

1 引言

等静压技术首先是由美国西屋公司在 1913 年提出的,当时由 H. D. 马登以专利形式发表。开始发展较慢。1955—1965 年,等静压技术及其应用范围发展很快,此时已经涉及到陶瓷工业,最初用于粉末冶金成型,七十年代德国将其移至用于陶瓷生产。首先是由西德的道尔斯特公司研制成功的。在冲压成型,在各方面的压力承受身体上是平等的,日常使用的具体形成盘型平板工艺陶瓷迎来了一个新的情况,而且是一种传统的塑料成型的工业革命。

形成的等静压的方法,是基于一种液体或气体介质的压力平衡原理,设计方向。在生产中,将粉末压入软塑料包装袋,密封,高压缸体挂到闭合,液体或气体介质柱。圆筒密闭,外部压力,压缩介质,使产品成型。

等静压技术不但在德国和意大利普遍使用,而且还普及到英国、美国、捷克以及其他许多国家和地区。我国的等静压技术尚处于起步阶段,著名的瓷都景德镇从德国引进这项先进技术后,取得了显著效果:年产高档次 600 万件,22 头西餐具已与美国美尔可公司签订包供货合同。

我国于 60 年代初从日本引进一台工作压力为 25Mpa 的螺纹端盖式小型常温等静压机。上海重型机器厂设计制造过一台浮动端盖预应力钢带缠绕筒式等静压机,其工作缸直径为 800mm,压力位 30Mpa,轴向力为 5000 吨。70 年代中期,首都钢铁公司特钢厂、北京钢铁研究总院根据国外的热等静压机参数,研制出一台双 1500 型等热静压机。据 1998 年统计,当时全国 8 个单位有不同规格的热等静压机 25 台,其中 16 台正常运行,9 台将安装调试。常温等静压机 100 台左右。空间 43 委托四家航空航天川西机器厂研制的炉膛直径系为 800mm,工作压力为 100MPa,温度为 900℃的热等静压机。2010 型全自动 KDR400 KDR400 柯达,等静压板成型机,该机主要用于高档日用瓷碟,粉末压制,是工业生产的全自动生产设备的基础上。最紧迫的板坯直径的加工,可生产圆,不规则的,装饰和救济要求的盘,盘型产品,柯达机电具有优良的创新,成为世界上第一个,再次填补了国内陶瓷设备的差距。

陶瓷生产经历了注浆成型,滚压成型,再到如今的等静压成型,等静压干压法相对于滚压成型而言,有以下几方面的有点:

不需要石膏模具及制造它们的大批辅助工厂,母模和石膏模的堆放仓库。

与传统工艺相比,减少了空间和能源消耗,不再需要带模键式湿坯干燥器或喷射式

干燥器。

由于用工程塑料或钢制成的模具有很长的寿命，克服了石膏寿命短的缺点以及废模处理等问题。

完全均匀的压实及干燥收缩的消除，改善了产品的质量和精度。尺寸和重量的公差在 1% 的范围内。

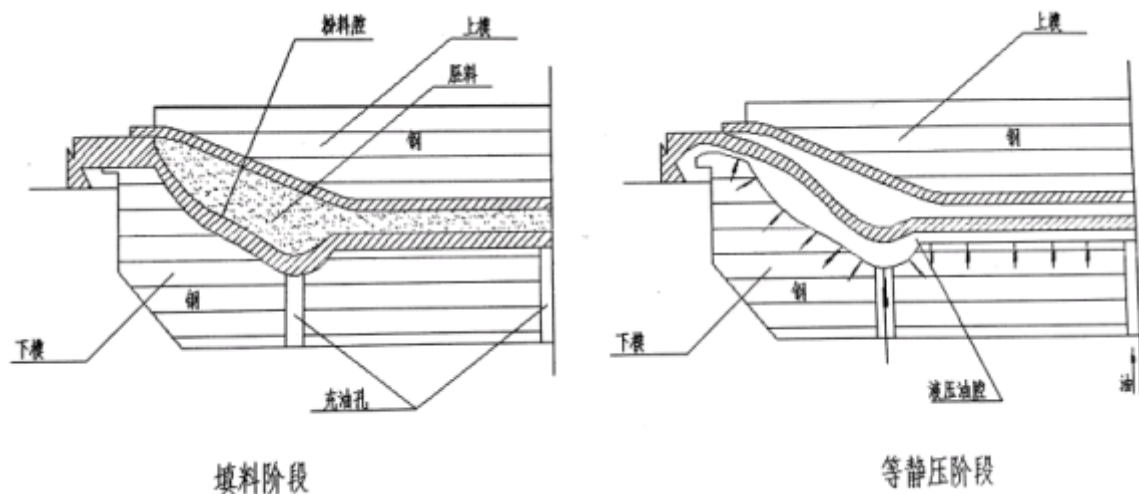
节省劳力，一个不熟练的工人可同时照看两台设备，并与修整好的盘叠放在窑车上。

生产的盘类在形式上多种多样。如那些异型的盘类制品、施纹和浮雕、扇形花纹饰边的盘类制品均可生产。在转产上较经济，更为灵活快速。同时也适用于抗弯强度较差的坯体成型。

2 等静压成型机的分析

2.1 等静压成型机原理介绍

以碗的成型为例，上模是盘的凹面，在凹出得上钢模表面浇合一层塑料覆盖层，而下钢模是凹形的底盘，在下模的凹面间装上一个底盘形状的凹型塑料，固定和密封于下模的外圈上，这样上下模起来，其间就留了一个较制品稍厚的空腔，再施予大的合模力，粉料填满空腔后，关闭填料口，然后在下模的油腔中进油施以高压，将软膜顶起，使整个软膜与下钢模间形成压迫软模的油腔。粉料有足够的流动性，油压作用在软膜上的压力各项均布，最终压制成一个胚体各部分受压均匀，致密结实的制品。



2.2 等静压机

景德镇陶瓷厂引进德国硬质磁生线。引进的设备包括等静压成型线三条(900. 02型， 900. 10型， 900. 20型)。其中900. 10型等静压成型机结构简单，利于进行各项指标的分析 and 研究。英雄，在本次毕业设计中，我们选取900. 10型等静压成型机作为消化吸收的主要对象。陶瓷等静压机由等静压成型机，修胚胎，传递装置，旋转对几台，液压系统，启动系统，电控系统其大部分组成。此次设计主要是涉及液压系统部分。

