

中国文化遗产研究院·文物保护科技系列·2014 年
国家自然科学基金项目(40772167)资助
国家文物局科学和技术研究课题(20050111)资助

石质文物岩石材料 劣化特征及评价方法

中国文化遗产研究院 李宏松、著

文物出版社

中国文化遗产研究院·文物保护科技系列·2014年
国家自然科学基金项目(40772167)资助
国家文物局科学和技术研究课题(20050111)资助

石质文物岩石材料 劣化特征及评价方法

中国文化遗产研究院 李宏松\著

文物出版社

责任编辑 李 睿
封面设计 程星涛
责任印制 梁秋卉

图书在版编目(CIP)数据

石质文物岩石材料劣化特征及评价方法 / 李宏松著. —北京:
文物出版社, 2014. 5

(中国文化遗产研究院文物保护科技系列)

ISBN 978 - 7 - 5010 - 4007 - 0

I. ①石… II. ①李… III. ①石质 - 文物保护 - 研究 - 中国
IV. ①K876. 24

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 090225 号

石质文物岩石材料劣化特征及评价方法

李宏松 著

*

文 物 出 版 社 出 版 发 行

(北京东直门内北小街 2 号楼)

<http://www.wenwu.com>

E-mail: web@wenwu.com

北 京 京 都 六 环 印 刷 厂 印 刷

新 华 书 店 经 销

787 × 1092 1/16 印张: 11. 25

2014 年 5 月第 1 版 2014 年 5 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5010 - 4007 - 0 定价: 98. 00 元

**A Study on the Features of Stone Deterioration
in Stone Monuments and Their Assessment Methods**

序一

研究工作必须贯穿石质文物保护的全过程

——为《石质文物岩石材料劣化特征及评价方法》作序

当前我国的文化遗产保护工程，是在价值评估与保护原则指导下，集合多种技术方法，按勘察、设计、施工的程序对文物进行干预的行动。尤其对古遗址、古墓葬、石窟等保护工程，尚未有成熟系统的方法技术体系，更没有对直观性现象做规律性的归纳，在勘察、设计与施工过程中积累的无数宝贵的经验及教训，由于缺少及时的总结，并提高到理论层面。只要我们对以往的保护工程稍加关注，就会看到一些不应出现的现象，如在尚未清楚遗产地价值、主要病害以及以往保护修缮历史情况下，就布置大量勘察手段，看似先进，实际是带有盲目性的，往往造成浪费；恰当的保护技术可以使濒危文物得以保护修复，但这些保护措施是否得当，有无“过度治疗”，“小病大治”的倾向，也就是干预过多，不合理的增加安全系数，保险再保险，反而不利于文物的保存，且耗费大量资源；一个大工程竣工之后，就认为万事大吉，如何加强观察、监测，坚持日常维修保养，才能真正收到最大的效益。

在总结每处遗产地，不同的自然地理环境，病害及成因，采取合理有效的保护措施基础上，如何推动规范化的保护，如石质文物防风化保护工程，因为其长期有效性，对文物是否有害等问题，至今仍是不少人的疑虑。要总结的教训多于成功的经验。石质文物风化病害的保护原则、方法，在实际应用时会遇到许多问题。各地申报的有关不可移动石质文物防风化保护的方案，能批准实施的少之又少。究其原因是多方面的，有对文物所在环境调查不细；病害及病因研究不够，未体现抢救性保护的方针；保护材料未经筛选，试验检测不到位；尚未做现场试验并经受时间考验；经费预算过高等。要切实解决这些问题，就离不开研究与评估工作，它能为材料分析、勘察方法、结构补强等作出有效性判断；可以提出评估的科学性指标；从保护需求、保护目标、保护措施、保护成效中研究价值、形制、构造、材料、工艺、病害及病因等，如何以程序控制工程质量，并与规程、规范相结合；环境监测与变形监测的成效，对工程措施的指导意义和作用分析，在实施预防性保护中，如何建立远程实时监测体系等。在《中国文物古迹保护准则》的阐释中明确指

