

建材情报资料

总第8111号

玻璃类 3

完善玻璃配合料制备的 现代化方法和途径

建材部技术情报标准研究所

一九八一年七月

完善玻璃配合料制备的现代化方法和途径

引言

社会性生产的发展，取决于在广泛采用先进的技术、工艺、劳动和生产组织，加速科学技术进步的基础上，高效能地综合使用劳动力，原材料、天然的及其他资源。建筑、技术和包装玻璃生产的强化，是建立在解决上述综合任务的基础上，并与玻璃配合料制备工艺的完善密切相关的。玻璃配合料的均匀性不好，会降低玻璃熔窑的生产能力，使玻璃制品质量下降，并导致燃料和能量消耗的增加。

对科技出版物和专利积极性的分析证明，近年来，对配合料生产工艺如何完善方面的问题的兴趣有相当大的提高。几乎对配合料制备过程的各阶段的技术要求都有很大改变：原料的储藏与制备，配合料组分的称量，混合，输送和制备好的配合料的储存。在苏联和其它国家，出现了新型的，用于玻璃厂原料车间的高效率机械化设备，使用电子计算机对称量—混合生产线和车间的作业进行集中程序控制的方法也得到了广泛应用。在这段时间里，苏联各玻璃厂所采用的配合料称量和混合设备类型各不相同，缺乏配合料生产过程机械化自动化的典型方案，原料和配合料质量的控制、制备和储存方法差别很大。目前所采用的用于各种组分称量的秤有十余种，混合机有十五种型号。只有一些车间装备有称量—混合生产线的自动控制系统，而且这些系统的执行水平和完成功能的范围也大不相同。在工艺线上每一个工作人员的平均配合料产量从5~10吨/时至50~60吨/时，在这种情况下，配合料化学成分的最大偏差发生在手工和非自动化操作过程中。

苏联玻璃工业先进企业（勃尔、托克马克、巴涅维日玻璃厂）以及工业发达资本主义国家玻璃工业先进企业的一条称量—混合生产线生产能力已达720~2000吨配合料/日（配合料化学成分与所规定成分的偏差为0.1~0.3%）。与此同时，苏联玻璃工业多数原料车间的作业技术经济指标仍然是很低的。

玻璃工业所面临的任务要求大力加强和发展配合料的全部生产过

程自动化，提高原料车间的作业技术经济指标。这只有在加速将科学成果和先进生产经验应用到企业的工作实践中去的基础上才是可能的。

一、原料的准备

技术条件与标准规定了原料的化学成分及其稳定性。未经选矿的硅砂化学成分的波动值达到(%)： SiO_2 为 ± 1 ， Al_2O_3 为 ± 0.35 ， Fe_2O_3 为 ± 0.3 。这对玻璃的熔制和成型工艺过程会造成严重破坏。石英砂经过选矿之后，化学成分的波动值下降到(%)： SiO_2 为 ± 0.15 ， Al_2O_3 为 ± 0.08 ， Fe_2O_3 为 $\pm 0.02\sim 0.04$ ，这一指标与其它国家的标准要求相符。在用于生产抛光玻璃和窗玻璃的硅砂中，主要成分— SiO_2 含量波动在98.5~99.5%范围之内，氧化铁含量为0.08~0.025%。石英砂的选矿大多数集中在采矿场进行。

根据欧洲现行标准的规定，用于玻璃熔制的硅砂颗粒度应为0.1~0.5毫米。按比利时“格拉威伯尔”(Glaverbel)公司的要求，在用于平板玻璃生产的硅砂中，颗粒度大于0.4毫米的颗粒和小于0.12毫米的颗粒都不得超过4%。

苏联生产平板玻璃的工厂技术操作规程规定，硅砂要经过孔数不得少于81孔/厘米²的筛网筛选，即往配合料中加入的硅砂颗粒度应在0.8毫米以下。在叶格诺夫和塔石林矿经过选矿的硅砂中，粒度大于0.8毫米的颗粒不超过2%。

白云石和石灰石与石英砂不同，是不经选矿供给的。这些原料一般是在工厂的原料车间内进行破碎，粉磨和过筛。加入配合料中的白云石颗粒度小于0.6毫米，其中粒度小于0.2毫米的颗粒数量一般波动在60~90%之间。

