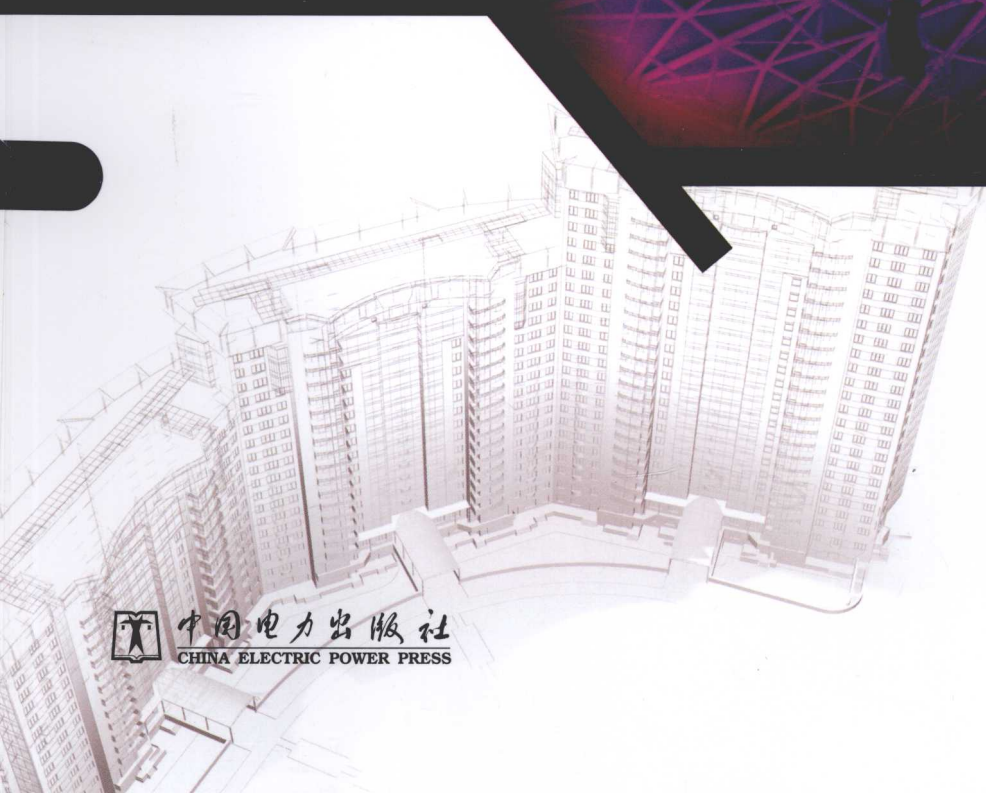
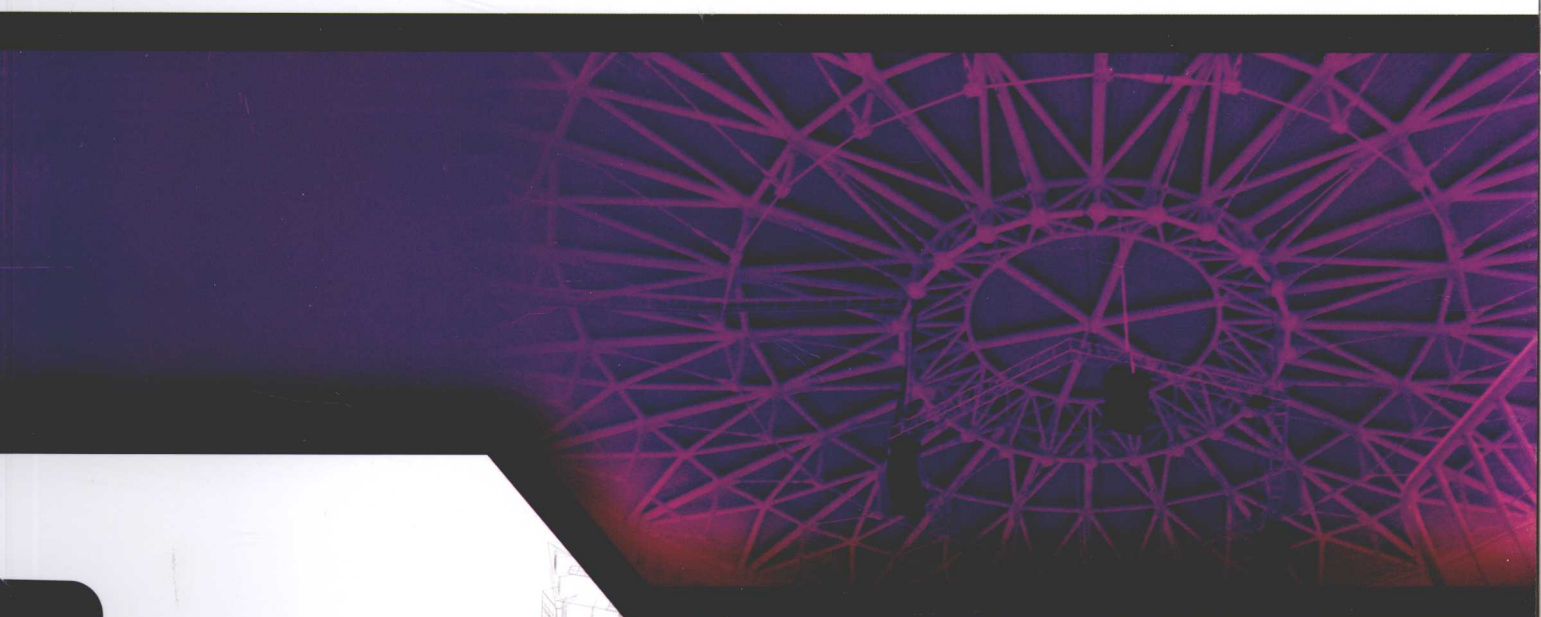




全国高等院校工程造价专业本科教材

钢筋工程识图 与工程量计算

刘海山 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS


课件获取方式

QQ:2329981782

全国高等院校工程造价专业本科教材

钢筋工程识图 与工程量计算

刘海山 主编

 中国电力出版社

内 容 提 要

本书依据国家现行《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）》（11G101-1）、《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（现浇混凝土板式楼梯）》（11G101-2）、《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（独立基础、条形基础、筏形基础及桩基承台）》（11G101-3）和《混凝土结构设计规范》（GB 50010—2010）等最新规范进行编写。主要内容包括钢筋算量的基本知识，钢筋工程识图，独立基础、条形基础、筏形基础和桩基承台等基础构件，梁、板、柱和剪力墙构件等主要构件的平法识图、构造特点和钢筋算量，楼梯平法识图、构造特点和钢筋算量。本书内容系统、实用性强，便于理解，图文并茂，注重理论与实践相结合，并附有实例，能够满足教学和自学的需要。