3 等静压成型机的方案设计

3.1 等静压成型机的功能分析

1. 下模为一软膜，油腔进油施以高压，将软膜顶起，使整个软膜与下钢模间形成压迫软模的油腔，软膜挤压粉料，最终压制成一个致密结实的制品。

2. 利用保压系统来减缓合模的速度，从而防止由于合模速度过快，上下模碰撞，从而损坏模具。

3. 开合模完全自动化控制，大大提高了生产的效率，减小了强度。

4. 与其他成型方式相比

（1）与注浆成型相比

等静压成型能实现完全机械化控制，大大减少了工人的劳动强度，同时也减少了因人为关系影响而致的制品工艺上的差异；等静成型不需要石膏模具以及制造它们的大批辅助工厂。

（2）与可塑成型相比

由静压成型压制成的制品具有更高的密度和刚度。

（3）与一般干压成型相比

等静压成型对模具的磨损更小，成型时间短，胚体的压力和密度分布均匀，胚体表面不易产生分层和剥离。

3.2 实现日用陶瓷粉体成型分析

3.2.1 动非静压成型

动非等静压成型包括可塑成型，注浆成型，压制成型具体分析如下表格：

景德镇陶瓷学院本科生毕业设计（论文）

表 3 各种成型方法比较

成型方法	模具	成型产品类型	坯料类型及要求	坯体品质	工艺特点
可塑成型	石膏模、型刀或其它材质的多孔模具	圆形制品如盘、碗、杯、碟及各种其它浅口制品	塑性泥料，可塑性较好，成型水分均匀，一般为 19~27 %	形状规范，坯体致密度较高，含水量较高，尺寸较准确	自动化程度较高，要有一定的操作技术，产量大，坯体品质较好，模具用量大
注浆成型	一般为石膏模	壶类、瓶类、汤碗、椭圆形盘、罐类等器物及各种雕塑产品	泥浆，流动性好，稳定性要好，具有适当的触变性，含水量为 30~45 %	坯体结构较一致，含水量大且不均匀，易变形，不易控制尺寸	投产容易，但生产周期长，工序较多，手工操作多，石膏模用量大
压制成型	钢模	只能成型简单形状的产品如碗、碟等	颗粒状粉料，流动性要好，颗粒要级配，水分要均匀，含水量为 1~12 %	坯体致密度高，不易变形，尺寸准确，坯体收缩小	工艺简单，操作方便，周期短，效率高，但模具损耗大，成本高

3.2.2 等静压成型

粉末被密封在一个规定的形状的塑料套模，放在密封的容器中充满了流体介质的流体压力，然后，把每个面形状的压力相等，粉末压缩，最后得到了相同的形状与产品的腔，等静压配体与均匀，结构紧凑，强度高，良好的发育规律，成品率高，可从干燥过程和直接点删除，缩短生产周期；结论：综合上述成型方式比较结果，选择等静压成型现日用陶瓷粉体的成型。

3.3 实现开合模分析

实现成型机的开合模可以通过机械式和液气传动来实现

3.3.1 机械式

（1）连杆机构

连杆机构具有结构简单，易于制造的优点，可以实现各种有规律的锻炼，也能力，

增加旅游，

（2）螺旋机构

使用啮合螺杆和螺母来传递动力的机械传动。主要用于旋转运动变为直线运动，变矩器的推力，从而促进动态膜实现合模。

（3）凸轮机构

凸轮机构是高副接触，主要用于传动运动。它的最大优点是可实现从动件的任意运动规律。

3.3.2 液气传动

（1）液压传动

利用液压泵，阀，执行器等液压元件实现传动称作液压传动。

（2）气压传动

采用压缩空气为工作介质的传动，气压传动的优点是容易实现快速往复运动速度，方便；与液压传动相比，由于压力不太高，所以不能传递动力。

结论：瓷等静压机的工作周期短，所以要求柱塞的开合模的动作快速，并且能迅速换向和变速，故优先选取液气传动，因为当系统合模过程需要较大的合模力，应选用液压传动来实现合模。

4 液压系统油路设计

4.1 液压系统的主要参数

本液压泵的设计参数

最大合模力：2.8MN

最大等静压力：5Mpa

填料油液压力：16Mpa

最大生胚尺寸：Φ305

主油缸行程：165mm

回程缸内径：Φ60mm

回程缸连杆直径：Φ30mm

主油缸的内径：Φ330mm

填料活塞内径：Φ40mm

填料缸活塞杆直径：Φ20mm

填料活塞的行程：30mm

柱塞的长度：0.54m

工作能力：400——500 件/ h

各动作顺序所需时间如下：

合模：1S 打开填料阀：0.1S 填料：1.8S

关闭填料阀：0.2S 等静压：3S 卸压：1S 开模：0.65S

以上参数有的是工艺要求所需，有的是为测定数据，有的为经验值，下面案以 上数据为基础，确定液压系统其他参数，并选择所需型号的液压元件。

4.2 阀件的性能及选择

1. 插装阀是一种用小流量控制油来控制大流量工作油液的开关阀。该阀不通液压阀的各种要求，本实用新型具有流动阻力小等优点，流量，动作快，密封性能好，制造简单，工作可靠，特别适用于高流量，高压力的液压系统。

2. 电磁换向阀：电磁换向阀是利用电磁铁吸力操纵阀芯移动的方向控制阀，由于电磁铁的吸力有限，因此电磁换向阀只适合流量不大，压力低的场合。

3. 电液换向阀：电液换向阀是一个组合的电磁换向阀和液压控制阀，它是利用电磁换向阀控制液压控制阀动作，改变液流方向控制阀。它适合高压大流的系统，其优点为换向简单，可靠，换向冲击小。缺点是当主阀芯采用液压 强制对中时，阀体较长，结构复杂。由于电液换向阀的容量较大，大规模的的 换向阀绝对泄漏量也较大。

4 比例阀：比例阀是普通液压阀和液压控制阀伺服阀之间。

5. 伺服阀：他把小电流信号输入，转换和放大到液压动力输出，以实现控制致动器

的位移，速度，加速度和力。对于本次设计的油路要求是：主油缸和合模、开模速度要快，经过阀的流量要大，阀的响应要快，在保压过程中要求压力稳定，阀的泄漏要小，软模的卸压要慢。

具体的选择如下列的液压的原理图所示。

4.3 油路循环方式的选择

内容	开式系统	闭式系统
更方便的散热条件	但大型和复杂	辅助泵油冷却
抗污染性	较差，可以采用压力油箱 或邮箱呼吸器来改善	较好，但油液过滤要求高
限速、制动形式	用平衡法进行能耗限速，用制动阀进行能耗制动，引起油液发热	液压泵由电动机驱动时，限速及制动过程中驱动电机向电网输电，回收部分能量，既是再生限速及再生制动
其他	对泵的自吸性能要求高	对泵的自吸性能要求低

