

ICS 33.040.40

L 78

**YD**

# 中华人民共和国通信行业标准

YD/T 2373-2011

---

## 公众 IP 网络可靠性 总体技术要求

Reliability of public IP network—  
general technical requirements

2011-12-20 发布

2011-12-20 实施

---

中华人民共和国工业和信息化部 发布

## 目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语、定义和缩略语	1
3.1 术语和定义	1
3.2 缩略语	2
4 概述	2
5 IP网络可靠性总体要求	3
5.1 检测机制	3
5.2 保护机制	4
5.3 设计方法	5
5.4 管理策略	5
6 IP网络可靠性的技术要求	5
6.1 单系统可靠性要求	5
6.2 物理链路可靠性要求	5
6.3 故障检测技术要求	5
6.4 保护倒换技术要求	5
6.5 路由协议可靠性要求	6

## 前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准是公众IP网络可靠性技术系列标准之一，该系列标准的结构及名称如下：

1. YD/T 2373-2011《公众IP网络可靠性 总体技术要求》
2. YD/T 2175-2010《公众IP网络可靠性 标记分发协议（LDP）平滑重启动技术要求及测试方法》
3. YD/T 2176-2010《公众IP网络可靠性 中间系统到中间系统协议（IS-IS）平滑重启动技术要求及测试方法》
4. YD/T 1702-2007《公众IP网络可靠性 IP快速重路由技术框架》
- 5.《公众IP网络可靠性 IP快速重路由技术要求》
- 6.《公众IP网络可靠性 RSVP-TE平滑重启动技术要求》
- 7.《公众IP网络可靠性 双向转发检测（BFD）机制的技术要求》
- 8.《公众IP网络可靠性 虚拟路由器冗余协议（VRRP）技术要求》

