

模块三 汽车起动系统

学习目标

- ◎了解起动系统的作用。
- ◎了解起动机的基本结构和工作原理。
- ◎了解起动机组成部分的作用。
- ◎了解起动机的控制过程及其控制电路。
- ◎了解起动机的正确使用和检修方法。

任务目标

- ◎掌握起动机常见故障的判断与检测方法。
- ◎掌握起动系统故障的诊断与排除方法。
- ◎能够熟练地对起动机进行拆解检测和组装。

起动系统的作用是将蓄电池的电能转化为起动机的机械能，带动发动机起动。当将起动机上的齿轮与发动机飞轮周缘的齿圈啮合时，起动机转动，动力就传送到飞轮和曲轴上，使之旋转。起动系统的连接如图 3-1 所示。

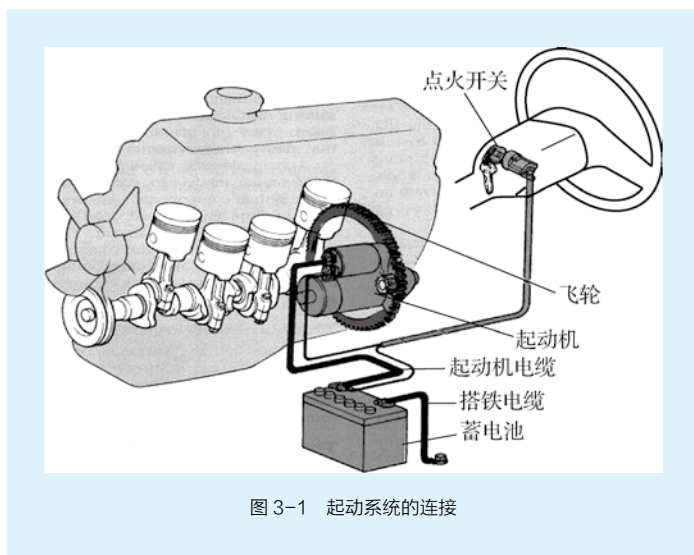


图 3-1 起动系统的连接

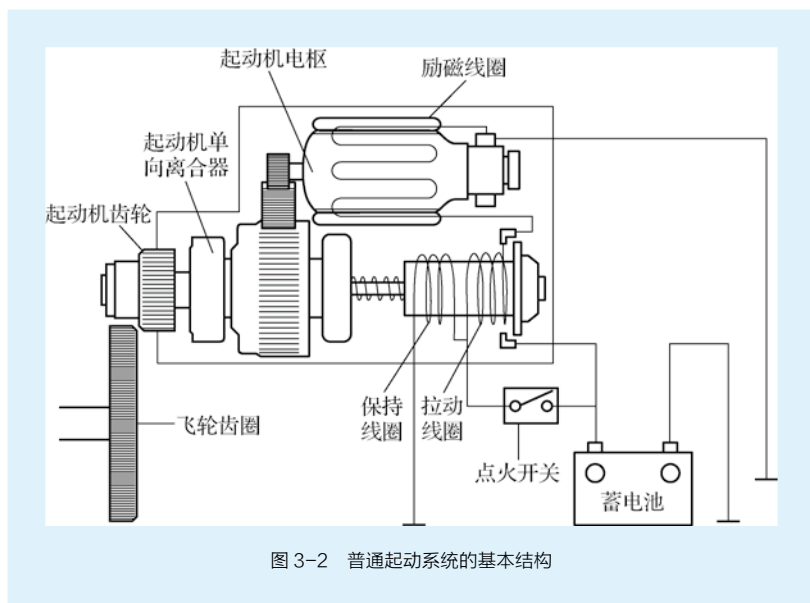
学习单元一 起动机的基本结构与原理

汽车起动系统主要由起动机及其控制电路组成。起动系统的主要作用就是起动发动机，使汽车发动机由静止状态变为怠速运转状态。在满足发动机正常工作所需的起动条件下，起动系统的工作时间很短，通常为3~5s。起动系统工作不良会造成起动机不转、运转无力、空转等故障。为了掌握起动系统的检修方法，必须了解起动机的作用和型号，掌握串励直流起动机的结构和工作原理，学会起动机的拆装、分解、检修、组装和安装操作方法，以及起动机相关线路的检测方法。

一、起动系统的总体结构

起动系统按结构可分为普通起动系统 and 无钥匙起动系统两种，二者间的技术含量差别较大。一般来说，中低档车辆多采用普通起动系统，而中高档车型则越来越多地在现有的起动系统上附加了无钥匙起动系统。

普通起动系统主要由蓄电池、起动机、点火开关、起动控制电路等组成，如图3-2所示。



二、起动机的构造原理

起动机总成一般由直流串励电动机、传动机构和控制装置3部分组成。起动机按其控制装置的操纵方式可分为机械操纵和电磁操纵两种类型；按其传动机构减速方式可分为非减速起动机（普通起动机）和减速起动机等类型，如图3-3所示。



图 3-3 常用起动机的类型

1. 直流电动机的基本构造

起动机的直流电动机按磁场产生的方式不同分为永磁电动机和激磁电动机。根据励磁绕组和电枢绕组的连接方式，激磁电动机又分为串励电动机、并励电动机和复励电动机。在汽车起动机中，由于串励电动机应用最多，此处主要以串励电动机为例介绍起动机用直流电动机的构造。直流电动机主要由电枢总成、磁极、壳体、电刷等组成，如图 3-4 所示。

(1) 电枢总成。电枢总成是直流电动机的转子部分，由电枢铁心、电枢绕组、换向器和电枢轴组成，如图 3-5 所示。其作用是在磁场的作用下产生电磁转矩。

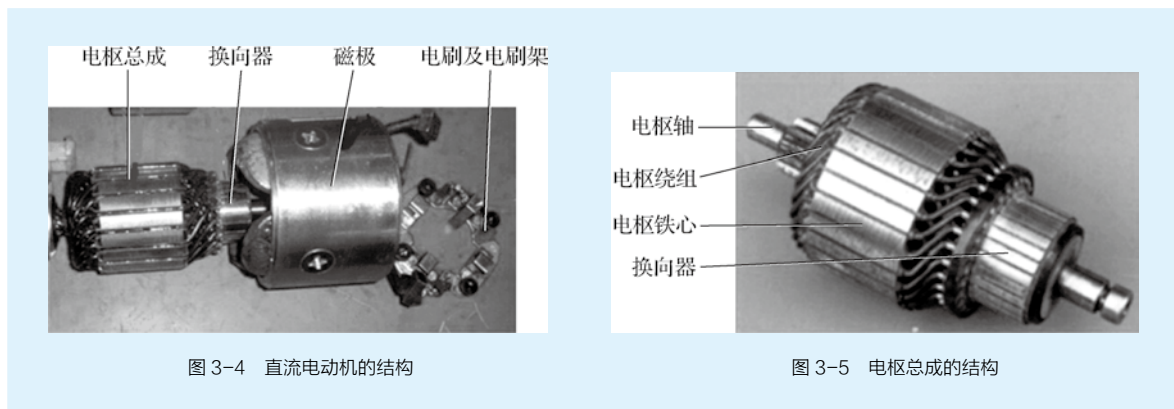


图 3-4 直流电动机的结构

图 3-5 电枢总成的结构

电枢铁心由硅钢片叠成固定在轴上，外围均匀地开有线槽。电枢绕组用矩形截面的铜带绕成，绕组端头均匀地焊在换向片上。电枢绕组与电枢铁心绝缘。电枢轴驱动端制有花键，用以套装离合器，如图 3-6 所示。

(2) 磁极。磁极由磁极铁心、励磁绕组和机壳组成，如图 3-7 所示，其作用是产生磁场。磁极铁心用低碳钢制成，用埋头螺栓紧固在机壳上。

励磁绕组的矩形截面为扁铜带绕制，一般为 6 ~ 10 匝，铜带之间、铜带和铁心之间相互绝缘，如图 3-8 所示。

(3) 壳体。壳体由低碳钢制成，是构成电动机磁路的一部分。

(4) 电刷。电刷由铜与石墨粉压制而成。为了尽量减小电刷与换向器之间的接触电阻，并延长电刷的使用寿命，电刷与换向器有较大的接触面积，并且电刷靠电刷弹簧压紧在换向器的外圆表面。一般起动机电刷个数等于磁极个数，有的大功率起动机电刷个数是磁极个数的 2 倍。

