

· 中职土建类专业用书 ·

主体结构工程施工

ZHUTI JIEGOU
GONGCHENG SHIGONG

邵远东 王义荣 ○ 主编

掌握主体结构工程的**施工原理和方法**

保证**工程质量和施工安全**的技术措施

了解建筑施工领域的**最新技术进展**

选择掌握分部分项工程**最经济合理**的施工方案和施工方法

确保**工程质量和施工安全**

做到**技术和经济**的高度统一

 郑州大学出版社

· 中职土建

主体结构工程施工

ZHUTI JIEGOU
GONGCHENG SHIGONG

邵远东 王义荣 ○ 主编

 郑州大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

主体结构工程施工 / 邵远东, 王义荣主编. — 郑州: 郑州大学出版社, 2017. 3

ISBN 978-7-5645-4038-8

I. ①主… II. ①邵… ②王… III. ①结构工程—工程施工—中等专业学校—教材 IV. ①TU74

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 044942 号

郑州大学出版社出版发行

郑州市大学路 40 号

出版人: 张功员

全国新华书店经销

河南承创印务有限公司印制

开本: 787 mm × 1 092 mm 1/16

印张: 15

字数: 384 千字

版次: 2017 年 3 月第 1 版

邮政编码: 450052

发行部电话: 0371—66966070

印次: 2017 年 3 月第 1 次印刷

书号: ISBN 978-7-5645-4038-8

定价: 45.00 元

本书如有印装质量问题, 由本社负责调换

编写委员会成员名单

主 编	邵远东	王义荣				
副主编	张新峰	刘 迅	李 娜	王 妍	赵志浩	
	冷曼曼	王庆元				
编 委	童兰兰	曾凡磊	李宏图	韩 磊	关月梅	
	张彦国	陈冰冰	胡学东	豁泽青	李华楠	
	胡学叶	王凤霞	万 梅	余 勤	张敬丹	
	姜 元	袁 静	黄娜娜	王 蕊	陈保珠	
	黄学军					

前 言

本书是根据中职土建类专业主体结构工程施工的教学基本要求,结合编者多年的教学经验和体会编写而成。《主体结构工程施工》内容涵盖砌筑工程、模板工程、钢筋工程、混凝土工程、结构安装工程、滑升模板施工、钢结构工程等专业领域,力求构建主体结构工程施工全面的知识体系,将涉及的构造、材料、结构施工图的识读、安全技术等相关知识按既方便学生理解和掌握,又尽可能与实际施工相吻合的衔接顺序融入主线中。编写人员均具有扎实的建筑工程理论基础和丰富的工程实践经验,能够结合施工企业的需求和工程建设的实践需要,进行本书的编写工作。

本书由信阳建筑工程学校编写,由王义荣担任主编,张新峰、刘迅、李娜、赵志浩、王妍担任副主编,王庆元担任主审。具体分工为:王义荣编写第一章、张新峰编写第二章、刘迅编写第三章、王庆元编写第四章、李娜编写第五章、赵志浩编写第六章、王妍编写第七章。

本书引用了大量相关专业规范、文献和书籍,但未一一注明出处,在此对有关文献的作者表示感谢。由于编者水平有限,书中难免有不妥之处,恳请广大读者批评指正。

中职土建类专业用书编写委员会

2017年2月

绪 论

一、主体结构施工技术课程的研究对象和主要内容

《主体结构工程施工》以主体结构各分部分项工程为对象,研究其在各种不同的自然条件和施工条件下合理的施工方法、质量保证措施和安全技术措施。其研究任务是掌握主体结构工程的施工原理和方法,熟悉保证工程质量和施工安全的技术措施,了解建筑施工领域的最新技术进展,掌握如何选择分部分项工程最经济合理的施工方案和施工方法,确保工程质量和施工安全,做到技术和经济的高度统一。

