



学技能就业直通车系列书

# 汽车电工 快速入门

● 吴文琳 编著



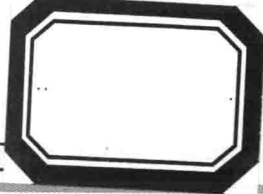
☆ 图文并茂 讲解围绕图片进行，内容来自工作实践，便于读者学习和应用。  
☆ 轻松易读 紧紧围绕入门展开，运用通俗的语言，将难以理解的概念转化为相对简单的知识，使枯燥的学习变得相对轻松，帮助读者迅速学会技能。



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



学技能就业直



# 汽车电工 快速入门

● 吴文琳 编著



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

## 内 容 提 要

本书从汽车电工的实际需要出发,详细介绍了汽车电气维修所必须具备的汽车基本知识和基本操作技能,重点介绍了汽车电气设备的构造、原理、维护、检修以及常见故障的诊断方法及排除技巧,涉及面广,基本涵盖汽车电工的各个方面。

全书共十三章,内容包括:汽车电工基本知识、蓄电池、发电机与调节器、起动系统、点火系统、信息显示系统、照明与信号系统、辅助电器装置、空调系统、电控燃油喷射系统、电控柴油机、自动变速器和防抱死制动系统等。

本书内容贴近实际,通俗易懂,实用性强,便于读者自学和广大汽车驾驶人员、修理工和汽车电工阅读,可作为学技能就业培训班的培训教材和大中专院校相关专业的参考书,是汽车电工快速入门的良师益友,快速精通的好帮手。

### 图书在版编目(CIP)数据

汽车电工快速入门/吴文琳编著. —北京:中国电力出版社, 2014. 6

(学技能就业直通车系列书)

ISBN 978-7-5123-5584-2

I. ①汽… II. ①吴… III. ①汽车-电工 IV. ①U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 035133 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

\*

2014 年 6 月第一版 2014 年 6 月北京第一次印刷

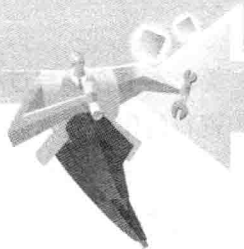
850 毫米×1168 毫米 32 开本 16.125 印张 423 千字

印数 0001—3000 册 定价 37.00 元

### 敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪  
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究



## 前 言

随着汽车电子技术的广泛运用,使得汽车的结构原理等方面发生了一系列变化,尤其是汽车电气设备及其电路的发展和技术更新,对汽车电工也提出了更高的要求。为了满足广大汽车电工的工作需要,使其快速掌握汽车电气设备和电控系统的维修知识和操作技能,特编写本书。

本书是《学技能就业直通车系列书》之一,在编写过程中,从广大汽车电工的实际需要出发,在内容上力求简明实用,通俗易懂,详细介绍了汽车电气维修所必须具备的汽车基本知识和基本操作技能,重点介绍了汽车电气设备的构造、原理、维护、检修以及常见故障的诊断方法及排除技巧,涉及面广,基本涵盖汽车电工的各个方面。

全书共十三章,内容包括:汽车电工基本知识、蓄电池、发电机与调节器、起动系统、点火系统、信息显示系统、照明与信号系统、辅助电器装置、空调系统、电控燃油喷射系统、电控柴油机、自动变速器和防抱死制动系统等。

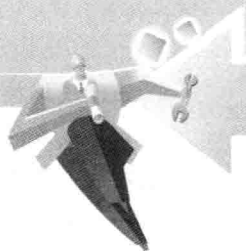
本书内容贴近实际,通俗易懂、实用性强,便于读者自学和广大汽车驾驶人员、修理工和汽车电工阅读,可作为学技能就业培训班的培训教材和大中专院校相关专业的参考书,是汽车电工快速入门的良师益友,快速精通的好帮手。

本书由吴文琳编著,参加本书编写的人员还有林瑞玉、林国洪、林清国、陈玉山、许宜静、刘燕青、吴荔城、邱宗许、傅瑞聪、陈瑞青、黄国良、施先柏、杨向阳、林莆杨、林春霞、王元

