ICS 75.180.99
E 10
备案号：6968—2000

SY

中华人民共和国石油天然气行业标准

SY/T 5388—2000

碳酸盐岩储层的划分方法

The dividing method for carbonate reservoir

2000－03－31 发布　　2000－10－01 实施

国家石油和化学工业局　　发 布

目　次

前言 …… Ⅳ
1　范围 …… 1
2　参数符号、代号 …… 1
3　建立储层划分标准 …… 2
4　单井储层划分步骤 …… 4
附录 A(标准的附录)　碳酸盐岩储层划分图件 …… 6
附录 B(标准的附录)　碳酸盐岩储层划分数据表 …… 13

前　言

SY/T 5388—91《碳酸盐岩储层的划分方法》于1991年7月19日由中华人民共和国能源部作为行业标准正式发布，于1991年12月1日起在全国实施。从8年多的实施情况来看，该标准对碳酸盐岩油藏储层的划分起到了一定的规范作用，同时，也发现了部分存在的问题。随着科学技术的飞速发展，一些新技术、新方法不断应用于油田勘探开发之中，为了使本标准更具科学性、实用性，进一步提高储层划分的精度，使其在油田勘探开发中发挥更大的作用，有必要对原标准进行修订。

在修订中，首先对国内碳酸盐岩油藏储层的划分方法、对SY/T 5388—91的实施效果及存在的问题进行了技术调研，收集了应用测井新技术划分碳酸盐岩储层的有关资料，征求了国内有关专家的意见，重新研究了原标准的内容，在此基础上，按GB/T 1.1—1993对原标准进行了修订。

在本次修订中，增加了参数符号、储层级别的定义及划分，去掉了三角形交会图，增加了深侧向电阻率与自然伽马、深侧向电阻率与中子伽马、中子伽马与自然伽马交会图及特殊层点的处理，增添了依据超声成像等新方法测井资料判别储层与非储层等内容。

