

上海市工程建设规范

建筑装饰工程石材
应用技术规范

Technical Code for Application of
Stone in Building Decoration
Engineering

DG/TJ 08—2134—2013

J 12508—2013

主编单位:上海石材行业协会

批准部门:上海市城乡建设和交通委员会

施行日期:2014年1月1日

同济大学出版社

2013 上海

建筑装饰工程石材应用技术规范

上海石材行业协会 主编

策划编辑 张平官

责任编辑 朱 勇

责任校对 徐春莲

封面设计 陈益平

出版发行 同济大学出版社 www.tongjipress.com.cn

(地址:上海市四平路 1239 号 邮编:200092 电话:021—65985622)

经 销 全国各地新华书店

印 刷 浦江求真印务有限公司

开 本 889mm×1194mm 1/32

印 张 7.625

字 数 204 000

版 次 2014 年 1 月第 1 版 2014 年 1 月第 1 次印刷

全国统一书号 155608·3

定 价 60.00 元

本书若有印装质量问题,请向本社发行部调换 版权所有 侵权必究

上海市城乡建设和交通委员会

沪建交[2013]1174 号

上海市城乡建设和交通委员会 关于批准《建筑装饰工程石材应用 技术规范》为上海市工程 建设规范的通知

各有关单位：

由上海石材行业协会主编的《建筑装饰工程石材应用技术规范》，经市建设交通委科技委技术审查和我委审核，现批准为上海市工程建设规范，统一编号为 DG/TJ 08—2134—2013，自 2014 年 1 月 1 日起实施。

本规范由上海市城乡建设和交通委员会负责管理、上海石材行业协会负责解释。

上海市城乡建设和交通委员会

2013 年 11 月 12 日

前 言

本规范是根据上海市城市建设和交通委员会[2011]第 1115 号文下达的《2011 年上海市工程建设规范和标准设计编制计划》，由上海石材行业协会会同相关单位共同编制完成。

本规范总结了建筑工程石材应用的实践经验和研究成果，涵盖了石材工程应用的各个领域，对建筑装饰石材应用性能设计、饰面设计、结构设计等作了详细的规定；对复合石材、超薄石材、人造石材、石材背胶等新产品、新技术、新工艺的应用作了规范；特别注意石材干挂法、石材粘接法、加工制作、工程施工、验收和防护等内容的实际可操作性；确保与已有幕墙、装饰、材料、验收等石材工程应用相关的国家、行业和地方标准的协调和衔接。

本规范主要技术内容包括：1 总则；2 术语和符号；3 材料；4 石材建筑装饰性能设计；5 石材建筑装饰饰面设计；6 石材装饰结构设计；7 室内墙、柱面石材干挂法设计；8 石材粘结法设计；9 加工制作；10 石材装饰施工；11 石材护理；12 石材幕墙检验与检测；13 工程验收及五个附录。

在执行本规范时，请注意总结经验、积累资料，如有意见和建议请反馈给上海石材行业协会（地址：上海市浦电路 489 号由由燕乔大厦 910—911 室，邮编：200122，电话：021—58201367，E-mail:info@shstone.com），供今后修订时参考。

主 编 单 位：上海石材行业协会

参 编 单 位：上海新塔星石材发展有限公司

上海明珠石材有限公司

上海陆家嘴石材有限公司

上海龙人建设集团有限公司

金博(上海)建工集团有限公司
上海华垒石材有限公司
仙客来环境管理(上海)有限公司
上海广典石材制品有限公司
上海蓝英石材有限公司
上海东继顺实业发展有限公司
上海博奥石业有限公司
上海耀升实业有限公司
上海王兴石材有限公司
上海现代建筑设计(集团)有限公司
同济大学建筑设计研究院(集团)有限公司
上海新紫茂企业发展集团有限公司
上海鑫良石业制造有限公司
上海亚繁石材装饰工程有限公司
上海泰长建筑工程有限公司

主要起草人:王京春 应裕乔 陈绪林 潘延平 辛达凡
蒋锦松 马 萍 顾 刚 郭志斌 陆小赛
蔡 鹿 周 东 吕原春 范林根 张 怡
吴 杰 方章聪

参加起草人:吕振作 黄春华 黄仁清 袁国良 刘世纪
李宪立 陈孝锦 陈 平 刘冬兴 刘土水
曾论水 林家良 康明智 陈君明 赵志林
余春冠 王蓉兰 付国清 曹 萍 茅明舫
韩仲夏 陈 礼 许文渊 吴 婷

主要审查人员:沈 恭 吴之光 来增祥 傅华东 萧 愉
王世慰 楼明刚 程志平

上海市建筑建材业市场管理总站

2013 年 11 月

目 次

1	总 则	1
2	术语和符号	2
2.1	术 语	2
2.2	符 号	8
3	材 料	12
3.1	一般规定	12
3.2	材料力学性能	12
3.3	装饰石材	19
3.4	支承结构材料	24
3.5	锚固件、紧固件、连接件与挂件	27
3.6	结构胶与密封材料	28
3.7	粘结材料	33
3.8	填缝材料	36
3.9	石材护理材料	37
4	石材建筑装饰性能设计	40
4.1	一般规定	40
4.2	石材建筑装饰效果	40
4.3	石材的选择	41
4.4	石材幕墙性能设计	43
4.5	节能设计	45
4.6	防火设计	46
4.7	防雷设计	47
4.8	安全设计	49
5	石材建筑装饰饰面设计	51
5.1	一般规定	51

5.2	墙、柱面石材饰面设计	52
5.3	石材花线设计	53
5.4	地面石材饰面设计	54
5.5	吊顶石材饰面设计	58
6	石材装饰结构设计	60
6.1	一般规定	60
6.2	荷载和地震作用	61
6.3	作用效应计算	63
6.4	作用效应组合	63
6.5	石材面板	64
6.6	微晶玻璃(微晶石)面板	77
6.7	石材蜂窝面板	79
6.8	石材花线	80
6.9	横 梁	81
6.10	立 柱	84
6.11	石材幕墙与主体结构的连接构造	89
7	室内墙、柱面石材干挂法设计	91
7.1	一般规定	91
7.2	结构设计	91
7.3	连接构造	93
8	石材粘结法设计	95
8.1	一般规定	95
8.2	粘结材料的选用	95
8.3	找平层要求	96
8.4	变形缝设置	97
8.5	粘结剂满贴法设计	97
8.6	环氧类胶干贴法设计	98
8.7	水泥砂浆湿贴法设计	100
8.8	石材填缝材料的选用	102

9	加工制作	104
9.1	一般规定	104
9.2	金属构件加工	104
9.3	石材面板加工	110
9.4	产品检验	123
10	石材装饰施工	124
10.1	一般规定	124
10.2	施工准备	125
10.3	墙、柱面石材安装施工	126
10.4	地面石材饰面施工	130
10.5	室内吊顶石材饰面施工	132
10.6	施工安全	137
11	石材护理	138
11.1	一般规定	138
11.2	石材防护施工	138
11.3	石材表面结晶处理施工	140
11.4	石材清洗施工	141
11.5	石材整体研磨施工	142
12	石材幕墙检验与检测	144
12.1	一般规定	144
12.2	材料检验	144
12.3	性能检测	145
12.4	现场检测	147
13	工程验收	148
13.1	一般规定	148
13.2	石材幕墙工程质量验收	153
13.3	墙、柱面石材饰面板工程质量验收	155
13.4	石材地面工程质量验收	158
13.5	石材吊顶工程质量验收	159

附录 A 预埋件设计 161

附录 B 饰面石材转角和墙板拼接处理形式 164

附录 C 饰面石材嵌缝形式 166

附录 D 石材花线形式 168

附录 E 石材稳定性试验方法 170

本规范用词说明 172

引用标准名录 173

条文说明 179

Contents

1	General provisions	1
2	Terms and symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Main symbols	8
3	Materials	12
3.1	General requirements	12
3.2	Mechanical properties	12
3.3	Decorative stone	19
3.4	Supporting structure materials	24
3.5	Anchors, Fixings and Brackets	27
3.6	Structural sealant and hermetically materials	28
3.7	Bonded materials	33
3.8	Cementitious filler	36
3.9	Stone protection materials	37
4	The performance design of architectural decoration stone	40
4.1	General requirements	40
4.2	The effect of architectural decoration stone	40
4.3	The choice of stone	41
4.4	The performance of stone curtain wall	43
4.5	Energy saving	45
4.6	Fireproofing	46
4.7	Lighting protection	47
4.8	Safety	49

5	The panels design of architectural decoration stone	51
5.1	General requirements	51
5.2	Stone panels design of the wall and column	52
5.3	The design of stone lines	53
5.4	Stone panels design of floor	54
5.5	Stone panels design of stone ceiling	58
6	Structure design of decoration stone	60
6.1	General requirements	60
6.2	Loads and earthquake action	61
6.3	Calculations of loads and earthquake actions	63
6.4	Load combinations	63
6.5	Stone panels	64
6.6	Glass-ceramics	77
6.7	Stone honeycomb plate	79
6.8	Stone lines	80
6.9	Detailing and structure design of transom	81
6.10	Detailing and structure design of mullion	84
6.11	Connection design of stone curtain wall and main structure	89
7	Dry-hanging of interior wall and column	91
7.1	General requirements	91
7.2	Structure design	91
7.3	Detailing design of interior stone	93
8	Adhesives	95
8.1	General requirements	95
8.2	The choice of adhesive	95
8.3	The leveling layer requirements	96
8.4	Deformation joint setting	97
8.5	Full Adhesives	97

8.6	Epoxy adhesive	98
8.7	Cement mortar	100
8.8	Filler choice	102
9	Manufacture and fabrication	104
9.1	General requirements	104
9.2	Fabrication of metal	104
9.3	Fabrication of stone	110
9.4	Production test	123
10	Stone construction	124
10.1	General requirements	124
10.2	Preparations for construction	125
10.3	Wall and cylinder construction	126
10.4	Floor construction	130
10.5	Stone ceiling of interior	132
10.6	Safety requirements	137
11	Stone protection	138
11.1	General requirements	138
11.2	Stone protection	138
11.3	Stone crystal-hardened treatment	140
11.4	Stone cleaning	141
11.5	Stone whole polishing	142
12	Inspection and testing of stone curtain wall	144
12.1	General requirements	144
12.2	Material inspection	144
12.3	Performance testing	145
12.4	Site inspection	147
13	Acceptance inspection	148
13.1	General requirements	148
13.2	Stone curtain wall inspection	153

13. 3	The wall and column inspection	155
13. 4	Stone floor inspection	158
13. 5	Stone ceiling inspection	159
Appendix A	Embedment design	161
Appendix B	Conventional means of corner and connection	164
Appendix C	Caulking form	166
Appendix D	Types of stone lines	168
Appendix E	Test method for stability of stone	170
	Explanation of wording in this specification	172
	List of quoted standards	173
	Explanation of provisions	179

1 总 则

1.0.1 为科学合理地使用装饰石材,提高建筑装饰工程中石材应用的技术水平,促进石材应用的科学化、规范化,保证工程质量,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于建筑装饰工程中石材应用的设计、加工、施工、护理、检测及验收。

1.0.3 本规范适用于高度不大于 120m 的花岗石石材幕墙,高度不大于 80m 的其他天然石材和人造饰面石材的幕墙工程,以及室内、外装饰等其他应用天然石材、人造石材的建筑工程。

1.0.4 石材装饰应遵循安全、环保、经济、实用、美观的原则,提倡设计、施工、养护一体化,以及石材装饰产品部件工厂化预制化。

1.0.5 装饰石材工程施工安全、劳动保护、防火、防毒应按国家的有关规定执行。

1.0.6 参与建筑装饰工程石材应用的材料生产、加工、设计、施工、护理企业应具备国家和行业规定的资质和能力要求,石材工程应用相关的材料生产、加工、设计、施工、护理专业人员应经过岗位培训具备专业技能。

1.0.7 建筑装饰石材的应用除应符合本规范的规定外,尚应符合国家、行业和本市有关标准、规范、规程的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 建筑装饰 building decoration

为保护建筑物的主体结构、完善建筑物的使用功能和美化建筑物空间,通过设计、材料加工、施工、维护等专业环节的参与,采用装饰装修材料或饰物,对建筑物的内外表面及空间进行的各种处理过程。

2.1.2 装饰石材 decorative stone

具有装饰性能的建筑石材,加工后可供建筑装饰用。

2.1.3 花岗石 granite

指以花岗岩为代表的一类石材,包括岩浆岩和各种硅酸盐类变质岩石材。

2.1.4 大理石 marble

指以大理岩为代表的一类石材,包括结晶的碳酸盐类岩石和质地较软的其他变质类石材。

2.1.5 石灰石 limestone

指主要以方解石、白云石或二者混合化学沉积形成的石灰华类石材。

2.1.6 砂岩 sandstone

指矿物成分以石英和长石为主,含有岩屑和其他副矿物机械沉积岩类的石材。

2.1.7 板石 slate

指易沿流片理产生的劈理面裂开成薄片的一类变质岩类石材。

2.1.8 毛光板 original gloss bat slab

有一面经抛光具有镜面效果的毛板。

2.1.9 人造石材 imitation stone

用于建筑装饰,体现天然石材装饰效果和性能的人造仿石材料,具体包括微晶玻璃(又称微晶石)、人造合成石、实体面材、人造砂岩(砂雕)等品类。

2.1.10 微晶玻璃 glass-ceramics

又称微晶石,由适当组成的玻璃颗粒经烧结和晶化,制成由结晶相和玻璃相组成的质地坚实、致密均匀的复相材料。

2.1.11 实体面材 solid surface materials

学名为矿物填充型高分子复合材料,它是以甲基丙烯酸甲酯(MMA,又称压力克)或不饱和聚酯(UPR)为基体,以天然矿石粉为填料,加入颜料及其他辅助剂,经浇铸成型或真空模塑或模压成型的复合材料。该复合材料无孔均质,贯穿整个厚度的组成,具有均一性;可以制成难以察觉接缝的连续表面,并可以通过维护和翻新使产品表面恢复如初。

2.1.12 人造合成石 artificial stone

以天然石材的碎石、粉末或其他材料为骨料,用树脂、水泥或二者的混合物为胶粘剂粘合在一起,经过一定的加工工艺,仿照天然石材的性能而制成的人造装饰板材。

2.1.13 人造砂岩(砂雕) artificial sandstone(sculpture)

用各种不同色彩的天然石材碎粒料按一定比例加胶粘剂、固化剂,搅拌、浇筑而成,制品表面呈砂岩颗粒状,可制成各种雕塑制品。

2.1.14 复合石材 composite stone

用天然石材为面材,以天然石材或其他材料为基材,通过专用胶粘剂将二者粘合成整体,共同承载的人工合成装饰板。按基材的不同,复合石材可分为木基石材复合板、玻璃基石材复合板、金属基石材复合板、陶瓷基石材复合板、玻璃钢基石材复合板、石

材基石材复合板。

2.1.15 超薄型石材铝蜂窝复合板 ultra-thin stone honeycomb plate

以超薄切片天然石材为面板,以铝合金板或镀铝锌钢板为背板,中间为铝合金蜂窝芯板,通过专用胶粘剂将一定材料 and 三者粘合成整体,共同承载的复合板,又称超薄石材蜂窝板。

2.1.16 光泽度 glossiness

饰面板材表面对可见光的反射程度。

2.1.17 吸水率 water absorption

吸水的岩石质量与干燥岩石质量之比。

2.1.18 耐磨性 abrasion resistance

饰面石材的耐磨性能,以规定条件下干燥岩石单位面积的磨耗量表示。

2.1.19 压缩强度 compressive strength

饰面石材承受单向压缩力而破坏的应力值。

2.1.20 弯曲强度 flexural strength

饰面石材弯曲至破坏时所能承受的应力值。

2.1.21 抗冻性 frost resistance

岩石抵抗冻融破坏的性能。

2.1.22 薄板 thin slab

厚度小于等于 15mm、大于 8mm 的板材。

2.1.23 超薄板材 super thin slab

厚度 3mm~8mm 之间的板材。

2.1.24 厚板 thick slab

厚度大于 15mm 的板材。

2.1.25 普型板 normal slab

正方形或长方形的板材。

2.1.26 异型板 irregular slab

非正方形或长方形的板材。

2.1.27 协议板 agreed-dimension slab

由供需双方协议认定的板材。

2.1.28 封样板 model slab

供需双方共同认可的,以此样品为验货标准的参照板,一般需编号封存。

2.1.29 渗透性修补 penetrable repairing

使用溶胶、细木工蜡和某些具有较好的流动性、粘接性和耐久性的聚合物胶体填补石材小面积缺陷,如孔隙、砂眼等的工作。

2.1.30 粘接修补 adhibiting repairing

指一般使用合缝胶和环氧树脂胶对破碎板材的对接边进行的修补工作。

2.1.31 出材率 using ratio

石材加工过程中成品与所用原材料的数量百分比率。

2.1.32 追纹 recover grain

天然石材花纹的首尾连接。

2.1.33 排板 arranging slab

为达到追纹效果或使装饰面花纹色调整体协调而进行的地面预铺装。

2.1.34 建筑幕墙 building curtain wall

由支承结构体系与面板组成的,相对于主体结构有一定位移能力,除向主体结构传递自身所受荷载外,不承担主体结构所受作用的建筑外围护结构。

2.1.35 石材幕墙 stone curtain wall

面板材料为石材的建筑幕墙。

2.1.36 支承结构 supporting structure

用于支承幕墙面板的构部件,如支承框架,由连接件与主体结构相连接。

2.1.37 硅酮结构密封胶 structural silicone sealant

用于粘结面板与面板、面板与金属框架等的硅酮类结构性胶料,能承受荷载并传递作用力,又称硅酮结构胶。

2.1.38 硅酮建筑密封胶 weather proofing silicone sealant

用于填嵌构造缝隙的硅酮类密封性胶料,又称硅酮密封胶或耐候胶。

2.1.39 型材表面处理 surface finish of profiles

在铝型材或钢材表面以特定的工艺方法形成一层不同于基材材质性能的新面层,具有耐蚀性、耐磨性、装饰性或其他特种功能。

2.1.40 相容性 compatibility

粘接用的密封胶料之间或密封胶料与其他材质的材料面接触时,相互不发生有害的物理化学反应的性能。

2.1.41 石材护理 stone protection

在石材开采、加工、运输、安装、使用等不同阶段对石材进行相应处理,旨在提高石材的出材率,保持石材的正常使用功能,维护石材的天然装饰性,丰富及提高石材的装饰效果,延长石材的使用寿命,降低石材风化程度。

2.1.42 渗透防护 permeability protection

防护剂对石材从表面到深层渗透,通过渗入方式带入防护物质进入石材达到防护目的。

2.1.43 透气型防护 ventilation protection

涂抹石材防护剂后,石材的气孔、毛细管微裂纹等仍然处于通气、开放型的防护。

2.1.44 密封型防护 sealing type protection

将石材完全用化学膜覆盖,并使之与外界隔绝的防护。

2.1.45 防水性防护 waterproof protection

针对水的渗透而涂抹专用于防止水渗入石材的防护。

2.1.46 憎水性防护 water repellency protection

针对水的渗透而涂抹专用于防止水渗入石材的防护,不同的是防水物质具有明显的憎水性能,水一般呈圆珠状。

2.1.47 石材整体研磨 stone whole polishing

石材安装完毕后在现场对石材表面进行打磨的一种工艺,旨在提高石材表面的平整度、光泽度及整体装饰效果。石材整体研磨又称石材翻新处理,如果在打磨过程中采用切缝补胶工艺又称为石材无缝整体研磨。

2.1.48 石材抛光处理 stone polishing processing

使用石材抛光机器及石材专用抛光粉(浆、膏),在石材表面磨抛而获得石材表面高光泽效果的一种工艺。石材抛光处理通常是石材整体研磨处理过程中的一道工序,或日常保养过程中石材表面失去光泽时的一种修复手段。

2.1.49 石材结晶处理 stone crystal-hardened treatment

使用石材专用晶面机及结晶剂,借助机器磨擦时产生的低温热量,与石材表层的矿物结构和组织产生结合和微流变反应,产生新的质地较为坚硬和光亮的共混结晶层的一种工艺。石材结晶处理又称石材结晶硬化处理或石材晶面处理。

2.1.50 石材防护剂 stone material protective agent

主体成分能够与天然石材有机结合、有效地降低石材的吸水率、提高石材的抗污性能、在酸碱条件下效果相对稳定的溶液。石材防护剂又称石材养护剂。

2.1.51 石材清洗 stone material cleaning

利用物理及化学的方法清除石材表面的灰尘、黄斑、水斑、白华及微生物的一种工艺。

2.1.52 石材防水背胶 water proof glue on the back of stone material

涂刷于石材大板或工程板背面的一种半固体胶粘材料,起到阻止水渗透石材,同时增加石材和基体面层粘接强度的作用,尤其适合采用粘接法施工的石材。

2.1.53 透水率 permeability rate

指出现透水石材的数量占单体区域石材数量的比例。可分为轻微透水率和严重透水率。轻微透水指每块石材上出现透水或湿润的面积不超过每块石材面积的1.5%。严重透水指每块石

材上出现透水或湿润的面积占石材面积的 10% 以上。防水性能作为防护处理验收项目,以其现场石材的透水率作为指标来断定。

2.1.54 砂眼 sand hole

装饰石材饰面上天然形成的具有一定深度的凹坑,直径在 2mm 以下。

2.1.55 孔洞 hole

装饰石材饰面上天然形成的具有一定深度的凹坑,直径在 2mm 以上。

2.2 符 号

2.2.1 材料力学性能

E —— 材料弹性模量;

f —— 材料的强度设计值;

f_{g1} —— 花岗石板抗弯强度设计值;

f_{g2} —— 花岗石板抗剪强度设计值;

f_{gm} —— 花岗石板弯曲强度平均值;

f_a —— 铝合金强度设计值;

f_c —— 混凝土轴心抗压强度设计值;

f_s —— 钢材强度设计值;

γ_g —— 材料的重力密度。

2.2.2 作用和作用效应

d_f —— 结构构件的挠度值;

$d_{f,lim}$ —— 结构构件挠度限值;

F_t —— 背栓螺栓受到水平拉力标准值;

G_k —— 重力荷载标准值;

M —— 弯矩设计值;

M_x —— 绕 x 轴的弯矩设计值;

M_y —— 绕 y 轴的弯矩设计值；
 N —— 轴力设计值；
 N_E —— 临界轴压力；
 P_{Ek} —— 平行于石材幕墙平面的集中水平地震作用标准值；
 q_{Ek} —— 垂直于石材幕墙平面的分布水平地震作用标准值；
 R —— 结构构件抗力设计值；
 S —— 无地震作用的荷载效应组合设计值；
 S_E —— 有地震作用的荷载效应组合设计值；
 S_{EK} —— 地震作用效应标准值；
 S_{GK} —— 永久荷载效应标准值；
 S_T —— 温度作用效应标准值；
 S_{WK} —— 风荷载效应标准值；
 V —— 剪力设计值；
 V_x —— x 轴的剪力设计值；
 V_y —— y 轴的剪力设计值；
 w_0 —— 基本风压；
 w_k —— 风荷载标准值；
 σ_{wk} —— 风荷载作用下载面的最大弯曲应力标准值；
 σ_{Ek} —— 地震载作用下载面的最大弯曲应力标准值；
 σ_k —— 槽口处最大弯曲应力标准值；
 τ_k —— 槽口处面板或背栓螺栓处面板的剪应力标准值。

2.2.3 几何参数

a —— 矩形面板短边边长、面板区格短边边长；
 A —— 构件截面面积或毛截面面积、幕墙板块面积；
 A_n —— 立柱净截面面积；
 b —— 矩形面板长边边长；
 b_0 —— 矩形面板长边计算边长；
 c —— 槽口宽度；
 d —— 背栓螺栓孔直径；

D —— 面材或基材的抗弯刚度；
 h —— 槽口受力一侧深度；
 h_v —— 背栓锚固深度；
 i —— 核心半径；
 I —— 截面惯性矩；
 l —— 石材面板的跨度；
 l_x —— 绕 x 轴毛截面惯性矩；
 l_y —— 绕 y 轴毛截面惯性矩；
 n —— 两侧连接的每边短槽数或四侧连接的长边短槽数，每块面板上背栓数量；
 s —— 单个槽底总长度；
 S_x —— 绕 x 轴毛截面面积矩；
 S_y —— 绕 y 轴毛截面面积矩；
 t —— 面板厚度、型材截面厚度；
 t_x —— 垂直于 x 轴腹板的截面总宽度；
 t_y —— 垂直于 y 轴腹板的截面总宽度；
 W —— 毛截面抵抗矩；
 W_n —— 净截面抵抗矩；
 W_{nx} —— 绕 x 轴净截面抵抗矩；
 W_{ny} —— 绕 y 轴净截面抵抗矩；
 λ —— 长细比。

2.2.4 系数

m —— 均布荷载作用下最大弯矩系数；
 α —— 材料线膨胀系数；
 $\alpha_{\max}$ —— 水平地震影响系数最大值；
 β —— 应力调整系数；
 β_E —— 地震作用动力放大系数；
 β_{gz} —— 阵风系数；
 φ —— 弯矩作用平面内的轴心受压柱的稳定系数；

γ —— 塑性发展系数；
 γ_0 —— 结构构件重要性系数；
 γ_E —— 地震作用分项系数；
 γ_G —— 永久荷载分项系数；
 γ_{RE} —— 结构构件承载力抗震调整系数；
 γ_T —— 温度作用分项系数；
 γ_W —— 风荷载分项系数；
 η —— 折减系数；
 μ —— 均布荷载作用下最大挠度系数；
 μ_s —— 风荷载体型系数；
 μ_z —— 风压高度变化系数；
 ν —— 材料泊松比；
 ψ_E —— 地震作用的组合值系数；
 ψ_T —— 温度作用的组合值系数；
 ψ_W —— 风荷载的组合值系数。

3 材 料

3.1 一般规定

3.1.1 石材装饰工程所选用的材料应符合现行国家标准、行业标准和本市有关标准的规定。

3.1.2 石材装饰工程所用材料应符合结构安全性、耐久性和环境保护的要求。

3.1.3 石材装饰工程所用材料应采用耐火极限符合设计要求的材料,并符合消防规定。

3.1.4 石材装饰工程不应采用在燃烧或高温环境下产生有毒有害气体的材料。

3.1.5 石材装饰工程应积极采用鉴定合格的绿色环保、节约资源、可循环利用的新材料。

3.1.6 石材装饰工程材料应具有产品合格证、质量保证书及相关性能检测报告。进口材料应符合国家商检规定。

3.2 材料力学性能

3.2.1 花岗石板的抗弯、抗剪强度设计值,应依据其弯曲强度试验的弯曲强度平均值 f_{gm} 决定,抗弯强度设计值、抗剪强度设计值应按下列公式计算:

$$f_{g1} = f_{gm} / 2.15 \quad (3.2.1-1)$$

$$f_{g2} = f_{gm} / 4.30 \quad (3.2.1-2)$$

式中 f_{g1} —— 花岗石板抗弯强度设计值(N/mm²);

f_{g2} —— 花岗石板抗剪强度设计值(N/mm²);

f_{gm} ——花岗石板弯曲强度平均值(N/mm²)。

3.2.2 微晶玻璃(微晶石)的抗弯、抗剪强度设计值可按下列公式计算：

$$f_{p1}=f_{pm}/2.0 \tag{3.2.2-1}$$

$$f_{p2}=f_{pm}/10.0 \tag{3.2.2-2}$$

式中 f_{p1} ——微晶玻璃(微晶石)抗弯强度设计值(N/mm²)；
 f_{p2} ——微晶玻璃(微晶石)抗剪强度设计值(N/mm²)；
 f_{pm} ——微晶玻璃(微晶石)弯曲强度平均值(N/mm²)。

3.2.3 铝合金型材的强度设计值应按表 3.2.3 采用。

表 3.2.3 铝合金型材强度设计值(N/mm²)

铝 合 金 材 料			用于构件计算		用于焊接连接计算		用于栓接
牌 号	状 态	厚度 (mm)	抗拉、抗压和抗弯 f	抗剪 f_v	焊接热影响区 抗拉、抗压和抗弯 $f_{u,haz}$	焊接热影响区 抗剪 $f_{v,haz}$	局部承压 f_c^b
6061	T4	所有	90	55	140	80	210
	T6	所有	200	115	100	60	305
6063	T5	所有	90	55	60	35	185
	T6	所有	150	85	80	45	240
6063A	T5	≤10	135	75	75	45	220
		>10	125	70	70	40	
	T6	≤10	160	90	90	50	255
		>10	150	85	85	50	

3.2.4 热轧钢材的强度设计值应按表 3.2.4 采用，钢材等级要求应在 B 级以上。

表 3.2.4 热轧钢材强度设计值(N/mm²)

钢材牌号	厚度或直径 d (mm)	抗拉、抗压、抗弯 f	抗剪 f_v	端面承压 f_{ce}
Q235	$d \leq 16$	215	125	325
	$16 < d \leq 40$	205	120	
	$40 < d \leq 60$	200	115	
Q345	$d \leq 16$	310	180	400
	$16 < d \leq 35$	295	170	
	$35 < d \leq 50$	265	155	

注:表中厚度系指计算点的钢材厚度;对轴心受拉和轴心受压构件系指截面中较厚板件的厚度。

3.2.5 冷成型薄壁型钢的强度设计值应按表 3.2.5 采用。

表 3.2.5 冷弯型薄壁型钢强度设计值(N/mm²)

钢 材 牌 号	抗拉、抗压、抗弯 f	抗剪 f_v	端面承压(磨平顶紧) f_{ce}
Q235	205	120	310
Q345	300	175	400

3.2.6 不锈钢板的抗拉、抗压强度设计值 f_{s2} 可按其屈服强度标准值 $\sigma_{0.2}$ 除以系数 1.15 采用,其抗剪强度设计值 f_{s2}^v 可按其抗拉强度设计值的 0.58 倍采用,也可按表 3.2.6 采用。

表 3.2.6 不锈钢板的强度设计值(N/mm²)

统一数字编号	牌 号	$\sigma_{0.2}$	抗拉强度 f_{s2}^t	抗剪强度 f_{s2}^v	端面承压强度 f_{s2}^c	备 注	
						旧牌号	美标
S30408	06Cr19Ni10	205	178	104	246	0Cr18Ni9	304
S31608	06Cr17Ni12Mo2	205	178	104	246	0Cr17Ni12Mo2	316
S31708	06Cr19Ni13Mo3	205	178	104	246	0Cr19Ni13Mo3	317

3.2.7 螺栓、不锈钢螺栓、焊缝等连接材料强度设计值应按表 3.2.7-1～表 3.2.7-3 采用。

表 3.2.7-1 螺栓连接的强度设计值(N/mm²)

螺栓的性能等级、 锚栓和构件钢材的牌号		普 通 螺 栓						锚 栓	承压型连接 高强度螺栓		
		C 级螺栓			A 级、B 级螺栓						
		抗 拉	抗 剪	承 压	抗 拉	抗 剪	承 压	抗 拉	抗 拉	抗 剪	承 压
		f_t^b	f_v^b	f_c^b	f_t^b	f_v^b	f_c^b	f_t^a	f_t^b	f_v^b	f_c^b
普通螺栓	4. 6、4. 8 级	170	140	—	—	—	—	—	—	—	—
	5. 6 级	—	—	—	210	190	—	—	—	—	—
	8. 8 级	—	—	—	400	320	—	—	—	—	—
锚 栓	Q235 钢	—	—	—	—	—	—	140	—	—	—
	Q345 钢	—	—	—	—	—	—	180	—	—	—
承压型连 接高强度 螺栓	8. 8 级	—	—	—	—	—	—	—	400	250	—
	10. 9 级	—	—	—	—	—	—	—	500	310	—
构 件	Q235 钢	—	—	305	—	—	405	—	—	—	470
	Q345 钢	—	—	385	—	—	510	—	—	—	590
	Q390 钢	—	—	400	—	—	530	—	—	—	615

- 注：1. A 级螺栓用于公称直径 d 不大于 24mm、螺杆公称长度不大于 $10d$ 且不大于 150mm 的螺栓。
2. B 级螺栓用于公称直径 d 大于 24mm、螺杆公称长度大于 $10d$ 或大于 150mm 的螺栓。
3. A、B 级螺栓孔的精度和孔壁表面粗糙度，C 级螺栓孔允许偏差和孔壁表面粗糙度，应按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》(GB 50205)的规定。

表 3.2.7-2 不锈钢螺栓连接的强度设计值(N/mm²)

类 别	组 别	性能等级	σ_b	抗 拉	抗 剪
A(奥氏体)	A1、A2	50	500	230	175
	A3、A4	70	700	320	245
	A5	80	800	370	280
C(马氏体)	C1	50	500	230	175
		70	700	320	245
		100	1000	460	350
	C3	80	800	370	280
C(马氏体)	C4	50	500	230	175
		70	700	320	245
F(铁素体)	F1	45	450	210	160
		60	600	275	210

表 3.2.7-3 焊缝的强度设计值(N/mm²)

焊接方法 和焊条型号	构件钢材		对接焊缝				角焊缝
	牌号	厚度或直 径 d (mm)	抗压 f_c^w	抗拉和抗弯受拉 f_t^w		抗剪 f_v^w	抗拉、抗 压和抗 剪 f_t^w
				一级、二级	三级		
自动焊、半自动焊和 E43 型焊条的手工焊	Q235	$d \leq 16$	215	215	185	125	160
		$16 < d \leq 40$	205	205	175	120	
		$40 < d \leq 60$	200	200	170	115	
自动焊、半自动焊和 E50 型焊条的手工焊	Q345	$d \leq 16$	310	310	265	180	200
		$16 < d \leq 35$	295	295	250	170	
		$35 < d \leq 50$	265	265	225	155	

- 注：1. 自动焊和半自动焊所采用的焊丝和焊剂，应保证其熔敷金属的力学性能不低于现行国家标准《埋弧焊用碳钢焊丝和焊剂》(GB/T 5293)和《埋弧焊用低合金钢焊丝和焊剂》(GB/T 12470)中规定。
2. 焊缝质量等级应按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》(GB 50205)的规定。其中，厚度小于 8mm 钢材的对接焊缝，不应采用超声探伤确定焊缝质量等级。
3. 表中厚度系指计算点的钢材厚度；对轴心受力构件系指截面中较厚板件的厚度。

3.2.8 铝合金结构普通螺栓、铆钉、焊接等连接的强度设计值应按表 3.2.8-1～表 3.2.8-3 采用。

表 3.2.8-1 普通螺栓连接的强度设计值(N/mm²)

螺栓的材料、性能等级 和构件铝合金牌号			普 通 螺 栓								
			铝合金			不锈钢			钢		
			抗拉	抗剪	承压	抗拉	抗剪	承压	抗拉	抗剪	承压
			f_t^b	f_v^b	f_c^b	f_t^b	f_v^b	f_c^b	f_t^b	f_v^b	f_c^b
普 通 螺 栓	铝 合 金	2B11	170	160	—	—	—	—	—	—	—
		2A90	150	145	—	—	—	—	—	—	—
	不 锈 钢	A2-50、A4-50	—	—	—	200	190	—	—	—	—
		A2-70、A4-70	—	—	—	280	265	—	—	—	—
	钢	4.6、4.8级	—	—	—	—	—	—	140	170	—
构 件	6061-T4		—	—	210	—	—	210	—	—	210
	6061-T6		—	—	305	—	—	305	—	—	305
	6063-T5		—	—	185	—	—	185	—	—	185
	6063-T6		—	—	240	—	—	240	—	—	240
	6063A-T5		—	—	220	—	—	220	—	—	220
	6063A-T6		—	—	255	—	—	255	—	—	255
	5083-O/F/H112		—	—	315	—	—	315	—	—	315

表 3.2.8-2 铆钉连接的强度设计值(N/mm²)

铝合金铆钉牌号及构件铝合金牌号		铝 合 金 铆 钉	
		抗剪	承压
		f_t^w	f_c^w
铆钉	5B05-HX8	90	—
	2A01-T4	110	—
	2A10-T4	135	—
构件	6061-T4	—	210
	6061-T6	—	305
	6063-T5	—	185
	6063-T6	—	240
	6063A-T5	—	220
	6063A-T6	—	255
	5083-O/F/H112	—	315

表 3.2.8-3 铝合金结构焊缝的强度设计值(N/mm²)

铝合金母材牌号 及状态	焊 丝 型 号	对接焊缝			角焊缝
		抗拉	抗压	抗剪	抗拉、抗 压和抗剪
		f_t^w	f_c^w	f_v^w	f_t^w
6061-T4	SAIMG-3(Eur 5356)	145	145	85	85
6061-T6	SAISi-1(Eur 4043)	135	135	80	80
6063-T5	SAIMG-3(Eur 5356) SAISi-1(Eur 4043)	115	115	65	65
6063-T6		115	115	65	65
6063A-T5		115	115	65	65
6063A-T6		115	115	65	65
5083-O/F/H112	SAIMG-3(Eur 5356)	185	185	105	105

注:对于两种不同种类合金的焊接,焊缝的强度设计值应采用较小值。

3.2.9 材料的物理力学性能指标应按表 3.2.9 采用。

表 3.2.9 材料的物理力学性能指标

材 料	弹性模量 $E(\text{N/mm}^2)$	泊松比 ν	线膨胀系数 $\alpha(1/^\circ\text{C})$
花岗石板	0.80×10^5	0.125	0.80×10^{-5}
铝合金、单层铝板	0.70×10^5	0.330	2.35×10^{-5}
钢材	2.06×10^5	0.300	1.20×10^{-5}
不锈钢			1.80×10^{-5}
微晶玻璃(微晶石)	0.80×10^5	0.250	0.62×10^{-5}

3.2.10 材料的重力密度标准值可按表 3.2.10 采用。

表 3.2.10 材料的重力密度 $\gamma_g(\text{kN/m}^3)$

材 料	γ_g	材 料	γ_g
花岗石	28.0	铝合金	27.0
大理石	23.0	钢材	78.5
石灰石	21.6	矿棉	1.2~1.5
砂岩	24.0	玻璃棉	0.5~1.0
微晶玻璃(微晶石)	27.0	岩棉	0.5~2.5

3.3 装饰石材

3.3.1 天然石材其外观质量和性能指标应符合表 3.3.1 的规定。

表 3.3.1 天然石材性能要求

石 材 种 类	性 能 要 求
花岗石	符合《天然花岗石建筑板材》(GB/T 18601)、《建筑材料放射性核素限量》(GB 6566)的规定
大理石	符合《天然大理石建筑板材》(GB/T 19766)的规定
砂岩	符合《天然砂岩建筑板材》(GB/T 23452)的规定
石灰石	符合《天然石灰石建筑板材》(GB/T 23453)的规定
板石	符合《天然板石》(GB/T 18600)的规定
异型装饰石材	符合《异型装饰石材》(JC/T 847)的规定

3.3.2 天然石材面板使用要求按其使用部位和特点应符合下列规定：

1 使用天然花岗石,其放射性应按表 3.3.2-1 的规定采用。

表 3.3.2-1 天然花岗石放射性核素限量指标及使用范围

放射性 水平等级	I_{Ra} 内 照射指数	I_r 外 照射指数	使 用 范 围
A	≤ 1.0	≤ 1.3	产销与使用范围不受限制
B	≤ 1.3	≤ 1.9	不可用于Ⅰ类民用建筑的内饰面,但可用于Ⅱ类民用建筑物、工业建筑内饰面及其他一切建筑的外饰面
C	—	≤ 2.8	只可用于建筑物的外饰面及室外其他用途

注:1.Ⅰ类民用建筑包括:如住宅、老年公寓、托儿所、医院和学校、办公楼、宾馆。

2.Ⅱ类民用建筑包括:如商场、文化娱乐场所、书店、图书馆、展览馆、体育馆和公共交通等候室、餐厅、理发店等。

2 室外干挂墙面用天然石材其各项技术指标应符合表 3.3.2-2 的规定或符合设计要求。

表 3.3.2-2 室外干挂天然石材面板各项指标

项 目		天然花岗石		天然大理石	天然石灰石	天然砂岩
		磨光面板	粗面板材			
最小厚度(mm)		≥25mm	≥28mm	≥35mm	≥35mm	≥35mm
体积密度(g/cm ³)		≥2.56		≥2.60	≥2.16	≥2.40
吸水率(%)		≤0.6		≤0.5	≤5.0	≤5.0
干燥	弯曲强度 (N/mm ²)	≥8.0		≥7.0	≥6.0	≥6.0
水饱和						
干燥压缩强度 (N/mm ²)		≥100		≥50	≥28	≥68.9
单块面积(m ²)		不宜大于 1.5		不宜大于 1.0	不宜大于 1.0	不宜大于 1.0

注:有抗冻要求的天然石材幕墙面板的抗冻系数不应小于 80%。

3 室内干挂天然石材面板的各项指标应符合表 3.3.2-3 的规定或符合设计要求。

表 3.3.2-3 室内干挂天然石材面板各项指标

项 目		天然花岗石		天然大理石/天然石灰石/ 天然砂岩
		磨光面板	粗面板材	
高度	≤6m	≥20mm	≥23mm	≥20mm
	>6m	≥25mm	≥28mm	≥25mm
单块面积(m ²)		不宜大于 1.5		不宜大于 1.2

4 地面用天然石材耐磨度 α 应符合表 3.3.2-4 的规定或符合设计要求。

表 3.3.2-4 地面用天然石材面板耐磨度 α 要求

项 目	技术指标(1/cm ³)
轻负重(家庭等)	≥8
中等磨损度(办公、电梯间、酒店大堂)	≥10
严重踩踏(公共区域、楼梯踏步、地铁等)	≥12

注:在两块以上石材拼接时,相邻板块耐磨度差异应不大于 5。

3.3.3 复合石材外观质量和性能指标应按国家现行标准《超薄天然石材型复合板》(JC/T 1049)的规定,并符合下列要求:

1 复合石材面板厚度宜为 3mm~5mm,当天然石材面板表面为粗面时,石材面板厚度应为 8mm。

2 表面应无裂纹、变形、局部缺陷及层间开裂现象。同一批产品颜色、花纹应基本一致。

3 地面使用复合石材时,宜采用陶瓷基石材复合板或石材基石材复合板,石材面板厚度不宜小于 5mm。

4 墙面使用复合石材时,背板宜采用铝合金板或镀铝锌钢

板。铝合金板厚度应不小于 0.5mm,板材表面宜作耐指纹处理,涂层厚度应不小于 5 μ m;镀铝锌钢板应按现行国家标准《连续热镀铝锌合金镀层钢板及钢带》(GB/T 14978)的规定,镀铝锌钢板厚度应不小于 0.35mm,铝锌镀层应不小于 15 μ m。各类涂层均应无起泡、裂纹、剥落等现象。

5 铝蜂窝芯孔径宜不大于 10mm,壁厚不小于 0.05mm,并按国家现行标准《夹层结构用耐久铝蜂窝芯材料规范》(HB 5443)的规定。

6 当超薄型石材蜂窝板用于幕墙时,其总厚度应不小于 20mm。

3.3.4 超薄型石材蜂窝板的主要性能应符合表 3.3.4 的要求。

表 3.3.4 超薄型石材蜂窝板技术指标

类别	项 目	单 位	性 能	检测标准和方法	备 注
背 板 为 铝 板	面密度	kg/m ²	≤16.20	—	石材厚 5mm,铝板 0.5mm,总厚度 20mm
	弯曲强度	N/mm ²	≥17.90	GB/T 17748	—
	压缩强度	N/mm ²	≥1.31	GJB 130	—
	剪切强度	N/mm ²	≥0.67	GJB 130	—
	粘结强度	N/mm ²	≥1.23	GJB 130	—
	螺栓拉拔力	kN	≥3.20	GB/T 17657	—
	冰融循环	循环次数	120 次循环 表面及粘合 层无异常	(-25±2)℃2h ~(50±2)℃2h 75℃温差循环中	-25℃2h~50℃2h

