

车联网T-BOX 系统设计

 中国工信出版集团

電子工業出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

车联网 T-BOX 系统设计

潘春伟 隋榕华 许福运 著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

内 容 简 介

近年来汽车的网络化、智能化、交互化程度逐步提高,车联网的发展被提升至国家战略的高度,作为汽车与外界网络进行信息交互的核心枢纽部件——T-BOX,在车联网中的地位至关重要。本书大部分内容是作者近期关于 T-BOX 的研究与开发成果,探讨了 T-BOX 系统的软硬件组成及参考设计,在描述了汽车电子的一般开发过程并给出 T-BOX 软硬件整体设计架构的基础上,依次描述了 T-BOX 的主控模块、移动通信模块、GNSS 模块、蓝牙模块、Wi-Fi 模块、CAN 模块、音频模块、六轴传感器模块、电源模块、杂项与接口模块设计,每部分内容均首先提出模块功能与设计要求,然后给出硬件电路设计示意图,之后在软件设计中给出软件流程图并加以说明。本书最后对 T-BOX 远程应用设计进行了全面论述,并对 T-BOX 与车联网的当前热门技术进行了展望。

本书是当前车联网行业为数不多的关于车联网 T-BOX 的专著之一,书中对 T-BOX 的相关内容进行了较为全面的阐述,各模块参考设计均采用了车联网发展的最新软硬件技术。本书可供物联网、自动化、计算机等相关领域或专业的研究人员、教师、研究生、高年级本科生阅读,也可供相关领域工程技术人员参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

车联网 T-BOX 系统设计 / 潘春伟, 隋榕华, 许福运著. — 北京: 电子工业出版社, 2018.8

ISBN 978-7-121-34645-3

I. ①车… II. ①潘… ②隋… ③许… III. ①互联网络—应用—汽车 ②智能技术—应用—汽车
IV. ①U469-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 141299 号

策划编辑: 章海涛

责任编辑: 章海涛

文字编辑: 孟 宇

印 刷: 北京虎彩文化传播有限公司

装 订: 北京虎彩文化传播有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱

邮编: 100036

开 本: 787×980 1/16 印张: 16.75

字数: 241 千字

版 次: 2018 年 8 月第 1 版

印 次: 2018 年 8 月第 1 次印刷

定 价: 69.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式: mengyu@phei.com.cn。

前 言

车联网是物联网技术应用于智能交通领域的集中体现,是物联网技术大有可为的一个重要应用领域。中国作为全球最大的汽车市场及全球最大的移动互联网市场,车联网的巨大商机吸引了包括汽车企业、经销商、电信运营商、互联网公司等多个行业大量公司的积极涉足。车联网的关键技术之一是汽车如何安全可靠地与外界网络联网通信,实现这一功能需要一个位于汽车与外界网之间的核心部件,这个核心部件就是 T-BOX。

T-BOX 是车辆无线信息传输的安全通道,是车联网信息流中的基础性硬件,是车内网、车辆后台系统与外部网络互联互通的核心枢纽。T-BOX 对内可以深度读取汽车 CAN 总线数据与私有协议;对外实现手机与汽车的完美结合,即利用手机 App 或其他远程控制端实现对车辆的各种远程控制。T-BOX 可以提供通信、监控、安防及在线娱乐通道等功能,搭建了一座用户、汽车、互联网连成一线的桥梁。

本书大部分内容是作者近几年关于 T-BOX 的研究与开发成果,主要探讨了 T-BOX 系统的软硬件组成设计及相关技术。全书共分为 8 章:第 1、2 章在叙述物联网、车联网基本概念与基本架构的基础上,介绍了 T-BOX 的基本概念、主要功能与关键技术,以及汽车电子设计的基本原则、设计标准规范与开发过程;第 3~6 章首先介绍了 T-BOX 系统整体硬件与软件设计,然后将 T-BOX 的软硬件结构分成主控模块、通信模块和其他模块三大部分,依次介绍了 T-BOX 的主控模块、移动通信模块、GNSS 模块、蓝牙模块、Wi-Fi 模块、CAN 模块、音频模块、六轴传感器模块、电源模块、杂项与接口模块设计;第 7 章对 T-BOX 的远程应用设计进行了讨论;第 8 章对 T-BOX 及相关车联网热门技术进行了展望。

本书每章内容都包括引言、主要内容和小结三个部分。每个 T-BOX 功能模块设

计都包括模块功能描述、模块基础知识简介、模块设计基本要求、模块硬件设计和模块软件设计 5 个部分,其中模块功能描述、基础知识简介与设计基本要求为模块硬件、软件设计提供基础与设计依据;硬件设计部分介绍了硬件设计方案图并给出了说明;软件设计分别对该应用或服务的初始化和启动程序、消息处理程序、电源管理程序、自检程序、定时器处理程序、主程序共 6 个软件组成部分进行了介绍并给出了实现软件功能的流程图。

