

周晓飞 主编

教你成为



流



汽车电工

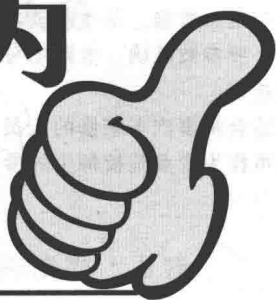
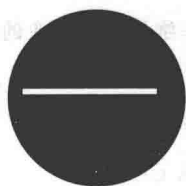
实践篇



化学工业出版社

JIAONI CHENGWEI YILIU QICHE DIANGONG

教你成为



汽车电工

实践篇

周晓飞 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书以问答的形式讲述了汽车能量管理与电工维修、汽车启动系统与电工维修、汽车空调系统与电工维修、汽车发动机电控系统与电工维修、汽车自动变速器电控系统与电工维修、汽车底盘电控系统与电工维修、汽车车身电气设备与电工维修。基本技能练习过程思路清晰、故障排除结果明确,维修规范,必要参数准确,电路图分析和举例典型,旨在传授汽车维修电工应知的基本技能。

本书适合从事汽车维修的人员阅读,也可作为汽车维修相关企业的培训用书,还可作为专业院校师生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

教你成为一流汽车电工(实践篇)/周晓飞主编. —北京:化学工业出版社, 2016.4

ISBN 978-7-122-26172-4

I. ①教… II. ①周… III. ①汽车-电工-问题解答 IV. ①U463.6-44

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第018185号

责任编辑:黄 澄

文字编辑:陈 喆

责任校对:王 静

装帧设计:王晓宇

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:三河市延风印装有限公司

850mm×1168mm 1/32 印张11 字数286千字

2016年4月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:39.00元

版权所有 违者必究

本书编写人员

主 编 周晓飞

副 主 编 陈晓霞

编写人员 周晓飞 陈晓霞 万建才

王立飞 边先锋 赵 鹏

宋东兴 李飞霞 董晓龙

李飞云 赵小斌 江珍旺

温 云 彭 飞 刘振友

刘文瑞 郝建庄 张建军



随着汽车产业的迅猛发展，特别是电子控制技术在汽车上的发展和应用，对汽车维修技术的要求也越来越高，汽车电工维修已经不存在单纯传统的机械维修作业方式，而是机电一体化，是电子控制诊断检测和电子电工基础维修融合的较高层面的维修作业项目。按照当前汽车维修电工技术需求实际，我们在 2013 版《教你成为一流汽车维修电工》的基础上进行修订，进一步推出了《教你成为一流汽车电工（基础篇）》和《教你成为一流汽车电工（实践篇）》，以满足广大汽车电工朋友的迫切需要。

本书基本技能练习过程思路清晰、故障排除结果明确，维修规范，必要参数准确，电路图分析和举例典型，旨在传授汽车维修电工应知基本技能，以问答形式一对一有针对性地突出重点，即学即会。

本书分七章内容，依次讲述汽车能量管理与电工维修、汽车启动系统与电工维修、汽车空调系统与电工维修、汽车发动机电控系统与电工维修、汽车自动变速器电控系统与电工维修、汽车底盘电控系统与电工维修、汽车车身电气设备与电工维修。