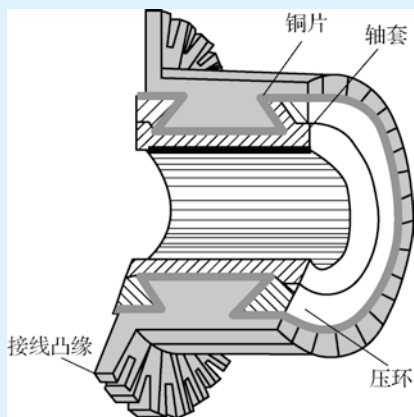


图 3-6 换向器的结构

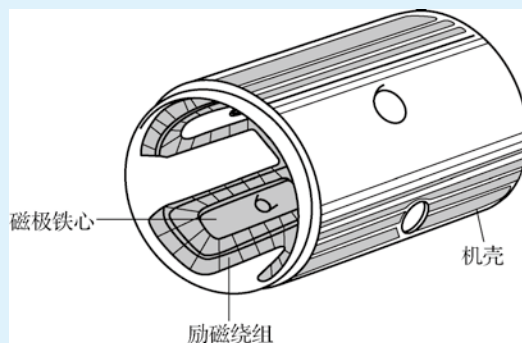


图 3-7 起动机磁极结构

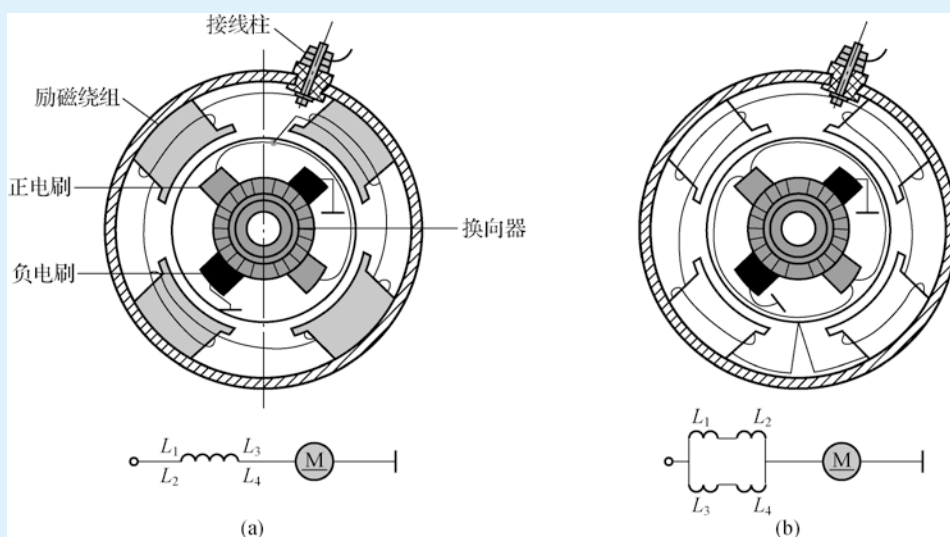


图 3-8 励磁绕组的结构

2. 起动机的传动机构

起动机的传动机构由减速机构和离合器两部分组成，如图 3-9 所示。

(1) 减速机构。为了降低对蓄电池和起动系统主电路的要求，增大起动机的输出转矩和改善起动性能，许多汽车采用了减速型起动机。减速型起动机的减速机构有外啮合式、内啮合式和行星齿轮式 3 种。外啮合式适用于功率较小的起动机，输出功率较大的起动机采用内啮合式和行星齿轮式。

行星齿轮式减速机构的结构如

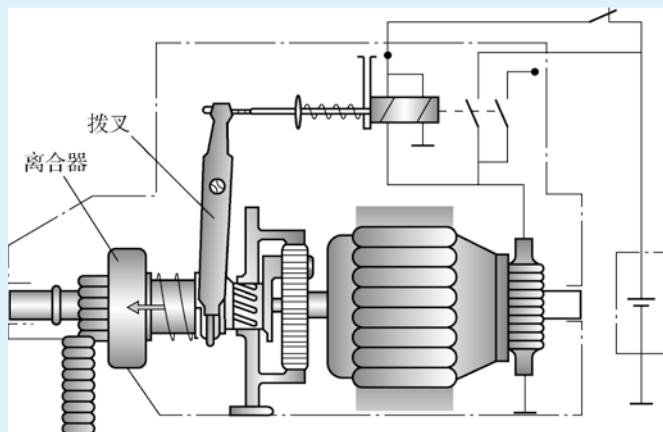


图 3-9 起动机的传动机构

图 3-10 所示。行星齿轮式减速机构结构紧凑、传动比大、效率高，其输出轴与电枢轴同轴线、同旋向，电枢轴无径向载荷，振动轻，整机尺寸小，故在乘用车上应用广泛。

(2) 传动机构。一般起动机传动机构主要由单向离合器和电枢轴的螺旋部分等组成。对于减速起动机，传动机构还包括减速装置。起动时，通过传动机构，起动机将电枢轴的电磁力矩传给发动机飞轮，使发动机起动；起动后，发动机转速提高，传动机构自动退出与飞轮的啮合或打滑，保护起动机电枢不致因转速过高而飞散。起动机传动机构由拨叉和单向离合器组成，如图 3-11 所示。

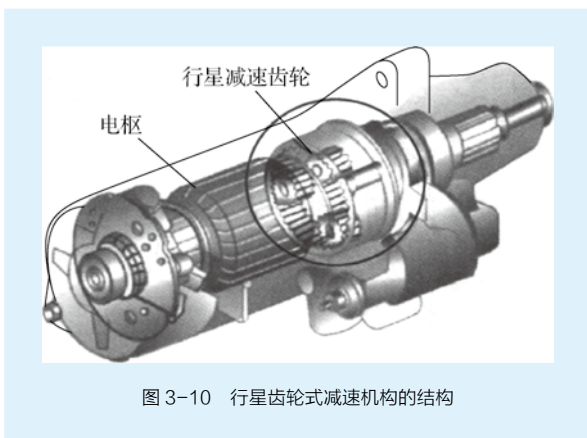


图 3-10 行星齿轮式减速机构的结构

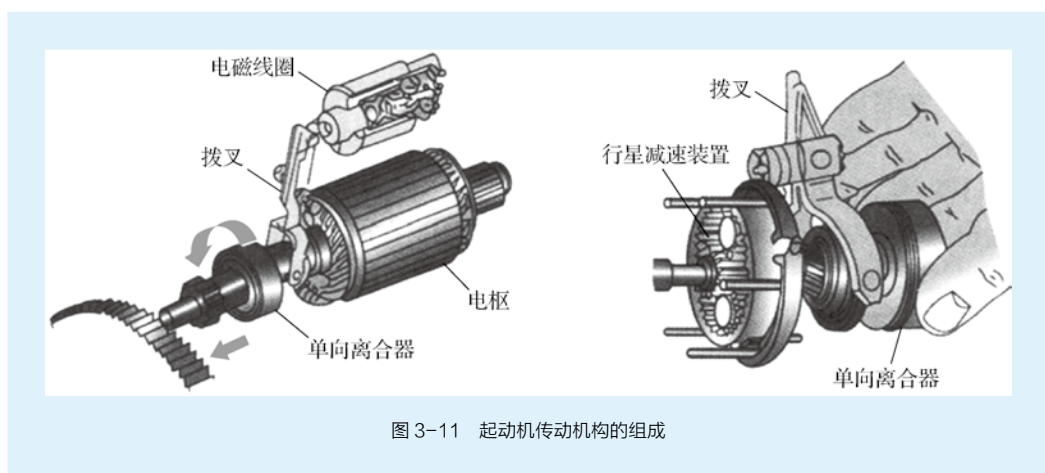


图 3-11 起动机传动机构的组成

(3) 单向离合器。单向离合器是利用滚柱在两个零件之间的楔形槽内的楔紧和放松作用，通过滚柱实现扭矩传递和打滑的，如图 3-12 所示。

发动机起动时，单向离合器在传动拨叉的作用下沿电枢轴花键轴向移动，使驱动齿轮啮入飞轮齿圈，然后起动机通电，电枢轴通过花键套筒带动十字块一同旋转。这时十字块转速高，外壳转速低，滚柱在摩擦力作用下滚入楔形槽的窄端而越楔越紧，很快使外壳与十字块同步运转。于是电枢承受的电磁转矩由花键套筒和十字块经过滚柱传给外壳和驱动齿轮，带动飞轮转动，起动发动机，如图 3-13 所示。

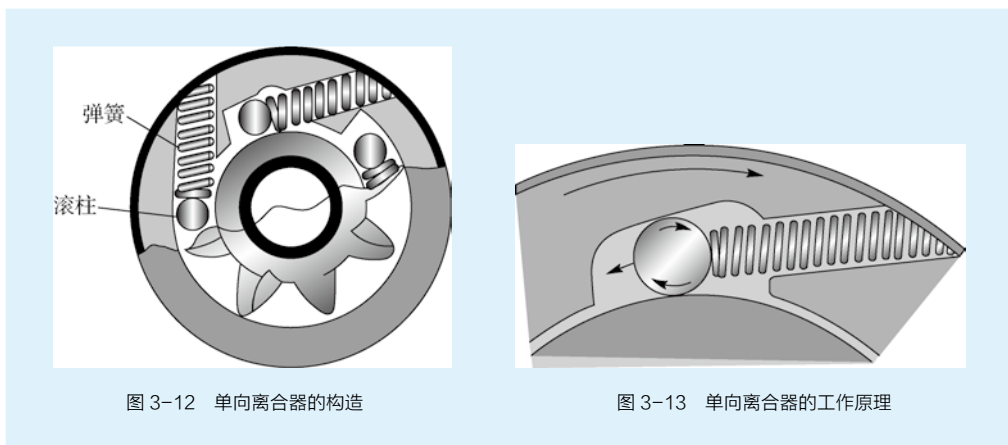


图 3-12 单向离合器的构造

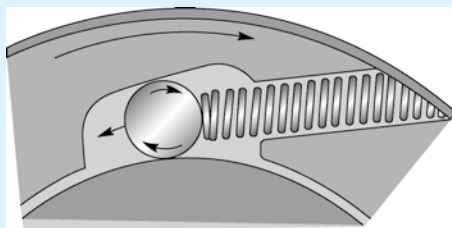


图 3-13 单向离合器的工作原理

发动机起动后，曲轴转速升高，飞轮变成主动件，带动驱动齿轮和外壳旋转，使外壳转速较高，十字块转速较低，滚柱在摩擦力作用下滚入楔形槽的宽端而失去传递转矩的作用即打滑，这样发动机的转矩就不能从驱动齿轮传递给电枢，从而防止电枢超速飞散。

3. 控制装置

起动机控制装置通常由主开关、拨叉、操纵元件和复位弹簧等组成。控制装置的作用是接通和切断起动机与蓄电池之间的电路。工作中通过电磁开关与拨叉的联合动作，利用电磁感应控制蓄电池和起动机电路通断。

为了充分发挥起动机和蓄电池的性能，起动机控制装置应遵循如下基本原则：

(1) 先啮合后接通。即首先使驱动齿轮进入啮合，然后使主开关接通，以免驱动齿轮在高速旋转过程中进行啮合，引起打齿且啮合困难。

(2) 切断主电路后，驱动齿轮能迅速脱离啮合。

4. 控制装置的结构原理

根据操纵装置及其工作方式的不同，起动机控制装置分为机械式和电磁式两种形式。机械式控制装置检修方便，且机械操纵不消耗电能，有利于提高起动转速；但是驾驶员劳动强度大，不宜远距离操纵，故目前应用较少。电磁式控制装置操纵方便，工作可靠，并适合远距离操纵，故目前被广泛应用。

(1) 电磁式控制装置。电磁式控制装置在起动机上被称为电磁开关，它的作用是控制驱动齿轮与飞轮齿圈的啮合与分离，并控制电动机电路的接通与切断。在现代汽车上，起动机均采用电磁式控制电路，利用电磁开关的电磁力操纵拨叉，使驱动齿轮与飞轮啮合或分离，其结构如图 3-14 所示。

