**具体实施方式**

一种用含钾硫酸镁亚型卤水制备硫酸钾镁肥的方法，其包括以下步骤：

①将含钾硫酸镁亚型卤水注入氯化钠阶段盐田中自然滩晒成符合钾混盐阶 段盐田的卤水注入标准的氯化钠阶段盐田卤水后，将氯化钠阶段盐田卤水注入 钾混盐阶段盐田中自然滩晒成符合钾混盐阶段盐田的卤水排出标准的钾混盐阶 段盐田卤水后，将钾混盐阶段盐田卤水注入老卤阶段盐田；

钾混盐阶段盐田中晒出的结晶析出物即为钾混盐，该钾混盐中硫酸根离子 与钾离子的重量百分数之比应控制在2.45～3.0的范围内；

钾混盐阶段盐田的卤水注入标准是以氯化钠阶段盐田卤水中镁离子的耶内 克指数为标准的，其具体数值应根据晒出的钾混盐中硫酸根离子与钾离子的重 量百分数之比来确定；

钾混盐阶段盐田的卤水排出标准是以钾混盐阶段盐田卤水中钾离子的重量 百分数为标准的，其数值应小于等于0.3％；

因为含钾硫酸镁亚型卤水是泛指一种类型的卤水，从不同矿源中采出的含 钾硫酸镁亚型卤水的具体组成不尽相同，所以本发明所述方法中的钾混盐阶段 盐田的卤水注入标准，即氯化钠阶段盐田卤水中镁离子的耶内克指数必须针对 所用具体的含钾硫酸镁亚型卤水进行调整，其调整的依据就是不论是何种具体 的含钾硫酸镁亚型卤水，用其晒出的钾混盐中硫酸根离子与钾离子的重量百分 数之比应控制在2.45～3.0的范围内；也就是说不论是何种具体的含钾硫酸镁 亚型卤水，只要依本发明所述方法用其晒出的钾混盐中硫酸根离子与钾离子的 重量百分数之比落在2.45～3.0的范围内，其就可以做为本发明所述方法后续 步骤的原料；

上述过程中的钾混盐阶段盐田的卤水注入标准，即氯化钠阶段盐田卤水中 镁离子的耶内克指数可以通过下述方法获得：首先将含钾硫酸镁亚型卤水注入 试验盐田，做试验盐田蒸发模拟小试；当含钾硫酸镁亚型卤水在氯化钠阶段盐 田中经过氯化钠段析盐后，取含钾硫酸镁亚型卤水的液相系统点和该含钾硫酸 镁亚型卤水自然滩晒至钾石盐开始析出时的液相系统点的镁离子的耶内克指数 的中间值为预定的钾混盐阶段盐田的卤水注入标准；含钾硫酸镁亚型卤水的液 相系统点和该含钾硫酸镁亚型卤水自然滩晒至钾石盐开始析出时的液相系统点可以在图2所示的25℃ Na+、K+、Mg2+‖Cl-、SO42--H2O五元体系介稳相 图之上通过作图求得；

将上步所得氯化钠阶段盐田卤水注入钾混盐阶段盐田中自然滩晒成符合钾 混盐阶段盐田的卤水排出标准的钾混盐阶段盐田卤水后，将钾混盐阶段盐田卤 水注入老卤阶段盐田；

经对钾混盐阶段盐田中结晶析出的钾混盐进行化学分析之后，若其中的硫 酸根离子与钾离子的重量百分数之比落在2.45～3.0的范围中时，则表明前面 预定的钾混盐阶段盐田的卤水注入标准，即预定的氯化钠阶段盐田卤水中镁离 子的耶内克指数是合适的；若钾混盐中的硫酸根离子与钾离子的重量百分数之 比大于3.0，则表明前面预定的钾混盐阶段盐田的卤水注入标准，即预定的氯 化钠阶段盐田卤水中镁离子的耶内克指数过小，需要将其调大；若钾混盐中的 硫酸根离子与钾离子的重量百分数之比小于2.45，则表明前面预定的钾混盐阶 段盐田的卤水注入标准，即预定的氯化钠阶段盐田卤水中镁离子的耶内克指数 过大，需要将其调小；经过反复数次这样的小试，就可以针对具体的含钾硫酸 镁亚型卤水得到精准的钾混盐阶段盐田的卤水注入标准。

本发明实施例中的钾混盐阶段盐田的卤水注入标准，即氯化钠阶段盐田卤 水中镁离子的耶内克指数就是通过上述方法获得的。

上述钾混盐为含钾混合复盐；因为本发明步骤①的主要目的是在钾混盐阶 段盐田中获得做为后续步骤原料的钾混盐；而氯化钠阶段盐田和老卤阶段盐田 中的结晶析出物可以做什么用与本发明的目的无关，所以本发明对其没有进行 具体的限定和描述。

