

工匠之星力作

汽修电工技师实用宝典

汽车故障分析详解丛书

汽车电气设备 故障分析详解

李清明 冯兆凯◎等编著

充电、起动、照明及信号、电动车窗
后视镜、电动座椅、门锁、刮水器和清洗器
详解关键技术与知识点
汽车电气故障诊断维修一本通

上册

故障分析
完全宝典



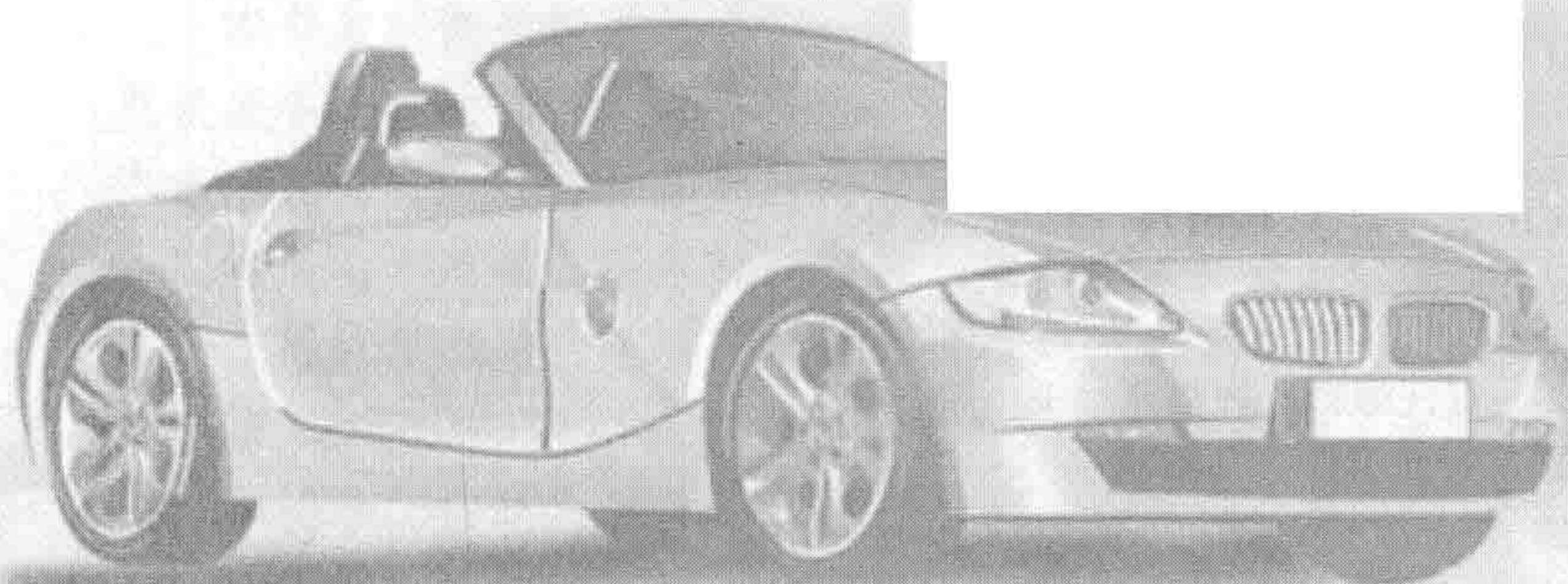
机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

汽车故障分析详解丛书

汽车电气设备故障分析详解

上册

李清明 冯兆凯 等编著



机械工业出版社

本书以电气设备中不同系统的各种常见故障诊断为主线,对汽车电气设备各系统如充电系统、发动机起动系统、照明及信号系统、电动车窗控制系统、后视镜控制系统、电动座椅系统、门锁控制系统、刮水器和清洗器系统的常见故障现象、故障原因、诊断基本思路、诊断方法和技巧进行了归纳、总结,并对这些系统常见控制电路的工作原理进行了必要的分析。

本书实用性强,紧跟汽车维修技术发展步伐,适合于广大汽车使用维修检测技术人员、高职高专汽车相关专业的师生阅读参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车电气设备故障分析详解. 上册/李清明等编著. —北京:机械工业出版社, 2017. 11

(汽车故障分析详解丛书)

ISBN 978-7-111-58339-4

I. ①汽… II. ①李… III. ①汽车—电气设备—故障诊断
IV. ①U472. 41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 261216 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:齐福江 责任编辑:齐福江 王 荣

责任校对:杜雨霏 封面设计:马精明

责任印制:孙 炜

北京中兴印刷有限公司印刷

2018 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 16. 25 印张 · 393 千字

0 001—3 000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-58339-4

定价: 59. 00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线: 010-88361066

读者购书热线: 010-68326294

010-88379203

封面无防伪标均为盗版

网络服务

机工官网: [www. cmpbook. com](http://www.cmpbook.com)

机工官博: weibo. com/cmp1952

金书网: www. golden-book. com

教育服务网: www. cmpedu. com

前言

《汽车电气设备故障分析详解（上册）》《汽车电气设备故障分析详解（下册）》是《汽车发动机故障分析详解》《汽车底盘故障分析详解（上册）》《汽车底盘故障分析详解（下册）》的姊妹篇，介绍了汽车电气设备各系统中常见故障的故障现象、故障原因、诊断方法和思路、诊断与排除程序等。书中不仅对电气设备各系统的组成、工作原理进行了阐述，也针对当前汽车电气设备的发展现状，对电气设备中的各种新系统的电路原理进行了深入分析，使读者在理解工作原理的基础上，尽快提高诊断与排除汽车电气设备故障的技能。

《汽车电气设备故障分析详解（上册）》主要涉及充电系统、发动机起动系统、照明及信号系统、电动车窗控制系统、后视镜控制系统、电动座椅系统、门锁控制系统、刮水器和清洗器系统，分别对这些系统的常见故障现象、故障原因、诊断方法和技巧进行了较深入的分析与探讨。

本书力求做到以下三点：一是理论和实践相结合，既有对故障的理论分析，又阐述了电气设备各系统的部件及电路检测；二是通俗易懂，图文并茂；三是内容实用、较全面，涉及汽车电气设备各种常见系统的内容，力求反映当前汽车电气设备的新技术。

本书由李清明、冯兆凯、程森、戴圻春、林海波、黄世凯、陈子麒、张天柱、梁林、梁业庆、周敏年、周柱年编著。编著过程中，得到了河南汽车电脑维修专家祁栋玉老师（电话微信 13837014534）提供的技术支持，同时还得到了深圳技师学院汽车技术系老师的大力支持和指导，在此表示衷心感谢。

由于编著者水平有限，时间仓促，难免有很多缺点和错误，希望读者不吝赐教，欢迎批评指正。

编著者

目录

前言

第一章 充电系统故障的诊断与分析 ... 1

第一节 充电指示灯常亮故障的诊断 1

- 一、故障现象 1
- 二、故障原因 1
- 三、故障诊断与排除的一般步骤 1

第二节 蓄电池放电故障的诊断 10

- 一、故障现象 10
- 二、故障原因 11
- 三、故障诊断与排除的一般步骤 11

第三节 充电系统故障诊断、排除的相关要点 12

- 一、深入了解发电机的结构 12
- 二、蓄电池检测型 IC 调节器的工作 14
- 三、发电机感应型 IC 调节器的运行 19
- 四、带端子 M 的 IC 调节器的工作情况 ... 19
- 五、双绕组系统的发电机 20
- 六、电源管理系统 22
- 七、充电系统常见检测方法 24
- 八、寄生电流过大故障的检查方法与技巧 26

第二章 发动机起动系统故障的诊断与分析 28

第一节 起动机不转故障的诊断 28

- 一、故障现象 28
- 二、故障原因 28

三、故障诊断与排除的一般步骤 28

第二节 起动机运转无力故障的诊断 37

- 一、故障现象 37
- 二、故障原因 37
- 三、故障诊断与排除的一般步骤 38

第三节 起动机空转故障的诊断 39

- 一、故障现象 39
- 二、故障原因 39
- 三、故障诊断与排除 39

第四节 起动系统故障诊断、排除的相关要点 40

- 一、检测蓄电池 40
- 二、安全型蓄电池接线柱 41
- 三、起动机的结构、原理 42
- 四、起动机分解、部件检查与装配 48
- 五、起动机测试 52

第三章 照明及信号系统故障的诊断与分析 56

第一节 前照灯异常发光故障的诊断 56

- 一、故障现象 56
- 二、故障原因 56
- 三、故障诊断与排除的一般步骤 56
- 四、电路分析 61

第二节 转向灯、危险警告灯异常故障的诊断 75

一、故障现象	75
二、故障原因	75
三、故障诊断与排除的一般步骤	75
四、电路分析	75
第三节 喇叭异常故障的诊断	77
一、故障现象	77
二、故障原因	77
三、故障诊断与排除的一般步骤	78
第四节 照明和信号系统故障诊断、排除 的相关要点	80
一、熟悉照明和信号系统电路	80
二、用试灯检查电路	95
三、用万用表检查电路的 电压降和电流	95
四、用数据流分析和主动测试的方法 检查故障	97
五、灯光开关的拆装、检测技巧	101

**第四章 电动车窗控制系统故障的
诊断与分析..... 102**

第一节 电动车窗控制系统故障的 诊断	102
一、故障现象	102
二、故障原因	102
三、故障诊断与排除的一般步骤	102
第二节 电动车窗控制系统故障诊断、 排除的相关要点	104
一、电动车窗玻璃升降器结构	104
二、电动车窗控制系统电路分析	105
三、电动车窗控制系统各部件 检查测试	128
四、电动车窗的拆装技巧	135

**第五章 后视镜控制系统故障的
诊断与分析..... 152**

第一节 车外后视镜控制系统故障的 诊断	152
一、故障现象	152
二、故障原因	152
三、故障诊断与排除的一般步骤	152

第二节 后视镜控制系统故障诊断、 排除的相关要点	153
一、电动后视镜控制系统电路分析	153
二、车外后视镜控制系统主要 部件的检测	159
三、根据车外后视镜电路图进行 故障诊断	160
四、常见汽车车外后视镜电路	162

**第六章 电动座椅系统故障的诊断
与分析..... 166**

第一节 电动座椅系统故障的 诊断	166
一、故障现象	166
二、故障原因	166
三、故障诊断与排除的一般步骤	166
第二节 电动座椅系统故障诊断、排除的 相关要点	167
一、熟悉电动座椅的结构组成	167
二、电动座椅工作情况检查	172
三、熟悉电动座椅系统的控制电路	173

**第七章 门锁控制系统故障的
诊断与分析..... 180**

第一节 门锁控制系统故障的 诊断	180
一、故障现象	180
二、故障原因	180
三、故障诊断与排除的一般步骤	180
第二节 门锁控制系统故障诊断、排除的 相关要点	182
一、熟悉门锁控制系统	182
二、理解遥控门锁控制系统	192
三、利用诊断仪的数据流与主动测试功能 查找故障	198
四、门锁控制系统功能设定 (个性化设置)	201
五、遥控器注册	204
六、应急打开车门的方法	209

第八章

刮水器和清洗器系统故障的诊断与分析..... 210

第一节 刮水器和清洗器系统故障的诊断	210
一、故障现象	210
二、故障原因	210
三、故障诊断与排除的一般步骤	211

第二节 刮水器和清洗器系统故障诊断、排除的相关要点	211
一、对刮水器和清洗器系统进行功能检查	211
二、检查刮水器和清洗器系统的主要零部件	213
三、深刻理解各种刮水器和清洗器系统的控制原理	218
四、更换刮刷片的注意事项	249

第一章

充电系统故障的诊断与分析

第一节 充电指示灯常亮故障的诊断

一、故障现象

发动机运转时，仪表板上的充电指示灯常亮。

二、故障原因

- 1) 转子励磁绕组断路。
- 2) 转子励磁绕组短路。
- 3) 充电系统电路熔丝（如 ALT-S、GAUGE、CHARGE 或 ENGINE 熔丝等）烧断。
- 4) 发电机 + B 端子接线松动。
- 5) 发电机调节器不良。
- 6) 发电机内部二极管损坏。
- 7) 发电机定子绕组损坏损坏。
- 8) 电刷磨损过甚，转子集电环与电刷接触不良等。
- 9) 发电机驱动带打滑或断裂。
- 10) 发电机带轮单向离合器损坏。
- 11) 发电机励磁绕组外部电路不良。
- 12) 从充电指示灯至发电机 L 端子之间电路短路。

三、故障诊断与排除的一般步骤

1. 问诊并验证故障现象

一般可问清楚故障出现的时间以及伴随的故障现象，例如，车主反映几天前就出现了充电指示灯常亮的故障，但又行驶了几天却没有影响起动，这说明发电机应该还是发电的或充电电压过高。如车主反映充电指示灯常亮且已影响起动机运转、扬声器声音、前照亮度，那

显然说明发电机发电不足或不发电了。值得注意的是，充电指示灯常亮并不一定是发电机发电不足，也可能是发电机发电电压太高。

2. 目视检查

目视检查蓄电池接柱、发电机上线束插头是否松动、脱落；发动机前端发电机驱动带是否断裂等。

3. 按电路图检查接至发电机的外面电路是否存在故障

如对于图 1-1 所示的一种常见的充电系统，可按下述步骤进行检查：

从发电机上断开连接器插头，然后打开点火开关，如果充电指示灯仍不熄灭，说明从充电指示灯至发电机 L 端子之间电路短路。如果充电指示灯熄灭，则进行下一步检查。

关闭点火开关，测量 +B、S 端子与搭铁之间的电压应为蓄电池电压；打开点火开关，测量 IG 端子与搭铁之间的电压应为蓄电池电压。+B 端子应无松动、无腐蚀现象，用手触摸 +B 端子，应无局部温度过高现象，否则说明存在接触不良的现象。