那些有更大的空间可以存储罐，没有额外的散热系统，需求结构尽可能简单，系统采用节流阀或容器——节流调速系统，用于启动系统。允许辅助泵供油系统的使用，实现对冷却油的稳定性和系统的效率，达到了更高的要求，关闭系统音量控制。

本系统采用节流调速系统，需求的工作稳定、效率高，并使用辅助泵补油通过油达到冷却。

4.4 油中的基本回路

1. 双泵供油回路。
2. 回油节流调速回路，使柱塞运行平缓，减缓了其运行的速度，防止了由于外载荷变化引起的冲击。
3. 保压回路，为合模提供保压力。
4. 换向回路
5. 压力控制回路，控制阀件的开关。
6. 行程控制回路，控制阀件的顺序动作。
7. 补油冷却回路，因为系统是闭式系统，所以需要设置冷却装置。
8. 时间控制回路，控制阀件的顺序动作。

9. 电压回路，液压系统的油压控制，使它保持恒定或限制最大值。

4.5 液压油路原理图

如设计图

4.6 液压油路分析

4.6.1 液压站

液压站有两台定量泵 P1, P2 构成低、高压供油系统，采用了封闭式油箱，并配以一台风机来循环冷却液压油。

P1 为一台大流量低压泵，用于主油缸 1 的合模动作和整个液压系统的循环 风机等，VM1 为一溢流阀，用于保护泵 P1 的出口压力，其调定压力为 3MPa。

P2 为一台低流量高压泵，用于高压供油系统及其合模后的保压作用，并对 软模腔实施等静压及主油缸快速开模。压力由 VM2 调定，使高压系统设定压力 为 32Mpa，VM3 为一安全阀，用于保护 P2 泵出口，调定压力为 32Mpa。

在 P1 和 P2 泵出口处分别安装了蓄能器，他们主要用于储存液压能，使系 统压力稳定，节约能源。

液压站上方集成块装有三个单向阀，R1, R2, R3 用于防治系统压力油倒 流，保护泵 P1, P2 泵，B1, B2 分别为显示低、高压油路系统压力值。

大油缸为一柱塞式油缸，提高了整机合模保压刚度，小油缸为快速开模用 的，大油缸和小油缸压力油的作用面积之比为 60: 1，因此，在保压时为防止 小油缸内产生过高的背压，增设了一个安全阀 VM5。

为了保证油路系统处于良好的工作状态，泵站系统配置了冷却和过滤装置。 该机采用了风机冷却装置，并配以热交换装置。室内油的理想温度比室温高 30~ 40° C, 因此要设定温度调节装置，利用温度调节器控制（B257），使之保持在理 想温度区。如果油液超过理想温度范畴，第二调节器（B255）将自动切断电源 使压机停机。该液压站对液压油的要求较高，只能使用符合 Din51525, H—LP 油，此油中包含附加物质，可使许用压力和许用油温有明显的改善。此外，该 有有较好的防腐蚀，防磨擦性能，因此可以提高泵、阀等器件的使用寿命。

安装机油滤清器和在泵出口压力继电器，污染物，拆下液压油，油的污染直接影响

液压元件和系统的稳定性，液压故障至少超过 70% - 80%是由于污染。以在本压机里，滤油器一旦发生堵塞，继电器将发出电信号使主油泵停止工作。

4.6.2 液压系统准备阶段

系统启动时，电磁阀都失电，此时高、低压泵处于低压区，进行低压启动，启动后，电磁铁 13DT、1DT、12DT、11DT 得点，RB1 为一背压液控单向阀，此时处于不通的状态，高、低压泵的卸荷回路均关闭，此时两蓄能器充油，当系统达到调定压力时，延时继电器动作，13DT、1DT 失电，液压油开始升温或冷却循环。高压系统进入准备阶段。

4.6.3 液压系统的压制过程

1. 开模

主油缸采用的是柱塞式油缸，开模需用另一小油缸拖开，图中的 2 部件。主油缸的背压油经电磁换向阀 11Y、12Y 和单向节流阀 RF1，通过出口调速流回油箱。

2. 合模

当主油缸后退时，压下行程开关 S241 时，3DT 失电，插装阀 V2 关闭，10DT 得电打开液控单向阀 RB1，13DT 得电关闭低压油的升温或冷却循环回路，为合模提供大量的液压油，12DT 得电关闭电磁换向阀 12Y，低压泵的压力油经单向阀 R1，背压液控单向阀 RB1 进入柱塞缸，与此同时 4DT 得点，打开插装阀 V3，活塞右腔的液压油经此阀返回油箱，合膜速度快。

3. 保压

当柱塞前进触发行程开关 S252 时，开始合模的第二阶段，即保压阶段，速度慢而闭合合力大。此时，10DT 失电，关闭背压液控单向阀 RB1，13DT 失电，11DT 得点关闭电磁换向阀 11Y，2DT 得电打开插装阀 VI，高压泵的油经单向阀 R2、R3 和插装阀 VI 进入柱塞缸，增大了合模的闭合合力。4DT 失电关闭插装阀 V3，5DT 失电打开电磁换向阀 5Y，使活塞缸右腔的油经单向节流阀 RF3 回油箱，从而减缓了柱塞的前进速度，与此同时，8DT 得电液控单向阀 RB2 开启，油缸 5 带动气缸 4 抽吸模腔，使软膜复位，紧贴模座，为加料做准备。

4. 填料

当合模后，压下行程开关 S240，9DT 得电，加料阀门的阀板被油缸 3 拉开，粉料有压缩空气强制压入模腔。当电磁铁 1DT，4DT，11dt，DNA，9dt 继续保持这种状态。

5. 关闭填料阀

当控制加料时间的时间继电器到时后，9DT 失电，加料阀门关闭

6. 等静压压制胚体

电磁铁 6DT 得点，打开电磁换向阀 6Y，8DT 失电，关闭背压液控单向阀 RB2，高压油进入模腔，挤压软膜 6，将粉料制成胚体。

7. 无极减压

胚体成型后，如减压过快，软膜迅速变形，会损坏胚体，开始是要缓慢减压。此时电磁铁 6DT 失电关闭电磁阀 6Y，7DT 得点打开电磁伺服阀 7Y，进行无级减压。

4.6.4 电磁铁得失电子表

	动作名称	电磁铁												
		1DT	2DT	3DT	4DT	5DT	6DT	7DT	8DT	9DT	10DT	11DT	12DT	13DT
准备阶段	启动	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	两蓄能器充油	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+
	液压油升温或冷却	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	—
循环分析	开模	+	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
	合模	+	—	+	+	+	—	—	—	—	—	—	+	+
	保压	+	+	—	—	—	—	—	+	—	—	+	+	—
	打开填料阀	+	+	—	—	—	—	—	+	+	—	+	+	—
	关闭填料阀	+	+	—	—	—	—	—	+	—	—	+	+	—
	压制	+	+	—	—	—	+	—	—	—	—	+	+	—
	无级减压	+	+	—	—	—	—	+	—	—	—	+	+	—

