



“十四五”职业教育国家规划教材

汽车电气设备 及其电路检修

主 审 周定武

主 编 石庆丰 陈 标 皮兴旺

航空工业出版社

北 京

内 容 提 要

本书共分为 11 个任务单元,包括汽车电路基础元件认知与检测、汽车喇叭电路图识读与线路连接、汽车电源电路原理与检修、汽车起动电路原理与检修、发动机电子点火电路原理与检修、汽车前照灯电路原理与检修、汽车信号系统电路原理与检修、雨刮器控制电路原理与检修、汽车空调控制电路原理与检修、车载网络系统电路原理与检修、电动汽车驱动电机电路原理与检修。

本书适合作为汽车检测与维修技术专业教材,也可作为汽车电子技术专业或相近专业的教材,还可供汽车维修与服务人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电气设备及其电路检修/石庆丰,陈标,皮兴

旺主编. —北京:航空工业出版社,2023.4

ISBN 978-7-5165-3325-3

I. ①汽… II. ①石…②陈…③皮… III. ①汽车—
电气设备—电路—检修 IV. ①U472.41

中国国家版本馆 CIP 数据核字(2023)第 055298 号

汽车电气设备及其电路检修

Qiche Dianqi Shebei Jiqi Dianlu Jianxiu

航空工业出版社出版发行

(北京市朝阳区京顺路 5 号曙光大厦 C 座四层 100028)

发行部电话:010-85672663 010-85672683

北京荣玉印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经售

2023 年 4 月第 1 版

2023 年 4 月第 1 次印刷

开本:787mm×1092mm 1/16

字数:387 千字

印张:15.5

定价:56.00 元

目 录

	任务单元一 汽车电路基础元件认知与检测	1
	学习参考一 汽车电路基础元件	3
	学习参考二 汽车电路元件常用检测设备	18
	实践指导 汽车电路基础元件认知与检测	30
	任务单元二 汽车喇叭电路图识读与线路连接	35
	学习参考一 汽车电路图图形符号	37
	学习参考二 汽车电路图类型	45
	学习参考三 汽车电路图识读方法	48
	学习参考四 几种典型车系的电路图识读	50
	学习参考五 汽车喇叭电路的工作原理	59
	实践指导 喇叭电路连接与检测	64
	任务单元三 汽车电源电路原理与检修	68
	学习参考一 汽车电源电路的组成与功用	70
	学习参考二 汽车电源电路的工作原理	78
	实践指导一 大众车系电源电路检修	81
	实践指导二 通用车系电源电路检修	83
	任务单元四 汽车起动电路原理与检修	88
	学习参考一 汽车起动系统的功用与组成	90
	学习参考二 汽车起动系统的工作原理	93
	实践指导一 无起动保护的起动电路检修	96
	实践指导二 有起动保护的起动电路检修	98

任务单元五 发动机电子点火电路原理与检修 103

学习参考一	发动机点火系统的功用与组成	105
学习参考二	发动机电子点火电路的工作原理	111
实践指导一	发动机电子点火电路检修	113
实践指导二	火花塞性能检测	114

任务单元六 汽车前照灯电路原理与检修 119

学习参考一	汽车前照灯电路的功用与组成	121
学习参考二	汽车前照灯电路的工作原理	128
实践指导	汽车前照灯电路检修	130

任务单元七 汽车信号系统电路原理与检修 135

学习参考一	汽车信号系统的功用与组成	137
学习参考二	转向信号灯与危险报警灯电路	145
实践指导一	转向信号灯与危险报警灯电路分析与检修（一）	146
实践指导二	转向信号灯与危险报警灯电路分析与检修（二）	148

任务单元八 雨刮器控制电路原理与检修 153

学习参考一	电动雨刮系统的功用与组成	155
学习参考二	电动雨刮器的工作原理	159
实践指导一	简单雨刮器电路分析与检修	165
实践指导二	间歇时间可调的雨刮器电路分析与检修	167

任务单元九 汽车空调控制电路原理与检修 174

学习参考一	汽车空调系统的功用与组成	176
学习参考二	汽车空调控制电路的工作原理	180
学习参考三	汽车手动空调系统	181
学习参考四	汽车自动空调系统	183
实践指导一	汽车手动空调控制电路分析与检修	189
实践指导二	汽车自动空调控制电路分析与检修	191

