

內容提要 本書是著者根据实际施工当中學習了苏联先進經驗,比較全面地介紹了烟囱的主要構成和各种鋼筋砼及磚烟囱的施工方法,並对其优、缺点進行了扼要的分析。其中除了對於烟囱施工的質量标准和操作規程作了必要的闡述外,还着重地对烟囱施工必須熟習的安全技術措施作了詳細的說明。

本書對於目前我國工業建設中的較大的烟囱施工有很大的參考价值。可供从事於烟囱建筑的工長和工人學習参考,並可作为烟囱工人安全技術學習的教材。

烟 囱 工 須 知

陳定偉 編 著

★

建筑工程出版社出版 (北京市阜成門外南礼士路)

(北京市書刊出版業營業許可證出字第952号)

建筑工程出版社印刷廠印刷·新華書店發行

書号133 21千字 787×1092 $\frac{1}{32}$ 印張 1 $\frac{1}{8}$ 插頁

1956年9月第1版 1956年9月第1次印刷

印數: 1—3,200册 定價 (10) 0.20元

統一書號: 15040·333

目 錄

一、概 論.....	2
二、烟囱的主要構成.....	3
三、烟囱的施工方法.....	7
四、質量標準和操作規程摘要.....	21
五、安全技術措施.....	23

一、概 論

在我國第一個五年計劃中，需要建設很多的熱電站、冶金工廠、化學工廠及其他工業企業。為了要使這些新建、改建或擴建的工廠的鍋爐或冶金爐內的燃料——不論這些燃料是煤也好，重油也好，煤氣也好——充分燃燒，除了要保證供應足量的空氣而外，並且還需將煙氣以及一切有害於健康的氣體排除出去。因此，在工業建設中就需要建造不少的高大煙囪。

煙囪工的任務是很艱鉅的，他不僅要善於高空作業，而且還要懂得架子工、鋼筋工、砌工及木工的一部分知識及操作技術。同時在建築煙囪時，由於各工序之間緊密地聯繫着，所以很難嚴格地區分出各種短時期的工序。因此，煙囪工小組或專業隊是建築安裝企業中的一種混合工作隊，這樣，就要懂得關於煙囪工作所需要的多種知識及熟練的多種技術。

煙囪根據建造所用材料的不同，可以分為三類：（1）磚煙囪，（2）鐵煙囪，（3）鋼筋砌煙囪。

煙囪根據形狀也可分為三類：（1）圓柱形的，就是煙囪上下口徑一般粗的；（2）圓錐形的，就是煙囪上面細而下面粗的；（3）矩形的，就是長方形或者正方形的。

鋼筋砌煙囪的缺點是導熱性較大及建造工序比較複雜，所以在高度80公尺以下，並且廢氣溫度較高的一般都砌磚煙囪。

圓錐形的鋼筋砌煙囪建造得比較多，它的優點如下：

（1）**造價低廉** 在高80～150公尺的煙囪結構中，鋼筋砌煙囪重量小，費工少。如高150公尺的鋼筋砌煙囪包括基礎在內重

6,000噸,如为磚烟囱时,則重 15,000 噸,即前者比后者輕二倍半。在勞動力方面能節省 42%(150 公尺高时),或 25.6%(100 公尺高时)。^①

(2) **取材方便** 建筑磚烟囱时,往往需用高标号的紅磚或耐火磚。如某廠拟建120公尺的磚烟囱,設計要求用 150号紅磚,並須經抗冻試驗 30 次以上,結果各磚廠都無法保證其質量。最后只得变更設計改为鋼筋砼烟囱。因为砼用的集料——砂子和石子,幾乎到处都有,而且采取容易。

(3) **耐震結構** 圓錐形鋼筋砼烟囱不僅外形美觀,而且穩定性良好,因而適合於在地震区内建造。

(4) **便於机械化施工** 苏联自1946年就开始利用豎井起重架及金屬活动模板建筑152.6公尺圓錐形烟囱,我國自1953年起也利用同样方法建筑120公尺和 100 公尺的烟囱,这种施工方法幾乎所有操作过程都可以進行机械化。但砌筑磚 烟 囱时,就很难作到这一点,因为其主要而又費力的砌磚过程,必須要用手一塊一塊地進行。

二、烟囱的主要構成

烟囱的主要構成:(1)基礎;(2)筒身;(3)內襯及隔熱層;(4)爬梯;(5)避雷針;(6)信号灯台或走台;(7)排灰槽。茲將各主要構成的作用及式样介紹如下:

(1) 基礎

烟囱基礎一般都是設計成圓形的,这样最經濟,也最適用。但如果靠近建築物太近或在其他特殊情況下,也可以設計成長方形、

① 參閱蘇聯薩赫諾夫斯基著“鋼筋砼工結構學”下冊608頁。

正方形或其它形式。

基礎的埋置深度要根据土壤的承重能力來決定，高大的烟囪最好埋置在砂礫層上面。如果烟道在地面以下或者有地下水時，基礎的埋置深度要另行考慮。

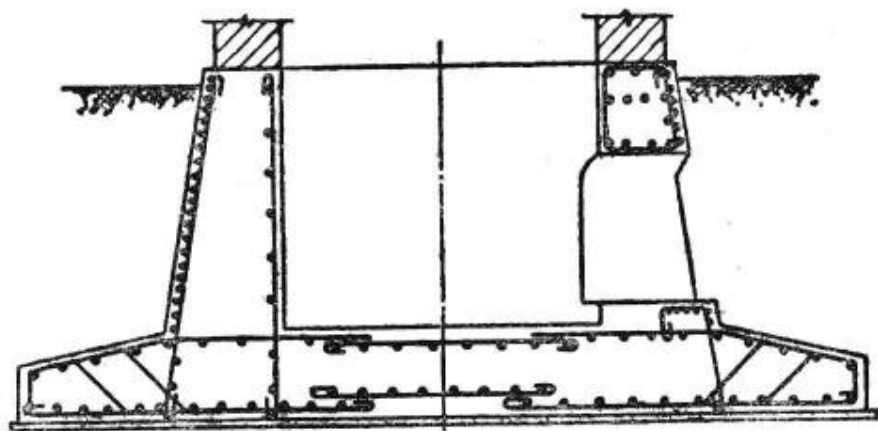


圖 1 烟囪基礎

在具有侵蝕性的地下水時，基礎底部及四周均應用瀝青塗抹，如果侵蝕性很強時，要使用油毛氈使基礎和水隔離。

在基礎底板邊緣引入烟道時，應留出沉降縫。

在基礎完工後必須回填土，並且沿烟囪筒壁四周以瀝青砂做成排水坡，排水坡是內高外低，其傾斜度應為 3 %。

(2) 烟囪筒身

圓柱形的烟囪筒身是沒有坡度的，也就是上下直徑是一樣的。這種烟囪可以用滑動模板建造，但這種形式不美觀並且穩定性較差。

圓錐形的烟囪筒身是具備 1 % ~ 3 % 坡度的，如果坡度是 2 %，就是每高 1 公尺直徑縮小 2 公分。有的烟囪具有逐變坡度者，如吉林某廠烟囪，高為 120 公尺，有在 40 公尺及 80 公尺處變換坡度，這種變動坡度的烟囪，比較美觀而且更為穩定。

一般筒身的厚度，底部為 40 ~ 50 公分，上部為 15 公分，高大烟囪時，上部為 18 公分。但是為了補償洞口所造成的減弱，有時須將

局部筒壁增厚。安裝洞在施工完畢后是要堵住的，一般是以紅磚砌堵，並且抹以水泥砂漿。

(3) 內襯及隔热層

当矽長期受到由 $100\sim 250^{\circ}\text{C}$ 的溫度作用時，矽的強度即被減低25%，而溫度高於 250°C 時為了隔热，必須以隔热體保護。有時所排除廢氣溫度雖然低於 100°C ，但如果這種氣體是對矽有害的話，就需要在筒壁內部刷上防腐劑，或者耐酸磚砌內襯。

煙囪中的廢氣溫度如在 500°C 以下時，其內襯用普通紅磚砌就可以了，如果廢氣僅在二三百度時就用耐火磚砌築，那就浪費了。只有在高溫情況下才使用耐火磚。

隔热材料一般用矽藻土、高爐礦渣或礦質棉。高爐礦渣价格便宜，俗稱“水渣子”，而礦質棉質量較好。

溫度不太高的隔热層不必填什麼材料，可在內襯及筒體間留5公分的空氣層，在這種情形下空氣也可以視作填充的隔热材料。

(4) 爬梯

為了觀察、修理煙囪，檢查避雷針和信號燈，就需要在煙囪的外側安裝爬梯。為了避免閒雜人等隨便爬上煙囪，爬梯都從高於地面2～3公尺的地方開始，其頂部則要比煙囪高80公分至1公尺。

