

技术技能
创新篇

混凝土多仓库的施工便利化设计优化及施工技术实践

专题负责人:李军

主要参加人:毕志鹏、张宽、郑新安、司徒乐

创新背景:

混凝土多仓库是混凝土筒仓结构中的一种结构形式。这种筒仓结构形式实现工艺功能的多样化,为越来越多的工艺设计所采用。由于其简化工艺流程,压缩工艺设备及基建的投资,日益受到工业项目投资方青睐。但这种混凝土筒仓结构形式较为复杂,土建施工难度较大,对滑模施工工艺及流程的要求较高,稍有不慎,就会出现严重的质量问题。

本文结合BISKRA项目部现场工程技术实践,针对多仓库筒仓结构形式的施工便利化设计优化及滑模施工技术实践分析和阐述。

主要创新点:从施工便利话角度分析了设计优化主要方向,在原设计的情况下,采用了全新的机械螺栓连接方式解决了锥体隔墙与库壁连接处的滑模施工瓶颈问题。

方案与创新性成果:

第一、多仓库的施工便利化设计优化

一、结构特点的分析。

只有对混凝土多仓库结构特点分析清楚,才有针对性在设计阶段采取措施,以化解施工阶段的施工难度和技术风险。

BISKRA5000t/d水泥库为混凝土多仓库。筒仓直径22m,锥体以下筒仓壁厚95cm,锥体以上筒仓壁厚45cm,总高度80.6m

顾名思义,混凝土多仓库有多个混凝土隔仓组成。常规的混凝土筒仓,只有一个大的混凝土仓室,仓壁结构相对简单,采用滑模工艺施工可以很方便的去实现。而混凝土多仓库(见图2),内部有多道隔墙分隔成的几个仓室,特别是在库底锥体下料部分,结构形式相对要复杂,给整个筒仓滑模施工带来了不小的难度。图2

我们可以把库体分成几个部分去分析其中的结构施工难点(见图3)

二、单仓库的常规滑模施工工艺:

单仓库的滑模施工一般采取滑模施工筒仓外壁到顶,然后施工锥体的施工顺序。

多仓库由于内筒及内隔墙的存在,限制了锥体范围内滑模施工的操作。工法有以下几种选项。

选项1,施工顺序如下:

先将筒仓外壁滑模施工到顶;

然后施工锥体部分内隔墙及锥体;

最后滑模施工锥体以上内隔墙及内筒仓壁。

选项2,施工顺序如下:

先将筒仓外壁滑模或翻模至锥体底环梁;

然后滑模施工锥体部分的筒仓外壁至锥体顶标高;

然后施工锥体部分内隔墙及锥体;

然后将锥体以上筒仓外壁、内隔墙及内筒一起滑模施工到库顶。

选项3,施工顺序如下:

先将筒仓外壁滑模或翻模至锥体底环梁;

然后将锥体部分的筒仓外壁、内隔墙及锥体一起翻模施工至锥体顶标高;

然后将锥体以上筒仓外壁、内隔墙及内筒一起滑模施工到库顶。

上述这几种工法核心是要解决好筒仓外壁和内隔墙连接方式的设计问题,要达到的目标是,采用最可靠、最快速和最节省的施工方式。

施工选项1的前提条件是:筒仓外壁和内隔墙可以方便的分两次施工,筒仓外壁和内隔墙的交接面可以方便的留置施工缝。

施工选项2的前提条件是:要求锥体部分的筒仓外壁和内隔墙的交接面可以方便的留置施工缝。

施工选项3不需要特殊的筒仓外壁和内隔墙的交界面施工缝设计方案,但是锥体部分筒仓外壁和内隔墙全部采用翻模施工,施工时间和投入均很大。

三、结构设计阶段的解决方案:

根据几种可能的施工方案选项,项目设计人员和施工人员分析了几种方案的利弊,提出了相应的设计解决方案:

筒仓外壁和内隔墙交接面的施工缝必须能够方便的留置施工缝,可以采取的方案有两个:一是,留置阴阳槽,目的是为了在留置施工缝时不留置内隔墙的插筋;二是,采取预留钢筋机械连接的施工方式,目的也是为了在留置施工缝时无需留置内隔墙的插筋。两种方式的不同点在于:前者从结构设计上将筒仓外壁和内隔墙分开,后者则是从钢筋连接方式的角度避免筒仓外壁滑模施工时留置过长的插筋,有利于滑模连续施工的实现。

上述两种设计解决方案,经过与设计方的沟通,从设计上都可以实现。但是第一种解决方案有两个问题:第一,完全将筒仓外壁和内隔墙脱开的方式,削弱了筒仓外壁的受力状态,筒仓外壁的设计强度要求将会加大,增加筒仓外壁的设计工程量;第二,业主认为对多仓库几个仓室的工艺分隔功能有影响,不同意采取这种设计方案。最终设计方案选择采取第二种的设计解决方案。我们认为第一种结构设计方案对工艺功能没有什么影响,但最终还是没能说服业主。

在第二种设计解决方案中,由于锥体以上的滑模施工,在施工实践中,实现筒仓外壁、内隔墙及内筒的一体滑模施工难度并不是很大,因此锥体以上部位的筒仓外壁和内隔墙不留置施工缝在技术上是可行的。

四、经过上述的分析论证,最终我们采取了第二种的设计方案。但是需要强调的是,从设计和施工角度来说,如果业主方同意设计方案,第一种方案应该还是最优的解决方案。

土建系列工法创新（一）

申报单位:阿尔及利亚BISKRA项目部

第二、多仓库滑模的施工技术实践

一、施工顺序的选择:

在设计阶段,结合结构设计实现的难易,我们确定了最终的总体施工方案,施工顺序的选择和相应的施工工艺成为最关键的问题。

施工顺序和施工工艺的选择(见图4):

第①部分,锥体以下库壁:对锥体以下的结构复杂程度做出充分评估后,决定采用翻模施工。

第②部分,锥体范围筒仓外壁:采取滑模施工。

第③部分,锥体及锥体范围内内隔墙:采用支撑脚手架翻模施工。

第④部分,锥体以上筒仓外壁、内隔墙及内筒:采取整体滑模施工。

二、关键施工措施:

在第②部分滑模施工中,筒仓外壁和内隔墙交界面的施工缝钢筋连接采取机械套筒连接的方式,为了降低预留钢筋接头的连接操作难度,没有采用锥螺纹的连接方式,而是采用螺栓紧固套筒的连接方式。(见图5)

在锥体以上筒仓滑模施工中,在滑模平台上设置二次分料仓,减少筒仓外壁和内筒部分的混凝土入模时间差,使混凝土均匀入模,从而保证平台滑升时混凝土强度在各个部位保持一致,减少塌模风险。(见图6)

在第②部分滑模施工中,筒仓外壁和内隔墙的预留锚固钢筋头要确保准确的固定位置,避免滑模时位置滑动,同时在混凝土出模后,也要及时清理预留锚固钢筋头边的混凝土残渣,确保预留锚固钢筋头的锚固长度。(见图8)

实施效果及需要改进的问题

施工完成后的效果证明,我们在设计阶段所做的施工便利化优化是有效的,成功的化解了锥体部分滑模施工的难度,确保了多仓库体的结构质量。

三、现场施工实践中需要改进的问题:

1. 混凝土的垂直运输及平台布料:

如果混凝土的垂直运输采用混凝土拖式泵结合平台布料杆的方式,可以提高混凝土垂直运输的效率。

2. 在业主同意的前提下,如果在结构设计阶段将混凝土筒仓外壁和内隔墙隔开,将会大大简化滑模施工阶段的复杂程度。

3. 在高温条件下,混凝土的缓凝时间要严格控制,缓凝时间过长,对滑模混凝土质量会产生不利的影响。

4. 滑模平台布料的方式和均匀性还需要持续改进。

5. 对于复杂结构的施工,要从初步设计阶段就开始考虑结构施工的难度。从设计角度进行施工便利化的设计优化,是化解施工难点的最佳时机。

创新背景:阿尔及利亚BISKRA 项目熟料库直径

60米,原计划采用普通落地操作脚手架倒模方式,但是这种方式以及不能满足项目工期的要求,并会投入

大量的脚手架和造成过多的模板的损耗,为了追赶项目的工期,项目主要管理团队成员经过多次开会研

讨,最终确定了改型的三脚架倒模方式进行熟料库的库壁施工。

主要创新点:该工法主要在操作平台系统上、模板

支护系统、质量控制系统以及在模板拆除过程中如何应用新型设备等4个方面进行创新和优化。其制定本着安全性、操作便利性、经济性以及保证质量为前提,尤其在方案制定过程中,在安全方面的考虑以为操作者提供安全的作业环境及空间优于安全监督管

控为目标,做到根本的安全。

方案与创新性成果:

1. 操作平台系统:

操作平台采用三脚架模式,由三脚架、上部满铺脚手板、侧面设置踢脚板以及防护栏杆组成。以上各型配件均实现标准配置,层层向上翻铺。以此达到将操作人员的作业平台实现安全的作业环境,并达到材料机具的重复利用,加强周转。

1.1 三脚架设计:

三脚架竖杆及横杆采用L63*6角钢制作,斜向采用L56*5角钢,连接位置采用焊接方式,分别在如图位置开孔Φ25。具体布置见图1:

① 杆件尺寸选取

其中竖向杆件长度主要考虑两要素:一是建筑物高度,需倒模次数。如BIS熟料库高度25.15M,考虑倒模次数为整数。二是每次倒模高度要综合考虑施工人员身高,便于施工。如在倒运铺设脚手板,模板加固的高度等等方面。

BIS项目综合考虑人均施工人员身高1.7米,以及库壁高度最终将三脚架高度定为1.67米,倒模次数为15次。

三角架宽度的考虑主要综合上部材料情况及上部操作空间需求。因本项目采用了大模板体系,顾上部材料堆放量较少,顾将宽度确定为1.3米。通过控制操作平台宽度,以此减少脚手板的使用量,同时也减少了操作工人的工作量,以此加快工效性。

三脚架设置的荷载选取及对拉螺栓的设计:

② 三脚架设置的荷载选取:

因三脚架主要承担操作平台的作用,同时考虑三脚架作为上料平台的作用。

荷载设计值选取如下:

> 跳板承载5KN/㎡的面荷载。

> 平台最边缘处施加3KN的集中荷载

③ 三脚架加固螺栓计算:

根据以上荷载取值,每跨工作平台长度为1.5m

(考虑三脚架扇形布置,取1.65m),宽度为1.3m,承压面为L63X6角钢的板上,承压面厚度为6mm。

螺栓同时承受拉力和剪力。

设螺栓群绕最下一排螺栓旋转。

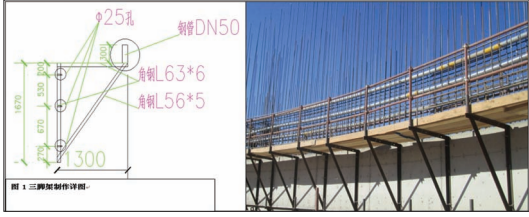


图1

专题负责人:孙小永

主要参加人:毕志鹏、杨双铭、郑新安、司徒乐

剪力作用下每个螺栓所受的平均剪力:见数据二

剪力和拉力共同作用下:(见数据三),可靠。

Q235 M16螺栓,(见数据四)(见数据五)

④ 三脚架细部构造考虑:

> 部设置底板,增加于下层三脚架的接触面积,

从而增加施工过程中的安全系数。

> 上部设置护栏杆件,采用此插件于上不栏杆进行插接,加快栏杆组装进度,同时在上部环梁施工时,

直接作为底模的支撑架的支撑点。

> 加固三脚架增设垫片,通过设置该垫片即可保证三脚架紧固螺栓的位置,同时可以加强三脚架抵抗局部受力变形的能力,获得更好的安全保障。

以上3点细部考虑均是考虑安全因素,同样也有利于增加施工进度。

1.2 脚手板、踢脚板以及栏杆的设置

脚手板、踢脚板均采用普通4mm厚脚手板进行层层翻铺,该部分材料均进行单层配置,以此达到节约周转材料的目的。同时在施工前筹划好分段问题,并规定好施工流向。避免在 跳板上向上层倒铺过程中造成相互压设问题,增加施工难度。

栏杆采用Φ48脚手架管进行配置,高度设置1.2米,设置两层水平杆。

2. 模板系统

模板采用定型大模板体系(钢框木模板),模板尺寸设计根据库壁型式进行配置。样图见图2:

钢框木模板在配置时主要考虑以下几方面

2.1 模板配置:① 综合考虑建筑物体型特征、尺寸;如本项目模板根据不同位置及外形尺寸按三种尺寸进行配置。② 模板尺寸定型过程中,要同时考虑模板的支拆问题,如在内模板设计时,增设小尺寸模板以利子拆除。③ 模板高度的设计与三脚架的尺寸要达到相互一致性。如三脚架高度设置为1.67m,模板的高度设置为1.70m,用以保证在每次倒模过程时,有3cm混凝土压入模板内部,保证结合。④ 大模板加固用的孔距置位置与三脚架加固用的孔距保持一致性。⑤ 模板后背楞与模板相互错位,该尺寸为150mm,同时根据拆除分段布置,错位方向有所不同。

2.2 增加工效:① 在钢框木模板配置过程中,背部加固背楞与钢框木模板制作成整体,首先可减少施工工作工程量,增进工效,其次可增强钢木模板本身强度,再次可避免在施工中平台材料过多,过散,降低安全隐患。② 模板加固采用高强螺栓,俗称快丝。即可采用增加工效,同时也有利于保障质量。降低涨模、爆模风险。

2.3 细部构造配置:① 吊点设置,设置固定吊点方便吊装作业。② 水平模板连接采用U型卡——此项后续可进行持续改进及优化。

通过以上配置,模板在安装过程中直接采用起重机械进行大片吊装就位后,直接进行加固,采用斜向顶撑通过三脚架进行模板垂直度的校验。

3. 混凝土浇筑平台设置:

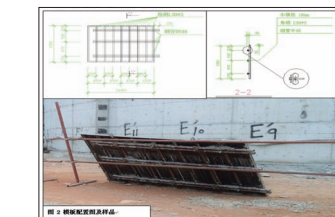


图2

因此工法施工工艺特点,混凝土浇筑过程中存在浇筑作业面在三脚架操作平台以上1.7m的位置,利用下平台操作不能实现,顾单独设计一组三脚架进行混凝土浇筑,该三脚架仍采用标配模式。

三脚架标配固定栏杆、脚手板、踢脚板。采用侧面挂钩与模板背楞连接。见图3

该三脚架共配置7块,采用塔吊随用随倒,周转使用。

4. 质量控制体系

对于倒模施工工法而言,质量控制体系的难点主要在于对于库壁平整度,垂直度以及圆度的控制方面,其他均属于常规控制。

因该方案按定型大模板系统进行配置,库壁平整度有所保障,而且无论是外径和内径周长基本固定;在内外周长基本固定的情况下,如何控制直径以及圆心位置即可作为重点。

基层库壁线采用全站仪进行设置,同时对此本工程设置16个过圆中心点的基准控制点,每模施工过程中均通过该16点从根部对库壁进行垂直度的校验、检查验收。因该16点通过圆心,顾通过对垂直度的控制,从而控制了圆的直径。

其他部位模板在每模施工过程中对模板顶与模板底垂直度的校验

控制点布置见图4:

5. 施工工序更新

该种施工工法,对原有三脚架倒模施工工法及施工工序进行了根本性的改变。

施工流程如下:第一层钢筋绑扎→支设第一节模板→校正模板→浇筑混凝土→拆除模板→ 安装第一层三脚架→铺设平台板及防护栏杆→第二层钢筋绑扎→支设第二层模板→校正模板→浇筑混凝土→拆除模板→浇筑第二层混凝土→拆除模板→安装第二层三脚架→翻铺跳板及防护栏杆→第三层绑扎钢筋→支设第三层模板→模板校正→浇筑第三层混凝土→拆除第三层模板→安装第三层三脚架→翻铺脚手板及防护栏杆→绑扎第四层钢筋→支设第四层模板→模板校正→浇筑第四层混凝土→拆除第四层模板→拆除第一层三脚架翻到至第四层(依次循环,共计15板模板)

6. 新设备的应用

本方案根据库体高度,三脚架拆除采用升降车进行。

该设备用机动性强,操控方便安全。

实施效果:

采用新型三脚架倒模施工后,仅了45天完成了库壁施工,比原来普通的倒模方式至少提前一个半月时间;库壁混凝土表现质量达到了清水混凝土的要求,质量良好,而且安全得到了有效控制,没有发生任何安全问题;通过新型的三脚架倒模方式赢得了业主的好评,为项目赶回了落后的工期,为熟料线提前点火奠定了基础,最终业主对我们项目部给予了针对熟料库专项赶工奖励近30万欧元。

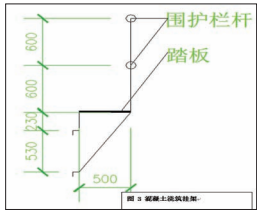


图3

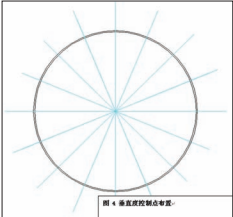


图4



图2

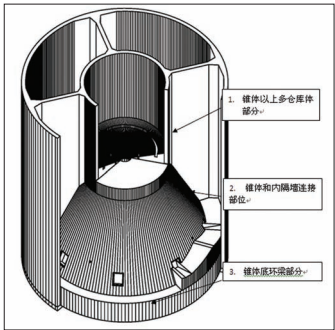


图3



图8



图5

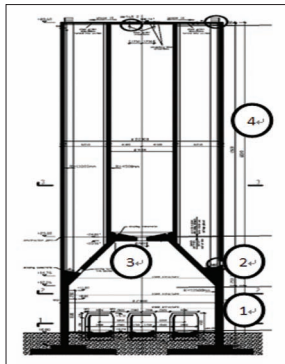
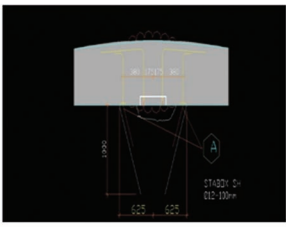


