

建筑工人施工技术丛书

冷 拉 鋼 筋

建筑工程出版社

內 容 提 要

本書主要向广大建筑工人介紹“冷拉鋼筋”這項新技术。首先敘述了鋼筋在鋼筋混凝土中的作用原理及其物理性能，接着簡單地通俗地介紹了冷拉鋼筋的原理和詳細的操作过程。“冷拉鋼筋”是項新技术，使用这种方法可大量節約鋼筋，因此，這項技术在我国許多建筑工地已被采用。“冷拉鋼筋”一書正是介紹這項新技术的，本書因通俗易懂，实为一本合适的建筑工人施工技术丛书，可供建筑工人同志閱讀。

冷 拉 鋼 筋

建筑工人施工技术丛书

陈 尚 翰 編

編 輯：曲正立

設 計：丁顯达

1959年1月第1版 1959年1月第1次印刷 5,060册

787×1092 · $\frac{1}{32}$ · 35千字 · 印張 $1\frac{1}{2}$ · 定价(9)0.18元

建筑工程出版社印刷厂印刷·新华书店发行·統一書号:15040·1400

建筑工程出版社出版(北京市西郊百万庄)

(北京市書刊出版业营业許可証出字第052号)

录

一、鋼筋在混凝土中的作用	(3)
(一) 受拉力鋼筋	(3)
(二) 受压力鋼筋	(5)
(三) 分布鋼筋	(6)
(四) 鋼箍	(6)
二、鋼筋的种类	(6)
三、鋼筋的物理性能	(7)
(一) 强度	(7)
(二) 延展性	(9)
四、鋼筋冷拉的好处	(10)
五、冷拉和强度提高的原理	(11)
(一) 冷拉为什么会使强度提高	(12)
(二) 时效对强度的影响	(12)
六、控制应力和荷重	(15)
(一) 控制应力	(15)
(二) 控制荷重	(16)
(三) 设备的摩擦阻力	(16)
(四) 控制荷重的计算方法	(16)
(五) 在冷拉时的几种不正常现象	(21)
七、冷拉鋼筋的适用范围和效果	(23)
(一) 0 号鋼筋冷拉的适用范围和效果	(26)
(二) 3 号光圓鋼筋冷拉的适用范围和效果	(27)
八、鋼筋冷拉的设备	(27)
(一) 鋼絲繩	(27)

(二) 滑輪	(31)
(三) 控制荷重的設備	(32)
(四) 調整冷拉鋼筋長短的方法和設備	(36)
(五) 回拉設備	(38)
(六) 軋鉗	(39)
九、冷拉鋼筋的具体操作	(43)
(一) 操作前的准备工作	(43)
(二) 勞動力的組織	(43)
(三) 操作方法和程序	(43)
(四) 質量檢查	(45)
(五) 安全注意事項	(46)

一、鋼筋在混凝土中的作用

鋼筋在混凝土中有不同的用途：有些鋼筋是受拉力的，也有些鋼筋是受壓力的，另外还有分布鋼筋、鋼箍及架立鋼筋等（見圖 1）。

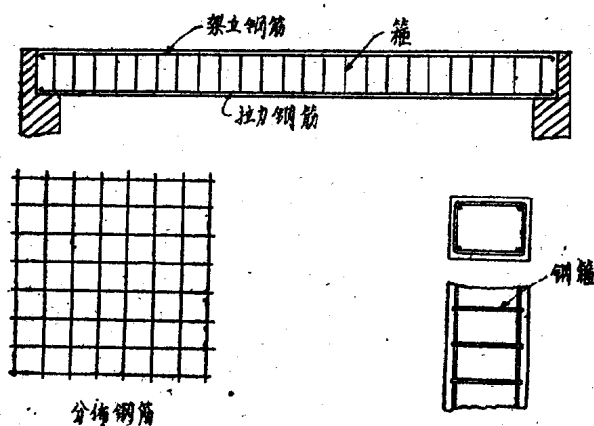


圖 1

（一）受拉力鋼筋

拿一塊普通學生用的橡皮，在橡皮的中間划二根互相对称的交叉綫，然后把橡皮兩端攔起來，從上面壓下使其彎曲。當彎曲的時候我們可以看見橡皮下面的綫的距離加大，而上面的綫則互相靠近（見圖 2）。這說明橡皮的上部受壓力；下部受拉力。在

