

中华人民共和国应急管理行业标准

YJ/T 42.4—2026

应急指挥无线宽带自组网系统技术规范 第4部分：网络层

Technical specifications for emergency command wireless broadband ad hoc
network system—Part 4: Network layer

2026-05-14 发布

2026-08-01 实施

目 次

前言	II
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	2
5 网络层架构	2
6 网络层过程	3
6.1 链路维护	3
6.2 路由管理	3
6.3 数据处理	4
7 协议数据	5
8 定时器	6
9 证实方法	6
附录 A(规范性) 协议数据定义	7
参考文献	9

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是 YJ/T 42《应急指挥无线宽带自组网系统技术规范》的第4部分。YJ/T 42 已经发布了以下部分：

- 第1部分：总体要求；
- 第2部分：物理层；
- 第3部分：数据链路层；
- 第4部分：网络层。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中华人民共和国应急管理部提出，科技和信息化司业务管理、政策法规司统筹管理。

本文件由全国应急管理减灾救灾标准化技术委员会(SAC/TC 307)技术归口及咨询。

本文件起草单位：应急管理部大数据中心、西安电子科技大学、上海寰创通信科技股份有限公司、中国标准化研究院、中国信息通信研究院、海能达通信股份有限公司、河北远东通信系统工程有限公司、湖南基石通信技术有限公司、中国科学院上海微系统与信息技术研究所、江苏软仪科技集团股份有限公司、北京久华信信息技术有限公司。

本文件主要起草人：马辉、张斌川、邓新宁、程文驰、苑永霞、刘纬天、葛绪超、陈刚、赵国超、袁蓉、叶恩云、任智源、徐凤娇、宋得龙、陈小天、司雷、施峻武、陈勇、王皖、汤素锋、高群毅、胡斌、朱斯语。

本文件为首次发布。

引 言

为规定应急指挥无线宽带自组网系统的技术体制,实现不同供应商提供的设备之间的互联互通,满足应急指挥无线宽带自组网能够快速部署、自由组网的要求,制定本系列标准。应急指挥无线宽带自组网系统技术规范拟包括以下 5 个部分:

- 第 1 部分:总体要求。目的在于规定应急指挥无线宽带自组网系统的技术体制,应急指挥无线宽带自组网设备的功能、性能等基本要求;
- 第 2 部分:物理层。目的在于规定应急指挥无线宽带自组网设备的空中接口物理层协议功能,包括帧结构和物理资源的定义、物理信道、信道编码和交织、同步过程、随机接入、物理传输信道的调度、功率控制、HARQ 流程等;
- 第 3 部分:数据链路层。目的在于规定应急指挥无线宽带自组网设备的空中接口数据链路层协议功能,包括无线资源控制协议、分组数据汇聚协议、无线链路控制协议、媒体接入控制协议等;
- 第 4 部分:网络层。目的在于规定应急指挥无线宽带自组网设备的空中接口网络层协议功能,包括网络层协议架构与功能、网络层过程、协议数据、定时器等;
- 第 5 部分:测试方法。目的在于规定应急指挥无线宽带自组网设备的功能、性能及协议一致性测试方法。

应急指挥无线宽带自组网系统技术规范

第4部分：网络层

1 范围

本文件规定了应急指挥无线宽带自组网系统的网络层架构与功能、网络层过程、协议数据、定时器、证实方法等内容。

本文件适用于应急指挥无线宽带自组网系统网络层的设计与开发。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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。

YJ/T 42.1—2026 应急指挥无线宽带自组网系统技术规范 第1部分：总体要求

3 术语和定义

YJ/T 42.1—2026 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

路径度量 path metric

路由协议中用于评估和选择最佳路径的一个数值。

注：路径度量反映了从源节点到目标节点的路径成本或质量。

3.2

单播 unicast

一种将数据发送到特定单个接收方的通信方式。

3.3

组播 multicast

一种将数据发送到一组特定接收方的通信方式。

3.4

广播 broadcast

一种将数据发送到同一网络段内所有接收方的通信方式。

3.5

广播网关 broadcast gateway

广播消息的转发节点。

3.6

本地 MAC 地址列表 local MAC address list

除自组网空口外，节点自身其他网络端口连接设备的 MAC 地址的列表，含本节点 MAC。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

