



建筑工程工程量清单计价条文注释与
实例解析系列丛书

张国栋 赵小云 主编

混凝土及钢筋混凝土工程 工程量清单计价 条文注释与实例解析

内容新颖 以最新规范为准则，分析新情况、解决新问题、开拓新思路

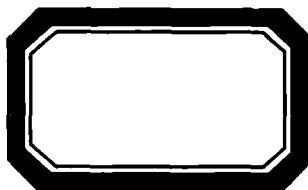
知识全面 系统讲解建筑工程造价领域基本知识，条目细，层次清

实用性强 采用编码释义，图、文、表并举，计算实例丰富、易懂

购书有礼 免费赠送“造价员网”学习充值卡，帮助读者快捷学习造价



上海科学技术出版社



建筑工程工程量清单计价条文注释与实例解析系列丛书
(GB 50500—2008)

混凝土及钢筋混凝土工程工程量清单 计价条文注释与实例解析

张国栋 赵小云 主编

上海科学技术出版社

内容提要

本书是以新颁布的《建设工程工程量清单计价规范》(GB 50500—2008)为基础编写的建筑工程工程量清单计价规范释义,其内容为混凝土及钢筋混凝土工程。

本书采用编码释义的方式编写,对清单中项目名称、项目特征、工程量计算规则、工程内容均作了全方位解释,有利于清单的应用。

本书可作为高等院校土木工程、工程造价与管理、民用建筑等专业的教材,也可供建筑工程技术人员、造价人员及从事有关经济管理的工作人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

混凝土及钢筋混凝土工程工程量清单计价条文注释与实例解析/张国栋,赵小云主编. —上海:上海科学技术出版社,2012.9
(建筑工程工程量清单计价条文注释与实例解析系列丛书)
ISBN 978—7—5323—9980—2

I. ①混... II. ①张... ②赵... III. ①混凝土工程—工程造价—手册 IV. ①TU723.3—62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 044718 号

上海世纪出版股份有限公司 出版、发行
上海科学技术出版社
(上海市钦州南路 71 号 邮政编码 200235)
苏州望电印刷有限公司印刷
新华书店上海发行所经销
开本 787×1092 1/16 印张 28 字数 665 千字
2012 年 9 月第 1 版
2012 年 9 月第 1 次印刷
ISBN 978—7—5323—9980—2/TU·355
定价:59.00 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题,
请与工厂联系调换

编 委 会

主
参

编
编

张 国 栋
郭 芳 芳
董 明 明
洪 岩 岩
李 轩 轩
高 晓 纳
高 朋 朋
王 刘 霞
高 方 方
易 艳 林
郝 梅 美
吕 明 霞

赵 小 云
马 波 波
李 存 存
柳 晓 娟
刘 雪 雪
陈 会 敏
高 印 喜
刘 海 永
李 新 杰
李 双 海
王 占 伟
孙 霞 霞

杨 进 军
段 伟 绍
冯 倩 倩
武 文 文
张 雪 雪
韩 圆 圆
刘 金 玲
王 亮 霞
程 岚 岚
张 益 民
周 来 彬

黄 江
李 锦
胡 皓
后 亚 男
李 晶 晶
张 燕 风
刘 伟 莎
赵 迎 超
乔 瑞 瑞
王 国 华

郭 小 段
荆 玲 敏
王 萌 玉
唐 晓 晓
张 少 华
王 英 英
徐 琳 琳
李 怀 明
胡 鹏 超
李 超 超

前 言

为了帮助建筑工程造价工作者加深对中华人民共和国建设部新颁布的《建设工程工程量清单计价规范》(GB 50500—2008)的理解和应用,我们特组织编写此书。

本书严格按照《建设工程工程量清单计价规范》(GB 50500—2008)中的“建筑工程中混凝土及钢筋混凝土工程”部分的次序编写。对清单中的项目名称、项目特征、工程量计算规则、工程内容均作了较详细的解释,并附有大量实例,以便读者加深对清单的理解。

本书具有以下三大特点:

一、新。即一切以建设部新颁布《建设工程工程量清单计价规范》(GB 50500—2008)为准,捕捉最新信息,把握新动向,对清单中出现的新情况、新问题加以分析,开拓实践工作者的思路,使他们能及时了解实际操作过程中清单的最新发展情况,跟上实际操作步伐。

二、全。即将建筑中混凝土及钢筋混凝土工程造价领域所涉及的知识系统地结合起来,为定额的编制说明、清单的编制说明、工程量计算规则的释义而服务,从中找出一些规律,使篇幅紧凑、条目细、层次清,增强对建设工程工程量清单计价规范的理解。

三、实际操作性强。即一切从造价工作者实际操作的需要出发,一切为造价工作者着想。在编写过程中,我们一直设身处地把自己看成实际操作者,实际操作者需要什么我们就编写什么。

本书图、文、表并举,采用编码释义的形式,与《建设工程工程量清单计价规范》(GB 50500—2008)相对应。为方便读者查找,目录编排力求详尽,是一本造价工作者及预算工作者的理想参考书。

本书在编写过程中得到了许多同行的支持与帮助,在此表示感谢。由于编者水平有限和时间紧迫,书中难免有错误和不妥之处,望广大读者批评指正。如有疑问,请登录 www.gczyjy.com(工程造价员网)或 www.ysypx.com(预算员网)或 www.debzw.com(企业定额编制网)或 www.gclqd.com(工程量清单计价网),或发邮件至 zz6219@163.com 或 dlwhgs@tom.com 与编者联系。

