

砖烟囱活版设计 及简易算法

化学工业部橡胶工业研究设计院
北京师范大学数学系 合著

化学工业出版社

磚烟肉活版設計及簡易計算法

化学工业部橡胶工业研究設計院 合著
北 京 师 范 大 学 数 学 系

化学工业出版社

本书介绍砖烟囱设计活版化及其计算的图表化。砖烟囱设计的活版化是运用若干块单元定型图片拼排的方法设计成各种不同口径和不同高度的砖烟囱模型，经过必要的加工即可成为完整的砖烟囱的设计图纸；砖烟囱设计的图表化是用查阅图表的方法代替以往繁琐的计算方法进行各种类型的烟囱设计计算，而这些图表是根据烟囱计算的规律绘制而成的。由于砖烟囱的设计活版化与计算图表化的配合运用，大大简化了设计工作，提高了设计效率，从而保证了工程设计的质量。

本书主要叙述砖烟囱单元定型图片设计原理及其应用、烟囱的各种应力计算、基础计算，以及算图应用及计算实例等。同时书末还附有各种砖烟囱简易计算图，以供设计计算应用。

本书可供土建专业的研究、设计及施工人员，以及高等院校和中等专业学校的师生阅读和参考。

砖烟囱活版设计及简易计算法

化学工业部橡胶工业研究设计院 合著
北京师范大学数学系

化学工业出版社出版 北京安定门外和平北路

北京市书刊出版业营业许可证出字第092号

化学工业出版社印刷厂印刷 新华书店发行

开本：327×1092毫米¹/₁₆ 1959年10月第1版

印张：1⁴/₁₆ 插页：27 1959年10月第1版第1次印刷

字数：15千字 印数：1—3000

定价：(10) 0.32元 书号：15063·0570

前 言

在党的正确领导下，我院研究成功了活版设计法，使长期以来手工方式的设计方法，一变而为用玻璃图片拼排的设计法，使设计工作推向了一个新的阶段。这种设计方法已经在国内外各种专业的设计工作中得到了不同程度的推广和应用，并通过各方面的使用，使活版设计法得到了进一步改进和完善。

活版设计法研究成功之后，党又提出了必须在工程设计中进一步开展活版化的任务。我们在社会主义建设总路线的光辉照耀下和大闹技术革命的鼓舞下，鼓足了革命干劲，在很短的时间内，使烟囱的设计也活版化了。首先突破了活版设计在特殊构筑物设计上的应用，使活版设计法的研究提高了一步。

砖烟囱的设计，在过去只要高度、直径或烟道稍有不同，就必须重新设计、计算。同时高度和上口径变化的幅度也是非常大的。如果采用定型设计，将各种高度和各种直径以及各种烟道的烟囱设计方案组合起来，那么至少就需要几百个烟囱的定型设计，才能满足各种烟囱的高度和直径及烟道的变化情况，因此这将是一种非常困难的工作，而烟囱活版设计法却从根本上解决了这一困难，各种高度、直径和烟道均能灵活地拼凑，而得到所需的施工图纸。

砖烟囱活版设计法的成功，突出地显示了活版设计法所具有的优越性和灵活性，充分证明了工程设计工作，只要掌握了事物客观变化的规律和特点，均可进行活版设计。打破了有些人认为特殊结构不能活版化的片面看法。

采用活版设计法进行砖烟囱设计，可以提高设计工作效率三十倍左右，并可完全保证质量。消灭了设计工作中许多重复劳动。无论工厂企业、工人村住宅区、热电站都必须有动力蒸气锅炉或采暖锅炉，既有锅炉就要有烟囱，而所有的砖烟囱结构基本上都是相同的，一套烟囱的单元定型图片全国皆能适用。因此烟囱的活版设计法具有很大的普遍意义。

在砖烟囱设计的结构计算部分，过去也是比较麻烦的，而每个烟囱计算的内容基本上都是一样的，仅其中数字大小不同而已。计算的工作量在整个烟囱设计工作中占很大的比例，如果还是照老办法计算的话，既不能符合多快好省的设计方针，又跟不上设计活版化的速度。因此摆在我们面前的任务之一，就是要想尽一切办法克服困难，解决矛盾，使烟囱设计计算图表化。

我院原土建科和北京师范大学数学系本着共产主义的协作精神，合作研究简化烟囱的结构计算。在师大党委的支持下，同学们反复钻研，苦战一月，终于研究成功了一整套计算的图表，只要查几张图表即可得到在各种情况下的应力。大大地简化了计算工作和提高计算效率，这是一项在烟囱结构计算上的革新。这种合作研究的方法也证明了党的教育方针的正确——教育、科学研究与生产结合在设计工作上开出了鲜艳之花，结出了丰硕之果，并使烟囱活版设计法更加完整，大大地提高了整个设计的效率。

由于我们的政治和技术水平有限，书中错误和不到之处一定不少，热诚地欢迎读者批评指正。

第一章

砖烟囱单元定型图片的设计和應用

第一节 单元定型图片设计的原理

单元定型图片的设计是活版设计法的重要关键，主要的标准是图片的种类是否能减少到最低程度，而又能具有高度的灵活性，既能通用，又能应变。这就要充分掌握事物客观变化的规律。每个烟囱的设计都有其不同点和相同点。烟囱的高度和直径各有不同，这是它互相矛盾之处；但是每一细小部分的构造无非都是砖烟囱壁、耐火砖衬壁、烟道口，以及基础等等，因此这也是它相互统一的地方。毛主席在“矛盾论”中一开头就说：“事物的矛盾法则，即对立统一的法则，是唯物辩证法的最根本的法则”。^① 尽管烟囱大小高低各有不同，但它总是矛盾的统一体，统称都叫烟囱。烟囱的活版设计必须紧紧抓住高度和直径的变化规律，以及在构造上相互统一之处，进行分片。在构造上相同之处便把它定型，而经常变化的高度和直径就利用图片的拼排来解决。

在烟囱的总图上，通常都以中心线为界，一半表示剖面，一半表示立面。在剖面的一部分表示各段烟囱外壁的厚度、耐火砖衬壁的厚度及高度、各个节点的构造，以及基础剖面、埋置深度等。为便于高度的变化作成2m、3m甚至1m，0.5m的定型图片，如图1所示。

在立面图的一部分表示爬梯、保护圈等等，相应地亦作成各种高度的定型图片，这些图片无论设计哪种砖烟囱都是适用的。

烟囱的坡度和高度与直径的变化无关，因此可以固定为3%的坡度。为了便于高度和直径变化的灵活，无论立面及剖面的单元定型图片都做成二边为3%斜度的平行四边形图片。

在烟囱的立面片和剖面片中间，可填充一系列的空白填充片。由于烟囱上口径小，下口径大，因此填充片也成为梯形，梯形的两边仍以3%的坡度倾斜。有了剖面片、立面片和填充片以后，即可拼排成各种砖烟囱的图样，如图1所示。砖烟囱的各种详图，如各段的横断面、基础大样等，也是事先画好的定型图片，根据各种情况可选择采用。各种类型的砖烟囱断面如图2~5所示。其烟道口、出灰口基础详图如图6所示。

