略语：

AC	交流电
ADSL2+	非对称数字用户线路2收发信机扩展带宽
BSC	基站控制器
BTS	收发信机基站
CDMA	码分多址
DC	直流电
DSLAM	数字用户线路接入多路复用器
EDGE	GSM演进增强数据
EER	能效比
GEPON	千兆比以太网无源光网络
GPON	千兆比无源光网络
GSM	全球移动通信系统
HSPA	高速分组接入
IF	接口
IMIX	互联网MIX流量
LAN	局域网

LTE	长期演进
MAC	媒介接入控制
MPLS	多协议标签交换
MSAN	多业务接入节点
NNI	网络到网络接口
OADM	光分插复用器
OC	光载波
OLT	光线路终接
ONT	光网络终接
OTN	光传送网
OTU	光传送单元
OXC	光交叉连接
P2P	点对点
PF	功率因数
PON	无源光网络
PONIF	无源光网络接口
POTS	普通电话业务
PSU	供电单元
ROADM	可重新配置光分插复用器
RBS	无线电基站
RNC	无线电网络控制器
SDH	同步数字系列
SONET	同步光网络
STM	同步传送模块
SW	交换机
TDM	时分多路复用
TEER	电信能效比
UNI	用户网络接口
VDSL2	甚高比特率数字用户线路
WAN	广域网
WCDMA	宽带码分多址
WDM	波分复用
WiMAX	微波接入全球互操作性

5 惯例

在本建议书中，“能耗”一词用于描述电信系统内的功能单位输入能量和浪费能量的转换。

为使各方面工作切实可行，假设电信系统装置作为单一实体工作，计量标准旨在估算整个电信装置中输入能量的总效率。

在本建议书中，“能效”一词用以说明电信设备实现能量浪费的最小化能力，尽管在此方面也可使用“功效”一词。

6 计量标准定义

6.1 综述

一般来说，能效计量标准被定义为提供功能单位所需的功能单位与能量之间的比率；计量标准数值越高，设备的效率越高。

反向计量标准 – 能量除以功能单位 – 可作为备选手段得到使用。

以下各节详细说明多种不同电信设备的计量标准定义和测试方法。

能效比（EER）通常被定义为一个计量标准 – 功能单位除以所用能量。不同类型设备有其自身的EER定义。

6.2 能效层次

可在网络层、设备/系统层和构件层面定义能效计量标准。在本建议书中，仅将设备/系统层面的计量标准视为是强制性标准，构件层面的计量标准仅作为建议提出，并非是强制性的。

网络层面的计量标准正在得到研究。

6.2.1 网络层面的能效

网络层面的计量标准用于评估整个网络或其一部分（如运营商的接入网）的能效。通常这些计量标准由运营商用以进行网络的内部评估，或用来进行环境评估。在本建议书中，网络层面计量标准被视为不仅涵盖一个单一产品，而且涵盖由不同互通设备组成的电信网络。

6.2.2 设备/系统层面的能效

设备/系统层面计量标准多数用于使用相同技术的电信设备。这些计量标准旨在在设备/系统层面评估总体效能性能，从测量角度讲，设备或系统被视作是一“单一机盒”或“单一实体”。

6.2.3 构件层面的能效

可在节能设备的设计、开发和生产阶段采用构件层面的计量标准。这些标准将设备视作“开放机盒”并评估其单个组件的能效性能。测量和了解设备内每一组件的能效或能耗情况有助于明确系统中节能方面存在的瓶颈问题和相关关键性组件。不应忘记，除非在设备能效的总体环境下考虑这些计量标准，不然则会导致出现优化不佳情况。

6.3 与负载成比例的效率

有些类别的电信设备（如时分复用（TDM）交换机）的功能单位是静止不动的，不会在活跃使用阶段发生改变。

然而，绝大多数电信装置是在负载变化条件下运行的，其中由于用户需求的不同而测得的功能单位数值是不尽相同的。

在理想情况下，电信装置应能够以与其产生功能单位成比例地降低能耗，但是，考虑到低使用周期以及对此做出的响应，该目标既有挑战也有机遇。

为了在提供这种功能的情况下充分利用这些功能，本建议书将EER确定为与负载成比例的加权计量标准。

6.4 计量标准强健性

为了在计量标准基础上可靠地进行设备比较，应严格按照ITU-T的相关文件及得到参引的标准化文件获得计量标准。

如果由于技术原因无法全面实施本建议书（如，可能没有涵盖新技术，或进行测量比较困难），那么制造商可声明其计量数值。这种声明的计量数值应得到明确无误的确定，且完全不同于通过标准化测量手段获得的数值。

6.5 计量标准和设备模块化

通常电信设备既有固定形式，也有模块形式。模块形式的电信设备可以多种不同方法进行配置，这可能会影响到设备的能效比。在本建议书中，建议采用下列模块方式：

1. 须通过最普通的设置和配置获得模块化电信系统的计量标准。应将这些计量标准与所用电信设备配置一道进行报告。
2. 可通过局部配置获得其它电信设备配置的计量标准。该方法在相关测量程序中得到阐释。（如，在[ATIS-0600015.02.2009]中，这被称作“模块方法”；在[ETSI ES 203 215]中，这被称作“备选方法”）。

7 一般测试方法

7.1 环境条件

7.1.1 温度

应在 $25\pm 3^{\circ}\text{C}$ 的环境温度条件下评估设备。在测试前，该设备应至少在这种环境温度条件下保持运行了三个小时。在测试完成之前，不得改变环境温度。

对于某些类别设备，可能需要进行更多测量，以测试更高/更低温度条件下的设备能效（具体见与设备相关的详细要求）。

7.1.2 湿度

应在30%至75%的相对湿度环境中评估设备。

7.1.3 气压

评估设备场地的气压应在860至1'060 hPa之间。不允许有针对具体目标的空气流，普通室温机房、数据中心或机架冷却除外。

7.2 电力条件

7.2.1 直流电压

为设备供电的直流（DC）电压须在-55.5至-52.5 V（-54 ±1.5 V）之间作出选择。

7.2.2 交流电压和频率

设备输入电压（所有有源馈电）应是规定的标称±5%电压和规定的±1%的频率。如果设备可以在不同标称电压条件下工作，则测量须在规定的标称电压条件下进行。

外部交流电（AC）/DC适配器被视作设备不可或缺的组成部分。

注 – ITU-T正在制定有关AC/DC适配器的建议书；必要时，AC/DC适配器应符合这些建议书。

7.3 计量要求

每一个有源馈电器都应在电线上安装供电（电流）电表，其所需精确度不应低于实际功率电平的±1%。电表应包含对AC馈电功率因数（PF）的纠正功能；如若不然，则也需在测量报告中记录PF。所有能耗计算都是基于测量过程中的多个读数的平均值的。电表应能在每一完整测试周期产生不少于100个的、间隔均等的读数。

所有得到使用的测量仪器均须由相应国家计量机构予以校准，且应在适当的校准日期之内，同时测量容差必须保持在±1%的范围内：

1. 测试中为设备供电的电源须能够至少提供被测试设备的1.5倍的额定功率。
2. 功率测量仪器（如电压计、电流计或功率分析仪）的分辨率须为0.5%或更好。AC功率测量仪器须具备以下最低特性：
 - i) 40 kHz的最低数字化采样率
 - ii) 输入电路的最低带宽为80 kHz
 - iii) 波峰因数至少达到5的波形准确读数能力
 - iv) 功率因数纠正和报告。

