



魔芋胶无固相冲洗液 NaOH 处理的机理探讨

中南矿冶学院探工教研室 曾祥熹 葛仁雄

无固相冲洗液是六十年代发展起来的一种钻探冲洗液。由于它具有提高钻速、降低磨阻、减少运输量等优点,因而受到人们的重视。近年来,无固相冲洗液的品种不断增加,应用范围进一步扩大。但是,目前的无固相冲洗液,如聚丙烯酰胺清水溶液、生物聚合物溶液、羟乙基纤维素溶液等,由于成本高、用量大、失水性能差而限制了它们的应用范围。我室研究成功的魔芋胶无固相冲洗液是一种新型的无固相冲洗液。它是利用一种天然多糖类植物(魔芋)胶经氢氧化钠或其他碱处理后得到的。这种冲洗液具有失水量低、防塌性能好、流变性较好、能抗钙、镁、盐侵以及成本低、材料来源广、配制、维护简便等一系列优点。它与润滑剂配在一起使用,即成为一种无固相润滑冲洗液,既能润滑又能护壁。因此,特别适合于人造金刚石小口径钻探使用。今年以来,我室在华东地勘局 262 队、湖南煤勘 5 队的 6 个钻孔中进行了生产性试验,累计进尺 1800 余米。试验证明,这种冲洗液不仅有较好的护壁效果,而且成本较聚丙烯酰胺低固相泥浆降低 50% 以上,钻进效率提高 10~30%,受到了现场的欢迎与好评。

由于经过碱处理与未经碱处理的魔芋胶性能相差甚大,特别是经过 NaOH 处理的魔芋胶冲洗液的失水量大大降低,防塌性能明显改善,因此本文拟对魔芋胶无固相冲洗液 NaOH 处理的机理问题进行探讨。

哪种成份作用使失水量降低

在魔芋粉中,除 60% 左右的魔芋甘露聚糖外,还有纤维素、淀粉、还原糖、蛋白等。究竟哪种成份与 NaOH 起作用而使失水量降低呢?

1. 室内试验 配制浓度为 0.5% 的魔芋胶溶液 500 毫升,用化学方法提纯出魔芋甘露聚糖 1.28 克。将提纯后剩余的溶液(其中含纤维、淀粉等)用 NaOH 处理,配比按魔芋粉:NaOH 5:1 (室内试验及现场应用的魔芋胶无固相冲洗液的配比),然后测其失水量。结果和清水一样,均为全失水。

将提纯所得的魔芋甘露聚糖经 NaOH 处理后配制成 0.05% 浓度的溶液,测得失水量为 3.1 毫升/30 分。以上试验说明,在魔芋粉中,对降失水起作用的是魔芋甘露聚糖。

2. 魔芋甘露聚糖特性 魔芋甘露聚糖是一种多缩己糖(或己糖胶),也是多元醇。单糖的六个碳原子上有三个羟基。单糖基之间通过醚氧键联结。聚糖分子长链由 80 个左右的 *d*-甘露糖、*d*-葡萄糖单位组成,分子量一万以上。甘露聚糖属半纤维素。所谓半纤维素就是纤维素原料在 20℃ 浸在浓度为 17.5% 的 NaOH 溶液中经过 45 分钟后溶解的部分。又可分为乙种纤维素或丙种纤维素。乙种纤维素是酸化后沉淀而分离出来的部分;丙种纤维素则是在酸化后不沉淀的部分。它们的聚合度(分子量)比甲种纤维素(即普通纤维素)低得多,实际上不是纤维素而是由木糖、甘露糖、葡萄糖等组成的天然多糖。由于半纤维的聚合度较低,因此膨胀度较纤维素高,较易于溶解在水中。因此,按照其特性,甘露聚糖是溶解性介于淀粉与羧甲基纤维素之间的一种多糖。如果水溶性太好,则分散度太高,粒子易于从过滤层中透过。如水溶性太差,则水化作用差,自由水很容易析出,也不利于降失水。因此,选择的物质必须介于这二者之间。CMC 常温时在水中可自由分散成分子状态。淀粉虽然亲水却

