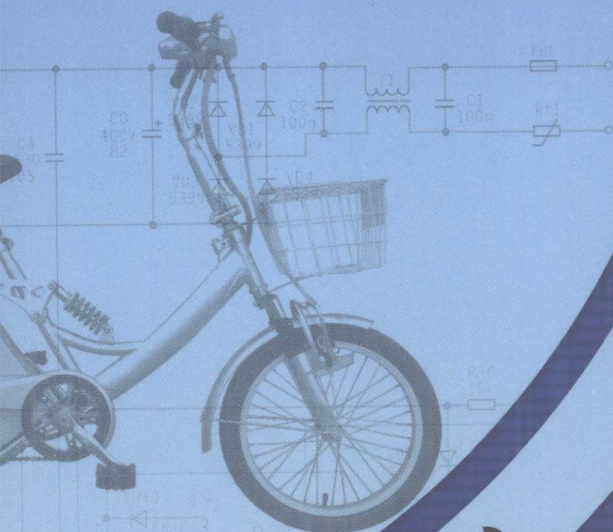


Electric Bicycle

- 工作原理分析简单易懂
- 故障检修思路清晰明了
- 电气电路图纸典型实用
- 专家指导意见重点突出

电气故障检修 与电路图集

孔军 编著



电 动 自 行 车

人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

电

动

自行车

电气故障检修 与电路图集

王 强 编

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

电动自行车电气故障检修与电路图集

孔 军 编著

人 民 邮 电 出 版 社
北 京

图书在版编目(CIP)数据

电动自行车电气故障检修与电路图集 / 孔军编著. —北京: 人民邮电出版社, 2009. 1
ISBN 978-7-115-18978-3

I. 电… II. 孔… III. ①电动自行车—电气设备—检修
②电动自行车—电气设备—电路图—图集 IV. U484

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第156543号

内 容 提 要

本书通过简洁的语言、丰富的图例以及大量电动自行车电气线路图,系统地介绍了电动自行车中最为复杂的电气系统故障的检修方法和实用技巧。

全书共分为9章。第1章系统介绍了电动自行车电气系统的组成和检修方法;第2~6章分别介绍了电动机、充电器、有刷控制器、无刷控制器以及蓄电池的检修方法;最后3章给出了部分常见品牌电动自行车的充电器、控制器及整车电气线路图。

本书适合广大的电动自行车维修人员参考使用,也可供电动自行车维修爱好者阅读、学习。

电动自行车电气故障检修与电路图集

-
- ◆ 编 著 孔 军
责任编辑 姚予疆
执行编辑 王朝辉
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 700×1000 1/16
印张: 12.5
字数: 241千字 2009年1月第1版
印数: 1—4 000册 2009年1月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-18978-3/U

定价: 24.00 元

读者服务热线: (010) 67120142 印装质量热线: (010) 67129223

反盗版热线: (010) 67171154

前 言

电动自行车以其高效节能、低污染、绿色环保等特点,在我国城乡迅速发展。电动自行车机械性故障的检修较为简单,但电气方面的检修相对比较复杂,特别是充电器、控制器的维修难度相应较大,对此我们编写了本书,希望对电动自行车维修人员有所启迪。

本书具有以下特点:

(1) 书中回避了较深的理论,以简洁的语言详细介绍了电动机、充电器、控制器的工作原理,同时给读者一个清晰的检修思路和维修方法、技巧,进而快捷排除故障;

(2) 书中所选充电器、控制器机型具有代表性,力求帮助读者触类旁通、举一反三,快速提高实际维修水平;

(3) 精选了 50 多张电路图,为电动自行车维修人员提供了翔实的参考资料;

