

HUNNINGTU JIEGOU
JIAGU SHEJI JISUAN SUANLI

混凝土结构 加固设计 计算算例

王依群 编著

中国建筑工业出版社

混凝土结构加固设计计算算例

王依群 编著

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

混凝土结构加固设计计算算例/王依群编著. — 北京:
中国建筑工业出版社, 2015. 6

ISBN 978-7-112-18314-2

I. ①混… II. ①王… III. ①混凝土结构—加固—
结构计算 IV. ①TU370.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 172340 号

混凝土结构加固设计计算算例

王依群 编著

*

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

北京永峥印刷有限公司制版

北京云浩印刷有限责任公司印刷

*

开本: 850 × 1168 毫米 1/32 印张: 8 $\frac{1}{2}$ 字数: 218 千字

2015 年 9 月第一版 2015 年 9 月第一次印刷

定价: 25.00 元

ISBN 978-7-112-18314-2

(27561)

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)

本书主要根据《混凝土结构加固设计规范》GB 50367—2013、《建筑抗震加固技术规程》JGJ 116—2009 及相关设计规范编写。通过算例的详细求解过程引导读者正确理解和使用规范关于结构构件的设计原理和计算方法。

全书共 12 章，分别为绪论、增大截面加固法、置换混凝土加固法、体外预应力加固法、外包型钢加固法、粘贴钢板加固法、粘贴纤维复合材料加固法、预张紧钢丝绳网片-聚合物砂浆面层加固法、绕丝加固法、水泥复合砂浆钢筋网加固法、混凝土结构构件抗震加固、混凝土结构加固计算软件 SCS 的功能和使用方法。书中有针对性地编写了七十余个算例，每个算例除给出了详细的手算过程外，还列出了混凝土构件计算软件 SCS 的计算结果，两种方法结果得到相互验证，减少了出错机率，便于读者通过算例学习加固设计规范，解决实际问题。

本书可供结构设计人员、审图人员、研究人员、土建专业学生阅读。

责任编辑：郭 栋 辛海丽

责任设计：董建平

责任校对：赵 颖 刘梦然

前 言

为帮助结构设计人员学习《混凝土结构加固设计规范》GB 50367—2013 和《建筑抗震加固技术规程》JGJ 116—2009 中钢筋混凝土结构加固设计理论，熟悉具体计算步骤和方法，以便遇到工程实际问题，能快速正确地解决，编写此书。对规范有加固设计要求的构件几乎都提供了算例，附有详细的手算过程，并且均用作者开发的专用计算机软件 SCS 对计算结果进行验证。

全书内容分 12 章，除绪论外，分别介绍了增大截面加固法、置换混凝土加固法、体外预应力加固法、外包型钢加固法、粘贴钢板加固法、粘贴纤维复合材加固法、预张紧钢丝绳网片-聚合物砂浆面层加固法、绕丝加固法、水泥复合砂浆钢筋网加固法、混凝土结构构件抗震加固、混凝土结构加固计算机软件 SCS 的功能和使用方法。多数算例来源于实际工程，对设计工作有提示作用。

由于钢筋混凝土结构构件工作机理复杂，尤其是经过加固的混凝土构件，新旧混凝土、新旧钢筋或有其他材料共同工作，所以限制条件多，计算参数多，即使是行内专家，手算也容易遗漏规范某条规定或写错参数，造成计算结果错误。本书 70 余个算例均用手工和软件两种方法计算，起到相互校核的作用。