本标准从实施之日起，同时代替SY/T 5388—91。

本标准由中国石油天然气集团公司提出。

本标准由油气田开发专业标准化委员会归口。

本标准起草单位：华北石油管理局勘探开发研究院。

本标准主要起草人　张善成　郭水印　陈全军

中华人民共和国石油天然气行业标准

SY/T 5388—2000

碳酸盐岩储层的划分方法

代替 SY/T 5388—91

The dividing method for carbonate reservoir

1 范围

本标准规定了碳酸盐岩油藏建立储层划分标准和单井储层划分的基本方法和要求。

本标准适用于碳酸盐岩油藏储层的划分。

2 参数符号、代号

BHC——井眼补偿声波测井；

CAL——井径测井；

CBIL——超声成像测井；

CNL——双源距补偿中子测井；

DLL——双侧向测井；

FDL——地层密度测井；

FIL——裂缝识别测井；

GR——自然伽马测井；

LDL——岩性密度测井；

LSS——长源距声波测井；

MSFL——微球形聚焦测井；

NG——中子伽马测井；

NGS——自然伽马能谱测井；

STAR－Ⅱ——微电阻率扫描成像测井；

CGR——去铀自然伽马，API；

DT——声波时差，μs/m；

MID——骨架识别；

M——用于确定岩性的参数；

N——用于确定岩性的参数；

Pe——岩性密度测井值（岩性测井代号），有效的光电吸附截面指数；

R_{lld}——深侧向电阻率，Ω·m；

R_{lls}——浅侧向电阻率，Ω·m；

R_{msf}——微球形聚焦电阻率，Ω·m；

SGR——自然伽马总量，API；

V_{sh}——泥质含量，%；

ρ_b——地层密度，g/cm^3；

ϕ_N——中子孔隙度，%；

ϕ_t——总孔隙度，%。

国家石油和化学工业局 2000－03－31 批准　　2000－10－01 实施

3 建立储层划分标准

3.1 储层及非储层的定义

本标准采用下列定义。

3.1.1 储层 reservoir

指缝、洞、孔发育且具有储集能力的碳酸盐岩地层。

3.1.2 非储层 nonreservoir

指缝、洞、孔不发育的致密层。

3.2 储层划分工作流程及电性标准的基本内容

3.2.1 储层划分工作流程见附录 A（标准的附录）图 A1。

3.2.2 储层划分电性标准的基本内容包括：

a）岩性识别图版；

b）孔隙度图版；

c）储层（非高自然伽马储层）划分图版；

d）区分高自然伽马储层（包括风化壳型储层及高含铀型储层）和高自然伽马非储层的方法；

e）反映储层泥质含量上限的测井参数截止值；

f）反映储层孔隙渗流能力下限的测井参数截止值；

g）储层总孔隙度的下限值。

3.3 基础资料要求

3.3.1 录井资料

每口井都要有钻时录井曲线、岩屑录井剖面、气测录井和钻井液录井资料，以及油气显示，放空、漏失、井涌的程度和准确深度。

3.3.2 岩心资料

a）完整的目的层段的岩心剖面；

b）系统描述岩性、裂缝发育状况、储层类型和含油级别等内容的岩心描述资料；

c）取样：每米取 5 块以上的岩样；

d）岩心分析：包括岩性、物性、孔隙结构等内容；

e）岩心归位图。

3.3.3 测井资料

a）根据目的层地质特征优化测井系列；

b）标准化测井资料。

3.3.4 试油试井资料

a）工区内至少有 3 口井 15 层具有代表性的单层试油资料；

b）各类储层、非储层及两者之间的界限层都要有单层试油资料；

c）选择有代表性的试井资料。

3.4 确定储层和非储层类型及测井曲线特征

3.4.1 储层及非储层类型的确定

a）根据岩心描述及岩心分析资料，确定储层及非储层类型；

b）根据录井资料中钻具放空、钻井液漏失及井涌情况，识别大缝、大洞型储层；

c）根据试油资料中的产液量，结合测井资料，确定储层类型；

d）根据成像测井资料确定储层类型。

3.4.2 各类储层、非储层测井曲线特征

归纳总结出工区内各类储层和非储层的测井曲线形态特征，并编制出其测井曲线特征一览表［见

附录B（标准的附录）表B1]。

3.5 储层级别及其岩性、物性标准的确定

3.5.1 储层级别的确定

a）Ⅰ类储层：指缝、洞、孔发育的高产储层；

b）Ⅱ类储层：指缝、洞、孔欠发育的中低产储层。

3.5.2 储层岩性、物性标准的确定

a）编制岩性与含油性关系图［见附录A（标准的附录）图A2]、物性与含油性关系图［见附录A（标准的附录）图A3]、孔隙均值与含油性关系图［见附录A（标准的附录）图A4]、孔隙度与孔隙均值关系图［见附图A（标准的附录）图A5］等；

b）根据储层中储油或储气的不同，确定出Ⅰ，Ⅱ类储层和非储层的岩性、物性标准［见附录A（标准的附录）图A6]。

3.6 储层划分测井标准的建立

3.6.1 编制岩心分析参数与测井参数数据表

根据岩心分析、岩心描述资料和岩心归位图，对照测井资料，选取厚度大于1.0m、岩性比较稳定、测井曲线易于读值的层段，编制岩心分析参数与测井参数数据表［见附录B（标准的附录）表B2]。岩石成分百分含量取层内分析样品的平均值。

3.6.2 编制储层、非储层测井参数数据表

根据单层试油、钻井取心、综合录井等项基础资料之一证实的储层或非储层，读取相应层段的测井参数，编制储层、非储层测井参数数据表［见附录B（标准的附录）表B3]。

3.6.3 校正测井参数

对读取的测井参数应采用与测井仪器相应的解释图版进行各种必要的校正，并把所有井的测井参数校正到最常用的某一井径条件下的数值，填于附录B（标准的附录）表B2、表B3。

3.6.4 选用或编制各种关系图版

3.6.4.1 岩性识别图版

在具备LDL，CNL，FDL，BHC等项测井资料的条件下，可选用 $\rho_b - Pe$、$M - N$、MID、$\rho_b - \phi_N$ 等多种岩性识别图版，逐层确定岩石成分及其百分含量。通过编制关系图或直接对附录B（标准的附录）表B2中数据的分析，筛选出与岩心分析的主要岩石成分和百分含量最接近的岩性识别图版。在不具备上述各项测井资料的条件下，可根据岩心和录井资料，结合测井资料总结规律，确定出适合本区域地质特征的判别主要岩性的方法。

3.6.4.2 孔隙度图版

在具备CNL，FDL，BHC，NG等多种测井资料的条件下，可分别选用各种孔隙度图版求出各层的总孔隙度。然后，与岩心分析孔隙度对比，选出适合本区的孔隙度图版。在仅有NG，BHC两种孔隙度测井资料的条件下，可选用中子伽马孔隙度图版。

3.6.4.3 泥质含量图版

在具备NGS测井资料的条件下，编制CGR－V_{sh}关系图［见附录A（标准的附录）图A7]，作为该区泥质含量图版。在不具备NGS测井资料的条件下，可用岩心分析资料和自然伽马测井资料，编制GR－V_{sh}关系图［见附录A（标准的附录）图A8]，作为该区估算泥质含量的图版。

通过GR－V_{sh}关系图，判断本区有无以沉淀型为主的高含铀层；若有，则应归纳其测井曲线特征，作为特殊层处理。

3.6.4.4 编制储层划分测井参数关系图

a）根据附录B（标准的附录）表B3中校正后的储层测井参数及解释成果分别编制 R_{lld}，CGR，SGR或GR，ϕ_t，V_{sh}等参数的频率直方图［见附录A（标准的附录）图A9]；

b）根据附录B（标准的附录）表B3中非测井资料得出的储层划分结论和校正后测井参数及解释

成果，分别编制 R_{lld}－CGR，R_{lld}－ϕ_t，ϕ_t－CGR 等各种交会图；

c）在不具备 NGS 测井资料、且只有 NG 一种孔隙度测井资料的条件下，可根据附录 B（标准的附录）表 B3 中非测井资料得出的储层划分结论和校正后的测井参数，分别编制 R_{lld}－GR，R_{lld}－NG，GR－NG 等各种交会图［见附录 A（标准的附录）图 A10、图 A11、图 A12］。

3.6.5 储层划分测井参数标准的确定

3.6.5.1 储层界限的确定

根据每张交会图上Ⅰ，Ⅱ类储层（不含高自然伽马储层）及非储层的分布规律，参考储层单项参数频率直方图上的主要分布范围，在每张交会图上划出Ⅰ，Ⅱ类储层及非储层之间的界限。若交会图上储层与非储层界限不清楚，受层位影响很大，应按层位定标准。

