超声技术在建筑用石材质量检测中的应用

侯 建 国
(山西省水利工程质量监督站,山西 太原 030002)

摘 要:介绍了建筑用石材质量检测的相关规范、内容及检测方法,总结了超声技术应用在石材检测中的经验,讨论了石材质量与超声波的波速、振幅的关系。

关键词 石材检测 国家标准 超声技术
中图分类号:P631.4;TU459 文献标识码:A 文章编号:1000 - 8918(2003)03 - 0244 - 03

在城市建筑中,人们为追求建筑物的耐久性,突出美感创意,崇尚自然古朴,提高城市品位,建筑物的内外装饰已较普遍地采用天然石材。在城市广场建设中也广泛地使用了天然石材。但人们对石材的品质和性能了解得还不是很多,加之目前石材的市场尚不规范,提供石材的矿山及加工企业大多规模较小,缺乏专业技术人员,造成劣质石材产品充斥市场。使用了劣质石材产品,不但降低了工程的质量等级,同时也损害了业主和施工方的利益,尤其在公益性建设中,还会严重损害地方政府的声誉,在群众中产生不好的影响。因此,对建筑用石材质量进行检验,是整个工程建设中不可或缺的一个重要环节。

为此,国家于 2001 年底颁布了《天然花岗石建筑板材》GB/T18601 - 2001,《天然板石》GB/T18600 - 2001,《天然饰面石材试验方法》GB/T9966 - 2001[1~3]等一系列有关石材的国家标准。在这些标准中规定了不同等级石材的规格尺寸,允许偏差,外观质量(缺棱、缺角、裂纹、色斑、色线)的具体要求;石材物理性能(体积密度,吸水率、压缩强度,弯曲强度)指标。其中物理性能指标需在试验室测定,试验样品一般由供货方在石材进场前提供。上述标准的颁布实施,为各地质量监督检查部门和建设投资方对控制石材质量提供了很好的依据。

然而,在实际工作中发现,虽然质检部门严格执行了国家标准,但仍有一些不合格石材流入市场,使用到建筑中,成为隐患或造成质量事故。究其原因,这些石材的样品虽已经在试验室检测通过,但在进场石材中混入了不合格品,其中危害最大的是风化石材。石材风化后不仅易污染,更严重的是其在露天环境下会脱落、爆皮、甚至断裂,对工程质量造成较大影响。而鉴别风化石材对非地质专业的质检人员来说存在着较大的难度。

为了在施工过程中控制进场石材的质量,采用非破损、快速准确、高效率的超声技术进行现场检测,定量地判断受检石材的风化系数,并估算石材的抗压强度,确保工程使用质量合格石材,成为石材质量检测工作中的重要一环。

1 超声法检测原理

超声法系指采用带波形显示功能的低频超声波检测仪和频率为 20 ~ 250 kHz 的声波换能器,测量超声脉冲波在岩石中的传播速度、首波振幅和接收信号频谱等声学参数,并根据这些参数及其相对变化,判定岩石的风化及物理性能。

岩石的波速与其它物理量之间,存在着十分重要的相关性:①波速为密度的函数,岩石愈致密,波速愈高。②孔隙率越大,波速越低[1]。③动弹性模量与波速的关系为指数函数。其关系式[2]为:

$$E_d = \rho v_s^2(1+\mu)\times 10^{-3},$$

$$\mu = \frac{(v_p/v_s)^2 - 2}{2[(v_p/v_s)^2 - 1]},$$

式中:E_d 为动弹性模量;ρ 为岩石的密度;μ 泊松比;v_p,v_s 为纵、横波速度。④单轴抗压强度随波速的增加呈指数函数增加。其关系式[2]为

$$R_c = 10.79[v_p^2 + 4(\rho - 1)]^{1.447},$$

式中:R_c 为单轴抗压强度;v_p 为纵波速度。⑤声波在岩石中的传播与岩石的风化程度亦密切相关。新鲜完整的岩石波速较高,风化岩石波速较低,风化越

收稿日期:2003 - 05 - 17
万方数据

严重,波速就越低。这是由于风化作用使岩石中的结构面增加,且原有的矿物分解成次生的亲水矿物,矿物或岩屑颗粒之间的连结状态,也由原来的结晶连结或胶结连结转化为水胶连结或松散,从而使声波传播时间增长,波速降低,而吸收衰减增大,波幅大大缩小,波在风化岩石中的穿透能力也大为减弱[4]。

