

Application and Case Analysis of Event Data Recorder

Wenjun Liao^{1,2}, Feng Liu³, Pingfei Li^{1,2}, Jianjun Yang^{1,2}

¹School of Transportation & Automotive, Xihua University, Chengdu Sichuan

²Xihua Jiaotong Forensic Center, Chengdu Sichuan

³Chengdu Research Institute of WM Motor, Chengdu Sichuan

Email: xhlpf12@qq.com

Received: Feb. 13th, 2020; accepted: Feb. 29th, 2020; published: Mar. 6th, 2020

Abstract

The paper reviews the development of automobile Event Data Recorder (EDR) and introduces EDR laws and regulations abroad (49 CFR Part 563), meanwhile it outlines data retrieval methods and expounds EDR data's application in traffic accident investigation and accident reconstruction. Finally, it makes an in-depth study of a real traffic accident from National Automobile Accident In-Depth Investigation System (NAIS) based on EDR data and video. The result shows that the EDR data is highly consistent with the video recording information.

Keywords

EDR, Data Retrieval, Accident Investigation, NAIS

汽车事件数据记录仪应用与案例分析

廖文俊^{1,2}, 刘 峰³, 李平飞^{1,2}, 杨建军^{1,2}

¹西华大学汽车与交通学院, 四川 成都

²四川西华交通司法鉴定中心, 四川 成都

³晖马中欧汽车科技成都有限公司, 四川 成都

Email: xhlpf12@qq.com

收稿日期: 2020年2月13日; 录用日期: 2020年2月29日; 发布日期: 2020年3月6日

摘 要

本文对汽车事件数据记录仪(Event Data Recorder, EDR)发展进行回顾并介绍了国外EDR法规(49 CFR

Part 563), 对EDR数据检索方法进行概述同时介绍了EDR数据在交通事故调查与事故重建中的应用, 最后利用EDR数据及视频对一起来自国家车辆事故深度调查体系(National Automobile Accident In-Depth Investigation System, NAIS)的真实交通事故案例进行了分析。结果表明, EDR数据与根据视频计算的车速具有高度一致性。

关键词

EDR, 数据检索, 事故调查, NAIS

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

数据记录仪能够自动记录设备运行的数据, 在交通运输业已经存在半个多世纪。有资料显示, 飞行数据记录仪(Flight Data Recorder)俗称“黑匣子”, 首次在 1953 年运用在航天航空业[1]。汽车事件数据记录仪(Event Data Recorder, EDR)是汽车研究者借鉴黑匣子技术运用在汽车产品上的设备。

20 世纪 70 年代安全气囊问世, 出于安全性的考虑, 美国法规要求乘用车安装气囊。美国国家交通安全局(National Transportation Safety Board, NTSB)建议汽车生产商与美国国家公路安全管理局(National Highway Traffic Safety Administration, NHTSA)合作, 利用传感器与记录设备收集发生交通事故的信息。1974 年通用汽车部分车型已经能够收集导致气囊展开的碰撞数据, 称为“气囊展开事件(deployment events)”, 某些系统同时也收集了未能导致气囊展开的碰撞数据, 称为“接近气囊展开事件(near-deployment events)”。

1990 年, 通用汽车公司开始利用诊断能量控制模块(Diagnostic Energy Reserve Module)记录安全气囊系统数据。到 1994 年, 通用汽车公司已经使用感应诊断模块(Sensing and Diagnostic Modules)记录有关交通事故的数据。其中典型的两款车型 SDM-G 与 SDM-R 能够通过维特尼公司(Vetronix)生产的碰撞数据检索系统进行数据检索, 1999 年通用汽车公司成为首个能够记录事故发生前碰撞数据的企业。

EDR 外观是个小盒子, 通常安装在前排座位下或者中控台里面[2]。随着技术逐渐成熟, EDR 通常整合在安全气囊控制模块中[3]。

2. EDR 法规

2006 年 NHSTA 估计美国 64% 的新型车辆都已经安装 EDR [4], 但 EDR 收集的数据并没有进行规范。2006 年 8 月, NHSTA 发布了 49 CFR Part 563 强制标准规范, 并规定最终的生效时间为 2012 年 9 月 1 日。49 CFR Part 563 对 EDR 给出了定义[5], “EDR 是安装在机动车的装置或功能, 在短时间内和非常有限的情况下记录关于车辆系统状态和操作的信息, 主要用于碰撞后安全系统性能的评估”, EDR 并不会记录视频与语音信息。

