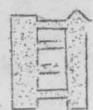


饲料工艺学

中 册

郑州粮食学院

1985年10月



第八章	混合	1
8.1	概 述	1
8.2	几种典型的混合机	6
8.3	混合机的混合质量	24
8.4	保证混合质量的措施	35
附录	国内卧式饲料混合机的技术参数表	43
第九章	制粒	45
9.1	概 述	45
9.2	压粒机	48
9.3	颗粒的冷却	65
9.4	碎粒与分级	70
9.5	制粒工艺流程	73
9.6	制粒工艺效果的评定	75
第十章	膨化制粒、压片、压块	85
10.1	膨化制粒	86
10.2	压 片	95
10.3	膨化颗粒饲料、压片饲料加工质量评定	101
10.4	压 块	106

10.5 半湿饲料加工 109

参考文献 110

第十一章 液体组分添加 111

11.1 糖蜜添加 112

11.2 脂肪添加 123

11.3 尿素添加 135

主要参考资料 140

第十二章 成品处理与粉料仓防拱 141

12.1 成品处理 142

12.2 粉料仓的防拱和料位控制装置 150

主要参考资料 170

第八章 混合

8·1 概 述

8·1·1 混合过程

8·1·2 混合效率

8·1·3 对混合机的要求

8·2 几种典型的混合机

8·2·1 分批卧式环带混合机

8·2·2 分批立式混合机

8·2·3 圆锥形行星混合机

8·2·4 连续卧式混合机

8·3 混合机的混合质量

8·3·1 影响混合质量的因素

8·3·2 混合质量的评定

8·3·3 混合均匀度测定方法

8·4 保证混合质量的措施

8·4·1 予混合添加剂的制备

8·4·2 混合机的合理使用

8·1 概 述

混合是生产配合饲料中，将配合后的各种物料混合均匀的一道关键工序，它是确保配合饲料质量和提高饲料效果的重要环节，同时，在饲料工厂中，混合机的生产率决定工厂的规模。

因此，混合机是饲料工业的最关键设备之一。

畜禽饲养实践表明，配合饲料中的各种组分如果混合不均匀，将显著影响畜禽生长发育，轻者降低饲养效果，重者造成畜禽死亡。

一般在饲料工厂中有两道工序需要混合：

1. 予混合：各种动物生长所需要的微量元素，包括维生素、矿物质、抗菌素、氨基酸、药物等，与载体的予先混合。其目的就是为了在不影响微量原料均匀分布的前提下，缩短全价配合饲料的混合周期。

2. 最后阶段的混合：各种饲料组分，按原料配水的要求，由计量器计量供料，进入混合机，制成动物生长所需要的全价配合饲料。

所谓混合，就是在外力作用下，各种物料互相掺合，使之在任何容积里各种组份的微粒均匀分布。混合有不同的方法。在技术上最广泛采用的方法有：1) 搅拌混合；2) 回转混合筒回转混合；3) 喷射混合；4) 通过压缩空气、蒸汽或液体实现混合；5) 借助于振动、超声波等的效应实现混合。前三种方法为机械式的，第四种方法为气动式的，最后一种方法为涡流的或冲动的。

在生产饲料工艺过程中多采用机械混合，其中尤以搅拌混合采用广泛。

8.1.1 混合过程

在搅拌混合的混合过程中，主要有以下五种方式：

1). 在物料中彼此形成剪切面，使物料发生混合作用，称为剪切混合。

2). 许多成团的物料颗粒从混合物的一处移向另一处作相

对流运动，称为对流混合。

3). 混合物料的颗粒，以单个粒子为单元向四周移动，类似气体、液体中的分子扩散过程。它是无规律地运动，特别是微粒物料（粉尘）在振动下或成流化状态时，扩散作用极为明显，故称为扩散混合。

4). 在物料与壁壳撞击的作用下，造成单个物料颗粒分散，称为冲击混合。

5). 物料颗粒变形和搓碎，称为粉碎混合。

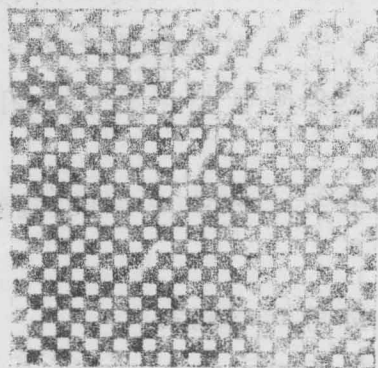
五种混合方式在每一混合过程中同时存在，但起主要混合作用的是前三者。

以分批混合机为例，其混合过程可以分为三个阶段。首先颗粒成团地由物料中的一个部位呈层状向另一个部位渗透推移，发生对流混合。其次，不同饲料颗粒越过新形成的分界面逐渐离散，进行扩散混合。最后在自重和离心力的作用下，形状、大小和密度近似的颗粒持集聚于混合机内的不同部位，称为颗粒集聚。前两种作用是有助于混合的，后者则是一种有碍颗粒均匀的分层作用。这三个阶段在混合机内是同时发生的，但在不同的混合时间内，所起作用的程度不同。

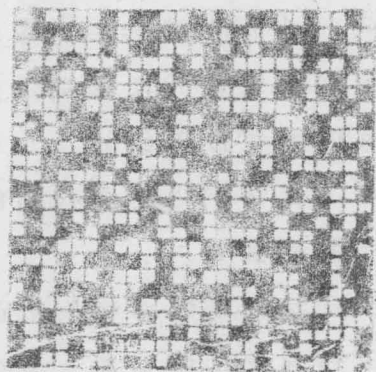
根据动物饲养要求，饲料中每种组分充分混合后的均匀性，应在允许的最低极限内。

假设有物理性能相同的黑白两种物料微粒，经混合后，在理想的状况下，黑白微粒混合均匀，排列整齐，相互接触面积最大（见图8—1A），这就是理想的完全混合。但在实际上，物料微粒在混合机过程中，并非单个微粒单独的个别运动，而是以微粒群的形成作无定向运动。因此使混合后的物料只能达到一定数量的容积均一，称为统计完全混合（见图8—1B）。如果将统计完全混合物料取样一小部分，其组成成分比例基本

上图中两种材料比例一样。



(A)



(B)

图8-1 两种组分物料充分混合状态

A—理想完全混合(排列整齐) B—统计完全混合(排列不整齐)

现在国际上多采用统计方法中的“变异系数” VC 作为表示混合质量——混合均匀度的一种指标。

物料的物理机械特性(如参与混合物料各组分所占的比例、粒度、粘附性、形状、容重、含水量、静电效应等)的不同,使物料混合程度有较大的差异。当混合粉料时,其密度和颗粒大小对混合质量有很大影响。重颗粒或小颗粒会在轻的、大的颗粒间滑动,集中在混合机的底部。粒径越趋于一致,则越容易混合,所需混合时间越短,越容易达到要求的均匀度。当粉料相对湿度在 $14\sim 15\%$ 以下时,有助于达到要求的均匀度。若超过这个湿度,则需增加混合时间。此外,某些微量成分会产生静电效应附着在机壳上,破坏混合作用。

8.1.2 混合效果

图8-1 混合效果

研究表明，在许多混合过程中，混合程度随着混合时间而迅速增加，一直达到最高均匀状态，通常称为“动力学均衡”。当物料已充分混合时，若再延长混合过程，就有分离倾向，使混合均匀度反而降低，这种现象称为过度混合。当混合愈为充分，则分离的潜在性愈大，所以应该在达到最佳混合之前将混合物从混合机内排出，否则将会在以后的输送过程中出现分离

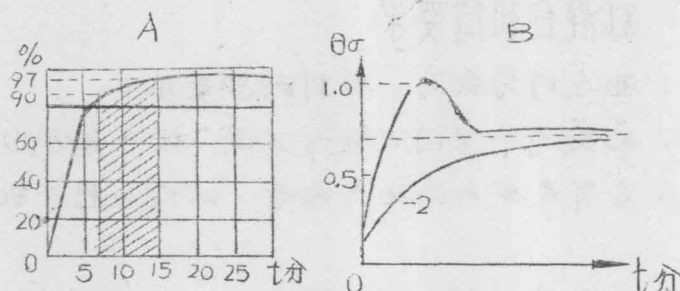


图 8-2 混合过程动力学曲线

A——理想混合过程均匀度与混合时间关系曲线；

B——反混合（分离）特性 M—M—混合物料均衡状态。

现象。图 8-2 表示混合过程动力学曲线。图 8-2 A 为理想混合过程的混合均匀度 Q 与混合时间 t 的关系曲线；图 8-2 B 是表示理想和实验均方差比值 ($Q\sigma = \frac{\sigma_{理}}{\sigma_{实}}$) 与混合时间的关系曲线，理想均方差 ($\sigma_{理}$) 总小于实验值 ($\sigma_{实}$)。则 $Q\sigma$ 在 0~1 之间变化。

在研究粉料混合过程时，其主要方法是研究搅拌组份的动力学。在一般情况下，混合过程动力学方程式可写成：

$$V_{cm} = \frac{dc_i}{dt} = f_n(t) - f_o(t)$$

式中， V_{cm} ——物料混合过程的强度， $1/\text{秒}$ 。

C_i ——检验的组份的百分数。

t — 混合过程的时间, 秒。

f_n 和 f_o — 混合与反混合过程的强度, $1/\text{秒}$ 。

从动力学方程式可以看出, 若能减少反过程——分离速度, 就可以提高混合机的混合程度。例如, 将各种物料粉碎成尽量一致粒度的粉粒, 就可以提高混合机的混合速度。

8.1.3 对混合机的要求

1. 混合均匀度高, 物料残留量少。
2. 结构简单坚固、操作方便, 便于检视取样和清理。
3. 应有足够大的生产容量, 以便和整个机组的生产率配套。
4. 混合时间应小于配料时间, 而混合时间 $t_{\text{混}}$ 包括进料时间 t_1 、混合时间 t_2 、卸料时间 t_3 , 即 $t_{\text{混}} = t_1 + t_2 + t_3$, 应有 $t_{\text{混}} < t_{\text{配}}$ 。
5. 应有足够的动力配套, 以便在全载荷时可以开车, 在保证混合质量的前提下, 尽量节约能耗。

8.2 几种典型的混合机

用于实现物料混合过程的机器称为混合机。在生产饲料工艺过程中多采用机械混合。以下所讲均为按机械混合的方法来实现物料混合的混合机。混合机可根据其布置形式、用途、结构、工作原理及与配料器配合工作的方式来分类。

按混合机布置形式, 可分为立式混合机和卧式混合机。根据其适应的饲料种类, 可分为干粉料(配合和混合饲料)、湿拌料和稀饲料混合机。按结构和工作原理, 可分为回转筒(内

无搅拌部件)式、固定腔室(内配搅拌部件)式两类。图8-3所示的各种滚筒式混合机即属于第一类。第二类包括各种工作

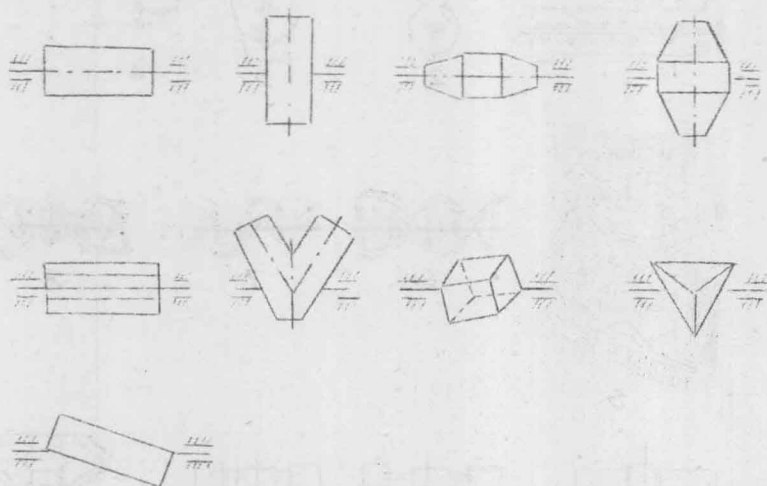


图8-3 各种滚筒式混合机示意图

部件——搅拌器的混合机，如图8-4所示。根据被混合物料的状态不同，采用不同的工作部件。用于干粉料混合的有螺旋、叶片和环带式的；用于稀饲料搅拌的有螺旋、浆叶和叶片式的；对于潮拌料则用螺旋和叶片式的。配料器的计量方式，有分批式和连续式两种，与这两种计量方式相适应的混合机也有两种，一种是与分批式计量配料器配套的分批式混合机，另一种是与连续式计量配料器配套连续式混合机。分批式混合机也可与连续式计量配料器连用。分批式混合机混合质量较好，且易于控制，目前在大、中型饲料工厂中得到广泛采用。连续式混合机多用于小型饲料工厂。

在这一节中我们将简要介绍几种典型的混合机，其中以分批卧式环带混合机为重点。

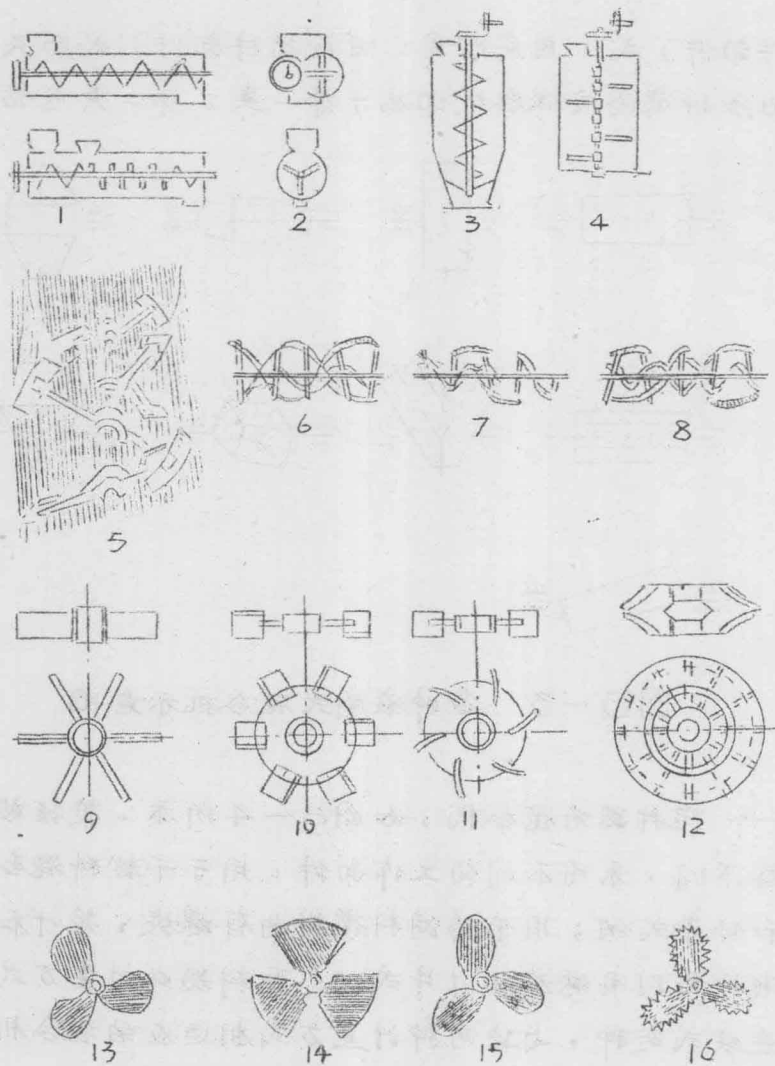


图 8—4 各种混合机的工作部件

8.2.1 分批卧式环带混合机

1. 构造

现代工厂通常采用卧式带状螺旋型混合机。卧式混合机有单室式和双室式两种，并具有多种规格以满足不同混合量的需要。

卧式混合机主要由机体、螺旋轴、传动部分和控制部分组成。

机体为槽形，其截面形状有O型、U型和W型三种。其中O型适用于小型工厂，特别是用于予混合，U型用得最普遍，W型多用于大型饲料工厂，目前我国没有生产，国外也用得较少。

机壳多用普通钢板或不锈钢板制造，大型混合机的钢板壳体外侧常加型钢焊接以增加强度。机体容积大小决定于每批混合量的多少，同时还要考虑物料的容重及充满程度。现有混合机每批最小容量为50公斤，最大容量可达6000公斤。进料口在机体顶部，分圆形和矩形两种，圆形进料口的数目1~4个不等；矩形则为机体全长的进料口，多为大型混合机所采用。机体上的盖板装有铰式检查门，底下设有钢丝安全滤网。

螺旋轴安装在机体内部，单室式混合机有一个螺旋轴，双室式混合机则有两个螺旋轴，螺旋轴由轴、支撑杆、带状叶片组成。轴的中段为厚壁钢管，两端穿入圆钢，支撑杆用螺栓固定在轴上，带状叶片由普通碳钢或不锈钢制成，焊接在支撑杆上。小型混合机采用单层螺旋，为了加强混合能力，多数混合机采用双层螺旋。内外圈叶片分别为左右螺旋。内外叶片的排料能力应该相等，因此可按这个原则相应增加内叶片的宽度。内外叶片的排列也有两种方案：一种是外螺旋将物料从两端往中间搅拌，内螺旋从中间往两端搅拌，或外螺旋将物料从中间往两端搅拌；另一种是外螺旋将物料由一端向另一端搅拌，而内螺旋的搅拌方向则与之相反。螺旋有单头的，也有采用双头的。外圈叶片与机壳之间的间隙为5~10毫米。有的混合机此间隙为2毫米。如果每次搅拌物料2吨，其残留量只有50克，仅为总重量的四万分之一，这对减少各种配方的饲料互相

污染，提高混合质量是很有意义的。

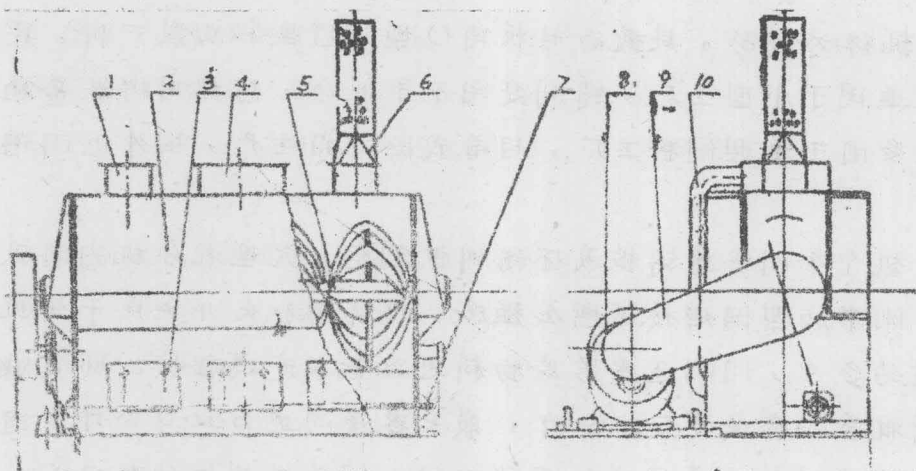


图8-5 HJJ-80 型混合机结构示意图

1. 添加剂等进料口
2. 机架
3. 前后盖板门
4. 主进料口
5. 转子
6. 出气口及布袋过滤器
7. 出料控制机构
8. HTC-752 齿轮 减速电机
9. 链轮罩壳
10. 风管

出料口在机体下部。小型混合机的出料活门多用手动控制；大型混合机多用机械和气动控制。出料口应当宽阔，以便物料从混合机中迅速卸空，大型混合机底部全长内的巨大活门，混合物仅需20秒钟即可卸空。为了加快排料时间，还可以用气筒或活塞，一次排出混合机内的物料，机底活门由气动操纵的活塞及一套时节锁紧装置控制，这种结构形式可以可靠地防止底部活门在空气压力受到损失的情况下自行开启。为了配合混合机的迅速卸空，应在出料口的下方设置等容量的中间料箱。

传动部分由电动机、减速器、联轴器等组成。它们通过支架直接安装在机体上，由减速器通过联轴器直接带动螺旋轴，或者由减速器经过链轮减速器带动螺旋轴。电动机安装在机体

下部或上部，具体情况而定。

此外，尚可设自动控制和联锁机构。当盖板在开启的情况下，混合机不能启动以保证安全；按生产需要调整每批产量和混合时间，防止重复配料错误；混合时间可以预先在控制板上，当时间一到，混合机就自动的把物料放到料箱中去。

2. 工作过程

各种成分的物料按配方比例经过精确的计量以后，通过进料管进入混合机。物料在螺旋叶片的推动下，按逆流原理进行充分的混合，外圈螺旋叶片使物料沿螺旋轴向一个方向流动，内圈螺旋叶片又使物料向相反的方向流动，使物料不断的翻滚、对流，从而很快就能达到均匀的混合，而且混合组份的成份、水份和脂肪等对混合质量的影响较小（脂肪比例 $\leq 6\%$ ）。混合时间一般是每批3分钟，通常在2~6分钟之间，其长短取决于原料的性质，如水分含量、粒度大小、脂肪多少……等等。混合机每批工作时间，一般包括进、卸料共6分钟，因此每小时可混合10批物料。螺旋轴的转速为25~50转/分，也有高达100~200转/分，视机型大小和结构特点而异。多数情况下是小容量的混合机转速较高，大容量的混合机转速较低。卸料时提高转速，可以获得彻底卸空的效果。

卧式混合机的优点是混合效率高，混合质量好，卸料时间短，残留量少，所以目前大型饲料工厂普遍采用。缺点是占地面积较大，配套动力较大。但由于混合时间短，故单位产品能量消耗并不比立式混合机大。

8.2.2 分批立式混合机

1. 基本型式

这种混合机又称为垂直搅龙式混合机。是一种非连续作

业的机器，适用于粉料的混合。图8—6表示了其结构。它主要由受料斗1、垂直搅龙2、圆筒3、搅龙外壳4、卸料活门5、支架和电机传动部分组成。工作时将已计量好的各种粉料依次倒入受料斗1内，由垂直搅龙2将饲料垂直向上运送，到搅龙端部的敞开口排出，落在搅龙外壳4和圆筒3之间，到圆

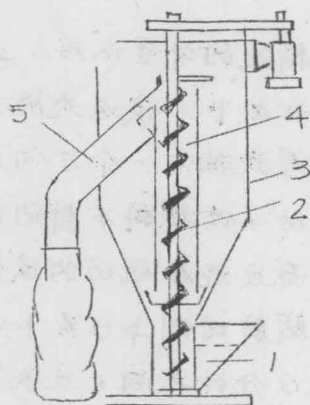


图8—6 立式混合机

1. 受料斗 2. 垂直搅龙
3. 圆筒 4. 搅龙外壳
5. 卸料活门

锥形底部又被垂直搅龙向上升送，并在搅龙端部排出，这样经多次反复循环，能获得混合均匀的饲料。搅拌完毕将卸料活门5打开，混合料被排出。

圆筒由圆柱与圆锥两部分组成，上部为圆柱部分，主要用来容纳物料；下部为圆锥部分，用来集中物料。锥形部分母线与水平面的倾角不小于 60° ，否则饲料不便流动而影响混合质量。设圆筒直径为 D ，则圆筒高度（包括圆锥部分） $H=2-5D$ 。圆筒可用1.5—2毫米钢板或10~20毫米木板制造，一般容量为1500~5000公斤。

圆筒中间有垂直安装的螺旋，用来在筒体内连续提升物料。螺旋形状有圆柱形和圆锥形两种，为了制造方便，多取用等直径的螺旋。螺旋用冲压成螺旋形叶片的薄钢板制成，叶片焊接在搅龙轴上。螺旋直径 $d=(0.25\sim 0.35)D$ ，搅龙转速

120~400 转/分。为了有较好的效果，一般认为，垂直螺旋应采用较高的转速。

圆柱形螺旋外面没有输送管时，混合效果不太好，故多数混合机都有输送管。输送管与螺旋的间隙约10毫米，输送管的上端因筒顶部的距离要便于物料从输送管抛送到圆筒中去，此距离 $K = (1.5 \sim 2)d$ 。螺旋向下通到进料口外，输送管下端与圆筒锥体部分的距离 $L = 0.8d$ 。

进料有上部进料和下部进料两种方式。上部进料时根据不同的供料情况有三种结构：

1. 物料从料仓中靠自重落入混合机。
2. 物料由风送系统进入混合机，这时应设置布袋过滤器。
3. 物料由螺旋输送机加入混合机。

如果进料是手工操作，则进料斗多设在混合机下部，其位置根据工艺需要确定。

出料口设置在圆筒的下部，手工操作时，出料口的高度应适合袋装的要求。出料阀门可用手动也可用脚踏杠杆的形式。

传动装置设在圆筒顶部，由三角皮带或链齿轮传动，电动机为全封闭式。

机架由三只脚支撑。

立式混合机的生产率 Q 为：

$$Q = \frac{60V\phi r}{T} \text{ 公斤/小时}$$

式中：

V ——圆筒容积，米³。

ϕ ——圆筒的充满系数， $\phi = 0.8 \sim 0.95$ 。

r ——混合饲料的容重，公斤/米³。

T ——混合一份饲料所需的时间，分。此时间包括装料

混合和卸料三部分，混合时间一般需15~20分钟，总时间决定于装料和卸料的情况。

立式混合机的优点是配套动力小（1吨容量的混合机约需5马力的动力），

占用面积小。缺点是混合时间长，生产率低，卸料后筒底残留物料多。如果经常更换配方，势必造成物料污染。所以该机型一般用于小型牧场饲料加工之间的干粉料混合。

现介绍中国农机院畜禽机械所饲料加工机械组设计的9JL1型立式混合机。

1、组成：该机由内、外园筒、下园筒、螺旋、撒料叶板、支架等组成（见图8—7）。

2、进料方式：机器的顶部和下部分别设有进料斗，各使用单位可根据具体情况选择不同的进料方式。

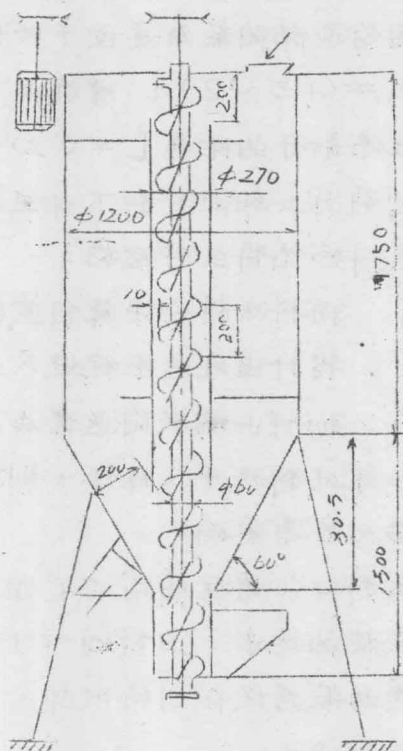


图8—7

9JL1 立式混合机结构图

- | | |
|-------------|----------|
| 1. 皮带轮； | 2. 电动机； |
| 3. 撒料叶板； | 4. 上进料口； |
| 5. 内园筒； | 6. 螺旋； |
| 7. 外园筒； | 8. 螺旋轴； |
| 9. 内外园筒连接杆； | 10. 支架； |
| 11. 卸料门； | 12. 卸料口； |
| 13. 下进料斗； | 14. 下园筒； |