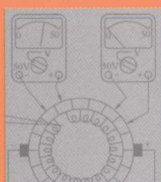


看图学修电动自行车丛书

看图学修

电动自行车电动机

◎ 孙运生 编著



 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

看图学修电动自行车丛书

看图学修电动自行车电动机

孙运生 编著

人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

看图学修电动自行车电动机 / 孙运生编著. —北京: 人民邮电出版社, 2008.7

(看图学修电动自行车丛书)

ISBN 978-7-115-17863-3

I. 看… II. 孙… III. 电动自行车—电动机—维修—图解 IV. U484.07-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 038988 号

内 容 提 要

本书系统地介绍了电动自行车电动机的结构组成、工作原理、拆装方法、故障检修技巧以及绕组的结构和基本概念,同时还介绍了各种常用检修工具和仪表的使用方法以及电动机典型零部件的检测方法。根据电动自行车电动机容易出现的故障,书中给出了 30 多种常见故障检修实例。

本书采用大量的数码照片、结构图以及操作示意图进行讲解,内容通俗易懂、形象直观,可供电动自行车用户和维修人员阅读,也可作为电动自行车维修培训教材使用。

看图学修电动自行车丛书

看图学修电动自行车电动机

-
- ◆ 编 著 孙运生
责任编辑 刘 朋
 - ◆ 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>
北京铭成印刷有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 700×1000 1/16
印张: 12.5
字数: 193 千字 2008 年 7 月第 1 版
印数: 1—5 000 册 2008 年 7 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-17863-3/TN

定价: 22.00 元

读者服务热线: (010)67129258 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

丛书前言

电动自行车一经问世便以其方便快捷、绿色环保、高效节能等特点而深受消费者喜爱，目前已成为城乡居民理想的日常交通工具。近年来国内电动自行车的产量和销售量持续高速增长，社会保有量巨大，这也促进了电动自行车维修行业的蓬勃发展。电动自行车包括电气系统和机械系统，结构较为复杂，而且采用了越来越多的新技术，维修问题比较突出。为了帮助广大电动自行车维修人员，尤其是初学者快速掌握维修技术，我们组织从事维修工作的技术人员编写了“看图学修电动自行车丛书”。这套丛书包括《电动自行车维修流程完全图解》、《看图学修电动自行车》、《看图学修电动自行车蓄电池/充电器》、《看图学修电动自行车电动机》和《看图学修电动自行车控制器》。

这套丛书引入了“看图学修”的理念，以数码照片为主，并辅以结构图、电路图、检修流程图和操作示意图，生动形象地展示了电动自行车主要零部件的外形、结构组成、拆装过程和故障检修方法，具有较强的现场感。同时配以简洁易懂的文字进行说明，便于读者理解和掌握。另外，书中还给出了大量的有代表性的故障检修实例，力求达到举一反三、触类旁通的效果，切实帮助读者提高维修水平。

《电动自行车维修流程完全图解》一书主要结合电动自行车在使用过程中所出现的典型故障现象，介绍各种故障的检修流程和排除方法，帮助读者在头脑中构建电动自行车故障检修思路。《看图学修电动自行车》主要介绍电动自行车整车及主要部件的结构组成、拆装更换和故障检修方法。《看图学修电动自行车蓄电池/充电器》、《看图学修电动自行车电动机》和《看图学修电动自行车控制器》分别详细介绍了电动自行车蓄电池、充电器、电动机和控制器的内部结构、工作原理和故障检修方法，更具系统性和针对性，可以帮助读者进一步提高维修水平。通过本套丛书的学习，相信读者可以全面系统地掌握电动自行车的故障检修技能。

本套丛书的编写人员大都是从事电动自行车维修和培训工作的技术人员，具有丰富的实践经验，书中所介绍的故障实例也都来源于维修实践，具有很强的针对性和实用性。本套丛书适合电动自行车维修人员阅读，也可作为培训教材使用。

