

# 南京城市小区夏季生活垃圾主要成分研究

郑友友\*，管一帆，赵苏缘

(金陵中学，南京)

**摘要：**生活垃圾与人们的生活密切相关。生活垃圾的分类与处理对环境与生态有着重要的影响，人们对生活垃圾分类的关注度越来越高。通过实际调查，搞清楚南京城市小区夏季生活垃圾主要成分，其中厨余垃圾 84%，塑料 7%，餐巾纸和厕纸 3%，普通纸 3%，玻璃 3%，无布类。

**关键词：**南京城市小区夏季生活垃圾；组成

## 1. 资料收集

如今中国生活垃圾一般可分为四大类：可回收垃圾、厨余垃圾、有害垃圾和其他垃圾。可回收垃圾主要包括废纸、塑料、玻璃、金属和布料；厨余垃圾包括剩菜剩饭、骨头、菜根菜叶、果皮等食品类废物；有害垃圾包括废电池、废日光灯管、废水银温度计、过期药品等；其他垃圾包括除上述几类垃圾之外的砖瓦陶瓷、渣土、卫生间废纸、纸巾等难以回收的废弃物<sup>[1]</sup>。需要注意的是，普通废纸属于可回收垃圾，而餐巾纸和厕纸则属于其他垃圾。

不少城市对生活垃圾的成分做过研究（多在 2000 年前后），其中厨余垃圾是最主要的成分，含量一般在 45%左右，且呈逐年下降趋势；塑料、纸类、玻璃和布类（北方有灰渣）是主要成分，含量一般在 2%~10%；虽然金属、砖瓦陶瓷和木竹基本上每个城市都有，但含量都很低；季节对垃圾成分的影响主要在夏季，由于含水量较多的瓜果（如西瓜等）的上市，厨余垃圾的含量会比年均偏高 5%左右；地域也是垃圾成分的影响因素之一，如灰渣是北方城市生活垃圾的主要成分之一，而在南方含量则不到北方一半<sup>[2-9]</sup>。

如果将以上数据换算成各类主要垃圾占主要垃圾总重的比重，则厨余垃圾含量一般在 65%左右；塑料、纸类、玻璃和布类含量一般在 3%~15%；夏季厨余垃圾含量比年均偏高约 7%左右。

## 2. 调查研究

### 2.1 调查方法

2012 年 4、6、8 月，我们分别对三个居民小区的三个垃圾桶做了 2 次调查。这三个小区中有新小区也有老小区，都位于市区，基本住满，居民生活水平中上，且被调查的三个垃圾桶基本放满。

第一次调查中，我们将垃圾从垃圾桶中掏出，并按照厨余、纸、塑料、玻璃等类别初步分类并记录。

第二次调查，将垃圾掏出并按照类别分好后，称重、记录数据。

### 2.2.1 第一次调查结果

经过调查，我们将垃圾按照含量的多少分为主要垃圾（在其中两次或这三次调查中都出现，且初步估计质量较大）和含量少的少数垃圾（只在其中一次调查中出现，或初步估计质量较小）。如表 1（括号中数字为发现次数）：

表 1 主要垃圾和少数垃圾初步分类表

主要垃圾	少数垃圾
厨余垃圾 (3)、纸类 (3)、塑料 (3)、玻璃 (2)、布类 (2)	耳机 (1)、数据线 (1)、电源适配器 (1)、木竹 (3)、砖瓦陶瓷 (1)、皮革 (1)、金属 (1)、毛线 (1)、烟头 (1) 等

可以看出，这三个小区的主要垃圾与中国南方城市的主要垃圾相同；少数垃圾与这些城市的相似，但耳机、数据线、电源适配器、毛线、烟头是这些城市没有的。

由于少数垃圾含量少且其中垃圾种类易变化，如上述三个垃圾桶的少数垃圾的种类就各不相同，所以不便于研究其中各类垃圾和它们成分的变化；而主要垃圾含量多且成分很难发生变化，研究其中各类垃圾的成分及其变化，对研究居民生活水平变化等问题有很大的帮助。故 2012 年 8 月我们又对上述三个垃圾桶中各类主要垃圾占主要垃圾总量进行了调查。

### 2.2.2 第二次调查结果

调查结果如表 2~表 4，将表 2~表 4 的数据整合得到表 5：

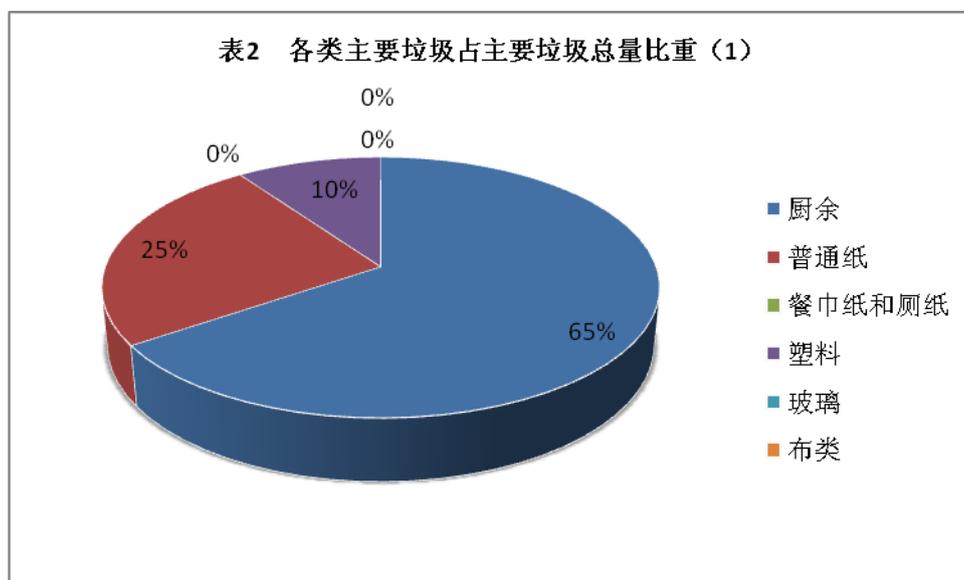


表3 各类主要垃圾占主要垃圾总量比重 (2)

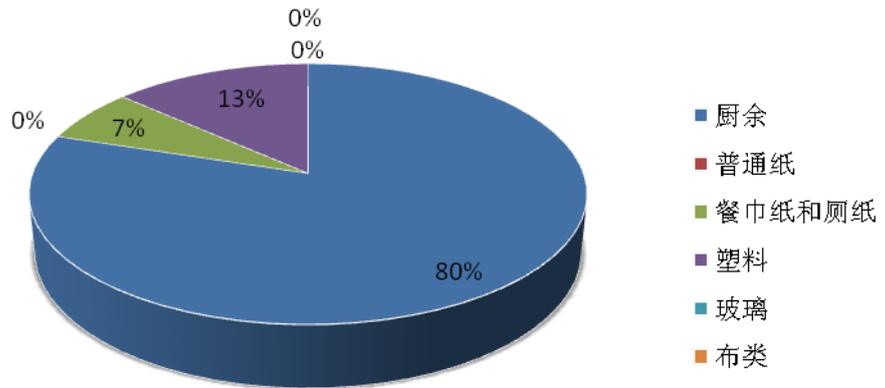


表4 各类主要垃圾占主要垃圾总量比重 (3)

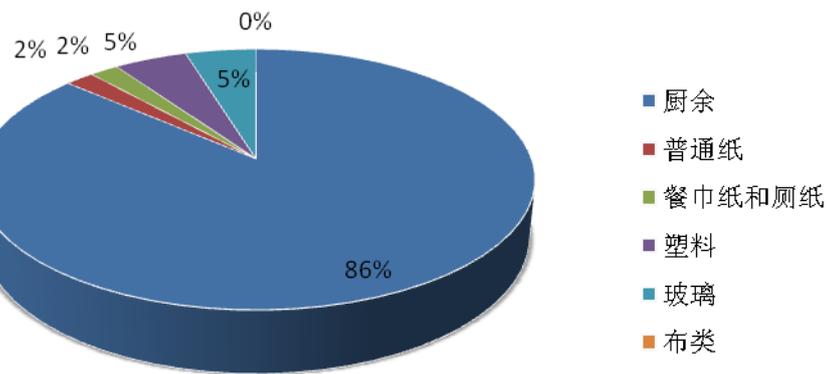
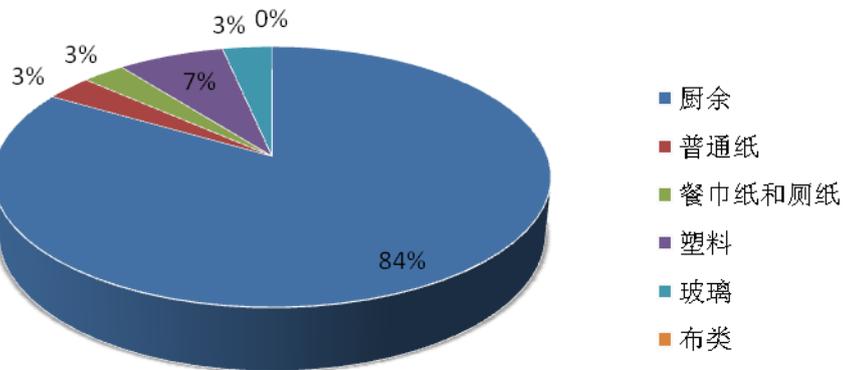


表5 各类主要垃圾占主要垃圾总量比重 (总)



这三个小区夏季的生活垃圾中，厨余垃圾所占比例最大，甚至达到了 80%以上，这部分垃圾如果用于堆肥，可在夏季直接减少 80%左右的主要垃圾，减少大部分垃圾污染。

与其它城市一样，塑料在主要垃圾中的含量是第二多的，并且大多数难降解，如果对其进行回收利用，可以大大减少土壤污染。由于国家对塑料袋的管控，塑料的含量可能会逐步降低，但由于其轻且不易破的性质，在人们生活中的地位不可动摇，含量虽下降但不会下降太多，塑料垃圾仍需重视。

普通纸类垃圾比人们想象中的含量少，可能是人们已经将这些纸卖给回收纸类的人，这有利于垃圾的回收利用。

因为布类是耐用物品，所以在这三次的调查中没有发现布类垃圾。六次调查中仅有两次发现布类，且初步初步估计的质量并不太大，不能将布类算作主要垃圾，故做新表如下：

表 6 主要垃圾和少数垃圾分类表

主要垃圾	少数垃圾
厨余垃圾（84%）、塑料（7%）、餐巾纸和厕纸（3%）、普通纸（3%）、玻璃（3%）、布（0%）	布类、耳机、数据线、电源适配器、木竹、砖瓦陶瓷、皮革、金属、毛线、烟头等

还应注意的，废电池等有害垃圾虽然产生量少，在六次调查中都没有发现，但其危害巨大，据了解一粒纽扣大的电池泄漏后将污染 60 万升水[1]。

随着人们生活水平的提升，厨余垃圾的含量会变少，但是废旧电子产品、过期化妆品等有害垃圾的含量可能会增加，人们应重视对这些垃圾的处理，保护环境。

### 3. 结论

总体来说，南京城市小区夏季生活垃圾的主要垃圾包括厨余垃圾、纸类、塑料和玻璃。其中，厨余垃圾含量很高同时也是最高的，主要受夏季瓜果类食品水分多的影响；塑料垃圾含量稳居第二，但远低于厨余垃圾；普通纸类、餐巾纸和厕纸类的含量差不多；玻璃不是很常见，但密度大，含量和普通纸类或餐巾纸和厕纸类差不多；布类不能算作主要垃圾。这次调查，有助于垃圾分类回收等工程在城市小区的实施，也有助于对人民生活水平的研究。从垃圾成分调查的统计结果看，南京居民区生活垃圾中有机物含量很高，有机物如塑料、纸张、布等具有较高的热值，可直接用于垃圾发电；水分含量较高的蔬菜瓜果等可投入沼气池产生沼气，这不仅使垃圾减量无害，降低对环境的危害，还可减少矿物能源的使用量，减少矿物能源使用过程中对生态环境的伤害。南京现行的垃圾袋装化的垃圾收集方式，简便易行，减少垃圾收集过程中的抛洒，易于填埋处理，但是不利于垃圾分类回收、减量化、资源化、无害化等垃圾的进一步处理处置。

#### 参考文献

- [1] <http://baike.baidu.com/view/160814.htm>.垃圾分类.
- [2]何德文. 国内大中城市生活垃圾产生量与成分的影响因素分析.
- [3]赵吉, 孙卫国, 杨加利, 等. 呼和浩特市城市生活垃圾组成及特性分析.
- [4]苏玉江, 骆良孟, 刘建英, 等. 洛阳市城市生活垃圾成份分析.
- [5]张益, 杨承休. 上海垃圾成分.
- [6] <http://wenku.baidu.com/view/9caa7bcada38376baf1faed4.html>.生活垃圾成分及含量.
- [7]刘东, 江丁酉, 喻晓, 等. 武汉市城市生活垃圾组分变化的主成分分析.
- [8]杜吴鹏, 高庆先, 张恩琛, 等. 中国城市生活垃圾排放现状及成分分析.
- [9]李东, 顾恒岳. 重庆市主城区生活垃圾现状调查与分析.

# 校园零食对中学生健康影响的调查研究

陈曦原

(金陵中学, 南京)

**摘要:** 大多数学生经常在学校吃零食, 那美味、便宜的零食已成为校园的一种时尚。目前在学校、街头巷口随处可见同学们一边走路一边吃着各式各样的零食。据了解一个学校每天消费将近上百包零食。但近日, 校园零食的安全性受到社会的质疑, 媒体报道的校园零食问题频出。校园零食究竟是否安全, 对中学生的健康有没有影响, 我们展开研究与调查。

**关键词:** 零食; 安全问题; 中学生健康; 调查。

## 前言

校园零食充斥着整个校园, 给学校各方面带来了影响。很多学校靠校园零食赢得一笔额外的丰厚的收入。各种校园零食包装袋堆满了垃圾桶, 甚至被随意丢在路边, 给校园环境和校园形象造成重大的损害。更可怕的是, 近日媒体报道了很多校园食品安全事件, 其中大多是校园零食问题, 校园零食对中学生健康影响成为社会舆论的焦点。

毕竟食品安全是第一位, 本研究性学习小组主要研究校园零食对中学生健康的影响, 通过分析吃校园零食原因、零食的成分是否有害、以及对中学生健康的影响, 得出最后结论, 并提出合理对策。

## 研究内容和方法

进行问卷调查、食品安全法及学术研究、校园零食成分分析

### 1. 问卷调查

#### 研学小组关于校园零食的调查问卷

学生版:

请您根据自身体会来选择。您的答案将是我们宝贵的资料, 谢谢!

- 1、您经在学校里常吃零食吗?  
A、经常      B、偶尔      C、从不
- 2、您清楚那些零食的配料吗?  
A、清楚      B、不太清楚      C、完全不知
- 3、您班上垃圾桶里会经常发现零食的包装袋吗?  
A、经常      B、偶尔      C、从不
- 4、您平均每天吃零食的数量?  
A、1包以下      B、2-3包      C、3包以上

家长版:

请您根据自身体会来选择。您的答案将是我们宝贵的资料, 谢谢!

- 1、您允许孩子在学校里常吃零食吗?  
A、允许      B、不允许      C、无所谓
- 2、您清楚那些零食的配料吗?  
A、清楚      B、不太清楚      C、完全不知
- 3、您是否很清楚的知道多吃零食的坏处?  
A、清楚      B、不太清楚      C、完全不知

#### 4、您是否赞同学校出售零食？

A、赞同 B、不赞同 C、无所谓

##### 调查对象

我们在南京几个城区学校（南师附中、树人、一中等初高中）门口进行调查，主要对象是学生和放学接送学生的家长。

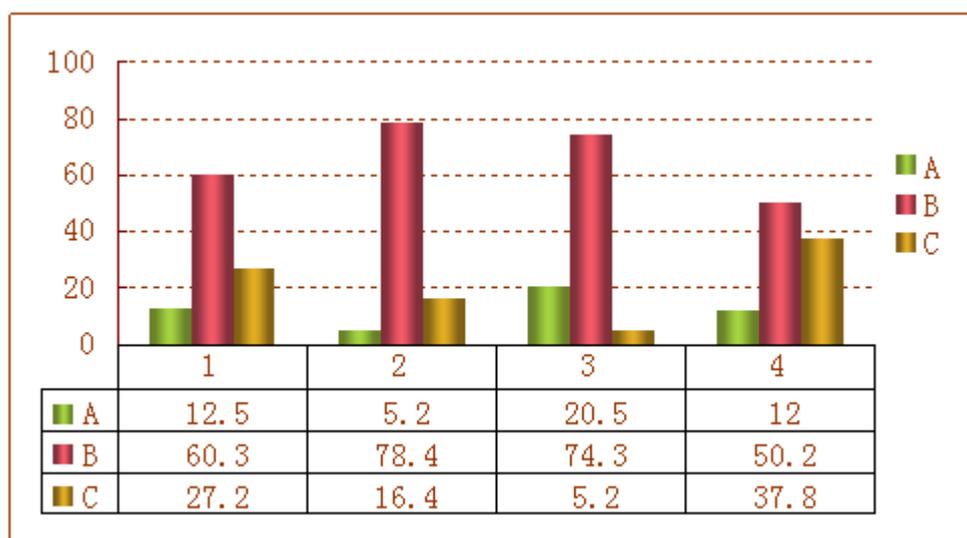
##### 数据收集与处理情况

此次调查共发放问卷 100 份，收回 100 份，有效问卷 99 份，回收率为 100%，有效率达 99%。随后对回收的问卷进行了分类汇总以及数据统计处理。

##### 调查结果与分析



学生调查结果



家长调查结果

##### 问卷分析：

##### 对学生的调查

1).校园零食成为普遍现象的原因是为充饥或“解馋”。

我们进行了调查，在高中以上的大多数学生吃零食的原因是为了充饥。于此，我们在调查之

余进行了口头上的询问，有大约 60%的学生会不吃早餐而选择在课间吃零食充饥。我们又发现学校食堂除用餐时间外基本不提供主食，这成了导致学生以零食为早餐的主要原因。二对初中生的调查则显示纯粹嘴馋而吃零食的比重更大。

#### 2).学生食品安全意识不强

数据中显示清楚零食配料的学生占很少一部分。这一定程度上反映了大家的食品安全意识淡薄。与此同时我们也做了某些零食的成分分析，详见后文。而仅对零食的包装调查中我们发现，初中附近商贩出售的三无产品较多，而高中则相对较好。

#### 3).学生零食量并且吃零食习惯差

据调查，大部分学生将零食带到教室去吃，甚至上课吃。并且学生每日消费零食量在 3 包左右，吃零食在校园中确实相当普遍。

#### 4).学生吃零食因食堂饭菜不合胃口

有的学生在接受调查时说吃零食也有学校午饭不合胃口或者量不够的原因。

小结：校园零食已然是普遍现象，并且如此普遍的原因与学校关系较大。

对于家长的调查

#### 1).家长并不允许学生吃零食

多数家长并不允许学生在学校常吃零食，这点在小学生家长中尤其明显，单独提出小学生家长的调查数据，有近 90%的家长不允许学生吃零食。

#### 2).家长清楚校园零食存在问题

接上一点，家长不允许学生吃零食或许只是出于食品安全或者学校纪律的考虑，很少有家长清楚配料，也就是说很少有家长清楚校园零食潜在的不良作用。

小结：不赞同学校出售零食的家长有半数之多，我们觉得学校在校园零食的管理和对学生健康发展保障的方面担负着重要的责任。

## 2. 校园零食成分分析

由于零食品种较多，我们就校园中最流行的零食——“魔法士”干脆面的成分进行分析。

魔法士干脆面的成分有：小麦粉、精炼植物油、淀粉、食用盐、香辛料、鱼露（水、鱼、食用盐）、马铃薯粉、白砂糖、酱油、食品添加剂【碳酸钾、谷氨酸钠、二丁基羟基甲苯、特丁基对苯二酚、柠檬酸、阿斯巴甜】、钠、六偏磷酸钠。

并且从其包装袋上我们得到一张营养信息表：

营养成分表		
项目	每 100 克 (g)	NRV%
能量	2036 KJ	24%
蛋白质	7.8g	13%
脂肪	22.3g	37%
碳水化合物	62.0g	21%
钠	957mg	48%

通过成分分析，我们可以得到发现魔法士干脆面存在以下几点问题：

#### 1) 钠过量

正常情况下，钠摄入过多并不蓄积，但某些情况下，若钠与一些食品添加剂共同摄入，则可引起中毒，可出现水肿、血压上升、血浆胆固醇升高、脂肪清除率降低、胃黏膜上皮细胞受损等。钠的适宜摄入量（AI）成人 2200mg/d，而魔法士干脆面每 100g 中就含有 957mg 的钠，一天两包魔法士变超过成人适用量，对人体造成伤害。

#### 2) 特丁基对苯二酚危害健康

特丁基对苯二酚虽是一种国家允许使用的安全高效食用油脂抗氧化剂，但其根本上只是为增加食品气味，对人体没有好处，如果人长期食用（作为食品或食油的添加剂），有导致畸形、癌症的危险。服用 1g 对苯二酚能刺激食道而引起耳鸣、恶心、呕吐、腹痛、虚脱。服用 5g 可致死。特丁基对苯二酚在成分中存在很大安全问题。

### 3) 六偏磷酸钠造成骨质疏松

主要作用是改善食品的色、香、味,调整食品的营养构成,延长食品的保质期,但是六偏磷酸钠中会有微量的重金属如砷, 铅等, 砷会引起以皮肤色素脱失、着色、角化及癌变为主的全身性的慢性中毒; 食品级的六偏磷酸钠还有一定含量的氟化物, 低浓度的氟化物会引起慢性中毒和氟骨症, 使骨骼中的钙质减少, 导致骨质硬化和骨质疏松。

### 4) 谷氨酸钠容易致癌

谷氨酸钠是食用味精的主要成分，在正常范围内不会对健康有任何损害，但食用过多会使部分人出现中毒症状。所以要适量使用，一般以每人每天不超过 20 克为宜。谷氨酸钠在 120℃ 的温度下会形成焦化谷氨酸钠，焦化谷氨酸钠不仅鲜味很低，而且具有一定的毒性，是致癌物质。而魔法士是将面饼在油锅中油炸而成，其温度远远超过 120℃。我们每天吃魔法士，相当于离癌症越来越近。

### 5) 阿斯巴甜影响神经系统

阿斯巴甜（含苯丙氨酸），属于一种代糖，经常使用在低糖饮料中。代糖已经被认为成一种神经毒素，损害神经系统，长期食用会出现头痛，记忆力衰退，癫痫，视力消失，昏迷甚至癌肿。阿斯巴甜还会过度刺激或干扰神经末梢，增加肌肉紧张，而引发偏头疼。我们中学生正处于发育阶段，又需要学习知识，阿斯巴甜会对我身体健康和学习产生双重影响，而我们发现，大多数校园零食配料中都有阿斯巴甜，由此可见校园零食在某种程度上是慢性毒药，危害学生的健康。

## 3. 食品安全法及学术研究

校园零食问题不可忽视。常常是我们看到零食“光鲜亮丽”的包装纸，翻过来，成分表“触目惊心”，添加剂不下十种，在此，我小组对其食品添加剂相关法律资料作了如下探究：

### 1.

食品的生产，厂房需对消费者负责，相关部门也需在其出厂前做必要监督与检查。其中食品添加剂的成分与用量的检查自然也很重要。

#### 第十三条

国家建立食品安全风险评估制度，对食品、食品添加剂中生物性、化学性和物理性危害进行风险评估。

国务院卫生行政部门负责组织食品安全风险评估工作，成立由医学、农业、食品、营养等方面的专家组成的食品安全风险评估专家委员会进行食品安全风险评估。

食品安全风险评估应当运用科学方法，根据食品安全风险监测信息、科学数据以及其他有关信息进行。

据了解，大多数零食的安全风险评估是没有社会公布的，这样会使食品安全问题有了局限性。

2. 食品的包装上需依法注明其信息，包括食品添加剂有关的。既是对厂方的自行监督，也是对消费者的负责，使消费者获得知情权，方便监督

第四十七条 食品添加剂应当有标签、说明书和包装。标签、说明书应当载明本法第四十二条第一款第一项至第六项、第八项、第九项规定的事项，以及食品添加剂的使用范围、用量、使用方法，并在标签上载明“食品添加剂”字样。

第四十二条 预包装食品的包装上应当有标签。标签应当标明下列事项：

- (一) 名称、规格、净含量、生产日期
- (二) 成分或者配料表
- (三) 生产者的名称、地址、联系方式
- (四) 保质期
- (五) 产品标准代号
- (六) 贮存条件
- (七) 所使用的食品添加剂在国家标准中的通用名称
- (八) 生产许可证编号
- (九) 法律、法规或者食品安全标准规定必须标明的其他事项。

专供婴幼儿和其他特定人群的主辅食品，其标签还应当标明主要营养成分及其含量。

3.食品添加剂对消费者的影响，不仅体现在种类上，还体现于用量上。两者任何一项不合格都是违法的生产

第四十六条 食品生产者应当依照食品安全标准关于食品添加剂的品种、使用范围、用量的规定使用食品添加剂；不得在食品生产中使用食品添加剂以外的化学物质和其他可能危害人体健康的物质。

4.食品添加剂成分和用量的注明常有伪造的现象，这同样属非法范畴。

第四十八条 食品和食品添加剂的标签、说明书，不得含有虚假、夸大的内容，不得涉及疾病预防、治疗功能。生产者对标签、说明书上所载明的内容负责。

食品和食品添加剂的标签、说明书应当清楚、明显，容易辨识。

食品和食品添加剂与其标签、说明书所载明的内容不符的，不得上市销售。

5.听说某些学校出现零食的“山寨货”，这些山寨厂家的进行程序是否合法着实令人担忧

第八十四条 违反本法规定，未经许可从事食品生产经营活动，或者未经许可生产食品添加剂的，由有关主管部门按照各自职责分工，没收违法所得、违法生产经营的食品、食品添加剂和用于违法生产经营的工具、设备、原料等物品；违法生产经营的食品、食品添加剂货值金额不足一万元的，并处二千元以上五万元以下罚款；货值金额一万元以上的，并处货值金额五倍以上十倍以下罚款。

根据上述有关法律的相关内容，我们下面来看一个媒体曝光的校园零食“典型案例”：

#### 1.“三无”变“三有”

最近，在一些学校周边，出现大量极为廉价的零食——“一元食品”。令人吃惊的是，这些零食竟是有厂名、有厂址、有商标的“三有产品”。虽是三有产品，其质量同样令人担忧。许多小食品上都写着“生产日期见标签”，但却让人找了半天。一包小食品包装上，找遍了包装，才在封口边缘找到了浅浅的模糊不清的几个数字，除了“2013年”，其他文字很难辨认。并且翻看成分表，其中添加剂也不少

由此可见，校园零食安全存在很大问题，不仅是危害中学生健康的有害食品，更是不符合食品安全法的不合格食品。

小结：

我们对上文的研究内容和结果进行小结：

校园零食主要是有害的:

1. 影响身体健康。

1)、大部分零食营养成分较低,不能促进中学生身体发育。

2)、大部分零食含有添加剂等有害物质,长期食用导致脸上长痘长斑,甚至致癌。

3) 零食中糖分较多,现在中小學生普遍肥胖现象与其有很大关联。

4) 经常吃零食,影响一日三餐,形成不良饮食习惯。

6) 一些零食卫生不达标,往往导致食物中毒、呕吐、泄肚等。

2. 影响学习生活,使学习效率下降。

1) 主要表现在课堂上走神,经常想着吃零食,课后买什么零食。下课吃零食,不去复习或预习功课。有时外出买零食还会上课迟到。

2) 贪吃零食,往往滋生安逸享乐和懒惰的思想,容易消减人的意志。

3.对家人、人际关系造成不好的影响。

1) 经常吃零食,增加家长的经济负担。

2) 由于请客不当,还会导致同学纠纷。

总结论:

由上文的研究我们可以得出总结论:校园零食危害中学生的健康。

反思及提出相应对策:

经过上面的研究及所得的结论,可知减轻校园零食对中学生健康的危害、解决校园零食安全问题已刻不容缓,我们需要做出相应的对策

1、学校应当加强教育,认识危害。中学生正处在一个可塑性很强的生理、心理阶段,因此有必要对他们进行生理、心理的教育,让他们正确对待“零食”,认识经常吃零食对自己身体有哪些危害性,以期达到警醒的目的。

2、培养学生良好的饮食习惯。习惯是养成的,一种坏的习惯同样是这样养成的,那么,我们可以用“习惯去克服习惯”,以良好的饮食习惯替代学生的不良习惯。

3、家长控制零花钱。一些学生家长,特别是独生子女的家长,或父母不在身边的学生,家长常常会觉得自己对子女没有尽到应有的责任,于是,就以金钱的方式进行“弥补”,这也造成了学生乱用钱的坏习惯。因此,要控制学生的零花钱,要有目的地控制给孩子的零花钱,这样就能使学生做到不该买的不买,不该吃的不吃,能有效地控制学生吃零食。

4、定时定量吃零食。既然学生吃零食的现象一时无法消除(为什么一定要消除呢?其实偶尔的零食也是有益的)何不采取一定的措施进行限制!引导学生在固定的时间零食,学生反而会快乐期待点心时间的来临!最好的时间应设在正餐前一至二小时,供给量不要太多,以免影响正餐的食欲。

5、统一发放零食。

注:最后一点有些不切实际,以上对策仅供参考。

结束语

校园零食问题经过我们探究,显露出它的负面影响和安全问题。我们希望通过这次研究,能够缓解零食安全问题,让中学生食用安全的零食,养成良好的习惯。我们也相信校园零食现在所存在的问题有朝一日能够顺利解决,中学生得以健康成长,享受幸福快乐的中学生活,开启人生的新起点。

Investigation and Countermeasures on the teachers' occupational morality consciousness of  
biology undergraduates in normal universities

Abstract: Most students often eat snacks at school, that delicious, cheap snacks has become a kind of fashion in campus. Currently in school, at street corner almost everywhere, students eating a variety of snacks while walking. It is learnt that a school daily consumes nearly hundreds of snack packs. But recently, the security of the campus snack questioned by social media coverage of campus snack frequent problems. Is the snack safe?Do the snacks have effect on the health of middle school students? we expand research and investigation.

Key words: Snack; Safety problems; Middle school students'health; Research.

参考文献

[1] 《食品安全法》.2009年. 十一届全国人大常委会第七次会议.胡锦涛.

