

山东省工程建设标准



DB37/T 5149 — 2019

J14944 — 2019

玻纤菱镁建筑模壳应用技术规程

Application technical code for GF magnesia
building formwork

2019 - 12 - 09 发布

2020 - 02 - 01 实施

山东省住房和城乡建设厅
山东省市场监督管理局

联合发布

山东省工程建设标准

玻纤菱镁建筑模壳应用技术规程

Application technical code for GF magnesia
building formwork

DB37/T 5149 — 2019

住房和城乡建设部备案号：J14944 — 2019

主编单位：山东省建筑科学研究院有限公司

批准部门：山东省住房和城乡建设厅

山东省市场监督管理局

实行日期：2020 年 2 月 1 日

2020 济 南

前 言

根据山东省住房和城乡建设厅、山东省质量技术监督局《关于〈绿色生态城区评价标准〉等十五项山东省工程建设标准的立项公示》的要求，规程编制组在广泛调查研究，立足山东省实际，大量试验论证，认真总结实践经验，参考国内外相关标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程的主要技术内容包括：1 总则；2 术语；3 材料；4 设计；5 施工与验收；附录 A 菱镁模壳质量检验方法。

本规程由山东省住房和城乡建设厅负责管理，由山东省建筑科学研究院有限公司负责具体技术内容的解释。各单位在标准实施过程中如有意见或建议，请寄送山东省建筑科学研究院有限公司（地址：济南市无影山路 29 号，邮编：250031，E-mail：sd-jkyhjs@126.com）。

主 编 单 位：山东省建筑科学研究院有限公司

参 编 单 位：滨州市诚信建设工程检测有限公司

德州市建设工程质量检测站

鲁商置业股份有限公司

齐河正信建设工程质量检测有限公司

济南长清建筑工程质量检测有限公司

山东交发建设工程质量检测有限公司

青岛建国工程检测有限公司

青岛峰城工程检测有限公司

青岛诚祥东强建筑工程检测有限公司

青岛金源工程检测有限公司

青岛金晟泰检测服务有限公司

青岛正方圆检测有限公司

济南营造院文物保护工程有限公司

主要起草人：张翠红 刘红霞 赵明辉 尹子和 张立成
孙秀萍 孟 波 袁连宝 常维峰 刘西峰
侯书平 陈彬彬 张秀英 苏雪红 刘宁辉
吴国栋 齐 伟 张呈军 薛晓东 程咸进
张宝春 苗 杰 贾燕芳 辛秀明 张 好
魏 琪 王思雪 马行华 黄 芳 王 宾
肖仁兴 郑海华 翟小叶 李小龙 刘 静
冯善伦

主要审查人：黄 靖 肖学英 叶正茂 夏吉军 林世乐
高传印 崔 浩 高至岭 徐国辉 王 琦
钱 磊 田清波 韩振林 郭建军 王志祺

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	材料	3
3.1	规格尺寸与标记	3
3.2	质量要求	3
3.3	检验	4
4	设计	6
4.1	一般规定	6
4.2	设计原则	6
4.3	设计要求	7
5	施工与验收	9
5.1	施工准备	9
5.2	施工工艺要求	9
5.3	工程验收	11
	附录 A 菱镁模壳质量检验方法	12
	本规程用词说明	18
	引用标准名录	19
	附：条文说明	21

1 总 则

1.0.1 为规范菱镁建筑模壳在建筑工程应用上的技术要求，保证工程质量，做到经济合理、安全适用，特制定本规程。

1.0.2 本规程适用于工业与民用建筑菱镁模壳现浇混凝土密肋楼盖的设计、施工及验收。

1.0.3 菱镁模壳现浇混凝土密肋楼盖结构工程应根据建筑功能要求、材料以及施工条件，确定设计和施工方案，严格执行质量检验和验收制度。

1.0.4 菱镁建筑模壳的应用除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 建筑模壳 building formwork

用于现浇混凝土密肋楼盖结构工程的定型模板。

2.0.2 玻纤菱镁建筑模壳 GF magensia building formwork

以轻烧氧化镁、硫酸镁（或氯化镁）、水为胶凝材料，玻璃纤维网格布为增强材料，加入填料和改性材料，经成型、养护制成的建筑模壳，简称菱镁模壳，代码为 LMMK。

2.0.3 菱镁模壳现浇混凝土密肋楼盖 field casting concrete rib floor on magnesia building formwork

按一定的规则排列菱镁模壳，以模壳做肋梁侧模和楼面板底模，现场浇筑混凝土而制成的楼盖。

2.0.4 肋梁 ribbon strip

在模壳之间及上部浇筑混凝土形成的梁。

3 材 料

3.1 规格尺寸与标记

3.1.1 菱镁模壳尺寸应由设计确定，常用尺寸长 $\times$ 宽 $\times$ 高为 $(400\sim 1200)\text{mm}\times(400\sim 1200)\text{mm}\times(200\sim 600)\text{mm}$ 。菱镁模壳的长和宽以底部的外部尺寸 (L 和 B) 表示，高度以模壳的总高度 (H) 表示 (图 3.1.1)。模壳的长度 L 和宽度 B 可取 400mm、600mm、800mm、900mm、1000mm、1100mm、1200mm；高度 H 可取 200mm、300mm、500mm、600mm。

