

11G101新平法图集解析及案例分析 ——钢筋翻样与算量(梁、板、楼梯)

曹留峰 吴志红 主编

中国建筑工业出版社

11G101 新平法图集解析及 案例分析——钢筋翻样与算量

(梁、板、楼梯)

曹留峰 吴志红 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

11G101 新平法图集解析及案例分析——钢筋翻样
与算量 (梁、板、楼梯)/曹留峰, 吴志红主编. —北京:
中国建筑工业出版社, 2015. 8
ISBN 978-7-112-18069-1

I. ①1… II. ①曹… ②吴… III. ①建筑工程-钢
筋-工程施工 ②钢筋混凝土结构-结构计算 IV. ①TU
755.3 ②TU375.01

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 084401 号

本书以《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)》和《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)》为依据, 以实际工程为案例, 对各种梁、板和楼梯等构件的钢筋工程量的计算提供了手把手的指导。本书内容实际, 可操作性强, 适用于工程造价专业的工程技术人员学习参考, 也可供高等职业院校相关专业师生参考使用。

责任编辑: 张伯熙 万 李 杨 杰

责任设计: 张 虹

责任校对: 张 颖 党 蕾

11G101 新平法图集解析及案例分析——钢筋翻样与算量
(梁、板、楼梯)

曹留峰 吴志红 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

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

北京君升印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 7¼ 字数: 176 千字

2016 年 2 月第一版 2016 年 2 月第一次印刷

定价: 25.00 元

ISBN 978-7-112-18069-1

(27304)

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

本书在讲解新规范、新平法图集变化的基础上，以 11G101-1~3 系列图集为依据，以实际工程案例讲述了各种梁（含基础梁）、板、楼梯等构件的钢筋工程量的计算。通过工程实例，讲解了广联达钢筋算量 GGJ 2013 的具体应用，有助于读者深入理解钢筋工程量的计算思路和方法。

本书在编写过程中，参考了有关书籍、标准、规范、图片及相关网络资源，在此谨向这些文献的作者表示诚挚的谢意，同时也得到了出版社和编者所在单位领导及同事的指导和帮助，在此一并表示感谢。

本书适用于高等职业院校、高等专科学校建筑工程技术、工程造价、工程管理等专业的学生使用，也可作为岗位培训教材或供土建工程技术人员学习参考。

由于作者水平所限以及对新图集和新规范的理解不同，依据新规范和新图集的钢筋工程量计算难免不够准确，书中如有错误或疏漏之处，恳请使用本书的教师和广大读者批评指正。

目 录

第1章 11G101 新平法图集背景介绍	1
1.1 11G101 新平法图集产生的背景	1
1.2 新平法图集基本概况	1
1.2.1 新旧平法图集编制依据	1
1.2.2 新旧平法图集发布时间	2
第2章 新规范、新平法变化解析	3
2.1 材料变化	3
2.1.1 混凝土强度等级逐步提升	3
2.1.2 钢筋类型变化	3
2.2 基本构造变化	5
2.2.1 保护层厚度	5
2.2.2 受拉钢筋锚固变化	7
第3章 钢筋翻样基础知识	11
3.1 基本概念	11
3.1.1 钢筋翻样	11
3.1.2 钢筋下料	11
3.1.3 钢筋预算	12
3.1.4 钢筋预算与钢筋翻样的区别	12
3.2 钢筋弯曲调整值	12
3.2.1 钢筋弯曲调整值概念	12
3.2.2 钢筋标注长度和下料长度	13
3.2.3 钢筋弯曲内径的取值	14
3.2.4 钢筋弯曲调整值推导	14
3.3 弯钩长度计算	16
3.3.1 箍筋下料长度计算	16
3.3.2 180°弯钩长度推导	17
第4章 梁钢筋解析	18
4.1 概述	18
4.1.1 梁平法钢筋知识	18
4.1.2 习题	19
4.2 楼层框架梁(KL)钢筋	19
4.2.1 楼层框架梁钢筋计算解析	19
4.2.2 楼层框架梁钢筋计算实例	23
4.2.3 习题	26
4.3 屋面框架梁(WKL)钢筋	26

