

氯碱工业基础计算

化学工业部锦西化工研究院

《氯碱工业》编辑部

毛主席语录

抓革命，促生产，促工作，促战备。

一个正确的认识，往往需要经过由物质到精神，由精神到物质，即由实践到认识，由认识到实践这样多次的反复，才能够完成。这就是马克思主义的认识论，就是辩证唯物论的认识论。

洋为中用。

前 言

为了满足广大读者的需要，我们编写了《氯碱工业基础计算》这本通俗读物。本书能帮助读者加深对化工基本概念，基本规律和基本公式的理解，提高分析问题和解决问题的实际能力。

本书通过对例题的分析、解答和指导，向广大读者分别介绍了氯碱生产方面的化学习题题解的科学方法和一些特殊技巧。书中的例题是根据氯碱工业生产的特点编写的。典型性较强，以启迪读者正确的解题思路，掌握灵活的解题方法。

由于我们经验不足，水平有限和时间仓促。本书会有不少缺点和问题，热诚希望广大读者提出宝贵意见。

作者

1984年7月

目 录

第一章 表面积及体积的计算.....	4
一、长方形体积的计算.....	4
二、长方体外表面积的计算.....	5
三、圆柱体体积的计算.....	5
四、圆柱体的外表面积.....	6
五、圆锥体体积计算.....	7
六、锥体表面积计算.....	8
七、球体的体积与表面积的计算.....	10
八、椭圆柱体的体积计算.....	10
九、椭圆柱体的外表面积.....	11
附表一、各种容器表面积、体积的计算公式.....	13
附表二、卧式贮罐内液体体积的计算.....	14
附表三、各种容器、设备、常用材料之密度表.....	16
第二章 压力计算及换算.....	17
一、压强与液柱高度换算以及压强与受力的计算	17
二、大气压、真空度，表压和绝对压强.....	19
第三章 流体的流量和流速的计算.....	23
一、液体的流速、流量的计算.....	23
二、气体的流速与流量的计算.....	25
三、气体的体积和质量之间的关系.....	32
附表四、氨饱和蒸汽表。.....	33

第四章 溶液的浓度与换算	36
一、液体溶液的浓度换算与计算	36
1. 百分比浓度	
2. 用密度表示浓度	
3. 克/升浓度表示法	
4. 摩尔浓度表示法	
5. 当量浓度表示法	
〈1〉 当量的概念	
〈2〉 克当量、克当量数	
〈3〉 当量浓度	
〈4〉 当量定律	
6. 各种浓度的表示与换算	
二、气体浓度的表示与换算	48
1. 体积百分比表示法	
2. 气体分压表示法	
3. 百分比表示法	
4. 体积浓度表示法	
第五章 热过程的计算	53
一、比热、热焓	53
二、汽化潜热、冷凝热	56
三、化学反应热	57
四、热能的损失	57
第六章 电的基本计算	66
一、直流电的基本计算	66
1. 几个基本概念的计算	
2. 欧姆定律	

3、法拉第定律及计算

二、交流电的基本计算.....77

1、有关电动机方面的计算

2、有关输电线方面的计算

(1) 电热效应及导线截面的选择

(2) 输电线路损失

3、变压器损失和效率

4、测整流效率

5、水泵、鼓风机及压缩机有效功与机组效率的计算

6、离心泵的功率、流量及扬程与电动机转速之间的关系

附表五、电动机输入电流（每相）计算参考表.....92

附表六、电热器输入电流（每相）计算参考表.....92

附表七、电焊机输入电流（每相）计算参考表.....93

附表八、导体载流量的温度校正系数.....93

附表九、铅锡合金丝之熔断电流表（铅 = 75%、锡 = 25%）94

附表十、铜丝之熔断电流表.....94

第七章 其它一些计算.....95

目 录

第一章 表面积及体积的计算.....	4
一、长方形体积的计算.....	4
二、长方体外表面积的计算.....	5
三、圆柱体体积的计算.....	5
四、圆柱体的外表面积.....	6
五、圆锥体体积计算.....	7
六、锥体表面积计算.....	8
七、球体的体积与表面积的计算.....	10
八、椭圆柱体的体积计算.....	10
九、椭圆柱体的外表面积.....	11
附表一、各种容器表面积、体积的计算公式.....	13
附表二、卧式贮罐内液体体积的计算.....	14
附表三、各种容器、设备、常用材料之密度表.....	16
第二章 压力计算及换算.....	17
一、压强与液柱高度换算以及压强与受力的计算	17
二、大气压、真空度，表压和绝对压强.....	19
第三章 流体的流量和流速的计算.....	23
一、液体的流速、流量的计算.....	23
二、气体的流速与流量的计算.....	25
三、气体的体积和质量之间的关系.....	32
附表四、氨饱和蒸汽表。.....	33

