

国际电信联盟

ITU-T

国际电信联盟
电信标准化部门

Y.2773

(02/2017)

Y系列：全球信息基础设施、互联网的协议问题、下一代网络、物联网和智慧城市

下一代网络 – 安全

支持深度包检测的性能模型和测量

ITU-T Y.2773建议书

ITU-T



全球信息基础设施	
概要	Y.100–Y.199
业务、应用和中间件	Y.200–Y.299
网络方面	Y.300–Y.399
接口和协议	Y.400–Y.499
编号、寻址和命名	Y.500–Y.599
运营、管理和维护	Y.600–Y.699
安全	Y.700–Y.799
性能	Y.800–Y.899
互联网的协议问题	
概要	Y.1000–Y.1099
业务和应用	Y.1100–Y.1199
体系、接入、网络能力和资源管理	Y.1200–Y.1299
传输	Y.1300–Y.1399
互通	Y.1400–Y.1499
服务质量和网络性能	Y.1500–Y.1599
信令	Y.1600–Y.1699
运营、管理和维护	Y.1700–Y.1799
计费	Y.1800–Y.1899
下一代网络上的IPTV	Y.1900–Y.1999
下一代网络	
框架和功能性架构模型	Y.2000–Y.2099
服务质量和性能	Y.2100–Y.2199
服务方面：业务能力和业务架构	Y.2200–Y.2249
服务方面：NGN中服务和网络的互操作性	Y.2250–Y.2299
NGN的增强	Y.2300–Y.2399
网络管理	Y.2400–Y.2499
网络控制架构和协议	Y.2500–Y.2599
基于分组的网络	Y.2600–Y.2699
安全	Y.2700–Y.2799
通用移动性	Y.2800–Y.2899
运营商水平的开放环境	Y.2900–Y.2999
未来网络	Y.3000–Y.3499
云计算	Y.3500–Y.3999
物联网、智慧城市和社区	
综述	Y.4000–Y.4049
定义和术语	Y.4050–Y.4099
要求和应用案例	Y.4100–Y.4249
基础设施、连接和网络	Y.4250–Y.4399
框架、构架和协议	Y.4400–Y.4549
业务、应用、计算和数据处理	Y.4550–Y.4699
管理、控制和性能	Y.4700–Y.4799
识别与安全	Y.4800–Y.4899
评估与评价	Y.4900–Y.4999

如果需要进一步了解细目，请查阅ITU-T建议书清单。

ITU-T Y.2773建议书

支持深度包检测的性能模型和测量

摘要

ITU-T Y.2773建议书明确了在演进网络中支持深度包检测的性能模型和测量。该建议书明确了深度包检测（DPI）的特殊性能模型和DPI性能的测量点。该建议书还明确了DPI性能测量的分类方法。除此之外，该建议书也明确了DPI性能描述模板和DPI的特殊性能测量模型。

历史沿革

版本	建议书	批准	研究组	识别码*
1.0	ITU-T Y.2773	2017-02-17	13	11.1002/1000/13015

关键词

深度包检测、性能测量、性能模型。

* 访问建议书，请在您的Web浏览器地址栏中输入网址<http://handle.itu.int/>，其次建议书的识别码，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、信息和通信技术（ICT）领域工作的联合国专门机构。国际电信联盟电信标准化部门（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，国际电联已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2018

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	3
4	缩写和首字母缩略语	3
5	惯例	5
6	DPI性能模型和分类	5
6.1	DPI性能模型	5
6.2	依据性能测量的类型分类	5
6.3	功能面和DPI节点的分类	6
7	性能测量规范综述和正式模板	7
7.1	性能测量综述	7
7.2	有关性能测量规范的正式模板	8
8	DPI特定用户面性能测量	8
8.1	DPI测量“节点内部传送延迟”	8
8.2	DPI测量“包处理速率”	10
8.3	DPI测量“错误率”	11
8.4	DPI测量“包成功识别率”	13
8.5	DPI检测深度测量	15
8.6	性能测量专用协议	16
8.7	DPI支持的应用标签数量的测量	20
8.8	DPIDPI-PIB在线速率测量下的规模	20
9	控制面的DPI特定性能测量	22
9.1	DPI规则生效时间测量	22
9.2	DPI故障转移时间测量	22
9.3	DPI节点部署时间测量	23
9.4	DPI冗杂数据同步时间测量	24
10	管理面的特定DPI性能测量	25
10.1	DPI NMS响应时间测量	25
10.2	DPI支持的同时发生的NMS数量测量	25
10.3	DPI NMS DPI每秒写入的规则数量测量	26
10.4	NMS DPI规则使用年限报告时间测量	27
11	DPI节点的特定性能测量	28
11.1	DPI每比特功率测量	28
11.2	DPI每包功率测量	29
	参考资料	30

ITU-T Y.2773建议书

支持深度包检测的性能模型和测量

1 范围

本建议书明确了演化网络中的深度包检测（DPI）的性能模型和测量。

本建议书范围限于：

- DPI特定性能模型；
- DPI特定性能测量。

新测量的规范确保了性能相关的建议书所要求的规范质量。

本ITU-T建议书的实施者和用户应遵守所有适用的国家和地区法律、法规和政策。在本ITU-T建议书中描述的机制可能并不适用于国际通信，以确保保密和主权国家对电信设置的法律规定，以及国际电联章程和公约。

2 参考文献

下列ITU-T建议书和其它参考文献的条款，通过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。所有的建议书和其它参考文献均面临修订，使用本建议书的各方应探讨使用下列建议书或其它参考文献最新版本的可能性。当前有效的ITU-T建议书清单定期出版。本建议书中引用某个独立文件，并非确定该文件具备建议书的地位。

- [ITU-T I.350] ITU-T I.350建议书（1993年），更新有关数字网络服务质量和网络性能的一般问题，包括ISDNs。
- [ITU-T Y.2770] ITU-T Y.2770建议书（2012年），下一代网络深度包检测的要求。
- [ITU-T Y.2771] ITU-T Y.2771建议书（2014年），深度包检测框架。