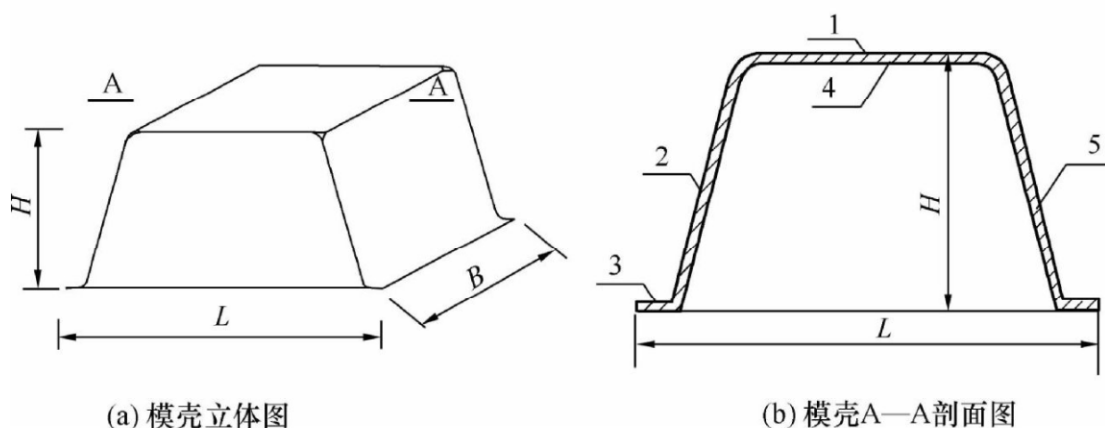


图 3.1.1 菱镁模壳示意图

L —长度； B —宽度； H —高度

1—顶面；2—侧面；3—底面；4—内表面；5—外表面

3.1.2 菱镁模壳标记的顺序依次为：菱镁模壳代码、长度、宽度、高度，标记为：LMMK- L - B - H 。

3.2 质量要求

3.2.1 菱镁模壳生产所用原材料应符合国家、行业相关标准要求。轻烧氧化镁应符合 WB/T 1019 的要求；硫酸镁应符合 CM-MA/T 1 的要求；氯化镁应符合 WB/T 1018 的要求；玻璃纤维

网格布应符合 WB/T 1036 的要求。

3.2.2 菱镁模壳内表面应平整，无污染、裂纹、麻面、孔洞和外露纤维，边角应整齐完整；模壳外表面应无污染、裂纹、孔洞和外露纤维。

3.2.3 菱镁模壳的尺寸允许偏差及内表面平整度应符合表 3.2.3 的要求。

表 3.2.3 尺寸允许偏差 单位为毫米

长度、宽度	高度	壁厚		内表面平整度 (长度大于 1000 时需测)
		侧面壁厚	顶面壁厚	
±5	±5	±3	±3	±1

3.2.4 菱镁模壳的性能指标应符合表 3.2.4 的规定。

表 3.2.4 菱镁模壳的性能指标

项 目	技 术 要 求
软化系数	≥ 0.80
抗振动冲击	无裂缝和破损
竖向抗压均布荷载 (kN/m ²)	≥ 7.5
侧向抗压均布荷载 (kN/m ²)	≥ 5.0
集中抗压荷载 (kN)	≥ 1.0
与现浇混凝土粘结强度 (MPa)	≥ 0.50
水溶性氯离子含量 (%)	≤ 0.30
燃烧性能	符合 GB 8624 中 A 级材料的指标要求
抗冲击性能	经冲击试验后，无裂纹

3.3 检 验

3.3.1 检验应按本规程附录 A 的规定进行。

3.3.2 进场的菱镁模壳应具有下列技术文件：产品合格证、出厂检验报告和型式检验报告。型式检验报告项目应包含表 3.2.4 中的所有项目。

3.3.3 菱镁模壳进场后应进行抽样复验，抽样复验项目包括尺寸及尺寸偏差、竖向抗压均布荷载、燃烧性能，合格后方可应用于施工。

3.3.4 同一生产厂、同一规格，且连续进场 2000 件为一个检验批；当不足 2000 件时也以一批计。每个检验批随机抽取 5 件，进行检验。

3.3.5 菱镁模壳进场后按不同型号、规格堆放。堆放场地必须平坦、坚实、洁净，未做表面硬化处理的堆场，其基层应压实，表面应铺垫厚度不少于 50mm 洁净砂子。模壳应按规格型号分类，使用专用支架侧卧堆放，只能立码，不得平码堆放，码放高度不宜超过 2 层。

3.3.6 运输与装卸模壳时，产品应相对固定，不得抛掷与互相碰撞。运输工具底面应平整，并有防雨措施。运输过程中可使用专用支架固定。

4 设 计

4.1 一 般 规 定

4.1.1 菱镁模壳密肋楼盖的结构布置应能合理地传递所承受的荷载和作用，具有明确的传力途径。

4.1.2 菱镁模壳密肋楼盖应进行模壳的排布设计，在平面布置时，从跨中分别向两边（或四边）支承方向布置，端部（靠近支承端）的模壳外边缘距支座边缘（梁边或墙边）不宜小于 50mm。

