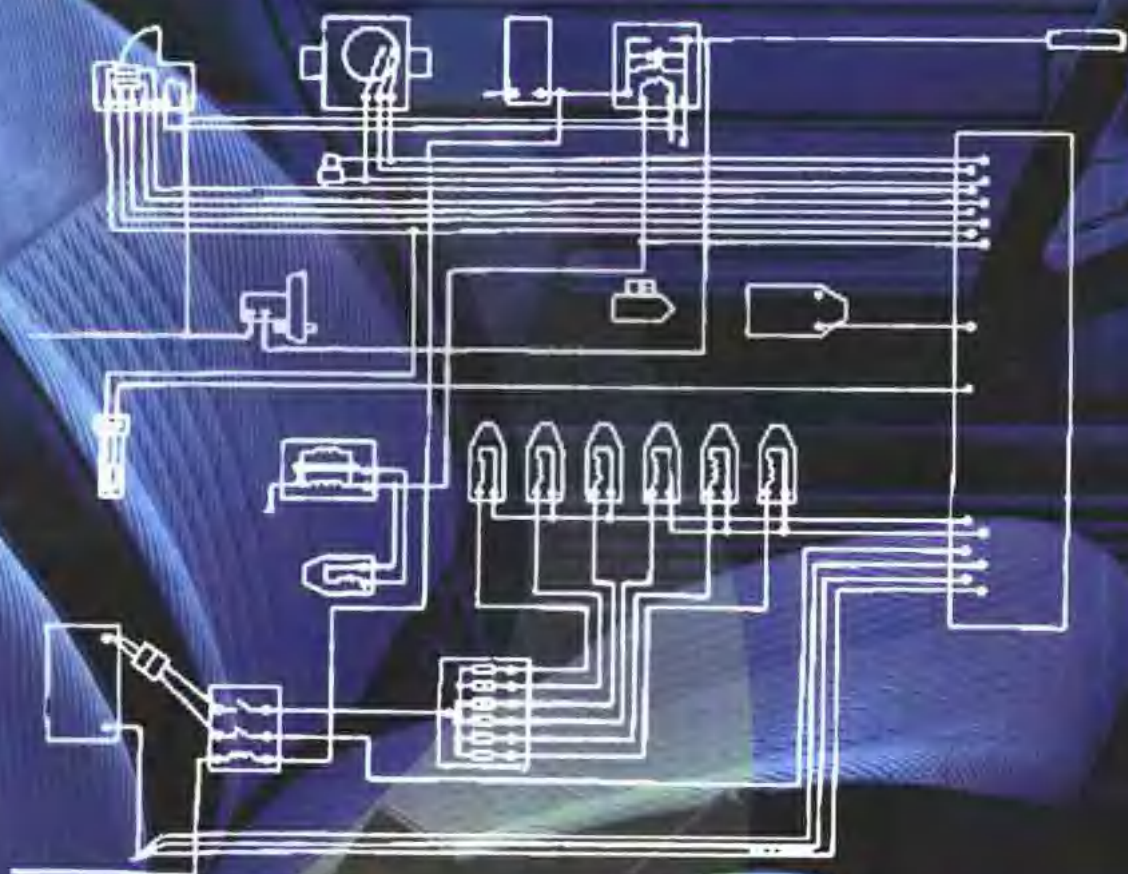


现代汽车 基本电路

董辉 编

北京理工大学出版社



现代汽车基本电路

董 辉 编

北京理工大学出版社

内 容 简 介

本书介绍了汽车电路常用的图形符号,汽车电路的特点,常用的电工基本定律等。对汽车电系常用的电子元器件的特点及常用的基本电子电路的构成及特点作了说明。并将传统的汽车整车电路分为电源系统、启动电路、点火系统、刮水系统、照明与信号电路等,分别对各系统的典型电路、电路特点作了说明。为使读者加深对逻辑电路的理解,本书单列一节介绍逻辑电路及在汽车电系中的应用。

