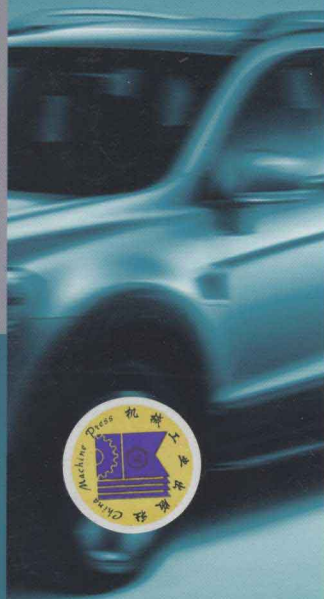
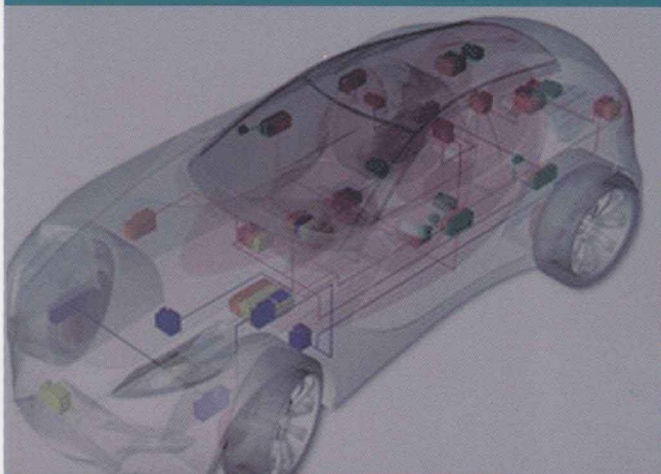



汽 / 车 / 先 / 进 / 技 / 术 / 译 / 丛

汽车总线系统

(德) W.齐默尔曼 R.施密特加尔 著
邓萍 译



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

汽车先进技术译丛

汽车总线系统

(德)W. 齐默尔曼 R. 施密特加尔 著
邓 萍 译



机械工业出版社

本书讲解了车辆中最为重要的总线系统和协议,介绍了总线系统常用的协议标准、总线系统的物理层和数据链路层、应用层的诊断协议等,重点解读了总线系统的应用层。

本书可供汽车设计人员使用,也可供汽车专业师生参考。

Bussysteme in der Fahrzeugtechnik Protokolle und Standards(3. Auflage)

Werner Zimmermann, Ralf Schmidgall

Original ISBN: 978-3-8348-0447-1

Originally published in the German language by Vieweg + Teubner, 65189 Wiesbaden, Germany.

Vieweg is a part of Springer Science + Business Media © Vieweg + Teubner | GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden 2009.

Authorized Simplified Chinese Edition is published by CMP. All Rights Reserved.

本书中文简体版由德国 Vieweg + Teubner 出版社授权机械工业出版社独家出版发行。

版权所有,侵权必究。

北京市版权局著作权合同登记号:01-2010-0436

图书在版编目(CIP)数据

汽车总线系统/(德)W. 齐默尔曼,(德)R. 施密特加尔著;
邓萍译. —北京:机械工业出版社,2011.5

(汽车先进技术译丛)

ISBN 978-7-111-34141-3

I. ①汽… II. ①W…②R…③邓… III. ①汽车-计算机
控制系统-总线 IV. ①U463.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第063997号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:徐巍 责任编辑:杜凡如 责任校对:张晓蓉

封面设计:鞠杨 责任印制:乔宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2011年7月第1版第1次印刷

169mm×239mm·22.5印张·437千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-34141-3

定价:85.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

销售一部:(010)68326294

销售二部:(010)88379649

读者购书热线:(010)88379203

门户网:<http://www.cmpbook.com>

教材网:<http://www.cmpedu.com>

封面无防伪标均为盗版

序

这本书讲解了当今在车辆中最为重要的总线系统和协议。研究的着眼点是从用户的角度来进行的。这里的用户是指使用这种总线系统车辆和控制器的研发者。其目的是对大量的官方和专利性的标准及其应用领域给出一个概述，还需研发本身的总线组件，对可利用的标准文件的入口进行简化。除了真正的、来自大量出版物中或多或少已知的总线如 CAN、LIN、FlexRay 或 MOST 以外，本书描述的重点是在总线系统上面的应用层。

