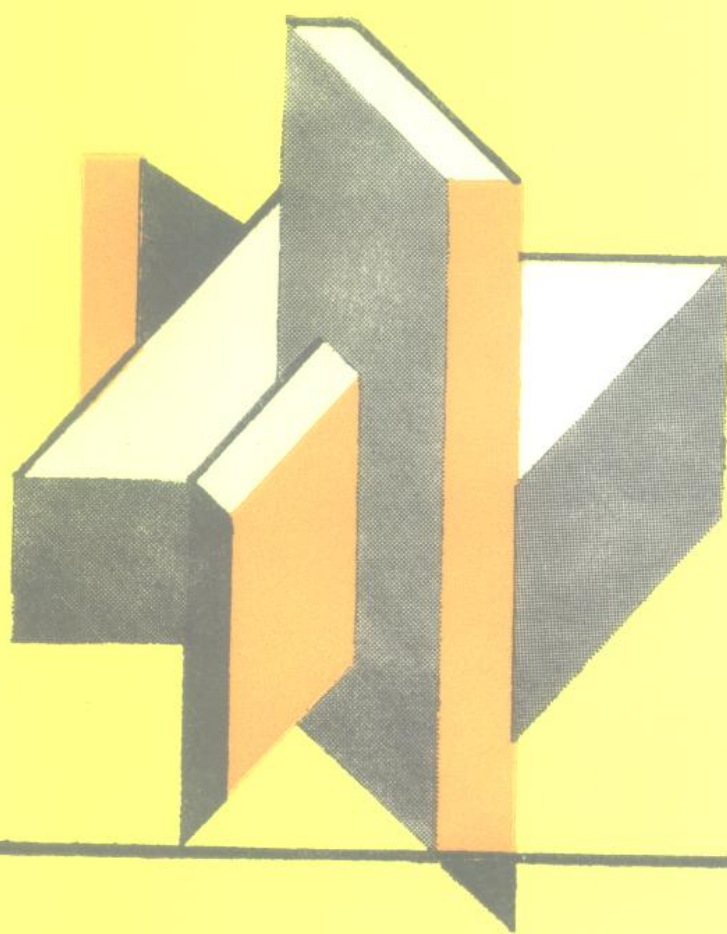


建设系统专业技术人员继续教育丛书

混凝土工程施工新技术

中国建设教育协会继续教育委员会编

龚仕杰 主编



中国环境科学出版社

建设系统专业技术人员继续教育丛书

混凝土工程施工新技术

中国建设教育协会继续教育委员会 编
龚仕杰 主编

中国环境科学出版社

· 北 京 ·

(京)新登字 089 号

图书在版编目 (CIP) 数据

混凝土工程施工新技术/龚仕杰主编. —北京: 中国环境科学出版社, 1995

(建设系统专业技术人员继续教育丛书)

ISBN 7-80093-886-7

I. 混… II. 龚… III. 混凝土施工-新技术 IV. TU755

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (95) 第 22451 号

建设系统专业技术人员继续教育丛书

混凝土工程施工新技术

中国建设教育协会继续教育委员会 编

龚仕杰 主编

*

中国环境科学出版社出版发行

(100062 北京崇文区北岗子街 8 号)

三河市宏达印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

1996 年 4 月 第 一 版 开本 787×1092 1/16

1996 年 4 月 第一次印刷 印张 17

印数 1—10 000 字数 410 千字

ISBN 7-80093-886-7/G · 522

定价: 22.00 元

建设系统专业技术人员继续教育丛书 编辑委员会

顾问：毛如柏 建设部副部长

主任委员：许溶烈 建设部科学技术委员会副主任委员
中国土木工程学会理事长

副主任委员：祝自玉 中国建设教育协会副理事长

建设部干部学院党委书记

李竹成 中国建设教育协会副理事长

建设部人事教育劳动司副司长

委员：(以姓氏笔划为序)