本书用相当的篇幅介绍了汽车电控系统的电路图,首先介绍传统电子控制燃油电路,然后说明发动机的电控系统,即集中控制发动机的控制方法,鉴于电控系统的电路特点,本书对各种信号的特点及传输作了说明,并按控制部分将电控系统分解,画出各部分电路方框图加以说明,即分为燃油喷射系统、电子控制点火、怠速转速控制,燃油泵转速控制。最后介绍了微机控制空调电路。

本书适合于汽车行业有关人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

现代汽车基本电路/董辉编. —北京:北京理工大学出版社,1999.1
ISBN 7-81045-460-9

I. 现… II. 董… III. 汽车-电气设备-电路图 IV. U463.6-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 33394 号

责任印制:田长新 责任校对:陈玉梅

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
国防科工委印刷厂印刷

*

787毫米×1092毫米 16开本 13.5印张 326千字

1999年1月第1版 1999年1月第1次印刷

印数:1—5000册 定价:20.00元

※图书印装有误,可随时与我社退换※

目 录

| | |
|-------------------------|--------|
| 1. 基本知识 | (1) |
| 1.1 图形符号 | (1) |
| 1.2 电路的概念 | (1) |
| 1.3 单线制与负搭铁 | (11) |
| 1.4 汽车电系的电压 | (11) |
| 1.5 欧姆定律 | (12) |
| 1.6 基本连接方法 | (12) |
| 1.6.1 串联 | (12) |
| 1.6.2 并联 | (13) |
| 1.7 导线电阻引起的电压降 | (13) |
| 1.8 电流的三个效应 | (14) |
| 1.9 电功率 | (14) |
| 1.10 右手螺旋定则 | (15) |
| 1.11 电磁力与左手定则 | (16) |
| 1.12 右手定则 | (16) |
| 1.13 电磁感应作用 | (17) |
| 1.14 互感和自感 | (17) |
| 2 电子器件 | (18) |
| 2.1 电子电路与电工电路的异同点 | (18) |
| 2.2 电子电路所用的元件与功能 | (18) |
| 2.2.1 电阻器 | (18) |
| 2.2.2 电容器 | (18) |
| 2.2.3 线圈(自感) | (19) |
| 2.2.4 二极管 | (19) |
| 2.2.5 晶体管 | (19) |
| 2.2.6 晶闸管(SCR) | (20) |
| 2.2.7 集成电路(IC) | (20) |
| 2.2.8 热敏电阻 | (20) |
| 3. 基本电子电路 | (21) |
| 3.1 R回路 | (21) |
| 3.2 二极管的应用电路 | (21) |
| 3.3 稳压二极管电路 | (21) |
| 3.4 热敏电阻电路 | (24) |
| 3.5 晶体管基本电路 | (25) |
| 3.5.1 晶体管的放大作用 | (25) |
| 3.5.2 偏压电路 | (27) |
| 3.6 晶体管的开关作用 | (29) |
| 3.6.1 晶体管的导通 | (29) |