# 从古镇建设浅谈城市开发建设中文化与历史建设的使命

赵雅雯

(金陵中学，南京)

**摘要：**通过问卷调查法、资料整理法和数理统计法等研究方法，对中国古镇建设现状进行了调查。结果表明，现阶段古镇建设主要以旅游开发为主，商业文化重于历史文化，存在许多问题，在文化与历史建设的确实尤为明显，而当今社会对此的关注度也不够，政府与市民也未能担起应付的责任，谨以此研究性学习从古镇建设浅议城市开发建设中文化与历史建设的使命何在？希望能为唤醒保护非物质文化遗产意识贡献微薄之力。

**关键词：**古镇建设，城市开发，文化与历史建设，责任、使命。

## 前言

古镇，一般指有着百年以上历史的，供集中居住的建筑群。中国历史悠久，广阔土地上有着很多文化底蕴深厚的古镇。其中有部分已经被联合国教科文组织列入世界文化遗产。古镇承载了一份传承历史文化的使命。现阶段古镇建设主要以旅游开发为主，商业文化重于历史文化，存在许多问题，在文化与历史建设的确实尤为明显，而当今社会对此的关注度也不够，政府与市民也未能担起应付的责任，谨以此研究性学习从古镇建设浅议城市开发建设中文化与历史建设的使命何在？希望能为唤醒保护非物质文化遗产意识贡献微薄之力。

## 1. 调查设计

### 1.1. 研究方法

本次调查以问卷调查法为主，资料整理法为辅。使用的工具是由笔者独立设计完成的“古镇建设与城市开发建设中文化与历史建设使命调查问卷”和从图书馆、互联网获取的资料。主要涉及对古镇这一概念的了解程度，现阶段古镇开发现状，古镇应当统一规划还是自行发展，城市开发建设中文化与历史的使命何在等方面的内容。调查问卷的设计力求简介明了，题目设置有针对性。

### 1.2. 调查对象

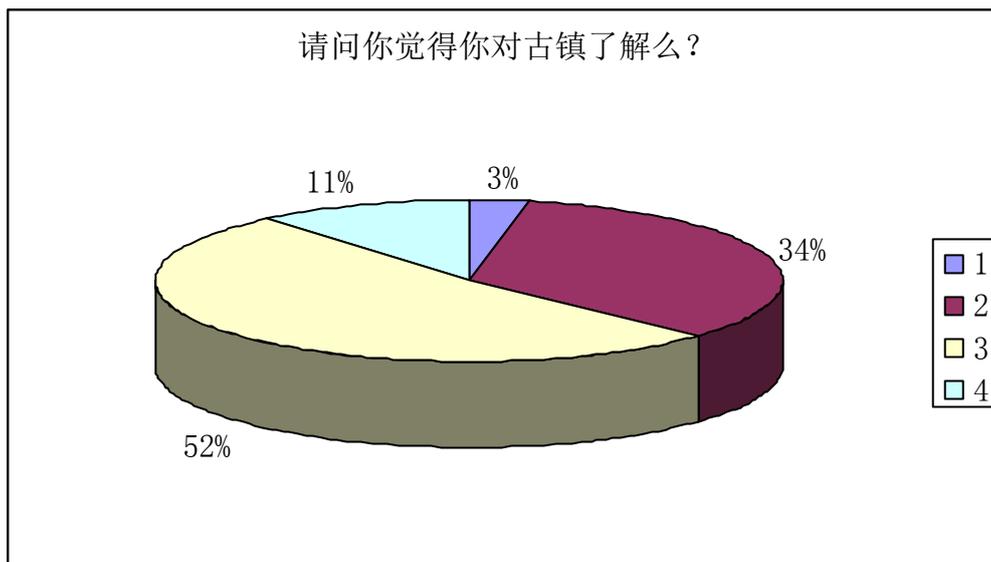
调查对象是我校高二年级学生以及南京市民，查阅的资料主要来源于书籍和互联网。

### 1.3. 数据收集与处理情况

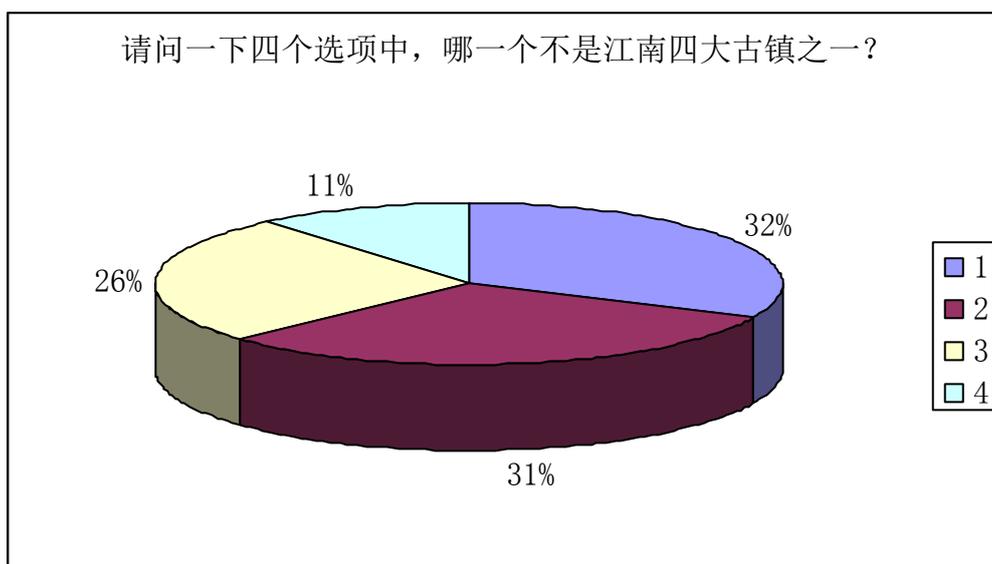
此次调查共发放问卷 106 份，收回 106 份，有效问卷 100 份，回收率为 100%，有效率达 94.3%。随后对回收的问卷进行了分类汇总以及数据统计处理，并对所查阅的相关资料进行了整理、统计处理。

## 2. 调查结果与分析

### 2.1. 市民对古镇的了解程度



1 很了解      2 了解一些      3 不是很了解，但愿意了解  
4 不了解，也不想了解

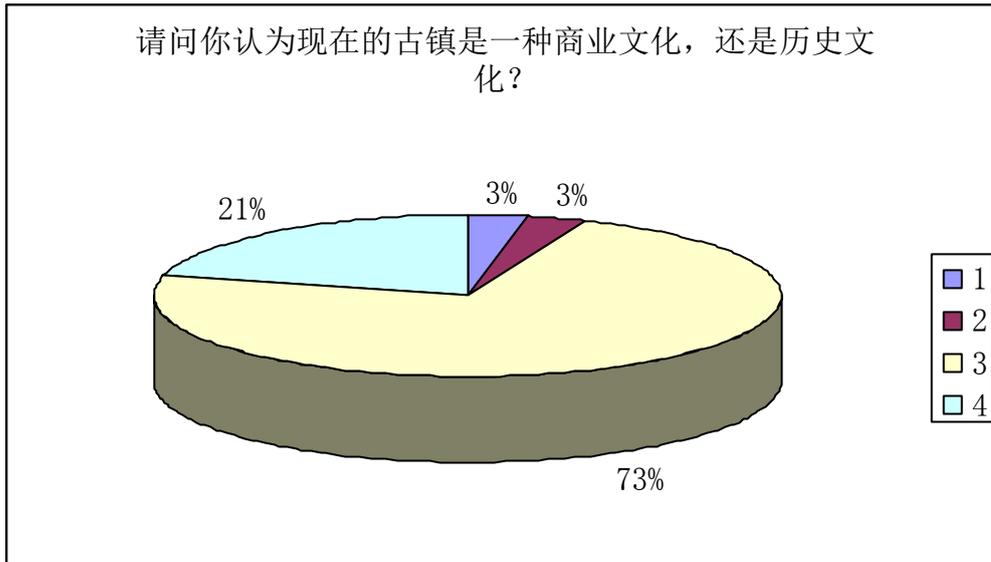


1 同里      2 柯桥      3 周庄      4 西塘

由调查问卷得出 3% 的人认为自己很了解古镇，34% 的人认为自己自己对古镇有一些了解，52% 认为不是很了解，但愿意了解，11% 觉得不了解，也不想了解。

69% 的人不知道江南四大古镇是哪四个古镇。

## 2.2. 现阶段古镇开发现状

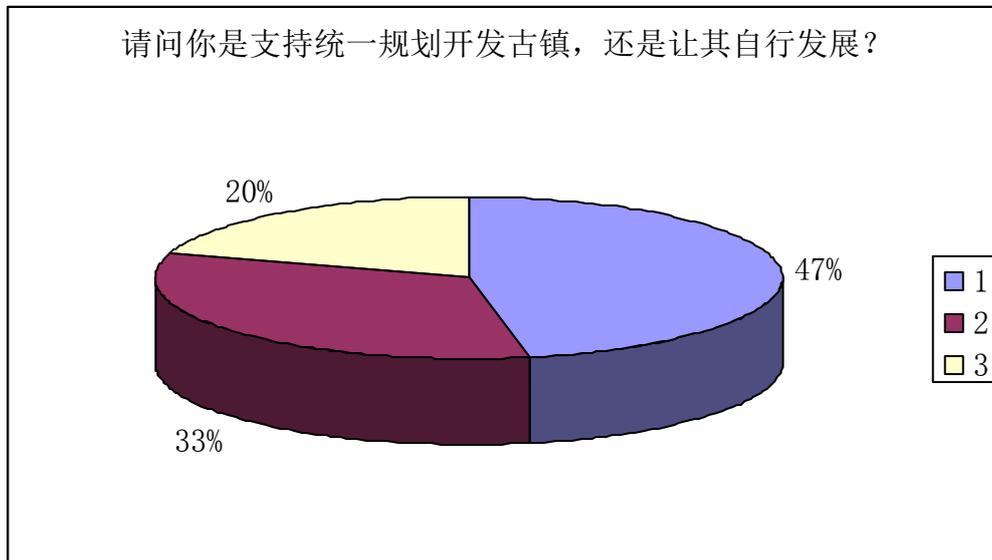


- 1 商业文化      2 历史文化      3 都有，但偏重于商业  
4 都有，但偏重于历史

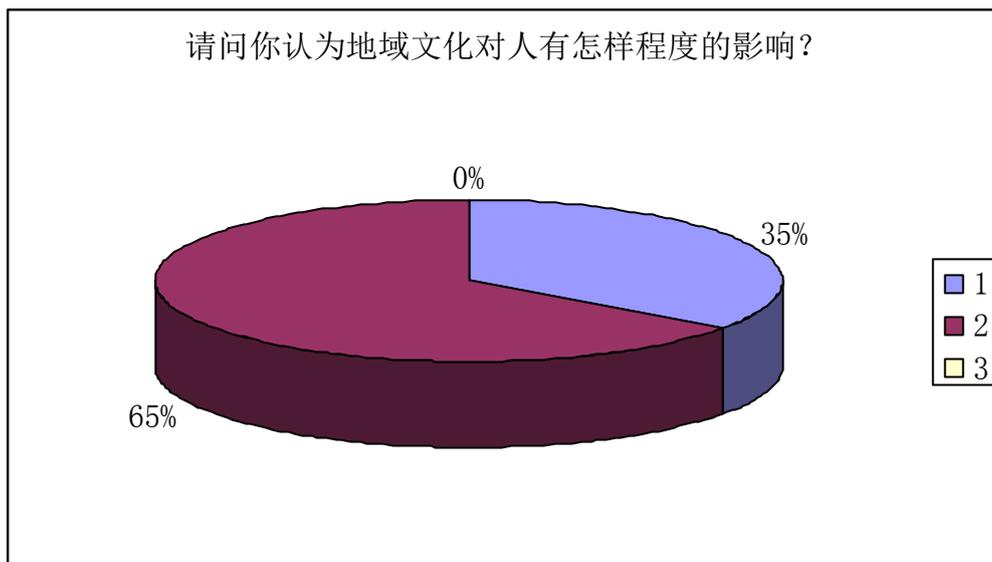
由调查问卷得出 73%的人认为现在的古镇兼有商业文化和历史文化，但更偏向商业文化

人们心目中的古镇可用这些四字词语来形容：小桥流水、古色古香、青砖雨巷、意蕴深远、宁静悠远.....

### 2.3. 统一规划还是自行发展



- 1 支持开发      2 支持自行发展      3 没有意见



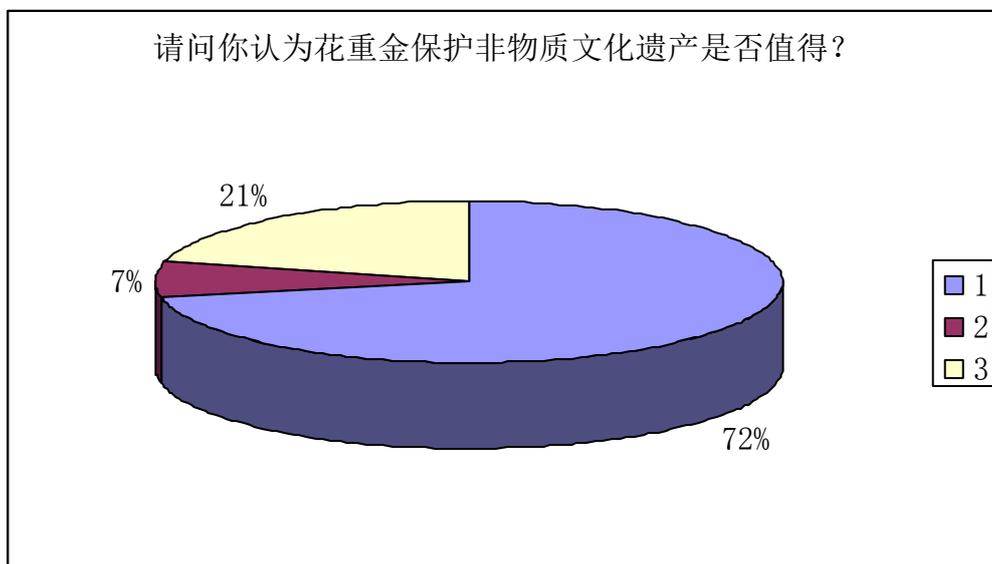
1 有很大影响 2 有一定影响 3 基本没有影响

由调查问卷可得 47%的人支持统一规划开发，33%的人支持自行发展，20%的人没有意见

35%的人认为地域文化对人有很大影响，65%的人认为地域文化对人有一定影响，被调查者中没有人认为地域文化对人基本没有影响。

#### 2.4. 城市开发建设中文化与历史建设的责任与使命

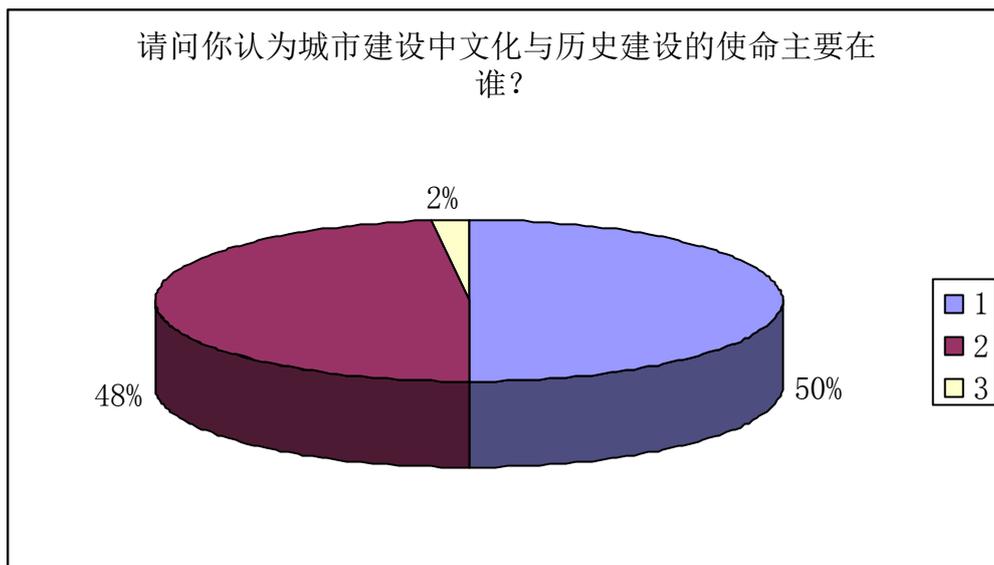
##### 2.4.1. 花重金保护非物质文化遗产是否值得



1 值得 2 不值得 3 没有意见

72%的人认为花重金保护非物质文化遗产是值得的，7%的人认为不知道，21%的人认为无所谓。

##### 2.4.2. 文化与历史建设的责任



1 政府                      2 开发商                      3 市民

50%的人认为城市建设中历史与文化的建设的责任应当在政府,48%认为责任在市民,2%的人认为责任在开发商

### 3. 资料整理与问题分析

#### 3.1. 古镇的概念

古镇,一般指有着百年以上历史的,供集中居住的建筑群。中国历史悠久,广阔土地上有着很多文化底蕴深厚的古镇。其中有部分已经被联合国教科文组织列入世界文化遗产。

各个地区主要代表性古镇有:

##### 四川古镇

洛带 黄龙溪 街子 孝泉    平乐 上里 龙隐  
老观 仙市    李庄 罗泉    佛宝 尧坝 江口  
铁佛 三道堰 西来 夕佳山 鄞江 龙华 恩阳  
罗城 磨西    悦来 桃坪    昭化 柳江

##### 安徽古镇

店集镇	宏村	卢村	南屏	关麓	屏山	唐模	呈坎	潜口
潜口	陈村	三河	棠樾	屯溪	坑口	湖村	上庄	陈村
西递	临涣							

##### 浙江古镇

西塘	乌镇	南浔	龙门	郭洞	俞源	诸葛村
新叶村	三门源	廿八都	溪口	前童	楠溪江	岩头村
芙蓉村	苍坡村	蓬溪村	林坑	皕滩	临海	石塘
安昌	碗窑	泰顺	大济	新市	高迁	章安

##### 江苏古镇

同里	周庄	锦溪	角直	枫桥	木渎	盛泽
沙溪	窑湾	车桥	千灯			

##### 江西古镇

景德镇	樟树镇	河口镇	吴城镇	鄱阳	婺源	李坑
-----	-----	-----	-----	----	----	----

理坑 汪口 晓起 延村 思溪 清华 乐平  
安义 流坑 石邮 卢家洲 钓源 溪陂 白鹭

龙南

山西古镇

平遥 张壁村 乔家大院 常家大院 曹家大院 王家大院 渠家大院  
郭峪 后沟古村 皇城相府 娘子关村 碛口 孟门古镇 师家沟

润城镇 西文兴村

广西古镇

阳朔 黄姚 兴安 三江 扬美 兴坪 江头洲  
迪塘村 水源头 大圩 龙胜 峦城镇

编辑本段云南古镇

丽江 大理 束河 和顺 香格里拉 泸沽湖 虎跳峡 新华村 沙溪  
剑川 巍山 喜洲 宝山 黑井 建水 坝美 诺邓 石屏

贵州古镇

镇远 镇山 岜沙 肇兴 加去 隆里 大同 香纸沟 石头寨  
大屯 青岩 西江 雷山 施洞 屯堡

编辑本段福建古镇

永定 长汀 泰宁 和平 芷溪 培田 南靖  
崇武 连城 四堡 漳州 崇武 赵家堡 华安二宜楼  
洪坑 城村 下梅 永定 坂东 杨源 田螺坑

广东古镇

石湾 开平 赤坎 大江埔 百合 桥溪村 苏家围  
大旗头 沙湾 从化 南社 塘口 桥乡村 樟林  
黄埔 逢简 钱岗 蚬冈 梅州 石头村 中山

重庆古镇

磁器口 偏岩 双江 涪滩 路孔 松溉 塘河  
中山 宁厂 龙潭 龚滩

湖南古镇

凤凰 德夯 芙蓉镇 张谷英村 阳山 滩头 洪江 大坨  
靖港古镇 里耶古镇 边城古镇 乾州古镇

编辑本段山东古镇

台儿庄周村

其他地区

陕西古镇党家村米脂榆林吴堡古城

上海古镇

朱家角, 金泽镇, 七宝古镇, 泗泾古镇, 新场古镇, 枫泾古镇,

河北古镇

于家村, 正定鸡鸣驿

北京古镇 川底下

湖北古镇 鱼木寨

——摘自百度百科·古镇

由调查问卷得出 3% 的人认为自己很了解古镇, 34% 的人认为自己对古镇有一些了解,

52%认为不是很了解，但愿意了解，11%觉得不了解，也不想了解。

69%的人不知道江南四大古镇是哪四个古镇。

古镇作为中华文化遗产的一种形式已被列入世界文化遗产，了解古镇也是了解中国文化，尤其对于生长在江南水乡的我们，四大古镇具体是哪四个应当作为一种常识知晓。可是在当今这个大谈“人文主义”，复兴历史文化的社会，我们却缺乏最基本的常识。陈丹青在《常识与记忆》中写道：“‘人文’这样的大话题，我当不起：没有足够的知识，‘人文’从何谈起？而我竟被邀请到我所不知道的大学讲‘人文’，说明我连‘常识’也不够，为什么呢，因为我们这一代人的‘文化常识’与‘历史记忆’，很早就被切断了。”可见，当下，首先要做的是恢复记忆，了解常识。从调查研究的数据可看出，大部分人对古镇不是很了解，但愿意了解，有了了解的意愿是了解的前提，是好的开始。但是，仍有不少人根本就不想了解，说明人们了解历史文化的意识淡薄，有待加强。除了个人的意愿外，社会环境对人也有影响，中国建国之后经历过积贫积弱的年代，经历过六七十年代文化的浩劫，再到改革开放来自世界各地的文化不断涌入中国，中国还没有将自己的“文化准备”做好，就要迎接新的事物，更无暇分辨它们的好坏。当下社会，人们忙于生活，也许自己的住处在居高不下的房价中还没有着落，哪有时间顾及古人居住的建筑。因而近年来，古镇以旅游业进行开发宣传，才逐渐进入人们视野。

### 3.2. 现阶段古镇发展现状

古镇的旅游业快速地发展着，但在这良好发展态势的背后，古镇面临的旅游压力亦逐渐显露出来，旅游开发为古镇保护也带来了一些问题。

旅游发展



很多古镇面临的最大的压力便是游客流量增加迅速，超过了古镇旅游容量允许的限度。尤其在旅游旺季，古镇内经常处于拥挤混乱的场面：幽静闲适的生活氛围被破坏，这不仅使游客无法正常游览，甚至对古迹、建筑等造成了破坏，即所谓“旅游公害问题”。其中，垃圾污染和水污染是两个比较严峻的问题。

商业发展



随着双休日和“黄金周”带来的旅游热，不少地方把开发旅游资源作为经济的增长点，遗产旅游更成为热中之热。旅游业的发展直接造成了商业网点的大幅增加，特别是在主要游线上各类商店的开设及现代装修材料的采用，导致了建筑用途的改变和传统风貌的消退。同时，不断膨胀的旅游业正在排挤着大量的有地方特色的小本生意，致使受保护街区的风貌日趋千篇一律，旅游设施的充斥、无特色旅游商品的泛滥以及“人人皆商”的浓重的商业气息都在不知不觉中侵蚀着古镇的自然环境和人文氛围。开发与保护虽然是一对矛盾，但并非不可调和。经济效益



旅游业为古镇带来了巨大的经济效益，但经济利益驱动下的旅游开发并未使得古镇的得到有效保护，也并未使得原著居民的生活质量的到积极改善。反观古镇现状：建筑老化，基础设施不全，具有水灾隐患，已不符合现代人的居住要求，许多年轻人也因此不愿住在老镇区而纷纷迁往新区或大中城市。同时，居民自发的建筑整修开始使用新的建筑材料与工艺，影响了原来传统风貌的延续。有鉴于此，古镇纷纷着手解决此事。而对于居民建筑的整修，需成立专门的修缮队，采用原结构、原材料和原工艺，以保证恢复其原有风貌。

——摘自百度百科·古镇

由调查问卷得出 73% 的人认为现在的古镇兼有商业文化和历史文化，但更偏向商业文化。人们心目中的古镇可用这些四字词语来形容：小桥流水、古色古香、青砖雨巷、意蕴深远、宁静悠远

当今的古镇一旅游业为主进行商业开发，主要有以下几点问题：

#### (1)同构效应

古镇游不能只是停留在简单的观光层面上，但乌镇西塘等江南六镇除了坐游船、逛老街外，就鲜有其它吸引人之处。对于不研究历史、建筑、文化的普通游客来说，大多走马观花，游后感受大同小异，回游率不高。因而江南六镇之间与其说是团结一心、众志成城，不如说是貌合神离、同床异梦，相互之间的竞争难以避免。只要有利益冲突，矛盾必然存在，因为江南六镇是同构性或同质性的。

#### (2)空心化

所谓“空心化”就是把原先生活在古镇的居民迁出，再对古镇、古宅、古街进行修缮，派出管理人员、讲解人员进驻。与此相对，“非空心化”则是尽最大能力保留古镇现有的当地环境，不仅不把当地居民迁出，而且利用这一部分居民，使他们认识到自身生活环境的历史价值，文化价值，对所居住古镇的开发利用奉献自己的一份力量。

这两种途径在江南古镇的旅游开发过程中都得到了深刻的实践。如西塘、同里古镇，在旅游开发过程中一直坚持着“非空心化”的资源利用途径，当地居民没有被强行迁徙，依然保留着他们原有的生活状态。而乌镇则是“空心化”开发的先行者。随着古镇的进一步发展，以及受到城市文化生活方式的影响，古镇居民大量迁出，使古镇失去原有的人情味；同时，古镇传统手艺人无人继承，面临着失传的危险。乌镇西栅景区基本空心化，商业气息浓重。东栅景区虽仍有居民居住，但生产生活受到了严格的限制，规定不得在家中从事任何商业活动，严格限制店铺的发泛滥，让乌镇缺少了生活的气息。

### (3)旅游污染严重

古镇旅游的主要污染源是垃圾。据统计，乌镇游客人均垃圾为 0.2 千克，黄金周期间更是垃圾满地，污水横流，不仅对古生态环境，古迹古建筑造成严重破坏，也孙回来古镇的形象，影响旅游质量。江南水乡古镇的魅力从未离开过水，水质的下降对水乡古镇产生了极大的威胁。

### (4)安全存在隐患

景区内建筑密度较高，且为土木结构，年代久远，又多木制家具，具有较大的火灾隐患。而且景区街道多为小弄堂，石子路，导致施救困难。

### (5)过度商业化与游客周期性超载

面对五一黄金周，十一国庆小长假等旅游旺季，似乎对于每个旅游景点，游客超载是不可避免问题。但是商家非但没有采取措施缓解这一问题，反而盲目地扩大客源，严重影响了旅游效果。使得江南古镇不像人们心中所期待的那般宁静悠闲，而是嘈杂拥挤不堪。

陈丹青在《古镇：衰败与沦亡》中写道：“我不觉得今天还有‘江南水乡’这回事，剩下的只是碎片、残骸，像动物园一样保护起来的空壳。”“没有文化立场，没有历史意识，小概念没有归宿的。小小的朱家角，小小的乌镇、小小的周庄，就是江南文化的盆栽。”对比人们心目中对古镇的描述，反观当下古镇的现状，以浙江一个号称“小威尼斯”的古镇“柯桥”为例，《古镇：衰败与沦亡》中写道：“大家去看看，惨不忍睹。河山跟墨汁柏油一样。柯桥是江南水乡的炼狱版。”此处问题应出在如果开发古镇上，这关系到设计者对江南文化的理解与运用，可是，有些设计者对江南水乡只有项目概念，根本没有感情。这不仅催生了千篇一律的“盆栽”古镇，更让有些古镇“惨不忍睹”。以上是已经被开发的古镇，无论以何种形式，或者承受了多大的破坏，至少它们被留下来了。2002 年 3 月 35 日，三峡库区归州镇，拆除爆破，2003 年，三峡水库下闸蓄水到海拔 135 米高程，千年古镇沉入江底。而归州镇是伟大爱国诗人屈原的故乡，有 1700 多年的历史，我又一次为文化无可挽回地流逝而感到深深的痛心。

其实，无论是被埋没的，还是有幸被保留下来的，如今的古镇早已面目全非，而有些东西，失去了就再也无法挽回了，所以无论是现在还是将来，都再无古镇。

## 3.3. 统一规划还是自行发展

### 国内著名古镇的开发模式

乌镇发展模式——政府授权特许经营（被联合国冠予古镇保护的“乌镇模式”） 政府对古镇实行保护的同时，对经营性活动实行政府授权下的特许经营。乌镇经过“开门寻历史、闭门搞保护”，使古镇得到了有效的保护。并与中信实业银行签约投入 2.5 亿元用于乌镇的古镇保护与旅游开发。乌镇还在保护的基础上，融入了实中的历史遗产群。在古镇风貌方面：乌镇采用以线带面、逐步修复的手段，一条街，一条河，线路合理、连贯、封闭，一进其门就使游人远离现代都市气息，眼中所见的全是久违了的明清小镇民居。另外它在旅游线路的设计安排与市场营销的推广和包装以及古镇情景氛围的营造方面也值得称道。被联合国冠予古镇保护的“乌镇模式”

### 国外著名古镇的开发模式

#### 意大利丽晖谷

意大利丽晖谷位于阿尔卑斯山中段，有 2000 多年的历史。居民约 5000 人，这里气候干燥，空气清爽，容易使人融入大自然。丽晖谷的举世闻名主要是：丽晖谷是世界自由式滑雪的发源地。是世界高山滑雪锦标赛的比赛场地。可以进行各种冬季滑雪运动，位于阿尔卑斯山上的拉达米罗滑雪场是最受国内外滑雪爱好者喜爱的著名滑雪场。另有 115 公里滑雪道，6 所滑雪学校。除了各种滑雪运动外，还有越野自行车游 3 国(意大利、瑞士和奥地利)、100

公里自行车道、600公里越野自行车道以及建筑风格独特的天主教堂。周边有许多村庄、牧场以及土拨鼠、小羚羊、鹿、皇家鹰、长须秃鹰和松鸡等动物的踪影。也可以在丽晖谷湖垂钓。一派户外运动的天堂景象。丽晖谷以户外运动为主的旅游主题小镇。

#### 法国枫丹白露

法国枫丹白露位于巴黎南边60公里处。早在1137年，枫丹白露就建有城堡。它举世闻名我们认为主要有三大核心吸引物：①著名的宫廷建筑。12世纪初，法王路易六世最初在林中建造了行宫，后经弗朗索瓦一世、亨利二世、亨利四世和路易十四、十五和十六的改建、续建和调整，原行宫成为壮观的城堡式的枫丹白露宫，被称为“世纪之宫”。②这里有2万5千公顷的枫丹白露森林。包括阔叶林和针叶林以及冰川时代遗留下来的巨石阵。很有气势。③巴比松(BARBIZON)画家村。它是枫丹白露森林边上的一个小村。自1835年到19世纪末，法国先后有一批著名画家在小村定居并投身于大自然作画，从而形成了“巴比松画派”。其中有柯罗、罗梭和米勒等大师。因此，枫丹白露是具有浓郁艺术气息的旅游主题小镇。

——摘自百度文库·《国内外古城（镇）旅游开发模式》

#### 非物质文化遗产旅游开发的意义

非物质文化遗产是人类文化的重要组成部分，蕴藏着珍贵的文化内涵，是全人类文明的瑰宝。旅游从本质上而言是一种文化行为，旅游者靠文化去与自然景观交流，与人文景观对话，没有文化的旅游是苍白乏味的旅游。开发非物质文化遗产旅游，不但能更好地促进旅游者与旅游资源的交流，也能更好地提升旅游者对于传统文化的理解，对非物质文化遗产的传承能起到积极的促进作用。

##### （一）非物质文化遗产是重要的旅游资源

非物质文化遗产涉及民间传说、口头传统、民间歌舞、地方戏曲、民俗节庆还有传统手工艺品等各个方面，内容丰富多样，非物质文化遗产旅游资源是一定地域内人们智慧的结晶，文化内涵丰富，旅游价值高。这为区域旅游资源的开发奠定了基础，通过非物质文化遗产旅游开发，可以促进人们更加深入地体验地方传统文化的精华，促进非物质文化遗产资源的传承与发展。

##### （二）旅游开发是保护非物质文化遗产的重要渠道

民族民间文化是旅游产业开发的关键增长点，非物质文化遗产从某种程度上说比物质类遗产更为珍贵，因而受到旅游者普遍欢迎，能够为旅游经营者、为社会带来巨大的旅游效应和经济效益。为了发展旅游，为了拉动经济，或多或少都会促使各级政府以及旅游经营者们自觉地保护非物质文化遗产。这都将促使这些非物质文化遗产得到宣传、交流、创新，能够扩大其在民众中的影响力，增强他们的保护意识。

##### （三）旅游可以推动非物质文化遗产的推广

特色鲜明的非物质文化遗产是重要的旅游吸引物，将这些文化遗产引入到旅游开发中，不仅成了弘扬和传播优秀的非物质文化遗产的有效途径，而且还培育和扩大了非物质文化遗产的受众群体。如南京夫子庙秦淮观光带，把绮丽的秦淮风光和独特的秦淮文化有机结合起来，不仅大批的海内外游客慕名而来，而且众多的专家学者也纷纷加入研究行列。

##### （四）旅游开发可以促进非物质文化遗产价值的挖掘

非物质文化遗产在旅游开发过程中能够充分体现其文化、经济与社会价值。首先，非物质文化遗产经旅游开发而成为旅游产品，使非物质文化遗产得以传承和发展，便实现了非物质文化遗产的文化价值。其次，通过产品交换，实现经济价值的转化，促进旅游经济的发展。旅游开发促进非物质文化遗产的价值被人们认可和接受，被社会所了解和欣赏，促使非物质文化遗产知名度提升，最终实现其社会价值。

——摘自中国学术期刊网《非物质文化遗产旅游开发探究》

由调查问卷可得 47%的人支持统一规划开发，33%的人支持自行发展，20%的人没有

意见

35%的人认为地域文化对人有很大影响，65%的人认为地域文化对人有一定影响，被调查者中没有人认为地域文化对人基本没有影响。

由上述材料和调查可得如今古镇开发势在必行，这也许是我们现在所能做的能够保护古镇的事，如果再不抢救，那么等待古镇的就是永远地淹没在人类历史的长河中。那么，应以何种方式开发，又会得到怎样的结果呢。对比国内外古城（镇）旅游开发模式，可以得出以下结论 1、从江南古镇来看，江南镇基本都以商业化开发经营见长，它们对古镇的修复策略与市场推广都颇费工夫。由于古镇都在江南太湖周围，无论他们如何努力强调各自的差异性，但都离不开江南水乡古镇的基本风格，因此，它们间的竞争和攀比是显然的，而如此众多的江南色调的古镇旅游项目，基本已经使这一市场呈现饱和状态，即使另外再出几个江南古镇，也已经不太可能吸引旅游市场的兴趣。2、从国外古镇发展来看：首先国外古镇的发展都具有良好的自然风貌和人文风情。资源优势比较明显，其次，国外古镇的发展都有一个核心的主题。比如有自然风光的、音乐、建筑、美术等艺术形态的、或者是户外运动休闲的。所以，一个古镇的发展必须有清晰的核心主题。

著名作家茅盾的故乡是白墙黑瓦的乌镇，而学者沈从文更是被称为“凤凰之子”，陈丹青在《古镇：衰败与沦亡》中写道：“我们读鲁迅茅盾的小说，读胡兰成描写明末清初的浙江，就是读江南持续的衰败与沦亡。”可见，文化对人的影响之大。反观今日，钢筋混凝土的城市哪比得上小桥流水的闲适和青砖雨巷的朦胧，中国人缺乏艺术文化的熏陶不仅仅体现在这个方面，《记忆与常识》中写道：“诸位有一天到罗马、巴黎、伦敦、纽约去看看，美术馆天天人山人海。”而在中国，不仅美术馆少得可怜，即使有，也是门庭冷落。飞速的城市化进程，飞速发展的社会，让人心也飞速起来，变得浮躁，难以沉静，此时，我们呼唤的当是一片净土，一个可以让人安静思考的空间，一个给历史文化积淀的空间。

#### 3.4. 城市建设中文化与历史建设的责任与使命

72%的人认为花重金保护非物质文化遗产是值得的，7%的人认为不知道，21%的人认为无所谓

50%的人认为城市建设中历史与文化建设的责任应当在政府，48%认为责任在市民，2%的人认为责任在开发商

香港设计家施养德认为“要把他们修好比盖新的还贵，不如拆了重建。人们的文化水平不高，不懂得怎么去保护这些东西，留下来有什么用？”其实，这也是很多人眼中南京长江大桥的现状，每年投入的高额维修费用，累加起来都可以再造一座新桥，而且作为联系南京市区与江北的交通要道，它常常拥堵不堪，并且因此有着垮桥的危险，但是它是非物质文化遗产，不能拆。具体有形的事物拆了可以重建，但历史不能重演，文化不能重建。即使现在人们文化水平不高不懂得怎样保护，那也不要等到将来某一天幡然醒悟才追悔莫及。且根据调查显示，大多数人认为重金保护非物质文化遗产是值得的。既然值得，那么谁来出这份“重金”？谁来承担这份责任？

一半的人认为责任在政府。陈丹青在《建筑设计与行政文化》中写道：“中国的建筑设计绝对受制于经济，而经济等于政治。”在中国现阶段公有制为主体的经济形势上，可以说能集中人力、物力、财力办大工程的也应当是国家，而实际生活中，负责城市建设的总体规划的仍是政府。因而“建筑文化”的背后便站着“行政文化”。但是《建筑设计与行政文化》写道：“奇怪：在号称自由、民主、私有化、个人主义至上的西方，我处处——看到——仅就建筑为例——普遍的共识、规划、协调、纪律、原件，以及整体文化意识；而在实行社会主义公有制的、计划经济的、集体主义的中国，我处处发现——有建筑景观为证——公然的无序、违章、彼此掣肘、故意失控、短见、临时性、小集团利益、自作聪明，以及文化上的集

体无意识。”因此可见政府在这一方面做的并不到位。

48%的人认为责任在市民。从精神文化的角度来说，这需要广大市民树立保护历史文化的意识，以积少成多的力量推动文化的繁荣，但就社会现实而言，这将会是一个漫长而又艰辛的过程。从物质经济的角度来看，大部分人是没有这个能力的，即使有，也未必愿意投资。而在国外，欧美所有历史景点，都是靠民间草根保护下来的，加上国家的保护法令和严厉的法令保护。此外，不得不提的是，古镇最主要的角色——古镇的居民——是彻头彻尾地缺席的。古镇景区范围内的居民大都搬迁了，而景区附近的居民大都依靠着旅游业带动经济发展。我很想亲自到当地去走一趟，去问一问那些人在搬迁的时候会不会感到无奈，去问一问如果不依附古镇的旅游业发展，他们会去做些什么。

#### 4. 结束语

具体有形的事物拆了可以重建，但历史不能重演，文化不能重建。或许我们现在所能做的很微不足道，文化与历史建设之路任重而道远，但我们不能就此而退却放弃，更不要等到将来某一天幡然醒悟才追悔莫及。

#### 参考文献

- [1] 陈丹青.退步集.广西师范大学出版社.2005-1-1:427
- [2] 王文章.非物质文化遗产概论.北京：文化艺术出版社，2008.53
- [3] 周俭，于莉.遗产利用与社会发展——江南水乡古镇遗产再利用的项目研究.城市遗产保护与研究，2004（8）
- [4] 连冕.“非物质文化遗产”保护的悖论与新路径.艺术设计坛，2005，（1）：14
- [5] 王雪梅.论四川古镇旅游资源的旅游价值及其开发、保护与利用.中华文化文坛，2004（3）：37-41
- [6] 百度文库.《国内外古城(镇)旅游开发模式》
- [7] 中国学术期刊网.《非物质文化遗产旅游开发探究》
- [8] 百度百科.古镇词条

# 久置茶叶水变色现象及原因的探讨

徐健玮 宋瑞珩 徐伟暄

(金陵中学, 南京)

摘要: 茶由于其具有特殊的芳香气味及口味, 广泛地被世人用为饮料, 近年来的研究证据显示茶具有促进身体健康和防癌功效, 但茶中成分之变化, 尤其茶多酚随茶的种类、茶冲泡保存方式及置放时间而有所不同, 因此对于茶中成分变化认知是一门重要的课题。

本实验主要探讨了茶叶水在不同条件下的变色现象, 以及茶叶水中物质的变化情况。实验结果显示, 在温度较高、有氧、pH 较高的情况下茶叶水变色较为明显。同时在刚泡出的茶叶水中加入氧化剂以及少量铁离子, 溶液颜色变化与放置一段时间的茶叶水颜色相似。

本文对茶叶水的放置方法和饮用方法有一定的指导作用。

关键词: 多酚类化合物 配体 氧化 酸碱

## 第 1 章 绪论

### a) 研究背景

众所周知, 泡好的茶叶水在经过一段时间的放置后, 颜色会发生变化, 那么, 这些变化在什么时候会发生? 其中的物质发生了哪些变化? 又怎样防止这种变化的发生呢?