8 报告格式

本建议书并不赞同任何具体的报告格式。[ISO/IEC 17025]包含有关测试报告的总体要求。

然而，值得指出，按照该方法收集到的任何结果的目的都是要实现复制。为此，所报告的一系列最少信息（超出一套实际测量结果）应包括下列文件：

- 测试期间使用设备的所有版本软件、硬件板的修订版和装置配置。应披露测试期间为了进行静态重新配置或运行时间查询而对设备使用的所有指令。

- 测试场地的流量生成器/测量工具、馈电器的实际电压和外部（环境）温度条件。
- 应完整说明测试设置，包括拓扑、所提供负载结构的选择以及在可选范围内进行的测试活动。

9 DSLAM、MSAM GPON GEPON设备

9.1 DSLAM、MSAM GPON GEPON设备的计量标准

本节定义数字用户线路接入复用器（DSLAM）、多业务接入节点（MSAN）、千兆比无源光网络（GPON）和千兆比以太网无源光网络（GEPON）设备的设备层面计量标准。本节特别涵盖：

- DSLAM设备
- MSAN设备
- GPON和GEPON光线路终接（OLT）设备。

对于这些设备拓扑而言，最常用的计量标准是 P_{port} ，它将固定负载的端口数量作为一个功能单位。

这一测量标准被假设为系指完全配备配置，同时考虑到使用相同技术的线路卡情况（如，所有非对称数字用户线路2收发信机的拓展带宽（ADSL2+）卡、所有甚高比特率数字用户线路（VDSL2）卡、所有GPON卡、所有普通电话业务（POTS）卡）。此外，这种线路卡必须提及相同的配置文件/状态。

在不同配置文件/状态条件下工作的、带有线路卡的设备须通过每一具体配置文件/状态的不同计量数值确定其特性。

$$P_{port} = P_{EQ} / N_{ports} \text{ [W/port]} \quad (9-1)$$

其中：

P_{EQ} 为全部配置有线网络设备的功率（以瓦特表示），其所有线路卡都在具体配置文件/状态下工作（如所有VDSL2用户线路都为L0状态，所有ADSL2+用户线路都为L2状态）。

N_{ports} 为得到测试的宽带网络设备服务的最大端口数量。

9.2 宽带接入技术设备的测试方法

本节讨论宽带固定接入技术的测量程序。

9.2.1 DSLAM和MSAN网络设备

在测试方法方面，[ETSI ES 203 215]第5.2节所述的设备配置和设置及方法须适用，唯一的变化是本建议书第7节所介绍的一般测量条件。

9.2.2 GPON OLT网络设备

在测试方法方面，[ETSI ES 203 215]第5.2节所述的设备配置和设置及方法须适用，唯一的变化是本建议书第7节所介绍的一般测量条件。

9.2.3 GEPON OLT网络设备

对于OLT而言，1 Gbit/s既用于网络对网络接口（NNI）一侧，也用于无源光网络（PON）一侧，且负载因数使用下列三种设置：

1. 100%负载因数：一种64字节帧连续流动（不间断）的状态
2. 50%负载因数：一种只在50%的时间内有512字节帧流动的状态
3. 0%负载因数：没有帧流动的状态。

此外，在规定负载因数时，须使用数据输入侧规定的负载因数（NNI或用户网络接口（UNI）），见图9-1。

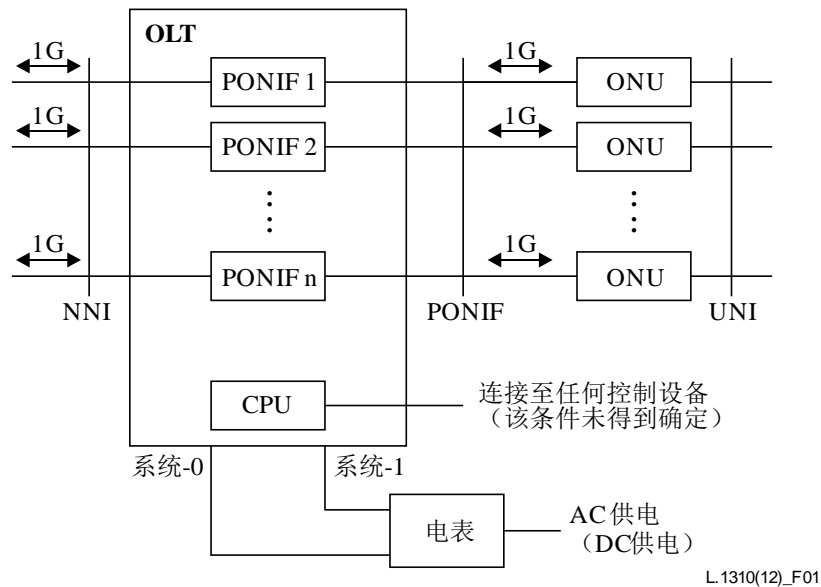


图9-1 – GEPON OLT设备描述

$$P_{EQ} = (100\% \text{负载时的功率} + 50\% \text{负载时的功率} + 0\% \text{负载时的功率}) / 3 \quad (9-2)$$

10 无线接入技术

无线接入技术包含下列无线电接入技术：全球移动通信系统（GSM）/GSM演进增强数据（EDGE）、码分多址（CDMA）、宽带CDMA（WCDMA）、微波接入全球互操作性（WiMAX）和长期演进（LTE）。

无线接入网由一个以上网元、无线电基站（RBS）和控制器等组成。

RBS这一网络构件为一个或多个扇形小区服务，并通过空中接口与移动站进行射频（RF）对接，且还拥有与有线网络基础设施（基站控制器（BSC）、无线电网络控制器（RNC）或移动管理实体）对接的金属或光接口。在本建议书中，RBS可以是收发信机站（BTS）（用于GSM/EDGE和cdma2000）、一个节点B（用于WCDMA/高速分组接入网（HSPA））、一个e节点B（用于LTE）或一个基站（用于WiMAX）。RBS内的控制功能具有与核心网或核心网模拟器对接的接口。

由于RBS能耗是无线接入网络的主要能耗部分，因此本建议书阐明如何计算RBS能效问题，其中在确定无线接入网总功率时，只考虑到RBS的能耗。

在本建议书中，仅考虑了RBS的计量标准。

然而，由于存在于核心网的、RBS外部的功能性也影响到RBS的功率和“有用单位”，因此这些功能性也已得到考虑。

为RBS使用配置文件确定了高、中和低三种负载模式。由于下列原因，有意略去了闲置模式和最大负载模式情况：

- 在实际无线网络中，闲置模式是很少使用的一种状态。RBS至少会传送一个导频和广播信道。
- 通常在网络设计时会避免最大负载。最大负载会在一年中的特殊情况下出现若干次。如果反复出现最大负载情况，那么运营商就需要对容量予以升级。
- 如果不提供充分的更多信息，测试更多模式会增加复杂性和测试时间，而且对平均功耗的影响甚小。