近年来，对原料的合理粒度级配的选择越来越重视。在国外，所使用的白云石和石灰石，其颗粒度在粉磨后为1~3毫米。

在熔化含有大颗粒白云石和石灰石配合料的过程中，分解过程和成倍的碳酸盐生成过程会延缓，而此时分析出的气泡会促使玻璃液均化。

巴涅维日，勃尔和萨拉托夫玻璃厂有在生产平板玻璃配合料中使用大颗粒碳酸盐的经验。玻璃厂所使用的硅砂、白云石、石灰石、伟

晶花岗石、纯碱和芒硝的化学成分和粒度测定成分分别列于表 1 和表 2：

苏联勒尔等厂玻璃原料的化学成分 表 1

配合料组份	化 学 成 分 (%)								
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ CO ₃	Na ₂ SO ₃	MgSO ₄	
硅 砂	99.45	0.27	0.035	0.068	0.035	—	—	—	0.08
伟晶花岗石	74.63	14.59	0.76	0.25	8.83	—	—	—	0.92
纯 碱	—	—	—	—	—	99.1	—	—	—
石 灰 石	—	—	0.02	54.62	0.6	—	—	—	43.16
白 云 石	—	—	0.03	31.89	20.12	—	—	—	46.49
芒 硝	—	—	0.08	—	—	—	98.21	0.11	—

苏联勒尔等厂玻璃原料的颗粒度 表 2

配合料 组分	颗 粒 度 (毫米)								
	0.63	0.4	0.315	0.2	0.16	0.1	0.063	0.053	0.045
硅 砂	—	4.65	46.93	37.9	7.18	2.96	0.38	—	—
伟晶花岗石	0.48	6.18	8.12	27.74	17.04	29.38	8.64	1.46	1.06
纯 碱	1.65	1.65	1.75	17.45	14.45	41.5	16.35	4.35	0.65
石 灰 石	10.8	12.9	6.6	10.2	9.7	24.6	21.88	3.42	0.08
白 云 石	9.68	12.3	5.34	14.76	11.6	33.66	7.66	3.1	1.9
芒 硝	0.15	0.29	0.7	23.78	15.8	38.65	12.6	4.48	3.55
碳 粉	1.85	3.51	3.81	42.15	23.31	16.45	6.91	1.01	1.0

在图 1 中例举了苏联玻璃厂、法国“圣哥本公司”(Saint-Gobain)和美国“康宁玻璃公司”(Corning Glass Works)的玻璃厂所使用的石英砂，白云石和纯碱的粒度测定成分。只有圣哥本公司的原料以粒度测定均一而异。白云石粒度较大。粒度为0.12~0.25毫米的细级仅占10%。而在苏联工厂中，粉碎的白云石有50%是粒度从0.045~0.12级的，有必要更加广泛地采用在玻璃熔制过程中使用分级粒度达 2 毫米以至更大的白云石的经验。

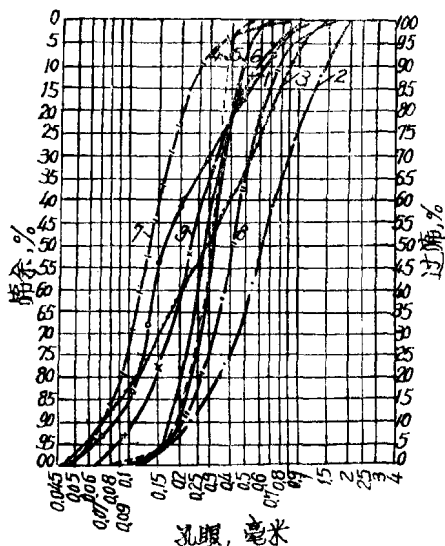


图1 配合料粒度测定成分

- 1.2.3.—白云石分别为勃尔玻璃厂，
圣哥本公司玻璃厂，
康宁玻璃公司玻璃厂；
4.5.6.—硅砂，分别为勃尔玻璃厂，
圣哥本公司玻璃厂，
康宁玻璃公司玻璃厂；
7.8.9.—纯碱，分别为勃尔玻璃厂，
圣哥本公司玻璃厂，
康宁玻璃公司玻璃厂。

在苏联玻璃工业中，越来越广泛地使用了粒度为0.1~1.0毫米的粒化“重碱”。这种重碱是具有更加紧密结晶结构的碳酸钠一水化合物。粒化碱很少结块和飞散，易于在料仓内储存和装料，具有较高的导热性能。所有这些优点就改善了配合料混合质量和加速配合料熔化的条件。

碱的储藏条件对碱本身的化学成分有很大影响。

纯碱的保存条件：

纯碱中基本物质的含量%：

在仓库里：

当纯碱从车厢入库时.....99.0~99.3

存放15天以后.....97.0

存放30天以后.....93.0~94.0

在贮仓里：

当纯碱从车厢入仓时.....99.2~99.3

在稳定的存放条件下.....99.0~99.1

易结块和压实的原料，必须放置在能够用干燥压缩空气吹风的贮仓内才能长期存放。在考虑原料组分所用贮仓的容积时，应考虑到在供应者与需求者之间出现的各组分临时性运送迟后现象，运输系统的输送能力和机车车辆的交替能力。当每天配合料用量为1000~1200吨时，在园仓内原料的储量应不小于20天。

