

文章编号: 0254-5357(2006)04-0381-03

微型脉冲充磁仪的研制及应用

杜谷, 潘忠习, 冉敬

(成都地质矿产研究所, 四川成都 610082)

摘要: 介绍了自行研制的一种新型微型脉冲充磁仪, 它由高频开关电源电路、高压充电及大电流快速开关电路等部分组成。阐述了仪器的工作原理和结构设计。通过对“1:25万聂拉木县幅磁性地层研究专题”样品的充磁测试表明, 利用新研制的微型脉冲充磁仪进行等温剩磁测定, 可以客观、准确地判断岩石样品中的磁性矿物成分。

关键词: 充磁仪; 微型; 等温剩磁; 应用

中图分类号: TH763.1

文献标识码: A

Development and Application of Subminiature Pulsed Magnetizing Device

DU Gu, PAN Zhong-xi, RAN Jing

(Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610082, China)

Abstract: A subminiature pulsed magnetizing device used for magnetization of geological samples is developed. It is composed of high frequency switching circuit, high voltage charging circuit, huge current quick make switch circuit ect.. The working principle and structural design of the device are also presented. The device has been successfully applied to magnetization of geological samples and isothermal magnetic remanence measurements. It provides an effective tool for identifying magnetic minerals in rocks.

Key words: magnetization device; subminiature; isothermal magnetic remanence; application

古地磁学是借助于测定岩石、矿物、土壤及水下沉积物等磁性矿物的磁性特征来研究相应地质时期和人类历史时期地球磁场特征及其演变过程的学科^[1]。岩石的磁性特征是古地磁学的基础。岩石、矿物、土壤及水下沉积物等的磁性矿物的磁性特征是除各项化学指标外的极其重要的物理参数。磁性特征分析的重要研究内容之一就是“等温剩磁”, 它在国土资源地质大调查中, 对地层时代划分和对比、地体漂移、地质构造划分、有关金属及非金属矿产找矿、土壤普查、环境评价、污染带划分等等, 都有着非常重要的作用^[2-6], 也是目前世界上重点的研究方

向, 所用基础设备就是脉冲充磁仪。

脉冲充磁仪在国际上主要是英国 Molspin 的产品, 此仪器的峰值磁场强度较低, 稳定性较差, 功耗较大, 重量较重不便携带, 同时价格较昂贵。为此, 本项目组采用高频(40 kHz 以上)开关电源技术等关键电路设计方法, 研制了一种新型的微型脉冲充磁仪, 填补了国内在这方面的空白。

1 仪器的工作原理和结构设计

脉冲充磁仪的工作原理为: 利用大电流进行瞬间放电, 以产生脉冲强磁场, 从而达到对样品充

收稿日期: 2006-08-11; 修订日期: 2006-09-06

基金项目: 国土资源地质大调查项目(200220120011)

作者简介: 杜谷(1967-), 男, 四川成都人, 高级工程师, 主要从事分析测试技术研究。E-mail: dugucs@163.com。

磁的目的。

脉冲充磁仪的设计见图1。总体电路设计由以下4部分构成。

(1) 高频220 V AC~12 V DC、5 V DC开关电源电路。为了提高效率,缩小降、升压器件体积,电路上采用了50 kHz的高频先将市电220 V交流电源变换成直流电源,再将该直流变换成50 kHz、12 V的高频交流电源,通过整流变换得到12 V、5 V直流电源。

(2) 高频12 V AC~2000 V DC电源变换电路、高压充电及大电流快速开关电路。要得到强磁场,需要高压直流给电容器充电,再由电容器对磁场线圈快速放电获得强脉冲磁场。

(3) 峰值磁场设定及数字显示指示电路。通过电容器放电获得脉冲磁场的方式,其磁场强度与电容器充电电压成正比,因此只要对特定的线圈磁场强度和电容器两端电压进行标定后,通过测量电容器两端电压即可对峰值磁场设定及指示。

