

# 电池管理系统的报文采集与解析<sup>①</sup>



任大恒<sup>1</sup>, 严 晓<sup>1,2</sup>, 黄碧雄<sup>1</sup>, 王 影<sup>1</sup>

<sup>1</sup>(上海工程技术大学 机械与汽车工程学院, 上海 201620)

<sup>2</sup>(上海攻克生储能科技有限公司, 上海 201619)

通讯作者: 严 晓, E-mail: phxyan@yahoo.com

**摘 要:** 电池管理系统 (BMS) 主要功能是实时监控、管理动力电池组中各单体电池的正常工作, 电池的各项信息被 BMS 以 CAN 报文的形式发出. 通过采集和解析 BMS 的报文, 能够对电池的性能作进一步分析评测. 本文以树莓派为载体, 通过设计树莓派的扩展板实现 CAN 报文的采集, 同时在树莓派中解析 CAN 协议的 DBC 文件格式. 设计了一款可移动便携式的 CAN 报文采集与解析设备, 并根据电池组所有电芯开路电压的解析数据对电池一致性做出快速评估.

**关键词:** CAN 通信; DBC 文件; 树莓派; 采集; 解析

引用格式: 任大恒, 严晓, 黄碧雄, 王影. 电池管理系统的报文采集与解析. 计算机系统应用, 2020, 29(6): 132-136. <http://www.c-s-a.org.cn/1003-3254/7361.html>

## Message Collection and Analysis of Battery Management System

REN Da-Heng<sup>1</sup>, YAN Xiao<sup>1,2</sup>, HUANG Bi-Xiong<sup>1</sup>, WANG Ying<sup>1</sup>

<sup>1</sup>(School of Mechanical and Automotive Engineering, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai 201620, China)

<sup>2</sup>(Shanghai Makesens Energy Storage Co. Ltd., Shanghai 201619, China)

**Abstract:** The main functions of a Battery Management System (BMS) are to monitor and to manage the normal work of each single battery cell in the power battery pack. The information of the battery are sent out by BMS in the form of the CAN message. By collecting and analyzing the BMS messages, the performance of the battery can be further analyzed and evaluated. This study used Raspberry PI as the carrier, realizing the CAN message collection by designing an extension board of the Raspberry PI, and the messages were interpreted as CAN protocol DBC file format in Raspberry PI. According to the open circuit voltage of all cells in the battery pack, the battery consistency was quickly evaluated.

**Key words:** CAN communication; DBC file; Raspberry PI; collection; analysis

电动汽车车用锂电池发展十分迅速, 全球电动汽车保有量在逐年增加, 但随之而来的电池安全问题也日益严重, 主要还是电池一致性问题. 纯电动汽车的电池信息主要由电池管理系统 (BMS) 发出, 因此采集 BMS 发出的 CAN 报文, 准确的诊断预测出电池存在的安全隐患至关重要. 因为 CAN 协议格式并没有固定标准格式, 计算机无法识别 CAN 协议, 所以在 CAN 报

文解析需要将 CAN 协议转换为机器可读的文件, 在之前的研究中有采用 XML 文件作为机器可读文件, 这种方法需要人工录入协议内容, 按照对应的格式将每一条信息转换成 XML 文件<sup>[1]</sup>, 这样做会使工作量加大并且人工录入容易出错, 导致结果不准确, 目前 CAN 网络中各逻辑节点信息采用由德国维克多公司发布的 DBC 文件, DBC 文件能够被机器识别, 拥有固定的格

① 收稿时间: 2019-09-11; 修改时间: 2019-10-10; 采用时间: 2019-10-22; csa 在线出版时间: 2020-06-10

式,依据 DBC 文件可以开发出用来监视 CAN 网络中所有逻辑节点的运行状态,也可以是有针对性的 ECU 通信应用软件<sup>[2]</sup>,因此被广泛使用。但是 DBC 文件目前主要依赖于专用软件的建立和解析,而软件的使用价格昂贵。本文基于树莓派设计了一套便携式可移动的 BMS 的 CAN 报文采集与解析系统,只需要将 DBC 文件导入到树莓派内,设备便能根据 DBC 文件进行报文解析。能够实时有效的检测电池组一致性的好坏,有利于提高电池的利用率,方便维修检查电池工作状态。

