

董 辉 编

怎样用万用表 检测汽车电系

北京理工大学出版社

2p22/35

内 容 简 介

本书是介绍用万用表检测汽车电系的普及型读物。第1章简述电路的基本知识、汽车电系工作原理和万用表在汽车电系检测中的应用;第2章概述了两种万用表的基本用法与参数;第3~5章分别介绍用万用表测量直流电压、电阻和直流电流的方法;第6~11章说明万用表在检测半导体器件、热敏电阻、点火开关、继电器、空气流量计等汽车部件时的应用;第12、13章是汽车电系中各系统电路的检测以及空调的检测。

本书适于汽车维修人员和汽车驾驶员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

怎样用万用表检测汽车电系/董辉编,一北京:北京理工大学出版社,2000.5

ISBN 7-81045-575-3

I. 怎… II. 董… III. 汽车-电气设备-复用电表-检测
IV. V463.607

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 65381 号

北京理工大学出版社出版发行
(北京市海淀区白石桥路 7 号)

邮政编码 100081 电话 (010)68912824

各地新华书店经售
北京国马印刷厂印刷

*

787 毫米×1092 毫米 32 开本 8.75 印张 184 千字

2000 年 5 月第 1 版 2000 年 5 月第 1 次印刷

印数:1—3500 册 定价:13.50 元

※图书印装有误,可随时与我社退换※

目 录

第一章 概述	(1)
1.1 电路的基本知识	(1)
1.2 汽车电系概述	(4)
1.3 万用表在汽车电系检测中的应用简介	(32)
1.4 两个基本的电工定律	(39)
第二章 万用表概述	(43)
2.1 模拟式万用表与数字式万用表概述	(43)
2.2 万用表参数的含义	(47)
2.3 模拟式和数字式万用表的应用与对比	(57)
第三章 用万用表测量直流电压	(59)
3.1 万用表测试的基本电路与内部结构简介 ..	(59)
3.2 模拟式与数字式万用表测量直流电压的差别	(64)
3.3 模拟式万用表测量低电压的限度	(68)
3.4 蓄电池的负端子与发动机本体间电压的测定	(70)
第四章 用万用表测量电阻	(74)
4.1 欧姆挡需要电源	(74)
4.2 模拟式万用表与数字式万用表欧姆挡的 基本特性	(75)
4.3 模拟式与数字式万用表的电阻测量	(78)
4.4 模拟式与数字式万用表表笔的极性与欧姆 挡的电流特性	(84)

第五章	直流电流的测量	(99)
5.1	电流表的种类	(99)
5.2	电流测量举例	(100)
第六章	用万用表测量半导体器件	(105)
6.1	晶体管的符号及型号命名方法	(105)
6.2	用万用表检查晶体管	(106)
6.3	用万用表检查功率管	(112)
6.4	用万用表检查功率管组件	(116)
第七章	用万用表检查热敏电阻	(119)
7.1	热敏电阻的特性	(119)
7.2	油量传感器的检测	(120)
7.3	水温传感器的检测	(122)
第八章	用万用表检查点火开关	(126)
8.1	检测点火开关的锁止挡	(127)
8.2	检测点火开关的附件挡	(127)
8.3	检测点火开关的工作挡	(128)
8.4	检测点火开关的起挡	(129)
第九章	用万用表检测继电器	(131)
9.1	继电器的结构与工作原理	(131)
9.2	继电器的单件检查	(134)
9.3	继电器触头电压降的测量	(136)
第十章	用万用表检查空气流量计	(138)
10.1	进气量的检测方法与空气流量计的种类	(138)
10.2	动片式空气流量计的结构与工作原理	(139)
10.3	热丝式空气流量计的结构与检测方法	(149)

10.4	卡曼涡旋式空气流量计的结构与检测方法	(156)
第十一章	用万用表检测真空传感器	(162)
11.1	真空传感器概述	(162)
11.2	真空传感器的检测	(164)
第十二章	用万用表查找汽车电气设备故障	(168)
12.1	可开式车顶控制系统的检测	(168)
12.2	蓄电池充电状态的检测	(172)
12.3	起动机不旋转时的检测	(178)
12.4	带集成电路调节器交流发电机的在车 检测	(185)
12.5	全晶体管点火装置的检测	(190)
12.6	汽车灯系电路的检测	(197)
12.7	刮水电机的检测	(214)
12.8	晶体管电路的检测	(225)
12.9	排放控制器与开关组件的检测	(227)
第十三章	微机控制空调的原理与检测	(234)
13.1	车厢内部温度的控制原理	(234)
13.2	微机控制空调的检测	(237)
13.3	空调放大器	(240)
13.4	加热器用控制放大器端子的电压及测试 条件	(246)
13.5	自我诊断功能	(248)
13.6	空调故障查找顺序	(251)
	主要参考资料	(272)