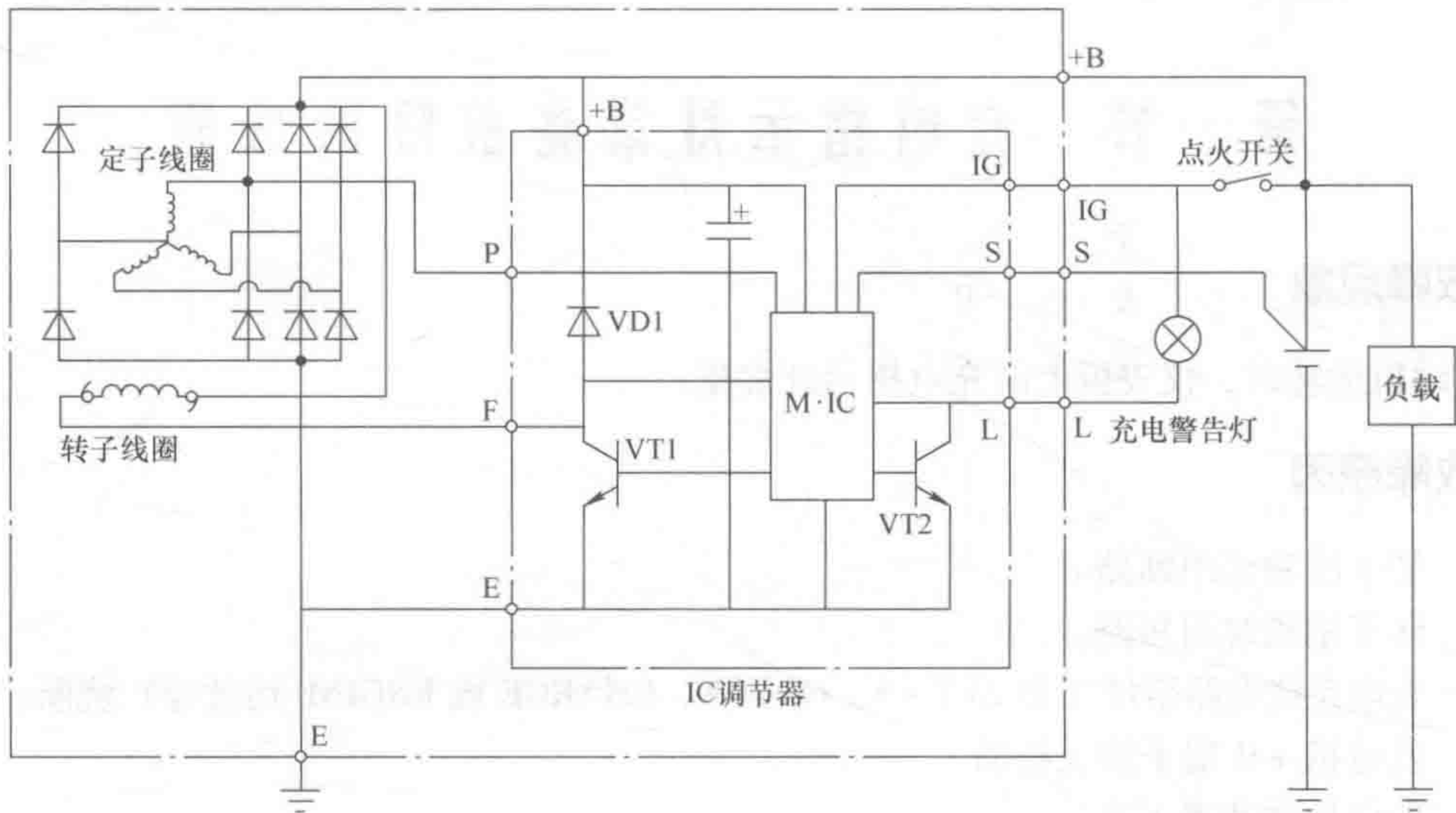


图 1-1 常见的充电系统电路

4. 检查熔丝

重点检查充电系统电路熔丝（如 ALT-S、GAUGE、CHARGE 或 ENGINE 熔丝等）是否熔断。

5. 测量蓄电池静态电压与无负载运转时的蓄电池端电压

测量蓄电池负极（-）端子和正极（+）端子之间的蓄电池静态电压（发动机不起动时）。标准电压：20℃（68°F）时为 12.5~12.9 V。过低说明蓄电池充电不足。

建议：如果电压低于规定值，需要在车或拆下蓄电池给蓄电池充电。

如图 1-2 所示，连接好电压表与钳形电流表，测量发电机无负载时的充电电压。

发动机在怠速到 2000r/min 之间运转，除发动机运转外，不开其他的用电设备，此时电流表读数应在 10A 以下；观察此时的电压表读数应为 13.5V 与 15.1V，发电机温度高时的电压比温度低时略偏低，通常 25℃ 时为 14.0~15.1V，115℃ 时为 13.5~14.3V。

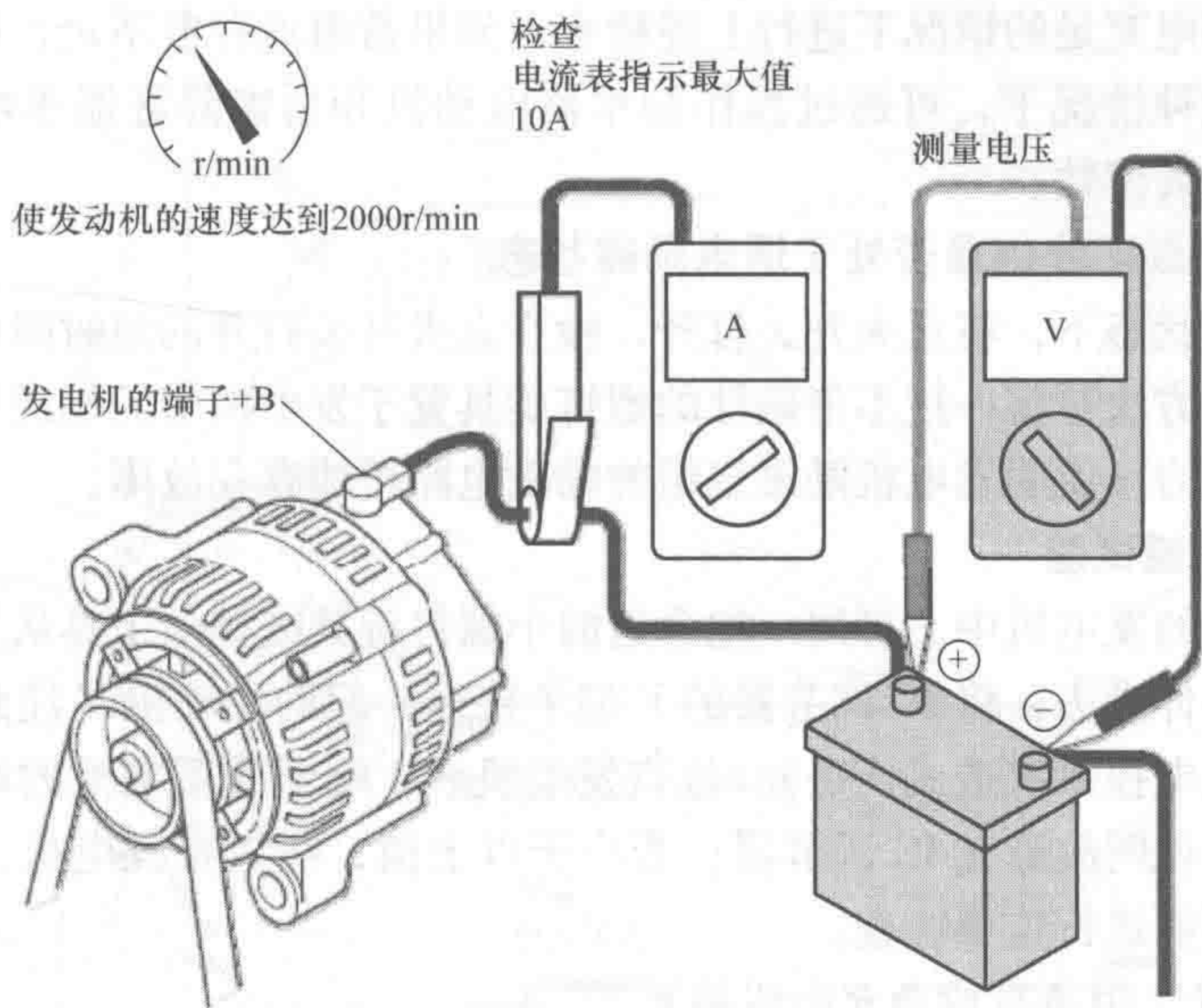


图 1-2 发电机无负载测试

如果测得的电压大于规定值，问题应该在 IC 调节器中，应更换 IC 调节器。相反，如果此值低于下限，应检查发电机 +B 端子的端电压，如果发电机 +B 端子的端电压同样低于下限，说明发电机发电不足，应检查 IC 调节器和发电机电路。如果发电机 +B 端子的端电压与蓄电池端电压相差大，应如图 1-3 所示检查线路的电压降，正常应小于 0.2V。

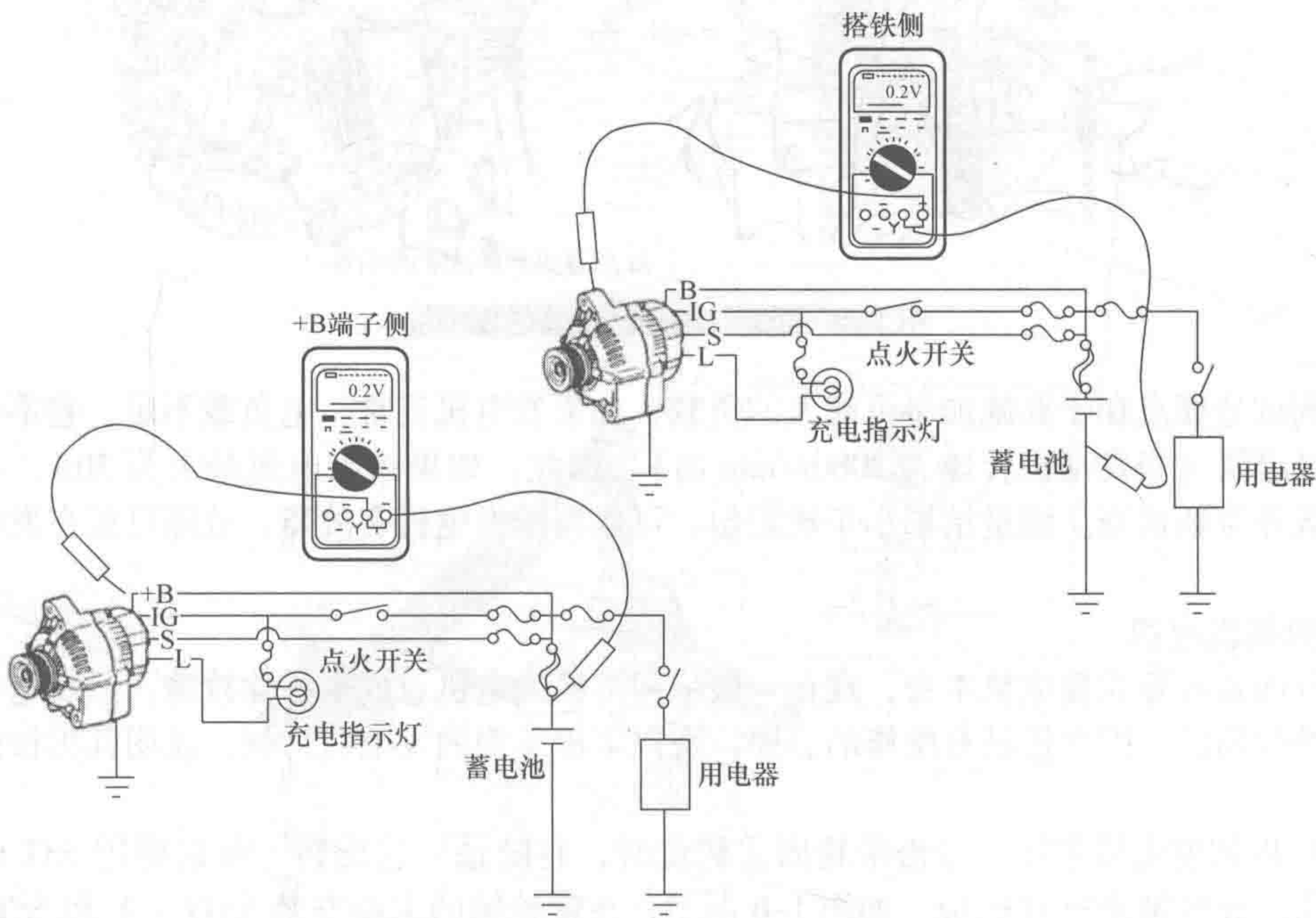


图 1-3 检查充电系统主线路的电压降

应在蓄电池存电充足的情况下进行上述检查。如果蓄电池存电不足，电流表读数可能会大于标准值。在这种情况下，可通过操作刮水器电动机和后窗除雾器来增加电气负载。然后，重新检查电流表读数。

