

整体预应力装配式板柱建筑的设计与施工

杨华雄 编著

朱幼麟 季元振 高鸿升 审校

中国计划出版社

1996 北 京

前 言

1988年5、6月间，我作为建设部科技发展司副司长率领四人考察组赴南斯拉夫对整体预应力板柱建筑体系（IMS）的开发应用进行了两周的技术考察。考察组受到南热情友好的接待和我驻南使馆经代处的大力协助，并与IMS体系创始人、国际知名预应力混凝土结构专家、南科学院院士热热立（Zezely）教授亲切会见，热热立教授当场发表了热情洋溢的讲话。回国后，1988年10月21日，我们四人在《建设报》上发表文章：“大力推广整体预应力板柱（IMS）建筑体系”。七年过去了，该体系在我国的推广面积已从13万 m^2 增长到25万 m^2 。为了进一步推广这一体系，中建一局科研所与四川省建科院主编了《整体预应力装配式板柱建筑技术规程》。现在，杨华雄等同志又编写了《整体预应力装配式板柱建筑的设计与施工》一书作为规程背景材料。我相信，本书定会对推广这一体系做出新贡献。

李国洋

1995年8月15日

图书在版编目 (CIP) 数据

整体预应力装配式板柱建筑的设计与施工 / 杨华雄编著.
北京: 中国计划出版社, 1996.6
ISBN 7-80058-447-X

I. 整… II. 杨… III. ①整体张拉预加应力-装配式混凝土
结构-建筑设计 ②整体张拉预加应力-装配式混凝土结构-
建筑施工 IV. TU757.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 03567 号

整体预应力装配式板柱建筑的设计与施工

杨华雄 编著

朱幼麟 季元振 高鸿升 审校

☆

中国计划出版社出版

(地址: 北京市西城区月坛北小街 2 号 3 号楼)

(邮政编码: 100837)

新华书店北京发行所发行

北京华星计算机公司排版

东 华 印 刷 厂 印 刷

787×1092 毫米 1/16 14 印张 343 千字
1996 年 6 月第一版 1996 年 6 月第一次印刷
印数 1—6000 册

☆

ISBN 7-80058-447-X / T · 88

定价: 22.00 元

整体预应力装配式板柱建筑的设计与施工

“整体预应力装配式板柱建筑”是原国家建委、原国家建工总局及国家科委下达的科研课题，获 1985 年国家科技进步三等奖及 1987 年国家科技进步二等奖，也是建设部“八五”科技成果推广项目之一。1986 年，建设部下达编制规程的任务，1993 年该规程经中国工程建设标准化协会批准，1994 年，中国计划出版社出版了《整体预应力装配式板柱建筑技术规程》CECS 52:93（以下简称《规程》）。为帮助广大工程技术人员掌握《规程》来龙去脉，正确而熟练地进行设计和施工，我们编写这本书作为《规程》的背景材料，并附有工程施工图例，可供工程技术人员参考。

本书由朱幼麟、季元振、高鸿升审校，具体章节为：朱幼麟第四、五、六章，季元振第一、二、三、七章及附录 A，高鸿升第八、九、十章。

本书还得到北京中建建筑科学技术研究院（原中建一局科研所）的大力支持，谨表示谢意。

编 者

1995 年 8 月

目 录

第一章 概述.....	(1)
第一节 发展简史	(1)
第二节 IMS 体系的主要特点及施工步骤	(2)
第三节 为什么要大力推广 IMS 体系	(3)
第四节 我国对 IMS 体系的发展	(4)
附: 整体预应力装配式板柱结构工程一览表	(6)
第二章 建筑设计	(10)
第一节 本体系的特点及适用性	(10)
第二节 建筑结构的耐火能力	(11)
附: 首都体育馆速滑馆地下室顶板图及六角柱网结构图	(13)
第三章 结构设计原则	(15)
第一节 力学原理	(15)
第二节 结构非抗震设计规定	(15)
第三节 结构抗震设计规定.....	(16)
第四节 南斯拉夫介绍的 IMS 体系的设计原则(附原文)	(16)
第四章 内力分析	(20)
第一节 初步结构设计	(20)
第二节 预应力损失的计算.....	(22)
第三节 板柱体系中预应力荷载的五大作用	(25)
第四节 主体结构的内力位移分析	(26)
第五节 预应力约束内力的计算	(31)
附: 四角支承肋形板的计算表	(32)
第五章 抗裂及变形验算	(36)
第一节 摩擦节点的形成及抗裂性能	(36)
第二节 板柱结构的抗裂特征	(42)
第三节 板柱结构的抗裂公式	(46)
第四节 楼板挠度验算	(48)
第六章 板柱结构的抗震	(49)
第一节 纯板柱结构的抗震性能	(49)
第二节 板柱-剪力墙结构的抗震性能	(53)
第三节 结构抗震设计规定.....	(54)
第四节 伯兰柯·热热立的论述	(55)
第五节 地震实录	(56)
第七章 承载力计算	(58)

