不同孔深钻柱稳定转速统计表　　表 3

孔深 (m)	润滑材料				电流值 (I)	转速 (r/min)
	太古油		皂化油			
	次数	加量%	次数	加量%		
0～50	1	0.05	1	0.05～0.5	0～10	800以上
50～100	2	0.05～0.5	2	0.5～0.8	0～10	800
100～150	3	0.05～0.5	3	0.5～0.8	10～15	650～800
150～200	4	0.5～1.0	4	0.8～1.1	15～25	650以上
200～250	5	0.5～1.0	5	0.8～1.1	25～40	650
250～300	6	0.5～1.0	6	0.8～1.1	40～50	405～650
300～400	7	0.5～1.0	7	0.8～1.1	50～55	405

注：地层均稳定无破碎，有破碎带，未进行护壁，转速一般在405r/min以下。

（3）要保证钻杆丝扣、接手丝扣的同心度，同时要严格检查主动钻杆和钻柱的弯曲情况，发生弯曲及时调换。

Some Views on Raising Drilling Efficiency and Lengthening Bit Life Simultaneously in Gold Mining Areas

Zhang Jianqiu

From following aspects: the adaptability of drill bit to local geological conditions; drilling parameters reasonablely determincd; the diamond specifically selected; and the stability of drilling shaft, some views are put forward in this paper on the problem of raising drilling efficiancy and lengthening bit life in the same timeby the author.

提高岩矿心采取率和取心质量的新途径

李月良

（成都勘测设计院）

文中介绍了80年代中期，在河床砂卵石和大漂砾石层钻进时，在使用魔芋胶的基础上，又研制成功“SM植物胶”，用这两种冲洗液进行金刚石钻进，解决了在砂卵砾石层中同时采取薄砂层原状岩样和在基岩中钻取软质夹层原状样的难题。

关键词：SM植物胶；原状样

某些钻井液或其添加剂具有保护岩心的功能，有助于提高岩心采取率和取心质量，甚至能取出原状岩心。同时还具有减振作用，有利于金刚石钻进开高转速，又能延长钻头寿命，减轻钻杆磨损。但只有部分有机高聚合物，主要是多糖类聚合物才具有这种特性。

我国使用的高聚物和多糖类植物胶，有聚丙烯酸钠、聚丙烯腈、水解聚丙烯酰胺、SM植物胶、魔芋胶、田菁胶等。丙烯类高聚物对于岩心的护胶作用不很突出。原水电部成都勘测设计院，于1984～1985年在河床砂卵石和大漂砾石层中，试用金刚石钻进，在使用魔芋胶的基础上，又研制成功了SM植物胶。利用这两种钻进液解决了在砂卵砾石层中随钻取薄砂层原状样的难题，也解决了在基岩中随钻取软质夹层原样的问题。

效 果

能源部、水利部成都勘测设计院，近几年来在大渡河、金沙江、岷江、嘉陵江等水电工程的河床砂卵石覆盖层和基岩中进行金刚石钻探，采用SM植物胶所钻进尺已达数千m，一些兄弟单位也正在推广使用。过去，采用常规方法钻进，河床砂卵石层岩心采取率只有30～50%，薄砂层根本取不出样品，基岩中的软质夹层，如嘉陵江流域红层（砂岩）中的夹泥层，岷江上游某工程的粉煤和炭质页岩，都无法取出样品，只能根据钻进感觉推测软质夹层的位置和厚度，并以加大安全系数的办法估计摩擦系数，甚至开坑取样，以求准确。

采用SM植物胶（或魔芋胶）金刚石钻进后，卵砾石岩心采取率已高到70～85%，薄砂层和软质夹层，可以随钻取出90～100%的近似原状样。嘉陵江流域某水电工程，在红层中为了查明软质夹层，采用合金清水和SM植物胶金刚石两种钻进方法，经过部分钻孔对比，后者大大优于前者。岩层可钻性为3～4级，红色泥质砂岩，软质夹层为淡红色粘性夹泥。清水合金钻进的岩心采取率为68～85%，岩心获得率（指柱状岩心和半块以上的柱状岩心累计长度所占进尺的百分比）为47.5～82.5%。SM植物胶金刚石钻进的岩心采取率为91.43～98.40%，岩心获得率为89～97.48%。清水合金钻进，夹泥大部分被打丢了，所剩极少，SM胶金刚石钻进，夹泥都能保留完整、且可供作物理力学试验。岩心获得率高，机械破碎少，因而在嘉陵江各梯级水电工程规划中，原来布置了大量的常规钻孔没能达到目的，而在后来以少量SM胶金刚石钻探，就查明了软质夹层的分布和性状，节约了大量钻探进尺，地质和设计人员心中也有数了。

