

熔岩流单元测井响应模式

董冬

(胜利油田地质科学研究所, 山东东营)

该文据淮北凹陷实际勘探资料, 以研究熔岩流地质相模式为基础, 建立与其相对应的测井相模式, 找出各种熔岩流地质相与测井响应特征之间的规律性关系, 并据 Δt (声波时差)及 ρ (密度)与熔岩原生气孔含量(A)的统计对应关系, 提出了求熔岩气孔含量的关系式, 从而可应用测井资料, 有效地来识别和划分井下熔岩储层的各岩相段, 并能定性解释其储集物性和作出有利储集层段的预测与评价。

随着油气的进一步勘探, 越来越多的火成岩油气藏被发现, 其中熔岩是一种重要贮层。研究熔岩储层测井响应规律, 进而建立测井响应模式, 以直接应用测井资料进行贮层评价, 是油区火成岩贮层研究领域的一个新课题。至今, 世界范围内只是在日本作了一定工作(参见1984年第1期日本《石油技术协会志》)。本文是作者在淮北凹陷的研究成果。

地质基础

——熔岩流单元地质相模式

地质相模式研究是测井相模式建立的基础。

大套熔岩地层是由若干个代表不同期溢出的熔岩流单元在空间相互叠置而成的。显然, 研究这些分子——熔岩流单元, 是熔岩地层研究的关键。

作者在对包含了32个熔岩流单元的熔岩地层岩芯资料系统观察、研究基础上, 建立了陆上熔岩流单元剖面结构相模式。为了便于与测井响应及物性对比研究, 模式图一侧由气孔发育量曲线构成(图1)。

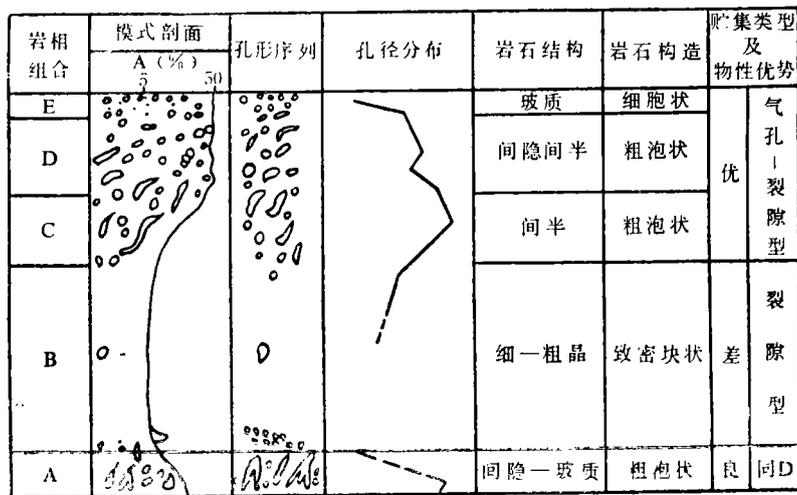


图1 陆上中基性熔岩流单元相模式

通常，陆上熔岩流单元剖面上由 A、B、C、D、E 五种岩相按固定序列组合而成。这些岩相间的宏观区别主要在于气孔量的多少及孔形特征。A 岩相为单元底部 富气孔带，一般气孔量 10—30%，其上 B 岩相则构成单元中、下部的致密岩相段，单元顶部的气孔发育段是 D、E 岩相构成，气孔量可达 50%，它们与 B 致密岩相间以 C 岩相过渡。这种固定特征是由熔岩流单元冷凝、固结机理决定的。

贫挥发份熔岩溢出形成的熔岩流单元其模式性不显（但存在），遭受风化的熔岩流单元顶部存在风化滞积相 F（多红层），具正常沉积岩测井响应；由于剥蚀，单元顶部岩相会缺失；对某些较薄（小于 1m）的单元，岩相细分就较困难。

岩 相 的 测 井 响 应

熔岩流单元地质相模式的建立是其测井相模式建立的格架，各种岩相的测井响应特征则是完成由地质相模式到测井相模式的基础。

通常，测井曲线系列由 GR（自然伽玛）、SP（自然电位）、CAL（井径）、RT（深侧向电阻率）、 R_x （浅侧向电阻率）、AC（声波）、DEN（密度）和 CNL（补偿中子）等曲线组成。研究表明，AC、DEN、RT、 R_x 、CNL 测井对 A、B、C、D、E 岩相识别是有效的。