4.1.3 菱镁模壳密肋楼盖设计时模壳壁厚不计入结构设计尺寸。

4.1.4 楼板应采用可靠支撑。

4.2 设 计 原 则

4.2.1 菱镁模壳密肋楼盖适用于砌体、框架、剪力墙及框架-剪力墙结构。其房屋高度、抗震等级和结构分析应符合国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《建筑抗震设计规范》GB 50011 等的有关规定。

4.2.2 菱镁模壳密肋楼盖结构承载能力极限状态设计的荷载效应组合设计值和正常使用极限状态设计的荷载效应组合设计值应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定进行计算。

菱镁模壳密肋楼盖在承载力极限状态下的内力设计值，可按线性弹性分析方法确定，在有可靠依据时可考虑内力重分布，当进行内力重分布时应考虑正常使用要求。

菱镁模壳密肋楼盖正常使用极限状态下的内力和变形计算，可采用线弹性分析方法。

4.2.3 当采用电算方法（使用结构分析程序）计算内力时，宜

考虑密肋梁的剪切，扭转变形的影响。楼板结构分析所使用的结构计算程序应通过验证，技术条件应符合本规程及国家现行有关标准的规定。并对计算结果进行校核后，方可用于具体工程设计。

肋梁和楼板的承载力计算应按现行《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定执行。楼板承受集中力时，应进行抗冲切承载力验算。

4.2.4 考虑弯矩调幅的肋梁，在正截面承载力计算时，其截面受压区高度不宜大于楼板厚度。

4.2.5 当考虑弯矩调幅设计或较大跨高比的密肋楼盖，其挠度和裂缝控制应满足现行《混凝土结构设计规范》GB 50010 的相关规定。

4.2.6 当密肋楼盖需开孔洞时，应考虑洞口的影响。构造加强措施应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010 的相关规定。

4.3 设计要求

4.3.1 菱镁模壳密肋楼盖的混凝土强度等级不应低于 C25，肋梁纵向钢筋宜采用 HRB400 级钢筋。

4.3.2 菱镁模壳密肋楼盖的跨高比宜采用下列规定：单向密肋楼盖不宜大于 25；双向密肋楼盖不宜大于 30。

注：1 单向密肋楼盖是指长边与短边之比大于 3 的密肋楼盖，双向密肋楼盖是指长边与短边之比不大于 3 的密肋楼盖；

2 当有工程实践经验并经过计算可适当放宽。

4.3.3 密肋楼盖短边跨度大于 12m 时，宜采用预应力密肋楼盖。

4.3.4 菱镁模壳密肋楼盖的各部分构造应符合下列规定：

- 1 肋梁高度不应小于 250mm（含楼板厚度）；
- 2 肋梁底部宽度不应小于 70mm；
- 3 楼板厚度不应小于 50mm。

4.3.5 菱镁模壳密肋楼盖的钢筋布置应符合下列规定：

1 肋梁中纵向钢筋应符合现行《混凝土结构设计规范》GB 50010 中梁受力钢筋的有关规定，肋梁的底部纵筋应全部伸入支座；

2 肋梁箍筋直径不应小于 6mm，间距不应大于 200mm；

3 楼板应配置双向钢筋网，其钢筋直径不应小于 6mm，钢筋间距不应大于 200mm；

4 肋梁中的纵向受力钢筋的保护层厚度（不含模壳底板的厚度）不应小于 20mm，且符合现行《混凝土结构设计规范》GB 50010 的相关要求；

5 楼板钢筋的保护层厚度（不含模壳底板的厚度）不应小于 15mm，且符合现行《混凝土结构设计规范》GB 50010 的相关要求。

4.3.6 楼板和肋梁中的纵向受力钢筋最小配筋率应符合现行《混凝土结构设计规范》GB 50010 的相关规定。

4.3.7 支承梁边的实心板带应配置构造钢筋，其直径不宜小于 12mm，间距不宜大于 100mm，且满足最小配筋率要求。

5 施工与验收

5.1 施 工 准 备

5.1.1 菱镁模壳密肋楼盖施工前应编制专项施工方案和模壳排列图，并经审核和验收，审核验收后进行技术交底。

5.1.2 菱镁模壳在运输、堆放及装卸过程中应符合下列要求：

- 1 应避免撞击和挤压，严禁甩扔；
- 2 应按不同品种、不同规格分类堆放，堆放场地应坚实、平整，防止淋雨和水浸泡；
- 3 模壳应侧卧堆放，码放高度不宜超过 2 层。

5.2 施工工艺要求

5.2.1 菱镁模壳密肋楼盖的施工宜按下列顺序进行：

- 1 施工准备；
- 2 脚手架支设；
- 3 模板铺设；
- 4 定位放线；
- 5 边梁钢筋绑扎；
- 6 模壳安置与固定；
- 7 水、电管线铺设；
- 8 肋梁及楼板钢筋绑扎；
- 9 混凝土浇筑；
- 10 混凝土养护；
- 11 拆除模板及脚手架。

5.2.2 支撑体系安装和拆除应符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的要求，确保纵横向整体稳定、安全可靠，并按设计要求起拱。当设计无具体要求时，起拱高度宜为跨度的

