

外墙保温砌块及超细无机纤维复核保温体系施工工艺

任伟 孙威 张荣莅

中建-大成建筑有限责任公司, 北京 100000

[摘要]传统的建筑外墙保温做法多为加气混凝土砌块及粘贴保温板,或是块状复合材料等形式,都存在自重大、工序繁琐、保温效果不佳、综合造价高等缺点。而外墙保温体系采用 AAC 保温砌块+超细无机纤维复合保温体系,不仅施工操作简单,节省工期,降低工程造价;而且具备自重轻,防火隔音环保,保温效果好,消除施工安全隐患,防止常规做法渗漏、开裂、脱落等质量问题。

[关键词]AAC 保温砌块;超细无机纤维;AAC 保温砌块+超细无机纤维复合保温体系;冷热桥

DOI: 10.33142/ec.v8i10.18254

中图分类号: TU761.12

文献标识码: A

Construction Technology of External Wall Insulation Blocks and Ultra-fine Inorganic Fiber Review Insulation System

REN Wei, SUN Wei, ZHANG Rongli

CSCEC - TAISEI Construction Co., Ltd., Beijing, 100000, China

Abstract: Traditional methods for building exterior wall insulation are mostly in the form of aerated concrete blocks and adhesive insulation boards, or block composite materials, which have disadvantages such as heavy weight, complicated processes, poor insulation effect, and high overall cost. The external wall insulation system adopts AAC insulation blocks+ultra-fine inorganic fiber composite insulation system, which not only simplifies construction operation, saves construction period, and reduces project cost; Moreover, it has the advantages of light weight, fire resistance, sound insulation, environmental protection, good insulation effect, eliminating construction safety hazards, and preventing quality problems such as leakage, cracking, and detachment in conventional methods.

Keywords: AAC insulation block; ultra-fine inorganic fibers; AAC insulation block+ultra-fine inorganic fiber composite insulation system; cold and hot bridges

1 工程概况

某演艺中心项目是一个大型公共建筑,主要功能包括:办公室、中心剧院厅、多功能厅、会议厅、化妆室、休息室、录音棚、贵宾休息室、艺术展厅、管理用房、更衣室、演职员餐厅、演职员招待所、厨房、消控室、艺术培训用房、院团道具仓库、网络机房以及地下室车库等。外墙保温体系采用 AAC 保温砌块+超细无机纤维复合保温。AAC 砌块材料尺寸精准、切割性好、轻质所以操作便捷,可减少抹灰工序,施工效率高;自保温效果好,所以不用再辅助保温材料;具备外墙防火、隔音、抗渗、环保性要求。超细无机纤维喷涂技术可在建筑物表面构筑一层连续、密闭的绝热与吸声复合层,从而有效克服了传统保温材料存在的诸多缺陷,例如接缝众多、密封性能不足、施工工序繁琐、易受老化影响以及变形风险高等问题。该技术特

别适用于钢结构建筑,其在能量散失显著、冷热桥现象普遍、结构形态复杂以及异形曲面众多等典型特征下,能够显著提升建筑整体保温隔热效果,大幅降低能源消耗与长期运营成本。

