

年产三十万吨合成氨厂

高压甲铵泵

大连工学院化工系化工机械专业 编

55.2

化学工业出版社

年产三十万吨合成氨厂

高 压 甲 铵 泵

大连工学院化工系化工机械专业 编

化学工业出版社

本书主要介绍年产三十万吨合成氨厂（汽提法）中的高压甲铵泵，全书分八章，内容包括甲铵泵的性能、结构、材料、安装、维修等，对甲铵泵可能出现的问题也做了一定的分析。同时把与其构造相同的高压液铵泵一并作了介绍。

本书可供年产三十万吨合成氨厂的工人阅读，也可供有关的工程技术、管理人员参考。

年产三十万吨合成氨厂

高压甲铵泵

大连工学院化工系化工机械专业 编

化学工业出版社出版

（北京和平里七区十六号楼）

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ 印张 $4^{1/8}$ 字数90千字印数1-4,350

1979年9月北京第1版1979年9月北京第1次印刷

书号15063·3129定价0.35元

限国内发行

出 版 说 明

为了配合年产三十万吨合成氨厂施工、开车和生产操作的需要，化学工业部委托大连工学院举办了培训班，并在此基础上编写了一套年产三十万吨合成氨生产用书，其中包括合成氨生产工艺、汽提法尿素生产工艺、离心压缩机、工业汽轮机、转化炉、甲铵泵、机械基础、金属材料等，将分册陆续出版。

由于编写时生产实践的经验不足，因此对有些问题讨论的还不够深入，个别章节尚不够完整，有待生产实践后再版时进行补充。

目 录

第一章 概述	1
第一节 生产过程及对甲铵泵主要故障原因分析.....	1
第二节 卧式甲铵泵.....	3
第三节 立式甲铵泵.....	9
附录 I VQE-H 型五柱泵	21
附录 II VSE-H 型七柱泵	23
第二章 基本原理	27
第一节 柱塞泵的工作原理和特点.....	27
第二节 主要性能参数.....	29
第三节 流量不均度.....	33
第四节 排吸过程的分析.....	38
第三章 主要零部件	44
第一节 缸体.....	44
附录 III 荷兰大陆公司对高压甲铵泵 缸体结构材料的规定.....	57
第二节 填料箱.....	58
第三节 柱塞.....	66
第四节 阀门.....	69
第四章 液力变矩器	74
第一节 液力调速原理.....	74
第二节 RL型变矩器	80
第三节 变矩器的操作与维护.....	84
第五章 安装	87
第一节 机组的安装.....	87
第二节 曲轴、连杆和十字头的装配.....	91
第三节 填料安装.....	94

第四节 柱塞和阀门安装	98
第六章 运行	103
第一节 泵的润滑	103
第二节 试运转	106
第三节 开停车及正常操作	108
第七章 检修及故障分析	111
第一节 运动部件的配合要求	111
附录IV 零件的精度要求	113
第二节 零部件的拆卸	116
第三节 故障分析	118
第八章 其它型式的高压甲铵泵	120
第一节 荷兰D.S.M厂的高压甲铵泵	120
第二节 离心式高压甲铵泵	122

第一章 概 述

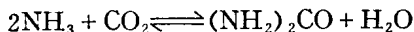
尿素是高效氮肥,在各种氮肥中含氮量最高(达46.5%)。它对作物与土壤的适应性广,长期使用也不会使土壤变质。因此,近年来在化肥生产中,尿素占有极重要的地位。此外,尿素还是重要的工业原料,在医药、染料及国防工业上应用都很广泛。

尿素在常温下是无色、无臭的透明结晶,易溶于水。它是一种由氢、氧、碳和氮等元素构成的有机化合物,其化学分子式为 $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ 。由于这种有机化合物最初是从哺乳动物的尿中分离出来的,所以叫尿素。

高压甲铵泵是尿素生产中的关键设备之一,它的运转情况和使用期限对尿素生产影响很大。无论是国内或国外,高压甲铵泵往往成为整个生产系统中最容易发生故障的环节,所以,各厂对高压甲铵泵都比较重视。

第一节 生产过程及对甲铵泵 主要故障原因分析

尿素的工业生产是在高压下由二氧化碳及氨合成的,其化学反应式如下:



这个合成反应实际上是分两步进行的,首先氨与二氧化碳作用生成氨基甲酸铵(简称甲铵),然后再由甲铵脱水转化成尿素。由于甲铵脱水反应速度缓慢且不完全,一般转化

率仅为50~70%，因此未转化的反应物必须经过分解处理而重新回收再利用。在尿素生产中，生产路线上的区别主要也在于未转化反应物的回收和利用的方法不同。

不久以前，世界上生产尿素的方法，大都采用水溶液全循环法。这种生产方法的基本过程是：用二氧化碳压缩机和高压液氨泵将二氧化碳及液氨原料压送到高压反应器中进行尿素的合成反应。从反应器出来的尿素熔融物，经过减压及加热分解，使其中没有转化的甲铵液和游离氨等分解成氨及二氧化碳气体，从熔融物中释放出来，并用水吸收。吸收后的氨和二氧化碳水溶液，一般称为甲铵液，用高压甲铵泵送回合成反应器中重新回收利用。

近年来发展了汽提法（包括二氧化碳汽提法及氨汽提法）生产尿素，实质上也是水溶液全循环法，所不同的只是大部分未反应物的分解采用了汽提过程，使尿素熔融物中的甲铵液，首先在汽提塔内分解了85%左右，并直接返回合成反应器中。因此，剩余甲铵液的进一步回收任务大为减轻，这样就大大改善了高压甲铵泵的工作条件，降低了对它的要求，从而有可能使它的连续运转时间延长，生产效率提高，例如汽提法要求输送甲铵液的浓度(NH_3 28.4%， CO_2 36.5%， H_2O 35.1%)、操作压力(140公斤/厘米²)和输送温度(75℃)均比全循环法降低了，甲铵液的输送量也减小了。工艺过程的改进不仅可以使高压甲铵泵使用期限更长些，而且负荷更轻些，这对生产规模的大型化也是十分有利的。

在尿素生产中高压甲铵泵经常发生问题，出现缸体开裂和密封填料的漏泄等情况，其原因如下：

1. 因氨基甲铵溶液对金属材料的腐蚀很强，尤其当这种甲铵液的浓度较大时，更容易产生强烈腐蚀（如溶液全循

环法的甲铵液浓度达 $\text{NH}_3 40\%$ ， $\text{CO}_2 34\%$ ， $\text{H}_2\text{O} 26\%$ ），所以缸体材料必须很好耐这种介质的腐蚀。

2. 由于合成反应器的压力决定了高压甲铵泵的出口压力，在全循环法尿素生产中甲铵泵的工作压力高达200公斤/厘米²，汽提法尿素生产中其工作压力也达140公斤/厘米²，这就要求泵的缸体承受压力较高。尤其重要的是，在往复泵的脉动压力及甲铵液的强烈腐蚀作用下，缸体内表面就容易发生疲劳腐蚀，因此缸体材料必须有高的机械强度及抗疲劳腐蚀性能。

3. 输送的甲铵液还必须保持在一定的高温（90~95℃）条件下，在全循环法尿素生产中温度为90~95℃；汽提法尿素生产中为75℃。否则甲铵溶液就容易析出结晶，从而堵塞管路。因此，由于高压甲铵泵在这样的高温下运转，因而加速了甲铵液对缸体的腐蚀。

第二节 卧 式 甲 铵 泵

传统的尿素工厂用的高压甲铵泵大都采用柱塞泵，因为柱塞泵的排出压头高、效率高、使用经验多。初期使用的高压甲铵泵几乎都是卧式机组，通常为使液体排出流量均匀，往往采用三联式柱塞泵。

卧式高压甲铵泵由泵体机组和驱动机组所组成。泵体机组与一般柱塞泵相同，大体分成曲轴传动部分以及柱塞缸体部分，前者将原动机的能量传给柱塞，后者则是将液体增压及输送。驱动机组包括有电机、液力变矩器、齿轮减速器、以及联轴器等几个部分。