(2) 带组合继电器的起电磁开关电路的结构。图 3-15 所示为组合继电器电磁开关控制电路。组合继电器由起动继电器和保护继电器组成。起动继电器的作用是保护点火开关，避免供给起动机电磁开关的大电流流经点火开关而使其损坏。起动继电器由触点 K_1 、线圈 L_1 及铁心组成。保护继电器的作用是防止发动机运行期间驾驶员误操作把点火开关放到起动挡使起动机工作，在发动机运行期间对起动机起到自锁作用，主要由触点 K_2 、线圈 L_2 和铁心组成。

当点火开关处于 2 挡时，起动继电器的线圈通电，起动系统工作电路为：蓄电池的正极—电磁开关接线柱—电流表—点火开关—组合继电器的 SW 接线柱—起动机继电器线圈 L_1 —触点 K_2 —接线柱 E—搭铁—蓄电池负极。触点 K_1 吸合，起动机吸拉线圈、保持线圈获得电流，产生吸力，使起动机小齿轮与飞轮齿圈啮合，同时将主电路触点接通，起动机工作。

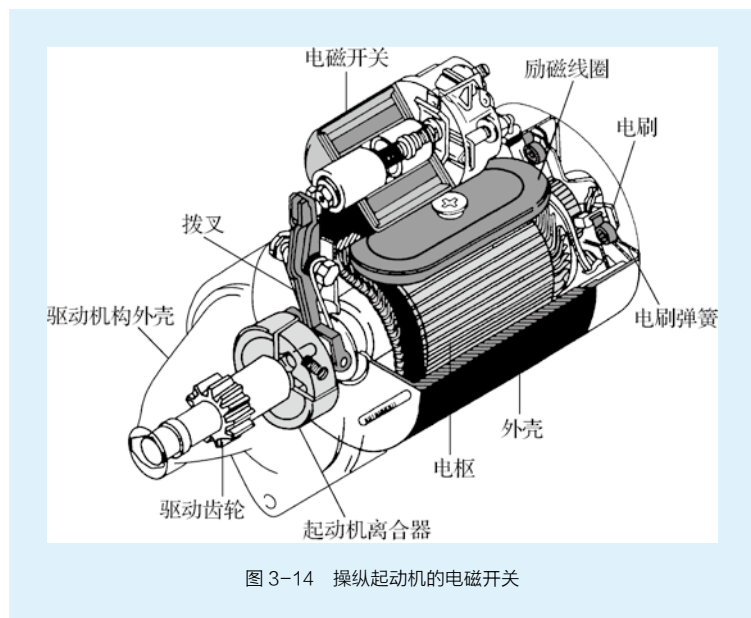
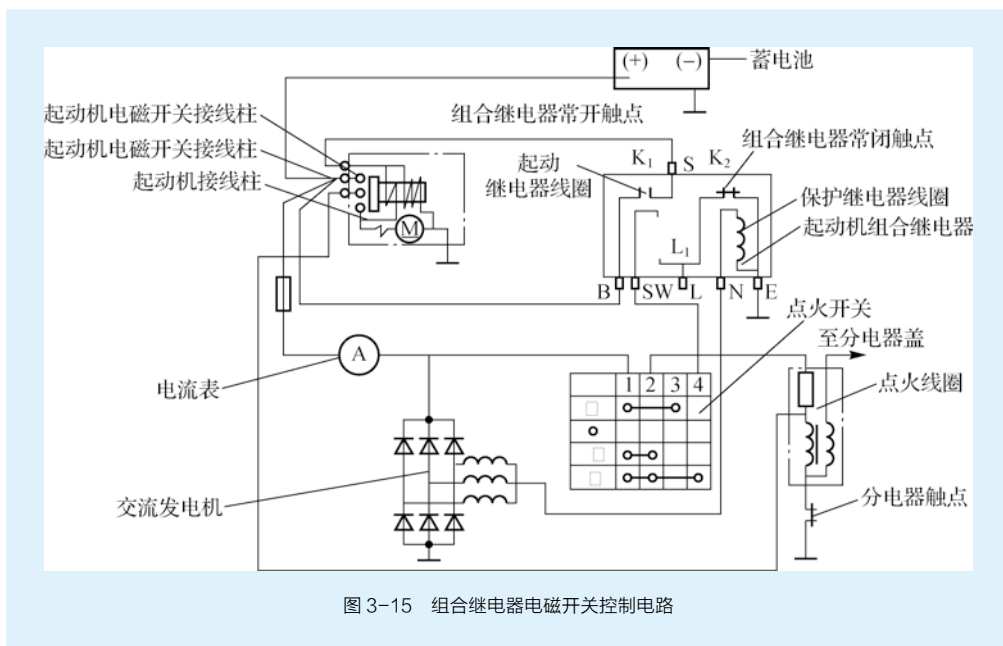


图 3-14 操纵起动机电磁开关

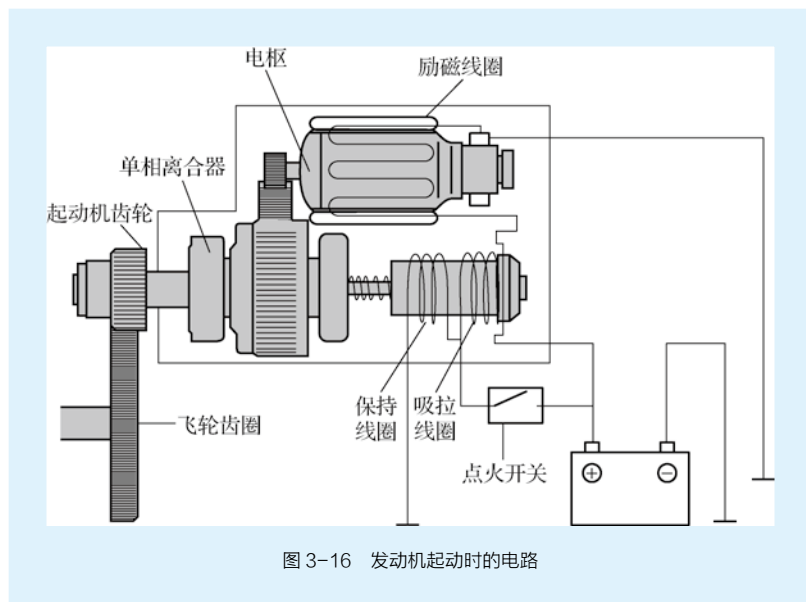


发动机点火工作后，交流发电机的中性点的对地电压（约为发电机调节电压的 1/2）向起动机保护继电器线圈 L_2 供电，使触点 K_2 断开，同时切断了起动继电器线圈 L_1 的搭铁电路。当发动机正常工作时，即使误将点火开关扳到 2 挡，起动机也不能获得电流，起动机的驱动齿轮不会与飞轮齿圈啮合，避免打坏飞轮齿圈与起动机的小齿轮，起到了保护起动机的作用。

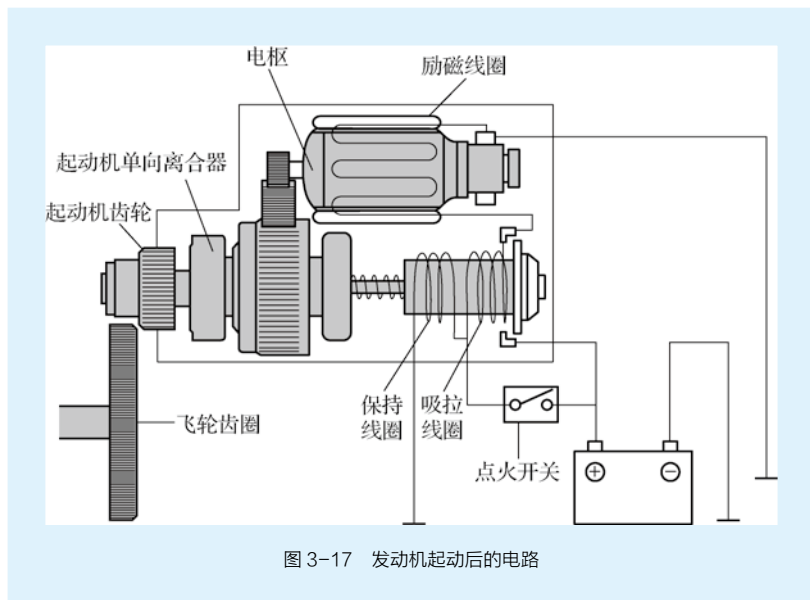
5. 起动机的工作过程

下面以电磁操纵式起动机为例介绍起动机的工作过程。

(1) 发动机起动时。如图 3-16 所示，当点火开关旋到“开始”（ACC）位置时，电流流进吸拉线圈和保持线圈，起动机小齿轮滑动并和飞轮齿圈啮合。同时，流过励磁线圈的电流使起动机电动机旋转，这种旋转运动传递给小齿轮、飞轮齿圈和曲轴以使发动机曲轴转动。



(2) 发动机起动后。如图 3-17 所示, 当点火开关从“开始”位置释放时, 流进吸拉线圈的电流方向改变, 并且小齿轮返回到原始位置。当电流停止流入励磁线圈时, 起动机停止旋转。



学习单元二 起动系统的检修

起动机的主要检修内容包括电刷和轴承的磨损情况, 换向器表面磨损情况, 电枢绕组和励磁绕组有无短路、断路和搭铁故障等。起动机的检修主要分为总成拆装、起动机分解检查、起动机装配与调整及起动机测试 4 个过程。

一、起动机总成拆装

1. 从车上拆卸起动机

- (1) 拆下蓄电池的负极极柱电缆接头。
- (2) 断开蓄电池的负极电缆之前, 对存储在 ECU 等器件内的信息做记录, 如诊断故障代码、选择收音机频道、座椅位置 (带有记忆系统) 和转向盘位置 (带有记忆系统) 等。
- (3) 拆下起动机电缆。拆下防短路盖, 拆下起动机电缆定位螺母, 断开起动机端子的起动机电缆, 如图 3-18 所示。
- (4) 断开起动机励磁绕组电缆的插头。按压插头的卡销, 然后握住插头机身断开插头。拆卸起动机螺栓, 取下起动机, 如图 3-19 所示。

