

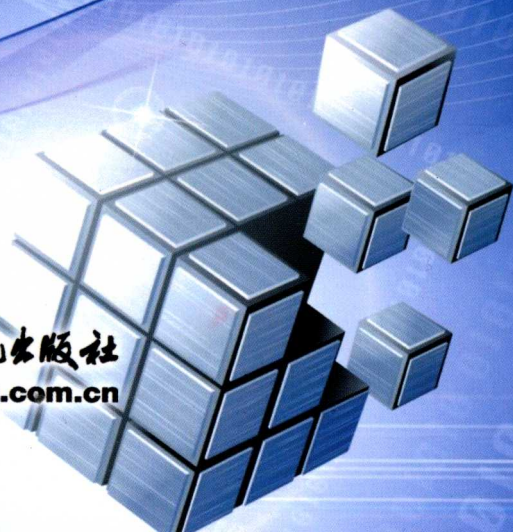
国家骨干高职院校工学结合创新成果系列教材

钢筋混凝土与砌体 结构工程施工

主编 王虹 蒋明学
主审 余金凤 罗继振



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



内 容 提 要

国家骨干高职院校工学结合创新成果系列教材

钢筋混凝土与砌体 结构工程施工

主编 王 虹 蒋明学

主审 余金凤 罗继振



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本教材为国家骨干高职院校工学结合创新成果系列教材之一。本书遵照高职高专的教学要求,依据国家示范骨干建设专业人才培养方案和课程建设的目标要求,按校企专家多次研究讨论后制定的课程标准进行编写的。

“钢筋混凝土与砌体结构工程施工”是建筑工程技术专业的核心课程之一,依据建筑工程技术专业人才培养方案设计。本课程实践性强,内容丰富,以项目导航,任务驱动设计教学环节,培养学生从事房屋建筑施工的职业能力和职业素养。

本教材可作为建筑工程技术专业的教学用书,也可作为土建类相关专业和工程技术人员参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

钢筋混凝土与砌体结构工程施工 / 王虹, 蒋明学主
编. — 北京: 中国水利水电出版社, 2014. 8
国家骨干高职院校工学结合创新成果系列教材
ISBN 978-7-5170-2368-5

I. ①钢… II. ①王… ②蒋… III. ①钢筋混凝土结
构—混凝土施工—高等职业教育—教材②砌体结构—工程
施工—高等职业教育—教材 IV. ①TU755②TU754

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第195095号

书 名	国家骨干高职院校工学结合创新成果系列教材 钢筋混凝土与砌体结构工程施工
作 者	主编 王虹 蒋明学 主审 余金凤 罗继振
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京瑞斯通印务发展有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 17印张 403千字
版 次	2014年8月第1版 2014年8月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	39.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

国家骨干高职院校工学结合创新成果系列教材

编 委 会

主 任：刘延明

副主任：黄伟军 黄 波 皮至明 汪卫星

委 员：张忠海 吴汉生 凌卫宁 陆克芬

邓海鹰 梁建和 宁爱民 黄晓东

陈炳森 方 崇 陈光会 方渝黔

况照祥 叶继新 许 昕 欧少冠

梁喜红 刘振权 陈治坤 包才华

秘 书：饶亚娟

前言

本教材是依据建筑工程技术专业的人才培养方案和课程建设目标、要求进行编写的。

本专业的课程改革以房屋建造过程为导向,进行实际工作任务分析,获取工作领域;以完成工作领域的工作为目标,通过主要工作职责分析寻求与工作领域对接的课程,使完成岗位任务的职业能力与教学内容相一致。

依据岗位职业能力要求,参照国家职业标准、行业企业技术标准,与行业企业合作进行工学结合的课程开发;在专业调研、职业岗位分析的基础上,选取课程教学内容,形成以项目导航、任务驱动的编排结构。与以往教材对比,本书以最新版的《建筑施工手册》(2012年12月第五版,中国建筑工业出版社)为基准,更新、细化了相关的教学内容,注重新技术的引入;大幅度增加图片、典型案例,突出学生的技能培养。本教材由钢筋混凝土结构工程、砌体结构工程、预应力混凝土工程、混凝土结构安装工程4个项目共17个任务组成。

本教材由广西水利电力职业技术学院王虹、蒋明学任主编。其中:蒋明学编写项目1,王虹编写项目2,广西南宁职业技术学院朱正国编写项目3,广西水利电力职业技术学院杨伟编写项目4。

本教材由余金凤教授和罗继振高级工程师主审。

本教材由广西水利电力职业技术学院和广西壮族自治区第一建筑工程公司共同开发。在编写过程中,得到了广西壮族自治区建工集团、南宁东盟经济开发区、深圳宝鹰建设集团的大力支持,在此一并表示感谢。