任务单元十 车载网络系统电路原理与检修 202

学习参考一	车载网络系统	204
学习参考二	电动车窗系统	208
学习参考三	无钥匙进入系统	210
实践指导一	车载网络系统控制的电动车窗电路分析与检修	212
实践指导二	汽车无钥匙进入系统控制电路分析与检修	214

任务单元十一 电动汽车驱动电机电路原理与检修 222

学习参考一	电动汽车驱动电机电路的组成	224
学习参考二	电动汽车驱动电机电路工作原理	227
实践指导	驱动电机控制电路分析与检修	232
参考文献		238

任务 单元四

汽车起动电路 原理与检修

任务描述

一位轿车司机反映,有一次在发动机运转时,不慎将钥匙拨至“起动”位置,听到剧烈的碰齿声,直至将钥匙拨回原位后,响声也没有停止。熄火后再次起动发动机则听到“哒、哒、哒”的响声。用救援车把故障车辆运到修理厂后,技术人员对故障车辆进行了试车诊断,并利用自己的专业知识进行判断,怀疑起动机的电磁开关可能存在问题。经对起动机总成进行检查,发现电磁开关的保持线圈已经部分短路。由此推断,问题出在起动机的保持线圈。更换起动机总成后,汽车性能恢复正常。

学习目标

知识目标：

- (1) 掌握汽车起动系统的组成元件及其功用与安装位置；
- (2) 掌握起动机的工作原理。

能力目标：

- (1) 能够识读起动机工作电路图；
- (2) 能够对起动机工作电路故障进行检测与维修。

素质目标：

- (1) 养成安全文明操作的良好职业习惯与细致认真的工作态度；
- (2) 形成 6S 管理工作规范意识；
- (3) 培养民族自豪感与自信心。

素养课堂

(1) 思考与交流主题：有些汽车设计有起动保护控制电路，能避免误操作起动机带来的零部件损害。例如，我国自主生产的解放牌汽车就设计了起动保护控制电路。请结合我国汽车工业的发展，谈谈对“中华民族自豪感”的认识与理解。

(2) 针对学生的思想表现或困惑，教师进行实时引导与点评。

学习准备

- (1) 安全检查。
- (2) 熟悉相关操作流程。
- (3) 学习汽车起动系统电路的相关知识。
- (4) 准备学习设备。
 - ①台架：汽车起动系统实验台。
 - ②整车：上汽大众系列轿车或其他车辆。
 - ③工具：常用工具套装、钳子、螺丝刀、电胶带、测试灯和万用表等。
 - ④材料：汽车电路图和任务工单等相关资料。

学习参考一

汽车起动系统的功用与组成



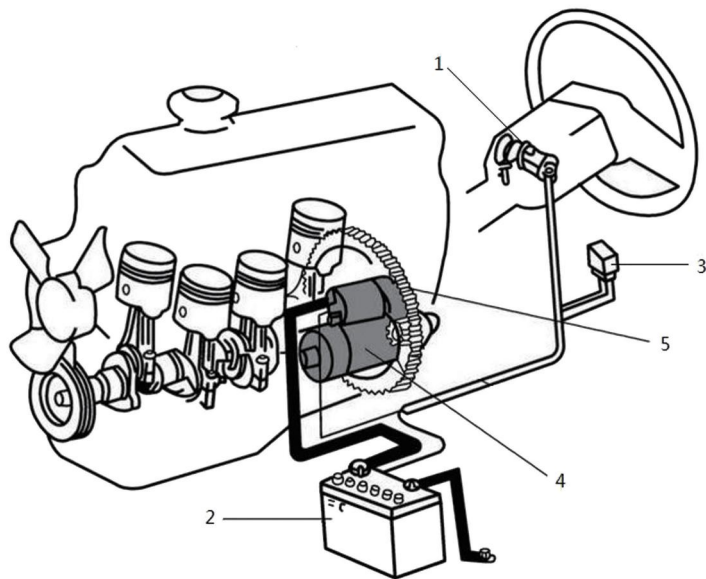
一、起动系统的功用

汽车起动系统的功用是在点火开关和起动继电器的控制下，将蓄电池的电能转化为机械能，带动飞轮齿圈使发动机曲轴转动，完成发动机的起动。



二、起动系统的组成

汽车起动系统由蓄电池、起动机、起动继电器和点火开关等组成，如图 4-1 所示。



1—点火开关；2—蓄电池；3—起动继电器；4—起动机；5—飞轮齿圈。

图 4-1 某品牌轿车起动系统的组成

1. 起动开关

起动开关用来接通起动机电磁开关电路，以使电磁开关通电工作。汽油发动机的起动开关与点火开关组合在一起。

2. 起动继电器

起动继电器触点（常开型）控制起动机电磁开关电路的通断，起动开关只控制起动继电器线圈电路，从而保护起动开关。起动继电器有单联型（保护起动开关）和复合型（既保护起动开关又保护起动机）两种形式。