2 施工工艺流程及操作要点

(1) 施工工艺流程

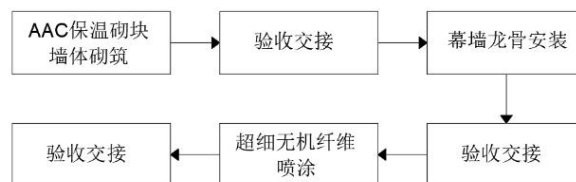


图1 施工工艺流程图

(2) 操作要点

砌筑作业开始前,应彻底清除基层楼地面杂物,并均

匀洒水润湿表面,但严禁形成积水。依据设计图纸,在楼层结构面上进行标高找平处理,随后准确弹出首皮砌块的轴线位置、砌体边缘线、构造柱位置以及门窗洞口轮廓线。

当首皮砌块直接砌筑于结构构件之上时,须采用 1:3 水泥砂浆进行座浆铺设,座浆厚度控制在 1~2cm 范围内,以保证底皮砌块底部平整稳固。根据砌体设计标高要求,在墙体转角处及纵向适当位置设置皮数杆,其间距一般不超过 15m。砌筑前需依据砌块模数、灰缝厚度(宜为 2~3mm)以及相关构造要求进行系统排块设计。上下皮砌块应实施错缝搭接,搭接长度不得小于 90mm。水平排块时,以构造柱为起点向两侧布置,当遇模数不符情况,可通过辅助砌块调整或切割标准砌块解决;竖向排块则需兼顾门窗洞口标高控制。AAC 砌块的配块加工应使用台式锯或手工锯进行精确切割,墙体上开设孔洞或其他局部处理时,必须选用专用工具操作,禁止采用随意剔凿方式,以避免损伤材料性能和整体结构完整性。

对于植筋打孔而言,二次结构构造钢筋采用植筋的方式与框架结构进行连接,方法如下:用冲击钻打出相应直径的锚孔,其直径应大于埋筋的 4~6mm,孔深根据植筋胶技术要求为 10d (d 为钢筋直径);用压缩空气吹净孔内浮灰;将注胶枪嘴插入孔内,缓慢将胶注入孔内,注胶量以钢筋插入后锚固胶将孔内填满,锚固胶从孔内溢出为准,并且要求灌胶一次完成;植筋完毕 72h 达到强度要求,为确保植筋锚固的可靠性和结构安全性,应在现场开展抗拔力抽样检测。检测标准以抗拔承载力不低于钢筋设计强度值为合格判定依据,抽检样本数量须严格遵照现行相关规范的规定执行。

在薄层砌筑时, AAC 砌块应采用专用工具进行薄层砌筑,砌筑砂浆应采用 AAC 专用粘结剂,其垂直灰缝和水平灰缝均为 2~3mm,并确保灰缝饱满。对于室内墙体与室外墙体交接处理而言,保温砌块与混凝土加气块交接处未设置构造柱部位采取 AAC 砌块切割 500mmU 型槽口进行拉结筋设置,或者在 AAC 砌块打孔植筋增设拉结筋。关于外墙构造柱及水平系梁设置而言, AAC 砌体砌筑构造柱设置同常规砌块,详图如图 2、图 3 所示。外墙墙体厚度 250mm,考虑构造柱的冷热桥,构造柱截面为 200×200;纵筋为 4C10,箍筋采用 A6@200。当外填充墙高度大于 4m 时应在墙层中部设水平系梁。外墙墙体厚度为 250mm,考虑水平系梁的冷热桥,水平系梁宽为 200mm,高为 200mm,采用 4C10,箍筋采用 A6@200 水平系梁与框架柱采用化学植筋浆锚固。

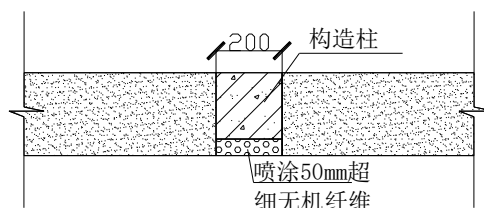


图 2 AAC 外墙构造柱节点做法

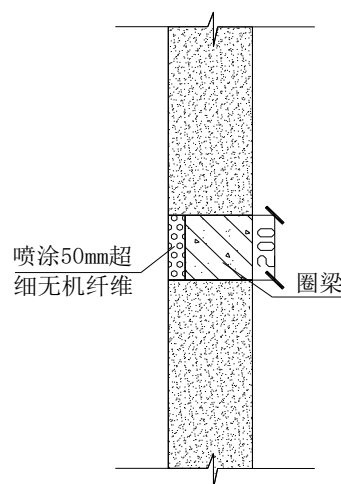


图 3 AAC 外墙水平系梁节点做法

在 AAC 砌块墙体与主体结构构件的连接设计中,为有效适应主体结构及墙体自身的变形需求,应在墙体与梁、板、柱等构件之间预留 10~20 mm 的变形缝隙。同时,墙体与主体结构宜采用柔性连接方式,以确保整体结构的耐久性和抗变形能力。如图 4 所示。AAC 保温砌块墙体验收并交于幕墙龙骨施工,幕墙龙骨根据幕墙深化图纸进行后置,幕墙龙骨暗及外立面洞口防火封堵施工完成验收后交于超细无机纤维施工单位进行外立面前提混凝土面层保温施工,最后进行超细无机纤维喷涂。

