

纳氏泵

苏志准编

中国工业出版社

納 氏 泵

苏 志 准 編

中国工业出版社

本书阐述了納氏泵在化学工业中的应用，讲解了它的簡易工作原理、构造、生产能力的計算、流程及它的附属設備等。

书中着重地介绍了納氏泵安装方法、操作技术、故障原因及处理方法、维护保养和它的修理工作。

本书編成后，由大沽化工厂工人工程师张玉树同志作了技术审查。

本书供化学工业工作人員参考之用，也可作刚参加化学工业生产的大专及中专学生参考。

納 氏 泵

苏 志 准 編

*

化学工业部图书編輯室編輯（北京安定門外和平北路四号楼）

中国工业出版社出版（北京佟閣閣內10号）

北京市书刊出版业营业許可証出字第110号

中国工业出版社第四印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ · 印张 $2^{1/2}$ · 字数 53,000

1962年12月北京第一版·1964年11月北京第二次印刷

印数1,142—3,841·定价（科六）0.34元

*

統一书号：15165·1978（化工-172）

目 录

第一节	納氏泵在化学工业中的应用.....	1
第二节	簡易的工作原理.....	2
第三节	構造.....	3
第四节	生产能力的計算.....	13
第五节	流程和它的附屬設備.....	15
第六节	安裝的方法.....	20
第七节	操作技术.....	32
第八节	故障原因及处理方法.....	34
第九节	维护保养.....	41
第十节	修理工作.....	45
納氏泵的修理技术.....		53
主要参考书.....		75

第一节 納氏泵在化学工业中的应用

在食盐电解制造氯气和烧碱工业中，自电解槽里出来的气态氯，需用一种气体压缩机把它输送到其他各工序去进行化学反应，而制出液体氯、漂白粉、666、DDT、聚氯乙烯等氯气产品。目前我国的氯碱工厂中，此项输送工作大都是靠納氏泵（即氯气压缩机）来进行的。

氯气是一种有毒的气体，当它含有水份时又是腐蚀性很强的介质，在生产氯气产品的过程中，通常要求氯气要有较高而且平稳的压力。所以对于输送氯气的设备提出了三个要求：第一，必须具有良好的耐腐蚀性能；第二，压缩终了的压力应在 $0.8 \sim 1.5$ 公斤/厘米² 左右；第三，密封良好，不能向外洩漏氯气。由于納氏泵的结构与性能基本上满足了这些要求，故它广泛地被采用，成为氯气输送的专用泵，有人直接就称它为“氯气泵”。

納氏泵除了用于输送氯气之外，还可以用来抽真空和压缩其他气体。納氏泵抽真空时，它的真空度可达 600 毫米水银柱以上，可代替 PMK 型液环式真空泵使用。目前在化学工业中用納氏泵来压缩输送其他气体的地方亦很多。例如：在小型的纯碱厂中，把白石灰窑中出来的二氧化碳气体送到吸收塔上去。在电解食盐中，把产生的氢气输送到合成炉，以生产氯化氢和盐酸等等。另外，在某些场合下，亦有用納氏泵来输送液体的，如用它把硫酸自硫酸罐中压送到加酸高位槽中，因为納氏泵与酸泵比较起来，納氏泵开动时无需每次都要灌酸，而且压力稳定，不容易漏酸。

第二节 簡易的工作原理

納氏泵是一种旋轉液环式的氯气压缩机。(图 1) 在橢

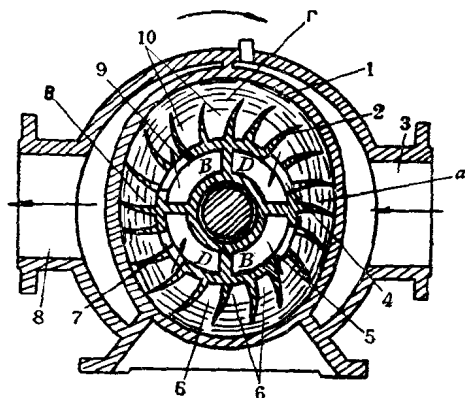


图 1 納氏泵工作原理图

- 1—壳体；2—叶輪（轉子）；3—吸气接管；
4—上排气口；5—下吸气口；6—下工作室；
7—下排气口；8—排气接管；9—上吸气口；
10—上工作室；
B—吸气室；D—排气室。