為保護爬上煙囪工人的安全，梯子外面都設有圍欄(圖2)，並且從地面15公尺標高以上，每隔10公尺在爬梯上設有可折疊的休息板以便休息。

梯子和筒壁的結合是由在澆灌矽前預先埋置的暗樁連接起來的。

(5) 避雷針

煙囪不但是高大的結構物，而且也是受雷時很好的放電物體。因此，煙囪的頂端必須設有避雷針。

避雷針的數量根據煙囪的內直徑及高度而決定，頂部避雷針

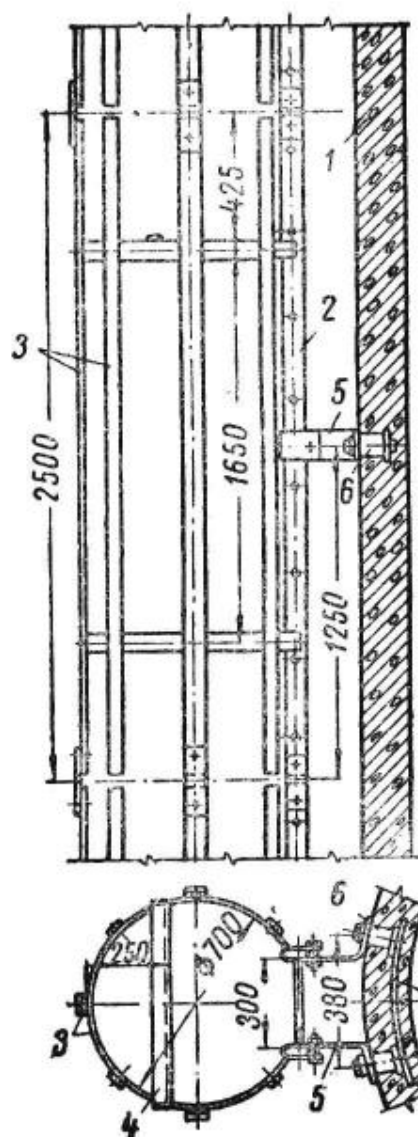


圖 2 爬 梯

- 1—筒壁； 2—梯子的節段；
3—梯子圍欄； 4—可折疊
的休息板； 5—夾持桿；
6—暗梯； 7—連接板

往往用13.5公厘厚、2.5公尺長的鍍鋅鐵管制成，頂端用紅爐煨錐成 30° 角之錐形，把這些避雷針均勻地放在煙囪頂部，尖端超過煙囪總高度1.8公尺或1.5公尺。

接地線是鍍鋅絞線，連接至埋在地面下2.5公尺的接地鍍鋅管，有時在管內還要放砂子、煤灰和食鹽等混合物。

(6) 信號燈台或走台

煙囪本身的位置和高度，往往成為飛機空中飛行的障礙物，所以在80公尺以上的煙囪都需附設二三座信號燈台。為免得在上面阻碍燈光，所以安裝在低於煙囪筒身頂部断面5~7.5公尺處。第一座和第二座之間常相隔30公尺。信號燈台的構造是由金屬支架、予制格板和欄桿組成。

在每個信號平台上安裝四個固定在欄桿支柱上的紅色電燈。電源導至安裝在煙囪基礎附近的分電盤上。自分電盤至每個平台敷設獨立的電纜。

在50~80公尺的煙囪，有時為了

便於檢修避雷針，設立一個走台，走台距煙囪帽部不超過1.5公尺。

(7) 排灰槽

在煙氣中懸浮的固體分子會使煙氣由煙道入煙囪時的速度減

低，因此在烟囱的凹槽內沉落的灰，每隔一定期間要清除一次。如果烟道位於地下時，烟囱中的排灰槽需設在基礎內，而排灰則需經過人孔或基礎旁的地穴。

烟道在地上時，需設排灰槽（圖3），用各種方法將灰由烟囱下部的洞口除出。該槽可在烟囱筒身完畢後施工，既可做成鋼筋砼漏斗，也可做成橫隔板，中央留有排灰口，這種排灰口配有金屬套接管和閘門。

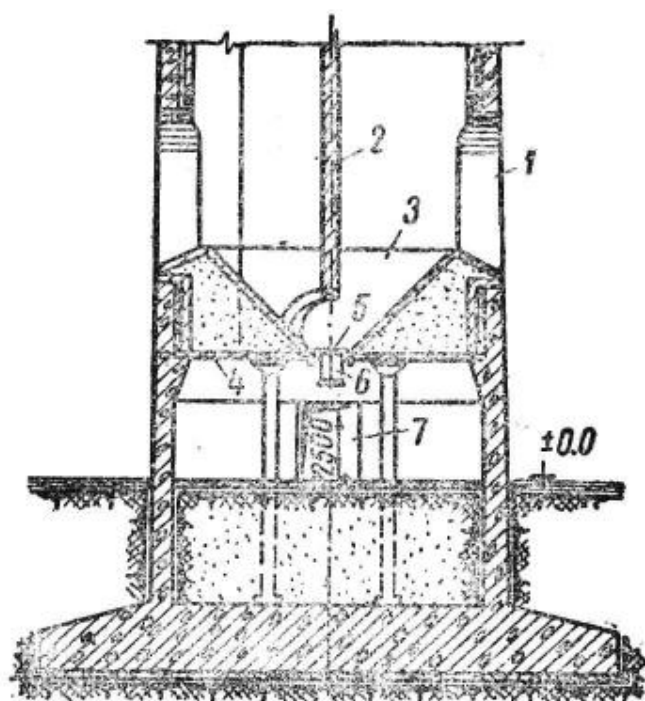


圖3 排灰槽

1—烟道入口；2—分隔牆；3—灰漏斗；
4—橫隔板；5—人孔；6—閘門；7—排灰洞口

三、烟囱的施工方法

（1）外脚手架施工方法（圖4）

這種施工方法，一般是用杉槁搭成八角形或六角形的腳手架，綁紮在烟囱筒壁的外圍。在20公尺以上的烟囱需用雙排腳手架才能穩固，而且不能在一次綁紮得很高，需要在每建好數節烟囱後，再等待由架子工接高，這時筒壁工序都得停止，所以這種方法工期較長。另外為着中心的找正以及砌築內襯，還得要用內架子才能施工。所以在暫設工程費用上也是較浪費的一種施工方法。

（2）內腳手架施工方法（圖5）

这种施工方法是在烟囱内部，立四根或八根木柱作中心架用。施工时工人由外面梯子爬上去，到上面后用一根安全繩系住身体。較危險的工序：如安裝及拆除外部模型板，工人們除了依靠安全繩垂懸到筒壁以外，还利用二只脚登在筒壁上的反作用力，左右游动來回操作。这种方法虽然節省，但安全較差，容易發生人身事故；如

