

# 岩石材料工程性能的研究

## ——石质文物保护科技的基础性研究方向

李宏松<sup>1,2</sup>, 魏桦<sup>3,4</sup>

(1. 中国地质大学, 北京 100083; 2. 中国文物研究所, 北京 100029; 3. 中国地质大学, 湖北武汉 430074  
4. 空军设计研究局, 北京 100083)

**摘要:** 从既有岩石材料构筑物的研究、保护和利用出发, 提出了岩石材料工程性能研究是石质文物保护科技保护的基础性研究方向, 在总结了岩石力学、地球化学、地球物理学、环境地质学、矿物学五个相关领域的研究现状后指出目前存在的三大基础性问题。在此基础上提出了岩石材料工程性能研究的基本框架和首要问题, 并对首要问题内的基本研究内容进行了较为详细的论述。

**关键词:** 岩石材料; 工程性能

**中图分类号:** K877.4; K879.2; K879.4 **文献标识码:** A

众所周知, 对于任何材料的保护都必须从认识和了解该材料的物理、化学、矿物以及水理性质开始。而石刻艺术造型多雕凿于石材的表层, 而材料的劣化也多发生于此, 因此保护和修复石质类文物的关键和首要任务是研究材料表层在环境变化中的变异过程, 而这一过程必须通过岩石材料工程性能研究来提供理论基础。

同时, 文物保护工程的最终目的在于通过工程技术措施, 抑制文物主体破坏的速度, 从而延长其存在的时间。但是对于文物保护工程而言, 因其实施对象的特殊性和复杂性, 必须依靠基础学科理论的发展, 方能达到科学保护的任务。岩石材料工程性能的研究将为探究石质文物破坏的原因和预测破坏发展的趋势提供理论支持, 进而为工程设计和主管部门决策提供科学依据。

### 1 国内相关研究现状

对于岩石材料工程性能的相关研究从目前文献查考来分析, 总体上可分为以下五个方面。

#### 1.1 岩石力学研究

这部分研究主要围绕岩石内部断裂和裂纹形成机理及相关力学分析开展。其中包括岩石微结构与微裂纹损伤演化特征的研究<sup>[1]</sup>, 岩体裂隙化程度与岩体变形参数的关系的研究<sup>[2]</sup>, 基于X射线CT开展的岩石内部裂纹特性研究<sup>[3]</sup>。同时在影响因素研究方面, 进行的渗透水压力对脆性岩石损伤劣化影响的研究<sup>[4]</sup>, 化学腐蚀效应对岩石单轴抗压强度与破裂特征的研究<sup>[5]</sup>等。

#### 1.2 地球化学研究

这部分研究主要围绕岩石风化过程中化学组分分析及定量评价开展的。如岩石风化过程中化学组分迁移的定量研究<sup>[6]</sup>, 岩石风化程度化学指标及微观特征对比研究<sup>[7]</sup>, 岩石风化作用所致的碳汇能力估算研究<sup>[8]</sup>等。

#### 1.3 地球物理学研究

这部分应用于岩石材料方面的研究主要围绕声波检测法, 除此之外新方法研究较少。在曾永年等<sup>[9]</sup>翻译的《风化过程中体积变化的确定》(Pierre - Etienne Mathe 等)的一文中介绍了磁组构法, 文中指出风化产物微弱的岩石组构可以通过低场磁化率各

收稿日期: 2005-09-01; 修回日期: 2006-03-14

基金项目: 国家文物局 2005 年度文物保护科学和技术研究课题资助(项目编号 20050111)。

作者简介: 李宏松(1968—), 男, 高级工程师, 工学学士, 博士研究生, 主要从事石质文物保护和岩石材料研究, Tel: 010-84657396, Email:

lhs1986@vip.sina.com

向异性技术(AMS)进行精确的定量测定。首次报道同时利用 AMS 和 IMB 法对两种不同环境条件下形成的风化剖面的研究结果。

#### 1.4 环境地质学研究

这部分研究主要围绕岩石风化过程的影响因素及岩体风化分带指标开展的。在风化过程影响因素研究方面如环境中石材腐蚀破坏机理和破坏因素研究<sup>[10]</sup>,冻融对石材压缩强度影响的研究<sup>[11]</sup>,气候变化对岩石风化率及过程控制的研究<sup>[12]</sup>,人类活动引起的气候变化(CO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>含量的增高)对石质类遗址风化过程的影响<sup>[13]</sup>。在岩石风化分带指标研究方面如岩体风化程度量化分带研究等<sup>[14]</sup>。

