

国家“863”计划

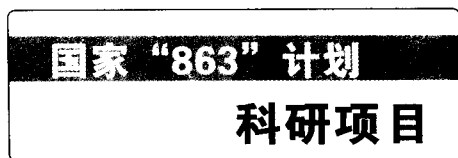
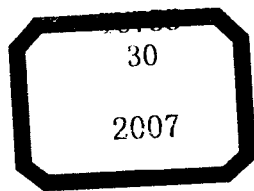
科研项目

XIANJIAO
HUNNINGTU
KONGXINLOUGAI

现浇混凝土空心楼盖

邱则有 著

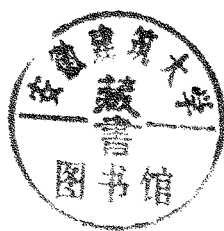
中国建筑工业出版社



XIANJIAO
HUNNINGTU
KONGXINLOUGAI

现浇混凝土空心楼盖

邱则有 著



中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

现浇混凝土空心楼盖/邱则有著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2007

ISBN 978-7-112-08782-2

I. 现… II. 邱… III. 钢筋混凝土结构—屋顶—研究 IV. TU375.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 116958 号

选题策划: 贺秀川

责任编辑: 张幼平 岳建光

责任设计: 赵明霞

责任校对: 张树梅

国家“863”计划科研项目

现浇混凝土空心楼盖

邱则有 著

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京天成排版公司制版

北京建筑工业印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 18½ 字数: 455 千字

2007 年 3 月第一版 2007 年 3 月第二次印刷

印数: 3001—5000 册 定价: **52.00 元**

ISBN 978-7-112-08782-2

(15446)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.cabp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>



邱则有，男，湖南涟源人，研究员，硕士研究生导师，1963年11月出生。1984年毕业于辽宁建筑工程学院(现沈阳建筑大学)建筑材料及制品专业，获工学学士学位。毕业后在湖南省建材研究院设计院，长期从事建筑新材料、建筑新结构的研究开发与推广应用。1995年创办国家级高新技术企业长沙巨星轻质建材股份有限公司，先后荣获“湖南省十大杰出青年”、享受国务院特殊津贴专家等荣誉称号。

邱则有先生长期担任湖南省人大常委会委员、中国专利保护协会副会长、湖南工商联副会长、湖南省科协常委、中国专利保护协会空心楼盖专利联盟理事长、中国专利保护协会空心楼盖知识产权联盟理事长等社会兼职。

邱则有先生在我国建筑和建材领域具有广泛的影响力，享有“中国空心楼盖产业之父”的美誉，并在空心楼盖领域拥有3600多项发明专利，是国内目前申请发明专利最多的人之一。邱则有先生在国内首次创造性地发明了“现浇混凝土空心无梁楼盖体系”，多次承担国家高技术研究发展(863计划)计划项目、国家重点火炬计划项目、国家高技术产业化示范工程项目、建设部科技成果重点推广项目及国家重点新产品项目等系列研究课题。

前 言

楼盖体系是建筑结构的基本组成部分。选择合适的楼盖体系，不仅可满足现代建筑对层高、自重、大空间、自由间隔及抗震等提出的更高要求，改善整个结构的力学性能，还可降低工程造价。随着全国房地产市场的不断升温，全国建筑市场前所未有的新机遇，各种新型的楼盖体系也应运而生，其中现浇钢筋混凝土空心楼盖技术便是一种。全新现浇结构体系，是我国建筑结构领域的一项重大创新，经过近十余年的发展，现在已形成了近 60 亿的新产业，其空心楼盖技术已在全国 28 个省市重要工程中成功应用近 6000 万平方米，且每年以 8% 的速度递增，取得了巨大的社会效益和经济效益。

空心楼盖技术已列入

- 国家高技术产业化示范工程项目计划
- 国家高技术研究(863 计划)引导项目计划
- 国家高技术研究(863)项目子课题
- 重点国家级火炬计划项目
- 国家科技成果重点推广项目
- 建设部科技成果重点推广项目

