

浇注型聚氨酯弹性体胶辊的加工工艺和设备

陈鑫实

(温州飞龙机电设备工程有限公司, 浙江温州 325003)

摘要: 介绍浇注型聚氨酯弹性体(CPU)胶辊的主要性能、用途、生产技术、工艺过程及所需用的主要设备的结构要求。

关键词: 聚氨酯; 预聚体; 浇注型弹性体; 胶辊; 浇注机

中图分类号: TQ330.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-2191(2005)02-0046-05

1 聚氨酯胶辊的特点和类型

浇注型聚氨酯胶辊是由液体聚氨酯橡胶通过浇注方法制造的一种胶辊, 与普通胶辊相比, 具有较高的机械强度(为天然橡胶的2~3倍)、卓越的耐磨性(为天然橡胶的5~10倍)、突出的抗压缩性、硬度范围广(且在高硬度下仍具有高弹性, 这为其他胶种所没有)、表面光洁度高、机械加工性能优越、与金属黏结性也比普通橡胶高得多等特点。比较适合一定线速和高压下使用。

目前聚氨酯胶辊发展很快, 原来使用的大量普通胶辊已被新型聚氨酯胶辊所取代。浇注型聚氨酯胶辊按聚氨酯分子中的柔性链段大体分为聚酯型、聚醚型和聚己内酯型3种, 一般来说, 聚酯型多用在低、中硬度的胶辊中, 其物理机械性能高, 耐溶剂性能较好, 常用在有色金属行业; 聚醚型多用在高转速、高硬度的胶辊中, 其耐水性能佳, 耐低温性能优越, 工艺性能好, 常用来制造拉丝辊、印花辊等; 聚己内酯型综合性能优越, 耐低温性能及耐水解性能好, 常用作压榨辊及要求较高的胶辊。

2 对聚氨酯材料的基本要求

制造浇注型聚氨酯弹性体胶辊的聚氨酯材料必须满足以下要求: ①各种胶辊的物理机械性能指标符合要求; ②和辊芯有良好黏合性, 以适应黏合成型的工艺要求; ③胶辊硬度应符合要求, 辊面硬度应均匀一致; ④表面无气泡、杂质及机械损伤。

3 胶辊主要性能

3.1 硬度

各种胶辊的硬度参考值示于表1。

3.2 表面

根据具体用途而定, 有的要求表面光洁或需经特殊加工或处理。

表1 各种胶辊的硬度参考值

Tab.1 Hardness value for reference of all kinds of rollers

	邵A 硬度	
造纸胶辊	压榨胶辊	80~90
	挤水胶辊	75~85
	烘缸托辊	85~95
	铜网伏辊	35,80
	分毯胶辊	95~100
	案辊	95~100
	胸辊	70~80
	毛布导辊	95~100
	真空伏辊	80~90
	印花胶辊	印花胶辊
丝光轧辊		80~85
丝方平洗辊		80~85
平洗机上辊		100
平洗机下辊		80
绳洗机辊		80~90
轧染胶辊		85
空心弯辊		55~60
印刷胶辊	墨辊	20~25
	高速平台墨辊	25~30
	一般平台墨辊	20~25
	胶印机墨辊	30~35
	一般印刷墨辊	40~45
其他胶辊	制革胶辊	50~60
	冷轧辊	85~95
	压浆辊	60~65
	油印胶辊	20~30
	打字机胶辊	85~90
	蓉谷胶辊	75~95
	拉丝辊	85~90

3.3 中高率

胶辊中心部直径和端部直径之差称为中高率, 其作用是弥补较细长的胶辊在运转中的挠度变形, 胶辊的中高率随胶辊的长度而增加。

3.4 金属辊芯预处理

应对金属辊芯预处理: ①认真进行辊芯的表面

收稿日期: 2004-12-10

作者简介: 陈鑫实(1936-), 男, 浙江温州人, 高级工程师, 从事PU设备生产和研究工作。

清洗,以去除油污、润滑剂及金属缔合生成的有机物质,清洗液可用通常的清洗溶剂或三氯乙烯等。②认真清除辊芯表面锈迹或氧化物,常用喷砂处理:对碳钢辊芯,推荐用80~100目氧化铝磨料;对铝辊芯,适宜用140~320目磨料,湿喷砂后,应使用溶剂将表面残留粉尘清除干净。为获得良好的粘接效果,碳钢辊芯要在喷砂后4h内完成粘接处

