

引用格式:张家旋,朱晓群.光引发接枝聚合调控水凝胶表面疏水性能[J].北京化工大学学报(自然科学版),2019,46(2):50-56.

ZHANG JiaXuan, ZHU XiaoQun. Grafting of hydrophobic layer on hydrogel surfaces via Type II photopolymerization[J]. Journal of Beijing University of Chemical Technology (Natural Science), 2019,46(2):50-56.

# 光引发接枝聚合调控水凝胶表面疏水性能

张家旋<sup>1</sup> 朱晓群<sup>2\*</sup>

(1.北京市第二中学,北京 100010;2.北京化工大学材料科学与工程学院,北京 100029)

**摘要:**利用光引发表面聚合的方法在水凝胶表面接枝疏水基团,赋予水凝胶表面疏水性能,其原理是基于 Type II 型光引发剂的夺氢光引发机理,夺取水凝胶高分子链中叔胺邻位碳原子上的氢原子,使得该碳原子成为自由基,引发丙烯酸十八酯增长聚合,从而在水凝胶表面以化学键铆接上一层疏水的高分子层。通过红外(FT-IR)、接触角和水滴渗入时间测试,探讨了光引发接枝条件对水凝胶表面疏水性能的影响,结果表明:在水凝胶中加入含有叔胺基团的甲基丙烯酸二甲氨基乙酯作为 Type II 型光引发的助引发剂和接枝位点,与疏水单体丙烯酸十八酯发生聚合反应可以形成稳固的疏水层,有效增强水凝胶的疏水性;采用 N,N'-亚甲基双丙烯酰胺(BIS)交联剂能使疏水层形成交联网络结构,提高接枝层的致密性和疏水性,对水滴的渗入起到更好的阻碍作用。

**关键词:**水凝胶;Type II 型光引发;表面聚合;疏水性能

**中图分类号:** TB324 **DOI:** 10.13543/j.bhxbzr.2019.02.008

## 引言

水凝胶是一种由天然或合成材料制备的具有三维网络结构的聚合物,由于含有亲水基团或区域,能够保留大量的水分或生物流体<sup>[1]</sup>,具有生物相容性的水凝胶材料引起研究者的极大兴趣。在过去几十年里,基于对水凝胶的设计、合成和功能进行控制,形成了许多具有特殊功能的水凝胶。水凝胶的疏水性表面层类似于能将亚细胞物质与细胞外基质分离的细胞膜<sup>[2]</sup>,近年来,研究人员一直在模仿生物体凝胶组织,并希望能有人造水凝胶材料中重现生物界面功能,其中大多数工作都集中在调整三维网络的性能方面<sup>[3]</sup>。到目前为止,对水凝胶表面改性主要是通过改变水凝胶网络单体的固有性质来实现。为了实现水凝胶表面的疏水性,通常需要在水凝胶网络中有大量的疏水性单体,这将降低网络的亲水性质,甚至引起相分离,不可避免地限制了水凝胶的

应用<sup>[4]</sup>。为了解决此问题,对水凝胶表面直接进行改性是一种较好的方法。构建表面疏水的水凝胶,使水凝胶表面和内部网络具有异质润湿性<sup>[5]</sup>,可以保证水凝胶网络原有的性能不被改变或破坏<sup>[6]</sup>。

表面接枝共聚主要是通过紫外光、高能辐射和等离子等技术使材料表面形成具有新功能的表层。由于长波段紫外光具有选择性,波长一般在 300~400 nm,大多数高分子不吸收,只会使引发剂发生反应,从而达到保护本体性能且仅使材料表面改性的目的<sup>[7]</sup>,而且此方法条件温和、易于控制、成本低、环保,因此极具工业应用前景。表面光引发接枝共聚首要条件是在材料表面生成自由基作为引发活性中心(即接枝位点),之后引发单体在表面接枝<sup>[8]</sup>。而表面自由基引发聚合无须对材料进行过多设计,且可对表面所需的不同的功能选择相应的单体,利于实现表面功能化改性。Yang 等<sup>[9-11]</sup>在表面光引发接枝聚合方面作了大量的研究工作,构建了多种图案和微结构,可赋予材料表面亲水性、疏水性和可反应性等多种性能。本课题组也在光引发接枝聚合方面作过一些报道,如赋予材料表面刺激响应性能、各向异性释放性能等<sup>[12-14]</sup>。