3.6.5.2 交会图符合率的统计

a）Ⅰ，Ⅱ类储层符合率为各自范围内本级储层层数与总层数的百分比；

b）非储层符合率为非储层范围内非储层层数与非储层范围内总层数的百分比；

c）图版符合率为符合界限标准的储层和非储层的层数之和与图版上总层数的百分比。

3.6.5.3 储层划分图版的确定

根据 3.2 中规定的内容，选出本区划分储层与非储层符合率在 80％以上、划分Ⅰ类储层与Ⅱ类储层符合率在 70％以上的交会图，作为本区储层划分图版。

3.6.5.4 储层划分测井参数标准的确定

达到 3.2.2 中规定的内容要求，则将这些关系图确定的储层各项测井参数的截止值作为本区储层划分测井参数标准［见附录 B（标准的附录）表 B4］。

在具备 CBIL，STAR－Ⅱ，LSS 及 FIL 等专项测井资料的条件下，结合非测井资料得出的储层划分结论，对各级储层的裂缝发育程度作出定性和定量的评价，作为碳酸盐岩储层划分的一项重要指标。

4 单井储层划分步骤

4.1 收集基础资料

收集本井和邻井的测井、录井、试油等资料。

4.2 分层

4.2.1 分层主要选用 DLL，MSFL，NGS 或 GR，CNL 或 NG 等测井曲线。

4.2.2 分层原则是：层内岩性、含泥量、总孔隙度及孔隙渗流能力应基本相同，即在 CAL 变化不大的条件下，Pe，CGR 或 GR，ϕ_N 或 NG，R_{lld}等各条测井曲线在层内不应有很大的起伏。

4.3 读取、校正测井参数

测井参数应读取层内平均值，校正方法按 3.6.3 的规定执行。

4.4 识别岩性、计算孔隙度和泥质含量

4.4.1 应用本区储层划分标准中的岩性识别图版，参考本井岩屑录井资料，识别本井各层的主要岩性，并求出其百分含量。

4.4.2 应用本区储层划分标准中的孔隙度图版和泥质含量图版，计算本井各层的总孔隙度和泥质含量。

4.5 评价裂缝发育程度

其方法按 3.6.5.4 的规定执行。

4.6 确定储层类型

根据本区储层划分标准中各类储层的测井曲线特征，确定各储层段的储层类型。

4.7 划分储层级别及非储层

根据本区各类储层划分测井参数标准和本井各层校正后的测井参数，参考本井的录井、取心及邻

井的试油、测井、录井等项基础资料，划分出本井的Ⅰ，Ⅱ类储层及非储层。

4.8 编制单井储层数据表

单井储层数据表内容见附录B（标准的附录）表B5，包括：

a）深度和厚度；

b）原始的和校正后的测井参数；

c）由测井资料得出的岩石成分和总孔隙度；

d）储层划分结论。

4.9 编制单井储层厚度及孔隙度统计表

单井储层厚度及孔隙度统计表内容见附录B（标准的附录）表B6，包括：小层、油组、全井的总厚度、Ⅰ，Ⅱ类储层厚度、非储层厚度、厚度加权平均孔隙度及各级储层厚度占总厚度百分比。