3. 起动机

起动机是汽车起动系统的关键部件，通电后产生电磁转矩，用来将电能转变为旋转的机械能，从而带动发动机曲轴旋转。常见的起动机外形与结构如图 4-2 所示。

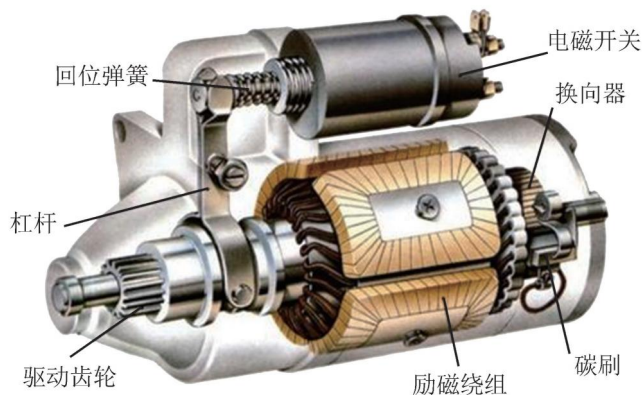


图 4-2 起动机外形与结构



三、减速起动机简介

1. 概述

在电动机的电枢轴和输出轴之间，设置了齿轮减速装置，通过转矩的倍增作用，可使起动机的输出特性适应发动机的起动要求。齿轮减速比一般为 3~5。

2. 特点

- (1) 增大起动机的起动转矩，提高起动性能；
- (2) 减少蓄电池的耗电量，延长使用寿命；
- (3) 电动机的体积小，质量轻。

3. 结构组成

减速起动机通常采用行星齿轮减速机构，其主要结构组成如图 4-3 所示。

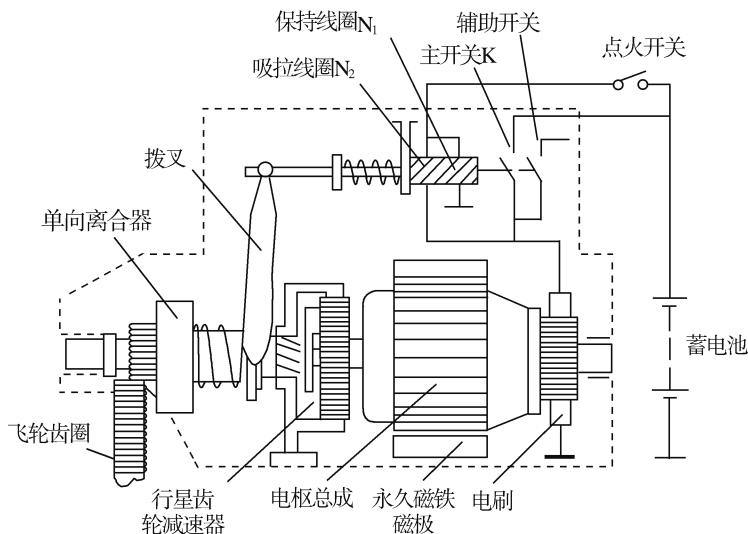


图 4-3 减速起动机的结构组成



四、起动机的使用方法和维护

1. 使用方法

起动机每次启动的时间不应超过 5s，再次启动前应停止 2min。

在冬季和低温情况下启动时，应采取发动机保温措施，最好先进行预热再启动。

发动机启动后，必须立即切断起动机的控制电路，使起动机停止工作。

2. 维护

保持外部清洁；各处导线连接要牢固可靠；定期检查与清洁换向器；等等。

学习参考二

汽车起动系统的工作原理

汽车起动系统的工作电路可分为无起动保护的起动电路和有起动保护的起动电路两种形式。



一、无起动保护的起动电路

如图 4-4 所示,将点火开关旋至起动挡时,起动机电磁开关得电,其触点闭合。电磁开关中产生的磁力使起动机驱动齿轮与发动机飞轮齿强行啮合。同时起动机得电运转,带动发动机运转,从而使发动机起动。发动机起动后,如果不放松点火开关的钥匙,起动机就长时间处于工作状态,这样就会影响起动机的使用寿命,或将起动机烧坏。

