

机 · 电 · 技 · 术 · 手 · 册 · 系 · 列

DIANGONG  
CHANGYONG JISHU SHOUC

刘光源  
主编

电工

常用技术手册

(第二版)

上海科学技术出版社

TM-62/40

2007

机电技术手册系列

# 电工常用技术手册

(第二版)

刘光源 主编

上海科学技术出版社

**图书在版编目(CIP)数据**

电工常用技术手册/刘光源主编. —2 版. —上海:上海科学技术出版社, 2007. 7

(机电技术手册系列)

ISBN 978—7—5323—8874—5

I. 电... II. 刘... III. 电工—技术手册 IV. TM—62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 029661 号

上海世纪出版股份有限公司  
上海科学技术出版社 出版、发行

(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235)

新华书店上海发行所经销

苏州望电印刷有限公司印刷

开本 850×1168 1/32 印张 12.375

字数: 306 千字

2003 年 8 月第 1 版

2007 年 7 月第 2 版 2007 年 7 月第 4 次印刷

印数: 14 601—19 700

定价: 29.00 元

---

本书如有缺页、错装或损坏等严重质量问题,  
请向工厂联系调换

## 内 容 提 要

本书通俗地介绍了电工常用的基础知识、常用电工工具及万用表、兆欧表的使用方法;导线的选择和连接;电能表、熔断器、闸刀开关、插座和剩余电流动作保护器(原称漏电保护器)的选择和安装;常用照明灯具的选择、接线、安装和检修;室内外线路的安装、防雷保护和接地装置的安装;常用家用电器的选购、安装、使用和常见故障的检修;安全用电的基本知识。适合于广大电工及家庭爱好电工技能的用户读者学习参考。

## 再 版 前 言

随着科学技术的发展和人民生活水平的不断提高,家庭生活用电所涉及的范围也越来越广,各种各样的家用电器逐步进入各个家庭,人们越来越关心如何规范、合理、安全地安装各种电气线路,如何合理地选择、安装和使用各类家用电器,以免发生电气设备的损坏、火灾或触电事故。本书内容就是从这方面为读者提供一些指导,解答一些人们普遍关心的问题。

本书通俗地介绍了电工常用的基础知识;常用电工工具及万用表、兆欧表的使用方法;导线的选择和连接;电能表、熔断器、开关、插座和剩余电流动作保护器的选择和安装,室内外线路的安装;常用照明灯具的选择、接线、安装和检修;常用家用电器的选购、安装、使用和常见故障的检修;防雷保护及安全用电。

本书由刘光源主编,参加编写的还有应桂聪、周家宝。

限于编者水平有限,书中如有错误、遗漏之处,恳请广大读者批评、指正。

编 者

# 目 录

|                                |               |
|--------------------------------|---------------|
| <b>第一章 电工基础知识 .....</b>        | <b>1</b>      |
| <b>一、常用元件及电子线路 .....</b>       | <b>1</b>      |
| 1. 电阻器 .....                   | 1             |
| 2. 电感线圈 .....                  | 4             |
| 3. 电容器 .....                   | 5             |
| 4. 晶体二极管及其整流与滤波电路 .....        | 8             |
| 5. 晶体三极管及其放大电路 .....           | 23            |
| 6. 稳压二极管及其稳压电路 .....           | 29            |
| 7. 晶闸管 .....                   | 34            |
| <b>二、直流电路 .....</b>            | <b>37</b>     |
| 1. 直流电 .....                   | 37            |
| 2. 直流电路 .....                  | 37            |
| 3. 电路的基本物理量 .....              | 39            |
| 4. 欧姆定律 .....                  | 40            |
| 5. 电功率和电能 .....                | 41            |
| <b>三、交流电路 .....</b>            | <b>42</b>     |
| 1. 单相正弦交流电 .....               | 42            |
| 2. 单相交流电路 .....                | 43            |
| 3. 三相交流电 .....                 | 44            |
| <br><b>第二章 常用电工工具及仪表 .....</b> | <br><b>46</b> |
| <b>一、常用电工工具 .....</b>          | <b>46</b>     |
| 1. 验电器 .....                   | 46            |
| 2. 螺钉旋具 .....                  | 49            |
| 3. 钢丝钳 .....                   | 52            |
| 4. 尖嘴钳 .....                   | 52            |