## 1 CAN 报文采集系统设计

### 1.1 CAN 总线概述

CAN 总线是一种串行通信协议,能有效地支持具有很高安全等级的分布实时控制。CAN 控制器局域网是 1986 年 Bosch 公司提出的面向汽车的串行通信协议,目前是国际上标准的汽车网络协议<sup>[3]</sup>。当 CAN 总线上的节点发送数据时,以报文形式广播给网络中的所有节点,总线上的所有节点都不使用节点地址等系统配置信息,只根据每组报文开头的 11 位标识符(CAN 2.0A 规范)解释数据的含义来决定是否接收<sup>[4]</sup>。CAN 总线可以分为 3 个层次:物理层、传输层、对象层。物

理层中定义实际信号的传输方法,用来定义不同节点之间根据电气属性如何进行位的实际传输。传输层负责把接收到的报文提供给对象层,以及接收来自对象层的报文。对象层中可以为远程数据请求以及数据传输提供服务,确定由实际要使用的传输层接收哪一个报文,并且为恢复管理和过载通知提供手段<sup>[5]</sup>。

### 1.2 硬件结构设计

本文采用树莓派 3B+作为 CAN 报文采集的载体,树莓派是一款基于 ARM 的微型电脑主板,以 SD/MicroSD 卡为内存硬盘,支持 WiFi 和蓝牙连接,主板周围有 4 个 USB 接口和一个以太网接口,外部有 40 个 GPIO 接口,支持 Linux 系统,体积小价格低廉。针对 CAN 报文的采集本文设计了树莓派的外接扩展板,采用 MCP2515 作为 CAN 的控制器, Microchip 的 MCP2515 是一款 CAN 协议控制器,完全支持 CAN V2.0B 技术规范。该器件能发送和接收标准和扩展数据帧以及远程帧。通过 SPI 接口挂载在树莓派上,树莓派在使用该芯片时不需要手动编写驱动,打开设备树中的内核驱动就能够使用。同时选用 DS1307 时钟芯片为树莓派断电时提供准确时间,在采集报文时同时能记录下报文采集的绝对时间。扩展板部分原理图如图 1 所示。

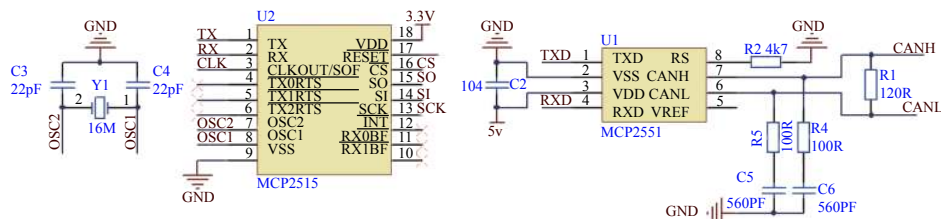


图 1 原理图

### 1.3 软件结构设计

CAN 报文采集使用 C 语言编写采集程序,采集速率更快数据更加准确,在采集的同时在每条报文后添加采集时间,便于后续对电池性能的评估。CAN 报文在采集时软件上主要分为 5 步:

(1) CAN 总线配置:主要用于设置 CAN 总线的位速率以及使能 CAN 设备;

(2) 创建套接字: Socket CAN 采用的是原始套接字,常用于检验新的协议实现或访问现有服务中配置的新设备;

(3) 指定 CAN 设备:绑定要用的 CAN 设备;

(4) 定义接收过滤规则:在数据接收时,可以根据预先设置的过滤规则,实现对报文的过滤;