图1所示为国外引进的卧式高压甲铵泵的外形图，电机通过液力变矩器（变速器）、齿轮减速箱、与泵的曲轴

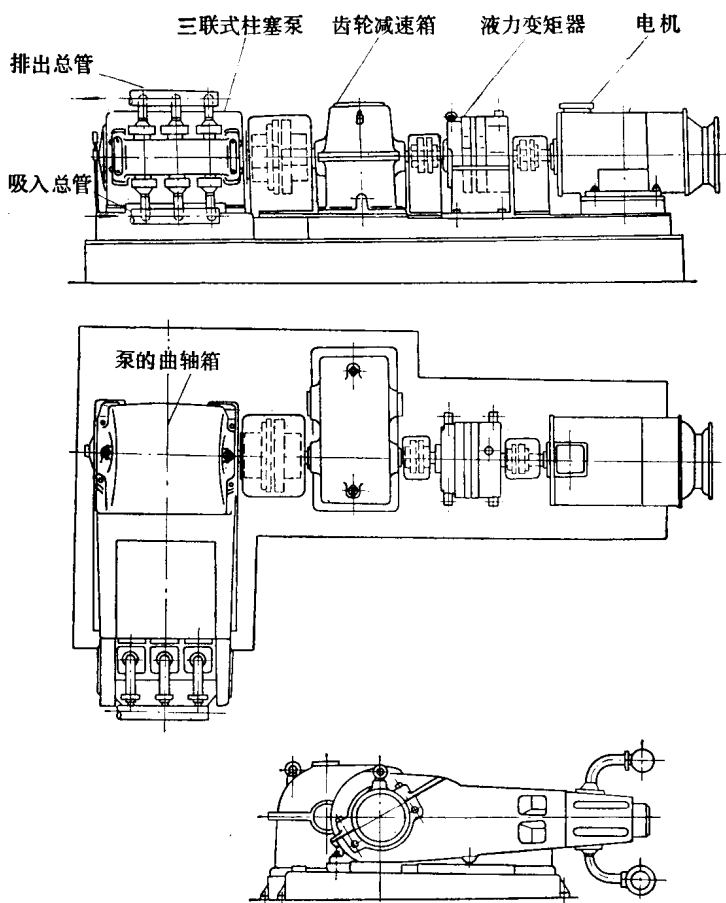


图 1 卧式甲铵泵外形

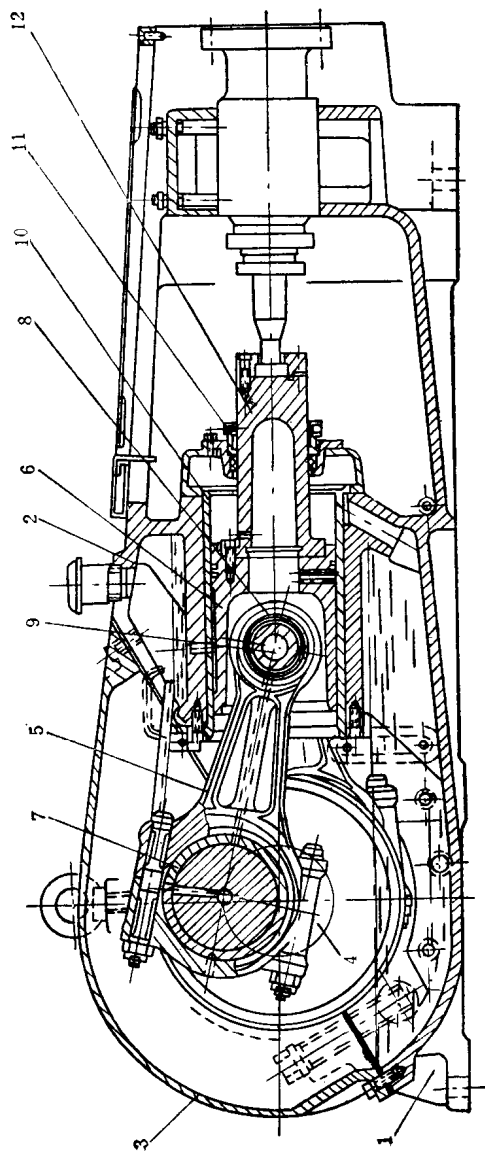


图 2 曲柄传动机构

相联。

三联柱塞泵实质上是由三个卧式单缸泵并联而成，并具有同一传动曲轴、吸入总管和排出总管。三个泵的曲柄轴相互交错 120° 角。

卧式甲铵泵的曲柄传动机构如图2所示。泵的机座1通常与曲轴箱2铸成一体，曲轴箱配有可拆的箱盖3，以便安装和检修曲轴4、连杆5及十字头6等零部件。曲轴箱下部用作曲轴油箱，以保证曲柄传动机构的润滑。三拐曲轴用一对自动调心的滚柱轴承固定在机座上，并通过连杆将其回转运动转变为往复运动，带动十字头在十字头衬套上滑动。