续表

类别	项 目	单 位	性 能	检测标准和方法	备 注
背板为铝板	平均隔声量	dB	32	GBJ 75 面密度 16.2kg/m ²	—
	导热系数	W/(m·K)	0.655	GB/T 10294	—
	防火级别	级	B1	GB 8624	—
	疲劳试验	次	1×10 ⁶ 次 无破坏	GB/T 3075	螺栓直径 M8
	冲击试验	次	10 次无破坏	GB/T 9963	1kg 1m 钢球
背板为镀锌钢板	面密度	kg/m ²	≤18.92	—	石材厚 5mm 镀铝锌钢板 0.35mm 总厚度 20mm
	弯曲强度	N/mm ²	≥32.40	GB/T 17748	—
	压缩强度	N/mm ²	≥1.37	GJB 130	—
	剪切强度	N/mm ²	≥0.68	GJB 130	—
	粘结强度	N/mm ²	≥2.56	GJB 130	—
	螺栓拉拔力	kN	≥3.50	GB/T 17657	—
	冰融循环	循环次数	120 次循环 表面及粘合层无异常	(-35±2)℃ 2h ~(80±2)℃ 2h 115℃ 温差循环中	-35℃ 2h~80℃ 2h
	平均隔声量	dB	32	GBJ 75 面密度 16.2kg/m ²	—
	导热系数	W/(m·K)	0.678	GB/T 10294	—
	防火级别	级	B1	GB 8624	—
	疲劳试验	次	1×10 ⁶ 次 无破坏	GB/T 3075	螺栓直径 M8
	冲击试验	次	10 次无破坏	GB/T 9963	1kg 1m 钢球

3.3.5 人造石材质量应符合下列要求：

1 微晶玻璃(微晶石)性能应符合国家现行标准《建筑装饰用微晶玻璃》(JC/T 872)的规定。微晶玻璃(微晶石)的公称厚度应不小于 20mm,并符合耐急冷急热试验和墨水渗透法检查无裂纹的要求。

2 实体面材应符合国家现行标准《实体面材》(JC 908)的规定。

3 人造合成石技术指标应符合表 3.3.5 的要求。

表 3.3.5 人造合成石主要性能表

性 能 指 标	PC 合成石板	水泥基 合成石板	PMC 聚合物 改性水泥基合成石板	人造砂岩 (砂雕)
抗弯强度(N/mm ²)	≥10.00	≥8.00	≥10.00	≥20.00
抗压强度(N/mm ²)	≥90.00	≥40.00	≥40.00	≥8.00
吸水率(%)	≤0.40	≤6.00	≤6.00	≤0.20
密度(g/cm ³)	≥2.35	≥2.45	≥2.40	≥2.00

3.4 支承结构材料

3.4.1 钢材、钢制品应符合以下要求：

1 金属骨架采用的钢材、钢制品的表面不应有裂纹、气泡、结疤、泛锈、夹渣和折叠等缺陷,其牌号、规格、化学成分、力学性能、质量等级应符合现行国家标准和行业标准的规定。

2 钢材应采用 Q235 钢、Q345 钢,并具有抗拉强度、伸长率、屈服强度和碳、锰、硅、硫、磷含量的合格保证。焊接结构应具有碳含量的合格保证,焊接承重结构以及重要的非焊接承重结构所采用的钢材还应具有冷弯或冲击试验的合格保证。

3 对耐腐蚀有特殊要求或腐蚀性环境中的幕墙结构钢材、

钢制品宜采用不锈钢材质。

4 冷弯薄壁型钢构件应符合现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》(GB 50018)有关规定,且壁厚不小于 3.0mm。表面处理应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》(GB 50205)的有关规定。

5 钢型材表面除锈等级应不低于 Sa2.5 级,并采取热浸镀锌处理、氟碳喷涂等有效的防腐蚀措施。采用热浸镀锌防腐处理时,锌膜厚度应符合现行国家标准《金属覆盖层钢铁制件热镀锌层技术要求及试验方法》(GB/T 13912)的规定。

6 不锈钢材料宜采用奥氏体不锈钢,镍铬总含量宜不小于 25%,且含镍量应不小于 8%;暴露于室外或处于高湿度环境的不锈钢构件镍铬总含量宜不小于 29%,且镍含量应不小于 12%。

7 钢材焊接用焊条,其成分和性能指标应符合现行国家标准《碳钢焊条》(GB/T 5117)、《低合金钢焊条》(GB/T 5118)和国家现行标准《建筑钢结构焊接技术规程》(JGJ 81)的规定。

3.4.2 铝合金材料应符合以下要求:

1 铝合金型材表面清洁、色泽均匀。不应有皱纹、裂纹、起皮、腐蚀斑点、气泡、电灼伤、流痕、发黏以及膜(涂)层脱落等缺陷。

2 铝合金材料的牌号所对应的化学成分应符合现行国家标准《变形铝及铝合金化学成分》(GB/T 3190)的规定;铝合金型材的质量要求、试验方法、检验规则和包装、标志、运输、贮存等应符合现行国家标准《铝合金建筑型材》(GB 5237.1~GB 5237.6)的规定,型材尺寸允许偏差应符合设计要求。

3 铝合金型材的化学成分、力学性能应符合现行国家标准《铝合金建筑型材 第1部分:基材》(GB 5237.1)的规定。

4 铝合金型材应经表面阳极氧化、电泳涂漆、粉末喷涂或氟碳喷涂处理,表面处理层的厚度应符合表 3.4.2-1 和表 3.4.2-2 的要求。

表 3. 4. 2-1 铝合金型材表面处理要求(μm)

表面处理方法		膜层级别	厚度 $t(\geq)$		检 测 标 准
			平均膜厚	局部膜厚	
阳极氧化		AA15	15	12	GB 5237. 2
		AA20	20	16	
		AA25	25	20	
粉末喷涂		—	—	40	GB 5237. 4
氟碳喷涂	三涂	—	40	34	GB 5237. 5
	四涂	—	65	55	

表 3. 4. 2-2 铝合金型材表面处理要求(μm)

表面处理方法	膜层级别	厚度 $t(\geq)$			检测标准
		阳极氧化膜 局部厚度	漆膜局部 膜厚	复合膜 局部膜厚	
电泳涂漆	A	9	12	21	GB 5237. 3
	B	9	7	16	
	S	6	15	21	

5 用穿条工艺生产隔热铝型材,其隔热材料应使用 PA66GF25(聚酰胺 66+25%玻璃纤维)材料,不应采用 PVC(聚氯乙烯)材料,并应符合现行国家标准《铝合金建筑型材用辅助材料 第 1 部分:聚酰胺隔热条》(GB/T 23615.1)的规定;用浇注工艺生产的隔热铝型材,其隔热材料应使用 PUR(聚氨基甲酸酯)材料。

6 隔热铝合金型材外观质量、力学性能,其纵向剪切强度、横向拉伸强度、高温持久负荷等性能应符合表 3. 4. 2-3 的要求。

表 3.4.2-3

隔热铝合金型材性能要求

检测项目	复合方式	性 能 要 求						
		纵向抗剪特征值 (N/mm)			横向抗拉特征值 (N/mm)			变形量平均值 (mm)
		室温	低温	高温	室温	低温	高温	
纵向剪切试验 横向拉伸试验	穿条式	≥24	≥24	≥24	≥24	—	—	—
	浇注式	≥24	≥24	≥24	≥24	≥24	≥12	—
高温持久 负荷试验	穿条式	—	—	—	—	≥24	≥24	隔热型材变形量 平均值≤0.6
热循环试验	浇注式	≥24	—	—	—	—	—	隔热型材变形量 平均值≤0.6

3.5 锚固件、紧固件、连接件与挂件

3.5.1 锚固件应符合以下要求：

1 锚栓应符合国家现行标准《混凝土用膨胀型、扩孔型建筑锚栓》(JG 160)、《混凝土结构后锚固技术规程》(JGJ 145)的规定，可采用碳素钢、不锈钢或合金钢材料。

2 化学螺栓和锚固胶的化学成分、力学性能应符合设计要求，其主要性能指标应符合表 3.5.1 的规定。

表 3.5.1

化学锚固件主要性能指标

性能	密 度	抗压强度	抗折强度	剪切强度	振动疲劳	粘 结 强 度
指标	(1.9~2.2) g/cm ³	≥60 N/mm ²	≥20 N/mm ²	≥36 N/mm ²	>800 万次	胶/混凝土 C20 ≥7N/mm ² ； 胶/黏土砖 ≥3N/mm ² ； 胶/普通圆钢 ≥11N/mm ² ； 胶/螺纹钢 ≥16N/mm ²

3 化学锚固件应具有耐酸碱、耐低温、耐老化、无膨胀性应力;耐热性能良好,常温下无蠕变;耐水渍,在潮湿环境中长期负荷稳定。

4 化学锚固件的药剂必须在有效期内使用。

3.5.2 螺栓、螺钉、螺柱、螺母等紧固件产品规格、尺寸、公差、重量及机械性能、化学成分应符合现行国家标准《紧固件机械性能 不锈钢螺栓、螺钉和螺柱》(GB/T 3098.6)和《紧固件机械性能 不锈钢螺母》(GB/T 3098.15)的规定。

3.5.3 连接件宜选用不锈钢或铝合金材料,也可采用热浸锌钢材,材料性能应符合国家或行业标准的规定,并具备产品合格证、质量保证书及性能的检测报告。

3.5.4 挂件与背栓应符合以下要求:

1 石材挂件应符合国家现行标准《干挂饰面石材及其金属挂件 第2部分:金属挂件》(JC 830.2)的规定,还应符合如下要求:石材挂件应采用不锈钢整体铸造件或铝合金型材,不锈钢挂件厚度不应小于3mm,铝合金挂件厚度不应小于4mm。

2 背栓的螺杆、套筒、扩压环材质应采用奥体不锈钢材质,背栓直径不应小于6mm。背栓连接应采用不锈钢螺栓固定,螺栓直径不应小于6mm。

3 背栓的材料性质和力学性能应符合设计要求,并由有相应资质的检测机构出具检测报告。

3.6 结构胶与密封材料

3.6.1 硅酮结构密封胶应符合现行国家标准《建筑用硅酮结构密封胶》(GB 16776)的规定。硅酮结构密封胶不应与聚硫密封胶接触使用。

3.6.2 双组分产品两组分的颜色应有明显区别。

3.6.3 硅酮结构密封胶的物理性能应符合表3.6.3的要求。

表 3.6.3 硅酮结构密封胶物理力学性能

检 测 项 目			单 位	技术指标
下垂度	垂直放置		Mm	≤3
	水平放置		—	不变形
挤出性 ^a			S	≤10
适用期 ^b			Min	≥20
表干时间			H	≤3
硬度(Shore A)			—	20~60
拉伸粘结性	拉伸粘结强度	23℃	N/mm ²	≥0.60
		90℃	N/mm ²	≥0.45
		—30℃	N/mm ²	≥0.45
		浸水后	N/mm ²	≥0.45
		水-紫外线光照后	N/mm ²	≥0.45
拉伸粘结性	粘结破坏面积		%	≤5
	最大拉伸强度时伸长率(23℃)		%	≥100
热老化	热失重		%	≤10
	龟裂		—	无龟裂
	粉化		—	无粉化

注:1. a 仅适用于单组分产品。

2. b 仅适用于双组分产品。

3.6.4 硅酮建筑密封胶应符合表 3.6.4 的要求。

表 3.6.4 硅酮建筑密封胶的性能要求

检 测 项 目		单 位	技 术 指 标			
			25HM	20HM	25LM	20LM
密度		g/cm ³	规定值±0.1			
下垂度	垂直放置	Mm	≤3			
	水平放置	—	不变形			
表干时间		H	≤3 ^a			
挤出性		ml/min	≥80			
弹性恢复率		%	≥80			
拉伸模量	23℃	N/mm ²	>0.4 或>0.6		≤0.4 和≤0.6	
	—20℃					
定伸粘结性		—	无破坏			
紫外线辐照后粘结性 ^b		—	无破坏			
冷拉-热压后粘结性		—	无破坏			
浸水后定伸粘结性		—	无破坏			
质量损失率		%	≤10			

注：1. a 允许采用供需双方商定的其他指标。

2. b 此项仅适用于 G 类产品。

3.6.5 石材的接缝密封胶宜采用专用的石材密封胶,其性能应符合表 3.6.5 的要求。

表 3.6.5 石材用建筑密封胶性能要求

检 测 项 目		单位	技 术 指 标						
			50HM	25HM	20HM	50LM	25LM	20LM	12. 5E
下垂度	垂直放置	mm	≤3						
	水平放置	—	不变形						
表干时间		h	≤3						
挤出性		ml/min	≥80						
弹性恢复率		%	≥80						≥40
拉伸模量	23℃	N/mm ²	>0. 4 或>0. 6			≤0. 4 和≤0. 6			—
	—20℃								
定伸粘结性		—	无破坏						
冷拉-热压后粘结性		—	无破坏						
浸水后定伸粘结性		—	无破坏						
质量损失率		%	≤5. 0						
污染性	污染宽度	mm	≤2. 0						
	污染深度								

3.6.6 聚氨酯建筑密封胶的物理力学性能应符合表 3.6.6 的要求。

表 3.6.6 聚氨酯建筑密封胶性能要求

检 测 项 目		单位	技 术 指 标		
			25HM	25LM	20LM
密度		g/cm ³	规定值±0.1		
流动性	下垂度(N型)	Mm	≤3		
	流平性(L型)	—	光滑平整		
表干时间		H	≤24		
挤出性 ^a		ml/min	≥80		
适用期 ^b		H	≥1		
弹性恢复率		%	≥70		
拉伸模量	23℃	N/mm ²	>0.4 或>0.6		≤0.4 和≤0.6
	—20℃				
定伸粘结性		—	无破坏		
冷拉-热压后粘结性		—	无破坏		
浸水后定伸粘结性		—	无破坏		
质量损失率		%	≤7		

注：1. a 此项仅适用于单组分产品。

2. b 此项仅适用于多组分产品，允许采用供需双方商定的其他指标值。

3.6.7 硅酮结构密封胶和硅酮建筑密封胶应具备产品合格证、有保质年限的质量保证书及符合性能要求的检测报告。

3.6.8 同一石材幕墙工程应采用同一品牌的硅酮结构密封胶和硅酮建筑密封胶。

3.6.9 硅酮结构密封胶和硅酮建筑密封胶必须在有效期内使用，使用前应经有相应资质的检测机构进行与其接触材料的相容

性试验。石材建筑密封胶应做污染性试验。用于室外幕墙的硅酮结构密封胶应做剥离粘结性试验和邵氏硬度试验。

3.6.10 硅酮结构密封胶采用底漆时,应符合如下规定:

1 必须经有相应资质的检测机构做相容性试验和剥离粘结性试验。

2 硅酮结构密封胶与配套使用的底漆应由同一生产厂配制。底漆应有明显的颜色识别,并提供使用说明书。

3 必须严格按照使用说明书的要求操作。

3.6.11 硅酮结构密封胶和硅酮建筑密封胶应标明:产品名称、产品标记、生产厂名称及厂址、生产日期、产品生产批号、贮存期、包装产品净容量、产品颜色、产品使用说明等。

3.6.12 橡胶材料应符合现行国家标准《建筑门窗、幕墙用密封胶条》(GB/T 24498)、《工业用橡胶板》(GB/T 5574)和国家现行标准《建筑橡胶密封垫-预成型实心硫化的结构密封垫用材料规范》(HG/T 3099)的规定。宜采用三元乙丙橡胶、硅橡胶、氯丁橡胶,密封胶条应为挤出成型,橡胶块应为压模成型。

3.6.13 橡胶密封材料应有良好的弹性和抗老化性能,低温时能保持弹性,不发生脆性断裂。

3.7 粘结材料

3.7.1 饰面石材用胶粘剂根据用途不同可选用复合用胶粘剂、增强用胶粘剂、组合连接用胶粘剂、水泥基胶粘剂、反应型树脂胶粘剂。

3.7.2 石材用的胶粘剂不应对人体与环境造成有害的影响,不应対石材造成污染,其性能应符合现行国家标准《饰面石材用胶粘剂》(GB 24264)的规定。

3.7.3 饰面石材安装用水泥基胶粘剂力学性能应符合表 3.7.3 的规定。

表 3.7.3 水泥基胶粘剂技术指标 (N/mm²)

项 目	普通地面		重负荷地面及墙面	
	普通型	快速硬化型	普通型	快速硬化型
拉伸粘结强度	≥0.5	—	≥1.0	≥1.0
浸水后拉伸粘结强度				
热老化后拉伸粘结强度				
冻融循环后拉伸粘结强度				
晾置 20min 后拉伸粘结强度	—	≥0.5	—	≥0.5
早期拉伸粘结强度(24h)				
晾置 10min 后拉伸粘结强度				

3.7.4 反应型树脂胶粘剂各组分分别搅拌后应为细腻、均匀黏稠液体或膏状物,不应有离析、颗粒和凝胶,各组颜色应有明显差异。

3.7.5 反应型树脂胶粘剂的适用期宜大于 30min,快固型和特殊要求的可由供需双方商定。

3.7.6 饰面石材用反应型树脂胶粘剂的物理力学性能应符合表 3.7.6 的规定。

表 3.7.6 反应型树脂胶粘剂技术指标

项 目	单位	生 产			安 装	
		复合	增强	组合连接	地面	墙面
压剪粘结强度	N/mm ²	≥5.0	≥5.0	≥10.0	≥2.0	≥10.0
浸水后压剪粘结强度	N/mm ²			≥8.0		≥8.0
热老化后压剪粘结强度	N/mm ²			≥8.0		≥8.0
高低温交变循环后压剪粘结强度	N/mm ²	—	—	—	—	—
冻融循环后压剪粘结强度	N/mm ²	≥4.0	≥4.0	≥8.0		≥8.0
拉剪粘结强度(石材-金属)	N/mm ²	—	—	≥8.0		≥8.0
冲击强度	kJ/m ²			≥3.0		≥3.0
弯曲弹性模量	N/mm ²			≥2000		≥2000

3.7.7 石材幕墙金属挂件与石材间粘结、固定和填缝的粘结材

料,应具有高机械性抵抗力。选用干挂石材用环氧胶粘剂时,其物理力学性能应符合表 3.7.7 的要求。

表 3.7.7 环氧胶粘剂物理力学性能

项 目			技 术 指 标	
			快 固	普 通
适用期 ^a			min	5~30
弯曲弹性模量			N/mm ²	≥2 000
冲击强度			kJ/m ²	≥3.0
拉剪强度(不锈钢-不锈钢)			N/mm ²	≥8.0
压剪强度	石材-石材	标准条件 48h	N/mm ²	≥10.0
		浸水 168h	N/mm ²	≥7.0
		热处理 80℃,168h	N/mm ²	≥7.0
		冻融循环 50 次	N/mm ²	≥7.0
	石材-不锈钢	标准条件 48h	N/mm ²	≥10.0

注:a 适用期指标也可由供需双方商定。

3.7.8 石材的拼花拼接应使用具有耐候、抗老化,固化后防水、防湿,并对石材颜色的拼花拼接艺术效果不产生影响的专用透明环氧胶粘材料。石材透明环氧胶力学性能及使用参数应符合表 3.7.8 的要求。

表 3.7.8 石材拼花透明环氧胶力学性能与使用参数

项 目		参 数
产品种类		透明干挂胶
胶体状态		白色油膏状
双组分混合比例		1 : 1
混合后外观		透明略带白色
常温(25℃)	有效施工时间(min)	45
	初干时间(h)	8
	完全凝固时间(h)	24

续表

项 目		参 数
施工温度范围(℃)		10~70
干涸后性能稳定温度(℃)		-40~60
力学参数	抗拉强度(MPa)	26
	抗压强度(MPa)	75
	抗剪强度(MPa)	21
	吸水率(25℃,10d)(%)	0.5

3.8 填缝材料

3.8.1 填缝材料应容易清理,不应污染石材,影响石材饰面的外观。

3.8.2 伸缩缝和特殊场合使用的填缝材料应符合设计要求。

3.8.3 水泥基填缝剂的技术要求应符合表 3.8.3 的规定。

表 3.8.3 水泥基填缝剂技术要求

项 目		单 位	技 术 指 标		
			普通型 (GG1)	快硬型 (GG1F)	增强型 (GG2A)
耐磨损性		mm ³	<2000		≤1000
收缩值		mm/m	<3.0		<3.0
抗折 强度	标准试验条件 28d	N/mm ²	>2.5		>2.5
	冻融循环后	N/mm ²	>2.5		>2.5

续表

项 目		单 位	技 术 指 标		
			普通型 (GG1)	快硬型 (GG1F)	增强型 (GG2A)
抗压 强度	标准试验条件 28d	N/mm ²	>15.0		>15.0
	冻融循环后	N/mm ²	>15.0		>15.0
吸水量	30min	G	<5.0		≤2.0
	240min	G	<10.0		≤5.0
标准条件养护下抗压强度 24d		N/mm ²	—	>15.0	—

3.8.4 反应型树脂填缝剂的技术要求应符合表 3.8.4 的规定。

表 3.8.4 反应型树脂填缝剂技术要求

项 目	单 位	技 术 指 标
耐磨损性	mm ³	≤250
收缩值	mm/m	≤1.5
标准试验条件 28d 的抗折强度	N/mm ²	≥30.0
标准试验条件 28d 的抗压强度	N/mm ²	≥45.0
240min 吸水量	G	≤0.1

3.9 石材护理材料

3.9.1 清洗材料应符合以下要求：

1 清洗剂具有水斑清洗、锈斑清洗、色斑清洗、油污清洗、白华清洗、石材除胶清洁等不同功能,应针对不同的石材品种及不同的污染物选择不同功能的清洗剂。

2 石材清洗剂应有详细的使用说明和适用范围。

3 石材清洗剂不应造成石材颜色的改变或对石材产生腐蚀及其他形式的损害。

4 石材清洗剂不应对石材产生内在的破坏性影响,不得降低石材安全性能。

3.9.2 防护材料应符合以下要求:

1 天然石材使用的防护剂应符合国家现行标准《建筑装饰用天然石材防护剂》(JC/T 973)的规定。

2 石材防护剂应有出厂合格证和使用说明书,进口石材防护剂应提供商检报告和原产地证明。

3 防护剂宜选择渗透性和透气性好的有机硅类及有机氟硅类防护剂。防护剂的防水性、耐碱性、耐酸性和渗透性应作为主要的技术指标。

4 应根据石材的品种、石材使用的环境、石材的安装方法及石材的防护设计要求等因素合理选择防护剂。

5 石材防护剂进场时应抽样检测,并在其所使用的石材上进行防护试验。

6 在地面石材底面使用防护剂时,应保证其与水泥粘结材料的相容性。

7 石材工程使用的特殊防护材料应符合设计要求。

3.9.3 抛光和结晶材料应符合以下要求:

1 使用抛光粉、结晶剂不应在石材表面产生污染、腐蚀及其他形式的损害。

2 结晶处理后的石材地面应达到相应的防滑技术要求。

3 结晶处理应能提高石材表面硬度、耐磨度、光泽度,改善石材的防水、抗污染性能,并应能修补石材表面的细小缺陷。

3.9.4 使用防滑材料,应使石材地面保持石材的装饰效果和使用功能,并符合如下防滑性能的要求:

1 通常情况下,防滑等级应不低于1级。

2 对于室内老人、儿童、残疾人等活动较多的场所,防滑等

级应达到 2 级。

3 对于室内易浸水的地面,防滑等级应达到 3 级。

4 对于室内有设计坡度的干燥地面,防滑等级应达到 2 级,有设计坡度的易浸水的地面,防滑等级应达到 4 级。

5 对于室外有设计坡度的地面,防滑等级应达到 4 级,其他室外地面的防滑等级应达到 3 级。

3.9.5 石材防水背胶应符合以下要求:

1 对于室内外采用粘接法施工的石材,宜在大板或成品板背面按程序规定涂刷石材防水背胶;也可在大板生产时直接在石材背面涂刷石材防水背胶,省略大理石大板生产时常用的背网。

2 石材防水背胶的性能指标应符合表 3.9.5 的规定。

表 3.9.5 石材防水背胶的性能指标

检 验 项 目		性 能 指 标
拉伸粘结强度	标准养护	$\geq 1.0\text{MPa}$
	浸水后	$\geq 1.0\text{MPa}$
	热老化后	$\geq 1.0\text{MPa}$
	碱处理后	$\geq 1.0\text{MPa}$
	冻融循环后	$\geq 1.0\text{MPa}$
拉伸强度保留系数	浸水后	≥ 0.7
	热老化后	≥ 0.7
拉伸强度保留系数	碱处理后	≥ 0.7
	冻融循环后	≥ 0.6
抗渗性		500mm 水柱 24h 无渗漏

4 石材建筑装饰性能设计

4.1 一般规定

4.1.1 石材建筑装饰设计应根据建筑物的性质、使用年限、使用功能、立面设计、节能要求、建筑所处环境及石材本身的物理化学性能等因素,经技术经济综合分析后确定石材的品种、质量、加工工艺和施工方法。在符合使用性能的前提下,应满足视觉、美学的艺术效果。

4.1.2 对于建筑所处环境的风荷载、地震及气候变化,石材建筑装饰应具有相应的抵抗能力和适应能力。

4.1.3 石材建筑装饰应便于维护和清洁。高度超过 50m 的石材幕墙应设置清洗设施。

4.1.4 石材工程设计,应要求建立石材品种档案。档案资料应包括石材类别、名称、质量等级、原产地、矿点、采矿时间、供应企业和联系方式等数据。进口石材应附商检报告。

4.2 石材建筑装饰效果

4.2.1 当不同功能的建筑外形、内部空间、园林广场和景观采用石材装饰设计时,应充分考虑利用不同石材组合和各种石材产品形式搭配,同时利用不同石材色彩和各种石材表面处理效果,符合设计风格。

4.2.2 应通过对石材表面抛光、磨光、火烧、凿毛、剁斧、喷沙、仿古等不同工艺处理,达到不同使用功能和装饰效果。

4.2.3 应通过选用同种、同层、同批矿山石材,加工控制,排板预

拼,对纹选色,编号安装等措施减少石材色差。

4.2.4 石材建筑装饰设计可利用石材纹理的方向性和连续性进行设计拼接,形成特有的图案。

4.2.5 石材墙面装饰设计可充分利用石材腰线、转角线、外窗套、门套线、檐口线、踢脚线、装饰条、间隔条、棱柱、圆柱、天花线、石材雕花、边框线、火烧痕迹等不同石材产品和加工工艺,体现设计风格与装饰效果。

4.2.6 石材地面装饰设计可利用拼花、条块分割、边角、线条组合和不同表面处理达到使用功能和视觉美学效果。

4.3 石材的选择

4.3.1 石材选择应从石材荒料开始,当工程用量不大或无法从荒料开始时,应从毛光板开始选择。

4.3.2 石材的选择应充分考虑石材的分类和特征,并应符合表 4.3.2 的要求。

表 4.3.2 天然石材选择的分类和特征用途

名称	分 类	特 征	主 要 用 途
花岗石	—	硬度高、耐酸碱、抗风化能力强	适用于室内外墙面、柱面、地面、广场、路面等
大理石	方解石	主要由方解石(碳酸钙)组成,重结晶而形成特有的晶质结构	适用于室内墙地面
	白云石	主要由白云石(碳酸镁)组成,变质期通过温度压力形成晶质结构	适用于室内墙地面
	蛇纹石	主要由蛇纹石(硅酸镁水合物)组成,绿色或深绿色,伴有由方解石、白云石或菱镁矿等组成的脉纹	适用于室内墙地面

续表

名称	分 类	特 征	主 要 用 途
大理石	凝灰石	多孔渗水分层结构,含一些方解石晶体的凝灰岩	适用于室内墙面
石灰石	低密度	密度在 $(1.76 \sim 2.16) \text{ g/cm}^3$ 范围内	适用于室内墙面
	中密度	密度在 $(2.16 \sim 2.56) \text{ g/cm}^3$ 范围内	适用于室内墙面 ^a
	高密度	密度在 2.56 g/cm^3 以上	适用于室内墙地面 ^a
砂岩	砂岩	二氧化硅含量在 $60\% \sim 90\%$	适用于室内外墙面
	石英砂岩	二氧化硅含量在 $90\% \sim 95\%$	
	石英岩	二氧化硅含量在 95% 以上	
板石	瓦板	弯曲强度大于 40 MPa	适用于屋顶盖板
	饰面板	弯曲强度大于 10 MPa	适用于室内外墙地面

注:表中 a 对应的石灰石,当板材的厚度 $\geq 35 \text{ mm}$ 、干燥及水饱和弯曲强度达到 6.0 N/mm^2 、石材做好防护处理后,也可用于室外墙面。大理石不宜用于室外装饰。

4.3.3 不同场合使用的石材应依据石材的物理力学性能确定,并应符合表 4.3.3 的要求。

表 4.3.3 不同使用场合石材的物理力学性能要求

使用场合与部位	常 用 物 理 力 学 性 能									
	吸水率	干燥压缩强度	冻融压缩强度	抗折强度	抗冲击强度	耐磨强度	肖氏强度	密度	气孔率	耐酸碱
外墙装饰	☆☆	☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆	☆	☆	☆	☆☆☆	☆☆☆

续表

使用 场合 与部 位	常 用 物 理 力 学 性 能									
	吸水率	干燥压 缩强度	冻融压 缩强度	抗折 强度	抗冲击 强度	耐磨 强度	肖氏 强度	密度	气孔率	耐酸碱
内墙 装饰	☆	☆	☆	☆	☆☆	☆	☆	☆	☆	☆
室外 地面	☆☆	☆☆	☆☆☆	☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆	☆☆	☆☆☆
室内 地面	☆☆☆	☆	☆	☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆	☆	☆☆	☆☆
楼梯	☆	☆☆	☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆	☆	☆
屋顶	☆☆☆	☆	☆☆☆	☆	☆	☆	☆	☆☆	☆☆	☆☆☆

注：☆不太重要；☆☆重要；☆☆☆很重要。

4.3.4 对含有氧化铁、硫化铁、无机盐等成分比例较高的石材用于外墙应予以限制，或通过加强对石材的防护后使用；对热膨胀系数高、导热导电率高的石材应限制用于外墙。

4.4 石材幕墙性能设计

4.4.1 石材幕墙的性能等级应根据建筑物使用功能和建筑物的类别、高度、体型以及建筑物所在的地理气候及环境条件确定。

4.4.2 石材幕墙的气密性能指标不应大于 $1.2\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ，并符合相关建筑节能设计标准的要求。开放式石材幕墙的气密性能可不作规定。

4.4.3 石材幕墙的水密性应符合以下要求：

1 石材幕墙的水密性设计取值按下式计算：

$$P = 1000 \mu_z \mu_s w_0 \quad (4.4.3)$$

式中 P —— 水密性设计值(N/m^2)；

μ_z ——风压高度变化系数,按现行国家标准《建筑结构荷载规范》(GB 50009)的规定采用;

μ_s ——风荷载体型系数,可取 1.2;

w_0 ——基本风压(kN/m^2),按现行国家标准《建筑结构荷载规范》(GB 50009)的规定采用,上海地区按 0.55 采用。

2 石材幕墙的水密性取值不应小于 $1\,000\text{N/m}^2$ 。开放式石材幕墙的水密性能不作规定。

3 石材幕墙水密性能分级指标值应符合表 4.4.3 的要求。

表 4.4.3 石材幕墙水密性能分级

分级代号		1	2	3	4	5
分级 指标值 $\Delta P(\text{Pa})$	固定 部分	$500 \leq \Delta P < 700$	$700 \leq \Delta P < 1000$	$1000 \leq \Delta P < 1500$	$150 \leq \Delta P < 2000$	$\Delta P \geq 2000$
	可开启 部分	$250 \leq \Delta P < 350$	$350 \leq \Delta P < 500$	$500 \leq \Delta P < 700$	$700 \leq \Delta P < 1000$	$\Delta P \geq 1000$

注:5 级时需同时标注固定部分和开启部分 ΔP 的测试值。

4 有水密性要求的石材幕墙在现场淋水试验中,不应发生水渗漏现象。

4.4.4 石材幕墙的抗风压性能应符合以下要求:

1 抗风压性能指标应根据石材幕墙所受的风荷载标准值 w_k 确定。风荷载标准值的计算应符合本规范 6.2.1 条规定。

2 石材幕墙的抗风压性能指标值,墙面应不小于 1.0kN/m^2 ,墙角边不应小于 1.5kN/m^2 。

3 开放式石材幕墙的抗风压性能应符合设计要求。

4 抗风压性能分级指标应符合表 4.4.4 的要求。

表 4.4.4

抗风压性能分级指标

分级代号	1	2	3	4	5
分级指标值 P_3 (kPa)	$1.0 \leq P_3$ < 1.5	$1.5 \leq P_3$ < 2.0	$2.0 \leq P_3$ < 2.5	$2.5 \leq P_3$ < 3.0	$3.0 \leq P_3$ < 3.5
分级代号	6	7	8	9	—
分级指标值 P_3 (kPa)	$3.5 \leq P_3$ < 4.0	$4.0 \leq P_3$ < 4.5	$4.5 \leq P_3$ < 5.0	$P_3 \geq 5.0$	—

注:1、9级时需同时标注 P_3 的测试值,如属 9 级(5.5kPa)。

2. 分级指标值 P_3 为正、负风压测试值绝对值的较小值。

5 在抗风压性能指标值作用下,石材幕墙的支承结构和面板的挠度限值应符合本规范相关章节的规定。

4.4.5 石材幕墙的平面内变形性能应符合以下要求:

1 主体结构楼层弹性层间位移角控制值应按层间高度内弹性层间位移量计算。

2 石材幕墙的平面内变形性能指标值应不小于主体结构弹性层间位移角控制值的 3 倍,且不宜小于 1/200。

4.4.6 石材幕墙的空气隔声性能设计应根据建筑物的使用功能和室内环境要求进行,并符合空气计权隔声量等级指标。隔声量应不小于 30dB。

4.4.7 石材幕墙的耐撞击性能应符合设计要求,耐撞击性能指标不应小于 $700\text{N} \cdot \text{m}$ 。

4.5 节能设计

4.5.1 公共建筑采用石材外装饰时,石材与结构重合部位,都应作为实墙对待,应符合外墙传热系数的要求。

4.5.2 在计算外墙的热工性能时,应包括石材面板、主体结构及其中的保温隔热层在内。

4.5.3 在石材外装饰的设计中宜对空气层作逐层封闭,或利用

窗侧板、窗台板补充封闭；在水平方向可按房间开间或在框架柱部位作封闭。

4.5.4 宜采用岩棉、矿棉、玻璃棉等符合防火设计要求的材料作为隔热保温材料,并符合现行国家标准《绝热用岩棉、矿渣棉及其制品》(GB/T 11835)、《绝热用玻璃棉及其制品》(GB/T 13350)的规定。粘结、固定隔热保温层的材料应符合防火设计要求。

4.5.5 石材面板后部设置保温材料时,保温材料应有支承构造,保温材料与面板或与主体结构外表面之间应有不小于 50mm 的空气层。易潮湿的保温材料不应直接暴露在外部环境中。

4.5.6 用于建筑围护结构石材热阻计算应按以下公式：

$$R=\frac{\sigma}{\lambda} \tag{4.5.6}$$

式中 R —— 材料层的热阻($\text{m}^2 \cdot \text{k}/\text{W}$)；
 σ —— 材料层石材厚度(m)；
 λ —— 材料的导热系数 $[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{k})]$ 应按表 4.5.6 规定采用。

表 4.5.6 石材导热系数取值表

材料名称	干密度 ρ_0 (kg/m^3)	导热系数 λ [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{k})$]
花岗石	2 800	3.49
大理石	2 800	2.91
石灰石	2 000	1.16

注：1. 石材热工计算各项物理指标值可按实际检测值取用,无检测的可按此表规定取值。
2. 天然砂岩种类及性能差异太大,对需要做石材热工计算的,需以实际检测值取值。

4.6 防火设计

4.6.1 石材建筑装饰工程防火封堵构造系统的填充料及其保护性面层材料,应采用耐火极限符合防火设计要求的可燃或难燃材

料,并符合消防规定。

4.6.2 石材建筑装饰工程的防火封堵构造系统,在正常使用条件下,应具有伸缩变形能力、密封性和耐久性;在遇火状态下,应在规定的耐火时限内,不发生开裂、移位或脱落,保持相对稳定性。

4.6.3 石材面板与各层楼板、隔墙外沿间的缝隙,当采用岩棉或矿棉封堵时,其厚度不应小于 100mm,并应填充密实;楼层间水平防火带的岩棉或矿棉应采用厚度不小于 1.5mm 的镀锌钢板承托;承托板与主体结构、幕墙结构之间的缝隙应填充防火密封胶密封。

4.6.4 楼层间防火封堵的位置宜位于梁底,并与横梁或立柱相连接。严禁直接用胶料粘接在石材面板的内侧面。

4.6.5 防火封堵材料应符合现行国家标准《防火封堵材料》(GB 23864)的相关规定;防火密封胶应符合现行国家标准《建筑用阻燃密封胶》(GB/T 24267)的规定。

4.7 防雷设计

4.7.1 石材建筑应按建筑物的防雷分类采取防直击雷、侧击雷、雷电感应以及等电位连接措施。建筑主体设计应明确主体建筑的防雷分类。石材建筑的防雷系统设计应由建筑装饰工程设计与主体设计共同完成。

4.7.2 除第一类防雷建筑物外,采用金属框架支承的石材幕墙宜利用其金属本体作为接闪器,并应与主体结构的防雷体系可靠连接。

4.7.3 石材建筑装饰工程的防雷设计除应符合本规范的规定外,尚应符合现行国家标准《建筑防雷设计规范》(GB 50057)和国家现行标准《民用建筑电气设计规范》(JGJ 16)的规定。

4.7.4 石材建筑应按防雷分类设置屋面接闪器、立面接闪带、等

电位连接环和防雷接地引下线(图 4.7.4),应符合表 4.7.4 的要求。幕墙金属框架可按 100m^2 划分网格,网格角点应与防雷系统相连接。

表 4.7.4 石材幕墙建筑防雷系统常见节点间距

建筑物 防雷 分类	屋面接闪器 网格尺寸(m)	立面 30m 及 以上水平 接闪带垂 直间距(m)	等电位连接环 垂直间距 D_h (m)	接地线	
				水平间距 D_w (m)	
第一类	$\leq 5 \times 5$ (或 6×4)	≤ 6	≤ 12	≤ 12	建筑每柱或 角柱与每隔 1 注
第二类	$\leq 10 \times 10$ (或 12×8)	—	≤ 3 层	≤ 18	角柱与每隔 1 柱
第三类	$\leq 20 \times 20$ (或 24×16)	—	≤ 3 层	≤ 25	角柱与每隔 2 柱

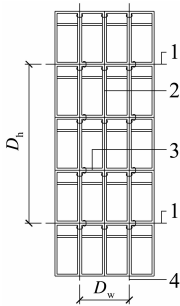


图 4.7.4 石材幕墙建筑防雷系统立面局部示意图

1—环向防雷接地钢筋(等电位连接环);2—立柱;3—横梁;
4—竖向防雷接地钢筋(防雷接地引下线)

4.7.5 构件式石材幕墙防雷构造应符合以下要求：

- 1 外侧的金属型材应连接成电气通路。
- 2 石材幕墙横、竖构件的连接,相互间的接触面积不应小于 50mm^2 。
- 3 石材幕墙立柱套芯上下、石材幕墙与建筑物主体结构之

间,应按导体连接材料截面的规定连接或跨接。

4 构件连接处有绝缘层材料覆盖的部位,应采取措施形成有效的防雷电气通路。

5 屋面和女儿墙部位应通过设置避雷均压环和防雷引下线,安全地把雷电流引到建筑物的防雷网,并导通到接地装置。

4.7.6 石材建筑装饰选用的防雷连接材料截面积应符合表 4.7.6 的规定。

表 4.7.6 防雷连接材料截面积(mm²)

防 雷 连 接 材 料	截 面 积
铜质材料	≥16
铝质材料	≥25
钢质材料	≥50
不锈钢材料	≥50

4.7.7 钢质连接件(包括钢质绞线)连接的焊缝处应做表面防腐处理。

4.7.8 不同材质金属之间的连接,应采取不影响电气通路的防电偶腐蚀措施。不等电位金属之间应防止接触性腐蚀。

4.7.9 石材建筑防雷接地电阻值应符合表 4.7.9 的规定。

表 4.7.9 防雷接地电阻(Ω)

接 地 方 式	电 阻 值
共用接地	≤1.0
独立接地每根引下线的冲击电阻	≤10.0

4.8 安全设计

4.8.1 石材幕墙面板的板块及其支承结构不应跨越主体结构的变形缝。与主体结构变形缝相对应部位的幕墙构造,应能适应主

体结构的变形量。

4.8.2 石材幕墙周边宜设置安全隔离带,主要出入口上方应有安全防护设施,人员密集处可采取设置绿化带、有顶棚的走廊等措施。

4.8.3 以铝合金板或镀铝锌钢板为基底的超薄石材复合板可在建筑高度不大于 80m、设防烈度不大于 8 度的石材幕墙中应用,否则应进行充分的技术论证。

4.8.4 室外墙、柱面石材板块的分格应符合建筑外立面设计,且应符合板块连接构造(短槽、通槽、背栓等)的相关要求。当石材板块分格受建筑立面设计局限而不能符合板块连接构造的相关要求时,应有经验算的或技术论证的安全技术措施。

4.8.5 洞石面板影响结构安全的空洞应用同质材料填充密实,填充密实后的强度应经法定检测机构检测,并应符合本规范表 3.3.2-2 和表 3.3.2-3 的要求。

4.8.6 水平悬挂、倾斜挂装及大规格石材线条应有防止石材碎裂坠落的可靠措施。

4.8.7 石材圆柱、方柱、异形柱柱帽、大规格石材线条、倾斜挂装的石材线条应有防倾覆措施设计。

4.8.8 建筑物的石材墙角、柱角设计应充分考虑其承受碰撞、冲击等因素,不宜设计成锐角,具体可参考本规范附录 B。

4.8.9 吊顶石材饰面不得设计为承重构件,严禁采用粘贴法安装。

4.8.10 当建筑装饰设计采用的石材品种强度不符合规范和使用要求时,应对石材采取补强措施来达到设计要求。

4.8.11 吊顶石材饰面设计,应考虑水平防火性能,防火性能应符合现行国家标准《建筑构件耐火试验方法 第 9 部分:非承重吊顶构件的特殊要求》(GB/T 9978.9)的规定。

5 石材建筑装饰饰面设计

5.1 一般规定

5.1.1 石材饰面设计应充分利用天然石材花纹丰富的特性,采用追纹、追方向等方法达到美观和艺术效果。

5.1.2 装饰石材作为建筑的饰面层,应考虑颜色对人产生的视觉效果,根据装饰石材颜色属性(色相、明度、彩度)确定在不同使用场合中饰面石材的颜色。

5.1.3 石材饰面设计宜注明石材纹理走向,应绘制石材加工图。石材加工应按图编号加工,按设计要求进行预拼、对纹、选色、校对尺寸等。

5.1.4 与水直接接触且用水频率较高、必须进行二次蓄水试验的室内外墙地面,不宜选用天然石材。如要选用天然石材,应经特殊防水处理。

5.1.5 石材饰面设计,应要求对装饰石材进行防护,并明确防护部位及防护类型。应根据石材的种类、部位和功能要求选用不同类型和功能的防护剂。

5.1.6 当选用人造合成板材作为饰面材料时,宜设计成标准材、标准件。

5.1.7 石材建筑装饰设计在变形缝处的构造,应满足主体结构的变形能力和饰面的完整美观。

5.2 墙、柱面石材饰面设计

5.2.1 室外装饰高度在 3.5m 以上或室内装饰高度在 6m 以上时,墙面和柱面应按干挂法设计。

5.2.2 圆柱饰面宜设计成多块弧板拼接。石材圆柱圆弧板的分块数量和尺寸,应根据工厂加工设备能力和石材荒料的尺寸确定,同时应考虑单片石材的重量。设计应提出石材圆弧板的加工质量要求和标准,对有明显纹理的石材设计还应提出加工圆弧板的纹理方向。石材圆柱、方柱、异形柱柱帽柱脚的形式应与柱及整体立面设计风格相协调。