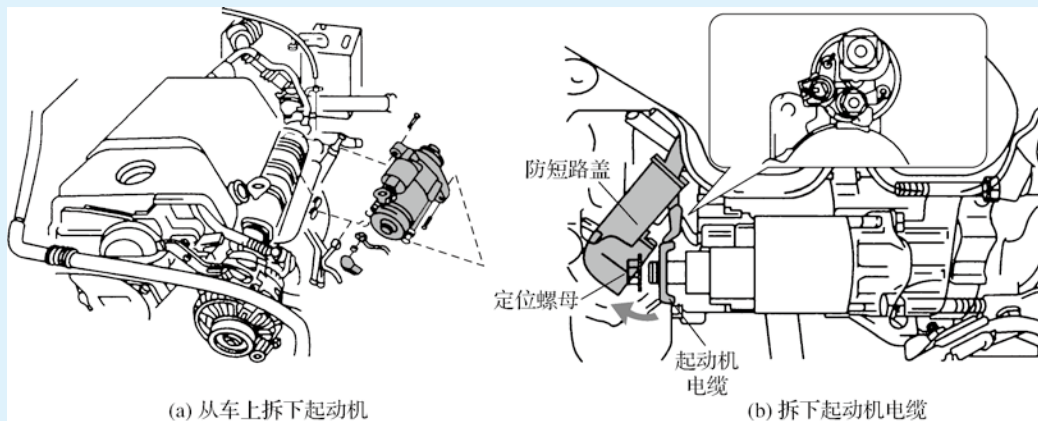


图 3-18 从车上拆下起动机，拆下起动机电缆

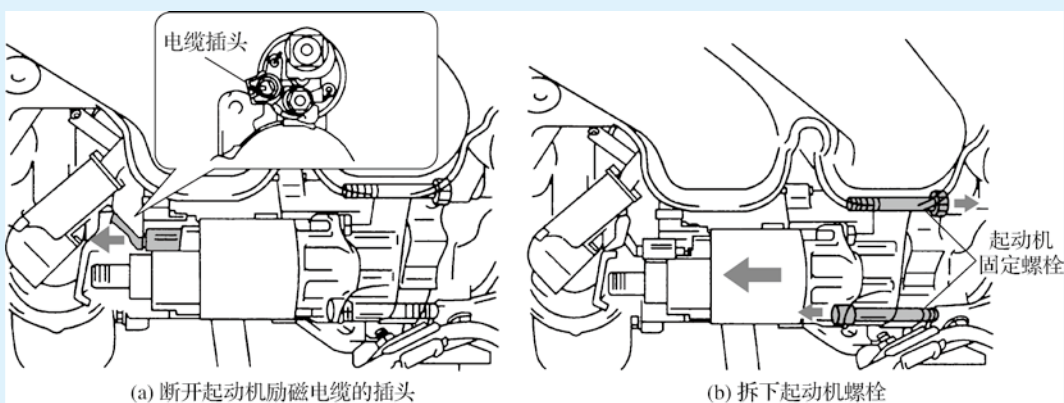


图 3-19 断开起动机励磁电缆的插头，拆下起动机螺栓

2. 分解起动机

分解起动机步骤如下：

(1) 拆下电磁开关，如图 3-20 所示。首先拆下定位螺母并断开电缆引线；然后拆下固定螺母并将电磁开关拉到后侧；最后向上拉电磁开关的顶端，从驱动杆中取出拨叉钩，摘下电磁开关。

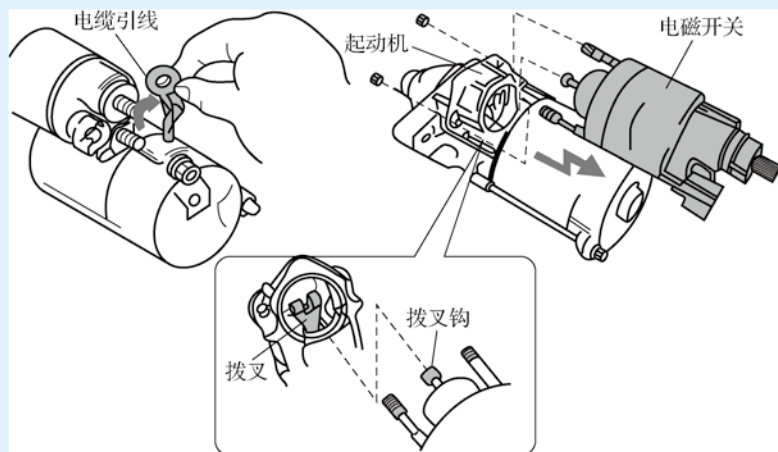


图 3-20 拆下电磁开关

(2) 分解起动机电动机部分, 如图 3-21 所示。拆下起动机前端盖外侧轴承盖, 取下锁止垫圈、调整垫片和密封圈; 拆下两根穿心螺栓, 取下起动机前端盖。

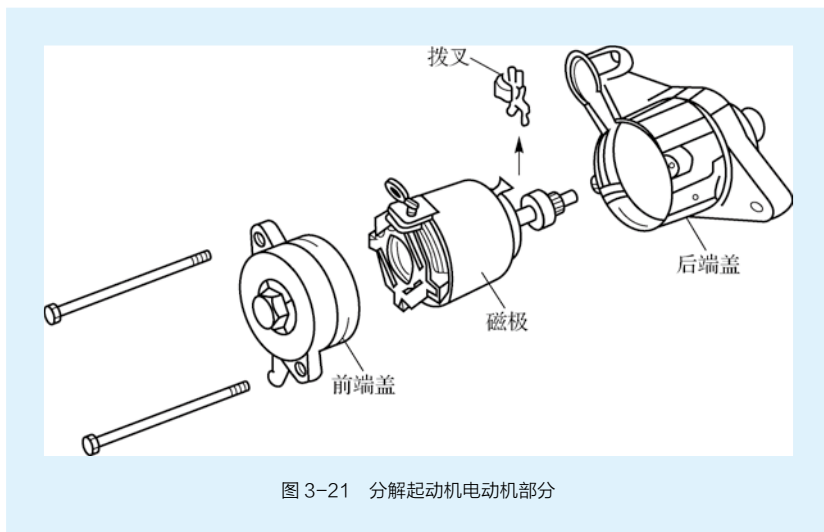


图 3-21 分解起动机电动机部分

(3) 从电刷托板上取下炭刷, 如图 3-22 所示。



图 3-22 取下炭刷

(4) 使电动机壳体(含磁极)、电刷托板与电枢及后端盖分离。从后端盖上取出拨叉、电枢和单向离合器。分解下来的各总成是否需要进一步分解, 应视具体情况而定。对所有的绝缘零部件, 只能用干净布蘸少量汽油擦拭; 其余机械零件应用汽油或柴油洗刷干净。

二、起动机分解检查

起动机解体后, 应对各部分进行仔细检查, 必要时进行维修或更换。

1. 检查起动机电枢总成

(1) 目测检查电枢及换向器。检查电枢线圈和换向器变脏的程度及是否烧坏, 如图 3-23 所示。

起动机在转动过程中,电枢线圈和换向器由电刷接触连接,接通电路。大电流通过,起动机的换向器很容易变脏和烧坏。换向器变脏和烧坏之后会增大电阻并妨碍起动机的正常运转。换向器表面脏污或轻微烧蚀可用 00 号砂纸打磨,严重时应进行车削修整。

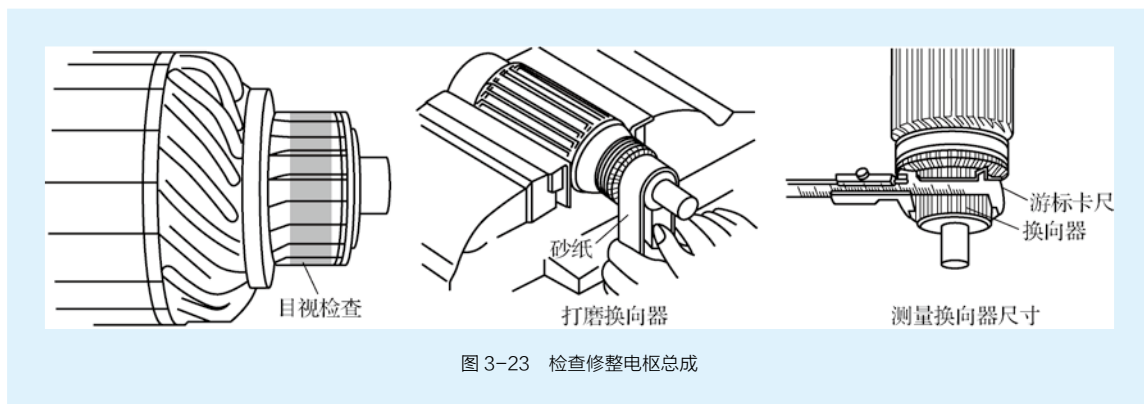


图 3-23 检查修整电枢总成

(2) 起动机电枢及换向器绝缘和导通检查。用万用表检查换向器和电枢铁心之间的绝缘情况,如图 3-24 (a) 所示。正常情况下,电枢铁心和电枢线圈之间的状态为绝缘,换向器与电枢线圈相连。如果零部件正常,换向器和电枢铁心之间的状态为绝缘。