第四章 溶液的浓度与换算	36
一、液体溶液的浓度换算与计算	36
1. 百分比浓度	
2. 用密度表示浓度	
3. 克/升浓度表示法	
4. 摩尔浓度表示法	
5. 当量浓度表示法	
〈1〉 当量的概念	
〈2〉 克当量、克当量数	
〈3〉 当量浓度	
〈4〉 当量定律	
6. 各种浓度的表示与换算	
二、气体浓度的表示与换算	48
1. 体积百分比表示法	
2. 气体分压表示法	
3. 百分比表示法	
4. 体积浓度表示法	
第五章 热过程的计算	53
一、比热、热焓	53
二、汽化潜热、冷凝热	56
三、化学反应热	57
四、热能的损失	57
第六章 电的基本计算	66
一、直流电的基本计算	66
1. 几个基本概念的计算	
2. 欧姆定律	

3、法拉第定律及计算

二、交流电的基本计算.....77

1、有关电动机方面的计算

2、有关输电线方面的计算

(1) 电热效应及导线截面的选择

(2) 输电线路损失

3、变压器损失和效率

4、测整流效率

5、水泵、鼓风机及压缩机有效功与机组效率的计算

6、离心泵的功率、流量及扬程与电动机转速之间的关系

附表五、电动机输入电流（每相）计算参考表.....92

附表六、电热器输入电流（每相）计算参考表.....92

附表七、电焊机输入电流（每相）计算参考表.....93

附表八、导体载流量的温度校正系数.....93

附表九、铅锡合金丝之熔断电流表（铅 = 75%、锡 = 25%）94

附表十、铜丝之熔断电流表.....94

第七章 其它一些计算.....95

第一章 表面积及体积的计算

在化工生产中，遇到的容器形状各不相同，由于生产工艺的要求，我们经常需要对不同形状的容器进行外表面积及体积的计算，如一般生产中常遇到下列几种容器：长方体、圆柱体、圆锥体、球体、椭圆柱体及卧式贮罐等。现将以上各种容器的计算方法及一些实例介绍如下：

一、长方形体积的计算

设长方形体积为 V （米³），长为 a （米）、宽为 b （米）、高为 h （米），则 $V = a \times b \times h$ （米³）（1—1）

〔例1〕化盐工段反应池长为4.5米，宽为4.5米，高为2.5米，求该反应池能容多少米³盐水？

解：根据公式（1—1） $V = a \times b \times h = 4.5 \times 4.5 \times 2.5$
 $= 50.63$ （米³）

答：反应池内能容50.63米³的盐水。

〔例2〕如果将上题中反应池绘制标尺按每米³容积一个标高，试求标尺的间距是多少米？

解：已知 $V = 1$ 米³ $a = 4.5$ 米 $b = 4.5$ 米 求 h ？

$$h = \frac{1}{4.5 \times 4.5} = 0.049 \text{（米）}$$

答：标尺的间距为0.049米。

二、长方体外表面面积的计算

每个长方体都由六个面组成，即前、后、左、右、上、下六面。长方体的外表面积为六个面的面积之和。

〔例3〕要焊制一只长6米、宽3米、高4米的敞口长方形槽，用6毫米钢板焊制，需用多少公斤钢板制作？（查五金手册，6毫米钢板每米²重47.10公斤）。

解：求钢板重必须先求长方形槽的外表面积，由于是敞口，故无上表面积。该槽的下表面积为 $6 \times 3 = 18$ 米²，前后表面积为 $2 \times (6 \times 4) = 48$ 米²，左右表面积为 $2 \times (3 \times 4) = 24$ 米²，总表面积为 $18 + 48 + 24 = 90$ （米²）

钢板重量 = $90 \times 47.10 = 4239$ （公斤）

答：需要用4239公斤钢板。

三、圆柱体体积的计算

圆柱体上、下底为圆形，则圆柱体体积（V）为底面积（S）×高（h），圆形底面积 $S = \text{半径}(r) \times \text{半径}(r) \times \pi = \pi r^2$ 取 $\pi = 3.14$ $\therefore S = 3.14r^2$