对于汽车总线系统领域，可以划分成两个部分来研究。总线和协议如 ISO 9141 (K-Line) 或 ISO 11898 (CAN) 以及新研发的总线如 FlexRay、LIN 或 MOST。这些协议最初是由欧洲车辆制造商和供应商设计的，大多数是由德国制造商首创的。而美国制造商研发独立的解决方案并建立了 SAE 标准如 SAE J1850 或 J1939。亚洲制造商的情况是实用主义，在欧洲使用 ISO 标准，在美国使用 SAE 标准。由于全球化和日益增长的成本压力，增加了统一标准的紧迫感。所以前几年美国政府已经接受了 ISO 9141 作为对废气检测的标准与 SAE J1850 的作用等同。两者在未来的车辆中，通过基于 ISO 11898 (CAN) 的解决方案得到补偿。另外的例子是基于 CAN 协议系列之一的 SAE J1939，它被全球性的所有商用车辆制造商所采用。本书讨论的重点是在欧洲普遍采用的总线和协议(第 3 章和第 4 章)，对 SAE 协议只是进行一般的讨论。

对于较高层的协议不仅对通用的诊断协议如 KWP 2000 或 UDS(第 5 章)而且对于应用阶段重要的协议如 CCP 和 XCP(第 6 章)也给出了解释。与车辆中电子系统之间快速的数据交换一样重要的是在车辆的研发、制造和维修中有关场地之间的信息交流。在这些领域不同的制造商联合体从 OSEK、HIS 的 ASAM 到 AUTOSAR 制定了许多标准，目的是控制车辆中不断提高的网络系统的复杂度，并借助于牢固的规程和说明以及自动的数据保持来防止错误。在第 8 章介绍研发工具之前，在第 6 章和第 7 章描述了这些最重要的标准。

在汽车总线系统方面，自然涉及的点是在自动化技术中普通的现场总线，如 Profinet、Interbus、DeviceNet 或 CANopen，还有和这些总线系统一样的是来自计算机领域普通的 LANs(Local Area Networks)，如 Ethernet 或今天几乎见不到的 Token Ring。这两方面不包括在讨论范围内，因为这些内容目前已有足够的文献可供参考。

对于现今经常应用到的规范和标准，因为数量太多而放弃了一些或只给文字上的说明。许多标准列在第 3~7 章结尾的表格中并有一些相关的文字说明。更多的说明，在主要的工业标准网站可以查到，并附在文献说明和缩写列表中。

第 3 版前言

“标准化是美丽的，从中有那么多的选择。”这个引言来自于 Andrew S. Tanenbaums 关于计算机网络的书，此书在 1981 年第一次出版，但对于今天的车辆技术来说也是适用的。在研发部门的工程师发出感慨之时，作者和出版社却很高兴，因为他们开足了马力积极地出版新书。

在第 3 版之前，我们努力补上最新的标准如 FIBEX 3.0、CDF 2.0 或 ODX 2.2，但最为重要的是 AUTOSAR3.0。新收录的有传感器执行器总线如 SENT、PSIS 和 ASRB(3.8 节)并第一次增加了关于未来车辆之间的 Car-to-Car 通信(第 9 章)。我们要感谢来自 KOPF 有限公司的 Andreas Malcher，他建议采用传感器执行器总线。

根据反馈的信息，我们认识了许多的读者，我们的书不只是对车辆规程方面进行了深入的研究，而是作为基础的入门知识，应用在总线系统课题中。因此我们扩展了基础内容即第 3 章。对 CAN 的描述增加了一些实际应用的内容。关于 FlexRay 和 MOST 的章节几乎增加了一倍的内容。因为除了少数来自 HIS 的建议以外，这些建议在 AUTOSAR 中直接停止使用，在实际中几乎旧的标准全被删除，而在这一版本中再一次清楚地阐述。

我们感谢所有对这一版本再次获得成功有贡献的人。而且特别感谢许多的读者，他们的鼓励和建议，给了我们勇气去重新对上百页的最新标准论著进行研究并长时间地讨论，对一些实际的经验进行破译和描述。