圓形壳体 1 中，充滿了一部分工作液体，由許多叶片組成的轉子 2 在壳內旋轉时，壳体內的液体在离心力的作用下，沿着橢圓形的內壳形成了橢圓狀的液环。当叶片在 a 位置时，其空間充滿了液体。由此空間按順時針方向旋轉一个角度时，液层就逐漸向外移动，于是在叶片的根部就形成了低壓空間，氯气便由吸入口进入这个空間。低壓空間随着轉子的繼續旋轉，便更加扩大，吸入的氯气也就更多。当叶輪轉到 6 位置时，吸入的氯气，由于空間的縮小逐漸地被壓縮，然后

从排送口压出。叶輪轉到 β 位置时，叶片空間又全部被液体充滿。繼續旋轉时，液层又逐漸移开，吸入氯气，到了 α 位置，空間又开始縮小，氯气又被压縮排出。因此，当叶輪每旋轉一周，进行了二次吸气和二次排气工作。在这个过程中，工作液体起了“液体活塞”的作用。

随着气体排出的一部分工作液体，在气液分离器中进行分离。回收的液体經冷却后，送入泵內重新使用。

納氏泵的工作液体是由气体的性质来决定的。前节讲过，氯气在含有水分时对金属具有强烈的腐蝕性，因此它的工作液体就不能应用水或含大量水分的液体。同时，液体本身的化学性质不應該与氯气起作用，对金属无侵蝕性或很小，并且其粘度也要适宜。在生产現場中，目前大都采用浓硫酸 ($>91\%$) 作为納氏泵的工作液体。应用浓硫酸还有一个特点，就是它的吸湿性强，在運轉过程中，能吸收水份，使氯气更加干燥。但是，經過一段時間，硫酸的浓度会变稀，当小于 91% 的时候，就必须进行換酸，否則，一般鋼或生鉄制設備会受到严重的腐蝕。

第三节 构造

氯气压縮机的結構类型很多，目前，我国普遍采用的有 PJKK-600/1.5 与 PJKK-120/1.5 两种。它們的构造相同，仅 PJKK-600/1.5 型比 PJKK-120/1.5 型外形尺寸来得大，所以有人把前者叫做“大納氏泵”而把后者叫做“小納氏泵”。其性能見表 1。近来，有些工厂还采用了 125 型液环泵 (图 2-a)，此种泵构造較简单，检修方便，而且消耗功率少；但是由于出口压力較低 (見表 1)，填料函容易滲漏，所以仍

PJK 型与 125 型氯气压缩机性能表

表 1

型 号	生 产 能 力 (立方米/时)	压 力 (公斤/厘米 ²)	轉 速 (轉/分)	馬达功率 (千瓦)	硫酸循环量 (米 ³ /时)
PJK-120/1.5	120	1.5	1450	28	0.9
PJK-600/1.5	600	1.5	750	80	
125 型	500	0.8	960	40	

未被广泛采用。

在苏联, 还有 XK 型、HC 型以及哈依特尔 (Хайтер) 型等氯气压缩机。其中哈依特尔型 (图 2-b) 的构造类似 125 型液环泵, 它的出口压力低 (性能见表 2), 在我国很少采用。而 XK 型与 HC 型氯气压缩机的构造与 PJK 型大致相同, 所以本书就以 PJK 型氯气压缩机为例, 介绍纳氏泵的构造和它的性能。

哈依特尔型氯气压缩机性能表

表 2

性 能	生 产 能 力 (米 ³ /时)				
	311	278	243	230	195
出口压力 (公斤/厘米 ²)	0.3	0.5	0.8	1.0	1.2
需要功率 (千瓦)	20.5	22.5	25.4	27.9	30.1
轉速 (轉/分)	735~940				
硫酸循环量 (米 ³ /小时)	0.9				

