

★ 服务热线: 400-615-1233
★ 配套精品教学资料包
★ www.huatengedu.com.cn

校企合作双元开发新形态教材

混凝土结构平法识图

HUNNINGTU JIEGOU PINGFA SHITU

混凝土结构平法识图

HUNNINGTU JIEGOU PINGFA SHITU

主编 宋承裕 冯国英 宋 婷

AR (增强现实)

混凝土结构平法识图

主编 宋承裕 冯国英 宋婷

北京邮电大学出版社



策划编辑: 骆菲菲
责任编辑: 刘丽丽
封面设计: 刘文东

ISBN 978-7-5635-7361-5



9 787563 573615 >

定价: 43.00元



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

校企合作双元开发新形态教材

混凝土结构平法识图

主 编 宋承裕 冯国英 宋 婷
副主编 吴远东 邢 杰



北京邮电大学出版社
[www. buptpress. com](http://www.buptpress.com)

内 容 简 介

本书参考 22G101 系列平法图集编写,具有很强的针对性和实用性。全书共分两篇,上篇为知识讲解篇,包括 8 个模块,分别是平法的基础知识、钢筋的基础知识、柱平法识图、梁平法识图、板平法识图、剪力墙平法识图、楼梯平法识图、基础平法识图;下篇为工作活页篇,包括 6 个工作活页,旨在帮助学生掌握相关技能和巩固所学知识。

本书既可作为高等职业院校土木建筑类专业的教材,也可作为相关工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

混凝土结构平法识图 / 宋承裕, 冯国英, 宋婷主编.

北京: 北京邮电大学出版社, 2024. -- ISBN 978-7

-5635-7361-5

I. TU37

中国国家版本馆 CIP 数据核字第 2024N3D318 号

策划编辑: 骆菲菲 责任编辑: 刘丽丽 封面设计: 刘文东

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号

邮政编码: 100876

发行部: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 三河市龙大印装有限公司

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 13

字 数: 269 千字

版 次: 2024 年 11 月第 1 版

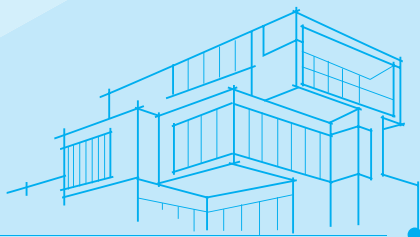
印 次: 2024 年 11 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-7361-5

定 价: 43.00 元

· 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 ·

服务电话: 400-615-1233



前言

PREFACE

混凝土结构施工图平面整体表示方法(简称“平法”),是结构设计技术方法的理论化、系统化,是对传统设计方法的一次深刻变革。利用平法,设计师可以用较少的元素准确地表达丰富的设计意图,这是一种科学合理、简洁高效的结构设计方法,极大地提高了结构设计的效率,解放了生产力。但要真正看懂平法施工图的内容,不仅要具备相关的专业知识,还需要领会平法制图的基础知识。

本书是以 22G101-1《混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图(现浇混凝土框架、剪力墙、梁、板)》、22G101-2《混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图(现浇混凝土板式楼梯)》、22G101-3《混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图(独立基础、条形基础、筏形基础、桩基础)》为依据,结合建筑工程的新技术、新工艺,以常见的、重要的和必须掌握的知识为内容主体编写的,并将理论与实践结合,注重实际经验在工程中的运用。本书还通过“思政课堂”“知识延伸”等栏目,引导学生养成爱岗敬业、虚心细心和爱国向上的优良品质,实现育人与教学并行。

本书的思政教学设计如下表所示。

模块序号	栏目设计	思考问题	思政目标	页码
1	【思政课堂】 平法图集的创始人——陈青来	1. 陈青来教授为什么要编写平法图集? 2. 平法图集的产生带来了哪些好处?	激发学生的职业自豪感、职业使命感,培养学生的创新精神	4
	【知识延伸】 国家标准信息公共服务平台	1. 我国现行的建筑施工类规范或标准有哪些? 2. 工程管理领域常用的规范或标准有哪些?	培养学生的知识迁移能力和探索精神	6



续表

模块序号	栏目设计	思考问题	思政目标	页码
2	【思政课堂】 钢铁编织的鸟巢，当之无愧中国造	1. 国家体育场的结构特点是什么？ 2. 你了解 Q460 钢材吗？这种钢材有哪些特点？	增强学生的民族自豪感和荣誉感，激发学生的职业认同感	8
	【知识延伸】 建筑拼搭——装配式建筑	1. 与传统建筑相比，装配式建筑有哪些优势？ 2. 装配式建筑对建筑构件有哪些要求？	了解建筑业的转型升级，树立绿色高效的发展理念	19
3	【思政课堂】 利欲熏心，置他人性命于不顾	1. 承重柱承载力不足时应该如何加固？ 2. 你如何看待上述案例中事故房主的行为？	培养学生的社会责任感和安全意识	21
	【知识延伸】 建筑坍塌的预兆	1. 遇到建筑坍塌时应该如何自救、互救？ 2. 如何避免建筑坍塌事故的发生？	培养学生的知识迁移能力和社会责任感	39
4	【思政课堂】 “不可承受之重”——7·23 齐齐哈尔体育馆坍塌事故	1. 应如何避免此类事故的发生？ 2. 本次安全事故等级为几级？ 3. 网架结构屋面和梁板混凝土结构屋面各有什么优缺点？	帮助学生树立质量意识和安全生产意识	41
	【知识延伸】 建筑坍塌时的自救和互救措施	1. 如何提高人们自救、互救的意识和技能？ 2. 当灾害发生时，你愿意伸出援助之手吗？	培养学生的社会责任感	62
5	【思政课堂】 阳台安全不容忽视	1. 你家阳台是哪种阳台？学校寝室的阳台是哪种阳台？ 2. 悬挑板如何施工才可靠？	帮助学生树立安全生产意识和规范施工意识	65
	【知识延伸】 悬挑板支架架拆除注意事项	1. 悬挑板施工有哪些技术要点？ 2. 拆除悬挑板底模时还应注意哪些问题？	弘扬工匠精神，帮助学生树立规范施工意识	82