地质部海洋地质调查局莫文治及李国相等同志写的《菊粉处理钻探泥浆的实验室试验》一文对我们研究用魔芋配制无固相冲洗液有启发,特此表示感谢。

不溶于冷水（指直链淀粉），在热水中才能分散成胶体。而甘露聚糖正介于它们之间。在冷水中，魔芋胶需借助于机械搅拌才能溶解，否则只能膨胀而溶解性很差，它的水溶性比CMC差，但又比淀粉好。因此，甘露聚糖的这种特性使得它本身就具有较小的失水量。表1是这三种物质（均未经处理）的失水量。

表 1		
名 称	浓度 (克/升)	失水量 (毫升/30分)
魔 芋 胶	10	5
CMC	10	26
淀 粉	10	74

3. 是否含有与魔芋甘露聚糖相似成分的植物胶都可能具有低失水特性 既然前面试验说明魔芋甘露聚糖对降失水起主导作用，那么是否含有与魔芋甘露聚糖相似成分的植物胶都可能具有低失水特性呢？根据上述讨论与分析，笔者发现野生植物白芨也具有与魔芋相似的性质。白芨胶是用兰科植物白芨的块茎磨成粉制得。根据国外资料介绍，白芨胶也含有甘露聚糖，其水溶性和魔芋胶相似。

4. 白芨甘露聚糖的红外光谱 将白芨粉与蒸馏水混合搅拌使其溶解，用80目铜筛网过滤后，用化学方法提纯，得白芨甘露聚糖（内含肝糖，因肝糖与甘露聚糖无法分离开）。使用PERKIN ELMER 37PB型红外光谱仪测定，谱图见图1。

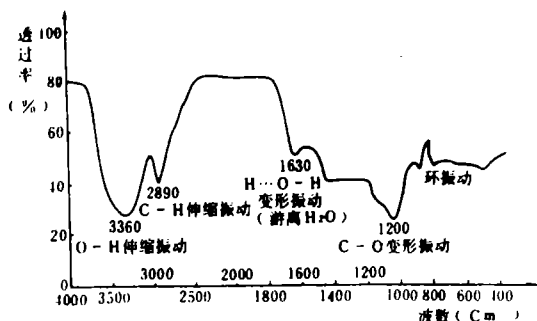


图1 白芨甘露聚糖（含肝糖）的红外光谱图

图1与图3魔芋甘露聚糖的红外光谱图比较，可知官能团是相同的，图谱也基本一致。只是白芨甘露聚糖在1020cm⁻¹处的C—O变形振

动较锐，而魔芋甘露糖的C—O变形振动较为平缓。这可能和两种聚糖的单糖基数团不同以及白芨甘露聚糖样品中混有肝糖有关。

5. 白芨胶的失水性能 以NaOH处理白芨胶，可获得与NaOH处理魔芋胶相似的低失水性能。图2是白芨胶的失水曲线，配比为白芨粉：NaOH = 5 : 1。

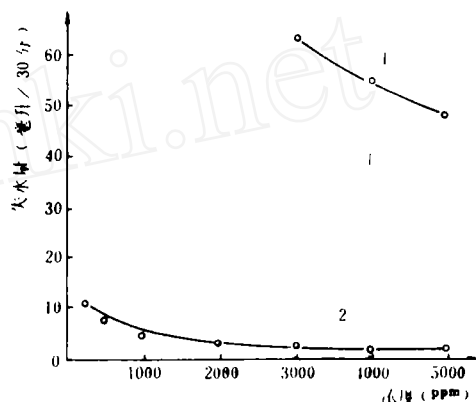


图2 白芨胶的失水曲线
曲线1——未处理；曲线2——NaOH处理

从上述讨论可知，魔芋甘露聚糖对冲洗液的低失水性能起决定作用，而且白芨甘露聚糖的这种类似性能也有利地支持了这一论证。

NaOH不改变魔芋甘露聚糖的化学结构

魔芋胶中加入NaOH之后使失水量降低，是由于NaOH与魔芋甘露聚糖起作用。那么，究竟起了什么作用呢？根据笔者的分析，存在两种可能性。一是NaOH使魔芋甘露聚糖的化学结构发生变化，生成一种新的化合物。二是聚糖的化学结构未变，但可能出现其他变化。

