

《《《 CRH高速动车组技术

原理与趣谈

Basic Principles and Interesting Discussions
of CRH High Speed Trains

陈振虹 著 《《《

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

CRH 高速动车组技术原理与趣谈

Basic Principles and Interesting Discussions of CRH High Speed Trains

陈振虹 著

中国铁道出版社

2013年·北京

内 容 简 介

本书以科普趣味的写法,循序渐进地引导读者成体系地掌握 CRH 高速动车组各系统最重要的基础原理,对现场具有较强的针对性及指导意义。

本书可作为大中专院校毕业生入路培训教材,可供动车组相关设计生产单位、运营维护单位特别是动车组运用及高级修相关部门的技术和管理人员参考,对机务、电务、供电等各专业的相关人员也有一定的参考价值,同时也非常适合于对高速动车组感兴趣的人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

CRH 高速动车组技术原理与趣谈/陈振虹著. —北京:
中国铁道出版社,2013. 4
ISBN 978-7-113-16291-7

I. ①C… II. ①陈… III. ①高速列车—动车 IV. ①U266

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 057319 号

书 名: CRH 高速动车组技术原理与趣谈
作 者: 陈振虹

责任编辑:许士杰 编辑部电话:(010)51873204 电子信箱:syxu99@163.com
编辑助理:宋 薇
版式设计:邓 洁
责任印制:陆 宁

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)
网 址: <http://www.tdpress.com>
印 刷:中国铁道出版社印刷厂
版 本:2013年6月第1版 2013年6月第1次印刷
开 本:720 mm × 1 000 mm 1/16 印张:17.5 字数:320 千
印 数:1~4 000 册
书 号:ISBN 978-7-113-16291-7
定 价:68.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社读者服务部联系调换。
电 话:市电(010)51873170 路电(021)73170(发行部)
打击盗版举报电话:市电(010)63549504 路电(021)73187

出版寄语

读完它我们发现高速动车组技术并没有想象的那么难。不过是个门槛,跨过去,世界在里面。

愿此书点燃更多人钻研技术的热情。

许晓峰(广铁集团公司广州动车段广州东运用所所长、高级工程师)

这是一本介绍动车组技术基本知识的好教材,我在阅读的同时,想起了另一本书,那就是北京交通大学杨中平编写的《漫话高速列车》。这二本书的侧重点不一样,杨教授的书,从理论方面,用一种通俗易懂的表达方式,介绍了高速列车的一些基本知识。而振虹的这本教材,则更多地从他个人对动车组理解角度,来说明动车组技术上的一点难点。特别是在介绍变流技术这种比较复杂的技术上,使用“陈氏理论”的风格更明显,对于一般刚接触这方面知识的人,在理解上更容易接受些。

整本书的内容相当丰富,从轨道交通机理,到交直交技术,从动车组各大系统,到动车组检修维护。对于刚刚从事动车组检修运用工作的新同志,这本教材是一个很好的入门级读物,虽然某些知识点比较深,还需要一些辅助的参考教程。

这本教材里面倾注了振虹太多的心得和体会,也处处体现了振虹是一个有心人。在第三章为了更加简洁地介绍交直交技术,居然用了他在2009年担当随车机械师期间在深北公寓卫生间拍到的照片,来诠释他想要表达的电源品质的控制技术。与此同时,还用了许多他自己搜集的图片,让人一看就明白,如对动车组安全回路的介绍,相当简明扼要。

我想,从事动车组检修运用的同志很多很多,可是像振虹这样专注的,真的不多。希望通过这本小教材,让更多的同志,参与到独立思考上来,只有这样,我们的动车事业,才会蓬勃发展。

叶丹(上海铁路局车辆处副处长)

本书深入浅出、化繁为简、层层递进,让人不知不觉中掌握动车组的专业知识。本书降低了动车组知识的进入门槛,为以后动车组知识的提高提供了夯实的基础。本人推荐此书。

温凯华(广铁集团公司调度所车辆调度室调度)