W. 齐默尔曼, R. 施密特加尔
于斯图加特
2008.1

译者的话

本书是一本关于汽车通信总线及其诊断应用协议以及汽车开放系统架构 (AUTOSAR) 标准的核心技术译本。

原著自 2006 年出版以来已经连续出版了 3 版。作者对当代汽车工业发展中普遍关注的热点问题做了详细的阐述, 受到了广大读者的热烈欢迎。

关于通信网络技术在汽车上的应用, 人们对物理层已有比较成熟的认识, 如各种通信总线的拓扑结构数据帧格式和通信模式。但对于传输层和应用层的认识, 目前尚缺少深入的探讨。然而, 时代在发展, 人类的认识也在不断地进步。尤其是互联网通信技术和计算机技术正以前所未有的速度和势不可挡的力量深刻地改变着社会经济生活的方方面面, 汽车工业也不例外。原著准确地把握了这些技术在汽车工业发展中的脉搏, 不但对物理层做了总结性的论述, 同时还对汽车通信的传输层和应用层以及数据通信的模式做了详尽的分析, 并就数据格式、通信模式和内部状态以及总线通信管理做了开拓性的论述和详细的介绍。

回首过去, 建立在以经典控制理论和动力学、热力学基础之上的车辆发动机机械控制, 在长达半个多世纪的历程中独领风骚, 但是如今建立在现代控制理论和电子技术之上的电控技术正在逐步地取代机械控制。研发人员不断地研发出了软件算法、系统建模、诊断方法、仿真工具、评估策略、优化手段等解决方案。但事物的发展总是一分为二的。由于电控技术、互联网的介入, 使车辆的整体控制系统变得越来越复杂, 随之带来了诸如跨系统的边界问题、系统的非线性处理问题以及大量的参数要进行计算和标定等。这些问题都给研发和制造增添了一定的难度。但随着传感器、遥感、通信、互联网和数据库技术的不断向前发展, 人们也没有任何理由去怀疑电控技术在车辆上的应用前景。

对于不同总线系统的传输层, 原著重点对数据报文的格式进行了标准化的说明, 另外还就 FlexRay 数据总线的动态信道的格式和管理做了详细的分析。不仅为传输层和应用层之间的通信准备了必要的有关服务, 而且还提出了 CCP 和 XCP 诊断协议, 为更高层次的应用层所涉及的数据通信进行标准化打好了坚实的基础。

对于应用层即诊断测试仪和车辆内部控制器组成的数据通信系统, AUTOSAR 合作组最主要的贡献莫过于抽象出了一条虚拟的总线系统, 彻底地改变了传统的现场诊断进行测量和标定的形式, 这也是人们期待已久想要解决的难题。原著详细地论述了这方面的内容, 使我们可以深入地了解 AUTOSAR 合作组最

新的动态。

最后在操作系统方面，标准化的重点放在嵌套技术上，并以普通的 PC 机操作系统为参考对象，对车辆发动机控制的操作系统架构了基础软件和应用软件，这样可以用标准化的软件对车辆的常规工况进行控制，最终实现减轻人们在这方面的繁重编程任务的目的，也说明了 AUTOSAR 合作组在车辆通信技术标准化方面取得的又一个里程碑的进步。

为了借鉴国外先进的科学技术，使我国的现代化道路少走弯路，我们引进并翻译了原著，希望我们的翻译工作能对汽车行业的工程技术人员和广大本科院校的师生以及现场从事测量标定和匹配的工作人员有所帮助。

由于水平有限，书中难免有错误和不当之处，恳请读者批评和指正。

译者

致 谢

这本书要追溯到 Wolfgang Schmid 的建议，他是 SMART 电子发展有限公司的，如果没有他持之以恒的敦促，我们就没有勇气完成这部作品。

非常感谢 Joachim Tauscher 和 Wolfgang Neu，SMART 电子发展有限公司的负责人和他的同事们多年来的支持和对 8.4 节的贡献。

感谢 Hans Dieter Kübler，Samtec 汽车软件 & 电子有限公司的企业负责人和他的同事 Axel Weimann、Daniel Oedingen 及 Thomas Januschke 对 8.5 节和 8.7 节的建议和贡献。

也要感谢在 FH Esslingen 技术高等学校的同事和学生，还有 Robert Bosch 有限公司和 Daimler Chrysler AG，特别是工作在 STZ Esslingen 计算机部门的同事，他们在许多项目中对我们给予了帮助。