3 定义

3.1 他处定义的术语

本建议书使用了以下他处定义的术语：

3.1.1 应用（application）[ITU-T Y.2770]：以下情形之一的名称：

- 应用协议类型（如IP应用协议ITU-T H.264视频或会话启动协议（SIP））；
- 应用的业务用户实例（如VoIP、VoLTE、VoIMS、VoNGN和VoP2P），如“包语音应用”；
- 包语音的“提供商特定的应用”（如3GPP提供商VoIP、Skype VoIP）；以及
- 嵌入另一个应用的应用（如SIP或HTTP消息主体元素中的应用内容）。

一个应用可通过某个特定的标识符（如通过位字段、样式、签名或“应用等级条件”等常规表达式，也可参见[ITU-T Y.2770]第3.2.2节）来识别，作为上面所列之所有应用等级的公共特性。

3.1.2 深度包检测 (DPI) [ITU-T Y.2770]: 根据分层协议体系结构OSI-BRM [b-ITU-T X.200]分析:

- 负载与/或包属性 (参见第3.2.11节/[ITU-T Y.2770]中的潜在属性清单) 深于协议层 2、3、4 (L2/L3/L4) 包头信息; 以及
- 其它包属性

以便明确地识别应用。

注 - DPI功能的输出以及流信息等一些额外的信息, 通常用于报告或对包采取行动等后续的功能中。

3.1.3 DPI引擎 (DPI engine) [ITU-T Y.2770]: DPI功能实体的一个子部件和中心部分, 它执行所有的包路径处理功能 (例如, 包识别功能以及[ITU-T Y.2770]图6-1中所示的其它包处理功能)。

3.1.4 DPI节点 (DPI node) [ITU-T Y.2771]: 用于实现DPI相关功能的一个网络元素或设备。因此, 这是用于指定实现DPI物理实体的一个通用术语。

注 - 功能视角: DPI节点功能 (DPI-NF), 包括DPI策略执行功能 (DPI-PEF) 以及 (可选的) 本地策略决定功能 (L-PDF格式), 因此, DPI-NF在功能上等于DPI功能实体。

3.1.5 DPI策略条件 (也称为DPI签名) (DPI policy condition) [ITU-T Y.2770]: 识别应用并定义策略规则的行动是否应执行的必要状态与/或前提条件的表示。与策略规则有关的一系列DPI策略条件规定了何时策略规则是适用的 (亦参见[b-IETF RFC 3198])。

DPI策略条件必须包含应用级条件, 并可包含其它选项, 如状态条件与/或流级条件等:

- 1) 状态条件 (可选):
 - a) 网络业务等级条件 (如包路径中遇到的拥塞); 或者
 - b) 网络元素状态 (如DPI-FE局部过载条件)。
- 2) 流描述符/流级条件 (可选):
 - a) 包内容 (包头字段);
 - b) 包特性 (如MPLS标签的号码);
 - c) 包处理 (如DPI-FE的输出接口)。
- 3) 应用描述符/应用级条件:
 - a) 包内容 (应用包头字段和应用负载)。

注 - 条件涉及流级条件和应用级条件之正式描述中的“简单条件”。

3.1.6 流描述符 (也称为流级条件) (flow descriptor) [ITU-T Y.2770]: 用于在所检测流量中识别特定类型流 (根据[ITU-T Y.2770]第3.1.3节) 的一系列规则条件。

注1 - 流描述符的该定义比[b-ITU-T Y.2121]中的定义增加了[ITU-T Y.2770]第3节中所述的要素。

注2 - 有关[ITU-T Y.2770]中所用之流描述符的进一步规范讨论, 参见[ITU-T Y.2770]附件A。

3.2 本建议书定义的术语

无。

4 缩写和首字母缩略语

本建议书采用了以下缩写和首字母缩略语：

3GPP	第三代合作伙伴计划
DNNF	确定下一个节点功能
DPI	深度包检测
DPI-AcIF	DPI行动信息功能
DPI-AnF	DPI分析器功能
DPI-FE	DPI功能实体
DPI-NF	DPI节点功能
DPI PD-FE	DPI策略决定功能实体
DPI-PEF	DPI策略执行功能
DPI-PIB	DPI策略信息库
DPI-ScF	DPI浏览功能
FIB	转发信息库
HTTP	超文本传输协议
IP	互联网协议
KPI	关键绩效指标
L-PDF	本地策略决定功能
MP	测量点
MPLS	多协议标签转换
NMS	网络管理系统
OSI-BRM	开放系统互连基本参考模型
PIB	策略信息库
QoE	体验质量
QoS	服务质量
SD-PDF	会话相关策略决定功能
SIP	会话发起协议
SI-PDF	会话非相关策略决定功能
TCP	传输控制协议
VoIMS	集成媒体系统语音

VoIP	互联网协议语音
VoLTE	4G高清语音/视频通信业务
VoNGN	下一代网络语音
VoP2P	端对端语音

表4-1 – DPI测量的数学符号

ε_{DPI}	(DPI) 错误率	-
ε_{f-n}	(DPI) 错误地判为错的错误率	-
ε_{f-p}	(DPI) 正确地判为错的错误率	-
$\phi_{P,In}$	(DPI) 进入包的处理率	[s ⁻¹]
$\phi_{P,Out}$	(DPI) 流出包的处理率	[s ⁻¹]
$\phi_{P,Node,Out}$	包节点吞吐量	-
$\phi_{P,Identified}$	成功识别包的速率	-
$P_{Hit,BloomFilter}$	估计信息的概率确定性	-
N_{db}	DPI策略规则数量	-
S_p	包规模	-
N_{DPIeng}	DPI引擎数量	-
τ_{TD}	(DPI节点)的内部节点传输延迟	[ns]
D_{dpi}	DPI检测深度	-
$\lambda_{TCP,con,est}$	TCP成功连接建立率	-
$N_{TCP,concur}$	同时发生的TCP连接数量	-
$\lambda_{TCP,succ}$	TCP连接建立成功率	-
$\lambda_{HTTP,trf,rate}$	HTTP应用交易识别率	-
N_{Tags}	支持的应用标签数量	-
T_{rule}	规则生效时间	-
$T_{failover}$	故障转移时间	-
T_{deploy}	DPI节点部署时间	-
T_{syn}	冗余数据同步时间	-
T_{NMS}	NMS响应时间	-
N_{NMS}	DPI实体支持的同时发生的NMS数量	-
$N_{rulewrite}$	DPI NMS每秒写入的规则数量	-
$T_{agereport}$	NMS DPI规则使用年限报告时间	-
E_{bit}	每比特能耗	-
E_{packet}	每包能耗	-

