

三维配管软件 Revit MEP 在转炉汽化冷却系统中的应用

段 炼 李文涛

(中冶南方工程技术有限公司 湖北武汉 430223)

摘 要:本文介绍了Revit MEP三维配管软件的特点,以工程实例介绍了该软件在大型工厂工艺配管设计中的应用,谈了一些在项目建立、模型建立、出图过程中的实践体会,为工厂的管道设计提出了新的思路。

关键词:Revit MEP 三维设计 族 建模

中图分类号:TF7

文献标识码:A

文章编号:1672-3791(2013)01(a)-0001-03

三维设计技术,使设计人员不再是抽象地计算和绘图,而能够看到设计的虚拟效果,方便地进行多专业协作,优化设计,是设计技术的又一次飞跃。

Revit MEP是一款能够按照您的思维方式工作的智能设计工具。它通过数据驱动的系统建模和设计来优化建筑设备与管道(MEP)专业工程。在基于Revit reg的工作流程中,它可以最大限度地减少设备专业设

计团队之间,以及与建筑师和结构工程师之间的协调错误。Revit MEP软件是基于建筑信息模型的、面向设备及管道专业的设计和制图解决方案。

我公司从2004年开始,由建筑科室率先使用Revit产品进行三维工厂设计,并取得了不错的效果。我部门于2008年开始在空压站、脱盐水处理设计中引入Revit MEP,并于2010年首次在昆钢120 t转炉余热锅炉汽

化冷却系统中采用Revit MEP进行配管设计,取得了良好的应用效果。本文就Revit MEP的工作流程以及在转炉汽化冷却系统配管的应用等做详细的介绍。

1 项目设计应用

1.1 三维族库的创建

族是一个包含通用属性(称作参数)集和相关图形表示的图元组,是Revit MEP中的一个非常重要的概念。所有的Revit MEP项目中的所有图元都是由各种类型的族组合而成的。通过全参数化的族的创建,可以像Autocad中的块一样,在工程设计中大量复用,提高三维设计效率。

尽管Revit MEP软件包中已经带了丰富的管件族和阀门族,比如:弯头、三通、异径管、法兰、管帽、闸阀、蝶阀等,但是因为这些管件的尺寸绝大多数是依照国外的标准制作,与国内常用标准中的尺寸不符。因此,就必须创建出适用于国内标准的管件族和阀门族。

经过长时间的实践和经验,总结出Revit MEP中创建族的常规步骤。

选择合适的族样板→定义有助于控制对象可见性的族的子类别→布局有助于绘制构建几何图形的参照平面→添加尺寸标注→创建类型或实例参数→模型创建,注意使其与参照平面,即与参数关联→用子类别和实体可见性设置指定二维和三维几何图形的显示特征→在建立模型的过程中创建参数与数据表中的参数一一对应→最后对每一组类型的参数进行调试,保证每一个类型的族都可以进行参数化的驱动。