编写本书过程中，参阅了大量相关文献及其中算例，谨对这些文献的作者表示衷心感谢。

作者水平所限，书中一定有错误之处，敬请读者指正。

王依群

电子信箱: yqwangtj@hotmail.com

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 结构加固的适用范围	1
1.2 混凝土结构加固设计的特点	2
1.3 书中算例说明	2
第 2 章 增大截面加固法	3
2.1 设计规定	3
2.2 增大截面法受弯构件正截面加固计算	3
【例 2-1】 矩形截面单筋梁增大截面法加固设计算例	6
【例 2-2】 矩形截面双筋梁增大截面法加固复核算例	8
【例 2-3】 T 形截面梁增大截面法加固设计算例	10
2.3 增大截面法受弯构件斜截面加固计算	13
【例 2-4】 增大截面法受弯构件斜截面加固设计算例	14
【例 2-5】 增大截面法受弯构件斜截面加固复核算例	16
2.4 增大截面法轴心受压柱承载力计算	17
【例 2-6】 增大截面法加固的轴心受压柱设计算例	18
【例 2-7】 增大截面法加固的轴心受压柱复核算例	19
2.5 增大截面法偏心受压构件承载力计算	21
【例 2-8】 增大截面法偏心受压构件对称配筋正截面加固设计算例	23
【例 2-9】 增大截面法偏心受压构件非对称配筋正截面加固设计算例	27
【例 2-10】 增大截面法偏心受压构件正截面加固复核算例	29
第 3 章 置换混凝土加固法	32
3.1 设计规定	32
3.2 置换法加固钢筋混凝土轴心受压构件承载力计算	32
【例 3-1】 置换法轴心受压柱正截面设计 (求置换混凝土厚度)	33
【例 3-2】 置换法轴心受压柱正截面设计 (求置换混凝土强度等级)	34
3.3 置换法加固钢筋混凝土偏心受压构件承载力计算	35

【例 3-3】 置换法偏心受压柱正截面复核 1	36
【例 3-4】 置换法偏心受压柱正截面复核 2	39
3.4 置换法加固钢筋混凝土受弯构件承载力计算	41
【例 3-5】 置换法加固矩形梁正截面复核 1	41
【例 3-6】 置换法加固矩形梁正截面复核 2	43
【例 3-7】 置换法加固 T 形梁正截面复核	44
第 4 章 体外预应力加固法	46
4.1 设计规定	46
4.2 无粘结钢绞线体外预应力的加固计算	47
【例 4-1】 无粘结预应力钢绞线提高梁受弯承载力算例	49
【例 4-2】 无粘结预应力钢绞线提高 T 形梁受弯承载力算例	51
4.3 普通钢筋体外预应力的加固计算	54
【例 4-3】 普通钢筋体外预应力提高梁受弯承载力算例	55
4.4 型钢预应力双侧撑杆的加固轴心受压柱的计算	59
【例 4-4】 预应力双侧撑杆加固轴心受压柱的设计计算	61
4.5 型钢预应力单侧撑杆加固弯矩不变号的偏心受压柱 的计算	63
【例 4-5】 型钢预应力单侧撑杆加固弯矩不变号的偏心受压框架柱算例	65
【例 4-6】 型钢预应力单侧撑杆加固弯矩不变号的偏心受压排架柱算例	68
第 5 章 外包型钢加固法	71
5.1 设计规定	71
5.2 外粘型钢加固钢筋混凝土轴心受压柱的计算	72
【例 5-1】 外粘型钢加固钢筋混凝土轴心受压柱算例	72
【例 5-2】 外粘型钢加固钢筋混凝土轴心受压柱复核算例	74
5.3 外粘型钢加固钢筋混凝土偏心受压构件的计算	75
【例 5-3】 外粘型钢加固钢筋混凝土大偏心受压柱设计算例	77
【例 5-4】 外粘型钢加固钢筋混凝土小偏心受压柱设计算例	79
【例 5-5】 外粘型钢加固钢筋混凝土偏心受压柱复核算例	82
第 6 章 粘贴钢板加固法	85
6.1 设计规定	85
6.2 受弯构件正截面加固计算	86
【例 6-1】 粘钢板加固钢筋混凝土矩形梁设计算例	90
【例 6-2】 粘钢板加固钢筋混凝土矩形梁复核算例	93