1‰~3‰。

5.2.3 模壳的排列方向、位置应符合设计要求，顺直度的允许偏差不应大于 3/1000，且不应大于 15mm。

5.2.4 模壳铺设应按排布图排放，模壳底面位置应准确、纵横垂直平行；模壳底部与模板之间应结合紧密，严禁出现漏浆现象。

5.2.5 模壳铺设前，应将模板板面清扫干净，确保模壳与模板面的紧密接触。

5.2.6 施工过程应防止模壳损坏，出现明显破损时应及时更换或修补。

5.2.7 肋梁钢筋铺设应在模壳铺设完毕后进行，钢筋的规格型号、数量及铺设绑扎方式应符合设计要求。

5.2.8 预留、预埋设施和管线宜分散布置在肋梁的中部偏下，并与肋梁钢筋绑扎固定。

5.2.9 钢筋绑扎、模壳安装等工序完成后，组织相关人员进行检查验收，验收合格后，进入混凝土浇筑工序。

5.2.10 混凝土浇筑应符合下列规定：

1 混凝土拌合物的坍落度不宜小于 160mm。

2 首先沿平行于楼板的短边方向进行浇筑，并设专人观察模壳，发生异常情况时，应及时处理。

3 模壳高度大于 500mm 时，宜分两次浇筑混凝土，两次浇筑间隔时间不得超过初凝时间，每次浇筑高度约为肋高的 1/2，浇筑时混凝土布料应均匀。

4 若采用塔吊运送混凝土，吊斗出料口处应铺设模板缓减混凝土冲击力，混凝土不能直接冲击菱镁模壳。采用泵送混凝土时，应尽量降低泵管出料口的下落高差，下落点也应铺设模板缓减冲力。

5 混凝土浇筑过程中禁止将施工机具直接放置在壳体上。

6 宜采用直径为 30mm 的小型振捣棒与平板式振动器协同振捣，不得将振捣棒直接接触压在模壳及其他预埋管线上。

5.2.11 混凝土的养护，夏季采用浇水养护，冬季应进行覆盖保温养护。

5.3 工 程 验 收

5.3.1 工程质量验收文件应包括施工检验报告、施工技术方案与施工记录等文件。

5.3.2 菱镁模壳楼盖的工程质量验收应按现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的有关规定执行。

5.3.3 支撑体系安装、钢筋安装、混凝土等分项工程验收应按照国家现行标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定执行。

5.3.4 菱镁模壳安装完毕后的允许偏差及检验方法应满足表 5.3.4 的规定。

表 5.3.4 模壳安装允许偏差及检验方法

项 目	允许偏差	检 查 数 量	检 验 方 法
模壳位置	5mm	全数检查	钢尺检查
模壳间距	±5mm	同一检验批内抽查 5%且 不少于 5 处	钢尺检查
模壳安装平整度	±5mm	同一检验批内抽查 5%且 不少于 3 处	2m 靠尺和 塞尺检查

附录 A 菱镁模壳质量检验方法

A.1 外观质量

在自然光线或 40W 日光灯条件下，眼睛距试件 0.5m 左右，对试件进行观察，记录有无影响产品质量的污染、裂纹、麻面、孔洞和外露纤维等缺陷。

A.2 尺寸允许偏差

A.2.1 长度、宽度偏差

将模壳底面向下放置在平整的板面上，沿模壳底面宽度或长度方向的中部，用精度为 1mm 的钢卷尺测试模壳底部的长度和宽度，计算所测数据与模壳标称长度或宽度之差，精确到 1mm，每个模壳测量一次。

A.2.2 高度偏差

将模壳底面放置在平整的板面上，以模壳最高点距离板面的高度与标称值之差作为高度偏差，精确到 1mm，每个模壳测量一次。

A.2.3 壁厚偏差

沿模壳 A—A 剖面 [图 3.1.1(b)]，用切割机将模壳一分为二，寻找出顶面、两侧面的可能最厚处和最薄处各 3 处，用游标卡尺分别测量厚度值，计算侧面或顶面最小或最大厚度与规定的尺寸之差，取其绝对值最大的数值为壁厚偏差，精确到 1mm。

A.2.4 内表面平整度偏差

将钢直尺立放在模壳内表面两对角线上，用塞尺测量板面与钢直尺之间间隙的最大值，作为模壳内表面平整度，精确至 0.1mm。

A.3 软化系数

A.3.1 试样制备

从任一模壳的侧面上裁取长×宽为 250mm×250mm、厚度为模壳厚度的试件 6 块。将模壳外表面的粗糙面打磨平整，使试件上下两个大面保持平行，并使所有打磨后的试件厚度保持一致。加工过程中应保留玻璃纤维布。

A.3.2 软化系数

按 JG/T 301—2011 中 6.9.2 的规定进行。

A.4 抗振动冲击

将模壳顶面在上放在平整的地面上，将 ZPN 30 JG/T 44 型插入式振动器的振动棒与接触面平行放于壳体顶面和四个外侧表面上，分别振动 1min，记录壳体测试面有无裂纹和破损。