用波速评价岩石的风化程度的表达式[5]为:

$$K_v = v/v_o,$$

式中:K_v 为波速比;v_o 为新鲜岩石的波速;v 为风化岩石的波速。

2　超声法检测技术

石材现场质量检测工作采用超声测量、岩矿鉴定和试验室试验相结合的方法进行。现场检测前,应首先取得新鲜及风化岩石样本,测得超声波波速,然后在试验室中测试其压缩强度、弯曲强度,建立波速与强度的关系。石材进场后,在现场采用超声法测定石材的风化系数和鉴定矿物成份,判定石材是否为新鲜岩石或已风化岩石。当对矿物成份产生怀疑时,做切片,进行室内岩矿鉴定,确保石材质量。

现场检测时,选择测试的样本应在该批次受检石材中具有代表性,抽检数量和合格判定数应符合

表 1　建筑用石材检测抽样判定　　块

批量范围	样本数	合格判定数	不合格判定数
≤25	5	0	1
26 ~ 50	8	1	2
51 ~ 90	13	2	3
91 ~ 150	20	3	4
151 ~ 280	32	5	6
281 ~ 500	50	7	8
501 ~ 1200	80	10	11
1201 ~ 3200	125	14	15
≥3201	200	21	22

注:当批量远大于 3201 块时,应适当加大抽检量,以保证石材质量。

表 1 中的规定[1]。其规格尺寸应能满足超声法测试的一般要求,要求石材具两个平行面,测试面平整、洁净、干燥,不应有裂缝、饰面层,并避开麻面部位,必要时可用砂轮片清除杂物和磨平不平整处,并擦净残留粉尘。在每个相对测试面上,应各布置 3 个测点,且发射和接收换能器的轴线应在同一轴线上,应保证换能器与石材耦合良好。测得超声波波速后,求出其波速比 K_v,根据表 2 确定其风化程度[5]。

表 2　岩石风化程度分类

风化程度	野外特征	风化程度参数指标	
		K_v	K_f
未风化	岩质新鲜,偶见风化痕迹	0.9 ~ 1.0	0.9 ~ 1.0
微风化	结构基本未变,仅节理面有渲染或略有变色,有少量风化裂隙	0.8 ~ 0.9	0.8 ~ 0.9
中风化	结构部分破坏,沿节理面有次生矿物,风化裂隙发育,岩体被切割成岩块。	0.6 ~ 0.8	0.4 ~ 0.8
强风化	结构大部分破坏,矿物成分显著变化,风化裂隙很发育,岩体破碎	0.4 ~ 0.6	< 0.4
全风化	结构基本破坏,但尚可辨认,有残余结构强度	0.2 ~ 0.4	
残积土	组织结构全部破坏,已风化成土状	< 0.2	

注:(1) K_f 为风化系数,即风化岩石与新鲜岩石饱和单轴抗压强度之比;(2)岩石风化程度,除按表列野外特征和定量指标划分外,也可根据当地经验划分。

3　常见建筑用石材的实测物性特征

经过大量的试验室及野外工作,总结出了华北地区常见建筑用石材新鲜岩石的物性特征见表 3。由表 3 可见,以上大多数石材虽然同为花岗岩类岩石,但因其结构、构造和矿物成份不同,各项物理指标存在着较明显的差异,在检测过程中应引起注意。

表 3　华北地区常见建筑用石材实测物性特征

石材名称	岩石名称	体密度 g/cm³	吸水率 %	压缩强度 MPa	干燥弯曲强度 MPa	水饱和弯曲强度 MPa	波速 m/s
丰镇黑	辉绿岩	2.89 ~ 3.15	0.05 ~ 0.20	190 ~ 285	23 ~ 29	24 ~ 31	≥5000
显黑	石英辉长岩	2.86 ~ 3.12	0.08 ~ 0.15	130 ~ 220	16 ~ 24	16 ~ 26	≥5000
森林绿	辉绿岩	2.88 ~ 3.02	0.18 ~ 0.26	165 ~ 255	21 ~ 27	20 ~ 25	≥5000
地板黄	斜长花岗岩	2.60 ~ 2.75	0.65 ~ 0.85	125 ~ 145	10 ~ 20	11 ~ 17	≥4500
中国红	钾长花岗岩	2.58 ~ 2.65	0.50 ~ 0.60	145 ~ 220	9 ~ 16	9 ~ 15	≥4500
锈石	花岗岩	2.58 ~ 2.75	0.44 ~ 0.51	145 ~ 165	10 ~ 16	11 ~ 16	≥4200
黑白点	花岗闪长岩	2.65 ~ 2.75	0.35 ~ 0.42	134 ~ 160	12 ~ 16	12 ~ 15	≥4200
红白点	花岗岩	2.59 ~ 2.68	0.48 ~ 0.58	120 ~ 150	9 ~ 12	9 ~ 12	≥3500

