

国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

“十三五”国家重点出版物出版规划项目

碳酸盐岩缝洞型油藏开采机理
及提高采收率基础研究丛书 | 卷四

丛书主编/李 阳

碳酸盐岩缝洞型油藏流动机理

姚 军 吕爱民 王月英 著

FLOW MECHANISM OF PALEOKARST CARBONATE RESERVOIRS

石油石化
学术文库

THE ACADEMIC LIBRARY
OF PETROLEUM AND
PETROCHEMICALS

中国石油大学出版社
CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM PRESS



“十三五”国家重点出版物出版规划项目

碳酸盐岩缝洞型油藏开采机理
及提高采收率基础研究丛书

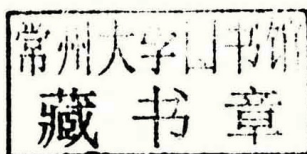
卷四

丛书主编/李 阳

碳酸盐岩缝洞型油藏流动机理

FLOW MECHANISM OF PALEOKARST CARBONATE RESERVOIRS

姚 军 吕爱民 王月英 著



图书在版编目(CIP)数据

碳酸盐岩缝洞型油藏流动机理/姚军,吕爱民,王月英著. —东营:中国石油大学出版社,2017.12
(碳酸盐岩缝洞型油藏开采机理及提高采收率基础研究丛书;卷四)
ISBN 978-7-5636-5884-8

I. ①碳… II. ①姚… ②吕… ③王… III. ①碳酸盐岩油气藏—油田开发—研究 IV. ①TE344

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 303249 号

书 名:碳酸盐岩缝洞型油藏流动机理

作 者:姚 军 吕爱民 王月英

责任编辑:穆丽娜(电话 0532—86981531)

封面设计:悟本设计

出 版 者:中国石油大学出版社

(地址:山东省青岛市黄岛区长江西路 66 号 邮编:266580)

网 址: <http://www.uppbook.com.cn>

电子邮箱: shiyoujiaoyu@126.com

排 版 者:青岛友一广告传媒有限公司

印 刷 者:山东临沂新华印刷物流集团有限责任公司

发 行 者:中国石油大学出版社(电话 0532—86981531,86983437)

开 本:185 mm×260 mm

印 张:16.25

字 数:351 千

版 印 次:2017 年 12 月第 1 版 2017 年 12 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-5636-5884-8

印 数:1—1 500 册

定 价:110.00 元

丛书编委会

主 编：李 阳

编 委：袁向春 窦之林 曲寿利 计秉玉 康志江
王世星 胡向阳 鲁新便 林 涛 刘中春
金 强 姚 军 侯加根 张宏方 薛兆杰
刘学利 郑松青

丛书序一

碳酸盐岩油气在全球油气开采中占有极为重要的地位。碳酸盐岩油气资源量约占全球油气资源总量的 70%。我国广泛发育碳酸盐岩沉积,石油资源量高达 340×10^8 t,已经成为我国油气增储上产的重要接替领域。目前,我国碳酸盐岩油气探明储量的 2/3 分布在塔里木盆地,以缝洞型油藏为主。缝洞型油藏开发难度很大。

李阳院士带领的科技团队,以国家 973 计划项目“碳酸盐岩缝洞型油藏开发基础研究”“碳酸盐岩缝洞型油藏开采机理及提高采收率基础研究”和国家科技重大专项“碳酸盐岩油田开发关键技术”(“十一五”和“十二五”)等为依托,历时十余年,创建了缝洞型油藏开发理论与技术,实现了缝洞型油藏开发的重大突破,为塔河油田的科学高效开发提供了理论依据和技术支撑。

在上述科学研究、技术开发和生产实践所获得的科技成果的基础上,李阳院士领导的团队凝练提升并精心著述完成《碳酸盐岩缝洞型油藏开采机理及提高采收率基础研究丛书》。

该丛书共分 8 卷,分别涉及碳酸盐岩地质、地球物理、油藏建模、流动机理、数值模拟、注水开发、提高采收率、工程工艺方面的最新理论和技术成果,是目前该领域的代表性著作,集中体现了该领域理论研究和技術开发的现状、研究前沿和发展趋势。