王文元 中国建筑技术研究院 研究员

王庆修 中国建设教育协会继续教育委员会副主任委员

中国建筑科学研究院教育处长 高级工程师

丛培经 北京建筑工程学院 教授

阎明礼 中国建筑科学研究院地基所副所长 研究员

李承刚 国家建筑工程技术研究中心常务副主任 研究员

何健安 建设部科技委员会委员 教授级高工

余平 中国建筑技术研究院 研究员

陈惠玲 中国建筑科学研究院结构所 研究员

施炳华 中国建筑科学研究院电子计算中心主任 教授级高工

赵西安 中国建筑科学研究院结构所 教授

苗润生 中国环境科学出版社副总编辑 副编审

贾凤池 中国建设教育协会继续教育委员会委员

中国建筑技术研究院人事处处长

龚伟 中国建设教育协会继续教育委员会主任委员

建设部干部学院 研究员

龚仕杰 中建一局副总工程师 高级工程师

龚洛书 中国建筑科学研究院建筑材料及制品所原所长研究

员
韩慧娟 中国建设教育协会继续教育委员会秘书长
建设部干部学院 副研究员

序

根据建设部《关于“八五”期间加强建设系统专业技术人员继续教育工作的意见》提出的要求，中国建设教育协会继续教育委员会组织国内建设领域知名专家编写了这套《建设系统专业技术人员继续教育丛书》。丛书的读者对象是具有大专以上学历文化程度、中级以上专业技术职务的专业技术人员，内容以介绍、阐述实用新技术及管理为主。这是我国建设系统专业技术人员继续教育工作的一件大事。尽管过去我们早已开展了不同层次的专业技术人员的继续教育工作，也编辑出版了许多教材并取得了一定的收效，但密切配合本系统专业技术人员继续教育工作的要求和部署，有计划地、系统地组织编写这样一套丛书尚属首次，应当说，此举是任重道远、意义深远的大事，也是一个良好的开端。

本丛书的编辑出版，旨在进一步推进建设系统专业技术人员继续教育工作的开展，但由于我国建设系统的规模庞大，队伍基础不一，尤其是近年来我国经济建设的需求日益增长，建筑科学技术的不断发展，丛书的内容是否合适和完善，还有待教育实践来检验，有待广大读者和教学工作者来评价。我认为有一点是肯定的，那就是建设系统的人员不管是哪一个层次都需要“继续教育”，其教材也自应“继续充实”、“继续更新”。

国家发展的关键在人才，人才培养的基础靠教育。教育兴国、教育图强乃是无数中外历史所证明的事实。面临世纪之交的我国现代化教育，更要加强和重视教育的三个环节：正规教育、职业实践和继续教育。应当说，这三个环节（或阶段）都是重要和缺一不可的，但是由于时代的发展，人生经历的时间和对教育观念的更新来说，特别强调一下继续教育的重要性和必要性似不为过。上面我所说的这些话，不仅是为了谈谈个人的认识和感受，更是为了指出丛书的组织者、编写者和出版者所做工作的意图以及我本人对他们的敬意。敬佩之余，特提笔写下本人的感想，以此作为丛书的序言。

许溶烈

1995年5月22日

出版说明

继续教育是不断提高专业技术队伍素质,使之适应经济、科技和社会发展的需要,实现科学技术转化为现实生产力的重要途径。为使建设系统专业技术人员的继续教育尽快纳入科学化、制度化和经常化的轨道,推动继续教育的开展,提高具有工程师以上专业技术职务的技术人员的素质,中国建设教育协会继续教育委员会按建设部(1992)501号文件所列科目,邀请国内建设领域的知名专家,按突出新理论、新技术、新方法,注重实用,篇幅精练的原则,编写一套继续教育丛书。丛书将根据需要,分专业、分批出版。

本丛书的编写和出版,得到建设部、中国建筑科学研究院、中国建筑技术研究院、中国建筑第一工程局、北京建筑工程学院、中国环境科学出版社的大力支持,谨向为本书做出贡献的所有同志致以衷心的感谢。

本丛书以具有中级技术职务的专业技术人员为主要对象,也可供大专院校师生选修参考和作为短期培训班的教材。

中国建设教育协会继续教育委员会

1995年8月

前 言

为落实建设部关于加强建设系统专业技术人员继续教育工作的要求,使建设系统专业技术人员继续教育尽快纳入科学化、制度化和经常化的轨道,不断提高专业技术人员的素质,现正在全国范围内试行建设系统专业技术人员继续教育进修计划。

建设系统专业技术人员继续教育进修计划,是有计划、有步骤地对建设系统专业技术人员进行继续教育的实施方案,通过有组织的系统学习,可以使专业技术人员的知识不断得到增新、拓宽、加深和补缺,知识、能力结构不断趋于合理,水平保持先进,更好地满足岗位、职务的需要。

本书是为配合建设系统专业技术人员继续教育而编写的系列丛书中的一册,取名为《混凝土工程施工新技术》。读者对象是建筑施工专业的技术人员。

自从英国利兹的建筑工人约瑟夫·阿斯普丁(Joseph·Aspdin)发明了波特兰水泥并于1824年10月21日获得了生产波特兰水泥的专利之后,水泥混凝土问世以来的170年间,已发生了四次技术飞跃。第一次飞跃是钢筋混凝土的出现;第二次飞跃是预应力钢筋混凝土的出现;第三次飞跃是高效减水剂的出现;第四次飞跃是聚合物混凝土的出现。混凝土工程施工新技术正日新月异地向前发展。