根据文献介绍，类似于多元醇的这种聚糖，其性能相当稳定。只有当与金属钠作用时，才有形成醇钠的可能。用NaOH来处理魔芋胶时，所加入的NaOH在溶液中的浓度在0.1%以下，它是否会与魔芋甘露聚糖产生新的化合物，尚待验证。为此，做了以下试验及分析。实验结果表明，NaOH不改变魔芋甘露聚糖的化学结构。

1. 提纯试验 配制浓度为0.1%的NaOH处理魔芋胶溶液，测得失水量为3毫升/30分。

这说明, 如果 NaOH 使魔芋甘露聚糖的化学结构改变的话, 现在变化就已经出现, 因为失水量已经降低 (未用 NaOH 处理的 0.1% 浓度魔芋胶溶液的失水量大于 80 毫升/30 分)。

另外, 再配制浓度为 0.5% 的 NaOH 处魔芋胶溶液 500 毫升, 经提纯并洗去游离的 NaOH, 直至洗液不为酚酞试剂显色。得提纯物 1.26 克 (如产生化学反应并生成新的化合物, 则该提纯物即为一种新的魔芋甘露聚糖与 NaOH 的化合物)。取上述提纯物 0.5 克, 配制成浓度为 0.1% 的溶液 (须注意此时的 0.1% 实际上相当于 0.2% 浓度的魔芋胶溶液, 因为魔芋胶中聚糖的含量在 50~60%)。测该溶液的失水量为 62 毫升/30 分, 而未经 NaOH 处理的 0.2% 魔芋胶溶液的失水量为 60 毫升/30 分, 与它相似。这说明, 提纯物和未经 NaOH 处理的魔芋胶从失水性能上来说, 也是一致的。

2. 红外光谱仪检验 对魔芋甘露聚糖及经 NaOH 处理的魔芋甘露聚糖进行红外光谱分析 (图 3、4) 可见, 聚糖中没有出现新的官能团。如果 NaOH 中的 Na⁺ 离子取代 OH 基中的 H 而生成 ONa 结构, 则极易在图谱中表现出来, 而事实上却没有。这说明 NaOH 并没有和魔芋甘露聚糖生成新的化合物。当然, 这两张图谱并不完全相同, 这将在以后讨论。