空心楼盖产品先后荣获：

- 国家级新产品
- 国家重点新产品
- 湖南省名牌产品(GBF 为湖南省著名商标)

目前市场上介绍空心楼盖方面的著作较少。为广大从事建筑结构的从业人员计，本书全面详尽地介绍现浇混凝土空心楼盖研究与实验的基本内容和过程。本书不仅可供结构设计工作的工程技术人员阅读，也可供建筑设计师、学校教师、研究人员、广大建筑从业人员等阅读利用。

目 录

前言

第 1 章 现浇钢筋混凝土空心楼盖的研究	1
1 引言	1
2 楼盖体系的发展	4
2.1 预制、预应力楼盖体系	4
2.2 现浇混凝土楼盖体系	5
3 楼盖体系的分析方法	7
3.1 预制、预应力楼盖体系	7
3.2 现浇楼盖体系	8
4 国内外研究现状及发展趋势	18
5 待研究的关键问题	19
5.1 加劲肋无梁楼盖	19
5.2 蜂巢芯模无梁楼盖	20
第 2 章 加劲肋空心管钢筋混凝土空心楼盖简支板带(垂直管向)试验研究	22
1 概述	22
2 试验目的	22
3 试验用简支板带的尺寸设计	22
3.1 测点布置及加载方式	24
4 试验结果	27
4.1 变形发展过程	28
4.2 钢筋及混凝土的应变分布	29
4.3 板带的裂缝开展与破坏特征	33
5 结论	39
第 3 章 加劲肋空心管钢筋混凝土空心楼盖简支板带(平行管向)试验研究	40
1 试验目的	40
2 试件制作	40
3 试验方法及过程	41
3.1 测试内容	42
3.2 试验装置	42
3.3 试验过程	42

4	试验结果	44
4.1	板的变形发展过程	45
4.2	钢筋及混凝土的应变分布	46
4.3	板的裂缝开展与破坏特征	48
5	结论	55
第4章	四边简支加劲肋空心管钢筋混凝土空心楼盖试验研究	56
1	试验楼盖的设计	56
1.1	试验楼盖的目的	56
1.2	缩尺模型的设计依据	56
2	试件制作	57
3	试验方法及过程	59
3.1	测量内容	59
3.2	试验装置	61
3.3	试验过程	61
4	试验结果	62
4.1	楼盖在设计荷载下的挠度	62
4.2	楼盖的变形发展过程	62
4.3	钢筋及混凝土的应变分布	64
4.4	楼盖的裂缝开展与破坏特征	66
4.5	开裂荷载、破坏荷载与安全系数	69
5	结论	69
第5章	四边固支加劲肋空心管钢筋混凝土空心楼盖试验研究	70
1	概述	70
2	试验用楼盖的尺寸设计	70
3	测点布置及加载方式	72
4	试验结果	74
4.1	楼盖在设计荷载下的挠度	74
4.2	楼盖的变形发展过程	74
4.3	钢筋及混凝土的应变分布	76
4.4	楼盖的裂缝开展与破坏特征	78
5	结论	80
第6章	长期荷载下四边固支加劲肋空心管钢筋混凝土空心楼盖试验研究	82
1	概述	82
2	试验用楼盖的尺寸设计	82
3	测点布置及加载方式	84
4	试验结果	86
4.1	荷载—挠度曲线	86