(5) 显示报文:报文按照帧 ID、数据长度、数据、时间的顺序用空格分隔开,生成采集的报文文件。

采集的 CAN 报文如图 2 所示。

## 2 CAN 报文解析系统设计

### 2.1 DBC 文件结构

目前 DBC 文件的广泛使用,它是 CAN 矩阵的另

一种表示,各节点通过 CAN 网络传输信号协议规定 ECU 怎么发送和接收信号:例如信号长度、类型、精度、偏移量、信号名等,这些参数通过编辑工具生成 DBC 文件<sup>[6]</sup>。

```

1820F402 [8] 00 00 0C 82 0C 97 0C 6A 1556620084.987899
1821F402 [8] 0C 88 0C 67 0C 5D 0C 60 1556620084.988516
1822F402 [8] 0C 6C 0C 5E 0C 64 0C 67 1556620084.989274
1826F402 [8] 0C 67 0C 6A 01 98 0C 91 1556620084.989932
1827F402 [8] 0C 89 0C 7D 01 27 00 00 1556620084.991130
1828F402 [8] 0C 6C 0C 5A 0C 81 0C 4C 1556620084.991983
1829F402 [8] 00 00 00 00 09 C4 09 C4 1556620084.992771
182AF402 [8] 1F F4 00 00 00 01 00 00 1556620084.993472
1830F402 [8] 01 00 FE 66 FE 66 FE 66 1556620084.994384
1830F402 [8] 02 00 FE 66 FE 66 FE 66 1556620084.995007
1830F402 [8] 03 00 FE 66 FE 66 FE 66 1556620084.995690
1830F402 [8] 04 00 FE 66 01 49 00 00 1556620084.996683
1838F402 [8] 01 00 00 00 00 32 00 00 1556620084.997755
1838F402 [8] 02 00 00 00 00 32 00 00 1556620084.998941
1845F402 [8] 01 49 09 C4 09 C4 00 00 1556620084.999684
1823F402 [8] 00 00 26 E3 1C 00 26 E3 1556620085.000362
1826F402 [8] 0C 76 0C 76 03 DA 0C 9E 1556620291.552197
1827F402 [8] 0C 48 0C 3F 00 50 02 B1 1556620291.553192
1828F402 [8] 0C 7B 0C 6D 0C 90 0C 3E 1556620291.553864
1829F402 [8] 00 00 00 00 09 C4 09 C4 1556620291.554596
182AF402 [8] 1F F4 00 00 00 01 00 00 1556620291.555442
1830F402 [8] 01 00 FE 66 FE 66 FE 66 1556620291.556245
1830F402 [8] 02 00 FE 66 FE 66 FE 66 1556620291.556995

```

图2 采集报文示例

根据 Vector 发布的 DBC 文件格式规范,本文设计了针对 DBC 文件的解析系统.以一路 CAN 对应的文件为例,DBC 文件的格式如下:

```

VERSION ""
NS :
BS :
BU : Vector_XXX
BO_ 408961267 Bms2VcuBasiInfo: 8 Vector_XXX
SG_ SysVolt : 7|16@0+ (0.1,0) [0|6553.5] "V"
Vector_XXX
SG_ BatCurrent : 23|16@0- (0.1,-1000) [-4276.8|2276.7] "A" Vector_XXX
SG_ BatSoc : 32|8@1+ (1,0) [0|255] "%"
Vector_XXX
SG_ BatSoh : 40|8@1+ (1,0) [0|255] "%"
Vector_XXX
SG_ BatState : 52|4@1+ (1,0) [0|15] ""
Vector_XXX
SG_ BatAlmLv : 48|4@1+ (1,0) [0|15] ""
Vector_XXX
SG_ BatLife : 56|8@1+ (1,0) [0|255] ""

```

Vector\_XXX

DBC 头部包含着 VERSION 与 NS(new symbol) 的信息, BU 为网络节点的定义, BS 为波特率设置, BO\_ 为关键字表示报文, 408 961 267 表示消息 ID 的十进制形式, Bms2VcuBasiInfo 是消息名称, “8”为报文的长度帧字节数, Vector\_XXX 为发出消息的网络节点. SG\_ SysVolt : 7|16@0+ (0.1,0) [0|6553.5] "V" Vector\_XXX 是一条消息下的一个信号, 其中 SG\_ 表示消息的起始. SysVolt 表示信号名, 7 代表起始位 Bit, 16 表示信号长度, 0 或 1 表示 Motorola 格式或 Intel 格式, ± 表示有无符号, 括号内表示精度值和偏移量, 中括号内表示最大和最小值, “V”为单位, Vector\_XXX 为信号节点.

## 2.2 CAN 报文解析

DBC 文件格式是固定不变的,且有固定的关键字表征不同的信息.因此本文采用 Python 语言基于正则表达式对 DBC 文件进行识别读取.其中关键匹配信息“BU\_ (.\*?)”是匹配网络节点;“BO\_ (.\*?) (.\*?) : (.\*?) (.\*?)”是匹配消息、帧 ID、消息名、数据长度的模板;“SG\_ (.\*?) : (.\*?)\|(.\*?)@(.\*?)\|(.\*?)\|(.\*?)\|(.\*?)\|(.\*?)” (.\*?) (.\*?)”;匹配消息下的信号内容.根据以上关键的匹配语句,读取 DBC 文件的关键信息来解析采集的 CAN 报文.