【例 6-3】 粘钢板加固钢筋混凝土 T 形梁设计算例	95
6.3 下粘角钢上粘钢板梁正截面加固计算	96
【例 6-4】 梁下粘角钢加固受弯承载力复核算例	98
6.4 受弯构件斜截面加固计算	100
【例 6-5】 粘钢板加固钢筋混凝土受集中力为主独立梁设计算例	102
6.5 大偏心受压构件正截面加固计算	103
【例 6-6】 矩形对称配筋截面大偏心受压构件受拉侧粘贴钢板加固 设计算例	105
6.6 大偏心受拉构件正截面加固计算	107
【例 6-7】 矩形截面大偏心受拉构件粘贴钢板加固设计算例	108
第 7 章 粘贴纤维复合材加固法	110
7.1 设计规定	110
7.2 受弯构件正截面加固计算	111
【例 7-1】 矩形截面双筋梁纤维复合材加固算例	115
【例 7-2】 第一类 T 形截面梁纤维复合材加固算例	117
【例 7-3】 第二类 T 形截面梁纤维复合材加固算例	119
7.3 受弯构件斜截面加固计算	122
【例 7-4】 纤维复合材加固均布荷载钢筋混凝土梁设计算例	124
【例 7-5】 纤维复合材加固集中荷载作用为主的钢筋混凝土梁 设计算例	126
7.4 受压构件正截面加固计算	128
【例 7-6】 轴心受压构件纤维复合材加固复核	130
7.5 框架柱斜截面加固计算	131
【例 7-7】 受压构件斜截面纤维复合材加固设计	133
7.6 大偏心受压构件加固计算	134
【例 7-8】 大偏心受压构件正截面纤维复合材加固设计算例	135
7.7 大偏心受拉构件正截面加固计算	138
【例 7-9】 矩形截面大偏心受拉构件纤维复合材加固设计算例	139
7.8 提高柱的延性的加固计算	140
【例 7-10】 提高柱延性纤维复合材加固设计算例	141
第 8 章 预张紧钢丝绳网片-聚合物砂浆面层加固法	144
8.1 设计规定	144
8.2 受弯构件正截面加固计算	145

【例 8-1】 矩形截面梁底钢丝绳网片-聚合物砂浆面层加固算例	149
【例 8-2】 矩形截面梁底和梁侧钢丝绳网片-聚合物砂浆面层 加固算例	151
8.3 受弯构件斜截面加固计算	153
【例 8-3】 纤维复合材加固均布荷载钢筋混凝土梁设计算例	155
第 9 章 绕丝加固法	157
9.1 设计规定	157
9.2 柱的抗震加固计算	157
9.3 构造规定	158
【例 9-1】 绕丝法提高柱体积配箍率算例	159
第 10 章 水泥复合砂浆钢筋网加固法	161
10.1 设计规定	162
10.2 HPFL 加固混凝土梁、板正截面承载力计算	163
【例 10-1】 HPFL 法加固一次受力梁正截面受弯承载力算例	167
【例 10-2】 HPFL 法加固二次受力梁正截面受弯承载力算例	169
10.3 HPFL 加固混凝土梁斜截面承载力计算	171
【例 10-3】 HPFL 法加固均布荷载梁斜截面受剪承载力算例	173
【例 10-4】 HPFL 法加固集中荷载下独立梁斜截面受剪承载力算例	175
10.4 HPFL 加固混凝土轴心受压柱正截面承载力计算	176
【例 10-5】 HPFL 法加固矩形截面轴心受压柱算例	180
【例 10-6】 HPFL 法加固圆形截面轴心受压柱算例	182
【例 10-7】 HPFL 法将矩形截面加固成圆形截面轴心受压柱算例	184
10.5 HPFL 加固混凝土偏心受压柱正截面承载力计算	187
【例 10-8】 HPFL 法加固的小偏心受压柱复核算例	191
【例 10-9】 HPFL 法加固的大偏心受压柱复核算例	195
10.6 HPFL 加固混凝土偏心受压柱斜截面承载力计算	198
【例 10-10】 HPFL 法加固的偏心受压柱斜截面承载力复核算例	199
10.7 HPFL 加固混凝土构件裂缝宽度计算	200
【例 10-11】 HPFL 法加固的受弯构件裂缝宽度算例	203
10.8 HPFL 加固的受弯构件挠度计算	204
【例 10-12】 HPFL 法加固的梁挠度算例	206
第 11 章 混凝土结构构件抗震加固	209
11.1 一般规定	209

