

建筑工程新技术丛书

2

新型模板技术
高效钢筋应用技术
钢筋连接技术
高性能混凝土应用技术

主 编 林寿 杨嗣信

副主编 余志成 侯君伟 高玉亭 吴琰

中国建筑工业出版社

建筑工程新技术丛书

2

新型模板技术
高效钢筋应用技术
钢筋连接技术
高性能混凝土应用技术

主 编 林 寿 杨嗣信

副主编 余志成 侯君伟 高玉亭 吴 珽

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

新型模板技术、高效钢筋应用技术、钢筋连接技术、高性能混凝土应用技术/林寿, 杨嗣信主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2009
(建筑工程新技术丛书 2)
ISBN 978-7-112-11115-2

I. 新… II. ①林…②杨… III. ①建筑工程-模板-新技术应用②建筑工程-钢筋-工程施工-新技术应用③建筑工程-高强混凝土-混凝土施工-新技术应用 IV. TU755.2-39
TU755-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 117537 号

建筑工程新技术丛书

2

**新型模板技术
高效钢筋应用技术
钢筋连接技术
高性能混凝土应用技术**

主 编 林 寿 杨嗣信

副主编 余志成 侯君伟 高玉亭 吴 琏

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京密东印刷有限公司印刷

*

开本: 850×1168 毫米 1/32 印张: 6 $\frac{1}{2}$ 字数: 198 千字

2009 年 10 月第一版 2009 年 10 月第一次印刷

定价: 17.00 元

ISBN 978-7-112-11115-2

(18377)

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)

本书是《建筑工程新技术丛书》之二，以新型模板技术、高效钢筋应用技术、钢筋连接技术和高性能混凝土应用技术为专题。主要介绍了近些年，在建筑工程施工领域所采用的新技术、新工艺和新材料等，旨在为新技术的推广应用起到促进作用。

* * *

责任编辑：周世明

责任设计：赵明霞

责任校对：刘 钰 陈晶晶

《建筑工程新技术丛书》 编写委员会

组织编写单位：

北京市城建科技促进会

北京双圆工程咨询监理有限公司

主 编：林 寿 杨嗣信

副主编：余志成 侯君伟 高玉亭 吴 璉

编 委（按姓氏笔划） 王广鼎 王庆生 王建民

毛凤林 安 民 孙兢立 杨嗣信 余志成

肖景贵 吴 璉 张玉明 林 寿 周与诚

侯君伟 赵玉章 高玉亭 陶利兵 程 峰

路克宽 薛 发

本册编写人员：侯君伟 赵玉章 蔡亚宁 安同富

段先军 常 峰 肖景贵

前

言

建设部于1994年首次颁发了《关于建筑业1994、1995年和“九五”期间重点推广应用10项新技术的通知》，对促进我国建筑技术的发展起到了积极的作用。随后，于1998年根据我国建筑技术的发展新情况，又颁发了《关于建筑业进一步推广应用10项新技术的通知》，进一步推动了我国建筑新技术的发展。为此，我们于2003年在系统总结经验的基础上，组织编写了《建筑业重点推广新技术应用手册》，供广大读者阅读参考。

随着我国建筑技术水平的不断提高，建设部于2004年对10项新技术进一步进行了修订，并于2005年又颁发了《关于进一步做好建筑业10项新技术推广应用的通知》，将10项新技术的范围扩大到铁路、交通、水利等土木工程。为此，我们根据21世纪以来新颁布的标准和建筑技术发展的新成果，以房屋建筑为主，突出施工新技术以及相关建筑节能技术，组织摘选编写了本系列丛书。

本书共分6册，第一册地基基础工程和基坑支护工程；第二册新型模板、高效钢筋、钢筋连接及高性能混凝土应用技术；第三册预应力技术；第四册设备安装工程应用技术；第五册围护结构节能技术及新型空调和采暖技术；第六册钢结构工程。

