

干挂石材幕墙施工技术浅析

赵冬梅 赵学霖 陈柏松

北京城建六建设集团有限公司

摘要：如今石材幕墙在建筑的外墙装饰中应用占比逐步增加，为了使其达到更好的效果以及更复杂的造型，干挂石材幕墙的应用相对原有的湿贴法明显有了更广泛的应用，但其作为建筑外墙同样具有一定的风险。因此导致干挂石材幕墙在实际施工过程中对施工工艺的要求越来越高越来越严。这使得我们在施工中石材板材的选择、钢骨架的连接形式的选择、细部处理、色差控制等方面需要更加重视。所以，在干挂石材幕墙进行设计时，必须严格按照石材幕墙有关的规范、标准进行设计，且应充分考虑工程实际情况及石材本身的特点，从而确定更符合当前建筑物干挂石材幕墙的形式；更应严格按照该工程的设计要求进行施工，严禁为了降低成本或其他缘故偷工减料进行施工。

关键词：干挂石材幕墙；材料选用；安装工艺

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.23.018

引言

在中国，经历了数十年的发展和改革，在建设项目中出现了各种类型的幕墙。石材幕墙也逐步在外墙装饰中占有了一席之地，干挂石材幕墙也随之越来越取代原有传统湿贴石材幕墙。施工过程中，其施工技术措施与材料选择显得尤为重要，需要对设计、施工及材料加工、运输等环节展开科学的分析与控制，这样才能确保干挂幕墙工程的耐久性、安全性、美观性，最终打造出高品质的建筑外墙。

一、干挂石材幕墙的技术优势与材料选用

（一）优势

干挂式石材幕墙是将所需要的石材饰面，采用一系列支撑结构进行组合连接，将其固定在建筑物的外表形成石材外饰面。该施工方法采用了一种可以称之为装配预制的形式，代替了传统的以湿法施工作业为主的施工方式，其技术优势表现在：①能有效地防止对石材幕墙饰面表面的污染；能有效地解决以往的施工方法存在的表面污染、变色反碱等问题，从而保证了花岗石板面的表面始终保持着较好的光泽和色泽。②花岗岩板不容易脱落，可以减少后期维护的费用，能有效地减少使用成本。③干挂石板幕墙因与结构墙面中间存在一定的空气夹层，会相对部分外墙面具有良好的隔热、保温性能。④干挂石材幕墙自身板材之间有着良好的受力特性，受力相对比较独立，可以单块石材独立进行安装，且更方便不会涉及周围的石材板块。⑤施工节点也可以灵活变通；在其钢材骨架的连接方面体现得尤为显著。⑥具

有稳定、可靠的特点，可靠的连接不仅不会使幕墙的整体受力下降，而且可以有效地减少节点失效的概率，提高幕墙的抗震性能。⑦在其支撑体系施工的过程中，就可同时对饰面板材进行下料、加工、清洗、防护和运输等工作，在施工方面具有很强的工厂化特征，可显著提高工程的建设速度。⑧可根据不同的外墙造型及美感随时进行调整，能够对板材的尺寸进行精确的控制，因此能够确保幕墙表面的完整性。

（二）干挂石材幕墙的种类

按版面石材的固定方式来区分干挂石材幕墙有钢销式、短槽式、通槽式、背栓式、平挂式等。

（三）材料选用

1. 饰面石材

工程技术规范中提到幕墙的饰面石材宜选用火成岩，其吸水率应小于0.8%。然而火成岩本身种类较多，西细分有上百种，我们常见的有玄武岩、花岗岩及安山岩这几类。现阶段干挂石材幕墙的饰面石材大多选用的是花岗岩，也有选用大理石、石灰岩、石英砂岩等作为饰面石材的情况。一般饰面石材的选择首先要保证其性能能满足当前需要进行施工的建筑物所在地的地理情况、气候、环境及设计图纸、设计方案中对石材幕墙功能的要求以及弯曲强度等的要求。石材切割尺寸要根据设计要求尺寸或者墙面排版后确定的尺寸进行，加工需要在厂房中采用机械进行操作，进而保证饰面石材出厂规格完全一致。加工后的石材应进行高压水冲洗或者冲刷，不得使用化学洗洁精或洗洁剂进行清洗。待饰面石材进入施工现场后；首先要对材料外观进行验收，确保其表面平整、洁净、无污染、无裂缝、无缺损、无划痕、无明显色差、无明显修复痕迹。其次要加大对各个施工工序的检验力度，保证饰面石材的使用符合建筑材料行业的需求。石材进入施工现场后要防止在施工过程中对饰面石材产生污染，一旦发现饰面石材进场后有污染，要去除被污染的饰面石材，不得进行安装。