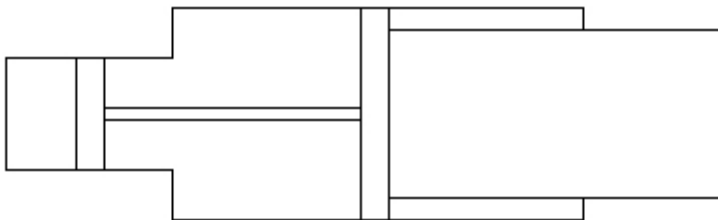
5 执行元件的计算与设计

5.1 主油缸的选择

主要用于模具的开合和保压作用

5.1.1 主油缸结构形式的选择

本次设计采用带回缩缸的柱塞缸，即在柱塞缸上装一个可迅速回程的活塞缸，在两缸之间安装有安全夹，保证紧急情况下柱塞不致被推向前而引起事故，示意图如下：



与单活塞双作用油缸相比，这种形式的主油缸既能实现快速合模，开模，需要的流量又小，并且运行平稳性好。它的结构上是复杂了。但从减小流量和安全 的角度出发，我们还是选用带有回缩缸的柱塞缸。

5.1.2 主油缸钢桶形式的选择

广泛使用的钢桶形式有三种：1. 薄壁缸 2. 厚壁缸 3. 缸梁一体

1. 薄壁缸：它的突出特点是壁厚相对较小，油缸上的压力主要由横梁承担，受力均匀，但加工比较困难。

2. 厚壁缸：它的突出优点是结构简单，安装和切换容易，并且自生能承受高压。

3. 缸梁一体：该结构为油缸直接加工到横梁上，这种油缸省去了繁杂的安装工艺，但对铸件要求较高，我国在缸梁一体上的运用还不够广泛。

本次设计针对以上的特点，采用单层厚壁油缸的结构形式，用螺栓连接于支撑件上，这种结构形式无论从制造还是从安装角度都很简单，并且是支撑件的结构简单，尺寸小。虽然从材料利用上有所浪费，但可以改变材料的组织结构和机械性能来减少壁厚的办法来加以弥补。

5.2 各油缸的计算

5.2.1 液压缸载荷计算

<p>1 各液压缸的载荷计算</p>	<p>液压缸所承受的负载主要有以下几种：</p> <p>(1)工作负载 F_g 为压制工件的轴向变形力，如重力、切削力、挤压力等</p> <p>(2)导向摩擦负载 F_f 对于平面指南：$F_f = F \cdot (G + FN)$ f 为摩擦系数。</p> <p>(3)惯性负载 值为：$F_a = ma = G/g \cdot \Delta v / \Delta t$ 在公式中，g 为重力加速度；ΔT 的起动，制动，速度转换时间；ΔV 时间速度变化。间；Δv 为 Δt 时间内的速度变化值。</p> <p>(4)重力负载 F_g 运动部件放置垂直或倾斜的，它的重量也是一种荷载，斜放，只计算在运动方向的重力分量。</p> <p>(5)密封负载 F_s $F_s = (1 - \eta) F$ 液压缸的机械效率 η，通常需要 0.90 - 0.97 合模时主油缸的主要负载包括动模的惯性力和导轨的摩擦力以及油缸密封处的密封负载。</p> <p>主油缸的柱塞、活塞、活塞连杆的重量 由于活塞、连杆相对于柱塞的质量很小，所以可以将其忽略，计算时只用柱塞的重量。 $G = \rho g v = \rho g L \pi / 4 D^2$ 式中 $\rho = 7.8 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ $D = 0.33 \text{ m}$ $L = 0.54 \text{ m}$</p>	
<p>合模缸载荷力计算</p>	<p>水平导轨的摩擦力 $F_f = f \cdot (G + F_N)$ 式中 $F_N = 0$, $G = 3601$ $f = 0.15$</p> <p>惯性负载 F_a $F_a = ma = G/g \cdot \Delta v / \Delta t$ 式中 $G = 3601$ $\Delta t = 1 \text{ s}$ $\Delta v = 0.165 \text{ m/s}$</p> <p>密封负载 $F_s = (1 - \eta) F$ 式中，$F = 2.8 \text{ MN}$ η 取 0.93 主油缸合模过程，总载荷力 $F_1 = F_a + F_f + F_s$ 合模过程中柱塞缸至少需要油液压力 $P_1 = F_1 / A_1$ 其中 A_1 为柱塞缸的作用面积，$A_1 = \pi (D^2 - d^2) / 4$ d 为回程缸连杆直径 低压泵出口设定压力高于 $P_1 = 2.32 \text{ MPa}$，选择低压泵压力为 3 MPa 当系统处于保压过程中，动模停止运动，液压缸所受的载荷包括合模力和密封阻力</p>	<p>$G = 3601 \text{ N}$</p> <p>$F_f = 540 \text{ N}$</p> <p>$F_a = 594 \text{ N}$</p> <p>$F_s = 0.196 \text{ MN}$</p> <p>$F_1 = 0.197 \text{ MN}$</p>