第一章 概 述

1.1 电路的基本知识

一个比较简单的电路如图 1-1 所示,此电路是由电源(图中所画的蓄电池是电源中的一种)、负载(图中所画出的灯泡)、电流表及导线组成的。电源的作用是将电能供给负载,电源有正极与负极。电源的输出电压也称为电动势,其单位为伏特(V),负载的阻力称为电阻,其单位为欧姆 Ω 。图中电流表的作用是指示电路中电流的大小,电流的单位为安培(A)。

在电源电压值相同的情况下,电阻值越大,电流就越小;反之,当电阻值越小时,电流值就越大。

在电阻值大小相同的情况下,电源电压值越高,电流值就越大;反之,电源电压值越低,电流就越小。

有一著名的定律,即欧姆定律,表明电压、电阻及电流之间关系。这三个量之间可以表示成:电流 = 电压/电阻。

将此式稍加变换后的关系式也成立:电阻 = 电压/电流,或者电压 = 电阻 $\times$ 电流。

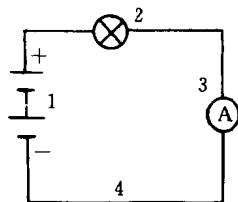


图 1-1 电路的构成

1—蓄电池;2—灯泡;
3—电流表;4—导线

1.1.1 电位与电压降

电路中的负荷(也称负载)形成电阻,不仅如此,连接电路用的导线以及触点对上也存在着导线电阻、接触电阻等等。

当电路中有电流通过时,电阻两端就会产生电压降。所谓电压降,是指两点间电位的差。如图 1-2 所示, A 、 B 两点之间的电压降等于 A 、 B 两点的电位差,即 A 、 B 间电压降 = A 点的电位 - B 点的电位。与导线的电压降可忽略时相比,在导线电压降较大时,电路中的电流会小些。

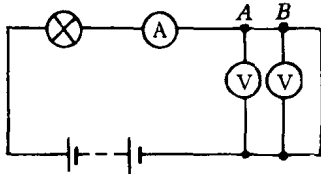


图 1-2 两点的电位不同时的状况

对电路来说,当保持通过电路的电流相同时,电阻越大,电压降就越大;反之,电阻越小,电阻上的电压降就越低。

1.1.2 电路、通路、开路等基本概念

用一个汽车用灯泡,两根电线与蓄电池的正、负极连接起来,就形成了一个最简单的电路,如图 1-1 所示。在这个电路中,从蓄电池的正极端子处输出电流,经过灯泡,经蓄电池的负极返回,形成了一个回路,可以把这个回路称为闭合电路。电路中的蓄电池起供应电能的作用,这就是电路中的电源,灯泡是消耗电能的,在汽车上称其为负荷或用电设备,电源通过连接导线将电能送到负载。

汽车上的电气设备主要采用单线制,即汽车电路利用车身或大梁的金属作为其中的一根导线导电,并将与车身或车架相连称为搭铁,因此,汽车上的最简单电路可用图 1-3 来表示。