最后还要感谢来自于 Ewald Schmitt 以及 Reinhard Dapper 的建议和他们的同事以及所有无名人事的帮助，他们给这本书提供了许多的智慧。

W. 齐默尔曼, R. 施密特加尔
于斯图加特
2006. 1

目 录

译者的话

序

第 3 版前言

致谢

第 1 章 总线系统和协议的应用	1
第 2 章 车辆总线系统协议和标准	5
第 3 章 车辆总线系统的物理层和数据链路层	9
3.1 车辆总线系统基础	9
3.1.1 电气特性基础	9
3.1.2 总线系统的拓扑图与连接	12
3.1.3 数据帧、协议栈和服务	14
3.1.4 通信模式和寻址	15
3.1.5 基于字符和比特流的传输及有效数据率	19
3.1.6 总线数据访问方法以及错误识别和修正	21
3.1.7 数据传输时的抖动和延迟	22
3.2 基于 ISO 9141 和 ISO 14230 的 K 线	23
3.2.1 K 线和 KWP 2000 的发展	24
3.2.2 K 线总线拓扑和物理层	24
3.2.3 数据链路层	26
3.2.4 对重要废气排放组件(OBD)的限制	30
3.2.5 协议软件和通信控制器之间的接口	30
3.2.6 原始的 K 线变量	31
3.2.7 K 线层 1 和层 2 的总结	31
3.3 基于 ISO 11898 的控制器局域网 CAN	32
3.3.1 CAN 的发展历程	32
3.3.2 总线拓扑和物理层	33
3.3.3 CAN 数据链路层	35
3.3.4 CAN 总线的错误诊断	37
3.3.5 CAN 的应用——高层协议	37
3.3.6 协议软件和 CAN 控制器之间的接口	38

3.3.7 时间触发 CAN(TTCAN)	41
3.3.8 CAN 层 1 和层 2 的总结	43
3.4 局域网 LIN	43
3.4.1 概况	44
3.4.2 数据链路层	45
3.4.3 数据信息的同步发送	47
3.4.4 LIN V2.0 中新的数据信息类型	48
3.4.5 LIN 总线传输层和 ISO 诊断	48
3.4.6 LIN 配置语言	50
3.4.7 LIN 从控制器的动态配置	53
3.4.8 LIN 应用程序接口(API)	54
3.4.9 LIN 层 1 和层 2 的总结	56
3.5 FlexRay	56
3.5.1 总线拓扑和物理层	57
3.5.2 数据链路层	59
3.5.3 网络启动和时钟同步	62
3.5.4 错误处理和总线监视	64
3.5.5 配置和高层协议	65
3.5.6 配置举例	65
3.5.7 进一步的研发	70
3.5.8 FlexRay 层 1 和层 2 的总结	71
3.6 SAE J1850	71
3.7 多媒体定向系统传输 MOST	74
3.7.1 总线拓扑和物理层	75
3.7.2 数据链路层	76
3.7.3 通信控制器	80
3.7.4 网络服务和功能块	81
3.7.5 网络管理	84
3.7.6 高层协议接口	85
3.7.7 系统启动和音频连接举例	85
3.7.8 新研发的 MOST150	87
3.7.9 MOST 的总结	89
3.8 传感器-执行器-总线系统	89
3.8.1 基于 SAE J2716 单边缘脉冲传输 SENT 总线	90
3.8.2 PSI 5	90

3.8.3 ASRB 2.0——自动安全限制总线(ISO 22898)	91
第4章 传输协议	94
4.1 基于ISO 15765—2的CAN传输协议ISO-TP	94
4.1.1 数据报文的结构	95
4.1.2 流量控制、时间监视和错误处理	96
4.1.3 应用层的服务	98
4.1.4 协议的扩展	99
4.1.5 KWP 2000/UDS的寻址	99
4.2 FlexRay的传输协议AUTOSAR TP	99
4.3 关于CAN传输协议TP2.0	102
4.3.1 寻址系统和CAN信息标识符	103
4.3.2 广播报文	103
4.3.3 动态信道的建立和连接管理	104
4.3.4 报文的传输	106
4.4 CAN传输协议TP1.6	107
4.4.1 报文结构	108
4.4.2 动态信道的建立	108
4.4.3 数据传输和数据方向的变化	109
4.5 CAN传输协议SAE J1939/21	109
4.5.1 传输种类、寻址和CAN报文标识符	110
4.5.2 分组数据传输(多包)	113
第5章 应用层的诊断协议	115
5.1 诊断协议KWP 2000(ISO 14230—3)	117
5.1.1 概况	117
5.1.2 诊断会话(诊断管理)	119
5.1.3 基于KWP 2000和UDS的控制器寻址	121
5.1.4 与总线系统有关的服务(网络层协议控制)	123
5.1.5 错误存储器的读和写(存储数据的传输)	124
5.1.6 数据的读和写(数据传输)及控制器的输入/输出	124
5.1.7 读和写存储器块	125
5.1.8 控制器中程序的启动(远程程序激活)	126
5.1.9 扩展服务	126
5.2 基于ISO 14229/15765—3的联合诊断服务UDS	127
5.2.1 UDS与KWP 2000诊断协议的不同之处	127
5.2.2 UDS诊断服务概述	128