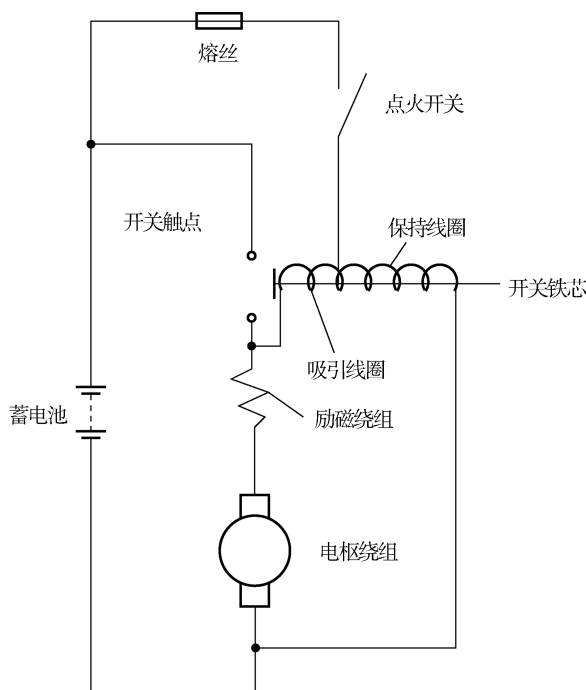
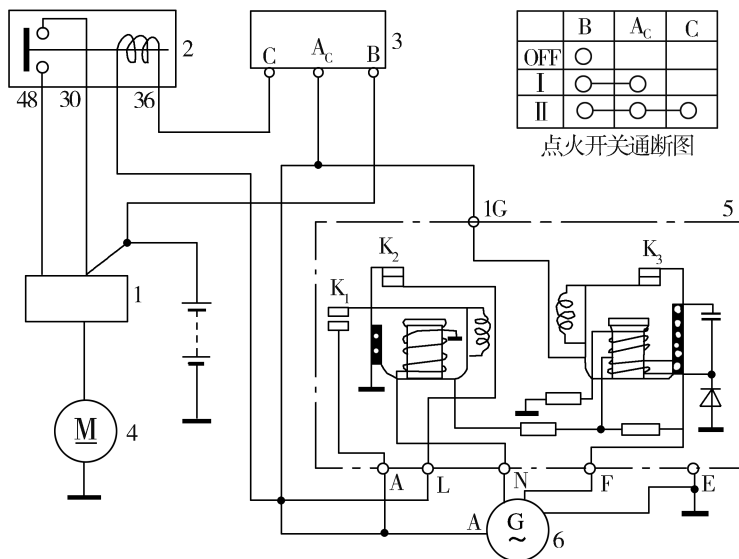


图 4-4 无起动保护的起动电路

发动机起动后,如果再把点火开关的钥匙由点火挡旋至起动挡,电磁开关仍会得电而吸合。这时的发动机处于运转中,电磁开关的吸合会使起动机的驱动齿轮与快速运转的发动机飞轮齿发生撞击,发出“哒、哒、哒”的响声,这对起动机的使用寿命也极为有害,或会将齿轮损坏。

二、有起动保护的起动电路

在无起动保护的起动机电路的基础上，如果将起动继电器的搭铁线接至带有中性点 N 的发电机调节器 L 接线柱上，即可起到起动保护作用，如图 4-5 所示。当点火开关在起动挡时，起动机通电运转。