图4



图6

库底减压锥设计

申报单位:技术中心土建室

专题负责人:杨坤

主要参加人:韩树永,蒋立彬,李建文,向春林

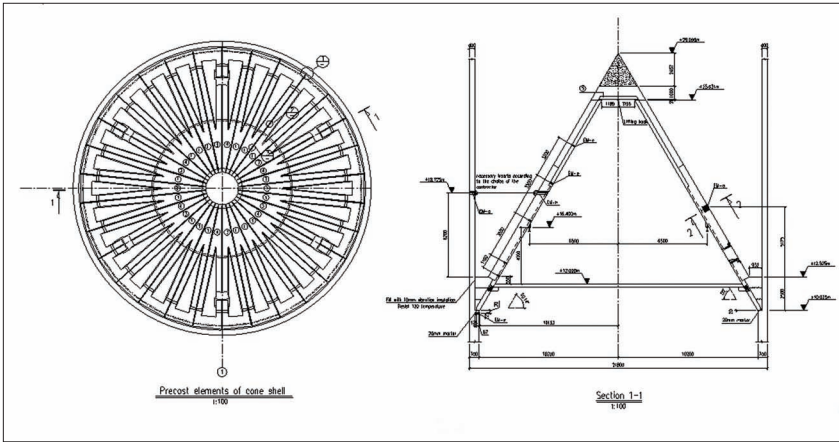


图1

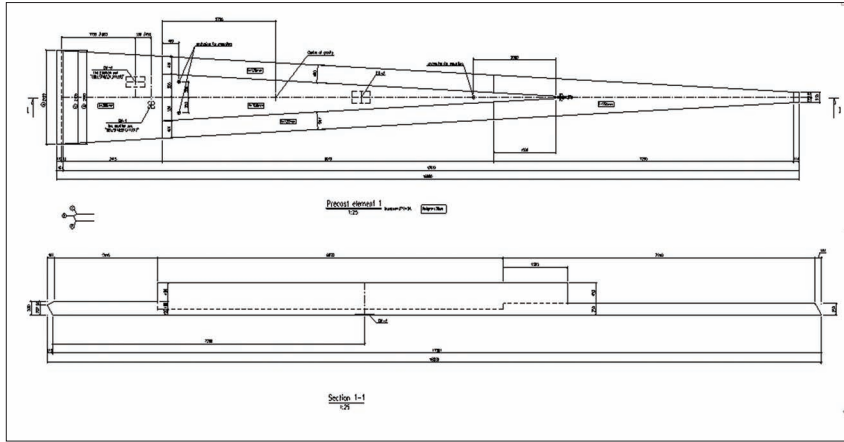


图2

创新背景

20世纪至21世纪以来,水泥厂内有关混凝土圆形库体和仓体的中心减压锥体的土建设计,一般均采用整体现浇方案,该方案整体性好,受力明确。在实际工程中广泛应用。然而,锥体按整体设计的致命弱点是施工困难:首先是脚手架搭设困难,脚手架高度较高,最高处可达到20~30米高,而且顶部支撑高度是变化的,这样脚手架支撑不易布置,极易造成脚手架失稳,安全上存在隐患;第二、减压锥板厚较厚(450~600mm厚),现场浇筑量大,延长了施工工期;第三、钢筋绑扎量大,而且在高空斜面上绑扎钢筋,增加了工人作业难度,增加了工作的危险系数;第四、底部模板支设为锥形,也给现场施工造成了困难。为了节约施工成本,缩减施工周期,保证减压锥的施工质量,尼日利亚EDO二期项目革新了减压锥的设计,结合减压锥的受力原理和结构形式等特点,采用预制板拼装和现浇混凝土结合的方式进行设计。

主要创新点

一、本项目系公司首次采用预制板拼装成锥体,采用现浇混凝土用以保证锥体的整体性。锥体有接近40%的混凝土由预制板组成,每块预制板可在地面采用模块化制作。与传统整体现浇相比,将大量的高空现浇作业转移到了地面预制,大大规避了施工受时间和空间限制的弊端,同时也极大地缩短了施工周期,另外也充分发挥了本公司施工队伍自身的优势-吊装安装。

二、施工时每块预制板采用单根钢丝绳拉索,一端置于仓壁,另一端置于预制板合适位置,待预制板全部就位后,再绑扎现浇层钢筋,最后在预制板上分段浇筑混凝土,至整个锥体成为整体。整个过程无需搭建模板,也无需借助任何中心支撑系统。

三、设计原理:除了需要按整体计算整个锥体的径向和环向受力外,还需对单块预制板的配筋进行设计,以及在吊装过程中各种不利情况下的强度及裂缝验算,以保证安全。

四、该方案与施工联系紧密,各个细节均考虑施工要求,包括预制板吊装位置,安装吊点位置,拉索承载力验算,吊点连接强度验算等,均为首次遇到并需全面考虑。

方案与创新性成果

一、方案:以水泥库设计为例。该项目水泥库直径21.8m,库顶标高54.2m,减压锥底标高+10.025m,顶标高+29.098m。减压锥锥体由30块预制板构成,每块预制板长18.080m,底部宽2122mm,顶部宽250mm,最厚处700mm,最薄处120mm,自重178KN。吊装拼装完成后,再

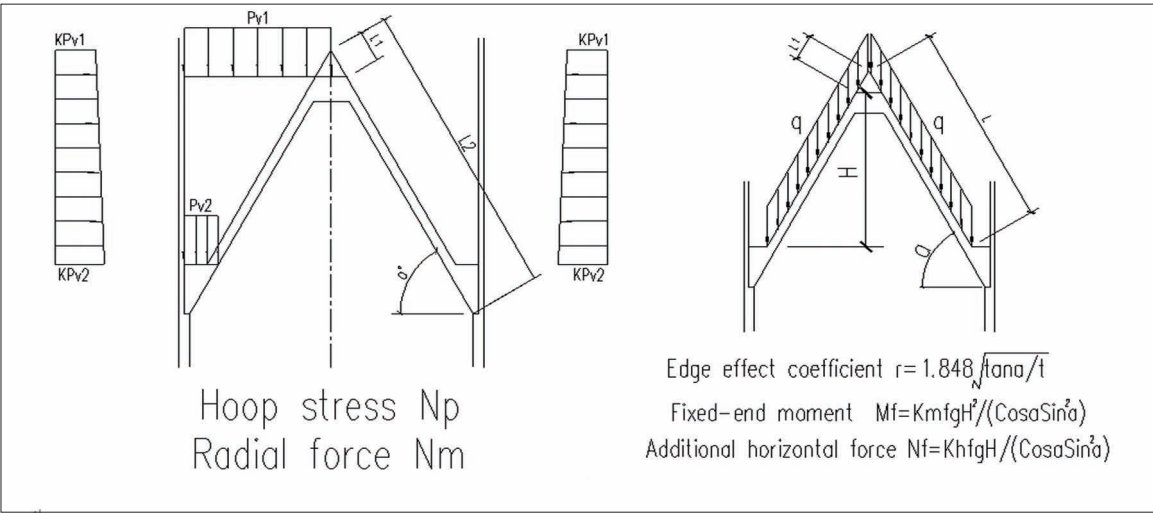


图3

以这些预制板为模板,浇筑混凝土,使得锥体顶面平齐,并把各预制板连接成整体,最终完成锥体的施工(如图1,图2)。30块预制板模块化在地面加工厂生产,可模块化制作,极大地节省了制作时间。施工时,采用钢丝绳拉索将预制板与仓壁连接,以固定预制板位置,将30块预制板全部吊装就位,然后绑扎现浇层钢筋,采用预制板做为模板,浇筑环梁和其他混凝土,最后使锥体成为整体。不但能够满足受力要求,还免去了搭设模板和施工支撑系统的施工工序。设计要点:对减压锥锥体按整体进行计算(如图3),配筋需满足径向和环向受力要求,其中锥体环向受力为-3252.84kN/m,径向受力为-4123.27kN/m,

最大径向应力:

$$\text{由 } N = -4123.27 \text{ kN/m, } M = 57.18 \text{ kN} \cdot \text{m/m}$$

$$e = 57.18 / 4123.27 = 0.0139 < 0.700 / 6 = 0.117$$

$$\text{混凝土应力 } \sigma = N / (bt) \pm 6M / (bt^2)$$

$$= -4123.27 \times 103 / (700 \times 1000) \pm 6 \times 57.18 \times 106 / (1000 \times 700^2)$$

$$= -5.891 \pm 0.490 < 19.1 \text{ N/mm}^2$$

最大环向应力也为压应力:

$$\sigma = N / (bt) \pm 6M / (bt^2)$$

$$= -3252.84 \times 103 / (700 \times 1000) \pm 6 \times 57.18 \times 106 / (1000 \times 700^2)$$

$$= -4.647 \pm 0.490 < 19.1 \text{ N/mm}^2$$

对每块预制板进行配筋和吊装计算,需保证吊装过程中各种不利情况下,锥体不受破坏,强度满足要求。不利位置:250mm与700mm厚变截面处;250mm与120mm变截面处;安装拉索位置顶部;300mm与700mm变截面处;重心位置截面处。现浇顺序:先浇环梁,然后分段浇筑至锥体顶部,等到混凝土全部凝固并达到强度后,再完全松开水平拉索,此时各预制板已与现浇混凝土成为整体,并协同受力。现浇时按每次现浇在预制板上的混凝

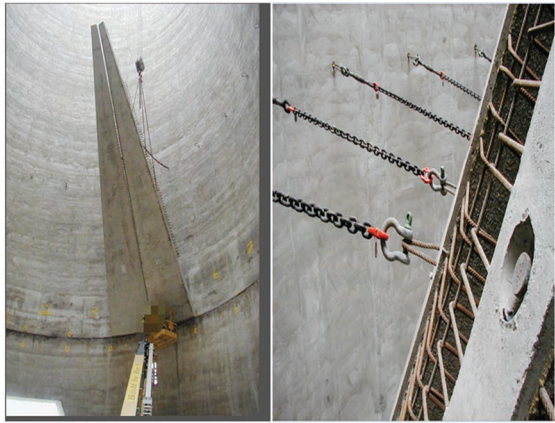


图4

土沿预制板的长度不得超过3m。

二、成果:减压锥作为库体最重要的结构部分,是库底中心的最大圆锥承力构件,起到了库底板的作用。将减压锥分成30块,按预制板模块化制作,施工简便,无需搭设模板和施工脚手架,仅采用一根拉索,缩短了施工工期,节约了施工成本,避免了高空施工作业。其次,减压锥体强度通过现浇部分混凝土和环梁的连接,整体性有了实质性的保证,与锥体按整体方案设计的强度相差无几。圆锥体预制板方案相对于整体设计方案有了实质性的变化和创新,在以后的实际项目和混凝土库体设计中,有极大的拓展和优化的空间。

实施效果

1、与整体设计对比,减压锥强度大致相同。满足《钢筋混凝土筒仓设计规范》(GB 50077-2003)的要求;

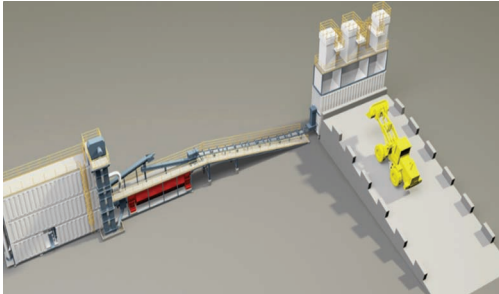
2、施工程序简单,预制板可以模块化生产,施工工期短,施工成本低,吊装过程如图4。

移动式粉磨站设计与应用

申报单位:技术中心工艺室

专题负责人:姜树丰

主要参加人:陈危臣,李成刚,韩树勇,刘辉,姜斌



创新背景

随着熟料产量在各地的逐渐饱和,投资整条生产线的热度已呈现断崖式的下跌趋势。而水泥本身所具有的区域性特点,却使得一些国家出现了这样一种现象:总的熟料产能饱和、甚至是过剩,但依然有部分地区水泥供应不足。同时,在一些国家,由于水泥中熟料只占40~60%左右的比例。所以,运输费用在水泥中所占比例,运输水泥就要远高于运输熟料。因此,投建水泥粉磨站的热度也就随之上升了。

而对于一些小型国家,尤其是一些相对落后的国家,在可预见的期限内,其水泥在局部区域的生产能力也势必会随着水泥需要的上升而加大,终至又一次趋于饱和。这种情况下,我们的可移动式粉磨站的优势就又一次体现出来:可以整体(当然不包括土建部分)拆卸甚至是整体吊运,在新的、水泥供应不足的区域,进行再一次的组装、生产。

主要创新点

- 1、采用模块化设计,图纸可以拷贝使用,循环利用率高
- 2、设计紧凑,占地面积小
- 3、可以实现快速拆解,易于异地重新组装、生产

平底库翻模滑模的结合使用

申报单位:南非PPC项目部

专题负责人:陈达

主要参加人:常硕、刘旭

模平台组装→滑升至库体变径处→空滑至平板上部→混凝土平板及柱子常规方法施工→滑模平台改模→平板上部库壁滑模。

本工程采用翻模滑模相结合的方法,其基本流程是下部库壁翻模至变径处→混凝土平板施工→平板上部滑模平台组装→滑升至顶部。

三、与传统的滑模施工工艺相比,本工程具有以下特点:1. 传统滑模工艺因库底板及库内柱是在滑模之后再进行,材料(模板、钢筋、混凝土浇筑等)吊运入库内效率低,整体占用塔架塔吊时间长,较影响塔架安装或产生冲突。本项目更改施工方式后,下部库壁翻模与库底部的柱子是同时进行施工,工作面更充足,且在施工库底柱、库底板时的人力通行、材料运送路径均较好,可以集中施工资源缩短平板施工的周期。在滑库结束后,安装可立即进行库内锥体施工及底板下钢构平台的施工,且库顶钢构也不再需等待土建库内锥体施工(一般此工期长达数月),可以有效缩短整个库的施工周期。2. 下部库壁采用组合钢模板施工,没有采用传统木模板,节约材料的同时也加快了施工速度,混凝土外观也得到业主的认可3. 前期翻模工期较长,但由于翻模与柱

地考察,收集整理了现场资料,通过比对外方方案设计,结合现场施工及设备运输等环节本方案全部采用标准集装箱设计,完全实现模块化设计的理念。工艺流程设计如图3。

配料段可以满足三组分或者四组分配料需要,采用铲车上料,料仓,磨机,收尘设备及输送设备与集装箱全部采用螺栓连接,不设焊点,方便拆卸。物料通过皮带机输送到水泥磨,本方案采用水泥磨规格2.2m*6.5m管磨机,能力根据需求在10~16t/h之间,成品水泥可以达到比表面积320~450 m²/kg。水泥包装与水泥磨实现联动,与水泥磨同时起停,根据项目需要也可以设置固定水泥储仓,实现散装和包装的需求。

实施效果

同时,我们也在积极开推进大型化的模块化粉磨站设计工作,已经完成年产量10万吨、30万吨项目的设计,下一步将进行50万吨模块化粉磨站的设计工作。

课题组设计的移动式粉磨站初次应用于坦桑尼亚ARUSHA粉磨站投标项目(30万吨项目),由于采用的是模块化设计,所需要安排的人力资源,及设计周期仅仅是同类项目的三分之一。不但工程量得以有效降低,周期也非常短,现场的工程周期也仅仅有三个月(不包括地下混凝土基础部分),远远少于传统的粉磨站设计,大大降低了投资成本。

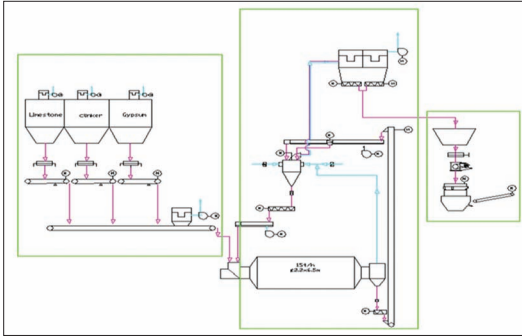


图3

创新背景

PPC带底板生料库施工

主要创新点

翻模与滑模结合使用

方案与创新性成果

施工材料周转加快,按期完成生料库主体施工

实施效果

施工材料周转加快,按期完成生料库主体施工

一、工程概况

南非PPC项目生料库内径为18m,下部库壁高度为9m,库壁厚度为450mm,上部库壁高度为35.5m,库壁厚度为350mm,在库壁变径处有1.3m厚的混凝土平板,平板下部有6根混凝土柱子支撑。本工程平板下部采用翻模施工,上部采用滑模施工。

二、施工工艺

在传统的库体筒仓结构的施工中,大多采用滑模施工工艺,比如之前项目的生料库施工,其基本流程是滑

创新背景

对于皮带机采购供货一直以遵循国内DT II 标准,标准皮带机结合普通钢结构桁架。面对国内外建材市场环境,企业间日趋严重的竞争形式,为了进一步缩短项目设计周期,降低采购、物流成本,探究并优化采购供货(设计、制造、交付等)环节的控制措施。创新使用钢结构一体化皮带机形式。

主要创新点

南非 PPC 项目中打破了传统皮带机形式,采用钢结构一体化形式皮带机。有效的缩短了设计周期、节约了采购成本、降低了供货重量与运输成本。

方案与创新性成果

以下针对南非 PPC 项目钢结构一体化皮带机栈桥与传统桁架结合标准皮带机两种形式进行分析,体现了一体化皮带机设计、供货重、采购成本方面的优势。通过分析、对比提升一体化皮带机采购供货控制能力,进一步推进一体化皮带机的应用与适用范围。