景德镇陶瓷学院本科生毕业设计（论文）

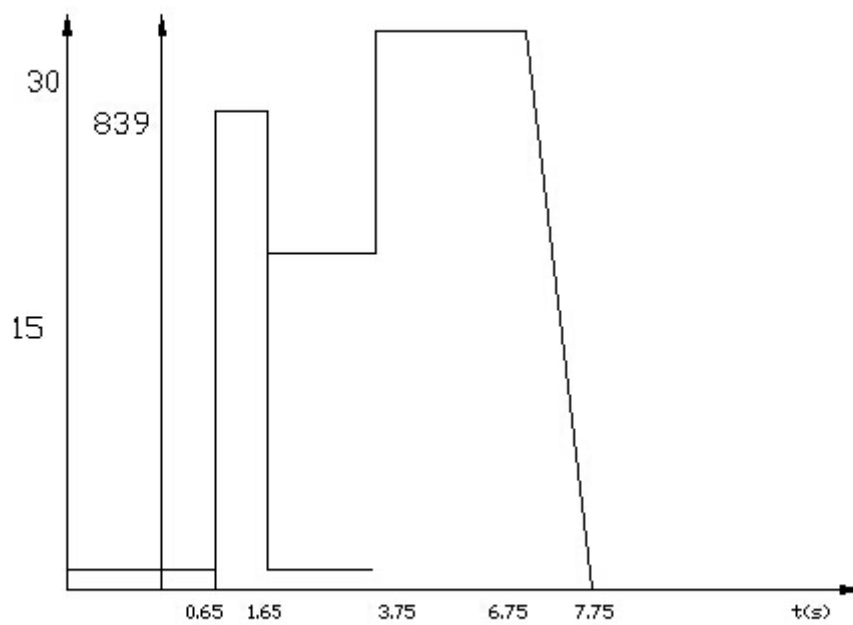
选定低压泵出口 调定压力	$F_2 = F + F_m$ 其中 $F = 2.8\text{MN}$ $F_m = 0.196\text{MN}$ 保压过程，柱塞缸最大需要的油液压力为 $P_2 = F_2 / A_2$ 因此选择高压压力 32MPa 总 载 荷 力 $F_3 = P_3 A_3$ 式 中 $P_3 = 16\text{Mpa}$ $A_3 = \pi d_3^2 / 4$ d_3 为 填 料 缸 的 内 径 40mm	$P_1 = 2.32\text{Mpa}$ $A_1 = 0.08478\text{m}^2$
选定高压泵出口 调定压力		$F_2 = 2.996\text{MN}$ $P_2 = 31.3\text{Mpa}$
加料油缸载荷力 计算		$F_3 = 20\text{KN}$

5.2.2 各缸所需的流量

主油缸	合模过程，柱塞缸 左腔所需的流量 $q_1 = A_1 V_1$ 柱塞缸左腔的面积 $A_1 =$ 0.08478m^2 合模速度 $V_1 = S / T_2 = 0.165\text{m/s}$ T_2 为 合模时间	$q_1 = 839\text{ L/min}$
回程缸	开模过程，回程缸右腔 所需的油量 $q_2 = A_2 V_2$ 柱塞缸左腔的面积 $A_1 = 0.00212\text{m}^2$ 开模速度为 $V_2 = S / T_1 = 0.254\text{m/s}$ S 为 合模缸行程， T_1 为 开模时间	$q_2 = 32.3\text{ L/min}$
填料缸	填料缸的进油量 $q_3 = A_3 V_3$ 打开填料阀活塞运动速	$q_3 = 22.68\text{ L/min}$

	$V_3 = S_3 / t_3 = 0.3 \text{ m/s}$ S_3 为填料缸行程 30mm t_3 为打开填料阀的时间 0.1s	
--	---	--

5.3 液压执行元件工况



6 动力元件的设计与计算

6.1 液压泵的计算与选型

6.1.1 液压泵工作压力的确定

最大的液压泵的最大工作压力，为实施 P 成分；P 为各种压入电路损耗。当油路为一般节流调速及管路简单的系统 $\Sigma \Delta P$ 取 0.2~0.5Mpa 进油路有调速阀及管路复杂的系统 $\Sigma \Delta P$ 取 0.5~1.5Mpa

1. 高压泵

对于高压泵来说 $P=30\text{Mpa}$ ，液压系统从泵到软膜之间接有三个单向阀和一个电磁换向阀，取 $\Sigma \Delta P=1.5\text{Mpa}$ ，则高压泵的工作压力 $P_p \geq 30+1.5=31.5\text{Mpa}$ ，取 $P_p=32\text{Mpa}$

2. 低压泵

对于低压泵来说 $P=2.32\text{Mpa}$ 取 $\Sigma \Delta P=0.5\text{Mpa}$ 则低压泵的工作压力 $P \geq 2.32+0.5=2.82\text{Mpa}$ ，取 $P_p=3\text{Mpa}$

6.1.2 液压泵的流量和压力确定

$$Q \geq K (\Sigma Q_{\max})$$

在合模过程中系统的流量最大，但由于是蓄能器辅助供油，所以可以降低泵的流量要求。

6.1.3 泵的选型

YBT—50 型选择低压力泵，叶片泵。960r/min 的速度压力 6.3Mpa 该泵具有结构简单，性能稳定，均匀流，重量轻，低噪声。该泵的特点：双金属筒体，具有高速度，具有较强的自吸能力，抗冲击性好，效率高，易于实现多变量

6.2 电动机的计算与选型

6.2.1 功率的确定

等静压成型，在系统压力和流量在整个周期的变化，所需的功率变化比较大，所以根据大功率电动机功率的确定。高压低流量泵的电机功率 $P_1=P_p Q_1 / \eta$

$$\text{式中 } P_p=32\text{Mpa } Q_1=28.8 \div 60 \times 10^3 = 4.8 \times 10^{-4} \text{m}^3/\text{s}$$

其中 η 取 0.85

算得 $P_1=18.2\text{KW}$

低压大流量泵的电机功率 $P_2 = P_p Q_1 / \eta$

式中 $P_p = 3\text{Mpa}$ $Q_2 = 50 \times 960 \div 60 \times 10^{-4} \text{m}^3 / \text{s}$

其中 η 取 0.8

算得 $P_2 = 3\text{KW}$

6.2.2 电机型号的选择

低压泵选取电动机型号为 Y132S-8 额定功率为 3KW

7 控制元件的设计与选型

在图的根液压系统原理图，审查每一个阀在各种的最高工作压差和最大流量条件下实现，选择额定压力和额定流量阀，一样的情况，电动调节阀的实际工作压力和流量是类似的评级，但必须允许实际流量超过 20% 的额定流量，否则会引起发热，噪声性能的下落，压力损失增大，阀。此外，选择阀也应注意的一些问题：结构，特征，压力等级，连接模式，整合模式和经营模式。各种液压阀，并不是因为外部因素，但实现了力，发挥执行元件速度，转弯，所以液压阀的一般要求

1. 动作灵敏，使用可靠，工作时冲击和振动小。
2. 油液通过是压力损失小
3. 所控制的参数稳定，受外干扰时变化小
4. 结构紧凑，安装、调整、使用和维护方便，通用性好。

液压元件的选择，在下面的表格中被认为是问题的主要依据

液压控制元件	主要依据	应考虑的问题
压力控制元件	最大工作压力的油阀和调节阀门的最大实际流量的压力范围内，流量范围，所需的压力灵敏度和稳定性	压力调节范围，流量变化范围，所要求的压力灵敏和平稳性等
流量控制元件		流量调节范围——，流量压力特性，其最小稳定流量，压力和温度补偿的要求，工作介质的清洁度要求，阀门进口压力的大小以及阀门泄漏的大小等。
方向控制元件		的性能特点，开关频率，响应时间，阀门的压力损失以及阀门内漏的大小