5.2.3 墙面石材饰面设计对石材饰面模数和建筑模数应保持相对一致性。

5.2.4 墙、柱面同时选择石材饰面时应注意分块、分缝的协调统一,相同材质的墙、柱二者无论横向或竖向分缝都应保持基本相同的模数尺寸。

5.2.5 墙面石材分缝排版阳角处宜为完整模数尺寸的整块石材,不足模数尺寸的非整块石材宜安排在阴角处,如图 5.2.5 所示。

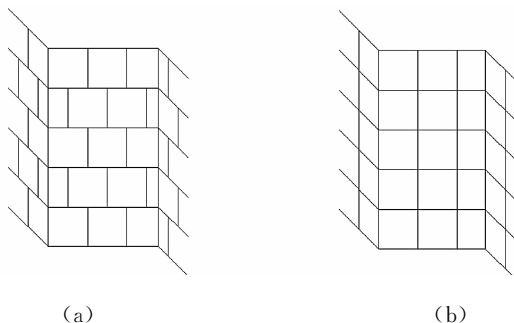


图 5.2.5 墙面石材分缝排版阴阳角处理方式

5.2.6 石材板块的接缝形式及接缝处倒角形式应根据设计风格确定,应能满足平面变形需要。当石材板块采用短槽、通槽方式

支承,石材板块接缝设计成 U 形和 V 形缝时,石材板块支承点部位的厚度应符合本规范表 3.3.2-2 和表 3.3.2-3 的规定。

5.2.7 室内墙、柱面石材板块接缝采用密缝、闭缝时,石材板块的连接构造宜采用短槽、通槽的方式支承。

5.2.8 室内墙、柱面石材板块接缝采用分缝时,石材板块的连接构造可采用短槽、通槽、背栓的方式支承。当采用背栓的方式支承时,设计应充分考虑墙、柱面插座开孔等细节的处理。

5.2.9 墙体门窗洞处的石材分缝排版,宜将整块(完整模数)安排在窗边、门边,如图 5.2.9(a)所示。当洞口的高度和石材分块模数无法对应时,宜将不对应处作特殊处理,如图 5.2.9(b)所示。

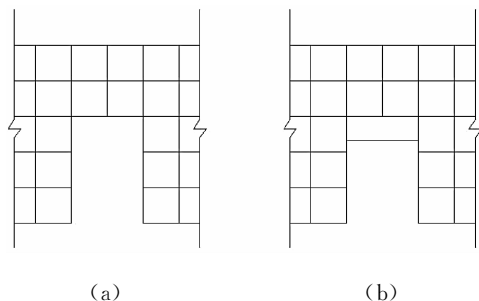


图 5.2.9 墙体门窗洞处的石材分缝排版方式

5.2.10 建筑物的屋檐、转角、腰线、踢脚线、门框、窗框等部位的边缘,当选用天然石材(花)线条进行装饰时,安装面应为平直面。易与人接触部位的石材线条边缘应作倒角处理,表面宜设计成镜面或细面。

5.3 石材花线设计

5.3.1 石材花线应选用花岗石、大理石经加工成单件或多件组合拼接,形成整体的、连续的石材花线,也可用模具将人造石压制而成。板石因层理结构的限制不应作为石材花线材料。

5.3.2 石材花线应根据建筑外立面风格和装饰部位确定其种类、延

伸轨迹和表面加工形式。与人接触的部位宜使用镜面、细面花线。

5.3.3 花线加工质量应符合国家现行标准《异型装饰石材》(JC/T 847.2)第二部分花线的要求。花线种类、延伸轨迹见本规范附录 D。

5.3.4 石材花线安装面应为平直面,凸出安装面的水平尺寸应不大于 300mm,花线单块安装面面积应不大于 0.65m²。

5.4 地面石材饰面设计

5.4.1 地面石材饰面设计应充分利用天然石材的花纹、颜色等特性达到美观的装饰效果。

5.4.2 地面石材饰面设计应符合本规范表 3.3.2-4 的规定。采用的石材品种除要考虑表 4.3.2 和表 4.3.3 的相关性能指标外,还应符合表 5.4.2-1 和表 5.4.2-2 的要求。

表 5.4.2-1 地面石材设计要求

项 目	要 求	试 验 参 考 标 准
材质一致性	应考虑石材的颜色、花纹图案、质地结构的天然变化,避免实际供货造成的明显色差	GB/T 18601、GB/T 19766、GB/T 23452、GB/T 23453
通行状况	应充分考虑轻、重负重区的情况选择石材品种及厚度	—
耐磨性	选择地面石材时最小耐磨度宜为:公共场所(如客厅、楼梯和门口、商场和大型快运系统车站)为 10~12;行走少的住宅场所为 8	GB/T 19766、GB/T 23452、GB/T 23453
防滑性	石材地面防滑要求应符合国家现行标准《地面石材防滑性能等级划分及试验方法》(JC/T 1050)的规定,防滑系数应符合本规范表 5.4.2-2 的规定。石材应根据使用场合和不同要求选择不同的表面工艺达到防滑规定,镜面、亚光面、细面板材若达不到防滑要求时,应采取防滑材料进行必要的处理	JC/T 1050

续表

项 目	要 求	试 验 参 考 标 准
厚度	石材板材必须有充分的厚度才能承受行走和冲击带来的负重。地面天然石材的最小设计厚度为 20mm,同一品种的石材因为厚度不同带来施工难度也会出现色调的差别,因此同一装饰面宜采取同样的厚度	GB/T 18601、GB/T 19766、GB/T 23452、GB/T 23453
化学 稳定性	不应使用含不稳定矿物的石材,影响石材的使用寿命,出现污染和病害。可进行岩矿鉴定和成份分析,以确定潜在的不稳定的矿物,如云母和黄铁矿等	—
横向变形	在柔韧性基面上,应考虑横向变形能力、弯曲弹性模量	—
耐久性	暴露于高湿地方,如浴室、室外和地面的石材应在盐结晶破坏和风化方面评估其耐久性	—
放射性	应符合本规范表 3.3.2-1 天然花岗石放射性核素限量指标及使用范围的规定	GB 6566

表 5.4.2-2 地面石材防滑性能要求

使 用 范 围	防 滑 系 数	
	干 燥	湿 润
水平地面	≥ 0.50	≥ 0.50
斜坡地面	≥ 0.80	≥ 0.80

5.4.3 地面石材饰面设计应注意和墙、柱的关系,根据整体饰面面积的大小及地面的使用功能确定饰面石材的规格,单块石材板面面积不宜超过 1m^2 ,并应采用粘贴法施工。

5.4.4 地面石材相邻板块当采用不同石材饰面时,应充分考虑地面的负重情况及不同石材的耐磨度差异,耐磨度差异应不大于 5。

5.4.5 地面石材设计分缝时宜与墙、柱分缝相接或有规律相接。

5.4.6 地面石材饰面在设计拼花时,特别是现代几何图形,应注意和石材分缝相关联。

5.4.7 地面石材饰面在设计圈边线时,圈边线应完整驳接。遇墙体转角处宜保持等宽驳接,并在阴阳角转折处以尖角和墙角的边线作为分块线,如图 5.4.7(a)所示。如阴阳角尺寸过小或不规律时,应用大的阴阳角将其包含在内,保证视觉的完整性,如图5.4.7(b)所示。圈边线在门口时,宜将圈边线延伸至门槛或门扇下,如图 5.4.7(c)所示。

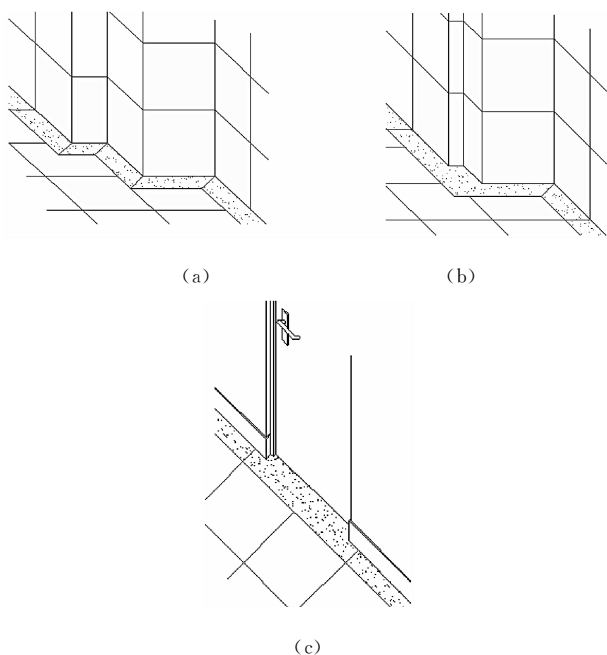


图 5.4.7 地面石材饰面圈边线设计方式

5.4.8 室内石材地面的排版分缝宜以进门处为起始点向内排版,进门处宜为整块。

5.4.9 同一平面的两个房间在采用同一种石材地面时,宜使其分块、分缝连贯,如图 5.4.9 所示。

5.4.10 地面石材排版应先绘制出排版图,不应出现小窄条。

5.4.11 当地面石材与线条造型复杂的墙、柱相接时,宜将墙、柱

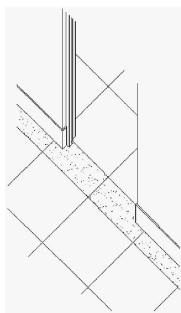


图 5.4.9 同一平面两个房间石材连贯方式

与地面的交接采用墙面压地面的方法。

5.4.12 楼梯、休息平台的石材排版,宜以梯井两侧为基线对称排列。

5.4.13 室内外楼梯、台阶踏步、通道标高变化处、厨浴间地面、室外广场采用石材饰面时,应做防滑设计。

5.4.14 室内外楼梯、台阶宜选用花岗石,同时选择耐磨、耐腐蚀、密度大、硬度高、吸水率低的品种。

5.4.15 室内外楼梯、台阶踏步石材面板厚度应不小于 30mm,楼梯、台阶踏步面板的外侧不宜设计成锐角。踢面立板位置应与踏步面板防滑槽位置错开,如图 5.4.15 所示。

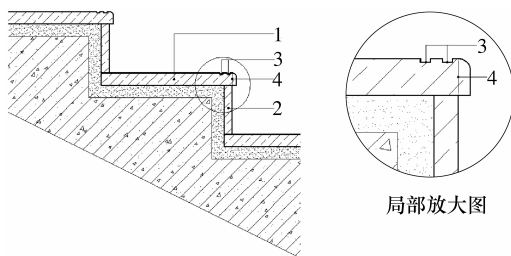


图 5.4.15 楼梯的踢面立板与上层踏步板面的防滑槽位置错开示意图

1—石材楼梯踏步面板;2—石材楼梯踢面立板;

3—石材防滑槽或镶铜条位置;4—防滑槽及镶铜条不应超过的线

5.4.16 当室内外楼梯、台阶踏步板设计选用镶铜条防滑时,所镶铜条高出踏面板宜为 0.5mm~1mm。

5.4.17 人员流动频繁的公共建筑室外楼梯、台阶踏步、室内外通道标高变化处宜设置防滑槽,防滑槽的宽度宜为 15mm~25mm,深度宜为 2mm。

5.4.18 厕浴间、厨房和有排水要求的室内地面与相连接的各类面层应设置一定的标高差,标高差应符合相关规定。

5.4.19 室外广场、道路、商业街道地面宜选用火烧板、剁斧板、喷砂板等粗面板材。

5.4.20 室外广场、道路、商业街道地面选用天然石材饰面时,应以地面负重、运输、搬运、施工等因素确定石材的厚度。仅人员流动的室外广场、道路、商业街道地面石材厚度不应小于 30mm;有机动车辆通行的室外广场、道路、商业街道地面石材厚度应根据负重情况计算确定。

5.5 吊顶石材饰面设计

5.5.1 吊顶石材饰面设计应有充分论证的安全措施。应根据吊顶区域的使用功能、吊顶面积的大小及吊顶区域的净高,确定吊顶形式,且应符合吊顶内管道、设备正常维护维修的相关规定。

5.5.2 石材吊顶可按荷载设计成上人和不上人两种形式。

5.5.3 吊顶石材宜选用石材-铝塑复合板、石材-玻璃复合板、石材-铝蜂窝复合板等超薄型石材复合板作为饰面材料。

5.5.4 吊顶石材的饰面花纹、色彩、图案应与室内空间相协调,分缝排版宜与地面相呼应。

5.5.5 吊顶石材饰面设计当采用天然石材饰面时,应选用密度大、强度高的石材,吊顶石材厚度应不小于 30mm,单块板材面积不宜大于 0.75m^2 ,不应选用洞石作为吊顶饰面材料。

5.5.6 吊顶石材的规格、吊杆与吊顶骨架的规格、间距,与顶板

的固定方法以及与石材的固定方式应通过结构计算确定。当采用卡槽式连接时,应采用结构胶将卡槽与连接件固定;当采用背栓式连接时,应将连接件与骨架固定牢固;不得使用吊挂。

5.5.7 吊顶石材面板边缘宜进行磨边处理。

5.5.8 吊顶四周的阴角或灯槽当设计选用天然石材线条进行装饰时,石材线条安装面应为平直面。

5.5.9 吊顶石材饰面设计与墙柱饰面接触部位,宜采用吊顶石材压在墙、柱面上的方法。

5.5.10 石材吊顶设计应按使用功能设置检修口、上人孔。

6 石材装饰结构设计

6.1 一般规定

6.1.1 石材装饰结构设计应符合安全、适用、耐久的原则。

6.1.2 石材装饰的强度和构造设计应满足各部位的荷载变化。

6.1.3 石材装饰结构设计应根据传力途径对石材构件系统、支承结构、连接件与锚固件等进行计算或复核。石材幕墙构件与其支承结构、支承结构与主体结构之间均应具有足够的相对位移能力。

6.1.4 石材装饰结构设计应考虑永久荷载、风荷载、地震作用和温度作用。复杂结构体系应对施工阶段作补充验算复核。与水平夹角小于 75° 的石材构件应考虑可变荷载或活荷载,如雪荷载、积灰荷载、安装荷载等。

6.1.5 石材装饰结构采用以概率理论为基础的极限状态设计方法,用分项系数设计表达式计算。应按下列承载能力极限状态和正常使用极限状态进行结构设计:

1 承载能力极限状态

无地震作用组合时:

$$\gamma_0 S \leq R \quad (6.1.5-1)$$

有地震作用组合时:

$$S_E \leq R/\gamma_{RE} \quad (6.1.5-2)$$

式中 S —— 无地震作用的荷载效应组合设计值;

S_E —— 有地震作用的荷载效应组合设计值;

R —— 结构构件抗力设计值;

γ_0 —— 结构构件重要性系数,应取不小于 1.0;

γ_{RE} ——结构构件承载力抗震调整系数,应取 1.0。

2 正常使用极限状态

$$d_f \leq d_{f, \lim} \quad (6.1.5-3)$$

式中 d_f ——结构构件的挠度值;

$d_{f, \lim}$ ——结构构件挠度限值。

6.1.6 石材装饰结构设计应涵盖最不利构件和节点在最不利条件下极限状态的验算。对建筑物转角部位、平面或立面突变部位的构件和连接应作专项验算。

6.2 荷载和地震作用

6.2.1 石材装饰结构及其与主体结构的连接,风荷载标准值应按下式计算,且不应小于 1.0kN/m^2 。

$$w_k = \beta_{gz} \mu_s \mu_z w_0 \quad (6.2.1)$$

式中 w_k ——风荷载标准值(kN/m^2);

β_{gz} ——阵风系数,按现行国家标准《建筑结构荷载规范》(GB 50009)的规定采用;

μ_s ——风荷载体型系数,按《建筑结构荷载规范》(GB 50009)中对围护结构的规定采用(计算石材构件时,不考虑局部风荷载体型系数折减),对于体型或风荷载环境复杂的石材装饰结构,宜采用风洞试验或数值风洞方法予以确定;

μ_z ——风压高度变化系数,按《建筑结构荷载规范》(GB 50009)的规定采用;

w_0 ——基本风压(kN/m^2),按《建筑结构荷载规范》(GB 50009)的规定采用,上海地区宜取 0.55kN/m^2 ,超过本规范规定高度或特别重要的石材装饰工程应专项论证。

6.2.2 石材装饰结构进行温度作用效应计算时,所采用的年温度变化值 ΔT 可取 80°C 。

6.2.3 垂直于石材装饰平面的分布水平地震作用标准值可按下列式计算:

$$q_{\text{Ek}} = \frac{\beta_{\text{E}} \alpha_{\text{max}} G_{\text{k}}}{A} \quad (6.2.3)$$

式中 q_{Ek} ——垂直于石材装饰平面的分布水平地震作用标准值 (kN/m^2);

β_{E} ——动力放大系数,可取 5.0;

α_{max} ——水平地震影响系数最大值,按表 6.2.3 采用;

G_{k} ——石材构件和框架的重力荷载标准值(kN);

A ——构件平面面积(m^2)。

表 6.2.3 水平地震影响系数最大值 α_{max}

抗震设防烈度	6 度	7 度	8 度
α_{max}	0.04	0.08(0.12)	0.16(0.24)

注:7 度、8 度时括号内数值分别用于设计基本地震加速度为 $0.15g$ 和 $0.30g$ 的地区。

6.2.4 平行于石材装饰平面的集中水平地震作用标准值可按下列式计算:

$$P_{\text{Ek}} = \beta_{\text{E}} \alpha_{\text{max}} G_{\text{k}} \quad (6.2.4)$$

式中 P_{Ek} ——平行于石材装饰平面的集中水平地震作用标准值 (kN);

β_{E} ——动力放大系数,可取 5.0;

α_{max} ——水平地震影响系数最大值,按表 6.2.3 采用;

G_{k} ——石材装饰构件和框架的重力荷载标准值(kN)。

6.2.5 石材装饰结构的主要受力构件(横梁和立柱)及连接件、锚固件所承受的地震作用,应包括由石材构件传来的地震作用和由于横梁、立柱自重产生的地震作用。计算横梁和立柱自重所产

生的地震作用时,水平地震影响系数最大值 $\alpha_{\max}$ 可按本规范 6.2.3 条的规定采用。

6.3 作用效应计算

6.3.1 石材装饰结构可按弹性方法计算,计算模型应与构件连接的实际情况相符合,计算假定应与结构的实际工作性能相符合。

6.3.2 规则构件可按解析或近似公式计算作用效应。具有复杂边界或荷载的构件,可采用有限元方法计算作用效应。

6.3.3 对于经历大位移的石材装饰结构,作用效应计算时应考虑几何非线性影响。对于桁架支承结构及其大跨度钢结构,尚应考虑结构和构件的稳定性。

6.4 作用效应组合

6.4.1 考虑几何非线性影响计算石材装饰结构时,应首先进行荷载与作用的组合,然后计算组合荷载与作用的效应。采用线弹性方法计算石材装饰结构时,可先计算各荷载与作用的效应,然后再进行荷载与作用效应的组合。

6.4.2 计算石材装饰构件承载力极限状态时,其作用效应的组合应符合下列规定:

1 无地震作用效应组合时,按下式进行:

$$S = \gamma_G S_{GK} + \phi_W \gamma_W S_{WK} + \phi_T \gamma_T S_T \quad (6.4.2-1)$$

2 有地震作用效应组合时,应按下式进行:

$$S = \gamma_G S_{GK} + \phi_W \gamma_W S_{WK} + \phi_E \gamma_E S_{EK} + \phi_T \gamma_T S_T \quad (6.4.2-2)$$

式中 S —— 作用效应组合设计值;

S_{GK} —— 永久荷载效应标准值;

S_{WK} —— 风荷载效应标准值;

S_{EK} ——地震作用效应标准值；
 S_T ——温度作用效应标准值；
 γ_G ——永久荷载分项系数；
 γ_W ——风荷载分项系数；
 γ_E ——地震作用分项系数；
 γ_T ——温度作用分项系数；
 ψ_W ——风荷载的组合值系数；
 ψ_E ——地震作用的组合值系数；
 ψ_T ——温度作用的组合值系数。

6.4.3 进行石材装饰构件的承载力设计时,作用效应分项系数应按下列规定取值:

1 一般情况下,永久荷载分项系数 γ_G 应取 1.2;风荷载分项系数 γ_W 应取 1.4;地震作用分项系数 γ_E 应取 1.3;温度作用分项系数 γ_T 应取 1.2。

2 当永久荷载效应起控制作用时,分项系数 γ_G 应取 1.35;此时,参与组合的可变荷载效应仅限于竖向荷载效应。

3 当永久荷载效应对构件有利时,分项系数 γ_G 的取值应不大于 1.0。

6.4.4 可变作用的组合系数应按下列规定采用:

1 一般情况下,风荷载的组合值系数 ψ_W 应取 1.0,地震作用的组合值系数 ψ_E 应取 0.5。

2 对吊顶石材或吊底板石材及其骨架,应考虑地震作用效应的组合,风荷载的组合值系数 ψ_W 应取 1.0(永久荷载的效应不起控制作用时)或 0.6(永久荷载的效应起控制作用时)。

3 温度作用的组合系数可按其在组合项目中的主次取 0.6 或 0.2。

6.5 石材面板

6.5.1 石材室外装饰面板宜选用花岗石。如室外装饰使用花岗

石以外的其他石材面板,应有应对环境侵蚀的措施,且符合设计要求。

6.5.2 石材室外干挂面板应符合本规范表 3.3.2-2 的规定。

6.5.3 用于幕墙石材必须按规定检测弯曲强度。

1 花岗石板的弯曲强度应不小于 8.0N/mm^2 ,大理石板的弯曲强度不小于 7.0N/mm^2 ,石灰石板 and 砂岩板等其他石材的弯曲强度不小于 6.0N/mm^2 。由法定检测机构检测。

2 花岗石、大理石、石灰石、砂岩以及其他石材强度试验中,任一试件的弯曲强度试验值低于上述指标时,该批石材不得用于幕墙。

6.5.4 石材面板的厚度应经强度计算确定。室外干挂磨光面板花岗石厚度应不小于 25mm,粗面板厚度以计算厚度加 3mm;其他石材厚度应不小于 35mm。高层建筑、重要建筑及临街建筑立面,花岗石面板厚度应不小于 30mm。室外立面花岗石单块面板的面积宜不大于 1.5m^2 ,其他石材面板宜不大于 1.0m^2 。

6.5.5 石材面板应作六面防护处理。

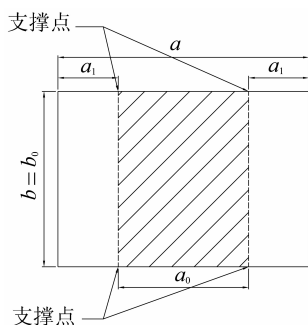
6.5.6 石材装饰的上封顶、女儿墙压顶、外窗台、外凸装饰线条上沿等特殊部分的石材板块应设排水坡度,并沿排水坡度方向设置滴水线或滴水槽。

6.5.7 石材板块与板块间宜留缝,缝的宽度经计算后确定,不宜小于 8mm。如采用密缝构造,缝内应填充石材专用建筑密封胶,并符合设计要求。

6.5.8 石材装饰的下封口、檐口吊顶、雨蓬吊顶等部位宜采用超薄型石材复合板。

6.5.9 石材面板可采用短槽、通槽、背栓或专用预埋螺栓等方式支承。石材幕墙板块的连接和支承不应采用钢销、T 形连接件和角形倾斜连接件。

6.5.10 面板采用短槽支承连接时,应按四点支承板计算。两侧连接时(图 6.5.10),支承边的计算长度为两支承点的距离,非支承边的计算长度取边长。



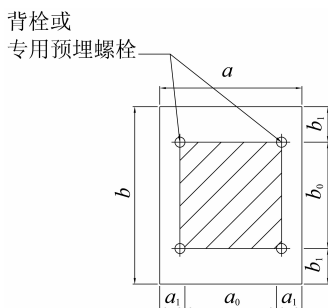
$$a_0 = a - 2a_1; b_0 = b$$

图 6.5.10 短槽连接石板的计算边长 a_0 、 b_0

6.5.11 面板采用对边通槽连接时,按对边简支模型计算,面板的跨度为两支承边之间的距离。

6.5.12 面板采用四边通槽连接时,按四边简支模型计算,计算边长为面板的边长。

6.5.13 当采用背栓连接的四点支撑石板或采用专用预埋螺栓连接的四点支撑超薄复合石板时,其支承边的计算边长可取为背栓或专用预埋螺栓之间的距离,按图 6.5.13 取值。



$$a_0 = a - 2a_1; b_0 = b - 2b_1$$

图 6.5.13 背栓或专用预埋螺栓连接石板的计算边长

6.5.14 短槽支承的石材面板抗弯强度设计应符合下列规定：

四点支承板最大弯曲应力标准值,按下列公式计算：

$$\sigma_{wk} = \frac{6m\omega_k b_0^2}{t^2} \quad (6.5.14-1)$$

$$\sigma_{Ek} = \frac{6mq_{Ek} b_0^2}{t^2} \quad (6.5.14-2)$$

式中 $\sigma_{wk}、\sigma_{Ek}$ ——风荷载、地震作用下载面的最大弯曲应力标准值(N/mm²)；

$\omega_k、q_{Ek}$ ——垂直于石材面板平面的风荷载、地震作用标准值(N/mm²)；

b_0 ——矩形面板长边计算边长(mm)；

t ——面板厚度(mm)；

m ——均布荷载作用下最大弯矩系数，可按表 6.5.14 采用。

表 6.5.14 四点支承矩形石材面板弯矩系数 $m(v=0.125)$

a_0/b_0	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75
m	0.1303	0.1320	0.1338	0.1360	0.1383	0.1408
a_0/b_0	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00	—
m	0.1435	0.1463	0.1494	0.1526	0.1559	—

6.5.15 对边通槽支承的石材面板抗弯强度设计应符合下列规定：

对边通槽支承的石材面板最大弯曲应力标准值，按下列公式计算：

$$\sigma_{wk} = 0.75 \frac{\omega_k a^2}{t^2} \quad (6.5.15-1)$$

$$\sigma_{Ek} = 0.75 \frac{q_{Ek} a^2}{t^2} \quad (6.5.15-2)$$

式中 $\sigma_{wk}、\sigma_{Ek}$ ——风荷载、地震作用下载面的最大弯曲应力标准值(N/mm²)；

$\omega_k、q_{Ek}$ ——垂直于石材面板平面的风荷载、地震作用标准值(N/mm²)；

a —— 面板计算跨度(mm)；

t —— 面板厚度(mm)。

6.5.16 四边通槽支承的石材面板，其抗弯强度按下列公式计算：

$$\sigma_{wk} = \frac{6m\omega_k a^2}{t^2} \quad (6.5.16-1)$$

$$\sigma_{Ek} = \frac{6mq_{Ek} a^2}{t^2} \quad (6.5.16-2)$$

式中 $\sigma_{wk}、\sigma_{Ek}$ —— 风荷载、地震作用下截面的最大弯曲应力标准值(N/mm²)；

$\omega_k、q_{Ek}$ —— 垂直于石材幕墙平面的风荷载、地震作用标准值(N/mm²)；

a —— 矩形面板短边边长(mm)；

t —— 面板厚度(mm)；

m —— 均布荷载作用下跨中弯矩系数，可按表 6.5.16 采用。

表 6.5.16 四边简支石材面板跨中弯矩系数 $m(\nu=0.125)$

a_0/b_0	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75
m	0.0987	0.0918	0.0850	0.0784	0.0720	0.0660
a_0/b_0	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00	—
m	0.0603	0.0550	0.0501	0.0456	0.0414	—

6.5.17 四点支承背栓连接的石材面板，其抗弯强度设计应符合以下规定：

$$\sigma_{wk} = \frac{6m\omega_k l^2}{t^2} \quad (6.5.17-1)$$

$$\sigma_{Ek} = \frac{6mq_{Ek} l^2}{t^2} \quad (6.5.17-2)$$

式中 $\sigma_{wk}、\sigma_{Ek}$ —— 风荷载、地震作用下截面的最大弯曲应力标准值(N/mm²)；

$\omega_k、q_{Ek}$ ——垂直于石材面板平面的风荷载、地震作用标准值(N/mm²)；

l ——取 a_0 或 b_0 中较大者(mm)；

t ——面板厚度(mm)；

m ——均布荷载作用下最大弯矩系数，可按表 6.5.14 采用。

6.5.18 超薄石材复合板抗弯强度设计应符合以下规定：

1 超薄石材复合板弯曲应力标准值，可按下列公式近似计算：

$$\sigma_{wk}=\frac{6m\omega_k b_0^2}{t^2} \tag{6.5.18-1}$$

$$\sigma_{Ek}=\frac{6mq_{Ek} b_0^2}{t^2} \tag{6.5.18-2}$$

式中 $\sigma_{wk}、\sigma_{Ek}$ ——风荷载、地震作用下截面的最大弯曲应力标准值(N/mm²)；

$\omega_k、q_{Ek}$ ——垂直于石材面板平面的风荷载、地震作用标准值(N/mm²)；

b_0 ——矩形面板长边计算边长(mm)；

t ——超薄型石材复合板总厚度(mm)；

m ——均布荷载作用下最大弯矩系数，可按表 6.5.18-1 采用。

表 6.5.18-1 四点支承超薄石材复合板最大弯矩系数 m 及挠度系数 μ

a_0/b_0	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75
m	0.1301	0.1314	0.1330	0.1347	0.1365	0.1385
μ	0.0146	0.0147	0.0151	0.0156	0.0162	0.0171
a_0/b_0	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00	—
m	0.1407	0.1429	0.1453	0.1479	0.1505	—
μ	0.0182	0.0195	0.0212	0.0232	0.0255	—

2 一般普通石材面板厚度较厚，在外荷载作用下产生的大

挠度变形对其弯曲应力影响较小,而超薄石材复合板的面层石材较薄,大挠度变形对其弯曲应力影响较大,因此对式(6.5.18-1)和式(6.5.18-2)计算的应力值应乘以折减系数。折减系数可按表6.5.18-2采用。

表 6.5.18-2 应力折减系数

θ	5	10	20	40	60	80	100
η	1.00	0.95	0.90	0.81	0.74	0.69	0.64
θ	120	150	200	250	300	350	400
η	0.61	0.54	0.50	0.46	0.43	0.41	0.40

表中 θ 可按下列公式计算:

$$\theta = \frac{q_k a^4}{E t^4} \quad (6.5.18-3)$$

式中 θ —— 参数;

q_k —— 垂直于石材面板平面的风荷载、地震作用标准值(N/mm²);

a —— 无加劲肋时,超薄石材复合板短边边长;有加劲肋时,肋区格内短边边长(mm);

t —— 超薄石材复合板总厚度(mm);

E —— 超薄石材复合板近似弹性模量(N/mm²)。

3 超薄石材复合板还应根据抗弯刚度分配原理分别按以下公式验算面材和基材的弯曲强度。二者的最大弯曲应力设计值均不应超过各自的抗弯强度设计值。

$$\sigma_{\text{面k}} = \frac{D_1}{D_0} \sigma_k \quad (6.5.18-4)$$

$$\sigma_{\text{基k}} = \frac{D_2}{D_0} \sigma_k \quad (6.5.18-5)$$

式中 $\sigma_{\text{面k}}$ —— 超薄石材复合板面材在各种荷载作用下产生的最大弯曲应力标准值(N/mm²);

$\sigma_{\text{基k}}$ ——超薄石材复合板基材在各种荷载作用下产生的最大弯曲应力标准值(N/mm²)；

σ_k ——超薄石材复合板在各种荷载作用下产生的最大弯曲应力标准值(N/mm²)；

D_0 ——超薄石板复合板近似组合抗弯刚度(N·mm)，可按下列式计算：

$$D_0 = D_1 + D_2 \quad (6.5.18-6)$$

D_1, D_2 ——分别为超薄石材复合板面材和基材的抗弯刚度(N·mm)，可按下列式计算得：

$$D = \frac{Et^3}{12(1-\nu^2)} \quad (6.5.18-7)$$

式中 D ——面材或基材的抗弯刚度(N·mm)；

E ——面材或基材的弹性模量(N/mm²)，可按表 6.5.18-3 采用；

t ——面材或基材的厚度(mm)；

ν ——面材或基材的泊松比，可按表 6.5.18-3 采用。

表 6.5.18-3 超薄石材复合板材料参数

材 料	泊松比 ν	弹性模量 $E(\text{N/mm}^2)$
蜂窝铝板	0.25	0.29×10^5
单层铝板	0.33	0.70×10^5
花岗石	0.125	0.80×10^5
玻璃	0.20	0.72×10^5

6.5.19 超薄石材复合板还应进行挠度验算，以避免挠度过大引起面材和基材剥离的现象，其最大挠度可按下列公式近似计算：

$$d_f = \frac{\mu q_k b_0^4}{D} \quad (6.5.19)$$

式中 d_f ——风荷载、地震作用下超薄石材复合板中产生的最大挠度值(mm)；

q_k ——垂直于面板平面的风荷载、地震作用组合标准值 (N/mm^2)；

b_0 ——矩形面板长边计算边长 (mm)；

μ ——均布荷载作用下最大挠度系数,可按表 6.5.18-1 采用；

D ——超薄石材复合板近似组合抗弯刚度 ($\text{N} \cdot \text{mm}$)，可按式 6.5.18-6、式 6.5.18-7 计算。

6.5.20 石材面板中产生的最大弯曲应力标准值应按本规范 6.4 节的规定组合,所得的最大弯曲应力设计值不应超过石材抗弯强度设计值。

6.5.21 通槽支承石板的槽口处抗弯强度设计应符合下列规定：

1 在风荷载或垂直于板面方向地震作用下,槽口处产生的最大弯曲应力标准值,按下列公式计算：

$$\sigma_k = \frac{8q_k l h}{(t-c)^2} \quad (6.5.21-1)$$

式中 σ_k ——槽口处最大弯曲应力标准值 (N/mm^2)；

q_k ——风荷载或垂直于板面方向地震作用标准值 (N/mm^2)；

l ——石材面板的跨度 (mm)；

h ——槽口受力一侧深度 (mm)；

t ——石材面板厚度 (mm)；

c ——槽口宽度 (mm)。

2 由各种荷载作用在槽口处产生的最大弯曲应力标准值应按本规范 6.4 节的规定组合。

3 石材面板槽口处最大弯曲应力设计值 σ 应符合下列要求：

$$\sigma \leqslant 0.7f \quad (6.5.21-2)$$

式中 σ ——槽口处最大弯曲应力设计值 (N/mm^2)；

f ——石板抗弯强度设计值 (N/mm^2)，可按本规范 3.2.1 条采用。

6.5.22 短槽和通槽石材面板抗剪设计应符合下列规定：

1 短槽石材面板在风荷载或垂直于板面方向地震作用下，挂钩在槽口处产生的剪应力标准值按下列公式计算：

$$\text{两侧连接：} \quad \tau_k = \frac{q_k ab}{n(t-c)s} \beta \quad (6.5.22-1)$$

$$\text{四侧连接：} \quad \tau_k = \frac{q_k(2b-c)a}{2n(t-c)s} \beta \quad (6.5.22-2)$$

式中 τ_k —— 槽口处面板的剪应力标准值(N/mm²)；

q_k —— 风荷载或垂直于面板方向地震作用标准值(N/mm²)；

b, a —— 石材面板长边及短边边长(mm)；

c —— 槽口宽度(mm)，当考虑到 2mm 开槽误差时，

$$c = c_{\text{设}} + 2 \quad (6.5.22-3)$$

其中 $c_{\text{设}}$ 为设计槽宽；

s —— 单个槽底总长度(mm)。矩形槽的槽底总长度 s 取槽长加上槽深的 2 倍，弧形槽 s 取为圆弧总长度；

t —— 石材面板厚度(mm)；

n —— 两侧连接的每边短槽数或四侧连接的长边短槽数；

β —— 应力调整系数，可按表 6.5.22 采用。

表 6.5.22 应力调整系数

每块板短槽或背栓个数	4	8	12
β	1.25	1.3	1.35

2 通槽石材面板在风荷载或垂直于板面方向地震作用下，在槽口处产生的剪应力标准值按下式计算：

$$\tau_k = \frac{q_k a}{t-c} \quad (6.5.22-4)$$

式中 τ_k —— 槽口处面板的剪应力标准值(N/mm²)；

q_k —— 风荷载或垂直于板面方向地震作用标准值(N/mm²)；

a —— 石材面板的跨度(mm)；

c —— 槽口宽度(mm),可按式(6.5.22-3)计算;

t —— 石材面板厚度(mm)。

3 由各种荷载作用产生的剪应力标准值应按本规范 6.4 节的规定组合。槽口处石板的剪应力设计值 τ 应符合下列规定:

$$\tau \leq f \quad (6.5.22-5)$$

式中 τ —— 挂钩在槽口处剪应力设计值(N/mm²);

f —— 石板抗剪强度设计值(N/mm²),可按本规范3.2.1条的规定采用。

6.5.23 背栓面板抗拉设计应符合下列规定:

1 在风荷载或垂直于板面方向地震作用下,单个背栓螺栓所受拉力按下列公式计算:

背栓螺栓水平拉力标准值为

$$F_t = \frac{q_k \cdot a \cdot b \cdot \beta}{n} \quad (6.5.23-1)$$

式中 F_t —— 背栓螺栓受到水平拉力标准值(N);

q_k —— 风荷载或垂直于板面方向地震作用标准值(N/mm²);

b, a —— 石材面板长边及短边边长(mm);

n —— 每块面板上背栓螺栓数量;

β —— 应力调整系数,按表 6.5.22 采用。

2 由各种荷载作用在背栓支承的石材面板上,背栓螺栓受到水平拉力标准值,应按本规范 6.4 节的规定组合。

3 受拉时单个背栓螺栓承载力设计值 R_t 应通过荷载试验确定,材料强度系数取 2.5~3.0,所得设计值应不小于下列经验公式计算值。不符合时,材料强度系数应取 3.5。

$$R_t = \frac{17 f_k^{0.6} \cdot h_v^{1.7}}{3.0} \quad (6.5.23-2)$$

式中 f_k —— 石材面板弯曲抗拉强度设计值(N/mm²);

h_v —— 锚固深度(mm)。

4 背栓螺栓尚应按净面积验算抗拉承载力并满足强度要求。

6.5.24 背栓面板抗剪设计应符合下列规定：

1 背栓面板在风荷载或垂直于板面方向地震作用下，剪应力标准值应取以下两式计算结果的较大值：

$$\tau_k = \frac{q_k ab}{n\pi(d+t-h_v)(t-h_v)}\beta \quad (\text{正压时}) \quad (6.5.24-1)$$

$$\tau_k = \frac{q_k ab}{n\pi(d+h_v)h_v}\beta \quad (\text{负压时}) \quad (6.5.24-2)$$

式中 τ_k —— 背栓螺栓处面板的剪应力标准值(N/mm²)；

q_k —— 风荷载或垂直于板面方向地震作用标准值(N/mm²)；

b, a —— 石材面板长边或短边边长(mm)；

d —— 背栓螺栓孔直径(mm)；

n —— 每块面板上背栓螺栓数量；

h_v —— 锚固深度(mm)；

t —— 石材面板厚度(mm)；

β —— 应力调整系数，按 6.5.22 采用。

2 由各种荷载作用产生的剪应力标准值应按本规范 6.4 节的规定组合，背栓螺栓处剪应力设计应符合下列条件：

$$\tau \leq f \quad (6.5.24-3)$$

式中 τ —— 背栓螺栓处面板的剪应力设计值(N/mm²)；

f —— 石材面板抗剪强度设计值(N/mm²)，可按本规范 3.2.1 条采用。

6.5.25 面板的连接构造可采用短槽、通槽、背栓支承等，同一块面板上可以有不同的连接构造。

6.5.26 面板应根据材质、厚度、形状和所在位置等合理选择连接构造。

6.5.27 短槽设计应符合以下规定：

1 挂件应经计算确定。不锈钢挂件厚度不应小于 3mm，铝合金挂件厚度不应小于 4mm。挂件长度不应小于 60mm。

2 挂件在面板内的实际插入深度不应小于 15mm,短槽长度应比挂件长度大 40mm 以上,宽度宜为挂件厚度加 3mm,深度宜为挂件插入深度加 3mm。室外石材面板采用短槽支承时,槽口两侧板厚度不应小于 8mm。

3 短槽边缘到板端的距离不应小于板厚度 3 倍和不大于板支承边长的 0.2 倍。

4 面板挂装时,应在面板槽内注入胶粘剂,胶粘剂应具有高机械性抵抗能力,充盈度不应小于 80%。

5 每个挂件的固定螺栓不宜少于 2 个。螺栓应为不锈钢螺栓,直径不应小于 5mm。

6.5.28 通槽设计应符合以下规定:

1 挂件及其连接应经计算确定。不锈钢挂件厚度不应小于 3mm,铝合金挂件厚度不应小于 4mm。

2 挂件插入面板内的深度不应小于 15mm。挂件长度为面板边长减去 30mm。槽深度应为挂件插入深度加 3mm。槽宽及槽两侧板材有效厚度与短槽要求相同。

3 面板挂装时,应在面板槽内注入胶粘剂,胶粘剂应具有高机械性抵抗能力,充盈度不应小于 80%。

4 挂件应采用不锈钢螺栓固定,螺栓数量和直径经计算确定,但每边不得少于 3 个,直径不小于 5mm。

6.5.29 背栓设计应符合以下规定:

1 背栓连接可选择单切面背栓(图 6.5.29(a))或双切面背栓(图 6.5.29(b))构造形式。

2 背栓孔离石材边缘净距不小于板厚的 5 倍,且不大于其支承边长 0.2 倍。背栓孔切入的有效深度宜为面板厚度的 $\frac{2}{3}$,且不小于 15mm。孔底至板面的剩余厚度不应小于 8mm。

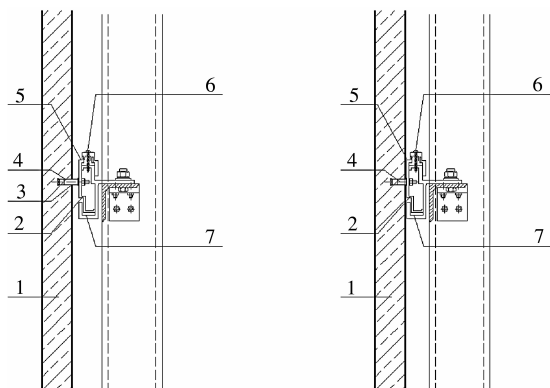
3 背栓埋装时,背栓孔内应注入环氧胶粘剂。

4 背栓支承应有防松脱构造并有可调节余量。

5 背栓应采用不锈钢材质,直径应根据计算确定,但不应小

于 6mm；连接背栓的不锈钢连接件厚度不应小于 3mm，铝合金连接件厚度不应小于 4mm。每个托板宜用 2 个连接螺栓。

6 单切面背栓连接时，面板与连接件的间隙应填充环氧树脂粘剂，胶粘剂应具有高机械性抵抗能力。



(a)单切面背栓

(b)双切面背栓

图 6.5.29 背栓支承构造

1—石材面板；2—铝合金挂件；3—注胶；4—背栓；5—限位块；
6—调节螺栓；7—铝合金托板

6.6 微晶玻璃(微晶石)面板

6.6.1 微晶玻璃(微晶石)的厚度应由计算确定。采用明框或隐框构造时，厚度不应小于 12mm。选择短槽、通槽和背栓连接时，厚度不应小于 22mm。

6.6.2 微晶玻璃(微晶石)抗弯设计和抗剪设计根据支承形式，可按本规范 6.5 节石材面板的条款计算，最大弯曲应力设计值不应超过面板抗弯强度设计值，剪应力设计值不应大于抗剪强度设计值。

6.6.3 曲面及异型面板可采用有限元方法计算。

6.6.4 面板与金属挂件缝隙所用的连接材料宜选用环氧胶粘

剂,胶粘剂应符合国家现行标准《干挂石材幕墙用环氧胶粘剂》(JC/T 887)的规定。

6.6.5 微晶玻璃(微晶石)面板的板缝形式可为注胶式、嵌条式或开放式。

6.6.6 连接构造应根据微晶玻璃(微晶石)的厚度、形状和所在部位合理选择。

6.6.7 当采用短槽、通槽和背栓连接时,应符合下列规定(图 6.6.7):