限于作者水平,书中难免存在欠妥之处,敬请读者批评指正。

编者

2014年3月

于南宁

目 录

前言

项目 1 钢筋混凝土结构工程	1
任务 1.1 材料机具准备	1
1.1.1 模板	2
1.1.2 钢筋	8
1.1.3 混凝土	12
任务 1.2 脚手架设计与搭拆	25
1.2.1 脚手架设计	26
1.2.2 脚手架搭设准备	30
1.2.3 外脚手架搭设	31
1.2.4 满堂支撑架搭设	47
1.2.5 里脚手架搭设	48
1.2.6 脚手架的安全技术	50
任务 1.3 模板设计与施工	57
1.3.1 模板设计	57
1.3.2 模板工程安装与拆除	60
任务 1.4 钢筋加工与安装	71
1.4.1 钢筋检验与存放	71
1.4.2 钢筋配料	74
1.4.3 钢筋加工	79
1.4.4 钢筋连接	81
1.4.5 钢筋工程安全技术	92
任务 1.5 混凝土制备与施工	93
1.5.1 混凝土配合比设计	93
1.5.2 混凝土质量要求	95
1.5.3 混凝土搅拌	96
1.5.4 混凝土运输	98
1.5.5 混凝土浇筑	99
1.5.6 混凝土养护	105
1.5.7 混凝土裂缝控制的方法	106
思考题	126

习题	126
项目 2 砌体结构工程	128
任务 2.1 材料机具准备	129
2.1.1 材料准备	129
2.1.2 机具准备	134
任务 2.2 砖砌体工程施工	140
2.2.1 砌筑前的准备工作	140
2.2.2 烧结普通砖砌体施工	142
2.2.3 烧结多孔砖砌体施工	153
2.2.4 烧结空心砖砌体施工	155
2.2.5 砖砌体常见质量问题分析	157
2.2.6 砌体工程安全技术	158
任务 2.3 砌块砌体工程施工	163
2.3.1 砌筑前的准备工作	164
2.3.2 砌块砌体施工	165
2.3.3 混凝土小砌块砌体质量检查	169
任务 2.4 石砌体工程施工	174
2.4.1 砌筑前的准备工作	174
2.4.2 石砌体砌体施工	175
2.4.3 石砌体质量检查	178
任务 2.5 配筋砌体工程施工	183
2.5.1 面层和砖组合砌体施工	183
2.5.2 网状配筋砖砌体施工	184
2.5.3 配筋砌块砌体施工	184
2.5.4 配筋砌体质量检查	186
任务 2.6 砌筑工程冬雨期施工	188
2.6.1 冬期施工	188
2.6.2 雨期施工	190
思考题	193
习题	193
项目 3 预应力混凝土工程	194
任务 3.1 材料机具准备	195
3.1.1 台座	195
3.1.2 先张法张拉机具和夹具	197
3.1.3 后张法张拉机具和设备	197
3.1.4 预应力筋及锚具	200
任务 3.2 先张法施工	204

3.2.1	预应力筋的检验	205
3.2.2	预应力筋铺设	207
3.2.3	预应力筋张拉及预应力值校核	207
3.2.4	预应力筋的放张	208
任务 3.3	后张法施工	209
3.3.1	孔道留设	210
3.3.2	预应力筋穿入孔道	212
3.3.3	预应力筋张拉	213
3.3.4	孔道灌浆	217
3.3.5	预应力混凝土施工安全技术	218
任务 3.4	无黏结预应力混凝土施工	219
3.4.1	无黏结预应力筋的制作	219
3.4.2	无黏结预应力筋的铺设	219
3.4.3	无黏结预应力筋张拉	220
思考题	.....	229
习题	.....	229
项目 4	混凝土结构安装工程	231
任务 4.1	结构吊装机具准备	231
4.1.1	起重设备	232
4.1.2	起重机械	233
任务 4.2	单层混凝土工业厂房结构吊装	236
4.2.1	施工准备	237
4.2.2	构件的吊装工艺	239
4.2.3	结构吊装方案	247
思考题	.....	258
习题	.....	259
附录	.....	260
参考文献	.....	262

工厂设计与施工；钢筋加工与安装、混凝土

机具准备

混凝土的强度、性能、混凝土的

混凝土的强度要求的相

混凝土的强度

项目 1 钢筋混凝土结构工程

钢筋混凝土结构是我国目前应用最广的一种结构形式，在建筑施工领域钢筋混凝土工程无论在人力、物资消耗和对工期的影响方面，都占有极其重要的地位。

【学习目标】

通过本项目的学习，掌握脚手架搭拆，钢筋、模板、混凝土工程施工方法及操作技能，掌握现行规范的技术要求，掌握模板的安装与拆除，钢筋的配料与加工，混凝土制备、运输、浇筑的施工方法；初步具有验收钢筋混凝土原材料能力，根据施工图纸进行模板工程、钢筋工程及混凝土工程施工的能力，能对施工质量和施工安全进行监控；具有自主学习新技能的能力，责任心强，具有职业岗位所需的合作、交流等能力。

