

塑料制品加工实例丛书

橡塑制品 压制成型实例

(模压·层压·挤压)

张玉龙 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



塑料制品加工实例丛书

橡塑制品压制成型实例

主 编 张玉龙

副主编 李长德 齐贵亮 王喜梅



机械工业出版社

CHINA MACHINE PRESS

本书用 122 个生产实例重点介绍了压制成型塑料和橡胶制品的选材、配方设计、成型设备、制备方法与工艺条件、制品性能与应用等。其中热固性塑料制品压制成型实例 44 例,热塑性塑料制品压制成型实例 18 例,橡胶制品压制实例 46 例,泡沫塑料制品压制实例 14 例。

本书可供从事橡胶、塑料成型加工的技术人员、工人、教学人员等阅读,也可作为技工参考教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

塑料制品压制成型实例/张玉龙主编. —北京:
机械工业出版社, 2005. 4
(塑料制品加工实例丛书)
ISBN 7-111-16405-9

I. 橡... II. 张... III. ①橡胶制品—压制成型
②塑料成型: 压制成型 IV. ①TQ330.6②TQ320.66

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 027130 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
策划编辑:张秀恩 加工编辑:赵晓峰
封面设计:鞠 杨 责任印制:洪汉军
北京原创阳光印业有限公司·新华书店北京发行所发行
2005 年 4 月第 1 版·第 1 次印刷
890mm×1240mm A5·13.5 印张·397 千字
0 001—4 000 册
定价: 30.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010)68326294
[Http://www.machineinfo.gov.cn/book/](http://www.machineinfo.gov.cn/book/)
封面无防伪标均为盗版

塑料制品加工实例丛书

主 编：张玉龙

副主编：李长德 齐贵亮 王喜梅

编委(按姓氏笔画):

王化银	王四清	王有存	王喜梅	王敏芳	王斯琴
王瑞君	邓 丽	艾克聪	付绍云	卢瑞乾	齐贵亮
齐晓声	刘志成	孙 亮	牟晋鹏	吴光宁	陈令森
陈瑞华	陈耀波	杜栓丽	李长德	李 军	李传清
李迎春	李 萍	李惠元	肖 冰	苏庆勋	杨艺竹
杨玉芬	杨理华	杨 耘	杨振强	宋志广	张玉龙
张旭东	张喜生	金川川	罗西友	庞丽萍	官周国
胡国胜	郝向阳	侯京陵	姬荣斌	赵中魁	贾兴华
秦绪浩	徐亚洲	康 勇	梁建培	程均谟	程映昭
韩 辉	董海斌	蔡江涛	蔡志勇	潘 辉	戴 新

前 言

随着国民经济的高速发展,我国的塑料成型加工技术得到了长足进步,塑料制品已成为工农业、文教卫生、国防建设和人们日常生活中不可缺少的制品。而且随着经济的发展和生活水平的提高,人们对塑料制品的需求越来越大,样式更新、质量完美、性能更佳、观赏与实用价值更高的制品的不断涌现,反过来又促进了塑料成型技术发展。

为满足塑料加工行业的发展需求,特别是满足中高级技术工人的迫切需求,推广塑料加工技术和普及塑料基础知识,我们组织编写了塑料制品加工实例丛书共六册。收集各种成型加工实例 769 例,其中《塑料制品注射成型实例》150 例、《塑料制品挤出成型实例》133 例、《橡塑制品压制成型实例》122 例、《塑料制品吹塑成型实例》112 例、《塑料制品低压成型实例》88 例和《塑料粒料制备实例》164 例。每一实例均按照选材与配方设计、成型设备、制备方法与工艺条件、制品性能及应用的格式编写。

这套丛书紧密围绕生产实例,以实例为中心,操作技术为导线,由浅入深加以介绍,试图增大可操作性及仿效性。全书通俗易懂、图文并茂、实用性强。主要适用对象是具有中等文化程度的读者,特别是技术工人,更为欣慰的是即使不具备塑料专业知识的读者亦可读懂。相信此丛书的出版可为进一步提高塑料制品的质量档次、改善生产工艺、开发新产品,进而增强企业经济效益起到积极的作用。

