

丰田启动系统

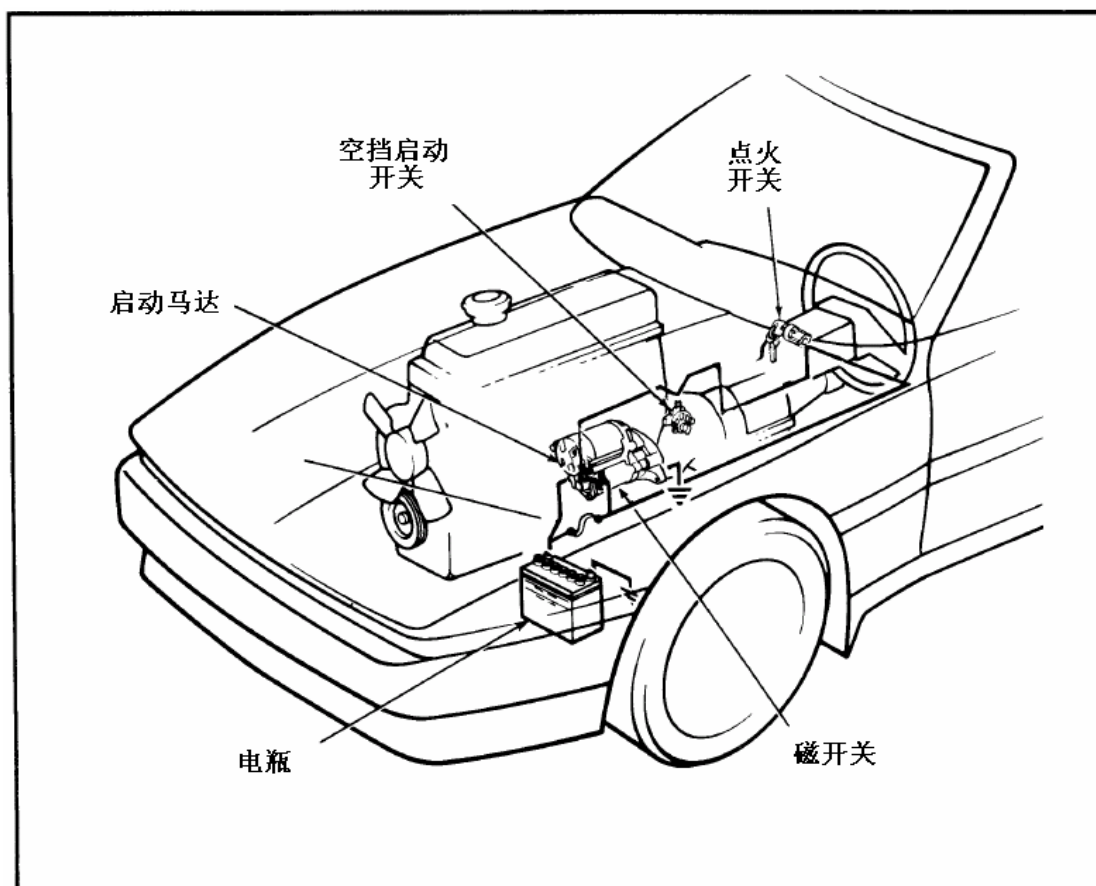
概述

启动引擎是汽车电气系统最重要的功能，通过把电瓶的电能转换为启动引擎的机械能来执行这个功能。马达通过齿轮把机械能传输到引擎机轴的飞轮上。在启动的过程中，飞轮旋转，空气燃料混合物被吸进汽缸里，压缩，然后点火启动引擎。大多数引擎所需的旋转速度在200rpm左右。

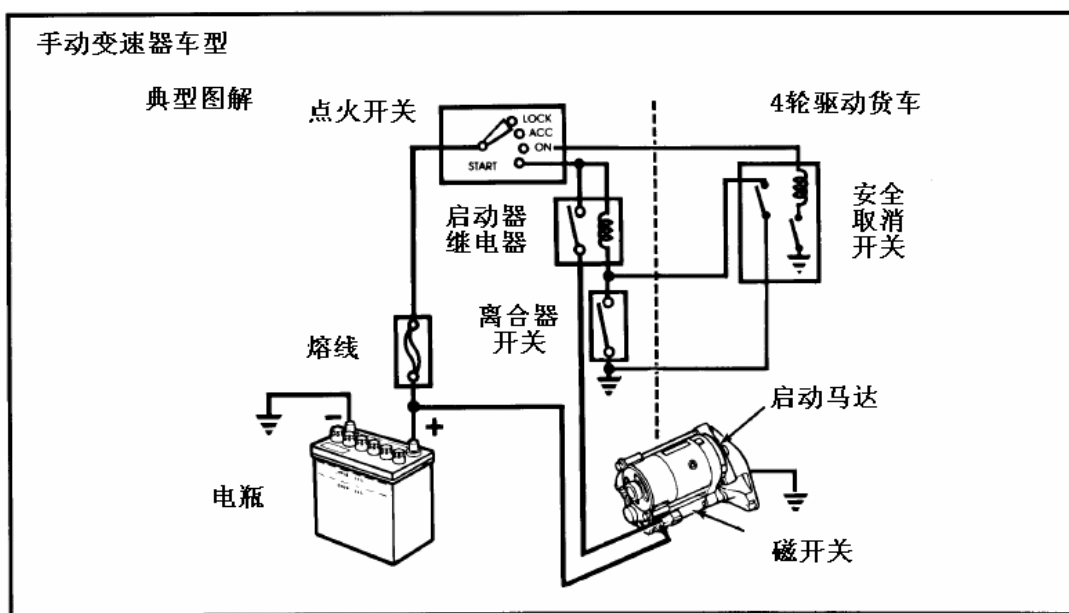
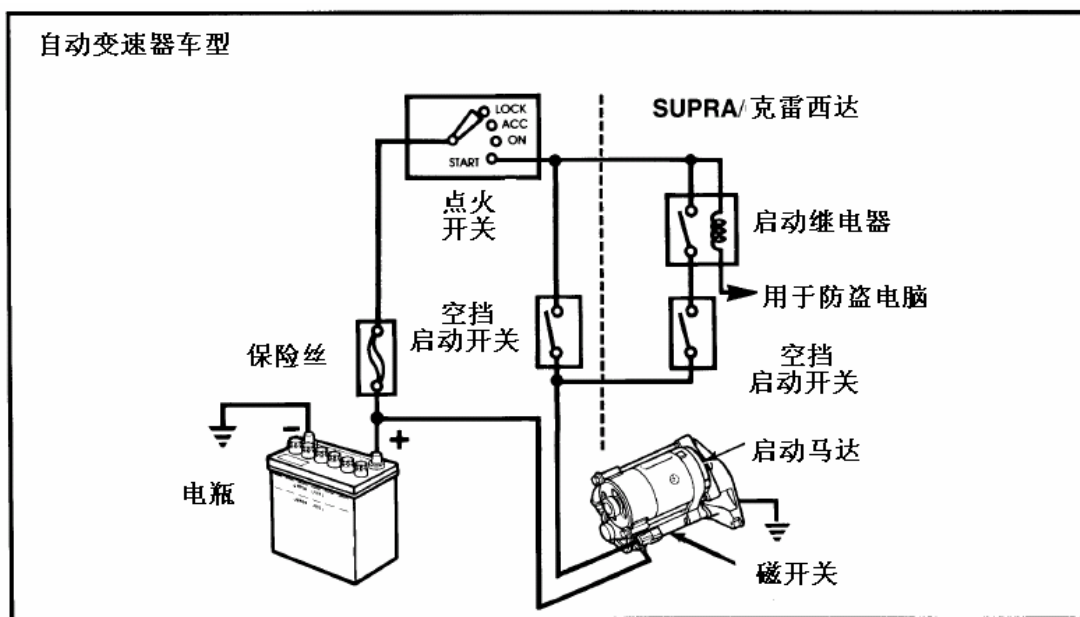
丰田启动系统

