岭南传统建筑
营建与修缮工程施工工艺
石
作

广州市建筑遗产保护协会
二零二三年十月

目 录

第三章 石作 1
概述 1
营建篇 1
第一节 常用石材 1
一、 石材分类 1
二、 材料要求 2
第二节 石材加工工具 3
一、 传统加工工具 3
二、现代加工工具 3
第三节 石料开采与加工 3
一、 石料开采 3
二、 石料加工 3
（一） 传统加工方法 3
（二） 现代加工方法 3
（三） 石料搬运 4
第四节 岭南传统建筑石构件类型 4
一、 地面铺地 4
二、 墙础 6
（一） 红砂岩墙础 6
（二） 花岗石墙础 6
三、 石柱 6
（一） 红砂岩石柱 6
（二） 花岗岩石柱 7
（三） 鸭屎石柱 7
（四） 青石柱 7
四、 石梁 8
五、 基座 8

六、 石楼板 9
七、 其他石构件 10
一、 石材粗加工 16
二、 石构件细加工石材加工要求 18
三、 石材加工要求 19
四、 石材加工要求 20
五、 石材粘结材料制作 21
第六节、石构件施工安装工艺 22
一、 石构件安装施工 22
二、块石基础砌筑施工 23
三、台基砌筑施工 25
四、铺石地面施工 26
（一） 施工准备 26
（二） 施工工艺流程 27
（三） 铺石地面施工要求 27
五、石墙砌筑施工 27
修缮篇 31
第一节 石材修缮原则 31
第二节 现代检测方法 31
第三节 石材常见病害 31
一、 石材本体病害 31
二、 石材自然病害 32
第四节 石构件修缮 37
一、 修缮对象 37
二、 石材遭受严重腐蚀和损坏时的干预方式 37
三、 特坚石类修缮方法 38
四、 普坚石类修缮方法 40
参考文献 41

第三章 石作

概述

岭南地区石作历史源远流长，自旧石器时代马坝人制造使用小型石质工具，到西汉时期南越王宫署及陵墓大量使用大型石质构件，再到明清时期精美的石雕构件，及至今日的建筑，依然大量使用石材作为建筑材料。

岭南地区的建筑主要以广府、潮汕、客家为主导，石料的选材由红砂岩、鸭屎石和花岗石为主，期间也有青石、云石等，分别用在不同的构件部位。

岭南石作从使用质地较软的红砂岩，到质地坚硬的花岗石，开采、加工工艺不断发展并走向成熟，石构件的使用越来越科学、合理，构件加工程度越来越精细。

广府建筑使用石构件主要集中在台基、墙基、室外地面、檐柱檐梁、墩台等耐水耐磨部位。潮汕地区除上述部位外，在墙体、楼面等也采用石材构件。客家地区的建筑使用石料较少。

营建篇

第一节 常用石材

一、石材分类

（一）按材质分类

岭南传统建筑中常用天然石材主要有石灰岩、花岗岩、砂岩和斑岩四大类。

岭南传统建筑的石材选用主要与地理条件有关。岭南传统建筑常用天然石材主要有：石灰岩（青石、云石）、花岗岩、砂岩、斑岩（鸭屎石）等。

（二）按建筑构件形状分类

按建造构件形状分为：条形石、弧形石、混合形石三大类。

1.条形石

条形石包括地面石构件中的路沿石和石板石等；台基石构件中的基础石、墙脚石、埋头角柱等；墙身石构件中的墀头角柱、石墙础、挑檐石、石门窗框和石砌体等；台阶中的石台基、栏口石、垂带和象眼等；门石和槛石中的槛垫石、过门石和门枕石等；石栏杆中的地栿和栏板、压顶石等；杂件石构件中的夹杆（柱）石、沟渠漏石（金钱眼）和渠口石等等。

2.弧形石

弧形石包括门石和槛石中的门石鼓等，石拱券中的龙口和拱石等。

3.混合形石

混合形石包括台基石构件中的带鼓镜柱礅（柱脚、柱础）等；栏板柱中的望柱和抱鼓石等；石构件杂件中的须弥座、虾弓梁、石驼礅、石斗栱、华表、石门窗套、石挑头、水簸箕滴水石、井口石、旗杆座、花坛、树坛、石碑、石墀头、石神龛、石灯座等；陵寝中的石碑、石牌楼、石影壁等。

二、材料要求

（一）品种、规格尺寸

必须符合设计要求及岭南传统建筑常规做法。

（二）平整度

石材的外露面应平整，无明显凸凹，满足使用及工艺要求。

（三）角度

石材各相邻平面的夹角应符合实际使用及工艺要求。

（四）外观质量

一般情况下，石材应无裂纹、隐残，纹理为沿石材形成方向最佳。外观无明显缺陷，色泽相近。表面洁净完整，无缺棱掉角。构件的主要部位应无石瑕、红线、黑线、白线，需磨光和棱角部位应无石胆。石材外露部分表面应平整，石材之间相邻部分表面应凿打平整。

第二节 石材加工工具

一、传统加工工具

包括：砍斧、剁斧、双刃剁斧、铁锤、花锤、双面锤、铁錾、铁凿（铮凿）、锉刀、铁楔

二、现代加工工具

现代石材加工机具有龙门锯（或称框架锯、钢砂锯）、砂锯、圆盘锯。磨边机、斩石机、手提切割机、角磨机、抛光机等。

第三节 石料开采与加工

一、石料开采

石料开采分为传统技法与现代技法。其中，传统技法包括火烧法、凿眼楔裂法（片裂法）；现代技法包括爆破法、火焰切石法、金刚石串珠绳锯法、静态裂石剂法、矿山荒料切石和岩石分裂等。

