



# 高铁用高强度聚 氨酯防水涂料的 研制

江苏省化工研究所有限公司  
李冬梅

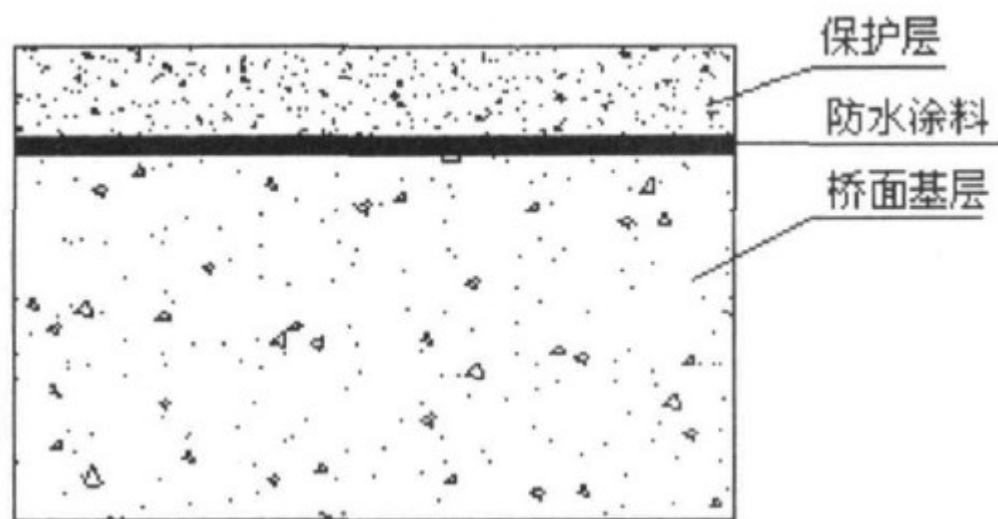
# 我国高铁事业的发展

- ❖ 按照中国《综合交通网中长期发展规划》，到2020年中国铁路网总里程将达到12万千米以上，其中客运专线1.5万千米以上。规划有31条客运专线，总里程达7300km。
- ❖ 在桥梁混凝土桥面设置防水层，可以有效隔阻水渗入桥面板结构内，减缓混凝土的老化及桥面板内钢筋锈蚀，从而达到提高混凝土结构耐久性的目的。
- ❖ 现有市场上的防水涂料不能满足要求，有必要对此进行研究，研制出满足《客运专线桥梁混凝土桥面防水层暂行技术条件》要求的聚氨酯防水涂料。

# 技术指标

- ❖ 《客运专线桥梁混凝土桥面防水层暂行技术条件》修订稿要求规定:
- ❖ 粘结卷材:拉伸强度  $\geq 3.5\text{Mpa}$ , 断裂伸长率  $\geq 450\%$
- ❖ 防水层:拉伸强度  $\geq 6.0\text{Mpa}$ , 断裂伸长率  $\geq 450\%$
- ❖ 普通防水层:拉伸强度仅  $\geq 2.45\text{Mpa}$ 。

## 防水层结构简图：



## 实验部分

- ❖ 本项目设计的**TDI**型高强度双组分聚氨酯防水涂料，通过实验室检测，各项指标完全能满足高速铁路道桥防水设计要求。由于不添加再生橡胶和煤焦油，且不使用任何溶剂，有利于环境保护和工人健康。

# 主要原料

- ❖ 异氰酸酯：TDI
- ❖ 聚醚多元醇：GSE-2028,, ZSN220, ZSN330, ZS-1618A, JSP-1120
- ❖ 扩链剂：MOCA
- ❖ 抗氧化剂、紫外线吸收剂
- ❖ 催化剂：辛酸亚锡
- ❖ 填料：轻质钙粉，绢云母粉



# 制备工艺

- ❖ **A组分**: 按配方将聚醚多元醇加入三口烧瓶内, 搅拌, 升温至 $110-120^{\circ}\text{C}$ , 真空脱水 $1.5-2\text{h}$ , 降温至 $60^{\circ}\text{C}$ 以下, 分批加入TDI, 升温至 $75-80^{\circ}\text{C}$ , 反应 $2\sim 3\text{h}$ 。反应完成后, 降温并真空脱泡 $30\text{min}$ , 出料, 即得聚氨酯预聚体, 简称 A 组分。
- ❖ **B组分**: 在三口烧瓶中加入聚醚、MOCA、氯化石蜡、粉状填料, 搅拌分散均匀, 加热到 $110-120^{\circ}\text{C}$ , 真空脱水 $1\text{h}$ 。然后降温, 辛酸亚锡、消泡剂, 混合分散, 待降至室温后出料, 即得固化剂组分, 简称 B 组分。

