

电工实用技术丛书



# 实用电气 故障查找技术



王 建 赵金周 李文惠 主编

 辽宁科学技术出版社

## 内容简介

本书根据国家职业标准《维修电工》，结合企业生产实际，详细介绍了电气设备常见故障的查找及维修技术。主要内容包括：电气故障查找基础、电气线路的故障查找、电动机控制线路故障查找、异步电动机的电气故障查找与检修等内容。

本书内容取材于生产一线，实用性强，可供广大生产一线的维修电工使用，也可供电气技术人员参考，更是各级各类职业教育与培训的理想教材。

### 图书在版编目(CIP)数据

实用电气故障查找技术 / 王建, 赵金周, 李文惠主编. — 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2011.1

(电工实用技术丛书)

ISBN 978-7-5381-6666-8

I. ①实… II. ①王… ②赵… ③李… III. ①电气设备—故障诊断 IV. ①TM07

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 180862 号

---

出版发行: 辽宁科学技术出版社

(地址: 沈阳市和平区十一纬路 29 号 邮编: 110003)

印刷者: 沈阳市北陵印刷厂有限公司

经销者: 各地新华书店

幅面尺寸: 140mm × 203mm

印 张: 12

字 数: 280 千字

印 数: 1 ~ 4000

出版时间: 2011 年 1 月第 1 版

印刷时间: 2011 年 1 月第 1 次印刷

责任编辑: 韩延本

封面设计: 杜 江

版式设计: 于 浪

责任校对: 耿 琢

---

书 号: ISBN 978-7-5381-6666-8

定 价: 24.00 元

联系电话: 024-23284360

邮购热线: 024-23284502

E-mail: lnkj@126.com

http://www.lnkj.com.cn

本书网址: www.lnkj.cn/uri.sh/6666

# 编 委 会

主 编 王 建 赵金周 李文惠

副主编 朱彦齐 毛翠云 张 凯

张 健 李 健 郭 军

参 编 蒲国辉 陈光华 岳同森

常卫花 王春晖

主 审 张 宏

参 审 徐洪亮

# 目 录

|                             |           |
|-----------------------------|-----------|
| <b>第一章 电气故障查找基础 .....</b>   | <b>1</b>  |
| <b>第一节 电工常用工量器具 .....</b>   | <b>1</b>  |
| 一、常用电工工具 .....              | 1         |
| 二、常用电工仪表 .....              | 12        |
| <b>第二节 电工安全常识 .....</b>     | <b>22</b> |
| 一、电工安全操作规程 .....            | 22        |
| 二、安全用电、文明生产和消防知识 .....      | 22        |
| 三、触电急救知识 .....              | 24        |
| 四、接地与接零 .....               | 29        |
| <b>第三节 电气图 .....</b>        | <b>37</b> |
| 一、电路图 .....                 | 37        |
| 二、接线图 .....                 | 39        |
| 三、布置图 .....                 | 40        |
| <b>第四节 电气设备检修管理 .....</b>   | <b>40</b> |
| 一、电气设备检修方式 .....            | 40        |
| 二、设备检修计划和方案的编制 .....        | 42        |
| 三、修理计划的编制 .....             | 44        |
| 四、设备事故处理 .....              | 48        |
| 五、电气设备维修的一般要求和质量标准 .....    | 50        |
| <b>第二章 电气线路故障查找 .....</b>   | <b>53</b> |
| <b>第一节 照明电路及灯具的检修 .....</b> | <b>53</b> |
| 一、照明电路的维护与检修 .....          | 53        |
| 二、照明电路故障检修 .....            | 56        |
| 三、照明灯具的安装原则 .....           | 60        |
| 四、白炽灯照明装置的检修 .....          | 60        |

