

254596 其大館藏

薄壁磚烟囱設計与施工

張夢良 編著



3
43
建筑工程出版社

563
1143

254596

563
1143

薄壁磚烟囪設計与施工

張夢良 編著

建筑工程出版社出版

• 1959 •

內 容 提 要

本書敘述了薄壁磚煙囪的設計、結構計算及採用 $1/4$ 磚進位的新施工方法，並例舉了70公尺高的薄壁磚煙囪的計算實例。

本書可作煙囪的設計和施工人員參考用。

薄壁磚煙囪設計與施工

張夢良 編著

*

1959年8月第1版

1959年8月第1次印刷

5.545冊

787×1092 $1/32$ • 52千字 • 印張 $23/8$ • 定價(10)0.30元

建築工程出版社印刷廠印刷 • 新華書店發行 • 書號: 1572

建築工程出版社出版(北京市西郊百萬莊)

(北京市書刊出版業營業許可証出字第052號)

序 言

随着我国社会主义建设的飞跃发展，工矿企业新建和扩建工程日益增多。因此，工业和民用的烟囱建造也大量增加。过去，在烟囱设计上大多数采用钢筋混凝土结构。近几年，由于学习了苏联的先进设计经验，以及按照节约建筑材料的原则，尽多地采用地方材料的结构。工业和民用的烟囱设计开始采用砖结构的，烟囱的高度一般仅限于50公尺以下，更高的砖结构烟囱还未广泛采用。但实际上苏联帮助我国某工厂设计和建造了70公尺高的砖烟囱，现早已投入生产使用。

事实告诉我们：砖烟囱建筑高度，不应局限于50公尺。

砖烟囱的造价，有人认为高于钢筋混凝土烟囱。如果按着过去的旧设计方法以及在施工时采用外脚手架，其造价确比钢筋混凝土烟囱高。而苏联的先进设计方法和采用内脚手的施工方法，使砖烟囱降低了造价。

薄壁砖烟囱的设计，在壁体砌筑上采用了 $1/4$ 砖进位的新方法。使各节壁体减薄，砌体材料充分的发挥了应力。节省了建筑材料、减少了劳动力、缩短了工期，更进一步降低了工程造价。

目前在砖烟囱的结构设计上，筒身壁体各节的截面变化是采用半砖尺寸进位。在砖烟囱壁体砌筑上是遵守国家施工规范进行的（不允许使用人工打成的半砖或小于半砖砌筑烟囱壁体，以免影响砖材强度降低）。

新的 $1/4$ 砖尺寸进位的砌筑方法，是在壁体中局部砌立

磚（仍遵守國家規範）。

砌築的壁體從筒身外部看，是砌兩順磚層，再砌兩頂磚層或砌兩順磚層，再砌一頂磚層。這種砌築方法，只要在施工中注意砌立磚部分的漿縫飽滿，即可完全保證砌體的整体性，因而也保證了砌體的強度。

1/4磚尺寸進位的壁體砌築方法，在整个烟囪有1/2或2/3的順磚向外。砌體環向搭縫長度，比過去砌法增加一倍。因而增加了砌體在搭縫斷面處的抗拉強度，可以減少壁體的開裂。

1957年在齊齊哈爾地區的某廠，新建了一個45公尺高的磚烟囪。採用了這種新方法進行設計和施工，現已建成投入生產使用。

壁體砌築方法的改進和採用1/4磚進位的磚烟囪設計，是在黨和行政的關懷和支持以及工人同志們的大力幫助下實現的。

本着交流經驗的精神，就此種薄壁磚烟囪設計與施工的一些實際體會作一介紹，供建築界技術人員參考。

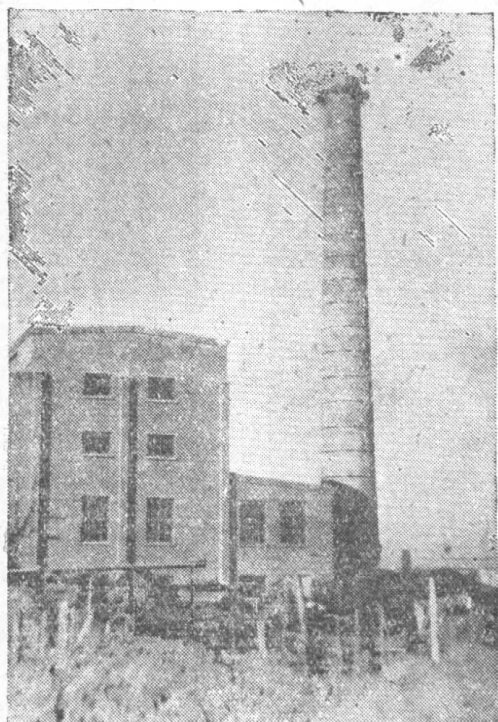
由於業餘時間短促，個人技術理論水平及實際經驗所限，錯誤和不足之處一定很多。敬希建築界各位同志給予指正。

