

冲压丛书
CHONGYA CONGSHU



塑料板冲压

〔苏〕Б.Н.鲍勃雷宁 К.Н.斯特烈卓夫合著

机械工业出版社

冲 压 丛 书

第 八 册

塑 料 板 冲 压

〔苏〕B. H. 鮑勃雷宁 K. H. 斯特烈卓夫合著

杜 忠 权 译

机 械 工 业 出 版 社

这套新的〔冲压丛书〕研究了冷冲压生产的自动化和机械化的途径，以及冷冲压的先进方法。

本书介绍了冲压用的塑料板的主要种类和性能，制造塑料板零件的主要冲压方法。并列举了模具的典型结构和某些专用设备的类型。此外，还介绍了制订塑料板冲压过程时的工艺计算方法。

本书可供冲压车间和工艺设计研究部门的工程技术人员阅读，亦可供冲压工人作为提高技术水平的读物。

Б. Н. Бобрынин, К. Н. Стрельцов
ШТАМПОВКА ЛИСТОВЫХ ПЛАСТМАСС

Машигиз 1962

(根据苏联国立机器制造科技书籍出版社一九六二年版译出)

* * *

冲 压 丛 书

第 八 册

塑 料 板 冲 压

〔苏〕Б. Н. 鲍勃雷宁 К. Н. 斯特烈卓夫合著

杜 忠 权 译

*

机械工业出版社出版 (北京苏州胡同 141 号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 · 各地新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ · 印张 $2 \frac{12}{16}$ · 字数 55 千字

1966 年 1 月北京第一版 · 1966 年 4 月北京第一次印刷

印数 0,001—4,400 · 定价(科四) 0.30 元

*

统一书号: 15033 · 4004

序 言

近几年来，用塑料板制成的零件和制品在工业上和生活上获得了广泛的应用，这是由于塑料板综合具有在许多情况下无可取代的各种不同的性能和工艺上的优点。机器制造、无线电和仪表制造、航空、测算技术、计算和火箭技术等等的进一步发展，离开这些材料是不可能的。

塑料板零件能广泛地使用，是和用冲压方法（已在许多部门中得到普遍应用）把它们制造出来这个问题有着密切的关系。

除了在参考文献[3, 5, 8]中介绍过的普通冲压过程——如塑料板和其他非金属材料板的冲裁、冲孔、弯曲和拉伸以外，一些新的先进的工艺过程（冲裁不预热的层状塑料，真空与气压成形过程，多层冲压和成形，在厚塑料板零件上用冲孔方法来代替钻孔，在零件上用打标记、压印数码和符号的工序来代替雕刻，校正用玻璃塑料制成的零件等等）得到了发展，并且设计了一些新颖的模具结构以及制造了生产效率更高的设备。

今后，塑料生产将大大地增加，而用来制造塑料板零件的专门机器和设备也将有大量增加。

由此可见，先进的冲压工艺过程便具有特殊的意义，本书将简要地介绍这些工艺过程。

目 次

序言

第一章 冲压用的塑料板	1
1 概論	1
2 塑料板的种类和规格	3
3 塑料板的性能和结构特点	12
4 塑料板变形的特点	14
第二章 分离工序的工艺	18
5 冲压过程原理	18
6 工艺过程的一般知識	24
7 剪切毛料	24
8 毛料的加热	26
9 加热塑料板的设备和装置	27
第三章 设计塑料板冲压过程时的工艺计算	30
10 计算所需要的力	30
11 塑料板排样	36
第四章 塑料板用的模具	39
12 冲裁和冲孔用的模具	39
13 組合模	47
14 薄塑料板的多层冲压	48
15 厚塑料板的冲裁	49
16 对模具的一般要求	51
第五章 变形工序	55
17 成形过程的特点	56