电路状况一般可分为两类,一类是正常状态,另一类是不正常状态,每种状态又可分为两种情况。

1.1.2.1 电路处在正常状态

电路处在正常状态可分为三种情况。

①通路:电路中有电流通过,处于工作状态。

②断路:电路处在不工作的情况下,电路中没有电流通过,电路中开关断开时即属这种情况,例如图 1-3 中所示。

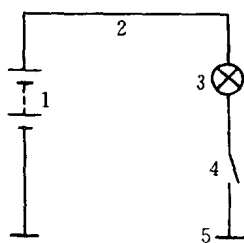


图 1-3 汽车上的最简单电路的示意图

1—蓄电池;2—电线;3—灯泡;4—开关;5—搭铁

③短接:因电路工作的需要,利用继电器的触点等使某一部件两端相当于连接起来,处于不工作状态,称之为短接。例如起动时将点火线圈附加电

阻短接;发电机发电之后,将充电指示灯两端短接等等,还可以举出一些例子。这些情况都属于正常状态。

1.1.2.2 电路处在不正常状态

电路处在不正常状态时也可分为两种情况。

①开路:这时处在不能工作的状态,即使闭合开关,电路中也无电流通过,其原因是:开关损坏,电路中某一导线中断,或者是负载内部开路,例灯泡的灯丝断等。

②短路:在图 1-3 的电路中,例如,导线的绝缘层磨破而与金属车身相连时,电路的状态则如图 1-4 所示,这时无

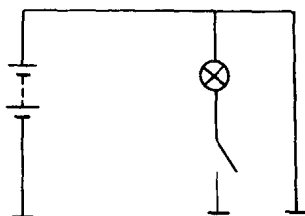


图 1-4 电路处于短路状态时

论开关是否闭合,金属的电阻比起灯泡或开关断开时的电阻要低得多,而电流是专拣电阻低的电路走的,所以大部分电流都从短路处通过,几乎没有电流通过灯泡,这时,不但灯泡不亮,而且因出现短路这一故障,蓄电池通过电阻很低的导

线就会输出很大的电流,这样大的电流通过导线,足以使导线乃至线束烧红烧化,引起火灾;短路电流通过蓄电池的内部,在蓄电池的内阻上也会消耗大量的电能,造成蓄电池发热,并很快下降到终止放电电压。

1.2 汽车电系概述

随着汽车技术的不断提高,汽车电路越来越复杂。为提高舒适性、安全性,汽车上增加了许多电气设备。汽车制造厂为了提高生产效率,在汽车电路中采用了大量的插接器,对想了解整车电系特点及维修的人来说,便显得有些繁琐和零乱。尽管各种车辆的电路千差万别,但有其共同的特点,下面就说明汽车电路各系统的一些共同特点。

1.2.1 电源系统

汽车上的电源系统主要包括蓄电池、电源总开关、保护装置、点火开关、发电机及调节器等。

1.2.1.1 电源总开关

按工作方式电源总开关可分为机械式和电磁式两种。机械式电源总开关就是靠手动控制的开关,由于它必须安装在司机顺手的位置,因而需要较长的电缆线,造成较粗的蓄电池电缆线在车内弯来弯去,所以起动发动机时的损耗较大。与此相比,电磁式电源总开关(也有称为蓄电池继电器的)可以安装在离蓄电池较近的位置,与蓄电池之间的连接线比较短,损耗较小,但当蓄电池电压过低时,这种开关有可能自动跳开。

1.2.1.2 易熔线

引进车型及进口车的电源系统中多设置有易熔线,采用易熔线是对整车线路一种独特的保护方式。

无论是熔断器还是易熔线,当其中通过的电流超过一定值时,都会熔断,但两者的熔断特性不同,它们的差别在于熔断所需时间不同。由此,熔断器与易熔线的使用目的有所不同,为保护某一支路、某一电器设备可选用熔断器,为了防止因某种故障将可能烧毁整车线路,采用易熔线比较合适。常见易熔线的规格如表 1-1 所示。

表 1-1 易熔线的规格

公称截面积 /mm ²	(每股直径/mm)×股数	工作电流 /A	5 秒内的熔断 电流/A	表面颜色
0.3	0.28×7	15	150	褐
0.5	0.32×7	20	200	绿
0.85	0.32×11	25	250	红
1.25	0.32×16	35	300	黑

1.2.1.3 电源系统的工作概述

先说明一个概念:负荷(或称为负载),可以理解为用电设备的统称。负荷重,就是负荷电流比较大;负荷轻,就是负荷电流比较小。在电源系统中,比较重要的部件是蓄电池和发电机。当发电机转速很低,输出电压没有达到规定的电压值(例如 14.5 V)时,发电机是他激的。这时蓄电池是电源,发电机是负荷,更确切地说,是由蓄电池向发电机供给激磁电流。这时如果有充电指示灯,则充电指示灯亮,它表明蓄电池在放电。