A.5 竖向抗压均布荷载

A.5.1 将模壳放置在平整地面上（图 A.5.1），在模壳顶面上画出受压面的线框（线框外缘限定在顶面与侧面连接弧的上切点以内），测量受压面的长和宽，按照式（A.5.1）计算出试验荷载。

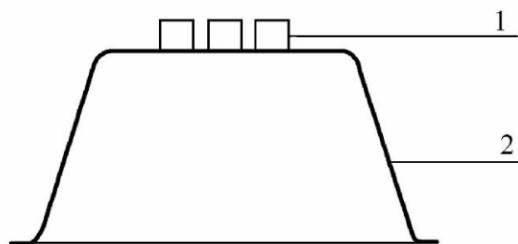


图 A.5.1 竖向抗压均布荷载试验示意图

1—加载砝码；2—模壳

$$P = 7.5Lb \quad (\text{A.5.1})$$

式中：P——计算试验荷载，kN；

L ——模壳受压面长度，m；

b ——模壳受压面宽度，m。

结果精确至 0.01kN。

A. 5.2 按照不少于五级施加荷载，每级荷载为计算试验荷载的 20%，在受压面内用堆荷方式从四边向中间均匀加荷。

A. 5.3 前四级每级加荷后静置 2min，第五级加荷至计算试验荷载后，静置 5min，观察是否有裂纹和破损等现象。

A. 5.4 模壳表面无裂纹和破损现象的，记为“竖向抗压均布荷载 $\geq 7.5\text{kN/m}^2$ ”；若任一级加荷后出现裂纹或破损，记为“竖向抗压均布荷载 $< 7.5\text{kN/m}^2$ ”。

A. 6 侧向抗压均布荷载

A. 6.1 将模壳侧面在上（相邻两侧面面积不同时，大面向上）放置在试验台上（图 A. 6.1，试验台用混凝土或其他适宜的材料制成），空载静置 2min。模壳上侧面画出受压面的线框（线框外缘限定在顶面与侧面连接弧的上切点以内），测量梯形受压面的上底（ L_1 ）、下底（ L_2 ）和高（ h ），按照式（A. 6.1）计算出试验荷载。

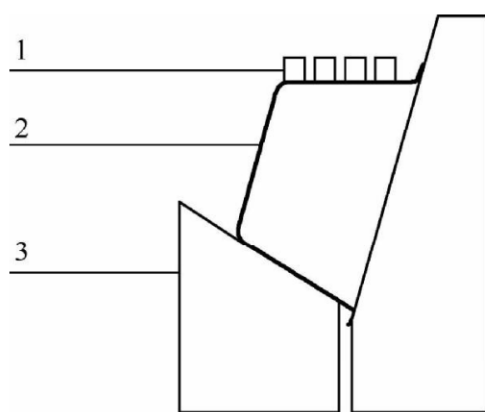


图 A. 6.1 侧向抗压均布荷载试验示意图

1—加载砝码；2—模壳；3—混凝土试验台

$$P = 5 \times \frac{(L_1 + L_2)h}{2} \quad (\text{A. 6.1})$$

式中： P ——计算试验荷载，kN；
 L_1 ——模壳梯形受压面上底，m；
 L_2 ——模壳梯形受压面下底，m；
 h ——模壳梯形受压面高度，m。

结果精确至 0.01kN。

A. 6.2 按照不少于五级施加荷载，每级荷载为计算试验荷载的 20%。在受压面内用堆荷方式从四边向中间均匀加荷。

A. 6.3 前四级每级加荷后静置 2min，第五级加荷至计算试验荷载后，静置 5min，观察是否有裂纹和破损等现象。

A. 6.4 模壳表面无裂纹和破损现象的，记为“侧向抗压均布荷载 $\geq 5\text{kN/m}^2$ ”；若任一级加荷后出现裂纹或破损，记为“侧向抗压均布荷载 $< 5\text{kN/m}^2$ ”。

A. 7 集中抗压荷载

将模壳底面在下放置在地面上（图 A. 7），在模壳的顶面中心放置 $100\text{mm} \times 100\text{mm} \times 10\text{mm}$ 的硬橡胶板，橡胶板上面放同样尺寸的钢板作为加压板，加压板上放置木板，木板上均匀放置加压砝码（砝码质量为 102kg 减去木板质量），静置 10min 后卸载，观察是否有裂纹和破损等破坏现象。如未出现裂纹和破损等现象，记为“集中抗压荷载 $\geq 1.0\text{kN}$ ”；若出现了裂纹或破损等现象，记为“1.0kN 出现裂纹和/或破损”。

