

科学画报丛书

建筑材料節約常識



科技卫生出版社

目 次

1. 結構鋼.....	1
2. 水泥.....	6
3. 十种水泥.....	10
4. 黃砂与碎石.....	17
5. 无砂混凝土.....	21
6. 陶礫混凝土.....	24
7. 鋼筋混凝土.....	27
8. 木材.....	33
9. 石材.....	38
10. 讓竹材来代替木材和鋼材.....	47
11. 代替鋼材的塑化竹材.....	51
12. 節約鋼材的預应力鋼筋混凝土.....	53
13. 節約木材.....	60
14. 怎样節約水泥.....	67
15. 石灰新使用法.....	73
16. 硅石灰.....	75
17. 向苏联專家学习合理使用建筑材料.....	79

結 構 鋼

鍾 以 莊

鋼鐵對於我們國家的工業化是極其重要的東西。有了鋼，我們可以製造機器，修築鐵路和橋梁，修建工廠……。

結構鋼的應用非常廣泛。除了橋梁和建築物以外，我們日常所見到的如起重機、無線電塔、高壓電綫架、油池、自來水塔、水閘等都要用到它。但是不管它在什麼地方，它們都是由一些基本組成部分裝配成功的。這些基本組成部分叫做構件。在冶金工廠生產的各種構件，通常又可以分為兩大類：一類是鋼板，一類是型鋼。鋼板是從軋輥間壓延出來的，有不同的厚度和尺寸，以適合不同的用途。型鋼包括各種不同截面的鋼材，最普通的有角鋼、槽鋼、工字鋼、T形鋼等（圖1）；它們也有各種不同的尺寸。為了設計和建築的方便，以及降低生產成本，減少工程費用，各種鋼材都有一定的規格；在規格里載明了各種標準構件的尺寸、截面的特性、單位長度的重量等，以便採用者作適當的選擇。

同時因為各種不同的結構承受不同的荷重，就有各種不同強度的鋼材。舉個例子來說，蘇聯最常用的建築鋼材是3號鋼，它的屈伏限度是22公斤/平方公厘，這是一種含碳量不超過0.22%的鋼。可是鋼的強度和硬度雖然隨碳的分量增加，它

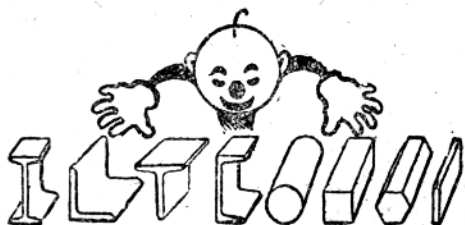
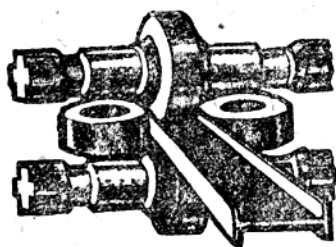


图1. 从軋鋼机可以軋出各种鋼材。上图是工字鋼从最后一道軋輥中軋出来的示意图。下图按次是：工字鋼，角鋼，T形鋼，槽鋼等。

的韌性却相反地随着降低。为了使鋼材能承受高的应力，我們可以采用所謂低碳合金鋼。在这种高强度的建筑鋼里，我們不增加含碳量，而加入鎳、鉻、鉬、錳、鈮、銅和矽等，这样的合金鋼，不但大大的提高了鋼的强度（屈伏限度达到33—36 公斤/平方公厘），它的韌性却没有减少。在苏联，有許多科学家和工程师在进行研究，不断地提高建筑用鋼的强度。

上面我們簡單的談了一些建筑鋼材的性能和构件的种类和形式，現在我們再来談談构件是怎样連接起来的。因为一个完整的結構，如一座鋼梁桥或鋼构架的高楼，都是无数大大小小的构件結合而成的。一根鋼柱子可以是四个角鋼組成，也可以用两个槽鋼組成，同样也可以用工字鋼組成（图2）。普通的鈹梁可用一块腹鈹和上下的翼緣（就是和腹鈹垂直的平板）接合成“工”字形而成，或者用一块腹鈹和两个T形合成（仍