7.1 插装阀选型与计算

回程缸右腔的面积 $A_2=0.00212\text{m}^2$

柱塞缸左腔的面积 $A_1=0.08478\text{m}^2$

1. 开模阶段

插装阀 V-2 打开，高压油由此插装阀进入回程缸的右腔。

回油缸的右缸进油量

$$q_2 = V_2 \times A_2 = 0.254 \times 0.00212 \times 60 \times 1000 = 32.3 \text{ L/min}$$

只要插装阀 V-2 额定流量大于其油路的中的实际流量 32.3 L/min 即可，查上表选取插装阀通径为 16。

2. 合模阶段

插装阀 V-3 打开，回程缸的右腔的油由此返回油箱。

由上可知：回程油缸的右腔回油的流量

$$q_2 = V_1 \times A_2 = 0.165 \times 0.00212 \times 60 \times 1000 = 21 \text{ L/min}$$

只要插装阀 V-2 额定流量大于其油路中的实际流量 21 L/min 即可。

选取表选取插装阀通径为 16。

插装阀主要用于保压，通过其流量并不多，所以它的通径也选 16。

查《机械设计手册 液压传动》选择插装阀型号为：Z1A-Hb16Z-4

7.2 溢流阀的选择

直动式溢流阀，制动阀，一般应安全阀，这是因为高压力、大流量的控制，需要安装一个大弹簧刚度或阀芯开度，调节度，压力不稳定，所以一般用于低压小流量场合；，最小稳定为流量额定流量的 15%以上。

根据本系统的性能，选 DB/DBW 溢流阀，它具有压力高，调节性能平稳、最低调定压力低和调节范围大等特点，其最高调定压力为 35Mpa。

7.3 换向阀的选择

目前应用最广的一种电磁换向阀，故可以选用直流湿式电磁换向阀，所以选则 WE 型。

选择通径为 10, 工作压力为 31.5Mpa, 额定流量为 100L/min。

7.4 电磁比例换向阀的选择

根据目前市场的型号和样机的选择，一般选 4WEA 型号，通径选为 10 的，其结构简单，运动灵敏，性能好。

8 集成块的设计

8.1 液压元件配置型式选择

管连接通过相关实现数之间的连接，液压元件，连接管更为复杂，所以管连接结构仅适用于简单的系统，由于结构复杂的液压系统组件的设计，使管道连接不适用板连接方式可分为液压集成块电路板连接，连接和叠加阀。集成块是按要求所涉及出来的专用油路通道块，将标准原理用螺钉固定在集成块上，元件的油路由集成块内的孔道来接触。本次设计中由于执行元件多，油路较复杂，为了减少油路损失，所以采用集成块集成配置。

8.2 集成块设计程序及应注意的问题

1. 控制集成块的单元回路，即将总液压回路分解成若干个子回路。
2. 液压元件模型 2 的生产，以便安排合理布置液压元件和液压的权利。
3. 液压元件的布局，应使用阀芯安装在一个水平面上，其状元件之间的距离，电磁铁外壳可以扩展电路板外，尽量延长了阀板的同一侧，至于油可能的组件相同的液压油口沿轴安装在同一直线上，为了将它们连接到使用相同的水平井钻井，为了减少。

4. 或是材料加热到临界温度，保温时间，然后在空气中冷却，以细化晶粒，提高刚度和韧性，提高低碳钢的切削性能。

5. 绘制集成块加工图

将集成块的观点，集成块底部或任何相邻的边为轴线，设置每个元素的参考坐标系，然后为油孔和安装孔，与基线坐标尺寸。绘制各剖面图，展示各油管管道间的关系。绘制集成块配外形草图，以表示各阀的安装位置及方向。

8.3 集成块 I 的设计

设计项目	设计说明	设计结果
1. 材料的选择 机热处理	集成块材料一般选用经正火处理的，综合机械性能好，加工性能好的 45 钢。 正或是将材料加热到临界温度上，保温一段时间，再在空气冷却，以达到细化晶粒，增强刚度和韧性，改善低碳钢的切削加工性能的目的。	45 钢

2. 油孔直径	由已选好的插装阀通径 16mm 可确定有关的直径为 16mm	d=16mm
3. 油管直径的校核	$d \geq 4.6 \sqrt{\frac{Q}{V}}$ <p>式中 Q——流经孔道的流量 L/min V——孔道内允许流量 m/s, 对压力油孔可取 (1.5~2)m/s, 流量最大在于开模阶段即 Q=32.3 L/min</p> <p>取 V=4 则 $d=16 \geq 4.6 \sqrt{\frac{Q}{V}}=13$</p> <p>符合要求</p>	
4. 油孔间的最小壁厚	<p>由于压力 32Mpa>6.3 需要进行强度校核, 近似公式为:</p> $\delta \geq \frac{d}{2} \sqrt{\frac{[\sigma]+P_y}{[\sigma]-P_y}} - 1$ <p>δ: 允许最小壁厚 d: 油孔直径 P_y: 实验压力 取 $P_y=(1.5\text{---}1.75)P$, P 为工作压力 [σ]材料许用应力 其中 d=16, $P_y=1.5 \times 30=45\text{Mpa}$ 因为集成块材料为 45 钢, 故选取材料许用应力 [σ]=235Mpa 得 $\delta > 7.7$ 由于通道块上的孔大多细长, 钻孔时可能偏斜, 实际壁厚应取大一些, 因此取 $\delta=10\text{mm}$</p>	$\sigma=10$

8.4 集成块 II 的设计

设计项目	设计说明	设计结果
1. 材料的选择 热处理	与集成块 I 相同	
2. 油管直径的确定	$d \geq 4.6 \sqrt{\frac{Q}{V}}$ <p>流量最大在打开填料阀阶段 Q=22.68L/min, 选取 V=5 则 $d \geq 9.8$ 根据电磁换向阀的通径取 d=10</p>	d=10
3. 油孔间的最小壁厚	<p>由于压力 16Mpa>6.3 需要进行强度校核, 近似计算公式</p> $\delta \geq \frac{d}{2} \sqrt{\frac{[\sigma]+P_y}{[\sigma]-P_y}}$ <p>δ: 允许最小壁厚</p>	

景德镇陶瓷学院本科生毕业设计（论文）

	<p>d: 油孔直径</p> <p>P_y: 实验压力 取 $P_y = (1.5 \sim 1.75)P$, P 为工作压力</p> <p>$[\sigma]$ 材料许用应力</p> <p>得 $[\sigma] \geq 4.2$</p> <p>由于通道块上的孔大多细长, 钻孔时可能偏斜, 实际壁厚应取大一些, 因此取 $\delta = 8\text{mm}$</p>	<p>$\delta = 8$</p>
--	---	--------------------------------