### b) 研究现状

经过现代科学的分离和鉴定, 茶叶中含有机化学成分达四百五十多种, 无机矿物元素达四十多种。茶叶中的有机化学成分和无机矿物元素含有许多营养成分和药效成分。有机化学成分主要有: 茶多酚类、植物碱、蛋白质、氨基酸、维生素、果胶素、有机酸、脂多糖、糖类、酶类、色素等。无机矿物元素主要有: 钾、钙、镁、钴、铁、锰、铝、钠、锌、铜、氮、磷、氟、碘、硒等。

基本成份

1. 儿茶素类: 俗称茶单宁, 是茶叶特有成份, 具有苦、涩味及收敛性。
2. 咖啡因: 带有苦味, 是构成茶汤滋味的重要成份。
3. 矿物质: 茶中含有丰富的铁、钾、钙、镁、锰等 11 种矿物质。

### c) 主要内容

本文主要包括了对茶叶水变色原因的猜想, 然后记录了实验过程以及现象, 通过对实验现象的分析得出一系列结论, 最后通过结论提出了一些饮茶的建议

## 第 2 章 研究过程

### (1) 猜想

通过查阅资料以及对茶叶水中已知物质的分析, 我们做出了以下四个猜想

1. 茶叶中叶绿素被氧化
2. 茶叶中多酚类物质被空气中氧气氧化成醌
3. 茶叶中微量金属元素溶解于水, 与多酚类物质形成配合物
4. 多酚化合物一部分氧化成醌, 多酚与醌形成电荷络合物

### (2) 实验

### (3) 茶叶水变色原因探究

#### (4) 叶绿素氧化

1. 用电子天平称取 2.5g 龙井茶，两份放入烧杯，一份保持干燥，一份加少许蒸馏水润湿。
2. 将两烧杯放入电炉中，加热至 90℃，恒温。每隔 10min 取出观察一次，拍照。共加热 40min

现象：两份颜色与原茶叶颜色几乎一样

结论：茶叶变色与叶绿素氧化无关

#### 1. 配体

向 250ml 烧杯中加入 3 药匙单宁酸，加入 175ml 水，分别加入 3 个小烧杯中，各 40ml。

①号烧杯中加入  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$

②号烧杯中加入  $FeCl_2 \cdot 4H_2O$

③号烧杯中加入  $Fe_2(SO_4)_3$

} 对比  $FeCl_2$  溶液  
 $Fe_2(SO_4)_3$  溶液

单宁 pH=4

①无明显现象

②③变黑 pH 2~3

②③取样放入离心机，检测是否有固体。6000r/min 10min

有黑色固体分离出

取 20ml 单宁酸 2 份

20ml  $FeCl_2$  2 份 (HCl 酸化)

①  $FeCl_2$  滴入单宁酸 无明显现象

② 单宁酸滴入  $FeCl_2$  无明显现象

但清洗时放入水池中发现杯底附着黑色絮状物

取 30ml 单宁酸 2 份

分别加入  $Fe_2(SO_4)_3$  ( $H_2SO_4$  酸化)、 $FeCl_2$  (HCl 酸化) 溶液无明显现象，与直接加酸现象类似

重新加入加入  $Fe_2(SO_4)_3$  (未加酸) 溶液变黑，产生絮状黑色固体。

加入 1mol/L HCl 黑色消失，继续滴入变为棕黄色与单宁酸水溶液颜色类似

重新加入  $FeCl_2$  (未酸化) 产生黑色 (棕红色) 絮状固体

逐滴加入 1mol/L 的 NaOH 溶液 颜色变红，变为葡萄酒的红色 pH≈12

在加入 1mol/L 盐酸 红色消失，颜色变为墨蓝、墨绿色 pH≈2。继续滴入盐酸，颜色变为棕黄色，与单宁酸水溶液类似。

结论：溶液 pH<2 反应不明显

溶液 pH=6~6.5 产生黑色絮状固体

对茶水 pH 进行测定发现约为 6~6.5，因此，铁离子以及亚铁离子与多酚类化合物形成配体对茶叶水变色存在影响。

#### 2. 多酚化合物的氧化

取 5 烧杯 20ml 的单宁酸，分别向其中 4 杯加入浓 HCl (36.5%)， $H_2O_2$  (30%)，浓硫酸 (98%)，浓硝酸 (68%)，剩余一杯作为对照组。

1min 后，滴入浓硝酸的溶液变橙红，滴入  $\text{H}_2\text{O}_2$  无显著变化，浓  $\text{HCl}$ ， $\text{H}_2\text{SO}_4$  均产生絮状物浮于溶液表面（尚未探明是什么物质）。

换用苹果做实验（苹果中富含酚类物质，与茶叶类似）。将苹果分为四份，均在表面挖去一小块，将浓  $\text{HCl}$ （36.5%）， $\text{H}_2\text{O}_2$ （30%），浓硫酸（98%），浓硝酸（68%）分别滴在苹果上，1min 后，滴浓硫酸部分变黑（显然是脱水性），滴浓硝酸变为橙红，与茶单宁试验类似，滴  $\text{HCl}$ ， $\text{H}_2\text{O}_2$  均无明显变化，由此可得出结论，茶单宁的氧化是茶水变色的原因之一。

之后，用少许  $\text{NaBH}_4$  还原被  $\text{HNO}_3$  氧化的溶液，溶液颜色变淡，说明单宁确实被氧化。再加入  $\text{NaBH}_4$ ，反应剧烈，产生大量气体，溶液温度升高，颜色加深。加入大量  $\text{NaBH}_4$  后，溶液变黑。测其  $\text{pH}$ ，在 12 左右。

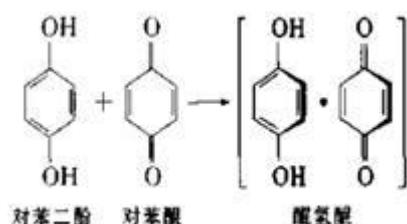
### 3. 传荷络合物的形成

从理论上讲，泡茶时茶叶中多酚类物质溶于水，经加热氧化为醌。

现有研究表明，等物质的量的对苯二酚和对苯醌生成分子间络合物——醌氢醌，醌氢醌为暗绿色晶体，能溶于热水。

在醌氢醌晶体中一层对苯二酚分子和一层对苯醌分子相间平行排列，是一种传荷络合物（charge transfer complex），传荷络合物常有很深的颜色。

传荷络合物由一个富电子的给予体（如对苯二酚）和一个缺电子的接受体（如对苯醌）组成。苯环上有  $\text{OH}$ 、 $\text{OCH}_3$ 、 $\text{N}(\text{CH}_3)_2$ 、 $\text{CH}_3$  等取代基的化合物可作为给予体，苯环上有几个硝基的化合物可作为接受体生成传荷络合物。苦味酸与多环芳烃也能生成传荷络合物。



因此，此反应从理论上可以实现，且颜色的变化与茶叶水实际颜色变化相似。但我们因缺少相应设备，故无法验证该物质的存在，待以后有条件或有兴趣的同学可以做进一步研究。

### ii. 茶叶水变色条件探究

#### 1. 温度、氧气的影响

用电子天平取三份茶叶各 0.5g 至烧杯中。

用电炉将蒸馏水加热至沸腾。

将上述三个烧杯编号为 1、2、3。1 号烧杯中加入沸腾蒸馏水 50ml，2 号烧杯中加入常温下蒸馏水 50ml，3 号烧杯中加入沸腾蒸馏水 50ml，并封上保鲜膜隔绝空气，均放入电路中保持恒温，隔 10min 记录一次。

10min 无明显变化

20min 1、3 烧杯中颜色较 2 号中较深，1 较 3 更深

30min 同上

40min 颜色更深，差异更明显

结论：在有氧、加热的情况下，茶叶水更易变色、变色更快。

#### 2. pH 值的影响

用电子天平取两份茶叶各 0.5g 至烧杯中。分别加入沸腾蒸馏水 50ml。分别编号 1、2。

在 1 号烧杯中加入稀硫酸，调节  $\text{pH}=2$ ；2 号烧杯中加入稀氢氧化钠，调节  $\text{pH}=12$

将两烧杯放入电炉中持续加热 40min。

现象：1 烧杯颜色无明显变化，2 烧杯颜色变为棕红（黄）色

同时，从实验 2.2.1.2 和 2.2.1.3 中可以发现，溶液呈碱性时，反应更为迅速、明显。  
结论：碱性条件促进茶叶水变色。

实验序号	水质类型	加酸或碱	pH	茶叶量 (g)	茶汤变色情况
1	自来水		8.0	0.5	变色
2	蒸馏水		6.4	0.5	不变色
3	含钙水		6.4	0.5	不变色
4	蒸馏水	NaOH	8.0	0.5	变色
5	自来水	HCl	6.0	0.5	不变色
6	含钙水	NaOH	8.0	0.5	变色

### 第 3 章 数据分析&结论

经过对第二章实验数据的分析以及对已有资料的查阅，我们分析得出植物单宁分子内有多多个邻位酚羟基，可作为多基配体与一个中心离子如铁、铜、锌等金属离子络合，形成环状螯合物（如图 6、图 7 所示），在不同的 pH 值下发生沉淀。在碱性条件下，单宁与金属离子易形成多配络合物，用 Mossbauer(穆斯堡尔)光谱仪对单宁与 Fe 的络合反应进行研究。结果表明：单宁以一个离子态的氧负离子及一个酚羟基与铁离子络合，或以二个离子态的氧负离子与铁离子络合，形成二价或一价的正络离子。在酸性状态下，形成一配基络合物或二配基络合物，在碱性状态下才能形成三配基络合物。

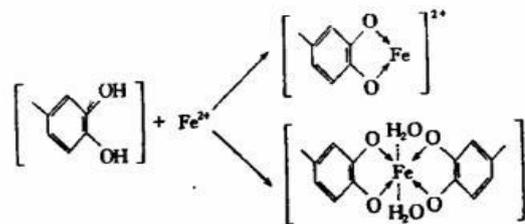


图 6 单宁与铁的呈色反应

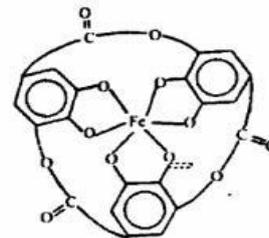


图 7 单宁-铁络合物结构示意图

单宁与重金属离子反应，在络合的同时常常发生氧化还原反应，将高价金属离子 f 如  $\text{Cr}^{6+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ )还原成低价的金属离子，

同时与空气中氧气在金属离子催化作用下，自身氧化成醌，多元酚氧化成醌。醌为结晶固体，一般有颜色，1, 4-苯醌为黄色，1, 2-苯醌为红色。单宁在碱性条件下易被氧化成醌而显色；在酸性条件下，不利于金属盐与单宁反应，使单宁颜色较浅。

众所周知，醌类化合物具有一定的毒性，形成的螯合物中含有重金属离子，这些都对人体有着或多或少的危害，所以“隔夜茶水不能喝”的说法是具有一定依据的。

因此我们建议：

- 1.泡茶时不应该用过烫的水，以  $80^{\circ}\text{C}$  为宜。
- 2.若泡好茶后不立即饮用，应盖上盖子，防止与氧气接触，同时也能使茶充分泡开。
- 3.泡茶用的水应呈弱酸性。

Abstract: Tea is the most widely accepted and consumed beverage worldwide due to its characteristic aroma and taste. Recent studies have provided the strong Scientific basis for understanding the health promoting effects and cancer Preventive actions of tea. The components of tea especial the catechins are varied with the conditions of making tea. To understand and determine the chemical composition of tea is very important.

This experiment mainly discusses the phenomenon of color change in tea water under different conditions, and changes in material tea. Experimental results show that, with high temperature, oxygen, high pH, color change is obvious. At the same time, when adding some oxidant and a small amount of iron ions to the tea water, the color is similar with the tea water which placed a period of time.

key words: Polyphenol compounds      coordination compound      Oxidation      acid-base

参考文献:

- [1] 胡宏纹 有机化学（第三版）(M) 高等教育出版社 2006.p255-256
- [2] 吴娟, 李维贤 单宁在整染中的应用(J) 华南农业大学 2008.p3
- [3] 李佳熹 探讨茶液成分受光及贮存时间之影响(J) 2004.p3-4
- [4] 吴中华, 雷桂兰, 邓礼仪, 项俊 苦荆茶茶汤变色原因的初步研究(J) 黄冈师范学院生命科学与工程学院 2009.p2

# 潮湿纸张的干燥研究报告

吴宇琼\*，徐婧毅，刘贝贝，杨珩  
(金陵中学，南京)

**摘要：**通过实验，探究不同类型纸张的不同主要成分，并希望对防水类的纸提供自己的思路和见解。

**关键词：**潮湿纸张干燥、皱、平整、纤维、防水纸张

研究对象：潮湿纸张

研究方法：实验及资料查找

研究内容：潮湿纸张的干燥

研究思路：

一、对纸张潮湿的现象进行观察，提出自己的猜测。

二、准备实验材料，进行人员分工，准备实验。

三、进行实验：

(一)用水将几张完全相同的纸张浸湿，采取不同晾干方法进行实验，比较纸张完全干燥后的平整及颜色等的变化情况。

(二)用碳酸饮料将同(一)中的纸张浸湿，采取同(一)中方法进行实验，并比较。

(三)用果汁将同(一)中纸张浸湿，采取同(一)中方法进行实验，并比较。

(四)用蒸馏水将相同大小、厚度的不同质地纸张浸湿，采取(一)中最适和最不适方法进行实验，比较相同实验方法下，不同质地纸张的复原情况。

四、总结实验，归纳出不同情况下不同纸张的复原程度。

五、查阅相关资料，了解不同纸张的主要成分，以及浸湿后复原的原理。根据实验和有关资料，提出对防水类纸张的猜测和构想，并对现有的防水类纸张成分进行了解和比对，以及一定程度上的创新。

具体实验过程及结果：

实验一：

实验方式及过程：

1.用水将几张完全相同的纸张浸湿，分别用下列几种方法变干。

a.用平整的重物压好，自然变干。

b.用平整的重物压好，放入冰箱。(注1)

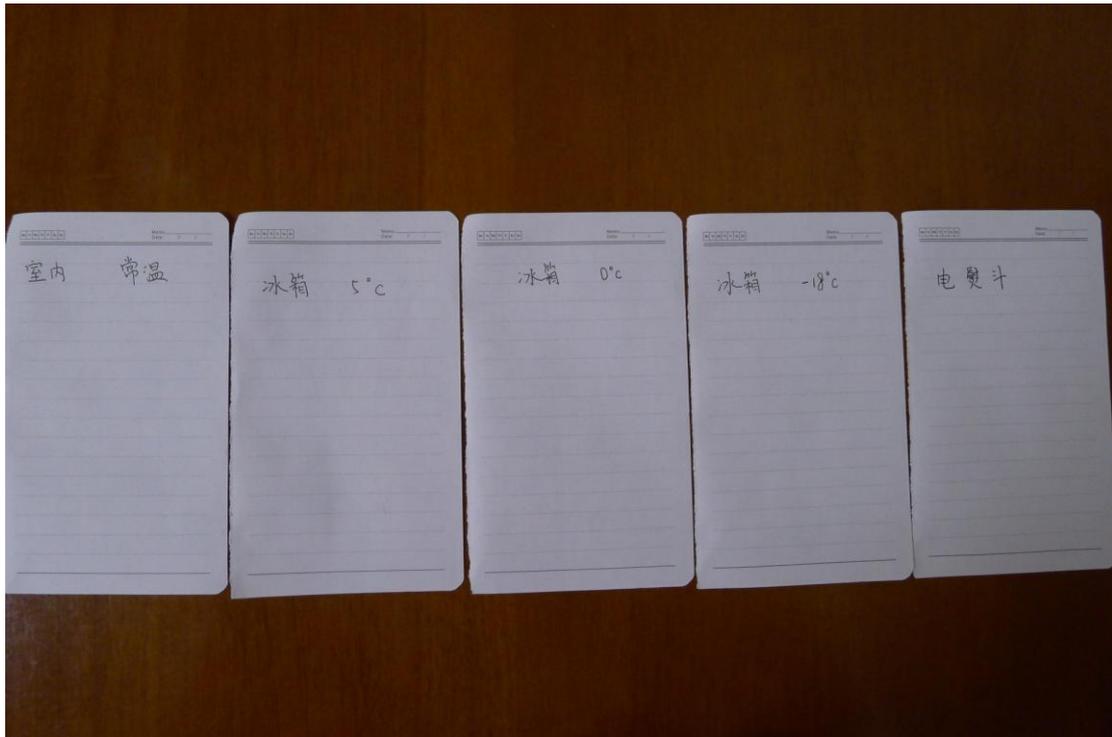
c.用电熨斗烫。

2.比较纸张完全干燥后的平整及颜色等的变化情况。

【注1：冰箱分为冷藏室和冷冻室。在此分为两个实验。

(一)将几张完全相同的纸张浸湿，分别放入冷藏室，温度分别为0度，-18度，5度。

(二)将几张完全相同的纸张浸湿，分别放入冷冻室。(冷冻室温度无法设置)】



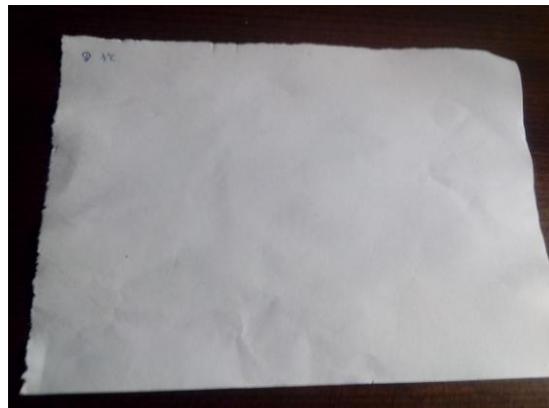
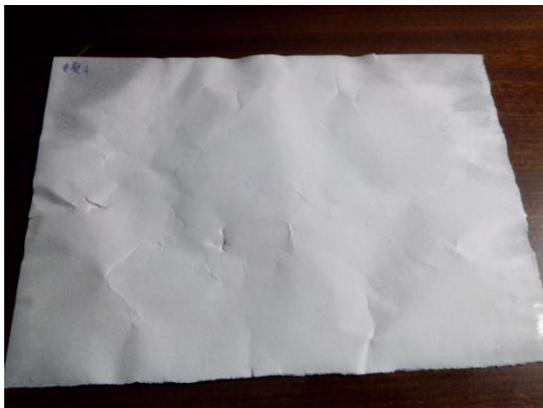
实验结果：

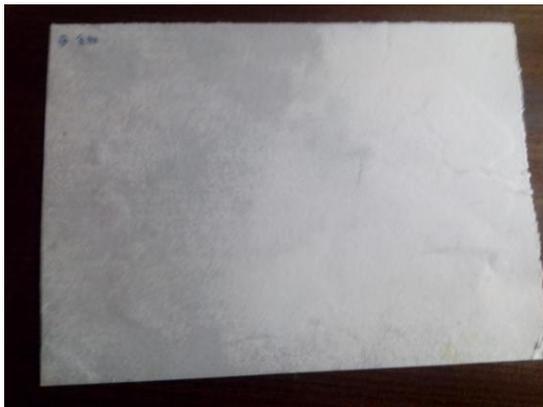
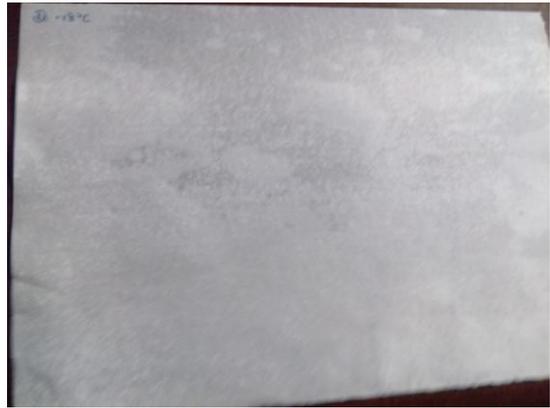
- a.用平整的重物压好：较平整，颜色基本无变化，速度适中。
- b.放冰箱中（5 和 0 摄氏度差不多）很平整，颜色基本无变化，速度很慢，难以完全干透。  
放冰箱中（-18 摄氏度）：纸面水结冰，室温下又融化，不可行。
- c.用电熨斗烫：不平整，颜色基本无变化，速度很快。

实验二：

实验方式及过程：

- 1.用碳酸饮料将几张完全相同的纸张浸湿，分别用下列几种方法变干。
  - a.用平整的重物压好，自然变干。
  - b.用平整的重物压好，放入冰箱。（注 1）
  - c.用电熨斗烫。
2. 比较纸张完全干燥后的平整及颜色等的变化情况。





实验结果：

- a. 用平整的重物压好：较平整
- b. 放冰箱中（5 和 0 摄氏度差不多）很平整。  
放冰箱中（-18 摄氏度）：纸面水结冰，室温下又融化,纸张再次变湿。
- c.用电熨斗烫：不平整，颜色基本无变化，速度很快。

实验三：

- 1.用果汁将几张完全相同的纸张浸湿，分别用下列几种方法变干。
  - a. 一号放入冰箱冷藏室，温度为四度。
  - b. 二号放入冷冻室。
  - c. 三号放置室内，常温自然干燥，温度为 27 度左右。
  - d.四号放置室外，太阳晒干，温度为 35 度左右。
  - e.五号放置于空调房内，温度 20 度左右。
2. 比较纸张完全干燥后的平整及颜色等的变化情况。



准备材料：五张材质大小相同的纸片，标号，果汁一碗。



依次浸湿。



一号放入冰箱冷藏室，温度为四度。



二号放入冷冻室。



三号放置室内，常温自然干燥，温度为 27 度左右。



四号放置室外，太阳晒干，温度为 35 度左右。



五号放置于空调房内，温度 20 度左右。



#### 实验结果:

二十分钟后, 四号纸张已干燥, 干燥程度依次为 4, 3, 5, 2, 1。

三十分分钟后, 三号张已干燥, 边缘有泛黄现象。

三十五分钟后, 五号纸张干燥。

五十五分钟后, 一, 二号纸张干燥。

四号纸最皱, 三号次之, 五号再次, 一号与二号较平整。

#### 实验结论:

对于同种纸张被同种饮品浸湿后的不同方法干燥

对于同种纸张在相同干燥方法下被不同饮品浸湿

#### 原理分析:

湿纸干后为什么会发皱变形? 纸张是短纤维的集合体, 纤维有吸水性, 而纤维的脱水是从纤维的两端开始的, 就像菜叶总是叶边缘先干, 而纤维的中间部分还有水. 纸张里的短纤维的长度是不一样的, 脱水的速度也不一样, 所以在自然条件下风干的纸张会因纤维长度的不同而出现褶皱 ... 纸湿了以后, 立刻放到冰箱的冷冻箱里, 在冷冻状态下脱水是个比较均匀的过程, 一般看冰箱里的长时间放置的蔬菜是整体脱水的. 同样的道理, 由于纸中纤维的含水基本一致, 伸缩比例也相同, 所以放在冰箱里不起皱

把已经干了的书再弄湿, 不妨做个实验, 把报纸弄湿, 干了后会变形, 再泡在水里就又平整了. 再放在冰箱里压好, 漫漫就会恢复平整了. 书太厚了, 效果无法保证. 所以请保护书籍。

#### 参考文献:

1. <http://iask.sina.com.cn/b/10080831.htm>
2. <http://zhidao.baidu.com/question/50878336.html>

# 探究不同条件下反应生成 BaSO<sub>4</sub> 沉淀的粒径大小

李国安\*, 张大猷, 蒋宇轩, 孙世林, 朱恽  
(金陵中学, 南京)

**摘要:** 本研究性学习研究了 BaSO<sub>4</sub> 沉淀在不同温度、浓度、反应物加入方式、Ba<sup>2+</sup>与 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>的比例下生成的粒径大小, 得出了 BaSO<sub>4</sub> 的平均粒径随温度的增加而增大、以直接加入方式以及 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 溶液与 BaCl<sub>2</sub> 溶液浓度相同时制得的 BaSO<sub>4</sub> 粒径最小、Ba<sup>2+</sup>与 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>的物质的量的比对所制得的 BaSO<sub>4</sub> 粒径的影响不明显的结论。虽然本次探究有一定局限性, 但还是较为成功的说明了生成 BaSO<sub>4</sub> 沉淀的粒径大小与反应条件的关系, 有一定的参考价值。

**关键词:** BaSO<sub>4</sub>; 粒径; 反应条件

## 引言

硫酸钡, 化学品名称, 又名重晶石。为无臭, 无味的无色斜方晶系晶体或白色无定型粉末。性质稳定, 难溶于水、酸、碱或有机溶剂。在医疗方面, 放射学检查使用硫酸钡剂主要利用其在胃肠道内可吸收 X 射线而使其显影作用, 因此主要用作胃肠道造影剂。在工业上, 可用作油漆、油墨、塑料、橡胶及蓄电池的原料或填充剂, 印像纸及铜板纸的表面涂布剂, 纺织工业用的上浆剂。在玻璃制品中, 可用作澄清剂, 能起消泡和增加光泽的作用。此外, 它还可作为防放射线用的防护壁材, 也可用于陶瓷、搪瓷、香料和颜料等行业, 还是制造其他钡盐的原料。

然而, 粒径大小不相同的硫酸钡的应用也是不一样的。例如络合法制出的硫酸钡粒径大小在微米级别, 这种大小的硫酸钡沉淀可用来合成金属氧化物和磷酸盐等多种物质。而用超声波法制出的纳米硫酸钡是一种新型无机材料, 它既具有普通硫酸钡的功能, 如可应用于填料、涂料、橡胶、油墨等行业, 又具有新的特殊功能, 在催化、非线性光学、磁性材料、医药及新材料等方面具有广阔的应用前景。但在中国, 制备高性能纳米硫酸钡的技术并不成熟, 因此产品也较为落后<sup>[1]</sup>。

虽然中国在此方面的起步比较晚, 但是许多中国的科学家们都勇于探索, 并创造出了独特的、具有前瞻性的科学制备硫酸钡的方法。例如上文提到的络合法<sup>[2]</sup>, 这种方法借鉴了油包水型微乳液法, 它较后者更为简便易行且能耗低。而在制备硫酸钡沉淀的过程中, 最易发生的就是粒子的团聚现象, 这会使得粒子粒径变大, 为了防止这种现象的发生, 便诞生了超声波法<sup>[3]</sup>, 它在控制粒子粒径大小和团聚方面起到了很好的作用。此外, 还有常规沉淀法、添加剂法、新型反应器法等等, 这些方法都为硫酸钡的制备工程作出了贡献。

在本次小组实验中, 我们的主要探究内容是不同条件下反应生成硫酸钡沉淀粒径的大小。在此实验中, 我们决定采用常规沉淀法, 即使用 BaCl<sub>2</sub> 和 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 为原料来制取 BaSO<sub>4</sub> 沉淀。这种方法具有简单易行, 实验时间, 较短耗能较低且易控制变量的优点, 较适合学生实验。

## 第二章 实验部分

### 2.1 实验原理

本次研究性学习中, 我们使用 BaCl<sub>2</sub> 和 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 为原料来制取 BaSO<sub>4</sub>, 其反应方程式如下:



实验开始前,先使用控制变量法,分别控制温度、浓度、反应物加入方式、 $\text{Ba}^{2+}$ 与 $\text{SO}_4^{2-}$ 的比例等,制定了如表 2-1 所示的实验方案,然后准备有关化学药品和实验器材。

## 2.2 实验原料和器材

化学药品包括:氯化钡、硫酸钠、去离子水。

实验器材包括:烧杯、磁力搅拌器、磁力转子、玻璃棒、量筒、离心机、离心管、滴管、水浴、小勺。

表 2-1 实验方案

编号	加料方式	$\text{BaCl}_2$ 物质的量 (mol)	$\text{BaCl}_2$ 浓度 (mol/L)	$\text{Na}_2\text{SO}_4$ 物质的量 (mol)	$\text{Na}_2\text{SO}_4$ 浓度 (mol/L)	温度
1	同时加入	0.01	1	0.01	1	室温
2	同时加入	0.01	1	0.01	1	50℃
3	同时加入	0.01	1	0.01	1	70℃
4	向 $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 中滴加 $\text{BaCl}_2$	0.01	1	0.01	1	室温
5	向 $\text{BaCl}_2$ 中滴加 $\text{Na}_2\text{SO}_4$	0.01	1	0.01	1	室温
6	同时加入	0.02	1	0.01	1	室温
7	同时加入	0.005	1	0.01	1	室温
8	同时加入	0.01	1.6	0.01	1	室温
9	同时加入	0.01	0.5	0.01	1	室温

## 2.3 实验步骤

具体实验步骤如下:

1、按照表 2-1 中的实验方案配置相应浓度的  $\text{BaCl}_2$  和  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  水溶液;

2、按照同时加入的加入方式进行实验时,先在一个 50ml 的空烧杯中放入一个磁力转子,置于磁力搅拌器上,然后按照实验方案使用量筒分别量取一定量的  $\text{BaCl}_2$  和  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液于两个 50ml 烧杯中,启动磁力搅拌器后,两只手各握一个烧杯,快速将溶液同时倒入空烧杯中;

3、按照向  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  中滴加  $\text{BaCl}_2$  进行实验时,先按照实验方案使用量筒分别量取一定量的  $\text{BaCl}_2$  和  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液于两个 50ml 烧杯中,在装有  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液的烧杯中加入磁力转子,置于磁力搅拌器上,并启动磁力搅拌器,用滴管缓慢滴加  $\text{BaCl}_2$  溶液,约 3 分钟滴加完成;

4、按照向  $\text{BaCl}_2$  中滴加  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  进行实验时,先按照实验方案使用量筒分别量取一定量的  $\text{BaCl}_2$  和  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液于两个 50ml 烧杯中,在装有  $\text{BaCl}_2$  溶液的烧杯中加入磁力转子,置于磁力搅拌器上,并启动磁力搅拌器,用滴管缓慢滴加  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液,约 3 分钟滴加完成;

5、在上述实验中,若反应在指定温度下进行,则使用水浴将溶液加热至指定温度后再进行实验;

6、将所制得的样品在磁力搅拌器上继续搅拌 3 分钟,装入离心管,使用离心机离心 2 分钟,转速为 7000 r/s;

7、倒出离心管中多余的液体,将管内固体用小勺取出放入 50ml 烧杯中,标号后放入烘箱烘干;

8、使用扫描电子显微镜(HITACHI S4800)观察样品,拍摄显微照片;

9、用 Photoshop 分析显微照片,绘制颗粒大小-数目图像,并进行相关分析。

## 第三章 结果与讨论

### 3.1 反应温度的影响

按照同时加入的加料方式，分别在室温(样品 1)、50℃(样品 2)和 70℃(样品 3)的条件下考察了反应温度对所制得的  $\text{BaSO}_4$  粒径的影响。实验过程中发现，无论在那个反应温度下将  $\text{BaCl}_2$  和  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液同时加入到空烧杯时，溶液都马上由无色透明变为白色浆液(如图 3-1 所示)，表明  $\text{BaCl}_2$  和  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  反应生成  $\text{BaSO}_4$  的反应非常快速。所制得的样品的扫描电子显微镜照片如图 3-2、图 3-3 和图 3-4 所示，图中还示出了对应照片样品的粒径分布图。



图 3-1 实验现象

从图中可以看出，在室温下制得的样品 1 形貌成不规则球状或椭球状，表面不均匀，夹杂小颗粒的团聚体，团聚体呈宽为 100nm，长为 200-300nm 的不规则块状，粒径分布为 33-324nm，平均粒径 94nm。在 50℃ 的条件下的样品 2 形貌成不规则球状或椭球状，表面不均匀，有一些明显的表面塌陷的小颗粒，说明有空心球生成；颗粒的大小极不均匀，结块较多，团聚严重；粒径分布为 37-318nm，平均粒径 110nm。

在 70℃ 的条件下的样品 3 形貌成不规则球状或椭球状，表面不均匀，夹杂小颗粒的团聚体，团聚体呈宽为 100nm，长为 200-300nm 的不规则块状，有少数空心球存在；粒径分布为 47-320nm，平均粒径 112nm。

由上述分析可知，三种温度下制取的样品， $\text{BaSO}_4$  的平均粒径随温度的增加而增大，三者的粒径分布范围较为接近，形状均不规则。

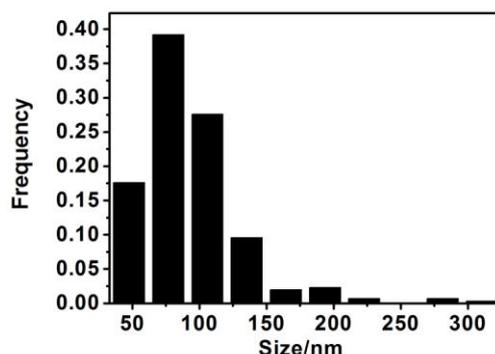
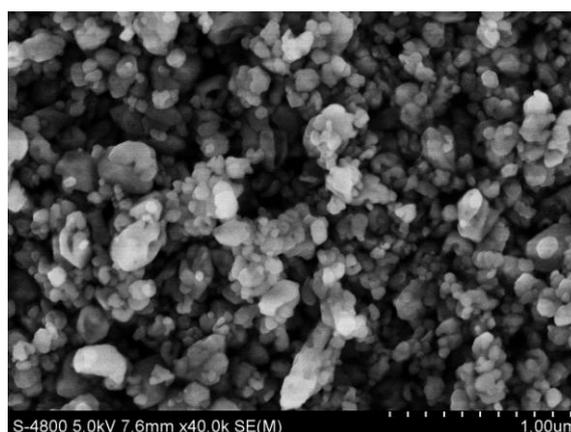