影响测井响应的因素很多，但在成分一定，即各岩相间各种测井骨格值相同的情况下（同一单元 A—E 岩相认为成分相同），上述各种测井响应主要取决于气孔含量（次要因素是裂隙、蚀变溶蚀等）。

据此，建立了 Δt （声波时差）和 ρ （密度）参数与岩相的关系，这主要是通过研究 Δt 、 ρ 与气孔含量（A）的对应关系实现的。统计得出的安山玄武熔岩的上述关系是：

$$140 + 0.9A \leq \Delta t \leq 275 + 0.9A$$

$$2.07 - 0.006A \leq \rho \leq 2.47 - 0.006A$$

上述关系分别对应于图 2 和图 3。关系表明，气孔含量与熔岩的 Δt 、 ρ 特性呈趋势性正、反比关系。当从测井曲线上取下 Δt 、 ρ 代入上式，就可得出气孔含量 A，从而识别出对应岩相。

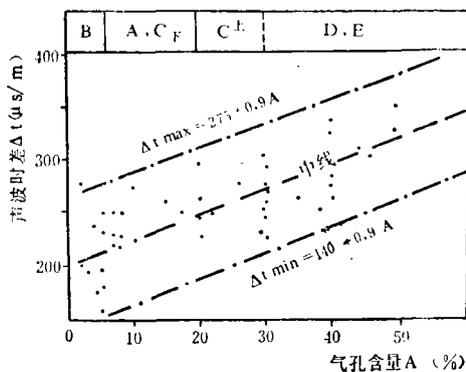


图 2 气孔熔岩 Δt -A 关系

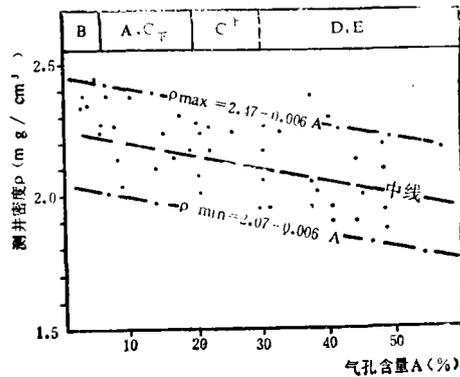


图 3 气孔熔岩 ρ -A 关系

电阻率 R 与气孔含量的关系大致呈指数下降。未对其它参数与气孔含量的关系进行统计，但它们之间都表现了密切的对应关系（图4）。

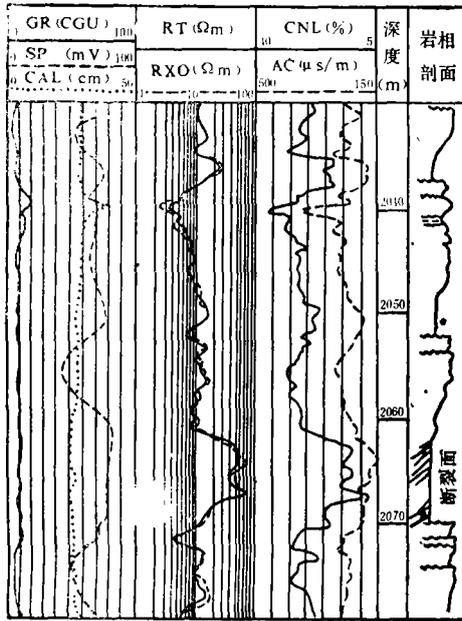


图4 岩相的其它各种测井响应

存在的问题是，由于D与E，A与C(下)之间气孔量往往较为相近，利用上述关系不能进一步识别，不过这是次要的，关键是求得了原生气孔量这一物性因素。

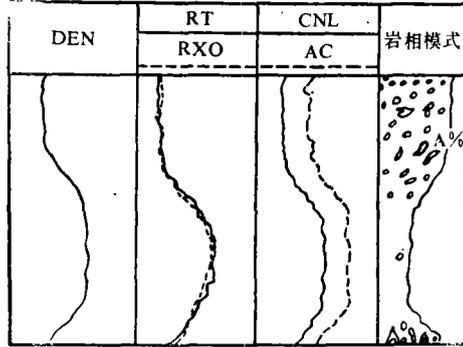


图5 熔岩流单元测井响应理想模式

熔岩流单元测井响应模式

综合上述熔岩流单元岩相组合及岩相测井响应研究，我们会认识到熔岩流单元测井相模式与其地质相模式呈直观影像关系（图5）。虽然这种影像关系并不完全，会受其它因素的干扰而畸变，但这种旋回（韵律）性是不变的，它使人们能在各种测井曲线上（尤其 AC，DEN）较容易地辨认出各个熔岩流单元，找到用测井资料进行熔岩地层分析的入门和基本方法。而且，由于作者还论证了作为富气孔熔岩主要贮集空间的原生气孔含量与实测物性的趋势正比关系^①（图6），因而熔岩测井响应也能定性地反应熔岩物性。