二、建筑施工技术发展概况

我国改革开放以来,建筑施工技术得到了长足的发展,特别是在大型工业建筑和高层民用建筑施工中取得了辉煌的成就。大模板、滑升模板,钢筋气压焊、钢筋冷压连接、钢筋锥螺纹连接,泵送混凝土、高强度混凝土等新工艺和新技术得到了广泛的应用和普及。但目前在砌体、防水、装饰工程施工中,仍较多地沿用传统的施工工艺和方法,劳动强度大、工效低。随着科学技术的进步和生产力的发展,墙体改革、新型建筑材料研发、工艺理论创新及计算机技术的应用必将有力地推动我国建筑施工技术的发展。我国混凝土技术经历了由低强到高强,由干态到流态的发展;混凝土的生产技术也由人工计量、分散搅拌到计算机控制、计量的搅拌站集中拌制。混凝土技术将从以强度为中心过渡到以耐久性为追求目标,转向高性能、多功能的方向发展,技术进步成绩巨大。具体表现在以下几方面:目前,我国水泥品种达 60 多种,无论在强度、收缩性能等方面都可以满足配制各种混凝土的需要;由单纯的减水剂发展到具有早强、抗冻、缓凝、抗渗、微膨胀、泵送等一种或几种性能的外加剂,极大地改善了混凝土的性能;近期又推出了如磨细的水淬矿渣、优质粉煤灰、硅灰、磨细滑石粉、稻壳灰等超细活性掺料。

在施工技术方面,从 80 年代后期已开始引入计算机技术,如微机控制混凝土搅拌、大体积混凝土测温、高层建筑垂直偏差测量控制、钢筋优化下料、模板和脚手架设计、基坑支护结构设计、施工组织设计编制、试验数据自动采集等。今后宜大力发展计算机辅助施工的 CAC 技术和管理信息系统的 MIS 技术。

建筑施工技术的发展趋势:提高建筑施工工业化水平;大力发展混凝土及其应用技术;合理利用工业废料和新型建筑材料;施工企业应提升现代管理技术。

三、施工质量验收标准与规范简介

1.《建筑工程施工质量验收统一标准》(GB 50300—2013)

关于施工质量控制的基本规定如下。

(1)施工现场质量管理应有相应的施工技术标准,健全的质量管理体系、施工质量检验制度和综合施工质量水平评定考核制度。

(2)建筑工程应按下列规定进行施工质量控制。

建筑工程采用的主要材料、半成品、成品、建筑构配件、器具和设备应进行现场验收。凡涉及安全、功能的有关产品,应按各专业工程质量验收规范的规定进行复验,并应经监理工程师(建设单位技术负责人)检查认可。

各工序应按施工技术标准进行质量控制,每道工序完成后,应进行检查。

相关各专业工种之间,应进行交接检验,并形成记录。未经监理工程师检查认可,不得进行下道工序施工。

(3)建筑工程施工质量应按下列要求进行验收。

建筑工程施工质量应符合本标准和相关专业验收规范的规定。

建筑工程施工应符合工程勘察、设计文件的要求。

参加工程施工质量验收的各方人员应具备规定的资格。

工程质量的验收均应在施工单位自行检查评定的基础上进行。

隐蔽工程在隐蔽前应由施工单位通知有关单位进行验收,并应形成验收文件。

涉及结构安全的试块、试件及有关材料,应按规定进行见证取样检测。

检验批的质量应按主控项目和一般项目验收。

对涉及结构安全和使用功能的重要分部工程应进行抽样检测。

承担见证取样检测及有关结构安全检测的单位应具有相应资质。

工程的观感质量应由验收人员通过现场检查,并应共同确认。

2. 施工质量验收规范

按工业与民用建筑工程中各专业工程(如建筑地基基础工程、砌体结构工程、混凝土结构工程等)分别修订、分册出版。各专业工程的施工质量验收规范的主要内容一般包括总则、术语、基本规定、分项工程施工质量验收标准和程序等内容。本书的重新编写就是以新的建筑工程质量验收体系的具体内容进行修订的。

