



挤压水产饲料应用与加工

作者:过世东

期号:2006年第3期

1 挤压水产饲料的应用

1.1 挤压水产饲料优点

水生动物具有与畜禽截然不同的生活环境、采食习惯及消化特性,这些不同使挤压方式在水产饲料加工中得到更广泛的应用。挤压饲料被视为一种极有前途的水产饲料。近三年来,挤压水产饲料加工流水线在国内水产饲料厂以前所未有的速率快速增长。具体而言,挤压水产饲料与以往常用的硬颗粒水产饲料相比,具有以下特点。

1.1.1 良好的耐水性

挤压饲料加工过程中,物料结构重组,形成较为稳定的网络结构。新结构的形成,大幅度降低了颗粒饲料内部不同组分连接处的内应力,所以,产品能抵御水的浸泡而在水中长时间保持原形,不烂、不散。不管是沉性料还是浮性料,加工合格的挤压水产饲料在水中浸泡12h都可保持原形。与其它形式的水产饲料相比,挤压水产饲料在保持良好养殖水质方面具有明显的优势。这一优势不仅对环境保护贡献巨大,亦为所养殖水产动物的健康生长提供了良好的条件。

1.1.2 更高的可消化性

挤压饲料加工过程中,高温、高压、强烈的剪切作用,能引起淀粉、蛋白质的变性等物理变化,可以提高此类营养素的可消化性。有学者测定,虹鳟鱼对生淀粉的消化率仅40%,而对糊化淀粉的消化率可达60%以上。普通硬颗粒水产饲料的淀粉糊化度为40%左右;而挤压水产饲料的淀粉糊化度一般为85%以上。由此不难看出,仅淀粉一种营养素,挤压水产饲料与硬颗粒水产饲料的消化率就有很大差异。

强烈的挤压作用亦使部分结构紧密的纤维素、角质蛋白等降解,使其由不可消化转变为可消化或部分可消化。酵母、血浆等原料中的纤维、角蛋白等一旦降解,其包裹的营养物质就得以释放,消化率因此大幅度提高。

1.1.3 适口性得以改良

挤压水产饲料成品具有的多孔及质构均一两大特性,使其入水变软无硬芯。对龟、鳖、金枪鱼等水产动物而言,这一物理性状是对应水产饲料必备的条件;对蟹、虾而言,这一物理性状提高了采食速度,增加了采食量。

挤压过程中,适宜的高温作用促使物料间发生化学反应,产生部分香味物质,增加了饲料的诱食力,刺激了水产动物的食欲。

1.1.4 拓宽原料利用范围

食品业、酿造业、药业、农业等诸多行业的下脚料富含水产动物生长所需的营养素,但这些下脚料中过量的水分、油脂或纤维素常限制它们在其它形式的水产饲料中应用。挤压设备的高适应能力让这些物料做到物尽其用,既丰富了饲料资源,又减少了这类物料对环境的压力。

一些原料在含有营养素的同时也含有动物生长抑制因子。挤压过程的强烈作用常能改变诸多生长抑制因子的分子构型或结构,从而消除抑制因子的不良影响。

1.1.5 方便养殖管理

挤压浮性饲料使养殖者能够准确了解水产动物的采食状况,为及时调整投饲量,掌握养殖对象健康状况提供直观的依据。

挤压饲料的使用减小了养殖水质富营养化的危险,在降低换水频率、减少换水量的同时也减小增氧的需求。

1.1.6 饲料安全性提高

饲料原料在加工、运输、储藏等过程中,难免受到致病菌感染,如昆虫或鼠类使沙门氏菌、霍乱、支原体等病菌感染库存中的各种动、植物原料;部分原料本身又可能含有抗胰蛋白酶、硫氨酶等不利于水产动物健康生长的物质。水产饲料的挤压加工过程具有高强度的水热作用过程,该过程能有效去除大部分有害因子。挤压水产饲料比其它形式的水产饲料更为安全。这一安全结果通过物理方法获得,无不良副作用产生。