书中既有大量的动车组设计理念,又有详细的动车组系统描述,由点及面,重点突出。愿本书真正成为引领动车组技术攻关、启迪动车组设计创新、发掘真正“动车人”的一块极具分量的敲门砖。

伍高飞(广铁集团公司车辆处动车科工程师)

动车组凭什么跑这么快,安全不?制动系统的图纸,总是串联不起来,两股战战几欲先走?交—直—交变流系统中支撑电容暗藏的玄机竟然就躲在洗澡和冲厕的过程中!友情提示:读本书之前,请做好大腿防护,茅塞顿开时会红肿。

该书能在现场实践的第一手资料基础上,成体系地诠释动车组,做动车组维护6年,第一次发现动车组体系如此通透,非常幸运能拜读此书,感谢作者的辛勤思考和付出!

何东(上海铁路局动车客车段技术科工程师)

This book required a lot of work and I can see that you have done this book with enthusiasm and attention to details.

For all new colleagues and for all experienced colleagues who work today or in the future with the high – speed trains, this book will be helpful and informative.

I'm enthusiastic and full of respect for the service rendered by you.

Nico Pooch(西门子 CRH3 售后服务专家)

通读此书,有一种犹如在现场听教师讲学的感觉。没有高深莫测的理论,没有矫揉造作的辞藻,一切均是那么自然贴切。深入浅出、通俗易懂,贴近现场实际是本书最大的特点。

丁阳春(广铁集团公司广州动车段设备车间主任、高级工程师)

此书对我国 CRH 高速动车组进行了全方位的剖析,针对动车组的技术疑点、难点给予了正面的解读并阐述了其基本原理,是一本动车初学者及对动车组感兴趣读者的必备材料。

邵振东(西门子中国售后工程师)

作者通过从事动车组检修、乘务及动车组技术管理工作,在学习了大量动车组及相关技术资料的基础上,从运用角度通俗概述了 CRH1、2、3、5 型动车组基本原理、功能,还涉及到了铁路供电、轨道电路、通信信号等方面;对了解我国高速列车的发展概况及各车型特点,提供了一个窗口。

于延尊(南车四方股份高级主任工艺师)

很高興有本闡述 CRH 動車組技術方面的書籍,此書由淺而深的剖述,很適合入行或在職或愛好 CRH 的人士參考。

個人非常喜歡這一本書,值得推薦。

翁国树(中国台湾、西门子中国售后工程师)

我从来没有想到介绍动车组科学的书籍可以如此生动有趣,是一本很好的科普读物。

付瑞瑜(泉州师范学院数学讲师)

此书对我国 CRH 高速动车组的机械结构共通点以及转向架等重要部位进行详细且深入的阐述。同时,重点介绍了 CRH 高速动车组的驱动技术,以及车内重要设备的基本原理。对初学者以及想进一步了解动车技术的读者有重要的指导意义。

林均华(西门子中国售后工程师)

2011 年下半年,振虹聊天时谈起,在写一本关于高速动车组技术入门的书,大家很惊讶,但又觉得理应如此,因为新入职从事动车组运用检修工作人员在迅速增加,但大多数人对动车组整体系统缺乏全面了解,现有的教材要么太学院,要么太单一,在现场工作的人员学习起来往往事倍功半。如果有一本涉及动车组各系统与接口关系的通俗易懂的教材,无疑对基层人员对技术的全面掌握有着极大的好处。振虹能在繁忙的工作之余静下心来,总结经验,并花费大量的个人精力写这样一本书,让

人十分敬佩,如果没有对动车技术的热爱和服务现场的精神,一般人恐怕是无法做到这一点的。2012年振虹出了初稿后请大家提意见,我只想说这本书正是我原先想象的样子,振虹正是做了很多人想到但是没有做到的事情,如果在我2003年开始学习动车技术的时候,就有这样一本书,无疑是一件让人感到幸福的事情。