理;铝辊芯可在喷砂后72h内完成粘接处理。③认真涂覆适宜的黏合剂(如NA-1,Chemlock-218,Thixon422等),涂覆黏合剂后,辊芯应在干燥空气中干燥20min,并在 $(90 \pm 10)^\circ\text{C}$ 下处理1h,然后进行CPU浇注操作。

4 浇注型聚氨酯弹性体主要性能

胶辊用浇注型聚氨酯弹性体主要性能见表2。

表2 胶辊用浇注型聚氨酯弹性体主要性能

Tab.2 Main properties of casting polyurethane elastomer for rollers

品种及牌号	聚氧化丙烯醚型			聚四氢呋喃醚型				聚酯型				聚己内酯型		
	PPG-TDI-MOCA			PTMG-TDI-MOCA				PEA-TDI-MOCA				PCL-TDI-MOCA		
	A70	A90	A95	A80	A85	A90	A93	A80	A85	A90	A95	A72	A90	A93
邵A硬度	70	90	95	80	85	90	93	80	85	90	95	72	90	93
300%定伸强度/MPa	4.7	13.8	20.0	7.5	8.1	14.2	21.7	7.6	8.6	12.1	26.0	8	21	38
拉伸强度/MPa, \geq	19.7	31	31	20.2	23.1	30.4	38.4	40.7	45.0	49.5	52.2	25	40	48
扯断伸长率/%	600	510	440	530	515	450	420	610	560	510	450	650	450	380
压缩永久变形 ¹⁾ /%	66	27	35	27	27	28	30	28	24	25	30	18	17	19
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	29	67	72	80	91	98	119	90	106	114	140	56	75	90
脆化温度/ $^\circ\text{C}$, \leq	-40	-40	-40	-70	-70	-70	-70	-40	-40	-40	-40	-76	-70	-70
回弹率/%	39	43	48	63	56	52	46	36	35	29	30	50	28	31

注:1)测试条件为 $70^\circ\text{C} \times 22\text{h}$,压缩率25%。

5 胶辊生产工艺

5.1 工艺流程

浇注工艺流程简图(以聚酯-TDI-MOCA为例)

如图1所示:

5.2 生产工艺

5.2.1 预聚体制备

①聚酯多元醇脱水(在脱水釜中进行) 将 $M_n 2000$ (羟值53~59mgKOH/g,熔点 $40\sim 50^\circ\text{C}$)聚酯加热熔化后,在带搅拌的不锈钢或搪瓷釜中脱水,脱水温度控制在 $100\sim 140^\circ\text{C}$ (聚醚 $100\sim 110^\circ\text{C}$),余压下(0.67kPa)脱水30~60min,使其含水质量分数 $< 0.05\%$ (从视镜可观察脱水情况)。为使罐内液体充分脱气,可间歇开停搅拌装置,抽一段时间真空后,可停止反应罐加热,使料温降至 $70\sim 80^\circ\text{C}$ 。

②预聚体合成(在反应釜中进行) 制品性能取决于所用的原材料及其配比和加工工艺。先按照性能要求如温度、受力情况和接触介质及使用寿命等选择合适的原材料。再按硬度要求选定合适配比及工艺条件(如混合温度、浇注和脱模时间及硫化条件等)。为保证预聚体质量,聚酯脱水及预聚体合成最好不在同一釜中进行,预聚体合成反应在干燥氮气保护下进行。为防止反应剧烈、温升过快,须备有冷却装置。建议加料顺序为先加TDI,后加聚酯。如反应剧烈,聚酯可分次加入,使反应过程平稳,反应温度易控制,合成的预聚体中游离异氰酸酯单

体含量较低,结构较规整。温度保持在 $80 \pm 5^\circ\text{C}$,反应1~2h后分析异氰酸酯基含量。在可能条件下也可购买符合要求的国内外品牌的预聚体。