二、石料加工

（一）传统加工方法

石材加工的传统方法采用劈、截、凿、粗平、打道或打点、磨光等。

（二）现代加工方法

现代石材加工一般经过开料、砂锯、切割等步骤，采用如磨料水射流技术切割、石材数控加工等现代技术。

（三）石料搬运

1.传统搬运方法

传统石料的搬运方式主要分为人力搬运、兽力搬运和水运等。

2.现代搬运方法

现代石料搬运主要有借助车、船等运输工具进行运输。

3.传统起重方法

传统石料起重方式有人工和借助搭设简易卷筒、三星吊和滑轮等起重装置。

4.现代起重方法

现代石料起重主要有借助机械电动工具进行起重，如手动（电动）葫芦、千斤顶、汽车式起重机、塔式起重机等工具进行起重作业。

第四节 岭南传统建筑石构件类型

一、地面铺地

（一）花岗石（麻石）铺地

（二）柱礅（柱脚、柱础）

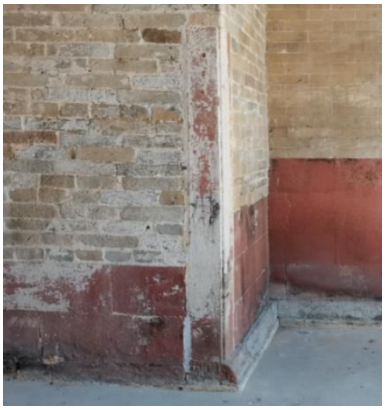
1.鸭屎石柱礅（柱脚、柱础）

2.红砂岩柱礅（柱脚、柱础）

3.花岗石柱礅（柱脚、柱础）

二、墙础

（一）红砂岩墙础



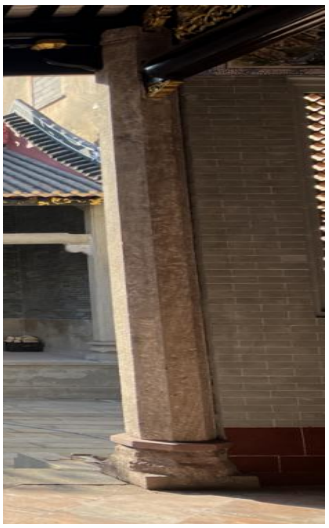
（二）花岗石墙础

三、石柱

（一）红砂岩石柱

（二）花岗岩石柱

（三）鸭屎石柱



（四）青石柱

四、石梁

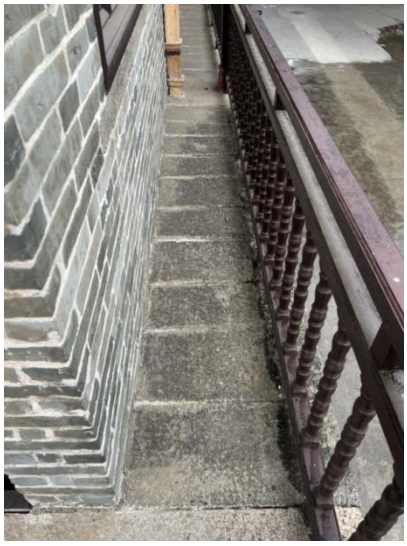
花岗石梁

五、基座

（一）花岗石基座

（二）红砂岩基座

六、石楼板



七、其他石构件

（一）红砂岩墙体

（二）红砂岩石拱桥

（三）红砂岩城墙基础

（四）红砂岩窗套

（五）红砂岩挑檐石

（六）花岗石门石鼓

（七）沟渠漏石

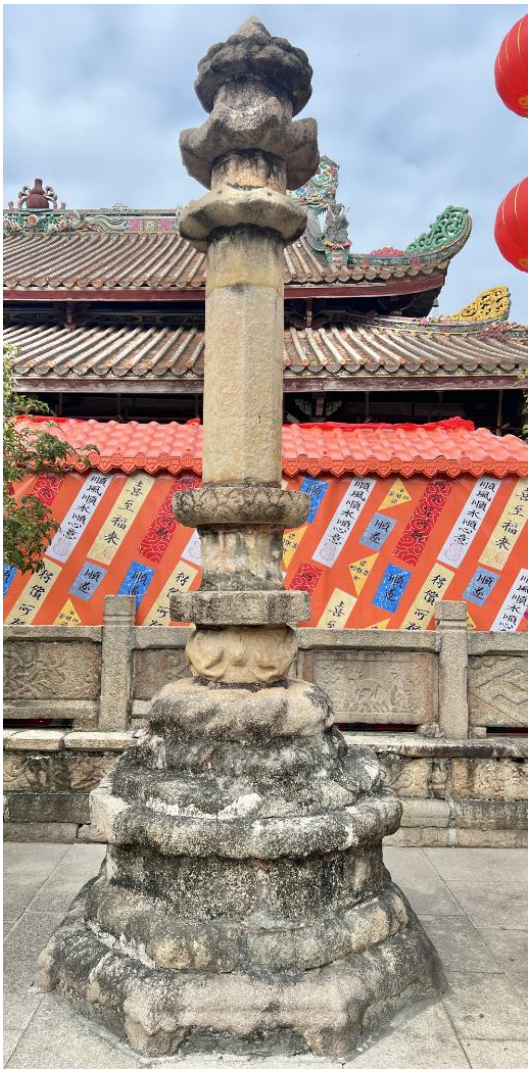
（八）天沟石

（九）抱鼓石（滚礅石）

（十）石雕壁画

（十一） 石挑头

（十二）石经幢



第五节 石构件加工与施工工艺

一、石材粗加工

在各种形状的石材当中，常见为方形石材，其他形状的石材，如三角形和曲线形石材通常是在方形石材加工的基础上，再进一步进行加工，因此，石材加工操作主要介绍方形石材的加工工艺。具体操作工艺如下：