5.2.3 事件服务的响应	133
5.3 基于 ISO 15031/SAE J1939 的在线诊断 OBD	134
5.3.1 OBD 诊断服务概述	135
5.3.2 读故障存储器和控制器的值	137
5.3.3 对于重要废气排放组件测试结果的询问	139
5.3.4 OBD 错误码	139
5.3.5 数据链路安全	141
5.3.6 程序接口	141
5.3.7 举例	142
第 6 章 测量、标定和诊断的应用(ASAM AE MCD)	144
6.1 概述	144
6.2 有关应用任务的总线协议(ASAM AE MCD 1MC)	147
6.2.1 CAN 标定协议 CCP	149
6.2.2 扩展标定协议 XCP	154
6.2.3 XCP 和 CCP 的 AML 配置数据	165
6.2.4 总线协议驱动器和应用系统之间的接口 ASAM MCD 1b	167
6.3 现场总线交换格式 FIBEX	168
6.4 ASAM AE MCD 2 和 MCD 3 概述	177
6.5 基于 ASAM MCD 2 MC 的应用数据项	179
6.5.1 ASAP2/A2L 应用数据项	179
6.5.2 标定数据格式 CDF 和元数据交换格式 MDX	182
6.6 基于 ASAM AE MCD 2D 的 ODX 诊断数据项	184
6.6.1 ODX 数据模型结构	184
6.6.2 DIAG-LAYER: 分层次的诊断描述	186
6.6.3 VEHICLE-INFO-SPEC: 车辆接口和总线拓扑	189
6.6.4 COMPARAM-SPEC 和 COMPARAM-SUBSET: 总线协议	192
6.6.5 DIAG-COMM 和 DIAG-SERVICE: 诊断服务	195
6.6.6 简单和复杂的数据目标	199
6.6.7 SINGLE-ECU-JOB 和 MULTIPLE-ECU-JOB: 诊断流程	207
6.6.8 STATE-CHART: 诊断会话	209
6.6.9 ECU-CONFIG: 控制器配置的描述	210
6.6.10 ECU-MEM: Flash 程序的描述	210
6.6.11 FUNCTION-DICTIONARY: 面向功能的诊断	213
6.6.12 分组 ODX 和 ODX 自动工具	214
6.6.13 ODX 2.2 版本	215

6.7	ASAM AE MCD 3 服务	215
6.7.1	功能组 M 测量	216
6.7.2	功能组 C 标定	217
6.7.3	功能组 D 诊断	218
6.8	基于 ISO 22900 的有关诊断测试仪的 MVCI 接口	220
第 7 章	软件标准: OSEK/AUTOSAR/HIS	223
7.1	引言	223
7.2	OSEK/VDX	225
7.2.1	事件触发操作系统 OSEK/VDX OS	227
7.2.2	OSEK/VDX COM 中的通信	236
7.2.3	用 OSEK/VDX NM 进行网络管理	239
7.2.4	时间控制操作系统 OSEK Time 和容错通信 OSEK FTCOM	244
7.2.5	OSEK OS 的扩展保护机制: 保护型操作系统	246
7.3	硬件的输入和输出	247
7.4	CAN 通信控制器的 HIS 硬件驱动器	249
7.5	HIS Flash-Lader(Flash 的装载)	249
7.6	AUTOSAR	249
7.6.1	AUTOSAR 基础软件概述	252
7.6.2	AUTOSAR OS	260
7.6.3	AUTOSAR COM 和诊断 DCM 的通信堆栈	262
7.6.4	AUTOSAR NM	272
7.6.5	虚拟功能总线 VFB 及运行时间环境和软件组件	276
7.6.6	展望	281
第 8 章	工具、应用和使用领域	283
8.1	控制器的软件组件	283
8.2	在线通信的设计和测试	283
8.2.1	CANoe 的研发过程	284
8.2.2	DaVinci 网络设计器	284
8.2.3	CANoe 的系统仿真	288
8.2.4	其余总线的仿真	289
8.2.5	总系统的集成	291
8.3	控制器的应用工具	291
8.4	控制器的 Flash 程序	293
8.4.1	框架条件	294
8.4.2	Flash 存储器	297

