当前面的模型及得出的结论可用时，我们将在针对理想大理石楼梯模型得出的测量数据和结论的基础上，对下面的问题进行分析

1. 磨损模式是否与现有信息保持一致；  
   作为模型拟合的评分，当置信度大于95%时即<1.9时可以认为模型拟合与实际信息一致性良好，且当 均<0.95时，可认为一致性优秀
2. 楼梯年代的估算及其可靠性；

（fig x得到的）39-48区间的磨损度数据在模型中仅由环境等因素造成看的微风化，对于具体环境下的楼梯，可以认为每一年造成的磨损量服从高斯分布则对于年代的估算值也服从高斯分布，求考古学家给出时间段在估算值高斯分布中占的概率，越大越可靠。

C. 楼梯的维修或翻新历史；

（李锦） What repairs or renovations have been conducted?

大理石等石质建材的修复方式以裂隙中高分子物质补强为主，

（@article{YTLX200401034,

author = {Ding Wuxiu, Chen Jianping, Feng Xianting, Zhou Hui, Wang Shimin},

title = {Research on the Weathering Characteristics of Surrounding Rock of Longmen Grottoes in Luoyang},

journal = {Rock and Soil Mechanics} number = {01},

pages = {145-148},

year = {2004},

issn = {1000-7598},

doi = {10.16285/j.rsm.2004.01.032} }）

除此之外还有粘钢加固——适用于所处工作环境正常适宜且承受静荷载的受弯或受拉构件的加固，例如楼梯平台梁、平台板、梯段板等。木材钢板包裹原楼梯的闭合式保护等。

对于外观可见的repairs or renovations 可以直接进行判断，而对于外观不可见的高分子物质补强法，我们首先找到凹陷深度异常点，及将测量原始数据与问题二中优化的数据做差，差值为较大正值的点就是repairs or renovations造成的凹陷深度异常点，找到它们的取样处，在该踏面上重新大量取样，重复上述异常点分析过程，如果这些新的差值数据表现出良好的圆斑状或条带状聚类性（例图）则初步判断填补法被使用了

为进一步支撑结论，考虑到这种修补材料应具有良好的附着力，无粉末颗粒，防水，并可研磨抛光，我们认为他的air-permeability 与主体石材有较大差异，在The measurements must be made in a way that is non-destructive 等条件下，我们采用Torrent Permeability Test Method （ @article{sena2015non,

title={Non-destructive and on site method to assess the air-permeability in dimension stones and its relationship with other transport-related properties},

author={Sena da Fonseca, B and Castela, AS and Duarte, RG and Neves, R and Montemor, MF},

journal={Materials and Structures},

volume={48},

pages={3795--3809},

year={2015},

publisher={Springer}

} ）

来测定建筑石材透气系数，从而进一步判断是否采用了高分子物质补强法翻新，以及确定翻新的部位。对这些取样处所属的楼梯踏面进行了吸水测试。将浸满水已变为粉红色的的氯化钴试纸贴附分别楼梯踏面的异常点聚类处和正常处，并用形状大小合适的罩子抑制蒸发，用摄像机进行监控记录。这种设置使得石材不同部位吸水能力反应在氯化钴试纸的变色速度上如果异常处的试纸优先变蓝，则支撑了高分子物质补强法have been conducted的结论（可能有类似蘑菇的渗水图）