本书可作为高等院校工程造价、工程管理、土木工程等相关专业的教材或参考书，也可作为上述专业工程计量与计价、工程定额与概预算等实践课程参考书，还可供其他从事工程造价人员、工程技术人员以及自学者参考使用。

图书在版编目（CIP）数据

钢筋工程识图与工程量计算 / 刘海山主编. —北京：中国电力出版社，2015.6

全国高等院校工程造价专业本科教材

ISBN 978-7-5123-7106-4

I. ①钢… II. ①刘… III. ①配筋工程-工程制图-识别-高等学校-教材 ②配筋工程-工程造价-高等学校-教材 IV. ①TU755.3②TU723.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2015）第 017105 号

中国电力出版社出版发行

北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑：关 童 电话：010-63412603

责任印制：蔺义舟 责任校对：王小鹏

北京丰源印刷厂印刷·各地新华书店经售

2015 年 6 月第 1 版·第 1 次印刷

880mm×1230mm 1/16·13.25 印张·415 千字

定价：36.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前 言

为适应市场经济发展和工程造价管理改革的要求，响应国家“卓越工程师教育培养计划”，培养创新能力强、适应经济社会发展需要的高质量造价类工程技术人员，本书编者结合多年的教学和实践经验，以11G101国家建筑设计标准图集和《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)等为依据，并收集钢筋工程量计算等有关规定资料，写成《钢筋工程识图与工程量计算》一书。

为了满足工程建设领域和高等院校工程管理、工程造价专业、土木工程等相关专业培养目标的需要，在编写过程中编者们始终坚持以下指导思想：

(1) 根据工程管理专业和工程造价专业学生的就业特点，力求做到理论性和实践性相结合。

(2) 在内容上反映了我国工程结构方面的新思想、新要求和新规范。本书以国家建筑设计标准图集11G101 1~3和《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)等为依据，介绍了梁、板、柱、剪力墙、楼梯、独立基础、条形基础、筏形基础和桩基承台构件平法识图、构造特点和钢筋计算。

(3) 教材编写采用图文并茂，贯彻案例教学理念，以一个具体项目贯穿始终，展现每一类构件钢筋计算过程，为学生提供工程项目钢筋工程量计算全过程指导，使学生快速上手完成钢筋工程量计算工作，最后附有工程平法施工图，便于学生学习和巩固所学知识。

本书主要面向工程造价、工程管理、土木工程等相关专业的学生，同时兼顾土木工程专业等造价人员对相关知识的需求，因此具有较广泛的适用性。

本书共9章，其中第1~8章由刘海山编写，第9章和附录由郝鹏编写。全书由刘海山负责统稿。在编写过程中，参考了大量同类专著和教材，书中直接或间接引用了参考文献所列书目中的内容，在此对参考文献的作者一并表示感谢。

由于编者水平有限，书中若有不当和错误之处，恳请读者批评指正。编者联系邮箱：project04@126.com。

编 者

目 录

前言

第 1 章 钢筋工程量计算概述	1
1.1 钢筋基本知识	1
1.2 钢筋工程量计算依据	3
1.3 钢筋工程量计算原理	4
1.4 抗震配筋要求	15
1.5 钢筋断点位置构造要求	16
1.6 钢筋接头	17
1.7 符号说明	18
思考题	18
第 2 章 钢筋混凝土结构图	19
2.1 传统钢筋的表示方法	19
2.2 平法钢筋的表示方法	26
思考题	30
第 3 章 柱钢筋工程量计算	31
3.1 抗震框架柱纵向钢筋	31
3.2 柱箍筋计算	41
3.3 柱钢筋计算实例	45
思考题	53
第 4 章 剪力墙钢筋工程量计算	54
4.1 剪力墙构造特点与钢筋计算	54
4.2 剪力墙钢筋计算实例	70
思考题	73
第 5 章 梁钢筋工程量计算	74
5.1 梁中钢筋构造要求	74
5.2 梁纵向受力钢筋	85
5.3 框架梁附加钢筋	88
5.4 框架梁箍筋	90
5.5 其他梁钢筋	90
5.6 梁钢筋计算实例	93
思考题	96
第 6 章 板钢筋工程量计算	97
6.1 现浇板钢筋构造	97

6.2	现浇板受力筋	103
6.3	现浇板分布钢筋	104
6.4	现浇板构造钢筋	105
6.5	现浇板洞口加强钢筋	106
6.6	板钢筋计算实例	106
	思考题	109
第7章	基础钢筋工程量计算	110
7.1	独立基础	110
7.2	条形基础	117
7.3	筏形基础	131
7.4	桩基承台	145
	思考题	151
第8章	楼梯钢筋工程量计算	152
8.1	楼梯平法识图	152
8.2	楼梯钢筋构造和钢筋计算	154
8.3	楼梯计算实例	156
	思考题	157
第9章	计算机辅助钢筋工程量计算	158
9.1	计算机辅助钢筋计算	158
9.2	钢筋计算软件应用	163
附录	工程施工图	168
	参考文献	204

第1章 钢筋工程量计算概述

1.1 钢筋基本知识

1.1.1 钢筋的类别

钢筋的材质包括：碳素结构钢，低合金高强度结构钢。工程中常用热轧钢筋，冷加工钢筋，热处理钢筋，预应力混凝土用钢丝和钢绞线等。

(1) 热轧钢筋（表 1-1）。

表 1-1 热 轧 钢 筋

分 类	热轧钢筋光圆钢筋	HPB235、HPB300
	普通热轧钢筋	HRB335、HRB400、HRB500
	细晶粒热轧钢筋	HRBF335、HRBF400、HRBF500
外观	HPB235、HPB300 钢筋由碳素结构钢轧制而成，表面光圆	
	除了 HPB235、HPB300 的其余钢筋均由低合金高强度结构钢轧制而成，外表带肋	
强度/塑性	随钢筋级别的提高，其屈服强度和极限强度逐渐增加，而其塑性则逐步下降	
应用	非预应力钢筋混凝土可选用 HPB235、HRB335 和 HRB400 钢筋	
	预应力钢筋混凝土则宜选用 HRB500、HRB335 和 HRB400 钢筋	

