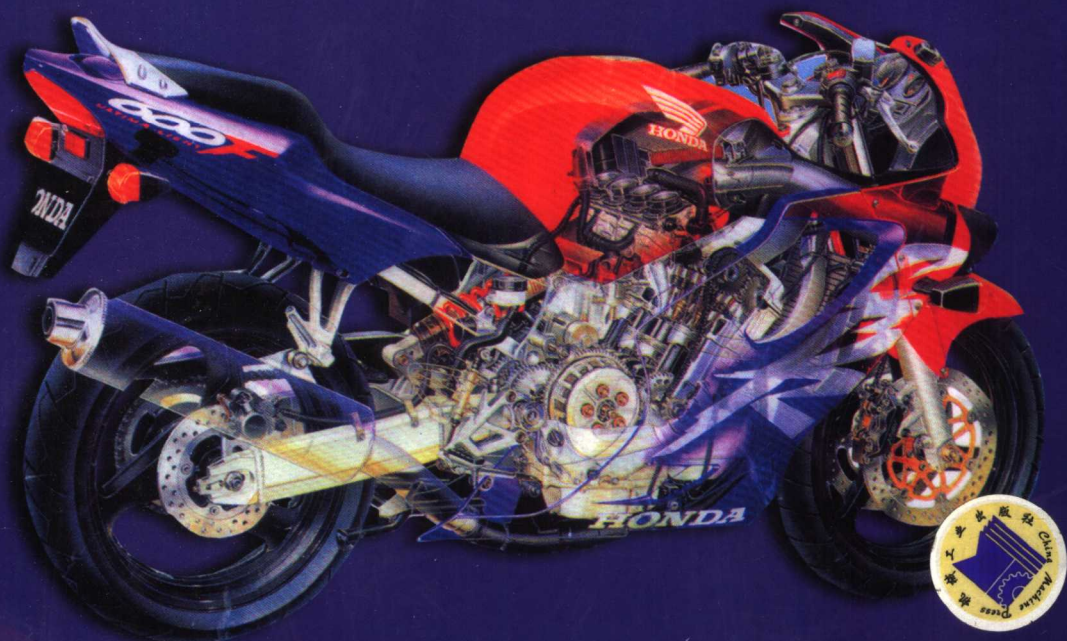


21世纪摩托车初中高级工维修技术丛书

摩托车电控系统 原理与维修 (下)

金浪动力有限公司 王振选 主编



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



21 世纪摩托车初中高级工维修技术丛书

摩托车电控系统 原理与维修（下）

金浪动力有限公司 王振选 主编



机械工业出版社

本书主要讲述了点火系统、电控燃油喷射系统、电控防抱死制动系统和各种综合控制联锁电路等的原理与维修。

本书内容系统、全面,突出实用性、先进性,可用于培训教材或作为考级辅导教材,也适于广大摩托车维修人员自学和实践指导。

图书在版编目(CIP)数据

摩托车电控系统原理与维修(下)/王振选主编.
—北京:机械工业出版社,2006.8
(21世纪摩托车初中高级工维修技术丛书)
ISBN 7-111-19434-9

I. 摩… II. 王… III. ①摩托车-电子系统:控制系统-理论
②摩托车-电子系统:控制系统-车辆修理 IV. U483

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 069648 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:齐福江
责任编辑:齐福江 版式设计:冉晓华 责任校对:魏俊云 张莉娟
封面设计:陈 沛 责任印制:洪汉军
北京京丰印刷厂印刷
2006 年 8 月第 1 版·第 1 次印刷
184mm×260mm·31.25 印张·4 插页·1011 千字
0 001—4 000 册
定价:55.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010) 68326294
编辑热线电话(010) 88379771
封面无防伪标均为盗版

前 言

随着科学技术的发展和摩托车技术水平的提高,对摩托车维修行业人员的理论知识和维修技术的要求也越来越高,尤其是近10年,摩托车技术(如水冷、电喷、防抱死制动、可变排气等)快速发展,采用高新技术的摩托车保有量迅速增加,而大量在职修理人员技术水平不能同步更新、提高,传统的跟着师傅学两年便独立开业的方式,由于师傅常有技术保守,其掌握的技术精华部分根本不传授于徒弟,徒弟自然难得真经,使修理技术走向失传的局面。

虽然我国有众多的摩托车培训学校,有的教师具备了简单的理论知识,但却没有独立开业修车的技术和实践经验,谈不上理论与实践相结合,教师自身在理论与实践之间存在着脱节现象,教出来的学员实践技能可想而知。

有些摩托车学校职称评定把关不严,学习3~6个月,毕业时却能考取“中级工”证书。考题与实际需要相距较远,这样的劣质修理工混入维修行业中,最终是既害社会,又害生产厂家及用户,给维修行业造成很坏的影响。

目前摩托车维修方面较深入的理论和真正实用的资料难求,有关书籍大都是凭理论推导的模拟程序修车,只适用于初级修理工学习期间实习或学徒工使用,理论指导的修车程序和方法与实际相差甚远,更谈不上修理工独立思考和判断能力的培养和提高,因此,造成维修工作失误率高、返工率高。

要想改变现状,就必须从源头抓起,就必须有一套全面的、系统的理论与实践相结合的资料,使教职工、维修工具有较深的理论知识,掌握维修技能,培养独立思考和逻辑分析能力,彻底摆脱“教条修车”和试换零件修车的弊病。作者总结20余年在摩托车维修、教学中磨炼出来的精湛修理技艺、理论知识及教学经验,将其融为一体编写成本套《21世纪摩托车初中高级工维修技术丛书》。

丛书共分为五册:

第一册《摩托车发动机结构原理与维修(上)》

书中制定了严格的初、中、高级工的理论与实践应知应会要求及严格的理论与实践考核试题。由于试题来源于实践,真实性强、内容定位高,是理论与实践相结合的产物。初、中、高各等级工理论与实践考题都是独立的,同时为了防止出现片面性,各等级工的考题均有多份,考生分次考核,最后求出的平均值便是总得分。