罗果(广铁集团公司调度所车辆调度主任)

本书图文并茂、言简意赅,是深入了解动车组的好书。用心去畅读,你可以有很大的收获。

陈美宪(广铁集团公司广州动车段检修车间主任、高级工程师)

该书是一位内心酷爱动车组的年轻技术人员,梳理他5年来动车组运营维护工作的专业思考与心得,内容涉及初学动车组可能遇到的难以理解的名词概念、系统结构、工作原理与维护理念等,图文并茂、例子生动、疑问引导、层层深入、科普易懂、荐与共享。

(应要求不标注评书人信息)

用时下流行的说法,这是一本“接地气儿”的作品。振虹把六年来一线工作的心血凝结成一本描述我国主流动车组的较为综合并紧密联系实际著作。此书站在一线人员的角度,把整车各系统的设计概念、基本原理以及应用情况连贯有机地结合在一起。对一线人员、高校、科研院所以及铁路迷们全面系统地了解动车提供一扇窗口。更重要的是,作为与作者同龄同行的挚友,每每翻开此书,我读到的还有振虹夜以继日在一线的奉献,还有我们这一代铁路人的智慧与志气。强烈推荐,并向作者致敬!

赵春光(铁道科学研究院机车车辆研究所助理研究员)

注:以上按时间顺序排列。

前 言

随着我国高速铁路事业的迅猛发展,CRH 动车组以风一般的速度飞入了我们的生活。对于这种先进的高速列车,你是否和我一样都充满了好奇,想要多了解一下它们呢?那么这本书是一个很好的选择。

虽然讨论的是动车组比较专业的问题,但是在讲解思路、技术概念图的设计方面有独到之处,高中文化水平就能够看懂里面绝大多数的内容了。作为例子,读者可以先看看本书中大家比较熟悉的空调制冷原理的讲解方式。让非专业的读者也能够看得懂基础的专业问题,这样读者才能真正体会高速动车组的一些东西。书中对动车组各系统基本原理的讨论除了可以扩展到地铁等其他轨道交通系统外,有的内容还可以迁移到其他行业中去。希望跟一般的科普图书相比,本书能留给读者的东西更多一些。

从我走出校门从事动车组运用检修工作到现在,各种动车组相关的书已有很多了,但从新人的角度来编写,循序渐进地引导读者知其然知其所以然的书、框架上满足运用检修现场基本需求的书真的太少了。所以当年我们学习动车组技术时难度很大,各种杂乱的中外文资料又不容易看懂,当时特别渴望有这样的入门书。

本书从萌芽到定稿,历时 5 年。我从动车组空调滤网更换、电气柜除尘作业开始,到厕所真空膜更换;从库内检修到线上随车机械师工作;从一线作业到技术管理;从跑腿领料到带队包车检修;从应急指挥到重大运用故障调查分析,经历了很多个通宵达旦的工作与思考,研读了大量中外文资料和图纸,积累下来一点一滴有用的东西。在经历了多种不同技术体系车型,熟悉了各个系统的整体情况以后,以一个全局的角度俯视动车组各个系统,再把这些东西写出来,会有一些有趣的东西出现。所以书中内容对我国后续设计生产的 CRH380C、CRH380D、CRH6A/F、CRH3A 等新型动车组也有一定的参考价值。

动车组所涉及的知识面非常广,本书专注于我国 CRH 高速动车组技术,着重阐述物理概念与设备的动作机理,不侧重工艺和设计计算。我们讨论各系统是如何动

作的,最后系统间如何连成一片的,基本上形成整个大系统的骨架,其他的细节知识比如上千页的电路图则在此基础上结合实践学,水到渠成。写入书中的内容都是那些系统分析诊断最基础、最重要的知识,现场动手处理过动车组故障的人们一定对此感触很深。培养独立思考的精神比单纯的说教重要,本书讨论大量的“为什么”,让读者真正思考一些东西,力争能使读者对于动车组大部分的问题,具有一定的独立分析判断能力。此外,书中还融入了与外方专家接触过程中体会到的一些新东西。