10.1 无线接入技术的计量标准

[ETSI TS 102 706]从覆盖和流量方面定义了RBS的计量标准。

[ETSI TS 102 706]定义了与流量无关和与流量有关的计量标准，分别称作静态和动态测量方法。

10.2 无线接入技术的测量方法

在测试方法方面，[ETSI TS 102 706]所述的设备配置和设置及方法须得到适用，唯一变化是本建议书第7节介绍的一般测量条件。

11 路由器、以太网交换机

11.1 路由器和以太网交换机的计量标准

为路由器和交换机采用的计量标准取决于设备的总吞吐量。关于总吞吐量、测试拓扑和流量规律的解释见[ATIS-0600015.03.2013]。

本节阐述被归类为企业、服务提供商和分支机构路由器及以太网交换设备的设备。

所提议的计量标准为：

$$EER = T_i / P_w \quad [\text{Mbit/ss/W}] \quad (11-1)$$

其中：

T_i 为加权吞吐量

P_w 为加权功率（能耗率）

$$T_i = a \times T_{u1} + b \times T_{u2} + c \times T_{u3} \quad (11-2)$$

$$P_w = a \times P_{u1} + b \times P_{u2} + c \times P_{u3} \quad (11-3)$$

其中：

(a, b, c) = 使用程度的相对加权，其中 $a + b + c = 1$ ；见表11.1和11.2。

(P_{u1} , P_{u2} , P_{u3}) = 在各使用程度测得的功率

(T_{u1} , T_{u2} , T_{u3}) = 在各使用程度测得的吞吐量，见表11.1和11.2。

**表11.1 – 路由设备的等级确定、EER计算参数
和负载配置文件**

等级	代表性 使用程度	用于能量 测量的 用量百分比, u1、u2、u3	加权倍数 a、b、c	流量配置文件, 简单IMIX
接入路由器	1-3%	0, 10, 100	a=0.1, b=0.8, c=0.1	(IPv4)
边缘路由器	3-6%	0, 10, 100	a=0.1, b=0.8, c=0.1	IPv4/6/MPLS
核心路由器	20-30%	0, 30, 100	a=0.1, b=0.8, c=0.1	IPv4/6/MPLS

**表11.2 – 以太网交换设备的等级确定、EER计算参数
和负载配置文件**

等级	代表性 使用程度	用于能量 测量的 用量百分比, u1、u2、u3	加权倍数 a、b、c	流量配置文件, 简单IMIX, 单播
接入	1-3%	0, 10, 100	a=0.1, b=0.8, c=0.1	以太网
高速接入	5-8%	0, 10, 100	a=0.1, b=0.8, c=0.1	以太网
分布/汇集	10-15%	0, 10, 100	a=0.1, b=0.8, c=0.1	以太网
核心	15-20%	0, 30, 100	a=0.1, b=0.8, c=0.1	以太网
数据中心	12-18%	0, 30, 100	a=0.1, b=0.8, c=0.1	以太网

[ATIS-0600015.03.2013]介绍完整测试方法。[ATIS-0600015.03.2013]确定了加权倍数a、b、c，同时考虑到了一天当中的平均流量分布情况。

11.2 路由器和分组交换机（以太网、MPLS等）的测试方法

在测试方法方面，[ATIS-0600015.03.2009]所述的设备配置和设置及方法须得到适用，唯一变化是本建议书第7节介绍的一般测量条件。

12 小型网络装置的能效计量标准

12.1 小型网络装置的计量标准

小型网络装置的计量标准的目的是用于家庭/住宅或小型办公室的装置：

$$EER = \frac{0.35T_{idle} + 0.5T_{lowpower} + 0.15T_{Maximum}}{0.35P_{idle} + 0.5P_{lowpower} + 0.15P_{Maximum}} \quad (\text{兆比特/秒/W}) \quad (12-1)$$

对于对距离敏感的吞吐量的接口（T），这被确定为：

$$T = 0.5(T_{20\% \text{ 最大距离}} + T_{80\% \text{ 最大距离}}) \quad (12-2)$$

吞吐量：对于小型网络设备而言，这是广域网（WAN）与局域网（LAN）入口方向端口之间的最大非引入（non-drop）数据速率。

线路速率/速度：对于小型网络设备而言，这是可实现的最大发射/接收比特数量。

须在5分钟时间范围内对功率进行平均，同时每三十秒进行一次测量。在闲置功率状态下，须通过用户接口发送IP声脉冲（ping）。

12.2 小型网络装置的测试方法

[ATIS-0600015.03.2013]第6.4.1节为“网络/上行链路”和“接入/下行链路”配置阐明了测量最大吞吐量所采用的参考方法。

在参考到[ATIS-0600015.03.2009]第6.5节的情况下，测试方法如下：

步骤1：鉴定

应按照[ATIS-0600015.03.2013]第6.5.1节所述的方法测量小型网络设备。

步骤2：全负载

应按照[ATIS-0600015.03.2009]第6.5.2节所述的方法测量小型网络设备。

步骤3：使用程度

[ATIS-0600015.03.2013]所述的本步骤不得适用于小型网络设备。

步骤4：闲置负载

应按照[ATIS-0600015.03.2009]第6.5.3节所述的方法测量小型网络设备。

步骤5：低功率（休眠）

根据具体实施情况，可激活低功率（休眠）模式。在激活该模式后的15分钟过程中，将测量和记录功率，之后在等式12-1中计算和使用平均功率。

制造商须声明如何激活低功率（休眠）模式，如，断开LAN端口的连接。

在测试报告中将记录激活方式方法。

13 WDM/TDM/OTN传送MUX/交换机

13.1 WDM/TDM/OTN传送MUX/交换机的计量标准

[ATIS-0600015.02.2009]确定了传送设备的计量标准，不包括微波无线电设备。

13.2 WDM/TDM/OTN传送MUX/交换机的测试方法

在测试方法方面，[ATIS-0600015.02.2009]所述的设备配置和设置及方法须得到适用，唯一变化是本建议书第7节介绍的一般测量条件。

14 融合分组光设备

14.1 融合分组光设备的计量标准

附件A确定了带有分组信号和TDM信号功能的融合分组光设备的计量标准。

附件B定义了带有分组信号、TDM信号和波分复用（WDM）信号功能的融合分组光设备的计量标准。

14.2 融合分组光设备的测试方法

14.2.1 带有分组信号和TDM信号功能的融合分组光设备的测试方法

在测试方法方面，须采用附件A所述的设备配置和设置以及相关方法，唯一的变化是第7节所述的一般测量条件。

14.2.2 带有分组信号、TDM信号和WDM信号功能的融合分组光设备的测试方法

在测试方法方面，须采用附件B所述的设备配置和设置以及相关方法，唯一的变化是第7节所述的一般测量条件。

附件A

具有分组信号和TDM信号双重功能的融合分组光设备的度量和测量方法

(本附件是本建议书的组成部分)

A.1 设备定义

融合的分组光设备I指传送（交换）诸如分组信号和TDM信号等多类信号的一类传送设备。

这些信号类型须定义如下：

分组信号：包含通过ISO OSI 2层（数据链路层）转接的媒体接入控制（MAC）地址和通过ISO OSI 3层（网络层）转接的IP地址或具有路由信息的标签的信号。

TDM信号：诸如同步数字系列（SDH）/同步光网（SONET）/光传送网（OTN）中定义的同步传送模块（STM）-n/OC-n/光传送单元（OTU）-n信号等TDM信号以及通过电话线传送图像或语音的模拟信号。