3. 电渗析液离子分析及电导率测定 电渗析仪是由电极、半透阳膜及半透阴膜等组成。在电

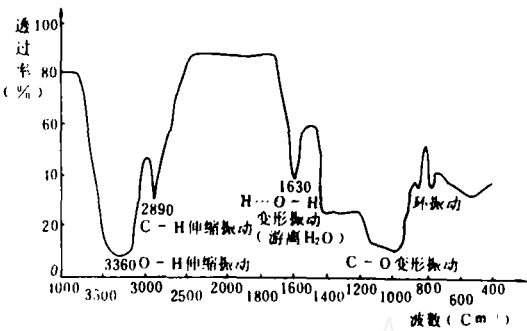


图3 魔芋甘露聚糖的红外光谱图

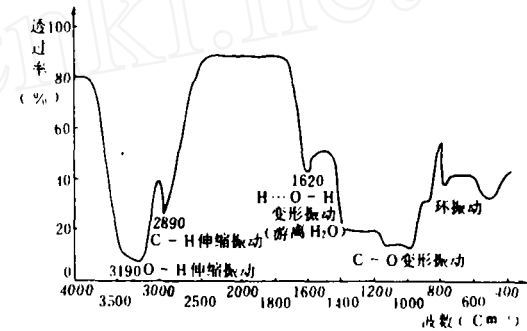


图4 经NaOH处理后魔芋甘露聚糖的红外光谱图

流的作用下, 需要分离的电解质中的阳离子和阴离子分别从阳膜及阴膜中渗透出来。这种半透膜由赛璐玢等材料制成, 只能透过离子而不能透过胶体粒子。因此, 笔者采用电渗析的方法对 NaOH 处理的魔芋胶溶液及 PHP-FeCl₃ 交联液进行测定, 以观察阳离子的渗透情况, 结果见表 2。

表 2

	浓 度 (ppm)	阳离子名称	阳离子含量 (毫克/升)
NaOH 处理魔芋胶	300	Na ⁺	36
NaOH 处理魔芋胶的电渗析液		Na ⁺	34
PHP - FeCl ₃ 交联液	100	Fe ³⁺	2.07
PHP - FeCl ₃ 交联液的电渗析液		Fe ³⁺	0.06

从上表可见, 由于聚丙烯酰胺分子与 Fe³⁺ 离子产生络合作用, 因此渗析液中 Fe³⁺ 离子含量很少 (仅占原来的 2.89%)。而 NaOH 处理魔芋胶的渗析液中 Na⁺ 却很多 (占 94.4%)。为什么没有全部渗析出来呢? 这主要是魔芋胶浓度较大 (300 ppm), Na⁺ 含量较多, 因此净化不可能太

完全。从这里可以说明, Na⁺ 离子在聚糖溶液中是处于分散与游离状态的, 而不是呈络合状态的, 因此经过电渗析之后, 就易于被净化。

渗析液的电导率测定也可说明这个问题。电导率测定结果见表 3。

未经电渗析的 NaOH 处理魔芋胶的电导率

较高,这是因为其中有较多的 Na^+ 及 OH^- 。但经过电渗析后,其电导率与未经 NaOH 处理的魔芋胶溶液的导电率完全一样,这也说明经过电渗析后,溶液中的离子都被净化了。

表 3

	浓 度 (ppm)	电 导 率 (毫伏 厘米)
NaOH 处理魔芋胶	300	430
未 处 理 魔 芋 胶	300	3.2
电渗析后的 NaOH 处理魔芋胶	300	3.2
纯 水		1

注:仪器型号为 DDS-11A 型电导率仪。

4. X-射线分析 经过X-射线分析,NaOH处理与未经NaOH处理的魔芋甘露聚糖均为非晶态,这说明它们的结构是一致的。

从以上试验及分析可以看出,NaOH并没有和魔芋甘露聚糖形成新的化合物,也就是说,经NaOH处理的魔芋甘露聚糖本身的化学结构没有发生变化。

NaOH处理后的魔芋胶为什么 有极好的低失水性能

经过NaOH处理之后,魔芋胶冲洗液的失水量大大降低。室内进一步研究还表明,并不仅仅是NaOH才有这样的作用,而且其他的碱金属或碱土金属的氢氧化物,如 KOH 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 、及 MgO 、 CaO [在水中成为 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$]等均有这种作用。经过这些碱处理之后的魔芋胶冲洗液的失水曲线见图5。

既然前面已经证明NaOH不改变魔芋甘露聚糖的化学结构,那么,它到底起什么作用呢?笔者认为,NaOH使魔芋胶失水量降低的主要原因有两点:一是NaOH中的OH在聚糖分子内与OH基形成氢键联结,在碱性条件下,有利于水分子进入聚糖分子之间,以氢键联结的形式存在。这样大量水分子被束缚在聚糖分子中间,而使游离自由水减少。由于大量的氢键存在,因此所形成的胶膜致密,具有韧性、透水性差。二是 Na^+ 等阳离子可使胶体粒子适度凝聚并适度