PJK 型氯气压缩机 (图 3) 由壳体、叶輪、大盖、小盖、軸承等几部分组成。

一、壳体 (图 4) 纳氏泵的壳体是椭圆形的, 中部有一圆环形隔板, 把壳体分为前后两部分。纳氏泵所以能輸送

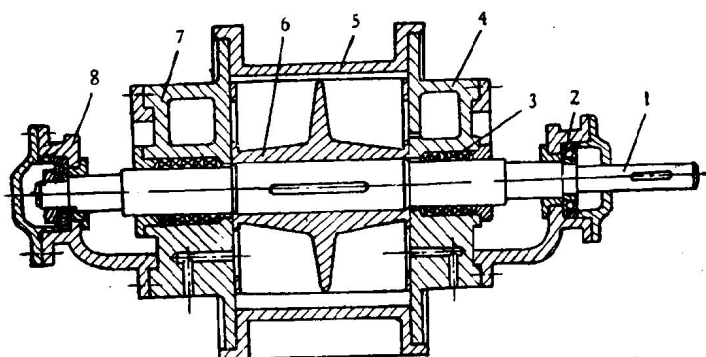


图 2-a 125 型液环泵

1—主轴；2—轴承；3—盘根；4—前盖；5—壳体；
6—叶轮；7—后盖；8—轴承架。

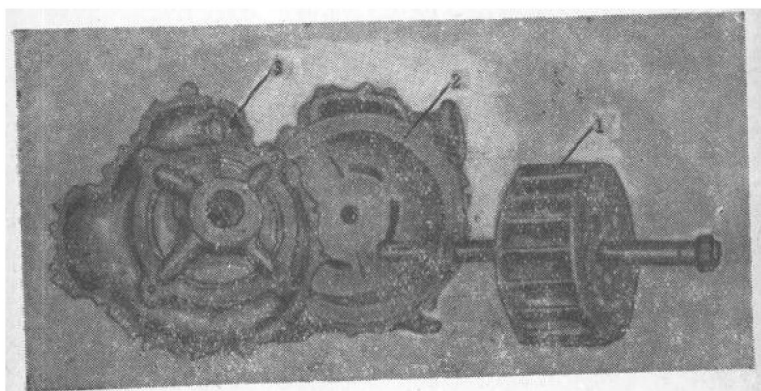


图 2-b 哈依特尔型压缩机(拆开)

1—转子；2—前盖；3—后盖。

氯气，是由于椭圆形的作用，椭圆形的长轴（大直径）与短轴（小直径）之比值一般在 1.2 左右。此值不宜过大或过小，过于加大壳体的椭圆度，则液环的厚度必然增大，于是，泵内硫酸循环量增多，马达的功率消耗也就提高了。椭圆度也