VI

18 毛料的加热.....	59
19 真空与气压成形的工艺过程.....	61
20 复合成形方法.....	69
21 对模具的一般要求.....	72
22 压印数碼和浮雕.....	73
第六章 冲压塑料板的设备	75
参考文献	80

第一章 冲压用的塑料板

1 概 論

在制造零件时，用得最广泛的是下述各类塑料板：层状塑料板和纤维塑料板、热塑性塑料板、橡皮和以橡皮为基体的材料、复杂的结构材料（如金属—塑料、金属—石棉—橡皮、力替拿克司塑料板●等等）。

塑料板是一种高分子合成的人造材料的特殊形式，它们的基体是高分子物质，即树脂或本身结构为大分子的粘合剂。

聚合物是大分子的集合体，大分子是由许多重复的基本链节或简单的分子构成的。在某些情况下，重复的链节形成线型结构的链；在另外一些情况下，链又会形成分枝或复杂的化合物——三度空间网络。

高分子化合物的性质大体是由基本链节在分子中的分布特点所决定的。

按照分子结构的特点，塑料可分为热塑性的和热固性的两种。

热塑性材料或热塑性塑料在热和压力作用下，不发生根本的变化。它们的转变和形状变化是可以回复的，也就是说，经过压制或成形的制品在加热时，形状又会改变。

热固性材料在热和压力作用下，经过一定时间后，便发

● 力替拿克司塑料(Ретинакс)——苏联的一种塑料商品名称。——譯者

生不能再回复的变化。

不论是热固性的塑料板，还是热塑性的塑料板，都可能是混成的（复杂的）或均一（比较一致）的，前者含有各种填料和其他的物质，后者大多数不含有特殊的填料或其他夹杂物。

填料，这是加入在塑料中的一种特殊物质。使塑料具有物理技术性能（如强度、耐热性等），或者使塑料得到增强的效果。

填料同时还能降低制品的可燃性，提高它们的耐水性和介电性，并使制品的外表美观。通常采用有机和无机化合物作为填料。在制造塑料板时，用得最多的是纤维状填料（棉花、石棉纤维、玻璃纤维、废棉纱等）和层状填料（纸张、棉织物、丝织品、玻璃织品、人造薄膜、云母、木质或玻璃单向胶合板、厚纸板、麻布、高岭绒毛织物等等）。

此外，在塑料板的成分中还有增塑剂，即是一种挥发性低的、多数属于液体的物质，它和作为塑料基体的树脂一起组成混合物，从而提高结构的弹性。除增塑剂外，还加入各种染料、硬化剂、稳定剂和发光剂等等。

根据ГОСТ 5752-51，塑料板的基体——树脂可分为4种：

1) 通过链的聚合反应而获得高分子化合物的塑料板（聚乙烯、聚苯乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、有机玻璃、氟塑料以及以它为基体的层状塑料等等）。