6. 检查发电机励磁绕组是否处于通电励磁状态

在发动机熄火状态下，将点火开关打开，检查点火开关打开的短时间内励磁绕组是否处于通电励磁状态，方法是将一把不带磁性的螺钉旋具置于发电机带轮端或后端，感觉是否被磁力吸引，如无磁力，说明发电机励磁绕组的励磁电路可能存在故障。

7. 发电机满励磁试验

在图 1-4 所示的发电机中，可用一把合适的小螺钉旋具或类似工具从发电机后端的检测小孔（F 小孔）中伸进去，将 IC 调节器的 F 端子接地，起动发动机（注意，不要加速，以免电压太高对车上电控系统造成伤害），检查发电机 +B 端子或蓄电池的端电压。若电压大于前述的规定值，说明故障在 IC 调节器；若小于以上值，应拆检发电机。有些发电机没有这样的检测点，不能进行这项检查。

8. 带负载测试（带负载检查充电线路）

如果无负载测试正常，还应进行带负载测试，如图 1-5 所示。

在带负载测试时，当施加有电负载时，通过检查输出电流来检查发电机是否能按照负载来进行输出。

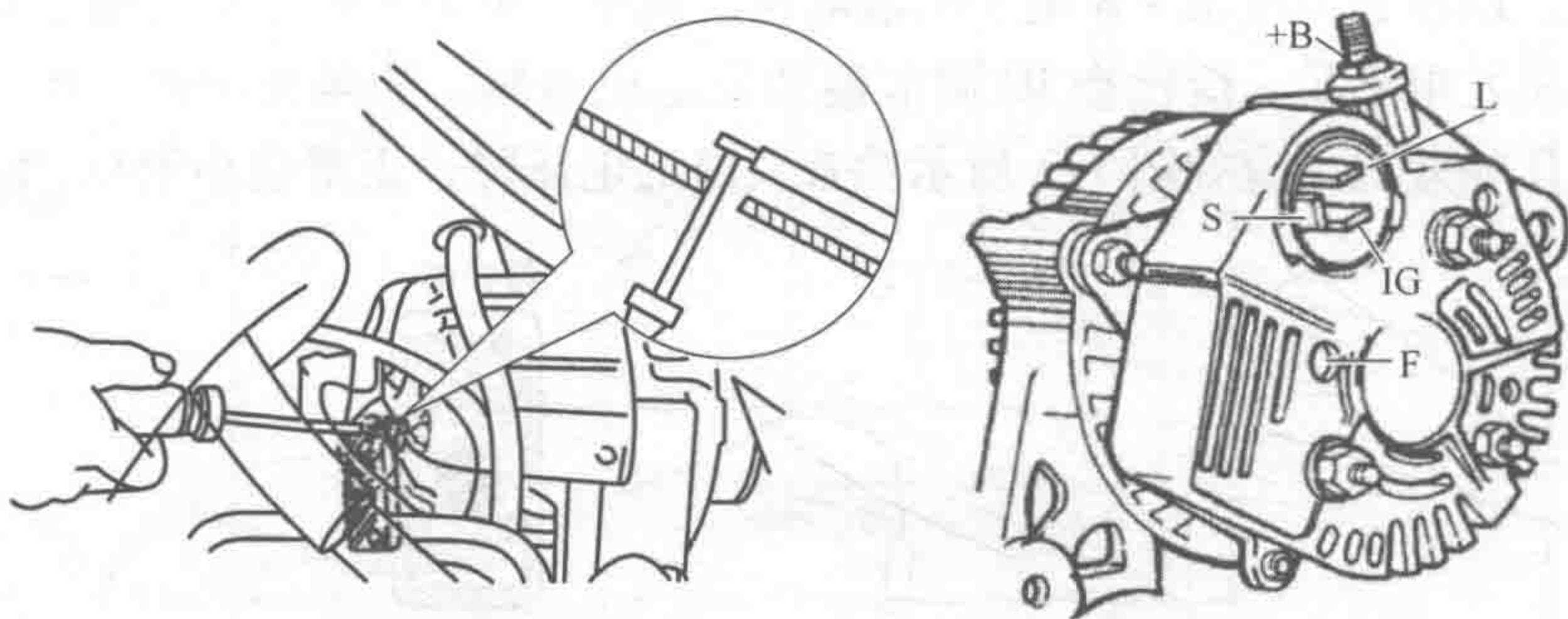


图 1-4 可进行满励磁试验的发电机

此测试的要点在于要施加尽可能大的负载，如果发电机正常，电负载不足，它不会超过 30A 的规定值（当发动机转速为 2000r/min 时）。因此，如果输出电流最大为 30A，必须增加电负载并重新检查。测量结果小于规定值，可以判断发电机有故障，故障可能在发电和整流部分。

9. 拆检发电机

一旦确定故障在发电机本身，现在一般采用更换发电机总成来排除故障。但发电机总成价格还是较高的，因此还是有维修的必要。现以丰田车型的发电机为例，说明其拆检的步骤与方法。

(1) 拆卸发电机带轮 拧松带轮固定螺母时，它随轴一起旋转。所以要用 SST 使螺母保持不动，旋转轴来拆卸螺母。如图 1-6 所示，在带轮轴的末端安装 SST1-A 和 SST1-B。将 SST1-A 和 SST1-B 拧紧到指定转矩 $39.2\text{N} \cdot \text{m}$ ($400\text{kgf} \cdot \text{cm}$)，将 SST1-A 固定在带轮轴上。

将 SST2 卡到台虎钳上，然后在 SST1-A 和 SST1-B 安装到发电机上的情况下，将带轮固定螺母插入 SST1 的六角部分，如图 1-7 所示。

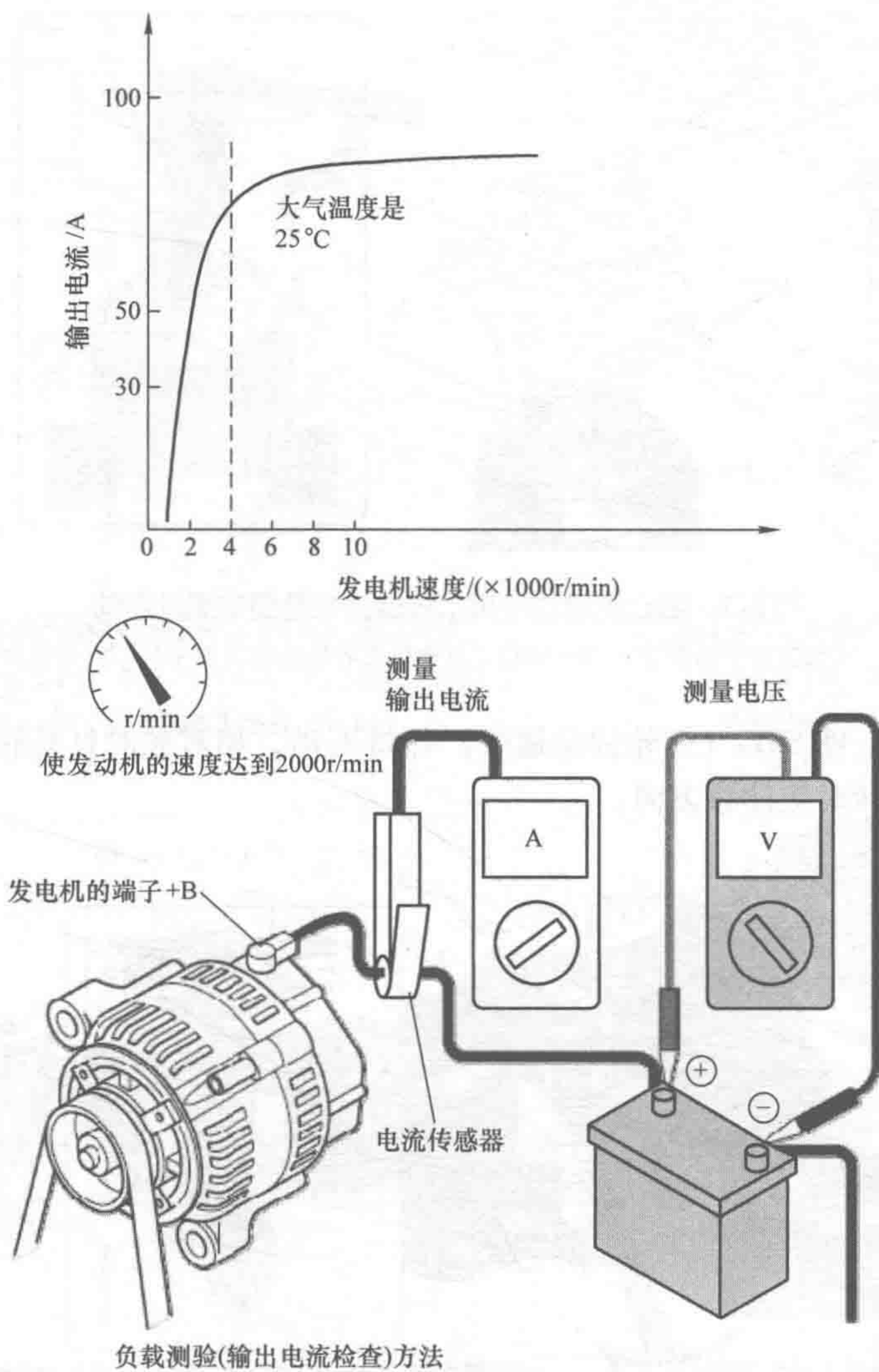


图 1-5 充电系统的带负载测试

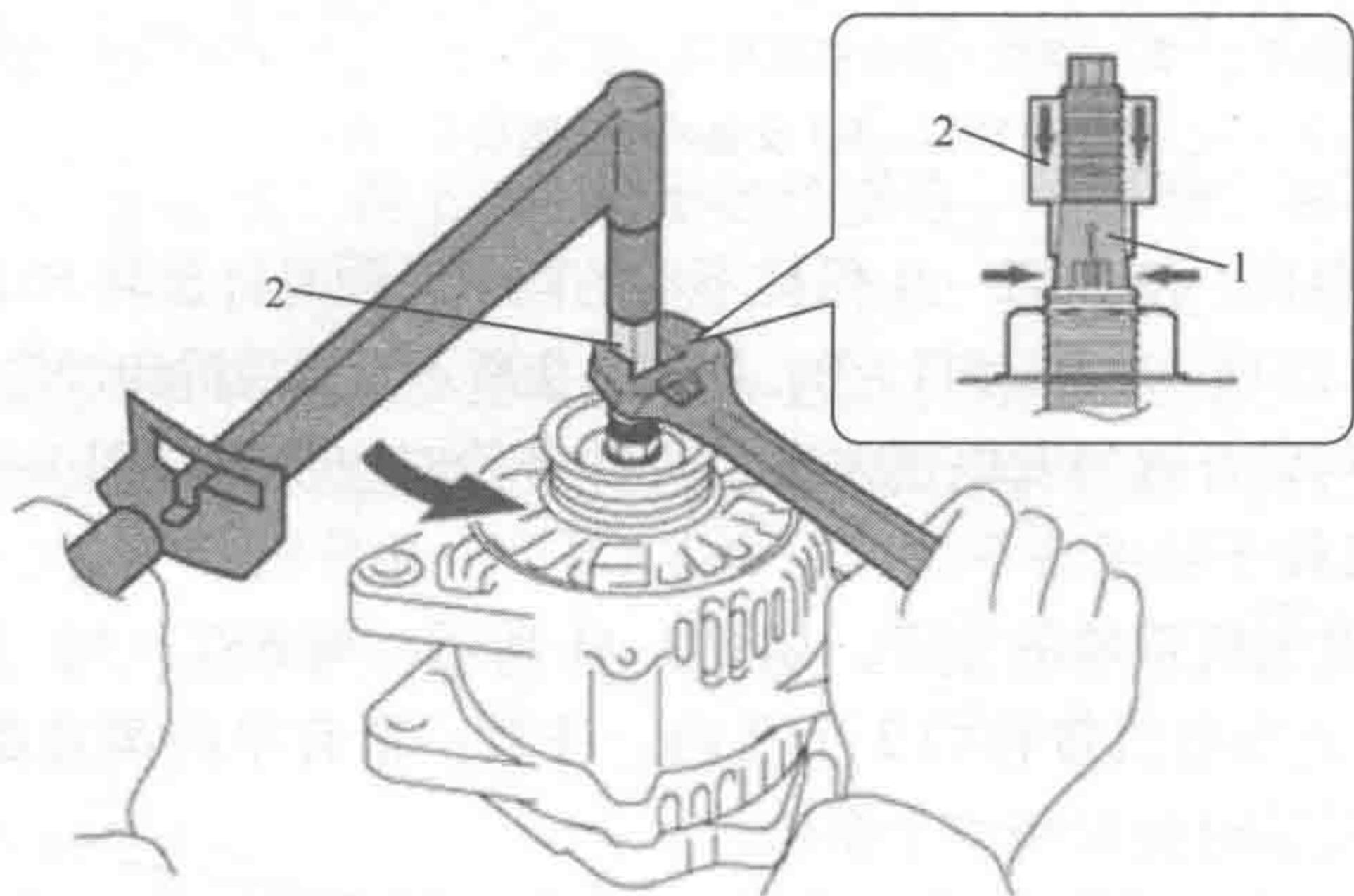


图 1-6 安装专用工具 SST1 - A 和 SST1 - B

1—SST1 - A (发电机转子轴扳手 A) 2—SST1 - B (发电机转子轴扳手 B)

