

DoIP

学习笔记

JP-20220412

版本信息

版本号	描述	作者	日期
0.0.1	初稿	蒋攀	2022/03/03

JP-20220412

目 录

1	概述	1
2	参考标准及文档	1
3	术语	1
4	范围	2
5	功能清单	2
5.1	概述	2
5.2	功能清单	错误!未定义书签。
5.2.1	DoIP 报头	错误!未定义书签。
5.2.2	内部通信的 DoIP 端口号	错误!未定义书签。
5.2.3	内部通信的源端口号	错误!未定义书签。
5.2.4	内部 ECU 的 DoIP 支持	错误!未定义书签。
5.2.5	丢失 DoIP 消息的 TCP 连接	错误!未定义书签。
5.2.6	打开 DoIP 消息的 TCP 连接	错误!未定义书签。
5.2.7	重新连接相同的 IP 和端口号	错误!未定义书签。
5.2.8	连接复位时关闭 TCP 端口	错误!未定义书签。

DoIP 学习笔记

1 概述

为深入理解 DoIP（ISO 13400 标准定义的），并体现出理解的一些内容，特编制此文档。

2 参考标准及文档

《BS ISO 13400-1-2011》
《BS ISO 13400-2-2012》
《BS ISO 13400-3-2011》
《BS ISO 13400-3-2016》
《BS ISO 13400-4-2016》

3 术语

Alt	替代
ARP	地址解析协议
ASCII	美国信息交换标准代码
Auto-MDI(X)	自动介质依赖接口交叉
CAN	局域网控制器
DHCP	动态主机控制协议
DNS	域名系统
DoIP	基于 IP 的诊断通信
ECU	电子控制单元
EID	实体 ID
FMI	失效模式指示器
GID	组 ID
GUI	图形用户界面
IANA	互联网分配号码权限
ICMP	Internet 控制消息协议
IETF RFC	互联网工程任务小组征求意见
IP	互联网协议
IPV4	互联网协议 4 版本
IPV6	互联网协议 6 版本
MAC	媒体访问控制
MSC	消息序列图
NAT	网络地址转换
NDP	邻居发现协议
OEM	原始设备制造商
OSI	开放系统互连模型

SA	源地址
SAP	服务接入点
SPN	可疑参数编号
SDU	服务数据单元
SPN	怀疑参数数量
TA	目标地址
TCP	控制传输协议
UDP	用户报文协议
UDS	统一诊断服务
VIN	车辆识别号
WLAN	无线局域网
XOR	异或

4 范围

本文档仅适用于 DoIP 协议的学习理解，相关详细内容请参考具体标准。

5 标准解读

5.1 ISO 13400-1-2011

ISO 13400-1-2011 其内容为：一般信息和用例定义。

5.1.1 OSI 模型

DoIP 在 OSI 下的应用模型见图 1。从图 1 可以看出应用层由 UDSoNIP (ISO 14229-5) 构成，表示层由汽车制造商规范构成，会话层由 UDS(ISO 14299-2)，传输层和网络层由 DoIP (ISO 13400-2) 构成，数据链路层和物理层由 DoIP(ISO 13400-3)构成。

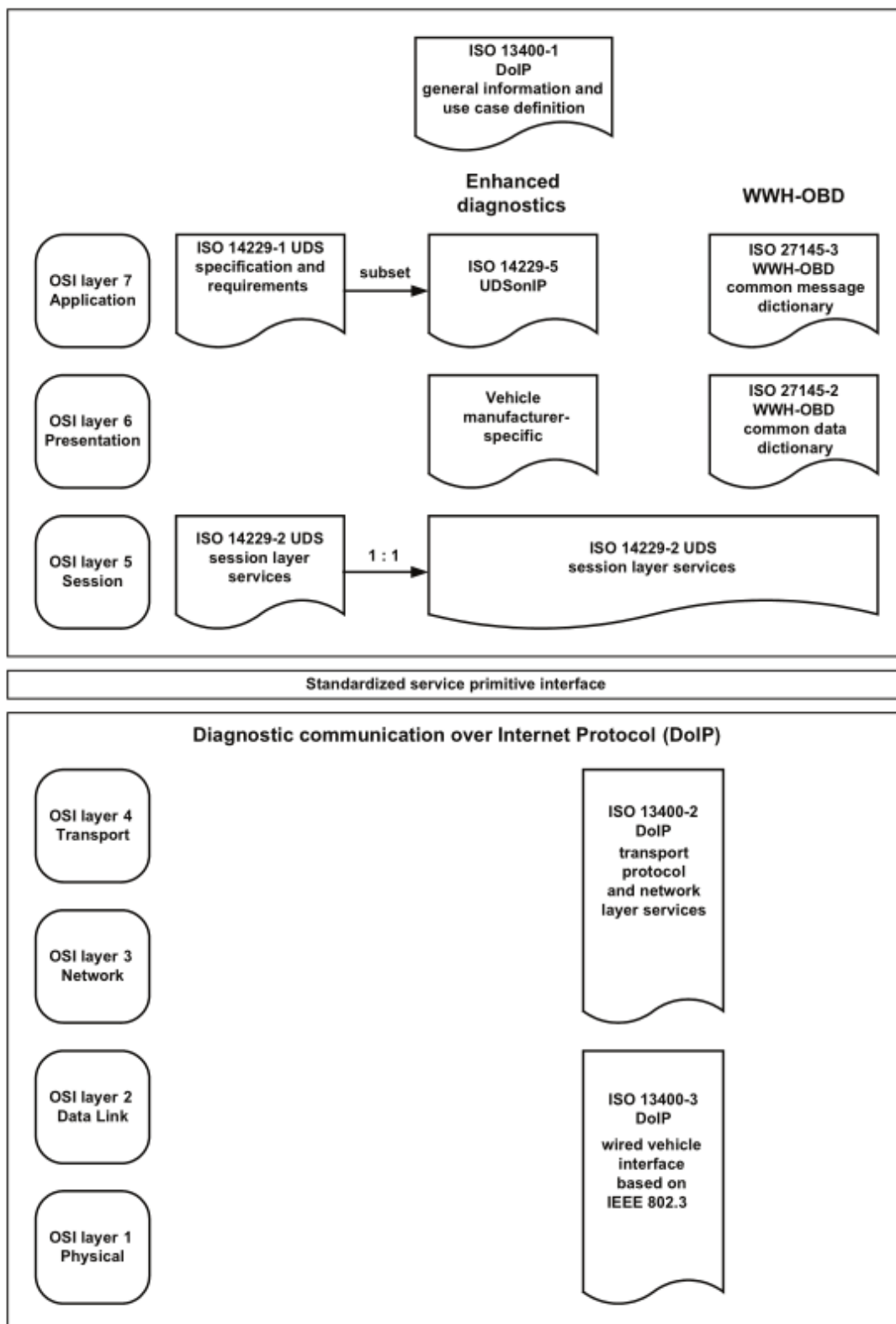


图 1 DoIP 在 OSI 下的应用模型

5.1.2 诊断网络架构

a) 诊断网络

- 诊断网络包括所有的 DoIP 实体以及任何外部测试设备；
- 诊断网络可以是外部测试设备域单个 DoIP 实体之间的简单点对点连接，也可以是由多个测试设备主机、多辆车辆组成的复杂分布式网络体系结构，每辆车都有多个 DoIP 实体和通过 DoIP 网关连接的车辆子网。

b) 车辆子网

- 车辆子网是指基于 IP 网络不直接相连的车载网络
- 说明此车辆子网的数据只能通过连接的 DoIP 网关发送

c) 诊断网关

- 诊断网关是网络中的一个节点，它物理上连接了两个（或多个）子网，并能够在两个子网之间传递诊断消息。
- 通过诊断网关连接各个子网可以创建更大的诊断网络架构。

5.1.3 DoIP 用例概述和原则

a) 概述

本小节列出了 DoIP 所涵盖的各个测试用例。这些用例源于以下领域中诊断通信的使用

- 汽车工程/ECU（开发）
- 汽车/ECU 制造（生产厂、装配线）
- 服务（特许经销商、售后维修店）
- 立法检查（排放检查、安全检查）

通信协议识别并支持以下用例。

注：本规范仅支持这些用例所必需的通信协议规定。它没有指针数据内容、信号更新速率、信号可用性等。

b) DoIP 用例集群

下面是适用于支持 DoIP 协议的系统的用例总结。表 1 提供了主要 DoIP 用例的概述。一个主 DoIP 用例集群可能由一个或多个用例定义。

表 1 DoIP 用例集群

序号	用例集群的标题	描述	备注
1	车辆检查及维修	此用例的目的是要求通过车辆的 IP 网络提供执行检查/维护(I/M)测试和维修所需的所有数据 车辆数据可以快速检索，不需要建立连接和/或安全协商	
2	车辆/ ECU 软件编程	本用例的目的是要求车载 IP 网络能够提供车辆/ECU 软件编程，以更新 ECU 的软件/校准 车辆需要与安全谈判建立连接	
3	车辆/ECU 装配线的检查和维修	这个用例的目的是需要所有必要的数据来执行车辆/ECU 装配线 I/M 测试，以及通过车辆的 IP 网络进行维修 车辆数据可以快速检索，不需要建立连接和/或安全协商	

备注：出于安全原因，某些用例和通信场景可能会被车辆拒绝，这取决于车辆的状态条件(例如驾驶时)，或者可能需要额外的安全条款，特别是在进行无线通信时。

5.1.4 DoIP 测试用例定义

a) 用例 1--车辆检查及维修 (Vehicle inspection and repair)

- 表 2 指定了用例来启用外部测试设备来确认车辆的准备情况，并执行作为维修一部分的车辆诊断故障跟踪。

表 2 车辆检查及维修用例表

序号	参与者	代理检修和维修设施	备注
1	目标	数据应按外部测试设备要求的可靠顺序传输，以通过外部 I/M 测试系统或维修来确认车辆准备就绪情况 最近更换了其中一个 DoIP 实体的车辆，应在 IP 网络上正确检测到，即使在请求时并没有正确配置所有的 DoIP 实体	
2	用例输入	外部测试系统向车辆 IP 网络发送一个或多个请求	
3	用例输出	来自车辆的一个或多个响应消息，其中包括用于确认车辆准备状态或执行车辆诊断故障跟踪的数据	
4	简要描述	通常在这种情况下,外部测试设备连接到车辆这意味着沟通不是时间至关重要(在标准时间需求的沟通)和请求车辆数据的可限定确定准备车辆或执行车辆诊断故障跟踪的修复	

b) 用例 2--车辆/ECU 软件编程

- 表 3 指定了用例使外部编程设备能够在汽车制造商组装工厂或维修设施中执行汽车 ECU 编程

表 3 车辆/ECU 软件编程

序号	参与者	车辆工程/制造或服务	备注
1	目标	在车内外编程设备和 ECU 之间提供高效可靠的数据传输机制 它还意味着通信协议包含允许有效网关实现的规定(即数据分割和重组)	
2	用例输入	外部编程设备和车辆 ECU(s)之间预先定义的通常较大的消息和数据交换序列 外部编程设备需要获得与安全性相关的数据，才能解锁安全的车辆 ECU(s)	
3	用例输出	最终状态，提供车辆 ECU(s)编程是否成功的信息	
4	简要描述	这个用例意味着大量的数据从外部测试设备传输到车辆上。车辆需要通过可选的安全谈判建立连接	

c) 用例 3--车辆/ECU 装配线的检查和维修

- 表 5 指定了启用外部测试系统的用例，以在汽车制造商组装工厂执行车辆准备工作，并在必要时进行维修

表 5 车辆/ECU 装备线的检查和为需要

序号	参与者	汽车制造业	备注
1	目标	数据传输应按外部测试设备要求的可靠顺序进行，以确认车辆是否通过了装配线末端就绪测试 目前正在装配过程中的车辆应在 IP 网络上正确检测，即使在请求时并非所有 DoIP 实体都安装在车辆上或正确配置 此外，车辆应提供数据，以便进行车辆诊断和维修	
2	用例输入	外部测试系统向车辆 IP 网络发送一个或多个请求	
3	用例输出	来自车辆的一个或多个响应消息，其中包括用于确认车辆准备状态或执行车辆诊断故障跟踪的数据	

4	简要描述	这个用例类似于 a 中描述的用例，但是限于生产区域 外部测试设备与车辆之间的诊断通信通常需要车辆支持几个并行的诊断通信会话 这包括一个或多个外部测试设备实体与车辆 ECU 之间的逻辑连接	
---	------	---	--

备注：用于 ISO 13400 诊断通信的所有部分的同一物理数据链路也可以用于非诊断通信。但是，在 ISO 13400 中没有详细说明这一点

5.1.5 通信场景

a) 网络配置简介

本小节描述了通过 IP 与车辆通信场景。考虑以下网络配置：

- 车辆与外部测试设备之间的直接物理连接
- 一辆车和一个外部测试设备的联网连接
- 多辆车和一个外部测试设备实例之间的网络连接
- 车辆与外部测试设备的多个实例或外部测试设备的单个物理实例上的测试应用程序之间的网络连接

备注：

- 每个车辆可以包含多个 DoIP 实体
- 图 2、图 3、图 4 和图 5 中的连接器并不代表实际的连接器设计，而是用于描述有线以太网连接

b) 车辆与外部测试设备之间的直接物理连接

- 这种通信场景发生在车辆直接与单个外部测试设备连接时。
- 这意味着当车辆和外部测试设备进行通信时，没有其他外部测试设备或车辆可能会干扰。
- 外部测试设备与车辆之间的物理连接也总是清晰的。
- 车辆和外部测试设备使用合适的机制建立连接(如 ip 地址或自动配置等预定义的网络层参数集)

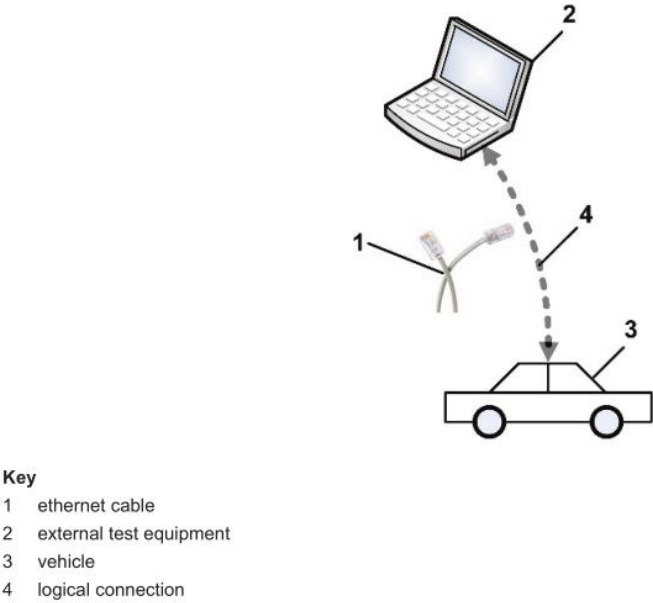


图 2 直接点对点连接

c) 一个车辆和一个外部测试设备实例之间的网络连接

- 这个通信场景意味着不止一辆车和不止一台外部测试设备连接到同一个网络。这意味着外部测试设备应具有识别网络中的车辆并选择与之建立通信的特定车辆的可能性。

- 从车辆的角度来看，这意味着车辆应实施识别机制，并应能够处理或拒绝多次连接尝试，因为其他外部测试设备可能会干扰当前建立的通信。外部测试设备和车辆均应支持将自身集成到现有 IP 网络中，包括网络层参数的协商。
- 这种通信场景通常发生在车辆连接到现有网络或无线基础设施时，其他车辆和外部测试设备(如维修车间网络)也使用该网络或无线基础设施。

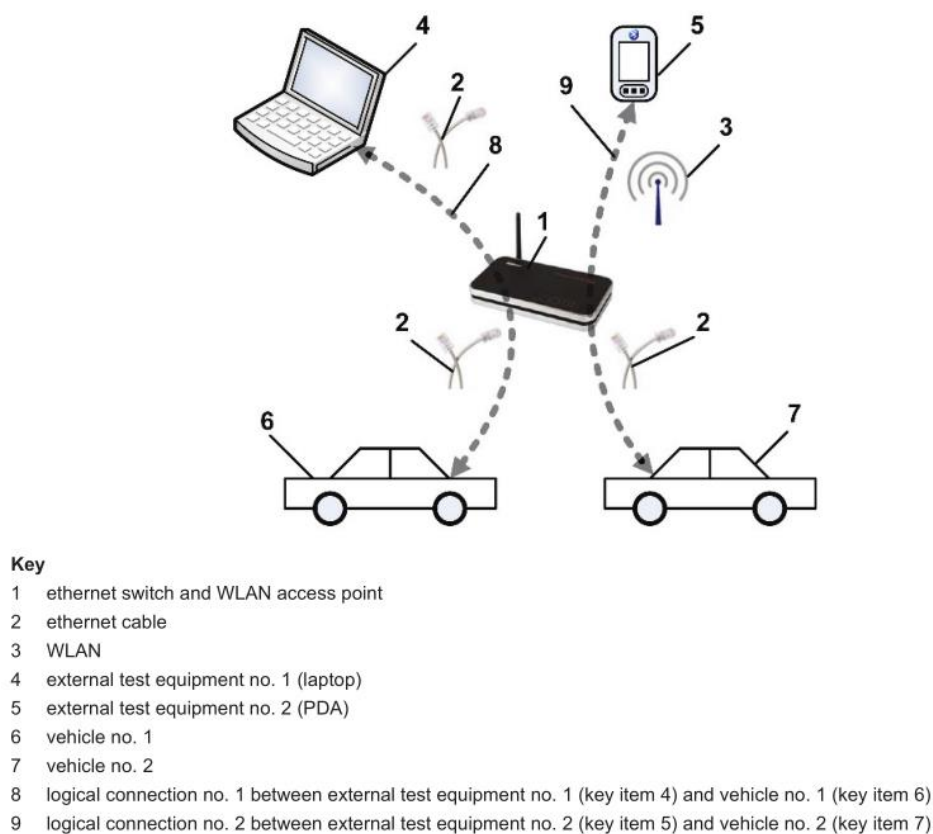


图3 通过网络进行点对点连接

d) 多辆车辆和一个外部测试设备实例之间的网络连接

- 从车辆的角度来看，这个通信场景与 c 中描述的场景相同。只有外部测试设备才能支持多个连接(即插座)。
- 这种通信场景可以发生在，例如，有一个专用的闪存重编程服务器，它可以同时更新多辆车(例如在经销商或制造地区)。

- 图 4 描述了单个外部测试设备与多辆车辆之间的网络连接。

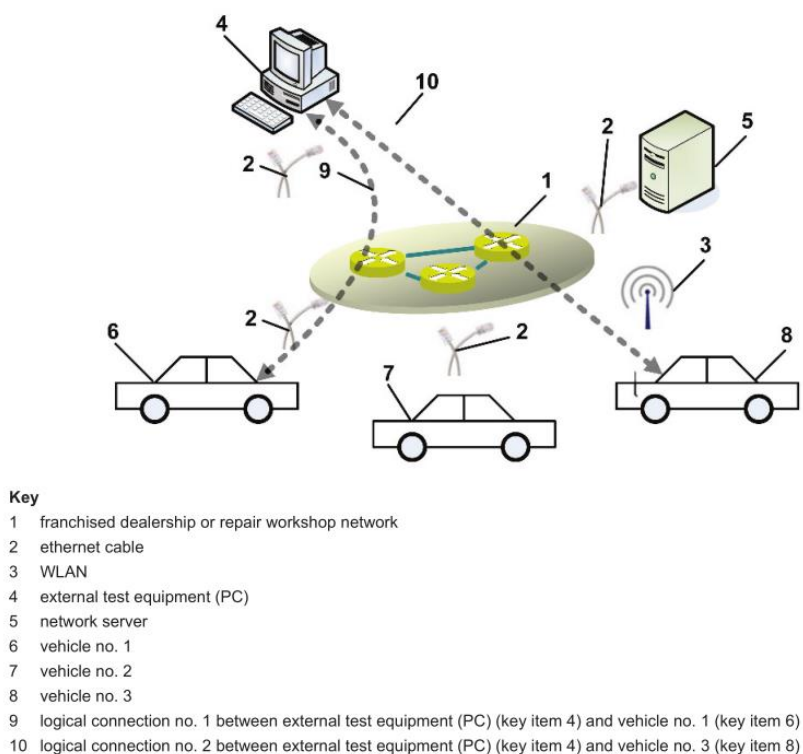


图 4 单个外部测试设备与多辆车之间的网络连接

e) 车辆与外部测试设备的多个实例或外部测试设备的单个物理实例上的测试应用程序之间的网络连接

- 这个通信场景类似于 c 中描述的网络配置场景,除了车辆可以支持多个外部测试设备的连接。在这种情况下,车辆应能够清楚地将负责每个逻辑链路的每个外部测试设备的诊断请求和响应分开。此外,在单个测试设备实例上运行的测试设备或应用程序应能够检测到其他测试设备实例或应用程序已经与同一辆车通信,因此,车辆不能同时支持所有操作。

- 这种通信场景通常发生在车辆连接到现有网络或无线基础设施时，过去也曾被其他车辆和测试设备(如生产区域)和外部测试设备或应用程序的不同实例在同一台计算机上执行不同的任务在一个车辆(如一个外部测试设备/flash 重组和申请另一个外部故障测试设备/应用程序)。

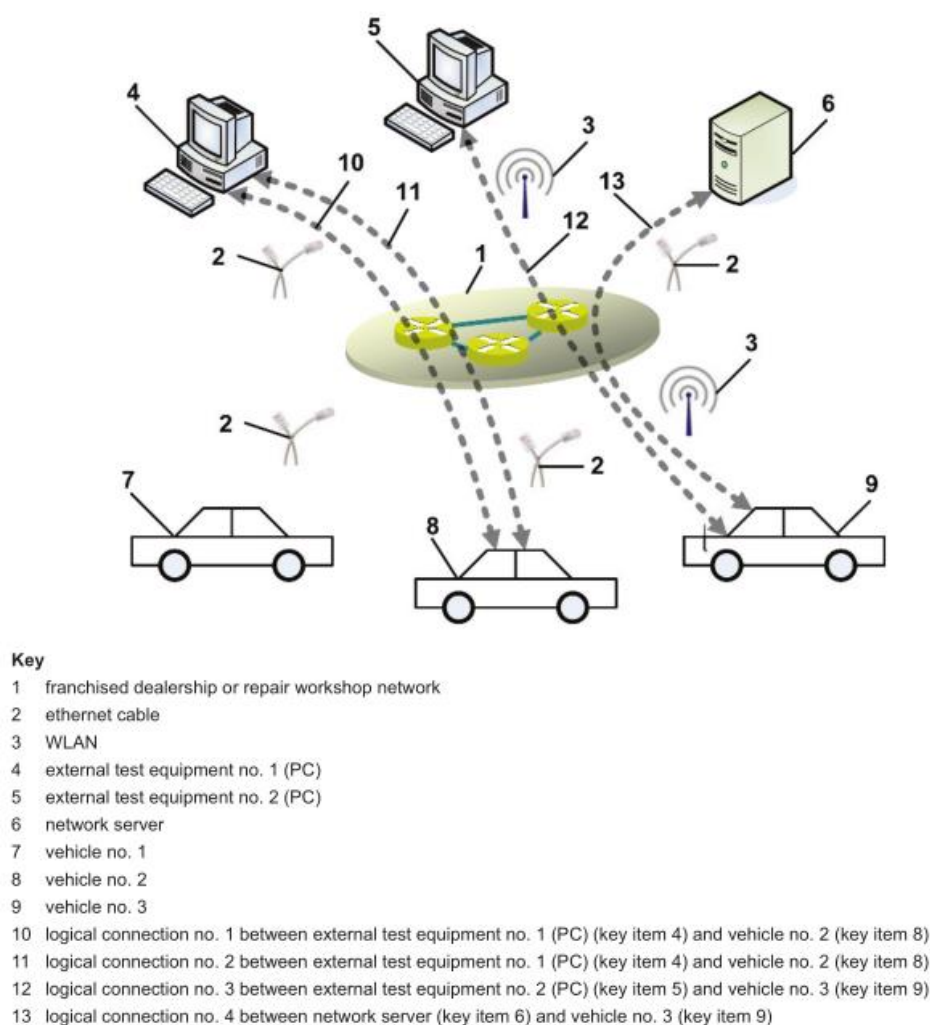


图5 多个外部测试设备实例与单个车辆之间的网络连接

5.1.6 网络的特点

a) 概述

考虑到网络拓扑的以下特点，本小节描述了在网络上传输 IP 数据包的各种网络通信场景。

- 丢弃数据包和错误
- 延迟和抖动
- 无序的交付
- 传输速度

b) 丢弃数据包和错误

• 这方面描述了在相关网络上的包丢失(误导、损坏或由于过载而丢失)的概率。在外部测试设备和车辆之间丢失的数据包越多，发生的数据包重传(TCP)或应用程序(UDP)必须执行的重试，以确保所需的数据成功传输

c) 延迟和抖动

- 这方面描述了网络中数据包的延迟，这取决于网络技术和各个网络之间涉及的路由器，这些数据包在外部测试设备和车辆之间通过。网络和路由器越多，数据包从发送方传输到接收方所需的时间就越多