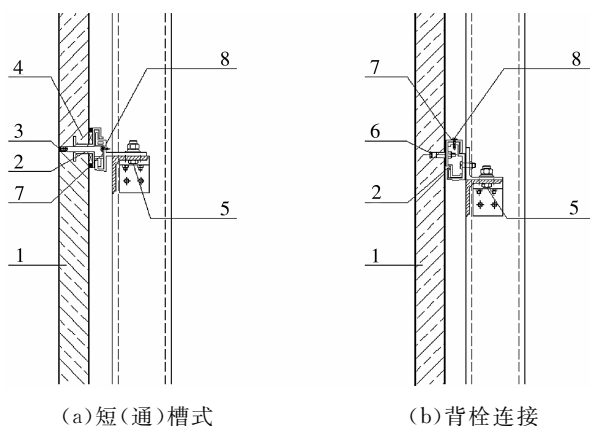


图 6.6.7 微晶玻璃(微晶石)连接构造

1—微晶玻璃;2—铝合金挂件;3—密封胶;4—胶粘剂;5—螺栓;

6—紧固背栓;7—限位块;8—调节螺栓

1 微晶玻璃用不锈钢挂件的厚度不应小于 3mm,铝合金挂件的厚度不应小于 4mm,短槽挂件的长度不应小于 60mm,铝型材表面应阳极氧化处理,每个挂件不宜少于 2 个固定螺栓。

2 短槽挂件外侧边与面板边缘的距离不应小于板厚的 3 倍,且不应小于 100mm。

3 微晶玻璃的槽口中心线宜位于面板计算厚度的中心。短槽长度为挂件长度加 40mm。槽宽为挂件厚度加 3mm,槽口两侧板厚度均不小于 7mm。

4 微晶玻璃挂件插入槽口的深度不应小于 15mm,不大于 20mm。

5 挂件与面板间的空隙应填充胶粘剂,胶粘剂应具有高机械性抵抗能力。

6 微晶玻璃采用背栓连接时,应采用专用钻头和打孔工艺。孔底至板面的剩余厚度不应小于 6mm。

7 背栓支承的铝合金型材连接件,截面厚度不应小于 2.5mm,并符合强度和刚度要求。背栓孔与面板边缘净距不小于板厚的 5 倍且不大于支承边长 0.2 倍,并有防脱落、防滑移措施。

6.7 石材蜂窝面板

6.7.1 石材蜂窝板的石材面层厚度宜为 3mm~5mm,当选用粗面石材面层时厚度不应小于 8mm。

6.7.2 石材蜂窝板可采用加肋式、平板式、槽板式。

6.7.3 石材蜂窝板应背层自然折边或镶框后封边。

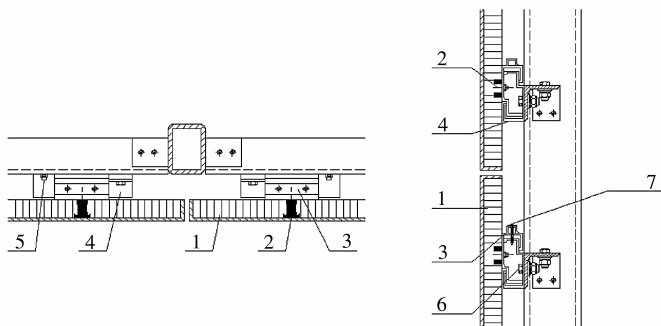
6.7.4 石材蜂窝板的锚固螺栓应在工厂制作板材时埋入,不应现场埋设。粘结填嵌的材料必须与粘结体相容,并具有足够的抗拉强度及防水、耐火、抗疲劳和耐久的性能。

6.7.5 封闭式石材蜂窝板幕墙的接缝宽度不宜小于 10mm,板缝注硅酮密封胶时,底部应填充泡沫条,胶缝厚度不宜小于 3.5mm,宽度不宜小于厚度的 2 倍。

6.7.6 石材蜂窝板可根据受力条件设置加强肋。加强肋可采用方管、槽形或角形金属型材,加强肋的壁厚不应小于 1.5mm。加强肋应与面板和边肋可靠连接,并有防腐蚀措施。

6.7.7 石材蜂窝板弯曲应力可按本规范 6.5.18 条计算,挠度可按本规范 6.5.19 条计算。

6.7.8 石材蜂窝板应采用专用金属挂件固定在支承结构上,且每块板均为独立单元。连接构造如图 6.7.8 所示。



(a) 石材蜂窝板横剖节点

(b) 石材蜂窝板竖剖节点

图 6.7.8 石材蜂窝板连接构造示意图

1—石材蜂窝板；2—预置连接件；3—挂件；4—托件；5—限位块；

6—防滑垫；7—调节螺栓；8—隔离垫片

6.7.9 构件的连接部位,应采取防止产生摩擦噪声的措施。

6.7.10 不同金属材料接触处应设置耐蚀胶垫等绝缘片。

6.8 石材花线

6.8.1 石材花线应根据其种类、延伸轨迹、规格大小采用背栓、锚栓加短槽或通槽方式支承。

6.8.2 背栓、锚栓连接应选择双切面背栓的构造形式。

6.8.3 因石材花线设计的种类及规格等不确定因素,背栓、锚栓孔切入的有效深度以及背栓、锚栓孔离花线边缘净距离应经计算确定。孔底至花线最小厚度处板面的剩余厚度应经计算确定,且应不小于 8mm。

6.8.4 背栓、锚栓螺栓埋装时,孔内应注环氧胶粘剂。

6.8.5 背栓、锚栓支承应有防松脱构造并有可调节余量。

6.8.6 背栓应采用不锈钢螺栓。锚栓可采用不锈钢螺栓,也可采用牌号不低于 Q235 号钢的锚栓。背栓、锚栓直径、长度以及铝合金挂件、托板的规格厚度应经计算确定。

6.8.7 背栓、锚栓连接应采用不锈钢螺栓,每个托板连接的螺栓个数应经计算确定,且不少于 2 个。螺栓直径应不小于 6mm。

6.9 横 梁

6.9.1 石材装饰构件应采用安全可靠的连接件和连接方式承接在横梁上,并应方便安装施工和拆换。

6.9.2 横梁截面主要受力部位的厚度应符合下列规定：

1 截面自由挑出部位(图 6.9.2(a))和双侧加劲部位(图 6.9.2(b))的宽厚比 b_0/t 应符合表 6.9.2 的要求。

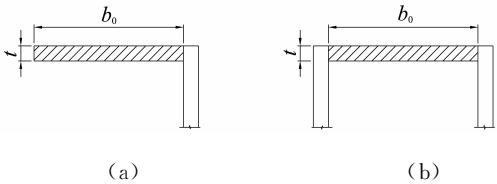


图 6.9.2 横梁截面部位示意图

表 6.9.2 横梁截面宽厚比 b_0/t 限值

截面部位	铝 合 金 型 材				钢 型 材	
	6060-T5 6063-T5 6463-T5 6463A-T5	6060-T6 6463-T6 6463A-T6 6063A-T5	6063-T6 6063A-T6	6005-T5 6005-T6 6061-T6	Q235	Q345
自由挑出	17	15	13	12	15	12
双侧加劲	50	45	40	35	40	33

注：表中数值为上限。

2 当横梁跨度不大于 1.2m 时,铝合金型材截面主要受力部位的厚度不应小于 2.0mm;当横梁跨度大于 1.2m 时,其截面主要受力部位的厚度不应小于 2.5mm。

3 热轧钢材截面主要受力部位的厚度不应小于 3.0mm,

冷成型薄壁型钢截面主要受力部位的厚度不应小于 2.0mm。

6.9.3 横梁可采用铝合金型材或钢型材,铝合金型材的表面应符合本规范 3.4.2 条规定。钢型材宜采用耐候钢,碳素钢型材应热浸锌或采取其他有效防腐措施。处于潮湿或腐蚀条件下的钢型材,可按计算厚度增加 1mm 为设计厚度。

6.9.4 横梁截面形式和尺寸,可根据横梁受石材幕墙平面内的弯矩、剪力和平面外的弯矩、剪力、扭矩及石材幕墙构造经计算确定。

6.9.5 横梁与立柱的连接应能承受垂直于石材幕墙平面的水平力、石材幕墙平面内的垂直力及绕横梁水平轴的扭转力矩。

6.9.6 横梁与立柱采用角码和紧固件连接时,横梁与立柱间应有 1.5mm~2.0mm 间隙,符合变形伸缩要求,缝隙可用柔性专用垫片或注密封胶。

6.9.7 连接横梁与立柱的角码壁厚不应小于被连接横梁和立柱中较大者的壁厚,且不小于 3mm。每个连接点的螺栓不应小于 2 个,螺栓直径不应小于 5mm。不应采用沉头、半沉头螺钉或螺栓。

6.9.8 钢结构横梁与立柱采用焊接时,横梁每间隔 6m 应设一角码螺栓固定节点,该节点横向应能自由滑动,并符合强度要求。同一区段内横梁和立柱的连接构造应一致。

6.9.9 隔热型材中的隔热体不应承受或传递荷载。应采用可靠的连接构造,将隔热体外的荷载传至隔热体内侧的受力构件上。

6.9.10 非对称截面横梁应按斜弯曲或弯扭构件计算。对称截面横梁受弯承载力可按下列公式计算:

$$\frac{M_x}{\gamma W_{nx}} + \frac{M_y}{\gamma W_{ny}} \leq f \quad (6.9.10)$$

式中 M_x ——横梁绕截面 x 轴(平行于石材构件平面方向)的弯矩设计值(N·mm);

M_y ——横梁绕截面 y 轴(垂直于石材构件平面方向)的弯矩设计值(N·mm);

W_{nx} ——横梁截面绕截面 x 轴(石材构件平面内方向)的净截面抵抗矩(mm^3);

W_{ny} ——横梁截面绕截面 y 轴(垂直于石材构件平面方向)的净截面抵抗矩(mm^3);

γ ——塑性发展系数,弱硬化铝型材取 1.0,强硬化铝型材和钢可取 1.05;

f ——型材抗弯强度设计值 f_a 或 f_s (N/mm^2)。

6.9.11 横梁截面受剪承载力应符合下式要求:

$$\frac{V_y S_x}{I_x t_x} \leq f \quad (6.9.11-1)$$

$$\frac{V_x S_y}{I_y t_y} \leq f \quad (6.9.11-2)$$

式中 V_x ——横梁水平方向(x 轴)的剪力设计值(N);

V_y ——横梁竖直方向(y 轴)的剪力设计值(N);

S_x ——横梁截面绕 x 轴的毛截面面积矩(mm^3);

S_y ——横梁截面绕 y 轴的毛截面面积矩(mm^3);

I_x ——横梁截面绕 x 轴的毛截面惯性矩(mm^4);

I_y ——横梁截面绕 y 轴的毛截面惯性矩(mm^4);

t_x ——横梁截面垂直于 x 轴腹板的截面总宽度(mm);

t_y ——横梁截面垂直于 y 轴腹板的截面总宽度(mm);

f ——型材抗剪强度设计值 f_a 或 f_s (N/mm^2)。

6.9.12 在风荷载或重力荷载作用下,横梁的挠度限值 $d_{f,\text{lim}}$ 宜按下列规定采用:

铝合金型材

$$d_{f,\text{lim}} = l/180 \quad (6.9.12-1)$$

钢型材

$$d_{f,\text{lim}} = l/250 \quad (6.9.12-2)$$

式中 $d_{f,\text{lim}}$ ——结构构件挠度限值(mm);

l ——横梁的跨度(mm)。

当有扭矩作用时还应考虑扭转作用产生的变形。在自重标准值作用下,局部相对挠度尚应符合现行国家标准《建筑幕墙》(GB/T 21086)规定的 $d_{f,lim}$ 不大于 $l/500$ 且不大于 3mm 的要求。

6.9.13 当横梁和立柱连接采用的螺栓、螺钉或铆钉同时承受轴力和剪力时,该连接承载力应符合下式计算要求:

$$\sqrt{\left(\frac{S_v}{V_s}\right)^2 + \left(\frac{S_N}{N_s}\right)^2} \leq 1 \quad (6.9.13)$$

式中 S_v ——单个螺栓、螺钉、铆钉的计算剪力值;

S_N ——单个螺栓、螺钉、铆钉的计算轴力值;

V_s ——单个螺栓、螺钉、铆钉只承受剪力的承载力设计值;

N_s ——单个螺栓、螺钉、铆钉只承受轴力的承载力设计值。

螺栓、螺钉、铆钉与型材连接时应验算型材本体的抗剪、局部承压的连接强度,并符合相应要求。

6.10 立 柱

6.10.1 立柱除向主体结构传递荷载外,应能适应主体结构的变形。

6.10.2 立柱宜采用上端悬挂方式。如主体结构的墙或梁具有支承条件时,可采用层内长短双跨连接梁形式,长短跨比不宜大于 10。立柱下端支承时,应作压弯构件设计。

6.10.3 立柱的支点应置于主体结构允许受力的部位。如需在主体结构非受力构造部位设支点时,应采取必要的结构处理。

6.10.4 立柱与主体结构的连接件应有足够的承载力。钢连接件材料厚度应不小于 6mm。每一连接处的螺栓不应少于 2 个,螺栓直径不小于 10mm。采用焊接时,应标注焊接要求。

6.10.5 立柱可采用铝合金型材、钢型材或其组合型材料,铝合金型材的表面应符合本规范 3.4.2 条规定。钢型材要求按本规范 6.9.3 条执行。

6.10.6 上、下立柱的连接构造应结合紧密,满足荷载传递,适应节间变形。立柱接缝宜封闭防水,立柱上终端外露型材腔口应封闭。

6.10.7 上下立柱之间应有不小于 15mm 的缝隙,并采用芯柱连接,闭口型材用芯柱长度不应小于 250mm,开口型材用芯柱长度不应小于 400mm,芯柱壁厚不应小于立柱的壁厚,芯柱与立柱应紧密接触。当立柱采用钢型材时,芯柱与下柱之间应采用不锈钢螺栓固定;当立柱采用铝合金型材时,芯柱与上柱或下柱之间应采用机械连接方法加以固定。

6.10.8 立柱截面主要受力部位的厚度,应符合下列要求:

1 铝合金型材截面开口部位的厚度不应小于 3.0mm,闭口部位的厚度应不小于 2.5mm。

2 热轧钢型材截面主要受力部位的厚度不应小于 3.0mm,冷成型薄壁型钢截面主要受力部位的厚度不应小于 2.0mm。

3 对偏心受压立柱的截面宽厚比应参照本规范 6.9.2 条的相应规定。

6.10.9 钢铝组合截面立柱构造应符合下列要求:

1 采用钢铝组合截面时,两种材料接触部位应做好防腐隔离,对钢铝温度膨胀系数的差异应做好构造处理。

2 钢铝组合截面尺寸应按结构强度计算确定。铝材不参与共同受力的组合截面,铝材截面尺寸应符合制作和构造的最小要求,其与相邻构件连接时,应符合局部连接的构造和强度要求。铝材参与共同受力的强度补偿型组合截面,除应符合上述要求外,截面强度按本规范 6.10.17 条规定计算。

3 钢铝组合截面在保证钢铝两种材料隔离的工作状态下,可全长度接触或多点式接触。组合截面的组合构造应考虑隔离材料于装配过程中不被损坏或移位。

6.10.10 立柱采用隔热型材时,立柱隔热条外侧受力和荷载传递应符合本规范 6.9.9 条规定。

6.10.11 应根据立柱的实际受力和支承条件,分别按单跨梁、双跨梁或多跨梁计算由自重、风荷载和地震作用产生的弯矩、扭矩和剪力,并按其支承条件计算轴向力。

6.10.12 承受轴向拉力和弯矩作用的立柱,其承载力应符合下式要求:

$$\frac{N}{A_n} + \frac{M}{\gamma W_n} \leq f \quad (6.10.12)$$

式中 N —— 立柱的轴力设计值(N);

M —— 立柱的弯矩设计值(N·mm);

A_n —— 立柱的净截面面积(mm²);

W_n —— 立柱在弯矩作用方向的净截面抵抗矩(mm³);

γ —— 截面塑性发展系数,弱硬化铝型材取 1.0,强硬化铝型材和钢可取 1.05;

f —— 型材抗弯强度设计值 f_a 或 f_s (N/mm²)。

6.10.13 承受轴压力和弯矩作用的立柱,其在弯矩平面内的稳定性应符合下式要求:

$$\frac{N}{\varphi A} + \frac{M}{\gamma W(1-0.8N/N_E)} \leq f \quad (6.10.13-1)$$

$$N_E = \frac{\pi^2 EA}{1.1\lambda^2} \quad (6.10.13-2)$$

$$\lambda = \frac{l}{i} \quad (6.10.13-3)$$

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} \quad (6.10.13-4)$$

式中 N —— 立柱的轴压力设计值(N);

N_E —— 临界轴压力(N);

M —— 立柱的最大弯矩设计值(N·mm);

φ —— 弯矩作用平面内的轴心受压稳定系数,可按表 6.10.13 采用;

A —— 立柱的毛截面面积(mm²);

- W —— 在弯矩作用方向上较大受压边的毛截面抵抗矩 (mm^3)；
- λ —— 长细比；
- l —— 计算长度(mm)，两端简支 $l=L$ ，一端简支一端固定 $l=0.7L$ ，两端固定 $l=0.5L$ ，悬臂式立柱 $l=2L$ ， L 为立柱支承长度；
- i —— 核心半径(mm)；
- γ —— 截面塑性发展系数，弱硬化铝型材取 1.0，强硬化铝型材和钢可取 1.05；
- f —— 型材抗弯强度设计值 f_a 或 $f_s(\text{N}/\text{mm}^2)$ ；
- I —— 截面惯性矩(mm^4)。

表 6. 10. 13 轴心受压柱的稳定系数 φ

长细比 λ	钢型材		铝合金型材		
	Q235 钢	Q345 钢	6061-T4 6060-T5 6063-T5 6463-T5	6060-T6 6063-T6 6063A-T5 6063A-T6 6463-T6 6463A-T6	6061-T6 6005-T5 6005-T6
20	0. 97	0. 96	0. 98	0. 96	0. 92
40	0. 90	0. 88	0. 88	0. 84	0. 80
60	0. 81	0. 73	0. 81	0. 75	0. 71
80	0. 69	0. 58	0. 70	0. 58	0. 48
90	0. 62	0. 50	0. 63	0. 48	0. 40
100	0. 56	0. 43	0. 56	0. 38	0. 32
110	0. 49	0. 37	0. 49	0. 34	0. 26
120	0. 44	0. 32	0. 41	0. 30	0. 22
130	0. 39	0. 28	0. 33	0. 26	0. 19
140	0. 35	0. 25	0. 29	0. 22	0. 16
150	0. 31	0. 21	0. 24	0. 19	0. 14

6.10.14 承受轴压力和弯矩作用的立柱,其长细比 λ 不应大于 150。

6.10.15 在风荷载标准值作用下,立柱相对挠度限值 $d_{f,\lim}$ 宜按下列规定采用:

铝合金型材

$$d_{f,\lim} = l/180 \quad (6.10.15-1)$$

钢型材

$$d_{f,\lim} = l/250 \quad (6.10.15-2)$$

式中 $d_{f,\lim}$ —— 结构构件挠度限值(mm);

l —— 支承点间的距离(mm),悬臂构件可取挑出长度的 2 倍。

6.10.16 倾斜立柱应按立柱的实际受力状况验算承载力和变形。

6.10.17 钢铝组合截面立柱设计应符合以下要求:

1 钢铝组合截面中,不参与组合截面共同工作的铝材部分,仍应按实际受力状况进行局部受力和连接部位计算。

2 钢铝共同工作的组合截面强度计算,可按刚度分配原理,分别按下式计算:

$$q_{al} = \frac{I_{al}E_{al}}{I_{al}E_{al} + I_sE_s} \cdot q \cdot \gamma_F \quad (6.10.17-1)$$

$$q_s = \frac{I_sE_s}{I_{al}E_{al} + I_sE_s} \cdot q \quad (6.10.17-2)$$

式中 q —— 作用在立柱上的荷载值(N/mm);

q_{al} —— 组合截面上铝材承受的荷载值(N/mm);

q_s —— 组合截面上钢材承受的荷载值(N/mm);

E_{al} —— 铝材的弹性模量(N/mm²);

E_s —— 钢材的弹性模量(N/mm²);

I_{al} —— 组合截面中铝材独立的截面惯性矩(mm⁴);

I_s —— 组合截面中钢材独立的截面惯性矩(mm⁴);

γ_F ——调整系数取 1.05。

3 钢铝共同工作的组合截面,应按材料力学方法验算型材间的剪力传递,按计算要求设置抗剪螺栓。

4 钢铝组合截面立柱的挠度限制为 $l/250$ 。

6.10.18 在建筑物平面转角或突变处的立柱,应考虑最不利荷载和作用的组合,对立柱截面最小抵抗矩和最小惯性矩方向作补充验算和校核,符合相应极限状态的要求。

6.11 石材幕墙与主体结构的连接构造

6.11.1 主体结构应能有效承受石材幕墙结构传递的荷载和作用,但主体结构的变形不应直接作用于幕墙结构从而使幕墙结构产生较大的应力。

6.11.2 石材幕墙结构的连接节点应有可靠的防松、防脱和防滑措施。

6.11.3 石材幕墙结构连接节点处的连接件、焊缝、螺钉、螺栓设计应符合现行国家标准《钢结构设计规范》(GB 50017)和《铝合金结构设计规范》(GB 50429)的规定。每个连接件的每一连接处,受力螺钉、螺栓、铆钉不宜少于 2 个,主要连接节点处不应少于 2 个。

6.11.4 石材幕墙结构连接件与主体结构的锚固承载力设计值应大于连接件本身的承载力设计值。与主体结构或埋板直接连接的钢连接件厚度不应小于 6mm。

6.11.5 石材幕墙结构与主体混凝土结构应通过预埋件连接,预埋件应在主体结构混凝土施工时埋入,预埋件位置、防雷接地等应符合设计规定。

6.11.6 由锚板 and 对称配置的锚固钢筋所组成的受力预埋件,应按国家现行标准《玻璃幕墙工程技术规范》(JGJ 102)的规定设计。后置埋件应按国家现行标准《混凝土结构后锚固技术规程》(JGJ

145)的规定设计。

6.11.7 预埋件设计应符合本规范附录 A 的要求。

6.11.8 石材幕墙结构与主体结构采用后置埋件连接时,应根据其受力情况,合理布置锚栓埋件,保证其连接可靠,并符合下列规定:

1 主体结构钢筋混凝土构件不出现裂缝或者裂缝宽度在规范允许范围之内。

2 后置埋件用锚栓可选用自扩底锚栓、模扩底锚栓、特殊倒锥形锚栓或化学锚栓。锚栓钢材受拉性能须进行复验,复验结果应符合现行国家标准《混凝土结构加固设计规范》(GB 50367)的规定。

3 锚栓外露部分应做防腐处理。

4 锚栓直径和数量应经计算确定。锚栓直径不小于 10mm,每个后置埋件上不得少于 2 个锚栓。

5 锚栓承载力设计值应不大于其极限承载力的 50%,并进行承载力现场试验,必要时进行极限拉拔试验。

6 就位后需焊接作业的后置埋件应使用机械扩底锚栓,或化学锚栓与机械锚栓交叉布置。化学锚栓超过半数的后置埋件,就位后不得在其部件及连接件上焊接作业。

6.11.9 石材幕墙结构与砌体结构连接时,应在连接部分的主体结构上增设钢筋混凝土或钢结构梁、柱。轻质填充墙不应作为幕墙的支承结构。

6.11.10 石材幕墙与主体钢结构连接应在主体钢结构加工时提出设计要求。现场不宜再在钢结构柱、主梁上焊接其他转接件。

6.11.11 建筑主体结构变形缝部位的石材幕墙构造,应能符合石材幕墙变形的要求。

6.11.12 石材幕墙构件和连接的计算分析应有明确的计算模型。应力计算必须考虑面板重力偏心和其他连接偏心产生的附加影响。

7 室内墙、柱面石材干挂法设计

7.1 一般规定

7.1.1 室内高度大于 6m 的墙、柱面石材面板的连接构造、圆柱、异形柱石材面板及石材线条(包括石材雕刻、及石材艺术品)的连接构造应按干挂法设计。

7.1.2 石材面板的设计及防护处理应符合本规范相关章节的要求。石材面板对室内环境的放射性影响及物理性能技术指标应符合本规范 3.3 节相关条款的要求。

7.1.3 干挂石材圆柱、方柱、异形柱柱帽、大规格石材线条、倾斜挂装的石材面板及线条应保证其安全可靠,并符合本规范 4.8.6、4.8.7、5.1.7 条的相关要求。

7.1.4 各种石材面板的加工允许偏差应符合本规范 9.3 节中优等品的要求。

7.1.5 石材板块的接缝形式应根据设计风格确定,并符合本规范 5.2.6~5.2.8 条的要求,填缝材料的选择应符合本规范 3.6.5 条的有关规定,嵌缝处理可参照附录 C 饰面石材嵌缝形式。

7.2 结构设计

7.2.1 室内墙、柱面石材干挂设计应考虑永久荷载、风荷载和地震作用。作用效应计算和作用效应组合应符合本规范 6.3、6.4 节的相关要求,其中风荷载计算中的局部体形系数应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》(GB 50009)中 8.3.5 条的规定确定。

7.2.2 室内墙、柱面石材干挂主要受力构件(横梁和立柱)及连

接件、锚固件宜采用 Q235 号钢,横梁宜选用角钢,立柱宜选用槽钢,钢型材表面除锈及防腐处理应符合本规范 3.4.1 条的要求。横梁两端可与钢立柱焊接,并标注焊接要求。

7.2.3 干挂石材圆柱的角钢横梁型材,设计应要求采用专业机械滚弯成型。禁止采用现场将角钢切口弯曲手工焊接的处理方法。

7.2.4 立柱的间距宜与墙面石材竖向分缝位置相一致,并在同一工程中尽量一致,以方便钢横梁的加工制作,同时也能减少石材面板的规格。

7.2.5 立柱应根据实际受力和支承条件,分别按单跨梁、双跨梁或多跨梁计算由自重、风荷载和地震作用产生的弯矩和剪力,并按其支承条件计算轴向力。具体计算按本规范 6.10 节相关条款的规定。钢立柱截面厚度不应小于 3mm,长细比不应大于 150。

7.2.6 立柱与主体结构的连接按本规范 6.11.8~6.11.11 条等相关条款的规定。当采用钢构件时,连接件与立柱的连接均可采用焊接,并标注焊接要求。

7.2.7 横梁截面尺寸应根据石材面板作用在横梁上的荷载和横梁支承状况产生的双向弯矩和剪力计算确定。钢横梁截面厚度不应小于 3mm。当横梁采用角钢时,应采用壁厚不小于 4mm 的 4 号角钢。

7.2.8 横梁抗弯承载力应符合以下要求:

1 对称截面横梁抗弯承载力按本规范 6.9.10~6.9.12 条的规定。

2 非对称截面横梁应按双向弯曲构件计算,横梁截面上的最大拉应力设计值和最大压应力设计值均应不大于型材抗弯强度设计值。

7.2.9 横梁抗剪承载力应符合以下要求:

1 横梁截面上两个方向的最大剪应力设计值不应大于型材抗剪强度设计值。

2 最大剪应力可按平均剪应力设计值的 1.5 倍取值。水平方向的平均剪应力设计值,可用水平方向的剪力设计值除以横梁截面水平方向腹板截面面积确定。竖直方向的平均剪应力设计值,可用竖直方向的剪力设计值除以横梁截面竖直方向腹板截面面积确定。

3 钢横梁的最大挠度不应大于横梁跨度的 $1/400$ 。

7.3 连接构造

7.3.1 干挂石材面板的连接构造可采用短槽、通槽、背栓支承,同一块面板上可以有不同的连接构造,面板应根据材质、厚度、形状和所在位置等合理选择连接构造。短槽、通槽、背栓的设计应符合本规范 6.5 节相关条款的要求。

7.3.2 人造石材及微晶石等其他石材面板的连接构造可采用短槽、通槽和背栓支承,并符合本规范 6.6 节相关条款的要求。超薄石材复合板的连接构造应采用专用预埋螺栓支承,并符合本规范 6.7 节相关条款的要求。

7.3.3 单块石材的面积不宜大于 1.2m^2 。

7.3.4 石材面板的厚度应经强度计算确定。当面板的连接构造采用短槽、通槽支承时,磨光面花岗岩厚度不应小于 20mm(开槽后,槽口两侧板厚度均不应小于 6mm),粗面板厚度以计算厚度加 3mm。其他石材厚度不应小于 22mm(开槽后,槽口两侧板厚度均不应小于 7mm)。

7.3.5 当石材板块采用短槽、通槽方式支承,石材板块接缝设计成 U 形和 V 形缝时,石材板块支承点部位的厚度应符合本规范 7.3.4 条的要求。

7.3.6 20mm 厚的石材用于墙、柱面干挂高度不应大于 6m。

7.3.7 当石材面板连接构造采用背栓支承时,各种石材面板厚度均不应小于 25mm,粗面板厚度以计算厚度加 3mm。采用背栓

支承的石材面板,设计应充分考虑墙、柱面插座开孔等细节的处理。

7.3.8 磨光面花岗岩石材圆柱圆弧板、异形柱面板壁厚最小值不应小于 20mm,其他石材壁厚最小值不应小于 22mm。各种石材平板、圆柱圆弧板上设计有凹槽或雕花时,平板、圆弧板(包括石材雕刻、及石材艺术品)壁厚最小值不应小于 22mm,且干挂件位置不宜布置在有凹槽和壁厚最小值部位。

7.3.9 对有明显纹理的圆柱石材,设计应提出加工圆弧板的纹理方向。

7.3.10 室内墙、柱面干挂石材当采用超薄石材复合板、微晶石等其他石材时,应符合本规范 3.3 节要求。

7.3.11 石材花线的设计及连接构造应符合本规范 5.3、6.8 节等相关条款的要求。

8 石材粘结法设计

8.1 一般规定

8.1.1 石材粘结法仅适用于石材厚度不大于 30mm、室外高度不大于 3.5m、室内高度不大于 6m 的石材墙、柱面以及地面石材的安装,圆柱石材饰面不应按粘结法设计。薄型石材应按粘结法设计,超薄石材复合板可按粘结法设计。

8.1.2 厚度不大于 20mm 的石材粘结安装可按粘结剂满贴法、环氧类胶干贴法、水泥砂浆湿贴法三种方法设计,厚度大于 20mm 且不大于 30mm 的石材应按水泥砂浆湿贴法设计。

8.1.3 小规格石材线条可按粘结法设计。

8.1.4 粘附石材的墙体、柱体应具有足够的承载能力。轻质墙等非承重墙体不应直接粘附石材。如需粘附石材,应进行加固处理。特殊墙体应进行专项设计。

8.1.5 石材面板以及对室内环境的放射性影响应符合本规范相关条款的要求。采用粘结法安装的石材,应根据不同的粘结材料进行防护处理。

8.1.6 比较易碎的石材在粘贴前应采用铺设背网、粘贴背胶等增强措施。

8.1.7 石材板块的接缝形式、嵌缝处理应根据设计风格和不同的粘结方法确定,可参照附录 C 饰面石材嵌缝形式要求。

8.2 粘结材料的选用

8.2.1 石材粘结法选用的粘结材料应符合本规范 3.7 节相关条

款的要求。

8.2.2 按粘结剂满贴法、环氧类胶干贴法设计的饰面石材,应考虑粘结剂对石材变形性能(稳定性能)的影响,并按表 8.2.2 合理选用粘结剂。石材的稳定性试验方法见附录 E。

表 8.2.2 石材变形性能与胶粘剂选用要求

类 别	A 类	B 类	C 类
变形量 (在规定条件下 6h 之内)	<0.3mm	0.3mm~0.6mm	>0.6mm
选用胶粘剂	标准粘结剂	快干和高粘结力 粘结剂	无水反应型树脂 粘结剂

8.2.3 石材环氧类胶干贴法应采用环氧类双组份胶粘材料,其物理力学性能除符合本规范表 3.7.7 的要求外,还应有质量检测机构出具的人工老化试验报告,符合经 1000h 人工老化时间后,试样剪切强度降低值不超过 5%的要求。

8.2.4 石材拼花采用环氧类胶干贴法安装时,应选用石材拼花透明环氧类胶,其物理力学性能应符合本规范表 3.7.8 的要求。

8.3 找平层要求

8.3.1 找平层应具有一定的强度和刚度,并符合设计要求。找平层宜采用非氧化性金属网格增强。有防水要求的建筑地面,找平层铺设前必须对立管、套管和地漏与楼板节点之间进行密封处理,按设计要求设置排水坡度。找平层及石材粘贴面设计应要求进行界面处理(界面处理前,基体含水率应小于 9%),并标注界面处理要求。

8.3.2 石材粘贴的基体的表面平整度允许偏差、立面垂直允许偏差、阴阳角垂直允许偏差均不应大于 $\pm 2\text{mm}$ 。

8.4 变形缝设置

8.4.1 石材地面的变形缝应按设计要求设置,并应符合下列规定:

1 石材地面的沉降缝、伸缩缝和防震缝,应与结构相应缝的位置一致,且应贯通建筑地面各构造层。

2 沉降缝和防震缝的宽度应符合设计要求,缝内清理干净,以柔性密封材料填嵌,并与石材面层齐平。

8.4.2 石材大面积粘贴和不同基面之间,应考虑设置伸缩缝,并应符合下列规定:

1 如在建造或后来锯切形成的原位置设置伸缩缝,应用嵌条和背衬条填充,并用填缝剂密封。

2 如是预制伸缩缝,应在铺装石材之前安装好。

3 伸缩缝的定位和接缝的宽度应符合表 8.4.2 的要求。

表 8.4.2 伸缩缝的定位和接缝宽度要求

接 缝 位 置	接 缝 宽 度
结构性伸缩缝	应符合结构性接缝要求,伸缩缝应贯通找平层、粘接剂和石材铺装层
接缝在石材区域受限制的地方,如与柱子、桁条、路缘和天花板衔接的地方	室内:≥5mm 室外:≥12mm
接缝在基面改变定位的连接处。如在凹面墙的拐角处;基面改变材料的地方	
在连续性大面积装修石材时,室内每 50m ² 、室外每 25m ² 处应设置伸缩缝,伸缩缝跨度的长度不得超过相应宽度的两倍	室内:3mm~5mm 室外:6mm~12mm

8.5 粘结剂满贴法设计

8.5.1 满贴法适用于单块石材面积不大于 0.36m² 的饰面石材

的安装。

8.5.2 应根据石材的规格、厚度确定粘结剂厚度,厚度不应小于2mm,且不大于5mm。粘结剂的种类应符合设计要求。

8.5.3 对于光面石材,石材接缝缝隙应设计成1.5mm的窄缝;对于粗面石材和劈裂加工的石材,接缝宽度应符合设计要求,且应不小于6mm。

8.6 环氧类胶干贴法设计

8.6.1 干贴法安装的饰面石材可按直接粘贴法和钢架粘贴法两种方法设计。

8.6.2 直接粘贴法仅适合饰面石材与墙面净空距离不大于5mm的饰面石材的安装,并可按密缝和分缝两种形式设计。

8.6.3 直接粘贴法饰面石材的胶点布置、纵横间距应按图8.6.3-1和图8.6.3-2的规定,同时应符合下列条款的规定:

1 单块石材面积应不大于 1.0m^2 。

2 单块石材胶的总面积(即每块石板上各点点涂面积之和):当饰面石材规格符合图8.6.3-1,胶的总面积不应小于

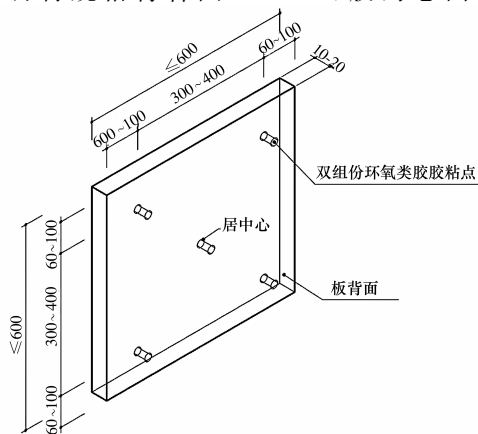


图 8.6.3-1 干贴法胶点布置示意图一

90cm²/50kg;当饰面石材规格符合图 8.6.3-2,胶的总面积不应小于 120cm²/50kg。

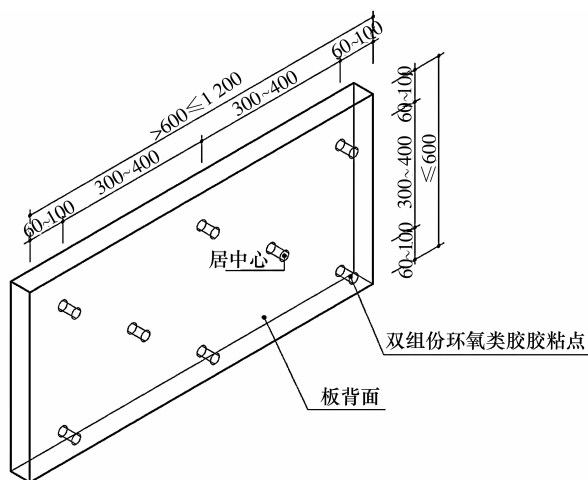


图 8.6.3-2 干贴法胶点布置示意图二

3 每点点涂设计直径不应小于 $\phi 40$ 。

8.6.4 饰面石材钢架粘贴法可按密缝和分缝两种形式设计,并应符合以下规定:

1 钢骨架的设计应符合本规范 7.2 节相关条款的要求,并应在设计粘接点位置焊接冷弯不锈钢短角钢角码,粘接点位置角钢横梁和不锈钢短角钢角码上应钻直径为 $\phi 6$ 的中心孔,以便石材安装就位时能将部分胶体从中心小孔中挤压出余胶,形成锚固点。

2 20mm 厚的单块石材面积不应大于 1.0m²,单块石材的粘结点不应小于 4 个,每个粘结点的面积不应小于 40mm×40mm,设计粘结胶厚度宜为 5mm。

3 干粘法粘接点中心距板边不应大于 120mm,两个粘接点中心距不宜大于 600mm,边长不大于 850mm 的 20mm 厚板每边可设两个粘接点,边长大于 850mm 时应增加 1 个粘接点。

8.7 水泥砂浆湿贴法设计

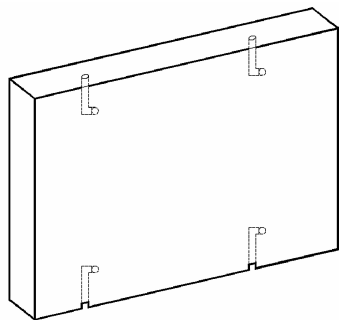
I 墙、柱面湿贴法设计

8.7.1 采用水泥砂浆湿贴法安装的石材,单块面积不宜大于 1.0m^2 。

8.7.2 水泥砂浆湿贴石材应根据墙体、柱体的结构形式可按布置钢筋网片,采用不锈钢丝将石材绑扎在钢筋网片上,再灌浆的方法设计。

8.7.3 墙体、柱体埋设膨胀螺栓,钢筋网片与膨胀螺栓应可靠焊接。光圆钢筋直径不应小于 $\phi 6$,膨胀螺栓直径不应小于 M6。

8.7.4 石材板块需钻孔。应在石材板块粘贴面上下两侧各钻 2 个孔径 5mm、孔深 15mm 的直孔,见图 8.7.4-1,也可按图 8.7.4-2 的方法设计。



8.7.5 光面石材板块接缝缝隙宜在 $0.5\text{mm} \sim 1\text{mm}$,应要求灌浆饱满、嵌缝严密,避免腐蚀性气体渗入锈蚀挂网,侵蚀石材板面。

图 8.7.4-1 湿贴法石材板块钻孔

8.7.6 材料应符合以下要求:

方法一

1 应采用强度等级为 32.5 级或 42.5 级且碱金属氧化物含量低的水泥、不含可溶性盐的集料,不应采用碱金属氧化物含量高的外加剂。

2 应采用防水密封性能好的嵌缝材料。

3 石材的防护材料应选择多功能、透气型、深层渗透型防护剂。

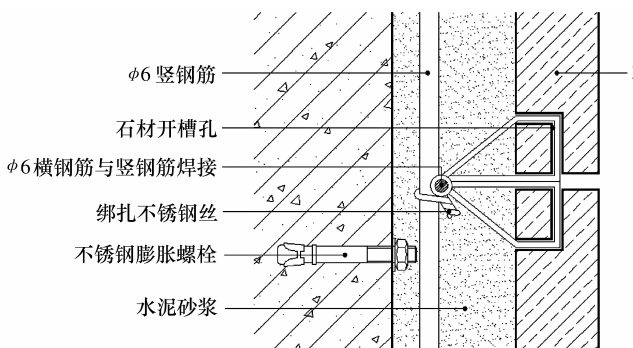


图 8.7.4-2 湿贴法石材板块钻孔方法二

II 地面石材湿贴法设计

8.7.7 地面石材湿贴,设计应对找平层提出要求。应采用水泥砂浆或混凝土铺设找平层,砂浆配合比(体积比)不应小于 1:3 (水泥:砂),混凝土强度等级不应低于 C15,并应符合现行国家标准《建筑地面工程施工质量验收规范》(GB 50209)的规定。应对找平层下的各类垫层、钢筋混凝土楼板或填充层进行界面处理。

8.7.8 有防水要求的地面,设计应标注找平层上防水隔离层的要求。找平层应洁净、干燥,含水率不应大于 9%。

8.7.9 地面石材湿贴可按无镶条和金属条镶缝两种形式设计。

8.7.10 材料质量应符合下规定:

1 水泥:找平层应采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥,其强度等级不得低于 32.5 级。粘贴石材面层用水泥,宜选用普通硅酸盐水泥,强度等级不得低于 32.5 级。

2 砂:宜选用中砂或粗砂,含泥量不应大于 3%。

3 粗骨料:采用碎石或卵石,其最大粒径不应大于找平层厚度的 2/3,含泥量不应大于 2%。

4 水:宜采用饮用水。

5 外加剂:混凝土中掺用外加剂的质量应符合现行国家标

准《混凝土外加剂》(GB 8076)的规定。

6 结合层砂浆:粘贴石材面层应采用拌制的干硬性砂浆,砂浆应拌匀、拌熟,不应采用稀砂浆。

7 石材的防护材料应选择多功能、透气型、深层渗透型防护剂。

8.8 石材填缝材料的选用

8.8.1 石材接缝的填缝材料应符合本规范 3.8 节相关条款的规定。

8.8.2 按粘结剂满贴法、环氧类胶干贴法设计的饰面石材的填缝,可选用反应型树脂填缝材料,也可选用水泥基填缝材料;按水泥砂浆湿贴法设计的饰面石材的填缝,宜选用反应型树脂填缝材料。

8.8.3 伸缩缝和特殊场合使用的填缝材料应符合设计要求。

8.8.4 石材伸缩缝使用的背衬条材料应具有柔韧性和可压缩性,并应和填缝剂相容。

8.8.5 石材填缝剂应能够适应伸缩缝伸缩量而不会降低伸缩缝边缘的粘结性能,并能适应憎水性和施工现场使用紫外线灯光等正常的施工环境条件。

8.8.6 对于窄缝和大理石类石材,可使用无砂填缝剂。

8.8.7 溶剂型有机密封剂不得用于天然石材饰面的填缝。

8.8.8 选择填缝剂应符合表 8.8.8 的规定要求。

表 8.8.8

填缝剂选择要求

项 目	要 求	试 验 标 准
使用特性	清洁时间、服务时间、适用期符合设计要求	JC/T 1004
抗缩性	能够预防自身或者与石材之间破裂	
耐磨性	能承受地面负重通行的磨损	
压缩强度	承载压力符合设计要求	
吸水率	吸水率低易于清洁	
化学强度	符合使用场所的稳定性要求	
着色性	对石材无污染且相容	—

9 加工制作

9.1 一般规定

9.1.1 对于室内外墙面板和构件的加工制作,应根据加工图来加工。加工图应依据通过审图的施工图或设计确认的施工图,并应对已建的主体结构进行复测,按实测结果调整施工图中的偏差,符合要求后再进行加工。