【项目导航】

1. 项目概况

建筑名称：××学院图书馆；总建筑面积：地上 24780.45m²；建筑基底面积：6207.08m²，地上六层；建筑总高度（室外地面至主要屋面板的板顶）：23.95m；架空层层高为 2.8m，1~5 层层高为 4.2m；±0.00 标高为黄海高程 121.95m。

建筑工程等级：二级；耐火等级：二级；基础结构：独立基础；本工程屋面防水等级为二级，结构设计使用年限为 50 年。建筑主体为框架结构，楼、屋盖整体现浇；本工程抗震设防类别为丙类，抗震设防烈度按Ⅶ度，设计基本地震加速度按 0.10g；抗震等级：框架三级；基础钢筋混凝土的环境为二 a 类，其余为一类。构造柱、圈梁、过梁、压顶梁及未注明的混凝土构件均采用 C20。钢筋采用 HPB300 及 HRB400。

2. 主体工程施工步骤

材料机具及作业条件准备→搭设脚手架→绑扎一层柱钢筋→支设柱模板→支设梁板模板→浇筑柱混凝土→绑扎梁板钢筋→浇筑梁板混凝土→二层→……→顶层→砌体围护结构施工。

3. 主要工作任务

材料机具准备、脚手架设计与搭设、模板工程设计与施工、钢筋加工与安装、混凝土制备与施工、质量检查与验收。

任务 1.1 材料机具准备

【任务导航】学习模板的分类、组成、构造，钢筋的种类、性能，混凝土的组成及材料要求；能够选用适用的模板种类及支撑体系，选择符合图纸要求的钢筋，选择经济、合理的钢筋加工机具，能对混凝土的原材料进行质量监控，能选择经济、合理的混凝土搅拌机具。



1.1.1 模板

1.1.1.1 分类

1. 按所用材料分

按所用的材料，可分为木模板、钢模板和其他材料模板 [包括胶合板模板、塑料模板、玻璃钢模板、压型钢模、钢框木（竹）组合模板、装饰混凝土模板、预应力混凝土薄板、土模、铝合金模板等]。

2. 按施工方法分

按施工方法，模板分为拆移式模板和移动式模板以及永久模板。

(1) 拆移式模板由预制配件现场组装，拆模后稍加清理和修理再周转使用。常用的木模板和组合钢模板以及大型的工式定型模板，如大模板、台模、隧道模等皆属拆移式模板。

(2) 移动式模板是指按结构的形状制作成工式模板，组装后随工程的进展而进行垂直或水平移动，直至工程结束才拆除，如滑升模板、提升模板、移动式模板等。

(3) 永久式模板，如压型钢板和混凝土薄板模板等。

1.1.1.2 材料

1. 组合钢模板

组合钢模板属于通用组合式模板，通用组合式模板系按模数制设计，工厂成型，有完整的、配套使用的通用配件，具有通用性强、装拆方便、周转次数多等特点。包括组合钢模板、钢框竹（木）胶合板模板、塑料模板、铝合金模板等。在现浇钢筋混凝土结构施工中，用它能事先按设计要求组拼成梁、柱、墙、楼板的大型模板整体吊装就位，也可采用散装、散拆方法。

组合钢模板的部件，主要由钢模板、连接件和支承件三部分组成。

(1) 钢模板。钢模板包括平板模板、阴角模板、阳角模板、连接角模等通用模板及倒棱模板、梁腋模板、柔性模板、搭接模板、可调模板、嵌补模板等专用模板。

(2) 连接件。连接件由 U 形卡、L 形插销、钩头螺栓、紧固螺栓、扣件、对拉螺栓等组成，见表 1.1。

表 1.1 连接件组成及用途

名称	图 示	用 途	规格	图 片
U 形卡		主要用于钢模板纵横向的自由拼接，将相邻钢模板夹紧固定	$\phi 12$	



续表

名称	图示	用途	规格	图片
L形插销		用来增强钢模板的纵向拼接刚度, 保证接缝处的板面平整	$\phi 12, l=345$	
钩头螺栓		用于钢模板与内、外钢楞之间的连接固定	$\phi 12, l=205、180$	
紧固螺栓		用于紧固内、外钢楞, 增强拼装模板的整体性	$\phi 12, l=180$	
对拉螺栓		用于拉结两竖向侧模板、保持两侧模板的间距, 承受混凝土侧压力和其他荷载, 确保模板有足够的强度和刚度	M12、M14、M16、T12、T14、T16、T18、T20	
3形扣件		用于钢楞与钢模板或钢楞之间的紧固连接, 与其他配件一起将钢模板拼装连接成整体, 扣件应与相应的钢楞配合	26型、12型	