#### 1.5 矿物学研究

这部分研究目前的文献资料最少,邵盛福等<sup>[15]</sup>撰写的《黄铁矿在划分岩石风化带中的作用》是其中较有参考价值的文章。文中指出黄铁矿的普遍性、易氧化性及其变化特征可以作为划分岩石风化带的依据之一。

## 2 目前存在的问题

对于岩石材料工程性能的研究,就目前现状看,由于缺乏整体的研究框架和研究目的,而各领域的相关研究又受其学科限制,因此无论从基本概念还是从研究的战略高度角度分析,都缺乏对这一研究方向的明确认识。具体表现在以下三方面:

### 2.1 研究对象界定不明确

岩石材料工程性能研究的对象是作为材料或材料组成部分的岩石,从功能上分析,它是构筑物或艺术品结构和外观的重要组成部分,承担着承重和装饰的功能。从其本身形成过程分析,由于作为材料的岩石首先来自于岩石圈,它必然保留了地质时期的构造痕迹,是地质作用的产物。因此,对于岩石材料工程性能研究主体的认识必须建立在这两个基本点上,而目前对于这一概念还缺乏明确的界定,更多的研究仍停留在对地质体的认识上,缺乏研究的针对性。

从工程尺度上分析,与地质体和传统地质工程相比,人类建造的构筑物或艺术品(除在天然岩体内建造的类型)大多在空间概念上要小得多,因此用传统地质学概念去研究岩石材料的工程性能往往是不适应的。如地质学传统意义上的风化带深度小则几十公分,大则几米,而作为构筑物或艺术品上关系到岩石工程性能的有关风化问题,其研究深度大多在几厘米左右,如重庆大足宝顶山摩崖造像表面风化深度在2~4厘米之间,山西大同云冈石窟表面风化

深度也仅2厘米左右,而我们知道多数的石刻艺术造型都雕凿于材料的表层,而材料的工程性能劣化的开端也多发生于此,所以对于以往忽略的岩石内部的微缺陷的研究和微环境变化的影响应是研究的重点。

综上所述,从岩石材料保护和有效利用的角度分析,对于岩石材料工程性能研究对象的界定,必须在宏观概念认识的同时,深入理解微观尺度空间范畴内的概念。

### 2.2 研究的核心问题不明确

目前我们所查考的有关文献之所以称其为相关研究,是因为所有的研究大都是在其各自领域里开展的,其成果与岩石材料工程性能研究有一定的关联,但是对于“工程性能”这一核心问题都缺乏明确的认识。

材料的工程性能从传统意义上讲,人们往往将其理解为力学性能,产生这一认识的原因在于人们更关注于材料在工程中的结构作用,但是从古至今作为材料的岩石,它在人类创造产物中除扮演着承重和支撑角色外,还发挥着其它材料不可替代的作用。由于岩石的耐久性要远好于其他材料,人们更希望通过它将历史的、科学的和艺术的信息保存下来留给后人,因此它成为大量具有重要意义文字、文学作品和艺术造型的载体,如远古时代的岩画、早期的石鼓文、佛教的石经、记录水位变化的水文题刻和数不胜数的雕刻及艺术构件。所以对于这些对象所赋存的岩石材料工程性能的认识,就不能仅仅停留在传统力学性能这一概念上。材料表层的物理性质(颜色、孔隙率、吸水性、光泽度、粗糙度等)、化学性质(外来附积物造成化学组分的变化、内部渗水沉积物造成化学组分的变化等)和内部结构(微裂隙、微缺陷)都应在研究的范畴之内。综上所述,岩石材料工程性能可以界定为其在工程中承担功能角色的能力。

众所周知,岩石是矿物的集合体,岩石一切表象和外在的变化都与其内部矿物和充填物质组分、结构、构造的变化紧密相关,所以作为岩石材料工程性能研究的根本是揭示在使用过程中和在环境变化过程中其外在性能的变化与其内部物质和结构变化的相关性及其规律性。

### 2.3 研究目标不明确

对于岩石材料工程性能研究的最终目标首先是为工程实践服务,如石结构构筑物的保护、石质艺术品的加固、工程材料的比选及加工工艺的要求,因此,其研究成果必须具备针对性。与这一目标相比,