4.3.1	屋面框架梁钢筋计算解析	26
4.3.2	屋面框架梁钢筋计算实例	28
4.3.3	习题	29
4.4	纯悬挑梁(XL)及各类梁的悬挑段钢筋	30
4.4.1	纯悬挑梁钢筋计算解析	30
4.4.2	各类框架梁延伸悬挑端钢筋计算解析	30
4.4.3	悬挑梁钢筋计算实例	30
4.4.4	习题	34
4.5	非框架梁(L)与井字梁钢筋	34
4.5.1	非框架梁钢筋计算解析	34
4.5.2	井字梁钢筋计算解析	34
4.5.3	非框架梁钢筋计算实例	35
4.5.4	习题	36
4.6	框支梁(KZL)钢筋	36
4.6.1	框支梁钢筋计算解析	36
4.6.2	框支梁钢筋计算实例	37
4.7	各种基础梁钢筋	38
4.7.1	基础梁(JL)钢筋计算解析	38
4.7.2	基础次梁(JCL)钢筋计算解析	41
第5章	板钢筋	43
5.1	概述	43
5.2	有梁楼盖板钢筋	44
5.2.1	有梁楼盖板钢筋计算解析	44
5.2.2	有梁楼盖板钢筋计算实例	47
5.2.3	习题	49
5.3	板带钢筋与楼板相关构造钢筋	49
5.3.1	板带钢筋计算解析	49
5.3.2	楼板相关构造钢筋计算解析	52
第6章	楼梯	53
6.1	概述	53
6.2	AT型板式楼梯梯板段钢筋计算解析	56
第7章	广联达钢筋算量软件应用	60
7.1	广联达钢筋算量软件介绍	60
7.1.1	行业现状	60
7.1.2	软件作用	60
7.1.3	软件计算依据	60
7.2	案例工程应用	60
7.2.1	新建工程	60
7.2.2	新建楼层	62
7.2.3	新建轴网	63
7.2.4	绘制基础层构件	66
7.2.5	绘制首层梁构件	70

7.2.6	绘制首层板构件	72
7.2.7	绘制2层构件	73
7.2.8	汇总计算	74
7.3	疑难解析及应用技巧	97
7.3.1	马凳筋	97
7.3.2	拉筋	98
7.3.3	洞口加筋	99
7.3.4	钢筋算量常见问题汇总	99
附图：某钢筋翻样实训室施工图		106
参考文献		110

第 1 章 11G101 新平法图集背景介绍

1.1 11G101 新平法图集产生的背景

随着我国固定资产投资额的不断增长,我国在基础设施、房地产投资与建设方面已经成为名副其实的大国,拉动了我国经济规模的日趋壮大,但也由此带来了不少问题。比如大量能源与资源的消耗、工程从设计到施工到验收等环节中各种不符合规范的现象接连发生,导致了环境恶化、能源浪费、安全事故频发。因此,为了在混凝土设计中贯彻执行国家的技术经济政策,在安全、适用、经济的同时保证质量,国家重新修订混凝土结构设计规范,2011年7月1日正式颁布执行《混凝土结构设计规范》GB 50010—2010。同时,2010年12月1日起实施《建筑抗震设计规范》GB 50011—2010,2011年10月1日起实施《高层混凝土结构技术规程》JGJ 3—2010。

由于这一系列新规范中补充了结构方案、抗震设计,修改了保护层等有关规定,故11G系列平法图集根据新规范进行了大量调整,从而取代了03G系列平法图集。使得从建筑设计到预算、招标投标、施工等环节更好地做到了有规范可依,更好地和国际接轨,保证我国大规模的投资能够真正改善民生,对于GDP的发展起到强有力的推动作用。

新的平法标准图集的编制,与新规范的编制和发布有关,因为一切标准设计都必须执行当前有关规范规定。

新规范的编制,贯彻落实了“四节一环保”、节能减排与可持续发展的基本国策。新规范的修订,贯彻了“补充、完善、提高、不作大的改动”的原则,补充了既有结构改造设计与结构防连续倒塌的原则等内容,将规范从以构件设计为主适当扩展到整体结构的设计要求。