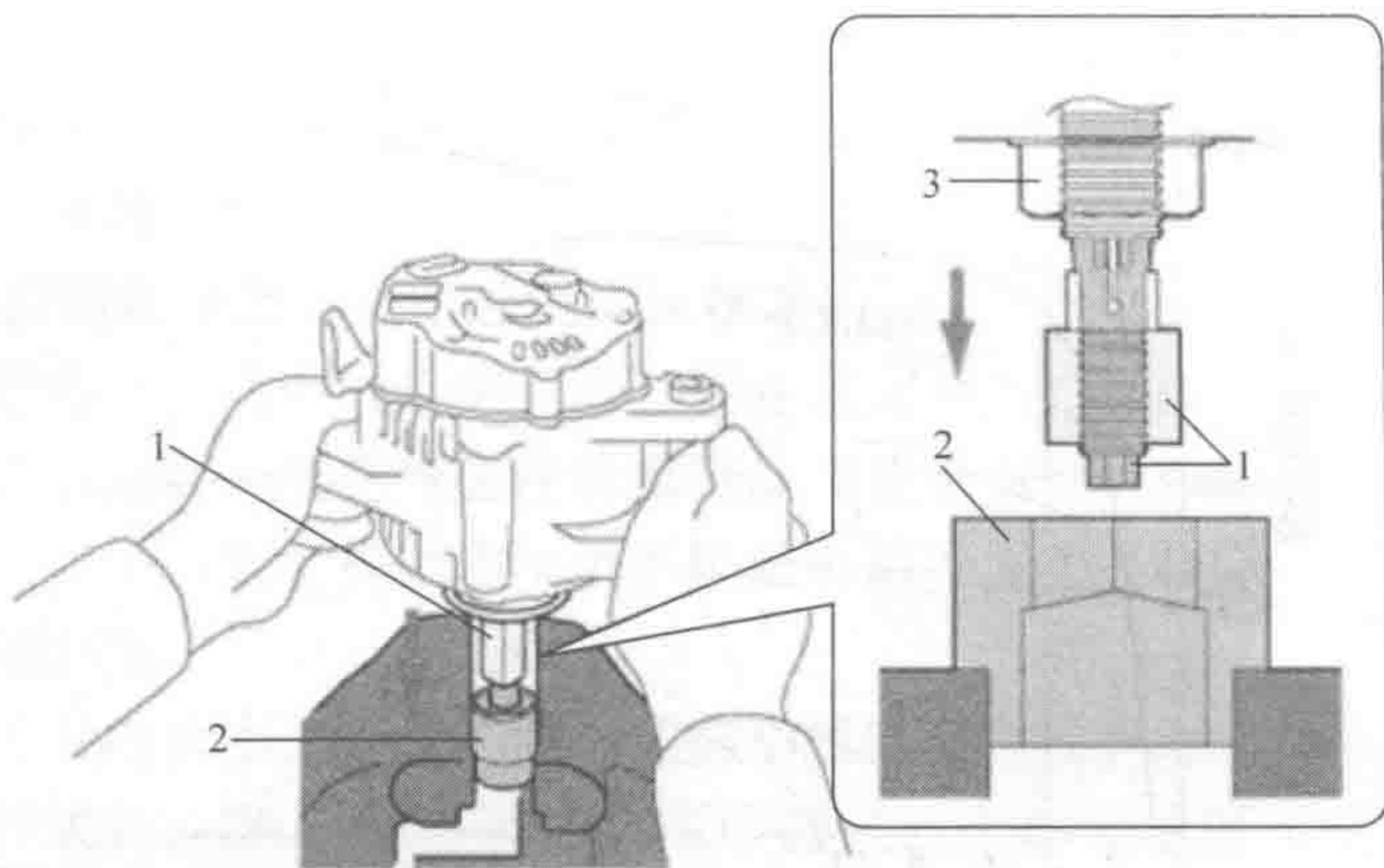


图 1-7 用台虎钳与专用工具保持带轮固定螺母不动

1—SST1 (发电机转子轴扳手) 2—SST2 (发电机带轮固定螺母扳手) 3—带轮固定螺母

如图 1-8 所示,使 SST2 (带轮固定螺母) 保持不动,相对顺时针旋转 SST1 - A 来旋松带轮固定螺母。旋转时应注意方向。

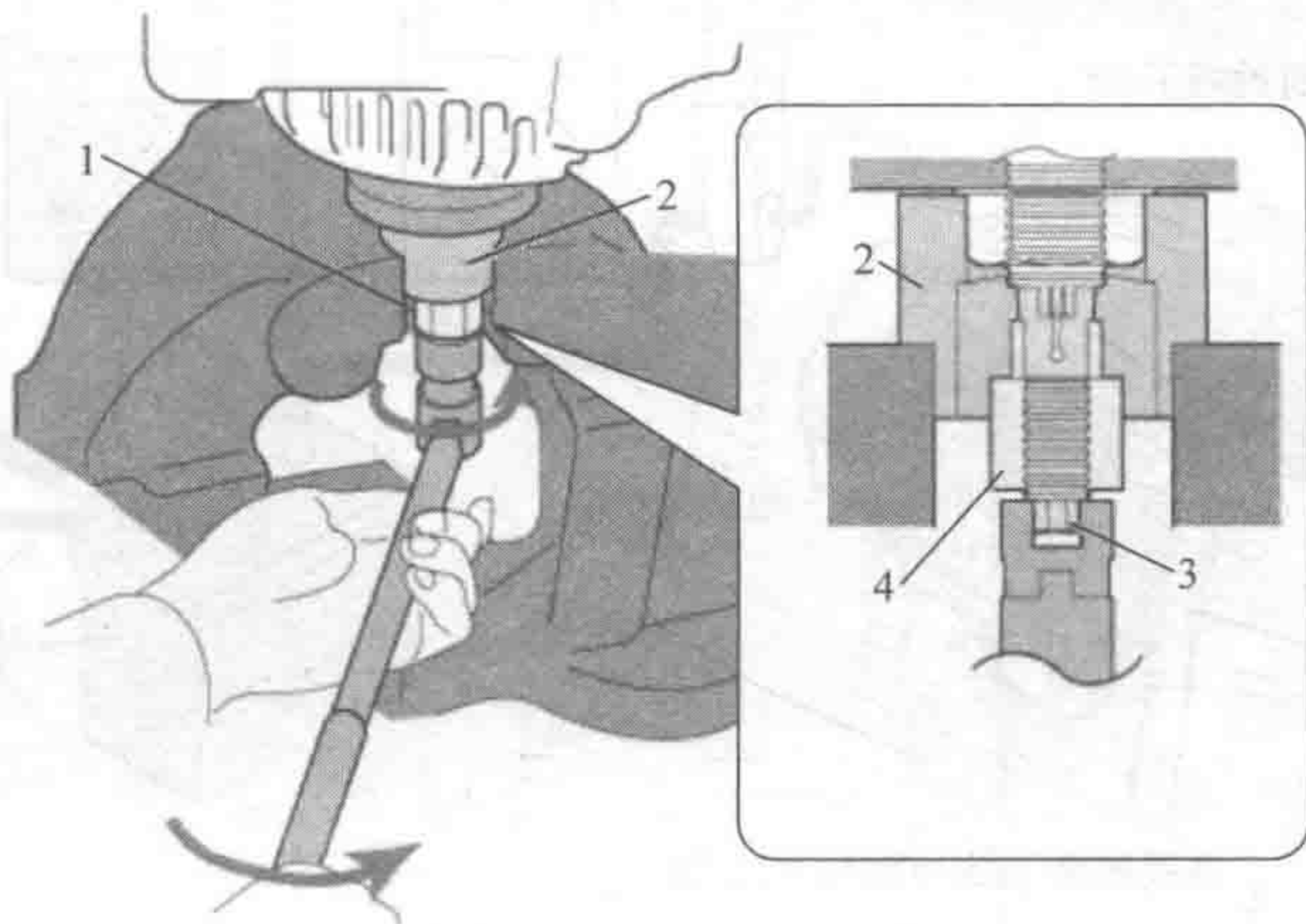


图 1-8 旋松带轮固定螺母

1—SST1 (发电机转子轴扳手) 2—SST2 (发电机带轮固定螺母扳手) 3—SST1 - A (发电机转子轴扳手 - A)
4—SST1 - B (发电机转子轴扳手 - B)

从 SST2 上拆卸发电机,使 SST1 - B 保持不动的同时,顺时针旋转 SST1 - A 来使它自身旋松,再从发电机上拆卸 SST1 - A 和 SST1 - B,如图 1-9 所示,然后拆卸带轮螺母和发电机带轮。

对于带轮带有单向离合器的发电机来说,拆卸带轮时应使用如图 1-10 所示的专用工具,用 SST (A) 使发电机转子轴保持不动,用 SST (B) 拆卸带轮。

操作时,先拆掉发电机带轮的盖子,如图 1-11 所示,将 SST (A) 伸入轴内,使用 SST (B) 的 3 个小突起伸入发电机带轮的 3 个孔内。注意:带有单向离合器的带轮的这个盖子不可重复使用,所以安装时要安装一个新盖。

如图 1-12 所示,在台虎钳上,使 SST (A) 的末端平面部分保持不动。

使带轮和 SST (B) 一起旋转来旋松带轮,如图 1-13 所示。注意:由于使用气动扳手将会损伤带轮,所以一定要使用 SST 专用工具。

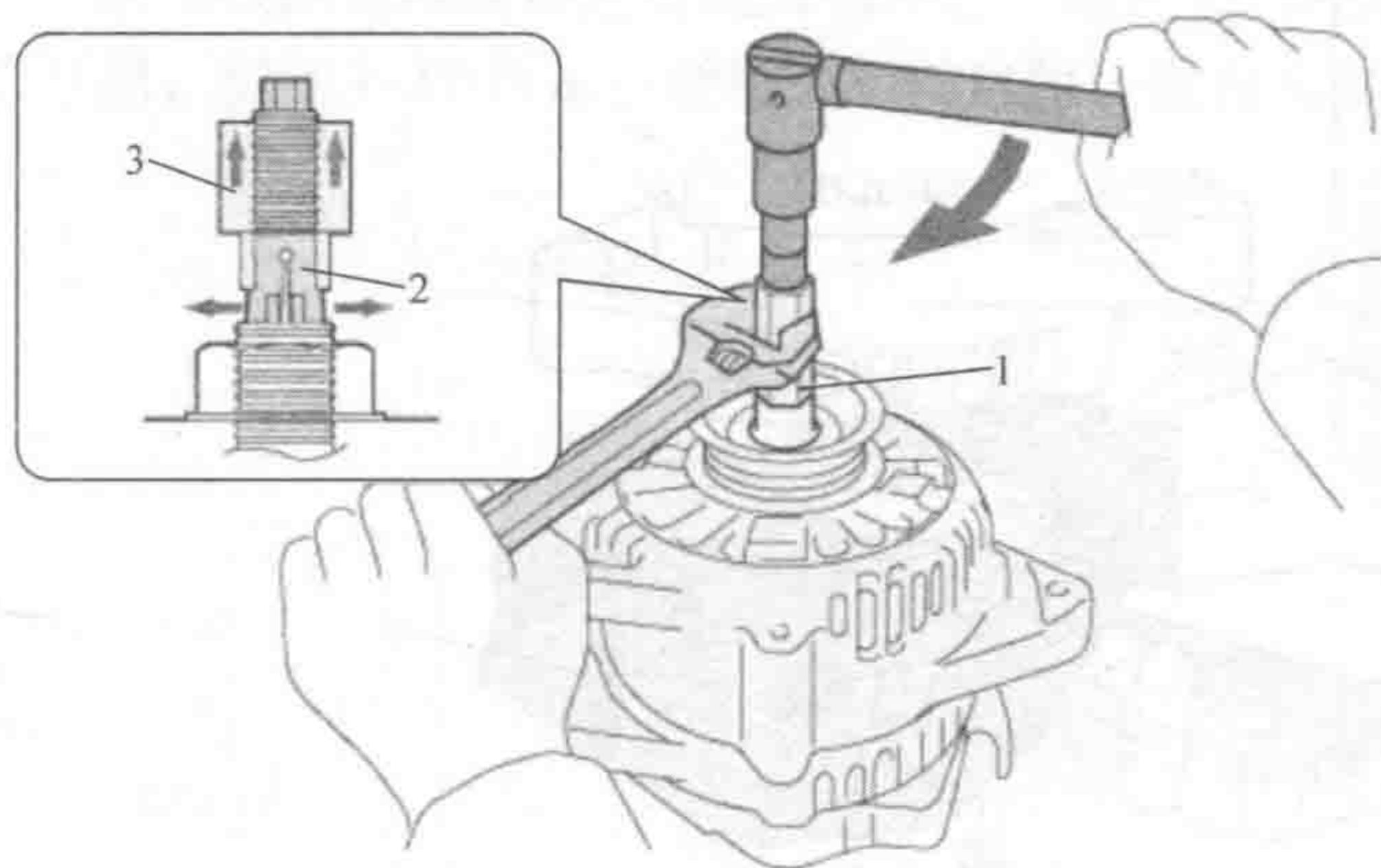


图 1-9 拆卸专用工具 SST1 - A 和 SST1 - B

1—SST1 (发电机转子轴扳手) 2—SST1 - A (发电机转子轴扳手 - A)
3—SST1 - B (发电机转子轴扳手 - B)