制定了摩托车各种维修、保养的要求和操作规程,包括规范的维修程序和维修工艺。同时又制定了“职业道德”、“安全文明”、“交接车”、“维修操作”、“总成大修”等操作规程,强调维修工要端正思想品德和树立安全文明意识,达到扭转不良习惯和改进维修方法的目的。

介绍了目前国内外常见的以及最先进的车型、发动机和技术亮点,使读者首先对摩托车技术现状有一个整体了解,并且可得知全套书所要讲解的全部内容和知识。对单缸和多缸发动机机械部分的各种气缸盖、气缸头、气缸体、曲轴连杆总成、曲轴箱的材料要求、结构、工作原理、装配要求、检测方法、修理方法等初、中、高各等级工的理论和实际操作进行讲解。

第二册《摩托车发动机结构原理与维修(下)》

主要讲述各种配气机构(二冲程、四冲程)、化油器供油系统、电控燃油喷射系统,发动机润滑系统、冷却系统等。

第三册《摩托车传动、制动系统结构原理与维修》

主要讲述各种动力传递机构,初级传动、中间多级减速传动、末级减速传动,机械操纵式、自动轴向离心式、自动径向离心式离合器,有级、无级自动变速器,车辆翻新喷漆、烤漆工艺,机械制动、液压制动、气压制动、联合制动及防抱死制动,各种减振机构等。

第四册《摩托车电控系统原理与维修(上)》

主要讲述电工、电子知识及检修技术,包括发电机、电动机、稳压器、调压器、点火器、照明系统、信号系统、起动系统等。

第五册《摩托车电控系统原理与维修(下)》

主要讲述点火系统、电控燃油喷射系统、电控防抱死制动系统和各种综合控制联锁电路等原理与维修。

丛书有如下特点:

一、技术含量高,知识面广

丛书囊括了单缸、多缸摩托车各大组成部分传统结构、新结构、新技术及新的修理技术,使读者既学到了基本的结构原理,又学到了新技术。例如:各种电控系统、电喷燃油系统、联锁控制方式、机械及电控防抱死系统、天然气摩托车、电动摩托车等。对整车结构中的所有机械零件、总成和电器元件,都从材料性能、技术要求、结构原理、检测及校对、更换与修复、翻新以及旧物利用等方面系统地引导读者建立正确的思维方法。一切以维修质量为准绳,以降低维修成本为目的,在保证质量的前提下,提高修理工的思考和动手能力。

让读者既有维修常见车型的本领,又有维修新车型的理论和实际技能,将自身的理论水平和实际操作技能上升到一个新的层次。

二、理论透彻,通俗易懂

各种理论叙述都配以大量的插图加以详细讲解,做到了讲透、讲彻底。既有各自的独立作用与原理,又有相互配合、相互制约、相互影响的互动关系。只有掌握了这些,才能在故障的检查、分析过程中将理论知识运用自如,才能达到快速、准确排除故障的目的。在实际维修过程中,如果没有系统连贯的理论知识,检查和排除故障将是一句空话,充其量也只能是利用零件的反复更换或者依靠些似懂非懂的经验来排除故障,无法摆脱“换件工”的坏名声。

不论是简单的还是复杂的理论和结构,一切以读者看得懂、学得会为基本要求,以

最简洁、准确的语言来论述。所以,本套书中避免了似是而非的含糊概念和理论。对重要零部件都配以故障实例进行系统、详细的分析,使读者读得懂,学得会,易掌握,易效仿。

三、经验介绍多,故障分析透彻

在各有关章节中都列举了经验介绍和实例分析,将作者 20 余年精心积累的丰富实践、教学经验、检测经验全方位地展现给读者,让读者很快地掌握和运用,以便提高维修技能和经济效益。在故障实例中,正确地引导读者运用理论知识去分析、判断、解决故障。强调不要只注意故障的表面现象,要对故障的直观现象进行综合性的理论和逻辑推导分析,让读者知其然更知其所以然。消除盲目性、冲动性以及试换法的不良维修习惯所带来的后果。同时利用对比手法,对故障的直观现象进行排查,力求实现准确、快速和经济的维修原则。在故障的检查和隔离分段时,排查点选择准确合理,力求使读者学到快速、准确检查和判断故障的方法,并且列举了不同的检测和验证方法,从根本上消除了那种“似修理工,又非修理工”写出的不切合实际、似是而非的修车方法。

四、各等级工定位标准适当,能适应今后一段时期发展需要

第一册第五章、第六章制定了各等级工考核大纲、理论与实践考题(仅供参考),并配有答案,知识全面,要求严格,符合新技术发展需要。读者可根据实际情况,对自己进行自检、自测,验证自己的理论与实际水平到底能达到哪个水平,找到自己的薄弱环节,有针对性地加强学习。同时也适用于各枝校招聘教职员工时进行考核,也适于各学校对各等级工毕业时的业务考核,保证维修工培训质量。

五、初、中、高级维修技术合编,知识系统连贯

在国内有关摩托车修理方面的理论书籍中,大都为学徒工和初级工范围内的最基础、最简单的一般常识性介绍,不论是理论还是实践指导,涉及到中级工(行业内的主修工)的理论和实际操作很少。虽然相关期刊中也刊登一些中级工的技术资料,但由于不系统、不全面,形成了东一榔头西一棒子的局面,常出现知识“断层”现象,有些甚至相互矛盾,不利于读者收集和学习,是阻碍维修技能提高的一个重要因素。

在我国各地区中真正达到中级工水平的修理部是有限的。那些“半瓶子”修理部像雨后春笋般地涌出,又如秋风落叶般在一二年内倒闭,形成了行业内的一大“怪景”,究其原因就是没有一套由浅入深的理论参考资料。所以将初、中、高各等级工知识贯穿为一体,读者可以根据自身的实际水平和工作需要,有选择性和针对性地去阅读自己所需要的知识。