本书编写人员力图将混凝土工程施工的诸多方面的新技术介绍给读者。本书由龚仕杰编写第一章及第六章,杜荣军编写第四章及第八章,徐浩编写第五章及第七章,赵立方、韩文秀编写第二章,赵国和编写第三章,陈诒岗编写第九章。全书由龚仕杰、杜荣军审定。

本书编写人员虽是具有多年实际工作经验的工程技术人员,但由于编写时间紧迫及自身水平的局限,书中错谬在所难免,恳请海内同行、专家学者及广大读者不吝赐教。

编 者

1995年3月

目 录

第一章 概 论	(1)
第一节 钢筋工程施工新技术.....	(1)
第二节 模板与脚手架施工新技术.....	(5)
第三节 高强混凝土施工技术.....	(7)
第四节 特种混凝土施工技术.....	(9)
第五节 大体积混凝土施工技术.....	(12)
第六节 混凝土冬期施工新技术.....	(13)
第七节 混凝土的小流水施工组织.....	(14)
第二章 钢筋工程	(16)
第一节 冷轧扭钢筋.....	(16)
第二节 双钢筋.....	(19)
第三节 冷轧带肋钢筋.....	(23)
第四节 粗钢筋连接.....	(27)
第三章 模 板	(53)
第一节 概述.....	(53)
第二节 梁板组装式模板.....	(57)
第三节 板块组合式模板.....	(60)
第四节 角模.....	(65)
第五节 水平层模板和早拆模板施工方法.....	(67)
第六节 模板的对穿拉杆.....	(71)
第七节 模板板面.....	(72)
第四章 脚手架	(74)
第一节 脚手架工程及其安全管理.....	(74)
第二节 脚手架的设计与计算方法.....	(86)
第五章 高强混凝土	(108)
第一节 水泥.....	(109)
第二节 活性掺合料.....	(111)
第三节 混凝土骨料.....	(118)
第四节 混凝土外加剂.....	(125)
第五节 真空吸水工艺.....	(127)
第六节 结论.....	(128)
第六章 大体积混凝土	(130)
第一节 概述.....	(130)
第二节 大体积混凝土结构的裂缝控制.....	(130)

第三节	大体积混凝土的施工	(150)
第七章	特种混凝土	(153)
第一节	泵送混凝土	(153)
第二节	防水混凝土	(166)
第三节	补偿收缩混凝土	(177)
第八章	混凝土冬期施工	(183)
第一节	概述	(183)
第二节	混凝土冬期施工的主要规定和计算	(190)
第三节	混凝土冬期施工外加剂	(201)
第四节	混凝土冬施技术的新进展	(210)
第九章	小流水施工组织	(217)
第一节	小流水是科学组织施工的新技术	(217)
第二节	理想小流水模型研究	(218)
第三节	小流水施工组织	(225)
第四节	施工缝留置的位置和处理	(229)
第五节	小流水的配套技术与建筑工业化	(230)
第六节	小流水施工组织工程实例	(231)

第一章 概 论

不论在国内或是国外、工业或是民用建筑、多层、高层或是超高层建筑，混凝土都是一种主要的建筑材料。而对混凝土结构、混凝土组成材料、混凝土施工工艺、施工组织及混凝土施工机械的研究的不断深入和混凝土工程施工新技术的层出不穷，又进一步扩大了混凝土的应用范围。

在混凝土施工的新技术中，包含钢筋工程、模板工程、脚手架工程、高强混凝土、特种混凝土、大体积混凝土、混凝土冬期施工、混凝土强度质量检验以及混凝土施工组织中的流水施工等诸多内容，下面分别加以综述。

第一节 钢筋工程施工新技术

一、冷轧扭钢筋

冷轧扭钢筋是 80 年代初由北京市建筑工程研究院等单位首先研制并应用于工程实践的一种新型钢筋技术。冷轧扭钢筋，又称冷轧变形钢筋，是将碳素结构钢 Q215、Q235 系列热轧圆盘条钢筋，经专用钢筋冷轧扭机冷控调直、冷轧和冷扭一次成型，具有一定螺距的连续螺旋状冷强化钢筋新品种。它具有较高的强度和足够的塑性，且与混凝土的粘结性能优异。与原材料相比，冷轧扭钢筋的强度提高近 1 倍，伸长率大幅度下降，降低 70%~80%，属无明显屈服点的钢筋。用于工程建设一般可节约钢材 30% 以上，节省钢筋工程施工直接费用 15% 左右，有着明显的经济效益和社会效益。经多年对加工工艺和装备的不断开发和完善，现今的冷轧扭钢筋各项性能已能完全满足使用要求，包括对冷弯性能的要求。冷轧扭钢筋已具有良好的可加工性，但不能经受高温处理和焊接接长，应采用绑扎接长。

