



编者按：随着国家对环境质量要求逐步提高，污水处理厂出水水质监控更加严格，原有污水处理厂的升级改造势在必行。本期科技专题详细介绍了中建一局集团安装工程有限公司在污水处理厂升级改造过程中的实践经验，总结了改扩建污水厂项目基于BIM协同工作模式下的可视化建造模式，改扩建污水厂配电室设备基础化学锚栓后固定施工技术以及鼓风机房设计安装等创新技术，这些技术在工程应用中取得了良好的社会效益和环境效益。

改扩建污水厂项目可视化建造模式探讨

孙征¹ 王有发¹ 王竞千¹ 王红媛² 迟白冰¹

(1. 中建一局集团安装工程有限公司 北京 102600; 2. 中国建筑一局(集团)有限公司 北京 100161)

摘要：本文结合改扩建污水厂施工特点，主要阐述了基于BIM协同工作模式下的可视化建造，该模式既解决了各单体及各专业协调困难、以及污水处理厂管线保护难度大等问题，同时提高了污水处理工程的工作效率和施工准确性，保障了工程的顺利进行，对于成本的管理和质量的控制都具备较强的促进作用。

关键词：协同管理 参数化族 BIM辅助膜架设计

中图分类号：TP391.9 **文献标识码：**B **文章编号：**1002-3607(2018)12-0019-03

近年来，我国环保产业发展迅速，污水处理工程规模不断扩大、污水处理工艺日趋复杂。污水处理的每个工艺环节对应多个构筑物单体，并涉及管道、建筑、结构、设备安装等专业工程，因此污水处理工程具有单体构筑物数量多，各施工工序间相互协调管理难度大的特点。随着BIM技术应用的不断成熟，其应用的范围也正在逐渐扩展到污水厂工程，但如何应用BIM技术辅助项目施工，为项目提供方案编制保障是目前面临的问题，本文从污水厂BIM的建模、BIM技术辅助施工、调试等方向进行阐述。

1 项目概况

某污水处理厂改扩建项目，在原

有一期的基础上扩建，对一期进行升级提标改造，以及对厂外收集管网进行改造。本项目实施后，全厂污水处理设计规模为5.0万m³/d，其中一期工程处理2.5万m³/d的生活污水，二期扩建工程处理1.5万m³/d的工业废水和1.0万m³/d的生活污水。水处理系统包含污水预处理、生化处理、深度处理等工艺段，专业性强。厂内工艺、电气、自控等专业设备、材料安装精度要求高，MBR、臭氧催化氧化、EM-BAF、生物除臭等工艺包的安装及运行尤其复杂。

2 可视化建造关键技术要点

2.1 样板文件与协同管理

制定项目样板文件。污水厂项目

单体多且特点不同，如何保证绘制的项目模型相同，系统表现和出图的一致性，制定项目BIM标准和样板文件是至关重要的一步。制定的标准及样板文件信息应包含：项目的基本信息、视图可见性、统一的标高轴网、各系统的表现颜色及线型线宽、管道的连接方式和项目常用族文件的加载(见图1、图2)。

协同管理。本项目共有30个单体，后期总体模型整合比较困难，因此利用协同平台可以很好地解决这个问题。不同构筑物单体工作集划分和同一单体不同专业工作集划分的工作模式，使模型达到轻量化。在整合阶段可以快速准确地完成整个项目的BIM模型，同时可以减轻电脑的负荷以便快速浏览查看。



图1 项目信息设置



图2 系统颜色设置

2.2 参数化族的创建

污水厂项目中设备、管件、附件种类较多，Revit软件自带的族文件较少，并且与样本文件不符，无法满足项目的需求。想要应用BIM模型指导施工，必须保证模型中的各类阀部件和设备与项目实际选用类型尺寸保持一致，因此在施工准备阶段需要完成参数化族的创建，以满足建模的需求，同时做好分类积累工作，为后续