建筑工程各专业工程施工质量验收规范必须与《建筑工程施工质量验收统一标准》(GB 50300—2013)配合使用。

3. 有关的几个术语

(1) 进场验收

进入施工现场的材料、构配件、设备等应按相关标准规定进行检验,对产品达到合格与否做出确认。

(2) 检验批

按同一生产条件或按规定的方式汇总起来供检验用的,由一定数量样本组成的检验体。

(3) 见证取样检测

在监理单位或建设单位监督下,由施工单位有关人员现场取样,并送至具备相应资质的检测单位所进行的检测。

(4) 交接检验

由施工的承接方与完成方经双方检查并对可否继续施工做出确认的活动。

(5) 主控项目

建筑工程中对安全、卫生、环境保护和公众利益起决定性作用的检验项目。

(6) 一般项目

除主控项目以外的检验项目。

(7) 观感质量

通过观察和必要的量测所反映的工程外在质量。

(8) 强制性条文

规范中的强制性条文用黑体字表示。强制性条文是指直接涉及人民生命财产安全、人身健康、环境保护和其他公众利益的必须严格执行的强制性规定,并考虑了保护资源,节约投资,提高经济效益和社会效益等政策要求。

目 录

第一章 砌筑工程

第一节 脚手架工程及其安全技术	1
第二节 垂直运输设施	10
第三节 砌筑工程材料及要求	13
第四节 砖砌体施工	16
第五节 混凝土加气块的施工	20
第六节 建筑节能材料及外墙保温施工	24
第七节 砌体工程冬、雨期施工	37
复习思考题	40

第二章 模板工程

第一节 模板的作用、组成、基本要求和分类	41
第二节 模板的构造和安装	43
第三节 模板工程施工的安全技术	53
第四节 模板早拆系统的施工	57
复习思考题	59

第三章 钢筋工程

第一节 钢筋的分类与材质检验	60
第二节 钢筋加工	62
第三节 钢筋的连接	64
第四节 钢筋的配料与代换	75
第五节 钢筋的安装	79
第六节 钢筋工程的安全技术	84
第七节 钢筋工程常见的质量缺陷及防治方法	85
复习思考题	90

第四章 混凝土工程

第一节 混凝土的组成材料及要求	91
第二节 混凝土的制备	94

第三节	混凝土的运输	98
第四节	混凝土的浇筑和振捣	101
第五节	混凝土的养护与拆模	109
第六节	混凝土的质量检验	111
第七节	混凝土工程常见的质量事故及处理	117
第八节	混凝土的冬期施工	124
第九节	混凝土工程专项施工技术	128
第十节	混凝土结构工程安全技术要点	136
	复习思考题	138

第五章 结构安装工程

第一节	起重索具设备	139
第二节	起重机械	144
第三节	单层工业厂房结构吊装	153
第四节	混凝土结构吊装的质量验收与安全技术	170
	复习思考题	176

第六章 滑升模板施工

第一节	滑升模板的组成及构造	177
第二节	滑升模板的设计、制作、组装与拆除	183
第三节	滑升模板在工程中的应用	190
第四节	滑升模板安全技术	196
	复习思考题	198

第七章 钢结构工程

第一节	钢结构的焊接	199
第二节	钢结构螺栓连接	206
第三节	钢构件预拼装	212
第四节	钢结构单层工业厂房安装	212
第五节	钢结构涂装施工	215
第六节	钢结构工程质量通病及防治措施	217
第七节	钢结构工程施工安全	222
	复习思考题	227

第一章 砌筑工程

砌筑工程是利用砂浆将砖、石、砌块砌筑成设计要求的构筑物或建筑物的施工过程。砌筑工程是一个综合的施工过程,包括材料准备、运输、脚手架的搭设和砌体砌筑等。砌体结构是用砖砌体、石砌体或砌块进行砌体建造的结构,又称砖石结构。砌体结构是一种古老的建筑结构,如我国的万里长城、赵州桥、大雁塔等。这种结构容易就地取材,具有耐火性和耐久性、隔热和保温性能好等优点,但也具有强度低,砌筑劳动强度大,不利于抗震等缺点。

第一节 脚手架工程及其安全技术

一、脚手架的基本要求与分类

(一) 脚手架的基本要求

脚手架又称架子,是砌筑过程中堆放材料和工人进行操作的工作平台或作业通道,是为保证高处作业安全、顺利进行施工而搭设的临时设施。脚手架的基本要求如下。

①要有足够的宽度(一般为 1.5~2.0m)、步架高度(砌筑脚手架为 1.2~1.4m,装饰脚手架为 1.6~1.8m),且能够满足工人操作、材料堆置以及运输的要求。