等。本书在编写过程中参考了一些文献资料，特在此向有关文献资料的作者表示衷心的感谢！

由于编者水平有限，书中的不当之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编 者



# 目 录

## 前言

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| <b>第一章 汽车电工基本知识</b> .....         | 1  |
| <b>第一节 电工电子基本知识</b> .....         | 1  |
| 一、电工基本知识.....                     | 1  |
| 二、直流电路.....                       | 9  |
| 三、正弦交流电路 .....                    | 11 |
| <b>第二节 汽车电气系统的组成与特点</b> .....     | 15 |
| 一、汽车电气系统的组成 .....                 | 15 |
| 二、汽车电气系统的特点 .....                 | 17 |
| <b>第三节 汽车全车电气线路</b> .....         | 17 |
| 一、汽车电气线路基本元件 .....                | 17 |
| 二、汽车电路图常用电气符号及开关和警示灯标志 .....      | 23 |
| 三、电路图的分类 .....                    | 41 |
| 四、汽车电路图的识读 .....                  | 47 |
| <b>第四节 汽车电工常用维修工具、仪器及材料</b> ..... | 48 |
| 一、常用维修工具 .....                    | 48 |
| 二、电工仪器仪表 .....                    | 57 |
| 三、电工材料 .....                      | 68 |
| <b>第五节 导线连接的操作</b> .....          | 72 |
| 一、导线剥皮 .....                      | 72 |
| 二、锡焊 .....                        | 73 |
| 三、包扎 .....                        | 74 |
| 四、套管接头 .....                      | 75 |

|                           |           |
|---------------------------|-----------|
| 五、线端接头 .....              | 75        |
| 六、线束的连接与修复 .....          | 75        |
| 第六节 汽车电气设备线路检修常识 .....    | 78        |
| 一、汽车电气设备线路常见故障 .....      | 78        |
| 二、汽车电气线路故障常用诊断与检修流程 ..... | 79        |
| 三、汽车电气线路故障诊断与检修方法 .....   | 80        |
| 四、汽车电气线路故障诊断与检修注意事项 ..... | 84        |
| 五、汽车电路常见故障的检修 .....       | 85        |
| 第七节 汽车电工安全常识 .....        | 86        |
| 一、安全技术 .....              | 86        |
| 二、安全用电 .....              | 88        |
| 三、火灾的扑灭 .....             | 89        |
| <b>第二章 蓄电池 .....</b>      | <b>93</b> |
| 第一节 蓄电池的结构与工作原理 .....     | 93        |
| 一、蓄电池的结构及型号 .....         | 93        |
| 二、蓄电池的工作原理 .....          | 97        |
| 第二节 蓄电池的使用与维护 .....       | 101       |
| 一、蓄电池的维护 .....            | 101       |
| 二、蓄电池的正确使用 .....          | 104       |
| 三、蓄电池的储存 .....            | 107       |
| 第三节 蓄电池的检修 .....          | 108       |
| 一、蓄电池检修 .....             | 108       |
| 二、蓄电池的充电 .....            | 111       |
| 第四节 蓄电池常见故障与排除 .....      | 120       |
| 一、外壳破裂 .....              | 120       |
| 二、极板硫化 .....              | 121       |
| 三、极板短路 .....              | 122       |
| 四、活性物质脱落 .....            | 122       |
| 五、故障性自放电 .....            | 123       |