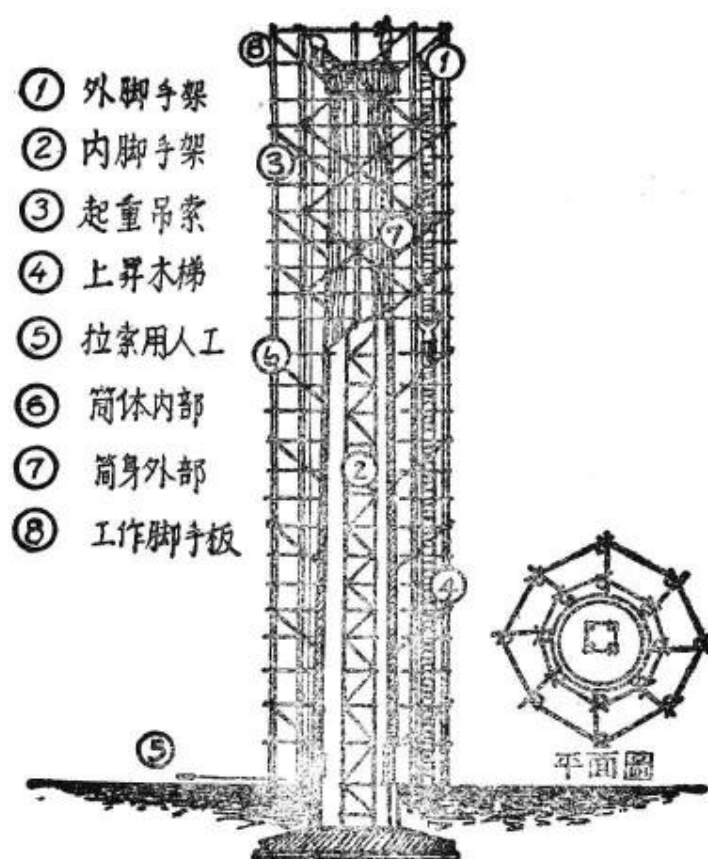


圖 4 外腳手架施工方法

果軟梯或系吊索斷裂，其后果是不堪設想的。同时工人在外爬梯上昇，也容易造成头暈、目眩、手滑，甚至由高空摔下等情况。而且鉄梯安裝后並不久，砗的凝固時間还不長，工人就借此上下，易振出裂縫來，这样对砗的質量也不利。

(3) 斜撐架施工方法(圖 6)

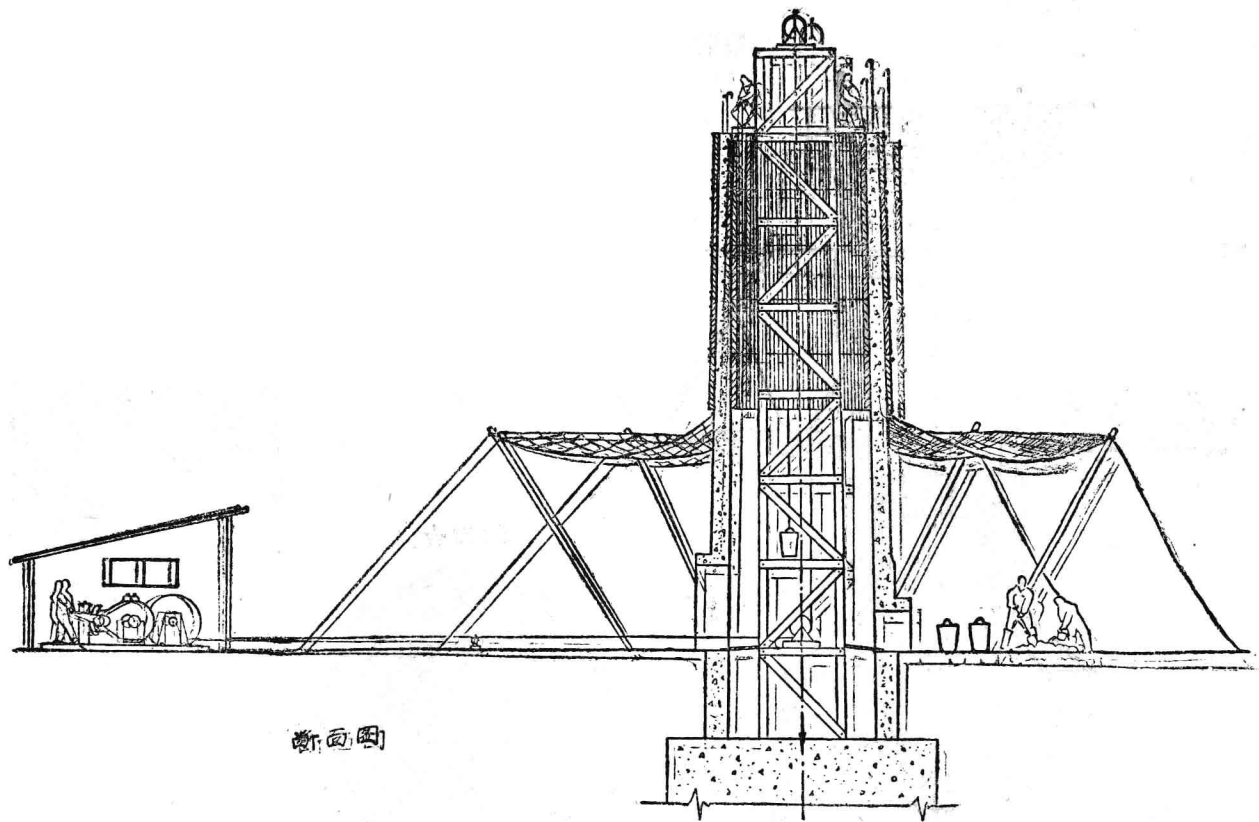
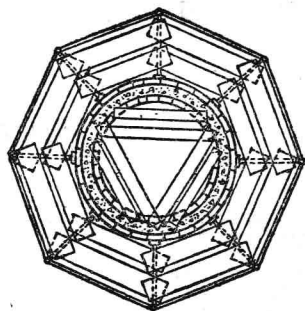
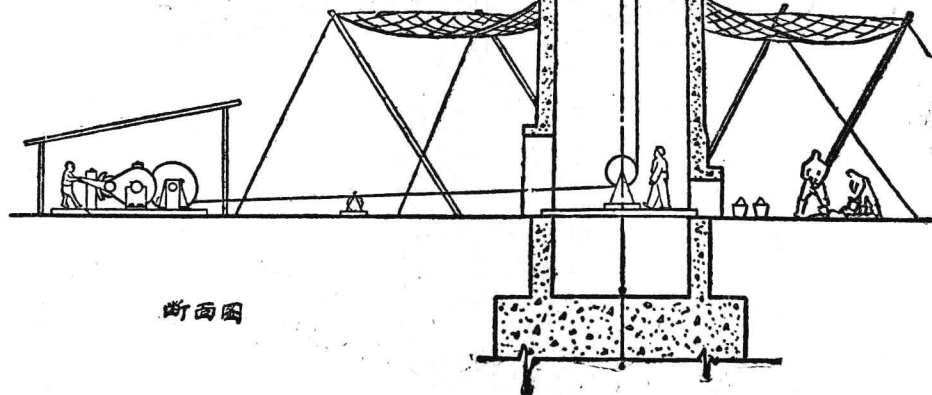


