

前 言



电动自行车是由蓄电池提供电能，控制器控制电动机驱动自行车行驶。电动自行车是自行车技术的延伸和发展。按骑行方式的不同可分为两类。一类为电动车，即骑行者不需自己用力，只要接通电源，电动自行车上的电机即能工作而带动自行车行驶。另一类是助力车，电动机的工作只是减少脚踏阻力，这种车集人力和电力为一体，介于电动车和自行车之间，骑行者用力踏车时为电动机提供助力，助力的大小通过智能型传感器传给控制器进行控制，助力与人力的比例可进行调节，人力越大，助力越大，骑行者不加力则电动机不工作。

1986年，电动自行车的开发被列入国家“八五”重点科技攻关项目，并受到重视。真正意义上的电动自行车于20世纪90年代末研制成功。电动自行车作为高科技产品，集微电子技术、电力电子技术、计算机智能控制、化学电源、新材料等新技术于一体，它的研发、生产、使用与维修越来越引起人们的关注。

本书为满足电动自行车维修人员的需求，全书以案例的形式系统的分析了电动自行车电气故障的诊断与维修技术和技巧，书中案例分析采取了故障原因和处理方法的写作形式，系统的将电动自行车电机、控制器、充电器、蓄电池、传感器、仪表、灯光及整车的故障诊断检测和维修有机地结合起来，便于读者掌握电动自行车的故障诊断方法和维修操作技能和技巧。本书内容新颖，在保证科学性的同时，注重通俗性，是电动自行车维修人员快速、准确地排除电动自行车故障的得力助手。

本书无论从资料的收集和技术信息交流上，得到了电动自行车制造商和电动自行车行业协会的大力支持，在此表示衷心的感谢。

由于时间仓促，加之编者水平有限，书中错误与不足之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编者

田田

目 录



前言

第 1 章 电动自行车电动机故障维修案例	1
1.1 电动自行车电动机时转时停故障	1
1.2 电动自行车电动机转速慢故障	1
1.3 电动自行车行驶时无力、电动机发热严重或 空载电流过高	1
1.4 电动自行车行驶时电动机有异响故障	1
1.5 电动自行车骑行时电动机驱动力不足故障	1
1.6 电动自行车电动机性能衰减故障	1
1.7 电动机的空载运行电流大故障	1
1.8 电动自行车电动机的空载转速比大于额定转速故障	1
1.9 电动自行车电动机温升超过额定温升故障	1
1.10 电动自行车电动机噪声大或声音异常故障	1
1.11 电动自行车电动机运行电流过大故障	1
1.12 电动自行车电动机启动时有突跳故障	1
1.13 电动自行车电动机偏摆故障	1
1.14 蓄电池充足，显示灯全亮，负载时轮毂转动无力 故障	1
1.15 电动自行车有电，但电动机不启动故障	1
1.16 电动自行车不规则的停转故障	1
1.17 电动自行车电动机磁钢脱落故障	1
1.18 有刷电动机转子绕组故障	1
1.19 有刷电动机电刷和换向器之间有火花甚至环火故障	1
1.20 影响有刷直流电动机换向的原因分析	1
1.21 有刷电动机换向片接地故障	1
1.22 有刷电动机电刷磨损故障	1

摇圆圆有刷电动机换向片短路故障	圆忽
摇圆圆无刷电动机绕组故障	圆忽
摇圆圆无刷电动机发出有节奏的“咯啦咯啦”或有“哒哒” 的异常声音而且电动机振动大故障	圆圆
摇圆圆无刷电动机空转时，有轻微的正常响声，负载后 异常响声更大故障	圆圆
摇圆圆无刷电动机主磁极退磁或磁钢脱落故障	圆圆
摇圆圆无刷电动机位置传感器故障	圆圆
摇圆圆电动自行车电量及显示正常，转动调速把，无刷 电动机不运转故障	圆圆
摇圆圆无刷电动机缺相故障	圆圆
摇圆圆无刷电动机抖动，不能正常运行故障	圆圆
摇圆圆更换电动自行车电动机的操作程序及应注意的事项	圆圆
摇圆圆电动自行车电动机的拆卸	圆圆
摇圆圆测量霍尔真值信号判断无刷电动机电相角的方法	圆圆
摇圆圆电动自行车电动机的接线方法	圆圆
摇圆圆电动自行车电动机的代换	圆圆
摇圆圆电动自行车电动机性能检测项目	圆圆
摇圆圆电动机电枢需要检测的电气项目	圆圆
第 圆章摇电动自行车控制器故障维修案例	圆圆
摇圆圆电动自行车控制器的外部正确接线	圆圆
摇圆圆电动自行车控制器的驱动电路	圆圆
摇圆圆控制器欠压保护检测	圆圆
摇圆圆控制器限流值的测试	圆圆
摇圆圆智能型控制器故障自检功能	圆圆
摇圆圆控制器场效应晶体管检测	圆圆
摇圆圆无刷控制器的简易测量方法	圆圆
摇圆圆有刷控制器没有输出故障	圆圆
摇圆圆控制器内工作电源不正常故障	圆圆