① 毛泽东选集第一卷，矛盾论，第287页，人民出版社，1958年7月，北京第二版。

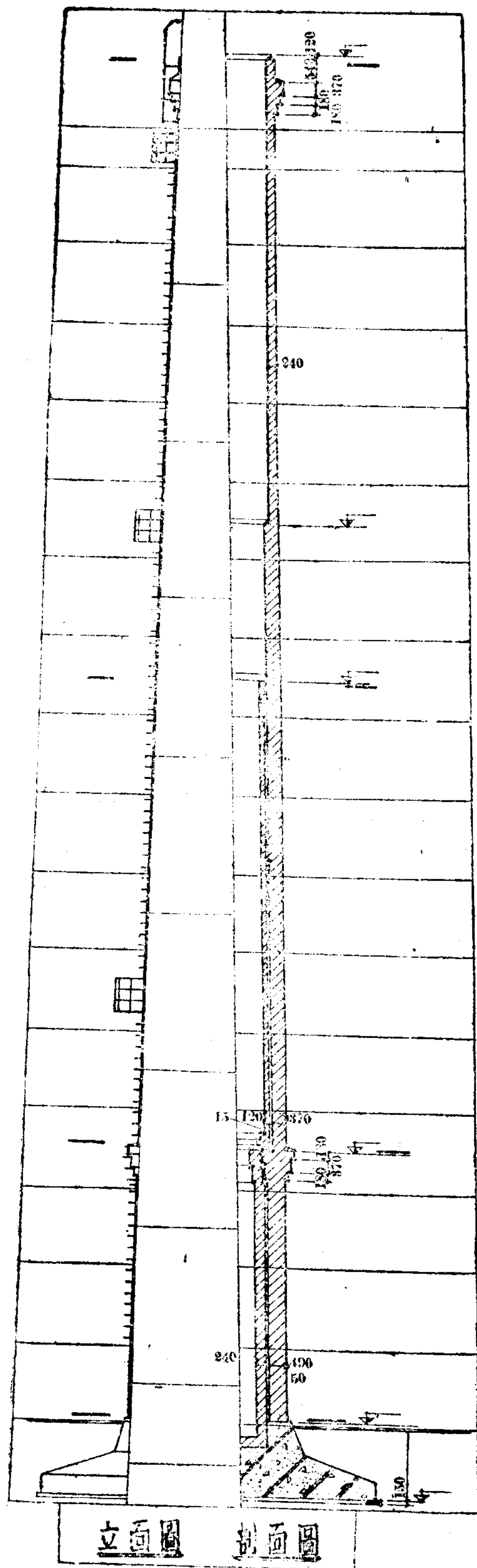


图 1 用单元定型图片拼成的砖烟囱設計图