第一、设计方面分析

从设计方面考虑,钢结构一体化形式减少了结构专业设计工作,避免了皮带机与结构专业、土建专业三方的技术接口。一体化皮带机与皮带机本体全部由供货商设计,工艺确认后直接与土建专业接口。加快了设计速度,减少了技术接口容易出现的问题,虽然皮带机部分的返资时间会有相应延长,但是总体设计时间减少,可缩短整个项目设计周期。

第二、供货重量分析

对于钢结构一体化皮带机的桁架部分与普通桁架结合标准皮带机的两种形式对比分析后,目前最明显体现在供货重量的差异。通过(表一)可以看出,南非 PPC 项目钢结构一体化皮带机较好的节省了钢结构部分的供货重量。

钢结构一体化皮带机是在原有普通皮带机的基础上,由皮带机厂家根据工艺布置针对支撑皮带机的钢结构进行优化设计并供货,皮带机的结构及配置没有变化。无论采购上述任何形式的钢结构形式,皮带机本体部分的供货重量基本一致,如滚筒、托辊、托辊架、张紧装置、胶带。所以仅针对于钢结构部分作出对比与分析。

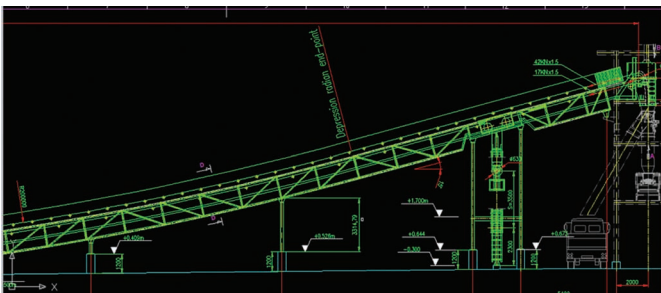
1.1 过实际供货重量统计,一体化皮带机钢结构部分总供货重量为 266.36 吨。如果采用普通钢结构桁架,钢结构部分的供货重量为 503.47 吨。(见图一)

南非 PPC 项目钢结构一体化皮带机与普通桁架皮带机对比分析											
序号	编码	子项	分子项	皮带机编号	带宽	一体化皮带机钢结构部分重量 (吨)	钢结构长度 (米)	架空高度 (米)	最终普通钢结构桁架重量 (吨)	一体化钢结构比普通桁架节省重量 (吨)	一体化皮带机重量节省重量比例
1	231	辅料输送和堆棚	输送	311BC03/06	1200mm*800mm	89.67	93	3-20	112.08	22.41	20%
			输送至原料配料站	311BC04/07	1200mm*800mm	24.32	30	25	46.67	22.35	48%
			辅料输送至转运站 2	311BC02	1200mm	31.695	100	5	54.67	22.97	42%
			辅料输送至转运站 1	311BC01	1200mm	3.85	20	2	12.17	8.32	68%
2	321	原料配料站及输送	原料配料输送至原料磨	321BC01	1000mm	14.7	40	2-10	29.84	15.14	51%
			转运站 1 输送至转运站 2	321BC02	1000mm	21.9	73	4-13	72.09	50.19	70%
			原料配料站输送至转运站 3	323BC01	1000mm	9.32	30	2-7.7	19.69	10.37	53%
			转运站输送至旧原料磨	323BC02	1000mm	12.8	69	3-18	60.38	47.58	79%
3	511	煤粉输送	输送 1	511BC01	800mm	27.15	34	18	28.43	1.28	5%
4		汇总	输送 2	511BC02	800mm	30.96	65	15-23	67.46	36.50	54%
						266.365			503.47	237.10	47%

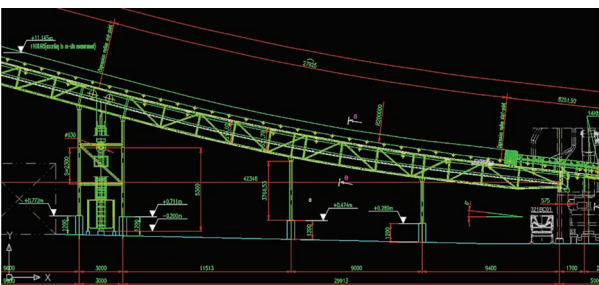
表一

序号 ^①	编码 ^②	子项 ^③	分子项 ^④	皮带机编号 ^⑤	最终普通钢结构桁架重量（吨） ^⑥	一体化皮带机钢结构部分重量（吨） ^⑦
1 ^⑧	231 ^⑨	辅料输送和堆棚 ^⑩	输送 ^⑪	311BC03/06 ^⑫	112.08 ^⑬	89.67 ^⑭
			输送至原料配料站 ^⑮	311BC04/07 ^⑯	46.67 ^⑰	24.32 ^⑱
			辅料输送至转运站 2 ^⑲	311BC02 ^⑳	54.67 ^㉑	31.695 ^㉒
			辅料输送至转运站 1 ^㉓	311BC01 ^㉔	12.17 ^㉕	3.85 ^㉖
2 ^㉗	321 ^㉘	原料配料站及输送 ^㉙	原料配料输送至原料磨 ^㉚	321BC01 ^㉛	29.84 ^㉜	14.7 ^㉝
			转运站 1 输送至转运站 2 ^㉞	321BC02 ^㉟	72.09 ^㊱	21.9 ^㊲
			原料配料站输送至转运站 3 ^㊳	323BC01 ^㊴	19.69 ^㊵	9.32 ^㊶
			转运站输送至旧原料磨 ^㊷	323BC02 ^㊸	60.38 ^㊹	12.8 ^㊺
3 ^㊻	511 ^㊼	煤粉输送 ^㊽	输送 1 ^㊾	511BC01 ^㊿	28.43 ^㊽	27.15 ^㊿
			输送 2 ^㊿	511BC02 ^㊽	67.46 ^㊽	30.96 ^㊿
①	②	汇总 ^㊽	①	①	503.47 ^㊽	266.365 ^㊿

表二



图五



图六

钢结构（桁架）一体化皮带机与标准桁架皮带机对比经济性分析

申报单位: 采购部

专题负责人: 杨学伟

主要参加人: 安伟涛、王军

1.2 一体化皮带机钢结构部分的重量比普通钢结构供货重量节省了 237.1 吨, 节省比例达到 47%。(见图二)

1.3 上述为针对项目整体性的分析, 对于每台单独拆分表一中每台皮带机的供货重量, 重量如下表二所示。从以下钢结构用量统计表(见表二)以及柱状图中(见图三)可以看出, 使用了钢结构一体化皮带机后, 通过皮带机厂家的优化设计, 每种规格皮带机的钢结构都有一定量的减少, 其中 321BC02 和 323BC02 两个规格的皮带机钢结构的重量减少最多, 减少的重量分别是普通钢结构重量的 70%和 79%。

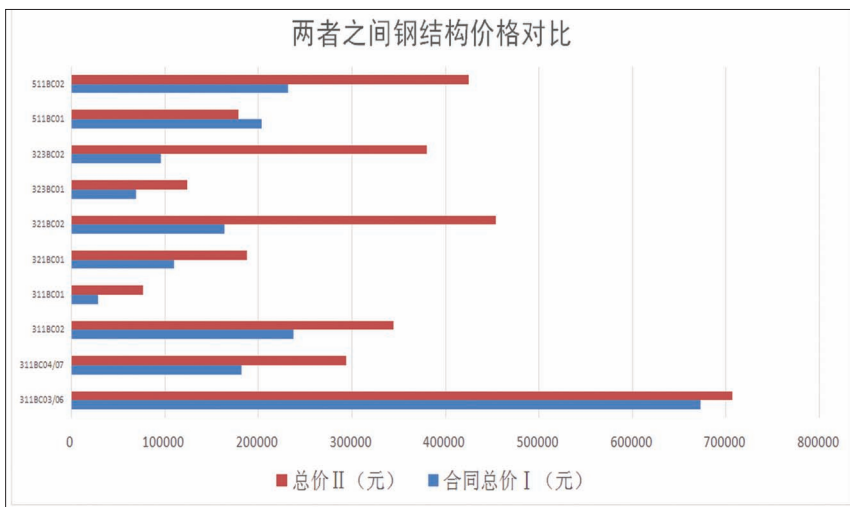
1.4 对于以上两台减少重量最多的皮带机图纸初步分析, 其支腿高度普遍不高, 支撑基本都在 3-5 米之间, 并且借用了张紧装置做为桁架的支撑, 充分减少了立柱的重量。以上分析点在将来的项目中可以作为适用一体化皮带机的参考点之一。

如图四所示, 钢结构减少的比例与皮带机的长度无线性关系。并且从表一的每米节省重量可以看出, 每台一体化皮带机每米钢结构节省的重量也不一致, 所以不能单一的局限在某一环境下。还需要数据的积累便于准确的分析。

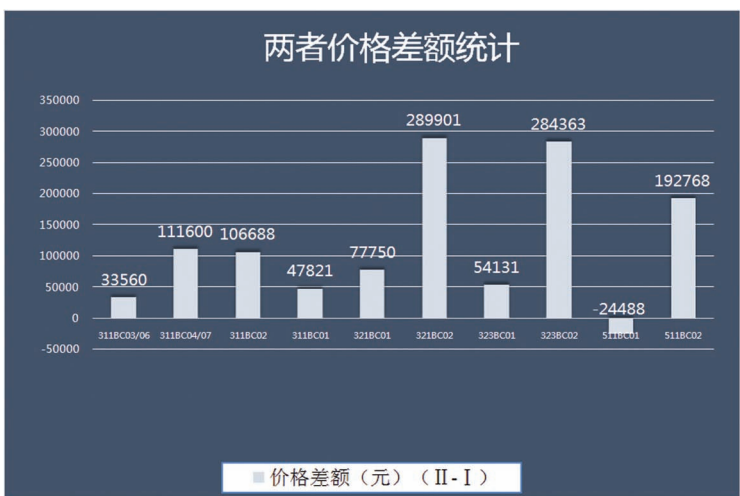
虽然不同带宽的皮带机对于钢结构的降低比例有影响, 但是能够确定的是在相同工艺布置的前提下, 基本是带宽越小的皮带机所需要的钢结构量越少。所以首先以确定皮带机的设计为主。(如图五、图六)

序号	编码	子项	皮带机编号	一体化皮带机钢结构部分重量 (吨)	合同单价 (吨)	合同总价 I (元)	最终普通钢结构桁架重量 (吨)	工程管理部合同吨单价 (元/吨)	总价 II (元)	价格差额 (元) (II-I)	降价比例
1	231	辅料输送和堆棚	311BC03/06	89.67	7500	672525	112.08	6300.00	706085	33560	5%
			311BC04/07	24.32		182400	46.67		294000	111600	38%
			311BC02	31.695		237713	54.67		344400	106688	31%
			311BC01	3.85		28875	12.17		76696	47821	62%
2	321	原料配料站及输送	321BC01	14.7		110250	29.84		188000	77750	41%
			321BC02	21.9		164250	72.09		454151	289901	64%
			323BC01	9.32		69900	19.69		124031	54131	44%
			323BC02	12.8		96000	60.38		380363	284363	75%
3	511	煤粉输送	511BC01	27.15		203625	28.43		179137	-24488	-14%
			511BC02	30.96		232200	67.46		424968	192768	45%
4		汇总		266.365		1997738	503.47		3171830	1174092	37%

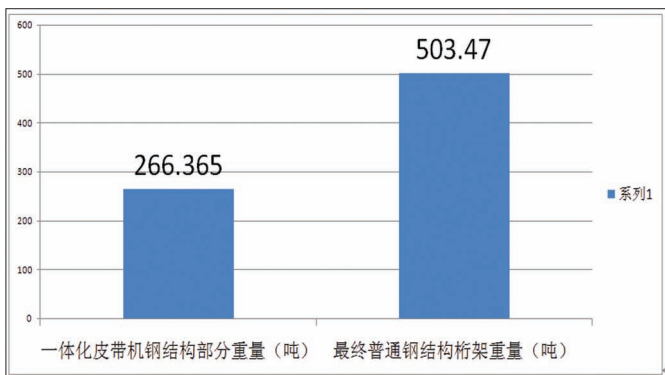
表三



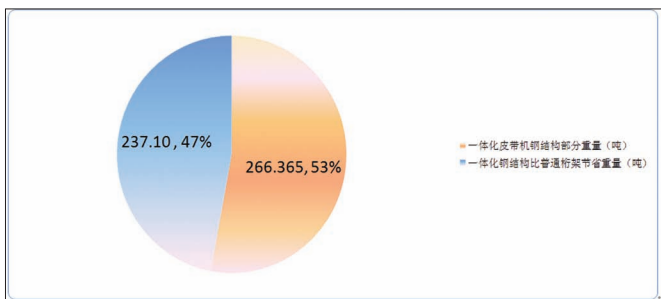
图七



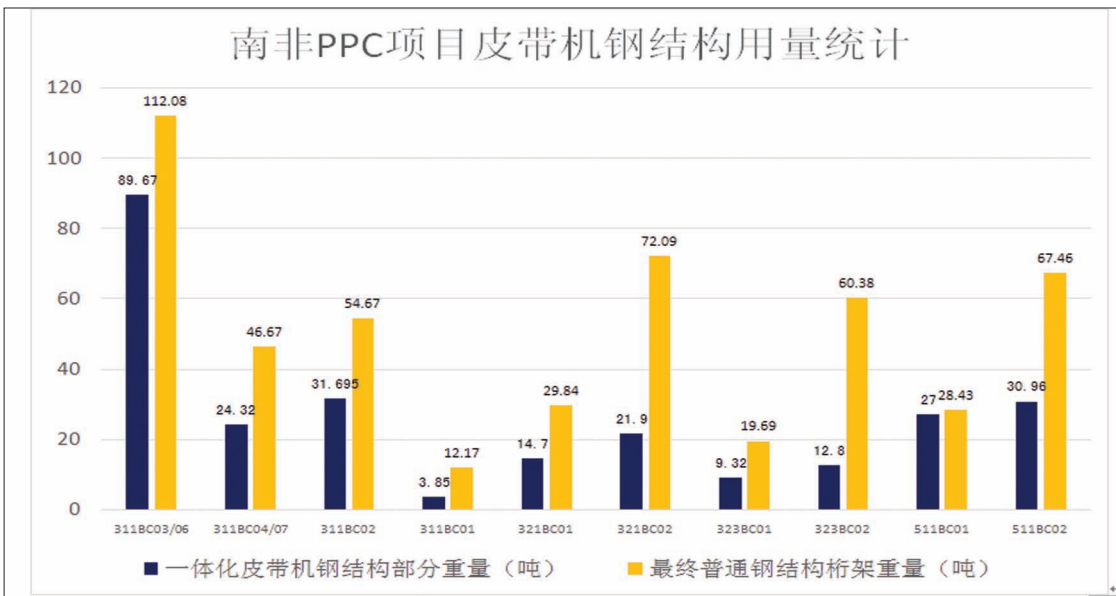
图八



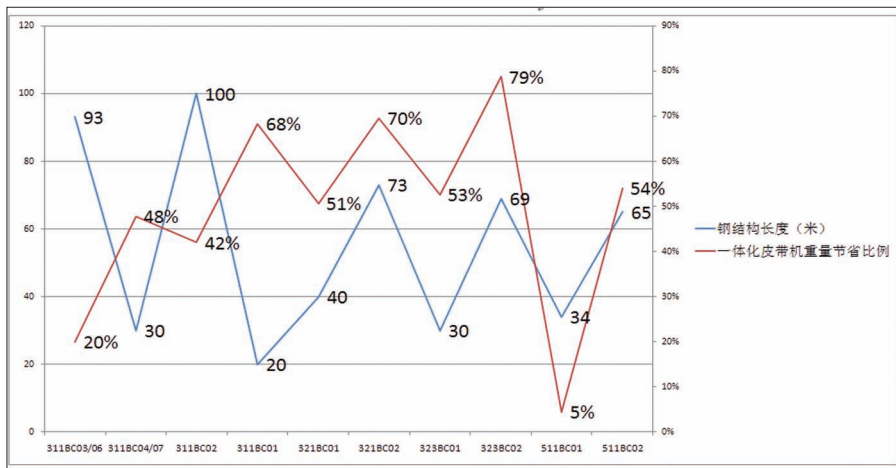
图一



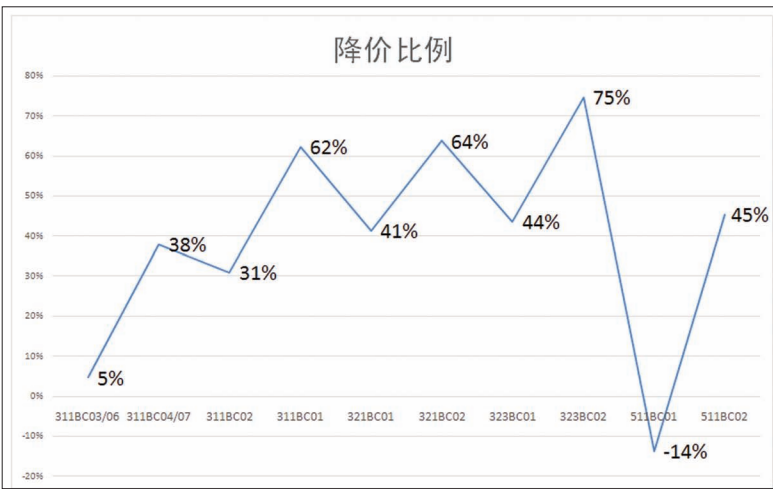
图二



图三



图四



图九

自动化仓储系统在危废储存、
数据采集及物料配伍上的应用

申报单位:技术中心工艺室
专题负责人:张超
主要参加人:申巧蕊、王中成、刘非非

创新背景

根据考察和调研,我国危险废物处置中的仓储系统操作方式原始,自动化程度较低。现有危险废物仓储,大多采用老式平面仓库,占地面积大且库房利用率低;危险废物的入库出库采用人工搬运方式,效率低、危害人体健康且增加人工成本;仓储系统密闭性较差,有害气体容易外漏;危险废物随意堆积,依靠人工管理,易出现找不到或者找错的情况,导致入炉焚烧前配伍混乱,造成焚烧不稳定;人工记录危险废物进出库情况,效率低且易出差错。