对于摩托车培训学校可根据学员的学制长短,选择相应内容进行授课。基础知识欠缺的学生可以自己补学,利于中、高级工教学的顺利开展,是提高和保证教学质量的最佳教材,还是各等级工备考的最佳参考书。

为便于培训教学和读者自学,本书对初、中、高三级维修技术内容作了标识:“☆”标记为中级工,“★”标记为高级工,未作标记为初级工。

六、精选作者队伍,确保内容实用、适用

为确保丛书的编写质量,还筛选组建了一支由中级工、高级工、维修技师、讲师等各层次的维修人员在内的编写队伍。经过精心策划、反复推敲、广集资料,认真研究各等级工的理论和实际需要,并经过多次征求意见及反复修改后编写完成本套摩托车维修技术丛书。

本丛书编写过程中, 参阅了麦连永同志的部分资料, 且得到许多同行们的热心关注和帮助, 在这里深表感谢。本书由王振选主编, 参编人员还有:

姓 名	职 称	现任职务
王学仁	技 师	维修工
张智礼	技 师	专业教学
魏登伦	技 师	维修工
魏 玺	高级工	专业教学
李月芹	高级工	专业教学
龚丑旦	高级工	专业教学
刘作富	中级工	维修工
李栓民	中级工	维修工
龚新会	中级工	维修工
王振川	初级工	维修工
吴红贤	初级工	维修工
王 栋	初级工	维修工

由于作者水平和时间所限, 错误之处在所难免, 敬请广大读者不吝赐教, 以便再版时订正。

读者有何需求、意见和建议可与丛书策划编辑齐福江联系, 联系地址: (100037) 北京百万庄大街 22 号, 机械工业出版社汽车分社, 电话 010—88379735, 电子信箱: sy88888@sina.com。

让我们携起手来共同修著一套摩托车维修技术的精典之作, 为摩托车维修行业走向正轨作出一点贡献。真诚欢迎同行们进行技术交流及读者咨询, 作者联系电话: 029—88098283, 手机 13991896531。我们愿意随时解答疑难问题, 并为各摩托车厂家培训确实合格的售后服务人员, 降低生产厂家因维修人员不合格造成的经济损失及声誉损失。

王振选

目 录

前言

第一章 点火系及其元件 1

第一节 点火系概述及分类

方法☆ 1

一、点火系的分类方法 1

二、磁电机 (AC) 电容放电式 (CDI) 点火系电源分析 2

三、常见点火系统的简介 6

第二节 点火系统的要求及影响

因素☆ 7

一、点火电压的要求及影响因素 7

二、点火能量的要求及影响因素 13

三、点火时间的要求及影响因素 16

第三节 点火系元件的结构与

工作原理☆ 18

一、火花塞的基本结构与 工作原理 18

二、火花塞的故障与检修 33

三、火花塞帽 41

四、断电器组合 44

五、点火线圈 45

六、点火充电电源线圈与触发器 48

第四节 断电器控制的放电式点火系

的工作原理与检修方法☆ 54

一、工作原理 54

二、技术性能的要求 55

三、断电器间隙与点火提前角 56

四、工作特性与影响火花塞跳火能量 的因素 61

五、铃木 A100 点火系的故障检查 方法 62

第五节 AC-CDI、DC-CDI 点火系的

结构和工作原理☆ 64

一、AC-CDI 的基本组成与工作原理 64

二、常见 CDI 点火系的结构与

工作原理 67

三、无级进角 AC-CDI 点火系 76

四、DC-CDI 变压器振荡升压点火系的 结构与工作原理 89

五、典型的 DC-CDI 点火系结构 97

六、典型车辆 CDI 点火系的线路布置 原理 103

七、CDI 点火系电器元件的检测 方法 109

第六节 典型车型点火系故障的

检修方法☆ 114

一、点火系常见故障现象及故障 原因 114

二、典型 AC-CDI 点火故障的检测 方法 114

三、DC-CDI 点火系故障分析与检查 125

复习题 132

第二章 电感式点火系的结构原理与

检修☆ 133

第一节 断电器控制的电感式

点火系的结构、原理 134

一、单缸断电器控制的电感式点火系的 结构 134

二、断电器控制电感式点火系的电感 过程 136

三、长江 750 有分电器双缸 750 点火系 138

四、双高压输出点火线圈式点火系 142

五、多触点式点火系 145

第二节 常见国产本田、铃木、

雅马哈断电器控制电感式

点火系的调整方法 146

一、本田双缸、四缸点火系的调整 146

二、铃木双缸、三缸双触点、三触点 断电器控制点火系的调整方法	150	内部结构与原理	180
三、雅马哈单缸、双缸点火系的 调整	153	三、利用 2982 和 9201 集成电路制成的 晶体管点火器	182
四、常见本田、铃木、雅马哈断电器的 间隙	157	第三节 微电脑控制的数字式点 火系	185
五、国产老式长江 750 点火提前角 调整	159	一、数字式点火系的触发盘	185
六、国产车型断电器点火控制点火系的 调整方法	160	二、电感式数字点火器的工作 原理	187
第三节 断电器控制电感式点火系		三、微机与微机综合控制点火 系统	193
常见的故障与分析	161	四、微机控制(ECU)点火提前角 分析	200
一、高速断火	161	复习题	203
二、高速正常,低速动力差	161	第四章 电感式点火系统的故障检测与 维修★	205
三、化油器回火,排气筒放炮	161	第一节 电感式点火系电器元件的 检测与维修	205
四、起动杆反弹,发动机无怠速或怠速 抖动	161	一、点火提前角的检测方法	205
五、高压火弱	162	二、点火线圈初级绕组峰值电压 检测方法	206
六、高压无火	162	三、脉冲信号检测方法	207
复习题	162	四、电感式点火系电器元件的 检测方法	207
第三章 蓄电池有触发电感式点火 系★	163	第二节 单缸电感式有触发电点火系 常见故障分析与排除	208
第一节 全晶体管式点火系	163	一、GS125E、GN125 系统车型点火系 简介	208
一、全晶体管式点火系的基本结构和 简单原理	163	二、高压无火的故障现象、故障原因 分析与检测方法	210
二、GN125 晶体管有触发电火器的 原理分析	163	三、高压火弱	213
三、日立公司 E12-50 型晶体管点火器的 结构与原理	166	四、点火提前角不准确	213
四、铃木双缸、四缸蓄电池电感式有 触发电全晶体管点火系基本结构、 原理及维修要领	168	第三节 多缸发动机电感式点火系 故障分析与检测方法	213
五、铃木双缸、四缸蓄电池电感式有 触发电全晶体管点火系易产生的 故障及维修要领	173	一、本田 CB 四缸系列点火系及联锁 控制系统简介	213
第二节 利用 555 时基电路和集成块 组成的晶体管点火器的 结构与原理	176	二、空档和侧支架开关合并时, 所有高压均无火	214
一、铃木 GS125E 点火器的内部结构与 原理	176	三、高压火弱	216
二、铃木 GS、GN125E IC 集成块点火器		四、排气筒放炮、化油器回火、加速 不良	216
		五、联锁控制机构	217