9.1.2 对于室内外地面石材加工,应根据设计确认的图纸,并经实测调整偏差后进行加工。

9.1.3 加工产品所采用的设备、机具应符合加工精度要求,其量具应定期进行计量认证。

9.1.4 预埋件的锚筋不应做防腐处理。

9.1.5 加工产品的原材料应符合国家相关规范和设计要求。

9.2 金属构件加工

9.2.1 预埋件的加工应符合以下要求:

- 1 锚板及锚筋的材质应符合设计要求。
- 2 锚板应按照加工工序依次完成。
- 3 剪板和冲孔工序完成后,应对半成品除去毛刺。
- 4 预埋件的锚筋与锚板宜采用塞焊,焊缝应符合相关规范和设计要求。

9.2.2 平板型预埋件加工精度应符合以下要求:

- 1 锚板边长允许偏差为 $\pm 5\text{mm}$ 。
- 2 锚筋长度不允许负偏差,两面为整块锚板的穿透式预埋

件的锚筋长度允许偏差为 $+5\text{mm}$ 。

3 圆钢筋的中心线允许偏差为 $\pm 5\text{mm}$ 。

4 锚筋与锚板面的垂直度允许偏差为 $l_s/30$ (l_s 为锚固钢筋长度,单位为 mm)。

9.2.3 除锚筋和不锈钢制品外,槽型预埋件表面及槽内应进行防腐处理,其加工精度应符合以下要求:

1 预埋件长度、宽度、厚度和锚筋长度不允许负偏差。

2 槽口允许偏差为 $\pm 0.5\text{mm}$,锚筋中心线允许偏差为 $\pm 1.5\text{mm}$ 。

3 锚筋与槽板的垂直度允许偏差为 $l_s/30$ (l_s 为锚固钢筋长度,单位为 mm)。

9.2.4 后置预埋件的加工精度应符合下列要求:

1 后置预埋件的材质应符合设计要求。

2 后置预埋件外观应平整,不得有裂纹、毛刺、凹凸、翘曲、变形等缺陷。

3 后置预埋件的加工尺寸(图 9.2.4)允许偏差应符合表 9.2.4 的要求,其中 e 不应小于 20mm 。

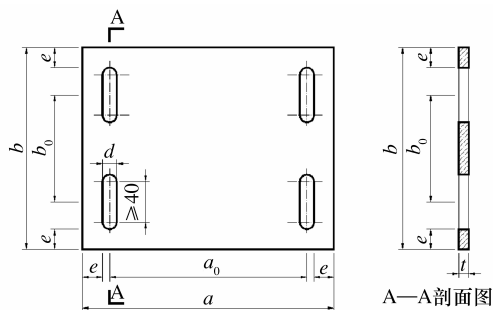


图 9.2.4 后置预埋件尺寸示意图

表 9.2.4 后置预埋件尺寸允许偏差

项 目	允 许 偏 差	项 目	允 许 偏 差
长 a	+5mm -2mm	孔宽 d	+1.0mm, 不允许负偏差
高 b	+5mm -2mm	边距 e	+1.0mm, 不允许负偏差
孔距 a_0 和 b_0	$\pm 1.0\text{mm}$	壁厚 t	+0.5mm -0.2mm

9.2.5 连接件、支承件的加工精度应符合下列要求：

- 1 连接件、支承件的材质应符合设计要求。
- 2 连接件、支承件外观应平整,不得有裂纹、毛刺、凹凸、翘曲、变形等缺陷。
- 3 连接件、支承件加工应符合表 9.2.5 的要求。

表 9.2.5 连接件、支承件加工尺寸要求

加 工 内 容	允 许 偏 差
外形加工尺寸	+5mm -2mm
孔(槽)距	$\pm 1.0\text{mm}$
孔(槽)宽	+0.5mm,不允许负偏差
孔(槽)边距	+1.0mm,不允许负偏差
壁厚	+0.5mm -0.2mm
弯曲角度	$\pm 2^\circ$

4 孔(槽)边与连接件、支承件的边缘距离应符合设计要求。

9.2.6 钢型材立柱及横梁的加工应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》(GB 50205)的规定。

9.2.7 型材截料前应校直调整。型材直线度允许偏差:铝合金型材为 1/1000,钢型材为 1/500。

9.2.8 幕墙型材加工应符合以下要求：

- 1 型材加工应按工序依次完成。
- 2 下料时应防止型材产生变形。
- 3 加工时应保护型材表面，半成品应在明显处贴标识。
- 4 冲孔、铣切等工序完成后，型材切口应平整、光滑。
- 5 加工工序完成后应进行检验，检验合格后应及时对型材

表面采取保护措施。

9.2.9 横梁、立柱截料端头不应有加工变形，并应去除毛刺。其加工允许偏差应符合表 9.2.9 要求。

表 9.2.9 横梁、立柱加工允许偏差

加 工 内 容	材 质	允 许 偏 差
横梁长度	铝合金	$\pm 0.5\text{mm}$
	钢材	$+0.5\text{mm}$ -1.0mm
立柱长度	铝合金	$\pm 1\text{mm}$
	钢材	$+1\text{mm}$ -2mm
端头斜度	—	$-15'$

9.2.10 型材钻孔应符合下列要求：

1 孔边距不应小于 10mm，孔位允许偏差为 $\pm 0.5\text{mm}$ ，孔距允许偏差为 $\pm 0.5\text{mm}$ ，累计偏差为 $\pm 1.0\text{mm}$ 。

2 铆钉的通孔尺寸偏差应符合现行国家标准《紧固件 铆钉用通孔》(GB 152.1)的规定。

3 沉头螺钉的沉孔尺寸偏差应符合《紧固件 沉头用沉孔》(GB 152.2)的规定。

4 圆柱头、螺栓的沉孔尺寸应符合《紧固件 圆柱头用沉孔》(GB 152.3)的规定。

5 螺丝孔的加工应符合设计要求。

9.2.11 铝合金构件中槽、豁、榫的加工应符合以下要求：

1 槽口的允许偏差为 $+0.5\text{mm}$ ，不允许负偏差，中心线允许偏差 $\pm 0.5\text{mm}$ 。

2 豁口的允许偏差为 $+0.5\text{mm}$ ，不允许负偏差，中心线允许偏差 $\pm 0.5\text{mm}$ 。

3 榫头截面的长、宽允许偏差为 -0.5mm ，不允许正偏差，中心线允许偏差 $\pm 0.5\text{mm}$ 。

9.2.12 铝型材构件弯加工应符合以下要求：

1 铝合金构件宜采用拉弯设备进行弯加工。

2 弯加工后构件表面应光滑，不得有皱折、凹凸、裂纹，且应符合设计要求。

3 弯加工构件应符合表 9.2.12 的规定。

表 9.2.12 弯加工构件外形允许偏差 (mm)

拉弯方向型材 截面最大高度 H	材料状态	允许最小 弯曲半径 r	半径误差 ($\leq$)	材料扭曲度 ($\leq$)	内、外弧 凹陷度 ($\leq$)
$H \leq 60$	未时效处理	≥ 300	2	2	1
	时效处理	> 1000	3	2	1
$60 < H \leq 85$	未时效处理	≥ 500	2	2	1
	时效处理	> 1000	3	2	1
$85 < H \leq 110$	未时效处理	≥ 600	2	2	1
	时效处理	> 1000	3	2	1
$110 < H \leq 130$	未时效处理	≥ 600	2	2	1
	时效处理	> 3000	3	2	1
$130 < H \leq 140$	未时效处理	≥ 600	2	2	1
	时效处理	> 3000	3	2	1

续表

拉弯方向型材 截面最大高度 H	材料状态	允许最小 弯曲半径 r	半径误差 ($\leq$)	材料扭曲度 ($\leq$)	内、外弧 凹陷度 ($\leq$)
$140 < H \leq 150$	未时效处理	≥ 600	2	2	1
	时效处理	> 3000	3	2	1
$150 < H \leq 160$	未时效处理	≥ 800	2	2	1
	时效处理	> 5000	3	2	1
$160 < H \leq 180$	未时效处理	≥ 800	2	2	1
	时效处理	> 5000	3	2	1
$180 < H \leq 200$	未时效处理	≥ 800	3	3	2
	时效处理	> 5000	5	3	2
$200 < H \leq 220$	未时效处理	≥ 800	4	3	2
	时效处理	> 5000	5	3	2
$220 < H \leq 240$	未时效处理	≥ 800	4	3	2
	时效处理	> 5000	5	3	2
$240 < H \leq 260$	未时效处理	≥ 800	4	3	2
	时效处理	> 5000	6	3	2
$260 < H \leq 280$	未时效处理	≥ 800	4	3	2
	时效处理	> 5000	6	3	2

9.2.13 钢构件焊接、螺栓连接应符合国家现行标准《建筑钢结构焊接技术规程》(JGJ 81)的规定。

9.2.14 钢构件应符合现行国家标准《钢结构工程质量检验标准》(GB 50221)的规定。钢构件表面除锈、涂装应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》(GB 50205)的规定。

9.3 石材面板加工

9.3.1 石板加工应符合下列规定：

- 1 石材的品种应符合设计要求。
- 2 石材加工时,每个装饰面应尽可能用同一块荒料,或同一层面相邻的荒料。
- 3 按设计要求优先考虑主要区域或重点区域装饰面。
- 4 石板应无暗裂缺陷,连接部位无崩裂。外侧不得有崩边、缺角现象;内侧非连接部位崩边不应大于 $5\text{mm} \times 20\text{mm}$,缺角不应大于 20mm 。
- 5 石板的外形尺寸、色泽、纹理应符合设计要求。石材加工应根据排版要求编号加工。除图案设计外,相邻石板不应有明显色差。带有明显纹理特征的石材,切割板材时同批宜进行追纹调整,保持石材原有花纹特征。施工时应按设计排版图对应安装。
- 6 装饰面面积过大无法实现整面排板时或要与其他装饰面衔接时,可分段分区域进行小范围排板,每次排板时应保留与该区域相邻的一排的石材作为对照。
- 7 特殊工艺的装饰如亚光面、喷砂面、水喷面、火烧面、仿古面等在原有基础上进行特殊的工艺处理,应符合设计要求。石材的表面加工处理应与用途和石材的特性相结合,不同加工工艺与用途应符合表 9.3.1 的要求。

表 9.3.1 石材表面加工工艺和特征用途

工艺种类	工 艺 说 明	特 征 与 用 途	备 注
抛光	在生产过程中使用抛光磨料或抛光粉得到的有光泽的、平滑的表面	表面光滑有光泽,能显示石材的全部颜色,具有强烈的镜面效果,适用于室内外墙面和地面	表面光滑,沾水后防滑系数低。经常行走或暴露在露天易擦伤、磨损或风化,光泽度会下降,需要保养

续表

工艺种类	工 艺 说 明	特 征 与 用 途	备 注
细磨	在生产过程中使用磨料将石材表面打磨平滑,低光泽或无光泽	有柔和的视觉效果,适用于室内外墙面和地面,也用于窗台、黑板或专业游泳池的地面	表面平坦,低光泽或无光泽,没有强烈的反光效果
喷砂	通过高压气流或高压水流将砂喷射到石材表面形成不光滑的表面,无光泽	起防滑作用或体现装饰图案,适用于室内外墙面和地面	—
水喷	高压水喷射到石材表面形成不光滑的表面,无光泽	能防滑,体现古朴的装饰效果,适用于室内外墙面和地面	—
仿古	用研磨刷将石材表面打磨成无光泽的不光滑表面	多用于大理石,防滑,古典的装饰效果,适用于室内外墙面和地面	—
火烧	用火焰喷射表面,引起结晶爆裂,形成粗糙的表面	能提供良好的防滑保护,适用于花岗石墙面和地面	火烧石应检查火烧后的均匀程度,火烧石不得有暗裂、崩裂情况
劈裂	沿着石材自然节理的劈裂面劈开而产生的表面	具有自然的装饰效果,适用于室内外墙面和地面	—
其他	如剁斧面、琢石面、机刨面、粗锯和刀具切割面	特殊的装饰效果,适用于室内外墙面和地面	特殊需要

8 石材表面的天然小孔洞按设计要求可以进行填充修补,填充修补宜采用原石粉进行调配,不允许使用纯胶进行修补。修补后的石材不应降低石材力学强度。石材修补时,应避免水源和灰尘污染。

9 坚固性较差的大理石、石灰石在加工的全过程中应进行修补、背胶和背网等加固工序。胶粘剂应具有与石材相容性的检验报告。

10 石材侧面同时为装饰面时应按设计要求进行磨抛或其他工艺处理,应保证与主饰面效果基本一致。

11 在不影响安装效果的条件下石材装饰面的边棱应进行倒角处理(地面除外),倒角尺寸应符合设计要求。

12 采用粘结组合成的异型产品,应采用金属件与相邻部分连接后,再用环氧型胶粘剂填充粘结,不得只靠胶粘剂连接,也不得使用小石块做背衬粘结。

13 石材的清洗和护理应符合本规范第 11 章的要求。

14 加工后的石板应靠立于通风良好的室内,靠立角度不宜小于 85°。

15 石板加工成品宜采用木箱、铁架等包装,包装应注意用途的归类,方便运输和现场安装。石板的四角、异型成品的突出尖角部分应采用柔性材料包角或缠绕包裹,避免搬运时损坏。

16 石板加工成品应以最小包装单位统一制作产品出厂单,内容包括箱单编号、工程名称、产品名称、产地、产品编号、规格、数量、等级、引用标准、安装位置、生产日期、生产企业、企业备案号、联系方式等产品信息以及安装排板图。

17 石材工程供料合同文本宜使用上海市工商管理局和上海石材行业协会联合发布的《上海市建设工程石材供料合同示范文本》。

9.3.2 天然花岗石加工要求允许偏差技术指标应符合表 9.3.2-1、表 9.3.2-2、表 9.3.2-3 和表 9.3.2-4 的规定。普型板拼缝板材正面与侧面的夹角不应大于 90°;镜面板材的镜向光泽度不应低于 80 光泽单位;特殊需要和圆弧板由供需双方协商确定。

表 9.3.2-1 毛光板加工技术指标(mm)

项 目		镜面和细面板材			粗面板材		
		优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品
平面度公差		0.80	1.00	1.50	1.50	2.00	3.00
厚度偏差	≤12	±0.5	±1.0	+1.0 -1.5	—		
	>12	±1.0	±1.5	±2.0	+1.0 -2.0	±2.0	+2.0 -3.0

表 9.3.2-2 普型板加工技术指标(mm)

项 目			镜面和细面板材			粗面板材		
			优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品
规格尺寸允许偏差	长度、宽度		0 -1.0		0 -1.5	0 -1.0		0 -1.5
	厚度	≤12	±0.5	±1.0	+1.0 -1.5	—		
		>12	±1.0	±1.5	±2.0	+1.0 -2.0	±2.0	+2.0 -3.0
平面度允许公差	板材长度(L)	$L \leq 400$	0.20	0.35	0.50	0.60	0.80	1.00
		$400 < L \leq 800$	0.50	0.65	0.80	1.20	1.50	1.80
		>800	0.70	0.85	1.00	1.50	1.80	2.00
角度允许公差	板材长度(L)	$L \leq 400$	0.30	0.50	0.80	0.30	0.50	0.80
		>400	0.40	0.60	1.00	0.40	0.60	1.00

表 9.3.2-3 圆弧板加工技术指标(mm)

项 目			镜面和细面板材			粗面板材		
			优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品
规格尺寸允许偏差	弦长		0 -1.0		0 -1.5	0 -1.5	0 -2.0	0 -2.0
	高度					0 -1.0	0 -1.0	0 -1.5
直线度与线轮廓度允许公差	直线度 (按板材高度)	≤800	0.80	1.00	1.20	1.00	1.20	1.50
		>800	1.00	1.20	1.50	1.50	1.50	2.00
	线轮廓度		0.80	1.00	1.20	1.00	1.50	2.00

- 注:1. 圆弧板壁厚符合设计要求,圆弧板各部位名称如图 9.3.2 所示。
 2. 圆弧板端面角度允许公差:优等品为 0.40mm,一等品为 0.60mm,合格品为 0.80mm。
 3. 圆弧板侧面角 α 应不小于 90°。

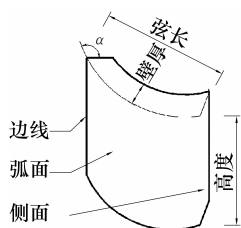


图 9.3.2 圆弧板部位名称

表 9.3.2-4

外观质量技术指标

缺陷名称	规 定 内 容	优等品	一等品	合格品
裂纹	长度不超过两端顺延至板边总长度的 1/10 (长度 $<20\text{mm}$, 不计), 每块板允许条数(条)	0	1	2
缺棱	长度 $\leq 10\text{mm}$, 宽度 $\leq 1.2\text{mm}$ (长度 $<5\text{mm}$, 宽度 $<1.0\text{mm}$ 不计), 周边每米长允许个数(个)			
缺角	沿板材边长, 长度 $\leq 3\text{mm}$, 宽度 $\leq 3\text{mm}$ (长度 $\leq 2\text{mm}$, 宽度 $\leq 2\text{mm}$ 不计), 每块板允许个数(个)		2	3
色斑	面积 $\leq 15\text{mm} \times 30\text{mm}$ (面积 $<10\text{mm} \times 10\text{mm}$ 不计), 每块板允许个数(个)			
色线	长度不超过两端顺延至板材总长度的 1/10 (长度 $<40\text{mm}$ 不计), 每块板允许条数(条)			

注:干挂板材不允许有裂纹存在。

9.3.3 天然大理石加工要求允许偏差技术指标应符合表9.3.3-1和表 9.3.3-2 的规定。普型板拼缝板材正面与侧面的夹角不应大于 90° ; 镜面板材的镜向光泽度应不低于 70 光泽单位; 若有特殊要求, 由供需双方协商确定。

表 9.3.3-1 普型板加工技术指标(mm)

项 目			优 等 品	一 等 品	合 格 品
规格尺寸允许偏差	长度、宽度		0 -1.0		0 -1.5
	厚度	≤12	±0.5	±0.8	±1.0
		>12	±1.0	±1.5	±2.0
	干挂板材厚度		+2.0 0		+3.0 0
平面度允许公差	板材长度(L)	$L \leq 400$	0.2	0.3	0.5
		$400 < L \leq 800$	0.5	0.6	0.8
		> 800	0.7	0.8	1.0
角度允许公差	板材长度(L)	$L \leq 400$	0.3	0.4	0.5
		> 400	0.4	0.5	0.7

表 9.3.3-2 圆弧板加工技术指标(mm)

项 目			优 等 品	一 等 品	合 格 品
规格尺寸允许偏差	弦长		0 —1.0		0 —1.5
	高度				
直线度与线轮廓度允许公差	直线度 (按板材高度)	≤800	0.6	0.8	1.0
		>800	0.8	1.0	1.2
	线轮廓度		0.8	1.0	1.2

注:1. 圆弧板壁厚符合设计要求,圆弧板各部位名称如图 9.3.2 所示。

2. 圆弧板端面角度允许公差:优等品为 0.40mm,一等品为 0.60mm,合格品为 0.80mm。

3. 圆弧板侧面角 α 不应小于 90° 。

9.3.4 天然石灰石加工要求允许偏差技术指标应符合表9.3.4-1、

表 9.3.4-2 和表 9.3.4-3 的规定。普型板拼缝板材正面与侧面的夹角不应大于 90° ；板材的镜向光泽度由供需双方协商确定。

表 9.3.4-1 毛光板加工技术指标 (mm)

项 目		优 等 品	一 等 品	合 格 品
平面度公差		0.80	1.00	1.50
厚度偏差	≤ 12	± 0.5	± 0.8	± 1.0
	> 12	± 1.0	± 1.5	± 2.0

表 9.3.4-2 普型板加工技术指标 (mm)

项 目			优 等 品	一 等 品	合 格 品
规格尺寸允许偏差	长度、宽度		0 -1.0		0 -1.5
	厚度	≤ 12	± 0.5	± 0.8	± 1.0
		> 12	± 1.0	± 1.5	± 2.0
平面度允许公差	板材长度 (L)	$L \leq 400$	0.2	0.3	0.5
		$400 < L \leq 800$	0.5	0.6	0.8
		> 800	0.7	0.8	1.0
角度允许公差	板材长度 (L)	$L \leq 400$	0.3	0.4	0.5
		> 400	0.4	0.5	0.7

表 9.3.4-3 圆弧板加工技术指标 (mm)

项 目		优 等 品	一 等 品	合 格 品
规格尺寸允许偏差	弦长	0 -1.0		0 -1.5
	高度			

续表

项 目			优 等 品	一 等 品	合 格 品
直线度 与线轮廓度允 许公差	直线度 (按板材高度)	≤ 800	0.6	0.8	1.0
		> 800	0.8	1.0	1.2
	线轮廓度		0.8	1.0	1.2

注:1. 圆弧板壁厚符合设计要求,圆弧板各部位名称如图 9.3.2 所示。

2. 圆弧板端面角度允许公差:优等品为 0.40mm,一等品为 0.60mm,合格品为 0.80mm。

3. 圆弧板侧面角 α 应不小于 90° 。

9.3.5 天然砂岩加工要求允许偏差技术指标应符合表 9.3.5-1、表 9.3.5-2 和表 9.3.5-3 的规定。普型板拼缝板材正面与侧面的夹角不应大于 90° ;板材表面加工处理由供需双方协商确定。

表 9.3.5-1 毛板加工技术指标(mm)

项 目		优 等 品	一 等 品	合 格 品
平面度公差		1.50	1.80	2.00
厚度偏差	≤ 12	± 0.5	± 0.8	± 1.0
	> 12	± 1.0	± 1.5	± 2.0

表 9.3.5-2 普型板加工技术指标(mm)

项 目			优 等 品	一 等 品	合 格 品
规格 尺寸 允许 偏差	长度、宽度		0 —1.0		0 —1.5
	厚度	≤ 12	± 0.5	± 0.8	± 1.0
		> 12	± 1.0	± 1.5	± 2.0

续表

项 目			优 等 品	一 等 品	合 格 品
平面度允许公差	板材长度 (L)	$L \leq 400$	0.6	0.8	1.0
		$400 < L \leq 800$	1.2	1.5	1.8
		> 800	1.5	1.8	2.0
角度允许公差	板材长度 (L)	$L \leq 400$	0.3	0.5	0.8
		> 400	0.4	0.6	1.0

表 9.3.5-3 圆弧板加工技术指标 (mm)

项 目			优 等 品	一 等 品	合 格 品
规格尺寸允许偏差	弦长		0 -1.0		0 -1.5
	高度				
直线度与线轮廓度允许公差	直线度 (按板材高度)	≤800	1.0	1.2	1.5
		>800	1.5	1.5	2.0
	线轮廓度		1.0	1.5	2.0

- 注:1. 圆弧板壁厚符合设计要求,圆弧板各部位名称如图 9.3.2 所示。
2. 圆弧板端面角度允许公差:优等品为 0.40mm,一等品为 0.60mm,合格品为 0.80mm。
3. 圆弧板侧面角 α 应不小于 90° 。

9.3.6 天然板石加工要求技术指标应符合表 9.3.6 的规定。板材表面加工处理由供需双方协商确定。

表 9.3.6 饰面板加工技术指标(mm)

项 目			饰 面 板	
			一 等 品	合 格 品
规格尺寸 允许偏差	长度、宽度	≤ 300	± 1.0	± 1.5
		> 300	± 2.0	± 3.0
	厚度(定厚板 ^a)		± 1.5	± 3.0
	单块板材厚度		—	—
	100 块板材 厚度变化率(%)	厚度 $\leq 5\text{mm}$	—	—
		厚度 $> 5\text{mm}$	—	—
平面度 允许公差	板材长度(L)	$L \leq 300$	1.5	3.0
		> 300	2.0	4.0
角度 允许公差	板材长度(L)	$L \leq 300$	1.0	2.0
		> 300	1.5	3.0

注:1. 定厚板是指合同中厚度有规定要求的板材。

2. 同一块板材的厚度允许极差为:饰面板(定厚板)3mm。

9.3.7 天然大理石建筑板材、天然石灰石建筑板材、天然砂岩建筑板材外观质量应按表 9.3.7 的规定执行。板材允许粘接和修补,粘结和修补后应不影响板材的装饰效果,也不应降低板材物理性能。

表 9.3.7

外观质量技术指标

缺陷名称	规 定 内 容	优等品	一等品	合格品
裂纹	长度 $\geq 10\text{mm}$ 的不允许条数(条)	0		
缺棱 ^a	长度 $\leq 8\text{mm}$,宽度 $\leq 1.5\text{mm}$ (长度 $\leq 4\text{mm}$,宽度 $\leq 1.0\text{mm}$)不计,每米长允许个数(个)	0	1	2
缺角 ^a	沿板材边长顺延方向,长度 $\leq 3\text{mm}$,宽度 $\leq 3\text{mm}$ (长度 $\leq 2\text{mm}$,宽度 $\leq 2\text{mm}$ 不计),每块板允许个数(个)			
色斑	面积 $\leq 6\text{cm}^2$ (面积 $< 2\text{cm}^2$ 不计),每块板允许个数(个)		不明显	有,不影响装饰效果
砂眼	直径 $< 2\text{mm}$ 以下			

注:a对毛板不做要求。

9.3.8 超薄天然石材复合板加工要求允许偏差技术指标应符合表 9.3.8-1 和表 9.3.8-2 的规定。面材为天然花岗石复合板的镜向光泽度应不低于 80 光泽单位;面材为天然大理石复合板的镜向光泽度应不低于 70 光泽单位;面材有特殊要求,由供需双方协商确定。

表 9.3.8-1

普型板加工技术指标(mm)

项 目		镜面和细面板材			粗面板材		
		优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品
规格尺寸允许偏差	长度、宽度	0 -1.0	0 -1.5	0 -1.5	0 -1.0	0 -1.5	0 -1.5
	厚度	± 1.0	± 1.5	± 1.5	+1.5 -1.0	+2.0 -1.5	+2.0 -1.5

续表

项 目			镜面和细面板材			粗面板材		
			优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品
平面度允许公差	板材长度(L)	$L \leq 400$	0.30	0.40	0.50	0.40	0.50	0.60
		$400 < L \leq 800$	0.60	0.70	0.80	0.70	0.80	0.90
		> 800	0.80	0.90	1.00	0.90	1.00	1.10
角度允许公差	板材长度(L)	$L \leq 400$	0.30	0.50	0.80	0.40	0.60	0.90
		> 400	0.40	0.60	1.00	0.50	0.70	1.00

表 9.3.8-2 圆弧板加工技术指标(mm)

项 目			镜面和细面板材			粗面板材		
			优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品
规格尺寸允许偏差	弦长		0 —1.0		0 —1.5	0 —1.5		0 —2.0
	高度							
直线度与线轮廓度允许公差	直线度 (按板材高度)	≤600	0.70	0.90	1.10	0.80	1.00	1.20
		>600	0.90	1.10	1.30	1.00	1.20	1.40
	线轮廓度		0.80	1.00	1.20	1.00	1.20	1.40

注:1. 圆弧板壁厚符合设计要求。

2. 圆弧板侧面角 α 应不小于 90° 。

9.3.9 干挂饰面石材规格尺寸允许偏差应符合表 9.3.9-1 和表 9.3.9-2 的规定。

表 9.3.9-1 干挂普型板材规格尺寸允许偏差 (mm)

项 目	镜面和细面板材			粗面板材		
	优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品
长度、宽度	0 -1.0		0 -1.5	0 -1.0		0 -1.5
厚度	+1.0 -1.0	+2.0 -1.0	+3.0 -1.0	+3.0 -1.0	+4.0 -1.0	+5.0 -1.0

表 9.3.9-2 干挂圆弧板尺寸允许偏差 (mm)

项 目	镜面和细面板材			粗面板材		
	优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品
弦长	0 -1.0		0 -1.5	0 -1.5	0 -2.0	0 -2.0
高度				0 -1.0		0 -1.5
厚度	+1.0 -1.0	+2.0 -1.0	+3.0 -1.0	+3.0 -1.0	+4.0 -1.0	+5.0 -1.0

9.3.10 直位花线规格尺寸极限偏差应符合表 9.3.10 的规定。
弯位花线形状公差由供需双方商定。

表 9.3.10 直位花线加工技术指标 (mm)

项 目		镜面和细面板材			粗面板材		
		优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品
规格尺寸 极限偏差	长度	0 -1.5		0 -3.0	0 -3.0		0 -4.0
	宽度(高度)	+1.0 -2.0		+1.0 -3.0	+1.0 -3.0		+1.5 -4.0
	厚度	+1.0 -2.0		+2.0 -3.0	+2.0 -3.0		+2.0 -4.0
吻合度		0.5	1.0	1.5	1.0	1.5	2.0
形状公差	直线度,每米	1.0	1.0	1.5	1.5	2.0	2.5
	线轮廓度		1.5	2.0			3.5

9.3.11 石板的槽口宽度、深度尺寸按设计要求加工。无设计要

求时,深度宜按支承五金件的插入尺寸加 3mm。

9.3.12 通槽式、短槽式安装的石板应符合下列规定：

1 石材通槽允许位置偏差 $\pm 0.5\text{mm}$,槽宽偏差 $+2\text{mm}$,槽深偏差 $+3\text{mm}$ 。

2 石材短槽允许的位置偏差,厚度方向 $\pm 0.5\text{mm}$,长度方向 $\pm 5\text{mm}$,槽宽偏差 $+2\text{mm}$,槽深偏差 $+3\text{mm}$ 。

3 石材开槽后不得有损坏或崩裂,槽口应 45° 倒角,槽内应干燥、光滑、洁净。

9.3.13 背栓孔加工和螺栓埋装应符合以下规定：

1 石板背栓孔加工应符合表 9.3.13 的规定。

表 9.3.13 背栓孔加工要求(mm)

背栓直径	钻孔直径	钻孔直径 允许偏差	拓孔直径	拓孔直径 允许偏差	锚固深度	锚固深度 允许偏差
M6	11	± 0.3	13.5	$+0.4$ -0.2	15~20	$+0.4$ -0.1
M8	13		15.5			

2 其他板材的背栓式钻孔应符合设计要求,复合人造板钻孔不得损伤面板底面。

3 埋装螺栓时,背栓孔内应注环氧胶粘剂,环氧胶粘剂应填充饱满。

9.4 产品检验

9.4.1 产品生产过程中应建立自检、互检、专职检验制度。每种构件、配件、组件、石材成品必须首件检验合格后方可批量投产。

9.4.2 产品应按同一种类的 5% 随机抽样检查,且每种产品不得少于 5 件(同一种类产品少于 5 件全部检查)。当有一个产品不符合要求时,应加倍抽样复验,全部合格后方可出厂。

9.4.3 产品应附检验合格证书。

10 石材装饰施工

10.1 一般规定

10.1.1 采用新材料、新构造的石材装饰工程在进行性能测试后,宜在现场试安装,经业主、监理、建筑设计单位认可后方可正式施工。

10.1.2 风力大于4级时不宜进行室外石材装饰测量放线作业。

10.1.3 石材施工应在主体结构工程和相关外围护砌筑工程验收合格后进行,施工前应对预埋件和基体进行检查,对后置锚栓件进行现场拉拔性能检测。

10.1.4 进场安装的材料和构件应符合设计要求、符合相关规范和标准;需复核材料产品合格证书、性能检测报告、进场检测记录。安装石材的防护类型与防护部位应符合设计要求。

10.1.5 外墙石材饰面板施工在变形缝(抗震缝、伸缩缝、沉降缝等)部位的处理应符合设计要求。

10.1.6 防火、防雷设施的施工安装应符合设计要求,接地电阻测试数据应符合相关标准。

10.1.7 石材饰面板施工安装完毕后的墙面清洗宜采用绿色环保型清洗剂,清洗剂不得对墙面颜色和材质造成损害。

10.1.8 石材饰面板的接缝型式与嵌缝材料应符合设计要求。

10.1.9 施工完后石材表面应进行清洗,抛光面石材应根据使用部位和材质选择石材表面防护剂进行防护。

10.2 施工准备

10.2.1 施工前应对工程经批准的施工图、施工组织设计及其他设计文件进行会审、技术交底。

10.2.2 进场施工前应参照现行国家标准《建筑工程施工组织设计规范》(GB/T 50502)的要求编制石材专项工程施工组织设计或施工方案。

10.2.3 基体上各专业设备安装管线等应已完成隐蔽工程验收。

10.2.4 装饰石材施工前,总包或主体结构施工单位应提供准确的装饰石材标高控制线和轴线控制线作为统一的测量基准线,各方验线复核后签字确认。

10.2.5 石材幕墙结构、室内石材干挂法结构、室内石材钢架粘贴法结构与主体结构应通过预埋件或后置埋件连接,预埋件宜在主体结构施工时按设计要求埋设,预埋件应埋设牢固,位置偏差应符合设计要求。当预埋件偏差超出上述要求或没有预埋件时,应采用后置埋件等可靠的补救措施。

10.2.6 石材幕墙使用的后置埋件应使用机械扩底锚栓和化学锚栓交叉布置与主体结构连接,化学锚栓超过半数的后置埋件就位后不得在其埋件上进行焊接作业;锚栓直径和数量应经过计算确定,并且锚栓直径不得小于 10mm、单块后置埋件上锚栓数量不得少于 2 个。

10.2.7 有防雷接地要求的预埋件,锚筋必须与主体结构的接地钢筋绑扎或焊接在一起形成电气通路,其搭接长度和接地电阻应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》(GB 50057)的规定。

10.2.8 为避免石材饰面出现过大致色差,天然石材板块在安装前应绘制排版图并在加工厂或现场进行预拼装,石材面板的连接构造应符合设计要求。

10.3 墙、柱面石材安装施工

10.3.1 石材幕墙安装施工可按照现行上海市工程建设规范《建筑幕墙工程技术规范》(DGJ 08—56)第 21 章“安装施工”相关条款的规定。

10.3.2 室内墙、柱面石材干挂法钢骨架安装施工应符合以下要求：

1 钢立柱应与主体结构固定牢固,轻质填充墙上梁高大于 100mm 的钢筋混凝土封闭圈梁(强度等级 C20)可作为钢立柱的侧向稳定支承点,立柱的跨度、长细比应符合设计要求。

2 钢立柱的间距应符合设计要求。钢立柱应根据现场测量放线定位施工,宜先施工同一墙面的两端立柱,检查合格后拉通线,然后按顺序安装中间立柱。

3 钢立柱全高垂直允许偏差 $\leq 2\text{mm}$ (双向)。

4 钢横梁与立柱的连接应符合设计要求。钢横梁的水平允许偏差 $\leq 1.0\text{mm}$ 、最大挠度不应大于横梁跨度的 $1/400$ 。

5 钢横梁上安装不锈钢挂件的螺栓孔应按设计尺寸预先用台钻钻孔,不得在现场用电焊烧孔。

6 钢骨架如果采用构造单边焊接,焊接电流宜小,防止焊接烧咬缺陷。应对所有焊接点进行防腐处理。

7 干挂石材圆柱的钢横梁型材应用专业机械滚弯成型,禁止采用现场将角钢切口弯曲手工焊接的处理方法。

10.3.3 室内石材干挂施工应符合以下要求：

1 石材应按设计要求进行防护处理,石材的编号和尺寸应准确。

2 石材安装顺序应由下向上逐层施工。石材墙面宜先安装主墙面,门窗洞口则宜先安装侧边短板,以免操作困难。

3 墙面第一层石材施工时,下面应用铝方通或厚木板作临

时支托。

4 将石材支放平稳,应用手持电动无齿磨切机开切安装槽口,槽口两侧净厚度应符合设计和本规范 7.3 节相关条款的要求。开槽宜干法施工,并应用压缩空气将槽内粉尘吹净。如硬度较大的石材,开槽时必须用水冷却时,开槽后应将槽口烘烤干燥并清理干净,确保环氧胶粘剂与石材粘接牢固。

5 应在干挂槽口内满注环氧胶粘剂,安放就位后调节不锈钢挂件固定螺栓,并用拉通线、铝方通和吊锤调平调直,调试平直后应用小木楔和卡具临时固定。

6 应用上述方法顺一个方向安装同层石材。

7 墙面上有电气插座、电梯显示器等设备孔洞时,应仔细量好尺寸,准确切割孔洞,面板安装后不应看见切口缝隙。

10.3.4 室内干挂石材圆柱安装应符合以下要求:

1 石材圆柱圆弧板的分块数量和尺寸的确定,应考虑单片石材的重量,要方便施工安装搬运。

2 圆柱石材干挂安装时应注意将拼缝与设计轴线对齐或对中。

3 对石材圆柱柱脚较厚的石材,安装时宜用硬物作好支垫,安装完成后,应立即用细石混凝土做好垫层,以防上层石材安装后产生沉降或变形。

4 圆柱圆弧板上设计有凹槽或雕花时,安装槽口位置应符合设计要求且不宜布置在凹槽部位。

10.3.5 石材粘结剂满贴法施工应符合以下要求:

1 基层应平整,但不应压光。中层抹灰用木抹搓平后检查平整度、立面垂直度、阴阳角垂直度,其允许偏差应符合本规范 8.3 节相关条款的要求。

2 粘贴石材前应按设计要求对基层和石材粘贴面及四个侧面进行界面处理。

3 采用符合设计要求的粘结剂粘贴石材。先将粘结剂分别

刷抹在基层面和石材粘贴面上,刷胶要均匀、饱满,粘结剂厚度应符合设计要求。然后准确地将石材板块粘贴于墙、柱面上,立即挤紧、找平、找正,并进行顶、卡固定。对于挤出缝外的粘结剂应随时清除。对于板块安装位置上的不平、不直现象,可用扁而薄的木楔来调整,小木楔上应涂上粘结剂后再插入。

当采用灰浆粘贴时,对基层洒水润湿,薄抹一层素水泥浆,将经过界面处理的石材粘贴面刮抹 2mm~3mm 厚的素水泥浆进行粘贴,素水泥浆应满抹、满刮,厚薄均匀。粘贴就位后应用木锤轻敲使之固定。操作时可使用靠尺找平找直,并用支架稳定靠尺,随时将溢出的灰浆擦净。

4 墙面上有电气插座、电梯显示器等设备孔洞时,应仔细量好尺寸,准确切割孔洞,面板安装后不应看见切口缝隙。

10.3.6 环氧类胶直接粘贴法施工应符合以下要求:

1 基层应平整,但不应压光。中层抹灰用木抹搓平后检查平整度、立面垂直度、阴阳角垂直度,其允许偏差应符合本规范 8.3 节相关条款的要求。

2 粘贴石材前应按设计要求对基层和石材粘贴面及四个侧面进行界面处理。

3 采用符合设计要求的环氧类胶粘剂,应严格按照胶粘剂胶产品说明书有关规定及双组分配合比例调制。调制时应即调即用,调制数量应按照胶粘剂施工有效时间内使用的数量调制,不应使用超过施工有效时间的胶。

4 应按设计要求的胶点位置在石材粘贴面进行点式涂胶(即点涂),涂胶厚度应稍大于粘贴的空间距离。

5 应按石材编号次序将石材上墙就位,进行粘贴。应利用石材粘贴面中间快干型环氧类胶胶点使石板临时固定,然后迅速对石板与相邻各板进行调平调直。可加用快干型环氧类胶胶涂于板边帮助定位。

6 石板定位和粘贴后,应对各粘合点详细检查,可加胶

补强。

10.3.7 环氧类胶钢架粘贴法施工应符合以下要求：

1 钢骨架安装施工应符合本规范 10.3.2 条的要求。钢骨架安装完成后,应按设计要求在粘接点位置焊接冷弯不锈钢短角钢角码,并钻中心孔。

2 石材应干燥。石材粘贴面及四个侧面应进行界面处理。

3 应用手持电动磨切机将粘接点的防腐层清除。

4 应采用符合设计要求的环氧类胶粘剂,严格按照粘剂胶产品说明书有关规定及双组分配合比例调制。调制时应即调即用,调制数量应按照胶粘剂施工有效时间内使用的数量调制,不应使用超过施工有效时间的胶。

5 应在石材粘贴面粘贴位置涂胶,涂体的规格、厚度应符合设计要求。

6 石材面板安装就位时应将部分胶体从中心小孔中挤出,使其形成锚固点。

7 墙面上有电气插座、电梯显示器等设备孔洞时,应仔细量好尺寸,准确切割孔洞,面板安装后不应看见切口缝隙。

10.3.8 墙、柱面湿贴法施工应符合以下要求：

1 基层应清洗湿润。

2 应按设计要求对基层和石材粘贴面及四个侧面进行界面处理。

3 应在墙上钻孔埋设膨胀螺栓,螺栓规格应符合设计要求。

4 应按施工排板图要求焊接钢筋骨架,竖向钢筋与膨胀螺栓应焊接牢固。

5 应在石材粘贴面上下两侧按设计要求钻孔,用环氧类胶粘剂将不锈钢丝紧固在孔内。

6 应从最下一层开始,拉水平通线,从中间或一端开始将石材板块与钢筋骨架绑扎固定。先绑扎板材下口不锈钢丝再绑上口不锈钢丝,并用托线板靠直靠平,用木楔垫稳。

安装好一层板块,应在板块横竖接缝处每隔 100mm~150mm 用糊状石膏浆作临时固定,竖向板缝隙应用石膏灰或泡沫塑料条封严,待石膏凝结硬化进行灌浆。

7 灌浆应分层,采用按设计要求的配合比配制的水泥砂浆,稠度控制在 8cm~15cm,将砂浆从几处分层徐徐灌入板背与基体间的缝隙,每层灌浆高度控制在 150mm~200mm,插捣密实,留出 50mm 结合层不灌浆。

8 墙面上有电气插座、电梯显示器等设备孔洞时,应仔细量好尺寸,准确切割孔洞,面板安装后不应看见切口缝隙。

10.4 地面石材饰面施工

10.4.1 楼地面水泥砂浆湿贴法施工前期准备工作应符合以下要求:

1 找平层应按设计要求施工,找平层强度等级未达到设计要求时,不能在其上进行下一道工序的施工。有防水要求的建筑地面,找平层铺设前应对立管、套管和地漏与楼板节点之间进行密封处理,按设计要求设置排水坡度。

2 有防水要求的地面,在找平层上铺涂防水卷材或防水涂料隔离层时,应确保找平层洁净、干燥,其含水率不应大于 9%。

3 找平层应平整但不应压光,表面平整度允许偏差不应大于 $\pm 2\text{mm}$ 。

4 应按设计要求对基层和石材粘贴面及四个侧面进行界面处理。

5 地面的变形缝(沉降缝、伸缩缝、抗震缝)处,石材及其各构造层应断开,并应与结构变形缝的位置贯通一致。

10.4.2 楼地面水泥砂浆湿贴法施工应符合以下要求:

1 应根据地面装修施工详图中的石材尺寸、花色规格、图案组合、石材接缝处理、地面周边处理及地面装修造型,翻成大样,

将石材进行具体试拼。试拼无问题后将全部石材一一编号,码放备用。

2 应根据设计确定的地面标高,进行抄平,定出地面标高线,并将其标注在地面四周墙面上。标高线弹好后应根据石材等的规格尺寸找规矩(即找中找方)。可在房间中央取好中点,以此中点为中心,拉互相垂直的纵、横两条十字线。铺贴石材时应从十字线中间开始,向两侧采用退步方法进行铺贴。与室内地面直接相通的室外地面,应将地面标高线等与室外拉通。室内、外地面门口处的衔接应根据设计要求处理。

3 石材铺贴位置弹线。在房间适当位置,根据地面标高线及标准十字线,用干砂铺纵横通长两条砂条,分别平行标准十字线,宽度应大于石材宽度 20mm~30mm,厚度应稍低于地面标高线。根据设计要求,将石材照图干铺于砂条之上,使石板表面标高与地面标高线平,石材接缝应符合设计要求。两条砂条上的石材全部铺好经检查无误后,根据所排石材,将其纵横分格线满堂弹出,并引至周边墙上标注明确。