圖 5 里脚手架施工方法



平面图



断面图

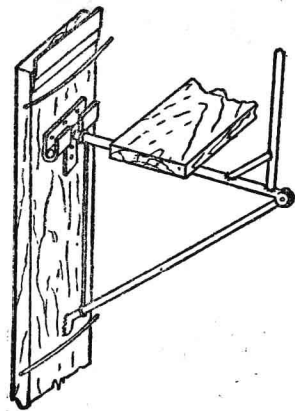


圖 6 斜撐架施工方法

斜撐架施工方法是不需要里外脚手架的，因此在經濟核算方面來說，是最便宜的一種。工人還是循着外梯子上爬，所不同者是在外模板上面可連接若干個活動斜撐架，鋪上跳板，就成為臨時工作臺，工人即在上面操作。運料可用手搖絞車或電動卷揚機。外部仍須設立軟梯以便工人拆除外部模型板，為避免危險，在煙囪下面架以安全網。這種活動鉄棍斜撐架是可以往上移置的。使用這種方法，登高工人數量五、六人即够，並且均需熟練技工；雖能降低建築安裝成本，但在安全方面也較差。

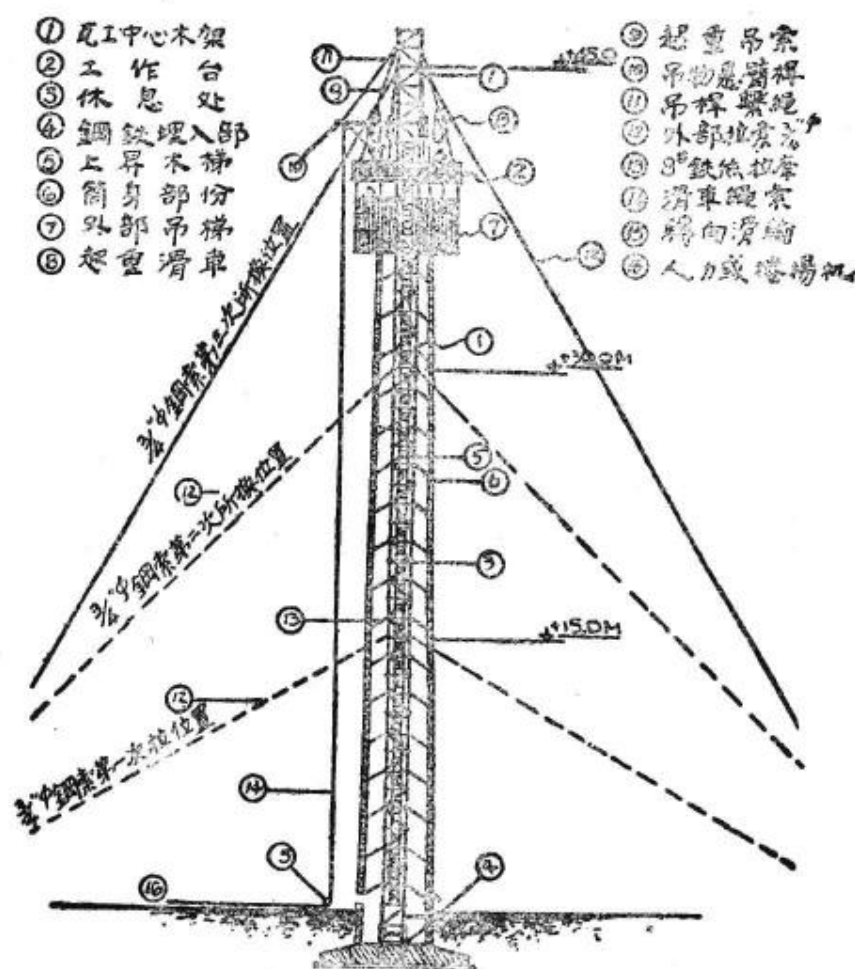


圖 7 升降式工作臺施工方法

(4) 升降式工作臺施工方法

經過改良后的里脚手施工方法及斜撐架施工方法，是升降式

工作台施工方法。工人不必順外梯子爬往上端，是在架子內設有木梯，工作台也不再是斜撐在外模板上面，而是以起重滑車掛在架子上，一般需八至十二個起重滑車。起重滑車在北方俗稱“斤不落”，在南方俗稱“神仙葫蘆”。最值得指出的是取消了軟梯，在工作台木楞上面掛着扁鋼銲接起來的外部吊架，工人可以站在上面拆卸模板。吊架一般僅長 5 公尺，如以每節 1.25 公尺計算，僅能合四節（包括未打栓的一節），所以只能使用三節模板循環交替。圖示方法系另加拖拉繩索若干，若能以柔性聯結器使架子固定起來，和筒壁砌體發生穩定性的聯系，則可以取銷拖拉繩索。