# 力学性能测试

- ❖ 试验方法按国家标准《聚氨酯防水涂料》GB/T19250-2003进行，将A、B两组份按比例混合，分两至三次涂膜，制得 $(2 \pm 0.1)$  mm的涂膜。涂膜在标准实验条件（温度 $(23 \pm 2)$  °C，湿度 $(50 \pm 5)$  %）下成膜养护168h。



# 结果与讨论

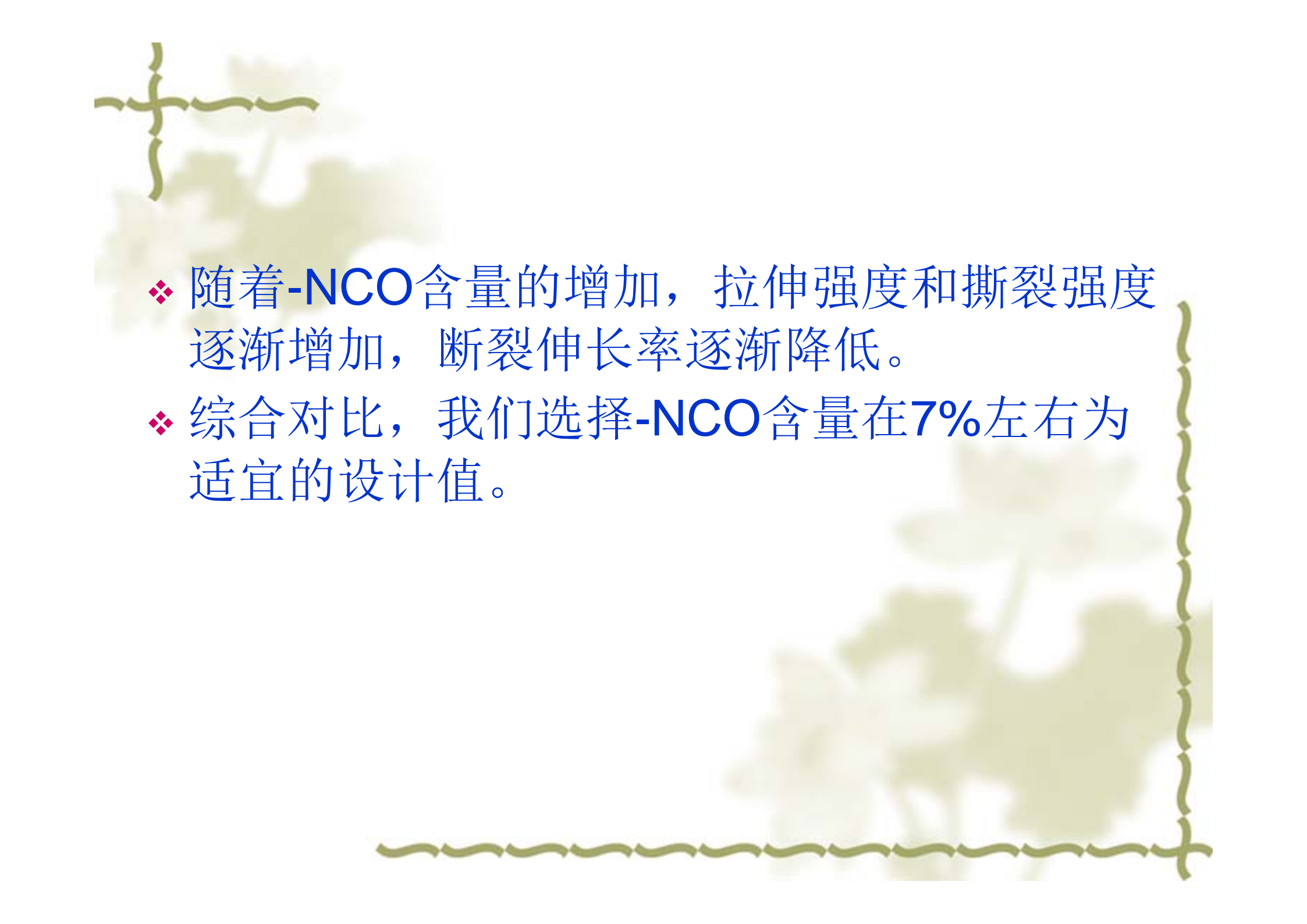
## ❖ **-NCO**含量对涂膜性能的影响

异氰酸酯（**-NCO**）的质量分数是影响聚氨酯防水涂料综合性能的关键因素，因此可以通过调整**-NCO**含量来改善聚氨酯防水涂料的综合性能。实验时保持**B**组分不变，考察**A**组分中**-NCO**质量分数对聚氨酯防水涂料综合性能的影响。