（一）挑选荒料

根据石构件在建（构）筑物中所处的位置，选定所需石料的品种和荒料尺寸，并确定石料的看面和纹路。荒料的尺寸应大于加工后的石料尺寸，称为“预留”。

预留的尺寸因不同的构件而不同，但最少不应小于 20㎜。如荒料尺寸过大，宜将多余部分凿掉。

（二）打粗胚（打荒）

在已确定荒料的看面（好面）上以石料表面最低处为基点进行找平弹线，用铁锤和铁錾凿去线以上表面高出的部分，初步找平，为进一步加工打好基础。

（三）弹基线，打基线

在规格尺寸以外10-20㎜处，弹出需要加工的墨线，称“弹基线”。 把基线以外的石料打掉，叫做“打基线”。

（四）小面弹线、大面装线找平

先在任意一个小面上、靠近大面的地方弹一道长直线。如果小面高低不平，不宜弹线，可先用铁錾在小面上打荒，打平后再弹线，弹线时应注意，墨线不应超过大面最凹处。在石料加工过程中，通常需要进行几次装线找平。

（五）粗平

沿着小面上的墨线，用铁凿凿去墨线以上多余的部分，之后用扁錾沿墨线将石面粗平。

（六）打道（拉道）、打点

“打道”（拉道）是指用锤子和铁錾在基本凿平的石面上打出平顺、深浅均匀的沟道，可分为打糙道和打细道。“打点”是凿的一种手法，使用锤子和铁錾在基本凿平的石面上直立打点。

打道和打点的主要目的是石料找平。除像红砂岩等软石料之外，一般应以打点为主。如石料表面要求为打糙道者，应打道后再行打点，为保证打出的道直顺均匀，可按一寸间距在石面上弹出若干条直线，按线打道。

（七）基线、打小面

在大面上按规格尺寸弹出线，以基线为准在小面上加工，其方法可与大面相同。一般情况下，小面应与大面互相垂直。但要求做泛水的石构件，如栏口石等的小面与大面的夹角应大于90°。

（八）截头

以打好的两个小面为准，在大面的两头基线，并打出头上的两个小面，实际操作中，截头常与打基线打小面同时进行。为能保证安装时尺寸合适，石构件中的某些构件如栏口石等，常留下一个头不截，待安装时再按实际尺寸截头。

（七）粗面成活

打点或打糙道的基础上，用花锤在石面上捶打，使石面更加平整。锤打不能用力过猛，打完后，平面凹凸不应超过4㎜。如石料表面要求磨光，则省去此工序。

二、石构件细加工石材加工要求

方形石材初步粗加工完成后，需对石材进一步细加工方可成为建筑所使用的石构件。石构件加工通常包括以下几个步骤。

（一）下荒料

下荒料主要包括选石材和定尺寸。挑选石材主要从材质、色泽、石线等角度进行挑选，荒料的尺寸应至少比成品尺寸大100㎜。如用于传统建筑保护修缮工程石构件替换和修补，则需要参考原石材的各项特性。

（二）画线

在石材荒料上进行画线，勾勒石构件的造型。

三、石材加工要求

根据画线情况，用铁錾和铁锤等工具修裁出石构件的造型，并修饰边角和线条。将多余的石材凿去。

（四）石面处理

对已初加工完成的石构件进行表面处理，常见的表面类型，按照粗糙到平滑顺序排列，分别有自然面、菠萝面、荔枝面、龙眼面、水磨面等。

（五）剁斧

用斧子剁打石面。一般此工序应按“三遍斧”做法。建筑不甚讲究者也可按“两遍斧”做法。“三遍斧”做法的，常在建筑即将竣工时才剁第三遍，这样可以保证石面的干净。斧印直顺、均匀，深浅一致，无錾点、錾影及上遍斧印。每次用力均应比第一遍斧稍轻，且不得留有上一遍斧印。此步骤不宜用于软石料。

若剁斧后不再进行打细道处理，为保证斧印美观，可以在最后一次剁斧之前先弹上若干道线，然后顺线用快斧细剁。

（六）打细道

此工序是为了美观而做，为了保证质量，可先弹线再打道。打道应直顺、均匀、深浅一致，不应出现乱道、断道等不美观现象。表面要求磨光的石料，应免去打细道这道工序。

（七）磨光

需磨光的石材表面平滑光亮，无麻面。面无砂沟，不露斧印、錾点、錾影。用磨头（一般使用砂轮石、油石或硬石）沾水，可将石面磨光。磨时须分数次，先用粗糙的磨头（如砂轮石），最后用细磨头（如油石、细石）。磨光后可做擦酸和打蜡处理。据石料表面磨光程度的不同，可分为“干磨”和“湿磨”。 要求磨光的石料，荒料找平时不宜打点；打道时应尽量使铁錾平凿，以免石面受力过重，石面也不宜锤面。