- 抖动描述了每个单独数据包的不同延迟，这意味着在从发送方到接收方的过程中，使用相同或不同网络和路由器的某些数据包可能比其他数据包有更大的延迟

d) 无序的交付

- 如果单个数据包在不同的网络中从发送者传输到接收者，它们可以以不同于它们被发送时的顺序到达。
- 根据所使用的传输层协议，数据包的重新排序以确保正确的顺序是由这些协议(如 TCP)提供的，也需要在应用层(如 UDP)上单独保证。以 TCP 作为传输层的数据包的无序传递会导致后续 DoIP 消息的延迟

e) 传输速率

- 在将用例和应用层协议(如诊断协议的定时参数)应用于具体的网络配置时，需要考虑 b 到 e 中描述的网络特征。这意味着一个特定的用例(例如，在直接连接上的短超时值)不能在不需要适配的情况下在每个网络配置上使用(例如，在公共网络上的扩展超时值)。

表 6 从车辆和外部测试设备的角度定性概述了典型网络拓扑的个体特征，包括以下其他方面:

- IP 地址分配
- 车辆发现

表 6 对典型网络拓扑的特性进行定性评估

序号	特性		直接连接	交换网络	私有网络上的不同子网	公网上有不同的子网	备注
1	传输速度		可预测的	可预测的（最大速率）	可预测的（最大速率）	不可预测的	
			专用的可用带宽	网络设计保证的平均共享带宽	网络设计保证的平均共享带宽	不能保证带宽	
			例如：100BaseTx 以太网 100MBit/s	单个带宽取决于整个网络流量	单个带宽取决于整个网络流量	/	
2	丢弃数据包和错误		极低的概率	低概率	平均概率	高概率	
3	延迟和抖动		无延时	无延时	平均延时	可变延迟(低...高)	
			无抖动	低抖动	平均抖动	高抖动	
4	无序的交付		无	无	概率发生	概率发生	
5	IP 地址	本地连接	支持	支持	不寻常的	不寻常的	
		自动 IP	/	/	需要特殊的路由器配置(如 NAT)	需要特殊的路由器配置(如 NAT)	
		私有 IP 地址	支持	支持	支持	不寻常的	
			/	/	/	需要特殊的路由器配置(如 NAT)	
		公共 IP 地址	支持	支持	支持	支持	
6	车辆发现		本地连接广播	本地连接广播	特定于子网的广播(需要网络拓扑知识)	特定于子网的广播(需要网络拓扑知识)	
			单播(需要知道车辆的 IP 地址)	单播(需要知道车辆的 IP 地址)	单播(需要知道车辆的 IP 地址)	单播(需要知道车辆的 IP 地址)	

5.2 ISO 13400-2-2012

ISO 13400-1-2011 其内容为：传输协议和网络层服务。

5.2.1 范围

a) ISO 13400 的这一部分规定了使用互联网协议(IP)、传输控制协议(TCP)和用户数据报协议(UDP)在外部测试设备和车辆电子部件之间进行诊断通信的要求。这包括定义车辆网关需求(例如，与现有计算机网络的集成)和测试设备需求(例如，检测并与车辆建立通信)

b) ISO 13400 的这一部分规定了可用于检测网络中的车辆的特性，并允许在各种车辆状态期间与车辆网关及其子组件通信。

这些特性分为两种类型:强制的和可选的

c) ISO 13400 的这个部分规定了以下必需的特性:

- 车载网络集成(IP 地址分配)
- 车辆公告和车辆发现
- 车辆基本状态信息检索(如诊断功率模式)
- 连接建立(如并发通信尝试)，连接维护和车辆网关控制
- 车辆子部件之间的数据路由
- 错误处理(例如物理网络断开)

d) ISO 13400 的这一部分指定了以下可选特性

- DoIP 实体状态监控
- DoIP 实体防火墙功能

5.2.2 IP 协议实现的基本要求

a) 概述

• 第 5.2.3 款至第 5.2.4 款规定了为使车辆与外部测试设备之间能够通信，车辆应实施的要求。通常，该协议标准由一个或多个 DoIP 实体实现，具体取决于车辆的网络架构。图 6 显示了车辆网络架构的示例。

• 在 ISO 13400 的这一部分中，需求被分配了一个唯一的编号“DoIP-yyy”，这使得在 ISO 13400-5 中更容易跟踪需求和测试用例规范。

ISO 13400 本部分的要求没有按顺序编号，因为在文件开发过程中，个别要求的顺序发生了变化。

如“车辆应实施……”所述的要求意味着，如果没有明确说明，所有 DoIP 实体应实施所需的功能。如果车辆网络中存在多个 DoIP 实体，每个 DoIP 实体的实现细节可能略有不同(例如，为了识别目的)，因此外部测试设备能够识别支持该协议标准的单个 DoIP 网关。

当引用 RFC 文档时，请注意表格“must/must not”是用来表达这些文档中的要求。

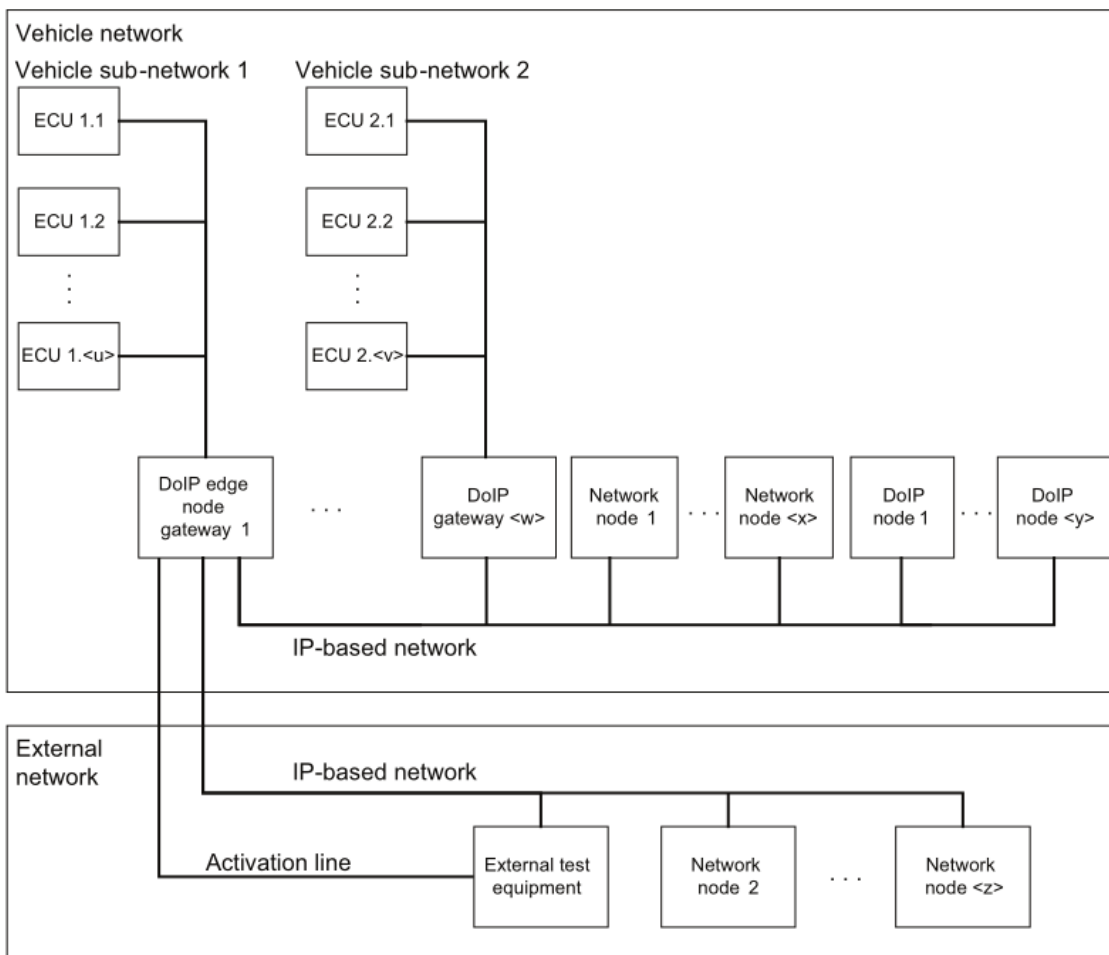


图 6 车辆网络架构示意图

- [DoIP-108] 车辆网络上的每个 DoIP 实体应执行 ISO 13400 本部分规定的协议标准

5.2.3 网络层需求

a) MAC 层

- [DoIP-146] MAC 地址必须是唯一的，并且符合 IEEE 802.3
- MAC 层可以限制最大传输单元 MTU (maximum transport unit)。对于基于 IEEE 802.3 的系统，限制通常是大约 1500 字节。在基于 IEEE 802.3 的系统中，这一层没有分片的规定，因此上层(IP)将不得不处理分片(即在多个 IP 包中发送单个数据包，这些 IP 包适合以太网帧的 MTU 大小)

b) IP 协议

- 在 ISO 13400 中指定的协议是基于被称为 IPv4(参见 IETF RFC 791)和 IPv6(参见 IETF RFC 2460)的 Internet 协议标准。虽然 ISO 13400 的这一部分的强制特性只打算基于 IPv6，但 IPv4 的使用是指定为该通信协议在网络领域的应用程序，需要向后兼容 IPv6。Internet 协议是基于数据报的，不可靠的，并且根据 OSI 分层架构模型位于网络层(见表 7)。IP 是第一个与传输媒介无关的协议。
- 节点获取 IP 地址的过程请参见 5.2.7 的 b 条

表 7 IPv4/IPv6 在 OSI 模型下的分层结构

序号	OSI 层结构	协议		备注
1	网络层	IPv6 (IETF RFC 2460; preferred)	IPv4 (IETF RFC 791; for backward compatibility reasons only)	
2	数据链路/物理层	e.g. Ethernet (IEEE 802.3)		

• [DoIP-109] 车辆有线网络上的所有 DoIP 实体应实施相同的互联网协议版本，可以是符合 IETF RFC 791 的 IPv4 协议，也可以是符合 IETF RFC 2460 的 IPv6 协议

• 建议使用 IPv6，以受益于其优点(例如:链路本地 IP 地址分配;通过路由器更快的转发)本协议版本。IPv4 只能用于向后兼容的原因(例如，集成到现有的经销商 IP 网络)。IPv6 对 Jumbograms 的支持是可选的，因此在 ISO 13400 的这一部分中，与 Jumbograms 相关的 IETF rfc 的遵从不是必需的

备注:

- 车载电缆 DoIP 实体与未来无线 IPv6 实体的交互将成为未来国际标准的主题
- 根据 5.2.3 的 a) MAC 层不负责分片

5.2.4 IP 版本 6 (IPv6)的地址解析协议(IPv4)和邻居发现

地址解析协议(ARP)和邻居发现协议(NDP)是在只有主机的 IP 地址已知的情况下确定主机 MAC 地址的方法。它们还用于验证一个 IP 地址是否被另一个主机使用。ARP 位于网络层，符合 OSI 的分层架构模型(见表 8)。

表 8 ARP 在 OSI 模型下的分层结构

序号	OSI 层结构	协议		备注
1	网络层	IPv4: ARP (IETF RFC 826)	IPv6: NDP (IETF RFC 4861)	
2	数据链路/物理层	e.g. Ethernet (IEEE 802.3)		

• [DoIP-110] 如果使用 IPv4，每个 DoIP 实体应实现 IETF RFC 826 中定义的 ARP

备注:

• 通常，每个实现 IPv4 的主机也会实现 ARP，因为它是基于以太网的网络上 IPv4 通信的重要组成部分。不需要实现反向地址解析协议(RARP)，因为这需要 RARP 服务器作为网络的一部分，而这在 IPv4 网络中不是强制性的

• [DoIP-111] 如果使用 IPv6，每个 DoIP 实体应实现在 IETF RFC 4861 中定义的 NDP

5.2.5 Internet 控制消息协议(ICMP)

internet 控制消息协议(ICMP)是 IP 套件的一部分，用于发送错误消息，例如，表示请求的服务不可用或主机不可达。因此，ICMP 是 IP 堆栈实现的一个强制性部分，并位于网络层，这与 OSI 分层架构模型(见表 9)一致。

表 9 ARP 在 OSI 模型下的分层结构

序号	OSI 层结构	协议		备注
1	网络层	IPv4: ICMP (IETF RFC 792)	IPv6: ICMP v6 (IETF RFC 4443)	
2	数据链路/物理层	e.g. Ethernet (IEEE 802.3)		

• [DoIP-112] 如果使用 IPv4，每个 DoIP 实体应实现 IETF rfc792 中规定的 ICMP 协议

• [DoIP-113] 如果使用 IPv6，每个 DoIP 实体应实现 IETF RFC 4443 中指定的 ICMPv6

5.2.6 传输层需求

a) 传输控制协议 (TCP)

• 传输控制协议(TCP)是一种面向连接的协议,在该协议中,网络主机上的应用程序可以彼此建立连接,并通过连接进行数据交换。该协议保证了发送方到接收方数据的可靠和有序传递。此外, TCP 还提供了流量控制和拥塞控制,并提供了各种算法来处理拥塞和影响流量控制。ISO 13400 的这一部分没有指定应该使用的特定算法。TCP 位于传输层,符合 OSI 分层架构模型(见表 10)。

表 10 TCP 在 OSI 模型下的分层结构

序号	OSI 层结构	协议	备注
1	传输层	TCP (IETF RFC 793)	
2	网络层	IP(IPv4, IPv6)	
3	数据链路/物理层	e.g. Ethernet (IEEE 802.3)	

- [DoIP-114] 每个 DoIP 实体(IPv4 和 IPv6)应实现 IETF rfc793 中指定的 TCP
- [DoIP-115] 每个 DoIP 实体应实施 IETF RFC 1122 中规定的 tcp 相关要求
- [DoIP-145] 每个 DoIP 实体(仅 IPv6)应实现 IETF rfc6298 中定义的 TCP 重传定时器计算

• TCP 使用一对端口号(一个发送端口号,称为远程端口,一个接收端口号,称为本地端口)来识别连接。一个主机上的发送端口将是另一个主机上的接收端口,反之亦然。表 11 出的端口是 DoIP 实体上应使用的接收端口,用于外部测试设备与 DoIP 实体之间的 TCP 连接。

表 11 TCP 支持的端口号

序号	名字	协议	端口号	描述	支持条件	备注
1	传输层数据包	TCP (unicast)	13400	从外部测试设备到车辆 ecu 的 DoIP 路由信息(如诊断请求),反之亦然(如诊断响应)	强制	

• [DoIP-001] 每个 DoIP 实体应监听表 11 中指定的 TCP_DATA 端口,以便与试图在 TCP 端口上连接的外部测试设备建立通信

• [DoIP-002] 每个 DoIP 实体应支持 n+1TCP 数据套接字,其中 n 为各自的 DoIP 实体支持并发 TCP 数据连接的数量

• [DoIP-003] 外部试验设备应能支持试验。TCP 数据连接(TCP 数据 socket)。本地端口(即源端口)通常会在套接字创建时自动选择;远程端口由车辆上的 TCP_DATA 端口定义

图 7 显示了 TCP Socket states 的状态

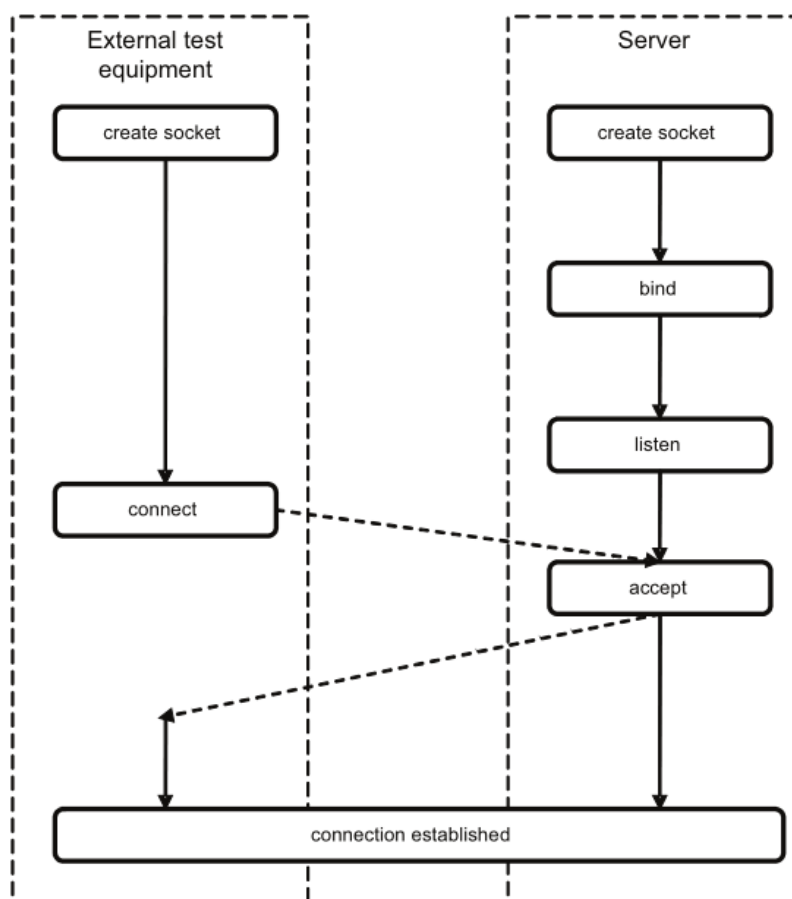


图 7 TCP Socket 状态图

b) 用户数据报协议

• UDP (user datagram protocol)是一种无连接的协议。UDP 不提供 TCP 所提供的可靠性和排序保证。数据包可能会按顺序到达, 或者在没有通知发送方或接收方的情况下丢失。然而, 对于许多轻量级或时间敏感的目的, UDP 更快、更有效。UDP 位于 OSI 分层架构模型的传输层(见表 12)。

表 12 UDP 在 OSI 模型下的分层结构

序号	OSI 层结构	协议	备注
1	传输层	UDP (IETF RFC 768)	
2	网络层	IP(IPv4, IPv6)	
3	数据链路/物理层	e.g. Ethernet (IEEE 802.3)	

- [DoIP-006] 每个 DoIP 实体应按照 IETF RFC 768 的规定实施 UDP 协议
- [DoIP-007] 每个 DoIP 实体应实施 IETF RFC 1122 中与 udp 相关的要求

• UDP 端口用来标识 UDP 报文的具体用途。表 13 中指定的 UDP 端口用于使用 UDP 报文发送的车辆信息服务和控制命令(如向本地网络广播请求时)

表 13 UDP 端口号

序号	名字	协议	端口号	描述	支持条件	备注
1	UDP_DISCOVERY	UDP	13400	用于从外部测试设备到车辆 DoIP 实体的车辆信息请求和控制命令。 该端口作为外部测试设备发送 UDP 报文的目的端口。 用于 DoIP 实体在没有收到请求的情况下发送的 UDP 数据包(如车辆通知消息)。该端口将作为这些 UDP 报文的目的端口。这些 UDP 数据包的源端口可能是 UDP_DISCOVERY, 但也可以动态分配。	强制	
2	UDP_TEST_EQUIPMENT_REQUEST	UDP	动态分配	该端口由外部测试设备动态分配, 在向 DoIP 实体发送消息(目的端口设置为 UDP_DISCOVERY)时作为 UDP 报文的源端口。 该端口将作为 DoIP 实体发送的 UDP 数据包的目的端口, 作为对相应消息的响应。 这些 UDP 数据包的源端口可以设置为 UDP_DISCOVERY, 但也可以动态分配。	强制	

备注:

• 表 13 没有列出 UDP 端口, 这些端口需要实现其他标准协议, 在 ISO 13400 的这一部分指定。只指定 DoIP 通信所使用的附加端口

- [DoIP-008] 每个 DoIP 实体应监听表 13 中指定的端口 UDP_DISCOVERY
- [DoIP-009] 每个 DoIP 实体应发送 UDP 数据包, 目的端口设置为 UDP_DISCOVERY, 如表 13 所示, 以发送未经请求的 DoIP 消息(如车辆通知消息)
- [DoIP-010] 外部测试设备应监听表 8 中指定的 UDP_DISCOVERY 端口, 以便能够接收主动请求的 DoIP 消息

• 由于未经请求的消息总是被传输到外部测试设备的一个侦听端口(例如 UDP_DISCOVERY), 因此可能需要某种类型的中间件来将收集到的信息(例如车辆通告)分发到由同一 IP 地址到达的所有感兴趣的应用程序。或者, 本地端口可以被位于外部测试设备上的多个应用程序使用, 只要只需要组播消息, 就可以使用重用端口选项(例如 SO_REUSEPORT)

- [DoIP-011] 外部测试设备向 DoIP 实体发送 UDP 消息, 目的端口设置为 UDP_DISCOVERY
- [DoIP-135] 外部测试设备应将 UDP 消息发送到 DoIP 实体, 其 UDP 源端口 UDP_TEST_EQUIPMENT_REQUEST 在动态端口范围内动态分配(49 152...65 535)
- [DoIP-136] 外部测试设备应在请求发送后至少在 A_DoIP_Ctrl 时间内监听表 13 中指定的端口 UDP_TEST_EQUIPMENT_REQUEST, 以便能够接收到对前面 UDP 请求消息的响应。端口 UDP_TEST_EQUIPMENT_REQUEST 在向 DoIP 实体发送 DoIP 请求消息之前应该处于 listen 状态。
- [DoIP-137] 每个 DoIP 实体应发送 UDP 数据包, 目的端口设置为 UDP_TEST_EQUIPMENT_REQUEST, 如表 13 所示, 以响应通过 UDP_DISCOVERY 端口接收的消息

- 根据外部测试设备的实现, 要么是动态分配 UDP_TEST_EQUIPMENT_REQUEST 端口将被分配一次或之前的

第一个传输 UDP 数据包 DoIP 实体或它可以动态重新分配为每个单独的 UDP 请求消息和响应。此外，根据消息是否重复发送，响应消息可能异步到达，并且可能不再与特定的相应请求关联。在这种情况下，需要应用外部测试设备来确保能够处理这些情况(例如，持续发送车辆识别请求消息，直到第一个车辆识别响应消息到达，然后忽略其余到达的车辆识别响应)。在一个 IP 地址后面有多个外部测试设备实例的情况下，建议不同的应用程序选择不同的 UDP_TEST_EQUIPMENT_REQUEST 端口号，以简化对匹配请求消息的响应的映射。

