

# 既有建筑改扩建摄影棚的结构设计研究

赵丹<sup>1</sup> 史梦思<sup>2</sup> 张祎萌<sup>1</sup>

1. 航天规划设计集团有限公司第四专项设计院 北京 102600;

2. 北京首华物业管理有限公司 北京 100061

**摘要:** 结合具体工程项目,通过对原有建筑的空间和构件布置分析,结合摄影棚的功能使用要求来选取改造区域,拆掉原结构屋顶及单阶柱上柱部分,设置钢桁架屋面系统与原结构柱铰接连接,同时充分利用原有建筑格构柱截面较大的特点进行双墙隔声设计和钢梯内嵌的设计方案,同时满足了摄影棚对实用性和美观性的要求。利用软件对新建部分和原有建筑进行了整体计算分析对不满足计算要求的和有损伤的原构件也做了相应的加固处理。

**关键词:** 改造设计; 加固设计; 空间合理利用; 建筑整体计算分析

## Research on the Structural Design of the Renovation and Expansion Studio of Existing Buildings

Dan Zhao<sup>1</sup>, Mengsi Shi<sup>2</sup>, Yimeng Zhang<sup>1</sup>

1.China Aerospace Planning and Design Group Co., Ltd. Fourth Special Design Institute;

2.Beijing ShouHua Property Management co.,Ltd

**Abstract:** Based on specific engineering projects, by analyzing the spatial and component layout of the original building, and considering the functional requirements of the photography studio, the renovation area is selected. The original structural roof and the upper column part of the single step column are removed, and a steel truss roof system is set up to connect with the original structural columns through hinge joints. At the same time, the design scheme of double wall sound insulation and steel ladder embedding is fully utilized by utilizing the large cross-section of the original building's lattice columns, At the same time, it meets the requirements of practicality and aesthetics for the studio. The software was used to conduct overall calculation and analysis on the newly built and existing buildings, and corresponding reinforcement measures were also taken for the original components that did not meet the calculation requirements and were damaged.

**Keywords:** Reconstruction design; Reinforcement design; Reasonable utilization of space; Overall calculation and analysis of buildings

我国电影事业的繁荣和发展,带动了电影生产基地的建设,为满足日益增长的使用要求,近几年国内新建了多个影视基地,大量摄影棚已建设完成或正在建设中。很多地区结合自身产业的特点同时考虑到成本、工期、低碳环保等因素的情况下会对原有的建筑进行改造升级,本文针对5K摄影棚改扩建工程的结构设计方面进行分析,为类似工程建设以及相关研究提供参考。

### 1 工程概况

本文所选项目位于福建省福州市平潭综合实验区利亚船厂,影视产业是目前福建平潭大力支持发展的产业之一。平潭综合实验区已出台一系列影视产业扶持政策,而位于平潭综合实验区内的平潭影视基地,计划建设东南地区

首个服务交流型的影视产业基地,该摄影棚利用平潭利亚船厂旧有土地及厂房进行改扩建,定位为具备先进科技水平、充分发挥效率的高品质摄影棚,整体建设综合拍摄工艺、置景、技术要求及经济预算等多种因素,具有年产3~5部影视作品的能力。

摄影棚改扩建工程是以摄影棚为核心,多种附属用房共同组成的综合体,5K摄影棚实际建筑面积4994m<sup>2</sup>,配套附属用房建筑面积3664m<sup>2</sup>,设计使用年限为50年,建筑结构安全等级为二级,防火等级为一级,结构重要性系数为1.0,抗震设防烈度为7度(0.1g)。原钢结构厂房主体结构采用的是钢结构排架形式,大跨屋面为门式刚架,钢柱为变截面单阶柱,下柱为双肢格构柱,上柱为工字型截面

柱，柱间设钢支撑，建筑屋面及围护墙体均采用轻型彩钢板。根据《福州利亚船舶工程有限公司厂房结构检测鉴定报告》检测鉴定结果，原屋面荷载为 $1.5\sim 2.0\text{kN/m}^2$ ，达不到专业摄影棚设置马道层的技术要求，需在原有钢结构基础上进行改造。

## 2 改(扩)建方案

具体如下：

(1) 考虑到摄影棚的净空和跨度要求，最终选择原厂东北角位置(19~41轴x C~D轴)作为本次项目的改造区域，拆除原有厂房的上柱及门刚梁等屋面结构和柱间支撑，保留双肢格构柱下柱作为摄影棚结构柱，并新增钢桁架承受建筑屋面及吊挂荷载等竖向荷载，钢桁架铰接支承于格构柱柱顶，并按要求设置水平支撑、垂直支撑、系杆等屋面支撑系统，保证屋面纵、横两个方向的整体性，此外由于新旧建筑的结构体系不同，需根据实际情况增设新的柱间支撑以满足结构计算的整体性要求。

(2) 外侧新增2~5层附属建筑，采用钢框架结构，并与原有钢柱铰接连接形成整体，楼板采用钢筋桁架楼承板；新做外维护结构，包括外墙、屋顶桁架和屋顶等。

(3) 原结构主要受力方向的钢柱为格构柱，截面长度较大，对摄影棚里的一个空间利用是很不利的，本项目我们充分利用格构柱这一特点，将摄影棚中的钢楼梯、声闸间、阀门室等布置在格构柱中间(详图1)，并在格构柱内侧又砌筑一道墙，这样不但使摄影棚空间更加的规整，双墙还能提供更好的隔音效果，同时兼顾了摄影棚对美观和实用两方面的要求。(见图1)