9 辅助元件的选择与选用

9.1 油管的选择

设计项目	设计说明	设计结果
管的类型选择	参照陶瓷等静压机，选择橡胶软管，该软管可根据管径不同可用于 6~40Mpa 的系统	
油管内径的计算	本系统有关较复杂，取主要几条管子内径进行计算。 $d \geq 10 \sqrt{\frac{2Q}{3\pi V}}$ Q 为管内流量， V —管内流速 m/s； 推荐流速，对于吸油管 $V \leq 1 \text{ m/s}$ ，对于压油管 $V \leq 3-6 \text{ m/s}$ (压力高、管道短或油黏度小的情况取大值)，对于回油管 $V \leq 1.5-2.5 \text{ m/s}$	
低压大流量泵吸油管	通过流量 $Q = 48 \text{ L/min}$ 取 $V=0.8$ $d \geq 35.7 \text{ mm}$	$d_1=38 \text{ mm}$
高压小流量泵吸油腔	通过流量 $Q=28.8 \text{ L/min}$ 取 $V=0.8$ $d \geq 27.6 \text{ mm}$	$d_2=31.5 \text{ mm}$
低压大流量泵的排油管内径	通过流量为 $Y_v Q = 0.8 \times 48 = 38.4$ Y_v —泵的容积效率 取 0.8 取 $V=5$ $d \geq 12.7 \text{ mm}$	$d_3=16 \text{ mm}$
高压小流量泵的排油管内径	通过流量为 $Y_v Q = 0.8 \times 28.8 = 23.04$ Y_v —泵的容积效率 $d \geq 9$	$d_4=10 \text{ mm}$

9.2 蓄能器的选用

设计项目	设计说明	设计结果
蓄能器的作用	蓄能器是液压系统储存和释放能量的装置，其主要用途为：a. 短期大量供油，作为辅助油源使用；b. 吸收冲击力和脉动压力稳定；c. 维持液压系统，起保压作用。d. 在间歇时操作的液压系统中，采用蓄能器可以减少液压泵的功率，节约能源。	蓄能器作为辅助油源使用
蓄能器类型选择	蓄能器的种类：活塞式蓄能器，皮囊式蓄能器，薄膜式蓄能器，弹簧式蓄能器，重力式蓄能器，选用皮囊式蓄能器，其主要优点有空气与油隔绝，油不易氧化，尺寸小，重力轻，反应灵敏，充气方便。	皮囊式蓄能器

低压蓄能器有效容积	有效容积 $V_w = \sum_{i=1}^n V_i K - \sum Q_p t / 60$ $\sum_{i=1}^n V_i K$ ——在一个工作周期中各执行元件耗油之和 对于液压缸 $V_i = A_i L_i \times 10^3$ A_i ——液压缸工作腔的有效面积 L_i ——液压缸的行程 $A_i = 0.08478 \text{m}^2$ $L_i = 0.165$ t ——泵的工作时间 $\sum Q_p$ ——泵的总供油量 取 $\sum Q_p = 48 \text{L/min}$	$V_w = 16 \text{L}$
蓄能器的总容积	蓄能器工作在绝热过程时其总容积 $V_0 = V_w / P_0^{0.715} [(1/P_1)^{0.715} - (1/P_2)^{0.715}]$ P_0 ——充气压力 P_1 ——最低工作压力 P_2 ——最高工作压力 由已知条件，表明，系统工作压力为 $P_2 = 0.3 \text{MPa}$ ，当蓄电池作为辅助电源，为了在相对稳定点的过程中的有效输出量的压力使液压机构一般建议： $P_1 = (0.6 \sim 0.85) P_2$ 得 $P_1 = (1.8 \sim 2.55) \text{Mpa}$ 所以取 $P_1 = 2 \text{Mpa}$ 使蓄能器总容积 V_0 最小，单位储存量最大的条件下，绝热过程时，得 $P_0 = 1.413 \text{Mpa}$	$V_0 = 80 \text{L}$ 型号为： NQX1-80/10-L-H
高压蓄能器有效容积	同理得有效容积 $V_w = 0.12 \text{L}$	$V_w = 0.12 \text{L}$
蓄能器的总容积	总容积 $V_0 = 3.4 \text{L}$	$V_0 = 3.4 \text{L}$ 型号为： NXQ1-4/31.5-L-H

9.3 过滤器的选用

综合考虑各种阀芯的工作性能，通油量，安装需要：

滤油器 HZA1 选 XU-63×200 HZA2 选 ZU-H40×20S HZA3 选 XU-A25×30BS

9.4 邮箱的设计

9.4.1 油箱的设计要求

该邮箱的主要功能是存储和散热，也扮演了气体分离的油和沉淀的作用。根据罐系统的具体情况，合理的容积，模型及配件，使罐充分发挥其作用，主要设计要求如下：

该坦克必须在容量大，为了保证系统的工作能维持一定的高度，通常在罐泵每 3 分钟 7 次~流量的有效容积。设置油箱的主要油口喷嘴成 45 度角，以增加吸收油和油部分，使液流速度不会太快。吸油管和回油管分离的分离器，以提高油循环的距离。挡板的油面高度的 3 / 4 的高度。油箱底部应有一定的斜度并设放油塞，以方便洗前放油。清大容量油箱清洗窗边设计方便。

9.4.2 油箱容量计算及材料的选择

1. 油箱的容量

$$V = (3 \sim 7) Q \quad Q = Q_{p1} + Q_{p2}$$

其中 Q_{p1} , Q_{p2} 为高低压泵的流量, $Q_{p1}=48\text{L}/\text{min}$, $Q_{p2}=28.8\text{L}/\text{min}$

取 $Q = (28.8 + 48) \times 6$ 取 $Q = 480\text{L}$ 选用邮箱型号为 AB40-01/630BN23St

2. 油箱的材料

油箱是用材料 Q235A 的板材焊接制成，四壁及箱底的厚度为 4mm，顶盖为 10mm，箱盖上安装电机、集成块处焊上一些凸台，便于螺钉孔的加工。

9.5 液压系统的密封

液压传动是由液体积变化的密封传递力和速度，使密封的液压系统将直接影响传动效率和工作性能。

一，间隙密封：这是一个最简单的密封，取决于表面之间的小间隙来防止泄漏的相对运动。解析密封在大尺寸油缸没有得到广泛使用，因为大直径的配合表面要达到间隙密封所要求的加工精度比较困难，磨损后也无法补偿，所以这种密封形式只适合直径较小，压力较低的液压缸中，在该系统中填料油缸采用这种密封。