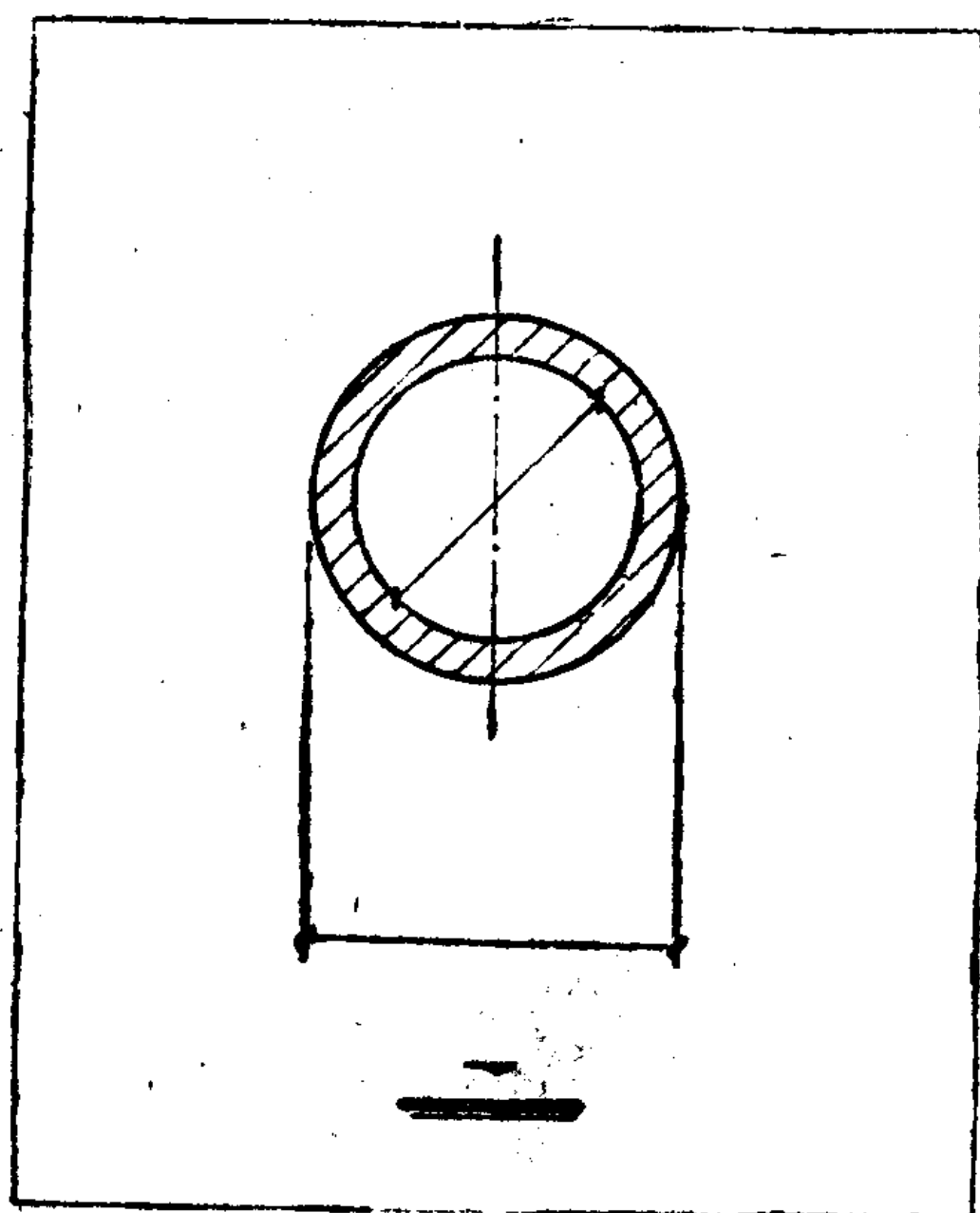


图 2 砖烟囱断面之一

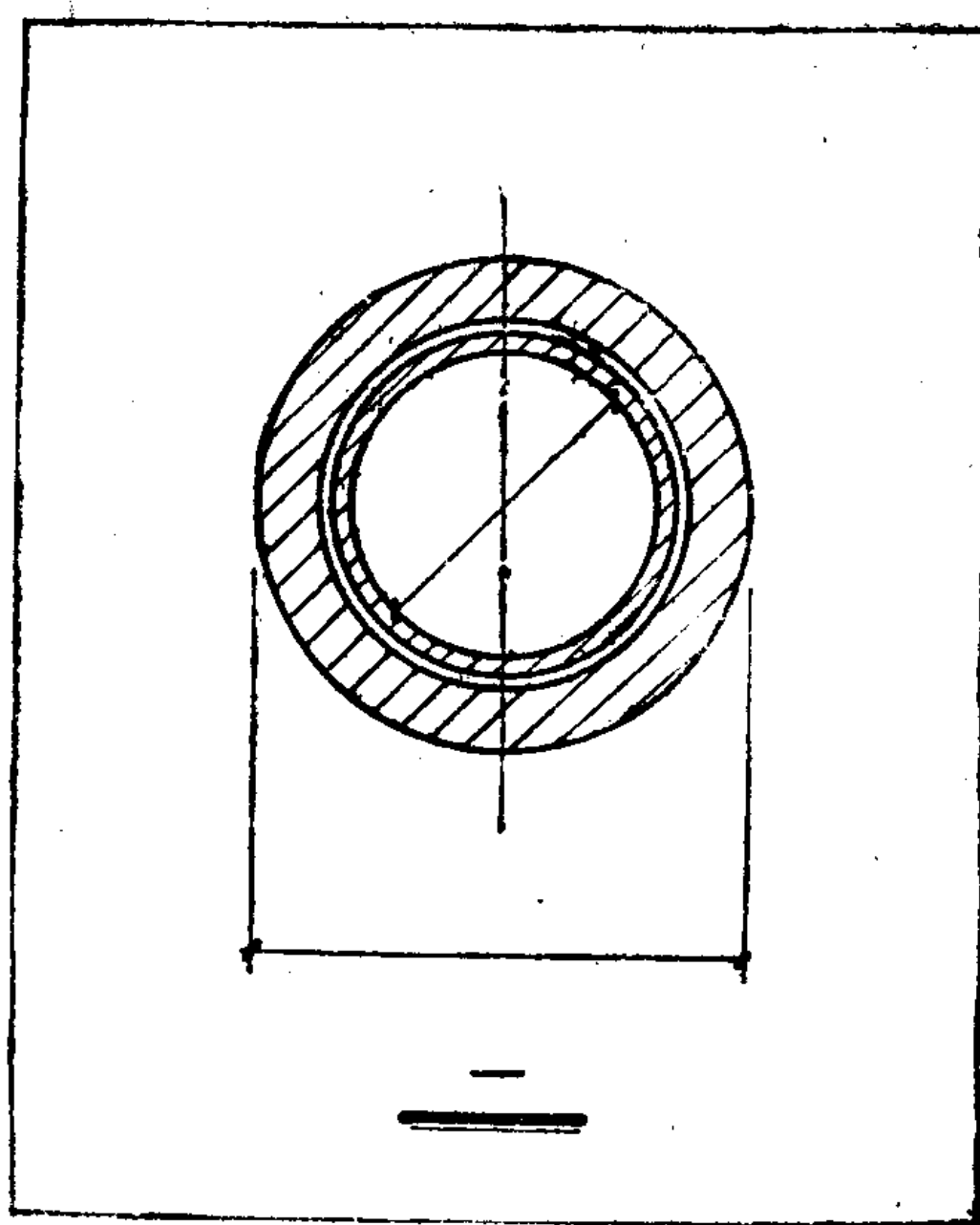


图 3 砖烟囱断面之二