摇源	无刷控制器没有输出故障	源
摇源	无刷控制器缺相故障	源
摇缘	控制器工作时断时续故障	缘
摇缘	控制器检查不到助力传感器信号故障	源
摇缘	电动自行车发生“飞车”故障	源
摇缘	控制器空载时有输出，带载时不工作故障	源
摇缘	调速信号为缘时电动自行车控制器不工作故障	源

第猿章 摇电动自行车充电器故障维修案例

摇缘	充电器电路的电器元件检测	源
摇缘	充电器整流输出不稳定或没有电流输出故障	缘
摇缘	充电器充电电压过高或过低故障	缘
摇缘	充电器不充电故障	缘
摇缘	充电器插入电源插座，红绿指示灯都不亮故障	缘
摇远	充电时电源指示灯亮，充电指示灯为橙色（蓄电池 充不足或充不上电）故障	缘
摇远	蓄电池充不上电或充不足电故障	缘
摇远	蓄电池充足，但负载情况下两只红灯亮（欠压灯、 过流保护灯亮，电机停转）故障	缘
摇远	充电器绿色和红色指示灯常亮与充电状态无关故障	缘
摇远	蓄电池充电员噪，绿灯就亮（蓄电池一充电就满， 一用就空）故障	缘
摇远	充电器愿后，红灯不亮，而蓄电池发热故障	缘
摇远	充电器输出插头发热或发烫，严重发热，甚至有 外壳烧化变形故障	缘
摇远	充电器给蓄电池充电，充电器的熔断器就熔断故障	缘
摇远	充电器插上圆市电，红绿灯一亮就熄灭故障	缘
摇远	充电时红绿灯都亮（无充电电流或电流仅 缘-缘）故障	远
摇远	三段式充电器的检测	远

第 1 章 电动自行车蓄电池故障维修案例	1
1.1 蓄电池常见故障的检查方法	1
1.2 蓄电池组均匀性差故障	2
1.3 蓄电池的随机性早期容量衰竭故障	3
1.4 蓄电池容量过早损失故障	4
1.5 蓄电池自放电故障	5
1.6 蓄电池漏液故障	6
1.7 蓄电池安全阀漏液故障	7
1.8 蓄电池极柱端子漏液故障	8
1.9 蓄电池热失控故障	9
1.10 蓄电池失水故障	10
1.11 蓄电池干涸失效故障	11
1.12 蓄电池的硫酸盐化故障	12
1.13 蓄电池灌胶后表面龟裂故障	13
1.14 蓄电池“寿命短”故障	14
1.15 蓄电池开路故障	15
1.16 蓄电池内部短路故障	16
1.17 蓄电池的枝晶短路故障	17
1.18 新蓄电池装车后, 仪表显示电压下降快故障	18
1.19 蓄电池的正极板软化故障	19
1.20 蓄电池活性物质脱离故障	20
1.21 蓄电池的正极板的腐蚀变形故障	21
1.22 蓄电池涨裂故障	22
1.23 蓄电池变形故障	23
1.24 蓄电池外观破损鼓胀或极柱断裂故障	24
1.25 蓄电池壳体裂纹或封口胶破裂故障	25
1.26 蓄电池爆炸故障	26
1.27 蓄电池充不进电故障	27
1.28 蓄电池发热故障	28