4.2 楼盖的长期挠度观测	87
5 结论	87
第7章 角点支承加劲肋空心管钢筋混凝土空心楼盖试验研究	89
1 试验楼盖的设计	89
1.1 试验目的	89
1.2 缩尺模型的设计依据	89
2 试件制作	89
3 试验方法及过程	91
3.1 测量内容	91
3.2 试验装置	93
3.3 试验过程	93
3.4 试验结果	94
4 结论	102
第8章 加劲肋空心管现浇钢筋混凝土空心楼盖的薄板理论研究	103
1 弹性薄板理论概述	103
1.1 弹性板的概述	103
1.2 弹性板理论的发展	104
1.3 薄板的计算理论	106
2 现浇钢筋混凝土加劲肋管空心楼盖的截面刚度计算	113
2.1 截面刚度计算	113
2.2 截面平均刚度计算	116
2.3 加劲肋管空心板的截面平均刚度的计算	117
3 弹性薄板问题的解析解	120
3.1 四边简支的正交各向异性的矩形薄板	120
3.2 四角点支承的正交各向异性的矩形薄板	122
4 试验与弹性薄板理论对比分析	130
4.1 四边简支现浇钢筋混凝土加劲肋管空心楼盖	130
4.2 四角固支现浇钢筋混凝土加劲肋管空心楼盖	133
第9章 加劲肋空心管现浇钢筋混凝土空心楼盖的比拟空腹桁架理论研究	136
1 比拟空腹桁架理论	136
1.1 比拟空腹桁架在竖向均布荷载下的内力简化计算	136
2 比拟空腹桁架理论的内力计算	139
2.1 顺管方向的类桁架模型	139
2.2 垂直管方向的类桁架模型	140
第10章 加劲肋空心管现浇钢筋混凝土空心楼盖有限元分析研究	144
1 概述	144
2 有限元模型用简支板带的设计	145
2.1 径向受力板带的情况	148

2.2 顺管方向受力板带的情况	152
3 加劲肋无梁楼盖有限元分析	156
3.1 计算方案	156
3.2 板有限元分析	158
3.3 板整体应力云图	159
3.4 加劲肋板弯矩分析	189
第 11 章 加劲肋空心管现浇钢筋混凝土空心楼盖试验和有限元计算的综合分析	195
1 加劲肋板带试验和有限元计算结果综合分析	195
1.1 试验结果分析	195
1.2 加劲肋板带在单向受力情况下的有限元结果分析	196
1.3 单向受力板带的试验与有限元分析结果比较	198
1.4 结论	199
2 加劲肋楼盖试验和有限元计算结果综合分析	199
2.1 加劲肋楼盖有限元精度验证	199
2.2 加劲肋楼盖弯矩的计算方法	201
2.3 结论	201
第 12 章 GBF 连续板内力重分布性能试验研究	204
1 钢筋混凝土超静定结构塑性内力重分布的研究及其在桥梁中的应用现状	204
1.1 考虑结构内力重分布的弯矩调幅设计法	205
1.2 考虑结构内力重分布的其他计算方法简介	209
1.3 考虑塑性内力重分布设计法在桥梁工程中的应用状况	210
2 GBF 连续板内力重分布性能试验概况	211
2.1 试验目的	211
2.2 试件设计与制作	211
2.3 测量内容及测量方法	213
2.4 试验方法	216
3 试验加载过程描述	217
3.1 顺管向连续板 JLB-1	217
3.2 横管向连续板 HJLB	218
4 试验数据整理与结果分析	218
4.1 材料性能试验结果	218
4.2 连续板的受力全过程及其内力重分布现象	219
4.3 顺管向连续板的极限承载力及正截面承载力	223
4.4 试验板的实测调幅值	225
4.5 塑性铰区长度的测量结果与分析	225
4.6 连续板破坏时中支座截面塑性铰的转动量	228
4.7 连续板的正常使用性能	229
4.8 中支座截面的实测弯矩一曲率曲线	232

