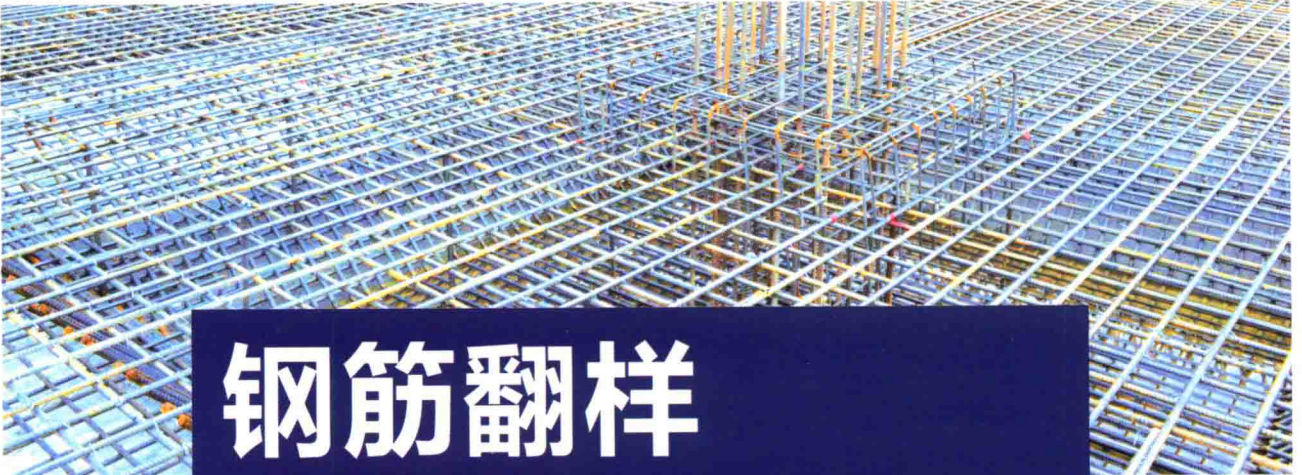




# 钢筋翻样 基础知识与实例

郭利 主编

GANGJIN FANYANG JICHU ZHISHI YU SHILI

中国建筑工程工业出版社

# 钢筋翻样基础知识与实例

郭 利 主编

中国建筑工业出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

钢筋翻样基础知识与实例/郭利主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2017. 7  
ISBN 978-7-112-20824-1

I. ①钢… II. ①郭… III. ①建筑工程-钢筋-工程施工 IV. ①TU755.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 126086 号

本书主要针对钢筋翻样的初学者使用, 全书共六章, 主要内容包括: 翻样前的准备—通用知识、梁类构件的翻样、板类构件的翻样、柱类构件的翻样、剪力墙构件的翻样、基础构件的翻样。每个章节都含有应用实例, 便于读者更好地掌握相关知识。

责任编辑: 张伯熙 杨 杰 万 李

责任设计: 李志立

责任校对: 王宇枢 芦欣甜

## 钢筋翻样基础知识与实例

郭 利 主 编

\*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京海淀三里河路 9 号)

各地新华书店、建筑书店经销

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京同文印刷有限责任公司印刷

\*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 19½ 字数: 482 千字

2018 年 1 月第一版 2018 年 1 月第一次印刷

定价: 45.00 元

ISBN 978-7-112-20824-1

(30482)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

# 前 言

钢筋翻样是工民建钢筋分项工程施工中的重要技术环节，其主要任务是完成图纸中，建筑构件从平面图纸表达到实际下料料单的转化。在图纸设计采用平法表达后，翻样成为一个有一定技术含量技术工种。其工作结果和质量直接影响到施工进度、质量，并对钢筋原材料的利用率提高和废料率的降低起到重要的影响，从而对总包项目部的最终效益产生直接影响。需要每个总包单位及下属的项目部对这项工作重视起来。

一直以来，钢筋翻样岗位归属于劳务队伍当中，其很好地解决了钢筋分项工程内部各工种的配合问题，但因为其工作目标导向的不一致，造成诸多问题和矛盾。

当期众多总包单位开始对钢筋分项工程实施精益管理，通过提高钢筋分项工程的管理水平，从而提高自身的盈利能力和市场竞争能力，并进行自主翻样的实践。但由于受制于翻样专业人才的匮乏和缺乏有效的管理方式及手段，自主翻样的实践受到很大制约。