2) 通过缩聚反应或分段聚合反应而获得高分子化合物的塑料板，其中包括：酚醛树脂（夹纸胶木、夹布胶木、ПГТ塑料、压制塑料 АГ-4）、氨基和氨仿聚醛树脂、有机硅

聚合物、聚酯类等等（层状塑料、玻璃塑料、玻璃纤维交向材料等）。

3）含有经过化学方法变性的天然聚合物的塑料板，其中有简单的和复杂的纤维素（工业用和装饰用的宙璐珞、爱特罗尔塑料●等等）、蛋白质（如酪素塑料）。

4）以天然树脂为基体的塑料板，通过破坏各种有机物质的方法而获得，可是产量不大。

属于橡皮材料一类的有各种牌号的软弹性橡皮，用人造的或天然的橡胶制成的硬橡皮、橡皮带、橡皮板和电工橡皮。

2 塑料板的种类和规格

层状塑料和纤维塑料 层状塑料板和纤维塑料板是用各种浸过粘合剂的纤维材料经过压制而获得的。

目前在制造零件时所使用的层状塑料和纤维塑料列入表1中，它们是按照填料的特点来分类的。

制造层状塑料时使用的粘合剂有：甲阶段酚醛树脂、脲醛树脂、蜜胺甲醛树脂、有机硅树脂、聚合非饱和酯的产物、纤维素和聚四氟乙烯等等。

目前，大约生产近100种牌号的层状塑料和纤维塑料，它们的性能载于ГОСТ和技术条件之中〔1, 6, 15, 20〕。

各种牌号的层状塑料和纤维塑料之间的区别在于：填料的种类、粘合剂的份量、以及加入其他用来改善性能的物质。因为层状塑料板不能成卷形式生产，所以，冲压工作要实现自动化和机械化就比较困难。

以成卷形式生产薄的层状塑料的技术，现在正在掌握之

● 爱特罗尔塑料(Этрол)——苏联一种塑料商品名。——译者

中。

表 1 主要的层状塑料和纖維塑料

工 业 名 称	填 料 种 类
夹紙胶木	紙張
夹布胶木	棉纖維物
玻璃夹布胶木	玻璃纖維物
石棉夹布胶木	石棉纖維物
石棉夹紙胶木	石棉紙板
纖維塑料 (玻璃纖維塑料、石棉纖維塑料)	玻璃和石棉制成的毡、板、棉和架等
玻璃纖維交向材料	玻璃纖維制成的单向特殊薄板
复合层状塑料 (附箔塑料、HIT 塑料等等)	同时使用箔、紙張、纖維物和人造薄膜

夹紙胶木 是一种层状材料，将浸过酚醛树脂的纸板通过压制而获得，浸渍时的单位压力为 $110 \sim 160$ 公斤/厘米²，温度为 $150 \sim 160^{\circ}\text{C}$ 。

夹紙胶木主要以板状形式生产出来，厚度由 0.3 到 50~60 毫米以上。ГОСТ 2718-54 规定了 11 种不同牌号的电工用夹紙胶木，板的尺寸达到 1500×1500 毫米。夹紙胶木按性能可以分为两大类：用于正常频率的，牌号为 A、Б、В、Вс、Г 和 Д；用于高频率的，牌号为 АВ、БВ、ВВ、ГВ 和 ДВ。

为了满足专门用途的需要，还生产特殊种类的夹紙胶木。例如，为了制造印刷版，生产了 KT-1 夹紙胶木，它的特点是绝缘强度较高。在热带气候条件下工作的仪器零件，要用牌号为 T 的夹紙胶木来制造。

装饰用的层状塑料属于特殊的一类，它们的牌号为 OH、TH、OHT、THT，都是板状材料，通过热压特殊纸张的方法而获得。板厚 1~10 毫米。

夹布胶木 按制造方法言, 这种塑料和夹纸胶木相似, 不过, 填料用的是织物(粗布、细布、人字斜纹布、麻纱、薄纱布、各种颜色的亚麻布以及尼龙织物等)。

苏联生产两种夹布胶木: 结构用的, 牌号为 ПТК 和 ПТ (ГОСТ 5-52); 电工用的, 牌号为 А、Б、В_г 和 Г (ГОСТ 2910-54)。这些电工用的夹布胶木具有不同的绝缘强度和抗拉极限强度。夹布胶木以板状生产, 厚度在 0.5 毫米以上, 尺寸在 1400 × 1400 毫米以下。

由于夹布胶木价格昂贵, 所以, 在制造零件时用得很少, 用夹纸胶木和 ПГТ 复合层状塑料板来代替。

玻璃夹布胶木 这种材料的填料是玻璃织物, 其基体则为各种热固性树脂。

玻璃夹布胶木根据用途可分为: 结构用的, 电工用的, 耐热的和特殊的等等几种。

在参考文献[20]中, 专门列举了玻璃夹布胶木的特性数据。

石棉夹布胶木和石棉夹纸胶木 石棉夹布胶木 (ТУ МХП 2548-51) 和石棉夹纸胶木都是层状塑料。石棉夹布胶木中的填料是石棉织物, 而石棉夹纸胶木中的填料是石棉纸板 (ГОСТ 2630-44, ТУ 1281-51p)。这两种塑料中的粘合剂都是酚醛树脂。石棉夹布胶木用于制造低电压设备中的零件和垫片等等。