(3) 支承件。

1) 钢管脚手架。主要用于层高较大的梁、板等水平构件模板的垂直支撑。目前常用的有扣件式钢管脚手架、碗扣式钢管脚手架、盘销(扣)式脚手架、门式脚手架。

2) 钢支柱。用于大梁、楼板等水平模板的垂直支撑, 采用 Q235 钢管支柱和四管支柱多种形式, 如图 1.1 所示。

3) 斜撑。用于承受墙、柱等侧模板的侧向荷载和调整竖向支模的垂直度, 如图 1.2 所示。

4) 可调托撑。用于梁和楼板模板的支撑顶托, 如图 1.3 所示。

5) 龙骨。龙骨包括钢楞、木楞及钢木组合楞。主要用于支撑模板并加强整体刚度。

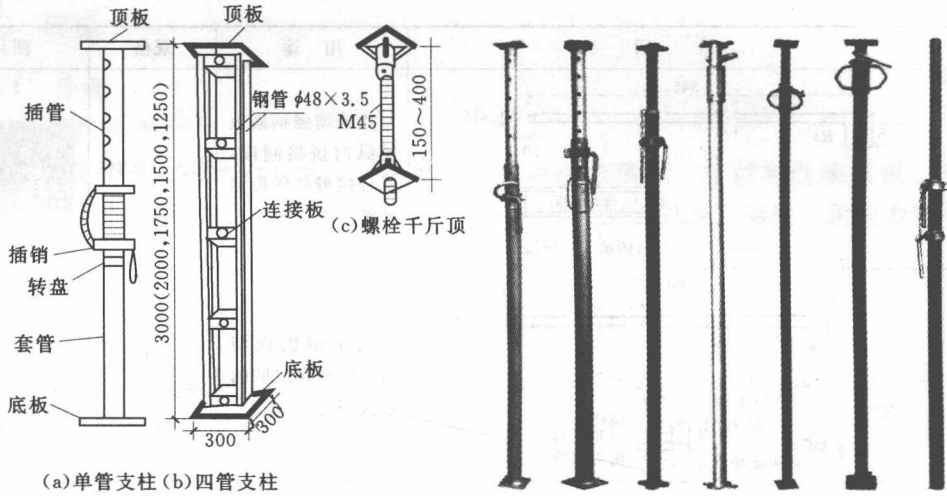


图 1.1 钢支柱 (单位: mm)

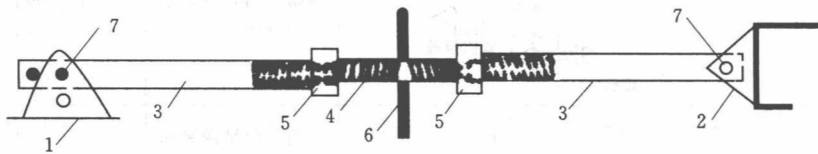


图 1.2 斜撑

1—底座；2—顶撑；3—钢管斜撑；4—花篮螺丝；5—螺帽；6—旋杆；7—销钉

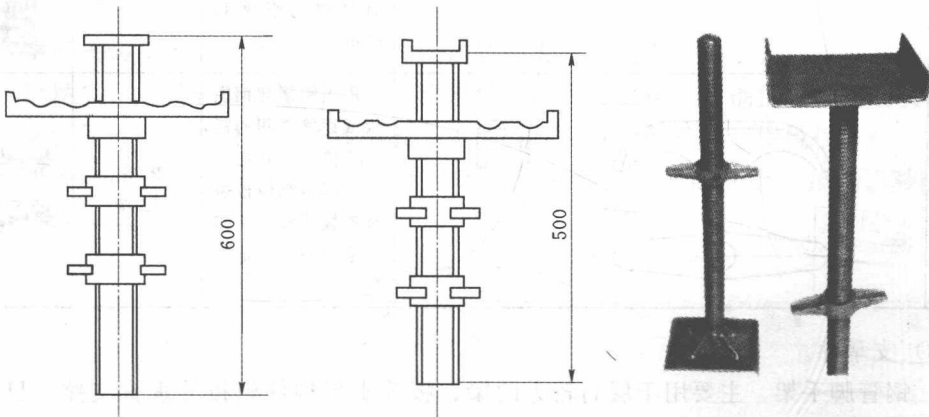


图 1.3 螺旋式早拆柱头 (可调托撑) (单位: mm)