本文采用 Type II 型光引发剂对水凝胶表面进行改性。Type II 型光引发剂夺取水凝胶高分子链

收稿日期:2018-11-13

基金项目:国家自然科学基金(51603007/51573011)

第一作者:男,2001年生,高中生

\*通信联系人

E-mail: zhuxq@mail.buct.edu.cn

上的氢原子后,使得高分子链上产生自由基,该自由基引发活性高,而引发剂本身生成的自由基引发活性很低,从而使得高分子链成为自由基引发活性中心。利用这一特点,我们通过该活性中心引发疏水单体丙烯酸十八酯在水凝胶表面聚合生长,赋予水凝胶表面疏水性能;随后对光引发接枝条件进行研究,利用实时红外、接触角、水渗透速度等测试表征证明了在水凝胶表面进行光引发接枝聚合可以使其获得良好的疏水性能。

1 实验部分

1.1 仪器与试剂

Nicolet 5700 型傅里叶红外光谱仪,美国 Thermo 公司;OCA20 型接触角分析仪,德国 Dataphysics Instruments 公司;Zeiss Supra55 扫描电子显微镜,德国卡尔蔡司公司。

甲基丙烯酸二甲氨基乙酯 (DMAEMA),99%,上海阿拉丁生化科技股份有限公司;二甲基丙烯酰胺 (DMAA),98%,上海麦克林生化科技有限公司;N,N'-亚甲基双丙烯酰胺 (BIS),98%,百灵威科技有限公司;2959 引发剂 (HIT),99%,ITX 引发剂,99%,北京瑞德;丙烯酸十八酯,97%,东京化成;乙酸乙酯,二氯甲烷,99%,北京化工厂。以上试剂均直接使用,未作进一步处理。

1.2 水凝胶的制备

按照表 1 实验配方用去离子水配制含水量不同的溶液,将溶液密封好,通入氮气除氧 5 min。用 365 nm LED 光源进行光照聚合,光强为 60 mW/cm<sup>2</sup>。将配置好的溶液注射到密封的自制水凝胶模具内,然后置于 LED 下照射 5 min,得到一系列含水量不同的水凝胶。用二氯甲烷冲洗水凝胶表面 3 次,将多余的 2959 引发剂冲洗干净,冷藏保存备用。

表 1 不同含水量水凝胶的实验配方

Table 1 Formulation of hydrogels with different water content

含水量/ %	<i>m</i> <sub>DMAEMA</sub> / g	<i>m</i> <sub>DMAA</sub> / g	<i>m</i> <sub>BIS</sub> / g	<i>m</i> <sub>2959</sub> / g	<i>m</i> <sub>水</sub> / g
40	3	12	0.18	0.15	10.02
50	3	12	0.18	0.15	15
60	3	12	0.18	0.15	22.5
70	1.5	6	0.09	0.075	17.4

1.3 水凝胶表面接枝疏水层

将 4 g 丙烯酸十八酯单体、0.04 g BIS 交联剂和

0.04 g ITX 引发剂溶于 8 mL 乙酸乙酯中,配置成混合溶液。在水凝胶表面铺上厚度为 1 mm 的该混合溶液,ITX 于 385 nm、60 mW/cm<sup>2</sup> 的 LED 灯照射下夺取水凝胶上的叔胺临位上的氢,使其成为助引发剂,引发丙烯酸十八酯聚合,得到接枝疏水聚合物层的水凝胶。最后用二氯甲烷冲洗,去除未反应单体等杂质。

1.4 水凝胶制备反应动力学

在含有和不含 DMAEMA 的水凝胶表面滴加 1.3 节配置的混合溶液,采用 385 nm 光源进行表面接枝聚合。利用实时红外测试 (FT-IR) 监测双键的聚合转化率。丙烯酸十八酯双键中的红外区特征吸收峰在 6 140 ~ 6 200 cm<sup>-1</sup> 左右。在光聚合反应中,碳碳双键转化成单键,所以双键数量不断减少,红外谱图上相应的碳碳双键吸收峰强度会随着时间的变化而降低,因此通过计算双键峰面积的变化可以测定聚合反应进行的程度。按照式 (1) 可计算出双键转化率 *C*

$$C = (A_0 - A_t) / A_0 \times 100\%$$
 (1)