(见图1 老式仓储)

自动化仓储系统是一种经由电脑控制处理设备,记忆物料存放位置,利用无人搬运车系统、自动存取;通过RFID或者条形码储存物料特性信息,并且入库前经过读取后把信息存储在后台控制电脑。自动化仓储在服装、医药、航天、汽车等物流有广泛的应用。

根据危险废物仓储系统的现状,结合自动仓储在其他行业的应用优势,将其应用在危险废物储存、数据采集及物料配上,可以降低仓储占用面积,提高仓储工作效率,节省人工劳动成本,实现危废行业仓储的自动化,为焚烧前配伍创造条件。

主要创新点

- 一、危险废物仓储采用组合横梁式双货位结构,实现仓储形式的立体化,提高仓库利用率,节约占地面积。
- 二、固态危险废物统一采用长1m*宽1m*高1m的料箱装存,半固态危险废物采用专用桶装后统一放在托盘上,液态废物采用吨桶盛装,规范危险废物包装形式,方便储存和管理。
- 三、通过RFID或者条形码储存物料特性信息,并且入库前经过读取后把信息存储在后台控制电脑。
- 四、通过立体式货架仓库、无人叉车及互联网系统实现危险废物仓储的自动化,确保废物仓库管理各个环节数据输入的高效、准确,能及时掌握库存的真实数据,可以合理保持控制库存,实现通过数据信息协助生产部门完成配伍工作。

方案与创新性成果

一、自动化仓储系统方案设计

- 1、为解决传统危险废物占地面积大、利用率低的问题,采用组合横梁式双货位结构,货架设计为4层。针对人工搬运效率低、危害人体健康、增加人工成本的问题,通过AGV无人叉车实现危险废物的自动出入库。
- 采用自动化仓储系统时,要求危险废物包装形式必须在一定的尺寸要求内,因此必须要求产废单位对产生的危险废物进行规范化包装。为保证危险废物外形的统一,结合老式仓储危险废物包装经验,固态危险废物统一采用长1m*宽1m*高1m的料箱装存,半固态危险废物采用专用桶装后统一放在托盘上,液态废物采用吨桶盛装。根据仓库库容,结合无人叉车最大可举升高度,拟采用四层组合横梁式双货位结构的货架。
- 危险废物中有些挥发性有机物质具有腐蚀性,会对周围仓储造成一定的腐蚀,因此托盘、料箱以及货架的



图1 老式仓储

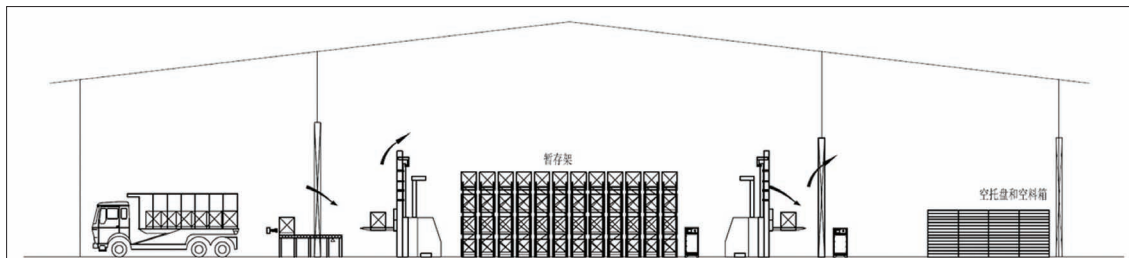


图2 自动化仓储工艺流程

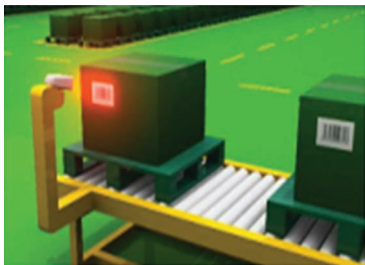


图3 信息自动扫面录入系统

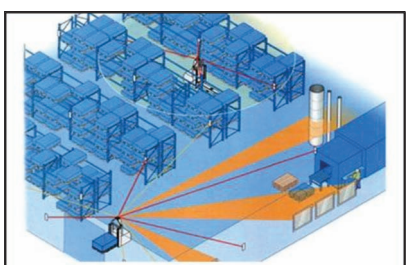


图4 激光定位系统示意图



图5 自动充电系统

材质要具有一定的抗腐蚀性性能。托盘、料箱以及货架统一采用外喷涂有机硅。

2、危险废物的来源比较复杂,不同来源的废物物化特性差别较大,为了保证焚烧系统稳定运行及污染物排放的有效控制,需要对不同来源的危险废物进行预处理,并按照一定的配伍比例进行掺混。原有的配料大多依据人工配料的生产经验进行大致配料,入窑/炉的危险废物成分波动较大,导致二燃室的焚烧温度不稳定。采用自动仓储系统后,通过RFID射频技术实现危险废物信息的数据采集,并且利用配料软件实现高效、精确配料。

二、自动化仓储工作原理及流程

自动化仓储工艺流程见图2

危险废物运输专用车辆将其从产废单位运输到仓库时,由人工叉车将货物从卡车上搬运到仓库入口的输送辊道上,工作人员根据产废单位事先发送的危险废物信息进行核对,无误后将危险废物信息代码通过RFID读写器写入每个货物单元的RFID卡内,然后取样;之后输送辊道启动,将其输送到仓库入口处;入口处辊道边安装有RFID读写器及称重托辊,读取危险废物的RFID信息后(RFID信息录入系统见图3),通过无线局域网将信息传入中央控制系统,中央控制系统根据危险废物信息分配货位(货架上每一个储存单元都有固定的货位号码),然后将指令发送给无人叉车,无人叉车接收指令后将危险废物输送到货架上,此货位因为危险废物成分不清楚被中央控制系统锁定,不能进行配料操作。无人叉车完成任务后发送信号给中央控制系统,结束此次任

务,等待下一次指令。取样后的样品送化验室进行分析,化验后工作人员

根据样品编码将化验信息如热值、灰分、水分等信息通过计算机输入到中央控制系统中的数据库,相应货位解除锁定可以进行配料。配料员可通过中央控制系统随时查看库存的危险废物信息,根据生产需要对物料进行配伍后,将需要进行预处理的危险废物信息通过中央控制系统发送指令给无人叉车,无人叉车根据指令将货架上的货物输送到相应的预处理单元。

无人叉车采用激光导航系统。叉车通过发射激光束,同时采集由反射板反射的激光束,来确定其当前的位置和方向,并通过连续的三角几何运算来实现无人叉车的导航,叉车激光导航示意图见图4。无人叉车采用电池供电,仓库内部配有自动充电站,电量消耗到一定限值后可自行行驶到充电站进行充电,自动充电系统见图5。

实施效果

该项目研究成果已应用在北控安耐得环保科技有限公司,拟建成3万吨/年危废焚烧处理示范工程。采用自动化仓储系统后,为精确配伍提供了可能,精确的配伍降低了入窑物料成分波动,减少燃料消耗、减少检修时间、提高窑运行天数、减少工作人员配置,从而降低了运行成本;改善现有仓储系统占地面积大、危害人体健康的问题;实现危险废物的自动化管理,对危险废物处置行业的科技化、信息化发展具有重要的意义。

料、风多重分级低氮分解炉研发

申报单位:技术中心工艺室
专题负责人:申金永
主要参加人:刘辉、姚秀丽、张庆民、张秒、于彬彬

创新背景

随着环保要求越来越高,水泥厂NO_x排放浓度要求越来越严格。目前国内外用来降低NO_x排放的技术主要有:降低烧成温度,低NO_x燃烧器,分级燃烧(空气分级和燃料分级),选择性催化还原(SCR),选择性非催化还原(SNCR)等。实践证明,SNCR技术和分级燃烧技术是比较适用于水泥工业降低NO_x排放,但一套SNCR系统需要大笔资金投入,前期建设也需要投入大量的人力物力,后期运营也有一定的成本,而分级燃烧不增加熟料的生产成本,不影响熟料的产质量,是一种值得推广的低成本脱硝技术。对于分级技术,喂入分解炉的生料/燃料比例,以及分风比例、布置位置,不同生产规模和分解炉类型会有不同,如何得到最佳料风比例和布置位置,使得正常生产工艺下,NO_x排放浓度最低,尤其是针对各地区不同原燃料,依靠经验不能定量的给出设计优化参数,只能定性的判断是否合理。目前CFD技术广泛应用于工程中流体流动、传热、燃烧、化学反应、多相流等领域。利用CFD技术,对设计的分解炉进行流场分析,验证工艺结构的合理性,优化设计方案,通过不断调整进分解炉的生料/燃料比例,以及分风比例、位置,研发出料、风多重分级的低氮分解炉。

主要创新点

- 一、在不使用SNCR/SCR等脱氮系统的前提下,可以通过使用低氮燃烧器,调整进分解炉的生料/燃料比例,以及分风比例、位置等,来降低NO_x排放浓度。
- 二、对于其他同类项目,尤其是特殊燃料(替代燃料、固废利用),通过分析燃料在分解炉内的燃烧以及燃烧后氮氧化物浓度分布等,研发出相应的低氮分解炉。

方案与创新性成果

(1)课题组先对尼日利亚EDO项目设计的分解炉建立三维建模(见图1),并根据以往经验,初步确定燃烧

破碎机仓口堵塞的技术改造

申报单位:EDO运营项目
专题负责人:李岁柱
主要参加人:周立申 郁海荣 徐帅 王宾宾 南豪 杨民 马召国

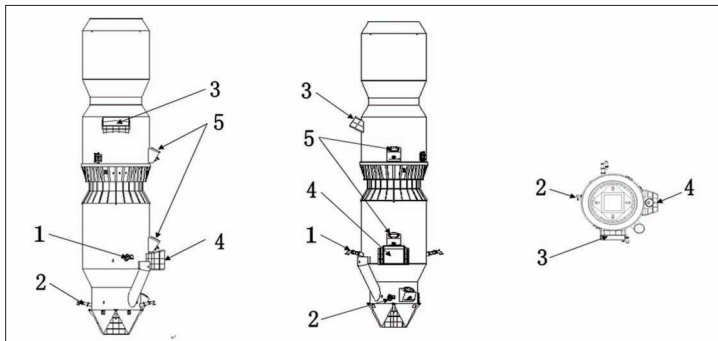


创新背景

石灰石破碎机喂料仓口,因设计的混凝土仓高度落差大、坡度陡以及入破碎机仓口小等原因,在卸料卡车卸料瞬间,大量的大尺寸物料在仓的中下位置搭积形成“蓬料”。严重影响破碎系统的整体运行状况。

主要创新点

此次改造,从技术方面和实际经验相结合,打破思



(a)主视图(b)右视图 (c)俯视图
1——分解炉燃烧器,2——低氮燃烧器,3——上部三次风入口,4——三次风入口,5——生料入口
图1 料、风多重分级低氮分解炉三视图

项目	EDO 数值模拟数据	EWK 现场实测数据
性能		
分解炉出口温度(℃)	890	880
分解炉进口温度(℃)	1060	1060
分解炉压差(Pa)	650	820
分解率(%)	76	90

器、三次风、生料喂料位置。利用CFD技术,对设计对象进行流场分析,采用多相组分传输方法研究分解炉内燃烧一分解耦合过程,并与同生产规模的尼日利亚EWK项目实测数据进行对比(见表1)。

从分解率模拟结果来看,出口气体的温度比实际温度高,压损比实际压损小,但均在正常范围波动以内,与实际情况吻合较好。但分解率偏差较大,根据我们的经验,生料在进入分解炉之前已经有10%~15%的分解率,因此,实际的分解率应该为75%~80%之间,可以看出数值模拟的准确度较高。

尼日利亚EDO项目分解炉模拟结果与EWK项目分解炉现场实测数据对比表(见图表)

(2)在组分输运模型的基础上,加入自定义的NO_x反应程序,对分解炉内NO_x的产生和脱除过程及其分布特征进行了流场分析。对比已投产的尼日利亚Unicem项目NO_x还原了46%,EDO项目NO_x还原了41%,说明本课题涉及的低氮分解炉中NO_x浓度分布更加理想。

结果显示,分解炉的脱NO_x过程主要取决于:

- ①分解炉还原区域内的温度,尤其是初始燃烧温度;
- ②燃料的种类,以及挥发分和氮的含量,对于NO_x再燃,燃料挥发分含量越多越好;
- ③大量的NO_x是在窑内产生的,在保证窑内合适的煅烧温度情况下,采用低NO_x燃烧器和降低窑内煅烧温度是有效的措施;
- ④空气过剩系数,尤其在高温情况下,空气过剩系数高低的影响较大,空气过剩系数越大,NO_x产生的相对较多。

从结果分析可得,该分解炉出口气体的NO_x含量降低到400 mg/Nm³(以NO₂计,10%O₂),完全可满足国内,乃至国际上比较苛刻的排放标准。

(3)下一步本课题组将根据NO_x分布特征,调整料、风设置位置,在不影响分解炉系统稳定性的前提下,优化内部流场,使NO_x浓度尽量降低,并逐步推广到新投标和施工项目中,根据不同的排放标准和燃料类型,选择合适的工艺措施,使得项目投资运营省。

实施效果

本课题基于我公司承包的尼日利亚EDO二期6000tpd项目,设计研发的料、风多重低氮分解炉已经应用,由于该项目处于建设周期内,因此,具体的实施效果要等到调试生产后才能有结果。

待在尼日利亚EDO二期实施效果明显后,在新施工项目和投标项目中,我们也会推用此新型低氮分解炉。

方案与创新性成果

- 1、混凝土仓改造
- 1.1在混凝土两侧焊接两个起到减缓下料速度、避免物料瞬间搭积的减压斜坡。
- 1.2减压斜坡框架选用钢板组对,内部加支撑筋板。
- 1.3减压斜坡钢板开坡口与混凝土仓钢板焊接固定。
- 1.4减压斜坡内灌注细沙,起到降低因物料冲击导致的振动的效果。
- 1.5下面照片为改造后的情况:

提高处理蓬料情况的效率,减少处理时间

实施效果

未改造之前,每班“蓬料”的情况发生数十次之多,每次处理只能选择用挖掘机击打蓬料位置的方法进行处理,严重影响到喂料速度和设备的正常运转。改造之后,破碎系统的运转效率得到提高,产量上也有了质的变化,基本上满足了工艺线的生产需要。附表为改造之后产量对比:(表略)

创新背景

公司在诸多项目出现大、小齿轮啮合问题,大、小齿轮点蚀严重,给项目带来困扰、公司产生一定经济损失,下面以齿轮GU3 项目煤磨大、小齿轮点蚀为切入点,深入剖析原因,从多方面控制并找到解决问题的方法。

实施效果

解决了大变位齿圈加工和啮合问题,避免了公司经济损失。

一、厄瓜多尔GU3 项目煤磨大小齿轮点蚀、振动现象:

厄瓜多尔项目煤磨在2015年2月份项目部反馈大、小齿轮在试车阶段反馈有振动、声响等异常情况;

2015年8月24日接业主反馈邮件,小齿轮表面出现点蚀。(见图1)

二、分析导致大、小齿轮出现振动、点蚀因素:

1、设计方面的因素。

大、小齿轮采取变位后重合度为1.276,重合度偏低,不利于齿轮平稳传动,产生振动、噪音,加上安装为保证大、小齿轮侧间隙,出现非标准齿轮安装,齿轮的重合度减低为1.18(中心距在标准安装条件下增加3mm,标准安装大小齿顶间隙为7mm,大小齿顶间隙为12mm)。

1.1 根据《机械设计手册(第3卷)》第14篇,3.3 选择外啮合齿轮变位系数的限制条件,我们设计大小齿轮重合度1.276已经接近最低1.2极限。(见图2)

小齿轮参数如下:(见图3)

大齿轮参数如下:(见图4)

2、重合度计算如下:

2.1 变位系数下的标准齿轮安装,中心距为3214.734mm。
$$\varepsilon_a = \varepsilon \gamma 0.5 * (Z1 * (\tan \alpha_{a1} - \tan \alpha') + Z2 * (\tan \alpha_{a2} - \tan \alpha')) / \pi = 1.276.$$
$$r1 = 1/2 m z1 = 434$$
$$r2 = 1/2 m z2 = 2688$$
$$ra1 = r1 + ha1 = 474.1$$
$$ra2 = r2 + ha2 = 2787.174$$
$$rb1 = r1 \cos 20 = 407.826$$
$$rb2 = r2 \cos 20 = 2525.893$$
$$ad1 = \arccos rb1 / ra1 = 30.659$$
$$ad2 = \arccos rb1 / ra1 = 25.007$$
$$\text{Inv} \alpha' = < 2(x1 + x2) \tan 20 / z1 + z2 > + \text{inv} \alpha = 0.026819$$
$$\alpha' = 24.1348 \quad (\text{求变量取得})$$
$$\varepsilon_a = \varepsilon \gamma 0.5 * (Z1 * (\tan \alpha_{a1} - \tan \alpha') + Z2 * (\tan \alpha_{a2} - \tan \alpha')) / \pi = 1.276.$$

2.2 非标准齿轮安装:

项目部安装找正时,为保证侧间隙,在标准安装的基础上将大、小齿轮间距增加+3mm后,通过计算求得齿轮副的重合度为1.18。

则通过计算可以求得 $\alpha' = 24.253$

$$\varepsilon_a = \varepsilon \gamma 0.5 * (Z1 * (\tan \alpha_{a1} - \tan \alpha') + Z2 * (\tan \alpha_{a2} - \tan \alpha')) / \pi = 1.18.$$