(4) 相应的检测方法及其电路。用于仪器温度试验、防震试验及抗干扰能力试验。

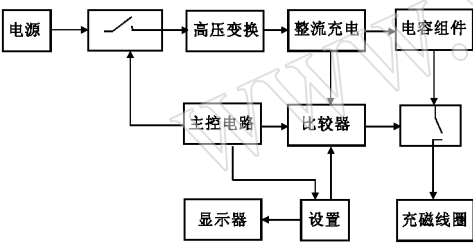


图1 微型脉冲充磁仪设计原理图

Fig.1 The schematic diagram of subminiature pulsed exuberated magnetism device

2 仪器的设计思想

为了最大程度地增大峰值场强度、缩小体积、减轻重量及提高效率,本仪器采用了目前最先进的高频(40 kHz以上)开关电源技术,自行研制降压(220 V AC~12 V、5 V DC)及升压(12 V AC~2000 V DC)电路,与50 Hz变压器相比,重量可减小10倍,效率提高一倍。储能电容采用均压电路及多个高压电容、并联方式组成。快速放电开关采用低阻高压可控硅器件,充电控制也采用可控硅器件,以使体积缩小、可靠性提高。为了获得良好的线性,磁场线圈采用空心螺线管。

3 微型脉冲充磁仪的应用

脉冲充磁仪的主要技术指标均达到了设计要求,即峰值磁感应强度达到2.0 T(20000Gs),功耗低于40 W,重量低于3 kg;样品区磁场均匀度为1%,数字显示峰值磁场强度。另外,仪器温度试验、防震试验及抗干扰能力试验表明不受影响。

应用新研制的微型脉冲充磁仪对地质大调查项目“1:25万聂拉木县幅磁性地层研究专题”样品进行充磁测试^[7],其结果见表1、图2、图3。

表1 磁性地层样品磁性特征数据

Table 1 The magnetism data of magnetic stratum sample

样品 S03				样品 S27			
充磁 (mT)	剩磁 (A/m)	充磁 (mT)	剩磁 (A/m)	充磁 (mT)	剩磁 (A/m)	充磁 (mT)	剩磁 (A/m)
0	0.00675	800	5.39000	0	0.0281	700	12.8
60	2.05000	900	5.43000	60	7.15	800	12.8
120	4.01000	1000	5.42000	120	10.6	900	12.8
180	4.72000	-10	5.22000	180	11.5	1000	12.9
240	5.09000	-20	4.40000	240	12.0	-10	12.5
300	5.14000	-30	3.23000	300	12.2	-20	9.05
400	5.25000	-40	2.36000	400	12.5	-30	5.06
500	5.32000	-50	1.44000	500	12.5	-40	1.47
600	5.36000	-60	0.60000	600	12.7	-50	0.644
700	5.40000	-70	0.24100				

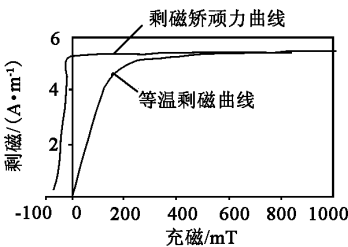


图2 S03样品的等温剩磁和剩磁矫顽力曲线

Fig.2 The curves of isothermal magnetic remanence and renmanence coercive force of S03

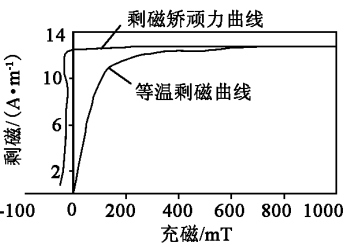


图3 S27样品的等温剩磁和剩磁矫顽力曲线

Fig.3 The curves of isothermal magnetic remanence and renmanence coercive force of S27

从图2和图3可以看出,当外加磁场在0.25 T左右时剩磁达到饱和,且其剩磁矫顽力(H_{cr})也小于100 mT,清楚说明这类样品中以低矫顽力的磁铁矿系列的铁磁性矿物(磁铁矿或针钛磁铁矿)为主要载磁矿物。