编 者

目 录

第一章 现浇混凝土基础	(1)
第一节 带形基础	(1)
第二节 独立基础	(30)
第三节 满堂基础	(39)
第四节 设备基础	(49)
第五节 桩承台基础	(58)
第六节 垫层	(64)
第二章 现浇混凝土柱	(66)
第一节 矩形柱	(66)
第二节 异形柱	(88)
第三章 现浇混凝土梁	(94)
第一节 基础梁	(94)
第二节 矩形梁	(100)
第三节 异形梁	(101)
第四节 圈梁	(105)
第五节 过梁	(110)
第六节 弧形、拱形梁	(112)
第四章 现浇混凝土墙	(115)
第一节 直形墙	(115)
第二节 弧形墙	(121)
第五章 现浇混凝土板	(124)
第一节 有梁板	(124)
第二节 无梁板	(131)
第三节 平板	(135)
第四节 拱板	(139)
第五节 薄壳板	(141)
第六节 栏板	(145)
第七节 天沟、挑檐板	(148)
第八节 雨篷、阳台板	(157)
第九节 其他板	(161)
第六章 现浇混凝土楼梯	(165)
第一节 直形楼梯	(165)

第二节 弧形楼梯	(175)
第七章 现浇混凝土其他构件	(178)
第一节 其他构件	(178)
第二节 散水、坡道	(183)
第三节 电缆沟、地沟	(193)
第八章 后浇带	(196)
第九章 预制混凝土柱	(199)
第一节 矩形柱	(199)
第二节 异形柱	(206)
第十章 预制混凝土梁	(210)
第一节 矩形梁	(210)
第二节 异形梁	(214)
第三节 过梁	(216)
第四节 拱形梁	(217)
第五节 鱼腹式吊车梁	(218)
第六节 风道梁	(223)
第十一章 预制混凝土屋架	(225)
第一节 折线型屋架	(225)
第二节 组合屋架	(228)
第三节 薄腹屋架	(231)
第四节 门式刚架屋架	(236)
第五节 天窗架屋架	(240)
第十二章 预制混凝土板	(244)
第一节 平板	(244)
第二节 空心板	(246)
第三节 槽形板	(250)
第四节 网架板	(252)
第五节 折线板	(252)
第六节 带肋板	(254)
第七节 大型板	(254)
第八节 沟盖板、井盖板、井圈	(255)
第十三章 预制混凝土楼梯	(256)
第十四章 其他预制构件	(269)
第一节 烟道、垃圾道、通风道	(269)
第二节 其他构件	(272)
第三节 水磨石构件	(274)
第十五章 混凝土构筑物	(280)
第一节 贮水(油)池	(280)

第二节	贮仓	(289)
第三节	水塔	(292)
第四节	烟囱	(306)
第十六章	钢筋工程	(329)
第一节	现浇混凝土钢筋	(329)
第二节	预制构件钢筋	(368)
第三节	钢筋网片	(370)
第四节	钢筋笼	(372)
第五节	先张法预应力钢筋	(372)
第六节	后张法预应力钢筋	(392)
第七节	预应力钢丝	(401)
第八节	预应力钢绞线	(414)
第十七章	螺栓、铁件	(423)
第一节	螺栓	(423)
第二节	预埋铁件	(429)
第十八章	其他相关问题应按有关规定处理	(433)

第一章 现浇混凝土基础

A.4.1 现浇混凝土基础。工程量清单项目设置及工程量计算规则,应按表 A.4.1 的规定执行。

第一节 带形基础

项目编码 010401001

项目名称 带形基础

项目特征 1. 混凝土强度等级;2. 混凝土拌和料要求;3. 砂浆强度等级

计量单位 m^3

工程量计算规则 按设计图示尺寸以体积计算。不扣除构件内钢筋、预埋铁件和伸入承台基础的桩头所占体积

工程内容 1. 混凝土制作、运输、浇筑、振捣、养护;2. 地脚螺栓二次灌浆

【释义】

一、名词解释和基本知识

(一)项目名称

混凝土:从广义上讲,是由胶凝材料(指在一定条件下通过自身的一系列变化而能把其他材料胶结成具有强度的整体的材料)、粒状材料及其他外加材料按适当比例配制,再经硬化而成的人工石材。常用的水泥混凝土,是由石子、砂子、水泥和水按一定比例均匀拌合,灌注在所需形体的模板内捣实,硬结后而成的人造石材。

混凝土的组成材料是水泥、砂子、水和石子。一般砂石的含量占混凝土总体积的 80% 以上,主要起骨架的作用,故分别称为细集料和粗集料。水泥和水形成水泥浆,包裹在砂粒表面并填充砂粒间的空隙而形成水泥砂浆,水泥砂浆又包裹石子并填充石子间的空隙而形成水泥混凝土。