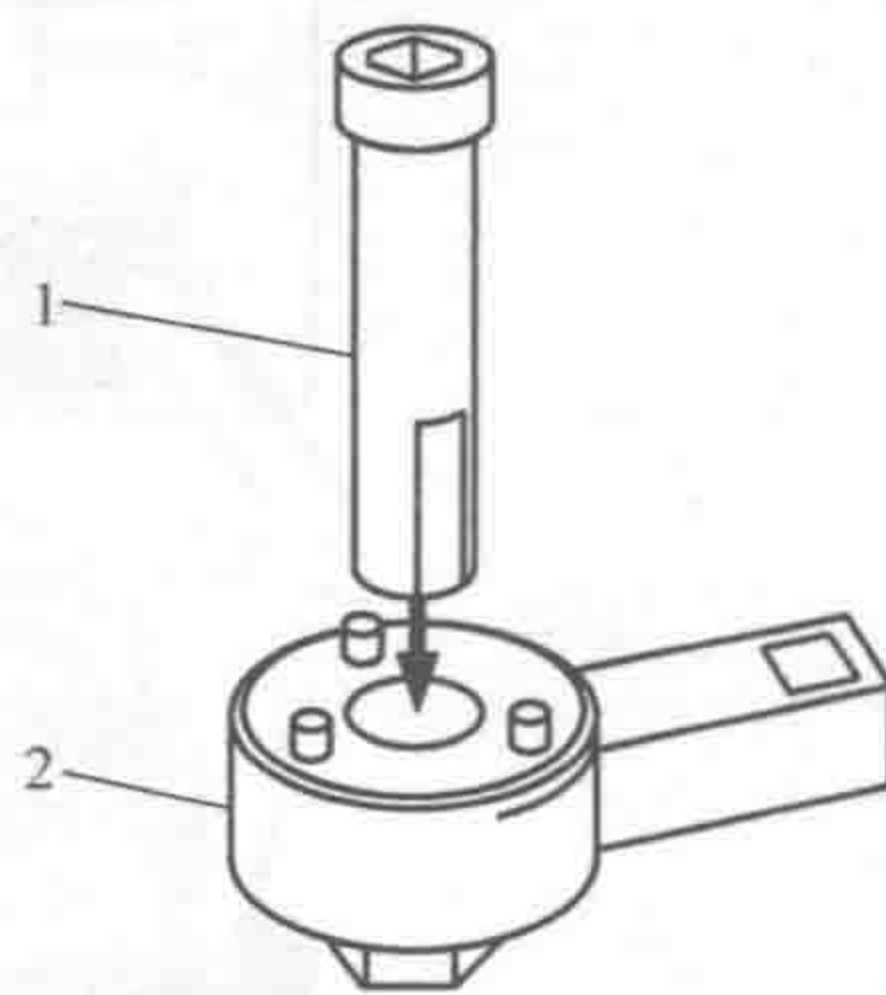


图 1-10 SST (A) 和 SST (B) 系列

1—SST (A) (发电机转子轴扳手)
2—SST (B) (发电机带轮扳手)

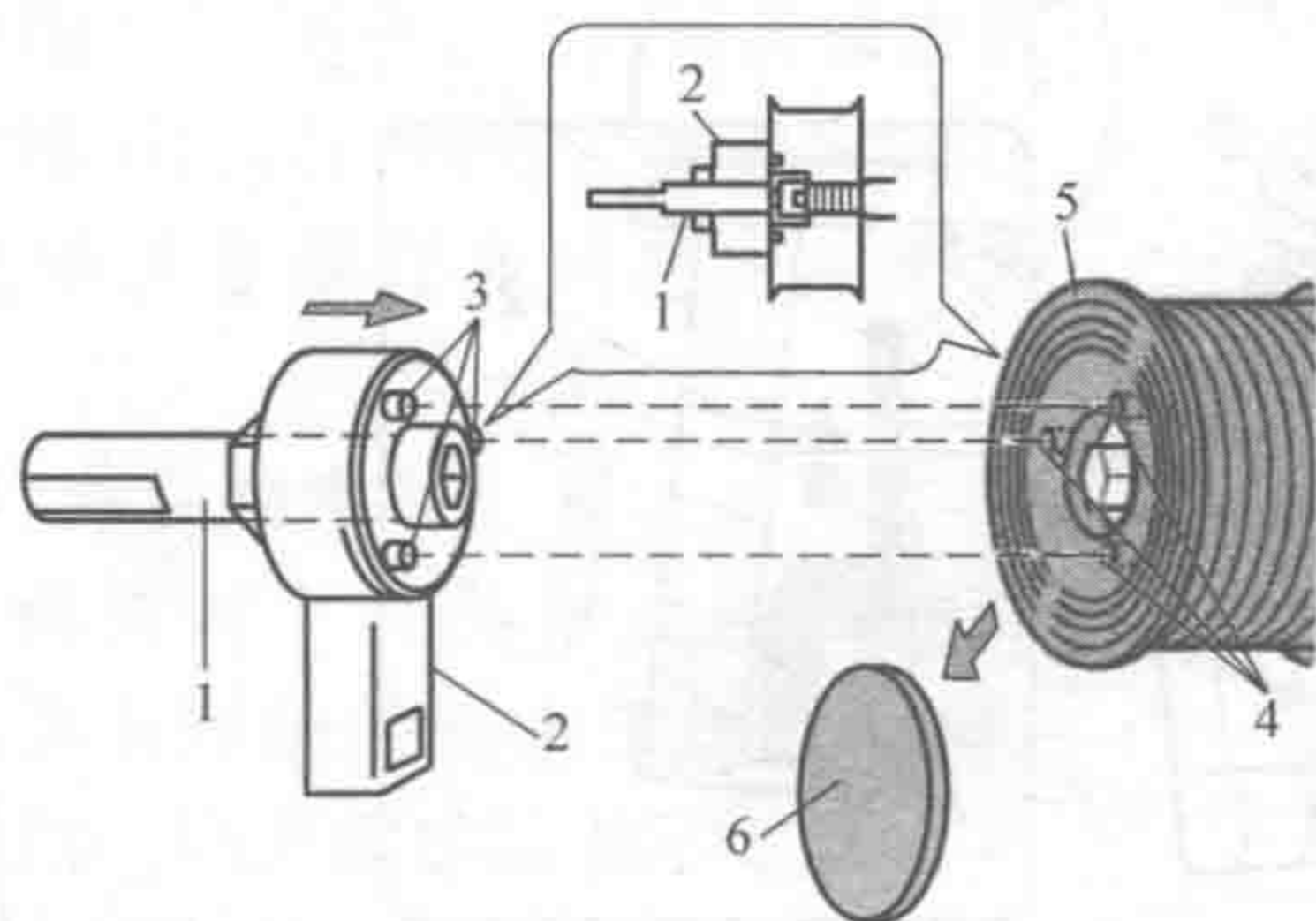


图 1-11 拆卸带有单向离合器的带轮时专用工具的使用

1—SST (A) (发电机转子轴扳手) 2—SST (B) (发电机带轮扳手)
3—小突起 4—孔 5—带轮 6—盖

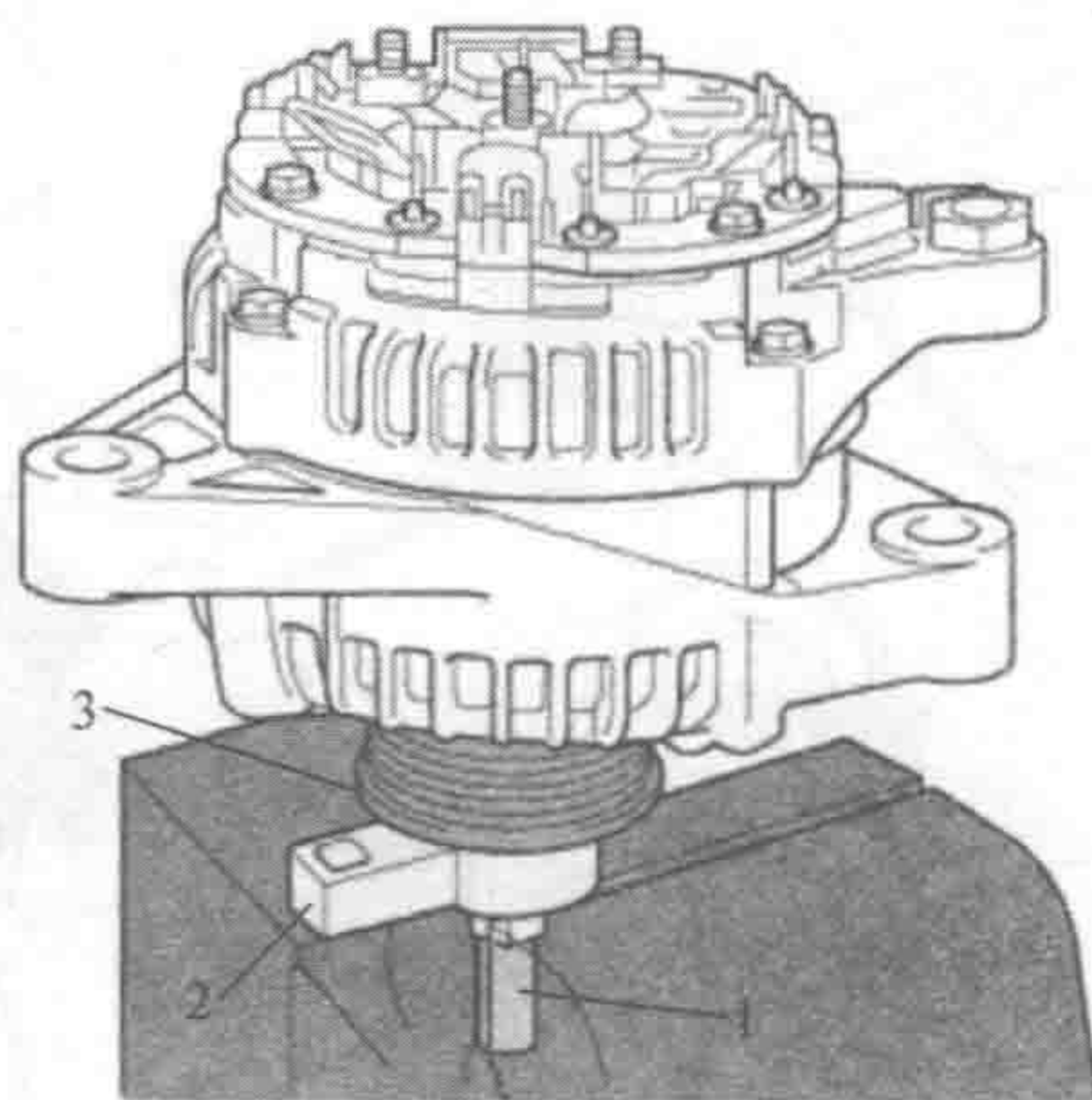


图 1-12 固定专用工具 SST (A)

1—SST (A) (发电机转子轴扳手)
2—SST (B) (发电机带轮扳手)
3—带轮

(2) 拆卸发电机转子总成 拆下 +B 端子接柱螺母、绝缘座、后罩, 然后拆下调节器、电刷座、整流器板。

由于整流器端盖机座和转子轴承是结合在一起的, 所以需要使用专用工具 SST 来拆卸。如图 1-14 所示, 先使用专用拉器或类似工具来拆卸整流器端盖, 钩住 SST 的卡爪来拆卸整流器端盖。

如图 1-15 所示, 拆卸发电机转子总成。注意: 用锤子敲时, 转子会掉下来, 所以事先应当在下面摊开一块布料。

(3) 检查发电机转子总成

- 1) 目视检查: 如图 1-16 所示, 检查集电环变脏或烧蚀的程度。
- 2) 清洗: 用布料和毛刷, 清洁集电环和转子。如果脏污和烧蚀明显, 更换转子总成。
- 3) 检查励磁绕组: 使用万用表, 检查集电环之间是否导通。