(4) 增加了蓄电池的修复内容,指导读者对蓄电池有效地修复。

参加本书编写工作的有许中中、李书珍、刘伟鑫、梁志鹏、张丽、程玉华、张彩霞、王雪峰、高春其、钱伟、郝建玲、陈保卫、吴文沫、周国强、张金磊等。

由于作者水平有限,书中难免有疏漏和不足之处,希望广大读者批评指正。

作 者

目 录

第 1 章 电动自行车电气系统的组成和检修方法	1
第 1 节 电动自行车电气系统组成	1
一、电动机	1
二、充电器	2
三、控制器	2
四、电源	3
第 2 节 电气系统故障分类及检修方法	3
一、故障的分类	3
二、常见故障检修方法	4
第 2 章 电动机原理解析与故障检修	6
第 1 节 电动机工作原理	6
一、有刷电动机的工作原理	6
二、无刷电动机的工作原理	8
第 2 节 电动机结构组成	9
一、有刷无齿电动机的结构组成	9
二、无刷无齿电动机的结构组成	12
三、新型电动机介绍	14
第 3 节 电动机常见故障检修	15
一、电动机转速无力,空载电流过大	15
二、电动机外壳较烫	17
三、有刷电动机转动时有较大异响,转速越快异响越大	17
四、无刷电动机转动时有较大异响,转速越快异响越大	18
五、无刷电动机转速不稳	18
六、有刷电动机转速不稳	19
七、仪表显示正常、无刷电动机不工作	20
八、无刷电动机转速缓慢	21
九、有刷电动机转动无力、缓慢,爬坡能力差	21

十、无刷电动自行车行驶距离缩短	22
十一、电源开关一打开,熔断器就爆	23
十二、仪表显示正常,而无刷电动机不工作	23
第3章 充电器原理解析与故障检修	24
第1节 充电器单元电路解析	24
一、整流电路	24
二、滤波电路	25
三、防浪涌电路(防过流保护电路)	27
四、防过压保护电路	28
五、脉冲充电电路	28
六、稳压电路	28
七、反馈电路	29
八、半桥和全桥电源 DC/AC 功率转换电路	30
九、单激型反激式开关电源电路	30
十、单激型正激式开关电源电路	31
十一、防蓄电池反接电路	32
第2节 由 UC3842、LM393 组成的充电器原理解析和故障检修	32
一、电路简介	32
二、工作原理解析	34
三、常见故障原因分析与检修思路	36
第3节 由 LM339、晶闸管组成的脉冲充电器原理解析和故障检修	39
一、电路简介	39
二、工作原理解析	39
三、常见故障原因分析与检修思路	42
第4节 由 UC3844BN、LM324 组成的充电器原理解析和故障检修	44
一、电路简介	44
二、工作原理解析	46
三、常见故障原因分析与检修思路	48
第5节 由 TL494、LM358、CD4060 组成的充电器原理解析和故障检修	51
一、电路简介	51
二、工作原理解析	51
三、常见故障原因分析与检修思路	55
第6节 由 TL494、场效应功率管组成的充电器原理解析和故障检修	58
一、电路简介	58
二、工作原理解析	58

三、常见故障原因分析与检修思路	60
第 7 节 由 UC3845、LM339、LM393 和继电器组成的充电器原理解析和故障检修	62
一、电路简介	62
二、工作原理解析	64
三、常见故障原因分析与检修思路	66
第 8 节 由 TL494 和 LM358 组成的充电器原理解析和故障检修	70
一、电路简介	70
二、工作原理解析	70
三、常见故障原因分析与检修思路	74
第 4 章 有刷控制器原理解析与故障检修	78
第 1 节 有刷控制器的单元电路解析	78
一、有刷控制器框图	78
二、有刷控制器工作流程	78
三、稳压电源	79
四、锯齿波振荡电路	80
五、PWM 脉冲调制电路及速度控制、制动控制电路	82
六、PWM 脉冲信号放大电路	83
七、功率放大电路	84
八、过流保护电路	84
九、蓄电池欠压保护电路	85
十、其他辅助电路	85
第 2 节 由 SG3525A、LM358 组成的有刷控制器原理解析和故障检修	87
一、电路简介	87
二、工作原理解析	87
三、常见故障原因分析与检修思路	90
第 3 节 由 TL494、LM324 组成的有刷控制器原理解析和故障检修	93
一、电路简介	93
二、工作原理解析	95
三、常见故障原因分析与检修思路	96
第 4 节 由 LM339 组成的有刷控制器原理解析和故障检修	99
一、电路简介	99
二、工作原理解析	99
三、常见故障原因分析与检修思路	102