特重混凝土:其质量密度 $>2500kg/m^3$,用特别密实和特别重的骨料制成,主要用于原子能工程的屏蔽结构,具有防 X 射线和 γ 射线的作用。

普通混凝土:以水泥为胶凝材料,石子和砂为骨料和水拌成后而形成的,主要用于工业与民用建筑中,是道路、桥梁工程中应用最为广泛的一种混凝土。

轻混凝土:分为两类,轻集料混凝土(容重 $800 \sim 1900kg/m^3$)及多孔混凝土(容重 $300 \sim 1200kg/m^3$)。

轻集料混凝土是用轻粗集料、轻细集料(或普通砂)和水泥、水配制成的混凝土。轻集料有工业废料轻集料(粉煤灰、陶粒、膨胀矿渣珠、自然煤矸石)、天然轻集料(浮石、火山渣)及人造轻集料(页岩陶粒、黏土陶料、膨胀珍珠岩等),用轻集料混凝土制成的大型墙板、砌块多应用于工业与民用建筑的围护结构。

多孔混凝土是轻混凝土之一,并且不用集料,主要有泡沫混凝土和加气混凝土两种。

加气混凝土是由含硅材料(砂、粉煤灰、铁尾矿等)和钙质材料(水泥、石灰等)加水 and 一定重量的发气剂(铝粉等),经混合搅拌、浇筑、发泡、坯体静停与切割后,再经高压或常压蒸汽养护制成。可制作混凝土块、条板,用于建筑物的围护结构。

泡沫混凝土是由水泥浆和泡沫拌和后硬化而成的。泡沫是由泡沫剂经机械搅拌而成。泡沫剂的主要成分为松香胶、碱和水。泡沫混凝土常用于屋面保温层。

素混凝土:即无筋混凝土,浇筑混凝土时不需配任何钢筋。

钢筋混凝土:钢筋与混凝土组成的复合材料,由于钢筋与混凝土有牢固的黏结力和基本相同的线膨胀系数,钢筋混凝土可以弥补素混凝土抗拉及抗折强度低的缺点,使混凝土能适用于各种工程结构。

钢丝网混凝土:钢丝网与混凝土组成的复合材料。

纤维混凝土:由短而细的分散性纤维,均匀分布在普通混凝土中而形成的一种转型建筑材料。掺入短纤维的目的是提高混凝土的抗拉和抗冲击等性能及降低混凝土的脆性。

预应力混凝土:在构件使用前,通过张拉构件中的钢筋,使构件中产生预压应力。这种施加了预压应力的混凝土,叫作预应力混凝土。

干硬性混凝土:坍落度(系将混凝土拌和物按规定试验方法装入标准圆锥形筒,即坍落度筒内,将筒垂直提起,拌和物因自重而向下坍落,所坍落的尺寸,单位为 mm,即称为坍落度)在 10mm 以下的混凝土。

半干硬性混凝土:坍落度在 10~30mm 之间的混凝土,适用于预制工程、基础工程。

低流动性混凝土:坍落度在 50~70mm 之间的混凝土,适用于现浇的混凝土梁、板、柱等。

塑性混凝土:坍落度在 70~90mm 之间的混凝土,适用于密肋构件,如薄壁、筒仓、细柱等。

稀混凝土:坍落度大于 90mm 的混凝土,适用于钢筋配置特密的工程。

现浇混凝土:也有的书中称捣制混凝土,指在施工现场、在结构构件的设计位置,架设模板,绑扎钢筋,浇灌混凝土,振捣成形,经过养护混凝土达到拆模强度后拆除模板,制成的结构构件所用的混凝土。

预制混凝土:在构件预制工厂或施工现场预先制作好的构件中所使用的混凝土。

构筑物混凝土:指在工程构筑物浇筑的过程中使用的混凝土。工程构筑物指人们不直接在内进行生产和生活的建筑物,如水塔、贮水池、烟囱等。

基础:在建筑工程中建筑物与土层直接接触的部分称为基础,支承建筑物的土层叫地基。换句话说,建筑物最底下扩大的这一部分称为基础,而将承受由基础传来的荷载的土层(或岩层)称为地基,如图 1-1 所示。

带形基础:又称条形基础,当建筑物上部结构采用墙承重时,基础沿墙身设置,多做成长条形,此类基础叫条形基础,它是墙下基础的基本形式。当地基较为软弱,柱荷载或地基压缩性分布不均匀,以至于采用扩展基础可能产生较大的不均匀沉降时,常将同一方向(或同一轴线)上若干柱子的基础连成一体而形成柱下条形基础。这种基础是常用于软弱地基上框架或排架结构的一种基础形式。

