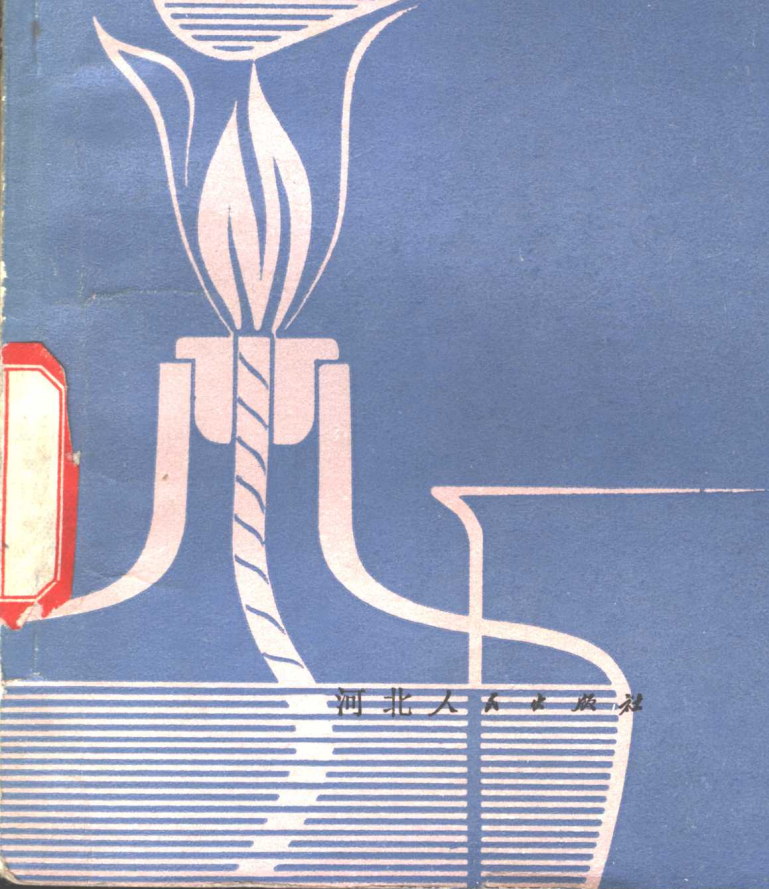


# 中学化学实验技术和方法

王希通 著



河北人民出版社

# 中学化学实验技术和方法

王希通 著

河北人民出版社

一九八〇年·石家庄

## 中学化学实验技术和方法

王希通 著

---

河北人民出版社出版 (石家庄市北马路19号)

邯郸地区印刷厂印刷 河北省新华书店发行

---

787×1092毫米 1/32 4印张 84,000字 印数: 1—9,350 1986年11月第1版

1980年11月第1次印刷 统一书号: 7086·1017 定价: 0.30元

## 前 言

化学所研究的对象主要包括：物质的组成、结构、性质、变化及其相关的现象、规律和原因；物质在自然界的存在、提取和人工制备。但在自然界、生产和生活中的化学现象多是在错综复杂的过程中发生和发展着的，一般在教学过程中很难一下子讲透这些复杂变化的全部内容实质。尤其是中学阶段，学生对有关化学方面的感性知识较少。因此在化学教学中常需要抽出变化中最根本的部分，并排除那些复杂的外部影响来进行学习研究，使初学者通过一些简单的实验观察到复杂现象的基本因素，然后才有条件从观察到的这些简单变化过程入手，逐步地把一些复杂因素有机地联系起来。例如，通过氢气在氯气中燃烧的实验，既能扩大有关“燃烧”和“氧化—还原”等基本概念，又能说明工业上合成盐酸的基本原理。不难看出，实验是化学教学中不可缺少的一个重要环节。它不仅能逐步培养学生的操作技能，而且能提高观察、分析的能力，使他们比较顺利、比较准确地形成化学概念，从变化的外部现象逐步深入到变化的本质和规律，对所学内容加深理解。

1978年1月教育部颁布的全日制十年制学校《中学化学教学大纲》（试行草案），在指出“教学中应该注意的几个问题”时，首先提到的就是要“加强实验教学”。并在大纲中规定学生实验比重占全部教学时数的14.7%，连同教师课