图 8 描述了未经请求的 DoIP 消息的 UDP 端口使用情况

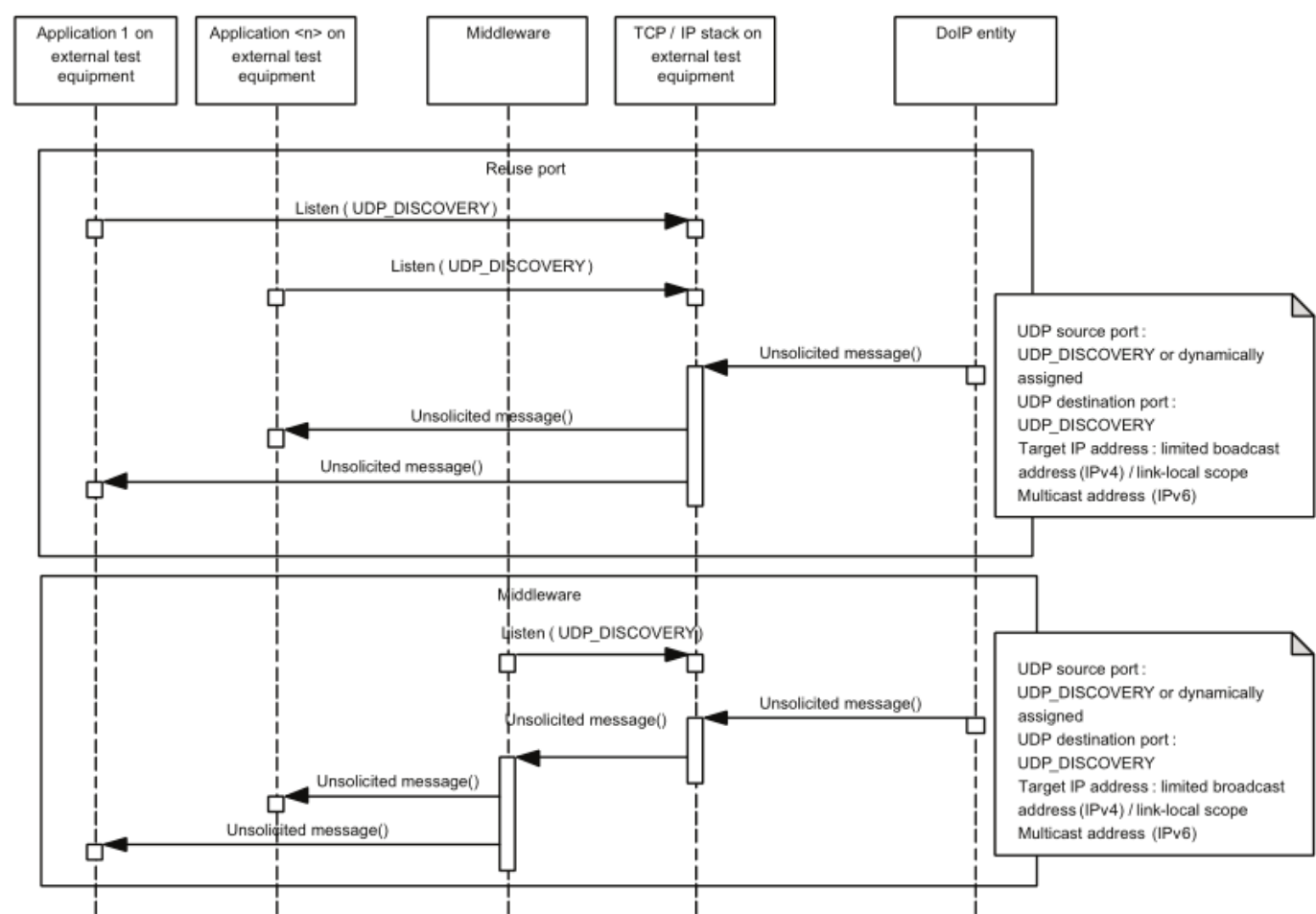


图 8 未经请求的 DoIP 消息的 UDP 端口使用

图 9 描述了 DoIP 请求和响应消息的 UDP 端口使用

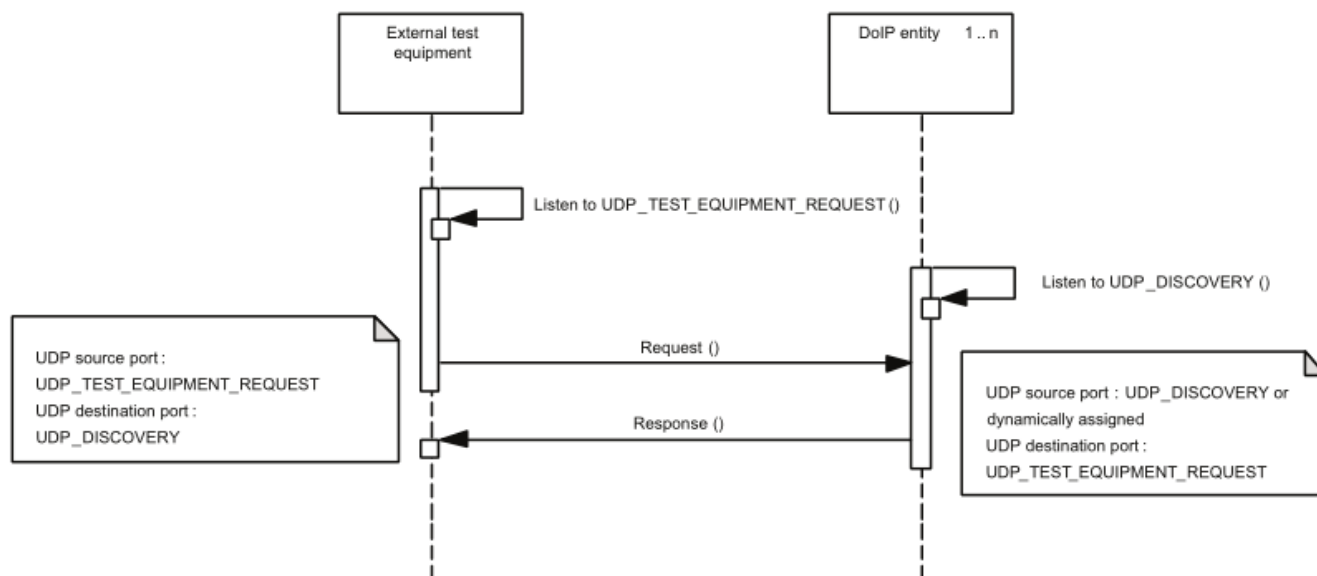


图 9 用于 DoIP 请求和响应消息的 UDP 端口使用

5.2.7 应用层需求—DHCP (Dynamic host control protocol)

a) 概述

• 动态主机配置协议是一个客户端-服务器网络协议，它提供了一种使用 UDP 传输协议分配 IP 地址的机制。DHCP 为客户端提供了一种获取 IP 配置参数的机制，它需要这些参数才能在本地区域网络上成功通信。

DHCP 是一种符合 OSI 分层架构模型的应用层协议(见表 14)

• [DoIP-101] 确保与外部测试设备相连的链路上没有 DoIP 实体提供 DHCP 服务器服务，以避免干扰外部测试设备网络(如发送 DHCP_OFFER 消息，提供不同的 IP 网关和 DNS 服务器地址)

表 14 DHCP 在 OSI 模型下的分层结构

序号	OSI 层结构	协议	备注
1	应用层	IPv4: DHCP (IETF RFC 2131) IPv6: DHCPv6 (IETF RFC 3315)	
2	传输层	UDP	
3	网络层	IP(IPv4, IPv6)	
4	数据链路/物理层	eEthernet (IEEE 802.3)	

• [DoIP-014] 如果使用 IPv4，每个 DoIP 实体应实现 IETF RFC 2131 中规定的 DHCP 客户端行为

• [DoIP-015] 如果使用 IPv6，每个 DoIP 实体应实现在 IETF RFC 3315 中指定的 DHCPv6 客户端行为

备注：

- 当支持 DoIP-014 或 DoIP-015 时，考虑 DoIP-109 是很重要的

• [DoIP-016] 每个 DoIP 实体应实现 IETF RFC 2132 中定义的“主机名选项”，或 IETF RFC 4702 中定义的“完全限定域名”

• [DoIP-017] 主机名选项应包含至少“DoIP-<manufacturer_specific>”，其中<manufacturer_specific>可以用满足制造商特定要求的任何文本替换

• 主机名选项用于检测当前使用 DHCP 分配的 IP 地址的网络中符合 doip 的车辆。实现需求 DoIP-017 的一个例子是主机名选项“DoIP- vin12345678901234567”或者简单地“DoIP-” (如果特定于制造商的部分为空)

• [DoIP-138] 每个 DoIP 实体应在 DoIP 激活线按 ISO 13400-3 规定处于激活状态时启动 IP 地址分配过程

• 对于包含多个 DoIP 实体的车辆网络架构，可能需要额外的机制，以确保所有 DoIP 实体在激活线路激活后开始分配一个有效的 IP 地址

b) 获取 IP 地址

• 概述

• 第 5.2.7 款指定了 DoIP 实体如何获取有效的 IP 地址，以便在基于 IP 的网络上进行通信。一般情况下，IP 寻址需要配置以下参数

- IP 地址（IPV4、IPV6）
- 子网掩码（IPV4）
- 前缀长度（IPV6）

• 如果 DoIP 实体集成到网络基础设施中，则需要额外的参数默认网关地址(=默认路由器的 IP 地址)(IPv4, IPv6)

• 网络基础设施根据 ISO 13400-1 中规定的通信场景，提供动态分配的 IP 地址，或者要求 DoIP 实体独立分配一个 IP 地址，该 IP 地址不能与本地网络中其他节点的 IP 地址冲突

• 获取 IPv4 地址

• 根据 DoIP 实体是在基础设施环境中还是在直接对等连接中运行，IP 地址的分配需要考虑到 IPv4 的具体情况。本小节介绍如何在最短时间内配置 IP 地址，以保证快速建立连接

• [DoIP-099] 每个 DoIP 实体应实现 IETF RFC 3927 中规定的 IPv4 链路本地地址的动态配置

• 为了加快在直接点对点连接上分配 IP 地址的过程，建议 DoIP 实体在验证 IETF RFC 3927 中指定的链路本地 IP 地址时使用表 15 中列出的值。在最好的情况下，当使用表 15 中的值时，DoIP 实体将在两秒钟内配置一个 IP 地址。对于使用 ISO 13400 本部分推荐的性能值的外部测试设备(如表 15 所示)，在最好的情况下，7 秒后将配置一个 IP 地址

重要说明:如果外部测试设备是基于标准操作系统，则获取 IP 地址的总时间取决于这些操作系统的配置和 IP 地址分配算法，可能在几秒到几分钟之间

表 15 IETF RFC 3927 调整计时

序号	参数	ISO 13400-2 推荐的性能值	IETF RFC 3927 推荐指	描述/原理	备注
1	PROBE_WAIT	1S	1S	链路激活后第一个探测消息之前的时间(初始延迟)	
2	PROBE_NUM	1 message	3message	探测消息数	
3	PROBE_MIN	1S	1S	ARP 探测报文之间的最小时间间隔	
4	PROBE_MAX	1S	2S	ARP 探测报文之间的最大时间间隔	
5	ANNOUNCE_WAIT	1S	2S	宣布本地配置的 IP 地址前的延迟	
6	ANNOUNCE_NUM	1 message	2message	公告消息数	
7	ANNOUNCE_INTERVAL	1S	2S	通知消息间隔时间	

• [DoIP-018] 为了提高 IPv4 地址分配性能,当检测到数据链接连接(对于 DoIP 边缘节点)或远程调用时,每个 DoIP 实体应同时执行基于 AutoIP 和 DHCP 分配的 IP 地址分配,如图 10 所示

• [DoIP-019] 每个 DoIP 实体应配置一个基于自动 IP 的 IP 地址或一个基于 DHCP 的 IP 地址,这取决于哪个 IP 地址分配会首先产生一个有效的 IP 地址

• [DoIP-020] DHCP 分配的 IP 地址取代自动分配的 IP 地址,这意味着接收 DHCP 分配的 IP 地址将覆盖以前配置的任何链路本地 IP 地址(偏离 IETF RFC 3927)

• [DoIP-021] 每个 DoIP 实体应使用第一个带有非 0.0.0.0 IP 的 DHCP_OFFER 消息来配置 DHCP 分配的 IP 地址

• [DoIP-023] 如果总共 10 秒后没有有效的 DHCP 分配的 IP 地址,每个 DoIP 实体应该重新启动(DHCP_DISCOVER)尝试配置 DHCP 分配的 IP 地址

备注:

• 这个要求定义了触发重新启动基于 dhcp 的 IP 地址分配的总超时时间。选择的值(10 秒)与 RFC 中推荐的重传逻辑不同,以便在使用 DHCP 时更快地分配 IP 地址。ISO 13400 的这一部分没有指定 DHCP 进程的各个步骤的定时。为满足 DoIP-023 的总体时间要求,车辆制造商有责任指定所需的时间和重试要求

• 获取 IPV6 地址

• 由于 IPv6 协议的功能,IP 地址分配过程与基于 ipv4 的过程略有不同。具体来说,为直接点对点连接分配 IPv6 地址要比基于自动 ip 的 IPv4 地址分配简单得多,因为它使用网络接口的硬件地址

备注:

一个 IPv6 主机通常会有多个 IP 地址分配给一个物理网络接口。不同 IPv6 地址的优先级规则在引用的 rfc 中已经明确

• [DoIP-024] 对于 IPv6,每个 DoIP 实体应支持在 IETF RFC 4291 中指定的链路本地 IPv6 单播地址的配置

• [DoIP-025] DoIP 实体的链路本地地址的接口 ID 应由 IETF RFC 4291 中定义的 IEEE 48 位 MAC 标识生成

• [DoIP-139] 如果在网络中存在,一个 IPv6 地址应根据 IETF RFC 4862 从路由器通告消息派生

• [DoIP-140] 如果网络中存在 IPv6 地址,则需要从 DHCPv6 服务器中收集 IPv6 地址

• [DoIP-141] IPv6 源地址选择应按照 IETF RFC 3484 进行

5.2.8 IP 地址有效期和续订

• 这个子句指定了何时丢弃一个已配置的 IP 地址以及如何更新它的要求。IP 地址丢弃和更新的过程和条件如图 11 所示。

• [DoIP-028] 当发生下列任何一种情况时,每个 DoIP 实体应放弃其 IP 地址:

-- DHCP-assigned IP 地址的租期到期,包括 DHCPNAK 消息或收到新的 DHCP-assigned IP 地址(具体请参见 IETF RFC 2131 (IPv4)和 IETF RFC 4291 (IPv6))

-- 外部测试设备断开连接(如果物理层可以检测到此事件),或者激活线处于“失活标准满足”状态

-- 检测到 IP 地址冲突

-- IP 地址远程失效(可选;vehicle-manufacturer-specific 实现)

• [DoIP-029] 如果由于 DoIP-028 要求中的原因之一而丢弃了 IP 地址,每个 DoIP 实体应尝试配置一个新的 IP 地址,如 5.2.7 中规定的 IPv4 或 5.2.7 中规定的 IPv6

• 如果 DHCP 分配的 IP 地址是可用的,并且租期还没有过期,DoIP 节点可以验证和重用它以前分配的 IP 地址(如果 IP 地址仍然可用)(参见 IETF RFC 2131)。这适用于需求[DoIP-028]和[DoIP-029]

-
- [DoIP-030] 当底层 IP 堆栈丢弃或使其当前 IP 地址无效时，每个 DoIP 实体应关闭并重置所有 TCP 套接字，包括这些套接字上的任何身份验证(如路由激活)

JP-20220412

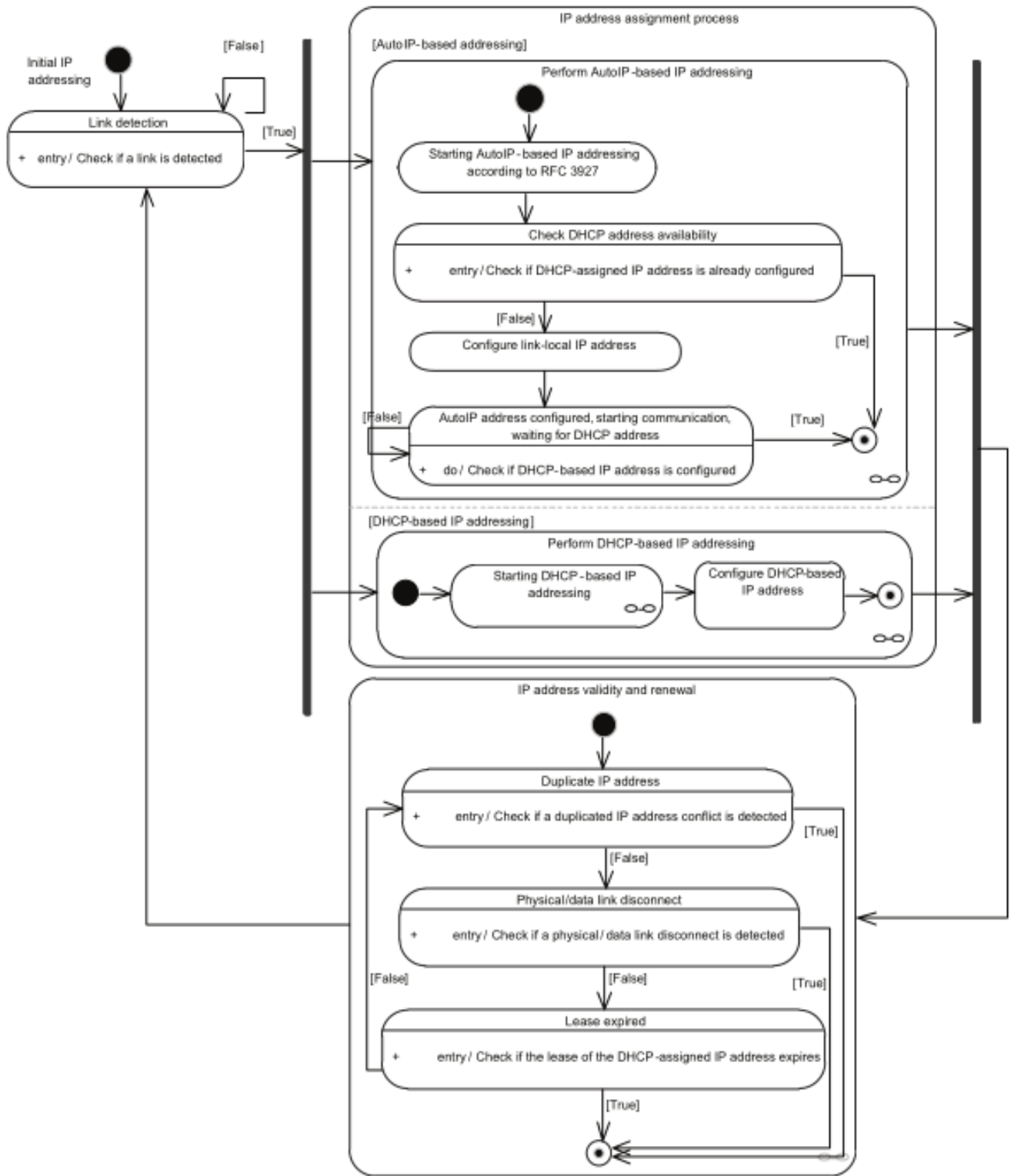


图 10 并发配置 IPv4 自动 IP 地址和 DHCP 地址

5.2.9 应用层需求--数据传输顺序

- [DoIP-147] 根据 IETF RFC 791(1981 年 9 月)附录 B, DoIP 消息的 IP 应使用的大端网络字节顺序

5.2.10 DoIP 协议--技术描述

5.2.10.1 基于 IP 的车载通信协议

a) 一般信息

- 对于 UDP 报文和 TCP 数据的处理, 一般要求如下:

- [DoIP-031] 任何源 IP 地址为多地址或广播地址的报文都将被忽略

- [DoIP-122] 每个 UDP 数据报只能传送一个 DoIP 消息

- 以下的表中描述了以下列标题下的每个消息

-- 项

这是消息元素的缩写名称。当在 ISO 13400 的这一部分中引用消息元素时, 将使用这个名称。

-- 位置

这是 DoIP 消息中每个单独消息元素的位置(字节数)。字节位置总是从 0(0)开始, 并且从单个消息元素的开始计算, 也就是说, 它不包括来自较低层的协议开销的任何字节

-- 长度

这是相应消息元素的长度(字节数)

-- 描述

此列包含每个消息元素及其用途的更详细描述

-- 值

此列列出支持的值范围和各自消息元素的各个值的含义

-- 支持

此列包含关于 DoIP 实体是否支持特定消息或消息元素的信息。即使消息本身被定义为可选的, 它也可能包含必须实现的元素, 如果消息本身得到支持的话。

-- 端口号和协议

此列指定特定负载类型在哪个基础协议上受到支持, 以及它使用哪个端口

b) 通用 DoIP 协议消息结构

这个子句指定了每个 DoIP 消息的通用结构。这意味着通过 TCP_DATA 或 UDP_TEST_EQUIPMENT_REQUEST 或 UDP_DISCOVERY 发送或接收的所有消息都包含表 11 中指定的通用头。Generic DoIP 报头将被处理并被否定地确认, 如图 10 所示

- [DoIP-036] 每个 DoIP 实体应为所有 DoIP 消息实现通用的 DoIP 报头结构, 如表 16 所示。消息的这一部分位于每个 DoIP 消息的开头

- [DoIP-156] 每个 DoIP 实体应支持如表 16 所示的车辆识别请求消息的协议版本默认值。这意味着 DoIP 实体应该始终忽略车辆识别请求消息中的协议版本默认值

示例:

- 如果外部测试设备同时支持多个协议版本, 并且没有关于 DoIP 实体支持的 DoIP 版本的信息, 则该默认值将被测试设备在车辆识别请求消息中使用

备注:

- 对于基于 UDP 数据报的消息, 这意味着通用头位于负载的第一个字节。对于基于 TCP 的数据, 报头将数据流中的单个 DoIP 消息分开

- 通用 DoIP 报头使用四个字节来编码有效负载大小, 将有效负载中的字节数限制为 4 GB(4 294 967 295 字节)

- 最大允许的有效载荷长度也将受到车辆中使用的特定传输层的限制(例如, CAN 传输层为 4 kB)

- 表 16 定义了通用的 DoIP 报头结构

- 表 17 提供了为 DoIP 指定的负载类型的概述

- 为了更容易理解、调试和优化实现, DoIP 有效负载类型根据它们的消息内容分组。组是节点管理(0x0XXX), 车辆信息(0x4XXX)和诊断(0x8XXX)

• [DoIP-037] 每个 DoIP 实体应按照图 11 中指定的顺序处理所有 DoIP 消息的通用 DoIP 报头结构

表 16 通用 DoIP 报头结构

序号	项	位置	长度	描述	值	备注
1	协议版本	0	1	用于标识 DoIP 报文的协议版本	0x00:保留 0x01: DoIP ISO/DIS 13400-2:2010 0x02: DoIP ISO 13400-2:2012 0x03...0xFE:由 ISO 13400 的这一部分保留 0xFF:车辆识别请求消息的默认值	
2	协议版本取反	1	1	包含协议版本的逐位逆值, 它与 DoIP 协议版本一起使用, 作为协议验证模式, 以确保接收到正确格式化的 DoIP 消息	等于协议版本 XOR 0xFF(例如 0xFE 表示协议版本 0x01)	
通用 DoIP 报头有效载荷类型和有效载荷长度						
4	负载类型	2	2	包含关于如何解释通用 DoIP 报头后面的数据的信息(例如, 网关命令、诊断消息等)	有关当前指定的负载类型值的完整列表, 请参见表 17	
5	负载长度	4	4	包含 DoIP 消息有效负载的长度(以字节为单位)(即不包括一般的 DoIP 头字节) 一些有效载荷类型不需要任何附加参数(有效载荷长度为 0), 一些需要固定的 DoIP 消息长度, 而另一些则允许动态长度的 DoIP 消息	取值: 0...4 294 967 295 bytes	
6	负载类型特定的消息内容	8	...	特定于负载类型的消息内容从这里开始。 注:这意味着, 例如, 消息中特定于负载类型的部分(参见 7.1.1)的字节位置 0 表示整个 DoIP 消息上下文中的		

				字节位置 8。		
--	--	--	--	---------	--	--

表 17 DoIP 有效载荷类型概述

序号	负载类型数值	负载类型名	分条款中指定	支持(DoIP 网关)	支持(DoIP 节点)	端口号和协议	备注
1	0x0000	通用 DoIP 报头 否定确认	7.1.2	强制性的	强制性的	UDP_DISCOVERY UDP_TEST_EQUIPMENT_REQUEST TCP_DATA	
2	0x0001	车辆识别请求信息	7.1.4	强制性的	强制性的	UDP_DISCOVERY	
3	0x0002	车辆识别请求信息与 EID	7.1.4	可选的	可选的	UDP_DISCOVERY	
4	0x0003	车辆识别请求信息与 VIN	7.1.4	强制的	强制的	UDP_DISCOVERY	
5	0x0004	车辆通告消息/车辆识别 响应消息	7.1.4	强制的	强制的	UDP_DISCOVERY UDP_TEST_EQUIPMENT_REQUEST	
6	0x0005	激活请求路由	7.1.5	强制的	强制的	TCP_DATA	
7	0x0006	路由激活反应	7.1.5	强制的	强制的	TCP_DATA	
8	0x0007	活跃的检查请求	7.1.7	强制的	强制的	TCP_DATA	
9	0x0008	活跃的检查响应	7.1.7	强制的	强制的	TCP_DATA	
10	0x0009 ~ 0x4000	由 ISO 13400 的这一部分保留					
11	0x4001	DoIP 实体状态请求	7.1.9	可选的	可选的	UDP_DISCOVERY	
12	0x4002	DoIP 实体状态响应	7.1.9	可选的	可选的	UDP_TEST_EQUIPMENT_REQUEST	
13	0x4003	诊断功率模式信息	7.1.8	强制的	强制的	UDP_DISCOVERY	
14	0x4004	诊断功率模式信息响应	7.1.8	强制的	强制的	UDP_TEST_EQUIPMENT_REQUEST	
15	0x4005 ~ 0x8000	由 ISO 13400 的这一部分保留					
16	0x8001	诊断信息	7.1.6	强制的	强制的	TCP_DATA	
17	0x8002	诊断消息肯定确认	7.1.6	强制的	强制的	TCP_DATA	
18	0x8003	诊断消息否定确认	7.1.6	强制的	强制的	TCP_DATA	
19	0x8004 ~ 0xEFFF	由 ISO 13400 的这一部分保留					
20	0xF000 ~ 0xFFFF	仅供制造商使用	-	可选的	可选的	-	