岷江上游某水电工程在中颗粒砂岩、细砂岩、泥质粉砂岩、炭质页岩、粉煤、破碎带和断层泥中，分别采用清水金刚石钻进和SM胶金刚石钻进，其岩心采取率对比见表1。从表中可以看出，在砂岩中钻进，用SM胶冲洗液比用清水的岩心采取率高10%左右，在粉煤、炭质页岩和破碎带中钻进，用SM胶冲洗液比用清水的岩心采取率要高1倍。

成都勘测设计院在河床漂卵石覆盖层中，用SM胶（或魔芋胶）金刚石钻进，可以随钻取薄砂层、砂夹卵石层圆柱状的近似原状岩样。表2是在岷江上游某工地河床砂卵石层，用不同冲洗液钻进所取砂样物性指标试验结果的对比。表中各组砂样是同一砂层在不同钻孔和不同孔段取出的样品，虽无绝对的可比性，但从总的规律来看，用标贯、活塞式压入法取原状样，同魔芋胶金刚石钻具随钻取样所测得的物性指标数据是相近的，特别是含水量、比重、湿容重、干容重和孔隙比变化范围很小，具有相当的可比性。

某水电工程用不同冲洗液钻进的岩心采取率（%）对比　　表 1

岩层	冲洗液种类	钻孔编号							
		33号	35号	37号	43号	30号	36号	34号	32号	31号
砂岩	清水		86	85	74	88	88		69	88
	SM胶	97						94		
煤页岩	清水			49	44	68			32	57
	SM胶	100	94				95	100		

注：均为金刚石钻进。

某水电工程不同取样方法对1-2砂层取样物性指标对比　　表 2

样　号	取样手段	物性指标						砂的分类
		W	G	r	r_d	e	D_r	
关1	常规干钻		2.75					轻砂壤土
关41	标　贯	22.3	2.68	1.86	1.52	0.441		同　上
关67-1	活塞原状取样	21.9	2.68	1.86	1.52	0.763	0.67	同　上
关67-3	同　上	28.7	2.68	1.83	1.42	0.887		重砂壤土
关67-5	同　上	31.4	2.68	1.78	1.35	0.985	0.46	极细砂
关43-1	魔芋胶随钻	26	2.74	1.89	1.50			粉　砂
关43-2	同　上	27.5	2.75	1.88	1.47			粉　砂
关49	同　上	22.9	2.69	1.72	1.40		0.48	轻砂壤土
关54-1	同　上	25.5	2.71	1.87	1.49	0.819	0.2	砾质粗砂
关54-2	同　上	29.2	2.69	1.88	1.46	0.842	0.42	含砾细砂
关54-3	同　上	28.9	2.69	1.87	1.45	0.855	0.31	同　上
关54-4	同　上	24.4	2.69	1.87	1.50	0.793	0.33	同　上

注：W—含水量（%），　G—比重，　r—湿容重（g/cm³），　r_d—干容重（g/cm³），　e—孔隙比，
D_r—相对密度。

机理探讨

高聚物，尤其是多糖类聚合物，作为岩心钻探的钻井液，能提高岩矿心采取率，能随钻取砂层、软质夹层原状样，而且对水敏性地层具有很好的护壁效果。其工作原理可从以下四方面分析。

1．吸附成膜作用

高分子多糖聚合物，分子量为几万至上百万，多为支链状结构。在水中溶解后，呈现较舒展的无规则线团状分子构象，支链具有较强的吸附作用，吸附粘塑性胶体颗粒或细粉砂颗粒，在岩心表面或孔壁上覆盖一层较薄的密实的网状吸附膜。这层膜具有隔水效果，它能阻止钻井液中的自由水分子继续向岩心内部或孔壁深处渗透，避免粘土水化或砂液化。