在編寫過程中，承張紹良、龔志淵同志大力協助，在此特表示謝意。

張夢良

1957年初稿于齊齊哈爾

1959年1月修正稿于沈陽



45公尺薄壁磚烟肉竣工攝影

目 录

序 言

第一章 磚烟囱的构造 (1)

一、設計条件 (1)

二、筒身 (1)

三、內襯及隔热設施 (6)

四、基础 (9)

五、附屬設備 (13)

六、烟道 (18)

第二章 磚烟囱的結構計算 (20)

一、筒身靜力計算 (20)

二、溫度应力計算 (29)

三、基础計算 (32)

四、70公尺薄壁磚烟囱的計算实例 (34)

第三章 磚烟囱的施工 (52)

一、施工的准备 (52)

二、基础的施工 (57)

三、筒身及內襯的施工 (58)

四、附屬設備的安裝 (65)

五、烟道的施工 (65)

六、烟囱的施工驗收及烘烤 (录自原国家建設委员会頒布的“建筑安装工程施工及驗收暫行技术規范”第十四篇: 工业爐和烟囱砌筑工程) (66)

第一章 磚烟囪的构造

一、設計条件

磚烟囪的結構設計在进行前，对該項設計的先决条件的搜集及有关資料的研究，是項很重要的工作。只有在完成這項工作后才可以开始进行結構的設計和計算工作。

磚烟囪的結構設計条件应包括下列几个方面的資料：

1. 烟囪的建筑高度及上部内口徑尺寸；
2. 烟囪下部需开烟道口的数量和开口的尺寸；
3. 烟道和烟囪内部的廢气最高溫度；
4. 烟气的含硫量（%）；
5. 气象資料——标高20公尺处的最大风速（最近3年到5年的平均值，秒/公尺）、室外空气的最低溫度（最近3年到5年的平均值， $^{\circ}\text{C}$ ）；
6. 建造烟囪处的地質資料——土壤承載能力、地下水的水位和它的化学成分、土层的变化分布情况（地質剖面图）；
7. 烟囪附近的建筑物或构筑物的地質資料；
8. 飞机航行信号标志的裝置資料；
9. 埋設避雷針的資料；
10. 地震区建筑磚烟囪时的地震資料。

二、筒身

磚烟囪的筒身型式有方形、圓錐形、六角形和八角形等

几种。方形磚烟囱一般說来筒身上部口徑較小，建造高度在20—25公尺左右，用于民用建筑物所附設的小型采暖鍋爐房。六角形和八角形的烟囱很少在設計上选用。选用較普遍的是砌筑圓錐形的磚烟囱。这几种型式的磚烟囱从結構受力情况的合理性及造价的經濟性来比較，以圓錐形的最为理想。过去有人認為圓錐形磚烟囱施工困难，这种看法已經为我国近几年来各地建造圓錐形磚烟囱的施工实践所否定。圓錐形的磚烟囱从外形上看也是很美观的（图1）。



图1 薄壁磚烟囱外形攝影

磚烟囱的筒身坡度在設計时應該审慎地选择；若选择不当，将对烟囱的使用产生不良的影响，或者造成材料的浪费，并且对外观也有一定影响。圓錐形磚烟囱的筒身坡度一般以2—3%較為适宜，設計上常用的坡度为2.5%。选择外壁坡度时应先初步假定一个坡度，再进行仔細的核算。查明壁体各

节变截面处的內口徑尺寸（指淨口徑，即在有內襯时应減掉空气隔层和內襯壁的尺寸）是否均大于或等于烟囱筒身上部的內口徑尺寸。如核算結果未能滿足上述要求，則需修正筒身的坡度，重新核算。