第一节 《规程》中承载力公式的推导	(58)
第二节 反向承载力公式	(63)
第三节 摩擦节点的竖向抗剪承载力及抗震验算	(63)
第四节 板角缺口抗劈承载力	(66)
第五节 斜截面抗剪承载力	(67)
第八章 构造规定	(69)
第一节 楼板	(69)
第二节 柱及剪力墙	(70)
第三节 垫块	(72)
第四节 南斯拉夫的考察实录	(73)
第九章 施工及验收	(80)
第一节 大楼板的预制	(80)
第二节 临时支撑	(81)
第三节 预制构件的安装	(82)
第四节 接缝砂浆及现浇垫块混凝土的浇筑	(84)
第五节 楼盖预应力施工	(85)
附: 锚具图、压折器图、手动灌浆泵图	(90)
第六节 力筋的粘结、锚具的保护	(93)
第七节 工程验收	(94)
第十章 工程施工图例	(96)
一、单元平面图	(96)
二、单元平面图节点大样	(97)
三、力筋图	(97)
四、中层柱 Z_2	(98)
五、标准大楼板	(99)
六、大楼板节点大样	(100)
七、小盒子	(101)
八、边梁 B_1	(101)
九、楼梯间大楼板	(102)
十、悬挑楼板	(102)
十一、垫块 D_1	(103)
十二、垫块 D_2	(104)
十三、垫块 D_3	(105)
十四、垫块钢筋大样	(106)
附录 A 后张有粘结的预应力混凝土结构的力学	(107)
第一节 简单回顾	(107)
第二节 力学模型的建立、预应力荷载	(108)
第三节 R.C 截面的预应力内力	(110)
第四节 R.C 微曲梁的基本方程和求解步骤	(112)

第五节 预应力荷载的典型实例 (117)

第六节 P.C 截面的预应力内力和应力分布..... (120)

第七节 力筋的两重性和预应力荷载的内外转化 (122)

第八节 预应力内力的调整（调幅及折减） (124)

第九节 P.C 结构的抗裂验算..... (126)

第十节 P.C 结构的承载力计算 (126)

参考文献 **(130)**

 附：整体预应力装配式板柱建筑技术规程 CECS 52：93..... (133)

 整体预应力装配式板柱建筑技术规程条文说明..... (178)

第一章 概 述

第一节 发展简史

1956年,南斯拉夫塞尔维亚共和国材料试验研究院(Institute for Testing of Materials Republic of Serbia)在院长伯兰柯·热热立(Branko Zezely)教授的指导下,创立了“IMS”体系,其中“I”指“研究院”(Institute),“M”指“材料”(Materials),“S”指“塞尔维亚”(Serbia)。“IMS”就是塞尔维亚共和国材料试验研究院的英文缩写。

“IMS”体系,即整体预应力装配式板柱建筑体系,只有两种基本构件:柱和楼板。体系的基本原理是用后张法将楼板和柱子连接起来,在板柱之间形成预应力摩擦节点,楼板的垂直荷载依靠四角摩擦力传给柱子,水平荷载则主要依靠剪力墙传到基础。“IMS”体系最早是在1957年用于建设新贝尔格莱德,以后成为南斯拉夫最普遍采用的工业化建筑体系之一,据统计,在1965~1970年已用该体系建造了24 000多套住宅,截至1982年已建成60 000套住宅,还有许多办公楼、学校、医院、百货商店、旅馆、车库及轻工业建筑。据1982年报道,在南斯拉夫,该体系为15个建筑公司所采用,并且每年用该体系建造大约7 000套房间,占公用部门建造住宅的11%,占全国建造住宅的4.4%。值得特别注意的是,在1962~1982年期间,在南斯拉夫的班亚·卢卡地区建造了大约7 000套住宅,由于这些建筑物经受了1969年和1981年袭击该地区的灾难性地震,IMS体系因而得到人们充分的信任。

1969年班亚·卢卡的一份地震观测报告写到,这次地震强度为MCS标准8度烈度,在遭灾区有17片住宅区,这些结构具有各种基本平面,层数为3、6、10及14层。以前,班亚·卢卡没有考虑为大地震区,所有这些结构按7度设防,甚至未考虑设防,如一些低层房屋甚至无剪力墙。但IMS的构造在那里证明了它的卓越质量,骨架没有损坏,只有一个柱子在底层有一道轻微的横向裂纹。有一定数量的房屋中剪力墙有轻的局部损坏。震动仅造成非结构部分的损坏,经调查,主要是未设剪力墙而变形过大引起的。

本次地震的考验表明,剪力墙是必须设置的,它们应妥善而周密地布置以保证质量。正是由于这个原因,在班亚·卢卡地震后,IMS体系对住宅和学校考虑了加强的构造。

班亚·卢卡地震证实:1. IMS体系是一种抗震性能良好的建筑体系;2. 预应力摩擦节点具有良好的抗震性能;3. 一般应设置剪力墙以抵抗水平作用的冲击。

IMS体系已赢得南斯拉夫以外国家的认可。在古巴受到特别广泛的接受,1979年,三个IMS住宅建筑工厂投产,每个厂年生产能力1 500套住宅,同时,也用来建造各种公共建筑,如幼儿园、学校等等。