出：“研究是文物古迹保护的基础，研究是针对对象的价值特征，病害情况，管理缺陷的综合性的研究。勘察是研究工作的基本内容。”

本书就是作者通过大量工程实践及阅读、收集国内外资料，分析石质文物保护的研究现状和存在问题的基础上，对石质文物保护的概念、方法和评价理论方面做了尝试性研究的一部著作。它以石质文物作为对象开展岩石材料劣化特征和劣化机理的研究。作者在自序中已将书的内容有详细介绍，我就按自己的认识对此书的特点说些看法，与同仁一起讨论。首先，书中提出“岩石材料”与“劣化”两个概念，为什么不是通常所说的“石质文物”？作者认为把文物（包括石质建筑物、构筑物和艺术品）所赋存或依托的岩石称为“岩石材料”，把研究重点放在“材料”上。而是以石质文物作为对象开展岩石材料劣化特征和劣化机理的研究。另外用“劣化”的概念，究竟与“风化”有什么不同，作者认为“劣化”是从保护角度出发，从“风化作用”衍生而来的概念。认为风化并不意味着岩石材料性能已达不到使用要求，它只表现为在相当长的一段时间里材料性能的衰变，直到这种变化达到了无法完成其功能角色的临界状态，于是材料便进入劣化状态。我们是否可以认为风化的后期便开始劣化。其次，本书从劣化特征、劣化机理与评价方法三个方面进行了评述。其中有不少新意。如通过对 20 余处遗产地的实际调查研究，提出劣化组群、典型类型和独立类型的三级分类分级结构，并与国际上的分类比较，认为此结构更科学；在勘察方法与现场检测技术方面，结合室内分析，从表层物理、成份及微观结构变异三个方面对五种典型劣化类型进行分析后认为，水起着决定性的作用；对四种典型地区砂岩的室内与环境模拟试验后认为，冻融和干湿交替对砂岩劣化起着决定性作用，盐类也有明显影响；在研究劣化评价指数及评价系统中，提出砂岩风化指数及灰岩劣化评价指数与评价软件，这些都是可定量评价石质文物表层保存现状的新方法。

在作者与我共事的十多年中，他对事业的勤奋追求与独立思考，给我留下了深刻印象，此书的出版，也证明他在这方面的功力。尤其他提出的石质文物岩石材料劣化类型分类分级体系，岩石材料劣化指数及现状评价系统的研究以及表层劣化特征及评价方法，是具有创新的研究成果，它为石质文物的保护和维护提供了科学依据，并具有指导工程实践的意义。

当然，任何的新概念、新方法要被证明其合理性并被人们接受，还需要实践及时间的考验。比如说风化与劣化的关系，还需有更深入的阐释；劣化程度与时间轴上相关性的研究，其思路在理论上是成立的，但是通过四种无损或微损检测方法得出的数据却不够理想，尚待用更精确的检测方法去证实。目前有关石质文物保护的国家与行业标准，已颁布或定稿讨论通过的有六册，如何将新的概念与技术成果融入其中，也是需要去努力讨论研究与宣传的。总之，石质文物的类型多，分布广，价值高，与周边环境密切，保护的难题多，涉及多个综合学科，所以需要像作者这样的同仁一起努力，将更多的精力投入到应用研究中去。

黄克忠

2013 年元月于北京

序二

工程地质学是应工程问题而逐步发展形成的一门学科，它的主要研究内容就是工程实践中面临的各种与工程有关的地质问题，所以随着工程需求在其外延和内涵的扩展，工程地质学理论也随着不断在创新和充实。

文物是人类文明发展历程中遗留下来的遗迹和遗物，其中大量不可移动文物是人类利用、改造自然的杰出范例。今天，面对它们的保护，我们也将面临许多与其他地质工程不同的挑战性问题，这些问题构成了工程地质学研究的新方向。上个世纪八十至九十年代以中国文物研究所的黄克忠先生和中国地质大学（武汉）潘别桐教授为核心的科研团队在该领域进行了卓有成效的探索，在石窟寺和石刻保护方面取得了丰硕成果。

