

92214/3

钢筋混凝土烟囱建筑

C·C·謝列布倫尼可夫著



建筑工程出版社

內容提要 本書闡述鋼筋砼烟囱的用途和構造、建筑材料、施工時的組織、應用的機械及設備，以及建築安裝的操作方法和安全技術措施等知識。

本書系根據榮膺勞動紅旗勳章的蘇聯建造部所屬熱力設施聯合建築公司的工作經驗編寫的，技術新穎，文字通俗，可供工長及技工們閱讀。

原本說明

書 名 СТРОИТЕЛЬСТВО ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ
ДЫМОВЫХ ТРУБ

著 者 С. С. Серебряников

出版者 Государственное издательство литературы
по строительству и архитектуре

出版地點 及 日期 Москва — 1953

鋼筋混凝土烟囱建築

陶 令 申 譯
陳 定 偉 校

*

建築工程出版社出版（北京市阜成門外南風土街）

（北京市書刊出版業營業許可證出字第152號）

建築工程出版社印刷廠印刷·新華書店發行

書號350 103千字 850×1169 $\frac{1}{32}$ 印張 4 $\frac{3}{8}$ 總頁

1956年9月第1版 1956年9月第1次印刷

印數：1—4,300册 定價（10）0.85元

鋼筋混凝土烟囱建築

陶令申 譯

陳定偉 校

建筑工程出版社出版

• 1956 •

內容提要 本書闡述鋼筋砼烟囱的用途和構造、建筑材料、施工時的組織、應用的機械及設備，以及建築安裝的操作方法和安全技術措施等知識。

本書系根據榮膺勞動紅旗勳章的蘇聯建造部所屬熱力設施聯合建築公司的工作經驗編寫的，技術新穎，文字通俗，可供工長及技工們閱讀。

原本說明

書 名 СТРОИТЕЛЬСТВО ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ
ДЫМОВЫХ ТРУБ

著 者 С. С. Серебряников

出版者 Государственное издательство литературы
по строительству и архитектуре

出版地點 及 日期 Москва — 1953

鋼筋混凝土烟囱建築

陶 令 申 譯
陳 定 偉 校

*

建築工程出版社出版（北京市阜成門外南風土街）

（北京市書刊出版業營業許可證出字第152號）

建築工程出版社印刷廠印刷·新華書店發行

書號350 103千字 850×1169 $1/32$ 印張 $4\frac{3}{8}$ 總頁

1956年9月第1版 1956年9月第1次印刷

印數：1—4,300册 定價（10）0.85元

目 錄

序 言.....	4
第一章 鋼筋砼烟囱的構造	7
1. 使鋼筋砼烟囱穩定、堅固和耐久的條件	7
2. 烟囱基礎	9
3. 烟囱筒身	11
4. 里襯和隔熱設施	17
5. 保護免受侵蝕性氣體的破壞	19
6. 避雷裝置	19
7. 信號燈和標誌色	21
8. 爬 梯	23
9. 集灰斗	24
第二章 建築鋼筋砼烟囱的材料	26
1. 砼和它的組成材料	26
2. 里襯材料	42
3. 隔熱材料	45
4. 保護砼和金屬用的耐酸材料	46
第三章 鋼筋砼烟囱建築的組織和施工	50
1. 設 備	50
2. 准备工作	70
3. 施 工	75
4. 冬季施工的特點	123
第四章 勞動組織、定額和勞動工資	132
第五章 安全技術措施	135
參考書籍	140

序 言

苏联共产党第十九次代表大会所作关于第五个五年计划的指示中指出：需要在采用先进技术 and 广泛地采用工业化的方法以及改善劳动组织的基础上，进一步扩大基本建设。

在苏联，正在建设着数量很多的新的工厂、电力站及其他工业企业。这些企业大多数采用煤、重油或煤气作为燃料。供工业企业驱动蒸汽机、蒸汽透平、其他发动机或机械以及采暖等用途的蒸汽，就是把燃料放在蒸汽锅炉中燃烧，并利用燃烧热使水汽化而获得的。