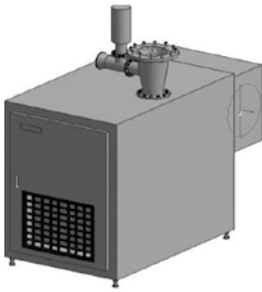


图3 设备族-鼓风机

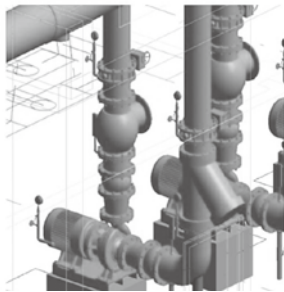


图4 设备族-水泵

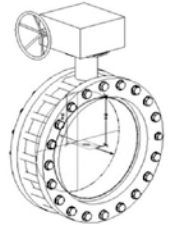


图5 构件族-大管径蝶阀

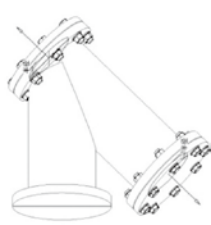


图6 构件族-过滤器

同类项目提供便利。本项目创建的参数化族主要包括鼓风机、水泵、叠螺式污泥脱水机，空压机、压滤机、标准法兰、管道支架等（见图3-图6）。

2.3 辅助膜架设计

针对MBR膜工艺的施工过程，应用BIM技术校核计算产水管支管及曝气支管管径，研究出了一种帘式中空纤维膜专用膜架（见图7、图8），实现膜架提前预制，膜单元到场后可立即组装下水，解决单根产水管结构的膜架

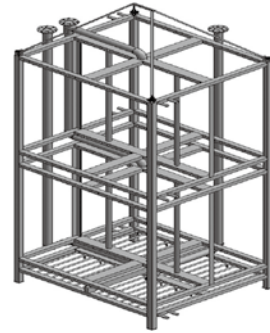


图7 膜架BIM模型

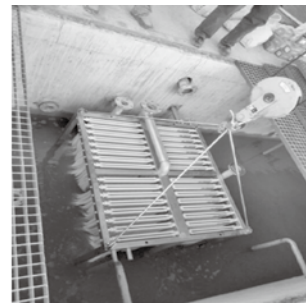


图8 膜架下水

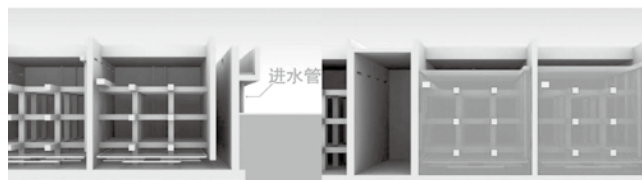


图9 水流模拟

管构成，可以安装多组膜组件，减少池子占地面积，便于膜组件维修更换。

2.4 水流模拟

堰板上沿的最低端所处的高度决定水能否流经堰板的液面高度。由

于进水流量的变化大，安装和调节好的堰板在水流的冲击下稳定性不足，容易出现布水不均的现象。运用BIM模型对分别采用控流堰板和布水堰板的进水流进行分流模拟，通过控流堰板将冲击大的水流变成冲击力小的水流，并将水存储在进水堰中，再经布水堰板进行均匀布水，能够很好提高堰板整体的稳定性能（见图9）。

2.5 精确的预埋

反应池主要是生化反应单元，总体分南北两组，每一组又分为厌氧、缺氧、交替及好氧四个阶段。重难点是缺氧区，土建结构复杂，不能一次

（下转第25页）

改扩建污水厂配电室设备基础化学锚栓后固定施工技术

费立敏¹ 刘宴伟¹ 王有发¹ 王红媛² 苏龙军¹

(1.中建一局集团安装工程有限公司 北京 102600; 2.中国建筑一局(集团)有限公司 北京 100161)

摘要: 本文介绍了一种改扩建污水厂配电室设备基础施工方法, 针对该技术原理、特点及技术要点进行了阐述。该技术可以减少预埋阶段设备基础平整度偏差, 避免返工, 可实现一次安装成型, 质量可靠, 并且加快施工进度、降低成本、施工工艺简单, 具有很好的推广价值。

