

(苏联)H·M·欧努甫利也夫著

92175/58

工业房屋钢筋混凝土结构 简易补强法

中国工业出版社

工业房屋钢筋混凝土结构 簡易补强法

〔苏联〕H·M·欧努甫利也夫著

胡丕显 丘靖荣 宫黎奇 刘俊卿 王义礼合译

施永芳 胡丕显校

中国工业出版社

本书叙述用預应力鋼筋簡易地补强鋼筋混凝土梁和柱的方法。这种方法不用将原来梁柱表面的混凝土全部凿掉来补焊鋼筋，而是用預制补强鋼筋从构件外部补强，施工时只在其接头处凿出孔槽，将补强鋼筋錨固即可。因此，本法取材方便，施工簡單，可在不停止生产的条件下进行結構补强。

书中对梁柱分別詳細地論述了按这种方法补强的計算原理及构造方案，并叙述了很多施工实例及其經济效果。但书中只討論等截面梁柱的补强，并未涉及变截面的梁柱。

本书可供建筑結構設計及施工工程技術人員参考。

Н.М. Онуфриев

**ПРОСТЫЕ СПОСОБЫ УСИЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ
КОНСТРУКЦИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ**

ГОССТРОЙИЗДАТ

ЛЕНИНГРАД 1958 МОСКВА

* * *

工业房屋鋼筋混凝土結構簡易补强法

胡丕显 丘靖荣 宮黎奇 刘俊卿 王义礼合譯

施永芳 胡丕显校

*

建筑工程部图书編輯部編輯（北京西郊百万庄）

中国工业出版社出版（北京佟麟閣路丙10号）

北京市书刊出版业營業許可証出字第110号

中国工业出版社第一印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ ·印张 $6\frac{1}{8}$ ·插頁1·字数123,000

1964年10月北京第一版·1964年10月北京第一次印刷

印数0001—7,770·定价（科六）0.85元

*

統一书号：15165·3145（建工-382）

前 言

我国正在大規模地进行建設新企业和改建旧企业的工作。

特別从1949年以来，工业生产的增长，有很大的一部分是通过改进工艺过程和生产制度，以及最大程度地利用已有的厂房生产面积来达到的。

所有这些，都要求按照更有利和更合理的生产方案来更换、补充和重新布置設備，这在許多情况下会增大房屋和結構物承重結構的使用荷載。

由于設備荷載的加大，往往需要預先补强房屋和結構物的承重构件。

由于鋼筋混凝土結構构件具有整体性以及鋼筋被包裹着，所以它們的补强工作就有其本身的特点，并且不論采用什么补强方法，都是十分复杂、費用巨大和特別費工的。因此，探討这一当前迫切但又很少研究过的問題，以使用简单、迅速而又方便的方法来提高鋼筋混凝土結構构件承載能力，是适宜的；它能使我們在必要时候以适当的方法来提高鋼筋混凝土結構构件的承載能力。

这一問題可采用一些新的，简单便宜而又有效的补强鋼筋混凝土构件的方法来解决。这些方法可以使我們无需进行巨大的工程而只限于简单地装上一些附加裝置，即可以大大增强結構承載能力。

作者根据长期的研究、多次整套的試驗以及亲自参加許多鋼筋混凝土結構物补强工作的結果，拟定了这些补强工作

13.100.103

的方案，但作者并不自认为已把所有结构补强的实际问题都谈到了。时间和经验无疑地会给本书推荐的施工方法带来新的东西，但在没有实现新方法以前可以利用本书所推荐的办法。

用最简单的方法补强钢筋混凝土结构，如有正确的施工组织，无疑地会有助于施工技术的进一步发展和改进，并且促进在实际建设中更广泛地采用钢筋混凝土结构的补强方法。

本书中采用的通用符号

- l —— 計算跨度或柱高;
 F —— 鋼筋混凝土构件橫截面面积;
 J —— 需补强的鋼筋混凝土构件的慣性矩;
 E —— 鋼筋混凝土构件受弯时的弹性模量;
 E_0 —— 鋼的弹性模量;
 F_0 —— 补强拉杆或补强撑杆的橫截面面积;
 δ —— 拉杆的线应变;
 Δ —— 鋼筋混凝土构件的线应变;
 X —— 拉杆內的未知水平內力;
 X' —— 拉杆傾斜部分的未知內力;
 P —— 計算集中外荷載;
 S —— 拉杆內的已知水平內力;
 S' —— 拉杆傾斜部分的已知內力;
 D —— 已知的垂直反力;
 D_x —— 未知的垂直反力;
 N —— 压力;
 M —— 弯矩;
 f —— 鋼筋混凝土构件的挠度;
 f_0 —— 摩擦系数;
 T —— 摩擦力;
 V —— 位能;
 F_δ —— 受压混凝土橫截面面积;
 F_a —— 受拉鋼筋橫截面面积;
 F'_a —— 受压鋼筋橫截面面积;
 f_x —— 箍筋一肢的橫截面面积;
 R_{np} —— 軸心受压时混凝土的計算强度;
 R_u —— 受弯时混凝土的計算抗压强度;