在冶金或金属加工工厂的工业炉中，也燃烧燃料，但所产生的热量，是供给金属的熔制，钢锭和半成品在进行煅烧或轧制时的加热，及金属的淬火、还火、退火等用途。在建筑材料工业工厂中，为了焙烧砖块、陶质制品、水泥生料、瓦及其他建筑材料，也需要在炉中燃烧燃料。

要使燃料充分燃烧，应当保证供应足量的空气，并且需要把烟气排除。

空气进入燃烧固体燃料的炉中或燃烧液体及气体燃料的器具（如喷射器及燃烧器等）中，通常需用鼓风装置，而烟气或叫做燃烧生成物的排除，就要靠烟囱的通风或负压的作用。

通风是根据灼热的气体较空气为轻的原理造成的。所以热气体在充满烟囱时就要上升，这样，燃烧生成物不断离开烟囱筒口散入大气，而空气又不断地进入炉中。因此就产生了通风。

烟囱的普通高度为 30~150 公尺。虽然也有低於 30 公尺或高於 150 公尺的，但为数是很少的。

燃烧生成物的温度及烟囱的高度愈高，那末产生的通风（负

压)也愈强。通风是用水柱的公厘数来度量的。当温度为 200° 时, 烟囱高 1 公尺大约产生 0.45 公厘水柱的负压。所以, 在这温度时, 100 公尺高的烟囱能产生 45 公厘水柱的负压。通风的大小可用风门来控制。

建造烟囱不单单为了要排除燃烧生成物; 为了排除有害健康的氣體, 也需要建造烟囱。

这两种通常都叫烟囱; 但是把排除車間中有害气体的烟囱, 叫做通风烟囱较为正确。

通风烟囱通常輸送温度低於 $50\sim 70^{\circ}$ 的气体, 所以不能产生足够的负压, 特别是在夏季。因此, 在多数情况下, 通风烟囱中的气体, 必须依靠通风机的压力, 才能輸送。

高度为 100~150 公尺的通风烟囱是最常见的。这种烟囱通常建筑在鋁厂、銅厂、鎳厂以及化学工厂内。

有时用作排除燃烧生成物的烟囱設有烟泵裝置。这样, 产生负压作用的並不是烟囱而是烟泵机。因此, 在这种情况下, 烟囱的高度只要考虑把烟氣能散放在大气的上層就可以了。

从前, 多数烟囱是用磚或金屬建造的。在沙皇时代的俄國, 鋼筋砼烟囱並沒有建筑过。只有在苏維埃政权下, 由於建筑技术水平大大地提高, 才开始建造鋼筋砼的烟囱。

鋼筋砼烟囱, 与磚烟囱相較, 具有下列的优点: 它們不需要高品質的磚或金屬板; 由於筒壁薄, 所以比較磚烟囱輕得多; 大部分建筑材料——砂及礫石(或碎石)——都可就地取材; 制备砼所需要的水泥用量与砌磚烟囱时所用砂漿中的水泥用量相近; 鋼筋耗用量和磚烟囱緊箍圈所需鉄的数量, 也几乎相等。

鋼筋砼烟囱的重量小於磚烟囱, 所以它的基础尺寸可以較小, 因此, 开掘基础坑的土方工程量, 也就比較小了。

高度为 100 公尺及 100 公尺以上的鋼筋砼烟囱的造价低於磚烟囱。

鋼筋砼烟囱可以建筑在地震区内, 这是一个極重要的优点。在地震区中磚烟囱是不容許建造的, 因为它与鋼筋砼烟囱不同, 缺乏

足够的刚度，故在强力的地震时很容易损坏。

金属烟囱只在少数情况下才准建造，因为在可以利用砖或砼来替代金属的建筑物中，消耗金属是不相宜的。

从此可知，钢筋砼烟囱与砖烟囱和金属烟囱比较，具有一系列的优点，所以这类烟囱的建筑，势必一天一天的发展。

第一章

鋼筋砼烟囱的構造

1. 使鋼筋砼烟囱穩定、堅固和耐久的條件

設計與建造烟囱，应当滿足穩定性、堅固性及耐久性的要求。

烟囱的穩定性，是指它能夠維持垂直位置的性能。

如果由於設計錯誤或施工質量不好，烟囱不能保持在垂直位置，而向某一方向傾斜，那末应当立刻採取措施加以糾正。如果沒法糾正，那末只有把它拆除；要不然，它可能倒下而損壞了鄰近的建築物。