桩:类型可按受力性状、桩与土相互作用、桩材及成桩工艺等划分。

按受力性状分类,桩可以分为竖向承压桩、横向受力桩、竖向抗拔桩、斜向受力桩。

按桩与土相互作用分类,桩可以分为端承桩和桩基础。

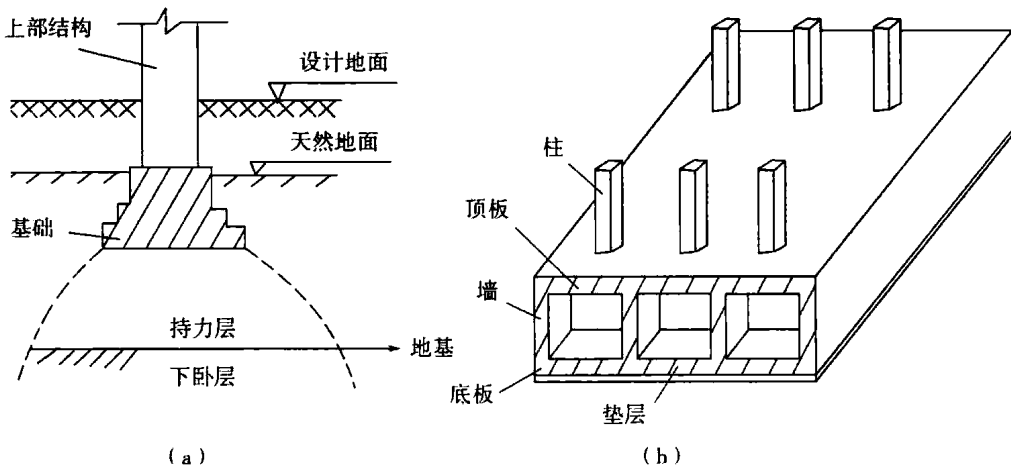


图 1-1 基础

(a) 地基与基础示意图; (b) 箱式基础

在极限荷载作用下,桩顶荷载绝大部分由桩端阻力承受。下列情况宜按端承桩设计:桩端置于坚实土层(如中密及密实的砂土、砾石、卵石、坚硬老黏土等)或非强风化的岩层中。

桩基础:地基土质不良和条件复杂情况下被广泛采用的基础形式。其具有承载力高、整体稳定性好、沉降量小而均匀、沉降速率低、施工机械化程度高、适应性强等优点。桩基础是由桩群和承台组成。桩基础通过承台与建筑物上部结构连接并形成整体,桩是与地基土发挥相互作用的主要构件,传递荷载到地基上,并同地基土共同承担上部荷载的绝大部分,主要是将上部结构的荷载,通过较弱土层或水平传递到深部较坚硬的、压缩性小的土层或岩层,在一般房屋基础工程中,桩主要承受垂直的轴向荷载,但在河港、桥梁、高耸塔型建筑、近海钻采平台、支挡建筑,以及抗震工程中,桩还要承受侧向的风力、波浪力、土压力和地震力等水平作用力,如图 1-2 所示。

以下情况适宜采用桩基础:①高重建筑物下,天然地基承载力和变形不能满足要求时;②地基软弱,且采用地基加固措施技术不可行或经济上不可行或不合理时;③地基软硬不均或荷载不均,天然地基不能满足结构物对差异沉降限制的要求时;④地基土性能不稳定,如液化土、湿陷性黄土、季节性冻土、膨胀土等,要求采用桩基将荷载传至深部性能稳定的土层时;⑤建筑物受到相邻建筑物或地面堆载影响,采用浅基础将会产生过量沉降或倾斜时。

刚性基础:通常是由砖、块石、毛石、素混凝土、三合土或石灰等材料建造而成的基础,这些材料的抗压强度远大于它们的抗拉强度,所以刚性基础不能承受拉力。设计时要求基础的外伸宽度和基础高度的比值在一定限度内,否则基础不能承受拉力会产生破坏。在这样的限制下,基础的相对高度都比较大,几乎不发生弯曲变形,所以习惯上称为刚性基础。

柔性基础:当刚性基础不能满足基础尺寸要求则需改成柔性基础,即钢筋混凝土基础。

钢筋混凝土基础(柔性基础)具有较好的抗剪能力和抗弯能力。当外荷载较大,且存在弯矩和水平荷载,在这些荷载作用下,地基承载力较低,此刻,刚性基础已经不适用了,采用钢筋混凝土基础可以扩大基础底面积,不用加深基础的埋深,解决上述难题。

钢筋混凝土独立基础:如图 1-3 所示钢筋混凝土独立基础主要柱下的独立基础。通常有现浇台阶形基础,现浇锥形基础和预制柱下的杯口形基础。杯口形基础又可分为单肢和双肢杯口形基础,低杯口形和高杯口形基础。轴心受压柱下基础为正方形,而偏心受压柱下基础为矩形。