钢筋翻样人才的培养成为实施钢筋精益管理和自主翻样工作的迫切问题。钢筋翻样人才的培养要讲究方式、方法，遵循人才成长和学习规律的科学原理。为配合总包单位翻样人才培养的需要，特编写本书助力总包单位钢筋翻样人才培养工作的开展。

当前钢筋翻样人才的培训对象来自两个途径，一是来自现场钢筋工程施工从业人员，另一途径来自大中专院校建筑施工相关专业的毕业生。钢筋工程从业人员学习翻样技术的主要优势是现场经验丰富，对构件钢筋的构造和安装理解颇深，其主要缺点是因为文化教育水平较低，对图集、规范的理解有难度，并且对钢筋翻样软件的学习和应用比较困难。而大中专院校毕业生对图集、规范的理解有很好的基础，对翻样软件的学习也得心应手，但由于缺乏必要的现场钢筋施工经验，对翻样要适应现场安装缺乏直观印象。

编者自 2012 年起长期开办钢筋翻样培训学习班，既培训了大量现场钢筋施工人员学习翻样，也为总包单位培训大中专院校毕业生从事钢筋翻样工作。积累了丰富的钢筋翻样教学经验。此次恰逢 16G101 系列图集的实施，特编写此教材以应对钢筋翻样规范的新变化和实施。

一个合格的翻样人才需要具备扎实的识图能力、规范图集熟练应用能力、手工计算方法和软件使用能力。本书的编写从培养学生的平法识图能力开始，第一步首先让学生具备正确、熟练的图纸阅读能力；第二步让学生全面的掌握图集和规范对钢筋构造的要求；第三步具备熟练的钢筋手工计算能力；第四步熟练地使用钢筋翻样软件进行日常工作，从而提高翻样效率；第五步清楚在现场翻样实际工作中应注意的问题，避免翻样的多发性、易错性和重大错误的产生。

为了钢筋翻样学习者提高学习效率，降低学习难度，本书将每种构件的学习均按照这五个步骤进行学习安排，以便学生能随学随用，满足学生快速成长的需求。本书中为了读者能深度的理解识图、钢筋构造和手工计算，采用易学易用的“E 筋施工下料软件”，通过软件的学习使用，能对前三个步骤进行回顾和加深理解。

本书在编写过程中得到了 E 筋翻样软件开发单位“北京易精软件有限公司”总经理罗智平先生、张林先生的大力支持。“北京美建联合工程咨询有限公司”总经理李国庆先生作为编者的挚友和合伙人为编者提供了宽松的写作环境和条件。在具体翻样技术上得到了优秀的翻样技术从业者段建昌先生的大力帮助。“青岛利亚特工程咨询有限公司”总经理常继新先生作为编者从事钢筋翻样教学实践及研究的引路人，引领编者走进了这个让我立志奋斗一生的行业，在此一并表示感谢。特别感谢本书的编辑张伯熙先生，是他一直的鼓励促成了本书的编写和面世。

由于编者水平有限和钢筋翻样技术的无止境，尽管尽心校对，仍难免有疏漏和谬误之处，恳请读者提出宝贵意见，编者将不胜感激。

郭 利  
2017 年 2 月于北京

# 目 录

|                 |     |
|-----------------|-----|
| 第一章 翻样前的准备—通用知识 | 1   |
| 第一节 钢筋混凝土       | 1   |
| 第二节 混凝土强度等级     | 1   |
| 第三节 钢筋的种类       | 2   |
| 第四节 混凝土环境类别     | 4   |
| 第五节 混凝土保护层最小厚度  | 5   |
| 第六节 抗震等级        | 6   |
| 第七节 钢筋锚固        | 10  |
| 第八节 钢筋连接        | 15  |
| 第九节 弯曲调整值       | 20  |
| 第十节 梁、柱纵筋的间距要求  | 21  |
| 第十一节 其他通用构造知识   | 22  |
| 第十二节 建筑结构类型     | 23  |
| 第十三节 翻样前的图纸准备   | 28  |
| 第十四节 阅读结构设计总说明  | 30  |
| 第二章 梁类构件的翻样     | 39  |
| 第一节 梁构件平法识图     | 39  |
| 第二节 梁构件钢筋构造要求   | 47  |
| 第三节 梁构件钢筋翻样实例   | 69  |
| 第四节 梁构件钢筋的软件计算  | 93  |
| 第五节 梁构件翻样应注意的问题 | 102 |
| 第三章 板类构件的翻样     | 105 |
| 第一节 板构件平法识图     | 105 |
| 第二节 板构件钢筋构造要求   | 113 |
| 第三节 板构件钢筋翻样实例   | 126 |
| 第四节 板构件钢筋的软件计算  | 130 |
| 第五节 板构件翻样应注意的问题 | 140 |
| 第四章 柱类构件的翻样     | 142 |
| 第一节 柱构件平法识图     | 142 |
| 第二节 柱构件钢筋构造要求   | 145 |
| 第三节 柱构件钢筋翻样实例   | 157 |
| 第四节 柱构件钢筋的软件计算  | 164 |
| 第五节 柱构件翻样应注意的问题 | 171 |