本书作者既是潘别桐教授的学生，也是黄克忠先生的年轻同事，他深受两位先生学术思想的影响，在从事文物保护工作的二十多年里，主持完成并获批准的全国重点文物保护单位文物保护工程设计项目共计 19 项，独立或主持完成的勘察和专题研究项目 4 项，主持完成国家文物局科研课题 2 项，国家自然科学基金项目 1 项。他在工作中努力将理论和工程实践研究相结合，尤其是对石质文物风化问题，进行了长期持续的研究，本书是作者对目前该方面研究成果的精心总结。本书从文物保护角度出发，对地质学中的岩石风化问题从研究对象、研究方法和评价方法等理论问题进行了有益的探索和创新。

本书作者在 2003 - 2007 年期间师从我做博士论文研究，该书也是在他博士论文基础上充实编撰而成的。作者在攻读博士学位期间，曾因发生重大意外事故而住院治疗，住院期间和出院之后，他以坚韧不拔的毅力，战胜了常人难以忍受的病痛，孜孜不倦地学习，刻苦勤奋的研究，终于高水平地完成了他的博士论文，受到了评审专家的一致赞誉。

今天，李宏松博士的专著出版了，这是文物保护工程地质学领域的一件喜事，我衷心地祝贺他取得了来之不易的新成就，也为我有这样的博士研究生感到自豪和骄傲。因此，值新书出版之际，欣然作序，并热切希望李宏松博士继续坚持文物保护领域工程地质学的研究方向，为我国乃至世界文物保护事业作出更加杰出的贡献。

何满潮

2013 年春节于北京

自序

岩石材料是古代石质建筑物、构筑物和艺术作品所赋存或依托的物质基础。由于在长期自然营力和人为因素作用下,往往导致岩石材料性能的衰变直至劣化,所以每年都有大量的石刻艺术品面临消失的危险。目前石质文物岩石材料劣化评价方法研究的针对性不强,大部分还停留在普通岩石风化评价范畴或与结构损伤研究混为一谈,还未形成独立的研究体系。鉴于以上情况,在国家自然科学基金项目(40772167)和国家文物局2005年保护科学和技术研究课题(20050111)依托和共同资助下,作者从石质文物岩石材料劣化特征、劣化机理和评价方法三个方面进行了较全面研究和论述。

本书首先对我国石质文物的主要岩石类型、特征和空间分布情况进行了概述,在此基础上,本书从石质文物岩石材料劣化类型分类与分级、石质文物岩石材料劣化勘察技术体系、典型劣化类型劣化特征和形成机理、环境因素对石质文物岩石材料劣化的影响机理、石质文物岩石材料劣化评价指数与评价系统和石质文物岩体表层劣化特征、过程与相关评价方法六个部分进行了系统论述。

作者通过对我国二十余处石质文物点的实践和研究,提出了一个既与国际研究成果接轨又与中国实际情况相结合的,包括组群、典型类型和独立类型的劣化类型三级分类分级结构;本书从石质文物岩石材料劣化勘察方法和现场检测技术两个方面对石质文物岩石材料劣化勘察技术体系进行了系统论述,同时提出了部分现场检测和勘察工作技术规程;通过现场检测技术结合室内分析方法,作者从岩石表层物理性质变化、成分及微观结构变异三个方面对五种典型劣化类型进行了系统分析,提出在石质文物岩石材料劣化过程中,水岩相互作用和影响起着决定性作用;通过对我国华北、西北、西南和华南四种典型气候地区砂岩试块室内环境模拟加速劣化试验的研究,提出冻融和干湿交替对砂岩的劣化起着决定性作用,而盐类迁移和表面结晶过程对砂岩劣化也有明显影响;作者提出及设计的石质文物岩石材料劣化指数及劣化评价软件是帮助我们半定量到定量评价石质文物表层保存现状的一种新方法;在石质文物岩体表层劣化特征、过程和相关评价方法研究中分别提出了砂岩风化指数(SWI)和灰岩劣化评价指数,其中有关深度与时间轴上工程性能、内部组分、内部结构变化规律和相关性的探讨,在国际石质文物保护