前 言

目前,电动自行车的性能不断提高,功能日趋完善,对维修人员的要求越来越高。电动机是电动自行车的心脏,其性能的好坏直接影响到电动自行车的行驶里程、使用寿命和运行成本。电动机的结构较复杂,技术指标要求高,故障率也较高,出现问题时既有机械结构方面的因素又有电气系统方面的因素。为了帮助广大维修人员掌握电动自行车电动机的维修方法,特组织有关人员编写《看图学修电动自行车电动机》一书,希望对读者有所帮助。

本书第一章主要介绍电动自行车用各种电动机的结构、工作原理及其与控制器的连接方法,第二章介绍电动机修理常用仪表、仪器和工具的使用方法以及电动机主要零部件的结构与检修方法,第三章介绍电动机的技术要求以及拆卸、安装与代换方法,第四章介绍电动机绕组的构成、展开图、嵌线操作、故障检修技巧与重绕,第五章介绍电动机的故障检修思路和排除实例。

本书具有以下特点:

1. 采用大量的数码照片、结构图和操作示意图,生动形象地展示了电动机主要组成部分和典型零部件的外形、内部结构和故障检修方法,一看就懂,便于读者理解和掌握。

2. 以图文结合的形式介绍了电动机绕组的嵌线操作和重绕方法,方便读者掌握电动机绕组的绕制技术。

3. 在介绍电动机故障检修思路的基础上,精选了30多个故障排除实例,力求帮助读者触类旁通、举一反三,快速提高实际维修水平。

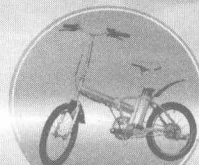
参加本书编写工作的有孙运生、许中中、李书珍、刘伟鑫、梁志鹏、张丽、程玉华、张彩霞、王雪峰、高春其、钱伟、郝建玲、陈保卫、吴文沫、周国强、张金磊等。

由于时间仓促,书中难免有疏漏和不足之处,请读者批评指正。

编 者

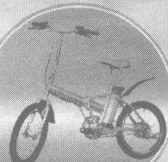
目 录

| | |
|-----------------------------|----|
| 第一章 电动机的结构、工作原理及与控制器的连接 | 1 |
| 第一节 电动机的分类和命名 | 1 |
| 一、电动机的分类 | 1 |
| 二、电动机的命名 | 2 |
| 第二节 电动机的结构 | 2 |
| 一、有刷无齿电动机 | 3 |
| 二、有刷有齿电动机 | 3 |
| 三、无刷无齿电动机 | 4 |
| 四、无刷有齿电动机 | 4 |
| 五、常用电动机的区别 | 5 |
| 第三节 电动机的工作原理 | 6 |
| 一、无刷电动机的工作原理 | 6 |
| 二、有刷电动机的工作原理 | 7 |
| 第四节 电动机与控制器的连接 | 8 |
| 一、有刷电动机与有刷控制器的连接 | 8 |
| 二、无刷电动机与无刷控制器的连接 | 9 |
| 三、有刷电动机的引线及其颜色 | 13 |
| 四、无刷电动机的引线及其颜色 | 15 |
| 第二章 电动机主要零部件及常用检修仪表和工具的使用方法 | 17 |
| 第一节 常用仪表的使用方法 | 17 |
| 一、兆欧表(500V 直流) | 17 |
| 二、指针式万用表 | 18 |
| 三、数字式万用表 | 22 |



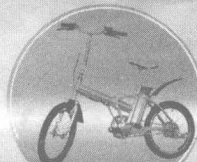
| | |
|----------------------------|----|
| 四、电桥 | 24 |
| 五、短路探测器 | 26 |
| 第二节 常用工具的使用方法 | 27 |
| 一、螺丝刀 | 27 |
| 二、扳手 | 27 |
| 三、锤子 | 29 |
| 四、尖嘴钳 | 30 |
| 五、钢丝钳 | 30 |
| 六、拔卸器 | 30 |
| 七、滑线板 | 31 |
| 八、压线钳 | 31 |
| 九、绕线机 | 31 |
| 十、剥线钳 | 31 |
| 十一、电烙铁 | 32 |
| 十二、游标卡尺 | 33 |
| 十三、千分尺 | 35 |
| 第三节 电动机主要零部件 | 37 |
| 一、霍尔元件 | 37 |
| 二、碳刷、碳刷架和碳刷弹簧 | 40 |
| 三、换向器 | 44 |
| 四、有刷电动机绕组 | 47 |
| 五、无刷电动机绕组 | 49 |
| 六、无刷电动机磁钢 | 50 |
| 七、有刷电动机磁钢 | 52 |
| 八、电动机轴承 | 52 |
| 第三章 电动机的技术要求及拆装与代换方法 | 55 |
| 第一节 电动机的技术要求和试验方法 | 55 |
| 一、电动机技术要求的范围 | 55 |