旧是“工”字形的)。一組构件又和另外一組构件結合，一步一步造成建筑物的整体。

連接鋼构件的方法有三种，就是：鉚釘接合、螺栓接合和焊接合

(图3)。其中焊

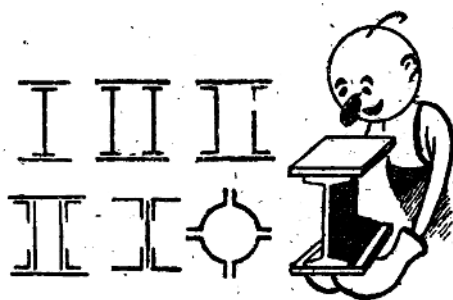


图2. 用各种鋼材構成的几种鋼柱子的示意图。

接是一种最优良的連接方法，現在苏联已經有85%以上的鋼結構使用焊接。我們可以預見到，在不久的将来，焊接在鋼結構中会成为唯一的連接方式。这种方法不需要鉚釘或螺栓，也不需要如連結角鋼、盖板等輔助另件，因此就使結構的形式簡化了。

一組构件連接了以后，再和它相邻的一組构件接合起来，逐步結合成为整体的建筑物。鋼結構的安装方式，也依它本身的性質而有所不同。建筑鋼梁桥的时候，每孔鋼梁可以先在装配工場安装好，然后用浮船把它搬运到預先筑好的桥墩上去；而在建筑一座鋼构架的高房屋时，就要用强大的起重机把鋼柱和鋼梁吊到安放的位置，用电焊接合起来。

結構鋼的应用很广，因为它具有一系列的优点。第一，它是最輕的結構。这是因为鋼的性質优良，可以承受极大的拉应力、压应力和剪应力。如果我們設計一个結構，承受一定的荷重，那么鋼結構就要比木結構、石結構或者混凝土結構都来得

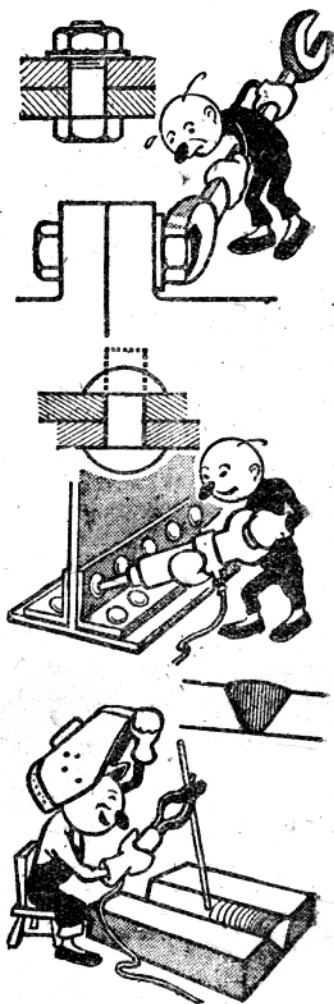
图 3. 连接钢件的三种方法：
上，螺栓接合；中，铆钉接合；下，焊接合。

輕，所占的地方也来得小。

第二，它是最适当的結構。这是因为鋼材本身的构造是均匀的，同时有很高的弹性系数，在計算时最为精确，所得的結果也最接近于实际的状况。

第三，它的制造过程是高度工业化的。由于鋼的优良机械性质，只有在工厂中加工制造才相宜；也正因为如此，它也具有一切工业方法制造产品的优点，如制成整套的配件和高度的精确度，而各部分构件的连接、安装都很簡便迅速。

以上这些优点保证了材料的經濟、制造时劳动力的节省，以及安装的迅速。在这些方面，由于苏联学者和工程师們的不断研究和实践，已經达到世界上最先进



的地位。

鋼結構虽然有上面这些优点，但是如果暴露在空气中，就会生銹，因此需要經常加以油漆。这样保养費用势必增加。至于高房屋的骨架，因为外面有磚可以掩护，所以不致发生生銹的問題。还有鋼結構的材料因为国民經济很多部門都需要它，因此我們就應該把鋼使用到最需要的地方去。