1—电磁开关；2—起动继电器；3—点火开关；4—起动机；5—控制模块；6—交流发电机

图 4-5 有起动保护的起动电路

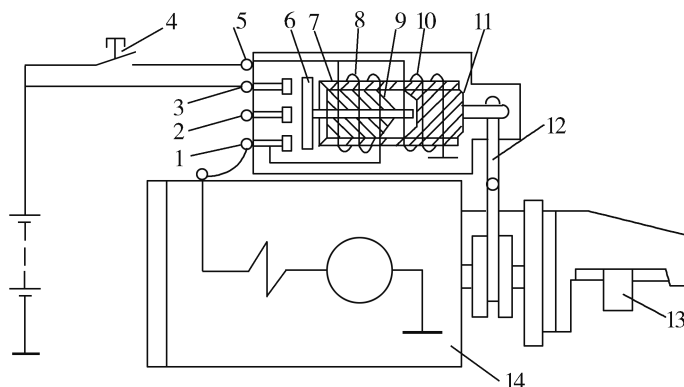
(1) 控制回路的电流流向是蓄电池正极→点火开关 B→点火开关 C→起动继电器线圈→调节器 L 接线柱→触点 K_2 →搭铁。

(2) 主回路电流流向是蓄电池正极→起动继电器触点→电磁开关→起动机→搭铁。发动机起动后，发电机工作，调节器的触点 K_2 断开，起动继电器线圈回路被断开，因而其触点被断开。因此，起动机被断电而自动停止工作。即使再次将点火开关由点火挡旋至起动挡，起动机也不会再起动，从而实现起动过程的自动保护。

三、起动机控制电路

1. 电磁开关

电磁开关主要由吸引线圈、保持线圈、活动铁芯和接触盘等组成。其中，电磁开关上的 30 端子接至蓄电池正极；C 端子接起动机励磁绕组；吸引线圈一端接起动机主电路，如图 4-6 所示。



1—起动机接电动机接线柱（C 端子）；2—接点火线圈接线柱；3—电磁开关接蓄电池接线柱（30 端子）；
4—起动机开关；5—接起动机开关接线柱；6—接触盘；7—黄铜套筒；8—吸引线圈；9—固定铁芯；
10—保持线圈；11—活动铁芯；12—传动叉；13—驱动齿轮；14—直流电动机。

图 4-6 起动机电磁开关的组成

2. 起动机控制电路分析

点火开关接至起动挡时，接通吸引线圈和保持线圈，其电路为蓄电池正极→熔断器→点火开关→起动机端子 50→分两路：

一路经吸引线圈→主电路接线柱 C→励磁绕组→电枢绕组→搭铁→蓄电池负极；

另一路经保持线圈→搭铁→蓄电池负极。

此时，吸引线圈与保持线圈产生的磁场方向相同，在两线圈电磁吸力的作用下，活动铁芯克服回位弹簧的弹力而被吸入。拨叉将起动机的小齿轮推出使其与飞轮齿圈啮合。齿轮啮合后，接触盘将触头接通，蓄电池便向励磁绕组和电枢绕组供电，产生正常的转矩，带动起动机转动。与此同时，吸引线圈被短路，齿轮的啮合位置由保持线圈的吸力来保持。发动机起动后，切断起动电路，保持线圈断电，在弹簧的作用下，活动铁芯回位，切断了电动机的电路，同时也使驱动齿轮与飞轮齿圈脱离啮合。

(1) 理解图中字母代号的含义;

(2) 理解图中各图形符号的含义:

(3) 分析桑塔纳 2000 轿车起动系统的工作原理。

(4) 根据电路图在实车上找出相应的元件, 并对起动电路进行检测与维修。



实际中,汽车均采用电子起动方式,即用电动机带动发动机转动,实现发动机的起动。起动系统电路一般有起动机的工作主电路和控制起动机线路通断的控制电路。

有些车型上已实现对起动系统的电脑控制，由电脑对汽车状态进行监测，判断是否允许起动。监测状态一般有①起动开关是否闭合；②自动变速器的挡位开关是否处于 P 或 N 位。

桑塔纳系列轿车起动系统电路如图 4-7 所示,在该图中的电路编号为 5~8、23~28。起动发动机时,将点火开关 D 拨到第二挡,其 30 端子与 50 端子接通。电磁开关线圈及起

动机电路如下。

(1) 电磁开关线圈电路。起动机电磁开关吸拉线圈电路：蓄电池 A 正极端子→中央线路板单端子插座 P 端子→中央线路板内部电路→中央线路板单端子插座 P 端子→点火开关 30 端子→点火开关 D→点火开关 50 端子→中央线路板 B8 端子→中央线路板内部电路→中央线路板 C18 端子→起动机 50 端子→吸拉线圈→电动机磁场绕组 B→电动机电枢→搭铁→电路代号 7→蓄电池负极。

