

# 大型化工装置安装施工质量通病防治技术探析

徐海龙

甘肃能化金昌能源化工开发有限公司 甘肃 金昌 737000

**【摘要】**：在大型化工装置建设中，大型压缩机与塔器是核心动、静设备，其安装质量直接影响装置运行安全、稳定性和使用年限，也是现场施工质量管控的重点难点。本文以两类关键设备的安装施工为研究对象，梳理现场常见质量问题，给出切实可行的防治工艺与管控措施，有效解决设备沉降、找正偏差、焊缝缺陷、内件安装错位等问题，可为同类化工设备安装质量管控提供工程参考。

**【关键词】**：大型化工装置；安装施工；质量通病；防治技术

DOI:10.12417/2811-0528.26.19.081

随着化工产业不断扩大规模，大型成套装置建设项目数量明显增加。压缩机、塔器分别属于动、静两类核心承压设备，安装流程多，对施工精度要求很高。现场施工会受到地基状况、作业条件、人员操作水平等多方面影响，容易产生不易发现的质量问题，既影响项目工期，还会造成介质泄漏、振动过大、设备故障等安全风险。本文整理这两类设备安装阶段的常见质量问题，给出对应的施工工艺和管理改进办法。

## 1 大型压缩机安装施工质量通病及深层防治技术

化工现场常用的大型压缩机包含离心式、往复式、螺杆式等多种类型，广泛应用于煤化工、石油炼化等项目。这类设备结构精密，对基础施工、找平找正、管路对接及辅助系统安装的施工标准要求极高。

### 1.1 基础施工质量通病及防治技术

压缩机基础常会出现不均匀沉降、表面平整度不合格、二次灌浆空鼓等质量缺陷，这类问题也是设备运行中长期振动超标的重要诱因。究其成因，部分混凝土配合比把控不到位，养护周期不够，致使基础实际强度达不到设计要求；地基压实处理不充分、垫层厚薄不一，容易引发后期沉降。地脚螺栓加固不稳，定位出现偏差；灌浆材料选用不合适，浇筑振捣没有落实到位也会产生隐患。部分施工方直接套用普通设备基础的施工做法，未结合动设备对抗振、承载的特殊要求，造成基础和实际工况不相匹配。

处理该类问题，要抓好地基处理、混凝土浇筑、预埋作业、二次灌浆各个环节的管控工作。正式施工前应完成地基承载力检测，遇到软土、回填类地基，可采取换填、夯实或注浆手段做好加固，确保地基能够承受设备运行带来的动态荷载。混凝土方面要调整配合比，优先选用高强度抗裂用料，分层浇筑并充分振捣，减少蜂窝、裂缝问题，浇筑结束后保湿养护周期不得少于7天。地脚螺栓借助专用模具定位，把控好间距与垂直度，浇筑期间持续观测，避免发生偏移。二次灌浆采用无收缩

高强材料，基层提前清理润湿，分层振捣，施工结束后利用超声波检查空鼓情况，确保设备底座和基础紧密贴合<sup>[1]</sup>。

### 1.2 设备找平找正质量通病及防治技术

找平找正是压缩机安装的关键精密工序，现场经常出现设备水平度超标、机组同轴度偏差、找正精度不足等问题，直接造成设备振动偏大、轴承快速磨损、密封件失效等故障。现场常见施工问题包括：测量工具精度不足、基准面选取不合理，忽略温度和设备自重对测量结果的影响；垫铁布设杂乱、数量过多、搭配不合理，设备底座受力不均；多机组联动安装仅做静态找正，未考虑设备运行热膨胀带来的位置偏移，导致设备投运后偏差超标。

对此，施工中需采用高精度、全工况的标准化找正方式。首先规范垫铁布设，每组垫铁数量控制在6块以内，遵循厚垫在下、薄垫在上的原则，保证垫铁贴合密实，找正完成后点焊固定，避免运行移位。其次选用合格的高精度水平仪、百分表，以设备精加工面为测量基准，降低测量误差。同时采用冷热态结合的找正方法，根据设备材质和运行温度预留热膨胀余量，静态找正后通过试运转完成热态复核校正，全方位控制机组安装偏差，从源头减少设备振动和磨损问题<sup>[2]</sup>。