附 录 A
（标准的附录）
碳酸盐岩储层划分图件

碳酸盐岩储层划分图件见图 A1 至图 A12。

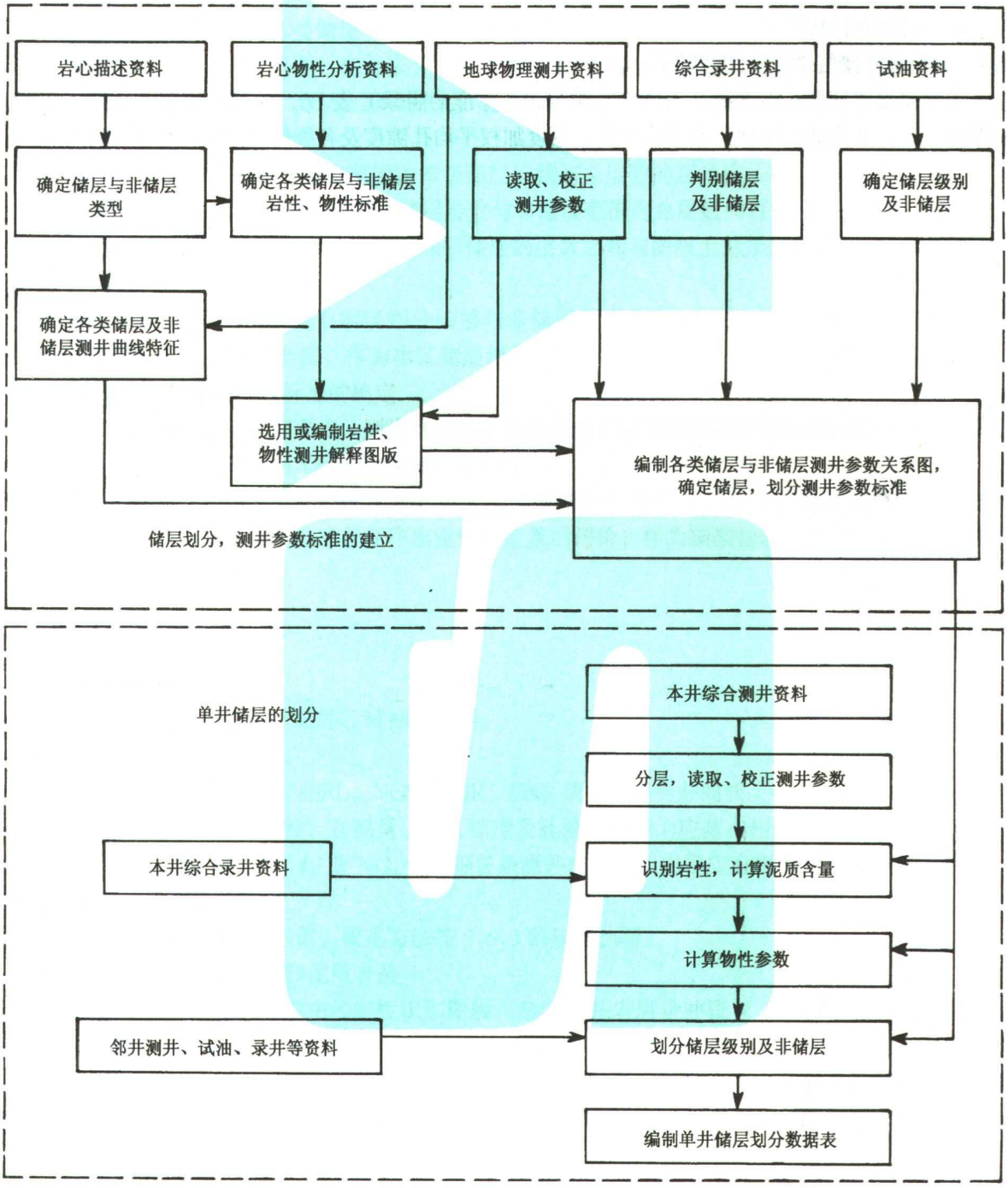


图 A1 碳酸盐岩储层划分流程框图

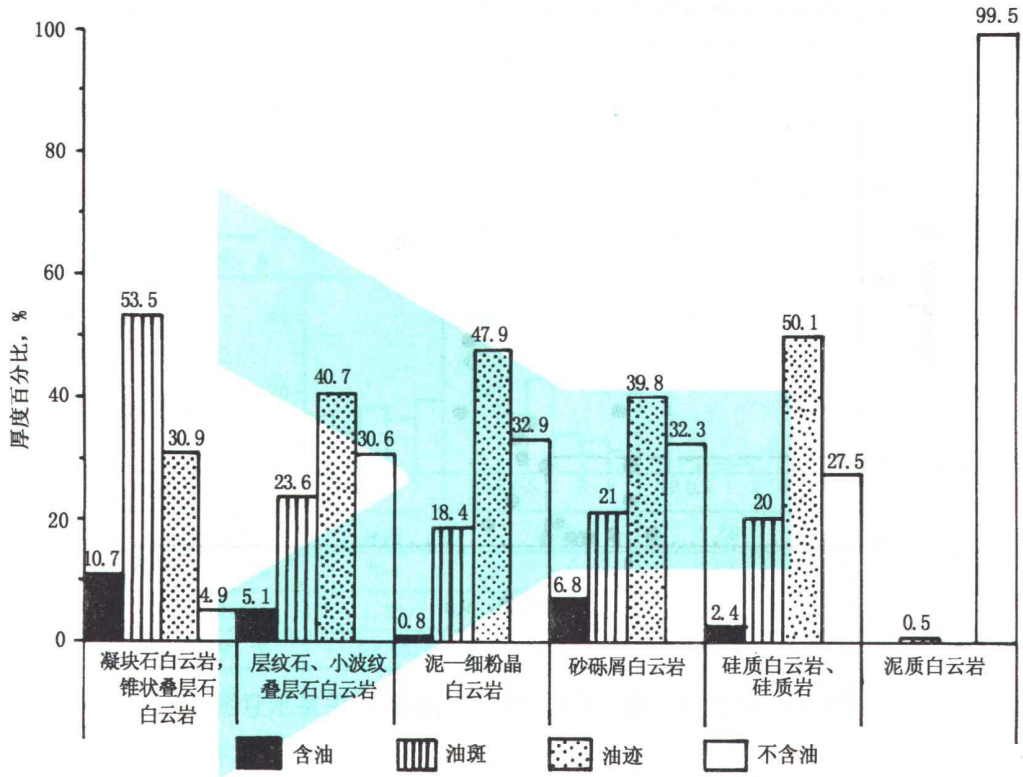


图 A2　碳酸盐岩储层岩性与含油性的关系示意图

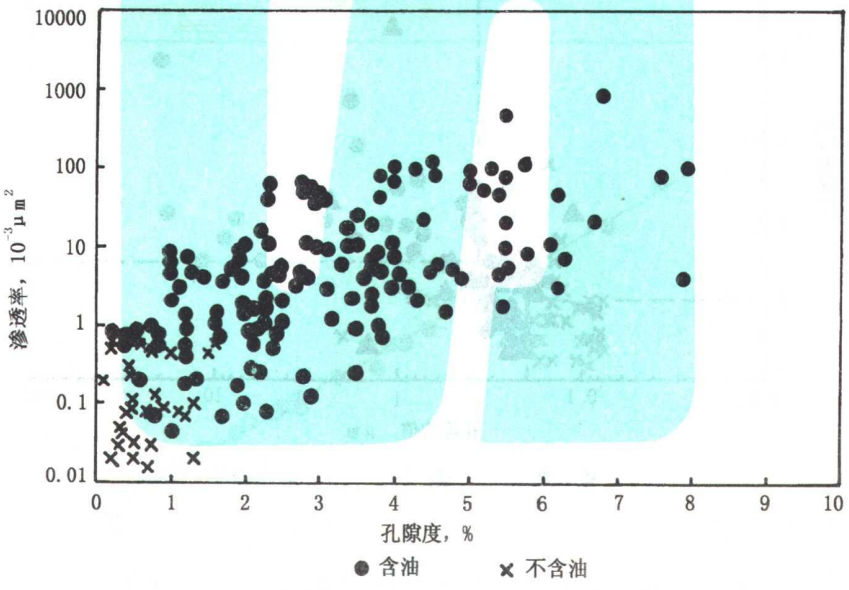


图 A3　碳酸盐岩储层物性与含油性的关系示意图

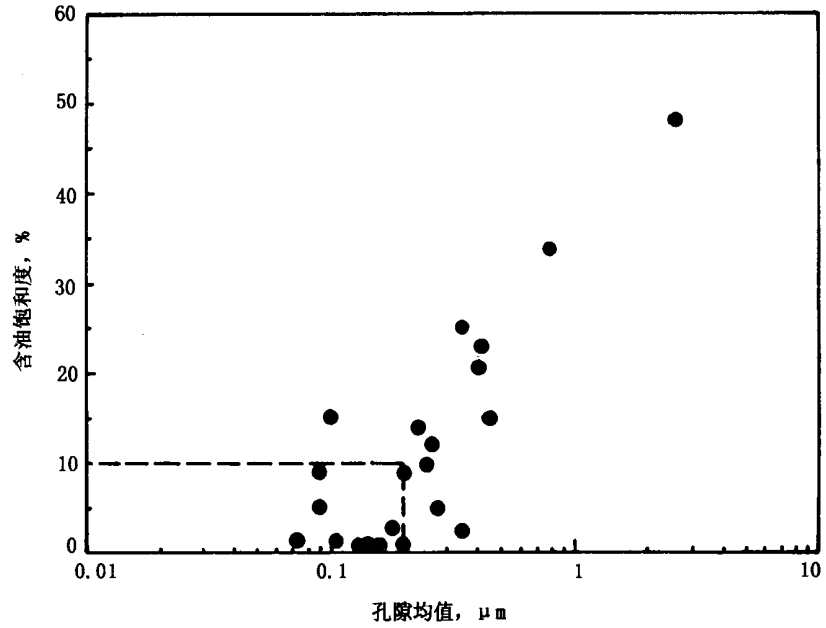


图 A4　碳酸盐岩储层孔隙均值与含油性的关系示意图

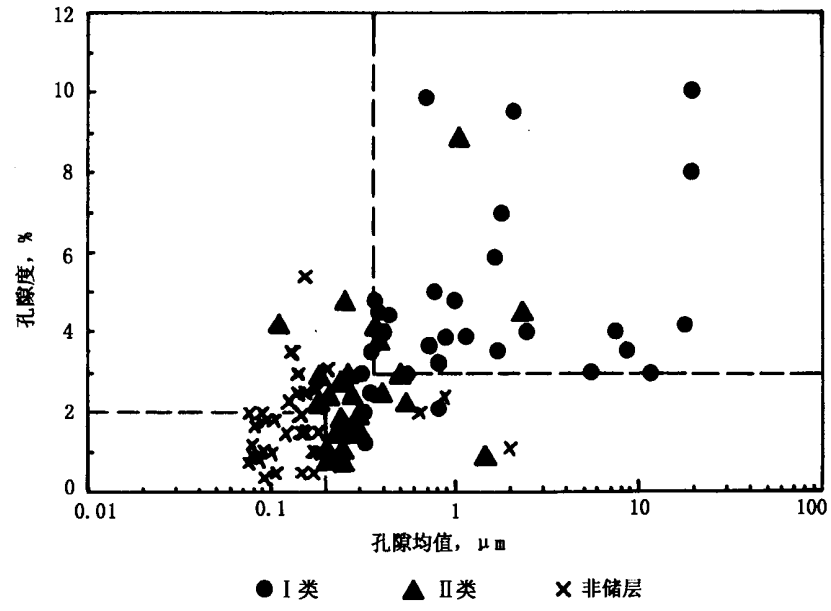


图 A5　碳酸盐岩储层孔隙均值与孔隙度的关系示意图

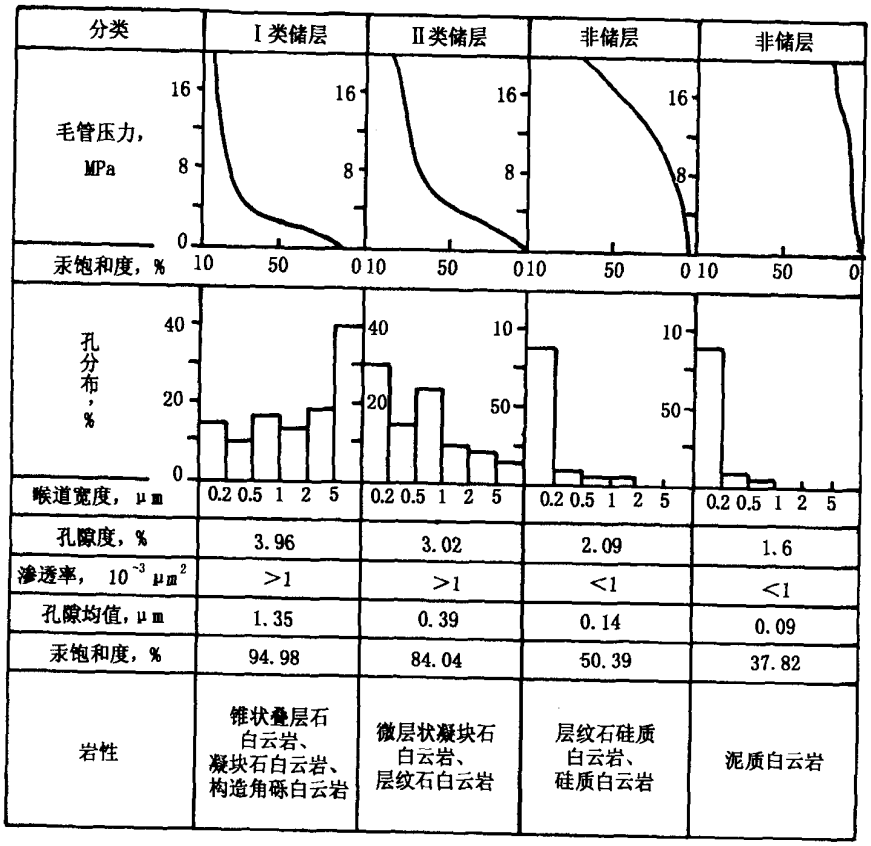