磚烟囱的外形美观問題，除了前面提到的在选择坡度时加以考虑而外，在烟囱筒首及烟囱筒座部分应稍加裝飾（图2）。

磚烟囱筒身壁体，由若干节构成。在計算前对各节的高

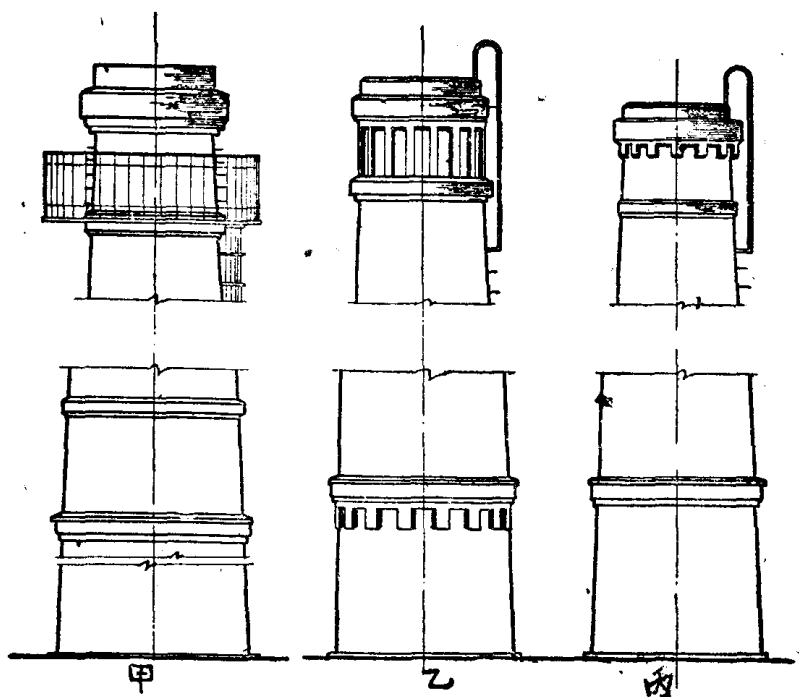


图 2 磚烟囱外形裝飾

甲—高度在50公尺以上的烟囱；乙—高度在50公尺以下的烟囱；丙—高度在30公尺以下的烟囱

度及厚度应作初步假定，再經過計算来确定。

过去在国内設計的磚烟囱，筒身壁体各节的高度最大为5—6公尺。加之，各节壁体的截面系按半磚尺寸进位而变化，因而筒身下部壁体极厚，但其应力值很小。也就是說，这种壁体的砌筑材料未能充分發揮作用，而劳动力及基础材料也都相应地造成浪費，使磚烟囱造价很高。

苏联在磚烟囱設計方面的先进經驗告訴我們：磚烟囱壁体每节的高度，并不局限于5—6公尺，应根据結構的应力

計算來確定。仅仅筒身最上部的第一節，從構造上考慮，要求高度不大於15公尺（圖3）。

煙囪上部內口徑尺寸在3.0公尺以內時，第一節的壁體厚度不應小於1.0磚。如上部口徑在3.0公尺以上時，則第一節的壁體厚度不應小於1.5磚。其餘下部各節壁體厚度應按 $\frac{1}{4}$ 磚尺寸遞加。例如：第一節壁體厚度為1.0磚時，第二節為1 $\frac{1}{4}$ 磚，第三節為1 $\frac{1}{2}$ 磚，第四節為1 $\frac{3}{4}$ 磚，依次增加。對較高的煙囪，因上部風力較大，上部第二節壁體直接採用1 $\frac{1}{2}$ 磚厚。