堂演示实验在内，三个学年共安排了近 180 个实验。鉴于目前有相当一部分学校的仪器设备尚不能满足《大纲》所列实验教学的要求，编者在学习兄弟学校发扬自力更生精神，自制教具进行实验的经验基础上，将自己多年教学中所积累的有关“常用仪器的自制、代用和维修”以及利用这些简易的实验室装备所进行的“实验举例”等两部分材料整理成“中学化学实验技术和方法”这本小册子，借以抛砖引玉。希望广大读者能更多地创造经验，逐步提高当前中学化学教学中的实验技术、设备和方法。

在新《大纲》所规定的实验项目中，大部分是传统性的，但也增加了一些过去中学里没有做过的难度较大的新题目，改进了一些新方法。为了更好地展开教学研究，本书的第二部分“实验举例”中选进了部分实验题目，在试做的基础上提出了一些实验方法和建议，供读者参考。本书若能对当前设备欠缺的学校和初任课的教师在使用新大纲和教材进行教学时有所帮助，也是编者所希望的。

书中所列实验内容，虽经过一定次数的重复操作，但由于水平和时间所限，一定存有缺点、错误，殷切希望读者同志提出批评和改进意见。

编 者

1979年5月

# 目 录

## I. 常用仪器的自制、代用和维修

|                    |        |
|--------------------|--------|
| 一、加热用热源 .....      | ( 1 )  |
| 二、玻璃器皿的选用与装置 ..... | ( 8 )  |
| 三、储气装置 .....       | ( 14 ) |
| 四、夹持器械及其它 .....    | ( 16 ) |
| 五、量计 .....         | ( 18 ) |
| 六、实验室用电源 .....     | ( 22 ) |
| 七、玻璃加工 .....       | ( 27 ) |

## II. 实验技术和方法举例

|                        |        |
|------------------------|--------|
| 一、氧气的性质和制备 .....       | ( 33 ) |
| 二、电解水 .....            | ( 36 ) |
| 三、测定硫酸铜晶体中结晶水的含量 ..... | ( 38 ) |
| 四、关于物质溶解度的实验 .....     | ( 41 ) |
| 五、纸上层析 .....           | ( 46 ) |
| 六、氯气的制取、性质与合成盐酸 .....  | ( 50 ) |
| 七、少量金属钠的实验室制备 .....    | ( 55 ) |
| 八、酸碱指示剂 .....          | ( 56 ) |
| 九、接触法制硫酸的化学原理 .....    | ( 58 ) |
| 十、阿佛加德罗常数的测定 .....     | ( 59 ) |
| 十一、中和热的测定 .....        | ( 63 ) |
| 十二、氨 硝酸 .....          | ( 65 ) |
| 十三、化学反应速度与化学平衡 .....   | ( 69 ) |
| 十四、水煤气的生成原理 .....      | ( 73 ) |

|                          |         |
|--------------------------|---------|
| 十五、胶体溶液的制备与电泳 .....      | ( 74 )  |
| 十六、分子量的测定 .....          | ( 77 )  |
| 十七、溶液的导电与离子移动 .....      | ( 82 )  |
| 十八、同离子效应与缓冲溶液 .....      | ( 84 )  |
| 十九、电解食盐水 .....           | ( 86 )  |
| 二十、无氰镀锌 .....            | ( 87 )  |
| 二十一、用离子交换法软化硬水 .....     | ( 89 )  |
| 二十二、有关铝性质的几个实验 .....     | ( 92 )  |
| 二十三、用一氧化碳还原氧化铁 .....     | ( 96 )  |
| 二十四、金属的锈蚀与防护 .....       | ( 98 )  |
| 二十五、关于络合物的几个实验 .....     | ( 100 ) |
| 二十六、关于烃类与卤素反应的几个实验 ..... | ( 104 ) |
| 二十七、格林纳试剂的制备 .....       | ( 108 ) |
| 二十八、乙醇结构式的推断 .....       | ( 109 ) |
| 二十九、蔗糖、淀粉、纤维素的水解 .....   | ( 112 ) |
| 三十、纤维素的加工 .....          | ( 114 ) |
| 三十一、合成树脂 .....           | ( 116 ) |

## 附录：常用试剂的规格和代用品

# I. 常用仪器的自制、代用和维修

## 一、加热用热源

很多化学反应和玻璃仪器加工都需要加热才能进行。因此热源是进行化学实验不可缺少的重要环节。当前中学实验室常用的热源不外乎酒精灯、喷灯、煤油灯、炭火或电炉。这些设备一般都可以自己制造和维修，今举例如下：