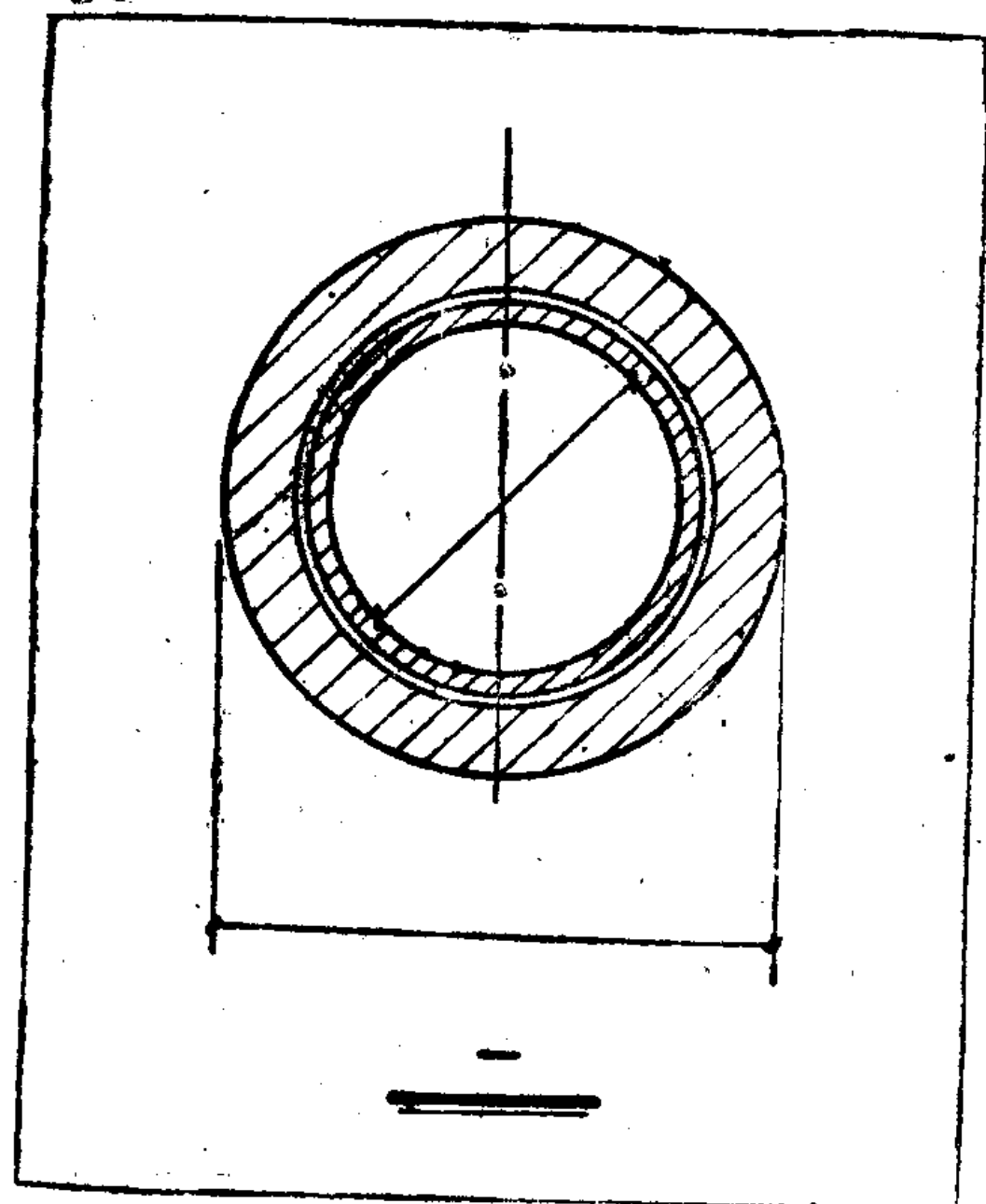


图 4 砖烟囱断面之三

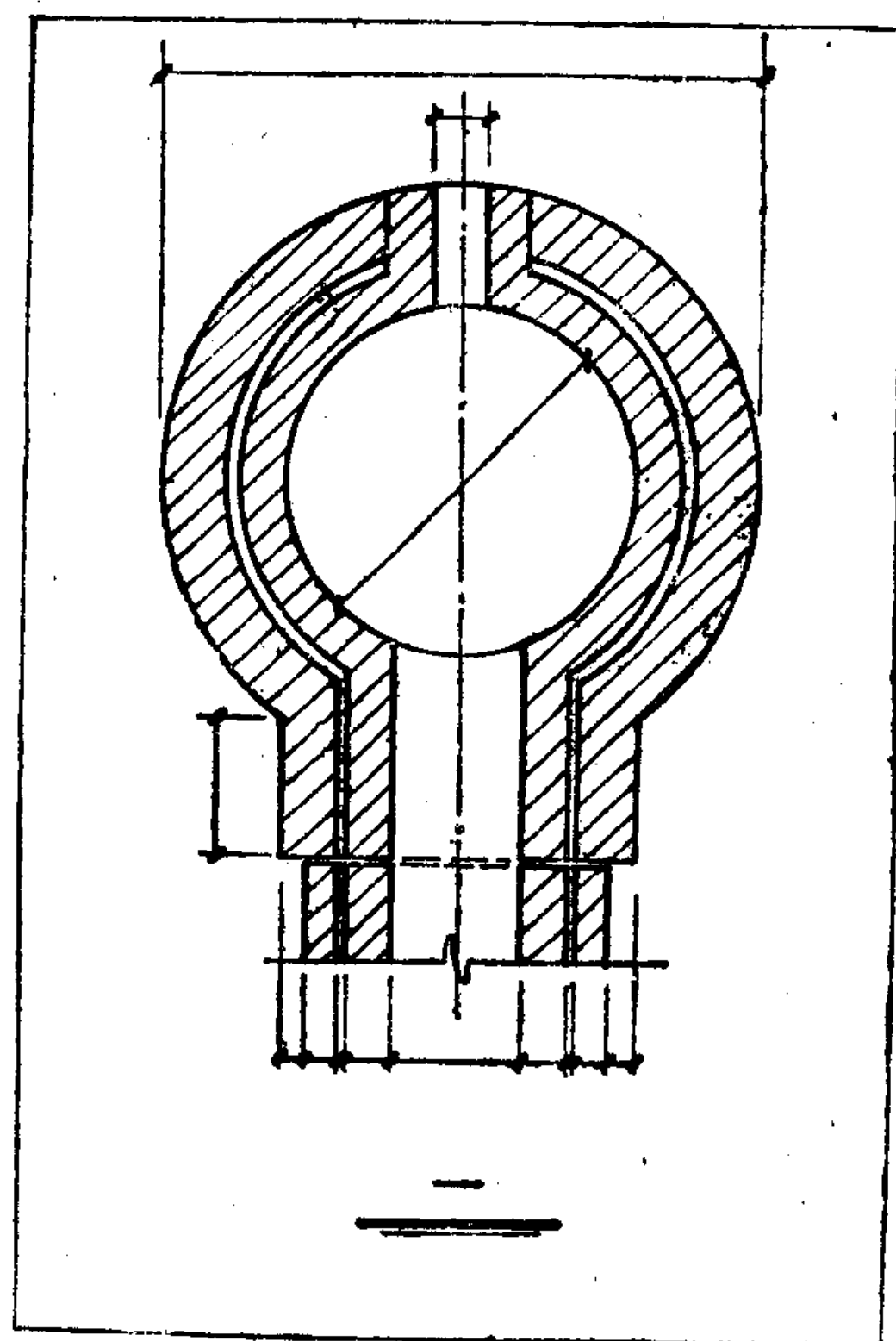