本丛书仅摘选了有关房屋建筑施工中一些新技术内容，在编写中难免存在挂一漏万和错误之处，恳请批评指正。

编者

目

录

1. 新型模板技术	1
1.1 早拆模板成套技术	1
1.1.1 早拆模板技术的概念与发展	1
1.1.2 早拆模板技术的分类	4
1.1.3 早拆模板施工用的主要材料	4
1.1.4 早拆模板二次顶撑工艺	11
1.1.5 早拆模板施工质量标准与要求	11
1.2 液压自动爬模技术	12
1.2.1 爬升模板及其发展	12
1.2.2 爬升模板的形式及液压爬模的特点	13
1.2.3 液压爬模的类型、构造及主要部件	18
1.2.4 液压自动爬模施工技术	24
1.2.5 液压自动爬模质量标准及要求	34
1.2.6 液压自动爬模工程实例	38
【例 1】 液压爬模在剪力墙结构工程中的应用	38
【例 2】 液压爬模在中筒结构工程上的应用	38
【例 3】 液压爬模在塔台工程上的应用	40
【例 4】 液压爬模在北京财富中心二期公寓楼 工程中的应用	40
2. 高效钢筋应用技术	46
2.1 HRB 400 级钢筋应用技术	46
2.1.1 热轧带肋钢筋分类及性能	46
2.1.2 HRB 400 钢筋特点	50

2.1.3	HRB 400 钢筋的应用	52
2.2	钢筋焊接网应用技术	53
2.2.1	钢筋焊接网的特点	54
2.2.2	钢筋焊接网混凝土结构应用	54
3.	钢筋连接技术	73
3.1	镦粗直螺纹钢筋连接技术	73
3.2	直接滚轧（压）直螺纹钢筋连接技术	92
3.3	挤压肋滚轧（压）直螺纹钢筋连接技术	106
3.4	剥肋滚轧（压）直螺纹钢筋连接技术	111
4.	高性能混凝土应用技术	122
4.1	推广高性能混凝土的目的是为了提高混凝土 的耐久性	122
4.1.1	混凝土裂缝是导致混凝土结构破坏的根本原因	122
4.1.2	混凝土裂缝产生的原因	122
4.1.3	提高混凝土耐久性的根本途径	125
4.2	自密实混凝土施工技术	128
4.2.1	简介	128
4.2.2	SCC 的机理	129
4.2.3	配制 SCC 的技术路线	129
4.2.4	SCC 性能要求及评定试验	130
4.2.5	SCC 的施工技术	139
4.2.6	SCC 施工过程控制	145
4.2.7	生产及施工管理要求	148
4.2.8	用于预制构件生产的考虑	148
4.2.9	SCC 工程举例	148
4.2.10	常见问题、原因分析及处理措施	153
4.3	混凝土耐久性技术	154
4.3.1	混凝土结构耐久性设计总体要求	155
4.3.2	影响混凝土耐久性的因素	158
4.3.3	工程应用实例	168

4.4	清水混凝土施工技术	182
4.4.1	模板的选用	182
4.4.2	模板设计	184
4.4.3	脱模剂选用	186
4.4.4	混凝土配合比设计和应用	188
4.4.5	混凝土运输与浇筑	189
4.4.6	混凝土表面缺陷修补措施	195
4.4.7	混凝土养护	197
4.4.8	成品保护	197
4.4.9	质量要求	198
4.5	超高泵送混凝土施工技术	199
4.5.1	定义	199
4.5.2	配制要求	199
4.5.3	原材料选用	200
4.5.4	可泵性评价	201
4.5.5	泵送机械的选择	202
4.5.6	地泵及泵管的布置	203
4.5.7	泵送能力验算	204
4.5.8	混凝土运输	206
4.5.9	混凝土泵送	207
4.5.10	输送堵管的原因及排除方法	208
4.5.11	季节施工	209
4.5.12	其他注意事项	210
4.5.13	工程实例	210
	参考资料	212

1. 新型模板技术

1.1 早拆模板成套技术

1.1.1 早拆模板技术的概念与发展

1. 模板支架（技术）的类型与特点

在现浇混凝土楼盖施工中，用于水平结构的模板，通过由水平支承与垂直支撑组成的模板支撑架系统，将其自重和其上的静荷载与施工荷载等传递到地板上或已浇筑成型的混凝土楼板上，称这种模板支撑架系统为模板支撑架，简称为模板支架。