续表

模块序号	栏目设计	思考问题	思政目标	页码
6	【思政课堂】 保障建筑物安全,对私拆承重墙等违法违规行说“不”	1. 承重构件上是否可以随意开洞? 2. 当墙体纵向承载力不足时,应该如何加固?	培养学生的实践能力和社会责任感	84
	【知识延伸】 “承重墙”的维护	1. 如何辨别墙体是否为承重墙? 2. 住宅中承重墙一般布置在哪些位置?	培养学生的实践能力和社会责任感	116
7	【课程思政】 预制装配式楼梯	1. 预制装配式楼梯在施工时应注意哪些问题? 2. 你还知道哪些新型的预制构件? 它们有什么特点?	了解建筑业的新技术和新工艺,增强学生的创新意识	118
	【知识延伸】 大力发展装配式建筑	1. 目前,我国装配式建筑的发展情况如何? 2. 装配式建筑发展还存在哪些问题?	了解建筑业的行业趋势,增强学生的创新意识	142
8	【思政课堂】 软土地基上建起的中国第一高楼——上海中心大厦	1. 上海中心大厦的基础工程施工面临哪些困难? 2. 建设者们是如何解决这些困难的? 从中你得到什么启示?	激发学生的职业自豪感,培养学生的创新思维	144
	【课后寄语】 未来已来,唯变不变	1. 通过本门课的学习,你有哪些感悟? 2. 你对自己的职业发展有哪些规划?	帮助学生树立终身学习的理念	173

本书的编写特色如下。

1. 依据最新规范编写,结合工程实际

本书以 22G101 系列平法图集为依据,参考《混凝土结构设计标准(2024 年版)》(GB/T 50010—2010)、《建筑抗震设计标准(2024 年版)》(GB/T 50011—2010)、《混凝土结构通用规范》(GB 55008—2021)等最新标准的要求进行编写,内容科学规范,并以工程图纸案例为载体,培养学生识读平法施工图的能力。



2. 以岗位典型工作任务为驱动,体现“岗课赛证”融通

本书从建筑的基本构件着手,重点介绍了各混凝土结构构件的基本构造,并设计了工作活页,学生可以边学习、边思考、边实践、边总结,突出行动导向和“做中学”的职业教育理念。同时,本书还融入了“1+X”建筑工程识图职业技能等级考试的内容,并对接全国职业院校技能大赛“建筑工程识图”赛项,体现岗、课、赛、证四方融通。

3. 融入课程思政元素,打造富媒体新教材

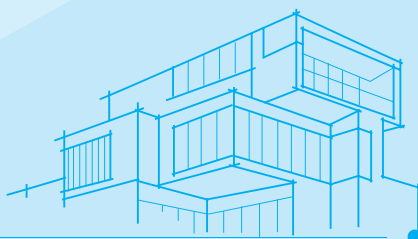
本书为落实立德树人根本任务,挖掘提炼了建筑专业知识体系中所蕴含的思想价值和精神内涵,依托“思政课堂”“知识延伸”等栏目,将思政教育与专业知识培养有机融合,旨在增强学生的理想信念,树立安全生产意识、规范施工意识和创新意识,培养勇于担当、不断进取、德才兼备的高素质技术技能人才。同时,本书依托虚拟仿真技术开发了AR模型,帮助学生直观地理解和学习相关构件,学生通过魔眼APP(在手机应用商店中搜索“魔眼”即可下载)扫描图片即可观看结构的三维立体模型。本书还以二维码的形式链接了图文、测试等立体丰富的数字化资源,将传统纸质教材转化为富媒体教材,构建“人人乐学”“处处可学”“时时能学”的学习空间,推动线上、线下混合式教学。

本书由昆山登云科技职业学院宋承裕、冯国英和宋婷任主编,由苏州建元项目管理有限公司吴远东和北京大唐首邑建筑集团有限责任公司邢杰任副主编。

在编写本书过程中,编者参阅和借鉴了许多优秀书籍、图集与国家有关标准,并得到了有关领导和专家的帮助,在此一并致谢。

由于编者水平有限,书中难免存在不足之处,恳请广大读者提出宝贵意见。

编 者



目录

CONTENTS

上篇 知识讲解篇

模块 1 平法的基础知识

- | | |
|---------------|---|
| 1.1 平法图集概况 | 4 |
| 1.2 平法图集的用途 | 4 |
| 1.3 平法图集的学习方法 | 5 |

模块 2 钢筋的基础知识

- | | |
|-----------------|----|
| 2.1 钢筋强度标准值及选用 | 8 |
| 2.2 普通钢筋的一般表示方法 | 9 |
| 2.3 钢筋的锚固长度 | 10 |
| 2.4 钢筋的连接 | 12 |
| 2.5 混凝土保护层 | 16 |
| 2.6 箍筋及拉筋构造 | 18 |

模块 3 柱平法识图

- | | |
|-----------------|----|
| 3.1 柱编号 | 21 |
| 3.2 柱平法施工图的表示方法 | 22 |
| 3.3 柱标准构造详图 | 27 |

模块 4 梁平法识图

- | | |
|-----------------|----|
| 4.1 梁编号 | 41 |
| 4.2 梁平法施工图的表示方法 | 42 |
| 4.3 梁标准构造详图 | 52 |



模块 5 板平法识图

- | | | |
|-----|----------------|----|
| 5.1 | 有梁楼盖平法施工图的表示方法 | 66 |
| 5.2 | 楼板相关构造制图规则 | 71 |
| 5.3 | 有梁楼盖板标准构造详图 | 78 |

模块 6 剪力墙平法识图

- | | | |
|-----|---------------|----|
| 6.1 | 剪力墙结构的基础知识 | 84 |
| 6.2 | 剪力墙平法施工图的表示方法 | 86 |
| 6.3 | 剪力墙洞口的表示方法 | 95 |
| 6.4 | 地下室外墙的表示方法 | 95 |
| 6.5 | 剪力墙标准构造详图 | 97 |