摇晃器蓄电池电解液消耗过快故障	页
摇晃器蓄电池不存电故障	页
摇晃器蓄电池安全阀故障	页
摇晃器蓄电池负极板钝化故障	页
摇晃器负极板连接条腐蚀故障	页
摇晃器蓄电池极化故障	页

第 缘章 电动自行车仪表、灯光和传感器故障维修案例

摇晃器指针式仪表故障	页
摇晃器里程速度表故障	页
摇晃器感应式里程速度表机构故障	页
摇晃器霍尔传感式里程速度表故障	页
摇晃器电路控制型里程速度表故障	页
摇晃器智能显示仪表故障	页
摇晃器仪表指示灯及电量显示灯不亮	页
摇晃器无刷配置仪表无显示，并不调速	页
摇晃器电动自行车仪表盘上电源指示灯不亮，而 电动机运转正常	页
摇晃器仪表盘无电源显示，电动机运转正常	页
摇晃器仪表盘上电压显示灯异常，电动机正常运转	页
摇晃器电动自行车仪表盘黄灯不停闪烁	页
摇晃器仪表盘电压显示正常，转速显示异常，电动机 运转正常	页
摇晃器电动自行车电源锁故障	页
摇晃器蓄电池盒子无法取出故障	页
摇晃器电动自行车前后灯不亮故障	页
摇晃器电动自行车尾灯不亮故障	页
摇晃器电动自行车转向灯不工作故障	页
摇晃器电动自行车前大灯不亮故障	页
摇晃器旋转电动自行车调速转把喇叭响故障	页

摇员巍电动自行车喇叭失控故障	员巍
摇员巍无刷电动机霍尔传感器故障	员巍
摇员巍除车闸把故障	员原
摇员巍助力传感器故障	员缘
摇员巍助力传感器只有反转助力，正转无助力故障	员远
摇员巍调速转把故障	员远
摇员巍电动机、控制器工作正常，转动调速转把， 电动机不转动故障	员愿
摇员巍打开电源，电动自行车电动机便自动启动故障	员愿
摇员巍电动自行车暂停后再启动时，转动调速转把时 车不启动故障	员愿
摇员巍除车不断电故障	员怨
摇员巍转把输出信号改制	员怨
摇员巍闸把信号的改制	员怨
摇员巍霍尔器件的检测方法	员园
第 远章 摇电动自行车整车故障维修案例	员巍
摇员巍打开电动自行车电源锁，保险管就熔断故障	员巍
摇员巍打开电动自行车电源锁，仪表盘电源指示灯不亮， 转动调速转把，电动机不转故障	员源
摇员巍打开电动自行车电源锁，仪表盘电源指示灯亮， 转动调速转把，电动机不转故障	员缘
摇员巍打开电动自行车电源锁，电动机高速运转不能 控制故障	员远
摇员巍电动自行车有电而在骑行中时走时停故障	员苑
摇员巍电动自行车在行驶中有停驶、时快时慢、并且 无力故障	员愿
摇员巍电动自行车整车抖动故障	员愿
摇员巍打开电源锁开关，轮毂转动，刹车停转，放松刹把， 轮毂又转故障	员愿

摇员	电动自行车行驶中有异常声音故障	员
摇员	电动自行车行驶中，供电一会儿正常一会儿不 正常故障	员
摇员	电动自行车后灯长亮，加速不走故障	员
摇员	电动自行车的有刷电动机在骑行时没有力量， 速度慢故障	员
摇员	电动自行车行驶速度偏慢故障	员
摇员	蓄电池充电 后，电动自行车只行驶 故障	员
摇员	电动自行车车速降低、续驶里程减少故障	员
摇员	电动自行车制动时有动力故障	员
摇员	蓄电池充足电，但负载情况下两只红灯熄灭故障	员
摇员	电动自行车调速失灵或速度低故障	员
摇员	智能电动自行车骑行过程中，在颠簸之后出现 所有指示灯闪动，转调速转把不起作用故障	员
摇员	智能型电动自行车电路板灯全亮或全不亮或有 几个亮，但整车骑行功能正常故障	员
摇员	电动自行车行驶距离短故障	员
摇员	电动自行车车速明显不如以前快故障	员
摇员	人力骑行时感觉速度慢，滞重感强故障	员
摇员	蓄电池充足，显示灯全亮，但负载轮毂 转动无力故障	员
摇员	电动自行车电力驱动有不规则的停转故障	员
摇员	电动自行车整车没电故障	员
摇员	电动自行车一启动或走不远，仪表盘上的 电量指示就灭灯故障	员
摇员	空转速度正常但骑行无力、速度慢故障	员
摇员	打开电源锁电动机就开始轻微转动，但刹车 断电和骑行均正常故障	员
附录	电动自行车控制器电路图	员
附录	电动自行车充电器电路图	员