烟囱傾斜的主要原因，是由於基礎的不平均沉陷。當基礎某一邊的壓力超過了地基土壤所能支承的壓力，也就是當土壤的實際壓力超過了容許的壓力時，烟囱就要發生傾斜。

這種單邊產生過度的土壤壓力，可能由於作用在筒身上的風壓力所引起，或者由於施工時筒身歪斜所造成。由於風作用在烟囱筒身上的結果，背風面的地基土壤壓力增大，而迎風面是減少。在烟囱筒身歪斜的情況下，重心移向偏斜的一面，這樣就促使在這一面地基的土壤壓力，大於它相對一面的土壤壓力。

基礎的不平均沉陷也可能發生在這樣的情況下：基礎傳遞到土壤上的壓力，雖然在整個地基面積內是相等的，但土壤本身卻並不均勻，就是基礎一边的土壤沉陷性較另一边為大。

由於基礎一边的土壤（特別是黃土，也就是由細小的淤土顆粒組成的土壤），被水浸濕的緣故，土壤的承載量因而降低，這樣也可能發生基礎不平均沉陷的現象。

為了保證烟囱的穩定性，在施工時不得使筒身歪斜；而烟囱基礎必須建築在在整個基礎面積內均勻的土壤上；如果基礎建造在

黃土上，那末不可讓地基土壤浸濕。

除了穩定性以外，在設計與建造煙囪時還需要保證它的堅固性，也就是在自重、風、溫度等作用下，能夠抵抗破壞的性能。

砼雖是善于抵抗壓力，但不善于抵抗拉力。

實際上，在煙囪筒身內，不單是產生壓應力，並且也產生拉應力；壓應力是由于自重而發生的，拉應力是由于風及溫度的作用而發生的。

當筒壁受煙氣炙熱時，在它的內邊發生壓應力，而在它的外邊發生拉應力。

為了使煙囪筒壁能夠承受拉應力，在澆灌砼之前，應當把鋼筋配置在模板內。鋼筋能很好地承受拉力。在風和溫度影響下，筒身水平斷面上發生的拉應力由垂直鋼筋來承擔；由于筒身被排送的煙氣炙熱而發生在筒身垂直斷面上的拉應力，就由水平鋼筋（環筋）來承受。

因為溫度作用而發生的拉應力，靠近筒壁的外表面，所以應當把鋼筋配置得接近筒壁的外表面，但應留有30~35公厘的保護層。

垂直鋼筋和水平鋼筋彷彿構成一個金屬骨架，經澆入砼後，就和砼共同工作，保證了必要的堅固性。

為了保護筒身及基礎的砼不受高溫作用，通常採用煙囪里襯，也就是由普通建築磚（紅磚）砌成的內部護壁結構物。磚里襯與砼之間的空間，有時用隔熱材料（如粒狀高爐礦渣、矽藻土磚、矽藻土屑或礦渣棉）填塞。

煙囪的耐久性是指它在長時期內能夠保持堅固性的性能。

有時，通過煙囪排到大氣中的氣體中含有有害的或叫做侵蝕性的雜質，如果不把煙囪加以保護，那末可能使砼及鋼筋遭受破壞。砼及鋼筋的破壞，可能在相當短的時期內使煙囪失去堅固性。

