

南京城墙表面病害调查与处理

段本欢

南京城墙保护管理中心

[摘要]南京城墙经历了六百五十多年的岁月沧桑，城墙表面留下风化、裂缝、鼓胀、局部脱落等病害。为了摸清病害底数，笔者对南京城墙进行了调查，摸清病害底数后，用科学的分析方法对病害进行评估，继而有针对性的采取处理方式，确保南京城墙保颜值、守真容。

[关键词]病害；调查；处理

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2020.02.2289

一、南京城墙简单介绍

南京城墙基本情况：南京明城墙从内到外分别由宫城、皇城、京城、外郭四重城墙构成。经历了六百五十多年的沧桑，宫城、皇城、外郭三圈城墙已毁坏殆尽，惟有高大的京城墙，除城门等木构建筑不复存在，城墙本体基本保存到现在。现在所称的“南京城墙”或“南京明城墙”即保存下来的京城墙现存总长为25.091公里。

二、城墙表面基本形制

南京城墙整体表面由城砖、条石或条石在下城砖在上砌筑。由城砖砌筑的表面，纵向从底部到顶部全部用城砖砌筑，横向与城墙本体内部相连接；由条石砌筑的表面，墙体内外壁由底部到顶部全部用大块条石砌筑，并与墙体本体内部相连接；由条石在下城砖在上砌筑的墙体，内部结构与以上两种类型相似。

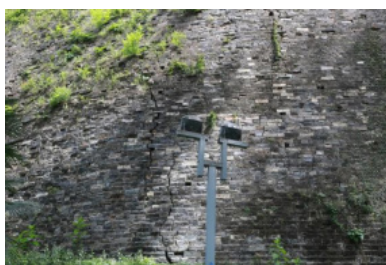
在城墙顶部，外侧面砌筑有雉堞墙，内侧面砌筑有宇墙，雉堞墙与宇墙均由城砖砌筑而成。

除此之外，城墙顶面多以城砖砌筑，少数顶面段由块石砌筑，顶面排水纳入城墙本体排水系统。

三、城墙表面病害调查

（一）墙体表面裂缝

目前，多数裂缝属于受力裂缝，即由于墙体截面的削弱（内部有防空洞）、或材料强度的降低、或兼作重力式挡土墙能力不足。（图3.1）



（图3.1）兼作重力式挡土墙裂缝

（二）墙面鼓胀

墙面鼓胀主要是指城墙外表面有明显的向外凸出的变形。尤其是兼作重力式挡土墙的墙体由于内部渗水膨胀或抗倾覆承载力不足等而引起整个墙体的鼓胀变形。

（三）墙面脱落

墙面剥落主要是指城墙的表层1~2皮（绝大多数情况是1皮）城砖发生大面积脱落。其形成的主要原因在于墙面的植物根系延伸和生长所产生的膨胀力所致。

（四）表面小坑洞

由于城砖或条石的破损或缺失，在城墙表面上形成了一

些不同大小的坑洞。城砖或条石发生破损或缺失的主要原因为材料的严重风化、块体受力开裂破坏以及人为外界因素所致。

（五）区域性表面风化

墙面块体风化主要是指城砖或条石发生风化，由此带来不同程度的损伤，其中城砖的风化程度相对而言比条石严重。风化是指在干湿变化、温度变化、冻融变化等物理因素作用下，材料不能长期保持其原有性质而被破坏。

（六）植被侵蚀

南京属亚热带季风气候，雨量充沛，根据多年的资料统计，累计平均年降水量1005.9mm，年最大降水量1621.3mm。充足的水分、适宜的温度、充足的阳光为杂草杂树生长提供了天然条件。年复一年，南京城墙上的杂草是一岁一枯荣；长年累月，城墙上的杂树是由小苗长成大树。

（七）顶面城砖松动或缺失

25.091公里的南京城墙，除了几处特殊地段外，其余均为对外开放地段，在雨雪冰冻和行人的作用下，部分顶面城砖及城砖之间的粘合剂发生变质，从而导致城砖破碎或城砖松动。