室内浸泡柱状砂或粘土样证明，短时间浸泡，在样品表面可以剥离出一层较薄的胶状吸附膜，而里面却很少有水浸透进去。

生产实践证明，砂层的颗粒越细或岩层的软塑性越突出，钻井液的粘度越高。由于被吸附的细颗粒或胶粒越多，吸附膜越薄，隔水性能越好，因此，为了取原状样，应采用高浓度的浆液。而粗砂层小砾石层，或硬、脆、碎地层，由于不能形成吸附膜，浆液渗透到内部，就要产生液化或降低摩擦系数，取心、取样和护壁的效果都有所降低。

2．内聚力的作用

内聚力是聚合物高分子链之间的相互吸引力，这种吸引力使分子之间不易分开，表现出粘弹性、隔水性和很高的表面张力。

将SM胶无固相浓浆或魔芋胶交联液，舀一瓢放入清水中，不加搅拌，呈海绵状，过几昼夜都不会向水中扩散，水分子也不易进入，表现了它的隔水作用。如果用水稀释，就需强力搅拌。水解聚丙烯酰胺(PHP)水溶液放入清水中，就很快扩散，易成均匀的溶液，它的表面张力也小得多，证明其内聚力较小，隔水性能较差，故容易向砂中渗透而出现砂液化。室内用砂样做防坍试验证明，在粘度相近的条件下，PHP无固相浆液在一天内就使砂样液化而垮塌，而用SM胶无固相浆液，在10天或更长时间内，砂样仍可保持完好而不变形。生产实践证明，SM胶无固相冲洗液和魔芋胶交联液，在砂

层和软质夹层中取原状样的效果，比PHP无固相冲洗液好得多，对水敏性地层护壁的效果也好得多。而SM胶配制成无固相浆液又比配制成低固相泥浆的取心效果要好。

3．粘弹性减振效应

SM胶水溶液、魔芋胶交联液、PHP水溶液和淀粉浆液等高分子聚合物，都是粘弹性流体。它与泥浆、乳化液、清水等纯粘塑性流体相比，具有独特的性能。过去在对钻井液的研究中，很少有人专门从研究粘弹性效应的角度探讨或利用粘弹性流体发挥其在岩心钻探冲洗液的特殊功能。一般的高分子聚合物溶液，都是粘弹性液体。这种液体的特征表现之一就是有爬杆现象，但不同材料或同样材料而浓度不同，表现出来的粘弹性效应是不同的。一般来说，浓度越大，粘度越高，粘弹性效应越明显。在生产中，利用了高粘度的SM胶水溶液和魔芋胶交联液的粘弹性减振作用，在松散的砂卵石中和破碎地层中，进行金刚石钻进，就可开高转数。而金刚石钻进必须开高转数才能实现高效率，对于破碎地层、软质夹层和砂层，又只有采用高转数通过，才能减少冲洗液在钻头附近冲刷岩心的时间，从而提高采取率和实现随钻取原状样。

在采用粘塑性冲洗液的情况下，钻进破碎地层和未胶结的砂卵石层，必须大大降低转数，否则钻具振动强烈，机械动力带不起，钻杆易断，或金刚石钻头崩刃，取心质量也差。

采用高粘度的SM植物胶无固相冲洗液或魔芋胶交联液钻进，以ϕ94或ϕ77金刚石钻头，300型油压钻机，在100m孔深以内的破碎地层或未胶结砂卵石地层，正常转数为800r/min，与钻进完整基岩一样，毋须降低转数。不仅实现了高效率，也提高了岩心采取率，取出了原状样，且能克服钻头崩刃和减少钻具磨损。如在同样条件下用清水钻进，转数最高能开到500r/min。

多糖类聚合物钻井液的粘弹性减振作用，对金刚石钻进提高岩心采取率的机理，可分两方面说明：

（1）聚合物钻井液是粘弹性流体，它是由长链状线团高分子分布在水中，形成粘弹性液体。粘弹性液体的特征之一是表现出时间效应。在外力作用下，粘弹性液体的弹性模量是时间的函数，在相同的外力作用下，作用速度越快，弹性模量越高，变形越小，阻止变形的阻力就越大。