$\therefore (r) = \frac{\text{直径}(d)}{2} \therefore r^2 = \frac{d^2}{4}$ 将之代入 则 $S = \frac{\pi}{4} d^2 =$

$0.785d^2 \quad V = S \times h = 0.785d^2 \times h = 3.14r^2h \dots\dots\dots (1-2)$

〔例4〕淡碱库直径6.5米、高6.5米，求该库容积？

解：根据公式(1—2) $V = 0.785 \times 6.5^2 \times 6.5 = 215.58$ （米³）

答：淡碱库容积为215.58米³。

〔例5〕测量贮罐的周长为20米，壁厚为12毫米，高度为5米，求该贮罐的容积？

解：周长 = $\pi d_{\text{外}} = 3.14d_{\text{外}}$ (1—3)

根据 (1—3) 式 $d_{\text{外}} = \frac{\text{周长}}{\pi} = \frac{20}{3.14} = 6.37$ (米)

$$d_{\text{内}} = d_{\text{外}} - 2 \times \text{壁厚} = 6.37 - 2 \times 0.012 = 6.35 \text{ (米)}$$

$$\begin{aligned} \text{根据 (1—2) 式 } V &= 0.785 d^2 \times h = 0.785 \times 6.35^2 \times 5 \\ &= 158.27 \text{ (米}^3\text{)} \end{aligned}$$

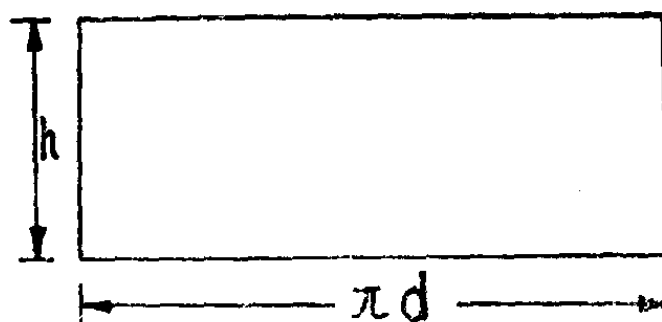
答：贮罐的容积为158.27米³。

四、圆柱体的外表面积

圆柱体的外表面积等于上、下底面积与侧面积之和。

$$\text{底面积} = \frac{\pi d^2}{4}$$

$= 0.785 \times d^2$ (圆柱体直径为 d) 展开圆柱体如右图：可以看出，它实际上是一个长方形，长方形的宽为圆柱体的



侧面积展开图

h ，长方形的长为底面圆的周长 πd ，故侧面积为： $\pi d \times h$

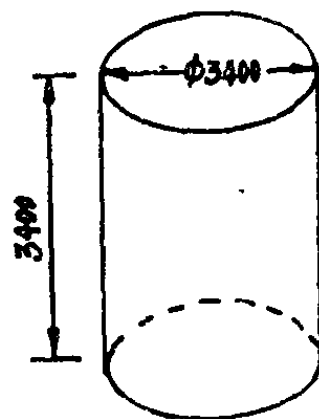
总表面积 = 上、下底面积 + 侧面积

$$= 2\pi \times d^2/4 = 1.57 d^2 + 3.14 d h \quad (1-4)$$

〔例6〕现要制作一配碱贮槽，尺寸为 $\phi 3400 \times 3400$ ，求需用多少吨8毫米钢板制作？（查五金手册8毫米钢板每平方米为62.8公斤）

解：先求配碱贮槽的表面积，按公式 (1—4)

$$\begin{aligned} S &= 1.57 d^2 + 3.14 d h \\ &= 3.14 \times 3.4 \times 3.4 + 1.57 \times 3.4 \times 3.4 \\ &= 54.45 \text{ 米}^2 \end{aligned}$$



需钢材 $54.45 \times 62.8 = 3.42$ (吨)

答：需用3.42吨8毫米钢板制作。

五、圆锥体体积计算

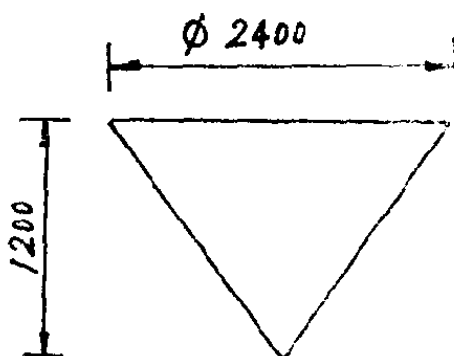
圆锥体积，无论它的锥度角度如何，都等于底面积 $\times$ 高 $\times \frac{1}{3}$ 。由于圆锥体的底面积均为圆，直径为 d ，底面积为 S ，则 $S = 0.785 d^2$ 故 $V = \frac{1}{3} Sh = \frac{1}{3} 0.785 d^2 h$
 $= 0.262 d^2 h$ (1—5)