第 5 章 无刷控制器原理解析与故障检修	105
第 1 节 无刷控制器单元电路解析	105
一、无刷控制器框图	105
二、无刷电动机控制器工作原理	105
三、无刷控制器的单元代表电路简介	106
四、功率放大电路	106
五、信号放大电路	107
六、电动机霍尔传感电路	109
七、转子位置解码及高、低端 PWM 脉冲形成电路	110
第 2 节 由 MC33035P、LM358、IR2103 组成的无刷控制器原理解析和故障检修	110
一、电路简介	110
二、工作原理解析	112
三、常见故障原因分析与检修思路	115
第 3 节 由 LB11820S、IR2103、LM358 组成的无刷控制器原理解析和故障检修	118
一、电路简介	118
二、工作原理解析	120
三、常见故障原因分析与检修思路	122
第 4 节 由 IR2130、TL494、555、TC4069、D4011、14075BP 组成的无刷控制器原理解析和故障检修	125
一、电路简介	125
二、工作原理解析	125
三、常见故障原因分析与检修思路	129
第 6 章 蓄电池的修复	132
第 1 节 蓄电池修复仪的使用说明	132
一、FT-5A (6~48V) 正负脉冲式修复仪使用说明	132
二、FT-5A (6~48V) 正负脉冲式修复仪的特点	133
第 2 节 蓄电池修复仪修复步骤	134
一、修复充电的注意事项	134
二、FT-5A (6~48V) 脉冲式充电修复仪的保护功能	134
三、铅酸蓄电池维护修复中的问题须知	135
四、铅酸蓄电池修复步骤	136

第7章 部分品牌充电器电气原理图	138
一、小羚羊充电器电气原理图	138
二、华盛充电器电气原理图	139
三、KGC充电器电气原理图	140
四、千鹤充电器电气原理图	141
五、快达充电器电气原理图	142
六、大眼睛充电器电气原理图	143
七、达事捷充电器电气原理图	144
八、绿广充电器电气原理图	145
九、天机充电器电气原理图	146
十、佳腾充电器电气原理图	147
十一、阿米尼充电器电气原理图	148
十二、森地充电器电气原理图	149
十三、英克莱充电器电气原理图	150
十四、博宇充电器电气原理图	151
十五、新日充电器电气原理图	152
十六、西普尔充电器电气原理图	153
十七、捷安特充电器电气原理图	154
十八、冠宇充电器电气原理图	155
十九、天能充电器电气原理图	156
二十、绿源充电器电气原理图	157
二十一、能源达充电器电气原理图	158
二十二、松正充电器电气原理图	159
二十三、邦德·富士达充电器电气原理图	160
第8章 部分品牌控制器电气原理图	161
一、亿丰无刷控制器电气原理图	161
二、天机无刷控制器电气原理图	162
三、绿源有刷控制器电气原理图	163
四、千鹤无刷控制器电气原理图	164
五、顺泰无刷控制器电气原理图	165
六、天能有刷控制器电气原理图	166
七、冠宇有刷控制器电气原理图	167
八、森地有刷控制器电气原理图	168
九、新日有刷控制器电气原理图	169

十、亿安有刷控制器电气原理图	170
十一、北京有刷控制器电气原理图	171
十二、松正无刷控制器电气原理图	172
十三、键王无刷控制器电气原理图	173
十四、大陆鸽无刷控制器电气原理图	174
十五、罗纳多无刷控制器电气原理图	175
十六、能源达无刷控制器电气原理图	176
十七、麦科特无刷控制器电气原理图	177
十八、鑫宇无刷控制器电气原理图	178
十九、五洋无刷控制器电气原理图	179
二十、辰洋无刷控制器电气原理图	180
二十一、博英无刷控制器电气原理图	181
二十二、三友无刷控制器电气原理图	182
第9章 部分品牌电动自行车整车线路图	183
一、万野电动自行车电气原理图	183
二、美菱电动自行车电气原理图	184
三、新本田电动自行车电气原理图	185
四、山叶电动自行车包车接线图	186
五、浪漫新电动自行车电气原理图	187
六、绿色佳人电动自行车电气原理图	188
七、森地电动自行车电气原理图	189
八、佳时捷电动自行车电气原理图	190