电池开关保持线圈线路：蓄电池 A 正极端子→中央线路板单端子插座 P 端子→中央线路板内部电路→中央线路板单端子插座 P 端子→点火开关 30 端子→点火开关 D→点火开关 50 端子→中央线路板 B8 端子→中央线路板内部电路→中央线路板 C18 端子→起动机 50 端子→保持线圈→电路代号 8→搭铁→电路代号 7→蓄电池负极。

(2) 电动机线路。电动机线路为蓄电池 A 正极→起动机 30 端子→起动机内电动机开关→电动机磁场绕组 B→电动机电枢→搭铁→电路代号 7→蓄电池负极。

实践指导二

有起动保护的起动电路检修

根据图 4-8 所示，分析解放 CA1091 型汽车起动控制电路图，主要任务有：

- (1) 理解图中字母代号的含义；
- (2) 理解图中各图形符号的含义；
- (3) 分析有起动保护的起动电路的工作原理；
- (4) 根据电路图所示，在实车或台架上找出相应的元件，并对起动电路进行检测与维修。

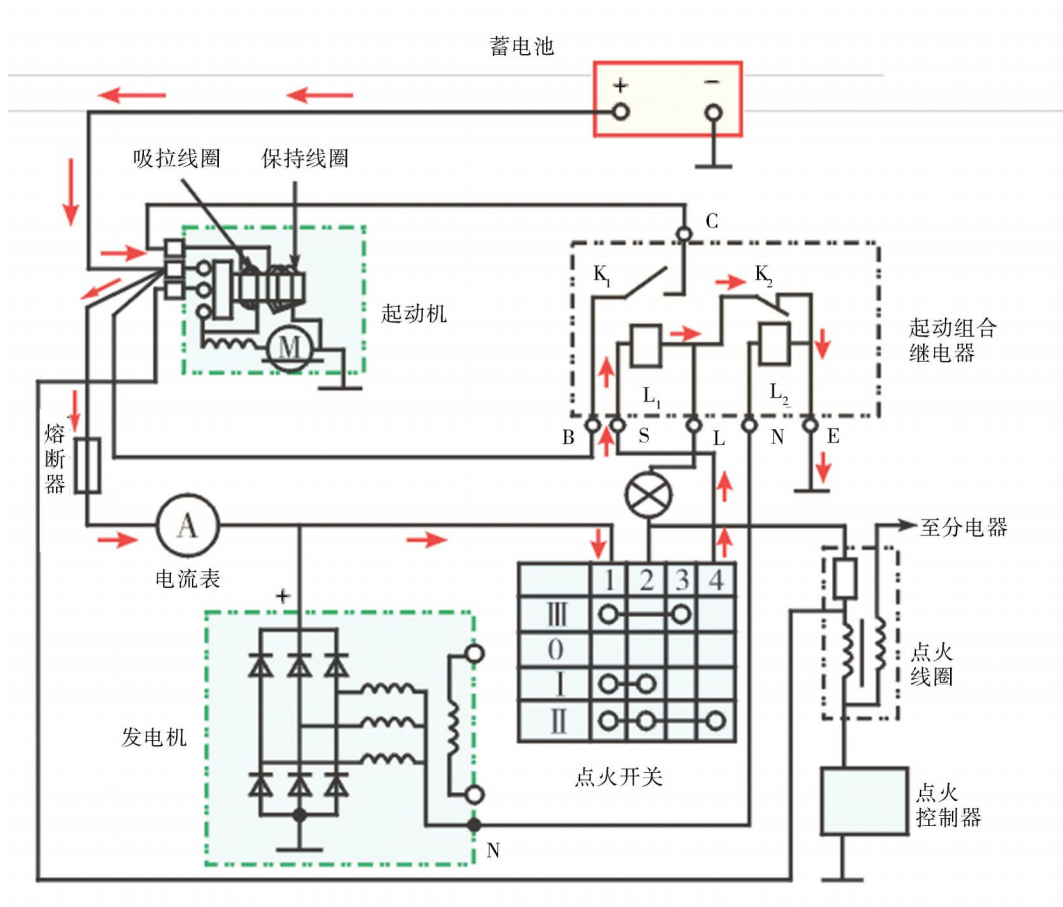


图 4-8 解放 CA1091 汽车有起动保护的起动电路图

如图 4-8 所示，在发动机未起动时，交流发电机未发电，中性抽头（N）接线柱电压为零，充电指示灯继电器线圈无电流通过，起动继电器线圈电流经充电指示灯继电器动断

触点搭铁。当点火开关转到起动（ST）挡时，起动机可以正常通电工作。发动机起动后，发电机中性抽头（N）接线柱输出电压，作用于充电指示灯继电器的线圈上，使其动断触点断开，充电指示灯和起动继电器线圈搭铁回路被切断，充电指示灯熄灭，此时在起动（ST）挡下，即使没有及时放松点火开关钥匙，或误将点火开关钥匙重新转到起动（ST）挡位置，起动机也不会工作，从而起到保护作用。

教学视频

利用手机等电子设备扫描下方二维码，观看相关教学视频。

4-1 起动系统介绍 	4-2 起动系统的结构与工作原理 	4-3 起动机工作原理 	4-4 起动机工作电路 
4-5 起动机线路连接 	4-6 起动机的拆装与检测 		

任务实施

1. 完成下列任务工单

任务工单四 汽车起动电路图识读与检修					
姓 名		班 级		得 分	
车辆信息	整车型号				
	车辆识别代码				
	发动机型号				
一、前期准备		(不需要填写)			
二、安全检查					
三、起动系统电路元件辨识		在实训车辆上查找起动系统电路元件,将已确认的起动系统电路元件记录如下:			
		起动系统电路元件名称		作用	
四、起动电路检修		查阅相关电路图,排除起动机不能正常工作的故障,并将检修步骤记录如下:			