该丛书系统阐述了缝洞型储集体形成机制模式、超深层缝洞型碳酸盐岩地球物理识别技术、分级分类岩溶相控建模技术、缝洞物理模拟及流体流动机制、缝洞型油藏数值模拟技术、空间结构井网及多井单元水驱技术、注气提高采收率技术以及储层改造、分段注水、稠油降黏、深抽等工程工艺技术,同时介绍了相关技术在塔河油田的应用情况,为碳酸盐岩缝洞型油藏高效开发提供了范例。

随着国内外海相碳酸盐岩油气勘探的深入发展,越来越多的碳酸盐岩缝洞型油气藏将不断被发现并投入开发。该丛书的出版问世必将大力促进碳酸盐岩缝洞型油气藏勘探开发的科技进步和高效生产。

该丛书可供油气勘探开发特别是碳酸盐岩油气勘探开发的科研人员、院校师生、现场技术人员和管理人员参考。



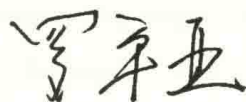
中国科学院院士

丛书序二

塔河油田是我国发现的特大型碳酸盐岩缝洞型油藏,具有超埋深、地质时代老、超高温高压、原油性质复杂等特点,其储集空间主要是大型溶洞和裂缝。针对如此特殊的油藏,国外还没有形成成熟的开发理论和方法。以李阳院士为首席科学家的项目组完成了国家重点基础研究发展计划项目“碳酸盐岩缝洞型油藏开发基础研究”“碳酸盐岩缝洞型油藏开采机理及提高采收率基础研究”,破解了缝洞型油藏开发这一世界级难题,从技术层面实现了油田开发由陆相碎屑岩油藏向海相碳酸盐岩油藏的跨越。在总结 973 计划项目重要成果的基础上,结合塔河油田的开发实践,形成了该丛书。

该丛书共包括 8 卷,既有理论创新,又有实用技术。其中,卷一和卷四分别解决了缝洞型油藏储集体形成机制和流体流动机理两个科学认识问题,阐明了岩溶作用与缝洞系统的成因联系,建立了缝洞系统发育模式,发展了缝洞型介质物理模拟流动实验方法,揭示了缝洞型介质的单相流动、两相流动及介质间流体交换规律,建立了流体流动的复合流动模型。卷二、卷三、卷五、卷六、卷七、卷八阐述了超深层缝洞储集体地球物理形体描述、多尺度非连续缝洞储集体建模、缝洞型油藏数值模拟、注水开发、注气提高采收率以及工程工艺等开发关键技术。上述成果推动了塔河油田的高效开发,填补了缝洞型油藏开发相关领域的空白,为保障国家能源安全、拓展海外资源领域提供了重要技术支撑。

该丛书是一套系统阐述缝洞型油藏开发理论与技术的著作,它对从事专业理论研究的学者具有一定的参考价值,对油田开发工作者的矿场实践具有重要指导意义。希望通过该套丛书的出版能引起更多学者对这一领域的关注,以促进我国碳酸盐岩油田开发技术的进一步发展。



中国工程院院士

丛书前言

陆相碎屑岩储层和海相碳酸盐岩储层是石油两大主要储层类型。中国石油工业起源于陆相碎屑岩油藏,陆相生油理论和注水开发技术在石油工业半个多世纪的快速发展中发挥了重要作用。随着勘探开发的重点由东部向西部和南方转移、由陆相向海相转移,我国西部和南方海相碳酸盐岩储层成为石油工业增储上产的主要领域之一。据国家新一轮油气资源评价,我国海相碳酸盐岩石油地质资源量为 340×10^8 t,主要分布在塔里木和华北地区的叠合盆地,具有埋藏深、时代老等特点,经历了多期构造运动的改造,复杂程度更高,勘探开发难度非常大。随着塔河油田的发现,海相碳酸盐岩开发成为新的研究领域。

海相碳酸盐岩油藏可分为孔隙型、裂缝-孔隙型和缝洞型三种介质类型。我国海相碳酸盐岩油藏中,缝洞型油藏占有重要的比重,约占探明储量的 $2/3$ 。塔河油田是我国已经发现的特大型碳酸盐岩缝洞型油藏,属于超深层、超高温高压复杂储层油藏。