煙囪筒身最下一節需開設煙道口，以與水平煙道接連。但在同一水平斷面上開口數量不得超過兩個。

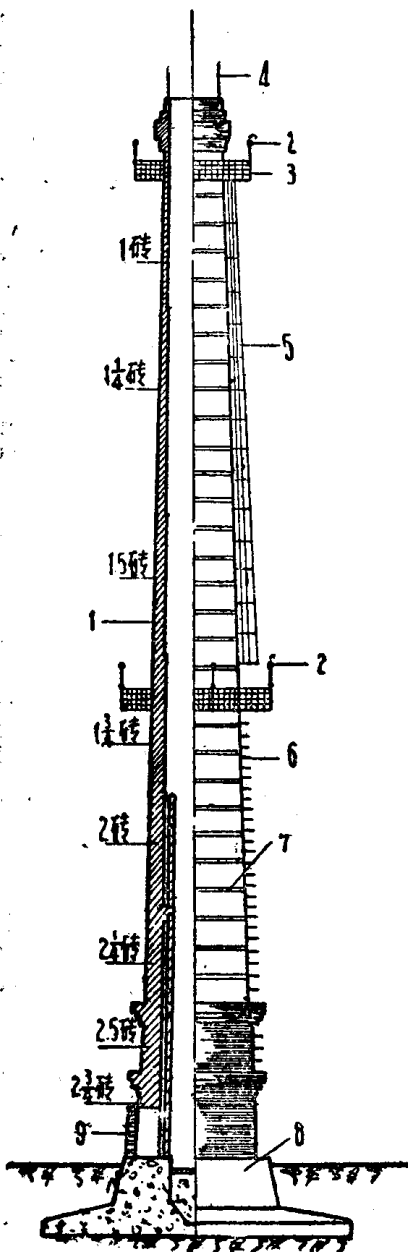


圖3 磚煙囪結構

1—壁體；2—信號燈；3—掃灰平台；4—避雷針；5—圍護欄杆；6—爬梯；7—環箍；8—基礎；9—壁柱

在烟道口頂部用磚砌拱；如開口寬度較大，亦可採用鋼筋混凝土過梁。

為彌補開口對壁體截面的減損，在烟道口兩側加砌壁柱，其斷面根據計算確定。計算壁體應力時，壁柱和壁體應考慮共同工作。

筒身上部設置掃灰平台時，該節壁厚如1.0磚，則需在埋設平台部分增加半磚厚度或改為鋼筋混凝土或混凝土圈梁，以保證平台托架埋設牢固（圖4）。

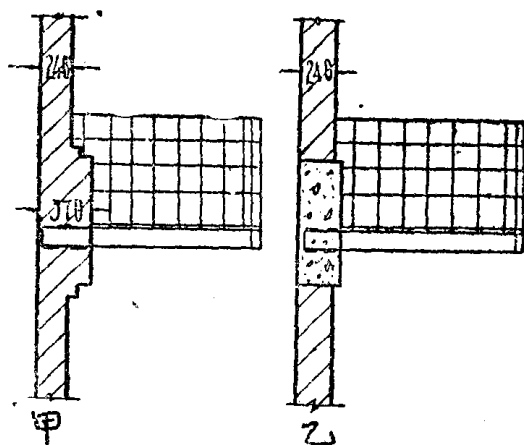


圖 4

甲—掃灰平台安裝標高壁體加厚為370公厘；乙—
掃灰平台安裝標高壁體現澆混凝土

磚煙囪在地震區建造時，地震烈度為7級者，建造高度不應超過25公尺；為8級者，不應超過15公尺。若超過上述高度，需在筒身砌體內配置水平環筋和垂直鋼筋。水平環筋每隔5層磚放1—2根 $\phi 6$ 。垂直鋼筋按周長每隔490公厘，在砌體的垂直縫內放1根 $\phi 8$ ；其長度為2.0—3.0公尺，接頭搭接長度30倍直徑，筒身最下節的垂直鋼筋要埋入基礎內，其

長度為直徑60倍，以保證與基礎牢固地連接（圖5）。

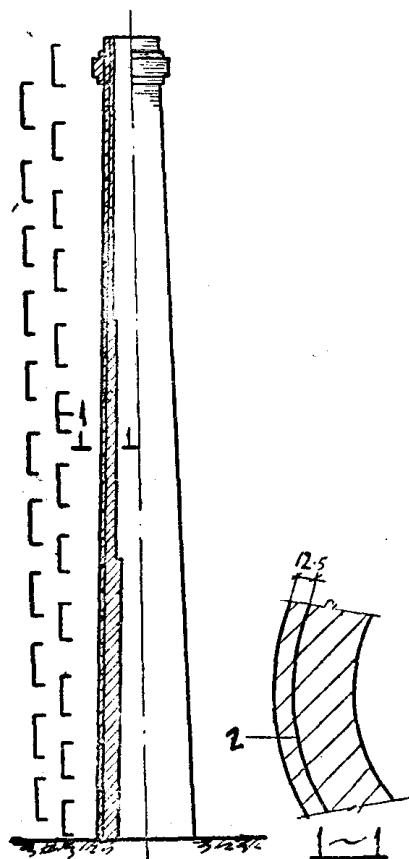


圖5 鋼筋磚煙囪配筋

1—垂直筋；2—環筋

砌築磚煙囪筒身壁體所使用的磚材，應選用標準規格的機制紅磚或青磚，標號不應低於100號。為使壁體減薄，可採用更高標號的機制磚砌築筒身壁體。

磚材從外觀檢查，要求選擇沒有裂紋的、無掉角的、不是彎曲不平整的磚；其吸水率不應少於占磚總重量的8%，並在建造地區最低空氣溫度的條件下經受15次循環抗凍試驗，而無破壞的象徵。