目前的相关研究还存在着相当的差距,集中表现在定性和基础理论研究过多而综合的定量评价与应用研究不足。

如前所述,岩石材料的工程性能是通过其在工程中的作用来体现的,不同的工程对象对岩石性能的要求必然不同,作为承重构件的研究更关注其力学性能,而作为装饰构件的研究更关注其表面形态的变化,所以只有在科学地、具针对性地定量分析和评估工作的基础上才能为工程设计和实施提供依据。

### 3 岩石材料工程性能研究的首要问题

岩石材料工程性能研究的首要和基础性课题是建立科学的岩石材料工程性能研究体系。通过多年的研讨和总结,我们认为该体系应由三大系统组成:

#### 3.1 岩石材料工程性能劣化机理分析系统

岩石材料在自然营力作用下,所发生的一切外观、物理性状、化学组份、矿物组构及内部结构变化的现象我们习惯称其为风化作用。但是风化并不意味着材料功能性已达不到使用要求,它只表现为在相当长的一段时间里材料工程性能的衰变,直到这种变化达到了其无法完成功能角色的临界状态,于是材料便进入劣化状态,因此,对于岩石材料工程性能的研究重点应着眼于劣化机理的分析。

分析过程可分为两个阶段。

**3.1.1 描述阶段** 我们知道在岩石性能由衰变至劣化的过程中,其外观性状从局部到整体会发生一系列的变化,主要表现在完整性、表面形态、表面颜色、表面物质等方面,因此,对于劣化机理的研究工作应从对这些现象系统性、科学性的分类、描述开始,该项研究是劣化机理分析系统的基础。

目前国际上通过几十年的研究,许多国际性组织和国家研究机构如 Weathering Research Group、意大利国家研究中心、艺术品损坏原因和保护方法研究中心,都已相应发表了有关该方面的研究成果。如意大利 1980 年 1 月颁布、2003 修正的《石质材料肉眼可见的损坏:词汇》、2004 年德国 Bernd Fitzned 等<sup>[6]</sup>人发表的《Damage diagnosis on stone monuments - weathering forms, damage categories and damage indices》等。作者在 2000 年至 2003 年间,完成的《石质文物保护工程勘察技术规范研究》(国家文物局课题合同编号 9918)中对岩石材料表面病害类型进行过系统的分类和解释,但目前该部分研究还有待更进一步系统化和科学化。

在总结各国研究现状的基础上,结合我国特点,

我们认为以下三项内容是本阶段的研究重点:

(1) 岩石材料岩性及结构构造的调查。岩石材料是地质作用的产物,而不同地质作用所形成的岩石其矿物、化学、物理、力学性质是完全不同的,因此,在岩石劣化过程中所表现出来的现象也各不相同。这主要受岩性、形成过程中的微环境、内部结构和外部构造几方面因素的控制。该项内容是我们进行岩石材料工程性能研究的基础。

如龙门石窟出露的岩性有泥质条带灰岩(路洞、皇甫公窟)、鲕状灰岩(奉先寺、双窑窟、莲花洞)、白云岩(宾阳洞、潜溪寺),虽然从岩石类别上同属内源沉积岩类的石灰岩,但是由于形成过程中的微环境、内部结构和外部构造存在许多差异性,所以在劣化特征是极为不同的,泥质条带灰岩呈薄层状,内部层理很发育,往往表现为片状剥落形态;鲕状灰岩呈中厚层状,内部层理较发育,往往表现为开裂、分离和崩落形态;而白云岩呈厚层状,内部层理不发育,往往表现为裂隙交切。这一实例充分说明了不同岩性和结构构造直接影响着岩石材料的劣化趋势。

(2) 典型病害类型的甄别和描述。在岩石材料劣化过程中,岩石表层往往表现出复杂而形态各异的破坏方式,我们将这种破坏方式所表现出来的现象统称为病害。由于产生岩石材料表层病害的原因是极为复杂的,所以在岩石材料劣化机理分析过程中,对于典型病害类型的甄别和描述是相当重要的。其目的在于从复杂的现象中判断哪些属于岩石本身具有的特征,哪些属于后期环境对其影响产生的破坏,并且划分出主要的破坏形式,即典型病害类型。同时编制典型病害类型标准描述语言和形态特征,建立典型病害类型标准图表,以此作为一个区域调查的基础和参考依据。

(3) 病害类型的调查和图件编绘。根据典型病害类型标准图表现场进行调查,对不同典型病害的分布区域进行详细的描述和划分。然后在立面图上按照不同典型病害类型的图例进行计算机制图。该项工作是描述性评价的基础。