注：H—热轧；R—带肋；B—钢筋。

(2) 冷加工钢筋（表 1-2）。

表 1-2 冷 加 工 钢 筋

常见品种	冷拉热轧钢筋	冷轧带肋钢筋	冷拉低碳钢丝
概念	在常温下将热轧钢筋拉伸至超过屈服点小于抗拉强度的某一应力，然后卸载，即制成了冷拉热轧钢筋	用低碳钢热轧盘条直接冷轧或冷拔后再冷轧，形成三面或两面带肋的钢筋 根据现行国家标准分为 CRB550、CRB650、CRB800、CRB970 四个牌号	将直径 6.5~8mm 的 Q235 或 Q215 盘圆条通过小直径的拔丝孔逐步拉拔而成，直径 3~5mm 根据国家现行标准冷拔低碳钢丝分为甲乙两级
特点	冷拉可使屈服点提高，材料变脆、屈服阶段缩短，塑性、韧性降低	冷轧带肋钢筋克服了冷拉、冷拔钢筋握裹力低的缺点，而具有强度高、握裹力强、节约钢材、质量稳定等优点	冷拔后屈服强度可提高，同时失去了低碳钢的良好塑性，变得硬脆
应用	实践中，可将冷拉、除锈、调直、切断合并为一道工序，这样可简化流程，提高效率	1. CRB550 为普通钢筋混凝土用钢筋（受力主筋、架立筋、箍筋和构造筋） 2. 其他牌号为中、小型预应力混凝土钢筋（受力主筋）	1. 甲级用于预应力混凝土结构构件中 2. 乙级用于非预应力混凝土结构构件中

注：热轧钢筋若卸荷后不立即重新拉伸，而是保持一定时间后重新拉伸，钢筋的屈服强度、抗拉强度进一步提高，而塑性、韧性将会继续降低，这种现象称为冷拉时效。

钢筋工程识图与工程量计算

(3) 热处理钢筋 (表 1-3)。

表 1-3 热处理钢筋

概念	热处理钢筋将热轧的带肋钢筋 (中碳低合金钢) 经淬火和高温回火调制处理而成, 即以热处理状态交货, 成盘供应, 200m/盘
特点	热处理钢筋强度高, 用材省, 锚固性好, 预应力稳定
应用	主要用作预应力钢筋混凝土轨枕, 也可以用于预应力混凝土板、吊车梁等构件

(4) 碳素钢丝、刻痕钢丝和钢绞线 (表 1-4)。

表 1-4 碳素钢丝、刻痕钢丝和钢绞线

常见品种	预应力混凝土用钢丝	预应力混凝土用钢绞线
概念	按加工状态分为冷拉钢丝和消除应力钢丝两类 消除应力钢丝按松弛性能又分为低松弛钢丝 (WLR) 和普通松弛钢丝 (WNR) 两种 消除应力钢丝按外形分为光面钢丝 (P)、螺旋类钢丝 (H) 和刻痕钢丝三种	钢绞线是将碳素钢丝若干根, 经绞捻及消除内应力的热处理后制成
特点	有很高的强度, 柔性好	强度高, 柔性好, 与混凝土粘结性能好
应用	适用于大跨度屋架、薄腹梁、吊车梁等大型构件的预应力结构	主要用于大型屋架、薄腹梁、大跨度桥梁等大负荷的预应力混凝土结构

注: 预应力混凝土用钢丝分为碳素钢丝 (矫直回火钢丝, 代号 J)、冷拉钢丝 (代号 L) 及矫直回火刻痕钢丝 (代号 JK) 三种。

1.1.2 工程上常见钢筋标识

钢筋混凝土结构用钢主要品种有热轧钢筋、预应力混凝土用热处理钢筋、预应力混凝土用钢丝和钢绞线等。热轧钢筋是建筑工程中用量最大的钢材品种之一, 主要用于钢筋混凝土结构和预应力混凝土结构的配筋。目前我国常用的热轧钢筋品种、强度标准见表 1-5。

表 1-5 我国常用的热轧钢筋品种、强度标准

表面形状	牌 号	符号	公称直径 d (mm)	屈服强度标准值 f_{yk} (MPa)	极限抗拉强度标准值 f_{syk} (MPa)
光圆	HPB235	A	6~22	235	370
	HPB300	A	6~22	300	420
带肋	HRB335	B	6~50	335	455
	HRBF335	B ^F			
	HRB400	C	6~50	400	540
	HRBF400	C ^F			
	RRB400	C ^R			
	HRB500	D	6~50	500	630
HRBF500	D ^F				

注: 热轧带肋钢筋牌号中, HRB 属于普通热轧钢筋; HRBF 属于细晶颗粒热轧钢筋。另外, HRB400E 表示抗震热轧带肋钢筋。

热轧光圆钢筋强度较低, 与混凝土的粘结强度也较低, 主要用作板的受力钢筋、箍筋以及构造钢筋。热轧带肋钢筋与混凝土之间的握裹力大, 共同工作性较好, 其中的 HRB335 和 HRB400 级钢筋是钢筋混凝土用的主要受力钢筋。HRB400 又常称新 III 级钢, 是我国规范提倡使用的钢筋品种。

1.1.3 钢筋在结构中的作用

按钢筋在结构中的作用, 混凝土构件内的钢筋分为受力筋、箍筋、架立筋、分布筋与附加钢筋等。

(1) 受力筋是指承受拉应力、压应力的钢筋, 用于梁、板、柱等各种钢筋混凝土构件。梁板的受力筋还

分为直钢筋和弯起钢筋两种。

(2) 箍筋是指承受一部分斜拉应力,并固定受力筋的位置,多用于梁和柱内。

(3) 架立筋是指用于固定梁内箍筋位置,构成梁的钢筋骨架。

(4) 分布筋是指用于屋面板和楼板内,与板的受力筋垂直分布,将承受的重量均匀地传给受力筋,并起着固定受力筋的位置作用,以及能抵抗热胀冷缩所引起的温度变形。

(5) 附加钢筋是指因构件的几何形状或受力情况变化而增加的钢筋。

1.2 钢筋工程量计算依据

1.2.1 钢筋工程量计算依据

(1) 11G101 国家建设设计标准图集系列(主要依据):

11G101-1《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)》。

11G101-2《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)》。

11G101-3《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、筏形基础及桩基承台)》。

(2) GB 50010—2010《混凝土结构设计规范》(主要依据)。

(3) GB 50011—2010《建筑抗震设计规范》。

(4) JGJ 3—2010《高层技术混凝土结构技术规程》。

(5) GB/T 50105—2010《建筑结构制图标准》。

(6) GJD-101—1995《全国统一建筑工程预算工程量计算规则》。

(7) GB 50500—2013《建设工程工程量清单计价规范》。

(8) GB 5024—2002《混凝土结构施工质量验收规范》(2011年版)。

(9) 11G329-1《建筑物抗震构造详图(多层和高层钢筋混凝土房屋)》。

(10) 11G329-2《建筑物抗震构造详图(多层砌体房屋和底部框架砌体房屋)》。

(11) 11G329-3《建筑物抗震构造详图(单层工业厂房)》。

(12) 03G363《多层砖房钢筋混凝土构造柱抗震节点详图》。

1.2.2 钢筋工程量计算规则

1. 全国统一规则

GJD-101-1995《全国统一建筑工程预算工程量计算规则》规定,钢筋工程量按以下规则计算:

(1) 钢筋工程应区别现浇、预制构件、不同钢种和规格,分别按设计长度乘以单位重量,以吨计算。

(2) 计算钢筋工程量时,设计已规定搭接长度的,按规定搭接长度计算;设计未规定搭接长度的,已包括在钢筋的损耗率之内,不另计算搭接长度。钢筋电渣压力焊接、套筒挤压等接头以个计算。

(3) 先张法预应力钢筋,按构件外形尺寸计算长度,后张法预应力钢筋按设计图规定的预应力钢筋预留孔道长度,并区别不同锚具类型,分别按下列规定计算:

1) 低合金钢筋两端采用螺杆锚具时,预应力的钢筋按预留孔道长减 0.35m,螺杆另行计算。

2) 低合金钢筋一端采用墩头插片时,另一端螺杆锚具时,预应力钢筋长度按预留孔道长度计算,螺杆另行计算。

3) 低合金钢筋一端采用墩头插片,另一端采用帮条锚具时,预应力钢筋增加 0.15m,两端均采用帮条锚具时预应力钢筋共增加 0.3m 计算。

4) 低合金钢筋一端采用后张混凝土自锚时,预应力钢筋长度增加 0.35m 计算。

5) 低合金钢筋或钢绞线采用 JM、XM、QM 型锚具,孔道长度在 20m 以内时,预应力钢筋长度增加 1m;

孔道长度在 20m 以上时预应力钢筋长度增加 1.8m 计算。

6) 碳素钢丝采用锥形锚具, 孔道长在 20m 以内时, 预应力钢筋长度增加 1m; 孔道长度在 20m 以上时预应力钢筋长度增加 1.8m 计算。

7) 碳素钢丝两端采用镦粗头时, 预应力钢丝长度增加 0.35m 计算。

2. 清单规则

GB 50500—2013《建设工程工程量清单计价规范》规定:

(1) 现浇混凝土钢筋、钢筋网片、钢筋笼按设计图示钢筋(网)长度(面积)乘以单位理论质量计算。

(2) 先张法预应力钢筋按设计图示钢筋长度乘以单位理论质量计算。

(3) 后张法预应力钢筋、预应力钢丝、预应力钢绞线按设计图示钢筋(丝束、绞线)长度乘以单位理论质量计算:

1) 低合金钢筋两端均采用螺杆锚具时, 钢筋长度按孔道长度减 0.35m 计算, 螺杆另行计算。

2) 低合金钢筋一端采用镦头插片, 另一端采用螺杆锚具时, 钢筋长度按孔道长度计算, 螺杆另行计算。

3) 低合金钢筋一端采用镦头插片, 另一端采用帮条锚具时, 钢筋增加 0.15m 计算; 两端均采用帮条锚具时, 钢筋长度按孔道长度增加 0.3m 计算。

4) 低合金钢筋采用后张混凝土自锚时, 钢筋长度按孔道长度增加 0.35m 计算。

5) 低合金钢筋(钢绞线)采用 JM、XM、QM 型锚具, 孔道长度在 20m 以内时, 钢筋长度增加 1m 计算; 孔道长度 20m 以外时, 钢筋(钢绞线)长度按孔道长度增加 1.8m 计算。

6) 碳素钢丝采用锥形锚具, 孔道长度在 20m 以内时, 钢丝束长度按孔道长度增加 1m 计算; 孔道长在 20m 以外时, 钢丝束长度按孔道长度增加 1.8m 计算。

7) 碳素钢丝束采用镦头锚具时, 钢丝束长度按孔道长度增加 0.35m 计算。

(4) 支撑钢筋(铁马)按钢筋长度乘单位理论质量计算。

(5) 声测管按设计图示尺寸质量计算。

在计算钢筋用量时, 还要注意设计图纸未画出以及未明确表示的钢筋, 如楼板中双层钢筋的上部负弯矩钢筋的附加分布筋、满堂基础底板的双层钢筋在施工时支撑所用的马凳及钢筋砼墙施工时所用的拉筋等。这些都应按规范要求计算, 并入其钢筋用量中。

1.3 钢筋工程量计算原理

计算钢筋工程量的原理就是计算钢筋的重量和长度(图 1-1)。

1.3.1 钢筋的理论质量

单位工程的钢筋预算用量应包括图示用量及规定的损耗量两部分。图示用量(清单量)应等于钢筋混凝土工程中各种构件的图纸用量及其结构中的构造钢筋、连系钢筋等用量之和。各种结构及构件的钢筋由若干不同规格, 不同形状的单根钢筋组成, 因此单位工程的钢筋预算用量分别应按不同品种、规格分别计算及汇总。单位长度上钢筋的质量称钢筋的理论质量, 钢筋理论质量见表 1-6, 也可根据钢筋直径计算理论质量, 钢筋的容重可按 7850kg/m^3 计算。

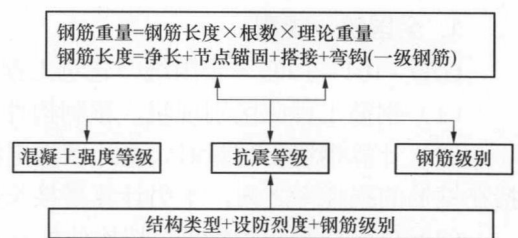


图 1-1 钢筋工程量计算原理

表 1-6 常见钢筋理论质量表

品 种	圆 钢 筋		螺 纹 钢 筋	
	直径 (mm)	截面 (cm ²)	质量 (kg/m)	截面 (cm ²)
4	0.126	0.099	—	—
5	0.196	0.154	—	—

续表

品 种	圆 钢 筋		螺 纹 钢 筋	
	直径 (mm)	截面 (cm ²)	质量 (kg/m)	截面 (cm ²)
6	0.283	0.222	—	—
6.5	0.332	0.260	—	—
8	0.503	0.395	0.503	0.395
10	0.785	0.617	0.785	0.617
12	1.131	0.888	1.131	0.888
14	1.539	1.208	1.539	1.208
16	2.011	1.587	2.011	1.587
18	2.545	1.998	2.545	1.998
20	3.142	2.466	3.142	2.466
22	3.800	2.984	3.800	2.984
25	4.909	3.850	4.909	3.850
28	6.158	4.830	6.158	4.830
30	7.069	5.550	7.069	5.550
32	8.043	6.310	8.043	6.310
40	12.566	9.865	12.566	9.865

1.3.2 钢筋混凝土保护层

在钢筋混凝土中,要有一定厚度的混凝土包住钢筋,以保护钢筋防腐蚀,加强钢筋与混凝土的粘结力。根据 GB 50010—2010《混凝土结构设计规范》规定,结构中最外层钢筋的混凝土保护层厚度(钢筋外边缘至混凝土表面的距离)应不小于钢筋的公称直径。GB 50010—2010《混凝土结构设计规范》适当调整了钢筋的保护厚度规定,明确结构以最外层钢筋计算钢筋混凝土的保护层厚度,一般环境下保护层厚度略有增加,恶劣环境下保护层厚度增加幅度很大,环境类别见表 1-7。从混凝土碳化和钢筋锈蚀的耐久性角度考虑,不再以纵向受力钢筋,而以最外层钢筋(包括箍筋、构造筋、钢筋网片等)计算保护层厚度,为简化计,按平面构件(板、墙、壳)和杆系构件(梁、柱、杆)两类确定保护层厚度;简化混凝土强度的影响,强度等级 C30 以上统一取值。当设计无具体要求时,保护层厚度应符合表 1-8 的要求。