模板支架，因其材料、构造、架设方法与拆除方法的不同而有多种类型。在多层与高层结构施工中，依据所用的模板能否随层（随层）周转使用，即同一施工层（施工段）的模板能否在模板支架尚未拆除时就可以进行周转使用，以此将模板支架分为两大类型：一是传统的模板支架技术，即连续多个施工层都要架设模板和满堂支撑架；二是新型模板支架技术。新型模板支架技术又有悬空支模技术、台（飞）模技术和早拆模板技术等。

在新型模板支架技术中，功能较多、使用良好、技术经济效果较佳的是早拆模板技术。

它的概念是：根据现行《混凝土结构工程施工质量验收规范》有关拆模强度的规定，即当跨度 $\geq 2\text{m}$ 时，拆模的混凝土强度为 $75\%f_{28}$ ；当跨度 $\leq 2\text{m}$ 时，拆模混凝土强度可为 $50\%f_{28}$ 。这样，如果将楼盖模板的支柱加密，增加支点，使支点间距 $\leq 2\text{m}$ ；另外，为了采取支柱与模板、支承梁分别拆除的办法，在支柱顶部加设柱头。这样，当楼盖混凝土强度达到 50% 时，将模板、支承梁先拆除，保留全部支柱，以达到加快模板周转的目的。这种“先拆模板，后拆支柱”的做法，称为早拆模板技术。这样，先期拆卸下来的模板就可以及时投入周转使用，从而

1. 新型模板技术

减少了大量模板的投入。见图 1-1-1。

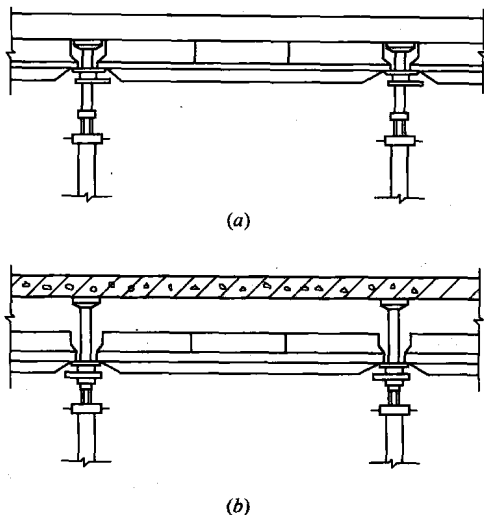


图 1-1-1 模板早拆原理
(a) 支承状态；(b) 早拆做法

2. 早拆模板技术的发展

早拆模板技术是从上世纪 70 年代由英国首先研发成功并开始在国际上开发应用，80 年代在欧洲有较大发展。

我国从上世纪 80 年代初期开始，在北京图书馆 10 万 m^2 密肋楼盖施工中，研发了密肋楼盖模板的早期拆除技术：采用型钢梁（长方形钢管）作模板支承梁，在其两侧安装角钢用于支承密肋楼盖的模板（塑料模壳、玻璃钢模壳）；实施早期拆模时，先将角钢拆除，再拆除模壳，而垂直支撑（扣件式钢管支架、独立式钢管支柱）和顶部的型钢梁暂时不拆除。80 年代末期和 90 年代初，相继研发成功多种形式的早拆柱头，从而促进了早拆模板技术的发展。

3. 推广应用早拆模板技术的意义

早期拆除模板的技术，与传统的支模技术相比，具有显著的

优点。主要表现在以下几个方面：

(1) 减少模板和支撑材料的一次投入量

在传统的支模技术中，常温条件下，通常至少要配置3层支撑和3层模板，即采取3支3模的配置方法周转使用，确保水平结构混凝土达到拆模强度方可拆模。如果大气温度较低或者需要加快施工周期时，就要采取4支4模的配置方法，或是采取配置更多层数的模板与支撑，才能满足模板施工周转。所以，传统的支拆模方法，必须投入大量的模板和支撑。

而在早拆支模技术中，由于早期拆除模板时所要求的混凝土强度比传统要求相对减少了2.5%，一般当气温较高时2~3d就可达到拆模要求，气温较低时4~5d也可实施拆模。因此，一般配置1层模板就可满足施工周期的需要。同时，水平支承系统也不需要配置得那么多，一般配置1层或2层即可；此外，垂直支撑系统的配置也不宜采取多层满配的方法，一般配置3层就可以了，所以，推广应用早拆模板成套技术，能够减少大量的模板和支撑材料。