图 3-2 样品 1 的电子显微照片和粒径分布

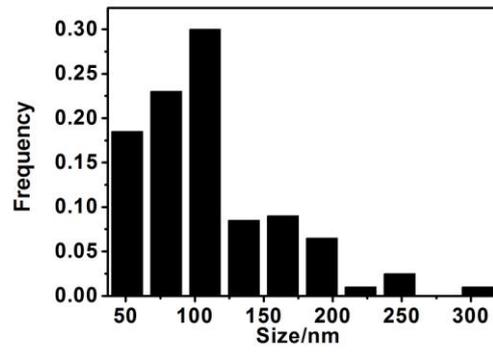
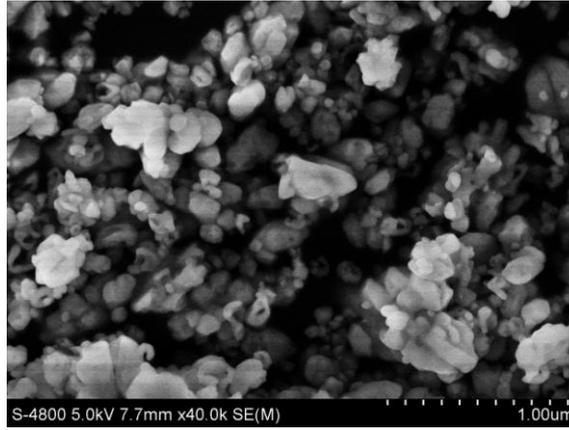


图 3-3 样品 2 的电子显微照片和粒径分布

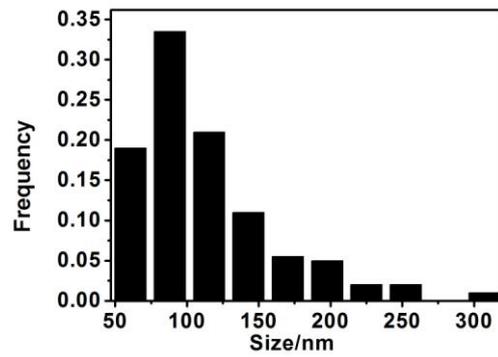
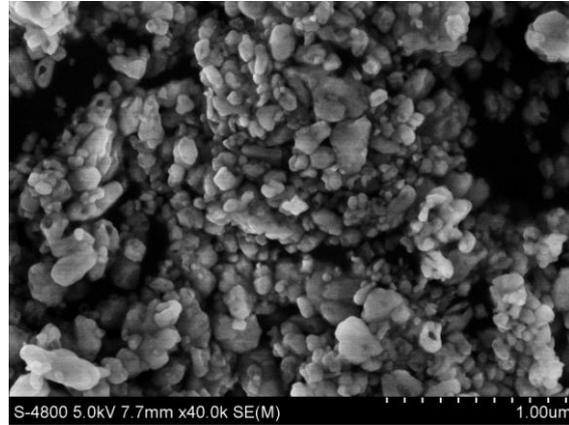


图 3-4 样品 3 的电子显微照片和粒径分布

### 3.2 加料方式的影响

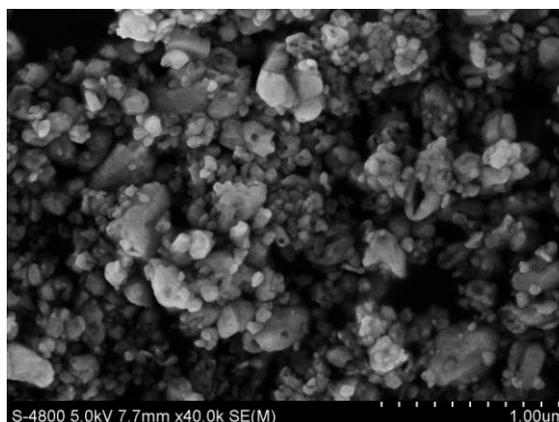
在室温条件下，分别使用同时加入(样品 1)、向  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  中滴加  $\text{BaCl}_2$ (样品 4)、向  $\text{BaCl}_2$  中滴加  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ (样品 5)考察了加料方式对所制得的  $\text{BaSO}_4$  粒径的影响。实验过程中发现，在缓慢加入  $\text{BaCl}_2$  溶液或  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液时，烧杯内的溶液由透明无色逐渐变浑浊，最终变为白色浆液(如图 3-5 所示)。所制得的样品的扫描电子显微镜照片和对应照片样品的粒径分布图如图 3-2、图 3-6、图 3-7 所示。



图 3-5 缓慢滴加  $\text{BaCl}_2$  溶液时的实验现象

从图中可以看出，向  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液中滴加  $\text{BaCl}_2$  溶液制得的样品 4 形貌成形状大小不规则的类球状或椭球状，颗粒表面不均匀，间或有空心球产生，团聚严重；粒径分布为 28-468nm，平均粒径 108nm。向  $\text{BaCl}_2$  溶液中滴加  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液制得的样品 5 形貌成不规则球状或椭球状，表面不均匀，有部分规则的鹅卵石状椭球颗粒，夹杂团聚体；粒径分布为 36-372nm，平均粒径 135nm。

由上述分析可知，向  $\text{BaCl}_2$  溶液中滴加  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液制得的样品 5 形状较为规则，以直接加入方式制得的样品 1 粒径最小。



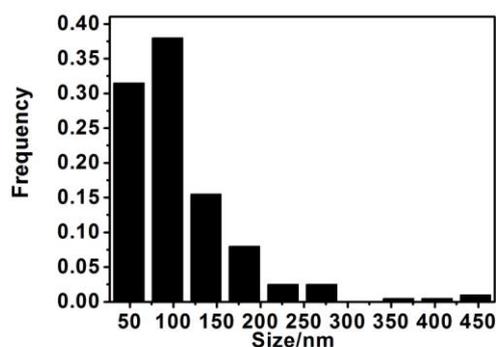


图 3-6 样品 4 的电子显微照片和粒径分布

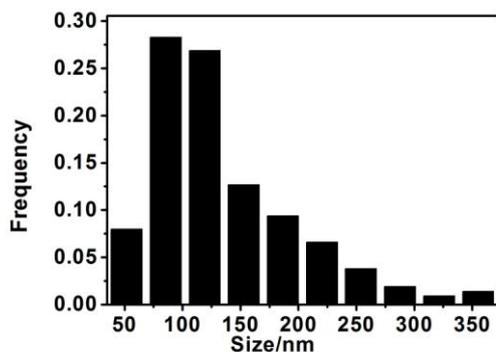
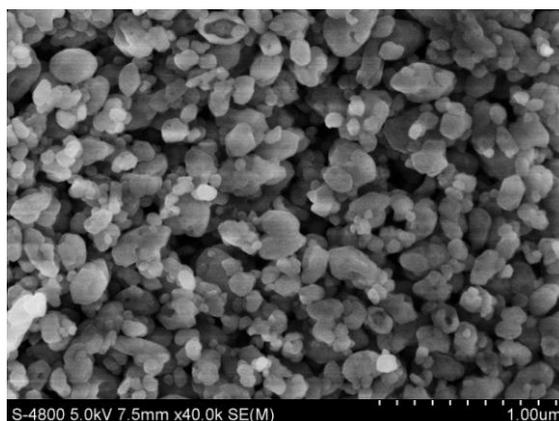


图 3-7 样品 5 的电子显微照片和粒径分布

### 3.3 Ba<sup>2+</sup>与 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>的物质的量的比的影响

在室温条件下，采用同时加入的加料方式和 Ba<sup>2+</sup>与 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>的物质的量的比分别为 1:1(样品 1)、2:1(样品 6)和 1:2(样品 7)，考察了 Ba<sup>2+</sup>与 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>的物质的量的比对所制得的 BaSO<sub>4</sub> 粒径的影响。实验现象与 3.1 中一致。所制得的样品的扫描电子显微镜照片和对应照片样品的粒径分布图如图 3-2、图 3-8、图 3-9 所示。

从图中可以看出，样品 6 的颗粒团聚严重，呈不规则球状或椭球状，表面不均匀，有一些个体是由五六十纳米的小颗粒组成的粒径为 300-500nm 的花状颗粒；粒径分布为 40-586nm，平均粒径 116nm。样品 7 的形貌呈不规则球状或椭球状，表面不均匀，夹杂小颗粒的团聚体，粒径分布为 27-356nm，平均粒径 108nm。

由上述分析可知，Ba<sup>2+</sup>与 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>的物质的量的比对所制得的 BaSO<sub>4</sub> 粒径的影响不明显，三种样品的形状较为类似。

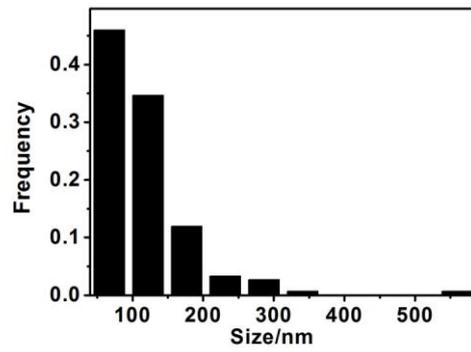
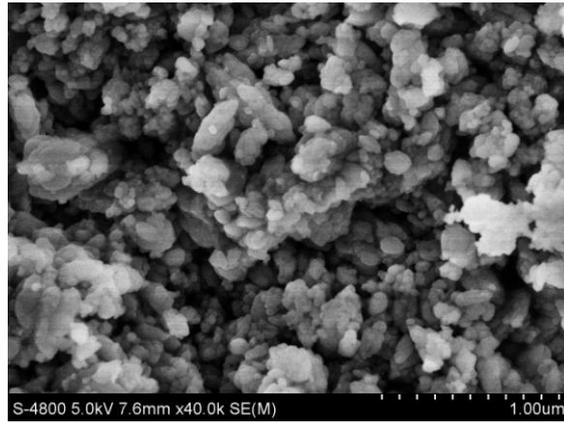


图 3-8 样品 6 的电子显微照片和粒径分布

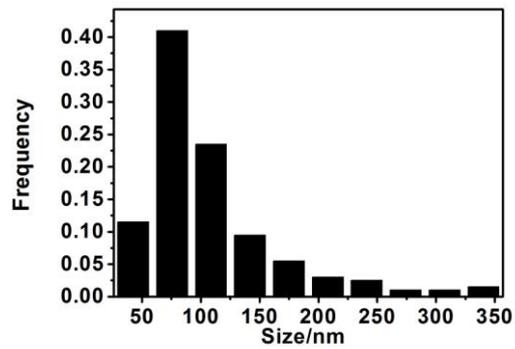
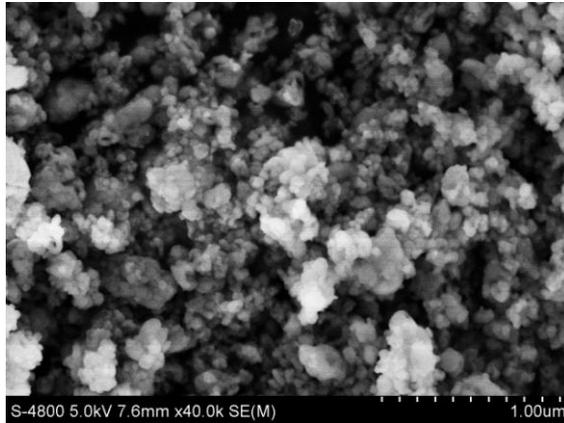


图 3-9 样品 7 的电子显微照片和粒径分布

### 3.4 原料浓度的影响

在室温条件下，采用同时加入的加料方式，保持  $\text{Ba}^{2+}$  与  $\text{SO}_4^{2-}$  的物质的量的比为 1:1 和  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液浓度为 1mol/L，改变  $\text{BaCl}_2$  溶液浓度分别为 1mol/L(样品 1)、1.6mol/L(样品 8) 和 0.5mol/L(样品 9)，考察原料浓度对所制得的  $\text{BaSO}_4$  粒径的影响。实验现象与 3.1 中一致。所制得的样品的扫描电子显微镜照片和对应照片样品的粒径分布图如图 3-2、图 3-10、图 3-11 所示。

从图中可以看出，样品 8 形貌呈不规则球状或椭球状，表面不均匀，大多为块状团聚体；粒径分布为 53-491nm，平均粒径 137nm。样品 9 形貌呈不规则球状或椭球状，表面不均匀，夹杂小颗粒的团聚体，有瘪塌的空心球；粒径分布为 34-353nm，平均粒径 117nm。

由上述分析可知，在浓度较大的  $\text{BaCl}_2$  溶液下制取的样品形状多为团块状，浓度较小的制取的样品形状为球状，在  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液与  $\text{BaCl}_2$  溶液浓度相同时，制取的样品粒径最小。

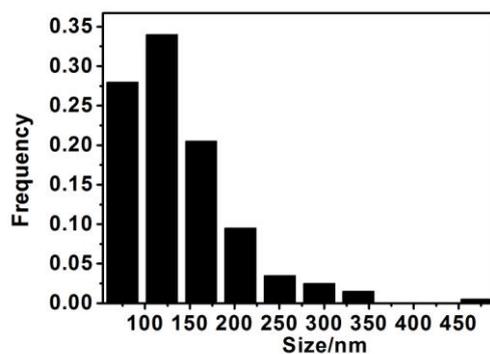
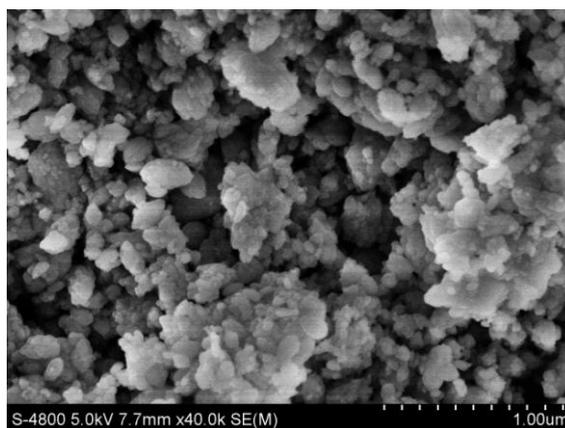
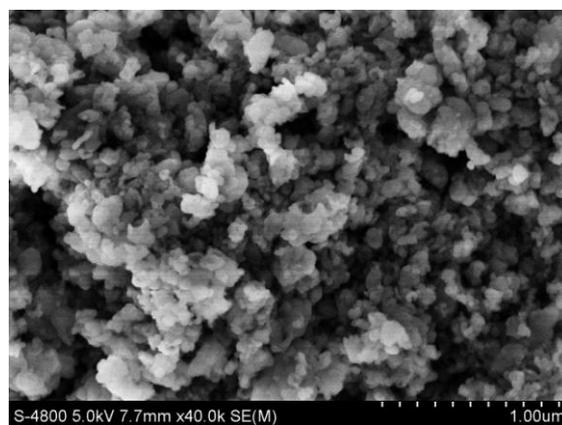


图 3-10 样品 8 的电子显微照片和粒径分布



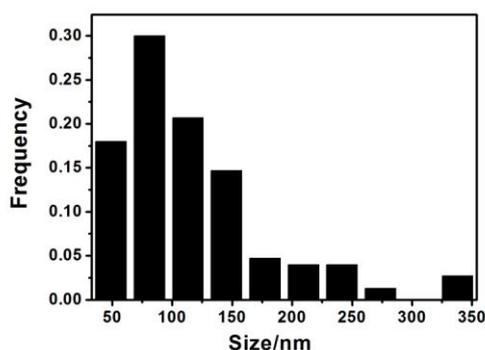


图 3-11 样品 9 的电子显微照片和粒径分布

### 3.5 小粒径 BaSO<sub>4</sub> 颗粒的制备

上面的研究结果表明，单纯通过改变实验条件，仅在宏观反应器中难以制得粒径小且较为均匀的 BaSO<sub>4</sub> 颗粒。为了进一步验证这一结果，我们又请教材料化学工程国家重点实验室的研究生，他们建议采用内径为 500μm 的 T 型三通来进行实验，后接 40cm 长、内径为 500μm 的塑料管组成的反应器，采用各自流速为 9mL/min，分别将 0.5mol/L 的 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 溶液和 1mol/L 的 BaCl<sub>2</sub> 溶液注入到 T 型三通的两个入口，塑料管出口接样。所接的样品经离心分离和干燥，所拍摄的扫描电镜照片如图 3-12 所示。从图中可以看出，在微观条件下制得的 BaSO<sub>4</sub> 颗粒的形貌与宏观条件下制得的明显不同，而呈现出椭球状结构，粒径明显减小到约 50nm，粒径分布 18-80nm。可见，要想制得纳米级的 BaSO<sub>4</sub> 颗粒，需采用微观大小的反应器。

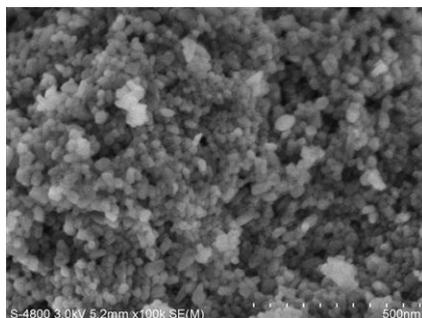


图 3-12 采用通道大小为 500μm 的 T 型三通，后接 40cm 长、内径为 500μm 的塑料管组成的反应器中合成的 BaSO<sub>4</sub> 颗粒的扫描电子显微镜照片

## 第四章 结论与展望

通过多次“探究影响 BaSO<sub>4</sub> 颗粒大小的因素”的实验，不难发现温度、加料方式以及原料浓度对于反应后 BaSO<sub>4</sub> 颗粒大小有着较大的影响。在其余探究条相同的情况下：

- 1、BaSO<sub>4</sub> 的平均粒径随温度的增加而增大；
- 2、直接加入方式制得 BaSO<sub>4</sub> 的粒径最小；
- 3、在 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 溶液与 BaCl<sub>2</sub> 溶液浓度相同，且浓度较小时，制取的样品粒径最小；
- 4、Ba<sup>2+</sup> 与 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 的物质的量的比对所制得的 BaSO<sub>4</sub> 粒径的影响不明显。

我们的研究性学习较为圆满的完成了，但其中还有很多需要改进的地方：

- 1、在不同外界条件下所做的实验次数偏少，可能会造成误差较大、缺少说服力等后果，应增加不同条件下的实验次数
- 2、实验条件的控制不够严密，如，在研究温度的影响时，我们只选取了三个温度点（室

温、50℃、70℃), 应再加一到两个温度点进行实验, 这样可以使该条件下的实验结果更加精确

3、在拍摄样品的扫描电子显微镜照片时, 我们每种条件只选取了视野中的一块地方, 缺乏典型性, 应在不同的方位选取四到五块地方研究样品微粒的图像

BaSO<sub>4</sub> 微粒的大小影响以其为料的产品质量与安全, 我们的研究对制备纳米级大小的 BaSO<sub>4</sub> 微粒有一定的帮助, 在高中阶段的研究将告一段落, 进入大学后我们也许会进行进一步的研究, 希望对中国的该行业、对中国的经济作出一定的贡献。

#### 参考文献

- [1] 霍红、欧阳朝赋等.纳米硫酸钡的制备工艺及其应用.
- [2] 李新海、胡启阳等.EDTA 络合法合成硫酸钡微粒.2009.8
- [3] 乔永志、张云等.超声波法制备硫酸钡影响因素分析.2012.1

# 高中生睡眠时间对学习成绩及身体生长的影响

魏易凡\*, 游蒙, 张雨乔, 黄东  
(金陵中学, 南京)

摘要: 本课题研究通过对同学们的调查结果以及分析, 结合医学规律以及相关资料, 旨在给出高中生一个合理的睡眠时间的建议, 以促进高中生的学习效率的提高以及身体的健康生长。

关键词: 高中生睡眠时间 学习成绩 身体生长

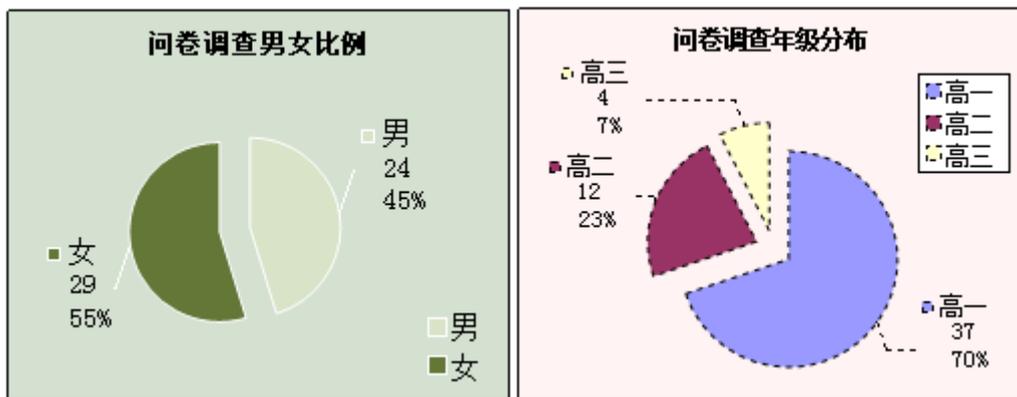
## 1. 调查设计

1.1. 研究方法 本次调查以问卷调查法为主, 座谈访问法为辅。问卷题目涉及学生睡眠时间、学习具体状况以及身体综合素质。运用问卷发放并回收问卷, 也采用电子问卷(diaochaquan.cn)回收问卷。共回收 53 份有效问卷。

## 1.2. 研究对象

调查对象是 2012 年江苏南京市在校高中生(包括高一、高二和高三年级) 53 名。此次问卷调查的样本构成如图 1。

图 1 问卷调查样本构成表



## 1.3 数据收集与处理情况

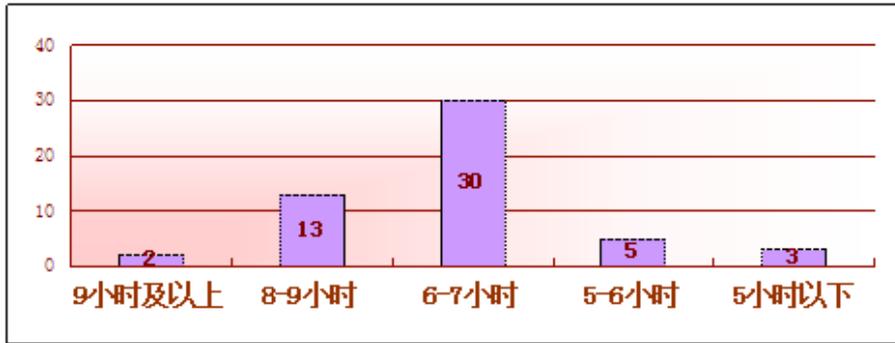
此次调查共发放问卷 53 份, 收回 53 份, 有效问卷 53 份, 回收率为 100%, 有效率达 100%。随后对回收的问卷进行了分类汇总以及数据统计处理, 并对座谈访问的记录进行了整理、统计处理。

## 2. 调查结果与分析

### 2.1. 高中生睡眠时间的分布

我们在调查问卷中设置了“你每天睡眠时间是多少?”问题。现统计如图 2。

图 2 高中生每日睡眠分布图



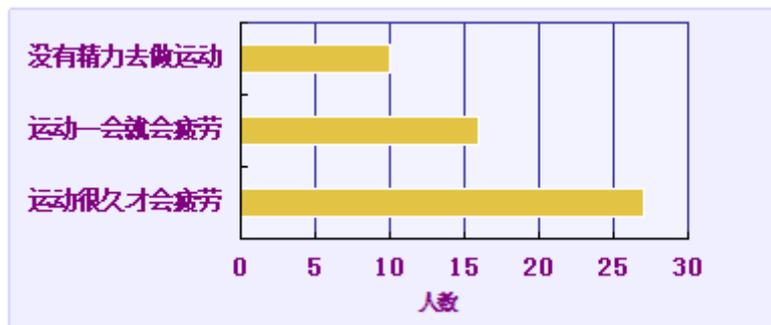
由图可知，高中生睡眠时间普遍在 6-7 小时之间。

## 2.2. 高中生身体素质和 Learning 情况

那么现在的高中生身体素质和 Learning 状况究竟怎样呢？我们设定了下面几个问题进行分析。

运动篇（如图 3）。

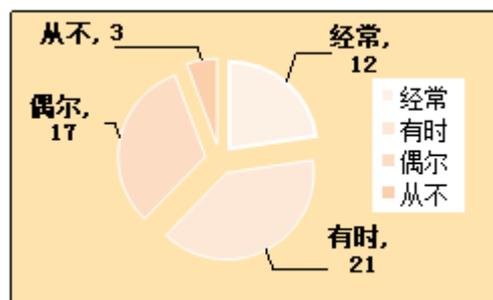
图 3 做运动的时候你会不会感到疲惫？



分析：大多数学生精力较为充沛，爱好运动。也有一些学生精力不足或厌恶运动，这可能是由于休息不足、锻炼太少而造成的。根据社会上的统计，青少年的锻炼时间在持续下降，身体素质大不如前。

上课篇（如图 4）。

图 4 上课时候会打盹或注意力不集中？

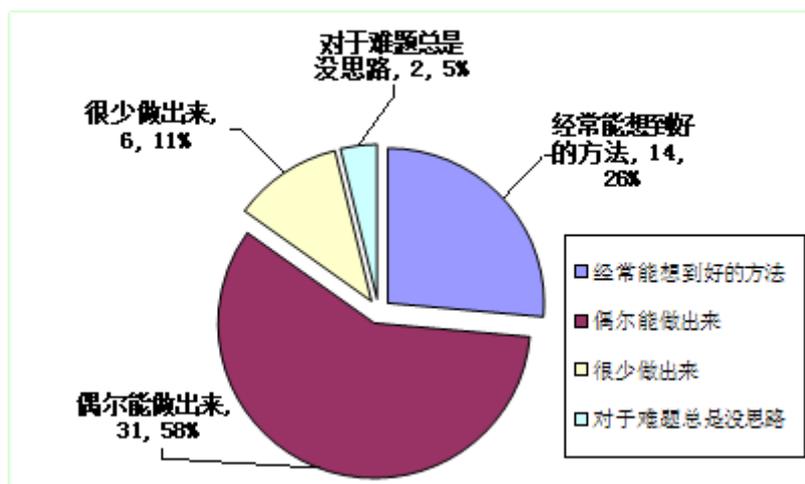


分析：中国学生最普遍的现象便是上课疲乏。这里面的原因可能有很多种。我们认为有如下三点。

- (1) 休息时间不足；
- (2) 课程繁多、压力较大，不可能时时刻刻保持清醒的头脑；
- (3) 其他心思太多。

做题篇（如图 5）。

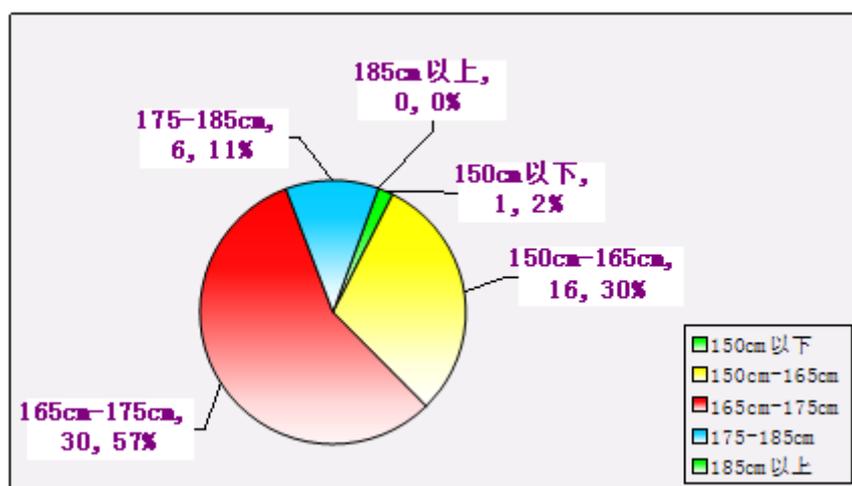
图 5 对于一些难题你能做出来吗？



分析：敢说一定能做出难题的人很少，排除一些个人因素，可以发现：精神状态能够影响学习效果的。若不在状态，考试或作业的错误率易成几何倍数的上升——广大学生同胞对此也深有感触。

身高篇（如图6）。

图6 身高



分析：据估计该组数据的平均值落在 165-170cm 之间。睡眠对于身体发育的影响不言而喻。

### 3.问题与对策

#### 3.1. 存在的问题

##### 3.1.1.高中生睡眠状况普遍较差

综合数据，我们认为高中生睡眠状况普遍较差，具体表现为以下两个方面。

##### 3.1.1.1. 睡眠时间不足

由图2可知，高中生睡眠时间普遍在6-7小时之间。我们查询了相关资料，医学专家普遍认为，中学生睡眠时间应满8~9小时。而包括社会上及本次统计，发现实际情况远远小于8~9小时。有新闻报道称，在郑州市中小学生睡眠情况的调查中（2007年），高中生睡眠不足的比率达到95%。

可见，睡眠时间不足成为高中生睡眠状况偏差的重要原因之一。

##### 3.1.1.2. 睡眠质量不高

我们先来看一个数据，如图7。

图7 入睡时间

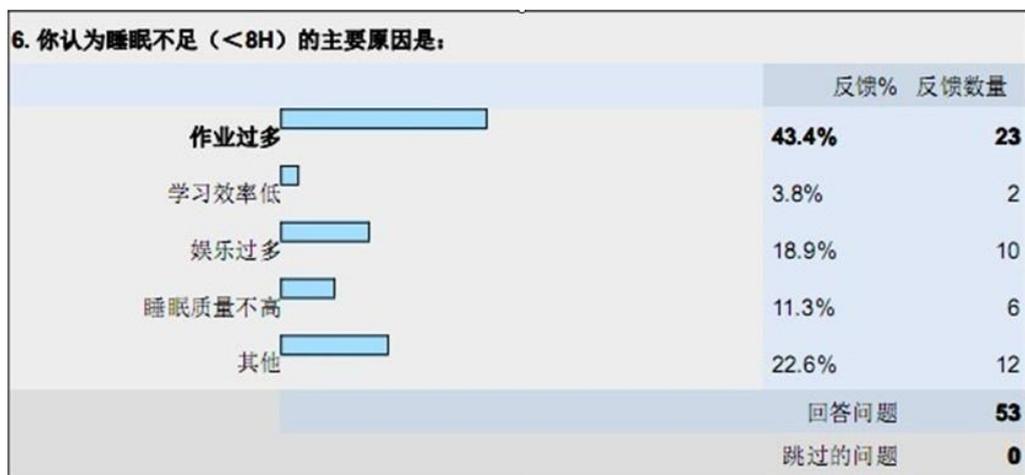


半数学生入睡时间在 10 分钟以上，超过 20 分钟甚至 40 分钟的也大有人在。

### 3.1.2.睡眠状况较差原因的探究

是什么原因造成了上述两种现象呢？我们同样设置了相应问题，力求分析得出结论。

图 8 睡眠不足原因

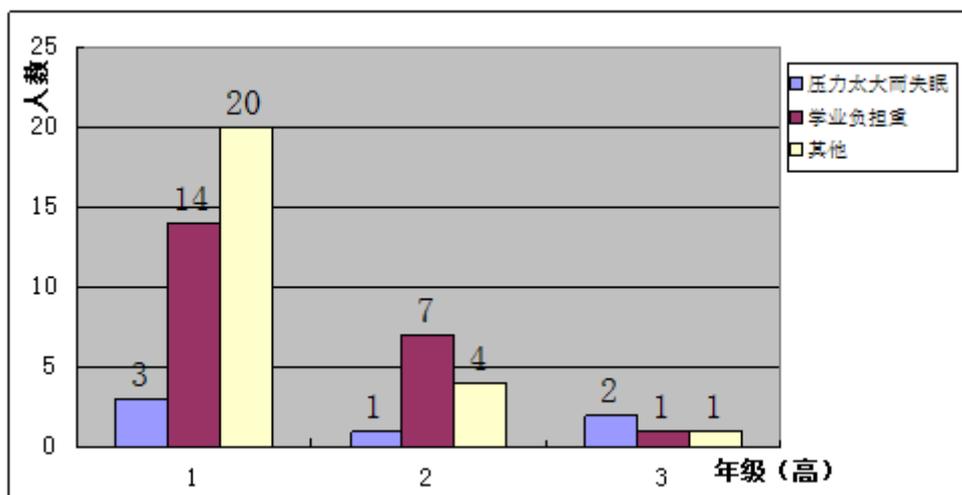


(1) 首当其冲的便是“作业过多”。高中生课程量大，高一九门功课，高二备战小高考，高三更是不言而喻，三年的作业量必然少不了。

(2) 娱乐过多。尤其在当今科技日益发达，诸如电子产品的更新换代也使得高中生有了更多的休闲方式。电视、电影、计算机网络、智能手机……娱乐的时间影响了睡眠和学习，这的确能成为重要的理由之一。

(3) 睡眠质量不高。关于此点，我们看下面一个图示：

图 9 你认为睡眠质量不高的原因



先来看高一年级。首先九门功课负担的确很重；其次，高中适应期也使得学生“倍感压力”。再来看高二年级。同样的，学业负担重占了所统计高二总人数的较高比重。最后是高三年级。因为所得数据较少，不能准确分析。结合实际，高三的负担和压力显然是巨大的。至于数据中占据相当大比重的“其他”，我们推测可能还是由于心理原因，心思过多（例如有活动策划与任务）。暂时未能讨论出成果。

### 3.2. 对策

从以上论述来看，睡眠时间对于高中生的学习有不可忽视的影响，对身体锻炼和素质的提高也有重要的保障作用。根据目前高中生睡眠方面所暴露的问题，我们又该采取怎么样的措施呢？经过查阅资料和小组讨论，我们给出了下列意见。

#### 一、保证睡眠时间。

请看下面两则资料：

(1) 美国研究人员对在伊利诺伊州就读的 2259 名中学生进行了调查。通过对这些学生的学习成绩、每天晚上的睡眠时间以及忧郁症状和自信心的分析，发现：与睡眠时间较多的学生相比，睡眠时间少的学生自信心低下，容易产生忧郁情绪，学习成绩也欠佳。研究结果还显示，中学生在校就读期间的睡眠时间是—年比—年少。由于长期缺觉，许多学生的注意力开始下降，学习成绩下滑，自信心不足，还常常提不起精神。

(2) 医学表明，睡眠具有促进少年儿童生长发育的作用，可以帮助孩子长高。充足的睡眠是身体发育的必要条件，因为生长激素的分泌高峰是在熟睡时，中小学生学习睡眠不足，身体抵抗力就差，容易生病；在学习方面，睡眠不足，学生上课就没精神、注意力不集中，长期睡眠不足还会影响大脑发育，导致学习成绩下降；在心理方面，睡眠不足的学生，易出现情绪低落、压抑、焦虑、急躁，兴趣不广泛等现象，心理上的反常反过来也会影响睡眠，导致入睡困难，从而形成恶性循环。

