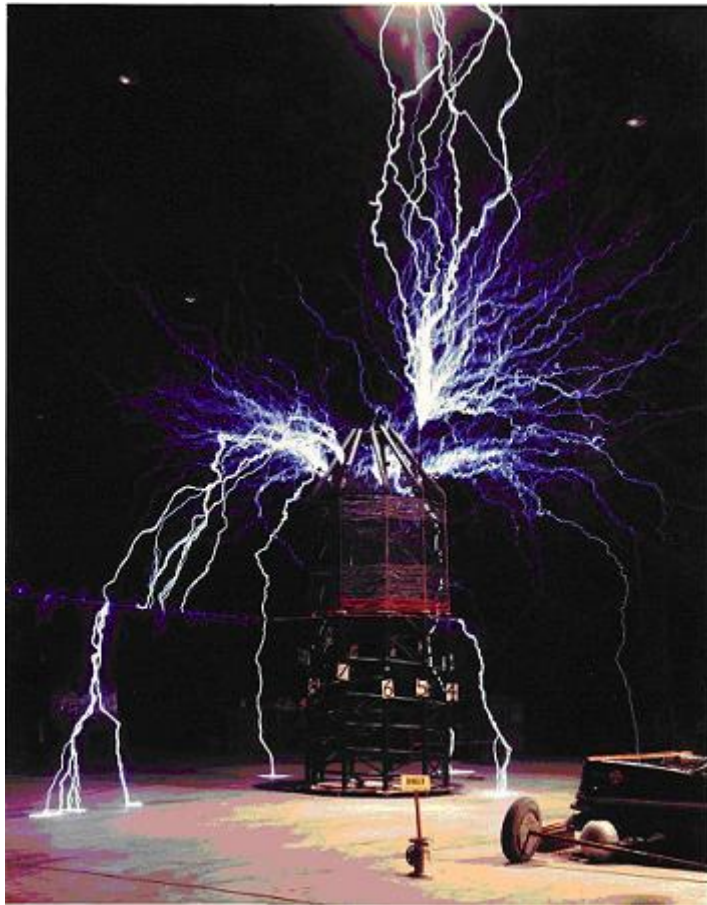


特斯拉线圈的 DIY 制作

前些天在电视上看到一个 discover 的节目，里面就讲到了一些美国的特斯拉线圈的爱好者所制作的各种各样的特斯拉线圈，效果真的很绚丽！制造闪电的感觉真的很奇特；大概这是因为制造闪电在神话里面都是主神们的特权吧。先来个图看看：



当然，如上图这样大型特斯拉线圈是难以制作并且需要深厚的电工基础和充分的财力保证的。（上图这个线圈的制作成本大概在 8-10 万元左右）而且制作这样大型的线圈显然是非常危险的！说白了，就算你作下了你也没有地方让它工作！我们要设计的是一种中小型的线圈，（大概和特斯拉先生当年制作的差不多吧）如图：



这个其实也稍大了一些，没办法找不到太合适的图（其实主要因为老美都挺有钱，干个啥也爱玩大的，话又说回来了，上面的两个图片充分的展示了特斯拉线圈的“光电”魅力。所以，制作的原因出来了，那就是追寻这种美丽的效果，感受人类最初对“天火”那分来自心灵深处的震撼！（起码对我来说是很震撼的。）其二，也是对于生前饱受爱迪生挤压迫害的特斯拉先生的一种纪念缅怀的方式。

特斯拉线圈的制作前的准备和注意事项及其它：

整个制作我们以变压器功率为 1000w 的中型特斯拉线圈为设计标准。（放电距离： $\geq 120\text{cm}$ ）备注：特斯拉线圈的放电距离和功率成正比。

主要材料及大概成本：

1. 高压变压器—— $\geq 1000\text{w}$ in 220 v out $\geq 10\text{kv}$ 一个。（较难买到，一般需要定做，有些南方二手电子器材城曾有过 in 110v out 6300v 600w 的变压器。只是不知道现在是否还买的到。）

2. 大量无极电容：若 $0.047\mu\text{f} 1000\text{v} \sim (1600\text{v}-)$ 的 cbb 电容需要准备 100 只左右。电子配件商店买得到（电容非常重要！可以说是整个特斯拉线圈的心脏，所以电容的高质量将会使您最后的特斯拉线圈更加绚丽！！质量主要是指：

高频性能好

自损耗低

电感量低 [重要]