关键词: 改扩建 污水厂 设备基础 化学锚栓

中图分类号: X799 文献标识码: B 文章编号: 1002-3607(2018)12-0021-02

在污水处理厂升级改造过程中, 改扩建污水厂配电室内设备的安装也随之而来, 设备基础的施工直接影响着设备整体安装的质量及使用功能的实现。尤其是在改扩建配电室施工中, 无法满足传统设备基础施工与土地地坪同时施工的工艺顺序要求, 如何在短时间内完成改扩建污水厂室内配电室设备基础施工, 成为改扩建污水厂建设中的一大难点。本文介绍的改扩建污水厂配电室设备基础化学锚栓后固定施工技术, 不仅可以解决传统施工方法的基础平整度的问题, 而且加快了施工进度, 可满足短工期、大体量配电室安装工程的要求, 为改扩建污水厂内配电室设备基础施工提供保障。

1 化学锚栓后固定施工技术工艺原理及技术特点

该技术是在土地地坪已经施工完成后, 利用化学锚栓配合基础型钢的固定方式完成设备基础的施工。首先根据设备选型进行基础图纸深化, 合理排布基础型钢的位置, 利用化学锚

栓将基础型钢进行固定, 通过水准仪进行找平, 最终满足设备安装要求。该技术具有施工效果好、施工成本低、操作简单、施工效率高等优点。

2 化学锚栓后固定施工技术要点

2.1 施工工艺流程

施工工艺流程见图1。

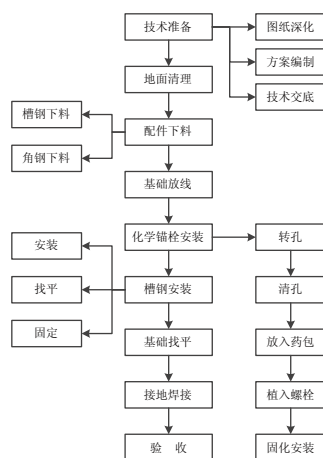


图1 施工工艺流程

2.2 技术准备

根据设备尺寸进行深化设计, 同时注意避免设备上方有风管, 特别是风口

的排布。对于低压柜, 应注意设备上母线始端箱的安装高度。型钢基础宽为柜体的厚度, 长为 n 个柜体的宽度总和再加上 $(n-1) \times (1\sim 2)$ mm。

熟练掌握下料、焊接、水准仪使用, 特别是水准仪的使用, 型钢找平是保证该方法施工质量的关键。

2.3 地面清理及配件下料

化学锚栓安装前首先进行地面清理, 它直接影响着化学锚栓的安装质量, 为后续设备的安装和使用提供保障。清理完成后应保证地面无积水、无尘土。

施工中需要提前预制的材料主要有槽钢、角钢。槽钢根据成排设备的长度进行下料, 槽钢下料端部应为斜 45° 。角钢需先钻孔后下料, 角钢料的长度为70mm, 角钢钻孔孔径需与配套化学锚栓相适应(见表1)。

2.4 基础放线及化学锚栓的安装

放线前应注意熟悉图纸(深化后图纸), 依据图纸中设备安装位置进行放线, 确保基础安装位置正确。化学锚栓的安装示意图见图2。

表1 角钢钻孔孔径对照表

化学锚栓规格	钻孔直径(mm)
M8×110mm	Φ10
M10×130mm	Φ12
M12×145mm	Φ14
M12×160mm	Φ14
M16×190mm	Φ18
M20×260mm	Φ24
M24×300mm	Φ28

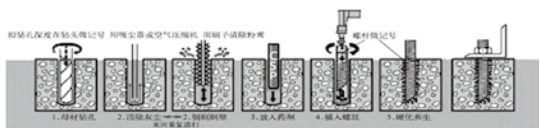


图2 化学锚栓的安装示意图

钻孔时,先根据设计要求,按图纸间距、边距定好位置,在基层上钻孔,孔径、孔深必须满足设计要求。清孔时,用专用气筒、毛刷或压缩空气机清理钻孔中的灰尘,重复进行不少于3次,孔内不应有灰尘与明水。