11.2 钢构套加固	212
【例 11-1】外粘型钢抗震加固大偏心受压柱设计算例	213
【例 11-2】外粘型钢抗震加固的偏心受压柱复核算例	215
【例 11-3】受压构件斜截面外粘扁钢抗震加固设计	216
【例 11-4】受压构件斜截面外粘扁钢抗震加固复核	219
【例 11-5】钢筋混凝土框架梁受剪粘扁钢抗震加固设计算例	220
【例 11-6】钢筋混凝土框架梁受剪粘扁钢抗震加固复核算例	222
【例 11-7】梁下粘角钢加固抗震受弯承载力复核算例	222
11.3 钢筋混凝土套加固	223
【例 11-8】钢筋混凝土套抗震加固偏心受压柱设计算例	224
【例 11-9】钢筋混凝土套抗震加固偏心受压柱复核算例	226
11.4 粘贴钢板加固	227
【例 11-10】对称配筋截面大偏压柱粘贴钢板抗震加固设计算例	228
11.5 粘贴纤维布加固	229
【例 11-11】梁粘贴纤维复合材抗震加固受弯承载力设计算例	231
【例 11-12】梁粘贴纤维复合材抗震加固受剪承载力设计算例	232
【例 11-13】受压构件斜截面粘贴纤维复合材抗震加固设计算例	233
11.6 钢绞线网-聚合物砂浆面层加固	234
【例 11-14】梁正截面受弯承载力钢绞线网-聚合物砂浆面层抗 震加固算例	236
【例 11-15】梁斜截面受剪承载力钢绞线网-聚合物砂浆面层抗 震加固算例	238
第 12 章 混凝土结构加固计算软件 SCS 的功能和 使用方法	240
参考文献	249

第 1 章 绪 论

随着国民经济发展，生活水平提高，人们对建筑物的安全性、适用性、耐久性提出了更高的要求，房屋鉴定、加固改造行业有了长足发展。

本书只讲述了混凝土结构加固设计，并通过算例详述了计算过程，并未涉及构造措施和加固施工，这两方面重要性不亚于设计计算，务请读者注意。

手算利于搞清概念，学习阶段可用计算机软件作为验算手算结果的工具，尽早发现和改正错误，加快学习进度。本书介绍的软件 SCS 学习版可计算书中的所有算例，满足学习本书内容的需要，有兴趣的读者可到 <http://www.kingofjudge.com> 下载。

1.1 结构加固的适用范围

简要地讲，结构加固的适用范围如下：

- 1) 随着时间的延续和人们安全意识提高，既有建筑结构构件承载能力降低或达不到新要求。
- 2) 房屋用途发生变化，或抽柱，或增加楼层，导致荷载增大。
- 3) 由于人口增加和对自然资源无节制耗费，地球气候变恶劣，导致结构上的作用（如风、温差等）加大。
- 4) 火灾、水灾、震灾使结构遭受损伤。
- 5) 设计或施工失误（如漏算荷载、偷工减料等）造成的结构构件尺寸偏小、强度偏低。

1.2 混凝土结构加固设计的特点

除构件截面原有的混凝土和钢筋之外，又增加了新的混凝土和新的钢筋、纤维复合材、钢板或钢绞线等材料，这种新材料与原有钢筋不在截面的同一位置，设计强度也不同，使得待求解方程的未知数个数增加，而力或力矩平衡条件没增加，虽然混凝土结构加固设计规范给出了简化公式，但还是求解困难，通常手算难以完成。

大学专业课程中没有结构加固课，即使有也作为选修课，讲的很少。国家标准公式中的一处印刷错误，就导致很多正规出版的加固设计书籍手算例题的错误结果，说明加固设计更需要混凝土结构基本理论的扎实功底。

