

Analysis on Bearing Capacity of Beam Plate Structure of Communication Building Machine

Yongze Wu¹ Shichao Meng²

1. Beijing China Network Huatong Design and Consulting Co., Ltd., Beijing, 100070, China

2. PLA Unit 93601, Datong, Shanxi, 037000, China

Abstract

When the existing building is transformed into an equipment equipment room, a local analysis method is adopted to evaluate the safety level of the existing structure, so as to provide a basis for the project feasibility study and cost analysis. The construction of new infrastructure such as information equipment room and data center is an important support for digitalization and information construction. Considering the economy, it is an important way to build the information room to benefit the existing buildings through renovation or reinforcement. With the development of building technology and the revision of the code, the design load of the original building can no longer meet the requirements of the building function use stipulated in the new code.

Keywords

equipment room; existing buildings; renovation; load-bearing assessment; structural safety

通信建筑机房梁板结构承载能力分析研究

武永泽¹ 孟士超²

1. 北京中网华通设计咨询有限公司, 中国·北京 100070

2. 中国人民解放军 93601 部队, 中国·山西 大同 037000

摘 要

利用既有建筑改造为设备机房时, 采用一种局部分析的方法对现有结构进行安全性等级评估, 为项目可研、造价分析提供依据。信息设备机房、数据中心等新型基础设施建设是数字化、信息化建设的重要支撑。从经济性考虑, 通过改造或加固的方式利用既有建筑是进行信息机房建设的重要方式。随着建筑技术的发展和规范的修订, 原建筑的设计荷载一般也不能再满足新规范规定建筑功能使用的要求。

关键词

设备机房; 既有建筑; 改造; 承重评估; 结构安全性

1 引言

电子信息设备机房设备按功能区高密度集中布局, 机房信息设备的集成化布置将造成建筑局部区域或楼层负载超过设计承载能力, 若不加评估分析, 骤然新增的超额设备荷载将影响原建筑的正常使用。若在建设初期对整体建筑进行建模分析, 在工作量、时间与设计成本上显然和机房工程规模本身难以匹配, 需要找出一种快速鉴定评估既有机房改造原建筑结构是否满足设计承载能力的方法。

2 建筑结构安全性的评定依据

本研究分析适用于中小规模的信息机房和数据中心设备布置下所利用建筑局部区域的梁板结构承载能力分析, 不

适用于独栋通信建筑的整体结构分析。对上部主体结构和地基基础的承载能力安全性评估, 应查阅原始图纸资料、调查建筑现状, 必要时聘请有资质的检测单位检测后进行整体结构建模分析验算。

2.1 钢筋混凝土梁板构件安全性等级的评估:

设备机房改造项目主要为新增集中安装的设备自重荷载, 根据 GB 50010《混凝土结构设计规范》中建筑结构分析模型的相关条文和钢筋混凝土结构基本设计原理: 结构设计时直接影响梁板结构承载力的为混凝土和配筋的正截面设计, 作为受弯平板构件控制截面设计的内力是单块板区域中最不利弯矩设计值 M 。

GB 50292《民用建筑可靠性鉴定标准》规定, 按承载能力评定的混凝土结构构件安全性等级, 见表 1。

【作者简介】武永泽 (1989-), 男, 中国河北张家口人, 本科, 工程师, 从事通信工程铁塔和机房结构设计研究。

表 1 混凝土结构构件安全性等级

构件类别	安全性等级			
	a_u	b_u	c_u	d_u
主要构件和节点	$R/(\gamma_0 S) \geq 1$	$1 \geq R/(\gamma_0 S) \geq 0.95$	$0.95 \geq R/(\gamma_0 S) \geq 0.9$	$R/(\gamma_0 S) < 0.9$