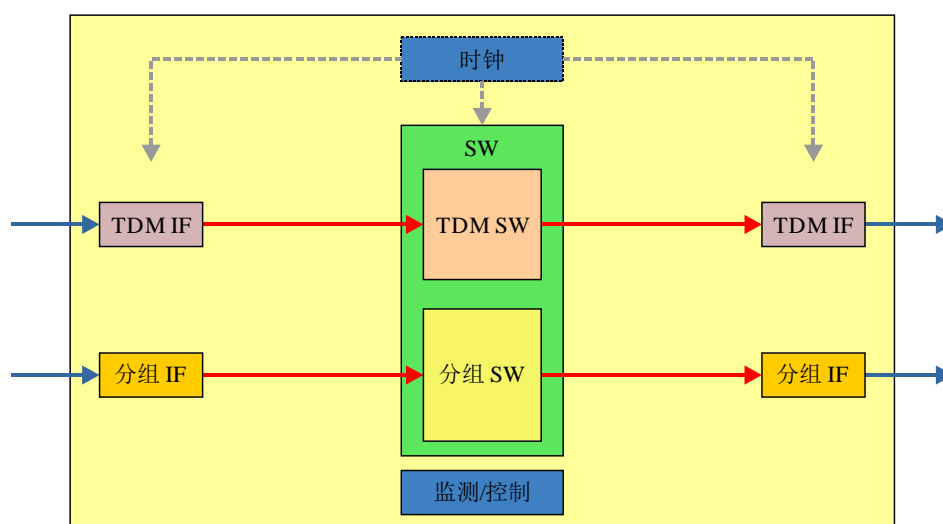
本建议书的范围须包含以下四个配置模型。

模型I：在此配置中，双向的TDM信号和分组信号独立交换。

模型II：在此配置中，一些TDM信号转为包，并通过分组交换机交换，或一些分组信号被拆包并通过TDM交换机交换。

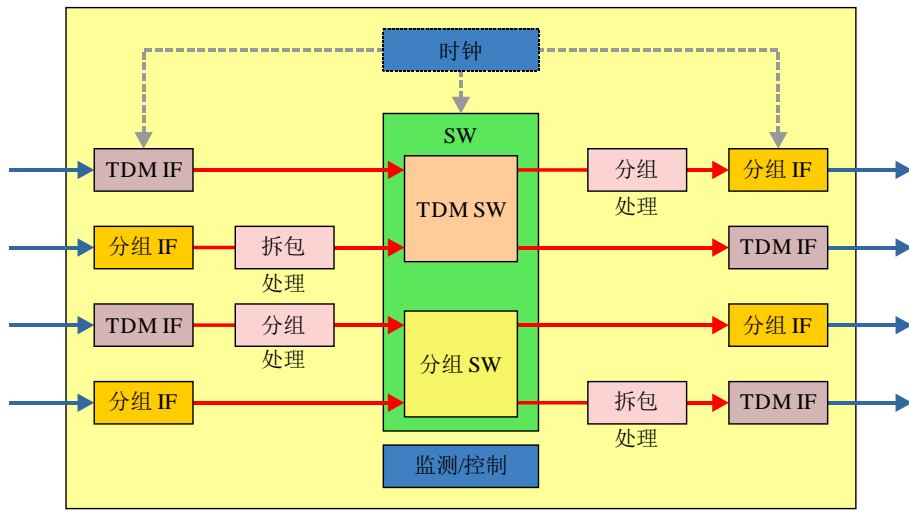
模型III：在此配置中，所有TDM信号均转换为分组信号并通过分组交换机交换。

模型IV：在此配置中，所有分组信号被拆包并通过TDM交换机交换。



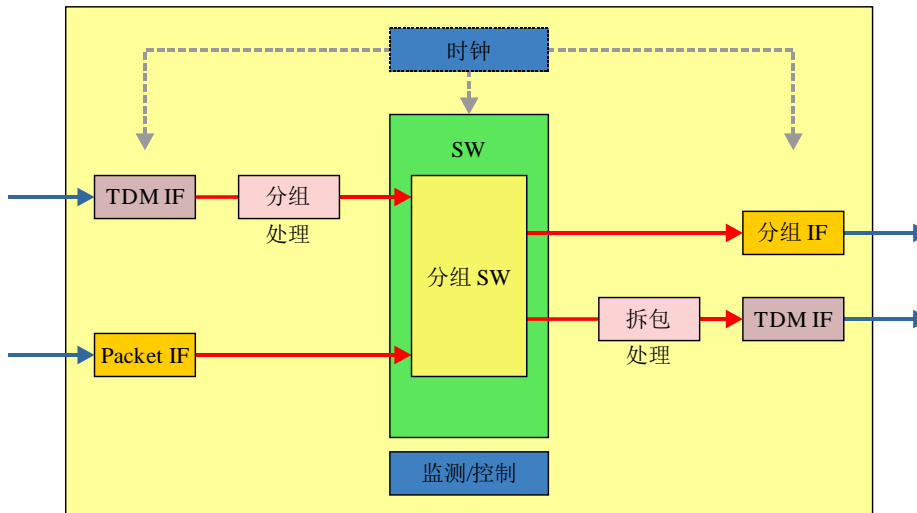
L.1310(14)_FA.1

图 A.1 – 融合的分组光设备I配置（模型I）



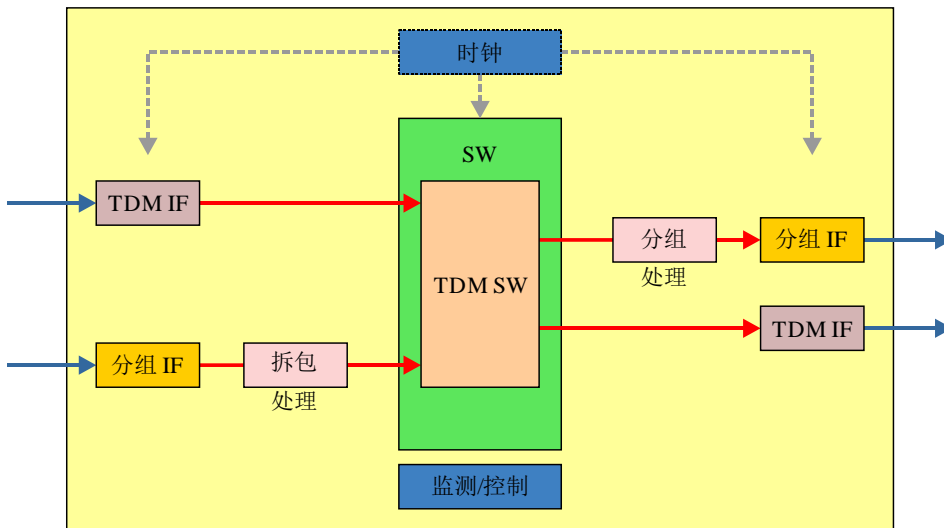
L.1310(14)_FA.2

图 A.2 – 融合的分组光设备I配置（模型II）



L.1310(14)_FA.3

图 A.3 – 融合的分组光设备I配置（模型III）



L.1310(14)_FA.4

图 A.4 – 融合的分组光设备I配置（模型IV）

A.2 能效度量

融合的分组设备度量须为平均功耗的最大吞吐量。

由电信行业解决方案联盟（ATIS）设计的传送设备度量（电信能效比（TEER））如下：

$$\begin{aligned} \text{TEER}_{\text{CERT}} &= D_{\text{TEER}} / P_{\text{TEER-CERT}} \\ &= \sum D_i / \{(P_{\text{CERT-0}} + P_{\text{CERT-50}} + P_{\text{CERT-100}})/3\} \end{aligned} \quad (\text{A-1})$$

其中：

$\text{TEER}_{\text{CERT}}$: 具体配置下测量的认证TEER

D_{TEER} : 总数据速率（bps）

$P_{\text{TEER-CERT}}$: 测量的功耗（W）

D_i : 给定接口*i*的数据速率（bps）

$P_{\text{CERT-0}}$: 在0%数据流量使用情况下测量的功耗（W）

$P_{\text{CERT-50}}$: 在50%数据流量使用情况下测量的功耗（W）

$P_{\text{CERT-100}}$: 在100%数据流量使用情况下测量的功耗（W）

具有分组和TDM功能的融合分组光设备根据数据使用量增加接口卡。因此，一般情况下：

$$(P_{\text{CERT-0}} + P_{\text{CERT-50}} + P_{\text{CERT-100}})/3 \doteq (P_{\text{CERT-0}} + P_{\text{CERT-100}})/2 \quad (\text{A-2})$$