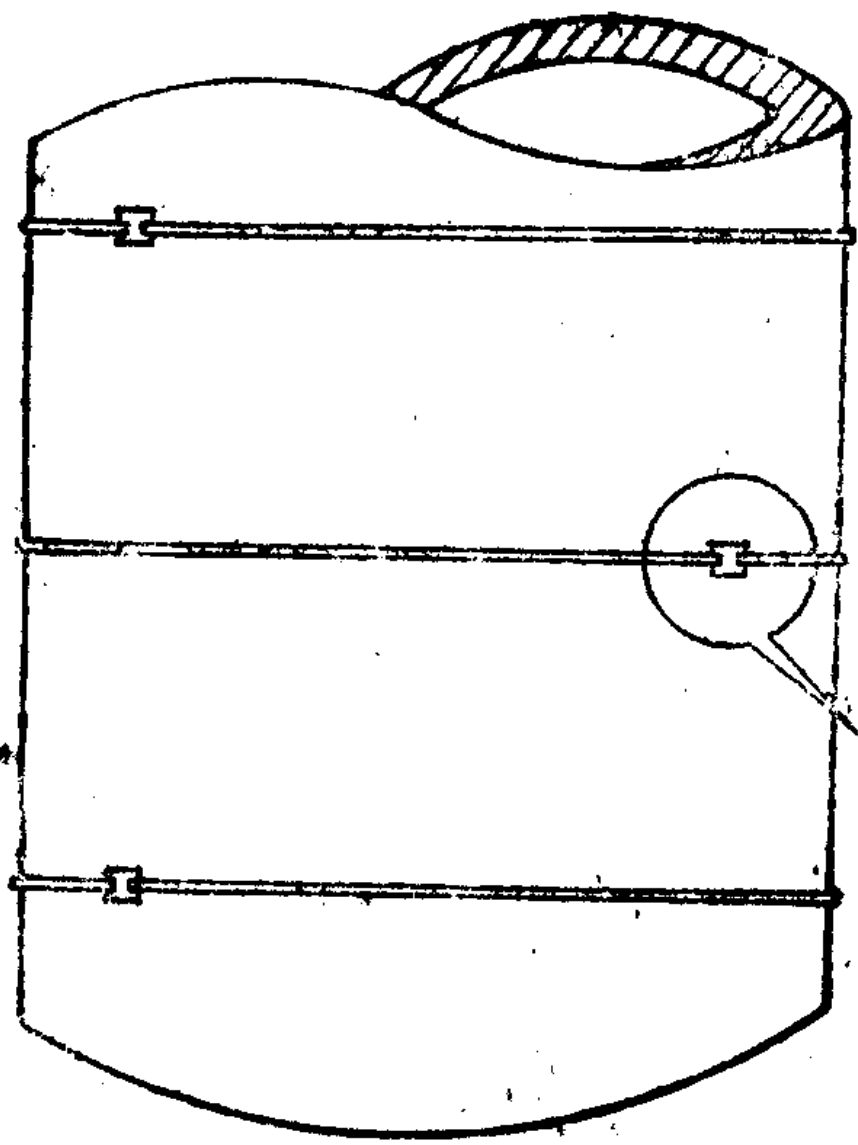
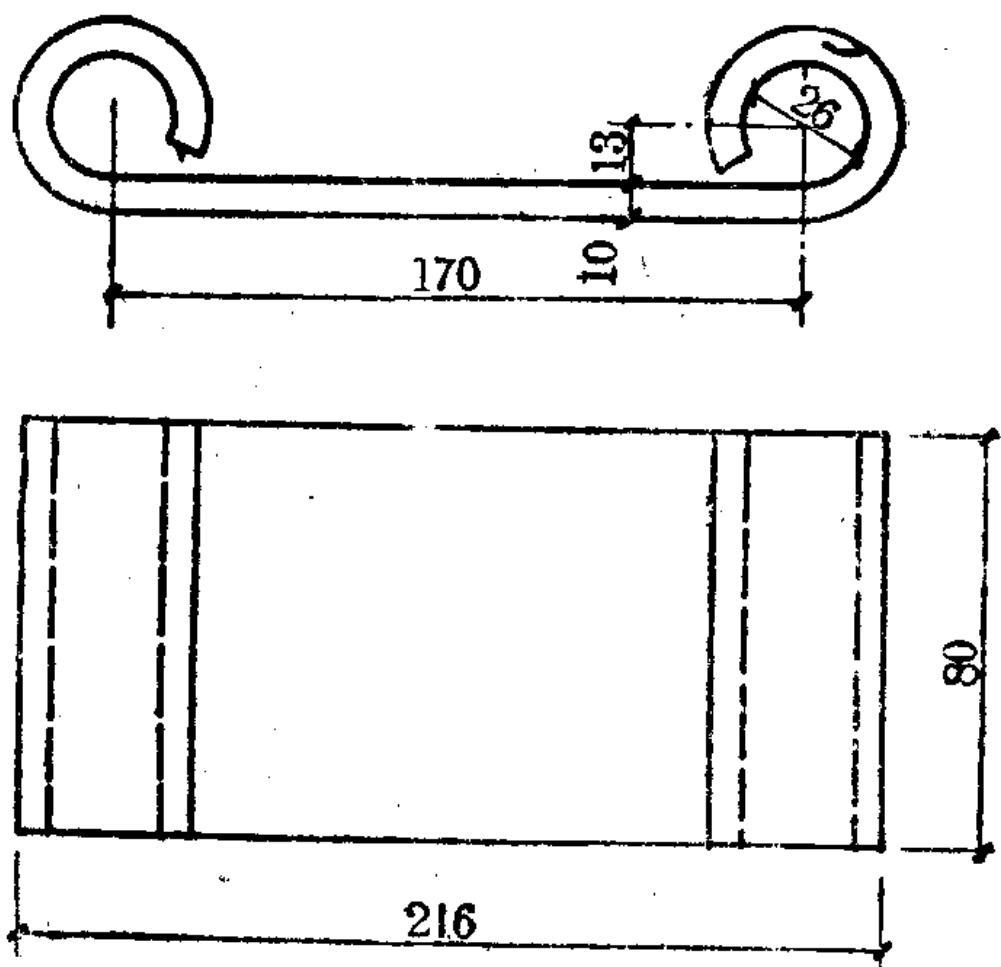
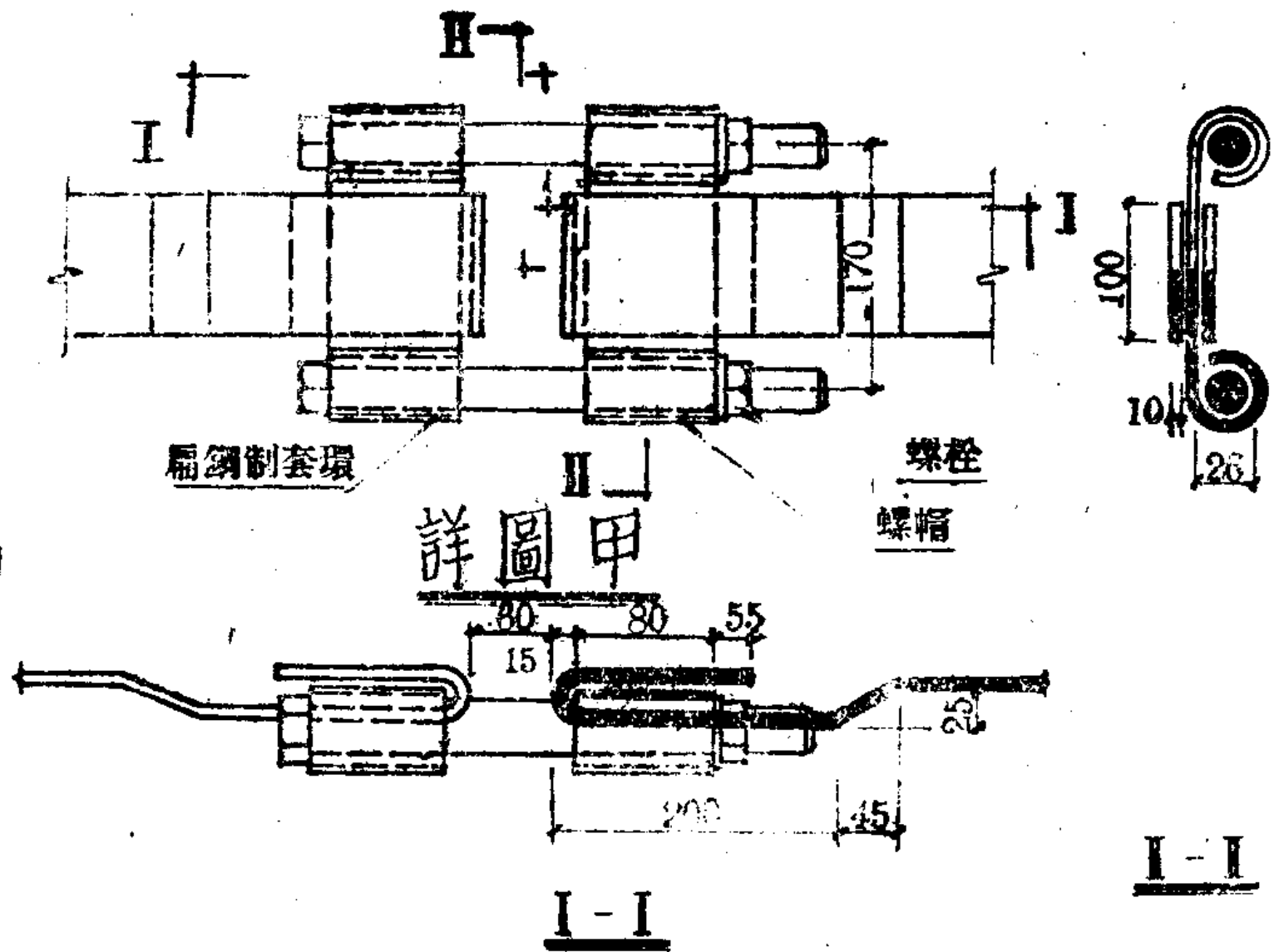


