

简易智能电火针笔加热分析

邹和德 程妍 周文辉 曲苗

(黑龙江中医药大学 哈尔滨 150040)

摘要: 目的 为了模拟实际加热情况,对实物产品的可行性提供加热数据的支持。方法 采用有限元分析的方法,用 SOLIDWORKS 2020 建模后,用 COMSOL Multiphysics5.6 分析其加热过程。结果 加热的结果符合预期设计,加热管达到指定温度 600-700℃并稳定在此范围,外壳温度稳定在 20℃左右。结论 用 COMSOL Multiphysics5.6 分析加热情况与预计情况相符,具有实际可行性。

关键词: 有限元分析 COMSOL Multiphysics5.6 加热 电火针笔

近年来在临床的实际操作中,火针疗法逐渐广泛开展,主要应用于皮肤科、骨科、神经系统等疾病^[1]。考虑到火针疗法的广泛应用,针对火针操作的各种问题,设计了简易智能电火针笔,采用电加热方式,整体结构紧凑而且相对简单合理,性能更优越稳定可靠,针体温度可控,进针深度可调节,误差范围小。进针速度、出针速度、针在穴位的迟疑时间等均由施术医生根据病人和穴位的实际情况灵活运用。但火针加热需要很高的温度,控制不当很容易烫伤患者与医生,因此对于保证加热效果和安全性配合的设计至关重要,为此进行有限元分析,使用 COMSOL Multiphysics5.6 进行加热分析。

1 材料选取

加热管选用 MHC 陶瓷加热管,笔头隔热材料选取二氧化硅凝胶,笔身材料选取不锈钢,转轮与推杆外筒材料选取铜,其他空隙为空气,如图 1 所示。

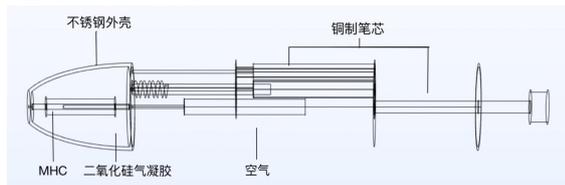


图 1 材料选取图

2 电火针笔加热原理

电路部分拟采用传统 Pt100 铂热电阻温度控制器,其由温度传感部分、判断部分和输出部分组成,温度传感器的温度探头选取 Pt100 铂热电阻,其电阻值与温度呈线性变化关系,在传感器 NE5532 芯片和多个元器件组合^[2]下将温度信息处理转变为电压信号,并将电压信号分别传至 AD 转换器和判断部分,AD 转换器将电压信号转变为数字信号并传给数据处理器进一步处理,最后传至显示器显示温度,判断部分接受温度传感器的电压信号,集成电路 A 设置 600℃与 700℃对应的电压值,接受到的电压信号与此低值与高值对比,当改电压信号低于低值时,输出加热信号,当高于高值时输出断电信号,输出电路选用固态继电器,加热信号与断电信号传至继电器,控制其输出端的闭合与断开,闭合时加热管通电加热,温度升高,断开时停止加热,温度下降。

3 加热模拟结果

3.1 加热管温度的变化

加热管温度变化使用摄氏温度,0 秒时温度是 20℃(常温),80 秒时温度是 600℃,以 10 秒为间隔作一变化曲线,结果如图 3 所示,可见温度逐渐升高,约在第 36 秒达到 600℃,此后稳定在 600-700℃范围内。

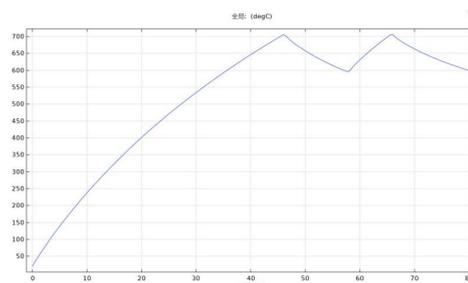


图 3 加热管温度变化曲线图

3.2 笔身温度的变化

笔身温度变化使用摄氏温度,0 秒时温度是 20℃(常温),80 秒时外壳温度是 20.4℃,内部笔芯温度是 20.2℃,以 10 秒为间隔单位作一变化曲线,可见温度稳定与 20℃左右,0-40 秒温度一致,40-80 秒外壳温度较内部温度高。

4 讨论

首先,跟据此前实验,75%酒精灯燃烧的外焰即可迅速将针灸烧红甚至白亮,为酒精灯外焰温度大约在 600-700℃范围,而通过 COMSOL Multiphysics5.6 模拟分析的结果来看,自加热开始,温度持续上升,约在第 36 秒达到 600℃,温度继续升高,约在第 46 秒达到 700℃,后温度降低,约在第 58 秒回到 600℃后再次升高,如此重复,这种变化取决于判断部分与输出部分的配合,加热过程中,在隔热材料(即保温材料)作用下热量在笔头内蓄积,温度升高,达到 700℃时电路断电,温度降低,待降低至 600℃时再次通电加热温度才能再次上升,因此在此段时间内断电,以此减少耗电和保证温度的动态稳定。另外如图 3 所示,温度升高曲线在 0 秒到 30 秒时间坡度较陡,温度升高速率较快,30 秒后坡度稍稍变小,温度升高速率稍稍减小,不过仍然保持在较高水平,在较短的时间内达到指定温度。由于电火针笔体积小,较酒精灯加热空间相对密闭,隔热材料性能优越,热量散失较少,因此加热火针红至白亮可能并不需要在一般情况下达到 600-700℃时需要的能量,所以对于电能的节约会更多,使用也更安全,实际可行性会更高,但是电火针笔的部件较为精细,在高温下如和保证其使用寿命以及部件的更换的方便性需要进一步的分析或者实际模拟,以达到最佳效果。第二,跟据分析结果,加热过程中,前 40 秒内外温度保持一致,后 40 秒外壳温度较内部温度稍高,这可能是外壳不锈钢与笔芯铜内外材料不同的结果,但是都维持在 20℃左右,可保证操作者与患者的安全。总结来说,简易智能电火针笔具有操作简便,深度精确,温度稳定,相对节能,操作安全等有点,可以解决传统火针难以做到“快、准、稳”的难题,亦具有实际可行性,对于火针疗法的推广具有很大的现实意义。

参考文献:

- [1]吴慧芳,刘磊,胡丽萍.火针疗法的临床应用概况[J].智慧健康.2019,5(32):45-46.
- [2]李玉娜.基于 PT100 铂热电阻温度传感器设计[J].中国教育技术装备.2016(16):33-35.