原建筑梁板结构截面设计的抗力 R 应大于在设计荷载下作用效应 M_1 ，故当机房改造后实际设备荷载作用下梁板结构最不利弯矩设计值 $M_1/(\gamma_0 M) \leq R/(\gamma_0 M)$ ，即可在偏安全的情况下评估出改造后机房区域梁板结构的安全性等级。

2.2 各安全性等级下机房梁板承重结构应采取的处理措施

《既有建筑鉴定与加固通用规范》GB 5502 表 4.1.1 规定构件：

- ① a_u 级安全性符合本规范及现行规范与标准的要求，且能正常工作；不必采取措施。
- ② b_u 级安全性略低于本规范对 a_u 级的要求，尚不明显影响正常工作；仅需采取维护措施。
- ③ c_u 级安全性不符合本规范对 a_u 级的要求，已影响正常工作；应采取的措施。
- ④ d_u 级安全性不符合本规范对 a_u 级的要求，已严重影响正常工作；必须立即采取措施。

由上，只需通过其原始设计技术参数通过较为简单计算评估出梁板结构安全性等级，即可在早期的方案设计时评估出拟改造机房建筑的承载能力。当 $R/(\gamma_0 M) \geq 0.95$ 时原建筑梁板承重结构满足机房改造条件； $R/(\gamma_0 M) < 0.95$ 时原建筑梁板承重结构不满足直接利旧布置当前所有设备，从而判断：①是否调整机房设备的平面布置，如位置和疏密；②是否进行楼层加固，提升梁板结构承载力；③为选址提供承载复核的数据支撑，为新增加固项目投资估算提供依据，

以从经济性、可行性上判断是否考虑重新选址。

3 梁板结构承重计算分析方法

根据以上提供的理论依据，只要解决梁板对象分别在原楼面设计活荷载和拟建机房设备自重恒荷载作用下作用效应 S （及梁板区域最不利弯矩设计值 M ）的计算，即可评估出对应安全等级，从而判断出是否需要采取措施以满足结构承重。

3.1 常见电子信息机房设备布置情况

电子信息机房设备布置情况见图 1。

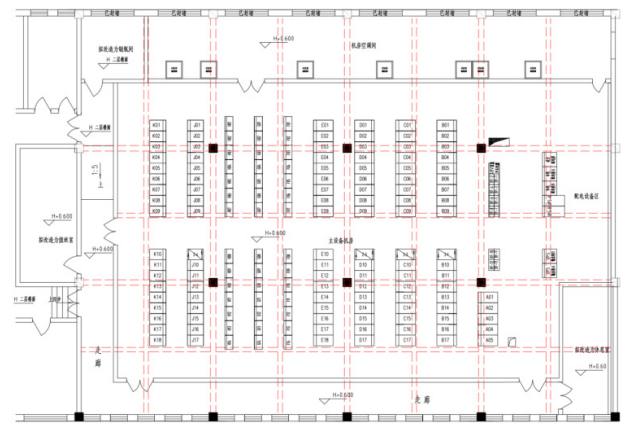


图 1 电子信息机房设备布置情况

3.2 中国不同阶段常见建筑设计活荷载标准值

中国不同阶段常见建筑设计活荷载标准值见表 2。

表 2 国内不同阶段常见建筑设计活荷载标准值

《建筑结构荷载规范》	均布荷载标准值（ kN/m^2 ）		
	GBJ9-87	GB50009—2001	GB50009—2012
	1988-7-1 起施行	2002-3-1 起施行	2012-10-1 起施行
住宅、办公楼、医院	1.5	2	2
试验室、会议室	2	2	2
教室	2	2	2.5
食堂、餐厅	2.5	2.5	2.5
档案室	2.5	2.5	2.5
剧场、影院	2.5/3.5	3	3
商店	3	3.5	3.5
书库、贮藏室	5	5	5
电梯机房	—	7	7
卫生间	2/2.5	2/2.5	2.5
上人屋面	1.5	2	2
非上人屋面	0.7	0.5	0.5