用万用表检查换向器片之间的导通情况,如图 3-24 (b) 所示。由电枢结构可知,每个换向器片通过电枢线圈连接。如果零部件正常,换向器片之间的状态为导通。

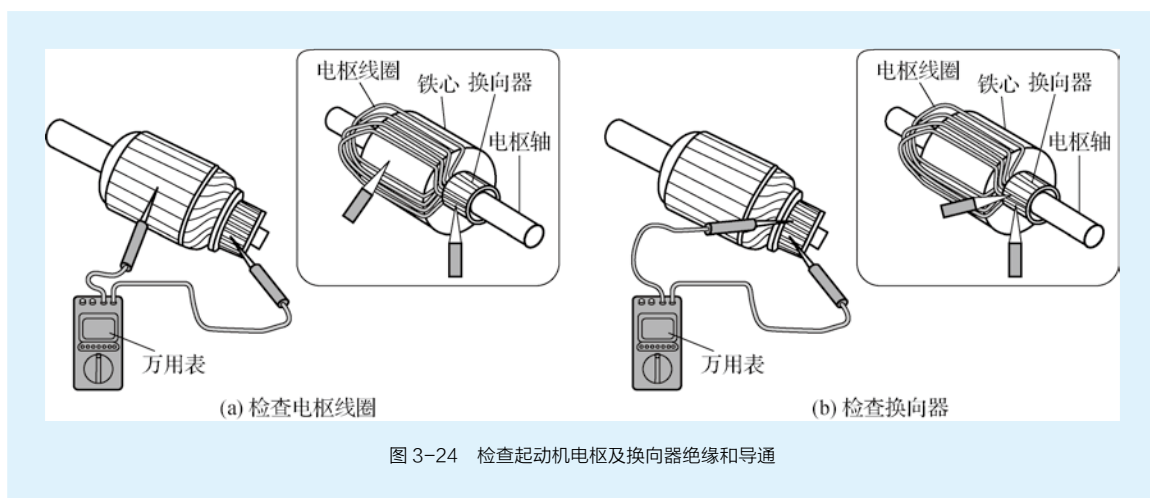


图 3-24 检查起动机电枢及换向器绝缘和导通

(3) 用百分表检查换向器的跳动水平。通过电枢轴两端轴颈把电枢架在两块 V 形铁上,使电枢轴的轴线水平放置,转动电枢轴,用百分表测量换向器径向圆跳动,应不超过 0.05 mm,否则应进行车削修整。

换向片间切槽深度应为 0.7 ~ 0.9 mm (见图 3-25),槽深小于规定值,可用锯条刮削。换向片厚度应不小于 2 mm,或换向器外径不小于出厂规定的极限值,否则应更换换向器。

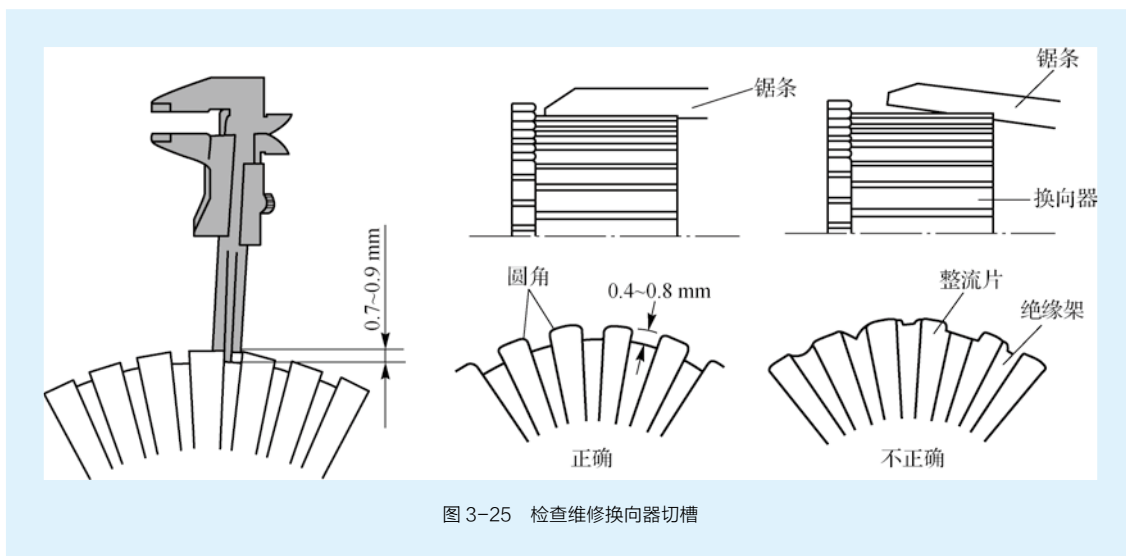


图 3-25 检查维修换向器切槽

2. 励磁绕组的检查

励磁绕组的断路和搭铁故障可以用万用表欧姆挡进行检查。若励磁绕组电阻为无穷大，说明励磁绕组断路；若励磁绕组与壳体间的电阻不是无穷大，说明励磁绕组搭铁。

检查励磁线圈时，用万用表检查电刷引线（A 组）和引线之间的导通情况，如图 3-26 所示。电刷引线共两组，一组与引线相连（A 组），另一组与起动机磁极相连（B 组）。

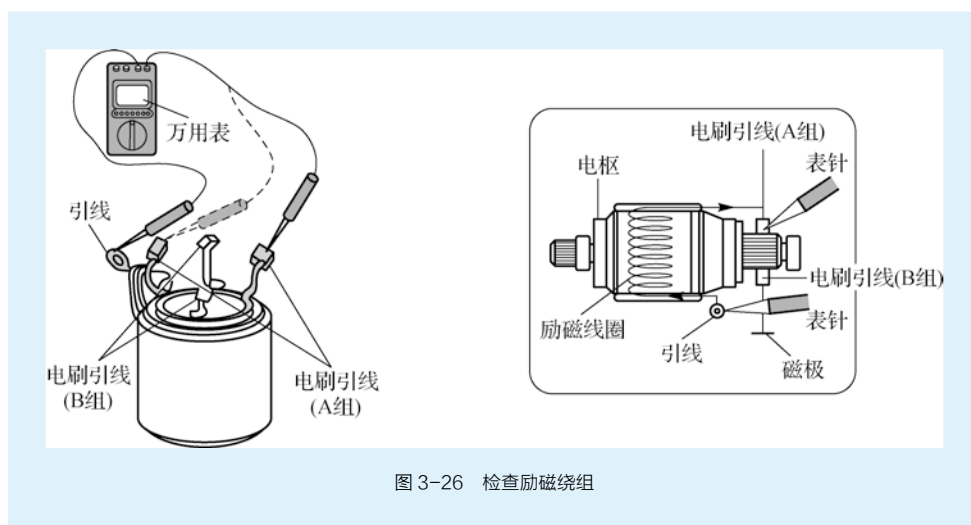


图 3-26 检查励磁绕组

(1) 检查引线和所有电刷引线之间的导通情况。A 组的两根电刷引导线通，B 组的两根电刷引线则不导通。

(2) 检查电刷引线和引线之间的导通情况，有助于确定励磁线圈中是否发生开路。

(3) 检查电刷引线和起动机磁极之间的绝缘情况，有助于确定励磁线圈中是否发生短路现象。

(4) 检查电刷引线（A 组）和起动机磁极之间的绝缘情况，如图 3-27 所示。

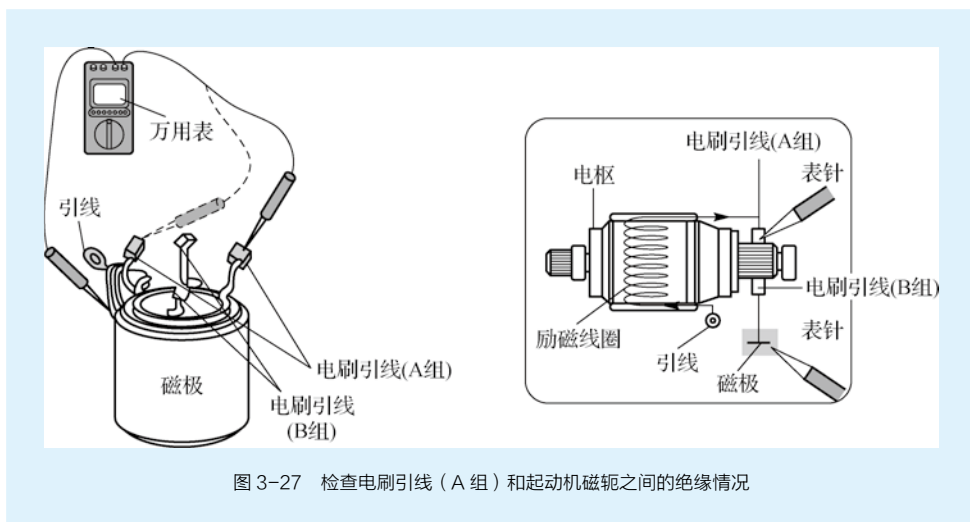


图 3-27 检查电刷引线 (A 组) 和起动机磁极之间的绝缘情况

励磁绕组的短路故障一般通过目测检查,检查绕组的绝缘层是否烧焦或损坏。励磁绕组的断路和搭铁故障也可以直接目测检查,检查绕组与引线之间及绕组之间有无开焊,绕组端部有无与壳体接触的痕迹(往往伴有烧蚀麻点)等。

励磁绕组的断路大多发生在线圈与引线的焊接处,只要重新将引线焊牢即可。励磁绕组的搭铁短路也只限于线圈的表面,只要拆下励磁线圈,找出破损点,包上绝缘带并涂漆,漆晾干后即可装复使用。励磁绕组的短路一般都是因线圈过热,将绝缘层烧焦所致。维修时先剥下包扎在外面的绝缘布,然后检查夹在铜带之间的绝缘层,若某段绝缘层已烧焦,此处即为短路点。如果绝缘层仅在局部烧焦,可将其刮除,插入绝缘纸;如果烧焦面积大,可将线圈放在水中加热后,刮除烧焦的绝缘层,重新绕制。

3. 检查电刷、电刷弹簧及刷架

电刷在刷架中应活动自如,不应有卡滞现象,否则应调整或更换。电刷与换向器的接触面积不应低于 75%,否则应研配或更换。电刷长度应不低于新电刷长度的 $\frac{2}{3}$,如图 3-28 所示,最小一般不应小于 6 mm,否则应更换。

电刷弹簧张力可用弹簧秤测量,测量结果应符合标准值,张力过弱应更换。电刷架无歪斜、松旷现象,否则应更换。

4. 更换电刷

电刷更换过程如图 3-29 所示。

- (1) 切断起动机磁极侧连接位置的电刷引线。
- (2) 用锉或砂纸修磨新电刷工作面。
- (3) 将带板的新电刷安装到起动机磁极上,稍稍用力压一下,使其互相连接。
- (4) 将新电刷焊接在连接部位。焊接时应使用适量的焊料,注意不要接触到目标区域以外的地方。