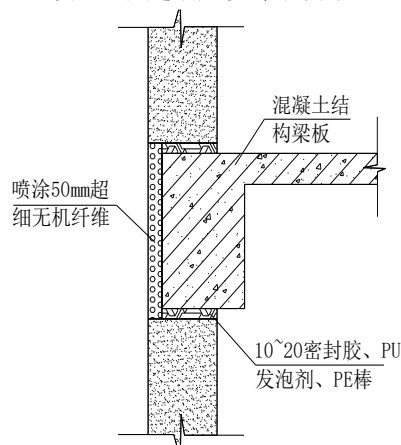


图 4 AAC 墙体与混凝土梁处墙缝处理

在超细无机纤维喷涂施工过程中,为确保涂层质量均匀致密并与基层附着牢固,需严格遵循以下操作规程和技术要点。

喷涂作业正式开始前,应采用已配制完成的专用黏接剂对基层表面进行预喷处理,以增强初始附着力。准备阶段需将纤维棉置入设备料箱内充分打散,并维持料箱中材料储备充足。同时,对喷涂主机进行调试,依据设备使用手册精确调整风压、胶泵压力以及给料机构参数,确保纤维输出速率适中,出棉量宜控制在 $0.8 \sim 1.25\text{kg/min}$ 范围内。

粘接剂配制由专人负责,在配备高速搅拌机的 200L 刻度专用容器内,使用洁净水按照产品说明严格稀释原液,胶水配比须精确控制为 $1:10$,严禁随意增加用水量。配制过程中需持续开启电动搅拌器均匀搅拌不少于 5 min,每批次配制量应适中,避免胶液因低温冻结而失效。

正式喷涂时,喷枪与基层夹角宜保持 $60^\circ \sim 90^\circ$,以获得较高的压实效果并最小化材料回弹。喷嘴运动轨迹应采用迂回直线方式在循环区域内连续移动,确保涂层厚度均匀无间断。施工顺序需合理安排,优先对角隅部位及檩条背面等易形成空洞的区域进行喷涂或人工填塞,防止出现疏松或缺料现象。若发现基层表面存在空洞或松散层,应及时清除并补喷修复。

每次喷涂作业结束后,必须彻底清洗喷嘴以防堵塞。喷涂完成后,在纤维尚未完全固化前,及时采用压板对表面进行压平整形处理,随后均匀喷涂表面专用胶液以增强保护。

喷涂层养护阶段应提供良好通风与干燥环境,待固化满 72h 后,方可进行表面修整及后续装饰工序。超细无机纤维喷涂工程经验收合格后,方可移交给幕墙施工单位进行面层施工。

3 质量控制

3.1 AAC 保温砌块质量控制

主控项目质量标准包括:使用的 AAC 砌块和原材料,其技术性能、强度、品种必须符合设计要求,并有出厂合格证,规定试验项目必须符合标准。优先选择专用砌筑粘结剂,如选择砌筑砂浆,其品种、强度等级必须符合设计要求。砌体水平、竖向灰缝宜控制在 $3 \sim 5\text{mm}$,灰缝砂浆必须饱满,不得出现瞎缝、透明缝,水平灰缝饱满度 $\geq 90\%$,垂直灰缝砂浆饱满度 $\geq 80\%$ 。L 型铁件的规格、数量、固定点必须符合要求。墙缝预留及施工节点均应满足要求。