1.2 挤压水产饲料应用范围

1.2.1 普通鱼饲料

国内养殖量最大的四大家鱼、鲫鱼、团头鲂等都有饲用挤压饲料成功的事例。这类饲料中大多含有较高比例的谷物加工副产品及菜籽粕、棉籽粕等粗纤维含量高的原料。经挤压后,部分淀粉、蛋白质脱离纤维的束缚而提高了可消化性;部分纤维素被降解,由营养素抑制物转化为营养素。综合计算饲料成本和养殖效益,挤压形式的普通鱼饲料正被更多的养殖者接受。

1.2.2 特殊鱼饲料

香鱼、白鱼、鲈鱼、鳊鱼等特殊鱼种虽养殖量远低于普通鱼,但售价高,养殖收益大。这类鱼习惯于水面采食,目前普遍采用挤压浮性饲料。可用多种方式生产浮性饲料,但没有哪一种生产浮性料的方法可同时在产量和生产成本上与挤压法相提并论。

1.2.3 海水鱼饲料

目前,国内外海水鱼养殖采用网箱的占多数。诸多养殖的海水鱼不习惯在水面采食,也无法到海底采食。饲料由水面下沉到网底前,才是鱼采食的时间。为延长可供采食的时间,饲料密度需略高于海水。至今为止,在工业化饲料生产设备中,只有挤压机能较大幅度调节产品的密度。

1.2.4 蛙饲料

蛙类的视力特点使其仅能采食活动的食物。饲料沉入水底后位置相对固定,不能被蛙发现。浮于水面的饲料则因随水波动而被蛙发现和捕食。目前采用硬颗粒饲料喂养水蛙的成功例子也有,但因引食困难,不便推广,绝大多数规模化养蛙场均采用浮性挤压饲料。

1.2.5 虾、蟹、贝饲料

虾、蟹、贝均为底栖性动物,习惯在水底采食。硬颗粒饲料比重大,沉入水底速度快这一特性使其在虾、蟹、贝养殖中得到应用。至今为止,国内外对虾饲料以硬颗粒饲料为主。

虾、蟹、贝的另一个采食习性是“啃食”或“舔食”。这就要求饲料有良好的耐水性并柔软易食。与硬颗粒饲料相比,挤压饲料在这一方面优势明显。挤压饲料的某些不良影响被逐步研究解决后,有望全面进入虾、蟹、贝养殖领域。

1.3 挤压水产饲料的不足

1.3.1 制粒成本高

相关文章

- 我国水产养殖动物病害防治研...
- 鱼粉的质量控制及其在淡水鱼...
- 饲料配方基础和关键点,兼议...
- 刍议我国饲料科技水平及共性...
- 环境营养学研究与水产养殖业...
- 饲料加工质量评价指标及其控...
- 饲用酶制剂作用的分子营养学...
- 饲料配方中影子价格的定义及...
- 试论饲养标准的应用与蛋鸡饲...
- 中草药饲料添加剂在动物生产...

合作伙伴



一条10t/h的普通鱼挤压饲料生产线，成型工段的设备费用约200万元；而同产量的硬颗粒成型工段设备为70万左右。普通鱼硬颗粒的成型电耗约25kW·h/t，用气量约60kg/t普通鱼挤压饲料的成型电耗则在40kW·h/t以上，部分厂家超过100kW·h/t，用气量通常超过100kg/t。

加上挤压机吨产量易损件费用又高于硬颗粒机，在很多工厂，挤压饲料的加工成本是硬颗粒的2~3倍。

1.3.2 热敏性营养素破坏严重

通常挤压水产饲料的加工温度为120℃以上，压力4MPa以上，物料含水率30%左右，并受到强烈的剪切作用。除耐高温淀粉酶外，极少有饲用酶能在此条件下存活。许多种维生素的活性在此条件下大幅度下降。配方设计师期望的配方平衡性在最终饲料产品中得不到体现。