丰田车上有两种不同的启动系统。这两种系统有着各自不同的电气电路，一种为控制电路，另一种为马达电路。一种使用常规启动马达，这种系统运用在丰田。另外一种为齿轮减速启动马达，这种系统运用在现在大多数丰田车上。马达电路和控制电路有着一个共同的部分，就是用一个重载电磁开关或者电磁阀来控制开关马达。

两种系统都是靠点火开关来控制，用保险丝链来保护。一些汽车上，在启动控制电路中使用启动继电器，在装有自动变速器的汽车上，空挡启动开关通过带有齿轮的变速器阻止启动。在手动变速器的汽车上，如果离合器没有完全受压，离合器开关会阻止启动。在4轮驱动货车和4Runner车型中，在没有离合器压力的情况下，可以通过建立对地交替，利用安全消除开关在山上启动。



启动系统操作



启动马达结构

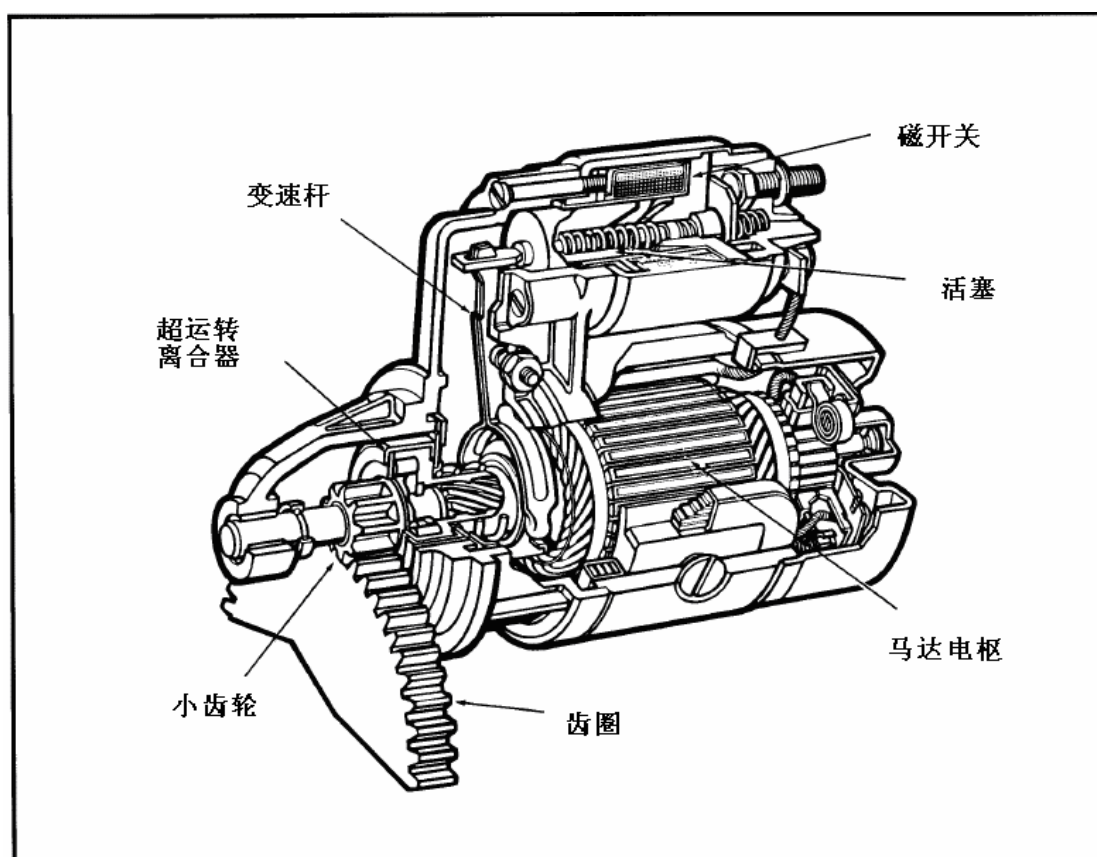
概述

应用在丰田车上的启动马达有一种电磁开关，可以通过引擎飞轮上的齿圈，把转齿轮移进移出网格。一般有两种马达，传统型和齿轮减速型。这两种都是以 KW 为单位的输出功率来标定，输出功率越大，曲轴功率就越大。

传统启动马达

传统启动马达包含的部件如下图所示。小齿轮与马达电枢同轴，且以相同的速度转动。电磁开关中的活塞连接到变速杆上。当被活塞激活时，变速杆推动小齿轮啮合飞轮齿圈。当引擎启动的时候，过度运转的离合器就会分离小齿轮，以免引擎转矩损坏启动马达。

这种类型的启动器大多数运用在 1975 年或更早的丰田车上，现在也用在某些雄鹰汽车上，额定输出为 0.8, 0.9 和 1.0KW。在大多数情况下，会用齿轮减速马达来替换这些旧型马达。