### 1.3 进出口管路安装质量通病及防治技术

压缩机进出口管路安装不规范，容易产生残余应力和介质脉动冲击，引发设备接口变形、介质泄漏、机组共振等问题。现场典型施工问题有强行对口拼接、管路支架布设不合理、无减震措施、焊接应力未消除等。很多施工人员为匹配管路安装尺寸，强行拉扯、挤压设备接口，造成法兰和壳体承受额外应力；重型管路未设置独立支架，荷载直接作用在设备接口上；管路焊接完成后未做消应力处理，运行过程中极易引发共振和渗漏。

管路安装，应落实无应力对接、柔性适配以及减振降噪的

施工要求。施工前期做好实际尺寸复核,合理规划管路走向。法兰对接时保持端面平整、中心对齐,螺栓采取对称分次紧固<sup>[3]</sup>。按要求布置支吊架,重量较大的管件与阀门要增设独立支撑,不让设备承担管路荷载。设备进出口配装缓冲、减震部件,减弱介质冲击,阻断振动传导。焊接完成后可通过振动时效或退火处理消除残余应力,同步开展应力核查,保证设备接口不存在额外外力,降低共振和渗漏发生风险。

#### 1.4 辅助系统安装质量通病及防治技术

润滑油、密封、冷却系统是压缩机稳定运行的重要辅助系统,现场常见问题为管路清洁度不足、滤芯密封件安装错位、油路渗漏、冷却管路堵塞,极易造成设备润滑不足、轴承过热、密封失效停机。这类问题主要源于管路安装前除锈、吹扫不彻底,内部残留杂物;密封配件选型与工况不匹配、安装不规范;管路试压、循环冲洗等关键工序流于形式,未达到合格标准就投入使用。

辅助系统施工的核心是保证洁净安装、精准装配、严格试压。管路安装前通过喷砂、酸洗方式彻底除锈除垢,分段吹扫后及时封闭,防止杂物进入管道内部。各类滤芯、密封垫、阀门严格按照工况选型,规范安装。整套系统安装完成后,开展逐级升压试压和长时间循环冲洗,仔细排查渗漏、堵塞问题,全程做好施工记录,确保油路、水路、气路洁净通畅,为压缩机稳定运行提供保障。

### 2 大型塔器安装施工质量通病及深层防治技术

大型塔器是化工装置常用立式承压设备,整体高度大、自重荷载高、内部构件繁杂,主要用于精馏、萃取、吸收等化工工艺。塔器安装包含基础验收、吊装就位、找正固定、筒体焊接等多道工序。

#### 2.1 塔器基础与吊装就位质量通病及防治技术

塔器在基础施工及吊装就位环节,经常会出现基础不均匀沉降、就位错位以及整体垂直度超出允许范围等质量缺陷。塔器属于高耸设备,受风荷载与自身重量作用明显,对基础沉降变化反应十分敏感。基础阶段若没有做好抗沉降方面的处理,就容易产生变形。另外,地脚螺栓预埋偏差、吊装受力不均衡、就位后没有及时校验垂直度,会引发塔体偏斜、螺栓扭曲、基础开裂,投入长期使用后,这类偏差还会进一步加大。

做好该类风险防控,要落实基础专项施工,同时把吊装各环节管细做实。进行基础施工,需结合塔器自重、风荷载及工艺作用调整结构参数,适度提高配筋、加厚垫层,把混凝土浇筑与养护工作落到实处。施工完成后持续跟踪沉降、承载力变化,各项指标达标,方可推进下道工序<sup>[4]</sup>。地脚螺栓借助整体工装定位,把控安装精度,禁止就位后强行纠偏。吊装选用适

配吨位的吊车,执行对称吊装,做到缓慢平稳落位。利用全站仪核查塔体垂直度,参照环境温度完成复核校正,还要保护好基础,防止雨水浸泡、外力挤压造成沉降变形。

#### 2.2 筒体焊接质量通病及防治技术

塔器筒体纵、环焊缝施工中,经常出现气孔、夹渣、细微裂纹等焊接缺陷,同时还易发生筒体变形、圆度超差等问题,既影响设备承压安全性,还会打乱塔内介质流场,降低传质分离效率。问题产生的主要原因是焊接参数设置不合理、焊材未按要求烘干、分层焊接工艺不规范,且焊接完成后未及时矫正变形、排查隐性缺陷。