复习题	218	五、点火系易产生的故障原因及 维修要领	260
第五章 可变排气相位技术的控制组件、 伺服电动机、机油泵电磁线圈 机构的结构、原理及维修 要领★	220	六、电起动系统结构及工作原理	261
第一节 NSR250R 车型及电控系统 简介	220	七、电起动系统易产生的故障及 维修要领	262
一、NSR250R 车型简介	220	八、发动机冷却系统简介及控制 机构原理	263
二、控制组件内部简单结构与外部 电器线路的作用和关系	220	九、水温显示及水温控制机构易产生的 故障及维修要领	264
三、伺服电动机与可变排气阀 (RC) 的 结构与控制原理	225	第二节 雅马哈 XJR400、XV250 电起动及点火系原理、 联锁控制和维修要领	265
第二节 NSR250R 电控系统的 工作状况与检修	228	一、雅马哈 XJR400 电起动及点火系 原理、联锁控制和维修要领	265
一、伺服电动机的工作状况及结构	228	二、雅马哈 XV250 摩托车电起动、 点火系原理及维修要领	269
二、控制组件、伺服电动机、机油泵 电磁线圈系统易产生的故障及 维修要领	228	第三节 铃木 GSX、川崎 ZX 车型 电起动与点火系联锁控制 原理与维修	286
第三节 NSR250R (J) 车型控制组件 的结构原理与检修	232	一、铃木 GSX-R250CJ、CK 型摩托车 联锁控制原理及维修要领	286
一、主、辅控制组件、伺服电动机、 机油泵电磁线圈工作原理	232	二、川崎 ZX250-A、B 车型电起动系统 维修要领	291
二、控制组件机构易产生的故障和 维修要领	236	三、嘉陵系列车型的油门电起动与怠速 睡眠系统	298
第四节 雅马哈 TZR、FZR400RR 排气 控制系统	238	四、雅马哈 GTS1000A、FJ1100A ABS 系统 的工作原理	300
一、雅马哈 TZR 系列可变排气与空气 量孔	238	五、摩托车电子钥匙点火锁	304
二、FZR400RR 车型 EXUP 控制原理	240	复习题	308
复习题	252	第七章 电控燃油喷射、燃油供给系统 的结构、原理与检修	310
第六章 各种电控联锁控制系统实车 分析★	253	第一节 电控燃油喷射系统油路、 气路简介	310
第一节 本田 CB1000P 摩托车电气 线路工作原理与维修	253	一、电喷与化油器供油系油路对比 分析	310
一、简介	253	二、电控燃油喷射系统的基本概念	315
二、电磁式三相交流发电机及充电系统 原理	253	三、电控燃油喷射系统基本分类	317
三、充电、调压机构易产生的 故障原因及维修要领	257	四、喷油正时的控制与喷油方式	322
四、点火系及控制联锁机构原理	258	第二节 电控燃油喷射系统油、 气路各种传感器原理与 检测维修	331

一、用流量计传感器检测空气量	331	五、燃油压力调节器	402
二、用压力传感器检测空气量	340	第四节 典型电控燃油喷射系统的	
三、大气压力及其他压力传感器	347	结构和原理	404
四、电控燃油喷射系统燃油压力传感器		一、国产 LF125 单缸电喷燃油喷射系统油、	
(调节器) 结构原理与检修	349	气路工作原理	404
五、浓度传感器与爆燃传感器的		二、CL (春兰) 125 双缸电控燃油喷射	
结构原理与检修	351	系统油、气路工作原理	422
六、温度传感器	362	三、雅马哈 GTS1000mL 电控燃油系统	
七、位置与速度传感器的结构原理与		工作原理	434
维修	373	四、本田 GL1200mL 水平对置四缸电控	
八、现代摩托车用传感器的故障		燃油喷射系统结构原理	441
诊断	388	五、本田 CX500 电控燃油喷射与涡轮	
第三节 电喷燃油供给系统的结构		增压系统工作原理	449
原理	395	六、川崎 Z1000mL 电控燃油喷射系统	
一、电动燃油泵的结构原理	395	工作原理	458
二、电磁喷油器	397	七、戴姆勒水平对置六缸 1600mL	
三、燃油滤清器	400	电控燃油喷射系统结构原理	473
四、燃油压力脉动减振器	401	复习题	486

第一章

点火系及其元件

第一节 点火系概述及分类方法☆

一、点火系的分类方法

汽油机的燃烧是依靠电火花点燃，而点燃混合气的电火花来源于汽油发动机的点火系统。发动机工作时要求点火系统能够及时、准确地提供足够能量的电火花强度，并且要求这一电火花产生的时刻必须是对应于发动机各不同转速。也就是说，除了发动机最大限制转速的时刻外，火花塞产生高压火的时刻始终是一个动态的变化值，这就是我们平时所说的发动机各工况时的动态点火提前角。