本项目除了管件族和阀门族,还创建了主要设备模型族,如:汽化冷却烟道、蒸发冷却塔、汽包、除氧器、各种水泵、铁合金料仓等。

1.2 三维配管模型的建立

Revit MEP提供了强大的管道设计功能。利用这些功能,管道专业设计人员可以方便迅速的布置管路、调整管道尺寸、控制管道显示、进行管道标注和统计。

1.2.1 项目创建

根据建筑专业提供的建筑模型创建项目文件:创建转炉汽化冷却系统各视图,并对视图进行可见性设置、视图范围设置等。

1.2.2 系统选择

转炉汽化冷却系统分为如下几个分系统^[1]。

主蒸汽管道系统、低压强制循环系统、

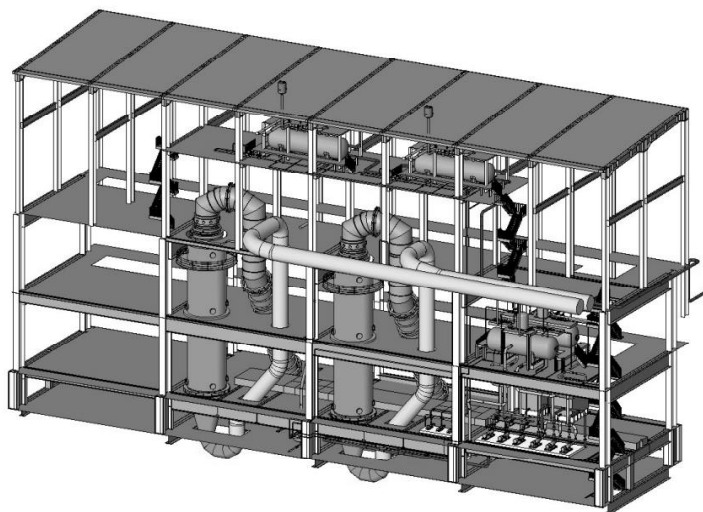


图1 转炉汽化冷却系统整体效果图

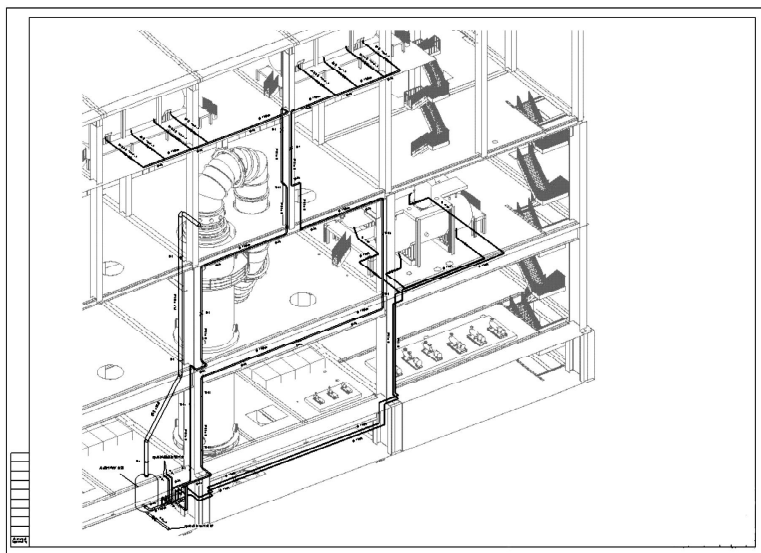


图2 排污管道立体示意图

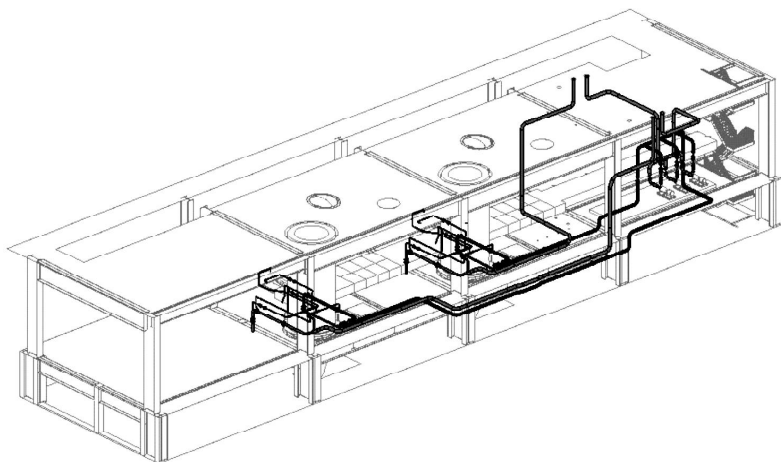


图3 18.6~33.8m平台管道走向示意图

高压强制循环系统、主给水系统、排污系统、其他循环系统。

1.2.3 载入族

将项目所需要的族文件载入到项目文件中,如管件、附件、阀门、设备等。本项目所用到的族均为自建族。

1.2.4 管道配置

在系统创建前,先进行管道配置非常重要,可以减少后续修改的工作量。在“管道设置”中,将管道的尺寸、粗糙度、连接形式和材质改为符合中国规范要求,可以直接使用。

1.2.5 设备布置

打开项目浏览器,将已经载入的设备族直接拖到绘图区域,确定设备的标高和坐标位置,锁定。

1.2.6 系统布管

Revit MEP完成布管连接有两种方式^[2],一种是使用Revit MEP提供的“生成布局”功能自动完成管道布局连接;另一种是手动绘制管道。“生成布局”适用于项目初期或简单的管道布局,提供简单的管道布局路径,示意管道大致的走向。当项目比较复杂,设备和管道种类比较多时,或者需要按照实际施工的图集绘制,精确计算管道的长度、尺寸和管路损失是,“生成布局”可能无法满足设计要求,通常需要手动绘制管道。