因此，实际的融合分组光设备 $\text{TEER}_{\text{CERT}}$ 须如下：

$$\begin{aligned} \text{TEER}_{\text{CERT}} &= \sum D_i / \{(P_{\text{CERT-0}} + P_{\text{CERT-100}})/2\} \\ &= \text{最大吞吐量/平均功耗} \quad (\text{A-3}) \end{aligned}$$

a) 对于融合的分组光设备I，最大吞吐量为：

$$= \sqrt{(A^2 + B^2)}/2 \quad (\text{A-4})$$

其中：

A: 分组功能的最大吞吐量（Gbps）

（端口速度（Gbps）× 端口数 × 时隙数）

B: TDM功能的最大吞吐量（Gbps）

（端口速度（Gbps）× 端口数 × 时隙数）

b) 融合的分组光设备I的平均功耗

$$= (P_{\text{idle}} + P_{\text{max}}) / 2 \quad (\text{A-5})$$

其中：

P_{idle} : 在组件数量最小，路径配置最少并无数据吞吐量的情况下设备的总功耗（W）

P_{max} : 在组件最大配置的情况下主信号传输中设备的总功耗（W）

融合的分组光设备I的度量为：

$$\text{EER} = \sqrt{(A^2 + B^2)}/2 / \{(P_{\text{idle}} + P_{\text{max}}) / 2\} \quad (\text{A-6})$$

A.3 测量方法

本节定义了融合的光设备I的测量程序。

a) 接口

i) 接口的选择

选择使用以下公式计算得出的TDM和/或分组的传输容量最大时的接口。

传输容量：端口速率（Gbps）× 端口数 × 时隙数

ii) 功能合并模式

对于TDM接口和分组接口，在NNI侧/用户网络接口（UNI）侧挑选以下的配置模型进行测量：

- TDM（NNI），TDM（UNI）
- TDM（NNI），分组（UNI）
- 分组（NNI），TDM（UNI）
- 分组（NNI），分组（UNI）

挑选TDM/分组分别达到最大吞吐量的模式。

iii) 测量 P_{max} 配置时的接口

使用在i)中挑选的接口并利用最大时隙/最大端口进行配置。

iv) 测量 P_{idle} 配置时的接口

使用在i)中挑选的接口并使用1时隙/1端口I/O进行配置。

在环路模型中，使用单边路径设置或将结果转为1时隙/1端口配置。

v) 备份配置

接口无规范。在使用接口时，将备份接口作为主机一部分计算传输容量。

通用组件无规范（无共用组件完全可行）。

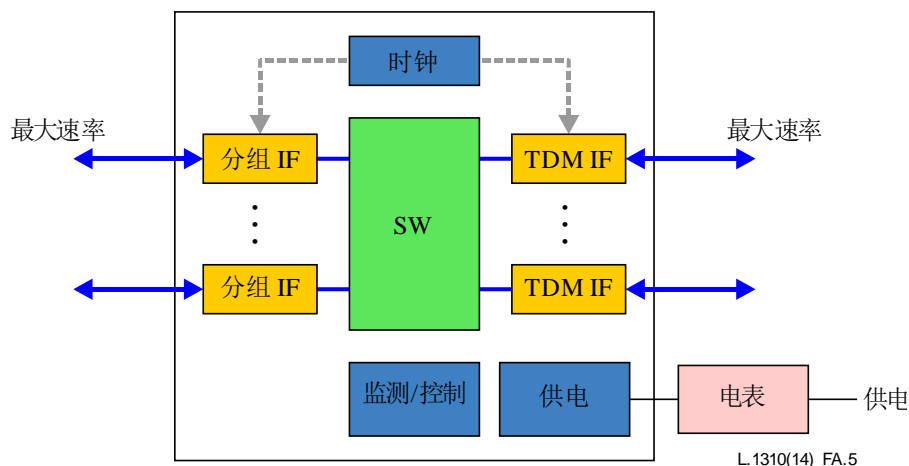
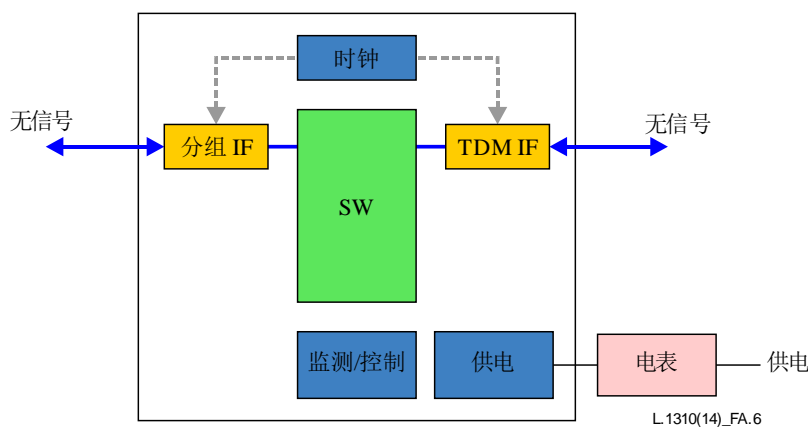


图 A.5 – 用于测量 P_{max} 的最大组件配置示例



图A.6 – 用于测量 P_{idle} 的最小组件和路径配置示例

- b) 传输负载
 - i) 测量 P_{max} 时的传输负载
以最大容量配置时的最大速率
 - ii) 测量 P_{idle} 时的传输负载
以最小容量、最少路径配置时的非传输状态
- c) 环境条件
环境条件定义见第7节。
- d) 测试电压
测试电压定义见第7节。
- e) 测量设备数量
对需测量的设备数量无规定，但如测量多个设备，请说明平均值。
- f) 测量数
测量数量没有规定，但如进行多次测量，请说明平均值。
- g) 测量精确度
无规定。

