

装配式钢结构超低能耗建筑被动窗外挂固定技术研究

张 宝

大同泰瑞集团建设有限公司 山西 大同 037000

摘 要：被动窗作为超低能耗建筑的重要组成部分，其外挂固定技术直接影响到建筑的保温隔热性能和气密性。基于此，本文简要介绍了被动窗辅助框设计，分析了被动窗外挂安装固定技术，涉及方钢辅助框定位放线、钢筋桁架楼承板预埋预埋件、方钢辅助框液压升降安装、被动窗安装等方面，旨在为装配式钢结构超低能耗建筑的发展提供有力的技术支持。

关键词：装配式钢结构；超低能耗；被动窗外挂固定技术

引言

建筑行业作为能装配式钢结构超低能耗建筑以其高效的能源利用效率和环保性能，成为现代建筑领域的重要发展方向。被动窗作为超低能耗建筑的重要组成部分，其性能直接影响到建筑的保温隔热性能和气密性。因此，被动窗外挂固定技术的研究对于提高建筑能效和舒适度具有重要意义。

1 被动窗辅助框设计

1.1 被动窗辅助框构造

被动窗的辅助框设计在建筑节能和居住环境方面起着至关重要的作用，其构造主要包括外挂的辅助固定装置，这些装置为被动窗提供了稳固的支撑和定位。具体来说，被动窗外挂的辅助固定装置由多个关键部分组成。一方面，方钢框架立柱作为辅助框的主要支撑结构，确保了整个框架的稳定性和承重能力。其次是方钢框架横梁，它们与立柱相连接，形成了完整的框架体系，进一步增强了结构的稳固性。在方钢框架内部，还浇筑有细石混凝土，这不仅提高了框架的强度和耐久性，还有助于更好地抵抗外界环境的侵蚀。另一方面，辅助固定装置的形式多种多样，常见的有H型、F型和T型等。H型辅助固定装置以其良好的稳定性和承重能力而著称，适用于大型或重型被动窗的安装；F型辅助固定装置则以其独特的形状设计，提供了更好的密封性和防水性能，适用于对气密性和水密性要求较高的场合；T型辅助固定装置则结合了前两者的优点，既具有稳定的支撑性能，又具备良好的密封性能，因此在实际应用中得到了广泛的推广。这些辅助固定装置不仅确保了被动窗的稳固安装，还通过其精细的设计和制造工艺，有效地提高了建筑的整体气密性和热工性能。同时，它们还简化了安装过程，降低了施工难度和成本，为被动式建筑的发展提供了有力的支持。

1.2 与主体结构的连接形式

在被动窗辅助框与主体结构的连接设计中，我们采用了多种连接方式以确保结构的稳固性和安全性。首先，辅助框的上部通过焊接方式与钢梁进行连接。这种连接方式具有强度高、稳定性好的特点，能够承受较大的外力和变形。同时，由于焊接连接的刚性和可靠性，它能够有效地防止辅助框在长期使用过程中出现松动或脱落的情况。其次，在底部连接方面，我们选择了与钢筋桁架楼承板中的预埋件进行连接，这种连接方式不仅简化了施工流程，降低了安装难度，还能够确保辅助框与主体结构之间的紧密贴合和有效传力。预埋件在楼承板中的设置也经过精确计算和设计，以确保其能够满足连接强度和稳定性的要求。最后，对于窗户的两侧和下沿，我们采用了与钢管束或辅助框的连接方式。这种连接方式通过合理的构造设计和连接节点的处理，确保了窗户在水平方向和垂直方向上的稳定性^[1]。并且，它还能够有效地防止窗户在风力、地震等外力作用下的变形和损坏。特别地，在窗户上沿与水平构件钢梁的连接中，由于钢梁采用工字钢形式，无法直接进行连接，我们创新性地设计了一个槽钢构件。该槽钢构件焊接在工字钢上，并通过连接件与窗户进行连接。这种连接方式不仅解决了工字钢无法直接连接的问题，还提高了连接的强度和稳定性。

2 被动窗外挂安装固定技术

2.1 方钢辅助框定位放线

在被动窗外挂安装过程中，方钢辅助框的定位放线是确保窗户安装精度和稳定性的关键步骤。首先，我们需要根据窗户的安装位置、尺寸以及标高要求，精确测量并标记出窗中线。然后，以这条中线为基准，向两侧分别量出框边线，确保左右对称、位置准确。接下来，我们以顶层的窗边线为基准，利用线坠或经纬仪等精密

测量工具,将窗边线垂直下引至各楼层。这一过程中,需要严格保证垂直度,以确保各层窗户在垂直方向上的对齐和一致。同时,在各层的梁和板处,我们也需要根据下引的窗边线进行划线标记,为后续的安装工作提供明确的参考。在辅助框的水平位置确定上,我们以楼层室内+1000mm的水平线为准,进行弹线找直。这一步骤的目的是确保每一层的窗户标高都与设计要求保持一致,从而避免出现窗户上下错位或高低不平的情况。在弹线过程中,我们需要使用专业的测量工具进行精确测量,并反复核对,以确保弹线的准确性和可靠性。