水化,使得胶体粒子尺寸变大。由于胶粒增大,在测定失水量时,粒子从过滤通道孔隙中透过的数目就要少得多。以下分别就这两个问题进行讨论。

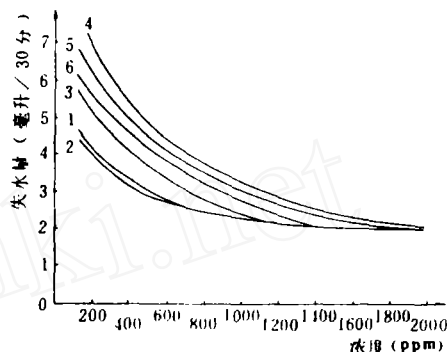


图5 不同碱处理魔芋胶冲洗液的失水曲线

曲线1——魔芋粉:NaOH = 1:0.2; 曲线2——魔芋粉:Ca(OH)₂ = 1:0.3; 曲线3——魔芋粉:KOH = 1:0.2; 曲线4——魔芋粉:MgO = 1:0.2; 曲线5——魔芋粉:Ba(OH)₂ = 1:0.2; 曲线6——魔芋粉:CaO = 1:0.2

1. OH 与氢键形成的关系

(1) 红外光谱图的解释 氢键是当氢原子以它的主价键与一负电性很强的原子结合后,再以副价键与另一负电性很强的原子相联结所形成的键。氢键的存在可由红外光谱检验出。如果氢键增强,则OH基的伸缩振动向低波数方向移动。从图3、4可以看出,未经NaOH处理的魔芋甘露聚糖的OH基伸缩振动在 3360cm^{-1} ,而经NaOH处理之后,OH基的伸缩振动降为 3190cm^{-1} ,即向低波数方向移动了。这说明,经过NaOH处理后,氢键联结得到增强。

(2) 碱性条件有利于水分子借助氢键联结进入聚糖分子之间。聚糖分子间的氢键可由图6表示,从图中可看出,它们之间是不连续的。而水分子进入聚糖分子中间,并以氢键联结的方式出现(图7)时,则分子之间形成了一个连续性的结构层,由于大量水分子被束缚在聚糖分子中,因此游离水大大减少(从图3、4中 1620cm^{-1} 的游离 H_2O 的峰对比也可看出),使得失水量降低。

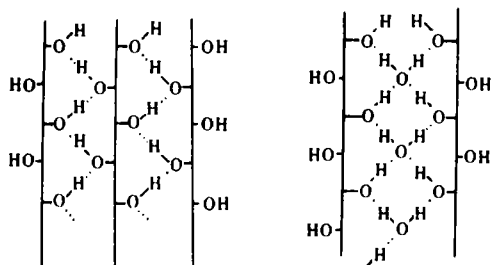


图6 聚糖分子中的氢键

图7 水分子与聚糖分子的氢键联结

2. 适量的阳离子使魔芋胶粒适度凝聚与水化, 胶粒变大

胶体粒子的大小对失水量有一定的影响。如果粒子太小, 则在一定压力下, 很容易从过滤层孔隙中被剂出。而胶粒较大时, 则有可能较快的堵塞过滤层孔隙, 使失水量降低。经过 NaOH 处理的魔芋胶, 其胶体粒子明显增大, 是失水量降低的又一原因。

(1) 分光光度计测定胶粒 将不同浓度的 NaOH 处理及未处理的魔芋胶溶液在比色管中配制好后, 在 XG - 125 型分光光度计上测定光密度 (波长取440) 作出标准工作曲线, 见图8。

然后分别测定不同浓度的两种魔芋胶 (加 NaOH 与未加 NaOH) 在七个大气压下的失水量。记下滤液体积数并测定滤液的光密度, 再在标准曲线上查出滤液的浓度, 继而计算出滤液中魔芋胶的总量。计算结果见表4。