DSDV:目的序列距离矢量协议(Destination Sequenced Distance Vector)

MAC:媒体接入控制(Medium Access Control)

PDU:协议数据单元(Protocol Data Unit)

QoS:服务质量(Quality of Service)

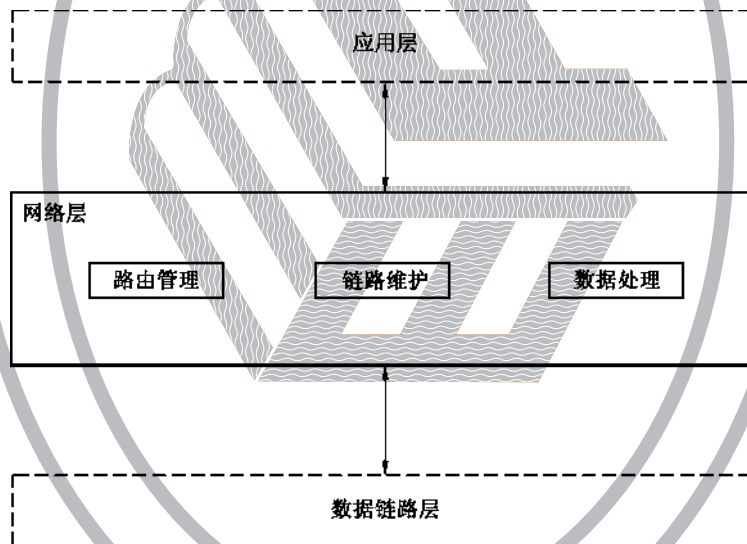
SIB1:系统信息块类型 1(System Information Block Type 1)

5 网络层架构

5.1 应用层通过网络层服务接口发送不同的数据流给网络层,或者接收来自网络层的数据流;网络层通过数据链路层服务接口获取链路状态、接收或发送网络层 PDU。网络层由以下三部分构成:

- a) 路由管理负责完成路由通告与路由表维护;
- b) 链路维护负责完成链路状态维护;
- c) 数据处理负责完成数据的收发处理。

网络层架构见图 1。



注:图中箭头表示各层级支持双向通信。

图 1 网络层架构图

5.2 网络层应向应用层提供以下服务:

- a) 单播数据的路由及传输;
- b) 组播/广播数据的传输。

5.3 数据链路层应向网络层提供以下服务:

- a) 链路状态上报;
- b) 路由通告广播与接收;
- c) 单播/组播/广播数据接收与发送。

5.4 网络层应包括以下功能:

- a) 相邻节点的链路状态维护；
- b) 路由通告的发送和接收处理；
- c) 路由表维护；
- d) 单播数据传输；
- e) 组播/广播数据传输。

6 网络层过程

6.1 链路维护

节点应对本节点与相邻节点的链路状态进行实时监控,判断链路可用性,进行路由更新。

以下场景应进行链路状态更新:

- a) 数据链路层检测到本节点与相邻节点的链路断开或恢复;
- b) 网络层通过路由通告广播消息检测到本节点与相邻节点的链路断开或恢复。

6.2 路由管理

6.2.1 路由通告

6.2.1.1 路由通告发送要求

每个节点都应发送路由通告,广播自己的路由信息。网络层通知数据链路层发送路由通告,数据链路层通过 SIB1 消息广播路由通告。路由通告消息具体格式定义见第 7 章。