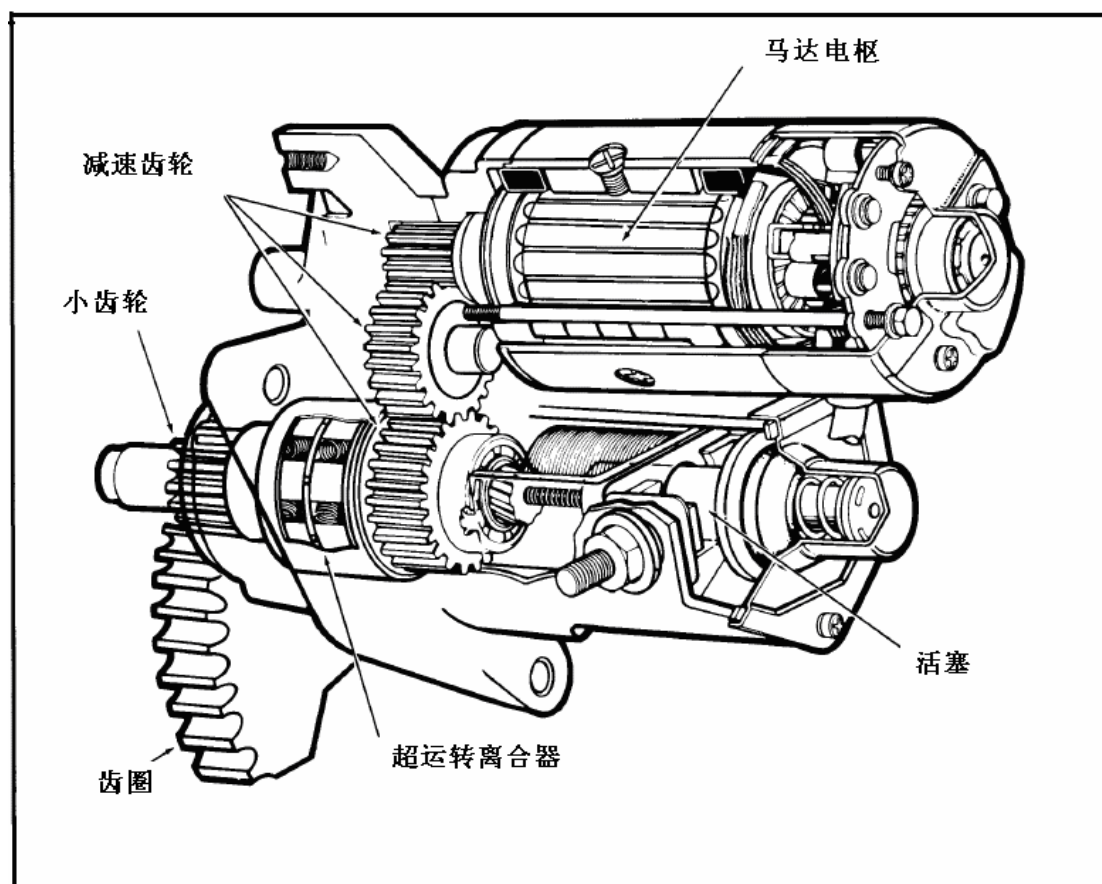
齿轮减速启动马达

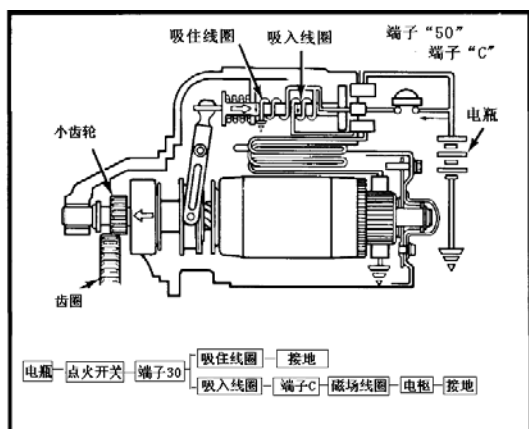
齿轮减速启动马达包含的部件如下图所示。这类启动器包含一个紧密的高速马达和一套减速齿轮。因为这类马达比较小，比传统启动马达的重量要轻，所以运作起来会有较快的速度。减速马达以马达速度的 1/4 到 1/3 把转矩传输到小齿轮。小齿轮以一个较大的转矩（启动动力）旋转，且小齿轮旋转的速度也要快过在传统启动器上齿轮的速度。

减速齿轮与小齿轮同轴，不同于普通启动器的是，电磁开关活塞直接作用在小齿轮上（而不是通过驱动杆）来推动齿轮与齿圈啮合。

这类启动器最初使用在 1973 的 Corona MKII 上，为 4M, 6 缸引擎。现在用在大多数 1975 年的车型或一些丰田新的车型上。Tercels 的额定范围为 0.8KW, 而一些旧的车型，如柴油车 Corolla, Corolla, Camry 和货车则为 2.5KW。冷天气下组件则需要 1.4KW 或着 1.6 KW 的启动器，其他车型的则 1.0 KW 的启动器较为常见。

齿轮减速启动器通常用来替换大多数传统启动器。



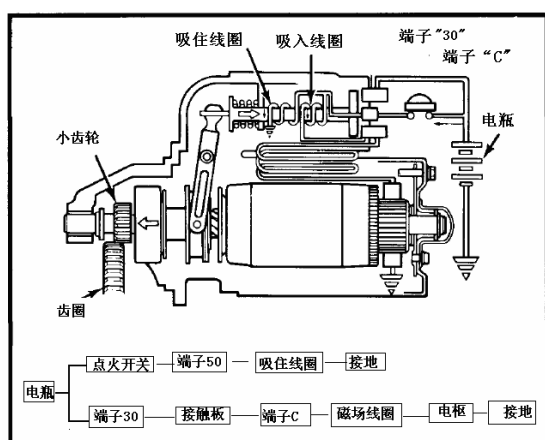


启动马达操作

常规启动马达

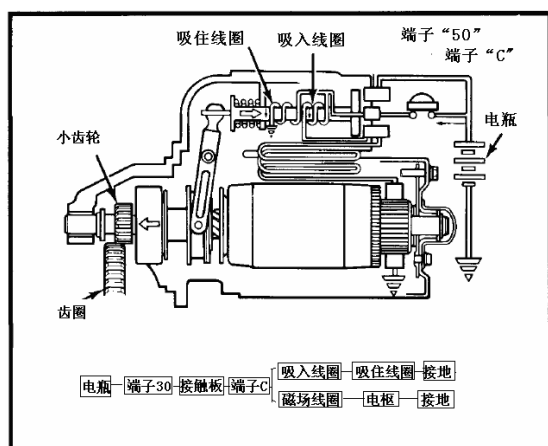
点火开关“ST”

- 电流从电瓶通过终端“50”流经吸出和吸入线圈。然后，从吸入线圈，电流通过终端“C”流到激励线圈和电枢线圈。
- 流经吸住线圈的电压降限制到马达的电流，使之保持较慢速度。
- 磁活塞推动驱动杆使小齿轮与齿圈啮合。
- 螺旋式的花键和低速马达有助于齿轮更好的啮合。



小齿轮和齿圈啮合

- 当齿轮啮合的时候，活塞的接触面通过断开终端“30”和“C”的连接来打开主开关。
- 大部分电流流过马达，马达以较大的转矩旋转（启动动力）。
- 电流不再流经吸入线圈时，通过吸出线圈的磁力把活塞放置到恰当的位置。



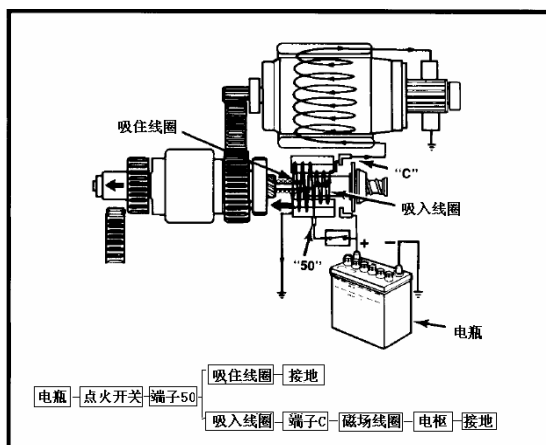
点火开关——开

- 电流不再流经终端“50”，但主开关关闭允许从终端“C”电流通过吸出线圈流经吸入线圈。
- 在两个线圈之间的磁场互相抵消，通过回动弹簧活塞被拉回。
- 到马达的高电流被切断，小齿轮也脱离了齿圈。
- 带有弹簧的制动器中断了电枢。

齿轮减速启动马达

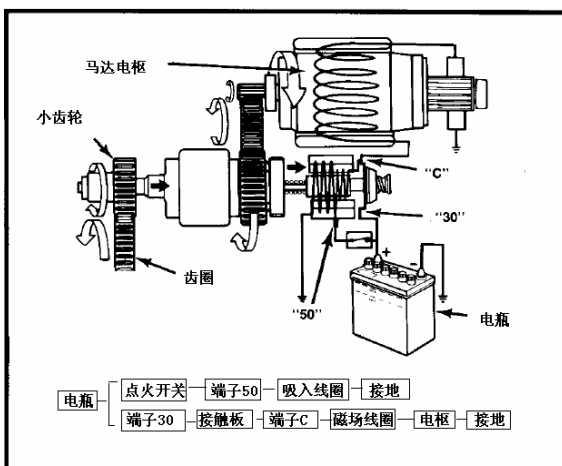
点火开关——“ST”

- 电瓶中电流流经终端“50”到吸住和吸入线圈。然后从吸入线圈，通过终端“C”流到磁场线圈和电枢线圈。
- 经过吸入线圈的电压降限制马达的电流，让马达保持低速度。
- 电磁开关活塞推动小齿轮啮合齿圈。
- 螺旋式花键和低速马达协助齿轮更好的啮合。