4.9 顺管向连续板与横管向连续板的试验对比分析	235
5 结论	236
第 13 章 GBF 连续板的正截面抗弯承载力及结构极限承载力的理论分析	
与计算研究	237
1 考虑管作用的 GBF 连续板正截面抗弯承载力分析	237
1.1 管与混凝土的粘结问题	237
1.2 正截面承载力分析与计算	237
2 GBF 连续板极限承载力分析	245
2.1 超静定结构极限承载力的塑性极限分析法	246
2.2 用静力法求解连续板的极限承载力	246
2.3 用机动法求解连续板的极限承载力	247
2.4 理论值与实测值结果比较	248
3 结论	249
附录: 考虑管作用的 GBF 板截面抗弯承载力计算程序	249
程序一(用于薄壁管截面受力状况分为三个部分的情形)	249
程序二(用于薄壁管截面受力状况分为两个部分的情形)	253
第 14 章 GBF 连续板使用阶段的工作性能研究	256
1 试验标准荷载的确定	256
2 正常使用荷载下的裂缝宽度计算	257
2.1 根据规范公式计算的裂缝宽度	257
2.2 规范裂缝宽度计算公式的修正	258
3 连续板使用阶段的挠度计算	260
3.1 连续板跨中挠度的计算	260
3.2 结构刚度的计算	262
3.3 计算结果与实测结果的比较	264
4 结论	265
第 15 章 GBF 连续板一定荷载下满足承载能力要求的弯矩调幅限值研究	266
1 塑性铰区长度的计算	266
1.1 塑性铰区长度的概念和意义	266
1.2 塑性铰区长度的试验测量结果	267
1.3 塑性铰区长度的计算	269
2 调幅所需的塑性转角	270
2.1 调幅所需的塑性转角理论计算	270
2.2 调幅所需的塑性转角理论值与实测值的比较	273
3 中支座截面所具有的极限塑性转动能力	273
4 满足承载能力要求的弯矩调幅限值	275
5 结论	277

附录：空心楼盖技术在实际工程中的应用及其产品..... 279

参考文献 283

后记 286

第1章 现浇钢筋混凝土空心楼盖的研究

1 引言

随着国家建设事业的蓬勃发展,建筑工程领域中新技术、新材料不断涌现,各方面对结构的需求也日益变得丰富多彩,为满足现代建筑对层高、自重、大空间、自由间隔及抗震等提出的更高要求,人们研究并提出了各种更新、更适用、技术经济效果更好的结构体系。楼盖体系是建筑结构的基本组成部分之一,选择合理的楼盖体系,不仅可改善整个结构的力学性能,还可降低工程造价。因此单一的楼盖体系已不能适应需要,各种新型的楼盖体系应运而生,如预应力钢筋混凝土板柱结构体系、钢筋混凝土空腹夹层板柱结构体系、无粘结预应力无梁楼盖、现浇混凝土空心无梁楼盖等。其中现浇钢筋混凝土空心楼盖技术便是继普通梁板式楼盖、无梁楼盖体系、密肋楼盖体系、无粘结预应力无梁楼盖后的一种全新现浇结构体系,是我国建筑结构领域的一项重大创新,是一种性能价格比较优越,更符合人性的高技术的结构体系,具有巨大的社会经济价值。

现浇钢筋混凝土空心楼盖一般由实心明、暗扁梁和空心楼板组成,目前国内的空心板柱结构,由于其埋入混凝土板管内的材料与截面形式不同,导致孔隙率大小、折算厚度不同。空心楼板采用薄壁空心圆管作为填充物时,会形成类似预制空心板那样单向孔道的现浇混凝土多孔空心楼板,如果管的内腔是通长无肋的,那么称这种空心楼板为通孔式空心板;如果管的内腔是像竹子一样每隔一定距离有一实心肋,那么称这种楼板为竹式空心板。这种高强薄壁空心圆管是长沙巨星股份公司的专利技术,即在现浇钢筋混凝土楼盖中采用埋芯(非抽芯)成孔工艺,在楼盖内每隔一定距离放置圆形(或方形、梯形、异形)高强薄壁复合管,孔道是单向的,然后浇筑混凝土,从而形成无数类似小工字形梁受力的现浇钢筋混凝土多孔空心板或密肋形式受力的现浇空心板,进而使无柱帽的现浇混凝土无梁楼盖得以顺利实现。此楼盖可形成板柱体系、板柱-剪力墙体系。其中高强薄壁复合管是采用玻璃纤维为受拉材料,胶凝材料经过配料,超细粉末搅拌预制成轻质管材,管壁厚度仅有

