

钢结构厂房中框架结构和围护结构的关键节点安装技术

郭俊

中国二冶集团有限公司 内蒙古 包头 014000

摘要: 本文聚焦钢结构厂房框架与围护结构关键节点安装技术, 阐述框架与围护结构节点的功能定位及安装技术难点, 如北方低温焊接易冷裂、大风荷载致围护节点动态应力大等。分析当前安装方法多样但存在节点连接不牢固、漏水等问题, 以及现有技术存在局限性。详细介绍框架结构梁柱、支撑、柱脚节点安装技术, 围护结构墙板与框架、屋面、门窗节点安装技术。提出施工前、中、后的质量控制措施, 涵盖图纸会审、技术培训、过程监督、质量验收等环节, 旨在保障关键节点安装质量, 提升厂房整体安全性与适用性。

关键词: 钢结构厂房; 框架节点; 围护结构; 安装技术

1 钢结构厂房关键节点安装技术概述

1.1 框架与围护结构节点的功能定位

钢结构厂房框架结构以钢材为主要材料, 由钢柱、钢梁及支撑体系组成, 其节点承担荷载传递核心功能, 如梁柱节点需确保弯矩与剪力的有效传导, 支撑节点则增强结构抗侧移能力。围护结构节点(如墙板、屋面、门窗节点)除承重外, 更需满足防水、保温、防火等功能, 节点密封性能直接影响厂房使用能耗与耐久性。关键节点作为结构传力链与功能实现的核心环节, 其安装质量决定厂房整体安全性与适用性。

1.2 关键节点安装的技术难点

北方地区钢结构厂房节点安装面临特殊挑战: 低温环境下钢材焊接易产生冷裂纹, -20°C 时焊缝氢脆风险增加30%; 大风荷载使围护结构节点承受更大动态应力, 彩钢板连接节点风压变形量需控制在 $L/200$ 以内; 多粉尘环境要求节点密封材料耐老化年限达15年以上。同时, 新型装配式钢结构推广带来节点形式创新, 如箱形柱与H型钢梁的全螺栓连接节点, 安装精度要求控制在 $\pm 1\text{mm}$ 以内, 传统工艺难以满足^[1]。

2 钢结构厂房框架结构和围护结构安装现状

2.1 安装方法多样性

目前, 钢结构厂房框架结构和围护结构的安装方法呈现出多样化的特点。在框架结构安装方面, 常用的有整体吊装法、分件吊装法等。整体吊装法是将钢结构框架在地面组装成整体后, 利用大型起重设备一次性吊装就位。这种方法的优点是可以减少高空作业量, 提高安装效率, 适合于场地开阔、起重设备能力强的项目。但它对起重设备要求较高, 需要大型的起重机械, 增加了施工成本。分件吊装法则是将钢结构构件分件吊装, 其优点是安装灵活, 对场地要求较低, 不需要大型起重设

备。但这种方法高空作业较多, 施工周期相对较长, 且对施工人员的技术要求较高。围护结构安装技术也在不断发展, 例如, 彩钢板围护结构采用自攻螺钉或卡扣快速连接, 这种连接方式提高了安装速度, 缩短了施工周期。压型钢板复合保温板围护结构通过专用连接件和密封材料, 增强了保温和防水性能, 满足了厂房对保温和防水的要求。

2.2 安装过程中存在的问题

尽管安装方法多样且技术不断发展, 但在安装过程中仍存在诸多问题。在框架结构方面, 节点连接不牢固、焊缝质量缺陷等问题较为常见。部分施工人员技术水平不足, 焊接工艺不规范, 导致焊缝出现气孔、夹渣、未焊透等缺陷, 这些缺陷会严重影响节点连接强度, 降低框架结构的稳定性和安全性。例如, 在一些项目中, 由于焊接工艺不当, 梁柱节点的焊缝出现了未焊透的情况, 使得节点的承载能力大大降低, 在荷载作用下可能会发生破坏^[2]。围护结构方面, 节点漏水、密封不严等问题突出。彩钢板板缝处理不当, 密封胶涂抹不连续, 容易造成雨水渗漏, 影响厂房的正常使用。门窗节点处密封条安装不规范, 导致厂房保温、隔热性能下降, 增加了能源消耗。例如, 某钢结构厂房由于门窗节点处的密封条安装不规范, 在冬季室内温度难以保持, 增加取暖成本。

2.3 现有安装技术的局限性

现有安装技术在应对复杂节点构造、提高安装精度、适应新型材料和结构形式等方面存在局限性。在狭小空间内进行焊接作业时, 传统焊接技术操作不便, 难以保证焊接质量和效率。例如, 在一些钢结构厂房的支撑节点安装中, 由于空间狭小, 传统焊接技术无法进行有效的焊接操作, 导致节点连接强度不足。对于新型材