1.3.3 操作技术要求高

挤压成品形态多，原料差异大，设备控制参数复杂，加工质量的诸多影响因子相互关联。挤压机操作人员需要依据配方、产品特征、设备性能等来选择适宜的配件、原料水分、转速、各分段温度、进料量等加工参数。其中任一参数的改变都需要其它参数的相应配合。有学者将挤压机操作称为“艺术”，而非单纯的“技术”，由此表达挤压机操作的不确定性。

1.3.4 部分挤压水产饲料养殖效果不理想的原因分析

使用挤压水产饲料成功的例子不胜枚举，但采用挤压水产饲料养殖效果不理想的个案也不少见。有关挤压水产饲料的以下几点与养殖效果紧密相关。

1.3.4.1 最终饲料营养素失衡

热敏性营养素的损失量估计不足，未足量补充相应营养素是失衡的原因之一。过高估计挤压对部分原料消化性能的提高值，过量使用低值原料是失衡的另一原因。

1.3.4.2 采食量下降

挤压水产饲料吸水性强，水产动物采食饲料的同时吞入大量水分，在饲料食入不足时就产生饱腹感。如不调整投饲频率，则影响营养素在动物体内的积存速率。

1.3.4.3 饲喂动物不适应

要让饲喂动物适应挤压水产饲料，通常需经训喂过程。某些水产动物训喂很方便，很快就能适应挤压饲料；而有些水产动物的训喂时间很长，训喂期间动物生长受到严重影响。虽最终能接受挤压饲料，但因训喂时期的营养不良，影响整个养殖过程的生长速率。

2 挤压水产饲料原料要求

2.1 原料种类

鱼粉和大豆饼粕都是鱼、虾饲料的常用蛋白质原料。采用单螺杆挤压机考察鱼粉与浓缩大豆粉的膨化性能，结果见表1。

表1 浓缩大豆粉与鱼粉膨化性能比较

项目	鱼粉：浓缩大豆粉		
	60：40	40：60	20：80
膨化度	1.21	1.28	1.50
漂浮时间(h)	0	1	>24

注：总粗蛋白含量为45%，膨化前未调质处理。

由表1可知，虽三配方的蛋白含量相似，但当饲料中含过多的鱼粉时，膨化就较困难。浓缩大豆粉含量高的饲料易于膨化，得益于大豆蛋白易于组织化，也得益于除蛋白外浓缩大豆粉中的其它成分易于膨化。

2.2 原料预处理

采用挤压法进行水产饲料原料预处理通常能起到灭除抗营养因子、提高可消化性、改良储藏运输性能等作用。如大豆挤压、棉籽挤压、鱼品下脚料挤压，可分别灭除抗胰蛋白酶、棉酚、硫氨酶等；小麦挤压、羽毛粉挤压、血粉挤压可分别促使淀粉糊化、二硫键断裂、血球细胞壁破碎；禽下脚料挤压使酯解酶、蛋白酶及某些致病菌失活，并去除多余的水分和脂肪，使鲜湿料能够长时间保存和运输。

2.3 粉碎粒度

2.3.1 保证饲料养分均匀性

由数理统计理论可得，某组分在各份饲料中的粒子数 ≥ 20 颗时，营养偏差才不至于很大。也就是说，饲料产品的均匀与否，不仅仅由混合设备而定，如某一组分的粒子数不足，该组分是难以分布均匀的。当某一组分在饲料中占有的配比确定后，这一组分在每份饲料中的平均粒子数取决于两个因素：每份料的重量和该组分的粒度。

考虑动物对营养组分的利用和调节能力，在饲料均匀度评定中，通常以动物个体每日的采食量为每份饲料的重量。因种类和生长期的不同，水产动物的日采食量有很大的变动范围。成年青鱼和草鱼的日采食量可达30g以上；而幼虾的日采食量仅几毫克。某一组分，如以同样的粒度和配比分列出现在成年青鱼饲料和幼虾饲料中，则每份成年青鱼料中该组分的粒子数就是幼虾料中的数千倍。该组分在成年青鱼料中分布均匀毫不困难，而在幼虾料中就有可能无法分布均匀。对于粒度均一的组分，可由组分重量按下式算出粒子数：