（八）雕刻修整

在造型已加工完成的石构件上雕刻装饰花纹。通常会在石构件上画线定位或简单勾勒出花纹的轮廓，再进行雕刻和修整。

四、石材加工要求

石材的种类、规格、颜色必须符合要求，石构件不得有裂缝、炸纹、风化或隐残。石料纹理走向必须符合构件受力需要。石构件表面的加工方法，应符合设计要求。

（1）石构件应洁净整齐，外观颜色基本一致，加工尺寸符合设计要求，无明显的缺陷及伤边、伤角等。

（2）剁斧表面的石构件剁斧面的斧印要直顺、均匀、深浅一致，无錾点，錾影及上遍斧印，刮边宽度一致。

（3）磨光表面的石构件磨成活面要平滑光亮，无麻面，表面无砂沟，不露斧印、錾点、錾影。

（4）花锤锤面的石构件面要不露錾印，无漏打之处。

（5）打道表面的石构件，打道的面打道的密度应符合岭南传统建筑常规做法。道应直顺、均匀、道的宽度一致，深度相同，无乱道、断道等不美观现象，刮边宽度一致。

（6）石构件的棱角边，应略低于剁斧内凹表面。传统石构件加工后，略低于剁斧或打道的表面。现行加工方法常常是将石料锯开后，直接在上面剁斧，不再用扁錾修角边，因此造成剁斧表面低于棱角边的质量通病。加工时应注意在剁斧完成后一定要修角边，以保持传统做法。

（7）栏口石、平座压面石等，如设计要求或原做法有泛水时，制作应留有泛水。

五、石材粘结材料制作

在石构件安装前应提前制作粘结材料和提前准备施工作业条件。

传统石构件→安装粘结材料有粘土灰浆、石灰浆等。

石构件粘接灰浆配合比

名 称	主 要 用 途	配 合 比 制 作 要 点
粘土灰浆	石构件底部用浆	白灰浆加粘土浆，白灰与粘土体积比为，白灰：粘土=3：7 或 4：6。
石灰浆	石构件用浆	生石灰熟化后加水搅成浆状，静置约 7 日后使用，使用前应充分搅拌。

细石掺灰浆	大式石构件砌筑	灰浆内掺入适量细石。
石灰糯米浆	重要建筑的石构件用浆	石灰浆兑入熟糯米浆和白矾水，石灰：糯米浆：白矾=100：0.3：0.33。
贝灰浆	石构件用浆	贝灰加入熟糯米浆、红糖胶，贝灰 ：熟糯米浆 ：红糖胶。
白矾水	小式石构件铁件固定	白矾加水，调制至较稠状使用。

第六节、石构件施工安装工艺

一、石构件安装施工

石构件安装施工的具体工艺流程为：核对检查建（构）筑物标高→基层处理→弹线→石构件组合安装→修边、找平→抿缝。

（一）核对检查建构筑物标高

对于建（构）筑物整体，需核对建构筑物的水平度、垂直度、标高和轴线偏移等指标是否合格，对于石构件，需核对构件本身完整性、尺寸大小和质量等指标是否合格。

（二）基层处理

石构件安装施工前将地面基层上的对施工有影响的杂物清理干净。

（三）弹线

根据设计要求，对石构件的颜色、纹理、几何尺寸、表面平整度等进行严格的挑选，然后按照设计要求预铺。对于预铺中可能出现的误差进行调整、交换，直至达到最佳效果。同时注意应在浅色石构件及质地密度较小的石构件背面和所有侧面涂刷隔离剂，以防止石构件铺装时吸水，进而影响石材表面美观。

（四）成品保护

（1）成品、半成品在吊装、运输过程中应采用木枋垫稳，防止磕碰。长途运输的石料应用木枋固定四周，填充麻绳等保护棱角。吊装不宜使用钢丝绳，宜使用麻绳等。并在吊装时对棱角加以保护，轻吊、轻放，防止棱角损伤。

（2）安装时应防止灰浆溅到石构件表面。

（3）已安装到建筑物上的石构件（特别是石台阶）棱角必须加以保护。有条件遮盖的均应遮盖，防止弄脏石构件的表面。

（4）石构件安装后，7天内不得踩踏或在石构件上堆积放重物。

（5）施工完成后需要根据现场的实际情况进行适当保护，防止破坏和污染。

（6）验收前需对不洁处使用清水清洗或采用无腐蚀性的洗涤剂清刷冲洗。

（7）石构件安装使用的脚手架，应具有足够的承载强度和稳定性。特殊石构件的吊装应编写架子的搭设及吊装方案。

（8）石构件安装前应按岭南传统建筑要求，排列并定位，进行预安装。

二、块石基础砌筑施工

（一）施工准备

1.块石基础构造

块石基础构造：第一皮一般大面朝下坐浆砌筑，多用在条形基础中，做成阶梯形，每阶一般高度大于 300㎜，悬挑宽度大于 200㎜。

2.材料要求

（1）石料：按表面加工分为毛石和料（条）石两种，毛石分为乱毛石和平毛石。

料石分为细料石、半细料石、粗料石和毛料石四种。石料按质量密度分为轻石和重石两类。

毛石长度大于 400㎜，中部厚度不宜小于 150㎜，料（条）石规格一般是厚度为≥200㎜，宽度≥300㎜，长度≥600㎜。

（2）材料选取：岭南建筑石基础一般就地取材，石材多使用花岗石、红砂岩等。

（3）砌筑砂浆：建议使用石灰砂浆，其中石灰砂浆的配比是石灰：中细砂=1:2或 1:2.5。

3.作业条件

施工前应检查基槽三合土或灰土（素土）基础垫层已完成，平整度及标高达到设计要求。已放好基础轴线及边线，确定砌筑砂（灰）浆的配合比、石块排列模数及灰缝厚度。石砌筑基础位置已开线及设置位置和标高控制杆。依据基础截面形状，做台阶形砌筑挂线架，以此作为砌石依照。