综上所述，睡眠充分影响了学习与生长。既然睡眠如此重要，我们必然要抓住。“熬夜战”很可能只会适得其反。保证充足的睡眠时间，是十分有必要的。

#### 二、学会排压减压。

适度的压力能使人情绪处于兴奋状态，活跃思维能力，增强反应速度，对人是有益的，产生正面效应。

如果完全没有压力，身心处于一种松散或不紧张状态，个人的潜力就无法发挥。然而过

大的压力，便会带来许多负面影响，产生负面效应。

诚然，必要的压力是高中生成长的发展的推动力，为全面发展和进步而付出心血和汗水正是高中生成长过程所必须承担的压力。但是，当前高中生背负着沉重的心理压力，而许多是不应该背负的。“减负”工作仍然任重道远。减轻高中生的心理压力，促进高中生的心理健康发展是实施素质教育的一个重要方面，需要全体教师、学校、家长、社会联起手来，共同关注，共同努力。

### 三、参与户外锻炼。

保证每天活动一小时以上，不仅能提高身体素质，亦能排解心里的压力和不悦，让过度紧张的心情放松下来。

### 四、提高学习效率。

针对睡眠时间不足、质量较差的原因之一——娱乐过多而言，提高学习效率显得尤为重要。将时间化零为整，减少没必要的浪费，有助于增加睡眠时间，从而进入一个良性循环。

## 5.结束语

睡眠，是一个重要的生命环节。合理利用睡眠，能为我们带来更好的效益。通过本次研究，我们总结了高中生在睡眠方面的问题并提出了自己的见解。我们认为，中学生每天晚上应该不晚于十一点半睡觉，保证晚上的睡眠时间达到七-八个小时；同时每天中午应该保证半个小时以上的午睡时间。希望每一位同学都能够拥有美好的睡眠，从而彰显青少年的阳光朝气，为将来效力国家与社会打下坚实的基础。

# 基于机器视觉的魔方机器人的研究

卞远哲

(金陵中学, 南京)

摘要: 通过摄像头对普通三阶魔方的六个面状态进行扫描, 上传图像到上位机进行图像识别, 通过人工智能学习进行颜色判断, 并给出求解步骤, 再发送给下位机操纵机械手, 实现一般魔方的全自动还原。采用了四个机械手和摄像头识别, 比传统的乐高单一机械手及颜色传感器提高了识别率, 识别还原速度, 同时降低了成本。

关键词: 魔方还原; 人工智能; 自动化; 图像识别

## 1 项目背景

魔方, 是匈牙利建筑学教授和雕塑家鲁比克·艾尔内 (Rubik Ernő), 于 1974 年发明的机械益智玩具。

魔方在 1980 年代最为风靡, 至今未衰。截至 2009 年 1 月, 魔方在全世界已经售出了 3 亿 5 千多个。

我们这里仅研究普通的三阶魔方。

根据排列组合规律, 我们容易得出, 对于普通三阶魔方

$$StatusNumber = \frac{(8! \times 3^8) \times (12! \times 2^{12})}{3 \times 2 \times 2} = 43,252,003,274,489,856,000 \approx 4.3 \times 10^{19}$$

如果一秒平均转 3 下魔方, 不计重复, 也需要转 4542 亿年, 才可以转出魔方所有的变化, 这个数字是目前估算宇宙年龄的大约 30 倍。

目前魔方人工求解主要采用 CFOP 手法, 其平均需要约 50 步, 世界纪录为 7.53s。

智能求解方面, 目前比较流行的是使用乐高的套件进行组装。只有一个机械手, 且采用成本较高的颜色传感器, 识别速度慢, 步骤较多, 还原速度较慢。Urania 采用四个机械手, 操作速度快。使用摄像头进行识别, 成本低, 速度快。颜色识别部分不采用传统的单一阈值处理, 使用人工智能进行学习补偿, 确保在不同光线条件下, 得到正确的颜色值。

## 2 目的及意义

采用计算机识别及处理并指导机器人求解的方式, 通过搜索算法, 可以将魔方的还原步骤降低到约 20 步。采用摄像头进行识别, 降低设备成本, 提高识别准确率和效率。使用人工智能对颜色进行实时学习, 修正, 可以确保获取到正确的颜色值, 不受外界光源的影响。使用高速舵机, 提高了准确率和速度。对机器视觉和魔方比赛的逆向复原都有重大的意义。

## 3 物理结构

### 3.1 机械结构

Urania V1(第一台工程机)的动力选择了舵机。较之于无刷电机, 舵机有着精确控制角度, 速度较快, 扭力大等优点, 便于精密运动, 且成本较低。Urania V1 均采用数字舵机。

主旋转轴采用的舵机为 DMS47010MG(180)。参数见表 1  
给进轴舵机为 GS-D9257。参数见表 2

动力	电压	扭矩	速度
	4.8V	3.80 Kg·cm	0.08s/60deg
	6.0V	4.20 Kg·cm	0.07s/60deg
质量	25.0g		
尺寸	36mm*15.3mm*21.8mm		

表 1

整体机械结构见图 3

舵机驱动部分机械示意图见图 4

动力	电压	扭矩	速度
	4.8V	7.50 Kg · cm	0.05s/60deg
	6.0V	9.60 Kg · cm	0.04s/60deg
质量	58.0g/1.99oz		
尺寸	40mm*20mm*39.2mm		

表 2

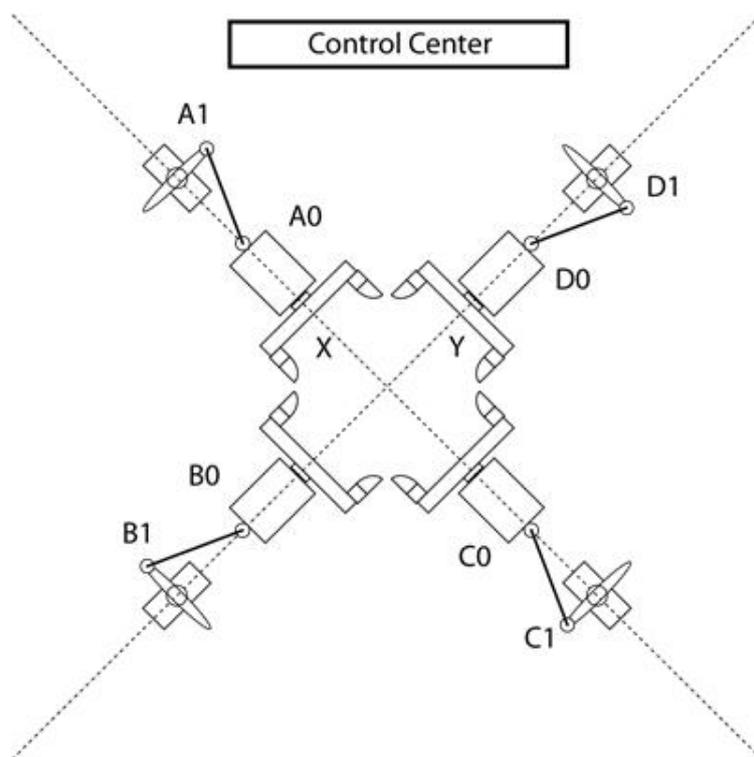


图 3

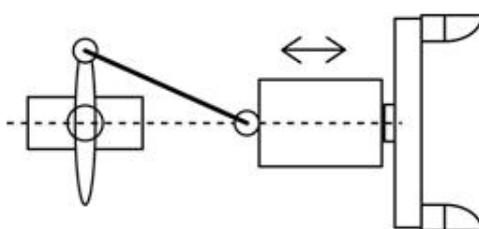


图 4

### 3.2 电气结构

整体设备结构如图 12 所示。

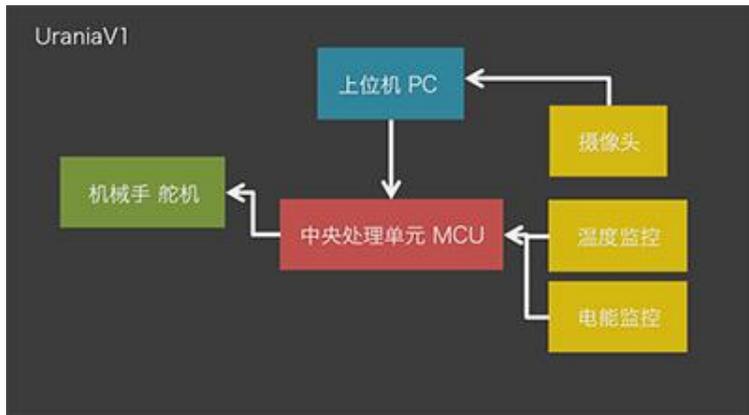


图12

### 3.2.1 摄像头

Urania V1 的图像识别模块采用一枚 UVC-W CAM V20.1 摄像头。分辨率 640\*480，帧率达到了 60fps，可以适应高速运动下的快速取景。

### 3.2.2 电源

由于下位机采用一枚 STC12C5A60S2，为 5V 供电，而舵机需要 6v 供电。Urania V1 目前采用统一 5V 供电，供电板的丝印图已经画好。见图 5。

原理图见图 6。

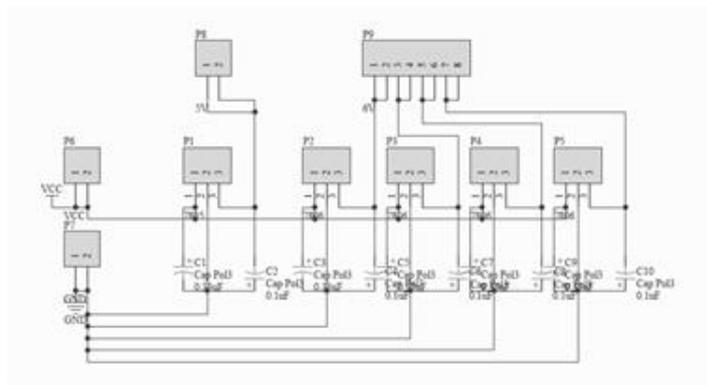


图6

后来改进中，我们发现舵机需要 6V，MCU 需要 5V，而给 LED 供电需要 3.3V。所以我们又特制了一块电源板。采用 9V 11A 开关稳压电源作为前级，7806、7805、3.3 作为后级降压稳压。新版电源板可以同时提供 3.3V、5V、6V 三种电压。我们还安装了必要的降温措施，比如被动散热片和主动式散热风扇，以降低温度，提高系统稳定性。

### 3.2.3 串口通信

使用一片 CH341A 作 USB 到 RS232 转换，直接连接单片机串口。

原理图见图 7。

在测试的过程中，我们也遇到了问题。串口芯片经常不稳定，出现传输延迟，严重影响系统稳定性。后来我们把 CH341A

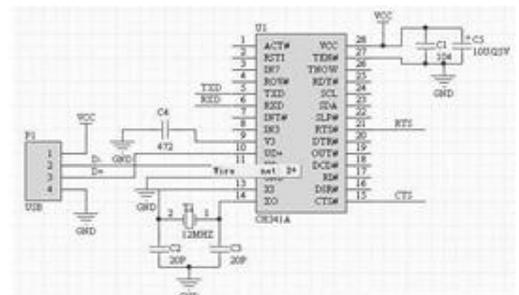


图7

的芯片与电源和上位机均共地，很好的解决了问题。

### 3.2.4 MCU

MCU 采用两片 STC12C5A60S2，均为 5V 供电，LQFP44 封装（图 11）。

## 4 算法

### 4.1 整体流程

整体流程如右图所示，后文将详细介绍。

### 4.2 魔方识别求解

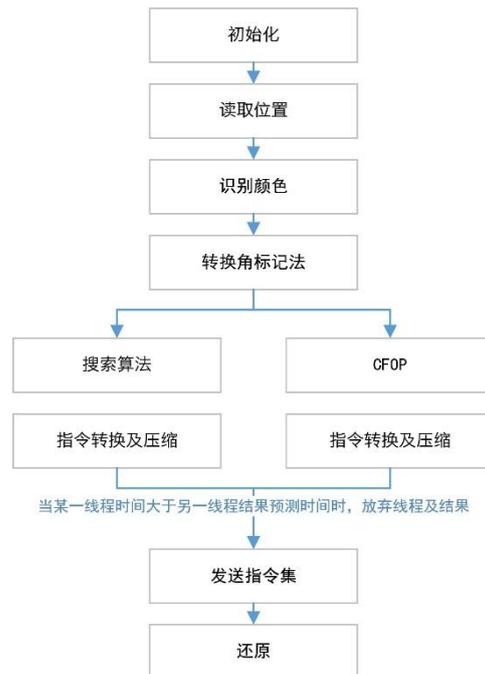
#### 4.2.1 方块位置识别

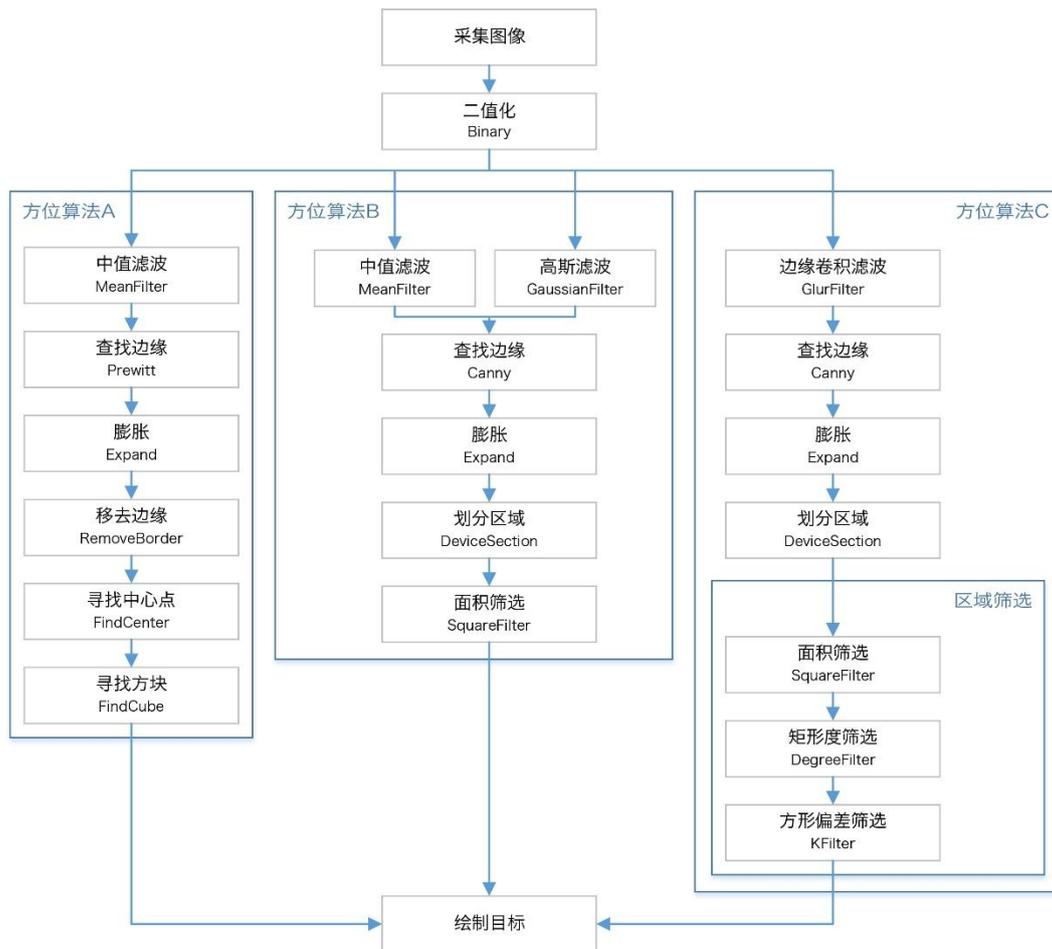
在不断得制作、优化过程中，我构造了三种方位算法。

一开始我们采用方位算法 A，使用 vb 作为编程语言。在算法 A 之前，还有一个更简陋的算法，只能识别魔方正对镜头的情况，效率、准确率都不好，此处就不再赘述。算法 A 采用自己编写的处理代码，只经过了轻微的优化，处理速度较慢，但识别准确率相对于之前的算法很高，对于任意角度的魔方都可以很好的识别。算法 A 的缺陷在于速度慢，平均处理一幅图像需要 5s 左右，拖慢了整体的还原速度。

之后，经过一定的优化，完成了方位算法 B。该算法的优点在于，较之算法 A，算法 B 速度有一定的提升。第一步采用中值滤波和高斯滤波叠加峰值的方式，对于不同亮度的图像都有很好的效果。查找边缘又 Priwitt 算子换为 Canny 算子，效率大幅提高。划分区域我采用了深度优先搜索(DFS)划分区域，然后计算其面积进行筛选。准确率较之 A 有略微下降，但不影响识别结果。

经过优化，完成了算法 C，也是最终确定的版本。算法 C 采用 VC++和 opencv 库。采用 opencv 库自带的边缘卷积滤波，不影响下一步查找边缘操作的同时，可以去除图像中的噪点。同样采用 DFS 搜索区域，之后进行三重筛选，使用一个评估函数，评估三次筛选的结果，优选出 9 个点，也就是魔方一面 9 个色块的中点。算法 C 的缺陷在于，不能像算法 A 和 B 那样识别透视的魔方，一次仅能识别单面。但算法 C 速度非常快，识别一面平均仅需要 90ms 左右。且采用 DirectShow 库可以同时识别多个摄像头，同时识别多面，这也是最终选定算法 C 的原因之一。





#### 4.2.2 方块颜色识别

经过上一步，DFS 划定了 9 个区域，我们就标定了 9 个区域。这一步我写了四种算法。

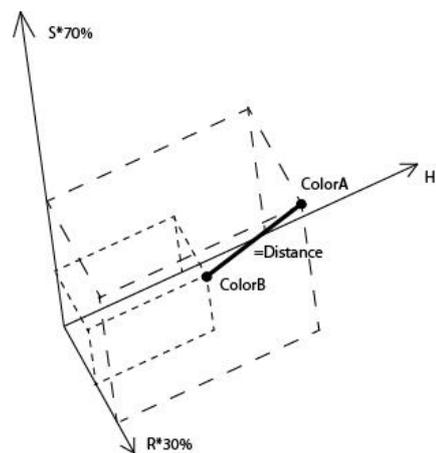
算法 A 是区域颜色平均，再求直线差的算法。对于标定的区域，该算法算出各点 RGB 的平均值，同时，在界面中输入 6 种颜色的基准颜色值，计算各点对于各基准值的直线差，每个区域有 6 个差，然后取差最小的一个即可。该算法优点在于受反光的影响较小，但耗时较长，效率太低，且准确率不高。

算法 B 是逐点扫描来计算区域的中点。由于魔方的色块

区域是一个凸多边形，所以我对中点附近  $(2m + 1)^2$  面

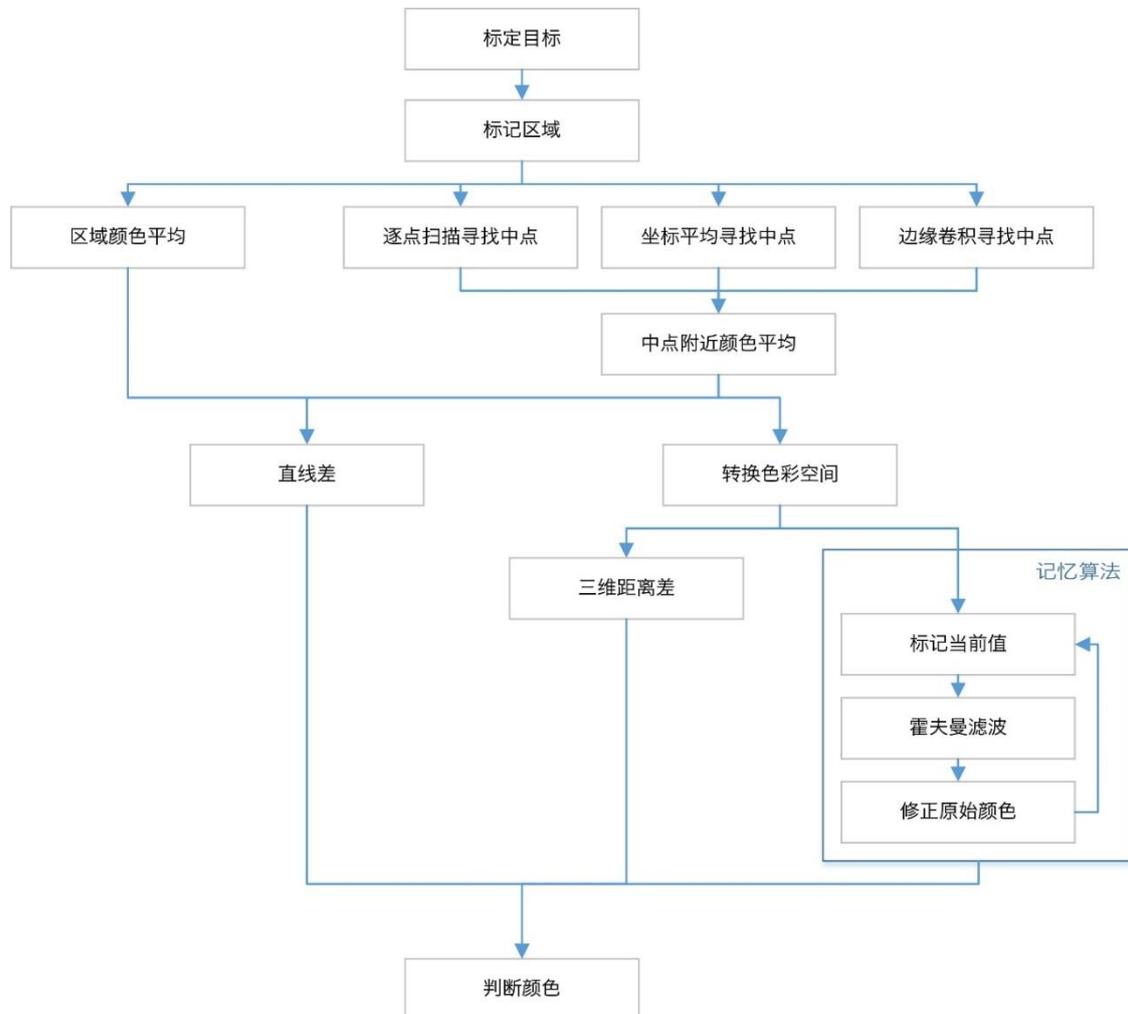
积进行平均颜色值，可以在很大程度上降低平均取值的计算量，提高运算速度。此方法的劣势在于，如果魔方因外界光源影响存在反光，会干扰识别的准确性。在模型机上，我采用辅助光源来削弱反光造成的影响。取到各色块平均颜色值后，我将 RGB 色彩空间转换为 HSV 色彩空间，可以提高识别率。由于魔方存在红色、橙色、黄色三种色块，他们的颜色很相近，所以我将 30%R 作为三维坐标轴的一个轴，将 100% 色彩 H 作为主要依据，将 70% 纯度 S 作为次要依据，再加以 30% 红 R 辅助来识别红橙黄。构建好坐标系后，将输入的目标颜色和读取到的平均颜色置入坐标，求出其绝对距离，再取出距离最小的，即是目标颜色。该方法识别率非常高，但后期三维坐标计算量大，耗时较大。

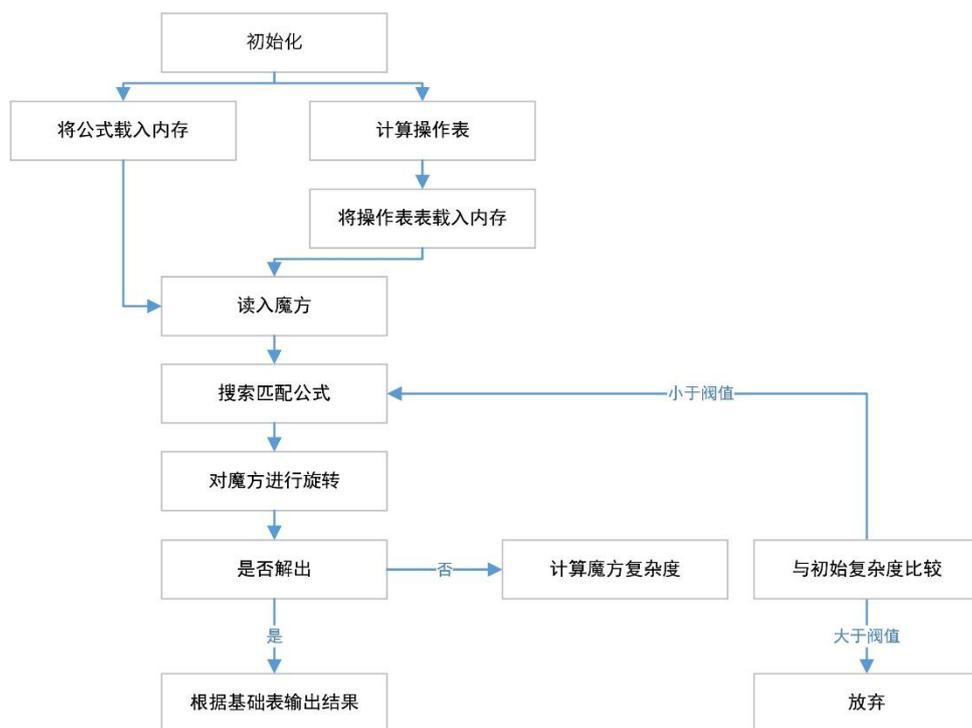
算法 C 和算法 B 的区别在于，我改变了寻找中点的方式，改为区域最大矩形框的中点，求



中点的速度比算法 B 快。也是 1.4 版程序使用的方法。

算法 D 是目前正在进行的一项改进。该算法改变了中点寻找方法，用一个函数探索出区域离散化较小的边缘，然后平均计算中点，效率比矩形框寻找更高。识别算法也做了改进。我们知道，魔方的各面颜色互换，并不影响魔方的还原。所以我们可以计算时给魔方赋不同于实际的颜色。那么我们只需要识别出各面的区别即可。将六个面 54 个色块颜色读入后，该记忆算法会将点逐一填入坐标系，然后计算最密集的 6 个区域各 9 个点，这种算法通过不断学习，并改变 6 个参考颜色值来实现。算法 D 识别率应该比三维差更高，速度更快。





#### 4.2.3 魔方的解法搜索

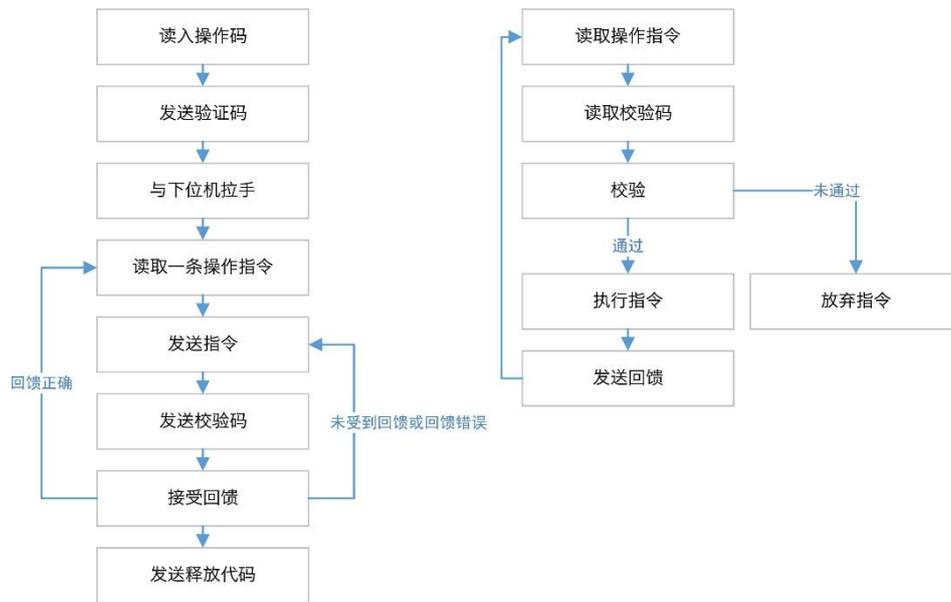
这一步我想出两种方案。目前实现的是第一种广度优先搜索(BFS)，另一种正在完善的是最短路径(SP)方法。

在 BFS 中，先要计算出一张基础的运算表。包括低步骤的操作之后，魔方状态的变化情况，这样可以减少求解时的计算量。然后读入从上一步识别得到的魔方，判断其对称度。

如果存在对称轴，我们可以在后期运算剪枝，减少 $2^{n-1}$ 倍运算量。下一步按照一开始计算出的运算表对魔方进行旋转尝试，同时运行一个评估函数计算魔方的复杂度，并和以前每一步结束后的魔方状态进行比较，去除过于复杂和重复的魔方。不断进行搜索，即可得出最终的魔方解。该算法的优势在于平均步数非常低，非常接近上帝数(已经证明所有的魔方均可在 20 步内被还原，该数字被成为上帝的数字)，而传统的探索解法平均在 120 步左右，层先算法大约 90 步左右。但此算法计算量巨大，内存需求也很大，计算速度慢，比较适合 20 步以内的魔方计算。

第二种是人工智能方法。我们已知了很多魔方公式，比如 CFOP，层先等等。该算法类似于神经网络算法，先构造一张图，将特征状态作为点，旋转方法作为边，旋转步骤作为边上的权值。该算法相当于不学习权值的无向图路径搜索。通过不断删除节点，构造新的路径，我们可以找到一条到达最终解法的目标路径，该路径各点的步骤的和即是最终的步骤，各边的权值和即是最终的步数。该算法的优点在于速度较快，很容易找到一条求解路径，但步数相比 BFS 较多，适合步数较高的魔方计算。

下一步优化会使用多线程技术，两种方案并行计算，在保证准确的同时提高效率。



#### 4.2.4 魔方代码转换及压缩

该部分我想出两种算法，目前实现了第一种。

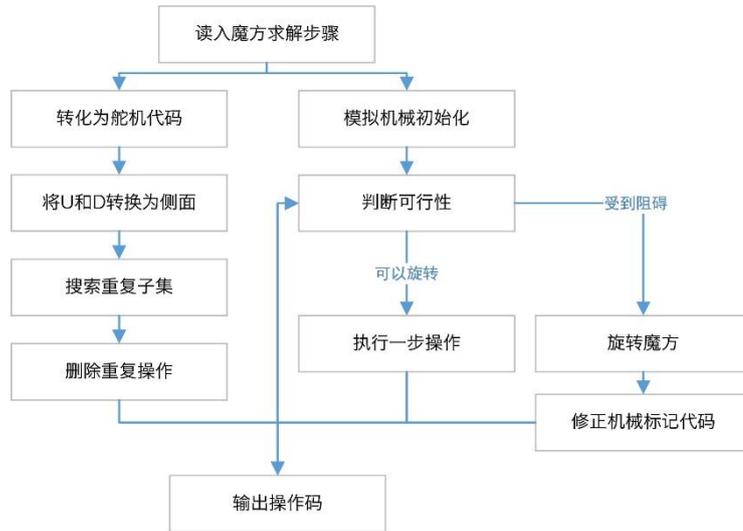
第一种算法是匹配压缩(MC)。先读入上一步计算出的步骤，然后转换为我自己定义的一套舵机代码(参考表 8)，然后将其中的 U 和 D 两面代码分解，变成魔方翻转代码和单面旋转代码。对于一些特殊的情况，比如先转顶面，再转侧面，转完顶面后并不需要将魔方回到初始状态再转侧面，此时我们对代码做一定的优化。该算法在舵机代码串内搜索预知好的字串，并进行删减和替换，代码压缩率可以达到 70%，提高了下一步还原的效率。

代码	定义	代码	定义
NIA	拉手	Y0+	Y 轴主舵机顺时针旋转 90 度(B0+ D0-)
000	归零 (主舵机竖直, 给进轴收回)	Y00	Y 轴主舵机竖直(B00 D00)
A0+	A 轴主舵机顺时针旋转 90 度	Y0-	Y 轴主舵机逆时针旋转 90 度(B0- D0+)
A00	A 轴主舵机竖直	A1+	A 轴给进舵机伸出
A0-	A 轴主舵机逆时针旋转 90 度	A1-	A 轴给进舵机收回
B0+	B 轴主舵机顺时针旋转 90 度	B1+	B 轴给进舵机伸出
B00	B 轴主舵机竖直	B1-	B 轴给进舵机收回
B0-	B 轴主舵机逆时针旋转 90 度	C1+	C 轴给进舵机伸出
C0+	C 轴主舵机顺时针旋转 90 度	C1-	C 轴给进舵机收回
C00	C 轴主舵机竖直	D1+	D 轴给进舵机伸出
C0-	C 轴主舵机逆时针旋转 90 度	D1-	D 轴给进舵机收回
D0+	D 轴主舵机顺时针旋转 90 度	X1+	X 轴给进舵机伸出(A1+ C1+)
D00	D 轴主舵机竖直	X1-	X 轴给进舵机收回(A1- C1-)
D0-	D 轴主舵机逆时针旋转 90 度	Y1+	Y 轴给进舵机伸出(B1+ D1+)
X0+	X 轴主舵机顺时针旋转 90 度(A0+ C0-)	Y1-	Y 轴给进舵机收回(B1- D1-)
X00	X 轴主舵机竖直(A00 C00)	S1+	所有给进舵机伸出
X0-	X 轴主舵机逆时针旋转 90 度(A0- C0+)	S1-	所有给进舵机收回

表8

第二种算法是虚拟模型(VR)。该算法会通过数学模型，构建一个虚拟的解魔方机器人，然后进行旋转。如果遇到旋转的阻碍，那么就搜索相应的解法。解决问题后，VR 会自动记录

下该步骤的解法，增加其权值，以达到不断优化算法的目的。该算法的优势在于步数较少，可以保证最低旋转方案，并不断提高搜索速度。



### 4.3 代码传输

上位机下位机代码传输采用串口方式。具体流程如图所示。

由于串口协议的不稳定性，我加入了一位校验码来识别可靠性。

上位机发送验证码与下位机配对。然后发送操作指令。下位机接收到指令后，进行操作，然后返回回馈代码。上位机接收到成功的回馈代码，发送下一步指令。

该算法存在一定的弊端，上面说到串口协议不是很稳定，有的时候会出现中断或重置的问题，会造成机器人停止或是断开连接，影响还原。

目前正在实现在下位机放置一块 EEPROM 芯片。当上位机完成计算后，一次性将代码发送至下位机，并进行校验，存储在 EEPROM 中。然后下位机自动按照步骤进行还原。可以提高可靠性。该算法的问题在于，代码被发送完后，不能像现在的算法一样，实时的修改，有一定的局限性。