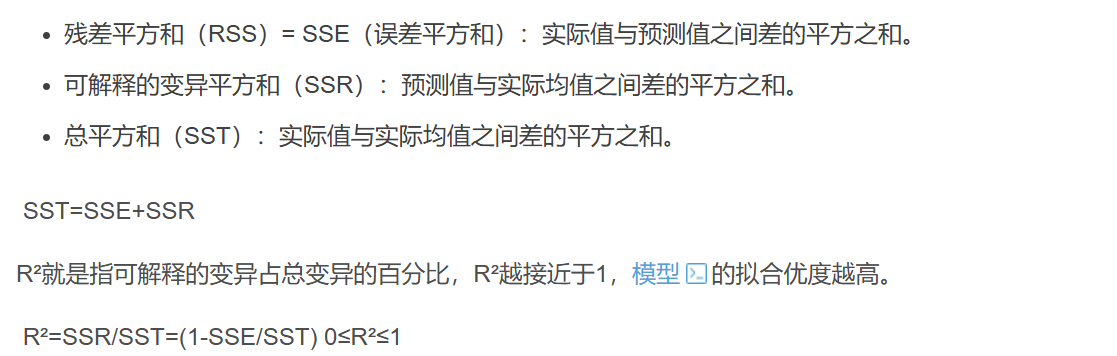
D. 楼梯建造材料来源的确定性；

Can the source of the material be determined? For example, if stone is used is the

wear consistent with materials from a quarry the archaeologist believes is the original

source or if wood was used is the wear consistent with the age and type of trees that

are assumed to be used?

要确定whether stone is used is the wear consistent with materials from a quarry the archaeologist believes is the original source or if wood was used is the wear consistent with the age and type of trees. 获取考古学家认为是来源的样本，进行破坏性的力学实验，得到准确的材料参数，替换查表得到参数，重新带入第二问的模型得到最优的拟合结果，将其与查表得到参数对应的拟合结果对比，用**拟合优度（R²）**（公式）

作为评价指标， **R²越接近1则考古学家的材料样本得出的结果和原有结果的一致性越好（这里好难表述啊QAQ，拼尽全力无法说清）**

E. 楼梯在典型一天中使用人数的数量，以及是短时间内大量人群使用楼梯，还是长时间内少量人群使用楼梯。

（）

疲劳强度受到loading frequency的影响，loading frequency即对材料施加力的频率越大，材料产生裂纹甚至断裂的可能性就越高【文件夹内论文引用2-第1和2】。

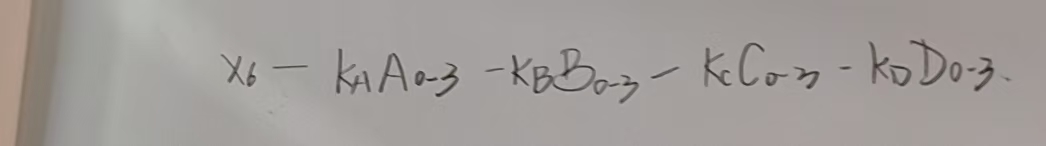
loading frequency还会影响delamination fatigue crack growth【文件夹内论文引用2-第四】，由实验数据得到，频率较高时，材料的应力场变化较快，内部的微小裂纹容易迅速扩展，。频率较低时，裂纹扩展的速度较慢。研究人员还针对钢和合金，具体测定了其室温条件下材料裂纹扩展和loading frequency的关系【文件夹内论文引用2-第3 和4】

可以总结并得出结论，加载频率会通过影响内部细小裂纹的扩展进而影响断裂的概率。因此，在短时间内大量人群使用楼梯时，loading frequency 较大，容易在内部产生细小裂纹并扩展至外部。