49CFR Part 563 强制标准规范包括 EDR 收集的数据采集范围、数据格式、EDR 数据可读性、EDR 数据检索工具以及 EDR 安装声明五个部分。

1) 规范要求自愿安装的 EDR 必须记录指定的 15 个数据: 纵向 ΔV 、最大纵向 ΔV 、产生最大纵向 ΔV 的时间、车辆车速、发动机节气门开度、车辆制动状态、碰撞时点火次数、读取数据时点火次数、驾驶

员安全带使用情况、正面安全气囊警示灯(开/关)、驾驶员侧安全气囊展开时间(第一级)、右前侧安全气囊展开时间(第一级)、事件次数(1/2)、事件 1 到 2 的时间、完整记录(是/否)。若 EDR 能够记录额外的数据,如横向加速度、横向 ΔV 、最大横向 ΔV 、转向输入等总计 30 项数据,则必须把记录的数据保存到 EDR 中。

2) 为保证不同厂家生产的 EDR 记录的数据具有一致性,数据的精度、样本率、单位、分辨率、范围、记录的时间等都做了严格的要求,如纵向 ΔV 的范围 ± 100 km/h,精度为 10%,分辨率为 1 km/h,产生最大纵向 ΔV 的时间范围 0~300 ms 或事故车停止时刻(选取时间较短的一个),精度为 3 ms,分辨率为 2.5 ms。此外,规范还要求对于气囊展开的事件,EDR 必须记录该次事件的数据。

3) 为保证 EDR 能够准确记录每次事件的数据,发生事故后 EDR 不被破坏,各厂家生产的 EDR 必须通过 FMVSS NO. 208 和 FMVSS NO. 214 两项测试。

4) 为能保证 EDR 数据的成功读取,汽车生产商必须在安装 EDR 后三个月之内自行或授予第三方企业发布检索 EDR 数据的工具。

5) 法规要求安装有 EDR 的车辆,其车辆生产商必须在用户使用手册中加入标准声明,阐明该车辆配备了 EDR 并简述其目的。

3. EDR 数据检索

EDR 能够记录事故前、事故中、事故后车辆运行状态的信息,对事故重建和车辆先进安全系统的开发都具有重要意义。车辆在运行过程中,EDR 内存缓存区会以规定的时间间隔不断地记录车辆的运行参数,并将后一时间段的数据不断的覆盖前一段时间的数据。发生事故时,若碰撞减速度超过算法规定的阈值,安全气囊展开的同时事故数据将会被记录并冻结在 EDR 中,这部分数据不会被擦除、更改或覆写。对于“接近气囊展开事件”,记录数据通常会在发动机启动 250 次后被清除[6]。

EDR 原始数据以 16 进制保存,必须通过主机厂或者授权第三方提供的专用软件才能解析。90 年代末,通用汽车公司与维特尼合作研发 EDR 数据读取工具,未与维特尼公司合作的厂商通过自己设计的专有设备从安全气囊模块读取数据,甚至部分 EDR 需要拆下寄回原厂进行数据读取。2000 年 3 月,维特尼公司发布了第一款商用的事故数据检索(Crash Data Retrieval, CDR)系统,允许用户下载 EDR 数据。后来博世公司收购维特尼公司后继续开展 EDR 的业务,通过不断地与各厂商达成协议,持续扩大 CDR 的研究与应用,目前 CDR 已经成为最广泛的 EDR 数据读取系统。截至 2018 年 7 月,CDR 软件版本已更新至 17.8,中国市场可以读取数据的车辆品牌如表 1 所示[7],覆盖的车辆品牌及车型逐渐增多。

Table 1. CDR V17.7 covered vehicle brand in China (Chinese market)

表 1. CDR V17.7 版本覆盖车辆品牌(中国市场)

车辆品牌			
Audi	Buick	Cadillac	Chevrolet
Dodge	Fiat	Jeep	Lexus
Chrysler	Toyota	Volvo	