碳酸盐岩孔隙型油藏开发主要采用碎屑岩油藏的开发理论与方法,裂缝-孔隙型油藏开发主要采用基于双重介质的开发理论与方法,但像塔河油田这样的以大型溶洞和裂缝为主要储集空间的油藏,由于国内外没有成熟的开发理论和方法,开发初期面临着钻井成功率低、储量动用程度低、产量递减快以及采收率低等开发困难。

缝洞型油藏在开发中主要存在三大难题:一是缝洞发育和分布规律认识难度大,由于经历了多期构造运动、多期岩溶叠加改造等过程,储集空间类型多、尺度差异大,储集体纵横向变化大;二是对缝洞型油藏流体流动规律的认识难度大,缝洞型油藏一般以缝洞单元为相对独立的流体储集体,单元内多种流动形式共存,介质间流体交换机理不清,流动规律复杂;三是补充能量、提高采收率难度大。

为成功开发这类油藏,迫切需要在碳酸盐岩缝洞型储集体形成机制、缝洞储集体定量描述、缝洞型油藏流体流动机理等方面进行攻关研究,建立碳酸盐岩缝洞型油藏开发基础理论与关键技术。

在上述背景下,2006年以来先后立项了国家重点基础研究发展计划(简称973计划)项目“碳酸盐岩缝洞型油藏开发基础研究(2006CB202400)”和“碳酸盐岩缝洞型油藏开采机理及提高采收率基础研究(2011CB201000)”,开展了碳酸盐岩缝洞系统发育模式及成因、缝洞储集体地球物理描述、缝洞型油藏数学表征、缝洞型油藏流体流动机理、缝洞型油藏数值模拟和缝洞型油藏高效开发等方面的研究,经过两期973计划项目10年的研究,形成了8个方面的重大进展:

(1) 创建了岩溶动力作用组合分析法,阐明了岩溶作用与缝洞系统的成因联系,揭示了碳酸盐岩缝洞型储集体形成机制,建立了缝洞系统发育模式。

(2) 自主研发了物理模型正演技术,形成了针对超深层缝洞体的小面元、高覆盖三维地震资料采集方法,研制了地震高精度成像方法,建立了超深层缝洞储集体地球物理形体描述技术。

(3) 突破了碎屑岩地质建模思路,以岩溶成因和构造控制建立溶洞和多尺度裂缝离散分布模型,提出了表征大型溶洞特征的非渗流属性参数方法,形成了多尺度非连续缝洞储集体建模方法。

(4) 发展了缝洞型介质物理模拟流动实验技术,揭示了缝洞型介质的单相流动、两相流动及介质间流体交换的机理与规律,建立了流体流动的复合流动模型。

(5) 在多重介质模型的基础上,建立了离散缝洞和多重连续介质混合数值计算模型,形成了较为完整的碳酸盐岩缝洞型油藏数值模拟技术,并在多个缝洞型油藏数值模拟研究中取得了很好的应用效果。

(6) 建立了缝洞单元综合评价技术,揭示了注水开发机理,形成了缝洞型油藏注水开发及优化技术。

(7) 建立了缝洞型油藏剩余油评价技术,揭示了剩余油形成及动用机制,明确了提高采收率的主要技术途径,形成了注氮气提高采收率技术及配套工艺。

(8) 形成了缝洞型油藏储层改造、分层注水、稠油降黏、深抽及堵水等工程技术。

为总结973计划项目研究成果,丰富碳酸盐岩油藏开发理论,推动该类油藏开发水平的提高,组织编写了本丛书。本丛书共分8卷,第一卷碳酸盐岩岩溶储层缝洞结构与充填模式,阐述碳酸盐岩缝洞系统发育规律、演化机理和控制机制;第二卷碳酸盐岩缝洞型油藏缝洞单元地球物理表征,阐述缝洞体地震正演模拟技术、超深层缝洞体地震精确成像方法和缝洞体地震识别与流体检测技术;第三卷碳酸盐岩缝洞型油藏地质建模方法,论述碳酸盐岩缝洞型油藏储集特征、缝洞单元的划分与评价和碳酸盐岩缝洞型油藏三维地质建模方法;第四卷碳酸盐岩缝洞型油藏流动机理,阐述缝洞型介质单相流体流动规律、两相流体流动规律和介质间流体交换规律;第五卷碳酸盐岩缝洞型油藏数值模拟技术与应用,阐述缝洞型油藏多重介质