料和结构形式, 现有的安装技术可能无法满足其安装要求, 需要进一步研发和创新。

3 钢结构厂房框架结构关键节点安装技术

3.1 梁柱节点安装技术

3.1.1 焊接连接节点安装工艺

梁柱焊接连接节点安装前, 要对连接部位进行坡口加工, 坡口形式和尺寸依设计及钢材厚度确定, 加工后需清理表面杂质。借助定位板或临时支撑精准定位梁柱。焊接时, 控制顺序和参数至关重要, 通常采用对称、分段焊接以减少变形, 如工字形钢梁与钢柱焊接, 先焊下翼缘再焊上翼缘且两侧翼缘对称焊。焊接电流和电压要根据钢材、焊条及焊缝厚度合理调节。焊后需进行外观检查, 查看有无裂纹、气孔等缺陷, 同时采用超声波、射线探伤等无损检测方法, 确保焊缝内部质量。

3.1.2 螺栓连接节点安装工艺

梁柱螺栓连接节点安装, 螺栓选型是关键, 要根据节点受力、钢材强度等因素选择合适规格和性能等级的螺栓。严格控制螺栓孔加工精度, 确保螺栓顺利穿入。紧固时, 遵循从中间向两边、对称紧固的顺序, 高强度螺栓需初拧和终拧, 初拧扭矩为终拧的50%-70%, 终拧扭矩通过计算确定^[3]。紧固后用扭矩扳手检查扭矩, 确保预紧力符合标准。同时, 检查螺栓连接节点有无松动、漏拧情况。

3.2 支撑节点安装技术

支撑体系可增强结构稳定性、抵抗水平荷载, 支撑节点与钢柱、钢梁的连接方式有焊接、螺栓连接或销轴连接。焊接连接工艺与梁柱焊接节点类似, 注重焊接质量和变形控制; 螺栓连接安装时保证螺栓孔对齐、紧固牢固; 销轴连接适用于需灵活转动的节点, 安装时确保销轴自由转动且连接部位无间隙。无论哪种连接方式, 都要保证支撑节点安装位置准确、夹角符合设计要求, 安装后检查连接部位是否牢固, 有无变形、松动。

3.3 柱脚节点安装技术

柱脚节点分为刚接和铰接柱脚。刚接柱脚能传递弯矩和剪力, 安装时需严格处理柱脚基础, 确保表面平整、标高准确, 锚栓定位安装是关键, 位置和垂直度偏差要控制在允许范围内, 柱脚与基础连接方式有焊接或灌浆, 焊接要保证焊缝质量, 灌浆要密实。铰接柱脚安装相对简单, 但也要保证锚栓安装精度和连接部位可靠性, 同时做好防水、防腐处理, 延长使用寿命。

4 钢结构厂房围护结构关键节点安装技术

4.1 墙板与框架连接节点安装技术

4.1.1 彩钢板墙板连接节点安装工艺

彩钢板墙板与钢结构框架常见的连接方式为自攻螺钉连接和卡扣连接。采用自攻螺钉连接时, 需先在彩钢板和框架构件上确定螺钉位置, 螺钉间距应符合设计要求, 一般为200-300mm。安装时, 将彩钢板准确就位, 使用电动螺丝刀或气动螺丝刀将自攻螺钉拧紧, 确保彩钢板与框架连接牢固。卡扣连接则通过专用卡扣将彩钢板固定在框架上, 安装过程更加便捷快速。在安装过程中, 板缝处理是保证防水性能的关键。板缝处通常采用密封胶进行密封, 密封胶应具有良好的耐候性和粘结性。涂抹密封胶前, 需将板缝清理干净, 确保表面干燥、无灰尘和油污。密封胶应均匀、连续地涂抹在板缝内, 填充饱满, 避免出现气泡和空洞。同时, 通过控制彩钢板安装的平整度和垂直度, 可提高墙板的安装质量和美观度。安装过程中使用靠尺和线锤进行检查, 及时调整偏差。

4.1.2 复合保温板墙板连接节点安装工艺

复合保温板墙板安装时, 板与板之间的拼接方式多采用企口拼接或错缝拼接。企口拼接能够使板缝紧密结合, 增强防水性能; 错缝拼接则可避免板缝在同一垂直面上, 提高墙体的整体稳定性。安装时, 先将复合保温板就位, 使用专用连接件将其固定在钢结构框架上, 连接件的间距和位置应符合设计要求。在保温层处理方面, 需确保保温材料之间无缝隙, 避免出现热桥现象。可在板缝处填充保温棉或使用保温胶带进行密封^[4]。同时, 复合保温板节点处的防火构造也不容忽视, 一般采用防火封堵材料对板缝和孔洞进行封堵, 防止火灾蔓延。安装完成后, 对复合保温板墙板进行检查, 查看连接是否牢固, 保温和防火措施是否到位。