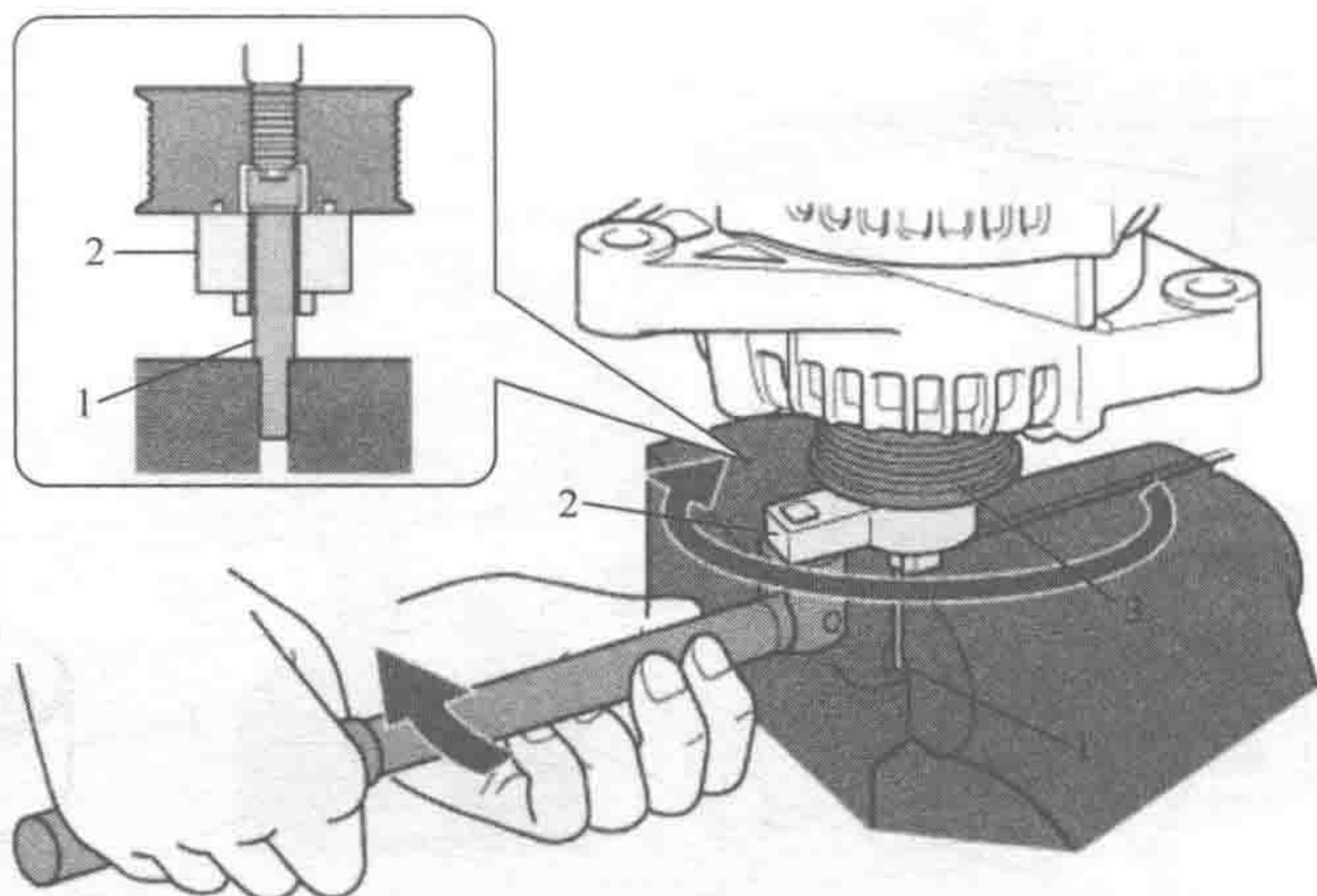


图 1-13 拧松发电机带轮

1—SST (A) (发电机转子轴扳手) 2—SST (B) (发电机带轮扳手) 3—带轮

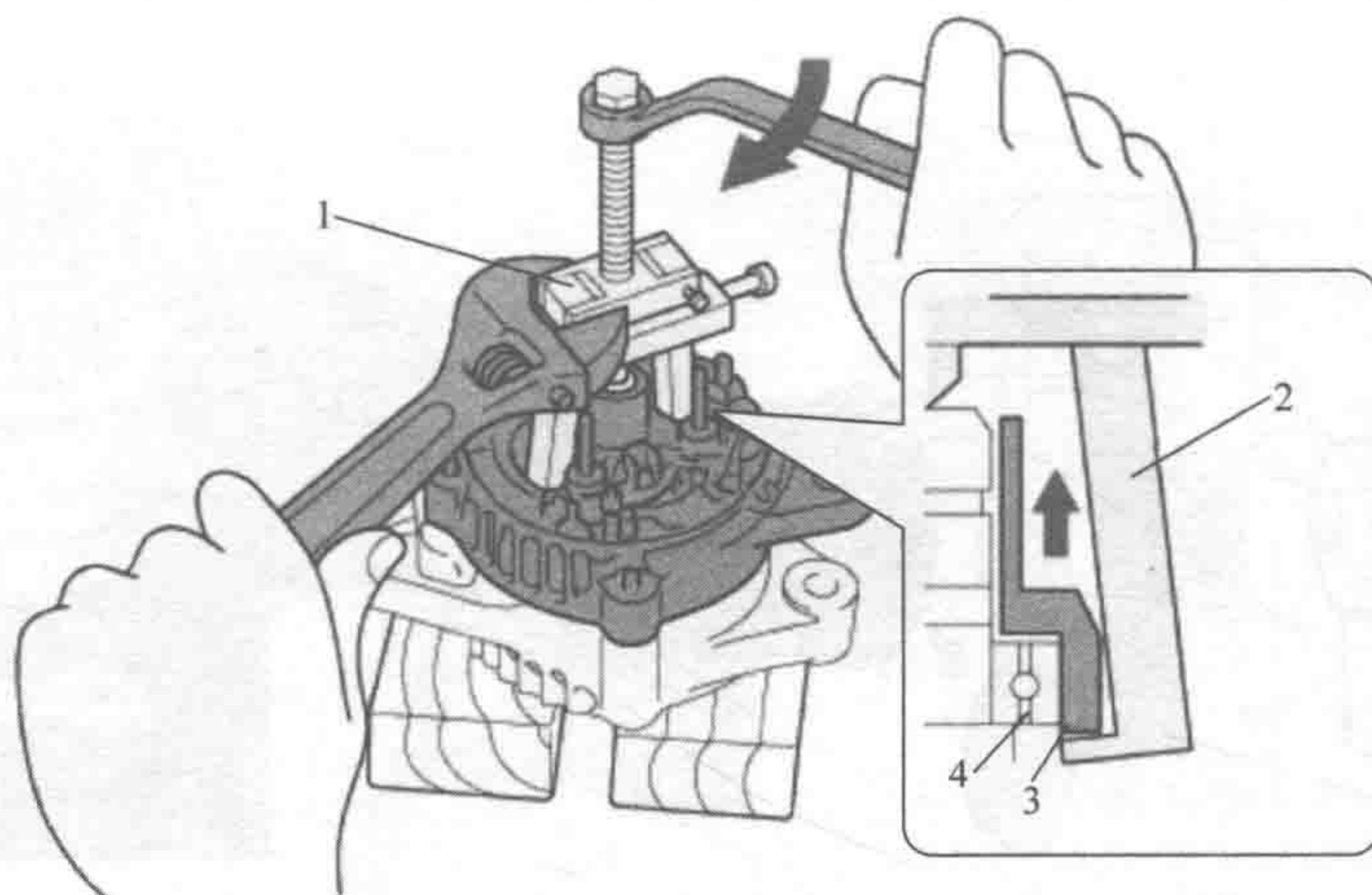


图 1-14 拆卸整流器端盖

1—SST (拉具) 2—SST 的卡爪 3—整流器端盖机座 4—转子轴承

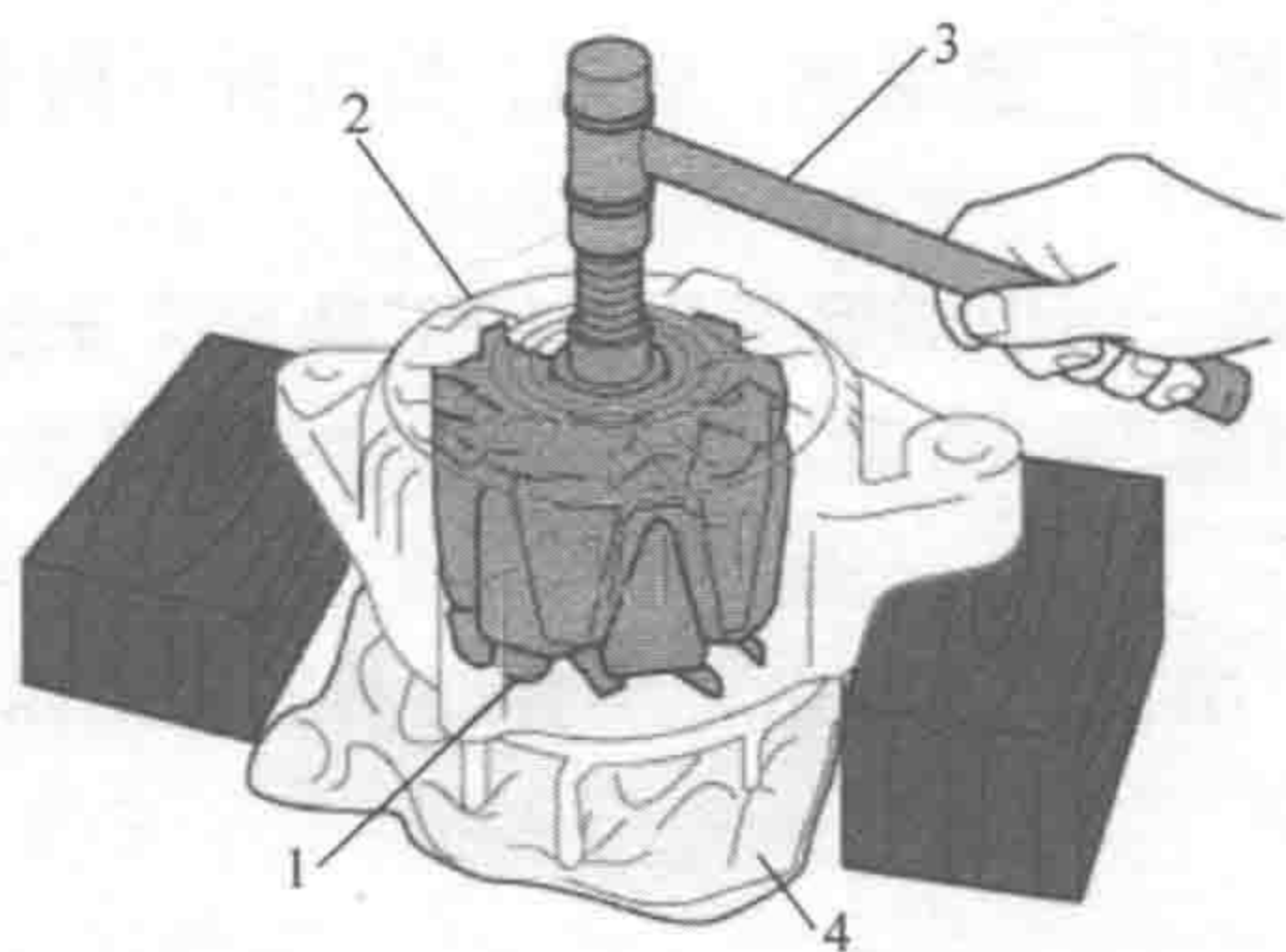


图 1-15 拆卸发电机转子总成

1—转子 2—驱动端盖 3—锤子 4—布料

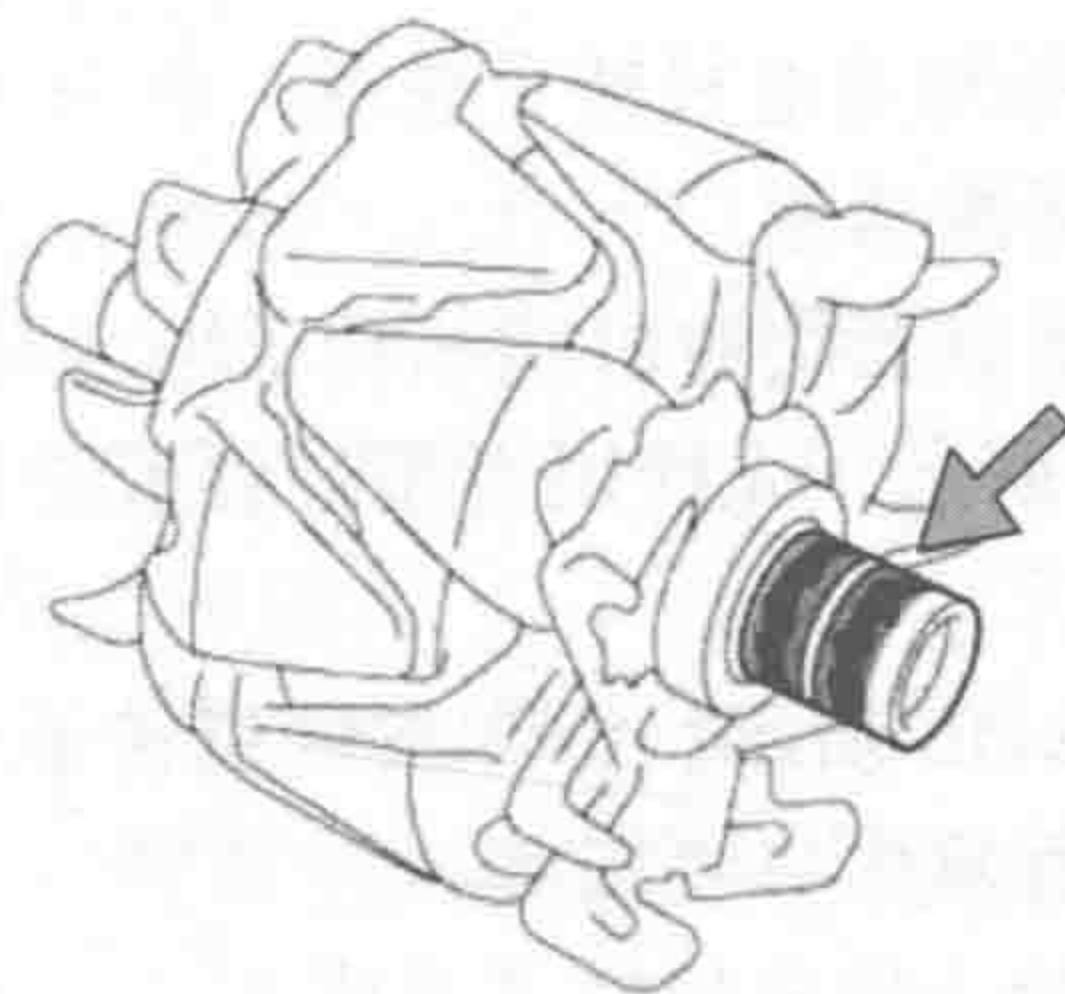


图 1-16 目视检查发电机转子总成

励磁线圈的两端都连接到集电环上。检查集电环之间是否导通可以用于检测线圈内部是否开路,如图1-17所示。励磁绕组的电阻一般为几欧。

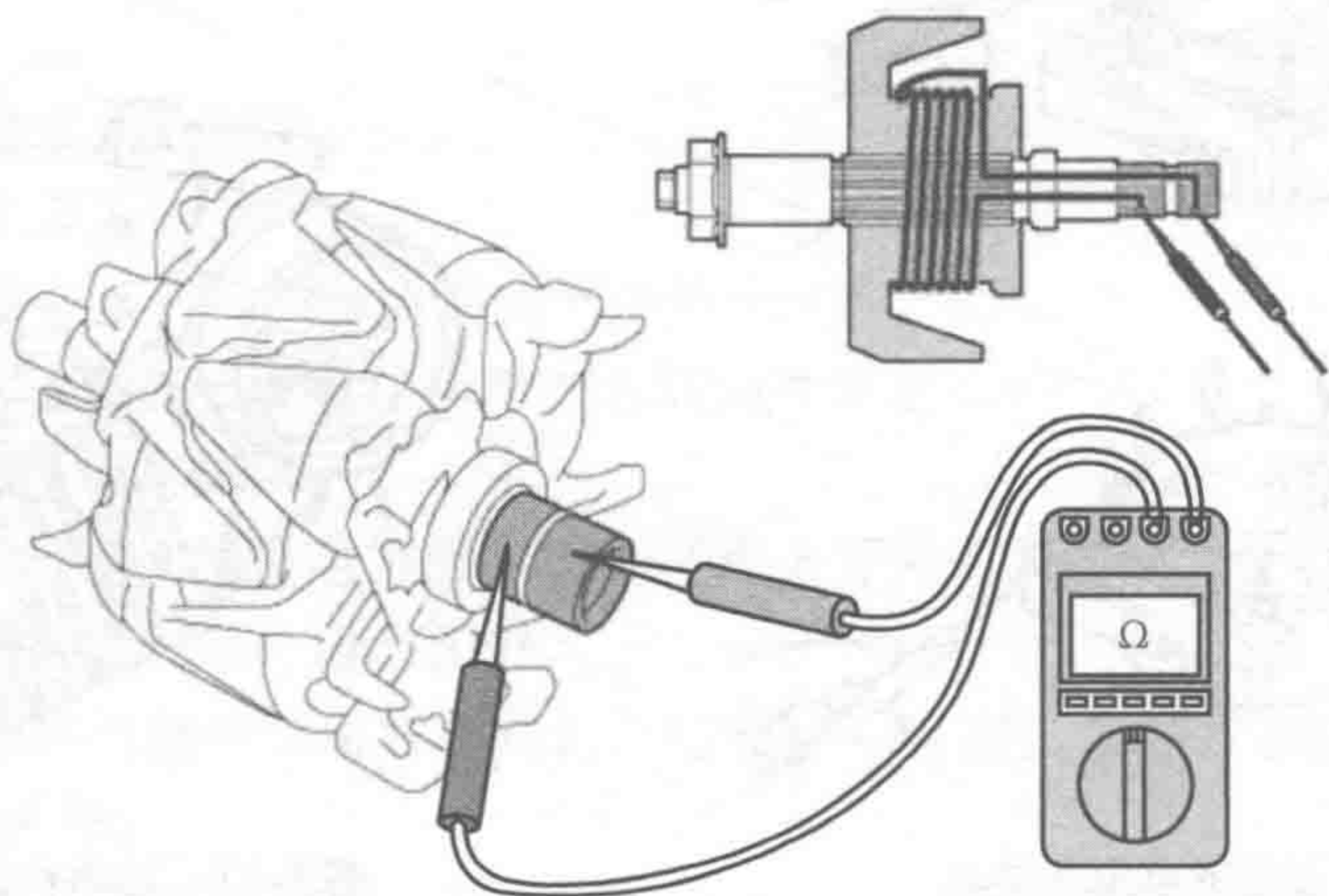


图1-17 检查励磁绕组