| | |
|---------------------|----|
| 二、电动机技术要求的引用标准 | 55 |
| 三、电动机的使用环境 | 55 |
| 四、对电动机装配质量和性能的要求 | 56 |
| 五、电动机的试验方法 | 57 |
| 第二节 电动机的拆装 | 59 |
| 一、无刷电动机的拆卸 | 59 |
| 二、无刷电动机的装配 | 63 |
| 三、有刷电动机的拆卸 | 66 |
| 四、有刷电动机的装配 | 70 |
| 五、无刷电动机霍尔元件的更换 | 73 |
| 第三节 电动机的互换原则与代换 | 78 |
| 一、电动机的互换原则 | 78 |
| 二、电动机的代换 | 79 |
| 第四章 电动机绕组的修理方法 | 80 |
| 第一节 修理电动机的一般规定和工艺流程 | 80 |
| 一、修理电动机的一般要求 | 80 |
| 二、试机中应注意的事项 | 80 |
| 三、电动机修理工艺流程 | 81 |
| 第二节 电动机修理常用材料 | 81 |
| 一、绝缘材料 | 81 |
| 二、漆包线和玻璃丝包线 | 83 |
| 三、碳刷 | 83 |
| 四、浸渍漆 | 84 |
| 第三节 绕组的有关概念与构成原则 | 85 |
| 一、绕组的有关概念 | 85 |
| 二、绕组的构成原则 | 88 |
| 第四节 绕组展开图和嵌线操作 | 88 |
| 一、无刷电动机单层链式绕组 | 88 |

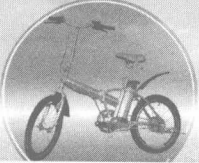


| | |
|---------------------|-----|
| 二、无刷电动机单层交叉链式绕组 | 91 |
| 三、无刷电动机单层同心式绕组 | 93 |
| 四、无刷电动机波绕组 | 95 |
| 五、有刷电动机单叠绕组 | 97 |
| 六、无刷电动机单波绕组 | 98 |
| 七、有刷电动机叠绕式绕组 | 99 |
| 八、有刷电动机对绕式绕组 | 100 |
| 第五节 有刷电动机绕组故障检修技巧 | 100 |
| 一、有刷电动机绕组断路 | 101 |
| 二、有刷电动机绕组搭铁 | 103 |
| 三、有刷电动机绕组短路 | 105 |
| 第六节 无刷电动机绕组故障检修技巧 | 107 |
| 一、无刷电动机绕组断路 | 107 |
| 二、无刷电动机绕组搭铁 | 109 |
| 三、无刷电动机绕组短路 | 111 |
| 第七节 电动机绕组的重绕 | 113 |
| 一、记录原始数据 | 113 |
| 二、拆除绕组 | 113 |
| 三、绕制线圈 | 114 |
| 四、安放绝缘 | 114 |
| 五、理线和插入引线纸 | 116 |
| 六、嵌线和划线入槽 | 116 |
| 七、安放起把线圈垫纸和连绕线圈 | 117 |
| 八、插入层间绝缘和嵌线过程中的端部整形 | 118 |
| 九、线圈端部包扎 | 118 |
| 十、槽绝缘封口和插入槽楔 | 119 |
| 十一、翻把和插入相间绝缘 | 119 |
| 十二、端部整形 | 120 |
| 十三、接线 | 121 |