2. 结构骨架

干挂幕墙所使用的钢骨架应该选用符合国家现行规范标准和工程技术规范规定及设计要求的碳素钢材、合金钢材、耐候钢材及不锈钢等，主要看材料的成分、规格、性能和等级是符合程度。在骨架施工之前，施工人员要对其材料质量进行一般检验，如果钢材上出现斑点、划痕等现象，施工人员可以利用镀锌的方法对其进行改进，以保证在使用过程中结构骨架的完整性。

3. 连接件

幕墙结构与主体结构之间的连接需要靠连接件来完成，故连接件本身的好坏与安装的数量与安装的质量会直接影响干挂石材幕墙的安全性和稳定性。所以在选择连接件的时候首先要进行承载力计算，且在计算的数量基础上不得小于国家规范要求的数量。现阶段最常见的干挂石材幕墙一般选用的连接件是膨胀螺栓，其型号有M10、M12，在选择膨胀螺栓产品时，还应对产品的合格证书进行审查。

4. 干挂石材幕墙结构胶

建筑工程中常使用的环氧树脂胶，配合固化剂，组成双组份胶粘剂。其特点主要是防腐蚀、耐高温、抗老化、虽凝胶相对缓慢、固化时间相对较长、但固化后黏结强度高、耐久性好、牢固性高。在一定程度上确保干挂石材在幕墙上的固定效果，防止在干挂石材固定后出现松动、变形、错位、沉降等问题。

5. 干挂石材幕墙密封胶

在建筑工程中，常用的密封胶是以防水和抗老化为标准的，所以，一般选用的是聚氨酯类，硅酮类。这种密封胶在空气中固化后，不会干裂，不会收缩，也不会受阳光，雨淋等外部条件的影响，所以它的弹性相对很好。在使用前，应对硅酮密封胶使用时相互接触的材料进行试验，一般包括相容性实验、剥离黏结性试验、邵氏硬度复验、标准状态拉伸黏结性能复验等，检测试验须经国家认可的检测机构进行，经检验检测不合格的产品不得在工程中进行使用。同一建筑物的干挂石材幕墙工程所使用的结构密封胶和耐候密封胶应使用同一厂家、同一品牌、同一形式，要避免单组分与双组份混用，不同品牌及厂家密封胶混用，混用容易产生胶污染及质量纠纷。且密封胶应在有效使用期内使用，不得使用超过有效期的密封胶。

二、干挂石材幕墙施工技术应用

(一) 现场测量放线

(1) 测量与放线人员必须根据设计方案，根据施工图纸和设计方案，对各部分进行标定，并严格遵循从整体到部分的原则，进行测量与放线；保证测量和放样的偏差在施工容许的范围内^[1]。(2) 对结构控制点、进出点和轴位，按照不同工程等级的结构图纸要求，仔细核对，明确各轴位和位线的位置，提高测量和放样的精度。(3) 在正式测量和放行时，可以使用经纬仪来控制放行的垂直度，而使用水平仪来控制所测和放行的水平。(4) 在现场测量放线的过程中，要有效地消除外界的干扰，在进行干挂式的饰面石料施工时，要对测量控制线进行复审，经监督人员和质量检验人员的复审，在确认无误后，才能进行下一步的施工。

(二) 构件预埋

预埋件是干挂石材幕墙在建筑主体结构上的受力构件，预埋件安装的质量会直接影响幕墙的结构安全性

能，所以预埋件的安装需要(1) 构件预埋位置的选择需要以测量放线结果为参照，并标注在相应的位置上，保证预埋件与结构紧密贴合，并将预埋件与工程主体钢筋牢固绑扎在一起。在确定了预埋件的安装位置，并对其进行了确认后，才能正式进行预埋件的安装工作^[2]。