由于冷轧扭钢筋与握裹它的混凝土之间存在着很好的粘结、摩擦与机械咬合力，因此冷轧扭钢筋混凝土构件抗裂性能优于其它种类钢筋混凝土构件，对结构的耐久性有利。为保证构件具有足够的延性，用冷轧扭钢筋配筋时，其配筋率宜大于 0.2%。目前，部分省市（如北京、山东、江苏、广东、湖南、福建、浙江及河北等）相继编制颁发了地方性的冷轧扭钢筋应用技术标准，可供使用中参照。

二、双钢筋

双钢筋是目前正在推广应用的另一种钢筋工程新技术。我国于 1974 年就开始研究应用双钢筋，至今已取得较大的成果。所谓双钢筋，是指由两根平行的、间距为 20~25mm 的主筋和与之垂直的短横筋，按间距 80~100mm 焊接（平焊或叠焊）而成的梯格形骨架。

我们知道，冷拔是最简单、成本低廉的生产高强度钢筋的手段。但在普通钢筋混凝土结构中使用冷拔钢筋时，由于它的表面特别光滑，与混凝土的粘结嵌固作用差，影响

两种材料的共同工作效果，其使用性能受裂缝开展宽度及端部锚固要求的限制，因而不能取用较高的钢筋设计强度，使钢筋冷拔后的有效强度不能充分发挥。同时，也不宜使用较大直径的冷拔钢筋。把冷拔钢筋焊制成双钢筋之后，由于双钢筋梯格横筋的作用，在混凝土结构中增强了与混凝土之间的相互嵌固和约束作用，能有效地约束混凝土的裂缝开展，充分地进行内力重分布，使裂缝发展缓慢而细密，并扩大分布范围，而且不受波桑作用的影响，大大地提高了结构端部的锚固性能，从而改善了混凝土结构的结构性能，因而可以采用较高的钢筋设计强度，较大幅度地减少钢筋用量。双钢筋也可采用较大直径的冷拔钢筋，国外双钢筋主筋直径最大为 11.3mm。此外，由于裂缝开展受到横筋的限制，使双钢筋构件在工作的全过程中，表现出相当长的变形和裂缝开展过程，构件的破坏形态也发生本质的变化，破坏前有明显的预兆，呈塑性破坏形态。因此，双钢筋的结构性能比变形钢筋优越。

综上所述，双钢筋技术能更充分地发挥钢筋的效能，生产工艺也较简单，可多途径组织生产，投资少，见效快，质量好，有广阔的应用发展前景。

三、冷轧带肋钢筋

冷轧带肋钢筋是国外 70 年代发展起来的一种新型建筑用钢材，主要用于工业与民用建筑、水泥制品等方面。它是以普通低碳热轧圆盘条做原料，经过冷轧（拔）减径、刻痕，轧成两列或三列表面带有横肋的变形断面钢筋。它具有强度高、韧性好和锚固性能强的特点。这种钢材在国外已普遍使用，是冷拔低碳钢丝和热轧小型圆钢理想的更新换代产品。

随着科研、设计和生产单位的不断研究，我国已逐渐形成了自己的冷轧带肋钢筋产品系列和钢筋标准。我国的冷轧带肋钢筋产品按使用要求可分为预应力和非预应力钢筋两种。按强度则分为 550MPa、650MPa 和 800MPa 等三级。根据冷轧带肋钢筋的性能特点，强度为 550MPa 的冷轧带肋钢筋主要用以替换在普通混凝土结构中的小直径热轧圆钢（如直径为 12mm 和 12mm 以下的 I 级钢筋）；强度为 650MPa 和 800MPa 的冷轧带肋钢筋主要用以取代预应力构件中的冷拔低碳钢丝，适当降低混凝土强度等级，可以收到节约水泥的效果。

冷轧带肋钢筋的应用，在我国起步较晚。1985 年以后才在南京、苏州等地引进德国、意大利的生产线，形成年产 20 万 t 的生产能力，1989 年先后鉴定投产。国产生产线在沈阳于 1987 年研制成功，1988 年投产，并应用于混凝土构件中。