砌築磚煙囪的磚，均需有製造廠的產品出廠證明書，或為滿足設計要求而進行的各種試驗的資料，否則不能忙於施工。

砌築壁體所使用砂漿，採用混合砂漿，標號由設計確定。一般設計多採用50號或25號。砂漿攪拌的配合比見第三章。

三、內襯及隔熱設施

磚煙囪內襯壁的砌置高度，根據筒身內的煙氣溫度高低

按表 1 确定。

内襯壁体砌置高度

表 1

烟囱内烟气温度 $^{\circ}\text{C}$	内襯壁体高度 (占烟囱全高%)
100以下	0
110—300	30
310—500	50
510—700	80
700	100

烟道位置在設計地面 (标高 ± 0.00) 以下而烟气温度在 150°C 以下者, 可以不砌内襯壁。

烟囱不砌内襯时, 应在筒身最下一节的壁体内表面抹10—15公厘的粘土砂浆, 配合比为1:1。

内襯壁体一般都采用半磚厚度, 只有因烟囱位置距爐体很近或筒身内部烟气温度在 300°C 以上时, 最下一节采用1磚厚。

半磚厚内襯壁的高度不应超过12公尺, 1磚厚内襯壁不应超过25公尺。

如果内襯壁較高, 則应分节砌筑在筒身壁体砌出的牛腿上 (图 6), 否則可直接砌筑在基础上部。

排出的烟气中含硫量超过0.5%时, 在筒身内部应采取防护措施。有内襯部分者, 内襯砌筑材料改用耐酸磚, 并用耐酸砂浆砌筑。沒有内襯部分的, 則在筒身壁体上抹15—20公厘的耐酸砂浆。在烟囱筒身上部自筒頂

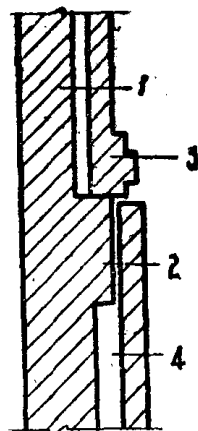


图 6 内襯壁分段砌在筒壁的结合

1—壁体; 2—牛腿; 3—襯壁; 4—一隔热层

以下長度等于烟囪上口內徑尺寸兩倍的一節，將普通磚砌築的壁體改用耐酸磚，用耐酸砂漿砌築。

烟氣溫度在 100°C 以下，但烟氣中含硫量超過 5% 者，在筒身壁體內部抹 $20-25$ 公厘的耐酸砂漿。

耐酸砂漿配合成份（體積比）為水玻璃 1 份，耐酸水泥 1 份，石英砂或其他耐酸拌合料 $1.5-2.0$ 份。其中水玻璃為 $270-300$ 公斤；水玻璃系數 $2.0-3.0$ ，濃度 $1.345(37^{\circ}\text{C}$ 波美)；石英砂的粒度在 1 公厘以下。砂漿調制好後不應再添水玻璃，並不應任意加水。

隔熱層位於筒身壁體和內襯壁體之間，隔熱層的厚度尺寸可根據烟氣溫度的高低而定。

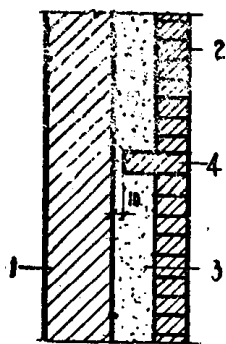


圖 7

1—筒壁； 2—襯壁；
3—隔熱層及填充材料； 4—減荷沉帶

溫度在 500°C 以下時，隔熱層厚度尺寸可以設計為 $50-60$ 公厘； 510°C 以上時，為 $80-150$ 公厘。烟氣溫度在 500°C 以下時，隔熱層一般設計為空氣隔熱層。在 510°C 以上時，設計為填充隔熱材料的隔熱層。在填充隔熱材料的情況下，需在砌築內襯壁時每隔 2.0 公尺砌出 1 皮凸磚，作為隔熱材料的防沉帶（圖 7）。