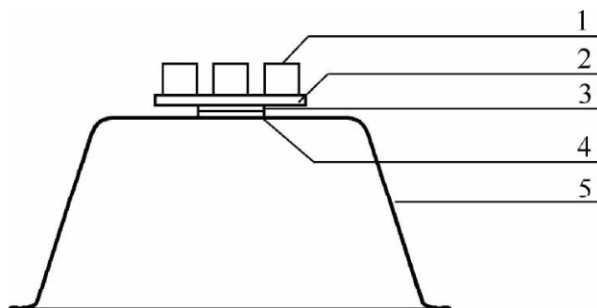


图 A. 7 集中抗压荷载试验示意图

1—加载砝码；2—木板；3—钢板；4—橡胶板；5—模壳

A.8 与现浇混凝土粘结强度

A.8.1 试件制备

从任一模壳的顶面和侧面上裁取长 $\times$ 宽为 $70\text{mm}\times 70\text{mm}$ 、厚度为模壳厚度的试件至少各 5 块，在其中选择厚度均匀的试件 10 块，试件的粗糙面向上，在试件中心放置可拆卸并已涂刷过脱模剂的内框尺寸长 $\times$ 宽 $\times$ 高为 $40\text{mm}\times 40\text{mm}\times 40\text{mm}$ 的硬聚氯乙烯或金属框，使得内框边与试件的边平行。在框中浇筑 C40 细石混凝土，浇筑过程中应采取封堵措施防止漏浆，在常温常湿的条件下养护 24h 后拆模，继续放置 14d。用适宜的高强胶粘剂将拉拔接头粘在混凝土试件上，在上述条件下继续放置 24h。

A.8.2 粘结强度测试

按照图 A.8.2-1 所示，将试件放入试验机的夹具中（下夹具示意图见图 A.8.2-2），以 $5\text{mm}/\text{min}$ 的速度施加拉力，记录试件破坏时的最大拉力。

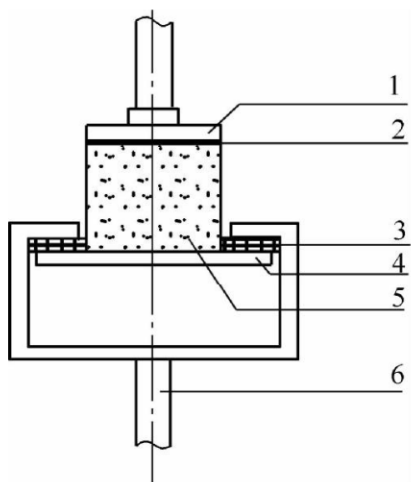


图 A.8.2-1 粘结强度试验
试件安装示意图

1—上夹具；2—高强胶粘剂；
3—垫块；4—模壳试件；
5—混凝土；6—下夹具

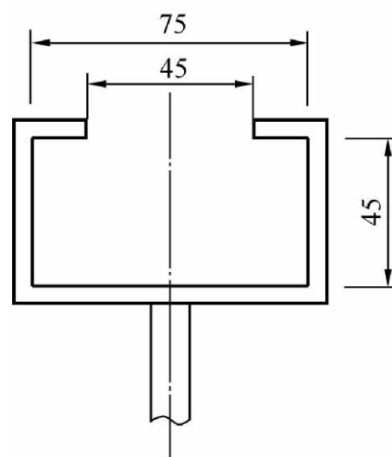


图 A.8.2-2 粘结强度试验下
夹具示意图

注：图中尺寸单位为 mm

A.8.3 结果表示

粘结强度按式 (A. 8. 3) 计算, 精确到 0. 1MPa。

$$R = \frac{T}{S} \quad (\text{A. 8. 3})$$

式中: R ——粘结强度, MPa;

T ——最大拉力, N;

S ——混凝土与模壳试件接触面面积, mm^2 。

按下列规定确定粘结强度:

若试件的破坏发生在高强胶粘剂的粘结层, 舍弃此数据, 求出剩余数据的平均值; 若试件的破坏发生在混凝土层, 计算强度小于 0. 50MPa 时, 舍弃此数据, 计算强度大于等于 0. 50MPa 时, 保留此数据; 舍弃超出平均值 $\pm 20\%$ 范围的数据, 若仍有 5 个或更多数据被保留, 求新的平均值; 若少于 5 个数据被保留, 另取模壳重新试验。

A. 9 水溶性氯离子含量

A. 9. 1 样品制备

切割质量不小于 0. 5kg 的模壳试样, 经破碎、剔除玻璃纤维, 研磨至全部通过筛孔公称直径为 0. 16mm 筛。

A. 9. 2 氯离子含量测试

按 JGJ/T 322—2013 附录 C. 0. 1~C. 0. 10 的规定进行。

A. 10 燃 烧 性 能

按 GB 8624 的规定进行。

A. 11 抗冲击性能

将模壳顶面向上放置在平整地面上, 在模壳的中上方用质量为 1kg 的钢球, 距模壳顶面 1500mm 的高度自由落下, 观察试样有无裂纹。

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词，说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时，首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指定按其他有关标准、规范执行时，写法为“应按……执行”或“应符合……的要求或规定”。

引用标准名录

- 1 《建筑结构荷载规范》 GB 50009
- 2 《混凝土结构设计规范》 GB 50010
- 3 《建筑抗震设计规范》 GB 50011
- 4 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204
- 5 《建筑工程施工质量验收统一标准》 GB 50300
- 6 《建筑材料及制品燃烧性能分级》 GB 8624
- 7 《混凝土质量控制标准》 GB 50164
- 8 《现浇混凝土空心楼盖技术规程》 JGJ/T 268
- 9 《混凝土中氯离子含量检测技术规程》 JGJ/T 322
- 10 《机制玻镁复合板与风管》 JG/T 301
- 11 《菱镁防火门芯板》 JG/T 470
- 12 《菱镁制品用工业氯化镁》 WB/T 1018
- 13 《菱镁制品用轻烧氧化镁》 WB/T 1019
- 14 《菱镁制品用玻璃纤维布》 WB/T 1036
- 15 《镁质胶凝材料制品用硫酸镁》 CMMA/T 1
- 16 《钢筋混凝土连续梁和框架考虑内力重分布设计规程》
CECS 51:93