CDR 系统包括硬件和软件两部分,提供两种方式连接到 EDR。第一类是通过 OBD-II (On-Board Diagnostics)或诊断数据接口(Data Link Connector, DLC),第二类是直接 EDR 连接。使用 OBD-II 或 DLC 连接方式过程中需要接通电源,由于 EDR 通常位于车内难以接触的位置,其次与 EDR 的连接需要有特制的电缆,故这种连接方式使用较为广泛,当汽车电源失效或第一种方式无法连接时才采用第二种方法。CDR 与 EDR 的连接如图 1 所示。

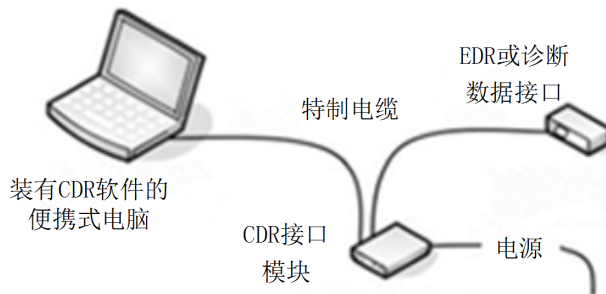


Figure 1. Establishment of data retrieval system
图 1. 数据检索系统的建立

4. EDR 数据应用

4.1. 基本分析流程

在真实的碰撞事故中，EDR 数据的使用需结合人、车、路等多方面条件进行。在 EDR 中记录的数据可能与事件真实情况有所差异，相关专业人员需结合与事故所有相关的信息做出准确的分析判断，如 EDR 中记录的数据是否与本次事件相关，EDR 中事故时间或多次碰撞事件的时间间隔是否与本次事件吻合，EDR 中记录的 ΔV (方向、幅值)与车辆的碰撞部位、损坏程度是否符合等，通过分析对比理解 EDR 数据与事件自身信息的一致性与差异性。EDR 数据应用分析基本流程如图 2 所示。

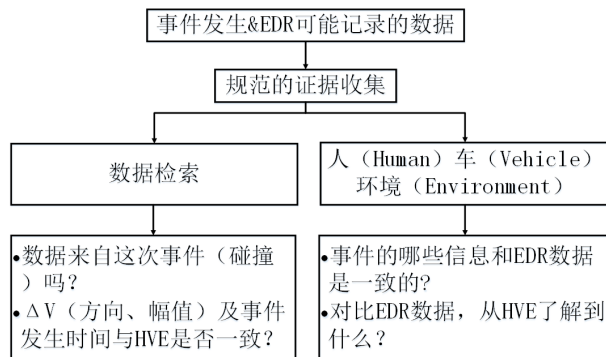


Figure 2. Basic process of data analysis
图 2. EDR 数据分析基本流程

4.2. EDR 数据在事故调查中的应用

EDR 记录的数据不仅在汽车安全设计行业受到重视，在交通管理部门、司法鉴定等行业同样备受关注。EDR 数据对于事故原因的分析、事故发生过程的还原、事故责任的判定等方面都能给相关的专业人员提供巨大的帮助。如利用 EDR 数据中发生故事时的点火次数与读取数据时的点火次数，结合车辆使用频率等条件推断事故发生的大致日期；利用 EDR 记录的数据判断是否发生事故和存在骗保的现象；利用 EDR 记录的车速数据判断事故车辆是否存在超速的情况；此外，高级自动碰撞通知系统(Advanced Automatic Crash Systems)也可以使用 EDR 中记录的 ΔV 帮助应急小组评估碰撞严重程度，并在到达事故现场前确定相应的应急救援等级。在美国，EDR 数据在法庭上使用必须通过著名的 Daubert 和 Frye 两项测试。EDR 数据作为法庭证据首次在 2002 年一起卡罗拉事故中被采用[8]，此后许多刑事和民事案件都采用 EDR 证据。虽然 EDR 数据能够提供直观的证据，但必须结合事故现场具体情况，在专业人员的解读下使用。在我国发售的大部分车型都安装有 EDR，但我国关于 EDR 的标准目前还未实施，同时相关的专业人员偏