本书编写参考了大量的技术文献、图书、多媒体资料及原车维修手册，同时也汇集了很多业内汽修高手的经验，在此一并表示衷心的感谢！

由于笔者水平有限，书中难免有不足之处，敬请广大读者批评指正。

编者



目录 CONTENTS



第一章 汽车能量管理与电工维修

1

第一节 电源管理系统维修	1
1. 为什么使用能量管理系统?	1
2. 供电系统由哪些组成?	3
3. 能量管理中蓄电池导线有什么特点?	3
4. 为什么要使用安全型蓄电池接线柱(SBK)?	3
5. 安全型蓄电池接线柱(SBK)是怎样分离的?	4
6. 什么是总线端?	5
7. 双蓄电池系统功能和工作原理是什么?	8
8. 双蓄电池系统有哪些工作模式?	9
9. 奥迪 A6 电源管理系统是怎么控制的?	11
10. 电源管理系统怎样执行设定和匹配?	12
第二节 蓄电池检测与维修	13
11. 怎样测试蓄电池?	13
12. 蓄电池怎样充电?	14
13. 怎样进行蓄电池充电系统测试?	15
14. 怎样诊断和解决蓄电池故障?	16
第三节 发电机维修	17
15. 什么是普通硅整流发电机?	17
16. 什么是整体式硅整流发电机?	17
17. 什么是无刷硅整流发电机?	17
18. 什么是带有励磁机的无刷硅整流发电机?	18
19. 按整流器结构不同硅整流发电机可分为哪几种?	18
20. 发电机由哪些部件组成?	19
21. 发电机调节器有什么作用?	22
22. 晶体管调节器是怎么工作的?	23
23. 集成电路电压调节器是怎么工作的?	24
24. 电压调节器置于发电机内的电路原理是什么?	24
25. 怎样分析和应用发电机(充电系统)电路?	25
26. 怎样测量各接线柱之间的电阻?	27
27. 发电机试验台试验有哪几种?	27

28. 怎样检测与维修转子?	27
29. 怎样检测与维修整流器?	28
30. 怎样诊断和排除发电机充电故障?	29
31. 怎样拆解和维修发电机?	30

第二章 汽车启动系统与电工维修

34

第一节 启动系统组成	34
1. 起动机由哪些部件组成?	34
2. 起动机电枢和磁场线圈间实际线路是怎样布置的?	36
3. 起动机是怎样执行启动工作的?	36
4. 直驱式起动机电路是如何控制的?	37
5. 永磁减速式起动机电路是如何控制的?	38
6. 为什么要在某些启动电路中装置继电器?	40
第二节 起动机的拆装	40
7. 怎样拆卸和安装起动机?	40
8. 怎样拆检起动机单向离合器?	41
第三节 起动机维修	42
9. 怎样拆解和维修起动机?	42
10. 怎样测试起动机消耗电流?	46
11. 怎样检测起动机电压及接触不良和开关电路?	47

第三章 汽车空调系统与电工维修

49

第一节 空调制冷原理	49
1. 不了解制冷原理怎么办?	49
2. 车内温度不合适时对人有哪些影响?	50
第二节 制冷剂和冷冻油	50
3. 冷冻油有什么作用?	50
4. 空调系统对冷冻油有什么要求?	51
5. 加注冷冻油时要注意哪些事项?	51
6. 你对制冷剂 R134a 了解多少?	52
第三节 空调系统组成结构和原理	52
7. 制冷剂循环是怎么工作的?	52
8. 制冷剂循环回路(空调制冷系统)有哪些组件?	54
9. 进行制冷剂循环回路方面的工作要注意哪些事项?	54
10. 不了解外部调节式空调压缩机怎么办?	55
11. 不了解外部储液罐和干燥器怎么办?	56
12. 不了解蒸发器怎么办?	57
13. 不了解蒸发器温度传感器(温度调节器)怎么办?	57
14. 不了解温度调节怎么办?	58
15. 膨胀阀有什么作用?	59
16. 膨胀阀受哪些参数影响?	59