6.3 功能面和DPI节点的分类

如果矩阵依据功能面和实体划分，关于性能测量的描述是逻辑清晰的。[ITU-T Y.2771]的图7-6和图7-7展示了功能面的规范和实体，它们被用作本建议书规范分类方法的基础。（如图6-2所示）。

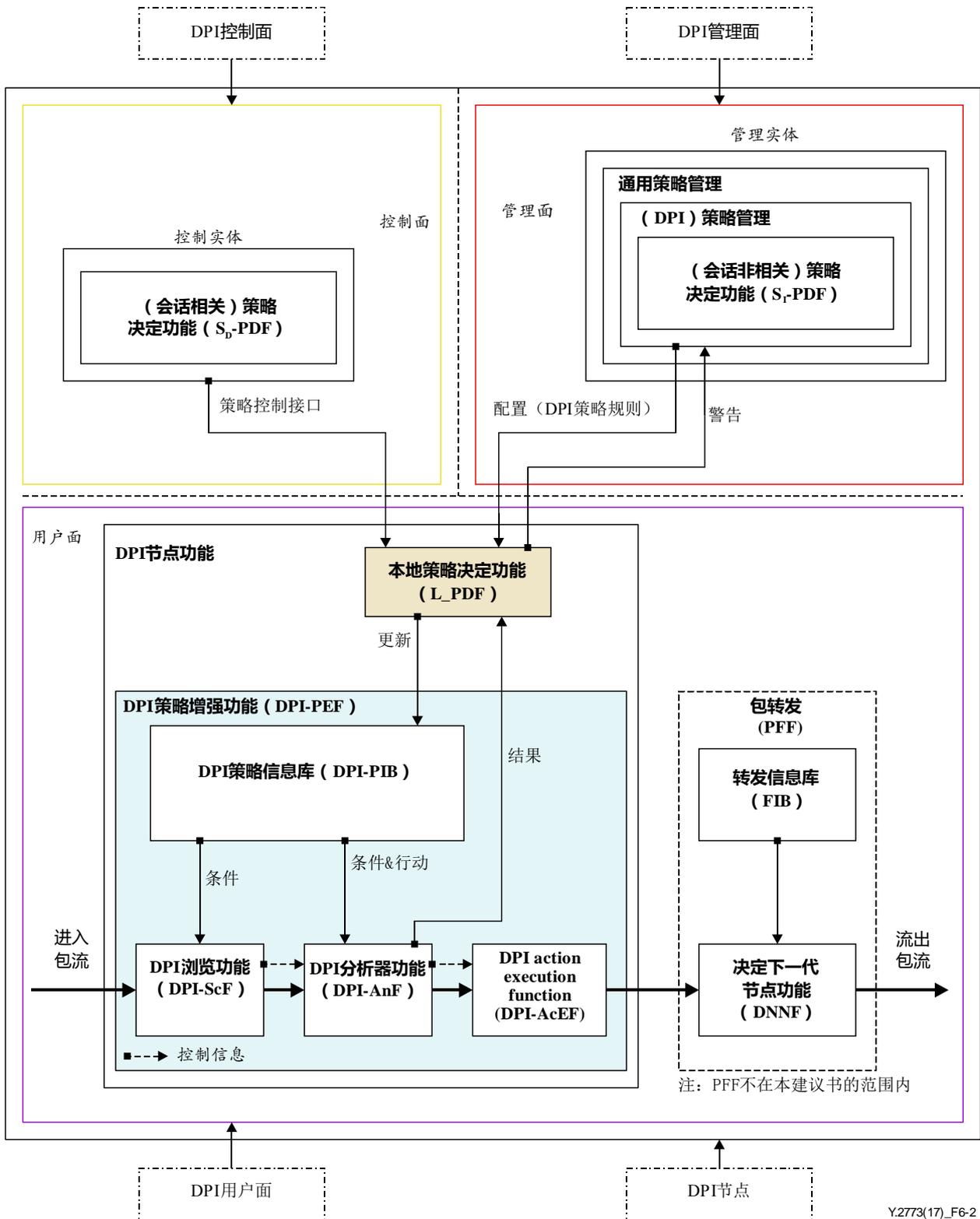


图6-2 – 依据功能面和DPI节点的DPI性能测量分类

7 性能测量规范综述和正式模板

7.1 性能测量综述

性能测量的综述见表7-1。

表7-1 – 性能测量规范综述

序号	性能测量	种类	功能分类	功能面/实体
1	内部节点传输延迟	速度	应用识别	用户面
2	包处理速率	速度	应用识别	用户面
3	错误率	准确性	应用识别	用户面
4	正确地判为错的错误率	准确性	应用识别	用户面
5	错误地判为错的错误率	准确性	应用识别	用户面
6	成功识别包的速率	速度	应用识别	用户面
7	DPI检测深度	资源	系统状态	用户面
8	TCP成功连接建立率	速度	系统状态	用户面
9	同时发生的TCP连接数量	资源	系统状态	用户面
10	TCP连接建立成功率	速度	系统状态	用户面
11	支持应用种类数量	可靠性	PIB维护	用户面
12	DPI PIB在线速测量下的规模	资源	PIB维护	用户面
13	包损耗率	准确性	系统状态	用户面
14	规则生效时间	速度	PIB维护	控制面
15	故障转移时间	速度	系统状态	控制面
16	网络管理系统（NMS）响应时间	速度	系统状态	管理面
17	NMS DPI规则使用年限报告时间	资源	PIB维护	控制面
18	支持同时发生的NMS 数量	可靠性	系统状态	管理面
19	每比特能耗	资源	系统状态	DPI节点
20	每包能耗	资源	系统状态	DPI节点

7.2 有关性能测量规范的正式模板

本建议书中的性能测量规范（使用依照表7-2的模板），本身源自[b-IETF RFC6390]第5.4.4节。

表7-2 – 有关性能测量规范的正式模板

测量	规范性/说明性	描述
测量名称:	N	
符号:	I	
测量描述:	N	
度量或计算方法:	N	
度量单位:	N	
有潜在度量域的度量点:	N	
度量时序:	N	
实施:	I	
验证:	I	
使用和应用:	I	如“实时DPI”“非实时DPI”
报告模型:	I	
类型“KPI”：是/否?	I	即“KPI”“非KPI”或“未分类”
速度、准确性、可靠性或者资源分类	I	