本书主要特点如下。

(1) 内容新颖。车联网发展火热,但关于车联网的书籍却非常少,而涉及车联网 T-BOX 的专著更是少之又少,本书填补了此方面的空白。

(2) 体系清晰。本书从物联网、车联网的概念引出 T-BOX 的概念,在介绍了 T-BOX 整体设计的基础上,依次介绍了 T-BOX 各模块的软硬件设计,并对 T-BOX 的相关热门技术与应用进行了介绍。全书内容始终本着由浅入深、由全局到局部的顺序依次推进。

(3) 逻辑严密。本书描述了 T-BOX 整体及各个模块的软硬件设计,各章之间联系紧密又各自在内容上互相独立,每一章均按照提出问题、解决问题的顺序叙述,逻辑性强。

(4) 注重应用。本书面向 T-BOX 的产品设计,各章给出的参考硬件设计与软件流程图均具有较强的实用性。各模块参考设计均采用了车联网发展的最新软硬件技术。

本书主要面向物联网、自动化、计算机等相关领域或专业的研究人员、教师、研究生、高年级本科生,也可供相关领域工程技术人员参考。读者阅读本书时可以按章节依次全面阅读,也可以直接查阅相关章节内容,并将书中的硬件与软件参考设计直接应用于自己的项目开发中。

在本书的撰写过程中,参考了大量国内外相关研究成果及互联网资料,书中无法一一列出,在此衷心感谢所有涉及的专家与研究人员。电子科技大学罗蕾教授对本书进行了认真审阅,并提出了许多中肯的建议与意见。慧翰微电子股份有限公司副总统

理林伟、黄枫婷为本书的资料收集与整理、图形绘制等方面提供了大量帮助。原高通无线半导体技术有限公司车载通信/车联网产品市场总监党伟光、上海移远通信技术股份有限公司产品总监王敏对 **T-BOX** 硬件选型与通信模块的撰写提出了许多宝贵建议。同时电子工业出版社的编辑为本书出版做了大量辛苦而细致的工作，在此一并表示感谢。

另外，车联网技术的发展日新月异，**T-BOX** 技术涉及通信、控制、软件等多个学科，由于作者的学识水平所限，书中不妥之处，敬请同行专家和读者批评指正。

作 者

2018 年 5 月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 引言	1
1.2 物联网技术发展与应用	2
1.2.1 物联网的基本概念	2
1.2.2 物联网的基本架构	3
1.2.3 物联网的应用领域	4
1.3 车联网技术发展与应用	6
1.3.1 车联网的基本概念	6
1.3.2 车联网的基本架构	7
1.3.3 车联网的应用领域	8
1.4 车联网 T-BOX 概述	9
1.4.1 T-BOX 的基本概念	9
1.4.2 T-BOX 的主要功能	10
1.4.3 T-BOX 的关键技术	12
1.5 国内车联网研究现状	14
1.5.1 车联网的相关著作	14
1.5.2 车联网的相关文献	15
1.5.3 车联网的相关专利	16
1.6 本章小结	17
第 2 章 汽车电子开发过程	18
2.1 引言	18

2.2	汽车电子设计的基本原则	19
2.2.1	规范化设计	19
2.2.2	模块化设计	20
2.2.3	安全性设计	21
2.2.4	低功耗设计	22
2.2.5	系统可升级	23
2.3	汽车电子设计相关标准规范	23
2.3.1	汽车电子整体性标准规范	24
2.3.2	汽车电子各功能模块设计规范	29
2.3.3	其他关于环保、包装、抗干扰方面的规范	30
2.4	汽车电子开发步骤	31
2.4.1	汽车电子硬件设计	31
2.4.2	汽车电子软件设计	33
2.5	本章小结	36
第 3 章	T-BOX 系统整体设计	37
3.1	引言	37
3.1.1	T-BOX 系统的开发需求	37
3.1.2	T-BOX 系统的整体设计思路	40
3.2	T-BOX 系统硬件整体设计	40
3.2.1	T-BOX 系统硬件结构框图	40
3.2.2	T-BOX 系统硬件功能框图	42
3.3	T-BOX 系统软件整体设计	43
3.3.1	T-BOX 系统软件结构框图	43
3.3.2	T-BOX 操作系统选择	44
3.3.3	T-BOX 设备驱动与 BSP	45
3.3.4	T-BOX 服务与应用架构	45