IMS体系在匈牙利也得到广泛应用,在那里兴建教育中心、办公楼和住宅,并已建成一幢26层建筑物,是目前IMS体系最高建筑物。

在埃及的开罗,1981年开始建造1 000套住宅的居民区。在安哥拉的罗安达,已准备用IMS体系建造两幢试验楼。在格鲁吉亚的梯比里斯,修建了16层高的IMS体系建筑。

意大利一个建筑商采用 IMS 体系兴建了 3 万 m^2 建筑。在奥地利也采用了这一体系，都获得了良好的声誉。

1976 年我国唐山发生强烈地震以后，南斯拉夫很关心唐山地区的修复，向我国赠送了这种抗震性能很好的 IMS 体系建筑技术资料。1977 年 1 月，我国建研院收到了由中联部转来的这份英文资料（74 页），《IMS-A PREFABRICATED PRESTRESSED CONCRETE SKELETON STRUCTURE》，后由该院设计所于 1977 年 7 月翻译成中文油印出版《IMS-预制预应力钢筋混凝土骨架结构（南斯拉夫）》，我国的整体预应力装配式板柱建筑的研究与开发开始启动。原国家建委，原国家建工总局和国家科委相继下达科研任务，下拨科研经费近 200 万元，仅国家科委与中建一局的专项合同一项 1982 年就下拨经费 120 万元。在北京、成都、唐山、重庆、渡口、石家庄、广州、沈阳、天津、常州及兰州等地推广应用这一体系约 25 万 m^2 ，建筑高度最高的是成都珠峰宾馆，15 层，高 56.7 m；建筑层数最多的是北京中建一局四公司住宅楼，18 层，高 50.5 m；矩形建筑柱网最大的是北京密云商场，11.7 m $\times$ 11.7 m；六角形建筑柱网最大的是常州纺校展厅，对角跨度 20 m；单层楼板面积最大的是首都体育馆速滑馆地下室顶板，单层面积达 14 530 m^2 。该体系的研究成果分获 1985 年国家科技进步三等奖和 1987 年国家科技进步二等奖，也是建设部“八五”科技成果推广项目之一。

第二节 IMS 体系的主要特点及施工步骤

IMS 体系的基本结构原理如图 1-1，其主要特点及施工步骤如下：

第一，IMS 体系的基本构件是楼板和柱子，一般采用非预应力的钢筋混凝土预制构件，每个柱网单元由四根柱子和一块楼板组成，简称“四柱一板”，形成一个基本结构单元。

第二，柱子无牛腿（柱帽），在楼盖高度内留有双向力筋孔道。立好柱子，柱上安装有可拆卸的临时支撑，板的四角暂时由临时支承支托。

第三，楼板的板角留有直角缺口，和柱在两个侧面均有接触。板与柱的接触面为平面，不需凿毛，亦无齿槽，也无钢筋伸出或预埋钢板相焊。两接触面之间留 20~30 mm 空隙填以早强高标号微膨胀水泥砂浆，板柱间形成“平接接头”。

第四，相邻两板之间形成明槽，力筋安置在明槽内，穿过柱上预留孔道，两端锚固在柱子或楼盖外侧。接着对整个楼盖双向施加水平预应力，即整体预应力，将楼盖平面内所有板、柱构件挤压成整体；最后拆除柱上支托楼板的临时支撑，楼板依靠预应力及其产生的静摩擦力支撑固定在柱上，板柱之间形成预应力摩擦节点。

第五，柱孔灌浆及浇筑明槽混凝土，预应力束成为后张有粘结的力筋。

第六，全部结构施工由下而上逐层进行。为了抵抗水平荷载的冲击，一般应妥善设置剪力墙等抗侧力构件。

很明显，这是一种与传统的“搁支传力”的作法不同的新型结构体系。

美国《混凝土》杂志 1975 年 4 月号在介绍 ACI 名誉会员伯兰柯·热热立，即 IMS 体系创始人时写到：“热热立教授发展的预制装配式预应力混凝土骨架结构在南斯拉夫和其他国家的住宅建筑中得到了大量的应用。这一结构是那样新颖，以至于现在仍然存在着异议和争论。这种预应力体系得到国际上承认并荣获 1970 年‘FIP’奖章。这是国际预应力学会第一

批的五枚奖章之一。”

法国国际房屋研究学会杂志《建筑的研究与实践》1978年第7~8月号在题为“南斯拉夫预应力通用体系”的文中评介说：“建筑体系虽然早已没有令人鼓舞的消息，但南斯拉夫创制的这种体系业已引起了国际间很大的兴趣。它仅采用几种主要构件，装配成板柱框架结构，经施加预应力形成整体。因而这种结构有很大适应性”。“一般来说，工业化建筑体系有两种基本类型：大板体系和框架体系。框架体系则仅起承载作用，另外还需要起围护作用的辅助构件。在实践中后一种体系似乎有它的缺点，就是较为柔弱”。“在各种板柱框架体系中一种最为成功的就是IMS体系”。