CAN 报文是指发送单元向接收单元传送数据帧.通常所说的 CAN 报文是指在 CAN 线上利用 ECU 和 CAN 卡接收到的十六进制报文.接收到的 CAN 报文由很多部分组成,但解析时主要用到的是帧 ID 和数据两部分.帧 ID 实际上是由 29 位标识符转换得到的,目前的通信协议中都直接给出了对应的帧 ID,不需要再做转换.数据一般由 8 个字节组成,每个字节由两个字符组成,读取时要根据字节的顺序读取 (Motorola 格式或者 Inter 格式).CAN 总线的数据传输规则是首先传输一个字节的高位,最后传输该字节的低位,所以当信号不超过一个字节时两种格式解析没有区别,当发送的信号超过一个字节或跨字节时,采用 Inter 格式,该信号的高位将被放在高字节的高位,信号的低位将被放在低字节的低位.这样,信号的起始位就是低字节的低位.当采用 Motorola 格式时,该信号的高位将被放在低字节的高位,信号的低位将被放在高字节的低位.这样,信号的起始位就是高字节的低位.例如报文“1827F402 0C 48 0C 3F 00 50 02 B1”中“1827F402”是



帧 ID, “0C 48 0C 3F 00 50 02 B1”是数据段, 根据 DBC 文件, 如按照 Motorola 的格式, 解析时按照 16 进制就是 0x0C48, 而按照 Inter 格式解析时就是 0x480C, 两种解析格式在夸字节时有绝对的区别。

本文在解析时将报文数据段转换为二进制字符串, 即 0-63 位总共 64 个字符, 将 64 个字符串的序号与二进制的位号做一转换, 例如数据段“0C880C670C5D0 C60”转换为二进制字符串后为 0000110010001000 0000110001100111000011000101110100001100011000 00 解析时根据 DBC 文件中的起始位和数据长度, 将数据的起始位转换成二进制字符串的起始位, 如果是 Motorola 格式则根据转换后的字符串起始位指直接取数据长度对应的字符长度便能得到需要的数据。如果是 Inter 格式只需要将二进制字符串前后顺序颠倒即可。这样使解析报文更加快捷。CAN 报文解析流程图如图 3 所示。

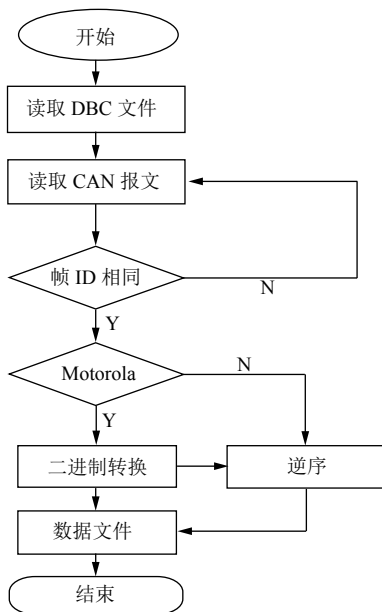


图 3 报文解析流程图

### 3 实例验证

开路电压是电池组评判电池一致性的参数之一, 根据各单体电压的差值大小, 可以判断电池组的一致性优劣, 并且在必要时对电池组进行均衡操作。

实验采用 24 串磷酸铁锂电池组进行充放电实验, 在实验开始之前能够测到各单体电池的开路电压情况,

根据各单体电池开路电压的大小, 可以评估电池组一致性。如图 4 中箱型图所示, 箱型图能够显示一组数据分散情况, 提供了识别异常值的一个标准, 根据 CAN 报文中解析到的单体电池数据可以看到大部分电池均分布在 3200 mV 上下, 有两个电池属于异常值, 需要做进一步处理。其他单体电池一致性相对较好。