|                           |            |
|---------------------------|------------|
| 六、单格电池极性颠倒·····           | 124        |
| <b>第三章 发电机与调节器·····</b>   | <b>126</b> |
| 第一节 发电机、调节器的结构与工作原理·····  | 126        |
| 一、发电机的结构与类型·····          | 126        |
| 二、交流发电机的类型·····           | 133        |
| 三、交流发电机工作原理·····          | 135        |
| 四、电压调节器的结构与工作原理·····      | 139        |
| 第二节 交流发电机的使用与维护·····      | 145        |
| 一、交流发电机和电压调节器使用应注意事项····· | 145        |
| 二、交流发电机和电压调节器的维护·····     | 145        |
| 第三节 交流发电机与电压调节器的检修·····   | 146        |
| 一、交流发电机的检修·····           | 146        |
| 二、电压调节器的检测·····           | 151        |
| 第四节 交流发电机故障与排除·····       | 154        |
| 一、发电机不发电·····             | 154        |
| 二、充电量过小·····              | 154        |
| 三、充电不稳·····               | 155        |
| 四、发电机发电量不足·····           | 155        |
| 五、发电机异响·····              | 156        |
| <b>第四章 汽车起动系统·····</b>    | <b>157</b> |
| 第一节 起动机的组成与工作原理·····      | 157        |
| 一、起动机的组成与类型·····          | 157        |
| 二、起动机的的工作原理·····          | 168        |
| 第二节 起动机的正确使用与维护·····      | 168        |
| 一、起动机的正确使用·····           | 168        |
| 二、起动机的维护·····             | 169        |
| 第三节 起动机的检修·····           | 172        |
| 一、起动机的检测·····             | 172        |
| 二、起动机的检修·····             | 174        |

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 第四节 起动系统常见故障与排除    | 179 |
| 一、起动机不转            | 179 |
| 二、起动机空转            | 180 |
| 三、起动机运转无力          | 180 |
| 四、起动机不能停转          | 181 |
| 第五章 汽车点火系统         | 182 |
| 第一节 传统点火系统的组成与工作原理 | 182 |
| 一、传统点火系统的组成        | 182 |
| 二、传统点火系统的工作原理      | 187 |
| 第二节 电子点火系统组成与工作原理  | 188 |
| 一、电子点火系统基本组成与工作原理  | 188 |
| 二、各主要部件的结构与工作原理    | 190 |
| 第三节 微机控制点火系统 (ESA) | 199 |
| 一、微机控制点火系统的组成与功能   | 199 |
| 二、微机控制点火系统的基本工作原理  | 201 |
| 三、微机控制点火系统的类型      | 204 |
| 第四节 点火系统的维护        | 209 |
| 一、电子点火系统的维护        | 209 |
| 二、点火系统主要部件的维护      | 211 |
| 第五节 电子点火系统主要部件的检修  | 212 |
| 一、电子点火系统主要部件的检修    | 212 |
| 二、微机控制点火系统主要部件的检修  | 220 |
| 第六节 点火系统的故障与排除     | 224 |
| 一、常见故障的诊断与部件       | 224 |
| 二、点火系统无火           | 229 |
| 三、个别缸断火            | 230 |
| 四、低速断火             | 230 |
| 五、高速断火             | 231 |
| 六、高压火花弱            | 231 |

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| <b>第六章 汽车信息显示系统</b> .....        | 233 |
| <b>第一节 汽车信息显示系统的组成与特点</b> .....  | 233 |
| 一、汽车信息显示系统的组成与分类.....            | 233 |
| 二、汽车信息显示系统的电路特点.....             | 236 |
| <b>第二节 汽车组合仪表</b> .....          | 237 |
| 一、组合仪表的结构原理.....                 | 237 |
| 二、电子显示组合仪表的组成与显示方式.....          | 244 |
| 三、电子仪表的结构原理.....                 | 250 |
| <b>第三节 汽车报警信息系统</b> .....        | 255 |
| 一、汽车报警信息系统.....                  | 255 |
| 二、仪表报警灯的结构与原理.....               | 259 |
| <b>第四节 汽车信息显示系统常见故障与排除</b> ..... | 265 |
| 一、检修组合仪表应注意事项.....               | 265 |
| 二、组合仪表常见故障与排除.....               | 265 |
| 三、电子仪表常见故障与排除.....               | 269 |
| 四、汽车报警装置常见故障与排除.....             | 272 |
| <b>第七章 汽车照明与信号系统</b> .....       | 273 |
| <b>第一节 汽车照明与信号系统的组成与特点</b> ..... | 273 |
| 一、照明系统的组成及特点.....                | 273 |
| 二、信号系统的组成.....                   | 275 |
| <b>第二节 照明系统</b> .....            | 278 |
| 一、前照灯的结构与类型.....                 | 278 |
| 二、前照灯的维护与调整.....                 | 282 |
| 三、照明系统的故障与排除.....                | 288 |
| <b>第三节 汽车信号与声响系统</b> .....       | 292 |
| 一、汽车转向信号系统.....                  | 292 |
| 二、声响装置的组成与检修.....                | 297 |
| <b>第八章 辅助电器装置</b> .....          | 308 |
| <b>第一节 电动刮水系统</b> .....          | 308 |