第三节 为什么要大力推广IMS体系

为什么要大力推广IMS体系？以下从结构、建筑及施工三个方面进行说明。

结构方面。在唐山地震之后，经过震害调查，我国传统的装配式钢筋混凝土多层框架节点的各种联结方法，在抗震性能上存在薄弱环节，需要研究解决新的联结方法。这是直接关系到装配式钢筋混凝土框架结构能否在高烈度地区发展应用的问题。

在罗伯特L·威格尔主编的《地震工程学》一书中，林同炎教授认为：“预制混凝土构件的抗震强度通常受接头控制。这些接头必须具有足够强度以抵御地震时产生的最大内力，并能经受伴随运动而来的弹性或塑性变形”。“预制构件的支承常常是个关键。支承构件和支承本身在地震时的破坏，可导致预制构件的坠落。所以，使承重墙或柱以及其上面的支承具有足够的强度与延展性是重要的。滑动支承是不能抗震的”。“使预制构件合在一起以构成抗震框架或抗震剪力墙的最好办法，是用后张法将它们连接起来。”

IMS体系的预应力摩擦节点之所以具有良好的抗震性能，主要有以下两条原因：一、节点具有变刚度自调谐的性能，地震小时，节点为刚性，地震大时，节点开裂成铰，变成柔性，地震过后，由于预应力作用，裂缝闭合，节点恢复刚性。二、节点核心区呈三向预应力受压状态，水平方向的两向预应力及垂直方向重力的作用。节点核心区在地震作用下始终保持完好不开裂。

1972年，在格鲁吉亚的梯比里斯召开的国际预应力学会抗震结构论文集中发表了IMS体系的班亚·卢卡震害调查报告，IMS体系的抗震性能受到国际范围的重视。南斯拉夫IMS研究院与美国加州贝克莱大学合作，并得到美国国家科学基金会的资助，对IMS体系进行抗震性能试验。试验研究报告认为：“即使在南斯拉夫可能发生的最灾难性地震的情况下，板柱之间的预应力节点也具有足够的安全度。预应力能保证建筑物总应变的整体性，并能保证地震期间的完整性”。

IMS体系引进到我国以后，我国许多结构权威及抗震专家曾对这一体系多次提出怀疑或异议。我国建研院结构所、抗震所、四川省建科院、北京市建筑设计院、中建一局科研所及清华大学抗震抗爆研究所相继进行了试验，其结论几乎是一致的。最后，那些有怀疑或异议的专家又都在鉴定证书上签了字，承认了这一体系的抗震性能。但正如一位抗震专家所说：“最使我信服的，还不是这些试验及理论分析，而是班亚·卢卡两次天然地震的考验”。

灾难性地震并不是每年每月都有，往往几百年才来一次。但我们不能忘记唐山地震的教训。IMS体系创始人热热立教授1988年6月在贝尔格莱德会见中国代表团时说：“我1977

年去过唐山，不能下车，路过，看见两边情况，非常惨。使用 IMS 要谨慎地发展，柱板安全，两个方向安全性，任何情况下不会发生破坏。水平安全性，设置剪力墙保证安全。安全是为了你们自己。中国地震危险，结构要完整”。

综上所述，大力推广 IMS 体系，从结构方面来说，主要是因为它具有良好的抗震性能。

建筑方面。该结构无梁柱帽，属板柱结构，层高可降低，建筑布置灵活，特别适于各种公用建筑，各种大开间大柱网建筑及支撑体模式住宅建筑，它的灵活隔断给建筑师及用户带来极大方便，现在能够居住，将来能够发展，用户也可以对建筑物进行二次设计，为发展中国家住宅建筑提供了较好的结构形式。正如天津市一位从事房地产的高级建筑师所说：“我之所以看中 IMS 体系，主要是想用它来形成自由空间”。

施工方面。采用这一体系，一次建设投资省，除了大楼板的模板及预应力设备外，其它均为常规设备。同时，它用料较省，用工较少。在南斯拉夫 $4.2\text{ m} \times 4.2\text{ m}$ 柱网的住宅上部结构，每平方米用钢材 15 kg （含力筋 2 kg ），混凝土 0.14 m^3 ，预制及现场用工 3 工日。此外，它施工速度快，现场用工少，施工文明。一些施工技术人员反映：“听说 IMS 体系是一个外国体系，又有预应力，觉得很神秘，但干完一看，其实很简单，好干，比一些现浇框架都好干”。

第四节 我国对 IMS 体系的发展

我国研究开发 IMS 体系，并未从南斯拉夫获得进行具体工程设计及施工的专有技术，而是独立地进行了系统的研究与开发，并在大柱网拼板技术及六角板柱技术上发展了 IMS 体系。我国整体预应力装配式板柱结构的工程情况见表 1-1。以下仅对大柱网拼板技术进行论述。

在大柱网中，由于起吊和运输的限制，每个柱网单元不能再采用整块预制楼板，必须分割成多块预制楼板，即不能再采用“整板”而必须采用“拼板”。大柱网拼板技术成为 IMS 体系向前发展的关键。

我国并未采用南斯拉夫的大柱网拼板技术（详见第八章第四节），而是创立了特有的垫块式拼板技术。这种技术已得到南斯拉夫承认，并作为资料插图于 1994 年 6 月在华盛顿召开的第 12 届“FIP”大会上交流。