為了保護煙囪不受煙氣中有害雜質的侵蝕，可以採用各種方法。最普通和有效的方法，是砌造耐酸里襯，也就是用耐酸砂漿砌置的耐酸磚里襯。

不單是烟囱的內表面需要防止烟气中有害雜質的作用，就是筒身上部的外表面，就是在經常遭受出口气体作用籠罩的区域，也需要加以保护。烟气籠罩部分的高度，自筒口算起大約等於2~3个的筒身直徑。保护外表面用的材料，通常是各种耐酸塗料。

破坏性的物質，不但可能存在于烟气中，並且也有可能存在于冲刷烟囱基礎的地下水中。在这种情况下，基礎也需要用具有化学耐久性的塗料來保护它。

烟囱也必須防止遭受雷电的破坏。

2. 烟 囱 基 礎

烟囱的基礎，通常在平面圖上呈圓形的。只有当它的位置接近其他建筑物而不可能建造圓形基礎时，才可筑成矩形或多边形。

基礎結構，通常包括基礎板及筒座^①。筒座一般是圓錐形的，它作为筒身在地面以下的一部分。

如果烟气是从筑在地面以下的烟道輸入烟囱的，那末筒座上应当有1或2~3个孔洞，以备引入烟道(圖1)。

在很多情况下，烟气或通風气体經過建筑在地面以上的烟道通入烟囱筒身或烟道柱台，那末，基礎就不需孔洞，因此，它的結構也就簡單了。

土壤愈坚实，它的承載量愈高，那末基礎板的直徑也可愈小。設計建造在岩石类土壤上的烟囱基礎，必然具有最小的尺寸。在許多情况下把它設計成环形，这样，可以把它的体積縮減很多。