### 4.4 UI 设计

上位机 UI 完全自主设计，界面友好，功能清晰。

#### 4.4.1 Console 控制台

界面见图 13。

控制台是上位机控制系统的通信核心。设置有 Datahub 及 Message 栈，用以推送数据，反应错误信息。

通过控制台可以完成与下位机的拉手操作，所有的子程序均依赖于控制台。

#### 4.4.2 About 关于

包括作者信息和版权信息。界面见图 16。窗体丢失焦点会自动关闭。

#### 4.4.3 SteeringControl 舵机控制台



图13

界面见图 14。

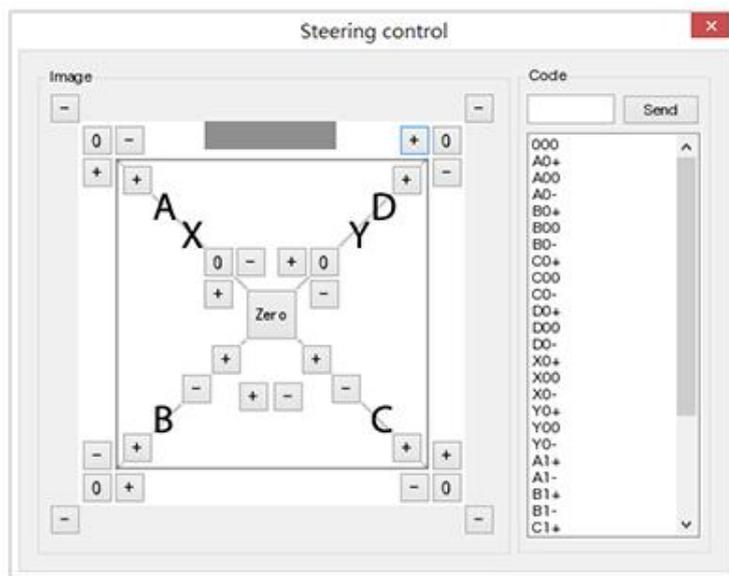


图14

舵机控制台完全参照 Urania V1 平面图进行设计，操作非常的直观。  
可以通过代码和按键两种方式对 Urania V1 进行控制，可以完成舵机所有的动作。  
舵机的控制代码完全自定义，详细见 4.2.1.2。

#### 4.4.4 SCS 舵机批处理设置

界面见图 15。

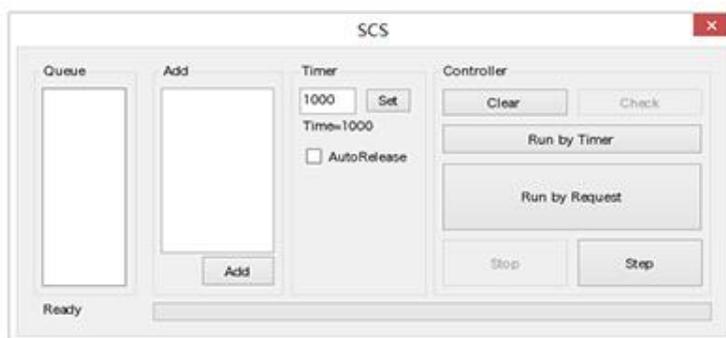


图15



图16

通过 SCS 可以批量向舵机发送一串数据。

推送有 ByTimer 和 ByRequest 两种模式。ByTimer 模式基于上位机的 Timer 控件，即等周期发送数据，利于系统的调试。ByRequest 模式基于下位机完成操作的反馈。当下位机完成上位机给予的命令，会回馈一串数据给上位机进行确认，SCS 依据受到的数据，自动执行下一条命令。BR 模式速度较快，适用于魔方的还原。

在 SCS 上我们还设计了 AutoRelease，在完成一系列命令后自动释放魔方。还有 Step 按钮，实现命令的步进，在初期的调试中起到了很大的作用。

同时，SCS 也用来逆向还原魔方，可以解决大型魔方赛事均采用随机打乱这一弊端，确保比赛的公平性。

#### 4.4.5 图像识别

界面见图 17。

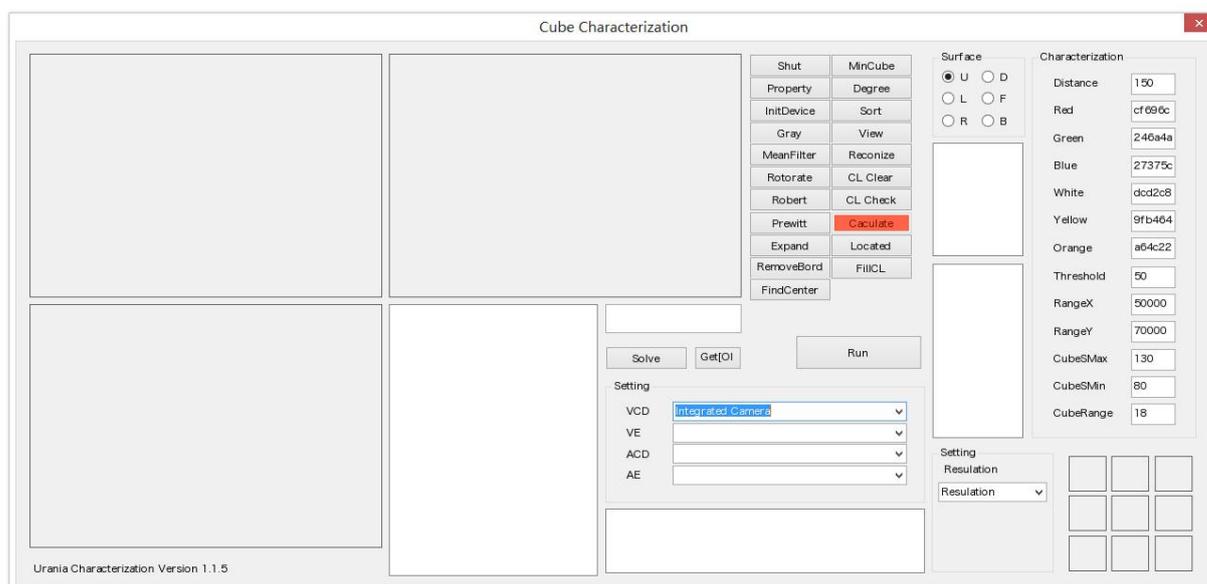


图17

图像识别窗体是整个系统比较核心的部分。

左侧三个 PictureBox 分别是摄像头实时图像，截取图像和处理图像。

右侧有总流程的各模块按钮，便于调试。还有一键识别按钮，在实现自动识别的同时，会自动转换为代码输入 Solve 求解模块。

下部有关于捕获设备的选项，还有图像分辨率的选项，便于根据情况调节。

右上是识别常量，包括各颜色标准初始值（记忆算法后已经舍弃），以及识别的阈值等。

右下角是识别颜色的显示框（记忆算法后舍弃）。

右侧的两个 ListBox 是用于记忆算法的数据框和结果框。

#### 4.4.6 SN2M2 指令压缩

界面见图 20。

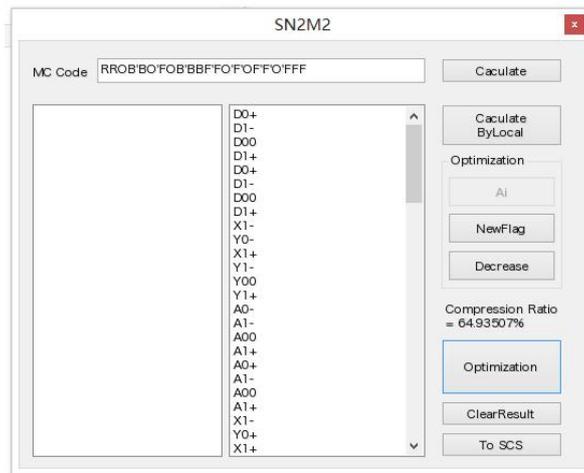


图20

压缩部分可以将求解得到的代码转换为自定义的舵机控制指令，并进行一定的压缩。右侧可以显示压缩率。

4.4.7 Solve 求解模块  
界面见图 18。

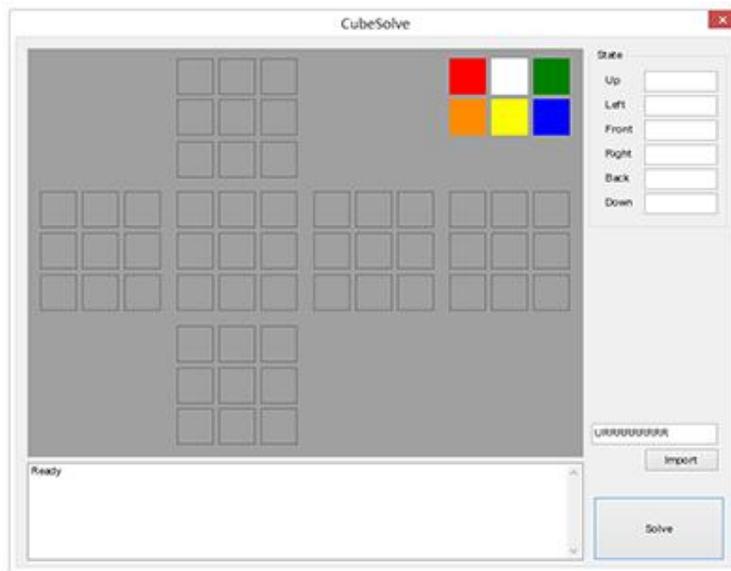


图18

求解窗体实际上是 Solve 命令行的前端窗口。

在求解窗体可以显示整个魔方的状态。它不仅可以接受来自识别模块的数据，也可以手动输入颜色代码，或是直接用鼠标在魔方平面图上填色。

求解窗体会调用 Cube2SN 及 Solve 命令行。

下一步打算应用 OpenGL，将 Solve 模块的魔方示例图做成 3D 的，并与控制台结合，实时显示魔方在求解过程中的状态。

4.4.8 RecognitionWizard 识别助手界面见图 19。

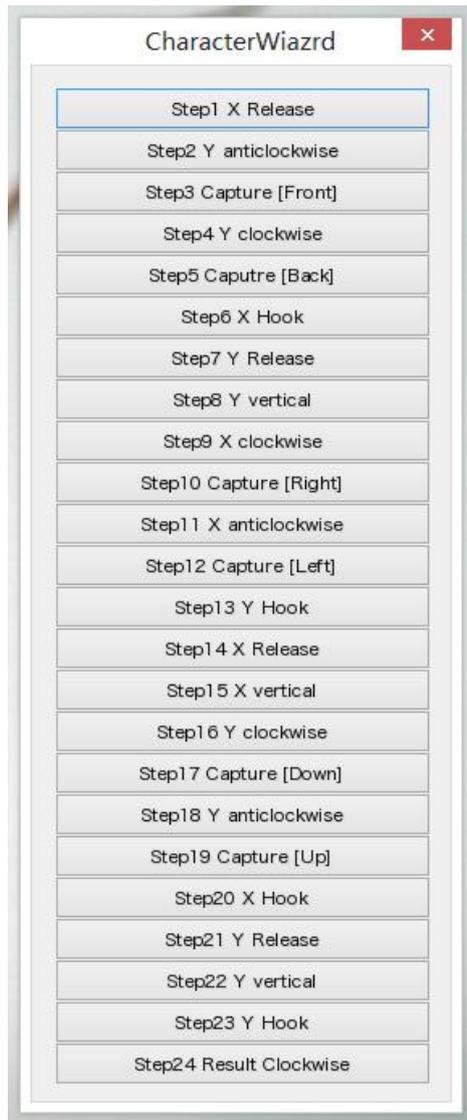


图19

识别助手将整个识别流程整合在一起，可以实现一键识别整个魔方。

#### 4.5 下位机

下位机采用单片机和上位机进行通信，采用一片 STC12C5A60S2(LQFP44 封装)作为主控，一片 3.2 寸显示屏作为命令显示。采用 RS233 串口通信。下位机程序使用 C51 进行编写，Keil uVersion2 编译。

##### 4.5.1 舵机

如右图所示，舵机才用定周期脉冲控制，通过控制宽度来控制角度。

##### 4.5.1.1 舵机基准脉冲测量及计算

编写程序采用脉冲步进的方式测定舵机转动到指定位置的标准时间。测量结果如附件 1(单位 ms)

根据测得的基准值，为了防止舵机速度过快，惯性导致位置的偏移，我们采用如下的定积分进行计算。

$$PluseWidth[x] = \int_0^x |PluseWidthA - PluseWidthB| \times \log_{90} (90x) dx, x \in (0,1)$$

Urania V1 会在两个基准值之间进行 2 至 3 次修正，以保证舵机的精准运行。

#### 4.5.1.2 命令显示模块

显示模块采用一片 ILI9325 模块的 TFT2.4'彩屏。可以实时显示上位机发送的命令以及命令执行状态。

#### 5 项目主要创新点

本项目研究开发了采用自动化技术自主识别还原魔方的一整套系统，项目研究内容及关键技术具有新颖性，检索中未见与本项目相同的文献。

项目采用了较为先进的图像识别技术及颜色识别技术对魔方进行扫描，提高了识别效率，相比传统的颜色传感器，降低了设备成本。求解方面采用搜索算法大幅缩短魔法复原的步骤，使用 PC 代替单片机进行求解，使界面更加友好。同时，还可以逆向复原步骤，用于大型的魔方赛事，满足公平性要求。

#### 6 项目进一步设想

在 Pro/E 中进行建模，将 Urania 金属化，可以大幅提高还原速度以及精度。

对魔方求解加入 CFOP 算法，在 A-star 之间进行评估均衡，保证求解速度。

由于舵机电流过大，在多个舵机同时操作的时候，会将单片机的电平拉低。下一步可以改进供电电路，稳定电压。

舵机的大电流会将 PL2303 的电平拉低，导致串口连接的不稳定。采用 USB 协议可以很好地解决这一问题。

UraniaV1 还需要人手辅助才能完成夹持，下一步采用 ULN2003 控制步进电机完成自动给进模块。

改变现有四轴为六轴，重新设计机械结构，并把摄像头安装在顶角上，一次识别多个面，提高识别速度。

#### 参考文献

- [1] Rafael C.Gonzalez, Richard E.Woods. Digital Image Processing(Second Edition),2007.
- [2] 黄智.图像处理与识别实用程序库.天津:天津科学技术出版社,1989.
- [3] 刘加海.C++程序设计.北京:清华大学出版社,2009.

# 系统中的蝴蝶效应和学习中的计划反映

黄新语\*，刘颖，李煜超，徐静雅，许如清，瞿子昱，罗懿行  
(金陵中学，南京)

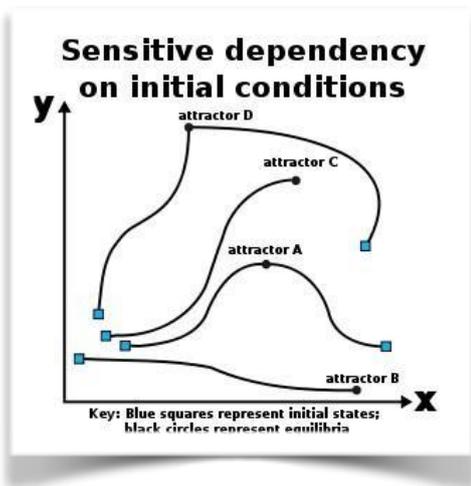
摘要：“蝴蝶效应”原理说明事物发展变化的结果对初始条件具有敏感的依赖性。根据“蝴蝶效应”原理，在学生学习生活实践中，最初的学习计划对最终的学习结果会产生关键性的影响。因此，学生应合理制定和控制学习计划，以取得良好的学习结果。

关键词：蝴蝶效应 混沌理论 学习 计划

“蝴蝶效应”是指在一个动力系统中，初始条件下微小关键变量的变化经过不断地放大，能带来整个系统长期的巨大的连锁反应，正所谓“星星之火，可以燎原”。运用“蝴蝶效应”来分析我们学习中的计划问题，可以带来重要的启示。

## 一、蝴蝶效应的含义和原理

美国气象学家爱德华·罗伦兹（Edward N.Lorentz）1963 年在一篇名为 *Deterministic Nonperiodic Flow* 的论文中分析了这个现象。一个气象学家对这个理论评论道，“如果这个理论被证明正确，一只海鸥扇动翅膀足以永远改变天气变化。”在以后的演讲和论文中他用了更加有诗意的蝴蝶。对于这个效应最常见的阐述是：“一只南美洲亚马逊河流域热带雨林中的蝴蝶，偶尔扇动几下翅膀，可以在两周以后引起美国德克萨斯州的一场龙卷风。”其原因就是蝴蝶扇动翅膀的运动，导致其身边的空气系统发生变化，并产生微弱的气流，而微弱的气流的产生又会引起四周空气或其他系统产生相应的变化，由此引起一个连锁反应，最终



爱德华·罗伦兹 Edward N.Lorentz 用来模拟天气的模型就是形似一只蝴蝶

导致其他系统的极大变化。

“蝴蝶效应”是混沌学理论中的一个概念，它认为在混沌系统中，初始条件的十分微小的变化经过不断放大，对其未来状态会造成极其巨大的差别。“蝴蝶效应”的初始就是混沌的，在不准确或者说不精确中产生的，所以什么样的可能都会发生。

“蝴蝶效应”有其深刻的科学内涵和内在的哲学魅力，其本质上是一种方法论，现已被广泛应用到社会生活的各个方面，并被用来说明这样一个道理：一个坏的微小的机制，如果不加以及时的引导和调节，会给社会带来非常大的危害，戏称为“龙卷风”或“风暴”；一个好的微小的机制，只要正确引导，经过一段时间的努力，将会产生良好的轰动效应。

## 二、对于蝴蝶效应的证明和体验

通过查阅相关资料我们发现，“余切序列”是蝴蝶效应的一个典型例子。以下三个数列每一项都是前一项的余切；初值分别为 1、1.00001、1.000001，但是从第 10 项开始，三个数列开始形成巨大的分歧。这就是混沌的数列，经过足够多项后，得到的数字完全可以看作是随机的，混沌的。

$$a(n+1)=\cot[a(n)]$$

A	B	C
1	1.00001	1.000001
0.642092615934331	0.642078493195737	0.64209120365231
1.33725317751928	1.33729255593323	1.3372571153165
0.237883876906056	0.237842270507055	0.237879716277758
4.12413633154057	4.12488572898688	4.12421125950297
0.667027903430698	0.665945620205596	0.666919643463448
1.26995747363181	1.27278914767808	1.27024037330224
0.310255610500479	0.307154080171133	0.309945506529645
3.11906046300314	3.15266049933974	3.12239064646168
-44.3734379585614	90.3481300567011	-52.071488392606
-2.42489430834955	-1.05623405544787	0.239645338739562
1.14778501150099	-0.565363806697343	4.09264379053276
0.450189273872975	-1.57617590006449	0.713524398380711
2.06915733632244	0.00537962516480246	1.1551672674776
-0.544176250446197	185.884763818696	0.441340101949717
-1.65256274119363	1.70361098272165	2.11676644093539
0.0819491262138561	-0.133601144118663	-0.607574137314872
12.1753640354267	-7.44037904275834	-1.43819893659234

$$a(n+1)=\cot[a(n)]$$

-2.42581812221589	-0.43892107636429	-0.133380006776288
1.14992814044703	-2.13009265791166	-7.45286271553668

### 三、关于学习计划的调查研究及数据分析

根据“蝴蝶效应”原理，学习中的计划对于学习结果应该具有巨大的影响。为了对这一问题展开深入研究，本课题组以“学习计划对学生学习和成长的影响”为主题进行了问卷设计，并于 2012 年 5 月至 2012 年 7 月以南京市二外和金陵中学河西分校初三学生群体中共 210 位学生为取样对象进行了问卷调查。

调查数据显示，21%（44 人）的学生从来没有制定过任何形式的计划，34%（71 人）的学生只在老师和家长要求下制定过计划，39%（82 人）的学生自己主动制定过短期、暂时的计划，只有 6%（13 人）的学生有长期且持续的计划。

从上述调查对象的中考成绩来看，在那些从来没有制定过任何形式计划的学生中（21%），仅一人成绩在 690 分以上，两人成绩在 680 分以上，650 分以上共 9 人。在那些只在老师和家长要求下制定过计划的学生中（34%），一人成绩在 700 分以上，一人成绩在 690 分以上，五人成绩在 680 分以上，650 分以上的共 36 人。在那些自己主动制定过短期、暂时计划的学生中（39%），两人的成绩在 700 分以上，七人的成绩在 690 分以上，二十二人的成绩在 680 分以上，650 分以上的共 69 人。在那些有长期且持续计划的学生中（6%），全部取得了 690 分以上的好成绩。

在问卷调查过程中，98% 的学生都觉得制定计划是有帮助的，且在制定计划的人中，86% 的学生都认为，制定合理的计划对于学习成绩的提高效果明显，一般在半个月或者三个季度左右的时间就会出现出现学习成绩的显著提升。其余 14% 的学生也承认，是个人自身未重视或未按计划达标达质的完成。而那些从小就有计划的人，几乎都在 6% 中，往往在学习中一直保持在优秀的行列，在中考中都取得了特别优异的成绩。

以上调查数据分析表明，学生学习生活中也具有“蝴蝶效应”，初始的学习计划对于良好学习习惯的养成以及学习状态和结果具有极为重要的意义。

### 四、蝴蝶效应的启示及课题总结

“蝴蝶效应”说明：事物之间不仅具有一定的关联性，而且还具有一种发展演变的连锁效应；就像蝴蝶扇动翅膀而产生微弱气息，最终有可能形成一种风流。从对学习实践调查研究的结果来看，蝴蝶效应也是学生学习自我管理的重要内容和理念。根据“蝴蝶效应”原理，本课题组认为，学习中的计划应注意以下问题：

一方面，制定合理的学习计划并认真地执行。中国有句古话：“凡事预则立，不预则废”，意思是说不管做什么事如果是先有了打算，往往能取得好的效果，否则就有可能失败。有了计划，把自己的行为置于计划之中，具有了明确的目的。按照科学的学习计划行事，可以使自己的学习生活节奏分明，久而久之就会养成自觉行动，良好学习习惯就形成了。而良好习惯的养成必然给学生的学习和成长带来良好的轰动效应，不仅使学习上的收获、进步与日俱增，而且能够有效地锻炼意志力，从而成长为素质优秀的全面人才。

另一方面，要通过注意防微杜渐，以避免因计划中微小改变的不断扩大而导致不理想的学习后果。学习生活是千变万化的，总要千方百计地冲击你的学习计划，总要千方百计地引

诱你离开计划，这就是理想的计划和实际学习生活之间的矛盾。如果不能排除困难和干扰，随意地改变计划的内容和执行，即使是一个非常微小的坏的改变，久而久之就会给学习带来不可预想的消极后果，学习状况甚至可能与原来的计划背道而驰，大相径庭。这就要求我们应在学习中不仅充分重视合理学习计划的制定和执行，而且要避免即使是极其微小的不合理因素所给学习生活带来的不良后果。

总之，“蝴蝶效应”的复杂连锁效应，每天都可能在我们身上发生，我们需要的是正确地把握我们学习中的计划安排。良好的计划及其执行，可能会带来非常巨大的收获，而没有计划或者是计划的微小的不合理改变，其后果可能短时间无法发现，但是长时间之后，其带来的后果就不仅仅是学习结果的不理想，而且更可能对未来生活产生巨大的消极后果。因此，“蝴蝶效应”启示我们，在学习发展过程中一定要重视计划对学习的影响，制定合理的学习计划并认真执行，能够给我们的学习和生活带来巨大的积极效应。

# 汽车制动和能量的再利用

蒋昀辰

(金陵中学, 南京)

摘要：人类发展到工业时代，能源问题已越来越严重。然而，在现实生活中存在很多能量浪费，就如传统的汽车制动浪费了大量的汽车动能。论文叙述了通过涡旋弹簧组储存来进行制动，释放能量进行发电，再供给汽车的起步和加速，从而实现动能的再利用。

关键词：车辆工程 涡旋弹簧 能量

## I 研究背景

自工业革命至今，人类现在汽车普及量越来越大，随之而产生的能量浪费也越来越多。传统制动方式往往通过刹车片和轮胎，地面和轮胎的摩擦进行制动，而所有的汽车动能都转化成了热能，浪费了大量的能量。这显然不符合当今社会的需求。

## II 研究目的（即预想结果）

设计出一种能够在汽车中节约能量的方案。

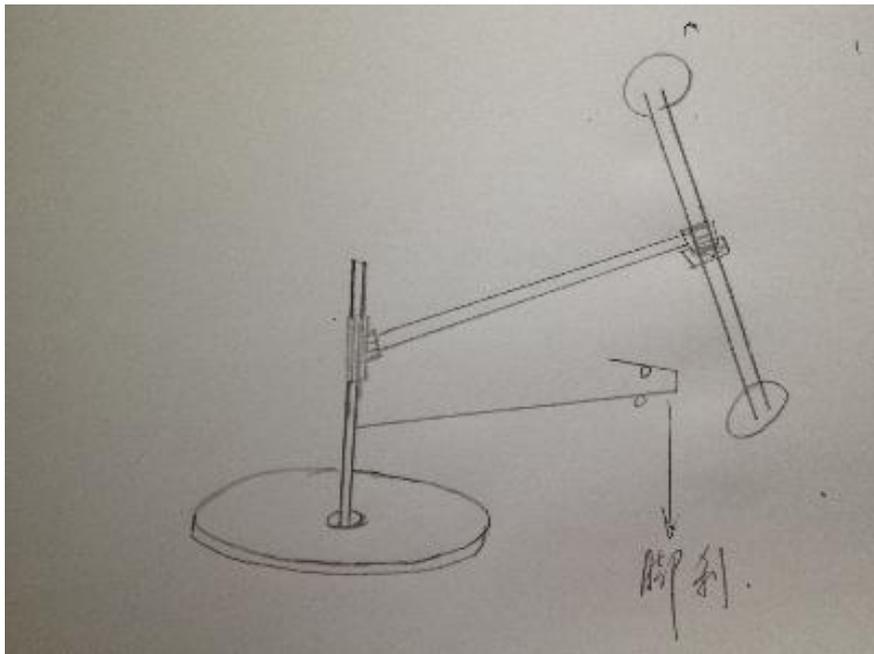
## III 想法来源

我在自学，观看 MIT 公开课，经典力学，旋转刚体部分时，受 Walter Lewin 教授的启发，有了最初的飞轮设想。

## IV 研究过程

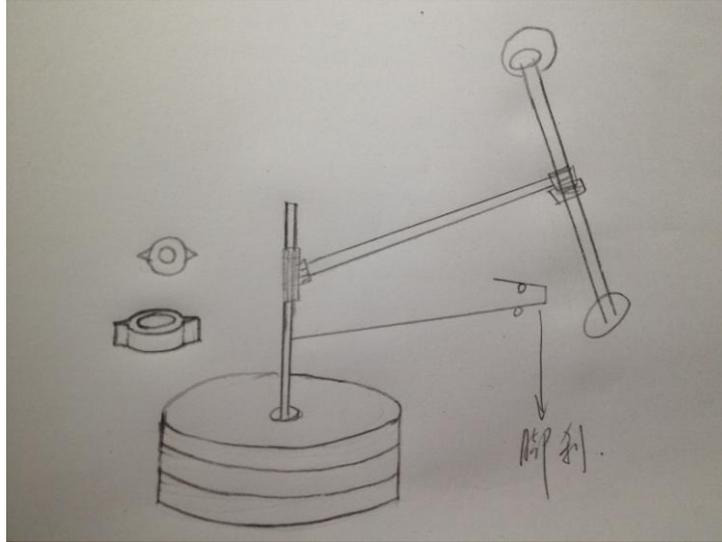
由于经费和技术问题，大体上研究过程包括设想，具体设计，通过想象来检查设计中的问题，再解决问题。

具体地，在受了最初的启发后，我设计出了第一幅设计图



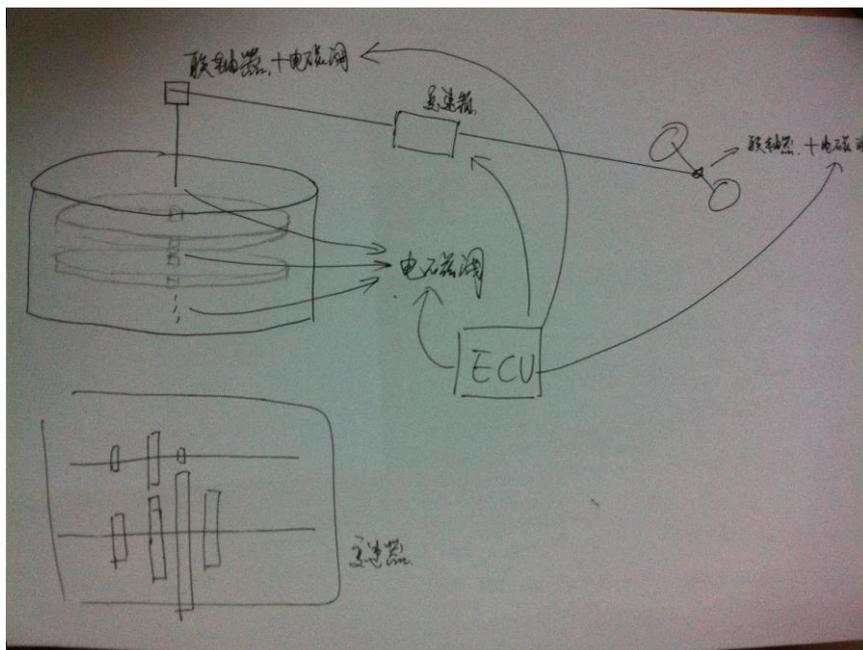
但是，显然这其中大量缺陷：连接问题，无法提供多种加速度，卡齿不易卡上，顿挫感。

我着重于对加速度问题和齿轮卡合问题进行了思考，于是我想出了用多组飞轮来提供加速度的想法和一种卡齿的设计。



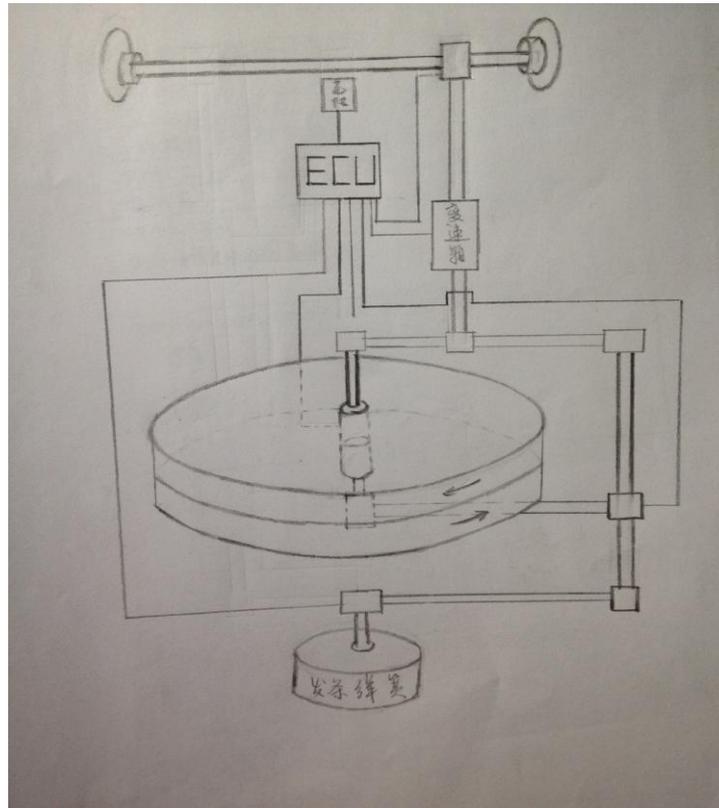
但是这个设计仍然存在比较多的问题：连接问题，提供的加速度仍然比较单一，现用汽车系统中没有这种单纯的杆式结构，顿挫感。

设计完第二张设计图的时候，刚好放了暑假，我便到了位于芜湖的奇瑞公司和他们的汽车工程师有了交流和讨论，（顿挫感的事忘问了）对于连接问题，加速度单一，汽车系统中没有这种单纯的杆式结构的问题。他告诉我连接不是问题，加速度还可以利用变速器，用电控结构代替单纯的杆式结构。



设计中仍有问题：角动量要守恒，车要停下来，顿挫感。

想出角动量问题时，我瞬间便有了解决方案，分两组正反转，加以应用涡旋弹簧来完成最终的制动。



是有一天晚上，我画好了这张图，老爸看后问我目的是什么？真能节能吗？

我计算了一下，不能，于是思考了一会，决定了最终方案。

## V 最终方案

### 一、ECU

系统中输入，处理和输出信息的电子控制单元。

### 二、压力传感器

装在原传统刹车系统脚刹处，感受到压力时，将获得的压力数据传输给 ECU。

### 三、转速传感器

安装在车轮侧部，在压力传感器感受到压力后，时时获取车轮转速，将数据传输给 ECU，直至车速为零。

### 四、涡旋弹簧组

共有三个涡旋弹簧箱，其中涡旋弹簧材质，厚度，宽度，圈数根据不同车型进行选择，以提供不同的减速速度。

五、电磁阀 安装在车轮转轴与变速箱连轴处，涡旋弹簧组连接处，发电机与涡旋弹簧组的连接处。

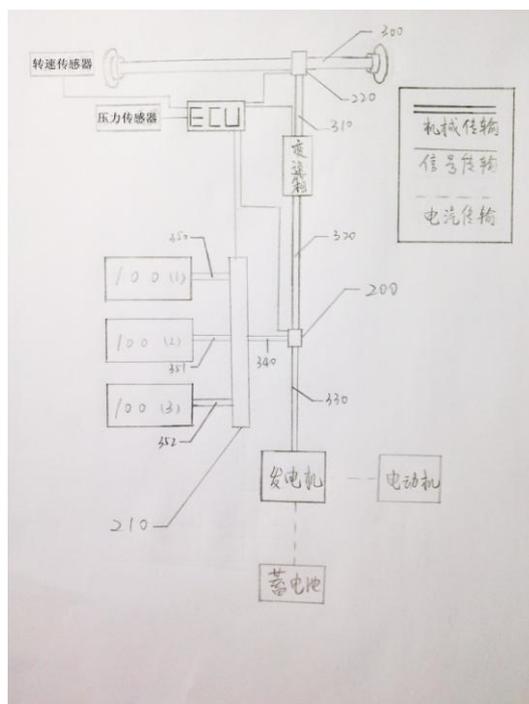
整体系统运作过程为：

当压力传感器感受到压力，将数值传给 ECU 同时，转速传感器将车轮转速数据传给 ECU，根据压力大小，车轮转速，ECU 经过计算发出指令，调节变速箱的变速比，将涡旋

弹簧组与轮轴相连。

当转速传感器测得转速为零或压力传感器测的压力数据为零时，断开连接，此时涡旋弹簧组卡死。ECU 再次发出指令将涡旋弹簧组与发电机连接带动发电机充电，直接供给电动机或输给蓄电池。

## VI 附件



# 纸飞机制作

王旭康

(金陵中学, 南京)

**摘要:** 通过实验辅以理论分析, 将加强纸飞机的飞行稳定性与滞空时间为目标, 以称性、定型、平衡、重心、阻力和升力的产生为突破口, 研究纸飞机制作的改进。

**关键词:** 纸飞机 力学

## 1. 前言

纸飞机, 这个词大概足以唤起所有人童年的记忆, 由此就可见纸飞机的流行程度。纸飞机的制作很简单, 做好纸飞机后空中翱翔的乐趣又是其他游戏不能相比的, 因而纸飞机成为一种非常普及的游戏。