山东省工程建设标准

玻纤菱镁建筑模壳应用技术规程

DB37/T 5149—2019

条 文 说 明

目 次

1	总则	23
3	材料	24
3.1	规格尺寸和标记	24
3.2	质量要求	24
3.3	检验	25
4	设计	26
4.2	设计原则	26
4.3	设计要求	27
5	施工与验收	28
5.1	施工准备	28
5.2	施工工艺要求	28
5.3	工程验收	29

1 总 则

1.0.1 目前常用的模壳，有塑料模壳和玻璃钢模壳两种。玻璃钢模壳强度高，但是缺点是价格高。塑料模壳的优点是价格较便宜，自重较轻，但缺点是刚度、强度、耐冲击性略差。玻纤菱镁建筑模壳（也称为无机玻璃钢模壳）具有价格较便宜、施工方便、可根据设计要求生产不同尺寸产品、生产周期短、不燃烧等优点。

本规程的制定对提高产品的质量，规范生产和市场流通，加强行业管理具有重要意义。

1.0.2 玻纤菱镁建筑模壳可用于一般的工业与民用建筑，尤其适用于具有较大跨度、对层高有限制的工业建筑和居住建筑。

1.0.4 本规程与其他规范和标准的关系是：凡本规程有规定的，应按本规程执行；本规程未做规定的，应按《混凝土结构设计规范》GB 50010、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204等现行标准的相关规定执行。

3 材 料

3.1 规格尺寸和标记

3.1.1 规定了菱镁建筑模壳的标准规格尺寸，其中模壳侧面壁厚一般宜为 10mm，顶面壁厚一般宜为 12mm。同时，为了表述方便，用示意图的方式对菱镁模壳的各个面进行了定义。

3.1.2 标记示例：长度为 1000mm、宽度为 800mm、高度为 400mm 的菱镁模壳，标记为：LMMK-1000-800-400。

3.2 质 量 要 求

3.2.1 本条对菱镁模壳生产所用的原料进行了规定。

3.2.2 本条对菱镁模壳的外观质量进行了规定。在模壳外表面上要浇灌混凝土，为保证现浇混凝土的质量，模壳外表面应无污染、裂纹等缺陷；而模壳内表面直接暴露在外面，一般工程上不进行装饰或只是简单地粉刷，所以规定要求比外表面更高一些。

3.2.3 为保证混凝土密肋梁的结构偏差，本条对菱镁模壳长度、宽度、高度、壁厚的允许偏差进行了规定，目前大部分菱镁模壳生产方式是整体手工成型，造成尺寸偏差较大，所以规定的允许偏差范围较大。

3.2.4 本条对菱镁模壳的性能指标进行了规定。

1 软化系数是耐水性质的一个表示参数，软化系数的取值范围在 0~1 之间，其值越大，表明材料的耐水性越好。软化系数的大小，有时被作为选择材料的依据。长期处于水中或潮湿环境的重要建筑物或构筑物，必须选用软化系数大于 0.85 的材料。用于受潮湿较轻或次要结构的材料，则软化系数不宜小于 0.70。

2 模壳在施工过程中需承受混凝土振捣棒冲击。

3 竖向抗压均布荷载考虑的是菱镁模壳在竖向方向上承担

的总荷载，包括混凝土及钢筋荷载和施工荷载。

4 菱镁模壳在施工中承担的侧向抗压荷载按竖向抗压均布荷载大小估算，但侧向荷载一般小于竖向。

5 模壳的集中抗压荷载相当于一个施工人员站在模壳上。

6 模壳与现浇混凝土拉伸粘结强度大小决定了混凝土拆模后，模壳是否会出现脱落。按此强度值计算的粘结力必须大于模壳自重产生的拉力。

7 菱镁模壳中的氯离子含量是影响混凝土耐久性（可能会腐蚀钢筋）、混凝土与模壳的长期粘结力（在二者之间形成隔离层）的重要因素，因此必须予以控制，国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010—2010 中 3.5.3 规定室内干燥环境下最大氯离子含量为 0.30%（占胶凝材料总量）；国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164—2011 中 3.1.8 规定，混凝土拌合物（用于干燥环境下钢筋混凝土）的水溶性氯离子的最大含量为 0.30%（占水泥用量的质量）。

本规程规定的菱镁模壳的游离氯离子含量 $\leq 0.30\%$ ，为占制品总质量的比例，略低于 GB 50010 的规定。

8 菱镁制品的不燃性是其固有的特性，是一种不可多得的不燃型装饰材料。

9 冲击性能考虑的是模壳在混凝土浇筑过程中所受的冲击。

3.3 检 验

3.3.1 本条规定了 3.2.3 条性能指标的检验方法。

3.3.2 本条规定了进场应提供的技术文件，以及进场复验的相关要求。其中产品出厂检验的项目由生产商按现行行业标准或企业标准确定。

4 设 计

4.2 设 计 原 则

4.2.1 密肋楼盖结构设计应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 等的有关规定。

4.2.2 “荷载效应组合设计值”为现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 中规定的称谓。确定楼板竖向永久荷载时，应考虑菱镁模壳的质量。