一般项目质量标准包括:专用砌筑砂浆应密实饱满。

砌块砌筑时采用的规格、品种应符合设计要求。构造柱及系梁混凝土和钢筋的品种、规格和数量符合设计要求。砌块墙转角处和纵横墙交接处应同时砌筑,咬槎紧密,如需间断应留斜槎。砌筑墙立向通缝不大于 2 皮砖。在植筋施工过程中,为保障锚固质量和主体结构完整性,需严格遵守以下技术要求与控制措施。钻孔作业时,严禁损伤主体结构内的钢筋配置;成孔后须彻底清除孔内粉尘,确保孔壁清洁干燥。钢筋植入前,应仔细检查锚固胶体的颜色是否均匀一致,以确认胶体质量合格。钢筋旋入就位后,孔口应出现适量胶体溢出现象,从而验证胶体充填饱满、无缺胶风险。植筋孔径宜控制为钢筋公称直径 d 加 $2 \sim 4\text{mm}$ 。本工程锚固性能检验采用现场破坏性拉拔试验,每批次抽样比例按工程总量的 1% 执行,且每批不少于 5 根试件。试验荷载标准可依据所用植筋胶产品厂家提供的相关技术参数确定。此外,砌体每日砌筑高度应严格限制在 1.8m 以内,以有效控制施工荷载并确保墙体稳定性。

表 1 AAC 墙体砌筑允许偏差和检验方法

项次	项目		允许偏差（mm）	检验方法
1	轴线位移		10	卷尺检验
2	垂直度	≤3m	5	用 2m 托线板及尺检验
		>3m	8	用吊锤、2m 尺检验
		≤10m	10	用经纬仪、吊锤及卷尺测量
		>10m	20	
3	表面平整度		4	用 2m 靠尺、塞尺检验
4	门窗洞口高、宽		±5	用尺检验
5	外窗上下窗口偏移		20	以底层窗口为准经纬仪或者吊线检查

施工质量验收标准按照《砌体工程施工质量验收规范》及相关图集标准执行。在 AAC 砌块砌筑施工中,为确保墙体质量稳定可靠并满足结构性能要求,需严格执行以下材料选用与工艺控制规范。所采用的 AAC 砌块在品种、规格及强度等级等方面须完全符合设计文件规定。材料进场时,应附带完整的出厂合格证书及型式检验报告,同时现场抽样复试的各项性能指标均需达到合格标准。专用的砌筑粘结剂亦须符合设计指定的技术要求。砌筑过程中应合理布置错缝搭接,严禁出现竖向通缝现象。水平灰缝与竖向灰缝厚度宜控制在 $2 \sim 3\text{mm}$ 范围内,以保证砂浆饱满度和墙体整体性。墙体转角部位及相邻墙体交接处原则上应同步砌筑;若确需临时留槎,则必须采用斜槎形式。灰缝应做到厚薄均匀、饱满密实。每完成一层砌筑后,需及时对墙体轴线位置及顶面标高进行校核测量。若偏差值在 $\pm 10\text{mm}$ 允许范围内,可通过在楼层地面上调整予以纠正,

从而确保后续砌筑的精度和整体平整度。

AAC 砌块需整齐堆放，确保尺寸规格满足要求。砌筑好的砌块注意成品保护，不得再撬动、碰撞、松动，否则要重新砌筑。

3.2 超细无机纤维喷涂质量控制

在无机纤维喷涂工程施工与质量控制过程中，为保障涂层耐久性、观感均匀性及声学性能稳定，需严格遵循以下材料储存、工艺要求及验收规范。

无机纤维喷涂所用材料对湿气较为敏感，因此现场储存时必须置于专用托盘或货架之上，避免直接接触地面受潮；同时采用篷布等覆盖物妥善遮蔽，防止雨水或其他水分渗入造成材料失效。

喷涂完成后，涂层表面整体观感应均匀一致，各区域覆盖形态基本相同；纹理呈现自然平滑状态，异形部位涂层轮廓应与基层形状高度吻合。待涂层完全干燥固化后，吸声层不得出现明显脱落、分层、变形、开裂或纤维飘散等缺陷。

厚度检测采用针刺法，按照设计及规范规定的各部位厚度标准执行。抽检时，每平方米均匀布置 3~5 个测点，重点区域增加至 5~8 个测点；最终计算的平均厚度严禁出现负偏差。

喷涂作业完成后，包括整形、补喷及修整工序均经验收合格，方可进行回弹材料回收、修补区域清理以及地面清扫，确保竣工现场整洁有序。

质量验收以 5000~10000m² 划分为一个检验批；当面积不足 5000m² 时，单独划分为一个检验批。

所选喷涂材料在品种、质量及规格方面须完全符合设计文件要求及相关技术规程规定。基层表面必须保持清洁干燥，不得存在渗漏水、油渍或泥土污染等隐患。基层预喷专用粘结剂处理完毕后，应立即衔接纤维棉喷涂工序，以保证附着效果。涂层表面充分干燥固化后，不得存在任何脱落现象。喷涂厚度需满足设计值，检验时在随机选定的部位采用针刺法，以探针结合钢尺测量；每个检验批的总平均厚度允许存在负偏差，但须控制在规范许可范围内。