|                              |            |
|------------------------------|------------|
| 五、荧光灯照明装置的检修 .....           | 63         |
| 六、高压汞灯照明装置的检修 .....          | 69         |
| 七、高压钠灯照明装置的检修 .....          | 73         |
| 八、碘钨灯照明装置的检修 .....           | 75         |
| <b>第二节 架空线路的检修 .....</b>     | <b>77</b>  |
| 一、架空线路的类型 .....              | 77         |
| 二、架空线路的组成 .....              | 77         |
| 三、架空线路的结构形式 .....            | 79         |
| 四、低压架空线路的检查与维护 .....         | 80         |
| 五、架空线路的检修 .....              | 81         |
| <b>第三节 电力电缆线路的检修 .....</b>   | <b>89</b>  |
| 一、电缆的结构与特点 .....             | 89         |
| 二、电缆中间接头的连接 .....            | 91         |
| 三、电缆终端的连接 .....              | 98         |
| 四、故障诊断与排除方法 .....            | 101        |
| <b>第四节 高压电器的维护与检修 .....</b>  | <b>108</b> |
| 一、断路器的维护与检修 .....            | 108        |
| 二、隔离开关的维护与检修 .....           | 142        |
| 三、负荷开关的维护与检修 .....           | 149        |
| 四、高压熔断器的维护与检修 .....          | 154        |
| 五、互感器的检修 .....               | 164        |
| <b>第五节 接地装置的检修 .....</b>     | <b>180</b> |
| 一、接地装置的分类 .....              | 181        |
| 二、接地体的制作与安装 .....            | 181        |
| 三、接地线的安装 .....               | 184        |
| 四、接地装置的检修 .....              | 191        |
| <b>第三章 电动机控制线路故障查找 .....</b> | <b>195</b> |
| <b>第一节 低压电器的检修 .....</b>     | <b>195</b> |
| 一、低压开关的检修 .....              | 195        |

|                                   |            |
|-----------------------------------|------------|
| 二、熔断器的检修 .....                    | 209        |
| 三、接触器的检修 .....                    | 215        |
| 四、继电器的检修 .....                    | 228        |
| 五、主令电器的检修 .....                   | 249        |
| 六、凸轮控制器的检修 .....                  | 253        |
| 七、电磁铁的检修 .....                    | 257        |
| 八、电阻器的检修 .....                    | 263        |
| <b>第二节 电动机控制线路的故障查找工艺 .....</b>   | <b>273</b> |
| 一、直观法 .....                       | 273        |
| 二、检测电压法 .....                     | 275        |
| 三、检测电阻法 .....                     | 277        |
| 四、其他方法 .....                      | 279        |
| <b>第三节 典型交流电动机控制线路的故障查找 .....</b> | <b>285</b> |
| 一、全压启动控制线路的故障查找 .....             | 285        |
| 二、正反转控制线路的故障查找 .....              | 293        |
| 三、位置控制线路的故障查找 .....               | 301        |
| 四、顺序控制与多地控制 .....                 | 306        |
| 五、降压启动控制线路的故障查找 .....             | 311        |
| 六、制动控制线路的故障查找 .....               | 317        |
| 七、调速控制线路的故障查找 .....               | 323        |
| <b>第四节 典型直流电动机控制线路故障查找 .....</b>  | <b>329</b> |
| 一、启动控制线路的故障查找 .....               | 329        |
| 二、正反转控制线路的故障查找 .....              | 331        |
| 三、制动控制线路的故障查找 .....               | 335        |
| <b>第四章 异步电动机故障查找 .....</b>        | <b>345</b> |
| <b>第一节 三相异步电动机故障查找 .....</b>      | <b>345</b> |
| 一、三相异步电动机结构与原理 .....              | 345        |
| 二、三相异步电动机的保养 .....                | 351        |
| 三、三相异步电动机故障分析与检查 .....            | 353        |

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 四、定子绕组的故障排除 .....     | 356 |
| 五、转子故障的修理 .....       | 365 |
| 六、机械故障的检查及修复 .....    | 366 |
| 七、异步电动机修理后的试验 .....   | 369 |
| 第二节 单相异步电动机故障查找 ..... | 370 |
| 一、单相异步电动机结构与原理 .....  | 371 |
| 二、单相异步电动机故障查找 .....   | 374 |
| 参考文献 .....            | 376 |

# 第一章 电气故障查找基础

## 第一节 电工常用工量器具

### 一、常用电工工具

常用电工工具是指一般专业电工都要运用的常备工具。有验电器、螺钉旋具、钢丝钳、尖嘴钳、断线钳、剥线钳、电工刀、活动扳手等。作为一名维修电工，必须掌握常用电工工具的使用。