3~5mm, 管径为 70~240mm 不等, 长度通常为 1m, 不足 1m 时, 可根据需要做短管, 具有强度高、抗震性能好、吸水率低、不燃、安装施工方便等优点。该楼盖继承了预制空心板和现浇板无梁楼盖的优点, 克服传统的楼盖体系的不足, 具有新的技术特点:

(1) 自重轻、材料省, 可广泛应用于各种跨度和各种荷载的建筑, 特别适用于大跨度和大荷载、大空间的多层和高层工业及民用建筑。

(2) 整体性能好, 楼面平整有利于房间灵活隔断, 适合于大开间布置, 空间开阔美观; 房间无需吊顶, 减少了吊顶装修和吊顶更新的费用; 同时有利于管道的安装。

(3) 可降低建筑梁高 0.3~0.7m 左右, 在建筑层内净高不变的情况下, 可相应降低建筑层高 0.3~0.7m 左右, 可减少各种围护结构, 内外墙装饰、电梯、竖向水电管线的费用, 综合造价低。

(4) 平模施工简便、速度快, 无须梁的支撑工序, 施工工期缩短了 40% 左右, 而且减少了模板的损耗, 降低施工成本。

(5) 楼盖的封闭空腔, 提高了隔声隔热效果, 有利于降噪、节能。特别是降低撞击噪声十分明显。

(6) 楼面刚度大, 变形小, 抗震性能好。

本文研究的芯模材料是预制加劲肋空心管和蜂巢芯模。

预制加劲肋空心管与高强薄壁复合管基本相同, 只是在管的中部设置了预制加劲肋, 即是管壁厚 3~5mm, 中间布有钢筋并伸出管外, 将这种加劲肋管单向每隔一定距离放置在板格内, 配置板内钢筋, 在柱之间设与板同高的暗扁梁或明梁, 通过现浇实心暗梁与现浇混凝土空心楼盖上下翼缘紧密结合形成加强的扁框架梁, 空心混凝土无梁楼盖沿顺管方向为工字形截面, 有可靠的传力体系, 但在最薄弱处仅存在上下翼缘, 为了保证上下翼缘能共同工作, 必须采取相应措施提高楼板的整体性, 所以空心管的排放为左右一根对接, 对接处留现浇的混凝土工字形端间肋, 在端间肋间也可配置适量钢筋以增强楼板整体性。

楼盖的结构形式分两种情况: 垂直管孔方向和顺管孔方向的截面分别如图 1-1、图 1-2。

这种在管中增设预制加劲肋的现浇钢筋混凝土加劲肋管空心楼盖与目前常见的现浇钢筋混凝土空心楼盖相比除具有上述优点外, 还有以下特点:

(1) 管中的加劲肋在结构的受力性能方面, 使其更趋向于真正的空间结构, 加劲肋可视为一般桁架结构中的斜腹杆, 它的存在增加了结构的稳定性, 使结构的受力更合理。