### (一) 酒精灯

用空墨水瓶、浆糊瓶或其它小药瓶配以适当的铁盖（如啤酒瓶盖），盖中央凿一个直径5~8毫米的小洞，用薄铁皮卷一小筒，穿过盖上小洞做灯芯管。用棉线一束做灯芯，再配以合适的小瓶做灯帽，如图1

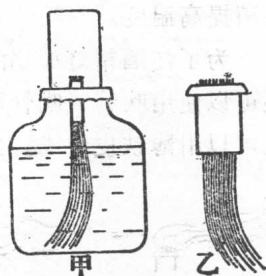


图1 自制酒精灯

小瓶做灯帽，如图1

甲。如果不用瓶盖而改用电线进户瓷管当灯芯管也很好用，如图1乙。

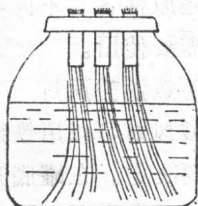


图2 扁平灯头酒精灯

在玻璃管加工时，如需用扁平火焰（弯曲、拉伸玻璃管），可选用大口瓶

做成象图2的装置。

在使用酒精灯时，应根据加热对象

的需要，在燃灯前用镊子调节灯芯的大小（即把灯芯线提上或压下），这样能得到大小不同的火焰，以供不同实验使用。一则是为了便于操作，一则是为了节约酒精，如图 3。

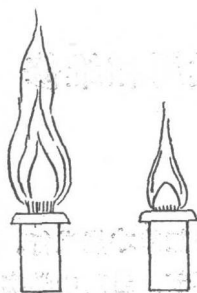


图 3 灯焰的调节

并稍提高温度。

为了使酒精灯火焰的热量提高或集中，还可以使用吹管。吹管可以用铜毛笔帽或篮球打气针自制，也可以用薄铁皮卷成。当往火焰上吹风时，火焰的大小、性质都可以改变。图 5 表示从不同部位上吹风时，所产生的不同情况。其粗细、温度、氧化还原性各有不同，可供不同需要使用。

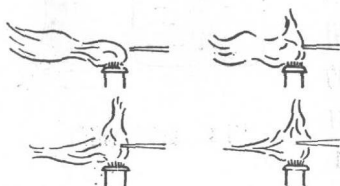


图 5 吹管对灯焰的作用

为了减少灯焰的摇摆、跳动，可以用铁窗纱或旧箩底做一个适当的圆筒，罩在灯焰的外边，如图 4，可以使火力集中

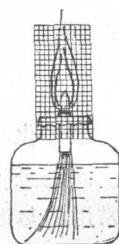


图 4 集中火力的铁纱罩

## （二）煤油鼓风灯

煤油鼓风灯可以用铁罐自制，其结构如图 6，其大小可以根据需要决定。在罐底开一圆洞并焊接圆管①，圆管①要用咬口锡焊，其高度以高出罐盖 1 厘米为度。再用咬口锡焊另一短筒②，其直径较管①大 6~8 毫米，以便在①②两筒间塞住用高丽纸（或毛头纸）

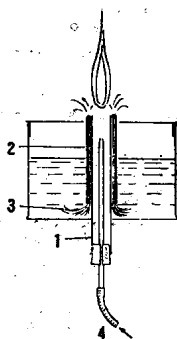


图 6 煤油鼓风机

1. 灯芯内管
2. 灯芯外管
3. 环形灯芯
4. 鼓风管

卷成的灯芯。罐盖上挖一圆洞，使盖子盖好后恰好露出环形灯芯。在圆筒①的下口插入一支尖嘴玻璃管，玻璃管用带有豁口的单孔塞固定在圆筒①里，塞子不能用橡胶的，以防橡胶遇煤油发生溶胀后玻璃管不能上下移动。

煤油鼓风机可以放在铁制三足架或特制的灯架上。点火后，从尖嘴玻璃管吹出平稳的空气，调节尖嘴的高度和变换尖嘴口的粗细，可以改变火焰的强弱和大小。

鼓风的办法很多，但关键的一点是获得较平稳的气流。鼓风机可以用风箱、医用鼓风皮球、风帽（俗名皮老虎）、打气筒……等。

为了得到较平稳的气流，最好连接一个气室。以下介绍几种行之有效的气室装置。

1、气室可用装在布袋或网袋中的改装了的球胆，如图 7 甲，空气进出口可以用胶管、塑料管或用废自行车内胎和补胎胶水自己粘成。也可以拧上两个内胎上的气门嘴，用以连接导管。也可以象图 7 乙那样，连接一支三通管。