置入药剂管时,确认玻璃管锚固包无外观破损、药剂凝固等异常现象,将其圆头朝内放入锚固孔并推至孔底。

钻入锚栓时,保证螺栓表面洁净、干燥、无油污。用电钻旋入螺杆直至药剂流出为止,电钻一般使用冲击钻或手钻,钻速为750r/min。这时锚栓旋入,药剂管将破碎,树脂、固化剂和石英颗粒混合,并填充锚栓与孔壁之间的空隙。同时,锚栓也可以插入湿孔,但水必须排出钻孔,凝胶过程及硬化过程的等待时间必须加倍。

凝胶时要保持安装工具不动,取下安装工具静待药剂硬化完成硬化,待药剂完全硬化后,加上垫圈及六角螺母固定物体。

2.5 槽钢安装

槽钢安装主要工作内容是对已经下好料的槽钢进行就位,图3为槽钢安装示意图。槽钢基础就位前需保证角钢已经就位安装完毕,槽钢需按设计图纸的下料长度进行就位摆放。

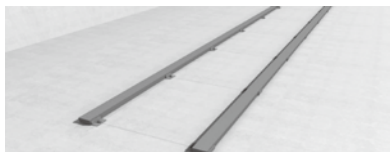


图3 槽钢安装示意图

2.6 基础找平

找平主要使用的工具为垫铁、水准仪,操作工人必须熟练使用水准仪。

(1) 安置水准仪。

在线路外选择坚固、平坦、开阔的地方打开三角架,使三角架的三条腿近似等距,架设高度应该适中,架头应该大致水平,架腿制动螺旋应该固紧。

打开仪器箱,双手取出水准仪,将仪器小心地安置到三角架顶面上,用一只手握住仪器,另一只手松开三脚架中心连接螺旋,将仪器固定在三脚架上。

(2) 粗略整平。借助圆水准器的气泡居中,使仪器竖轴大致铅直,从而视准轴粗略水平。

(3) 瞄准水准尺。将望远镜对着明亮的背景,转动目镜螺旋,使十字丝清晰。

松开制动螺旋,转动望远镜,采用望远镜镜筒上面的照门和准星瞄准水准尺,然后拧紧制动螺旋;从望远镜中观察,转动物镜螺旋进行对光,使目标清晰,再转动微动螺旋,使竖丝对准水准尺;眼睛在目镜端上下微微移动,若十字丝与目标影响有相对移动,则应重新仔细地进行物镜对光,直到读数不变为止。

(4) 精平及读数。眼睛通过位于目镜左方的符合气泡观察窗看水准管气泡,右手转动微倾螺旋,使气泡两端的像吻合,即表示水准仪的视准轴已精确水平。观察十字丝的中丝在

水准尺上的分划位置,读取读数。操作过程需注意以下事项。

立尺时应站在水准尺后面,双手扶尺,使尺身保持竖直;前后视距可先由步数概量,使前、后视距大致相等;读取读数前,应仔细对光以消除视差。

观测过程中不应进行粗平,若圆水准器气泡发生偏离,应整平仪器后重新观测;每次读数时都应进行精平。测量完毕后,应立刻检核,一旦误差超限,立即重测。

2.7 接地焊接

型钢焊接主要包括槽钢基础的固定和接地扁钢与槽钢基础之间的固定。槽钢基础固定应和槽钢基础已经找平同时进行。焊接时应先点焊,找平后再满焊。焊接后,应保证不直度不大于0.5mm/m,水平度不大于1mm/m,全长误差控制在2%以内,否则不能保证安装质量。扁钢与槽钢的搭接面积应不小于扁钢宽度的2倍。