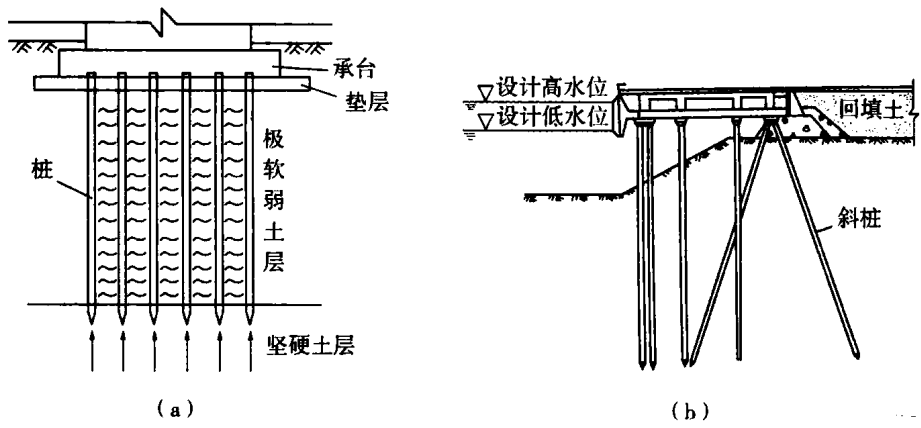


图 1-2 桩基础示意图

(a)低承台桩基础;(b)高承台桩基础

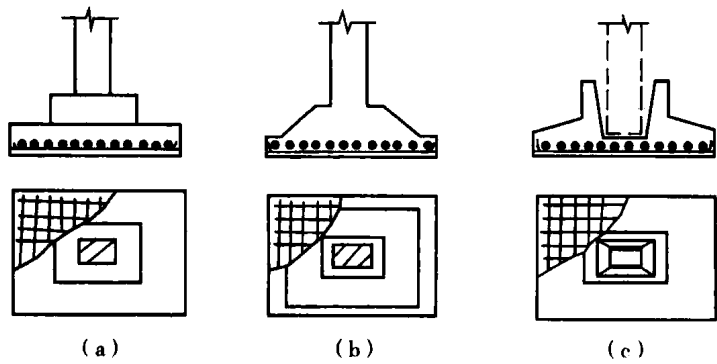


图 1-3 钢筋混凝土独立基础

(a)台阶形基础;(b)锥形基础;(c)杯口形基础

钢筋混凝土条形基础:钢筋混凝土条形基础分为墙下钢筋混凝土基础(图 1-4)、柱下钢筋混凝土条形基础和十字架交叉钢筋混凝土条形基础。

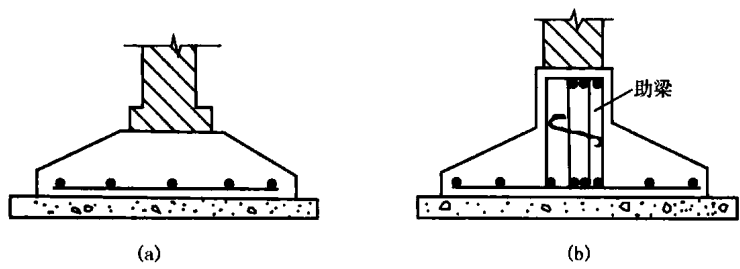


图 1-4 墙下钢筋混凝土条形基础

(a)不带肋;(b)带肋

筏板基础:当地基承载力低,而上部的荷载又较大,以致十字架交叉条形基础不能满足地基承载力的要求,可采用钢筋混凝土满堂板基础,这种平板基础称为筏板基础。

筏板基础分为平板式和梁板式两种类型,如图 1-5 所示。

箱形基础:如图 1-6 所示,是由钢筋混凝土底板、顶板和纵横内外隔墙组成,形成一只刚度极大的箱子。与筏板基础相比,筏板基础上为柱子,故箱形基础空间较小,筏板基础的地下空间较大。

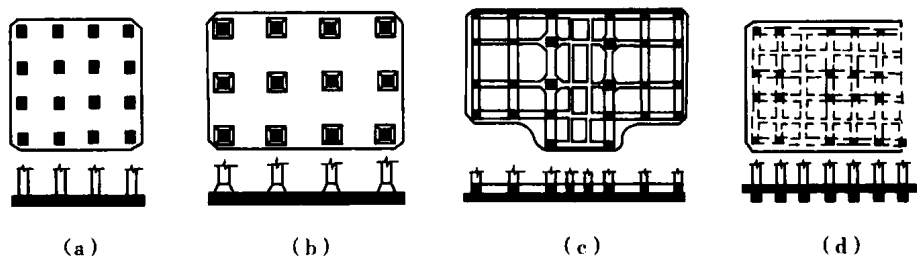


图 1-5 筏板基础
(a)、(b)平板式;(c)、(d)梁板式

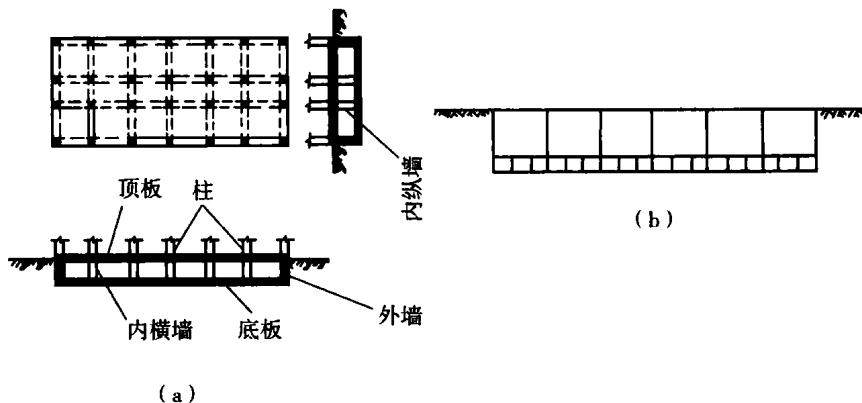


图 1-6 箱形基础
(a)常规式;(b)套箱式

壳体基础:如图 1-7 所示。为了充分发挥钢筋和混凝土材料的受力特点,可以使用结构内力主要是轴向压力的壳体结构作为一般工业与民用建筑柱基和筒形构筑物(如烟囱、水塔、料仓、中小型高炉等)的基础,壳体基础也是钢筋混凝土基础,根据形状不同,可以分为三种主要形式:M 形组合壳、正圆锥壳和内球外锥组合壳。壳体基础具有省材料和造价低的优点。