| | | |
|----------|--|---------------|
| 3.6.2 | 接有电容器的开关电路 | (31) |
| 3.6.3 | 晶体管电路在汽车上的应用举例 | (31) |
| 3.7 | 振荡电路 | (32) |
| 3.7.1 | LC 振荡电路 | (33) |
| 3.7.2 | RC 振荡电路 | (35) |
| 3.8 | 振荡器和触发器 | (36) |
| 3.8.1 | 自激多谐振荡器 | (37) |
| 3.8.2 | 单稳态触发器 | (40) |
| 3.8.3 | 双稳态触发器 | (42) |
| 3.8.4 | 射极耦合双稳态触发器 | (43) |
| 4 | 汽车各电路系统的基本电路 | (44) |
| 4.1 | 电源系统电路 | (44) |
| 4.1.1 | 蓄电池的连接电路 | (44) |
| 4.1.2 | 充电电路 | (48) |
| 4.1.3 | 采用电磁式调节器的充电电路 | (49) |
| 4.1.4 | 采用电子式调节器的充电电路 | (52) |
| 4.2 | 启动系统基本电路 | (56) |
| 4.2.1 | 起动机电路 | (56) |
| 4.2.2 | 起动机的驱动保护电路 | (57) |
| 4.2.3 | 启动预热电路 | (59) |
| 4.2.4 | 电子控制柴油发动机的启动预热系统 | (65) |
| 4.3 | 点火系统电路 | (67) |
| 4.3.1 | 触点式点火系统 | (67) |
| 4.3.2 | 全晶体管点火系统 | (68) |
| 4.3.3 | 全晶体管点火装置的基本电路和工作原理 | (70) |
| 4.3.4 | 带闭合角控制的全晶体管点火装置电路 | (72) |
| 4.3.5 | 带定电流与闭合角控制的全晶体管点火装置 | (76) |
| 4.4 | 刮水系统电路 | (79) |
| 4.4.1 | 电激磁式刮水电动机电路 | (80) |
| 4.4.2 | 水磁式刮水电动机 | (82) |
| 4.4.3 | 间歇刮水装置电路 | (82) |
| 4.4.4 | 东风牌汽车的间歇刮水电路 | (83) |
| 4.5 | 汽车照明与信号装置电路 | (84) |
| 4.5.1 | 外部照明装置 | (84) |
| 4.5.2 | 外部信号装置 | (85) |
| 4.5.3 | 内部照明装置 | (85) |
| 4.5.4 | 内部指示与警告装置 | (85) |
| 4.5.5 | 远光指示灯的接法 | (85) |
| 4.5.6 | 丰田、考斯特(COASTER)牌 RB10.11 BB10 系列汽车部分灯光电路 | (86) |
| 4.5.7 | 三菱 FR、FU、FV 全气制动载货汽车部分照明电路 | (87) |
| 4.5.8 | 闪光器电路 | (87) |
| 4.5.9 | 三菱扶桑牌 FK102 型货车闪光器电路 | (88) |
| 4.5.10 | 丰田车闪光器电路 | (89) |

| | | |
|--------|------------------------|-------|
| 4.5.11 | 报警电路 | (91) |
| 4.5.12 | 保护电路实例 | (93) |
| 4.6 | 逻辑电路简介 | (95) |
| 4.6.1 | 概述 | (95) |
| 4.6.2 | 基本逻辑电路 | (96) |
| 4.6.3 | 汽车上逻辑电路应用举例 | (97) |
| 5. | 上海桑塔纳 LX、GX、GX5 型轿车电路图 | (98) |
| 5.1 | 电源、启动、预热电路 | (98) |
| 5.2 | 点火系统电路 | (102) |
| 5.3 | 仪表与指示灯 | (102) |
| 5.4 | 照明和信号电路 | (103) |
| 5.4.1 | 转向与危险报警信号电路 | (103) |
| 5.4.2 | 前照灯电路、照明和信号电路 | (103) |
| 5.5 | 刮水、洗涤系统电路 | (104) |
| 5.6 | 空调系统电路 | (105) |
| 6. | 电子控制燃油喷射(EFI)系统电路图 | (106) |
| 6.1 | 概述 | (106) |
| 6.2 | 主继电器和燃油泵继电器 | (106) |
| 6.2.1 | 主继电器 | (106) |
| 6.2.2 | 燃油泵继电器电路 | (106) |
| 6.2.3 | 冷启动开关电路 | (109) |
| 6.2.4 | 喷油器电路 | (111) |
| 6.3 | 燃油泵与燃油压力调节器 | (112) |
| 6.3.1 | 燃油泵 | (112) |
| 6.3.2 | 燃油压力调节器 | (113) |
| 6.4 | 空气流量计与节气门位置传感器 | (113) |
| 6.4.1 | 空气流量计 | (113) |
| 6.4.2 | 节气门位置传感器 | (115) |
| 6.5 | 水温传感器与真空传感器 | (116) |
| 6.5.1 | 水温传感器 | (116) |
| 6.5.2 | 真空传感器 | (117) |
| 6.6 | 电子控制装置的控制作用 | (118) |
| 6.6.1 | 控制系统的作用是决定喷油器的开阀时间 | (118) |
| 6.6.2 | 启动时的控制与燃油泵控制 | (118) |
| 6.6.3 | 传感器向控制装置提供信息 | (119) |
| 6.6.4 | 电子控制燃油喷射与化油器的比较 | (119) |
| 6.6.5 | 喷油量的确定与各传感器的关系 | (121) |
| 6.7 | 小结 | (123) |
| 7. | 发动机集中控制系统电路图 | (124) |
| 7.1 | 微机基本知识 | (124) |
| 7.2 | 微机控制概述 | (125) |
| 7.2.1 | 微机控制的基本组成 | (125) |
| 7.2.2 | 控制按已编程序进行 | (125) |