路由通告应有完整路由通告方式、增量路由通告方式,在不同情况下使用。

6.2.1.2 路由通告触发

路由通告触发应支持时间驱动和事件驱动两种方式。

- a) 时间驱动:当周期性路由通告定时器超时时,节点应采用完整路由通告方式发送路由通告,并重启周期性路由通告定时器。
- b) 事件驱动:当检测到一个或多个目的节点的路由项变化时,节点应采用增量路由通告方式或完整路由通告方式发送路由通告,并重启周期性路由通告定时器。

6.2.1.3 路由项序列号维护

路由序列号应初始化为偶数。

当发送路由通告时,路由通告消息中每个路由项的序列号应按以下规则进行维护:

- a) 当节点发现到某个邻节点的路径断开时,将到这个邻节点的路径度量设置为无穷大,路由序列号加 1;
- b) 当节点发现到某个邻节点的路径断开时,找出路由表中以路径断开邻节点为下一跳节点的所有路由项,将发现的路由项的路径度量设置为无穷大,路由序列号加 1;
- c) 其他情况下,路由序列号加 2。

6.2.2 本地路由表维护

6.2.2.1 路由项建立

以下场景节点应建立路由项:

- a) 数据链路层检测到新的邻节点,并且本地无该节点的路由项;

- b) 网络层通过路由通告检测到新节点的路由项。

6.2.2.2 路由项更新

路由项更新流程应包含以下步骤。

- a) 以下场景建立临时路由项：
 - 1) 数据链路层检测到新的邻节点,并且本地有该节点的路由项,建立无路由项序列号的临时路由项;
 - 2) 数据链路层检测到原有邻节点的链路断开,并且本地有该节点的路由项,建立无路由项序列号且路径度量为无穷大的临时路由项;
 - 3) 收到路由通告广播,且存在目的节点的路由项与本地路由表维护的此目的节点的路由项有差异,建立序列号与路径度量设置为新路由项信息的临时路由项;
 - 4) 邻节点路由通告维护定时器超时,建立无路由项序列号且路径度量为无穷大的临时路由项。
- b) 当临时路由项有有效的序列号和路径度量时,进行以下步骤：
 - 1) 临时路由项的序列号比本地路由项的序列号小,保留本地路由项;
 - 2) 临时路由项的序列号比本地路由项的序列号大 2 的倍数,更新本地路由项;
 - 3) 临时路由项的序列号比本地路由项的序列号大奇数值,更新本地路由项,其中在更新本地路由项的序列号时,当该临时路由项的目的地址为本节点时,本地路由项的序列号以临时路由项的序列号为基础增加 1,当该临时路由项的目的地址不是本节点,本地路由项的序列号为临时路由项的序列号;
 - 4) 临时路由项的序列号与本地路由项的序列号相同：
 - 当路径度量比本地路由项小,更新本地路由项的路径度量;
 - 当路径度量比本地路由项大且本地路由项的下一跳是发送该路由通告的邻节点,更新本地路由项的路径度量;
 - 当路径度量比本地路由项大且本地路由项的下一跳不是发送该路由通告的邻节点,不更新。
- c) 当临时路由项没有有效的序列号时,进行以下步骤：
 - 1) 当路径度量为无穷大,判断临时路由项的下一跳节点是否与本地路由项相同,相同时更新路由项,否则不更新;
 - 2) 当路径度量为有效值且比本地路由项小,更新本地路由项;
 - 3) 当路径度量为有效值且比本地路由项大,判断临时路由项的下一跳节点是否与本地路由项相同,相同时更新本地路由项的路径度量,否则不更新。

6.2.2.3 路由项删除

节点收到路由通告广播,以下场景应删除路由项:

- a) 到目的节点的路径度量为无穷大,删除对应的路由项;
- b) 目的节点不在网,删除对应的路由项。

6.3 数据处理

6.3.1 单播业务

6.3.1.1 单播业务的数据发送应包含以下步骤:

- a) 解析单播数据报头,获得目的 MAC 地址;