(4) 对新建筑整体计算分析，复核原有结构的受力是否满足设计要求。对不满足受力要求的构件进行加固处理。

## 3 结构分析

本工程结构分为新建和改造两部分，改造部分为单层大跨排架结构，新建部分为2~5层框架结构，楼板采用钢筋桁架楼承板，通过钢梁与原有结构铰接连接形成整体框排架体系，并配合屋盖支撑系统中的支撑定位和实际使用需求布置柱间支撑提高结构整体的刚度，改造完成后的专业马道层位于标高18m处，呈纵横错层的网格状分布。马道设计平面活荷载 $2.5\text{kN/m}^2$ ，吊挂荷载为集中荷载(绞盘)

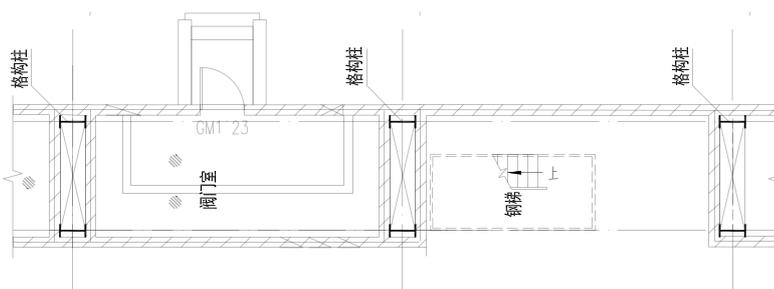


图1 格构柱之间布置阀门室、楼梯

:  $5\text{kN/点}$ ，吊点间距不小于 $3\text{m}$ 。

改造部分结构基础桩-承台基础，桩基采用预应力管桩，地基基础等级为丙级，桩基承载力 $R_a=1500\text{KN}$ ，新建部分根据福建省现代工程勘察院2019年3月提供的《利亚船厂一期改(扩)建工程岩土工程勘察报告》进行基础设计。采用桩-承台基础形式，桩基设计等级为乙级，预应力管桩选自《预应力混凝土管桩》10G409，桩型为PHC 500 AB 125-14，桩端持力层为4-2层沙土状强风化花岗岩层，应保证桩端进入持力层不小于1米，采用闭口型十字桩尖，管桩具体参数如下：ZH1为承压桩，桩型为PHC500 AB 125-15，单桩竖向承载力标准值为 $3300\text{KN}$ (最终以试装结果为准)，单桩竖向极限承载力特征值 $R_a=1650\text{KN}$ 。

对建筑整体模型计算分析后，得到上部结构计算结果(主要考虑地震作用下的结构周期和位移情况)：周期比( $T_3/T_1$ )等于 $0.616 < 0.9$ ，最大层间位移角 $1/324 < 1/250$ ，最大位移比 $1.28 < 1.4$ ，即周期比和位移结果均满足规范要求。桩基础计算结果：

新建部分：最大桩基反力(非地震组合) $N_k(pvg)=1335\text{KN} < R_a=1600\text{KN}$ ， $N_k(max)=1821 < 1.2R_a=1920\text{KN}$ ；最大桩基反力(地震组合) $N_k(pvg)=1472\text{KN} < 1.25R_a=2062\text{KN}$ ， $N_k(max)=2024\text{KN} < 1.5R_a=2475\text{KN}$

原结构部分：最大桩基反力(非地震组合) $N_k(pvg)=1197\text{KN} < R_a=1500\text{KN}$ ， $N_k(max)=1725 < 1.2R_a=1800\text{KN}$ ；

最大桩基反力(地震组合) $N_k(pvg)=1313\text{KN} < 1.25R_a=1875\text{KN}$ ， $N_k(max)=1943\text{KN} < 1.5R_a=2100\text{KN}$ 。

综上所述，整体模型分析结果满足规范要求，本工程结构设计方案合规、合理。

## 4 加固设计

### a. 原结构破损加固设计

由于是改造项目，需要拆除一些无用的构件，拆除过程中会对原结构柱造成一些损伤，同时为了确定原有结构柱的强度等级，也需要专业的鉴定检测单位对原结构柱进行取样试验，也会对其造成一部分的损伤，对于此类结构柱必须先对其进行加固处理后才能进行后续的施工。加固方法是先焊嵌板，之后在外侧补焊钢板。先将缺失部位板件边缘打磨光滑，并切成圆角，用等厚度嵌板嵌入缺失部位，嵌板边缘与缺失部位留有一定间隙，并将嵌板边缘加工为等强对接焊缝要求的坡口形式，嵌板定位后，将孔口四角区预热至 $100\sim 150$ 摄氏度，并按上图所示顺序采用分段分层逆向焊法施焊，施焊完成后打磨焊缝余高，使之与板面齐平。而对于加固板需严格控制现场的焊接施工工艺，应严格按照分散、对称、短时、多道的原则进行，并应采取减少焊接变形，减小焊接残余应力，详见图2。