- ❖ 实验时保持B组分不变，A组分中-NCO质量分数对聚氨酯防水涂料综合性能的影响见表1。

表1 -NCO含量对涂膜性能的影响

-NCO 含量/%	拉伸强度/MPa	断裂伸长率/%	撕裂强度/KN/m
4	3.14	715.3	21.12
5.76	4.62	603.2	29.73
7	7.13	513.8	36.71
9	9.23	472.6	51.53

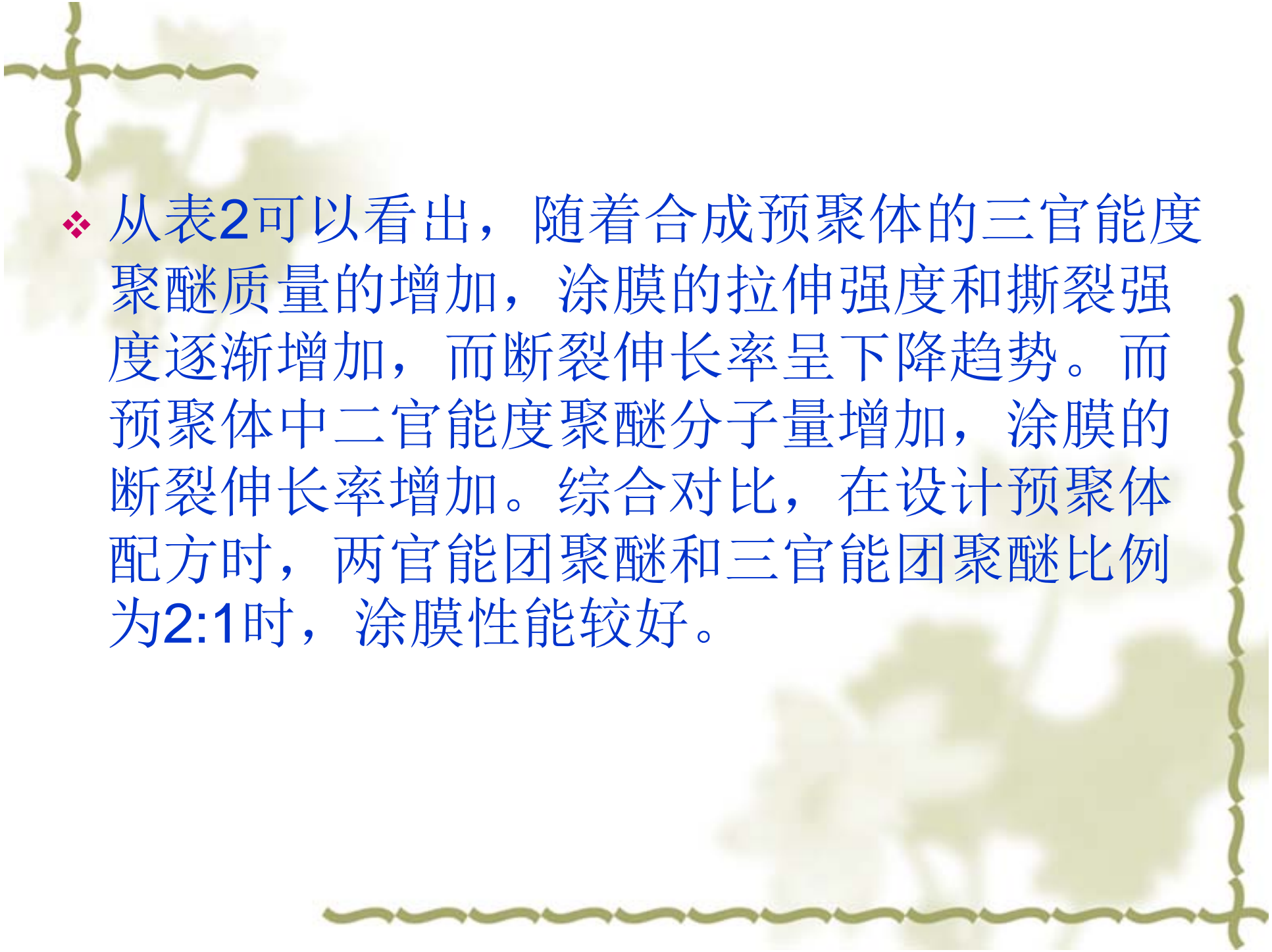
- 
- ❖ 随着-NCO含量的增加，拉伸强度和撕裂强度逐渐增加，断裂伸长率逐渐降低。
  - ❖ 综合对比，我们选择-NCO含量在7%左右为适宜的设计值。