注 – N: 规范性描述要素; I: 说明性描述要素; KPI: 关键绩效指标。

使用模板，以便确保本建议书引入的指标能满足一定的最低要求质量。不过，因本建议书的“框架字符”，将主要提供规范性的描述元素。空（说明性的）描述元素是一个指标，在实际的性能指标中使用这样一个指标将首先需要做进一步的规范工作，以便得到完整的、适用的指标。例如，“实施方案”条目的描述已超出“框架”建议书的范围，或者无“核实”的测量规范是无用的（原因是，例如，需要校准测量功能）。

8 DPI特定用户面性能测量

8.1 DPI测量“节点内部传送延迟”

表8-1给出了测量规范。

表8-1 – DPI测量 “节点内部传送延迟”

测量	规范性/说明性	描述
测量名称:	N	节点内部传送延迟
符号:	I	τ_{TD}
测量描述:	N	通过一个DPI节点的包累积等待和服务时间。
度量或计算方法:	N	通过测量DPI节点功能物理或逻辑表示之包接口处的单个包进和出时间，来计算该值。 前提条件：测量实体必须能够识别单个的包。 警告：该指标通常取决于负载。
度量单位:	N	纳秒
有潜在度量域的度量点:	N	参见图6-1（流量模型）。
度量时序:	N	该度量可在很宽的时间间隔上使用。
实施:	I	–
验证:	I	–
使用和应用:	I	“实时DPI”
报告模型:	I	典型地，将作为性能管理的一部分
类型“KPI”：是/否?	I	是
注 – N：规范性描述要素；I：说明性描述要素；KPI：关键绩效指标。		

该性能测量在[ITU-T Y.2771]第8.2.3.1节中被明确，并在[ITU-T Y.2771]的表8-2中进行了描述。

8.2 DPI测量“包处理速率”

表8-2提供了测量规范。

表8-2 – DPI测量“包处理速率”

测量	规范性/说明性	描述
测量名称:	N	包处理速率
符号:	I	$\phi_{P,in}$
测量描述:	N	DPI-PEF的包处理速率。 这是输入包速率，原因是，对每一个输入包都执行DPI策略规则。输出速率等于或小于输入速率（由于可能的包丢弃行动）。 $\phi_{P,in} \leq \phi_{P,out}$
度量或计算方法:	N	对一段时间内、在输入接口 <i>p1</i> 处观测到的所有包进行计算。而后，该值除此段时间内观测到的数量。
度量单位:	N	包每秒
有潜在度量域的度量点:	N	参见图6-1（流量模型）。
度量时序:	N	该度量可在很宽的时间间隔上使用。典型地，时间尺度在秒级水平上。
实施:	I	—
验证:	I	—
使用和应用:	I	“实时DPI”
报告模型:	I	典型地作为性能管理的一部分
类型“KPI”：是/否?	I	是
注 – N：规范性描述要素；I：说明性描述要素；KPI：关键绩效指标。		

该性能测量也在[ITU-T Y.2771]的第8.2.3.2节中明确，并在[ITU-T Y.2771]的表8-3中进行了描述。

8.3 DPI测量“错误率”

表8-3提供了测量规范。

表8-3 – DPI测量“错误率”

测量	规范性/说明性 (注1)	描述
测量名称:	N	错误率
符号:	I	ε_{DPI}
测量描述:	N	错误地判为错（参见第8.3.2节）和错误地判为对（见第8.3.1）的总和形成DPI节点的结果。
度量或计算方法:	N	直接测量：不可能（注2） 间接测量（计算）： $\varepsilon_{\text{DPI}} = \varepsilon_{\text{f-n}} + \varepsilon_{\text{f-p}}$
度量单位:	N	—
有潜在度量域的度量点:	N	参见图6-1（流量模型）
度量时序:	N	从被服务用户实例的角度来看，测量时间间隔依赖于时间尺度。 (注3)
实施:	I	e
验证:	I	—
使用和应用:	I	“实时DPI”
报告模型:	I	典型地，将作为性能管理的一部分
类型“KPI”：是/否？ (注1)	I	是

注1 – N：规范性描述要素；I：说明性描述要素；KPI：关键绩效指标。

注2 – 该性能指标就是所谓的组合指标，也就是说，它可能无法直接测量，但可以从已测得的基础指标来组成（参见[b-IETF RFC6390]第5.3.1节）。

注3 – 通常的被服务用户实例代表一个远程实体（以下简称“用户”），兴趣在测量。例如：性能管理体系，DPI PD-FE。

该性能测量也在[ITU-T Y.2771]的第8.2.3.3节中明确，并在[ITU-T Y.2771]的表8-4中进行了描述。

8.3.1 DPI测量“错误地判为对的错误率”

表8-4提供了测量规范。

表8-4 – DPI测量“错误地判为对的错误率”

测量	规范性/说明性	描述
测量名称:	N	错误地判为对的错误率
符号:	I	ϵ_{f_p}
测量描述:	N	被错误地判为对而实际为错的实例所占的比例
度量或计算方法:	N	该指标的测量本质上具有挑战性，因此，本建议书给出只能给出示值： 典型地，一个足够大包序列的已知样式将被发送给DPI实体。预期结果（由所用的DPI策略规则给出）将与从DPI过程中得到的测量结果进行比较。 测量可在侵入式和非侵入式的测试类型中进行
度量单位:	N	–
有潜在度量域的度量点:	N	参见图6-1（流量模型）
度量时序:	N	从被服务用户实例的角度来看，测量时间间隔依赖于时间尺度
实施:	I	–
验证:	I	–
使用和应用:	I	“实时DPI”
报告模型:	I	典型地，将作为性能管理的一部分
类型“KPI”：是/否?	I	是
注 – N：规范性描述要素；I：说明性描述要素；KPI：关键绩效指标。		

该性能测量也在[ITU-T Y.2771]的第8.2.3.3.1节中明确，并在[ITU-T Y.2771]的表8-5中进行了描述。

8.3.2 DPI测量“错误地判为错的错误率”

表8-5提供了测量规范。

表8-5 – DPI测量“错误地判为错的错误率”