图 A6　碳酸盐岩储层分类示意图

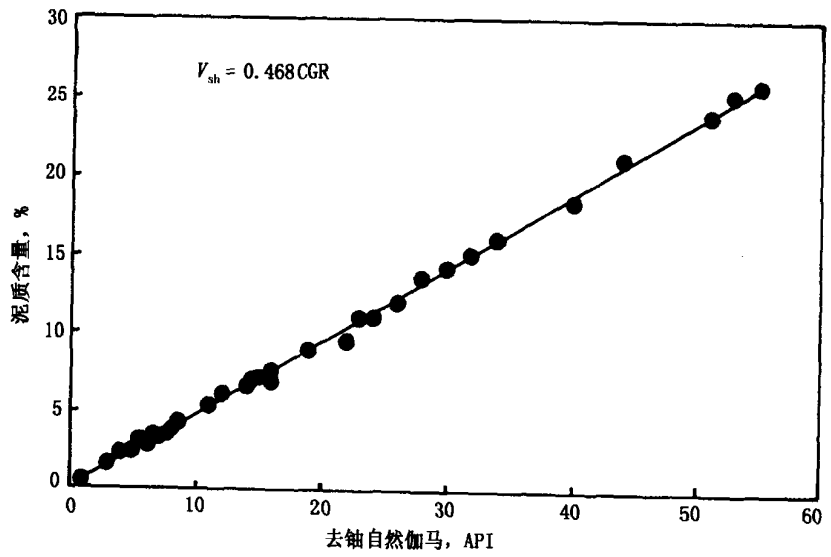


图 A7　碳酸盐岩储层去铀自然伽马与泥质含量的关系示意图

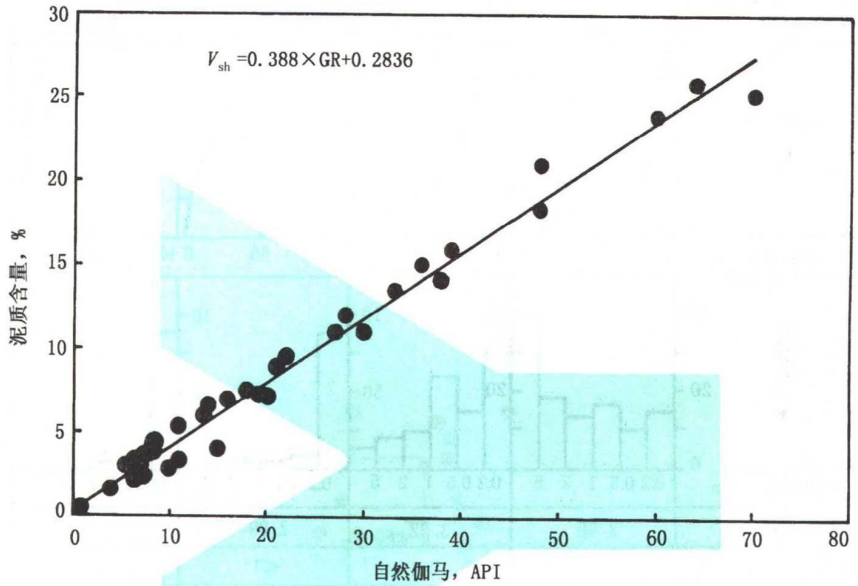


图 A8　碳酸盐岩储层自然伽马与泥质含量的关系示意图

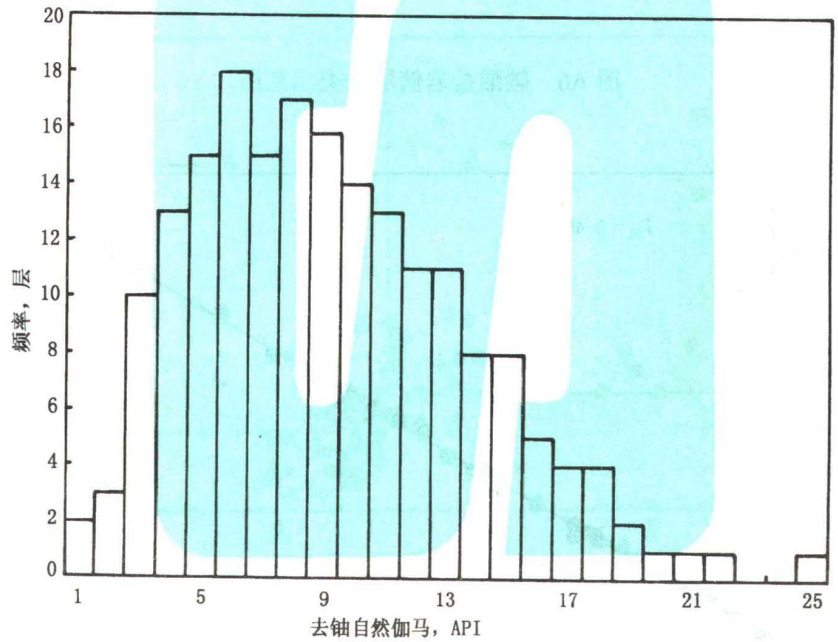


图 A9　碳酸盐岩储层去铀自然伽马频率直方图

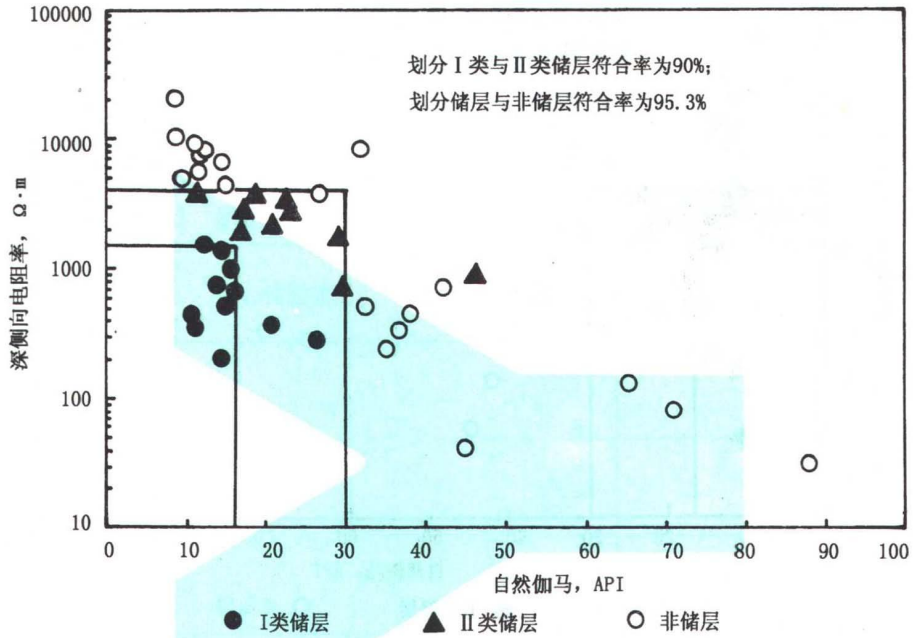


图 A10　碳酸盐岩储层级别与深侧向电阻率及自然伽马的关系示意图

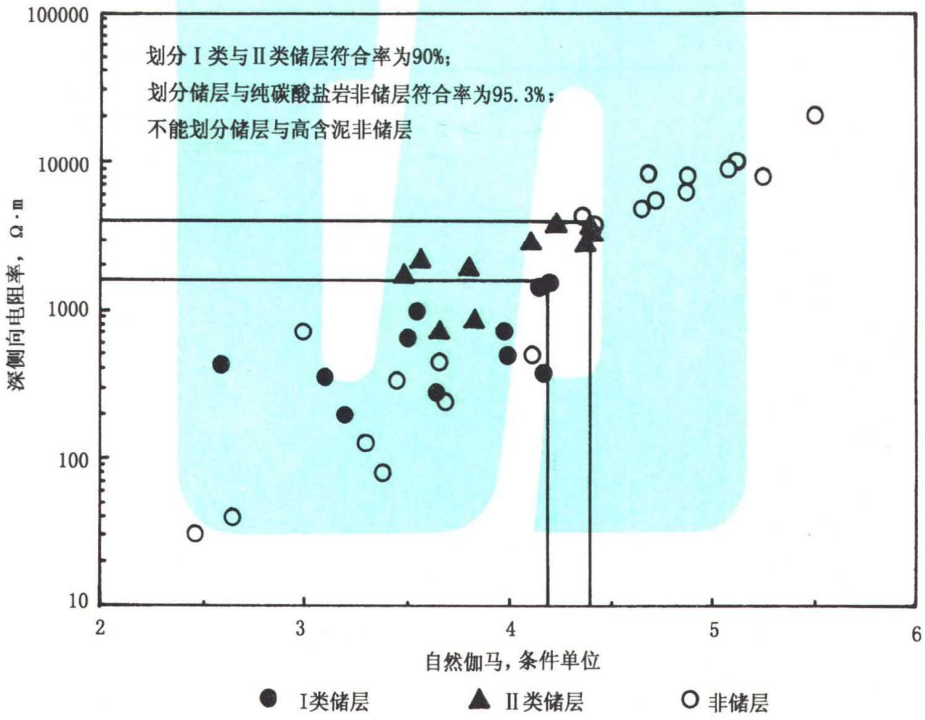


图 A11　碳酸盐岩储层级别与深侧向电阻率及中子伽马的关系示意图

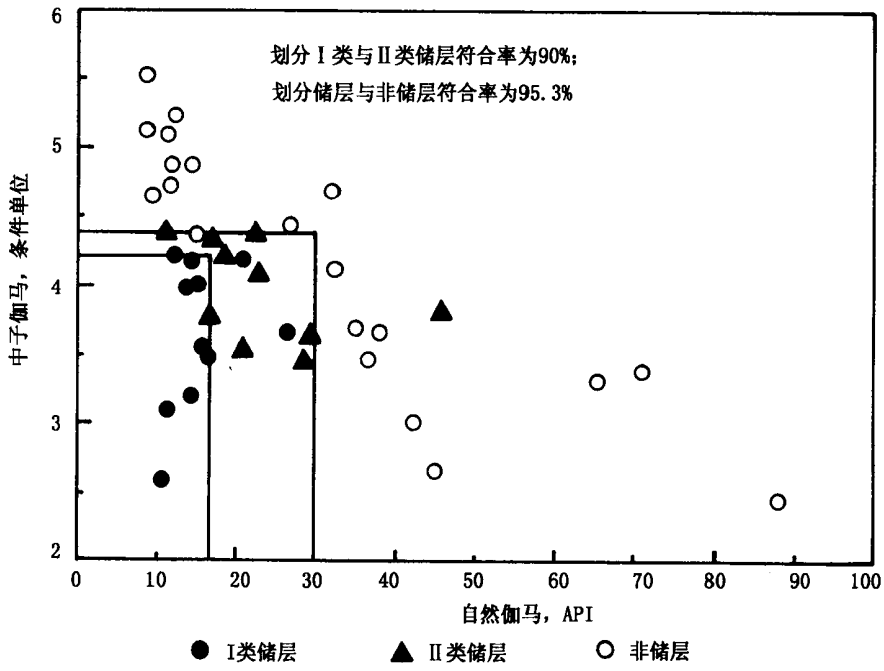