- b) 基于目的 MAC 地址,查询本地路由表,确定下一跳节点;
- c) 进行单播数据封装,添加帧头,帧头格式应符合附录 A.2.2 的规定;
- d) 将封装好的单播数据作为网络层 PDU 发送给数据链路层,并告知下一跳节点信息,由数据链路层完成数据发送。

6.3.1.2 单播业务的数据接收应包含以下步骤:

- a) 解析数据报头,获得目的 MAC 地址;
- b) 当本节点的本地 MAC 地址列表包含目的 MAC 地址,将数据转发给上层,流程结束,否则继续下面的步骤;
- c) 基于目的 MAC 地址,查询本地路由表,确定下一跳节点;
- d) 进行单播数据封装,添加帧头,帧头格式应符合附录 A.2.2 的规定;
- e) 将封装好的单播数据作为网络层 PDU 发送给数据链路层,并告知下一跳节点信息,由数据链路层完成数据发送。

6.3.2 广播/组播业务

6.3.2.1 洪泛协议

网络层的洪泛协议应满足以下要求:

- a) 每个节点维护两跳内邻节点表,节点可以利用广播消息经过的路径和两跳内邻节点表选择广播网关,确保所有两跳邻节点可以收到一跳邻节点的广播消息;
- b) 在广播过程中,广播消息仅通过广播网关转发,广播消息传播给所有节点;
- c) 在广播消息帧头中,增加广播报文序列号;
- d) 对任一路由节点,当收到广播报文序列号相同的广播消息时,作忽略处理。

6.3.2.2 广播/组播业务流程

6.3.2.2.1 广播/组播业务的数据发送应包含以下步骤:

- a) 根据洪泛协议,选择下一阶段的广播网关;
- b) 进行广播/组播数据封装,添加帧头,帧头格式应符合附录 A.2.3 的规定;
- c) 将封装好的广播/组播数据作为网络层 PDU 发送给数据链路层,由数据链路层完成数据发送。

6.3.2.2.2 广播/组播业务的数据接收应包含以下步骤:

- a) 解析网络层帧头,获取本消息的广播路径、广播网关选择信息以及广播/组播消息;
- b) 根据该源 MAC 地址的广播报文序列号,判断是否接收过,接收过时数据丢弃,流程结束,否则继续后续步骤;
- c) 将该广播/组播消息发送给上层应用,当本节点未被选择为广播网关时,流程结束,否则继续后续步骤;
- d) 根据洪泛协议,选择下一阶段的广播网关;
- e) 进行广播/组播数据封装,添加帧头,帧头格式应符合附录 A.2.3 的规定;
- f) 将封装好的广播/组播数据作为网络层 PDU 发送给数据链路层,由数据链路层完成数据发送。

7 协议数据

协议数据的定义应符合附录 A 的规定。

8 定时器

8.1 网络层应维护路由通告周期性定时器和邻节点路由通告维持定时器。

8.2 路由通告周期性定时器应满足以下要求：

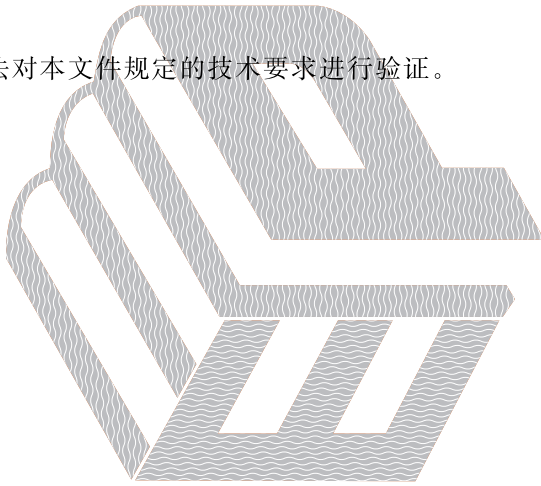
- a) 时长为 3 s；
- b) 在完成路由通告消息发送后,开启或重启定时器；
- c) 在关机或脱网时,停止定时器；
- d) 在定时器超时,节点应发送路由通告消息并重启定时器。