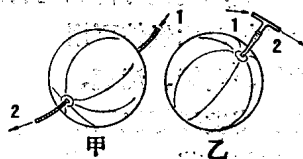


图 7 用球胆改装的气室

1、2. 压缩空气进出口

2、气室可按图 8 形式安装成储气筒。

3、借用农用喷雾器，则鼓风机和气室都具备了。

煤油鼓风灯可以获得较高的温度，足够一般玻璃工使用。如玻璃管的弯曲、拉伸、封口和熔接等。

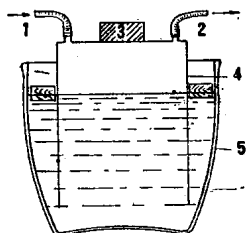


图8 储气筒

- 1、2. 压缩空气进出口  
3. 重物 4. 浮筒  
5. 水缸

### (三) 其它热源

在有电的地方可以用市售小型电炉盘（或用粘土自制）和电炉丝自己制做500瓦左右的简易电炉。

在无电或供电不足的地方，可以用铁皮自制小炭火炉。如图9甲，先把铁皮剪成图9乙的形状，然后卷起来咬口（或铆接），接成炉身。再按图9丙做一个炉算，架

在炉腰处即可。炉身也可以直接使用罐头筒，或用粘土制做。所需木炭也可自己烧制。

电炉、木炭炉可用于试管、曲管、烧瓶、烧杯、蒸发皿等仪器，进行加热、蒸发、蒸馏等。

凡有液化石油气、民用煤气或沼气的地方，都可以引到实验室中使用。

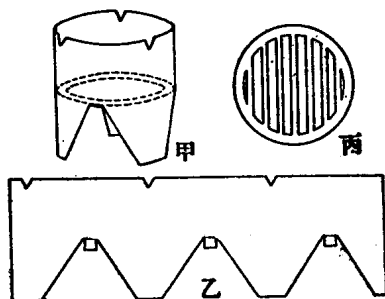


图9 自制小炭炉

### (四) 酒精喷灯的构造、使用和维护

酒精喷灯是利用酒精蒸气燃烧的加热器。一般火焰温度

范围达  $800\sim 1200^{\circ}\text{C}$ ，适用于灼烧和玻璃加工。常用的有座式和挂式的，如图10。

1、座式喷灯的纵剖面结构如图11，其基本原理是当使预热盘内酒精燃烧时，加热了灯芯所吸上的酒精，酒精气化后只能从喷口排出且具有一定压强（喷灯的其它部分都不得漏气）。自喷口向上喷出酒精蒸气时，随之造成其附近局部压强减小（柏努利原理），因而从空气入口混进了适量的空气。这混有适量空气的酒精蒸气在灯管口处燃烧。喷灯火焰温度高低在一定范围内与通入的空气量有关，而酒精蒸气喷出量和压强大小又与灯芯管受热程度和喷口大小有关。

座式喷灯的使用方法  
和维修注意事项如下：

（1）打开酒精加入口的螺旋盖，借漏斗往灯身中注入酒精，注入量在灯身容积的  $1/4\sim 3/4$  之间，不宜过多过少。过多则在点火时容易喷出未气化的酒精而使灯周围着火；过少则容易把灯芯烧焦。灌好酒精后，旋紧盖子至使用时不漏气为度。