最后我来介紹苏联一座雄偉的鋼結構多层建筑物，这就是矗立在莫斯科西南部列宁山上的国立莫斯科大学的新校舍。这所富丽堂皇的“科学之宮”高达 250 公尺，有 35 层。单单鋼构架所用的鋼料就有 4 万吨！这 4 万吨的鋼材在短短的一年半時間內（1949 年夏天到 1950 年終）就完成了装配工作。这种速度也是史无前例的。这是目前苏联最高的房屋，里面的房間很多，如果一个参观者，只在一間房子里逗留一分鐘，要走完所有的房子就要花三个多月哩！

水 泥

沈 旦 申

水泥，它是現代建筑工业的基本材料，在我們的大建設中，是一个重要角色。

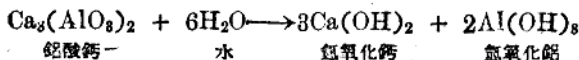
水泥为什么遇水变硬？

水泥这个名字是取得很好的，因为它很象泥土，不过遇到水就会結得很坚硬。

許多东西浸在水里就松软了，水泥却是相反的越浸越硬，真是怪事。我們且来查查它的底細。

普通的水泥是石灰石和粘土做成的。把这两种原料适当地配合，均匀地磨細（称为生料），放在旋轉的窖中燒熔，結成桃子与黄豆般大小的僵块（称为熟料），冷下来后再加些石膏，一同磨細，就成了水泥。（加石膏是延迟水泥的凝固時間，否則水泥一碰到水就立刻凝結起来，施工的时候就来不及操作。）

普通水泥的原料里面，主要的成分是鋁酸鈣 $[\text{Ca}_3(\text{AlO}_3)_2]$ 与矽酸鈣 $(\text{Ca}_3\text{SiO}_5)$ ，鋁酸盐遇到了水就起了水化作用，大概的变化是这样的：



經過这个作用产生的氫氧化鈣和氫氧化鋁再与矽酸鈣起反应，产生了鋁矽酸鈣类，就成为交合得很坚硬的結晶体。这就是水

泥的特別性格。

如果在水泥中加進黃砂，就可製成膠泥，就是塗牆用的那種水門汀。如果把水泥再加了砂和石子，經水化作用後，水泥漿就緊緊圍裹了砂石，變得比石頭還要硬，這就是“混凝土”。

如果在混凝土中再加進鋼筋，就比天然的石塊更要堅強，這就是“鋼筋混凝土”。自從有了鋼筋混凝土，許多工程上不能解決的困難從此解決了，也從此就出現了近代的高樓大廈和許多巨大的土木建築。

水泥的優點

水泥的種類很多，我們普通指的一種水泥稱為“波特蘭水泥”，現在應改稱為“矽酸鹽水泥”。

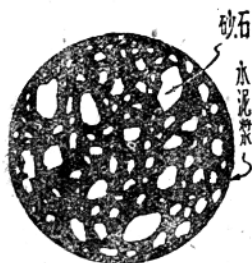


圖1. 混凝土的內部，水泥漿緊緊圍裹了砂石變成堅硬的混凝土。

水泥的優點是很多的，象矽酸鹽水泥的價值更大。一般水泥大概有這些優點：

- (1) 堅強耐久，服務年限很長；
- (2) 建築物利用水泥很合算，修理與養護的費用很省；
- (3) 砂石材料，就地可取；
- (4) 比一般的材料耐水、耐火與耐震，它不象木材一樣容易腐朽，也不象鋼鐵一樣容易銹爛；
- (5) 可以塑成任何形狀，還可以着上任何顏色；
- (6) 用途廣泛，有關經濟建設與國防建設的各種工程，從地上到地下，從水上到水下，都可應用，而且構造可大可小，簡單或繁雜的都可以；
- (7) 既可現

場拌制，也可在工厂預制。

学习苏联先进技术的好处

(1) 真空作业法：水泥虽然有上面的优点，但是混凝土操作完了以后为了达到所要求的强度，需要经过长时期的养护，才能使它凝固，这样就延长了拆模板的日期，并且延迟了工程的进行。