模块 7 楼梯平法识图

- | | | |
|-----|--------------------|-----|
| 7.1 | 现浇混凝土板式楼梯简介 | 119 |
| 7.2 | 现浇混凝土板式楼梯平法施工图制图规则 | 120 |
| 7.3 | 板式楼梯标准构造详图 | 128 |

模块 8 基础平法识图

- | | | |
|-----|---------|-----|
| 8.1 | 独立基础 | 144 |
| 8.2 | 条形基础 | 155 |
| 8.3 | 梁板式筏形基础 | 165 |

下篇 工作活页篇

- | | | |
|--------|-------------------|-----|
| 工作活页 1 | 柱平法施工图识图学生工作活页 | 177 |
| 工作活页 2 | 梁平法施工图识图学生工作活页 | 181 |
| 工作活页 3 | 板平法施工图识图学生工作活页 | 185 |
| 工作活页 4 | 剪力墙平法施工图识图学生工作活页 | 189 |
| 工作活页 5 | 板式楼梯平法施工图识图学生工作活页 | 193 |
| 工作活页 6 | 基础平法施工图识图学生工作活页 | 196 |

- | | |
|------|-----|
| 参考文献 | 200 |
|------|-----|

上篇

知识讲解篇

- 模块 1 平法的基础知识
- 模块 2 钢筋的基础知识
- 模块 3 柱平法识图
- 模块 4 梁平法识图
- 模块 5 板平法识图
- 模块 6 剪力墙平法识图
- 模块 7 楼梯平法识图
- 模块 8 基础平法识图



模块

平法的基础知识

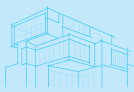


学习目标

- 了解平法图集的用途。
- 掌握平法图集的学习方法。

思政目标

- 激发学生的职业自豪感、职业使命感,培养学生的创新精神。
- 培养学生的知识迁移能力和探索精神。



平法图集的创始人——陈青来

陈青来,高级工程师,教授,全国工程建设标准设计专家委员会结构专家并担任结构专家委员会副主任委员,国家一级注册结构工程师。他自创的建筑物平面整体设计方法(简称平法),是在全国建筑结构界被誉为我国结构设计领域“第三次革命”的自主创新成果。

平法是把结构构件的尺寸和钢筋等,按照平面整体表示方法制图规则,整体直接表达在各类构件的结构平面布置图上,再与标准构造详图相配合,即构成一套完整的结构施工图的方法。它改变了传统的将构件从结构平面布置图中索引出来,再逐个绘制配筋详图的烦琐方法,是混凝土结构施工图设计方法的重大改革。

在1996年,我国有了第一本平法图集,称为96G101,它的创作者正是陈青来教授。平法图集可避免构造做法反复抄袭及伴生的设计失误,保证节点构造在设计与施工两个方面均达到高质量。从此之后,平法就成了学习结构识图必不可少的部分。

平法图集从96G101发行,到2022年9月开始正式实施的22G101,经历了多次升级。升级过程如下。

96G101→00G101→03G101(03G101-1、03G101-2、03G101-3、03G101-4)→08G101(08G101-5、08G101-11)→11G101(11G101-1、11G101-2、11G101-3)→16G101(16G101-1、16G101-2、16G101-3)→22G101(22G101-1、22G101-2、22G101-3)。

想一想:

1. 陈青来教授为什么要编写平法图集?
2. 平法图集的产生带来了哪些好处?

1.1 平法图集概况

平法的表达方式,概括来讲,是把结构构件的尺寸和配筋等按照平面整体表示方法制图规则,整体且直接地表达在各类构件的结构平面布置图上,再与图集中标准构造详图相配合,即构成一套新型、完整的结构设计施工图纸。

平法系列图集包括22G101-1《混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图(现浇混凝土框架、剪力墙、梁、板)》、22G101-2《混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图(现浇混凝土板式楼梯)》、22G101-3《混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图(独立基础、条形基础、筏形基础、桩基础)》。平法系列图集中所列的这些构件都是组成建筑物的主要受力构件,是整个建筑施工过程中持续时间最长、资源消耗量最大的施工任务。由此看来,22G101图集对于建筑施工的意义重大。

1.2 平法图集的用途

对于建设工程管理类专业的学生来说,22G101图集主要有两大用途:一是用于施工管



理,二是用于工程造价。

1. 施工管理

钢筋、混凝土、模板工程施工时,施工管理人员必须能够准确地判断工人是否是按照图纸施工的,必须检查构件的类型、构件所在的位置及构件的截面大小是否正确;还要检查构件内钢筋的种类、型号、根数、单根长度,以及钢筋的弯钩、搭接和锚固的位置及长度。这些信息都需要从图纸和 22G101 图集中得来。因此,一名合格的施工管理人员必须熟练地掌握 22G101 图集。

2. 工程造价

现浇混凝土构件的造价主要由模板的造价、混凝土的造价和钢筋的造价三部分构成。

1) 模板的造价

模板的造价与构件使用模板的接触面积有关,而模板的接触面积与构件的位置及截面的大小有关。因此,可以通过计算模板的接触面积再套定额得到模板的造价。

2) 混凝土的造价

混凝土的造价与构件的体积有关,而构件的体积又与构件的截面大小及构件的长度、高度和厚度等有关。构件的截面大小、长度、高度等与构件的位置有关。因此,可以通过计算构件的体积再套定额得到构件混凝土的造价。

3) 钢筋的造价

钢筋的造价与每个构件内部钢筋的种类、数量和长度有关系,需要先分别计算每个构件内部的每根钢筋的长度,然后按照钢筋的直径进行汇总并折算成钢筋质量,最后套定额得到钢筋的造价。22G101 图集是钢筋工程量计算不可缺少的工具。