8.4.3 Flash 的编程过程	298
8.4.4 Flash 装载举例	305
8.4.5 Flash 编程和总线协议的测试和释放	310
8.5 研发和加工中的诊断工具	314
8.6 关于诊断数据的自动工具	323
8.7 ASAM MCD3 运行时间系统	330
第9章 车辆之间的通信	336
9.1 收费系统	336
9.2 Car2Car 协会	337
缩略词	340

第 1 章 总线系统和协议的应用

1980 年，在车辆中第一次引入了微处理器控制系统，如发动机管理系统和 ABS(防抱死制动系统)，在这些系统之间和从这些系统向外，进行数据交换是十分必要的。在上述系统之间进行数据交换时，早期以点对点连接形式为主，并通过模拟信号或简单的电路信号来完成，而连接到诊断测试仪的实时数据通信是在 Kfz-现场离线进行的，此后不久，制造商一致认为必须制订出一套统一的解决方案。为此 BOSCH 作为在欧洲许多车辆电子控制器制造商之一的领军者承担了这一任务。后来颁布的 ISO 9141 标准化规程与 PCs 中普通的串行接口 RS232C/V24 类似。它首先确定了较少的连接导线数目、电气信号电平和字符传输的比特格式，而对于传输数据的意义以及在现场使用的诊断方法和这些可能的不同变量却保持着开放性，即对于新的控制器和执行机构，车辆以及不同的制造方案都能适应。

在 BOSCH 公司 CAN 总线规程的引入后，又用 ISO 11898 和 SAE J1939 对其进行了标准化。自 1990 年以来，在车辆内部控制器之间的在线通信方面，一个数据网络(总线系统)时代开始了。

上述标准，虽然对比特层作了详细的说明，基本上比 ISO 9141 精确，但是对交换数据的意义(协议)，却没有确定，还总是根据设备、车辆或制造商的情况执行不同的数据交换方法。

随着电子技术在现代车辆中的成功应用，系统变得如此复杂，出现的数据如此之多，导致今天的新型车辆要使用多个互联的总线系统(图 1-1)。

为了控制这种复杂的互联网、降低成本，全球性地供应汽车以及法规制订者制定了规章，最终迫使车辆制造商寻找对总线系统和对数据交换所采用的协议标准化的解决方案。

概述

可以把总线系统和协议的应用划分成下列领域(表 1-1)