(2) 加快模板和支撑的周转速度，提高了重复使用的次数

如上所述，在传统的支模技术中，为了加快施工周期，通常要配置4层模板和4层支撑材料，即采取4支4模的配置方法。而采用早拆模板技术施工，配置1层模板、2层水平支撑梁和3层垂直支撑，即采取1模2平3支的配置方法，按照4~5d一个施工周期计算，模板可周转使用20次，在同样的建设周期内，模板周转次数提高了4倍，租赁费用可降低70%以上。

(3) 规范和简化了传统的施工工艺，提高文明施工水平

与传统的支模技术相比，对早拆模板技术所用的模板、水平支撑梁和垂直支撑系统，在规格尺寸和布置设计等方面都有比较严格的规定与要求。因此，在早拆支模施工中，必须严格按照早拆模板技术的施工工艺与要求有序地进行。改变了传统的“散支散拆”工艺存在的乱支、乱拆、乱堆放等不文明行为。从而降低了劳动强度，提高了施工效率。

1. 新型模板技术

(4) 早拆模具能够实现标准化、专业化、工具化和商品化施工

由于早拆模板技术的施工工艺比较规范，使所用的模具在设计上容易做到标准化，产品容易实现体系化，使用上容易做到工具化，供应上容易做到商品化，施工时容易实现专业化。

1.1.2 早拆模板技术的分类

在早拆模板技术中，水平结构的混凝土强度尚未达到设计强度时先期将模板实施拆除，而垂直支撑待混凝土强度达到设计强度时再实施拆除。若要安全地实施这项新技术，就要对这项技术进行整体设计，其中重要的是对垂直支撑顶部的顶托（柱头）和支承模板的水平支承梁进行新设计。

在实施模板先期拆除的施工工艺中，依据支承模板的水平支承梁是否与模板同时实施早期拆除，将早拆模板技术分为带状早拆模板技术和点状早拆模板技术两大类。

1. 带状早拆模板技术

带状早拆模板技术，是指在实施模板早期拆除时，只将模板拆除，而支承模板的水平支承梁和垂直支撑不拆除。在模板拆除后，水平支承梁依然通过垂直支撑支顶着混凝土楼板，待拆除垂直支撑时，再同时拆除。

2. 点状早拆模板技术

点状早拆模板技术，是指在实施模板早期拆除时，除了将水平支承梁两侧的模板先期（早期）拆除之外，水平支承梁也随即同时拆除。这样，没有拆除的垂直支撑及其顶部的早拆柱头就像一个个支点那样依然支顶着混凝土楼板。这种点状的早拆模板技术，垂直支撑顶端的顶托—早拆柱头，与 U 形可调顶托不一样，是模板早拆技术中的专用部件。

1.1.3 早拆模板施工用的主要材料

采用早拆模板技术使用的材料主要有：早拆柱头、垂直支

撑、水平支承梁和模板。

1. 早拆柱头

(1) 类型

在早拆模板技术中，垂直支撑顶端的顶托称其为早拆柱头，一般有三种类型：定位型、定位可调型和丝杠调节型。三种类型早拆接头的共同特点是：都要与相应的模板水平支承梁配套使用，才能实施模板的早期拆除。

①定位型早拆柱头，其主要特点：一是垂直支撑顶端距早拆柱头顶板的距离是固定不变与不可调节的，二是放置模板水平支承梁的位置是固定不变与不可调节的。所以，这样类型的早拆柱头，通常只能与其相对应的一种型号或一种系列尺寸的模板相适应。

②定位可调型早拆柱头，与定位型早拆柱头所不同的是：其垂直支撑顶端距早拆柱头顶板之间的距离，不是固定不变的，而是可以调节的。但是，由于它的模板定位原理与定位型早拆柱头一样，所以在使用中一种型号的早拆柱头只适用于一种系列尺寸的模板。