你可能曾有过这样的经历: 折了一架非常棒的纸飞机, 飞起来又稳定又时间长, 但是却再无法复制一个相同的纸飞机, 即使你采用的机型与投掷方式都基本相同。这个例子实际上体现了纸飞机的制作工艺对纸飞机性能的重要性。世界上不会有两架完全相同的纸飞机, 因为优秀的纸飞机需要很多制作工艺层面的细节支持。小时候, 我们还没有能力分析纸飞机的构造并进行制作改进, 但是现在, 我们拥有了一定量的物理知识, 我们就有机会研究纸飞机的制作改进。

本文从纸飞机构造的对称性、定型、平衡、重心、阻力和升力的产生等不同方面着手, 通过实验, 并辅以理论分析, 在纸飞机的制作上进行改进, 使得改进后的纸飞机能够具有更强的飞行稳定性与滞空能力。

## 2. 纸飞机试飞实验

纸飞机的优劣完全取决于纸飞机的飞行能力, 我们绝对不能通过纸飞机的外观来进行任何判断。因此只有通过试飞实验才可以评价纸飞机的性能。

试飞实验具有很大的偶然性, 需要重复多次实验。

### 2.1 控制变量

我们讨论的变量是纸飞机的构造, 其他变量就必须控制。

1) 纸张相同。不同纸张的厚度、密度和光滑程度都有区别。纸张的不同会影响纸飞机的定型能力和阻力的产生。另外的, 同一架纸飞机不能经历太多次实验, 每次试飞后都必须检查纸飞机, 不要使用已折叠过的纸, 不能在同一架纸飞机上进行多次改造 (参见 3.2)。

2) 场地无风。显然, 风会影响纸飞机的飞行, 然而风速与风向很难控制不变。方便起见, 我们选择无风的室内场所进行试飞实验。关于场地, 平坦与较为开阔也是必须的。

3) 投掷方式相同。这是最难控制的。考虑到手工操作的难度, 我们尽量使用无初速度, 或者以较慢的初速度投掷。这样操作同时还方便了控制投掷时的方向的控制。

### 2.2 实验记录

通常, 一次试飞实验记录以下内容。

1) 飞行时间。双手一手投掷一手记秒表, 松手瞬间开始计时。撞到障碍物则重新实验。以纸飞机任何部位触地结束计时。若坠机或者飞行时间过短, 可以不计。

2) 飞行方向。大致判断为直飞, 坠机, 偏转, 盘旋。

3) 飞行姿态。大致判断为正飞, 反飞 (反面向上), 侧偏 (绕主轴偏转), 螺旋 (绕主

轴不断旋转)。

4) 飞行稳定性。大致判断为稳定，左右振荡，忽然异常。

### 2.3 典型试飞结果

1) 坠机：飞行时间小于 1 秒。纸飞机头部迅速调整到下方，速度增加得很快。有时伴有纸飞机绕主轴旋转，即螺旋。

2) 翻顶：飞行时间常大于 3 秒。纸飞机头部迅速调整到上方，速度降为零之后，向后翻转，头部向下并调整为向前，继续飞行。

3) 间断前进：飞行时间常大于 3 秒。纸飞机直飞，略上升后（暂称为“抬头”），速度降低，在最高点即速度最小时机头迅速调整方向向下。重复上述上升与下降，速度波动变化。

4) 稳定上升：飞行时间常大于 3 秒。纸飞机直飞，略有上升，姿态稳定保持。

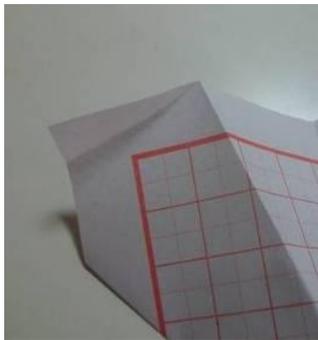
5) 盘旋：飞行时间常大于 3 秒。偏转一段距离后，纸飞机姿态侧偏，不断向同一方向旋转，转圈。

## 3. 纸飞机制作

以下将对称性、定型、平衡、重心、阻力和升力的产生作为纸飞机的构造要素，分别举出典型实例配以图片进行讨论。由于每一架纸飞机，都是上述构造要素的组合，因此该构造要素下的纸飞机实例分析可能涉及到其他构造要素。

### 3.1 对称性

一般的，纸飞机只有在符合左右镜面对称时，才能保持不变的空中姿态，从而保证飞行稳定。



使纸飞机盘旋的一个可能的构造是左右不对称。但是不能强行折叠单侧尾翼令其盘旋。这样做并不能使纸飞机盘旋，然而会使纸飞机的左右两翼失去平衡，使得纸飞机不断侧偏以至于坠机

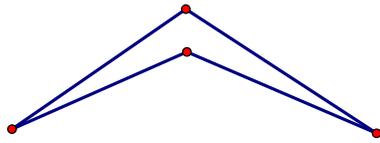


但是也有少数纸飞机的机翼满足旋转对称，同样飞行良好。

这种纸飞机从相反的方向折叠尾部机翼，在飞行时不断的螺旋运动，一般飞出抛物线。即使不折叠机翼时的机身不够对称，由于额外使飞行方向偏转的力，随着机身的螺旋运动不断地旋转，反而不会对飞行方向与飞行姿态造成影响。

### 3.2 定型

纸飞机在空中飞行时必须保持一定的形态。不能保持形态的纸飞机，机翼往往在空中随气流上下振动。这一类纸飞机通常都非常不稳定，易坠机。



定型的主要难点在于纸张折叠角度的保持。除了特殊的机头设计可以完全定型外（见附录），通常的，几层纸叠在一起折叠，定型能力会增强许多。见左图，如果每个角保持此角度不变的能力相同的话，这个图形四个折角的效应，将会比一层纸的折叠的定型性能好两倍以上。

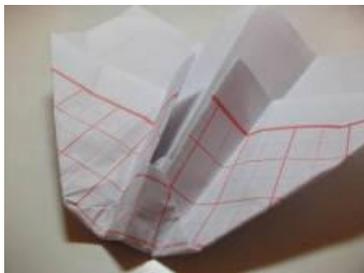
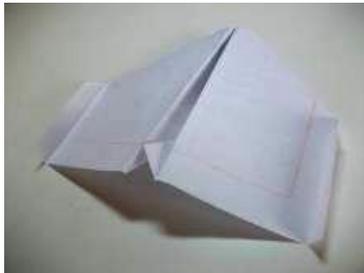
反复折叠纸张或者用指甲刮折痕都会影响折痕的定型能力。因此纸飞机的每一次折叠都应当小心，准确，不返工，直且平。折叠不必要捏过紧，不用指甲刮。

### 3.3 平衡

平衡较好的纸飞机是指，纸飞机飞行时偏转角度不会太大，飞行较稳定。

平衡首先应当符合对称性。

通常加强平衡的处理方法是增加与轴平行的小翼。平行小翼的增加将阻挡飞机的左右偏转，使纸飞机飞得更直。注意小翼的增加不要过多地影响主机翼的面积与形状，更不能反复折叠主机翼而增加小翼数量（参见 3.2）。



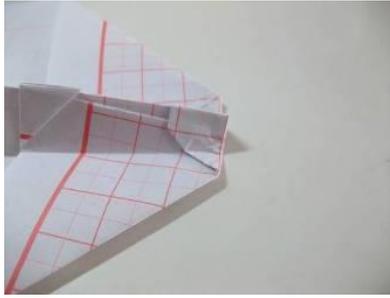
小翼设在外侧与内侧都是可行的。

### 3.4 重心

通常使重心尽量靠近机头。

在纸飞机速度较慢时，纸飞机需要迅速调整姿态（参见 2.3 中“间断前进”）。如果重心靠近机头，纸飞机机头将能够迅速下沉调整姿态，使得纸飞机进入正常的飞行姿态。重心靠前还有利于降低投掷的难度，防止出手时方向偏差过大。

重心的调整往往需要参照具体机型。许多优秀的纸飞机设计都采用重心前移的策略（见附录）。



这种简单的机型，机头内折一下就可以了。

除了重心位置的调整，这个简单的构造还加强了机头的定型能力。另外一些好处是：投掷时容易控制，机头耐摔耐用。

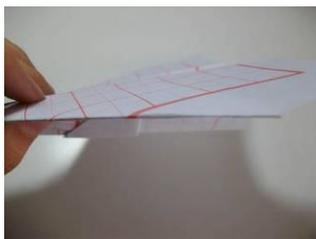
### 3.5 阻力的产生

阻力越大，飞行速度越慢。同时，滞空时间增长了，不过飞行也变得不稳定。

纸飞机的几乎所有构造都与阻力有关。



这个纸飞机的中间被撑开了。这使得重心转移到机翼下方，同时大大增加了阻力。这使得这种飞机速度较慢，但是“抬头”（见 2.3）能力强。



纸飞机机身与机翼接近平面时，阻力小。因此需要轻压所有的折痕，减小所有不必要的阻力。

然而绝对不要用指甲刮。刮过之后，折痕变细拉长了，不仅不平，而且影响定型能力。

### 3.6 升力的产生

纸飞机在飞行中会不断下降。升力用于减缓飞机的下降。

机翼面积过小的纸飞机很容易下坠。

许多构造可用于减缓机头的下沉。从而完成“抬头”的效果。



中间的尾翼与两侧的挡风板都是为了“抬头”而设计。这两种构造都使得尾部被迎面而来的气流下压，再考虑重心的位置，从而使得机头获得向上的力矩。因此，机头被迎面的气流压上升了。

## 4. 结束语

纸飞机是一门艺术，魅力是无穷的。因此对纸飞机研究的乐趣也是无穷的。纸飞机看似简单，实则包含了非常丰富的技巧。本文从实验出发，在各种机型中找到共同点，从纸飞机的制作技巧方面进行探索，并且利用所学习的物理力学知识，对纸飞机制作技巧提出合理解释。这次研究大约是献给童年记忆的礼物吧。

## The Facture of Paper Airplanes

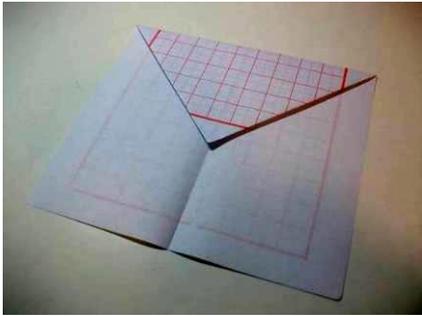
Abstract : In order to improve the time of flying and the stabilization of the paper airplanes, the dessertation would take the symmetry, finalizing, balancing, barycenter and the cause of resistance and rising as breakthrough to improve the facture of paper airplanes by experimenting and physical analysis.

Key Words: Paper Airplanes; Mechanics;

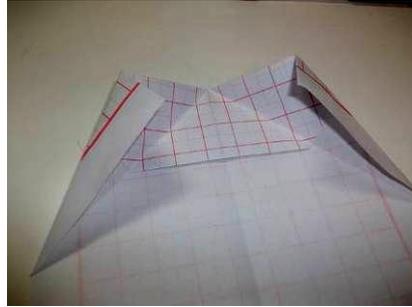
## 附录

下图是 Skyking 的制作。这种机型曾创造飞行时间记录。操作步骤来自“百度贴吧 纸飞机吧”。

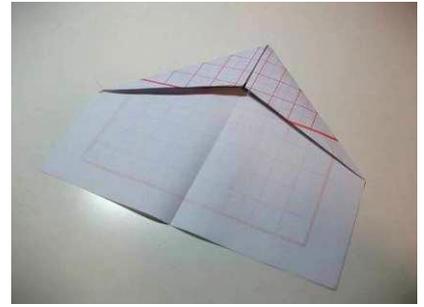
重心前移的精彩构造。



1

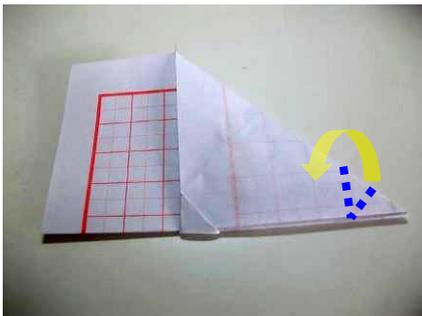


2

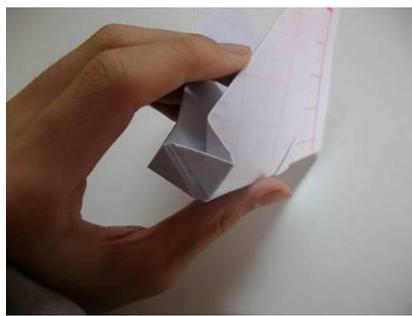


3

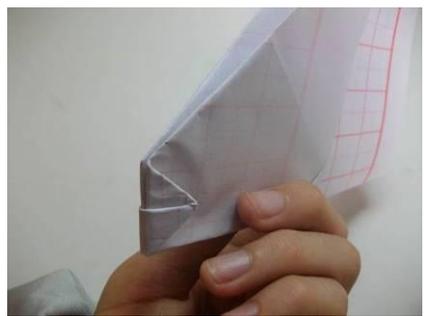
以下是对机头部分的定型处理，非常坚固。



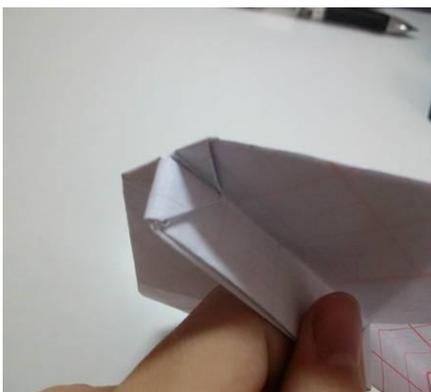
1



2



3



4

# 话筒回授音的分析与研究

鹿大川\*，庞威，宣栋生，陈子昂  
(金陵中学，南京)

摘要：本文主要通过理论分析对话筒啸叫问题进行研究，辅之以 Lego 机器人与分贝检测仪进行试验，通过简单的实验验证产生啸叫的因素，并提出初步解决方案。我们从声波，话筒，室内声场等多个方面进行了理论分析，得出许多有用的结果。

关键词：话筒啸叫 噪声

## 1 引言

多媒体技术越来越广泛的应用到日常教学中，随之而来就出现了许多问题，话筒的啸叫就是其中之一。话筒啸叫即话筒发出尖锐刺耳的噪声，严重影响教学效率，对学生以及老师的听力等生理方面也有极大的负面影响。并且话筒啸叫问题是与我们日常生活密切联系的，对于啸叫问题的研究有很大的意义。

是什么原因引起啸叫？啸叫能否减弱甚至消除？从哪些方面减弱防止啸叫？是否有常见而有效的材料减弱啸叫？这些问题不仅涉及理论而且与实践结合紧密，都有待解决。

市场上也有许多消除啸叫的设备，但由于过于昂贵笨重以及专业化，以至于只能使用于特定的场合，无法大规模在教学中推广。

关于话筒啸叫的研究，我们旨在运用通俗的理论，身边的材料对啸叫吸收消除方面学习与运用。运用 Lego 机器人对声波进行基本分析，并通过图表选择合适的材料。

## 2 噪声控制技术

### 2.1.1 噪声控制的基本原理

声学系统一般是由声源、传播途径和接收器三环节组成的，即：

声源-----传播途径-----接收器

控制噪声污染必须从三个环节分别采取控制的技术措施：首先应在声源处抑制噪声；其次在声传播途径中控制噪声；最后在接收器上加载保护设施隔离噪声。

1 在声源处抑制噪声：这是最根本的措施，包括降低激发力，减小系统各环节对激发力的响应以及改变操作程序或改造工艺过程等。

2 在声传播途径中的控制：这是噪声控制中的普遍技术，包括隔声，吸声，消声，阻尼减振等措施。

3 接收器的保护措施：在某些情况下，噪声特别强烈，在采用上述措施后，仍不能达到要求，或者工作过程中不可避免地有噪声时，就需要从接收器保护角度采取措施。对于人，可佩带耳塞，有源消声头盔等。对于精密仪器设备，可将其安置在隔声间内或隔振台上。

声源可以是单个，也可以是多个同时作用，传播途径也常不只一条，且非固定不变；接收器可能是人，也可能是若干灵敏设备，对噪声的反映也各不相同。所以，在考虑噪声问题时，既要注意这种统计性质，又要考虑个体特性。

### 2.1.2 噪声控制的一般原则

噪声控制设计一般应坚持科学性，先进性和经济性的原则。

1 科学性：首先应正确分析发声机理和声源特性，是空气动力性噪声，机械噪声或电磁噪声；还是高频噪声或中低频噪声。然后确定针对性的相应措施。

2 控制技术的先进性：这是设计追求的重要目标，但应建立在可能实施的基础上。控制技术不能影响原有设备的技术性能，或工艺要求。

3 经济性：经济上的合理性也是设计追求的目标之一。噪声污染属物理污染，即声能量污染，控制目标为达到允许的标准值，但国家制定标准有其阶段性，必须考虑当时在经济上的承受能力。

### 2.1.3 噪声控制的基本程序

噪声控制的基本程序应是从声源特性调查入手，通过传播途径分析，降噪量确定等一系列步骤再选定最佳方案，最后对噪声控制工程进行评价。

噪声控制基本程序如下：



### 2.2 噪声源-----电磁噪声

电磁噪声是由电磁场交替变化而引起某些机械部件或空间容积振动而产生的。对于电动机来说，由于电源不稳定也可以激发定子振动而产生噪声。电磁噪声的主要特性与交变电磁场特性，被迫振动部件和空间的大小形状等因素有关。电动机，发电机，变压器和霓虹灯镇流器等发出的噪声是典型的电磁噪声。

电磁噪声 由电磁场交替变化而引进某些机械部件或空间容积振动而产生的噪声，叫电磁噪声。常见的电磁噪声产生原因有线圈和铁心空隙大、线圈松动、载波频率设置不当、线

圈磁饱和等等。

电磁噪声的主要特性与交变电磁场特性、被迫振动部件和空间的大小形状等因素有关。较高频的电磁噪声，也称为电磁啸叫。

变压器和镇流器等发出的噪声是典型的电磁噪声；电动机和发电机的噪音中除了机械噪声外，就是电磁噪声。日常生活中，民用大小型变压器、开关电源、电感、电机等均可能产生电磁噪声。

工业中变频器、大型电动机和变压器是主要的电磁噪声来源。

我国各省市调查统计的结果表明，三类噪声中机械性噪声源所占的比例最高，空气动力性噪声源次之，电磁性噪声源较小。

### 2.3 噪声对人体的生理影响

噪声除了损伤人耳的听力外，对人体的生理机能也会引起不良反应。长期暴露在强噪声环境中，会使人体的健康水平下降，诱发各种慢性疾病。噪声会引起人体的紧张反应，使肾上腺素分泌增加，引起心率加快，血压升高。一些工业噪声调查资料结果显示，在高噪声条件下工作的人们，患高血压病、动脉硬化和冠心病的发病率比低噪声条件下工作的人要高2~3倍。对小学生的调查发现，经常暴露于飞机噪声下的儿童比安静环境下的儿童血压要高。噪声也会引起消化系统方面的疾病。

有调查报导，在某些吵闹的工业行业中，消化性溃疡的发病率比低噪声条件下要高5倍。通过人和动物实验都表明，在80分贝环境下，肠蠕动要减少37%，随之而来的是胀气和肠胃不适。当外加噪声停止后，肠蠕动由于过量的补偿，节奏加快，幅度增大，结果引起消化不良。长期的消化不良将诱发胃肠黏膜溃疡。神经系统方面，噪声会造成失眠、疲劳、头晕及记忆力衰退。诱发神经衰弱症。

当然，引发各种慢性疾病的原因是多方面的。噪声的危害程度究竟多大，还难以得到明确的定量结论。一般来说，噪声级在90分贝以下时，对人体生理作用影响不大，对人们健康危害不明显。

### 2.4 噪声标准

建筑物类型	房间	一级	二级	三级
医院	病房、休息室	40	45	50
	门诊室	55	55	60
	手术室	45	45	50
	测听室	25	25	30
住宅	卧室、书房	40	45	50
	起居室	45	50	50
学校	有特殊安静需要	40	-	-
	一般教室	-	50	-
	无特殊安静需要	-	-	55

## 3 理论分析

### 3.1 啸叫产生的基本原因

话筒的作用是将接收到的声音通过放大电路放大，然后从喇叭传出。当放大过的声音又传回话筒，与原来的声音叠加，放大。如此而来的正回授会使声音变得极大尖锐刺耳。

话筒的接收声音的装置一般为一个平行板电容器，声音使平行板振动导致电容器电容变化从而产生不同的电信号。电容器极板振动越剧烈产生的电信号也越大。

### 3.2. 基于不同方面的分析

#### 3.2.1 空气中的声波

空气中各部位之间只有挤压力，可以压缩，没有切向力，在空气中传播的声波是纵波。空气中分子沿波传播的方向振动，使得空气的密度与压强也随时间变化。

我们沿  $x$  轴方向取截面为  $S$  的空气柱进行分析。当振动频率大于 10Hz 热传导可忽略，即为绝热过程。

得到波速的表达式

$$u = \sqrt{\frac{\gamma P_0}{\rho_0}} \quad (1)$$

或

$$u = \sqrt{\frac{\gamma RT_0}{\mu}} \quad (2)$$

空气中  $N_2$  与  $O_2$  为双原子分子故取  $\gamma = 1.40$ ，标准状况下， $p_0 = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ ， $\rho_0 = 1.293 \text{ kg/m}^3$ 。由 (1) 得  $u = 331.2 \text{ m/s}$  与实际情况相差  $0.25 \text{ m/s}$  结果相当接近。

而当  $T$  升高时由 (2) 可知波速升高。

$$\varepsilon = \frac{dE}{dV} = \rho \omega^2 A^2 \sin^2 \left[ \omega \left( t - \frac{u}{x} \right) \right] \quad (3)$$

$$i = dE / dt dS = \varepsilon u \quad (4)$$

根据 (3) (4) 可知声波能量增强，又根据能量守恒定律，话筒接收到能量增加，产生啸叫的可能性增加。

又根据 (3) 可知当说话的频率过高时，即音调较高，也会引起啸叫。

#### 3.2.2 有关声波的干涉

声波和其他机械波一样具有干涉的特性，对啸叫的产生有推波助澜的作用。

我们将声波简化为简谐波，经过墙壁的反射，简谐波的频率不变。假设两个同方向同频率的简谐波

$$x_1 = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1)$$

$$x_2 = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2)$$

则他们的合振动为

$$x = A \cos(\omega t + \varphi)$$

$$\text{其中 } A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\varphi_1 - \varphi_2)} \quad (5)$$

$$\tan \varphi = \frac{A_1 \sin \varphi_1 + A_2 \sin \varphi_2}{A_1 \cos \varphi_1 + A_2 \cos \varphi_2} \quad (6)$$

由 (5) 可知

$$\varphi_1 - \varphi_2 = 2k\pi \quad A_{\max} = A_1 + A_2$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = (2k+1)\pi \quad A_{\min} = |A_1 - A_2|$$

当在一个四壁均是良好反射的环境中，声波容易在话筒附近造成干涉极大，从而产生啸叫。

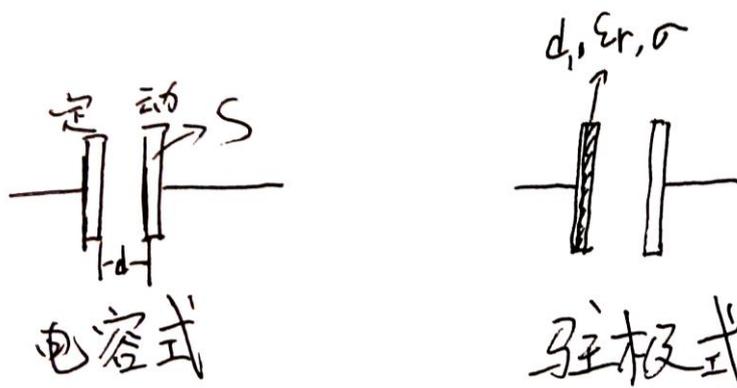
### 3.2.3 话筒接收部分

通常话筒都会套一个海绵套，这样不仅可以提高音质，而且还可以过滤杂音，防止杂音干扰。诸如海绵一类的材料为多孔吸声材料。

多孔材料内部具有无数细微孔隙，孔隙间彼此贯通，且通过表面与外界相通，当声波入射到材料表面，一部分在材料表面上反射，一部分透入到材料内部向前传播。在传播过程中，引起孔隙中的空气运动，与形成孔壁的固体筋络发生摩擦，由于粘滞性和热传导效应，将声能转变为热能而耗散掉。

只有材料的孔隙对表面开口，孔孔相连，且孔隙深入材料的内部才能有效地吸收声能，消除杂音。

常见话筒有两种，一种为电容式的，一种为驻极式的，他们分别由一块定片和一块动片



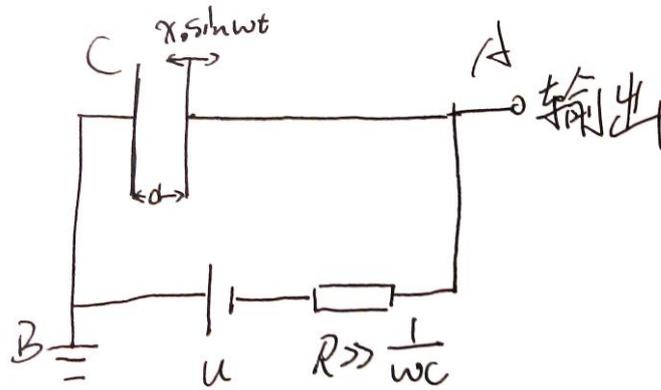
构成，如图（话筒）。定片和动片的面积均为  $S$ ，两者的间距为  $d$ 。

(1) 电容式话筒：两篇均为金属导体。

(2) 驻极式话筒：动片为金属导体，定片为一面被金属化的介质，介质厚度为  $d_1$ ，相对介电常数为  $\epsilon_r$ ，其未金属化表面上在制作过程中已带有恒定的外加电荷，电荷面密度为  $\sigma$ ，其已金属化的表面（没有外加电荷）作为电极。

我们所讨论的是话筒在声压作用下，话筒的动片在平衡位置作  $x_0 \sin \omega t$  的声频振动。

(1) 电容式：



$u = \frac{q}{C}$  将声音振动转化为电信号，应使  $q$  基本不动，则

$$\begin{aligned}
 u &= \frac{q}{C} + R \frac{dq}{dt} \\
 &= \frac{q}{\epsilon_0 S} (d + x) + R \frac{dq}{dt} \\
 &= u_1(t) + u_2(t)
 \end{aligned}$$

当  $R \gg \frac{1}{\omega C}$  时， $q$  基本不变， $u_2(t)$  不易求，求  $u_1(t)$

$$u_1(t) = \frac{q}{\epsilon_0 S} (d + x) = \frac{q}{\epsilon_0 S} d + \frac{q}{\epsilon_0 S} x = u_{10} + \Delta u_1(t)$$

$$\Delta u_1(t) = \frac{q}{\epsilon_0 S} x = \frac{q}{\epsilon_0 S / d} \cdot \frac{x}{d} = \frac{q}{C} \cdot \frac{x}{d} = u \frac{x}{d} = u \frac{1}{d} x_0 \sin \omega t$$

变化的电压信号为  $u \frac{1}{d} x_0 \sin \omega t$  振幅为  $u \frac{1}{d} x_0$

我们又对  $R \ll \frac{1}{\omega C}$  的情况进行了讨论

在这种情况下,  $u_1$  难求  $u_2$  易求

$$u_2 = \frac{dq}{dt} \cdot R = R \cdot \frac{d(uC)}{dt} = Ru \frac{dC}{dt} = uR \frac{\epsilon_0 S}{d^2} \cdot \frac{dx}{dt}$$

$$\approx uRC \frac{1}{d} \omega x = uRC \omega \frac{1}{d} x_0 \sin \omega t$$

变化的电压信号为  $uRC \omega \frac{1}{d} x_0 \sin \omega t$ , 振幅为  $uRC \omega \frac{1}{d} x_0$

$$uRC \omega \frac{1}{d} x_0 \ll u \frac{1}{d} x_0$$

信号比  $R \gg \frac{1}{\omega C}$  时小得多

所以  $R \gg \frac{1}{\omega C}$  时, 话筒转化的声音信号清晰, 优良, 但由于信号振幅大容易引起电路的正

反馈效应, 造成啸叫;  $R \ll \frac{1}{\omega C}$  则相反。

我们又用 Matlab 对微分方程  $R \cdot \frac{dq}{dt} = -\frac{q}{\epsilon_0 S} \cdot (d_0 + x_0 \sin \omega_1 t) + u_0 \sin \omega_2 t$  进行了数值模

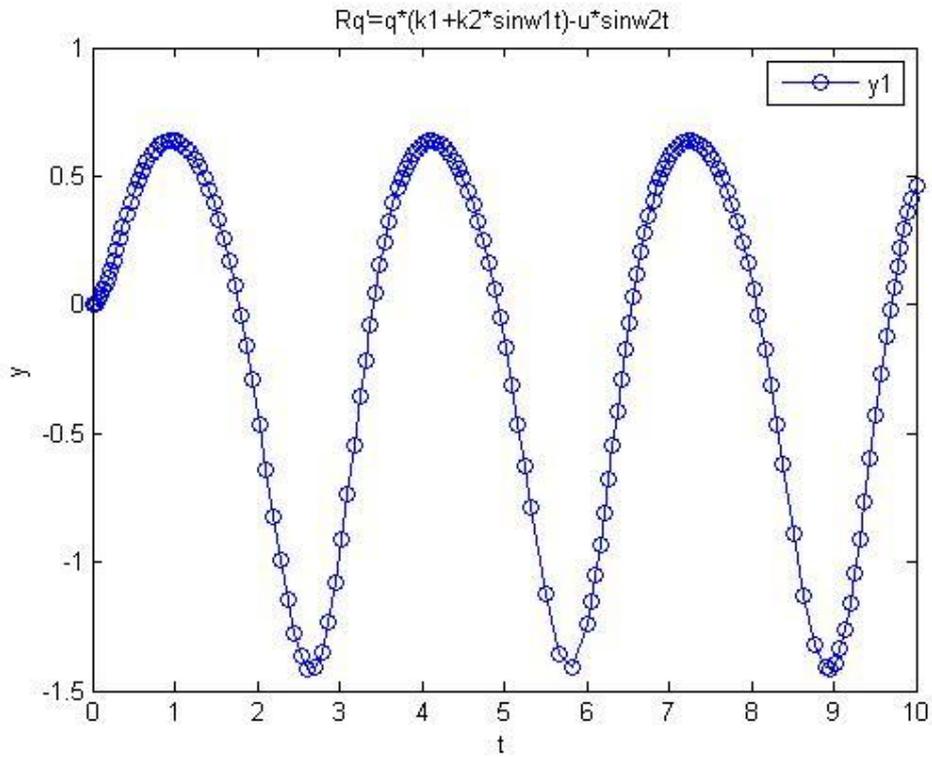
拟。

```

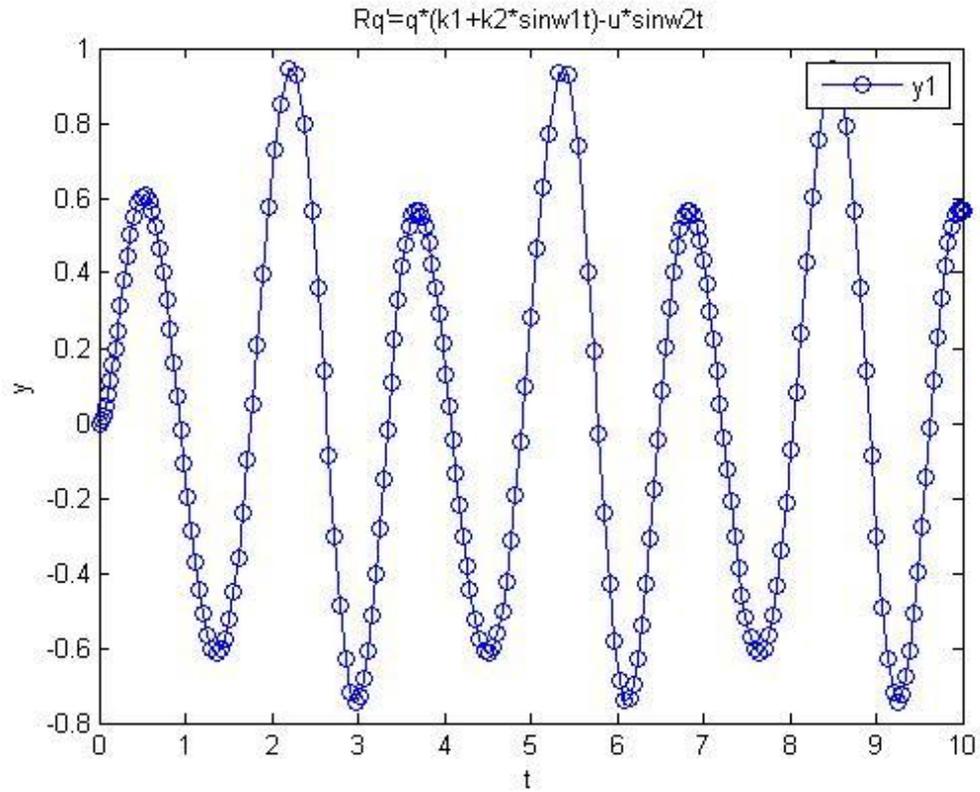
1  function Iestode45
2  -   tspan=[0 2]; %求解区间
3  -   y0=[0 0]; %初值
4  -   [t,x]=ode45(@odefun,tspan,y0);
5  -   plot(t,x(:,1),'-o') %t,x(:,2),'-*'
6  -   legend('y1','y2')
7  -   title('Rq'=q*(k1+k2*sinw1t)-u*sinw2t')
8  -   xlabel('t')
9  -   ylabel('y')
10 - function y=odefun(t,x)
11 -   y=zeros(2,1); % 列向量
12 -   y(1)=x(2);
13 -   y(1)=4*sin(2*t)-x(1)*(4+2*sin(64*t));
14 -   end
15 -   end