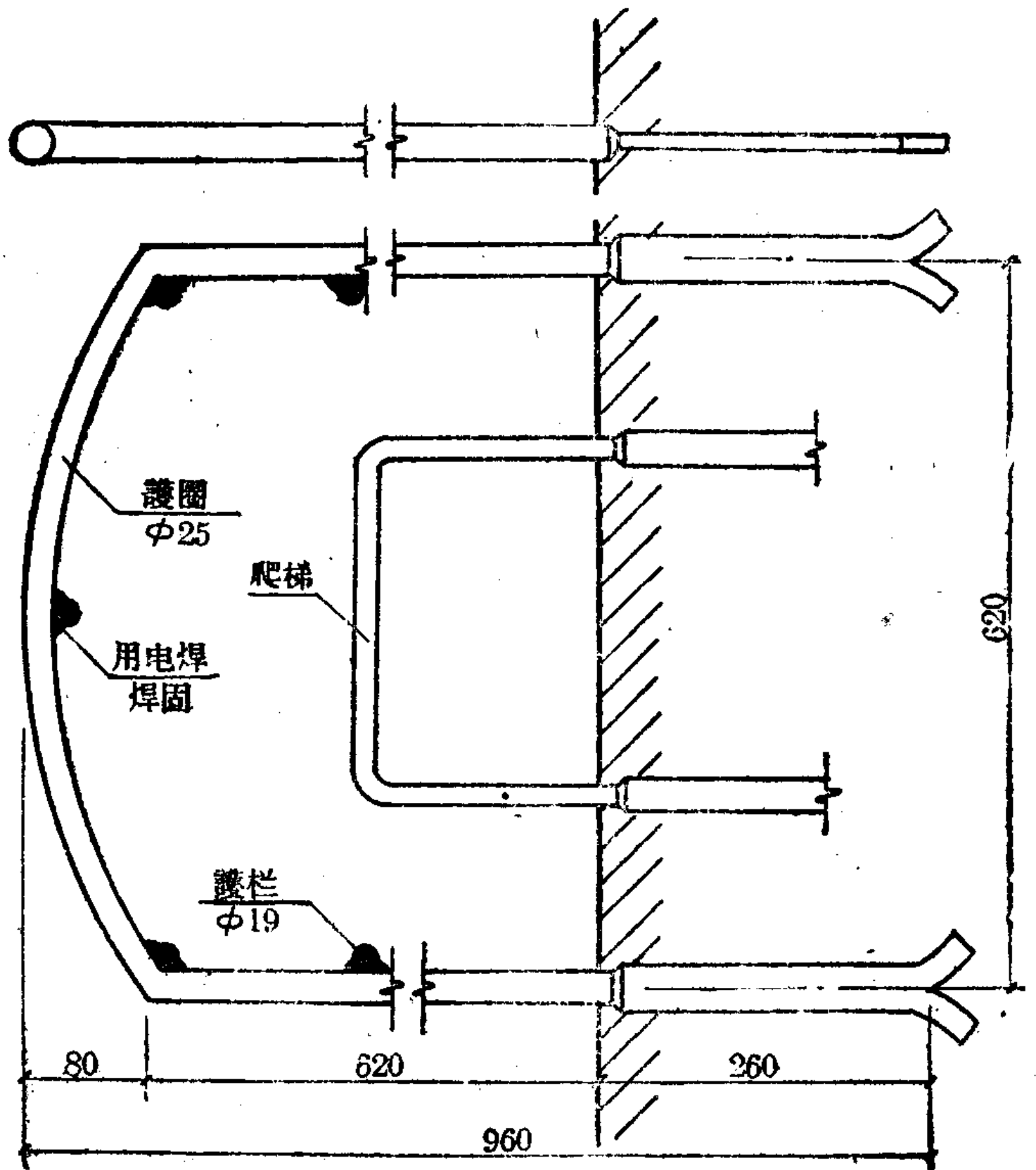
图 5 烟道口断面图



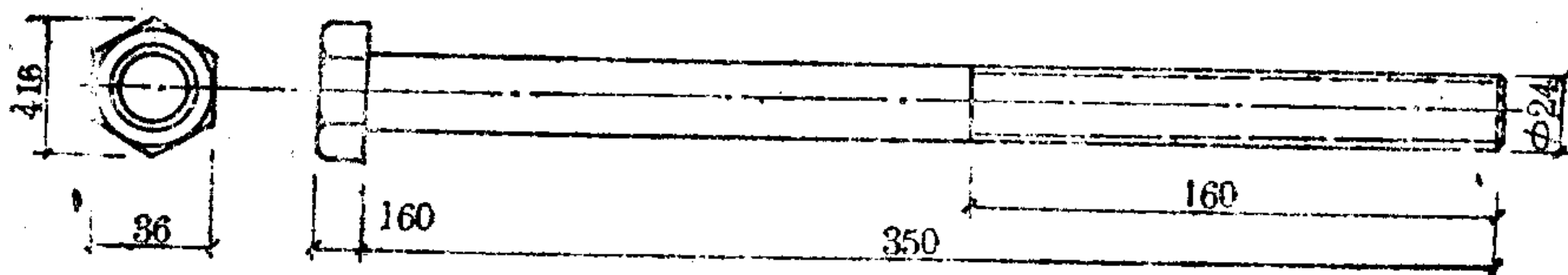
I



II



III



IV

第二章

磚烟囱簡易計算法

磚烟囱的結構計算，在過去也是比較麻煩的，並且計算在整個烟囱設計的过程中占

很大的比例。為了使設計人員從煩雜的計算中擺脫出來，配合烟囱的活版化，以可達到共同躍進、全面地提高設計效率的目的，我們在大鬧技術革命的鼓舞下，克服了不少困難，大膽地對計算工作進行了革新，創造了一系列的圖表，只要根據已知的設計資料，查閱圖表並進行簡單的計算，即可完成整個設計工作。下面就各種計算圖表的設計原理，以及應用方法詳細分節闡述，其設計的基本資料（見圖8）如下。