(2) 在预埋件的安装过程中，必须有一名监工全程监督，保证预埋件的正常进行，直到预埋件安装完毕，检查合格，才能开始浇筑混凝土。(3) 在浇注的过程中，要对浇注的速度和高度进行严格的控制，以免在浇注的过程中出现预埋件的位移。(4) 在混凝土振捣过程中，也要避免因振捣出现预埋件的位移。

(三) 龙骨安装

(1) 干挂石材幕墙一般选用铝合金型材或型钢作为支撑龙骨。(2) 建筑人员必须根据设计图纸，预先选择材料，切割龙骨，确保切割的尺寸和规格满足有关要求，选择合适的焊接方法，将龙骨结构进行焊接，从而有效地提高其整体稳定性；保证龙骨的强度和强度，达到幕墙的设计要求。(3) 在正式安装龙骨的过程中，施工人员要对龙骨的安装精度进行精确的控制，保证钢筋和墙体的焊接可靠。在龙骨的安装过程中，施工人员需要按照设计图纸，将刚转角材料进行垂直龙骨侧部位置的安装，而在进行横向龙骨的安装过程中，则需要对龙骨安装的水平度进行测量，并以测量结构为依据，对安装龙骨的位置进行调整^[3]。(4) 将接头和龙骨垂直焊接在一起，保证在安装过程中的稳定性，施工人员必须严格执行先垂直后水平的安装顺序。

(四) 防火保温安装

(1) 将防火材料填塞在每一楼层楼板处的石材幕墙与结构面中间作为防火隔离带，填塞完毕后在其上、下、左、右等与空气接触的部位采用镀锌钢板等封盖严实。

(五) 挂件安装

(1) 施工人员要严格遵循先下后上，先大后小，再线后点，保证各项施工程序的标准化，从而提高干挂石材幕墙的安装质量。(2) 挂件在安装至龙骨上之前，首先要对需要安装挂件的龙骨进行全面细致的检查，主要检查龙骨位置是否准确，龙骨焊接部位是否牢固可靠，焊缝是否符合设计要求等，在检查无误后方可进行下一步施工。(3) 挂件安装中，要安全可靠，通过不锈钢弹簧垫完全压平程度来判断螺栓是否达到需要的拧紧度。

(六) 石材安装

(1) 石材安装前需要进行防水、防污以及防护处理，减少外界对石材的污染。(2) 切割好的石材检验合格后方可进行挂板。(3) 石材安装一般需要先进行试挂板(4) 石材饰面板安装时要保证每个挂件只承载一块石材，每块石材中间缝隙中应加垫片。(5) 饰面

石材安装时，上下左右之间的偏差必须符合国家规范要求及设计要求，不得随意进行安装。（6）为了减小视觉上的色差，可将同一立面或者同一构件处使用同一批次的饰面石材进行安装。（7）石材饰面的安装顺序应先安装立面或者构件的大面，再安装门窗洞口、挑檐等局部需要细节处理的部位。

（七）石材打胶

（1）石材饰面安装完成后，需先清理板缝，然后嵌入泡沫条。（2）泡沫条嵌好后，贴上防污染的美纹纸，避免密封胶渗入石材造成污染。贴美纹纸时应保护缝宽一致，打胶完成待密封胶半干后撕下美纹纸。

（3）美纹纸贴完后进行打胶，胶缝要求宽度均匀、横平竖直，缝表面光滑平整。（4）打胶结束后采用橡胶刮刀进行刮胶，刮刀根据大小、形状能任意切割。

（八）淋水实验

（1）待石材胶完全固化后，对幕墙进行淋水试验，试验方法及实验要求应符合国家规范的要求。

三、干挂石材幕墙施工技术的其他应用措施

（一）施工准备

在建筑物幕墙进行施工时，为了保证幕墙系统施工质量，要求施工方重点抓好施工材料质量检查，进场施工材料质量必须达到国家有关要求。采用国产Q235钢种作为幕墙体系^[4]。为了确保钢接头的焊接质量，选用了Q235B钢。为了保证幕墙体系的绝热及防腐蚀作用，在最外层的钢质表面均采用了热镀锌处理，以防止锈蚀。在处理干挂石的间隙部位，采用三元乙炔-丙烯-氯丁胶的材料，干挂石的品质就可以满足干挂石的要求。