**3.1.2 测试分析阶段** 描述性阶段主要目的是对岩石表面病害进行客观地判断和系统地记录,这项工作只是岩石材料工程性能研究的起点,我们还面临以下三大核心的问题需要回答,这方面的研究是测试分析阶段的任务。

(1) 病害对岩石材料表层工程性能的影响。这项研究是在描述性阶段定性研究基础上开展的定量研究项目。需针对不同病害类型,进行岩石材料表层工程性能各种特征指标的测试,如完整性、形态变

异、物理性质、水理性质、力学性能等,从而为评价各类病害对岩石材料表层工程性能的影响程度提供科学数据。因此建立和完善岩石材料表层工程性能特征指标系和检测方法是研究的重点,它直接关系到对典型病害类型劣化等级的评判。

(2) 岩石材料表层工程性能劣化与岩石内部化学性质及内部结构变异的关系。这是岩石材料劣化机理分析的关键问题之一。岩石材料表层工程性能特征指标的测试只是描述表层劣化程度的一种宏观量化语言,但是表象变化是岩石组分和内部结构变异的结果,对于该部分内容的研究才能揭示岩石材料表层劣化的本质,从而为进行岩石材料表层加固提供依据。在该环节中材料劣化过程的深度分析是一个可以尝试的方法。我们知道揭示岩石材料随时间的衰变进程在工程性能研究中是至关重要的,但是要全面而详尽地测试和记录该过程在实际操作过程中由于周期较长,不具备可操作性。从多年观察来看,在相对均质的介质中随时间岩石材料表层劣化是从表面往深度发展的,因此一个完整的风化深度剖面可从另一个侧面反映整个时间进程,深度分析的基础是沿深度方向上进行力学、物理、化学、矿物等内容的全面综合测试,其目的在于了解材料劣化的全过程,分析材料劣化全程中的工程性能、内部成分、内部结构的变化规律,揭示材料微观结构变异与工程性能劣化间的相关性。

(3) 病害产生的外部控制因素。这是岩石材料劣化机理分析的另一个关键问题。在该环节的研究中必须注重劣化中单一影响因素的全过程分析,目的在于定量地揭示和评价各种环境因素对岩石材料内部结构和组分的影响过程。如 1997 年英国 Lubica Wessman<sup>[16]</sup> 进行的《Studies on the frost resistance of natural stone》。

### 3.2 岩石材料保存现状评价系统

岩石材料工程性能研究体系的另一个重要内容是科学、全面地评估材料的保存现状,定量地划分危险区域,为维修工程实施计划的制定提供科学的依据,主要包括以下两部分:

(1) 描述性评价系统。目的在于通过现场调查,确定主要劣化类型及劣化等级,根据岩石材料描述性评价指数定量的评价岩石材料目前的保存现状和破坏程度。

如针对岩石材料表层劣化,首先可将劣化等级划分为表层完整性破坏、表层完整性损伤、表层微形态改造、表层颜色变化四个等级,并确定各等级下,岩石表层具体的劣化表象和强度分级。再根据以上

调查结果,通过绘制病害分布图的形式,确定每个构件或每个微区内各劣化表象的分布区域和强度等级,从而可计算出各劣化等级所占的面积百分比。最后,确定劣化等级及强度分级系数,通过各劣化等级及强度分级系数与面积百分比之间的乘积之和可计算获得岩石材料表层劣化评价指数(DI)。其基本为:

$$DI = \sum_{i=1}^n C_i \cdot \left( \sum_{j=1}^m I_j S_j \right)$$

式中,  $C_i$  为各级劣化等级系数;  $I_j$  为各劣化等级下的强度等级系数;  $S_j$  为各劣化等级中各强度等级的所占的面积百分比。通过该指数的差异性可定量的评价岩石材料的保存现状。

(2) 分析性评价系统。目的在于通过数值模拟计算和相关检测,确定以岩石材料建造的构筑物可能产生破坏的区域和危险程度。

一是通过数值计算,了解构筑物不同部位构件或材料应达到的工程要求和相关力学参数,建立构筑物的数值力学模型;二是通过材料的物理、力学、化学、矿物成分分析,和无损、微损检测结果(如声波测试、原位 X-荧光测试)全面、系统地了解不同部位材料的劣化形式、发育程度;通过定量描述和分析成果,以力学强度指标为基础,建立构筑物的现状力学模型。