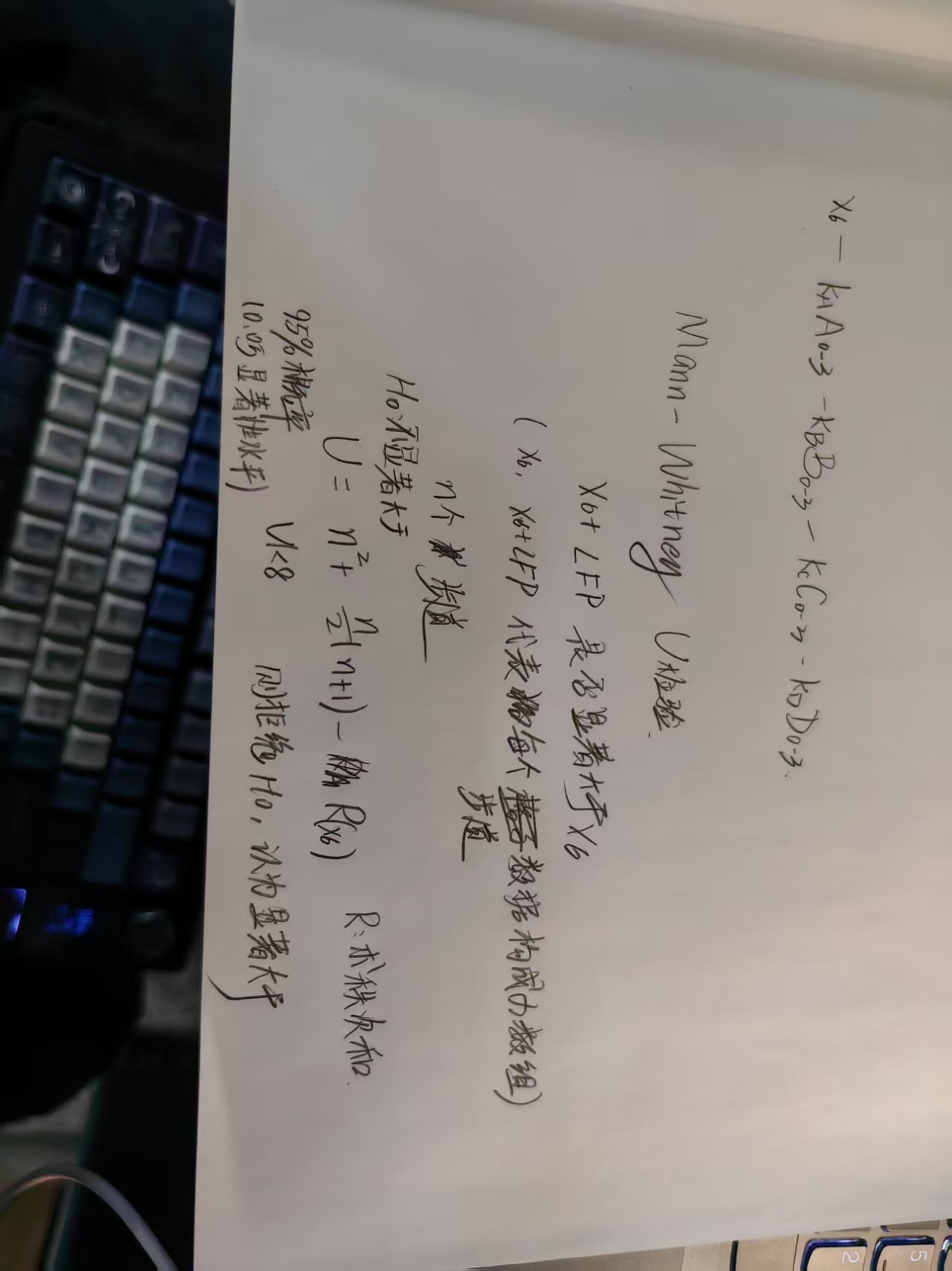
同时，楼梯在外边沿处因为几何形状的突然变化，应力集中，容易产生疲劳并促进此处的裂纹扩展直至断裂。结合建筑的实际情况也可以发现，裂纹总是出现在楼梯的外沿处（这里需要插几张古建筑楼梯的实际图片吗）

依据以上所有理论，楼梯边沿有碎裂时较大概率有很多人在短时间内使用楼梯。

使用楼梯0-3格子处的凹陷深度x6通过如下公式判断：LFP=（下图公式



判断x6和lfp是否有显著差异：



使用这个的原因：不需要判断x6和x6+lfp是否满足同一分布，且正常磨损多时该步道断裂的可能性大，两组数据形状相同，满足mann-Whitney的判断条件。

当x6与LFP有显著差异时则楼梯外沿处有非磨损和弯曲导致的材料损失，即短时间内有大量人使用楼梯；反之，没有显著差异时认为人们的使用方式（原文表述）是长时间少数人使用。