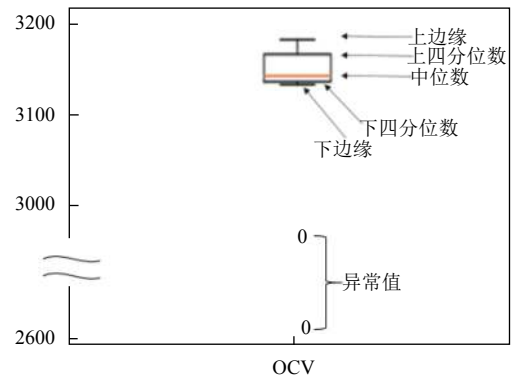


图 4 开路电压箱型图

### 4 结论

本文采用 MCP2515 芯片设计了树莓派扩展板, 能够实现 BMS 的 CAN 报文采集, 并用其采集到的 CAN 报文, 按照格式生成报文文件。根据协议的 DBC 文件, 对采集得到的 CAN 报文进行解析。解析系统将 CAN 报文的数据段转换成二进制字符, 根据 DBC 文件的编码类型, 按 Motorola 格式和 Inter 格式对数据进行翻译, 使得报文解析更加准确快速。同时, 根据 DBC 文件格式统一固定这一特点, 写出了 DBC 文件关键信息的正则表达式匹配模板, 能够任意组合便于筛选报文内容得到需要的信息, 本文所设计的 CAN 报文采集系统只需要把 DBC 文件导入树莓派中即可完成对报文的解析, 操作简单便利, 同时也是便携可移动式的 CAN 报文采集解析系统, 并且在解析后能做简单的计算分析, 对电池的一致性从开路电压等角度做出评估。由于本文是基于树莓派设计的因此在之后的应用中能够进行二次开发, 对解析数据做更深层次的处理, 从更多的方面对电池组的性能做出诊断和预测, 具有重大应用价值。

### 致谢

感谢企业导师郑小鹿教授在本文工作中技术上的指导,

研究过程中的支持和帮助!

### 参考文献

- 1 黄赛杰, 徐敏, 郑小鹿, 等. 动力电池充放电检测系统的设计与实现. 储能科学与技术, 2019, 8(1): 146–154. [doi: 10.12028/j.issn.2095-4239.2018.0119]
- 2 江永聪. 基于 DBC 的汽车 CAN 报文远程采集与分析系统设计. 电子技术与软件工程, 2014, (14): 203–204.
- 3 陈琪晟. 基于 DSP 的 CAN 总线通信程序. 铁路通信信号工程技术, 2015, 12(2): 43–48. [doi: 10.3969/j.issn.1673-4440.2015.02.012]
- 4 马喜平. 基于 CAN 总线汽车制动蹄片磨损传感器的研究 [硕士学位论文]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2006.
- 5 张军. 基于 CANoe 软件的电动汽车 CAN 总线测试系统的研究. 传动技术, 2012, 26(3): 10–13, 42. [doi: 10.3969/j.issn.1006-8244.2012.03.002]
- 6 Davis RI, Burns A, Bril RJ, *et al.* Controller Area Network (CAN) schedulability analysis: Refuted, revisited and revised. Real-Time Systems, 2007, 35(3): 239–272. [doi: 10.1007/s11241-007-9012-7]

## 欢迎关注“中国计算机期刊网”+“智刊IT”

“中国计算机期刊网”是中国科学院软件研究所主办,《软件学报》编辑部承办,计算机领域科技期刊群集公益平台。旨在集合中国计算机类学术期刊资源,在这里您可以阅读优秀科技论文,获取最新会议期刊征文信息,知晓期刊官方消息,紧跟研究发展热点。平台通过各种形式展示、提高各期刊文章显示度,同时为计算机学术交流做贡献,为计算机领域研究人员服务。

为方便广大科研人员通过移动设备浏览信息,设置唯一微信公众订阅号“智刊IT”。定期发布计算机、软件、信息科学研究领域最新消息,致力于整合领域期刊资源,最新优秀论文导读,热点资讯新闻共享,服务IT科研人员。

欢迎您访问“中国计算机期刊网”,关注“智刊IT”微信!

网 址: [www.computerjournals.net](http://www.computerjournals.net)

电子邮箱: [cj\\_mail@iscas.ac.cn](mailto:cj_mail@iscas.ac.cn)

服务微信: 中国计算机期刊网 (ComputerJournals)

微 信: 智刊IT (zhikan-it)