四、病害成因分析与危害评估

（一）墙体表面裂缝

墙体表面发生裂缝的原因有很多，但根本原因还是因为墙体表面所受外界拉力超出墙体表面承受的极限，从而导致墙体表面城砖呈线状断裂。一是墙体表面横向拉力所致，由于温度的变化导致墙体表面整体变形不均匀，脆弱处便出现断裂。二是墙体表面纵向错力所致，由于墙体基础硬度不同，导致地基不均匀沉降，从而引起裂缝。以上两种裂缝一旦形成，排除裂缝其他相关因素，裂缝一旦形成，纵向长度和横向宽度改变不大，对墙体整体性结构安全性不会构成威胁。当裂缝宽度继续发展时，应加强观测，根据后期裂缝的发展情况来判断其危险性，不过因裂缝而导致墙体表面进水，会进一步影响到墙体内部原有结构的稳定性，需要做动态关注和综合分析。

（二）墙面鼓胀

墙面鼓胀是墙体内部原有结构的稳定性发生改变的一种外在视觉表现形式，对于独立墙，是因为墙体内拱效应作用的结果；对于包山墙，是墙体内侧山体对侧面产生推力或墙体内拱作用的结果。当鼓胀较小时，局部鼓胀对城墙本体的安全不构成影响，但要消除产生内拱效应等外在因素，如植被根系侵入、大量水分蓄积等。当墙面鼓胀较大时，且鼓胀区表面将要形成垂直面甚至超出垂直面时，则存在较大的潜在安全隐患，需做好防护措施和干预性措施，如张贴警示

牌、拉警戒绳等措施。

（三）墙面脱落

墙体表面局部发生脱落的直接原因为墙体表面城砖受力不平衡且超出城砖自身稳定性。局部鼓胀、粘合剂缺失、植被根系侵入、外界作用力干预等诸多因素都可能导致墙体表面脱落，局部发生脱落后，会使原有墙体表面结构的密封性和稳定性发生改变，墙面发生剥落之后，消除了原有的破损、松动的块体脱落等安全隐患，但墙体表面脱落进而成为墙体表面加剧脱落的诱因，墙体表面发生剥落也可能是墙体发生坍塌的前兆。

（四）表面小坑洞

表面小坑洞的成因为局部城砖的缺失，根据现场调查，城砖缺失的因素有以下几点：一是局部城砖风化严重，形成较深的小坑洞；二是少数城砖的整块松动乃至脱落。表面小坑洞几何尺寸的大小决定着其危险性的大小，当坑洞上方未有块体出现悬空状时，其危险性相对较小。如坑洞上方有整块城砖出现悬空时，其危险性较大，应及时采取措施进行维修。

（五）区域性表面风化

笔者在病害调查中发现，城墙表面风化存在区域性分部现象，在前湖边城墙、小桃园公园边城墙、玄武湖边城墙，就存在区域性风化现象，在物理风化、化学反应与生物侵蚀三者之中，物体风化作用为城墙风化的主要因素，城墙表面经过六百五十多年的物体风化作用，出现墙面块体风化，进而使墙体表面原有面貌和结构有所改变，风化程度小的，因其影响较小在短期内尚不构成危险。当块体风化造成的截面削弱形成一道水平连续坑洞时，会使得上部块体的受力更加不均匀，从而导致上部块体发生剪切破坏。对于有些质量较差的城砖，当表层一旦发生风化后，其内部整体性很快完全丧失并严重脱落形成坑洞。当风化现象比较集中时，对墙面的整体外观质量影响较大，应及时采取措施进行维修。