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| <b>第五章 剪力墙构件的翻样</b> ..... | 174 |
| 第一节 剪力墙构件平法识图.....        | 174 |
| 第二节 剪力墙构件钢筋构造要求.....      | 178 |
| 第三节 剪力墙构件钢筋翻样实例.....      | 199 |
| 第四节 剪力墙构件钢筋的软件计算.....     | 212 |
| 第五节 剪力墙构件翻样应注意的问题.....    | 220 |
| <b>第六章 基础构件的翻样</b> .....  | 222 |
| 第一节 基础构件平法识图.....         | 222 |
| 第二节 独立基础构件钢筋构造要求.....     | 232 |
| 第三节 独立基础构件钢筋翻样实例.....     | 234 |
| 第四节 独立基础构件钢筋的软件计算.....    | 236 |
| 第五节 条形基础构件钢筋构造要求.....     | 237 |
| 第六节 条形基础构件钢筋翻样实例.....     | 240 |
| 第七节 基础梁钢筋构造要求.....        | 243 |
| 第八节 基础梁构件钢筋翻样实例.....      | 251 |
| 第九节 基础梁构件钢筋的软件计算.....     | 259 |
| 第十节 筏形基础平板钢筋构造要求.....     | 261 |
| 第十一节 筏形基础平板钢筋翻样实例.....    | 266 |
| 第十二节 筏形基础平板钢筋的软件计算.....   | 274 |
| 第十三节 承台钢筋构造要求.....        | 279 |
| 第十四节 承台钢筋翻样实例.....        | 281 |
| 第十五节 承台钢筋的软件计算.....       | 282 |
| 第十六节 基础相关构件钢筋构造要求.....    | 284 |
| 第十七节 基础相关构件钢筋翻样实例.....    | 286 |
| 第十八节 基础相关构件钢筋的软件计算.....   | 299 |
| 第十九节 基础构件翻样应注意的问题.....    | 301 |
| 参考文献.....                 | 303 |

# 第一章 翻样前的准备—通用知识

## 第一节 钢筋混凝土

钢筋混凝土（英文：Reinforced Concrete 或 Ferroconcrete），工程上常被简称为钢筋混凝土，是指通过在混凝土中加入钢筋与之共同工作来改善混凝土力学性质的一种组合材料。

混凝土结构拥有较强的抗压强度（大约 3,000 磅/平方英寸，35MPa）。但是混凝土的抗拉强度较低，通常只有抗压强度的十分之一左右，任何显著的拉、弯、剪切作用都会使其微观晶格结构开裂和分离，从而导致结构的破坏。而绝大多数结构构件内部都有受拉应力作用的需求，故素混凝土极少被单独使用于工程。而钢筋具有较强的抗拉性能，在混凝土中加入钢筋，由钢筋承担其中的拉应力，混凝土承担压应力。钢筋与混凝土共同作用，使钢筋混凝土既有良好的抗压性能，又具有良好的抗拉性能。

在混凝土中加入钢筋而不是其他金属，是因为钢筋与混凝土有着近似相同的线膨胀系数，不会由环境和温度的变化产生过大的内应力，从而破坏钢筋混凝土的内部结构。

钢筋混凝土之所以可以共同工作是由它自身的材料性质决定的。首先钢筋与混凝土之间有良好的粘结力，热轧带肋钢筋的表面也被加工成间隔的横肋和纵肋来提高混凝土与钢筋之间的机械咬合，当此仍不足以传递钢筋与混凝土之间的拉力时，通常将钢筋的端部弯起 90° 或 180° 弯钩。此外混凝土中的氢氧化钙提供的碱性环境，在钢筋表面形成了一层钝化保护膜，使钢筋相对于中性与酸性环境下更不易腐蚀。