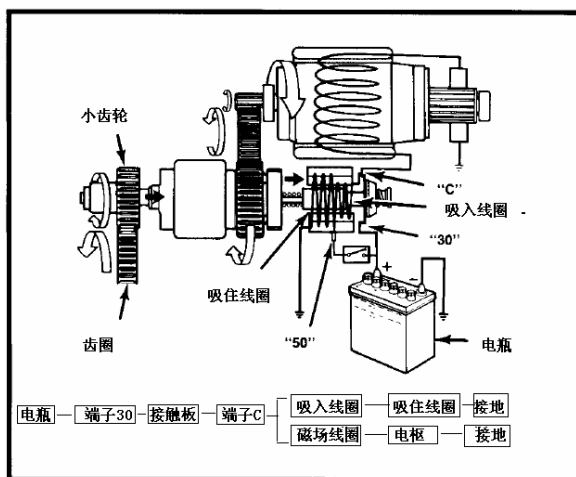
小齿轮和齿圈啮合

- 齿轮啮合的时候，活塞上的接触板通过断开端子“30”C”的连接打开主开关。
- 过大电流通过马达，马达以较大的转矩转动。
- 电流不再流经吸入线圈，通过吸住线圈的磁力将保持在适当的位置。



点火开关-----开

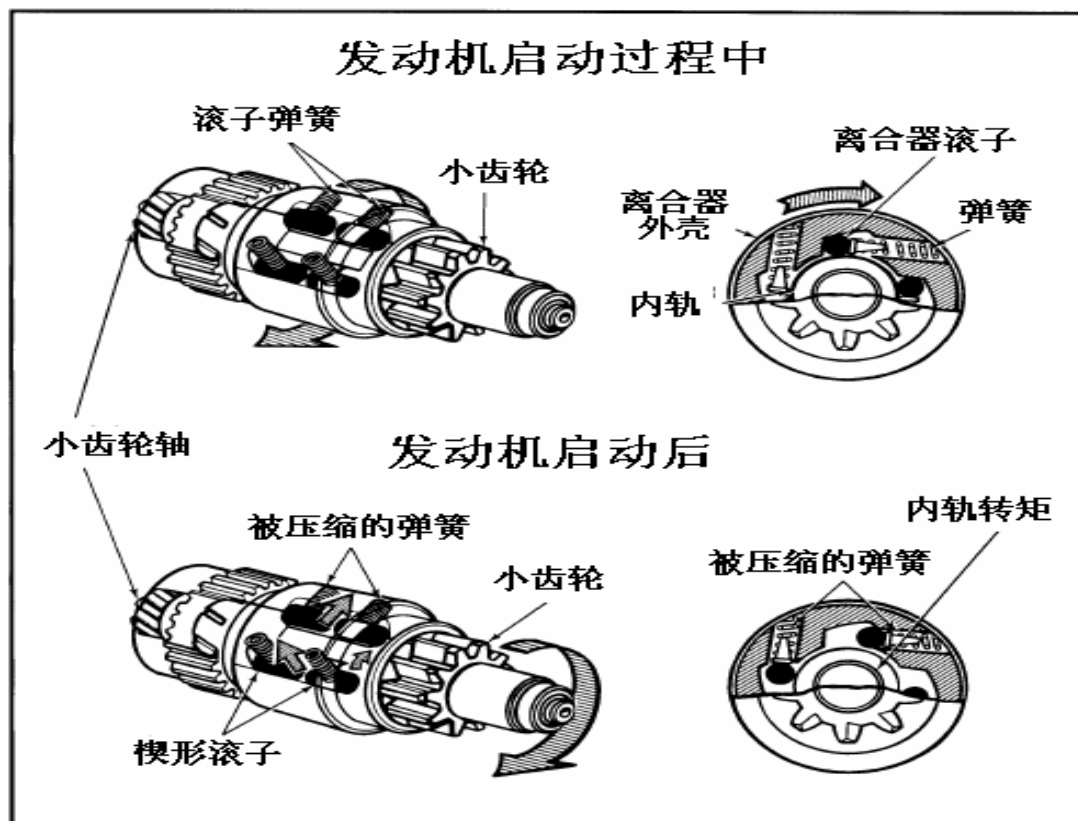
- 电流不再流经终端“50”，但主开关关闭允许终端“C”电流通过吸入线圈流经吸住线圈。
- 在两个线圈之间的磁场互相抵消，活塞由弹簧拉回。
- 到马达的高电流被切断，小齿轮就脱离齿圈。
- 比起普通启动器的电枢，这类电枢有惯性小，摩擦力就可以制动，因此不再需要制动器。



超越离合器

丰田车上的两种启动马达都使用一种单向离合器或者超越离合器。这种离合器可以在引擎发动的时候，通过把连接到小齿轮的内座圈从外壳（和马达电枢旋转）分离，从而使启动马达避免受到损害。通常使用的是弹簧加载楔形滚筒。

在没有超越离合器的情况下，如果引擎转矩通过小齿轮传输到电枢上，那么启动马达很快就会受到损坏。



诊断和测试

启动系统需要细微的维修，简单地来说，保持电瓶处于饱和的状态和所有的电气接头干净和牢固。

诊断启动系统问题相对来说比较容易。此系统连接电气和机械部件，所以关于启动问题有可能是由电气方面（比如开关坏了）或者机械方面（比如引擎线圈坏了或者飞轮环形齿轮坏了）引起的。

具体的启动系统故障包括：

- 引擎不转动；
- 引擎转动地非常慢；
- 启动器一直在转动；
- 启动器旋转，但是引擎未启动；
- 启动器啮合和分离不到位。

这每一类问题都可以参照下面表格中列出的可能的原因以及解决的措施。诊断首先应该从一个全面的“目测”开始，包括：启动马达输入电流测试，启动器电路电压降测试，控制部件的操作上的一贯检查和启动马达工作台测试。

症状	可能引起的原因	解决措施
引擎未启动	<ul style="list-style-type: none"> *电瓶没电 *熔断熔线 *接头松动 *点火开关坏了 *坏掉的磁开关，继电器，空挡启动开关或者离合器开关 *引擎的机械故障 *防盗警戒系统问题 	<ul style="list-style-type: none"> *检查电瓶充电状态 *更换熔线 *清洁和拧紧接头 *检查开关操作 *检查引擎 *检查系统测试手动维修
引擎转动太慢无法启动	<ul style="list-style-type: none"> *电瓶电量不足 *接头松动或锈蚀 *启动马达坏了 *引擎或启动器机械故障 	<ul style="list-style-type: none"> *检查电瓶充电情况 *清洁和拧紧接头 *测试启动器 *检查引擎和启动器，更换磨损的部分
启动器一直运转	<ul style="list-style-type: none"> *小齿轮或齿圈坏了 *磁开关活塞坏了 *点火开关或控制电路坏了 *紧固点火钥匙 	<ul style="list-style-type: none"> *检查齿轮是否磨损或损坏 *测试启动器吸入和吸住线圈 *检查开关和电路部件 *检查钥匙是否损坏
启动器转动，但引擎未转动	<ul style="list-style-type: none"> *超运转离合器 *小齿轮或齿圈磨损或坏了 	<ul style="list-style-type: none"> *检查超运转离合器是否正常运转 *检查齿轮是否损坏或磨损
启动器未正确啮合/分离	<ul style="list-style-type: none"> *磁开关坏了 *小齿轮或齿圈磨损或坏了 	<ul style="list-style-type: none"> *台上测试启动器 *检查齿轮是否损坏或磨损