新规范完善了耐久性设计内容,适当提高结构设计耐久性,适应可持续发展的要求。目前结构耐久性设计只能采用经验方法解决。根据调研及我国国情,新规范规定了混凝土使用环境类别的七条基本内容。设计者可根据实际条件选择。

1.2 新平法图集基本概况

1.2.1 新旧平法图集编制依据

鉴于工程专家对汶川、玉树大地震倒塌建筑物的研究成果,以及我国近期钢材质量的提高和国力提高的情况,国家颁发了三大规范,并相继实施:

- (1)《混凝土结构设计规范》GB 50010—2010(2011年7月1日实施);
- (2)《建筑抗震设计规范》GB 50011—2010(2010年12月1日实施);

(3)《高层混凝土结构技术规程》JGJ3—2010(2011年10月1日实施)。

对应颁发实施上述三大规范的情况,住房城乡建设部明确已从2011年9月1日起废止03G系列平法图集(6本),由11G系列平法图集(3本)所替代。

替代情况:

(1)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)》替代原03G101-1和04G101-4两本。

(2)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)》替代原03G101-2。

(3)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)》替代原04G101-3、08G101-5、06G101-6三本。

1.2.2 新旧平法图集发布时间

1. 11G101

住房城乡建设部建质[2011]110号通知,2011年9月1日正式实施。

2. 03G101

中华人民共和国建设部建质[2003]17号通知,2003年2月15日正式实施,2011年9月1日废止。

第2章 新规范、新平法变化解析

2.1 材料变化

钢筋和混凝土都是大量消耗资源和能源的材料，持续的大规模基建已难以为继；《混凝土结构设计规范》GB 50010—2010 坚持“四节一环保”的可持续发展国策，混凝土结构必须走高效节材的道路。

2.1.1 混凝土强度等级逐步提升

混凝土强度等级逐步提升至 C60，强度的优化选择：经济性（强度价格比）随强度递增；淘汰低强度混凝土。

《混凝土结构设计规范》GB 50010—2010 对不同情况的混凝土强度要求有明确的条文：

4.1.1 混凝土强度等级应按立方体抗压强度标准值确定。立方体抗压强度标准值系指按标准方法制作、养护的边长为 150mm 的立方体试件，在 28d 或设计规定龄期以标准试验方法测得的具有 95% 保证率的抗压强度值。

4.1.2 素混凝土结构的混凝土强度等级不应低于 C15；钢筋混凝土结构的混凝土强度等级不应低于 C20；采用强度等级 400MPa 及以上的钢筋时，混凝土强度等级不应低于 C25。

预应力混凝土结构的混凝土强度等级不宜低于 C40，且不应低于 C30。

承受重复荷载的钢筋混凝土构件，混凝土强度等级不应低于 C30。

解读：相比旧规范，这里提高了部分情况下的最低混凝土强度等级，以适应钢筋强度等级的提高，并可提高结构安全性。

2.1.2 钢筋类型变化

钢筋向高强、高性能趋势发展，应用高强、高性能钢筋，根据受力性能选择适当的牌号钢筋。选择月牙肋钢筋及光圆钢筋作为普通受力钢筋。选择螺旋肋钢丝、光圆钢丝、钢绞线以及螺纹钢筋作为承载预应力的受力钢筋。混凝土结构中的钢筋应按下列规定选用：

(1) 纵向受力普通钢筋宜采用 HRB400、HRB500、HRBF400、HRBF500 钢筋，也可使用 HPB300、HRB335、HRBF335、RRB400 钢筋。

(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，也可

采用 HRB335、HRBF335 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。

解读：这一变化将对今后的结构设计、建筑工程量计算、工程施工等产生很大影响。主要体现在以下方面：

(1) 钢筋级别梯次变化，对建筑材料生产产生影响；

(2) 将对各地标准定额的使用产生影响；

(3) 钢筋级别的表示符号变化，将给所有以设计图纸为媒介的工程师带来影响，需要重新记忆、学习和识别；

(4) 钢筋级别的变化，将对钢筋的锚固长度的计算产生影响。

从表 2-1 中可知：取消 235 热轧光圆钢筋，新增 335MPa 级热轧光圆钢筋，替代原有 235MPa 级光圆钢筋；新增了屈服强度为 500 的钢筋类型。在实际工程中需要按照新的钢筋类型分别统计对应的钢筋总量。