纵横分格线(即石板铺砌位置线)弹完以后,再根据纵横砂条上试排的石材,将干硬性砂浆结合层的实际表面标高予以空出,并拉线标注于周边墙面上。

通过纵横分格线及砂浆结合层表面标高线,检查核对石材地面与墙面、柱面、管线洞口等的相对位置,并一一标注明确。

4 石板铺贴应由标准十字线开始,向两侧采用退步法施工。有柱子的大厅,宜先铺贴柱与柱的中间部分,然后向两边展开。摊铺干硬性水泥砂浆结合层时,应较两格长、宽各超出 20mm~30mm,即每次以摊铺两格为度。虚铺的厚度,应比干硬性砂浆结合层标高线高出 4mm 左右。

5 结合层与石材应分段同时铺砌。将石材按试拼编号,对号铺入位置分格线内。铺时应以分格线为标准,将石材四角同时平稳下落,对准纵横缝后,用橡皮锤或木锤轻敲震实,并以地面标

高线为准,进行抄平。以位置分格线为准,进行对缝。石板与相邻板块的高低允许偏差,不应大于 0.5mm,行列(接缝)直线度允许偏差,不应大于 1mm。干硬性水泥砂浆结合层应从室内向门口摊铺,摊铺后用大杠括平拍实,用木抹子找平。找平时应以干硬性砂浆结合层标高线为标准,保证平整。

6 石材铺贴 24h 后,应根据设计要求进行嵌缝处理,嵌缝材料宜灌至缝高 $2/3$ 处,然后用与石材同色的彩色水泥浆将缝擦满嵌实。灌缝完毕后应将石板表面残余灰浆及其他污染擦洗干净。

石材地面如采用金属条镶缝,石材铺贴时应根据设计要求留缝(缝宽可略小于金属镶条厚度)。镶缝时,应用适合石材品种的清洗剂将石材表面清洗一次,然后用多功能防水建筑胶粉浆灌缝,灌满后予以抹平,再用木锤将金属镶条敲入缝内,镶条应略高于地面。金属镶条应纵横笔直,嵌镶牢固。嵌缝处理完成后,应将石材表面残余灰浆及其他污染等全部擦洗干净。

7 地面石材铺贴完成后,应用塑料薄膜覆盖临时封闭养护,养护时间不应少于 7d。

10.5 室内吊顶石材饰面施工

10.5.1 室内吊顶施工前吊顶内的管道、设备应安装完成并验收合格后方可进行吊顶施工。

10.5.2 施工前,施工图纸、放样图、做法大样详图应审核无误。

10.5.3 石材吊顶所用的材料、与主体结构的连接构造方式、预防石材碎裂坠落的安全技术措施必须符合设计要求。

10.5.4 石材吊顶工程所用的密封胶,应提供与所接触材料的相容性试验合格报告、力学试验合格报告和保质年限的质量证明文件。

10.5.5 石材吊顶工程的检修口、上人孔的位置、收边、收口的做法和材质应符合设计。

10.5.6 室内吊顶材料质量应符合以下要求：

1 钢龙骨所采用钢材的牌号与状态、化学成分、机械性能、尺寸允许偏差、精度等级等，均应符合相关标准的规定要求。

2 石材吊顶工程所使用的各类紧固件的机械性能，均应符合国家标准要求。

3 石材的各项性能应符合相应标准和规范的各项要求，如果石材表面显现裂纹应及时更换。

4 用于吊顶工程的石材复合板是一类新型的装饰材料，为确保安全可靠，要求所使用的材料应符合相应产品标准的规定，并提供产品出厂合格证、性能检测报告等。

10.5.7 施工前的准备及检查应符合以下要求：

1 施工前应对现场施工人员进行技术交底和安全交底。对施工人员进行技术交底时，应强调技术措施、质量要求和成品保护。

2 施工用水、电源设施应接到施工适当部位，符合安全生产用水、电标准。

3 施工用的操作平台应安装完成并符合设计承载力要求，并经过验收。

4 饰面板安装前，墙面饰面应完成，经验收合格。

5 大面积施工前应先做样板，经相关各方验收合格后，方可组织施工。

10.5.8 干挂石材吊顶施工应符合以下要求：

1 弹线要求：可根据设计标高在四周墙上弹出吊顶标高控制线，然后可根据吊顶石材放样图在顶板上弹出骨架固定点位置。应弹线清楚，位置准确。

2 骨架制作安装要求：

1) 吊顶骨架基体质量应符合有关标准和设计要求的规定。

2) 根据吊顶标高要求，钢骨架可制作为单层或双层(图 10.5.8)。干挂件可直接挂在固定骨架上。

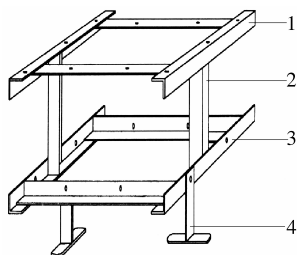


图 10.5.8 钢骨架结构示意图

1—固体龙骨；2—拉接龙骨；3—挂件龙骨；4—干挂件

- 3) 钢骨架焊接时,挂件骨架应按石材模数进行分格,可在骨架间焊接斜向支撑。
- 4) 焊接时,焊缝应严密顺直、均匀饱满,不得漏焊、缺焊。焊渣应清理干净,并及时作防腐处理。
- 5) 根据设计要求,固定龙骨和挂件龙骨的连接孔应提前开好。
- 6) 龙骨骨架应用膨胀螺栓固定在顶板上,膨胀螺栓直径不应小于 $\phi 12$ 。
- 7) 龙骨骨架的焊点位置和连接孔位置应交错布置。

3 挂件安装要求:

- 1) 点挂:吊顶石材应在四周设干挂点,如果石板面积尺寸大于 $600\text{mm} \times 800\text{mm}$,应在石材的长边设 3 个干挂件,短边设 2 个干挂件。同时应在石板块背面中央用云石胶均匀粘接 2 个小石块,安装干挂件。
- 2) 通挂:应在石材四周开通槽,选用通长的干挂件。
- 3) 石材安装前,挂件应先用螺栓临时固定在挂件龙骨的打眼处,将平垫、弹簧垫安放齐全并适当拧紧。
- 4 石材开槽应符合本规范 6.5 节中相应条款的规定。
- 5 石材安装应符合以下要求:

- 1) 安装前应对石材进行试拼、编号,保证纹理通畅、色差

均匀。

- 2) 石材安装时应先在两侧槽内抹满专用胶,插到干挂件上,调整好石材的水平、垂直、方正后拧紧螺栓,再用靠尺板检查有无变形。而后再固定另两侧的连接挂件。
- 3) 石材与墙面交接处做法,应符合设计要求。
- 4) 石材表面应及时清理,防止干挂专用胶溢出,污染石材表面。

10.5.9 石材复合板吊顶施工根据板材的类型和规格可选择干挂法、搁置法等。龙骨安装应符合以下要求:

1 安装吊顶龙骨的基体质量,应符合有关标准的规定。

2 主龙骨吊点间距,应按设计推荐系列选择,中间部分应起拱,金属龙骨起拱高度不应小于房间短向跨度的 $1/200$,主龙骨安装后应及时校正其位置和标高。

3 吊杆距主龙骨端部距离不得超过 300mm,否则应增设吊杆。当吊杆与设备相遇时,应调整吊点构造或增设吊杆。

4 吊杆应通直并有足够的承载能力。当预埋的吊杆需接长时,必须搭接焊牢,焊缝均匀饱满;当吊杆长度大于 1.5m 时,应按规定设置反支撑。

5 次龙骨(中或小龙骨,下同)应紧贴主龙骨安装。当用自攻螺钉安装板材时,板材的接缝处,必须安装在宽度不小于 40mm 的次龙骨上。

6 跨度大于 15m 的吊顶,应在主龙骨上,每隔 15m 加一道大龙骨,并垂直主龙骨连接牢固。

7 根据板材布置的需要,应事先准备尺寸合格的横撑龙骨,用连接件将其两端连接在通长次龙骨上。横撑龙骨与通长次龙骨的间隙不得大于 1mm。

8 边龙骨应按设计要求弹线,固定在四周墙上。

9 全面校正主、次龙骨的位置及水平度。连接件应错位安装。龙骨应目测无明显弯曲。校正后应将龙骨的所有吊挂件、连

接件拧夹紧。

10 检查安装好吊顶骨架,应牢固可靠。

10.5.10 石材复合板吊顶干挂法安装应符合以下规定:

1 采用干挂法安装的复合板强度、厚度应符合设计要求。

2 复合板的干挂槽宜根据设计要求由材料厂家加工。

3 干挂件和复合板的粘接,应采用专用粘结剂。同一工程应采用同一品牌的粘接材料,如使用不同品牌或不同类型的粘结剂,应做相应的相容性测试。

4 安装方式可采用点挂式和通挂式,并符合图 10.5.10-1 和图 10.5.10-2 的要求。

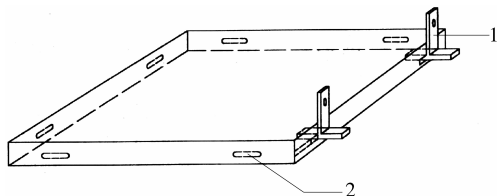


图 10.5.10-1 点挂式结构图

1—干挂件;2—石材四周开干挂槽

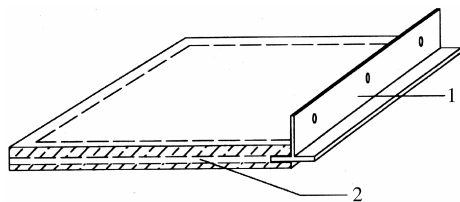


图 10.5.10-2 通挂式结构图

1—T形通长龙骨;2—石材四周开通槽

10.5.11 石材复合板吊顶搁置法安装应符合以下规定:

1 采用搁置法安装,应留有板材安装缝,每边缝隙不宜大于 1mm。

2 安装时,复合板上不得放置其他材料,板材不应受压变形。

3 安装时,应使石材复合板纹理、花纹方向一致,花样、图案

应体现整体性。

10.6 施工安全

10.6.1 建筑石材装饰施工应遵照国家现行标准《建筑施工高处作业安全技术规范》(JGJ 80)、《建筑机械使用安全技术规程》(JGJ 33)、《施工现场临时用电安全技术规范》(JGJ 46)的有关规定编写专项工程施工组织设计,施工时应完全遵守经安全评审通过后的专项工程施工组织设计中确定的各项要求。

10.6.2 石材施工用脚手架搭设应符合设计要求,搭设方案应经过安全评审,搭设后经验收合格后方可使用,落地式钢管脚手架应为双排布置。

10.6.3 施工机具在使用前应严格检查,电动工具应进行绝缘测试。

10.6.4 现场焊接锯切割作业时,应办理动火证,应有可靠的防火措施,在焊接下方应设防火斗、灭火器、监火员。

10.6.5 施工用吊篮使用前应进行严格的安全检查,通过验收后方可使用。

10.6.6 吊篮操作工须持证上岗,风力达到 5 级及以上时,不应进行吊篮施工。

10.6.7 施工过程中,应及时清理施工现场遗留的杂物,不得从脚手架和吊篮上随意抛掷物品。

11 石材护理

11.1 一般规定

11.1.1 本章适用于天然石材、复合石材、人造石材等饰面板的石材护理施工。

11.1.2 所选用石材护理材料的有害物质含量,必须符合现行国家标准《民用建筑工程室内环境污染控制规范》(GB 50325)的规定。

11.1.3 所选用石材护理材料应符合现行国家标准的规定,并有出厂合格证。尚无国家、行业标准材料应制定企业产品标准,并符合设计要求。

11.1.4 所选用石材护理材料不应对人体产生危害,生产商应提供产品质量保证书。进口产品应符合国家商检规定。

11.1.5 石材装饰工程安装使用后应定期进行检查、维护、保洁及保养,承建方应向业主提供石材日常维护手册作为工程竣工交付内容的组成部分。

11.2 石材防护施工

11.2.1 石材防护剂选用应符合以下要求:

1 防护处理所选用的防护剂品种、防护方法以及技术要求等在石材装饰工程项目确定时同时形成技术文件。该文件内容应包括:防护剂的品种、型号、性能要求、涂刷工艺等。

2 室内外石材宜使用渗透性的石材防护剂,防护剂的性能指标应符合表 11.2.1 的规定。

表 11.2.1 渗透性石材防护剂性能指标

项 目	室 内	室 外
防水性	>75%	>75%
耐酸性	>75%	>75%
耐碱性	>75%	>75%
耐候性	—	>75%

3 采用粘结法施工时应应对石材进行六面防护,但底面防护后不应影响石材与地面基层的粘接强度,应保证水泥的粘结强度下降率不大于 5%;石材底面宜采用防水背胶。

11.2.2 石材防护施工应符合以下要求:

1 大面积施工前,对于所选定的防护剂与被防护的石材应进行小样试验。

2 石材表面如有锈斑、色斑、胶痕、油污、腊质等污迹,应选用石材专用清洗剂进行清除后,再做防护处理。

3 防护施工时,石材必须完全干燥,石材干燥应采用自然干燥或人工吹风方法,不宜采用暴晒、火烧的方法。石材表面温度过高时不宜涂刷防护剂。

4 石材防护作业,应保证通风良好,无雨水、无粉尘、温度 5℃ 以上,相对湿度不大于 80%,室外施工风力不大于 4 级,涂刷溶剂防护剂时应远离火源。

5 花岗石烧毛面、石灰石、砂岩等石材表面为毛面或石材吸水率较大时,石材防护施工必须不少于 2 次。

6 涂刷防护剂时,石材的各种修补、开槽、特殊表面处理应已完成,外形、尺寸应符合设计要求。

7 背面有加强网的石材,应检查背网与石材的粘结强度,如粘结牢固,可不铲除背网。

8 如石材在安装过程中对石材进行切割或在现场开槽开

孔,必须在切割部位重新涂刷防护剂,并保证防护剂养生 24h 后再安装。

9 涂刷过防护剂的石材在养生期内避免接触水或雨水淋湿。

10 防护后板材应达到如下规定的养生时间:环境温度在 5℃~10℃时,养生时间为 7d;环境温度在 10℃~18℃时,养生时间为 5d;环境温度在 18℃以上时,养生时间为 3d。

11.2.3 石材防护施工质量标准应符合以下要求:

1 防护剂的施工,不得改变石材原有的颜色、纹理、光泽。特殊效果符合设计要求除外。

2 渗透型防护剂渗入石材深度应符合表 11.2.3 的要求。

表 11.2.3 渗透型防护剂渗入石材深度(mm)

石材品种	花岗石	大理石	砂岩	石灰石
渗入深度	≥1.5	≥1.0	≥3	≥3

3 防护剂的涂刷应均匀,不得漏刷。待防护起效后,对石材进行浸泡检测,石材浸泡在水中,24h 内不应出现湿润现象。

4 铺装好的天然石材表面不得有因防护剂涂刷不均、遗漏所产生的石材表面干湿不匀现象。

5 单体区域面积在 1000m² 以下时,轻微透水率≤5%时或严重透水率≤2%时应判定防护处理合格,否则判定为不合格。单体区域面积在 1000m² 以上时,轻微透水率≤5%时或严重透水率≤1%时,应判定防护处理合格,否则判定为不合格。

6 铺装好的天然石材表面不得出现黄斑、返碱等现象。石材饰面表面应无防护剂残留痕迹及粉尘。底面涂刷防护剂的石材与基层应粘结牢固,可使用石材专用防水背胶。

11.3 石材表面结晶处理施工

11.3.1 石材表面结晶处理材料应符合以下要求:

1 不同的石材表面硬度应选择不同的钢丝棉型号。

2 可选用马毛垫、白垫、红垫等不同的打磨垫,硬度应适合,不可掉色。

11.3.2 石材表面结晶处理施工应符合以下要求:

1 石材表面应平整,如有明显接缝高低差,应先作整体或局部研磨再作结晶硬化处理。

2 结晶硬化处理前石材表面不得有污染物、水渍或其他病症。

3 结晶硬化处理前的石材表面必须干燥,新安装的石材应在石材与基层的粘结强度达到设计要求后再作晶面处理;整体或局部研磨后的石材以及清洗后的石材应在石材表面完全干燥后再作结晶硬化处理。

4 石材表面光泽度低于 50 光泽单位时,宜先进行抛光处理,再进行结晶硬化处理。

5 结晶硬化处理施工效果应是个累计的过程,结晶施工频率越高,结晶效果越佳。

11.3.3 石材表面结晶处理质量标准应达到以下要求:

1 结晶硬化后表面镜向光泽度应有较明显的提高。没有磨损的石材结晶硬化处理后的光泽度应超过该石材的相关标准规定;有磨损失光现象的石材结晶硬化处理后应出现明显结晶硬化层,光泽度至少提高 10 光泽单位。

2 结晶硬化处理不可改变石材颜色,表面应无晶硬剂痕迹、无钢丝棉痕迹、无划伤等,整体干燥、干净,光泽度、清晰度统一。

3 结晶硬化表面应具有一定的防滑性。经过结晶硬化处理的石材表面防滑性应达到防滑标准。

11.4 石材清洗施工

11.4.1 石材清洗施工材料应符合以下要求:

1 清洗材料应有合格证及使用说明书,尚无国家、行业标准的材料应制定企业产品标准,并符合设计要求。

2 清洗材料应采用不对人身产生危害的材料,生产商应提供产品质量保证书。进口产品应符合国家商检规定。

11.4.2 石材清洗施工应符合以下要求:

1 应根据石材品种、表面加工工艺、污染源种类以及污染渗入情况选择石材清洗产品。

2 石材清洗不应使石材产生二次污染。

3 石材清洗方法有物理清洗及化学清洗,应优先选用物理清洗。

4 使用石材清洗剂清除石材污染后,应用清水清洗残留在石材表面的清洗剂。

5 污染物渗入石材表面比较深的可采用敷贴的方法。

6 应注意清洗过程中的现场围挡保护工作,可拉起警戒线,并派专人守护。

7 大面积施工前,应进行小样试验。

11.4.3 石材清洗施工质量标准应达到以下要求:

1 清洗剂不得对石材造成损伤,不应造成石材光泽度下降、变色、返黄。目视观察清洗前后,光泽度应无明显变化。

2 石材表面应无尘土附着物。

3 石材表面应无残留清洗剂。

11.5 石材整体研磨施工

11.5.1 石材整体研磨材料应符合以下要求:

1 研磨材料应有合格证及使用说明书,尚无国家、行业标准的材料应制定企业产品标准,并符合设计要求。

2 研磨材料应采用不对人身产生危害的材料,生产商应提供产品质量保证书。进口产品应符合国家商检规定。

11.5.2 石材整体研磨施工应符合以下要求：

1 磨料的选择应按石材的品种有针对性地选择，研磨料应具有非常好的磨削力和优异的抛光性能。

2 无接缝研磨时嵌缝处理宜选用树脂基嵌缝剂，嵌缝剂不得污染石材，并应容易调配颜色。

3 研磨机器宜选用重量 150kg 以上，转速 400r/min～2500r/min，功率 5.5kW～7.5kW 的大型研磨机器。

4 石材安装完毕不宜马上进行整体研磨处理，安装后的石材常温下应养护 14d 后才能进行整体研磨处理。

5 在研磨过程中可使用石材防护剂，减少打磨时水渗入石材内部。

11.5.3 石材整体研磨质量标准应达到以下要求：

1 地面石材整体研磨后整体平整度应达到 0.5mm。

2 整体研磨后花岗石、大理石的光泽度应达到国家优等品的标准或符合委托方要求。人造石镜面光泽度，按国家标准的上限值执行或符合委托方要求。整体研磨后仿古面石材的光泽度从侧面迎光观察呈丝光状态，正面没有光泽度。凸凹度可根据委托方的要求先试小样，双方协议按样执行，密度均匀的石材不宜作仿古处理。

12 石材幕墙检验与检测

12.1 一般规定

12.1.1 高度不小于 24m 或总面积不小于 300m^2 的石材幕墙, 必须检测其样品的物理性能。其余可采用 2 年内同一企业同类幕墙的型式试验报告代替物理性能检测, 但型式试验样品应能代表该幕墙, 其性能指标不得低于该幕墙的性能指标。

12.1.2 石材幕墙有下列情况之一的, 应进行安全性能检测评估:

- 1 未按建筑幕墙规范设计、施工和验收。
- 2 工程技术资料、质量证明资料不齐全。
- 3 停建的建筑幕墙工程复工前。
- 4 遭遇地震、火灾, 或强风袭击发生幕墙损坏。
- 5 发生幕墙面板碎裂、构件损坏等情况。
- 6 石材幕墙使用过程中出现质量问题, 业主或主管部门有评估要求。
- 7 主管部门有规定要求的。

12.1.3 大型石材幕墙建筑的节能、防火应经专项评估。

12.1.4 抽样检测项目的样本容量及检测结果判定可按现行上海市工程建设规范《建筑幕墙工程技术规范》(DGJ 08-56) 执行。

12.2 材料检验

12.2.1 进场后需要进行复验的材料种类及项目应符合本规范 13.1.9 条的规定。同一厂家生产的同一品种、同一类型的进场材料应至少抽取一组样品复验, 合同另有约定时按合同执行。

12.2.2 铝合金型材的检验包括规格、壁厚、膜厚、硬度和表面质量等,设计有要求时应进行力学性能检测。

12.2.3 钢材的检验包括规格、壁厚、表面质量和防腐蚀处理等,设计有要求时应进行力学性能检测。

12.2.4 石材和其他非金属板材的检验包括吸水率、弯曲强度、厚度、表面质量等,设计有要求时应进行力学性能检测。

12.2.5 金属板材及金属复合板材的检验应包括厚度、金属板与夹心层的剥离强度、板材表面涂层质量等。

12.2.6 蜂窝板的检验应包括正、背面金属板厚度和剥离强度等。

12.2.7 硅酮结构密封胶、硅酮建筑密封胶及密封材料检验应包含以下内容:

1 硅酮结构密封胶应检验相容性、剥离粘结性、邵氏硬度、标准状态拉伸粘结性能、破坏形式、样板的注胶宽度、厚度、密实度和截面色泽等。

2 硅酮建筑密封胶应检验相容性、粘结性能、样板的注胶宽度、厚度、密实度、表面状态等。

3 其他密封材料及衬垫材料应检验相容性、粘结性能等。

12.2.8 其他配件应检验外观质量、活动性能等,设计要求时应检测力学性能。

12.3 性能检测

12.3.1 石材幕墙性能检测应按照指定的检测顺序进行。“选做”项目应在检测方案中写明。

12.3.2 检测样品应符合以下规定:

1 样品规格、型号应与设计图纸一致,样品应按设计要求安装,不得加设任何附件或采取其他措施,样品应干燥。

2 样品高度至少应包括一个层高,样品宽度至少应包括承受设计荷载的一组竖向构件,并在竖直方向上与承重结构至少有

两处连接。样品组件及安装的受力状况应和实际工况相符。

3 单元式幕墙应至少包括与实际工程相符的一个典型十字缝,其中一个单元的四边接缝构造应与实际工况相同。

4 样品应包括典型的垂直接缝、水平接缝。

5 样品应包括面板的不同类型,并包括不同类型面板交界部分的典型节点。样品周边应密封处理。

12.3.3 石材幕墙样品应安装于测试箱体。样品与箱体之间应密封处理,并应按照如下顺序检测:

1 气密性检测。

2 水密性检测(稳定加压、波动加压)。

3 动态水密性检测(选做)。

4 抗风压性能检测(最大试验压力为风荷载标准值 w_k)。

5 重复气密性检测。

6 重复水密性检测。

7 平面内变形性能检测(1 倍的主体结构弹性层间位移角控制值)。

8 重复气密性检测。

9 重复水密性检测。

10 热循环(选做)。

11 热循环试验后,应重复气密性检测和水密性检测。

12 抗风压性能检测(最大试验压力为 1.4 倍风荷载标准值 $1.4w_k$)。

13 平面内变形性能检测(3 倍的主体结构弹性层间位移角控制值)。

14 热工性能检测(选做)。

15 耐撞击性能检测(选做)。

16 抗震性能振动台检测(选做)。

12.3.4 检测方法应符合以下规定:

1 气密性能应按现行国家标准《建筑幕墙气密、水密、抗风

压性能检测方法》(GB/T 15227)的规定检测。

2 水密性能应按现行国家标准《建筑幕墙气密、水密、抗风压性能检测方法》(GB/T 15227)的规定检测。上海地区的工程水密性能检测应采用波动加压法。

3 动态水密性能应按建筑幕墙动态压力作用下水密性能分级和检测方法检测。

4 抗风压性能应按现行国家标准《建筑幕墙气密、水密、抗风压性能检测方法》(GB/T 15227)的规定检测。

5 平面内变形性能应按现行国家标准《建筑幕墙平面内变形性能检测方法》(GB/T 18250)的规定检测。

6 热循环试验应按建筑幕墙热循环试验方法检测。

7 耐撞击性能应按现行国家标准《建筑幕墙》(GB/T 21086)附录 F 的规定检测。

8 抗震性能振动台检测应按现行国家标准《建筑幕墙抗震性能振动台试验方法》(GB/T 18575)的规定进行。

12.4 现场检测

12.4.1 用于幕墙槽式埋件、后置埋件的锚栓和面板的背栓,应现场检测抗拉拔、抗剪性能,检测方法应按现行上海市工程建设规范《建筑锚栓抗拉拔、抗剪性能试验方法》(DG/TJ 08—003)规定。不同类型、不同规格和用于不同结构和构件的锚栓、背栓,检测数量均应不少于 3 个。

12.4.2 石材幕墙施工过程中,应由施工单位会同工程监理选取典型部位进行现场淋水试验,试验方法应按现行国家标准《建筑幕墙》(GB/T 21086)附录 D 的规定。工程监理对现场淋水试验进行记录。

12.4.3 单元式石材幕墙在板块安装过程中宜进行盛水试验。

13 工程验收

13.1 一般规定

13.1.1 石材工程面层所用板块的品种、规格、颜色、光泽度、花纹和图案、质量等级和防滑等级、防护处理应符合设计要求。

13.1.2 石材工程面板的分格和排列应符合设计要求。

13.1.3 石材表面不应有打磨痕迹。

13.1.4 石材工程验收前应将其表面擦拭干净。

13.1.5 石材工程验收应进行实物抽样检验、技术资料复核和现场观感检查。

13.1.6 石材工程验收除符合本规范规定及上海市相关的规程规范外,尚应符合现行国家标准《建筑装饰装修工程质量验收规范》(GB 50210)、《建筑地面工程施工质量验收规范》(GB 50209)、《室内装饰装修材料胶粘剂中有害物质限量》(GB 18583)以及《建筑内部装修设计防火规范》(GB 50222)的规定。

13.1.7 石材工程各分项工程的检验批应按下列规定划分:

1 幕墙工程

- 1) 相同设计、材料、工艺和施工条件的幕墙工程每 $500\text{m}^2 \sim 1000\text{m}^2$ 应划分为一个检验批,不足 500m^2 也应划分为一个检验批。
- 2) 同一单位工程的不连续的幕墙工程应单独划分检验批。
- 3) 对于异形或有特殊要求的幕墙,检验批的划分应根据幕墙的结构、工艺特点及幕墙工程的规模,由监理单位、建设单位和施工单位协商确定。

2 地面工程

- 1) 相同设计、材料、工艺和施工条件的室内地面工程的基层(各构造层)和面层按每一层次或每层施工段(或变形缝)每 50 间(大面积房间和走廊按施工面积 30m^2 为一间,包括楼梯踏步、休息平台)应划分为一个检验批,不足 50 间也应划分为一个检验批。
 - 2) 高层建筑标准层的室内地面工程可按 3 层作为一个检验批,不足 3 层按 3 层作为一个检验批。
 - 3) 相同设计、材料、工艺和施工条件的室外地面工程每 $100\text{m}^2 \sim 500\text{m}^2$ 应划分为一个检验批,不足 100m^2 也应划分为一个检验批,包括室外台阶、平台。
 - 4) 对于设计、工艺和施工条件相同但面层材料不同的小面积和异形地面工程,检验批的划分可由监理单位、建设单位和施工单位协商确定。
- 3 墙(柱)面饰面板工程
- 1) 相同材料、工艺和施工条件的室内墙(柱)面饰面板工程每 50 间(大面积房间和走廊按施工面积 30m^2 为一间)应划分为一个检验批,不足 50 间也应划分为一个检验批。
 - 2) 相同材料、工艺和施工条件的室外墙面饰面板工程每 $500\text{m}^2 \sim 1000\text{m}^2$ 应划分为一个检验批,不足 500m^2 也应划分为一个检验批。
- 4 吊顶工程
- 1) 同一品种的吊顶工程每 50 间(大面积房间和走廊按吊顶面积 30m^2 为一间)应划分为一个检验批,不足 50 间也应划分为一个检验批。
 - 2) 对于异形或有特殊要求的吊顶工程,检验批的划分应根据吊顶的结构、工艺特点及吊顶工程规模,由监理单位、建设单位和施工单位协商确定。
- 5 石材护理工程

- 1) 相同材料、工艺和施工条件的石材防护处理、结晶处理、翻新工程每 $500\text{m}^2 \sim 1000\text{m}^2$ 应划分为一个检验批,不足 500m^2 也应划分为一个检验批。
- 2) 有特殊要求的石材防护处理及结晶、翻新工程检验批的划分应根据工艺特点及工程的规模,由监理单位、建设单位和施工单位协商确定。

13.1.8 石材工程的检验数量应符合下列规定:

1 幕墙工程

- 1) 每个检验批每 100m^2 应至少抽查一处,每处不得少于 10m^2 。
- 2) 对于异形或有特殊要求的幕墙工程,应根据幕墙的结构、工艺特点及幕墙工程的规模,由监理单位、建设单位和施工单位协商确定。
- 3) 渗漏检验应按每 100m^2 抽查一处,并应在容易发生渗漏的部位如接缝、阴阳角、转角及顶部等处进行淋水检查。

2 地面工程

- 1) 室内每个检验批应至少抽查 10%,并不得少于 3 间,不足 3 间应全数检查。
- 2) 有排水要求的室内地面,应全数检查。
- 3) 室外每个检验批每 100m^2 应至少抽查一处,每处不得少于 10m^2 。
- 4) 对于设计、工艺和施工条件相同但面层材料不同的小面积和异形室内外地面,检验批的划分可由监理单位、建设单位和施工单位协商确定。

3 墙面、柱面饰面板工程

- 1) 室内每个检验批应至少抽查 10%,并不得少于 3 间,不足 3 间应全数检查。
- 2) 室外每个检验批 100m^2 应至少抽查一处,每处不得少

于 10m^2 。

4 吊顶工程

每个检验批应至少抽查 10%，并不得少于 3 间，不足 3 间应全数检查。

5 石材护理工程

每个检验批应至少抽查 10%，并不得少于 50 块，不足 50 块应全数检查。

13.1.9 石材工程应对下列材料及其性能指标进行进场复验：

- 1 幕墙用石材的弯曲强度、吸水率。
- 2 复合板的剥离强度。
- 3 石材用结构胶的粘结强度、石材用密封胶污染性。
- 4 硅酮胶的邵氏硬度、标准状态拉伸粘结强度、与所接触材料的相容性试验。

5 超薄型石材蜂窝板专用预埋螺栓的抗拔强度。

6 后置锚栓钢材受拉、受剪性能。

7 石材幕墙防火材料应根据有关规定进行复试。

8 粘用贴用水泥的凝结时间、安定性和抗压强度。

9 室内用花岗石的放射性。

13.1.10 石材工程应在安装施工中完成下列隐蔽项目的现场验收，并应有详细的文字记录和必要的图像资料：

1 预埋件或后置埋件。

2 石材幕墙与室内干挂石材工程支撑结构与主体结构的连接、构件连接节点。

3 石材幕墙与室内干挂石材工程支撑结构焊接与防腐处理。

4 石材幕墙四周的封堵、幕墙与主体结构之间的封堵。

5 石材工程的变形缝（伸缩缝、沉降缝、抗震缝）及墙面转角、门窗洞口、悬挑檐口、平台侧板（口）处的构造节点。

6 超薄型石材蜂窝板封边处理的构造节点。

- 7 石材板块的防碎裂坠落等安全(增强)措施。
 - 8 幕墙防雷连接节点、防火隔烟节点。
 - 9 地面石材工程的基层、预埋件、防水隔离层、填充层。石材板块粘贴面界面剂的涂刷。
 - 10 石材吊顶工程吊顶内拉结筋的安装与防腐处理。
 - 11 石材吊顶工程吊杆安装、龙骨安装和防腐处理。
 - 12 吊顶内填充材料的设置。
- 13.1.11 石材工程验收时应提交下列文件和记录：**
- 1 通过审图的施工图、结构计算书(石材幕墙、吊顶工程)、设计变更及其他设计文件。
 - 2 建筑设计单位对石材幕墙工程设计的确认文件。
 - 3 石材工程所用各种材料的供货合同、产品合格证书、性能检测报告、国家指定检测机构出具的认定证书、进口材料的商检报告、(生产厂家提供的)结构胶的物理性能、力学性能数据和质量保证书、(生产厂家提供的)后置螺栓的极限承载能力数据和质量保证书、石材企业提供的备案证明和现场验证单、质量保证书。
 - 4 各种材料的进场验收记录。
 - 5 本规范 13.1.9 条要求的材料进场复试报告；
 - 6 本规范 12.3、12.4 节规定的检测报告(开放式石材幕墙不做雨水渗透性能检测,不做淋水试验)、记录。
 - 7 石材幕墙的防雷装置测试记录。
 - 8 本规范 13.1.10 条要求的隐蔽工程验收记录。
 - 9 石材幕墙安装施工记录。
 - 10 石材幕墙防雷、防火隔烟、节能的施工记录。
 - 11 石材吊顶工程吊杆的超载试验记录。
 - 12 其他质量保证资料。

13.2 石材幕墙工程质量验收

13.2.1 石材幕墙工程质量应符合下列规定：

1 石材幕墙工程应符合节能设计的要求。

2 石材幕墙在工程竣工验收前应通过防雷验收，交付使用后应按有关规定进行防雷检测。

3 石材幕墙工程所用材料的品种、规格、性能和等级，应符合设计要求及现行国家产品标准的规定。石材幕墙面板的弯曲强度、吸水率、挂件的材质、厚度、长度、宽度必须符合设计要求。

4 石材幕墙的金属框架立柱与主体结构的连接、立柱与横梁的连接、石材面板与横梁的连接必须符合设计要求，安装必须牢固。

5 后置埋件、转接件、连接件的开孔长度、宽度、孔边距离必须符合设计要求。

6 金属框架立柱与连接件连接位置的开孔，（圆孔）开孔直径、孔边距离；（长孔）开孔长度、宽度、孔边距离必须符合设计要求。

7 金属框架、后置埋件、转接件、连接件的防腐处理应符合设计要求。

8 石材幕墙的防雷装置必须与主体结构防雷装置可靠连接。

9 石材幕墙的防火构造及防火材料的厚度应符合设计要求。防火材料填充应密实、均匀、厚度一致；安装应牢固，且不得松脱；防火材料在安装过程中应采取防潮、防水措施。

10 幕墙与周边墙体间的接缝处应采用弹性闭孔材料填充饱满，并应采用防火密封胶密封。

11 变形缝等部位的处理应符合设计要求和保证饰面的完整性。

12 石材幕墙的转角处理应符合设计要求。

13 石材幕墙的板缝注胶应饱满、密实、连续、均匀、无气泡，胶缝应横平竖直、深浅一致、宽窄均匀、光滑顺直。胶缝宽度和厚度应符合设计要求和技术标准的规定。

14 封闭式石材幕墙应无渗漏，开放式石材幕墙的内排水、防水构造应符合设计要求且排水通畅。

15 石材幕墙表面应平整、洁净、无污染、缺损和裂痕。颜色和花纹基本协调一致，无明显色差，无明显修理痕迹。

16 石材幕墙的压条应平直、洁净、接口严密、安装牢固。

17 石材幕墙上的滴水线、流水坡向应正确、顺直。

18 石材幕墙阴阳角石板压向应正确，板边合缝应顺直；凹凸线出墙厚度应一致，上下口应平直；石材面板上洞口、槽边应套割吻合，边缘应整齐，石材复合板的封边处理应符合设计要求。

13.2.2 每平方米石材的表面质量和检验方法应符合表 13.2.2 的规定。

表 13.2.2 每平方米石材的表面质量和检验方法

项次	项 目	质 量 要 求	检 验 方 法
1	宽度 0.1mm~0.3mm 的划伤	每条长度小于 100mm 且不多于 2 条	观察、用钢尺检查
2	裂痕、明显划伤和长度 >100mm 的轻微划伤	不允许	观察
3	擦伤总面积	≤500mm ²	用钢尺检查

注：1. 石材花纹出现损坏的为划伤。

2. 石材花纹出现模糊现象的为擦伤。

13.2.3 石材幕墙安装的质量、允许偏差和检验方法应符合表 13.2.3 规定。

表 13.2.3 石板幕墙安装允许偏差

序号	项 目		允许偏差(mm)		检 查 方 法
			光面	麻面	
1	幕墙垂直度	高度 $H\leq 30\text{m}$	≤ 10		经纬仪
		$30\text{m}< H\leq 60\text{m}$	≤ 15		
		$60\text{m}< H\leq 90\text{m}$	≤ 20		
		$H>90\text{m}$	≤ 25		
2	幕墙水平度		≤ 3.0		水平仪
3	板块立面垂直度		≤ 3.0		水平仪
4	板块上沿水平度		≤ 2.0		1m 水平尺, 钢板尺
5	相邻板块板角错位		≤ 1.0		钢板尺
6	幕墙表面平整度		≤ 2.0	≤ 3.0	垂直检测尺
7	阴阳角方正		≤ 2.0	≤ 4.0	直角检测尺
8	接缝直线度		≤ 3.0	≤ 4.0	拉 5m 线, 不足 5m 拉通线, 用钢板尺检查
9	接缝高低差		≤ 1.0	—	钢板尺, 塞尺
10	接缝宽度		≤ 1.0	≤ 2.0	钢板尺

13.2.4 建筑幕墙节能工程验收应按现行上海市工程建设规范《建筑节能工程施工质量验收规程》(DGJ 08—113)规定执行。

13.3 墙、柱面石材饰面板工程质量验收

13.3.1 石材饰面板工程质量应符合下列规定:

1 饰面工程所用材料的品种、规格、性能和等级,应符合设计要求及国家产品标准的规定。

2 饰面板安装方式、安装高度应符合设计要求,预埋件(或后置螺栓)和连接件的数量、规格、位置、连接方法和防腐、防火、保温、节能设置应符合设计要求。饰面板安装必须牢固。

3 饰面板表面应平整、洁净、色泽尽量一致,无划痕、磨痕、翘曲、裂纹和残缺;石材表面应无泛碱、水渍等污染。

4 饰面板上的孔洞套割应尺寸准确、边缘整齐、方正,应与电器盒盖交接严密、吻合。

5 饰面板接缝、嵌缝形式应符合设计要求。饰面板接缝应平直、光滑、宽窄一致、纵横交缝无明显错位;若使用嵌缝材料,填嵌应连续、密实,深度、颜色应符合设计要求。密缝饰面应无明显缝隙,缝线应平直。

6 采用湿作业法施工时,石材板与基体之间的灌注材料应饱满、密实、无空鼓。

7 组装式或有特殊要求饰面板的安装应符合设计及产品说明书要求,钉眼应设在不明显处,并尽量遮盖。

13.3.2 饰面板安装的允许偏差和检验方法应符合表 13.3.2-1 的规定;饰面石材墙体安装外观质量要求应符合表 13.3.2-2 的规定。

表 13.3.2-1 饰面板安装的允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)				检 验 方 法
		天然石材			微晶石	
		光面	剁斧石	蘑菇石		
1	立面垂直度	2	3	3	2	用 2m 垂直检测尺检查
2	表面平整度	2	3	—	2	用 2m 靠尺和塞尺检查
3	阴阳角方正	2	3	3	2	用 直角 检测尺检查

续表

项次	项 目	允许偏差(mm)				检 验 方 法
		天然石材			微晶石	
		光面	剁斧石	蘑菇石		
4	接缝直线度	2	3	3	2	拉 5m 线,不足 5m 拉通线,用钢直尺检查
5	墙裙、勒角上口直线度	2	3	3	2	拉 5m 线,不足 5m 拉通线,用钢直尺检查
6	接缝高低差	0.5	3	—	0.5	用钢直尺和塞尺检查
7	接缝宽度	1	2	2	1	用钢直尺检查

表 13. 3. 2-2 饰面石材墙体安装外观质量要求

验 收 项 目	质 量 要 求
石材品种、规格、颜色、图案、辅助材料、粘贴方法	应符合设计要求和安装工艺, 板材不得有歪斜、翘曲、空鼓、缺棱、掉角、裂缝, 禁止染色板与自然色板混用, 工程安装后应预留备用板
石材工程表面	尺寸偏差应符合相关要求, 不应有变色、泛碱、污点、砂浆流痕, 明显的光泽度受损, 以及水渍、油斑、涂料、脚手架安装痕迹、胶痕等
突出的管线、支撑物等部位镶贴的石材	应套割吻合, 其阴阳角应衔接美观自然, 并有防护功能和醒目标注
墙裙、门套、电梯间、窗套、门柱、花坛、装饰台、异型饰物等	应符合设计要求, 色泽应与周围石材及景物协调, 线条应流畅, 应利于辨别使用功能
石材饰面、外墙表面	色泽应基本均匀一致, 不应有龟裂、脱皮、锈斑、起砂、水渍、渗碱、流浆、胶污、安装架痕迹; 花纹、线条应清晰、整齐、深浅一致, 不应显出凹凸接岔(可用直尺、水平仪、靠尺进行检测)
板材安装空鼓	板材的中间或边部安装的空鼓总数不应超过 5%, 以逐块敲击的方法抽查
板材与墙体结合状况	板材与底层、底层与基层应结合牢固; 接缝宽度应均匀一致, 灌浆应严密饱满, 色泽一致

13.4 石材地面工程质量验收

13.4.1 石材地面工程质量应符合下列要求：

1 架空法施工的石材地面所用的基层材料、构造节点、防腐、防潮、防火处理应符合设计要求；石板面层安放应牢固、平稳。

2 石材面层应洁净、平整、无磨痕、划痕，且应图案清晰、色泽尽量一致；密缝法施工的石材地面工程接缝应严密通顺、无错缝，擦缝应饱满；留缝法施工的石材地面工程缝隙应均匀、顺直；勾缝深浅和颜色应一致；拼花和镶边用料应尺寸准确、边角切割整齐、拼接严密顺直，镶嵌正确，板面应无裂纹、掉角、缺楞等缺陷。

3 有盲道要求的公共建筑地面，石材面层应与行进盲道、提示盲道（转弯位置、交叉位置、地面高差位置、无障碍设施位置）拼接准确严密、缝隙均匀。盲道周边石材面层标高应符合盲道面标高的要求。

4 踢脚线与基层应结合牢固，踢脚线高度、出墙、柱厚度应符合设计要求且均匀一致。

5 楼梯、台阶踏步与基层应结合牢固。楼梯、台阶踏步的宽度、高度应符合设计要求。楼层梯段相临踏步高度差不应大于10mm，每踏步两端宽度差不应大于10mm，旋转楼梯梯段的每踏步两端宽度差不应大于5mm。踏步板的缝隙宽度应一致、齿角应整齐。防滑条应顺直、牢固。

6 有排水要求的地面面层表面的坡度应符合设计要求，不倒泛水、无积水；与地漏、管道结合处应严密牢固，无渗透。

7 厕浴间、厨房和有排水要求的建筑地面面层与相连接各类面层的标高差应符合设计要求。

13.4.2 石材地面和楼梯踏步的允许偏差应符合表 13.4.2-1 和表 13.4.2-2 的要求。

表 13.4.2-1 石材地面面层的允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)					检 验 方 法
		微晶石	大理石和花岗石	碎拼大理石和花岗石	条石	块石	
1	表面平整度	1	1	3	10	10	用 2m 靠尺和楔形塞尺检查
2	缝格平直	2	2	—	8	8	拉 5m 线和用钢尺检查
3	接缝高低差	0.5	0.5	—	2	—	用钢尺和楔形塞尺检查
4	踢脚线上口平直	1	1	1	—	—	拉 5m 线和用钢尺检查
5	板块间隙宽度	1	1	—	5	—	用钢尺检查