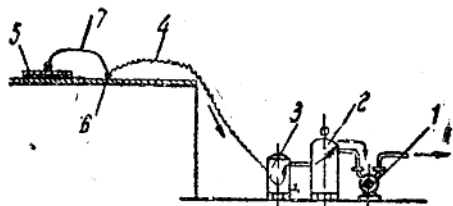


图2. 作真空业设备：1. 真空泵 2. 真空槽
3. 集水槽 4. 吸收总管 5. 真空模板 6. 连接器
7. 吸入管

我国有许多工地学习了苏联“混凝土真空作业法”以后，已经获得了极大的成功。

所谓混凝土真空作业法，就是在浇灌混凝土捣固以后，就用和真空泵相连接的真空模板，在混凝土表面上造成真空。由于混凝土中和真空模板中压力差别，混凝土中所有的空气和剩余的水分就被吸了出来，进到模板的真空腔里，再由真空腔到吸真空系统中去。

同时，由于大气压力的作用，真空作用范围以外的混凝土和真空模板内部都受到全面压缩，因此真空作业范围里混凝土中的游离空气和水分就被吸出，使混凝土更为密实起来。

由于使用真空作业法，可以使得立刻拆卸一部分模板，在实行真空作业法二三天内，它的耐压强度比未使用真空作业法

的超过40—60%。

(2) 混合材：苏联的技术标准的規定，在不降低质量的条件下，为增加产量起见，在研磨熟料时，可以掺入15%的水硬性物质或10%的非水硬性物质称为“混合材”，就可制成不同等级的水泥，适合各级混凝土的使用，而且降低了成本，增加了产量。

东北区与华北区吸取了苏联先进经验，利用炼铁的高炉中流出的矿渣制成“矿渣水泥”，不添設任何设备就可以提高产量并降低成本，由此可见混合材的使用，对基本建設是有重大意义的。上海市人民政府工务局的职工同志，用电力公司磨細煤燃燒后的炉渣做混合材，这本是每天抛往海中的大量廢物。

怎樣存放水泥？

水泥是容易受潮的，一受潮就不能用了，所以存放水泥的

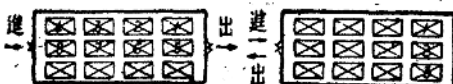


图3. 儲藏水泥的仓库，应两头都有門(左图)，分堆存放，标明运到的日期，先到的可以先用。如果只有一个門(右图)，不标明先后次序，用的人贪图近便，先用近門口的，先到的反而沒有使用的机会，堆压很久了，水泥就变质损失了。

地方一定要不漏雨、不潮湿，門窗要关紧，使潮湿空气跑不进去。同时，水泥存放得太久了，因为渐渐吸收了空气中的湿气

和二氧化碳，水泥就变质，失去效用，一般水泥最好在六个月内使用，所以如果有大量水泥存放在仓库里，就要特别注意(参看图3)。

十 种 水 泥

沈 旦 申

水泥是一项重要的建筑材料。祖国大规模工程建设不仅需要大量水泥，也需要不同性质的水泥来适应各种工程的需要。我国近年来在研究制造新品种水泥方面已得到很大成就。现在已经不再是只有矽酸盐水泥那一种了。好多新品种水泥已在工程中应用，除了几种比较熟悉的水泥（如矿渣矽酸盐水泥、火山灰质矽酸盐水泥、混合矽酸盐水泥以及用在装饰和卫生工程方面的水泥）外，这里再介绍十种水泥。

加 气 水 泥

普通矽酸盐水泥是由石灰石和粘土烧成熟料再加少量石膏在一起磨成的。如果当磨粉的时候加入极微少的有机物质（水泥重量的千分之几到万分之几），就可以得到性质与普通水泥不同的水泥；这象炼钢的时候，加一点镍、铬使钢的质量提高，得到各种优质钢的道理一样。加入的有机物质的种类很多，有加气剂、塑化剂、防水剂等。熟料中加入加气剂（如松脂制剂等）就制成加气水泥；加入塑化剂（如亚硫酸盐酒精液滓等）就制成塑化水泥；加入防水剂（如环烷酸皂等）就制成防水水泥。