寿命长

绝缘性能好

3. 直径 13 厘米长 1 米的聚氯乙烯管(壁厚 0.6—1 厘米), pvc 管材也将就, 厚 0.8 厘米的绝缘板材(不能是木头! 最好塑料) 大约 2.5 平米, 厚 0.5 厘米的绝缘板材(非木!) 大约 1.5 平米, 这些都可在家庭装饰城(就是那些买涂料, 板材, 工具等的那种大市场里) 买到

4. 导线, 多芯铜导线, 1000v50A 大约 6 米电子配件商店买得到(10kv1A 导线 3 米)

5. 耐压漆包线内径 0.5mm900 米长电子配件商店买的到

6. 直径 0.8 厘米的铜管(壁厚 1mm 以上) 长 8 米, 直径 3 厘米厚>1mm 长 1 米的铜管可在汽车配件或五金等地买到

7. 电手钻, 螺丝刀, 手锯, 钳子等工具, 普通螺丝, 塑料螺丝, 环氧树脂胶, 钢尺等

8. 用于燃气热水器的排气管(金属制作, 可弯曲, 直径在 10 厘米以上) 制作后期计算得到长度。

9. 其它的一些常见东西, 边做边找吧。这样制作一个 1000w 的特斯拉线圈大约成本在 1 万元人民币。(还是比较贵的, 估计大多数爱好者不容易拿出这笔钱)

注意事项!!!!!! 非常重要!!!!!!

本人不对文章中所写的制作方法保证, 对依照本文制作特斯拉线圈所导致的触电身亡, 烧伤, 及其它意外伤害, 本人不承担任何法律及道义责任。对于依本文制造的特斯拉线圈对个人财产或公共设施, 国家财产可能造成的损失本文作者不承担任何法律责任及连带责任。需由制作人承担相应责任。

特斯拉线圈属于高压设备, 所以制作需要高超的动手能力和丰富的电工经验, 未成年人和非专业人员如按照本文制作特斯拉线圈需在专业人员陪同之下方可进行。

危险描述, 依照本文制造的特斯拉线圈电弧长度 ≥ 135 厘米电弧产生速度(放电频率) 100 次/秒 [给人连续放电的感觉] 电压 >200 kv 功率耗散 ≥ 1000 w,

