

JYC 碳酸盐测定仪的研制与应用

陈政豫 吴迪康 薛国盘 陈登炎

(江汉石油勘探开发研究院)

针对目前碳酸盐分析测定中存在的问题,作者根据气体与压力关系、压力与电信号转换关系等原理,自行设计和研制了JYC碳酸盐测定仪。经试验和鉴定,该仪器具有操作简便、快速灵敏、性能稳定、分析数据可靠等优点。

碳酸盐的分析测定广泛应用于石油、地质、冶金、煤炭、化工、水利、建筑等部门,为各项工程的设计及施工提供重要参数。目前该项参数的分析方法较多,一般有容积法、色谱法、库伦仪法、滴定法和钙镁比法。这些众多的分析方法无论从分析质量还是分析速度都存在一定缺陷。针对这些问题,我们研制了JYC碳酸盐测定仪,该仪器特点是:仪器轻便、结构紧凑、操作简单、数字显示、直观精确,精度高、测速快,并可与打印机联用,从进样到发出资料一次完成,现介绍如下。

一、JYC碳酸盐测定仪设计原理

当试样与盐酸在反应瓶内反应后,产生具有一定压力的二氧化碳,该压力(P)由压力传感器转换为电信号,再根据电信号的大小与碳酸盐含量的转换关系直读该试样的分析数据。

本仪器由微压传感器、数字电压面板表及直流稳压电源三部分组成。

一、微压传感器

传感器由半导体应变片及应变梁组成,应变片粘贴在应变力梁上,并组成惠斯登电桥(图1)。

调节电位器 R_x 使电桥处于平衡状态,即输出为零,当外加一压强传到应变梁时,半导体应变片电阻发生变化,电桥失去平衡,在 ΔV 端便有一个压强成正比的电压输出,其关系式为: $V_0 = KP$

K 为输出灵敏度(mV/mmH_2O), V_0 为输出电压(mV), P 为压力(mmH_2O)。

主要技术指标:非线性误差 $<0.5\%$ (相对满量程),不重复误差 $<0.5\%$ (相对满

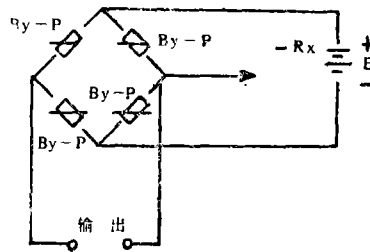


图1 传感器示意图

P_y-P 为半导体应变片 R_x 为调零电位器 E 为供桥电压

量程), 滞后误差 $<0.5\%$ (相对满量程), 温度零飘 $<0.05\%$ 。

2. 数字电压面板表

选用WDE—2000A型数字电压面板表。该表采用大规模集成电路构造, A/D转换采用双积分式, 抗干扰性能良好, 具备自动调零电路、自动极性转换和显示过载溢出指示。具有与多种传感器直接配套的比例量程调节功能和数据保持功能, 有与微电机、智能打印机配套的动态BCD代码输出及0.5红色半导体发光数码管显示, 很适合碳酸盐测定的低速采集系统。

主要技术指标: 精度为基本量程的 $0.1\% \pm$ 字, 采样速度为2—10次/秒。

3. 直流稳压电源

本仪器需要两组直流稳压电源。一组固定输出6VDC供微压传感器桥压; 另一组+5VDC供数字面板表电源。据性能及使用情况选用7800系列固定输出三端集成稳压器于外围电路构成两组直流稳压电源。该稳压器具有完善的内部短路电流限制保护、热过载保护以及调整管安全工作区保护, 因而稳压器工作正常, 性能可靠。

二. JYC碳酸盐测定仪的准确度

对该仪器准确度的鉴定, 我们采用系列标准样品进行重复试验。根据一般碎屑岩碳酸盐的含量我们配制了标准碳酸钙4.95、14.85、24.75、34.65、44.55%系列, 重复四次进行测定(表1)。