所以对有志于投身高铁工作的新人们来说,这是一本应该先看的书。可能还有一些朋友已有很高的理论功底或者已在从事动车组某个系统的设计了,书中来自现场的一些东西仍然有很多地方值得一看。我们会经常碰到有很多老动车人有很丰富的经验,但对个别系统又掌握得特别差,本书对理顺这些系统可起到立竿见影的效果。了解各系统的基本原理,才能减少故障处理和故障应急指挥的盲目性。

为了让更多的读者看懂书中的内容,我下了很大的力气制作技术概念图,整本书相对第一稿已“面目全非”。尽管写书的工作非常辛苦,令人欣慰的是本书草稿本在现场一连两起动车组疑难故障的分析中已被研读、引用,这些使得我不敢怠慢,因为这是一件有意义的工作,能够对实际工作起到一点帮助作用。

在成书过程中,深感探讨越多,我们的认识越肤浅。随着对动车组研究的深入,书中一定会有些认识不够甚至是错的,欢迎大家批评指正,邮箱 deardogpp@126.com。

尽管是科普图书,但里面饱含着满满的思考,还是需要读者下一番功夫。我在书籍版式设计中引入了高铁站台的创意,希望大家旅途愉快,一览沿途风光,不虚此行,必要时可再乘一个往返。

陈振虹

2013.3.16 于广州动车段

目 录

第 1 章 轨道交通系统整体机械运动原理	1
1.1 轨道交通系统的引入	2
1.2 轨道交通车辆结构对轨道的自动适应性	3
1.3 范围限定式解耦的具体实现	5
1.3.1 CRH 动车组转向架概况及其部件	5
1.3.2 垂向弹簧和减振的引入	9
1.3.3 防撞击与脱离	10
1.3.4 解耦以后带来的问题	13
1.3.5 小结	15
1.4 过曲线向心力的提供与蛇行运动	18
1.4.1 超高与锥形踏面的引入	18
1.4.2 锥形踏面引起的蛇行运动	19
1.4.3 抗蛇行减振	20
1.5 总述	21
第 2 章 动车组动力能量来源	23
2.1 动车组的供电途径	24
2.1.1 受电弓与碳滑板	27
2.1.2 轴承与碳刷	28
2.1.3 钢轨的触电问题	32
2.2 受电弓的机械动作原理	33
2.2.1 基本升弓原理与嵌套四连杆结构	34
2.2.2 自动降弓装置与弓网事故	36
2.2.3 接触式受流系统的局限性	37

2.3 接触网是否是连续的	39
2.3.1 分相的由来	39
2.3.2 高压开关的特殊要求与过分相	40
2.3.3 过分相对动车组受电弓的要求	41
2.3.4 相与相间过渡的实现	42
2.3.5 频繁断电怎么办	44
第3章 动车组电力牵引——“交直交”传动系统	45
3.1 “交直交”是什么意思	45
3.1.1 从一个场景说起	46
3.1.2 如何解决“冲厕”问题	47
3.1.3 应用到动车上	48
3.1.4 无功与谐波	49
3.1.5 其他	50
3.2 动车组与牵引传动系统	51
3.2.1 动车组的概念	51
3.2.2 牵引力分散与制动力分散	53
3.2.3 强势的高压牵引系统	54
第4章 电源变换技术——半导体电子开关	55
4.1 变流技术	55
4.1.1 变流技术变的是什么	55
4.1.2 从交流和直流的区别说起	57
4.2 交直流之间的相互转换	58
4.2.1 交流变直流的物理本质	58
4.2.2 逆变——直流变交流	59
4.2.3 直直变换与交交变换	60
4.2.4 电容和电感元件的应用	61
4.3 半导体技术的发展与电子开关的实现	63
4.3.1 理想的电子开关	63