|                          |            |
|--------------------------|------------|
| 一、电动刮水器的组成与分类·····       | 308        |
| 二、刮水器的正确使用与维护·····       | 312        |
| 三、刮水系统常见故障与排除·····       | 314        |
| 第二节 电动车窗与电动天窗·····       | 317        |
| 一、电动车窗·····              | 317        |
| 二、电动天窗·····              | 322        |
| 第三节 电动后视镜与电动座椅·····      | 324        |
| 一、电动后视镜·····             | 324        |
| 二、电动座椅·····              | 327        |
| 第四节 安全气囊·····            | 331        |
| 一、安全气囊的组成与工作原理·····      | 331        |
| 二、安全气囊的故障与排除·····        | 334        |
| 第五节 巡航控制系统·····          | 337        |
| 一、巡航控制系统的组成与工作原理·····    | 337        |
| 二、定速巡航控制系统的故障检修·····     | 340        |
| <b>第九章 汽车空调系统·····</b>   | <b>341</b> |
| 第一节 汽车空调系统的组成与工作原理·····  | 341        |
| 一、汽车空调系统的组成·····         | 341        |
| 二、制冷系统的结构与工作原理·····      | 346        |
| 三、暖风系统的结构与工作原理·····      | 347        |
| 四、通风系统的结构与工作原理·····      | 347        |
| 第二节 常用汽车空调检修工具与仪器设备····· | 349        |
| 一、常用空调检修工具及使用方法·····     | 349        |
| 二、常用仪器设备及使用方法·····       | 362        |
| 第三节 汽车空调基本检修操作·····      | 365        |
| 一、空调制冷系统压力检测·····        | 365        |
| 二、空调系统抽真空·····           | 368        |
| 三、空调制冷剂的充注, 补充与放空·····   | 369        |
| 四、冷冻润滑油的加注·····          | 375        |

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 第四节 汽车空调系统的维护与使用    | 379 |
| 一、汽车空调系统的日常维护       | 379 |
| 二、汽车空调系统的常规检查       | 380 |
| 三、汽车空调系统的定期维护       | 381 |
| 第五节 汽车空调系统的故障与排除    | 384 |
| 一、汽车空调的常见故障         | 384 |
| 二、常见空调故障的排除         | 385 |
| 第十章 汽油机电控燃油喷射系统     | 389 |
| 第一节 电控燃油喷射系统的组成与分类  | 389 |
| 一、电控汽油喷射系统的组成       | 389 |
| 二、电控汽油喷射系统的分类       | 399 |
| 第二节 发动机电控系统的检修      | 402 |
| 一、发动机电控系统的检修方法      | 402 |
| 二、传感器的检测            | 403 |
| 三、执行器的检测            | 410 |
| 四、电控单元的检测           | 413 |
| 第三节 电控燃油喷射系统的故障与排除  | 415 |
| 一、电控燃油喷射系统故障检修注意事项  | 415 |
| 二、电控燃油喷射系统故障的常见部位   | 415 |
| 三、电控燃油喷射系统故障范围的决定   | 416 |
| 四、疑难故障诊断            | 417 |
| 第十一章 电控柴油机          | 429 |
| 第一节 柴油机电控系统的组成与工作原理 | 429 |
| 一、柴油机电控系统的组成        | 429 |
| 二、柴油机电控系统的工作原理      | 433 |
| 第二节 电控燃油喷射控制系统      | 434 |
| 一、电控燃油喷射控制系统的组成     | 434 |
| 二、电控柴油机燃油系统分类       | 435 |
| 三、电控直列泵燃油系统         | 439 |

