

● 地基基础

# 法国巴黎“大宫”地基沉降的控制

□ (法国科技新闻处供本刊专稿 中国北京 100016)

**【摘要】**名闻遐迩的法国巴黎“大宫”，历经沧桑，其木桩基遭受不同程度损害，导致建筑物出现沉降。维护人员采取部分托换地基、部分内衬护壁的方式遏制了整个建筑物的下沉，同时，在整修工作中采用支架等工艺，以保护结构不再受到损害。

**【关键词】**巴黎“大宫” 古建筑修缮 地基沉降 基础托换 内衬护壁

**【中图分类号】**TU753;767 / **【文献标识码】** A **【文章编号】**1004-1001(2003)03-0168-169

## Foundation Settlement Potential Controlled for “Grand Palais” Project in Paris France

巴黎的大宫(Grand Palais)从1897年开始建造，是由建筑师德格拉纳(Deglane)、鲁维(Louvet)、托马(Thomas)和吉洛(Girault)为1900年的万国博览会建造的美术展览馆。整个建筑计划也包括亚历山大三世桥和小宫(Petit Palais)。从1898年开始，人们便决定在万国博览会之后将“大宫”和“小宫”做为永久性的建筑保存下去，大宫将成为各种展览和赛马的场所。经过1910年的洪水之后，大宫的建筑开始出现结构变化的迹象。大宫建在塞纳河边，其基础是由3300根木桩(南部)组成的，当时在含水量很大的地方建房子时，在地基上打木桩子是一种很常用的办法。只有当木桩完全淹没在水里时，这种技术措施才是有效的。但是，由于河道的整治，水位下降，木桩遭到了损坏，导致建筑物发生程度不同的沉降(从10~12cm不等)。1993年6月，构架上的一个铆钉脱落，使人们对地基沉降现象产生了警觉，关闭了大宫，对整个建筑进行整修。这是一个非常复杂的任务，要求整修的人员有特别的技能。

巴黎的大宫是具有双层外壳的建筑。砖石结构是用石块砌成的，在整修工程的后期阶段加固。砖石结构里面包着重达7500t的十字形的金属结构件，支撑着建筑中央大厅的玻璃天棚。大厅里有个非常大的楼梯，也是钢制的，为了重新整修天井屋架的基础，不得不拆掉这个钢制楼梯的一部分。第一期工程主要是加固所有的金属结构，首先是地下基础，整修损坏了的屋架，严格按照原样重做玻璃天棚。整修工程涉及到3500m<sup>2</sup>的锌板屋面，1300延长m的铝制檐沟。2300延长m的模压装饰锌板，另外还有14000m<sup>2</sup>的玻璃天棚。所有的建筑装饰也都要经过整修。二十世纪初(1910年)，有关负责人曾因地基沉降的不均匀而对建筑物的坚固性提出警告，人们也发现并测量出了结构发生的紊乱。从1930年开始，结构上不正常的现象全部都记载了下来。1993年发现一支铆钉脱落之后，开始对大宫进行重新整修加固。所有的整

收稿日期:2003-04-29

修工程计划于2005年结束。全部结构、外墙和屋面的翻修工程预计总费用为1.25亿欧元。

### 1 巩固基础

以索尔唐施·巴谢公司(Soletanche Bachy)为首的一组企业取得了第一期工程的合同(基础,主体工程)。由于工程十分复杂,负责技术设计的Setec设计所这个阶段在很多方面参与了工程的具体实施。一期工程总造价2120万欧元。SPIE-CGPM公司接受委托,负责工地设备,准备工程和主体工程。水泥浇筑则由Spie fondations公司,SMET公司和索尔唐施·巴谢公司共同承担。

由于地基质地的不均匀性,设计者不得不在南部的塞纳河一侧只使用桩基,以克服沉积层的不稳定性。支撑玻璃天棚的金属柱座落在金属的基座上,金属的基座又座落在大块的基石和混凝土的基础上,南部则由木桩支撑。金属柱支撑着圆屋顶,圆屋顶直径50m,是世界上现存最大的圆屋顶之一。因此,整修中根据地基的性质,将采用两种技术。

#### 1.1 南部浇筑内壁

为加固橡木桩子而采取的措施是浇筑梯形墙的内壁,以空出里面的空间,供将来决定建造地下室时使用。浇筑的内壁绕过金属柱廊,支撑所有的负荷。有必要在基石上设置一些防翘起的装置,这些装置将与浇筑内壁的混凝土固定在一起,以避免结构的摇摆。结构所产生的力非常之巨大,每根柱子翘起的推力为60t,外部的压力为3500kN。建造内壁时,先埋设护桩,以在泥中掘井(膨润土),护桩维持着掘井的空间,以设置钢筋。混凝土则从掘井的下部注入,逐渐从下部将泥顶出(地表500m<sup>3</sup>的储备)。掘井深15~19m,落在大块的石灰石上,其厚度为80cm。内壁上还需要浇筑支撑梁,以与基础联接在一起。在基础施工阶段,结构的运动将通过一个带动力的专用自动经纬仪来监控。经纬仪为索尔唐施·巴谢公司的子公司索尔数据公司(SolData)生产的“独眼巨