第四节 通风和采暖	60
17. 暖风是怎样产生的?	60
18. 空调通风方式有哪几种?	61
19. 空气净化装置有什么作用?	62
20. 怎样掌握水暖式供暖系统的工作原理?	62
第五节 自动空调系统	65
21. 不了解自动空调怎么办?	65
22. 自动空调温度是怎么控制的?	68
23. 出风气流是怎么控制的?	69
24. 内循环模式(进气)是怎么控制的?	69
第六节 空调系统诊断与维修	69
25. 日照传感器发生故障怎么办?	69
26. 空气温度传感器发生故障怎么办?	72
27. 前鼓风机电动机发生故障怎么办?	74
28. 车外空气质量传感器发生故障怎么办?	74
29. 怎样检测膨胀阀?	75
30. 怎样检修冷凝器?	75
31. 怎样诊断大众双区空调系统?	76
32. 怎样匹配和设定大众/奥迪空调系统?	79
33. 不会维修空调压缩机怎么办?	80
34. 空调发生压力异常故障怎么办?	82
35. 怎么抽空调制冷系统真空?	84
36. 怎样加注空调制冷剂?	85
第七节 空调系统电路控制与诊断	87
37. 空气混合风门电路是怎样控制的?	87
38. 鼓风机系统控制电路是怎样控制的?	88
39. 送风模式是怎样控制的?	91
40. 进气模式风门是怎样控制的?	92
41. 冷凝器风扇是怎样控制的?	94
42. 压缩机电路是怎样控制的?	95
43. 怎样应用宝来空调系统电路图?	96

第四章 汽车发动机电控系统与电工维修

99

第一节 电控发动机基本控制和原理	99
1. 不了解电子控制单元怎么办?	99
2. 不了解发动机电子控制系统怎么办?	101
3. 不了解燃油流动系统怎么办?	103
4. 不了解燃油压力调节器怎么办?	103
5. 不了解燃油喷油嘴工况怎么办?	104
6. 不了解空气流动系统怎么办?	104
7. 不了解质量型空气流量传感器工况怎么办?	105

8. 不了解节气门位置传感器 (TPS) 怎么办?	105
9. 不了解怠速空气控制阀-辅助空气控制阀工况怎么办?	109
10. 凸轮轴位置传感器是怎么工作的?	111
11. 不了解燃油喷射控制信号怎么办?	112
第二节 发动机电工技术检测与诊断	115
12. 怎样检测与诊断空气流量传感器(计)?	115
13. 空气流量传感器损坏有什么影响?	118
14. 进气压力传感器的电路控制和作用是怎样的?	118
15. 怎样检测与诊断进气压力传感器?	120
16. 进气压力传感器失效有什么影响?	120
17. 进气温度传感器的电路控制和结构是怎样的?	122
18. 怎样检测与诊断进气温度传感器?	122
19. 进气温度传感器失效有什么影响?	123
20. 冷却液温度传感器的电路控制和结构是怎样的?	124
21. 怎样检测与诊断冷却液温度传感器?	125
22. 冷却液温度传感器失效有什么影响?	126
23. 怠速控制装置的任务是什么?	127
24. 机械拉线节气门和电子节气门系统有什么区别?	127
25. 不了解电子节气门控制组成怎么办?	129
26. 不了解节气门执行器控制 (TAC) 怎么办?	130
27. 电子节气门信号控制和电路是怎样的?	131
28. 电子节气门各阶段工况是怎样的?	133
29. 加速踏板是怎样控制的?	135
30. 节气门失效有什么影响?	135
31. 怎样清洗节气门?	137
32. 氧传感器基本功用原理是什么?	138
33. 氧传感器有什么特性和检测?	140
34. 什么是宽带型氧传感器?	142
35. 怎样检测宽带型氧传感器?	144
36. 宽带型氧传感器失效有什么影响?	144
37. 什么是开环?	146
38. 什么是闭环控制?	147
39. 电动燃油泵有哪几种? 怎么工作?	148
40. 不了解喷油器驱动控制怎么办?	150
41. 不了解燃油箱带有加油过量保护功能的运行通风阀怎么办? ...	150
42. 双制动踏板位置传感器电路发生故障怎么办?	151
43. 凸轮轴位置传感器和曲轴位置传感器电路发生故障怎么办? ...	152
44. 风扇电路发生故障怎么办?	154
45. 不了解自诊断接口怎么办?	157
46. 爆震传感器电路发生故障怎么办?	158
47. 前氧传感器发生故障怎么办?	158