汽油机点火系具体的分类方法很多，按点火系使用的电源可分为蓄电池（DC）点火系和磁电机（AC）点火系；按有无触点可分为有触点式和无触点式点火系；按点火系的工作原理可分为电感储能式和电容储能式点火系；按点火提前角的控制方式可分为模拟式点火系和数字式点火系；按点火系初级电流的控制方式可分为晶闸管（VTH）和晶体管（VT）控制式点火系。

点火系的分类比较复杂，如有触点式点火系又分为蓄电池断电器式点火系和磁电机断电器式点火系。错综复杂的分类方法很容易使初学者产生混乱不清的概念。但是，不论点火系使用的是直流电还是交流电，不论点火系是哪一种具体的控制方式，按照点火系的工作原理来分析无外乎两种工作原理，即放电式点火系和电感式点火系。我们讲述的是工作原理，点火系的分类也应按其原理来分类。这种分类的优点一是与点火系贴近，体现了点火系分类的科学性；二是归类性强，便于读者归类和学习。其具体的分类如下：

放电式点火系 { 磁电机断电器控制放电式点火系
磁电机电容放电式点火系（有模拟、有数字）
蓄电池电容放电式点火系（有模拟、有数字）

电感式点火系 { 蓄电池断电器控制电感式点火系
蓄电池模拟控制电感式点火系
蓄电池数字控制电感式点火系
蓄电池计算机控制电感式点火系

在放电式点火系中，磁电机断电器控制的点火系在老式车型中使用较多，如 CJ50、DX100、YB100 等，目前这种点火系已不在使用。所以，在放电式点火系中只有电容放电式点火系。所谓电容放电式点火系，指的是点火能量提前储存在电容器内，通过电容器的充放电来促使点火线圈完成点火任务的点火系，通常用 CDI 字母表示。电容放电式点火系突然给点火线圈的初级绕组释放一个足够高的电压，当初级绕组得到这个足够高的电压的同时，高电压使点火线圈电磁铁迅速激发出足够强的磁力线，切割点火线圈的次级绕组产生高压电。这一突然激发电压的要求由于具体车型和点火器内部电路及电子元件的参数不同而不同，电压的高低要求也有区别，一般在 150 ~ 400V 之间。对于磁电机电容放电式点火系（AC-CDI）而言，磁电机内装有向点火器充放电电容充电的电源线圈（点火充电线圈），由于线圈的线径较细，绕的匝数多，其自身的电阻值较大，所以产生的电压在 150 ~ 400V 之间。对于蓄电池电容放电式点火系（DC-CDI）而言，电源来源于 12V 的蓄电池电压，这一电压远远达不到电容放电式点火系对工作电压的要求。所以，在 12V 电压进入 CDI 点火器内后，经过一个振荡电路将 12V 电压升高到 300 ~ 400V 电压，再向电容器充电。

在电感式点火系中，点火系使用的工作电压就是蓄电池电压。蓄电池断电器控制的电感式点火系目前仅在国产 750 车型中和部分早期的进口多缸发动机中使用。而目前使用的多是除断电器以外的其他几种电感式点火系。

二、磁电机(AC)电容放电式(CDI)点火系电源分析

1. 点火电压

在磁电机输出的交流点火电源的点火系中,磁电机输出的点火电压是该点火系的主要参数。点火充电电压(一次电压)的高低对点火线圈产生的高压电(二次电压)有很大的影响。二次电压的大小完全取决于磁电机本身的设计与制造。磁电机是保证连续、有效点火的必要条件。所谓点火电压是指磁电机在无负荷不同转速下所测得的电压。此电压与外界条件无关,是反映磁电机本身性能的一个重要参数。

磁电机本身影响点火电压的因素很多,如充电电压(也称一次电压)、储能电容上的电势、初、次级变压器的绕组匝以及点火线圈的变换效率等,如图1-1所示。

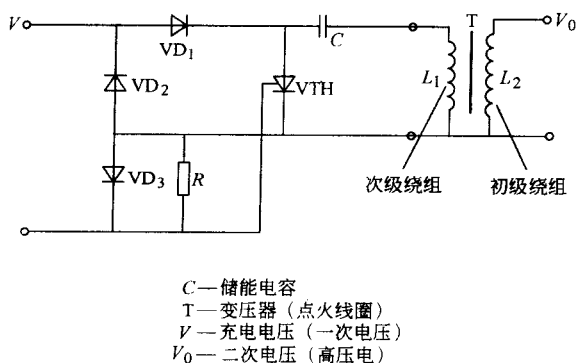


图 1-1 影响磁电机点火电压的因素

产生点火电压的基本条件是在储能电容上由充电电压提供足够的电能,在VTH导通时放电,通过变压器T升压得到点火电压V₀,在无负荷时V₀波形如图1-2所示,这是一个振荡波形。对于一般无触点电子点火磁电机来说,由四个波峰组成,总的持续时间T_a在50~100μs范围内,四个波峰的峰值依次减小。所说的点火电压是指最大峰值①。点火电压由零到达第一个波峰的时间为T₁/2,一般在10~15μs范围内。

四个波峰的峰值是随转速的变化而变化的。当转速比较低时,充电电压较小,储能电容得不到足够的能量,点火电压V₀较小。当转速过高时,充

电电压对储能电容的充电时间过短,储能电容同样得不到足够的能量,点火电压也较小。这也是磁电机在工作过程中发动机低速不易起动,高速易断火的原因之一。

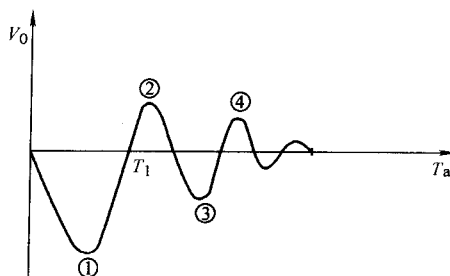


图 1-2 无负荷时的V₀波形

点火电压随转速变化的情况如图1-3所示。

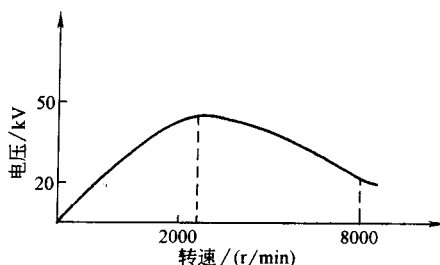


图 1-3 点火电压的最大峰值

点火电压测试的最重要问题是将其最大波峰值变换为电子器件可以处理的低压。最大波峰值由图1-3可知近50kV,而点火电压由零到最大值的时间由图1-2所示为10~15μs,即这一电压的上升速率最大为5kV/μs。所以,点火电压到低压的变换装置就不像普通分压器那么简单,确切地应称为分压系统,如图1-4所示。