附件B

具有分组信号、TDM信号和WDM信号功能的 融合分组光设备的度量和测量方法

（本附件是本建议书的组成部分）

B.1 设备定义

融合的分组光设备II指传送（交换）诸如分组信号、TDM信号和WDM信号等多类信号的一类传送设备。

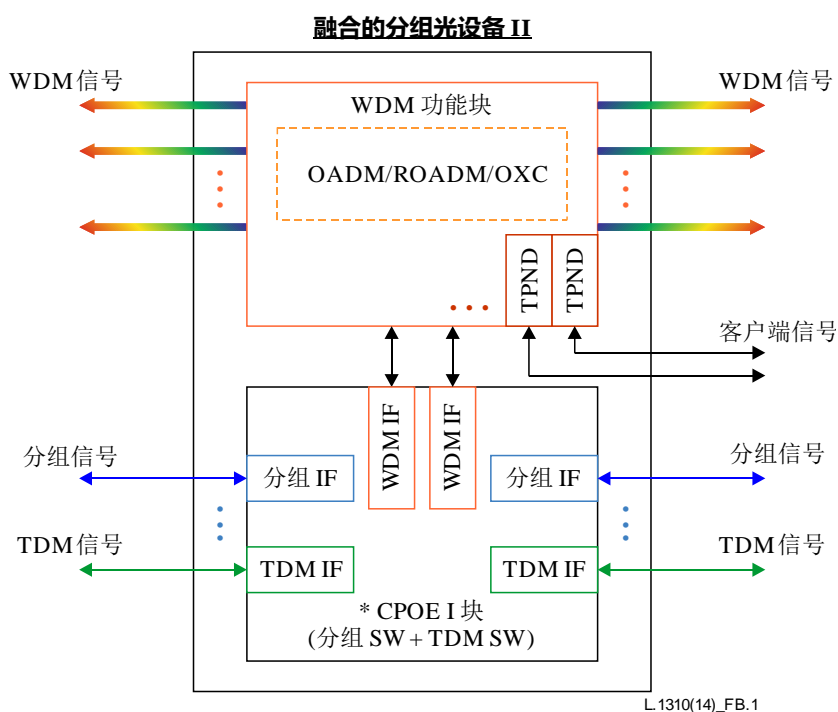
这些信号类型须定义如下：

分组信号：包含通过ISO OSI 2层（数据链路层）转接的MAC地址和通过ISO OSI 3层（网络层）转接的IP地址或具有路由信息的标签的信号。

TDM信号：诸如SDH/SONET/OTN中定义的STM-n/OC-n/OTU-n信号等TDM信号以及通过电话线传送图像或语音的模拟信号。

WDM信号：具有不同波长的复用多光信号。

本建议书的范围须包含以下配置模型：



*CPOE I：融合的分组光设备 I

图 B.1 – 融合的分组光设备II配置

融合的分组光设备II可由多个融合的分组光设备I组成。

B.2 能效度量

融合的分组设备度量须为平均功耗的最大吞吐量。

由ATIS为传送设备设计的度量（TEER）如下：

$$\begin{aligned}
 TEER_{CERT} &= D_{TEER} / P_{TEER-CERT} \\
 &= \sum D_i / \{(P_{CERT-0} + P_{CERT-50} + P_{CERT-100})/3\}
 \end{aligned}
 \tag{B-1}$$

其中：

$TEER_{CERT}$: 具体配置下测量的认证TEER

D_{TEER} : 总数据速率 (bps)

$P_{TEER-CERT}$: 测量的功耗 (W)

D_i : 给定接口i的数据速率 (bps)

P_{CERT-0} : 在0%数据流量使用情况下测量的功耗 (W)

$P_{CERT-50}$: 在50%数据流量使用情况下测量的功耗 (W)

$P_{CERT-100}$: 在100%数据流量使用情况下测量的功耗 (W)

具有分组和TDM功能的融合分组光设备根据数据使用量增加接口卡。因此，一般情况下：

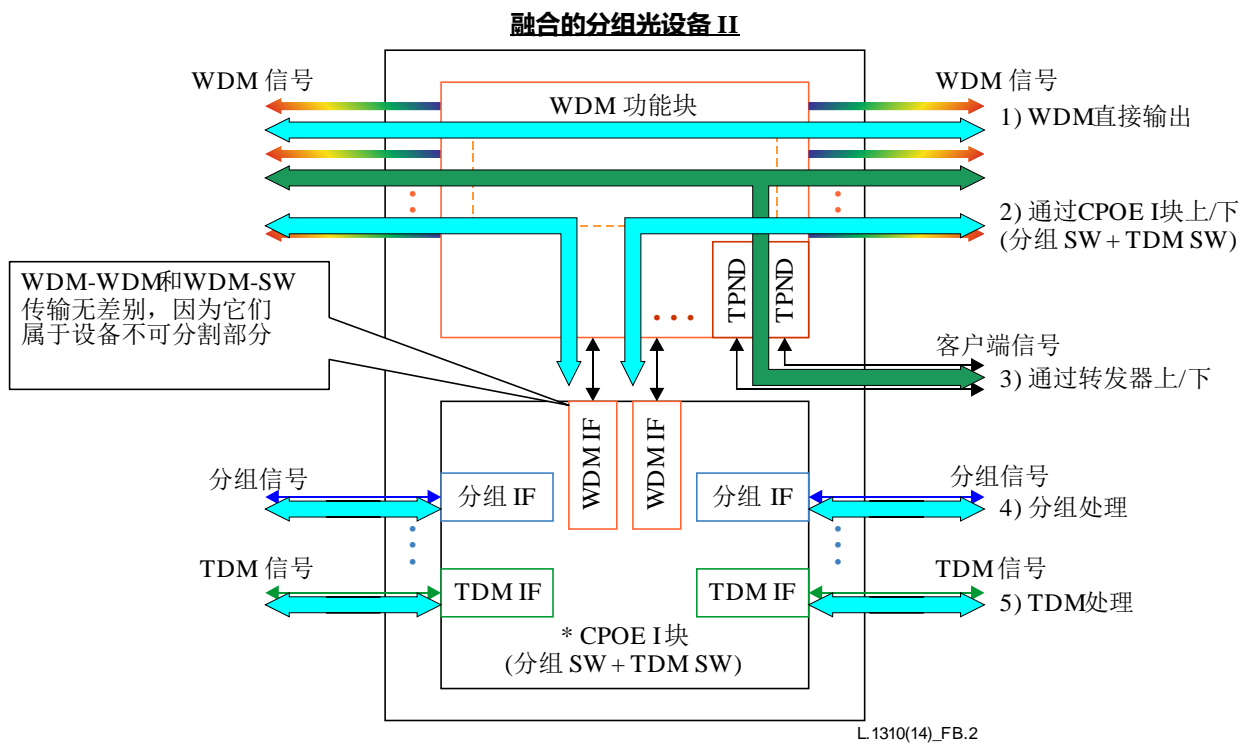
$$(P_{CERT-0} + P_{CERT-50} + P_{CERT-100})/3 \approx (P_{CERT-0} + P_{CERT-100})/2
 \tag{B-2}$$

因此，融合的分组光设备具有WDM信号功能的融合的分组光设备的 $TEER_{CERT}$ 实际须如下：

$$\begin{aligned}
 TEER_{CERT} &= \sum D_i / \{(P_{CERT-0} + P_{CERT-100})/2\} \\
 &= \text{最大吞吐量/平均功耗}
 \end{aligned}
 \tag{B-3}$$

a) 对于融合的分组光设备II，最大吞吐量为：

融合的分组光设备的流量模型如下：



*CPOE I: 融合的分组光设备 I

图 B.2 – 融合的分组光设备II吞吐量定义

表B.1 – 吞吐量计算中包含的融合的分组光设备的特性流量

通道	用于计算质量因数的吞吐量	注
(1)作为WDM传送 (无变化)	-	未包含, 因为 OADM/ROADM/OXC部分的 功耗小
(2)从WDM到分组SW/TDM SW分插	WDM信号 (C) 吞吐量 × 分插速率 (α)	
(3)从WDM到转发器的分插	-	未包含, 因为不是融合的分 组光设备II的主要功能
(4)分组处理部分	分组信号 (A) 吞吐量	
(5)TDM处理部分	TDM 信号 (B) 吞吐量	

其中:

- A: 分组功能的最大吞吐量 (Gbps)
(端口速度 (Gbps) × 端口数 × 时隙数)
- B: TDM功能的最大吞吐量 (Gbps)
(端口速度 (Gbps) × 端口数 × 时隙数)
- C: WDM功能的最大吞吐量 (Gbps)
(端口速度 (Gbps) × 端口数 × 时隙数)
- α : 从WDM功能的分插速率

分插速率随运行状况变化, 设备的最大容量最好为 $\alpha = 1$ 。

为将融合的分组光设备II功能的使用最大化, 该设备需经过配置使流入融合的分组光设备I部分的WDM信号量最大化, A、B、C和 α 的条件为 $C \times \alpha = A + B$ 。