48. 后氧传感器发生故障怎么办?	160
49. 前加热氧传感器发生电压过低故障怎么办?	161
50. 前加热氧传感器发生电压过高故障怎么办?	163
51. 前加热氧传感器发生响应过慢故障怎么办?	165
52. 前加热氧传感器活性不足或发生开路故障怎么办?	168
53. 前加热氧传感器加热器发生电路不工作故障怎么办?	170
54. 后加热氧传感器发生故障怎么办?	172
55. 冷却液温度传感器发生电路故障怎么办?	172
56. 喷油器驱动级电路发生故障怎么办?	173
57. 炭罐控制阀驱动级发生电路故障怎么办?	174
58. 分电器点火系统电路是怎么控制的?	176
59. 直接点火系统电路是怎么控制的?	177
60. 无分电器点火系统是怎么控制的?	177
61. 点火线圈发生故障怎么办?	178
62. 油门踏板位置传感器发生故障怎么办?	179
63. 燃油泵电路发生故障怎么办?	180
64. 由电路故障导致的启动时发动机不转或转动缓慢怎么办?	183
65. 不会分析电子点火正时信号波形怎么办?	184
66. 不会分析点火 (DIST) 参考信号波形怎么办?	184
67. 最佳点火提前角与哪些因素有关系?	185
68. 什么是通电时间控制?	185
69. 不了解点火提前角水温修正怎么办?	186
70. 不了解怠速稳定修正及空燃比反馈修正怎么办?	186
71. 怎样选择装配合适的火花塞?	187
72. 火花塞发生故障怎么办?	187
73. 火花塞维修要注意哪些事项?	188
74. 不了解通用的诊断仪模式怎么办?	189
75. 不了解诊断驱动周期怎么办?	191
76. 不了解通用车系诊断驱动周期怎么办?	191
77. 不了解福特车系诊断驱动周期怎么办?	192
78. 不了解丰田车系诊断驱动周期怎么办?	193
79. OBD-Ⅱ车载诊断系统是怎么工作的?	193
80. OBD-Ⅱ维修应用的关键是什么?	197

第五章 汽车自动变速器电控系统与电工维修

199

第一节 自动变速器组成与控制原理	199
1. 不了解自动变速器组成怎么办?	199
2. 电子控制自动变速器控制原理是怎样的?	200
3. 不了解换挡控制怎么办?	201
4. 不了解液力变矩器怎么办?	203
5. 不了解单向离合器怎么办?	206

6. 不了解变矩器锁止机构怎么办?	207
7. 不了解行星齿轮机构和变速原理怎么办?	210
8. 不了解变速器基本控制怎么办?	211
第二节 自动变速器基本测试	212
9. 变速器油压测试的条件是什么?	212
10. 怎样测试主油压?	213
11. 怎么判断油压故障?	214
12. 前进挡位油压怎么测试?	215
13. 怎样进行时间滞后试验?	216
14. 怎样进行失速试验测试?	217
15. 怎样进行道路试验测试?	218
第三节 自动变速器电控系统诊断	221
16. 不了解驻车制动怎么办?	221
17. 不了解阀体怎么办?	222
18. 不了解电控电磁阀怎么办?	223
19. 不了解启动联锁和倒车灯控制怎么办?	224
20. 不了解动态换挡程序和驾驶模式怎么办?	224
21. 不了解变速器多功能挡位 (TR) 开关 F125 怎么办?	225
22. 怎样检测多功能挡位 (TR) 开关 F125?	227
23. 不了解变速器输入转速传感器 G182 怎么办?	230
24. 不了解变速器输出转速传感器 G195 怎么办?	231
25. 不了解变速器油温传感器 G93 怎么办?	231
26. 不了解 Tiptronic 升挡开关和降挡开关怎么办?	233
27. 不知道节气门位置传感器和加速踏板位置传感器在 变速器中的任务怎么办?	233
28. 执行器发生故障怎么办?	234
29. 怎样诊断自动变速器控制单元 J217?	237
第四节 自动变速器交叉故障诊断和排除	239
30. 汽车发生不能行驶的故障怎么诊断?	239
31. 自动变速器打滑怎么办?	240
32. 换挡冲击过大故障怎么诊断?	241
33. 升挡过迟故障怎么诊断?	242
34. 不能升挡故障怎么诊断?	243
35. 无超速挡故障怎么诊断?	244
36. 无前进挡故障怎么诊断?	245
37. 无倒挡故障怎么诊断?	246
38. 跳挡故障怎么诊断?	247
39. 挂挡后发动机急速易熄火故障怎么诊断?	247
40. 无发动机制动故障怎么诊断?	248
41. 不能强制降挡故障怎么诊断?	249
42. 无锁止故障怎么诊断?	250