式中 *A*<sub>0</sub> 和 *A*<sub>*t*</sub> 分别表示固化前及 *t* 时刻双键的特征吸收峰面积。

1.5 水凝胶表面疏水性表征

接触角是体现表面润湿程度的量度。将水凝胶放在接触角仪平台上,滴上 2 μL 纯水,10 s 后测定接触角。

水凝胶表面形成的疏水层能作为渗透屏障,对水滴的渗入起到一定的延迟作用,可以间接反映接枝情况,因此渗入时间可作为评价接枝密度和疏水性的参考。将 2 μL 纯水滴在水凝胶上,利用接触角仪观测水珠完全渗入水凝胶的时间。

利用扫描电子显微镜观察接枝前后水凝胶表面形貌的变化,测试加速电压为 20 kV。

2 结果与讨论

2.1 叔胺基团对光引发水凝胶表面聚合反应的影响

本文的 Type II 型光引发机理及实验设计如图 1 所示。DMAEMA 和 DMAA 是常用的两种合成水凝胶的单体,通过双键聚合形成水凝胶。此外,DMAEMA 既是单体,也是第二步表面聚合的助引发剂。DMAEMA 叔胺基团上的 α 氢是活泼氢,可以作为供氢体,在光引发接枝中活泼氢被夺取,形成自由基,引发丙烯酸十八酯在其上聚合 (图 1(c))。ITX 是 Type II 型引发剂,作为夺氢型引发剂可以夺取水

凝胶表面叔胺基团上的  $\alpha$  氢,在整个水凝胶表面形成自由基。

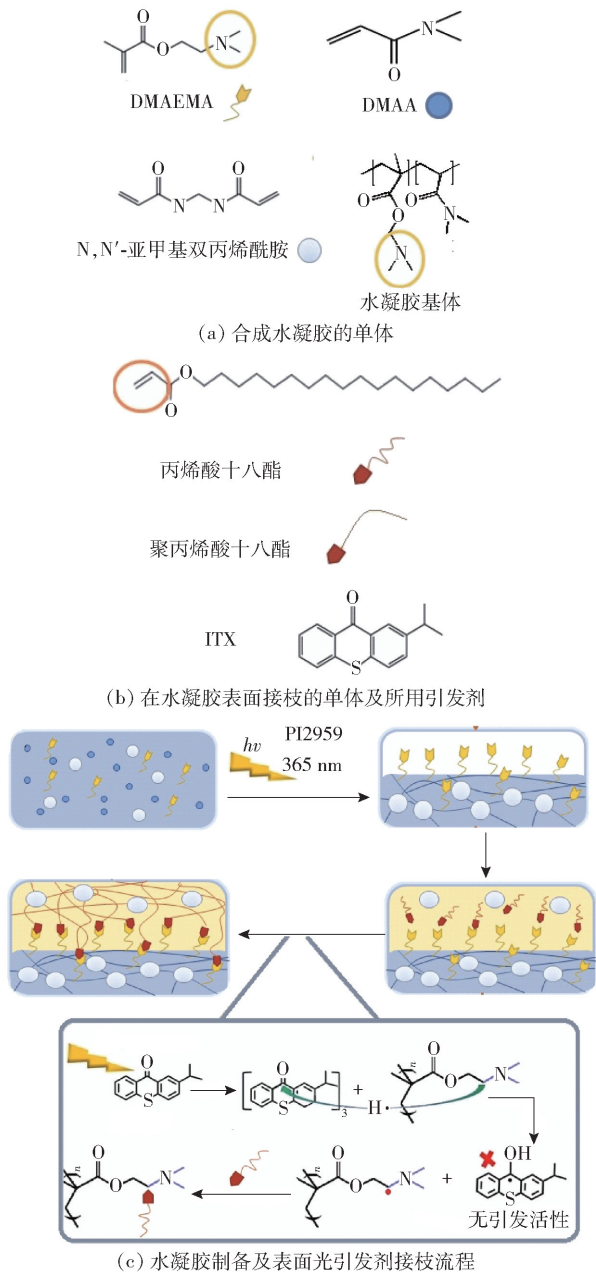


图1 Type II型光引发机理及实验流程图

Fig. 1 Mechanism of Type II photo-induced grafting and schematic of the experiment