钻杆高转速回转，由于离心力，钻杆在孔内以径向力作用于环状间隙中的粘弹性液体，欲使分子产生位移和重新调整（变形），但由于速度高，作用时间短，分子没有足够的时间进行大范围的重新调整。对应力的反应主要是分子间距离的改变。这种改变需相当高的能量。这些能量大部分被弹性高分子储存起来，所以表现出高模量，阻止钻杆径向摆动。当钻杆转过一个角度，径向作用力转到另一方向时，原来的分子由于除去了外力，储存的能量全部释放，使液体恢复原状，并将钻杆推向中心，对钻杆起到了定中的作用，表现出减振效果。

因此，在生产实践中，粘弹性聚合物浆液的粘度越大，钻杆转速越快，振动越小。转数高、进尺快，冲洗液在钻头处被冲刷的时间短，对于松散破碎岩心来说，减少钻具振动，即意味着减少钻具对岩心的机械破坏，有利于提高采心率和取心质量，同时也提高了钻头寿命，减轻了钻杆与孔壁的摩擦。

（2）粘弹浆液包裹在破碎或松软的岩心表层，由于弹性体的作用，将钻具振动力产生的能量储存起来（吸收），振动力消除的瞬间，又将储存的能量释放，使本身恢复原状，从而减弱了钻具振动力对岩心的直接冲击，起到了缓冲体的作用，保护了岩心。

4．润滑性

聚合物浆液都具有一定的润滑性。一般

聚合物浆液降低摩擦系数的幅度，大致为蒸馏水的1/4左右，乳化液为水的1/2强。在润滑系数的降低方面，虽不如乳化液，但实际起的效用比乳化液还好，其原因是：

（1）聚合物浆液粘度高，浓度大，本身具有一定润滑性，在钻头底层和岩心管内包裹住岩心后，在岩心表面形成一层较厚的润滑膜。这层润滑膜以层间滑动的方式与钻头和内管机构产生相对位移，使岩心和内管机构之间不易直接接触，因而不易摩擦岩心，减少岩心被机械摩擦破坏的机会。乳化液的润滑系数虽低，但其润滑膜很薄，内管内壁直接与岩心接触摩擦，加上乳化液具有较强的浸润性，使粘土水化，砂层液化、冲刷，因此破碎软质岩心不能保持完整，影响岩心采取率和取心质量。

（2）多糖类聚合物浆液，虽然粘度很高，但流动时的阻力小，泵压低。正常情况下，孔深在100m内，泵压只需0.5MPa左右（而PHP无固相冲洗液一般约需1MPa以上）。这是由于流体高分子以层间滑动的方式运动的原因。因为泵压低，钻头底部不易出现高压区，有利于提高岩心的完整性和采取率。

结　语

利用某些钻井液的特殊功能来提高岩心采取率和进行随钻取原状样已成为现实，这是在冲洗液工艺和取样技术上的一项新突破。但不是所有的聚合物都等同地具有这种特殊功能，笔者认为，目前以多糖类植物胶的效果最好。

利用多糖类粘弹性钻井液来提高岩心采取率，以及在软质地层随钻取样的效果，不仅与钻井液的配方有关，而且与钻具的单动性能和结构、钻进参数及操作技术都有关系，同时又与地层特点有关。因此它是一项综合性的技术方法，而不是单纯依靠某种材料就能完全解决问题的。

聚合物的粘弹性效应，已为人们所熟悉，但在钻井液方面，如何用粘弹性效应来解释一些聚合物钻井液的特殊功能，进一步发挥它的功能，以及发现、研制出更多更好的新品种，是我们钻探工作者今后的任务之一。

参考文献

[1] J. J. 阿克洛斯尼等，（吴立衡译），《聚合物粘弹性引论》，科学出版社，1986年。

[2] 蔡峨编著，《粘弹性力学基础》，北京航空航天大学出版社，1989年。

[3] 袁龙蔚，《流变力学》，科学出版社，1986年。

[4] 李月良，地质与勘探，1986，第5期。

New Approches for Raising Ore-core Recovery and Improving Coring Quality

Li Yueliang

On the basis of using konjaku gelatin in drilling sand, pebble, gravel and boulder beds over a channel in Henan Province during the middle period of the eighties, a gelatin called "SM vegetable gelatin has been successfully developed. By using these two kinds of gelatin as flushing fuids in diamond drilling, the difficulties of collecting the origional state core samples of thin sand layer from the sand, pebble, gravel or boulder bed, and those of soft interclated bed from basement rocks may be overcome smoothly.