$$N_t = \frac{W}{\rho \Phi_v d^3}$$

式中： N_t ——粉料粒子数（个）；

W ——总重量（g）；

ρ ——密度（g/cm³）；

Φ_v ——体积形状系数，球形 $\Phi_v = \pi/6$ ；

d ——粒径（cm）。

如上式所示，颗粒个数与粒径的三次幂成反比。将粒径缩小成原粒径的一半，颗粒个数相应增加7倍。

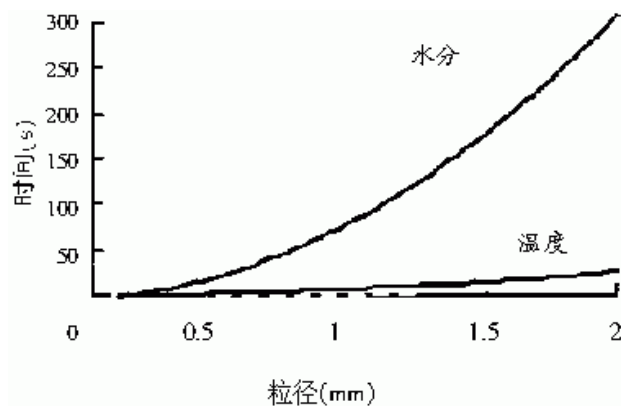
将粉料粒子形状近似看作球体，并假设其密度为1.1g/cm³。当这一份料刚能全部通过某一检查筛时，其单位重量中含有的粒子数如表2。

180	60	2 682	471
125	42	8 010	1 405
90	30	21 460	3 765
63	21	62 564	10 976
45	15	171 676	30 119

幼小鱼虾体形小，日采食量仅数毫克或几十毫克。而在每一份日粮中又包含着几十种饲料组分。只有当这些组分的粒度足够小时，它们才可能被幼小鱼虾均匀地采食。

2.3.2 改良成形质量

挤压成形质量与成形前的调质质量密切相关。调质是水和热对原料的作用过程。图1显示了水和热在物料中的传递速率。



资料来源:《水产饲料生产学》,过世东主编。

图1 水分、温度传递时间

由于水传递的滞后性，仅当原料粒度足够小时，才能保证短时间的调质起到应有的作用。原料粒度不同，出模瞬间的膨化度亦不同。由此造成产品表面不光滑，增加碎粒或畸形粒。当原料中含有粒径大于模孔直径1/3的粉粒时，挤压过程因模孔堵塞而被迫中断生产的几率将大幅度增加。

2.4 调质强度

2.4.1 调质对挤压过程的影响

世界上最大的挤压机生产厂家曾介绍，没有调质器的发展，今日仍难以造出大于20t/h的饲料挤压机。调质通过蒸汽提高物料温度，软化物料，降低物料摩擦阻力，由此降低挤压能耗，提高产量，也延长挤压机各部件的使用寿命。

2.4.2 调质要点

水产饲料调质质量取决于调质时间、蒸汽质量、料和汽的分布三点。水分和热量在料中的扩散、渗透需要时间，物料的软化、变性需要时间。在单轴调质器中，物料的轴前进速度为0.1~0.2m/s。要获得足够的调质时间就需增长调质器的长度。在双轴调质器中，物料以“8”字形行走，总调质时间在2min左右。目前挤压机采用双轴调质器的更多。

饱和度与压力是蒸汽的两项重要质量指标。同等压力下，饱和度越高，蒸汽的热焓越高。水分在物料中易于分布均匀。在安装好蒸汽管道的走向及位置，蒸汽进入调质器之前，进行汽、水分离及减压等措施，均可提高蒸汽的饱和度。在保证蒸汽流量的前提下，采用较低蒸汽压力有利于水分和热量在物料中的均匀分布。

调质器浆叶偏转角度决定了物料的轴行走速度及在调质器腔内的分布状态，进而影响蒸汽在物料中的分布均匀性。通过调节浆叶角度，让物料前进速度有“快-慢-快”的变化，使物料在调质腔中部积聚，增加物料与物料间的穿插，阻挡蒸汽外窜，同时亦增强浆叶对物料的搅拌作用。

3 水产饲料挤压参数的选择

3.1 机型选择

挤压机可粗略地分成单螺杆挤压机和双螺杆挤压机两种。在单螺杆挤压机中又分长螺杆和短螺杆等数种。曾有用3种较典型的挤压机进行浮性水产饲料生产实验，其参数如表3。

表3 试验用挤压机主要技术参数

项目	型号	螺杆长度	螺杆直径	螺齿高度	长径比
		(mm)	(mm)	(mm)	
双螺杆	Creusat-Laine BC21	559	25	6.5	22:1
长单螺杆	改良 SJ45	930	44	1-6.5	18:1
短单螺杆	PHC135	480	130	15	3:1

以鱼粉、浓缩大豆粉、小麦粉、土豆淀粉为主要原料，用以上3种挤压机生产高蛋白质含量的水产饲料，得到的结果见表4。

表4 膨化产品质量比较

粗蛋白含量(%)	膨化度			漂浮时间(h)		
	双螺杆	长单螺杆	短单螺杆	双螺杆	长单螺杆	短单螺杆
48	1.25	1.15	1.14	0.5	0	0
45	2.00	1.28	1.20	>24	1	0
40	2.60	1.50	1.40	>24	>24	>24

一般而言，短单螺杆挤压机常用于品种单一的原料预处理及对加工质量要求不高的某些普通饲料加工。其对物料变化、产品要求变化等的适应能力较差。较大规模水产饲料生产所用的挤压机，其螺杆的长径比通常大于10:1。长径比大，挤压机适应能力的可调范围就宽。

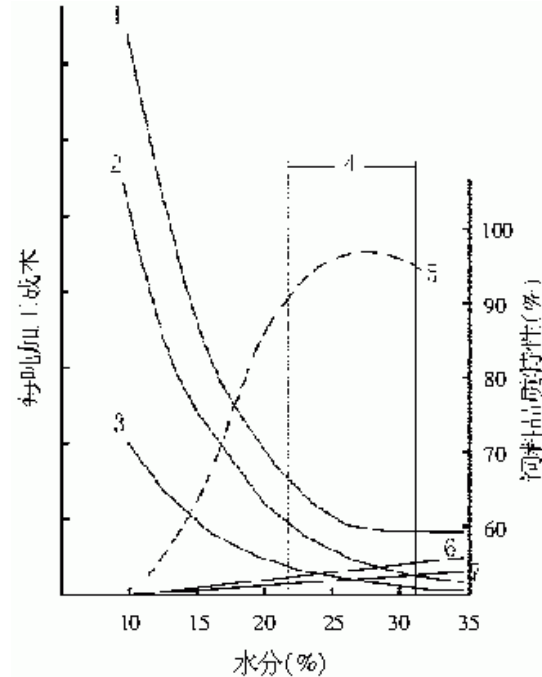
与单螺杆挤压机相比，双螺杆挤压机使用范围更宽。由于两个螺杆的协助作用，挤压过程中物料的走向得到较理想的

控制，避免了单螺杆挤压机中出现的逆向隙流，使物料受力均衡，机内停留时间一致，产品均一。即使原料水分大于40%，油脂含量大于17%，仍能制出成率高的产品。双螺杆挤压机无需设置机腔内壁阻力槽，加上两个螺杆工作时相互清理粘附于螺杆的物料，机内物料残留很少，为改换品种和停机前的清理带来很大便利。

然而，双螺杆挤压机结构复杂，价格约为同产量单螺杆挤压机的1.5~2倍；单位产量易损件费用亦为单螺杆的1.5~2倍。结合生产成本，除经常使用高水分或高油脂原料，或对产品有特殊质量要求的水产饲料厂外，在现阶段，一般首先考虑选用单螺杆挤压机。

3.2 原料入机水分确定

原料入机水分是指进入挤压腔时的物料水分。该参数对产量、电耗、产品质量、设备使用寿命及挤压机的工作平稳性等都有影响。较典型的单螺杆挤压机入机水分的影响结果见图2。



1. 系统操作费 2. 挤压机磨损费 3. 电力费 4. 适宜运行范围

5. 饲料品质特性 6. 干燥热能费 7. 蒸汽费

资料来源: Wenger 技术资料汇编。

图2 入机水分影响结果

物料水分提高，蒸汽成本和干燥成本相应增加。而水分的提高，可促使物料软化，降低物料对设备的摩擦阻力，从而降低对螺杆的驱动力要求，并减小易损件的磨损。另一方面，通过蒸汽来提高物料温度所需的费用远远低于由机械能通过摩擦产生热量所需的费用。因此，当物料水分含量低于20%时，增加水分使系统操作费用呈直线下降的趋势；当物料水分达到25%后，增加水分对驱动能耗及磨损不再有明显的影晌，系统操作费趋于稳定。

将饲料产品的粉化率、耐水性、营养成分保留率、加工中对原料组成变化的适应性及设备生产能力等归结成量化指标“产品特性”，产品特性亦与物料水分密切相关。

由系统操作费和产品特性的变化规律可得出，物料水分22%~31%是挤压机的适宜操作参数。制取挤压水产颗粒饲料时，这一参数同时适用于大多数单螺杆挤压机和双螺杆挤压机。入机水分的高低，同时影响产品的密度，即产品的沉浮性。

3.3 产品密度控制

3.3.1 密度控制机理

挤压水产饲料的密度小于养殖水的密度，饲料浮于水面。饲料密度比水密度大的幅度越高，饲料下沉的速度越快。

挤压水产饲料密度受内因和外因两方面控制。内因即物料本身性质，原料中难以形成网络结构的成分含量越高，产品密度越大；外因即挤压过程，特别是挤压机近出口处提供的条件，物料进入模板前，温度越低，压力越小，产品密度越高。挤压水产饲料密度控制，就是通过多种途径来调节内、外两个因素。

3.3.2 配方要求

淀粉既为动物提供能量又是饲料产品必要的成形和保形材料。不管是生产沉性饲料还是浮性饲料都少不了淀粉原料。而淀粉经糊化后极易形成网络结构，使产品密度下降。因而通过改变淀粉含量能较大幅度调节产品密度。对目前性能较好的单螺杆挤压机而言，生产浮性饲料时，原料中的淀粉含量不宜低于18%；而生产沉性饲料，原料中的淀粉含量不易高于20%。

蛋白质因来源不同，成为网络结构的难易程度变化很大。未变性的蛋白质一般较变性后的蛋白质易于成为网络结构；植物蛋白较动物蛋白易于成为网络结构。因而，生产浮性饲料可多采用低温豆粕；生产沉性饲料则需多采用鱼粉。一定范围内，原料中油脂、矿物质及纤维素的增加均使产品密度有增加的趋势。

3.3.3 加工要求

挤压过程中的外因调节主要为：水分、温度、模孔面积和螺杆转速4方面。由于物料出模孔瞬间水分汽化，体积膨胀而使颗粒内产生孔穴。孔穴的大小和多少与原料水分相关，生产浮性饲料需要原料的合适含水量。但另一方面，原料中的水分降低物料对螺杆和机腔内壁的摩擦力，从而降低近模板处物料的压力和温度，减少出模瞬间水分的汽化程度，使产品密度增高。调节原料水分成为调节产品密度的重要措施之一。

如近模板处机腔温度可调，则加温促使水分汽化，产品密度下降；用冷却水降温，减少汽化强度，产品密度增高。

所有物料通过模孔成为产品，模孔是物料的最后通道。通道面积大，物料在较低压力下就可通过，模板内外压差小，物料汽化程度低。生产沉性饲料选用模孔较多的模板；生产浮性饲料则选用模孔少的模板。模孔面积的量化推荐值如表5。

