



第8卷

农村实用技术常识之⑥

电动自行车 修检知识

国家启动的农村劳动力转移培训“阳光工程”，开展农村劳动力转移培训，是加快农村劳动力转移、促进农民增收的重要环节，也是提高农民就业能力，增强我国产业竞争力的一项重要的基础性工作。结合农业结构的调整，加强农村农民朋友职业技术教育，为解决“三农”问题提供技术服务，特编写本丛书。主要包括：家用电器维修养护技术，农用机械维修养护技术，建筑工程与设备系统维修技术，致富维修技术，实用职业技能技术等。

刘利生/主编 余志雄/副主编



陕西科学技术出版社

“农家书屋”必备书系·第8卷·农村实用技术常识

之六

电动自行车修检知识

主 编 刘利生

副主编 余志雄

陕西科学技术出版社

目 录

第一章 电机的故障检修	(1)
第一节 电机及分类	(1)
第二节 常见故障及检修方法	(6)
第二章 蓄电池的故障检修	(16)
第一节 蓄电池的类型及特点	(16)
第二节 蓄电池的使用及养护	(20)
第三节 蓄电池常见故障及检修	(32)
第三章 控制器的故障检修	(41)
第一节 控制器基础知识	(41)
第二节 控制器的使用和故障检修	(50)
第四章 充电器的故障检修	(53)
第一节 充电器基本常识	(53)
第二节 充电器常见故障及检修	(58)
第五章 其他部分的故障检修	(64)
第一节 车架、前后叉及减振器故障	(64)
第二节 制动器、喇叭及车灯故障	(66)
附录 电动车常见故障维修技术图解	(70)

第一章 电机的故障检修

第一节 电机及分类

一、电机型号

电机型号繁多,行业对电机命名标准举例如下:

如命名为 160SXPX03C,表示外径为 160mm,稀土永磁线绕盘式直流电机,厂家 03C 类产品。

二、有刷低速电机及其结构

有刷低速电机转动时,线圈电流方向的变化依靠换向器和电刷来完成。该有刷电机的线圈和换向器高速转动而磁钢和电刷则不转动。低速有刷电机指低速、转矩大、无齿的有刷电机,其转子和车轮转速一致。一般情况下,转子电枢槽数为 39 ~ 57 个,定子上的磁钢为 5 ~ 7 对。

三、有刷高速电机的特点

有刷有齿电机为高速电机,其电机转子的高速转动动力矩较小,通过齿轮的减速机构,将其转速降低、力矩增加,电机转速控制在 170r/min 左右。由于该电机密封较严,日常保养难以进行,故使用 1 年左右会因滑润不良而产生各部件严重磨损,并导

致电机损坏。有刷高速电机的特点:

①有刷高速电机有减速机构,电机内转子转速一般为3000r/min,可通过减速机构降到200r/min。其动力强劲、爬坡能力强。

②线圈绕组沿圆盘布线,没有铁芯,同换向器一起转动。

③该电机密封较好,但保养不便,易造成早期损坏。

④合金钢齿轮传动系统经久耐用,抗冲击力强。

⑤独特的自动离合器装置,人力骑行时与自行车一样轻松。

⑥全封闭含油润滑系统,噪声较小,寿命较长。

⑦优质的合金材料和轻巧的电机,整体重量只是一般低速轮毂的一半。

四、有刷电机和无刷电机的区别

(1) 结构上的区别

有刷电机通过电刷和换向器将外部电流引入电枢绕组,同时通过换向器改变电枢绕组中的电流方向并产生力矩,驱动有刷电机转动。无刷电机由磁钢、线圈绕组、霍尔元件等组成。无刷电机没有电刷和换向器结构,它是通过霍尔元件和控制器来改变电枢绕组中的电流方向,从而产生力矩,驱动无刷电机转动。

(2) 接线区别

有刷电机有正、负2根引线,红线为正,黑线为负。无刷电机一般有8根引线,3根主相线,5根霍尔线(霍尔电源线、霍尔地线、3根霍尔相线)。

(3) 效率和应用区别

无刷电机效率高、转动平稳、噪声小、寿命长,而有刷电机则相反,但价格较低。无刷电机应用广泛,有刷电机现已很少应用。

五、电动自行车上常用电机的特性

电动自行车上常用电机的特性。如表 1 所示,常用电机的有关参数见表 2。

表 1 电动自行车常用电机的特性

电机形式	传动形式	电机效率	爬坡性能	维护周期	体积	维护内容	噪声	成本
无刷无齿	低速无刷外转子电机、直接驱动	>80%	一般	无	大	无	小	低
无刷有齿	高速无刷电机、行星齿轮减速	>83%	好	3 年左右	小	润滑齿轮	中	高
有刷有齿	高速有刷电机、2 级齿轮减速	>78%	好	1 年左右	大	更换电刷、润滑齿轮	大	高
有刷无齿	低速有刷外转子、电机直接驱动	>76%	差	2 年左右	小	更换电刷、清理积炭	小	低