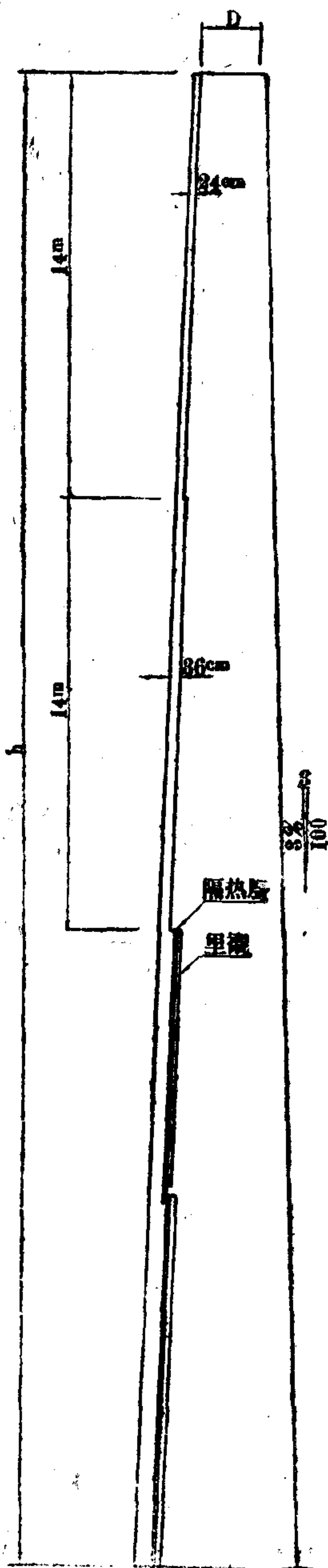


圖8 烟囱計算的基本假定

1. 高度(h) 30~60m;
2. 淨上口內徑(D) 1~2m;
3. 烟囱坡度 3 %;
4. 分段：除最底下第一段和第二段外，每段設為 14m 高；
5. 第一段（從頂上往下計）磚厚 24cm，每增加一段增加半塊磚厚（12cm）；
6. 里襯厚度：烟囱最後一段為 24cm，以上均為 12cm；
7. 隔熱層為 5cm。

第一節 應 力

應力包括：由筒身及里襯的重量所產生的應力（簡稱自重應力）；由風力的彎矩所引起的應力（簡稱風彎矩應力）；由地震慣性力所引起的應力（簡稱地震應力）。

I. 自重應力(σ_1)：其計算公式如下。

$$\sigma_1 = \frac{N_1 + N_2}{\varphi F} = \frac{N_1}{\varphi F} + \frac{N_2}{\varphi F} = \sigma'_1 + \sigma''_1$$

(一) 筒身的重量所产生的应力(σ'_1)(见算图 1), 其计算公式如下,

$$\sigma'_1 = \frac{N_1}{\varphi F} = \frac{1.8 \times V_1}{\varphi F}$$

式中: 1.8T/m^3 是砖的容重;

V_1 是筒身的体积;

F 是筒身任意高度的截面积;

φ 是屈折系数。

1. 体积(V_1)公式的推导:

烟囱筒身的体积是两个圆台体积的差(图 9)。

它的计算公式是: $V_1 = \pi d h (D + d + 0.03 h)$

式中: h 是从顶往下计算。

但是, 因为烟囱各段筒身厚度和内径不同, 所以各段的计算公式有所不同。

第一段(h 自 $0 \sim 14\text{m}$):

$$V_1 = \pi d h (D + d + 0.03 h)$$

第二段(h 自 $14 \sim 28\text{m}$):

$$V_1 = \pi d h (D + d + 0.03 h) + \pi \left(\frac{d}{2} \right) (h - 14) \left[D_1 + \left(\frac{d}{2} \right) + 0.03 (h - 14) \right]$$

第二段的体积可以看作是内径为 D , 厚度为 d , 高度为 h 的圆台差的体积与内径为 $D_1 = (D + 0.06 \times 14 - d)$, 厚度为 $\left(\frac{d}{2} \right)$, 高度为 $(h - 14\text{m})$ 的圆台差的体积之和。

同理, 第三段(h 为 $28 \sim 42\text{m}$):

$$V_1 = \pi d h (D + d + 0.03 h) + \pi \left(\frac{d}{2} \right) (h - 14) \left[D_1 + \frac{d}{2} + \right.$$

$$\left. + 0.03 (h - 14) \right] + \pi \left(\frac{d}{2} \right) (h - 28) \left[D_2 + \frac{d}{2} + 0.03 (h - 28) \right]$$

式中: $D_2 = D + 0.06 \times 28 - 2d$

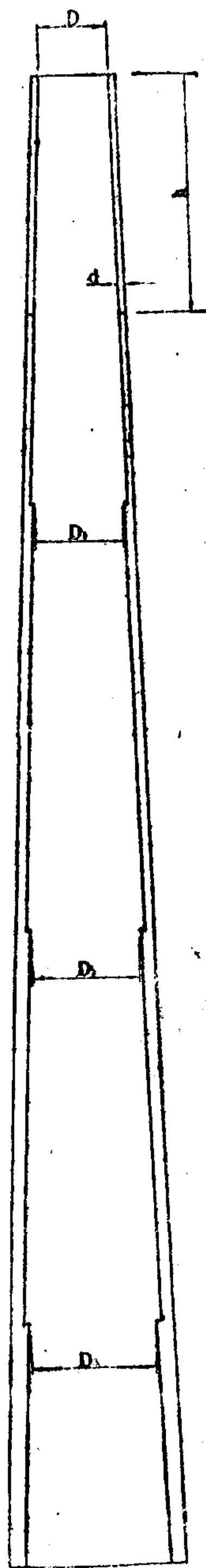


图 9 筒身体积计算草图

第四段(h为42~60m)

$$V_1 = \pi d h (D + d + 0.03h) + \pi \left(\frac{d}{2} \right) (h - 14) \left[D_1 + \frac{d}{2} + 0.03(h - 14) \right] \\ + \pi \left(\frac{d}{2} \right) (h - 28) \left[D_2 + \frac{d}{2} + 0.03(h - 28) \right] \\ + \pi \left(\frac{d}{2} \right) (h - 42) \left[D_3 + \frac{d}{2} + 0.03(h - 42) \right]$$

式中, $D_3 = D + 0.06 \times 42 - 3d$

根据 $N_1 = 1.8 V_1$, 可以作出关于筒身重量的图象(见算图2)。

2. 截面积(F)公式的推导:(算图3)

烟囱筒身的截面积是两个同心圆面积之差(即宽度为筒身厚的圆环面积), 因为宽度不同, 所以各段计算公式也有所不同。

第一段 (h为0~14m),

$$F = \pi d (D + 0.06h + d),$$

第二段 (14~28m),

$$F = \pi d (D + 0.06h + d) + \frac{\pi}{2} d \left(D + 0.06h - \frac{d}{2} \right),$$

第三段 (h为28~42m),

$$F = \pi d (D + 0.06h + d) + \frac{\pi}{2} d \left(D + 0.06h - \frac{d}{2} \right) + \frac{\pi}{2} d \left(D + 0.06h - \frac{3}{2} d \right),$$

第四段 (h为42~60m),

$$F = \pi d (D + 0.06h + d) + \frac{\pi}{2} d \left(D + 0.06h - \frac{d}{2} \right) \\ + \frac{\pi}{2} d \left(D + 0.06h - \frac{3}{2} d \right) + \frac{\pi}{2} d \left(D + 0.06h - \frac{5}{2} d \right).$$

3. 屈折系数(φ)

细长比的计算公式是 $\frac{h}{D + 0.06h + 0.48}$

细长比和屈折系数的关系如表1所示。

表 1

细 长 比	屈 折 系 数	细 长 比	屈 折 系 数
4	0.99	11	0.86
5	0.98	12	0.84
6	0.96	13	0.81
7	0.94	14	0.79
8	0.92	15	0.77
9	0.90	16	0.75
10	0.88	17	0.73