11G101 与 03G101 钢筋类型对比

表 2-1

11G101	03G101
钢筋种类	钢筋种类
HPB300、HRB335、HRBF335 HRB400、HRBF400、RRB400 HRB500、HRBF500	HPB235 普通钢筋 HRB335 普通钢筋、环氧树脂涂层钢筋 HRB400、RRB400 普通钢筋、环氧树脂涂层钢筋

新规范的修订根据“四节一环保”的要求，提倡应用高强、高性能的钢筋。根据混凝土构件对受力的性能要求，规定了各种牌号钢筋的选用原则。

增加强度为 500MPa 级的热轧钢筋；推广 400MPa、500MPa 级高强热轧带肋钢筋作为纵向受力的主导钢筋；限制并准备逐步淘汰 335MPa 级热轧带肋钢筋的应用；用 335MPa 级光圆钢筋取代 235MPa 级光圆钢筋。在规范的过渡期及对既有结构进行设计时，235MPa 级光圆钢筋的设计值仍按原规范取值。

推广具有较好的延性、可焊性、机械连接性能及施工适应性的 HRB 系列普通热轧带肋钢筋。列入采用控温轧制工艺生产的 HRBF 系列细晶粒带肋钢筋。

RRB 系列余热处理钢筋由轧制钢筋经高温淬水，余热处理后提高强度，其延性、可焊性、机械连接性能及施工适应性降低，一般可用于对变形性能及加工性能要求不高的构件中，如基础、大体积混凝土、楼板、墙体以及次要的中小结构构件等。

箍筋用于抗剪、抗扭及抗冲切设计时，其抗拉强度设计值受到限制，不宜采用强度高于 400MPa 级的钢筋。当用于约束混凝土的间接配筋（如连续螺旋配箍或封闭焊接箍）时，其高强度可以得到充分发挥，采用 500MPa 级钢筋具有一定的经济效益。

由上可见，新规范淘汰了 235MPa 级低强钢筋（即俗话说“一级钢筋”），增加 500MPa 级高强钢筋，并明确将 400MPa 级钢筋作为主力钢筋，提倡应用 500MPa 级钢筋，逐步淘汰 335 级钢筋（即俗话说“二级钢筋”）。这不但影响了建筑设计和施工，而且将带来我国钢铁产业生产结构的调整。

2.2 基本构造变化

2.2.1 保护层厚度

1. 定义

03G101 中保护层是指“受力钢筋外皮（主筋外皮）至混凝土表面的距离”；11G101 中保护层是指“最外层钢筋的外皮（箍筋外皮）至混凝土表面的距离，不再是主筋外缘起算”。保护层厚度是以混凝土强度等级大于 C25 为基准编制的，当强度等级不大于 C25 时，厚度增加 5mm。

2. 区别

03G101 规范：梁和柱保护层是分开的、不同的，并且在相同的混凝土级配下柱保护层大于梁，梁纵筋弯折在柱纵筋的内侧，现在将梁柱归在一起，将墙和板归在一起，详见表 2-2、表 2-3。

11G101 中的混凝土保护层厚度

表 2-2

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

03G101 中的混凝土保护层厚度

表 2-3

受力钢筋的混凝土保护层最小厚度(mm)

环境类别	墙			梁			柱		
	≤C20	C20~C45	≥C50	≤C20	C20~C45	≥C50	≤C20	C20~C45	≥C50
一	20	15	15	30	25	25	30	30	30
二	a	—	20	—	30	30	—	30	30
	b	—	25	20	—	35	30	—	35
三	—	30	25	—	40	35	—	40	35