人”(Cyclops)。

### 1.2 北部浇筑混凝土

北部的地基承载力比较大,而且比较均匀,不采用木桩,而是采用浇筑混凝土的技术(jetgrouting),也就是在现场浇筑混凝土地基桩,总计将浇筑 2100 根直径为 1~1.4m 的柱子,以代替北部大厅、昂坦殿(Palais d'Antin)和南部侧廊的基础。施工时,先钻一个 12cm 的孔,然后再以 380MPa 的压力注入水泥浆,自下而上扩大钻孔的直径,与地基混合在一起,形成基础混凝土,钻探时斜着掘进,以从现有的结构下面经过。这项工程需要三台机器,12 个月的施工时间。

## 2 金属结构的整修

金属结构的整修交给了艾菲尔公司(Eiffel)。艾菲尔公司继承了建造大宫原始结构的一些企业做法。整个结构是用铆钉连接的,整修工程将包括更换一样的铆钉(将在现场加热并锻造 2 万颗铆钉),更换所有损坏了的金属结构件,加强结构,并在金属件上涂三层保护油漆,保证与原来的颜色一致。圆屋顶最高处为 42m,所以这项任务并不容易。地基下沉导致某些结构件发生了扭绞,其中包括南侧的斜沟和支撑两个环状结构的径向横梁。因此必须设置一个以微型柱桩为基础的支撑,上面安放千斤顶,把整个金属屋架支起 9cm,以更换损坏了的金属结构件。在不同的连接处将设一些绞接点,以在结构发生运动时能够给予补偿(这一设备为 Setec 公司研制)。艾菲尔公司使用奥地利研制的新机器,并专为这项工程采用了一种新的钛金属喷丸表面处理技术。整个金属结构的清洁将需要 1000t 金属丸粒( SPR 公司负责油漆工程)。



图 1 托换基础时的遮盖设置是一项十分复杂的技术

## 3 玻璃天棚的整修

玻璃天棚的整修交给了 Dutemple 公司。该公司是制作玻璃天棚和玻璃幕墙等技术性非常强的专业公司。整修大宫的合同包括 12800m<sup>2</sup> 的玻璃天棚。目前,玻璃天棚是用加强玻璃做成的,因为两根椽子之间每块玻璃的体积比为 4.5,这是为了经济而采取的一种措施,所选择的面积是坠落

体积的极限。将来要在同样的空间内恢复成最初的体积比为 6 的模式(2270×2240×463cm,也就是面积为 13000m<sup>2</sup>),这就意味着要全部整修玻璃天棚。按照目前的计划,在整修时要使用 44/2 的层叠透光玻璃代替原来的玻璃(对撞击的耐受力为 1200 焦耳)。整个玻璃天棚都要拆下来,以便对屋架进行整修、喷砂处理金属结构和涂油漆。天棚玻璃将安装在该公司专为此项工程制造的原色铝合金型材上。如果不考虑技术上的变化,这项工程总额达 360 万欧元。

大宫的整修工程从很多方面来看,都是堪称典范的工程项目。首先是施工位置在巴黎市中心,施工条件十分复杂(大宫里的博物馆继续开放,展厅里的噪声不得超过 50 分贝,需要用专用的容器收集污泥,施工占用公共用地也有限制)。另外,各有关公司还开发了一些革新的施工工艺,以满足特别的要求,比如钛金属抛丸清洁技术,构架支撑,在距地面 42m 的高处用千斤顶支撑结构,由于地形的限制而不得不浇筑形式复杂的内壁等等。所以,有关企业和人员的高素质对整修工程的成功来说都是关键因素。

(文译 邹晓文)

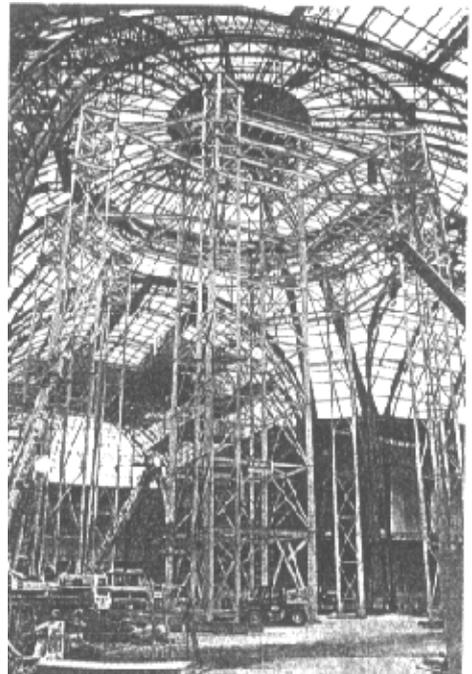


图 2 为了撑起屋架结构而设计了特别的支架,以设置千斤顶

欲知详情,请与下列地址联系:

法国科技新闻处 邹晓文女士

北京市朝阳区亮马桥路 50 号 燕莎中心办公楼 S123

电话:010-8448 4954 传真:010-8451 2068 邮编:100016

电子邮箱:szou. fip@ ubifrance. com