夺氢型引发剂 ITX 在引发聚合时,需要如含叔胺物质等作为助引发剂。为了探究水凝胶中 DMAEMA 上的叔胺基团是否对丙烯酸十八酯的接枝聚合反应有影响,分别在含水量 40%、含有和不含 DMAEMA 的水凝胶表面进行光引发聚合,并用 FT-IR 测试丙烯酸十八酯上双键的转化率和聚合反应速率,结果如图 2 所示。

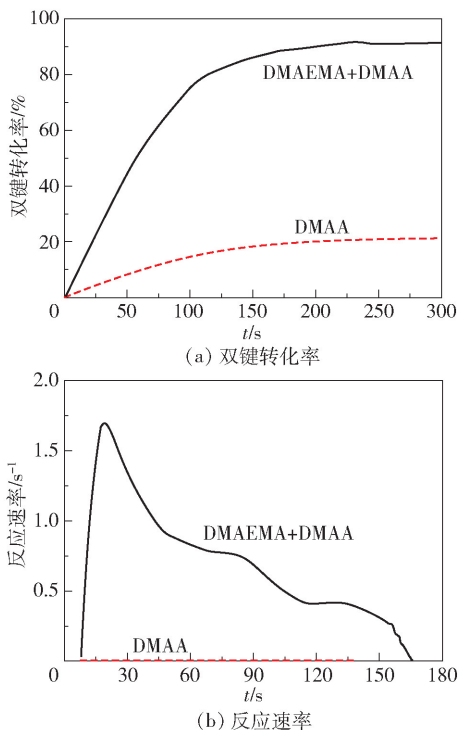


图2 有无助引发剂 DMAEMA 时丙烯酸十八酯的双键转化率和反应速率

Fig. 2 Conversion of the double bond and reaction rate of octadecyl acrylate with and without DMAEMA

由图 2 (a) 可以看出,光照 150 s 后,含有 DMAEMA 水凝胶中丙烯酸十八酯的双键转化率达到 80% 以上,而不含 DMAEMA 水凝胶双键转化率不到 20%,此结果表明,在含有叔胺基团的情况下,丙烯酸十八酯的双键转化率明显增大。用转化率对时间求导,可以得到聚合速率与时间的关系如图 2(b) 所示。含有 DMAEMA 水凝胶中的丙烯酸十八酯双键反应速率随时间先升高后下降,在 25 s 左右达到最大值;而不含 DMAEMA 水凝胶的双键反应速率很低。这是因为光引发剂 ITX 是夺氢型引发剂,其夺取叔胺邻位碳上的氢原子后,自身形成的自由基没有引发活性,而被夺取氢原子后的烷基自由基引发活性高,是真正起引发作用的自由基。因此,用 ITX 作为引发剂,只有在含有叔胺官能团的体系中才会发生双键聚合,而不含 DMAEMA 的水凝胶上无叔胺基团,导致双键转化率很低,因此丙烯酸十八酯聚合物最终被化学接枝到含有叔胺官能团的相邻碳原子上。

## 2.2 丙烯酸十八酯表面聚合对水凝胶接触角的影响

丙烯酸十八酯含有疏水性长链,为了验证接枝聚丙烯酸十八酯后水凝胶的疏水性变化,首先将不



含 BIS 交联剂的丙烯酸十八酯溶液与不同含水量的水凝胶在光强为 60 mW/cm<sup>2</sup> 的 385 nm LED 灯下光照 5 min, 光引发接枝聚丙烯酸十八酯。表面聚合反应后进行接触角测试, 得到的结果如图 3 所示。