在以上两项研究的基础上,建立工程性能分级评价系统,在全面分析比较的基础上,对构筑物各构件、各部位进行工程性能分级评价,同时完成构筑物的危险性评价和分区(危险、即将危险、潜在危险、不危险)。

### 3.3 岩石材料劣化极限状态及预测(警)系统

与前两项研究内容相比,该部分研究对于岩石材料长期保存而言更具战略意义和前瞻性,其研究成果将改变我们以往被动形式的保护观念,使我们在科学预测材料劣化趋势的基础上,能够更为主动地制定预警方案,为材料和结构的计划性和预防性保护提供科学依据。

考虑到材料本身特性、结构部位、环境因素和人类活动,理论上,预警系统可分为空间预警和时间预警两种类型。

空间预警是根据材料保存现状、结构部位及环境因素,划定一定时间内材料工程性能将要发生劣化和失效的位置及其危害性程度;时间预警是在空间预警的基础上,针对某一具体构件或部件,给出它在某一时段内或某一时刻将要发生工程性能劣化和失效的可能性及其危害程度。

## 研究内容包括:

(1) 根据岩石材料工程性能保存现状评价系统划分预警区域(即将危险和潜在危险区域), 建立体特征参数(能客观反映材料劣化程度的, 可以靠微损或小计量测试获得的, 与劣化全程变化具有良好相关性的参数)和关键部位(与构筑物或艺术品完整性紧密相关的区域或部位);

(2) 根据岩石材料工程性能劣化机理分析系统完成每个预警区内的单一影响因素与岩石材料内部组分、结构变异过程的相关性分析, 综合以上单一相关分析结果, 确定控制岩石材料劣化的主控因素, 建立预警判据, 确定长期检测的关键部位和劣化极限状态;

(3) 完成体特征参数周期性检测系统, 再结合以往环境因素的监测数据, 通过数值模拟计算, 判定关键部位材料工程性能未来发生劣化和失效的可能性和时间段。

## 参考文献:

[1] 李海波, 等. 基于裂纹扩展能量平衡的花岗岩动态本构模型研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2003, 22(10): 1683-1688.  
LI Hai-bo, et al. Study on constitutive relation of rock under dynamic compression based on energy balance during crack growth[J]. Chin J Rock Mech Eng, 2003, 22(10): 1683-1688.

[2] 王泽云, 等. 岩石微结构与微裂纹的损伤演化特征[J]. 岩石力学与工程学报, 2004, 23(10): 1599-1603.  
WANG Ze-yun, et al. Characteristics of damage evolution of micro pore and microcrack in rock[J]. Chin J Rock Mech Eng, 2004, 23(10): 1599-1603.

[3] 王毅, 等. 岩体裂隙化程度与岩体变形参数的关系研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2003, 22(增2): 2572-2574.  
WANG Yi, et al. Relation between development degree of joints and deformation parameters of rock mass[J]. Chin Rock Mech Eng, 2003, 22(2): 2572-2574.

[4] 丁卫华. 基于X射线CT的岩石内部裂纹宽度测量[J]. 岩石力学与工程学报, 2003, 22(9): 1421-1425.  
DING Wei-hua. Measurement of crack width in interior based on X-ray CT[J]. Chin Rock Mech Eng, 2003, 22(9): 1421-1425.

[5] 朱珍德, 等. 脆性岩石损伤断裂机理分析与试验研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2003, 22(9): 1411-1416.  
ZHU Zhen-de, et al. Mechanism analysis and testing study on damage and fracture of brittle rock[J]. Chin Rock Mech Eng, 2003, 22(9):

1411-1416.

[6] 陈四利, 等. 岩石单轴抗压强度与破裂特征的化学腐蚀效应[J]. 岩石力学与工程学报, 2003, 22(4): 547-551.  
CHEN Si-li, et al. Effects of chemical erosion on uniaxial compressive strength and meso-fracturing behaviors of rock[J]. Chin Rock Mech Eng, 2003, 22(4): 547-551.

[7] 宋照亮, 等. 关于岩石风化过程中化学组分迁移的定量研究方法[J]. 大地构造与成矿学, 2002, 9: 300-305.  
SONG Zhao-liang, et al. A discussion on quantitatively determining chemical element mobility of rock-weathering process[J]. Geotect Metall, 2002, 9: 300-305.

[8] 尚彦军, 等. 花岗岩风化程度的化学指标及微观特征对比—以香港九龙地区为例[J]. 地质科学, 2001, 36(3): 279-294.  
SHANG Yan-jun, et al. Comparison of chemical indices aims micro properties of weathering degrees of granitic rocks—A case study from Kowloon, Hong Kong[J]. Chin J Geol, 2001, 36(3): 279-294.