纤维塑料 生产纤维塑料, 主要使用热固性树脂, 填料是用玻璃和石棉制成的毡、板、棉和线等等。

近几年来, 工业中用得最多的是石棉酚醛塑料、帘布酚纤维塑料和 АГ-4 压制材料。

AT-4C 压制材料 (OMTY 431-52) 属于加强热固性塑料一类, 粘合剂用的是经过变性处理的 P-2 酚醛树脂, 填料是薄板状玻璃纤维。

将压制材料 AT-4C 直接进行压制, 可得尺寸达 1000×1000 毫米、厚度在 1.5 毫米以上的板材。

玻璃纖維交向材料 这是玻璃塑料板的另一种形式。其生产特点是在玻璃丝从喷丝头上拉伸出来以后, 将粘合剂直接涂在玻璃丝上。其结果所得到的玻璃薄板, 其中纤维方向是一定的, 厚度为 0.3~0.5 毫米; 用它作原料, 通过热压法便能制成厚度和尺寸符合要求的板料。

玻璃纤维交向材料的特点是具有较高的抗拉强度和冲击韧性。

复合层状塑料 这些塑料用各种填料制成。

属于复合层状塑料一类的有附箔层状塑料和 ПГТ 塑料。

附箔层状塑料的特点是在它的表面上有一层薄薄的铝箔或铜箔。附箔层状塑料又分为单面的和双面的两种, 前者只在板材的一面有附箔, 后者则在两面都有附箔。

苏联生产的附箔夹纸胶木, 牌号为 ГФ-1 和 ГВ-50, 按照 БТУ4К-8-59 的规定, 厚度为 1.5 和 2 毫米。附箔玻璃夹布胶木板的尺寸从 500×500 到 470×740 毫米。

ПГТ 塑料是一种压制层状塑料, 是由经过酚醛树脂浸渍的纸张和覆面用的、涂有酚醛塑料的玻璃布构成的。

ПГТ 塑料板的厚度为 0.7~3 毫米。在汽车拖拉机工业中, 这种塑料板用来制造电器设备上的零件, 以便代替比较贵的纤维塑料。这种塑料板的尺寸在 1400×1400 毫米以下。

制造 ПГТ 塑料的工艺特点是, 不仅可用玻璃布强化它的

基体——夹纸胶木，而且还能用别的材料从板材的一面或两面来强化它。

热塑性塑料板 属于热塑性塑料板一类的有：高压和低压的聚乙烯、有机玻璃、氟塑料、聚氯乙烯和以它为基体的其他材料、宙路路、CH 强固材料和透明胶板等等。

工业生产的主要热塑性塑料的物理-机械性能在参考文献[1, 6, 15]中有详细介绍。

聚乙烯 (BTY MXII 4138-55) 高压和低压的聚乙烯是在高压(150 大气压以下)或低压(1~40 大气压)下采用催化剂乙烯经聚合反应得到的产物。它以薄膜、管材和厚度为 0.8~4 毫米的板材形式生产出来。个别厚度大的坯料在铸造机械上制成。聚乙烯可以染上任何颜色。作为电气绝缘材料使用时，它可用于制造像垫片、垫圈和一系列特殊的重要零件；也可用来制造箱子、容器等等。

氟塑料 这是聚合氟衍生乙烯而获得的产物。它的特点是具有比金和铂更强的抵抗各种腐蚀介质的能力。氟塑料可以制成薄膜、板料和管材，利用这些半成品，又可以制成各种无线电零件和在高温并有腐蚀介质剧烈作用条件下工作的零件。