# 预聚体中聚醚比例对涂膜性能的影响

- ❖ 在实验中保持-NCO含量和B配方不变，只改变预聚体中各聚醚间的质量比。

表 2 聚醚质量比对涂膜性能的影响

项目	聚醚间质量比			
	N220/330=1:0	N220/330=2:1	N220/330=1:2	GSE2028/330=2:1
拉伸强度 /MPa	4.32	6.91	8.34	7.13
断裂伸长率 /%	520.2	480.3	451.6	531.8
撕裂强度 /KN/m	27.56	34.1	42.16	36.71

- 
- ❖ 从表2可以看出，随着合成预聚体的三官能度聚醚质量的增加，涂膜的拉伸强度和撕裂强度逐渐增加，而断裂伸长率呈下降趋势。而预聚体中二官能度聚醚分子量增加，涂膜的断裂伸长率增加。综合对比，在设计预聚体配方时，两官能团聚醚和三官能团聚醚比例为2:1时，涂膜性能较好。

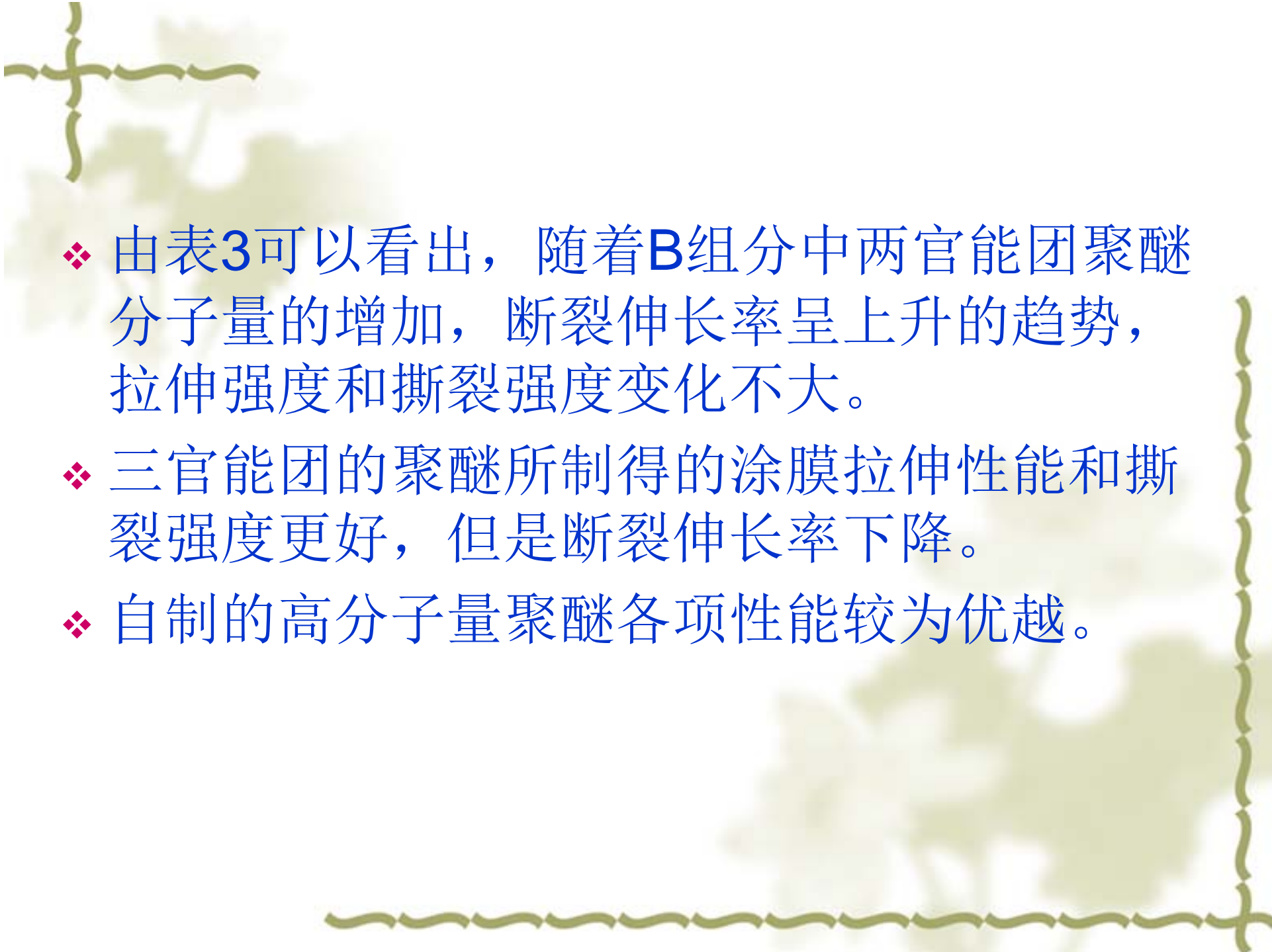
## B组分变化对涂膜性能的影响

- ❖ 在实验中保持A组分和B组分中各成分的质量比不变，只改变B组分中聚醚的种类，实验结果如表3所示。

表3 聚醚种类对涂膜性能的影响

MOCA/聚醚	拉伸强度/MPa	断裂伸长率/%	撕裂强度/KN/m
MOCA/N220	4.82	598.1	29.68
MOCA/GSE2028	5.04	631.3	31.03
MOCA/ZS-1618A	7.13	513.8	36.71
MOCA/JSP-1120	7.32	552.4	38.74



- 
- ❖ 由表3可以看出，随着B组分中两官能团聚醚分子量的增加，断裂伸长率呈上升的趋势，拉伸强度和撕裂强度变化不大。
  - ❖ 三官能团的聚醚所制得的涂膜拉伸性能和撕裂强度更好，但是断裂伸长率下降。