如果遇到軟弱的土壤，那末可以擴大基礎板的直徑，就是加長板的大方脚部分。

基礎板底应配置环形的和輻射形的(就是从中心出發，沿着半徑，朝向板边的方向放置的)鋼筋。板的大方脚部分內，上下都要配置鋼筋。

① 基礎板在現場俗称“基礎大方脚”；“筒座”俗称“基礎杯口”——校者注

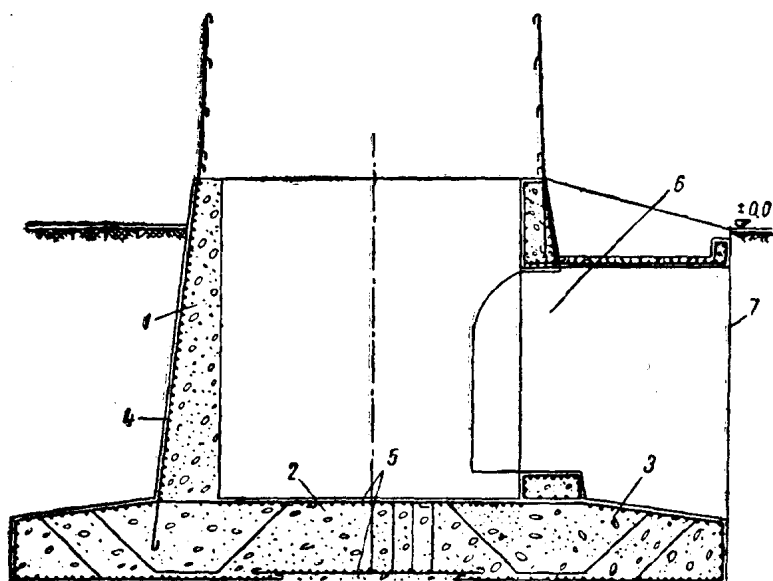


圖 1 具有地下烟道的烟囱基礎

1—基礎筒座;2—基礎板;3—大方脚部分;4—筒座鋼筋;5—基礎板的鋼筋;
6—烟道入口;7—壁柱

基礎板的上部,在筒座的範圍內,應配置鋼筋網。這種鋼筋網是用相互垂直放置的鋼筋所構成的。

基礎筒座中的鋼筋,有水平的(環形的),也有垂直的。垂直鋼筋伸出基礎頂面之上,以便與筒身鋼筋互相連接。

為地下烟道的入口所開設的孔洞,削弱了筒座的強度,所以在孔洞的四周,有時應用壁或壁柱來加強。

筒座的水平鋼筋,在靠近孔洞處應加彎折。

在孔洞的垂直邊附近,必須配置附加的垂直鋼筋。

壁柱中的水平鋼筋,應當伸入筒座的內;垂直鋼筋與基礎板中鋼筋的伸出部分,應當互相連接。

基礎的埋置深度,就是從基礎底面到地面水平間的高度,應當使基礎底面始終低於土壤的冰凍綫。這是基本的,也是最主要的條件。如果採用地下烟道,那末烟道高度也影響了基礎的埋置深度。

此外,也应考慮到能够較好地承受荷載的地層厚度。

在發現有侵蝕性的地下水(就是含有能破坏 砵 的有害雜質的水)时,基礎应当設法防水。

在这种情况下,可先采用瀝青塗料,然后敷設一層不透水的粘土。有时基礎的側面不用瀝青塗刷,而用卷膠料^①把瀝青油毡包在上面。

为了保护基礎砵不受烟气的高温作用,必須采用隔热設施。这时不單是筒座的壁,而且筒座的底(也就是基礎板),也必須加以保护。

保护筒座底的办法:可在矽藻土磚,或是粒狀礦渣、矽藻土屑墊層上,側鋪紅磚一皮或二皮。

筒座的鋼筋砵壁,可用一磚厚的磚牆來保护。在里襯与筒座砵間留出 50~150 公厘寬的空隙,用矽藻土屑或粒狀礦渣填充。

3. 烟 囱 筒 身

按照筒身的外形,烟囱可分为圓柱形的和圓錐形的。

圓柱形烟囱可用滑动模板來建造。这种烟囱的外貌不美觀而且穩定性較差。因此,除了高度和直徑都很小的烟囱及施工时不能运用在建造圓錐形烟囱时所用的設備以外,現在已不建造圓柱形烟囱了。

圓錐形烟囱可用工具式的金屬移动模板來建造,需要高度熟練的工人和工程技術人員。

圓錐形烟囱的筒壁對於中心的坡度一般自 1~3%,就是每公尺高度內 10~30 公厘。有时筒壁自下至上設計成一种坡度,譬如,选用 2% 的坡度或 1 公尺內 20 公厘。自下至上,根据这一个坡度來建造筒身,每次移动模板时,就相应地把烟囱直徑減小。

某些烟囱的筒壁設計成具有变动的坡度。譬如,烟囱的下部采

① 卷膠料(клебемасс)就是为粘結用的瀝青瑪瑙脂——譯者注

用 3% 的坡度,中部—2%而上部—1%。这种烟囱比較美觀並且更加穩定。

因为烟囱筒壁的坡度是以每公尺內的公厘数來表示的(假定說,1公尺高以內 30 公厘),所以在圖样上通常用千分数或百分数來表示坡度。



圖 2 支承里襯用的懸臂

1—懸臂; 2—懸臂中的溫度縫;
3—筒身鋼筋

例如, 1 公尺內 30 公厘的坡度, 在圖样上的記号为 $i=0.030$, 那末 25 公厘的坡度为 $i=0.025$ 。

筒身的壁厚是随着变的。通常在下面的厚度是 400~500 公厘, 往上就遞減到 150 公厘。如管徑很大, 那末上部筒身壁厚也有 180 公厘。

为了支承里襯, 通常每隔 10 公尺高度处, 在筒壁的里边安設懸臂一道(俗称“牛腿”——校者注)。

在懸臂的上口水平处, 筒身的壁厚發生变化。在安裝內模板时, 應該注意使它与外模板間的距离符合設計数据, 这样才可以保証筒身具有要求的壁厚。为了使內模板固定在需要的位置, 並且防止它接近外模板, 通常采用木样板或俗称“扒柱木”或“隔条”。

