[19]中华人民共和国专利局

[11] 公开号 CN 1128678A

# [12] 发明专利申请公开说明书

[21]申请号 95119823.8

[51]Int.Cl[6]

B01D 53/047

[43]公开日 1996 年 8 月 14 日

[22]申请日 95.12.22

[30]优先权

[32]94.12.27[33]US[31]363795

[71]申请人 普拉塞尔技术有限公司

地址 美国康涅狄格州

[72]发明人 J·J·诺沃比尔斯基 C·F·戈茨曼 F·诺塔罗

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

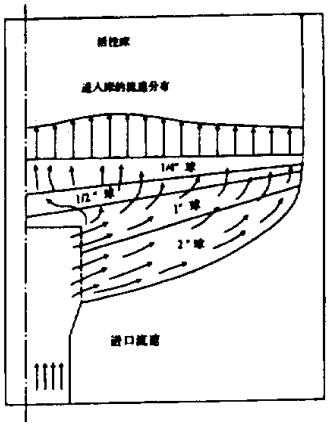
代理人 魏金玺 田舍人

权利要求书 3 页 说明书 12 页 附图页数 6 页

[54]发明名称 改良的吸附气流分布

[57]摘要

在吸附器的前部区域使用了非均匀的分级球体吸附床载体以使气体均匀流动到吸附床上。为引导气体朝吸附器前部的边缘部流动以促进气流均匀流动到吸附床上，进口气体分布器的开口面积也是不同的。



# 权 利 要 求 书

1. 从含较易吸附组分和较难吸附组分的原料气体混合物中分离较易吸附组分的吸附系统，具有至少一台吸附器，它包含能选择性吸附所述原料气体混合物中的较易吸附组分的吸附材料床，承载所述吸附床的位于吸附器前部的分级球体床载体，将原料气体混合物通入位于所述吸附器前部的进口气室进而导入到所述分级球体床载体的导管装置，本发明的改进之处包括非均匀分级球体载床载体，其中位于所述床载体下部并和进口气室进行流体流通的最大尺寸的惰性球以一个球体载体层的方式布置，其上表面从吸附器前部的中心向上向外延伸到其外缘从而产生到吸附器前部外缘的低阻力气体流动通道，依此来自进口气室的原料气体混合物流被导过吸附器前部以提供所述原料气体混合物至吸附床的均匀气流。

2. 权利要求1的吸附系统，其中所述非均匀分级球体床载体包括多层，每一层的球体尺寸均比顺序与其相邻的下层要小。

3. 权利要求2的吸附系统，其中在底层上面的中间层是这样布置的：其上表面从吸附器前部中心向上向外延伸到其外缘，所述的中间层慢慢变薄，每个这种层在吸附器前部的边缘的厚度均比其在中心的为薄，从而进一步便于流过吸附器气流的均匀流动。

4. 权利要求3的收附系统，其中最小尺寸球体的上层慢慢变薄，从而所述上层在吸附器前部边缘的厚度薄于其在中心的厚度。

5. 权利要求2的吸附器，其中位于在床载体底部的最大尺寸球体和在床载体顶部的最小尺寸球体之间的中等尺寸球体层在吸附器前部边缘的厚度薄于在该前部中心部分的厚度。

6. 权利要求1的吸附系统，其中进口气室具有通到分级球体床载体的非均匀分布口，进口气室的底部与至少一部分具有比其上部更大

开口面积的具有最大球体尺寸的底部球层流体流通，从而进一步便于引导原料气体混合物流过在床载体区下部的最大尺寸球进入吸附器前部的边缘部分。

7.权利要求6的吸附系统，其中所述的进口气室具有便于气体流到吸附器前部中心部分的多孔顶板。

8.权利要求6的吸附系统，其中所述进口气室包括球冠气室。

9.权利要求8的吸附系统，其中朝吸附器前部的边缘延伸的球冠气室的靠外部分具有比在吸附器前部中心的所述球冠气室的中心部分更大的开口面积。

10.权利要求9的吸附系统，其中所述球冠气室的靠外部分和包括分级球体床体的底部的最大尺寸球体流体流通。

11.权利要求6的吸附系统，其中所述进口气室包括在其圆筒壁部分具有开口的圆筒气室。

12.权利要求11的吸附系统，其中所述圆筒气室的下部具有比其上部分更大的开口面积，圆筒气室的下部与在所述分级球体床载体底部中的至少最大尺寸球体流体流通。

13.权利要求2的吸附系统，其中所述的分级球体床载体包括2″、1″、1／2″和1／4″球的球层。

14.权利要求4的吸附系统，其中所述分级球体床载体包括2″、1″、1／2″和1／4″球的球层。

15.至少具有一个处理器的处理系统，处理器包含与原料气体混合物接触的固体材料床，位于处理器前部的承载固体材料床的分级球体床载体，和将原料气体混合物通入位于所述处理器前部的进口气室进而导入到所述分级球体床载体的导管装置，本发明的改进之处包括非均匀分级球体床载体，其中位于所述床载体下部并和进口气室流体流通的最大尺寸的惰性球以一个球体载体层的方式布置，其上表面从

处理器前部的中心向上向外延伸到其外缘从而产生到处理器前部外缘的低阻力气体流动通道，依此来自进口气室的原料气体混合物流被导过处理器前部以提供所述原料气体混合物至固体材料床的均匀气流。

16. 权利要求15的处理系统，其中所述非均匀分级球体床载体包括多层，每一层和球体尺寸均比顺序与其相邻的下层的球尺寸小。

17. 权利要求16的处理系统，其中在底层上面的中间层是这样布置的：其上表面从处理器前部中心向上向外延伸到其外缘，所述的中间层慢慢变薄，每个这种层在处理器前部的边缘的厚度均比其在中心的为薄，从而进一步便于流过处理器气体的均匀流动。

18. 权利要求15的处理系统，其中所述进口气室具有通到分级球体床载体的非均匀分布口，进口气室的底部与至少一部分具有比其上部更大开口面积的具有最大球尺寸的底部球层流体流通，从而进一步便于引导原料气体混合物流过在床载体区下部的最大尺寸球体进入处理器前部的边缘部分。

19. 权利要求18的吸附系统，其中所述进口气室包括球冠气室，其朝吸附器前部的边缘延伸的靠外部分具有比在吸附器前部中心的所述球冠气室的中心部分更大的开口面积。

20. 权利要求15的处理器，其中所述的固体材料包括催化剂材料。

# 说　明　书

## 改良的吸附气流分布

本发明涉及压力摇摆式吸附( pressure swing adsorption) 气体分离操作。更具体地说，本发明涉及压力摇摆式吸附器的改良的流动分布系统。

吸附法已广泛地在气体分离和纯化中使用。近年来，已发展了压力摇挥式吸附( PSA) 系统用于增强的气体分离操作中，特别是用于从空气中制备氧气和氮气的工业生产中。在PSA系统的操作中，使用了吸附－解吸－再加压处理顺序，在上吸附压力下的空气或其它原料气体混合物通入到吸附系统中使空气或其它原料气体混合物的较易吸附组合被一个或多个吸附床选择性地吸附，而较难吸附组分别通过所述床。然后所述床被减压至较低的解吸压力而使较易吸附组分从所述吸附床中解吸，然后将所述床再加压至上吸附压力使循环操作持续进行。

为充分利用所用的吸附材料，PSA系统要求贯穿于整个PSA处理循环中气体流过吸附床的流动要均匀。此外，在PSA器进品和出口区具有大空隙体积和大的压降对PSA系统的操作性能有负面影响，在实际的工业生产中需要减低。关于这点，本领域技术人员知道在PSA系统，例如在真空压力摇摆或吸附( VPSA) 系统中吸附床载体和流动分布系统是很贵的，如果吸附床的直经扩大，花费就变得越多。一般的床载体系统如果不正确安装，很容易造成吸附剂泄漏。修理床载体系统的泄漏既费钱又费时。使用床支承板和与其相连的流动分布系统以及支肋的普通的床设计和流动分布系统易于引起局部非均匀化的气体流动，从而对气分离效果产生不利影响。

在PSA器中为达到均匀流动，目前工业生产中一般采用了四种方法。一种方法描述于1961年5月1日D. R. Richardson的“How to Design Fluid-Flow Distributors”，Chemical Engineering之中，它以横过吸附床置一块多孔板或筛网的形式来加上一压降。这种方法对PSA系统来说至少是需要的，因为PSA器大并且其进口和管中的速度比较高，从而在床两头需要高压降以便获得良好的气体流动分布。然而这种压降增加了PSA系统的能量需求，这使得这种PSA系统特别是VPSA系统在满足工业操作的需要方面缺乏竞争力。

第二种方法包括放置在离开系统的气体进口管1至3管径距离处的导向板。该板引导主进口气流并使其扩散到PSA器的前部区域而不是直接冲至吸附床上。这使得吸附床两端间的压降处于低水平但流动分布比较差，因为在PSA器前部区域出现的涡流本身又冲出到床上。

第三种方法涉及横过PSA器的整个前部区域放置一与吸附床平行的流动分布板。这种流动分布板含有不同开口面积的多孔部分，使气体基本上均匀地流到吸附床上。该方法的进一步描述参见1994年3月29日发布的Nowobilski的美国专利5,298,226。这个第三种方法和先前的二种方法一样，在实践中使用了支肋以在径向和环向加强多孔板。这种支肋由于其固有的气流通道而产生了高且不平衡的气流区。

所尝试的第四种获取均匀气流的方法是通过使用按逐步降低尺寸方式建造以支持PSA器的吸附材料床的分级球体或圆柱体来完成流动分布和床载承两项功能。不到床直径大的小篮或盘构成PSA器的进口气室。例如，如果床吸附材料直径约为1／16″，床载体将配以多层3″深的如在Norton. Denstone Inert Catalyst Bed Support Catalog No. 410027／992中所示的1／8″、1／4″、1／2″、3／4″、1″和2″直径的陶瓷球。所选的床载体的尺寸使得其较小颗粒不会落到相邻下层较大颗粒的空隙中。该方法所遇的困难是除了增加床载体区域外没有

控制吸附床的流动分布的方法。这反过来导致了更多的载体材料消耗、进口端更大的空隙体积和更高的压降。

本发明的一个目标是提供能达到气体均匀流动到吸附床的改良的吸附器前部区。

本发明的另一个目标是提供能在吸附床上获得均匀气流并且空隙体积和压降均得到降低的改良的PSA器。

考虑到这些目标及其它目标，本发明将在下文中详细描述，其新颖特征将在所附的权利要求书中特别指出。

通过在所述吸附器使用具有不同开口面积的多孔进口气体分布器和以不均匀层安置的分级球体床载体可以使气体均匀流动到垂直圆柱形吸附器的吸附床上。通过利用多孔分布器的合适的开口面积和适当的非均匀分级球体分布，在吸附床的进口处可获得非常均匀的气体流动。

下面将参照附图来进一步描述本发明的情况，其中：

图1是本发明的非均匀分级球体床载体和进口气体分布器设置的示意图；

图2是一个常规方法所用的分级的均匀床载体相应实施例的示意图；

图3是提供吸附床所需的非均匀分级球体床载体的本发明的另一实施例示意图；

图4是具有大进口气室和无孔或多孔顶板的本发明的非均匀分级球体床载体的示意图；

图5是包含具有二个不同多孔区的球冠气室的本发明一实施例的示意图。

图6是包含具不同开口面积的侧壁的圆筒形气室的本发明一实施例的示意图。

在优选的实施方案中，达到本发明的目标是通过使用具不同开口面积的多孔进口气体分布器和位于进口气体分布器上用于补偿由多孔进口气体分布器和到达吸附床的不同通道长度产生的非均匀气流的非均匀层形式的分级球体床载体。通过这些特点的结合，在所述吸附床的进口处可获得非常均匀的气流。

本发明消除了对昂贵的多孔板主床载体和会产生非均匀气流的其支肋的需要。它也消除了对流动分布档板及其支肋的需要。这降低了床区中的空隙体积和吸附系统的总花费，提供了比各种板式床载设计更均匀的流动。

因此在其优选的实施方案中本发明的实质归结于使用了在其表面上具有不同开口区的进口气体分布器从而起动了朝所需方向的气体流动，也归结于使用了非均匀分级球体床载体从而在吸附床的进口处使气体从流动气体分布器基本均匀地流动到顶上的吸附床上。所述非均匀分级球体床载体是这种安置的：其中所用的惰性球体的非均匀层从所述多孔气体分布器即进口气室扩展而达到该吸附器直径的至少70％。在本发明的优选的实施方案中，所述球体的非均匀层扩展到所述的吸附器直径的至少85％。

所设计的进口气室的高度延伸到所述吸附器前部区域深度的20％至100％。最好，它应该扩展到所述的吸附器前部区域深度的30％至70％。气体分布器或进口气室的直径一般是所述吸附器直径的10％至80％。最好，进口气室直径是所述吸附器直径的30％至60％。

正如上面所述，通过按需要选择多孔气体分布器或进口气室的开口面积非均匀分级球体床载体的组合，就可在所述吸附床的进口处获得非常均匀的流动分布。本发明实践中的压降和空隙体积通过进口气室大小的调整而降低。在实际工业生产中，这种可变性提供了进入吸附床的更均匀的气体速度分布并使吸附器前部的空隙体积和越过吸附

器前部的压降达到最佳点。这就避免了象使用常规的分级球体床载体时那样为获得更均匀的流动而需要增大所述床的载体区。

在常规的使用分级球体床载体的吸附系统中，吸附器一般包含由充置于吸附器进口前部区域的陶瓷球分级床承载的吸附材料床。例如，所述陶瓷球可按上面所描述的那样分布，2′球层置于吸附器前部区域的底部，再依次为1′球、1／2′球、1／4′球和1／8′球的均匀层，一直延伸到所述前部区域的顶部以承载住吸附颗粒，即一般为1／16′占吸附器至要部分的颗粒。一流体进口导管延伸到所述吸附器前部区域底部，和向上伸到例如2′球层的底部高度的进口气室流通。分级球体床载系统的整个经济情况取产决于种种可变因素，诸如在吸附过程中制备的所需产品气体的费用，所需能量、所用的吸附材料和吸附器构造。这些因素的相对值和影响效果随所用的气体分离纯化方法和进行这种方法的地点的不同而不同。

在分级球体床载体系统的操作中，原料气流以较高速度通过一小进口管并通到进口气室中。进口气室有三个功能，第一个功能是保持其前部区域的惰性陶瓷球处于进口管之外，并作为直接在其上方的床的结构承载体。进口气室的第二个功能是降低进入诸如沸石分子筛、活性炭或氧化铝等吸附材料床时气流的速度。这本身反过来也降低了在吸附器进口区即吸附器前部区域的压降。例如，如果90磅／英寸$^2$（绝对压）50°F的气体以40英尺／秒的速度通过直径为2.5英尺的进口管并直接冲到最大的2′直径的球上，具有每英寸床深度2磅／英寸$^2$的压降地方将位于最接近所述进口管的区域。10倍于管面积的进口气室，即4英尺直径×3英尺高的进口气室使得其压降只为0.02磅／英寸$^2$／英寸。这样将使得耗能大为降低。然而，其具有空隙体积方面的问题，因为另外占约60%空隙的气室没有充满球体而增加了20平方英尺的额外的空隙体积。

进口气室的第三个功能是引导进气气流按所需方向流动。在本发明的实践中通过改变进口气室的开口面积来控制二方面的影响。第一方面影响是流动流体的动力压头。这导致了在直接位于进口管上方的气体分布器或进口气室的区域具较高的压力。这种较高的压力会导致通过所述床中心区的气流大于外区。这种不利影响可通过相对于边缘区来说减少进口气室中心区的开口面积来降低。在所述实施例中，动力压头约为0.1磅／平方英寸，通过减少进口气室中心区的开口面积可将其影响控制到只有1%。所遇到的第二方面影响是由于进口气室和吸附床的几何形状引起的。进口气室顶部可能只有吸附床面积的大约5%至10%。例如，床直径10英尺而进口气室顶部面积12.7平方英尺时，只达到6%的面积比。因此大部分气流必须经过进口气室壁流出并达到吸附器的边区。在圆柱形进口气室中，气流将经气室圆筒壁流出。所述壁上的开口面积保持尽可能大，与进口气室的结构负荷相一致。这种壁上开口面积一般占整个壁面积的50%的左右。

气流离开进口气室后进入在吸附器前部区域的分级球体床载体中。分级球体的主要功能是承载于合理压降下的吸附床。正如上面所指出的，这在本领域中是通过在吸附器前部放置多层不同大小的惰性球体来完成的，每种球的大小一般是其上层球直径的两倍。这样，如果分子筛、炭、氧化铝或其它吸附材料的直径是约1／16″，那末直接在其下方的惰性陶瓷球层的球径必须约为1／8″，层厚一般约3″。在1／8″层下面为3″厚的1／4″球层，接着是4″厚的1／2″球层，底层为5″厚的3／4″球层。在常规实践中，板式床载体一般用在前部区域，即在这种均匀的分级球体床载体下方。在这种均匀的分级球体床载体中所用球径的增大并不会使较小直径的球体掉入与其相邻下层较大颗粒中的空隙区中。理论上对于最佳堆积的球来说，空隙区的直径约为较大球直径的1／5。实际上，对于非均匀陶瓷球的非均匀堆积来说，所用

的直径比是1／2。较大直径比会增多附加层数并增加花费和越过吸附器前部区域的压降。球层的厚度一般至少应该有3球直径厚。另一种方法是，例如，使用8′厚层的1′球，然后用2′球填满吸附器前部区域的其它部分。所述的进口气室一般是一个小的Johnson筛，约12′直径17′高。通过使用小的进口气室可减少空隙体积，但是由于小的进口气室和常规实践的均匀分级球体床载体的原因，在吸附床底部一侧的速度分布被发现处于差的水平。

在本发明的实践中，通过使用球载体的不均匀布置而使分级球体床载体获得了改良的气流分布。这种非均匀床载体利用通过不同大小球体在压降上的变化而按需要迫使或引导气体流动到吸附器的外区。一个本发明的目标实施例说明于附图的图1中。正象图中所示，较大的球体如2′球被用来供作到吸附器边缘的低阻力通道。这和附图图2中所示的常规分级球体床载体布置相反，常规布置中每层球体均是均匀地置于其相邻下层之上，即以平整或水平层的方式布置，而不会提供本发明的这种直上通到吸附器前部边缘区的低阻力通道。正象所述的图1中所示，最大球即2′球的布置区从进口气室的下部朝上和朝外延伸到垂直高度在进口气室的上边缘以上的吸附器前部边缘区。这提供了朝上外至吸附器壁的低阻力气流通道，并可在横过吸附床的底部获得比较均匀的气体流速分布。在常规的载体布置中，可看到2′球层的从进口气室水平延伸到吸附器前部边缘的上表面。这种布置不会象图1的本发明的实施例那样迫使气流从进口气室向外流动，从而在吸附床上只得到偏离目标的、欠均匀的、较集中于中间的气体流速分布。

可以看到图1实施例的非均匀分级球分布使得上球层从吸附前部区域中心朝外延伸，每个这种层一般均朝外方面变薄，因此所述各层的厚度即1′球层、1／2′球层和1／4′球层的厚度在所述前部的外边缘比其中心处更薄，从而使上行气流易于接近吸附器前部区域的边缘。

与此相反，如图2所示常规布置的均匀分级球体分布使得这种上排层以均匀方式延伸，水平横过吸附床前部区域。在这种常规的布置中，位于进口气室上面的每一所述上排球层从吸附器前部区域中心至其外部边缘均具均一的厚度。作为一实例，应该指出，在同样的气体流速下，2′球的每英尺压降是1／2′球压降1／4′。在本发明的实践中，通过分级球体床载体的非均一布置，和常规的分级球体床载体均一布置比较可获得更均匀的气流分布，在前部区域的空隙体积也可按需要降低。

对任何给定吸附器的最佳前部区域布置和气流组合取决于以下各因素的相互作用：流动动力压头、弯头损失、再循环涡流、通过多孔进口气室的气流、和通过为在吸附床进口处获得所需最小压降和平坦的或均一的速度分布线所装填的分级球体的气流。在于一个气体预纯化吸附器中使用本发明的具有代表性的实施例中，吸附器直径为16英尺，空气流从30′直径进口管以90磅／英寸$^2$（绝对压）压力$4.7\times10^6$ NCFH的流速流进。在一常规的均匀的分级球体床载体设计中，进口气室直径为36′，高度为39″。进口气室圆筒的顶部是密实的，其壁具有50％的开口面积。吸附器前部区域充满了惰性氧化铝，包括在进口气室顶上1′厚的1／2′直径球的水平层和在该层之上13′厚的1／4′直径氧化铝球体的水平层。该吸附器的主要部分堆满了5×8平方英尺深度为5英尺的活性氧化铝吸附剂。依靠使用这种常规设计的吸附器获得的流动分布和在吸附器中心位量相比具有+13％至-12％的流速差异，所观察到的具较高流速的地方位于吸附器中心线到其边缘约1／4距离之处，而具较低流速的地方则在吸附器的边缘。这和附图的图2中所示的前部区域构造所绘的进入吸附床的流速分散基本相符。在吸附器边缘流速低的原因是在度图流过1／2′球层到达吸附器前部区域边缘过程中气流遇到了高阻力。其结果是比平均气流更大的气流沿着从

气流分布器的顶边更直接地到吸附床的底部的更短通道流动，导致了在该区域出现所指出的更高气流速度。

在附图图3所示的实施例中，本发明通过将2′直径球填于吸附器的前部区域部分并沿着前部区域边缘向上填充直到位于进口气室顶部顶约3′来降低气体流至吸附器前部边缘的阻力。然后一般以同样的轮廓将3′－5′厚的1′直径填充物盖于2′填充物之上。然后将床载体区用1／2′直径填充物填平，在该实施例中该层的厚度最小为边缘处的3′，最大为吸附器前部中心处的10′而各不同。最后的1／4′直径球层是13′厚的均一层。由此流速分布获得了很大改善。最大流速仍然在进口分布器的上方出现，但其峰流速从+13%被降至+8%更重要的是，边缘流速只低于平均流速的3%而不是12%。

在上面的代表性实例中，在所述前部中心的流速不低于平均床流速，但并不是总是这样的。对于较大直径的进口气室即较大的进口分布器来说，通过在床中心的球的下部的气流可通过提供例如用1／4′口径洞口的1%开口面积的孔板代替进口气室密实顶板来加以改善。这种能使气流从进气室向上流的多孔板和进口气室顶边的气流一起用于提供中心部分和流过使用8′直径进口气室的吸附器更均匀的流速。因此，在附图图4中所示的实施例中，进口气室使用密实顶板时，速度分布是从接近中心的-11%到吸附器边缘处的3.5%。在所述顶板上具有所述1%的开口区后，速度分布得以改善，通过吸附器前部区域的流速一般为均匀而稍稍下降，中心处的速度为+2%，边缘处流速差只为-1.2%。明显地，和使用密实的、非多孔顶板相比，气室多孔顶板的使用提供了改良的流速分布。

在上面本发明的代表性实施例，使用了圆筒状的进口气室。这种设计便于建造，但是随着直径增加，其平坦顶板变得非常厚，或必须以中央支持柱或交叉线焊拉到平坦的分布器顶板的顶部或底部的方式

来加固。在本发明的另一实施例中，进口气室可以是如附图图5中所示的带二个或多个不同多孔区的球冠状。这种球冠可以焊到直接位于进口管上方的吸附器前部的内侧。在所述冠上的各穿孔最好是不同的以便于在吸附器前部得到所需的气流分布。例如，在一具体的实施例中，进口气室的球冠中心区即吸附器前部的中心附近区域可为整个进口分布器面积的5％至20％，其多孔开口面积约为0.1％至10％之间，穿孔直径为1／8′至1′之间。球冠的中区可为整个进口分布器面积的5％至50％，其穿孔开口面积从0％至10％而不同，穿孔孔径为1／8′至1′之间。外开口区，即向外朝吸附器部边缘延伸到最远的球冠的一区域，是在结构上允许的情况下越大越好，因为这个外开口区是起引导气流流到所述的吸附器前部外缘作用的。一般来说，这个多孔开口区占40％至60％，孔径在1／2′至1′之间。在所述图5所示的实施例中，球冠的外部分，即接触包括2′球的分级球体床载体的那部分区域具有约50％的多孔开口区域，球冠的中心部分即与1／2′球相接触的吸附器前部的中心的邻近部分具有约2％的多孔开口区域，和1′球接触的球冠的中间部分是密实的区域。

在附图的图6所示的本发明另一个实施例中，提供了在所述气室的下和上圆筒部分具不同开口面积的圆筒形进口气室。为此，其下部分，即与1′球层接触的一部分和与分级载体的2′球接触的那部分，具有40％至60％之间的一开口面积，如50％，其孔径一般在1／2′至1′之间。其上部分，即与1／2′球层及部分1′球层接触的那部分，具有20％至2％如10％的开口面积，穿孔孔径与下部分中的相同，在进口气室上部分的较少的开口区域用来控制来自所述气室顶边的上行气流。这样，可以降低进口气室处的气体流速，并迫使更多气体流向吸附器前部的外缘。正象上面指出的，进口气室的的平顶上可包括一处或多处不同的开口区以便在吸附器前部的中心部分获得更均匀的上行气

流速度分布。

大家知道，在没有背离象在所附权利要求书中所陈述的本发明的范围下，在如本文所述的本发明的细节上可作出各种改变。因此，尽管参照物是具体留VPSA和PSA系统，本发明也可用在其它吸附系统中，如热摇摆式吸附系统中。本领域技术人员知道本发明也可用来在一系列其它处理器中提供改良的气流分布，包括包含催化材料而不是吸附材料但在实际工业生产中也需均匀气流的处理器。尽管本发明也已就相对于1／16″至1／8″颗粒吸附床的非均匀分级球体床载体构造的具体尺寸而加以具体描述，人们知道在分级球体载体中使用的惰性球的大小、以及在吸附器前部的中心和其边缘处的每层的厚度均取决于所要进行气体分离应用的需要。在特别是相对于小的处理器的特定的应用中，可能可以使用具有不同开口区以及平坦的，即均匀的作为床载体的分级球层的进口气体分布器。

从所述的实施例可以知道并不是每层分级球体床载体都需以非均一的方式放置的。尽管在图1和图5的实施例中横过吸附器的每一层均是非均匀布置的，但图3、5和6实施例的最小的1／4″球层是以均匀的方式平整的。但是，无论如何，最大的2″球层是以非均匀方式放置，向上朝着吸附器前部的边缘延伸，以便产生至吸附器前部外缘的低阻力通道，其上面的球层如1″球和1／2″球层，以非均匀方式布置，从而在吸附器的靠外部分产生一条从2″层到吸附床的低阻力流动通道。

尽管上述图4所示的实施例是根据在进口气室的顶部提供具1％开口面积的多孔板以在吸附器的中心提供气体的向上流动和更均匀的气流来加以描述的，本领域技术人员知道当使用多孔的顶板时，为了在吸附器的中心获得所需的更均匀的速度分布，进口气室顶板上的开口面积可依整体构造和所用操作条件的不同而不同。

在本发明的优选的实施例中，到吸附床的气体的均匀流动通过使

用具不同开口面积的多孔进口气室和上述的非均匀分级球体床载体来得以增强。从所说明的实施例可以知道，提供非均匀分级球体载体和均开口面积的进口气室依旧在本发明的范围之内，尽管在优选实施例中这些特征的结合特别适于引导通过吸附器前部的气体流动以获得通到吸附床的均匀流动速度。

本发明为用于重要的空气和其它气体工业分离操作中的PSA和其它吸附处理领域取得了显著的进步。通过达到方便地使更均匀的气源通过吸附床的途径，本发明可使吸附床的整个吸附能力得到有效地利用。因此对吸附器前部中大空隙体积和／或压降需要得以减少，高度需要的吸附处理的强化的整体效能，对实际工作操作是有利的。

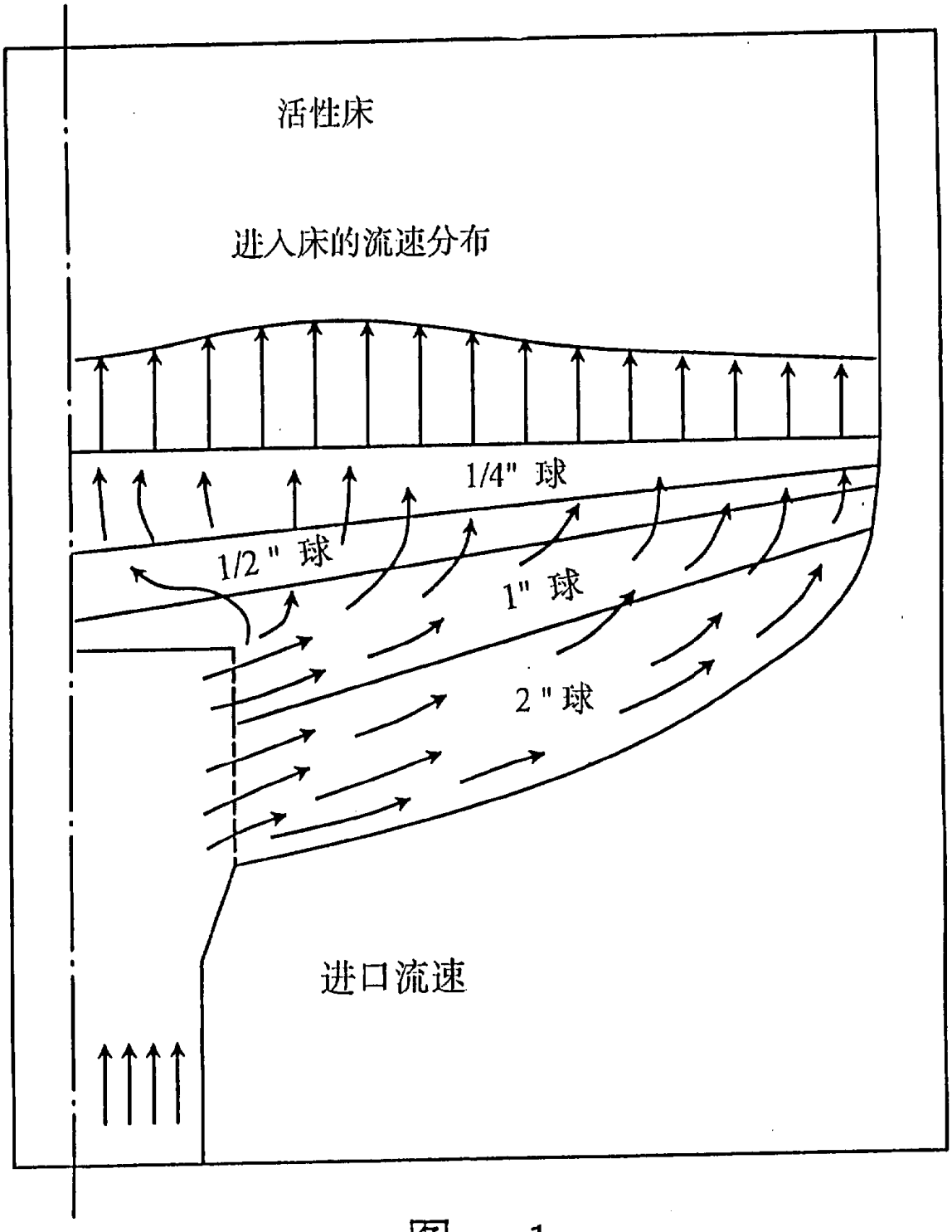



图　1

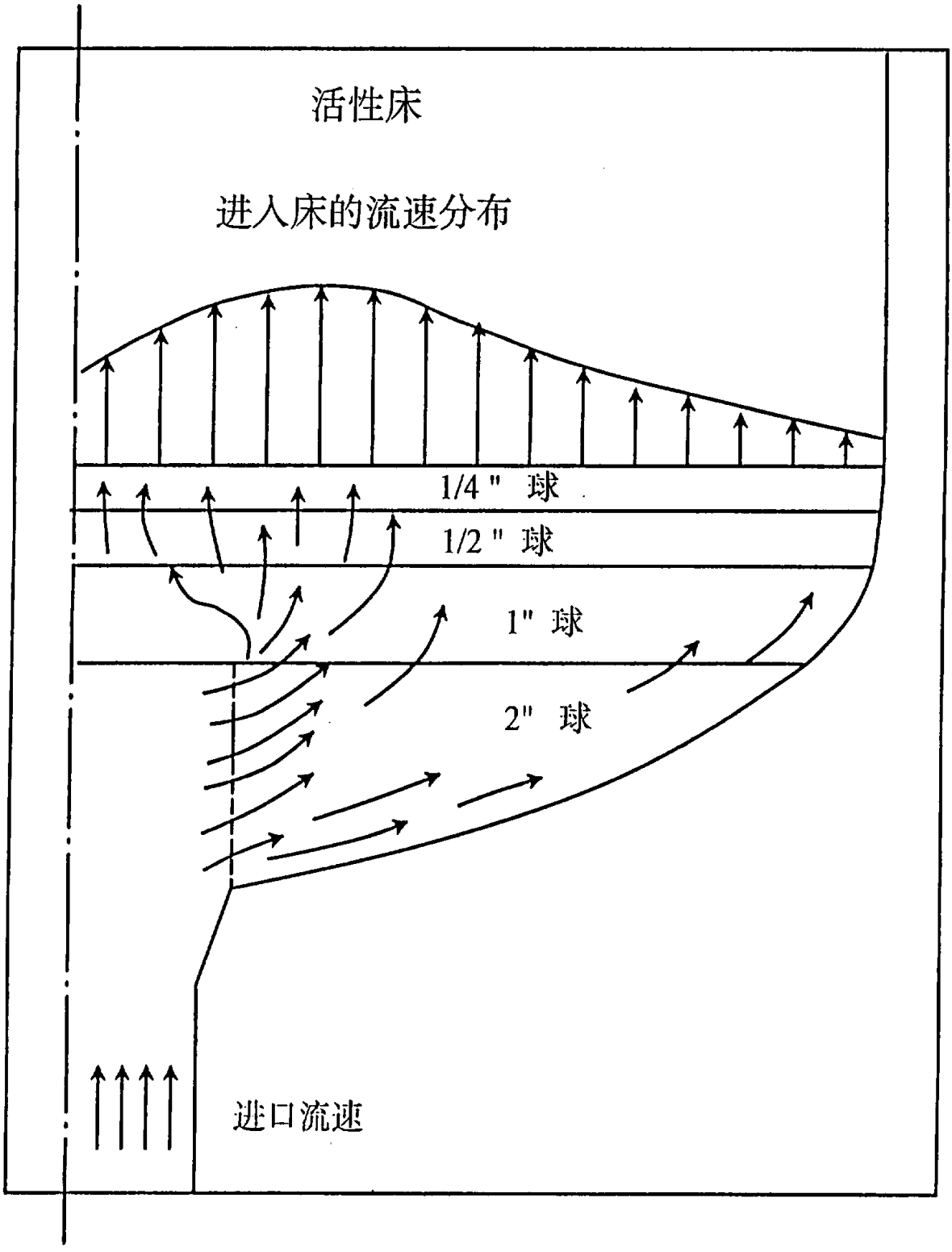



图 2

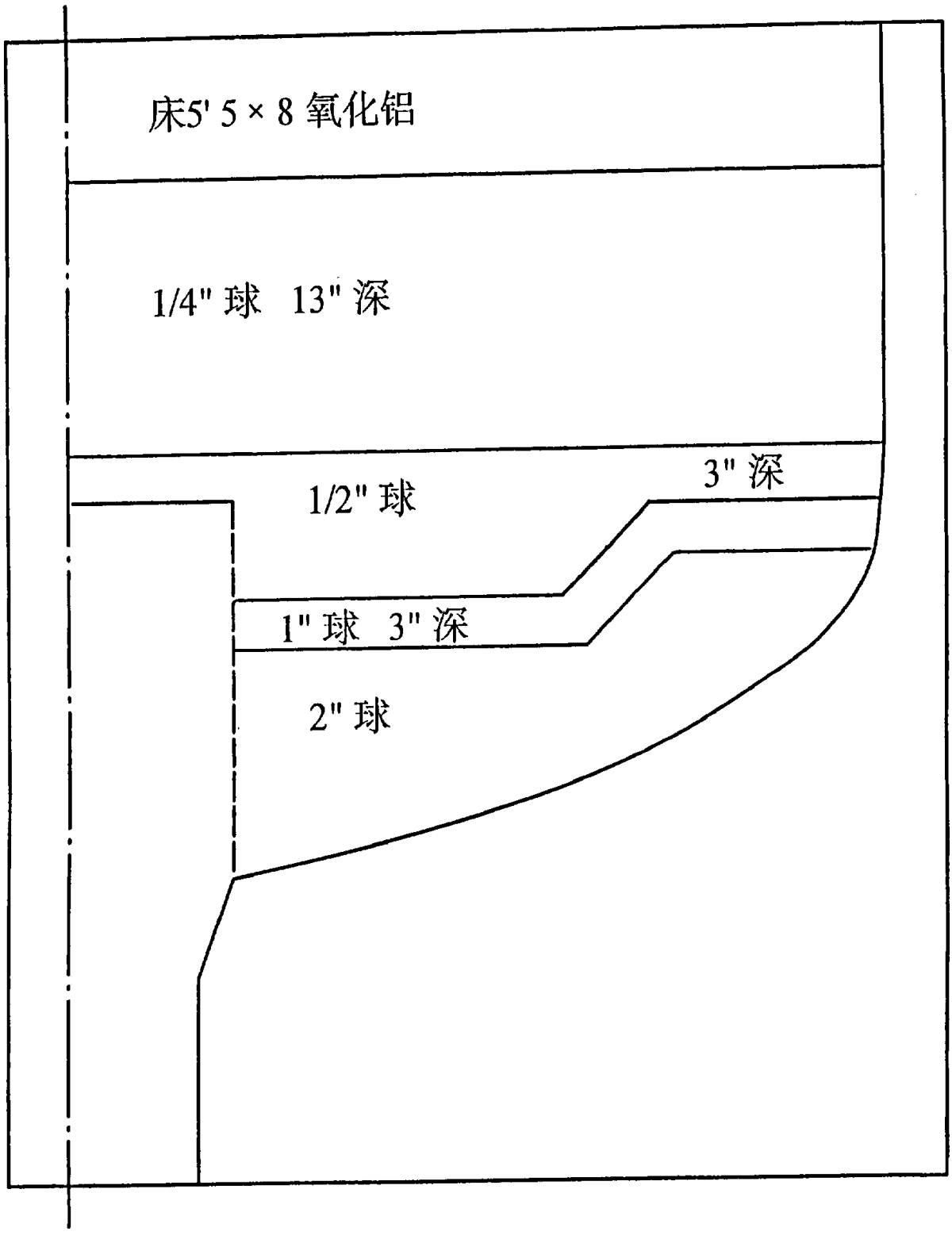



图 3

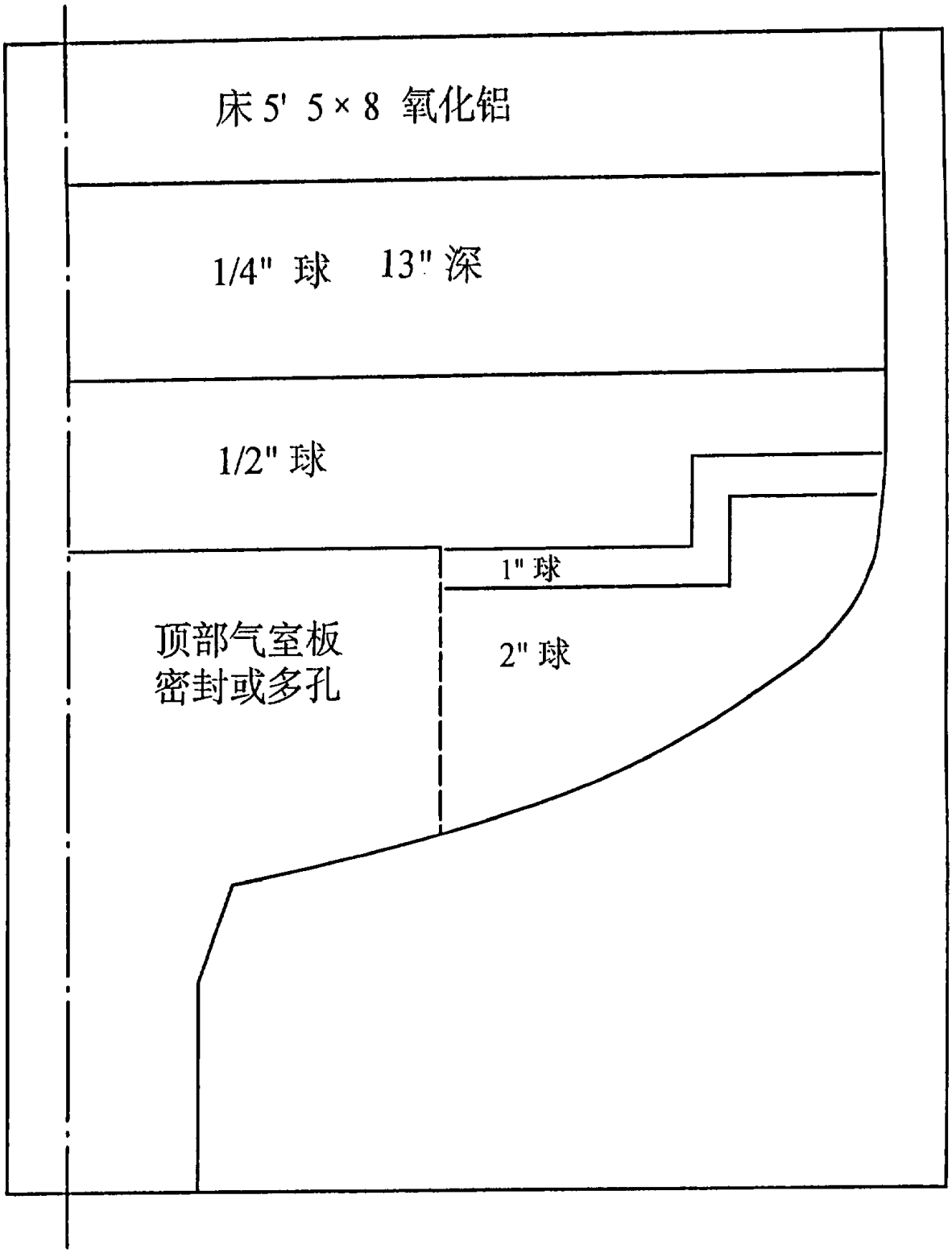



图 4

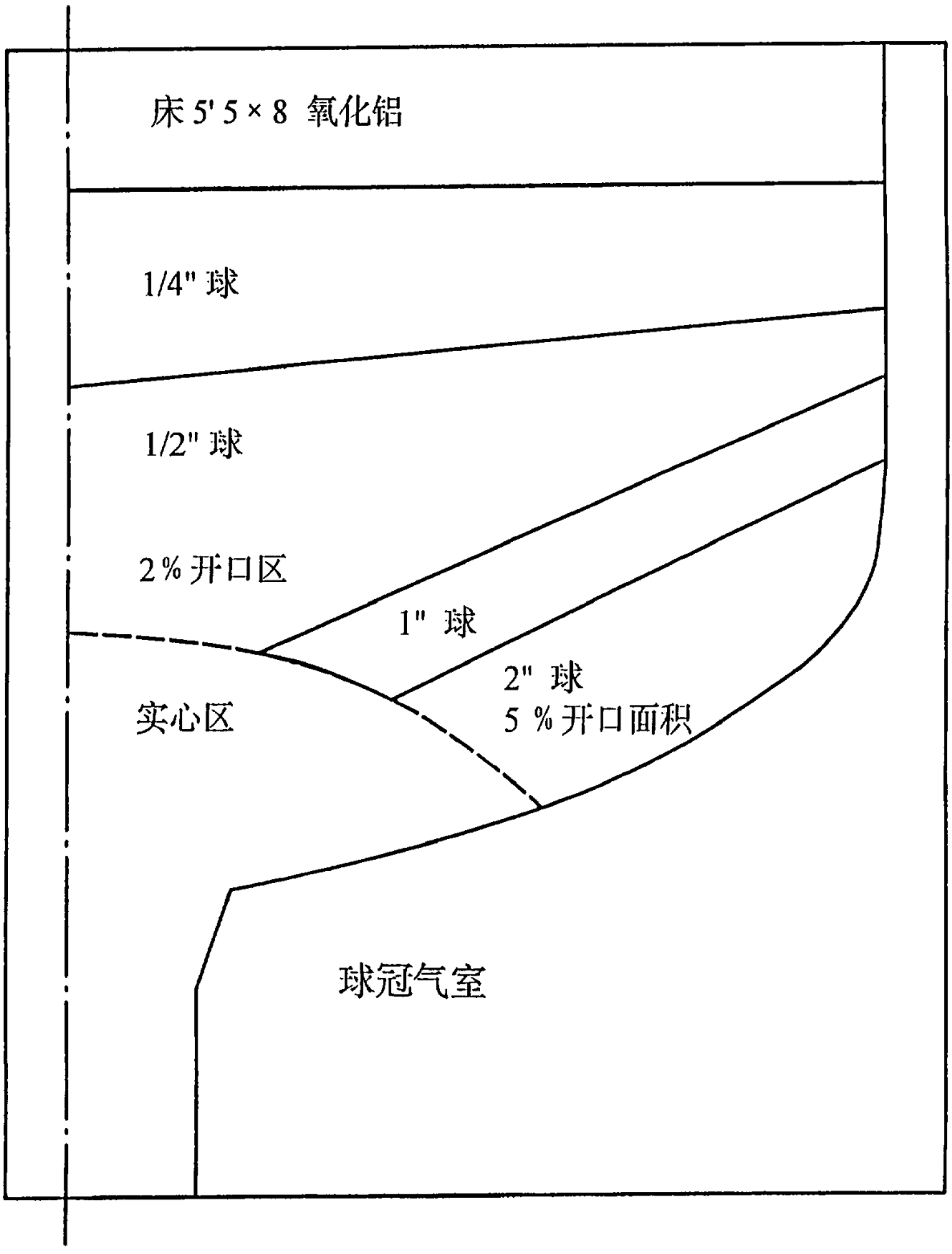



图 5

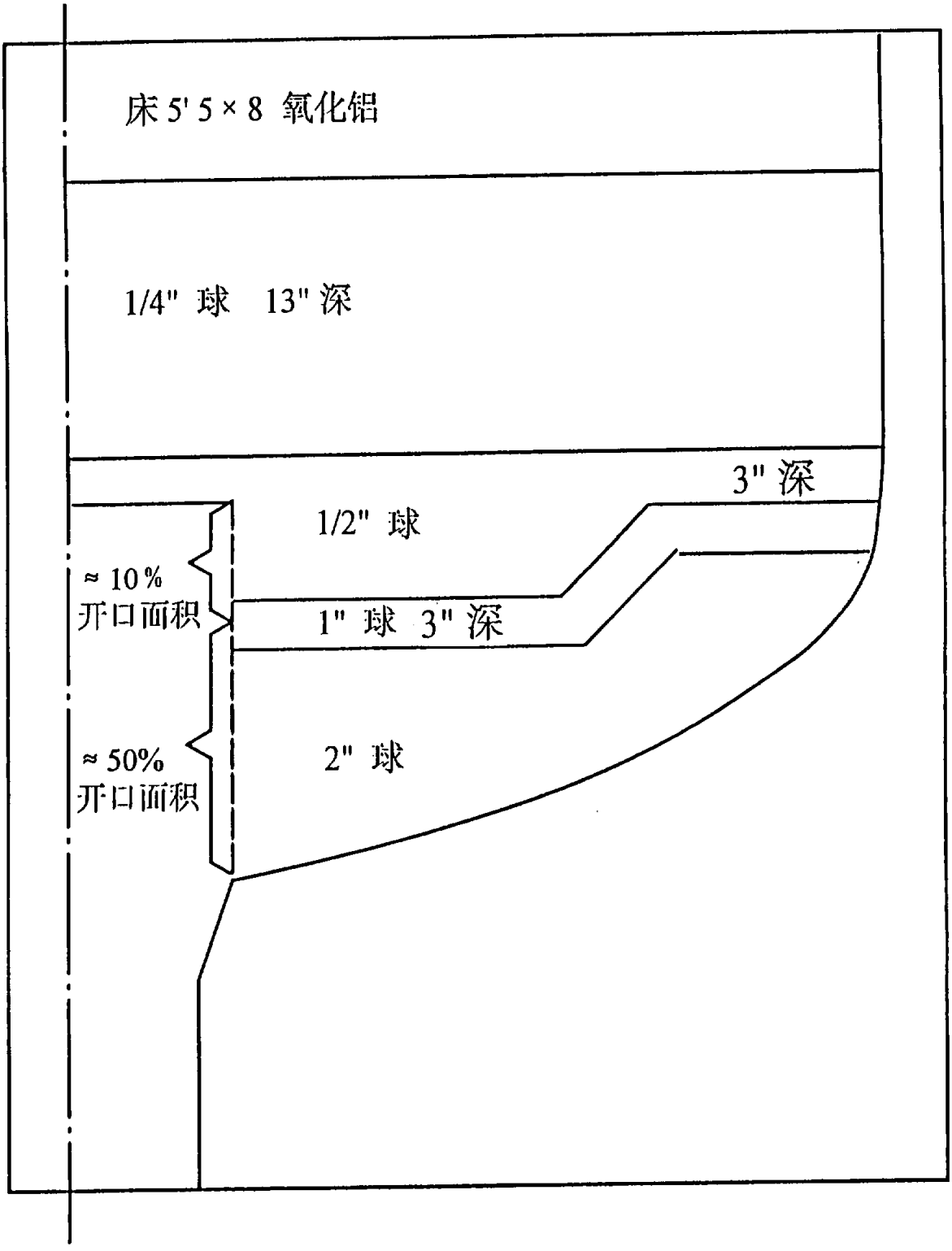



图 6