| | | |
|----------|------------------------|--------------|
| 7.2.3 | 汽油发动机电子控制的进行方法 | (125) |
| 7.2.4 | 与发动机电子控制有关的传感器和执行器 | (129) |
| 7.3 | 模拟信号与数字信号 | (130) |
| 7.3.1 | 模拟信号的输出 | (130) |
| 7.3.2 | 数字信号的输出 | (133) |
| 7.3.3 | ECU 的输出——数字信号 | (136) |
| 7.4 | 电子控制燃油喷射 | (141) |
| 7.4.1 | 概述 | (141) |
| 7.4.2 | 发动机暖机后的控制 | (142) |
| 7.4.3 | 暖机过程中的控制 | (145) |
| 7.4.4 | 加速时的燃油喷射控制 | (145) |
| 7.4.5 | 启动时的燃油喷射控制 | (146) |
| 7.4.6 | 中断供油控制 | (147) |
| 7.4.7 | 燃油的喷射时间 | (149) |
| 7.4.8 | 电子控制燃油喷射小结 | (150) |
| 7.5 | 电子控制点火时间 | (151) |
| 7.5.1 | 点火时间的控制 | (151) |
| 7.5.2 | 一般情况下的点火时间 | (151) |
| 7.5.3 | 怠速状态下的点火时间 | (154) |
| 7.5.4 | 启动时的点火时间控制 | (154) |
| 7.5.5 | 点火时间的控制过程 | (155) |
| 7.5.6 | 检查点火时间时的注意事项 | (156) |
| 7.5.7 | 电子配电点火系统 | (156) |
| 7.6 | 电子怠速转速的控制 | (157) |
| 7.6.1 | 怠速时的控制 | (158) |
| 7.6.2 | 怠速以外时的控制 | (160) |
| 7.6.3 | 启动时的控制 | (161) |
| 7.6.4 | 步进电动机式 AAC 阀 | (161) |
| 7.6.5 | 检查怠速转速时的注意事项 | (163) |
| 7.6.6 | 怠速转速控制小结 | (163) |
| 7.7 | 燃油泵控制, 自我修正和备份功能 | (164) |
| 7.7.1 | 燃油泵控制 | (164) |
| 7.7.2 | 自我修正与备份功能 | (166) |
| 7.8 | 传感器与发动机控制关系的小结 | (168) |
| 8 | 日产汽车发动机电控系统的电路图 | (170) |
| 8.1 | 日产汽车发动机电子控制所用传感器 | (171) |
| 8.1.1 | 曲轴角度传感器 | (171) |
| 8.1.2 | 空气流量计 | (173) |
| 8.1.3 | 车速传感器与节气门开关 | (174) |
| 8.1.4 | 空挡开关与空调开关 | (175) |
| 8.1.5 | 水温传感器等 | (175) |
| 8.2 | 燃油喷射控制 | (176) |
| 8.2.1 | 控制系统的构成 | (176) |