3. 变化原因

根据对混凝土结构耐久性的分析，并参考《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476—2008，从混凝土的碳化、脱钝和钢筋锈蚀的耐久性角度考虑，不再以纵向受力筋的外缘，而以最外层钢筋（包括箍筋、构造筋、分布筋）的外缘计算混凝土保护层厚度。

4. 对钢筋量的影响

规范中规定的各构件保护层厚度比原规范实际厚度有所加大；对于柱、梁的箍筋大小计算有一定影响。

图 2-1 为 1 号、2 号箍筋长度计算示意图，1 号箍筋 B 边长度、2 号箍筋总长度按 11G101 与 03G101 计算如下。

(1) 2号B边长度

新算法： $= (B - 2 \times \text{保护层厚度 } bh_c - 2 \times \text{箍筋直径 } d - \text{角筋直径 } D) / 3 + \text{纵筋直径 } D + 2 \times \text{箍筋直径 } d$

旧算法： $= (B - 2 \times \text{保护层厚度 } bh_c - \text{角筋直径 } D) / 3 + \text{纵筋直径 } D$

(2) 1号箍筋总长

新算法： $= (B - 2 \times \text{保护层厚度 } bh_c) \times 2 + (H - 2 \times \text{保护层厚度 } bh_c) \times 2 + 2 \times 1.9d + 2 \times \max(10 \times d, 75)$

旧算法： $= (B - 2 \times \text{保护层厚度 } bh_c + 2 \times \text{箍筋直径 } d) \times 2 + (H - 2 \times \text{保护层厚度 } bh_c + 2 \times \text{箍筋直径 } d) \times 2 + 2 \times 1.9d + 2 \times \max(10d, 75)$

1号箍筋新算法与旧算法相差8个箍筋直径 d 。

5. 钢筋翻样中如何进行保护层厚度的计算

在具体工程的施工和预算中，除了要关注上述表2-2中的混凝土保护层最小厚度的数值以外，还必须注意，新的规定是以最外层钢筋（包括箍筋、构造钢筋、分布筋等）的外缘计算混凝土保护层厚度的。这对于混凝土板来说没有问题。例如，对于现浇楼板下部钢筋而言，受力钢筋都是布置在最下面的，而分布筋则布置在受力钢筋的上面；对于现浇楼板上部钢筋，受力钢筋都是布置在最上面的，而分布筋则布置在受力钢筋的下面。这样，新规范“以最外层钢筋的外缘计算混凝土保护层厚度”的规定与旧规范“以纵向受力钢筋的外缘计算混凝土保护层厚度”的规定没有矛盾。

对于剪力墙来说也没有问题。剪力墙身的水平分布筋就是布置在墙身的最外层，所以新规范“以最外层钢筋的外缘计算混凝土保护层厚度”的规定与旧规范“以纵向受力钢筋的外缘计算混凝土保护层厚度”的规定也没有矛盾。

不过，对于墙、板，按“混凝土保护层的最小厚度 c ”来计算剪力墙水平分布筋和楼板上下纵筋保护层的时候，不要忘记验算这个保护层厚度是否不小于剪力墙水平分布筋和楼板上下纵筋的公称直径。

但是，对于现浇混凝土梁、柱构件就有很大差别了。旧规范是以梁、柱的纵向受力钢筋外缘来计算混凝土保护层厚度的，而新规范是以梁、柱的箍筋外缘来计算混凝土保护层厚度的。在具体工程的施工和预算中，一定要注意这一点。这必将影响现在对于梁、柱箍筋尺寸的计算。

有的人可能会这样认为：现在计算箍筋尺寸比以前简单多了，只要把梁、柱的混凝土外围尺寸减去保护层厚度，不就得到箍筋的外围尺寸了。事情果真如此吗？不要忘记了，新规范和新图集还有下面的规定，那就是：