③预聚体脱气 可在预聚体合成反应釜或浇注机的A料罐中进行,于 $85 \pm 5^\circ\text{C}$ 及余压 0.67kPa 下脱泡30~60min。

5.2.2 浇注机浇注

①技术关键 浇注机是浇注型聚氨酯弹性体(CPU)生产中的关键设备,其主要技术要求如下:

a. 配比精确,计量稳定。采用耐温耐压的高精度计量泵及精密传动、调节和显示装置,其计量精度达 $\pm 0.5\%$ 。

b. 混合均匀,不产生气泡。采用特殊结构的高速混合头,当2组分原液黏度及配比相差很大时,亦能保证混合均匀,使生产的制品宏观无气泡,且调节灵活、操作方便。

c. 温度稳定,准确可靠。原液的温度变化会影响原液的黏度、压力、计量精度及混合比,使制品质量无法稳定。尤其是B组分(MOCA)常温下为固体,若料温太低则会结死而无法操作,料温太高则易变色而影响制品质量。常用电加热的导热油循环系统加热原液、计量泵及浇注头,并采用智能型时间比例式数显温控仪进行恒温自控。

②浇注工艺 在B料罐中加入MOCA(熔化温度 $> 110^\circ\text{C}$),启动各组分的加热系统,使A、B料均

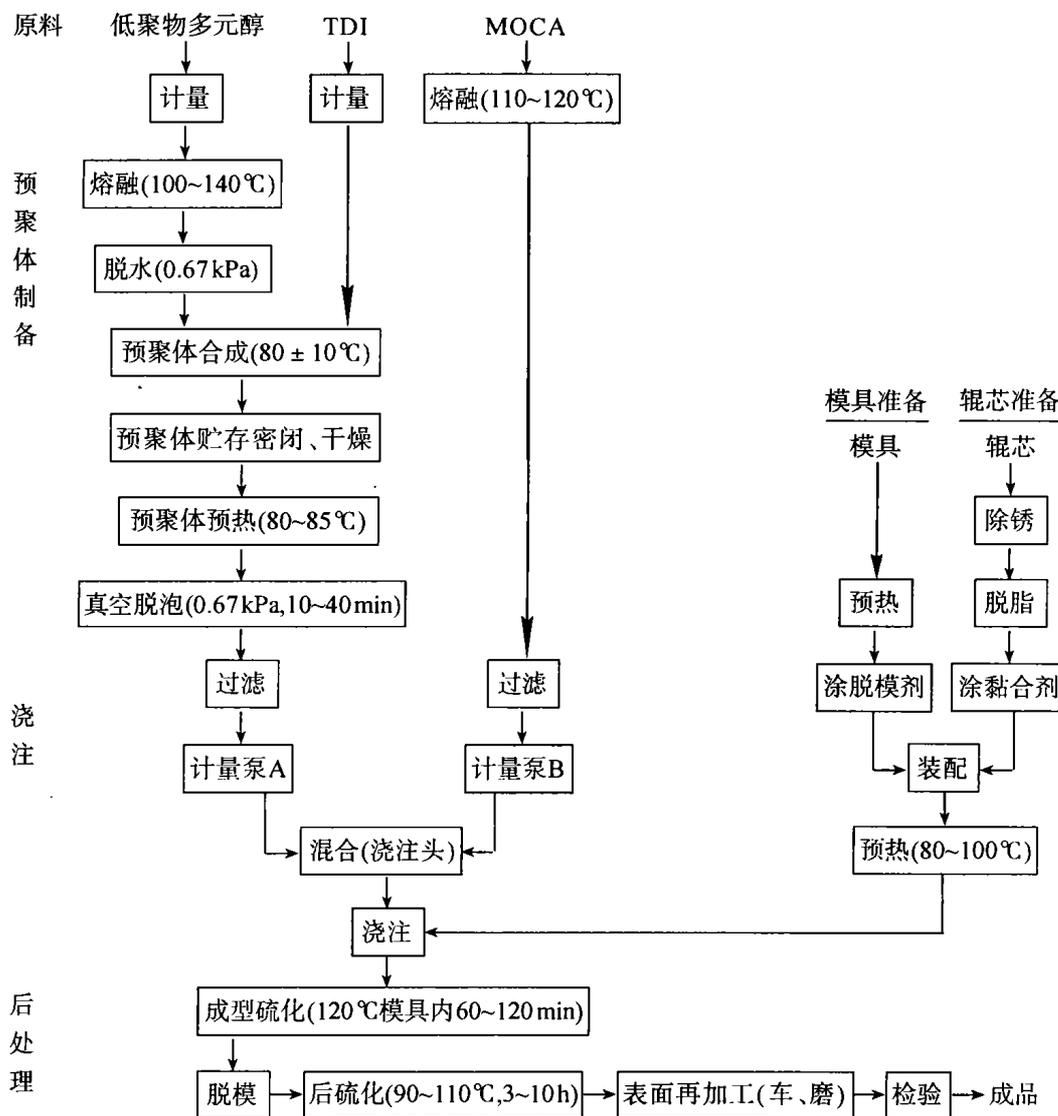


图1 浇注工艺流程简图

Fig.1 Flow sketch of casting process

达到要求温度并各自循环, A料如需要可先进行真空脱气, 达到预聚体中无气泡。按配方要求通过调节计量泵的转速和排量, 使A、B料达到要求的混合比。启动浇注按钮, 则A、B料在浇注头的混合腔中通过高速的混合使之混合均匀, 当排出的混合料在透明软管中不含气泡时即可往模具中浇注(模具及辊芯已经预处理, 并预热至80~110℃)。当2次浇注相隔时间较长时(超过釜中寿命1/2)需用清洗剂(二氯甲烷或三氯乙烯)对混合腔进行自动清洗(由电脑程控器自动控制)。当浇注停止时, A、B原液即自动转为各自循环状态, 回到各自料罐中。