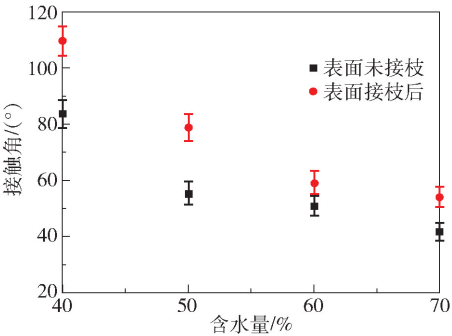


图 3 丙烯酸十八酯接枝前后的水凝胶接触角  
Fig. 3 Water contact angle of hydrogel with and without grafting octadecyl acrylate

从图 3 可以看出, 表面接枝了聚丙烯酸十八酯的水凝胶接触角比未接枝的接触角要高, 平均高出约 20°。这是因为丙烯酸十八酯是疏水单体, 其聚合物聚丙烯酸十八酯能起到疏水作用。

随着水凝胶含水量上升, 接触角下降, 这是因为含水量高的水凝胶体系内水占的体积大, 聚合物含量少, 意味着水凝胶表面可发生光引发接枝的叔胺官能团密度降低, 因此表面单位面积上的接枝密度降低, 即聚丙烯酸酯含量降低, 疏水性下降。相对来说, 含水量低的水凝胶中高分子链段较多, 可引发接枝的叔胺官能团密度较大, 因此聚丙烯酸酯的接枝量增加, 疏水性提高, 所以接触角增大。因此, 含水量高的水凝胶表面接枝位点相对较少, 所以其接枝后的疏水效果没有含水量低的水凝胶好。

2.3 接枝聚合交联剂对水凝胶接触角的影响

考虑到不加交联剂进行光引发接枝的聚丙烯酸十八酯高分子链相互之间没有化学键的固定交联作用, 可能会引起高分子链相互之间出现滑移, 导致在表面分布不均匀, 水滴可能会从高分子链稀疏或薄弱处渗入。加入交联剂可使聚丙烯酸十八酯高分子链形成交联网络, 使疏水层在表面均匀覆盖, 而且在三维交联网络中聚丙烯酸十八酯层不易出现薄弱区域, 从而提高水凝胶表面的疏水性能。分别配置不同交联剂 (BIS) 含量的丙烯酸十八酯溶液, 在光强为 60 mW/cm<sup>2</sup> 的 385 nm 紫外光下光照 5 min 光引发聚合接枝丙烯酸十八酯, 并进行接触角测试, 得到的结果如图 4 所示。

从图 4 可以看出, 使用 BIS 交联剂接枝丙烯酸

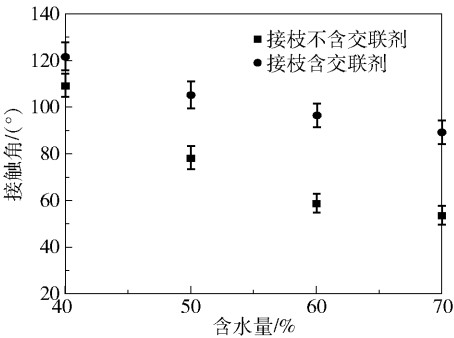


图 4 表面共聚接枝有无交联剂对水凝胶表面接触角的影响  
Fig. 4 Water contact angle of hydrogel with and without crosslinker when grafting octadecyl acrylate

十八酯后, 水凝胶表面的水接触角比没有使用交联剂的接触角要大, 平均增加 10° 以上; 而比未接枝聚丙烯酸十八酯水凝胶 (图 3) 的表面接触角普遍增加 60° ~ 70°。这是因为 BIS 是双官能团丙烯酸酯, 在足够的光照时间下, 转化率能达到 80% ~ 90% 以上, 使丙烯酸十八酯在水凝胶表面接枝时生成交联网络, 从而形成致密的疏水层, 提高其疏水性; 而未产生交联的疏水层较为稀疏, 水滴易从空隙中渗透, 疏水效果较差。