附录 悦摇电动自行车整车电路接线图	页码
附录 阅摇铅酸蓄电池修复方法	页码
参考文献	页码



电动自行车电动机故障维修案例

电动自行车的电动机是将蓄电池电能转换成机械能，驱动电动自行车车轮旋转的部件。电动机是电动自行车的主要动力驱动部分，也就是电动自行车的心脏。电动机性能的好坏直接影响着电动自行车的性能。目前国内电动自行车所采用的电动机主要有：有刷电动机和无刷电动机两种，有刷电动机是传统的产品，性能比较稳定。有刷电动机又有高速和低速电动机之分。无刷电动机是新产品，其寿命及性能要比有刷电动机好，但其控制电路比较复杂，对元件的老化筛选要求比较严格。虽然无刷电动机寿命长，但电路的故障率较高。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。

电动自行车电动机的性能基本决定了电动自行车的性能和档次，目前电动自行车所使用的电动机大都是高效稀土永磁电动机，主要分为高速有刷加齿轮减速电动机、低速有刷电动机和低速无刷电动机三种，目前，高速有刷加齿轮减速电动机性能最好，价格也最贵；低速有刷电动机价格与高速有刷加齿轮减速电动机相比要低一些，其性能要差一些。由于电动自行车所带的能源有限，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，并具有较高的可靠性。

电动自行车电动机时转时停故障

故障原因：①蓄电池电压在欠压临界状态；②蓄电池盒的电极触头接触不良；③蓄电池盒内保险管与座间接触不良；④调速转把内感光片或感光管内有污垢；⑤调速转把引线即将断开；⑥刹车断电开关出现故障；⑦电源锁触点接触不良；⑧线路插件虚接；⑨控制器内元件焊接不牢；⑩电动机内碳刷及绕组有虚焊、虚接。

处理方法：①给蓄电池充电；②调整触头位置、打磨触头或更换插头；③调整或更换使其接触良好；④清洗或更换感光片或感光管，若仍不能排除故障，则更换调速转把；⑤重新连接；⑥调整或更换刹车断电开关；⑦使其接触良好或更换电源锁；⑧重新插接，使其

接触良好；⑨对有焊接质量问题的器件，进行补焊，重新插接，使其接触良好，控制器内有故障，更换控制器；⑩检查电动机外部接线，使其接触良好，若为电动机内部接线虚焊或虚接，应按拆开电动机方法检查处理电动机内部接线故障。

圆 电动自行车电动机转速慢故障

故障原因：①调速转把故障；②蓄电池电压低；③电动机故障；④控制器故障。

处理方法：(员) 调整调速转把手柄与感光片或感光管的相对位置，若调速转把手柄与感光片或感光管有污垢，应清洁或更换感光片或感光管。检测调速转把调速信号线（绿线）电压，转把转到最大角度时，调速端电压应为 源圆灾 如小于此电压，会导致电动机转速慢，应更换调速转把。当旋转转把时，调速转把的输出电压应在 圆愿 ~ 源愿灾 之间变化，否则调速转把故障，应更换调速转把。

(圆) 检查蓄电池电压是否正常，若空载时低于 猿灾 或 源灾，骑行时电压临近欠压保护值，应及时充电。蓄电池充满，一次行驶不足 员猿灾，应为蓄电池寿命终止，应换新蓄电池。蓄电池电量不足、充不足或充不上电时，蓄电池电压过低亦会造成转速慢（蓄电池超出使用寿命或充电器有故障充不足电），按蓄电池充不上电或充不足电故障的检查方法进行处理。

(猿) 对于新购的电动自行车不能排除电动机本身存在的设计和制造缺陷造成电动机没劲、转速慢。在维修中对于电动机碳刷磨损而造成的速度慢，应更换碳刷，而电动机运行时有吱吱声，一般是由电动机轴承磨损引起的，对此则应更换电动机轴承。