4) 检查集电环和转子之间的绝缘:如图1-18所示,用万用表检查集电环和转子之间的绝缘。如果发现在绝缘或导通方面存在问题,应更换转子。

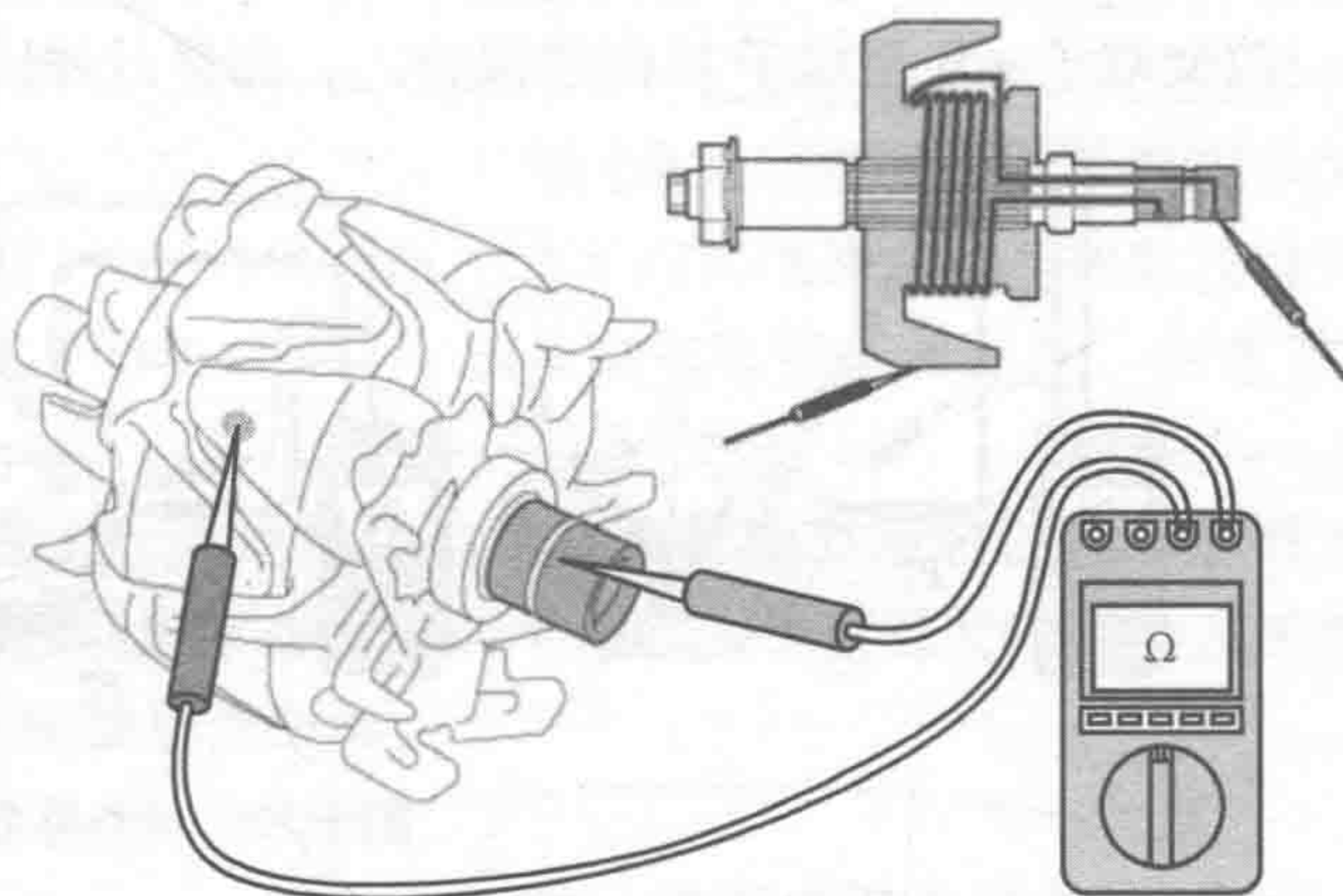


图1-18 检查集电环和转子之间的绝缘性

5) 测量集电环外径:如图1-19所示,用游标卡尺测量集电环的外径。当集电环的外径小于规定值时,集电环和电刷之间的接触不足,有可能影响电流环流的平稳,结果可能降低发电机的发电能力。因此,如果测量值超过规定的磨损极限,应更换转子。

(4) 检查发电机定子绕组(图1-20) 使用万用表检查三相定子绕组之间是否导通。用万用表检查三相定子绕组和定子壳体之间的绝缘。

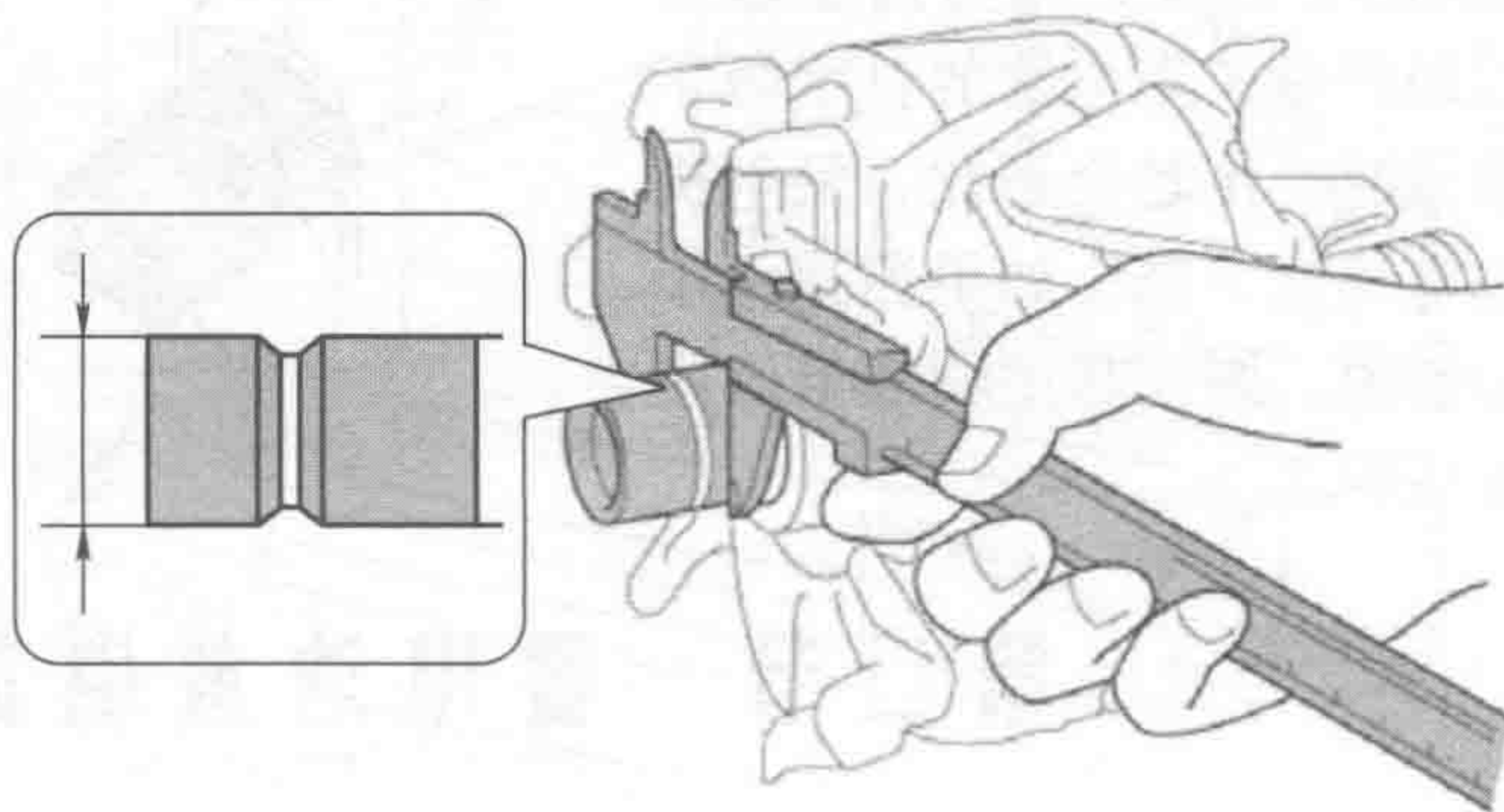


图1-19 检查集电环外径

(5) 检查调节器 如图1-21所示,目视检查调节器各个连接部位是否正常。连接点在电路图中的分布如图1-1所示。如在前述的满励磁试验中,将IC调节器的F端子接地,发电机发电,则更换调节器。若充电电压过大,一般也应更换调节器。