数值计算模型、离散缝洞和连续介质混合数值计算模型；第六卷碳酸盐岩缝洞型油藏多井单元注水开发技术，阐述缝洞型油藏缝洞单元评价、注水开发及优化技术；第七卷碳酸盐岩缝洞型油藏提高采收率技术，阐述缝洞型油藏剩余油形成机制、评价及注氮气提高采收率技术；第八卷碳酸盐岩缝洞型油藏开发工程工艺技术，阐述缝洞型油藏酸压、堵水、深抽、降黏等工程工艺技术。本丛书成文过程中，经专家多次讨论，数易其稿。本丛书不仅是 973 计划项目所有研究人员的科研成果结晶，也凝聚了众多专家的智慧。

感谢国家 973 重点基础研究项目组袁向春、窦之林、曲寿利、李江龙、康志江、王世星、胡向阳、鲁新便、林涛、刘中春、荣元帅、金强、姚军、侯加根、张宏方、薛兆杰、刘学利、郑松青、刘慧卿、邹胜章、钟建华、顾汉明、管路平、朱生旺、赵群、曹辉兰、吕爱民、吴锋等所有研究人员。

感谢中国科学院郭尚平院士，中国工程院韩大匡院士、罗平亚院士、康玉柱院士、彭苏萍院士，罗治斌教授，黄素逸教授，闫金定博士，张烈辉教授等在本丛书撰写过程中给予的多次指导！

在本书的编著和校稿过程中，康志江、郑松青、薛兆杰等同志做了大量工作，付出了辛勤劳动，在此一并表示感谢！



中国工程院院士

前言

缝洞型油藏在这里是一个广义的概念,是指油气储集空间或渗流通道以裂缝、溶洞为主的油藏,包括裂缝-溶洞型、裂缝-孔隙型和裂缝-孔隙-溶洞型。碳酸盐岩裂缝性储层油气产量占整个石油天然气产量的一半以上,是21世纪石油增储上产的重要领域之一。裂缝性油气藏,如中东的 Asmari 和 Bangestan 碳酸盐岩裂缝性储层、中亚的碳酸盐岩缝洞性储层、美洲的白垩系裂缝性储层、北海的白垩储层以及美国得克萨斯州 Sperapery 特低渗裂缝性砂岩储层等,在当今世界油气生产中起着举足轻重的作用。我国的低渗透储层也不同程度地发育天然裂缝系统,如华北的裂缝性潜山油藏,四川碳酸盐岩缝洞型气藏和裂缝性碎屑岩气藏,塔里木盆地奥陶系缝洞型地层岩性油气藏,大港千米桥缝洞型潜山油藏等。随着油气勘探程度的不断提高,缝洞型储层成为一个重要的勘探领域,发现的油气储量所占比例逐年增加。如何提高缝洞型油气藏的开发效益,是当今石油开发研究的主要方向之一。

碳酸盐岩缝洞型油藏复杂的缝洞组合导致流体流动通道尺度差异大,流动特征及流动机理复杂,不仅存在渗流,还存在一维管流、裂缝面上的二维流动、未充填(或半充填)溶洞中的三维流动,以及洞、缝、基质岩块介质之间的流体流动。为充分利用缝洞型油气藏资源,提高开发效益,国内外许多学者进行了广泛的研究,主要集中在矿场试验、室内物理模拟和数学模拟3个方面。物理模拟研究就是人为地制造一个环境来模拟缝洞型油藏的真实情况,以达到在实验室内测量油藏中的各种参量、观察油藏中发生的各种物理现象、模拟实验各种开发工艺的目的。物理模拟可以是按比例、部分按比例或不按比例,本书采用的物理模拟是按比例模拟。按比例物理模拟就是根据相似原理把缝洞型油藏原型按比例缩小,制成相似的物理模型,再使原型中的物理过程按一定的相似比例关系在物理模型中再现,通过短期的小型模拟实验,可以迅速地、大量地、重复性地直接观察到油藏的动态过程,测定所需要的参数,以指导油田矿场试验和适用性推广工作。

全书共6章,分别为:第一章碳酸盐岩基质流动能力评价;第二章缝洞型介质物理模拟实验设计;第三章缝洞型介质单相流体流动规律;第四章缝洞型介质两相流体流动规律;第五章缝洞型油藏介质间流体交换规律;第六章缝洞单元开采机理研究。