5.2.3 熟化及后处理

①成型硫化(模型硫化) 胶辊脱模前在模具中应进行硫化处理, 硫化温度可选择在其化学结构不发生破坏的前提下尽可能高一些, 以加快扩链交联

反应, 缩短脱模时间, 提高模具和设备利用率, 常以100~120℃, 60~120min为宜。

②后硫化 指胶辊脱模后继续加热硫化, 后硫化温度稍低于成型硫化, 以90~110℃, 3~10h为宜。

③表面再加工 根据要求在加工设备上进行车削和磨削加工。

5.2.4 注意要点

①模具结构合理, 装配可靠, 分型面无漏胶但可漏气。

②温度应平衡, 要求模具、辊芯及胶料的温度基本相同, 模具各部位温度基本一致。

③胶料的浇注点可设在辊芯或模具边缘, 应保持固定不变, 以不产生气泡为宜, 为防止裹挟气泡, 模具可适当倾斜, 使胶料沿壁而下。

④胶辊未达到脱模强度前,不要随便移动模具,以防止产生龟裂现象。

⑤装配模具和辊芯时,尤其要注意防止涂过黏合剂的辊芯碰着模具内壁,影响胶辊粘接质量。即模具上不得粘上黏合剂,辊芯上不得粘上脱模剂。

⑥硫化后的胶辊,待达到要求强度后,再进行表面切削和磨光等机械精加工,以保证辊面的粗糙度和辊轴的同心度。

5.2.5 对CPU制品模具的基本要求

①选择材料时应着重考虑是否具有足够的强度、足够的耐热性和尺寸稳定性,应符合使用寿命要求的耐用性,制造成本应较低。批量生产时从耐久性考虑应采用金属材料,单件或试制产品时应采用环氧树脂等非金属模具,压力合模浇注则应采用金属模具。

②除了保证制品的几何形状和尺寸外,还应注意浇注位置、分型面和排气,并应考虑以下几点:
a.便于制品的浇注和脱模;b.保证制品工作表面质量;c.便于模腔中气体的排出;d.便于模具的制造和机械加工,降低模具成本。