“构件受力钢筋的保护层不应小于钢筋的公称直径 d ”。

因此，在执行按“结构最外层钢筋计算钢筋的混凝土保护层厚度”的同时，仍要注意

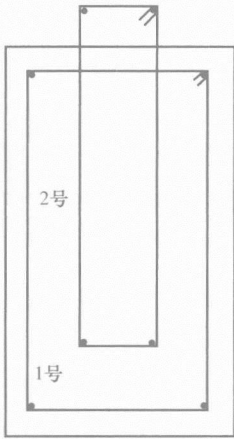


图2-1 1号、2号箍筋长度计算示意图

检验各种构件受力钢筋的保护层是否满足大于等于钢筋直径 d 的要求。

当在应用 03G101-1 图集来计算箍筋的时候——当时的规范是以纵向受力钢筋外缘来计算混凝土保护层厚度的——首先把梁、柱的混凝土外围尺寸减去保护层厚度，得到了箍筋的内皮尺寸；但同时，还要再加上箍筋的直径，得到箍筋的外围尺寸——从而验算梁、柱箍筋的保护层是否满足最小保护层“ $\geq 15\text{mm}$ ”的要求。

根据这个思路，现在梁、柱箍筋尺寸的计算也需要分两步走：

第一步，查“混凝土保护层的最小厚度”表，得到梁、柱箍筋保护层厚度；

第二步，再加上箍筋的直径，得到梁、柱纵筋保护层厚度，从而可以验算梁、柱受力纵筋的保护层厚度是否满足“ \geq 钢筋公称直径 d ”的要求。

从以往的实践可以知道，目前国内关于“箍筋长度计算”的算法真是五花八门、不可胜数。本书里也不准备“统一”箍筋的计算方法。既然以前是五花八门，以后继续让它百花齐放好了。这里只是在探讨一个问题，即在新条件下尽量应用原有的箍筋计算方法。从前面关于箍筋计算“两步走”的第二步结果来看，已经得到“梁、柱纵筋保护层厚度”，这也就是过去箍筋计算的条件，因此，原有的箍筋计算方法也就可以继续运用的。

2.2.2 受拉钢筋锚固变化

我国钢筋强度不断提高，结构形式的多样性也使锚固条件有了很大的变化，根据近年来系统试验研究及可靠度分析的结构并参考国外标准，规范给出了以简单计算确定受拉钢筋锚固长度的方法。其中，基本锚固长度 l_{ab} 取决于钢筋强度 f_y 及混凝土抗拉强度 f_t ，并与锚固钢筋直径及外形有关。

《混凝土结构设计规范》GB 50010—2010 对锚固长度的计算规定如下：

基本锚固长度应按下列公式计算：

普通钢筋：
$$l_{ab} = a \frac{f_y}{f_t} d$$

预应力钢筋：
$$l_{ab} = a \frac{f_{py}}{f_t} d$$

式中 l_{ab} ——受拉钢筋的基本锚固长度；

f_y 、 f_{py} ——普通钢筋、预应力钢筋的抗拉强度设计值；

f_t ——混凝土轴心抗拉强度设计值，当混凝土强度等级高于 C60 时，按 C60 取值；

d ——锚固钢筋的直径；

a ——锚固钢筋的外形系数，按表 2-4 取用。

锚固钢筋的外形系数

表 2-4

钢筋类型	光圆钢筋	带肋钢筋	螺旋肋钢丝	三股钢绞线	七股钢绞线
α	0.16	0.14	0.13	0.16	0.17

注：光圆钢筋末端应做 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。

设计锚固长度为基本锚固长度乘锚固长度修正系数 ζ_a 的数值，以反映锚固条件的影响：

$$l_a = \zeta_a \times l_{ab}$$

其中，锚固长度修正系数 ζ_a 按表 2-5 考虑：

受拉钢筋锚固长度修正系数 ζ_a

表 2-5

锚固条件		ζ_n	
带肋钢筋的公称直径大于 25mm		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	注:中间时按内插值。 d 为锚固钢筋直径
	5d	0.70	

在按新规范设计的工程中,钢筋锚固值的计算公式相对简单了,但是要考虑的各种情况复杂了,除了上面提到的各种参数影响外,在任何情况下受拉钢筋的锚固长度不能小于最低限度(最小锚固长度),其数值不应小于 $0.6l_{ab}$ 及 200mm。在工程造价中,钢筋的基本锚固可以直接在 11G101 系列图集中查询,如表 2-6 所示。