②应具有稳定的结构和足够的承载力,能确保在各种荷载和气候条件下,不超过允许变形、不倾倒、不摇晃,并有可靠的防护设施,以确保在架设、使用和拆除过程中的安全可靠。

③应与楼层作业面高度统一,并与垂直运输设施(如施工电梯、井字架等)相适应,以满足材料由垂直运输转入楼层水平运输的需要。

④搭拆简单,易于搬运,能够多次周转使用。

⑤应考虑多层作业、交叉流水作业和多工种平行作业的需要,减少重复搭拆次数。

(二) 脚手架的分类

按其所用材料分为:木脚手架、竹脚手架和金属脚手架。

按其搭设位置分为:外脚手架和里(内)脚手架。

按其结构形式分为：多立杆式、碗扣式、门型、方塔式、附着式升降脚手架及悬吊式脚手架等。

二、多立杆式脚手架

多立杆式脚手架主要由受力骨架、作业层和安全防护设施组成。受力骨架包括：立杆（又称立柱）、纵向水平杆（大横杆）、横向水平杆（小横杆）、底座、支撑及脚手板。

（一）扣件式钢管脚手架

扣件式钢管脚手架的特点是：杆配件数量少；装卸方便，利于施工操作；搭设灵活，搭设高度大；坚固耐用，使用方便。

根据使用的要求，多立杆式脚手架可以搭设成双排式和单排式两种形式（图 1-1）。单排式是沿墙外侧仅设一排立杆，小横杆一端与大横杆连接，另一端支承在墙上；双排式是沿墙外侧设两排立杆，大横杆沿墙外侧垂直于立杆搭设，小横杆的两端支承在大横杆上。

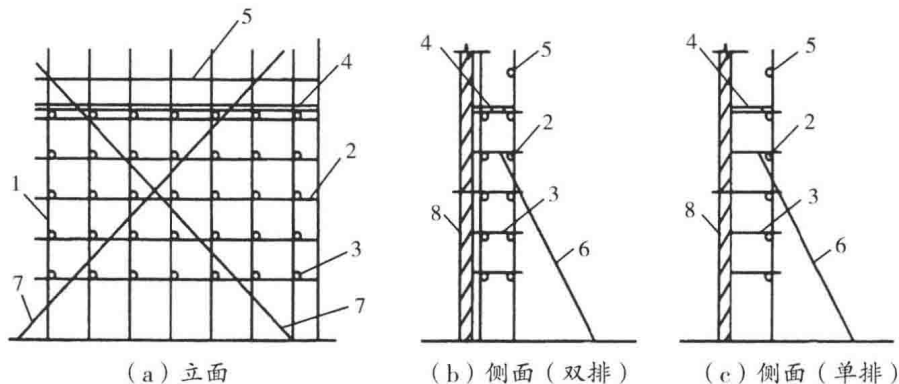


图 1-1 多立杆式脚手架

1—立杆；2—大横杆；3—小横杆；4—脚手板；5—栏杆；6—抛撑；7—斜撑；8—墙体

扣件式钢管脚手架目前应用较广泛，虽然一次性投资较大，但其周转次数多，摊销费用低，装拆方便，搭设高度大，能适应建筑物平立面的变化。

1. 主要部件及基本构造

（1）钢管

钢管杆件一般采用外径 48mm、壁厚 3.5mm 的焊接钢管。用于立杆、大横杆、斜杆的钢管最大长度不宜超过 6.5m，以便适合人工搬运。用于小横杆的钢管长度宜在 1.5～2.5m，以适应脚手板的宽度。

（2）扣件

扣件用于钢管之间的连接，其基本形式有三种（图 1-2）。



图 1-2 扣件形式

回转扣件:用于两根呈任意角度交叉钢管的连接。

直角扣件:用于两根钢管呈垂直交叉的连接。

对接扣件:用于两根钢管的对接连接。

(3)脚手板

脚手板一般用厚 2mm 的钢板压制而成,长度 2~4m,宽度 250mm,表面应有防滑措施。也可采用厚度不小于 50mm 的杉木板或松木板,长度 3~4m,宽度 200~250mm。

(4)连墙件

连墙件将立杆与主体结构连接在一起,可用钢管、型钢或粗钢筋等,其间距见表 1-1。连墙件需从底部第一根纵向水平杆处开始设置,附墙件与结构的连接应牢固,通常采用预埋件连接。