应 用

以地质相模式研究为基础的熔岩流单元测井响应模式的建立，使熔岩地层测井资料解释规范化，可应用它方便地解决下列问题：

1. 大套熔岩地层中单元识别，同时得到溢流期数。
2. 熔岩地层岩相识别与划分。
3. 熔岩地层储集物性定性解释及有利储层预测。

应用时应注意：

①董冬，1987，隹北凹陷孔二期火山岩石油地质特征及油气远景评价（内部研究报告）。

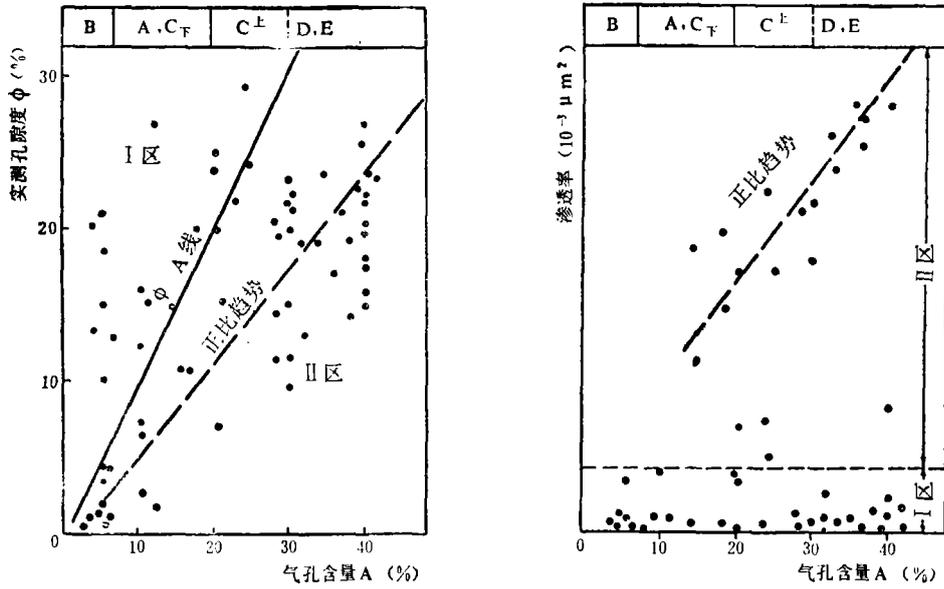


图 6 淮北凹陷富气孔熔岩原生气孔含量与实测物性的关系统计

1. 本模式由于以研究淮北陆上中基性富气岩浆冷凝单元为基础，在用于其它类熔岩（如贫气岩浆冷凝单元）时可能会受到限制。
2. 薄单元（小于0.5—1m）由于岩相分异差而只显示为一指状测井单元。
3. 由于本模式只考虑了主因素，而影响测井响应的次要因素还很多，导致测井曲线局部畸变，因此在应用该模式对实际测井资料进行解释时，应以地质分析为指导。

地质相模式的建立，得到翁世劫先生指导，深表谢意。

（收稿日期：1988年8月1日）

LOGGING RESPONSE MODEL FOR LAVA FLOW UNIT

Dong Dong

(Institute of Geoscience, Shengli Oil Field)

Abstract

In order to establish corresponding logging facies model, the regular correlations between geofacies of various lava flows and logging response characteristics were defined with the basis of the study of the geofacies model of lava flows and the practical logging exploration data from Weibei depression (in Shandong province). Furthermore, the correlative statistical relations of Δt (acoustic time) and ρ (density) with primary porosity of lava were obtained, and an expression of achieving the pore contents of lava was proposed. Thus, logging data can be applied to identify and divide the lithofacies members of downhole lava reservoirs and to make qualitative interpretation of their physical properties, and to predict and evaluate favourable reservoirs.