4.3.2	无触点开关的发展概况	64
4.3.3	电力电子器件使用的两个注意点	66
4.4	变流技术及其在动车组上的应用	67
4.4.1	对无触点开关开启脉冲进行优化的技术	67
4.4.2	动车组交直交传动系统实际电路	68
4.4.3	牵引变流器的重要说明	71
4.4.4	再生制动过程	73
第5章	动车组辅助供电系统与配电	75
5.1	动车组车载设备用电需求与辅助供电系统	75
5.1.1	辅助供电负载	75
5.1.2	辅助供电系统能量由来及其变换	77
5.1.3	辅助供电设备供电控制的基本模式	79
5.1.4	辅助供电系统的布线	82
5.2	辅助供电系统的特殊要求	83
5.2.1	可靠性要求	83
5.2.2	列车启动与直供电设备	84
5.2.3	直流供电系统	85
5.2.4	外接供电	85
第6章	动车组各级电路的接地设置	87
6.1	从触电问题开始	87
6.1.1	火线触电的问题	89
6.1.2	零线为什么要接地	89
6.2	动车组牵引、辅助、直流供电系统整体的接地问题	92
6.2.1	动车组参考零电位点的选择	92
6.2.2	不同电压等级电路的协调问题	92
6.2.3	变压器衰减冲击的功能	93
6.2.4	变压器的应用	94
6.3	保护性接地	95

6.4	动车组接地检测电路	96
6.4.1	高压直流系统	96
6.4.2	低压直流系统	96
6.4.3	三相交流电路	97
6.4.4	CRH2 系列动车组的接地开关	98
6.5	动车组整车电路接地设置汇总	98
第7章 动车组控制网络与诊断系统		101
7.1	控制系统的基本框架	101
7.1.1	传统的接触器控制电路	101
7.1.2	纯粹使用计算机进行控制	103
7.1.3	计算机系统的不稳定性及其处理	104
7.1.4	控制计算机的互联	107
7.2	计算机系统控制设备动作的基本实现模式	110
7.2.1	接口设备	110
7.2.2	网络系统的输入输出单元	111
7.3	动车组诊断系统	112
7.3.1	诊断系统的能力有界	112
7.3.2	车载诊断信息获取的便捷性	113
7.4	网络系统的重要性	118
第8章 动车组制动系统		121
8.1	电制动系统	122
8.2	空气制动系统	123
8.2.1	传统空气制动系统	123
8.2.2	高速列车空气制动系统	125
8.2.3	直接制动气路控制基本原理	127
8.2.4	CRH3 系列动车组控制系统气路整体结构	129
8.3	停放制动	130
8.3.1	停放制动功能	130

8.3.2 停放制动引入带来的麻烦	130
8.4 制动系统其他专题	132
8.4.1 防滑系统	132
8.4.2 紧急制动与常用制动的分级处理	133
8.4.3 供风系统与耗风计算	134
8.4.4 机车拖拽时的制动问题	135
8.4.5 制动系统的一些其他功能	136
8.5 新原理制动系统	136
第9章 列车防超速系统——自动“安全”防护系统	139
9.1 早期人工控车方法	140
9.1.1 闭塞分区	141
9.1.2 车载电话的引入	141
9.2 轨道电路的引入	142
9.2.1 轨道电路的结构	142
9.2.2 牵引回流与信号电流的兼容问题	144
9.3 两种新式无线车地控车信息传输通道	145
9.3.1 轨旁应答器传输	145
9.3.2 GSM-R	146
9.4 列控系统的分级规划及级间的兼容	147
9.5 ATP系统与车辆其他系统的控制接口	150
9.5.1 制动控制与通信	150
9.5.2 过分相与ATP	150
9.5.3 车辆定位信息在故障分析中的应用	152
9.6 动车组驾驶相关问题	152
9.6.1 车辆系统的自动速度调节功能	152
9.6.2 电务设备与司机驾驶台布置	152
第10章 车端连接系统与动车组的连挂	155
10.1 车端连接系统概述	155