任何承受弯曲的构件，不論是用何種材料制成，都會有上面這種現象發生。如果構件是用拉力強度很小的材料制成，那麼在彎曲時下面就很容易破壞開裂。

混凝土的抗压強度要比抗拉強度大很多倍。拿一根正方形的混凝土柱（ 20×20 公分）來講，直立的時候到破壞前可以承受60

噸荷重。但同樣的柱子如果橫臥下來象圖1的橡皮一樣二端擱起來，這個柱子就只能承受260公斤的重量。因此沒有放鋼筋的混凝土構件在彎曲的時候，首先是下面開裂，結果不能使用。它被破壞的原因是下面受到的拉力超過了混凝土本身的抗拉強度，但這時候上部受壓區域所受到的壓力卻還沒有達到足以使混凝土破壞的程度，這是混凝土構件的缺點。

為了使混凝土結構的上部和下部達到同樣的強度，就要在下部放置抗拉強度較大的鋼筋。鋼筋能夠承受的拉力要比混凝土大180倍。這時在下面主要由鋼筋來承受拉力。因此鋼筋混凝土的實質就是充分利用了混凝土的抗压強度和鋼筋的抗拉強度來共同工作。一般彎曲構件（如樓板）下面的鋼筋都是承受拉力的。

一個長2公尺、寬18公分、高24公分的混凝土梁，根據計算它連自重200公斤在內可以承受600公斤的重量。在这么多的荷重作用下，梁開始破壞。如果在梁的下面放入6根直徑為20公厘的鋼筋，那麼加多少荷重梁方開始破壞呢？這時就已經不是600公斤，而是7,500公斤，為混凝土梁原來承載能力的12.5倍。

受拉鋼筋的位置不是都在下面的，要根據受力的情況和式樣來決定。同樣是樓板、連續的板和放在二個支座上的簡支板就不

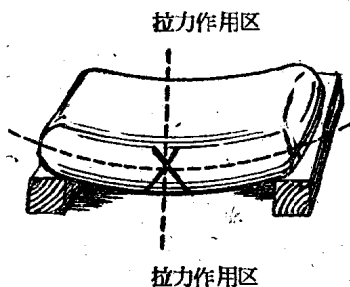


圖 2

同。鋼筋混凝土板放在三个或三个以上的支座上时称为連續板（见图3）。連續板的特点是当重量压在楼板上面的时候，它会向上下两面弯曲。如果重量放的位置不同，板的受拉区有时会在板的上部，有时在板的下部。譬如三块連續板而重量却放在中間的一块上，那么受重量的中間一块会向下弯，也就是下面受拉力；旁边二块都是向上弯，也就是旁边二块板上面受拉力，所以在連續板里受拉区域可能在板的上部也可能在板的下部，所以在上下二部都要放置鋼筋，亦就是說要放二层鋼筋。

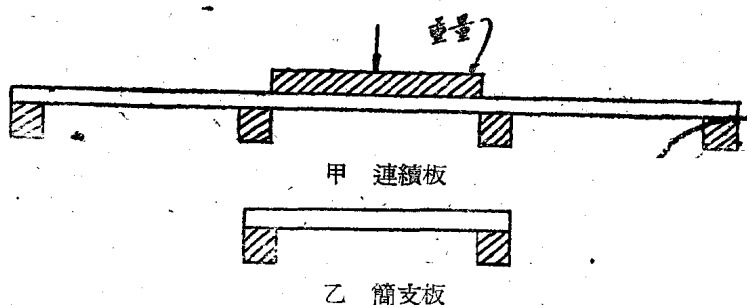


图 3

悬臂的鋼筋混凝土梁或板，就是一端挑出悬空的梁或板，象雨篷、阳台等，受拉区域是在梁或板的上部。所以鋼筋也就應該放在上部。

（二）受压力鋼筋

不仅在承受弯曲的鋼筋混凝土結構里能使用鋼筋，即使是在仅仅承受压力的构件（象柱子、樁、立杆）里，也經常要配置鋼筋，利用它能够牢固地与混凝土粘着的性質来增加混凝土的抗压强度。在这些結構里放置鋼筋，主要目的是能减少結構的面积和重量。当設計这样的結構时，可以認為一平方公分面积的鋼筋，