同普通混凝土一样，钢筋混凝土在浇筑后 28 天达到设计强度。

## 第二节 混凝土强度等级

混凝土，简称为“砼（tóng）”：是指由胶凝材料将骨料胶结成整体的工程复合材料的统称。通常讲的混凝土一词是指普通混凝土，它广泛应用于土木工程。普通混凝土是由水泥、粗骨料（碎石或卵石）、细骨料（砂）、外加剂和水拌合，经硬化而成的一种人造石材。砂、石在混凝土中起骨架作用，并抑制水泥的收缩。水泥和水形成水泥浆，包裹在粗细骨料表面并填充骨料间的空隙。水泥浆体在硬化前起润滑作用，使混凝土拌合物具有良好工作性能，硬化后将骨料胶结在一起，形成坚强的整体。

混凝土硬化后的最重要力学性能，是指混凝土抵抗压、拉、弯、剪等应力的能力。水灰比、水泥品种和用量、骨料的品种和用量，以及搅拌、成型、养护，都直接影响混凝土

的强度。混凝土按标准抗压强度划分的强度等级称为强度等级，分为 C10、C15、C20、C25、C30、C35、C40、C45、C50、C55、C60、C65、C70、C75、C80、C85、C90、C95、C100 共 19 个等级。

## 第三节 钢筋的种类

### 一、钢筋分类

#### 1. 钢筋分类

##### (1) 钢筋按化学成分不同分类

碳素钢筋、合金钢筋。按碳元素和合金元素的含量还有低、中、高之分。

##### (2) 钢筋按加工方法不同分类

热轧钢筋、冷轧钢筋、冷拉钢筋、冷拔钢筋等。

热轧钢筋是用低碳钢或低合金钢在高温下轧制，自然冷却而成。

冷轧钢筋是在常温下，将光圆的普通低碳或低合金钢筋经过轧制，使其减小直径，并且表面带肋的钢筋。

##### (3) 钢筋按供货包装形式分类

钢筋按供货包装形式分为直条钢筋和盘条钢筋两种。直径为 12~50mm 的钢筋通常用直条供应，长度为 9 或 12m；直径小于 12mm 的钢筋通常用盘条形式供应。

#### 2. 热轧钢筋

根据热轧钢筋强度标准值不同，分为 300、335、400、500MPa 四个级别。级别越高，钢筋的强度也越高，但塑性越低。

HPB300：质量稳定，塑性好，易成型，但屈服强度较低，不宜用于结构中的受力钢筋。（俗称一级钢）

HRB335：带肋钢筋，有利于与混凝土之间的粘结，强度和塑性均较好，是主要应用的钢筋品种之一（俗称二级钢，目前已被国家列为落后淘汰技术品种）

HRB400：带肋钢筋，粘结好，强度和塑性均较好，是主要应用的钢筋品种之一。（俗称三级钢，是当前建筑工程中最主要的钢筋品种）

HRB500：高强钢筋，我国通过对钢筋成分的微合金化而开发出来的一种强度高、延性好的钢筋新品种。（俗称四级钢，是当前国家大力推广的钢筋品种）

RRB400：是 HRB335 钢筋热轧后穿水，使钢筋表面快速冷却，利用钢筋内部温度自行回火而成，淬火钢筋强度提高，但塑性降低，余热处理后塑性有所改善。

### 二、钢筋的力学性能

#### 1. 抗拉性能

抗拉性能是钢筋最重要的技术性质，其是指抵抗拉应力所做出的一系列变化。钢筋的

抗拉性能可用其受拉时的应力—应变图来阐明（见图 1-1）。

① 线性阶段（OA 段）

该阶段正应力与正应变成正比，A 点对应的正应力，为材料的比例极限  $\sigma_p$ 。

② 屈服阶段（AB 段）

在此阶段内，应力几乎不变，而变形却急剧增加的现象，称为屈服。钢材受力达屈服点后，变形会迅速发展，尽管尚未破坏但已不能满足使用要求，故设计中一般以屈服点作为强度取值依据。通常把 B 下点对应的应力作为屈服强度，用  $\sigma_s$  表示。

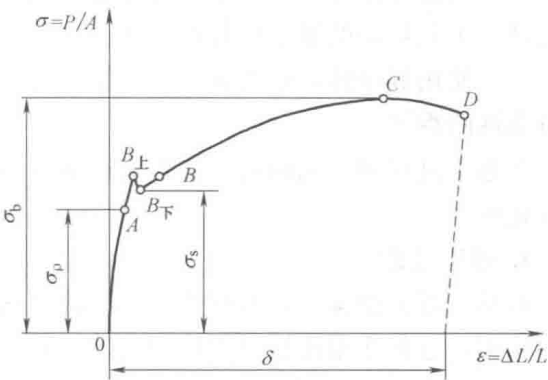


图 1-1 钢筋应力—应变图

③ 强化阶段（BC 段）

当荷载超过屈服点以后，由于试件内部组织结构发生变化，抵抗变形能力又重新提高，故称为强化阶段。强化阶段的最高点 C 所对应的正应力，称为材料的强度极限，用  $\sigma_b$  表示。