见表一

2.3 项目部安装找正时,为保证侧间隙,在标准安装的基础出将大、小齿轮间距增加+5mm后,通过计算求得齿轮副的重合度为1.13。

则通过计算可以求得 $\alpha' = 24.332$

$$\varepsilon_a = \varepsilon \gamma 0.5 * (Z1 * (\tan \alpha_{a1} - \tan \alpha') + Z2 * (\tan \alpha_{a2} - \tan \alpha')) / \pi = 1.13.$$

3、设计方面的总结

3.1 变位系数取得太大,重合度为1.276,降低了重合度,已经接近>1.2的极限要求。

3.2 设计方面比较难以考虑安装方面的为保证侧间隙,增加了中心距,导致重合度进一步降低,齿轮传递不平稳,产生振动和噪音(这一点,跟项目部安装人员反馈现象符合,冷调条件下,振动大噪音大,热调生产状态下振动小、噪音小,热态下的筒体膨胀,减少啮合中心距,增大重合度)。

3.3 设计应将变位系数取在合理区间,根据变位系数选择线图,尽量选择右侧的放射线区域,我们设计变位系数的选择超出推荐区域。(见图5)

3.4 小齿轮变位系数X1=0,大齿圈还保持X2=2.88,同时设计者需要核实强度和其他设计参数。

重合度提高为1.459,对于外啮合齿轮重合度推荐1.4¹1.6比较合理,且更换小齿轮更为经济。

小齿参数设计如下、大齿圈参数维持不变:

M=28 Z1=31 Z2=192 X1=0 X2=2.88 计算后得到

$$a' = (Z1 + Z2) * M * \cos \alpha / (2 \cos \alpha') = 3196.552$$

$$\varepsilon_a = \varepsilon \gamma 0.5 * (Z1 * (\tan \alpha_{a1} - \tan \alpha') + Z2 * (\tan \alpha_{a2} - \tan \alpha')) / \pi = 1.459.$$

●为项目部安装为获得合适的齿轮侧间隙留出了充足的富裕量,重合度还可以在1.35以上,从而保证了齿轮副传动平稳的质量指标。

2、设备检查方面的总结

下面从设备制造质量方面来分析,主要从影响传动精度的参数上分析。

2.1 图6为大齿的参数,图7为小齿的参数,分析大齿圈质量(小齿轮同理)。

根据<JC-T-334.1-2006>水泥工业磨磨机对于小齿轮和大齿圈的精度要求,我们技术中心采用8JK/8GH的精度等级是满足JC标准的。

对于回转窑<JC-T-333-2006>水泥工业用回转窑对于大、小齿圈的精度等级要求应高于9-9-8级等级。显然磨磨机对于传动方面比回转窑高一个等级的要求。

2.2 根据我们质保部的报告(2013-7-12)及出厂检查记录,我们是知道大齿圈的公法线公差是在图纸要求的范围内。

尺寸检查:

4处公法线检测均在公差范围内(2238.277/-0.71/-0.852);齿形、接合面跳/平面度、粗糙度、硬度检(250²280HB)测符合图纸要求。

机械性能见证试验:上次王胜明到厂已完成。(见图8、图9略)

2.3 大齿圈传动的精度等级。

描述齿轮精度等级由公差组:

I 传递运动的准确性 Fr / Fw ...

II 传递运动的平稳性 fpt ff...

III 载荷分布的均匀性 Fβ ...

大、小齿圈只检测了Fr/Fw,这里请注意,只是大齿圈8级精度等级的第I公差组,第II/III公差组的数据我们并不能检测得到,限于测量工具的局限性。

●这里有个大小齿圈检查工具的限制和齿形公差的复杂计算的问题,全国存在同样的问题,国内以第I公差组的合格代表了整个齿圈精度的等级,是不全面的。

●对于等分度圆较小的小齿圈,等级精度要求在6级以上,国外和国内大型重机械(比如中信/南高齿等)由3D-DIMENSION检测台,能全面检测I/II/III公差组。

2.4 为了找到大、小齿轮啮合振动问题,我们必须得到第II/III公差组的数据,以便判断齿圈的II/III公差组也在8级精度范围内。

2.4.1 通过计算,我们可以将齿圈的渐开线分成n段,分别得到齿厚和齿高,通过测量量程为50mm千分工具去测量,得出数据是否和理论值重合,平行或相交,这里可以获得ff。



图1

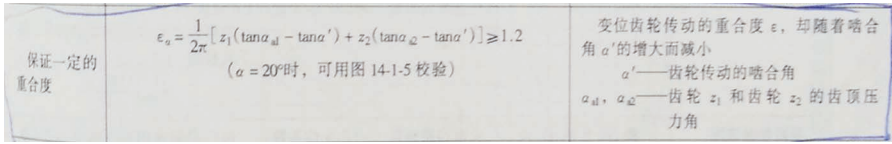


图2

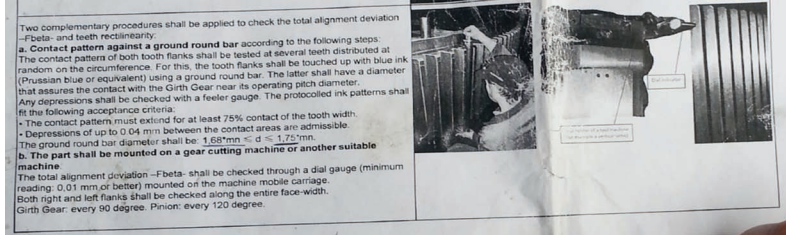


图12

Standard modul	模数	m	28
Number of teeth	齿数	Z	31
Profile angle	齿形角	α	20°
Addendum coefficient	齿顶高系数	h [*]	1
Bottom clearance coefficient	顶隙系数	C [*]	0.25
Helix angle	螺旋角	β	0°
Profile shifted coefficient	变位系数	x _s	+0.77
Total tooth depth	全齿高	h	53.534

图3

标准值齿厚	h _s	19.403
标准值齿顶圆	S _s	39.777
公称齿长	W	2238.277
控制齿宽	k	28
精度等级	8JK	GB10095-1988 ISO 1328:1975
齿顶圆中心距及其极限偏差	add _s	3214.734±0.165
配对齿数	Draw.No. Number of teeth	MC0195.4-6 31
公差组	检验项目 Item	齿顶圆(齿顶圆)公差 Tolerance value
齿顶圆公差	Fr	0.224
公称齿长公差	Fw	0.125
齿形公差	f _r	0.125
齿距极限偏差	f _a	±0.071
齿向公差	F _β	0.055

图6

模数	mn	28
齿数	Z	192
齿形角	α	20°
齿顶高系数	h [*]	1
顶隙系数	C [*]	0.25
螺旋角	β	0°
变位系数	x _s	+2.88

图4

标准值齿厚	h _s	27.924
标准值齿顶圆	S _s	50.773
公称齿长	W	398.873
控制齿宽	k	5
精度等级	8GH	GB10095-1988 ISO 1328:1975
齿顶圆中心距及其极限偏差	add _s	3214.734±0.165
配对齿数	Draw.No. Number of teeth	CMF382A1.03.01 192
公差组	检验项目 Item	齿顶圆(齿顶圆)公差 Tolerance value
齿顶圆公差	Fr	0.16
公称齿长公差	Fw	0.08
齿形公差	f _r	0.08
齿距极限偏差	f _a	±0.053
齿向公差	F _β	0.055

图7



图8

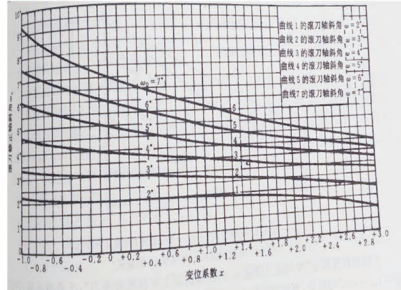


图14

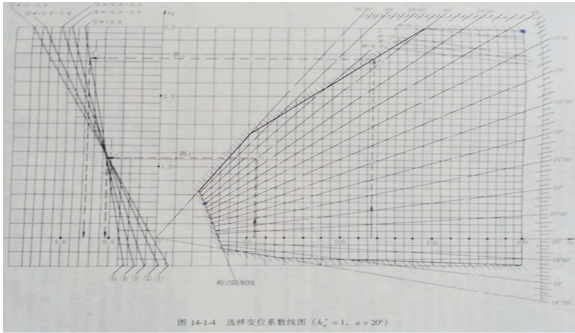


图5

Centre distance	>1250~1600	>1600~2000	>2000~2500	>2500~3150	>3150~4000
Gear backlash	0.85~1.05	1.06~1.30	1.32~1.55	1.60~1.90	1.92~2.17

表一

小齿轮弦齿厚	s _d	24.57466158	30.090829	35.29821902	40.19011478	44.75860007	48.99421776
小齿轮弦齿高	h _d	0.159051011	5.241136301	10.33550773	15.43979823	20.5519518	25.66842578
大齿轮弦齿厚	s _d	22.3067383	26.90363303	31.44500974	35.93053463	40.35986202	44.73263376
大齿轮弦齿高	h _d	0.022111998	5.03231579	10.04430134	15.05800902	20.07337902	25.09035136
52.8854821	56.4181539	59.57410921	62.32945471	64.65109705	G		-0.361240949
30.78773644	35.90686218	41.02297919	46.13302588	51.23355916	H		-0.481654599
49.04847854	53.30701111	57.50783151	61.6505242	65.73465715	J		-0.739128785
30.10886587	35.12886215	40.15027961	45.1730574	50.19713443	K		-0.886954542

表二

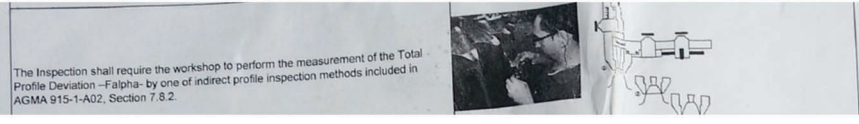


图10



图11

塔式磨粉磨系统的应用

申报单位:技术中心工艺室
专题负责人:姜树丰
主要参加人:姜树丰、汪国龙、曹新明、孙志胜、陶瑛、张超臣、张树广、李瑞明、延丙伟

创新背景

水泥行业传统的粉磨工艺,主要分为立磨、管磨、辊压机三种系统,这三种工艺系统均存在着能耗高、噪音大、磨损严重、整体投资昂贵,以及产品比表面积难以大幅提高等缺陷。

相比以上传统工艺粉磨系统,塔式磨具有极大的优势:

塔式磨在不需对配套设备和工艺流程进行调整的情况下,就可以用于粉磨各种冶金矿石,以及生产通用水泥、超高细水泥、粉煤灰、矿渣、脱硫石灰石、重质碳酸钙、石膏、矿渣等,对物料的易磨性适应性极强,应用范围非常广泛;

塔式磨可以通过调整磨机转速来调整产品的细度,产品的比表面积可在3000到8000cm²/kg之间自由转换。生产特种产品时(如高品质矿石粉、高细水泥与粉煤灰、重质碳酸钙粉、高品质石膏粉、矿渣粉等),其产品粒度可以达到30微米,甚至在15微米以下;

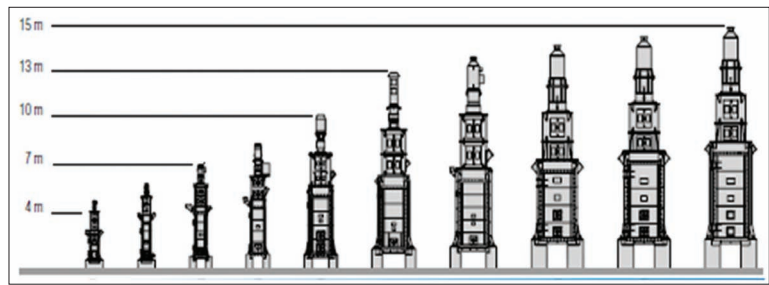
塔式磨设备内部仅设置有搅拌装置与小型研磨体,设备制作简单,且运转率及粉磨效率均远高于现行的其他几种粉磨系统。并且具有运转部件少、运行平稳、磨耗低、安装周期短、检修方便等优点;

比照传统的粉磨工艺,该系统具有能耗低、磨损小、噪音低、系统流程简单、整体投资少等优点;

基础及土建结构简单,车间占地面积少,投资少。水泥属于产能过剩行业,高能耗亦成为其制约行业发展的瓶颈。传统的粉磨系统能耗已基本接近降低的极限。如何进一步降低能耗,是目前水泥行业正在努力破解的一项重大课题。在国家提倡节能环保的大趋势下,塔式磨粉磨系统应该是水泥行业的一个极具发展前景的研究方向。

主要创新点

一、通过实验粉磨,设计塔式粉磨系统的工艺流程及配套设备设计与选型原则;



图一



图二

二、通过设备及工艺流程优化设计,降低系统能耗达30~40%,噪音指标<70分贝;

三、粉磨产品细度实现3000~8000cm²/kg的自由转换;

四、相对传统水泥辊压机联合粉磨系统,系统综合投资下降40%以上;

五、实现干法粉磨,可以广泛应用与冶金矿石、水泥、水泥生料、粉煤灰、石灰石、石膏、矿渣等,保证粉磨系统广泛的适用性。

方案与创新性成果

1. 塔式磨粉磨实验方案及工作安排:

1.1 结合水泥粉磨工艺流程,确立立式球磨机的粉磨方案:闭路、开路,以及流速控制原则
1.2 设备改造:结合生产及控制需要,确定先关的改造方案

1.3 实验方案确定,包括转速、料球比、研磨体及研磨时间等

1.4 立式球磨机与管磨机的对比实验

1.5 立式球磨机与生产厂家的实物粉磨对比实验

1.6 技术定型 (下见图一)

1.7 前期准备

立项时间:2015年7月

方案确认及设备订货提资完成时间:2015年9月
设备到货时间:2015年10月27日

1.8 实验安排

第一期实验:2015年11月24~27日,实验组数32套
第二期实验:2015年12月16~19日,实验组数45套
第三期实验:2016年02月23~26日,实验组数80套
第四期实验:计划2016年5月底完成

2. 实验工艺设备的安装搭建

根据事先确定的粉磨工艺流程及实验方案,我们采用了用于实验研究的磨机及相关设备,并进行安装调试,根据实验工作安排,分别进行了塔式磨和管磨机的多组粉磨实验,以下为实验现场:(见图二)

项目	研磨体量 ^⓪	物料量 ^⓪	≦32 μ m ^⓪	比面积 ^⓪	≦32 μ m ^⓪	比面积 ^⓪
	Kg ^⓪	Kg ^⓪	% ^⓪	m ² /kg ^⓪	% ^⓪	m ² /kg ^⓪
粉磨时间 ^⓪	---- ^⓪	---- ^⓪	10min ^⓪		20min ^⓪	
陶瓷球 ^⓪	37 ^⓪	15 ^⓪	61.2 ^⓪	237 ^⓪	67.8 ^⓪	287 ^⓪
钢球 ^⓪	80 ^⓪	15 ^⓪	67.5 ^⓪	282 ^⓪	74.2 ^⓪	334 ^⓪
陶瓷百分比 ^⓪	-46 ^⓪	100 ^⓪	-9.3 ^⓪	-19.5 ^⓪	-8.9 ^⓪	-14 ^⓪

表一

项目	研磨体量 ^⓪	物料量 ^⓪	≦32 μ m ^⓪	比面积 ^⓪	≦32 μ m ^⓪	比面积 ^⓪	≦32 μ m ^⓪	比面积 ^⓪
	Kg ^⓪	Kg ^⓪	% ^⓪	m ² /kg ^⓪	% ^⓪	m ² /kg ^⓪	% ^⓪	m ² /kg ^⓪
粉磨时间 ^⓪	---- ^⓪	---- ^⓪	20min ^⓪		40min ^⓪		60min ^⓪	
陶瓷球 ^⓪	147.5 ^⓪	44.5 ^⓪	50.0 ^⓪	202 ^⓪	60.5 ^⓪	267 ^⓪	64.4 ^⓪	275 ^⓪
钢球 ^⓪	317 ^⓪	44.5 ^⓪	68.2 ^⓪	297 ^⓪	74.5 ^⓪	343 ^⓪	78.5 ^⓪	390 ^⓪
百分比 ^⓪	-46.5 ^⓪	100 ^⓪	-26.7 ^⓪	-32.2 ^⓪	-18.9 ^⓪	-22.2 ^⓪	17 ^⓪	30 ^⓪

表二

3. 塔式磨研究阶段性实验对比:

塔式磨(1)实验条件

研磨体对比:钢球:陶瓷=80:37kg,钢球量略大于两倍陶瓷研磨体量

料球比对比:钢球:陶瓷=0.187:0.405=0.71

原料指标:比面积171 m²/kg,32 μ m以下含量46.7%

(2)实验结果(见表一)

管磨机(1)实验条件

研磨体对比:钢球:陶瓷=2:1

料球比对比:钢球:陶瓷=0.14:0.3=0.46

原料指标:比面积171 m²/kg,32 μ m以下含量46.7%

(2)实验结果(见表二)

实施效果

1. 管磨机:使用陶瓷球完全替代钢球研磨体时,其比面积下降达30%

2. 立式球磨机的料球比是管磨机的1.33倍的情况下:

2.1 使用钢球研磨体,塔式磨粉磨20min的研磨效果,接近管磨机使用钢球研磨体研磨40min的研磨效果。

2.2 使用陶瓷研磨体时,塔式磨粉磨20min的研磨效果,接近管磨机使用钢球研磨体粉磨20min的研磨效果。

2.3 使用陶瓷研磨体粉磨20min时,对比使用钢球研磨体,其比表面积仅下降14%。同时,32微米百分比仅下降仅有8.9%。说明陶瓷研磨体应用在塔式磨中,充分发挥了该设备特有的“压实”效果,不但研磨效率大幅提升,同时物料的颗粒级配也更趋合理。

3. 动态实验

3.1 已经掌握了塔式磨内部物流流速的有效调控手段;