2.2 钢筋桁架楼承板预埋预埋件

在被动窗外挂系统的安装过程中,钢筋桁架楼承板预埋预埋件是一个至关重要的环节,这一步骤通常在楼承板浇筑混凝土之前进行,旨在确保辅助框与主体结构之间的牢固连接。其中,预埋件的选择和安装位置需要根据辅助框的设计图纸和现场实际情况进行精确计算,预埋件通常选用具有高强度和良好耐腐蚀性的钢材制成,以确保其能够承受长期的外力作用而不发生变形或损坏。在安装预埋件时,需要确保其位置准确、固定牢靠,以避免在后续的浇筑和安装过程中发生位移或脱落。另外,在钢筋桁架楼承板浇筑前,施工人员需要仔细检查预埋件的安装情况,确保其符合设计要求。同时,还需要对预埋件进行必要的保护,以避免在浇筑过程中受到混凝土的冲击和挤压而损坏。浇筑过程中,施工人员需要密切关注预埋件的情况,确保混凝土能够充分包裹预埋件并与其紧密结合^[2]。这一步骤对于提高预埋件的连接强度和稳定性至关重要。最后,完成浇筑后,还需要对预埋件进行再次检查,确保其位置准确、连接牢固。如有必要,还需要进行必要的调整和修复工作,以确保后续的安装工作能够顺利进行。

2.3 方钢辅助框液压升降安装

(1)将方钢辅助框放置在自主研发的液压升降架上,液压升降架作为一种高效、稳定的起重设备,能够根据实际需求进行升降操作,从而满足方钢辅助框的安装需求。在放置辅助框时,需要确保其位置准确,与图纸要求的位置及标高保持一致。同时,框中线需要与洞口中线对齐,以确保窗户在安装后能够居中、对称,在调整标高时,需要保证上下一条线,左右一水平,这是确保窗户安装精度的基础。(2)重点调整下框的水平及立框的垂直度和角方正,下框的水平调整可以通过调整液压升降架的升降高度来实现,同时也可以通过在辅助框下方垫放木块或垫块来进行微调。立框的垂直度和角方正则需要通过调整辅助框的左右位置和上下高度来

实现,在调整过程中,需要使用专业的测量工具进行精确测量,并反复核对,以确保调整结果的准确性和可靠性。调好后,用木楔子及垫块将框临时固定,以防止在后续操作中发生位移。(3)开启液压装置,将方钢辅助框提升到相应高度。在提升过程中,需要密切关注辅助框的左右位置,通过调整液压升降架的左右移动来使其边缘与左右线坠重合,这一步骤需要操作人员具备丰富的经验和精湛的技能,以确保提升过程的平稳和安全。

(4)在辅助框提升到相应高度后,采用激光水准仪检测其垂直度。激光水准仪作为一种高精度测量工具,能够准确测量出辅助框的垂直度偏差,在检测过程中,需要将激光水准仪放置在合适的位置,并调整其发射角度,使其光线能够垂直照射在辅助框上。然后,观察光线在辅助框上的位置,通过调整辅助框的上下高度和左右位置来消除偏差,直至校核合格,并进行点焊临时固定。

2.4 被动窗辅助框与钢梁、预埋铁件焊接连接

在正式进行焊接作业前,首要任务是彻底清理钢梁及辅助框焊接处残留的混凝土、油污、铁锈等杂物。这些杂质不仅会影响焊缝的质量,还可能引发焊接缺陷,如夹渣、气孔等,从而降低连接的强度和可靠性。因此,应使用砂轮、钢丝刷或专用清洗剂等工具,对焊接区域进行仔细清理,确保表面干净、无杂质。完成清理后,进入焊接的核心步骤——对钢梁与辅助框接触面进行四周满焊连接。这一步骤至关重要,因为它直接关系到连接的强度和稳定性。焊接时,需采用合适的焊接参数,如电流、电压、焊接速度等,以确保焊缝的质量。同时,焊工应具备丰富的经验和技能,能够灵活应对各种焊接情况,如避免热裂纹、冷裂纹等焊接缺陷的产生。在具体操作中,应先进行定位焊,即在钢梁与辅助框的接触面上,选择几个关键点进行初步焊接,以固定两者的相对位置。随后,再按照既定的焊接顺序和工艺要求,进行四周满焊。焊接过程中,应严格控制焊接变形,通过合理的焊接顺序、采用反变形法或刚性固定法等措施,确保焊接后的钢梁与辅助框保持原有的形状和尺寸。焊接完成后,还需对焊缝进行打磨处理,这一步骤的目的是去除焊缝表面的焊瘤、飞溅物等缺陷,使焊缝表面光滑、平整,满足美观和防腐的要求。打磨时,应选择合适的磨片或砂轮,避免过度打磨导致焊缝变薄或产生新的缺陷。打磨完成后,应及时涂刷防锈漆,防锈漆的选择应根据使用环境、气候条件等因素综合考虑,确保具有良好的防腐性能和耐久性。