8.3 邻节点路由通告维持定时器应满足以下要求：

- a) 时长为 12 s；
- b) 在收到邻节点路由通告消息后,开启或重启定时器；
- c) 在关机或判断邻节点链路断开时,停止定时器；
- d) 在定时器超时,节点应更新路由项。

9 证实方法

采用专用设备测试等方法对本文件规定的技术要求进行验证。



附录 A
(规范性)
协议数据定义

A.1 路由通告消息

路由通告消息结构和路由项信息结构见表 A.1 和表 A.2。

表 A.1 路由通告消息结构

单位为字节

一级字段	二级字段	长度	描述
路由通告头部消息	长度	1	头部长度,包括整个路由通告头部消息,应作 4 字节对齐
	消息类型	1	0:路由通告;其他:保留
	路由算法类型	1	0:DSDV 路由算法;其他:保留
	本节点标识	4	本节点的标识
	本节点 MAC	6	本节点的 MAC 地址
	路由项个数	1	携带的路由项个数
	路由项长度	1	单个路由项的长度,应作 4 字节对齐
	扩展字段	变长	供扩展使用
路由通告路由项数组	路由项信息	路由项长度×路由项个数	各目的地址的路由项信息

表 A.2 路由项信息结构

单位为字节

字段	长度	描述
目的 MAC	6	目的 MAC 地址
序列号	2	本路由项序列号
节点标识	4	目的 MAC 地址对应节点的标识
路径度量	4	本节点到目的节点的路径度量(0xFFFFFFFF 表示无穷大)
跳数	1	本节点与目的节点之间的物理跳数
扩展字段	变长	供扩展使用

A.2 数据格式

A.2.1 网络层数据格式

网络层数据格式见表 A.3。

表 A.3 网络层数据格式

单位为字节

字段	长度	描述
帧头	变长	帧头结构 单播数据帧头:见 A.2.2 广播/组播数据帧头:见 A.2.3
数据载荷	变长	以太网数据包

A.2.2 单播数据帧头格式

单播数据帧头格式见表 A.4。

表 A.4 单播数据帧头格式

单位为字节

字段	长度	描述
长度	1	头部长度,包括整个单播数据帧头,应作4字节对齐
数据类型	1	0:单播;1:广播。此处固定填写0
源节点 MAC	6	源节点 MAC 地址
QoS	1	QoS 优先级(语音:3;视频:2;网页等即时数据:1;其他:0)
跳数	1	跳数(报文最大可以转发的次数,每次转发一次减1,主要是为了防止网络快速变化的时候可能发生的回环)
扩展字段	变长	供扩展使用

A.2.3 广播/组播数据帧头格式

广播/组播数据帧头格式见表 A.5。

表 A.5 广播/组播数据帧头格式

单位为字节

字段	长度	描述
长度	1	头部长度,包括整个广播/组播数据帧头,应作4字节对齐
数据类型	1	0:单播;1:广播。此处固定填写1
源节点 MAC	6	源节点 MAC 地址
广播报文序列号	4	广播报文序列号
网关地址	4	广播网关选择结果用位图方式表示,其中,位0表示节点ID0的节点,位1表示节点ID1的节点,以此类推,位31表示节点ID31的节点;位数值为0表示对应节点未被选为广播网关,位数值为1表示对应节点被选择为广播网关
路径长度	1	数据包经过节点的个数
扩展字段	变长	供扩展使用

参 考 文 献

- [1] PERKINS C E, WATSON T J. Highly dynamic destination sequenced distance vector routing(DSDV) for mobile computers[C]. ACM SIGCOMM' 94 Conference on Communications Architectures,1994:234-244