相关分析:

(1)《混凝土结构设计规范》GB 50010—2010 第 8.3 小节中规定,在任何情况下受拉钢筋的锚固长度不能小于最低限度(最小锚固长度),其数值不应小于 $0.6l_{ab}$ 及 200mm。

(2)为反映粗直径带肋钢筋相对肋高减小对锚固作用降低的影响,直径大于 25mm 的粗直径带肋钢筋的锚固长度应适当加大,乘以修正系数 1.1。

(3)为反映环氧树脂涂层钢筋表面光滑对锚固的不利影响,其锚固长度应取系数 1.25,这是通过实验以及国外一些标准确定的。

(4)抗震锚固长度=非抗震锚固长度×抗震系数(一、二级抗震等级为 1.15,三级抗震等级为 1.05,四级抗震等级为 1.0)。

新规范中同时出现了锚固和基本锚固两个概念,对于不同的受力位置所采用的锚固类型不同,增加了计算难度,同时旧规范已经不能满足要求。

11G101 中钢筋的锚固长度

表 2-6

		受拉钢筋基本锚固长度 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}) 非抗震(l_{ab})	39d	34d	30d	28d	25d	24d	23d	22d	21d
HPB335 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}) 非抗震(l_{ab})	38d	33d	29d	27d	25d	23d	22d	21d	21d
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}) 非抗震(l_{ab})	—	40d	35d	32d	29d	28d	27d	26d	25d

		受拉钢筋基本锚固长度 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
HPB500 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}) 非抗震 (l_{ab})	—	48d	43d	39d	36d	34d	32d	31d	30d

		受拉钢筋锚固长度 l_a 、抗震锚固长度 l_{aE}	
非抗震	抗震	注:	
$l_a = \zeta_a l_{ab}$	$l_{aE} = \zeta_{aE} l_a$	1. l_a 不应小于 200mm。 2. 锚固长度修正系数 ζ_a 按表 2-5 取用,当多于一项时,可按连乘计算,但不应小于 0.6。 3. ζ_{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	

注:1. NP8300 级钢筋末端应做 180°弯钩,弯后平直段长度不应小于 3d,但非受压钢筋时可不作弯钩。

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,且均不应大于 100mm (d 为锚固钢筋的最小直径)。

受拉钢筋基本锚固长度 l_{ab} 、 l_{abE} ——与原来相比多一个“b”和“基本”。

从表 2-6 中可以看出,每一种钢筋的三行数据都有一定的关系,如:

45/39、39/34、44/38、38/33……都约等于 1.15

41/39、36/34、40/38、35/33……都约等于 1.05

也就是说, l_{abE} 和 l_{ab} 满足下面的关系:

$$l_{abE} = \zeta_{aE} l_{ab}$$

ζ_{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。

关于 ζ_a 的取值见表 2-5。

表 2-5 给出的基本锚固长度 l_{ab} 或 l_{abE} 一般用于弯锚的直段长度,而直锚长度使用 l_a 或 l_{aE} 。从表 2-6 中可以知道, $l_a = \zeta_a l_{ab}$,然而,从本页面上仍然不能马上得知 l_{aE} 等于什么?

如何将表 2-5 与表 2-6 建立联系呢?从上面的分析可以知道:

$$l_{aE} = \zeta_{aE} \times l_a$$

$$l_a = \zeta_a \times l_{ab}$$

则 $l_{aE} = \zeta_{aE} l_a = \zeta_{aE} (\zeta_a l_{ab}) = \zeta_a \zeta_{aE} l_{ab}$

而 $l_{abE} = \zeta_{aE} l_{ab}$

所以 $l_{aE} = \zeta_a l_{abE}$

这就是说， l_{aE} 等于基本锚固长度 l_{abE} 乘以受拉钢筋锚固长度修正系数 ζ_a 。在实际工程中，如果在具体施工图设计中没有发生受拉钢筋锚固长度修正系数 ζ_a ，则可以认为受拉钢筋锚固长度修正系数 ζ_a 等于 1，此时“ $l_{aE} = l_{abE}$ ”。