R_a ——鋼的計算抗拉强度；

φ ——纵向弯曲时的折减系数；

l_0 ——柱的換算高度或淨跨度；

h ——构件的截面高度；

b ——构件的截面寬度；

x ——受压区的截面高度；

e_0 ——由橫截面几何軸线算起的計算压力偏心距；

e ——由受拉鋼筋重心算起的計算压力偏心距；

e' ——由受压鋼筋重心算起的計算压力偏心距；

e'' ——由补强撐杆重心算起的計算压力偏心距；

N_{np} ——压力极限值；

N_0 ——传至撐杆的計算荷載；

m ——結構的工作条件系数；

m_{II} ——鋼筋的工作条件系数；

m_0 ——补强拉杆或补强撐杆的工作条件系数；

h_0 ——构件橫截面的有效高度；

a ——从构件受拉邊緣到受拉鋼筋重心的距离；

a' ——从构件受压邊緣到受压鋼筋重心的距离；

a'' ——从构件受压邊緣到补强撐杆重心的距离；

λ ——构件的細长比；

上述符号的脚注表明受什么外力所产生或与什么外力有关。

其它非通用符号在文中有注解。

目 录

前 言

本书中采用的通用符号

第一章	1
第一节 钢筋混凝土结构的补强方法	1
第二章	5
第二节 预应力水平补强拉杆结构	5
第三节 预应力水平补强拉杆的设计	12
第四节 预应力水平补强拉杆的应用实例	24
第三章	29
第五节 预应力下撑式补强拉杆结构	29
第六节 预应力下撑式补强拉杆的设计	34
第七节 预应力下撑式补强拉杆的应用实例	57
第四章	61
第八节 预应力组合式补强拉杆结构	61
第九节 预应力组合式补强拉杆的设计	68
第十节 预应力组合式补强拉杆的应用实例	94
第五章	98
第十一节 用预应力拉杆补强超静定钢筋混凝土结构的 设计方法	98
第十二节 超静定结构补强拉杆设计实例	102
第六章	122
第十三节 柱子双侧及单侧预应力补强撑杆结构	122
第十四节 柱子预应力补强撑杆的设计	128
第十五节 用预应力撑杆补强柱的实例	144

第七章	150
第十六节 预应力补强拉杆的试验研究	150
第十七节 工业厂房楼板补强的试验	157
第十八节 超静定钢筋混凝土结构预应力补强拉杆的试验研究	158
第十九节 柱子的预应力补强撑杆的试验研究	168
第八章	172
第廿节 应用预应力拉杆及撑杆补强钢筋混凝土结构的经济效果	172
第九章	177
第廿一节 关于补强钢筋混凝土结构构件的建议	177

第 一 章

第一节 鋼筋混凝土結構的补强方法

現有的和正在建造的鋼筋混凝土結構物的某一部分，在一定的時候可能要求提高它們的承載能力。因此，必須使它們的补强方法簡單而有效，补强時不很困難，無需停止生產，而又能提高构件原有的承載能力。

現就上面提出的要求，來討論一些實用的补强方法。這些方法可以分為兩大類。

第一類包括建造新的卸荷或替換結構。這些結構能夠部分或全部承受增大的荷載，並取消結構物或房屋現有构件的作用。

這些卸荷或替換的补强結構多半是金屬梁體系。這一體系的構造能夠將所承受的增大的荷載，通過它本身的支點傳送至結構物具有足夠承重能力的那些承重构件上。

改建的結構物中沒有足夠承載能力的构件時，替換的梁或板應支承在專門建造的支承結構和基礎上。

這是最簡單的，但也是最昂貴的和最不合理的方法，因為原有的結構僅部分被利用或完全沒有被利用，而以新的結構來代替；同時，新造的結構又占去了許多有效面積，並且大大地減少了房屋的淨空。

第二類是為了增大原有結構的承載能力而進行的一些改建工程，也就是對原有結構的补强。

任何整体式钢筋混凝土结构物、楼板或空间骨架多半是作为空间体系来工作的。但在进行这些结构以及与其类似的结构补强设计时，不得不把它们分成单独的平面体系。这些体系的补强，主要取决于杆件静力图形的应力变形状态。这种图形以后将称为结构图形。