4.2 屋面节点安装技术

屋面节点(屋脊、檐口、天沟等部位)的防水、排水构造要求较高。在屋脊部位, 通常采用屋脊盖板进行防水处理, 屋脊盖板应与屋面彩钢板或金属瓦紧密贴合, 搭接长度不小于200mm, 并使用密封胶进行密封。檐口部位需安装檐口板, 檐口板应向外倾斜一定角度, 以利于排水, 同时檐口板与屋面板材之间的连接要牢固, 密封要严密。天沟是屋面排水的关键部位, 其安装质量直接影响屋面排水效果。天沟一般采用不锈钢或镀锌钢板制作, 安装时需保证天沟的坡度符合设计要求, 一般不小于0.5%。天沟与屋面板材、墙体之间的连接处应做好防水处理, 可采用防水卷材或密封胶进行密封。屋面彩钢板或金属瓦的安装工艺包括搭接长度控制、密封材料使用、固定件安装等技术要点。屋面板材的搭接长度应根据屋面坡度和当地风雨条件确定, 一般不小于

100mm。固定件应均匀分布,确保屋面板材固定牢固。同时,在屋面节点处采取防风揭措施,如加装防风夹等,并做好保温隔热处理,可在屋面下方铺设保温棉。

4.3 门窗节点安装技术

钢结构厂房门窗与围护结构的连接方式主要有附框安装和直接安装。附框安装是先在门窗洞口处安装附框,再将门窗安装在附框上,这种方式能够提高门窗安装精度,便于门窗的更换和维修。直接安装则是将门窗直接固定在围护结构上,适用于一些对安装精度要求不高的场合。门窗节点的密封、防水、保温处理技术至关重要。在密封条安装方面,应选择与门窗型材匹配的密封条,确保密封条安装牢固、密封良好。窗台排水构造可通过设置排水孔、滴水线等方式实现,排水孔应均匀分布,间距不大于500mm。门窗框与墙体缝隙填充应采用弹性保温材料,如聚氨酯泡沫胶等,填充要饱满,表面用密封胶进行密封,防止雨水渗漏和热量流失。门窗安装精度对使用功能有着直接影响,安装过程中需控制门窗的水平度、垂直度和对角线长度偏差,确保门窗开启灵活、关闭严密。

5 关键节点安装质量控制措施

5.1 施工前质量控制

在关键节点安装施工前,要做好充分的准备工作。首先,要对施工图纸进行详细的会审,确保施工人员理解设计意图,明确关键节点的安装要求。其次,要对施工人员进行专业的技术培训,提高施工人员的技术水平和质量意识。同时,要对施工材料和设备进行严格的检验,确保材料和设备符合设计要求和相关标准。例如,在焊接材料的检验中,要检查焊接材料的质量证明文件,对焊接材料进行抽样送检,确保焊接材料的性能符合要求。

5.2 施工过程质量控制

在钢结构厂房关键节点安装施工过程中,强化质量控制是保障工程品质的核心环节。需构建完善的质量管理制度,清晰界定各岗位质量责任,让每个参与人员明确自身职责,做到责任到人。加大对施工过程的监督与检查力度,采用定期巡查与不定期抽查相结合的方式,及时发现并纠正违规操作。焊接施工时,施工人员务必严格遵循焊接工艺规程,精准控制焊接电流、电压、焊

接速度等参数,防止出现焊接缺陷。螺栓连接施工中,要依据规定扭矩和紧固顺序进行操作,保证螺栓预紧力达标。认真做好施工记录,详细记录关键节点安装的时间、人员、工艺参数等信息,为后续质量追溯提供可靠依据。

5.3 施工后质量验收

施工完成后,必须对钢结构厂房框架与围护结构的关键节点展开全面且严格的质量验收工作。验收范围广泛,涵盖节点的外观质量、连接强度以及密封性能等多个关键维度。在验收方法上,综合运用无损检测、力学性能测试等先进技术手段。以梁柱节点为例,采用超声波探伤检测焊缝内部质量,精准排查是否存在裂纹、气孔等缺陷;对于螺栓连接节点,通过扭矩检查确保螺栓预紧力符合设计标准;围护结构节点则进行防水性能测试,验证其密封效果。只有当所有关键节点经严格检测评估,各项指标均满足验收标准,验收合格后,才允许进入下一道工序的施工,以此保障整个钢结构厂房工程的质量与安全。

结束语

钢结构厂房框架与围护结构关键节点安装技术对厂房质量与性能至关重要。通过深入剖析节点功能定位、技术难点,明确安装现状与问题,并详细阐述各类节点安装工艺及质量控制措施,为实际工程提供了全面指导。在实际施工过程中,需严格遵循相关技术要求,加强各环节质量控制,确保关键节点安装质量符合标准。未来,随着钢结构建筑不断发展,还需持续研发创新安装技术,以应对更复杂的节点构造和新型材料,推动钢结构厂房建设水平迈向新高度。

参考文献

- [1]姚远东,熊建东.钢结构厂房中框架结构和围护结构的关键节点安装技术[J].中国建筑金属结构,2025,24(02):58-60.
- [2]李逢硕.浅谈钢结构厂房的施工方案及关键点[J].新疆钢铁,2024,(02):134-137.
- [3]王文涛,黄启芑.大型钢结构厂房围护结构防渗漏技术研究[J].中国建筑装饰装修,2023,(21):85-87.
- [4]李光义,陈留刚,刘智航.钢结构厂房围护系统防渗漏施工技术研究[J].产品可靠性报告,2023,(08):99-100.