（二）施工工艺流程

基槽（坑）清理→找平→放线→设置定位桩→准备石料→拌制砂浆→立杆挂线→砌筑→回填土。

（1）毛石基础第一皮石块一般大面朝下坐浆砌筑，作成阶梯形。

（2）毛石基础应分皮砌筑，上下错缝，内外搭砌。每日砌筑的毛石基础高度不应超过 1.2m。基础交接处应留踏步槎，将石块错缝砌成台阶形，便于交错咬合。

（3）毛石基础的转角处和交接处要同时砌筑，砌筑砂浆灰缝厚度不得大于 20mm；料石基础砌筑灰（砂）浆灰缝厚度不得大于 5mm。

（三）块石基础砌筑施工要求

1. 石料砌筑基础除石材及砂浆符合要求外，必须有良好的砌筑质量和整体性、保障砌体的稳定性和受力性能。
2. 一般要求：灰缝横平竖直，砂浆饱满，厚薄均匀，上下错缝，内外搭砌，接槎牢固等。
3. 石料的品种、规格必须符合岭南传统建筑常规做法；
4. 石料的纹理走向必须符合构件的受力需要；
5. 不得使用带有裂缝、炸纹隐残的石料；
6. 条石表面应符合：石料表面整洁，无明显的缺棱掉角；
7. 基础轴线位移不得大于 10mm;
8. 基础垂直度允许偏差不得大于 10mm;
9. 基础顶面标高允许偏差不得大于±15mm。

三、台基砌筑施工

（一）施工准备

1.台基的构造

普通台明的尺寸是指台明长、宽、高的三维尺寸。常见形式如下：

台明长=通面阔+2×下檐出；

台明宽=通进深+2×下檐出；

下檐出=（70%～80%）×上檐出。

2.材料要求

（1）柱基、阶沿石、墙脚石、基础石、柱礅（柱脚、柱础、花篮礅）等石材品种规格质量符合相关施工规范要求；

（2）砂：宜用粗、中砂，需过筛；

（3）白灰：熟化时间不小于 7 天。

3.作业条件

（1）基础、垫层已施工完毕，

（2）基础、垫层表面已弹好轴线及墙身线，转角处可设皮数杆

（二）台明传统施工

1.柱下结构的传统施工

岭南传统建筑构架中的落地柱放在一块垫脚石上，此石称为“柱礅”（花篮礅、柱脚、柱础）。柱礅以下，常用砖砌体作为承力基座，此砌体称为“柱基”。在底部铺设碎砂石，并冲水夯实作为垫层，上再砌筑片石或砖基。具体施工工艺流程如下：

定位放线→地基土夯实→碎石砂垫层夯实→砌筑安装石作（或砖基）→稳固石体填缝→回填土夯实→地面条石铺设→柱礅定位设置→通线复核。

2.柱间结构的传统施工

具体施工工艺流程如下：

定位放线→地基土夯实→碎石砂垫层→柱基砌筑→拦土定位拉线→基础墙砌筑。

（三）包台石传统施工

具体施工工艺流程如下：

定位放线→地基土夯实→碎石砂垫层夯实→砌筑基础石→砌筑墙脚石→栏口石铺设→柱墩定位设置→通线复核。

（四）踏步台阶传统施工

具体施工工艺流程如下：

定位放线→地基土夯实→碎石砂垫层夯实→砌筑燕窝石→砌筑基础石→砌筑象眼石→垂带石定位设置→踏步石铺设→通线复核。

（五）台基砌筑施工要求

（1）石料的品种、规格必须符合设计要求或岭南传统建筑常规做法；

（2）料的纹理走向必须符合构件的受力需要；

（3）不得使用带有裂缝、炸纹隐残的石料，石料外观无明显缺陷；

（4）表面剁斧的石料加工应符合：斧印直顺、均匀、深浅一致，无錾点、錾影及上遍斧印，刮边宽度一致。

四、铺石地面施工

（一）施工准备

（1）材料要求：花岗石、红砂岩、鸭屎石、卵石等。

（2）基层处理：铺筑垫层。

①素土垫层

将经过筛选除去杂质后的细土，分一至二层铺筑，每层虚铺150～200㎜，逐层夯实，最后抹平即成。

②灰土垫层

用 2:8 或 3:7 白灰与黄泥，经混合拌匀，分一至二层铺筑，每层虚铺 150～200㎜，逐层夯实，最后抹平即成。

③基层必须坚实、清洁。

④施工前应弹好水平墨线及地面中心线（十字线），分格缝控制线。

（二）施工工艺流程

1.石板地面的传统铺贴施工

整理基层地面→垫层找平→定标高、弹线→选料→石板安装→石板缝调整→抿缝→清洁→养护交工。

2.条石地面的传统安装施工

整理基层灰土→砂垫层找平→定标高、弹线→条石板安装→石板缝调整→灌缝→清洁→养护交工。

3.卵石地面的传统铺砌施工

整理基层灰土→定标高、弹线→砂浆垫层找平→卵石黏铺→卵石图案调整→刷浆嵌固→清洁→养护交工。

（三）铺石地面施工要求

1. 材料品种、质量等必须符合设计要求；
2. 面层和基层必须粘结牢固，不得空鼓、开裂，灰浆无松动，掉粒现象；
3. 石材地面表面平顺，无明显的坑洼或隆起，与方砖接槎处无明显不平；
4. 泛水符合排水要求，表面整洁，无明显残留的灰浆、水纹、灰渍等未刷洗干净现象。

五、石墙砌筑施工

（一）基本材料

传统建筑的石料品种选择有一定的习惯性，各地的建筑由于古时大多都是就地取材，在用材上也都形成了各自的特点。在选购石料时，应注意保持当地的传统风格。需使用与当地传统相同的石料，若无法采用原有材质的石料就找近似的石质做替代。石墙常用材料有花岗岩（麻石）、红砂岩、斑岩（鸭屎石）等。