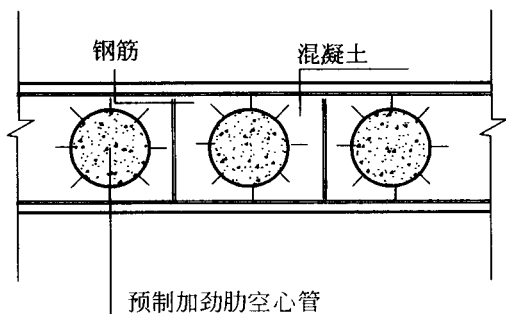


图 1-1 垂直管孔方向

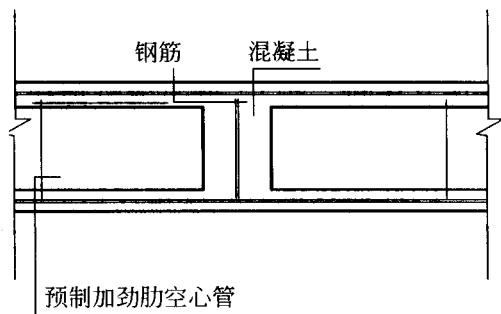


图 1-2 顺管孔方向

(2) 由于管的单向布置而使板成为正交异性的板, 但由于管中加劲肋的存在, 使得这种正交异性减弱了, 缩小了垂直管向与平行管向抗弯刚度的差距。

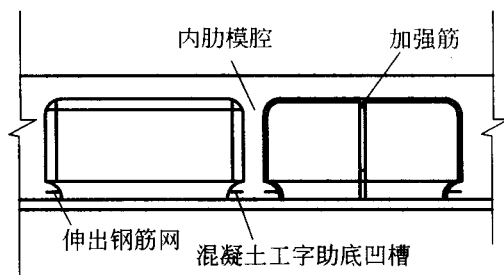


图 1-3 蜂巢芯外形示意图

采用蜂巢芯系列产品(图 1-3)在现浇混凝土板中铸塑成内部空间承力单元, 形成传力明确的现浇混凝土双向网格肋空心楼盖水平结构体系, 与暗梁、扁梁或明梁配合形成空间结构体系。它的传力骨架是通过柱与柱之间实心暗梁或明梁, 结合蜂巢空心板工肋上下翼缘形成一个大的工字形截面梁, 使其抗侧移刚度、位移、强度和变形等方面均能满足设计要求。但若施工时先浇一层混凝土, 而后再摆放空心盒, 将会造成施工时间增长, 程序复杂, 且若间隔时间过长, 设计时就要按叠合结构考虑。因此, 在设计这种空心盒时, 使它带有一层底板, 将其底板看作工字形的最下一层。这样免去了施工支模, 而且底板平整, 不易开裂。这种空心模具采用玻璃纤维为受拉材料, 胶凝材料经过配料, 超细粉末搅拌预制成轻质材料, 壁厚仅有 3~7mm, 底面正方形尺寸为 500~1250mm 不等, 高度为 100~650mm 不等。空腔底部有钢筋伸入肋里, 增强楼板的整体性。这种模具具有强度高、抗震性能好、吸水率低、不燃、安装施工方便等优点。

由于现浇钢筋混凝土加劲肋管空心楼盖和蜂巢芯空心楼盖是出现不久的新技术, 对其研究还未开展, 没有试验研究, 且由于板内部的应力属于三维复杂应力状态, 只有通过试验研究测定特殊截面上典型部位混凝土和钢筋的有限个应力、应变数据, 来分析板内部混凝土的应力、应变分布, 因此结合有限元的分析程序 ANSYS, 建立模型分析其基本的力学性能, 再结合试验观察到的结构的整体受力性能, 进行对比分析, 研究发现其基本的力学性

能，建立正确的计算模型，寻找正确科学的设计方法，给设计、施工提供指导性的建议，提高结构的安全性，降低工程造价，使这种新技术能更完善地发挥其优势，为 21 世纪建筑现代化提供了强有力的技术支持，促进我国建筑业的快速发展，有利于国民经济水平的提高。