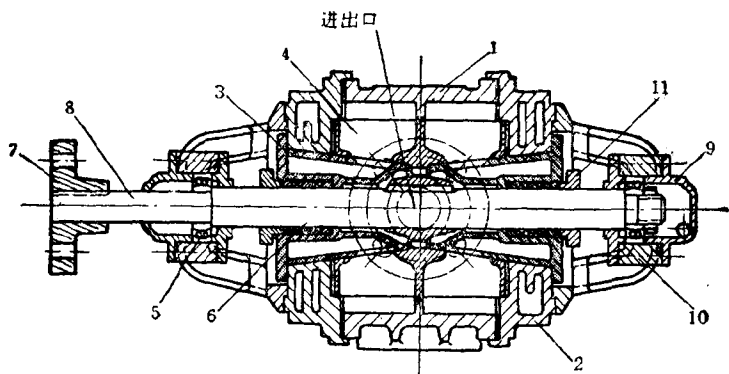


图 3 PJKK 型氮气压缩机

1—壳体；2—大盖；3—小盖；4—叶轴；5—轴承；6—填料箱；
7—靠背轴；8—轴；9—轴承端盖；10—轴承架；11—填料压盖。

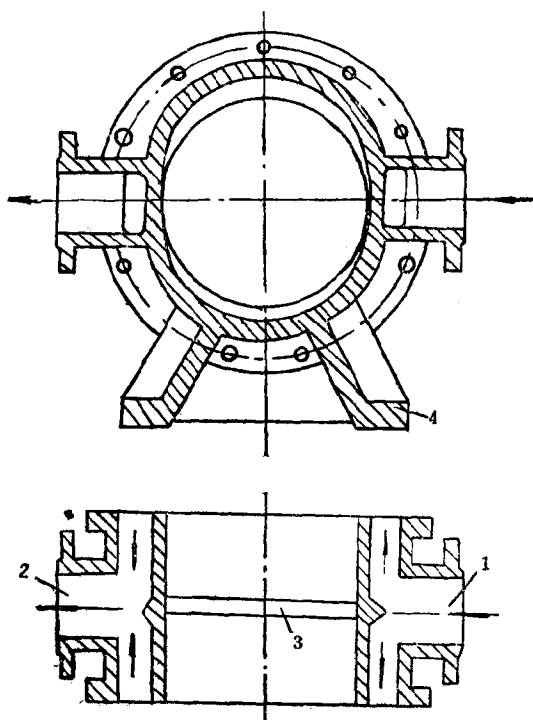


图 4 氮气压缩机壳体

1—吸入口；2—压出口；3—隔板；4—支脚。

不应太小，橢圓度小了，液环所形成的吸液空間也縮小，則生产能力会受到影响。

在壳体的两侧，有氮气的吸入口和压出口，一般在右边的是吸入口。吸入口和压出口在壳体的横向分开两条气道，然后分别与固定在壳体两端的大盖串通起来。

二、叶輪 (图 5) 叶輪是納氏泵的主要部分，被裝在軸上构成了轉子。納氏泵輸送氯气是由于叶輪旋轉带动硫酸，形成了橢圓形液环的緣故。它的形状与离心通风机的轉子相似。其叶片是向前弯的，与离心泵比較，恰恰相反；离心泵的叶片是向后弯的，这是由于它們在工作时对叶輪要求不同的緣故。离心泵的的目的是使液体增加靜压头，使它能克服高压而流入需用的地方，或者升高到某一高度。所以希望从叶輪出来的液体要具有較大的压力，而速度不需过大。因为太大的流速不仅将損失許多速度能，而且还要增加阻力。根据流体力学的分析結果，认为后弯叶片能够滿足离心泵的這個要求。相反地，从前弯叶片出来的液体，其速度大而靜压力小，对离心泵來說是不适宜的，但是对于納氏泵却成了

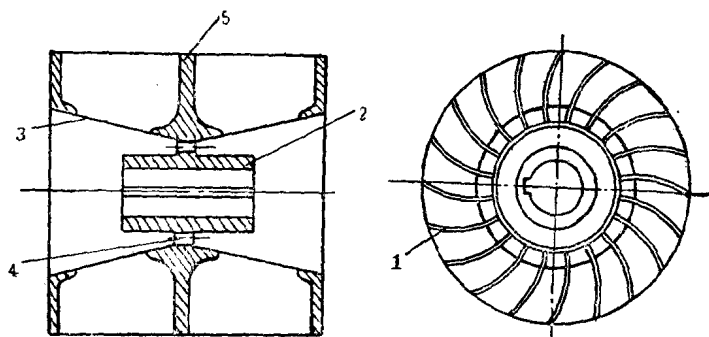


图 5 氮气压縮机叶輪

1—叶片；2—軸壳；3—錐形空間；4—平衡孔；5—隔板。

有利的条件。前面讲过，納氏泵叶輪的作用是要使工作液体获得較大的速度能，促使形成橢圓形的液环；而对液体的靜压力要求是不大的。

納氏泵叶輪的长度很大，几乎等于其直径，长度的大小，与泵的生产能力有关系，长度愈大，則液环所形成的空間体积就越大，排气量也就大了。

在叶輪的中部有一隔板，把它分为两个部分。每个部分的中心分别具有圓錐形的空心，装配时，与小盖吻合在一起。在两个錐形空心之間，钻有两个或多个孔眼，目的是为了使得两部分压力均衡。

三、大盖与小盖（图 6） 納氏泵的大盖与小盖的主要作用是把氯气送往液环所形成的負压空間，又把經压缩后的氯气送到出口管道，所以它們之間串通着許多孔道。大盖与小盖各分有前后盖，前大盖与后大盖的构造相同；而前小盖与后小盖則有着不同的地方，小盖是一个圓錐体（錐度一般为 8° ），它与叶輪吻合的表面上具有二个吸入口和二個压出口，前小盖与后小盖不同的地方就是吸入口与压出口的相对位置恰恰相反，这是由于叶輪旋轉的方向来确定的。

大盖具有許多矩形通道，汇集成两个总道，即吸入与压出，它与小盖紧密結合在一起。

当叶輪形成負压空間时，氯气由进口管引入，經過壳体分成两路通入前后大盖，然后由大盖穿过小盖，到小盖的吸入口进入負压空間；經压缩后的气体，相反的又从小盖的压出口經過大盖，进入壳体汇合后由出口管排出。