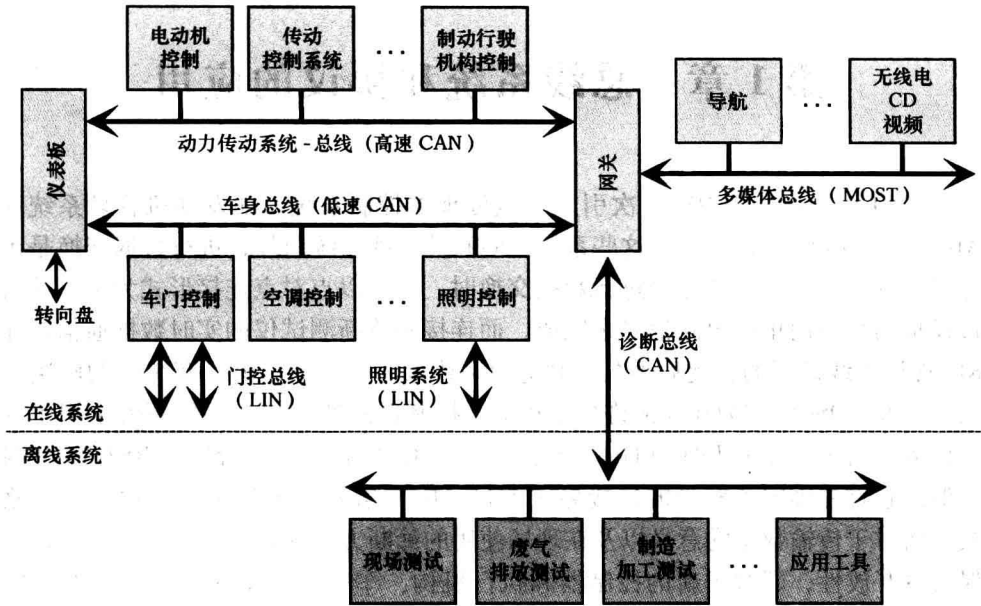


图 1-1 现代中型车辆总线系统全装备图

表 1-1 在 Kfz 中的应用领域和对总线系统的要求

应用	数据帧的长度	数据帧传输率	合成数据率	延迟时间	错误安全	费用
车辆内部控制器之间的通信(在线通信)						
高速控制	短	高	高	很短	极高	中等
低速控制	短	低	低	适中的	很高	很低
信息	长	高	很高	适中的	适中的	高
车辆控制器与外部诊断仪之间的通信(离线通信)						
Werkstatt-diagnose	短	低	低	不重要	较少	低
车辆或设备制造商的加工测试 可修改程序存储器	长~很长	低	高	不重要	适中的	不重要
在研发阶段中 车辆或试验台的应用(程序的 转换,标定)	短	中等(在测量 任务时高)	中等~高	短	较少	不重要
Car to X	中等	中等	中等	高	中等	高

1. 车辆中控制器之间的通信(也称在线通信)

在这个任务领域,一般采用不同的总线概念,并再划分成以下三个子系统:

(1) 关于实时控制任务的高速系统 为了控制和调节发动机、传动机构和底盘,控制器与传感器之间要进行信息交换、对执行环节出现的偏移要进行协调,但必须采用较高的数据传输频率,还要求较短的时间延迟和很高的准确性。因此数据信息只能用较短的字节长度进行传输。为此对这些应用领域设计了CAN总线系统。另外通过线控的引入,未来的要求还要提高。因此进一步地研发了时间触发的CAN,即TTCAN,还设计了新的总线系统,如FlexRay。

(2) 为了简化电缆束的低速系统 为了简化电缆束和降低制造成本,对于一些照明、车窗电动机等简单的控制,由于传输电路信号时,所要求的数据率并不高,所以采用的总线系统,重点是考虑每个总线节点的费用。因此常采用简化了的CAN变量或专门为此而研发的新的总线系统LIN作为更经济的解决方案。

(3) 信息总线系统 随着在车辆中引入的信息系统,如导航系统、视频和音频系统及可视电话的应用,在CD交换器之间、分配式音频系统和仪表盘显示器之间,必须进行大量的数据交换,但这些信息不是用于实时控制和调节任务的,故其重点是数据量。而对时间延时和传输的可靠性等的要求,与只有在实时控制任务才需要的高速系统相比要低一些。

2. 车辆内部控制器和外部设备之间的离线通信

(1) 现场中车辆控制器和废气测试仪之间的诊断通信 为了在现场中查找控制器内部的错误并进行废气检测,在车辆内部的控制器与外部测试仪之间,必须要有一个通信接口。但它对数据传输率和数据传输允许误差要求相对比较小。有时这种接口是由立法者来进行标准化的(如美国的诊断标准OBD,欧洲诊断标准OBD)。如果对这些接口进行重大的改变,势必会引起一连串的反应并造成很高的费用。它要求现场测试仪具有很高的通用性。因此人们采用让测量中的控制器来支持不同专业制造的诊断协议变量。控制器和测试仪之间必须能自动适应。上述两个设备之间的变量必须相互兼容。在现场通过改变车辆控制器的程序来不断地满足人们的要求。这样控制器和测试仪之间的数据访问保护机制就显得很重要。为了保证数据访问的安全,确保车辆控制器的适应要求,必须采用由制造商给出软件变量,而程序的转换则在现场自动地进行。

(2) 车辆制造商试图用较少的控制器 尽可能地通过用控制器内的软件变量去满足具有多样性和本国特征的车辆模型。为了简化线路连接逻辑,车辆制造商把总的和部分软件装载到控制器中(Flashen)。对于程序的处理以及车辆的加工测试,同样采用诊断接口。有时为了达到较短的循环时间,要求接口工作在单一模型,它允许较大的数据量。因为现场原则上使用同一诊断接口,因此有必要采用数据访问保护机制。控制器的安全临界数据,如超越临界点,未经授权就不