4.2.3 由于肋梁间距较小，肋梁之间相互作用较大，因此有限元法计算（或其他电算方法）时宜考虑剪切、扭转变形的影响。鉴于面板厚度一般为 50mm，当面板承受集中力时，应进行面板的冲切承载力验算。当不满足时，应局部采用实心板或局部改变模壳高度，增加面板厚度。

4.2.4 弯矩调幅可使楼盖板配筋分布合理，使板承载能力极限状态和正常使用极限状态的设计较接近实际受力状况。对考虑弯矩调幅的结构构件，尚应满足正常使用极限状态验算的要求。为了保证结构的延性，对于考虑弯矩调幅的肋梁的截面受压区高度提出了要求，由此所计算出来的相对受压区高度可满足《钢筋混凝土连续梁和框架考虑内力重分布设计规程》CECS 51:93 的要求。按弹性分析方法求得的内力，在一跨范围内正、负弯矩之间的调幅不应超过 20%。

4.2.5 实际工程设计中常通过截面尺寸、配筋构造措施的限制条件来控制构件的挠度和裂缝宽度。密肋楼盖在设计中采用了适宜的跨高比、周边约束条件和构件配筋特性，并且有可靠的工程经验时，可不做结构构件的挠度和裂缝宽度验算。

4.2.6 密肋楼盖对开洞口的加强要求与普通实心楼板区别不大。对开洞口较大的密肋楼盖，除验算楼盖板承载力并采取构造措施

加强外，在结构分析中尚应根据有关规范的规定考虑楼盖平面内变形的影响。

当楼板开洞周边不能贴近肋梁时，洞口周边应保证至少70mm宽的实心混凝土带。在孔洞边应补偿钢筋，每方向的补偿钢筋面积不小于切断钢筋的面积。

4.3 设计要求

4.3.1 由于肋梁、面板截面尺寸较小，从耐久性角度考虑，混凝土强度不宜低于 C25。

4.3.2 考虑我国的设计习惯和规范规定，本条提出了不做挠度和裂缝宽度验算的跨高比，设计时可根据实践经验采用。本规程给出的跨高比是根据工程经验确定的，不能保证在各种工况下挠度、裂缝宽度的验算均满足要求。

4.3.4 《混凝土结构设计规范》GB 50010 从构造角度规定了面板的最小厚度为 50mm，肋梁的最小高度为 250mm。对于面板的合理厚度，尚应在符合承载能力极限状态和正常使用极限状态要求的前提下，按照经济合理的原则，肋宽的取值应根据剪力计算确定，同时考虑施工方便确定最小肋宽。

4.3.5 肋梁纵向受力钢筋的保护层厚度、侧壁的保护层厚度、面板的保护层厚度均需满足现行《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。

4.3.6 肋梁和面板均为混凝土构件，钢筋最小配筋率应符合现行《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

4.3.7 实心板带一般是指周边支承梁的梁边与相邻模壳边缘形成的混凝土实心板带，相当于边支承梁的翼缘，满足构造要求即可。本条偏于安全起见，取钢筋直径不小于 12mm、间距不大于 100mm。

5 施工与验收

5.1 施 工 准 备

5.1.1 菱镁模壳施工的专项施工技术方案包括：施工工序、操作要点、质量控制措施、技术交底等主要内容。施工技术方案应按程序评审，对涉及安全的内容，应有明确的规定和相应措施。

5.1.2 模壳的堆放高度过高可能会损坏下层壳体，同时也存在安全隐患。

5.2 施工工艺要求

5.2.2 对跨度较大的混凝土梁、板，应考虑到自重的影响，适度起拱有利于保证成形后构件的形状和尺寸。

5.2.3 模壳排列原则均由跨度中间向两边排列，以免出现两边的边肋宽度误差不等的现象。顺直度是保证肋梁截面尺寸的关键，应严格控制。

5.2.7 当钢筋铺设与其他管线铺设发生冲突时，可适当调整施工工序，进行交叉作业。

5.2.8 预留、预埋设施和管线应按设计要求布置，如预留位置与模壳排放位置发生冲突时，可适当调整预埋位置。

5.2.10 鉴于肋梁的宽度相对较小，为保证混凝土密实，对混凝土坍落度等做了规定；分两次浇筑是为了防止模壳受侧压过大而发生倾斜、移位和破损等情况；运送（泵送）混凝土时，应注意缓减其对模壳的冲击力；施工机具应避免直接放在模壳上，可在模壳上铺设垫板后放置施工机具。

5.2.11 密肋楼盖属于混凝土结构构件，冬雨季施工应按相关标准的规定进行。

5.3 工 程 验 收

菱镁建筑模壳的工程质量验收应符合国家现行的《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 和本规程的有关规定。并按当地质量监督部门的要求，整理和保存好有关验收资料。