曲轴连杆的大头瓦7为开口式，其间隙可用垫片调整。连杆小头瓦8一般为整体式，通过十字头销9与十字头6相联。十字头在十字头衬套10上滑动，并用一中间连接件12与柱塞杆相连。为了防止传动机构部分的润滑油随中间连接件带出曲轴箱，每个十字头机架的端部都装有圆环式挡油装置11。

在柱塞进入缸体的一端装有两级填料函，用以防止高压甲铵液从缸内泄漏。卧式高压甲铵泵的填料函结构如图3示。整个填料函分成主填料函和副填料函两级，在两级之间注入 $5\sim 6$ 公斤/厘米²的低压冷凝液。冷凝液的作用是润滑和冷却，同时也可以带走和回收从主填料函中泄漏出来的甲铵液。副填料作为主填料的补充，进一步保证柱塞的密封。柱塞的密封填料是用石棉绳浸渍聚四氟乙烯制成的环和硬聚四氟乙烯环。

在缸体的另一端部装有液体的吸入和排出装置，其结构如图4所示。通常，吸入阀及吸入管路装在缸体的下部，排出阀及排出管路装在缸体的上部。三个缸体上的出入口并联地接到泵的进出口总管上。

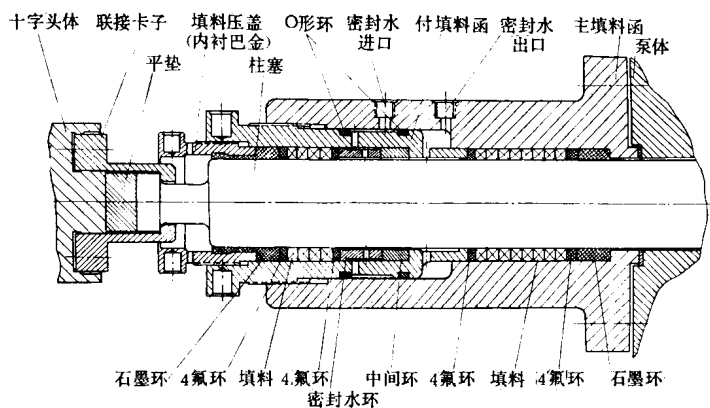


图 3

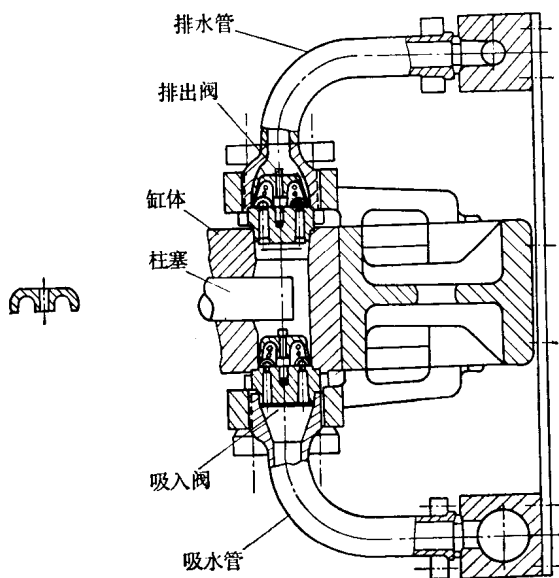


图 4

柱塞泵的润滑由一台功率为2千瓦的齿轮油泵提供。润滑油从曲轴油箱中抽出后，经油泵增压并经油冷却器冷却和油过滤器过滤，然后进入曲轴、连杆和十字头等摩擦副中。泵的润滑系统简图如图5所示。每台甲铵泵都配有一套独立的润滑油路系统，油路系统上装有安全阀控制压力为10公斤/厘米²。甲铵泵润滑油的技术特性为：粘度4~6恩氏度，凝固点-20~-30℃，闪点200℃。