第 1 章 电动自行车电气系统的组成和检修方法

第 1 节 电动自行车电气系统组成

电动自行车的电气系统主要由电动机、充电器、控制器、蓄电池 4 部分组成。

一、电动机

电动机是电动自行车的关键部件。由于电动自行车携带的能量有限，作为全天候的交通工具，更要求电动机能耐受较恶劣的环境、有较高的可靠性。电动机在结构上可分为有刷电动机和无刷电动机。

无刷电动机的寿命一般要比有刷电动机长，但其控制电路比较复杂，对元器件的老化筛选要求比较严格。虽然电动机寿命长，但控制电路容易出故障，因此选用无刷电动机要经过严格的可靠性试验以确保质量。

电动机在输出传动方式上可分为轮毂式、中置式和摩擦式。

轮毂式结构简单，外形好，但电动机轴受力大，对电动机要求高，电动自行车可选此种电动机；中置式结构较复杂，但电动机轴向受力小，对电动机损害小，电动自行车也可选此种电动机；摩擦式结构简单但对车轮外胎损坏较大，而且雨天打滑，电动自行车不适合选此种电动机。

电动机在运转速度上可分为低速大力矩电机直接驱动式和高速电机减速式。

前者由于省去了减速箱，故噪声小，结构简单，可靠性高，但和后者相比，重量要重。轮毂式宜采用低速直接驱动，而中置式一般为高速电动机减速式。

尽管电动机的种类较多，但就其主流而言，目前在市场上能见到的电动自行车，从电动机的工作原理上可分为稀土永磁无刷电动机、稀土永磁有刷无齿直流电动机、稀土永磁有刷有齿直流电动机。

在实际生产过程中，由于有刷有齿直流电动机是高速电动机，齿轮的齿很小，易磨损，但力量大，爬坡能力强；而无刷直流电动机，在使用过程中省去了使用 2~3 年需换碳刷的麻烦，但在控制无刷电动机的过程中，要求精度极高，无刷电动机控制器的价钱也较贵。相比之下，有刷无齿直流电动机虽然要更换碳刷，但更换是十分容易的，而且电动机的控制较为简单，电动机运转平稳，安全系数高。

二、充电器

充电器是给蓄电池补充电能的电器。它将市电经整流、稳压等电路处理后为蓄电池提供所需的直流电压，并且经过电压和电流控制，由蓄电池将电能转变成化学能储存下来。

充电器主要由整流电路、滤波电路、高压开关、电压转换电路以及恒流、恒压和充电控制电路等几部分组成。

使用充电器时应注意以下几点。

(1) 充电器不能长期在高温或潮湿环境中充电或存放，更不能在阳光下暴晒，或内部进入水分。

(2) 充电器不能受到剧烈震动，尽量不要随车携带。

(3) 充电器的工作周围环境温度以 25°C 左右为宜，不能超过 30°C 。

(4) 充电器不要放在周围灰尘过多的环境中，若充电器内部进入灰尘，会影响其散热效果并腐蚀内部电路和元器件。

(5) 新购充电器充电时的温度应正常，否则，应及时与经销商联系予以调换。

(6) 充电结束后，先拔下充电器输入端的交流电源插头，然后再拔下输出端与蓄电池连接的插头。

(7) 当取下蓄电池充电时，蓄电池应平放，不要倒置。

三、控制器

控制器的主要功能有以下几点。

(1) 控制器和调速转把用于控制电动机在不同状态下工作。

(2) 控制器和闸把连接，使电动自行车在制动时关断控制器输出的电压，从而使电动机因失电而停止输出扭矩，而后进行机械制动。

(3) 控制器具有限流保护功能。由于某种原因使电动机的电流达到或超过额定值时，控制器内部的限流保护电路动作，限制功率管输出最大电流，但不切断功率管的输出。

(4) 控制器具有欠压保护功能。当蓄电池的端电压回落到某规定电压时，控制器内部的保护电路输出保护信号，切断蓄电池向控制器供电的回路，保护蓄电池不在超低电压下供电。

(5) 控制器具有防“飞车”功能。控制器的功率管击穿短路后，相当于蓄电池的电压全部加到电动机两端，电动机将会高速运转，不受调速转把控制，这种现象属于飞车。防飞车电路的作用是当功率管击穿时自动切断电源，电动机因失去电压而停转。