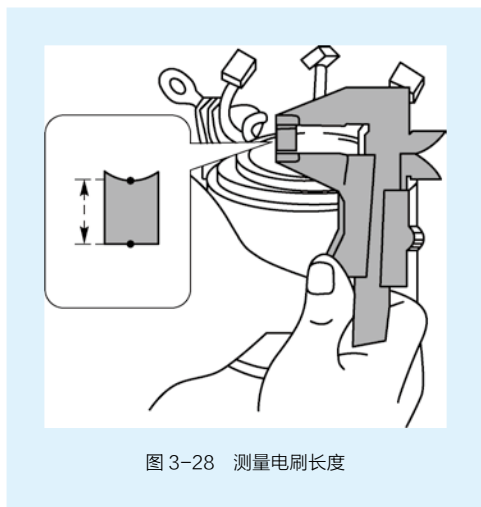


图 3-28 测量电刷长度

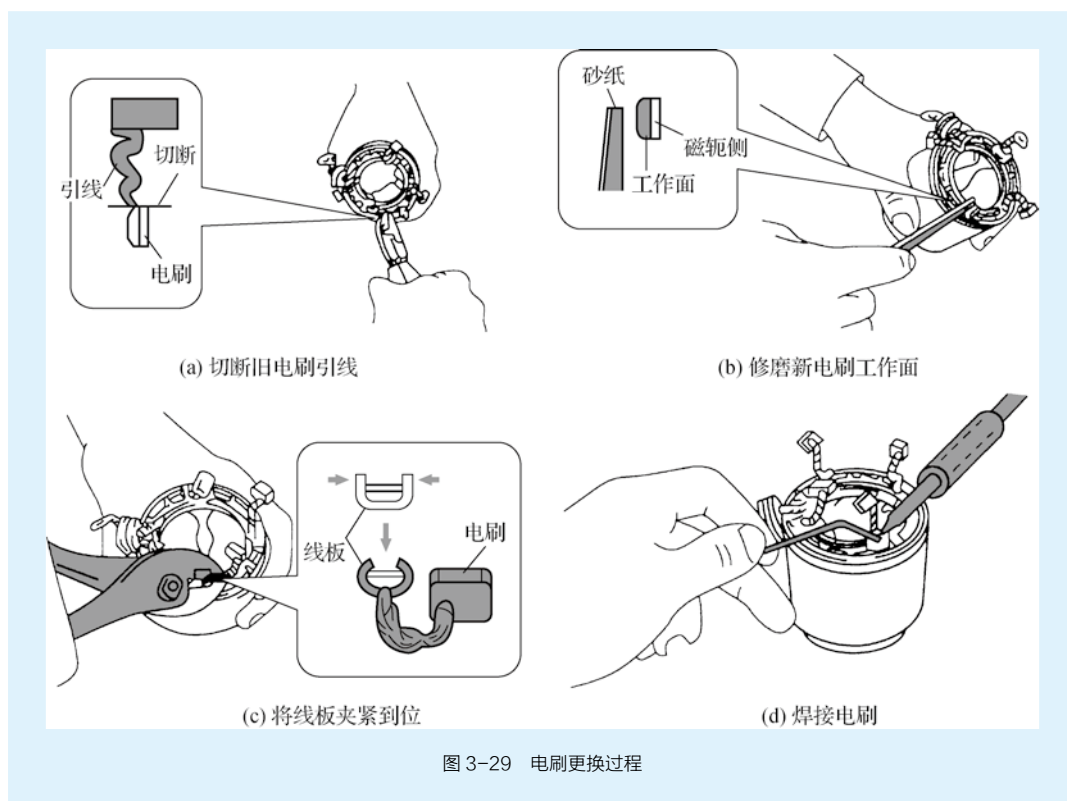


图 3-29 电刷更换过程

5. 单向离合器的检查

用游标卡尺或齿轮量具测量驱动齿轮，齿厚和齿长应符合规定值，如果不符或有缺损、裂痕，应更换。检查单向离合器的锁止情况，如图 3-30 所示。一手握住单向离合器花键套筒，另一只手转动驱动齿轮，齿轮应在一个方向可以自由转动，另一个方向不能转动。如果两个方向都能转动，表明单向离合器损坏，应更换。

6. 电磁开关的检查

(1) 检查电磁开关推杆复位情况，如图 3-31 所示。用手指按住铁心的推杆，松开手指之后，看铁心推杆是否很顺畅地返回其原始位置。如果推杆无法顺畅地返回其原始位置，电磁开关的接触压力将变弱，因此，无法正常打开和关闭起动机。如果推杆运行不正常，应更换电磁开关总成。

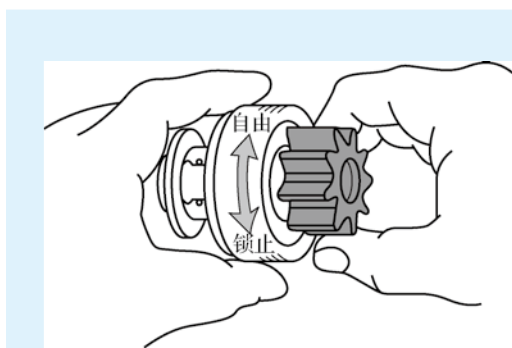


图 3-30 检查单向离合器的锁止情况

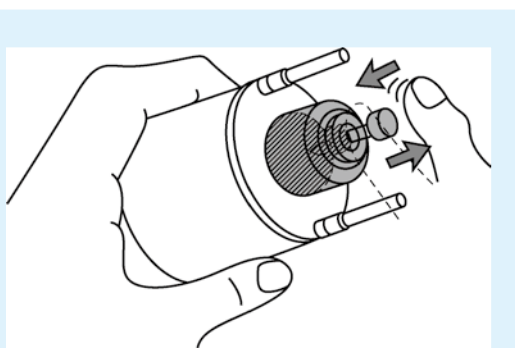


图 3-31 检查电磁开关推杆复位情况

(2) 主接线柱和接触盘接触面应清洁, 无烧损。若接触面脏污或轻微烧损可用细砂纸打磨, 严重时接触盘可换面使用, 主接线柱可锉修。维修后主接线柱端部厚度应相等, 保证接触盘与主接线柱有足够大的接触面积。

吸拉线圈和保持线圈的常见故障是短路、断路及搭铁。断路故障可通过测量线圈电阻进行判断, 如图 3-32 所示。搭铁故障可通过测量线圈与外壳之间的绝缘电阻进行判断。吸拉线圈和保持线圈也可以通过检查电磁力是否足够进行故障判断。吸拉线圈和保持线圈发生短路故障或内部发生断路或搭铁故障时, 一般应予更换。电磁开关复位弹簧应能保证驱动齿轮及时迅速退回, 否则应予更换。

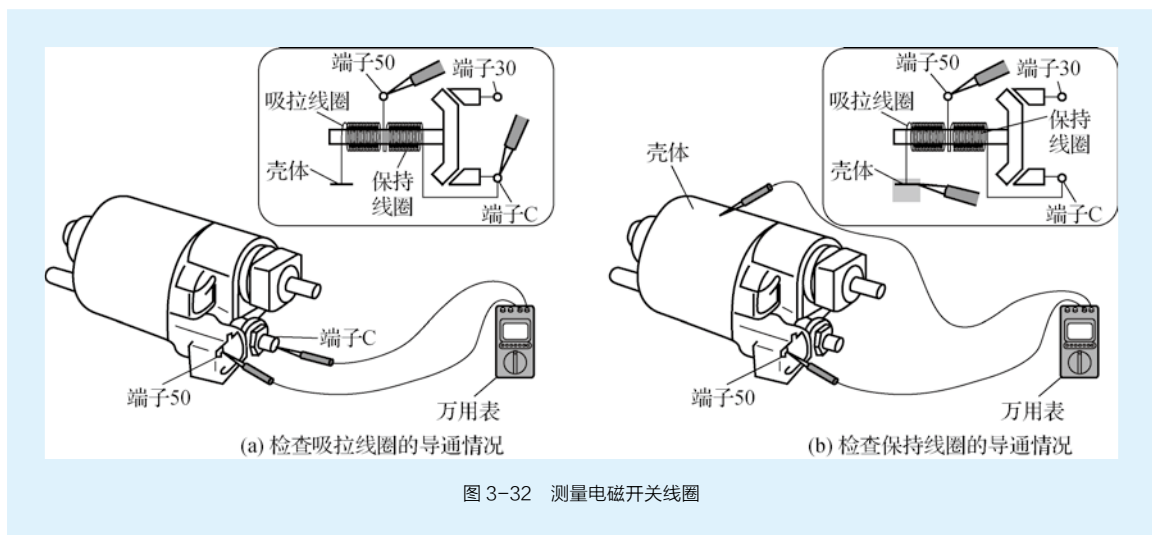


图 3-32 测量电磁开关线圈

7. 检查轴承配合情况

测量电枢轴轴颈外径与衬套内径之间的配合间隙, 标准值为 $0.04 \sim 0.08 \text{ mm}$, 允许最大间隙为 $0.15 \sim 0.20 \text{ mm}$ 。如果衬套磨损严重, 间隙超过规定值, 应更换衬套, 并重新铰配。

三、起动机的装配与调整

1. 起动机的装配顺序

装配前, 在电枢轴与支承衬套及花键等配合和摩擦部位涂少量润滑脂。装配的一般顺序是: 先将离合器和移动拨叉装入后端盖内, 再装中间轴承支撑板, 将电枢轴插入后端盖内, 装上电动机外壳和前端盖, 并用穿心螺栓将它们紧固好, 然后装配电刷、防尘罩和起动机开关等。

2. 起动机的装配要求

在装配过程中应注意以下内容:

(1) 注意检查各轴承的同轴度, 特别是电枢轴有 3 个轴承支撑时, 往往不易同轴, 若同轴度误差过大, 就会增加电枢轴运转的阻力。检查的方法是: 各轴颈与每个铜套配合时, 既能转动自如, 又感觉不出有明显的间隙 (中间轴承间隙可稍大一点)。前后端盖和壳体装配完毕 (装电刷前), 转动电枢应灵活, 无明显阻力, 否则说明轴承不同轴, 轻者可以修刮轴承进行调整, 严重时应更换个别铜套。