下面我们以本发明实施例中所用的一种具体的含钾硫酸镁亚型卤水的化学 分析数据米论述本发明所述含钾硫酸镁亚型卤水的析盐过程；本发明实施例中 所用的含钾硫酸镁亚型卤水的成分见表2：

表2：本发明实施例中所用的含钾硫酸镁亚型卤水的成分

 经计算，表2所述含钾硫酸镁亚型卤水的耶内克指数为钾离子K+3.78，镁 离子Mg2+59.37；

如图2所示，其液相系统点位于25℃ Na+、K+、Mg2+‖Cl-、SO42--H2O 五元体系介稳相图的泻利盐区域中K点附近；    这表明该含钾硫酸镁亚型卤水在随着自然蒸发而析盐的过程中，将先析出 氯化钠固相，液相系统点固定于K点，液相仅仅析出单一的氯化钠盐，此阶段 的析盐过程我们称之为氯化钠段；

然后在泻利盐饱和后析出泻利盐固相，含钾硫酸镁亚型卤水在蒸发过程 中，其液相系统点将按以下所述的方向移动，先沿泻利盐固相点A相背的方 向，沿AK方向向上漂移，至钾石盐与泻利盐的共饱线CD线，与CD交于B 点，液相开始同时析出氯化钠、钾石盐与泻利盐固相，液相在从K到B阶段同 时析出氯化钠与泻利盐，此阶段的析盐过程我们称之为泻利盐段；

然后液相系统点开始沿BD线向D点漂移，至D点后，开始析出光卤石固 相，停止析出钾石盐，液相在从B到D阶段同时析出氯化钠与泻利盐和钾石 盐，此阶段的析盐过程我们称之为钾石盐段；

然后液相系统点开始沿DE线向E点漂移，液相开始同时析出氯化钠、泻 利盐和光卤石；至E点之后，液相的水氯镁石达到饱和，开始析出水氯镁石， 液相在从D到E阶段同时析出氯化钠与泻利盐和光卤石，此阶段的析盐过程我 们称之为光卤石段；

E点之后，液相开始析出水氯镁石，液相进入老卤区，同时析出氯化钠、 水氯镁石、光卤石和泻利盐；此阶段的析盐过程我们称之为老卤段。

现有技术中的钾混盐与本发明中的钾混盐虽然相近，但并不完全一样，现 有技术中的钾混盐是取自钾石盐段析盐阶段所析出的盐为钾混盐，而本发明中 的钾混盐不但包括了全部钾石盐段析盐阶段析出的盐，而且还包括了其前段的 析盐阶段和其后段的全部光卤石段析盐阶段析出的盐；用现有技术的盐田工艺 所生产出的钾混盐的矿物成份中仅有钾石盐、泻利盐和氯化钠；而用本发明盐 田工艺所生产出的钾混盐中不但含有钾石盐KCl、泻利盐MgSO4·6H2O和氯化 钠，而且还含有光卤石KCl·MgCl2·6H2O；本发明的盐田工艺由于将上述三个析 盐阶段的析盐过程合在了同一个盐田之中，所以其盐田工艺要简单得多，其仅 有氯化钠阶段盐田、钾混盐阶段盐田和老卤阶段盐田三种析盐盐田，而非现有 技术的盐田工艺那样有五种析盐盐田；

②当钾混盐阶段盐田中的钾混盐晒好之后，先将钾混盐阶段盐田中符合钾 混盐阶段盐田的卤水排出标准的钾混盐阶段盐田卤水注入老卤阶段盐田，再将 氯化钠阶段盐田中符合钾混盐阶段盐田的卤水注入标准的氯化钠阶段盐田卤水 注入钾混盐阶段盐田，然后用泵将钾混盐阶段盐田中由钾混盐和钾混盐阶段盐 田卤水组成的钾混盐矿浆采出；

所谓晒好是指钾混盐阶段盐田中结晶析出的钾混盐的数量足够进行采矿 用；本步就是通过水采法进行采矿的，现在常用的水采设备是带有泵和输送管道的水采采盐船；水采必须在钾混盐阶段盐田中的钾混盐阶段盐田卤水自然滩 晒成符合钾混盐阶段盐田的卤水排出标准的钾混盐阶段盐田卤水之前进行。