本丛书适用于从事塑料成型加工的技术人员、工人,教学人员阅读,亦可作为技工参考教材。

由于水平有限,书中错误在所难免,敬请读者批评指正。

编者

2004 年 9 月

目 录

前言	1
第 1 章 热固性塑料制品	1
第 1 节 酚醛塑料制品	1
例 1 粘胶碳布增强酚醛固体火箭发动机喷管隔热层	1
例 2 火箭发动机喷管酚醛耐热内衬	4
例 3 耐烧蚀酚醛承力格栅	7
例 4 CX 改性新酚醛模压塑料飞机插头座	9
例 5 混杂纤维增强酚醛制动闸片	13
例 6 改性酚醛高摩擦因数合成闸瓦	14
例 7 玻璃钢化工离心过流部件	19
例 8 CP - DMC I 型酚醛托辊	21
例 9 酚醛片状模塑料(SMC)	24
例 10 三聚氰胺—酚醛玻璃纤维模压料	29
例 11 三聚氰胺/聚乙烯复合层压板	31
第 2 节 环氧塑料制品	35
例 12 碳纤维增强环氧复合材料波纹壳体	35
例 13 汽车用环氧复合材料板簧	40
例 14 MDAPF1 - EGF 玻璃布层压板	43
例 15 环氧/酚醛树脂乳液 3240 玻璃布层压板	46
例 16 环氧—酚醛/ABS 玻璃钢管接头	51
例 17 环氧树脂改性氰酸酯树脂玻璃布层压板	53
例 18 覆厚铜箔环氧玻璃布层压板	56
例 19 环氧树脂基 PEMG 超混杂复合材料层压板	58
例 20 玻璃纤维增强塑料防弹板	63
第 3 节 聚氨酯塑料制品	66
例 21 聚氨酯实心轮	66
例 22 聚氨酯胶轮	70
例 23 聚氨酯增速轮	71

例 24	聚氨酯摩擦盘	74
例 25	聚氨酯弹性体复合抗磨环	78
例 26	聚氨酯密封胶筒	81
第 4 节	不饱和聚酯塑料制品	85
例 27	不饱和聚酯机床床头箱盖板	85
例 28	35kV 和 F 型开关底座	87
例 29	SMC 洗碗机内胆	92
例 30	纺织机用 DMC 倍捻机压轮	98
例 31	不饱和聚酯团状模塑料(DMC)MK2 母线绝缘框	100
例 32	雷达配电柜用 DMC 面板	103
例 33	ZN12-10 型真空断路器用 DMC 触头盒	106
例 34	DMC 制点火电器	112
例 35	轿车用 SMC 模塑料制品	117
例 36	塑料卫生间	120
第 5 节	其他塑料制品	122
例 37	改性脲醛树脂/植物纤维复合板材	122
例 38	双马来酰胺(BMI)-二烯丙基双酚 A(DABPA)- 二苯基硅二醇(DPSD)三元共聚物玻璃布层压板	124
例 39	改性聚双马来酰胺/玻璃布层压板	126
例 40	密胺餐具	129
例 41	氨基塑料电工制品	132
例 42	工程防护用轻质复合板	133
例 43	改性二苯醚树脂及其玻璃布层压板	136
例 44	苯并噁嗪改性二苯醚玻璃布层压板	139
第 2 章	热塑性塑料制品	144
第 1 节	聚乙烯塑料制品	144
例 45	聚乙烯切菜板	144
例 46	超高相对分子质量聚乙烯滤板	145
例 47	超高相对分子质量聚乙烯人工髋臼	147
第 2 节	聚氯乙烯塑料制品	148
例 48	聚氯乙烯头梳、洗衣板	148
例 49	赤泥、粉煤灰填充聚氯乙烯地板砖	150
例 50	汽车用塑料挡泥板	151