（二）主要工具

常用的砌石工具大致包括：手锤、沙铲、灰匙、灰刀、横扫、小撬棍、木折尺（或小钢尺）、角尺、水平尺、线垂、小线、铁线、大水桶（贮水用）、喷壶、灰斗、灰槽（薄钢板或木槽）、大锤、灰桶等。

（三）材料要求

石工的传统做法一般都是凭实践经验来鉴定石料的好坏。

（1）“看”：观察岩石被打开的破裂面，如果颜色均匀一致，没有明显层次，组织紧密而细致，石质就较好；如果颜色不均匀，或有几种不同颜色夹杂在一起，能看出明显层次，破裂面是锯齿形状的，石质就较差。总之，以无裂缝、污点及红白线等缺点的良材为合格。

（2）“听”：用小锤轻轻敲击石块，如果发出当当清脆的声音，则石质就较好；如果发声喑哑，即证明有隐残，石质就较差。

石材墙体

（四）卵石墙砌筑

1.材料要求

卵石应用质地坚硬、表面洁净、不易风化并具有一定扁平程度的大卵石，一般长度在 100mm 以上，宽度为 50～150mm。卵石墙一般只作为装饰墙，墙体不能承重，所以不能作为承重墙使用。

2.施工要点

砌筑方法有“人字砌法”和“品字砌法”两种：

（1）“人”字砌法：墙体平、立面上砌筑卵石均为“人”字形组砌。砌筑多用“双面挂线”法，先用较大较方正毛石或平整大卵石砌于转角、T 墙处，作标石或连接石，双面挂线后按线铺砌。铺放卵石，在平面应大面向外，立面应大头向上，卵石与卵石斜向靠紧接触，下部坐于砂浆层上，一层砌完后，上铺 30mm 厚砂浆，再同法接砌，但卵石铺砌斜度须相反。内外卵石间隙可用小卵石填心，日砌筑高度以 500～700mm 为宜，或待砂浆出现“鸡爪裂”再继续砌筑。

（2）“品”字砌法：卵石平放，平面和立面上卵石均为“品”字形交错。先用较大较方正石块砌四大角兼作标石，然后双面挂线。卵石铺放大面向下，小头向内，先铺砂浆后铺石，并用碎石渣填塞平稳，使上下卵石接触。在平面上卵石应相互交错（一般在 1/5～2/5 左右），在立面和纵断面上亦交错或成品字形。

（五）毛石墙砌筑

毛石墙砌筑前，应先清扫基础面，后在基础面上弹出墙体中心线和边线，在墙体两端竖立皮数杆，并在皮数杆之间拉准线，以控制每皮毛石进出位置，挂线分皮卧砌，每皮高度约 300～400mm。

砌筑时，要先砌墙角，再砌筑墙体，砌筑时要特别注意垂直度，或按设计进行收分；为避免出现通缝、干缝、空缝和孔洞，应注意石块的合理摆放，以免墙体承重后出现错位、劈裂、外鼓等现象；如果砌筑时毛石的形状和大小不一，难以每皮砌平，也可采用不分皮砌法，每隔一定高度大体砌平；砌筑时应在转角及两端交接处用较大和较规整的垛石相互搭砌，并同时砌筑，必要时设置拉结筋，如不能同时砌筑，应留阶梯形斜槎，不得留锯齿形直槎。

砌筑结束后在叠砌缝上勾出平缝或突缝。平缝应与石墙面平；凸缝应比石墙面凸出 8～10mm，凸缝宽度要匀称、线条流畅，三角缝处勾出适当的小圆弧。

毛石墙

（六）虎皮石墙砌筑

虎皮石墙是用山石砌的墙体。虎皮石墙用料可以经加工，也可以不经加工，但砌角的石料最好能预先加工。

（1）砌第一层时先挑选比较方正的石块放在拐角处，在两端角石之间拴卧线，按线放里、外皮石头，并在中间用小石块填陷。第一层石块应平面朝下，一般不铺灰。铺完第一层石块后用灰将大的石缝塞满 1/2，然后用小石块从外面塞进去，并敲实。

（2）砌第二层石块时应注意与第一层尽量错缝，并应尽量挑选能与第一层外形严丝合缝的石块，选好后在第一层上铺灰。灰缝厚度应为 20mm 左右，石块之间的立缝应该挂灰，石块如有不稳，应在外侧垫小石片，使其稳固。

（3）之后逐层砌法均与第二层相同，最后一层应找平砌。

（4）最后抿缝，缝的形式分为凸缝、平缝两种。

虎皮石墙

（七）石墙砌筑施工要求

1. 石材的质量、品种、规格、颜色必须符合设计要求或岭南传统建筑传统做法要求。
2. 当采用传统灰浆砌筑时，灰浆的品种及配合比必须符合设计要求或岭南传统建筑常规做法。
3. 砌体灰浆必须饱满。
4. 转角处和交接处，必须同时砌筑；若交接处不能同时砌筑时，必须留斜槎。
5. 石砌体组砌应符合设计要求或规定。

修缮篇

第一节 石材修缮原则

依据“原形制、原结构、原材质、原工艺”的原则。当需要进行石构件的替换时，所使用的新石材与所替换石材的品质、质地、质感、花纹及光感应一致或相近，雕刻的花纹图案应能反映岭南传统建筑的历史特征。