（六）植被侵蚀

植被主要是通过根系对墙体表面发生作用，生长于城砖缝隙的杂草，一方面松动城砖之间的粘合剂，另一方面储存水分，储存的水分进一步对城砖发生冻融作用，同时水分作为溶剂携带的化学物质对砖体产生化学作用；生长的杂树通过根系深深的侵入墙体，随着杂树的生长，根系日益发达，加重破坏城墙表面和墙体内部结构的稳定，一旦墙体内部有发达的根系就很难清除，当把露出墙体表面的杂树躯干清除后，长在墙体内部的根系如果没死则有可能会长出新的树苗，如果死了则会形成空洞，形成坑洞性病害，因此，除树要尽早。

（七）顶面城砖松动或缺失

南京城墙对外开放，每天都要迎接众多的游客，在游客脚踩等因素的作用下，顶面城砖产生松动或缺失，松动或缺失的城砖对顶面防水层的结构和过往游客都存在持续性的安全隐患。防水层一旦受到影响，就会影响到城墙本体；游客安全关乎到游客本身以及城墙的社会影响。

五、病害处理

对城墙本体所有病害要进行登记管理，用科学的方法对病害进行评估，对无明显安全隐患，但影响美观或使用功能的病害，应纳入长期修缮规划；对短期内无安全隐患，长远

可能影响城墙的完整性，对城墙的永久性保护产生不利影响的病害，根据长期修缮计划，或结合周边环境治理等实际情况采取措施；对有潜在的人身财产安全隐患，主要影响城墙整体或局部的完整性，对城墙的永久性保护有不利影响的病害，应加强监测，根据监测结果采取必要措施或直接采取措施；对有明显或急迫的安全隐患，容易产生人身财产安全危险的病害，须立即或及时采取措施。同时，把病害纳入南京城墙监测预警平台系统，借助现代科学技术手段，及时发现病害改变，精准掌握病害变化情况，有效采取应对措施。

（一）墙体表面裂缝

1. 对裂缝区域的稳定性和安全性进行评估，在墙体裂缝区域设置裂缝观测点，对裂缝的发展进行监测，基于监测结果和区域墙体结构类型，对其稳定性和局部安全性进行评估；
2. 设置必要的安全警示标志，同时，继续保持人工巡查；
3. 检查目前监测仪器，确定其正常工作，继续加强监测；
4. 根据评估结果，制定相应的维修计划，维修前继续保持人工巡查。

（二）墙面膨胀

1. 对局部膨胀区域的稳定性和安全性进行评估：在墙体膨胀区域设置变形观测点（间距取 $1\text{m}\times 1\text{m}$ 左右），对膨胀区的变形进行监测，基于监测结果和区域墙体结构类型，对其稳定性和局部安全性进行评估；
2. 根据评估结果，制定相应的维修计划；
3. 设置必要的安全警示标志，继续保持人工巡查。

（三）墙面脱落、表面小坑洞

对坑洞的城砖进行挖补，并设置玻璃纤维拉结筋，对接近整块脱落的城砖进行挖补。

（四）区域性表面风化

1. 设置必要的安全警示标志，同时，继续保持人工巡查。
2. 检查目前监测仪器，确定其正常工作，继续加强监测；
3. 基于监测结果和区域墙体结构类型，对其稳定性和局部安全性进行评估；
4. 根据评估结果，制定相应的维修计划；

城砖表面风化严重部位，采取上述城墙修补的方式进行维修。

（五）植被侵蚀

清理树根，对该部分进行重新砌筑，并设置玻璃纤维拉结筋。

（六）顶面城砖松动或缺失

清理松动的抹灰层，用M10环氧砂浆进行重新粉刷。对剥落区域与松动城砖（先清理掉）进行补砌，并设置玻璃纤维拉结筋，详见后面施工图。清理树根，对该部分进行重新砌筑，并设置玻璃纤维拉结筋。

参考文献

- [1]张琪.南京城墙本体典型病害与分析[J].遗产与保护研究,2018,3(12):5.
- [2]黄四平,王肃.西安明城墙遗址主要病害勘察及成因分析[J].咸阳师范学院学报,2011,26(6):4.