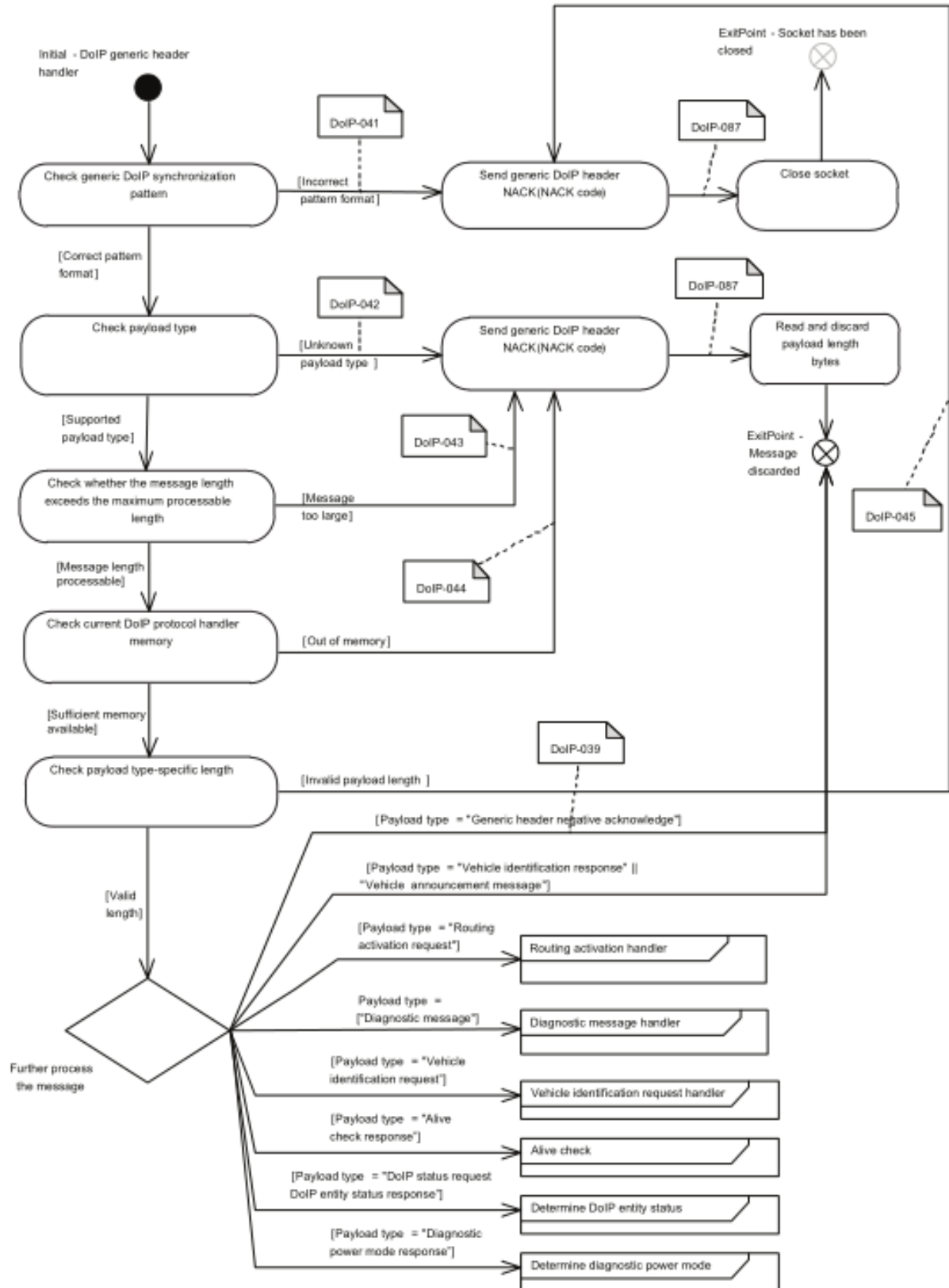


图 11 DoIP 通用头处理程序

- 由于通用报头否定确认消息也是 DoIP 消息，它们需要包括表 16 中指定的通用报头部分

- [DoIP-038] 每个 DoIP 实体应支持表 18 中指定的通用 DoIP 报头否定确认结构
- [DoIP-087] 在发送了通用 DoIP 报头否定确认消息后，每个 DoIP 实体应执行表 19 中规定的所需操作
- [DoIP-039] 每个 DoIP 实体应忽略接收到的通用 DoIP 报头否定确认消息
- [DoIP-040] 外部测试设备在收到来自 DoIP 实体的错误 DoIP 消息时，不应发送通用 DoIP 报头否定确认消息。

通用 DoIP 报头否定确认消息只能用于确定先前发送的 DoIP 消息的错误条件

• 外部测试设备可以在开发阶段使用 DoIP 报头负面确认消息来验证 DoIP 实体中 DoIP 消息的正确实现。但是，在系列生产中，外部测试设备不应发送负面确认消息，以防止 DoIP 消息在外部测试设备和 DoIP 实体之间来回反弹

- 表 18 定义了通用的 DoIP 报头负应答结构

表 18 通用的 DoIP 报头负应答结构

序号	项	位置	长度	描述	值	备注
DoIP 头 NACK 代码						
1	通用的 DoIP 头 NACK 代码	0	1	通用报头否定确认码指示在通用 DoIP 报头中检测到的特定错误，或者指示不支持的有效负载或内存过载条件	见表 19	

- 表 19 定义了通用的 DoIP 头 NACK 代码

表 19 通用的 DoIP 头 NACK 代码

序号	值	描述	需要执行的动作	支持	备注
1	0x00	格式不正确的模式	关闭 socket	强制	
2	0x01	未知负载类型	丢弃 DoIP 消息	强制	
3	0x02	消息太大	丢弃 DoIP 消息	强制	
4	0x03	内存不足	丢弃 DoIP 消息	强制	
5	0x04	无效负载长度	关闭 socket	强制	
6	0x05 ~ 0xFF	由 ISO 13400 的这一部分保留	-	-	

- [DoIP-041] 如果协议版本或反向协议版本(同步模式)与表 16 中指定的格式不匹配，每个 DoIP 实体应发送一个通用的 DoIP 报头负向确认消息，NACK 码设置为 0x00
- [DoIP-042] 如果 DoIP 实体不支持负载类型，每个 DoIP 实体应发送一个通用的 DoIP 报头负向确认消息，NACK 代码设置为 0x01
- [DoIP-043] 如果有效载荷长度超过了 DoIP 实体支持的最大 DoIP 消息大小，无论当前内存利用率如何，每个 DoIP 实体都应该发送一个通用的 DoIP 报头负向确认消息，NACK 代码设置为 0x02
- [DoIP-044] 如果有效载荷长度超过 DoIP 实体当前可用的 DoIP 协议处理程序内存，每个 DoIP 实体应发送一个通用的 DoIP 报头负向确认消息，NACK 代码设置为 0x03
- [DoIP-045] 如果有效载荷长度参数与特定有效载荷类型的预期长度不匹配，每个 DoIP 实体应发送一个通用的 DoIP 报头负向确认消息，NACK 代码设置为 0x04。这包括特定有效载荷类型的最小长度、固定长度和最大长度检查

b) TCP 和 UDP 端口支持的负载类型

- 表 20 提供了 ISO 13400 本部分定义的所有 TCP 端口和 UDP 端口的概述以及它们的预期用途

表 20 UDP、TCP 端口使用情况

序号	用例	负载类型	发送者	源端口号	接受者	目标端口号	协议	地址	备注
1	车辆发现	车辆识别请求	外部测试设备	UDP_TEST_EQUIPMENT_REQUEST	DoIP 实体	UDP_DISCOVERY	UDP	广播或者单播	
2	车辆发现	车辆识别响应	DoIP 实体	UDP_DISCOVERY 或动态分配	外部测试设备	UDP_TEST_EQUIPMENT_REQUEST	UDP	单播	
3	车辆发现	车辆公告	DoIP 实体	UDP_DISCOVERY 或动态分配	外部测试设备	UDP_DISCOVERY	UDP	广播	
4	数据传输	如：路由激活请求	外部测试设备	动态分配	DoIP 实体	TCP_DATA	TCP	单播	
5	数据传输	如：路由激活响应	DoIP 实体	TCP_DATA	外部测试设备	动态分配	TCP	单播	

c) 车辆识别请求消息和车辆通知

• 本小节规定了为了在网络中识别车辆或其 DoIP 实体而需要实现的要求。为了让外部测试设备与 DoIP 实体进行有意义的通信，它需要知道它的 IP 地址以及它安装在哪个车辆上。如果外部测试设备知道 IP 地址，车辆识别请求可以用于从特定车辆中检索 VIN/GID 和 DoIP 实体逻辑地址(见 9.4.1)。因此，支持以下场景

- 未配置 VIN 的车辆(例如在组装阶段或重新编程后)
- 配置了 VIN 且外部测试设备不知道 VIN/EID/GID 的车辆
- 配置了 VIN 和外部测试设备已知 VIN/EID/GID 的车辆
- 多个 DoIP 实体安装在同一辆车上
- 已知 DoIP 实体的 IP 地址

• 在 IP 地址未知且尚未配置 VIN 的情况下，不可能基于 VIN 将 DoIP 实体与单个车辆关联。解决这个关联问题的另一种方法在 9.4.1 中定义。第 11 章中的图 24 描述了 DoIP 实体的典型消息序列，它们宣布它们的存在或使用指定的请求和响应进行标识

- [DoIP-046] 每个 DoIP 实体应支持表 21 所述的车辆识别请求消息

表 21 载荷类型车辆识别请求消息

序号	项	位置	长度	描述	值	支持条件	备注
1	载荷类型车辆识别请求消息						
2	没有消息参数						

- [DoIP-047] 如果支持，每个 DoIP 实体应实现带有附加 EID 参数的车辆识别请求消息，如表 22 所示

表 22 带有 EID 的有效载荷类型车辆识别请求消息

序号	项	位置	长度	描述	值	支持条件	备注
1	带有 EID 的有效载荷类型车辆识别请求消息						
2	EID	0	6	这是 DoIP 实体的唯一 ID(如网络接口的 MAC 地址)，应响应车辆识别请求消息	如果使用 MAC 地址，则符合 IEEE EUI-48™	强制	

• [DoIP-048] 每个 DoIP 实体应支持带有附加 VIN 参数的车辆识别请求消息，如表 23 所示

表 23 带有 VIN 的有效载荷类型车辆识别请求消息

序号	项	位置	长度	描述	值	支持条件	备注
1	载荷类型车辆识别请求报文与 VIN						
2	VIN	0	17	这是 ISO 3779 中指定的车辆识别号码。 只有当外部测试设备打算识别单个车辆的 DoIP 实体时，才会出现此参数，而外部测试设备知道车辆的 VIN	ASCII	强制	

• [DoIP-049] 每个 DoIP 实体应支持如表 24 所示的车辆通告/车辆识别响应消息

表 24 有效载荷类型车辆通告/车辆识别响应消息

序号	项	位置	长度	描述	值	支持条件	备注
1	车辆识别号						
2	VIN	0	17	这是 ISO 3779 中指定的车辆识别号码 (VIN)。 如果在发送此消息时没有配置 VIN，则应该使用表 40 中指定的无效值来表示。在这种情况下，GID 用于将 DoIP 节点与特定的车辆关联(见 9.4.1)	ASCII- See table 40	强制	
3	DoIP 实体逻辑地址消息						
4	Logical Address	17	2	这是分配给响应 DoIP 实体的逻辑地址(有关详细信息，请参阅 7.4)。 例如，可以使用逻辑地址将诊断请求直接发送到 DoIP 实体	See table 39	强制	
5	实体 ID						
6	EID	19	6	这是 DoIP 实体的唯一标识，以便在 DoIP 设备编程或识别 VIN 之前(例如在汽车装配过程中)分离它们的响应。推荐使用 MAC 地址使用 DoIP 实体的网络接口的信息(如果实现了多个网络接口，则为其中一个接口)	如果使用 MAC 地址，则符合 IEEE EUI-48™	强制	
7	组 ID						
8	GID	25	6	这是同一辆汽车中一组 DoIP 实体的唯一标识，如果没有为该车配置 VIN。车辆的 DoIP 节点之间的 VIN/GID 同步过程在 9.4.1 中定义。 如果在发送此消息时 GID 不可用，则应使用表 40 中指定的特定无效值来表示	See table 40	强制	
9	需要进一步的行动	31	1	这是通知外部测试设备存在没有初始连接的 DoIP 实体或者使用了集成的安全方法的附加信息	See table 25	强制	
10	VIN/GID 同步状态	32	1	这是用于通知外部测试设备的附加信息，即所有 DoIP 实体已经同步了它们关于车辆 VIN 或 GID 的信息	See table 26	可选	

备注:

- 指示是否需要采取进一步行动的信息可以用来表明某些车载同步程序尚未完成和/或需要额外的步骤(例如安全措施),以便允许所有 DoIP 节点宣布它们在网络上的存在
- 多次传输此消息的原因是为了补偿这样一个事实,即由于使用 UDP,不能保证消息将在网络上正确传递。多次传输增加了至少一条消息被外部测试设备正确接收的概率

• [DoIP-050] 各 DoIP 单位应按照表 24 A_DoIP_Announce_Num 次数发送车辆通告消息,A_DoIP_Announce_Interval 为配置有效 IP 地址后立即开始的每次发送的消息间隔时间

- 表 25 定义进一步的操作代码值

表 25 定义进一步的动作代码值

序号	值	描述	支持条件	备注
1	0x00	无需进一步处理	强制	
2	0x01 ~ 0x0F	由 ISO 13400 的这一部分保留	强制	
3	0x10	启动中央安全性所需的路由激活	可选	
4	0x11 ~ 0xFF	可用于额外的 oem 专用用途	可选	

• [DoIP-144] 当车辆通告/车辆识别响应消息的进一步操作代码为 0x10 时(见表 25:路由需要激活)收到一个 DoIP 实体,外部测试设备可能发送一个路由请求消息激活(见表 27)激活类型设置为 0XE0(见表 28)DoIP 实体并确定路由 OEM-specific 字段的具体行动激活响应消息(见表 29)

- 定义了 VIN/GID 同步,状态码值

表 26 定义了 VIN/GID 同步,状态码值

序号	值	描述	支持条件	备注
1	0x00	VIN 和/或 GID 是同步的	强制	
2	0x01 ~ 0x0F	由 ISO 13400 的这一部分保留	强制	
3	0x10	不完整的:VIN 和 GID 不同步	强制	
4	0x11 ~ 0xFF	由 ISO 13400 的这一部分保留	强制	

• [DoIP-125] 在车辆通告(不是车辆识别响应)的情况下,UDP 消息总是发送,目标 IPv4 地址设置为有限的广播地址

• [DoIP-155] 在车辆通告(不是车辆识别响应)的情况下,UDP 消息应该总是发送目标 IPv6 地址设置为链路本地范围组播地址(FF02::1),如 IETF RFC 2375 中所述

• [DoIP-123] 每个 DoIP 实体应在任何时候由 VIN、EID 或两者唯一标识

• [DoIP-142] 如果不能保证车辆在任何时候都能被 VIN 识别,则应提供 EID 和 GID 支持

- 图 12 显示了根据车辆识别请求的有效载荷类型生成的车辆识别响应消息

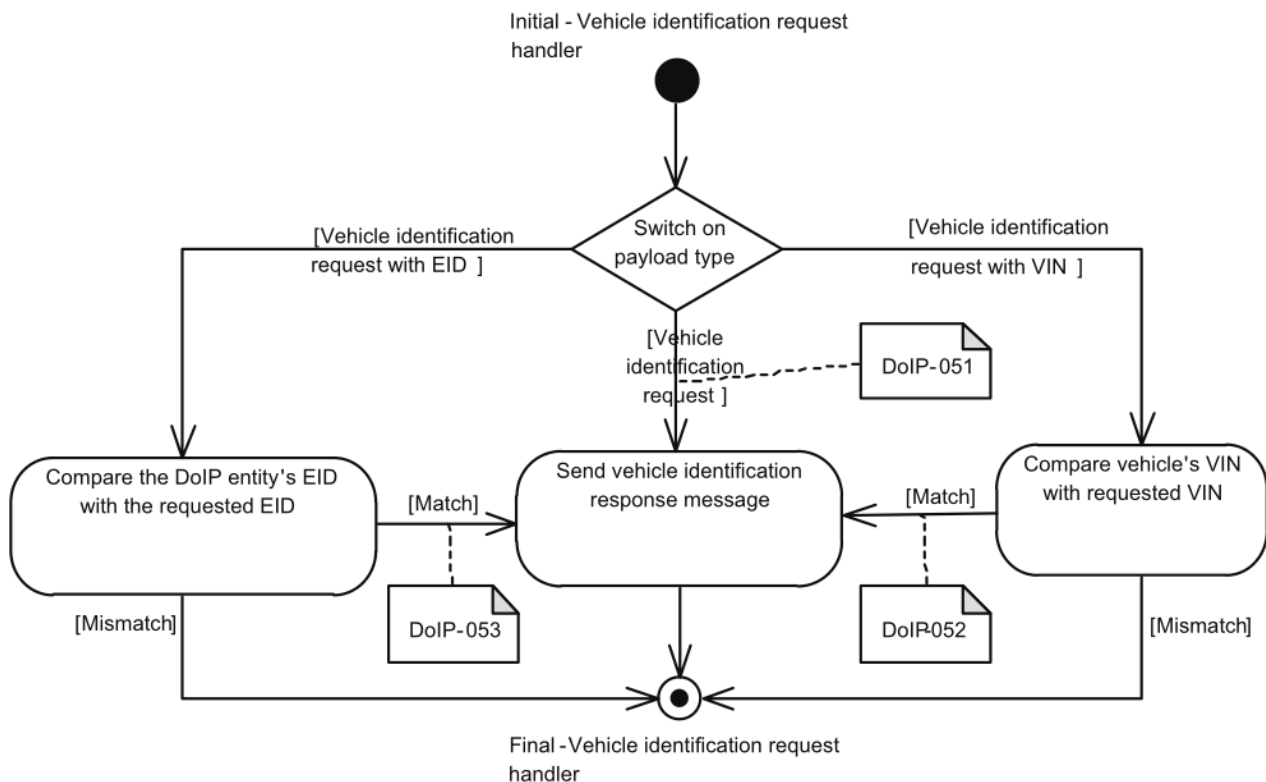


图 12 车辆识别请求处理程序

• [DoIP-051] 各 DoIP 实体收到如表 21 所示的车辆识别请求消息后，应发送一个如表 24 所示的延迟的 (A_DoIP_Announce_Wait，见表 38) 车辆识别响应消息

备注：

• 在响应车辆识别请求之前的额外延迟是必要的，以避免 UDP 数据包在网络上爆发，如果许多 DoIP 实体连接到同一网络。在这种情况下，车辆识别请求响应的随机延迟允许因网络利用率高而丢弃的 UDP 数据包到达后续车辆识别请求广播的外部测试设备

• [DoIP-052] 每个 DoIP 实体在收到带有 VIN(见表 23)的车辆识别请求消息后，如果请求消息中的 VIN 与 DoIP 实体编程的 VIN 相匹配，则应按照表 24 所示发送车辆识别响应消息

• [DoIP-053] 如果请求消息中的 EID 与 DoIP 实体的 EID 匹配（例如，如果 DoIP 实体实现了多个网络接口，则其中一个 MAC 地址），则每个 DoIP 实体在收到带有 EID 的车辆识别请求消息（见表 17）后，应发送表 19 中规定的车辆识别响应消息。

d) 路由激活请求和响应

• 他的子句指定了在 TCP_DATA 套接字上激活路由所必需的 DoIP 消息。对于在 TCP_DATA 套接字上禁用路由，没有定义额外的有效负载类型，因为这可以通过关闭 TCP_DATA 套接字来实现。图 25 显示了一个外部测试设备的示例序列，该设备试图在新建立的 TCP_DATA 套接字上激活路由。

• [DoIP-057] 每个 DoIP 实体应支持表 27 中指定的路由激活请求消息

表 27 负载类型路由激活请求

序号	项	位置	长度	描述	值	支持条件	备注
1	外部测试设备地址信息						
2	源地址 (SA)	0	2	请求路由激活的外部测试设备的地址。这个地址与外部测试设备在同一个 TCP_DATA 套接字上发送诊断消息时使用的地址相同	See table 40	强制	
3	激活类型	2	1	指示可能需要不同类型的认证和/或确认的特定路由激活类型	See table 28	强制	
4	保留和 OEM 特定数据						
5	由 ISO 13400 的这一部分保留	3	4	保留供将来标准化使用	默认值 0x00000000	强制	
6	预留给 OEM 专用用途	7	4	可用于额外的 OEM 专用用途	由汽车制造商定义/不存在	可选	

- [DoIP-100] 每个 DoIP 实体应按照图 13 中指定的方式处理路由激活请求消息

- 表 28 定义了路由激活请求激活类型

表 28 路由激活请求激活类型

序号	值	描述	需要的行动	支持条件	备注
1	0x00	默认	不需要	强制	
2	0x01	WWH-OBd		强制	
3	0x02 ~ 0xDF	ISO / SAE 保留			
4	0xE0	中央安全	OEM 特定	可选	
5	0xE1 ~ 0xFF	可用于额外的 oem 专用用途	OEM 特定	可选	

- 图 13 描述了 DoIP 路由激活处理程序

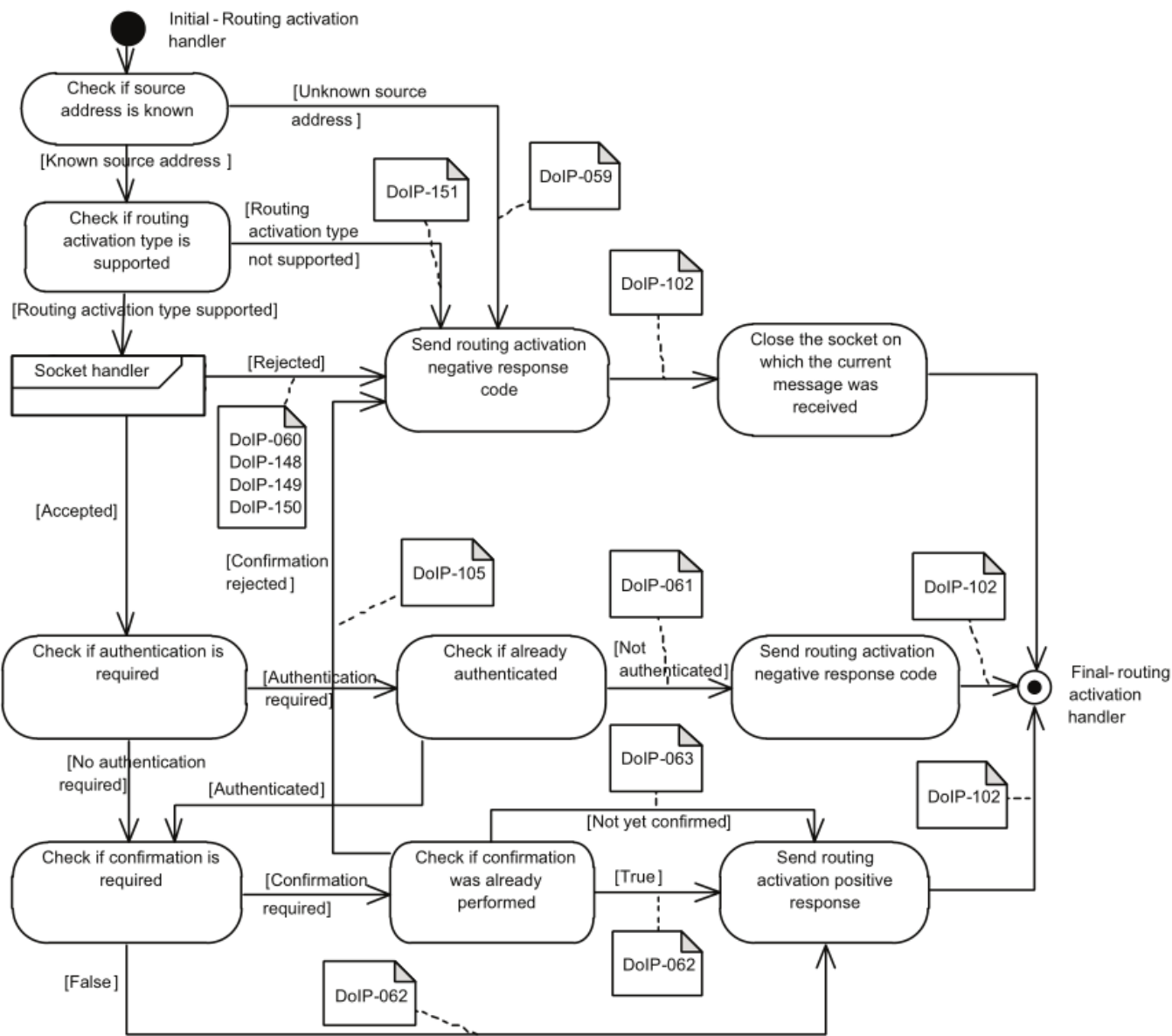


图 13 DoIP 路由激活处理程序

• [DoIP-058] 每个 DoIP 实体应支持表 29 中规定的路由激活响应消息

表 29 有效负载类型路由激活响应

序号	项	位置	长度	描述	值	支持条件	备注
1	外部测试设备地址信息						
2	外部测试设备的逻辑地址	0	2	请求路由激活的外部测试设备的逻辑地址	See table 39	强制	
3	路由激活状态信息						

表 29 负载类型路由激活请求（续）

序号	项	位置	长度	描述	值	支持条件	备注
4	DoIP 实例的逻辑地址	2	2	响应 DoIP 实体的逻辑地址	See table 39	强制	
5	路由激活响应代码	4	1	由 DoIP 网关响应。路由激活拒绝将导致 TCP_DATA 连接被 DoIP 网关重置。成功的路由激活意味着现在可以通过 TCP_DATA 连接路由诊断消息。	See Table 30	强制	
6	由 ISO 13400 的这一部分保留	5	4	保留供将来标准化使用	默认为 0x00000000	强制	
7	预留给 OEM 专用用途	9	4	可用于额外的 oem 专用用途	-	可选	

- [DoIP-102] 每个 DoIP 实体在发送相应的路由激活响应后，应执行表 30 所规定的行动

表 30 路由激活响应代码值

序号	值	描述	需要的行动	支持条件	备注
1	0x00	由于未知的源地址，路由激活被拒绝	不激活路由并关闭 TCP_DATA 套接字	强制	
2	0x01	路由激活被拒绝，因为所有并发支持的 TCP_DATA 套接字都已注册并激活	不激活路由并关闭 TCP_DATA 套接字	强制	
3	0x02	路由激活被拒绝，因为在已经激活的 TCP_DATA 套接字上收到了与表连接表项不同的 SA	不激活路由并关闭 TCP_DATA 套接字	强制	
4	0x03	路由激活被拒绝，因为 SA 已经在不同的 TCP_DATA 套接字上注册并处于活动状态	不激活路由并关闭 TCP_DATA 套接字	强制	
5	0x04	由于缺少身份验证而拒绝路由激活	不激活路由和注册	可选	
6	0x05	由于确认被拒绝，路由激活被拒绝	不激活路由并关闭 TCP_DATA 套接字	可选	
7	0x06	路由激活被拒绝，因为不支持路由激活类型	不激活路由并关闭 TCP_DATA 套接字	强制	
8	0x07 - 0x0F	由 ISO 13400 的这一部分保留	-	-	
9	0x10	路由成功激活	在这个 TCP_DATA 套接字上激活路由并注册 SA	强制	
10	0x11	路由将被激活;确认需要	只有在车辆内部确认后才激活路线	可选	
11	0x12-0xDF	由 ISO 13400 的这一部分保留	-	-	
12	0xE0 - 0xFE	汽车制造商特定的	-	可选	
13	0xFF	由 ISO 13400 的这一部分保留	-	-	