加气水泥的特点是加水拌成混凝土时会产生大量微小而且稳固的空气泡。因为加气剂和肥皂一样，加到水里攪拌一下会

产生大量气泡（图1）。这种气泡非常小，它的直径平均不到0.05公厘，但数量很多，1立方公尺混凝土就有5亿到7亿多个。这么多的气泡均匀分布在混凝土里，在搅拌和浇筑混凝土时就能起机器

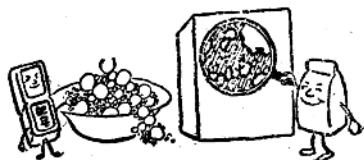


图1. 用加气水泥拌和混凝土时，加气剂碰着水，好象肥皂碰着水一样产生气泡。混凝土在放大镜下可看出水泥中有许多小气泡。

轴承中滚珠那样的滑润作用，增加了混凝土的流动性。这种气泡也使浇筑成的混凝土具有防水作用。因为混凝土透水的主要原因之一是浇筑时一部分水分从里面冒到表面上来，

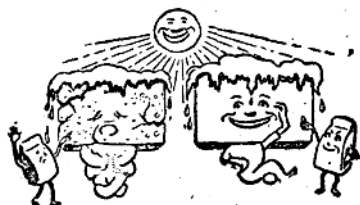


图2. 普通水泥浇筑的混凝土，经过冰冻和融解变化，表面会剥落和产生裂缝。加气水泥混凝土并没有变化。

在混凝土中形成了能连贯起来的羊肠小道；这样外面的水分由于毛细管作用也可能沿着这些路线渗入混凝土里。冬季，渗入的水分结成冰，体积膨胀，混凝土内部就产生极大的

压力；天气转暖，冰又溶解成水；连续地冰冻和溶解，很容易把混凝土冻裂（图2）。加气水泥使混凝土多余的水分组成气泡的膜壁，就减少了混凝土中的空隙的通路。因此耐冻性极好，适用于寒冷地带的水工建筑物。塘沽新港和治淮工程中就曾大量浇筑加气混凝土。

但加气混凝土也有它的缺点，空气泡的存在使强度降低了。

塑 化 水 泥

塑化水泥和加气水泥一样，也有容易拌和和耐冻的优点，而强度却和普通水泥一样，并不降低。它的主要作用是由于拌和塑化剂在水泥粒子表面上結成一层吸附水分的薄膜。原来水泥粒子和粒子之間的摩擦力是比較大的，包了一层水膜后，摩



图3. 拌和混凝土时，普通水泥粒子一堆一堆地聚在一起，粒子間摩擦力很大，澆拌混凝土时很費力。塑化水泥粒子的表面吸附一层水膜，拌混凝土时就省力了。



擦力就大大地减低，澆置混凝土也就非常省力(图3)。

还有，普通混凝土中水泥顆粒一堆一堆地聚集在一起，和水的接触面积不大；水泥粒子包了一层水膜后，使聚在一起的水泥顆粒分散开来，这样就增加水泥和水的作用面积，使水泥和水的化学作用进行得更好，从而改

善了混凝土的质量。塑化水泥拌成的混凝土流动性比較大，因此用塑化水泥时1立方公尺混凝土中可以节约水泥用量二三十公斤，质量也不会降低。

防 水 水 泥

防水水泥更是奇妙了。普通水泥堆放得久了会受潮結块，质量降低。防水水泥是不会受潮的，即使淋雨也不怕。拿一撮防水水泥輕輕地放到水里，它会浮在水面上不沉下去(图4)。水滴洒在防水水泥中，也能長時間保持球状。防水水泥为什么

会有防水性能呢？因为防水剂在水泥粒子上形成的防水的薄膜，就象怕受潮的商品外面包裹一层防水纸一样。当用防水水泥拌和混凝土时，水泥的粒子受到摩擦，这层防水膜就破碎了，纷纷落到混凝土中成为滑润作用的物质。



图4. 普通水泥浸水就变成水泥浆，防水水泥粒子表面有一层防水薄膜，不怕受潮。

抗硫酸盐水泥

水是混凝土的一个敌人，水能溶解混凝土中某些成分（如氢氧化钙），水能穿透混凝土的空隙，结成冰把混凝土冻坏。如果水中含有硫酸盐物质，与混凝土中某些成分起化学变化，那情形就更严重了。含硫酸盐的水侵入混凝土的内部后，使一