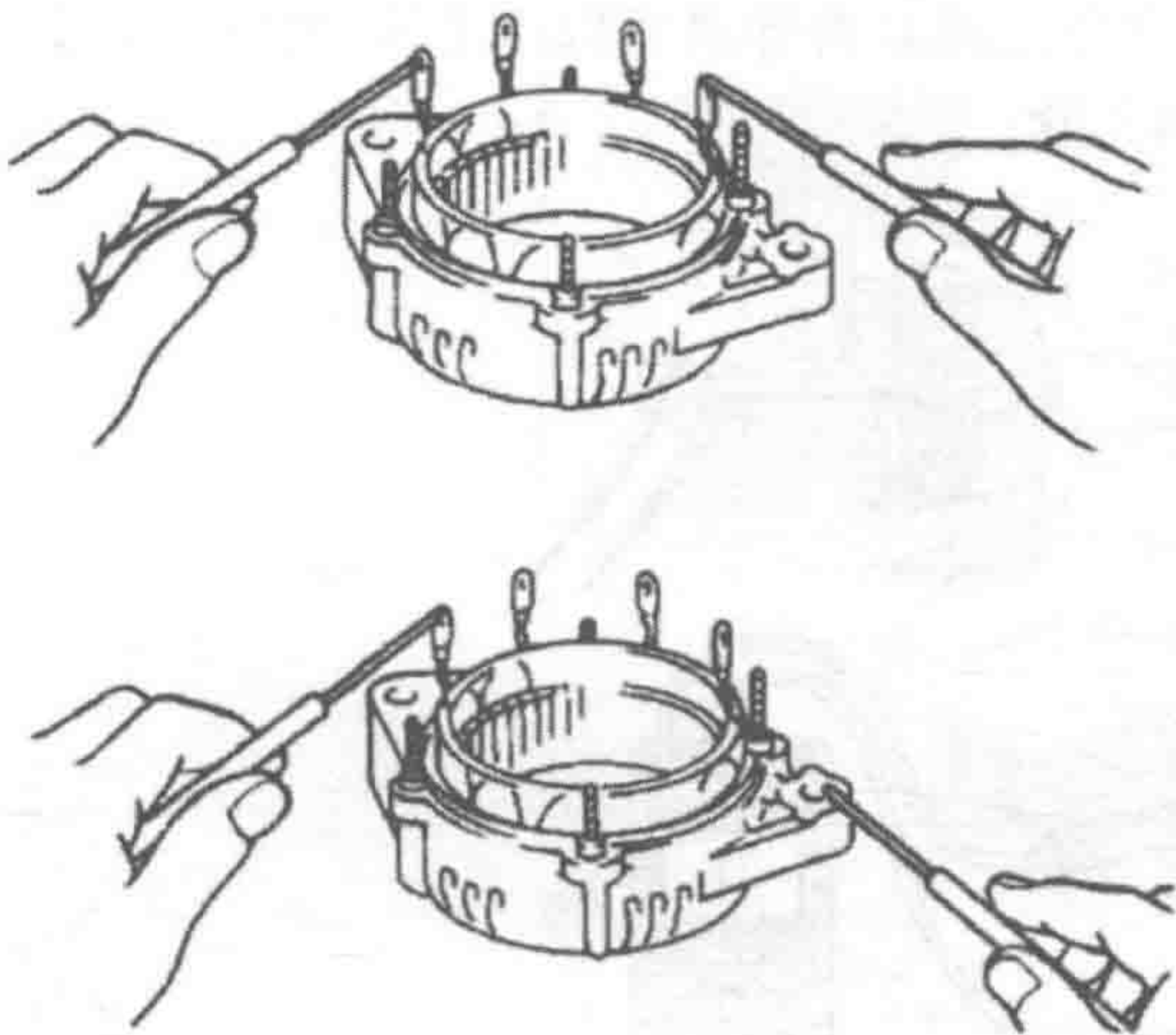


图 1-20 检查发电机定子绕组

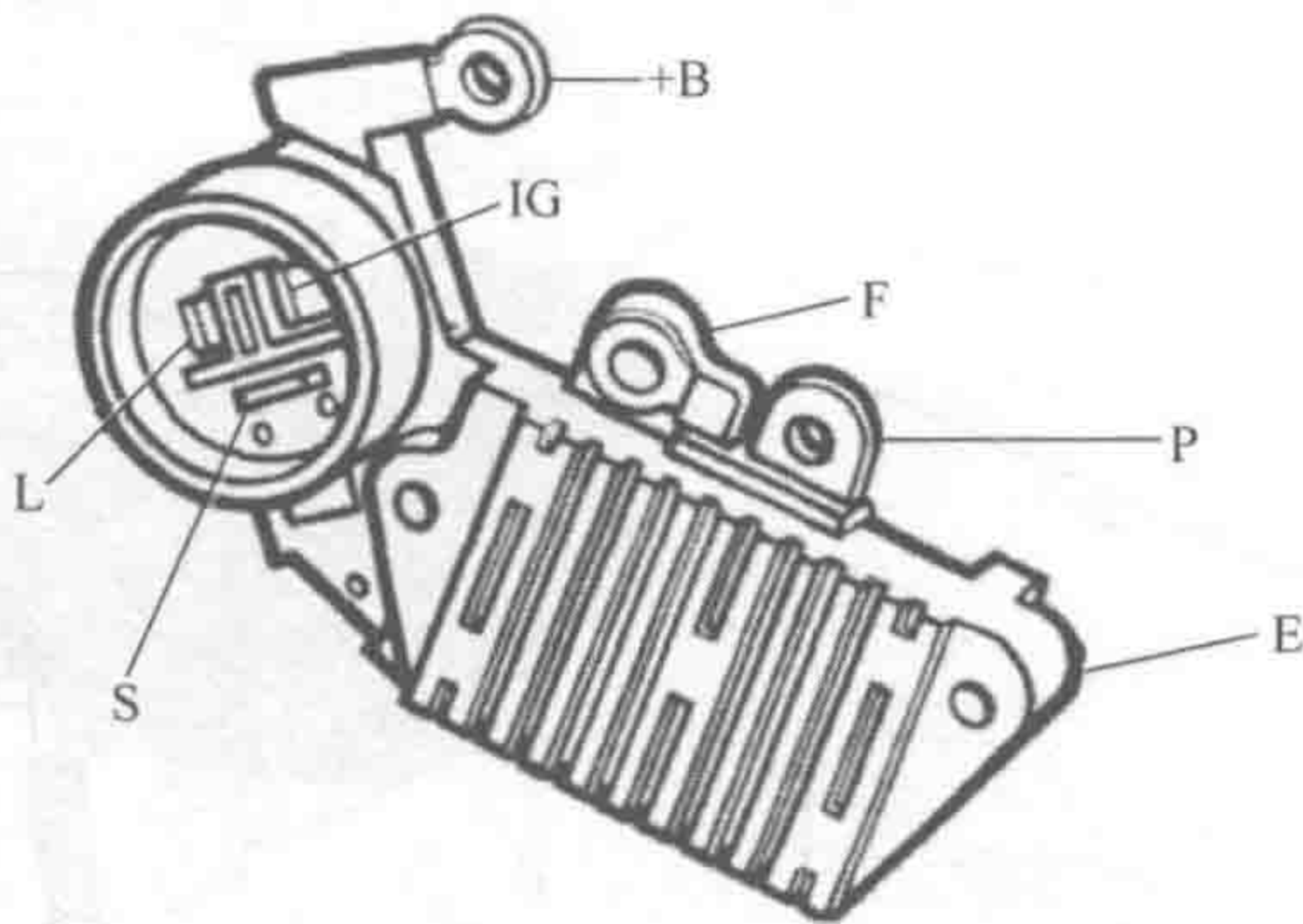


图 1-21 发电机调节器的连接点

(6) 检查整流器 (图 1-22) 检查整流器的二极管: 使用万用表的二极管测试模式, 依次在整流器的端子 +B 和端子 P1 ~ P4 之间测量, 交换测试导线时, 检查是否只能单向导通。改变端子 +B 至端子 E 的连接方式, 测量过程同上。

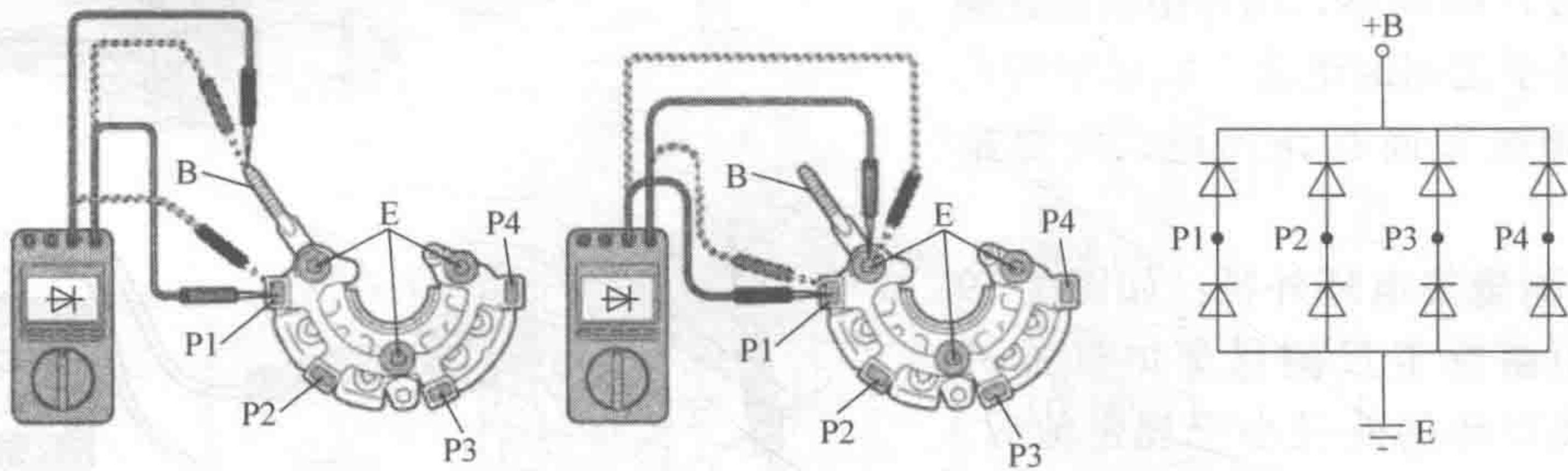


图 1-22 检查整流器

(7) 检查发电机电刷座 如图 1-23 所示, 用游标卡尺测量电刷的长度。在电刷的中部测量 (电刷的) 长度, 因为这个地方磨损最严重。当电刷的长度短于规定值时, 接触会恶化, 发电机的发电性能下降。如果测量值小于标准值, 则应将电刷和电刷座一起更换。

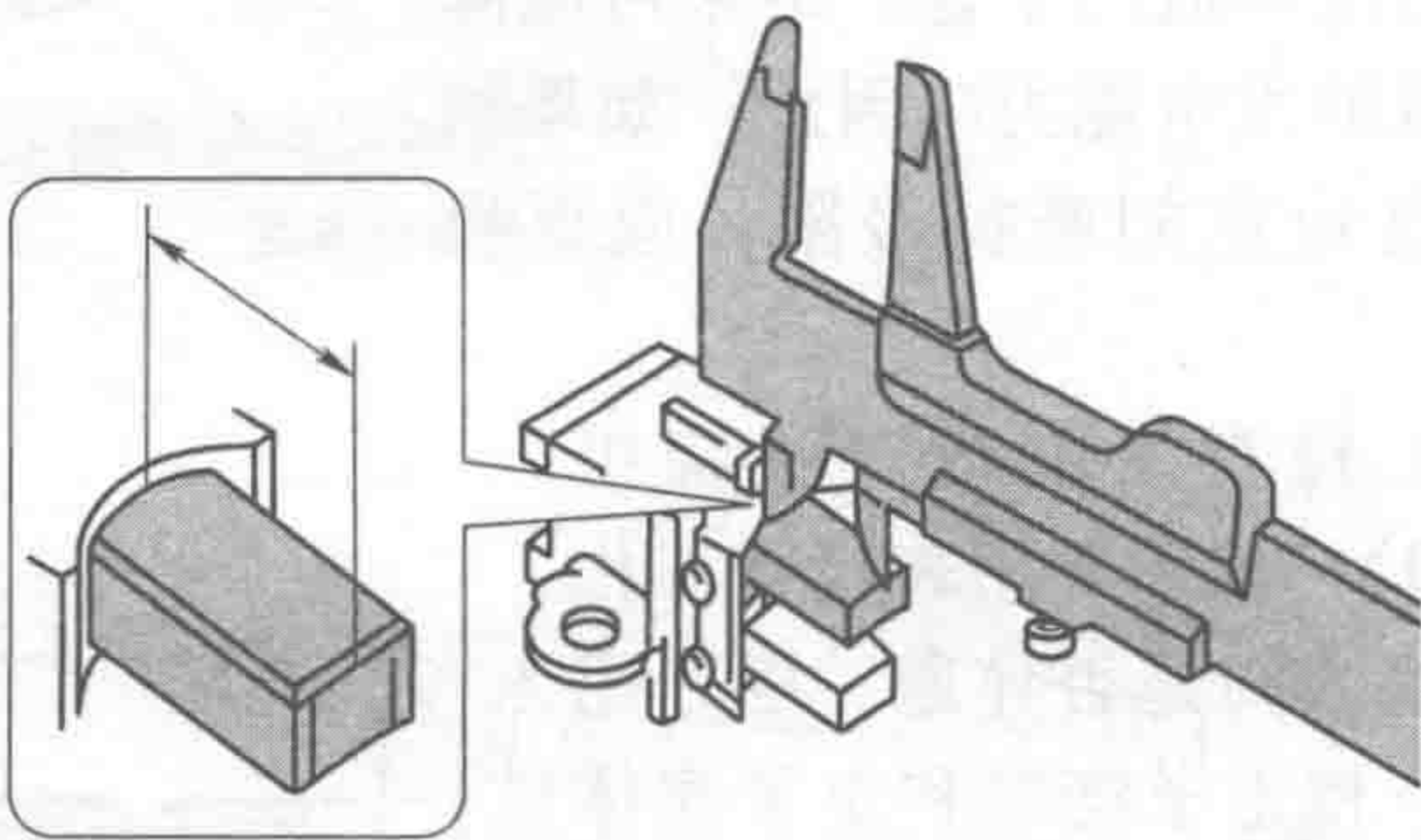


图 1-23 测量电刷的长度

第二节 蓄电池放电故障的诊断

一、故障现象

发动机熄火一段时间后, 再次起动发动机经常出现蓄电池存电不足, 而发动机运转无力