测量	规范性/说明性	描述
测量名称:	N	错误地判为错的错误率
符号:	I	ϵ_{f-n}
测量描述:	N	被错误地判为错而实际为对的实例所占的比例。
度量或计算方法:	N	参见表8-4中相应的入口。
度量单位:	N	–
有潜在度量域的度量点:	N	参见图6-1（流量模型）。
度量时序:	N	从被服务用户实例的角度来看，测量时间间隔依赖于时间尺度。
实施:	I	–
验证:	I	–
使用和应用:	I	“实时DPI”
报告模型:	I	典型地，将作为性能管理的一部分
类型“KPI”：是/否?	I	是

注 – N：规范性描述要素；I：说明性描述要素；KPI：关键绩效指标。

该性能测量也在[ITU-T Y.2771]的第8.2.3.3.2节中明确，并在[ITU-T Y.2771]的表8-6中进行了描述。

8.4 DPI测量“包成功识别率”

表8-6提供了测量规范。

表8-6 – DPI测量 “包成功识别率”

测量	规范性/说明性	描述
测量名称:	N	包成功识别率
符号:	I	$\phi_{P,identified}$
测量描述:	N	<p>当DPI策略规则条件（来自至少一个DPI策略规则）“匹配”所检测的包时，输入包将被“成功识别”（通过包识别功能）。</p> <p>对“匹配”类型（如完全匹配、部分匹配、确定匹配、可能匹配...等）不做进一步限定。</p> <p>“速率”涉及每个时间单位内成功识别的包数量。</p>
度量或计算方法:	N	<p>1. 直接测量:</p> <p>例如：执行一个已知的DPI策略规则以及产生一个具有已知特性的包流（即流量比例应匹配（或不匹配）事先是知道的）。而后，测量值与标称值进行比较。</p> <p>2. 间接测量（计算）</p> $\phi_{P,identified} = \phi_{P,in} \cdot (1 - \varepsilon_{DPI})$
度量单位:	N	包每秒
有潜在度量域的度量点:	N	参见图6-1（流量模型）。
度量时序:	N	从被服务用户实例的角度来看，测量时间间隔依赖于时间尺度。
实施:	I	–
验证:	I	见第4行“度量或计算方法”的“直接测量”。
使用和应用:	I	“实时DPI”
报告模型:	I	典型地，将作为性能管理的一部分
类型“KPI”：是/否?	I	是
注 –N：规范性描述要素； I：说明性描述要素； KPI：关键绩效指标。		

该性能测量也在[ITU-T Y.2771]的第8.2.3.4节中明确，并在[ITU-T Y.2771]的表8-7中进行了描述。

8.5 DPI检测深度测量

表8-7提供了测量规范。

表 8-7 – DPI检测深度测量

测量	规范性/说明性	描述
测量名称:	N	DPI检测深度
符号:	I	DDPI
测量描述:	N	该测量代表了一个DPI实体处理一个包的能力。它取决于协议。为了不丧失普遍性，在衡量该测量时使用内部协议（IP）。
度量或计算方法:	N	1) 配置DPI实体的最大设定检测深度规则。 2) 通过测试装置将相应的包发送至规则。 3) 接收包并核实规则是否生效。
度量单位:	N	
有潜在度量域的度量点:	N	参见图6-1（流量模型）。
度量时序:	N	
实施:	I	
验证:	I	
使用和应用:	I	
报告模型:	I	典型地，将作为性能管理的一部分
类型“KPI”：是/否?	I	否
注 – N：规范性描述要素；I：说明性描述要素；KPI：关键绩效指标。		

尽管DPI功能实体（DPI-FE）能够检测达到协议层7（L7）的包，不同的应用有不同的包头长度，所以最大的DPI检测深度是一个DPI-FE的重要特征。

以下是DPI检测深度最大值（ D_{DPI} ）的规范。

$Max D_{DPI}$ 是DPI-FE可以处理的一个数据包的最大字节数。换言之， $Max D_{DPI}$ 是一个协议数据单元（可以被一个DPI-FE内的DPI浏览功能处理）的最大长度（字节）。

值得注意的是， D_{DPI} 计算从协议层2（L2）至协议层7（L7）的所有数据，包括协议包头和负载。

8.6 性能测量专用协议

8.6.1 TCP测量

8.6.1.1 面向连接的通信的背景

传输控制协议（TCP）属于“面向连接的”协议分类。从DPI-FE的视角而言，“连接”这一概念只与一个流描述符的某一特定设置相关（见[ITU-T Y.2770]第3.2.16款）。这样的连接在协议层2、3、4（L2，L3或L4）或者其他可能比较普遍。一些例子包括：在协议层2（L2），以太网连接或者以太虚网连接；在协议层3（L3），单向或双向的IP连接；在协议层4（L4），IP传输连接。这一领域的性能指示符与流相关的DPI有关。

8.6.1.2 TCP流量的包流种类

一个DPI实体基本不扮演TCP客户端、TCP服务器、TCP代理器或其他的角色，而是透明地表现端到端的TCP实体。从DPI实体的视角看，“TCP连接的构成”揭示了：

- DPI流描述符至少包括有TCP的IP传输连接的5元组策略条件；以及
- 为TCP连接状态追踪所明确的条件（例：状态性DPI场景）。

8.6.1.3 DPI TCP成功连接建立速率测量

表8-8提供了测量规范。

表8-8 – DPI TCP成功连接建立速率测量

测量	规范性/说明性	描述
测量名称	N	TCP成功连接建立速率
符号	I	$\lambda_{TCP,con,est}$
测量描述	N	每秒通过DPI节点的成功建立的TCP连接数量。当TCP三方信号交换完成时（之后假设由DPI-FE做出两个远程TCP端点已经达到TCP连接ESTABLISHED状态），TCP连接成功建立。为了度量该测量，DPI节点需要追踪TCP状态机。
度量或计算方法	N	结果可以由计算观察期内的TCP三方信号交换数量得出。
度量单位	N	互惠秒
有潜在度量域的度量点	N	
度量时序	N	时序准确性应当基本允许在秒的范围内度量。
实施	I	
验证	I	
使用和应用	I	
报告模型	I	典型地，将作为性能管理的一部分
类型“KPI”：是/否？	I	是