冷轧带肋钢筋均属无屈服点的硬钢，由于其表面存在有月牙形横肋，与混凝土之间的粘结锚固作用比光圆钢筋高得多，因为除胶结力和摩阻力外，还增加了机械咬合作用。在工程常见的保护层厚度的条件下，冷轧带肋钢筋的极限粘结强度比冷拔低碳钢丝提高 7 倍。将 550MPa 的冷轧带肋钢筋用在普通混凝土中代替 I 级钢使用，规格 $\phi 5 \sim \phi 10$ ，设计强度可提高 60%，节约钢材 38%。点焊成网或绑扎固定，不需弯钩，简化了施工。将 650MPa 的冷轧带肋钢筋用在预应力空心板中代替冷拔低碳钢丝使用，能提高抗裂度，明显改善构件质量，抗裂度一般为 1.6~1.8，提前放张，可缩短放张时间 40% 以上，钢筋不会滑脱，加速预应力台座或钢模周转，在适当降低混凝土强度等级时，可以节约水泥。800MPa 的冷轧带肋钢筋在预应力空心板中代替冷拔低碳钢筋使用，可以节约钢材 18%。

在混凝土中使用冷轧带肋钢筋代替普通钢筋,可以提高构件的延性和抗冲击性能,构件裂缝开展晚、裂缝细小,向上发展缓慢,分布均匀,一般情况在设计荷载下,可不必进行裂缝宽度验算。还可提高构件刚度,根据配筋率不同,板类构件刚度能提高 20%~100%。

冷轧带肋钢筋的应用范围是没有振动荷载和重复荷载的工业与民用建筑和一般构筑物的钢筋混凝土楼板、楼梯;梁和柱的箍筋,预应力空心板以及中心型结构构件,也可用做多层砖混房屋圈梁、构造柱以及砌体配筋。冷轧带肋钢筋混凝土构件不宜在环境温度低于-30℃时使用。

四、粗直径钢筋连接技术

粗直径钢筋连接是建筑工程中一项量大面广的重要施工技术。粗钢筋连接方法直接关系到建筑结构的的安全性、施工速度和综合经济效益,受到用户、设计和施工部门的广泛重视。

粗钢筋连接分为绑扎搭接、焊接和机械连接三大类。

绑扎搭接是最原始的钢筋连接方法之一。此方法工艺简单,适应性广,但其搭接长度大,浪费钢材,而且接头的传力效果差,因此我国《混凝土结构设计规范》(GBJ10—89)规定,直径 $d \geq 22\text{mm}$ 的粗钢筋不宜采用搭接连接。随着钢筋连接新工艺的出现,这种方法正逐渐被淘汰。

焊接连接一般有搭接电弧焊、坡口焊、电渣压力焊、气压焊以及水平钢筋窄间隙电弧焊等多种。搭接电弧焊的设备简单,用电量也不大,但浪费钢材,消耗焊条,生产率低,钢筋受力不佳,直径较粗时,附加弯矩增大,对构件质量产生不良影响。因此,搭接电弧焊正逐渐被其它新的钢筋连接技术所替代。

(一) 电渣压力焊

电渣压力焊是我国研究开发的独具特色的一项焊接新技术,自 80 年代初开始推广应用以来,发展迅速。电渣压力焊用于钢筋的竖向对焊连接。因其生产率高,施工简单,节能节材,成本低廉,劳动条件好,接头质量可靠,在多种焊接连接方法中,就质量、效率 and 经济效益方面来看,电渣压力焊是值得优先选用的方法之一。

电渣压力焊属于熔化压力焊范畴,其基本原理是利用焊接电流通过被接钢筋的端部接触点产生电弧,熔化周围焊剂形成渣池,之后转入电渣过程,大量的电阻热使钢筋全截面均匀加热,然后顶压,挤出液态金属和溶渣,冷却后凝固,结晶形成接头。电渣压力焊适用于 $\phi 14 \sim \phi 40\text{mm}$ 的 I、II、III 级钢筋的竖向连接,但 $\phi 28\text{mm}$ 以上钢筋的焊接技术难度较高。电渣压力焊代替绑扎搭接可以节省大量钢筋,经济效益显著。电渣压力焊不适用于水平钢筋或倾斜钢筋(斜度小于 4:1 的情况)的连接,也不适用于可焊性差的钢筋,对焊工水平低、供电条件差、电压不稳、雨季或防火要求高的场合应慎用。

(二) 气压焊

气压焊是从日本引进的技术。80 年代后期开始在我国推广应用。气压焊是采用氧、乙炔火焰对钢筋接头处进行加热,使其达到塑性状态,施加适当压力,形成对焊接头的方法。气压焊属压焊范畴,其焊接机理是:随温度升高适当加压,焊缝处不断产生塑性流变,使实际接触面积迅速扩大,表面原子不断激活,相互扩散,并发生再结晶。适当的

温度和适当的压力是最重要的接头结合的条件。气压焊适用于 $\phi 16\sim\phi 40\text{mm}$ 的Ⅰ、Ⅱ级钢筋的焊接,但 $\phi 28\text{mm}$ 以上钢筋的焊接技术要求较高。气压焊设备简单,投资少,节约钢材,成本较低,不需要大功率电源,可用于任何位置(竖直、水平或倾斜状态)钢筋的连接。