想要把控焊接质量缺陷,就要做好焊接工艺标准化,落实各环节质量管控。施工前期结合塔器材质、板厚完成焊接工艺评定,敲定焊接电流、电压、层间温度与焊接速度等参数。碳钢和不锈钢设备要分开匹配对应焊材,焊材烘干、保温工作必须按要求落实。施焊选用分层对称的做法,每焊一层就做好清根与检查。焊接结束后,借助机械或者热矫正处理筒体变形,再利用无损检测查找焊缝隐患,保证焊接结构使用安全。

#### 2.3 塔内件安装质量通病及防治技术

塔盘、支撑栅板、降液管、填料、除沫器等内件,是塔器实现传质传热的核心结构。现场安装时常出现内件错位、水平度不足、拼接缝隙偏大、固定不牢、填料铺设不均等问题,直接造成塔内介质偏流、分离效果下降、工艺参数不达标。具体施工问题集中在基准放线偏差、支撑件焊接定位不准、填料装填杂乱、固定螺栓松动,设备运行过程中受介质冲刷就会出现移位、失效。

塔器内件安装要落实精细、规范的作业要求。开展正式安装前做好放线定位,参照筒体中心线与基准水平线完成支撑结构焊接,严格把控标高与水平度的误差范围。塔盘分块调整到位,保证排布间距均衡,缝隙符合规范,密封件压实贴紧,防止介质互窜。装填填料前清理塔内杂物,选用合格填料分层铺放,尽量避免空洞、架桥问题。全部内件就位后逐处拧紧螺栓,配齐防松垫片,再开展通水、通气试验检验施工效果,达到实际工艺使用条件。

#### 2.4 密封与防腐保温质量通病及防治技术

塔器后期施工中,法兰密封渗漏、封头渗水、保温层进水破损等问题较为普遍,长期运行会造成介质损耗、设备腐蚀加剧、生产能耗上升等隐患。问题成因相对集中:密封面清理不干净、密封垫选型与工况不匹配、法兰紧固力度不均匀;设备表面除锈不彻底、防腐涂料涂刷厚度不均、施工间隔不合理;保温拼接缝隙大、外层防护密封不到位,雨水渗入破坏保温和防腐结构。

处理此类问题,要把密封、防腐保温各道施工环节做严格管控。法兰组装前,应把密封面上的油污、锈迹、划痕清理干净,结合设备实际温度、压力条件挑选合适垫片,紧固螺栓时采用对称分次操作,让各处密封受力保持均衡。防腐作业优先用喷砂除锈,处理合格后分层涂刷涂料,把控好涂层厚度与涂刷间隔,减少空鼓、涂层脱落等问题。保温层拼接要紧密,缝隙处填实密封材料,外护层落实搭接密封,兼顾排水坡度,对管口、焊缝、支座这类易出问题的位置,还要强化防护处置。

### 3 大型化工设备安装质量通病综合管控措施

综合来看,压缩机与塔器的各类安装质量问题,大多和施工流程不规范、过程管控薄弱、技术交底不到位有关,除针对性的专项防治技术外,还需建立全过程质量管控体系。施工前期结合图纸、规范和现场条件编制专项方案,做好技术交底和

技能培训,提升作业人员实操水平。严格落实材料和设备进场验收,杜绝不合格产品投入施工。关键工序落实旁站监督和报验制度,上道工序验收合格后方可继续施工。设备安装完成后,通过精度复核、无损检测、单机及联动试运行完成质量闭环校验,从源头防控质量通病。

### 4 结语

大型压缩机与塔器作为化工装置的核心设备,安装质量直接决定装置运行安全与生产效益,各类质量通病多是工艺、管理、人员、环境多因素叠加导致,仅做表面整改无法彻底解决问题。本文结合现场施工实际,分析两类设备典型质量问题的根源,配套对应的精细化防治工艺和管控方法,覆盖设备安装全流程。后续施工中,需持续优化安装工艺,强化源头管控,推动现场施工更加规范、精细。

### 参考文献:

- [1] 周海.大型化工装置安装施工关键环节技术对策探讨[J].石化技术,2025,32(10):73-75.
- [2] 钱勇.大型化工装置无损检测质量管理[J].中国石油和化工标准与质量,2023,43(24):39-41.
- [3] 王海龙.石油化工装置大型塔器安装及质量控制[J].石油化工建设,2020,42(2):35-37.
- [4] 贾乃刚,俞日华.石油化工装置大型塔器安装及质量控制[J].化工管理,2020,(9):40-41.