目测

启动系统的目测涉及到一些简单容易解决的问题。

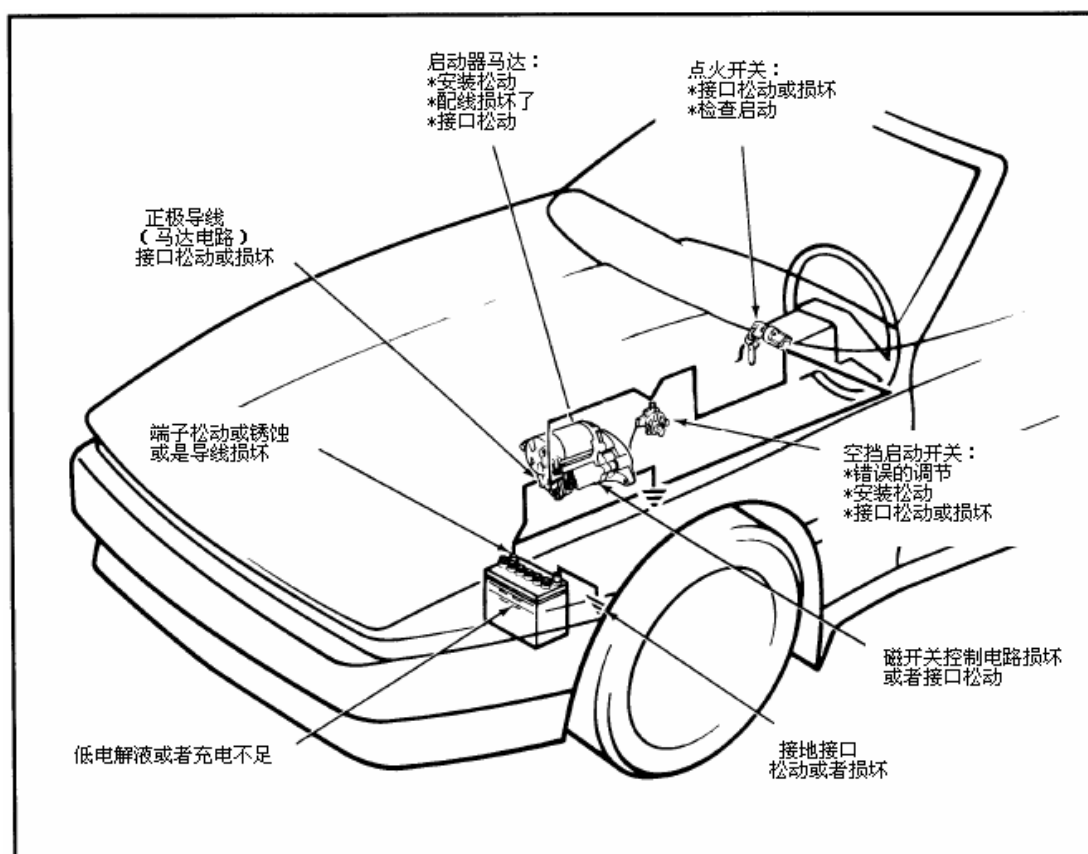
安全第一：首先，摘掉戒指，手表，以及其他一些可能会接触到电瓶端子的首饰。然后戴上护目镜和穿上防护衣。特别要小心防止溢出电解液，避免滴进眼睛，以及滴到皮肤，衣服上或者汽车的油漆面。请记住电子部件的程序设置，请小心防止产生火花。

启动性能：检查启动性能。问题的特征，引起的原因以及解决的措施如上图中所示。

电瓶检查：检查电瓶看是否有锈蚀，或者松动的地方。观察电解液的液位，电板和分隔板的情况，以及充电的（比重或者开路电压）情况。在启动时至少可以提供 9.6 伏特。

启动器导线：检查导线的情况和接头，检查绝缘材料是否有磨穿或者损坏，接头应该是保持干净和牢固的。

启动器控制电路：检查点火开关的运转。当打开开关和离合器开换或者空挡启动开关关闭的时候，应该接通电流到电磁开关。可以用远程控制启动器开关和跳线找到影响启动的坏掉的部件。使用半分裂诊断方法，通过欧姆表仍然可以找到部件问题的所在。



输入电流测试

启动器输入电流测试可以快速检测整个启动系统。通过 Sun VAT-40 检测器，可以检测到电瓶启动电压，如果使用另外的检测器，请遵照以下步骤。

启动输入电流和启动电压应该达到丰田车型的技术要求。标准的输入电流为：4 缸，130-150 安培；6 缸，175 安培。标准启动电压为 9.6-11 伏特。其他系数请参照维修手册，且要在运行温度下进行测试。

下面为启动系统的输入电流测试标准步骤：

1. 做此测试需要耐用的电池，在半饱和的状态下，如果比重读数没有平均在 1.190，那么请充电。

2. 测试器准备：

- 旋转增大负载增控制开关到关闭位。
- 检查仪表指针为零的位置。
- 连接测试器负载导线和电瓶端子，红色连接正极，黑色连接负极。

注意：电瓶开路电压至少在 12.2 伏特（至少要充满一半），如果没有充满一半的话，那么电瓶就需要充电。

- 调整伏特选择器为 INT 18 伏特，测试器电压表显示电瓶开路电压。
- 设置测试选择器为#2 充电。
- 通过电子归零调节控制将安培表设为读零状态。

3. 连接电瓶地线旁的外夹式安培探头。

4. 确保关掉所有的灯和附属设备以及车门。

5. 调整测试选择器开关在#1 启动位置上。

6. 在测试过程中断开点火以确使引擎不启动。

7. 发动引擎，一边观察测试器安培表和电压表。

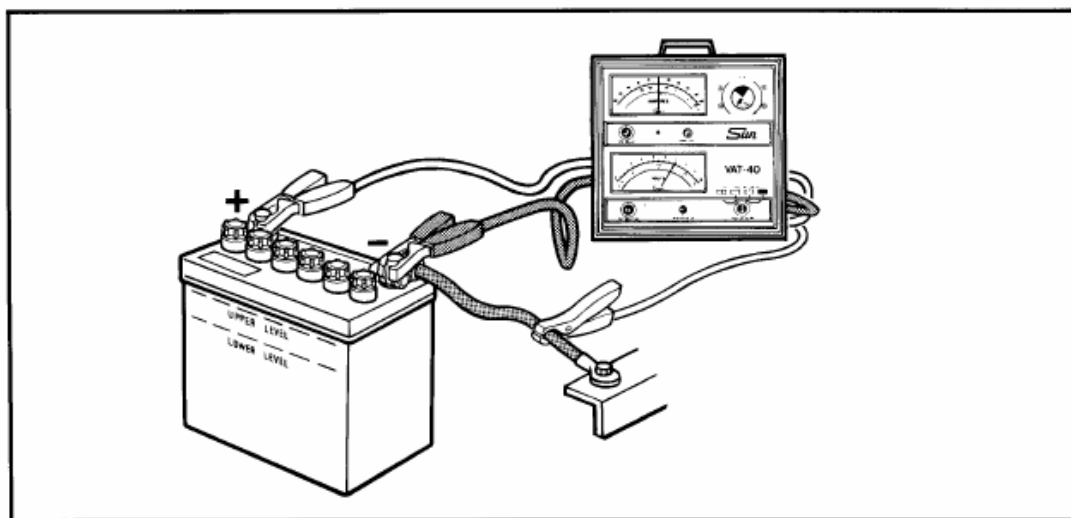
用常规速度启动（200-250rpm）。

流入电流不能超过最大值。

启动电压不能低于最小值。

8. 重新恢复引擎到启动条件和拆除测试引线。

测试结果：高输入电流和低启动速度通常可以说明启动器的故障所在。引擎问题也有可能引起高输入电流。低电流的低启动速度，而不是高启动电压，通常说明启动电路中电阻过大。请一定保持电瓶为完全饱和的状态，接口要正确并牢固。



电压降测试

电压降测试可以探测出在启动系统中是否有过大的电阻。在启动马达电路中的高电阻会减少到达启动马达的电流，这样会减慢启动速度和硬启动。在启动控制电路中的高电阻会减少达到电磁开关的电流，这有可能是误操作或者无操作造成的。