已经颁布了国家标准《钢筋气压焊》(GB12219—89)可供遵照执行。依据此标准,需在钢筋焊接前,将其端部切平打磨,使其露出金属光泽,这就需要增加较多的辅助人工和增加劳动强度。为克服这一缺点,现又发明了接头钢筋端部不需切平打磨而直接加热施压进行连接的“敞开式气压焊”技术,在一些工程中使用,收到良好的效果。

气压焊对钢筋化学成分的要求以及对焊工技术要求较为严格,气压焊所用氧气、乙炔气为易燃易爆物质,应严格按有关规程进行操作。开工前和施工过程中的试焊和检验十分重要,防火要求较高时或雨季则不宜采用。

(三) 水平钢筋窄间隙电弧焊

水平钢筋窄间隙电弧焊是最近几年才出现的钢筋连接新技术,它是将两根钢筋安放成水平对接形式,并置于铜模内,中间留有少量间隙,用焊条从钢筋根部引弧连续向上部焊接完成的一种电弧焊方法。铜模为工具模,脱模后,可以重复使用。本焊接方法适用于直径 $18\sim 40\text{mm}$ 的Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级热轧钢筋水平位置的连接。设备为普通手工电弧焊机,焊条强度等级应与钢筋强度等级相适应,Ⅰ级钢筋可采用E5003、E4315、E4316焊条,Ⅱ级钢筋采用E5016、E5015焊条,Ⅲ级钢筋采用E6016、E6015焊条。

本焊接方法的成本低,施工速度比搭接电弧焊明显加快。这种焊接技术推广应用历史较短,应用面还比较小。

为确保水平钢筋窄间隙焊接头的质量,焊接参数和焊接工艺十分重要,焊接过程中应认真解决好“焊透”、“成型”、“排渣”和“减少过热”等四大问题。对焊接操作工人的技术要求较高,必须进行现场条件下的焊接性能试验和预先经过培训、考核合格才能上岗操作。

(四) 套筒挤压连接

套筒挤压连接是70年代后期国外发展起来的一种接头型式,属于机械式连接。我国于80年代后期开始推广应用。这种接头是把两根待接钢筋的端头先后插入一个优质钢套筒,然后用挤压机在侧向加压数道,套筒塑性变形后即与带肋钢筋紧密咬合达到连接的效果。

连接套筒的材料为优质低碳钢。为了确保质量,套筒应有严格的材质检验和出厂合格证。

套筒挤压连接的优点是接头强度高,质量稳定可靠,是目前各类钢筋接头中性能最好、质量最稳定的接头型式。挤压连接速度快,一般每台班可挤压 $\phi 25\text{mm}$ 钢筋接头150~200个。此外,挤压连接比较安全,无明火作业,不受风雨气候影响,操作简便,适用性强,适用于垂直、水平、倾斜、高空及水下等各方位的钢筋连接,还特别适用于不可焊钢筋及进口钢筋的连接。近年来在国内推广应用十分迅速,受到用户和建设部门的普遍欢迎。挤压连接目前主要缺点是接头成本偏高,但从质量、速度等方面综合经济效益分析,仍有较大技术经济效益。

(五) 锥螺纹连接

锥螺纹连接钢筋技术是近年来研究开发成功的一种机械式连接钢筋接头技术。这种接头是利用锥形螺纹套筒将两根钢筋端头对接在一起,利用螺纹的机械咬合力传递拉力或压力。锥螺纹连接所用的设备主要是钢筋套丝机,这种套丝机通常是安放在施工现场对钢筋端头进行套丝。连接套筒上的锥形螺纹一般是在工厂内加工,运往现场待用,连接钢筋时利用测力扳手拧紧套筒至规定的力矩值即可完成钢筋的对接。

锥螺纹连接现场操作工序简单、速度快,适用于 $\phi 16 \sim \phi 40 \text{mm}$ 各种级别的钢筋连接,适用范围广,可焊、不可焊钢筋均可连接,不受气候影响,不需要专业技工,受到施工单位的欢迎,但现场加工的锥螺纹质量或丝扣松动对接头强度影响较大。此外,锥螺纹连接的质量检验标准目前是参照国外的标准定为:接头极限抗拉强度实测值与钢筋屈服强度标准值的比值不小于1.35。这一检验标准明显低于国内常用的接头质量检验标准,也低于气压焊接头抗拉强度大于钢筋极限抗拉强度标准值并呈塑性断裂的质量标准。因此,我国锥螺纹接头究竟应该选用什么样的检验标准和应用范围尚需进一步探讨。