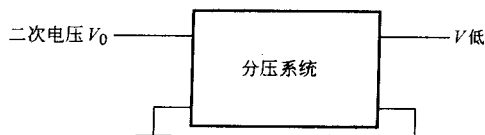


图 1-4 点火电压到低压的分压系统

对分压系统的基本要求是:

- 1) $V_0 = KV_b$, V_b 为分压系统的输出; K 为分

压比,是只与分压系统的结构有关而与外界因素无关的常数。这就要求分压系统对波形传输无失真。

2) 分压系统接入图 1-1 点火线圈的次级测试时不影响高压产生。这就要求分压系统有足够大的输入阻抗。

3) 分压比 K 易于确定与测量。最简单的分压器是纯电阻分压器,它的分压比易于确定。但它是靠流经电阻体的电流进行分压的,分压器电阻越小,通过的电流就越大,受外界的干扰也就相对越小,分压也就越准确。但将其接入图 1-1 系统进行测试时,由于其输入阻抗小影响高压产生。如提高电阻值,流经分压器的电流就减小。所测电压为持续时间极短的脉冲形式。由于分压器对地分布电容的存在,流经该电容的电流可与电阻体中的电流相比,造成分压器输出波形失真。所以,纯电阻分压器不宜采用。

所测点火电压不仅视为它在电阻上可以产生电流这一普通的原理,而且应当视为电场。从电场的角度考虑分压系统的设计,采用电阻-电容并联分压系统,如图 1-5 所示,等效电路如图 1-6 所示。

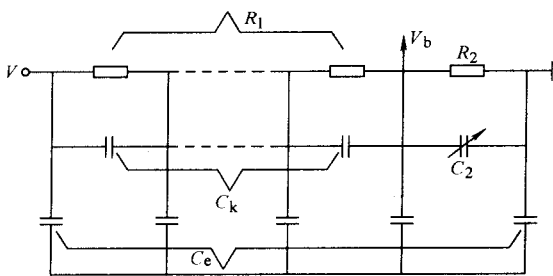


图 1-5 分压系统原理图

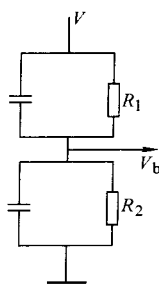


图 1-6 分压系统等效电路

R_1 、 R_2 为分压系统的高、低臂电阻。 C_e 为对地分布电容。 C_k 是分压系统纵向高臂电容,它是人为增加的分布参数电容。 C_2 为低臂电容,是集中参数电容。输入为点火电压 V , 低压输出为 V_b 。

当点火电压加到分压器上时,沿分压器点火电压是按 C_k 电容分布的。换言之,由于 C_k 的作用沿分压体形成了一个电场分布。 C_k 是人为制作的分布参数电容,可以比对地分布电容 C_e 大得多,可以忽略 C_e 的存在所产生的误差。输入电压按电场分布后过渡到按 R_1 、 R_2 的电阻分布。如果设计得在输出点上输入电压按电场分布与按电阻分布相等,也就是输出 V_b 完全可以跟踪输入而无波形畸变。分压比由电阻确定,这可简便而准确地确定。由于 C_k 的作用抵消了对地电容 C_e 的影响,流经 R_1 、 R_2 的电流可以大大减小,从而可以提高电阻值,在测试时不容易影响点火电压的产生。这样就满足了分压系统的三个基本条件。

经分压后得到的 V_b 取其峰值,然后按分压比进行显示即可测得点火电压。

2. 点火能量

点火电压是磁电机的一个重要技术指标,但它只反映了对介质的击穿能力,是磁电机连续有效点火的必要条件,而不是充分条件。发动机对点火系统的要求是,不但可以击穿油气介质产生电火花,而且要求电火花有足够的能量使油气介质充分燃烧而做功。所以电火花还必须有足够的能量。

由图 1-2、图 1-3 可以看到,随着转速的不同四个波峰值也不同。虽然都能击穿介质产生火花,但火花能量有差异。图 1-7、图 1-8 示出了在不同转速下两组火花电压和电流的波形。

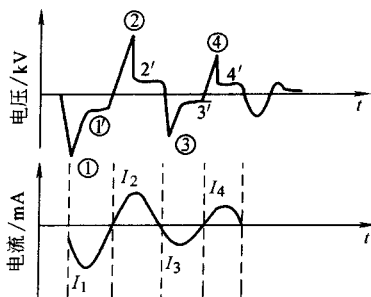


图 1-7 在 n_1 转速下的火花电压和电流波形

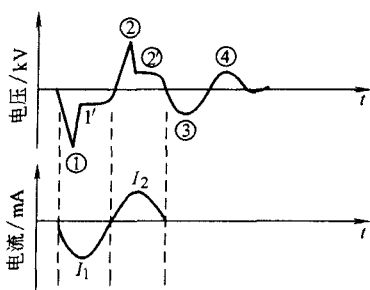


图 1-8 在 n_2 转速下的火花
电压和电流波形

图 1-7 是转速在 n_1 时的火花电压及电流波形, 上图电压波形共由四个波峰组成, 这四个波峰值都达到了击穿介质的数值, 因此产生了四个相应的电流电压①~④, 以及下图的四个电流脉冲 $I_1 \sim I_4$ 。