表 1-1 连墙件的布置

脚手架类型	脚手架高度/m	垂直间距/m	水平间距/m
双排	≤50	≤6	≤6
	>50	≤4	≤6
单排	≤24	≤6	≤6

(5)底座

底座一般是用钢板和钢管焊接而成的,多采用厚 8mm,边长 150~200mm 的钢板作底板,上焊 150mm 高的钢管。底座形式有内插式和外套式两种(图 1-3)。底座一般放在垫板上上面,而垫板既可以是木板也可以是钢板。

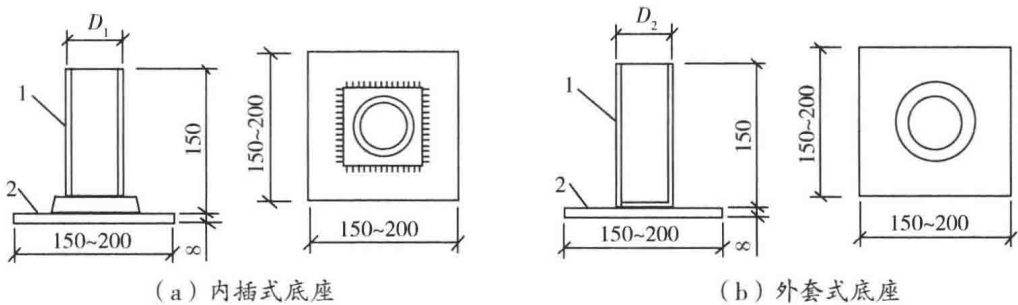


图 1-3 扣件钢管架底座(单位:mm)

1—承插钢管;2—钢板底座

2. 搭设要点

(1)地基处理

扣件式钢管脚手架搭设中应注意地基平整坚实,设置底座和垫板,并有可靠的排水措施,防止积水浸泡地基。

(2)搭设要求

立杆之间的纵向间距,当为单排设置时,立杆离墙 1.2~1.4m;当为双排设置时,里排立杆离墙 0.4~0.5m,里外排立杆之间间距为 1.5m 左右。相邻立杆接头要错开,对接时

需用对接扣件连接,也可用长度为 400mm、外径等于立杆内径、中间焊法兰的钢管套管连接。立杆的垂直偏差不得大于架高的 1/200。

上下两层相邻大横杆之间的间距为 1.8m 左右。大横杆杆件之间的连接位置应错开,并用对接扣件连接;如采用搭接连接,搭接长度不应小于 1m,并用三个回转扣件扣牢。与立杆之间应用直角扣件连接,纵向水平高差不应大于 50mm。

小横杆的间距不大于 1.5m。当为单排设置时,小横杆的一头伸入墙内不少于 240mm,一头置于大横杆上,至少伸出 100mm;当为双排设置时,小横杆端头离墙距离为 50~100mm。小横杆与大横杆之间用直角扣件连接。每隔三步的小横杆应加长,并注意与墙的拉结应牢固。

纵向支撑的斜杆与地面的夹角宜在 45° ~ 60° 范围内。斜杆的搭设是利用回转扣件将一根斜杆扣在立杆上,另一根斜杆扣在小横杆的伸出部位上。除两端扣紧外,中间尚需增加 2~4 个扣节点。斜杆的最下面一个连接点距地面不宜大于 500mm。斜杆的接长宜采用对接扣件连接,当采用搭接时,搭接长度不小于 400mm,并用两只回转扣件扣牢。

杆件搭设时应注意立杆垂直。竖立第一节立柱时,每 6 跨应暂设一根抛撑(垂直于大横杆,一段支撑在地面上),直至固定件架设后方可根据情况拆除。剪刀撑搭设时将一根斜杆扣在小横杆的伸出部位,同时随着墙体的砌筑,应设置连墙件与墙锚拉,扣件要按要求拧紧。

(3) 拆除注意事项

严格遵守拆除顺序,按由上而下逐层的顺序向下拆除,先搭的后拆,后搭的先拆,严禁上下同时作业。严禁将整层或数层固定件拆除后再拆脚手架。严禁行人进入施工现场。要统一指挥,上下呼应,保证安全。严禁抛扔,卸下的材料应集中堆放。