注 – N：规范性描述要素；I：说明性描述要素；KPI：关键绩效指标。

例：

$\lambda_{\text{TCPcon,est}}$ 度量值等于100意味着通过DPI节点的100个TCP连接在1秒内成功建立（通过远程TCP客户端和TCP服务器实体的组合）。

8.6.1.4 同时发生的TCP连接的DPI数量测量

表8-9提供了测量规范。

表8-9 – 同时发生的TCP连接的DPI数量测量

测量	规范性/说明性	描述
测量名称	N	同时发生的TCP连接数量
符号	I	$N_{\text{TCP,concur}}$
测量描述	N	在观察期间，DPI节点内同时成功建立的TCP连接数量。这取决于在观察期间 T （例：每秒）并行的TCP连接成功建立的数量。
度量或计算方法	N	由方程得出： $N_{\text{TCP,concur}} = \lambda_{\text{TCP,con,est}} \cdot T$
度量单位	N	–（整数）
有潜在度量域的度量点	N	
度量时序	N	
实施	I	
验证	I	
使用和应用	I	“实时DPI”
报告模型	I	典型地，将作为性能管理的一部分
类型“KPI”： 是/否？	I	是

注 – N：规范性描述要素；I：说明性描述要素；KPI：关键绩效指标。

例：

如果报告的2元组 $(N_{\text{TCPconcur}}, T)$ 等于 $(100, 10)$ ，10秒内DPI节点内同时成功建立的TCP连接数量为100。

8.6.1.5 DPI TCP连接建立成功率测量

表8-10提供了计算规范。

表8-10 – DPI TCP连接建立成功率测量

测量	规范性/说明性	描述
测量名称	N	TCP连接建立成功率
符号	I	$\lambda_{\text{TCP,succ}}$
测量描述	N	该测量明确了通过DPI节点的成功建立的TCP连接与TCP连接尝试总数的比。该测量取决于TCP连接尝试 $N_{\text{TCP,con,att}}$ ，成功建立的TCP连接 $N_{\text{TCP,succ}}$ 以及测试时间周期 T （以秒为单位）。
度量或计算方法	N	见下列等式： $\lambda_{\text{TCP,succ}} = \frac{\lambda_{\text{TCP,con,est}}}{\lambda_{\text{TCP,con,att}}}$ $\lambda_{\text{TCP,con,est}} = \frac{N_{\text{TCP,con,est}}}{T} [\text{s}^{-1}]$ $\lambda_{\text{TCP,con,att}} = \frac{N_{\text{TCP,con,att}}}{T} [\text{s}^{-1}]$
度量单位	N	-
有潜在度量域的度量点	N	
度量时序	N	
实施	I	
验证	I	
使用和应用	I	“实时 DPI”
报告模型	I	典型地，将作为性能管理的一部分
类型“KPI”：是/否？	I	是
注 – N：规范性描述要素； I：说明性描述要素； KPI：关键绩效指标。		

例：

如果报告的三元组 ($N_{\text{TCP,att}}, N_{\text{TCP,succ}}, T$) 等于 (100,10,5)，在5秒的观察周期内，总共有次100 TCP连接尝试（包括10次成功建立的TCP连接），得出 $\lambda_{\text{TCP,succ}}$ 的值为10%。

8.6.2 IP应用层的DPI测量

深度包检测的一个关键功能要求是应用识别和事务，以保证服务质量（QoS）和服务体验（QoE）。最常见的IP应用包括：HTTP、FTP、P2P、电子邮件和视频。表8-11阐明了HTTP应用事务识别率测量。

表8-11 – DPI HTTP应用事务识别率测量

测量	规范性/说明性	描述
测量名称	N	HTTP应用事务识别率
符号	I	$\lambda_{\text{HTTP, trf, rate}}$
测量描述	N	每秒通过DPI节点，成功建立并被DPI节点识别的HTTP事务。 当HTTPGET/POST-RESPONSE信号交换时，一个HTTP连接成功建立。为了度量该测量，DPI节点需要追踪HTTP信息和状态码。
度量或计算方法	N	为HTTP事务设置一个DPI规则。在HTTP客户端和HTTP服务器之间启动HTTP会话。检查在特定时间周期内成功建立的HTTP事务数量和被DPI节点识别的数量。
度量单位	N	互惠秒
有潜在度量域的度量点	N	
度量时序	N	时序的准确性应基本允许在秒的范围内度量。
实施	I	
验证	I	
使用和应用	I	
报告模型	I	
类型“KPI”：是/否？	I	否
注 – N：规范性描述要素；I：说明性描述要素；KPI：关键绩效指标。		

例：

$\lambda_{\text{HTTP, trf, rate}}$ 度量值为100意味着通过DPI节点的100个带有“HTTP 200 OK”状态码的HTTPGET/POST-RESPONSE事务，在1秒内成功于HTTP客户端和HTTP服务器实体之间建立。

8.7 DPI支持的应用标签数量的测量

表8-12提供了测量规范。

表8-12 – DPI支持的应用标签数量的测量

测量	规范性/说明性	描述
测量名称	N	支持的应用标签数量
符号	I	N_{Tags}
测量描述	N	DPI节点可以支持的应用种类的最大数量。当一个应用被识别，DPI节点通过e2（例：给NMS）或者通过e1（例：给PD-FEs）报告应用标签。
度量或计算方法	N	供应商声明他们可以支持的应用列表。根据已声明的应用列表，通过发送相应的应用包，计算认可的应用种类数量。
度量单位	N	（整数）
有潜在度量域的度量点	N	e2（例：给NMS）或者e1（例：给PD-Fes）
度量时序	N	从服务的用户实例视角看，度量间隔取决于时间范围。
实施	I	
验证	I	
使用和应用	I	
报告模型	I	
类型“KPI”：是/否？	I	否
注 – N：规范性描述要素；I：说明性描述要素；KPI：关键绩效指标。		

例：

$N_{\text{Tags, max}} = 5$ ，如果一个DPI节点支持5个应用（例：HTTP，FTP，TFTP，NetBIOS和DB2），即：这个DPI节点支持的应用标签最大数量为5。