3.2 实现磨内通风及控制手段,有效解决了一项世界性的、塔式磨磨内的通风技术。

针对破碎机故障率高等相关问题的技术改造

申报单位:EDO运营项目
专题负责人:马召国
主要参加人:周立申 郁海荣 徐帅 南豪 王宾宾 赵新涛 李岁柱

创新背景

石灰石破碎机是破碎区域最重要的主机设备之一,该破碎机运转状况的好坏直接影响到回转窑的运转。

在生产运营前期,破碎机存在诸多问题,相关问题频繁并反复的发生,严重影响到生产运行,导致原料堆棚内的物料无法按照设计产能布料。严重时因生料库位下降过快、过低而必须降低对回转窑的喂料量甚至停止喂料,严重影响对熟料线的运行。

主要创新点

破碎机的问题是多方面问题的综合体现,有设备设计问题、设备自身问题、土建设计问题以及实际运转过程中带来的新问题。

破碎机的改造,主要体现在对不同的问题进行不同分析并作出相应的处理方案;在分析问题时确定了问题的处理次序,主要问题得到处理后,次要问题均得到了控制。

方案与创新性成果

1. 皮带传动轮与非传动轮安全销的频繁断裂问题

主要原因:

安全销直径过小,设计形式为“凸”字形,在安全销的变径位置有深度为2mm的断裂槽。安全销设计目的为保证在喂料时如果有不满足要求的原料,为保护传动轮、动鄂板衬板、轴承等自动断裂、切断传动源进而保护设备不受损坏。但在实际运转过程中,如振动筛瞬间喂料量大、物料尺寸过大或者有花岗岩、铁块等较硬材料时,安全销均断裂而无法继续生产。

主要方案:改变安全销设计形式,改造成中间带2mm渐断裂槽的“圆柱形”安全销。传动扭力臂加大孔径,增加一个衬套和一个锥套与安全销装配使用,起到保护扭力臂的作用,并起到保护安全销、减少冲击力的作用。同时在以后维修过程中,也便于更换,减少维修时间。

见图1 原设计形式并断裂的安全销

见图2 传动扭力臂增加衬套

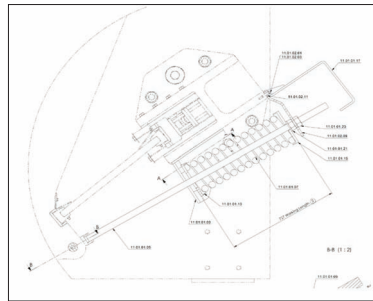
见图3 扭力臂增加的锥套



图四



图一



图六



图二



图三



图五

2. 动鄂板衬板的压板固定螺栓频繁断裂和衬板移位的问题

主要原因:

动鄂板是用上下压板压紧固定。上下压板用螺栓与动鄂板连接以固定衬板。因下料时的物料冲击力以及运转时衬板受到的作用力,导致压板固定螺栓易松动并断裂。而衬板因压板固定螺栓松动而左右方向滑动,进而导致更多的固定螺栓断裂。严重时,衬板甚至会掉落。

主要方案:

首先解决压板固定螺栓松动和断裂的问题。主要采用了加大螺栓规格由M24变为M30的方案,同时在动鄂板上用磁力钻扩孔并攻丝已匹配相应的修改。

其次为防止因震动而导致衬板左右滑动,在动鄂板与壳体侧板之间缝隙处增加一个挡块,挡块10mm厚与壳体侧板焊接。焊接后动鄂板衬板与挡块之间留有2~3mm间隙。

见图4 定鄂板压板断裂焊固定

见图5 断裂的定鄂板压板螺栓

3. 定鄂板压板螺栓频繁断裂的问题

主要原因:

定鄂板及衬板也是破碎机的主要部件,与动鄂板起到同样的作用。在破碎机运转破碎物料时,持续不断的冲击力及作用力导致固定螺栓频繁松动断裂,严重时也有衬板掉落的风险。

主要方案:

衬板因长时间工作后变形、磨损导致压板无法紧密贴实降低了压板的固定效果。据此在安装压板的时候,在衬板和压板之间增加垫片,避免因间隙存在导致运转过程中衬板松动而导致螺栓断裂。

把定鄂板压板焊接固定在破碎机壳体板上,压板不会因衬板松动而移位,进而固定螺栓也减少了断裂次数。**见图4、5(同上)**

4. 传动轴承温度过高的问题

主要原因:

传动轴承主要使用干油泵自动补油,补油设定时间间隔过大,短时间补油量过多,导致温升过快。主要体现在长时间工作期间,温度变化大、温升过快。

主要方案:

检查润滑管路,改变润滑设定值。减小润滑间隔时间,调低干油泵工作时间。

5. 传动轮异常噪音的问题

主要原因:

破碎机传动皮带轮因设计问题,在传动轴与传动轮之间的轴套设计硬度过大,导致在安全销断裂的情况下,轴套和传动轮相对转动,产生磨损。因前期安全问题发生频繁,导致传动轮装配面磨损严重,尺寸变大。在正常运转过程中,传动轮在径向方向发生窜动,导致一直有“咚咚”的异常噪音。

主要方案:

提高轴套和传动轮之间的润滑频率,使装配位置有更好的润滑保证。

在轴套和传动轮之间,根据磨损间隙的大小情况,增加垫片,减小间隙。

6. 动鄂板推力弹簧变形损坏的问题

主要原因:

因设计原因,在动鄂板工作时,如瞬间喂料量大或者有大尺寸物料及不符合要求的物料进入破碎,推力弹簧超负荷工作,产生了变形甚至损坏的情况。主要因为弹簧设计的固定方式导致在工作过程中弹簧受力不均,长时间运转后弹性系数降低,不能起到原有的设计目的降低了破碎能力。

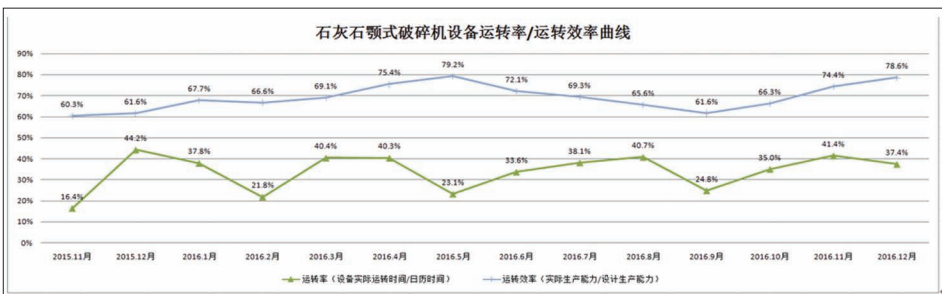
主要方案:

改变弹簧的固定方式,增加一个钢套管,把弹簧安装到钢套管里面,使弹簧运转时能均匀受力,减少变形的可能性。

见图6 为弹簧推力系统原设计形式

实施效果

改造之后,各种问题不再频繁发生,并通过预防性维护和定期维修等方式,严格监控破碎机的运转状况。通过合理的生产计划安排,使破碎机的运转状况大大改善,运转率有了大的提升,平均运转率保持在40%上下(设计能力需运转时间12小时可满足生产要求,实际按照24小时生产),每小时生产能力达到设计能力的70%左右。



表一

技术技能
创新篇

资源优化技术在预热器塔架实施要素中的创新与应用

申报单位: 阿尔及利亚 BISKRA 项目部
专题负责人: 韩仕兵、王振威
主要参加人: 周立东、高洪昌

一、创新领域

本文工艺创新涉及水泥厂预热器塔架钢结构、非标设备、工艺设备以及相关附属设备的安装。

二、创新背景

(一)项目背景简介

预分解(或称窑外分解)技术是指将已经过悬浮预热器的水泥生料,在达到分解温度前,进入到分解炉内与进入炉内的燃料混合,在悬浮状态下迅速吸收燃料燃烧热,使生料中的碳酸钙迅速分解为氧化钙的技术。传统水泥熟料煅烧的方法,燃料燃烧及需热量很大的碳酸盐的分解过程都是在窑内进行的。预分解技术的发明熟料煅烧所需要的60%左右的燃料转移到分解炉内,并将其燃烧热迅速的用于碳酸盐分解进程中去,这样不仅减少了窑内燃烧带的热负荷,并且使入窑生料的碳酸盐的分解率达到90%左右,从而大幅度提高了窑系统的生产效率。

所以窑尾预热器塔架在整个水泥生产过程中占有关键地位,同时整个预热器塔架在水泥项目施工过程中也占有相当重要的地位。预热器塔架整个施工涵盖了钢结构、非标设备、工艺设备等 的安装以及筑炉,保温等,其安装特点为施工难度高、周期长、施工专业覆盖广、施工工种多、参与人员素质要求高等。水泥项目建设过程中,窑尾框架及其预热器的安装慢慢决定了此项目施工周期的长短,从而决定此项目能否顺利完成。

阿尔及利亚 BISKRA 项目 5000t/d 水泥生产线总承包工程是由 CEMENTS LAFARGE &SOUAKRI 投资兴建的。中材建设有限公司是该EPC项目的总承包商,包括设计、采购供货、结构、机电设备安装、筑炉、保温、管道、调试及试生产等。其中窑尾塔架及预热器自2015年8月20日开工于2015年11月22日完成结构封顶,历时94天,完成钢构安装1895T,完成非标设备安装569T,创造了新的CBMI塔架安装速度,同时也创造了水泥行业窑尾塔架及预热器安装的最新纪录。

(二)塔架及其预热器参数介绍

塔架钢结构框架共计6层,由框架主结构、层间辅助平台、楼梯井、电梯井、入窑提升机和下行管道等外挑钢结构组成。钢结构连接以螺栓连接为主,焊接为辅。栏杆、花纹钢板等均为现在制作安装。其中结构主要尺寸如下:

- a. 构架外形尺寸: 28.3*18.5m
- b. 最大安装高度: 123.505m
- c. 钢结构部分: 共六层; 23.305m`103.905m 平面, 钢结构总重2300T

预热器采用双系列五级旋风筒带三级分解炉系统,合同生产能力为生产熟料5000T/D,设备总重635T。主要由五级旋风筒、五级下料管、上升烟道、分解炉以及喂料烟室组成。

其余工艺设备包括窑尾烟囱,下行管道,预热器入窑提升机等。窑尾烟囱直径φ5000mm,高度117m;下行管道直径φ4600mm/φ4000mm,重量171T;预热器提升机高度117m。

除以上设备安装,工作范围仍包括工艺水管道,压缩空气管道,天然气管道,柴油管道等的安装。

三、创新内容

(一)创新目的

提高工效加快施工进度,保证项目的进度控制、质量控制、成本控制、安全风险控制,优质高效安全的完成预热器塔架的施工任务。

(二)主要创新点

1. 深入优化的施工方案

预热器系统的安装集中了土建、钢结构安装、设备安装、筑炉、电气等几大专业,交叉作业多,安装工程量大,施工周期较长,必须统一调度和协调配合。由于系统构件多、单件重量大、安装位置高,因此需要有较强的吊装能力的机具。安装施工全部为高空作业,危险系数大,需要较高的安全防护措施。为保证预热器安装施工安全、质量,规范施工过程控制,满足图纸设计的要求,依据预热器安装说明和行业规

范,需编制本项目的优化作业方案。理清施工过程中存在的潜在风险、制定相应的防范措施,确保施工过程中的潜在危险降低到最小范围。

BISKRA 项目部根据行业标准和塔架结构及设备的安装的作业指导书,结合项目的特有环境和条件,确定最终的优化方案。对于阿尔及利亚BISKRA项目施工方案推荐以下几点。

1)工序细致明确,根据行业规范和施工现场特点确定施工工序,以此为主线确定每一步的工作重点,同时配置每一阶段的人员数量、工种、以及车辆和机具。

(见图一)

2)预见问题,提前筹划,打通细节,使得安装顺畅。

施工管理是一个发现问题解决问题的过程,各层钢结构和各级预热器的安装具有一定的重复性,需要解决的问题也具有相似特性。提前研究确定各层钢结构和设备通用的安装方法,推而广之。

例如确定每一根钢柱的吊装方法,确定框架梁安装完成之后的找正方案,摘钩需要解决的通道问题的解决办法,根据施工吊车性能确定框架梁和次梁的安装方法,以及次梁安装螺栓连接的安装通道问题的解决方式,次梁安装时安全绳的安装形式,花纹板铺设方式等等。施工方案制定需明确以上问题的解决方案,解决问题与发生之前,从而确保施工进度不受影响。如下图为阿尔及利亚BISKRA 项目的塔架次梁安装时安全绳的拉设方式,每一层均可以按照此形式去布置。

阿尔及利亚BISKRA 项目的塔架次梁安装时安全绳的拉设方式。(见图二)

3)严谨计算大胆突破

以满足工艺要求为目的,在技术、设备能力、人员素质可以满足要求的前提下,对于环节的施工方法应当适当突破。合并繁琐步骤,一步到位,省去中间困难环节。例如,五级旋风筒和分解炉连接风管的顶部大弯头安装采用一次吊装,相

比于传统的多次吊装省去空中对口和焊接等工作。

BISKRA 项目分解炉至C5旋风筒风管弯头整体吊装实例(见图三)

2. 攻克主要工作节点保证合理人员配置,确保打开施工面

施工方案制定之初需确定人员数量,工种,进场时间等等。按照施工方案制定的施工工序开展工作,需要清楚的认识到各个施工阶段施工重点的不同,主攻施工工序节点。每一个施工节点都是打开下一步施工面的关键,也是推动施工进度 的重点。

例如,每一层结构的钢柱和框架梁安装完成之后进入找正环节,这是一个重点但是费时费时的环节。这时需要全力保证找正工作的人力与资源,技术人员、机具、人员力量都要向这方面倾斜,确保找正工作的高效进行。所以主攻施工工序点是BISKRA塔架施工的安排上的一个优先原则。

人员搭配成组,可组合可拆散。每一项工作需要的工种各不相同,焊工、铆工、钳工、起重工、高空作业人员等等需求各有不同。根据每一个工序施工内容的不同,工人的技术水平的高低合理安排可以组成若干个施工小组,可以满足不同作业内容的需要。同时在最短的时间内磨合使得各个工种之间的配合顺利,确保小组拆散组合都不影响工作的进度。例如,窑尾预热器烟囱的吊装,需要起重小组,铆焊小组,垂直度找正小组。从主框架的安装小组里分别抽调起重工、焊工、铆工、找正人员,以铆工为主导组建烟囱安装小组。待烟囱安装完毕各自归队等待下一施工工序的作业安排。

3. 最大限度的发挥整体吊装的优势

在吊装能力的范围内,整体吊装可提高效率、降低风险、加快进度。由于预热器系统构件多、单件重量大、安装位置高,因此需要有较强的吊装能力的机具。安装施工全部为高空作业,危险系数大,需要较高的安全防护措施。所以频繁

的单件吊装、空中组对安装费时费工安装质量不能保证,同时增加了安全风险。地面整体组对各个尺寸更加准确方便复核可以保证组对质量,地面组对减少高空作业降低作业风险,整体吊装提高安装工效加快施工进度。BISKRA项目预热器塔架施工中充分利用整体吊装的优势。

其中在楼梯电梯井的安装和分解炉至五级旋风筒大弯头的吊装上整体吊装效果十分良好。核 对每一层楼梯井钢结构的重量均在塔吊的能力范围之内,地面整体组对确保安装尺寸准确度,吊装时只需处理每层的连接楼梯的安装即可,大大降低了安装难度加快了安装速度。

四、具体实施方式

(一)施工方案编制需注意以下几点

1、明确安装工艺顺序。根据项目的实际安装条件以及安装材料的到场时间合理调整安装工序。以工序为主线,围绕每一个工艺环节展开后续的作业内容。

2、各层塔架结构和各级预热器设备安装具有一定的重复性,不但要制定通用的安装方法,同时需要仔细考虑各层各级的特有结构和设备的安装方法。制定方案时对于所有的结构和设备构件需要有安装统一列表,包括重量、尺寸、吊车选用等等。如下表为BISKRA 项目钢结构和预热器施工方案吊装列表

BISKRA 塔架结构安装钢柱吊装一览表(见表一)

BISKRA塔架各层设备重量和吊装选择(见表二)

3、全面考虑安全问题,安全防护措施彻底到位。预热器塔架高空作业难度大,危险系数高。爬梯、吊篮、挂篮等安全通道问题,安全绳、安全带、防坠器、防护网等防护用具使用及定期更换问题,以上问题都需要反复讨论确定方案并写入施工方案。

(二)人员配置需要控制以下几点

1、确定施工计划,根据进度陆续安排所需工种和劳动力进入。确保参与人员工种齐全数量满足施工需要,需考虑各

个工种数量上的配比以及施工进度和成本的最优化。

2、挑选技术攻关、能力够硬、战斗力强的技术人员参与安装。高空作业人员、起重工等特殊工种需满足特定条件,并需再次经过培训。

(三)整体吊装需要掌握以下几点

1、根据吊车杆长、回转半径、吊装能力、吊车站位等性能,划定钢结构组对方案,非标设备的分段方案,核 对整体构件重量和尺寸最终确定安装方案。

2、掌握吊装CAD放样技术,结合确定的钢结构重量和尺寸、安装高度,进一步确定吊车站位、所需起重臂长度、起重角度等。根据CAD 视图转换确定吊车与其他结构或建筑是否卡杆等。

如图3.2 为BISKRA项目分解炉到C5风管大弯头突破传统整体吊装。传统安装方法需要分解成三部分并不可避免的产生两道高空现场焊缝,脚手架搭设和仰焊难度很大。+79.705m平面的层高加14m高的部件高度对于90m主杆加15m副杆的360T相当具有挑战性,但是经过准确的CAD放样和吊车位置的确定,最终把360T的功能发挥到淋漓尽致完成完美一吊,节省工日4至6天。

五、以上创新实施效果

施工方案的细致规划使得在施工开始之前预见各种问题,及早的根据实地情况确定解决方案,从而使施工有条不紊的进行。各工种以及劳动力的合理配置,优化了资源的利用率,节约了成本提高了工效。整体组对吊装在整个施工中起到了相当大的作用,保证了施工质量,降低了施工风险加快了安装速度。以上创新使得BISKRA 项目预热器塔架安装94天框架封顶,创造了同行业新的最快安装纪录,创造新的CBMI速度,并最终优质高效的完成了安装任务。为下游专业争取了充裕的时间和为项目施工争取了工期的主动。