连续工作时间 ≤ 10 分钟，特斯拉线圈工作时噪音很大，大的很可怕!!!（不听不知道，一听吓一跳!）提前准备听力保护设备（耳塞拉一类的）

对依照本文制作的特斯拉线圈所直接击中的人的可能情况：

由于频率很高，所以短时间致命可能性很低。（但是心脏病等就不好说了）

由于高频的集肤效应，可能会造成不同程度的表皮烧伤。

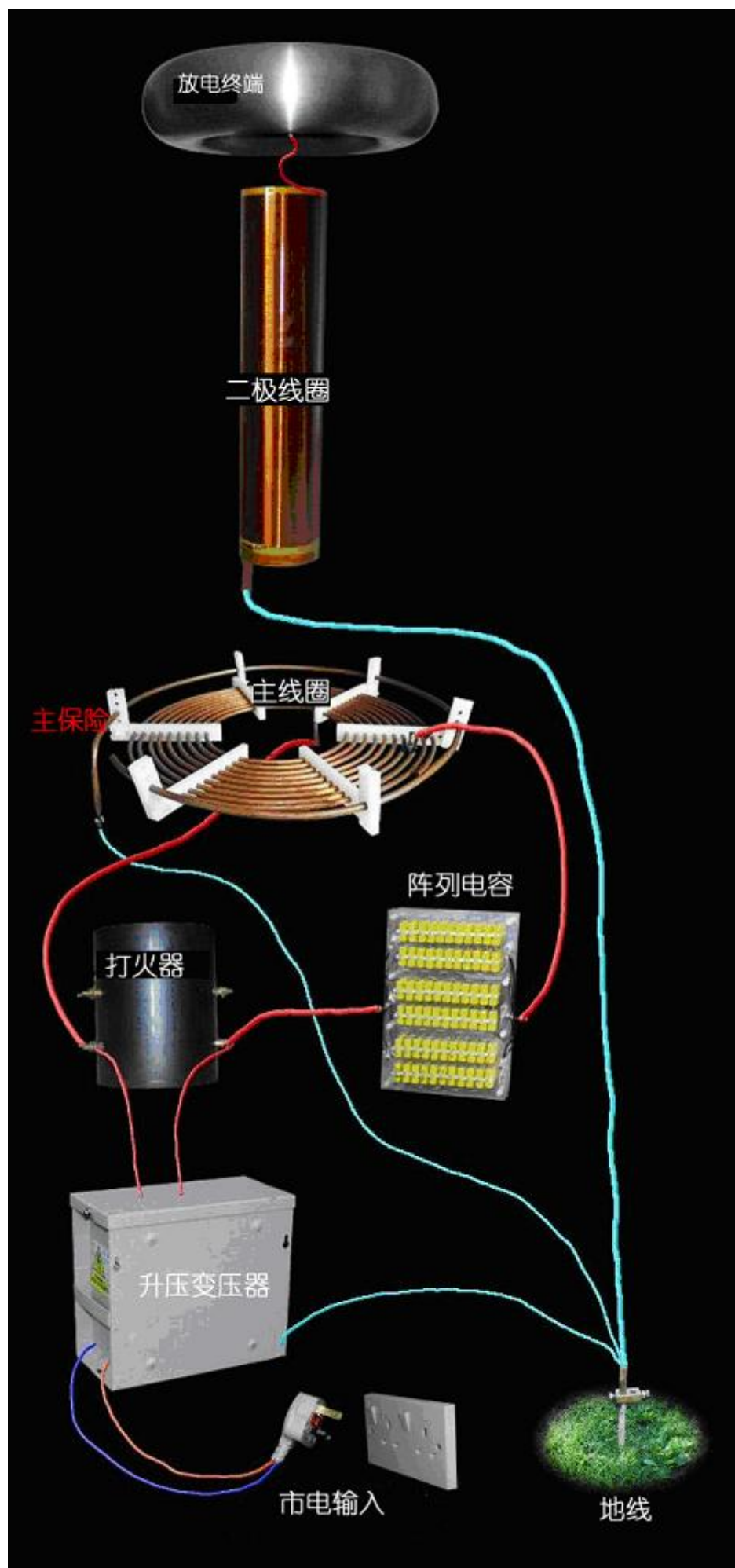
考虑到尖端放电效应，可能会导致肢体突出端或末端的较严重烧伤（男人可要注意了!）

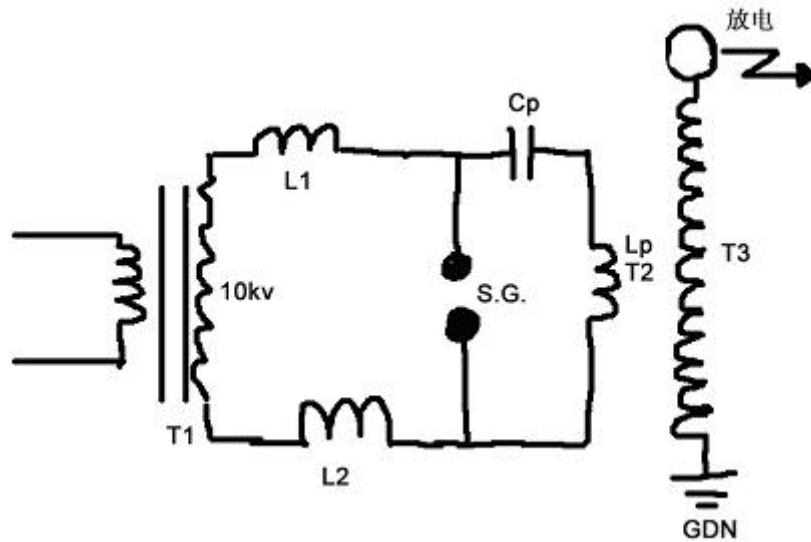
由于特斯拉线圈属于超高压放电设备，考虑到电磁感应原理可能会对一定半径范围精密电子器件造成破坏（如，手机，电脑等）

特斯拉线圈装配示意图和电路图

特斯拉线圈的结构并不复杂，如下图就是制作一个特斯拉线圈的所有部件（不包括支架），但是基本的动手能力和基本的电学知识还是要有的。这些图都是画的，大家将就这看吧。

实物装配图：





虽然按照本文设计的是一个“标准”特斯拉线圈，制作者不必花很多精力和时间在它的原理和计算上面，但是出于对特斯拉的尊敬和方便制作者制作其它规格的特斯拉线圈，还是大致了解一下这里面的原理和计算方法比较好。还有，制作一个特斯拉线圈是会对你的动手能力和电工知识都有提高的好活动。（除了危险一些）在有了足够的资金和充分的时间安排后就可以开始了。