```

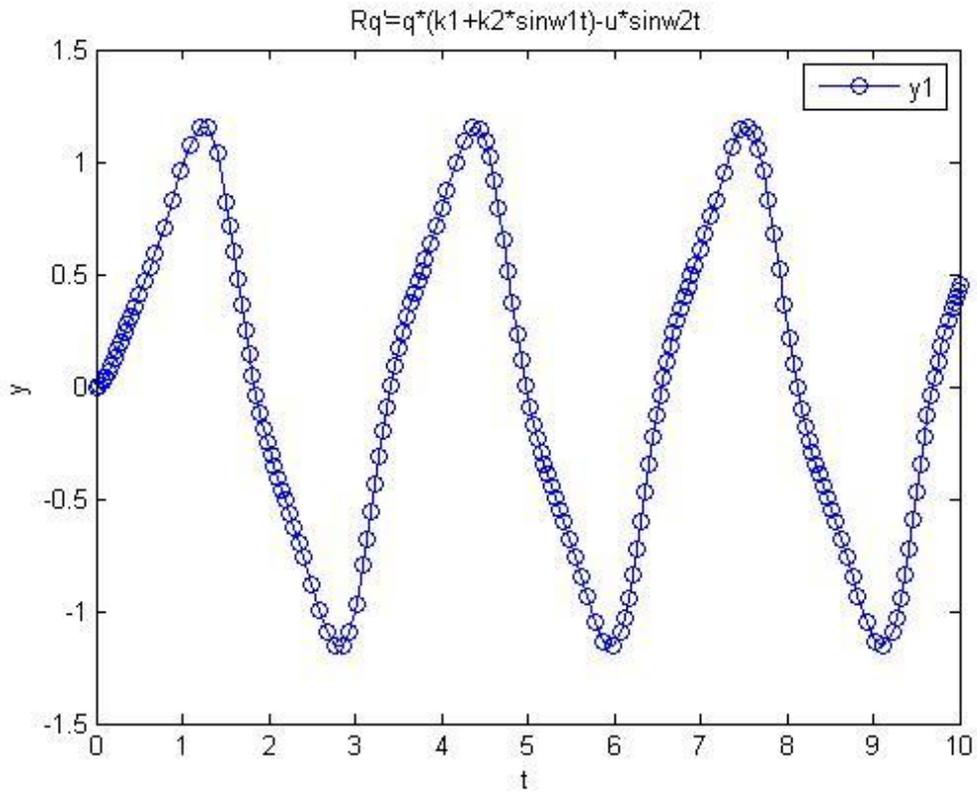
(1)  $\omega_1 = \omega_2$



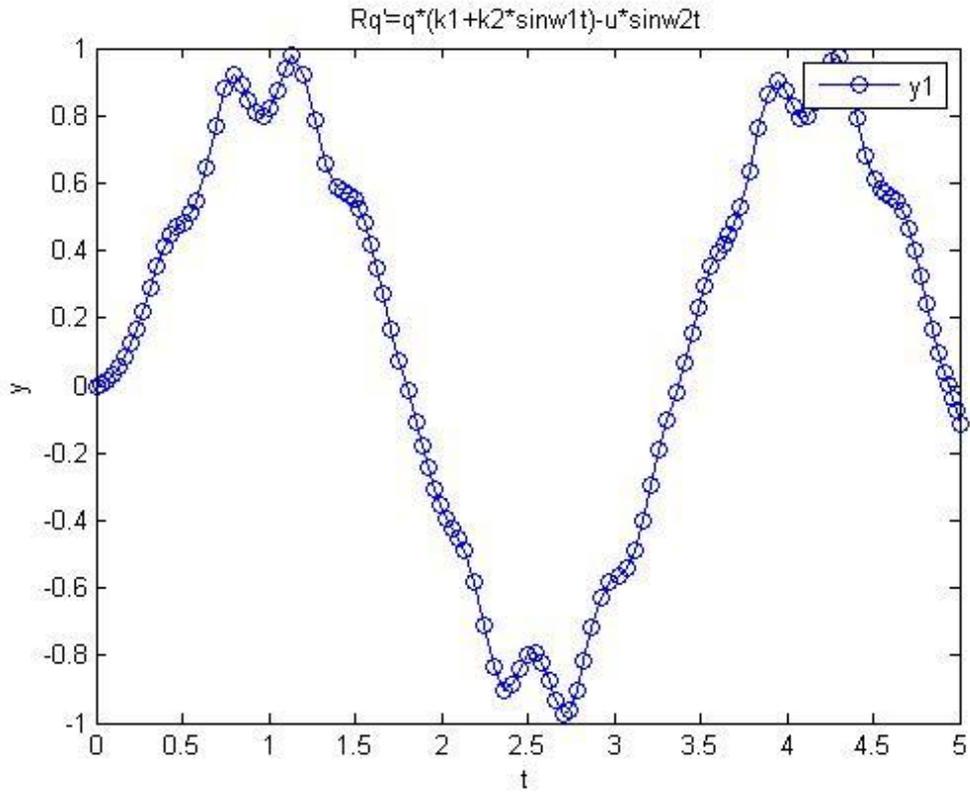
(2)  $2\omega_1 = \omega_2$



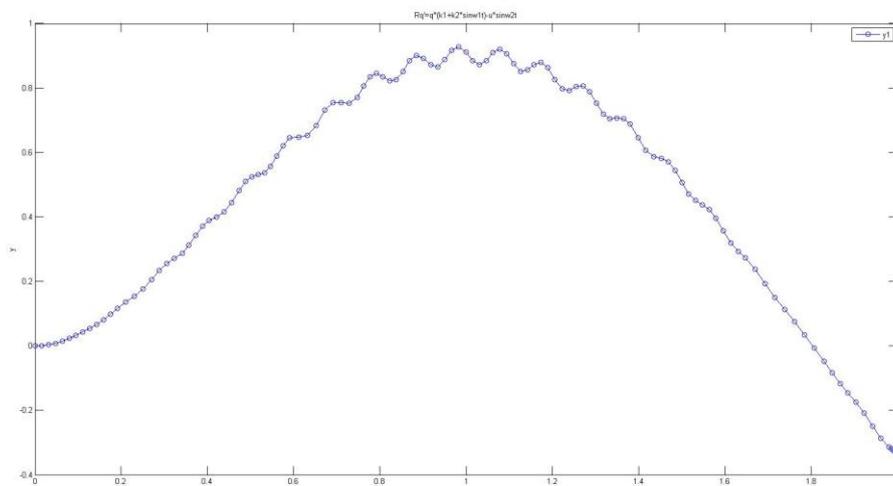
(3)  $\omega_1 = 2\omega_2$



(4)  $\omega_1 = 8\omega_2$

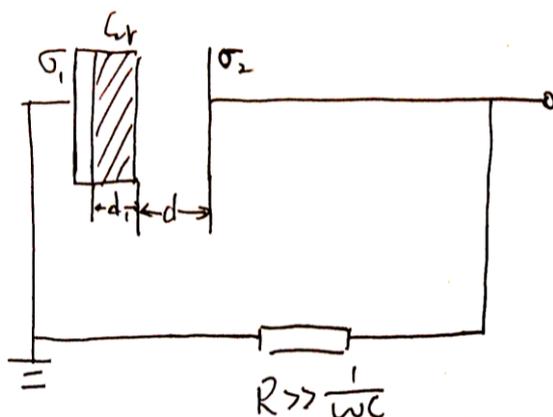


(5)  $\omega_1 = 32\omega_2$



综合上述 5 个函数图象可知，当声音振动频率与电源固有频率相同时所达到的值的绝对值最大；而声音振动频率小于电源频率时，电压信号的值的绝对值的最大值较小；声音振动频率越大，电压信号的值的最大值趋向于一个常数，但是在最大值附近电压信号变化很快，线路产生的自感电动势过大，易于造成啸叫。

(2) 驻极式



同样的我们对  $R \gg \frac{1}{\omega C}$  时进行了讨论，由于  $R \ll \frac{1}{\omega C}$  变化的电信号小，故暂且不谈。

$$\begin{cases} \frac{\sigma_1}{\epsilon_r \epsilon_0} d_1 = \frac{\sigma_2}{\epsilon_0} d \\ \sigma_1 + \sigma_2 = \sigma \end{cases}$$

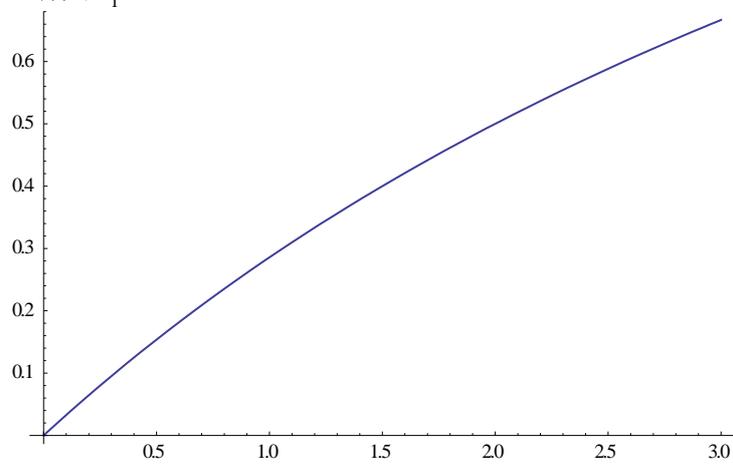
解之得  $\sigma_2 = \frac{\sigma d_1}{\varepsilon_r d + d_1}$

$$u(t) = \frac{\sigma_2}{\varepsilon_0} x = \frac{d_1 \sigma}{\varepsilon_0 (\varepsilon_r d + d_1)} x_0 \sin \omega t$$

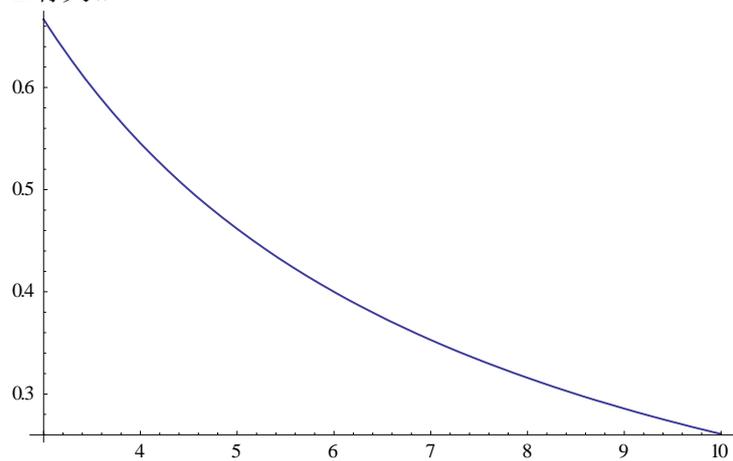
振幅为  $\frac{d_1 \sigma}{\varepsilon_0 (\varepsilon_r d + d_1)} x_0$

我们对振幅的表达式关于  $d_1$  和  $\varepsilon_r$  又做了讨论，大致图像如下：

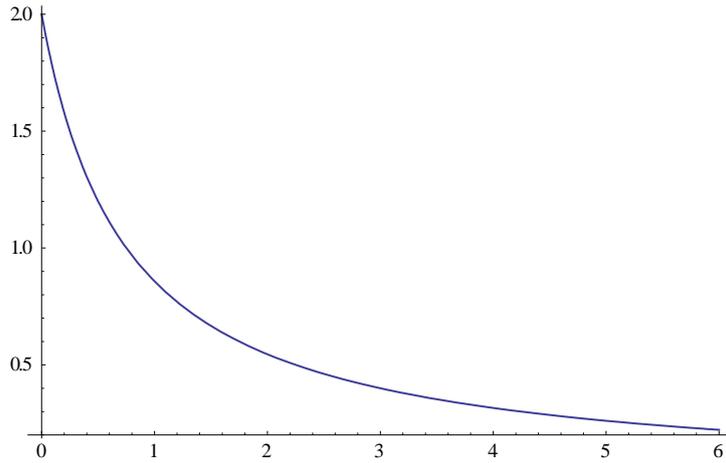
1. 有关  $d_1$



2. 有关  $d$

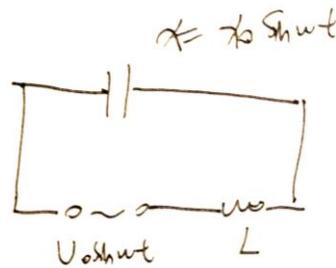


3. 有关  $\varepsilon_r$



所以  $\varepsilon_r$  和  $d$  越小,  $d_1$  越大时振幅变大, 相应的电压信号增强, 超过某一  $V_0$  则易产生啸叫。

- (3) 假设电路中有一个电感, (由于线路设计等问题线路中常常会有自感或互感现象。) 同样是电容式话筒, 则:



$$L \frac{di}{dt} + \frac{q}{C} = u_0 \sin \omega t$$

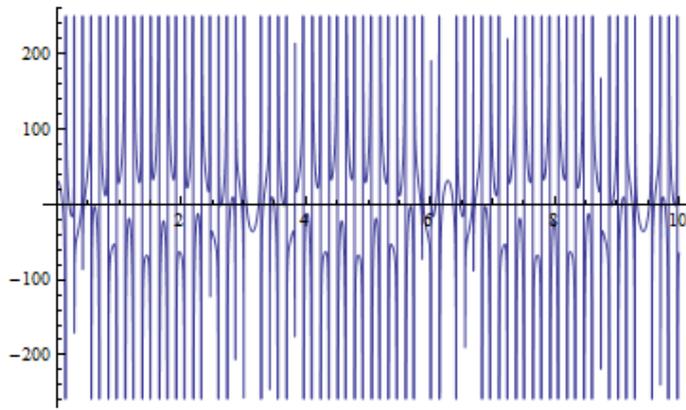
$$C = \frac{\varepsilon S}{d} = \frac{\varepsilon S}{d_0 + x_0 \sin \omega t}$$

$$L \frac{di}{dt} + \frac{d_0 + x_0 \sin \omega t}{\varepsilon S} \cdot q = u_0 \sin \omega t$$

第一个数值模拟

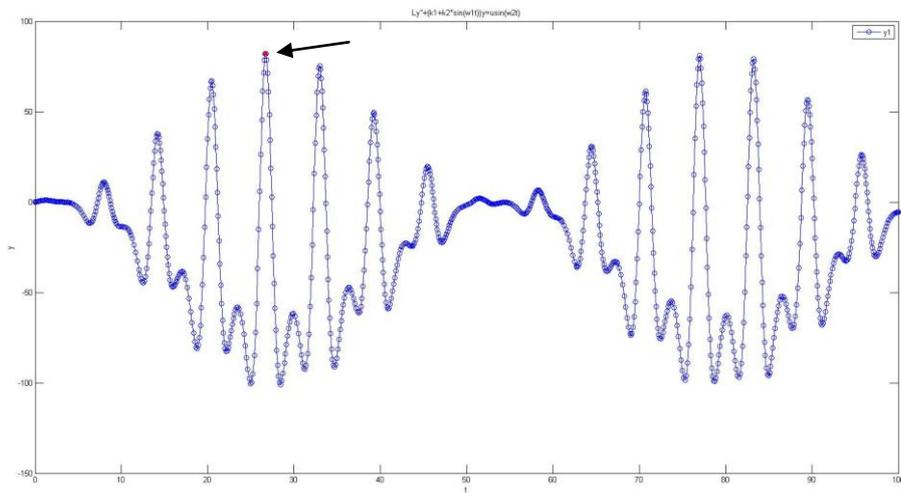
```
DSolve[23 Sin[34 x] == 45 y''[x] + Sin[23 x] y[x], y[x], x]
{{y[x] -> -Csc[23 x] (45 Sin[x] - 23 Sin[34 x])}}
```

Plot[-Csc[23 x] (45 Sin[x] - 23 Sin[34 x]), {x, 0, 10}]

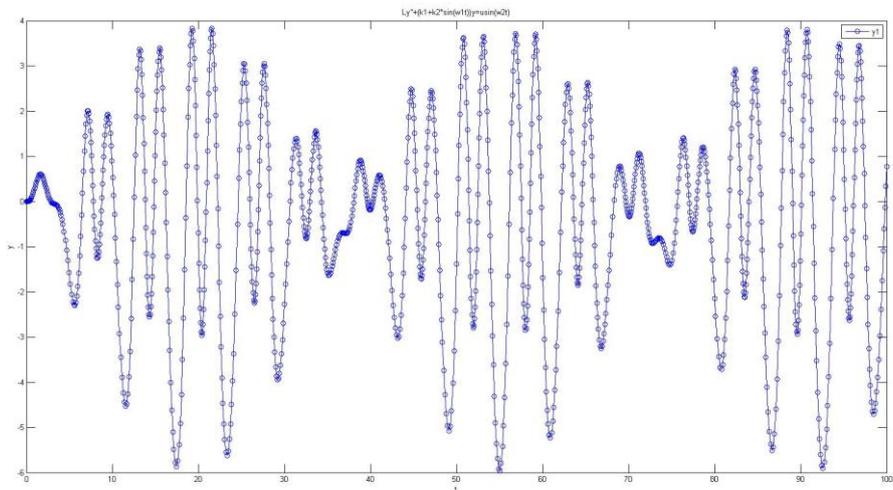


第二个数值模拟

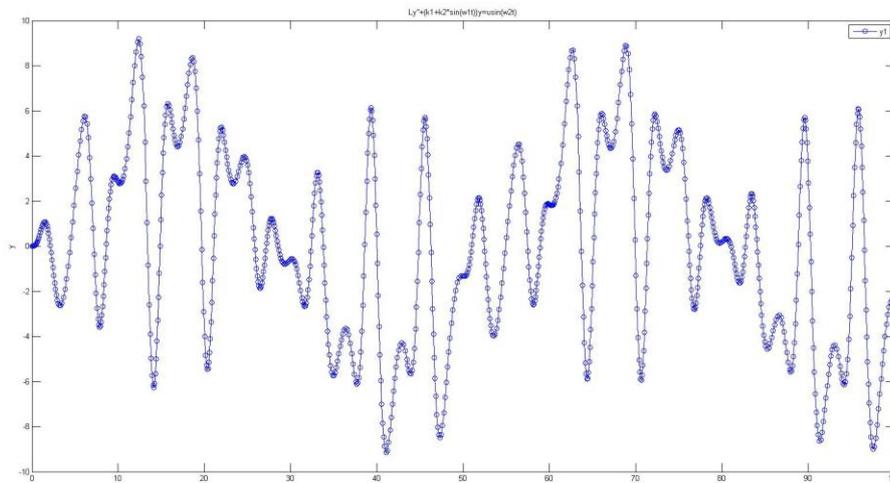
1. 声音与电压的圆频率相等，即  $\omega_1 = \omega_2$  大致图像如下，振幅最大值达到了原电压振幅的 60 多倍！



2. 改变  $\frac{\epsilon S}{d_0}$



3.  $\omega_1 \neq \omega_2$  时 振幅只有原振幅的几倍。



根据给出的大概的函数图象，我们可以看出在多处产生了极大值。而在产生极大值的地方电压信号已远远超过解析度，多余的脉冲电压就会使电路产生啸叫。

### 3.2.4 室内声场的影响

室内声能的增长与衰减过程。

当声源开始向室内辐射声能时，声波在空间内传播，当遇到壁面时，部分声能被吸收，部分被反射；在声波的继续传播中多次被吸收和反射，在空间内就形成了一定的声能密度分布。随着声源不断供给能量，室内声能密度将随时间而增加，这就是室内声能的增长过程。可用下式表示：

$$D_1(t) = \frac{4W}{cA} (1 - e^{-\frac{SA}{4V}t})$$

$$D_2(t) = \frac{4W}{cA} e^{-\frac{SA}{4V}t}$$

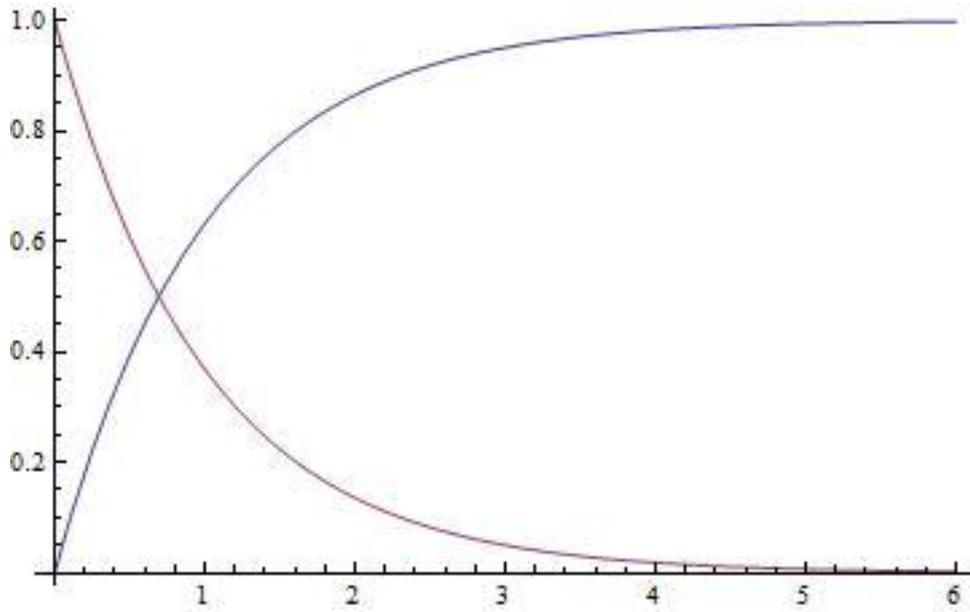
其中， D(t)是瞬时声能密度 J/m<sup>3</sup>

W 声源声功率 W

c 声速 m/s

A 室内表面总吸声量

V 房间容积



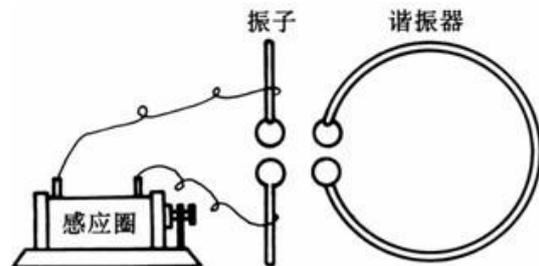
在  $t=0.69314718$  时  $D_t$  为  $D_0$  的 50%  
 而在这之前室内声场对话筒影响较大。

### 3.2.5 电磁波相关

#### 1 赫兹实验

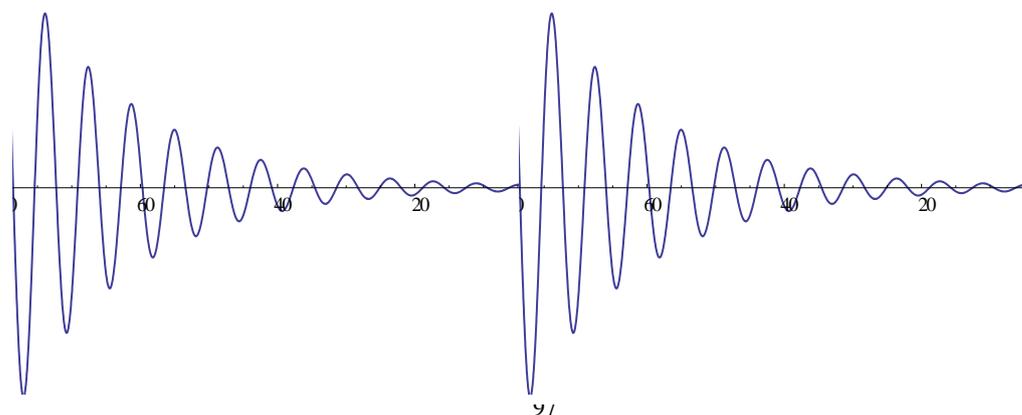
赫兹实验：赫兹将一感应线圈的两端接于产生器二铜棒上。当感应线圈的电流突然中断时，其感应高电压使电火花隙之间产生火花。瞬间后，电荷便经由电火花隙在锌板间振荡，频率高达数百万周。

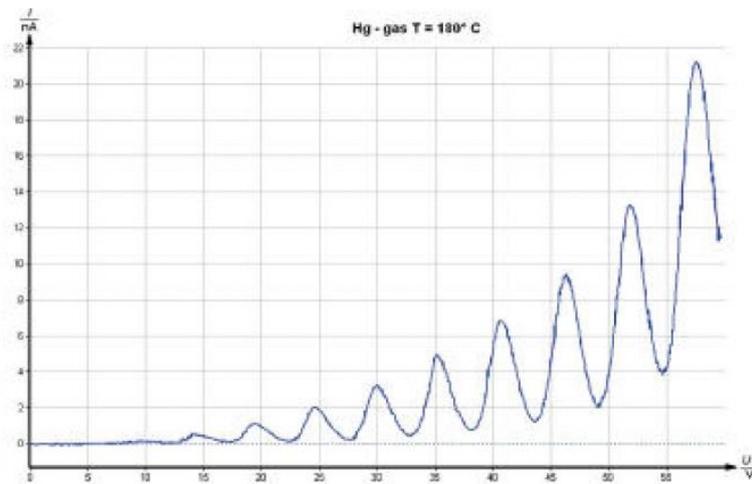
赫兹振子产生的是间歇性阻尼震荡。



同样的，当话筒附近手机接受信号时辐射的电磁波，也会引起话筒的啸叫，发出“滴滴滴，滴滴滴，滴滴滴”的噪音。

感应线圈高频发射电磁波，但是由于能量不断辐射而损失，每次正反馈后引起的高频震荡衰减的很快，因此会产生间歇性阻尼震荡。

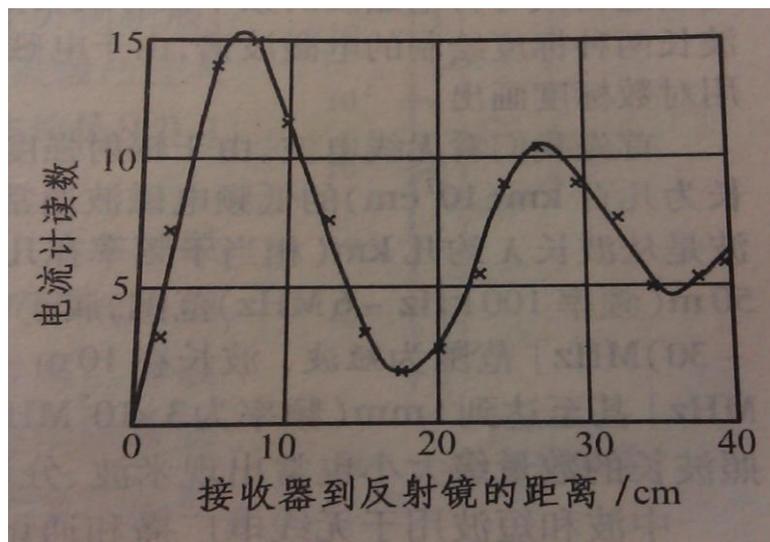




Example of a Franck-Hertz curve for Hg-gas recorded with  $T = 180^\circ\text{C}$ .

## 2 电磁驻波

离振子若干米远的地方垂直于径矢放置一金属板，作为平面反射镜。用直线简谐振子作为接收器，使其方向与电场矢量平行，并将它从反射镜处开始朝发射振子的方向缓慢移动。



由图可知在特定的  $x$  处检测到的感应电流有极值，这会引起电路中的正反馈，从而造成啸叫。

### 3.2.6 吸声材料的研究

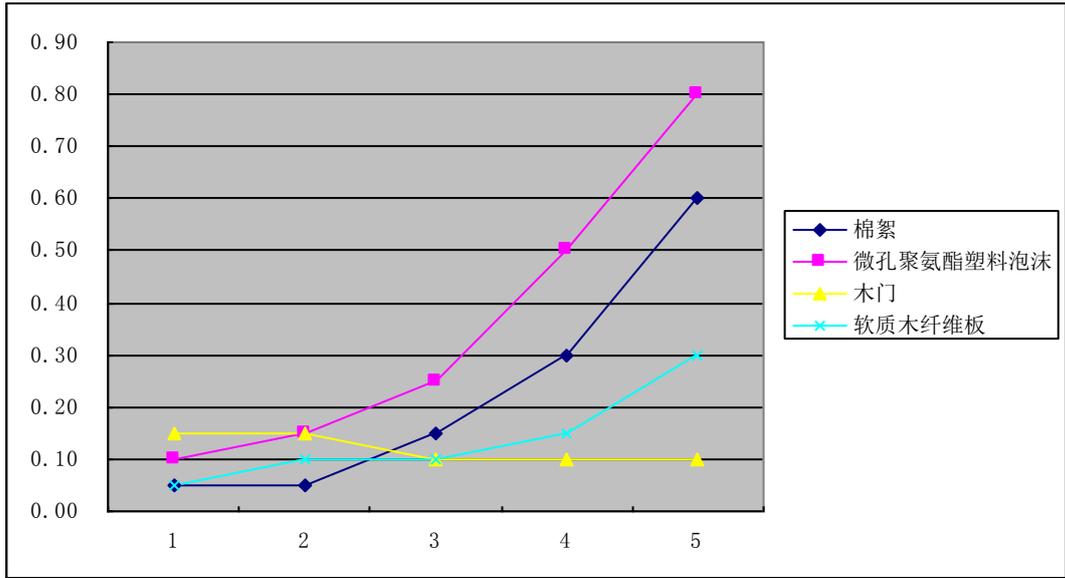
测量方法：(1) 将声源，隔音装置，接收器沿一条直线放置。(2) 控制声源响度频率一定，声源、被测材料、接收器相距距离相同，被测材料的大小厚度相同，并在同一地点短时间内完成测量。(3) 改变隔音装置的方向再次测量。

一些隔音材料：



初步测量的吸声系数:

名称	频率				
	125	250	500	1000	2000
棉絮	0.05	0.05	0.15	0.30	0.60
微孔聚氨酯塑料泡沫	0.10	0.15	0.25	0.50	0.80
木门	0.15	0.15	0.10	0.10	0.10
软质木纤维板	0.05	0.10	0.10	0.15	0.30

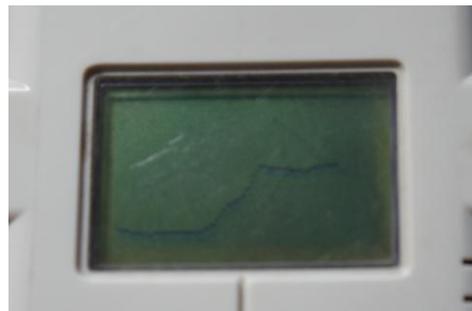


注：1 2 3 4 5 分别对应 125 250 500 1000 2000.

由于啸叫产生的是高频噪音，故采用微孔聚氨酯塑料泡沫或棉絮，吸声效果较好。

## 4 实验

### 4.0 实验器材



两个迷你扩音器带话筒，乐高机器人，分贝检测器

迷你扩音器带话筒：是我们研究啸叫的核心。

乐高机器人：主要用于声音的波形分析。

分贝检测器：检测声强。

#### 4.1 单个话筒的啸叫效应

单个话筒的啸叫噪音可达 116dB （先科 小蜜蜂 30w(最大) 22℃，59%）

有如下分贝表

#### a)音量类比表

130 分贝	螺旋桨飞机起飞，很大嗓门的人最大的尖叫声
120 分贝	球磨机工作
以上声音	会耳鸣
110 分贝	电锯工作，一般家用音响设备最大音量
100 分贝	拖拉机开动
90 分贝	很嘈杂的马路
以上声音	影响听力

#### b)听觉

0 -20 分贝	很静、几乎感觉不到；
20 -40 分贝	安静、犹如轻声絮语；
40 -60 分贝	一般、普通室内谈话；
60 -70 分贝	吵闹、有损神经；
70 -90 分贝	很吵、神经细胞受到破坏。
90 -100 分贝	吵闹加剧、听力受损；
100 -120 分贝	难以忍受、呆一分钟即暂时致聋。
120 分贝以上：	极度聋或全聋
300 分贝左右或以上：	方圆 20km 的人不可修复性耳聋

可知，一个最大功率仅有 30w 的扩音器可以产生 116dB 的高频噪音，呆一分钟即致聋。

#### 4.1.2 不同距离

##### (1) 喇叭与话筒垂直距离

当喇叭与话筒的垂直距离小于 63cm 时即会发生啸叫（温度：22℃，湿度：59%）。

##### (2) 手握话筒

当手成环形距离话筒小于 1cm 就会发生啸叫。

#### 4.1.3 不同绕线方式

当话筒的线缠绕在一起的时候易发生啸叫。

#### 4.2 两个话筒的啸叫效应

(1)两个话筒靠近就会产生啸叫。

(2)为了扩大音量，使一个话筒对准另一个的喇叭，极易产生啸叫。

(3)当两话筒同时靠近喇叭时产生的啸叫频率低，但声强丝毫没有减弱。

#### 5 防范措施

(1)尽量使话筒远离喇叭。

(2)不要为了增大音量而采用如下组合：



(3)在当有啸叫的征兆时及时关掉电源。

(4)对于电容式话筒要尽量使原电压频率高，可以防止电压信号在最大值附近剧烈波动，产生啸叫。

(5)采用合理的电路设计，减少线路内部产生的自感或互感效应。

(6)对于电路中自感效应明显的，使原电压频率不等于人说话的频率。

(7)在话筒线圈周围加上诸如铁丝网之类的屏蔽电磁波的装置，防止电磁波对话筒的干扰。

实践证明只要能有效避开峰点位置的扩声，语言范围内的平均声压能得到明显的提升，从而满足绝大多数听众对声音量感上的需求，同时系统稳定。近代所有电子防啸叫技术都是围绕这一基本原则命题展开的；就算是前面提到的通过建筑结构声学、材料声学等昂贵的方式满足扩声量感和质感等方法，其本质也是在围绕消除峰点这个基本命题展开的。

实践中，房间参考点的声压——频率响应曲线其主要的峰谷点受房间大面积的反射面影响更重，其余的峰谷点则受参考点附近反射面的影响更多一点。对界面话筒来说，其咪头部位则为参考点，故而安装界面话筒时要主意回避其附近物件反射面反射声音的直接进入，同时为什么改变界面话筒位置有时会产生新的啸叫点，就是因为随着话筒位置改变，新参考点附近反射面的反射条件也跟着改变导致新的峰谷点产生的缘故。

一般情况下，越柔性的房间（吸音多，反射少）扩声条件好一些，处理起来容易些，越刚性的房间（吸音少，反射多）扩声条件差一些，处理起来要难些。

## 6 讨论

(1) 我们仅用了一个至多两个话筒进行研究，未对复杂声场进行研究。同时我们的实验均是在周围环境较为安静的地方进行的，而相比较教室等公共场所，还是有很大的局限性。

(2) 我们的理论分析较为简单，没有考虑复杂的情况，使得理论分析单一，应用于实践有许多困难。

(3) 虽然考虑到电磁波的影响，但是还没有切实有效地实验进行验证，一切分析仅存在于粗浅的理论层面。

(4) 同时 Lego 机器人设计较为简陋，只有大概的波形，没有定量的数据，也是我们实验的一个漏洞。

## POSITIVE FEEDBACK OF MICROPHONE ANALYSIS BASED ON THEORY

Lu Dachuan Pang Wei Xuan Dongsheng Chen Zi'ang

### Abstract

In this study, the positive feedback of microphone was mainly carried out by theoretical analysis, complemented by a Lego robot and a decibel detector. We adopted simple measures to test the factors of the positive feedback of microphone, and we put forward some initial solution. From acoustic, microphone, indoor sound field and so on, we obtained many useful results.

Key words positive feedback of microphone, noise

参考文献

- [1] 洪宗辉, 潘仲麟 环境噪声控制工程
- [2] 舒幼生 力学 (物理类)
- [3] 郑永令 国际物理奥赛的培训与选拔
- [4] 百度百科