  - ❖ 自制的高分子量聚醚各项性能较为优越。

# 填料种类及添加量对涂膜性能的影响

- ❖ 固体填料的加入可降低产品成本、提高产品的储存稳定性、改善涂膜性能。
- ❖ 一般加入的固体颗粒粒径要细（细度在800目左右），易分散、不易起泡和沉淀。

- ❖ 在实验中，我们固定一个配方，只改变填料种类和添加量，考察它们对涂膜性能的影响。具体实验室数据如表4所示。

表4 填料种类及添加量对涂膜性能的影响

填料 含量	轻质碳酸钙			云母粉		
	拉伸强度 /MPa	断裂伸长 率/%	撕裂强度 /KN/m	拉伸强度 /MPa	断裂伸长 率/%	撕裂强度 /KN/m
17%	4.08	621.3	22.9	3.92	650.6	21.1
28%	5.32	506.5	31.8	5.16	530.2	30.1
35%	6.04	496.4	33.1	5.86	518.5	32.2
45%	5.76	460.7	32.4	5.52	504.3	30.7

- ❖ 由表4可以看出，随着填料添加量的增大，拉伸强度和撕裂强度是呈上升的趋势。但是随着添加量的增加，拉伸强度又呈下降的趋势。
- ❖ 从表中还可以看出，对比轻质碳酸钙和云母粉，轻质碳酸钙为填料制得的防水涂料，其拉伸强度和撕裂强度比云母粉为填料时要高，但是断裂伸长率要低。
- ❖ 填料添加量在30%左右是比较适宜的。

# 结论

- ❖ 采用聚醚多元醇、TDI和MOCA来制备高性能的客运专线专用聚氨酯防水涂料。
- ❖ 在设计预聚体配方时，两官能团聚醚和三官能团聚醚比例为2:1，-NCO含量在7%左右时，涂膜性能较好。
- ❖ 自制的聚醚由于分子量较高且分子量分布较窄，所以各项性能较为优越。
- ❖ 填料添加量在30%左右是比较适宜的。



谢谢!