预干燥、粉碎和过筛是原料制备的重要阶段。保持原料组分的最

小湿度与合理选择其颗粒度级配，可改善原料的运输状况，提高称量精度以及混合质量。在配合料中，一些组分的含量较少，这给称量和混合带来一些困难。在这种情况下，则必须预先将这些组分与其它一些组分混合在一起，例如，芒硝与煤粉。这两种组分的混合物均匀地分布在配合料中，就可以保持芒硝与煤粉在配合料的任何范围内比例稳定，使芒硝在玻璃熔剂过程中易于分解，并消除“硝水”现象。图2所示为原料制备工段的工艺示意图。与机械输送装置并列的是采用风动输送机将原料从纯碱专用车厢送入园仓的系统（从卸料装置到园仓接料端）。将原料用风动输送机送到很高的位置时（达40米），则应采用特别的耐腐蚀管道。

粉料仓底应高于地表，以便重力卸料。为了创造一个正常的劳动条件，采用了防尘装置。贮仓应能隔热防水，以便防止水进入和产生冷凝水。使用纯碱车厢(1)可大大缩短卸料时间。将原料送入园仓的机械输送可采用皮带输送机，螺旋输送机(2)和带有杆式开关的斗式提升机来实现。

为了对运动中的输送带、提升机和其它机械的作业进行远程控制，勃尔工厂研制并采用了一种专用无接触装置。

使用园仓储存原料时，可消耗储存过程中的原料损失，并能保持化学成分的稳定性，园仓的结构有利于将原料自动送入秤前料仓。这是通过在每一个园仓下安装带有吹松装置(5)的64 EIC-6型双室式风动泵(6)达到的。

原料的筛分在转筛中进行。各种取料组分(除硅砂外)，由风动泵打入旋风式沉降器(7)中，沉降器安装在秤前料仓的上方，螺旋式输送机(11)将各种组分送入转筛(12)过筛。一台泵的能力为20吨/时，一吨原料需耗的气体为40~45米³，空气压力为4个大气压。

为了将转筛的生产能力提高至35吨原料/时，原料过筛的面积应增至32米²。为了捕集沉降物和对旋风式沉降器进行除尘，连续接装有φB-60型布袋式收尘器(8)和湿净化式液体动力收尘器(10)，以及风机(9)。沉降在收尘器中的原料无需过筛就直接投入使用料仓(14)，在这些料仓下布置着配合料制备工艺线(15)和(20)。湿式净化可使空气净化程度超过99%。

砂的筛余物入废料仓。白云石、石灰石和伟晶花岗石进行筛分控

制，以便除去偶然带入的杂质和脏物以获得合格的颗粒。纯碱的残渣从转筛进入流管(13)，沿输送路线(16)移动并集聚到料仓(17)中，这些残渣需进行二次粉碎。随着集聚的过程，残渣在锤式破碎机(18)中进行粉碎，然后沿风动管送至二次过筛。

勃尔玻璃厂的经验证明，在工艺线下采用风动输送机、增大了筛分面积的转筛，调整好原料流可以使典型原料车间的每一条原料加工线生产能力提高 2 ~ 3 倍。

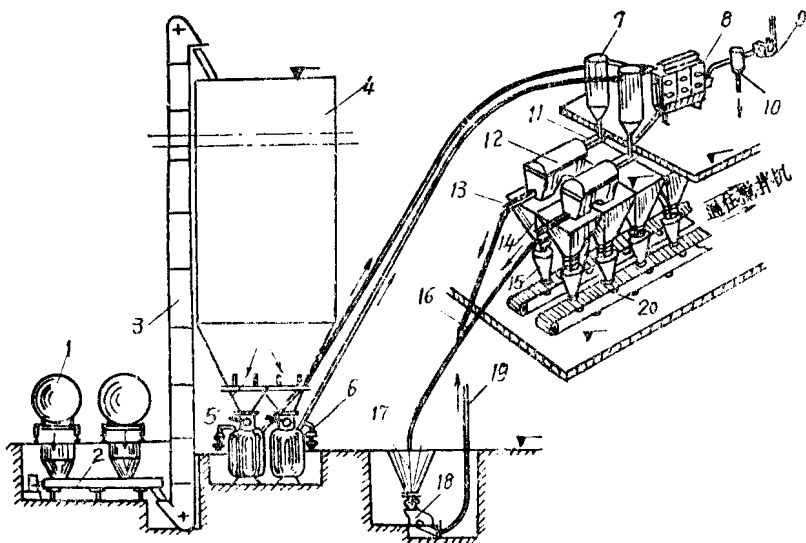


图 2 配合料各种组分的运输、储存、筛分与称量工艺图

二、玻璃配合料各种组分的称量与混合

配合料制备过程用典型的简图示出(见图 3)。各种原料组分从使用料仓中流出，在自动秤(2)上称量后，由集中输送带(3)送入管式开关(4)的料仓中，再由料仓落入混合机(5)中，进行搅拌和湿润。配合料从混合机卸入螺旋输送机(6)的料仓内，由提升机(9)输送至使用料仓(8)，然后用料车或传送带将配合料送至玻璃熔窑的机械喂料机。

在玻璃厂分比配量与连续配量配合料组分的配量与称量是采用自动秤进行的。苏联与其它国家生产的称量装置，其中在美国和西欧各国所广泛使用的“TOledo”公司(美国)生产的称量装置，都装备有振动式喂料机，其主要缺点是使配量自动装置的生产能力受到限制，

而且使配量精度下降。最大的缺点是：自喂料盘可能发生偶然性断料，剂量装置震动移位，喂料的双连制度和噪音过大。震动式喂料机的特性列于表 3 中：

震动式喂料机的特性

表 3

原料组分	给料机型号	重 量 (公斤)	料仓容积 (分米 ³)	旋 转 钮 旋转频率 (转/分)	循环周期 (秒)	计量精度 (%)
硅 砂	2×EM25 430×250	1000	800	—	240	0.3
伟晶花岗石	EM25 1250	200	200	250	240	0.3
石 灰 石	EM10 200	100	100	250	150	0.3
芒 硝	EM10 150	50	75	250	150	0.3
煤 粉	EM10 120	5	8	200	100	0.5
纯 碱	2×EM25 430×250C	500	1200	320	400	0.3
白 云 石	EM25 250C	500	4600	320	240	0.3

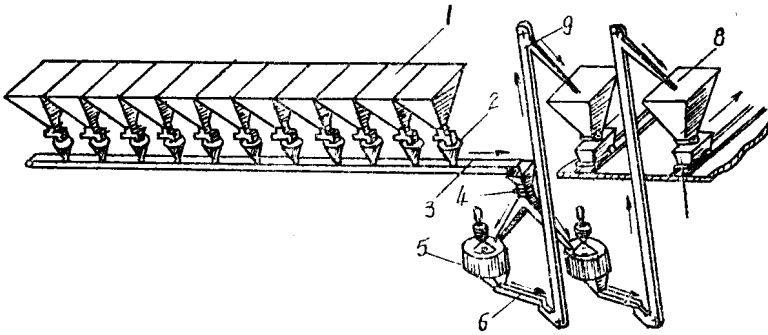


图3 配合料制备的工艺线分批配量与连续配量

在对震动喂料机上述不足之处进行分析的基础上，提出了一种自动计量装置给料的新原理——滚筒式容积给料方式。这种原理在用于粉料（白云石、纯矸、石灰石、芒硝及其它）的转筒式喂料机（图4）和用于轻质粉料（砂、长石）的隔板式喂料机（图5）的结构中得到了应用。

转筒式喂料机的滚筒分为若干扇形格体，各种喂料机的这种扇形格的容积能保证称量加料与卸料所需时间为最短时间。此时，当达到规定的称量示度时，剩余在裂隙里的填加料量不会超过转筒一个段格的容量。为了尽快地使物料充满转筒格体，其中的空气沿着扇形转筒的叶片端部U形槽被挤入料仓的空隙里。称的各种喂料机转筒扇形格的容积选择，应使称加料与卸料的时间相同，或近似于加料的平均时

间。当电机处于电力制动状态时，喂料机可以迅速地停在任何一个位置上，使物料的称量准确。超过一个格体容量的物料卸出现象是不存在的，因为由于电动制动的作用，在滚筒迅速停转后，扇形板会向相反的方向转 $15\sim 20^\circ$ 角，使早已脱离了物料的格体对着卸料孔。这时，计量器的闭止装置便严紧地关闭了。

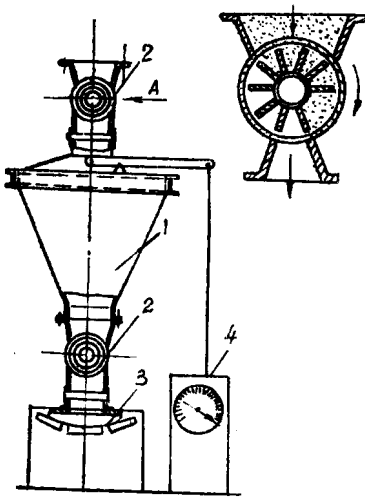


图4 带转筒喂料的计量装置

- 1.称料仓, 2.滚筒式喂料机
3.集中传送带, 4.称端

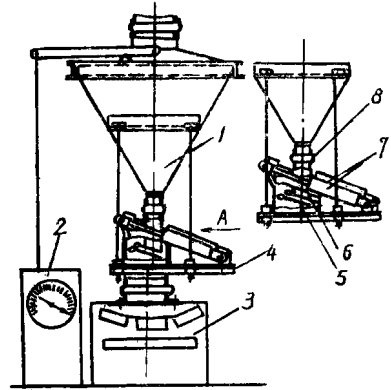


图5 带隔板式喂料机的计量装置

- 1.称料仓, 2.称端, 3.集中传送带
4.隔板式喂料机, 5.粗加料隔板
6.精确加料隔板, 7.气缸, 8.弹性管

为了提高计量精度，每个格体的容积是这样算的，即当将其填满后，物料的重量不应超过称刻度盘上的一个刻度值。为了远程传送计量过程的示数，在称端刻度指示器上装着带有 $\phi-213$ 型伏特指示计的微差变压器传感器，或圆盘式轴码转换器（以苏共二十五大命名的基辅自动化研究所研制）。

在卸料过程中，当指针到达刻度指示器“0”位后，称量停止作业，并自动转换为称的加料。当加到规定的料量时，喂料机停止作业，并且称量计也等候下一个指令，然后，这一过程再反复进行。当转筒式喂料机停转时，其传动通过控制三相可控硅激发器反接的逻辑线路部分而停止，激发器是按照将可控硅整流器以逆并联方式接入电机双相中的线路制成的。

称量装置喂料器的停止线路(图6)为敏感元件(3)，其感应线圈

通过逻辑控制线路部分(2)和放大器(1)接通三相可控硅激发器(4)的输入端, 激发器是按照将可控硅整流器以逆并联方式接入电机双相中的线路制成的。可控硅整流器的控制是通过作业制度 R_1 和制动制度 R_2 中的封闭式继电器的触点实现的。计量器不会在称量机构的杠杆系统中造成“堵塞”现象, 喂料装置的各部件能保证物料通道的密闭性及其除尘。

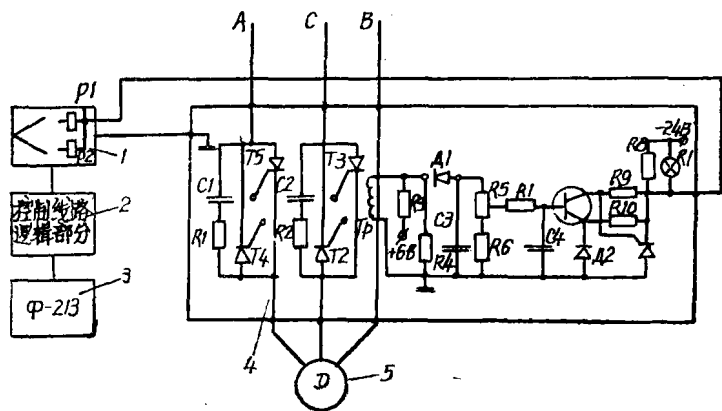


图 6 称量装置喂料器作业图

转筒式计量装置比ДВСТ型震动式称量装置能耗低, 其总功率不超过1.4瓩。称量精度和每台称量装置的生产能力一般是单独计算的。转简单个格体的容积以及转筒旋转频率是根据组分的物理机械性能确定的, 这就有可能在使用各种组分时, 在无结构变化的情况下应用滚筒。与此同时, 滚筒轴的空腔内放有一些金属块, 以便在旋转时经常地使轴和滚筒壁与表层物料分离开, 防止物料粘附在其上。当采用四级标准阀码进行检验时, 计量器的度量衡特性不应超过国家标准ГОСТ 14166-69所规定的值:

计量精度差不应超过标明重锤重量的 $\pm 0.3\%$;

计量器称量机构无负荷时示数的不稳状态不应超过刻度盘刻度的 ± 0.5 ;

当负荷值增长和下降时, 在十个均匀分布的刻度点进行测定的偏差值, 不应超过 ± 1 个刻度;

测定在十个刻度点上, (其中包括在称量范围内)进行加料与卸料时的偏差值的示数差异, 不应超过刻度盘的一个刻度;

称量机构在符合最小与最大称量界线的各点的灵敏度为一个刻度。

必须考虑到一种情况，即在称量混合配合料生产线上加入一种成份时，可以通过提高称在测锤端点上的灵敏度的方法，来提高称量精度。这会使称在称量范围内和称量控制点（“重量为零”、“重量取额定值”）范围以外的示数精确度下降。在这种情况下，称只能检验两个刻度示数，而且用做上述分量测锤的计量器。因此，刻度点“零”和“定额”的称量精确度可提高到0.1~0.15%。勃尔玻璃厂的配分料制备生产线上的称计量器就采用这种工作原理。在用人工调节已选择好组分的测锤和自动调节称端部传感器的整定值时，为了修正上述测锤的误差，天平的几个点上应保持较高的灵敏度，而这种构造的称则不能做到这一点。因此，在这种情况下，整个计量刻度范围内所采用的计量精确度在±0.3%的范围内。

每台计量器的计量周期根据装料和卸料的时间确定，而计量误差则是计量器装料时的误差与卸料时零点的代数和。筒式喂料机的技术特性与各种组分的计量范围相应地列于表4和5。

筒式喂料机的技术特性

表 4

装 料 喂 料 机			卸 料 喂 料 机		
电 机 功 率 (千瓦)	旋 转 频 率 (转/分)		电机功率 (千瓦)	旋 转 频 率 (转/分)	
	电 机	滚 筒		电 机	滚 筒
0.75	940	50	0.75	1370	80
1.1	1430	50	0.75	1370	50
0.75	940	30	0.4	1400	50

玻璃原料计量

表 5

所计量的组分	计量范围 (公斤)	所计量的组分	计量范围 (公斤)
白 云 石	50~500	石 灰 石	10~100
纯 碱	50~500	伟晶花岗岩	30~3000
硫 酸 钠	5~50	砂 子	100~1000

计量的稳定性是在生产线连续工作8小时期间，通过测定每次剂量的误差和10次剂量的平均误差值检验的。

为了计量象砂子这样蚀性高，而且易散落的物料，研制了新型原理结构的计量器（见图5），其工作原理是可调节物料的流动速度。砂子通过两个定径孔散落下来。较大直径的孔能使物料很快地散落下来，并填满称。较小直径的孔与夹紧阀一起用于在判定重量的一端进行精确的计量。该装置不会使物料随意散落超量。

砂子计量器装有按两种制度作业的重力喂料器，用于装料和卸料。这种类型的计量器具有闭锁阀门和散料终止阀门，以及带有闭塞式阀门位置传感器的风动传动装置。计量器按下列方式进行工作。当发生卸载的命令时，闭锁阀门和散料终止阀门的气压传动筒将重力喂料器打开砂子开始快速地散落下来。当指示仪的指针达到“粗加料”的位置时，散料终止阀门关闭，砂子的流速也随之缓慢下来。通过小直径孔时，当达到零度刻度后，闭锁阀门也借助于“精确”传感器关闭。装料喂料装置也按照相同的程序工作。

在计算配合料制备过程的生产能力时，用隔板或滚筒式喂料器给称装料（卸料）的最佳时间可按公式〔6〕确定：

$$t_{r, a, r} = t_r + t_m = \mu \sqrt{\frac{2\overline{H}B}{g}} (n + m)$$

其中 t_r ， t_m 为粗略和精确计量的相应时间，秒；

μ 为用于计算物料的内摩擦和湿度的系数（在1.05~2.5的范围内）；

$\overline{H}$ 为物料流程的平均高度，米；

g 为自由落下的加速度，米/秒²；

n, m 为粗加料和精加料的物料基本份数。

上述类型的计量器工作可靠，精确度高。在玻璃工业中应用极为广泛。

除刻度盘指示计式重量计外，变形式重量计也很有发展前途。这种重量计的惯性极小，在有效荷载作用方向中的变形为一毫米的千分之几，设备尺寸不大，输出信号统一。西德“Atlas-MAK Maschinenbau GmbH”公司的变形式称量计，在称量硅砂量达1500公斤时，

可保证允许偏差在 $\pm 1\%$ 的范围内，近期内所达到的称量精度为 $\pm 0.3 \sim 0.6\%$ 。在可调速带式喂料机基础上的粉料连续式自动称量计，可按重量或速压头对原料消耗进行控制。这种称量计的生产能力，可通过改变速度或喂料器料槽截面积来调节。辊式重量计是信号的基本转换器。当按照速度进行调节时，加料量 M ，速度 V 和输出信号值 G 之间的关系，可用简单的关系式表示：

$$G = KMV,$$

式中： K 为系数

连续式称量计装有各种喂料机：震动式(C-313AN)，螺旋输送机式(C-313LI)，带式(C-864)，转筒式(C-871)。计量装置的生产能力达100吨/时；处于这一生产能力时的偏差值为时间的函数。在连续作业时，一班作业过程中的偏差值为 $\pm 2.0\%$ ，这就决定了例如控制式这类称量计（可消除重复垂准式的重大偏差）的应用范围。一些公司在作业的实践中，出于上述目的，采用了控制称量的总计量称。

用于配合料组分称量的新型设备有利于称上的防震和防超量装置，以及西德“KHD Industvieanlagen”公司的共振喂料机，这种喂料机作业时，噪音比震动喂料机要小得多。

三、玻璃配合料的混合

进行玻璃配合料组分混合的设备可根据结构特点分为BA-71盘式混合机，“艾立赫”式，“格根什特罗姆”螺旋式混合机，C-230A型混凝土混合机，转筒式混合机等等。玻璃工业使用最广泛的是BA-71型盘式和“艾立赫”式混合机。它们的主要缺点是存在“死区域”，在这些区域配合料混合不够均匀。这类混合机的搅拌构件只是在同一个平面上转动，使靠近混合机壁的物料停滞。艾立赫式混合机卸料闸的开关件结构不紧。透过这种设备的缝隙所加入的组分经常漏掉，至使配合料成份波动很大。

在螺旋式混合机内，例如，在“格根什特罗姆”式高生产能力的混合机内，原料组分是分批进行混合的，其容易取决于混合机的燕翅杆的螺距。如果混合配合料内含量不多的原料，这种混合机是不适宜的。