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 四、电控分配泵燃油系统·····            | 440 |
| 五、电控泵喷嘴及单体泵燃油系统·····        | 442 |
| 六、电控共轨燃油系统·····             | 449 |
| 第三节 柴油机电控系统维修·····          | 452 |
| 一、电控柴油机维修注意事项·····          | 452 |
| 二、非共轨型柴油机无故障码故障的诊断·····     | 457 |
| 三、电控柴油机控制系统故障的诊断·····       | 461 |
| 第四节 柴油机电控系统常见故障与排除·····     | 464 |
| 一、电控柴油机常见故障症状·····          | 464 |
| 二、博世(BOSCH)共轨系统柴油机起动困难····· | 464 |
| 三、电控共轨(博世)柴油机功率不足且冒黑烟·····  | 467 |
| 四、博世(BOSCH)共轨电控柴油机功率不足····· | 468 |
| 五、电控柴油机功率不足·····            | 470 |
| 第十二章 自动变速器·····             | 472 |
| 第一节 自动变速器的组成、类型与工作原理·····   | 472 |
| 一、自动变速器的组成·····             | 472 |
| 二、自动变速器的工作原理·····           | 477 |
| 三、自动变速器的类型·····             | 477 |
| 第二节 自动变速器检修·····            | 478 |
| 一、自动变速器油的检查·····            | 478 |
| 二、自动变速器检修注意事项·····          | 481 |
| 第三节 自动变速器故障与排除·····         | 482 |
| 一、自动变速器故障的诊断原则·····         | 482 |
| 二、自动变速器的故障诊断程序·····         | 483 |
| 三、自动变速器常见故障的诊断·····         | 484 |
| 第十三章 防抱死制动系统·····           | 487 |
| 第一节 防抱死制动系统的组成与工作原理·····    | 487 |
| 一、防抱死制动系统的组成·····           | 487 |
| 二、ABS的工作原理·····             | 489 |

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 第二节 防抱死制动系统的检修.....           | 492 |
| 一、ABS 检修注意事项 .....            | 492 |
| 二、故障检修的一般方法和步骤.....           | 494 |
| 三、ABS 各主要部件的检查 .....          | 496 |
| 四、偶发性故障的维修.....               | 498 |
| 第三节 电子制动防抱死系统故障与排除.....       | 499 |
| 一、电子制动防抱死系统的报警灯不亮.....        | 499 |
| 二、电子制动防抱死系统的控制功能失效.....       | 499 |
| 三、电子制动防抱死系统制动效果不良.....        | 500 |
| 四、电子制动防抱死系统 ABS 报警灯时亮时灭 ..... | 501 |



## 第一章

# 汽车电工基本知识

## 第一节 电工电子基本知识

### 一、电工基本知识

#### 1. 电工基本概念

(1) 电流。电荷在电路中有规则的定向运动，形成电流。电子的移动是从负极到正极，但电流的方向习惯上规定为从正极到负极。电流用字母  $I$  表示，单位为安培 (A)，简称安。常用的电流单位还有毫安 (mA) 和微安 ( $\mu\text{A}$ )。

$1\text{A (安培)} = 1000\text{ mA (毫安)}$

$1\text{ mA (毫安)} = 1000\mu\text{A (微安)}$

根据电流在电路中流动的方式不同分为直流电和交流电。直流电是指电流方向不随时间而变的电流，如干电池、蓄电池和直流发电机所输出的电流。交流电是指电流大小和方向随时间变化的电流，如交流发电机输出的交流电流。

(2) 电压。在静电场或电路中，单位正电荷在电场力作用下从一点移到另一点电场力所做的功称为两点间的电压，用符号  $U$  表示，单位为伏特 (V)，简称伏，用符号 “V” 表示。电压的正方向是从高电位到低电位。