| | |
|--|------------|
| 十四、浸漆和烘干 | 122 |
| 十五、检查试验 | 123 |
| 第五章 电动机故障检修思路和排除实例 | 125 |
| 第一节 电动机故障检修思路 | 125 |
| 一、有刷电动机空载电流过大 | 125 |
| 二、无刷电动机空载电流过大 | 127 |
| 三、电动机过热 | 130 |
| 四、有刷电动机噪声大或有异常响声 | 131 |
| 五、无刷电动机噪声大或有异常响声 | 133 |
| 六、无刷电动机时转时停 | 135 |
| 七、有刷电动机时转时停 | 138 |
| 八、电动机转速高于额定值 | 140 |
| 九、仪表显示正常，无刷电动机不工作 | 142 |
| 十、无刷电动机转动缓慢 | 146 |
| 十一、有刷电动机转动缓慢 | 147 |
| 十二、无刷电动自行车行驶距离缩短 | 151 |
| 十三、电动自行车整车无电，电动机不转动 | 152 |
| 十四、电源开关一打开，熔断器就爆 | 153 |
| 十五、仪表显示正常，而无刷电动机不工作 | 154 |
| 十六、电动自行车行驶无力 | 156 |
| 第二节 电动机故障排除实例 | 158 |
| 例 1 新日无刷电动自行车仪表盘内的电源指示灯亮，但调速转把转动时电动机不转 | 158 |
| 例 2 绿源电动自行车行驶无力 | 159 |
| 例 3 大陆鸽电动自行车通电后电动机抖动而不能正常行驶 | 160 |
| 例 4 飞鸽电动自行车无刷电动机转速低 | 161 |
| 例 5 永久电动自行车骑行无力，行驶缓慢 | 162 |
| 例 6 阿米尼无刷电动自行车调速转把转动时，电动机微微转动， | |



| | |
|---|-----|
| 随即停下，但转动后轮时有阻力感 | 163 |
| 例 7 大陆鸽有刷电动自行车行驶里程严重缩短，电动机过热 | 164 |
| 例 8 凤凰电动自行车工作一段时间后轮毂严重发热 | 167 |
| 例 9 飞鸽无刷电动自行车行驶无力，电动机转动缓慢 | 167 |
| 例 10 新日电动自行车电源开关打开后，电动机不转，电源 指示灯也不亮 | 169 |
| 例 11 森地电动自行车电动机能转动，但驱动无力 | 169 |
| 例 12 捷安特电动自行车行驶中发出有节奏的“咯啦、咯啦”声， 电动机伴有震动现象 | 170 |
| 例 13 凤凰电动自行车电动机空转时有较小的异常响声，加上 负载后响声变大 | 171 |
| 例 14 飞鸽有刷电动自行车电动机的碳刷和换向器间有火花甚至 出现环火现象 | 171 |
| 例 15 英克莱电动自行车无刷电动机在转动过程中有不规则的 停转现象 | 172 |
| 例 16 凤凰电动自行车有刷电动机转动缓慢 | 173 |
| 例 17 永久电动自行车的控制器容易烧毁 | 173 |
| 例 18 永久电动自行车电动机加电后时转时停并感觉有 “发冲”现象 | 174 |
| 例 19 飞鸽电动自行车长期上坡骑行后转入平地上行驶时深感 动力下降 | 175 |
| 例 20 凤凰无刷电动自行车涉水后出现电动机转动缓慢、 无力现象 | 176 |
| 例 21 新飞电动自行车仪表盘上的电源指示灯不亮，无刷电动机不能 转动，也无启动迹象 | 176 |
| 例 22 邦德·富士达电动自行车无刷电动机不转，仪表盘上的电压 指示灯也不亮 | 177 |
| 例 23 大陆鸽电动自行车电源开关打开后，电动机随即转动不停而 无法控制 | 178 |