第一节 电控悬架	252
1. 什么是电控液压悬架?	252
2. 不了解电控空气悬架空气总成结构和功能怎么办?	253
3. 不了解电控空气悬架空气总成控制怎么办?	255
4. 不了解电控空气悬架传感器怎么办?	257
5. 不了解电控空气悬架调节怎么办?	258
6. 不会电控空气悬架系统编码和诊断怎么办?	260
7. 不了解电磁悬架怎么办?	261
第二节 电控助力转向系统	262
8. 电控机械式助力转向系统 (EPS) 有什么特点?	262
9. 双小齿轮电控机械助力转向系结构是怎样的?	263
10. 不了解转向角传感器怎么办?	265
11. 不了解转向转矩传感器怎么办?	267
12. 不了解转子转速传感器怎么办?	268
13. 不了解转向辅助控制单元 J500 怎么办?	269
14. 怎么执行转向设定?	271
第三节 电控制动和行车稳定控制系统	272
15. 不了解 ABS 防抱死系统结构和元件怎么办?	272
16. 不了解 ABS 防抱死系统的作用怎么办?	274
17. ABS 系统维修有哪些要领?	274
18. 怎样检测和诊断 ABS 系统?	275
19. 怎样排除 ABS 系统故障?	277
20. 怎样检测 ABS 控制单元电路?	283
21. 怎样应用和分析 ABS 系统电路图?	286
22. 轮速度传感器电路发生故障怎么办?	292
23. 泵电机电路发生故障怎么办?	292
24. 防抱死制动系统指示灯发生故障怎么办?	293
25. 不了解电子制动力分配 (EBD) 系统怎么办?	293
26. 不了解 EBA 电子制动力辅助系统怎么办?	294
27. 不了解 TCS 牵引力控制系统怎么办?	294
28. 不了解动态行驶平稳控制系统 (VDC) 怎么办?	295
29. 不了解 EPB 电子驻车制动系统组成怎么办?	296
30. 不会 EPB 电子驻车制动系统操纵怎么办?	297
31. 不知道 EPB 电子驻车制动系统主要电子控制部件 怎么办?	297
32. 不知道 EPB 系统驻车制动电机工作过程怎么办?	298
33. 不知道 EPB 系统斜轴轮盘机构的工作原理怎么办?	299
34. 不知道 ECD 电子控制减速怎么办?	300
35. 不了解 ESP 压力传感器怎么办?	301
36. 不了解 VGRS 可变传动比转向控制系统怎么办?	302