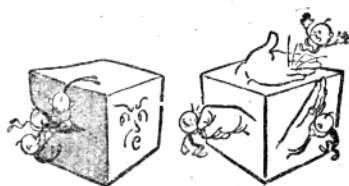


图5. 普通水泥灌成的混凝土受了含硫酸盐的水侵蚀，裂成细缝。抗硫酸盐水泥混凝土能抵抗侵蚀。

部分物质溶在溶液里，加深混凝土的空隙，就更加有力地破坏混凝土的组织。建筑海港、工厂以及硷性土壤中的地下建筑物，混凝土常会碰到含硫酸盐的水，因之必须防止硫酸盐溶液的侵蚀。

抗硫酸盐水泥就是一种不受硫酸盐侵蚀的水泥(图5)，它是用特殊化学成分的矽酸盐水泥熟料和活性混合材料(如矽藻土等)混合制成的。

矾 土 水 泥

一般水泥的主要化学成分都是矽酸盐类物质，就叫做矽酸盐水泥。矾土水泥的成分与一般水泥不同，主要成分是铝酸盐；它的主要原料是铝土矿和石灰石。

我們知道水泥碰着水是經過很長一段時間逐漸結硬的，一

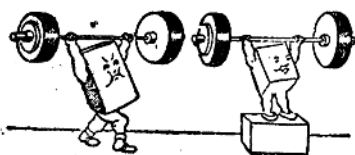


图6. “年紀小”的(3天)矾土水泥混凝土所能承載的重量和“成年的”(28天)普通水泥混凝土一样。

般水泥充分結硬時間总要几十天。矾土水泥結硬的速度却非常快，大約拌和三天后所達到的强度要抵得上普通水泥28天(图6)。因之在緊急和搶修工程中有很大用处。第一次大~~战~~時德

國軍隊將法軍的碉堡轟坏，法國軍隊利用矾土水泥，一个晚上就将轟坏的地方修好。从这个例子可以看出矾土水泥結硬得多迅速。这种水泥我国水泥厂已經能够生产。

膨脹性不透水水泥和不收縮性不透水水泥

用矾土水泥和石膏作为原料，可以制两种有趣的水泥：一种是膨脹性不透水水泥，另一种是不收縮性不透水水泥。普通水泥制的混凝土都会收縮，又可能被水渗透。膨脹性不透水水泥，制成混凝土后不但不透水，而且体积自己会长大起来，1公尺長度的混凝土能够膨脹15公厘，用它填補接縫、漏洞、裂紋，越脹越牢。不收縮性不透水水泥制成的混凝土不縮也不

脹，适用于地下混凝土建筑物的表面防水层(图7)。

高强度快硬水泥

混凝土技术一天天进步，就要求使用高强度和快硬的水泥，这样才能使装配式混凝土构件工厂的生产率提高。

如果用矾土水泥，虽然也能够满足要求，然而制造矾土水泥的费用比矽酸盐水泥贵得多，因此生产高强度快硬的矽酸盐水泥是水泥工业目前和今后的一项重要任务。我国水泥工厂已经能够生产每平方公分抗压强度760公斤的矽酸盐水泥(图8左)，而且将会有更高强度的水泥出现。

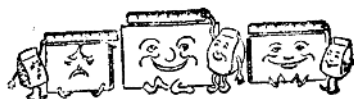


图7. 普通水泥混凝土1公尺收缩0.15公厘。不收缩性不透水水泥混凝土不胀也不缩。膨胀性不透水水泥混凝土1公尺膨胀15公厘。

道路水泥

还有一种道路水泥正在试制中。这种水泥是专用于建筑混凝土路面的。

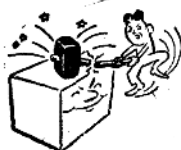


图8. 左 高强度快硬水泥混凝土硬化快、强度高，不容易被外力破坏。



右 就地取材在工地上可以制成的地方性水泥。

道路水泥不但要求快硬和高强度，并且要求抵抗车轮的磨损和冲击，还要求日晒雨淋不产生裂缝，这样才能延长混凝土路面的使用寿命，节省修理的费用。