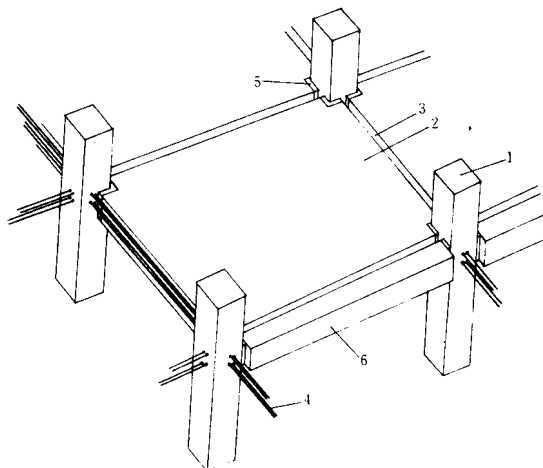
大柱网垫块式拼板技术的基本原理及构造方法如下（见图 1-2）：

在小柱网的 IMS 体系中，先将柱截面加大，楼盖加厚，明槽加宽，力筋加粗；然后将一部分柱子沿楼盖上皮以上部分及沿楼盖下皮以下部分截去，只留下楼盖厚度范围内的柱头，柱网即加大；最后，将柱头构造成垫块，以使力筋按大柱网的受力重新布置成折线张拉状，便形成大柱网垫块式拼板体系。

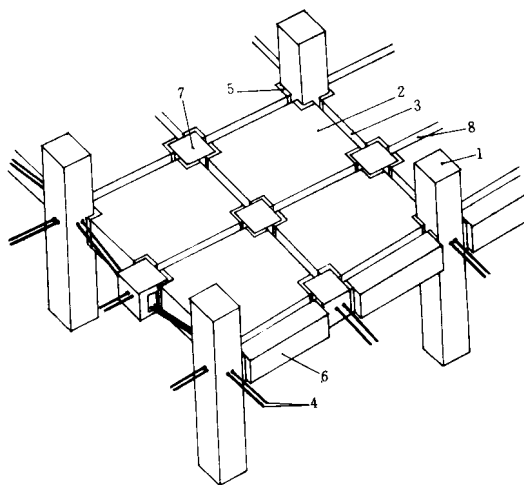
简而言之，小柱网的一部分柱子换成垫块，便成为大柱网；反过来，大柱网的垫块换成柱子，便成为小柱网。

垫块是大柱网垫块式拼板技术的关键构件。垫块，或称传力块，为钢筋混凝土块体，与楼盖同厚度或略厚，位于拼装楼板板角之间，作传力与联结用，力筋可以从其内部穿过或上下移动，可预制或现浇，其平面尺寸亦可大于柱截面。

综上所述, 我国的整体预应力装配式板柱建筑, 虽然起源于南斯拉夫, 但它已不是原来的 IMS 体系, 而是一种发展了的 IMS 体系。



1——柱；2——楼板；3——明槽；4——力筋；5——接缝砂浆；6——边梁



1——柱；2——楼板；3——明槽；4——力筋；
5——接缝砂浆；6——边梁；7——垫块；8——拼缝

附：整体预应力装配式板柱结构工程一览表

表 1-1

类型	序号	工程名称及所在地	设计单位	施工单位 (预应力施工)	建筑面积 (m ²)	层数	层高 (m)	结构 (单元)	柱断面 (墙厚) (cm×cm)	开间(m)	开间数	跨度(m)	跨数	板(梁) 厚(cm) + 叠合层	预应力筋 形状	轴 线		拼 缝		锚 具	压折建成 固定日期
																束	型	束	型		
科研办公楼	1	北京南苑中建一局科研所 1 ^号 试验楼	中建一局科研所	中建一局科研所	378	2	3	四柱一板	30×30	3.3	6	4.5	2	22	Z	4	6Φ5	—	—	ZM	— 1979
	2	北京南苑中建一局科研所 2 ^号 试验楼	北京市建筑设计院、中建一局科研所	中建一局科研所	1 334	3	3.3	二拼板	35×35	6.3	6	5.1	2	25	Ze	2	12Φ5	2	8Φ5	ZM	G 1981
	3	石家庄市建筑设计院、中建一局科研所	石家庄市建筑设计院、中建一局科研所	石家庄市建筑设计院、中建一局科研所	450	5	3.3	四柱一板	30×30	3.3	2	4.5	2	22	Z	4	6Φ5	—	—	ZM、XM	— 1982
	4	四川省渡口市物资局大港大楼	四川省攀枝花市建筑设计院		5 000	7		四柱一板	45×45	6.6		6			Z		—	—	—		— 1984
科研办公楼	5	北京南郊木材厂办公楼	北京市建筑设计院	北京南郊木材厂(中国建设银行研究所)	4 000	5	3.3	席纹二拼板	35×35	6.3	8	5.2	3	30+5	Z	2	3Φ12	—	—	JM	— 1985
	6	建设部北附楼	建设部建筑设计院、中建一局科研所	中建一局三公司	4 396	5	3.3	三拼板	45×45	6+7.2	2+6	7.2	2	30+5	Ze	4	12Φ5	2	8Φ5	ZM	G、q 1984
	7	国务院机关事务管理局、2 ^号 办公楼	建设部建筑设计院、中建一局科研所	中建一局三公司	22 526	5	3.6、3.3	三拼板	45×45	7.2		7.2		30+5	Ze	4	12Φ5	2	8Φ5	ZM	G、q 1986
	8	北京市建筑设计研究院科研楼	北京市建筑设计研究院	中建一局三公司	8 720	12	层高 52	二拼板	50×50	6.3	4	6	3	30+5	Ze	4	12Φ5	2	12Φ5	ZM	q 1986
宿舍与	9	四川省成都科委住宅	中建西南设计院	四川省十二建(四川省设计院)	3 200	6	2.9	四柱一板	30×30	3+4.5	3+12	4.2	2	22	Z	4	6Φ5	—	—	DLM	— 1980
	10	北京大兴县硅酸盐厂单身宿舍	北京市建筑设计院、中建一局科研所	中建一局二公司	2 098	4	3.3	四柱一板	30×30	6.3	5	5.2	2	25	Ze	2	12Φ5	—	—	ZM	q 1981
	11	唐山钢铁公司 70 ^号 小区住宅(2栋)	建设部建筑设计院	中建二局四公司(中国建设银行)	5 541	5	2.7	四柱一板	30×30	2.7+4.5	3+10	4.5	2	23	Z	4	6Φ5	—	—	JM、ZM	— 1981
	12	沈阳市文化路小学住宅	中建东北设计院	沈阳市二建(中建一局科研所)	2 260	5	2.8	四柱一板	30×30	3.6	12	4.8	2	22.5	Ze	2~4	3~6Φ5	—	—	ZM、DLM	q 1982