在测试中可以使用 Sun VAT-40 或者一个独立的电压表，以下为在启动系统中电压降测试的标准步骤：

马达电路（绝缘面）

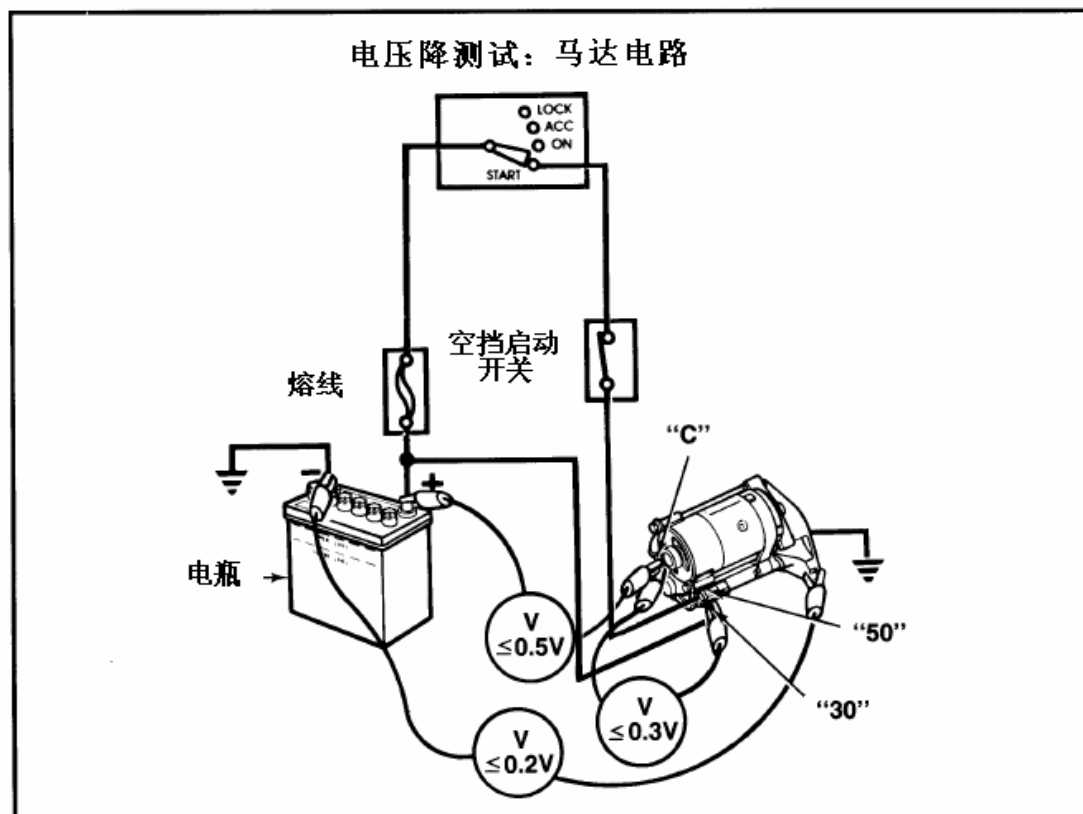
1. 如果使用的是 sun VAT-40，请调整到 EXT 3V。如果是其他的电压表，请用最小的刻度。
2. 连接电压表引线，红色接到正极端子，黑色接到启动马达电磁开关的端子“C”。
3. 在测试过程中断开点火以免启动发动机。

注意：对一些有集成点火部件型号，请断开“IIA”活塞，另外一些，断开遥控点火部件的电源活塞（黑—橙线）。

4. 启动引擎，然后观察电压表。电压低于 0.5 伏特则说明电阻合适，超过 0.5 伏特则说明电阻过大。这有可能是因导线损坏，接头不良或者电磁开关故障引起的。
5. 如果观察到电阻过大时，请找出原因。通过电磁开关把标准电压调到 0.3 伏特，导线则为 0.2 伏特，导线接口为 0 伏特。

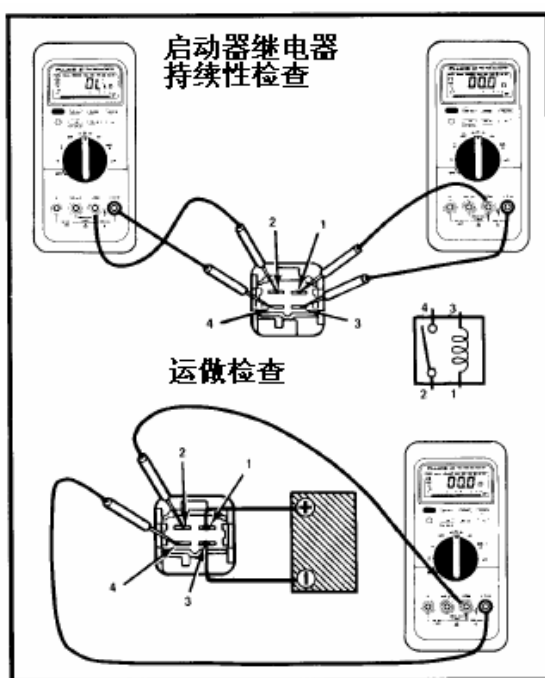
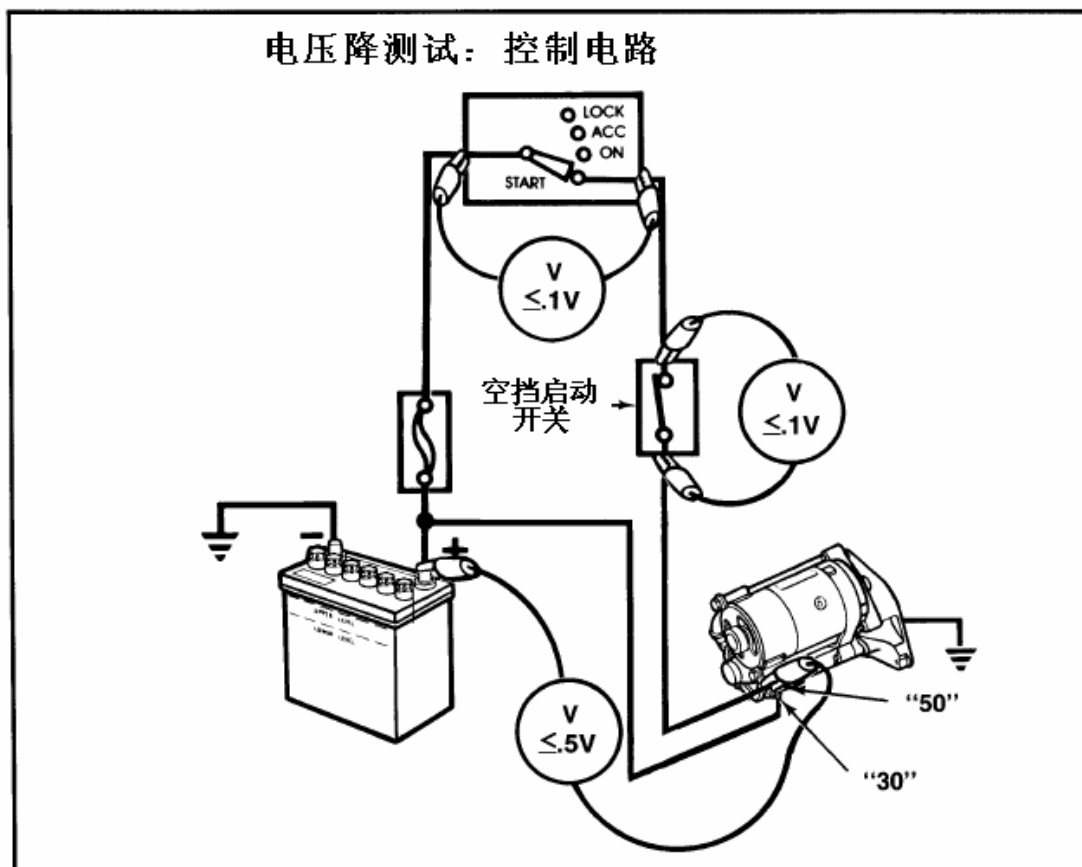
马达电路（接地面）