		步骤序号	检测元件名称	检测内容与结果	是否正常
		1			
		2			
		3			
		4			
		5			
		6			
		7			
8					
五、现场恢复		(不需要填写)			

2. 完成下列测试题

(1) 汽车起动系统主要由 () 等组成。[多选题]

A. 蓄电池 B. 起动机 C. 点火开关 D. 起动继电器

(2) 甲说：“汽油发动机的起动开关与点火开关通常组合在一起”。乙说：“起动继电器触点（常开型）控制起动机电磁开关电路的通断”。下列说法正确的是 ()。

A. 甲正确 B. 乙正确
C. 甲和乙都正确 D. 甲和乙都不正确

(3) 甲说：“对于无起动保护的起动电路，在发动机起动后，如果不放松点火开关的钥匙，起动机就长时间处于工作状态，这样就会影响起动机的使用寿命，或将起动机烧坏”。乙说：“有起动保护的起动电路在发动机运转后，即使再次将点火开关旋至起动挡，起动机也不会再起动”。下列说法正确的是 ()。

A. 甲正确 B. 乙正确
C. 甲和乙都正确 D. 甲和乙都不正确

(4) 甲说：“电磁开关主要由吸引线圈、保持线圈、活动铁芯和接触盘等组成”。乙说：“电磁开关上的‘30’端子接至点火开关”。下列说法正确的是 ()。

A. 甲正确 B. 乙正确
C. 甲和乙都正确 D. 甲和乙都不正确

(5) 甲说：“起动机工作时，电磁开关中的吸引线圈和保持线圈一直有电流通过”。乙说：“起动机运转时，电磁开关中的吸引线圈被短路”。下列说法正确的是 ()。

A. 甲正确 B. 乙正确
C. 甲和乙都正确 D. 甲和乙都不正确

(6) 起动机由哪些元件组成？

(7) 减速起动机有什么优点？

(8) 起动机电磁开关上各接线柱的功能是什么？

(9) 简述无起动保护电路的起动机的工作过程。

(10) 结合有起动保护的起动机工作电路图，简述起动机是如何实现自动保护的。

任务评价与总结

（一）自我评价

针对本次学习任务，对学习情况进行回顾，并总结于下表中。

主要收获	(提示:参考学习目标填写)
主要问题	(提示:参考学习目标填写)
学习者签名	

（二）小组评价

针对本次学习任务，各学习小组总结出发扬点和改进点，并填入下表中。

(提示:可从学习态度、学习纪律、组织管理、动手能力、操作规范、合作精神、劳动精神、学习标兵、安全文明生产和 6S 等方面进行反馈与总结)

发扬点	
改进点	
组长签名	

（三）教师评价

教师对本次学习活动进行总体讲评，并将评价意见填入下表中。

教师总体评价	
教师签名	