能抵得上18平方公分的140号混凝土，一个 20×20 公分的混凝土柱子能承受60吨重量，如果改用4根20公厘鋼筋的鋼筋混凝土柱子，它的面积只需225平方公分就已經足够了。不但縮小了結構断面的尺寸，也能減輕了結構物本身的重量。

(三) 分布鋼筋

一般是用在板当中，它的作用正象它的名字一样（见图1）是使荷重平均分布在受力鋼筋上。这样就能把集中的或者局部的荷重分布在較大的面积上，正象鉄軌把压力分布給枕木一样。此外分布鋼筋还能把整个鋼筋連結在一起，可以避免在澆灌混凝土时，受力鋼筋的位置发生移动，同时又能抵抗因气候冷热和混凝土在水化过程中的干縮所引起的力量。

(四) 鋼 箍

一般是用在梁、柱中間，它的作用是保持几根受拉或受压鋼筋的位置，并且承受部分的拉力。

二、鋼筋的种类

鋼的成分主要是鉄和碳，此外还含有矽、錳、磷、硫和少数的氮等元素。鋼的性質主要由碳来决定，碳的含量多，强度高，含量少强度就低，其中矽和錳对鋼是有好处的，磷和硫这二种成分对鋼的性能是有害处的，如含量較多会引起鋼的脆性。鋼一般分为低碳鋼、中碳鋼和高碳鋼。在建筑工程方面所有的鋼筋只有0号、3号和5号三种鋼。0号和3号鋼都是屬於低碳鋼，它們的强度比較低而且比較軟，但0号鋼的强度都比3号鋼低，它的强

度和含碳量也很不一致。5号鋼也就是螺紋鋼，它的强度比較高，但是比0号和3号鋼的性質要硬脆一些，一般鋼筋的强度見表 1。

表 1

鋼 号	流 限 (公斤/平方公分)	极 限 强 度 (公斤/平方公分)	延 伸 率 (%)
0 号	1,900	3,200到4,700	22
3 号	2,400	3,800到4,700	26
5 号	2,800	5,000到6,200	20

三、鋼筋的物理性能

鋼筋的物理性能包括强度、延展性、硬度、韌性等，但和建筑工程最有关系的是强度、延展性（就是鋼筋的軟硬性能）。

（一）强 度

强度就是表明材料能經得起多大的拉力。鋼筋的强度有屈服点（也叫流限）和极限强度二种。

鋼筋的受力强度分为三个阶段，第一个阶段是彈性的，彈性是指鋼筋受力变形伸長，但是当重量取消后，鋼筋依旧恢复到原来的長度。这种情况叫做彈性。試驗的方法可用拉力試驗机来测定，先把一根鋼材車成試驗杆，在杆上打二个眼（如图 4），这二个眼的距离叫做“标距”，然后把这个試驗杆裝在試驗机上，在它的两头用力拉，这时用了多少力量，机器上有仪器可表示出来。力量在不断增加，鋼筋逐漸伸長，开始伸長时的長度和受到的拉力成正比，拉力愈大，变形也就愈大。假使一根一公尺長的鋼筋，用 2,000 公斤拉力鋼筋被拉伸的長度是 1 公分，如果拉力

加至 4,000 公斤，鋼筋拉伸的長度是 2 公分，这就表示了鋼筋的拉力和变形的大小有着密切的关系。当力加到一定强度后，拉力与变形的比例規律就不同了，这时候应停止試驗，并将試件取下，如果試件完全恢复縮短到原来的長度，这个阶段就称为彈性限度。这种彈性是金屬类非常寶貴的性質。

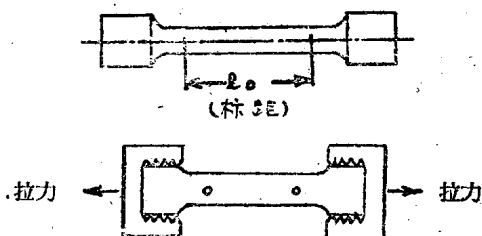


图 4

第二阶段是鋼的屈服点（也是流限）。如果繼續放在試驗机上用力拉到超过彈性限度并繼續增加，变形的发展开始增大，这个阶段的变形包括彈性的和永久变形二个部分。永久变形是指拉力除去后回不到原来的形状和尺寸，而且被永久的拉長了。随着拉力的增大，永久变形部分更加剧烈，虽然外力不再增加，但試样的变形却仍旧繼續着，这就是屈服点，因此屈服点是鋼筋物理性能中非常重要的一环，这时鋼筋所能承受的力量就称为流限，設計的强度就是采用这个数字。