|                        |    |
|------------------------|----|
| 5. 斜嘴钳 .....           | 53 |
| 6. 剥线钳 .....           | 53 |
| 7. 电工刀 .....           | 54 |
| 8. 活扳手 .....           | 54 |
| 9. 电烙铁 .....           | 55 |
| 10. 钢锯 .....           | 57 |
| 11. 手锤 .....           | 57 |
| 12. 电工用凿 .....         | 58 |
| 13. 管子钳 .....          | 59 |
| 14. 电线管铰板 .....        | 59 |
| 15. 管螺纹铰板 .....        | 60 |
| 16. 弯管器 .....          | 61 |
| 17. 手电钻 .....          | 62 |
| 18. 冲击电钻 .....         | 63 |
| 19. 电锤 .....           | 64 |
| 20. 电动螺钉旋具 .....       | 65 |
| 21. 电动扳手 .....         | 66 |
| 22. 射钉枪 .....          | 67 |
| 二、常用绳结扣结方法 .....       | 69 |
| 1. 吊物扣 .....           | 69 |
| 2. 直扣和活扣 .....         | 70 |
| 3. 腰绳扣 .....           | 70 |
| 4. 抬扣 .....            | 70 |
| 5. 倒背扣 .....           | 70 |
| 6. 钢丝绳扣 .....          | 70 |
| 7. 钢丝绳与钢丝绳套的连接扣 .....  | 71 |
| 三、常用电工仪表 .....         | 71 |
| 1. 万用表 .....           | 71 |
| 2. 兆欧表 .....           | 76 |
| 第三章 常用配电器材的选择与安装 ..... | 79 |
| 一、导线的选择和连接 .....       | 79 |

|                                          |         |
|------------------------------------------|---------|
| 1. 导线的选择 .....                           | 79      |
| 2. 导线的连接 .....                           | 84      |
| 二、电能表的选择和安装 .....                        | 93      |
| 1. 电能表上的型号编制、准确度等级及计量单位 .....            | 93      |
| 2. 电能表的选择 .....                          | 94      |
| 3. 电能表的安装 .....                          | 96      |
| 4. 电能表的接线 .....                          | 96      |
| 三、熔断器的选择和安装 .....                        | 97      |
| 1. 熔断器的选择 .....                          | 101     |
| 2. 熔断器的安装 .....                          | 105     |
| 四、闸刀开关的选择和安装 .....                       | 105     |
| 1. 闸刀开关的选择 .....                         | 106     |
| 2. 闸刀开关的安装 .....                         | 106     |
| 五、开关的选择和安装 .....                         | 107     |
| 1. 开关的选择 .....                           | 107     |
| 2. 开关的安装 .....                           | 109     |
| 六、插座的选择和安装 .....                         | 112     |
| 1. 插座的选择 .....                           | 116     |
| 2. 插座的安装 .....                           | 116     |
| 3. 插座的接线 .....                           | 117     |
| 七、剩余电流动作保护器的选择和安装 .....                  | 119     |
| 1. 剩余电流动作保护器(RCD)的分类 .....               | 119     |
| 2. 剩余电流动作保护器(RCD)的选择 .....               | 120     |
| 3. 剩余电流动作保护器(RCD)的安装 .....               | 121     |
| <br>第四章 常用照明灯具的安装 .....                  | <br>123 |
| 一、照明技术的计算、照度标准、常用电光源的分类及<br>主要技术数据 ..... | <br>123 |
| 1. 照明技术的基本计算公式 .....                     | 123     |
| 2. 照明的照度标准 .....                         | 123     |
| 3. 常用照明电光源的分类及特点 .....                   | 123     |
| 4. 常用照明电光源的主要技术数据 .....                  | 127     |