| | | |
|----------|--------------------|--------------|
| 8.2.2 | 喷油量的控制 | (176) |
| 8.3 | 点火时间的控制 | (177) |
| 8.3.1 | 控制系统的构成 | (177) |
| 8.3.2 | 日产发动机的点火电路 | (178) |
| 8.3.3 | 点火时间的确定 | (178) |
| 8.3.4 | 闭合角的确定 | (179) |
| 8.4 | 日产RB20E发动机的怠速转速控制 | (180) |
| 8.4.1 | 利用控制占空比改变AAC 阀上的电压 | (180) |
| 8.4.2 | RB20E 系列发动机的怠速转速控制 | (181) |
| 8.5 | 日产车的燃油泵控制电路 | (183) |
| 9 | 全自动空调电路 | (185) |
| 9.1 | 致冷循环 | (185) |
| 9.1.1 | 致冷的原理 | (185) |
| 9.1.2 | 热与饱和状态 | (185) |
| 9.2 | 致冷循环 | (186) |
| 9.2.1 | 压缩机的作用 | (186) |
| 9.2.2 | 膨胀阀的作用 | (187) |
| 9.3 | 空调的控制 | (187) |
| 9.3.1 | 概述 | (187) |
| 9.3.2 | 空调的微机控制 | (187) |
| 9.3.3 | 空调微机控制有关的传感器和执行器 | (189) |
| 9.4 | 空调的输入信号与温度控制 | (190) |
| 9.4.1 | 微机控制空调的输入信号 | (190) |
| 9.4.2 | 温度控制 | (194) |
| 9.5 | 风量控制 | (195) |
| 9.5.1 | 风量控制的工作过程 | (195) |
| 9.5.2 | 空调启动时的控制 | (196) |
| 9.5.3 | 冷机时的控制 | (196) |
| 9.5.4 | 风量控制有关的传感器与执行器 | (196) |
| 9.6 | 出风口的控制 | (197) |
| 9.6.1 | 出风口的控制方法 | (197) |
| 9.6.2 | 出风口的控制 | (198) |
| 9.6.3 | 位置开关 | (198) |
| 9.7 | 进风口的控制 | (199) |
| 9.7.1 | 进风口控制概述 | (199) |
| 9.7.2 | 进风口控制过程 | (200) |
| 9.7.3 | 位置开关 | (200) |
| 9.8 | 空调控制小结 | (202) |
| 9.9 | 日产“地平线车”微机控制空调电路图 | (202) |
| 9.9.1 | “地平线车”微机控制空调的概述 | (202) |
| 9.9.2 | 微机控制空调的部件 | (203) |
| 9.9.3 | 空调放大器电路举例 | (206) |

1. 基本知识

汽车有各种各样的电路图，例如汽车电路原理图、汽车线束图、汽车电路图以及汽车电器设备布置图等等。汽车电路原理图简单明了地表明了汽车电路各系统的工作原理和各系统之间的关系。读懂汽车电路原理图对掌握全车电路特点及日常使用与维修是大有益处的。

要想看懂汽车电路原理图，首先应当掌握：电气图形符号、电工基础积识、电路的基本定律、各种电子器件的特性及基本功能、基本电子电路的工作原理、汽车电路的特点以及汽车电路中各系统的基本原理。

1.1 图形符号

汽车电路既包含电力拖动电路，也包括电子电路。汽车电路中采用了许多图形符号来表示各种汽车电器设备。但是，包括我国在内，世界各国至今还没有一个正式标准对汽车电器的图形符号做出统一规定。国际标准化组织(ISO)道路车辆委员会(TC22)中的电器与电子设备分会(SC3)于1989年起草了汽车电器图形符号的ISO标准稿。此稿参考了已经发布的ISO标准和国际电工委员会(IEC)标准，该稿包含240种左右的图形符号，但直到1993年，标准稿还处于讨论阶段。

世界各国汽车电路所采用的图形符号并不完全相同，但汽车电路原理图中的大部分图形符号都是从有关标准中摘录出来的，还有一部分是根据电气设备的工作原理画出来的，因此大体上类似。

为便于学习，从国家标准《GB—4728—电气图用图形符号》中选出了汽车电路和常用的图形符号70种列于表1-1中。为便于了解国际电工委员会(IEC)的规定，表中同时列出日、德、英、美等国的电气图形符号供读图时参考。表中标明的序号即是GB—4728的序号，以便查阅。