针刺测定方法：测量尺（厚度测量仪），由刻度标尺针杆、探针和可滑动的尺标组成，端部平面保持与针杆垂直，并确定完全接触被喷涂层的表面。测量时，将测后探针推出（长度应大于设计喷涂厚度），垂直插入喷涂层直到基层表面，随后轻轻推动标尺尺身，直到测量尺端部平面接触到喷涂纤维层表面为止，读取和记录标尺读数，即为时间喷涂层厚度。检验批各处所抽检的厚度值，采用算

术平均法进行计算，得出各检验批厚度的总平均值。

喷涂工程验收一般项目，喷涂层密度应符合设计要求，设计无要求时，应 $\geq 38\text{kg/m}^3$ 。

无机纤维喷涂工程外观质量应符合表 2 规定，喷涂面层平整度厚度的允许偏差，应符合表 3 规定。

表 2 超细无机纤维喷涂工程外观质量应符合下表规定

项次	喷涂部位	质量标准	检验方法
1	顶板、梁、柱	喷涂层表面无脱落、喷涂层形状与基底形状基本相同	目测
2	侧墙		

表 3 喷涂面层平整度厚度的允许偏差，应符合下表规定

项次	喷涂厚度 mm	允许偏差 mm	检验方法
1	31~50	≤ 7	探针靠尺
2	50~80	≤ 10	

4 安全控制

4.1 安全管理体系

为确保项目安全文明施工及消防管理工作的有序开展和有效落实，应组建以项目经理担任组长，项目技术负责人、各部门经理以及安全总监共同担任副组长的安全文明施工与消防管理领导小组，各专业专职或兼职安全员作为小组成员。

该领导小组在建设单位、监理单位以及公司安全管理部门的指导和监督下，构建覆盖项目全层的纵向与横向安全管理网络体系，从而实现责任明确、分工清晰的管理机制。同时，现场各施工班组必须配备专职安全员，以强化基层安全管控力度。

4.2 加强安全教育，增强法制观念

为保障施工现场安全管理水平的持续提升与风险的有效防控，应严格实施技术工人三级安全教育制度，仅在培训考核合格后方可允许其正式上岗作业。

同时，需高度重视特殊工种人员的专业培训与资质管理，坚决贯彻持证上岗原则，杜绝无证人员从事相关作业。

项目部应坚持每周召开安全例会制度，并常态化开展多种形式的安全教育活动，做到全程记录完整、可追溯。

在下达每项施工任务前，必须进行针对性强的专项安全技术交底，内容涵盖潜在风险及防控措施，并要求相关人员履行签字确认手续。

全体参建人员须严格遵守安全操作规程，严禁任何形式的违章指挥、违规操作以及违反劳动纪律的行为，以维护现场安全秩序。

4.3 安全生产的具体措施

为保障施工现场安全风险防控与文明施工水平的双

重提升,应在项目入口位置以及所有潜在危险作业区设置安全生产宣传资料、警示口号和风险警示标志,以不断增强作业人员的自我防护意识。

开工前,必须根据不同工种的作业特性实施专项安全技术交底,确保交底内容精准具体、针对性强,避免流于形式,尤其对主要隐患提出可靠的防控手段,并明确责任落实到人。

所有进入施工场地的人员均需规范佩戴安全帽,严禁穿拖鞋、高跟鞋或赤脚进入;进行高处作业时,必须正确使用安全带以有效保障个人安全。

墙体砌筑高度超过楼面 1.2m 时,应立即搭建专用砌筑操作平台;平台上物料堆载不得超出规定荷载值 2.5kN/m^2 ,同时单块操作板上作业人数严格限制为不超过 2 人。