领域内可属开创性的研究方法。在前期研究和本书编撰中，我们在石质文物岩石材料劣化有关概念、方法和评价理论方面做了些尝试性的研究工作。但由于作者能力所限，难免有不足和错误之处，还有待今后进一步深入研究，其中不足和错误之处也希望得到前辈和同行们的指正！

李宏松

2012年10月12日于北京

Abstract

Stones are the basic materials for ancient stone buildings, stone structures and stone works of art. Due to ages of natural influence and human damage, stone tend to decay and even deteriorate easily. Every year there is an increasing number of stone inscription works of art facing destruction. The existing assessment method for the stone material deterioration in the stone monuments is too general and confuses with that for stone structural damages, so there is urgent need for an independent assessment system for the stone material deterioration.

With the joint funding from the National Natural Science Fund (No. 40772167) and the 2005 Science & Technology Research Project on Cultural Preservation of the State Administration of Cultural Heritage (No. 20050111), this research, as a basic study of stone cultural heritage preservation, dwells on three important aspects of the topic including the features, mechanism and assessment methods of the stone deterioration in stone monuments.

The book first overviews the main lithology types, features and spatial distribution of stone monuments in China. It then discusses in detail about six aspects related to the stone deterioration study, which are its classification and forms, its investigation system and mechanism, the environmental effect on stone deterioration, its evaluation index and evaluation system, the deterioration features and assessment methods of the rock surface of stone monuments.

In view of the field study outcomes of more than twenty stone monuments in China, this project puts forward a new classification scheme of the stone deterioration that combines international best practices with Chinese research context. The new system has three levels of group, typical form and individual form. It is the first disease classification system for the study of the stone deterioration in stone monuments in the cultural heritage conservation in China. The project has a systematic study on the investigation system of the stone deterioration from the perspectives of both investigation method and field testing technology. At the same time, it provides some technical advice on the field investigation and testing work. Combining the field testing technology with laboratory analysis methods, this book comprehensively discusses the features and mechanism of five typical deterioration forms from surface change of three aspects of stone physical property, stone components and microstructure. It shows that the interaction between water and stones plays a decisive role in the stone deterioration. Through a series of model deterioration accelerating tests on the sandstone samples from

four areas of typical climate in north China, northwest China, southwest China and south China, the study indicates that the alternation of the wetting and drying and freeze – thaw have a key role in the sandstone deterioration, and the salt crystallization on the surface of the stones also affect this process significantly. It also suggests that the evaluation index and the evaluation software developed by the project, it is a brand new method that can semi – quantitatively and quantitatively assess the present condition of the surface of the stone monument; the SWI (Sandstone Weathering Index) and the limestone deterioration evaluation index are also proposed in the study of the deterioration features and assessment methods for the rock surface of stone monuments, among which the research on the regularity and correlation of the changes of the physical property, internal components and structure of stones on the depth and time axis, can be seen as groundbreaking research method in the field of the stone cultural heritage preservation in the world.