④ 颈缩阶段（CD 段）

当应力增长至强度极限之后，试样的某一局部显著收缩，产生颈缩。由于试件断面急剧缩小，塑性变形迅速增加，拉力也就随着下降，最后发生断裂。

横坐标表示钢筋长度变化值与钢筋长度的比值，纵坐标表示钢筋单位面积上所受的拉应力。

2. 冷弯性能

钢筋冷弯是考核钢筋的塑性指标，也是钢筋加工所需的。钢筋弯折做弯钩时应避免钢筋裂纹和折断。低强度的热轧钢筋冷弯性能较好，强度较高的冷弯性能稍差，冷加工钢筋的冷弯性能最差。

冷弯性能是反映钢筋变形能力的指标，如图 1-2 所示中的中心轴直径越小，钢筋弯转角度越大，钢筋的冷弯性能就越好，它反映了钢筋的塑性性能。

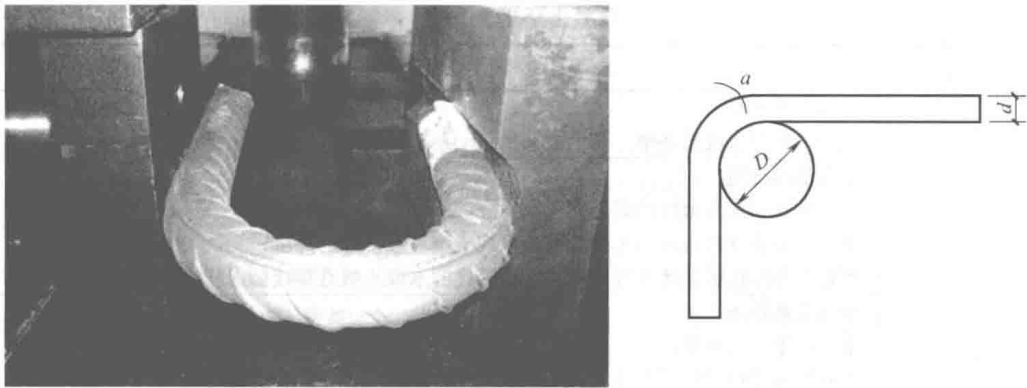


图 1-2 钢筋冷弯

3. 焊接性能

钢材的焊接性能系指被焊钢材在采用一定焊接材料、焊接工艺条件下，获得优质焊接

接头的难易程度，也就是钢材对焊接加工的适应性。它包括：

(1) 工艺焊接性，也就是接合性能，指在一定焊接工艺条件下焊接接头中出现各种裂纹及其他工艺缺陷的敏感性和可能性。

(2) 使用焊接性，是指在一定焊接条件下焊接接头对使用要求的适应性，以及影响使用可靠性的程度。

在施工过程中，钢筋的焊接形式通常有闪光对焊、电渣压力焊、单面焊、双面焊、帮条焊几种。

4. 锚固性能

钢筋混凝土结构中，两种性能不同的材料能够共同受力，是由于它们之间存在着粘结锚固作用，这种作用使接触界面两边的钢筋与混凝土之间能够实现应力传递，从而在钢筋与混凝土中建立起结构承载所必需的工作应力。

钢筋在混凝土中的粘结锚固作用有：

(1) 胶结力——即接触面上的化学吸附作用，但其影响不大；

(2) 摩阻力——它与接触面的粗糙程度及侧压力有关，且随滑移发展其作用逐渐减小；

(3) 咬合力——这是带肋钢筋横肋对肋前混凝土挤压而产生的，为带肋钢筋锚固力的主要来源；

(4) 机械锚固力——这是指弯钩、弯折及附加锚固等措施（如焊锚板、贴焊钢筋等）提供的锚固作用。

第四节 混凝土环境类别

混凝土环境类别是指混凝土所处的周边环境按照《混凝土结构设计规范》GB 50010—2010 第 3.5.2 条规定所划分的类别。混凝土环境类别与钢筋翻样下料中扣减混凝土保护层厚度有一定关系。