(6) 控制器具有限速保护功能。电动自行车在出厂时已设定车速为 20km/h ，若由于某种原因使电动自行车的车速超过该值，那将是非常危险的，这时，限速

保护电路动作，切断蓄电池向控制器供电的回路。

控制器的整体电路由脉宽调制芯片（常用 TL494）、驱动电路、功率控制电路、稳压电路、三角波发生电路、欠压保护电路、过流保护电路和辅助元件（如调速转把、闸把等）组成。

控制器按功率可分为大功率、小功率和中功率 3 大类，电动自行车一般使用小功率控制器。该控制器与电动机配合使用，分为有刷控制器、无刷控制器和智能控制器。

四、电源

电动自行车电源采用化学原理。目前，电动自行车主要是以全封闭免维修铅酸蓄电池为主。电池随着电器的发展而变化，现在又出现了金属氢化物镍电池、锂离子电池、钠氯化镍电池、质子交换蜡燃料电池等。目前，燃料电池及空气铝电池发展正在逐步被完善。

第2节 电气系统故障分类及检修方法

一、故障的分类

电动自行车的故障按使用年限可分为早期故障、中期故障和晚期故障。

1. 早期故障

早期故障是指从充电器或控制器的生产日期到用户购买后 1 年左右的时间段内出现的故障。包括出厂前在库存放时出现故障，销售前的开箱不良现象，以及用户购买后 1 年内出现的故障。这类故障出现的原因主要是设计不合理、制造工艺差、使用的元件质量不良、运输受震等情况，以及使用不当等造成。此类故障多发生在出厂至用户使用初期，此后随时间增长而故障率逐渐下降。

2. 中期故障

中期故障是指用户使用 1 年后到 3 年左右的时期内出现的故障。这类故障具有较大的离散性，任何元件都有可能存在故障，多是由于一个或几个元件损坏引起，更换掉损坏元件即可恢复正常。故障率较高的元件有熔断器、开关管、整流二极管、限流电阻、滤波电容等工作在高电压、大电流区域的元件。

3. 晚期故障

晚期故障是指用户使用数年以后出现的故障。该类故障主要是因为使用年限较长、元件出现老化现象所致，多发生在电阻、电容等分立元件。电阻老化多为可调

电阻受灰尘和潮气的影响而触点氧化或开路以及功率电阻因长期发热阻值变大而造成。电容老化多是电解电容的电解液干涸、容量减退或瓷片电容受潮漏电而造成。晚期故障的故障点较为隐蔽，有时往往几个元件同时出现异常，不易根除。

二、常见故障检修方法

1. 观察法

观察法是指不用仪表、工具，靠人体感官对充电器的内、外部元件进行观察找出异常部位的方法。如充电器的电源线和输出线是否断裂，插头有无氧化腐蚀现象，内部的熔断器是否烧断，电源开关管有无炸裂，滤波电容有无漏液、鼓胀现象，有无元件烧毁的异味以及线路板上的元件是否变色发黑、发黄，引脚有无开焊、虚焊现象，线路板铜箔是否断开等。

2. 电压测量法

电压测量法是电器维修中常用的检查方法。利用万用表的电压挡对电路中关键部位的电压数据进行测量并与正常值相比较，能够快速缩小故障而查找范围，然后再配合电阻测量找出故障元件。测量时应选择合适的挡位量程，以保证测量的准确性。

3. 电阻测量法

电阻测量法也是维修中常用的检查方法。一般在判断出故障的大致范围后，对可疑元件进行测量，将测量结果与正常值相比较，即判断出该元件是否损坏。电阻测量又分为在路测量和开路测量两种，通常应先使用在路测量的方法，测量时应考虑所测元件会受到与其并联的元件或电路的影响，阻值会比正常值小。若怀疑其元件损坏时，再将其拆下，使用开路法测量，若阻值仍然异常，即表示该元件损坏。

4. 电流测量法

电流测量法没有以上两种方法较为常用，对于充电器维修主要用于对充电电流的测量。如充电器充电状态不切换或一充电即进入涓流充电状态的故障，使用电流测量法能较快地找出故障原因。

5. 替换法

有时用电压测量法测出某元件的工作点电压异常，但用电阻法无法测量出其好坏的可以采用替换法检修。比如集成电路工作异常或三极管、二极管性能不良，电容容量减小等都可采用替换法。在替换前要确定替换件使用正常。当替换后若