表5 单位时产量挤出机模孔面积推荐值

项目	沉性料	慢沉性料	浮性料
模孔面积[mm ² /(t/h)]	550	350	250

挤压机螺杆转速增加，对物料施加的机械能就增加，从而影响产品的密度。采用同一台挤压机，并固定时产量，发现螺

杆转速与产品容重的关系如图3所示的直线变化。随着螺杆转速的增加，产品容重减小。即生产沉性饲料时选用较低的螺杆转速有利于增加颗粒密度。然而，高转速的螺杆对物料有更强的作用力。降低螺杆转速，在增加产品密度的同时，有削弱糊化度的趋势。图4显示了螺杆转速对饲料中淀粉糊化度的影响。针对实际配方和养殖对象，选择能兼顾产品容重和糊化度的适宜螺杆转速。

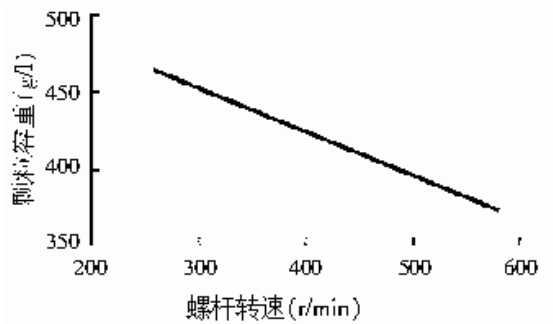
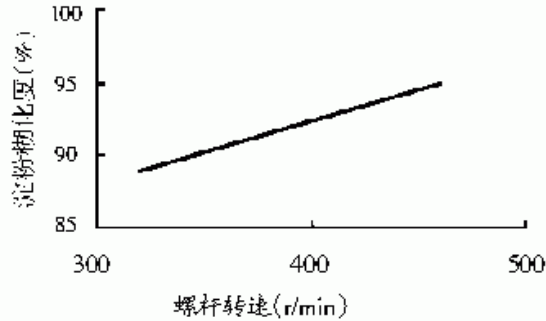


图3 螺杆转速对颗粒容重的影响



资料来源:《水产饲料生产学》,过世东主编。

图4 螺杆转速与产品中淀粉糊化度

3.3.4 密度控制装置

现有两种控制挤压产品密度的机械装置。一种为泄压装置，安装在套筒的中后部。物料运行至该部段时得到减压，物料中的部分水汽化挥发，并带走热量使料温降低。物料再经随后的螺杆挤压推进，通过模孔成形。由于物料中易于汽化的游离水已被汽化，加之物料的压力、温度都在减压段降低，使过模孔后物料的面积不再大幅度膨大。为使产品密度有更宽的调节范围，将泄压装置与真空泵连接。物料经由该负压段后，更多的汽化水从泄压口排出，压力和温度也可在更大范围内下降。另一种挤压产品密度控制装置将挤压机切刀安装在压力可调范围为0~350kPa的外部密度控制腔（EDC）内（见图5）。刚出模孔的颗粒首先在此经由一次压力缓冲，释放部分热能后再进入常压空间。这种逐步减压系统抑制了颗粒料进入常压空间时的瞬时汽化。通过调节EDC中压力的大小，可人为地调整产品的密度。泄压装置和EDC的联合使用，可使颗粒产品容重从400g/l增加到700g/l。

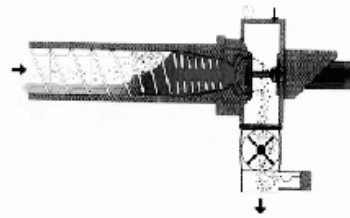


图5 外部密度控制器结构

4 水产饲料挤压后处理

4.1 干燥

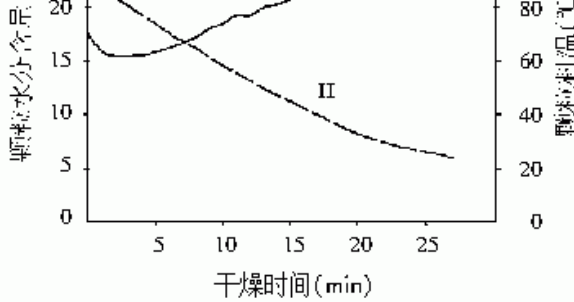
由以上分析可知，大多数挤压水产饲料的入机水分在25%以上。离开挤压机后的颗粒饲料必须干燥去除部分水分。挤压饲料的干燥通常分热风干燥和冷风干燥两步进行。