[9] 吴宏伟, 等. 香港花岗岩风化分级化学指标体系与风化壳分带[J]. 工程地质学报, 1999, 7(2): 125-134.  
WU Hong-wei, et al. Chemical weathering indices, classification and zoning of weathered granitic rock in Hong Kong[J]. J Eng Geol, 1999, 7(2): 125-134.

[10] 邱冬生, 等. 中国岩石风化作用所致的碳汇能力估算[J]. 地球科学(中国地质大学学报), 2004, 29(2): 177-190.  
QIU Dong-sheng, et al. Estimation of carbon sink capacity caused by Rock Weathering in China[J]. Earth Sci-J China Univ Geosci, 2004, 29(2): 177-190.

[11] Céline Thomachot. Evaluation of the climatic variables controlling the rates and processes of rock weathering, 2004.

[12] 邵盛福, 等. 黄铁矿在划分岩石风化带中的作用[J]. 湖北地矿, 2001, 15(2): 42-44.  
SHAO Sheng-fu, et al. Application of pyrite to weathering zones division of rocks[J]. Hubei Geol Mineral Resources, 2001, 15(2): 42-44.

[13] Bernd Fitzner, Kurt Heinrichs. Damage diagnosis on stone monuments—weathering forms, damage categories and damage indices[A]. Natural stones and weathering[M]. 2004.

[14] 吴宏伟, 等. 香港花岗岩风化分级化学指标体系与风化壳分带[J]. 工程地质学报, 1999, 7(2): 125-134.  
WU Hong-wei, et al. Chemical weathering indices, classification and zoning of weathered granitic rock in Hong Kong[J]. J Eng Geol, 7(2): 125-134.

[15] 邵盛福, 等. 黄铁矿在划分岩石风化带中的作用[J]. 湖北地矿, 2001, 15(2): 42-44.  
SHAO Sheng-fu, et al. Application of pyrite to weathering zones division of rocks[J]. Hubei Geol Mineral Resources, 2001, 15(2): 42-44.

[16] Lubica Wessman. Studies on the frost resistance of natural stone[M]. 1997.

## A study of the engineering capability of stone material – the basic research direction of the conservation techniques of stone relics

LI Hong - song<sup>1, 2</sup>, WEI Hua<sup>3, 4</sup>

(1. *China University of Geosciences, Beijing 100083, China*; 2. *China National Institute of Cultural Property, Beijing 100029, China*;  
3. *China University of Geosciences, Wuhan 430074, China*; 4. *Air force Engineering Design Bureau, Beijing 100083, China*)

**Abstract:** In order to undertake preservation of historic stones, the cause of their deterioration and its development pattern in a changing climate must be known. It is the scientific basis of deciding conservation measures. The study of the engineering capability of stone material is thus necessary to provide the scientific foundation for establishing a research system. This system is made up of three parts; the analysis of the deterioration mechanism, the assessment of the preservation actuality and the forecast of the deterioration limit. This paper consolidates research findings from related fields such as rock mechanics, geochemistry, geophysics, environmental geology and mineralogy. It also points out three existing fundamental questions. It is on this foundation that the paper lists its questions, the basic structure of the research and a detailed discussion. The analysis of the deterioration mechanism is different from the analysis of weathering. The weathering of the material does not mean that the material is not suitable for use, but rather, it means that the material has been decaying for a long time. Upon reaching the limit of its decay, the material enters the deterioration state. This paper states, that the description of the deterioration and the analysis of the causes of deterioration, form the emphasis of the research on the engineering capability of stone materials. The preservation actuality assessment is a quantitative partition of the extent and the grade of danger. The goal of the assessment is to provide a scientific basis for a conservation plan. In this system, the deterioration type and grade should be confirmed. Depending on the stone material, the damage index (DI), the preservation actuality and the extent of the stone block is quantitatively evaluated. Meanwhile, through simulation and examination, the potential extent of damage of stone buildings and monuments is confirmed. In comparison with the two earlier researches, the forecast of deterioration limit for long - term preservation is more strategic. Through this research, it is possible to predict the stone's decay development, propose a forecast plan, and provide a scientific basis for its preventive protection plan. In consideration of petrographical property, position, environment and human activities, this paper proposes that a forecast should be constituted of two parts; space, and time.

**Key words:** Stone materials; Engineering capability