2. 胶合板模板

混凝土模板用的胶合板有木胶合板和竹胶合板。

(1) 胶合板用作混凝土模板的优点。

1) 板幅大，自重轻，板面平整；既可减少安装工作量，节省现场人工费用，又可减少混凝土外露表面的装饰及磨去接缝的费用。



- 2) 承载能力大,特别是经表面处理 after 耐磨性好,能多次重复使用。
- 3) 材质轻,厚 18mm 的木胶合板,单位面积重量为 50kg,模板的运输、堆放、使用和管理等都较为方便。
- 4) 保温性能好,能防止温度变化过快,冬期施工有助于混凝土的保温。
- 5) 锯截方便,易加工成各种形状的模板。
- 6) 便于按工程的需要弯曲成型,用作曲面模板。
- 7) 用于清水混凝土模板,最为理想。

我国于 1981 年,在南京金陵饭店高层现浇平板结构施工中首次采用胶合板模板,胶合板模板的优越性第一次被认识。目前在全国各地大中城市的高层现浇混凝土结构施工中,胶合板模板已有相当的使用量。

(2) 木胶合板的分类。

木胶合板从材种分类可分为软木胶合板(材种为马尾松、黄花松、落叶松、红松等)及硬木胶合板(材种为椴木、桦木、水曲柳、黄杨木、泡桐木等)。从耐水性能划分,胶合板分为四类:

I 类——具有高耐水性,耐沸水性良好,所用胶粘剂为酚醛树脂胶粘剂(PF),主要用于室外。

II 类——耐水防潮胶合板,所用胶粘剂为三聚氰胺改性酚醛树脂胶粘剂(MUF),可用于高潮湿条件和室外。

III 类——防潮胶合板,胶粘剂为酚醛树脂胶粘剂(OF),用于室内。

IV 类——不耐水,不耐潮,用血粉或豆粉粘合,近年已停产。

混凝土模板用的木胶合板属具有高耐气候、耐水性的 I 类胶合板。

(3) 木胶合板的选材。

施工单位在购买混凝土模板用胶合板时,首先要判别是否属于 I 类胶合板,即判别该批胶合板是否采用了酚醛树脂胶或其他性能相当的胶粘剂。如果受试验条件限制,不能做胶合强度试验时,可以用沸水煮小块试件快速简单判别。方法是从胶合板上锯截下 20mm 见方的小块,放在沸水中煮 0.5~1h。用酚醛树脂作为胶粘剂的试件煮后不会脱胶,而用脲醛树脂作为胶粘剂的试件煮后会脱胶。

3. 板墙撑头

撑头是用作保持模板与模板之间的设计尺寸的。

(1) 钢管、塑料管、竹管撑头。中间穿以螺栓拉紧两侧模板上的牵杠(或横木),当混凝土达到一定强度拆模后,根据设计要求用砂浆填补孔洞,不能用于有抗渗要求的混凝土墙体或构件,如图 1.4 所示。

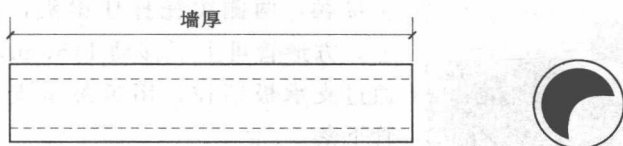


图 1.4 钢管、塑料管、竹管撑头



(2) 钢板撑头。用圆钉固定于两侧模板，只起到保持模板间距作用，如图 1.5 所示。

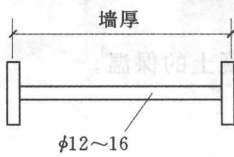


图 1.5 钢板撑头 (单位: mm)

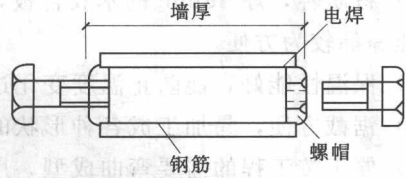
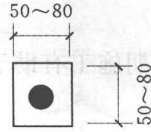


图 1.6 螺栓撑头

(3) 螺栓撑头。用于有抗渗要求的混凝土墙，由螺帽保持两侧模板间距，两头用螺栓拉紧定位，当混凝土达到一定强度后，拆去两边螺栓，用水泥砂浆补平，如图 1.6 所示。