有机玻璃 这是经过增塑的甲基丙烯酸甲酯的聚合物，浇注入用硅酸盐玻璃制成的模型中而获得。有些有机玻璃是在金属模型中铸成的。有机玻璃分为两种：

1. 航空用增塑有机玻璃，牌号为 A 和 B (TV 1783-53, PTY BY 26-53, BTY BY 95-55) 以及航空用非增塑有机玻璃 (PTY BY 115-455)。
2. 工业制品和一般要求制品用的有机玻璃，牌号为 ПA、

ПБ 和 ПВ (ТУ 2673-53, ТУ БУ 88-54, ТУ 26-54)。

有机玻璃具有高度的透明性和均匀性，比重较小，紫外线能很好穿过，此外，并能很好地抛光和进行机械加工。

在加热状态，通过拉伸板料使分子定向排列，可以增加它的强度。

聚氯乙烯 这是硬的热塑性材料，系将聚氯乙烯经过热机械增塑作用而得到。

苏联生产的聚氯乙烯塑料分薄板、厚板和薄膜等形式，厚度为 2~20 毫米，尺寸由 1300 × 500 到 1560 × 650 毫米；为了制造各种零件、水池和水泵的衬里等等，也生产许多规格的管材和角材。聚氯乙烯塑料板按 ТУ МХП 3823-53 进行生产。

以聚氯乙烯树脂为基体，还可制成各种塑料。

属于热塑性材料一类的，还有更复杂的聚合物，其中有：透明胶板、CH 强固材料和以甲基丙烯酸甲酯和氟塑料为基体的聚合物等等。

透明胶板 有牌号为 C 的透明胶板 (BTУ МХП 3399-52) 和透明的透明胶板 (BTУ МХП 3019-55) 两种，它们都是板料，生产方法是对加入稳定剂的非增塑聚氯乙烯共聚物进行热处理。透明胶板以板状生产出来，尺寸为 550 × 1300 毫米，厚度为 0.25~0.45 毫米。这种材料的特点是在湿度、温度变动很大的情况下，尺寸比较稳定。牌号为 C 的透明胶板用于复制模线板，描绘各种图样和测量检验样板等等。

CH 强固材料 这是一种将 CH-28 共聚物和腈基橡胶 CKH-26 或 CKH-40、填料及染料混合而得的产物。这种材料有 4 种牌号和各种尺寸，厚度为 0.5~4 毫米；用于以气压

或真空方法制造大型零件，如冷却器、盥洗池和水池等的衬里等。

宙璐珞 是热塑料材料。它是将加入色素和染料的特殊树脂经过增塑以后的硝化纤维。

现在生产的宙璐珞有以下几种：工业纯白（OCT 10182-39）、工业透明（ГОСТ 576-41）、装饰和艺术用（ГОСТ 428-53）以及航空用（OCT 10043-38）。最后一种有 AB-1 和 AB-2 两种牌号。

宙璐珞的厚度为 0.15~5 毫米，板料尺寸为 550×1250 毫米（航空用宙璐珞）和 630×1335 毫米（工业用）两种。

以橡皮为基体的非金属材料 橡皮是一种特殊的聚合材料，系将橡胶和其他成分混合以后，经过硫化处理而获得。

工业生产的橡皮制品（其中包括板材），按 TV HKXII 233 H 和 TV MXII 815-53 等的规定，有各种各样的厚度，自 1 毫米到 40 毫米不等，尺寸达 700×1000 毫米。

橡皮分为软的，硬的两种，各种橡皮的组成成分非常不同，它们的性能数据载于有关的手册资料中。

以橡胶为基体，还可以制成角状合成橡胶、硬橡皮和其他含石棉的更加复杂的材料（电工橡皮、石棉橡胶板等等），这些材料是向以矿物为基体的一类材料过渡的阶段产物。

角状合成橡胶 这是在 $30 \sim 50$ 公斤/厘米² 压力和 $270 \sim 280^\circ\text{C}$ 温度下，加热人造橡胶及其添加物、填料和染料（不包含）的产物，加热时不通入空气。