增加钢筋混凝土结构的承载能力，可采用两个基本方法，即补强结构物的构件时不改变结构图形和改变结构图形。

首先我们来讨论保留原来结构图形的补强方法。这个方法在于增大需要补强的构件的横截面；达到这一目的的办法是加套层、加箍、加绑条和单侧加厚，并且同时补加钢筋，有时补加箍筋。

И.М.李特维诺夫工程师的加箍结构，特别是单侧加绑条体系是我国实践中广泛采用的补强方法。

采用这种结构，需要的材料并不多，但却能达到很大的效果。加箍可以增加构件的承载能力，也可以用来复原部分受到损坏的构件。

还应指出，采用加箍的办法所引起的房屋有效面积的减小是最小的，因为加箍要求增加的面积并不大。

尽管加箍结构有一系列在本质上是重要的优点，但它也有缺点；那就是在施工中需要花费很大的劳动。

改建楼板和骨架柱的工作往往特别复杂。这时不得不将需要补强的构件四面的混凝土保护层敲掉，露出原来的钢筋，然后又要重新浇灌混凝土。当工厂正在开工时进行这种施工是十分困难的，有时甚至是不可能的。

虽然采用水泥喷枪可以在跳板上直接喷混凝土，而无须设置模板和搭脚手架，但是敲掉混凝土表层使钢筋露出和仰

焊新的附加粗鋼筋等最費工的工序仍全部保留，所以還是不方便和花費很多時間的。

由於加箍、加套層和加綁條的工作既費工又手續煩多，而且在正在開工的工廠中進行操作是極複雜的，因此這些補強方法不能算做補強結構的簡易方法。

現在我們討論改變鋼筋混凝土構件原有的結構圖形來增加其承載能力的方法。

原有承載能力的增加取決於結構圖形的改變，這種改變可能涉及到結構靜力圖形的本身或它的應力變形狀態。結構圖形的改變可以通過增設附加支點、系杆或設置中間鉸來達到。而體系的應力變形狀態同樣可以採取各種有助於減少結構構件應力或變形的不同措施來改變。

實際上可行的，通過改變結構圖形來達到補強結構物構件的方法，是設置剛性的和彈性的附加支座，以及在這些支座處採用調節裝置，甚至裝設各種調節卸荷的張拉和支撐結構。

上述的措施將改變原來的結構圖形，使整個結構物或它的構件的承載能力有所提高。

改變體系的結構圖形的補強方法，在建設實踐中已經開始廣泛地應用。這種方法的優點是：不需要在補強構件的周圍進行大規模的工作以及操作簡單；在施工時只局限在幾處不大的地段內，這對正在開工的工廠特別重要；同時，這種補強很可靠，並能在充分利用原來構件的情況下提高構件原有的承載能力，這是很經濟的。

通過改變結構圖形的方法來補強結構的缺點是：用鋼材制成並安裝在被補強的結構上的最有效和最經濟的卸荷調節張拉和支撐結構在防火方面未受到防護。

這裡順便指出，在特別有火災危險或濕度特別大的車間

里可以在已安裝好的金屬補強結構上打上混凝土或先包金屬網再抹水泥砂漿的辦法來保護。這樣做會略微提高這種裝置的造價，但卻能造成防火和防腐蝕的可靠的保護層。

採用新式預加應力的卸荷調節結構裝置來改變結構圖形以補強鋼筋混凝土結構的特點，使我們認為這是最簡單可行和最適合的補強鋼筋混凝土結構的方法。

預加應力的補強拉杆和撐杆是新型的結構裝置。為了補強受彎構件，採用預加應力的水平拉杆和下撐式拉杆以及上述兩種預應力拉杆組成的組合拉杆。為了補強受壓和偏心受壓的構件，則採用專門預加壓應力的補強撐杆。這種撐杆僅在應力變形狀態部分改變原來的結構圖形，而保持杆件的靜力圖形不變。

這些新的有效的補強形式並不使房屋的淨空尺寸減小。這些補強形式在構造上很簡單，因為它們是在改建工程的外部用軋制的圓鋼和型鋼制成，然後在正在開工的車間內很小的地段里，以極少量的勞動和進行一些改建工作，把它裝配就位。