10.1.1	头车自动车钩	157
10.1.2	过渡车钩	157
10.1.3	半自动车钩	158
10.1.4	前端导流罩	159
10.1.5	中间车钩及车间连接	161
10.1.6	缓冲器	162
10.2	自动车钩机械连挂原理	162
10.2.1	沙库车钩	163
10.2.2	柴田车钩	167
10.3	导流罩与车钩的通用动作控制模式及手动动作	169
10.3.1	主体结构的驱动及其位置检测	169
10.3.2	运动部件的锁闭及锁闭状态的检测	169
10.3.3	导流罩与车钩的手动动作	170
10.4	风管与电钩的连挂解编动作	173
10.4.1	风管	173
10.4.2	电钩	174
10.4.3	柴田车钩的电钩与风管连接	176
10.5	动车组的连挂解编	177
10.5.1	可见情况	177
10.5.2	实际动作	177
10.5.3	只连挂机械钩的特殊连挂模式	179
10.6	自动车钩存在问题的改进	181
第 11 章 高速列车空调系统		183
11.1	温度调节的基本原理	183
11.1.1	利用物态变化伴随的吸热来降温	183
11.1.2	如何制作常温常压下能自发气化的液体	184
11.1.3	气体液化的实现——冷媒剂的选择	185
11.1.4	雪种的再生与制冷循环	186
11.2	高速列车空调系统	187

11.2.1	车内外热隔离	188
11.2.2	新风、废排和回风的基本概念	189
11.2.3	单元式还是分体式的空调	190
11.2.4	风道设置与温度场、风速场	191
11.2.5	压力波保护系统	193
11.3	动车组空调系统的可靠性	194
11.4	动车组空调系统的改进	195
11.4.1	废排气体的再利用	195
11.4.2	湿度控制	195
第 12 章	外门、旅客信息及给水卫生系统	197
12.1	外门	197
12.1.1	外门的动作及其机构	198
12.1.2	门故障隔离功能的实现	199
12.1.3	CRH2 系列动车组内藏式侧拉门	201
12.1.4	动车组的手动门	201
12.2	旅客信息系统	202
12.2.1	概述	202
12.2.2	定点报站的实现	203
12.2.3	旅客信息系统的重要性	204
12.3	给水卫生系统	204
12.3.1	给水系统及耗水设备的布置	204
12.3.2	集便器	206
12.3.3	厕所系统的网络通信问题及防冻排空	207
第 13 章	动车组车体结构	211
13.1	车体概况	211
13.2	车体流线型设计	213
13.3	底架设备舱的整体结构	215
13.3.1	设备舱概述	215

13.3.2	底架设备吊装的简单概念	216
13.3.3	底架设备的生产组装	217
13.4	“吸能三明治”与压溃管	218
第14章 动车组整车设备布置		221
14.1	描述设备位置的参考系	221
14.1.1	车厢参考系	222
14.1.2	牵引单元参考系	222
14.1.3	列车参考系	222
14.2	设备布置	223
14.2.1	设备在单节车上的布置	223
14.2.2	车厢间的拼接	223
14.2.3	CRH2系列动车组的改进	226
14.2.4	CRH3系列动车组的改进	227
14.2.5	设备布置原则的简单应用	228
第15章 动车组火警等安全相关系统		231
15.1	防火系统	231
15.1.1	防火要求	231
15.1.2	火灾报警系统操作元件的设置	233
15.2	乘客紧急制动	234
15.3	紧急疏散	234
15.4	高压电气设备作业安全防护	236
15.4.1	电气设备作业安全防护	236
15.4.2	高压系统的进一步要求	236
15.4.3	最后一道防线——短接并接地	237
15.4.4	动车组高压设备安全防护互锁系统简介	239
15.4.5	动车组高压锁闭	241
第16章 动车组维护与检修		243
16.1	动车组维护与检修概述	243