（2）往预热盘里注入酒精至半满，点燃酒精以加热灯芯管（此时最好把入空气孔调到最小），俟酒精气化并从喷口喷出时，预热盘内正燃着的火焰常是自然地在灯管上口把

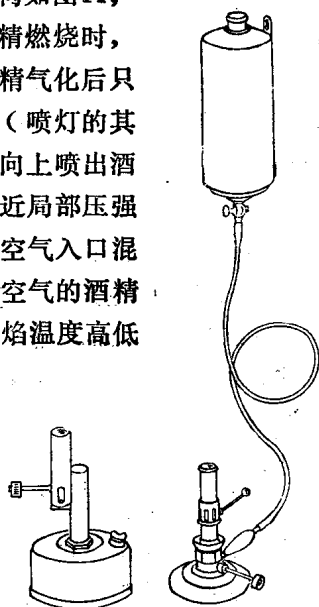


图10 座式酒精喷灯及挂式酒精喷灯

蒸气点燃。不然，也可以用火柴点它，然后再调节空气量，使火焰达到所需的程度。在一定范围内，混入空气量越多，温度就越高。

(3) 不能让火焰在灯管内部发生，如在内部发生应将它熄灭，再在灯管口处点燃。

(4) 喷灯使用时间过长，灯身的温度逐渐升高，甚至达到酒精的沸点，造成灯身内部压强过大，喷灯有被崩裂的危险。在崩裂的同时必然引起着火，应该注意预防。因此当灯身相当热时，可用冷水蘸湿抹布包住灯身，适当地降低灯身的温度。

(5) 绝不允许在灯正燃着时打开灯身上的加酒精口，因为这样很容易引燃从内部溢出的酒精蒸气。

(6) 座式喷灯的熄灭方法，可用废木块平压灯管上口，火即熄灭。然后稍旋松加酒精口的盖子，把灯身内的酒精蒸气放出。

(7) 在灯正燃着或刚熄灭而灯管还在红热时，都不准往预热盘内添加酒精，以免引起着火。

(8) 灯身内酒精不得耗干，否则烧焦了灯芯线，灯就

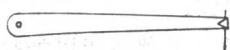


图12 探针

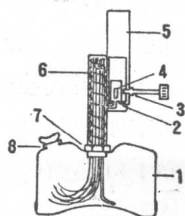


图11 座式喷灯纵剖面

- 1.灯身
- 2.喷口
- 3.空气调节器
- 4.空气入孔
- 5.灯管
- 6.灯芯管
- 7.预热盘
- 8.酒精加入口

不好用了。  
(9) 喷灯喷口有时被堵塞，可用探针(图12)通畅之。探针可以用细钢丝自制。

座式喷灯除喷口堵塞点不着外，最容易发生的毛病是灯芯线被烧焦酒精汲不上来，或灯身漏气。修理时可先按程序预热点燃，如不能持续燃烧或越着火越小时，可用燃着的火柴检验灯的各部看是那里漏气。如果是加酒精口漏气，可以调换盖内的橡胶垫。灯管螺母处漏气，可以用扳子拧紧，或拧开螺母重新加石棉线盘根。在卸开灯管后还应抽出灯芯检查一下，是否烧焦变细，如变细应补充或更换灯芯线。灯芯线束的粗细以塞满灯芯管为度。为了便于把灯芯线束送入灯芯管，线束可用铜丝缠绕，再用一根稍粗点的铜丝弯成图13形状，叉住线束并把它送入灯芯管。铜丝的长度以下部恰能抵住灯底为宜，这样还可防止灯芯自动下落。

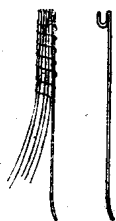


图13 座式喷灯的灯芯束

2、挂式喷灯的基本原理与座式一样，只是酒精储存在一个高位吊桶中，酒精靠重力流下来经导管进入灯内。酒精流出量靠灯上的截门控制。灯芯是一束铁丝，喷口在灯芯管上端，喷口周围有进空气口与上边灯管相连。

使用时也是先预热灯芯管，然后微微旋开酒精控制截门，酒精在灯芯处受热气化，蒸气从喷口喷出（如预热不够，喷出来的将是液体酒精），可就管口处点燃之。调节空气流量与座式喷灯相同。

挂式喷灯的优点在于可以通过控制截门和吊桶的高低来调节灯焰的大小。

熄灭挂式喷灯，只须关闭灯上的控制截门即可。喷灯在不用时，应将吊桶下部的截门关住。

## 二、玻璃器皿的选用与装置

在一般化学实验中用以进行化学反应的仪器，不外乎试管、烧瓶、烧杯、锥形瓶等；但在缺少以上仪器的情况下，凡是透明、无色或浅色、耐热的玻璃瓶、杯、筒、管等都可以直接或经过加工作为代用品。例如：