表1 JYC碳酸盐测定仪精度与准确度试验表

标准CaCO ₃ 含量 (x)	4.95	14.85	24.75	34.65	44.55
第一次实测含量 (x ₁)	4.83	14.84	24.36	35.14	43.26
第二次实测含量 (x ₂)	4.90	14.69	24.75	34.14	44.74
第三次实测含量 (x ₃)	4.76	14.82	24.73	34.52	43.99
第四次实测含量 (x ₄)	4.77	14.52	24.22	34.18	44.16
$\bar{X} = \sum x_i / n$ i=1	4.82	14.72	24.52	34.50	44.04
精确度(%)	97.37	99.12	99.02	99.56	98.86
相对误差(%)	±1.45	±1.09	±1.08	±1.45	±1.68

从以上各次测定结果, 精确度分别为97.37、99.12、99.02、99.56、98.86%, 相对误差分别为±1.45、±1.09、±1.08、±1.45、±1.68%。

另外, 从十九块样品两次测定结果看, 误差 <0.3 的有15块, 占测定品样的78.9%, <0.5 的有17块, 占89.5%, >0.5 的有2块, 占10.5%, 均在该项误差允许范围以内(图2)。

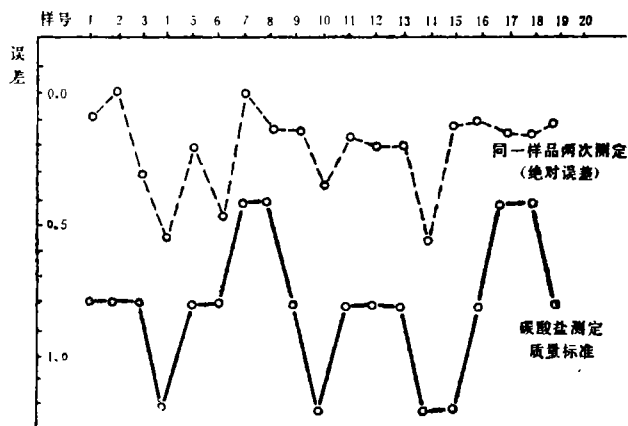


图2 JYC测定仪对同一样品两次测定对比

三、JYC碳酸盐测定仪的对比试验

1. 不同状况下的稳定性试验

为了验证在分析过程中仪器的稳定性与仪器的工作状况的关系。我们以五个相同重量的标准碳酸钙在不同时间内进行测定。

表2 JYC仪的稳定性与工作状况的关系

室 温 $^{\circ}\text{C}$	16.5	16.5	16.5	17.0	17.0
时间 (小时)	1.00	1.30	2.00	2.30	3.00
压力变化 (毫米水柱)	300.5	300.2	304.0	304.5	300.9
常数变化	0.00165	0.00165	0.00163	0.00163	0.00165
碳酸盐含量 (%)	5.0	5.0	4.9	4.9	5.0
误 差	0.1 (该处计算碳酸盐含量是以30毫米水柱为P)				

从1—3小时，室温在 16.5°C — 17°C 之间变化，同一样品所测压力值的变化为300.2—304.5，相差4.3毫米水柱，常数变化为0.00165—0.00163，相差0.00002，影响碳酸盐含量0.1。在实际测定样品时从头至尾最长不超过一个半小时，此期间内要达到室温无明显变化是比较容易作到。如果室内设有温度调节器，则试验效果更为理想。

2. 与苏联容积法对比

苏联容积法测定碳酸盐含量在玉门油田开采初期就开始使用，后来成为石油企业常用的分析方法。

我们对(王X井)34块样品分别采用JYC仪与容积法进行平行样分析，其中有82.4%的样品均在该项质量标准范围以内(表3)，另外，中原油田和长庆油田也作了对比试验(表4、5)，说明JYC碳酸盐测定仪测定的数据具有继承性和可比性。