8.8 DPI-PIB在线速率测量下的规模

表8-13提供了测量规范。

表8-13 – DPI-PIB在线速率测量下的规模

测量	规范性/说明性	描述
测量名称	N	DPI-PIB在线速率下的规模
符号	I	N_{ab}
测量描述	N	当输入流量等于端口速率且没有在输出端口发生由DPI处理引起的包损耗时，由规则数度量的DPI-PIB能力。
度量或计算方法	N	<ol style="list-style-type: none"> (1) 配置DPI节点的DPI规则，为了DPI节点中所有的物理PIB条目都被占用。 (2) 选择DPI节点中两个有着相同线速率的物理端口，将它们与测试装置连接。 (3) 测试装置开始发送上述其中一个与配置规则不匹配的线速流量，同时从另一个端口接收流量。 (4) 如果没有包损耗发生，当前的物体PIB条目数就是度量结果。否则一个或多个条目将从PIB中移除，然后过程回到步骤3。
度量单位	N	
有潜在度量域的度量点	N	见图6-1（流量模型）。
度量时序	N	
实施	I	
验证	I	
使用和应用	I	“实时DPI”
报告模型	I	典型地，将作为性能管理的一部分
类型“KPI”：是/否？	I	否
<p>注1 – N：规范性描述要素；I：说明性描述要素；KPI：关键绩效指标。</p> <p>注2 – 1) 该度量方法是标准的，但是其他方法也可以应用；2) 在步骤4中，要移除的条目数在于测试准确性。例：如果测试准确性是10，被移除的条目数也是10；3) 其他因素，例如：规则长度也可能影响度量结果。</p>		

引用链路容量和包规模的最小值在安装的大多数DPI节点是不变的，可以简单指定在线速率和任何包规模（包括最小包规模和最大包规模）下可以支持的规则或者DPI-PIB规模的最大数量。

下文是在线速率 (N_{db}) 下的DPI策略信息库 (DPI-PIB) 规模规范。

$N_{DPI-PIB,max}$ 是可以支持的最大数量的DPI策略规则，当：

- 进入的包可以是任意规模，包括最小和最大规模（依据协议层2框架）；
- 击中任意条件的概率是独立均匀的；以及
- 进入的包以全线速率进入DPI-FE。

9 控制面的DPI特定性能测量

9.1 DPI规则生效时间测量

表9-1提供了测量规范。

表9-1 – DPI规则生效时间测量

测量	规范性/说明性	描述
测量名称	N	规则生效时间
符号	I	T_{rule}
测量描述	N	一条DPI规则建立和其在DPI节点中应用的间隔时间。
度量或计算方法	N	配置与测试仪器的DPI规则相应的数据流，当DPI规则建立时，开始发送数据，通过测试仪器的数据，计算新的规则生效的时间。
度量单位	N	毫秒
有潜在度量域的度量点	N	
度量时序	N	
实施	I	
验证	I	
使用和应用	I	
报告模型	I	
类型“KPI”：是/否？	I	否
注 – N：规范性描述要素；I：说明性描述要素；KPI：关键绩效指标。		

9.2 DPI故障转移时间测量

表9-2 提供了测量规范。

表9-2 – DPI故障转移时间测量

测量	规范性/说明性	描述
测量名称	N	故障转移时间
符号	I	$T_{failover}$
测量描述	N	当使用1 + N保护模型时，活动组件和备用组件代替失效组件功能的时间间隔。
度量或计算方法	N	配置与测试仪器的DPI规则相应的数据流，开始发送数据流并废弃失效组件，通过测试仪器接收的数据计算时间。
度量单位	N	毫秒
有潜在度量域的度量点	N	
度量时序	N	
实施	I	
验证	I	
使用和应用	I	
报告模型	I	
类型“KPI”：是/否？	I	No
注 – N：规范性描述要素；I：说明性描述要素；KPI：关键绩效指标。		

9.3 DPI节点部署时间测量

表9-3提供了测量规范。

表9-3 – DPI节点部署时间测量

测量	规范性/说明性	描述
测量名称	N	DPI节点部署时间
符号	I	T_{deploy}
测量描述	N	当前网络的性能可能会在向其部署DPI节点的时候被影响。部署时间越短，对网络的影响越小。
度量或计算方法	N	配置与当前网络适应的端到端数据流，部署DPI节点的时候开始发送数据；部署完成时，计算一个NMS命令分配到DPI节点，以及DPI节点的响应到达NMS的时间间隔。
度量单位	N	毫秒
有潜在度量域的度量点	N	
度量时序	N	

表9-3 – DPI节点部署时间测量

测量	规范性/说明性	描述
实施	I	
验证	I	
使用和应用	I	
报告模型	I	
类型“KPI”：是/否？	I	否
注 – N：规范性描述要素；I：说明性描述要素；KPI：关键绩效指标。		

9.4 DPI冗余数据同步时间测量

表9-4提供了测量规范。

表9-4 – DPI冗余数据同步时间测量

测量	规范性/说明性	描述
测量名称	N	冗余数据同步时间
符号	I	T_{syn}
测量描述	N	当使用1 + N保护模型时，在活动组件中写入DPI规则以及备用组件接收到相同的DPI规则的时间间隔。
度量或计算方法	N	控制实体在活动组件中配置DPI规则；DPI规则之后由备用组件每100ms读取一次，直到备用组件的DPI规则用活动组件中的DPI规则相同；这一过程所需的时间就是度量值。
度量单位	N	毫秒
有潜在度量域的度量点	N	
度量时序	N	
实施	I	
验证	I	
使用和应用	I	
报告模型	I	
类型“KPI”：是/否？	I	否
注 – N：规范性描述要素；I：说明性描述要素；KPI：关键绩效指标。		

10 管理面的特定DPI性能测量

10.1 DPI NMS响应时间测量

表10-1提供了测量规范。

表10-1 – DPI NMS响应时间测量

测量	规范性/说明性	描述
测量名称	N	NMS响应时间
符号	I	T_{NMS}
测量描述	N	一个NMS命令分配到DPI节点，和DPI节点接收响应到达NMS的时间间隔。
度量或计算方法	N	有两种度量方法： 1) 通过NMS； 2) 通过测试仪器。
度量单位	N	毫秒
有潜在度量域的度量点	N	
度量时序	N	
实施	I	
验证	I	
使用和应用	I	
报告模型	I	
类型“KPI”：是/否？	I	No