例 51	用废 PVC 农膜制造 PVC 地砖基片	153
第 3 节	聚四氟乙烯塑料制品	160
例 52	聚四氟乙烯单向拉伸膜	160
例 53	聚四氟乙烯大型模压板材	164
例 54	聚四氟乙烯耐磨船舶尾轴套	170
例 55	碳纤维增强聚四氟乙烯 (CF/PTFE) 潜艇减振垫	173
例 56	聚四氟乙烯 (PTFE) 隔膜片	178
例 57	聚四氟乙烯 (PTFE) 拉丝编织绳	179
例 58	蒸汽锤用聚四氟乙烯 (PTFE) 活塞环	183
例 59	聚四氟乙烯 (PTFE)/橡胶复合波纹管	186
第 4 节	其他塑料制品	188
例 60	低成本聚丙烯压滤机过滤板	188
例 61	汽车保险杠	190
例 62	轿车塑料进气歧管	195
第 3 章	橡胶制品	198
第 1 节	天然橡胶制品	198
例 63	游泳橡胶手蹼	198
例 64	叠层橡胶隔震支座	199
例 65	天然橡胶瓦斯球	204
例 66	啤酒罐排酒阀橡胶密封件	207
例 67	橡胶道路缓冲块	210
例 68	铁路钢轨橡胶垫板	212
例 69	推焦车钢轨橡胶垫板	216
例 70	电解液输液管支架	220
例 71	地铁用应急弹簧	221
例 72	剥铅机提升铅片输送带	226
例 73	手机充电器用无铅隔橡胶箍圈	230
第 2 节	丁腈橡胶制品	233
例 74	变压器用软木橡胶密封制品	233
例 75	深沟球轴承骨架橡胶圈	236
例 76	MF-062 橡胶膜片	238
例 77	纸箱印刷胶板	242
例 78	超高压橡胶油封	245

例 79	风力空压机用内骨架橡胶防护罩	247
例 80	耐油医药胶塞	250
例 81	大载荷客运架空索道导向轮衬垫	252
例 82	药用气雾剂密封圈	255
第 3 节	三元乙丙橡胶制品	258
例 83	阀用耐热橡胶垫	258
例 84	耐 150℃ EPDM 密封圈	260
例 85	录像机精密橡胶件	263
例 86	绿色环保乘用车密封条	268
例 87	蝶阀橡胶密封圈	272
例 88	橡胶挤干辊	276
例 89	耐 175℃ 活塞密封圈	280
第 4 节	氯丁橡胶制品	281
例 90	微侧向充油橡胶极板	281
例 91	夹布胶囊	286
例 92	空调压缩机胶塞	290
例 93	单侧波形橡胶防护套	295
第 5 节	丁苯橡胶制品	298
例 94	联合收割机挠性连接片	298
例 95	望远镜饰皮	301
例 96	泥浆泵活塞	305
第 6 节	硅、氟橡胶制品	308
例 97	硅橡胶复合绝缘子	308
例 98	硅橡胶辊	312
例 99	夹层玻璃用硅橡胶圈	315
例 100	硅橡胶和氟硅橡胶薄膜	317
例 101	彩色显像管用阻燃橡胶楔子	321
例 102	医用电极板	324
例 103	耐高温橡胶密封件	326
第 7 节	其他橡胶制品	329
例 104	耐油橡胶薄膜	329
例 105	L 形特种橡胶帽	331
例 106	抗生素橡胶瓶塞	338

例 107	GZ 型高阻胶板	342
例 108	彩色覆胶铅球	344
第 4 章 泡沫塑料制品		352
第 1 节 聚乙烯泡沫塑料制品		352
例 109	聚乙烯软质泡沫塑料座垫	352
例 110	聚乙烯发泡天花板	353
例 111	改性聚乙烯(PE)泡沫拖鞋	355
第 2 节 聚氨酯泡沫制品		360
例 112	聚氨酯发泡橡胶轭环	360
例 113	聚氨酯矿用单轨吊驱动轮外衬	361
例 114	聚氨酯弹性体冲床弹簧	365
第 3 节 聚苯乙烯泡沫制品		369
例 115	聚苯乙烯(PS)泡沫板	369
第 4 节 其他材料制品		373
例 116	纤维增强环氧树脂发泡浮子	373
例 117	对银无腐蚀的微孔橡胶海绵胶垫	378
例 118	洗衣机海绵垫圈	381
例 119	NBR 薄型曲面海绵制品	387
例 120	聚丙烯(PP)泡沫板材	395
例 121	EVA 童车泡沫车轮	399
例 122	硬质泡沫橡胶浮子	407
参考文献		414

第1章 热固性塑料制品

第1节 酚醛塑料制品

例1 粘胶碳布增强酚醛固体火箭发动机喷管隔热层

1. 选材

(1) 碳布 碳的质量分数 $\geq 90\%$; 密度为 1.65g/cm^3 ; 幅宽为 800mm ; 厚度为 $0.1 \sim 0.11\text{mm}$; 质地柔软, 无孔洞, 无氧化。

