

污水处理厂工艺管道与设备协同安装的精度保障研究

田丽¹ 闫兴组²

1.新疆科发环境工程有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

2.新疆路智兴项目管理有限责任公司 新疆 乌鲁木齐 830000

【摘要】：随着我国环保事业持续发展，污水处理厂建设规模与标准不断提高，工艺管道和设备协同安装精度影响着污水处理效率、设备使用寿命和运行安全。本文以污水处理厂工艺管道与设备的协同安装为研究对象，简述协同安装的核心内涵及核心要素，分析精度保证工作的重要意义，主要研究精度保证的具体策略。通过完善前期设计管控、加强施工过程协同、改善检测监测手段、健全质量管控体系，可有效提高协同安装精度，解决安装过程中出现的错位、衔接不畅等问题，使污水处理厂达到高效、稳定、低碳运行的目的。

【关键词】：污水处理厂；工艺管道；设备协同安装；精度保障

DOI:10.12417/3083-5526.26.01.042

引言

目前我国城市化进程加快，工业废水和生活污水排放量持续增加，污水处理厂作为水污染治理的核心基础设施，建设质量及运行效果备受各界民众的关注。工艺管道及设备是污水处理厂的主要部分，管道用来输送污水或中水、空气、臭气、药剂、污泥等介质；设备是实现污水净化、达标排放/回用的核心，承担泥水分离、污染物降解、水质调控、固废处理、废气处理、系统自控等关键工序，二者的协同安装精度直接影响污水处理工艺的实现，保障污水处理厂全线全流程的连续、高效、稳定运行。目前一些污水处理厂在安装过程中存在管道和设备对接不正、标高偏差较大、密封性不好等问题，造成运行过程中出现泄漏、能耗增大、设备故障频繁发生等隐患，影响污水处理达标率。本文对污水处理厂工艺管道和设备协同安装的精度保证进行研究，解决安装过程中出现的精度问题，对提高污水处理厂建设质量、保证其长期稳定运行有重要的现实意义，也是推动环保工程规范化、精细化发展的必然要求。

1 污水处理厂工艺管道与设备协同安装精度概述

1.1 协同安装的核心内涵

污水处理厂工艺管道和设备协同安装，是以污水处理工艺要求为核心，将管道铺设和设备安装同步规划、同步实施、同步管控，使管道和设备在空间位置、尺寸参数、运行节奏上精准匹配，保证安装工程符合设计标准和工艺要求的安装方式。与传统的先设备后管道或者先管道后设备的分散安装模式相比，协同安装更注重系统性、关联性，重视设备安装定位精度和管道铺设的坡度、标高、走向要求，避免由于单独施工而产生的衔接矛盾。协同安装的主要目的就是使管道与设备无缝对接，保证输送流程畅通，设备运行协调，降低后期运维成本，

为污水处理厂后续稳定运行奠定基础。协同安装包含前期设计协同、施工过程协同、检测验收协同等各个环节，各个环节的质量控制都会对最终的安装精度产生影响。

1.2 协同安装的核心要素

协同安装的核心要素分别为设计参数、施工人员、施工设备、工艺流程。

设计参数是协同安装的基础，包括设备定位尺寸、管道管径、坡度、标高、接口规格等，所有的参数必须严格按照污水处理工艺要求和有关行业标准来确定，保证参数之间的协调性和一致性。

施工人员是协同安装的实施者，施工人员要熟悉污水处理工艺、安装规范、设备与管道适配要求，施工人员的专业技能、责任意识、操作规范性决定安装精度。

施工设备是精度控制的保证，测量仪器、吊装设备、焊接设备等设备的精度等级和运行状态要符合安装要求，保证测量数据准确、吊装定位精确、焊接质量合格。

工艺流程是协同安装的重要环节，要根据污水处理厂的工艺布置情况，合理规划安装顺序，明确设备安装和管道铺设的衔接节点，防止交叉施工发生冲突，保证安装工作有条不紊地进行。

1.3 协同安装精度的核心指标

协同安装精度是衡量安装质量的标准，其核心指标主要包括衔接精度、定位精度、密封精度、坡度精度。

衔接精度指的是管道和设备接口的对齐精度，接口中心偏差、端面垂直度要符合设计标准，不能出现错位、间隙过大等问题，保证衔接紧密。

定位精度主要是对设备安装和管道铺设的空间位置进行控制，设备定位要符合设计坐标、标高的要求，管道铺设的方向、坡度、标高、间距要精准控制，偏差不能超过行业规范允许范围。