本标准由中国通信标准化协会提出并归口。

本标准起草单位：工业和信息化部电信研究院、华为技术有限公司。

本标准主要起草人：马军锋、田 辉、高 巍、马 科、郭大勇。

# 公众 IP 网络可靠性

## 总体技术要求

### 1 范围

本标准规定了公众IP网络可靠性的总体技术要求，包括单系统硬件可靠性要求、故障检测机制、保护倒换机制、路由协议可靠性要求等。

本标准适用于具有高可靠性需求的公众IP网络。

### 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

YD/T 1702 公众IP网络可靠性 IP快速重路由技术框架

### 3 术语、定义和缩略语

#### 3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

##### 3.1.1

**网络故障 Network Fault**

网络部件失效（包括节点和链路的硬件故障，软件失效等）后导致通信中断或者通信质量下降。

##### 3.1.2

**IP网络可靠性 IP Network Reliability**

IP网络能够无差错传送数据的能力以及IP网络在发生故障的情况下，能够为上层应用提供不间断数据传送的能力。

##### 3.1.3

**容错技术 Fault-Tolerant**

在系统结构上通过增加冗余资源的方法来降低故障造成的影响，即使出错或发生了故障，系统的功能也不致受到影响，仍能够正确地执行预定任务的技术。

##### 3.1.4

**粘聚度 Cohesion**

断开一对节点之间所有通路所需要的最少链路数。

##### 3.1.5

**连通度 Connectivity**

断开一对节点之间所有通路所需要的最少节点数。

##### 3.1.6

**分散度 Dispersion**

网络部件在功能实现和地理分布上的分散程度。

### 3.1.7

**网络连通率 Network Connectivity Ratio**

当网络发生故障时，网络中所有节点能够保持连通的概率。

### 3.1.8

**平均无故障时间 Mean Time Between Failures**

系统中各个组件不间断、无故障可靠运行的时间。

### 3.1.9

**平均修复时间 Mean Time to Repair**

系统组件出现故障时，系统从故障中恢复过来所需要的时间。

## 3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

BFD	Bidirectional Forwarding Detection	双向转发检测
BGP	Border Gateway Protocol	边界网关协议
DWDM	Dense Wavelength Division Multiplexing	密集波分复用
GR	Graceful Restart	平滑重启
IP	Internet Protocol	网际互联网协议
IS-IS	Intermediate System to Intermediate System	中间系统-中间系统
ISSU	In Service Software Upgrade	在线软件升级
LDP	Label Distribution Protocol	标记分发协议
LSP	Label Switch Path	标记交换路径
LSR	Label Switch Router	标记交换路由器
MPLS	Multi Protocol Label Switch	多协议标记交换
MTBR	Mean Time Between Failures	平均无故障时间
MTTR	Mean Time To Repair	平均修复时间
NSF	Not Stop Forwarding	不间断转发
NSR	Not Stop Routing	不间断路由
OAM	Operation, Administration and Maintenance	运行、管理、维护
OSPF	Open Shortest Path First	最短路径优先
SDH	Synchronous Digital Hierarchy	同步数字体系

## 4 概述

随着技术的不断完善和业务进一步深度融合的发展需求，IP承载网将成为多业务承载统一平台，实现音频、视频、数据3类媒体流的传送，这3类媒体流对承载网的运行指标要求如下：

- 语音业务：时延和时延抖动小、丢包率小；
- 视频业务：高带宽、传输时延和时延抖动小，低丢包率；
- 数据业务：非实时、突发性的业务，对时延、抖动要求低，但要求差错率低。

要实现电信级IP网络运营，就必须在保证高带宽、低时延、低丢包率等服务质量的同时，解决IP网络的可靠性问题，以满足电信级99.999%的可靠性要求，具体量化指标见表1。

与传统的电信网不同，IP网络是一个无连接尽力而为的分组传送网络，影响其可靠性的因素很多，从网络本身出发可以分为外部因素和内部因素。外部因素是指通信设备和通信网依存的环境，可以进一步分为可控因素和不可控因素。可控因素指设备的工作条件（如温度、湿度、防震和防尘等）；不可控因素指影响通信设备和网络正常运行的一些外部事件（包括自然灾害、人为故障和突发事件等）。内部因素指设备的可靠性、网络工程设计、网络的组织和维护管理等。

IP网络的可靠性主要取决于设备的可靠性、网络设计的可靠性、网络组织和维护管理的有效性以及用户对业务性能的要求等。设备的可靠性和网络设计决定了IP网络固有可靠性，而网络维护和组织管理的有效性以及用户对业务的需求影响到IP网络工作的可靠性。

表1 IP网络可靠性的量化指标

可靠性（百分比）	网络故障时间（分钟/年）
99	5,000
99.9	500
99.99	50
99.999	5
99.9999	0.5

## 5 IP网络可靠性总体要求

### 5.1 检测机制

#### 5.1.1 故障事件

IP网络故障会造成网络通信中断或者通信质量下降。

IP网络的故障事件可以划分为物理和逻辑故障事件两大类。物理故障事件主要指网络部件（节点和链路）由于物理器件失效而引起的网络通信中断或者通信质量下降。逻辑故障事件主要指由于局部网络链路拥塞，导致吞吐量下降、丢包率和传输时延增大而引起的通信质量下降。

可以根据网络故障的强度、故障持续时间、故障广度和对服务质量的影响来定义故障事件。

#### 5.1.2 检测方法

可靠的IP网络应提供必要的故障检测机制。当网络部件发生故障或者网络局部拥塞时，应能够快速检测。

针对网络部件的故障，可以通过下述方法检测：

- 1) 底层物理信号检测技术（点到点直连拓扑）；
- 2) 发送连通性探测报文；
- 3) 根据控制协议的定期检测消息或者独立的故障检测协议来实现故障检测；
- 4) 根据OAM分组报文实现故障检测。

针对网络局部拥塞，可以通过下述方法检测：

- 1) 根据数据平面网络吞吐量变化检测，当一段时间内网络吞吐量小于阈值时，可以判定网络局部发生拥塞；

2) 根据数据平面网络时延变化检测, 当一段时间内网络时延大于阈值时, 可以判定网络局部发生拥塞;