Revit MEP提供了过滤器功能,能让设计人按照需要设置系统和管道的可见性,将复杂的管道系统简化为单一的系统。该功能对于像转炉汽化冷却这样的复杂系统配管非常有帮助。

1.2.7 碰撞检查

碰撞检查是必不可少的一步。Revit MEP的“检查管道系统”功能,将自动检查所有管道连接件的逻辑连接和物理连接。对没有指定系统、连接件属性设置错误或者物理连接不好的连接件,将显示“警告”对话框进行提示。

1.2.8 渲染和消隐

在模型整体搭建完成后,需要对模型进行渲染和消隐,产生配管模型效果图,进一步检查模型的正确性。

整个钢厂120 t转炉余热锅炉汽化冷却系统三维配管模型的创建过程中,公创建了各类族文件近200个,整个模型文件的字节数总计近45M。

2 工程图表的生成

Revit MEP软件通过建立的三维配管模型可以自动生成工程需要的管道平面布置图、断面布置图、三维立体图以及材料表。

一般首先生成工艺配管平面图、剖视图,因为剖面图反映出装置管线的总体布置和各管线之间的相对位置。Revit MEP软件可以方便地抽取任意区域、任意标高的平面和剖面,并且能够方便的进行尺寸标注,注释标高,管道标识等操作。为了满足公司绘图标准,还特意制作了符合公司规定的图纸族文件,可以生成任意加长尺寸的标准图纸。

Revit MEP还有一个特殊的功能,就可以生成任意剖面、任意立面、任意标高区间的三维图像。这样就能在十分复杂的三维系统中,选择性地将自己关注的区域隔离开来,简化了设计的难度,增强了视觉的客观性,提高了设计和阅读的效率。例如下面的图3,就是把18.6 m和33.8 m平台之间的空间单独隔离开来的三维图像,能够更加清晰地展现低压强制循环系统的管道走向。

目前,Revit MEP还不能自动生成ISO单线轴测图,与一些常用管道应力计算软件(如CAESARII)尚没有接口,这些都是Revit MEP今后需要改进的地方。

3 应用与体会

3.1 特点和优势

Revit MEP和传统的二维设计相比,具有如下优势。

(1) 提高设计效率。

Revit MEP软件能够准确自动生成任意需要的剖面图,并且可以控制剖面范围的大小,减少了二维设计中绘制很多剖面图的工作量。

(2) 提高产品质量,减少设计错误。

三维软件保证了各个视图之间完全对应的关系,只需要更改其中一个视图、剖

面或者三维视图,其他所有视图、剖面及三维图将自动更改。减少了二维设计中因疏忽导致的视图不对应的错误。

各专业的设备、管道布置在同一个三维厂房模型中,可以在三维模型碰撞检查清晰地检测出各专业之间的交叉干扰,避免了专业间的碰撞。

各种设备、阀门、管道及零部件的重量、数量及长度等可以准确的自动统计。不再需要二维设计中繁琐而极易放生错漏的材料统计工作。

对于设计人员,三维设计可以有效避免一些由于空间想象不正确而导致的不必要的错误。同时由于产品实体所带来的直观性,很容易激发设计者对产品进行优化设计的“灵感”,使产品结构更加合理。

(3) 提高图纸审核效率。

减少审核人员用于视图对应、尺寸检查的时间,审核人员将更多的精力用于产品结构的布置合理性的检查,提高了图纸审核效率。

(4) 方便施工人员理解图纸和设计用意。

对于读图的施工人员,虽然设备和管道的精确定位要在二维平面图和剖面图以及详图中实现,但是,对照三维立体图,将大大提高读图效率和准确度。

3.2 协同工作

Revit MEP提供的“链接模型”、“工作共享”和“碰撞检查”等功能,可以帮助设计团队进行高效的协同工作。针对同一项目,各专业工程师之间通过时时共享设计信息、及时同步项目文件和模拟管线综合,准确便捷地进行设计管理,提高设计质量和设计效率,有效地解决了传统设计流程中工程信息交换滞后和设计人员沟通协调不畅的问题。