表 13.4.2-2 楼梯踏步铺贴允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)		检 验 方 法
		光面板	毛面板	
1	表面平整度	1	1	用 2m 靠尺和塞尺检查
2	平面倾斜	0.5	1	用水平尺和塞尺检查
3	立面板垂直	0.5	0.5	用方尺和靠尺检查

13.5 石材吊顶工程质量验收

13.5.1 石材吊顶工程质量应符合下列规定：

1 吊顶工程所用材料的品种、规格、性能和质量等级应符合设计要求及相关标准的规定。石板面层的颜色及图案拼接应符合设计要求。

2 石材吊顶工程中的预埋件或拉结筋的安装方法及防腐处理应符合设计要求。

3 石材吊顶的形式、标高、尺寸、起拱和造型应符合设计要求。

4 石材吊顶采用的吊杆、龙骨的材质、规格、安装间距及连接构造方式,吊杆的长度、吊杆、龙骨的防腐防火处理应符合设计要求。

5 石材吊顶的安装方法应符合设计要求,安装必须牢固。

6 石材吊顶的嵌缝材料应符合设计要求。嵌缝应均匀一致,填充应密实饱满,无外溢污染;密缝的拼缝处应严密、吻合、平整。

7 吊顶石材的表面应平整、洁净、色泽尽量一致,无划痕、磨痕、翘曲、裂纹和缺损。

8 吊顶内填充吸声材料的品种和铺设厚度应符合设计要求,并应有防散落措施。

9 石材吊顶上的灯具、烟感器、喷淋头、风口等设备的位置应合理、美观;与饰面板交接应吻合、严密。

10 重型灯具及其他重型设备严禁安装在吊顶工程的龙骨上。

13.5.2 石板吊顶工程安装的允许偏差和检验方法应符合表 13.5.2 的规定。

表 13.5.2 石板吊顶工程安装的允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)		检 验 方 法
		光面板	毛面板	
1	表面平整度	2	3	用 2m 靠尺和塞尺检查
2	接缝直线度	2	3	拉 5m 线,不足 5m 拉通线, 用钢直尺检查
3	接缝高低差	1	1	用钢直尺和塞尺检查

附录 A 预埋件设计

A. 0. 1 由锚板 and 对称配置的直锚筋所组成的受力预埋件,其锚筋的总截面面积 A_s 应符合下列规定:

1 当有剪力、法向拉力和弯矩共同作用时,应按下列两个公式计算,并取其中的较大值:

$$A_s \geq \frac{V}{\alpha_r \alpha_v f_y} + \frac{N}{0.8 \alpha_b f_y} + \frac{M}{1.3 \alpha_r \alpha_b f_y Z} \quad (\text{A. 0. 1-1})$$

$$A_s \geq \frac{N}{0.8 \alpha_b f_y} + \frac{M}{0.4 \alpha_r \alpha_b f_y Z} \quad (\text{A. 0. 1-2})$$

2 当有剪力、法向压力和弯矩共同作用时,应按下列两个公式计算,并取其中的较大值:

$$A_s \geq \frac{V - 0.3N}{\alpha_r \alpha_v f_y} + \frac{M - 0.4NZ}{1.3 \alpha_r \alpha_b f_y Z} \quad (\text{A. 0. 1-3})$$

$$A_s \geq \frac{M - 0.4NZ}{0.4 \alpha_r \alpha_b f_y Z} \quad (\text{A. 0. 1-4})$$

当 $M < 0.4NZ$ 时,取 $M = 0.4NZ$ 。

3 上述公式中的系数 α_v 、 α_b ,应按下列公式计算:

$$\alpha_v = (4.0 - 0.08d) \sqrt{\frac{f_c}{f_y}} \quad (\text{A. 0. 1-5})$$

$$\alpha_b = 0.6 + 0.25 \frac{t}{d} \quad (\text{A. 0. 1-6})$$

当 $\alpha_v > 0.7$ 时,取 0.7 ;当采取防止锚板弯曲变形的措施时,可取 $\alpha_b = 1.0$ 。

式中 A_s —— 锚筋的截面面积(mm^2);

f_y —— 锚筋的抗拉强度设计值(N/mm^2),按表 A. 0. 1 普通钢筋强度设计值的规定采用;

表 A. 0. 1 普通钢筋强度设计值(N/mm²)

牌 号	抗拉强度设计值 f_y	抗压强度设计值 f'_y
HPB300	270	270
HRB335, HRBF335	300	300
HRB400, HRBF400, HRB400	360	360
HRB500, HRBF500	435	410

V —— 剪力设计值(N);

N —— 法向拉力或法向压力设计值(N);法向压力设计值不应大于 $0.5f_cA$, 此处 A 为锚板的面积(mm²);

M —— 弯矩设计值(N·mm);

α_r —— 钢筋层数的影响系数;当锚筋按等间距布置时:二层取 1.0, 三层取 0.9, 四层取 0.85;

α_v —— 锚筋的受剪承载力系数,按公式(A.0.1-5)计算,当 $\alpha_v > 0.7$ 时,取 $\alpha_v = 0.7$;

d —— 锚筋直径(mm);

t —— 锚板厚度(mm);

α_b —— 锚板弯曲变形折减系数,按公式(A.0.1-6)计算,当采取防止锚板弯曲变形的措施时,可取 $\alpha_b = 1.0$;

Z —— 沿剪力作用方向最外层锚筋中心线之间的距离(mm);

f_c —— 混凝土轴心受压强度设计值(N/mm²),可按现行国家标准《混凝土结构设计规范》(GB 50010)采用。

A. 0. 2 受力预埋件的锚板宜采用 Q235 等级 B 的钢材。锚筋应采用圆钢或螺纹钢,并不得采用冷加工钢筋。

A. 0. 3 预埋件受力直锚筋不宜少于 4 根,直径不宜小于 8mm。受剪预埋件的直锚筋可用 2 根。预埋件的锚筋应放在构件的外

排主筋的内侧。

A.0.4 直锚筋与锚板应采用 T 型焊,锚筋直径不大于 20mm 时宜采用压力埋弧焊。手工焊缝高度不宜小于 6mm 及 $0.5d$ (圆钢)或 $0.6d$ (螺纹钢)。

A.0.5 充分利用锚筋的受拉强度时,锚固长度应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》(GB 50010)的规定,锚筋最小锚固长度在任何情况下不应小于 250mm。当锚筋配置较多,锚筋总截面积超过按本规范 A.0.1 条计算的截面面积的 1.4 倍时,锚固长度可适当减少,但不应小于 180mm。光圆钢筋端部应作弯钩。

A.0.6 锚板的厚度应大于锚筋直径的 0.6 倍;受拉和受弯预埋件的锚板的厚度尚应大于 $b/12$ (b 为锚筋的间距),且锚板厚度不应小于 8mm。锚筋中心至锚板边缘的距离不应小于 $2d$ 及 20mm,对于受拉和受弯预埋件,其钢筋的间距和锚筋至构件边缘的距离均不应小于 $3d$ 及 45mm。

对于受剪预埋件,其锚筋的间距不应大于 300mm,锚筋至构件边缘的距离不应小于 $6d$ 及 70mm。

附录 B 饰面石材转角和墙板拼接处理形式

B.0.1 饰面石材转角处理形式

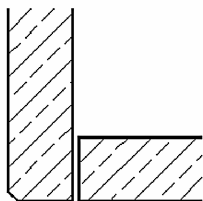


图 B.0.1-1 平接形式一

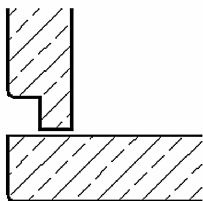


图 B.0.1-2 凹口平接形式

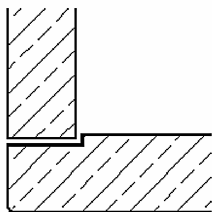


图 B.0.1-3 搭接形式

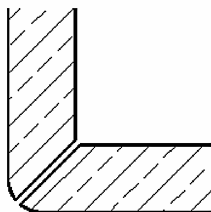


图 B.0.1-4 圆口斜接形式

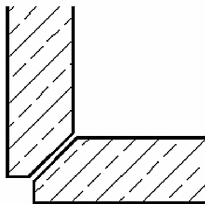


图 B.0.1-5 L 型斜接形式

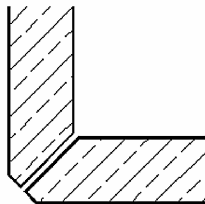


图 B.0.1-6 斜口斜接形式

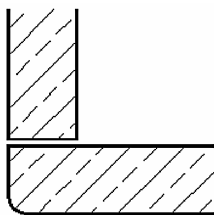


图 B.0.1-7 平接形式二

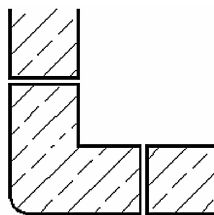


图 B.0.1-8 平接形式三

B.0.2 石材板块间拼接处理形式



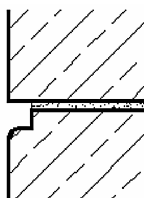
图 B.0.2-1 凹面形式



图 B.0.2-2 斜面形式



图 B.0.2-3 平斜形式图



B.0.2-4 平圆形式

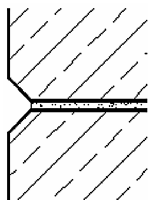


图 B.0.2-5 45°夹角形式

附录 C 饰面石材嵌缝形式

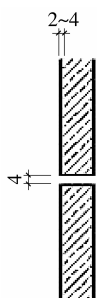


图 C.0.1-1

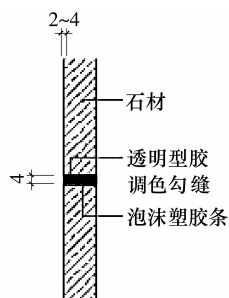


图 C.0.1-2

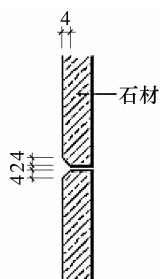


图 C.0.1-3

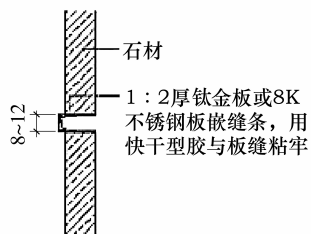


图 C.0.1-4

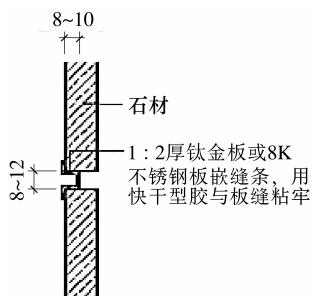


图 C. 0. 1-5

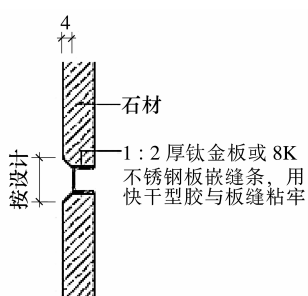


图 C. 0. 1-6

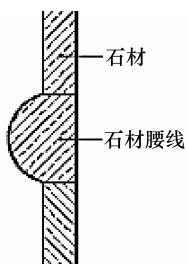


图 C. 0. 1-7

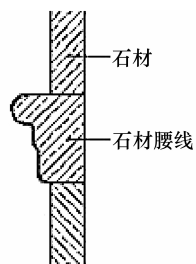


图 C. 0. 1-8

附录 D 石材花线形式

D.0.1 花线基本形式

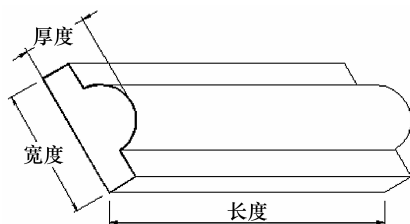


图 D.0.1-1 直位花线

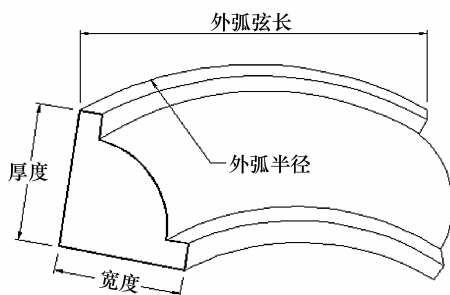


图 D.0.1-2 弯位花线

D.0.2 花线截面不同图形

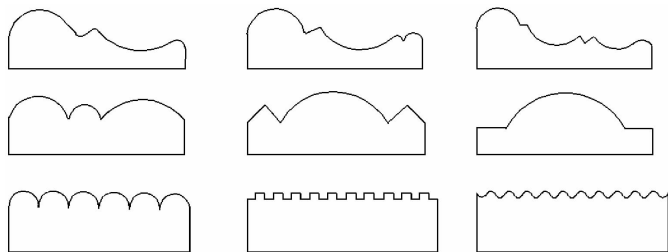


图 D.0.2 花线截面不同图形

D.0.3 直位花线的种类

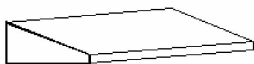


图 D.0.3-1 平面直位花线

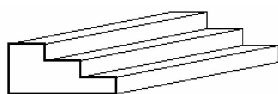


图 D.0.3-2 台阶直位花线

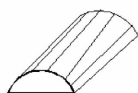


图 D.0.3-3 圆弧直位花线



图 D.0.3-4 复合直位花线

附录 E 石材稳定性试验方法

E. 0.1 设备及器具

- 1 钢平尺,长度为 1000mm,平面度公差为 0.05mm。
- 2 塞尺:分度值为 0.05mm。
- 3 塑料布:1500mm×1500mm,3 片。
- 4 量杯:能准确测量 500ml 水。

E. 0.2 测试步骤

- 1 取 600mm×600mm×20mm 的天然石材样品 3 块。

2 在室内准备 3 块面积为 610mm×610mm 水平的细沙地面,将 3 块塑料布分别铺在其上,将 3 块石材样品分别水平置于塑料布上,装饰面向上,石材不应有悬空的地方。

3 石材样品静置 6h 后,将钢平尺分别置于每块石材样品上距板边 10mm 处和被检平面的两条对角线上,用塞尺测量尺面与版面的最大间隙,做好测量位置的标记和编号,测量值精确到 0.05mm。

4 在每块石材样品上面喷洒 500ml 蒸馏水,用塑料布包裹密封后静置 6h,打开塑料布擦净石材表面水后将钢平尺分别置于每块石材样品上原测量位置,用塞尺测量标记处尺面与版面的间隙,做好记录 and 对应编号,测量值精确到 0.05mm。如出现新的最大间隙位置,应做新标记并记录最大间隙。

5 将 3 块石材样品重新用塑料布包裹密封后经如下条件后,打开塑料布擦净石材表面水后将钢平尺分别置于每块石材样品上原测量位置,用塞尺测量标记处尺面与板面的间隙,做好记录 and 对应编号,测量值精确到 0.05mm,如出现新的最大间隙位置,应做好新标记并记录最大间隙。

1) 室内样品四角用 100mm×100mm 实体物品支撑后静置 6h;

2) 室内样品中心用 100mm×100mm 实体物品支撑后静置 6h;

3) 室外样品置于日晒、昼夜温差等自然环境条件下 48h。

E. 0.3 结果计算及实验报告

1 分别记录每个样品的每个点在上述各种条件下尺面与板面的间隙,以每块石材上变化最大位置的数值差作为该样品的最大变形,精确到 0.1mm。

2 试验报告应包括以下内容:

1) 试验按本标准进行;

2) 每块样品的最大变形;

3) 石材品种名称及样品状。

本规范用词说明

1 为便于执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1) 表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”;

反面词采用“严禁”。

2) 表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”;

反面词采用“不应”或“不得”。

3) 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”;

反面词采用“不宜”。

4) 表示有选择,在一定条件下可以这样做的采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”、“应符合……的要求”或“应按……执行”。

引用标准名录

序号	标 准 名 称	标准编号
1	《建筑结构荷载规范》	GB 50009
2	《建筑设计防火规范》	GB 50016
3	《钢结构设计规范》	GB 50017
4	《工程测量规范》	GB 50026
5	《高层民用建筑设计防火规范》	GB 50045
6	《建筑防雷设计规范》	GB 50057
7	《建筑结构可靠度设计统一标准》	GB 50068
8	《建筑地面工程施工质量验收规范》	GB 50209
9	《建筑装饰装修工程施工质量验收规范》	GB 50210
10	《民用建筑工程室内环境污染控制规范》	GB 50325
11	《铝合金结构设计规范》	GB 50429
12	《优质碳素结构钢》	GB/T 699
13	《碳素结构钢》	GB/T 700
14	《十字槽盘头螺钉》	GB/T 818
15	《碳素结构钢和低合金结构钢热轧冷钢板及钢带》	GB/T 912
16	《不锈钢焊条》	GB/T 983
17	《不锈钢棒》	GB/T 1220
18	《低合金高强度结构钢》	GB/T 1591

续表

序号	标 准 名 称	标准编号
19	《合金结构钢》	GB/T 3077
20	《紧固件机械性能 不锈钢螺栓螺钉和螺柱》	GB/T 3098. 6
21	《紧固件机械性能 不锈钢螺母》	GB/T 3098. 15
22	《变形铝及铝合金化学成分》	GB/T 3190
23	《碳素结构钢和低合金结构钢热轧厚钢板及钢带》	GB/T 3274
24	《不锈钢冷轧钢板》	GB/T 3280
26	《高耐候结构钢》	GB/T 4171
27	《焊接结构用耐候钢》	GB/T 4172
28	《不锈钢冷加工钢棒》	GB/T 4226
29	《不锈钢热轧钢板》	GB/T 4237
30	《不锈钢和耐热钢冷轧钢带》	GB/T 4239
31	《不锈钢丝》	GB/T 4240
32	《碳钢焊条》	GB/T 5117
33	《低合金钢焊条》	GB/T 5118
34	《铝合金建筑型材 第 1 部分:基材》	GB/T 5237. 1
35	《铝合金建筑型材 第 2 部分:阳极氧化、着色型材》	GB/T 5237. 2
36	《铝合金建筑型材 第 3 部分:电泳涂漆型材》	GB/T 5237. 3
37	《铝合金建筑型材 第 4 部分:粉末喷涂型材》	GB/T 5237. 4
38	《铝合金建筑型材 第 5 部分:氟碳漆喷涂型材》	GB/T 5237. 5
39	《铝合金建筑型材 第 6 部分:隔热型材》	GB/T 5237. 6

续表

序号	标 准 名 称	标准编号
40	《紧固件螺栓和螺钉通孔》	GB/T 5277
41	《建筑材料放射性核素限量》	GB 6566
42	《结构用无缝钢管》	GB/T 8162
43	《天然饰面石材试验方法 第 1 部分:干燥、水饱和、冻融循环后压缩强度试验方法》	GB/T 9966. 1
44	《天然饰面石材试验方法 第 2 部分:干燥、水饱和和弯曲强度试验方法》	GB/T 9966. 2
45	《天然饰面石材试验方法 第 3 部分:体积密度、真密度、真气孔率、吸水率试验方法》	GB/T 9966. 3
46	《天然饰面石材试验方法 第 7 部分:检测板材挂件组合单元挂装强度试验方法》	GB/T 9966. 7
47	《天然饰面石材试验方法 第 8 部分:用均匀静态压差检测石材挂装系统结构强度试验方法》	GB/T 9966. 8
48	《建筑构件耐火试验方法》	GB/T 9978
49	《天然饰面石材术语》	GB/T 13890
50	《金属覆盖层钢铁制件热浸镀锌层技术要求及试验方法》	GB/T 13912
51	《硅酮建筑密封胶》	GB/T 14683
52	《连续热镀锌铝合金镀层钢板及钢带》	GB/T 14978
53	《建筑用硅酮结构密封胶》	GB 16776
54	《天然石材统一编号》	GB/T 17670
55	《天然板石》	GB/T 18600
56	《天然花岗石建筑板材》	GB/T 18601
57	《天然大理石建筑板材》	GB/T 19766

续表

序号	标 准 名 称	标准编号
58	《建筑幕墙》	GB/T 21086
59	《石材用建筑密封胶》	GB/T 23261
60	《天然砂岩建筑板材》	GB/T 23452
61	《天然石灰石建筑板材》	GB/T 23453
62	《卫生间用天然石材台面板》	GB/T 23454
63	《饰面石材用胶黏剂》	GB 24264
64	《夹层结构用耐久铝蜂窝芯材料规范》	HB 5443
65	《陶瓷墙地砖胶粘剂》	JC/T 547
66	《建筑装饰用微晶玻璃》	JC/T 872
67	《干挂饰面石材及其金属挂件 第1部分:干挂饰面石材》	JC 830.1
68	《干挂饰面石材及其金属挂件 第2部分:金属挂件》	JC 830.2
69	《异型装饰石材 第2部分:花线》	JC/T 847.2
70	《异型装饰石材 第3部分:实心柱体》	JC/T 847.3
71	《干挂石材幕墙用环氧胶粘剂》	JC 887
72	《实体面材》	JC 908
73	《建筑装饰用天然石材防护剂》	JC/T 973
74	《非结构承载用石材胶粘剂》	JC/T 989
75	《陶瓷墙地砖填缝剂》	JC/T 1004
76	《超薄天然石材复合板》	JC/T 1049
77	《地面石材防滑性能等级划分及试验方法》	JC/T 1050

续表

序号	标 准 名 称	标准编号
78	《天然石材装饰工程技术规范》	JCG/T 60001
79	《民用建筑电气设计规范》	JGJ 16
80	《建筑钢结构焊接技术规程》	JGJ 81
81	《金属与石材幕墙工程技术规范》	JGJ 133
82	《不锈钢热轧钢带》	YB/T 5090
83	《建筑锚栓抗拉拔、抗剪性能试验方法》	DG/TJ 08—003
84	《建筑抗震设计规程》	DGJ 08—9
85	《建筑幕墙工程技术规范》	DGJ 08—56
86	《防静电工程技术规程》	DG/TJ 08—83
87	《公共建筑节能设计标准》	DGJ 08—107
88	《建筑节能工程施工质量验收规程》	DGJ 08—113

上海市工程建设规范

建筑装饰工程石材
应用技术规范

DG/TJ 08—2134—2013

J 12508—2013

条文说明

2013 上海

目 次

3	材 料	187
3.1	一般规定	187
3.2	材料力学性能	187
3.3	装饰石材	188
3.4	支承结构材料	189
3.5	锚固件、紧固件、连接件与挂件	190
3.6	结构胶与密封材料	191
3.7	粘结材料	191
3.8	填缝材料	192
3.9	石材护理材料	192
4	石材建筑装饰性能设计	194
4.1	一般规定	194
4.2	石材建筑装饰效果	194
4.3	石材的选择	195
4.4	石材幕墙性能设计	195
4.5	节能设计	196
4.6	防火设计	199
4.7	防雷设计	199
4.8	安全设计	200
5	石材建筑装饰饰面设计	202
5.1	一般规定	202
5.2	墙、柱面石材饰面设计	202
5.4	地面石材饰面设计	203
5.5	吊顶石材饰面设计	203

6	石材装饰结构设计	204
6.1	一般规定	204
6.2	荷载和地震作用	205
6.3	作用效应计算	207
6.4	作用效应组合	208
6.5	石材面板	209
6.6	微晶玻璃(微晶石)面板	210
6.7	石材蜂窝面板	210
6.9	横 梁	211
6.10	立 柱	212
6.11	石材幕墙与主体结构的连接构造	213
7	室内墙、柱面石材干挂法设计	215
7.1	一般规定	215
7.2	结构设计	215
7.3	连接构造	215
8	石材粘结法设计	216
8.1	一般规定	216
8.2	粘结材料的选用	216
8.3	找平层要求	216
8.7	水泥砂浆湿贴法设计	216
9	加工制作	217
9.1	一般规定	217
9.2	金属构件加工	217
9.3	石材面板加工	218
10	石材装饰施工	219
10.3	墙、柱面石材安装施工	219
10.4	地面石材饰面施工	219
11	石材护理	220
11.1	一般规定	220

11.2	石材防护施工	220
11.3	石材表面结晶处理施工	221
11.4	石材清洗施工	221
11.5	石材整体研磨施工	222
12	石材幕墙检验与检测	223
12.1	一般规定	223
12.2	材料检验	225
12.3	性能检测	225
13	工程验收	227
13.1	一般规定	227
13.2	石材幕墙工程质量验收	227
13.4	石材地面工程质量验收	227
13.5	石材吊顶工程质量验收	228

Contents

3	Materials	187
3.1	General requirements	187
3.2	Mechanical properties	187
3.3	Decorative stone	188
3.4	Supporting structure materials	189
3.5	Anchors, Fixings and Brackets	190
3.6	Structural sealant and hermetically materials	191
3.7	Bonded materials	191
3.8	Cementitious filler	192
3.9	Stone protection materials	192
4	The performance design of architectural decoration stone	194
4.1	General requirements	194
4.2	The effect of architectural decoration stone	194
4.3	The choice of stone	195
4.4	The performance of stone curtain wall	195
4.5	Energy saving	196
4.6	Fireproofing	199
4.7	Lighting protection	199
4.8	Safety	200
5	The panels design of architectural decoration stone	202
5.1	General requirements	202
5.2	Stone panels design of the wall and column	202
5.4	Stone panels design of floor	203

5.5	Stone panels design of stone ceiling	203
6	Structure design of decoration stone	204
6.1	General requirements	204
6.2	Loads and earthquake action	205
6.3	Calculations of loads and earthquake actions	207
6.4	Load combinations	208
6.5	Stone panels	209
6.6	Glass-ceramics	210
6.7	Stone honeycomb plate	210
6.9	Detailing and structure design of transom	211
6.10	Detailing and structure design of mullion	212
6.11	Connection design of stone curtain wall and main structure	213
7	Dry-hanging of interior wall and column	215
7.1	General requirements	215
7.2	Structure design	215
7.3	Detailing design of interior stone	215
8	Adhesives	216
8.1	General requirements	216
8.2	The choice of adhesive	216
8.3	The leveling layer requirements	216
8.7	Cement mortar	216
9	Manufacture and fabrication	217
9.1	General requirements	217
9.2	Fabrication of metal	217
9.3	Fabrication of stone	218
10	Stone construction	219
10.3	Wall and cylinder construction	219
10.4	Floor construction	219

11	Stone protection	220
11.1	General requirements	220
11.2	Stone protection	220
11.3	Stone crystal-hardened treatment	221
11.4	Stone cleaning	221
11.5	Stone whole polishing	222
12	Inspection and testing of stone curtain wall	223
12.1	General requirements	223
12.2	Material inspection	225
12.3	Performance testing	225
13	Acceptance inspection	227
13.1	General requirements	227
13.2	Stone curtain wall inspection	227
13.4	Stone floor inspection	227
13.5	Stone ceiling inspection	228

3 材 料

3.1 一般规定

3.1.1 材料是保证石材装饰工程特别是石材幕墙工程质量和安全的基础。材料由于生产厂家不同,质量存在较大的差异。因此,为确保装饰工程的安全可靠,就要求所使用的材料必须符合国家或行业标准规定的质量指标以及本市的标准。总之,不合格的材料严禁使用。

3.1.2 石材因受自然环境不利因素的影响,如日晒、雨淋、冰冻、风沙、机动车辆的碾压等,因此,要求石材装饰工程所用材料应有足够的耐候性和耐久性。

3.1.4 近年来,建筑火灾中由于烟雾和毒气致死的人数迅速增加,有些火灾事故中夺去人生命的不是火,而是烟雾和毒气。因此,石材装饰工程应避免使用燃烧后或者高温环境下产生有毒有害气体的材料。

3.1.5 为了推动建筑材料的技术革新,促进节能减排,鼓励采用节省资源、符合环保要求、可循环利用的、鉴定合格的新材料用于石材装饰工程。

3.2 材料力学性能

3.2.1 天然花岗石板属脆性材料,材性不均匀,强度离散性大,本条规定取总安全系数 $K = 3.0$,材料抗力分项系数 $K_2 = 3.0/1.4 = 2.15$,并可根据实际情况提高总安全系数。花岗石板剪切强度取为弯曲强度的 50%。

当石材幕墙特别重要时,总安全系数 K 提高至 3.5,所以相应的 3.2.1 条的数据应乘以折减系数 0.85。

3.2.2 微晶玻璃(微晶石)属于人造板材。根据实际工程经验,微晶玻璃宜取总安全系数 $K=2.8$,材料抗力分项系数 $K_2=2.8/1.4=2.0$ 。用于特别重要部位时,可根据实际情况提高总安全系数。微晶玻璃的剪切强度宜取弯曲强度的 20%。

3.2.3 铝合金材料强度设计值按铝合金材料力学性能标准值除以抗力分项系数确定。为了便于设计应用,将得到的数值结果取 5 的整数倍。本条参考现行国家标准《铝合金结构设计规范》(GB 50429)制定。

3.2.4 表 3.2.4 数据采自现行国家标准《钢结构设计规范》(GB 50017)的规定。

3.2.5 表 3.2.5 数据采自现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》(GB 50018)的规定。

3.2.7 表 3.2.7-1~表 3.2.7-3 数据采自现行国家标准《钢结构设计规范》(GB 50017)的规定。

3.2.8 表 3.2.8-1~表 3.2.8-3 数据采自现行国家标准《铝合金结构设计规范》(GB 50429)规定。

3.3 装饰石材

3.3.2 表 3.3.2-1 数据采自现行国家标准《建筑材料放射性核素限量》(GB 6566)的规定。

天然石材在自然界漫长的形成过程中,由于重金属物质的存在或多或少都会有一定的辐射,可能会对人类健康产生危害。天然花岗石含放射性物质较多,所以在此作规定。

表 3.3.2-2 数据采自国家现行标准《干挂饰面石材及其金属挂件》(JC 830.1)的有关规定。室外干挂石材处于建筑物的外表面,经常会受自然环境不利因素的影响,如日晒、雨淋、冰冻、风沙

等不利因数的侵蚀。为确保石材室外干挂石材的耐候性和耐久性,对石材的物理特性有明确的规定。

室内干挂石材因无风荷载和雨水的影响,仅受石材自重的影响,为确保安全对石材的厚度和单块板材的面积做了明确的规定。

不同的地面环境石材饰面设计要求不同,磨损状况不同,本规范将地面石材使用范围按磨损度分为三个区间:轻负重、中等磨损度、严重踩踏。石材饰面在磨损后期光泽、颜色均会发生变化,所以地面设计时为考虑整体效果均匀变化,当相邻板块采用不同石材饰面时,需保证耐磨度差异不应大于 5。

3.3.3 超薄型石材蜂窝板中的表面石材厚度为 3mm~5mm,能大幅度减轻板的自重,提高石材的利用率。粗面石材面板应考虑到面板的强度要求,需要 8mm 厚。

根据防腐、装饰及建筑物的耐久年限的要求,对超薄型石材蜂窝板的背板表面须进行防腐处理。背板的构造是超薄型石材蜂窝板特有的,因此,在本条款中对目前已经测试的背板材料就其规格、表面处理提出了要求。

如铝蜂窝芯孔径过大,铝蜂窝芯壁厚度过小,就不能保证其性能。当超薄型石材蜂窝板用于幕墙时,石材基本不考虑承受拉应力。因此,石材蜂窝板厚度不能小于 20mm,以保证板的强度。

3.4 支承结构材料

3.4.1 此条主要针对干挂石材工程,特别是石材幕墙工程支撑结构材料质量提出的要求,支承结构是幕墙的主要受力构件,其材料牌号、力学性能、质量等级、防腐处理层膜厚是幕墙安全可靠和正常使用的重要保证。

不锈钢材的防锈能力与其镍、铬含量有关,镍、铬含量越高防锈能力越好。常用的奥氏体不锈钢有 S304××系列和 S316××系

列,可根据环境条件选用。

3.4.2 为防止大气中的酸性物质腐蚀铝合金型材表面,保证铝型材的外形美观和使用寿命,幕墙用铝合金型材应进行表面防护处理。常用的处理方法有阳极氧化、电泳涂漆、粉末喷涂和氟碳喷涂四种,不同的表面处理方法具有不同的耐腐蚀性能。幕墙工程设计时,可根据幕墙的使用环境、腐蚀介质、侵蚀性作用和使用年限合理选择。

幕墙的热工性能要求越来越受到重视。PVC材料的热膨胀系数比铝型材高,在高温和机械荷载下会产生较大的蠕变,导致型材变形。PA66GF25热膨胀系数与铝型材相近,机械强度高,耐高温、防腐蚀性能好,成为铝型材理想的隔热材料。

为了保证幕墙的安全可靠和正常使用,隔热铝合金型材纵向剪切强度、横向拉伸强度、高温持久负荷等力学性能应符合现行国家标准《铝合金建筑型材 第6部分:隔热型材》(GB 5237.6)的相应规定。

3.5 锚固件、紧固件、连接件与挂件

3.5.1 当土建施工中未设预埋件、预埋件漏放、预埋件偏离设计位置太远时,往往采取后锚固螺栓连接措施。为了保证后锚固螺栓连接的安全可靠性,本条对机械膨胀螺栓的质量,特别是化学螺栓的材质、力学性能和耐热性能等提出了要求。

3.5.2 紧固件是受力配件,应优先选用不锈钢螺栓,不锈钢螺栓应配有弹簧垫圈或其他防松脱措施,以保证螺栓的紧固作用。由于常用的自攻螺钉是粗牙非等截面的紧固件,紧固效果不好,所以强调受力构件的连接不应采用自攻螺钉。

3.5.4 挂件、背栓产品质量存在差异,它们的材质及力学性能直接影响到面板连接的安全可靠性。本条规定背栓必须进行力学性能检测以确定其承载能力。

3.6 结构胶与密封材料

3.6.4 表 3.6.4 数据采自现行国家标准《硅酮建筑密封胶》(GB/T 14683)的规定,密封胶的位移能力应符合设计要求,且不小于 20%,宜采用中性硅酮建筑密封胶。

3.6.5 表 3.6.5 数据采自现行国家标准《石材用建筑密封胶》(GB/T 23261)的规定。

3.6.6 表 3.6.6 数据采自国家现行标准《聚氨酯建筑密封胶》(JC/T 482)的规定。

3.6.7 硅酮结构密封胶和硅酮建筑密封胶的作用关系到石材幕墙的安全性、水密性,其产品必须具备产品合格证和保质年限证书。

3.6.8 同一幕墙工程应采用同一品牌的单组分或双组分的硅酮结构密封胶;不应在同一幕墙工程中,同时采用不同厂家、不同品牌的硅酮结构密封胶;更不应在同一幕墙工程中,同时使用国产硅酮结构密封胶,又使用进口硅酮结构密封胶。

3.6.9 硅酮结构密封胶和硅酮建筑密封胶的使用,关系到幕墙的安全、水密性和气密性。产品必须做相容性试验。石材是天然材料,与其直接接触的石材建筑密封胶应做污染性试验。用于室外幕墙的硅酮结构密封胶应做剥离粘结性试验和邵氏硬度试验。严禁使用未经试验的产品、超过有效期的产品及相容性或其他指标不符合要求的产品。

3.7 粘结材料

3.7.2 无论何种粘结材料,必须符合环保要求,严禁含有对人体与环境有害的成分,且不应污染石材。

3.7.7 石材与金属挂件间的粘结材料必须采用环氧胶粘剂,表

3.7.7 数据采自国家现行标准《干挂石材幕墙用环氧胶粘剂》(JC 887)的规定。

3.8 填缝材料

3.8.1 填缝材料应有抵抗外界因素的侵蚀,具有非常好的耐水性、耐磨性,并不应污染石材。

3.9 石材护理材料

3.9.1 石材清洗的概念相比较普通意义的清洗有一定的延伸,普通清洗是除去灰尘的概念,而石材清洗材料则包含对石材病症治理所使用的材料。石材清洗剂应有详细的使用说明和适用范围,通常包含如下内容:外观、气味可清除性、安全性、闪点、酸碱质、稳定性、操作方法等。

3.9.2 硅酸盐类石材防护剂从防水机理上不能与石材内部产生有机结合,又是一种强碱性产品,因此,不宜使用。进口石材防护剂应提供商检报告和原产地证明。进口防护剂是指在境外完成成品生产,进口至我国大陆的产品。防护剂主要成分在国外生产,在国内复配成成品的仍称为国产产品。

3.9.3 石材结晶材料主要在石材日常保养时使用,石材抛光材料是石材在精磨完成后或石材日常使用过程中光泽度有一定流失后,恢复石材高光泽时使用。石材抛光材料不宜作为日常保养材料使用。

3.9.4

1 石材地面工程的防滑技术指标应符合表 3.9.4 的规定。

表 3.9.4 石材地面防滑指标要求

防滑等级	0 级	1 级	2 级	3 级	4 级
抗滑值 F_B	$F_B < 25$	$25 \leq F_B < 35$	$35 \leq F_B < 45$	$45 \leq F_B < 55$	$F_B \geq 55$
摩擦系数	≥ 0.5				

注:1. 除特殊说明采用干态法外,一般试验均采用湿态法;

2. 摩擦系数的数值选取及测试应符合国家现行标准《地面石材防滑性能等级划分及实验方法》(JC/T 1050)的规定。

2 石材地面抗滑值的测试可按如下方法:

1) 适用范围

本方法适用于在湿态和干态两种条件下用水平拉力计测定镜面或细面石材表面的静摩擦系数。本方法既可用于实验室也可用于现场。糙面石材不适用于本方法。

2) 测试要求

① 同一平面,同一石材品种 $20\text{m}^2 \sim 30\text{m}^2$ 为一个测试面。

② 同一个测试面测量 5 个点,每一个点测量 4 个方向,4 个方向取平均值作为该点的静摩擦系数,5 个测量点的静摩擦系数的最小值作为该测试面的静摩擦系数值。

③ 不同防滑要求的部位应分别进行干态和湿态测试。

3) 计算

$$F = R/nw$$

式中 F —— 点静摩擦系数;

R —— 4 次拉力读数之和;

n —— 拉动次数(4);

w —— 拉力计重量。

取测试面或样品总静摩擦系数的最小值作为该品种石材的静摩擦系数值。

4 石材建筑装饰性能设计

4.1 一般规定

4.1.1 由于石材的装饰功能是建立在先考虑材料的结构性能,再考虑装饰性能的基础上,因此,在选择石材时要首先考虑石材的岩石特性,即确定石材的岩石名称,从而掌握该石材的化学成分与物理力学性能。装饰特性具有人为的因素,在保证材料性能的前提下,装饰设计应依据美学、风俗、风格、装饰特性和使用场合确定石材的品种与质量。

4.1.4 因石材是天然材料,即使同一品种石材,也不会完全相同。因产地不同、矿点不同、矿层不同等原因,从而造成同一品种石材的特性有所不同。保留石材品种档案可使工程再维修或更换某块石材时,可以方便找到石材原产地,确定矿点及相关数据。

4.2 石材建筑装饰效果

4.2.1~4.2.3 石材用于建筑内外装饰,为了防止出现呆板的现象,可采取色彩和表面处理的外观变化来克服,同时,通过措施尽可能减少色差。

4.2.4 天然石材具有花纹,是其特性之一,可利用石材的纹理进行必要的设计,形成特有的图案,以显示石材特有的韵味。

4.2.5~4.2.6 石材作为装饰材料最多的是用在墙面和地面上。在大面积墙面上使用石材平铺直叙的方式装饰,会过于呆板,缺乏变化。可利用石材腰线、转角线、檐口线、外门窗套线等来表现出凹凸的立体感,充分展现石材的厚重、牢固、稳重的装饰效果。

4.3 石材的选择

4.3.1 石材按种类分为花岗石、大理石、石灰石、砂岩、板石以及一些次宝石级的石材,按商业名称和产地有上千各品种,即使同一品种由于不同采矿点或不同的地质层面都有不同的花纹和特性,有的石材经过不同的加工方法和不同的切割方向也会产生不同的花色纹理特征。因此,为了保证整个装饰石材既能满足其用途,又能保证其花色过渡自然,避免较大色差,体现装饰美观性,首先要了解各种石材特性和适用范围、各种加工工艺应用的场合,结合工程实际用量,从石材荒料或毛光板开始选择。

4.3.4 含有氧化铁、硫化铁、无机盐等成分比例较高的石材用于外墙容易造成泛黄、锈斑等问题;热膨胀系数高、导热导电率高的石材用于外墙,因热胀冷缩、导热导电等原因容易使石材产生龟裂、裂缝而影响石材强度。

4.3.5 通常石材补强的办法有两种:一是采用渗透性极强的树脂类化学分子注入石材结晶格子间隙补强(环氧树脂类适用于花岗石,聚酯类适用于大理石);二是采用石材强力网(尼龙网或玻纤网)用胶粘剂贴于石材背面补强。特殊场合还可使用粘接石条作为增强筋。

4.4 石材幕墙性能设计

4.4.1 石材幕墙性能要求的高低和建筑物的性质、重要性等有关,故在本条中增加了建筑类别的提法。至于性能,应根据建筑物的高度、体型、建筑物所在地的地理、气候、环境等条件进行设计。

4.4.2 本条符合现行国家标准《公共建筑节能设计标准》(GB 50189)气密性不小于3级的要求。

4.4.4 根据现行国家标准《建筑结构荷载规范》(GB 50009)规定,墙角边按建筑物宽度的 0.1 或建筑物平均高度 0.4,取较小值,但不小于 1.5m。

4.4.5 石材幕墙平面内变形,是由于建筑物受风荷载或地震作用后,建筑物各层间发生相对位移时,产生的随动变形,这种平面内变形对石材幕墙造成的损害不容忽视。

4.4.6 石材幕墙的隔声性能应根据建筑物的使用功能和环境条件进行设计。不同功能的建筑所允许的噪声等级可根据现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》(GBJ 118)的规定确定。幕墙的隔声性能应为室外噪声级和室内允许噪声级之差。

4.5 节能设计

4.5.1 石材幕墙是建筑外围护结构的组成部分。在设计阶段,主体建筑的节能设计已通过审查备案。因此,石材幕墙的热工性能指标,必须以建筑设计单位根据现行国家标准《公共建筑节能设计指标》(GB 50189)权衡建筑围护结构各部位的保温隔热措施而提出来的热工性能为准。

4.5.2 石材幕墙由石材面板、保温材料、墙体基层组成,应按照不同材料相应的面积加权计算石材幕墙的传热系数。

4.5.3 利用窗侧板、窗台板补充封闭,在水平方向可按房间开间或在框架柱部位作封闭,目的是为达到外墙节能指标。

4.5.5 石材幕墙面板后部设置保温材料时,保温材料应有支承构造,保温材料与面板或与主体结构外表面之间应有不小于 50mm 的空气层。石材是一种冷热导体,在其背面会产生冷凝水或水蒸气,从主体结构的幕墙内侧层间排出室外。在一般情况下,蒸气在层间中游动,逐步消失或生成凝结水,集中排入下水管。

石材外装饰的节能做法:石材外装饰的节能可通过在石材面

板与主体结构之间的空气间层中设置保温层,以及在石材面板内部设置保温材料来实现,也可采用二者的组合做法。

1 将保温层覆合在主体结构的外表面上,类同于普通外墙外保温的做法(图 4.5.5-1)。保温材料按国家或行业规范要求使用。保温材料厚度可根据地区的建筑节能要求和材料的传热系数计算确定。保温材料与主体结构的连接固定可采用粘贴、机械锚固或两者结合等方式。保温材料表面需做护面层,护面层起防潮、防老化作用,并利于防火。

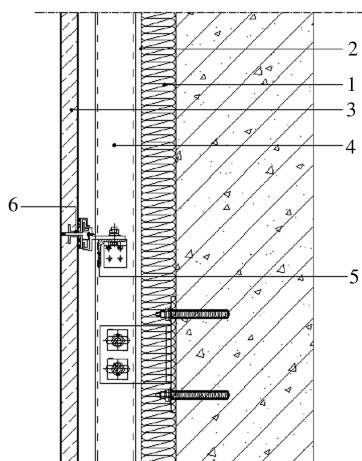


图 4.5.5-1 石材外装饰保温做法局部示意图一

1—保温层;2—护面层;3—石材;4—立柱;5—横梁;6—挂件

2 在石材面板与主体结构之间的空气层中设置保温材料(图 4.5.5-2)。保温材料可钉挂在水平和垂直龙骨的间层中。此做法可使石材面板与主体结构之间增加一个空气间层,提高墙体热阻。