第三阶段是强度极限。材料屈服后，內部的結構因晶体排列的位置重新調整，又生出抵抗外力作用的性質，因此要使它变形能繼續增長，就必須要繼續增加拉力，但变形的程度和开始試驗时的情况不同，鋼筋的拉長比原来的伸長大几十倍。最后鋼筋的最弱的截面处就开始产生“縮頸現象”（見图 5），由于面积的逐漸縮小，不需再加拉力而鋼筋即被拉断。普通鋼的含碳量越高，流限和极限强度也越大。但含碳量太多的鋼容易发脆，不适用于建筑工程。



图 5

(二) 延展性 (也叫塑性)

材料的延展性是用“延伸率”和“面积收缩率”来表示的。这个性能表示材料能否拉细或压薄，也就是软或硬。它也是用拉力试验机来测定的。就是把拉断的试杆合在一起，量出变形后的标距（见图6）就可以用下式计算出材料的延伸率。

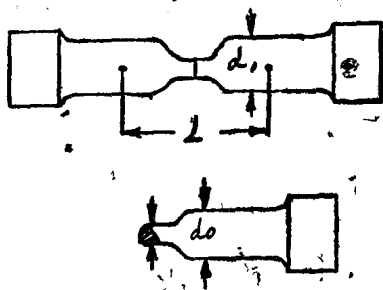


图 6

$$\text{延伸率} = \frac{l - l_0}{l_0} \times 100\%$$

式中 l 是拉断后合在一起量得的标距。~~是~~变形前的标距。

例：钢试杆的标距是100公厘，拉断后再合在一起量得的标距是120公厘，问这种钢材的延伸率是多少？

$$\begin{aligned} \text{延伸率} &= \frac{l - l_0}{l_0} \times 100\% = \frac{120 - 100}{100} \times 100\% \\ &= 20\% \end{aligned}$$

用卡尺量出试杆拉断处的直径，算出面积，并与原来的面积作比较，根据下面公式，可以标出材料的面积收缩率：

$$\text{面积收缩率} = \frac{d_0^2 - d^2}{d_0^2} \times 100\%$$

式中 d_0 是试杆原来的直径。

d 是试杆拉断处的直径。

例：试杆原来的直径是20公厘，拉断处的直径是10公厘，问

它的面积收缩率是多少？

$$\text{面积收缩率} = \frac{d_0^2 - d^2}{d_0^2} \times 100\% = \frac{20^2 - 10^2}{20^2} \times 100\% = 75\%。$$

一般碳钢的延伸率和面积收缩率，与极限强度和屈服点正是相反，含碳愈低的钢，面积收缩率和延伸率越大，也就是拉断时变形越大，性质较软，当然钢的内部组织不好，也会大大地影响这个因素。

四、钢筋冷拉的好处

(一) 目前我们建筑工程中所使用的钢材大部分是低碳钢，低碳钢的强度比较低，而伸长变形比一般钢材均大，它开始产生变形的强度（屈服点）和钢筋的极限强度相差很大，因此在钢筋混凝土工程中，由于混凝土不允许产生较大的变形而钢筋也就不可能发挥它最大的力量。例如受弯的构件、梁、楼板等因为承受的荷重超过规定使钢筋伸长较大，因此混凝土的受拉部分产生裂缝。这种裂缝的继续发展会影响了受压面积的缩小。一直到最后破坏。

钢筋经过冷拉后，屈服点提高，同时变形也降低，这样就符合了混凝土不能有较大的变形的特点，使钢筋与混凝土的变形能够近于相符，减少了构件受拉部分的裂缝及增加了混凝土抗压性能的充分发挥，这就进一步保证了混凝土工程的质量。因此钢筋在施工前进行冷拉使钢筋产生一部分永久变形，提高了钢筋的屈服点，使设计应力可以由原来的 2,500 公斤/平方公分—2,850 公斤/平方公分提高到 3,000 公斤/平方公分—3,500 公斤/平方公分，