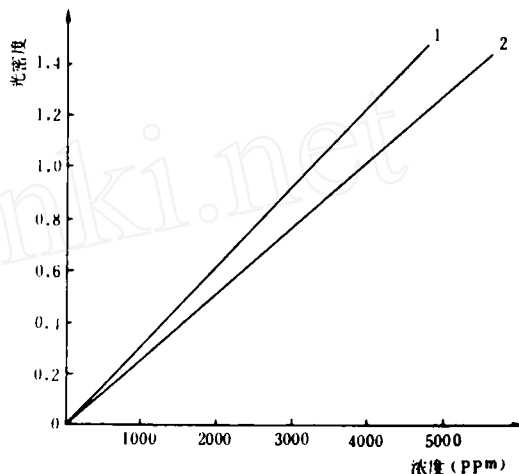


图8 不同浓度魔芋胶溶液的光密度标准曲线

曲线1 —— NaOH 处理魔芋胶;

曲线2 —— 未处理魔芋胶

表4

样 名	浓度 (ppm)	7 个大气压下失水量 (毫升 30分)	滤波光密度	滤液浓度 (ppm)	滤液中魔芋胶 总量 (毫克)
NaOH 处理魔芋胶	5000	14	0.42	1330	18.6
未处理魔芋胶	5000	85	0.44	1660	141
NaOH 处理魔芋胶	2500	23	0.32	1000	23
未处理魔芋胶	2500	144	0.34	1330	191.52
NaOH 处理魔芋胶	1000	30	0.20	660	19.8
未处理魔芋胶	1000	200	0.225	860	172

从表4可以看出, 当魔芋胶未经 NaOH 处理时, 很多细小的胶粒从滤纸上透过。因此, 滤液的浓度及体积均较大, 滤液中魔芋胶含量也高。而经过 NaOH 处理后, 滤液的浓度及体积均减少, 滤液中的魔芋胶含量也大大降低。

(2) 电子显微镜观察胶粒 将经过 NaOH 处理的魔芋胶 (魔芋粉: NaOH = 1 : 0.2) 与未经 NaOH 处理的魔芋胶在电子显微镜下放大 2800 倍可看出, 后者的胶粒直径为 0.053 ~

0.143 μ , 而前者的胶粒明显增大, 直径为 0.143 ~ 0.268 μ 。

(3) 胶粒增大的原因 从胶体化学来说, 魔芋胶溶液属亲液溶胶体系 (亲水胶体)。在水中胶粒表面带负电, 这可由下列现象解释: 一是魔芋胶溶液呈弱酸性, pH = 5.5 ~ 6.5, 这种酸性是由于魔芋胶水溶液中有极少量的甘露糖尾酸存在。二是聚糖分子中有大量羟基, 羟基具有吸附负离子的正价剩余力, 所以吸附了负离子变成带

负电。表3所列魔芋胶溶液的电导率远大于纯水也可以说明这一点。

因此,魔芋胶粒子与水溶液之间可形成双电层。胶粒与液体之间的电位称为热力学电位 E ,而滑动面上的电位差 ξ 称为电动电位。 ξ 电位是胶体滑移面与水溶液之间的电位差。当胶体中加入较多的电解质如NaOH时,由于 Na^+ 离子浓度增加,压缩双电层,使扩散层变薄。因此,虽然总电位(即热力学电位) E 不变,但 ξ 电位却随之下降。

魔芋胶溶液的电泳实验证明了这一点。笔者

采用宏观电泳法,将胶体溶液装入—U型管中,胶体在两臂均等,然后再加入无色导电溶液(如NaCl溶液)。在管的上端各放入阳、阴极板,通220 V直流电后,可见一臂的胶体界面上升而另一臂则下降,即可定性的知道粒子所带的电荷属性,量出电泳速度。