#### 1. 验电器

验电器是检验导线和电气设备是否带电的一种电工常用检测工具。分低压验电器和高压验电器两种。

(1) 低压验电器。低压验电器又称为验电笔，有笔式和螺丝刀式两种，如图 1-1 所示。

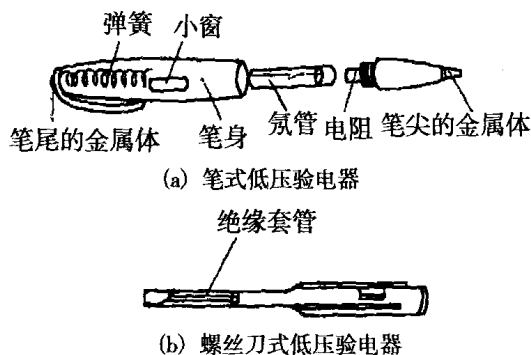


图 1-1 低压验电器

笔式低压验电器由氖管、电阻、弹簧、笔身和笔尖等组成，如图 1-1 (a) 所示。螺丝刀式低压验电器的外形与笔式不同，但它也是由氖管、电阻、弹簧、器身组成，如图 1-1

(b) 所示。使用时，必须按图 1-2 所示的正确方法把笔握妥，以手指触及笔尾的金属体，使氖管小窗背光朝向自己。

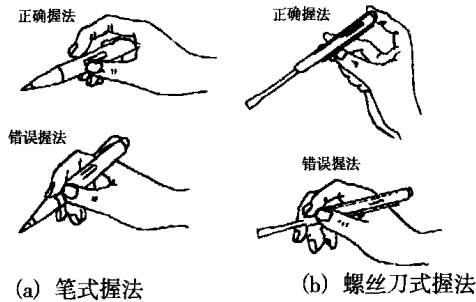


图1-2 低压验电器的使用方法

当用验电笔测带电体时，电流经带电体、电笔、人体、地形成回路，只要带电体与大地之间的电位差超过 60 V，电笔中的氖泡就发光。低压验电器测试范围为 60 ~ 500 V。低压验电器的作用如下。

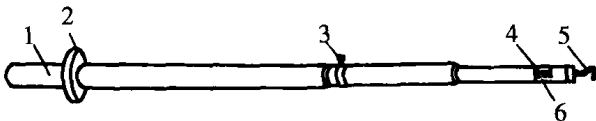
①区别电压高低。测试时可根据氖管发光的强弱来判断电压的高低。

②区别相线与零线。在交流电路中，当验电器触及导线时，氖管发光的即为相线；正常情况下，触及零线是不发光的。

③区别直流电与交流电。交流电通过验电器时，氖管里的两极同时发光；直流电通过验电器时，氖管里的两极只有一个发光。

④区别直流电的正负极。把验电器连接在直流电的正负极之间，氖管中发光的一极即为直流电的负极。

(2) 高压验电器。高压验电器又称高压测电器，10kV 高压验电器由握柄、护环、固紧螺钉、氖管窗、金属钩和氖管组成，如图 1-3 所示。



1-握柄 2-护环 3-固紧螺钉 4-氖管窗 5-金属钩 6-氖管

图 1-3 高压验电器

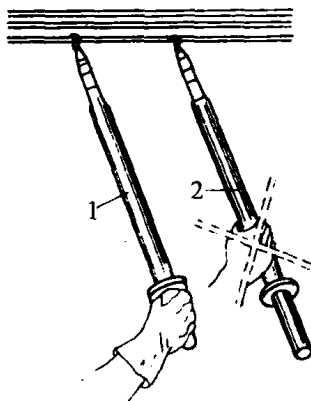
使用高压验电器的安全知识如下。

①验电器使用前，应在已知带电体上测试，证明验电器确实良好方可使用。

②使用时，应使验电器逐渐靠近被测物体，直到氖管发亮，只有在氖管不发亮时，人体才可以与被测物体试接触。

③室外使用高压验电器时，必须在气候条件良好的情况下，在雨、雪、雾及湿度较大的天气中不宜使用，以防发生危险。

④高压验电器测试时，必须戴上符合要求的绝缘手套；不可一个人单独测试，身旁必须有人监护；测试时要防止发生相间或对地短路事故；人体与带电体应保持足够的安全距离，10kV 高压的安全距离为 0.7m 以上。高压验电器的使用如图 1-4 所示。