密封精度要满足管道与设备接口、管道间接口的密封要求，不泄漏，输送腐蚀性污水、药剂的管道密封度决定着整个运行系统的安全性及环保性能。

坡度精度主要是对于污水、污泥输送管道，根据介质性质和工艺要求准确控制管段的坡度以使介质顺畅流动，防止淤积。

1.4 协同安装的常见精度隐患

目前污水处理厂工艺管道和设备协同安装过程中的精度隐患主要有以下四类。

一是定位偏差隐患，由于测量仪器不精确或者测量不规范而产生的设备定位偏差、管道标高及坡度偏差过大而影响两者之间的衔接。比如设备基础标高、中心轴线预埋偏差，导致设备就位后与管道接口出现标高/轴线错位。

二是接口错位隐患，设备安装与管道铺设不同步，缺少有效的协同控制，造成接口错位，管径不匹配而出现衔接不畅。

三是密封失效隐患，接口焊接质量不合格、密封材料选用不恰当、安装时接口清理不彻底等都会造成运行中出现泄漏隐患。比如设备和工艺管道安装同步沉降出现偏差，将拉裂对接焊缝或密封件。

四是施工变形的隐患是没有采取有效固定的管道铺设，设备吊装时受力不均造成管道弯曲、设备变形，影响安装精度和设备的运行稳定性。

以上四类隐患如果不及时处理，将会对污水处理厂稳定运行产生很大影响。

2 污水处理厂工艺管道与设备协同安装精度保障的意义

2.1 保障污水处理工艺的的稳定落地

污水处理厂的污水处理工艺具有很强的系统性，每个工序的设备和管道衔接精度的好坏，直接关系到工艺流程是否顺畅以及处理效果的好坏。曝气池与曝气设备、输送管道的安装精度决定曝气均匀性，从而影响污水生化反应的效果；沉淀池与污泥输送管道的衔接精度影响污泥排放效率，防止污泥淤积造成处理能力下降。

精度保障工作可以保证管道和设备按照设计要求进行安装，使各个工艺环节之间无缝衔接，保证污水处理工艺的的稳定落地，保证污水处理厂稳定运营达标排放。安装精度不符合要求，会造成工艺参数偏离设计要求，出现处理效率降低、出水水质超标等问题，不能满足污水处理的核心目的^[1]。

2.2 提升设备运行效率与使用寿命

工艺管道同设备协同安装精度的好坏，关乎到设备运行负荷以及磨损状况。管道与设备连接错位、接口密封不好，会造成设备运行过程中出现振动、噪音大等问题，增加设备能耗，加快设备零部件的磨损，缩短设备使用寿命；管道坡度、标高偏差过大，会造成介质输送不畅，增加设备运行压力，容易引发设备故障。采用精度保证的方式可减小设备在运行过程中额外负荷及摩擦力、磨损，并保持设备处在最佳工作状态下，提高设备工作效率，延长使用寿命，降低污水处理厂运维费用^[2]。

2.3 降低后期运维成本与安全隐患

安装精度不符合要求，是造成污水处理厂后期运维成本高、安全隐患大的主要原因之一。安装过程中管道与设备接缝错位等现象一旦出现，后期需要停机检修，返工处理，既会影响污水处理效率，也会增大运维成本；严重的污染环境、人员安全问题都会产生。精度保证工作从源头上可以避免安装隐患，保证管道及设备的安装一次合格，避免后期返工，减少运维费用。精准安装可以保证管道和设备运行稳定，减少泄漏、设备故障等安全隐患，保证污水处理厂安全、高效运行，避免安全事故造成的经济损失和环境影响^[3]。

3 污水处理厂工艺管道与设备协同安装精度保障策略

3.1 完善前期设计管控，筑牢精度基础

前期设计是协同安装精度保证的源头，从设计协同、参数审核、图纸优化三个方面入手，夯实精度基础。

一是加强设计协同，组织设计单位、施工单位、设备供应商进行协同设计，确定设备参数、管道规格、安装要求等核心内容，避免设计与施工、设备与管道之间产生矛盾。

二是严格参数审核，主要针对设备的定位尺寸、管道管径、坡度、标高、接口规格等主要参数进行审核，保证参数的合理性满足污水处理工艺和行业标准要求，同时保证各个参数之间互相兼容、无冲突，防止因为参数不准确造成的安装精度误差。

三是优化施工图纸，根据污水处理厂工艺布局及现场实际情况，对管道铺设、设备安装施工图纸进行优化，明确衔接节点、施工顺序、精度控制要点，标注关键部位精度要求，给施工提供清晰的指导。