即使截面尺寸、强度相同的结构构件，因损伤程度不同，或受荷不同，加固处理方式也不同，需要每个构件单独加固设计计算。

1.3 书中算例说明

书中算例范围涉及《混凝土结构加固设计规范》GB 50367—2013^[1]和《建筑抗震加固技术规程》JGJ 116—2009的绝大部分设计计算内容，给出了详细的计算过程，并用作者开发的计算机软件进行了校核，减少了出错机率。希望这些算例对读者理解规范的计算公式有帮助。为了突出加固设计的重点和节省篇幅，本书对于构件加固前的承载力基于《混凝土结构设计规范》GB 50010—2010^[2]规定，且使用《混凝土结构设计计算算例》^[3]介绍的软件 RCM 计算，这里就不给详细手算过程了。

本书部分算例是借用其他文献的，但有些算例计算结果不同于所引文献的，原因主要是本书所依据的设计规范较新。

第 2 章 增大截面加固法

2.1 设计规定

(1) 本方法适用于钢筋混凝土受弯和受压构件的加固。

(2) 采用本方法时,按现场检测结构确定的原构件混凝土强度等级不应低于 C15。

(3) 当被加固构件界面处理及其粘结质量符合《混凝土结构加固设计规范》GB 50367—2013^[1]规定时,可按整体截面计算。

(4) 采用增大截面加固钢筋混凝土结构构件时,其正截面承载力应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010^[2]的基本假定进行计算。

(5) 采用增大截面加固法对混凝土结构进行加固时,应采取卸除或大部分卸除作用在结构上的活荷载。

2.2 增大截面法受弯构件正截面加固计算

采用增大截面加固受弯构件时,应根据原结构构造和受力的实际情况,选用在受压区或受拉区增设现浇钢筋混凝土外加层的加固方式。

当仅在受压区加固受弯构件时,其承载力、抗裂度、钢筋应力、裂缝宽度及挠度的计算或验算,可按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 关于叠合式受弯构件的规定进行,本人对此有手算算例及相应计算机软件的著作《混凝土结构设计计算算例》^[3]供读者使用。当验算结果表明,仅需增设混凝土

叠合层即可满足承载力要求时，也可按构造要求配置受压钢筋和分布钢筋。

当在受拉区加固矩形截面受弯构件时（图 2-1），其正截面受弯承载力应按下列公式确定：

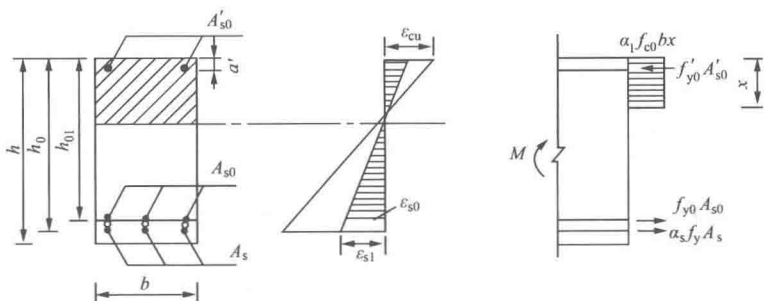


图 2-1 矩形截面受弯构件正截面加固计算简图

$$M \leq \alpha_s f_y A_s \left(h_0 - \frac{x}{2} \right) + f_{y0} A_{s0} \left(h_{01} - \frac{x}{2} \right) + f'_{y0} A'_{s0} \left(\frac{x}{2} - a' \right) \quad (2-1)$$

$$\alpha_1 f_{c0} b x = f_{y0} A_{s0} + \alpha_s f_y A_s - f'_{y0} A'_{s0} \quad (2-2)$$

$$2a' \leq x \leq \xi_b h_0 \quad (2-3)$$

式中 M ——构件加固后弯矩设计值；

α_s ——新增钢筋强度利用系数，取 $\alpha_s = 0.9$ ；

f_y ——新增钢筋的抗拉强度设计值；

A_s ——新增受拉钢筋的截面面积；

h_0 、 h_{01} ——构件加固后和加固前的截面有效高度；

x ——混凝土受压区高度；

f_{y0} 、 f'_{y0} ——原钢筋的抗拉、抗压强度设计值；

A_{s0} 、 A'_{s0} ——原受拉钢筋和原受压钢筋的截面面积；

a' ——纵向受压钢筋合力点至混凝土受压区边缘的距离；

α_1 ——受压区混凝土矩形应力图的应力值与混凝土轴心抗压强度设计值的比值；当混凝土强度等级不超过

C50 时, 取 $\alpha_1 = 1.0$; 当混凝土强度等级为 C80 时, 取 $\alpha_1 = 0.94$; 其间按线性内插法确定;