与小型挤压机配套使用的热风干燥设备可选用“振动流化床”。振动流化床能耗少、干燥均匀、设备价格低，但产量小。大、中型挤压机采用箱式环流干燥机进行热风干燥。挤出后的颗粒料在箱式环流干燥机内停留时间长，干燥强度可调范围宽，干燥过程中颗粒的破碎少。

适宜的热风温度为120~130℃，该温度范围内干燥效率高，且物料不易焦化。热风干燥使物料水分降至14%~18%。颗粒小选大值，颗粒大选小值；密度大选小值，密度小选大值。

干燥后产品的水分一方面取决于干燥前水分、形状、大小、密度等物料特性；另一方面取决于风温、风速、热风湿度、干燥床前进速度及料层厚度等参数。研究者使用箱式环流干燥机进行浮性水产饲料干燥试验，在加热空气为120℃的操作条件下，得到如图6所示的干燥曲线。

由图6可看出，出挤压机后的颗粒由输送机送入干燥机，在输送过程中物料被冷却，温度下降到约70℃。进干燥机后的第一分钟内，物料中水分挥发所带走的热量大于热风传导给物料的热量，料温继续下降至约60℃。随着颗粒水分挥发量的减少，颗粒获得的热量接近于水分挥发带走的热量，料温变化速度缓慢。当物料水分低于18%后，颗粒获得的热量大于水分挥发带走的热量，料温快速上升。料温快速上升时，物料的水分含量被称为干燥过程中的“临界水分”。



1.颗粒料温曲线 II.颗粒水分含量曲线
资料来源:《水产饲料生产学》,过世东主编。

图6 浮性水产颗粒饲料干燥特性曲线

图6所示的干燥曲线可作该干燥机的操作依据。如对产品的水分要求是15%，则由曲线可得，干燥时间应为10min。调节干燥筛床的走速，使物料经过合适的干燥时间，达到所需的水分含量。热风干燥后的料温约80℃，随之采用冷风干燥和冷却，使产品温度高出车间温度4~5℃，水分在10%~11%间。

4.2 外涂

4.2.1 外涂内容

以往将饲料的外涂称为油脂外涂。外涂内容局限于油脂。挤压过程中过量的油脂会影响产品加工质量。随着饲料研究的发展与养殖水平的提高，外涂内容已不仅仅包括油脂。例如，对挤压产品而言，种类繁多的热敏性物质还需通过外涂方式进入饲料。有学者做过试验，采用较温和的挤压条件，则各种维生素的损失率如表6。

表6 挤压过程中水溶性维生素损失率(%)

项目	VB ₁	VB ₂	VB ₆	VB ₁₂	VC	烟酸
损失率	62	40	44	40	87	40

酶制剂在水产饲料中的作用被逐步揭示，应用前景被看好。除少量淀粉酶能耐高温外，绝大多数饲用酶在挤压过程中的损失率大于90%。被用于水产饲料的热敏性物质种类在扩大，数量在增加。维生素、酶制剂等热敏性物料在挤压过程中如此高的损失率，使外涂逐步成为水产饲料挤压加工的必要配套工段。

4.2.2 外涂设备

外涂设备分常压外涂和负压外涂两种。常压外涂设备结构简单，产量大，目前有转盘式、滚筒式及箱板式几种；负压外涂有利于外涂液渗透到颗粒的各个部位，现有的负压外涂机均为间歇操作，操作周期较长，产量受到限制。

4.2.3 外涂要求

与畜禽饲料相似，水产饲料的外涂，要求外涂液与颗粒的配比准确、分布均匀、耐储藏；同时还要求外涂物在水中不流失，不影响适口性。这些要求的满足，不仅需要外涂设备和外涂工艺的改良，进一步研究和改良外涂液的物理、化学性能也将是充分发挥其外涂作用的必要过程。

(编辑: 崔成德, cuicengde@tom.com)

...评论...

发表
评论

*40字以内

提交

重置