表 2 常用电机的有关参数

电机电压和功率	空载电流(A)	骑行电流(A)	行驶速度(km/h)
36V 180W 低速	0.3 ~ 0.5	3 ~ 4	20 ~ 23
36V 250W 低速	0.3 ~ 0.5	4 ~ 6	25 ~ 27
48V 350W 低速	0.5 ~ 0.7	4 ~ 7	28 ~ 35
48V 500W 以上	1.0 ~ 1.5	9 ~ 12	45 ~ 50
24 ~ 36V 高速电机	1.0 ~ 1.5	3 ~ 6	20 ~ 28

六、光电式位置传感器的工作原理

光电式位置传感器也叫光电变换开关。它由光源、光敏接收器和遮光板等组成。光源采用光电二极管(LED)固定在预设不动位置,光敏接收器为光敏二极管,处在光源一侧固定,两者之间装有随电机转动的遮光挡板圈,该挡板圈是由薄板制成的环状体。

板上开有可以透光的缺口。当遮光圈随转子运动时,有规律地透过光线,光敏二极管接到光线后即可导通,并将信号传送给控制电路。

新款光电式位置传感器(光电变换开关)的光源和光敏接收器合二为一,该型式集成化程度高,常用于电机中。

七、磁敏式位置传感器的工作原理

磁敏式位置传感器(即霍尔位置传感器)是根据1879年爱德华·霍尔发现的霍尔效应原理制成的。把一个通有电流的霍尔半导体基片(即霍尔元件)放置在与电流方向垂直的磁场中时,在垂直于电流和磁场的方向上就会产生一个微量电压,我们把该电压称为霍尔电压。霍尔电压与通过的电流和外加磁场的强度成正比。利用这一效应制成传感器,用来控制电机转速。目前所用的霍尔位置传感器已经发展成为霍尔集成电路,其输出信号的可靠性大为提高。由于霍尔元件输出信号电压不大,需要用外加电路将其信号放大。霍尔集成电路是将霍尔元件与其外围元件集成在一起,组成有源的磁敏集成电路,通常将霍尔元件、放大器、温度补偿电路、输出极、电源稳压电路等制作在同一块硅片上,然后用陶瓷或塑料封装。

八、有刷电机的工作原理

有刷电机的工作原理如下：

当线圈转动时,电机内、外电路电流流动方向是:蓄电池正极→电刷正极→换向片→线圈→(按 $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d$ 方向)→另一换向片→电刷负极,最后回到蓄电池负极形成闭合回路。根据左手定则可知:导体 ab 的受力 F_1 方向向左, bc 导体不受力。导体 cd 的受力 F_2 方向向右,并且 F_1 与 F_2 受力大小相等,方向相反,所以,整个线圈受到逆时针方向的转矩作用而转动。

当线圈转动到线圈平面与磁力线方向垂直位置时,磁场对通电线圈不产生力的作用。但由于惯性的作用,可以使线圈通过无作用力这一盲点。

当线圈转动时,线圈中的电流方向正好与电流方向相反,线圈所受到的转矩作用仍按逆时针方向转动。这样当蓄电池连续对电机供电时,电枢绕组就会按一定方向不停地转动。

一个线圈在磁场中产生的转矩很小,并且转速也不平稳。要使电机达到较大的转矩,电枢绕组就需采用多匝线圈,换向片的数量也要成比例增加。

九、无刷电机的工作原理

无刷电机用电子开关和霍尔元件代替有刷电机的电刷和换向器。无刷电机的霍尔元件检测到转子位置时,将检测信号触发相对应的电子换向开关元件,接通线路某一相线电路并产生力矩使电机转动。无刷电机的霍尔电流一般为 $6 \sim 20\text{mA}$ 。无刷电机的霍尔电压一般为 $3 \sim 24\text{V}$ 。

十、无刷电机的相位角

无刷电机的相位角是指无刷电机内的线圈在一个通电周期内,线圈内电流改变的角度。常见无刷电机的相位角有 60° 和 120° 两种。 60° 和 120° 相位角可从霍尔元件安装位置得以判断。方法是:一般 60° 相位角的电机的 3 个霍尔元件呈水平放置,而 120° 相位角的电机的 3 个霍尔元件中间的一个呈翻转 180° 位置放置。