此種施工方法雖較（2）（3）兩種方法成本較高，但基本上能作到安全施工的。若能利用四柱的豎井式起重架或者利用角鋼制

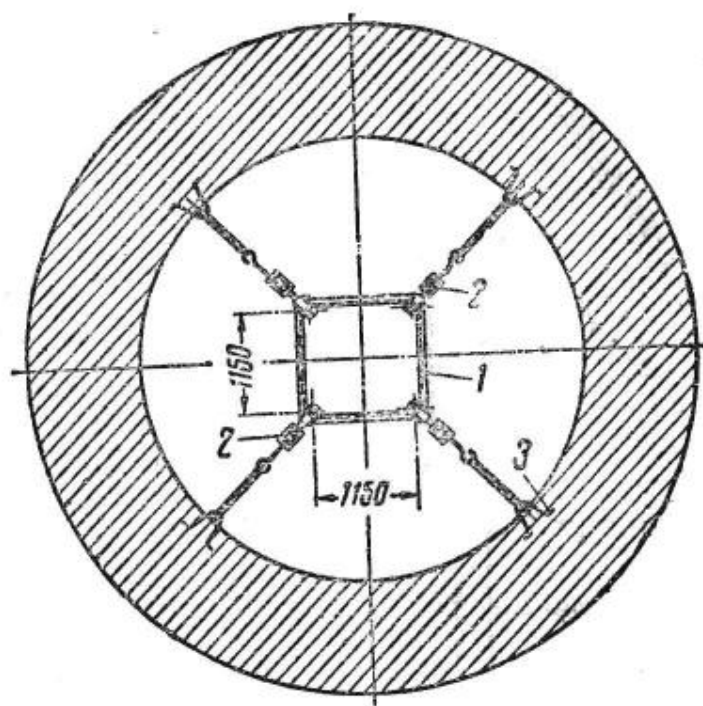


圖 8 柔性聯結器

1—架子；2—柔性聯結；3—埋入砌體內的鐵筋

成的卷揚塔，也可收同樣的效果。所以結合目前實際情況，考慮到先進性與現實性的統一起見，這種方法對於一般土木建築施工單位，還是值得推廣和運用的。

(5) 豎井式起重架施工方法

凡是高达60公尺以上的鋼筋砼烟囱最好采取豎井式起重架的施工方法。这种施工方法苏联在1934年就应用在高度为120公尺莫斯科的斯大林热电站。我國自1953年开始,已运用了这种方法陸續建筑了55~120公尺的烟囱数座。

按苏联热力設施联合建筑公司的施工設備,可將豎井式起重架分为輕、中、重型三种(圖10):

1) 輕型豎井式起重架其下部为十二根支柱, 900×900 公厘的六个豎井; 在中途可以終止接高四角支柱, 而將二根支柱安裝在特殊橫档上, 变成六边形八支柱的布置。重量为32噸。可以兴建高达120公尺, 頂端內直徑小於4.5公尺的烟囱。其缺点有二:

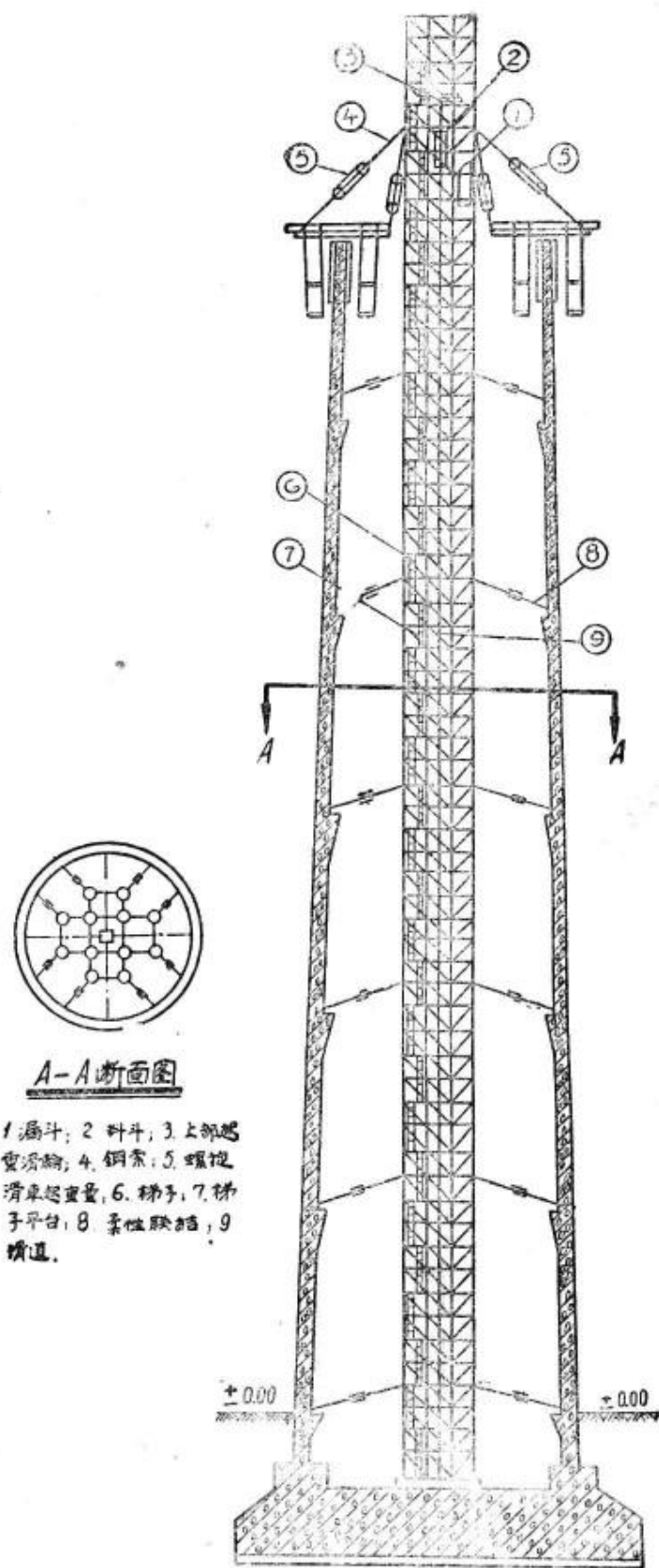


圖 9 豎井式起重架安裝圖

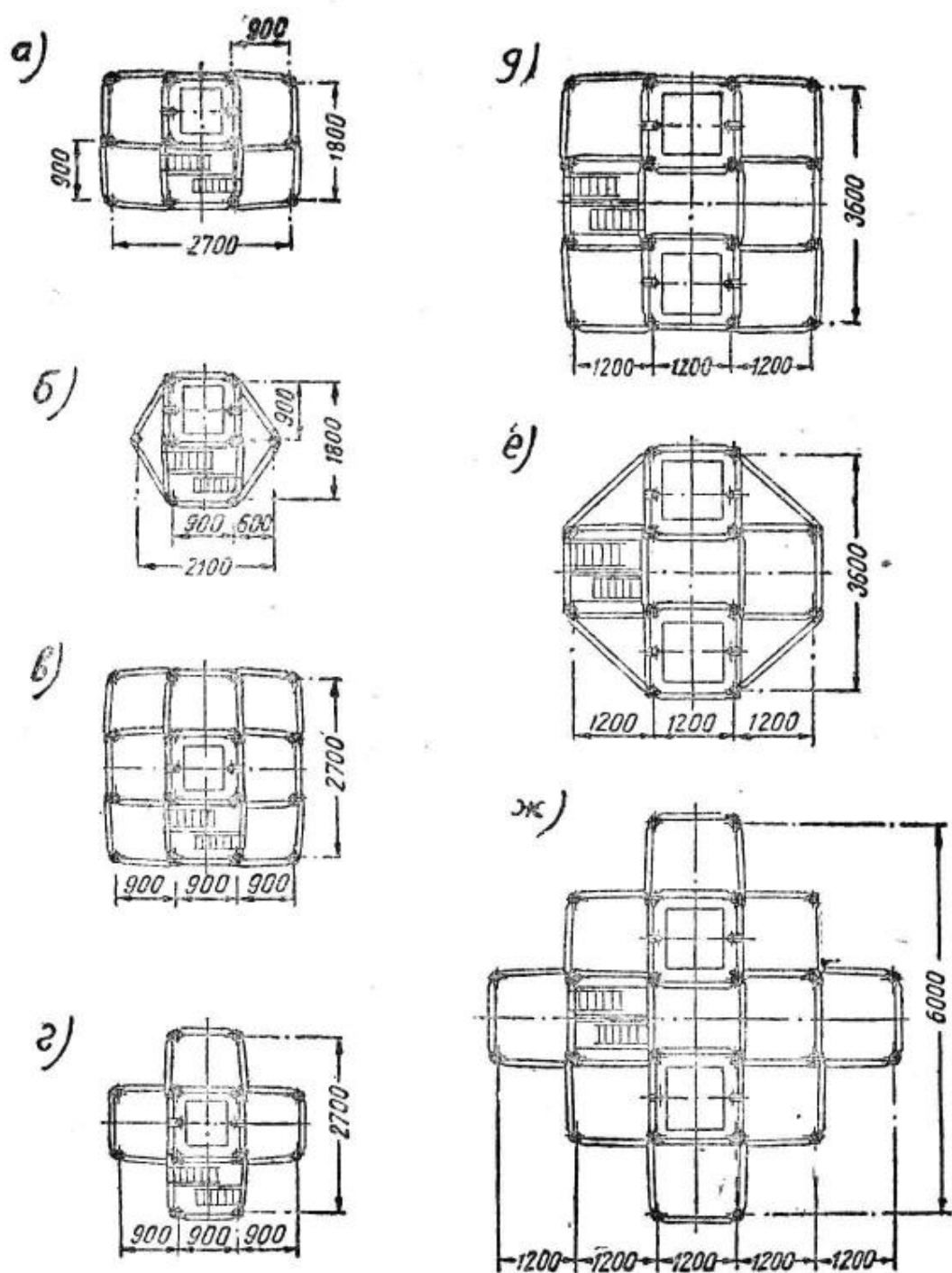


圖 10 各种豎井式起重架平面圖

а—輕型12支柱； б—輕型8支柱； в—中型16支柱； г—中型12支柱； д—重型16支柱； е—重型12支柱； ж—重型24支柱

① 8 支柱的橫檔及斜撐必須引用非標準構件；

② 8 支柱時只有二個豎井，一個作梯子人孔，另一個輸送材料。若要以立體作業法同時砌築內襯，就沒有補充豎井的必要了。

2) 中型豎井式起重架，其下部為十六支柱，構成九個豎井；上部可改為十二支柱，構成重為40噸的五個豎井。規定可用以興建高 120公尺直徑為4~6.5 公尺的煙囪。

3) 重型豎井式起重架可用來建築120公尺以上的、頂端內直徑超過7公尺的煙囪。每個豎井尺寸擴大為1.2公尺×1.2公尺，底部直徑甚大時可用24支柱，再逐漸縮減為16及12支柱，全重為87噸。

豎井式起重架的用途，不外乎下列三點：

① 工作台下面可懸掛外部鐵模板(移置模板)以及工作台下的內外吊架，因此可利用16~20個起重滑車將它們提昇，這樣可以節省工人體力勞動和安全施工；

② 可起吊罐籠中的材料(砦、鋼筋、磚及砂漿)；

③ 工作人員可以在梯子豎井孔循鐵梯攀登到工作位置上，並有鐵絲網保護，中間還可以休息。

為了適應快速施工，重型及中型起重架都可以用二個豎井作為運料之用，中間豎井可以空着，專供吊中心線之用。

全部構件可用加固的水管即能滿足需要。中、輕型的支柱及罐籠導軌用 $\phi 50$ 公厘；橫檔及斜撐用 $\phi 25$ 公厘；重型的支柱用 $\phi 75$ 公厘；橫檔及罐籠導軌用 $\phi 50$ 公厘；斜撐用 $\phi 30$ 公厘。管與管之間可以用螺栓接合起來(圖11)。