目录 | Contents

第一章 绪论	1
1.1 立项背景	1
1.2 研究意义	2
1.2.1 是保护和修复石质文物的关键和首要任务	3
1.2.2 是石质文物保护工程实践科学化进程发展的需求	3
1.2.3 是石质文物保护技术标准建立的前提	3
1.2.4 是石质文物岩石材料劣化预测系统建立的基础性研究课题	3
1.3 国内外研究现状	4
1.3.1 文物保护领域有关石质文物风化或劣化机理及评价研究	4
1.3.2 工程地质领域有关岩石风化及分析评价研究	6
1.3.3 现存问题	7
1.4 主要研究内容	9
1.4.1 岩石材料劣化类型分类、分级及界定	9
1.4.2 岩石材料劣化勘察方法和现场检测技术	9
1.4.3 岩石材料典型劣化类型特征及形成机理分析	9
1.4.4 岩石材料室内环境模拟加速劣化试验及劣化机理分析	9
1.4.5 石质文物岩石材料劣化评价指标及现状评价系统的研发	10
1.4.6 石质文物岩体表层劣化特征及评价方法研究	10
1.5 主要创新点	10
第二章 石质文物岩石类型及主要特征	11
2.1 石质文物岩石类型与地质环境的关系	11
2.2 我国石质文物的主要岩石类型及分布特征	12
2.2.1 沉积岩类	12
2.2.2 岩浆岩类	13
2.2.3 变质岩类	14
2.3 小结	15
第三章 岩石材料劣化概念及劣化类型分类分级研究	19
3.1 石质文物病害概念的提出和岩石材料劣化概念的界定	19

3.2 国外石质文物劣化形态分类研究现状	21
3.2.1 意大利 Normal 委员会:《石材的可视性病害:术语》	21
3.2.2 德国“天然石材与风化”工作组:风化形态分类研究	22
3.2.3 砖石砌体结构损伤诊断系统(MDDS)	23
3.2.4 ICOMOS-ISCs:岩石劣化现象术语表	24
3.3 国外石质文物劣化形态分类研究的现存问题和适用性分析	27
3.3.1 国外石质文物劣化形态分类研究的现存问题	27
3.3.2 国外石质文物劣化形态分类研究成果的适用性分析	27
3.4 石质文物岩石材料劣化类型的分类分级研究	28
3.4.1 组群 Group	32
3.4.2 典型类型 Typical form	32
3.4.3 独立类型 Individual form	33
3.5 小结	33
第四章 石质文物岩石材料劣化勘察方法及现场检测技术	34
4.1 石质文物岩石材料劣化勘察技术方法	34
4.1.1 石质文物岩石材料劣化形态勘测和病害专题图件的编绘	34
4.1.2 现场检测、取样和环境因素调查	39
4.1.3 室内试验分析评价及保护对策研究	42
4.2 石质文物岩石材料劣化性状现场检测技术	43
4.2.1 表面回弹锤击测试技术的应用	43
4.2.2 表面吸水率测试(卡斯腾量瓶法)技术的应用	46
4.2.3 岩石声学测试	49
4.2.4 电阻率微电极测深测试	51
4.3 小结	56
第五章 石质文物岩石材料典型劣化类型及形成机理	57
5.1 剥落(Exfoliation)	57
5.1.1 砂岩的剥落	57
5.1.2 白云石大理岩的剥落	63
5.2 空鼓(Hollowing)	65
5.2.1 空鼓概念的界定及基本形态特征	65
5.2.2 空鼓处岩石表层矿物成分的表现特征	65
5.2.3 空鼓处岩石表层微观结构的表现特征	65
5.2.4 形成机理分析	65
5.3 结垢(Encrustation)	66
5.3.1 结垢的分类及界定	67
5.3.2 两类结垢物的成份分析	67
5.3.3 两类结垢物形成机理分析	68
5.4 结壳(Crust)	69
5.4.1 成份分析	70