加上由于鋼筋的伸長所節約的鋼筋，总共可節省鋼筋20—40%。

(二) 目前我們使用的鋼筋，由于標號不一，質量也有差別，某些鋼筋的強度僅達到2,300公斤/平方公分左右，因此，在設計使用上也不穩定，把不同標號或應力高低不齊的鋼筋冷拉后可以得到統一的強度，使混凝土構件不會因個別鋼筋質量的低劣而影響整個工程。

(三) 鋼筋經過冷拉后，表面的銹蝕可以自動脫落，但這種冷拉后的鋼筋易于生銹，最好及時使用或者很好的保存防止受潮生銹。對於深黃或黃褐色的比較堅固的鐵銹，鋼筋雖受拉亦不能使其自動脫落，還需要進行加工。

(四) 對盤條鋼筋冷拉后，鋼筋自動平直可減少平直工序，由于冷拉設備簡單，需用勞動力很少，大小工地加工廠都可以設制。

五、冷拉和強度提高的原理

用機械把鋼筋加拉力到超過它的屈服點，但是不能達到極限強度，然後除去荷重。這時由于鋼筋已經超過屈服限度，鋼筋就發生一部分永久變形，不能回復到原來的長度，較原來伸長了一些，而鋼筋的截面積縮小了一些。冷拉后不僅使鋼筋伸長，更主要的是鋼筋經過冷拉后，它的流限就立即提高到同冷拉時候所加的拉力一樣，譬如沒有冷拉的鋼筋的流限是2,400公斤/平方公分，冷拉時所加的拉力是3,200公斤/平方公分，那麼冷拉后鋼筋的流限就可以提高到3,200公斤/平方公分。同時冷拉后的極限強度也升高。另一方面經過冷拉后的鋼筋比較原來沒有拉過的鋼筋變得脆硬一些。

(一) 冷拉为什么会使强度提高

自然界中所見到的物体都是由极小的質点所組成，我們把这些小質点叫做原子。如果物体的原子排列成很有規律的結構，象水冻结成冰，它内部的原子都是排列得很有規律，我們就把这种物体叫做結晶体。所有金屬都是結晶体，鋼鉄也是同样的情况。

鋼筋受力时，它的晶体开始变形，当外力作用停止后，晶体恢复原状。如果外力超过彈性限度鋼筋产生了永久变形，由于变形也就使結晶体的平面变成为畸形不平的面，这样阻碍了晶体在原来平面的繼續滑动，因此提高了鋼筋的强度，并且使鋼筋变得硬脆一些，随着变形程度的加大，金屬变形的阻力也在增大。但是变形逐步减少，并且在变形到一定限度的时候金屬破坏，因此冷拉鋼筋就是利用了上面的理論給鋼筋以超过屈服点强度的应力，使鋼筋产生变形增長了鋼的抗拉，降低了变形，这是冷拉鋼筋抗拉强度提高的第一个原因。为了不使鋼筋因脆性过大而容易损坏，因此冷拉时要安放一定的控制重量（或者是适当的伸長率）来控制拉力的大小。

(二) 时效对强度的影响

在鋼材中特別是低碳鋼，由于時間的作用使极限和屈服强度提高，性質变硬，这种性質叫作鋼的时效，这种时效作用在平常进行得非常緩慢，即使是受振动荷載的桥梁等金屬結構，也需要经过几十年時間才能提高强度，并能产生脆性，而鋼筋經過冷拉后，它的时效作用有很大的发展，大約在15到20天后可以完成鋼的时效，一般流限可以比剛才冷拉好的鋼筋要提高8—20%，极限强度也增大。經過冷拉后的鋼筋，如果将它放在水中加热到