(2) 树脂基体 根据用途不同, 可选用普通酚醛树脂、低压钡酚醛树脂、硼酚醛树脂或酚醛—环氧混合树脂等。

(3) 添加剂 根据用途选用石墨或油酸。

2. 主要设备

普通模压成型机。

3. 制备工艺

(1) 预浸料的制备及性能

1) 预浸料制备。按配比, 首先将树脂和添加剂配制成一定粘度的胶液, 胶液粘度用乙醇或丙酮调节。然后浸渍碳布, 其树脂的质量分数控制在 $55\% \sim 60\%$ 范围内。小批量(即 5kg 以下)可以采用自然干燥方法, 待浸渍胶液的碳布不粘手时, 将其制作成:

① 碎屑状态, 供模压或压铸用;

② 粘团状态, 供压铸用;

③ 布带状态, 供卷制制品用。

最后, 包装封存待用。同时, 每批料应检测树脂及挥发物含量。

2) 预浸料性能及指标

① 预浸料树脂的质量分数为 $55\% \sim 60\%$ 。

② 预浸料可挥发物含量最高为质量分数 10% 。

粘胶碳布/酚醛(普通酚醛)预浸料 DSC(差示扫描量热法)曲线见图 1-1,该曲线可作为确定预浸料成型工艺参数的依据。

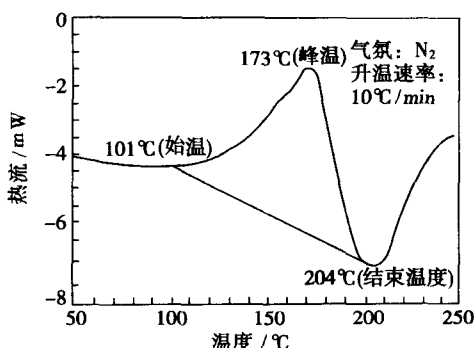


图 1-1 粘胶碳布/酚醛预浸料 DSC 曲线

(2) 制品的成型 依据隔热层的形状、尺寸,可采用不同形态的预浸料,用不同的工艺,如压制、压铸、卷制等制成隔热层或隔热制件。普通酚醛树脂的预浸料模压成型工艺参数,根据图 1-1 曲线确定为:

- 1) 模压温度: $(155 \pm 5)^{\circ}\text{C}$;
- 2) 模压压力: 30MPa;
- 3) 模压时间: 根据隔热层的形状、厚度不同而异,一般在 10 ~ 40min 之间。

4. 性能

粘胶碳布/酚醛耐烧蚀材料,同其他几种耐烧蚀材料的氧乙炔焰线烧蚀率,以及其他性能比较见表 1-1。粘胶碳布/酚醛耐烧蚀材料热失重曲线见图 1-2。

表 1-1 几种耐烧蚀材料氧乙炔焰线烧蚀率及其他性能比较

耐烧蚀材料	相对密度	热导率 $W \cdot (m \cdot K)^{-1}$	氧乙炔焰线 烧蚀率/ $mm \cdot s^{-1}$
粘胶碳布/酚醛	1.34	0.31	0.039
高硅氧布/酚醛	1.63	0.26	0.115
石棉纤维/酚醛	1.57	0.23	0.133

(续)

耐烧蚀材料	相对密度	热导率 $/W \cdot (m \cdot K)^{-1}$	氧乙炔焰线 烧蚀率/ $mm \cdot s^{-1}$
柔性耐烧蚀橡胶	1.37 ~ 1.48	—	0.16 ~ 0.22
203-3 烧蚀隔热涂料	1.4 ~ 1.6	0.39	0.231
203-4 柔性耐烧蚀涂料	—	0.19	0.142

注：氧乙炔焰线烧蚀试验符合 GJB 323—1987 要求。

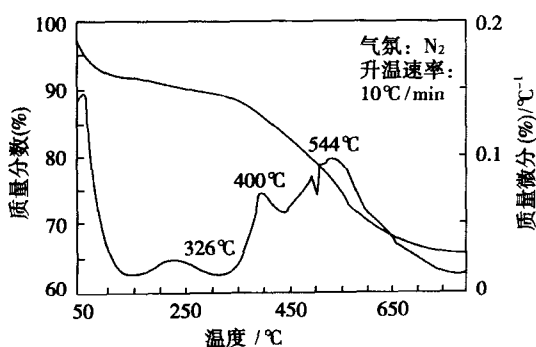


图 1-2 粘胶碳布/酚醛耐烧蚀材料热失重曲线

表 1-1 和图 1-2 表明,粘膜碳布/酚醛耐烧蚀材料质轻,耐高温烧蚀性能优异,隔热性能好。

长尾管发动机的长尾管隔热层呈管状(见图 1-3)。隔热层采用粘胶碳布/酚醛,以卷制工艺制造。发动机装双基药,燃烧室压力为 5MPa,隔热层的工作条件见表 1-2。