5.4.2 形成机理分析	71
5.5 溶蚀 (Solution)	73
5.5.1 溶蚀的分类及界定	73
5.5.2 溶蚀对岩石表面力学性能的影响	73
5.5.3 溶蚀在表层成分变化上的表现特征	74
5.5.4 表层溶蚀在微观结构上的表现特征	74
5.6 小结	75
第六章 岩石材料室内环境模拟加速劣化试验及劣化机理分析	76
6.1 岩石室内环境破坏试验研究现状概述	76
6.2 岩石环境模拟加速劣化试验的界定及目的	76
6.3 试验研究概述	77
6.4 石质文物岩石材料室内环境模拟加速劣化试验与制样的特点	77
6.4.1 石质文物岩石材料室内环境模拟加速劣化试验特点	77
6.4.2 本次试验研究的样品来源和制样特点	78
6.5 试验研究选取的检测指标及原理	79
6.5.1 质量	80
6.5.2 波速	80
6.5.3 可溶性盐	80
6.5.4 表面颜色及形貌变化	80
6.5.5 划痕	82
6.6 模拟单一环境因素加速劣化试验	82
6.6.1 模拟干湿交替环境加速劣化试验	82
6.6.2 冻融试验	88
6.6.3 盐雾试验	91
6.7 模拟综合气候环境岩石材料加速劣化试验	94
6.7.1 模拟南方综合气候环境加速劣化试验	94
6.7.2 模拟北方综合气候环境加速劣化试验	96
6.8 小结	102
第七章 石质文物岩石材料劣化评价指数及劣化评价系统	103
7.1 建立与研发劣化评价系统的目的	103
7.2 劣化评价指数界定及其意义	103
7.3 软件系统功能和特点	104
7.3.1 研发工具	104
7.3.2 系统开发技术、主要功能及工作流程	105
7.3.3 系统特点及适用性	107
7.4 实例分析	108
第八章 石质文物岩体表层劣化特征及过程分析	111
8.1 劣化深度及深度剖面研究	111

8.1.1	石质文物岩体表层劣化深度剖面研究的意义	111
8.1.2	砂岩类石质文物岩体表层劣化特征研究（以重庆大足宝顶山摩崖造像 所在岩体表层为例）	112
8.1.3	碳酸盐岩类石质文物岩体表层劣化特征研究（以河南龙门石窟东山 石窟群所在岩体表层为例）	123
8.1.4	白云石大理岩类石质文物岩体表层劣化特征研究（以北京西黄寺大理 岩石质建筑构件表层为例）	132
8.2	岩体表层劣化过程时间序列探讨	138
8.2.1	岩体表层劣化时间尺度概念及时间序列研究意义和基本原理	138
8.2.2	石质文物岩体表层劣化时间序列探讨（以龙门石窟所在岩体为例）	140
8.3	小结	149
第九章	主要结论及研究展望	150
9.1	主要结论	150
9.2	研究展望	150
参考文献		153
致 谢		161

第一章 绪论

1.1 立项背景

“岩石材料”是一个从工程角度出发,从“岩石”延伸出来的概念。岩石是天然产出的具有一定结构构造的矿物集合体,它构成了地壳及上地幔的固态部分,即岩石圈。在岩石圈内最古老的岩石已有 38 亿年的历史,而与岩石圈漫长的形成历史相比,人类的出现距今只有 200 万年左右。就目前古生物和考古资料表明,人类来到这个星球上几乎所有的时间都在岩石圈表层上生活,因此,从人类产生那一天起人类的生产及生活资料都不得不取自岩石圈,而人类的所有工程活动也大都发生在岩石圈的表层。岩石圈为人类提供了赖以生存的能源,为人类提供了遮风避雨的场地,也为人类提供了最早的生产工具和建筑材料。因此,人类利用和开采岩石的历史过程,几乎和人类发展进程同步。从 200 万年左右人类产生后至全新世早期(距今 1 万年左右),人类一直处在以石材为基本工具的时代,而那时的人类除了捡拾外已经表现出了原始的加工、开采和建造行为。在距今 1 万年左右的新石器时代,在我国山西怀仁鹅毛口石器制作坊遗址上,有遗迹表明当时人类已在河谷谷坡上开采裸露的煌斑岩、凝灰岩来制作石器^[1],广东南海西樵山也有类似的发现^[2],而辽东半岛辽宁庄河杨屯石棚^[3]、海城析木城石棚^[4],更是新石器时代晚期至青铜时代人类利用岩石建造构筑物的例证。因此,我们不能忽视作为建造材料的岩石在人类文明发展史中的作用。本书所提出的“岩石材料”是指作为建造、制造材料的岩石,它或从岩体中经开采、粗加工后形成,或在岩体里直接修整作为进一步制造成品的基础。由于岩石材料的自身优势,尤其是耐候性好,对环境变化不敏感等得天独厚的特点,因此遗留至今的人类文明的早期遗存很多都以石质建筑物、构筑物为主,如古埃及金字塔、古希腊神庙、古印度的寺庙圣窟、古罗马斗兽场,再如我国境内的两汉时期的地面遗存、南北朝时期的石窟寺。同时,在这些古老文明的中心区域,以其他材料建造的地面建筑大都因战火或自然灾害毁于一旦,而唯有以岩石为材料的建筑物、构筑物和艺术品被大量保留下来。由于以岩石材料为依托的石质文物通过其表面造型或结构不仅保留了大量的历史、科学和艺术信息,而且还保留了历史上自然和人为损伤的痕迹,所以它是我们研究岩石风化过程和劣化