③丝杠调节型早拆柱头，其特点是：除了垂直支撑顶端距早拆柱头顶板之间的距离可以调节之外，放置模板水平支承梁的位置也是可以调节的，所以它适用于多种系列尺寸的模板。

以上三种早拆柱头的构造见图 1-1-2、图 1-1-3 和图 1-1-4。

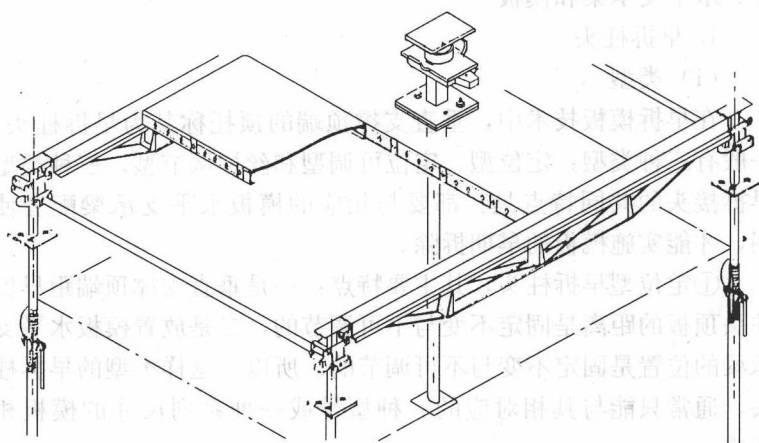
(2) 早拆柱头的构造组成

早拆柱头的顶板、一般为矩形钢板，其尺寸多为 150mm×50mm、150mm×100mm、150mm×150mm；也有用方钢管制作的，如德国配力早拆柱头的顶部为—150~200mm 长的方形钢管。

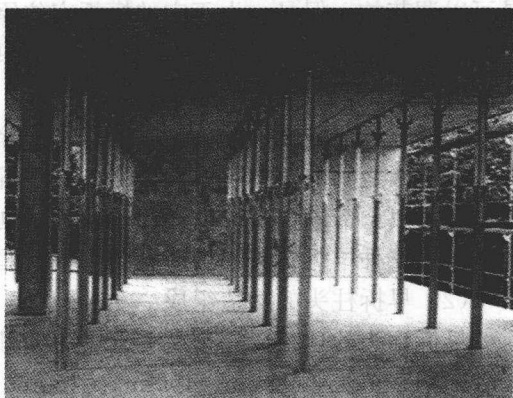
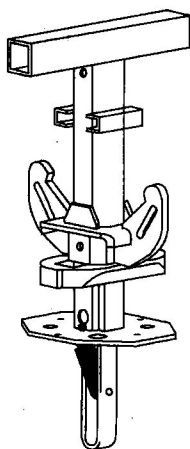
早拆柱头的托梁座板，用于放置支承模板的水平支承梁，根据其不同的形状，又称托梁挂钩或托梁钩座。

早拆柱头的锁紧板，用于锁紧托梁座板的支承位置，根据其不同的形状，又称卡板、锁紧螺母或上螺母等。

1. 新型模板技术



(a)



(b)

图 1-1-2 早拆柱头构造形式 (一)