在小盖吸入口內壁，钻有孔眼，这是为了使填料箱能在負压下操作，防止漏酸漏气的現象。

四、軸与軸承 納氏泵的轉軸一般用中碳鋼（例如 45 号

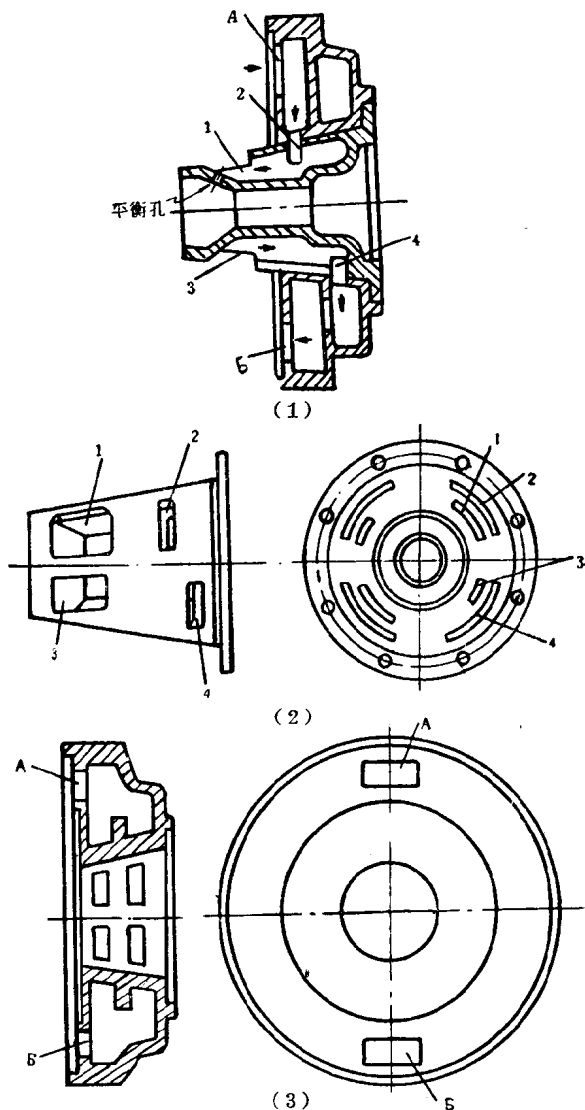


图 6 大盖与小盖构造

(1)大盖与小盖配合；(2)小盖；(3)大盖

1—小盖氯气出口；2—氯气入口；3—氯气入口(由1口来)；4—氯气出口；

A—大盖氯气入口；B—氯气出口。

鋼) 來製造, 為了防止軸與填料函接觸部分的腐蝕和磨損, 通常在此裝有生鐵套或不銹鋼(X18H8)套。有條件的工廠, 有時整根軸都用不銹鋼來製造。

在納氏泵泵體的两端具有軸承架, 它用螺釘固定在大蓋上, 轉子就通過軸承支持在架子上。納氏泵所用的軸承一般為徑向止推滾珠軸承, 其選擇方法是根據加于軸承上的負荷大小和負荷性質以及軸的轉速和要求的壽命來決定的, 在 PJKK-120/1.5 型氯氣壓縮機中應用了 6207 單珠深槽中系列的滾珠軸承。而 PJKK-600/1.5 型氯氣壓縮機採用了 6314 和 6312 滾珠軸承。

每個軸承均具有兩個端蓋, 它一面固定滾珠軸承防止軸向串動, 另外還防止了滑潤劑受外界的影響(如酸、水、灰塵等的侵入)。軸承的潤滑是用潤滑脂(黃油)來進行的, 通常用的牌號為 3# 工業潤滑脂或 VTB 軸承潤滑脂, 它可以通過油盅經常加以補充。

五、填料箱 在前后小蓋上具有圓柱形或微有錐度的填料箱裝置, 其作用是防止硫酸和氯氣向泵體外漏出。填料箱用的密封填料, 目前大多數採用鉛棒在車床上車削下來細長的絲, 編組成單顆的絲繩, 然後在外表面塗一層潤滑脂(即黃油)使其柔軟油滑。此外, 近來亦有使用玻璃絲、石蠟浸漬耐酸石棉繩以及聚氯乙烯樹脂浸漬石棉繩作為填料箱的填料。