第二节 常见故障及检修方法

一、有刷电机有故障时,应检查的项目

- ①电源线连接是否可靠。
- ②线圈与换向片接头焊接处是否有虚焊或脱焊。
- ③线圈绝缘电阻的测定。
- ④换向器表面是否污损、烧蚀或换向片短路。
- ⑤磁钢是否松动或脱落。
- ⑥线圈是否断路或短路。
- ⑦电机转动时是否有噪声。

二、无刷电机有故障时,应检查的项目

- ①定子绕组是否短路或断路。
- ②转子磁钢是否移位或松动。
- ③霍尔元件是否损坏或松动。
- ④电机霍尔相线和主相线接触是否良好。

⑤轴承是否发出异响。

⑥转子是否扫膛。

三、电机空载电流的检测

支起主支架,让后轮离开地面,用万用表 20A 直流电压档并将其串入电机主相线中,注意红表笔接控制器侧。接通电源,在电机不转动时,记下万用表最大电流 I_a 。转动调速转把至最大位置并使电机维持 15s 左右,待电机转动平稳时记下万用表最大读数 I_b 。此时电机空载电流即为 $I_b - I_a$ 。

四、电机的绝缘电阻的测量

使用万用表(兆欧档)或摇表,让一只表笔接电机外壳,另一表笔接电机主相绕组引线并测量其电阻。湿态时,其绝缘电阻应大于 $2M\Omega$ 。热态 25°C 时,其绝缘电阻应大于 $5M\Omega$ 。若所测绝缘电阻值较小,则表明绕组潮湿或接触不良,应予以修复。

五、霍尔元件的检修方法

(1)将控制器与电机引线连接好并供电(不转动调速转把),用万用表直流电压档测量霍尔电源红色线的对地电压一般为 5V,但某些电机也有 4.5V 或 6.25V 等情况。然后用万用表直流电压档测量霍尔相线中的黄、绿、蓝色线,即霍尔相线的对地电压(边测边转动调整转把),其信号电压应为 0 或在 $0 \sim 5\text{V}$ 内变化。若所测黄、绿、蓝色线中的某一相线的对地电压不在 0 或 $0 \sim 5\text{V}$ 间变化,却长期处于高电位 5V 或低电位 0,则表明与该相连接的霍尔元件损坏。

(2)将电机与控制器相连接的霍尔线从插接器处拔下。用

万用表的电阻挡,让红表笔接霍尔电源红色线,黑表笔分别接霍尔相线黄、绿、蓝色线,若所测某相线电阻与其他二相线的相差较大,则表明该相霍尔元件损坏。若所测各相电阻差别较小,应让红表笔接霍尔接地黑色线,黑表笔分别接霍尔相线黄、绿、蓝色线,若此时所测某一相线电阻与其他二相线的相差较大,则表明该相霍尔元件损坏;若所测各相线电阻差别较小,则表明该电机霍尔元件正常。

(3)当霍尔元件损坏后应更换,更换方法如下:

①分解无刷电机,从靠近电路板处用剪刀剪断霍尔元件的3只引脚(拆卸霍尔元件之前,要记住该无刷电机是 60° 还是 120° 相位角)。

②用专用工具将故障霍尔元件从定子上凿下,清理凹槽,并用烙铁从电路板上焊下剪断的霍尔元件3只脚。注意勿损伤漆包线和电路板。

③用粘合剂将新的霍尔元件紧固在凹槽内。谨记霍尔元件方向,用烙铁将引脚与电路板相连,剪去过长引脚。

④用蜡线将霍尔元件填实。检查无误后,装复电机即可。

六、电刷的检修

电刷与换向器处于滑动摩擦状态中,时间一久,当电刷与换向器的横向接触面小于75%,或长度小于其长度的 $2/3$ 时,会在电刷与换向器间产生电火花烧蚀换向片,应予以更换。

若电刷长度未超出磨损极限或刚更换的新电刷,为使其与换向片接触良好,减小电耗和换向器磨损,应研磨电刷。方法是:取适当的细水砂纸并固定在换向器上(让砂面背向换向器),将被研磨的电刷和电刷弹簧装入刷架并使电刷与砂面接

触。用手慢慢转动电枢,使电刷面磨成与换向器合适的形状即可使用,切忌不要过量研磨,但也不能将炭粉落入绕组内。研磨结束后,清洁换向器和绕组上的炭粉即可使用。

电刷的更换方法:分解有刷电机,将被换下的电刷引线从接线片处焊下并取出,然后将新电刷引线穿过电刷弹簧和刷架后,将电刷引线焊接在接线片上,最后用螺栓将刷架固定在电机旋子上即可。更换电刷时,要保证电刷在刷架中移动灵活,不偏不斜。更换电刷后,要使电机减负荷慢行,避免电刷和换向器产生火花烧蚀。