涉及到特斯拉线圈的一些计算公式

受朋友建议，我再次提醒这里的看客们，如果您试图制作一个特斯拉线圈的话请一定先看完我的介绍在施工，这样您才会对特斯拉线圈的危险性有个大概的估计。同时，如果您非要先上手的话，请记住，绝对不要在家里面启动特斯拉线圈，绝对不要用公共地线，如果散热没有解决好的话，请不要让特斯拉线圈工作超过 30 秒；否则将有可能导致火灾，切切

电弧长度： 电弧长度 L （单位：英寸）； 变压器功率 P （单位 瓦特）；
 $L=1.7*\sqrt{P}$ （ $\sqrt{\quad}$ 为开方）

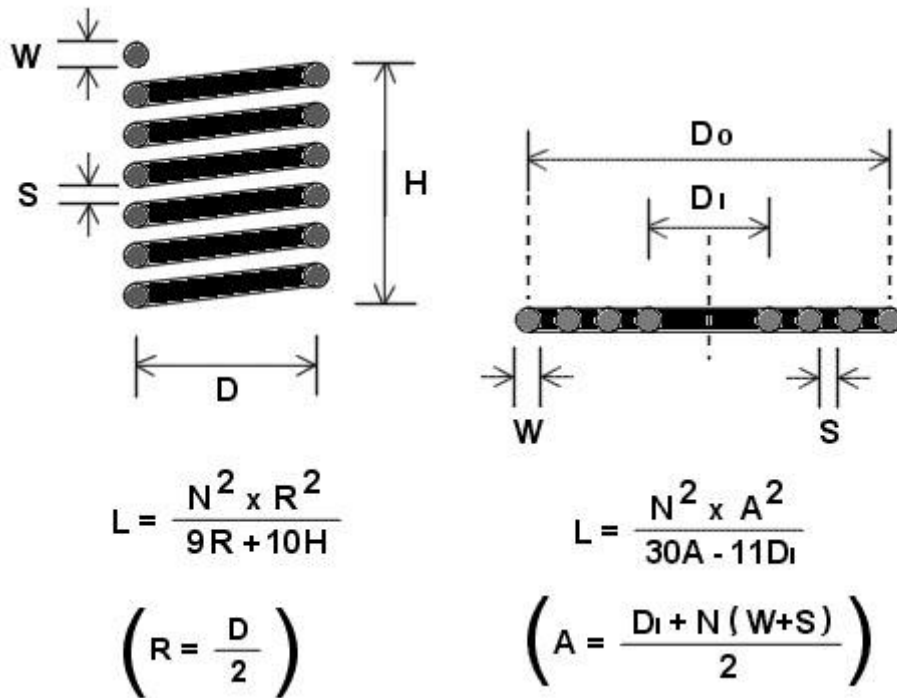
电容阵容量： 变压器输出电压（交流） E （单位 伏特）； 变压器输出电流 I （单位 毫安）； 电容器阵列最大容量 C （单位 微法）； 交流频率 F （单位赫兹）
 $C=(10^6)/(6.2832*(E/I)*F)$ [电容的大小涉及到与变压器功率的一个匹配问题，当电容过大时在交流上升到顶点时（即 $\sqrt{2}*V$ 时，电容电压过

低无法击穿打火器的空气隙则打火器无法启动就无法工作，整个系统也就无从启动]

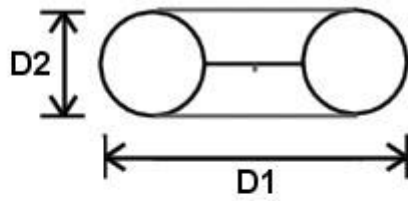
电容阵的计算就是电容的简单串，并联，初中就学过，在此就不提了。例如当变压器功率为 1000 瓦时，输出电压为 10000 伏（交流），那么电容匹配为 0.0318uf，手头有电容规格为：0.047uf 1000~，1600-，再取保险一点到 耐压 1500v~则需要电容阵列安排如下：15 个电容串联成一个基本链（BC）；再 10 个这样的基本链并联而成（J），共需要电容 150 个，若每支电容分压降为 630v~（这样可以大幅度延长电容寿命），则： 24--BC，16--J，共需 384 支电容。