這些補強結構在安裝後施加預應力的同時即參加受力；在施加預應力時，也無需採用專門的（複雜的）裝置，因此，簡化了結構的卸荷和補強過程。

新的補強方法的優點在於簡單；在安裝結構時由於給結構本身施加了預應力，因而結構能可靠地參加工作；原來房間的尺寸減小得很少；可以在其他地方製造，而安裝已制好的結構；容易安裝；在很有限的地段里進行少量的工作；可以在車間正在開工的條件下安裝。由於這些新的補強方法具有上述優點，因而成為補強工業廠房和結構物鋼筋混凝土結構的最簡易可行的辦法。

第二章

第二节 預应力水平补强拉杆结构

預应力水平拉杆^①（图 1）是最易于实现的补强结构，它能改变受弯构件原来的结构图形以增大其本身承载能力。

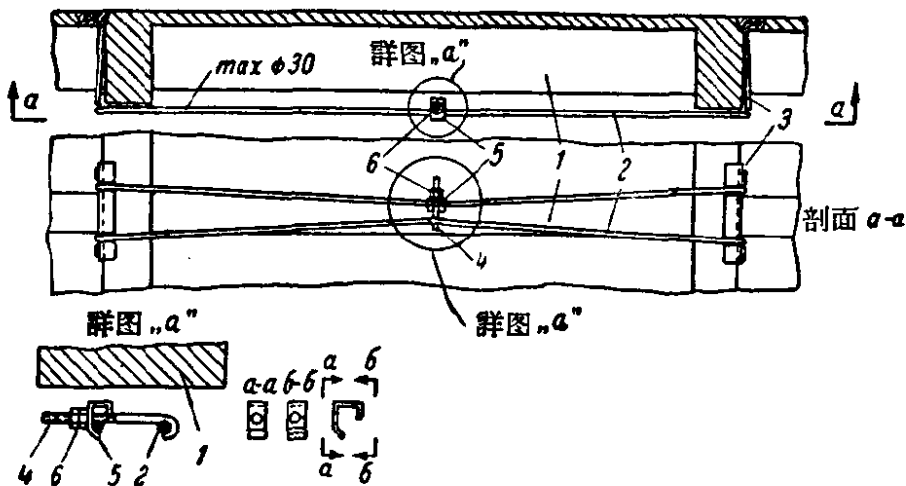


图 1 用圆钢制成的預应力水平补强拉杆结构

1—需要补强的构件；2—补强拉杆的拉条；3—支点锚固装置；

4—拉紧螺栓；5—拉紧螺栓垫圈；6—螺帽和防松螺帽

被补强的构件在設置水平拉杆后就变为复合体系，结构的图形因而改变。此时，原来的受弯构件变为偏心受压构件，在其支点处产生附加弯矩，同时也就减少了跨中弯矩。

● 由本书作者提出（发明創造証书№80318）。

采用这种方法，可以大大地提高被补强构件原来的承载力。

設置水平拉杆几乎并不减小房屋的淨空尺寸，只在高度上减低 $5 \sim 10\text{cm}$ 。

对拉杆預先張拉可以增加其刚性，并且保証它能可靠地参加工作。而預先張拉并不困难。

預应力水平拉杆用鋼制成，并且可以毫不困难地在改建工厂的外部制造。这种結構是作者在1947年初次提出，并且在一系列工业企业的改建中已被采用（見第四节）。

拉杆由三个主要部分組成：拉杆或拉条本身、支座錨固装置和拉紧装置。拉杆的拉条可以用圓鋼制作，也可以用軋制型鋼制作，这要根据其中所产生的內力大小决定。

水平拉杆通常有两根直径不大于 30mm 的拉条，但当內力很大时，也可以采用两根角鋼或一个水平設置的槽鋼作为拉杆。

在拉杆的两端設有錨固装置，以将拉杆可靠地固定在支座上，同时把拉杆中产生的內力传給它所固定住的鋼筋混凝土构件上。

在安装拉杆的錨固件以前，需要在有限的几个中心地段做一些准备工作。設計这些錨固結構时已考虑将上述工作縮减到最低限度。

在被加固构件支承在牆上的边支座处，錨固装置可以按图 2.4 所示来做。图中的錨固結構是由一段槽鋼和箍筋所組成，箍筋从上面伸下把梁或橫梁箍住。因此要在楼板上钻孔并凿出橫向槽口。