图 1-8 是转速在 n_2 时的火花电压及电流波形, 上图电压波形也是由四个波峰组成, 但只有波峰①和②达到了击穿介质的数值, 产生相应的电流电压①和②及下图的两个电流脉冲 I_1 和 I_2 。波峰③、④没有达到击穿介质的数值不产生电流。

在以上两种情况下, 磁电机产生的点火电压都能击穿介质产生电火花放电, 但显然在转速 n_1 的情形下产生的火花能量要比在 n_2 转速下的大。这就是说, 在转速 n_2 时虽有火花产生能量, 但并不能使油气介质燃烧做功或充分燃烧。造成发动机出现断火现象和燃烧不充分, 而使发动机性能不佳。点火能量随转速变化的情况与点火电压随转速变化的情况基本相同, 如图 1-3 所示。

所以在进行磁电机的实验或检验时, 无断火现

象并不能说其点火性能达到了标准, 还要视其火花能量而定。在低速和高速时要保证不低于最低能量值。最低能量值要根据发动机的构造及使用条件而定, 一般无触点磁电机的火花能量在 10mJ 左右, 持续时间在 50~100 μ s 范围内。

微电子技术和大规模集成电路的应用, 为能量的测试提供了有力手段。能量测试的原理框图如图 1-9 所示。

火花能量的表达式为

$$W = \int_0^T VI dt$$

式中 T ——放电时间;

V ——火花电压;

I ——火花电流。

经分压系统火花电压取样值为

$$V_b = V/K$$

式中 K ——分压比。

由电流取样电阻得到火花电流产生的电压为

$$V_i = RI$$

式中 R ——取样电阻。

V_b 、 V_i 经放大器后得到的输出分别为

$$V'_b = K_b V_b$$

$$V'_i = K_i V_i$$

式中 K_b 、 K_i ——放大倍数。

V'_b 、 V'_i 经模拟乘法器相乘后可得到点火功率为

$$V_k = K' V'_b V'_i = K' K_b K_i V_b V_i$$

式中 K' ——乘法器系数。

V_k 经过积分器积分后, 输出为

$$V_w = \int V_k dt$$

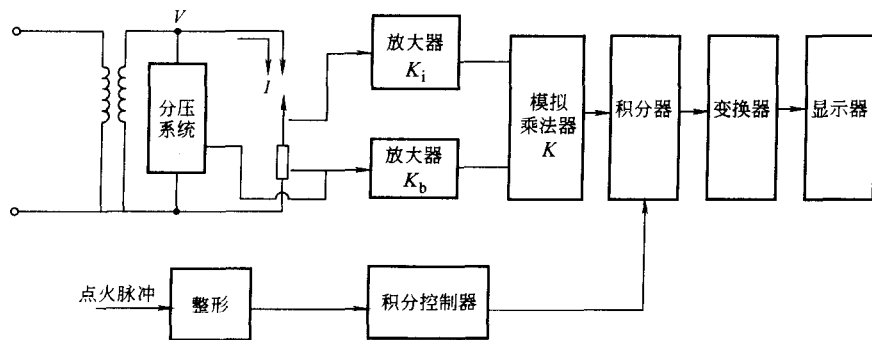


图 1-9 能量测试原理框图

点火脉冲是每产生一次点火而产生的脉冲,经过整形后送入积分控制器。积分控制器的作用是使积分器对 V_k 进行 N 次积分后输出其平均值。所以在有积分控制器时积分器的输出为

$$V_w = N \int V_k dt = \frac{NK'K_iK_b}{K} \int V_k dt = K''W$$

式中 K'' ——积分系数为一常数;

W ——火花能量。

V_w 经变换器后送入显示器显示,即可得到能量值。

3. 点火提前角

所谓点火提前角即磁电机由点火开始气缸活塞到达上止点转子所转过的角度。之所以需要点火提前角,是因为发动机气缸中的油气混合体在被点燃后需要有一燃烧时间才能爆发。其作用是使油气混合体在爆发做功时气缸活塞处于最佳位置,也能够输出最大的功率,从而使发动机的工作处在最佳功率输出和油耗最低状态。

对于一种型号的发动机其爆发时间一般由发动机的构造及使用环境而决定。为维持不随转速而变化的燃烧时间,点火提前角就应随转速的增加而增大。提前角随转速变化的关系应能使发动机在其运行的整个速度范围内输出最大力矩,也即油气混合体燃烧爆发时气缸活塞始终处在最佳位置。现在无触点电子点火磁电机具备提前角随转速增加而增大的功能。这对于提高发动机性能起到了良好作用,正在被越来越广的采用。

磁电机的点火提前角以及提前角随转速变化的关系,取决于发动机设计时的设计值,而进行实际实验得到实验值也是很有实用价值的。例如,在发

动机允许的速度范围内均匀离散地选数个点进行类似调整和测试,即可得到提前角随转速变化的实际运行关系曲线。这对于磁电机的设计、生产和检验都具有实际参考意义。

目前国内生产的绝大多数无触点自动提前角磁电机,提前角随转速增大的原理都是依靠充电电压的上升斜率随转速的增加而实现的。提前角的变化基本上受充电电压上升斜率变化的制约,而不是根据发动机的设计需要直接由转速作为控制提前角的参数。比如充电电压斜率在低转速时较大,随着转速的增加减小很快,当转速超过一定值后又呈下降趋势。这是上升斜率的固有特性,由此造成了提前角随转速的变化,使发动机在某些速度段上性能不佳。因此,希望能够根据发动机设计要求或前段所述的提前角与转速的实际运行曲线由转速作为提前角控制的参数。

利用微电子技术测试点火提前角是比较容易实现的,提前角的数学表达式为

$$\alpha = 360 T_1 f$$

式中 f ——磁电机的转动频率;