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 二、常用照明灯具的选择 .....         | 127 |
| 1. 照明电光源的选择 .....         | 127 |
| 2. 常用照明灯具的选择技巧 .....      | 149 |
| 三、常用照明灯具的安装 .....         | 160 |
| 1. 常用照明灯具的接线原理图 .....     | 160 |
| 2. 常用照明灯具的安装步骤 .....      | 163 |
| 四、常用照明灯具的检修 .....         | 167 |
| 五、照明装置的安装规程 .....         | 171 |
| 六、照明装置安装竣工检查和验收 .....     | 173 |
| 1. 对线路进行绝缘性能测试 .....      | 173 |
| 2. 线路的通电检查 .....          | 173 |
| 3. 竣工验收 .....             | 175 |
| <br>第五章 常用低压供电线路的安装 ..... | 176 |
| 一、进户装置的安装 .....           | 176 |
| 1. 进户杆的安装 .....           | 176 |
| 2. 进户线的安装 .....           | 177 |
| 3. 进户管的安装 .....           | 179 |
| 二、室内线路的安装 .....           | 179 |
| 1. 瓷夹板线路的安装 .....         | 179 |
| 2. 护套线线路的安装 .....         | 184 |
| 3. 电线管线路的安装 .....         | 188 |
| 4. 绝缘子(瓷瓶)线路的安装 .....     | 201 |
| 5. 钢索线路的安装 .....          | 205 |
| <br>第六章 架空输电线路的安装 .....   | 210 |
| 一、电杆的安装 .....             | 210 |
| 1. 电杆的分类 .....            | 210 |
| 2. 电杆的定位和挖坑 .....         | 212 |
| 3. 杆基的加固 .....            | 216 |
| 4. 竖杆 .....               | 219 |
| 5. 埋杆 .....               | 223 |

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 二、拉线的制作和安装 .....       | 223 |
| 1. 拉线的材料及长度估算 .....    | 223 |
| 2. 拉线的制作 .....         | 226 |
| 3. 地锚的埋设 .....         | 232 |
| 三、横担的安装 .....          | 232 |
| 1. 横担的种类和选择 .....      | 232 |
| 2. 横担的安装 .....         | 233 |
| 四、绝缘子的安装 .....         | 236 |
| 1. 绝缘子的类型和用途 .....     | 236 |
| 2. 绝缘子的技术数据 .....      | 237 |
| 3. 绝缘子(瓷瓶)与横担的安装 ..... | 241 |
| 五、导线的安装与固定 .....       | 241 |
| 1. 架空导线的选择 .....       | 241 |
| 2. 导线架设及固定 .....       | 243 |
| 六、架空电力线路的竣工验收 .....    | 252 |
| 1. 架空电力线路的竣工验收检查 ..... | 252 |
| 2. 架空电力线路的竣工试验 .....   | 253 |
| <br>第七章 防雷保护 .....     | 254 |
| 一、雷电的形成和种类 .....       | 254 |
| 1. 雷电的形成 .....         | 254 |
| 2. 雷电的种类 .....         | 254 |
| 二、雷电的危害 .....          | 256 |
| 1. 爆炸和火灾 .....         | 256 |
| 2. 毁坏设备 .....          | 256 |
| 3. 电击 .....            | 256 |
| 三、防雷措施 .....           | 256 |
| 1. 易遭雷击的地形和物体 .....    | 256 |
| 2. 防雷措施 .....          | 257 |
| 3. 避雷装置的种类 .....       | 259 |
| 4. 雷电天气的防雷措施 .....     | 269 |

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| <b>第八章 接地装置的安装</b> .....         | 271 |
| 一、接地装置的分类和技术要求 .....             | 271 |
| 1. 接地装置 .....                    | 271 |
| 2. 接地装置的技术要求 .....               | 271 |
| 二、接地体的制作与安装 .....                | 272 |
| 1. 自然接地体 .....                   | 273 |
| 2. 人工接地体 .....                   | 273 |
| 三、接地线的安装 .....                   | 278 |
| 1. 自然接地线 .....                   | 278 |
| 2. 人工接地线 .....                   | 278 |
| 3. 接地线的安装方法 .....                | 280 |
| 四、接地装置的涂色和接地电阻的测量 .....          | 283 |
| 1. 接地装置的涂色 .....                 | 283 |
| 2. 接地电阻的测量 .....                 | 283 |
| 五、接地装置的维修 .....                  | 285 |
| 1. 定期检查与维护保养 .....               | 285 |
| 2. 接地装置常见故障 .....                | 285 |
| 六、安装实例——垂直安装人工接地体 .....          | 286 |
| 1. 接地装置及其安装平面图(如图 8-12 所示) ..... | 286 |
| 2. 接地装置的材料准备(参见表 8-3) .....      | 287 |
| 3. 安装步骤 .....                    | 287 |
| 4. 注意事项 .....                    | 287 |
| <br>                             |     |
| <b>第九章 常用生活电器简介</b> .....        | 288 |
| 一、电冰箱简介 .....                    | 288 |
| 1. 电冰箱的选购 .....                  | 288 |
| 2. 电冰箱的结构 .....                  | 289 |
| 3. 电冰箱的安置和使用 .....               | 291 |
| 4. 电冰箱的常见故障及检修方法 .....           | 292 |
| 二、洗衣机简介 .....                    | 294 |
| 1. 洗衣机的选购 .....                  | 294 |
| 2. 洗衣机的结构 .....                  | 296 |