在砌块砌筑作业中,严禁站立于墙顶开展砌筑、测量划线、墙面平整度及垂直度检验、裂缝修补或清扫等工序,也不得沿墙体随意行走。

钢筋加工设备须由专职人员操作,相关特殊工种必须具备有效资质证书方可上岗,坚决防止无证人员顶替作业;进行电焊作业前需完成当日动火许可手续,并制定完善的消防安全措施。

楼层作业期间,设备、砖块等物料的堆放量不得超过楼板设计承载能力,如确需超限堆载,必须经过专业结构计算并采取可靠加固手段后方可实施。

砌体结构不得用于固定缆风绳、悬挂重物,亦不得作为临时施工设施或支撑体系的受力支点。

垂直物料运输所用提升机吊笼、钢丝绳及相关索具,必须符合额定载重要求、连接可靠且无损坏,运行中严禁超载,并实施常态化检查维护,发现缺陷及时消除。

应进一步加强临时用电规范化管理,定期开展配电设施安全性能检查,对损坏部件及时更新更换;非电工作业人员不得擅自改动或接驳线路,所有用电需求均须由专业电工负责完成。

现场围挡护栏必须保持密实牢固,严禁将电缆直接架设于护栏之上;在电梯井道、管道井等竖向孔洞处,应设置坚固可靠的安全防护网,以防止高处坠落事故发生。

各类小型电力工具须指定专人负责操作、保管和维护;照明灯具的悬挂高度需严格遵守安全标准,不得低于 2.5m,夜间施工时应提供充足的照明条件。

混凝土浇筑作业中使用振捣器前,操作者须确认电源电压稳定、线路完好以及设备运转正常,并正确佩戴

绝缘手套、穿戴绝缘鞋;移动设备时严禁拽拉电源线或在钢筋及其他尖锐物体上拖行,以杜绝电线损伤导致的触电隐患。

每日作业完成后,应全面清理作业区域,将散落砂浆彻底清除,破碎砌块集中堆放并运送至指定场所。

各施工班组长对本班组管辖范围内的现场文明施工承担首要责任,并将具体措施落实到每位成员。

通过不断强化安全教育培训、层层压实安全责任体系以及规范执行奖惩规定,进一步夯实施工现场安全管理的长效机制。

5 实施效果

某演艺中心项目总建筑面积约 52740m^2 ,地上 39945m^2 ,地下 12795m^2 。地上七层,地下 1 层,建筑高度 28.7m。本工程基础形式有独立基础、筏板及条形基础三种形式。建筑物主体结构主要为框架-抗震墙结构。外围护保温体系采用 AAC 保温砌块+超细无机纤维复合保温体系取得良好社会和经济效果,如图 4、图 5 所示。



图 4 AAC 保温砌块施工应用



图 5 梁、柱混凝土面层超细无机纤维施工

6 结束语

对于结构外立面造型复杂,特别是结构外立面挑檐异型繁杂的工民建,外维护墙体保温体系采用 AAC 保温砌块,混凝土面层冷热桥部位采用 50mm 超细无机纤维复合

保温体系,提供施工经验,在施工过程中质量、安全、工期整体受控,实施应用效果显著,得到业主、管理公司、监理等各单位的认可,创造了良好的经济效益与社会效益,也为以后类似工程提供借鉴和科学依据。

[参考文献]

- [1]陈建辉.超细无机纤维在外墙保温中的应用及施工[J].福建建筑,2020(12):94-97.
- [2]宋钢,商圣月,段军.蒸压轻质砂加气混凝土砌块施工技术[J].青岛理工大学学报,2014,35(6):87-91.
- [3]鲁晓琳,郑垒,吴杰.蒸压轻质砂加气混凝土砌块(AAC)干法薄层砌筑施工[J].山西建筑,2016,42(1):112-113.
- [4]金浩,蒋磊,朱卫民.矿物纤维喷涂外墙外保温系统应用分析与施工技术[J].江苏建材,2018(2):32-37.
- [5]王正华,李华.超细无机纤维喷涂产品在建筑节能中的应用[J].建设科技,2018(12):49-52.
- [6]孟宪礼.超细无机矿物纤维喷涂保温施工技术[J].科技视界,2016(14):240-295.

作者简介:任伟(1986.7—),性别:男,民族:汉族,籍贯:陕西省铜川市,学历:硕士研究生,研究方向:土木工程。