- [DoIP-059] 如果请求消息中的源地址未知，每个 DoIP 实体在收到路由激活请求消息后，应发送响应码设置为

0x00 的路由激活响应消息

- [DoIP-060] 如果 TCP_DATA 套接字不可用, 每个 DoIP 实体应根据 7.2.4 中的套接字处理器要求, 在接收到路由激活请求消息后, 发送响应码设置为 0x01 的路由激活响应消息
- [DoIP-149] 如果 SA 与已经激活的 TCP_DATA 套接字上收到的表连接条目不同, 则每个 DoIP 实体应在收到路由激活请求消息后发送响应码设置为 0x02 的路由激活响应消息
- [DoIP-150] 如果 SA 已经在不同的 TCP_DATA 套接字上注册并激活, 则每个 DoIP 实体应在收到路由激活请求消息后发送响应码设置为 0x03 的路由激活响应消息

备注:

- 支持多少并发源地址由汽车制造商决定。这取决于 DoIP 实体允许并发 TCP_DATA 套接字的数量。一个 DoIP 实体允许的并发 TCP_DATA 套接字的最大数量可以通过 7.1.9 中指定的 DoIP 实体状态请求来检索

• [DoIP-061] 如果支持, 如果在路由激活请求之前需要额外的身份验证, 每个 DoIP 实体应在收到路由激活请求消息后发送响应码设置为 0x04 的路由激活响应消息

• [DoIP-105] 如果支持, 每个 DoIP 实体在收到需要车辆内部确认的路由激活请求消息后, 应发送响应码设置为 0x05 的路由激活响应消息, 但确认同时被拒绝

• [DoIP-151] 每个 DoIP 实体在收到 DoIP 实体不支持的路由激活类型的路由激活请求消息后, 应发送响应码设置为 0x06 的路由激活响应消息

• [DoIP-062] 每个 DoIP 实体在收到路由激活请求消息后, 如果满足以下所有条件, 应发送响应码设置为 0x10 的路由激活响应消息

-- DoIP 实体知道来自路由激活请求消息的逻辑源地址

-- TCP_DATA 套接字根据 7.2.4 中的套接字处理程序要求可用

-- 不需要额外的身份验证步骤

-- 不需要车辆内部的确认

• [DoIP-063] 如果支持, 每个 DoIP 实体在收到路由激活请求消息后, 如果满足以下所有条件, 应发送响应码设置为 0x11 的路由激活响应消息

-- DoIP 实体知道来自路由激活请求消息的逻辑源地址

-- TCP_DATA 套接字根据 7.2.4 中的套接字处理程序要求可用

-- 需要车辆内部的额外确认(例如, 通过确认仪表组显示的信息信息)

备注:

- 这意味着一旦车辆内部的额外确认被执行, 这个响应代码将不再被发送, DoIP 实体将根据请求激活路由。因此, 外部测试设备可以定期发送路由激活请求消息, 以确定确认是否成功完成

e) 诊断消息和诊断消息确认

- 此子句指定了允许诊断消息(即诊断请求)路由到车辆网络以及从车辆网络(即诊断响应)返回到外部测试设备的消息格式。如果诊断消息由外部测试设备发送, DoIP 实体将始终确认(正面或负面)这些消息。诊断消息也可以由 DoIP 实体发送, 例如, 在从 ECU 向外部测试设备发送诊断响应或未经请求的消息(例如事件响应)时。在这种情况下, 诊断消息将不会被外部测试设备确认

• [DoIP-064] 每个 DoIP 实体应支持表 31 中规定的用于传入(即请求)和传出(即响应)诊断消息的诊断消息结构

表 31 有效负载类型诊断消息结构

序号	项	位置	长度	描述	值	支持条件	备注
1	逻辑地址信息						
2	源地址 (SA)	0	2	包含诊断消息发送者的逻辑地址(例如, 外部测试设备地址)	See table 39	强制	
3	目标地址 (DA)	2	2	包含诊断信息的接收者的逻辑地址(例如 车辆网络上的特定 ECU)	See table 39	强制	
4	诊断消息数据						
5	用户数据	4	D - 4	包含实际的诊断数据(例如 ISO 14229-1 诊断请求), 这些数据将被路由到目的地(例如 ECM)	See table 32	强制	

• [DoIP-065] 每个 DoIP 实体应按照图 14 中指定的顺序接收和处理其 TCP_DATA 套接字上的诊断消息

- 表 32 给出了如何通过 DoIP 诊断消息帧传输 ISO 27145-3 诊断消息的示例

表 32 通过 DoIP 消息帧传输的 ISO 27145-3 请求消息的示例

消息方向		客户端 → 车辆			
消息类型		功能寻址的请求消息(读协议标识 InfoType 标识符)			
序号	数据字节	描述	值	助记符	备注
1	0	ISO 13400 - 协议版本	0x01	-	
2	1	ISO 13400 - 反向协议版本	0xFE	-	
3	2	ISO 13400 - 有效载荷类型	0x8001	GH_PT	
4	3	ISO 13400 - 有效载荷类型		GH_PT	
5	4	ISO 13400 - 有效载荷长度	7	GH_PT	
6	5	ISO 13400 - 有效载荷长度		GH_PT	
7	6	ISO 13400 - 有效载荷长度		GH_PT	
8	7	ISO 13400 - 有效载荷长度		GH_PT	
9	8	ISO 13400 - 源地址	例如：0x0E00	SA	
10	9	ISO 13400 - 源地址		SA	
11	10	ISO 13400 - 目标地址	例如：0xE000	TA	
12	11	ISO 13400 - 目标地址		TA	
13	12	ISO 13400 - user data / ISO 27145-3 - ReadDataByIdentifier 请求 SID	0x22	UD / RDBI	
14	13	ISO 13400 - user data / ISO 27145-3 - DataIdentifier #1 (HB) = ITID =协议识别	0xF8	UD / DID_HB	
15	14	ISO 13400 - user data / ISO 27145-3 - DataIdentifier #1 (LB) = ITID =协议识别	0x10	UD / DID_LB	

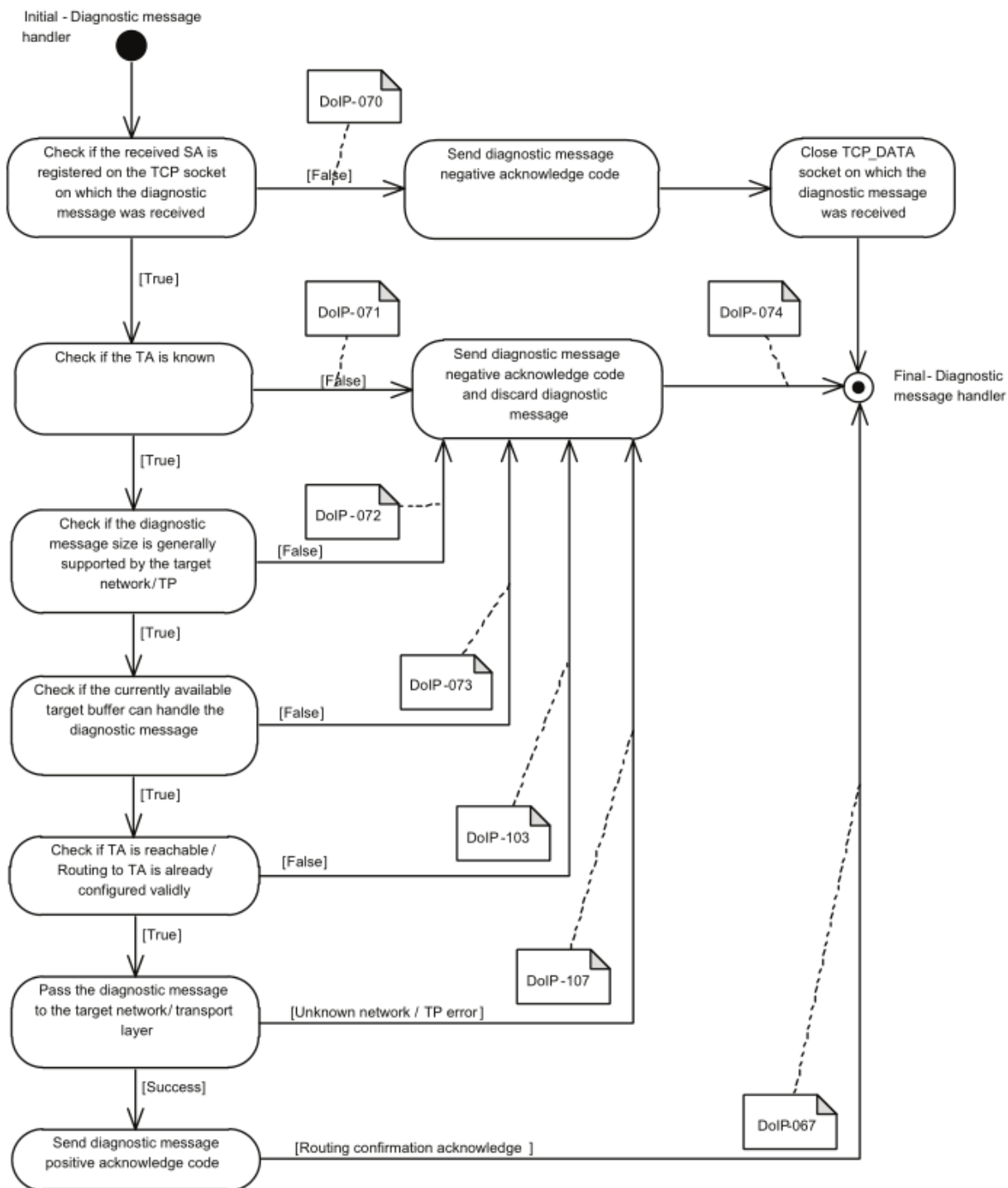


图 14 DoIP 诊断消息处理程序

- [DoIP-066] 每个 DoIP 实体应支持表 33 中规定的诊断消息确认

表 33 有效负载类型诊断消息正面确认结构

序号	项	位置	长度	描述	值	支持条件	备注
1	逻辑地址信息						
2	源地址 (SA)	0	2	包含先前诊断信息(预期)接收器的逻辑地址(例如车辆网络上的特定 ECU)	See table 39	强制	
3	目标地址 (DA)	2	2	包含前一个诊断消息的发送方的逻辑地址(即外部测试设备地址)	See table 39	强制	
4	诊断消息确认信息						
5	响应代码	4	1	包含诊断消息确认码	See table 34	强制	
6	以前的诊断消息数据	5	0 ~ <d-5>	可包含一份不超过<d-5>的副本。诊断消息的字节数(最大。Size <d-4>)是目前公认的。这可能有助于排除通信问题		可选	

表 34 诊断消息正面确认码

序号	值	描述	支持条件	备注
1	0x00	路由确认确认(ACK)消息, 表示诊断消息已被正确接收、处理并放入目的网络的传输缓冲区	强制	
2	0x01 ... 0xFF	由 ISO 13400 的这一部分保留	-	

- [DoIP-067] 诊断信息被正确处理并复制到目的网络传输缓冲区后, 每个 DoIP 实体应立即发送诊断信息的确认, ACK 码设置为 0x00(见表 34)

- [DoIP-068] 每个 DoIP 实体应支持表 35 中规定的诊断消息否定确认

表 35 有效负载类型诊断消息否定确认结构

序号	项	位置	长度	描述	值	支持条件	备注
1	逻辑地址信息						
2	源地址 (SA)	0	2	包含先前诊断信息(预期)接收器的逻辑地址(例如车辆网络上的特定 ECU)	See table 39	强制	
3	目标地址 (DA)	2	2	包含前一个诊断消息的发送方的逻辑地址(即外部测试设备地址)	See table 39	强制	
4	诊断消息确认信息						
5	响应代码	4	1	包含诊断消息否定确认码	See table 35	强制	
6	以前的诊断消息数据	5	0 ~ <d-5>	可包含一份不超过 d-5 的副本。字节(仅受支持的最大 DoIP 消息大小限制)的当前确认的诊断消息。这可能有助于排除通信问题, 并取决于制造商选择一个可行的字节数来重复	HEX	可选	

- [DoIP-070] 每个 DoIP 实体应发送诊断消息的否定确认, NACK 码设置为 0x02(见表 36), 并关闭 TCP_DATA 套接字, 当诊断消息包含一个源地址时, 该源地址在接收诊断消息的 TCP_DATA 套接字上未被激活

- [DoIP-071] 当诊断消息包含未知的目标地址(如 ECU 未连接到指定地址的 DoIP 网关)时, 每个 DoIP 实体应发送

诊断消息负确认，NACK 码设置为 0x03(见表 36)

• [DoIP-072] 每个 DoIP 单位发送诊断信息负确认 NACK 代码设置为 0x04(见表 36)当诊断消息支持超过最大长度的传输协议目标网络或目标 ECU(如消息大于 4095 字节可以或当一个 ECU-specific 消息超过大小限制)

备注:

• 他的意思是, 如果一个功能寻址的 DoIP 消息必须路由到不同的子网(例如 TA 被设置为 WWH-OBd 功能组地址 0xE000), 并且一个或多个子网不支持诊断消息负载长度, 也会发送 NACK

示例:

• 如果一个功能寻址的 DoIP 消息应该被路由到几个子网络, 包括一个 CAN 子网络, 并且 DoIP 诊断消息的有效负载大小超过 7 字节, 对功能寻址请求的限制在 CAN 上适用(只有单个帧)。DoIP GW 发送 NACK(NACK code = 0x04), 丢弃 DoIP 诊断请求报文

• [DoIP-073] 当诊断消息太大而无法复制到目标缓冲区(例如, 传输协议拒绝提供必要缓冲区的请求)时, 每个 DoIP 实体应该发送诊断消息否定确认, NACK 代码设置为 0x05(见表 36)

备注:

• 如果 DoIP 网关使用动态缓冲区分配, 这可能是一个临时问题

表 36 诊断消息否定确认码

序号	值	描述	支持条件	备注
1	0x00...0x01	由 ISO 13400 的这一部分保留	-	
2	0x02	无效的源地址	强制	
3	0x03	无效的目标地址	强制	
4	0x04	诊断消息太大	强制	
5	0x05	内存不足	强制	
6	0x06	遥不可及的目标	可选	
7	0x07	未知的网络	可选	
8	0x08	传输协议错误	可选	
9	0x09...0xFF	由 ISO 13400 的这一部分保留	-	

• [DoIP-103] 如果支持, 当目标地址指向当前无法到达的设备时, 每个 DoIP 实体应发送诊断消息否定确认, NACK 代码设置为 0x06(见表 36)

备注:

• 这可能是由于目标网络不可用(例如, 临时网络重组或物理故障)

• [DoIP-107] 如果受到支持, 并且发生了未知的目标网络或传输协议错误, 而该错误不在之前的 NACK 代码中, DoIP 实体应发送诊断消息否定确认, NACK 代码设置为 0x07 或 0x08(见表 36)

• [DoIP-074] 如果上述任何诊断消息的否定确认条件(对 DoIP-071、DoIP-073、DoIP-103、DoIP-107 的要求)适用, 各 DoIP 实体应丢弃接收到的诊断消息

f) 活动检查请求和活动检查响应

本款规定了 DoIP 消息的消息结构, 用于确定外部测试设备是否仍在使用的 TCP_DATA 套接字。活动检查消息由 TCP_DATA 套接字处理程序使用(见 7.2.4)。第 11 条中的图 25 显示了外部测试设备在尝试建立新的 TCP_DATA 套接字时触发活动检查消息的示例序列。

表 37 负载类型活动检查请求结构

序号	项	位置	长度	描述	值	支持条件	备注
1				活跃检车请求消息			
2				没有额外的消息元素			

- [DoIP-076] 每个 DoIP 实体应根据 7.2.4 中的要求发送活动检查请求
- [DoIP-077] 每个 DoIP 实体应支持表 38 所规定的活动检查

表 38 负载类型活动检查响应结构

序号	项	位置	长度	描述	值	支持条件	备注
1	外部测试设备逻辑地址信息						
2	源地址 (SA)	0	2	包含此 TCP_DATA 套接字上当前活动的外部测试设备的逻辑地址	See table 39	强制	

- [DoIP-078] 每个 DoIP 实体应根据 7.2.4 中的要求接收和处理活动检查响应消息

注意：

外部测试设备也可以使用活动检查响应消息来保持当前空闲连接的活动状态，也就是说，外部测试设备可以发送该消息，即使它之前没有收到来自 DoIP 实体的活动检查请求

g) 诊断电源模式信息请求和响应

该有效负载类型用于检索车辆的诊断电源模式。例如，外部测试设备可使用该信息来验证车辆是否处于诊断电源模式，从而对车辆部件进行可靠的诊断

- [DoIP-116] 每个 DoIP 实体应支持表 39 所规定的诊断电源模式信息请求

表 39 诊断电源模式信息请求

序号	项	位置	长度	描述	值	支持条件	备注
1	诊断电源模式信息请求						
2	没有额外的消息元素						

- [DoIP-117] 每个 DoIP 实体应支持表 40 所规定的诊断电源模式信息响应

• [DoIP-118] DoIP 实体在收到之前的诊断电源模式信息请求后，应在 A_DoIP_Ctrl（见表 43）内响应诊断电源模式信息响应

表 40 诊断电源模式信息响应

序号	项	位置	长度	描述	值	支持条件	备注
1	诊断电源模式						
2	诊断电源模式	0	1	识别车辆是否处于诊断电源模式并准备好执行可靠的诊断	0x00: 未准备就绪 0x01: 准备就绪 0x02: 不支持 0x03 ~ 0xFF: 这部分被 ISO 13400 保留	强制	

h) DoIP 实体状态信息请求与响应

该有效载荷类型用于识别响应 DoIP 实体的特定操作条件。例如，这允许外部测试设备检测现有的诊断通信会话以及 DoIP 实体的能力

- [DoIP-119] 如果支持，DoIP 实体状态请求应该按表 41 所规定的内容进行实现

表 41 DoIP 实体状态请求

序号	项	位置	长度	描述	值	支持条件	备注
1	DoIP 实体状态请求						
2	没有额外的消息元素						

• [DoIP-120] 如果支持，DoIP 实体状态响应应该按表 42 所规定的内容进行实现

• [DoIP-121] 如果支持，DoIP 实体在收到之前的 DoIP 实体状态请求后，应在 A_DoIP_Ctrl（见表 43）内以 DoIP 实体状态响应进行响应

表 42 诊断电源模式信息响应

序号	项	位置	长度	描述	值	支持条件	备注
1	DoIP 实体状态响应						
2	节点类型 (NT)	0	1	标识所联系的 DoIP 实例是 DoIP 节点还是 DoIP 网关	0x00: DoIP 网关 0x01: DoIP 节点 0x02 ~ -0xFF: 这部分被 ISO 13400 保留	强制	
3	最大的 TCP_DATA 套接字连接数 (MCTS)	1	1	表示此 DoIP 实体允许的最大并发 TCP_DATA 套接字数，不包括套接字处理所需的保留套接字	1...255	强制	
4	当前连接的 TCP_DATA 套接字数 量 (NCTS)	2	1	当前已经连接的套接字数	0...255	强制	
5	最大的数据长度 (MDS)	3	4	可被 DoIP 实体处理的任一种逻辑请求的最大大小	0...4GB	可选	

5.2.10.2 套接字句柄

a) 连接状态

① 一般信息

本款描述了与连接状态信息有关的车辆侧 DoIP 实体的状态信息和行为要求

② 连接表

逻辑连接建立在外部设备（如：外部测试设备）和 DoIP 实体之间，它有唯一的逻辑设备地址（SA）和套接字句柄。套接字句柄代表了源目标地址（TA）、IP 地址、端口号记忆传输协议类型（如：TCP 或 UDP）

- [DoIP-152] DoIP 实体有能力通过套接字句柄以及相关的 SA 区分不同的逻辑连接
- [DoIP-153] DoIP 实体应能够支持每个逻辑连接特定于连接的计时器（初始非活动计时器、通用非活动计时器）
- [DoIP-154] 如果 DoIP 实体支持身份验证或确认机制，则每个逻辑连接都应支持身份验证状态或确认状态

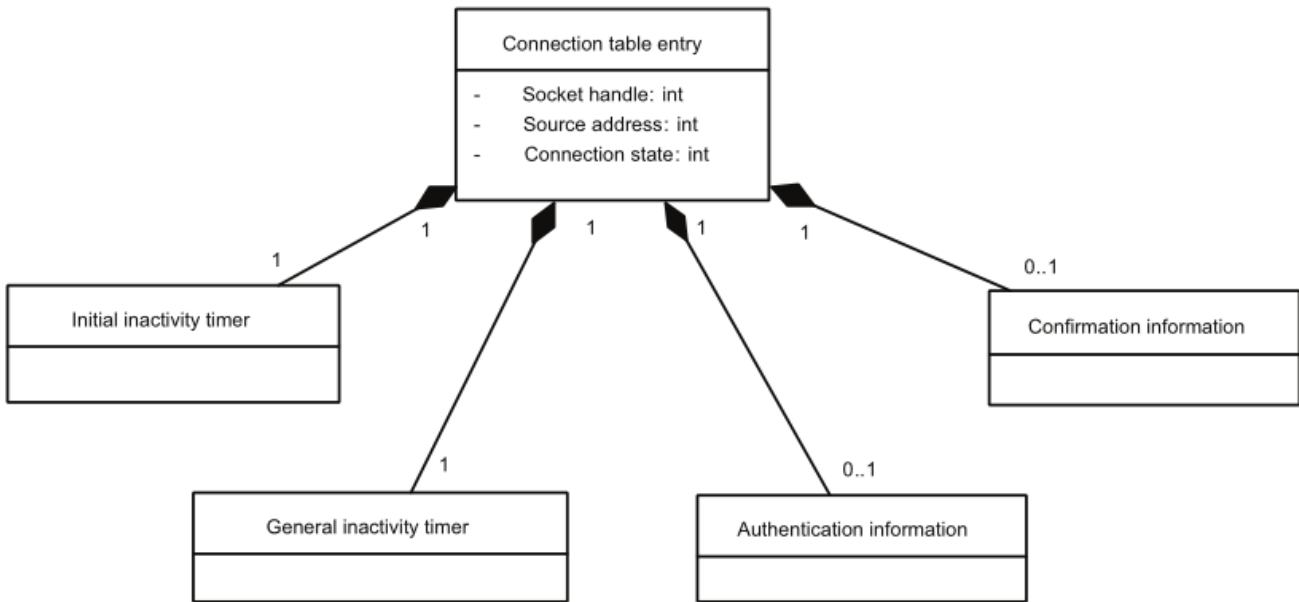


图 15 DoIP 连接表

③ 连接状态

• [DoIP-127] 当新的套接字处于“TCP established”状态时，应以“已初始化”的状态添加带连句柄表中；同时应该从初始化一个不活跃的定时器，并开始启动和分配这个定时器到连接实体上

• [DoIP-128] 收到 DoIP 路由激活消息并成功完成 DoIP 协议处理程序后，初始化的套接字表示逻辑连接，并应更新为连接状态“已注册[待验证]”。初始化外部测试设备的 SA 应与连接相关联。应停止初始非活动计时器，启动通用非活动计时器，并将其与连接关联

• [DoIP-129] 成功完成身份验证机制后，或者如果不需要身份验证，则应将连接设置为“已注册[待确认]”的连接状态

• [DoIP-130] 成功完成确认机制后，或者如果不需要确认，连接应设置为连接状态“已注册[路由活动]”