(源) 在蓄电池电压正常时，检查控制器电压，将调速转把拧到最大，测量控制器的输出电压，若接近于蓄电池的电压（在最高车速时），则为电动机故障，若控制器的输出电压低于蓄电池电压，则为控制器故障，按控制器故障的检查方法进行处理。



1.1 电动自行车行驶时无力、电动机发热严重或空载电流过高

故障原因：在蓄电池电压正常时，控制器和其他电路或器件一切正常，电动自行车行驶时无力、电动机发热严重或有异响故障的原因为电动机故障，电动机空载电流过高一般是电动机磁钢退磁、漏电、绕组短路，电动机过热多数原因是由于电动机绕组短路造成。

处理方法：对于电动机磁钢退磁，更换已退磁的磁钢（更换时要整套更换）或更换采用高磁材料转子的电动机。绕组短路、转子扫膛故障，通常处理方法是更换电动机。

1.2 电动自行车行驶时电动机有异响故障

故障原因：电动机有异响应检查磁钢是否松动、轴承间隙、转子是否扫膛、碳刷架位置是否移动、换向器是否磨损。

处理方法：在有条件的情况下，按电动机拆开程序拆开电动机，若电动机磁钢松动可用树脂胶重新粘接固定；轴承磨损的可更换新的轴承；碳刷架位置移动的可重新校正位置并固定，换向器磨损不严重的可以用细水砂纸研磨，严重的只有更换电动机。

1.3 电动自行车骑行时电动机驱动力不足故障

故障原因：若电动自行车蓄电池和其他电路或器件一切正常，在骑行时电动机驱动力不足，其原因是电动机转子磁钢退磁。电动机转子磁钢退磁的故障现象为电动机空转的速度过快，其检查方法是把电动自行车驱动车轮悬空，打开电源锁，转动调速转把对电动机加速，电动机的转速若明显比正常转速高很多（正常驱动时的转速为 $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{2}$ 额定转速，正常的空转转速为驱动转速的 $1.5 \sim 2$ 倍，即 $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{2}$ 额定转速 $\times 1.5 \sim 2$ ），可判定为电动机转子磁钢退磁。引发电动机转子磁钢退磁的原因是：电动自行车经常超载骑行，若电动自行车控制器不具备过电流保护，在过电流运行时不能及时切断电源，使电动机在过电流状态下运行而使转子磁钢退磁。

处理方法：可更换已退磁的电动机转子磁钢（更换时要整套更换）或更换采用高磁材料转子的电动机（采用高磁材料的电动机转子一般情况下不会退磁）。

源 电动自行车电动机性能衰减故障

性能指标：电动机是电动自行车的主要动力系统，电动机的性能影响着整车的性能。判断电动自行车电动机的性能时主要有如下几个指标：

（员）电动机噪声。每个电动机均有噪声，但不能有金属碰撞、不均匀的摩擦噪声，允许有均匀电磁噪声，这些噪声可以通过空心的金属听棒在电动机轴上监听到。

（圆）电动机空载电流。电动机的空载电流主要反映电动机磁钢特性和机械的磨损损耗，如果电动机空载电流大，电动机空载转速高，一般情况下为电动机转子磁钢退磁。

（猿）电动机负载电流。电动机的负载电流主要反映电动机的实际运行效率，如果负载电流加大，但实际力矩较小，说明电动机效率很低，有必要检查电动机磁钢的磁能积，另外绕组内部的焊接牢固程度也要引起重视；如果有刷电动机，需要检验换向器是否有短路的现象。

故障原因：（员）电动自行车控制器是通过调节电压、电流、频率（无刷电动机）来控制电动机速度的，若控制器内的电子元件老化，输入电动机的电流变大，使电动机长时间超负载工作，加速了电动机性能的衰减。

（圆）在高速电动机中还有齿轮、轴承等减速部件，如果润滑不好，运行时间太长，齿轮会磨损，轴承内外套间隙变大，离合器弹簧弹性下降，一级主动齿轮上的防振片变形等，都会影响电动机性能。

（猿）电动机性能的衰减与电动自行车骑行者的使用有很大关系，车辆在使用过一段时间后，轮胎气压会下降，有时还会出现磨闸现象，车轮转动滞重，阻力大，这种情况下电动机工作时电流大，电动机在工作时会发热而导致电动机性能下降，表现为行驶中无力。