5.2.6 影响聚氨酯胶辊性能的主要因素

①多元醇相对分子质量 多元醇相对分子质量决定聚氨酯弹性体中特性基团的密度。聚酯型随其相对分子质量增大,则其物性可提高;聚醚型随其相对分子质量增加,提高了其柔顺性,但拉伸强度和模量会有所下降。一般应控制多元醇相对分子质量为1100~2200。

②预聚体异氰酸酯基(NCO)质量分数 随NCO质量分数增加,则预聚体硬度、抗撕裂强度、定伸强度及拉伸强度提高,黏度降低,易于脱泡和混合,但伸长率下降;NCO质量分数过高,则胶料固化速度过快(釜中寿命变短),对浇注工艺极为不利,故NCO质量分数一般在2.4%~6.5%为宜。NCO质量分数对预聚体硬度影响示于表3。

表3 NCO质量分数对预聚体硬度的影响

Tab.3 Influence of mass fraction of NCO on hardness of prepolymer

NCO质量分数/%	MOCA质量分数/%	邵A硬度	邵D硬度
2.9	8.3	82	
4.2	12	90	44
5.1	14.5	95	50
6.0	17.1	96	60
7.1	20		78

③扩链系数 胺类固化剂(MOCA)中 NH_2 与预聚体中NCO的摩尔比被称为扩链系数,它对胶料物性

影响明显,一般以0.85~0.95为宜。

对MOCA交联体系而言,一般应保持NCO稍过量,可使弹性体制品具有合适的交联度,当扩链系数为0.88时,化学交联和物理交联均达到较好平衡,此时弹性体的综合性能最佳;当达到1或更大值时,因MOCA的增塑效应,使化学交联和氢键减弱,强度明显降低,且永久变形较大。故使用时为保险,则扩链系数常取0.85。

④混合温度 由于预聚体及扩链剂的种类不同,其工艺条件(混合温度)亦不同。混合温度提高使釜中寿命和凝胶时间缩短;混合温度过低,虽有利于延长釜中寿命和提高物理性能,但不易脱泡和混合均匀(因黏度变大)。混合温度以扩链剂在预聚体中不析出为宜,如用MOCA,混合温度则以110~120℃为宜。

⑤釜中寿命 当CPU的2种液体原料混合后,会发生反应——扩链并高分子化——混合物会逐渐失去流动性,通常将2种原料从混合开始,到混合物基本失去流动的这段时间,称为釜中寿命(或固化期);故在液体原料混合时应考虑合适的釜中寿命。

6 主要设备

6.1 反应釜

反应釜作多元醇脱水和预聚体合成及脱泡用。可采用不锈钢内胆,附加热夹套及外包聚氨酯硬泡绝热层的3层结构反应釜,附有搅拌、电加热的导热油循环及控温系统、真空缓冲罐及真空泵系统。釜上应备有进料、出料、观察、测温、测压及真空、安全放空及抽真空等工艺管孔,其容积由所要求的产量而定,常用容积和尺寸为:80L(ϕ 400mm×500mm)、120L(ϕ 500mm×500mm)、200L(ϕ 600mm×700mm)等,常用真空泵为双级旋片式,抽气量为8L/s或15L/s。