二，活塞环密封：它是通过金属环的地方活塞和锁环槽，防止泄漏，在弹性变形产生的金属环张力接近鼓壁，从而实现密封。该压机的活塞密封主要采用这种形式。

C、橡胶圈密封：它是一种使用耐油橡胶制成的密封圈，套装在活塞上来防止泄露。这种密封全具有结构简单，制造方便的优点，能自动补偿磨损，且密封性能会随着压力的增大而增加，所以密封可靠，加工零件的表面密封的要求可以降低，橡胶密封的截面形状有 O 型，Y 型，V 型等多种。

O 型密封圈：它的密封性能好、摩擦系数小、安装空间小、广泛运用于固定密封和运动密封。

Y 型密封：用于 20Mpa 压力以下，往复运动速度较高的密封，现在逐渐被 Y_x 型密封圈取代， Y_x 型密封圈不仅具有 Y 型密封圈的性能，还具有耐高压，耐磨性好、低温性能好等。

V 型密封圈：用在 50Mpa 压力下，耐久性好，但摩擦阻力大。

根据陶瓷等静压机的运行特点，工作频率高、液压系统工作压力高，在密封问题上采用了如下结果：静密封采用 O 型密封圈和专用挡圈的组合方式进行密封。动密封采用橡胶组合滑环密封，管接头采用组合密封垫密封。

10 结论

本设计首先说明了陶瓷等静压技术的发展和当今等静压模具的现状，随着经济的发展，日用陶瓷工业继续呈现蓬勃发展之势。其次对景德镇陶瓷厂 900.10 型等静压进行了分析和消化吸收，知道了等静压成型原理、等静压机的基本原理及其构造，对它一些参数进行了查阅和测量。由于在设计中，我的任务是液压部分的设计，首先我查阅了执行元件的技术要求，根据要求计算出各缸的载荷和所需要的流量，由此来选定泵的工作压力，根据执行元件的动作来制定液压原理图，在对液压油路进行分析，得出电磁铁得失电的情况，对控制元件进行选型与设计，并对他们各自特点进行比较和分析，对液压系统中的辅助元件的设计，还设计了两个集成块阀集成。

通过设计，我对液压系统的结构、功能、以及设计步骤和法基本掌握了，对整个等静压成型生产线有了比较清晰的认识和理解。但由于资料缺乏，经验时间不足，所以在零部件的设计中或多或少地存在一些问题，特别是在集成块的设计中，既要弄清油流方向，又要考虑壁厚的安全性，并且孔的直径、深度各异，在设计中肯定存在不足之处，由于时间的关系也没有对它进行充分的检查和改正。

总之回顾这几个月来的辛勤工作，使我受益匪浅。不仅对基本只是进行了充分的利用，初步掌握了设计方法，更重要是学会了如何让面对困难克服困难。

11 经济分析报告

等静压成型生产技术在海外已普遍推广使用，由于其相应的配套技术的影响，同时国内的等静压成型技术的应用又比较晚，大约在八十年代末九十年代初才开始应用，其中江西景德镇陶瓷厂在国内日用陶瓷工业首先应用等静压成型生产技术并获得了可喜的成就。“4369 工程”是从德国引进的 6000000 件高档日用瓷成型生产线年产，整个生产过程和工艺布局基本上采用先进的制瓷技术在西欧，同时采用了世界上最先进的成型技术——等静压成型技术。因此“4369 工程”投入正常生产后，取得了如下预期的经济效益。

等静压成型机使得陶瓷生产的产品质量显著提高，出口瓷：满足国际市场需求，达到客户所需高档瓷的实物标准。同时采用等静压成型机生产陶瓷产品提高了全员生产率按自然件计算，全员劳动生产率为 20000 件/(人·年)；按产值计算，全员劳动生产率 102400 元/(人·年)，是未使用此项目技术的厂家的 10-17 倍。全员人均利税为 3536 元/(人·年)。是目前一般日用陶瓷生产厂家的 1.77-7 倍。

陶瓷生产经历了注浆成型，滚压成型，再到如今的等静压成型，等静压成型相对于滚压成型而言，有以下几方面的优点。

- (1) 不需要石膏模具及制造它们的大批辅助工厂、母模和石膏模的堆放仓库。
- (2) 与传统工艺相比，减少了空间和能源消耗，已不需要带模键式湿坯干燥器或喷射式干燥器。
- (3) 由于用工程塑料或钢制成的模具具有很长的寿命，克服了石膏寿命短的缺点以及废模处理等问题。
- (4) 完全均匀的压实及干燥收缩的消除，改善了产品的质量和精度。尺寸和重量的公差在 1% 的范围内。
- (5) 节省劳力，一个不熟练的工人可同时照看两台设备，并与修整好的盘叠放在窑车上。
- (6) 生产的盘类在形式上多种多样。如那些异型的盘类制品、施纹和浮雕、扇形花纹饰边的盘类制品均可生产。在转产上较经济，更为灵活、快速。同时也适用于抗弯强度较差的胚体成型。

生胚强度高，不需要干燥便可直接进入修胚工序等并从根本上解决了胚体的变形、开裂等缺陷，产品更换快，能适应市场的需求，竞争能力特别强。

随着等静压技术的成熟与发展国内开始自主研发等静压成型机，软磨的专利技术问题得到了解决，国内以采用了树脂软膜，A-B 料是软膜已经成为历史，产能得到了解放，我国日用陶瓷工业将迎来新一轮的蓬勃发展。

致谢

在此论文撰写过程中，要特别感谢我的导师吕冬青的指导与督促，同时感谢她的谅解与包容。没有吕老师的帮助也就没有今天的这篇论文。求学历程是艰苦的，但又是快乐的。

参考文献

1. 王积伟, 章宏甲, 黄宜. 液压传动 (第二版). 北京: 机械工业出版社, 2006
2. 成大先. 机械设计手册 (液压传动). 化学工业出版社, 2004
3. 张伯清, 林云万. 陶瓷工业机械与设备. 中国轻工业出版社
4. 林云万, 吴大选. 陶瓷样板工程. 陶瓷导刊编辑部, 1992
5. 何世禹. 机械工程材料. 哈尔滨工业大学出版社
6. 黄志坚. 图解液压元件使用和维修. 中国电力出版社, 2007
7. 朱辉, 曹桃, 唐宝宁, 陈大复. 画法几何及工程制图. 上海科技大学出版社, 2002
8. 纪名刚. 机械设计 (第八版). 高等教育出版社, 2005
9. 甘永立. 几何量公差与检测. 上海科技出版社, 1993
10. 周士昌. 机械设计手册 (第五卷). 机械工业出版社, 1992
11. 徐建方. 液压机双泵保压系统可靠性分析与改进 (文献). 2003