对红层砂岩样品,利用自行研制的充磁仪进行等温剩磁测定,其结果如表2和图4、图5。

表2 红层样品04-1磁性特征数据
Table 2 The magnetism data of sandstone sample of red stratum

充磁(mT)	剩磁(A/m)	充磁(mT)	剩磁(A/m)
0	0.00951	-10	0.906
100	0.130	-20	0.869
200	0.239	-40	0.801
300	0.359	-60	0.776
400	0.482	-80	0.699
500	0.603	-100	0.657
600	0.712	-150	0.569
700	0.806	-200	0.454
800	0.886	-250	0.348
900	0.965	-300	0.225
		-400	0.026

从图4的等温剩磁和剩磁矫顽力曲线可以看出,当外加磁场在900 mT时,等温剩磁仍不见丝毫将要达到饱和的趋势,继续快速上升,其剩磁矫顽力(H_{cr})约为400 mT。从图5获得的退磁强度衰减曲线可以看出:样品在680℃出现拐点。

根据样品的衰减曲线和矫顽力曲线,即可判断样品上的磁性矿物为赤铁矿。

4 结语

利用作者新研制的微型脉冲充磁仪能准确测试岩石、矿物样品中的等温剩磁,作为判断岩石样品中磁性矿物成分的一种效果显著的手段,能对判断样品剩磁成分的分离和特征剩磁的选取结果是否正确,起到重要的、客观的作用。

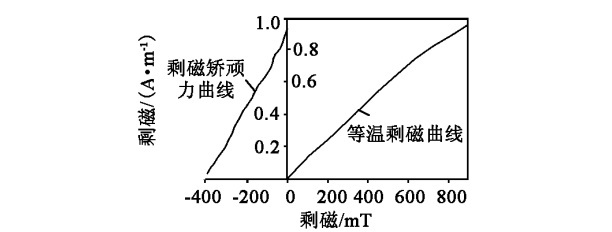


图4 红层样品04-1的等温剩磁和剩磁矫顽力曲线
Fig.4 The curves of isothermal magnetic remanence and renmanence coercive force of red stratum sample

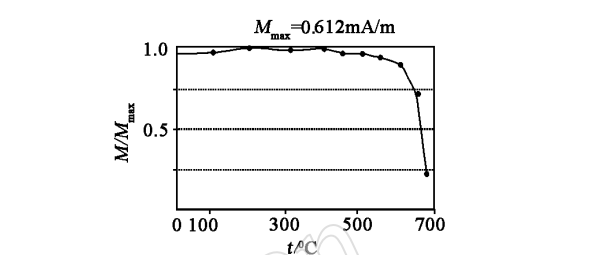


图5 红层样品的退磁强度衰减曲线
Fig.5 The curve of intension attenuation of red stratum sample
M—剩磁; M_{max} —最大剩磁。

5 参考文献

[1] 佚名. 古地磁学讲义[R]. 北京: 中国地质科学院, 1984: 1-3.

[2] 朱岗昆. 古地磁学——基础、原理、方法、成果与应用[M]. 北京: 科学出版社, 2005: 204-239.

[3] 袁学诚. 古地磁学原理及应用[M]. 北京: 地质出版社, 1991: 171-224.

[4] 刘椿. 古地磁学导论[M]. 北京: 科学出版社, 1991: 74-108.

[5] 阎桂林. 岩石磁化率各向异性在地学中的应用[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1996: 58-120.

[6] R. 汤普森, F. 奥尔德费尔德. 环境磁学[M]. 北京: 地质出版社, 1995: 49-54.

[7] 庄忠海, 潘忠习. 1: 25 万聂拉木县幅区域地质调查[R]//喜马拉雅地区磁性地层研究报告(含构造古地磁、岩石磁组构). 2002: 6-40.