在实验中,魔芋胶溶液的浓度为0.5%,时间为30分。结果见表5。

在电泳实验中,运动的胶粒所产生的 ξ 电位数值是根据赫姆霍次方程式(Helmholtz)计算出来的。

表5

名 称	胶体层向正极移动高度(厘米)	电泳速度(厘米/秒)	ξ 电位(毫伏)
0.5 % NaOH 处理魔芋胶	0.7	0.00038	1.70
0.5 % 未处理魔芋胶	1.2	0.00066	2.9
1 % 余杭钙搬土溶液	4.2	0.00233	10.25

ξ 电位的降低是由于双电层被压缩而引起的。而双电层的压缩,导致了胶体颗粒的凝聚。 Na^+ 离子带正电,而魔芋胶粒带负电,因此胶粒可聚结在 Na^+ 离子周围,使胶粒凝聚而增大。经过NaOH处理的魔芋胶溶液的粘度比未经NaOH处理时为低也说明这一点,苏联斯莫鲁霍夫斯基研究了胶粒的半径、 ξ 电位与粘度的关系,从数学上导出了这种关系的方程式:

$$\frac{\eta - \eta_0}{\eta_0} = 2.5 \psi \left[1 + \frac{1}{\eta_0 R^2 X} \left(\frac{D\xi}{2\pi} \right) \right]$$

式中 $\frac{\eta - \eta_0}{\eta_0}$ —— 比粘度;

X —— 胶粒的比电导度;

R —— 胶粒半径;

D —— 液体的介电常数;

η_0 —— 液体的粘度系数;

ψ —— 每毫升胶体中所含胶粒总体积;

ξ —— 动电电位。

从上式可看出,体系的粘度和 ξ 电位及胶粒半径 R 有关。 ξ 电位高,粘度大。胶粒半径 R 增大,则粘度降低。

表6是不同加量的NaOH、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 对浓度为0.5%的魔芋胶流变性能的影响(主要指粘度)。

从表6可见,当加入少量的NaOH、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 后,魔芋胶的粘度略有提高。这说明

表6

NaOH, 克/升	η_s	η_p	τ_d	$\tau_d \eta_p$	n	K	$\text{Ca}(\text{OH})_2$, 克/升	η_s	η_p	τ_d	$\tau_d \eta_p$	n	K
0	28	18	20	1.11	0.559	1.179	0	28	18	20	1.11	0.559	1.179
0.05	29	18.5	21	1.11	0.554	1.26	0.25	30	19	22	1.15	0.549	1.364
0.2	28	18	20	1.11	0.559	1.179	0.5	29	19	20	1.052	0.572	1.115
0.5	26.5	18	17	0.944	0.598	0.855	1	26	18	16	0.889	0.613	0.754
1.5	23.5	18	11	0.611	0.696	0.385	2	23	17	12	0.705	0.665	0.465
2	22.5	18	9	0.5	0.737	0.278	3	22	16.5	11	0.667	0.678	0.407
4	21	17	8	0.47	0.748	0.24	5	21	16	10	0.625	0.692	0.353
6	18.5	15	7	0.466	0.75	0.208	10	19.5	15	9	0.6	0.7	0.31
10	17	14	6	0.428	0.765	0.173	15	18.25	14.5	7.5	0.517	0.73	0.235

此时碱主要使胶粒更均匀的分散,而当继续加碱时,则粘度急剧降低,甚至从外观上也可看出加入过量碱后出现的聚结现象。

综上所述,引起胶粒增大的原因主要是加入较多的电解质如NaOH, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, 使双电层压缩, ξ 电位降低,出现了胶粒的聚结并使胶体粘度下降。

(4) 凝聚与水化必须适度 凝聚和水化是矛盾的两个方面。NaOH 可以使魔芋胶凝聚,但也可带来水化作用。分散太好,对降失水不利。同样,凝聚太严重,也不利于降失水。过分的凝聚,会减少分散的稳定性,使水化作用大大减弱,自由水大量析出。因此,凝聚与水化必须适度,也就是说,碱的加量必须适量。图9 是NaOH 加量不同时,魔芋胶的失水曲线,溶液浓度为0.02%。