3) 根据数据平面网络丢包率变化检测, 当一段时间内网络的丢包率大于阈值时, 可以判定网络局部发生拥塞。

### 5.1.3 测度指标

IP网络可靠性测度指标用于描述当网络部件(节点和链路)发生故障时, 对网络连通性和所承载业务性能的影响。

从网络拓扑结构的观点来衡量网络的可靠性, 可以包括粘聚度、连通度、分散度和网络连通率4个测度指标, 反映了网络拓扑结构对网络可靠性的影响。

从网络承载业务能力的观点来衡量网络的可靠性, 可以包括业务端到端连通率、基于网络吞吐量阈值和基于网络时延阈值3个测度指标, 是一种基于业务性能的网络可靠性测度。其中网络吞吐量阈值和网络时延阈值是正常提供业务的最基本要求, 如果由于网络拥塞导致吞吐量低于阈值或者网络时延高于阈值, 都会引起通信中断或通信质量下降。

## 5.2 保护机制

在网络部件(节点和链路)发生故障的情况下, IP网络应当提供保护机制, 实现网络拓扑的快速收敛以减少对承载业务的影响。

IP网络保护机制分为网元级和网络级。

### 5.2.1 网元级可靠性要求

网元级的可靠性要求包括硬件架构、系统架构和软件实现3个方面。

——硬件架构

- 1) 关键部件(包括主控单元、交换单元、电源、风扇等)采用热备份冗余设计;
- 2) 支持热插拔功能;
- 3) 支持接口和业务板卡的快速故障检测和倒换功能。

——系统架构

- 1) 数据平面、控制平面和管理平面完全分离;
- 2) 数据平面支持不间断转发;
- 3) 控制平面支持快速故障检测、快速重路由机制等;
- 4) 控制平面可选支持不间断路由。

——软件

- 1) 模块化;
- 2) 支持ISSU功能。

### 5.2.2 网络级可靠性要求

在网络部件发生故障或网络拥塞的情况下, IP网络为上层业务提供不间断传送服务的可靠性要求包括:

- 1) 支持快速故障检测、快速收敛和选路机制;
- 2) 支持快速倒换机制, 能够由备份路径替代主路径为用户提供不间断的通信业务; 当网络故障恢复后, 支持回切和不回切两种工作模式。

### 5.3 设计方法

IP网络可靠性设计应包括网络拓扑设计和业务性能设计。根据承载业务的可靠性要求，设计IP网络的拓扑结构，避免发生由于单个网络部件（节点和链路）故障而导致部分节点之间数据传送中断。在设计时应当考虑功能上和物理上分散的原则，提高网络抗灾害和抗过负荷的能力；提供关键设备和链路的冗余，采用流量控制、动态选路和路由分散等措施，提高网络的生存性和有效性；通过网络分层和层次化路由，增强网络的扩展性。

根据TCP/IP网络体系架构，上层client会继承底层Server的某些特性，在考虑IP网络的可靠性时，需要在每一层根据其特性采用相应的可靠性措施，避免相互之间的影响，上层网络在实施保护倒换时要考虑底层网络的倒换速度，延迟一个最小周期。例如，IP网络底层采用光传输网络（如SDH、DWDM等）进行数据传送，由于光传输网通常实现50ms的倒换速度，如果IP网络的保护倒换速度快于光传输网，则会引起网络进行两次收敛和倒换，进而影响到整个网络的可靠性。

### 5.4 管理策略

IP网络可靠性管理贯穿于网络分析设计、建设和运营维护的全过程，对网络的各项可靠性工程技术活动进行规划、组织、协调和监督，制定网络维护和管理体制以及提高维护和管理水平的措施。