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 3. 洗衣机的安置及使用 .....       | 303 |
| 4. 洗衣机的常见故障及检修方法 .....   | 304 |
| 三、空调器简介 .....            | 315 |
| 1. 家用空调器的选购 .....        | 316 |
| 2. 家用空调器的结构 .....        | 316 |
| 3. 家用空调器的安装 .....        | 317 |
| 4. 家用空调器的使用 .....        | 321 |
| 5. 家用空调器的常见故障及检修方法 ..... | 321 |
| 四、电风扇简介 .....            | 324 |
| 1. 电风扇的选购 .....          | 324 |
| 2. 电风扇的结构 .....          | 325 |
| 3. 吊扇的安装 .....           | 328 |
| 4. 吊扇的调速 .....           | 329 |
| 5. 电风扇的使用 .....          | 330 |
| 6. 电风扇的常见故障及检修方法 .....   | 330 |
| 五、电取暖器简介 .....           | 333 |
| 1. 电取暖器的选购 .....         | 333 |
| 2. 电取暖器的安置 .....         | 336 |
| 3. 电取暖器的使用 .....         | 336 |
| 4. 电取暖器的常见故障及检修方法 .....  | 337 |
| 六、电热水器简介 .....           | 338 |
| 1. 电热水器的选购 .....         | 338 |
| 2. 电热水器的结构 .....         | 338 |
| 3. 电热水器的安装 .....         | 338 |
| 4. 电热水器的使用 .....         | 339 |
| 5. 电热水器的常见故障及检修方法 .....  | 339 |
| 七、吸尘器简介 .....            | 341 |
| 1. 吸尘器的选购 .....          | 341 |
| 2. 吸尘器的使用 .....          | 343 |
| 3. 吸尘器的常见故障及检修方法 .....   | 343 |
| 八、脱排油烟机简介 .....          | 346 |
| 1. 脱排油烟机的选购 .....        | 346 |

|                           |            |
|---------------------------|------------|
| 2. 脱排油烟机的安装 .....         | 347        |
| 3. 脱排油烟机的使用 .....         | 348        |
| 4. 脱排油烟机的常见故障及检修方法 .....  | 348        |
| 九、微波炉简介 .....             | 350        |
| 1. 微波炉的选购 .....           | 350        |
| 2. 微波炉的使用 .....           | 351        |
| 3. 微波炉的常见故障及检修方法 .....    | 352        |
| 十、电饭锅简介 .....             | 353        |
| 1. 电饭锅的选购 .....           | 354        |
| 2. 电饭锅的使用 .....           | 355        |
| 3. 电饭锅的常见故障及检修方法 .....    | 356        |
| <b>第十章 安全用电</b> .....     | <b>358</b> |
| 一、人身触电及预防 .....           | 358        |
| 1. 电流对人体的危害 .....         | 358        |
| 2. 触电的危险因素 .....          | 358        |
| 3. 人体的电阻和安全电压 .....       | 359        |
| 4. 几种触电形式 .....           | 361        |
| 5. 触电的预防 .....            | 361        |
| 二、检修电气设备的安全操作规程 .....     | 364        |
| 1. 停电检修的安全操作规程 .....      | 364        |
| 2. 带电检修的安全操作规程 .....      | 364        |
| 三、保护接地和保护接零 .....         | 365        |
| 1. 家庭用户的保护接地和保护接零 .....   | 365        |
| 2. 低压配电系统的保护接地和保护接零 ..... | 371        |
| 3. 三孔插座的接线 .....          | 372        |
| 四、触电急救 .....              | 375        |
| 五、电气火灾的原因及扑救 .....        | 381        |
| 1. 电气火灾的原因 .....          | 381        |
| 2. 家庭电气火灾的扑救 .....        | 381        |