为了说明接枝时有无使用交联剂对水凝胶表面形貌的影响, 对接枝前后及有无使用交联剂的接枝表面分别进行 SEM 观察, 结果如图 5 所示。

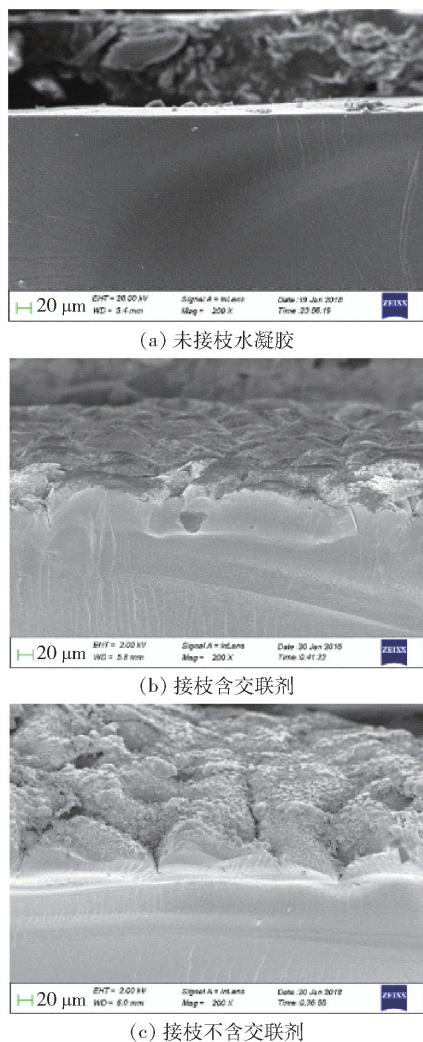
从图 5 可以看出, 未接枝丙烯酸十八酯的水凝胶表面比较光滑平整, 而接枝丙烯酸十八酯后, 水凝胶表面变得凹凸不平; 有交联剂的接枝层比较均匀地覆盖在水凝胶表面, 而不含交联剂的接枝层表面有很多小的凸起, 不能较均匀地覆盖在水凝胶表面。这和接触角测试结果一致, 证明前述推测是正确的。

2.4 光照条件对表面光接枝聚合的影响

光照强度在光引发聚合中能影响光引发速率, 光强越强, 反应速率越大, 转化率也越高, 因此光照强度是影响光接枝聚合反应的重要因素。在含水量为 40% 的水凝胶表面接枝丙烯酸十八酯时分别使用 40 mW/cm<sup>2</sup>、50 mW/cm<sup>2</sup>、60 mW/cm<sup>2</sup> 和 70 mW/cm<sup>2</sup> 光强的 385 nm 紫外光照射 5 min, 结果表明光强对接触角的影响不大, 不同光强下接触角平均为 122.65°。

光照时间不同, 反应程度不同。光引发剂在光照下能使表面产生大量自由基, 延长光照时间能充分利用引发剂, 接枝更多单体。对 4 组含水量不同的水凝胶光照不同时间进行接枝反应, 探究不同光

照时间下水凝胶接触角的变化情况,结果如图 6 所示。



(a) 未接枝水凝胶

(b) 接枝含交联剂

(c) 接枝不含交联剂

图 5 接枝前后及接枝有无交联剂的水凝胶表面形貌  
Fig. 5 Microstructure of the hydrogel after photo-grafting and grafting with or without crosslinker

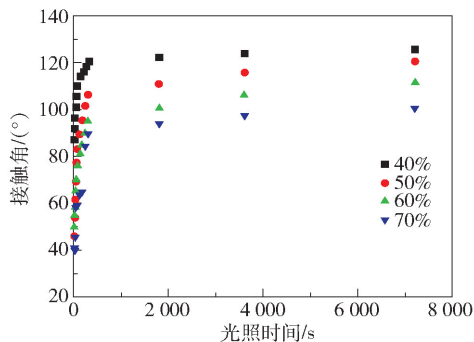


图 6 不同含水量的水凝胶在不同光照时间下接枝的接触角变化

Fig. 6 Change of water contact angle of the hydrogel with different contents of water and different irradiation times

从图 6 结果来看,4 组含水量不同的水凝胶表面都由亲水性变为疏水性。在 0 ~ 300 s,接触角上升速率最大;300 s 后,接触角上升趋于平缓,如 0.5 h、1 h 和 2 h 光照的接触角相差不大。可以认为,在 300 s 后已达高度交联,反应程度已经很高,延长光照时间对接枝程度没有影响。此外,在接枝过程中随着光照时间的延长,溶剂挥发,而丙烯酸十八酯在室温下容易析出结晶,导致表面还会析出白色不透明的丙烯酸十八酯固体,从而妨碍甚至阻断接枝反应的进行。因此,光照时间控制在 0.5 h 以内较为合适。