3.3.5	T-BOX 软件运行模式	51
3.4	本章小结	52
第 4 章	T-BOX 主控模块设计	53
4.1	引言	53
4.1.1	主控模块功能	54
4.1.2	主控模块设计要求	55
4.1.3	嵌入式处理器简介	55
4.1.4	数据存储技术简介	57
4.2	主控模块硬件设计	58
4.2.1	主控模块硬件电路设计	58
4.2.2	MDM9628 简介	59
4.2.3	MC9S12XET256 简介	60
4.2.4	数据存储模块硬件设计	61
4.3	主控模块软件设计	62
4.3.1	MCU 与 MPU 的软件架构	62
4.3.2	MCU 与 MPU 的服务和应用	63
4.4	设备通信协议调度服务	65
4.4.1	DcpdSrv 服务功能定义	65
4.4.2	DcpdSrv 的数据流服务	66
4.4.3	DcpdSrv 的控制流服务	67
4.4.4	DCP 帧的数据结构	68
4.4.5	DcpdSrv 功能实现	69
4.5	Bootloader 服务	70
4.5.1	BtlSrv 功能定义	71
4.5.2	BtlSrv 功能实现	71
4.6	外设自检服务	74

4.6.1	PscSrv 功能定义	75
4.6.2	PscSrv 功能实现	75
4.7	数据存储服务	77
4.7.1	DsSrv 功能定义	78
4.7.2	DsSrv 功能实现	79
4.8	电源管理服务	86
4.8.1	T-BOX 的电源管理功能	87
4.8.2	电源管理技术简介	87
4.8.3	T-BOX 电源管理策略	88
4.8.4	T-BOX 工作模式转换条件	90
4.8.5	工作模式转换软件设计	93
4.9	监控、诊断、仿真应用	99
4.9.1	MdsApp 功能定义	100
4.9.2	MdsApp 功能实现	100
4.10	系统管理应用	100
4.10.1	SmApp 功能定义	100
4.10.2	SmApp 功能实现	101
4.11	本章小结	103
第 5 章	T-BOX 通信模块设计	104
5.1	引言	104
5.2	移动通信模块设计	105
5.2.1	移动通信模块功能	105
5.2.2	移动通信技术简介	105
5.2.3	移动通信模块设计基本要求	106
5.2.4	移动通信与 GNSS 模块硬件设计	107
5.2.5	移动通信模块软件设计	110

5.3	GNSS 模块设计	113
5.3.1	GNSS 模块功能	113
5.3.2	GNSS 技术简介	114
5.3.3	GNSS 模块设计基本要求	116
5.3.4	GNSS 模块软件设计	116
5.4	Wi-Fi 通信模块设计	120
5.4.1	Wi-Fi 模块功能	120
5.4.2	Wi-Fi 技术简介	121
5.4.3	Wi-Fi 模块设计基本要求	122
5.4.4	Wi-Fi 与蓝牙模块硬件设计	123
5.4.5	Wi-Fi 模块软件设计	124
5.5	蓝牙通信模块设计	127
5.5.1	蓝牙模块功能	127
5.5.2	蓝牙通信技术简介	128
5.5.3	蓝牙模块设计基本要求	130
5.5.4	蓝牙模块软件设计	131
5.6	CAN 模块设计	133
5.6.1	CAN 模块功能	133
5.6.2	汽车 CAN 总线技术简介	133
5.6.3	CAN 模块设计基本要求	135
5.6.4	CAN 模块硬件设计	135
5.6.5	CAN 模块软件设计	137
5.7	本章小结	142
第 6 章	T-BOX 其他模块设计	143
6.1	引言	143
6.2	音频模块设计	144

6.2.1	音频模块功能	144
6.2.2	音频技术简介	144
6.2.3	音频模块设计基本要求	146
6.2.4	音频模块硬件设计	146
6.2.5	音频模块软件设计	149
6.3	六轴传感器模块设计	153
6.3.1	六轴传感器模块功能	153
6.3.2	运动跟踪传感技术简介	155
6.3.3	六轴传感器模块设计基本要求	155
6.3.4	六轴传感器模块硬件设计	156
6.3.5	六轴传感器模块软件设计	158
6.4	电源模块设计	160
6.4.1	电源模块功能	160
6.4.2	嵌入式系统电源技术简介	161
6.4.3	电源模块设计基本要求	162
6.4.4	电源模块硬件设计	162
6.4.5	电源模块软件设计	165
6.4.6	供电电源选择与后备电池充电条件	168
6.5	杂项模块设计	169
6.5.1	杂项模块组成及其功能	169
6.5.2	杂项模块设计要求	170
6.5.3	杂项模块硬件设计	171
6.5.4	杂项模块软件设计	173
6.6	对外接口设计	179
6.6.1	对外接口及其功能与设计要求	179
6.6.2	对外接口硬件设计	179
6.7	本章小结	180