1.3 平法图集的学习方法

平法图集汇集了规范和许多专业著作中的普通钢筋混凝土结构的常用构造做法,为结构工程师、建造师、造价工程师、监理工程师、钢筋工长及钢筋工人提供了一条龙的通用标准服务,凡涉及钢筋混凝土结构的各类专业技术人员,都必须学习、钻研和精通它。

1. 平法图集的特点

平法图集具有以下特点,学习的时候要特别注意。

- (1) 简洁明了,节省图纸。
- (2) 施工下料和现场检查具有自身的规律性,非常方便,不易出错。
- (3) 知识比较系统,且知识量大,知识面宽,尤其是构造部分,需要一个熟悉的过程。

2. 平法图集的学习步骤

就学习流程来说,平法图集可以采用以下步骤来学习。

(1) 初步认识图纸,有效记忆。平法图集中涉及的各个构件都可以分成两部分来看:第一部分为平法制图规则,第二部分为标准构造详图。对于第一部分必须记清楚,只有掌握了平法制图规则,才能看懂施工图纸中的各类信息;第二部分涉及的内容较多,本书对每个构件需要重点掌握哪些标准构造详图进行了说明,建议大家参考说明有重点地进行学习和了解。

(2) 识读简单图纸,多加练习。建议选择一至两套施工图纸进行识读,了解自己掌握识



上篇 知识讲解篇

图知识的程度。

(3)细读构造详图,掌握规则。该步骤相当于复习第(1)步所学的知识,要熟记制图规则,达到拿着图纸不查图集就能准确地判断图纸信息的程度。

(4)识读施工图纸,检验自我。选择实际图纸进行识读,对所学到的有关平法的知识进行查遗补漏。



知识延伸

全国标准信息公共服务平台

作为国家市场监督管理总局、国家标准化管理委员会主管的具有权威性的公益类国家级标准信息服务平台,全国标准信息公共服务平台(std.samr.gov.cn)为用户提供了各级标准信息及相关资讯。登录该平台,可以查询获取国家标准、行业标准、地方标准、企业标准、团体标准、国际标准和国外标准等各级标准信息。

想一想:

- 1.我国现行的建筑施工类规范或标准有哪些?
- 2.工程管理领域常用的规范或标准有哪些?



模块

钢筋的基础知识



学习目标

- 掌握钢筋牌号的含义和相应的表示符号。
- 掌握混凝土保护层的作用。
- 掌握钢筋的连接与锚固方法。

思政目标

- 增强学生的民族自豪感和荣誉感,激发学生的职业认同感。
- 了解建筑业的转型升级,树立绿色高效的发展理念。



钢铁编织的鸟巢,当之无愧中国造

国家体育场(见图 2-1),又名鸟巢,是 2008 年北京奥运会主场馆、2022 年北京冬奥会和冬残奥会开闭幕式场馆,也是全球首个“双奥开闭幕式场馆”。整个体育场的设计如同一个容器,主体由一系列钢桁架围绕碗状座席区编织而成,外观看上去就像树枝编织的鸟巢。



图片:
我国钢结构建筑



图 2-1 国家体育场

值得一提的是,“鸟巢”所用钢材全部是国产钢材。其中,在“鸟巢”桁架柱内柱受力最大部位采用的钢材是我国独立研发制造的 Q460 高强度钢材,这种钢材的性能要求均大大超过当时国内外相关技术标准范围,是当时国内建筑工程中所采用的强度级别最高的钢材。另外,“鸟巢”顶层采用了双层膜结构,上层为透明 ETFE 膜,下层为半透明吸音 PTFE 膜。ETFE 和 PTFE 膜结构结合使用的做法此前在国际上也没有先例,双层膜结构不仅为体育场遮挡雨雪,使屋顶达到完全防水的要求,而且使场内的光线更加柔和,能让现场的观众更好地观赏比赛。

想一想:

1. 国家体育场的结构特点是什么?
2. 你了解 Q460 钢材吗? 这种钢材有哪些特点?

2.1 钢筋强度标准值及选用

2.1.1 钢筋强度标准值

普通钢筋强度标准值见表 2-1。

表 2-1 普通钢筋强度标准值

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

2.1.2 钢筋的选用

混凝土结构的钢筋应按下列规定选用。

(1) 纵向受力普通钢筋可采用 HRB400、HRB500、HRBF400、HRBF500 钢筋,板中也可采用 HPB300 钢筋,RRB400 钢筋常用于基础、大体积混凝土、楼板、墙体。

(2) 梁、柱纵向受力普通钢筋应采用 HRB400、HRB500、HRBF400、HRBF500 钢筋。

(3) 箍筋宜采用 HRB400、HRBF400、HPB300、HRB500、HRBF500 钢筋。

(4) 预应力筋宜采用预应力钢丝、钢绞线和预应力螺纹钢筋。



知识拓展:
钢筋基础知识

2.2 普通钢筋的一般表示方法

普通钢筋的一般表示方法见表 2-2。

表 2-2 普通钢筋的一般表示方法

序 号	名 称	图 例	说 明
1	钢筋横截面	·	
2	无弯钩的钢筋端部	————	表示长、短钢筋投影重叠时,短钢筋的端部用 45°斜画线表示
		———— /	
3	带半圆形弯钩的钢筋端部	┌————	
4	带直钩的钢筋端部	└————	
5	带丝扣的钢筋端部	//————	



续表

序号	名称	图例	说明
6	无弯钩的钢筋搭接		
7	带半圆弯钩的钢筋搭接		
8	带直钩的钢筋搭接		
9	花篮螺丝钢筋接头		
10	机械连接的钢筋接头		用文字说明机械连接的方式(如冷挤压或直螺纹等)

2.3 钢筋的锚固长度

构件与构件交接的部位是受力比较薄弱的地方,为了加强受力,往往将某一构件 A 的钢筋伸入另一个构件 B,起到加强受力的作用。同时,构件 B 被称为构件 A 的支座。例如,梁、柱相交,梁的钢筋要伸入柱子,柱子就是梁的支座。在工程中常用“钢筋的锚固长度”一词。钢筋的锚固长度一般是指梁、板、柱等构件的受力钢筋伸入支座或基础的总长度,包括直线及弯折部分。