(二) 碗扣式钢管脚手架

碗扣式钢管脚手架是我国自行研制的一种多功能脚手架,其杆件节点处采用碗扣连接。由于碗扣是固定在钢管上的,构件全部轴向连接,力学性能好,连接可靠,组成的脚手架整体性好,不存在扣件丢失问题。碗扣式钢管脚手架现已广泛用于房屋、桥梁、隧道等多种工程施工中,取得了显著的经济效益。

1. 主要构件及基本构造

碗扣式钢管脚手架由钢管立杆、横杆、碗扣接头等组成。其基本构造和搭设要求与扣件式钢管脚手架类似,不同之处主要在于碗扣接头。

碗扣接头(图 1-4)是由上碗扣、下碗扣、横杆接头和上碗扣的限位销等组成,具有很好的强度和刚度。在立杆上焊接下碗扣和上碗扣的限位销,将上碗扣套入立杆内。在横杆和斜杆上焊接插头。组装时,将横杆和斜杆插入下碗扣内,压紧和旋转上碗扣,利用限位销固定上碗扣。碗扣间距 600mm,碗扣接头处可同时连接 4 根横杆,可以互相垂直或偏转一定角度。可组成直线形、曲线形、直角交叉形等多种形式。

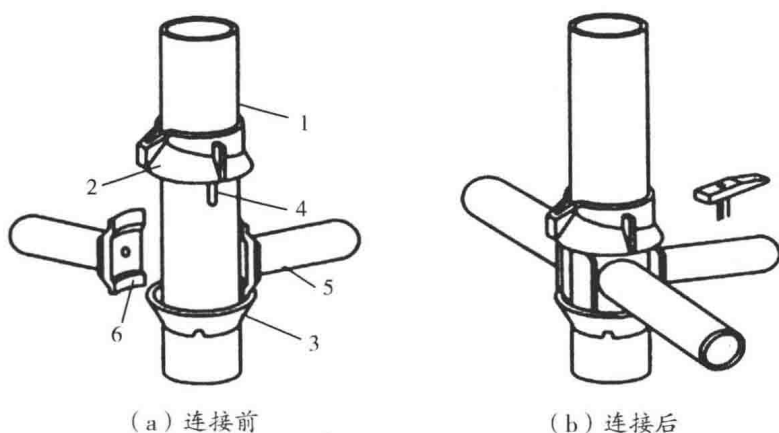


图 1-4 碗扣接头

1—立杆;2—上碗扣;3—下碗扣;4—限位销;5—横杆;6—横杆接头

2. 搭设要求

碗扣式钢管脚手架立柱横距为 1.2m,纵距根据脚手架荷载可为 1.2m、1.5m、1.8m 或 2.4m,步距为 1.8m 或 2.4m。搭设时立杆的接长缝应错开,第一层立杆应用长 1.8m 和 3.0m 的立杆错开布置,往上均用 3.0m 长杆,至顶层再用 1.8m 和 3.0m 两种长度找平。高 30m 以下脚手架垂直度应在 1/200 以内,高 30m 以上脚手架垂直度应控制在 1/400~1/600,总高垂直度偏差应不大于 100mm。

三、其他脚手架

(一) 门式钢管脚手架

门式钢管脚手架又称多功能门型脚手架,是当今国际上应用最普遍的脚手架之一。它不仅可作为外脚手架,也可作为内脚手架或满堂脚手架。门式钢管脚手架因其几何尺寸标准化、结构合理、受力性能好、施工中装拆容易、安全可靠、经济实用等特点,广泛应用于建筑、桥梁、隧道等工程施工;若在门架下部安放轮子,也可以作为机电安装、油漆粉刷等的活动工作平台。

1. 基本构造

门式钢管脚手架是用普通钢管材料制成工具式标准件,在施工现场组合而成。其基本单元是由一副门式框架、两副剪刀撑、一副水平梁架和四个连接器组合而成(图 1-5)。若干基本单元通过连接器竖向叠加,扣上臂扣,组成一个多层框架。在水平方向,用加固杆和水平梁架使相邻单元连成整体,加上斜梯、栏杆柱和横杆组成上下步相通的外脚手架。