1- 正确 2- 错误

图 1-4 高压验电器的使用方法

## 2. 螺钉旋具

螺钉旋具又称为旋凿或起子，是紧固或拆卸螺钉的工具。

(1) 螺钉旋具的结构。螺钉旋具的种类有很多，按头部形状可分为一字型和十字型，如图 1-5 所示。



(a) 一字型螺钉旋具



(b) 十字型螺钉旋具

图1-5 螺钉旋具

一字型螺钉旋具常用规格有 50mm、100mm、150mm 和 200mm 等，电工必备的是 50mm 和 150mm 两种。十字型螺钉旋具专供紧固和拆卸十字槽的螺钉，常用的规格有 I、II、III、IV 四种。

磁性旋具按握柄材料可分为木质绝缘和塑胶绝缘柄。金属杆的刀口端焊有磁性金属材料，可以吸住待拧紧的螺钉，能准确定位、拧紧，使用很方便，应用较广泛。

## (2) 螺钉旋具的使用。

①大螺钉旋具的使用。大螺钉旋具一般用来紧固较大的螺钉。使用时，除大拇指、食指和中指要夹住握柄外，手掌还要顶住柄的末端，这样就可以防止旋具转动时滑脱，如图 1-6 所示。

②小螺钉旋具的使用。小螺钉旋具一般用来紧固电气装置接线桩头上的小螺钉，使用时可用手指顶住木柄的末端捻转，如图 1-7 所示。

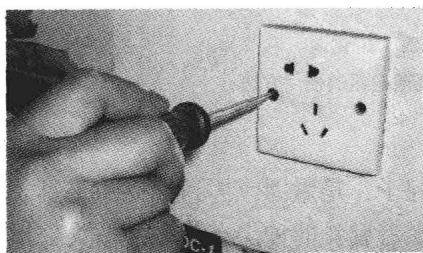


图 1-6 大螺钉旋具的使用方法

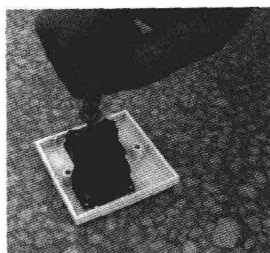


图 1-7 小螺钉旋具的使用方法

### (3) 使用螺钉旋具的安全知识。

①电工不可使用金属杆直通的螺钉旋具，否则，容易造成触电事故。

②使用螺钉旋具紧固和拆卸带电的螺钉时，手不得触及旋具的金属杆，以免发生触电事故。

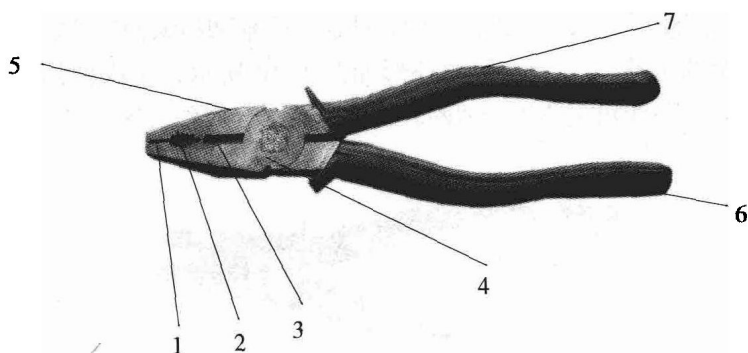
③为了避免螺钉旋具的金属杆触及临近的带电体，应在金属杆上穿绝缘套管。

④使用较长螺钉旋具时，可用右手压紧并旋转手柄，左手握住螺钉旋具中间部分，以使螺钉旋具不致滑脱。此时左手不得放在螺钉的周围，以免螺钉旋具滑出时将手划伤。

### 3. 钢丝钳

钢丝钳有铁柄和绝缘柄两种，绝缘柄为电工用钢丝钳，常用的规格有 150mm、175mm 和 200mm 三种。

(1) 电工钢丝钳的结构与用途。电工钢丝钳由钳头和钳柄两部分组成。钳头由钳口、齿口、刀口和侧口四部分组成。其用途很多，钳口用来弯绞和钳夹导线线头；齿口用来剪切或剥削软导线绝缘层；侧口用来侧切导线线芯、钢丝或铅丝等较硬金属丝。其结构如图 1-8 所示。