# 第一章 电工基础知识

## 一、常用元件及电子线路

### 1. 电阻器

电阻器简称电阻。它是由电阻率不同的材料制成。每一个电阻都有一定的电阻值。

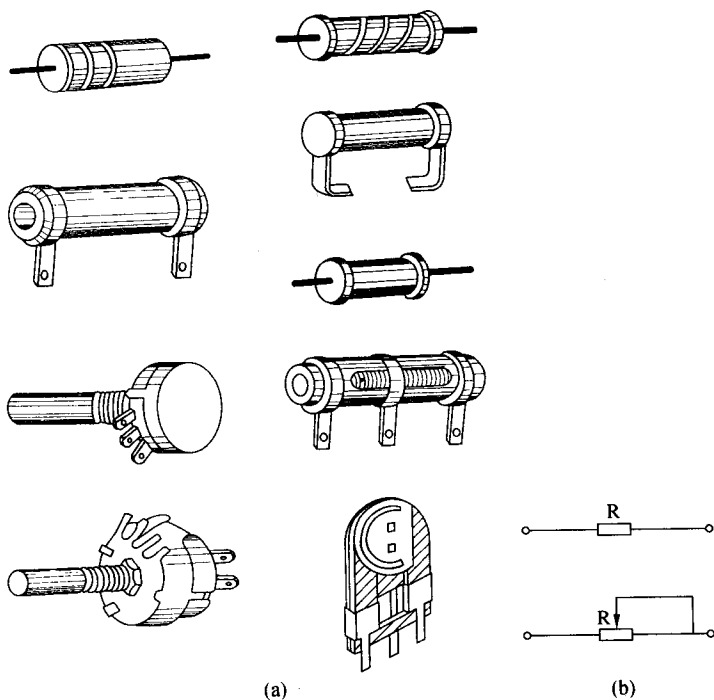


图 1-1 电阻

(a) 常用电阻外形；(b) 电阻的符号

1) 电阻的分类 按照制作材料不同,电阻可分为碳膜电阻、金属膜电阻、金属氧化膜电阻、玻璃釉膜电阻、合成碳膜电阻、绕线电阻等;按照用途不同,除了普通电阻外,还分为热敏电阻、光敏电阻等;按照结构的特点,电阻又分为固定电阻、可变电阻和电位器等。电阻在电路中用字母“R”表示,常见电阻的外形及符号如图1-1所示。

2) 电阻的大小 实践证明,金属导体的电阻与导体的长度成正比,与导体截面积成反比,而且还与金属导体材料的性质有关。其计算公式为

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

式中  $R$  ——导体的电阻( $\Omega$ );

$l$  ——导体的长度(m);

$S$  ——导体的截面积( $\text{mm}^2$ );

$\rho$  ——电阻率( $\Omega \cdot \text{m}$ )。

几种常用材料在  $20^\circ\text{C}$  时的电阻率,如表 1-1 所示。

表 1-1 部分材料的电阻率

| 用 途  | 材 料 名 称 | 电阻率 $\rho(20^\circ\text{C})/\Omega \cdot \text{m}$ |
|------|---------|----------------------------------------------------|
| 制作导线 | 银       | 0.016 5                                            |
|      | 铜       | 0.017 5                                            |
|      | 铝       | 0.028 3                                            |
| 制作电阻 | 锰铜      | 0.42                                               |
|      | 康铜      | 0.44                                               |
|      | 镍铬铜     | 1.0                                                |

3) 电阻的参数 有以下几项:

(1) 电阻的标称阻值和误差:在电阻上标注的阻值叫做标称阻值,它的单位是欧姆,简称欧,用符号“ $\Omega$ ”表示。较大的电阻值可用千欧(k $\Omega$ )、兆欧(M $\Omega$ )表示。它们之间的关系是

$$1 \text{ k}\Omega = 10^3 \Omega$$

$$1\text{ M}\Omega = 10^3\text{ k}\Omega = 10^6\text{ }\Omega$$

电阻的实际阻值与标称阻值之差称为误差。它表示某一电阻标称阻值的精度。一般电阻的误差分为三个等级,即一级误差范围为标称阻值的 $\pm 5\%$ ;二级误差范围为 $\pm 10\%$ ;三级误差范围为 $\pm 20\%$ 。除此之外,精度较高的电阻其误差为 $\pm 0.5\%$ 、 $\pm 1\%$ 、 $\pm 2\%$ 等。