第一节 汽车车灯	304
1. 不了解照明灯怎么办?	304
2. 不了解信号及标志用灯怎么办?	305
3. 不了解氙气灯结构原理怎么办?	306
4. 怎样匹配奥迪氙气大灯系统?	306
5. 前照灯电路发生故障怎么办?	308
6. 前照灯发生开关输入信号相关性故障怎么办?	309
7. 照明控制开关信号电压过低或过高怎么办?	310
8. 远光控制电路发生故障怎么办?	311
9. 驻车灯控制电路发生故障怎么办?	312
10. 乘客舱变光控制电路发生故障怎么办?	312
11. 前雾灯开关电路发生故障怎么办?	313
12. 制动灯电路发生故障怎么办?	314
13. 远光和前照灯闪光选择电路发生故障怎么办?	315
14. 牌照灯电路发生故障怎么办?	316
15. 中央高位制动灯电路发生故障怎么办?	317
16. 前转向信号电路发生故障怎么办?	317
17. 转向信号电路对蓄电池短路怎么办?	319
18. 不会校正大灯安装位置怎么办?	319
19. 不会调整前照灯光怎么?	320
第二节 后视镜	321
20. 加热型后视镜发生故障怎么办?	321
21. 自动明暗调节后视镜发生故障怎么办?	322
22. 电动后视镜折叠功能发生故障怎么办?	323
23. 不了解刮水器/洗涤器工作怎么办?	324
第三节 安全气囊和安全带	327
24. 检修安全气囊要注意什么?	327
25. 维修安全带拉紧器导线要注意什么?	327
第四节 巡航系统	328
26. 不了解巡航系统组成及功能怎么办?	328
27. 不了解巡航控制原理怎么办?	330
28. 不了解车距调节传感器调整怎么办?	331
第五节 电动车窗	331
29. 不了解电动车窗组成和控制怎么办?	331
30. 不了解电动车窗类型怎么办?	334
31. 不了解电动车窗操纵和控制功能怎么办?	334
32. 不了解电动车窗电动机怎么办?	335
33. 不了解电动车窗带有限位开关防夹功能怎么办?	336
34. 电动升降器发生故障怎么办?	338

第一章 汽车能量管理与电 工维修



第一节 电源管理系统维修

1. 为什么使用能量管理系统？

能量管理系统负责监督和控制车辆停止和行驶期间的能量平衡。

车辆的车载网络主要由一个能量存储器（蓄电池）、一个能量发生器（发电机）以及数量众多的能量消耗者（电气/电子设备）组成。由蓄电池（能量存储器）提供电能，通过起动机（用电器）启动车辆发动机。

车载网络负责为保证车辆及其功能的可用性提供电能。保证车辆的启动能力是其中最为优先的目标。能量管理的任务是在车辆所有运行状态下保证能量的使用始终保持最优化状态。

每个能量管理系统的主要组成部分都是发动机控制单元中的电源管理系统软件（DME/DDE），该电源管理系统控制车内的能

量流。

发动机启动后，发电机（能量发生器）能提供电流，在理想状态下，该电流能够满足所有用电器的需求，且有多余的电能为蓄电池充电。当所连接用电器的耗电量大于发电机可以提供的电量时，车载网络电压就会下降至蓄电池的电压水平，蓄电池开始放电。

(1) 能量管理系统组件见图 1-1。



图 1-1 现代车辆能量/电源管理系统

- 1—发动机；2—发电机；3—智能型蓄电池传感器；4—蓄电池；5—接线盒；
6—用电器（例如后窗玻璃加热装置，加热式车外后视镜等）；
7—发动机管理系统（电源管理系统）

(2) 电源管理系统工作原理示意图见图 1-2。

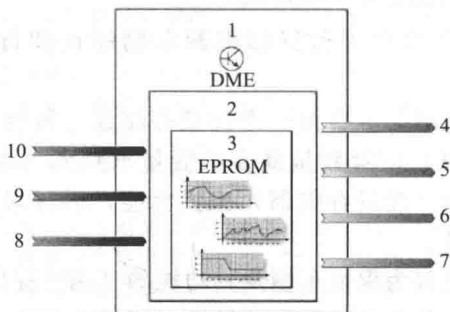


图 1-2 电源管理系统工作原理示意图

- 1—DME（数字式发动机电子系统）；2—电源管理系统；3—EPROM 及存储的特性曲线；
4—怠速转速控制；5—发电机的充电电压规定值；6—关闭驻车用电器；7—降低最大
负荷；8—温度输入 T ；9—电流输入 I ；10—蓄电池电压 U