混凝土环境划分表 表 1-1

| 环境类别 | 条 件                                                                                         |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| —    | 室内干燥环境；<br>无侵蚀性静水浸没环境                                                                       |
| 二 a  | 室内潮湿环境；<br>非严寒和非寒冷地区的露天环境；<br>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；<br>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；<br>水位频繁变动环境；<br>严寒和寒冷地区的露天环境；<br>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；<br>受除冰盐影响环境；<br>海风环境                                                      |

续表

| 环境类别 | 条 件                         |
|------|-----------------------------|
| 三 b  | 盐渍土环境；<br>受除冰盐作用环境；<br>海岸环境 |
| 四    | 海水环境                        |
| 五    | 受人为或自然的侵蚀性物质影响的环境           |

上表见 16G101-1 第 56 页，在有些工程的结构设计总说明中，设计是按照环境类别来给出的混凝土保护层厚度，因此需要知道哪些部位是一类环境，哪些部位是二类环境，从而确定扣减钢筋保护层的数值。

第五节 混凝土保护层最小厚度

16G101 系列图集中规定的各类环境类别中混凝土保护层的最小厚度如下表：见 16G101-1 第 56 页。

表 1-2

| 环境类别 | 板、墙(mm) | 梁、柱(mm) |
|------|---------|---------|
| 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 年的混凝土结构，最外层钢筋的保护层厚度不应小于表中数值的 1.4 倍；二、三类环境中，设计使用年限为 100 年的混凝土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，表中保护层厚度数值应增加 5mm。
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，且不小于 40mm。

规定解读：

1. 关于混凝土保护层厚度的最新规定：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。柱和梁类构件的保护层厚度是指柱和梁的混凝土表面到箍筋外皮的厚度，因此现在计算箍筋尺寸都按照箍筋的外皮尺寸计算，简单方便。
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；比如一类环境中，梁、柱的混凝土最小保护层厚度为 20mm，如果梁、柱的受力钢筋为 32mm，则受力钢筋的保护层厚度不应小于 32mm，该梁、柱的混凝土保护层厚度去除箍筋的直径（假如箍筋直径为 10mm），不应小于 22mm。

3. 表中保护层厚度不仅指构件四周表面的保护层厚度，也指构件两端的保护层厚度，在实际工程翻样中，构件两端的混凝土保护层厚度往往留的比四周的保护层厚度大，主要是为了避免钢筋加工的误差、钢筋连接时的误差累计以及节点处各层钢筋的避让，避免误差和误差累计造成钢筋端部顶到两端的模板或跑到模板的外面去，这在后面的构件下料翻样中会详细说明。

## 第六节 抗震等级

在混凝土结构设计施工中，建筑物在地震作用下保持结构完整性是一个重要考虑因素，多数钢筋的构造是按照抗震设计的，因此学习钢筋翻样非常有必要了解地震的相关知识，以便于理解构件的钢筋构造要求。

### 一、地震

地球的构造可分为三层：中心层是地核，地核主要是由铁元素组成；中间层是地幔；最外层是地壳。地震一般发生在地壳之中。地壳内部在不停地变化，由此而产生力的作用（即内力作用），使地壳岩层变形、断裂、错动，于是便发生地震。

地震波是地球内部发生的急剧破裂产生的震波，在一定范围内引起地面振动的现象。地震（Earthquake）就是地球表层的快速振动，在古代又称为地动。它就像海啸、龙卷风、冰冻灾害一样，是地球上经常发生的一种自然灾害。大地振动是地震最直观、最普遍的表现。在海底或滨海地区发生的强烈地震，能引起巨大的波浪，称为海啸。地震是极其频繁的，全球每年发生地震约五百五十万次。地震常常造成严重人员伤亡，能引起火灾、水灾、有毒气体泄漏、细菌及放射性物质扩散，还可能造成海啸、滑坡、崩塌、地裂缝等次生灾害。

地震是造成建筑物破坏的主要外部力量，是建筑物结构设计考虑的重要因素。

### 二、震源

地下岩层断裂和错动的地震发源的地方，叫作震源（focus）。

### 三、震中

震源在地面上的垂直投影，地面上离震源最近的一点称为震中。它是接受振动最早的部位。

### 四、震源深度

震中到震源的深度叫作震源深度。

### 1. 浅源地震

通常将震源深度小于 60km 的叫浅源地震。

### 2. 中源地震

深度在 60~300km 的叫中源地震。

### 3. 深源地震

深度大于 300km 的叫深源地震。

对于同样大小的地震，由于震源深度不一样，对地面造成的破坏程度也不一样。震源越浅，破坏越大，但波及范围也越小，反之亦然。破坏性地震一般是浅源地震，如 1976 年的唐山地震的震源深度为 12km。