4　检测实例

图 1 为某城市广场建设中采用超声法现场检测石材的波形图。其中图 1a 为检测未风化地板黄石材的波形频谱图,测距为 350 mm;图 1b 为检测中风化地板黄石材的波形频谱图,测距为 150 mm。由图可见,未风化石材的波形完整,连续性好,波速高,v_p = 5 503 m/s,振幅 A = 104.39 dB,频谱峰值单一;风化石材的波形畸变,连续性差,波速低,v_p = 3 640 m/s,振幅 A = 72.16 dB,频谱为多峰值。可见,用波速和振幅 2 个参数并配合岩矿鉴定可准确地划分出风化与未风化石材。

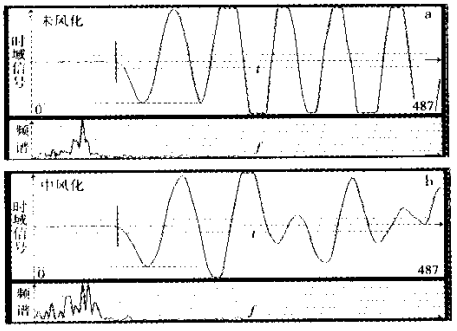

图 1 超声法检测地板黄石材波形示意

5 结语

超声技术具有无损、简便、快速、准确等优点，该方法在石材检测中的应用，弥补了石材质量标准控制中的不足，可作为现场石材质量控制中一项重要的检测方法，为保证工程质量提供了技术保障。

由于石材品种、产地的不同，矿物成分、结构、构造的变化，不同矿山、同一品种的石材，其物理性能亦存在着差异。因此，在石材检测中，应采用超声测量、岩矿鉴定和试验室试验相结合的方法进行，以避免劣质石材使用到工程中，确保工程质量。

参考文献：

[1] GB/T18601 – 2001. 天然花岗石建筑板材[S].
[2] GB/T18600 – 2001. 天然板石[S].
[3] GB/T9966 – 2001. 天然饰面石材试验方法[S].
[4] 陈成宗. 工程岩体声波探测技术[M]. 北京：中国铁道出版社，1990.
[5] GB50021 – 2001. 岩土工程勘察规范[S].

THE APPLICATION OF ULTRASONIC TECHNOLOGY TO TESTING QUALITY OF BUILDING STONE

HOU Jian-guo
(*Shanxi Quality Supervise Center Of Water Conservancy Project*, *Taiyuan* 030002, *China*)

Abstract: This paper describes technological specifications and testing method for the quality of the building stone . The author has summed up the experience of ultrasonic technology for stone quality testing, and discussed the relations of the stone quality to the ultrasonic wave velocity and amplitude.

Key words: stone testing; specification; ultrasonic technology

作者简介：侯建国(1961 –)，男，高级工程师。1983 年毕业于华北水利水电学院，2002 年获太原理工大学工程硕士学位，1983 ~ 1990 年就教于太原理工大学，1991 年至今就职于山西省水利厅，主要从事水利工程建设的质量管理、监督，工程质量检测、监测新方法的科研工作。

致 投 稿 人

随着我国正式加入 WTO，知识产权保护已是国家政府部门、企事业单位以及每个国民在经济活动中必须重视的问题。

近期，本刊从已刊发的文章中发现了一稿两投，大段抄袭及引用他人著作、文章未在参考文献中注明出处的现象。这些行为侵犯了原作者及广大读者的权益。为引起关心本刊的各位投稿人的重视，本刊编辑部呼吁：凡向本刊投稿的撰稿人应遵守社会主义道德规范及国家有关知识产权保护的政策、法规，端正学风，文责自负，尊重原作者的劳动成果。

对上述侵权行为，一经发现，本刊编辑部将采取必要的法律手段及行政措施，维护本刊声誉，保护原作者及广大读者的权益。

良好的学术风气需大家维护，希望各位投稿人能充分重视。

本刊编辑部

万方数据