

三代核电项目辅助厂房墙体主蒸汽管道贯穿件精准就位分析

李志东¹, 赵新威²

1. 上海核工程研究设计院; 2. 上海核工程研究设计院

摘要: 为了提高三代核电项目辅助厂房主蒸汽管道贯穿件的安装精度, 减少吊装就位过程中的整体变形, 本文通过在贯穿件内部设置内部支撑防止变形, 在就位区域墙体两侧设置就位支撑。精确调整就位支撑立柱的标高及其顶板水平度, 二次测量放线贯穿件定位线, 将定位线返至支撑顶板、墙体、楼板上, 最后采用400t履带吊整体吊装主蒸汽贯穿件至就位支撑上部, 保证主蒸汽管道贯穿件精准就位。吊装就位前通过有限元软件建模分析, 确保受力满足设计要求。主蒸汽管道安装精度高, 主蒸汽管道贯穿件精准就位为后续施工主蒸汽管道创造了最基本条件, 为后续电厂调试、发电奠定基础, 还为后续核电项目大型贯穿件精准就位提供参考。

关键词: 主蒸汽管道贯穿件; 安装精度; 有限元; 精准就位

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2021.21.101

一、简介

(一) 主蒸汽管道贯穿件

三代核电项目每个机组辅助厂房墙体共设计2个主蒸汽管道贯穿件(编号分别为12404-ML-P01和12406-ML-P01), 贯穿件周边待混凝土浇筑完成后将从中安装主蒸汽管道。主蒸汽管道贯穿件外径为2032mm, 长度为1200mm, 就位后钢筋绑扎完成混凝土浇筑前, 其整体布置图如下所示:

主蒸汽管道贯穿件截面详图见下图所示。

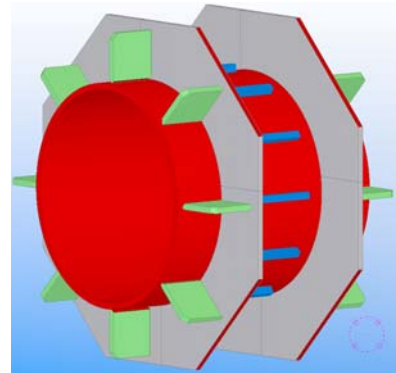
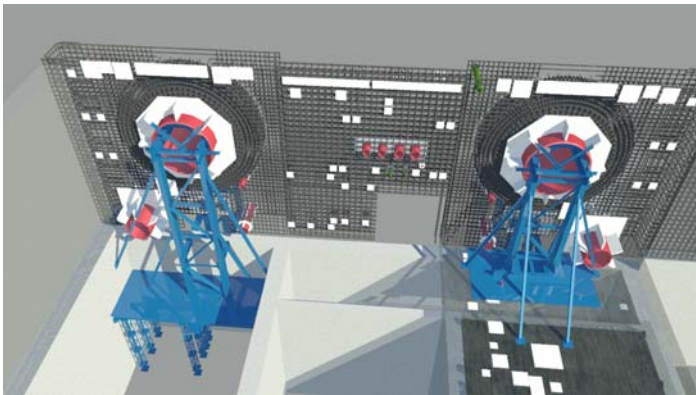


图1 主蒸汽管道贯穿件安装布置及截面详图

二、施工控制

(一) 安装精度要求

依据设计图纸及工艺要求, 在安装辅助厂房墙贯穿件时中心线位置偏差不大于10mm, 且为满足后续管道水自流需求, 贯穿件安装时不能形成倒坡。鉴于主给水贯穿件尺寸较大, 外径达到了2032mm, 且精度要求较高, 控制难度较大, 必须采取合理措施进行精度控制。

(二) 吊装横梁及内部支撑制作

吊装横梁及内部支撑为贯穿件及其钢筋整体吊装、防变形工装, 吊装横梁截面型号为HN350×175×7×11, 每个贯穿件共两根, 每根横梁在其上部焊接 $\sigma=30\text{mm}$ 厚两个吊耳, 吊装横梁与吊耳角焊缝连接, 焊角尺寸为14mm, 焊后进行100%目视和渗透检查。

贯穿件内部支撑结构形式如下图:

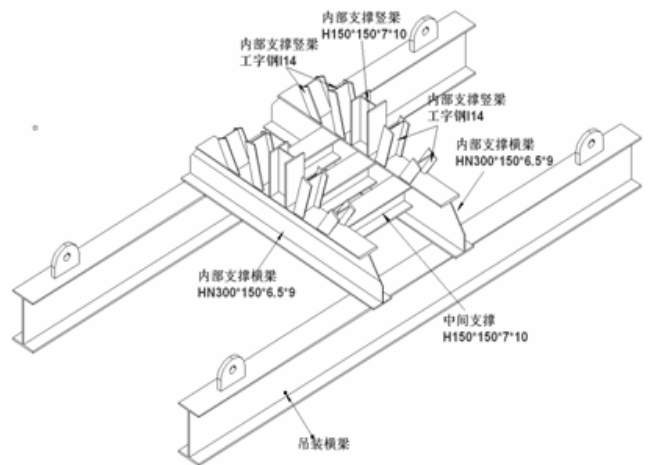


图2 贯穿件内部支撑结构形式(材质Q235B)