根据 TV KBO 026000 的规定，角状合成橡胶有好几种牌号，其中角状合成橡胶 CKB 用于无线电工业上，而 CKC-30 则作为密封材料使用。

硬橡皮 这是坚硬、有弹性且不溶解的材料，系将橡胶和 20~30% 的硫经硫化处理而得。近来，这种材料日益为不含橡胶的塑料所代替。硬橡皮的混合物有许多种，在压制成板并经硫化处理以后，便能制成各种零件。

电工用硬橡皮的用途最广，分 A 和 B 两种牌号（ГОСТ 2748-53），厚度在 5 毫米以下。

电工橡皮 这是一种以石棉纤维和人造橡胶为基体的新型绝缘材料。尺寸达 1200 × 2800 毫米，厚度为 0.2~6 毫米（ТУ МХП 3485-53）。

电工橡皮的弹性好，易于冲压，价格便宜，耐热性高且能抵抗细菌霉菌的侵蚀，因此，被广泛地用来制造绝缘的轴头挡圈、电动机的槽楔和衬垫、铁心、异步电机的转子和定子等，以便代替昂贵的层状塑料。

复杂的混成塑料 这种材料目前种类还不多，其中用途最广的是各种以聚氯乙烯树脂覆面的材料（维尼拉尔、卡维诺尔、布维尼尔、斯梯尔维他依特和塑料覆面金属板等等）、力替拿克司、石棉钢板、特殊的加强层状塑料和纤维塑料等等。

维尼拉尔 这是一种以铝板为基体的复合材料。铝板的牌号为 АМЛ1、АД1Н 或 АМг，板的厚度为 0.5~2.0 毫米，在铝板的一面或两面覆以一层聚氯乙烯塑料即得。当以钢板作复合材料的基体时，在苏联便称作斯塔维尼尔，在别的国家便叫作斯梯尔维他依特。

斯塔维尼尔 这是以聚氯乙烯覆面的钢板，厚度为 0.3~0.5 毫米。这种材料的变种便是所谓塑料覆面金属板。塑料覆面金属板是由厚度为 1~1.5 毫米的聚氯乙烯塑料板和 0.5

~1.0 毫米厚的穿孔金属板构成的。

如果以硬纸板或各种形式的纸张作为材料基体的话，则分别叫做卡维诺尔或布维尼尔。

制造这些材料的工艺过程并不复杂，一般包括以下几个步骤：首先准备好覆面的基体，然后准备好覆面用的胶液或涂料，最后在专用设备上将胶液（涂料）覆在基体上，继之以热处理。

制造新品种材料的工艺过程主要有：火焰喷涂，漩涡烧结，将胶液覆在基体上以后进行特殊热处理，以及用热塑性塑料板来包覆金属和硬纸板等。

在苏联，应用得最广泛的工艺过程是使用特殊的覆面胶液。例如，为了获得覆盖层，应用含有增塑剂、稳定剂、填料和染料的乳化聚氯乙烯树脂，牌号为M(TV BY 102-55)，在树脂中加入其他一些成分的目的是为了改善树脂的弹性，并使其具有所需要的装饰性能。表2是应用最多的覆面胶液的成分。

具有聚氯乙烯树脂的维尼拉尔、斯塔维尼尔和卡维诺尔等类型的材料，用来制造各种仪器的匣子和洗涤机的壳体等

表2 包覆金属用的胶液

成 分	比 例	
	1	2
树脂M	100	100
增塑剂:		
磷酸三甲苯酚酯	45~50	45~50
癸二酸二辛酯	—	5
颜料	2	2
填料(高岭土)	2.5	—