七、换向片的检修

换向片通常出现的故障有换向片污损、烧蚀和短路。

电刷和换向器在滑动摩擦运行中,其磨损下来的炭粉和铜粉将遍布换向片表面。这些粉末若不进行清洁,将存在于换向片间经反复运转而压实,致使相邻换向片间短路。换向器间短路后,可用刮刀或其他坚硬片状金属,将相邻换向片间槽内的炭粉清理干净,同时用毛刷清洁即可。

若换向片严重烧蚀,可用细砂纸进行打磨,以使烧蚀凸处磨平,同时也可磨去换向片上的坚硬炭污。

换向片与绕组的连接处不应存在虚焊、脱焊现象。否则,应补焊。

由于换向片的磨损比云母快,为防止随换向片的磨损使云母凸起的现象,云母应低于换向片 $0.5 \sim 0.8\text{mm}$ 。云母凸起不仅影响电刷与换向片正常工作,而且在电刷与换向片接触处产生电火花,加剧换向片烧蚀,因此,云母凸起时,应用锯条割锉云母片,使之低于换向片 $0.5 \sim 0.8\text{mm}$ 。

用人造云母绝缘的换向器,因该云母与换向片的磨损速度相近,一般不需将云母割低。

八、换向器的更换方法

分解电机,露出线圈和换向器,用烙铁将换向片与线圈绕组的连接线全部焊开,取出换向器。然后把新的换向器放上去并将全部线头与换向片对应焊接在一起。焊好后,检查焊点是否虚焊和短路,同时整理好导线,装复所拆各件即完成。

九、有刷电机绕组断路时的检修

有刷电机绕组断路时,会使电机的输出转矩明显减小。若多处断路,会使电机的输出动力波动较大,甚至无法转动。

绕组断路后,应分解电机进行检查,用万用表 2.5V 直流电压挡,测量每相邻两个换向片间的电压,若绕组无故障,每相邻换向片间的电压应相同。若某处断路,则与断路绕组相连接的两个相邻换向片间的电压较高,而这一断路支路中的其余相邻换向片间的电压则为 0。

若绕组多处断路。将万用表红表笔与正极电刷接触,黑表笔从负极电刷端开始依次与各换向片接触,当接触到断路绕组的换向片时,电压为 0,则表明与该换向片与负极电刷侧相邻的换向片间断路,将该换向片连上,然后再依次查找其余的断路部位。

十、有刷电机绕组间短路时的检修操作

有刷电机绕组间短路时,会使电机功率下降,并产生高温。用万用表电压挡测量相邻换向片间的电压。在无故障时,其相

邻换向片间的电压应相同。若某相邻换向片间的电压明显变小,则表明与这两个换向片直接相接的绕组有短路现象。

测量时,若绕组温度升高,则表明有多处短路。

绕组短路故障范围较小,需要应急时,也可采用“跳接法”排除故障。即将短路绕组与换向片的连接脱开,用铜线将绕组脱接的换向片连接。绕组严重短路时,应重新绕制。

十一、有刷电机绕组接地时的检修操作

有刷电机绕组接地时,会造成电机输出转矩明显减小。用万用表电阻档测量换向片与电机壳体间的电阻,若明显减小,则表明绕组短路。当绕组有接地故障时,用万用表 2.5V 直流电压挡,让黑表笔接地,红表笔依次与换向器的各换向片接触,万用表读数越小,表明越靠近绕组接地部位。当读数为零(或接近为 0)时,则表明与这一换向片直接相连的绕组接地。

若绕组轻微接地,可用火花烧蚀法予以排除。方法是:用 36V 蓄电池,将负极接换向片,正极瞬间触及机壳,时间为 1 ~ 2s,由于接地部位的接触电阻较大,因此在大电流下会在局部产生高温或出现电火花,使接地部位烧蚀。

若上述烧蚀法不能排除接地故障,也可采用“跳接法”。即将接地的绕组与换向片连接的两个线头剪断,使绕组与换向片的连接完全脱开,然后将与绕组脱落的两个换向片用铜线跳接起来(连接起来)。

十二、无刷电机绕组断路或匝间短路时的检修操作

无刷电机的线圈绕组常采用星形即“Y”接法。若无刷电机绕组断路,方法是:用万用表 $R \times 1\Omega$ 挡,分别测量电机 3 根相线

间的电阻,每两相绕组间的电阻应相同,一般在 1Ω 以下。若所测电阻值过大或无穷大,则表明引线接触不良或绕组有断路现象。若某相绕组的电阻值明显小于正常值,则表明该相绕组有短路现象。