C-230A 型混凝土用混合机是根据改变自由下落物料的倾斜角度的原理进行作业的，该角度通过混合机体旋转而得到改变。这种混合机的缺点是，在混合时微小分散的留分产生集聚作用，并且物料易粘在机体壁上。在混凝土用搅拌机内增设一些混合机械，也只能局部改善混合料的质量，而配合料粘壁的现象无法消除。配合料会加固成为密实的配合料壳。在卸料时，必须将混合机翻转过来，这样就增加了混合周期，并使搅拌机传动复杂化。

在勃尔玻璃厂对“艾立赫”式、“格根什特罗姆”式，C-230A型和C-951型混合机的作业进行了研究，以便比较和鉴定配合料的混合质量。混合质量是根据这些混合机制取的配合料化学成分与规定成分的偏差值鉴定的。将分析的结果与对配合料质量提出的技术要求允许值进行了比较。

人民对各种混合机制备的配合料取样进行了化学分析。工厂实验室所采用的分析方法，是将各部位同时取的配合料样进行均化，这种方法“人为地”消除了混合机作业的不理想偏差。这种均化取样的方法可使式样的均匀性比局部取样有所“改善”，比例式为：

$$\sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n}}$$

式中： $X_i - \bar{X}$ 为试样单个数值的偏差值；

n 为试样的份数。

局部试样的单个偏差值超过配合料均化试样的规定配方偏差值为20~50%。因此，一般取配合料全部量的外观均一作为配合料的实际状况。为了排除混合工序以后的工艺过程中作业的机械对于配合料质量的影响，试样是直接从混合机取出的，分别从配合料的上层中层和下层取料样。每一批配合料里取出达30处的料样。按上述抽样，对每种组分进行了化学分析（不进行均化和四方法测定，表6）。

配合料的局部取样成分的化学分析，表明了混合机内配合料总容积的高均匀度。

在生产过程中，均化料样化学成分与计算成分的偏差值表明着各种组分的配合料的质量，并测定出配合料的均匀性。

配合料组份化学分析

表 6

搅拌机型号	配合料化学成分与规定值的偏差 (%)				
	高于± 1	从± 0.6至± 1.0	± 0.6以下	± 0.3以下	± 0.15以下
C-951	—	5	95	65	30
C-230 A C-230 B	18	21	61	27	10
“艾立赫” “艾立赫II”	10	6	84	58	20

配合料分析的偏差密度与正常分布情况十分相符，而且局部取样分析结果的偏差基本量不超过± 0.6%，而制备好的配合料均化料样分析结果偏差值在90%以上的情况下，不超过± 0.3%（按一般方法取料样）。这说明了，在同一作业条件下，混合机可稳定地保证混合质量和制取成分均一的配合料。

图 7 中示出在 C-951型混合机中制备的配合料化学分析偏差值的正常分布曲线和频率分布图。分类中心略移向负偏差值一端。这表职着工艺过程的调节和包括在配合料制备线中的机械与设备在给定周期内的相互关系。

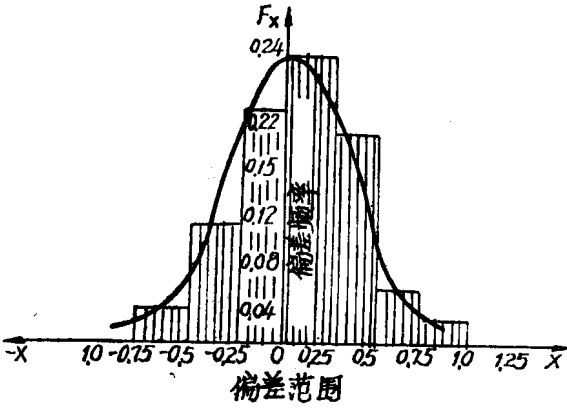


图 7 在 C-951型混合机中制备的配合料化学成分结果偏差分布

测定工艺过程的最佳参数，在这一情况下弄清工艺允许的配合料成分与为选择的混合机而定的成分的差值范围，使建立配合料制备质量的技术可能达到的公差值有了根据。借助相应指数，建立了各种类型混合机配合料化学成分实际偏差的关系。这一指数可按下列公式求出：

$$\tau = \frac{T_B + T_H + i}{2t\delta}$$

式中：T_B、T_H为上、下技术公差；
t δ为有作用程度，与概率φ_(T)相符；
i 为分析精度。

当数值 $\sigma = 1$ 时，计算出配合料组分在选择范围内出现偏差的概率 $\Phi(t)$ 。已确定出，对所研究的几种混合机来说，在偏差选择区间范内制取品质相同的配合料的概率各不相同(表 7)