3.3 计算简图和建模分析假定

现浇梁板结构可以取四周框架梁围成的板构件，选取适宜的假定条件和分析理论进行内力计算。现浇板根据 GB 50010《混凝土结构设计规范》条文 9.1 规定中四边支撑约束的情况和长边短板长度的比值，可分为单向板和双向板。单向板内力传递简单，易于计算内力值；双向板因四周边界约束，需要满足力学平衡和变形协调条件，板内内力分布的计算分析比较复杂。对于均布荷载作用或局部荷载规则分布的矩形板尚可参考有关计算手册，对于荷载条件复杂或异形板则需，利用软件进行有限元分析。

①如图 2 所示，机房平面，可取荷载分布较为集中的两个区域板为对象进行建模计算最大弯矩内力。

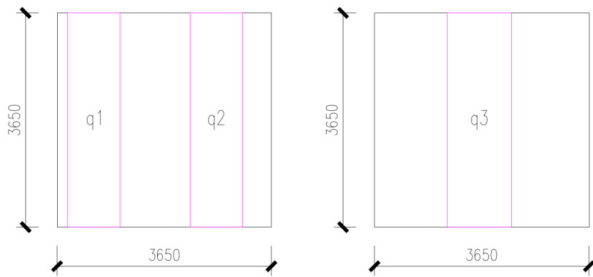


图 2 机房平面

②板的边界约束条件参考 GB 50009《建筑结构荷载规范》中关于工业建筑结构设计楼面局部荷载的条文及附录 C 等效均布活荷载的确定方法，按四边简支约束板考虑。

③板的实际荷载作用形式，根据楼面上实际荷载作用面相对所在部位楼板区域面积比可简化为面荷载（如维护检修荷载）、局部面荷载（设备自重荷载）、局部线荷载（隔墙隔断）、集中荷载等。

④原设计楼面活荷载原建筑设计参数取用；原始设计资料缺少或建设图纸无设计指标信息的，应由建设方提请有资质的检测鉴定单位出具检测报告，根据报告测绘分析出的等效设计荷载取用。

3.4 机房梁板结构的安全性等级和处理要求

按上述条件建模分析计算，并根据论文 2.1 章节所述规范评定方式对机房区域内所有区格板进行安全性等级等级评定，取其中最低等级作为机房楼板承载能力的安全性等级。

根据评定的楼板安全性等级根据论文 2.2 章节所述规范处理措施，判断原建筑梁板结构承载能力是否满足本期机房规划改造需求；同时可根据等效均布荷载的计算，确定当机房承重不满足需加固时加固的技术指标，进而确定建设方案和工程投资估算额度，以供方案比选。

4 结语

建筑承重鉴定是保障建筑改造设计安全和质量的重要前提，本研究以现行规范规定为依据提供一种快速评定利旧既有建筑改建机房的评定方法，以指导在方案规划初期准确确定建设方案和投资，是规划设计阶段选址和方案比选的重要理论依据。

①当建筑原始设计、竣工、验收资料齐全，在设计工作年限内、工作状况良好无可见隐患，且经本方法计算分析改造后实际工况荷载不大于原设计荷载的情况下（即评定安全性等级为 a_u 、 b_u 级），可确定改造工程满足规范安全性使用要求。

②该判断不能替代建筑改造建设流程中的检测鉴定过程，当经分析改造后实际工况荷载超过了原设计荷载的情况，或 GB 55021《既有建筑鉴定与加固通用规范》规定应进行检测、鉴定、加固的情况，应按国家标准建设流程执行。

参考文献

[1] 黄佳明,乐晋德,吴润强,等.数据机房建设与应用实践[J].广播电视网络,2021(5):74-76.
[2] 廖尚金,韩少飞.新型汇聚机房建设探索与实践[J].长江信息通信,2023(6):172-176.
[3] 郭明杰,朱惠斌,温亮.5G接入机房建设难点与优化策略分析[J].电信快报,2020(1):9-14.