## 2.5 接枝丙烯酸十八酯对水凝胶表面水滴渗入速度的影响

在水凝胶表面形成的疏水层能作为渗透屏障,对水滴的渗入起到一定的延迟作用,这可以从另一个角度反映表面的接枝情况。在未接枝和接枝了丙烯酸十八酯且交联的水凝胶上,滴加体积为 2  $\mu\text{L}$  的水滴,测试水滴完全渗入水凝胶所需的时间,结果如图 7 所示。

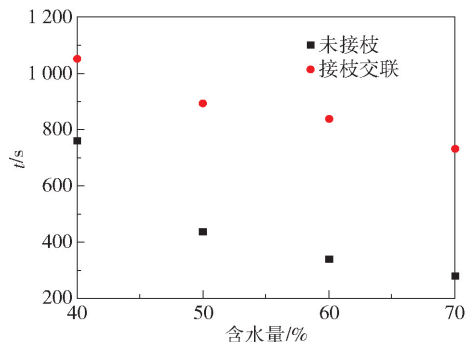


图 7 不同含水量水凝胶的水滴渗入时间

Fig. 7 Infiltration time of the hydrogels with different water contents

从图 7 可以看出,接枝且交联了丙烯酸十八酯的水凝胶,渗入时间明显延长。而且将图 7 的水滴渗入时间与图 3、4 的接触角数据对照可以发现,随着水凝胶接触角的上升,水滴渗入时间延长,原因是交联的丙烯酸十八酯层更加致密,疏水性能更好,对水滴的渗入有屏障作用。

## 3 结论

本文通过表面接枝共聚的方法提高水凝胶表面的疏水性能,对接枝反应的影响因素进行了研究,得到优化的光引发接枝聚合的光照条件为:385 nm 的 LED 光源,光强 60  $\text{mW}/\text{cm}^2$ ,光照 5 min。

在水凝胶结构中含有叔胺基团的 DMAEMA 作为 Type II 型光引发的助引发剂和接枝位点,疏水单体丙烯酸十八酯在水凝胶表面发生聚合反应并以化学键的形式铆接在其表面形成疏水层,从而改变水凝胶的亲疏水性。同时,BIS 交联剂在表面接枝过程中能使疏水层形成交联网络,使得接枝层更致密,疏水性更强。