混合机的技术特性

表 7

混合机型号	平 均 偏差值 (a)	二次平均 偏差值 (δ)	偏 差 范 围 (%)					
			±1.0		±0.6		±0.3	
			有作用 程度	概 率	有作用 程度	概 率	有作用 程度	概 率
C-951	-0.15	0.27	4.25	0.999	2.17	0.994	1.66	0.9030
C-230A	0.2	0.7	1.64	0.899	1.07	0.7154	0.64	0.4118
“格根什 特罗姆”	0.18	2.12	0.54	0.4108	0.35	0.2737	0.21	0.1663
“艾立赫”	0.11	1.09	1.05	0.7063	0.68	0.5035	0.41	0.3181

由于采用C-951 型混合机制备的配合料的化学分析结果偏差属于正常规律，因此在99.7%的情况下，化学成分与平均值的偏差不超过 $\pm 3\delta(a - 3\delta \text{至} a + 3\delta)$ ；在这种情况下，与规定成分的偏差不会超过 $\pm 0.3\%$ 。

一批配合料(2000公斤)在C-951 型混合机中混合的最佳时间为4分钟(图 8)。

在混合机作业情况研究的基础上，对C-951 型混合机进行了现代化改造，以便改善玻璃配合料质量和提高工艺过程的可靠性。经过现代化改造的混合机的主要技术特性见《玻璃与陶瓷》1973年第5期。曾对活化混合的主要机械进行了改造：搅拌器，主传动装置，混合机盘内的刮刀装置(图 9)。在进行现代化改造中考虑到了所混合物料的性能。混合机容积加大，以提高其生产

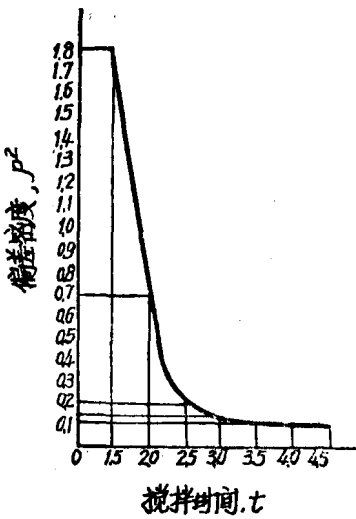


图 8 C951型搅拌机内配合料的混合曲线图

能力，增设了叶片并加长了搅拌器，在考虑到搅拌温度为 $4 \sim 5\%$ 的配合料时，选择了混合叶片的合理冲击角度。与其类型的混合机不同，C-951型混合机作业时是在机盘的环状范围内，依靠楼耙和混合叶片作圆形旋转，同时，这些叶片又相对混合机环形盘内壁自转，来搅拌混合物。因为混合机搅拌范围内消除了中心部位，因而消除了“死区域”，在这种区域内，配合料的混合均匀程度不如远离中心的料层。盘式BA-71型和“艾立赫”式混合机则具有这种缺点（存在“死区域”。将机盘底部的弓形闸打开时，配合料则卸出。

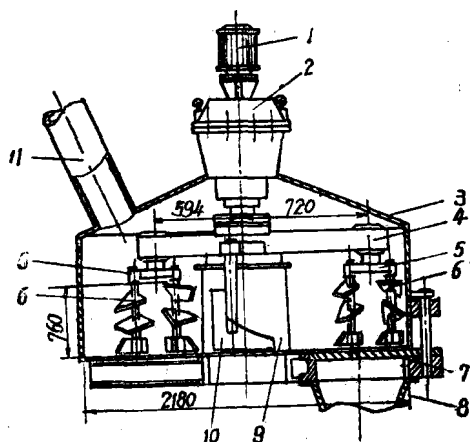


图9 经过现代化改造的制备配合料用搅拌机

- 1.电机；2.减速机；3.壳体；4.横臂；
- 5.旋转架；6.搅拌器；7.卸料闸；
- 8.出料装置；9.内套筒；10.外叶片；
- 11.加料装置

主传动装置保证横臂的旋转，在横臂上固定有两对搅拌器，两个清理叶片（在机盘表面）和楼耙叶片（靠近内套筒）。横臂与搅拌器架垂直安置。传动装置支承在混合机盘刚性支承底板上，底板被板状金属制成的圆柱形内套筒保护着。搅拌器架相对垂直轴进行转动，频率为20转/分。混合机的主传动装置的减速机为行星式（ $i=73.4$ ）。减速机轴上的允许轴向力为2400公斤力。搅拌器靠每对搅拌器的独立小齿轮行星传动装置传动，行星传动装置安在横臂体内，并且封闭很好。主传动和搅拌器传动装置的油槽可保证机械长期，可靠地作业。传动装置作业期为2万小时。

搅拌器轴线与混合机中轴线为偏心相对布置。一对搅拌器设置得靠近盘体内表面，另一对靠近中心。这样，便可以保证混合叶片对搅拌面积的充分复盖和在搅拌机盘环形容积的各区内适成活性的搅拌区域。横臂与搅拌器的旋转方向相同。每对搅拌器的旋转速度分别为52.3和68转/分。因此，物料运动颗粒的加速度不断得到改善，从而对搅拌速度起到良好作用。