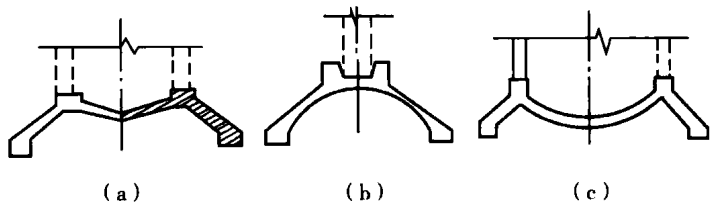


图 1-7 壳体基础
(a)M 形组合壳;(b)正圆锥壳;(c)内球外锥组合壳

墙趾台阶:当墙高较大时,墙底压力是否超过地载力常常是控制墙身截面的重要因素。为了使墙底压力不超过地基承载力,可加设墙趾台阶以便扩大墙底宽度,这对墙的抗倾覆稳定性是有利的。墙趾台阶的高度比可取 $h:a=2:1$, a 不得小于 20cm。此外墙底法向分力的偏心距应满足 $e \leq \frac{b_1}{4}$ 的条件。

沿柱列纵向或横向设置的柱下条带状整体基础:当荷载下地基软弱承载力低,单独基础满足不了设计要求时,它不仅比地下单独基础增加了基础底面积,将柱集中荷载较均匀地传递给地基,而且增加了基础的整体刚度,减轻不均匀沉降。主要适用于多层框架结构柱大基础。当

荷载大且不均匀,地基软弱可能产生较大的不均匀沉降时,还可将柱列纵、横向条形基础联结交叉条形基础,以获得较大的整体基础刚度。

柱下条形基础截面一般为 T 形,底板跳出部分称为翼板,其余称为肋梁,肋高均为 $1/8 \sim 1/4$ 柱距。由于挑出部分受到较大的基底反力作用,通常采用钢筋混凝土,要通过抗弯与抗剪强度验算确定截面沿柱下条形基础纵向配筋,其受力状态如倒置的梁,荷载为基底净反力,柱子为支点,可简化为多跨连续梁,基底反力在相邻柱荷载差不超过 20% 时,若柱距相等,可近似认为均匀分布。

带形基础定额:带形基础定额分毛石混凝土、无筋混凝土、无梁有筋混凝土、有梁有筋混凝土四种。带形基础分为板式带形基础和有梁式(基础定额称有肋式)带形基础,而主毛石和无筋混凝土多为板式。定额中有梁有筋和无梁有筋混凝土带形基础的区别主要是按钢筋布置的不同进行划分的。如果只是在基础底面布置一个方向的受力筋,而另一方向的钢筋为分布钢筋,即为无梁有筋带形基础;如果在两个方向均配有受力钢筋,并配有箍筋,即为有梁有筋带形基础。

带形基础模板:板式带形基础支模如图 1-8a 所示,有梁式带形基础支模如图 1-8b 所示。

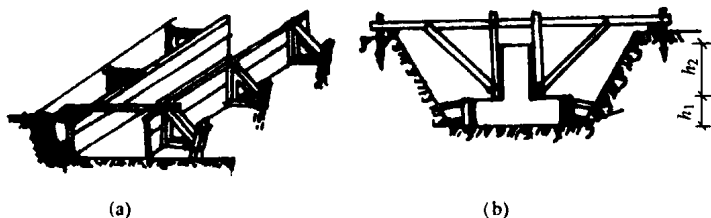


图 1-8 带基模板

(a) 板式带形基础支模图;(b) 梁式带形基础支模图

混凝土的施工配料:指根据施工配合比及工地搅拌机的型号确定搅拌时原材料的一次投料量。

集料:指混凝土及砂浆中起骨架及填充作用的粒状材料。颗粒直径在 5mm 以上的,叫粗集料。常用的集料有料石、砾石、砂等。

细集料:指粒径在 0.16 ~ 5mm 之间的集料。一般采用天然砂,它是由岩石风化后所形成的大小不等,由不同矿物散料组成的混合物,一般有河砂、海砂及山砂。

水泥:一种无机粉末状水硬性胶粒材料。水泥加水搅拌后成为可塑性水泥浆,在水中和空气中能硬化,并且能把砂子和石子牢固地黏结在一起,而且有一定的强度。所以水泥是混凝土中重要的组成材料之一。

水:混凝土的主要组成材料之一。水质不但会影响水泥的硬化和混凝土强度的发展,而且对混凝土中的钢筋能产生锈蚀作用。为了保证混凝土的质量,规范规定拌制混凝土宜用生活饮用水。

筛洗石子:普通混凝土常用的粗集料有碎石和卵石。由天然岩石经破碎、筛分而得的,粒径大于 5mm 的岩石颗粒,称之为碎石或碎卵石。岩石由于自然条件作用而形成的粒径大于 5mm 的颗粒,称为卵石。粗集料中常含有一些有害物质,如黏土、淤泥、细屑、硫酸盐、硫化物和有机杂质,它们的危害作用与在细集料中相同,因此应在配制混凝土之前将其筛洗,除去杂质。

(二) 项目特征

1. 砂浆的强度

砂浆按其组成可分为以下三类:

(1) 不加塑性掺合料的纯水泥砂浆。这种砂浆强度较高,耐久性较好,但和易性差。适用于对强度有较高要求的砌体中的砂浆。

(2) 加塑性掺合料(石灰膏、黏土膏等)的混合砂浆。如水泥石灰砂浆、水泥黏土砂浆等。这种砂浆具有一定的强度和耐久性,且和易性和保水性较好,所以是一般墙体中常用的砂浆。