本书是在作者团队多年来从事碳酸盐岩缝洞型油藏科研工作的基础上,查阅了大量

的相关文献,并进行了大量物理模拟和数值模拟研究编写而成的。本书力求使读者能够清楚地认识缝洞型油藏中流体的运动规律、介质间的流体流动规律以及缝洞单元的开采机理,为科学合理地开发缝洞型油藏、进一步改善油田开发效果提供理论基础,为碳酸盐岩油藏的后期开发提供一定的借鉴和理论指导。本书可供从事碳酸盐岩油藏开发理论与技术研究的教师、研究生及科技工作人员参考。

本书的成果得到了国家 973 计划项目的支持,本书的出版得到了国家出版基金项目的支持,在此一并表示感谢。本书引用了大量的文献,在此向所引文献的作者致以谢意。

在 973 计划项目研究和成书出版过程中,李阳院士、郭尚平院士、韩大匡院士、康玉柱院士、袁向春教授、窦之林教授、李爱芬教授给予了悉心指导,并提出了许多宝贵意见,在此向各位院士和专家表示衷心感谢。

本书第一章和第二章由王月英执笔,第三章、第四章和第五章由姚军执笔,第六章由吕爱民执笔,全书由姚军统稿。另外,参与项目研究和书稿编写的还有中国石油大学(华东)油气渗流研究中心的一批博士和硕士研究生,如王殿生、卢占国、张东、谢昊君、李刚柱、王立伟、赵健男、张琦等,在此一并表示感谢。

由于作者水平有限,书中难免存在错误与不妥之处,敬请读者批评指正。

目 录

第一章 碳酸盐岩基质流动能力评价	1
第一节 岩芯孔隙度和渗透率分析	1
第二节 CT 扫描分析	5
一、CT 扫描基本原理	5
二、CT 扫描结果分析	5
三、基于 CT 扫描结果的裂缝数字岩芯构建及分析	9
第三节 扫描电镜分析	13
一、扫描电镜基本原理及操作步骤	13
二、扫描电镜扫描结果分析	14
第四节 压汞实验研究	16
一、压汞实验基本原理	16
二、压汞实验设备	16
三、压汞实验步骤	18
四、压汞结果分析	18
第五节 岩石孔隙分布及可动流体的核磁共振分析	19
一、岩石孔隙分布的核磁共振分析	19
二、可动流体的核磁共振分析	23
第六节 岩芯渗流规律研究	26
一、实验目的	26
二、实验条件及流程	27
三、实验步骤	27
四、实验结果分析	28
本章小结	30
第二章 缝洞型介质物理模拟实验设计	32
第一节 缝洞型油藏物理模拟基本原理及相似准则	32

一、物理模拟基本原理	32
二、相似准则确定	33
第二节 缝洞型油藏物理模拟实验设计	39
一、物理模拟实验材料选择	39
二、典型缝洞模型设计	40
三、缝洞型介质物理模拟实验系统	51
本章小结	55
第三章 缝洞型介质单相流体流动规律	56
第一节 单相流体流动实验	56
一、裂缝模型单相流体流动实验	56
二、缝洞模型单相流体流动实验	62
第二节 单相流体流动模式及转换	66
一、单相流动模式判别标准	66
二、单相流动模式转换特征	71
第三节 缝洞型介质单相流动数学模型	76
一、缝洞型介质单相流动数学模型	76
二、非达西渗流区域数学模型及其求解	78
本章小结	82
第四章 缝洞型介质两相流体流动规律	83
第一节 缝洞型油藏两相流体流动模式	83
第二节 油水两相流体流动实验	84
一、裂缝模型两相流体流动实验	84
二、缝洞模型两相流体流动实验	87
第三节 油水两相流动特征	93
一、相对渗透率曲线分类	93
二、裂缝模型相对渗透率曲线特征	98
三、缝洞模型相对渗透率曲线特征	101
第四节 缝洞型介质两相流动数学模型	107
一、达西流数学模型	107
二、非达西流数学模型	108
本章小结	109
第五章 缝洞型油藏介质间流体交换规律	111
第一节 缝洞单元	111