f_{c0} ——原构件混凝土轴心抗压强度设计值;

b ——矩形截面宽度。

受弯构件增大截面加固后的相对界限受压区高度 ξ_b , 应按下列公式确定:

$$\xi_b = \frac{\beta_1}{1 + \frac{\alpha_s f_y}{\varepsilon_{cu} E_s} + \frac{\varepsilon_{s1}}{\varepsilon_{cu}}} \quad (2-4)$$

$$\varepsilon_{s1} = \left(1.6 \frac{h_0}{h_{01}} - 0.6 \right) \varepsilon_{s0} \quad (2-5)$$

$$\varepsilon_{s0} = \frac{M_{0k}}{0.85 h_{01} A_{s0} E_s} \quad (2-6)$$

式中 β_1 ——系数; 当混凝土强度等级不超过 C50 时, β_1 取为 0.80; 当混凝土强度等级为 C80 时, β_1 取为 0.74; 其间按线性内插法确定;

ε_{cu} ——混凝土极限压应变, 取 $\varepsilon_{cu} = 0.0033$;

ε_{s1} ——新增钢筋位置处, 按平截面假定确定的初始应变值; 当新增主筋与原主筋的连接采用短钢筋焊接时, 可近似取 $h_{01} = h_0$, $\varepsilon_{s1} = \varepsilon_{s0}$;

M_{0k} ——加固前受弯构件验算截面上原作用的弯矩标准值;

ε_{s0} ——加固前, 在初始弯矩 M_{0k} 作用下原受拉钢筋的应变值。

当按公式 (2-1) 及式 (2-2) 算得的加固后混凝土受压区高度 x 与加固前截面有效高度 h_{01} 之比 x/h_{01} 大于原截面相对界限受压区高度 ξ_{b0} 时, 应考虑原纵向受拉钢筋应力 σ_{s0} 尚达不到 f_{y0} 的情况。此时, 应将上述两公式中的 f_{y0} 改为 σ_{s0} , 并重新进行验算。验算时, σ_{s0} 值可按下式确定:

$$\sigma_{s0} = \left(\frac{0.8 h_{01}}{x} - 1 \right) \varepsilon_{cu} E_s \leq f_{y0} \quad (2-7)$$

对翼缘位于受压区的 T 形截面受弯构件，其受拉区增设现浇配筋混凝土层的正截面受弯承载力，应按上述计算原则和现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 关于 T 形截面受弯承载力的规定进行计算。为便于应用，写出如下：

首先判别是第一类 T 形截面，还是第二类 T 形截面，即截面中和轴位于翼缘内还是截面腹板内。判别方法视题目是截面设计还是截面复核而定。设计题，则先计算出 $M'_f = \alpha_1 f_{c0} b'_f h'_f \left(h_0 - \frac{h'_f}{2} \right) + f_{y0} A'_{s0} (h_0 - a') - f_{y0} A_{s0} (h_0 - h_{01})$ ，若 $M \leq M'_f$ ，则 $x \leq h'_f$ ，即属于第一类 T 形截面梁，否则是第二类 T 形截面梁。复核题，如果 $f_{y0} A_{s0} + \alpha_s f_y A_s - f'_{y0} A'_{s0} \leq \alpha_1 f_{c0} b'_f h'_f$ ，则 $x \leq h'_f$ ，即属于第一类 T 形截面梁，否则是第二类 T 形截面梁。