(2) 固定中间轴承支撑板的螺钉一定要带弹簧垫圈, 否则工作中支撑板振动, 螺钉容易松脱, 可能造成起动机不能正常工作, 甚至损坏起动机。

(3) 不要遗漏驱动齿轮端面的止推垫圈、换向器端面的胶木垫圈及中间轴承支撑板靠离合器一面的胶木垫圈。

(4) 磁极与电枢铁心间应有 $0.8 \sim 1.8 \text{ mm}$ 的间隙, 间隙过小, 起动机容易发生扫膛现象; 间隙过大, 起动机电磁转矩和功率严重下降。

(5) 电枢轴轴向间隙不宜过大, 一般应为 $0.2 \sim 0.7 \text{ mm}$, 不合适时, 可通过在轴的前端或后端改变垫圈的厚度进行调整。

(6) 起动机壳体与端盖和电磁开关之间, 以及起动机主接线柱和连接导线之间的紧固件要按规定力矩拧紧。

3. 起动机的调整

起动机装复完毕, 应进行必要的调整, 主要调整内容如下:

(1) 驱动齿轮与限位环之间的间隙。为了既保证起动机“先啮合、后接通”, 又保证起动机驱动齿轮与飞轮牙齿可靠啮合, 要求接触盘将主电路接通时, 驱动齿轮与限位环之间有一定的间隙, 如图 3-33 所示。

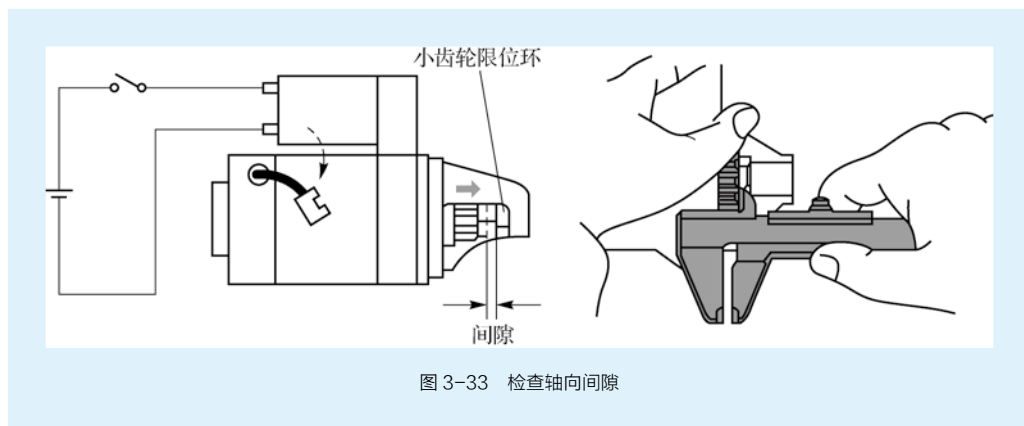


图 3-33 检查轴向间隙

(2) 起动机驱动齿轮端面与端盖凸缘间的距离。一方面防止单向离合器复位时冲击电枢线圈 (或中间支撑板); 另一方面使起动机在自由状态时, 驱动齿轮与飞轮不会相碰。因此, 驱动齿轮端面与端盖凸缘间规定有一定的距离, 如 QD124 起动机, 该间隙为 $29 \sim 32 \text{ mm}$, 间隙不当时, 可通过旋入或旋出定位螺钉进行调整。

四、起动机测试

起动机装复后, 应进行空载和制动性能测试, 测试结果应符合相应的技术条件, 以保证起动机处于良好的技术状态。

检查起动机操作时, 可直接用蓄电池供电, 然后检查起动机各项功能。检查内容有牵引测试、保持测试、空载测试等。

1. 牵引测试

牵引测试的目的在于检查电磁起动机开关是否正常, 如图 3-34 所示。试验步骤如下:

(1) 为防止起动机转动, 从端子 C 断开励磁线圈引线。

(2) 将蓄电池正极 (+) 端子连接到端子 50 上。

(3) 将蓄电池负极(-)端子连接到起动机体和端子C(测试引线A)上,检查小齿轮是否伸出。

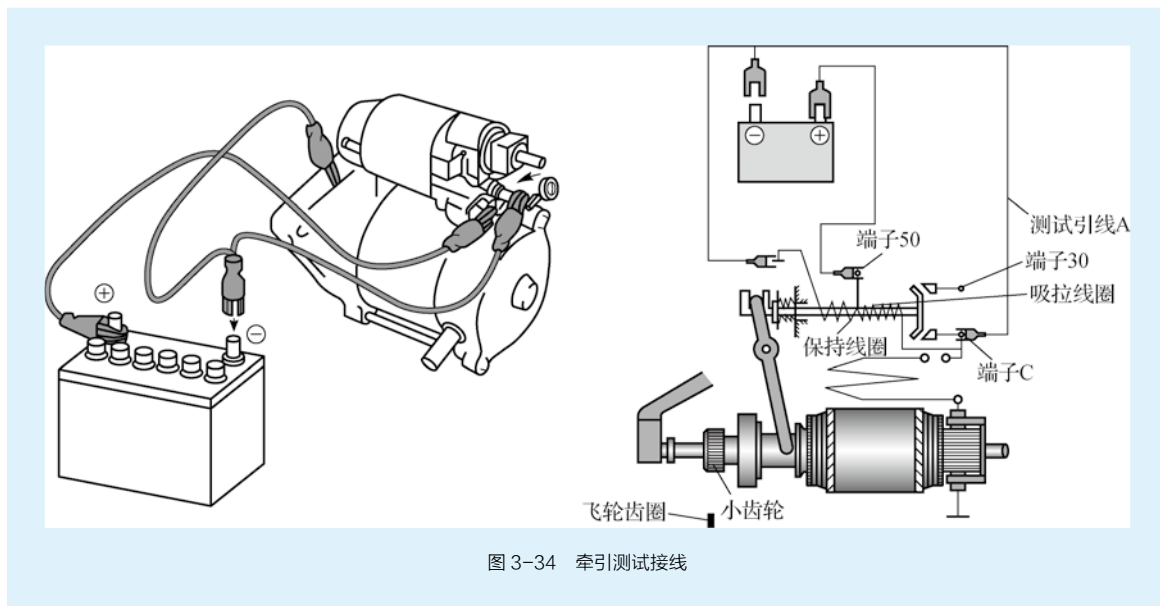


图 3-34 牵引测试接线

需要注意的是,扳动点火开关使其处于“起动”位置,然后让电流流入吸拉线圈和保持线圈,检查小齿轮是否伸出。如果小齿轮没有伸出,须更换电磁起动机开关总成。

2. 保持测试

保持测试检查保持线圈是否正常,接线如图 3-35 所示。

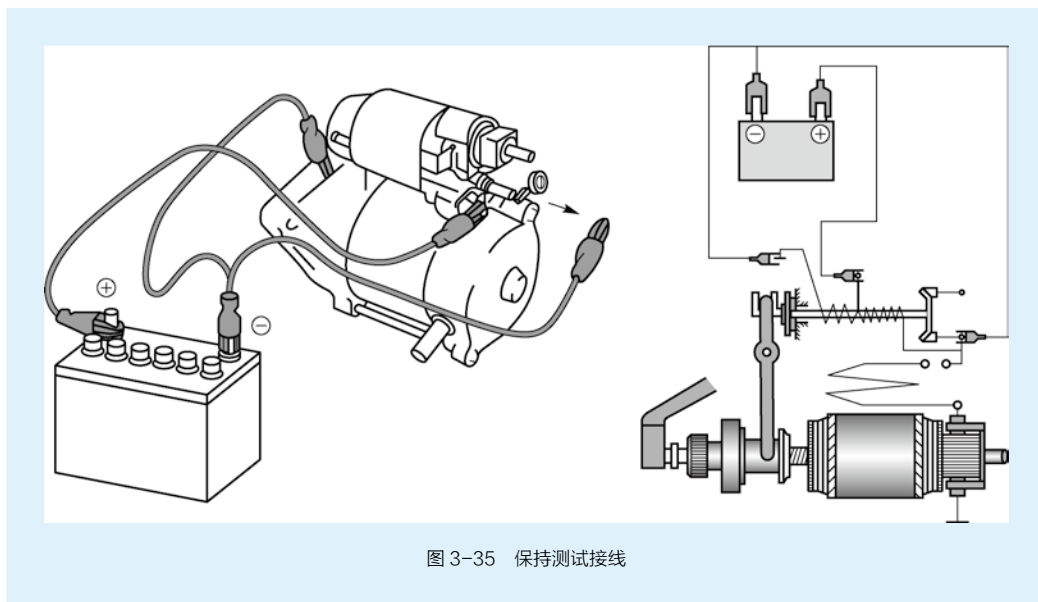


图 3-35 保持测试接线

(1) 牵引测试之后,当小齿轮伸出时,从端子C断开测试引线A。

(2) 检查小齿轮是否保持伸出状态。

需要注意的是,断开测试引线A(该引线连接蓄电池负极端子和端子C),从端子C断开流入

吸拉线圈的电流，让电流仅流入保持线圈。如果小齿轮无法保持伸出状态，应更换电磁起动机开关总成。

3. 空载测试

空载测试检查电磁起动机开关的接触点及换向器和电刷之间的接触状态。测试步骤如下：

- (1) 用台钳固定住夹在铝板或布之间的起动机。
- (2) 将拆下的励磁线圈引线连接到端子 C。
- (3) 将蓄电池正极 (+) 端子连接到端子 30 和端子 50 上，如图 3-36 所示。

