

熟料冷却技术与工程设计的定制化

德国克劳迪斯彼得斯项目有限公司
Ulrich Mrowald 先生和Uwe
Sprinz先生讲述定制化工程设计在
熟料冷却领域的重要性。

水

泥生产商的格局变化和焦点转移必然会要求冷却机供应商应势而变。如果说过去的焦点侧重于厂区新建或产能

做大，那未来的市场需求很可能就是对现有生产线的现代化升级或延伸；从这种意义上说，市场需求将由新建项目转变为老厂改造，因此，时间成为关键的考虑因素，并且后勤保障的要求更加艰巨；这就要求了冷却机设计理念在机械方面必须具备强大的灵活性、在工艺方面拥有高效的特质。要实现这样的理念，规划设计必须有目标意识和软件支持。上述所需的规划办法和改造过程将在本文通过一个篦冷机升级案例（一台现代化篦冷机被替换升级为第五代 ETA 冷却机）来讲述。



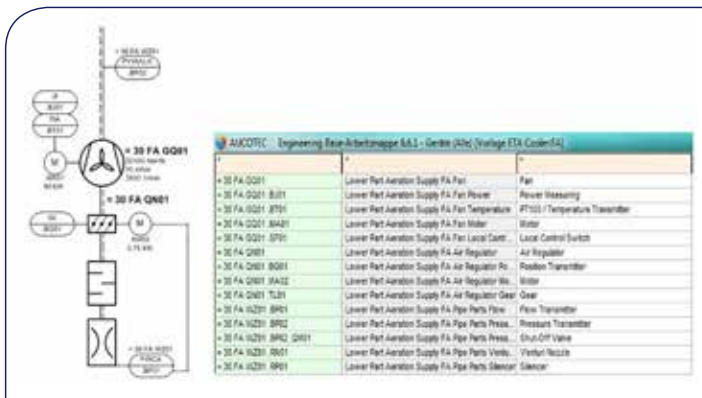


图1 - 冷却风机的工程设计

计)、PDM(产品数据管理)和ERP(企业资源计划)等数据库工作方式和交联型规划工具。工艺设计采用了CAE(计算机辅助工程),电气规划和资料设计采用了AUCOTEC公司的Engineering Base(电气设计专业软件)。如图1所示,对冷却机工艺仪表流程图当中的冷却风机进行规划时,使用了Engineering Base软件。

图1右侧中的缩减版设备清单反映了流程表各构件的配置情况。在项目各进展阶段中发生的所有变更都会集中记录并且即时通报所有相关部门;客户在仪表配置、容量调整方面提出的补充要求、与土建设计相关的改动会立即进行处理;通过这样,预算负责人、工艺负责人、建筑工程师、电气工程师和自动化工程师的都会收到同等同步的信息,而不需要进行多重的数据采集工作。这对整个流程起到了加速作用,并且避免了出现失误的可能。便捷的处理方式确保按照客户的术语命名系统对数据进行加工利用。内置词典可将文件资料轻松实现语言本地化转换。



图2 - 侧部风室的定位

中国重庆台泥一线改造项目的

迄今为止,单单在中国境内就有26台ETA冷却机在运行。台湾水泥股份有限公司(中文简称台泥,英文简称TCC)看中了这些ETA冷却机的运行可靠性和低运行成本,从而决定将一台投用未久的熟料冷却机替换升级为第5代ETA冷却机。台泥的年产熟料总量约5千5百万吨,有19个厂区,各熟料窑生产线配备了不同厂家的熟料冷却机。在2014年,台泥决定将其重庆一线的冷却机替换为CP公司的ETA冷却机。根据现场的空间情况和5500t/d产能需求,熟料冷却机供货选型为ETA1078S,也就是在固定进料端配置10排篦板、宽度为7个列向单元,在出料口之前一共有8个风室的ETA冷却剂;字母S代表“半模块化”,这也反映出用于这种改造情况的ETA冷却机具备的高程度模块化。



图3 - 风室安装完备之后的状态

新冷却机下壳体的安装过程

在原有设备结构内替换一台冷却机,这对工程设计的后勤保障方面是一种挑战。台泥重庆的冷却机改造项目具有以下特点:

- 原冷却机上壳体尽可能保持不改动。
- 新冷却机能兼容装入现有下壳体侧墙结构之内。
- 原下壳体的5°倾斜度保持不变。
- 原冷却机的辊式破碎机继续沿用。

冷却机规划设计的质量要求

克劳迪斯彼得斯公司在篦冷机设计方面踏上新道路,至今已有数年。篦冷机的高水平规划依靠的是CAD(计算机辅助设

安装的第一个步骤就是对原有的下壳体 and 上壳体墙板做好支撑紧固。然后将下壳体内部构件完全拆除，仅保留墙板。同时，将原有的液压驱动、冷却风管和冷却风机群进行拆除，对原有的墙板进行接口处理，为新构件的连接创造条件。到了只一步，冷却机可以安装新构件了。首先安装固定进料端的支撑结构，然后安装新的侧墙构件（集成了侧部风室，如图 2 所示）。侧部风室的作用是使配风受控、将冷却风有目的地送到会出现红河的关键区域。