現在, 設計任何烟囱时, 不論它有沒有里襯, 都設有懸臂, 因为懸臂不但可以用來支承里襯, 並且在施工时可以支承依照安全技術要求而設置的防护隔層(俗称內保护棚)。

懸臂与懸臂之間的烟囱筒身部分叫做筒層。在圖样上从下而上的各層, 都标明号碼。

懸臂是利用一段內模板(其高度为 1.25 公尺)制成的, 因此, 它的高度大致等于 1.25 公尺(圖 2)。

懸臂的寬度通常为 180~250 公厘, 为了可以在它上面砌置里襯, 並且在里襯与筒壁之間留出 50~100 公厘的空隙。

懸臂中並不配筋。但是, 由于懸臂受热时必然要膨脹(增加周長)而使筒內發生內应力, 因此为了減少这种应力起見, 應該用若

于垂直温度縫，把懸臂在它整个厚度上割开。这种温度縫按 500 公厘的間距，分布在懸臂的圓周上。縫的寬度为 25 公厘。

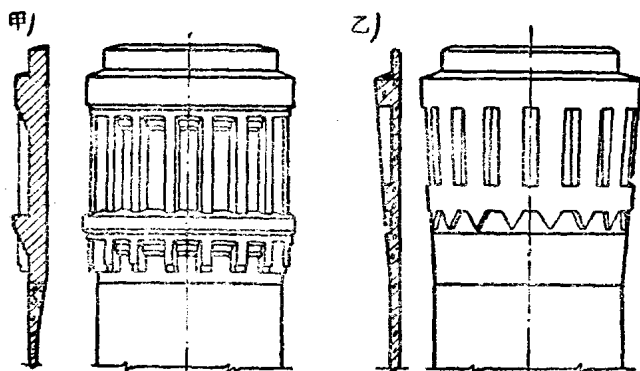


圖 3 鋼筋砼烟囱的筒首

甲—磚砌的；乙—鋼筋砼的

筒身極重要的結構部分是它的頂部，就是叫做筒首（圖 3）。

正如上面所說，烟氣籠罩在烟囱筒首的外面，筒首直接遭受烟氣內有害雜質的作用。另一方面，當風對於筒首施加壓力時，可把筒首壓扁，成為橢圓形。

因此，筒首的結構應當是堅固的，並且要能抵抗烟氣中有害雜質的作用。

此外，筒首還要滿足建築藝術上的要求，也就是要使烟囱具有美觀的外形。

為了達到這個目的，可在筒首外表面設計一些腰帶綫腳、簷部及壁柱，造成若干幽暗的龕槽。

筒首的堅固性是用增加壁厚到 300~400 公厘，並用配置附加鋼筋的辦法來保證的。

在筒首上塗刷瀝青或其他耐酸塗料，一般可以使它具備抵禦出口烟氣有害作用的性能。

如果烟氣中有大量雜質，並且這些雜質對於砼有強烈的侵蝕作用，那末這種烟囱的筒首，在 5~10 公尺高度以內（從上面算起），

需要全部用厚度为 250~380 公厘的耐酸磚砌成。

鋼筋砼筒首的頂端,有时用鑄鉄或耐酸鋼制成的保护罩搭盖。

如果筒首上面沒有保护罩,那末烟囱頂端也可从里襯挑出的若干皮磚來搭盖。这样,可使雨雪不会落入筒壁和里襯間的空隙中。在磚砌体的上面,做成傾向筒壁外边的水泥排水坡。

里襯的砌置應該符合这一个原則,就是要保証里襯在受热后能够自由膨胀。

筒身的垂直鋼筋应在不同的水平上進行接合(圖4)。因此,在建造基礎时,应使伸出的鋼筋具有不同的高度。

由于这样,在同一水平上或叫做在同一水平断面上一般只用25~50%的垂直鋼筋進行接合。这样做是必要的,因为接合的地方往往較鋼筋本体为弱,因此,如果所有鋼筋的接头都放在同一水平断面上,那末在这一地位的烟囱筒身势必变弱。技術规范要求:在筒身同一断面上的接头数,如果鋼筋直徑在 16 公厘以下,那末不得超过 25% 的总鋼筋数;如果直徑等于或大于 16 公厘,那末不得超过 50%。