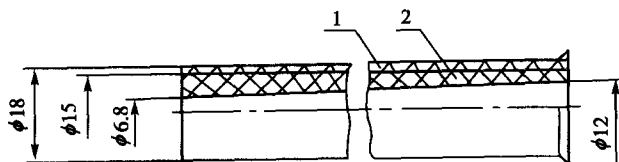


图 1-3 长尾管隔热层

1—复合衬管外层 2—复合衬管内层

表 1-2 粘胶碳布/酚醛隔热层工作条件

项 目	尾管入口部位	尾管出口部位
燃气温度/℃	2391	2300
燃气流速/ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$	123	539
燃气流量密度/ $\text{g}\cdot(\text{cm}^2\cdot\text{s})^{-1}$	103	268

实验表明,燃气流对隔热层内层的冲刷率为:

入口部位 0.053mm/s 出口部位 0.070mm/s

粘胶碳布/酚醛耐烧蚀材料长尾管隔热层,完全满足发动机抗燃气流冲刷要求,并成功地在发动机上得到应用。

例 2 火箭发动机喷管酚醛耐热内衬

1. 选材

火箭发动机喷管的典型使用环境,是工作温度高、使用时间较短、气流冲刷强。为阻止喷管内的热量迅速传递到火箭外壳而致使其失效,须选用隔热效果好、耐瞬时烧蚀性强的材料,作为火箭发动机喷管的内衬材料。结合火箭自身对质量的特殊敏感性和复合材料的优点,选用高硅氧玻璃纤维布、3K 碳纤维布和 616[#] 胺酚醛树脂作为耐热内衬的原材料,性能指标见表 1-3 所示。

表 1-3 火箭发动机喷管耐热内衬原材料性能指标

材 料	产 地	主要性能指标
616 [#] 胺酚醛树脂	北京二五一厂	游离酚: 11.22%; 固体含量: 98.09%; 粘度: 7.82Pa·s
0.26mm 高硅氧玻璃纤维布	陕西玻璃纤维总厂	SiO ₂ 含量 ≥ 96%; 径向强力: 486N/25mm; 纬向强力: 292N/25mm
3K 碳布	吉林碳素纤维厂	含碳量 ≥ 92%; 径向强力: 800N/25mm; 纬向强力: 600N/25mm

2. 主要设备

普通模压成型机。

3. 制备工艺

火箭发动机喷管的内衬要求具有耐高温、抗瞬时烧蚀、抗冲刷等性能,所以除应选用熔点高、熔体粘度大、抗烧蚀性能好、隔热效果好的材料外,还应使制品密度大,增强材料有垂直于气流方向的分布,以便增加内衬的抗剥离性能。因此将高硅氧玻璃布切成碎布片作增强材料,用模压工艺成型,其工艺流程与工艺参数如下。

(1) 工艺流程 工艺流程见图 1-4。

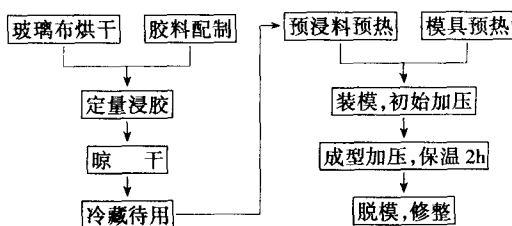


图 1-4 喷管耐热内衬模压工艺流程

(2) 预浸料的状态参数 为控制预浸料的性能,需对其进行主要性能指标测试,结果见表 1-4 所示。

表 1-4 预浸料主要性能

挥发分质量分数(%)	树脂质量分数(%)	不溶性树脂质量分数(%)	凝胶时间(150℃)/s
4.72	41.2	5.2	112

(3) 工艺参数的确定 为确定模压工艺参数,对 616[#] 胺酚醛树脂做了 DTA(差热分析曲线),从曲线上可以得到如表 1-5 所示的特征温度。因此各工艺参数确定为:装模温度为 90℃;升温速度为 30℃/h;120℃时保温 1h,最高模压温度为 180℃,保温 2h;初始加压压力为 10MPa,成型加压压力为 25MPa,温度升至 120℃时开始成型加压。