第一个风室分区焊接之后，冷却机安装便从前向后一节一节地推进。图 3 内容是侧部风室部位的前几个横隔墙。

接下来，如图 4 所示，开始安装托辊和驱动支撑座，并且开始液压缸的预组装。

然后，从前向后将篦床列向单元构件装入，同一列纵向相邻的构件两两相连；安装好列与列之间的纵向密封件之后，即可将固定进料端（包括横向密封件）安装到活动篦床列向单元之上。图 5 所示部位是固定进料端过渡到活动篦床的部位，每一种冷却机的这个部位都必须特别注意。熟料输送速度相对较慢，每分钟 3 到 4 个冲程，因此，可确保料层几乎完全平整。传统篦冷机出现的临界温度在 ETA 冷却机里是不存在的。列向单元底部原装的温度感测元件持续反馈 50° C 的低温，因此，这些测点不需保留，可以取消，在这个现代化升级改造项目也是如此。

在冷却机内部施工的同时，冷却机外部也在施工，比如：安装液压驱动、冷却风机群、风管、并且将冷却机尾部原有的辊式破碎机重新安装。筑炉之后，安装测控仪表、机械遗留项收尾工作，接着在列向单元上铺鹅卵石充当保护层，在 2015 年 4 月冷却机开始空载试车，数日之后开始投产。

ETA 冷却机的运行

在单位负荷 45.3 t/dm²、风量仅为 1.78 Nm³/kg 时，就可以达到出料温度为环境温度加上 65° C 的效果。熟料精细冷却依靠的是延长熟料停留在冷却机内的时间。ETA 冷却机采用冲程次数最大值 4 次 / 每分钟时，料层厚度可以高达 1300mm。这对有利于二三次风的热回收，二三次风量低时也可以达到同行难以企及的 75.5 % 热效率；如果以知名生产商的 KPIs(关键绩效指标) 来衡量，这相当于 K 值为 1.74，或基准值为 116.3 %。



图4 - 安装列向单元之前的状态



图5 - 固定进料端与列向单元之间的过渡部位

运行难题的解决办法

堆雪人可以稳妥防止吗？广为人知的对策是从原料入手，但由于堆场方面的因素所以效果有限。使用日渐普遍的二次燃料并不是时刻都满足质量稳定的要求。尽管现代化的窑燃烧器可以通过调整来实现快速燃烧、帮助减少堆雪人，但依然存在余留风险。

中国境内运行的冷却机有一种特别的推雪人装置，大都布置于冷却机的前端，可以按照现场运行需要推入冷却机内部约 1 米深处。改造前，原冷却机也配置了这样的推雪人装置，在客户要求下，予以了保留。如图 5 所示，推雪人装置位于固定篦床上方约 0.5 米处。一发现有雪人时，就可以开动推雪人装置结合 CP 配置的其他措施，防止雪人继续增大。

基于窑出料口下方的原有下料高度，固定进料端选型为 9° 倾斜。与标准的 15° 固定进料端相比，9° 倾斜会导致料层稍为更厚一些，因此减少了物料的扎根深度、减少了物料堆积形成雪人；通过这样，降低了堆雪人的风险。坡度减缓后会影响物料从固定进料端滑落的担心并未发生。

除了堆雪人，影响冷却机运行的另外一种常见现象是红河。主要在冷却机的细料流动侧，高温的细料流向出料口的速度要快于其他熟料。在 ETA 冷却机内，可以通过调整列向单元的运动来使滞缓细料的前进。根据 2004 年第一台 ETA 冷却机调试情况可知，篦床的每一列都可以采取不同的动作循环，有利于在宽度方向上调整各列熟料的输送效果和停留时间。侧部关键部位的熟料前进受到了滞缓，熟料的停留时间就相应得到了延长。同时，图 2 所示的侧部风室会强迫冷

却风吹透这些部位的料层。如因窑运行导致熟料状况不佳，则可利用两种操作手段——延长停留时间和调控侧部配风——使红河尽早断流，确保红河的热量转移到二三次风。

后续展望

台泥将这一台原熟料冷却机替换为 CPETA 冷却机后，取得了积极效果，在 2016 又决定将重庆台泥二线和安顺台泥的现有冷却机替换为同一种型号的 ETA 冷却机。

至今为止，ETA 冷却机已投用超过 70 台，当中产量最高者可达 13000t/d。