为了在被补强构件的下面安設槽鋼，必須敲掉混凝土保护层，露出构件內的鋼筋，并自兩側将槽鋼焊在两根邊緣鋼

筋上。而箍筋的两端则焊接到这段槽钢上，这就可以防止张拉拉杆时槽钢脱落。

安装锚固件之后，用混凝土将楼板上的穿孔及槽口填实；填孔的混凝土最好用膨胀水泥拌制。下部露出的钢筋应用水泥砂浆抹好。

上述锚固装置结构只在水平拉杆的拉条中内力很大时才适用，当内力较小时，这种结构可以简化（见图2B）。这种

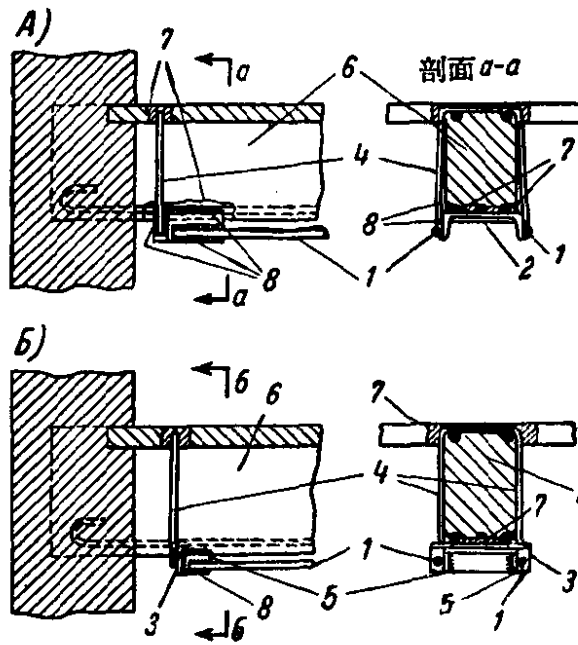


图 2 钢筋混凝土构件边支座上水平补强拉杆的锚固装置结构

- 1—补强拉杆的拉条；2—用一段槽钢制成的锚固装置；3—用角钢制成的托架式锚固装置挡板；4—箍形锚固条；5—将拉条固定在锚固件上的连接板；6—被补强的构件；7—安装后浇灌的混凝土；8—结构焊缝

简化的结构与前面讲的不同之处，在于采用角钢来代替槽钢。角钢用类似的方法固定在需要补强的构件上。拉杆的拉条直接焊在垂直的连接板上，而连接板也是焊在锚固角钢上的。

在連續梁的中間支座上，拉杆的錨固裝置可按圖3所示方法製造。圖中表示的錨固裝置很簡單，因為不需要敲掉保護層露出鋼筋，也不需要

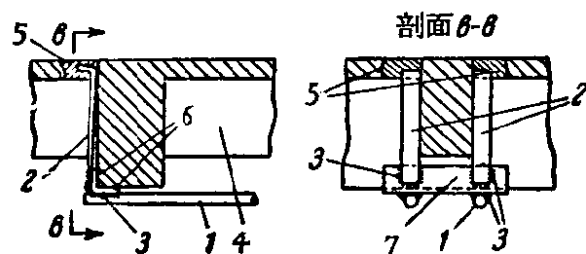


圖3 鋼筋混凝土構件中間
支座上水平補強拉杆的錨固
裝置結構

1—補強拉杆的拉條；2—擋板
的垂直錨固條；3—結構焊縫；
4—被補強的構件；5—安裝後
澆灌的混凝土；6—鑲入錨固件
前鋪水泥砂漿的表面；7—角鋼
錨固擋板

護層露出鋼筋，也不需要
進行安裝焊接，而只需在
樓板上打穿不大的洞，用
來固定垂直錨固條。在這
種錨固構造中，拉條焊接
在用一段角鋼制成的特制
擋板上。

已裝好的帶有錨固
擋板的拉條，借助於用圓
鋼或扁鋼條制成的垂直錨
固條，固定在鋼筋混凝土
構件上。垂直錨固條的一

端焊在錨固擋板上，另一端嵌固在樓板內。錨固擋板的角鋼
應在鋪水泥砂漿後趁濕鑲入，以保證與鋼筋混凝土結構表面
緊密接觸。

這種安裝拉杆和固定錨固件的方法最不費工，並且最易
實現，故可以推薦廣泛採用。

在補強框架結構的橫梁，以及需要補強的梁式構件的支
承結構為柱子時，可以採用其他方法來錨固水平拉杆（圖
4）。在這些方法中，水平拉杆的拉條焊接在用角鋼制成的
特制擋板上（圖4a）。當裝設角鋼拉杆時可用槽鋼作為錨固
擋板（圖4b），因為這種拉杆中的應力很大，需要很長的焊
縫。

將錨固擋板安裝在柱上較合理的方法，就是採用安裝
焊接，把錨固擋板焊在柱子事先鑿去混凝土露出的鋼筋上。