表.4.2 阿尔及利亚 BISKRA 塔架各层设备重量和吊装选择

设备名称	第一部分	第二部分	第三部分	第四部分	第五部分	第六部分	塔吊回转半径	塔吊吊装能力
烟室	19.69						24.96	14.15
250t								
C5A	13.7	18.507					14.033	24
塔吊								
C5B	13.7	18.507					31.52	10.52
250t		250t						
分解炉	7.5	20.36	7.5	20.11	11.5	12.04	24.96	14.15
		250t		250t				
C4A	12.83	16.929					17.25	20.48
C4B	12.83	16.929					33.08	10.02
		250t						
C5~C4 A	0.911	14.853					14.03	24
C5~C4 B	0.911	14.853					31.52	10.52
		250t						
C5A~pre	7.824	3.656					19.98	17.68
C5B~pre	7.824	3.656					24.96	14.15
C5AB~pre	7.098	14.5	14.5	11.2	8.728	3.325	22.46	15.73
C3A	13.179	16.44					14.4	24
C3B	3.301	9.878	5.92	10.52			31.1	10.66
C4~C3 A	0.892	13.96					17.25	20.48
C4~C3 B	0.892	5.7	8.262				33.08	10.02
C2A	13.179	16.417					17.25	20.48
C2B	3.301	9.878	6.42	9.997			33.08	10.02
C3~C2 A	0.881	13.955					14.4	24
C3~C2 B	0.881	6.032	7.923				31.1	10.66
C1A	10.76	5.88	5.88	15.79			14.76	24

表一

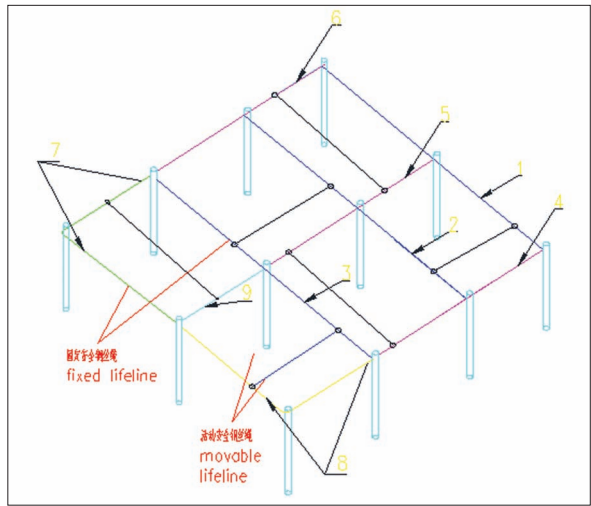
表 4.1 阿尔及压 BISKRA 塔架结构安装钢柱吊装一览表

轴	一层	二层	三层	四层	五层	六层	塔吊回转半径	塔吊吊装能力	吊装顺序
A1	18716	15148	8630	8131	5736	4142	18.502	19.1	10
塔吊		塔吊	塔吊	塔吊	塔吊	塔吊			
B1	15076	14820	8281	6565	5378	4529	24.744	14.28	7
	250t	250t	250t	塔吊	塔吊	塔吊			
C1	15753	13955	8706	5880	5703	4340	31.149	10.645	4
	250t	250t	250t	塔吊	塔吊	塔吊			
D1	17899	15099	12835	8278	5660	4037	40.109	8.06	1
	250t	250t	250t	250t	塔吊	塔吊			
A2	15416	15678	13353	13036	7926	4707	11.113	24	11
塔吊	塔吊	塔吊	塔吊	塔吊	塔吊	塔吊			
B2	14736	14888	12150	7988	5409	4132	19.836	17.816	8
塔吊	塔吊	塔吊	塔吊	塔吊	塔吊	塔吊			
C2	13836	14008	12153	7800	5409	4104	27.413	12.89	5
	250t	250t	250t	塔吊	塔吊	塔吊			
D2	15423	15640	12965	12727	7929	4804	37.281	8.89	2
	250t	250t	250t	250t	塔吊	塔吊			
A3	21230	14996	13085	8358	5792	4025	8.447	24	12
塔吊	塔吊	塔吊	塔吊	塔吊	塔吊	塔吊			
B3	15373	15716	8371	8746	5746	5377	18.475	19.128	9
塔吊	塔吊	塔吊	塔吊	塔吊	塔吊	塔吊			
C3	16107	14607	9157	8018	6081	5538	26.445	13.363	6
	250t	250t	250t	塔吊	塔吊	塔吊			
D3	21431	14885	13128	8290	5875	4839	36.575	9.066	3
	250t	250t	250t	塔吊	塔吊	塔吊			

表二



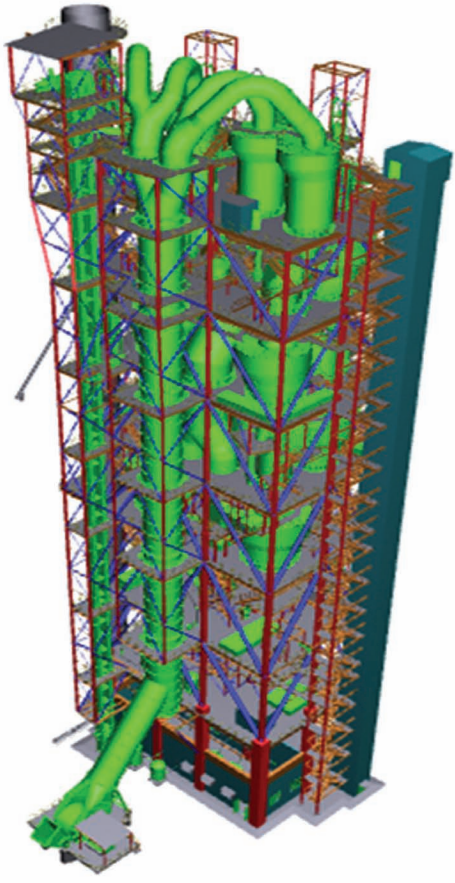
图一



图二



图三



塔架三维设计效果图

“集体智慧”助力 工艺方案确定与优化

申报单位:技术中心工艺室
专题负责人:申金永
主要参加人:李润国,张超,王海东,张庆民,姜斌,唐英

成立工艺所质量委员会,在施工项目执行初期(1个月),对施工项目工艺方案集体讨论确定与优化,从事后管理改变为事情确定。

发现问题:在以往的施工项目中,一个子项的

方案多依赖于有经验的工程师自身控制优化,设计过相关子项设计的工程师,往往能够出色完成本子项方案设计,而初次设计的工程师或者初次设计陌生子项的工程师,会无从下手,甚至重复犯错,最严重的甚至导致方案反复修改,方案迟迟不能确定,延误设计工期。

分析原因:对设计方案的把握,过多依赖个人经验,而忽视了集体智慧,需要从管理思维上,转变观念,发挥集体才智。

解决方案:成立工艺所质量委员会,集中优势资源,汇集大家智慧,快速准确确定方案,优化设计,缩短方案设计周期。尤其是避免了设备的变更问题。

具体实施:2015年底,由室主任,主任工程



师牵头,各施工项目工艺负责人组成工艺所质量委员会,针对以往施工项目中,容易出现方案反复,方案照搬合同、缺乏创新、方案不合理、不经济等现象,结合主任工程师丰富的经验,以及各施工项目负责人遇到的问题以及解决方案,对将要开工的项目,在项目执行初期(1个月)。对各工艺子项具体实施方案进行集体讨论,提出合理化建议,最终确定方案,讨论结果形成会议纪要,项目负责人归档到管理文件,便于查阅。2016年新开工的阿尔及利亚BC项目,尼日利亚ED02项目以及中材赞比亚项目,均严格按照所内规定,执行质量委员会内审施工项目设计方案,对施工项目具体实施方案进行整体而又细致的把握,解决了以往项目方案反复无法确定的问题。

其他扩展:对投标项目,质量委员会也已经逐步介入方案审核工作,从源头上把控方案确定与优化,避免重复工作,提高管理效率。同时提高参与者的责任感,强调集体力量!

建立投标成本价格形成机制 减少投标风险

申报单位:业务拓展部
专题负责人:朱宝华
主要参加人:部门全体人员

本部门按照公司关于开展“岗位创新”活动的通知和“岗位创新”活动实施方案要求,本着“市场、转型、改革、创新”八字工作方针精神,紧密结合公司实际生产经营任务,坚持创新驱动、问题导向,从本职工作出发,重点围绕提升效益、质量、安全、效率、技能和降低成本等“五提一降”方面,积极开展“岗位创新”活动。

活动伊始业务拓展部动员全体成员解放思想、实事求是,探索、确立、正式申报并践行了4项管理创新。截至本年底,“岗位创新”活动顺利推进,已经取得实效性成果。

管理创新方面:

1、业务拓展部运用公司数据库制定了更加科学的投标成本价格形成机制和管理办法,截至目前该办法已经运用到了



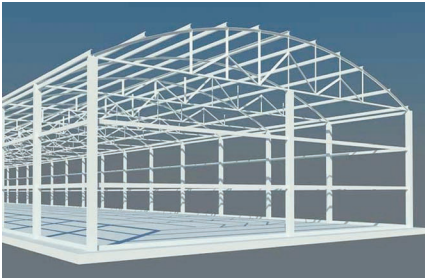
部门业务操作过程中,严格按照该办法制定报价文件,不仅减小了投标过程中的风险,而且令业务操作更加智能、高效。

2、动员各个部门通力合作,业务拓展部组织制定的风险评估、控制、规避管理办法从业主信誉、资金等方面全方位分析潜在新项目的风险并提供安全、可靠的解决方案。

3、为加强与公司项目部和各分公司的联系,及时掌握项目信息、跟踪项目发展动态,业务拓展部积极与公司各个外海、国内项目部都建立了沟通渠道,并形成了定期沟通、交流机制,提供咨询也总结经验。

4、本部门客户经理根据需要深入项目,以问题为导向,进入一线做业务调研工作,及时掌握项目信息和业主需求。

申报单位:运营管理部
专题负责人:杨仁广
主要参加人:全体结算组人员



用的各种型号的钢结构材料及作法进行列项,在钢结构计算过程中只需对需要的钢结构型号及连接方式进行选择,就很容易的计算汇总出钢结构工程量,同时可以自动计算防腐等工程量,经过部分结算人员的运用和实践,可以提高20%~30%左右的工作效率。

存在的问题:目前,广联达BIM钢结构算量软件已经正式发布,表格算量软件中存在的问题广联达已不进行升级,需要在平时运用中注意;广联达BIM钢结构算量软件逐步完善和成熟,也大大提高

了钢结构算量的工作效率,但是是收费软件,使用起来要收取一定的费用。



土建系列工法创新（二） 小型基础预制模式的推广应用

专题负责人:孙小永
主要参加人:毕志鹏、宋国志、郑新安

创新背景:

阿尔及利亚BISKRA 项目厂区场地比较狭窄,在机电专业开始施工后,土建的一些小型基础需尽快完成,有些基础在通道边缘,如果开挖会影响道路交通,不开始会影响后面的安装要求,要求一些小的基础要尽快施工完成,项目决定采用提前预制,晚上加班吊装的方式,即完成了基础,此方式也普遍适用雨水较多的施工地区。

主要创新点:

基础及钢筋绑扎提前预制,缩短现场施工时间

方案与创新性成果:

在项目实施过程中,推广预置模式,主要集中于以下几方面。

1、小型基础的预制及吊装,主要针对于精度等要求不严格的部位

此部分考虑预制,主要是基于采用预置模式可达到缩短施工周期的目的。如电缆桥架基础、电缆井等等。

通过预制,即可完成混凝土结构的准备工作、同时能及时完成防腐涂刷等工作,在

一些影响道路交通的部位,能及时完成基础施工(在个别区域可达到0.5d完成施工的目的),达到及时通车的目的,从而提高整个现场的运转效率。

2、钢筋预制:

本项目梁钢筋预制模式,主要应用于破碎车间。因受结构形式及场地限制,如按常规做法,在顶板上部进行绑扎,空间小,难度大,同时采用吊车等设备长期配合。既不利于操作,也不利于安全管理,需要搭设大量安全防护脚手架等,直接影响施工工效问题。采用了在地面下绑扎、成品吊装的模式。从而即改善安全作业环境、也增强了施工工效,节约人力和机械占用率。

当然此种预制模式仍有继续推广价值及空间,如在一些梁柱钢筋预制等方面仍可考虑部分推广。(见图1)

实施效果:

在BISKRA项目经过一些基础提前预制的尝试,解决了场地狭窄和道路使用的问题,虽然使用了机械吊装,但是节省了人工,并提高了效率。

回转式废弃物焚烧炉装备研发

申报单位:技术中心设备室
专题负责人:孙学成
主要参加人:吴雷、陶瑛、张海平、朱永璋、刘艾明、王树刚

创新背景

废弃物的处理方法较多,危险废物主要有物理化学法、填埋法、焚烧处理法等。物理化学法,即通过物理化学的方法,提取废渣、废液中的有用物质或转化为别的有价值的产品。填埋法,即对废物进行简单的处理或固化后,再采取一定的隔离措施埋入地下;焚烧法,即将化学废弃物在高温下焚烧,使其中的有毒有害物质在高温下分解,实现无害化、减量化的目的。对于工业危废,由于其热值较高,占地面积大,形态复杂,适宜采取焚烧法进行处理,该方法可以有效减少垃圾体积,减量化最彻底,降低占地面积,项目所需要的用地面积较其他处理方法要小得多,同时也符合《全国危险废物和医疗废物处置设施建设规划》中关于危险废物集中处置,优先采用回转窑焚烧技术的要求。

主要创新点

一、本项目研发了回转式废弃物焚烧炉,可连续运转、进料弹性大,能够处理各种类型的固体和半固体危险废物,甚至液体废物,技术可行性指标较高。

二、入料部分,采用风冷结构对入料溜子冷却防止入料垃圾受窑内高温影响粘附堆积入料口。

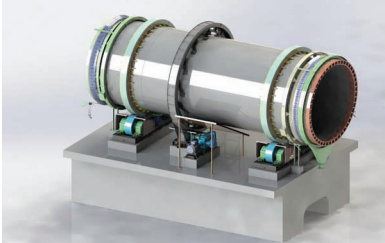
三、废弃物燃烧补燃采用两个燃烧器,天然气与废液两种方式,并可自由切换。

方案与创新性成果

入料溜子若采用水冷结构,有一下缺点,消耗水资源,水冷箱体容易腐蚀,漏水后必须停窑维修,水冷箱体在入料罩耐火材料内部维修困难。采用风冷结构避免上述问题。

对废弃物热值分析计算,通常条件利用废弃物自身的热值能够对其进行焚烧,在初始点火可利用燃烧器的天然气燃料进行点火,在特殊条件下也可利用燃烧器的天然气进行补燃达到焚烧要求,废液燃烧器可以将具有热值的废液注入窑中焚烧处理,也可以起到补燃作用,两个燃烧器,可根据实际条件自由切换。达到废液处理及补燃效果。

回转式废弃物焚烧炉的主要结构为:窑尾密封装置、筒体、传动装置、窑头密封装置、带挡轮支撑装置和支承装置。筒体低端装有耐高温耐磨损的窑口护板并组成套筒空间,并设有专门风机对窑口部分进行冷却。沿筒体长度方向有两个矩形轮带,它承受窑筒体、物料、窑衬等所有回转部分的重量,并将其重量传到支承装置上。轮带上采用浮动垫板,可根据运转后的间隙进行调整或更换,以获得最佳间隙。窑头密封为双层铜片密封,防止冷却风和窑灰的混合气飞逸。耐火材料选择50mm隔热层+250mm耐火砖,炉外部温度保持在175℃以



上,以防止酸性气体侵蚀,炉的轴心线与水平线成3度角。采用调速电机驱动回转窑,可按工艺工况对不同固体废弃物控制窑内焚烧时间。

其工作原理为:液体垃圾和固体垃圾从窑尾筒体高端的下料管喂入窑筒体内,由于窑筒体的倾斜和缓慢地回转,使物料产生一个既沿着圆周方向翻滚,又沿着轴向从高端向低端移动的复合运动,液体和固体垃圾在窑内通过混合、分解、烧成等工艺过程,从窑筒体的低端出,进入焚烧炉焚烧。燃料从窑头喷入,在窑内进行燃烧,使垃圾分解,在与物料

热交换过程中形成的热空气,进入二烟室再次焚烧,确保有害气体彻底燃烧完全,最后由烟囱排入大气。

回转式废弃物焚烧炉的技术参数为:

- (1)焚烧回转窑规格Φ3.6×13.5 m(直径×长度)
- (2)处理量:150t/d
- (3)窑的转速0.2-2 r/min
- (4)传动功率45Kw

实施效果

烟气排放符合《危险废物焚烧污染控制标准》(GB18484-2001)规定的要求,部分限值达到《欧盟2000/76/EC标准》要求。

多类型无挡墙取料机研发和应用

申报单位:技术中心设备室
专题负责人:陶瑛
主要参加人:胡建军、史可心、陈占国、张超、张涛、刘艾明、张海平、宋静

创新背景

一般的取料机只能处理一种物料,本项目研发的多类型无挡墙取料机可以处理多种不同的物料,砂岩,铁粉,粘土、石膏、煤粉等。其主要工作原理为:取料机的刮板输送机把物料卸到下料槽内,下落到出料输送带上,运往规定的地点或磨头仓上。刮板输送机借助安装在机架部分的电动葫芦和角度编码器达到每取完一薄层物料后,按预置的指令下降规定的角度(即规定的取料深度),并在相应的取料运行速度下,将料堆逐层卸出,直至该料槽的物料全部卸净。这种取料过程,使料槽内多锥壳堆积起来的品位不同的物料逐层均化。