6.2 浇注机

由于CPU具有釜中寿命短、凝胶速度快、单件用胶量大等特点,为了生产高品质胶辊,尽可能采用浇注机生产。下面介绍本公司CPU20F系列高温型聚氨酯弹性体浇注机特点。

6.2.1 各系统原料循环方式

①原料由料罐——计量泵——浇注头切换阀——原料罐的全流量循环,可确保料温均一,流量稳定。

②料罐可通入干燥氮气,防止水分混入使原液变质。原液循环回流口设在料罐底部,不会带人

气泡。

③通过平衡循环——吐出压力(设有可靠的节流及精密的调压装置)提高混合比精度和稳定吐出量。

6.2.2 高精度计量系统

①采用耐温、耐压、高硬度的低速精密计量泵,流量准确、稳定。

②采用高精度进口变频调速装置,调节混合比及流量,灵活、方便、可靠。

③由于转速调节范围很大,当吐出量较小或黏度较低时亦能保证达到所要求的精度。

6.2.3 高效、结构先进的浇注头

①各组分原液由循环切换到吐出时,迅速同步,不会出现超前和滞后现象。

②设有高精度的节流和回流调节装置,可使循环和吐出压力调节平衡,提高混合比的精度,可保证制品质量。

③采用专用并久经实践考验的混合头,使黏度差很大,混合比悬殊的2组分原液在极短时间内混合均匀,且不产生气泡。能快速排除混合腔内空气,故初期混合液损耗较少。

④采用特殊设计的旋转式轴封装置,不倒料,确保润滑可靠,更换方便。

⑤切换阀采用经精密加工的聚四氟乙烯材料密封,调节方便,无热变形之虑。

⑥专用的气动清洗开关使清洗混合腔用的清洗液和压缩空气经物料吐出节流孔吐出,故永不堵塞,亦不会使混合料倒流。

6.2.4 先进可靠、稳定的控制及电器系统

①采用电脑程控器控制浇注及自动清洗,操作简单、维修方便、线路清楚、故障率低。

②采用智能型时间比例式数显温控仪及铂电阻来控制A料原液、A料介质、B料原液、B料介质、B计量泵及浇注头的温度,准确可靠、直观,控制及调节非常方便。

③原液压力数字显示(超压报警),流量及混合头转速均可数显。

6.2.5 模具及辊芯加热装置

参考模具及辊芯的大小,设计成相应的加热装置,要求加温到 $(90 \pm 10)^\circ\text{C}$,常采用带控温和显示的远红外电加热器。

参考文献

- [1] 海普本 C(英). 聚氨酯弹性体[M]. 沈阳:辽宁科学技术出版社,1985.
- [2] 李绍雄,朱吕民. 聚氨酯树脂[M]. 南京:江苏科学技术出版社,1992.
- [3] 厄特尔 G(德). 聚氨酯手册[M]. 北京:中国石油化工出版社,1992.
- [4] 山西省化工研究所. 聚氨酯弹性体手册[M]. 北京:化学工业出版社,2001.

Manufacture Process and Equipments of Casting Polyurethane Elastomer Rollers

CHEN Xin-shi

(Wenzhou Feilong Mechanical-electrical Equipment Co., Ltd., Wenzhou 325003, China)

Abstract: The main properties, application, production technology, process and requirement for structure of main production equipment of casting polyurethane elastomer rollers were discussed.

Keywords: polyurethane; prepolymer; casting elastomer; roller; casting machine

纳米级燃油市场前景广阔

近日,由河南环发绿色燃料有限公司研制成功的“纳米级轻质燃油添加剂及制品”项目通过了由中国工程院院上李俊贤担任主任的专家鉴定委员会的鉴定。鉴定组的专家们认为,用这种技术制备掺水燃料油,工艺简单,乳液外观透明、稳定期长达一年。该技术(配方)具有新颖性和创新性,在国内处于领先水平。该技术被发改委定为“节能和新能源关键技术”。

经河南省节能监测中心和河南省环境监测中心站检测,纳米级柴油与国标柴油相比,节油率8.96%,锅炉排放烟尘浓度降低65%,二氧化硫浓度降低27.3%,氮氧化物浓度降低54.7%;柴油车尾气排放净化率为42.1%,燃烧效率提高4%,而且燃烧后产生的残炭明显少于国标0号柴

油,热值和做功基本相等,具有显著的经济效益和社会效益。

国内最大的脂环胺(TAC)固化剂基地建成

我国生产重要基地河南天择实业有限责任公司,最近生产能力大幅提升,新建2000t/a TAC项目一次开车成功,T31的生产规模也达到了2000t/a。

甲基环戊二胺原是该公司生物素(维生素H)项目中间体,部分富裕的TAC-900产能经2年多时间在环氧树脂方面的推广应用,用户反应良好,目前已广泛地应用于电子灌封、地坪、胶黏剂等环氧领域。2004年建成1000t/a TAC、1000t/a T31年装置后,市场回报热烈,为此天择实业再次投资扩建,新年伊始建成了2000t/a TAC项目。

(以上2条信息由郭智臣供稿)