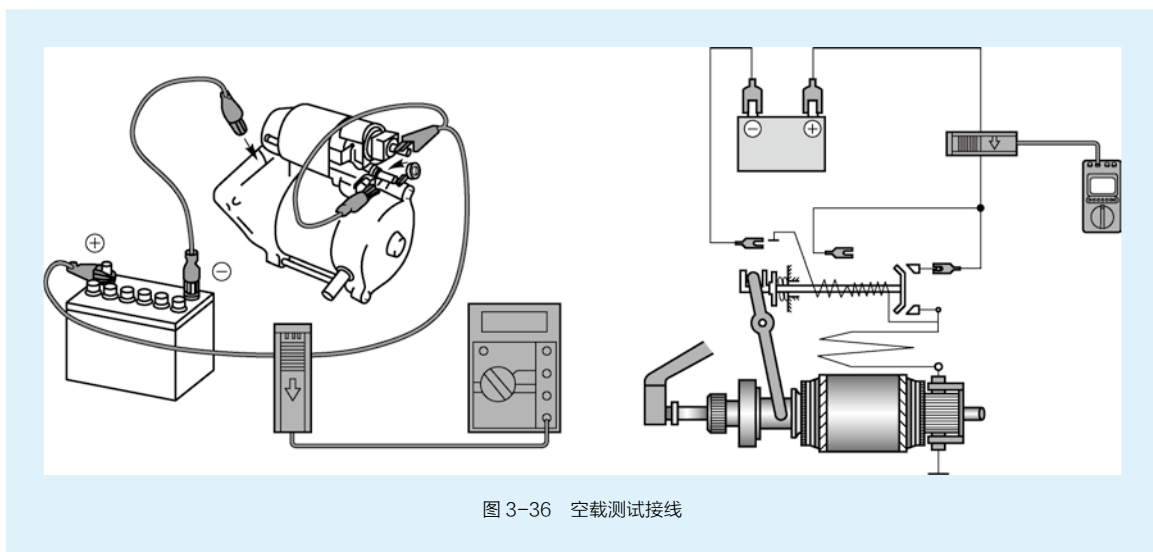


图 3-36 空载测试接线

- (4) 将万用表连接在蓄电池正极 (+) 端子和端子 30 之间。
- (5) 将蓄电池负极 (-) 端子连接到起动机体上，然后转动起动机，测量流入起动机的电流。

需要注意的是，用蓄电池向起动机长时间供电会烧坏线圈，因此测试时间限定为 3 ~ 5 s。在空载测试中，电流会随起动机电机的不同而略有不同，有时甚至会达到 300 A。预先查阅维修手册，务必使用容量足够大的电流表和导线。

五、起动系统故障诊断与排除

1. 起动机不转动

1) 故障现象

钥匙开关旋至起动挡或起动按钮接通，起动机不转动。

2) 常见故障原因

- (1) 蓄电池严重亏电或有故障。
- (2) 蓄电池极柱严重氧化或导线连接松动。
- (3) 控制线路故障，如线路断路、钥匙开关或起动按钮损坏、起动继电器或组合继电器故障等。
- (4) 电磁开关故障，如吸拉线圈或保持线圈短路、断路、搭铁，接触盘和主接线柱严重烧蚀等。
- (5) 直流电动机故障，如换向器严重脏污或烧蚀，电刷磨损严重或在电刷架内卡死，电枢绕组或励磁绕组断路、短路或搭铁等。

3) 诊断方法

发生起动机不转动故障时,可按如下方法诊断:

(1) 检查蓄电池的技术状况。用电压表测量蓄电池带负载前后端电压的变化情况,端电压变化越大,说明蓄电池内阻越大、亏电越严重。正常情况下,开前照灯或按喇叭前后蓄电池端电压变化不大于 0.2 V;如果开前照灯或按喇叭前后蓄电池端电压变化大于 0.2 V,说明蓄电池亏电。

(2) 检查蓄电池极柱和起动机主电路导线连接是否正常。如果蓄电池技术状况良好,但是灯光比平时暗淡或喇叭声音小,说明蓄电池极柱或导线连接不良;或者将起动开关接通数秒后,检查蓄电池极柱、起动机主接线柱等连接处是否明显发热,连接处温度越高,说明此处电阻越大,接触越差。

(3) 短接与蓄电池连接的起动机主接线柱和电磁开关接线柱,判断起动机是否正常。蓄电池技术状况和主电路连接正常后,起动机仍不转动,可以通过短接与蓄电池连接的起动机主接线柱和电磁开关接线柱判断起动机是否正常。短接后,如果起动机运转正常,说明起动机无故障,故障发生在起动机控制电路;反之,如果起动机不转动,则表明起动机有故障。

(4) 短接的方法判断起动开关或起动继电器是否正常。如果故障发生在起动机控制电路,可以先用万用表或试灯检查导线连接情况,然后通过短接的方法判断起动开关或起动继电器是否正常。如果起动开关或起动继电器短接后,起动机运转正常,说明起动开关或起动继电器有故障,如起动继电器线圈短路或断路、触点接触不良、闭合电压偏高等。如果闭合电压偏高,可以通过减小弹簧的预紧力调整,调整后使起动继电器触点由断开转为闭合时起动继电器线圈两端的电压降低,闭合电压应在规定的范围内。

4) 故障处置方法

如果起动机有故障,应进一步分析故障发生在电磁开关还是电动机,以便维修。接通起动电路或短接与蓄电池连接的起动机主接线柱和电磁开关接线柱后,如果电磁开关的铁心不动作,说明吸拉线圈或保持线圈有故障;如果电磁开关的铁心动作而起动机不转动,说明电磁开关线圈正常,起动机主开关接触不良或电动机有故障。可以用足够粗的导线直接将起动机两主接线柱短接,如果起动机运转,说明电磁开关有故障;如果起动机不运转,说明电动机有故障。如果短接处火花特别强,说明电动机有短路或搭铁故障;如果短接处火花较弱或无火花,说明电动机内部接触不良或断路。

2. 起动机转动无力

1) 故障现象

钥匙开关旋至起动挡或起动按钮接通,起动机转动缓慢或不连续,使发动机无法起动。

2) 常见故障原因

- (1) 蓄电池亏电或有故障。
- (2) 蓄电池极柱氧化或导线连接松动。
- (3) 电磁开关故障,如接触盘和主接线柱烧蚀等造成接触不良。
- (4) 直流电动机故障,如换向器脏污或烧蚀,电刷磨损严重、电枢绕组或磁场绕组部分短路等。

3) 诊断方法

- (1) 检查蓄电池的技术状况是否良好。
- (2) 检查蓄电池极柱和起动机主电路导线连接是否正常。

(3) 如果蓄电池技术状况和主电路连接正常, 起动机转动无力, 表明起动机有故障。接通起动开关, 并用足够粗的导线直接将起动机两主接线柱短接, 如果起动机运转正常, 说明主接线柱和接触盘接触不良; 如果起动机仍然转动无力, 说明电动机有故障。

3. 起动机空转

1) 故障现象

钥匙开关旋至起动挡或起动按钮接通, 起动机高速转动, 但发动机转动缓慢或不转动。

2) 故障原因

- (1) 单向离合器打滑。
- (2) 驱动齿轮或飞轮齿圈损坏。
- (3) 驱动齿轮、飞轮齿圈、电枢轴衬套磨损严重。
- (4) 拨叉与电磁开关或单向离合器脱开、拨叉折断等。

3) 诊断方法

将曲轴转动一定角度后重新接通起动开关, 若起动正常, 说明飞轮齿圈少数轮齿损坏, 须更换齿圈。若起动机仍然空转, 应拆检起动机。

4. 起动机驱动齿轮与飞轮有打齿(或撞击)现象

1) 故障现象

钥匙开关旋至起动挡或起动按钮接通, 起动机驱动齿轮与飞轮经常有打齿(或撞击)现象。

2) 常见原因

- (1) 蓄电池亏电或有故障。
- (2) 蓄电池极柱氧化或导线连接松动。
- (3) 保持线圈有故障。
- (4) 起动继电器断开电压偏高。
- (5) 驱动齿轮与限位环之间的间隙过大。
- (6) 驱动齿轮、飞轮齿圈、电枢轴衬套磨损严重。
- (7) 单向离合器缓冲弹簧太软或折断、拨叉脱出等。

3) 诊断方法

诊断此类故障时, 应首先辨别起动机驱动齿轮与飞轮之间的打齿是由啮合不牢造成的, 还是由啮合时间不对引起的。如果是由啮合不牢造成的, 起动时发动机转速较低或不连续, 发动机不能起动, 并发出间断或连续的轮齿撞击声; 如果是由啮合时间不对引起的, 由于驱动齿轮进入啮合前已经高速转动, 啮合时便与飞轮齿圈发生撞击, 发出连续的轮齿撞击声, 驱动齿轮与飞轮啮合后, 轮齿撞击声消失, 起动机运转正常。

根据轮齿撞击声音是否连续, 对啮合不牢造成的打齿故障应采取不同的诊断方法。如果轮齿撞击声音是连续的, 说明打齿故障可能是由驱动齿轮、飞轮齿圈、电枢轴衬套磨损严重, 或单向离合器缓冲弹簧折断、拨叉脱出等引起的。如果轮齿撞击声音是间断的, 说明打齿故障是由蓄电池、线路连接、起动继电器或起动机等引起的。可按如下方法诊断:

- (1) 检查蓄电池的技术状况是否良好。

(2) 检查蓄电池极柱和起动机主电路导线连接是否正常。

(3) 若蓄电池技术状况和主电路连接正常, 将起动继电器的“蓄电池”接线柱和“起动机”接线柱短接后, 如果起动机运转正常, 说明起动继电器断开电压偏高, 需要调整。调整方法是适当调整起动继电器固定触点的高度, 使起动继电器触点由闭合转为断开时, 起动继电器线圈两端的电压降低(调整断开电压前, 必须首先检查调整闭合电压, 因为调整闭合电压时, 断开电压也会发生改变); 如果仍然有打齿现象, 说明起动机保持线圈有故障。

由于啮合时间不对引起的打齿故障, 主要是由于驱动齿轮与限位环之间间隙过大或驱动齿轮、飞轮齿圈齿端磨损严重或单向离合器缓冲弹簧太软造成的, 可按如下方法诊断: 首先将驱动齿轮与限位环之间间隙调到最小, 如果打齿现象消失, 说明打齿故障是驱动齿轮与限位环之间间隙过大或驱动齿轮、飞轮齿圈齿端磨损严重引起的, 以后再出现同样的打齿故障时, 须更换驱动齿轮或飞轮齿圈; 如果打齿现象未消失, 说明打齿故障是单向离合器缓冲弹簧太软引起的, 应更换单向离合器缓冲弹簧。

练习与思考

1. 起动机由哪三大部分组成? 其各自的作用是什么?
2. 简述电磁式控制装置的工作原理。
3. 起动机保养时要对电刷及换向器进行检查, 简单描述其检查事项。
4. 起动机空转故障的原因是什么? 如何排除?