1.2 电路的概念

如图1-1所示，把蓄电池的正端子、负端子与灯泡用导线连接起来形成电流的通路称为电路或回路。如果用符号表示图中的电器，就会得到图1-2。图中 R 表示灯泡的电阻。箭头表示电流的方向。

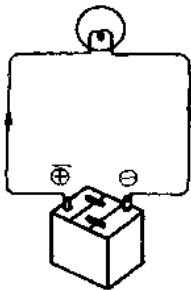


图 1-1 电路

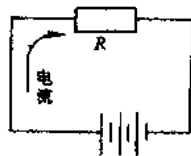


图 1-2 电路的图示

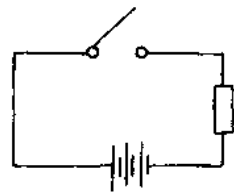


图 1-3 电路呈开路状态

表 1-1 国内外汽车电路常用电气图形符号

| GB-4728 序号 | 名称 | 中国 | | 日本 | 前联邦德国 | 英国 | 美国 |
|----------------------|--------------------|---------------|-------|----|---------------|---------------|---------------|
| | | 新符号 | 旧符号 | | | | |
| 02-02-01 02-02-03 | 直流 | — 或 --- | — | — | — 或 --- | — 或 --- | — 或 --- |
| 02-02-04 | 交流 | ~ | ~ | ~ | ~ | ~ | ~ |
| 02-02-09 | 低频(工频) | ~ | ~ | ~ | ~ | ~ | ~ |
| 02-02-10 | 中频(音频) | ≈ | ≈ | ≈ | ≈ | ≈ | ≈ |
| 02-02-11 | 高频(超高频, 载 频或射频) | ≈ | ≈ | ≈ | ≈ | ≈ | ≈ |
| 02-02-12 | 交直流 | ≈ | ≈ | ≈ | ≈ | ≈ | ≈ |
| 02-02-13 | 具有交流分量的 整流电流 | ≈ | ≈ | ≈ | ≈ | ≈ | ≈ |
| 02-13-01 | 手动操作 | — | — | | — | — | — |
| 02-13-10 | 脚踏操作 | — / | | | | | |

续表

| GB-4728 序号 | 名称 | 中国 | | 日本 | 前联邦德国 | 英国 | 美国 |
|----------------------|-------------------|-----|-----|----|-------|----|----|
| | | 新符号 | 旧符号 | | | | |
| 02-13-16 | 凸轮操作 | | | | | | |
| 02-13-20 | 贮存机械能操作 | | | | | | |
| 02-13-21 | 气动或液压操作 | | | | | | |
| 02-13-26 | 电动机操作 | | | | | | |
| 02-15-01 | 接地 | | | | | | |
| 02-15-04 02-15-05 | 接机壳 (搭铁) | | | | | | |
| 02-17-07 | 永久磁铁 | | | | | | |
| 02-17-10 | 变换器 | | | | | | |
| 03-01-01 | 导线、电缆和母线 的一般符号 | | | | | | |

NMS
注: 允许不注字母

| GB-4728 序号 | 名称 | 中国 | | 日本 | 前联邦德国 | 英国 | 美国 |
|----------------------|----------------|-----|-----|----|-------|----|----|
| | | 新符号 | 旧符号 | | | | |
| 03-01-07 | 屏蔽导线 | | | | | | |
| 03-01-12 | 同轴电缆 | | | | | | |
| 03-02-06 03-02-07 | 导线的连接 | | | | | | |
| 03-02-10 | 端子 | | | | | | |
| 03-02-12 | 导线的不连接 | | | | | | |
| 03-03-05 03-03-06 | 插头和插座 | | | | | | |
| 04-01-01 04-01-02 | 电阻器 一般符号 | | | | | | |
| 04-01-13 | 两个固定抽头的 电阻器 | | | | | | |