因此通过试验和理论分析研究该空心楼盖的基本力学性能，探索合理的计算模式，对正确地进行设计、优化设计，确保结构的安全使用、降低工程造价，将起着非常重要的作用。

2 楼盖体系的发展

2.1 预制、预应力楼盖体系

就预应力楼盖结构而言，有三种形式：全现浇的预应力楼盖、全预制的高效预装配整体式楼盖、半预制半现浇的高效预应力双向叠合楼盖。预制预应力混凝土结构在国外已普及，文献 [1] 介绍几种在欧美国家应用的框架结构预制预应力楼盖体系：框架结构一般预制预应力楼盖体系，有倒 T 形大梁+预制槽型板+现浇混凝土平板、倒 T 形大梁+预制预应力小梁+预制与现浇混凝土迭合板；BUM-TIP 全装配体系；组合扁梁预应力楼盖体系；槽口大梁预应力楼盖体系。文献 [4] 中探讨了三种预应力楼盖结构的特点，并指出目前研究应用的几种结构形式：大跨度部分预应力混凝土框架结构、大跨度预应力次梁楼盖结构、高层框筒结构预应力混凝土楼盖结构、双向密肋楼盖结构(应用无粘结预应力混凝土 UPC)、高效预应力预制板装配整体式楼盖结构、混凝土叠合楼盖结构。

我国传统住宅多采用预应力短向圆孔板装配式楼盖，历经 30 年不衰，成为主要的结构形式。但近年来家庭小型化和人们生活方式的多样性，需要丰富多采的户型，大开间楼盖可形成灵活分割的空间，而现浇楼盖可满足大跨度要求，易于空间分割，目前现浇楼板正迅速取代预制板，成为住宅楼盖的主要形式。但现浇楼盖存在跨度和承载能力有限，抗裂性能差，施工工艺复杂、工期长，难以实现文明施工，耗材多、自重大、造价高，技术条件要求高等问题。随着建筑业的科技进步，以中高强钢丝、钢绞线为受力钢筋的高效预应力预制装配式楼盖和半预制半现场的装配式整体的叠合楼盖^[1,4]是较合理的选择，而且中国建筑科学研究院已完成上述高效预应力预制构件的基础研究，并已将有关设计参数列入混凝土结构设计规范。

无粘结预应力混凝土无梁楼盖是国家推行的一项新工艺、新技术。首先

在山西省采用了该项新工艺和新技术，它具有以下特点：增大跨度（跨度比非预应力混凝土板大 50%~100%）；减轻自重（比普通钢筋混凝土板薄 1/3）；伸缩缝间距大，抗震性能好；减少工艺，节约材料，经济效益好。大跨度无粘结预应力楼盖兼容了所有钢筋混凝土的优点，是一种既降低工程造价又能达到理想效果的大跨度无梁板^[5]。

在总结当前楼盖体系主要指标的基础上，提出一种新的“大跨度预应力空腹楼盖结构”体系^[6]，可满足跨度 18m 左右的建筑需要，且使楼盖结构层高度相对降低。该结构是由上、下薄板和连接于其中用以保证上、下层板共同工作的短柱组成，层板为预应力混凝土平板或带肋平板，短柱可为方形或圆形截面，其实这种楼盖结构也可看作夹层板结构体系。总的来说，发展预制预应力建筑结构体系可取得显著的经济效益与社会效益。

2.2 现浇混凝土楼盖体系

2.2.1 肋形梁楼盖、井式梁楼盖及反梁式楼盖

肋形梁楼盖构造简单，施工方便，适用又经济，是整体楼盖结构中最常用的形式。它是纵横两个方向都布置有梁，构成主、次梁结构形式，力的传递次序是板、次梁、主梁，可分为单向板肋形楼盖和双向板肋形楼盖；井式梁楼盖也是纵横向布置梁，板的长边与短边的比一般小于 2。

2.2.2 无梁楼盖体系

无梁楼盖按其纵横两向柱距之比可分为单向板无梁楼盖及双向板无梁楼盖。由于平面布置的要求，无梁楼盖的柱网一般接近正方形，常见的多为双向板无梁楼盖，一般包括四种形式^[7]：