2. 供电系统由哪些组成？

车辆的供电系统主要由蓄电池、发电机、蓄电池导线、配电盒、总线端等组件构成（图 1-3、图 1-4）。

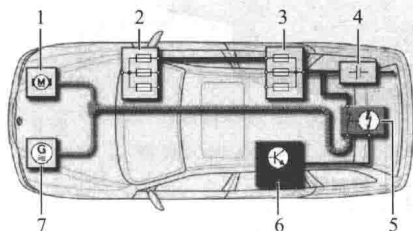


图 1-3 供电系统示意图（一）

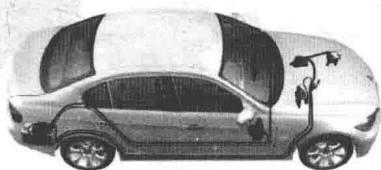


图 1-4 供电系统示意图（二）

- 1—起动机；2—前部配电盒；3—后部配电盒；
4—蓄电池；5—安全型蓄电池接线柱；
6—多功能乘员保护系统；7—发电机

3. 能量管理中蓄电池导线有什么特点？

如果蓄电池导线从后备厢经过车辆地板外侧与燃油管路平行铺设到发动机室内，出于安全考虑，需监控该导线。因发生事故或撞到障碍物（例如护栏）造成蓄电池导线损坏时，就会从蓄电池上断开蓄电池导线并关闭发电机，可能造成短路，甚至形成火花。

蓄电池正极接线柱上连接了两根导线，这些导线负责为电气组件供电。其中一根蓄电池导线通过蓄电池正极接线柱通向起动机和发电机，如根据 BMW（宝马）车型的不同，这根蓄电池导线可配备监控装置；另一根蓄电池导线则通向一个或多个车载网络的配电盒（这根蓄电池导线没有监控装置）。

4. 为什么要使用安全型蓄电池接线柱(SBK)？

(1) 安全型蓄电池接线柱（SBK）组件见图 1-5。SBK 由一个传统的可拧紧式接线柱组成，带有内装燃爆材料的空心圆柱体。有一个锁杆用于防止蓄电池导线重新滑回触点位置。

(2) 安全型蓄电池接线柱（SBK）的作用。为了保护起动机电路，采用安全型蓄电池接线柱作为保护措施，该装置可在发生事故

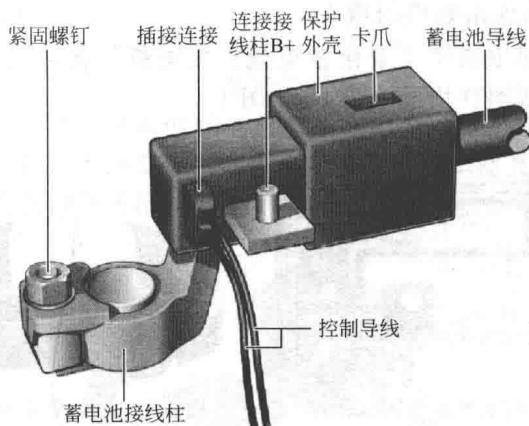


图 1-5 安全型蓄电池接线柱 (SBK) 组件

时消除短路危险，这种安全型蓄电池接线柱直接与蓄电池正极连接。

使用 SBK 的目的是为了将发生事故时发生短路的危险降至最低，车辆内的车载网络分为两个电路（例如宝马）。

① 一个是车载网络供电部分，通过高电流熔丝防止发生短路；

② 一个是起动机电路，该电路无法通过任何传统熔丝方式提供保护。

5. 安全型蓄电池接线柱(SBK)是怎样分离的?

安全型蓄电池接线柱分离见表 1-1。

表 1-1 安全型蓄电池接线柱 (SBK) 分离

项目		说明	图示/示意图
导线分离过程	第一步	安全型蓄电池接线柱初始状态，时间大约为 0.00ms	