特征最好的对象。

“劣化”这是一个从保护角度出发提出,从“风化作用”衍生而来的概念。地质学把由于长期的风吹日晒、雨水冲刷、生物破坏等作用,地壳表面和组成地壳的地壳表面各种岩石等受到破坏或发生变化的过程叫做风化。在《中国大百科全书·地理和地质学卷》中风化被解释为:“地表和近地表的岩石在日光、空气、水和生物等外力作用下所发生的物理或化学变化。被风化了了的岩石圈疏松表层称为风化壳。风化作用使岩石(层)发生崩解和分解,所能达到的深度为风化壳的厚度,可以从几十厘米至几百米。在寒冷地区风化壳的厚度较小,在湿热的热带地区可以达到100—200米,在断裂带发育区风化壳可以达到更大深度。风化作用通常分为物理风化作用和化学风化作用两类。它为地表各种外营力(块体运动、流水、冰川、波浪及风等)的剥蚀和侵蚀作用准备了条件,没有风化作用为先导,剥蚀和侵蚀作用难以进行。风化碎屑物和淋溶物从原地被搬运外输,地面被低夷,残遗的风化物质在各地不同地理条件下发育了不同类型的土壤。”^[5]综上所述,我们习惯把岩石在自然营力作用下,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过程称为风化。但是风化并不意味着岩石材料的功能性能已达不到使用要求,它只表现为在相当长的一段时间里材料性能的衰变,直到这种变化达到了无法完成其功能角色的临界状态,于是材料便进入劣化状态,因此,从延长岩石材料特别是石质文物岩石材料使用寿命的角度出发,作为石质文物保护我们的研究重点应着眼于岩石材料劣化特征分析、评价及机理研究,但是由于目前从事该方面研究的学者多来自于不同的学科背景,加之该方面研究上世纪五六十年代才起步。所以总体表现为一方面对于文物岩石材料劣化评价方法研究的针对性不强,大部分还停留在普通岩石风化评价范畴;另一方面对于石质文物岩石材料劣化评价方法研究的综合性不强,大部分都是从各自专业角度出发在研究,针对石质文物岩石材料劣化综合性评价方法的研究成果较少。

1.2 研究意义

据目前调查,对于既有建筑物的诊治与改造技术在国际上早已引起广泛关注。瑞典自1983年后,建筑业总投资的50%以上用于既有建筑的诊断与维修加固改造产业;美国自二十世纪70年代起建筑业内的新建筑业发展开始走入低谷,美国劳工部曾预言,从2000年起,既有建筑的诊断与加固业将成为国民经济中最具前景的产业之一^[6]。随着中国建筑业进入平稳发展阶段,考虑到资源的可持续利用与发展,对于既有建筑的保护将逐渐步入发展期。对于既有建筑的保护主要有两个研究方向,一是延长结构的寿命,二是提高材料的使用年限。但是目前我国在这方面的研究,尤其是对于材料保护方面的基础研究还远远达不到发展的要求,有的方面甚至是空白。

同时,在大量的既有建筑和构筑物中还保存有一大批属于各个时期的历史遗存,它们所赋存的历史价值、科学价值和艺术价值,是任何现代建筑都无法替代的,它们是人类文