(3) 不含水泥的砂浆。如石灰砂浆、石膏砂浆和黏土砂浆等。这类砂浆强度不高,有的耐久性也不够好,因此只能用于受力不大的砌体或简易临时性房屋砌体中。

砂浆的强度等级是用龄期为 28d 的标准立方体试块(70.7mm × 70.7mm × 70.7mm)所测得的以 N/mm^2 计的抗压强度来划分的。《砌体结构设计规范》规定的砂浆强度等级有 M15、M10、M7.5、M5、M2.5、M1、M0.4 等七级。另外还有一个 0 号砂浆强度,它并不是一个强度等级,而只是在验算新砌筑而尚未硬结的砌体强度时所采用的砂浆强度,即认为此时的砂浆强度为零。

2. 混凝土的强度

混凝土的立方体抗压强度、轴心抗压强度(棱柱体抗压强度)和轴心抗拉强度是混凝土的三个基本强度指标,一般需经试验确定。《混凝土结构设计规范》规定,三者均取其强度总体分布的平均值减去 1.645 倍标准差(保证率为 95%),作为混凝土的立方体抗压强度标准值、轴心抗压强度标准值和轴心抗拉强度标准值。

(1) 立方体抗压强度标准值 $f_{\text{cu},k}$ 。水泥遇水引起化学反应(水化作用),形成水泥胶浆,水泥胶浆随时间增长而稠度加大,形成水泥石(水泥胶体和水泥结晶)、同时把粗、细骨料(石、砂)紧紧地黏结在一起,在胶结和硬结的过程中还会形成一些细微的裂缝、气泡或水囊,这就是人造石——混凝土。如图 1-9 所示为混凝土组成示意图。

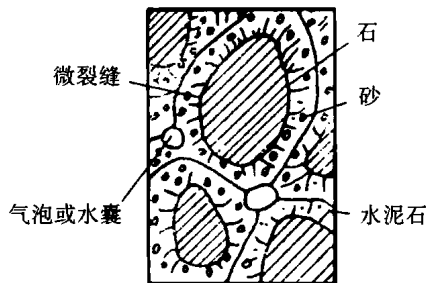


图 1-9 混凝土组成示意图

因所用水泥、石、砂品种不同,配合比及其级配不同,施工质量不同,混凝土的强度也不尽相同。我国《混凝土结构设计规范》将常用的混凝土划分为 12 个强度等级,即 C7.5、C10、C15、C20、C25、C30、C35、C40、C45、C50、C55 和 C60。

混凝土的强度等级是根据立方体抗压强度标准值($f_{\text{cu},k}$)确定的。《混凝土结构设计规范》规定:取边长为 150mm 的立方体试块,在温度 $20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$,相对湿度 90% 以上的潮湿空气中养护 28d,用标准试验方法(上下设置垫板且不加润滑剂,加荷速度为每秒 $0.15 \sim 0.25 \text{N}/\text{mm}^2$)测得的具有 95% 保证率的抗压强度,作为立方体抗压强度标准值,即为该批混凝土的强度等级。

立方体抗压标准强度可由下式确定:

$$f_{\text{cu},k} = \mu_{\text{cu}} - 1.645\sigma_{\text{cu}}$$

式中 μ_{cu} ——混凝土立方体抗压强度的平均值;

σ_{cu} ——混凝土立方体抗压强度的标准差。

根据数理统计原理,标准差与平均值的关系为 $\sigma = \mu\delta$,故立方体抗压标准强度,也可按下式计算:

$$f_{cu,k} = \mu_{cu} (1 - 1.645\delta)$$

式中 δ ——混凝土强度变异系数,不同强度等级的变异系数见表 1-1。

表 1-1 混凝土的变异系数 δ

混凝土强度等级	C7.5	C10	C15	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	C60
变异系数 δ		0.24	0.21	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.12	0.11	0.11	0.10

由 $f_{cu,k} = \mu_{cu} - 1.645\sigma_{cu}$ 可知,强度标准值比强度平均值低 1.645 倍 σ_{cu} 。例如 C20 混凝土, $\delta = 0.18$, 这就是说,只有立方体试块的平均强度达到 28.4N/mm^2 时,才能够得上 C20 这一强度等级。

试验还表明,立方体较小时,测得的抗压强度偏高。如果采用 100mm 的立方体试块,所测得的立方体强度标准值,需乘以换算系数 0.95,才能得到该批混凝土的立方体标准强度。

(2)轴心抗压强度标准值 f_{ck} 。轴心抗压强度标准值是根据棱柱体抗压强度确定的。一般取 $150\text{mm} \times 150\text{mm} \times 450\text{mm}$ 的棱柱体试件,在与立方体试块相同的养护和试验条件下取得的具有 95% 保证率的轴心抗压强度,称为混凝土的轴心抗压强度标准值(f_{ck})。不同强度等级的强度标准值不同。