图 A12　碳酸盐岩储层级别与中子伽马及自然伽马的关系示意图

附 录 B
（标准的附录）
碳酸盐岩储层划分数据表

碳酸盐岩储层划分数据表见表 B1 至表 B6。

表 B1 碳酸盐岩储层、非储层类型及测井曲线特征一览表

类 型		岩心描述简况	岩心分析简况	录井简况	测井曲线特征
储层类型					
非储层类型					

表 B2　碳酸盐岩储层岩心分析数据与测井参数数据表

井号	井段 m	岩心分析数据								校正后测井参数								各种方法解释结果							
					岩石成分													M－N法				MID法			
		岩心号	收获率 %	样品块数	石灰岩 %	白云岩 %	泥质 %	其它 %	孔隙度 %	R_{lld} Ω·m	R_{lls} Ω·m	R_{msf} Ω·m	ϕ_N %	ρ_b g/cm^3	DT μs/m	GR API	CAL cm	石灰岩 %	白云岩 %	泥质 %	孔隙度 %	石灰岩 %	白云岩 %	泥质 %	孔隙度 %

表 B3　碳酸盐岩储层与非储层测井参数数据表

井号	测井基础资料										校正后测井参数									测井解释结果				
	井段 m	试油产液量 m^3/d	钻具放空 m	钻井液漏失量 m^3	井涌高度 m	岩心描述	油气显示	岩心分析		划分结论	取值层段 m	R_{lld} Ω·m	R_{lls} Ω·m	R_{msf} Ω·m	ϕ_N %	ρ_b g/cm^3	DT $\mu s/m$	GR API	CAL cm	石灰岩 %	白云岩 %	泥质 %	其它 %	总孔隙度 %
								孔隙度 %	渗透率 μm^2															

解释人：　　审核人：　　解释日期：

表 B4　碳酸盐岩储层划分测井参数数据表

储层级别	储层类型	GR API	NG 条件单位	R_{lld} Ω·m	DT μs/m	ϕ_N %	CBIL （裂缝条数）	CAL cm
Ⅰ类储层								
Ⅱ类储层								
非储层								

表 B5　单井碳酸盐岩储层数据表

序号	层位	井段 m	厚度 m	GR API	R_{lld} Ω·m	NG 条件单位	DT μs/m	ϕ_N %	CBIL （裂缝条数）	CAL cm	石灰岩 %	白云岩 %	泥质 %	总孔隙度 %	划分结论	备注

解释人：　　审核人：　　解释日期：

表 B6　单井碳酸盐岩储层厚度及孔隙度统计表

油组	小层	井段 m	厚度 m	Ⅰ类储层			Ⅱ类储层			纯碳酸盐岩致密层			高含泥层		备注
				厚度 m	占总厚度 %	总孔隙度 %	厚度 m	占总厚度 %	总孔隙度 %	厚度 m	占总厚度 %	总孔隙度 %	厚度 m	占总厚度 %	
	累计														
	累计														
	累计														
全井累计															

解释人：　　审核人：　　解释日期：