圓錐形的填料箱比圓柱形來得好, 當盤根滲漏時, 用填料壓蓋向內壓緊後, 它由於直徑越往里越小, 盤根容易擠得很緊。

為了加大填料函的密封強度, 近來有些工廠在鉛盤根的中間, 等距離的添加耐酸橡皮圈 2~3 個(見圖 7), 其效果頗為良好。

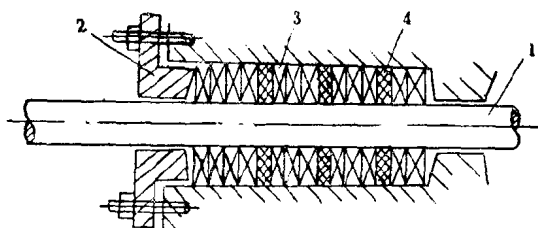


图 7 填料函

1—轴；2—填料压盖；3—鉛盘根；4—橡皮圈。

构成納氏泵壳体、叶輪、大盖和小盖的材料，在目前的条件下，大都采用灰鑄鉄，因为在一般情况下，灰鑄鉄对浓硫酸具有良好的耐腐蝕能力（見表 3）；但对于叶輪、大盖和

灰鑄鉄在硫酸中的耐腐蝕性

表 3

硫酸濃度 (%)	溫度 (°C)	耐腐蝕等級	備 考
93~98	50	III	(按 0~III 級标准来衡量耐腐蝕程度)
93~98	20	0~II	
90~93	20	II	
78~83	20	III	

小盖，因为处于运动状态，表面磨損和腐蝕比壳体来得厉害，所以材料的要求也就高一些。通常壳体材料采用 I 級或 II 級鑄鉄，而叶輪、大盖和小盖的材料却采用 M 級或 I 級鑄鉄。納氏泵用的灰鑄鉄除了要保证足够的强度之外，还要保证一定的化学成份，因为鉄內的杂质，特别是硫和磷，对于材料的耐腐蝕性能和机械性能有很大的影响，所以应该符合表 4、表 5 的要求。

鑄鐵的化学成分

表 4

級 別	碳 %	硅 %	錳 %	磷 ≤ %	硫 ≤ %
M	2.7~3.1	1.1~1.7	0.8~1.4	0.35	0.12
I	2.8~3.2	1.1~1.8	0.6~1.2	0.35	0.12
II	3.0~3.3	1.4~2.2	0.5~1.0	0.45	0.12

鑄鐵的机械性质

表 5

級 別	抗张强度 (公斤/毫米 ²)	抗弯强度 (公斤/毫米 ²)	支点間距 600 毫 米时的挠曲度	支点間距 300 毫 米时的挠曲度	布氏硬度
	>				
M	32	52	9.0	3.0	197~243
I	21	40	9.0	3.0	170~241
II	15	32	8.0	2.5	163~229

灰鑄鐵对于硫酸的耐腐蝕能力从表 3 中可以看出, 当硫酸的浓度降低和溫度增加时, 耐蝕能力就显著地减弱。因而为了延长納氏泵的使用寿命, 进行了表面扩散渗鉻或渗硅的試驗, 其目的是提高零件的耐蝕性和表面的耐磨性。扩散渗鉻(或渗硅)工作是把加工了的納氏泵大小盖和叶輪, 在渗鉻剂(或渗硅剂)的存在下, 于1050°C左右的高溫中放置十多小时時間, 而使泵的零件表面获得 0.5~0.4 毫米厚的合金薄层。由于納氏泵零件在高溫下容易发生变形, 以及合金层易于脫落, 所以此法尚未获得成功, 此不过只是介紹我們的試驗情况, 以便有关各厂做进一步的研究試驗而已。

第四节 生产能力的计算

納氏泵生产能力的计算可从两方面着手进行。

一、由生产工艺平衡计算納氏泵的能力

化工生产过程的上下工序，其设备的能力必须是平衡的，因此，納氏泵的排送能力一定要与电解生产的氯气量相适应，我們也就可以按照氯气产量大致算出納氏泵的生产能力来。

1. 氯气产量:

$$G = 1.323 \times 10^{-3} AN\eta$$

式中 G ——氯气产量 (公斤/小时)

A ——电解电流开动量 (安培)

N ——电解槽数量

η ——电流效率一般在95%左右。

2. 氯气流量:

$$V = \frac{GT_1P_2}{3.214RT_2P_1}$$

式中 V ——氯气流量 (米³/小时)

T_1 ——納氏泵前氯气的绝对温度(°K)

T_2 ——绝对温度 273 °K

P_1 ——納氏泵前氯气压力 (毫米汞柱)

P_2 ——1 物理大气压为 760 毫米汞柱

R ——氯气的纯度 (92%左右)。

3. 納氏泵能力:

$$Q = \frac{V}{H}$$