第二节 现代检测方法

对于现代石材检测，可使用热成像技术、激光三维点云扫描技术、激光探伤检测及超声检测等现代技术对石材损坏情况进行分析判断。

第三节 石材常见病害

按照常见石材病害的特征，将石材病害在兼顾其保存环境及其岩石本体材质属性的基础下，分为以下类型：

一、石材本体病害

（一）龟裂

指较细及不规则的裂纹。

（二）裂缝

指石材表面较长或较宽的裂痕，带有裂缝的石材一般不可选用，但如果裂缝不明显，可考虑使用于非承重构件。

（三）隐残

指内部存在裂缝，隐残成因与裂缝成因一致带有隐残的石材一般不可选用，但如果隐残不明显，可考虑使用于非承重构件。

（四）红线

石材表面出现的，与石材基本颜色、花纹不协调的，呈红色或偏红色条状物质。

（五）黑线

石材表面出现的，与石材基本颜色、花纹不协调的，呈黑色或偏黑色条状物质。

（六）白线

石材表面出现的，与石材基本颜色、花纹不协调的，呈白色或偏白色条状物质。

（七）石胆

石材表面出现的局部发黑，或局部发白，且石性极硬的物质。

（八）石瑕

由原生原次生形成的、污染石材的异物，多为不规则的含石英成分物质。

（九）缺棱掉角

石材的棱角缺失现象。

（十）色斑

与石材基本颜色、花纹不协调的斑状物质。有天然存在和后期污染的区别。

（十一）砂眼

在石材表面或内部的小孔。

二、石材自然病害

（一）石材表面生物污染

是指因生物或微生物在石材表面生长繁衍，而导致的各类病害。常见的生物病害归类为植物病害、动物病害及微生物病害三大类型。

（1）植物病害——树木、杂草生长于石材裂缝中，通过植物根劈作用破坏石材，导致石材开裂、损坏。

（2）动物病害——鼠类、昆虫类等在石材表面、空鼓及其裂隙部位筑巢、繁衍、排泄分泌物污染或侵蚀石材。

（3）微生物病害——苔藓、地衣与藻类菌群、霉菌等微生物菌群在石材表面及其裂隙中繁衍生长，导致石材表面污秽及表层腐蚀破坏的现象。

石质材料构件表面生物病害

（二）外力损伤

主要指在外力作用如撞击、倾倒、跌落、地震及其地基沉降、受力不均等因素的影响下，发生的石材断裂与残损现象。

（1）断裂——这里指的断裂而非一般意义上的裂隙，特指贯穿性裂缝且有明显位移的断裂与错位的现象。

石构件断裂现象

（2）局部缺失——指由断裂原因造成的石材局部缺失与残损。

石构件局部缺失现象

（三）表面（层）风化

指石材由于外界自然因素的破坏作用而导致的表面病害。分类如下：

（1）表面粉化剥落——指由于周期性温度湿度变化、水盐活动等原因导致石材表面的酥粉剥落现象。

（2）表面泛盐——指由于毛细水与可溶盐活动，使得可溶盐在石刻表面富集、析出的现象。这类病害在石材质地较为疏松的砂岩、泥灰岩与凝灰岩石材表面较为常见。

（3）表层片状剥落——指由于外力扰动、水分、盐分破坏、温度周期变化等原因导致石材表层片状、板块状剥落的现象，且多伴随有表面空鼓、起翘现象。

（4）鳞片状起翘与剥落——指由于保存环境温差变化较大、温度应力影响大或曾发生过烟火焚烧的石材表面产生的起翘与剥落现象。

（5）表面溶蚀——指长期遭受雨水冲刷的石材，特别是碳酸盐类质地石材的表面形成的坑窝状或沟槽状溶蚀现象。酸性降雨会导致这一现象的加剧。

（6）孔洞状风化——指石材表面溶解风化、软质夹杂溶解脱落，而在石材上形成孔洞的风化现象。

石构件表面风化

（四）裂隙与空鼓

1.裂隙

石材裂隙分为三大类型：第一类是浅表性风化裂隙；第二类是指深入石材内部的应力性裂隙，但不包括伴随有明显唯一的断裂；第三类是石材本身存在的原生性构造裂隙。现分述如下：

（1）应力裂隙（应力裂隙）——指因外力扰动、受力不均、地基沉降、石材自身构造等引起的石材开裂现象，一般这类裂隙多深入石材内部，严重时会威胁到石刻的整体稳定，裂隙交切、贯穿会导致石材整体断裂与局部脱落。

（2）浅表性裂隙（风化裂隙）——指由于自然风化、溶蚀现象导致的沿石材纹理发育，除薄弱夹杂带附近呈条带状分布且较深外，一般比较细小，延伸进入石材内部较浅，多呈里小外大的V字形裂隙。

（3）构造裂隙（原生裂隙）——指石材自身带有的构造性裂隙，其特点是裂隙闭合、裂隙面平整、多成组出现。

石材构件裂隙现象

2.空鼓

指石材表面鼓起、分离形成空腔，但未完全剥落的现象。

（五）表面污秽与变色

指石材表面由于灰尘、污染物和风化产物的沉积而导致的石材表面污秽和变色现象。这类病害常见的表现形式有以下几种：

（1）大气及粉尘污染——露天存放的石材表面通常蒙蔽有大量灰尘及风化产物。

（2）水锈结壳——石质材料构件露天存放或曾经露天存放，石刻表面形成的一层结壳（多为钙质）。在露天存放的灰岩类石材上极为常见。石灰岩凝华也包括在这类病害之中。

（3）人为污染——指人为涂鸦、书写及烟熏等造成的石质石材污染现象。同时，由保护引起的变色与污染（例如采用铁箍、铁质扒钉等加固断裂部位而引起的石材表面变色和不正当涂刷引起的表面变色）也归入该类病害。