表 1-7 混凝土耐久性设计的环境类别 GB 50010—2010《混凝土结构设计规范》

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直接接触的环境;寒冷和寒冷地区的冰冻线以下与无侵蚀性的水或土直接接触的环境
	b 干湿交替环境;水位频繁变动区环境;严寒和寒冷地区的露天环境;寒冷和寒冷地区冰冻线以上与无侵蚀性的水或土直接接触的环境
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
	b 盐渍土环境;受除冰盐作用环境;海岸环境
四	海洋环境
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 GB 50176—1993《民用建筑热工设计规范》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雾影响的环境;受除冰盐作用环境是指被除冰盐溶液喷射的环境以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。

表 1-8

钢筋的混凝土保护层最小厚度

(单位: mm)

环境等级		板 墙 壳	梁 柱
一		15	20
二	a	20	25
	b	25	35
三	a	30	40
	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. 设计使用年限为 100 年的混凝土结构, 一类环境中, 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, 有垫层时应从垫层顶面算起, 且不小于 40mm。参考《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)。

1.3.3 钢筋锚固长度

1. 受拉钢筋锚固长度

钢筋的锚固长度是指不同构件交接处彼此的钢筋相互锚入的长度。如梁与柱、圈梁与现浇板、主梁与次梁、梁与板等交接处, 钢筋均应相互锚入, 以增加结构的整体性。

施工图对钢筋的锚固长度有明确规定时应按图计算。如没有明确标出的, 按 GB 50010—2010《混凝土结构设计规范》规定执行。

规范规定钢筋基本锚固长度 l_{ab} 按下式计算:

$$l_{ab} = \alpha \frac{f_y}{f_t} d \quad (1-1)$$

式中 α ——钢筋的外形系数 (光面钢筋取 0.16, 带肋钢筋取 0.14);

f_y ——普通钢筋抗拉强度设计值;

f_t ——混凝土轴心抗拉强度设计值;

d ——钢筋直径。

普通结构受拉钢筋锚固长度, 根据 GB 50010—2010《混凝土结构设计规范》, 受拉钢筋的锚固长度 $l_a = \xi_a l_{ab}$, 修正系数 ξ_a 根据锚固条件取用。经修正的锚固长度不应小于 $0.6 l_{ab}$ 且不小于 200mm。

ξ_a 为锚固长度修正系数, 按下面规定取用, 当多于一项时, 可以连乘计算:

(1) 当 HRB335、HRB400 级钢筋直径大于 25mm 时, 其锚固长度应乘以修正系数 1.1。

(2) 当 HRB335、HRB400 级为环氧树脂涂层钢筋时, 其锚固长度应乘以修正系数 1.25。

(3) 施工过程中易受扰动的钢筋取 1.10; 锚固区保护层厚度为 $3d$ 时修正系数可取 0.80, 保护层厚度为 $5d$ 时修正系数可取 0.70, 中间按内插取值。

若不需要修正, 则 $\xi_a = 1$, $l_a = l_{ab}$ 。

受拉钢筋锚固长度 l_a 、抗震锚固长度 l_{aE} 计算具体如下:

受拉钢筋锚固长度 l_a 、抗震锚固长度 l_{aE}

$$(1) \text{ 非抗震} \quad l_a = \xi_a l_{ab} \quad (1-2)$$

$$(2) \text{ 抗震} \quad l_{aE} = \xi_{aE} l_a \quad (1-3)$$

式 (1-2)、式 (1-3) 中:

(1) l_a 不应小于 200mm。

(2) 锚固长度修正系数 ξ_a 按表 1-9 取用, 当多于一项时, 可以连乘计算, 但不应小于 0.6。

(3) ξ_{aE} 为抗震锚固长度修正系数, 对一、二级抗震等级取 1.15, 对三级抗震等级取 1.05, 对四级抗震

等级取 1.00。

(4) HPB300 级钢筋末端应做 180° 弯钩，弯后平直段长度不应小于 $3d$ ，但作受压钢筋时可不作弯钩。

(5) 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)；梁、柱等构件间距不应大于 $5d$ ，板、墙等构件间距不应大于 $10d$ ，且均不应大于 100mm (d 为锚固钢筋的最小直径)。

表 1-9 受拉钢筋锚固长度修正系数 ξ_a

锚固条件		ξ_a	备注
带肋钢筋的公称直径大于 25		1.10	—
环氧树脂涂层带肋钢筋		1.25	
施工过程中易受扰动的钢筋		1.10	
锚固区保护层厚度	$3d$	0.80	中间时按内插值 d 为锚固钢筋直径
	$5d$	0.70	

2. 纵向钢筋弯钩与机械锚固形式

纵向钢筋弯钩与机械锚固形式如图 1-2 所示。其中图 1-2 (a) 和图 1-2 (b) 为末端弯钩锚固，末端 90° 弯钩锚固直段长为 $12d$ ，末端 135° 弯钩锚固直段长为 $5d$ 。机械锚固的形式有：图 1-2 (c) 末端一侧贴焊锚筋；图 1-2 (d) 末端两侧贴焊锚筋；图 1-2 (e) 末端与锚板穿孔塞焊；图 1-2 (f) 末端带螺栓锚头等。

当纵向受拉普通钢筋末端采用钢筋弯钩或机械锚固措施时，包括弯钩或锚固端头在内的锚固长度（投影长度）可取为基本锚固长度 l_{ab} 的 0.6 倍。

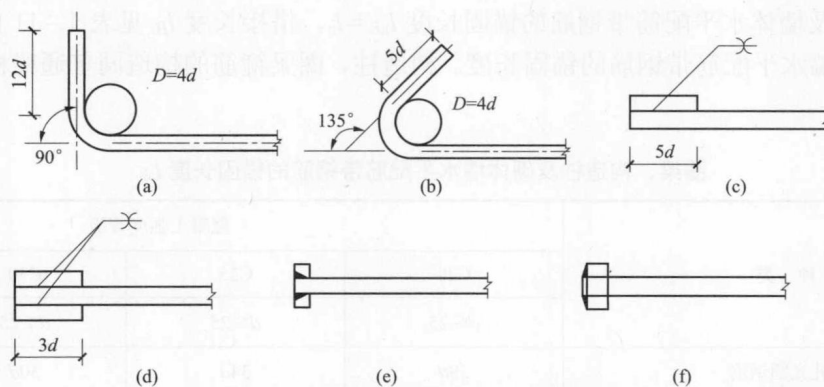


图 1-2 纵向钢筋弯钩和机械锚固

(a) 90° 弯钩；(b) 135° 弯钩；(c) 一侧贴焊锚筋；(d) 两侧贴焊锚筋；(e) 穿孔塞焊锚板；(f) 螺栓锚头

对于抗震结构，规范规定纵向受拉钢筋的抗震锚固长度 $l_{aE} = \xi_{aE} l_a$ ， ξ_{aE} 为抗震锚固长度修正系数，对一、二级抗震等级取 1.15，对三级抗震等级取 1.05，对四级抗震等级取 1.0。