2.8 验收

验收的依据主要是深化后的图纸及相关规范,验收时应重点验收内容包括槽钢基础的安装位置应与图纸相符,基础的水平度误差应满足验收规范,接地焊接的搭接面积应接地规范。

3 结语

实践证明,相对于传统的预埋安装方式,改扩建污水厂配电室设备基础化学锚栓后固定技术可更好地保证进度、保证质量、保证安全。该技术不仅满足了业主对工期、质量、安全的要求,也大大节省了人工费用,取得了良好的社会效益和环境效益。该技术适用于改扩建污水厂配电室上进线设备基础的安装,尤其适用于工期紧张、建筑内配电室成排安装的设备基础安装。■

改扩建污水处理厂鼓风机房 设计安装技术研究与应用

张晓明¹ 孟庆礼¹ 唐卫军¹ 吴海城¹ 张军²

(1. 中建一局集团安装工程有限公司 北京 102600; 2. 中国建筑一局(集团)有限公司 北京 100161)

摘要: 本文详细介绍了鼓风机房设计与安装技术在金山卫改扩建污水处理厂的应用,从鼓风机性能研究对比、BIM技术的应用、鼓风机房安装要点等几个方面进行了阐述,为今后类似的改扩建污水处理厂鼓风机房施工提供借鉴和指导。

关键词: 改扩建 污水处理厂 鼓风机房安装

中图分类号: X799 **文献标识码:** B **文章编号:** 1002-3607(2018)12-0023-03

当前我国城镇污水处理设施面临全面推行一级A排放标准、高标准脱氮除磷、污泥减量化、无害化、资源化等诸多挑战。为保证改扩建污水处理厂出水水质,多数污水处理厂采用生物处理法。而鼓风机房,作为为生物处理池提供曝气的唯一设施,机房内设备的安装及管道系统设计的质量直接影响水处理的曝气效果,曝气量过多、过少或不均匀都会对水处理中工程菌的存活产生影响,乃至影响出水水质,是改扩建污水处理厂的核心设备之一。

1 工程概况

金山卫污水厂一期日处理规模为 $2.5\text{万m}^3/\text{d}$,二期改扩建工程建筑面积约为 $31,393\text{m}^2$,日处理规模 $2.5\text{万m}^3/\text{d}$,扩建后污水厂总占地面积约 $94,496\text{m}^2$,整体处理规模达到 $5\text{万m}^3/\text{d}$,出水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级A标准。

根据金山卫污水厂工艺要求,在鼓风机房内新增设8台鼓风机,为BAF及

MBR膜分离池提供生化反应所需的空气,鼓风机房内设备布置形式见图1。

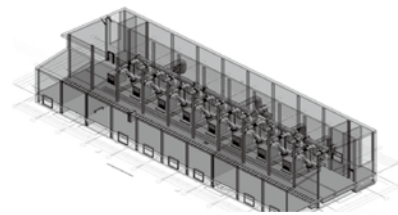


图1 鼓风机房布置图

在鼓风机房安装施工过程中,根据设计院的要求,总结类似污水厂施工对比得出:鼓风机的选型、BIM技术的应用、设备安装、管道安装及设备调试几个施工关键节点是影响污水处理厂出水质量的重要因素。

2 污水处理厂鼓风机房设计安装技术研究与应用

2.1 污水厂鼓风机性能研究

污水处理厂常用鼓风

机的机型主要有罗茨风机、单级离心鼓风机,近几年又出现了空气悬浮鼓风机和磁悬浮鼓风机等。对各类鼓风机性能、特性、运行维护等进行对比研究,深入了解和掌握各类风机的特性和适用污水厂类型,为以后同类项目施工提供参考数据。