从图9 可看出,当魔芋粉: NaOH =

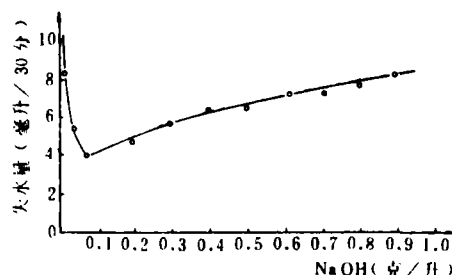


图9 NaOH 加量对0.02%魔芋胶失水量的影响

0.2:0.08,即1:0.4 时,降失水效果最好。一般可取配比1:0.2~0.4,继续增加NaOH 的加量,失水量反而略有上升,而且溶液的粘度下降很多,PH 值过高。

(5) 为什么酸或盐不能使魔芋胶失水量降低在魔芋胶中加入其他电解质如 Na_2SO_4 、HCl、NaCl 等,同样也可使胶粒凝聚,因此也具有降失水的作用。表7 是0.25%魔芋胶经硫酸钠

表7

硫酸钠加量 (克/升)	PH	γ	B	ϕ_{600}	ϕ_{300}	η_A	η_p	τ_d	$\tau_d \cdot \eta_p$	n	K
0	6.5	1.002	70	17	11	8.5	6	5	0.833	0.628	0.222
0.25	6.2	1.0025	65	17	11	8.5	6	5	0.833	0.628	0.222
0.5	6	1.003	60	16.5	10.6	8.5	5.8	4.7	0.81	0.638	0.201
1	6	1.003	56	16	10.2	8	5.8	4.4	0.759	0.649	0.181
2	6	1.004	41	15	9.4	7.5	5.6	3.8	0.678	0.674	0.143
4	6	1.006	28	14	8.7	7	5.3	3.4	0.642	0.684	0.125
6	6	1.008	46	13	8	6.5	5	3	0.6	0.7	0.103

注: γ —比重(克/厘米³); B—失水量(毫升/30分); ϕ_{600} 、 ϕ_{300} —六速旋转粘度600转/分、300转/分时的读数;

η_A —表观粘度(厘泊), $\eta_A = \frac{\phi_{600}}{2}$; η_p —塑性粘度(厘泊), $\eta_p = \phi_{600} - \phi_{300}$; τ_d —动切力(磅/100英尺²),

$\tau_d = 2\phi_{300} - \phi_{600}$; n—流性指数(无因次), $n = 3.322 \lg \frac{\phi_{600}}{\phi_{300}}$; K—稠度系数(磅·秒ⁿ/100英尺²),

$$K = \frac{\phi_{600}}{1000^n}$$

钠(Na_2SO_4)处理后的各项性能。

但是,失水量降低的幅度却不大,是什么原因呢?因为胶粒增大只是有利于降失水的一个方面。另一方面,即OH⁻的存在,导致了氢键联结的加强,这对于酸和盐却不具备,因此降失水效果不十分显著。

综上所述,有关NaOH 处理魔芋胶冲洗液的机理问题,我们可以得出以下几点初步结论:

1. 魔芋胶中的魔芋甘露聚糖对降失水起主要

作用,凡含有类似成分的植物胶均可用NaOH 等碱处理,以获得低失水性能。

2. 在碱处理魔芋胶冲洗液中,NaOH 不改变魔芋甘露聚糖的化学结构。

3. OH⁻ 可与聚糖分子中的羟基等产生氢键联结。碱性条件有利于水分子以氢键联结的形式进入聚糖分子中间。

4. 以适量的NaOH 来处理魔芋胶,可使魔芋胶粒适度凝聚并水化,使胶粒变大。