注 – N：规范性描述要素； I：说明性描述要素； KPI：关键绩效指标。

10.2 DPI支持的同时发生的NMS数量测量

表10-2提供了测量规范。

表10-2 – DPI支持的同时发生的NMS数量测量

测量	规范性/说明性	描述
测量名称	N	一个DPI实体支持的同时发生的NMS数量
符号	I	N_{NMS}
测量描述	N	一个DPI实体可以支持的同时发生的NMSs 的最大数量。
度量或计算方法	N	逐步添加有关DPI实体的NMS实例，直到NMS或DPI实体的状态非正常。
度量单位	N	无
有潜在度量域的度量点	N	
度量时序	N	
实施	I	
验证	I	
使用和应用	I	
报告模型	I	
类型“KPI”：是/否？	I	否

注 – N：规范性描述要素；I：说明性描述要素；KPI：关键绩效指标。

10.3 DPI NMS DPI每秒写入的规则数量测量

表10-3 提供了测量规范。

表10-3 – NMS DPI每秒写入的规则数量测量

测量	规范性/说明性	描述
测量名称	N	NMS DPI每秒写入规则数量
符号	I	$N_{rulewrite}$
测量描述	N	当使用NMS系统去管理DPI规则时，修改规则表所需的时间影响相应的DPI节点的转发性能。
度量或计算方法	N	为将要在测试仪器中被写入DPI规则表的一组DPI规则配置相应的数据流，开始将规则写入DPI规则表，同时开始发送数据流，通过测试仪器接收的数据计算每秒写入的规则数量。
度量单位	N	
有潜在度量域的度量点	N	
度量时序	N	

表10-3 – NMS DPI每秒写入的规则数量测量

测量	规范性/说明性	描述
实施	I	
验证	I	
使用和应用	I	
报告模型	I	
类型“KPI”： 是/否？	I	否
注 – N: 规范性描述要素; I: 说明性描述要素; KPI: 关键绩效指标。		

10.4 NMS DPI规则使用年限报告时间测量

表10-4提供了测量规范。

表10-4 – NMS DPI 规则使用年限报告时间测量

测量	规范性/说明性	描述
测量名称	N	NMS DPI规则使用年限报告时间
符号	I	$T_{agereport}$
测量描述	N	当一条或多条DPI规则失效时，NMS需要知道事件来同步它的数据库以及采取其他行动。DPI节点之后尽快给NMS报告规则失效事件。
度量或计算方法	N	为测试仪器中带有失效时间的DPI规则配置相应的数据流，开始发送数据流，当NMS收到失效报告信息，停止发送数据，通过测试仪器收到的数据计算时间。
度量单位	N	秒
有潜在度量域的度量点	N	
度量时序	N	
实施	I	
验证	I	
使用和应用	I	
报告模型	I	
类型“KPI”：是/否？	I	否
注 – N: 规范性描述要素; I: 说明性描述要素; KPI: 关键绩效指标。		

11 DPI节点的特定性能测量

11.1 DPI每比特功率测量

表11-1提供了测量规范。

表11-1 – DPI每比特功率测量

测量	规范性/说明性	描述
测量名称	N	每比特功率
符号	I	E_{bit}
测量描述	N	一个节点的DPI实体单元位功耗（换句话说，处理数据位时的平均功耗）。
度量或计算方法	N	总功耗（焦耳）/总数据流量（比特）
度量单位	N	皮焦耳
有潜在度量域的度量点	N	
度量时序	N	
实施	I	
验证	I	
使用和应用	I	
报告模型	I	
类型“KPI”：是/否？	I	否

注 – N：规范性描述要素；I：说明性描述要素；KPI：关键绩效指标。

11.2 DPI每包功率测量

表11-2提供了测量规范。

表11-2 – DPI每包功率测量

测量	规范性/说明性	描述
测量名称	N	每包功率
符号	I	ϕ_{power}
测量描述	N	一个节点的DPI实体单元包功耗（换句话说，处理一个数据包的平均功耗）。
度量或计算方法	N	总功耗（焦耳）/总数据流量（包）
度量单位	N	皮焦耳每包
有潜在度量域的度量点	N	
度量时序	N	
实施	I	
验证	I	
使用和应用	I	
报告模型	I	
类型“KPI”：是/否？	I	否

注1 – N：规范性描述要素；I：说明性描述要素；KPI：关键绩效指标。

注2 – 该性能指标用于估计一个DPI实体或节点的功耗。因为它取决于包长度，特定的包长度可以在测试和估计一个DPI实体或节点时选择。

参考资料

- [b-ITU-T X.200] ITU-T X.200建议书（1994年）| ISO/IEC 7498-1:1994, 信息技术—开放系统互连—基本参考模型：基本模型。
- [b-ITU-T Y.2121] ITU-TY.2121建议书（2008年），NGN中支持流状态感知传输技术的要求。
- [b-IETF RFC 3198] IETF RFC 3198 (2001), *Terminology for Policy-Based Management*.
- [b-IETF RFC 6390] IETF RFC 6390 (2011), *Guidelines for Considering New Performance Metric Development*.

ITU-T建议书系列

系列A	ITU-T工作的组织
系列D	资费及结算原则和国际电信/ICT的经济和政策问题
系列E	综合网络运行、电话业务、业务运行和人为因素
系列F	非话电信业务
系列G	传输系统和媒介、数字系统和网络
系列H	视听及多媒体系统
系列I	综合业务数字网
系列J	有线网络和电视、声音节目及其他多媒体信号的传输
系列K	干扰的防护
系列L	环境与ICT、气候变化、电子废物、节能；线缆和外部设备的其他组件的建设、安装和保护
系列M	电信管理，包括TMN和网络维护
系列N	维护：国际声音节目和电视传输电路
系列O	测量设备的技术规范
系列P	电话传输质量、电话设施及本地线路网络
系列Q	交换和信令
系列R	电报传输
系列S	电报业务终端设备
系列T	远程信息处理业务的终端设备
系列U	电报交换
系列V	电话网上的数据通信
系列X	数据网、开放系统通信和安全性
系列Y	全球信息基础设施、互联网的协议问题、下一代网络、物联网和智慧城市
系列Z	用于电信系统的语言和一般软件问题