1. 连接电压表导线，红色接到启动马达外壳，黑色接到电瓶接地端子。
2. 启动引擎，然后观察电压表。电压低于 0.2 伏特则说明电阻合适，大于 0.2 伏特则说明电阻过大，有可能是由马达装配松动，电瓶接地不良，或者接口松动引起的。在必要情况下请更换配件，同时一定要确保引擎对身体接地带的安全。



控制电路

1. 连接电压表引线，红色连接电瓶正极端子，黑色连接启动马达的端子“50”。
2. 在自动拨的车上，调整控制杆到驻停或者空挡的位置。在手拨的车上，踩下离合器。（注意：可以用跳线绕过其中任何一个开关。）
3. 启动发动机，然后观察电压表，电压低于 0.5 伏特。如果电流过大或者启动速度较慢，那说明启动马达损坏。如果大于 0.5 伏特，说明电阻过大，则要找出原因并修正。
4. 检查空挡启动开关，离合器开关是否电压降过高及点火开关。如果有坏掉的开关，请立即更换。
5. 另外一种方法是通过各个部件检查电压降：取下连接到电瓶正极的电压表，通过到电瓶的电路撤回电压表负极引线。在额定电压降开始降的点和最后检查的点之间可以发现电阻最大的点。



部件测试

关于启动系统部件的不同测试方法，可以参考丰田车测试步骤与规范维修手册。

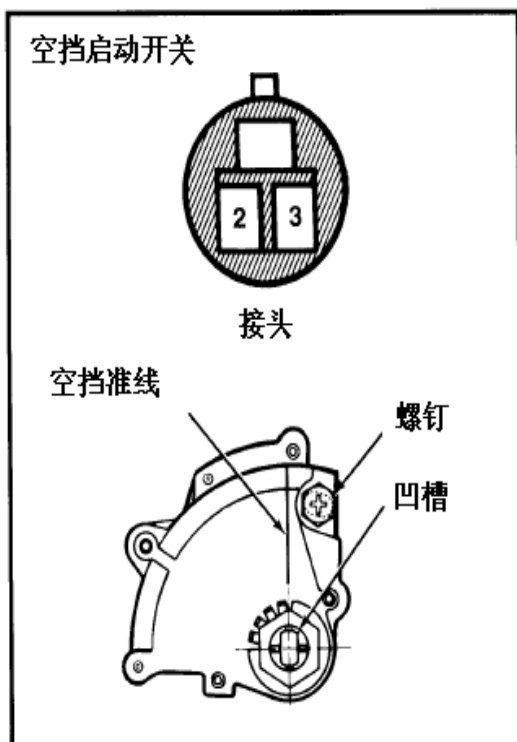
点火开关与钥匙

可以用机械和电气两种方法测试点火开关。首先确定开关可以很平滑的转动，然后检查点火钥匙是否配有金属芯片，可以使开关处于“启动”位置。一些配置的钥匙可能引起这样的问题，如果怀疑有电气问题，断开电瓶，检查开关是否正常工作，以及用欧姆表检查持续性。

启动继电器

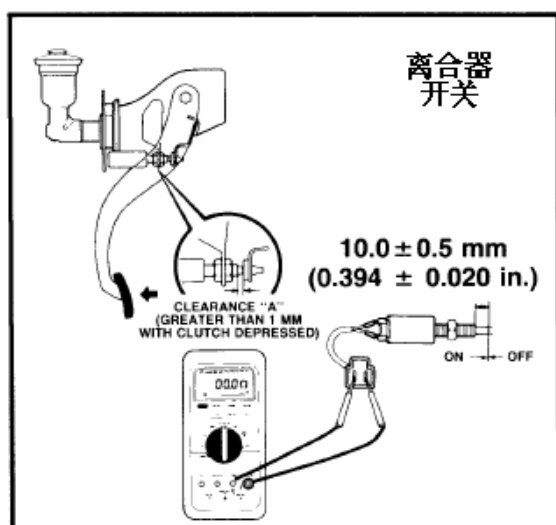
持续检查：使用欧姆表，在端子 1 和 3 之间检查持续性，端子 2 和 4 之间检查非持续性。如果不符合标准，请替换继电器。

操作检查：通过端子 1 和 3 加上电瓶电压，在端子 2 和 4 之间检查持续性，如果不符合标准，请更换继电器。



空挡启动开关

如果档位选择器在“N”或者“P”以外的任何档位，引擎都可以发动的话，那么请调整开关。第一，拧松开关带和调整选择器在“N”档位，然后断开开关连接和在端子2和3之间连接上一个欧姆表。调节开关直到有持续性。（请参考有关汽车维修过程手册）



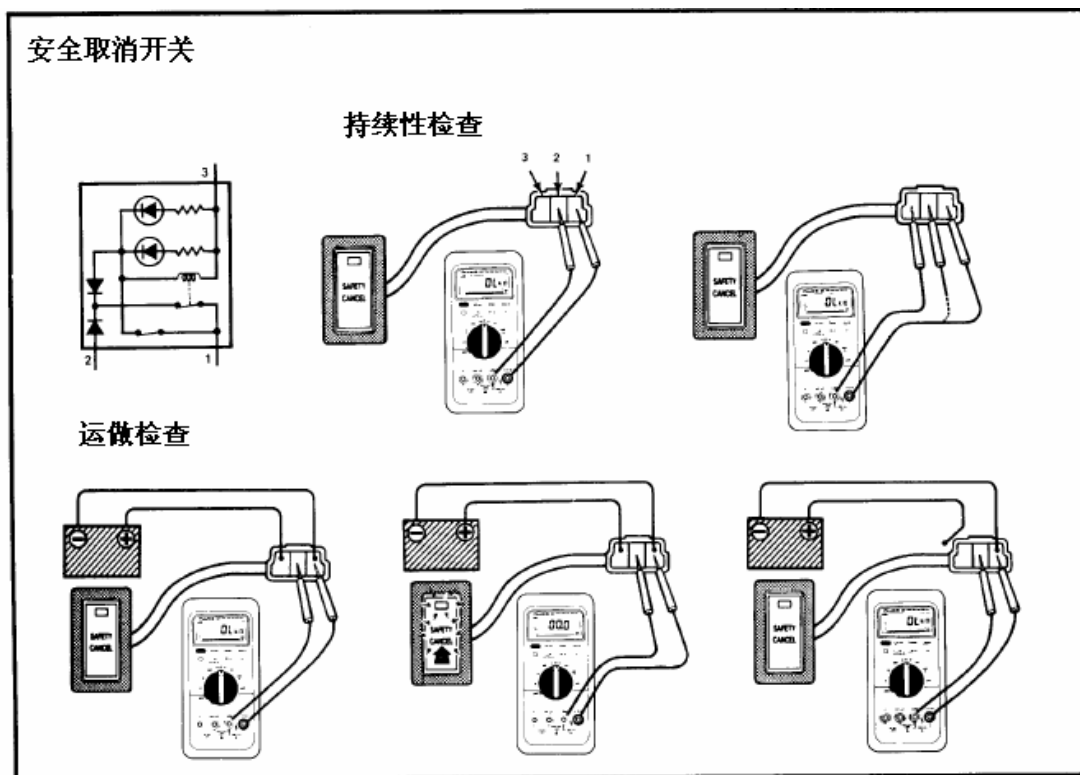
离合器启动开关

请按照丰田维修手册过程来检查踏板高度，然后检查开关是否正常操作和持续性，用欧姆表检查开关接口，在开关处于“ON”的位置时（踩下离合器），应该连续，在开关处于“OFF”的位置时（抬起离合器），应该不连续。如果不符合标准的话，就需要更换开关。