(三) 内侧就位支撑安装

贯穿件12404-ML-P0辅助厂房侧就位支撑位于12404房间6m标高现浇混凝土楼板上，就位支撑由两个型钢立柱HN350×175×7×11、中间角钢支撑L100×10、斜支撑/内侧斜支撑L100×10组成。布置形式见下图：

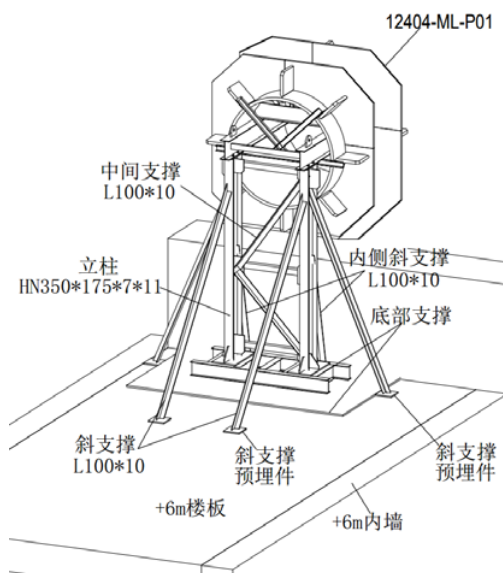


图3 贯穿件内部支撑结构形式 (材质Q235)

(四) 外侧就位支撑安装

每个支撑由三个型钢立柱HN350×175×7×11、中间角钢支撑L100×10组成，连墙件HN350×175×7×11组成，布置形式见下图：

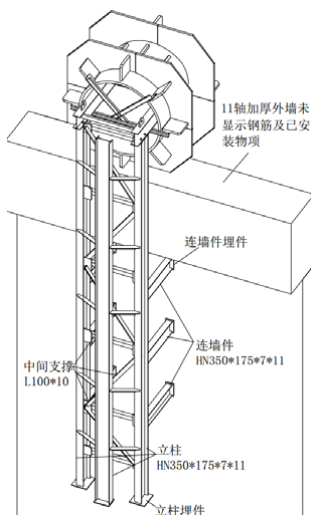


图4 贯穿件外部支撑结构形式 (材质Q235B)

(五) 吊装就位调整

采用400t履带吊整体吊装主蒸汽贯穿件至就位支撑上部；起重机缓慢落钩，至贯穿件坐落于就位支撑立柱HN350×175×7×11项板上，配合起重机利用手拉葫芦进行贯穿件位置粗调整；起重机暂不松钩，进行贯穿件位置、标高、水平度测量，利用斜铁、垫铁精调贯穿件位置。

三、有限元分析

(一) 贯穿件及内部支撑验算

建立几何模型输入荷载及边界条件，计算出贯穿件位移云图如下：

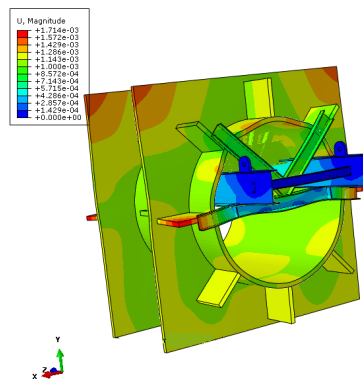


图5 贯穿件位移云图

吊装时的最大位移为1.7mm，最大位移出现位置见上图， $1.7\text{mm} < 2400\text{m}/250 = 9.6\text{mm}$ ，满足刚度要求。

(二) 外部支撑验算

建立几何模型输入荷载及边界条件，计算出贯穿件位移云图如下：

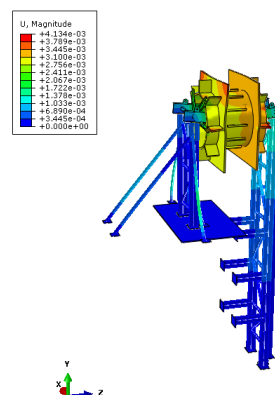


图6 贯穿件及内外部支撑位移云图

贯穿件就位后浇筑混凝土后整体的最大位移为4.1mm，最大位移出现在贯穿件上。内部支撑工装的最大位移为4mm $<$ 2400/250=9.6mm，内部工装满足刚度要求。外部就位支撑的最大位移为1.5mm，最大位移出现在内侧支撑工装的斜撑中部。

四、总结

为了提高三代核电项目辅助厂房墙体主蒸汽管道贯穿件的安装精度，本文通过内外侧支撑设置，吊装过程采用起重机及手拉葫芦配合。控制主蒸汽管道贯穿件精准就位。通过有限元软件进行验算最大变形及位移满足设计要求。主蒸汽管道贯穿件精准就位为后续施工主蒸汽管道创造了最基本条件，为后续电厂调试、发电奠定基础，还为后续核电项目大型贯穿件精准就位提供参考。

参考文献

[1] 李建兴, 双层预埋管在核电站建设中的应用与施工[J]. 建材技术与应用, 39-40, 2010