〔例7〕某浓碱沉淀槽 $\phi 2400$ 毫米，锥体部分高为1200毫米，求浓碱沉淀槽锥体部分体积？

解：按 (1—5)

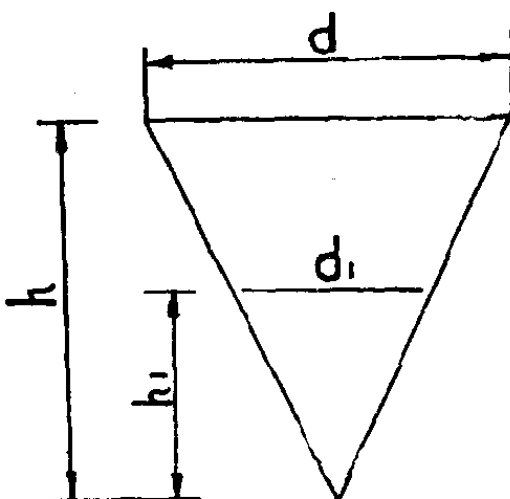
$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{3} Sh \\ &= \frac{1}{3} (0.785 \times 2.4^2) \times 1.2 \\ &= 1.81 \text{ (米}^3\text{)} \end{aligned}$$

答：浓碱沉淀槽锥体部分体积为1.81 (米³)。



〔例8〕求在上题锥体部分容积为1米³处与锥体底部的距离？

解：由于锥体在不同高度处截面不同。所以在公式 (1—5) 中，当 h 未定时， S 也无法确定，但是我们可以利用底面直径和高度的比例关系来求解，由相似三角形原理得任一平面直径为 d_1 ，相应高为 h_1 可以写成这样的关系式，即：



$$\frac{d}{d_1} = \frac{h}{h_1} \quad \text{即} \quad \frac{d}{h} = \frac{d_1}{h_1}$$

通过上述关系式，我们可以把 h_1 换算成 d_1 代入公式（1—5）中解， $\frac{d}{h} = \frac{2400}{1200} = \frac{2}{1} = \frac{d_1}{h_1}$ 即 $d_1 = 2h_1 \dots (1)$