无挡墙取料机主要包括行走装置、支撑平台、移动供电系统、配重系统、仰俯装置、操作室、刮板链系统、下料槽等。其中,刮板链架系统主要由刮板链条、刮板、刮板链框架、头轮、导向轮、尾轮、张紧装置等组成,主要作用是当刮板链架由仰俯装置调整到合适位置以后,由头轮驱动装置提供动力,使链条带动刮板在刮板链架上沿链条方向移动。由于当刮板链架由仰俯装置调整到合适位置以后,刮板会浸入料堆一定的深度,所以当刮板移动时,就会刮走物料,起到取料的作用。下料槽位于刮板链头轮下方,由卸料罩和缓冲装置组成。当刮板链将物料输送至头轮端时,物料依靠自重落入下料罩内,再经过下料罩下方的缓冲装置,落入到输送皮带上,由输送皮带输送到下道工序处。下料罩上有密封装置,防止物料下落时产生的灰尘扩散到空气中污染环境。缓

冲装置中有缓冲托辊,减小了物料的冲击力对皮带的破坏。

主要创新点

采用无挡墙设计,调整了物料到卸料皮带的取料方式,将卸料皮带的位置由挡墙附近调整至取料机下方,同时在刮斗下方增加了导料装置,降低了土建施工量及建造成本。

方案与创新性成果

以下根据南非PPC项目,对普通取料机和无挡墙取料机优缺点进行分析对比。

第一、设计方面分析

从设计方面考虑,一般取料机只能处理一种物料,而这种取料机从堆料侧面取料,可以不受料堆限制,可以分时处理多个料堆,且根据项目需要,可以灵活布置1台或者2台取料机,减少取料机数量,有效降低了项目的成本。以往公司项目,取料机一般需要配备相应的挡墙,采用新型无挡墙设计,取消挡墙,可以大大降低土建成本和时时间。

第二、设备成本分析

采用多类型无挡墙取料机,设备本身重量会略有增加,但是取消挡墙,节省了土建成本和时间,通过下面简单表格进行分析对比。

表1 重量和挡墙对比表(略)



实施效果

此类型取料机已经成功应用于南非PPC项目、阿尔及利亚BC项目、尼日利亚OBU项目。因为取消了堆棚内通长的混凝土挡墙,不但降低了土建成本,也有效缩短了堆场的施工时间,加快了项目的进度。多类型无挡墙取料机应用广泛,适用于处理多种物料,具有较强的市场竞争力。

矿山破碎机优化方案

申报单位:技术中心技术经理室
专题负责人:周亚斌
主要参加人:申金永、张庆民、赵新涛、安韦涛

创新背景

水泥生产的主要原料是石灰石。受地理条件限制以及生产成本限制,一些水泥厂不得不采用低品位的石灰石用于水泥生产,其中高磨蚀性的花岗岩、玄武岩在水泥生产中使用的比较普遍。从以往采用这些高磨蚀性物料的项目的破碎机使用情况来看,使用并不理想,如UNICEM一期和EDO一期,这两个虽然采用的都是丹麦史密斯的技术和设备,但无论是设备的生产能力、设备的运转率、还是设备的维护成本都无法达到设计要求和生产需要。如何选择高磨蚀性物料的破碎方案,既能保证生产线运行的可靠性又能降低使用成本取得良好的经济效益是一个有着现实意义和推广价值的课题。

EDO二期项目破碎车间区域地形复杂,植被茂密,技术人员反复研究原始地貌图,结合设计人员各项提议,现场多次勘察,最终选定一处小山坡坡底作为破碎车间位置,该位置不仅地质条件有利于破碎车间土建施工,同时山坡地形将大幅度减少上料平台土方工程量。

主要创新点

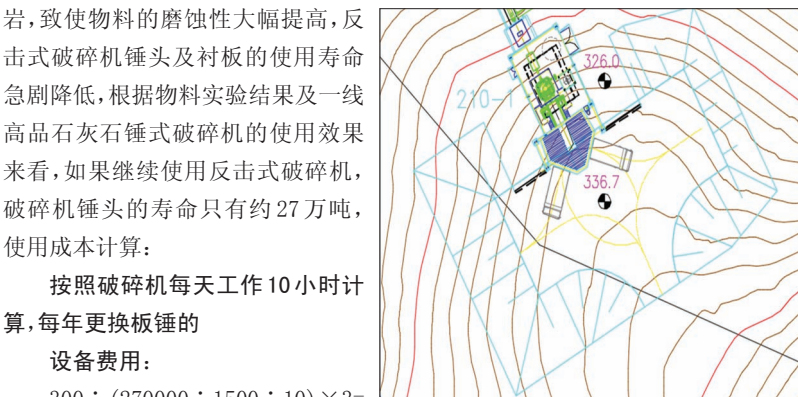
一、本方案采用2级组合破碎方案,一级破使用旋回破碎机适合大量破碎高磨蚀性的物料,二级破采用液压圆锥破,产品粒度成形好,利于下游的磨机生产。方案的技术可靠,经济效益好。

二、一级破喂料部分采用板喂机喂料,减少了因物料给料波动造成的堵料情况的发生,使系统运行的可靠性大幅提高;

三、二级破前面使用滚轴筛,物料的筛分效率高,除去杂土效果好,降低圆锥破的工作负荷,提高经济效益;

方案与创新性成果

尼日利亚EDO2项目矿山石灰石破碎原合同方案采用反击式破碎机,但因石灰石物料中含有约8%的花岗



岩,致使物料的磨蚀性大幅提高,反击式破碎机锤头及衬板的使用寿命急剧降低,根据物料板实验结果及一线高品石灰石锤式破碎机的使用效果来看,如果继续使用反击式破碎机,破碎机锤头的寿命只有约27万吨,使用成本计算:

按照破碎机每天工作10小时计算,每年更换板锤的设备费用:
 $300 \div (270000 \div 1500 \div 10) \times 3 = 50W€$ (每年按照运转300天,每天按照运转10小时计算,按照HAZEMAGE的报价,更换一副板锤的价格为~3万欧元)

人工费用:
 $[300 \div (270000 \div 1500 \div 10) \times 5] \div 30 \times 1.5 \approx 3.33W¥$ (更换板锤需要一个班次8小时,按照每班5人,人均工资每月1.5W元计算)

机具费用:
 $3.33 \times 25\% \approx 0.83 W¥$ (按照人工费用的25%进行折算)

年更换锤头总费用:
 $50 \times 7.334 + 3.33 \times 0.83 = 370.86W¥$

采用KRUPP的旋回破+圆锥破的二级破碎方案后,设备的破碎方式由高速击打变成低速挤压,更适合处理高硬度、高磨蚀性的物料。设备的耐磨件寿命大幅提高至750吨,使用成本计算:

按照破碎机每天工作10小时计算,旋回破每年更换衬板的

设备费用:
 $300 \div (7500000 \div 1500 \div 10) \times 25 = 15W€$ (每年按照运转300天,每天按照运转10小时计算,按照KRUPP的报价,更换衬板的价格为~25万欧元)

人工费用:

$[300 \div (7500000 \div 1500 \div 10) \times 5] \div 30 \times 1.5 \approx 7.105W¥$ (更换衬板需要7个班次7*8小时,按照每班5人,人均工资每月1.5W元计算)

机具费用:
 $1.05 \times 50\% \approx 0.525 W¥$ (按照人工费用的50%进行折算)

圆锥破每年更换衬板的设备费用:
 $300 \div (2500000 \div 1500 \div 10) \times 12 = 21.6W€$ (每年按照运转300天,每天按照运转10小时计算,按照KRUPP的报价,更换衬板的价格为~12万欧元)

人工费用:
 $[300 \div (2500000 \div 1500 \div 10) \times 5] \div 30 \times 1.5 \approx 3.15W¥$ (更换衬板需要7个班次7*8小时,按照每班5人,人均工资每月1.5W元计算)

机具费用:
 $3.15 \times 50\% \approx 1.575 W¥$ (按照人工费用的50%进行折算)

年更换衬板的总费用:
 $15 \times 7.334 + 1.05 + 0.525 + 21.6 \approx 7.334 + 3.15 + 1.575 = 274.72W¥$

每年可以节省耐磨件更换费用大约为:
 $370.86 - 274.72 = 95.28 W¥$

实施效果

采用新破碎方案后设备性能能够完全满足合同性能保证要求,规避了因设备性能保证达不到而面临业主罚款的风险。新方案除一次性投入成本较合同方案有较大增长外,运行成本、维护成本均要优于原方案。考虑到一期项目的运营是由CBMI来做的,二期的运营如果还是由CBMI来做,采用新方案的优势还是显著的。

临时配电柜的规范和推广应用

申报单位:安全管理部
专题负责人:王小辉
主要参加人:屈娟、安丽、张前进、刘少谦



用合规的临电设施,安全管理部编制了《施工现场临时用电配电箱安全标准》。此标准的制定,对项目部临电方案的编制和临电设施的管理具有重要的指导意义。

2. 采用先进工法,提高本质安全度

通过临时配电柜(箱)上锁、设置急停开关、插座设置在柜(箱)体外部、采用电源隔离开关及短路、过载、漏电保护电器。电源隔离开关断开时应有明显可见断开点等方法,既减少了施工现场私拉乱接等情况,又提高了临电设施的本质安全度。

实施效果

截止2016年年底,公司新成立项目包括南非PPC项目、尼日利亚EDO二线项目、阿尔及利亚BC项目、赞比亚中材水泥项目等均参照《标准》的要求,配置临时配电柜(箱)。这也体现了公司设备可靠性管理水平的提高。

方案与创新性成果

- 技术创新,标准先行

立足项目实际 创新安全管理

申报单位:阿尔及利亚BC项目部
专题负责人:薄文帅
主要参加人:薄文帅、张莹莹



创新领域

中端业主的安全管理

创新背景

阿尔及利亚BC项目为2×6000吨熟料水泥生产线总承包项目,项目范围从破碎开始,到水泥包装发运结束,是两条完整的水泥生产线。合同工期:A生产线工期24个月出熟料,26个月出水泥,30个月临时验收;B生产线工期:28个月出熟料,30个月出水泥,34个月临时验收。

根据项目实施规划,在施工高峰期全场人数将达到1500人次,此外,工程量大、场地狭窄、工期紧张,以及业主对安全的不重视、不参与,都是对项目安全管理的极大挑战。

创新内容

一、项目人员职业健康管理

近年来境外国内劳务人员因身体原因造成的猝死事故频发,而现场作业人员均来自国内,人员素质参差不齐,身体状况也各有不同,为了加强项目员工健康管理,避免因身体疾病引发事故,安全部对现场每位员工建立健康档案。并制订周期性现场体检计划,体检信息全部录入电脑,建立员工健康管理系统,并自动生成病症人群,进行区分管理,重点监控,定期编制员工健康分析报告。

所有人员在进入项目前在国内接受健康体检,入场时将健康证提交安全部存档。在参加完入场安全培训后,统一到现场医务室进行入场健康体检,由医生记录体检状况、给出体检意见。此体检表为员工独立档案,记录从入场至离场的全过程健康数据。个人身体存在异常,医生将体检异常人员的体检表复印件提交安全部,安全部以书面形式“安全体检异常通知书”通知所在队伍并妥善处理。对于健康体检异常的员工,安全部要求每周进行一次复检,持续监控各项身体指标情况。其他人员每月进行一次常规体检(血压、心率、体温),确保每个人的健康指标可控。所有员工的健康体检信息都将录入电脑管理系统,根据录入的健康数据,系统信息会按照身体异常等级自动显示不同的颜色,如对高血压的监控:绿色为正常阶段;黄色为轻度高血压,需引起注意;橙色为中度高血压,需下发体检

异常通知书,禁止高空作业和高强度劳动;红色为重度高血压,需进行治疗。安全部根据数据统计每月编制项目人员健康安全报告,反馈至项目部经理部,对项目全体人员的健康状况进行宏观把控,真正做到以人为本。

二、改变培训模式,建立安全培训新理念

安全培训是实现安全有效监管的重要手段,通过培训,形成员工对项目安全的第一认识,提高安全意识与作业技能。但是以往安全培训的形式多拘泥于单纯的说教,即使是实践培训也只是更换培训地点的说教,灌输式的培训方式容易造成受训人员的视觉与身体疲劳,达不到预期的效果。

BC项目面对的是中端的业主,在安全管理时需要更具主动性。我们开展了入场安全培训、现场违规停工安全再培训、阶段性全员培训等形式多样的培训方式,并且改变了以往说教式的方式,从单纯的信息输出转变为员工参与、提问互动的模式,不仅教授理论知识,还结合视频短片、事故案例,通过个人谈感受、回答问题、提出意见的方式融会贯通,最后再通过闭卷考试加强记忆。

所有人员通过以上这些培训,从基本安全要求到高空、起重吊装、动火等专项标准,都有了一个全面的认识,对后续各项管理措施的推进打好良好基础。另外,在培训期间还加入了多媒体安全培训工具箱的使用,使入场培训更生动。

现场违规停工安全再培训的方式更具时效性,是对人的不安全行为的有力控制。现场安全培训室就很好的解决了这个问题。现场发现违规作业人员直接到现场培训室,根据作业人员在现场的违规行为的不同、违规程度的差异,对其展开有针对性的再教育。同时分析违规人员心理状态,采取谈心、教育等行之有效的教育方式,使违规人员能够真正认识到错误所在,最后需要做出书面检讨,对再培训的情况进行总结,对今后的作业行为做出保证,触动每个人内心最柔软的部分,让每个人对项目安全做到晓之以理,动之以情。逐步实现安全管理从“要我安全”到“我要安全”的转变。

阶段性区域全员培训,以某一安全事件或某一类安全隐患为契机,组织相关区域人员进行培训,通过安全讲解、

工程管理人员的技术分析,以及队伍负责人、班组长的言传身教,相互影响,形成良性循环。

三、安全管理上树标杆,学典范,互通有无

在安全管理各环节建立标准,对比检查现场执行情况,起到良好的指导示范作用。另外,不定期组织各作业队伍的负责人、班组长到现场标杆作业区进行学习,互通有无。有了对比,就有进步,有效指导提高整体安全水平。

如:现场脚手架搭设、使用与拆除是全场的安全监控重点之一。前期现场脚手架作业不规范,仅仅依靠安全培训和安监员的现场监督纠正杯水车薪,成效不大,无法解决技能问题。于是我们在办公室前严格按照标准搭设“脚手架样板”,从立杆间距、步距、栏杆、安全通道、作业平台等搭设各方面树立安全标准。先立下规矩,再检查现场执行情况。实践证明,“样板脚手架”确实起到了良好的示范指导作用。原料调配框架、窑头框架、熟料库等区域的手脚手架、回笼梯相继成为现场学习的典范。

四、建立即时通讯平台,共享安全信息,加强安全交流

信息化的今天,安全管理应该与时俱进。充分利用即时通讯平台,建立不同功能的QQ群、微信群,区别对待不同群体的安全管理。其中,“BC项目部安全管理群”,是针对现场安全管理的主流思想所在,对现场发现的隐患内部发送,指导现场监管;“BC安全一家亲”群组涵盖全场专职安监员在内,充分调动大家积极性,除了安全通知,还时常发送现场示范图片,在各作业队伍之间形成安全良性竞争;“BC吊装大队”是针对现场起重高风险作业设立,涵盖了项目部的所有的起重吊装人员和塔吊、吊车操作司机,通过交流座谈,大家在群组里及时发送违规操作的情况,由操作司机从源头拒绝违规吊装,控制起重作业隐患。这样有效地避免了作业班组违章指挥、违规操作的现象发生。让施工第一线的作业人员直接参与到安全管理中来,更具有专业性,真正体现“人人参与管安全”的理念,快速解决安全问题。

同时,为了把更多的安全信息传达给现场的所有人员,安全部每周汇总编制现场典型违规案例及安全标准化的

执行实例PPT,在项目办公区液晶电视屏进行循环播放,让每个人都能看到不同阶段现场安全症结所在,供大家参考学习,以此提高员工整体安全意识。

五、合理规划、执行标准、实现目标

为了提高现场安全管理的规范性,我们提前对各作业区做好规划,实现“施工区”、“材料区”、“废料区”有效硬隔离,确保现场整齐有序;另外,对全场规划人行通道,合理进行“人车分流”。为确保现场各施工区域垃圾、废料能够及时清理,我们确定每周日为现场的“文明施工日”,将文明施工管理纳入常态化。

安全规划和各项标准的执行在制作场和施工现场区域得到了很好的体现。

六、潜移默化,实现共赢

我们面对的是中端业主,而且是初次涉足水泥行业的私人业主,因此他们关注的更多的是工期的最短化、利益的最大化。而我们拥有属于自己的安全文化:安全第一,以人为本,以及零事故的安全目标。决不能以牺牲安全为代价换取施工进度。在施工前期,因土建原料磨旋风筒、喂料楼等区域的手脚手架搭设不规范的问题,我们曾就安全叫停整改。在停工整改期间,业主相关人员表示疑惑并与我方多次交涉,督促尽快开工。当我们说明因安全不达标而停工的缘由时,业主方仍表示不解。但我们并未做出妥协,一直在安全隐患完全整改到位后才恢复施工,停工为期将近1周。通过我们对安全的不断坚持与努力,业主方的安全意识也在逐步的受到影响,并得到了一定程度的提高,例如在我们完成现场“人车分流”设施后,一次业主项目经理开车时看到他们的作业工人在车行道行走并未走人行通道时,立即下车对其予以纠正。安全意识从无到有,在潜移默化中改变着业主方的安全观念,输出着我们公司的安全文化,实现项目安全的共赢。

正如公司领导在视察我们项目期间所讲,目前我们的安全管理工作才“刚刚迈出了万里长征的第一步”。而安全管理是一个循序渐进的过程,只有不断推陈出新,与时俱进的研究管理创新,在一点一滴中不断找寻符合我们项目实际有效的管理方式方法,才能充分提高安全管理水平。