(4) 止水板撑头。用于抗渗要求较高的工程，拆模后将垫木凿去，螺栓两端沿止水板面割平，用水砂浆补平，如图 1.7 所示。

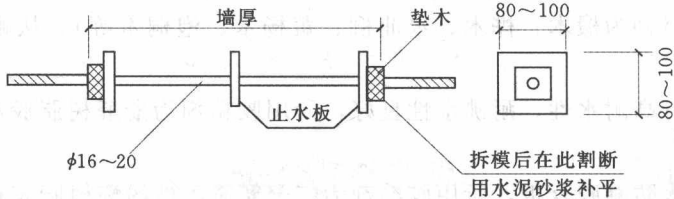


图 1.7 止水板撑头 (单位: mm)

4. 早拆模板体系

早拆模板体系由竖向支撑、模板梁和模板三部分组成，如图 1.8 所示。竖向支撑包括早拆柱头、支柱、可调支座及横撑和斜撑。

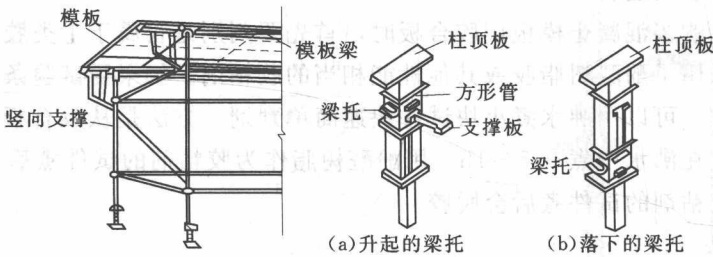


图 1.8 早拆模板体系示意图

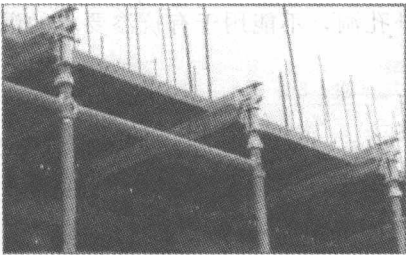


图 1.9 早拆柱头

(1) 早拆柱头。早拆柱头为精密铸钢件，如图 1.9 所示。柱顶板 (50mm×150mm) 直接与混凝土接触，两侧梁托挂住梁头，梁托附着在方形管上，方形管可上下移动 115mm，方形管在上方时，通过支承板锁住，用锤敲击支承板则梁托随方形管下落。

(2) 支柱。支柱可采用碗扣型支撑或扣件式钢管支撑。两种支撑均由立柱、横撑和斜撑组成。



(3) 可调支座。可调支座插入支柱的下端与楼地面接触，通过螺杆调节支柱的高度，可调范围为0~50mm，如图1.10所示。

5. 脱模剂

无论是新配制的模板，还是已用并清除了污、锈待用的模板，在使用前必须涂刷脱模剂。因此，脱模剂是混凝土模板不可缺少的辅助材料。

(1) 脱模剂的种类和配制。

混凝土模板所用脱模剂大致可分为油类、水类和树脂类三种。

1) 油类脱模剂。包括以下几种：

- a. 机柴油：用机油和柴油按3:7（体积比）配制而成。
- b. 乳化机油：先将乳化机油加热至50~60℃，将磷质酸压碎倒入已加热的乳化机油中搅拌使其溶解，再将60~80℃的水倒入，继续搅拌至乳白色为止，然后加入磷酸和苛性钾溶液，继续搅拌均匀。
- c. 妥尔油：用妥尔油：煤油：锭子油=1:7.5:1.5配制（体积比）。
- d. 机油皂化油：用机油：皂化油：水=1:1:6（体积比）混合，用蒸汽拌成乳化剂。

2) 水性脱模剂。主要是海藻酸钠。其配制方法是：海藻酸钠：滑石粉：洗衣粉：水=1:13.3:1:53.3（重量比）配合而成。先将海藻酸钠浸泡2~3d，再加滑石粉、洗衣粉和水搅拌均匀即可使用，刷涂、喷涂均可。

3) 树脂类脱模剂。为长效脱模剂，刷一次可用6次，如成膜好可用到10次。甲基硅树脂用乙醇胺作固化剂，重量配合比为1000:(3~5)。气温低或涂刷速度快时，可以多掺一些乙醇胺；反之，要少掺。

(2) 使用注意事项。

1) 油类脱模剂虽涂刷方便，脱模效果也好，但对结构构件表面有一定污染，影响装饰装修，因此应慎用。其中乳化机油，使用时按乳化机油：水=1:5调配（体积比），搅拌均匀后涂刷，效果较好。