当发电机的输出电压达到蓄电池的充电电压时,发电机转为自激。这时发电机是电源,蓄电池是负荷,发电机向蓄电池充电。

国产 CA141 汽车的电源系统与起动系统的电路原理见图 1-5 所示。

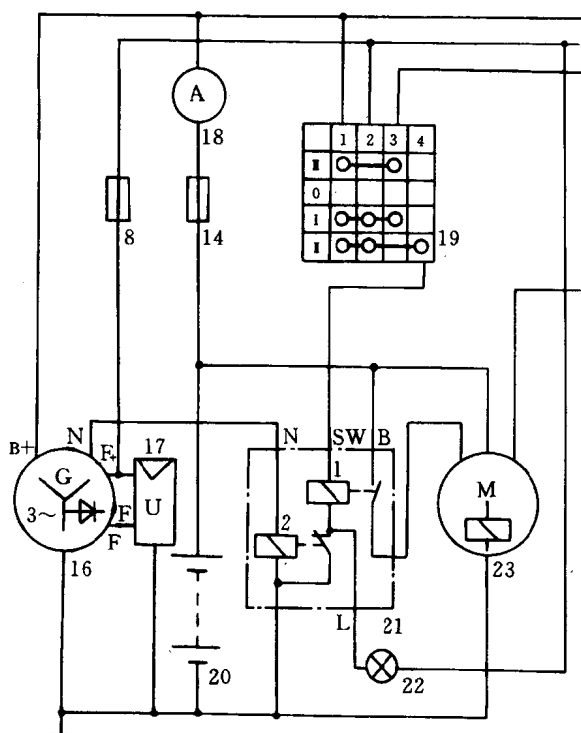
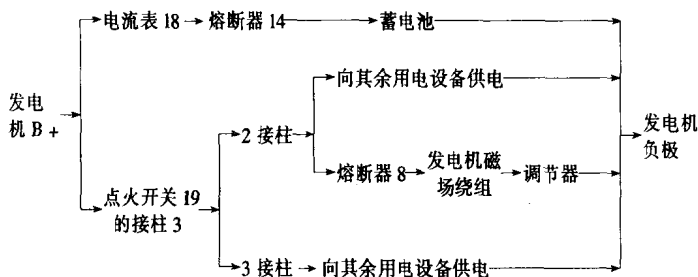


图 1-5 解放 CA141 汽车的电源系统与起动系统电路原理
8、14—熔断器;16—交流发电机;17—交流发电机调节器;18—电流
表;19—点火开关;20—蓄电池;21—组合起动继电器;22—充电指示
灯;23—起动机

当要起动发动机时,将点火开关 19 置于 II 挡,电流的主要通路是:蓄电池正极→熔断器 14→电流表 18→点火开关 19 的 1 接柱→2 接柱→熔断器 8→交流发电机的 F_+ 接柱→交流发电机磁场绕组→调节器→搭铁→蓄电池负极。在上述通路中蓄电池对交流发电机激磁,电流表也指示蓄电池放电。

自点火开关 19 的 2 接柱后,另有一路通路是:2 接柱→充电指示灯 22→组合起动继电器 21 的动断触点(常闭触点)→搭铁→蓄电池负极。这时充电指示灯亮。

发动机起动后,以及正常行车时,点火开关位于 I 挡,交流发电机输出电流,这时电流的通路有两路,一路是:



另一路是:发电机 N 接柱→组合起动继电器线圈 2→搭铁→发电机负极。此时,发电机为电源,对蓄电池充电及向用电设备供电,因继电器线圈 2 得电,其动断触点断开,充电指示灯 22 熄灭。

蓄电池与发电机电路之间接入的熔断器是一个容量为 30 A 的快速熔断器,若误将蓄电池的极性接反或此熔断器后面的电路存在着短路故障时,熔断器快速熔断,从而保护发电机和电线束。

1.2.2 起动电路

起动电路可以看成是由起动机的主电路、起动机的控制电路及起动机的驱动保护电路三部分组成的,把图 1-5 中的起动电路单独画出来,可得图 1-6 所示的最基本的起动电路。

1.2.2.1 起动机的主电路

主电路就是起动电路中通过大电流的部分。其电流通路是:蓄电池正极→电磁开关接柱 6→动触点 5→电磁开关接柱 7→起动机磁场绕组 8→电枢绕组 9→搭铁→蓄电池负极。