盛中药片的直筒形平底小玻璃瓶；

盛青霉素、链霉素的薄壁小药瓶；

稍大些的注射用针剂安瓿；

玻璃制眼药水滴瓶；

经过加工的电灯泡、灯管；

例如，把断了丝的电灯泡的金属灯口从边缘处割掉，然后掰断其中的抽气管，再用铁器（如改锥等）轻轻开口去掉灯丝支柱如图14，经这样处理的灯泡，可以代烧瓶使用。

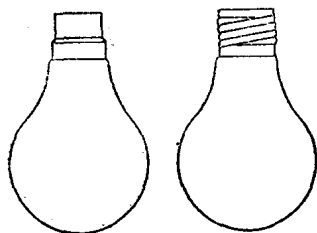


图14 用废灯泡代烧瓶

普通玻璃瓶可以根据其形状、大小适当地选用为固体、液体试剂瓶或用做集气瓶。

下边介绍一些简易的装置及其使用方法：

（一）一般不需加热的反应装置，象固、液、气、液，液、液间的反应可以在适宜的小玻璃瓶中进行操作和观察。

（二）可以加热的反应装置，由固体（或液体）加热后才起反应的，可选择在比较耐温度骤变的玻璃容器中进行操作。一般中药片瓶、安瓿、电灯泡、玻璃眼药瓶等都耐烧。

较厚壁或底厚肚薄的瓶子既不易传热且受热后膨胀不均匀者遇热易炸裂，不宜选用。

如果产生的气体需要收集或导至其它器皿中，就需要安装导气装置。这种装置的关键是在任何连接处都应有较好的气密性，所以塞子和导管都要选择适当。以下列举有关零件的配制和几个配套装置：

1、塞子：药瓶上的软木塞（或胶合软木塞）、橡胶塞都可以直接使用；市售暖水瓶、行军水壶用的青木塞可以仔细削去比容器口大的部分，然后用木锉或砂纸打圆，在水中浸透后放在木板下滚压（压塞应在穿孔前进行），遂得大小适宜的塞子如图15。压好后的塞子以恰好嵌入容器口 $1/3 \sim 1/2$ 为好。



图15 用木板滚压木塞

2、穿孔：在没有穿孔器的情况下，可以用钻钻孔或用锥子扎孔后用带棱的锥子扩孔，或用适当粗细的铁条烫孔（橡胶塞烫

孔后还须用粗细适当的绳子把孔拉光，以免变粘）；由于木塞的强度和弹性都较差，穿孔时不要一次打得太大，要随打随试，要求以导管能勉强穿入为度。

3、导管：要尽可能地找一些适用的玻璃管，截好并弯成适宜的角度备用。实在找不到玻璃管时，毛笔杆、苇子杆等也可以代用。

使用软橡胶管的目的是为了便于操作——可以任意改变导管的伸展方向、长短、距离。

选用橡胶管时应注意内径大小要适当。但高压管不适用，一则不易弯曲，无法操作；二则价昂。医药门市部出售

的乳胶管也可用，但价昂、易老化。若找不到橡胶导管时，交电门市部出售的粗细适当的塑料管也是很好的代用品。

在往硬管上套橡胶管时，所选用橡胶管的内径应稍小于硬管的外径。套时，橡胶管口可蘸一点水或用嘴吹一吹，以增加橡胶的滑润与柔软。硬管插入的深度，以套好后用手轻拉不致脱落为度。如果橡胶管内径稍大，一时又找不到合适的代用品，可以把橡胶管头卷回一些，再套在硬导管上，会比较严密些。

在往硬导管上套塑料管时，可将塑料管在热水中烫软再套。

4、成品举例：见图16。

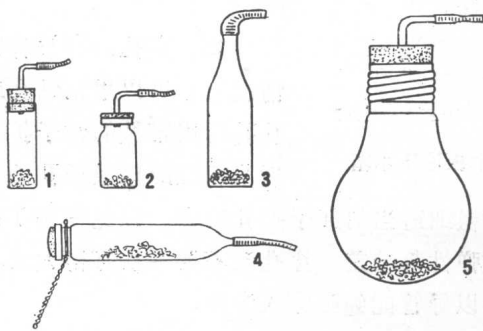


图16 可以加热的气体发生器

1. 中药片瓶 2. 青霉素小瓶 3. 大针剂安瓿 4. 眼药瓶（系铁丝柄）  
5. 电灯泡

### （三）固体与液体相互起反应产生气体的装置

#### 1、适用于一次反应完毕的装置：

在实验过程中使用少量试剂，一次反应完了借以观察现