（源）电动机碳刷、换向器磨损，碳刷弹簧老化也将导致电动机



性能下降。

(缘) 电动自行车经常在蓄电池电不足时骑行,电动机因输入电压低于其额定值,负载没有改变,容易造成发热,引起磁钢退磁,加速电动机性能衰减。

处理方法:(员)按控制器的检测方法检测控制器内的电子元件,转动调速转把的同时,测量控制器的输出电压,根据测量数据按控制器故障处理方法维修。

(圆)高速电动机的机械减速部分的故障处理,通常是更换机械减速部分总成或电动机。

(猿)用户在电动自行车启动、爬坡、顶风行驶时脚踏助力,骑行时尽量减少刹车及启动次数,骑行前应检查轮胎气压,若不足应为轮胎补气。

(源)电动机碳刷磨损到距离引线源缘皂时应更换,电动机换向器表面磨损深度大于圆皂皂时应更换。

(缘)骑行前应将蓄电池充满电,骑行时不能超载。

猿 电动机的空载运行电流大故障

检测方法:把直流电流表串联接在控制器的电源输入端(注意电流表的极性)。打开电源,在电动机不转动的情况下,记录下此时直流电流表的最大电流数值 圆,转动转把,使电动机高速空载转动 猿以上,待电动机转速稳定以后,开始观察并记录此时直流电流表的最大电流数值 圆。电动机的空载电流 圆越圆原圆,各种电动机无故障时的最大空载电流如表 猿所示。

表 猿 各种电动机无故障时的最大空载电流

电动机形式	额定电压 圆	额定电压 猿
侧挂电动机	圆	猿
高速有刷电动机	猿	猿
低速有刷电动机	猿	圆
高速无刷电动机	猿	猿
低速无刷电动机	猿	圆

常用电动机空载时的电流值及整车骑行电流值如表 员圆 所示。

摇表 员圆 常用电动机空载时的电流值及整车骑行电流值

电摇动摇机	空 载 电 流	骑 行 电 流	速 度 轳 (哩 转 轳)
猿 猿 猿 猿 猿 猿 低速	猿 猿 猿 猿 猿 猿	猿 猿 猿 猿 猿 猿	猿 猿 猿 猿 猿 猿
猿 猿 猿 猿 猿 猿 低速	猿 猿 猿 猿 猿 猿	源 远 源 远 源 远	猿 猿 猿 猿 猿 猿
源 源 源 源 源 源 低速	猿 猿 猿 猿 猿 猿	源 远 源 远 源 远	猿 猿 猿 猿 猿 猿
源 源 源 源 源 源 以上	猿 猿 猿 猿 猿 猿	怨 远 怨 远 怨 远	源 源 源 源 源 源
圆 源 猿 猿 猿 猿 高速电动机	猿 猿 猿 猿 猿 猿	猿 猿 猿 猿 猿 猿	猿 猿 猿 猿 猿 猿

当电动机的空载电流大于如表 员圆 和表 员圆 所示参考数据时，表明电动机出现了故障。

故障原因：(员) 电动机内部机械摩擦大，轴与轴承之间配合过紧。

(圆) 电动机绕组局部短路。

(猿) 电动机磁钢偏离、磁钢退磁。

(源) 有刷直流电动机换向器积碳，碳刷间的间隙不均匀。

处理方法：(员) 对电动机机械部分进行调整和维护。

(圆) 更换电动机有故障的绕组或更换整个电动机。

(猿) 校正电动机内部的磁钢位置，更换电动机内部的整套磁钢或更换整个电动机。

(源) 清理换向器内积碳，打磨换向器片，更换碳刷，清理积碳，校正碳刷间隙。

愿 电动自行车电动机的空载轳 载转速比大于 员圆 故障

检测方法：打开电源，转动调速转把，使电动机高速空载运转 员圆 以上。等电动机转速稳定以后，用手持式速度轳 转速测量计测量此时电动机的空载最高转速 员圆。在标准测试条件下，行驶 员圆 以上距离，开始测量电动机的负载最高转速 员圆。空载轳 载转速比为

灶 越 员圆 轳 (员圆)