安全取消开关

持续性检查：使用一只欧姆表来测端子2和1，3和1或者2和3之间是否有持续性，如果有的话，就要更换开关。

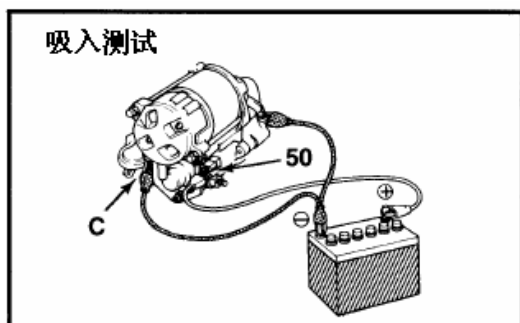
操作检查：如图在端子3和1之间连接电瓶。当开关处于“ON”的位置时，端子1和2之间无持续性。如操作未达到标准，请更换安全取消开关。



马达平台测试

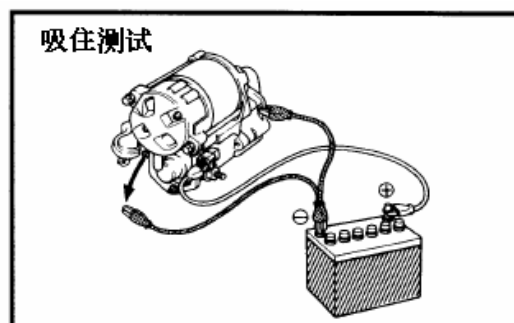
如果车载测试表明马达故障，那么需要拆下来再做一次平台测试。

- 在拆马达之前断开电瓶接地导线。
- 在 3-5 秒之内完成整个测试以避免烧坏线圈。
- 请参考正确的维修手册。



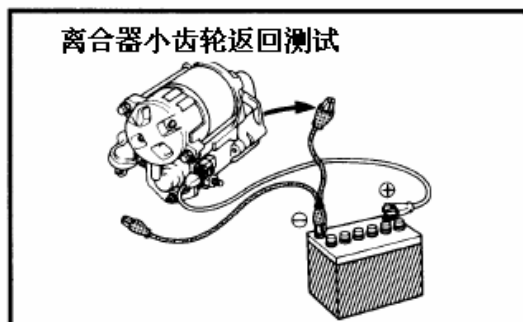
吸入测试

1. 断开端子“C”的磁场线圈。
2. 连接电瓶到电磁开关，正极引线接到端子“50”，负极接到开关和端子“C”。
3. 离合器小齿轮向外移动，如果不行，就更换掉这个电磁开关。



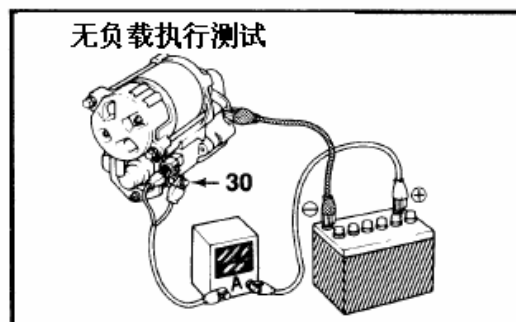
吸住测试

1. 离合器小齿轮在外面后，断开端子“C”的负极导线。
2. 保持离合器小齿轮在外面的状态，如果要回位到里面，那么请更换电磁开关。



离合器小齿轮回位测试

1. 断开开关的负极引线。
2. 离合器小齿轮应该回位，如果没有回位，那么请更换电电磁开关。



无负载执行测试

1. 连接电瓶负极引线和开关外壳，正极和电流表。
2. 连接电流表负极和端子“30”和“50”。
3. 启动器在小齿轮向外移动时要平稳的转动，读出电流表中的额定电流（请参考丰田维修手册中的启动章节）。

自我测试

本章节在做测试的同时帮助更深层次的理解启动系统。

1. 启动系统有两种电路，分别是：
 - A. 马达电路和点火电路
 - B. 绝缘电路和动力电路
 - C. 马达电路和控制电路
 - D. 接地电路和控制电路
2. 基本启动控制电路通过点火开关和_____使电磁开关通电：
 - A. 电磁阀
 - B. 空挡启动开关
 - C. 启动离合器
 - D. 调节器
3. 在丰田齿轮调节启动器上，电磁开关中的活塞：
 - A. 拉动驱动控制杆啮合齿轮
 - B. 推动小齿轮啮合齿圈
 - C. 在吸入线圈处停滞。
 - D. 从启动电枢脱离掉小齿轮
4. 引擎启动时，小齿轮通过_____与启动器断开：
 - A. 电磁开关
 - B. 活塞
 - C. 超越离合器
 - D. 开关弹簧弹回
5. 如果引擎启动得太慢而无法启动，有可能问题出在：

- A. 引擎问题
 - B. 空挡启动开关故障
 - C. 控制电路中继电器开路
 - D. 小齿轮损坏
- 6 启动马达有旋转但是不能启动引擎，问题可能出在：
- A. 电磁开关
 - B. 超越离合器
 - C. 电瓶正极导线
 - D. 点火开关
- 7 在执行启动流入电流测试时，流入电流低通常说明：
- A. 电阻大
 - B. 启动器损坏
 - C. 电瓶已放电
 - D. 启动器短路
- 8 在执行启动流入电流测试时，流入电流大说明：
- A. 电瓶已放电
 - B. 电阻大
 - C. 电瓶端子生锈
 - D. 引擎问题或者启动器损坏
- 9 启动系统测试表明在电瓶正极和启动马达端子“C”之间的电压降为 1 伏特，那么说明问题有可能出在：
- A. 在马达电路中的电阻小
 - B. 在马达电路中的电阻小
 - C. 在控制电路中的电阻小
 - D. 在控制电路中的电阻小
- 10 启动马达电路接地电压降不应该超过：
- A. 电瓶电压
 - B. 0.1 伏特
 - C. 0.2 伏特
 - D. 0.5 伏特

答案：

1. “C”--- 启动系统有两条不同的电子电路，一是控制电路一是马达电路。
2. “B”--- 如果变速器正常运转，点火开关和启动电磁开关的控制电路会受空挡启动开关的影响。
3. “B”---不同于常规启动器，电磁开关活塞直接作用于小齿轮，而不是通过驱动控制杆来推动齿轮来啮合齿圈。
4. “C”---超越离合器转动小齿轮，在引擎启动的时候避免启动马达损坏。
5. “A”---如果引擎转动太慢而不能启动，有可能是因为电瓶完全放电，松动或者锈蚀的接口，启动器故障或者线圈故障之类的引擎问题引起的。
6. “B”---如果启动马达旋转，而引擎没有旋转，请检查超越离合器。
7. “A”---启动速度低及启动电压高，流入电流低，则说明启动电路中电阻过大。
8. “D”---启动速度低及流入电流大，则说明有可能是启动器或引擎损坏，例如线圈损坏或者点火正时之类的问题。

9. “B”---电压表引线连接到电瓶正极和马达 “C”端子, 如果读数大于 0.5 伏特, 则说明在马达电路中电阻过大。

10. “C”---电压表引线接到电瓶负极和马达外壳, 如果读数大于 0.2 伏特, 则说明在马达接地电路中电阻过大。

思考题:

1. 列举两种启动系统电路。
2. 列举组成控制电路的部件。
3. 举出组成马达电路的部件。
4. 请详细解释常规启动器与齿轮减速启动器的不同。
5. 解释超越离合器的必要性和工作原理。
6. 解释在点火钥匙处于“开启”状态时, 启动驱动小齿轮是如何与齿圈啮合的。
7. 列举并描述目测的五个方面。
8. 详细解释电流吸入测试步骤。
9. 解释马达电路电压降测试的步骤及必要性。