2.3.1 受拉钢筋的基本锚固长度

受拉钢筋的基本锚固长度 l_{ab} 见表 2-3。抗震设计时受拉钢筋的基本锚固长度 l_{abE} 见表 2-4。

表 2-3 受拉钢筋的基本锚固长度 l_{ab}

钢筋种类	混凝土强度等级							
	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	≥C60
HPB300	34d	30d	28d	25d	24d	23d	22d	21d
HRB400、HRBF400、RRB400	40d	35d	32d	29d	28d	27d	26d	25d
HRB500、HRBF500	48d	43d	39d	36d	34d	32d	31d	30d

表 2-4 抗震设计时受拉钢筋的基本锚固长度 l_{abE}

钢筋种类及抗震等级		混凝土强度等级							
		C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	≥C60
HPB300	一、二级	39d	35d	32d	29d	28d	26d	25d	24d
	三级	36d	32d	29d	26d	25d	24d	23d	22d
HRB400 HRBF400	一、二级	46d	40d	37d	33d	32d	31d	30d	29d
	三级	42d	37d	34d	30d	29d	28d	27d	26d

续表

钢筋种类及抗震等级		混凝土强度等级							
		C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	≥C60
HRB500	一、二级	55d	49d	45d	41d	39d	37d	36d	35d
HRBF500	三级	50d	45d	41d	38d	36d	34d	33d	32d

注:1. 四级抗震时, $l_{abE} = l_{ab}$ 。

2. 当锚固钢筋的保护层厚度不大于 $5d$ 时, 锚固钢筋长度范围内应设置横向构造钢筋, 其直径不应小于 $d/4$ (d 为锚固钢筋的最大直径); 对梁、柱等构件间距不应大于 $5d$, 对板、墙等构件间距不应大于 $10d$ (d 为锚固钢筋的最小直径), 且均不应大于 100 mm 。

2.3.2 受拉钢筋的锚固长度和抗震锚固长度

1. 受拉钢筋的锚固长度

受拉钢筋的锚固长度 l_a 见表 2-5。

表 2-5 受拉钢筋的锚固长度 l_a

钢筋种类	混凝土强度等级							
	C25		C30		C35		C40	
	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$
HPB300	34d	—	30d	—	28d	—	25d	—
HRB400 HRBF400 RRB400	40d	44d	35d	39d	32d	35d	29d	32d
HRB500 HRBF500	48d	53d	43d	47d	39d	43d	36d	40d

钢筋种类	混凝土强度等级							
	C45		C50		C55		C60	
	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$
HPB300	24d	—	23d	—	22d	—	21d	—
HRB400 HRBF400 RRB400	28d	31d	27d	30d	26d	29d	25d	28d
HRB500 HRBF500	34d	37d	32d	35d	31d	34d	30d	33d

2. 受拉钢筋的抗震锚固长度

受拉钢筋的抗震锚固长度 l_{aE} 见表 2-6。



表 2-6 受拉钢筋的抗震锚固长度 l_{aE}

钢筋种类及抗震等级		混凝土强度等级							
		C25		C30		C35		C40	
		$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$
HPB300	一、二级	$39d$	—	$35d$	—	$32d$	—	$29d$	—
	三级	$36d$	—	$32d$	—	$29d$	—	$26d$	—
HRB400	一、二级	$46d$	$51d$	$40d$	$45d$	$37d$	$40d$	$33d$	$37d$
HRBF400	三级	$42d$	$46d$	$37d$	$41d$	$34d$	$37d$	$30d$	$34d$
HRB500	一、二级	$55d$	$61d$	$49d$	$54d$	$45d$	$49d$	$41d$	$46d$
HRBF500	三级	$50d$	$56d$	$45d$	$49d$	$41d$	$45d$	$38d$	$42d$

钢筋种类及抗震等级		混凝土强度等级							
		C45		C50		C55		C60	
		$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$
HPB300	一、二级	$28d$	—	$26d$	—	$25d$	—	$24d$	—
	三级	$25d$	—	$24d$	—	$23d$	—	$22d$	—
HRB400	一、二级	$32d$	$36d$	$31d$	$35d$	$30d$	$33d$	$29d$	$32d$
HRBF400	三级	$29d$	$33d$	$28d$	$32d$	$27d$	$30d$	$26d$	$29d$
HRB500	一、二级	$39d$	$43d$	$37d$	$40d$	$36d$	$39d$	$35d$	$38d$
HRBF500	三级	$36d$	$39d$	$34d$	$37d$	$33d$	$36d$	$32d$	$35d$

- 注:1. 当为环氧树脂涂层带肋钢筋时,表中数据尚应乘以 1.25。
 2. 当纵向受拉钢筋在施工过程中易受扰动时,表中数据尚应乘以 1.1。
 3. 当锚固长度范围内纵向受力钢筋周边保护层厚度为 $3d$ 、 $5d$ (d 为锚固钢筋的直径) 时,表中数据可分别乘以 0.8 和 0.7;中间时按内插值。
 4. 当纵向受拉普通钢筋锚固长度修正系数(注 1~3) 多于一项时,可按连乘计算。
 5. 受拉钢筋的锚固长度 l_a 、 l_{aE} 计算值不应小于 200 mm。
 6. 四级抗震时, $l_{aE} = l_a$ 。
 7. 当锚固钢筋的保护层厚度不大于 $5d$ 时,锚固钢筋长度范围内应设置横向构造钢筋,其直径不应小于 $d/4$ (d 为锚固钢筋的最大直径);对梁、柱等构件间距不应大于 $5d$,对板、墙等构件间距不应大于 $10d$ (d 为锚固钢筋的最小直径),且均不应大于 100 mm。
 8. HPB300 钢筋末端应做 180° 弯钩。
 9. 混凝土强度等级应取锚固区的混凝土强度等级。