1- 钳口 2- 齿口 3- 刀口 4- 侧口 5- 钳头 6- 钳柄 7- 绝缘套

图 1-8 电工钢丝钳的结构

(2) 电工钢丝钳的使用。

①使用前必须检查绝缘柄的绝缘是否良好。

②剪切带电导线时，不得用刀口同时剪切相线和零线或同时剪切两根导线。

③钳头不可代替锤子作为敲打工具使用。

#### 4. 尖嘴钳

尖嘴钳的头部尖细，适用于在狭小的空间操作。钳柄有铁柄和绝缘柄两种，绝缘柄的耐压为 500V。主要用于切断细小的导线、金属丝，夹持小螺钉、垫圈及导线等元件，还能将导线端头弯曲成所需的各种形状。尖嘴钳外形如图 1-9 所示。

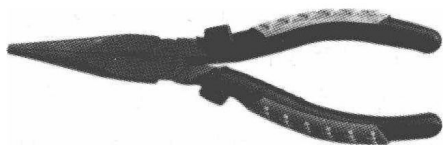


图1-9 尖嘴钳

#### 5. 断线钳

断线钳又称斜口钳，钳柄有铁柄、管柄和绝缘柄三种。电工用的带绝缘柄断线钳的外形如图 1-10 所示，绝缘柄耐压 500V。断线钳主要用于剪断较粗的电线、金属丝及导线电缆。

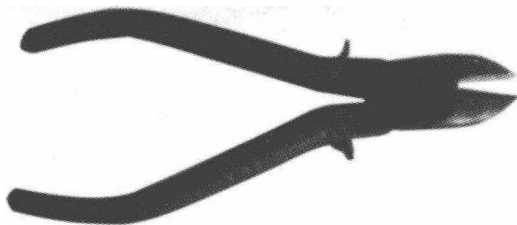


图 1-10 断线钳

## 6. 剥线钳

剥线钳是用来剥削小直径导线绝缘层的专用工具，其外形如图 1-11 所示。绝缘手柄耐压为 500V。

剥线钳使用时，将要剥削的绝缘层长度用标尺定好后，即可把导线放入相应的刃口中（比导线直径稍大），用手将柄握紧，导线的绝缘层即被割破，且自动弹出。

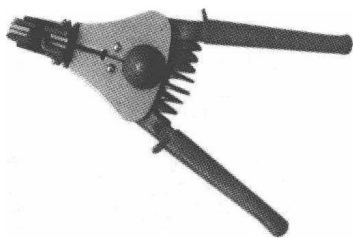


图 1-11 剥线钳

## 7. 电工刀

电工刀是用来剥削电线线头、切割木台缺口、削制木棒的专用工具，其外形如图 1-12 所示。



图 1-12 电工刀

（1）电工刀的使用。使用时，应将刀口朝外剖。剥削导线绝缘层时，应使刀面与导线呈较小的锐角，以免割伤导线。

（2）使用电工刀的安全知识。

①使用电工刀时应注意避免伤手，不得传递未折进刀柄的电工刀。

②电工刀用毕，随时将刀身折进刀柄。

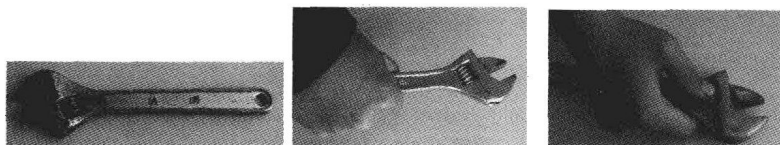
③电工刀刀柄无绝缘保护，不能用于带电作业，以免触

电。

## 8. 活动扳手

活动扳手又称活络扳头，是用来紧固和起松螺母的一种专用工具。

(1) 活动扳手的结构和规格。活动扳手由头部活动扳唇、呆扳唇、扳口、蜗轮和轴销等构成，如图 1-13 (a) 所示。蜗轮可调节扳口大小。其规格用长度  $\times$  最大开口宽度（单位为 mm）来表示，电工常用的活动扳手有 150mm  $\times$  19mm（6 英寸）、200mm  $\times$  24mm（8 英寸）、250mm  $\times$  30mm（10 英寸）和 300mm  $\times$  36mm（12 英寸）等四种规格。