石材构件表面污秽、变色

（六）违规修补

指对石构件采用水泥等类材料违规进行粘结、加固、修补等改变了石构件原貌的现象。

第四节 石构件修缮

一、修缮对象

对于建筑的石质构件，主要分为特坚石类（如花岗岩、青石等）石构件修缮和普坚石类（如红砂岩、斑岩等）石构件修缮。

二、石材遭受严重腐蚀和损坏时的干预方式

干预方式依次为：

（1）以挡水板、斜面屋顶，或以临时可逆方式进行局部保护；

（2）进行最小面的刮除及填浆工作；

（3）缝隙及填补破裂的石材；

（4）进行最小的石材修补工作；

（5）局部加固；

（6）更换石构件。

三、特坚石类修缮方法

（一）表面清洁

此类做法适用于表面较平坦但要求清洁程度较高的石构件或带有雕刻的石构件。

（1）刷洗清洁：使用清水和对石材无损伤的刷子对石构件表面刷洗。这种方法适用于素面也适用于雕刻面。

（2）其他方法刷洗：使用现代技术（如喷丸法、碳酸氢钠晶体清洗法、激光清除法、超声波清洁法等）对石构件进行清洗，使用其他方法刷洗时应慎用酸、碱类溶液刷洗石构件。

（二）重新剁斧、打道或磨光

大多用于栏口石、踏跺（步级）等表面常磨损的石构件（部分装饰构件需要磨光）。表面处理手法应与原有石构件的做法相同。如原有石构件为剁斧做法，应采用重新采用剁斧做法进行修缮。重新剁斧（打道或磨光）不但是一种石构件修缮的方法，也是使石构件表面找平的措施。

（三）石构件归位

当石构件发生位移或歪闪时，可进行归位修缮。如对石柱、石梁（虾弓梁）、栏口石、挑檐石等进行归位。石构件可原地直接归位应直接归位；若不能直接归位的，可拆下石构件，把石构件清理干净后再归位。归位后应进行灌浆处理。

（四）石构件剔补

当石构件损坏严重或缺失时，可进行剔补。剔补还可以和改制、归位等修缮方法同时进行。如栏口石缺棱掉角严重且同时出现位移时，应将栏口石进行拆解，清理石材表面原有灰浆，对石材进行全面清洗，然后重新夹肋或截头重作接头缝，表面重新剁斧，然后重新补充灰浆安装构件。栏口石重新截头后，长度变小，累积空缺部分应重新剔补，剔补石构件应注意与原有石构件的材质、规格、做法保持一致。

（五）石构件改制

石构件改制包括对原有构件的改制和对旧料的改制加工，既可以作为修整措施，也可以作为利用旧料剔补的方法。

（六）粘接修补

1.适用范围

局部损坏的非承重石构件或者是石构件的非受力部位。

2.作业条件

在有遮盖的，通风良好及湿度较少的施工场地，使用丙酮等溶剂，将石材粘结表面清洁干净。

3.操作工艺

（1）非缺失部位的：用粘接材料将破损部分重新粘结回原处，并做表面修复。

（2）缺失部位的：将同色同质的石粉与强力胶混合，与石构件的颜色进行对比。用小铲将混合物填充至石构件的破损处，要略高于完成面，待胶完全固化后，用高颗粒砂纸打磨平滑，按原石材表面的加工方式修复石面。

石构件粘接修补

（七）钻孔抽芯

石梁与榫口位置处断裂接驳方法:石梁与榫口位置处断裂，可对石梁与石柱榫卯位置使用钻孔抽芯法进行加固，对于不同断裂方式，不同裂缝断裂角度，应采取专项针对性钻孔抽芯措施。

先将断榫原位用环氧树脂粘接，达到强度后选位钻孔，孔径和深度根据石榫具体尺寸确定。裁切比孔径略小的圆形不锈钢材，清洁石孔和不锈钢，在不锈钢面涂抹环氧树脂粘合剂后植入孔中，清理干净表面渗出的粘合剂。待粘合剂固化达到强度后，原位安装石梁，传统灰浆连接安装，灰浆要饱满。

（八） 铁件加固

岭南传统石作工艺铁件加固方法有如下几种：

（1）在隐藏位置凿锔眼，使用锔钉进行加固，空余部分要用灰浆或白矾水灌浆固定。

（2）在隐秘位置凿银锭槽，下铁（或铅）燕尾，空余部分要用灰浆或白矾水灌浆固定。

（3）在中心位置钻孔，穿入铁芯，空余部分要用灰浆或白矾水灌浆固定。

（九）构件更换

1.适用范围

有横断裂或斜断裂缝、纵向受力裂缝、表面风化对截面的削弱，已不能满足要求使用要求的横、纵向承重构件。

2.材料要求

（1）新换石构件品种、质地、质感、色泽，应与原物相同或相近；石料的层理走向，应符合受力要求；不得使用有隐残、裂缝的石料。

（2）新换石构件的外形尺寸、表面剁斧、磨光、打道、成活面等均应与原件相同。

四、普坚石类修缮方法

岭南地区普坚石类建筑石材主要以红砂岩为主的砂岩类，此类石材强度较低，呈现为粉状或沙粒状，容易风化和损坏。损坏的构件主要修缮方法是将损坏严重部分石材进行更换（剔补）处理。一般的不涉及结构安全的损坏不做处理。

参考文献

[1] 《中国古建筑瓦石营造法》中国建筑工业出版社；

[2] 《中国古代建筑的保护与维修》文物出版社；

[3] 《中国古建筑修建施工工艺》中国建筑工业出版社；

[4] 《泉州市传统建筑修建技术导则》福建省泉州市住房和城乡建设局；

[5] 《古建筑修建工程质量检验评定标准》（南方标准）；

[6] 《文物建筑修缮工程操作规程 第1部分：瓦石作》北京市质量技术监督局；

[7] 《传统建筑工程技术标准》（GB/T51330-2019）；

[8] 《石质文物病害分类与图示》WW T 0002-2007。