光面鋼筋的末端,一般具有弯鈎。接合可按搭

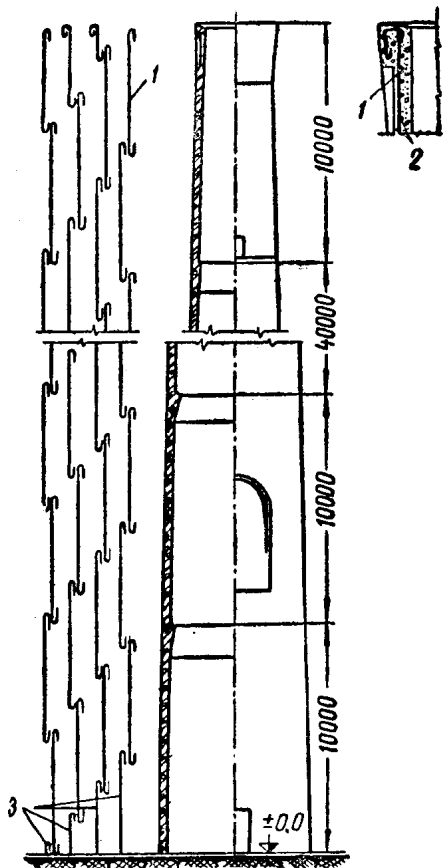


圖 4 烟囱筒身的配筋

1—垂直鋼筋; 2—水平鋼筋; 3—从基礎中伸出的垂直鋼筋

接法進行，並需符合這樣的規定：光面鋼筋交搭部分的長度應為直徑的 30 倍。就是，如果鋼筋直徑為 14 公厘，那末搭接的長度應當是 $14 \times 30 = 420$ 公厘。

變形鋼筋的末端，可以不作彎鉤，但接头交搭長度應為直徑的 45~60 倍。

由於鋼筋是每隔 1.25 或 2.5 公尺高度進行接合的，所以鋼筋的總長度應當是這項數值的倍數。要是把末端搭接所需增加的長度也考慮在內，那末光面鋼筋的直段長度可採用等於 $5000 + 30d$ ；而變形鋼筋的長度為 $5000 + 45d$ 或 $5000 + 60d$ ，此處 d 為鋼筋直徑的公厘數。

接头的間距（接头間的距离）採用 1.25 及 2.5 公尺，並不是隨便的。這些尺寸是符合半節（一段）高或一節高的。

只有這樣，才能保證在配筋時可能進行垂直鋼筋的接合，也就是可以方便地綁扎鋼筋。同樣，砼的澆灌工作是按內模板的高度，也就是按 1.25 公尺的高度來進行的。

在近筒身頂部的最高垂直鋼筋的長度及從基礎伸出的最低鋼筋的長度，可能不是模板高度的倍數。這些鋼筋的長度，是由設計確定的。

在筒身的水平斷面上，每 1 公尺周長內約有 5~8 根鋼筋，也就是說，一般鋼筋的間距約為 200~125 公厘。

隨著煙囪直徑的減小，也就是逐步向上建造時，垂直鋼筋的數量逐漸減少；鋼筋的直徑也同樣縮減。

在鋼筋砼結構物中，一般把水平鋼筋綁扎在垂直鋼筋的外邊，也就是在接近外模板的一邊。但是，在鋼筋砼煙囪中，如果也照這種方式，那末勢必要在已安裝的垂直鋼筋和外模板之間進行配置環筋，因此，這顯然是有困難的。此外，鋼筋在進行配置時，把被塗在外模板上的油沾污，就不能與砼很好地結合。

所以，在煙囪中的水平鋼筋，不是配置在垂直鋼筋的外邊，而是在里邊的。但是，這時一定要在水平鋼筋與垂直鋼筋的交叉點上，用鐵絲綁扎牢固。