(1) 带柱帽的无梁楼盖(flate-slab floor)，通称为无梁楼盖，由柱、柱帽、柱上托板及平板组成。

(2) 平板无梁楼盖(flate-plate floor)，仅由柱和平板组成，这种楼盖在节点处平板受柱的冲切作用较大，需在柱顶处平板内设置受剪配筋。

(3) 仅柱上有梁的双向板楼盖，简称双向板楼盖，它不同于双向板梁式楼盖，柱上梁的刚度不大，不能将它视为板的支座，而只可作为板的一部分，加强了板与柱的连接，也可单独承受一些集中力。

(4) 双向密肋格形无梁楼盖(waffle slab)，可以理解为在厚板下面规则地挖出一系列立方体后而成形的，其保留部分即为肋，因为肋间距为 0.9~1.2m，故称密肋式，柱上部分为抗冲切不挖空而为实体或沿柱列线一定宽度内不挖空而成“暗梁”。

无梁楼盖在 1906 年始创于美国，当时因其带有柱帽，又称为菌形楼盖，

曾出现不少配筋形式,有双向配筋、四向配筋及环向配筋等。在理论及试验方面都做了大量工作,国内的建造也很多,是一种成熟的结构形式。

平板无梁楼盖约在 1925 年前就已出现,但大量的应用是在第二次世界大战后,多用于高层住宅建筑。在 20 世纪 60 年代后期,研究人员做了不少楼盖的试验研究,在 60 年代后期至 70 年代前期又对板的抗冲切受剪进行了深入的试验研究,所取得的成果最终都体现在美国混凝土学会 ACI71 年的规范中。

对于柱上有梁的双向板楼盖,过去一直按照梁式楼盖设计,把梁当作板的支座,至于把梁作为板的加强设计该如何考虑一直是个空白,直到 ACI71 规范颁布之后才解决。

双向密肋格形无梁楼盖是随着先进的塑壳定型模板的出现而得以大量推广,国外早有应用。20 世纪 70 年代末,钢筋混凝土密肋楼盖在欧洲出现,80 年代初,我国从国外引进并首次用于北京图书馆的国家工程中,1991 年建设部将其列为重点推广的新技术之一,目前在国内已广泛地应用。

2.2.3 现浇混凝土空心无梁楼盖体系

现浇混凝土空心无梁楼盖技术及配套的高强复合薄壁管,作为国家级重点火炬计划项目,于 1998 年底通过了建设部鉴定,1996 年 8 月在长沙市湖南国际金融大厦首次投入高层建筑的使用,是 1999 年建设部科技成果重点推广项目,短短几年间已成功地应用于各类建筑工程(商场、住宅、多层工业厂房、仓库等),应用面积在 100 万 m^2 以上,创造的效益超过 1.5 亿元,技术经济效果较好,市场潜力巨大,推广应用前景广阔。另外一种填充物是钢丝网水泥空心管,钢丝网水泥管有两种截面形式:第一种为类椭圆空心管,采用活动内模,人工抹灰操作成型;第二种为采用离心法生产的钢丝网水泥圆形空心管。前者比后者孔隙率提高 15% 以上,但管的生产速度没有后者快。

空腹夹层板楼盖体系^[11,12]是 1995 年提出的由交叉空腹梁组成的楼盖体系,研制至今,已在近 40 万 m^2 建筑结构中应用,取得了良好的社会效益和经济效益。钢筋混凝土空腹夹层板,又称“剪力键式双向空心大板”,它由上、下两层井字格带肋钢筋混凝土板,于井字格交叉处用宽度大于高度的钢筋混凝土剪力键联结而成,根据其使用功能,在构造上可分为三类,即空腹夹层板 I 型、II 型、III 型。它在建筑和结构上具有以下特点:大开间、大柱网对建筑空间的灵活布置和使用极有利;降低楼层层高;其中的空腹部分可作管线的设备层,节约建筑总造价;空腹夹层板属三维空间结构体系,其整体性及刚度均优于一般的梁板式结构;自重轻,减少相应柱、墙及基础的混凝土、钢筋用量。