2.4 钢筋的连接

钢筋的连接是指构件中分布的钢筋单根长度超过所采购钢筋的单根长度(定尺长度),需要用两根或两根以上的短钢筋连接成一根长钢筋。钢筋连接可采用绑扎搭接、机械连接或焊接(闪光对焊、电渣压力焊)方法。其中,绑扎搭接是指两根钢筋相互有一定的重叠长度,



用铁丝绑扎的连接方法。其适用于较小直径的钢筋连接。绑扎搭接一般用于混凝土内的加强筋网,经纬均匀排列,不用焊接,只需用铁丝固定。钢筋搭接长度是指绑扎搭接方式中两根钢筋的重叠长度。钢筋搭接长度与钢筋直径、构件是否抗震和纵向钢筋搭接接头面积百分率等有关。不同构件需要分别计算钢筋搭接长度。



在线测试

《混凝土结构设计标准(2024年版)》(GB/T 50010—2010)规定:轴心受拉及小偏心受拉杆件的纵向受力钢筋不得采用绑扎搭接;其他构件中的钢筋采用绑扎搭接时,受拉钢筋直径不宜大于25 mm,受压钢筋直径不宜大于28 mm。

2.4.1 钢筋搭接长度

1. 纵向受拉钢筋的搭接长度

纵向受拉钢筋的搭接长度 l_l 见表 2-7。

表 2-7 纵向受拉钢筋的搭接长度 l_l

钢筋种类及同一区段内 搭接钢筋面积百分率		混凝土强度等级							
		C25		C30		C35		C40	
		$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$
HPB300	$\leq 25\%$	$41d$	—	$36d$	—	$34d$	—	$30d$	—
	50%	$48d$	—	$42d$	—	$39d$	—	$35d$	—
	100%	$54d$	—	$48d$	—	$45d$	—	$40d$	—
HRB400	$\leq 25\%$	$48d$	$53d$	$42d$	$47d$	$38d$	$42d$	$35d$	$38d$
HRBF400	50%	$56d$	$62d$	$49d$	$55d$	$45d$	$49d$	$41d$	$45d$
RRB400	100%	$64d$	$70d$	$56d$	$62d$	$51d$	$56d$	$46d$	$51d$
HRB500	$\leq 25\%$	$58d$	$64d$	$52d$	$56d$	$47d$	$52d$	$43d$	$48d$
HRBF500	50%	$67d$	$74d$	$60d$	$66d$	$55d$	$60d$	$50d$	$56d$
	100%	$77d$	$85d$	$69d$	$75d$	$62d$	$69d$	$58d$	$64d$
钢筋种类及同一区段内 搭接钢筋面积百分率		混凝土强度等级							
		C45		C50		C55		C60	
		$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$
HPB300	$\leq 25\%$	$29d$	—	$28d$	—	$26d$	—	$25d$	—
	50%	$34d$	—	$32d$	—	$31d$	—	$29d$	—
	100%	$38d$	—	$37d$	—	$35d$	—	$34d$	—



续表

钢筋种类及同一区段内 搭接钢筋面积百分率		混凝土强度等级							
		C45		C50		C55		C60	
		$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$
HRB400	$\leq 25\%$	34d	37d	32d	36d	31d	35d	30d	34d
HRBF400	50%	39d	43d	38d	42d	36d	41d	35d	39d
RRB400	100%	45d	50d	43d	48d	42d	46d	40d	45d
HRB500	$\leq 25\%$	41d	44d	38d	42d	37d	41d	36d	40d
HRBF500	50%	48d	52d	45d	49d	43d	48d	42d	46d
	100%	54d	59d	51d	56d	50d	54d	48d	53d

- 注: 1. 表中数值为纵向受拉钢筋绑扎搭接接头的搭接长度。
 2. 两根不同直径钢筋搭接时, 表中 d 取较细钢筋直径。
 3. 当为环氧树脂涂层带肋钢筋时, 表中数据尚应乘以 1.25。
 4. 当纵向受拉钢筋在施工过程中易受扰动时, 表中数据尚应乘以 1.1。
 5. 当搭接长度范围内纵向受力钢筋周边保护层厚度为 $3d$ 、 $5d$ (d 为搭接钢筋的直径) 时, 表中数据尚可分别乘以 0.8、0.7; 中间时按内插值。
 6. 当上述修正系数(注 3~5)多于一项时, 可按连乘计算。
 7. 当位于同一连接区段内的钢筋搭接接头面积百分率为表中数据中间值时, 搭接长度可按内插值。
 8. 任何情况下, 搭接长度不应小于 300 mm。

2. 纵向受拉钢筋的抗震搭接长度

纵向受拉钢筋的抗震搭接长度 l_{E} 见表 2-8。

表 2-8 纵向受拉钢筋的抗震搭接长度 l_{E}

钢筋种类及同一区段内 搭接钢筋面积百分率			C25		C30		C35		C40	
			$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$
一、二级 抗震 等级	HPB300	$\leq 25\%$	47d	—	42d	—	38d	—	35d	—
		50%	55d	—	49d	—	45d	—	41d	—
	HRB400 HRBF400	$\leq 25\%$	55d	61d	48d	54d	44d	48d	40d	44d
		50%	64d	71d	56d	63d	52d	56d	46d	52d
	HRB500 HRBF500	$\leq 25\%$	66d	73d	59d	65d	54d	59d	49d	55d
		50%	77d	85d	69d	76d	63d	69d	57d	64d
三级 抗震 等级	HPB300	$\leq 25\%$	43d	—	38d	—	35d	—	31d	—
		50%	50d	—	45d	—	41d	—	36d	—