13	国务院机关第二招待所职工住宅	北京建工学院、北京市房修二公司(中国建材设计院所)	1 670	6	2.9	二拼板	35×35	3.14+6.26	1+2	5.6	3	24	Ze	2~4	6~12Φ5	2	10Φ5	ZM	DM	q	1985
14	天津市涉县铁厂住宅	天津市房地产业集团设计研究所、中建一局科研所	4 000	7	2.7	四柱一板	34×34	3+3.3	3+12	5.4	2	25	Ze	2	10~12Φ5	—	—	ZM	DM	G	1991
15	北京东直门外中一建一局四公司住宅(三义形)	中建一局四公司(中建一局科研所)	11 000	18	2.7	三拼板	50×50	3.3	6.3	6.3			Z	4	12Φ5	4	6Φ5	ZM	DM	—	1994
16	天津市友谊路住宅(4株)	天津市房地产业集团设计研究所、中建一局科研所	18 320	7	2.7	四拼板	40×40	6.6	9	5.4	2	25	Ze	2	18~22Φ5	2	12Φ5	ZM	DM	U	1994
17	北京南苑中建一局科研所3#试验楼	中建一局科研所	887	3	4.2+3.3	多拼板	50×50	6.3	4	9	1	35+5	Ze	4~6	8~12Φ5	2	8~12Φ5	ZM	DM	q	1984
18	中国军事科学院总后勤部营房设计院图书馆	中建一局科研所	4 088	8		二拼板		5.6	4	6	4		Ze	4	12Φ5	2	12Φ5	ZM	DM	G	1987
19	北京工业大学基础教学楼	北京工业大学建筑设计院、中建一局科研所	9 800	12	3.9	三拼板	50×50	6.9	6	2.1+6.3	1+2	30+5	Ze	4	12Φ5	2	8Φ5	ZM	DM	G、q	1988
20	北京工业大学环境教学楼	北京工业大学建筑设计院、中建一局科研所	7 500	6	3.9	三拼板	50×50	6.9				30+5	Ze	4	12Φ5	2	8Φ5	ZM	DM	G、q	1990
21	北京方正北京轻工技校综合楼	房山区建筑企业集团六公司(中建一局科研所)	5 681	6	3.3+4.8	多拼板		6	9	13	1			4~6	8~12Φ5			ZM	DM	G、q	1994
22	北京市丰台供销社综合楼	中建一局三公司(中建一局科研所)	6 055	4+3	5.7+5.1	三拼板	45×45	5.1+7.2	2+5	3.3+7.2	2+3	30+5	Ze	4~6	8~12Φ5	2	8Φ5	ZM	DM	q	1985
23	成都火车北站商业楼	中建西南设计院	5 000	9																	1985
24	密云县商业大楼	中建北京设计所	6 000	3	4.8+3.9	多拼板	60×60	11.7	长45.6	11.7	宽29.4	43+7	Ze	8	12Φ5	4	12Φ5	ZM	DM	—	1991
25	北京方正17#商业楼	中建北京设计所	21 000	4	3.9	九拼板		9		9			Ze	8	12Φ5	4	12Φ5	ZM	DM	G	1992
26	兰州市甘肃建投总公司商场	甘肃省建筑设计院	3 240	2	3.9	三拼板	40×40	7.2	15	7.4+5.1	2+2	30	Ze	4	12Φ5	2	10Φ5	ZM	DM	G	1992