2.5 被动窗安装

第一,被动窗的下侧采用支撑垫块进行固定,这一

步骤旨在避免使用“角码”可能导致的冷桥现象，从而提高安装的线性传热系数，增强保温性能。支撑垫木的安装方式与侧面相同，均通过膨胀螺栓进行有效固定。在被动窗安装辅助框的下横梁室外一侧上，安装支撑垫木，用以支撑被动窗，确保其稳定性和安全性。第二，角码作为连接被动窗窗框与方钢辅助框的重要部件，其安装精度直接影响到窗户的稳固性和密封性。首先，按照窗体边线，用记号笔在方钢辅助框上标记出角码的安装位置。然后，使用冲击钻进行预打孔，孔深需满足膨胀螺栓的安装要求。接着，将角码一侧通过膨胀螺栓固定在方钢辅助框上，并在角码与方钢辅助框间设置橡胶垫片，以进行断热桥处理，减少热量传递，提高保温效果。第三，在被动窗安装前，需对窗框体四框进行彻底清理，确保无灰尘、油污等杂质。然后，将室内侧防水隔气膜的自带粘贴胶带的一侧与窗体四周进行紧密粘贴，角部需预留足够的转角空间，雨布对接处叠加量应 $\geq 50\text{mm}$ ，以确保完整的密闭性能。粘贴完成后，使用专用工具将胶带处滚压严密，增强密封效果。接下来，将被动窗外挂于方钢辅助框外侧，通过已安装的角码将被动窗窗框与方钢框架的上面和侧面方钢辅助框进行临时固定。在固定过程中，需不断校核窗户的垂直度和平整度，确保满足设计要求后，再进行最终固定。第四，防水隔气膜和防水透气膜的粘贴是被动窗安装中的重要环节，它们能够有效防止水分和空气渗透，提高窗户的密封性和保温性能。其一，将预先粘贴在被动窗周围窗框上的防水隔气膜另一侧与窗洞口侧壁墙体粘贴牢固，完成室内一侧防水隔气膜的粘贴。其二，在被动窗外侧框体与相邻方钢辅助框交接处，采用毛刷清扫干净无浮灰等杂质，将室外侧防水透气膜（自粘型）一端粘贴在窗体四周原防水隔气膜上，另一端粘贴在被动窗周边的方钢辅助框外侧。

2.6 被动窗气密性检测与外墙保温安装

一方面，被动窗作为被动式建筑的重要组成部分，其气密性直接关系到建筑的能耗水平和室内环境的舒适度。因此，在安装完成后，对被动窗进行气密性检测是必不可少的一步。检测通常采用压力差法，即利用专

门的检测设备，通过向室内施加一定的正压或负压，测量室内外空气交换速率，从而评估窗户的气密性能。检测前，需确保所有窗户均处于关闭状态，且所有缝隙、接口处均已妥善处理，如使用密封条、泡沫胶等密封材料。检测时，应逐一测试每个窗户，记录检测结果，并根据标准判断窗户是否满足气密性要求。对于未达标的窗户，需及时查找原因并进行整改，直至达到规定的气密性能标准。另一方面，外墙保温也是被动式建筑实现高效节能的关键措施之一，它通过在建筑外墙外侧或内侧添加保温层，形成连续的保温屏障，有效减少热量传递，提高建筑的保温隔热性能。在安装外墙保温时，需根据设计要求选择合适的保温材料，如岩棉板、聚苯板、挤塑板等，并按照规范进行裁剪、拼接和固定。固定方式可采用膨胀塞、锚固件等，确保保温层与墙体的可靠连接^[3]。在安装过程中，还应注意保温层的连续性，避免出现冷桥现象，即保温层中断或连接不紧密导致的热量传递路径。同时，保温层的厚度和密度也需根据设计要求严格控制，以确保其保温隔热效果。

结语

总之，该新型外挂固定技术在提高被动窗稳定性、增强建筑保温隔热性能和提升气密性方面具有显著优势。这一研究成果不仅为装配式钢结构超低能耗建筑的发展提供了有力的技术支持，同时也为建筑行业的节能减排工作提供了新的思路和方法。未来，我们将继续深入研究被动窗外挂固定技术，不断优化和完善相关技术方案，为推动建筑行业的可持续发展做出更大的贡献。

参考文献

- [1]梅丞廷.钢结构住宅节能问题分析[J].住宅与房地产,2019:78-79.
- [2]游又能,康一亭,马健,等.我国被动式超低能耗装配式建筑关键技术的研究与发展[J].建筑科学,2019,35(8):137-142.
- [3]肖长永,蒋华,刘娅婷,徐翔宇.装配式钢结构住宅外墙板与主体结构连接节点技术研究[J].产业与科技论坛,2019:25-26.