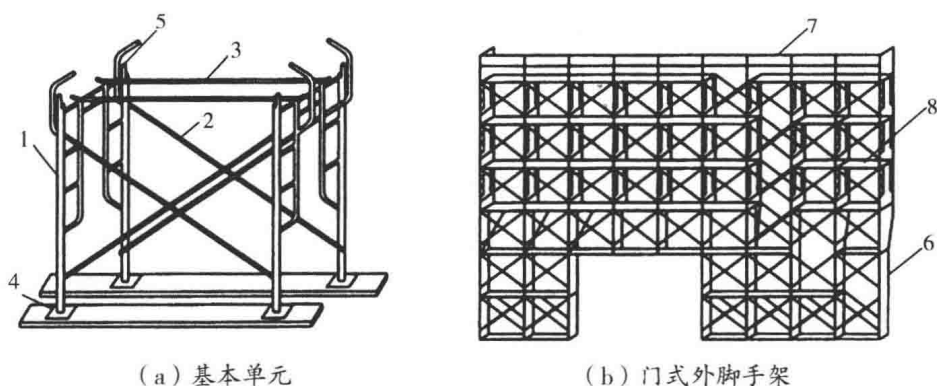


图 1-5 门式钢管脚手架

1—门式框架；2—剪刀撑；3—水平梁架；4—螺旋基脚；5—连接器；6—梯子；7—栏杆；8—脚手板

2. 搭设程序

门式钢管脚手架搭设程序：铺放垫木(板)→拉线、放底座→自一端起立门架并随即装剪刀撑→装水平梁架(或脚手板)→装梯子(需要时，装设通长的纵向水平杆)→装连墙杆→按上述步骤逐层向上安装→装加强整体刚度的长剪刀撑→装设顶部栏杆。

门式钢管脚手架的搭设高度一般不超过 45m，每 5 层至少应架设水平梁一道，垂直和水平方向每隔 4~6m 应设一扣墙管(水平连接器)与外墙连接，整幅脚手架的转角应用钢管通过扣件扣紧在相邻两个门式框架上(图 1-6)。

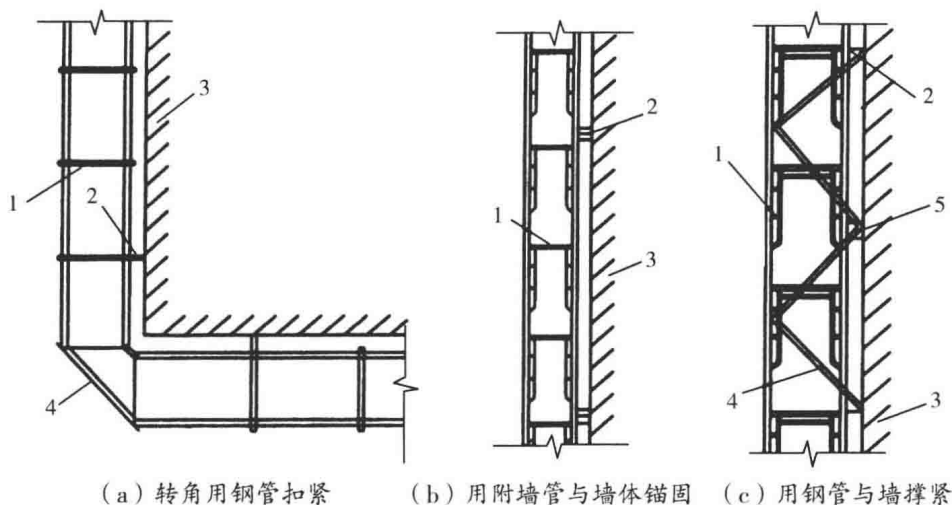


图 1-6 门式钢管脚手架的加固处理

1—门式脚手架；2—附墙管；3—墙体；4—钢管；5—混凝土板

(二) 升降式脚手架

扣件式钢管脚手架、碗扣式钢管脚手架和门式钢管脚手架都是沿结构外表面满搭的脚手架，在结构工程施工中应用较为方便，但费料耗工，一次性投资大，工期长。近年来在高层建筑及筒仓、竖井等施工中发展了多种形式的外挂脚手架，其中应用较为广泛的是升降式脚手架，包括自升降式、互升降式、整体升降式三种类型。