破坏性地震的地面振动最烈处称为极震区，极震区往往也就是震中所在的地区。

## 五、震中距

观测点距震中的距离叫震中距。震中距小于 100 公里的地震称为地方震，在 100~1000 公里之间的地震称为近震，大于 1000 公里的地震称为远震，其中，震中距越长的地方受到的影响和破坏越小。

地震所引起的地面振动是一种复杂的运动，它是由纵波和横波共同作用的结果。在震中区，纵波使地面上下颠动。横波使地面水平晃动。因此在震中区的人的感觉是：先上下颠簸，后左右摇摆。由于纵波传播速度较快，衰减也较快，横波传播速度较慢，衰减也较慢，因此离震中较远的地方，往往感觉不到上下跳动，但能感到水平晃动。

## 六、主震

当某地发生一个较大的地震的时候，在一段时间内，往往会发生一系列的地震，其中最大的一个地震叫作主震。

## 七、前震

主震之前发生的地震叫前震。

## 八、余震

主震之后发生的地震叫余震。

## 九、地震活跃期

地震具有一定的时空分布规律。从时间上看，地震较多的时期叫地震活跃期，地震相对较少的时期为地震平静期。

## 十、地震带

从空间上看,地震的分布呈一定的带状,称地震带。

## 十一、海洋地震

震中在海洋内的地震成为海洋地震

## 十二、大陆地震

震中在大陆上的地震称为大陆地震

大陆地震主要集中在环太平洋地震带和地中海—喜马拉雅地震带两大地震带。太平洋地震带几乎集中了全世界 80% 以上的浅源地震 (0~60km), 全部的中源 (60~300km) 和深源地震 (>300km), 所释放的地震能量约占全部能量的 80%。

中国地震主要分布在五个区域: 台湾地区、西南地区、西北地区、华北地区、东南沿海地区。

## 十三、地震震级

地震震级是根据地震时释放的能量的大小而定的。一次地震释放的能量越多, 地震级别越大。

目前国际上一般采用美国地震学家查尔斯·弗朗西斯·芮希特和宾诺·古腾堡 (Benno Gutenberg) 于 1935 年共同提出的震级划分法, 即现在通常所说的里氏地震等级。

里氏地震等级是从 1 级地震开始, 最大为 10 级地震。里氏规模每增强一级, 释放的能量约增加 32 倍, 相隔二级的震级其能量相差 1000 倍 ( $32 \times 32$ )。

目前人类有记录的震级最大的地震是 1960 年 5 月 21 日智利发生的 9.5 级地震, 所释放的能量相当于一颗 1800 万吨炸药量的氢弹, 或者相当于一个 100 万千瓦的发电厂 40 年的发电量。汶川地震所释放的能量大约相当于 90 万吨炸药量的氢弹, 或 100 万千瓦的发电厂 2 年的发电量。

1. 小于里氏规模 2.5 的地震, 人们一般不易感觉到, 称为小震或者是微震;
2. 里氏规模 2.5~5.0 的地震, 震中附近的人会有不同程度的感觉, 称为有感地震, 全世界每年大约发生十几万次;
3. 大于里氏规模 5.0 的地震会造成建筑物不同程度的损坏, 称为破坏性地震。里氏规模 4.5 以上的地震可以在全球范围内监测到。

## 十四、地震烈度

### (1) 地震烈度定义

同样大小的地震，造成的破坏不一定是相同的，同一次地震，在不同的地方造成的破坏也不一样。为了衡量地震的破坏程度，科学家又“制作”了另一把“尺子”——地震烈度。

在中国地震烈度表上，对人的感觉、一般房屋震害程度和其他现象作了描述，可以作为确定烈度的基本依据。

## (2) 影响地震烈度的因素

影响地震烈度的因素有震级、震源深度、距震源的远近、地面状况和地层构造等。

## (3) 地震烈度与震源和震级之间的关系

一般情况下仅就烈度和震源、震级间的关系来说，震级越大震源越浅、烈度也越大。一般来讲，一次地震发生后，震中区的破坏最重，烈度最高；这个烈度称为震中烈度。从震中向四周扩展，地震烈度逐渐减小。所以，一次地震只有一个震级，但它所造成的破坏，在不同的地区是不同的。也就是说，一次地震，可以划分出好几个烈度不同的地区。