续表

钢筋种类及同一区段内 搭接钢筋面积百分率			C25		C30		C35		C40	
			$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$
三级 抗震 等级	HRB400	$\leq 25\%$	50d	55d	44d	49d	41d	44d	36d	41d
		50%	59d	64d	52d	57d	48d	52d	42d	48d
	HRBF500	$\leq 25\%$	60d	67d	54d	59d	49d	54d	46d	50d
		50%	70d	78d	63d	69d	57d	63d	53d	59d
钢筋种类及同一区段内 搭接钢筋面积百分率			C45		C50		C55		C60	
			$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$
一、二级 抗震 等级	HPB300	$\leq 25\%$	34d	—	31d	—	30d	—	29d	—
		50%	39d	—	36d	—	35d	—	34d	—
	HRB400	$\leq 25\%$	38d	43d	37d	42d	36d	40d	35d	38d
		50%	45d	50d	43d	49d	42d	46d	41d	45d
	HRBF500	$\leq 25\%$	47d	52d	44d	48d	43d	47d	42d	46d
		50%	55d	60d	52d	56d	50d	55d	49d	53d
三级 抗震 等级	HPB300	$\leq 25\%$	30d	—	29d	—	28d	—	26d	—
		50%	35d	—	34d	—	32d	—	31d	—
	HRB400	$\leq 25\%$	35d	40d	34d	38d	32d	36d	31d	35d
		50%	41d	46d	39d	45d	38d	42d	36d	41d
	HRBF500	$\leq 25\%$	43d	47d	41d	44d	40d	43d	38d	42d
		50%	50d	55d	48d	52d	46d	50d	45d	49d

- 注: 1. 表中数值为纵向受拉钢筋绑扎搭接接头的搭接长度。
 2. 两根不同直径钢筋搭接时, 表中 d 取较细钢筋直径。
 3. 当为环氧树脂涂层带肋钢筋时, 表中数据尚应乘以 1.25。
 4. 当纵向受拉钢筋在施工过程中易受扰动时, 表中数据尚应乘以 1.1。
 5. 当搭接长度范围内纵向受拉钢筋周边保护层厚度为 $3d$ 、 $5d$ (d 为搭接钢筋的直径) 时, 表中数据可分别乘以 0.8、0.7; 中间时按内插值。
 6. 当上述修正系数(注 3~5)多于一项时, 可按连乘计算。
 7. 当位于同一连接区段内的钢筋搭接接头面积百分率为 100% 时, $l_{lE} = 1.6l_{aE}$ 。
 8. 当位于同一连接区段内的钢筋搭接接头面积百分率为表中数据中间值时, 搭接长度可按内插值。
 9. 任何情况下, 搭接长度不应小于 300 mm。
 10. 四级抗震等级时, $l_{lE} = l_l$ 。
 11. HPB300 钢筋末端应做 180° 弯钩。



2.4.2 钢筋焊接接头

钢筋焊接接头表示方法见表 2-9。



知识拓展：
钢筋的焊接

表 2-9 钢筋焊接接头表示方法

序号	名称	接头形式	标注方法
1	单面焊接的钢筋接头		
2	双面焊接的钢筋接头		
3	用帮条单面焊接的钢筋接头		
4	用帮条双面焊接的钢筋接头		
5	接触对焊的钢筋接头 (闪光焊、压力焊)		
6	坡口平焊的钢筋接头		
7	坡口立焊的钢筋接头		
8	用角钢或扁钢做连接板 焊接的钢筋接头		
9	钢筋或螺(锚)栓与钢板 穿孔塞焊的接头		

2.5 混凝土保护层

1. 混凝土保护层的作用

混凝土保护层的作用有以下几点。

(1) 保护钢筋不被锈蚀。空气中的含水量和二氧化碳含量越高,所需要的混凝土保护层越厚。

(2) 黏结锚固。钢筋要通过混凝土保护层把均匀力传到混凝土中,如果保护层的厚度不够,则混凝土会过早出现裂缝,使得钢筋不能充分受力,同时水和二氧化碳会大量侵入,锈蚀钢筋。



在线测试

(3) 钢筋内部是由无数三角组成的,并不是一块直板,为了承受荷载需要设计混凝土保护层。

2. 混凝土保护层的厚度

混凝土保护层厚度是指最外层钢筋边缘至混凝土表面的距离。在耐久性设计中,如无特殊标明,混凝土保护层应为最外侧钢筋的保护层。混凝土保护层的最小厚度见表 2-10。

表 2-10 混凝土保护层的最小厚度 单位:mm

环境类别	板、墙	梁、柱
一	15	20
二 a	20	25
二 b	25	35
三 a	30	40
三 b	40	50

注:1. 表中混凝土保护层厚度是指最外层钢筋外边缘至混凝土表面的距离,适用于设计使用年限为 50 年的混凝土结构。

2. 构件中受力钢筋的保护层厚度不应小于钢筋的公称直径。
3. 一类环境中,设计使用年限为 100 年的结构最外层钢筋的保护层厚度不应小于表中数值的 1.4 倍;二类和三类环境中,设计使用年限为 100 年的结构应采取专门的有效措施。
4. 混凝土强度等级不大于 C25 时,表中保护层厚度值应增加 5 mm。
5. 基础底面钢筋的保护层厚度,有混凝土垫层时应从垫层顶面算起,且不应小于 40 mm。

3. 混凝土结构的环境类别

混凝土结构的环境类别见表 2-11。

表 2-11 混凝土结构的环境类别

环境类别	条件
一	室内干燥环境。 无侵蚀性静水浸没环境
二 a	室内潮湿环境。 非严寒和非寒冷地区的露天环境。 非严寒和非寒冷地区与无侵蚀性的水或土壤直接接触的环境。 严寒和寒冷地区的冰冻线以下与无侵蚀性的水或土壤直接接触的环境
二 b	干湿交替环境。 水位频繁变动环境。 严寒和寒冷地区的露天环境。 严寒和寒冷地区冰冻线以上与无侵蚀性的水或土壤直接接触的环境
三 a	严寒和寒冷地区冬季水位变动区环境。 受除冰盐影响环境。 海风环境
三 b	盐渍土环境。 受除冰盐作用环境。 海岸环境