升降式脚手架的主要特点如下。

- ①脚手架不需满搭,只搭设满足各项施工操作及安全要求的高度。
- ②地面不需做支承脚手架的坚实地基,也不占施工场地。
- ③脚手架及其承担的荷载传递给与之相连的结构,对该部分结构的强度有一定要求。
- ④随施工进度,脚手架可随之沿外墙升降,结构施工时由下往上逐层提升,装修施工时由上往下逐层下降。

下面以自升降脚手架(图 1-7)为例说明升降式脚手架特点。

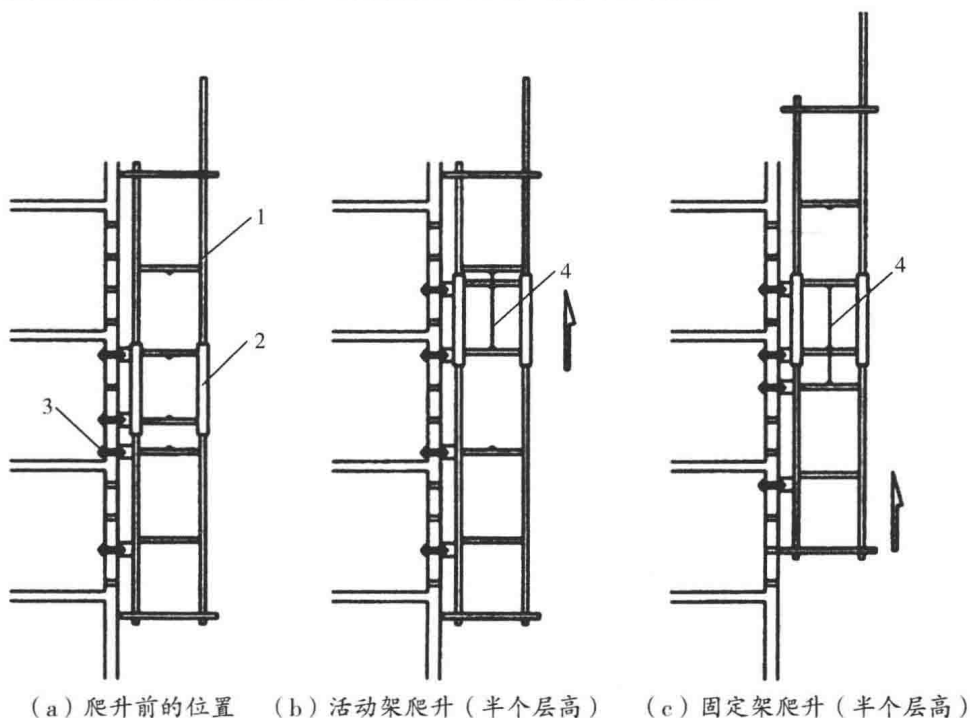


图 1-7 自升降式脚手架爬升过程

1—活动架;2—固定架;3—附墙螺栓;4—倒链

自升降脚手架的升降运动是通过手动或电动倒链交替对活动架和固定架进行升降来实现的。从升降架的构造来看,活动架和固定架之间能够进行上下相对运动。当脚手架工作时,活动架和固定架均用附墙螺栓与墙体锚固,两架之间无相对运动;当脚手架需要升降时,活动架与固定架中的一个架子仍然锚固在墙体上,使用倒链对另一个架子进行升降,两架之间便产生相对运动。通过活动架和固定架交替附墙,互相升降,脚手架即可沿着墙体上的预留孔逐层升降。操作过程如下。

1. 施工前准备

按照脚手架的平面布置图和升降架附墙支座的位置,在混凝土墙体上设置预留孔。预留孔尽可能与固定模板的螺栓孔结合布置,孔径一般为 40~50mm。为使升降顺利进行,预留孔中心必须在一条直线上。脚手架爬升前,应检查墙上预留孔位置是否正确,如有偏差,应预先修正,墙面突出严重时,也应预先修平。

2. 安装

脚手架的安装在起重机配合下进行。先把上、下固定架用临时螺栓连接起来,组成一