(a) 英国 GKN 早拆柱头及模板体系; (b) 德国配力早拆柱头及模板体系

早拆柱头的支承板, 用于将早拆柱头承受的荷载传递到垂直支撑的顶端, 根据其不同的形状, 又称支承螺母或下螺母等。

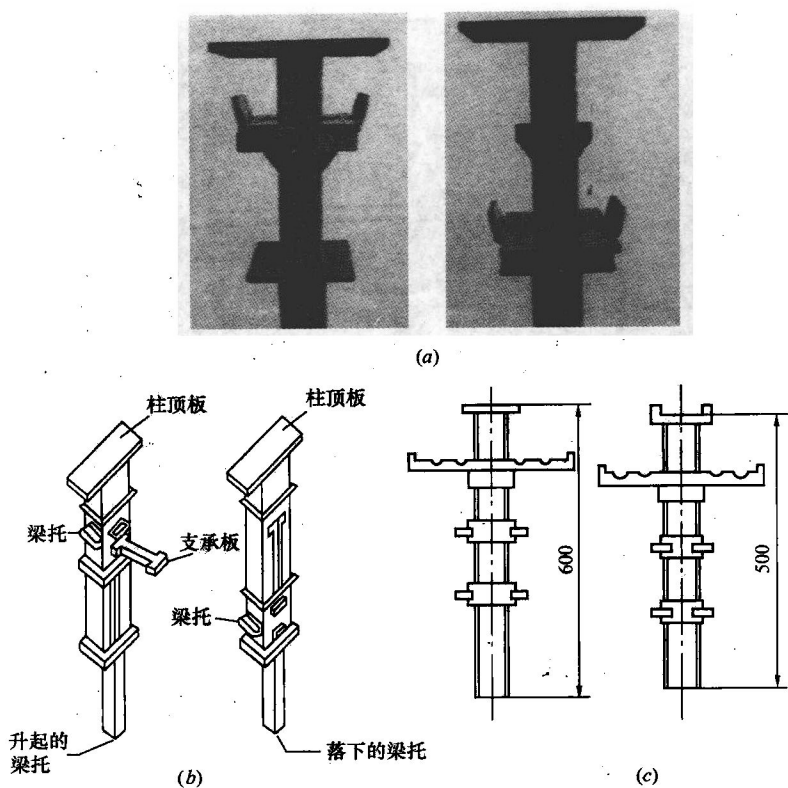


图 1-1-3 早拆柱头构造形式(二)

(a) 牛腿式(定位式); (b) 销板式(定位式); (c) 丝杠式(可调式)

早拆柱头的托杆, 用于承受早拆柱头可承受的荷载, 根据不同的形状, 又称螺杆等。

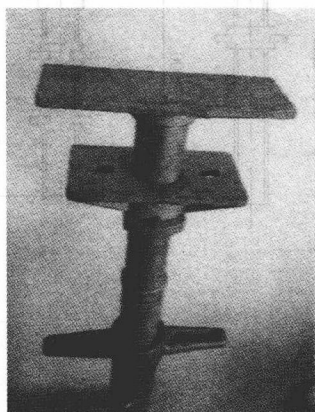
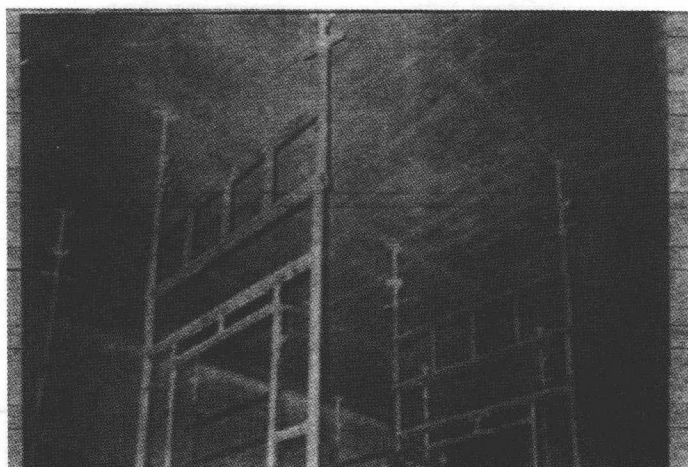
2. 早拆模板施工用的垂直支撑

早拆模板的垂直支撑系统与普通模板技术的支撑系统基本一样。

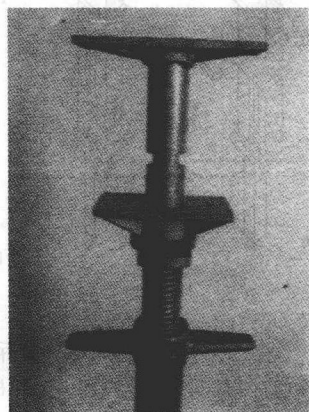
3. 早拆模板施工用的水平支承梁

在早拆技术中, 用于支承模板的水平支承梁, 也称为横梁,

1. 新型模板技术



(a)



(b)

图 1-1-4 早拆柱头构造形式 (三)

(a) 安装工况; (b) 拆除工况

通常使用的主要有工点式支承梁和架木架高支承梁。在工程施工中,可依据工程结构的实际情况和所采用的早拆柱头进行灵活选用。

(1) 模板水平支承梁的截面形式