(2) 电阻的额定功率:电阻在正常工作时允许消耗的最大功率叫做电阻的额定功率。电阻的额定功率与它所用材料和体积大小有关。一般说,线绕电阻的额定功率较大,体积大的电阻的额定功率也较大。在使用过程中电阻实际消耗的功率超过其额定功率,就会使电阻的温度升高而引起阻值的变化,严重时可能烧毁电阻。为了保证安全可靠,通常所用电阻的额定功率应比实际消耗的功率大 $100\% \sim 200\%$ ,电阻额定功率的标称值有 $1/8\text{ W}$ 、 $1/4\text{ W}$ 、 $1/2\text{ W}$ 、 $1\text{ W}$ 、 $2\text{ W}$ 、 $5\text{ W}$ 和 $10\text{ W}$ 等。常用电阻额定功率的表示法如图1-2所示。

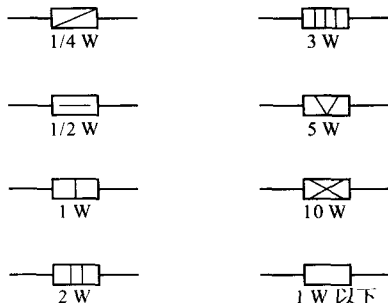


图 1-2 常用电阻额定功率表示法

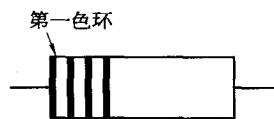


图 1-3 色环电阻标值法

4) 色环电阻标值识别法 较小的碳膜电阻阻值及误差,一般用色环来表示。即在电阻的一端上画有3道或4道色环,如图1-3所示。

紧靠电阻端的为第一色环,其余依次为第二、三、四色环。第一色环表示阻值的第一位数字,第二色环表示阻值的第二位数字,

第三色环表示阻值末尾有几个零,第四色环表示阻值的误差。色环的颜色所表示数字意义如表 1-2 所示。

表 1 2 色环所代表数及数字意义

| 色 别 | 第一色环<br>第一位数 | 第二色环<br>第二位数 | 第三色环<br>应乘位数  | 第四色环<br>误差 |
|-----|--------------|--------------|---------------|------------|
| 棕   | 1            | 1            | 10            | —          |
| 红   | 2            | 2            | 100           | —          |
| 橙   | 3            | 3            | 1 000         | —          |
| 黄   | 4            | 4            | 10 000        | —          |
| 绿   | 5            | 5            | 100 000       | —          |
| 蓝   | 6            | 6            | 1 000 000     | —          |
| 紫   | 7            | 7            | 10 000 000    | —          |
| 灰   | 8            | 8            | 100 000 000   | —          |
| 白   | 9            | 9            | 1 000 000 000 | —          |
| 黑   | 0            | 0            | 1             | —          |
| 金   | —            | —            | 0.1           | ±5%        |
| 银   | —            | —            | 0.01          | ±10%       |
| 无色  | —            | —            | —             | ±20%       |

例如,有一只电阻有 4 个色环,其顺序为棕、绿、黄、银。这个电阻的阻值就是  $150\,000\,\Omega$ ,误差为  $\pm 10\%$ 。另一只电阻只有红、紫、黑 3 道色环,其阻值则为  $27\,\Omega$ ,误差为  $\pm 20\%$ 。

## 2. 电感线圈

电感线圈是用绝缘导线,如漆包线或纱包线绕在支架或铁心上制成的。常见的电感线圈有:单层螺旋管线圈、蜂房式线圈、铁粉心或铁氧体心线圈、空心线圈、阻流线圈等。

常用电感线圈的外形和符号如图 1-4 所示。

1) 电感线圈的自感 线圈中有电流通过,线圈周围就产生磁场。当电流发生变化时,磁场也随着变化,则在线圈中会产生感应电动势。这种由于线圈本身所通过的电流变化而产生感应电动势