其他： 震荡频率： $F = 1 / (2 * \text{Pi} * \text{sqrt} (L * C))$

次极线圈相关计算： 如下图 主线圈相关计算： 如下图



放电终端相关计算： 如下图



$$C = 2.8 \times \left(1.2781 - \frac{D2}{D1} \right) \times \sqrt{\frac{2 \times \text{PI}^2 \times (D1 - D2) \times \left(\frac{D2}{2} \right)}{4 \times \text{PI}}}$$

国标漆包线基本数据

线径 (mm)	每米重量 (g)	每米电阻(ohm)
0.32	0.72	0.218
0.36	0.86	0.182
0.40	1.12	0.140
0.45	1.42	0.112
0.51	1.75	0.089
0.57	2.11	0.074
0.64	2.96	0.053
0.72	3.44	0.046
0.81	4.49	0.035
0.91	5.68	0.028
1.02	6.99	0.023

特斯拉线圈的主线圈部分的制作

在本特斯拉线圈的设计中主线圈采用铜管绕制成蚊香状。铜管是用于汽车，供热，中央空调中的那种管壁较厚的承压铜管。直径 8 毫米大约绕制 9-10 匝（大约需要 9 米）

铜管如下图（要尽可能选择外表光滑无锈无伤的）：



铜管盘成如下图：



这样盘成的主线圈可以适用于 6 英寸到 8 英寸的次极线圈（盘铜管很费时间，也满费劲，但是不要图快，要尽可能盘的圆滑。），还需要 5 毫米厚的软塑料板（非脆性塑料）做主线圈支架，将其按等距离打眼（要打成 9 毫米的眼，要不穿不进去）底座选用普通中密度板就可以了，这个底座还有用，将来底下要放其它东西。也尽可能加工好，接下来把铜管和塑料支架穿起来。