## 6 IP网络可靠性的技术要求

### 6.1 单系统可靠性要求

IP网络设备单系统硬件的可靠性应通过容错技术实现，要求设备的关键部件（包括主控单元、交换单元、电源、风扇等）采用热备份冗余设计，并且支持主控板、交换板、业务板和电源模块的热插拔。

IP网络设备单系统在系统架构方面应支持数据平面、控制平面和管理平面的分离。

### 6.2 物理链路可靠性要求

IP网络设备应具备多链路聚合功能，支持等价多链路聚合，可选支持非等价多链路聚合。

### 6.3 故障检测技术要求

IP网络设备应支持直连链路和非直连链路故障的快速检测。对于直连链路的故障，IP网络设备应具有底层物理信号的快速感知能力。对于非直连链路的故障，应支持通过信令协议进行快速检测，如BFD（具体技术要求参见相应行业标准）、OAM等快速检测机制，并且通过与线路卡控制部分联动，使接口或链路故障的感知时间小于秒级；或者通过路由协议的Hello消息检测故障，通常故障检测时间是秒级。

### 6.4 保护倒换技术要求

当检测到IP网络故障后，应提供必要的路径保护机制确保业务流量不会因为节点或者链路故障而受到影响。IP网络设备应实现以下路径保护机制：

1) 等价多路径。

IP网络设备应至少支持8条等价多路径。

2) MPLS快速重路由。

3) VRRP虚拟路由器冗余协议。

4) 保护倒换。

保护可以采用两种方式：1+1保护和1:1保护。

1+1保护使用一条专用的备份路径作为主路径的保护路径，在入口处，主路径和备份路径桥接在一起，主路径上的流量复制到备份路径上同时传送到出口，出口根据故障指示参数的取值，选择接收主备份路径上的流量。

1:1保护时也使用专用的备份路径作为主路径的保护路径，但是主备份路径不同时传送相同的流量，备份路径在主路径工作正常的前提下可以传送其他流量，流量的保护切换裁决在入口进行。

5) IP网络设备可选支持IP快速重路由机制，具体技术要求见YD/T 1702。

## 6.5 路由协议可靠性要求

### 1) IP网络设备应支持IP路由快速收敛机制

IP动态路由是最基本的网络层可靠性保障机制。IP动态路由协议负责进行网络层IP转发路径计算，在链路或者节点发生故障导致原数据转发路径中断时，路由协议会对数据转发路径进行重新计算，通常收敛时间是秒级，这无法满足电信级IP承载网毫秒级的恢复响应时间要求，因此IP网络设备必须支持路由协议的快速收敛机制，实现路由协议的收敛时间小于秒级。

### 2) IP网络设备应支持平滑重启动（GR）机制

IP网络设备的系统架构应支持数据平面、控制平面和转发平面相分离。在数据平面，支持不间断转发（NSF）功能；在控制平面，支持路由协议的平滑重启动（GR）机制，包括OSPF GR、IS-IS GR、BGP GR和LDP GR功能，具体技术要求参见相应的行业标准。

### 3) IP网络设备可选支持不间断路由（NSR）机制

IP网络设备如果支持不间断路由机制，则要求主控板1+1冗余。正常工作时，主用板卡将路由信息和状态信息同步给备用板卡，当主用板卡故障时，备用板卡快速接管路由工作，保证数据报文转发不受影响。该技术为设备内部实现，不涉及协议扩展。

IP网络设备可选支持基本路由协议的NSR机制，包括OSPF NSR、IS-IS NSR、BGP NSR以及LDP NSR等。

中华人民共和国  
通信行业标准  
公众 IP 网络可靠性  
总体技术要求

YD/T 2373-2011

\*

人民邮电出版社出版发行

北京市崇文区夕照寺街 14 号 A 座

邮政编码：100061

宝隆元（北京）印刷技术有限公司印刷

\*

开本：880×1230 1/16

2012 年 1 月第 1 版

印张：0.75

2012 年 1 月北京第 1 次印刷

字数：18 千字

ISBN 978 - 7 - 115 - 2441 / 12 - 19

定价：10 元