• [DoIP-131] 除了 DoIP 路由激活消息或认证或确认所需的消息外，在连接处于“已注册[路由活动]”状态之前，不得处理或路由传入的 DoIP 消息

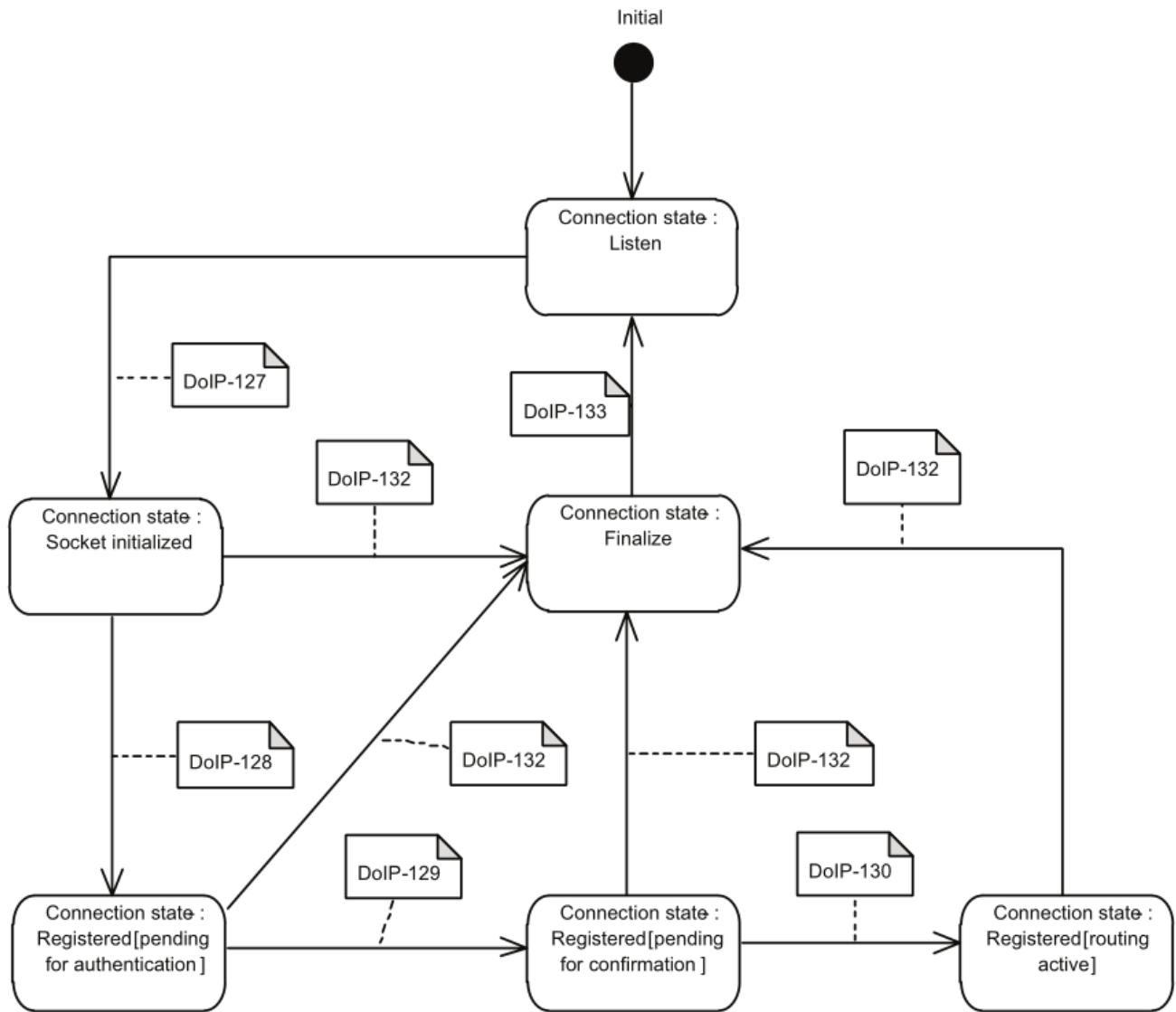


图 16 DoIP 连接状态

• [DoIP-132] 如果初始计时器或通用非活动计时器失效，或者认证或确认被拒绝，或者外部测试设备没有响应 DoIP 活动检查消息，则连接应设置为连接状态 “Finalize”

• [DoIP-133] 如果连接处于 “Finalize” 状态（例如，在任何一方发出关闭请求后），TCP 套接字应关闭并重置为侦听状态，并且应释放资源以允许建立新连接

④ 活动检测

活动检查请求只能在处于 “已注册” 状态的连接上发送。在初始化并存储在连接表条目中但尚未注册（即等待激活路由请求）的套接字上，不应发送活动检查请求。如果没有发送路由激活请求，这样的套接字将由于初始不活动计时器而超时

• [DoIP-134] DoIP 活动检查消息只能在当前处于 “已注册” 连接状态之一的连接上发送

JP-20220412

b) 通用非活动定时器

通用非活动计时器是一种针对网络连接中断或外部测试设备不发送任何数据但不关闭 TCP_DATA 连接的情况的措施。在这种情况下，通用非活动计时器将关闭未使用的 TCP_DATA 套接字，以便在特定的非活动时间后将 DoIP 实体返回到默认状态。

- [DoIP-079] 每个 DoIP 实体应为每个受支持的 TCP_数据套接字实现一个单独的通用非活动计时器
- [DoIP-080] 当一个 TCP_DATA 套接字最初进入“已建立”状态（打开）时，或当通过该套接字接收或发送数据时，该套接字的一般不活动计时器应重置为其初始值 T_TCP_General_Inactivity（表 43）
- [DoIP-124] 如果外部测试设备需要保持当前空闲连接活跃，就必须使用活跃检查响应消息

注意：

活动检查响应消息是最小的有效消息，它只会重置相应连接的常规非活动计时器，不会导致进一步的操作。无效的 DoIP 消息将导致 DoIP 实体关闭 TCP_DATA 套接字

- [DoIP-081] 只要 TCP_DATA 套接字处于已建立状态（打开），TCP_DATA 套接字的通用非活动计时器就应运行
- [DoIP-082] 如果 TCP_DATA 套接字的通用非活动计时器已过，则相关的 TCP_DATA 套接字应关闭并重置为侦听状态

c) 初始化非活动定时器

初始化非活动计时器是针对 DoIP 实体的 TCP_DATA 套接字上的连接尝试的一种度量，该实体具有无效的 DoIP 消息或不发送任何数据

- [DoIP-083] 每个 DoIP 实体应为每个受支持的 TCP_DATA 套接字实现单独的初始非活动计时器
- [DoIP-084] TCP_数据套接字的初始非活动计时器应重置为其初始值 T_TCP_initial_inactivity（见表 43），并应在套接字最初进入“已建立”状态（打开）时启动
- [DoIP-085] 在收到该 TCP_DATA 套接字上的有效路由激活请求（见表 27）后，应立即停止 TCP_DATA 套接字的初始非活动计时器
- [DoIP-086] 如果 TCP_DATA 套接字的初始非活动计时器已过，则相关的 TCP_DATA 套接字应关闭并重置为侦听状态

d) 套接字句柄和活动检测

本款规定了 DoIP 实体如何处理多个 TCP_数据套接字的要求，以确保外部测试设备可以连接到 DoIP 实体，并提供未使用的 TCP_DATA 套接字进行通信，同时确保现有连接不会受到额外连接尝试的干扰。第 11 条中的图 25 显示了外部测试设备触发 TCP_DATA 套接字处理程序的示例序列，同时尝试在新建立的 TCP_数据套接字上激活路由

- [DoIP-088] 每个 DoIP 实体应按照图 13 中规定的顺序实现 TCP_数据套接字处理

注：

对于 TCP_DATA 套接字处理程序，假定底层 TCP 堆栈确保动态分配多个侦听同一端口的 TCP 套接字，并将其用于入站 TCP 连接尝试，直到没有其他可用的 TCP_DATA 套接字。在这种情况下，假设 TCP 堆栈将使用 TCP_RST 响应拒绝额外的连接尝试

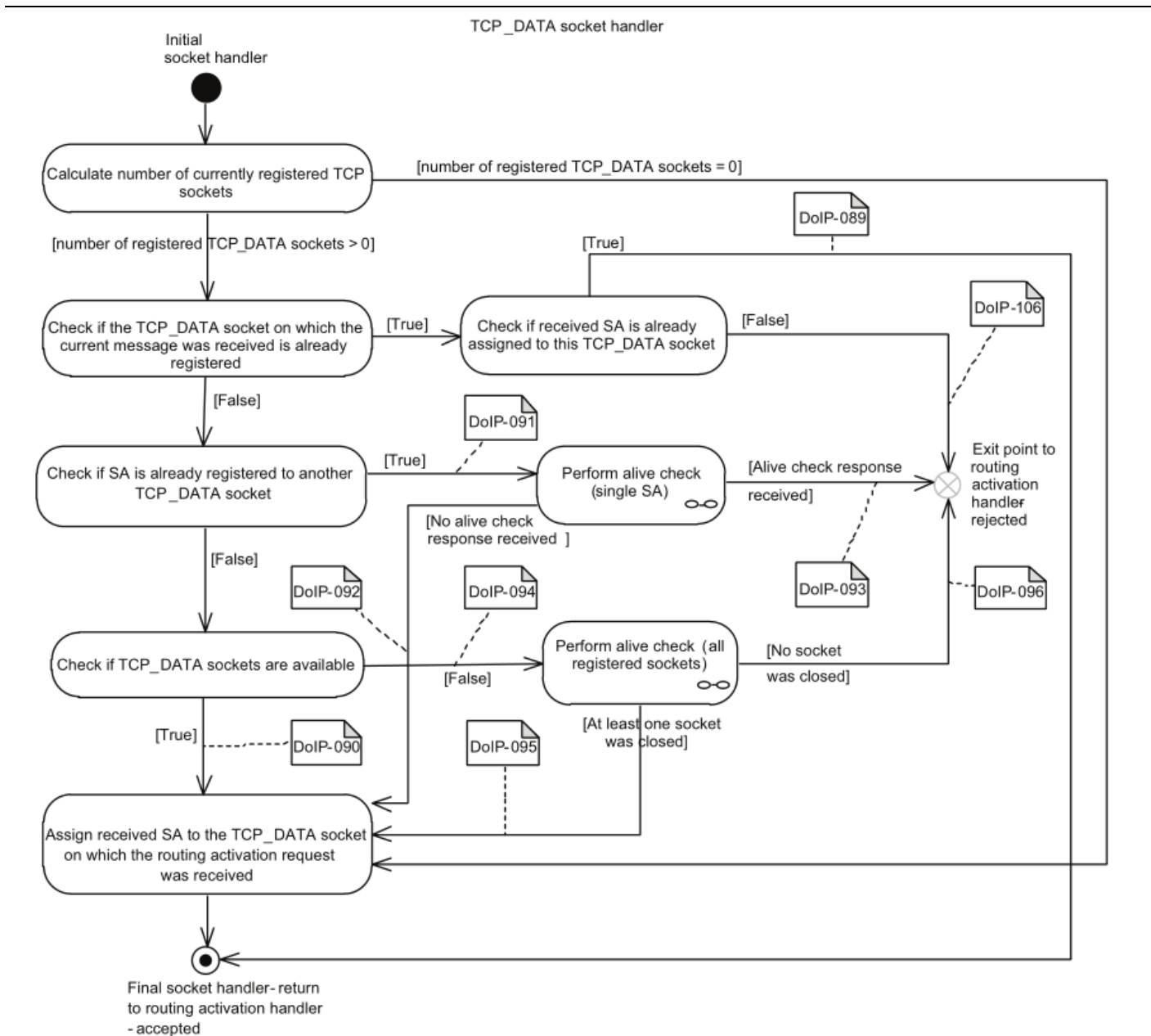


图 17 TCP_DATA 套接字句柄

注：

为了降低需求的复杂性，每个需求的描述都集中在当前特定的操作上，假设之前的所有检查都已按照图 17 中描述的顺序执行。不同活动检查方法（单个 TCP_DATA 套接字和所有 TCP_DATA 套接字）的实现示例如图 18 和 19 所示

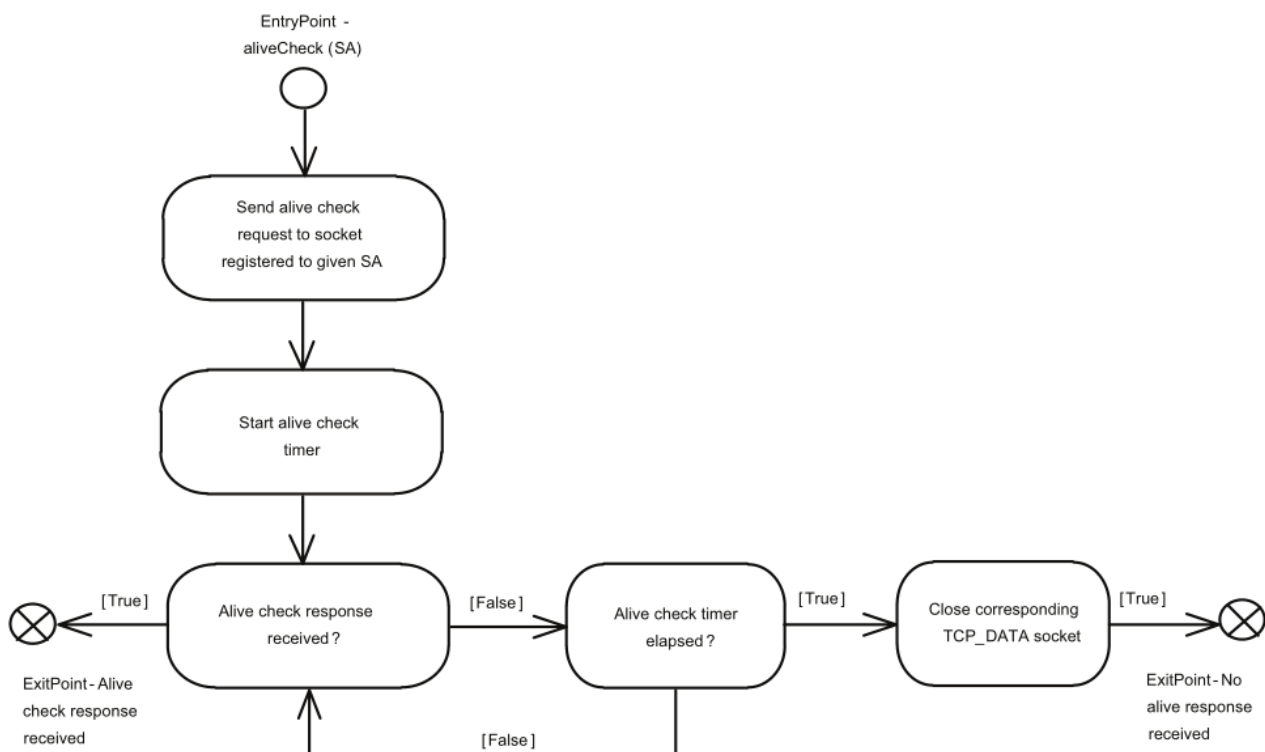


图 18 TCP_DATA 套接字的活动检测信号

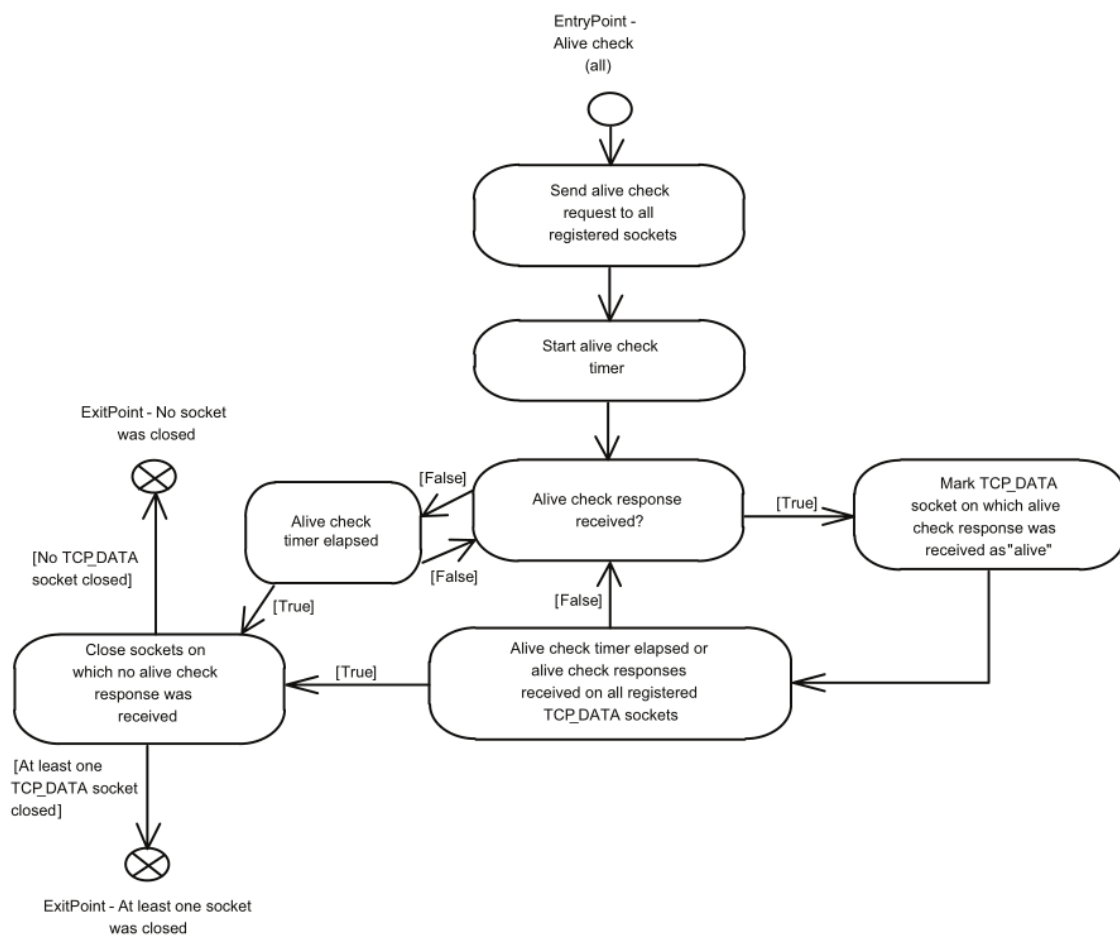


图 19 全部 TCP_DATA 套接字的活动检查

- [DoIP-089] 如果路由激活请求消息中的 SA 已分配给接收请求的 TCP_DATA 套接字，则被请求的 DoIP 实体应接受路由激活
- [DoIP-106] 如果路由激活请求消息中的 SA 与当前为接收路由激活请求的 TCP_DATA 套接字注册的 SA 不同，则被请求的 DoIP 实体应拒绝路由激活
- [DoIP-090] 如果路由激活请求消息中的 SA 未分配给任何已建立的 TCP_数据套接字，且尚未超过并发支持的 TCP_数据套接字的最大数量，则被请求的 DoIP 实体应接受路由激活请求，并将 SA 分配给接收路由激活请求的 TCP_DATA 套接字
- [DoIP-091] 被请求的 DoIP 实体应通过 TCP_DATA 套接字发送活动检查请求消息，路由激活请求消息中接收的 SA 当前被分配到该套接字
- [DoIP-092] 如果 DoIP 实体在超时 T_TCP_alive_check（见表 43）内未收到任何活动检查响应，它应关闭相应的 TCP_数据套接字，并在接收路由激活请求的 TCP_数据套接字上接受路由激活请求
- [DoIP-093] 每个 DoIP 实体应按照图 17 中规定的顺序实现 TCP_DATA 套接字处理

5.2.10.3 时序和通信参数

表 43 规定了 DoIP 特定的通信参数，包括超时值和负载类型特定的性能要求。此外，诊断协议会话层计时被映射到 DoIP 消息上

表 43 时序和通信参数

序号	时序参数	描述	参数值	备注
1	A_DoIP_Ctrl	此超时指定外部测试设备等待之前发送的 UDP 消息响应的最长时间。这包括等待和收集对上一次广播的多个响应的最长时间（仅限 UDP）	超时：2S	
2	A_DoIP_Announce_Wait	此定时参数指定了 DoIP 实体在响应车辆识别请求之前等待的初始时间，以及 DoIP 实体在配置有效 IP 地址后在发送车辆公告消息之前等待的时间。 该定时参数的值应在最小值和最大值之间随机确定	时间范围： 0...500ms	
3	A_DoIP_Announce_Interval	此定时参数指定配置有效 IP 地址后 DoIP 实体发送的车辆公告消息之间的时间	延迟时间： 500ms	
4	A_DoIP_Announce_Num	此参数地指定配置有效 IP 地址后 DoIP 实体发送车辆公告消息的次数	重复：3 次	
5	A_DoIP_Diagnostic_Message	这是从收到 DoIP 诊断消息的最后一个字节到发送确认 ACK 或 NACK 之间的时间。 超时时间过后，请求或响应将被视为丢失，请求可能会重复	性能时间： 50ms 超时时间：2s	
6	T_TCP_General_Inactivity	此超时指定在 DoIP 实体关闭 TCP_数据套接字（未接收或发送数据）之前，该套接字处于非活动状态的最长时间	超时时间： 5min	
7	T_TCP_Initial_Inactivity	此超时指定 TCP_数据套接字建立后直接处于非活动状态的最长时间。在没有路由激活的指定时间之后，DoIP 实体关闭 TCP_数据套接字	超时时间：2s	
8	T_TCP_Alive_Check	此超时指定 DoIP 实体在 TCP_数据套接字上写入活动检查请求后等待活动检查响应的最长时间。因此，如果底层 TCP 堆栈无法传递活动检查请求消息，则计时器也将过期	超时时间： 500ms	

表 43 时序和通信参数（续）

序号	时序参数	描述	参数值	备注
9	A_Processing_Time	该超时被定义为从外部测试设备传输不需要响应消息但可能需要一些时间来处理的 DoIP 消息之间的时间。因此，外部测试设备在向同一 DoIP 实体发送另一个请求之前，必须等待至少一个处理时间	超时：2s	
10	A_Vehicle_Discovery_Timer	这是每辆车的非车载计时器。该计时器指定车辆在所有 DoIP 实体之间执行 VIN/GID 同步所需的时间。只有当车辆公告/车辆识别响应消息包含 VIN/GID 同步时，车辆发现计时器才能启动。状态代码“未完成”（0x10），外部测试设备接收到有效的 VIN 或 GID	超时：5s	

5.2.10.4 逻辑地址

本子条款规定了所用逻辑地址的结构和用法，例如用于诊断的逻辑地址信息。物理逻辑地址唯一地表示任何 DoIP 中的诊断应用层实体，实体或通过 DoIP 网关连接的车内网络的任何 ECU 上。车辆发现过程（见 9.2）允许外部测试设备将物理逻辑地址映射到 IP 地址。功能的逻辑地址用于将消息寻址到诊断应用层实体组或所有实体在车内。对于功能寻址，外部测试设备可能必须发送多个 IP 数据包以到达由功能逻辑地址寻址的所有 ECU。没有解决问题的机制通过单个 IP 地址创建多个 DoIP 实体。对于 DoIP 网关，接收功能寻址的诊断信息意味着在连接的车内子网络上进行多重或广播。

表 44 定义了逻辑地址的寻址方案

注：

表 44 中的寻址方案没有对单个 ECU 的单个地址进行标准化。因此，如果外部测试设备想要确定响应 ECU 的相关功能，则需要通过其他方法执行，例如在应用层上。

表 44 逻辑地址概述

序号	地址	描述	备注
1	0x0000	ISO/SAE 保留	
2	0x0001 ~ 0x0DFF	汽车制造商特定	
3	0x0E00 ~ 0x0FFF	为外部测试设备的地址保留	a
4	0x0E00 ~ 0x0E7F	外部法定诊断测试设备（例如用于排放测试扫描工具）	b
5	0x0F00 ~ 0x0F7F	外部车辆制造商/售后市场增强型诊断测试设备	c
6	0x0F80 ~ 0x0FFF	外部长时间数据收集设备（车辆数据记录器和记录器，例如保险公司使用或收集车队数据）	d
7	0x1000 ~ 0x7FFF	汽车制造商特定	
8	0x8000 ~ 0xCFFF	ISO/SAE 保留	
9	0xD000 ~ 0xDFFF	为 SAE 卡车和客车控制和通信委员会保留	
10	0xE000 ~ 0xE3FF	ISO/SAE 保留--组功能性地址	
11	0xE000	ISO 27145 WWH-OBO 组功能性地址	
13	0xE001 ~ 0xE3FF	ISO/SAE 保留	
14	0xE400 ~ 0xEFFF	汽车制造商组功能性逻辑地址	
15	0xF000 ~ 0xFFFF	ISO/SAE 保留	

注：

- a) 当在路由激活请求中使用这些地址时，车辆中其他正在进行的诊断通信可能会中断，并且其他正常功能可能会受到损害（例如返回故障保护行为）
- b) 当在路由激活请求和诊断消息中使用这些地址时，路由激活最初可能会由于其他正在进行的诊断通信而延迟，然后可能会被中断，并且其他正常功能也可能受到损害（例如，返回故障保护行为）
- c) 这些地址不应被非设计为车辆组成部分的外部测试设备使用。这包括通过诊断连接器执行诊断通信的任何插入式设备
- d) 这些地址应由安装在车辆中并保留在车辆中的设备使用，以便通过诊断通信进行定期数据检索。DoIP 实体可以拒绝/延迟接受来自此类设备的路由激活请求，以完成正在进行的车辆内部通信，以避免可能损害车辆的正常运行

5.2.10.5 通信环境和推荐时间

根据 IP 网络场景，不同的时间和对通信性能的影响适用。在为网络场景定义时序参数时需要考虑这些。由于网络架构和结构的可能性几乎是无限的，因此 ISO 13400 的这一部分没有指定具体的时间和网络设置。对于某些网络场景，请参阅 ISO 13400-1。