③通过浓缩或稀释的方式将上步所得钾混盐矿浆的浓度调整到小于等于20 ％；浓缩时，浓缩分离出来的钾混盐阶段盐田卤水回送到钾混盐阶段盐田之 中；稀释时，用浮选后的钾混盐阶段盐田卤水进行稀释；

上述浓缩过程可以是使用浓密机、离心式脱水机、过滤式脱水机等设备来 进行的，其目的是将钾混盐矿浆中多余的钾混盐阶段盐田卤水从钾混盐矿浆中 分离出来；之所以需要将钾混盐矿浆的浓度调整到小于等于20％，是因为下一 步浮选时，对浮选料浆的入选浓度的要求如此；

本发明所述工艺系统刚启动时，在没有返回的浮选后的钾混盐阶段盐田卤 水的情况下，可以使用淡水或微咸水对钾混盐矿浆进行稀释；

 ④将上步调整好浓度的钾混盐矿浆与浮选药剂充分混匀制成浮选料浆进行 浮选，浮选出的底部矿浆为精矿，要求精矿中的固体部分进行镜像检测时，其 中氯化钠的含量小于等于5％；浮选出的泡沫为弃矿；底部矿浆经固液分离后 得浮选后的钾混盐和浮选后的钾混盐阶段盐田卤水；浮选后的钾混盐阶段盐田 卤水部分回送步骤③作稀释用，多余的浮选后的钾混盐阶段盐田卤水回送到钾 混盐阶段盐田之中；

浮选的目的是用于除去氯化钠；浮选时，氯化钠随泡沫上升被选出，而钾 混盐中其余的矿物成分则随底部矿浆被选出；

试验证明加入浮选药剂后，虽然浮选料浆的浓度会有所变化，也就是浮选 料浆的入选浓度会有所变化，但是这种因加入浮选药剂而造成的浮选料浆的浓 度的变化对浮选效果产生的影响可以忽略不计；

⑤按浮选后的钾混盐∶淡水或微咸水＝1∶0.3～0.6的重量比，将淡水或微 咸水及全部的洗涤母液加入步骤④所得浮选后的钾混盐中，制成转化料浆后， 在10～27℃和搅拌的条件下，使转化料浆进行转化反应；当转化料浆中的固体 部分进行镜像检测时，其中的软钾镁矾的含量大于等于98％时，转化反应结 束；

转化反应中加淡水或微咸水的目的是为了增加转化反应的反应动力，其是 转化反应进行的必备条件，淡水或微咸水加入量的大小需要根据返回的洗涤母 液的多少来调节；在本发明所述工艺系统刚启动时，没有返回的洗涤母液或返 回的洗涤母液不足的情况下，则需要将淡水或微咸水的加入量调大；当本发明 所述工艺系统稳定运行后，返回的洗涤母液充足时，则可以将淡水或微咸水的 加入量调小；

转化反应过程的化学反应方程式如图3所示；    ⑥将上步所得完成转化反应的转化料浆进行固液分离，得到湿软钾镁矾和 转化母液，转化母液全部回送钾混盐阶段盐田之中；

⑦用淡水或微咸水对步骤⑥所得湿软钾镁矾进行洗涤，直至湿软钾镁矾中 的氯根含量的重量百分数小于1.3％后，固液分离得洗涤后的湿软钾镁矾和洗 涤母液；洗涤母液全部回送步骤⑤中使用；

洗涤的目的是减少湿软钾镁矾中的氯根含量；洗涤可以采用在浆洗涤或淋 洗洗涤的方式；

⑧将步骤⑦所得洗涤后的湿软钾镁矾干燥至其中游离水含量的重量百分数 小于1％后，即得硫酸钾镁肥成品。

本发明所述方法步骤④中的浮选药剂可以为青钾2号，其使用量为80～ 150克/吨钾混盐。

青钾2号为浮选药剂的商品名称，其生产厂家为青海盐湖集团公司浮选药 剂厂；青钾2号的主要成份据推测应为十二烷基吗啉，因为在其商品标签之上 没有提供任何的组分信息；

因为本发明所述方法的发明点在于整个工艺过程的选择，而不是浮选药剂 的选择，所以本发明在此只提供一种具体的浮选药剂；当然，本发明所述方法 步骤④中的浮选药剂也可以是其它适用的对氯化钠有捕收作用的浮选药剂。

本发明所述方法中的微咸水是指其中无机盐及不溶物含量之和不大于10 克/升的水。

硫酸钾镁肥的质量标准见表3；

表3：硫酸钾镁肥的质量标准

 

本发明所述方法的实施例详见表4，实施例中所用的含钾硫酸镁亚型卤水 的成分如表2所示

  