表 1-5 616[#] 胺酚醛树脂的 DTA 曲线特征温度

编 号	固 化 过 程		
	峰始温度/℃	峰顶温度/℃	结束温度/℃
1	87	145	180
2	89	147	180

(续)

编 号	固 化 过 程		
	峰始温度/℃	峰顶温度/℃	结束温度/℃
3	85	143	180
4	90	148	180
平均	88	146	180

4. 性能

两种制品的烧蚀试验结果列于表 1-6 中。试验结果表明,3K 碳布增强 616[#] 胺酚醛树脂模压件的抗烧蚀性能,比高硅氧玻璃布增强 616[#] 胺酚醛树脂模压件高得多,这可能是由于碳材料本身的耐高温性能好,力学性能优越,其增强的复合材料抗冲刷性能好所致。但作为喷管的耐热内衬不能只考虑抗烧蚀性能,其隔热性能也非常重要。内衬的热导率低,对保护喷管的金属结构部分有利,而碳纤维的热导率远远高于高硅氧玻璃布。

表 1-6 两种制品的烧蚀试验结果

材料	编号	原厚度 /mm	烧蚀时间 /s	烧蚀率 /mm·s ⁻¹	平均烧蚀率 /mm·s ⁻¹
高硅氧 玻璃布 模压件	1	10.47	20.1	0.150	0.131
	2	10.36	20.2	0.125	
	3	10.16	20.1	0.122	
	4	10.08	20.3	0.125	
碳布模压件	1	10.41	20.2	0.036	0.0348
	2	9.98	20.0	0.044	
	3	10.32	20.3	0.030	
	4	10.38	20.1	0.029	

综合考虑火箭喷管耐热内衬的隔热、抗烧蚀、抗冲刷等性能要求,以及其制品的性能价格比,对于工作时间小于 30s 的发动机,其喷管耐热内衬可用高硅氧玻璃布增强 616[#] 酚醛树脂制品,后续的实验将证明其性能完全能达到设计要求;对于工作时间大于 30s 的发动机,其喷管

耐热内衬可采用双层结构,即内层用碳纤维增强 616[#] 胺酚醛树脂,厚度根据发动机工作时间确定,外层采用高硅氧玻璃纤维布增强 616[#] 胺酚醛树脂,这样既能降低成本又能获得隔热、抗烧蚀、抗冲刷等综合性能优良的火箭喷管。

例3 耐烧蚀酚醛承力格栅

1. 选材

承力格栅的作用面积为 $500\text{mm} \times 500\text{mm}$,高度为 45mm ,其基本形状见图 1-5 所示。

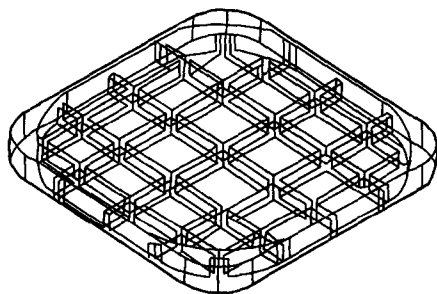


图 1-5 承力格栅立体图

考虑到产品要求具有耐烧蚀、耐冲刷性能,目前选取的原材料有两种:一种是用镁酚醛树脂作基体,4114 纱无碱玻璃纤维作增强材料,这样做的优点是镁酚醛树脂能快速成型、耐高温,同时模压料成型时流动性好,易于批量生产;另一种是用氨酚醛树脂作基体,高硅氧纤维作增强材料,这样做的优点是氨酚醛树脂制成的产品耐烧蚀,耐冲刷性能优于选取镁酚醛树脂制成的产品,缺点是产品属于慢速成型,模压料成型时流动性不好,不易充满模腔,产品的均匀性难以保证。

2. 主要设备

普通模压成型机。

3. 制备工艺

(1) 成型方法 成型的方法有两种:一种是先对玻璃布或高硅氧布进行浸胶,在压机上制成玻璃布酚醛层压板或高硅氧布酚醛层压板,然后到玻璃钢加工车间进行机加工,最后做成承力格栅。这种成型方