2) 油类脱模剂可以在低温和负温时使用。

3) 甲基硅树脂成膜固化后，透明、坚硬、耐磨、耐热和耐水性能都很好。涂在钢模面上，不仅起隔离作用，也能起防锈、保护作用。该材料无毒，喷、刷均可。配制时容器工具要干净，无锈蚀，不得混入杂质。工具用毕后，应用酒精洗刷干净晾干。由于加入了乙醇胺易固化，不宜多配。故应根据用量配制，用多少配多少。当出现变稠或结胶现象时，应停止使用。甲基硅树脂与光、热、空气等物质接触都会加速聚合，应储存在避光、阴凉的地方，每次用过后，必须将盖子盖严，防止潮气进入，储存期不宜超过三个月。在首次涂刷甲基硅树脂脱模剂前，应将板面彻底擦洗干净，打磨出金属光泽，擦去浮锈，然后用棉纱沾酒精擦洗。板面处理得越干净，则成模越牢固，周转使用次数越多。采用甲基硅树脂脱模剂，模板表面不准刷防锈漆。当钢模重刷脱模剂时，要趁拆模后板面潮湿，用

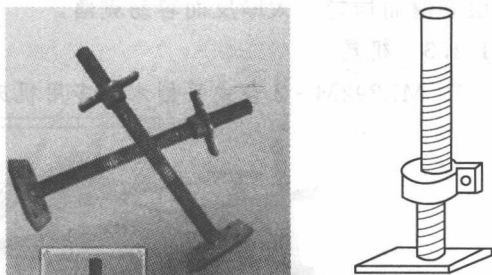


图1.10 可调支座



扁铲、棕刷、棉丝将浮渣清理干净；否则，干后清理比较困难。

4) 涂刷脱模剂可以采用喷涂或刷涂，操作要迅速。结膜后，不要回刷，以免起胶。涂层要薄而均匀，太厚反而容易剥落。

1.1.1.3 机具

1. ML292M-2 台式平刨木工多用机床 (图 1.11)

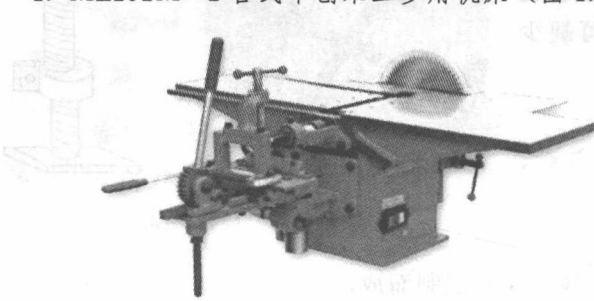


图 1.11 ML292M-2 台式平刨木工多用机床

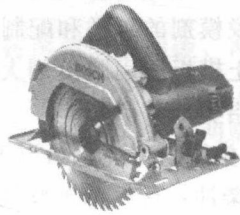


图 1.12 GKS 7000 Professional

2. 手持式圆锯 (图 1.12)

1.1.2 钢筋

1.1.2.1 材料

混凝土结构用的普通钢筋，可分为两类：热轧钢筋和冷加工钢筋（冷轧带肋钢筋、冷轧扭钢筋、冷拔螺旋钢筋）。冷拉钢筋与冷拔低碳钢丝已逐渐淘汰。余热处理钢筋属于热轧钢筋一类。

2002 年，热轧钢筋的强度等级由原来的 I 级、II 级、III 级和 IV 级更改为按照屈服强度 (MPa) 分为 235 级、335 级、400 级、500 级。2010 年，其强度等级提升为 300 级、335 级、400 级、500 级。235 级已被淘汰。

《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010) 第 4.2.1 条规定：纵向受力普通钢筋宜采用 HRB400、HRB500、HRBF400、HRBF500，也可采用 HRB335、HRBF335、HPB300、RRB400 钢筋；箍筋宜采用 HRB400、HRBF400、HPB300、HRB500、HRBF500 钢筋，也可采用 HRB335、HRBF335 钢筋；RRB400 钢筋不宜用作重要部位的受力钢筋，不应用于直接承受疲劳荷载的构件。

1. 热轧钢筋

热轧钢筋是经热轧成型并自然冷却的成品钢筋，分为热轧光圆钢筋和热轧带肋钢筋两种。热轧光圆钢筋应符合 GB 1499.1—2008《钢筋混凝土用钢第 1 部分：热轧光圆钢筋》(代替 GB/T 701—97 相应部分，GB 13013—91) 的规定。热轧带肋钢筋应符合 GB 1499.2—2007《钢筋混凝土用钢第 2 部分：热轧带肋钢筋》(代替 GB 1499—1998) 的规定。热轧带肋钢筋的外形如图 1.13 所示。热轧钢筋的力学性能见表 1.2。