主电路的特点是工作电流比较大,因此在有关标准中对起动电路的电压降做了规定。

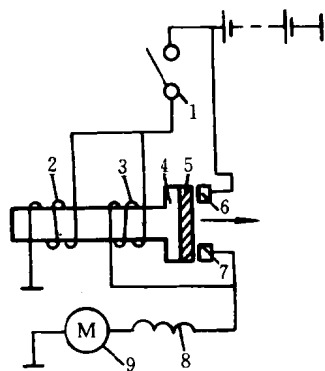


图 1-6 基本的起动电路
1—点火开关;2—保持线圈;3—吸引线圈;4—动铁心;5—动触点;6、7—电磁开关接柱;8—磁场绕组;9—电枢绕组

1.2.2.2 起动机的控制电路

起动机的控制电路是由起动机的电磁开关、点火开关、起动继电器所构成的电路,起动继电器只在部分车辆上装备,它的作用是:①使起动机电磁开关的工作电流不通过点火开关,从而减轻了点火开关触点的负荷。②有利于实现起动机的驱动保护。从图 1-6 中可以看出起动机控制电路的特点,当点火开关 1 刚闭合时,蓄电池的电流通过吸引线圈 3 和保持线圈 2,两个线圈产生的磁通方向相同,因此有很强的吸引力,

吸引铁心 4 按图中箭头所示方向移动,当动触点 5 和接柱 6、7 闭合后,蓄电池就会输出很大的电流通过磁场绕组和电枢绕组,使起动机旋转。这时吸引线圈 3 被短路,吸引线圈中无电流通过,线圈中不产生磁通,动铁心 4 仅在保持线圈 2 的作用下,维持动触点 5 的闭合。

在断开点火开关的瞬间,蓄电池的电流经动触点 5 通过吸引线圈 3 和保持线圈 2,这时两个线圈中的磁通方向相反,两线圈的吸引力互相抵消,动铁心 4 在回位弹簧(图 1-6 未示出)的作用下,回到静止状态,动触点断开,起动机停止工作。上述情况可归纳成表 1-2。

表 1-2

开关状态	点火开关刚接通时	电磁开关动触点 闭合时	点火开关断开、动触 点仍闭合时
吸引线圈	得电	失电	得电
保持线圈	得电	得电	得电
特 点	两线圈磁通方向相同		仅保持线圈产生磁通
			两线圈磁通方向相反

1.2.2.3 起动机的驱动保护电路

当发动机起动之后,若驾驶员没有及时断开点火开关,或在发动机正常工作、误接通起动机时,就有可能损坏起动机或驱动机构。在起动电路中增加驱动保护电路后,则可以起到保护作用。保护电路的作用是:①当发动机发动后,应使起动电路无法形成回路;②在发动机运转过程中,即使误接通起动开关,起动机也不能工作。

仍以图 1-5 为例来说明起动机的驱动保护电路的工作原理,当发动机已起动且带动发电机能够发电之后,发电机中性点 N 的电压升高,电流由中性点 N→组合起动继电器线圈

2→搭铁→发电机负极,形成回路。线圈2产生的电磁吸力使动断触点断开,切断了组合继电器线圈1的搭铁通路,同时也切断充电指示灯22的电流通路。由此,在发动机起动后,即使点火开关没有及时断开起挡,驱动保护电路中继电器触点也将自动断开起动机电路,起到保护作用。很显然,在发动机起动后,组合起动继电器中的动断触点始终处于断开状态,即使误接点火开关的起挡,起动机也不会转动。

1.2.3 点火系统

点火系统的电路由低压电路(初级回路)和高压电路(次级回路)两部分组成。低压电路部分包括蓄电池、点火开关、附加电阻、点火线圈的初级绕组、断电器及电容器等。解放牌CA141车的点火电路如图1-7所示。

当点火开关闭合时,点火电路的电流通路是:电源正极→点火开关→点火线圈的附加电阻→初级绕组→断电器→搭铁→电源负极。当点火开关位于起挡时,电源为蓄电池,附加电阻被短路;而当