故障排除，表明换下的元件损坏。若出现其他故障，则表明替换件存在问题。若故障依旧，应继续检查其他元件。

6. 加热法

对于通电工作一段时间后出现规律性故障的，一般说明某元件的性能变差，当温度升高后工作状态发生变化引发故障。对此可利用电吹风或电烙铁对局部范围或单个元件进行加热，使其温度快速升高，若故障出现便可判定该元件损坏或该区域内的元件异常，随后可采用替换法对可疑元件进行替换。

7. 降温法

降温法可结合加热法来用，当某一区域的元件升温后出现故障又不能确定是哪个元件时，可使用酒精棉球贴在元件表面，给元件降温。若此时故障消失或有所减轻，即可判定该元件热稳定性差。

8. 震动法

震动法对于元件虚焊、脱焊、印制电路轻微断裂、接插件接触不良等不规则出现的软性故障较为有效。当怀疑某部分电路存在以上问题时，可用螺丝刀的手柄或其他绝缘物体敲打电路板的相应位置，若故障重现即可对敲击处进行检查。也可在断电状态下，用手按压电路板，拨动可疑元件，寻找故障点。

9. 开路法

当充电器出现的故障牵涉到的范围较大时，可采用开路法将部分电路与主电源电路脱离开。若故障消失，表明脱开的部分电路存在问题。若故障依旧，也可排除该部分电路异常，从而缩小故障范围，加快检修速度。另外，有些附加电路损坏导致主电源不能正常充电时，应急情况下也可将其拆除不用，并不影响充电器正常使用。

10. 综合法

顾名思义，综合法就是将上述的检查方法综合在一起，根据故障的实际现象运用不同的检修方法，有些故障还会用到几种以上的方法。

第2章 电动机原理解析与故障检修

电动机是电动自行车的主要动力核心部件，其好坏直接影响着电动自行车的性能。

目前国内外电动自行车所使用的电动机普遍为直流电动机。根据其励磁方式的不同可分为励磁式、永磁式和混合式电动机。

由于永磁式电动机不采用线圈励磁方式，省去了励磁线圈的电能消耗，提高了电动机的转换效率，可使行驶电流减小，延长续行里程，因此永磁电动机目前应用广泛。

电动机按电流方向转换的不同可分为有刷电动机和无刷电动机。

有刷电动机有电刷和换向器等，无刷电动机没有电刷和换向器，而由控制器根据转子的位置，由电动机内部线圈提供不同方向的电流，以达到变换电流方向的目的。无刷电动机可分为有位置传感器式和无位置传感器式两种。无位置传感器式的无刷电动机在行车前必须先将车用脚蹬起来，当电动机具有一定转速后，控制器才能识别到无刷电动机的位置，这时，控制器才能向无刷电动机供电。这样虽然少了一个故障源（位置传感器），但不能实现零速度启动，所以将被有位置传感器式电动机所取代。电动机的分类如图 2-1 所示。

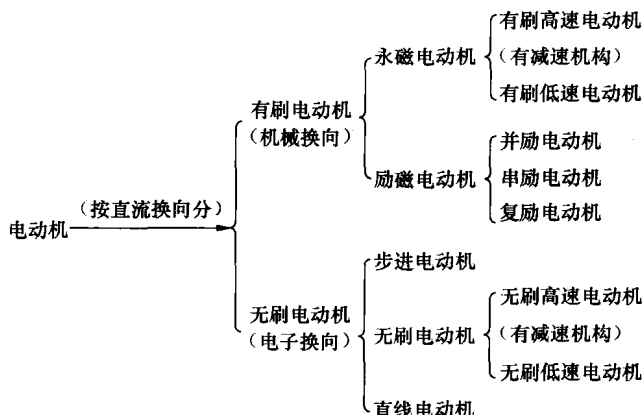


图 2-1 电动机的分类

第1节 电动机工作原理

一、有刷电动机的工作原理

有刷电动机工作时，线圈和换向器转动，而铁芯、磁钢和碳刷不转。下面结合有刷电动机的模型图讲述其工作原理。有刷电动机的工作原理如图 2-2 所示。