2. 余热处理钢筋

余热处理钢筋是经热轧后立即穿水，进行表面控制冷却，然后利用芯部余热自身完成回火处理所得的成品钢筋，余热处理钢筋的表面形状同热轧带肋钢筋。

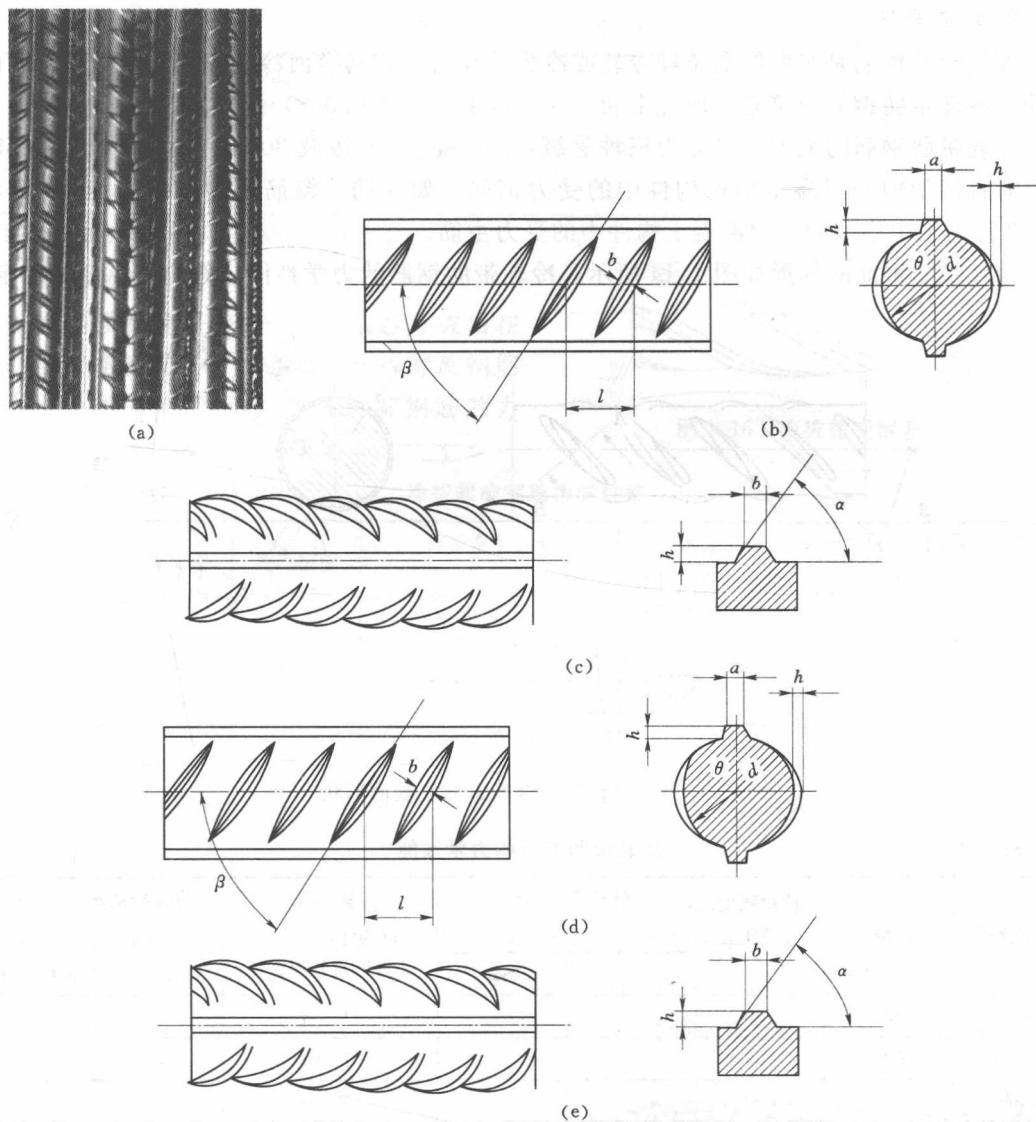


图 1.13 月牙肋钢筋表面及截面形状

d —钢筋内径； α —横肋斜角； h —横肋高度； a —纵肋顶宽； l —横肋间距； b —横肋顶宽

表 1.2

热轧钢筋的力学性能

牌 号	符 号	公称直径 d /mm	屈服强度标准值 f_{yk} /($N \cdot mm^{-2}$)	极限强度标准值 f_{tk} /($N \cdot mm^{-2}$)
HPB300	Φ	6~22	300	420
HRB335	Φ	6~50	335	455
HRBF335	Φ^F			
HRB400	Φ	6~50	400	540
HRBF400	Φ^F			
RRB400	Φ^R			
HRB500	Φ	6~50	500	630
HRBF500	Φ^F			