第二节 模板与脚手架施工新技术

模板和脚手架是土木建筑工程施工中量大面广的重要施工工具。模板工程约占钢筋混凝土工程总造价的20%,劳动量的30%,工期的一半。据不完全统计,土建施工企业中的钢脚手架,同组合钢模板的数量(指重量)大体相当。1992年末,全国施工企业拥有的组合钢模板、钢支撑和钢脚手架约有400万t,折合资产近100亿元,是施工企业除机械设备资产外的又一巨大财富。推广应用先进、适用的新型模板与脚手架,发展模板与脚手架施工技术,对推进建筑业技术进步,保证工程质量,加快工程进度,降低工程成本和实现安全文明施工,具有重要的意义。

一、模 板

组合钢模板是70年代末从日本引进、开发的一种工具式模板体系。与传统木模板相比,具有强度高、刚度大,组装灵活、装拆方便,通用性强、周转次数多等特点,大大提高了模板工程的工业化程度,是传统木模板的更新换代产品。组合钢模板的产品规格从当初的21种增加到现在的125种,基本形成了我国特有的组合钢模板体系,能够满足一般工业与民用建筑钢筋混凝土工程的需要。据统计,1992年,全国已有钢模板生产厂600多家,年生产能力约800万 m^2 ;全国钢模板拥有量3500万 m^2 ,占模板使用面的70%;10多年来累计节约代用木材2100万 m^3 。

近年来,随着大批高层建筑和大型公共设施的不断建设,现浇混凝土比重上升,工程量不断扩大,要求工期越来越短,而且愈来愈多的工程要求浇注成清水混凝土或对混凝土的表面有较高要求。这就对模板提出了新的要求:一是模板除应具有足够的强度、刚度以承受混凝土荷载和施工荷载外,还要求模板板面具有一定的硬度和耐摩擦、耐冲击、耐碱、耐水及耐热性能;二是要求模板板面面积大、重量轻、表面平整,能浇注成表面平整光洁的清水混凝土。

在日本、欧美等工业发达国家中,目前使用组合钢模板者已不多见,而普遍采用钢框木胶合板覆面模板。也有采用铝合金框木胶合板模板用作楼板模板。由于这些模板能

充分发挥金属材料 and 人造板材固有的特性，并能满足清水混凝土的要求，是模板技术的发展方向。

近几年来，在国内一些大城市中，钢框木胶合板模板得到广泛应用。由于这种模板具有重要轻、板块面积大、表面平整、强度及刚度好等特点，受到施工单位的欢迎。鉴于我国木材资源贫乏，木胶合板的产量受到限制，而我国竹材资源和农业剩余资源相当丰富，可以制成人造板材。据统计，现在全国已建有竹胶合板厂 100 多家，年生产能力约 10 万 m^3 。其产品过去主要用于卡车、火车的车箱底板和包装箱，1987 年开始研究把竹胶合板用于混凝土模板。由于竹胶合板的强度、刚度、硬度和耐冲击性都比木材好，价格比木胶合板低，开发应用工作进展很快。目前在应用的钢框覆面模板中，竹胶合板多于木胶合板。北京及沿海一些城市的高层建筑和市政工程已大量应用，混凝土表面可达到清水混凝土的要求，是一种比较理想的面板材料。

二、支模方法

支模方法决定现浇混凝土的施工工艺。现浇混凝土结构过去大多采用组合钢模板，散装散拆或局部整装整拆，工效不高。整体焊接骨架的全钢大模板作墙模，使用不够灵活，已被逐步淘汰。近年来，随着现浇混凝土比重增加，一些施工、科研单位开发应用了多种模板施工新工艺和支模新方法，对加速模板周转、减少模板投入量、降低工程成本，起了积极的作用。梁板组合式和板块组装式工业化模板体系的推广应用，实现了大块模板的整装整拆，大大提高了模板工程的施工速度。早拆支撑体系的应用，加快了模板的周转。所谓早拆支撑体系就是当混凝土达到部分强度时，采用减小支承跨度的方法，使现浇混凝土楼板处于短跨（ $\leq 2\text{m}$ ）受力状态。这样，当现浇混凝土强度达到设计强度 50% 时，可先拆除模板、支承梁和横撑，但仍保持立柱（或支承带）不拆除，待楼板混凝土强度达到足以支承全跨自重和施工荷载时，再将全部立柱或支承带拆除。该体系可较传统支模工艺减少模板与支撑投入量约 2/3，节省一次投入费用约 1/3，并可减轻工人劳动强度和加快工程进度，经济效益十分显著。采用小流水施工方法，亦可减少模板投入量，加快模板周转。此外，还可根据工程的不同特点，因地制宜地采用大模、滑模、台模、筒模、爬模、隧道模、模壳与钢模台车等专用模板。这些现浇混凝土施工工艺已在高层建筑和其它混凝土结构施工中得到广泛应用，取得了良好的技术经济效果。