由于 $l_{aE} = \xi_{aE} l_a$ ，而 $l_a = \xi_a l_{ab}$ ， $l_{abE} = \xi_{aE} l_{ab}$ ， $l_{aE} = \xi_a l_{abE}$ ；当 $\xi_a = 1$ 时，即若 ξ_a 不需要修正， $l_{aE} = l_{abE}$ 。现在已有按此公式计算好的表格供查用（参考国家标准图集 11G101-1），见表 1-10。

表 1-10

受拉钢筋的基本锚固长度 l_{ab} 、 l_{abE}

钢筋种类	抗震等级	混凝土强度等级								
		C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	≥C60
HPB300	一、二级 (l_{abE})	45d	39d	35d	32d	29d	28d	26d	25d	24d
	三级 (l_{abE})	41d	36d	32d	29d	26d	25d	24d	23d	22d
	四级 (l_{abE})	39d	34d	30d	28d	25d	24d	23d	22d	21d
	非抗震 (l_{ab})	39d	34d	30d	28d	25d	24d	23d	22d	21d

续表

钢筋种类	抗震等级	混凝土强度等级								
		C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	≥C60
HRB335 HRBF335	一、二级 (l_{abE})	44d	38d	33d	31d	29d	26d	25d	24d	24d
	三级 (l_{abE})	40d	35d	31d	28d	26d	24d	23d	22d	22d
	四级 (l_{abE})	38d	33d	29d	27d	25d	23d	22d	21d	21d
	非抗震 (l_{ab})									
HRB400 HRBF400 RRB400	一、二级 (l_{abE})	—	46d	40d	37d	33d	32d	31d	30d	29d
	三级 (l_{abE})	—	42d	37d	34d	30d	29d	28d	27d	26d
	四级 (l_{abE})	—	40d	35d	32d	29d	28d	27d	26d	25d
	非抗震 (l_{ab})									
HRB500 HRBF500	一、二级 (l_{abE})	—	55d	49d	45d	41d	39d	37d	36d	35d
	三级 (l_{abE})	—	50d	45d	41d	38d	36d	34d	33d	32d
	四级 (l_{abE})	—	48d	43d	39d	36d	34d	32d	31d	30d
	非抗震 (l_{ab})									

注: $l_{abE} = \xi_{abE} l_{ab}$, ξ_{abE} 为抗震锚固长度修正系数, 对一、二级抗震等级取 1.15, 对三级抗震等级取 1.05, 对四级抗震等级取 1.0。

3. 圈梁、构造柱钢筋抗震锚固长度

对于多层混合结构中圈梁、构造柱钢筋锚固长度应按 11G329《建筑抗震结构详图》和 03G363《多层砖房钢筋混凝土构造柱抗震节点详图》确定。根据 03G363《多层砖房钢筋混凝土构造柱抗震节点详图》规定, 构造柱、圈梁内纵筋及墙体水平配筋带钢筋的锚固长度 $l_{aE} = l_a$, 搭接长度 l_{lE} 见表 1-11 的注 3, 表 1-11 为圈梁、构造柱及砌体墙水平配筋带钢筋的锚固长度。构造柱、圈梁箍筋的构造同普通梁柱箍筋, 平直段长度为 $\text{Max}(10d, 75)$ 。

表 1-11

圈梁、构造柱及砌体墙水平配筋带钢筋的锚固长度 l_{ab}

钢筋种类	混凝土强度等级			
	C20	C25	C30	C35
	$d \leq 25$	$d \leq 25$	$d \leq 25$	$d \leq 25$
HPB300 热轧光圆钢筋	39d	34d	30d	28d
HRB335 热轧带肋钢筋	38d	33d	29d	27d
HRB400 热轧带肋钢筋	—	40d	35d	32d

注: 1. 表中 d 为受力钢筋的公称直径;

2. 在任何情况下, 受拉钢筋的锚固长度不应小于 200mm;

3. 构造柱纵筋可在同一截面搭接, 搭接长度 l_{lE} 可取 $1.2l_a$ 。

1.3.4 钢筋的连接

钢筋连接可采用绑扎搭接 (简称搭接)、机械连接或焊接。

1. 绑扎搭接

(1) 绑扎搭接一般规定。

1) 轴心受拉及小偏心受拉构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 25mm, 受压钢筋直径不宜大于 28mm。

2) 同一构件中相邻纵向受力钢筋的绑扎搭接接头宜相互错开。钢筋绑扎搭接接头连接区段的长度为 1.3

倍搭接长度 ($1.3l_l$)，凡搭接接头中点位于该连接区段长度内的搭接接头均属于同一连接区段，此区段纵向受力的受拉钢筋绑扎搭接接头见图 1-3。同一连接区段内纵向受力钢筋搭接接头面积百分率为该区段内有搭接接头的纵向受力钢筋与全部纵向受力钢筋截面面积的比值，当直径不同的钢筋搭接时，按直径较小的钢筋计算。

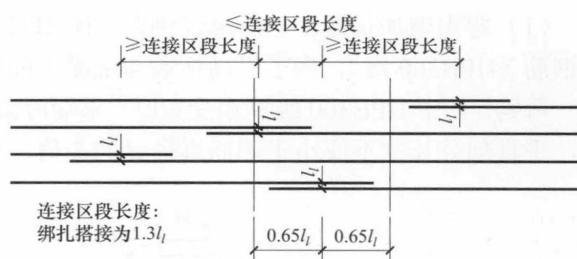


图 1-3 同一连接区段内纵向受力受拉钢筋绑扎搭接接头

3) 位于同一连接区段内的受拉钢筋搭接接头面积百分率：对梁类、板类及墙类构件，不宜大于 25%；对于柱类构件，不宜大于 50%。当工程中确有必要增大受拉钢筋搭接接头面积百分率时，对梁类构件，不宜大于 50%；对板、墙、柱及预制构件的拼接处，可根据实际情况放宽。