环境类别	条件
四	海水环境
五	受人为或自然的侵蚀性物质影响的环境

- 注:1. 室内潮湿环境是指构件表面经常处于结露或湿润状态的环境。
 2. 严寒和寒冷地区的划分应符合现行国家标准《民用建筑热工设计规范》(GB 50176—2016)的有关规定。
 3. 海岸环境和海风环境宜根据当地情况,考虑主导风向及结构所处迎风、背风部位等因素的影响,由调查研究和工程经验确定。
 4. 受除冰盐影响环境是指受到除冰盐盐雾影响的环境,受除冰盐作用环境是指被除冰盐溶液溅射的环境及使用除冰盐地区的洗车房、停车楼等建筑。
 5. 暴露的环境是指混凝土结构表面所处的环境。

2.6 箍筋及拉筋构造

通常箍筋应做成封闭式,拉筋要求应紧靠纵向钢筋并同时勾住外封闭箍筋。梁、柱、剪力墙封闭箍筋及拉筋弯钩构造如图 2-2 所示(非框架梁及不考虑地震作用的悬挑梁,箍筋及拉筋弯钩平直段的长度可为 $5d$;当其受扭时,应为 $10d$)。

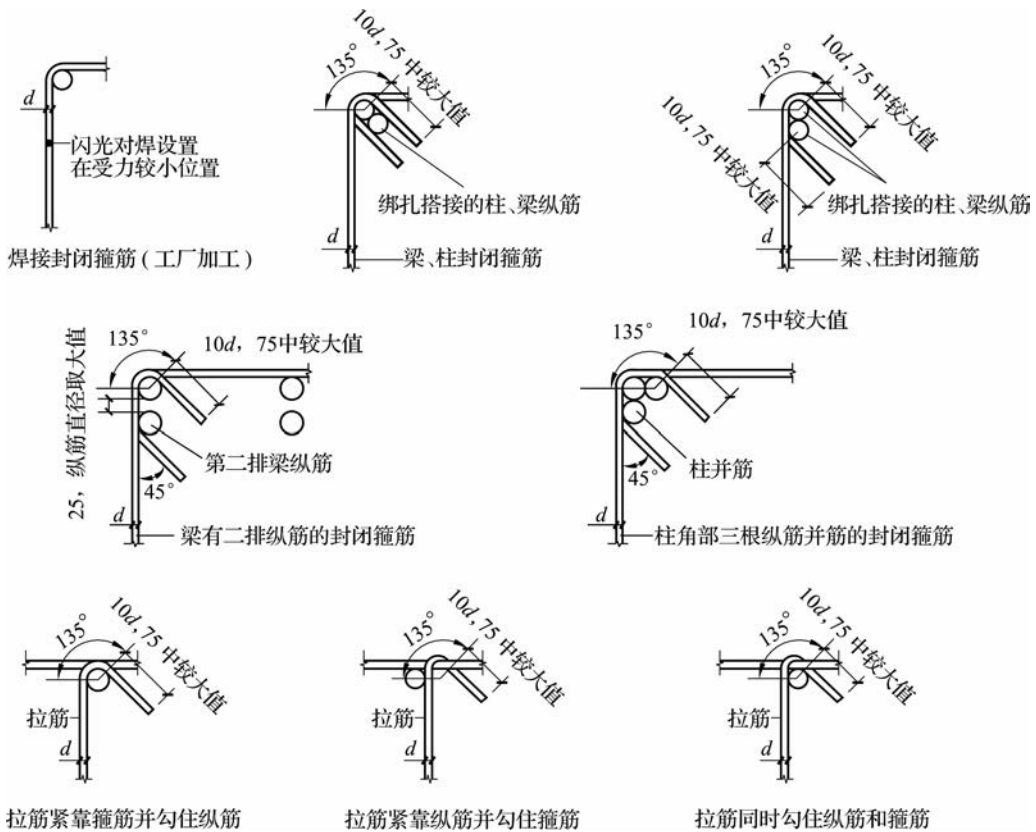


图 2-2 梁、柱、剪力墙封闭箍筋及拉筋弯钩构造

其中,拉结筋用于剪力墙分布钢筋的拉结,宜同时勾住外侧水平分布钢筋和竖向分布钢筋。拉结筋的构造如图 2-3 所示。

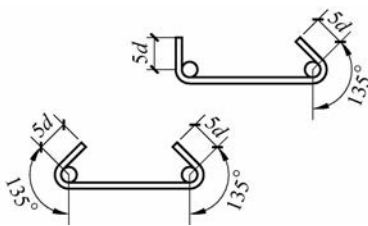


图 2-3 拉结筋的构造



知识延伸

建筑拼搭——装配式建筑

随着现代工业技术的发展,建造房屋可以像“搭积木”一样,成批成套地制造和安装。只要预先在工厂内完成建筑构件的加工,再把预制好的房屋构件运到工地装配起来即可,这就是装配式建筑施工技术。

2016年,国务院正式发布《国务院办公厅关于大力发展装配式建筑的指导意见》(国办发〔2016〕71号),明确指出我国要大力发展装配式建筑。2020年8月28日,住房和城乡建设部、教育部、科技部、工业和信息化部等九部门联合印发《住房和城乡建设部等部门关于加快新型建筑工业化发展的若干意见》(建标规〔2020〕8号)。意见中提到,要大力发展钢结构建筑、推广装配式混凝土建筑;大力培养新型建筑工业化专业人才,壮大设计、生产、施工、管理等方面人才队伍,加强新型建筑工业化专业技术人员继续教育;深化建筑用工制度改革,完善建筑业从业人员技能水平评价体系,促进学历证书与职业技能等级证书融通衔接,并打通建筑工人职业化发展道路,弘扬工匠精神,加强职业技能培训,大力培育产业工人队伍;全面贯彻新发展理念,推动城乡建设绿色发展和高质量发展,以新型建筑工业化带动建筑业全面转型升级,打造具有国际竞争力的“中国建造”品牌。

想一想:

1. 与传统建筑相比,装配式建筑有哪些优势?
2. 装配式建筑对建筑构件有哪些要求?



图片:
装配式建筑



素养延伸:
大力发展装配式建筑