例如，1990年2月10日，常熟-太仓发生了5.1级地震，有人说在苏州是4级，在无锡是3级，这是错的。无论在何处，只能说常熟-太仓发生了5.1级地震，但这次地震，在太仓的沙溪镇地震烈度是6度，在苏州地震烈度是4度，在无锡地震烈度是3度。

## (4) 中国地震烈度表(1980年版)

1度：无感——仅仪器能记录到

2度：微有感——特别敏感的人在完全静止中有感

3度：少有感——室内少数人在静止中有感，悬挂物轻微摆动

4度：多有感——室内大多数人，室外少数人有感，悬挂物摆动，不稳器皿作响

5度：惊醒——室外大多数人有感，家畜不宁，门窗作响，墙壁表面出现裂纹

6度：惊慌——人站立不稳，家畜外逃，器皿翻落，简陋棚舍损坏，陡坎滑坡

7度：房屋损坏——房屋轻微损坏，牌坊，烟囱损坏，地表出现裂缝及喷沙冒水

8度：建筑物破坏——房屋多有损坏，少数破坏路基塌方，地下管道破裂

9度：建筑物普遍破坏——房屋大多数破坏，少数倾倒，牌坊，烟囱等崩塌，铁轨弯曲

10度：建筑物普遍摧毁——房屋倾倒，道路毁坏，山石大量崩塌，水面大浪扑岸

11度：毁灭——房屋大量倒塌，路基堤岸大段崩毁，地表产生很大变化

12度：山川易景——一切建筑物普遍毁坏，地形剧烈变化动植物遭毁灭

例如，1976年7月28日唐山地震，震级为7.8级，震中烈度为十一度；受唐山地震的影响，天津市地震烈度为八度，北京市烈度为六度，再远到石家庄、太原等就只有四至五度了。1920年甘肃海原地震，是中国历史上唯一被定为12度的地震。

按国家规定的权限批准作为一个地区抗震设防依据的地震烈度。“三水准”：

第一水准～小震不坏

第二水准～中震可修

第三水准～大震不倒

# 十五、抗震设防

指对房屋进行抗震设计和采取抗震措施，来达到抗震的效果，抗震设防的依据是抗震

设防烈度。

## 十六、抗震等级

是设计部门依据国家有关规定，按“建筑物重要性分类与设防标准”，根据烈度、结构类型和房屋高度等，而采用不同抗震等级进行的具体设计，一般分为一、二、三、四级。一级最高，四级最低，四级以下按非抗震设计。

## 第七节 钢筋锚固

混凝土结构中钢筋能够受力是由于它与混凝土之间的粘结锚固作用，如果钢筋锚固失效，则结构可能丧失承载能力并由此引发垮塌、开裂等灾难性后果。

### 一、钢筋在混凝土中的锚固作用

1. 粘结力：即接触面上的化学吸附作用，但其影响力不大，当接触面发生相对滑移时该力消失且不可恢复。
2. 摩擦力：它与接触面的粗糙程度及侧压力有关，且随滑移发展其作用逐渐减弱。
3. 咬合力：表现为带肋钢筋横肋对肋前混凝土咬合齿的挤压力，是带肋钢筋锚固力的主要来源。挤压力是斜向的，在保护层混凝土中将产生环向应力。
4. 机械锚固力：这是指弯钩、弯折及附加锚固等措施（如焊锚板、贴焊钢筋等）提供的锚固作用。

### 二、影响钢筋锚固的因素

影响钢筋粘结力的因素有混凝土强度、锚固长度、锚固钢筋的外形特征、混凝土保护层厚度、配箍情况对锚固区域混凝土的约束；混凝土浇灌情况、钢筋在锚固区受力情况等。

#### 1. 混凝土强度对钢筋锚固的影响

混凝土强度越高，则伸入钢筋横向肋间的混凝土咬合齿越强，握裹层混凝土的劈裂就越难以发生，故粘结锚固作用越强。

#### 2. 锚固长度对钢筋锚固的影响

钢筋锚固长度增加，锚固强度随之增加，当锚固抗力等于钢筋屈服抗力时，相应地锚固长度为临界锚固长度，这是保证受力钢筋屈服也不会发生锚固破坏的最小长度，是钢筋承载受力的基本保证；当锚固抗力等于钢筋拉断力时，相应地锚固长度为极限锚固长度。超过极限锚固长度是多余和浪费，规范规定的锚固长度应大于临界锚固长度而小于极限锚固长度。

#### 3. 锚固钢筋的外形特征对钢筋锚固的影响

钢筋外形决定混凝土咬合齿的形状，主要外形参数为相对肋高和肋面积比、横肋对称