- 
- 例 24 新日电动自行车不能骑行, 经检查发现有刷电动机不转…………… 178
- 例 25 捷安特电动自行车调速转把转动时, 无刷电动机不转动…………… 179
- 例 26 邦德·富士达电动自行车有刷电动机不转…………… 181
- 例 27 新日电动自行车电动机转动时忽快忽慢…………… 182
- 例 28 阿米尼无刷电动自行车电源指示灯亮, 而电动机不转,
但有“嗡嗡”声…………… 183
- 例 29 永久有刷电动自行车电源指示灯亮, 而电动机不转动…………… 183
- 例 30 永久有刷电动自行车调速转把转动时, 电动机时转时停且
功率严重下降…………… 185
- 例 31 飞鸽有刷电动自行车的电动机不转, 但电源指示灯
能正常发光…………… 187

第一章 电动机的结构、工作原理及与控制器的连接

第一节 电动机的分类和命名

一、电动机的分类

电动机是电动自行车的主要驱动部分，是电动自行车的心脏，其性能直接影响着电动自行车的动力性和经济性。

目前，在电动自行车上广泛使用的是直流电动机。电动机的分类如图 1-1 所示。

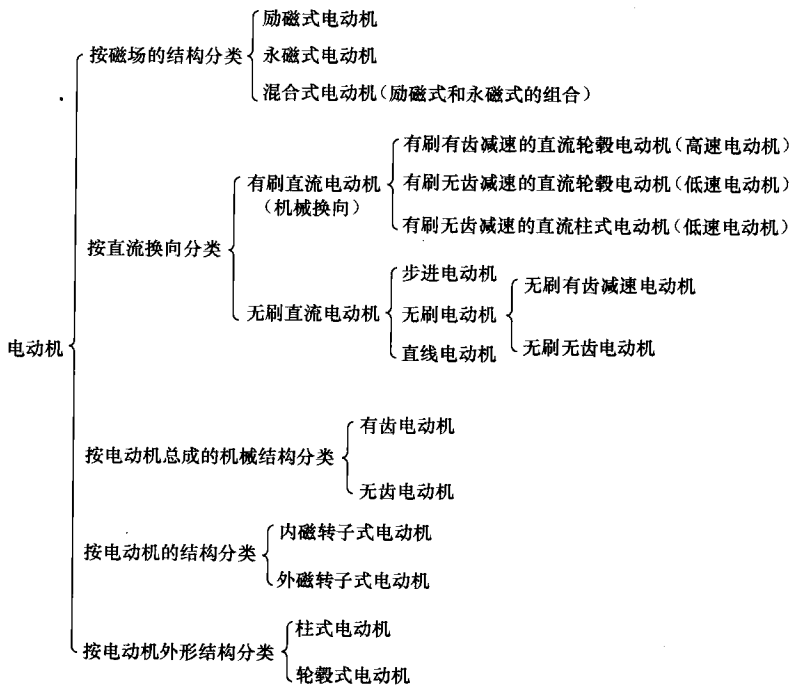
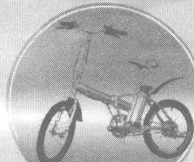


图 1-1 电动机的分类



二、电动机的命名

电动机的使用环境和频率有所不同，电动自行车上配置的电动机形式各种各样，不同电动机的特点也有所不同。国家标准规定了电动自行车用电动机的命名标准，如图 1-2 所示。