从工作原理等方面对罗茨风机、单机离心鼓风机和空气悬浮鼓风机进行分析(见表1)。

表1 各类鼓风机性能对比分析表

名称	罗茨风机	单级高速离心鼓风机	空气悬浮离心鼓风机
效率	效率低,能耗高	效率较低,能耗略高	效率高,能耗低
噪音	噪音在90dB以下	噪音在85dB以下	噪音在80dB以下
风量调节	通过调节转速法和旁路放风阀调节风量风压,调节范围小	通过调节导叶片角度来调节风量风压,调节范围45%~100%	通过变频器调节风量风压,调节范围40%~100%
设备占地	设备占地大,所需鼓风机房面积大	设备占地较大,所需鼓风机房面积较大	设备占地较小,所需鼓风机房面积较小
安装	设备重量大,需配备大型起吊设备,安装工程复杂,费用高	设备重量较大,需配备起吊设备,安装工程较复杂,费用高	设备重量相对较小,需配备起吊设备,安装简单
维护	维护工作量较大	维护工作较小	维护工作量小
适用范围	适用于小型污水处理厂	大中型污水处理厂中采用	适宜在大中型污水处理厂中采用

污水处理厂鼓风机的能耗占总能耗比例较大, 约占到整个污水厂能耗的30%~50%, 选择高效、节能的鼓风机对污水处理厂的投资大小和运行管理费用具有重要的意义。综合对比来看, 污水厂选用先进的空气悬浮鼓风机在效率、节能、风量调节和安装维护上具有一定的优势。

2.2 鼓风机房BIM设计要点

工程开工前, 在设计图纸到达后, 根据图纸的设计意图及设计质量, 及以往的施工经验, 对鼓风机房系统布置不合理, 影响设备运转、噪音超标的部位进行深化设计。利用BIM技术对鼓风机房设备进行参数化建模、鼓风管道系统流量设计计算及综合排布, 通过三维可视化方式与业主、BIM顾问、设计和总包单位协调解决安装过程中的相关问题, 并提供安装模型协调报告。鼓风机房BIM设计图及安装现场见图2。

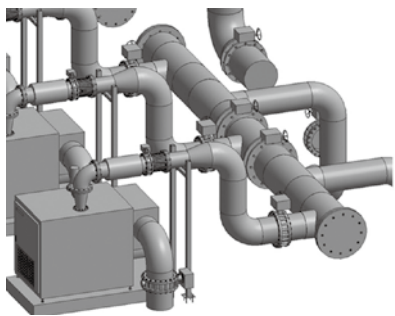


图2 鼓风机房BIM设计图及安装现场

2.3 鼓风机房安装要点

2.3.1 设备安装

空气悬浮鼓风机在运输和安装工程中, 可能因施工不当对设备造成一定程度的损坏, 从而影响空气悬浮鼓风机后期的运行情况, 鼓风机安装时应注意以下几点:

安装时, 设备的连接管及其他开口地方的盲板不能拆掉, 以免杂物进入设备内部。

设备安装时, 地脚螺栓的不铅垂度不应超过10/1000; 螺母与垫圈间和垫圈与设备底座间的接触均应良好。拧紧螺母后, 螺栓必须露出螺母1.5~5个螺距。

每一垫铁组应尽量减少垫铁的块数, 一般不超过三块, 并少用薄垫铁。放置平垫铁时, 最厚的放在下面, 最薄的放在中间, 并应将各垫铁相互焊牢。

设备找正时用平垫铁粗调, 斜垫铁或铜片进行微量校正, 找正时基础中心线。

2.3.2 管道安装

鼓风机房内设备出口风通过碳钢管道输送到每个单体, 碳钢管道共有DN800\DN600\DN500三种规格。在碳钢管道尺寸大、重量重的情况下, 为保证后续单体中空气的输送量满足工程菌的需求, 在施工过程中保证管道焊接质量是管道安装的重点, 为保证管道焊接质量, 碳钢管道施工焊接过程重点详见以下几点:

(1) 焊接工艺评定。焊接工作开始前, 对各种焊接方式和方法进行焊接工艺评定, 确定各项焊接参数及工艺措施, 制定焊接工艺卡, 对焊接人员进行详细交底。

(2) 管道组对。管道组对的坡口

间隙和角度应符合规范要求, 管壁平齐, 其错边量不应超过壁厚的10%, 管道组对完成后将管道点焊固定。

(3) 管道焊接。管道焊接严格执行《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》, 焊接时按管道焊接工艺评定确定的参数进行。每道焊缝均应焊透, 且不得有裂纹、夹渣、气孔、砂眼等缺陷, 焊缝表面成型良好。