第 7 章	T-BOX 远程应用设计	181
7.1	引言	181
7.1.1	远程应用简介	181
7.1.2	远程应用分类	182
7.1.3	远程应用设计要求	185
7.1.4	远程应用软件组成	186
7.2	远程应用与信息安全	187
7.2.1	远程通信存在的安全问题	188
7.2.2	远程应用信息安全措施	189
7.3	远程应用 TSP 接口服务	192
7.3.1	TspSrv 功能定义	192
7.3.2	TSP 数据流	192
7.3.3	TSP 控制流	194
7.3.4	TspSrv 功能实现	195
7.4	远程监视类应用	198
7.4.1	远程车辆状态应用	198
7.4.2	远程虚拟仪表应用	200
7.5	远程控制类应用	201
7.5.1	远程启动应用	201
7.5.2	远程停止应用	208
7.5.3	远程虚拟钥匙应用	208
7.5.4	其他远程控制应用	209
7.5.5	远程激活应用	210
7.5.6	远程配置应用	212
7.6	远程安防类应用	212
7.6.1	远程报警应用	212

7.6.2	紧急呼叫应用	214
7.6.3	故障呼叫应用	215
7.6.4	远程诊断应用	216
7.6.5	被盗车辆追踪应用	216
7.7	远程信息服务类应用	218
7.7.1	AVN 服务器应用	219
7.7.2	信息呼叫应用	221
7.7.3	远程大数据应用	222
7.7.4	远程旅行应用	222
7.8	远程升级类应用	223
7.8.1	MPU OTA 升级方案	223
7.8.2	MCU OTA 升级方案	224
7.9	本章小结	225
第 8 章	T-BOX 发展展望	227
8.1	引言	227
8.2	V2X 技术	228
8.2.1	V2X 简介	228
8.2.2	V2X 通信方式	230
8.2.3	T-BOX 与 V2X	232
8.3	5G 通信	232
8.3.1	5G 通信简介	233
8.3.2	T-BOX 与 5G	234
8.4	大数据	235
8.4.1	大数据简介	235
8.4.2	T-BOX 与大数据	236
8.5	边缘计算	237

8.5.1 边缘计算的基本概念	237
8.5.2 T-BOX 与边缘计算	238
8.6 无人驾驶	239
8.6.1 无人驾驶汽车概述	239
8.6.2 T-BOX 与无人驾驶	241
8.7 汽车共享	242
8.7.1 汽车共享简介	242
8.7.2 T-BOX 与汽车共享	244
8.8 本章小结	244
参考文献	246
附录 A 本书采用的缩写	249

第1章 / 绪 论

Chapter 1.

1.1 引言

物联网是当前通信技术的发展热点，是国家重点发展的战略性新兴产业之一。物联网已经在仓储物流、智能楼宇、智慧城市等许多领域得到了应用，其中物联网应用于智能交通领域尤其有着非常广阔的前景，也具有较高的技术可行性与经济可行性。车联网是物联网技术应用于智能交通领域的集中体现，是物联网技术大有可为的一个重点应用领域。

中国作为全球最大的汽车市场以及全球最大的移动互联网市场，车联网的巨大市场及商机吸引了包括汽车企业、经销商、电信运营商、互联网公司等多个行业大量公

司的积极涉足。近年来，车联网相关的技术产品在中国的汽车产业得到了一定运用，并呈现上升趋势。

车联网的关键技术是汽车如何安全可靠地与外界联网，实现这一功能需要一个位于汽车与外界网之间的核心部件，这个核心枢纽部件就是 **T-BOX**。

因此，在进行 **T-BOX** 的开发与设计工作之前，需要明确物联网、车联网、**T-BOX** 三者之间的基本概念与内在联系，这是进行后续工作的基础。

1.2 物联网技术发展与应用

物联网即物物相连的互联网，其英文名称为 **IoT (Internet of Things)**。物联网的概念于 20 世纪 90 年代，由美国麻省理工学院 (MIT) 的 **Kevin Ashton** 教授首次提出，之后逐渐引起世界各个国家和地区的重视，被认为是继计算机、互联网之后全球通信产业发展的第三次浪潮。

1.2.1 物联网的基本概念

国际电信联盟 (ITU) 对物联网的定义是：通过二维码识读设备、射频识别 (RFID) 装置、红外感应器、全球定位系统和激光扫描器等信息传感设备，按约定的协议把任何物品与互联网相连接，进行信息交换和通信，以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络。对这一定义，应把握以下 4 个关键点。

(1) 物联网的基础仍然是互联网，物联网是互联网的扩展与延伸。

(2) 网络的终端用户不再局限于人，而是扩展到了物，因此物联网的终端设备也不再局限于通常的信息终端，如 **PC**、笔记本电脑、手机、**PDA** 等，而是扩展到任何能与互联网连接通信的设备，如 **RFID** 读写器、二维码识读设备、红外感应器、蓝牙设备等。

(3) 能纳入物联网服务的物品，通常拥有一个在一定范围内唯一的识别号用来标识自己的身份，并且能与物联网的终端信息设备交换数据信息。