T_1 ——提前时间(磁电机转子由点火转动到上止点的时间)。

转动频率由光耦合器以数字信号为形式得到。提前时间也可以数字量的形式得到。所以实际提前角表达式的电路可以直接使用数字乘法集成电路构成。

4. 磁电机的断火

磁电机断火的测试是将磁电机安装在测试台架上,且置于空气中在规定放电间隙下进行的。磁电机在运行过程中产生断火现象其原因很多。根本问

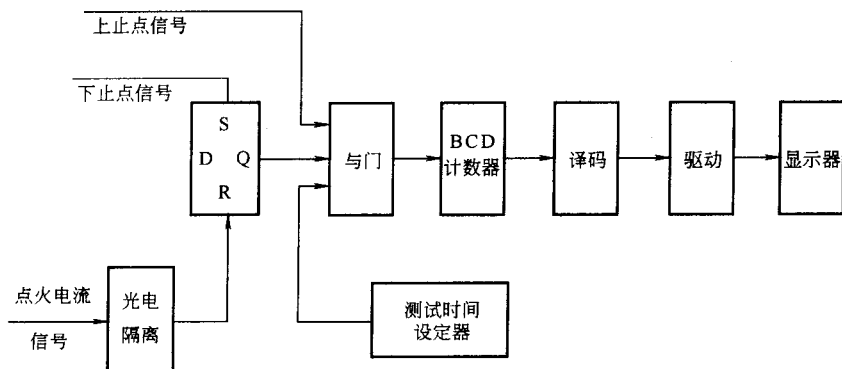


图 1-10 断火检测的原理

题如前所述是二次电压达不到击穿介质的数值,主要是由于在某些速度点上储能电容上的能量不足所致。另外,断火也与空气的湿度、温度有关,以及受到放电电极针表面氧化程度的影响。所以,对断火的检测是磁电机的一个辅助的检测项目。可结合电压、能量的检测判断磁电机在设计和制作方面的问题。但它对于磁电机的使用厂家有很实际意义,不失为一个验收标准。

断火检测的原理如图 1-10 所示。

上止点和下止点脉冲信号是相对磁电机定子、转子相对 180° 而言的。点火电流信号必然出现在这两个信号之间。它们出现的依次顺序为:下止点信号→点火电流信号→上止点信号。

下止点信号在“D”触发器置“S”,输出端“Q”为高电平,点火电流信号又使“D”触发器置“Q”。如果出现断火则“Q”端仍为高电平。在上止点信号到来时如果正处在测试时间内,测试时间设定器的输出为高电平,与门被打开。上止点脉冲信号可经过与门 BCD 计数器加 1,然后经译码驱动送显示器显示。测试时间结束后断火次数被保留在显示器中,直到下一次测试开始时被清除。

对磁电机点火性能进行分析和测试,保证其质量和提高性能,可以在投资较小,所用设备较少的条件下从一个重要方面提高发动机的功率,降低油耗以及改善一些其他性能,往往可以收到事半功倍的效果。对于消化吸收进口磁电机的优点、增加国产化程度也具有一定现实意义。

三、常见点火系统的简介

1. 无触点点火系统简述

近几十年来,摩托车点火系统的发展很快。首先,它经历了从有触点点火系统到目前普遍使用的无触点点火系统的历史性技术革新。因为在有触点点火系统中,其触点因机油污损或磨损等原因常引起触点接触不良和导电困难等故障,可靠性差,所以需要经常性的检查和保养,到了使用周期后应该更换新品,十分不便。这无疑也制约着摩托车无故障里程数的提高。无触点点火系统是通过触发线圈获取的触发电流来控制晶体管或晶闸管的动作,从而切断点火线圈的初级电流。无触点点火系统无需保养,成本不高,技术上也不复杂,所以很快被推广使用。现在的摩托车几乎全部都使用这种无触点点火系统。

无触点点火系统的出现是摩托车点火系统的一

次革新,也为目前常用的电感式点火器、电容放电点火器以及目前正在努力推广的数字式点火器的开发成功奠定了基础。

2. 电容放电式点火系统(CDI)简述

无触点磁电机电容放电点火系统的出现基本上满足了二冲程和中小排量四冲程汽油机的点火要求。该系统采用磁电机发出的电流为电容充电,由于电容放电能产生强大的电火花,而且次级电流上升快,对高速汽油机十分有利,而且也有利于防止火花塞污损。这些特点与二冲程汽油机的特殊要求极其吻合,所以高性能二冲程汽油机大多使用这种点火方式。由于这类点火系统结构简单、工作可靠,我国又能自己生产,所以,我国生产的摩托车(不管是二冲程还是四冲程)绝大部分都采用了这类点火系统。

电容放电点火系统虽然火花强,但放电时间短,这样,在汽油机低速或混合气较稀时就不易点燃混合气。另外,磁电机方式的固有缺点是低速时电流弱、点火能量小。所以,高性能大排量的四冲程汽油机大多采用无触点蓄电池式电感式点火系统。

3. 电感式点火系统简述

无触点蓄电池式电感式点火系统采用蓄电池供电,利用晶体管的导通和截止特性,在需要点火时瞬间切断点火线圈的初级电流,从而在次级线圈上感应产生出高电压,由此在火花塞得到很强的电火花。电感式点火器的点火性能稳定,火花强,放电时间相对较长,而且在发动机转速较低时也能保证可靠点火。在该系统中,磁电机发出的三相交流电经过整流调压器向蓄电池充电,这样可以充分利用磁电机产生的电能。国外的中大排量四冲程汽油机基本上采用这类点火系统。我国生产的一些高性能四冲程汽油机也采用了这种点火系统,如轻骑集团生产的 GS125 摩托车。

4. 模拟式点火器简述

上述两大类点火系统的技术发展主要体现在点火器上,而点火器的技术进步又主要体现在点火提前角的控制上。简单的点火器主要依靠触发线圈发出的触发信号随磁电机转速的升高而迅速提前的特性来控制点火提前角。这种点火器被称为第一代点火器。尽管这种提前特性可以通过调整电路和元件参数略作改变,但可改变的范围及灵活性都有限,其点火特性与汽油机的最佳点火提前角规律相