## 参考文献:

- [1] GONG J P, KATSUYAMA Y, KUROKAWA T, et al. Double-network hydrogels with extremely high mechanical strength[J]. *Advanced Materials*, 2003, 15(14): 1155–1158.
- [2] 饶志高,周明元,张建清,等. 水凝胶的制备及其在医学上的运用[J]. *中国医疗器械信息*, 2007, 13(11): 17–20.  
RAO Z G, ZHOU M Y, ZHANG J Q, et al. The preparation of hydrogels and its application in medical science [J]. *China Medical Device Information*, 2007, 13(11): 17–20. (in Chinese)
- [3] LAI S K, WANG Y Y, HIDA K, et al. Nanoparticles reveal that human cervicovaginal mucus is riddled with pores larger than viruses[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2010, 107(2): 598–603.
- [4] 潘婷婷. 温度和 pH 双重响应性水凝胶的制备及其药物控制释放研究[D]. 合肥: 中国科学技术大学, 2011.  
PAN T T. Synthesis of dual thermo- and pH-sensitive network-grafted hydrogels as drug delivery system [D]. Hefei: University of Science and Technology of China, 2011. (in Chinese)
- [5] 张敏,李碧婵,陈良璧. 互穿网络聚合物水凝胶的制备及其吸附研究进展[J]. *化工进展*, 2015, 34(4): 1043–1049.  
ZHANG M, LI B C, CHEN L B. Progress in preparation of interpenetrating polymer network hydrogels and their application in adsorption[J]. *Chemical Industry and Engineering Progress*, 2015, 34(4): 1043–1049. (in Chinese)
- [6] 王南平,余晓冬,陈洪渊. 环糊精超分子化学研究的新进展[J]. *化学研究与应用*, 2001, 13(1): 27–32.  
WANG N P, YU X D, CHEN H Y. Progress in the supramolecular chemistry of cyclodextrin[J]. *Chemical Research and Application*, 2001, 13(1): 27–32. (in Chinese)
- [7] 王敏. 攻克塑料薄膜表面处理难题[J]. *包装世界*, 2004, 4: 56.  
WANG M. Overcoming the difficulties of plastic film surface treatment[J]. *Packaging World*, 2004, 4: 56. (in Chinese)
- [8] 孙扶. 协同 ATRP、点击化学及超临界二氧化碳技术制备基于水凝胶和聚苯胺的复合材料[D]. 上海: 华东理工大学, 2010.  
SUN F. Preparation of composites based on hydrogels and polyaniline by combining ATRP, click chemistry and supercritical carbon dioxide techniques [D]. Shanghai: East China University of Science and Technology, 2010. (in Chinese)
- [9] YANG P, XIE J Y, YANG W T. A simple method to fabricate a conductive polymer micropattern on an organic polymer substrate[J]. *Macromolecular Rapid Communications*, 2006, 27: 418–423.
- [10] ZHAO H C, YANG P, DENG J P, et al. Fabrication of a molecular-level multilayer film on organic polymer surfaces via chemical bonding assembly [J]. *Langmuir*, 2007, 23(4): 1810–1814.
- [11] YANG P, DENG J Y, YANG W T. Confined photo-catalytic oxidation: a fast surface hydrophilic modification method for polymeric materials[J]. *Polymer*, 2003, 44: 7157–7164.
- [12] WU S P, ZHU X Q, YANG J L, et al. A facile photopolymerization method for fabrication of pH and light dual reversible stimuli-responsive surfaces [J]. *Chem Comm*, 2015, 51(26): 5649–5651.
- [13] DONG Y G, ZHU X Q, SHI F, et al. Surface photo-anchored PNIPAM crosslinked membrane on glass substrate by covalent bonds[J]. *Applied Surface Science*, 2014, 307: 7–12.
- [14] ZHANG J J, NIE J, ZHU X Q. Surface-selective grafting of crosslinking layers on hydrogel surfaces via two different mechanisms of photopolymerization for site-controllable release[J]. *Macromolecular Rapid Communications*, 2018, 39(20): 1800144.

# Grafting of a hydrophobic layer on hydrogel surfaces via Type II photopolymerization

ZHANG JiaXuan<sup>1</sup> ZHU XiaoQun<sup>2\*</sup>

(1. Beijing No.2 Middle School, Beijing 100010; 2. College of Material Science and Engineering, Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, China)

**Abstract:** Hydrogels, which usually comprise hydrophilic polymers and water, are generally able to act as biomaterials, due to their high water content, soft nature, and 3D porous structure. However, the surface of many biological tissues is hydrophobic. In this work, a hydrophobic polymer layer was grafted on the surface of a hydrogel through Type II photopolymerization in an attempt to increase the hydrophobic properties of the hydrogel surface. Isopropyl thioxanthone (ITX) is a Type II photoinitiator, with an excitation wavelength of 405 nm. ITX exhibits no triggering activity but abstracts H atoms from amines and the amines are the final radicals initiating photopolymerization. Through this photo-grafting method, a hydrophobic polymer, poly(octadecyl acrylate) was grafted on the surface of a hydrogel. A cross-linking polymer layer can be formed by using BIS cross-linking agent, which increases compactness and the hydrophobic properties of the polymerized surface, thus effectively blocking infiltration of water drops. The conversion of the photopolymerization was monitored by FT-IR and the effect of varying the photo-grafting conditions on the surface hydrophobic properties of the hydrogel was studied by the measuring the contact angle and infiltration time of water drops. The results show that the layer of poly(octadecyl acrylate) effectively improves the hydrophobic properties of the hydrogel.

**Key words:** hydrogel; Type II photoinitiator; surface polymerization; hydrophobic property

(责任编辑:吴万玲)