注 – 请参阅 [b-Ecology导则] 获取更多有关公式的详细内容。

- 具有分组、TDM和WDM功能的融合的分组光设备的最大吞吐量为:

$$\text{最大吞吐量} = \sqrt{[A^2 + B^2 + (C \times \alpha)^2]}/3 \quad (\text{B-4})$$

此外, 如不支持分组或TDM功能, 需采用如下公式:

- 具有分组和WDM功能的融合的分组光设备的最大吞吐量为:

$$\text{最大吞吐量} = \sqrt{[A^2 + (C \times \alpha)^2]}/2 \quad (\text{B-5})$$

- 具有TDM和WDM信号功能的融合的分组光设备的最大吞吐量为:

$$\text{最大吞吐量} = \sqrt{[B^2 + (C \times \alpha)^2]}/2 \quad (\text{B-6})$$

- b) 融合的分组光设备II的平均功耗

$$= (P_{\text{idle}} + P_{\text{max}}) / 2 \quad (\text{B-7})$$

其中：

P_{idle} : 在组件数量最小，路径配置最少并无数据吞吐量情况下，设备的总功耗（W）（WDM部分：1波长，最大频率（如1波 × 100 Gbps））

P_{max} : 在组件最大配置情况下，主信号传输中设备的总功耗（W）（WDM部分：全波长，最大频率（如80波 × 100 Gbps））

平均功耗的测量需提取最大传输容量配置时的功耗。

融合的分组光设备II的度量为：

$$EER = \sqrt{[A^2 + B^2 + (C \times \alpha)^2]/3} / \{(P_{idle} + P_{max})/2\} \quad (B-8)$$

B.3 测量方法

本节定义了融合的光设备II的测量程序。

a) 接口

i) 接口的选择

选择WDM部分吞吐量 ($C \times \alpha$) 等于分组和TDM部分吞吐量总合 ($A+B$)且WDM信号尽可能经过分插的接口。

ii) 功能合并模式

对于TDM、分组和WDM接口，在NNI侧/用户网络接口（UNI）侧挑选以下的配置模型进行测量：

- WDM (NNI), TDM & 分组 (UNI)
- WDM (NNI), TDM (UNI)
- WDM (NNI), 分组 (UNI)

iii) 测量 P_{max} 配置时的接口

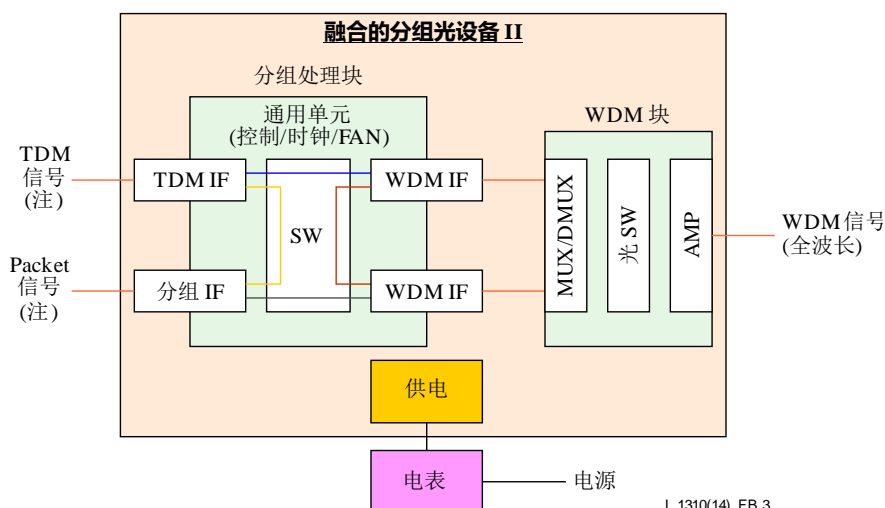
使用在i)中选择的接口并使用最大吞吐量配置。

iv) 测量 P_{idle} 配置时的接口

使用在i)中挑选的接口并进行配置，包含一个具有WDM部分的路径。

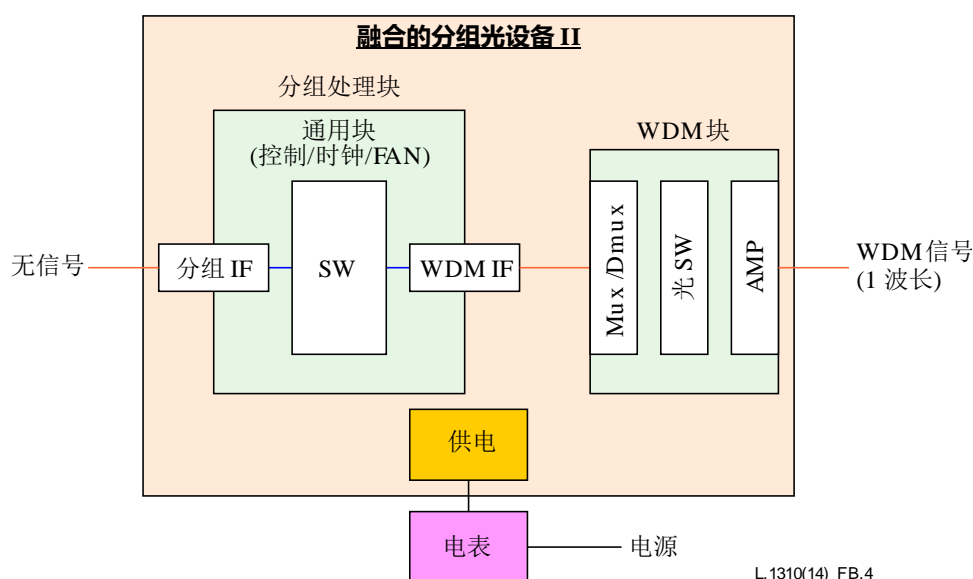
v) 备份配置

无接口定义。在进行备份配置时，使用作为主机一部分的备份接口计算质量因数。



注 – TDM和分组功能吞吐量达到最大值，可以对所有WDM信号进行分插。

图 B.3 – 用于测量 P_{max} 的最大组件配置示例



图B.4 – 用于测量 P_{idle} 的最小组件和路径配置示例

- b) 传输负载
 - i) 测量 P_{max} 时的传输负载
以最大容量配置时的最大速率
 - ii) 测量 P_{idle} 时的传输负载
以最小容量、最少路径配置时的非传输状态
- c) 环境条件
环境条件定义见第7节。
- d) 测试电压
测试电压定义见第7节。
- e) 测量设备数量
要测量的设备数量没有规定，但如测量多个设备，请说明平均值。

- f) 测量数
测量数量无规定，但如进行多次测量，请说明平均值。
- g) 测量精确度
无规定。

附录I

有线接入技术的备选度量

(本附录不是本建议书的组成部分)

本附录报告了用于有线接入技术（包括MSAN、DSLAM、GPON OLT和GEPON OLT）的备用度量。

EER: 该度量考虑不同流量状态下作为功能单元的每线最大输出比特速率度量（可变负载 → 流量相关度量）。

$$EER_{avg} = T_{OSavg} / P_{avg} [\text{Mbps/W}] \quad (\text{I-1})$$

其中:

T_{OSavg} 每用户线输出比特速率是宽带网络设备在可行的（如已实施的）不同运行状态（L0、L2、L3）下的用户加权输出比特率（Mbit/s）：

$$T_{OSavg} = aT_{OS1} + bT_{OS2} + cT_{OS3} \quad (\text{I-2})$$

P_{avg} 宽带网设备在可行（如已实施的）不同状态下每线加权能耗（Watt）：

$$P_{avg} = aP_1 + bP_2 + cP_3 [\text{W}] \quad (\text{I-3})$$

其中:

(a, b, c) 为使(a + b + c) = 1而挑选的加权系数

P_1, P_2, P_3 在以下定义的不同流量条件下操作的全装备宽带网设备的功率测量（Watt）。

I.1 DSLAM和MSAN网络设备

对此设备，技术定义的功率都是在固定环长上测量的。

参数a、b、c值考虑全天的流量分布。

在确定这些值时考虑到[ETSI ES 203 215]中所含流量的分布。

P_1, P_2, P_3 为在L0、L2和L3状态下（分别）操作的全装备宽带网设备的功率测量（Watt），按照第9.2.1节收集测量结果。

表I.1报告的值取决于设备使用的能源模式。

表I.1 – DSLAM和MSAN的加权系数定义

可用功率模式	加权倍数 a、b、c
L0, L2, L3	a=0.15, b=0.06, c=0.79
L0, L2	a=0.2, b=0.8, c=0
L0	a=1, b=0, c=0

加权倍数a、b、c取自[ETSI ES 203 215]附件B中的表B.1，考虑到全天平均流量分布。

I.2 GPON OLT网络设备

对于GPON OLT设备，EER是全装备配置中每瓦功率传送的流量。

由于典型的OLT装置与光纤长度并非直接相关，没有必要定义参考光纤长度。

$$EER = (\text{每端口比特速率}) / P_{\text{port}} [\text{Gbps/W}] \quad (\text{I-4})$$

其中：

“每端口比特速率” 为下行有源数据速率（Gbit/s）

P_{port} 为设备相关单元功耗（Watt）

I.3 GEPON OLT网络设备

对于GEPON OLT设备，EER表示全装备配置中每瓦功耗的可用端口量。

对于OLT，如设备电源为DC，使用DC输入测量；如电源为AC，使用AC输入测量，使用用总线数（接口（IF））端口总数× PON分支数）除以OLT（全安装）平均功耗得出的数值。

$$EER = \text{IF 端口总数} / \text{平均功率} \quad [\text{线/W}] \quad (\text{I-5})$$

其中：

平均功率 =（100%负载功率 + 50%负载功率 + 0%负载功率）/ 3.

注 – 可以利用分支数（如32）乘以所定义的EER获得用户线数量度量。

附录II

路由器和交换机的备用度量

(本附录不是本建议书的组成部分)

本附录报告了用于路由器和交换机的一些备用度量。

II.1 支持睡眠(备份)模式的路由器和交换机

该度量仅适用于可更改为睡眠模式的路由器和交换机。

拟议度量为:

$$EER = T_i/P_i \quad [\text{Mbit/s/W}] \quad (\text{II-1})$$

其中:

$$P_i = c \times P_{\max} + b \times P_{\text{typical}} + a \times P_{\text{idle}} + d \times P_{\text{sleep}} \quad [\text{W}] \quad (\text{II-2})$$

T_i 加权吞吐量

$$T_i = c \times T_{\max} + b \times T_{\text{typical}} + a \times T_{\text{idle}} \quad (\text{II-3})$$

(T_{\max} , T_{typical} , T_{idle}) = 在相关使用层面测量的吞吐量

其中:

P_{\max} 实时最大流量负载功率, 此处最大流量负载定义为最大非下插速率, 相当于100%负载 ([ATIS-0600015.03.2013]中的 u_3)

P_{typical} 实时典型流量负载功率, 此处典型流量负载定义为30%负载或10%负载, 取决于不同设备类型 ([ATIS-0600015.02.2009] 中的 u_2)

P_{idle} 实时闲置状态功率, 此处闲置状态定义为0%负载 ([ATIS-0600015.02.2009] 中的 u_1)

P_{sleep} 实时睡眠状态负载, 仅适用于提供睡眠模式的设备。

c 实时最大状态加权倍数,

b 实时典型负载加权倍数,

a 实时闲置负载加权倍数,

d 非实时睡眠状态加权倍数,

$$a + b + c + d = 1$$

参数a、b、c、d值分别见表II.1(路由器)和表II.2(交换机)。这些参数源于[ATIS-0600015.03.2013], 并增加了“新的”睡眠模式(有关加权d), 考虑到一天中的流量平均分布情况。

参数a、b、c和d值应补充数据。睡眠/备用模式可用于少量网络设备, 但只能用于设备网络连接中无附属设备的情况。对于这组路由器/交换机, 预期流量接近闲置。

表II.1 – 路由器的加权系数定义

类别	代表性使用	用于能量测量的使用量% u1、u2、u3	加权倍数 a、b、c、d
具有睡眠模式支持的接入路由器	1-3%	0, 10, 100	a=0.15, b=0.25, c=0.15, d=0.45

表II.2 – 交换机的加权系数定义

类别	代表性使用	用于能量测量的使用量% u1、u2、u3	加权倍数 a、b、c、d
具有睡眠模式支持的接入交换机	1-3%	0, 10, 100	a=0.15, b=0.25, c=0.15, d=0.45

II.2 测量方法

测量方法须符合 [ATIS-0600015.02.2009]，不包括第7节报告的内容和以下定义的睡眠模式。

睡眠模式的功率测量

对于在20分钟睡眠模式内操作的每个端口设备，记录15分钟之内平均输入功率。

II.3 报告明确功率状态的路由器和交换机

定义

功率状态：性能降低和功耗降低的操作模式。功率状态为动态，与流量无关的操作模式。功率状态之间的过渡非瞬变并可能导致时延，在此期间造成更多流量丢失。

工作周期：每个功率模式的具体时间段、日期、周数等。

EE_{NRT}：无实时流量调整的设备能效（明显功率状态）。

为评估EE_{NRT}，可针对测试单元（UUT）的不同功率状态定义三个测试点：

1. S0 – 全性能
2. S1 – 30%性能
3. S2 – 10%性能

抽样工作周期定义为计划流量水平适用的某段时间，0级用于55%，2级用于25%，3级用于20%的工作期。

$$EE_{NRT} = (0.55T_{S0} + 0.25T_{S1} + 0.2T_{S2}) / (0.55P_{S0} + 0.25P_{S1} + 0.2P_{S2}) [\text{Gbps/W}] \quad (\text{II-3})$$

其中：

T_{S0}, T_{S1}, T_{S2} 为三个测量点的吞吐量

P_{S0}, P_{S1}, P_{S2} 为三个测量点的功率。

参考资料

[b-Ecology Guideline]

Ecology Guideline For the ICT Industry (Version 5).
http://www.tca.or.jp/information/pdf/ecoguideline/guideline_eng_5.pdf

ITU-T系列建议书

A系列	ITU-T工作的组织
D系列	一般资费原则
E系列	综合网络运行、电话业务、业务运行和人为因素
F系列	非话电信业务
G系列	传输系统和媒质、数字系统和网络
H系列	视听及多媒体系统
I系列	综合业务数字网
J系列	有线网络和电视、声音节目及其它多媒体信号的传输
K系列	干扰的防护
L系列	电缆和外部设备其它组件的结构、安装和保护
M系列	电信管理，包括TMN和网络维护
N系列	维护：国际声音节目和电视传输电路
O系列	测量设备的技术规范
P系列	电话传输质量、电话设施及本地线路网络
Q系列	交换和信令
R系列	电报传输
S系列	电报业务终端设备
T系列	远程信息处理业务的终端设备
U系列	电报交换
V系列	电话网上的数据通信
X系列	数据网、开放系统通信和安全性
Y系列	全球信息基础设施、互联网协议问题和下一代网络
Z系列	用于电信系统的语言和一般软件问题