采用“链接模型”方法进行项目设计的核心是:链接其他专业的项目模型,并应用“复制/监视”功能监视链接模型中的修改。例如,建筑专业工程师将建筑模型链接到MEP项目文件中,作为MEP设计的起点。建筑模型的更改在MEP项目文件中会同步更新,对于链接模型中某些影响协同工作的关键图元,如标高、轴网、平台、立柱等,可应用“复制/监视”进行监视,建筑工程师一旦移动、修改或删除了受监视的图元,设备工程师就会收到通知,以便调整和协同设计。建筑、结构项目文件也可链接MEP项目文件,实现三个专业文件相互链接。

3.3 专业样板

为了是三维设计更加规范,应该注意创建适合本专业的专业样板文件,并在平时的学习积累中不断更新,样板文件以“.rte”作为后缀。可以在专业样板文件里面设置常用的管道、弯头、三通、阀门、法兰的种类、材质、尺寸、压力等级、连接形式等基本参数;设置符合设计习惯的图纸图框样式、尺寸标注样式、注释文字样式、出图线型样式等。在新建项目时,就可以选择预设的本专业的样板文件创建项目文件了,在项目就可以方便快捷地调用所需要的族文件以(下转5页)

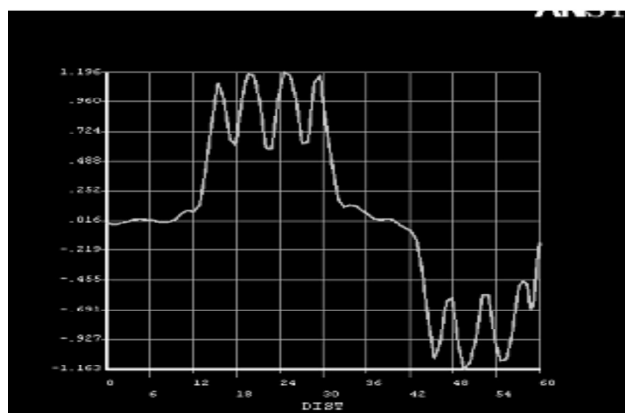


图10 电机电磁力分布图

高,一般均超过0.9,提高了永磁体的利用率。

(4)可使用集中式绕组。普通永磁电机中往往采用分布式绕组来削弱谐波磁势的影响。在Halbach电机中由于其磁场正弦分布程度较高,谐波磁场影响较小,可通过采用集中式绕组来降低线包高度。

2 ANSYS环境下永磁直线电机模型的建立

ANSYS是目前全球范围内应用最广泛的有限元分析系统。可以这样描述有限元法:把求解的区域划分为若干小区域,这些小区域称为“单元”和“有限元”,进而采用线性(有时也可以采用非线性)方法来求解每个小区域,然后把各个小区域的结果总和便得到了整个区域的解。整体区域划分为小区域后,在小区域上求解变得非常简单,仅是一些代数运算,如在小区域内应用线性插值就能得到小区域内未知点的值,而区域积分则成为小区域的求和。这正是有限元分析方法的简单思想^[3]。

在ANSYS中,建模步骤可以用如图4所示的示意图表示。

本文分析的对象——一台永磁直线同步电机的主要参数如下:额定电压 $U_n=220V$,启动推力 $F_{st}=3300N$,相数 $m=3$,额定频率 $f=50Hz$,同步速度 $V_s=30m/s=108km/h$,钕铁硼牌号为NTP-264H,剩磁 B_{r20} 为1.15,磁感矫顽力为 $8.75E+5A/m$,硅钢片相对磁导率 $\mu_r=6000$,极数为 $2p=4$,额定功率因数 $\cos\phi=0.85$,效率 $\eta=0.88$ 。

在ANSYS软件系统环境下建立上述永磁直线电机的模型。选择PLANE13单元,选用的材料有硅钢片,线圈绕组,永磁体,空气。定义材料特性如下:硅钢片相对磁导率 $\mu_r=6000$,线圈绕组和空气的相对磁导率 $\mu_r=1$,即 $\mu=\mu_0=4\pi\times10^{-7}$,定义永磁体的矫顽力,定义永磁体的B-H曲线如(图5)所示。