砌築磚烟囪內襯壁體應根據烟囪內烟氣溫度的高低選用材料。

排出烟氣溫度在 700°C 以下時應選用普通粘土磚，標號 75 號。使用砂漿應為粘土砂漿。配合成份：紅粘土或普通肥粘土和砂子，配合比 $1:1$ 或 $1:1.5$ ，視粘土肥度而定。如內襯壁體很高，應在下部砌體使用的粘土砂漿中適當增加一些水泥，以提高其強度；排出烟氣溫度在 $700^{\circ}\text{C}-900^{\circ}\text{C}$ 時可以

選擇矽藻土磚。使用的砂漿應為摻有耐火生粘土的矽藻土泥或粘土熟料泥漿，矽藻土或粘土熟料粉與生粘土的配合比為1.5:1或2.0:1；排出煙氣溫度在 900°C 以上時，採用耐火磚。使用砂漿為耐火料（熟料）和耐火粘土（生料），配合比為2.0:1—2.5:1，但不得超過3.0:1。

隔熱層內的填充材料，種類較多。在高溫度時常用的有幾種：

（1）鍋爐渣：燒過的煤焦炭的殘渣，體積密度為700—1000公斤／立方公尺。導熱係數為0.16—0.25（千卡／公尺·小時·度）。允許使用在高溫度 800°C — 950°C 以下；

（2）矽藻土：烘干磨碎的粉狀矽藻土礦，體積密度500公斤／立方公尺。導熱係數0.09。允許使用在高溫度 900°C 以下；

（3）鍋爐渣矽藻土：成份組成按重量比1:1，體積密度為800—1000公斤／立方公尺。導熱係數在 50°C — 100°C 時為0.23—0.24。允許使用在高溫度 800°C 以下；

（4）鍋爐渣粘土：成份組成按重量比2:1—2.5:1，體積密度為1000—1100公斤／立方公尺。導熱係數 50°C — 100°C 時為0.25。允許使用在高溫度 800°C 以下。

以上幾種填充隔熱材料，容易採購，為煙囪隔熱層內良好的隔熱材料。

四、基 礎

煙囪的基礎是煙囪的主要結構之一，在設計前應詳細的研究地質資料，掌握和了解土壤的情況：不同類形的土質分布及其土層厚度；地下水位的高低。化學成份是否有侵蝕性；土壤的滲透性及其土壤承載能力。

在設計前应进行地質勘探，以取得上述資料。对建造高度超过50公尺的烟囱，要求在建造烟囱基础的範圍以內，鑽3个深度10—12公尺的孔。取土分析，并繪制詳細的地質土层变化剖面图。高度在50公尺以下的烟囱，应在建造烟囱基础的範圍內鑽1—2个孔，深度8—10公尺。在設計时并应参照附近建筑物或結構物的地質勘探資料进行研究。

基础砌置深度，应根据土壤情况决定。一般最好将烟囱基础砌在粗砂层或是礫石层上，以防止烟囱发生沉陷。基础砌置較深，挖土量則較大。但土层的土質好，承載能力强。因此計算出的基础面积小。如砌置較淺，減少了挖土量。但土层土質不好，承載能力弱。計算的基础面积大。两相比較，一般是砌置深些基础面积小些的經濟而又安全。若在較淺土层上能获得較好土壤，承載能力强，当然就无须設計較深的基础了。对不好的土壤也可采用加固土壤的办法，使其承載能力增强。

設計时应考虑到周圍建筑物之基础的深度，以免相互影响发生沉陷。

确定基础深度时还应考虑到水平烟道的位置（烟道位置由工艺設計确定）。如設在地下，烟囱基础必需砌置在較深的土层上。

基础結構分大块式基础和杯口式基础（图8）数种。砌置在較淺土层的基础，一般采用大块式。砌置較深的土层的基础或烟道在地面以下，采用杯口式較經濟。在較深的土层上砌置杯口式基础时，在杯口內可填充碎磚爐渣等填充材料。

基础頂面标高，应高于外地面0.20公尺。并在基础周圍設置排水坡。