图 1-3 同一连接区段内纵向受力受拉钢筋绑扎搭接接头

(2) 纵向受压钢筋搭接长度计算详见表 1-12 纵向纵向受拉钢筋绑扎搭接长度 l_l 、 l_{lE} 。

表 1-12 纵向受拉钢筋绑扎搭接长度 l_l 、 l_{lE}

纵向受拉钢筋绑扎搭接长度 l_l 、 l_{lE}				备 注
抗震	非抗震			
$l_{lE} = \xi_l l_{lE}$	$l_l = \xi_l l_a$			1. 当直径不同的钢筋搭接时， l_l 、 l_{lE} 按直径较小的钢筋计算 2. 任何情况下不应小于 300mm 3. 式中 ξ_l 为纵向受拉钢筋搭接长度修正系数。当纵向钢筋搭接接头百分率为表中的中间值时，可按内插取值
纵向受拉钢筋搭接接头长度修正系数 ξ_l				
纵向钢筋搭接接头面积百分率 (%)	≤25	50	100	
ξ_l	1.2	1.4	1.6	

构件中的纵向受压钢筋采用搭接连接时，其受压搭接长度不应小于表 1-12 中计算纵向受拉钢筋搭接长度的 70%，且不应小于 200mm。当受压钢筋直径大于 25mm 时，尚应在搭接接头两个端面外 100mm 的范围内各设置两道箍筋。

(3) 机械连接和焊接接头。同一连接区段内纵向受拉钢筋机械连接、焊接接头要求，详见图 1-4，连接区段长度：机械连接为 $35d$ ；焊接为 $35d$ 且不小于 500mm， d 为连接钢筋较小直径。凡接头中点位于该连接区段长度内的机械连接接头均属于同一连接区段。位于同一连接区段内的纵向受拉钢筋接头面积百分率不宜大于 50%；纵向受压钢筋的接头百分率可不受限制。

(4) 梁柱类构件搭接区箍筋要求。对于梁柱类构件搭接区箍筋设置要求如图 1-5 所示，搭接区内箍筋直径不小于 $d/4$ (d 为搭接钢筋最大直径) 间距不应大于 100mm 及 $5d$ (d 为搭接钢筋最小直径)。当受压钢筋直径大于 25mm 时，尚应在搭接接头两个端面外 100mm 的范围内各设置两道箍筋。

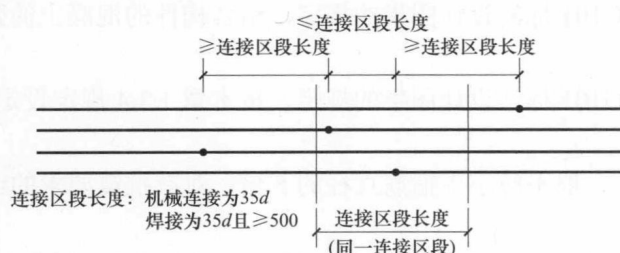


图 1-4 同一连接区段内纵向受拉钢筋机械连接、焊接接头

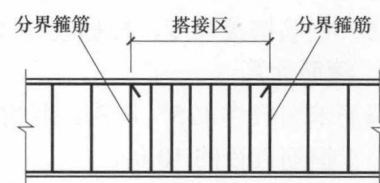


图 1-5 纵向受力钢筋搭接区箍筋构造

1.3.5 钢筋长度计算

1. 普通钢筋计算

$$\text{钢筋长度} = \text{构件尺寸} - \text{保护层厚度} + \text{增加长度} \quad (1-4)$$

式中 增加长度——弯钩增加长度、弯起钢筋增加长度、搭接和锚固等增加的长度。

(1) 弯钩增加长度。一般螺纹钢筋 (HRB335、HRB400 级)、焊接网片及焊接骨架可不必弯钩。对于光圆钢筋 (HPB300 级), 为了提高钢筋与混凝土的粘结力, 两端要弯钩。其弯钩形式有三种: 180°、135° 和 90° 弯钩。其中 HPB300 级钢筋受拉时, 末端应做 180° 弯钩, 其圆弧弯曲直径 D 不应小于钢筋直径 d 的 2.5 倍, 平直部分长度不应小于钢筋直径 d 的 3 倍, 但作为受压钢筋时可不弯钩, 如图 1-6 所示。

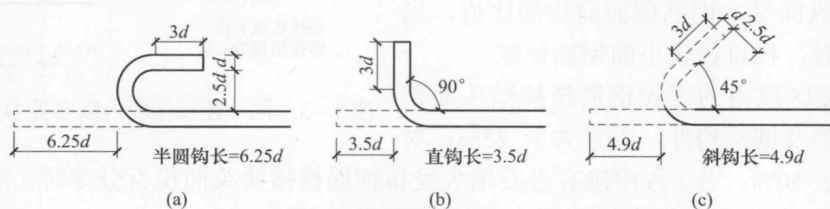


图 1-6 钢筋弯钩示意图

(a) 180° 半圆弯钩; (b) 90° 直弯钩图; (c) 135° 斜弯钩

图 1-6 中可看出: 180° 弯钩增加长度 6.25d; 90° 弯钩增加长度 3.5d; 135° 弯钩增加长度 4.9d。

当计算一级钢筋弯钩增加长度 (圆弧以外增加长度) 时, 一端为 180° 弯钩的直段增加长度 3d, 弯曲段增加长度 3.25d, 则一端 180° 弯钩的增加长度为 6.25d, 两端 180° 弯钩增加 12.5d。90° 弯钩直段长度 3d, 弯曲增加长度为 $(3.5d - 3d) = 0.5d$, 计算钢筋长度一端有 90° 弯钩时为直段长加上 3.5d, 两端都有 90° 弯钩时为直段长加 7d。135° 弯钩除了直段长度 3d 以外, 由于弯曲增加长度为 $(4.9d - 3d) = 1.9d$, 且 135° 弯钩常用于箍筋和拉筋, 其直段长度多为 10d (抗震) 或 5d (非抗震), 所以箍筋和拉筋 135° 弯钩增加长度加在一起为 11.9d (6.9d)。

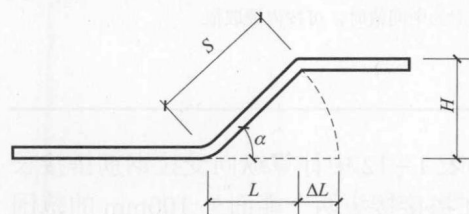


图 1-7 钢筋弯起增加长度

对其他级别钢筋进行 90° 弯折锚固时, 只计算弯折长度, 一般不考虑弯曲增加长度。

(2) 钢筋弯起增加长度。在钢筋混凝土梁中, 因受力需要有时将钢筋弯起, 其弯起角度一般有 30°、45° 和 60° 三种, 弯起增加长度是指斜长 S 与水平投影长度 L 之间的差值 (图 1-7), 即

$$\Delta L = S - L = \tan \frac{\alpha}{2} H$$

式中 H —— 弯起钢筋的高度, 等于构件截面高度减去两边保护层的厚度;