绕组用漆包线绕制,线径较粗一般不易折断,故绕组断路大多是接头处松脱或绕组受到机械性碰伤造成。当接头有松脱或因碰损而折断时,可重新接好,并应在断线连接部位做好绝缘处理,防止引起接地或短路。

十三、无刷电机磁钢脱落的修复

无刷电机的磁钢位置。无刷电机磁钢脱落后,电机运转时有金属摩擦声,转速下降,耗电量增加,电机易起热。若磁钢脱落应及时修复,否则会引起磁钢严重失磁。

由于该磁钢的 N 极与 S 极是交替分布的,对脱落的磁钢无需辨别反正,只需注意磁钢的方向,即按原来的位置粘贴得与其他磁钢平齐一致即可。为保证电机的气隙和机械尺寸,不得将磁钢凸出或移位。

十四、无刷控制器与无刷电机的正确连接

无刷控制器与无刷电机间一般有 8 根引线,即 3 根较粗的电机相线,5 根较细的霍尔线。其中细红线为霍尔电源线,细黑线为霍尔地线,其余黄、绿、蓝细线则为霍尔相线。

要将无刷控制器与无刷电机正确连接,首先保证电机霍尔电源线(红线 +5V)和地线(黑线)与控制器上对应的线的连接器接好。电机 3 根主相线(粗线)和 3 根霍尔相线(细线)与控制器的接法有 36 种。无刷控制器与 60° 相位角的无刷电机相连

的正确接线有 2 种:1 种正转,1 种反转。无刷控制器与 120° 相位角的无刷电机的正确接线有 6 种,其中 3 种正转,3 种反转。若电机反转,则说明控制器和电机相位角是匹配的。

当控制器、电机 3 根主相线和 3 根霍尔相线的线色不明确时,所采用最简单但较笨的方法是每种状态逐一试验。换接时可以不断电进行,但是要仔细,也要有一定的次序。切记每次接好后,转动调速转把转角不要太大,以免损坏控制器。若试验时,电机抖动、噪声较大,则表明接线有误。若出现反转情况,在知道控制器的相序的情况下,只需将霍尔相线 a、c 互换、主相线 A、B 相互换,即可正转。最终的验证方法:让电机高速运转,若电机不存在抖动或噪声很大现象,则表明接线正确。

十五、有刷控制器和有刷电机的正确连接

有刷电机一般有 2 根引线,其中红线接电机正极,黑线接电机负极。该 2 根线分别接上时,若电机反转,只需交换线头即可。电机反转时不会损坏电机。

十六、用 120° 相位角的无刷控制器来控制 60° 相位角的电机的方法

一般来讲, 120° 和 60° 相位角的控制器要分别与 120° 和 60° 相位角的电机相配,否则导致缺相现象,电机不能正常运转。但智能无刷控制器能够自动识别 60° 或 120° 电机,即可兼容适配 60° 和 120° 电机,只需将控制器接线调换即可转换 60° 和 120° 选项。

用 120° 相位角的无刷控制器来控制 60° 相位角的电机,只需在无刷电机霍尔信号线 b 相与控制器采样信号线间加上一个

反相电路即可。

十七、有刷电机,电刷与换向器间有“火环”的原因和修理方法

(1)原因分析

①换向器磨损会使云母凸起,使电刷与换向片接触不良。应用钢锯条或刮刀刮削,使云母比换向片低 0.5 ~ 0.8mm。

②电刷严重磨损,若其长度减小到原来的 2/3,应更换。

③电刷弹簧弹力不足,应更换。可将该电刷弹簧拉伸或在电刷弹簧的上端加绝缘物,以增强电刷弹簧的弹力。

④线圈或换向片短路。若线圈或换向片严重短路或断路,应予以修复。

(2)修理方法

若有刷电机出现上述现象,通过电刷与换向片间的电流会时通时断而产生“火环”,应予以修理。

十八、判断无刷电机绕组故障的简易方法

将电机 3 根较粗的主相线短接在一起,打开电源开关,转动后轮进行以下试验:

若转动后轮很费力或转不动,则表明电机完好。

若转动后轮较为轻松,则表明电机绕组断路、短路或接触不良。

若电机在某位置可转动,而在另一位置不能转动,则表明电机运转不平衡,其故障可能是绕组接触不良、断路或短路等。

十九、电机互换时的注意事项

相关注意事项如下: