

正确的选择

德国克劳迪斯彼得斯工程公司的
Ingmar Holst就缅甸毛淡棉水泥
厂的膨胀仓型水泥库供货发表分
析意见

介绍

在客户眼中，水泥库理应设计成既能够储存一定数量的水泥，又最好不会影响水泥厂的运行成本、在投资成本中不占大比重。水泥库在水泥厂工艺中并非鲜明的角色，它只是在水泥磨和发运设施之间起到中间缓冲的作用。水泥库对产品质量不构成影响，因此，人们难以通过投资回报（ROI）计算来评估它的投资价值。那么，投资兴建不同类型的水泥库会有什么不同效果呢？难道因为储库没有投资回报的说法，客户就应该着眼于尽量降低储库的初始投资成本吗？

储库选型

然而，事情真的有这么简单吗？由于水泥库的功能是为水泥磨和发运设施之间提供缓冲储存容量（即缓冲时间），每个水泥厂判断储库是否符合需求时，储存容量大小是关键参数。储库的容量决定着磨机和发运设施之间缓冲时间的长短。如果储库过于小型，则发运设施（无论是货车或轨道车装载机、大袋装载站或是包装机）会出现运转欠饱和，发运设施没有充分消化水泥量或许还会导致水泥磨被迫停机。

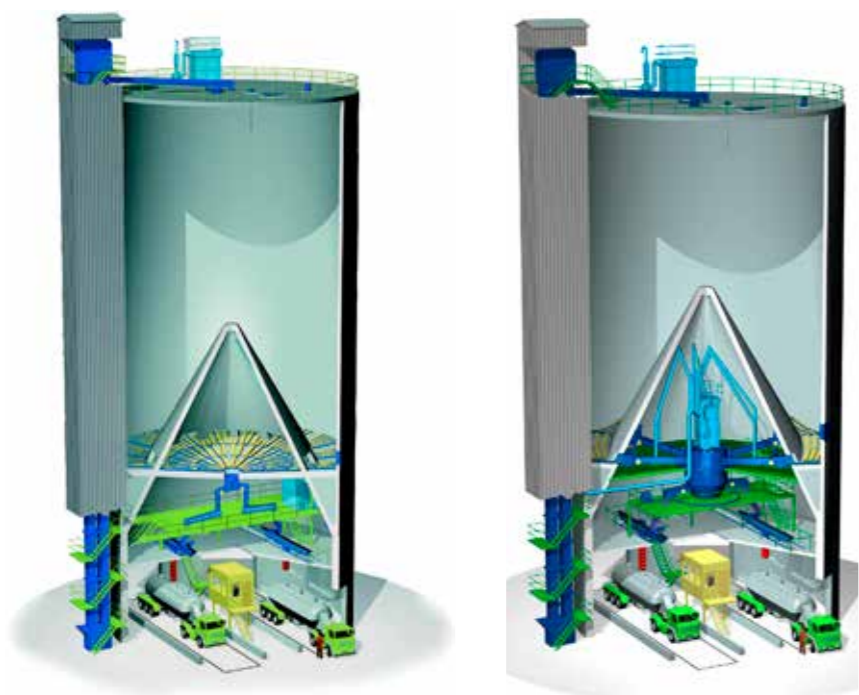


图1：EC膨胀仓型储库（左图）和ME多点提取型储库（右图）

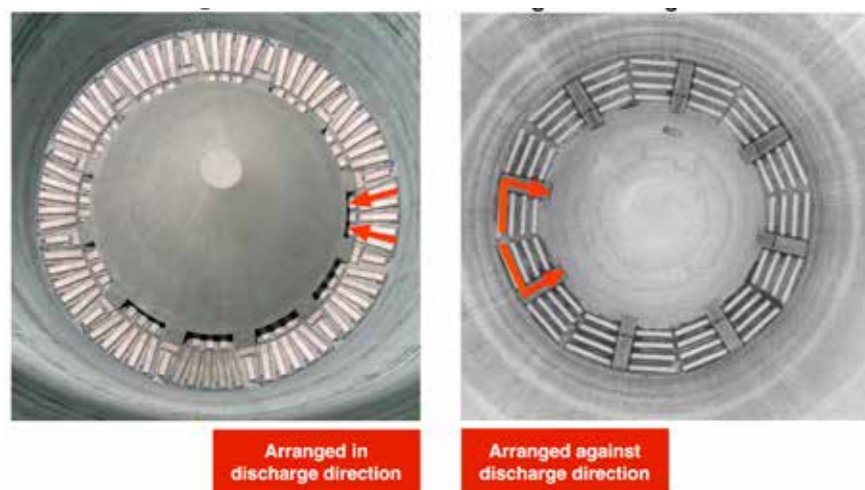


图2：EC膨胀仓型储库：径向布置（左图）。ME多点提取型储库：切向布置（右图）

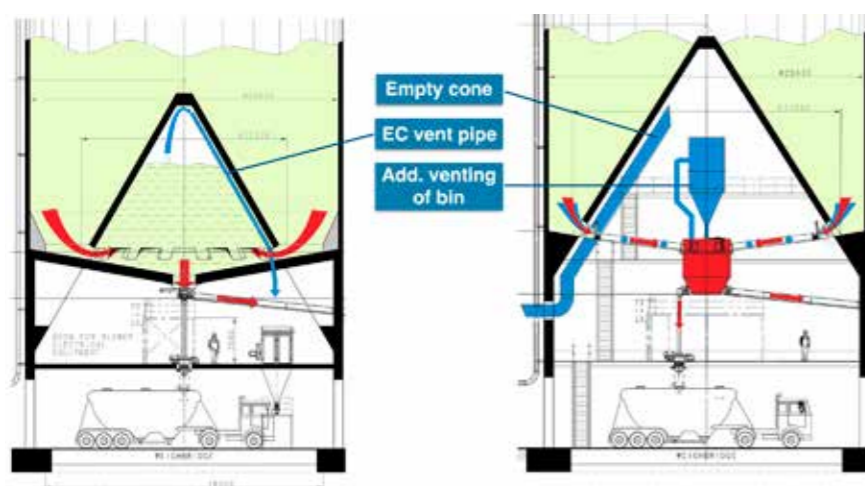


图3：储库内气体和水泥的流动特性技术比较：EC膨胀仓型储库（左图）和ME多点提取型储库（右图）

两种情形都会对水泥厂的整体经济指标带来不良影响，因为只有当水泥磨在特定的运行时区内持续运行时，水泥磨才能发挥出高效率，因为只有水泥可以进入配送网络投放到市场时，发运设施才能发挥出高效率。

容量同时也是一个经济指标，因为过于大型的储库显得不经济，而空间因素（高度和面积）也会受到制约。如果现有厂区要进行水泥库扩建，则储库的空间需求量是尤其需要注意的因素。

储库对水泥线整体运转率的影响不单单体现在容量，更体现在储库本身的运转率。是什么决定着储库运转率的高低？水泥库运转率的主要体现在水泥卸料性能，而水泥卸料性能主要受水泥的物理特性影响。矿物粉可以划分为以下种类：可自流型、易于流动型，粘着型，强粘着型和不流动型，储库要针对这些不同的材料特性采取不同的设计。水泥属于一种粘着型物料。

水泥厂的水泥库在库底设有充气底座，对物料进行流化，使之向卸料点流动。市面上有不同类型的水泥库，为了保障卸料可靠性，均采用气体对物料进行流化，常见的水泥库类型有多点提取型（ME）、检查仓型和膨胀仓型（EC），由于设计原理的不同，这些储库的运行特性和技术运转率都各有不同，在水泥库选型时，必须详尽考虑上述因素。

毛淡棉水泥厂

毛淡棉水泥厂(The Mawlamyine plant)位于缅甸孟邦，在2014年由泰国暹罗水泥集团（Siam Cement Group,简称SCG）开始施工，并于2016年投产。该厂的业主是毛淡棉水泥有限公司（简称MCL），MCL

是SCG和太平洋联合水泥工业公司(Pacific Link Cement Industries)共同成立的合资企业，毛淡棉水泥厂是他们投资共4亿美元建成的第一个“清洁、绿色”的水泥厂。按照原来的厂区规划，设有两座10000吨的水泥库，配备了货车通过型装载站以及通到包装机的接口，在两座水泥库之间设有两台斗提向两座水泥库以600tph的速度喂料，通过空气斜槽可以选择向1号库或2号库喂料。两座已安装好的水泥库是18米直径的多点提取型储库。在项目实施过程中，业主发现水泥储存能力需要加大。厂区规划时已经多预留了两座储库的后期扩建空间，SCG决定启用两个预留空间的其中之一，加装一座10000吨储存容量的水泥库来满足新需求。

按照最先的观点，加装的水泥库最好的方案是沿用现有的设计图纸、沿用已建成的两座水泥库的土建设计。然而，业主在前期便已认识到：如果空气斜槽跨过约45米距离向新加的3号库喂料，两台斗提的高度是不足的。为了克服斗提与新水泥库之间的距离，SCG考虑了各种机械原理的水平输送机方案，比如：皮带机、水平螺旋输送机和Fluidcon气力输送机等，但是，现有水泥库的静态设计不足以承载机械输送系统的静态和动态负荷，也不足以支撑起气力输送机所需的鼓风机。

经过充分调研后，SCG意识到方案的关键是在确保储存容量不缩水的前提下、降低水泥库的设计高度，而且新水泥库还要沿用现有两座水泥库的卸料高度，确保通向包装机方向的现有空气斜槽、库底的货车通过型装载机能够用上；4条包装线每一条都要能从1号库、2号库和3号库接料，确保每条线120tph；而且，每一座水泥库都要能够以200tph的能力向两台货车装载机供料。

方案实施

克劳迪斯彼得斯的膨胀仓（EC）型储库对库体储存空间的利用率最高，可达到“直径不变、筒体降低而储存能力不变”的目的。膨胀仓型储库不需要安装集料仓，也就是说库底高度可以下调，而下料点高度不需下调。

如果是多点提取型储库，要确保物料均匀地从库体排出、保证物料持续流向下游的物料使用点，就必须安装集料仓。为了能对排料进行控制，需要安装数条空气斜槽，把储库外圈空间接通到倒锥中央的集料仓。每条斜槽需配备气动或电动控制阀，还

要配备一个手动截止阀供检修维护使用；在储库外圈空间内采用充气底座对物料进行流化，各个充气底座按照切线方向进行安装，并且向与卸料点相反的方向倾斜；物料在卸料点处转入斜槽，斜槽通向中间仓；物料在转入的过程中，会出现较高的压力，加大了对水泥的压实作用力，因此还建议在流量阀前方安装块料破碎机。确保储库均匀卸料的控制手段依靠的是外圈的充气扇区、还依靠一套特定的开闭方案对通向集料仓的流量控制阀进行控制。水泥流化所需要的气体是从流量控制阀那里挤进去的，会出现相当高的速度，从而会导致控制单元出现较大磨损。中央仓需要确保一定的高度，只有这样，底部的流量控制阀才能输出物料、控制料流、向包装机和货车装载机供料。

而EC储库不需要配备上述所有控制单元，从外圈到内仓（倒锥内部）的料流是自由通畅的。锥体四周接近40%的面积是敞开的开口，供气是受控的，使得加压后的散状物料可以从储库主控流到锥体内部；物料流动距离短，从而减少了物料的死区和不动区；压力为了恢复到正常状态，多余的气体会排出到上部腔体进行收尘。以上这些是确保物料卸料均一、均匀、无脉冲，向后续的装载机和包装机供料的关键所在。与完全充气的物料相比，部分充气的物料确保了较低的速度，从而大大降低了输送机的磨损。另外，储库从一个中央卸料点供料的包装线和装载机的数量也限制了流量控制阀的数量。总而言之，与现有的多点提取型储库相比，EC储库能够使库体高度降低4米。4米的高差让客户能够将新的3号库通过空气斜槽输送机接到现有的斗提，确保了600tph的喂料速度，也不需要现有的系统进行进一步的变更。将新储库安装在现有的基础板上需要土建设计、与现有设备进行对接需要钢结构，这些均由克劳迪斯彼得斯公司提供，使得SCG减少了对接工作量。

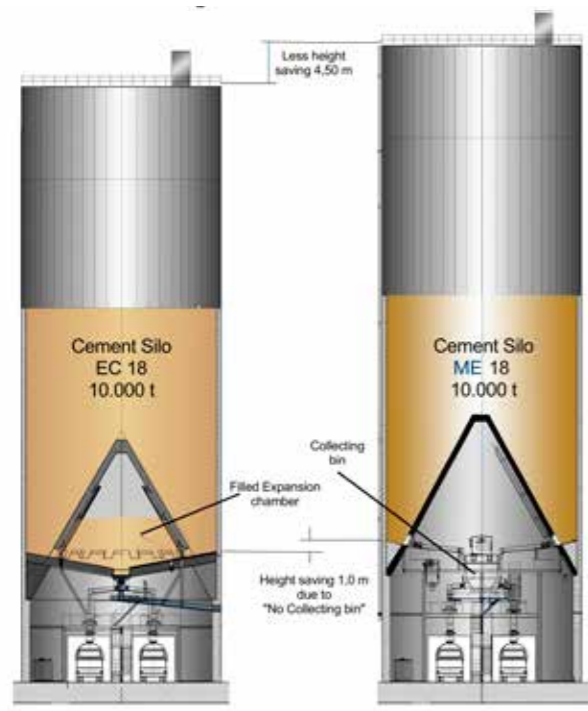


图4：构造和设计技术比较：EC膨胀仓型储库（左图）和ME多点提取型储库（右图）

结论

回顾本文开头论题：水泥库的投资回报权衡、选型的关键考虑因素。必须要认识到，储库是水泥厂的一个部分，它保障着水泥厂的整体运转率。保障整体运转率的关键要看储存容量，合适的储存容量能为磨机提供缓冲时间，使上游的水泥磨能够在高效运行区间运行，并且使下游的包装机和发运设施用出理想状态。储存容量是几乎所有储库选型都可以满足的，但是储库自身的运转率高不高、运行成本低不低，主要还是看设计。纵观EC储库的特点，自身高度降低却可以保持大型的储存容量，它的卸料口径宽大、卸料距离很短，没有结块，减少卸料死

区，从这方面提高了运转率；水泥在从储库排出之前先进行排气，所以流量控制阀部位的物料流速降低，这意味着磨损降低、运行成本降低、从这方面提高了运转率；它的取料率超过99%，从这方面又是提高了运转率，而且它的建造高度降低、减少了附属设备的数量，实现了降低成本的效果。