3 石材饰面板背面复合保温材料(图 4.5.5-3)。保温材料与石材粘结成一体,或采用石材保温复合板,但保温层与主体结构表面应有 50mm 以上的空气层。

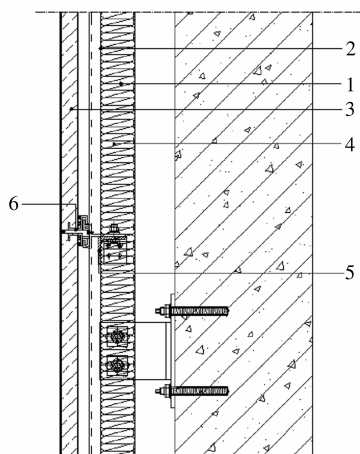


图 4.5.5-2 石材外装饰保温做法局部示意图二

1—保温层;2—护面层;3—石材;4—立柱;5—横梁;6—挂件

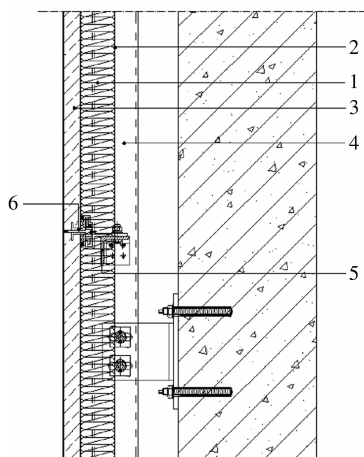


图 4.5.5-3 石材外装饰保温做法局部示意图三

1—保温层;2—护面层;3—石材;4—立柱;5—横梁;6—挂件

4.6 防火设计

4.6.1 由于建筑节能的需求,保温材料在建筑中被广泛使用。2009年9月25日公安部、住房和城乡建设部联合印发了《民用建筑外保温系统及外墙装饰防火暂行规定》(公通字[2009]46号),规范建筑保温材料的防火设计、施工及使用。但近年来,南京中环国际广场、哈尔滨经纬360度双子星大厦、济南奥体中心、北京央视新址附属文化中心、上海胶州路教师公寓、沈阳皇朝万鑫大厦等相继发生火灾引燃建筑外保温材料,建筑易燃或可燃外保温材料已成为新的火灾隐患。为遏止外保温材料引起火灾高发,2011年3月14日公安部下发《关于进一步明确民用建筑外保温材料消防监督管理有关要求的通知》(公消[2011]65号)。在新标准发布前,民用建筑外保温材料采用燃烧性能为A级的材料。新标准发布后,应按新标准执行。

4.6.2~4.6.3 石材幕墙与楼板、防火分隔墙及洞口边缘等处的构造缝隙,在火灾情况下会形成“引火风道”。为防止火势在水平或垂直方向上快速蔓延酿成大火,石材幕墙应采取规定的防火分隔和封堵措施,这和现行国家标准《建筑设计防火规范》(GB 50016)、《高层民用建筑设计防火规范》(GB 50045)中关于建筑幕墙的相关规定是一致的。如设置基层墙体,可防止火灾从幕墙缝隙或幕墙垮塌脱落处蔓延。基层墙体与建筑幕墙之间的空隙,应在每层楼板处封堵防火材料。

4.7 防雷设计

4.7.1~4.7.3 石材幕墙属于建筑的外围护结构,容易遭受雷电袭击,应根据现行国家标准《建筑物防雷设计规范》(GB 50057)和国家现行标准《民用建筑电气设计规范》(JGJ 16)确定防雷分类,

并采取相应的防直击雷、防雷电侧击以及等电位连接措施。

这里所述的等电位连接措施,是指用连接导线将处在需要防雷的空间内的防雷装置、建筑物的金属构架、金属装置、电气和电讯装置等连接起来。

当需要防雷的空间设有防雷装置时,处于该空间之外的金属构架可能遭受雷电效应,在设计时应估计这种效应,对处于该空间之外的金属构架也需要作等电位连接。

石材幕墙面板不具导电性,在遭受雷击时,由于热膨胀可能导致材料开裂脱落,应按照第二类防雷分类考虑防雷设计。

4.7.5 现行国家标准《建筑物防雷设计规范》(GB 50057)规定,薄油漆层、厚度小于 0.5mm 的沥青层以及厚度小于 1.0mm 的聚氯乙烯层均不属绝缘覆盖层。

4.7.8 由于两种不同的金属直接接触时容易产生电偶腐蚀,应采取防止或控制电偶腐蚀的措施。

铝及铝合金与钢铁接触时,常在接触部位加不锈钢垫片。

铝与钢铁连接的固定件,常采用不锈钢制作。当采用钢零件时,需要镀锌,镀锌层须有一定厚度。

铜质材料与铝合金材料的接触面需镀锌。

4.8 安全设计

4.8.4 室外石材板块的分格在符合建筑外立面设计的同时,合理的支承方式是保证石材板块安全可靠的前提。当不能满足连接构造相关要求时,必须有经验算的可靠的技术措施。

4.8.6 天然石材碎裂坠落极易伤人,特别在人员流动频繁的地方必须有安全防护措施。通常采用在石材背面粘贴挺括、平整、抗拉强度高、表面应无石蜡的玻璃纤维网布;同时还应在石材背面(长向)粘贴同材质的石材肋,提高石材板块的抗折强度和刚度,使之不易碎裂。

4.8.7 石材圆柱、方柱、异形柱柱帽尺寸较大、自重较重及大规格的石材线条厚重,存在倾覆趋势,必须有防倾覆的措施,才能确保其安全可靠。

4.8.8 建筑物墙角如采用锐角形式,常因重物碰撞冲击等因素,使墙角受损。当人与墙角相撞时,还会对人员造成伤害。

5 石材建筑装饰饰面设计

5.1 一般规定

5.1.1 石材花纹不一致及没有完全相同的花纹是天然石材的特性之一。如果同一种石材有纹理且有方向性,可按同一方向排列装饰石材,使杂乱的图案得到理顺;如果同一种石材没有纹理和方向,但石材的颜色有方向性,也可以按颜色的方向排列装饰石材,以达到艺术效果。

5.1.6 人造合成石是利用天然石材碎料综合利用的一种产品,特别是含有高分子的有机人造合成石,它的废料抛弃后,在自然界里不易降解,对土壤、水源、空气等会产生二次破坏和污染。

5.2 墙、柱面石材饰面设计

5.2.1 为保证石材装饰工程的安全性,对采用湿贴法和胶粘法的墙、柱面石材装饰提出了高度的限制。

5.2.2 采用多块弧面板拼接成圆柱,可节省大量原材料。因石材厚重,圆柱加工成多块弧面板更方便搬运与安装。

5.2.6 石材板块的拼接缝设计为 U 形、V 形缝,又采用短槽、通槽支承石材板块时,如果支承点部位的厚度不能符合本规范表 3.3.2-2 和表 3.3.2-3 的规定,将不能保证石材板块的安全可靠。

5.2.7~5.2.8 背栓式干挂法其安装精度较适合于墙、柱面分缝的做法,在墙、柱面插座开孔等细节的处理上还有待进一步解决。

5.2.10 在人员流动频繁、机动车辆出入频繁的建筑物首层墙角如采用锐角形式,常因重物碰撞冲击等因素,使墙角受损。当人

与墙角相撞时,还会对人员造成伤害。

5.4 地面石材饰面设计

5.4.15 楼梯、台阶的踢面板位置与踏步板防滑槽位置错开,使踏步板不容易在此断裂。

5.4.16 楼梯、台阶踏步所镶铜条如果高出板面太多,容易被脚踢动,同时石材对铜条的把持力会减弱。

5.4.20 室外广场、道路、商业街道地面如不充分考虑负载因素,地面石材极易被重物压碎,所以应以负重情况确定石材厚度,同时考虑运输、搬运、施工等因素。

5.5 吊顶石材饰面设计

5.5.3 石材复合板既保持了石材丰富多彩的颜色和花纹,同时又提高了强度,减轻了重量,还具备隔音防潮、保温节能等功能。

6 石材装饰结构设计

6.1 一般规定

6.1.1 本规范涉及石材幕墙部分与上海市工程建设规范《建筑幕墙工程技术规范》(DGJ 08-56-2012)相关内容是一致的。本市设计石材幕墙时可同时执行本规范和《建筑幕墙工程技术规范》(DGJ 08-56-2012)两个规范。

6.1.3 石材装饰结构设计是指对石材装饰结构中所有部件、构件和连接的设计。

6.1.4 石材装饰面板主要承受自重、直接作用于其上的风荷载和地震作用以及温度作用。对于竖直的石材装饰面板,风荷载是主要的作用,使面板产生很大的弯曲应力,对于石材装饰构件本身而言,抗风压是主要的考虑因素。地震是动力作用,对连接节点会产生较大的影响,使连接发生震害甚至使建筑幕墙脱落、倒塌,所以,除计算地震作用力外,构造上还必须予以加强。

6.1.5 遵照现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》(GB 50068),本规范采用以概率理论为基础的极限状态设计方法,用分项系数设计表达式进行计算。本规范要求分别进行永久荷载、风荷载、地震作用效应计算,是否考虑温度作用的影响由设计分析后确定。承载能力极限状态设计时,应考虑作用效应的基本组合;正常使用极限状态设计时,作用的分项系数均取 1.0。本条给出的承载力设计表达式具有通用意义,作用效应设计值 S 或 S_E 可以是内力或应力,抗力设计值 R 可以是构件的承载力设计值或材料强度设计值。

结构或结构构件的重要性系数 γ_0 是现行国家标准《建筑结构

可靠度设计统一标准》(GB 50068)规定的,主要考虑的是结构或结构构件破坏后果的严重程度,与结构构件的安全等级、设计使用年限有关。对于石材装饰结构设计使用年限争议比较大的是石材装饰结构中胶条和结构胶等的老化问题,一般来说其设计使用年限在 25 年以内。但是从上海市 20 世纪 80 年代早期开始建设的联谊大厦及以后的希尔顿、虹桥开发区和新锦江等工程来看,预埋件、支承结构及其与主体结构的连接等均按不低于 50 年的设计年限进行计算。石材装饰大多用于大型公共建筑,正常使用中不允许发生破坏。因此,结构重要性系数 γ_0 取不小于 1.0。

石材装饰结构计算中,地震效应相对于风荷载效应是比较小的,通常不会超过风荷载效应的 20%,如果采用小于 1.0 的系数 γ_{RE} 对构件抗力设计值予以放大,对石材装饰结构设计会偏于不安全,所以石材装饰构件承载力抗震调整系数 γ_{RE} 取 1.0。

石材装饰中面板、框架梁柱、索和杆等不便于采用内力设计表达式,在本规范的相关条文中直接采用应力表达形式;预埋件设计时,则采用内力表达形式。采用应力设计表达形式时,计算应力所采用的内力设计值(如弯矩、轴力、剪力等),应采用作用效应的基本组合。

6.1.6 漏算最不利构件和节点在最不利条件下的极限状态,可能危及石材装饰工程的安全。建筑物转角部位、平面或立面突变部位的构件和连接应作专项验算。

6.2 荷载和地震作用

6.2.1 风荷载按照现行国家标准《建筑结构荷载规范》(GB 50009)的规定进行计算。对于各系数取值,进行如下说明:

1 风荷载随高度的变化由风压高度变化系数描述,其值应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》(GB 50009)的规定采用。

2 风荷载体型系数是指风荷载作用在石材表面上所引起的

实际压力(或吸力)与来流风的速度压的比值,它描述的是建筑物表面在稳定风压作用下静态压力的分布规律,主要与建筑物的体型和尺度有关,也与周围环境和地面粗糙度有关。由于它涉及的是关于固体与流体相互作用的流体动力学问题,对于不规则形状的固体,问题尤为复杂,无法给出理论上的结果,一般可由风洞试验或数值风洞的方法进行风荷载的确定。考虑到风荷载在建筑物表面分布是不均匀的,在檐口附近、边角部位较大,根据风洞试验结果和国外的有关资料,在上述区域风吸力系数可取 -1.8 ,其余墙面可考虑 -1.0 ,由于围护结构有开启的可能,所以还应考虑室内压 -0.2 。从安全出发,本规范不考虑围护构件从属面积的影响。

3 阵风系数 β_{gz} 是瞬时风压峰值与 10min 平均风压(基本风压 w_0) 的比值,取决于场地粗糙度类别和建筑物高度。对于框支承石材面板结构以及直接覆盖于主体结构上的石材装饰面板及其连接,在计算其承载力和变形时应考虑阵风系数 β_{gz} ,以保证石材装饰构件的安全。

6.2.2 计算石材装饰面板的温度应力时,要考虑石材装饰面板的最大温度变化 ΔT 。决定 ΔT 有两个因素。

1 当地每年的最大温差,夏天的最高温度与冬天最低温度之差。这由当地气象条件决定。一般在长江以南可取为 40°C ;长江以北可取为 60°C 。

2 石材面板的反射和吸热性质。这与石材面板本身材料性能有关。通常具有较强反射能力的浅色幕墙夏天表面温度低,相应冬季温度也低;反之,深色幕墙夏天表面温度高,但冬季表面温度也较高。

考虑到南方地区夏天石材面板表面温升较高(例如上海可以达到 70°C 以上),所以在本条中规定,一般情况下石材面板年温差可按 80°C 考虑。

6.2.3~6.2.4 常遇地震(大约 50 年一遇)作用下,石材装饰结

构的地震作用采用简化的等效静力方法计算,地震影响系数最大值按照现行国家标准《建筑抗震设计规范》(GB 50011)的规定采用。

由于石材面板是不容易发展成塑性变形的脆性材料,为使设防烈度下不产生破损伤人,考虑动力放大系数 β_E 。按照《建筑抗震设计规范》(GB 50011)的有关非结构构件的地震作用计算规定,石材装饰结构的地震作用动力放大系数可表示为:

$$\beta_E = \gamma \eta \epsilon_1 \epsilon_2$$

式中 γ —— 非结构构件功能系数,可取 1.4;

η —— 非结构构件类别系数,可取 0.9;

ϵ_1 —— 体系或构件的状态系数,可取 2.0;

ϵ_2 —— 位置系数,可取 2.0。

按照上式计算,石材装饰结构地震作用动力放大系数为 5.0。

对于直接支承石材装饰面板或石材装饰结构的主体结构,应该按照结构动力学或《建筑抗震设计规范》(GB 50011)的有关规定进行结构的抗震计算。

石材装饰面板的支承结构,如立柱、横梁、钢桁架等,其自身重力荷载产生的地震作用标准值,可按本条的原则进行计算。

6.3 作用效应计算

6.3.2 对于规则构件,如规则石材装饰体系中的立柱、横梁、石材等,可按具体的边界条件和力学计算模型,直接根据其解析公式计算作用效应(如:弯矩、应力、位移等)。而对于具有复杂边界或荷载的构件,如三角形石材、石材线条、石材宝瓶、变截面构件、空间复杂钢结构等,可通过有限元设计软件或分析软件计算其作用效应。

6.3.3 对于预应力拉索、拉杆和索网式点支幕墙的支承结构体系,由于结构体系刚度小,变形大,结构内力和变形应采用考虑几

何非线性的有限元软件进行分析。

6.4 作用效应组合

6.4.1 对于不考虑非线性影响的结构体系,如石材装饰结构的立柱、横梁可采用线弹性方法进行计算分析。具体计算时,可以先进行荷载(作用)的组合,然后再进行荷载(作用)效应计算分析;也可以先进行荷载(作用)效应计算,然后再进行荷载(作用)效应的组合,这二者是一致的。

6.4.2~6.4.4 作用在石材装饰面板上的风荷载、地震作用和温度变化都是可变作用,同时达到最大值的可能性很小。因此,在进行效应组合时,第一个可变作用的效应应按 100%考虑(组合值系数取 1.0),第二个可变作用的效应可进行适当折减(乘以小于 1.0 的组合值系数)。

在重力荷载、风荷载、地震作用下,石材装饰构件产生的内力(应力)应按基本组合进行承载力极限状态设计,求得内力(应力)的设计值,以最不利的组合作为设计的依据。作用效应组合时的分项系数按现行国家标准《建筑结构荷载规范》(GB 50011)和《建筑抗震设计规范》(GB 50009)的规定采用。

现行国家标准《建筑抗震设计规范》(GB 50009)规定,当地震作用与风荷载同时考虑时,风的组合值系数取为 0.2。

由于石材面板暴露在室外,受风荷载、温度变化的影响较为显著,所以第二、第三个可变效应的组合值系数分别取为 0.6、0.2,较现行国家标准《建筑抗震设计规范》(GB 50009)的取值高。

结构的自重是经常作用的永久荷载,所有的基本组合工况中都必须包括这一项。当永久荷载(重力荷载)的效应起控制作用时,其分项系数 γ_G 应取 1.35,但参与组合的可变作用仅限于竖向荷载,且应考虑相应的组合值系数。对一般石材装饰构件,当重力荷载的效应起控制作用时(γ_G 取 1.35),可不考虑风荷载和地

震作用;对于水平倒挂石材及其框架,风荷载是主要竖向可变荷载,此时,风荷载的组合值系数取 0.6,与《建筑结构荷载规范》(GB 50009)的规定一致。当永久荷载作用对结构设计有利时,其分项系数 γ_G 应取不大于 1.0。

我国是多地震国家,在上海地区进行石材装饰结构设计时,应考虑抗震设防,因此,风荷载、地震、温度作用都应考虑。综上所述,上海地区石材装饰结构构件承载力设计中,理论上可考虑下列典型组合:

$$1.2G+1.0\times1.4W+0.6\times1.3E+0.2\times1.2T \quad (6.4.2-1)$$

$$1.35G+0.6\times1.4W+0.6\times1.3E+0.2\times1.2T(\text{风荷载向下}) \quad (6.4.2-2)$$

$$1.0G+1.0\times1.4W+0.6\times1.3E+0.2\times1.2T(\text{风荷载向上}) \quad (6.4.2-3)$$

以上组合情况中, G 、 W 、 E 分别代表重力荷载、风荷载、地震作用标准值产生的应力或内力。对不同的石材装饰构件应采用不同的组合情况。

6.5 石材面板

6.5.1 室外石材宜选用花岗石。因花岗石主要成分为长石、石英和云母等,其质地坚硬,有耐酸碱、耐腐蚀、耐高温、耐日晒雨淋、耐冰雪冻融、耐磨性好等优点。

6.5.2 石材的吸水率是由石材中空隙的大小、数量及颗粒间排列方式决定的。通常,质地紧密坚硬的石材吸水率低。吸水率高的石材容易发生冻融现象。当石材毛细孔吸收足够的水分后,一旦气温降到 0°C 以下,石材中的水分开始结冰,体积发生膨胀。当冰块膨胀力大于石材的抗拉强度时,石材就会产生碎裂。

6.5.3 石材是天然形成的脆性材料,材质离散性大。为保证使

用安全,必须按规定检测弯曲强度。

6.5.4 石材面板厚度如无特殊说明,均指磨光面板厚度。

6.5.6 石材装饰的水密性直接关系到石材工程的使用功能和耐久性。为提高石材装饰的水密性能,设计时要求放坡、开滴水槽来解决石材表面的积水问题。

6.5.7 因室外石材受气候影响因素较大,易产生热胀冷缩现象,如石材板块间采用密拼,在日晒后易导致石材拱起、碎裂,雨天导致石材墙面渗水等现象,因而石材板块间严禁密拼安装,应采用留缝打胶安装。

6.5.8 由于天然石材重量较重,倒挂石材的安全问题一直倍受关注,因而对于石材装饰中下封口、檐口吊顶、雨篷吊顶等部位宜采用超薄型石材复合板。

6.5.23 背栓螺栓抗拉承载力与石材材质、背栓螺栓形式、背栓孔加工质量等因素有关,难以得出比较适用的计算方法,应通过荷载试验方法确定。背栓抗拉试验结果宜按总安全系数 3.5~4.0 控制,可根据石材材质、施工工艺、加工精度等因素取舍。公式 6.5.23-2 供比较判断使用。

6.5.29 单切面背栓连接安装方便,但抗正风压能力较小,面板与连接件的间隙填充具有高机械性抵抗能力的胶粘剂以提高背栓面板的安全性。

6.6 微晶玻璃(微晶石)面板

6.6.5 微晶玻璃(微晶石)是高温烧制的吸水率低、耐候性好的匀质材料,采用开放式和封闭式均可。

6.7 石材蜂窝面板

6.7.10 不同金属相互接触处,容易产生双金属腐蚀,所以要求

设置绝缘垫片或采取其他防腐蚀措施。在正常使用条件,不锈钢材料不易发生双金属腐蚀,一般可不要求设计绝缘垫片。

6.9 横 梁

6.9.2 薄壁构件在受弯时,截面中弯压部分会发生局部弯曲的问题。控制薄壁构件的宽厚比,使构件截面在整体强度丧失之前不会发生局部屈曲,保证截面整体强度。亦可按现行国家标准《铝合金结构设计规范》(GB 50429)及《冷弯薄壁型钢结构技术规范》(GB 50018)的相应条款计算检验。本条采用《玻璃幕墙工程技术规范》(JGJ 102)。表 6.9.2 数据采自现行国家标准《铝合金结构设计规范》(GB 50429)及《冷弯薄壁型钢结构技术规范》(GB 50018)的规定。

6.9.3 承载构件的腐蚀将损害结构的承载能力,但腐蚀的截面损失与时间的影响关系是很复杂的。为了简化,除符合基本的防腐蚀要求外,对钢结构可按基本计算截面再加 1mm 厚作为防腐蚀安全储备。

6.9.5 横梁主要承受水平力和垂直力,由于垂直力主要为面板自重的长期作用荷载,而面板往往以偏心荷载形式作用于横梁上,由此产生的扭矩应予重视。

6.9.7 角码是小尺寸构件,却是传力的关键元件,控制其最小尺寸,保证在安装使用中不变形损坏。由于单个螺栓连接易扭转松动,规定每一连接处不少于 2 个。

6.9.8 立柱和横梁采用钢结构焊接连接时较方便,刚度亦较大,横向一定长度设一轴向自由连接,有利变形释放,避免横梁受变形约束,自由连接点宜设于同一个结构剖面内。

6.9.9 隔热型材有穿条式和浇注式,均系化学建材,耐久性差,且强度随时间衰减,不应作为传力部件。

6.9.10 公式 $\frac{M_x}{\gamma W_{nx}} + \frac{M_y}{\gamma W_{ny}} \leq f$ 适用于对称矩形截面。对于非对

称矩形或开口式型材,可按斜弯曲或弯扭原理计算。强硬化铝型材和钢的后期强度储备较充裕,故取 $\gamma=1.05$ 。

铝合金材料的强曲比 $f_u/f_{0.2} \leq 1.2$ 时为弱硬合金,状态 T6 的铝合金为弱硬化;铝合金材料的强曲比 $f_u/f_{0.2} > 1.2$ 时为强硬合金。 f_u 为铝合金材料的抗拉极限强度, $f_{0.2}$ 为铝合金材料的名义屈服强度。

6.9.12 石材面板对横梁的偏心距较大,在安装阶段就有横梁向下扭转而面板下垂的情形。横梁的挠度计算应考虑扭矩的附加影响。

6.10 立 柱

6.10.2 石材装饰构件,一般相对较细,不利于受压工作,故宜采取上悬式。如采取下端支承,应计算其稳定性。立柱采用双支座构造,可减少立柱挠度。根据石材装饰连接构造的特点,长短跨之比以不大于 10 为宜。

6.10.7 石材装饰构件在平面内应有一定的活动能力,以适应主体结构侧移。立柱每层设置活动接头,就可以使立柱上下有活动的可能,从而使石材装饰在自身平面内能有变形能力。此外,活动接头的间隙,还要符合以下的要求:

- 1 立柱的温度变形。
- 2 立柱的安装施工误差。
- 3 立柱结构柱子承受竖向荷载后的轴向压缩。

综合以上考虑,上、下柱接头空隙不宜小于 15mm。

6.10.8 立柱是石材装饰的主要受力构件,关系到石材装饰工程的结构安全,其型材厚度不得低于本条规定的最小值。

6.10.9 钢铝组合式截面的立柱构造,是利用铝合金和钢各自的特点,作组合截面,发挥钢铝的各自优点。因两种材料的金属电位不同,所以组合中应隔离。两种材料的线膨胀系数分别为

2.35×10^{-5} 和 $1.2 \times 10^{-5} (1/K)$, 几乎差一倍, 因此又要考虑温度胀缩影响的构造处理。

钢铝之隔离可以采用包复、支托, 若采取穿插装配方式组合, 须防止组合装配时隔离材料破损、移位致隔离失效。

6.10.11 立柱自下而上是全长贯通, 每层之间通过滑动接头连接, 这一接头可以承受水平剪力, 但只有当芯柱的惯性矩与外柱相同或较大且插入足够深度时, 才能认为是连续的, 否则应按铰接考虑。

因此, 大多数实际工程, 应按铰接多跨梁来计算立柱的弯矩。现在已有专门的计算软件来计算, 它可以考虑自下而上各层的层高、支承状况和水平荷载的不同数值, 准确计算各截面的弯矩、剪力和挠度, 作为选用铝型材的设计依据, 比较准确, 应推广应用。

6.10.12 立柱按偏心受拉柱进行截面设计, 采用现行国家标准《钢结构设计规范》(GB 50017) 中相应的计算公式。因此, 在连接设计时, 应使柱的上端挂在主体结构上, 一般情况下, 不宜设计成偏心受压的立柱。

6.10.17 钢铝组合截面中, 铝材处于外壳, 荷载先从外传至内芯钢材, 铝材处于受力不利位置。另外, 由于铝材的力学特性、强度、延伸率均不如钢材, 调整系数 $F=1.05$ 提高铝材的计算荷载, 加大铝材的计算截面。

钢铝共同受力的立柱设计, 应考虑二者的剪力传递, 经计算确定抗剪螺栓的设置。

6.10.18 建筑物转角部位采用单立柱时, 应按本条要求设计。

6.11 石材幕墙与主体结构的连接构造

6.11.1 安装石材幕墙的主体结构必须具备承受石材幕墙传递的各种作用的能力, 主体结构设计时应充分加以考虑。当主体结构在外荷载作用下产生变形时, 不应使石材幕墙构件产生过大的内力和变形。

6.11.2 由于石材幕墙结构承受的荷载最终都要通过连接件传递给主体结构,在石材幕墙构件和连接件调整到位后,需要进行焊接或其他措施保证连接牢固不松动,防止产生相对滑移、脱落的现象。

6.11.3 石材幕墙横梁与立柱的连接,立柱与设置在主体结构上锚固件的连接,通常通过螺栓、焊缝或铆钉实现。现行国家标准《钢结构设计规范》(GB 50017)和《铝合金结构设计规范》(GB 50429)对上述连接均作了规定。同时受拉、受剪的螺栓应进行螺栓的拉、剪组合设计;螺纹连接的公差配合及构造,应符合国家规范的规定。

为防止偶然因素的影响而使连接破坏,每个连接件的每一连接处,受力螺栓、螺钉宜不少于 2 个,主要连接节点处应不少于 2 个。

6.11.4 石材幕墙的连接与锚固必须可靠,其承载力应通过计算或实际试验予以确认,并要留有余地,防止偶然因素产生突然破坏。连接件与主体结构的锚固承载力应大于连接件本身的承载力,任何情况下不允许发生锚固破坏。

6.11.5 石材幕墙构件与混凝土结构的连接,应通过预埋件实现,预埋件的锚固钢筋是锚固作用的主要来源,混凝土对锚固钢筋的粘结力是决定性的。因此,预埋件必须在混凝土浇灌前埋入,施工时混凝土必须密实振捣。目前实际工程中,往往由于未采取有效措施来固定预埋件,混凝土浇注时使预埋件偏离设计位置,影响与立柱的准确连接,甚至无法使用。因此,幕墙单位应提前介入主体结构设计单位对预埋件的设计。

6.11.8 当土建施工中未设预埋件、预埋件漏放、预埋件偏离设计位置太远、设计变更、旧建筑加装幕墙时,往往要使用后锚固螺栓进行连接。采用后锚固螺栓(机械膨胀螺栓或化学螺栓)时,应采取多种措施,保证连接的可靠性。焊接热量会致化学螺栓性能下降,注意按规定使用。

6.11.9 砌体结构平面外承载能力低,难以直接进行连接,宜增设混凝土结构或钢结构连接构件。轻质隔墙承载力和变形能力低,不应作为幕墙的支承结构。

7 室内墙、柱面石材干挂法设计

7.1 一般规定

7.1.1 室内墙、柱面石材饰面的安装应保证其安全可靠。干挂法相对于其他安装方法,具有抗震性能好,设计技术要求高等特点。

7.2 结构设计

7.2.1 本条是根据现行国家标准《建筑结构荷载规范》(GB 50009)的相关章节的规定而作出的要求。

7.2.2 钢立柱选用槽钢,其一经济且力学性能较好;其二方便横梁的焊接。

7.3 连接构造

7.3.6 在内装修工程中采用的石材厚度绝大多数为 20mm,但对于一些重要的公共建筑,有的内墙墙面很高,如无限制的使用也确实存在一定的安全隐患。由于缺乏相关技术规定,充分考虑到目前大量内装修工程均采用 20mm 标准厚度石材的现实情况,所以规定使用 20mm 厚石材限高 6m。这是一项暂时规定,今后应通过一定的模型实验分析和实践数据才会更加科学。

8 石材粘结法设计

8.1 一般规定

8.1.1~8.1.2、8.1.4 对石材厚度、装饰高度和施工方法的限制,对墙体的要求,主要是确保石材工程的安全可靠。

8.2 粘结材料的选用

8.2.3 人工老化试验是一项很费时间的试验,试验费用也比较高,要求厂家每年做一次是不太现实的。要求至少2年~3年做一次,可以保证胶的质量。

8.3 找平层要求

8.3.2 石材粘贴法施工,基层的表面平整度、立面垂直度、阴阳角垂直度十分重要,是确保石材工程外观质量的前提。

8.7 水泥砂浆湿贴法设计

8.7.4 墙、柱面石材湿贴法,石材开孔或开槽有多种形式,也可按其他形式设计。

8.7.6 如使用碱金属氧化物含量高的外加剂,水泥及外加剂中可溶性成分在水化作用时 CaO 等碱金属氧化物容易生成 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 等,这类水溶液渗入石材内部,又从石材表面蒸发宜产生白华等石材病变。

9 加工制作

9.1 一般规定

9.1.1 建筑幕墙构件的加工图应以施工图为依据并参考测量建筑物的尺寸后加工。石材面板和构件在加工前须绘制加工图。

9.1.3 加工设备、计量器具的精度,直接决定石材面板和构件的精度。设备、计量器具应按要求定期进行检验和认证。

9.1.4 为保证锚筋与混凝土的抱合力,预埋件的锚筋不应防腐处理。

9.2 金属构件加工

9.2.1~9.2.4 预埋件是建筑幕墙最重要的加工件之一,其加工工艺直接影响预埋件的加工质量,必须予以规范。

预埋件加工参照现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB 50204)的有关规定。锚筋、锚板只要控制负偏差即可,一般可不控制正偏差。

9.2.7 型材的直线度直接影响幕墙安装质量,规定型材的直线度有利于保证建筑幕墙的质量。

9.2.9~9.2.10 型材的加工精度是影响幕墙质量的关键因素,必须对型材加工精度进行控制。

9.2.11 为方便安装施工,在幕墙型材加工时要控制其槽口、豁口、榫头的偏差。比如:槽口和豁口长度和宽度只允许正偏差不允许负偏差,以防出现装配受阻;中心离边部距离可以是负偏差或正偏差;榫头截面的长度和宽度只允许负偏差不允许正偏差。

9.2.12 随着建筑幕墙的发展,圆弧幕墙越来越多,需要弯加工的型材也越来越多。为了控制拉弯型材的精度,制定弯加工后的构件表面尺寸允许偏差。表 9.2.12 根据多个拉弯厂家提供的经验数据整理而成,以表格数字表述拉弯构件的质量,便于掌握。

9.3 石材面板加工

9.3.2 因石材为天然材料,石材表面不可避免有色差、内部有暗裂缺陷现象。为了保证石材的表面质量和石材幕墙安全,应认真挑选。表 9.3.2-1、表 9.3.2-2、表 9.3.2-3 和表 9.3.2-4 数据采自现行国家标准《天然花岗石建筑板材》(GB/T 18601)的规定。

9.3.3 表 9.3.3-1 和表 9.3.3-2 数据采自现行国家标准《天然大理石建筑板材》(GB/T 19766)的规定。

9.3.4 表 9.3.4-1、表 9.3.4-2 和表 9.3.4-3 数据采自现行国家标准《天然石灰石建筑板材》(GB/T 23453)的规定。普型板拼缝板材正面与侧面的夹角不应大于 90° ;板材的镜向光泽度由供需双方协商确定。

9.3.5 表 9.3.5-1、表 9.3.5-2 和表 9.3.5-3 数据采自现行国家标准《天然砂岩建筑板材》(GB/T 23452)的规定。

9.3.6 表 9.3.6 数据采自现行国家标准《天然板石》(GB/T 18600)的规定。

9.3.8 表 9.3.8-1 和表 9.3.8-2 数据采自国家现行标准《超薄天然石材型复合板》(JC/T 1049)的规定。

9.3.9 表 9.3.9-1 和表 9.3.9-2 数据采自国家现行标准《干挂饰面石材及其金属挂件 第 1 部分:干挂饰面石材》(JC 830.1)的规定。对于挂石材的加工精度要求作规定。

9.3.10 表 9.3.10 数据采自国家现行标准《异型装饰石材 第 2 部分:花线》(JC/T 847.2)的规定。

10 石材装饰施工

10.3 墙、柱面石材安装施工

10.3.2 要求钢横梁的水平允许偏差小于等于 1.0mm,因为钢横梁的水平偏差更直接影响石材挂件挂片嵌入石材开槽内的深度;要求钢横梁最大挠度应不大于横梁跨度的 1/400,比石材幕墙的横梁挠度控制要求高,因为室内墙面大多设计为密缝,对墙面平整度要求更高。

10.3.3 必须确保石材槽口两侧净厚度,避免在干挂受点处石材体过度削弱而成为破口槽。

10.3.7 环氧类胶固化时,遇水后会大大降低强度,所以石材必须保持干燥,如果环氧类胶必须用在潮湿部位,则应选择适用这种环境的特种环氧类胶粘剂。

10.4 地面石材饰面施工

10.4.2 水泥砂浆湿贴法施工的石材地面,如不临时封闭养护或养护时间不到位,过早上人踩踏,将会使石材板块下沉、石材表面不平、石缝不顺直。

11 石材护理

11.1 一般规定

11.1.1 本章适用于天然石材、复合石材、人造石材等饰面板的石材护理施工。由于新型建材的不断出现,同质、多孔类的建材可参照本章节内容。

11.1.5 石材工程安装使用后的定期维护、保养与安装工程同样重要,可以使得石材工程的装饰效果延续。石材在安装使用后对石材表面的定期常规清洗非常重要,承建方应将石材使用维护说明书作为工程竣工交付内容的组成部分移交业主,指导后期保养。

11.2 石材防护施工

11.2.1 表 11.2.1 数据采自国家现行标准《建筑装饰用天然石材防护剂》(JC/T 973)的规定。底面型防护剂一定会损害一部分石材背部的粘结力,在使用底面型防护剂时宜使用防水背胶,尤其是石英石类人造石材。

11.2.3 关于石材防护剂在石材表面的渗透问题,由于石材品种及石材成矿的特殊原因,使得很难界定一个标准,但是防护剂的渗透深度是石材防护剂质量的一个重要因素。渗透型防护剂渗入石材深度检验方法应符合以下规定:在经过防护处理且足够养生时间的石材上取样,将石材试件敲开并将断面浸入有色水中,观察侧面,检查防护剂的渗入深度。

我们在不同的石材类别中各选定一个品种,作为比对的标

准。同时必须注意水性防护剂的渗透深度比较油性防护剂会弱一些,表 11.2.3 数据以油性(溶剂型)防护剂为标准。

花岗石:山东白麻;大理石:西班牙米黄;砂岩:木纹砂岩;石灰石:选法国石灰石或葡萄牙石灰石中的一种。

地面石材防护处理验收和数据统计时间应在石材铺装结束 30 个~45 个工作日内完成。墙面石材防护处理验收和数据统计时间应在石材挂装结束 15 个工作日后当地第一场中雨后 2h 后完成,高层也可采用现场抽样淋水方式进行。

11.3 石材表面结晶处理施工

11.3.1 适用于室内、外安装后的大理石、花岗石、石灰石、人造石、水磨石等石材表面的结晶处理。

11.3.2 石材表面的结晶处理是需要一定基础的,如果石材表面已划伤或长期使用光泽度已严重流失的前提下,不适合进行晶面处理,需要整体研磨后再进行结晶处理。石材表面结晶处理是循环累计的过程,无法一蹴而就,合理的保养方式及频率是得到一个完美晶面结晶效果的基础。

11.4 石材清洗施工

11.4.3 石材清洗不仅包括简单地除去石材表面的灰尘,还包括对石材表面出现黄斑、水斑、白华等病症进行清理。

11.5 石材整体研磨施工

11.5.2 石材施工安装后进行整体研磨,需确保石材安装后足够的养护时间。

11.5.3 地面石材整体研磨后的整体平整度可用直线度公差为 $\pm 0.2\text{mm}$ 的2m靠尺,被测面应离墙、柱或其他阻挡物20cm以外进行检验。地面整体研磨后的镜面光泽度可用镜向数字测光仪按标准板调试准确后进行。

12 石材幕墙检验与检测

12.1 一般规定

12.1.1 以往对石材幕墙工程的性能检测只有要求,没有范围规定。实践中不管什么情况,对面积很小的幕墙工程都要做性能检测,造成一定的浪费。因此,本规范规定了以型式试验代替物理性能检测报告的范围。型式试验的有效期为2年。

12.1.2 石材幕墙需要定期维护。在建造和使用过程中,幕墙的部分材料、构件、节点等会发生不同程度的变化。为保证使用安全,本条对石材幕墙的安全性能检测评估范围作了规定。

12.1.3 在大型建筑的全年能耗中,大约50%~60%的消耗于空调制冷与采暖系统,而在空调采暖这部分能耗中,大约20%~50%由外围护结构传热所消耗。因此,对于大型石材幕墙建筑的节能、防火进行评估是必要的。

12.1.4 根据现行国家标准《建筑幕墙》(GB/T 21086)和《建筑结构检测技术标准》(GB/T 50344),石材幕墙工程性能和质量中间检验抽样检测项目的样本容量及正常一次性抽样检测结果判定应按表12.1.4-1和表12.2.4-2的规定。

**表 12.1.4-1 石材幕墙工程性能和质量中间检验随机
抽样的最小样本容量**

检验批容量	最小样本容量		检验批容量	最小样本容量	
	A类 一般检验	B类 严格检验		A类 一般检验	B类 严格检验
2~8	2	2	501~1200	32	80

续表

检验批容量	最小样本容量		检验批容量	最小样本容量	
	A 类 一般检验	B 类 严格检验		A 类 一般检验	B 类 严格检验
9~15	2	3	1 201~3 200	50	125
16~25	3	5	3 201~10 000	80	200
26~50	5	8	10 001~35 000	125	315
51~90	5	13	35 001~150 000	200	500
91~150	8	20	150 001~500 000	315	800
151~280	13	32	>500 000	500	1 250
281~500	20	50	—	—	—

- 注:1. 石材弯曲强度试验的检验批容量不应大于 8 000 件,同一种挂装组合单元挂装承载力试验的检验批容量不应大于 30 000 件,均为严格检验。
2. 同一种石材挂装系统结构承载力试验的检验批容量不应大于 5 000 件,为严格检验且每批抽样不小于 9 件。
3. 胶的相容性试验、粘结试验、切开剥离试验按现行国家标准《建筑用硅酮结构密封胶》(GB 16776)执行。

**表 12.1.4-2 石材幕墙工程性能和质量中间检验正常
一次性抽样检测结果判定**

样本容量	合格判定数	不合格判定数	样本容量	合格判定数	不合格判定数
2~5	1	2	32	7	8
8	2	3	50	10	11
13	3	4	80	14	15
20	5	6	≥125	21	22

- 注:1. 不合格数不大于合格判定数,且不合格值不影响安全和正常使用,则可判定检验批合格。
2. 结构胶厚度、宽度检验应全部合格才判定检验批合格。

12.2 材料检验

12.2.2 铝合金型材的检测应按现行国家标准《铝合金建筑型材》(GB 5237.1—6)的规定进行。

12.2.3 钢材的检测应按现行国家标准《碳素结构钢》(GB 700)的规定进行。

12.2.4 石材和非金属板材的检测应按现行国家标准《天然饰面石材试验方法》(GB/T 9966.1—3)、《天然花岗石建筑板材》(GB/T 18601)、《天然大理石建筑板材》(GB/T 19766)和国家现行标准《干挂饰面石材及其金属挂件 第1部分:干挂饰面石材》(JG 830.1)的规定进行。

12.2.5 金属板材应符合国家现行标准《铝幕墙板 第2部分:有机聚合物喷涂铝单板》(YS/T 429.2)的规定。金属复合板材应符合现行国家标准《建筑幕墙用铝塑复合板》(GB/T 17748)的规定。

12.2.6 蜂窝板的剥离强度试验应按现行国家标准《夹层结构滚筒剥离试验方法》(GB/T 1457)的规定进行。

12.2.7 硅酮结构胶应符合现行国家标准《建筑用硅酮结构密封胶》(GB 16776)的规定。密封胶应符合现行国家标准《硅酮建筑密封胶》(GB/T 14683)的规定。

12.3 性能检测

12.3.2 检测样品不同,检测结果就不一样。为了检测样品能真实反映石材幕墙的实际情况,本条对送检样品提出了具体要求。

12.3.3 本条提出的检测顺序主要考虑了“循环测试”的概念,即在正常使用极限状况下,幕墙的气密性、水密性应该保持,所以在抗风压适用性测试(即最大测试压力为风荷载标准值 w_k)之后,

提出再进行重复测试幕墙的气密性、水密性,而在承载能力极限状况下,对幕墙的气密性、水密性则不作要求。

12.3.4 对于幕墙性能检测应按现行国家规范进行,但动态水密性能、热循环试验和热工性能检测规范尚未颁发,因此,参照国外相关规范结合我国的实际情况进行。

13 工程验收

13.1 一般规定

13.1.10 石材工程完成后,不少连接节点、构造节点、基层、隔离层等被装饰石材遮封隐蔽,在工程验收时无法观察和检测,但这些节点和部位施工质量至关重要,故强调隐蔽验收记录的全面性。本条所列各款均应提供由监理工程师签名的隐蔽验收记录。

13.2 石材幕墙工程质量验收

13.2.1 幕墙交付使用后,应根据《上海市雷电防护管理办法》的规定,把建筑幕墙纳入物业管理,并实行防雷年检制度。

石材幕墙(及室内干挂石材工程)受到的荷载及本身自重,主要是通过连接节点最终传递到主体结构上。因此,连接节点是受力最大的节点。而连接节点又是通过开孔开槽来实现的,也是施工中质量薄弱环节之一。由于施工中的偏差,石材槽口两侧净厚度过小、连接件的孔位留边宽度太窄,甚至出现破口槽、破口孔,直接影响连接节点的强度造成结构安全隐患。因此,连接节点部位材料的开孔开槽必须符合设计要求。

13.4 石材地面工程质量验收

13.4.1 盲道是引导残视者向前行走和分辨方向以及到达目的地的通道。地面面层装饰石材与其拼接时,位置、标高必须正确。

本条强调了相邻面层的标高差的重要性和必要性,以防止有

排水的建筑面层水倒流入相邻面层,影响正常使用。

13.5 石材吊顶工程质量验收

13.5.1 龙骨的设置主要是为了固定饰面材料,一些轻型设备如小型灯具、烟感器、喷淋头等可以固定在饰面材料上,但如果把大型灯具固定在龙骨上,可能会造成脱落伤人事故。