$V = 1 \text{米}^3$ 根据公式（1—5） $\frac{1}{3}h_1 \times 0.785 d_1^2 = 1 \dots (2)$

将（1）式代入（2）式： $\frac{1}{3}h_1 \times 0.785(2h_1)^2 = 1$

$h_1^3 = 0.955 \quad h_1 = 0.985 \text{（米）}$

答：1米³的标尺线距锥体底部为0.985米。

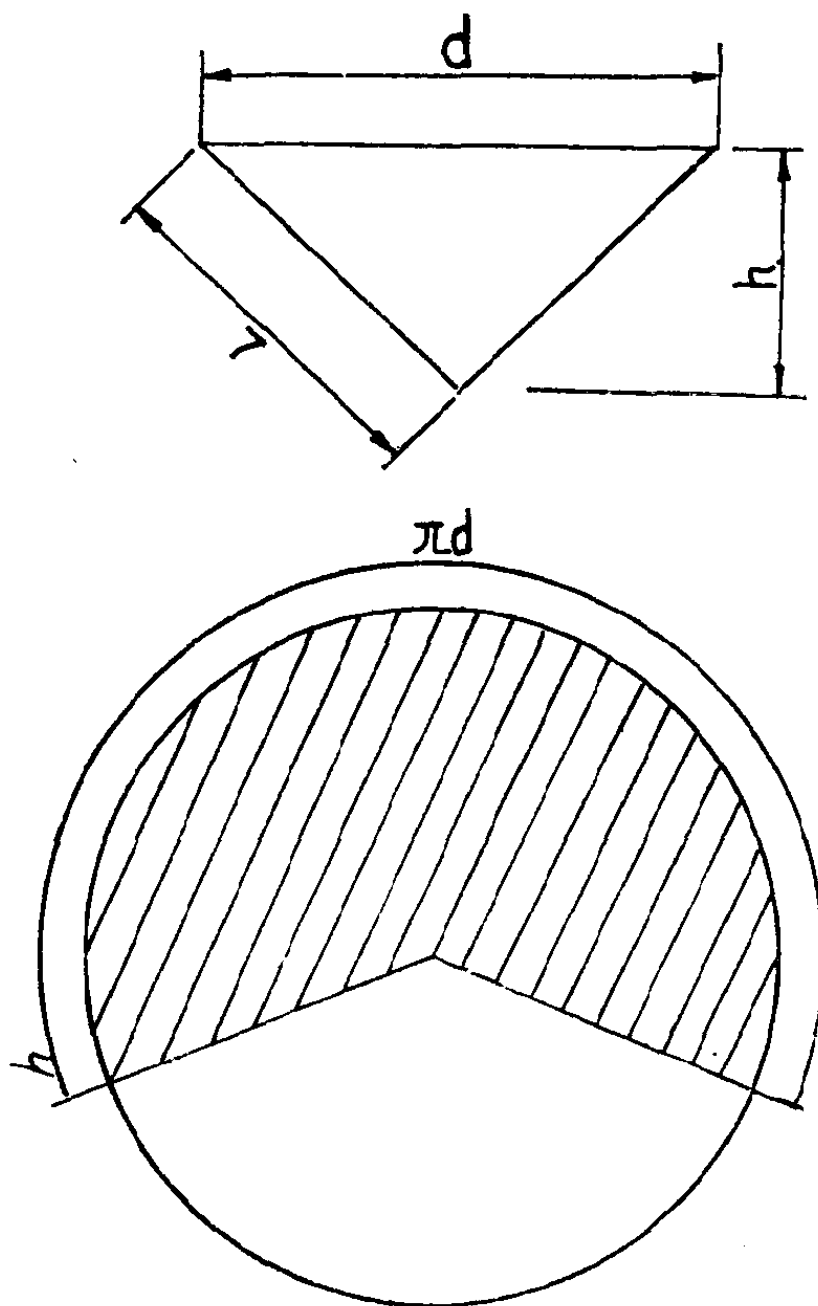
六、锥体表面积计算

计算锥体的表面积，我们先画出锥体的展开图，不同的锥体角度展开图也不同，因此，锥体的表面积计算，必须要依赖于锥体的角度，常用的锥体角度有三种：60°、90°、120°。

首先，画出展开图，然后再归纳出特殊锥体角度的表面积的计算。

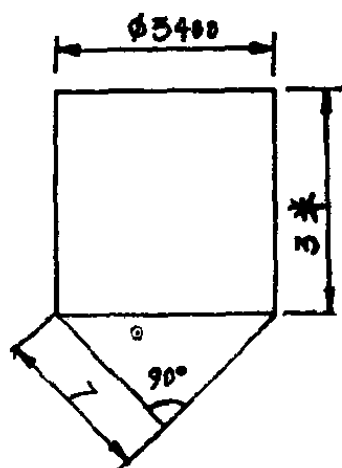
下图为一般锥体侧面展开图画法：〈1〉以L为半径画圆。〈2〉截圆弧长为 πd 的扇形、阴影部分即为锥体展开图，由于特殊角（即60°、90°、120°），d和L有固定关系。所以阴影部分的面积与整个以L为半径的圆面积之比可以取定值，列表如下：

角 度	60°	90°	120°
比 值	0.5 : 1	0.71 : 1	0.87 : 1



〔例9〕有一锥形底的敞口槽罐，整个壳体都用6毫米钢板制成，槽罐的外形尺寸如图，试计算整个设备的重量。

解：由于锥体的角度为 90° 图中 $\phi = 3400$ 即 $d = 3400$ ，锥体斜边 $L = 1.41\phi / 2$ ， $L = 0.71\phi$ ，即 $3.4 \times 0.71 = 2.414$ （米），以 L 为半径的圆面积：



$S = 2.414^2 \times 3.14 = 18.30 (\text{米}^2)$ 。90°锥体角度展开面积为以L为半径圆面积的0.71倍： $S = 18.30 \times 0.71 = 13.00 (\text{米}^2)$ 直筒部分面积为：

$$S = 3.14 \times 3.4 \times 3 = 32.03 (\text{米}^2)$$

总面积为： $32.03 + 13.00 = 45.03 (\text{米}^2)$ 。

查8毫米钢板每平方米重量为62.8公斤，共需钢材重：

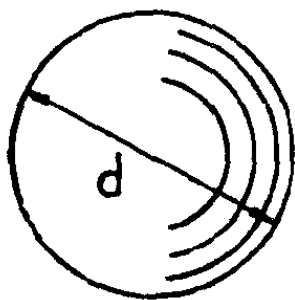
$$45.03 \times 62.8 = 2827.8 \text{公斤} = 2.828 \text{吨}$$