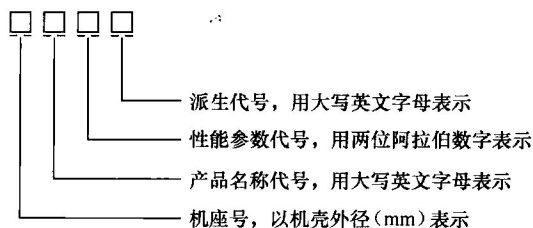


图 1-2 电动自行车用电动机的命名标准

产品名称代号

SYT: 铁氧体永磁式直流伺服电动机

SYX: 稀土永磁式直流伺服电动机

SXPT: 铁氧体永磁式线绕盘式直流电动机

SXPX: 稀土永磁式线绕盘式直流电动机

SWT: 铁氧体永磁式无刷直流伺服电动机

SWX: 稀土永磁式无刷直流伺服电动机

SN: 印制绕组直流伺服电动机

SR: 开关磁阻电动机

YX: 三相异步电动机

电动机命名举例：160SYT02A 表示外径为 160mm 的铁氧体永磁直流伺服电动机，厂家 02A 类产品。

第二节 电动机的结构

有刷电动机和无刷电动机的结构和工作原理有很大不同。有刷电动机是由碳刷和换向器进行机械换向的，而无刷电动机是由霍尔元件感应信号输入到控制器完成电子换向的。目前，电动自行车上常用的电动机型式有有刷无齿电动机、有

刷有齿电动机、无刷无齿电动机及无刷有齿电动机。

一、有刷无齿电动机

有刷无齿电动机也叫有刷低速电动机，它属于外转子式电动机。有刷无齿电动机是指低速大转矩的无齿有刷直流电动机，其转子的转速即为车轮的转速。定子上的磁钢数一般为 5~7 对，转子电枢的槽数一般为 39~57 个。由于电枢绕组固定在转子外壳内，可借助外壳转动散热。

有刷无齿电动机由转子线圈、定子磁钢、左/右端盖、碳刷、换向器、电动机轴和轴承等组成，有刷电动机的结构如图 1-3 所示。

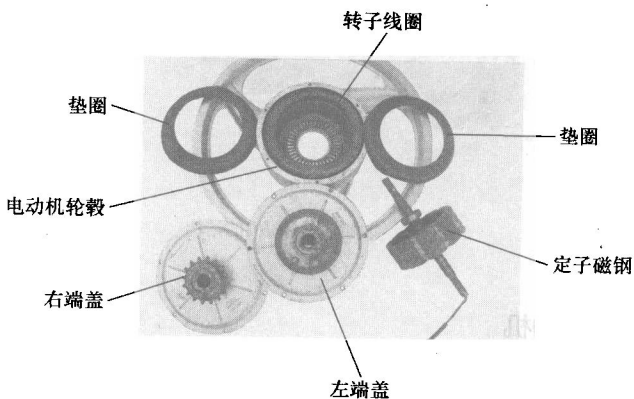


图 1-3 有刷无齿电动机的结构

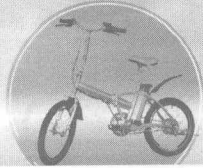
二、有刷有齿电动机

有刷有齿电动机也叫有刷高速电动机，它属于内转子式电动机。有刷有齿电动机依靠碳刷作为电动机电源的两个触点，利用调速转把和控制器来控制，通过齿轮二次减速和超越离合器达到无级变速。这种有刷有齿电动机的减速齿轮强度较高，耐磨性好，返修率较低。

该电动机通过齿轮减速机构，将电动机的转速升高（国家标准规定电动自行车的行驶速度不得超过 20km/h，故电动机的转速应保持在 3600r/min 左右）。

有刷有齿电动机的特点如下。

- ① 该类电动机通过齿轮减速，启动时强劲有力，而且爬坡能力较强。



② 电动机和蓄电池的寿命较短。由于电动机轮毂是封闭的，用户很难进行日常保养，在出厂前加注润滑油（剂）难以满足电动机长期工作的需要，通常一年之内会因润滑不良导致齿轮磨损加剧，机械噪声增大，使工作电流也相应加大，最终影响电动机和蓄电池的使用寿命。