α —— 钢筋弯起角度。

当弯起角度为 30° 时, 增加长度为 0.268H; 当弯起角度为 45° 时, 增加长度为 0.414H; 当弯起角度为 60° 时, 增加长度为 0.573H。

(3) 钢筋保护层厚度根据设计的要求, 按本章 1.3.2 规定设定。

(4) 钢筋锚固长度, 根据设计或规范要求以及 11G101 标注设计图集的规定, 结合构件的混凝土的强度及构件的抗震等级按本章 1.3.3 规定设定。

(5) 钢筋搭接长度, 根据设计或规范要求以及 11G101 标注设计图集的规定, 按本章 1.3.4 规定设定。

2. 箍筋计算

箍筋末端应作 135° 弯钩, 弯钩平直部分的长度, 一般不应小于箍筋直径的 5 倍; 对有抗震要求的结构不应小于箍筋直径的 10 倍。

(1) 长度计算。矩形梁、柱的箍筋长度应按图纸规定计算。无规定时, 下面给出 135° 矩形箍筋常见的四种计算方法:

1) 按外边线长度计算 (忽略 4 个 90° 弯钩增加长度 $4 \times 0.5 = 2d$):

当平直部分为 5d 时
$$\text{箍筋长度} = (b+h) \times 2 - 8c + 6.9d \times 2 \tag{1-5}$$

当平直部分为 10d 时
$$\text{箍筋长度} = (b+h) \times 2 - 8c + 1.9d \times 2 + \text{Max}(10d, 75\text{mm}) \times 2 \tag{1-6}$$

式中 $\text{Max}(10d, 75\text{mm})$ —— 按标准图集 11G101-1 规定取值;

$b、h$ —— 构件截面尺寸;

c ——保护层厚度;

d ——箍筋直径。

2) 按中心线长度计算 (忽略4个 90° 弯钩增加长度 $4 \times 0.5 = 2d$):

$$\text{当平直部分为 } 5d \text{ 时} \quad \text{箍筋长度} = (b+h) \times 2 - 8c - 4d + 6.9d \times 2 \quad (1-7)$$

$$\text{当平直部分为 } 10d \text{ 时} \quad \text{箍筋长度} = (b+h) \times 2 - 8c - 4d + 1.9d \times 2 + \text{Max}(10d, 75\text{mm}) \times 2 \quad (1-8)$$

3) 按中心线长度计算 (考虑4个 90° 弯钩增加长度 $4 \times 0.5 = 2d$):

$$\text{当平直部分为 } 5d \text{ 时} \quad \text{箍筋长度} = (b+h) \times 2 - 8c - 2d + 6.9d \times 2 \quad (1-9)$$

$$\text{当平直部分为 } 10d \text{ 时} \quad \text{箍筋长度} = (b+h) \times 2 - 8c - 2d + 1.9d \times 2 + \text{Max}(10d, 75\text{mm}) \times 2 \quad (1-10)$$

4) 按外边线长度计算 (考虑4个 90° 弯钩增加长度 $4 \times 0.5 = 2d$):

$$\text{当平直部分为 } 5d \text{ 时} \quad \text{箍筋长度} = (b+h) \times 2 - 8c + 2d + 6.9d \times 2 \quad (1-11)$$

$$\text{当平直部分为 } 10d \text{ 时} \quad \text{箍筋长度} = (b+h) \times 2 - 8c + 2d + 1.9d \times 2 + \text{Max}(10d, 75\text{mm}) \times 2 \quad (1-12)$$

(2) 根数计算。箍筋 (或其他分布钢筋) 的根数, 应按下式计算:

$$\text{箍筋根数} = (\text{箍筋分布长度}) / \text{箍筋间距} + 1 \quad (1-13)$$

注: 式中在计算根数时向上取整加1, 箍筋分布长度一般为构件长度减去两端保护层厚度。

抗震结构中, 框架梁箍筋在支座边1.5倍 (二~四级抗震等级) 或2倍 (一级抗震等级) 梁高范围内加密 (图1-8), 从支座边50mm处开始布筋, 主梁上有次梁通过的区域梁箍筋照常设置。抗震框架梁中箍筋根数计算方法如下:

$$\text{加密区箍筋根数} = (\text{加密区长度} - 50) / \text{加密区箍筋间距} + 1 \quad (1-14)$$

$$\text{非加密区箍筋根数} = \text{非加密区长度} / \text{非加密区箍筋间距} - 1 \quad (1-15)$$

注: (加密区长度 - 50) / 加密区箍筋间距、非加密区长度 / 非加密区箍筋间距, 得数向上取整。

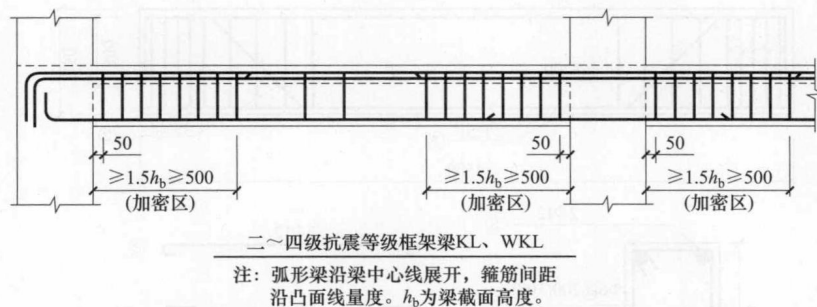


图1-8 规范规定的框架梁箍筋加密区范围 (二~四级抗震等级)

3. 拉筋计算

当梁宽 $\leq 350\text{mm}$ 时, 拉筋直径为6mm; 梁宽 $> 350\text{mm}$ 时, 拉筋直径为8mm。拉筋间距为非加密区箍筋间距的2倍。当设有多排拉筋时, 上下两排拉筋竖向错开布置, 其弯钩构造见图1-9。

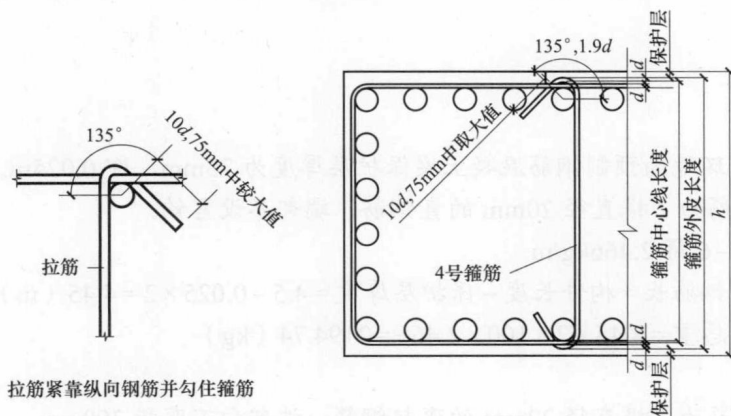


图1-9 拉筋弯钩构造