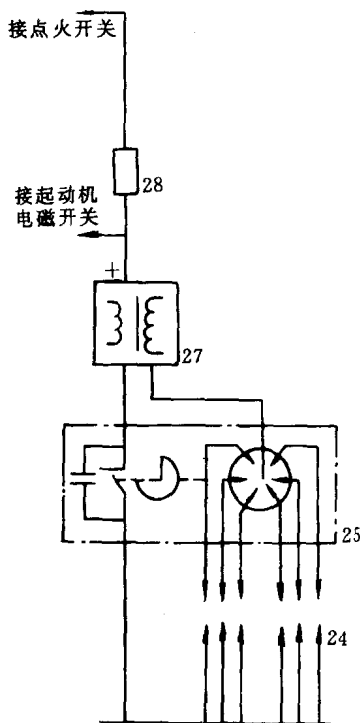


图1-7 解放牌CA141车的点火电路原理
24—火花塞;25—分电器;27—点火线圈;
28—点火线圈附加电阻

点火开关位于工作挡时,电源一般为发电机。

点火系统的次级电路,由点火线圈次级绕组、分火头、分电器盖、高压点火线和火花塞组成。

为了提高点火系统的工作性能,在点火线圈的初级电路中一般都串接有附加电阻。在采用带附加电阻的点火线圈时,为了防止起动时蓄电池电压的降低影响点火线圈的初级电流,一般在起动时将附加电阻短接。常见的短接附加电阻的方法有三种。

① 在起动机电磁开关内加装一个辅助触头。国内常采用这种方法,解放牌 CA141 车采用的就是这种方法。在起动发动机过程中,当起动机电磁开关吸合时,蓄电池的电压不是通过点火开关而是通过电磁开关的动触头、辅助触头直接加

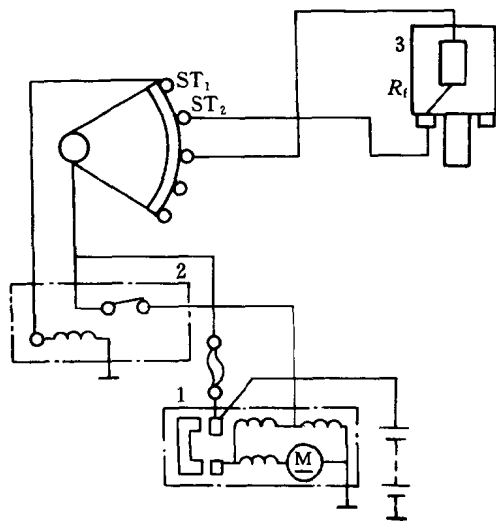


图 1-8 戴娜(DYNA)牌汽车的起动电路
1—起动机;2—起动继电器;3—点火线圈

到点火线圈的正接线柱上,这时起动电流不经过附加电阻;当发动机被起动之后,点火开关置于正常工作挡,电磁开关失电,蓄电池的电压要经过点火开关、附加电阻才加到点火线圈上。

② 利用点火开关的接线柱,短接附加电阻。以图 1-8 所示的日本丰田公司戴娜(DYNA)牌汽车电路为例,起动机的得电是通过点火开关的起动挡 ST_1 来实现的,与 ST_1 挡同时接通的还有 ST_2 挡,当起动机工作时,蓄电池的电压通过点火开关的 ST_2 挡(不经过附加电阻)直接加到点火线圈的正接线柱上;当点火开关置于工作挡时,加至点火线圈上的电压须经过附加电阻。

③ 利用二极管短接附加电阻。在天津大发 TJ110 车上,也采用了带附加电阻的点火线圈,如图 1-9 所示,与前两种情况不同的是,在附加电阻处接有一个二极管。在起动时,二极管上加有正向电压,二极管处于导通状态,将附加电阻短接,电流是通过二极管与点火线圈的初级绕组形成回路的;当将点火开关置于工作挡时,电源的电压要经过附加电阻才能加到点火线圈的初级绕组上。

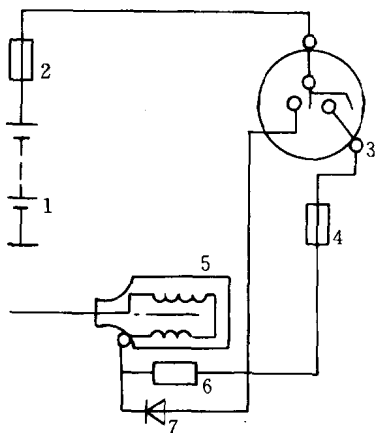


图 1-9 天津大发 TJ110 车的起动电路
1—蓄电池;2、4—熔断器;3—点火开关;
5—点火线圈;6—点火线圈附加电阻;7—
二极管