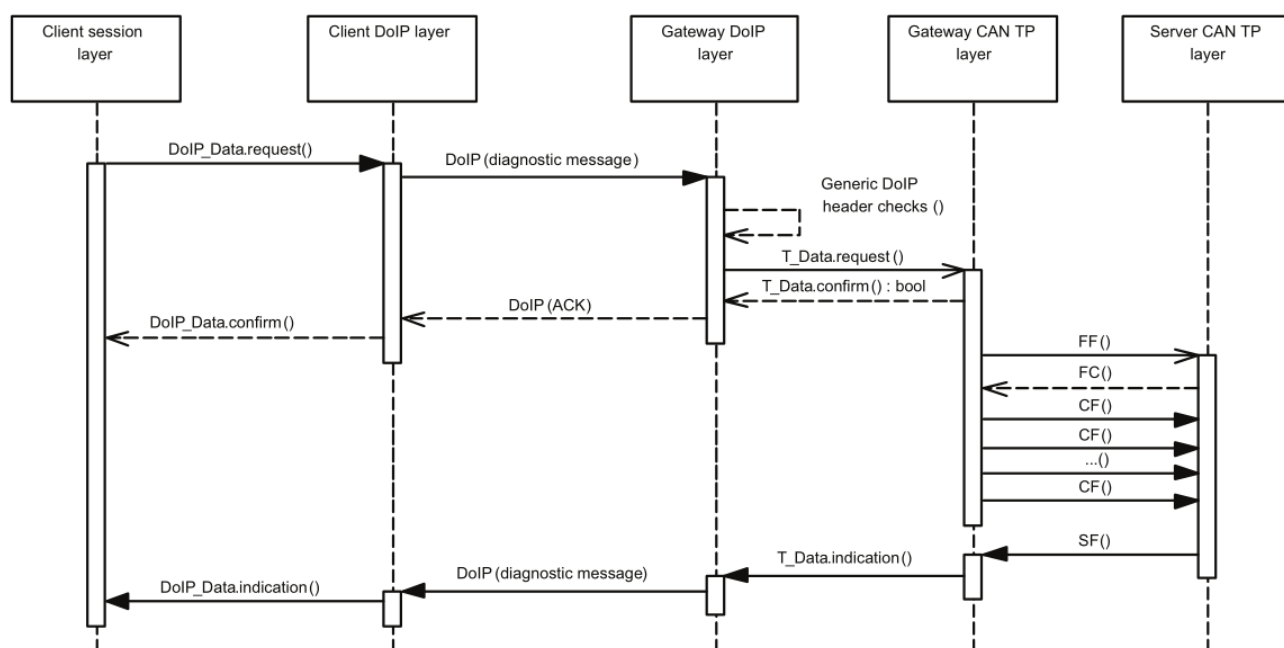
5.2.11 传输层服务

5.2.11.1 一般信息

所有传输层服务具有相同的一般结构。为了定义服务，指定了三种类型的服务原语：

- 服务请求原语，由更高的通信层或应用程序用来传递控制信息和需要传输到网络层的数据；
- 服务指示原语，DoIP 层使用该原语将状态信息和接收到的数据传递给上层通信层或应用程序；
- 服务确认原语，DoIP 层使用它将状态信息传递给更高的通信层或应用程序。

该服务规范没有指定应用程序编程接口，而只是一组独立于任何实现的服务原语。图 20 显示了它们在诊断通信期间发生的示例



Key

CF consecutive frame
FC flow control
FF first frame
SF single frame

图 20 DoIP 层服务原语

所有的 DoIP 层服务有相同的通用格式。服务原语的原语是：

```

service_name.type (
    parameter A,
    parameter B,
    [,parameter C, ...]
)
  
```

其中“service_name”是服务的名称，例如 _DoIP_数据；“type”表示服务原语的类型；和“参数 A，参数 B，[参数 C，...]”是 DoIP_SDU，作为服务原语传递的值列表。括号表示参数列表的这一部分可能为空。

服务原语定义了服务用户（例如诊断应用程序）如何与服务提供者（例如 DoIP 层）合作。ISO 13400 的这一部分规定了以下服务原语：请求、指示和确认。

--服务用户使用服务原语请求（service_name.request），从服务提供商。

--使用服务原语指示（service_name.indication），服务提供商通知服务用户了解网络层的内部事件或对等协议层实体的服务请求服务用户。

--通过服务原语确认（service_name.confirm），服务提供商通知服务用户关于服务用户先前服务请求的结果。

注：

为每个服务原语提供的参数顺序并不代表在相应消息中表示数据元素的顺序，而是只提供语法描述。

5.2.11.2 DoIP 层服务原句规范

a) DoIP_Data.request

服务原语请求将<MessageData>的<Length>字节从发送方传输到由 DoIP_SA、DoIP_TA 和 DoIP_TAtype 中的地址信息标识的接收方对等实体（参数定义见 5.2.11.3）。

每次都是 DoIP_数据。调用请求服务时，DoIP 层应通过发出 DoIP_数据向服务用户发出消息传输完成（或失败）的信号。确认服务调用：

```
DoIP_Data.request (  
  DoIP_SA  
  DoIP_TA  
  DoIP_TAtype  
  <MessageData>  
  <Length>  
)
```

b) DoIP_Data.confirm

DoIP_DATA 确认服务是由 DoIP 层发布的。服务原语确认 DoIP_数据的完成。请求由 DoIP_SA、DoIP_TA 和 DoIP_TAtype 中的地址信息标识的服务。参数<DoIP_Result>提供服务请求的状态（参数定义见 5.2.11.3）。

```
DoIP_Data.confirm (  
  DoIP_SA  
  DoIP_TA  
  DoIP_TAtype  
  <DoIP_Result>  
)
```

c) DoIP_Data.indication

DoIP_DATA 指示服务由 DoIP 层发布。服务原语指示<DoIP_Result>事件，并将从 DoIP_SA、DoIP_TA 和 DoIP_TAtype 中的地址信息标识的对等协议实体接收的<Length>字节的<MessageData>发送到相邻的上层（参数定义见 5.2.11.3）。只有当<DoIP_Result>等于 DoIP_OK 时，<MessageData>和<Length>参数才有效。

```
DoIP_Data.indication (  
  DoIP_SA  
  DoIP_TA  
  DoIP_TAtype  
  <MessageData>  
  <Length>  
  <DoIP_Result>  
)
```

DoIP_DATA 指示在接收到 DoIP 诊断信息后发出服务呼叫。

如果 DoIP 层在 DoIP 诊断消息中检测到任何类型的错误，则 DoIP 层应忽略该消息，且无 DoIP_数据。应向相邻上层发出指示。

5.2.11.3 数据服务单元规范

a) DoIP_AI, 地址信息

① DoIP_AI 描述

这些参数指的是寻址信息。总体而言，DoIP_AI 参数用于识别消息发送者和接收者的源地址（DoIP_SA）和目标地址（DoIP_TA），以及消息的通信模型（DoIP_TAtype）。

② DoIP_SA, DoIP 逻辑源地址

类型：两字节无符号整型值

范围：0x0000 ~ 0xFFFF

描述：DoIP_SA 参数应用于编码发送 DoIP 层协议实体

③ DoIP_TA, DoIP 逻辑目的地址

类型：两字节无符号整型值

范围：0x0000 ~ 0xFFFF

描述：DoIP_TA 参数应用于编码发送 DoIP 层协议实体

④ DoIP_TAtype, DoIP 逻辑目的地址类型

类型：枚举

范围：物理逻辑地址，功能逻辑地址

描述：参数 DoIP_TAtype 是 DoIP_TA 参数的扩展。它应用于对 DoIP 层的通信对等实体使用的通信模型进行编码。指定了两种通信模型：1 对 1 通信，称为物理寻址（单播），以及 1 对 n 通信，称为功能寻址（多播/广播）。

注：

有关将物理和功能逻辑地址映射到 IP 地址的详细信息，请参见 7.4。

b) 长度

类型：32bits

范围：0GB – 4GB (2^{32} bytes)

描述：此参数包含了传输/接收的数据长度

c) 消息数据

类型：字节数组

范围：每个字节 0x00 – 0xFF

描述：此参数包括高层实体交换的所有数据

d) DoIP 结果

类型：枚举

范围：

DoIP_OK

DoIP_HDR_ERROR

DoIP_TIMEOUT_A

DoIP_UNKNOWN_SA

DoIP_INVALID_SA

DoIP_UNKNOWN_TA

DoIP_MESSAGE_TOO_LARGE
DoIP_OUT_OF_MEMORY
DoIP_TARGET_UNREACHABLE
DoIP_NO_LINK
DoIP_NO_SOCKET
DoIP_ERROR

描述：此参数包含与服务执行结果相关的状态。如果同时发现两个或两个以上错误，则网络层实体应使用该列表中首先在错误指示中找到的参数值向更高的层显示。有关详细信息，请参见图 14。

5.2.12 DoIP 协议用法

5.2.12.1 一般信息

本小节给出了一个简单 DoIP 会话的标准工作流示例。为了保持本介绍将尽可能帮助刚接触 DoIP 的读者了解在测试过程中可能出现的异常和错误这里不包括 DoIP 会话。两种可能的网络环境——联网和直接连接都解释过了。这些数字将有助于更好地理解由 DoIP 组成的组件和机制以及允许正确的 DoIP 会话的序列。

因为直接连接和车辆发现之间只有连接和车辆发现（见 7.1.4）不同网络场景中，图 21 描述了两种场景中 DoIP 会话的同质部分。

5.2.12.2 建立连接和车辆发现

a) 直接连接场景

在没有网络基础设施的直接连接方案（见 ISO 13400-1）中，必须使用“交叉”以太网电缆，或者外部测试设备或 DoIP 实体的以太网控制器必须支持自动 MDI (X)，以便将车辆直接连接到外部测试设备。

假设在这种情况下，不存在 DHCP 服务器。因此，尽管启动了 DHCP 过程，但不会成功。相反，本地有效的 IP 地址将由自动配置机制确定，然后为涉及的两个接口进行配置。

一旦 DoIP 实体的接口配置了获得的 IP 地址，DoIP 实体将通过车辆公告消息广播其 VIN、EID、GID 和逻辑地址（见 7.1.4）。消息将通过目标端口 UDP_DISCOVERY 广播（UDP）三次。

根据外部测试设备是否及时配置 TCP/IP 通信以接收初始车辆公告消息，外部测试设备可能必须使用车辆识别请求消息轮询车辆。外部测试设备上的自动 IP 机制可能会延迟，因为某些操作系统只有在 DHCP 失败后才会启动自动 IP。由于 DoIP 实体并行启动这两种机制，其 IP 配置可能会很快完成，外部测试设备将不会收到初始车辆通知。

图 21 描述了直接连接场景中的连接和车辆发现

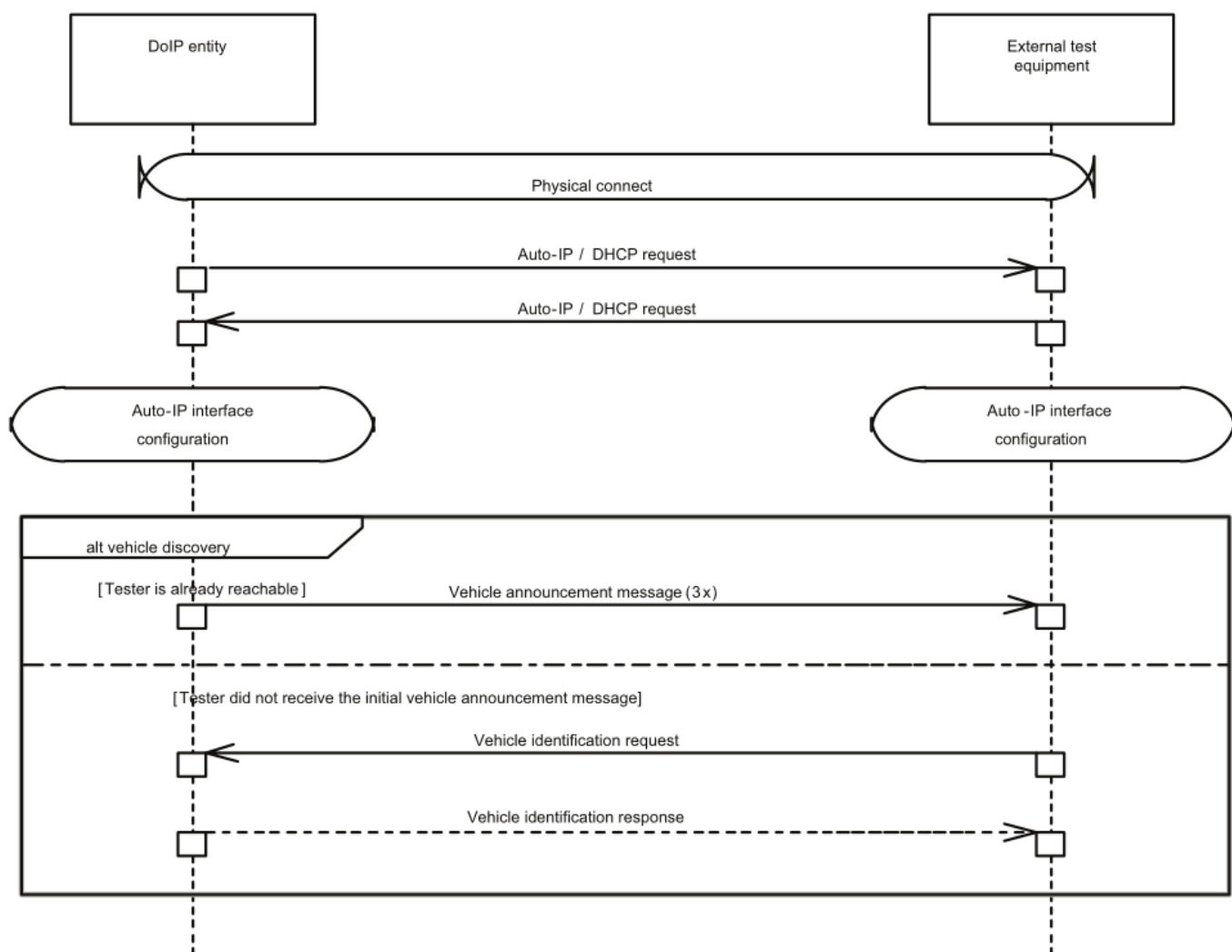


图 21 直连场景中的车辆发现以及连接

b) 网络场景

在网络场景中（见 ISO 13400-1）车辆发现与连接过程有一些细微的不同。物理连接到网络不一定需要时间上同步。因此，在 TCP/IP 连接尝试中配置和访问接口的时间点可能会显著不同。

如果外部测试设备未收到所需 DoIP 实体/车辆发送的车辆公告消息（可能有许多车辆通过网络发送车辆公告消息），则应通过发送车辆识别请求消息进行轮询。

图 22 描述了在网络场景下的车辆发现和连接

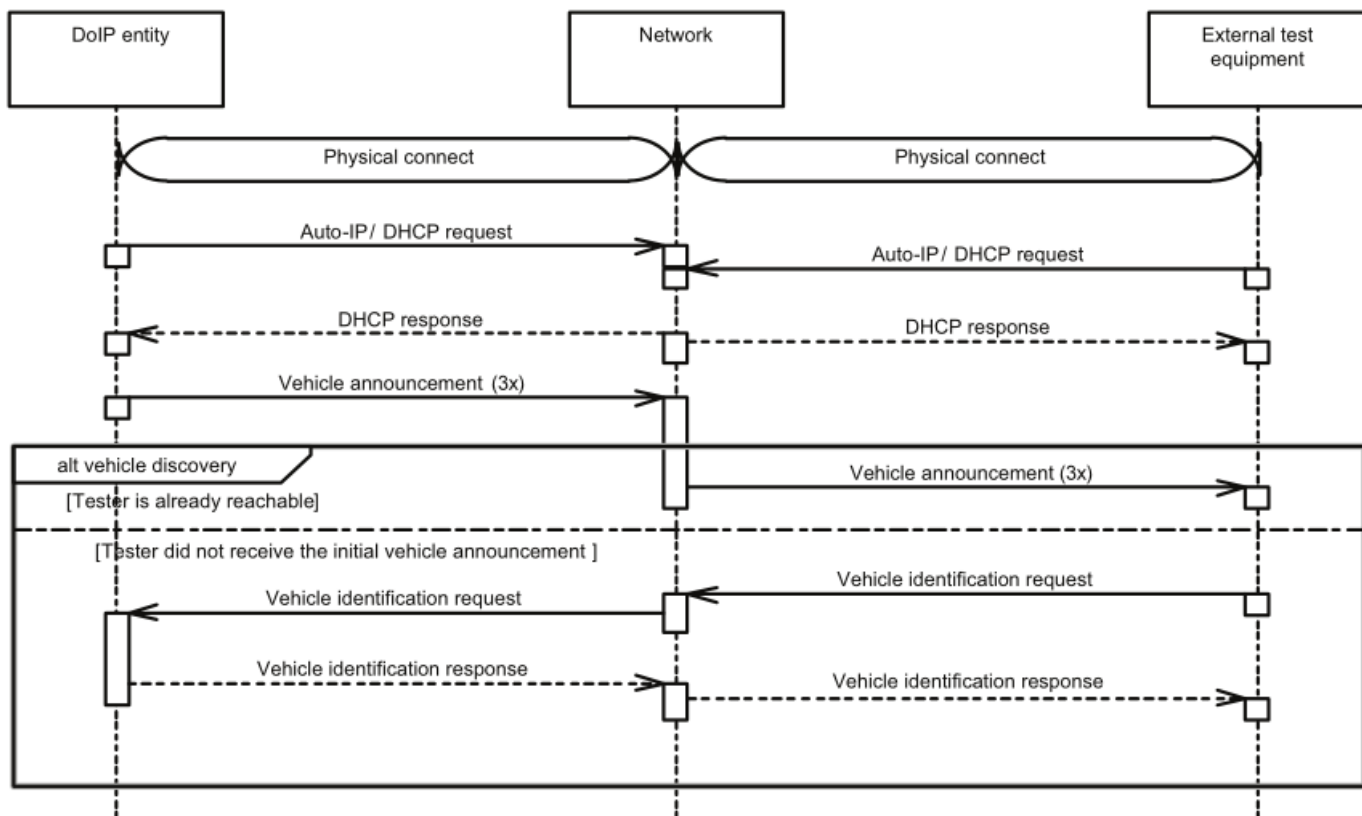


图 22 网络场景中的车辆发现以及连接

5.2.12.3 DoIP 会话

ISO 13400 本部分未涵盖“将车辆添加到列表”步骤（见图 23），因此不适用强制性的，甚至可能没有必要。然而，车辆公告信息可能上一步中的广播将以某种方式进行处理。例如，车辆可能会显示为 GUI 中的工程师“准备好了”，或者可以根据需要的信息启动自动化流程现在有一辆车可用于 DoIP 会话。

尽管在联网场景中，外部测试设备之间仍然存在联网设备对于 DoIP 实体，通信现在在逻辑上直接在两个通信端点之间进行。因此，图 23 中没有显示“网络”。

启动外部测试设备和内部 DoIP 实体之间连接的第一步车辆将打开一个插座（目标端口为 TCP_DATA）。这必须在发送任何消息之前完成交换因此，DoIP 实体必须提供处理传入通信的资源请求（例如套接字资源）。DoIP 实体必须提供足够的资源来处理指定的同时支持的 DoIP 会话数（<n>）加上一个额外的套接字（请参阅 DoIP-002）。如果超过 <n+1> 连接尝试确实在同一时间到达，可能没有更多可用资源，并且 <n+2nd> 连接尝试将被拒绝（因为侦听状态中不再有任何套接字）而不是因为 DoIP 协议处理。

一旦建立了套接字，就必须执行一些初始化步骤。必须分配并启动初始非活动计时器（见 7.2.3）和通用非活动计时器（见 7.2.2）。此外，有必要通过将连接状态设置为“初始化”（见 7.2.1.3）来确保没有到达的数据（路由激活请求消息除外）被路由或处理。所有后续消息应通过该 TCP_DATA 套接字进行交换。为了激活初始化连接上的路由，外部测试设备向 DoIP 实体发送路由激活请求消息（见 7.1.5）。如果外部测试设备合格，并且注册的活动连接少于 <n>，则相应的初始计时器将停止，并且假设不需要额外的验证或确认，套接字状态将更改为“已注册[路由活动]”。现在可以路由或处理有效的 DoIP 消息（例如 DoIP 诊断消息）。这通过正向路由激活响应消息报告给外部测试设备。通用非活动计时器将重新启动并保持活动状态。

当接收任何类型的数据时，DoIP 实体首先调用 DoIP 头处理程序。如果有效负载包含诊断消息（通过通用 DoIP 头中的有效负载类型 0x8001 识别，请参见 7.1.6），则会调用诊断消息处理程序来处理有效负载。

当诊断消息到达时，在消息成功通过诊断消息处理程序（确认 ACK）后，应立即向呼叫的外部测试设备发送 DoIP 确认，也就是说，消息已经通过了相应的内部路由机制（这里假设 DoIP 实体是 DoIP 网关），但不一定已经发送到目的地 ECU。

在 UDS 符合诊断信息有效负载的情况下，目标 ECU 将诊断响应发送回外部测试设备。这种行为由 DoIP 消息封装的相应诊断协议描述，因此不在 ISO 13400 本部分的范围内。

当外部测试设备不再需要连接时，应始终通过 TCP/IP 协议机制将其关闭。然后，DoIP 实体启动连接的终结过程。该终结释放了相应的资源，以便套接字可用于新连接。如果连接未关闭，则应在基于通用非活动计时器的超时后或在执行活动检查后释放资源。

图 23 描述了 DoIP 会话例程

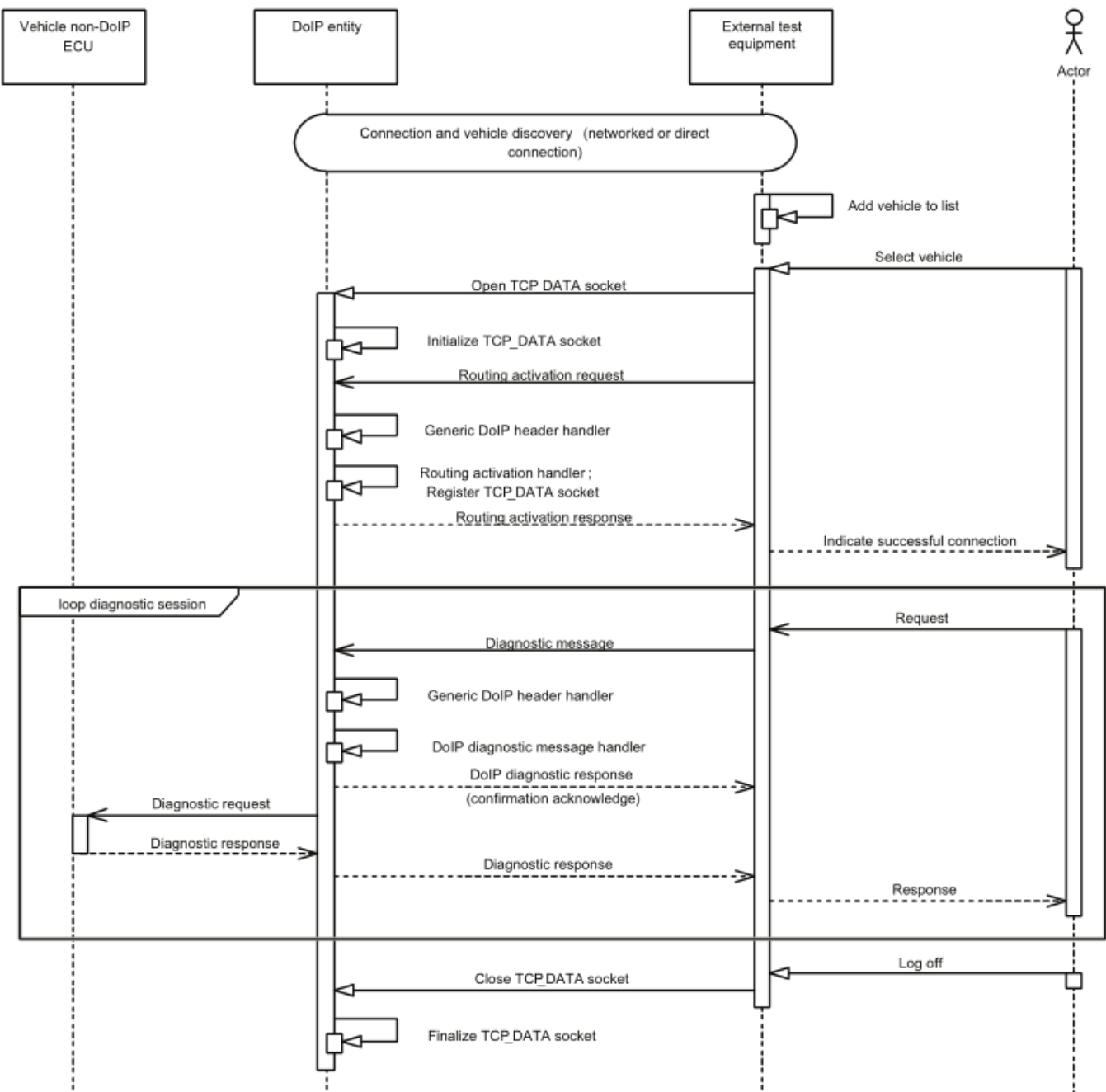


图 23 DoIP 会话例程

5.2.12.4 车辆网络整合

a) 车辆识别

本款规定了如何发现车辆及其 DoIP 实体，并将其与网络上的 IP 地址关联。

车辆通常通过其 VIN 来识别。在制造或售后环境中，同一辆车上可能安装了多个 DoIP 实体，但此时尚未配置特定于车辆的 VIN。为了将新安装和未配置的 DoIP 实体与特定车辆相关联，可以使用组 ID (GID) 代替 VIN。规定了一种在一辆车内识别多个 DoIP 实体的分散方法。

这意味着将有一个 VIN/GID 主节点（例如 DoIP 边缘节点），所有其他 DoIP 实体在同步过程中从该主节点接收 VIN/GID。由于该同步过程通常需要一段时间（例如，在将新的 DoIP 实体添加到车辆后），因此定义了无效值（见表 45），供 DoIP 实体使用，直到 VIN/GID 同步完成。