少,这是 EDR 数据在我国各行业广泛使用的最大障碍,随着相关标准的发布和实施,这一情况将会好转。

4.3. EDR 数据在交通事故重建的应用

传统的事故重建一般是根据事故参与者及目击证人的口供、视频、事故痕迹等进行,很多情况下这些资料并不完整,重建的结果通常缺少直接的证据支撑。EDR 能够记录事故发生前 5 秒的车辆行驶速度,国外研究人员对 EDR 记录的车速进行了验证。TAKUBO 等[9]对车辆碰撞方式进行测试,结果显示 EDR 的碰撞前速度非常准确可靠,EDR 记录值和参考速度之间的平均误差为 4.2%。NIEHOFF [10]等研究了 37 例正面碰撞,结果显示 EDR 能够准确的记录车辆碰撞,碰撞测试车速与 EDR 记录的碰撞车速两者间的差值均小于 1.6 km/h,其平均误差约为 1.1%。TSOI [11]等对 2012 年款的福特、本田、沃尔沃等多款车型进行了总共 41 例正面碰撞,结果显示碰撞测试车速与 EDR 记录的碰撞车速十分接近,其平均差值为 0.58 km/h。此外,EDR 记录的转向角信息、安全带使用情况、加速踏板信息、制动踏板等信息都能为传统的事故重建提供数据支撑。

5. 案例分析

以下通过一个交通事故案例来说明利用 EDR 数据进行交通事故分析的流程,并通过与视频计算车速结果的比较说明 EDR 数据记录的准确性,以说明 EDR 数据应用于交通事故分析的可行性。

据来自国家车辆事故深度调查体系(National Automobile Accident In-depth Investigation System, NAIS)案例:2017 年某月某日某时,一辆轿车在成都市某路段,从停止状态起步加速逆向行驶与其他处于停止的车辆发生碰撞,短暂停车后又起步碰撞多辆汽车后继续行驶,又与同向行驶的一辆汽车发生较严重碰撞,最终车辆停止。

车辆损坏情况如图 3、图 4 所示,车辆右前部撞损,左前悬架损坏,安全气囊点爆,前保险杠横梁左侧变形,前翼子板变形等,从车辆损坏部位及程度,可判断车辆发生过多次碰撞。将轿车的安全气囊控制模块提取带回实验室,利用 CDR 工具检索 EDR 数据(图 5)。同时,天网监控完整记录了轿车发生多次碰撞的事故过程,如图 6(部分视频的画面)。将 EDR 记录的部分数据与视频信息进行对比,如表 2 所示。



Figure 3. Damage to the right front
图 3. 轿车右前部损坏情况

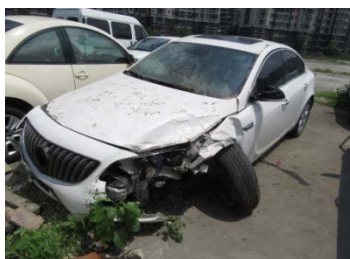


Figure 4. Damage to the left front
图 4. 轿车左前部损坏情况

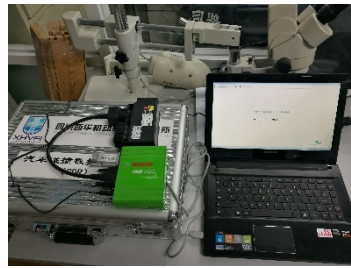


Figure 5. Data retrieval
图 5. 数据检索



Figure 6. Video recording; (a) Before the first collision; (b) Starting after the second collision; (c) The third collision
图 6. 监控视频记录; (a) 第一次碰撞前; (b) 第二次碰撞后起步行驶; (c) 第三次碰撞

Table 2. Comparison of EDR data and video information
表 2. EDR 数据与视频信息比较

类别	碰撞次数 (次)	第1次与第2次 碰撞时间间隔 (秒)	第2次与第3次 碰撞时间间隔 (秒)	第1次碰撞前1 s车速 (km/h)	第2次碰撞前 0.5 s车速 (km/h)	第3次碰撞 前1 s车速 (km/h)
EDR数据	3	47.13	42.6	43	13	93
视频信息	3	≈47	≈42	≈44	低速移动	≈91