表3 JYC仪与容积法的对比试验

样品编号	容积法 CaCO ₃ (%)	JYC仪 CaCO ₃ (%)	绝对 误差	样品编号	容积法 CaCO ₃ (%)	JYC仪 CaCO ₃ (%)	绝对 误差	样品编号	容积法 CaCO ₃ (%)	JYC仪 CaCO ₃ (%)	绝对 误差
1	4.2	5.3	1.1	13	8.3	7.8	0.5	25	9.3	7.5	1.8
2	8.5	9.5	1.0	14	8.0	7.5	0.5	26	8.8	8.7	0.1
3	5.1	4.8	0.3	15	7.6	7.3	0.3	27	9.9	10.6	0.7
4	6.9	6.9	0	16	9.0	9.8	0.8	28	9.6	9.8	0.2
5	11.8	12.0	0.2	17	10.2	10.6	0.4	29	9.9	9.4	0.5
6	12.5	12.5	0	18	9.2	9.3	0.1	30	9.4	9.5	0.1
7	7.8	7.8	0	19	9.2	8.9	0.3	31	11.6	10.1	2.1
8	7.4	8.2	0.8	20	11.9	12.4	0.5	32	10.8	10.1	0.7
9	7.4	7.8	0.4	21	9.3	9.2	0.1	33	9.3	7.3	2.0
10	7.4	6.8	0.6	22	9.0	9.4	0.4	34	10.9	10.8	0.1
11	7.4	8.0	0.6	23	9.7	9.9	0.2				
12	6.9	8.0	1.1	24	9.0	8.3	0.7				

表4 中原油田用JYC仪与容积法实测对比

样品号	239	240	241	242	243	244	245	246	247
JYC仪 CaCO ₃ (%)	8.8	6.7	8.0	8.2	8.0	9.7	13.5	8.3	8.7
容积法 CaCO ₃ (%)	9.6	7.0	8.2	8.2	7.4	8.7	13.6	7.4	8.0
绝对误差	0.8	0.3	0.2	0	0.6	1.0	0.1	0.9	0.7

表5 长庆油田用JYC仪与容积法实测对比

样品号	1	2	3	5	7	8	9	14	15	16
JYC仪 CaCO ₃ (%)	12.0	15.6	16.3	10.0	4.0	5.2	4.7	33.0	24.2	15.6
容积法 CaCO ₃ (%)	10.8	15.5	16.4	9.7	3.0	5.0	4.0	35.0	25.0	15.0
绝对误差	1.2	0.1	0.1	0.3	1.0	0.2	0.70	2.0	0.8	0.6

表6 石油部科技司鉴定JYC仪时现场测试

样品编号	1	2	3	4	5	6	7	8
标准CaCO ₃ 理论计算(%)	8.2	14.1	19.2	21.2	10.2	13.3	26.3	28.3
JYC仪实测 CaCO ₃ (%)	8.4	14.5	18.8	20.7	10.0	13.7	25.6	28.2
绝对误差	0.2	0.4	0.4	0.5	0.2	0.4	0.7	0.1

特别是1986年11月部级鉴定会上由大庆、四川等代表配制不同比例的标准碳酸钙用JYC仪测定, 所得结果与理论计算值之差均在本企业质量标准范围以内。

(收稿日期:1988年5月6日)

DEVELOPMENT AND APPLICATION OF JYC CARBONATE ANALYZER

Chen Zhengyu Wu Dikang Xue Guopan Chen Dennyuan

(Jiangnan Research Institute of Petroleum Exploration and Development)

Abstract

In the light of problems existed in carbonate analysis and measurements, JYC carbonate Analyzer is designed and developed, based on the principles of the relationships between gas and pressure, pressure and electric signal conversion. The tests and determinations have proved its advantages with simplified operations, high speed and sensitivity, stable performance, and reliable results for the further analysis.