主线圈支架如图：



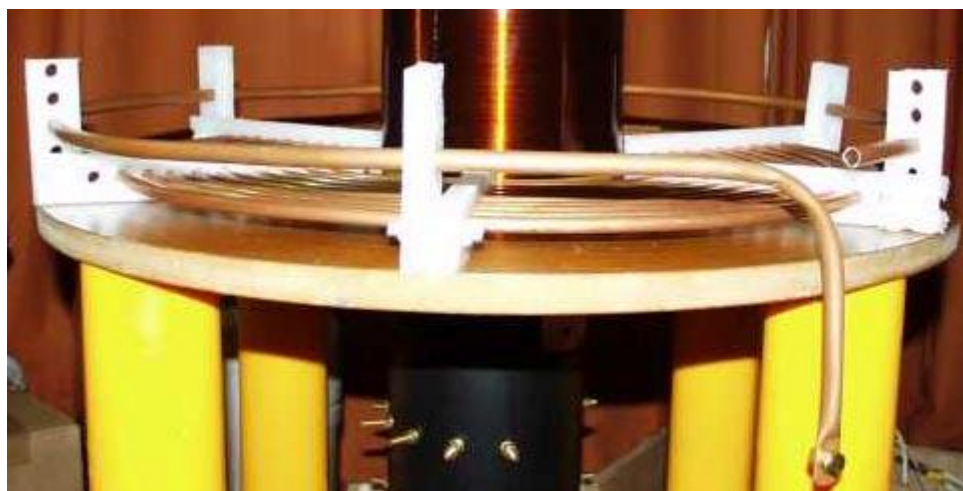
铜管和塑料支架穿起来如图：

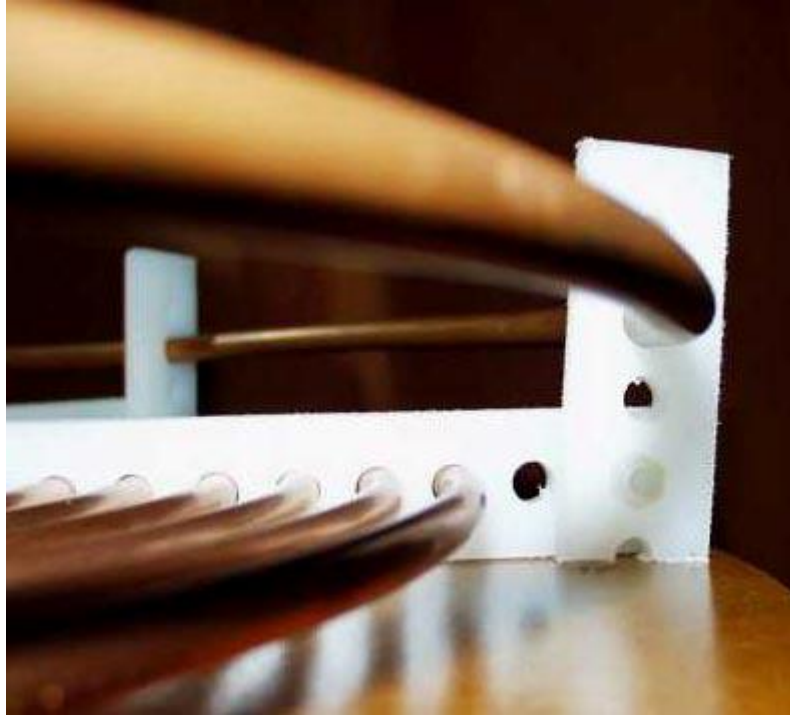


内圈接头部分，将中密度底版在相应地方开孔引出一个接头如图：



再找一截铜管做为接地保险，注意，不可闭合！如图安装：





特斯拉线圈的电容阵列的制作

制作提示：当用电钻在塑料材质上打眼时，由于塑料导热能力低，常常使钻头过热，导致钻头退火和打的眼被高温烧变形，所以一定要钻头打眼要沾水。

在特斯拉线圈中，有一个好的电容是非常重要的。电容的核心地位是由于所有电弧的能量都是由电容直接提供的，这显然比较奇特，也反映出了特斯拉其人的天才之处。由于高压电容很难买到，价格昂贵，所以现在一种普遍的做法是通过普通无极性电容进行串联和并联来达到所需的耐压和容量。

需要准备的材料：

1. **无极性电容**，（聚乙烯，聚丙烯，CBB 电容 等）一般常见高压电容规格主要有： $1600\text{v}-0.047\mu\text{f}$ ， $1600\text{v}-0.068\mu\text{f}$ 两种；电阻 10 兆欧（ 1000000ohm ），大量如下图：



2. 有机玻璃板

3. 塑料螺丝

步骤:

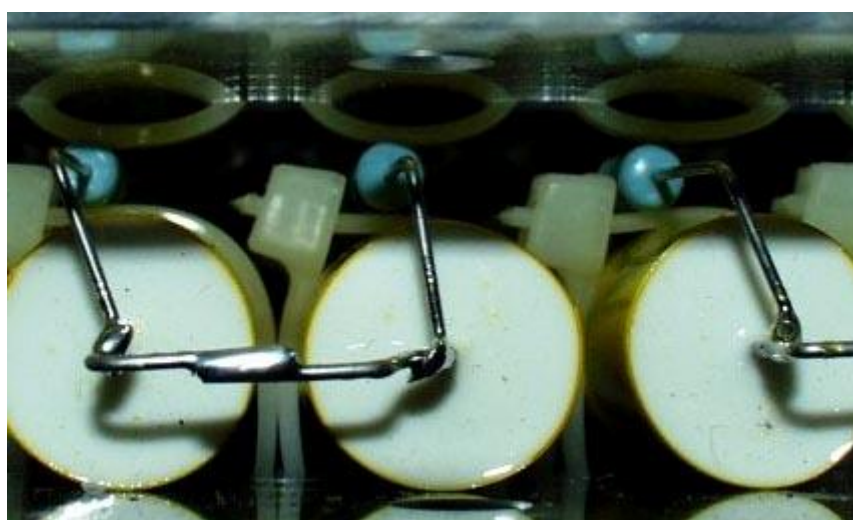
1. 首先计算所需要的电容个数和排列方式, 根据以前提到的变压器匹配计算得到电容量为 $0.0318\mu\text{f}/10\text{kV}$, 手头电容规格为 $1600\text{V}-0.047\mu\text{f}$, (此处注意: 电容的耐压标示都是直流, 而且电容器交流耐压与电容材质等多种因素有关, 不能简单认为只要将直流耐压值除以 1.414 就得到交流耐压值。), 从寿命和安全性角度出发, 建议将每电容分压值定为 450V 则得到整个电容阵构成为: 22 串一链, 共 14 链并联, 一共 308 支电容电阻, 电阻的用途是为了当停止使用时对电容中的残留电荷进行放电, 使用方法就是每支电容都要并联一支 10兆 的电阻 ($1/4\sim 1/2\text{W}$)