(4) 焊缝检查。普通管道焊缝只进行外观检查, 应在焊后及时进行, 检查前应清除熔渣、飞溅物, 外观质量应符合下列规定: 焊缝表面不得有裂纹、未熔合、气孔和夹渣等缺陷; 咬边深度不得大于0.5mm, 在任何300mm连续焊缝长度中咬边长度不得大于50mm; 焊后错边量不应大于0.15倍壁厚(1.4mm), 局部不得大于2mm, 根焊道焊接后, 禁止校正管子接口的错边量; 焊缝宽度应比坡口上口宽2~4mm。

2.3.3 设备调试

鼓风机组安装完毕后, 对其进行设备调试, 以确保污水处理厂运行时, 每台设备的正常运行。鼓风机组调试时, 应注意以下几点:

(1) 检查电源电压, 确认电压正常, 通电并确认风机内部电气状况。

(2) 探测器、按钮等外设测试。系统自检后没有故障和报警, 就可以对所有探测器在显示屏上有无显示的错误代码进行确认, 如果显示屏上没有出现红色的错误代码, 证明机器设备可以正常运行, 如果屏幕上显示错误代码, 调试人员据此显示信号检查有关回路和设备, 分析原因及时排除, 属于设备自身硬故障的可以暂时“屏蔽”, 待厂方修理。

(3) 显示器、声光报警器。根据显示器的模式,检查显示器的工作。一般都有自检的功能,以判断设备状态。

(4) 控制器的功能检查。对控制器的以下功能进行检查和测试:系统自检、探测器屏蔽和故障报警;显示、记忆功能;开关功能;电源自动切换、以及电源的欠压和过压报警功能。

(5) 确认外部管道阀门的开闭状

况,确保管道畅通,对鼓风机进行点动开机,确认电机旋转方向正确。让鼓风机开机一段时间,把管道里的杂物吹干净。停机,试运转完成。

3 结语

金山卫污水处理厂改扩建工程鼓风机房为污水处理领域重要的工艺设备之一,在施工前期阶段利用BIM技术设计空压管道系统流量及综合排

布,综合比较罗茨风机、单机离心鼓风机和空气悬浮鼓风机工作性能,选用具有一定优势的空气悬浮鼓风机,并进行设备、管道安装、调试。解决了BAF中布水布气不均的问题,提高了传质效率和容积负荷率,提高对难降解污染物的去除效率,对治理水污染,保护当地流域水质和生态平衡具有十分重要的作用。

(上接第20页)

浇筑完成,需分多次浇筑,主要是弧形导流墙。工作量较大的是好氧区南北方向上的曝气管廊,套管数量较多,必须严格按照BIM模型安装位置准确预埋,避免后期管道安装各直管不在同一水平面。标高要统一,必须借助水准仪。

在改扩建污水厂项目施工过程中,存在的最主要问题是对既有污水

厂构筑物和管线的保护,同时实现精确的管线预埋。通过准确的创建BIM模型,对项目人员进行可视化技术交底,对既有构筑物和管线进行监测,及时发现施工中的问题,实现可视化建造。

3 结语

污水处理工程是影响城市发展比

较重要的一项工程,要注重其施工的质量和效果。项目部在施工过程中应用BIM技术较好地解决施工中出现的难题,提高了污水处理工程的工作效率和施工准确性,保障工程顺利进行,并且对于成本的管理和质量的控制都具备较强的促进作用,在保证工程质量的同时大幅提高企业核心竞争力。

欢迎订阅2019年《安装》杂志
欢迎订阅2017年、2018年《安装》杂志合订本

联系电话: 010-68017516 (总编室) 010-68019752 (编辑部)

010-68515515 (发行部) 传真: 010-68515516

邮箱: anzhuang101@126.com QQ: 1835325424