一、孤立溶洞型	111
二、洞边缝型	112
三、多缝洞型	112
第二节 裂缝与基质间流体流动规律	113
一、实验设计的方法	113
二、实验结果及分析	114
三、数学模型及影响因素	115
四、拟稳态时窜流规律	117
第三节 介质与溶洞间流体流动规律	118
一、基质与溶洞间流体流动规律	118
二、充填介质与溶洞间流体流动规律	121
第四节 不同缝洞模式流体流动规律	129
一、单洞-洞边缝(高角度)模式流体流动规律	129
二、双洞模式流体流动规律	138
三、多缝洞模式流体流动规律	150
本章小结	151
第六章 缝洞单元开采机理研究	152
第一节 无因次开采准数	152
一、水锥程度准数	153
二、油水置换准数	153
三、平面均衡驱替准数	153
四、垂向均衡驱替准数	154
第二节 碳酸盐岩缝洞单元注水开采模拟	155
一、物理模型设计与制作	155
二、物理模拟实验与数值模拟实验方法	155
第三节 缝洞单元开采机理	158
一、底水溶洞开采机理	158
二、溶洞内充填介质替油机理	159
三、盲端溶洞有效动用机理	160
四、单层缝洞系统注水开采机理	161
五、多层缝洞系统注水开采机理	174
第四节 缝洞单元高效开采的主控因素分析	235
本章小结	236
参考文献	237

第一章

碳酸盐岩基质流动能力评价

碳酸盐岩类储层特征研究是建立碳酸盐岩类油气藏流动模型的基础。缝洞型介质内发育基质孔隙和微裂缝,使其内部流体流动机理极其复杂^[1]。而对其内部流体流动性的研究,直接影响着缝洞型油气藏储层的静态评价、流动模拟的模型选择、开发技术政策的制定和提高采收率技术的实施^[2]。借助 CT 扫描、扫描电镜、恒速压汞等工具和室内驱替实验,可实现缝洞型介质内流体流动性的评价研究。前人针对碳酸盐岩油藏裂缝分布^[3]、碳酸盐岩基质 CO₂ 泡沫驱替^[4]等进行了诸多研究,前者根据应力预测了裂缝分布扩展情况,后者得出基质采收率与裂缝和基质间窜流量有关。下面分别从基质性质和微裂缝发育特点两方面入手,评价缝洞型介质内流体的流动性:研究分析基质岩块内的孔隙形状、孔隙度大小、渗透率大小、喉道粗细等因素对其内部原油驱替效果的影响;通过驱替实验,结合 CT 扫描、扫描电镜技术以及马尔可夫链蒙特卡洛构建技术,研究微裂缝开度、长度、迂回度等对基质渗透能力的影响;分析微裂缝的存在对岩块内流体驱替范围、采出程度和剩余油等的影响。

第一节 岩芯孔隙度和渗透率分析

从塔河油田碳酸盐岩缝洞型油藏选取 40 块岩芯,采集野外地质露头并制作 6 块岩芯。根据标准测定方法,得到上述岩芯的基本参数及孔隙度和渗透率,见表 1-1 和表 1-2。

表 1-1 岩芯基本参数

序 号	岩样编号	岩样长度/cm	岩样直径/cm
1	YY1	5.120	2.502
2	YY2	4.925	2.498
3	YY3	5.089	2.496
4	YY4	5.890	2.502
5	YY5	5.725	2.510

续表

序 号	岩样编号	岩样长度/cm	岩样直径/cm
6	YY6	4.870	2.490
7	YY7	5.038	2.503
8	YY8	4.92	2.489
9	YY9	4.93	2.507
10	YY10	4.95	2.511
11	YY11	4.90	2.497
12	YY12	5.01	2.482
13	YY13	4.97	2.491
14	YY14	5.94	2.512
15	YY15	5.89	2.502
16	YY16	4.90	2.493
17	YY17	5.01	2.502
18	YY18	4.97	2.522
19	YY19	5.10	2.491
20	YY20	4.96	2.480
21	YY21	5.31	2.490
22	YY22	5.02	2.490
23	YY23	3.985	2.526
24	YY24	3.397	2.525
25	YY25	4.317	2.527
26	YY26	—	2.525
27	YY27	—	2.527
28	自制 1	2.048	2.524
29	自制 2	2.012	2.510
30	自制 3	2.101	2.498
31	自制 4	2.028	2.492
32	自制 5	2.071	2.504
33	自制 6	2.051	2.522
34	YY28	3.975	2.485
35	YY29	3.387	2.521
36	YY30	4.327	2.500