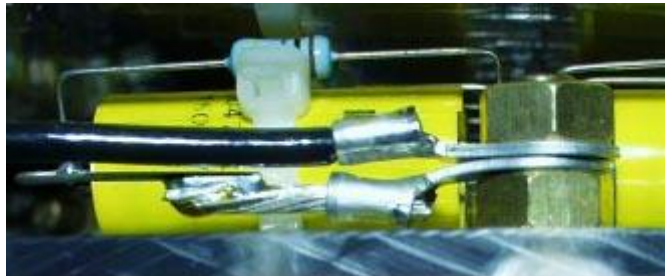
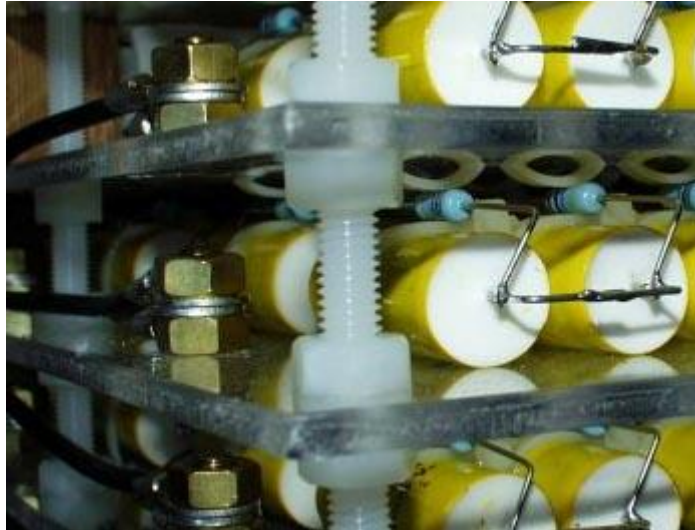
安全提示: 若没有放电电阻, 则电容阵中储备的能量将可能存在很久而对人身造成伤害!

下图显示了一个电容链, 它是蛇行排布的:



注意！电容之间不要紧密接触！要留有一定空隙，层与层之间要用 4mm 厚的有机玻璃隔离，每层包含两个链，固定使用塑料螺丝（一般都叫尼龙螺丝），每层都有各自的接口使之成为独立可使用的单元，如图：





特斯拉线圈的次极线圈的制作

特斯拉线圈中的次极线圈是整个特斯拉线圈中制作最耗时耗神的部分。需要如下材料：

高质量漆包线，（一定要买好的，目前我国的漆包线质量普遍低下，目前就我所知只有一家企业获得国际认证），线的直径从以下选择：

1. 0.51mm 0.57 mm

2. 聚氯乙烯管材，直径 15 厘米，最少 2 米，厚度自己感觉结实就好，（一般能买到的大约在 4-8mm 厚）

3. 要用木头制作一个绕线架。还要制作两个圆片用来穿在圆筒两边，再在圆片中间打眼，穿入中心轴，架到线架子里面就可以绕线了。一圈一圈的绕，大约绕 900~1000 匝就适合本系统了。整个绕线过程大约 7-8 小时吧，所以在中间休

息时一定要把已绕好的部分固定好，免得前功尽弃。绕线时要注意不要使线打结，不要用两根线接起来使用，市面上够长度的漆包线不大好找，（大约在 500m），但是整卷的线似乎比较贵，所以就看制作者的选择了，最好有这方面的关系朋友帮忙。