除了特殊角度的表面积可以按表1—1计算以外，其它的一般锥体表面积按上述计算程序进行计算。

七、球体的体积与表面积的计算

球体的体积计算，实际上就是一个直径问题，如球体直径为d，则： $V = \frac{1}{6} \pi d^3$ ，(1—6)

球体的表面积为： $S = \pi d^2$ ，(1—7)



〔例10〕现有一直径为 $\phi 4000 \text{mm}$ 的球形的容器，整个壳体为4毫米钢板制成，试求出此容器的容积及其壳体重量？

解：根据公试 (1—6)

$$\because d = 4000 \text{mm} = 4 \text{ M}$$

$$\therefore V = \frac{1}{6} \pi d^3 = \frac{1}{6} \times 3.14 \times 4^3 = 33.49 (\text{米}^3) ;$$

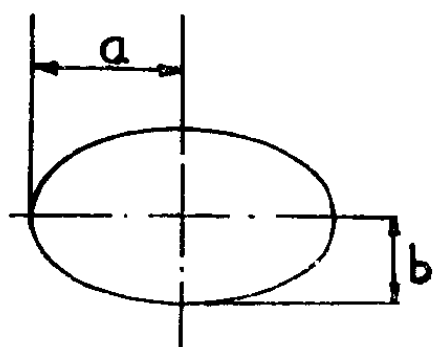
$S = \pi d^2 = 3.14 \times 4^2 = 50.24 (\text{米}^2)$ ：查：4毫米钢板每平方米重量为31.4公斤，共需钢材重： $50.24 \times 31.4 = 1.58 (\text{吨})$ 。

答：容器的容积为33.49米³，设备总重为1.58吨

八、椭圆柱体的体积计算

在化工生产中，遇到大部分汽车的槽车贮罐，一般都采

用椭圆柱体，椭圆形状如下图：有长轴和短轴，设椭圆形长轴半径为 a 、短轴半径为 b ，椭圆形的面积：



$$S = 3.14 \times a \times b \quad (\text{近似值}) \quad (1-8)$$

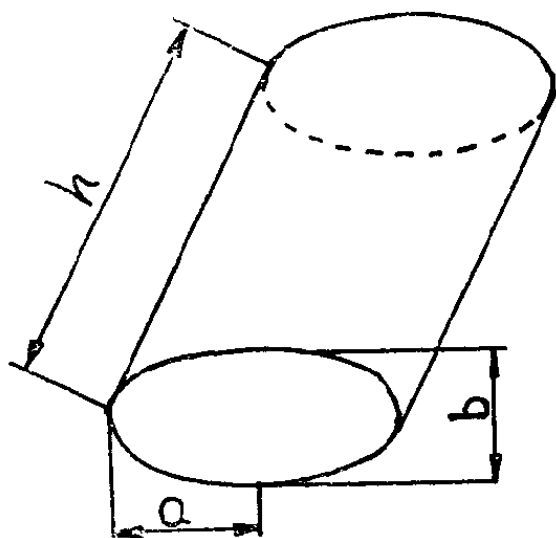
周长近似值

$$C = 3.14 \sqrt{2(a^2 + b^2)} \quad (1-9)$$

椭圆柱体的上、下两个底面为椭圆，它与圆柱体的计算一样：

体积 $V = \text{底面积}(S) \times \text{高}(h)$

因此椭圆柱体体积 $V = 3.14 \times a \times b \times h \quad (1-10)$



〔例11〕有一槽车为椭圆柱体，长轴直径为1.5米，短轴直径为0.9米，椭圆柱体的长为2米，求该槽车的容积？

解：先求椭圆的面积：

$$\begin{aligned} S &= 3.14(1.5/2) \times (0.9/2) \\ &= 1.060(\text{米}^2) \end{aligned}$$

$$\text{容积 } V = 2 \times 1.060 = 2.1(\text{米}^3)$$

答：该槽车容积为2.1米³。

九、椭圆柱体的外表面积

椭圆柱体的外表面积等于二个椭圆底面积加上侧面积。和圆柱体相同，侧面积的展开图仍然是一个长方形，长方形一边为 h ，一边为椭圆周长，可用公式(1-9)计算。

〔例12〕求例〈11〉题中为椭圆柱体槽车，壳体全部用8毫米钢板制作，需要多少公斤钢板？