(a) 活动扳手的结构 (b) 扳动较大螺母的握法 (c) 扳动较小螺母的握法

图 1-13 活动扳手的结构与使用

(2) 活动扳手的使用方法。

①扳动大螺母时，常用较大的力矩，手应握在近柄尾处，如图 1-13 (b) 所示。

②扳动较小螺母时，所用力矩不大，但螺母过小易打滑，故手应握在接近扳头的地方，如图 1-13 (c) 所示，这样可随时调节蜗轮，收紧活动扳唇，防止打滑。

③活动扳手不可反用，以免损坏活动扳唇，也不可用钢管接长手柄施加较大的扳拧力矩。

④活动扳手不得当做撬棍和手锤使用。

## 9. 喷灯

喷灯是一种利用喷射火焰对工件进行加热的工具，常用来焊接铅包电缆的铅包层、大截面铜导线连接处的搪锡以及其他连接表面的防氧化镀锡等。喷灯火焰温度可达 900℃ 以上。

(1) 喷灯的结构。喷灯的结构如图 1-14 所示，按其使用燃料可分为煤油喷灯、汽油喷灯和燃气喷灯。

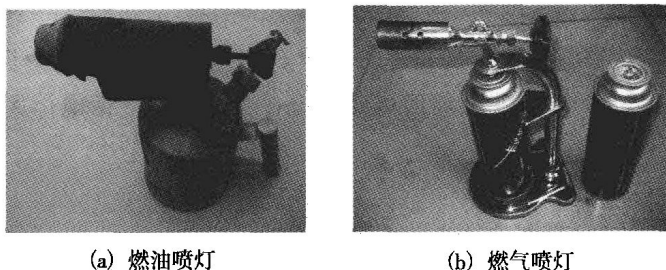


图1-14 喷灯

(2) 燃油喷灯的使用方法。

①加油。旋下加油阀下面的螺栓，倒入适量油液，以不超过筒体的  $3/4$  为宜。保留一部分空间的目的在于储存压缩空气，以维持必要的空气压力。加完油后应及时旋紧加油口的螺栓，关闭放油调节阀的阀杆，擦净洒在外部的油液，并认真检查是否有渗漏现象。

②预热。先在预热燃烧盘内注入适量汽油，用火点燃，将火焰喷头烧热。

③喷火。当火焰喷头烧热后，而燃烧盘内汽油燃完之前，用打气阀打气 3~5 次，然后再慢慢打开放油调节阀的阀杆，喷出油雾，喷灯即点燃喷火。随后继续打气，直到火焰正常为止。

④熄火。先关闭放油调节阀，直至火焰熄灭，再慢慢旋松加油口螺栓，放出筒体内的压缩空气。

### 使用喷灯操作提示

①喷灯在加油、放油及检修过程中，均应在熄火后进行。加油时应将油阀上的螺栓先慢慢放松，待气体放尽后方开盖加油。

②煤油喷灯筒体内不得掺加汽油。

③喷灯使用过程中应注意筒体的油量，一般不得少于筒体

容积的 1/4。油量太少会使筒体发热，易发生危险。

④打气压力不应过高。打完气后，应将打气柄卡牢在泵盖上。

⑤喷灯工作时应注意火焰与带电体之间的安全距离，10kV 以下带电体距离应大于 1.5m；10kV 以上带电体距离应大于 3m。

### (3) 燃气喷灯。

#### ①燃气喷灯的特点。

使用简单，安全，携带方便，不怕强风的工作场所。

任何角度均可使用，不会熄火。

采用 304 号不锈钢材质，质轻坚固，永不生锈。

气瓶装卸快速，不用时可卸下挂置，防止漏气，节省瓦斯。

#### ②燃气喷灯的使用方法

把气瓶斜放入底座圆槽内，以气瓶下压底座。

压下底座后，气瓶靠紧握臂上之弧板，然后迅速放开气瓶，使气瓶嘴进入进气口。

微开气阀，让微量燃料溢出，迅速点火。然后再开火焰，约 20s 后任何角度均可使用。

停止使用时，关闭气阀，确定火已熄灭。把气瓶移出进气口，挂置。

### 操作提示

①燃料瓶与喷灯结合后，请检查结合处有无漏气之异味或气声，也可浸入水中察看，若有漏气现象，请勿点火使用。

②清除喷火嘴之污垢，可利用附于底座下之通针。

#### (4) 喷灯的维护。

①喷灯用完后，应放尽气体，存放在不受潮的地方。

②不得用重物碰撞喷灯，以免产生裂纹，影响安全使用。