如果是第一类 T 形截面梁，计算公式 (2-1)、式 (2-2) 仍适用，只是要将其中的 b 换为 b'_f 。如果是第二类 T 形截面梁，计算公式改用式 (2-8)、式 (2-9)：

$$M \leq \alpha_s f_y A_s \left(h_0 - \frac{x}{2} \right) + f_{y0} A_{s0} \left(h_{01} - \frac{x}{2} \right) + f'_{y0} A'_{s0} \left(\frac{x}{2} - a' \right) + \alpha_1 f_{c0} (b'_f - b) h'_f \left(\frac{x}{2} - \frac{h'_f}{2} \right) \quad (2-8)$$

$$\alpha_1 f_{c0} [(b'_f - b) h'_f + bx] = f_{y0} A_{s0} + \alpha_s f_y A_s - f'_{y0} A'_{s0} \quad (2-9)$$

【例 2-1】矩形截面单筋梁增大截面法加固设计算例

文献 [4] 第 9 页例题，某框架梁原设计条件：截面尺寸 $b = 400\text{mm}$ ， $h = 1000\text{mm}$ ，混凝土强度等级 C30，主筋 $8 \Phi 25$ ，箍筋 $\phi 10 @ 100$ 。楼面活荷载由原来的 2.0kN/m^2 增至 6.0kN/m^2 ，经计算框架梁跨中最大弯矩由原标准值 $950.10\text{kN} \cdot \text{m}$ 增至 $1232\text{kN} \cdot \text{m}$ （设计值 $1540.01\text{kN} \cdot \text{m}$ ）。采用 C35 改性混凝土外包增大截面法加固，新主筋钢种 HRB400。

【解】1) 按原梁设计条件下，对矩形截面梁进行跨中承载

力验算。使用文献 [3] 的混凝土构件计算机软件 RCM 如图 2-2 所示。

RCM-102单筋矩形截面梁正截面承载力复核

截面尺寸/mm (输入) | 强度/MPa(输入) | M、A's(输入)

b 400 | h 1000 | a 60 | 混凝土 C30 | As/mm² 3928.0

纵筋 335

输出结果

x= 206.01mm; $\xi = 0.219$; $\xi_b = 0.550$

Mu= 986.31kN-m; $\rho = 1.045\%$

计算 关闭

打开计算书

图 2-2 原梁跨中承载力验算

可见，其与文献 [4] 的手算结果相同，不能满足现荷载使用要求，故需要采用增大截面法加固。

2) 加固设计条件下，加固层厚度为 100mm， $h = 1100\text{mm}$ ， $h_0 = 1100 - 35 = 1065\text{mm}$ 。由式 (2-1)、式 (2-2)。

$$M = \alpha_s f_y A_s \left(h_0 - \frac{x}{2} \right) + f_{y0} A_{s0} \left(h_{01} - \frac{x}{2} \right)$$

$$1540.01 \times 10^6 = 0.9 \times 360 \times A_s \times \left(1065 - \frac{x}{2} \right) + 300 \times 3928 \times \left(940 - \frac{x}{2} \right)$$

$$\alpha_1 f_{c0} b x = f_{y0} A_{s0} + \alpha_s f_y A_s$$

$$1.0 \times 14.3 \times 400 x = 300 \times 3928 + 0.9 \times 360 \times A_s$$

联立方程解得： $x = 327.3\text{mm}$

$$\varepsilon_{s0} = \frac{M_{0k}}{0.85 h_{01} A_{s0} E_{s0}} = \frac{950.10 \times 10^6}{0.85 \times 940 \times 3928 \times 2 \times 10^5} = 0.001514$$

$$\varepsilon_{s1} = \left(1.6 \frac{h_0}{h_{01}} - 0.6 \right) \varepsilon_{s0} = \left(1.6 \times \frac{1065}{940} - 0.6 \right) \times 0.001514 = 0.00184$$

$$\xi_b = \frac{\beta_1}{1 + \frac{\alpha_s f_y}{\varepsilon_{cu} E_s} + \frac{\varepsilon_{s1}}{\varepsilon_{cu}}} = \frac{0.8}{1 + \frac{0.9 \times 360}{0.0033 \times 2.0 \times 10^5} + \frac{0.00184}{0.0033}} = 0.394$$