图书馆与教学楼

商场

续表 1-1

类型	序号	工程名称及所在地	设计单位	施工单位 (预应力 施工)	建筑 面积 (m ²)	层数	层高 (m)	结构 (单元)	柱断面 (墙厚) (cm × cm)	开间(m)	开间数	跨度(m)	跨数	板(梁) 厚(cm) + 叠合层	轴 线		拼 缝		锚 具		压折建成 固定日期
															束	型	束	型	张拉端	固定端	
食堂与饭店	27	重庆民族饭店餐厅 27 厅	重庆建工学院	重庆一建	2 000	2	4.2+3.6+ 5.3	四柱一板	40×40	8.6		6.3		35	2	24Φ5					1980
	28	成都珠峰宾馆	中建西南设计院	成都市四建(四川省建研院)	12 000	16	3	四柱一板	45×45	3.6	14	4.8	3	30	4	12Φ5	—	ZM	DM	—	1986
	29	国务院机关 2 [#] 办公楼 E 段食堂	建设部设计院、中建一局科研所	中建一局三公司 (中建一局科研所)	—	3	4.5	三拼板	45×45	7.2	3	7.2	3	30+5	4	12Φ5	2	ZM	DM	q	1986
	30	北京工业大学食堂	北京工业大学建筑设计院、中建一局科研所	中建一局三公司 (中建一局科研所)	2 800	3	5.5	九拼板	50×50	12	3	9	4	37+7	6	12~16Φ5	4	ZM	DM	q	1986
体育馆	31	中国专利局食堂	中建一局科研所(中国专利局)	北京市三建(中建一局科研所)	2 600	4		五拼板	45×70	4		15	1	55+7	6	12~18Φ5	4	ZM	DM	q	1989
	32	首都体育馆速滑馆地下室顶板	北京市建筑设计研究院	中建一局科研所	14 530	1	5	三拼板	45×45	7.68	12	8	10	33+7	6	12Φ5	4	ZM	DM	G、 q	1990
	33	北京荧光厂危险品库	轻工业部设计院、中建一局科研所	中建一局五公司 (中建一局科研所)	72	1	4.5	四柱一板	45×45	6		6		30	4	12Φ5	—	ZM	DM	G、 q	1980
	34	成都印刷一厂排字车间	中建西南设计院	成都市四建(四川省建研院)	3 166	4	4.2+3.6	四柱一板	40×40	6	10	6	2	40	4	12~18Φ5	—	DLM	DM	—	1982
工业厂房	35	四川省建研院试验楼	四川省建研院、中建西南设计院	四川省建研院	1 000	4	4、3.6	二拼板	35×35	7.2	3	5.4	2	32	2	3~6Φ12	—	JM	JM	—	1982
	36	密云县滨河服装厂	中建北京设计所	中建一局科研所	1 660	3	3.7	三拼板	45×65	4.2	9	9	1		Ze 4~6	12Φ5	2	ZM	DM	G	1990
	37	北京中国印刷物资供应仓库	北京市建筑设计研究院	中建一局三公司 (中建一局科研所)	5 400	2	5	二拼板	50×50	8+6	1+10	6	8		Ze 6	12Φ5	2	ZM	DM	G	1992
	38	密云县服装十二厂	中建北京设计所	中建一局科研所	2 700	3	5	五拼板	45×65	4.2	13	14.7	1		Ze 6	12Φ5	2	ZM	DM	G	1992
住宅	39	密云县沙河立群鞋厂	中建北京设计所	中建一局科研所	1 600	2	3.7	五拼板	45×65	4.2	16	12	1		Ze 6	12Φ5	2	ZM	DM	G	1992
	40	石家庄 3502 厂 101 车间	中建北京设计所	中建一局六公司 (中建一局科研所)	9 445	6	4.8	三拼板	65×80	6	12	10	2	32+8	Ze 6	12~18Φ5	2	ZM	DM	G、 q	1994