续表

| GB-4728 序号 | 名称 | 中国 | | 日本 | 前联邦德国 | 英国 | 美国 |
|----------------------|------------|-----|-----|----|-------|----|----|
| | | 新符号 | 旧符号 | | | | |
| 04-02-01 04-02-02 | 电容器一般符号 | | | | | | |
| 04-02-05 04-02-06 | 极性电容器 | | | | | | |
| 04-03-01 | 电感器 | | | | | | |
| 05-03-01 | 半导体二级管一般符号 | | | | | | |
| 05-03-06 | 单向击穿二极管 | | | | | | |
| 05-03-07 | 双向击穿二极管 | | | | | | |
| 05-04-04 | 三极晶体闸流管 | | | | | | |
| 05-05-01 | PNP型半导体管 | | | | | | |
| 05-05-02 | NPN型半导体管 | | | | | | |
| 05-05-09 | N型沟道结型场效应管 | | | | | | |

续表

| GB-4728 序号 | 名称 | 中国 | | 日本 | 前联邦德国 | 英国 | 美国 |
|---------------|-----------------|---------------|----------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | | 新符号 | 旧符号 | | | | |
| 05-05-10 | P型沟道结型场效应管 | | | | | | |
| 05-06-01 | 光敏电阻 | | | | | | |
| 05-06-03 | 光电池 | | | | | | |
| 06-01-02 | 三个独立绕组 | I^3 或 $ $ | $ $ | I^3 或 $ $ | I^3 或 $ $ | I^3 或 $ $ | I^3 或 $ $ |
| 06-02-01 | 两相绕组 | L | L | L | L | L | L |
| 06-02-05 | 三角形连接的三相绕组 | Δ | Δ | Δ | Δ | Δ | Δ |
| 06-02-06 | 开口三角形连接的三相绕组 | Δ | Δ | Δ | Δ | Δ | Δ |
| 06-02-07 | 星形连接的三相绕组 | Y | Y | Y | Y | Y | Y |
| 06-02-08 | 中性点引出的星形连接的三相绕组 | Y | Y | Y | Y | Y | Y |

续表

| GB-4728 序号 | 名称 | 中国 | | 日本 | 前联邦德国 | 英国 | 美国 |
|----------------------|-----------|-----|-----|----|-------|----|----|
| | | 新符号 | 旧符号 | | | | |
| 06-07-01 | 三相永磁同步电机 | | | | | | |
| 06-25-03 | 桥式全波整流器 | | | | | | |
| 07-02-01 07-02-02 | 动合(常开)触点 | | | | | | |
| 07-02-03 | 动断(常闭)触点 | | | | | | |
| 07-02-04 | 先断后合的转换触点 | | | | | | |
| 07-02-06 07-02-07 | 先合后断的转换触点 | | | | | | |

| GB-4728 序号 | 名称 | 中国 | | 日本 | 前联邦德国 | 英国 | 美国 |
|---------------|------------|-----|-----|----|-------|----|----|
| | | 新符号 | 旧符号 | | | | |
| 07-07-02 | 按钮开关 (不闭锁) | | | | | | |
| 07-15-01 | 继电器线圈一般符号 | | | | | | |
| 07-15-21 | 热继电器的驱动器件 | | | | | | |
| 07 21 -01 | 熔断器 | | | | | | |
| 07-22-01 | 火花间隙 | | | | | | |
| 08-02-01 | 电压表 | | | | | | |
| 08 06-01 | 热电偶 | | | | | | |
| 08-08-01 | 电钟 | | | | | | |

续表

| GB-4728 序号 | 名称 | 中国 | | 日本 | 前联邦德国 | 英国 | 美国 |
|------------------------|------|-----|-----|----|-------|----|----|
| | | 新符号 | 旧符号 | | | | |
| 08-10-01 | 信号灯 | | | | | | |
| 08-10-01 | 白炽灯 | | | | | | |
| 08-10-05 | 电喇叭 | | | | | | |
| 08 10 09 | 电警笛 | | | | | | |
| 08 10--10 08 10--11 | 蜂鸣器 | | | | | | |
| 10 15-01 10 15-02 | 放大器 | | | | | | |
| 12-27 01 | “或”门 | | | | | | |