(3) 电动势。由电源内部产生的维持电子流动的力称为电动势。电动势用符号 “ $E$ ” 表示，单位也是 “伏特”。



(4) 电阻。导体能够导电,但同时电流又有阻力作用。这种阻碍电流通过的阻力称为电阻,用字母  $R$  表示,单位为欧姆( $\Omega$ ),简称欧。常用的电阻单位还有千欧和兆欧。

$$1\text{k}\Omega (\text{千欧}) = 1000\Omega (\text{欧姆})$$

$$1\text{M}\Omega (\text{兆欧}) = 1000\text{k}\Omega (\text{千欧})$$

导体电阻的大小和其长度成正比,和其横截面积成反比。一般导体的电阻都随温度的变化而变化,温度升高,电阻增大。

(5) 电容。在电路中,电容器能把电能转变为电场能。电容是表征电容器容储电场能量(电荷)能力的一个参数,用字母  $C$  表示,单位为法拉( $F$ ),简称法。电容在数值上等于导体所具有的电荷量与两导体电位差(电压)之比值,即  $C=Q/U$ 。

(6) 电感。电感是表征电感器储能能力的一个物理量,用符号  $L$  表示,单位为亨利( $H$ ),简称亨。电感包括自感和互感,有时自感也称为电感。

(7) 直流。凡大小和方向不随时间变化的电流称为直流。

(8) 交流。凡大小和方向都随时间作周期性变化的电流称为交流电,一般交流电指的是正弦交流电流。大小和方向随时间按正弦规律变化的电流称为正弦交流。

(9) 频率。周期的倒数称为频率,其数值等于  $1\text{s}$  内的周期数。用符号  $f$  表示,单位为赫兹( $\text{Hz}$ ),简称赫。我国电力的频率为  $50\text{Hz}$ ,美国的频率为  $60\text{Hz}$ 。

(10) 周期。交流电流的瞬时值每重复一次所需的最短时间称为周期,用符号  $T$  表示,单位为秒( $\text{s}$ )。

(11) 电功率。电流在单位时间内所做的功,称为电功率,用符号“ $P$ ”表示。电功率的单位是“瓦特”,用符号“ $W$ ”表示。常用的电功率单位还有千瓦和英马力。

$$1\text{kW} (\text{千瓦}) = 1000\text{W} (\text{瓦特})$$

$$1\text{hp} (\text{英马力}) = 745.7\text{W} (\text{瓦特})$$

$$1\text{kW} (\text{千瓦}) = 1.34\text{hp} (\text{英马力})$$

(12) 支路。电路中含有电路元件的每个分支称为支路,一



条支路中通过的电流为同一电流。

(13) 节点。在电路中，3 条或 3 条以上支路的连接点称为节点。

(14) 回路。电路中任一闭合路径称为回路。

(15) 网孔。在回路内部不含有支路的回路称为网孔。

(16) 并联电路。两个或两个以上电阻的首尾接在相同两点之间所构成的电路称为并联电路。

(17) 串联电路。两个或两个以上电阻的首尾依次连接所构成的，中间无分支电路的连接方法称为串联电路。

## 2. 电路基本定律

欧姆定律和克尔霍夫定律是电路的基本定律，是电路分析计算的基础。它们的基本关系式分别为  $I = U/R$  和  $\sum I = 0$  或  $\sum U = 0$ 。

(1) 欧姆定律。欧姆定律确定了电阻元件的电流与电压之间的关系，适用于线性电阻电路的分析计算。克希荷夫两条定律分别确定了节点电流之间的关系和回路电压之间的关系，适用于各种电路的分析计算，具有普遍意义。欧姆定律是进行电路计算的最基本定律，它有部分电路欧姆定律和全电路欧姆定律两种。

1) 部分电路欧姆定律。图 1-1 所示为部分（或一段）电路，即在该电路中不含电源电动势，仅用端电压  $U$  表示电路中的电源。该电路的欧姆定律公式为

$$I = U/R$$

式中  $I$ ——导体中的电流，A；

$U$ ——电源电压或电阻  $R$  两端的电压，V；

$R$ ——负载电阻或导体的电阻， $\Omega$ 。

2) 全电路欧姆定律。如图 1-2 所示是一种最简单的闭合回路，称为全电路。在此电路中，电流  $I$  的大小与电动势  $E$  成正比，与其全部电阻值成反比。其欧姆定律公式为

$$I = E/(R_0 + R)$$

式中  $I$ ——电路中的电流，A；