根据细长比和屈折系数的关系作出 φ 值表(见表2)。

表 2

h(m)	φ	D(m)										
		1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
5		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
10		0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
14		0.96	0.97	0.97	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
15		0.95	0.96	0.96	0.96	0.97	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99
18		0.94	0.94	0.95	0.95	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.98	0.98
24		0.92	0.92	0.93	0.94	0.93	0.94	0.94	0.95	0.95	0.95	0.96
28		0.91	0.91	0.92	0.93	0.92	0.93	0.93	0.94	0.94	0.94	0.95
29		0.90	0.91	0.91	0.92	0.92	0.92	0.93	0.93	0.94	0.94	0.94
32		0.89	0.90	0.90	0.91	0.91	0.91	0.92	0.92	0.93	0.93	0.93
37		0.88	0.89	0.89	0.90	0.90	0.90	0.91	0.91	0.92	0.92	0.92
42		0.87	0.88	0.88	0.89	0.89	0.89	0.90	0.90	0.90	0.91	0.91
43		0.87	0.87	0.88	0.88	0.89	0.89	0.90	0.90	0.90	0.91	0.91
48		0.86	0.86	0.87	0.87	0.88	0.88	0.89	0.89	0.89	0.90	0.90
54		0.85	0.86	0.86	0.86	0.87	0.87	0.88	0.88	0.88	0.89	0.89
60		0.84	0.85	0.85	0.86	0.86	0.87	0.87	0.87	0.88	0.88	0.88

4. 根据 V_1 、 F 的分段应力 σ'_1 也相应地分为四段进行计算(公式从略)。可以作出算图1。

σ'_1 是 D 及 h 的一个二元函数,为了简化问题,我们取定 D 值将 $\sigma'_1=f(D \cdot h)$,化为十一个 $\sigma'_{1i}=g(h)(i=1 \cdots 11)$ 的单元函数来作图;在作图过程中,我们发现同一高度不同口径的 $\sigma'_{1i}(i=1 \cdots 11)$ 的值非常相近,当我们取其平均值把十一个图合成一个图时,其最大误差是3.6%(一般在2%左右)。

(二) 里衬的重量作用在筒身上的应力(σ''_1),其计算公式如下:

$$\sigma''_1 = \frac{N_2}{\varphi F}$$

下部(0.24m的里衬)的重量作用于地基,所以 N_2 只考虑其上部(0.12m的里衬)的重量。

为了简化问题,我们把图10梯形状的里衬看为图11形状来计算(误差可以忽略)。

这样,里衬重量的计算就与筒身的重量计算相似,只不过相应的口径变化而已。

上部里衬口径(见图12)的求法是:

$$D' = D + 0.06h - 0.34, \text{ (第一段);}$$

$$D' = D + 0.06h - 0.34 - 0.24 = D + 0.06h - 0.58 \text{ (第二段);}$$

$$D' = D + 0.06h - 0.34 - 0.49 = D + 0.06h - 0.83 \text{ (第三段);}$$



图 10 里衬形状图



图 11 简化后的里衬形状图

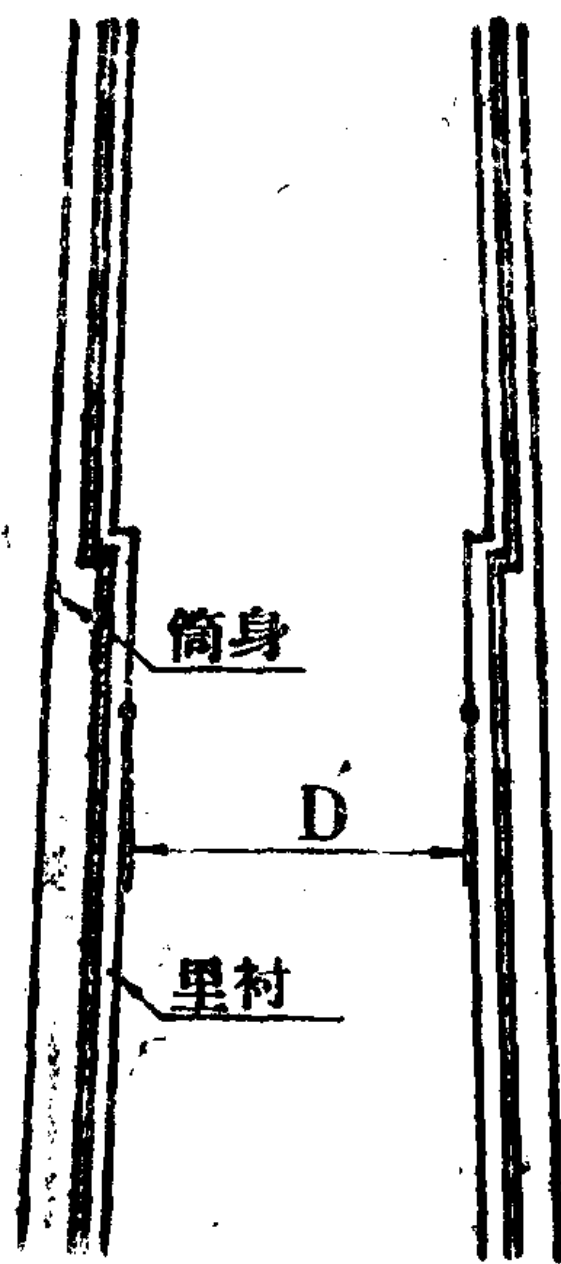


图 12 里衬D径示意图

$$D' = D + 0.06h - 0.34 - 0.73 = D + 0.06h - 1.07 \text{ (第四段)}.$$

下部里衬口径的求法:

$$D'' = D + 0.06h - 0.1 - 0.49 - 0.24 = D + 0.06h - 0.83 \text{ (第二段)};$$

$$D'' = D + 0.06h - 0.59 - 0.49 = D + 0.06h - 1.08 \text{ (第三段)};$$

$$D'' = D + 0.06h - 0.59 - 0.73 = D + 0.06h - 1.32 \text{ (第四段)}.$$

根据这些公式, 我们就可以找出所有烟囱的里衬口径的最大值及最小值:

上部里衬口径一般介于1.26m和3.56m之间;

下部里衬口径一般介于1.36m和3.84m之间。

我们在最大值、最小值之间适当取若干个值代表不同的 D' (或 D'')分别作出里衬上、下部的重量图, 见算图4(I和II)。

$$\text{由公式 } N_2 = 1.8 \times V_2 = 1.8 \times \pi \frac{d}{2} h \left(D' + \frac{d}{2} + 0.03h \right)$$

说明: 当 h 为定值(即为同一高度)时, N_2 是 D' (或 D'')的一次函数, 所以当 D' (或 D'')等差变化时, N_2 也等差变化。这样我们可以在算图4(I, II)中利用插入法正确地找出那些在算图4(I, II)中没有表示出来的 D' (或 D'')所对应的 N_2 的值。

根据需要, 我们在算图4(I)上找出相应高度的重量, 并在算图3上找出 F 值, 在表