三、脚手架

现浇混凝土施工离不开脚手架。目前我国使用的钢脚手架包括扣件式钢管脚手架、门式脚手架和碗扣式脚手架。其中，扣件式钢管脚手架占主导地位。据不完全统计，到 1992 年年底，全国施工企业拥有钢脚手架约 200 万 t，占脚手架使用面的 70% 以上。

扣件式钢管脚手架的优点是搬运方便，不受地面高低的影响，搭设灵活和适应性强，还可做模板支撑。可按钢结构原理进行设计计算。国内有扣件式钢管脚手架搭设高度超过 100m 的纪录。

门式脚手架是 80 年代从日、美等国引进的。它既可作脚手架，又可作模板支撑，是一种比较好的钢脚手架，已在北京、上海、广州等地推广应用。

碗扣式脚手架是由铁道部专业设计院参照英国技术于 1987 年研制成功，并有所创

新。这种脚手架具有接头构造合理, 结构强度高, 自锁能力强, 装拆效率高, 使用寿命长, 劳动强度低和不易丢失附件等特点。既可作脚手架, 又可作模板支撑。这种脚手架技术先进, 已在高层建筑和道路桥梁工程中逐步推广。

脚手架应用的安全技术规范已正在编制和审批之中, 预期不久即可颁布实施。

近年来, 脚手架搭设方法也有新的突破。根据城市高层建筑施工的需要, 一些施工企业开发应用了悬挑式脚手架、悬吊式脚手架和爬升式脚手架, 改变了一支到顶的传统做法。在保证施工安全的前提下, 既可降低脚手架用量, 又可加快工程进度。

第三节 高强混凝土施工技术

高强混凝土一般是指强度等级在 C50 及其以上的混凝土。但目前国内外作为新技术考虑的高强混凝土都是指抗压强度在 60MPa 以上的混凝土。

高强混凝土在国外已得到广泛应用。仅在美国芝加哥地区从 1976 年到 1992 年的 16 年间就有 40 多幢高层建筑采用高强混凝土并且取得了比较显著的经济效益。其中最著名的有 1975 年建造的 79 层、高 262m 的水塔广场大厦, 从地下室到第 25 层的柱子采用强度相当于 C70 的混凝土; 1989 年在西雅图建造的太平洋第一中心, 所用混凝土强度高达 124MPa; 该城的双联广场大厦使用的混凝土强度达 138MPa, 是目前高层建筑中混凝土强度最高的建筑物。除美国以外, 澳大利亚、加拿大、日本等国也有不少采用高强混凝土的高层建筑。

除了高层建筑外, 高强混凝土还用于大跨度的桥梁工程。日本 1970 年建成的卡米诺西马公路桥, 跨度 86m, 混凝土强度相当于 C70; 1974 年建成的富卡密苏公路桥, 混凝土强度相当于 C80; 1976 年建成的阿茄瓦铁路桥, 混凝土强度相当于 C90; 美国华盛顿州的塔路公路桥, 采用接近于 C75 的混凝土。

我国现行的《混凝土结构设计规范》GBJ10—89 中, 混凝土的最高强度等级已达 C60, 《高强混凝土结构设计建议》中还将要使混凝土强度等级扩展到 C80。在我国土木建筑工程中, C80、C100 及以上等级的高强混凝土目前正处于试验研究阶段。一些大城市的高层建筑中, 已采用了 C60 级的混凝土。在京津唐高速公路的一些大型桥梁及北京西客站工程中, 混凝土的实际强度已达到 80MPa 以上, 最高的达到 99.3MPa。

一、高强混凝土比之普通混凝土具有很大的优越性

1. 高强混凝土由于抗压强度很高, 无论用于受压或受弯构件都可使其在相同的荷载下减小截面, 因而可以节省材料, 在一般情况下混凝土强度等级由 C30 提高到 C60, 对受压构件可节省混凝土 30%~40%, 受弯构件可节省 15%~20%。虽然高强混凝土比普通强度的混凝土成本要高一点, 但两者综合起来比较, 前者在经济上还是比较优越的。从已完工的工程分析, 均达到了节省材料降低造价的效果;

2. 降低构件自重。这对于自重占荷载主要部分的建筑物具有特殊重要的意义, 它可以进一步减小某些结构部位的截面, 对于地基基础也有很大的好处;

3. 增加使用面积。这一点对高层建筑特别具有吸引力。以深圳鸿昌广场为例, 该建筑原设计用 C40 级混凝土, 其结构构件的平面系数为 8%, 改用 C60 以后, 可使结构平