建立好的永磁直线电机模型如(图6)所示,图中A1~A12的区域为线圈绕组,A19,A20区域为硅钢片,A15~A18为永磁体阵列。4个永磁体组成了2对共4个极,中间的A21区域为空气隙。交叠操作的目的是保证各个面相粘结,以保证在划分网格时它们是共节点的,从而使解收敛。

分配好单元类型后便是对模型进行网格划分,本设计采用系统默认的划分大小,划分好的网格如(图7)所示。

3 仿真结果

在施加了边界条件和电流载荷后,ANSYS便对整个永磁直线电机的磁场进行处理,(图8、9、10)分别表示处理后的电机通量线分布图,磁通密度分布图以及电磁力的分布图。

从(图10)可以看到在X和Y方向上都存在分力。可以进一步查看X方向和Y方向上的力的大小和方向:

```
SUM ALL THE ACTIVE ENTRIES
IN THE ELEMENT TABLE
TABLE LABEL      TOTAL
FX                -94250.2
FY                25535.8
```

可以看到在向上方向即Y方向上的合力大小为25535.8N,并且合力的方向是向上的。说明Halbach电机由于Halbach阵列的特殊结构而使得竖直方向上的力即悬浮力的大小变得很大,达到了25535.8N,这说明悬浮力的表现是很不错的。还可以看出X方向上的合力大小为94250.2N。

此外,还可继续考察气隙磁场的分布情况,根据前面所述的关于Halbach阵列的基础知识可以知道,由于Halbach阵列中永磁体异向充磁的结果使得气隙中的磁通密度成正弦分布的情况,在命令窗口中输入查看磁通密度的指令后,即得到如(图11)所示的气隙磁通密度分布图。

从(图11)中不难看出,气隙上的磁通密度分布可以近似为正弦分布,这正体现出Halbach电机的气隙磁场正弦分布程度较高,谐波含量小,因而谐波磁场对于主磁场的影响很小,这为电机设计和加工带来便利,降低成本,如可通过采用集中式绕组来降低线包高度等。这也是Halbach永磁电机比之普通永磁电机的一个重要优势。

4 结论

本文在有限元分析软件ANSYS环境下建立了永磁直线电机的模型,将Halbach阵列的特点和永磁直线电机结合起来,研究了当永磁体采用Halbach阵列的排列方式下的磁场分布曲线,电磁力分布曲线以及气隙分布密度曲线等,从结果可以看出Halbach永磁直线电机的气隙磁场正弦分布程度高,谐波含量小等优点,从而为直线电机进一步的优化设计提供了依据。

参考文献

- [1] 商进.直线电机的电磁场的有限元分析及其仿真的实现[J].自动化技术与应用,2005(24):14-16.
- [2] 周赣.Halbach型永磁阵列的磁场分析[J].微特电机,2008(7):31-33.
- [3] 张朝晖.ANSYS工程应用范例入门与提高[M].北京:清华大学出版社,2004.
- [4] James F.Hoburg.Modeling Maglev Passenger Compartment Static Magnetic Fields From Linear Halbach Permanent-Magnet Arrays.IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS.VOL.40 NO.1.JANUARY 2004.

(上接2页)

及基本设置。

3.4 硬件配置

通过项目的实践证明,Revit MEP对计算机的硬件配置要求还是比较高的。当创建的项目模型是大的图形文件时,计算较快的运算速度,将加快设计进度。

4 结语

Revit MEP三维配管软件设计通过在昆钢120 t转炉余热锅炉汽化冷却系统中成

功的应用,说明该软件应用于大型工厂工艺装置配管设计是可行的,可以比较好的解决各种管道之间及管道与设备之间的碰撞问题。由于Revit MEP包含的模块很多,要熟练地掌握、驾驭,必须经过一定的实践探索过程,没有实践,纸上谈兵是不行的,浅尝则止也是不行的。必须在不断的配管设计过程中积累建模技巧,总结经验教训,开拓思维,大胆创新,举一反三,灵活运用。只有这样,才能提高三维设计效率,提高设计质量。

参考文献

- [1] 氧气顶吹转炉汽化冷却设计[M].包头钢铁设计研究院出版发行,1979.
- [2] Autodesk Revit MEP 2011应用宝典[M].上海:同济大学出版社,2010.