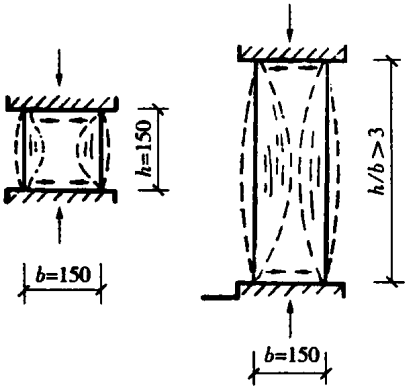


图 1-10 立方体与棱柱体的破坏示意图

因为立方体试块在破坏前受到上下垫板的内向摩擦力的约束(习称“套箍”作用),横向变形受阻,纵向裂缝开展迟缓,强度较高,所以立方体强度标准值只能作为确定混凝土强度等级的标志。而实际工程结构中的受压构件,多为高宽比较大的柱体。试验证实:高宽比超过 3 的棱柱体,由于上下垫板(相当于构件上下连接的节点)的约束作用很难阻止试件(或构件)腰部的横向变形,纵向裂缝可以不受阻碍地向横向扩展,其抗压强度自然低于立方体强度,如图 1-10 所示,所以在实际工程设计中,只能用轴心抗压强度标准值作为混凝土强度取值的依据。

与立方体强度标准值相似,轴心抗压强度标准值应由下式确定:

$$f_{ck} = \mu_c - 1.645\sigma_c$$

或

$$f_{ck} = \mu_c (1 - 1.645\delta)$$

式中 μ_c 和 σ_c ——混凝土轴心抗压强度的平均值和标准差。

根据试验结果,并考虑到实际构件与标准试验的差异以及过去的设计经验,《混凝土结构设计规范》取:

$$\mu_c = 0.67\mu_{cu}$$

(3)轴心抗拉强度标准值 f_{tk} 。轴心抗拉标准试件为 $100\text{mm} \times 100\text{mm} \times 500\text{mm}$ 的棱柱体,两端设有埋长为 150mm 的变形钢筋($d = 16\text{mm}$),试件的养护与试验条件也和立方体试件相同,其轴心受拉破坏时的平均拉应力即为混凝土的轴心抗拉强度,并取 95% 保证率后的轴心抗拉强度作为混凝土的轴心抗拉强度标准值(f_{tk})。同样 f_{tk} 应由下式确定:

$$f_{tk} = \mu_{ct} - 1.645\sigma_{ct}$$

或

$$f_{tk} = \mu_{ct} (1 - 1.645\delta)$$

式中 μ_{ct} 和 σ_{ct} ——混凝土轴心抗拉强度的平均值和标准差。

混凝土轴心抗拉强度与立方体强度的换算关系,根据试验结果,考虑到构件与试件的差别、尺寸变异、加荷速度不同等因素,《混凝土结构设计规范》取:

$$\mu_{ct}=0.23\sqrt[3]{\mu_{cu}^2}$$

需要指出,对于 C50、C55、C60 强度等级的混凝土抗压、抗拉强度标准值的取值,考虑其破坏时表现出明显的脆性性质,故分别乘以 0.95、0.925、0.9 的折减系数。

3. 垫层材料

垫层材料有以下几类:

(1)灰土垫层。应铺设在不受地下水浸湿的基土上,灰土拌和料用消石灰和黏土(或亚黏土、轻亚黏土)按比例拌制,其中消石灰应采用生石灰块,在使用前 3~4d 予以消解,并加以过筛,其粒径不得大于 5mm。所用土不得含有有机杂质,使用前亦应过筛,其粒径不得大于 15mm,施工时应保证拌和料比例准确,拌和均匀,并保持一定的湿度。灰土的配合比(体积比)一般为 2:8 或 3:7。灰土垫层材料用量见表 1-2。

表 1-2 灰土垫层材料用量 (10m³)

材料名称	单位	灰土垫层	
		2:8	3:7
黏土	m³	13.23	11.62
石灰	kg	1636	2454

(2)砂和砂石垫层。垫层分别用砂和天然砂石铺设而成,砂和天然砂石中不得含有草根等有机杂质。石子的最大粒径不得大于垫层厚度的 2/3,冻结的砂和冻结的天然砂石不得使用。砂垫层和砂石垫层材料用量见表 1-3。

表 1-3 砂垫层和砂石垫层材料用量 (10m³)

材料	单位	砂垫层	砂石垫层
天然砂	m³	12.25	2.6
砾石 2~7	m³		11.4

(3)碎石垫层。垫层是采用强度均匀、级配适当和不风化的石料铺设而成的,碎石最大粒径不得大于垫层厚度的 2/3。每 10m³ 碎石垫层需用碎石 11m³。

(4)碎砖垫层。垫层采用碎砖料铺设而成,碎砖料不得采用风化、松酥和夹有瓦片及有机杂质的材料,其粒径不得大于 60mm。每 10m³ 碎砖垫层需用碎砖料 13.2m³。

(5)炉渣垫层。垫层采用炉渣或用水泥、炉渣(或用水泥、石灰、炉渣)的拌和料铺设而成,所用石灰的质量,应符合灰土垫层中有关石灰的规定。炉渣内不应含有有机杂质和未燃尽的煤块,粒径不应大于 40mm,且不得大于垫层厚度的 1/2;粒径在 5mm 以下者,不得超过总体积的 40%。炉渣垫层拌和料必须拌和均匀,严格控制加水量,使铺设时表面不致呈现泌水现象。水泥炉渣垫层的配合比(体积比)一般为水泥:炉渣=1:8;水泥石灰炉渣的配合比(体积比)一般为水泥:石灰:炉渣=1:1:8。炉渣垫层材料用量见表 1-4。

表 1-4 炉渣垫层材料用量 (10m³)

材料名称	单位	炉渣垫层	水泥炉渣垫层(1:8)	水泥石灰炉渣垫层(1:1:8)
32.5 号水泥	kg		1637	1788