四是进行设计交底，施工前组织设计单位向施工单位、监理单位进行设计交底，详细说明设计意图、精度要求、施工难点等内容，保证施工人员正确理解设计要求^[4]。

3.2 强化施工过程协同，严控现场精度

施工过程是协同安装精度控制的关键环节，要强化各个环节的协同管控，规范操作流程，严格控制现场精度。

一是合理规划施工顺序，根据施工图纸和现场实际制定科

学的施工进度计划,明确设备安装和管道铺设的同步施工流程,避免交叉施工冲突,保证二者同步推进。

二是精准定位放线,用高精度测量仪器按照设计图纸进行设备定位和管道放线,测量数据要反复校验,保证定位偏差、标高偏差控制在允许范围内。

三是规范接口施工,管道和设备接口、管道接口的焊接、密封施工要严格按照操作规程进行,选用符合要求的焊接材料和密封材料,施工前清理接口内杂物,施工后及时检测接口质量,保证衔接紧密、密封良好。

四是加强现场控制,监理单位、施工单位应当安排专人对现场精度进行控制,加强对关键部位、关键工序的检查,及时发现并改正精度偏差问题,保证施工过程符合精度要求^[5]。

3.3 优化检测监测手段,提升精度管控效能

完善的检测监测制度是精度保证的重要手段,需要优化检测监测方法,提高精度控制效果。

一是选用高精度检测设备,配置全站仪、水准仪、水平仪、激光垂准仪、激光对中仪、激光同心度仪、法兰平行度检测仪、经纬仪等高精度测量仪器,定期对检测设备进行校准,保证测量数据的准确性。

二是建立全过程检测体系,实行事前检测、事中检测、事后检测相结合的检测模式,事前检测施工设备和材料的质量,事中检测施工过程中的精度偏差,事后检测安装工程的整体精度,保证各个环节的精度达标。

三是加强动态监测,对设备安装、管道铺设过程中重要工序实施动态监测,及时掌握精度变化状况,调整施工措施,防止精度偏差增大。

四是规范检测数据管理,详细记录、整理、分析检测数据,建立检测数据档案,便于追溯、复盘,对检测中发现的隐患问题制定整改措施,限时整改,跟踪整改效果,保证精度隐患彻底消除。

参考文献:

- [1] 刘斌.软土地基污水处理厂工艺管道沉降控制分析[J].工程技术研究,2025,10(16):15-18.
- [2] 蔡建坤.南通市某污水处理厂改扩建工程设计要点探讨[J].城市道桥与防洪,2024,(06):178-182+23-24.
- [3] 吴永伟.工业集控区污水处理厂金属工艺管道腐蚀分析及措施[J].皮革制作与环保科技,2021,2(18):105-106.
- [4] 朱嘉祺,朱宇峰,徐文征.奎河污水处理厂不停水节地全地下提标及扩建工程方案设计[J].净水技术,2021,40(S1):164-169.
- [5] 许海林,仲金荣,何家军,等.钢管与玻璃钢夹砂管道连接施工技术[J].建筑施工,2021,43(05):913-915.

3.4 健全质量管控体系,强化责任落实

健全质量管控体系、明晰责任落实,都是精度保障工作有序推进的保证。

一是建立协同管控机制,明确设计单位、施工单位、监理单位、设备供应商的职责分工,加强各方的沟通协作,形成上下联动、协同推进的精度控制局面。

二是健全质量管理制度,编制协同安装精度控制细则,确定精度控制标准、操作流程、检测要求和奖惩办法,规范各方的行为,使精度管控工作有章可依。

三是强化人员培训,对施工人员、检测人员、监理人员进行专业培训,提高专业技能、责任意识和规范操作水平,熟悉精度控制要点和检测方法,保证各项精度保障措施得到实施并取得效果。

四是严格追究施工中出现精度偏差、质量问题的责任,查清原因,追究相关责任人责任,并督促其落实整改;安装质量达标、精度控制效果好的单位和个人进行奖励,调动各方参与精度控制的积极性。

4 结语

综上所述,污水处理厂工艺管道与设备协同安装的精度保证,是保障污水处理厂设备高效、稳定、长效运营的核心前提,直接提升设备运行效率,同时从根源上降低设备故障概率,大幅延长设备与管道系统的整体使用寿命。提高污水处理厂建设质量,对污水处理工艺落地、延长设备寿命、降低运维成本、促进环保工程精细化发展具有重要意义。本文从协同安装精度概述、意义以及保障策略入手,明确了协同安装核心内涵、核心指标、常见隐患并针对前期设计控制、施工过程协同、检测监测手段、质量管控体系提出了精度保障措施,可为污水处理厂安装工程提供参考。目前环保标准不断提高,污水处理厂安装工程对于精度的要求也将不断提升,未来还需结合新科技、新设备的应用,进一步改善精度保障措施,提高协同安装精度控制水平,促使污水处理厂更加高质量、高效率、环保地运行。