100°C，在二小时以后就可以达到15—20天的时效。这种时效现象，是由于包括在鋼筋中氮和磷的排析出来而发生。这些物質排出后以及其他物質的微粒渗透到結晶顆粒中去，阻碍了結晶平面的滑动，从而提高了鋼的强度。另一方面冷拉时晶体平面間已經滑动，这种活动使微粒排析出，因此冷拉后的鋼筋，时效发展特别急剧。时效对强度的影响在20天內并不是均衡的，在最初5天强度发展最快，以后則逐漸緩慢，到20天时已基本上接近停止。从以上这些現象可以看出利用时效的因素，可以提高鋼筋混凝土中鋼筋的强度，因为鋼筋在結構中一般不可能在冷拉后20天內就受到設計荷重，所以把时效的强度估計在內是不会引起危險的，由上面所述可知鋼筋冷拉后其物理力学性能的改变是由二部分組成，一部分是由于冷拉強化，使屈服点达到控制荷重上，提高了彈性强度，第二部分是由于时效作用的影响，使經過冷拉后的鋼筋加速了鋼的时效作用。因此在進行冷拉試驗时，應該注意鋼筋抗拉試驗的情况、性質的軟硬及强度提高百分数。目前試驗結果，一般鋼筋伸長率在4%—6%比較适当而性質也不会太硬，現附建筑研究院五种不同鋼材的鋼筋在冷拉前后的物理性能比較表供参考。

表 2

材 料 編 號	直 徑 (公厘)	未 經 冷 拉				冷 拉 控 制 應 力		冷 拉 時 拉 量 率 %		-經冷拉并在100°C溫度下經過2小時后									
		鋼 號	流 限 (公斤/平方公分)	極 限 (公斤/平方公分)	伸 長 率 %	斷 面 收 縮 率 %	(公斤/平方公分)	(公斤/平方公分)	以原面積計算	伸 長 率 %	斷 面 收 縮 率 %	流 限 提 高 率 %	極 限 提 高 率 %	流 限 極 限 提 高 率 %	流 限 極 限 提 高 率 %				
1	6	无	2,500	3,913	35.05	69.50	3,784 3,850	10.00 3.00	4,395 3,150	4,442 4,020	15.02 63.00	75.90 26.00	13.50 2.74	16.13 10.50					
2	6	无	2,342	3,668	36.08	72.60	3,590	13.04	3,887	4,070	20.27	68.67	66.00	11.25	8.27				
3	6	无	2,547	3,877	32.78	73.97	3,393 2,960	7.81 3.50	4,018 3,350	4,018 4,050	19.60 21.00	67.53 31.40	57.75 4.46	3.64 19.46	13.20				
4	8	无	3,092	4,387	30.22	70.53	3,890	3.35	4,440	4,657	15.42	66.92	43.60	6.15	13.80				
5	9	#3	2,311	3,997	31.68	67.97	3,840 2,640	2.00	4,283 3,205	4,442 4,157	14.80 26.03	—	85.40 38.70	11.13 3.76	11.53 21.40				

六、控制应力和荷重

(一) 控制应力

用力量把鋼筋拉到規定的強度，並且使它伸長，這個拉力稱為控制應力。一般是根據設計或者規定要求的強度作為控制應力的根據。同時考慮冷拉後時效對強度提高的因素，可以用約為設計規定強度的90%作為控制應力，假使冷拉鋼筋的設計強度要求達到3,000公斤/平方公分，那麼控制應力可以採用2,800公斤/平方公分，雖然剛冷拉好的鋼筋的強度只有2,800公斤/平方公分，幾天後由於時效的影響，最後強度仍舊會超過設計要求的強度3,000公斤/平方公分，同一類鋼筋用不同的控制應力，它的拉長率、流限、極限強度及破壞時效的延伸率都不同，所以正確的根據要求掌握控制應力是很重要的，現附9公厘的圓鋼筋在不同控制應力下的流限（也就是一般所稱的強度）、極限和延伸率的比較表。

表 3

控制應力 公斤/平方公分	拉長率 %	流限 (公斤/平方公分)		極限 (公斤/平方公分)		延伸率 (%)	
		20分鐘後	100° C 2 小時後	20分鐘後	100° C 2 小時後	20分鐘後	100° C 2 小時後
—	—	2,490	—	3,987	—	33.1	—
2,690	2	2,690	3,204	4,047	4,157	31.5	25.7
3,205	4	3,205	3,801	4,013	4,286	27.6	20.8
3,550	6	3,550	4,033	4,023	4,307	26.3	19.2
3,722	8	3,722	4,250	4,050	4,410	24.9	16.5
3,800	10	3,800	4,373	4,048	4,433	21.8	13.1