图例：

聚氯乙烯管材：



高质量漆包线：



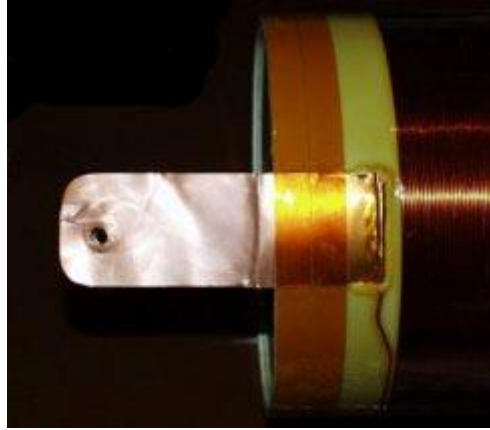
固定圆桶的圆盘：



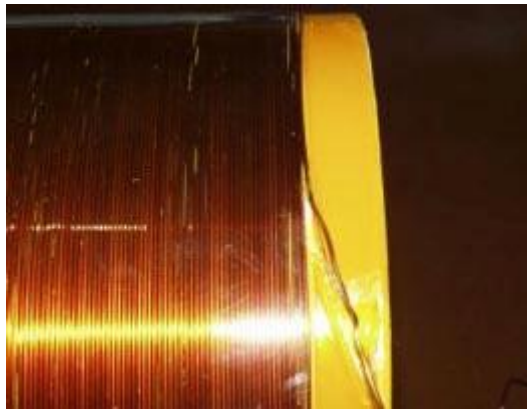
绕线架上的次极线圈：



次极线圈下接头（接地线）：



次极线圈上接头（接放电终端）：



特斯拉线圈中打火器的制作

制作打火需要以下材料：

1. 200mm 直径 pvc 管材，长 400mm
2. 90mm 长，直径 20mm 铜管若干
3. 双头螺丝 若干（是铜管数目两倍）



4. 立式风机（散热用，制作时可以不要买）



打火器其实相当于一个开关器，未打火时能量由变压器传递到电容阵，当电容阵充电完毕时两极电压达到击穿打火中的缝隙的电压时，打火器打火，此时电容阵与主线圈形成回路，完成 L/C 振荡进而将能量传递到次极线圈。

制作步骤：

1. 先将铜管打眼。



2. 再在 pvc 管上打眼后，将铜管固定在 pvc 管内部（每个铜管与铜管之间的缝隙大约控制在 1mm）



3. 组装好



为了根据需要调整放电缝隙，每相伶螺栓代表 1mm 的放电缝隙（螺栓即为接线柱）这样安装只要变换接线柱就可以很方便的根据你的设计电压进行调整了。

注意：打火器工作时将会产生很大的热量，而且往往集中在很小的面积上，所以散热设备必须很强大！一般采用小型立式风机如图（就那种吹婚礼拱门的）：一般都在几百瓦，风量足。只要注意在进风口加上简单的空气过滤装置防止大灰尘就可以了。一般不加风机散热，特斯拉线圈工作几十秒后就可能导致打火器高温变形，加入风机后，一般可以把整个特斯拉线圈的工作时间延长致十几分钟。另外，经常在使用后对打火进行清理，去掉电渣和灰尘。

特斯拉线圈中的放电终端的制作

在这部分的制作比较简单和随意，我这里介绍一种比较成熟和简易的制作方法，也就是最常见的圈型放电终端（因为这和我的程序相对应，更加方便了计算）]

主要材料：

1. 4 寸直径的燃气热水器通风管，（就是那种全金属的可弯管，家里有燃气热水器的一看便知）



2. 7寸直径的平底金属盘（用来做派的），其他类似金属物也可，关键 1. 平底 2. 金属



3. 包裹金币巧克力的那种较厚的铝箔

首先将平底金属盘底对底用螺丝固定如上图，接着将铝管盘成圈状，使其正好能卡在平底金属盘制作的骨架上，铝管的接口口处用铝箔封口，接线点定位在平底金属盘骨架中心，组装好成品，至此特斯拉线圈的所有重要部分已经完成。





关于特斯拉线圈的一些补充说明

关于特斯拉线圈的制作其实还有不少需要注意的事情，其中：

- 1: 次级线圈的骨架既那个聚乙烯圆桶的饶线部分是有要求的，一般来说，饶线直径和饶线部分桶长比例在 1:4 左右
- 2: 主线圈的底版可以用一些稍微便宜的材料制作，因为对它的要求不高，当然最好所有的塑料板材都能用亚克力板制作，这样有结实又漂亮。
- 3: 打火器的制作其实有很多方法，关键要注意的是 a. 放电部件要导热快 b. 放电部件厚度要足够 c 由于打火器更换频率最高，所以设计要以容易更换，价格便宜为主。
- 4: 关于高压电容，前些天见到微波炉内部有一种高压电容规格为 2100AC 1uF 且内部集成放电电阻的电容，看来如果使用这种电容也是一个不错的方案
- 5: 关于主变压器，一般难以购买，可以去当地电子市场询问是否可以定做，如果没有，可以购买霓虹灯电源，规格为 15000V AC 50HZ 60mA 样子象个箱子，在国外特斯拉线圈爱好者中使用比较多，还有就是采购日本二手 110VACin --6300vACout 变压器两个串联使用。