DoIP 实体之间 VIN/GID 同步的详细规范不在 ISO 13400 本部分的范围内，由车辆制造商自行决定。

• [DoIP-143] 如果车辆内存在多个 DoIP 实体，且无法始终保证为每个 DoIP 实体配置有效 VIN，则每个 DoIP 实体应支持车辆 GID 的同步。

注：

确保全球唯一 GID 的一种可能方法是使用 GID masters MAC 地址

图 24 示意图描述了同一车辆内两个独立 DoIP 实体的 VIN/GID 同步和识别

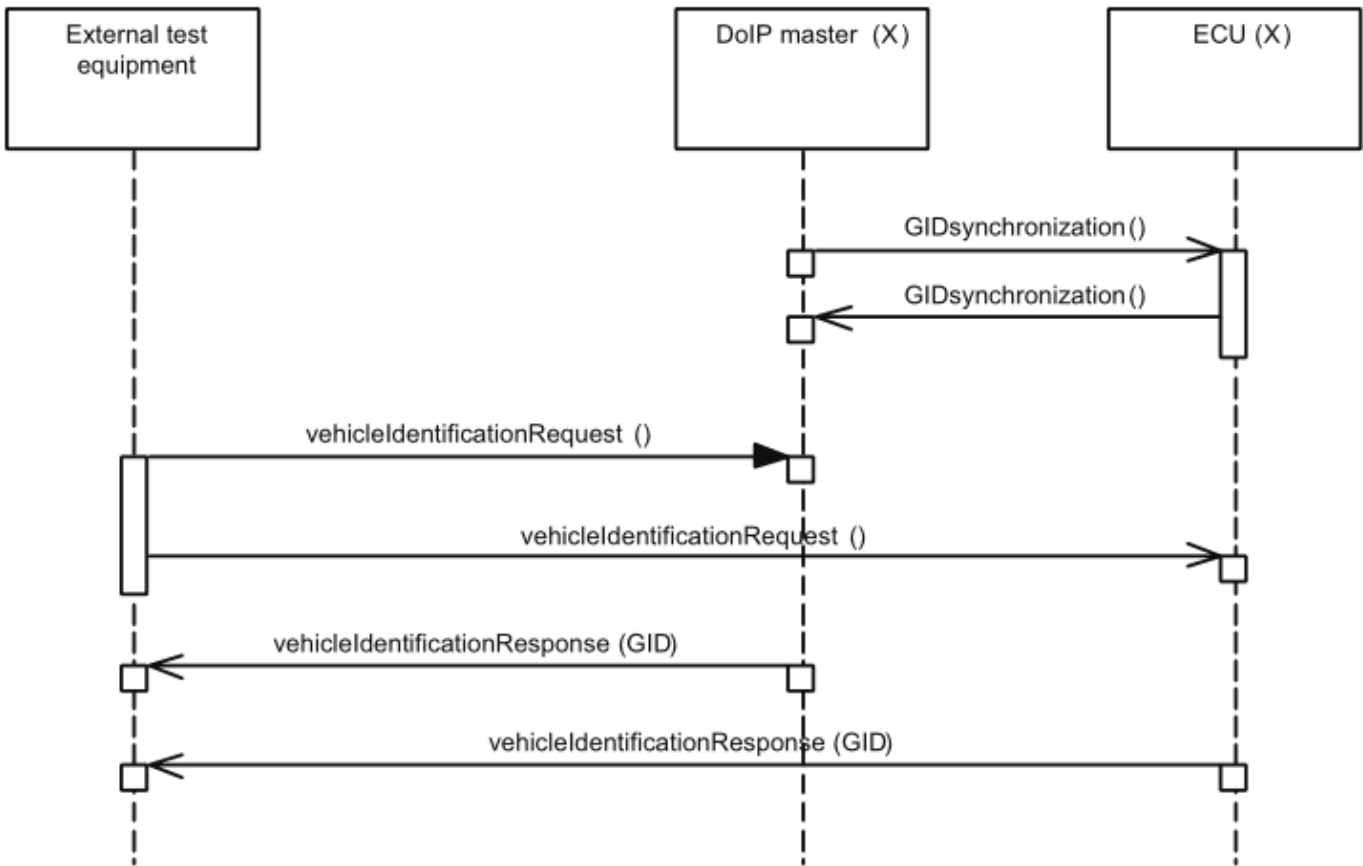


图 24 携带 VIN/GID 的车辆识别同步例程

表 45 无效值

序号	项	长度	值	备注
1	VIN	17	0x00...00 ~ 0xFF...FF	
2	逻辑地址	2	0x0000 ~ 0xFFFF	
3	实体 ID (EID)	6	0x00...00 ~ 0xFF...FF	
4	组 ID (GID)	6	0x00...00 ~ 0xFF...FF	

图 25 显示了将外部测试设备连接到车辆的顺序和 IP 地址分配过程

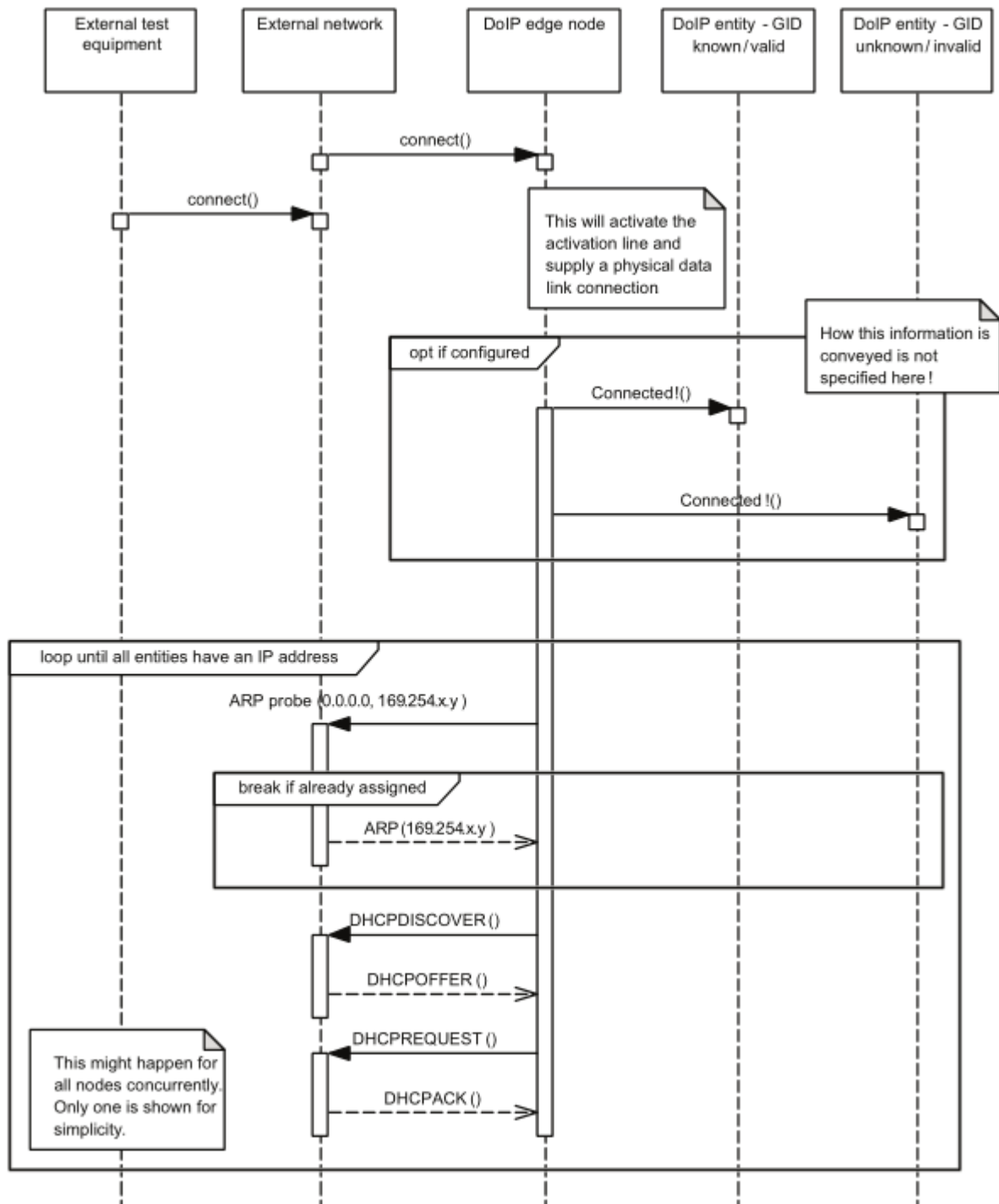


图 25 车辆发现详细过程

图 26 描述更详细地描述了识别多个 DoIP 实体的完整分散方法

注：

图 26 中的场景不包括车辆发现计时器启动后车辆连接到 DoIP 网络的情况。

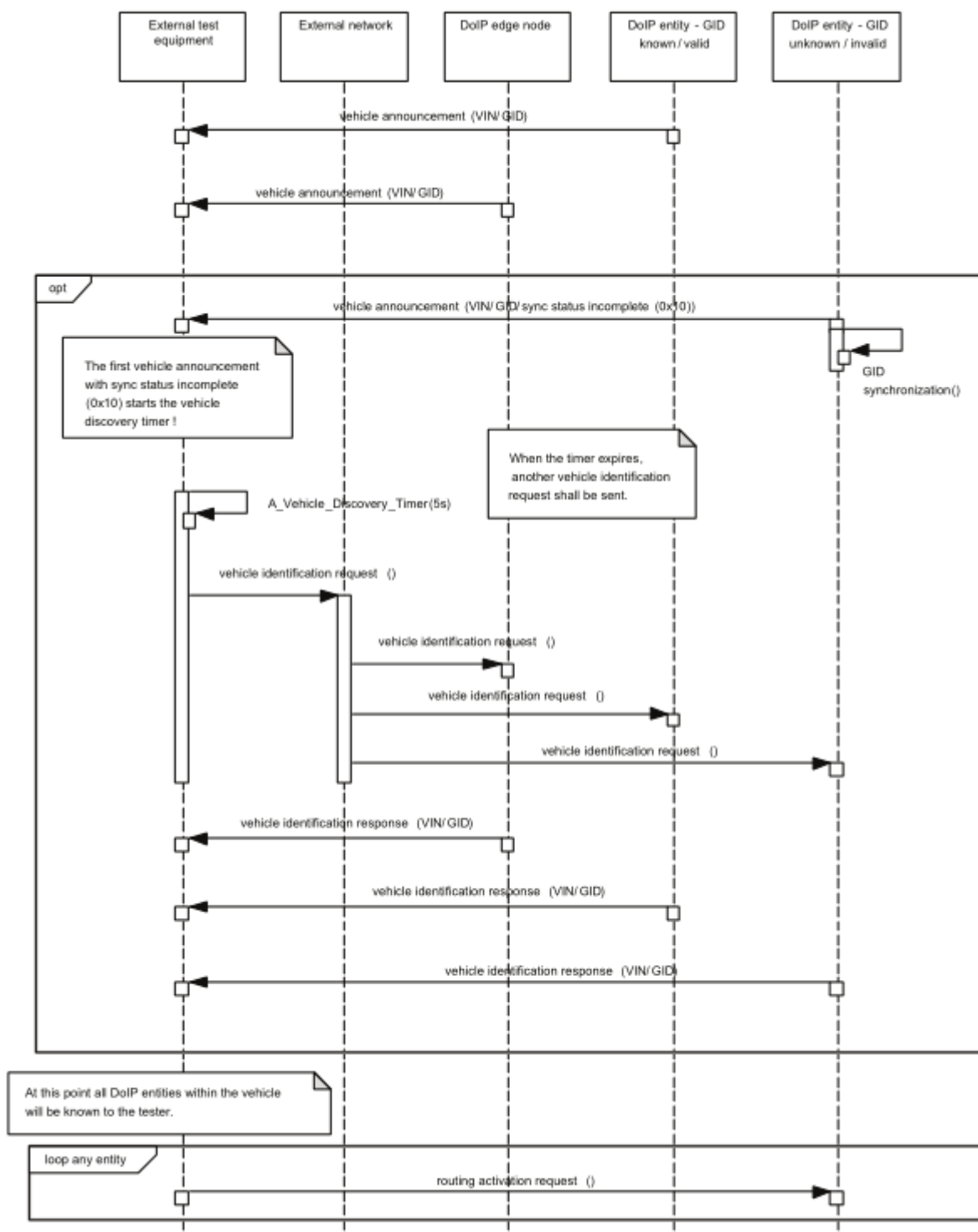


图 26 携带 VIN/GID 的车辆发现同步详情

b) 车辆识别—

本款给出了一个序列示例,通过该序列,外部测试设备可以识别和分组 DoIP 网络内所有连接车辆的 DoIP 实体。

图 27 显示了由外部测试设备执行的简化识别序列的示例。当车辆已连接到 DoIP 网络且 IP 地址分配已完成（见图 25）时，DoIP 实体在等待_DoIP_annound_Wait 后发送车辆通知。

如果外部测试设备稍后连接到 DoIP 网络，则应通过发送广播车辆识别请求来触发车辆公告/识别响应。

所有车辆中的 DoIP 实体在_DoIP_Ctrl 内响应车辆识别请求。

如果外部测试设备接收到的车辆公告/车辆标识包含 VIN/GID 同步。状态不完整信息（0x10），意味着 VIN 或 GID 未与车辆中的所有 DoIP 实体同步，外部测试设备将启动该车辆的车辆发现计时器（由 VIN/GID 主机在其车辆公告/车辆识别响应中给出的 VIN/GID 识别）。

该机制允许 VIN/GID 主机在某些实体需要更多时间进行 VIN/GID 同步时通知外部测试设备。当车辆发现计时器到期时，应向所有在初始车辆公告/识别响应中报告 VIN/GID 无效的 DoIP 实体发送另一个车辆识别请求。

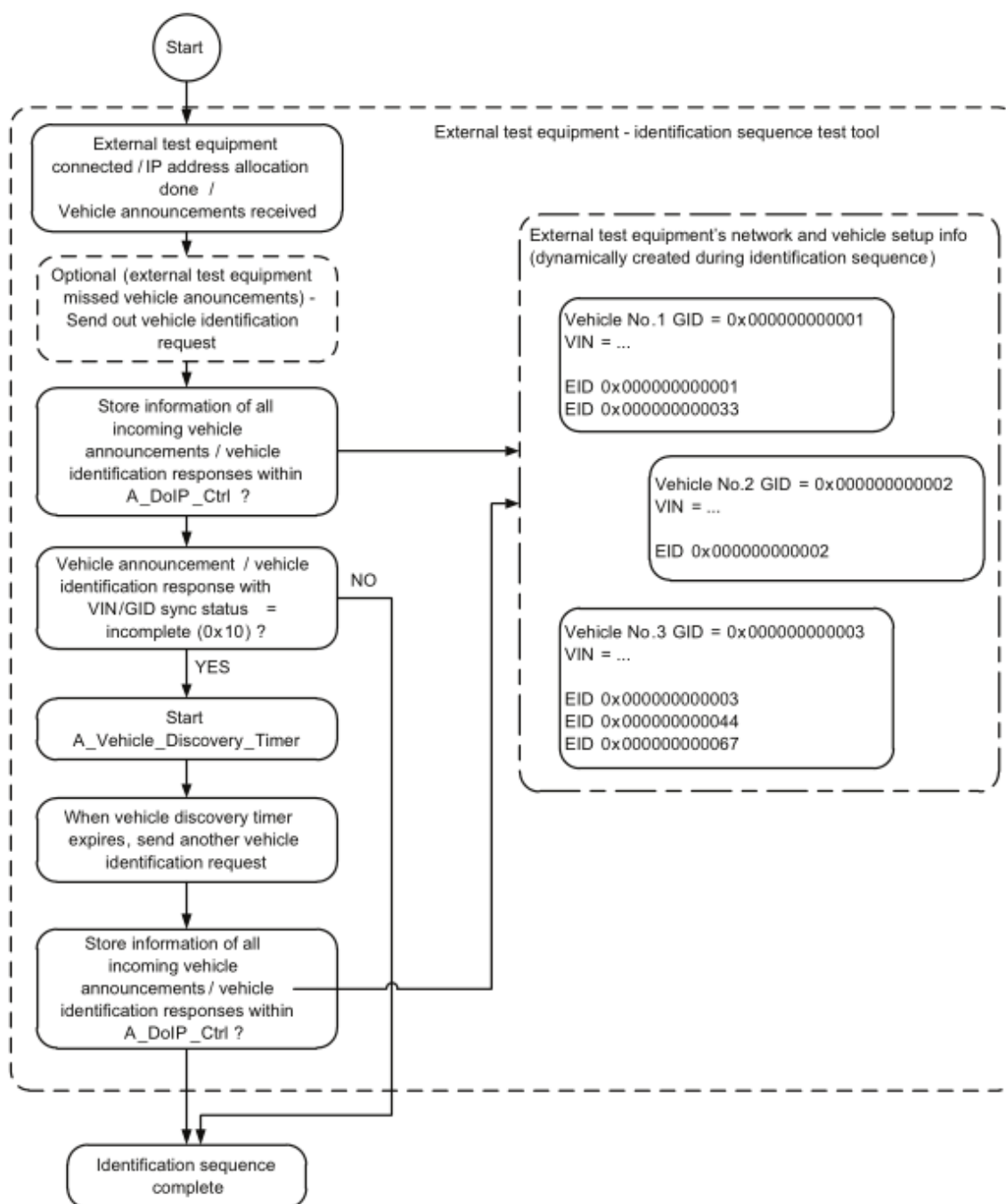


图 27 外部测试设备的简化识别序列示例

5.2.13 DoIP 实体功能需求

- [DoIP-097] 每个 DoIP 网关应使用特定于 ECU 的车辆网络传输协议，根据诊断消息中包含的地址信息，将通过 TCP_数据插座接收的诊断消息（见表 31）中的用户数据路由到车辆网络上的相应 ECU
- [DoIP-098] 每个 DoIP 网关应使用诊断消息（见表 31）和与 ECU 相关的地址信息（源地址和目标地址），将传输协议传输的用户数据从车辆网络上的 ECU 路由到 TCP_DATA 套接字

注：
这意味着 DoIP 网关需要确保在相应的 TCP_数据套接字上发送诊断消息时使用正确的地址信息。
出于一致性原因，发往 DoIP 网关本身的诊断消息可能会被路由到“虚拟”内部网络。

5.2.14 通信示例消息序列图

本条款包含多个消息序列图（MSC），显示了外部测试设备与车辆 DoIP 实体通信的最常见通信场景。
图 28 描述了 DoIP 网关或 DoIP 节点与外部测试设备之间的通用车辆公告和识别序列。

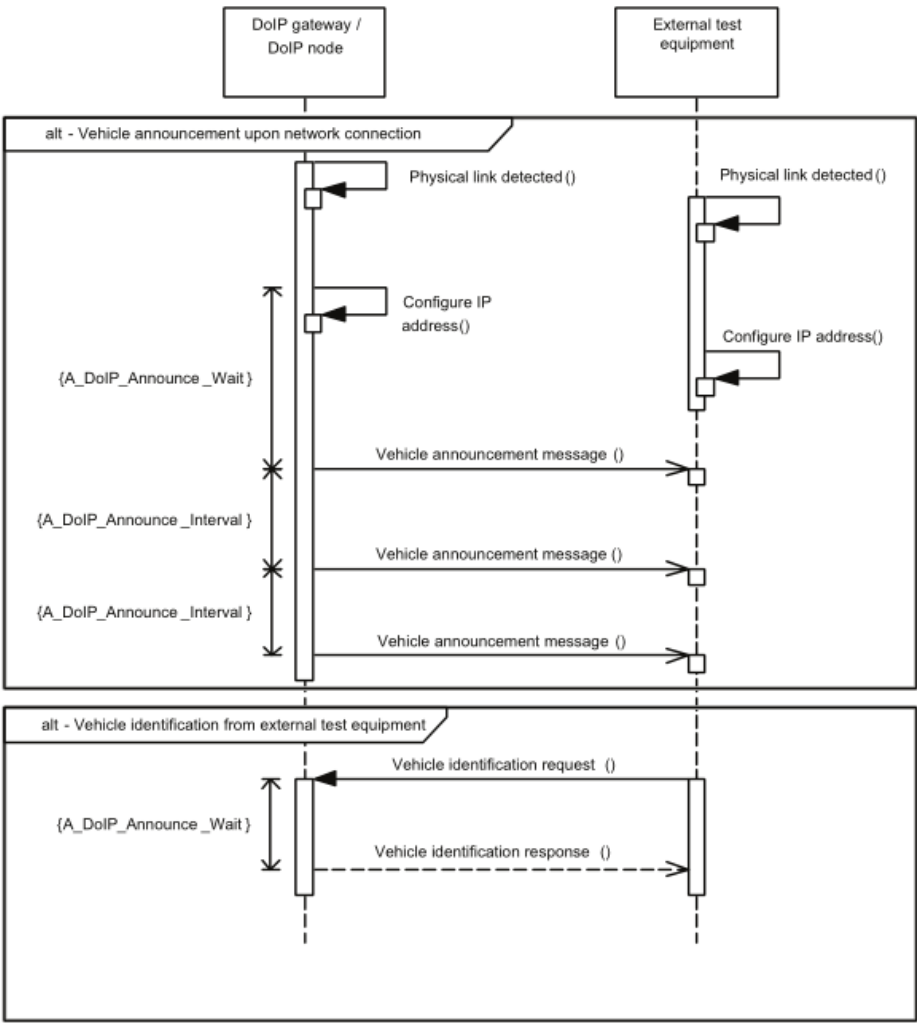


图 28 车辆公示和车辆识别时序

62

图 29 显示 TCP_DATA 套接字处理程序后面的序列，该处理程序在使用新路由激活请求请求第三个连接时处理两个并发套接字。

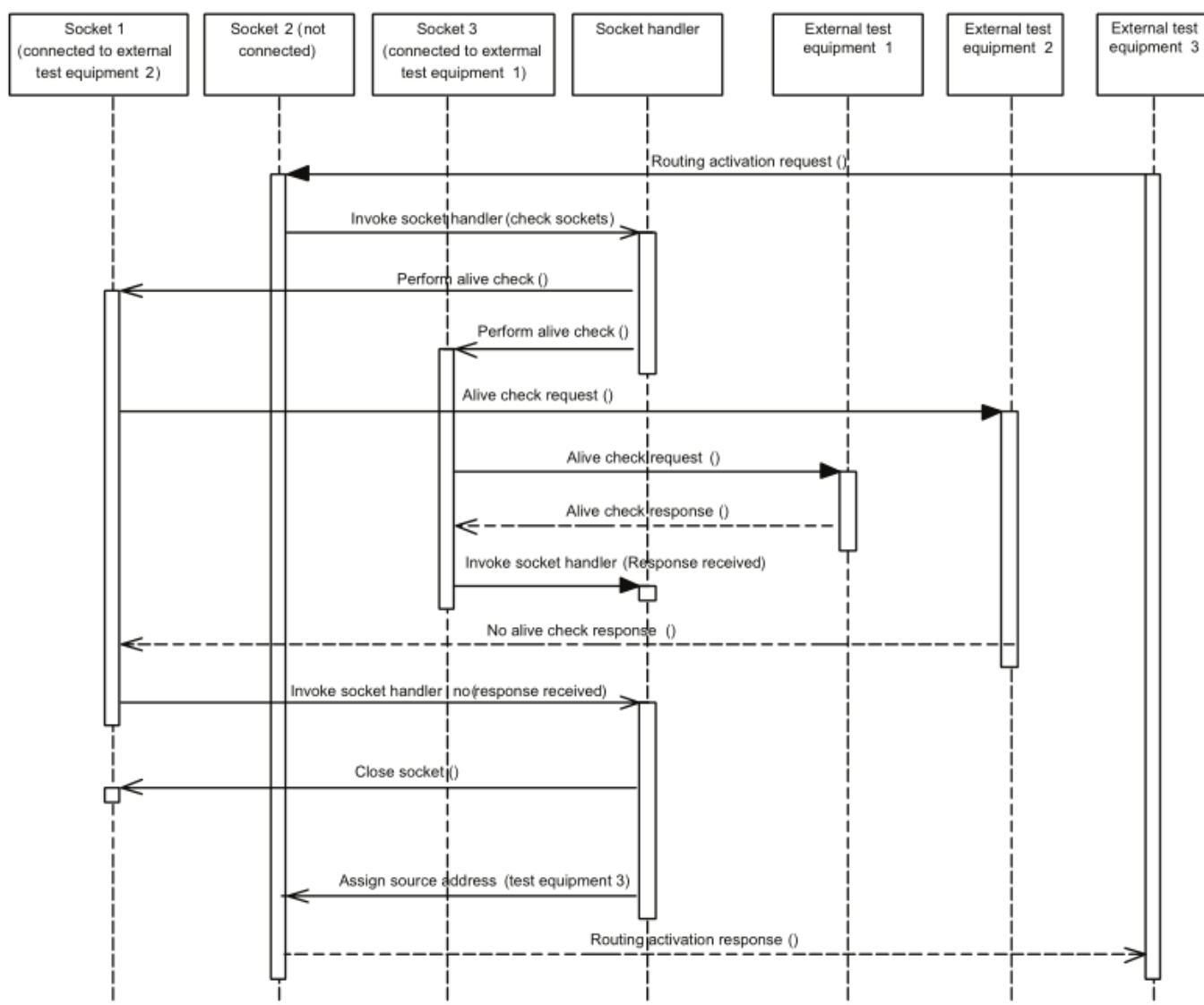


图 29 具有两个并发套接字和第三次连接尝试的套接字处理程序