有刷有齿电动机属于轮毂式电动机，它由电动机主体、减速机构、端盖等组成，其结构如图 1-4 所示。

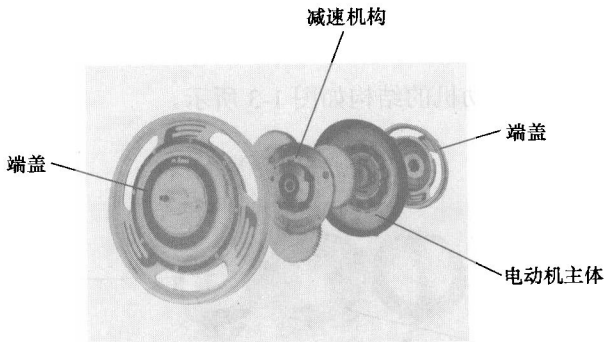


图 1-4 有刷有齿电动机的结构

三、无刷无齿电动机

无刷无齿电动机也叫无刷低速电动机，它属于外转子式电动机。

目前，电动自行车广泛采用的是无刷无齿电动机，其转速控制系统的造价比有刷高速电动机的转速控制系统要高，控制器在使用中容易发生故障。装有无刷电动机的电动自行车作为非机动车来管理，时速必须限制在 20km/h 以下。它采用三相六状态驱动，通过霍尔元件换相，绕圈绕组作为转子，定子为磁钢。

无刷无齿电动机由转子磁钢、定子绕组、轴承和端盖等组成，其结构如图 1-5 所示（图中未画出轴承）。

四、无刷有齿电动机

无刷有齿电动机也叫无刷高速电动机，它属于内转子电动机，目前不太常用。无刷有齿电动机由电动机主体、减速器和超越离合器等部分组成，其结构如图 1-6 所示。

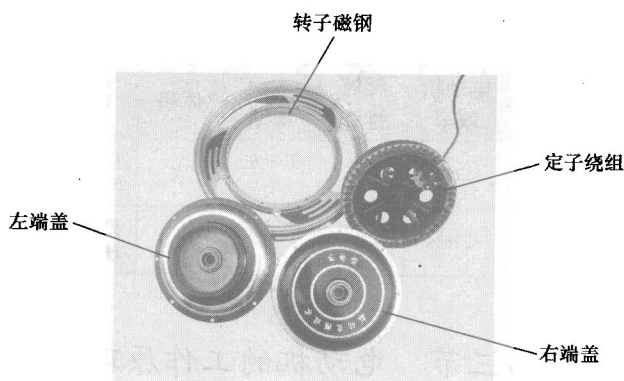


图 1-5 无刷无齿电动机的结构

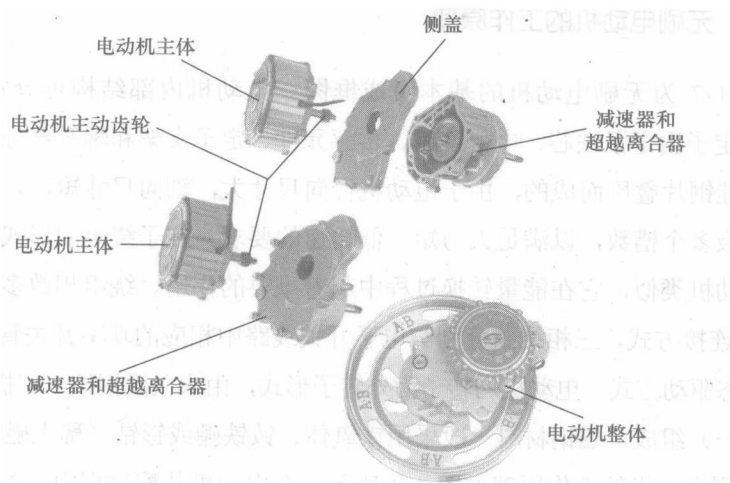


图 1-6 无刷有齿电动机的结构

五、常用电动机的区别

常用电动机的区别如表 1-1 所示。

表 1-1 常用电动机的区别

| 电动机型式 | 传动形式 | 电动机效率 | 爬坡性能 | 维护周期 | 体积 | 维护内容 | 噪音 | 成本 |
|---------|------------------|-------|------|------|----|------|----|----|
| 无刷无齿电动机 | 无刷低速外转子电动机, 直接驱动 | >80% | 一般 | 无 | 大 | 无 | 小 | 低 |
| 无刷有齿电动机 | 高速无刷电动机, 行星齿轮减速 | >83% | 好 | 3年左右 | 小 | 润滑齿轮 | 中 | 高 |