採用這種方法，第一次投資數較大，以中型豎井式起重架包括工作台及鐵模板，高為120公尺時約需投資八萬元左右。但若可使用二十次，每次折舊費需六千元以上。這套設備只有在專業化

施工隊經常使用才比較合算。

工作台是利用二圈同心圓的槽鋼桁架制成的，按烟囱口徑分別設置 40~64 根輻射支撐。沿着輻射支撐移送外部模型板，便能調節其直徑。這套移動器具的組成部分為吊鉤、調整螺桿和聯接板。鐵桁架上面則放木楞和嚴密地鋪上跳板，提升時應听取口令同時上升的。

在這種施工方法中，內外模板都採用鐵模板，外模板分矩形、梯形及末端接岔板三種，而內模板分二種。外模板高 2.7 公尺，可澆灌 2.5 公尺為一節。內模板備二套，每塊高 1.25 公尺，每套可構成一段，二段成為一節，可視砵數量的多寡決定每一節施工的時間。一般可分四種：48 小時，36 小時，24 小時，16 小時，均包括養護時間。夏季施工時，在養護 6 小時後即可拆模板打第二節，具體規定為砵強度只要達到 5 公斤/平方公分即可以拆模板。15°C 左右的气候需養護 8 小時。

拆內模板及外模板都不必掛在軟梯上游蕩了，可以站在較穩定的內外部吊架上。

這種施工方法的詳細介紹可參閱建築工程出版社出版的“鋼筋砵烟囱建築”一書(陶令申譯)。

(6) 磚烟囱的懸臂起重架及活動工作台

過去建築磚烟囱一般亦採用外腳手施工方法，這樣既浪費木料，又延長工期。烟囱直徑大而且較高時，亦可使用豎井式起重架。但最經濟的辦法是使用懸臂起重架以及活動工作台。

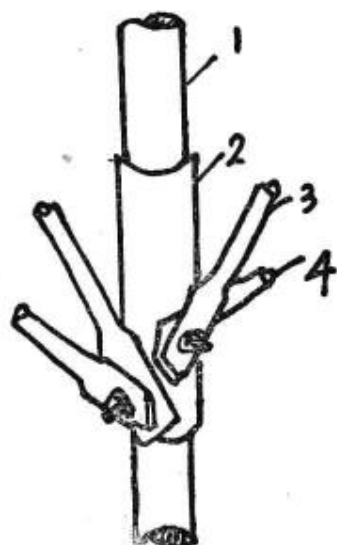


圖 11 豎井式起重架節點

- 1—支柱； 2—套管；
3—斜撐； 4—橫檔