由表 2 可以看出, EDR 记录了 3 次事件(碰撞), 3 次事件(碰撞)的时间间隔及车辆速度等信息均与视频信息高度吻合。EDR 记录车辆在第 1 次碰撞前 5 s 至 1 s 之间未采取制动措施, 加速踏板处于一定开度状态, 碰撞前 5 s 至 0.5 s 之间的车辆行驶速度为 12~48 km/h, 车辆处于加速状态; 与视频记录车辆起步加速过程中与停止车辆发生碰撞相吻合。EDR 记录车辆在第 2 次碰撞前 4.5 s 至 0.5 s 未采取制动措施, 加速踏板处于 99%开度状态, 碰撞前 5 s 至 3 s 的车辆行驶速度均为 0 km/h, 处于停止状态, 碰撞前 2.5 s 至 1.5 s 的行驶速度均为 1 km/h, 碰撞前 1 s 至 0.5 s 的行驶速度为 13~14 km/h; 视频记录车辆第一次碰撞后停止一段时间后又起步, 但车辆前方被停止的车辆阻挡, 车辆撞开阻挡的车辆后加速行驶; EDR 记录数据与视频记录信息吻合。EDR 记录车辆在第 3 次碰撞前 5 s 时间内未采取制动措施, 加速踏板处于一定开度状态, 碰撞前 5 s 至 0.5 s 的车辆行驶速度为 86~93 km/h, 且行驶速度呈逐渐增加的趋势, ΔV 最大值为 33 km/h; 视频记录车辆在持续加速过程中左前部碰撞同向行驶的车辆, 车辆左前部变形损坏严重, 视频记录的车辆速度、车辆损坏情况与 EDR 记录的速度及变化情况、 ΔV 相吻合。

6. 结论

- 1) 本文研究建立了 EDR 数据在交通事故分析中的基本流程, 研究了 EDR 数据在交通事故调查与事

故重建中的应用，并将其应用于一起交通事故分析。

2) 通过交通事故中 EDR 数据与视频记录信息的比对分析，说明 EDR 所记录的速度具有较高的准确性，可以应用于交通事故调查与事故重建。

3) 下一步可通过更多的案例对 EDR 数据进行误差及其影响因素分析，以更好指导分析人员。

参考文献

- [1] Grossi, D.R. (1999) Aviation Recorder Overview. Proceedings from the International Symposium on Transportation Recorders, Arlington, Virginia, 3-5 May 1999, 153-164. <https://trid.trb.org/view/843820>
- [2] Gabler, H., Gabauer, D., Newell, H., *et al.* (2004) Use of Event Data Recorder (EDR) Technology for Highway Crash Data Analysis. Transportation Research Board, NCHRP Project 17-24, Washington DC, p. 99. http://www.sbes.vt.edu/gabler/publications/Reports/nchrp_w75.pdf
- [3] Rosenbluth, W. (2009) Black Box Data from Accident Vehicles. ASTM International, West Conshohocken, PA, p. 1.
- [4] Hinch, J. (2006) Summary of NHTSA Rulemaking on Event Data Recorders. In: Gabler, *et al.*, Eds., 49 CFR Part 563, Event Data Recorders: A Decade of Innovation, p. 454.
- [5] National Highway Traffic Safety Administration (2006) Final Rule Event Data Recorders. 49 CFR Part 563, Docket No. NHTSA-2006-25666.
- [6] Chichester, A., Hinch, J., Mercer, T., *et al.* (2008) Recording Automotive Crash Event Data. In: Gabler, H.C., Hinch, J. and Steiner, J., Eds., *Event Data Recorders: A Decade of Innovation*, Vol. PT-139, SAE International, Warrendale, PA, p. 11.
- [7] <https://www.boschdiagnostics.com/>.
- [8] Harris Technical Services, EDR Case Law, Port St. Lucie, Florida. <http://harristechnical.com/>
- [9] Takubo, N., Oga, R., Kato, K., *et al.* (2010) Evaluation of Event Data Recorder Based on Crash Tests. *Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt)*, **77**, 14.
- [10] Niehoff, P., Gabler, H.C., Brophy, J., *et al.* (2005) Evaluation of Event Data Recorders in Full Systems Crash Tests. *19th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles (ESV)*, Washington DC, 6-9 June 2005, p. 16.
- [11] Tsoi, A., Hinch, J., Ruth, R. and Gabler, H. (2013) Validation of Event Data Recorders in High Severity Full-Frontal Crash Tests. *SAE International Journal of Transportation Safety*, **1**, 76-99. <https://doi.org/10.4271/2013-01-1265>