（二）外观查验

在进行幕墙体系的装修工程之前，建设单位应当派人到工地进行验收。此外，施工单位还应重点做好钢材性能、转接件、铝合金挂件以及石材等材料的质量检验。检测的主要内容有：材料的质量、外观和表面的致密程度等。要求进入施工现场的各类建筑材料表层没有明显划痕和杂质，材料表面轻微划痕深度不能超过材料公称厚度的十分之一^[5]。接头材料，钢质表面不得有任何不平整的刮痕或下陷，铝质吊件的切口必须光滑。石面不能有裂纹，不能有色差，石材的纹理应与建筑物的外观设计相一致。

（三）防雷接地

幕墙是建筑主体结构外的维护体系，对原有建筑物进行围护，施工中建筑物的结构施工的原防雷装置因为建筑幕墙的屏蔽，不能够直接对防雷起到作用。建筑物遭到雷击时，幕墙作为建筑物最外层将会遭到直接雷击。且干挂石材幕墙在幕墙中含有大量的金属构件，如钢骨架、挂件、螺栓等，在遭到雷击时容易产生导电现象，所以为了保障建筑物的使用效果、使用年限及安全性，在施工中需要对幕墙做防雷接地。其防雷接地不仅

要符合现行的国家标准《建筑物防雷接地设计规范》GB50057还应该符合《金属与石材幕墙工程技术规范》JGJ133-2001中要求的其他规定，做到与主体防雷装置可靠连接且符合设计要求。

（四）半成品及成品保护

成品保护对每个建筑物来说都是至关重要的环节，对于干挂石材幕墙来讲也是一样，而且不仅仅要做好成品保护还应做好过程中的半成品保护，进而确保工程质量及工程造价。在加工过程中，无论是石材还是型材都要注意防护，做好相应的胶垫木垫等，防止材料在加工过程中与地面或机械或工具等发生碰撞、划伤、损毁等。在吊装运输过程中要做到轻拿轻放，防止碰撞，运输车厢应平整，必要时采取措施铺垫。产品摆放要整齐、紧凑、空隙处采取一定的措施进行填充，防止运输过程中滑动产生碰撞。在施工过程中远离对石材型材有腐蚀及污染的其他材料进行储存，必要时采取其他保护措施。待干挂石材幕墙施工完成后，要安排专人清理饰面板上污物，并设置专人进行看管，遇到可能危及到幕墙成品的情况时，立即进行制止。

结束语

随着近年来建筑与现代科学技术的不断发展，以及大众对现代建筑设计的更高的追求和要求，干挂石材幕墙也越来越广泛的应用在现代建筑中，使建筑更富有美感。与此同时，干挂石材幕墙施工技术的应用也越来越趋于成熟，随着不断地实践、总结、分析、优化，干挂石材幕墙技术应用更加趋于当代建筑的要求，其技术应用的不断熟练也使得其在工程施工中质量更具有保障性，操作更具有规范性与标准型。同样通过干挂石材幕墙技术的应用，我们可以进行更好的施工质量控制和施工成本控制。

参考文献

- [1]朱小晖.建筑外墙干挂石材幕墙施工技术[J].陶瓷, 2022, (04): 109-111.
- [2]蔡信团.建筑外墙干挂石材幕墙施工技术[J].四川水泥, 2022, (01): 180-181.
- [3]李力,师广峰,冯梦龙,李小楚.浅析背栓式干挂石材幕墙施工技术应用[J].四川水泥, 2021, (10): 184-185.
- [4]吴富贵,王欣,王建,戎鑫.节能节水多功能水幕墙施工技术的研究与应用[J].建筑技术, 2021, 52(04): 495-498.
- [5]王耀东.建筑幕墙施工中石材干挂技术要点的分析[J].中国地名, 2020, (07): 65.

作者简介:赵冬梅,1992年02月,女,汉,甘肃张掖,本科学士学位,助理工程师,中级经济师,主要研究方向:项目成本管理。