41	空军司令部服务楼	中建一局科研所	中建一局科研所	2 187	2	4.2	二拼板	40×40	6	7	5.7	4	24+5	Ze	4	6~12Φ5	2	10Φ5	ZM	DM	q	1984
42	兰州市新华印刷厂综合楼	甘肃省总公司设计所	甘肃省建筑新技术开发公司	3 625	6	3.2	三拼板	50×50	6.3	7	5.1	2	24	Ze	4	12Φ5	2	10Φ5	ZM	DM	G	1994
43	北京南苑中建一局科研所招待所	中建一局科研所	中建一局科研所	576	3	3.3	正六角六边形拼板	边长 25	3.6		3.6			Ze	2	8Φ5	2	8Φ5	ZM	DM	—	1986
44	中国专利局展厅	中建一局科研所	中建一局科研所	500	2	3.6	正六角六边形拼板	边长 25	4.2		4.2			Ze	2	10Φ5	2	10Φ5	ZM	DM	—	1989
45	常州市纺织工业设计院、中建一局科研所	江苏省纺织工业设计院、中建一局科研所	常州市三建(东南大学)	748	2	4.5	正六角六边形拼板	37	10		10			Ze	2	32Φ5	2	32Φ5	DM	DM	—	1992
46	常州市纺织工业学校阅览室	江苏省纺织工业设计院、中建一局科研所	常州市三建(东南大学)	260	2	3	正六角六边形拼板	30	5		5			Ze	2	14Φ5	2	14Φ5	DM	DM	—	1992
47	广州市西宅住宅(2栋)	广州市建筑科研设计所	广州市第二构件厂(广州市科研所)	4 700	8	3	柱、双梁板	30×30	3	5	4.5	2	梁 30×30	Ze	2	12Φ5	—	—	ZM	DM	—	1984
48	成都市糖厂仓库	中建西南设计院		5 000			柱、双梁板															1984
49	北京云峰招待所多功能厅	中建一局科研所	中建一局科研所	1 080	3		九拼板	50×50	12													1992
50	北京密云体育场主席台(两柱)	中建一局科研所	中建一局科研所	92	1		四拼板	45×70	7.2		4.5	(悬挑)										1992
51	密云县人民商场	北京市建筑设计院	中建一局科研所	970	3		三拼板		6		6											1992

注：总计建筑面积242 855m²，Z——直线形预应力筋；Ze——折线形预应力筋；ZM——锥形锚；DM——楔头锚板；XM——斜夹片锚；JM——夹片锚；DLM——楔头螺杆锚；G——圆钢销子压折固定；q——圆钢销子压折后固定；U——U形卡具压折后固定。

第二章 建筑设计

第一节 本体系的特点及适用性

如前所述, IMS 体系特别适于在高烈度地震区推广应用。

本体系属框架轻板体系, 自重较轻, 适于在地基条件较差的地区增加房屋层数, 节约基础费用。

关于建筑物的高度, 本体系对层数没有什么限制。在贝尔格莱德, 已建造了一些 22 层高的建筑, 还精心设计了 31 层的公共建筑。在匈牙利, 已建成 26 层建筑物。在我国北京, 已建成 18 层建筑物。在成都, 已建成 15 层建筑物。

较长的建筑物应留张拉施工缝, 以减少整体预应力产生的立柱的内倾。不设施工缝的建筑物张拉单元长度不宜超过 60 m, 实际工程也有达 75 m 的, 个别工程, 如我国首体速滑馆地下室顶板, 不设施工缝的建筑物张拉单元达 $92\text{ m} \times 80\text{ m}$ 。在古巴, 此长度达 84 m。

张拉施工缝的宽度, 应满足预应力操作工艺的要求。如施工缝两侧为悬挑楼板, 可将楼板局部做成内凹。如施工缝两侧为两排柱相对, 则此处力筋宜采用锚固固定端以减少缝宽, 在南斯拉夫, 此缝宽(两柱之间净距)只有 120 mm。

关于建筑物的平面, 本体系没有什么限制。本体系的柱网一般为矩形, 但也能采用梯形、菱形、六角形及三角形, 力筋在平面内一般走直线, 但也可走折线或弧线, 各种柱网及各种力筋走向可以形成各种复杂平面, 如 $1/4$ 圆弧或半圆弧, 以适应各种建筑风格的要求。

本体系柱网可以做得很大。目前最大矩形柱网达 $11.7\text{ m} \times 11.7\text{ m}$, 最大长条形单向跨达 15 m, 最大六角形对角跨达 20 m, 为建筑布置提供了大空间, 而楼盖厚度一般为跨度的 $1/25 \sim 1/30$, 比普通钢筋混凝土楼盖要薄, 又可降低层高。如前章所述, 本体系是一种无梁无柱帽的板柱建筑, 建筑布置灵活, 隔墙可以根据用户要求进行变动, 特别适于底层带商店的多高层住宅、支撑体模式住宅、大商场、展厅、食堂、办公楼、图书馆、教学楼、轻工业厂房及仓库等, 参见表 1-1。

本体系楼盖四周易于形成悬挑构件, 内部可以采用内天井或内井筒, 在楼梯间、电梯间及货梯间均可开洞。悬挑板可为矩形、梯形及三角形等多种平面形状, 可四周连续悬挑, 也可一段一段局部悬挑, 悬挑板可占一个柱距, 也可占半个柱距或 $1/3$ 柱距。外墙可位于外柱轴线, 也可外移到悬挑板外沿, 不仅可以增加建筑面积, 还使得立面更加丰富。目前最大悬挑跨已达 4.5 m。当采用内天井时, 力筋在内天井处中断, 增设一对锚具锚固在内天井四周。对于内井筒或楼盖较大开洞处, 楼盖洞口与力筋相交, 则力筋在洞口中断, 增设一对锚具锚固在洞口两侧。对于较小楼盖洞口, 洞口尺寸小于板宽减去两边肋宽, 则不用断掉力筋, 只需将标准预制大楼板制成异型开洞大楼板即可。

本体系最简单的是采用单跑楼梯, 它不需要中间休息板。如采用双跑或三跑楼梯, 中间休息板可采用固定于立柱上的悬挑板, 并采用短束力筋固定, 或采用简支板, 上(下)固定