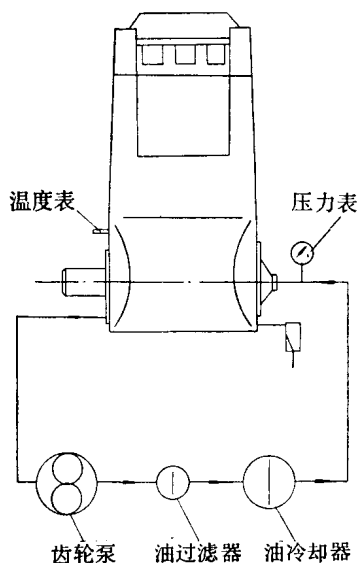


图 5

这种高压甲铵泵的转速是通过液力变矩器来调节的。洗涤塔底部的液位上下波动时，首先通过仪表发出信号，然后经过一气动双作用定位器将信号放大，推动液力变矩器的伺服机构，改变液力变矩器的输出力矩，从而达到无级变速。这种液力变矩器的正常调速范围为30~100%。

国外这种类型的卧式高压甲铵泵的技术特性为：

柱塞直径	φ90毫米
冲程	220毫米
扬量	正常13米 ³ /时 最大18米 ³ /时
泵的转速	正常54转/分 最大75转/分

出口压力200公斤/厘米²
 吸入压力 17公斤/厘米²
 轴功率 ≈ 150 马力

第三节 立式甲铵泵

立式高压甲铵泵是在卧式泵的基础上,为了改善其维护和检修的条件而发展起来的。随着尿素生产规模的扩大,立式泵体机组的优越性也就更为显著。这种立式高压泵与卧式相比,主要特点是维修方便,泵的连续运转时间较长,转速可以提高。图6所示为西德沃新屯(Worthington)公司为大型尿素厂所提供的立式柱塞高压甲铵泵的外形图。

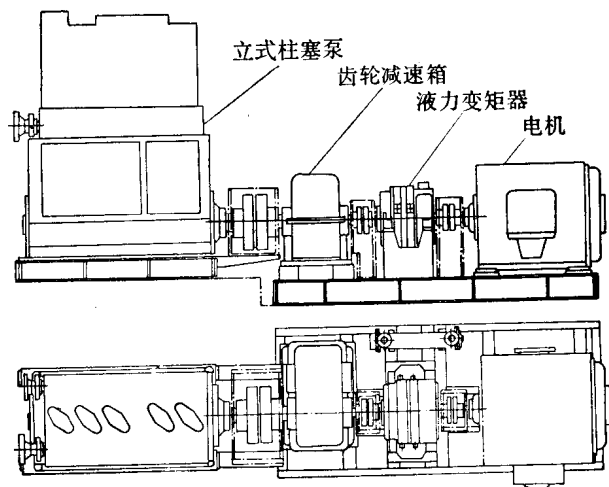


图 6 立式高压甲铵泵外形

立式高压甲铵泵也可分成泵体机组和驱动机组两大部分。驱动机组部分立式与卧式是大体相同的，也是由电机、液力变矩器、齿轮减速箱以及蛇簧式弹性联轴器等几个部分所组成。泵体机组立式与卧式有较大不同，除了缸体与曲轴箱的位置由卧式改成立式外，结构上还有不少改进。与一般立式柱塞泵的不同处是：柱塞不是由曲轴箱中的十字头直接带动，由下而上地进入缸体的。这种立式泵的柱塞是通过十字头上的侧柱来传动，而且是由上而下地进入缸体的。柱塞的位置是在缸体的上部。通过这种方式来传动，可以使得密封柱塞的填料箱直接装在缸体的上端，而泵的出入口可以布置在缸体的下端，从而使得维修很方便。

立式五柱塞甲铵泵的曲柄传动机构如图7所示。

曲轴具有五个曲拐，每个曲拐上都装有连杆1及十字头2。十字头上装有两根垂直的侧柱3，由曲轴箱4引出并与柱塞的上十字头相连。每个曲拐5在曲轴6圆周方向的位置都是不同的，相互错开一定角度，从而使得液体输送比较均匀。

传动曲轴支承在六个滑动轴承7上，曲轴、曲拐、连杆及十字头销8上都钻有油孔，以保证传动机构的润滑。

高压甲铵泵的缸体部分如图8所示。

从结构图中可以看清，缸体是用螺栓固定在曲轴箱顶上的，而两者完全是隔开的。填料箱用螺钉固定在缸体上端。两根侧柱从曲轴箱中穿出，跨过缸体然后与上十字头相连，柱塞固定在上十字头上。侧柱外面有保护套筒，防止从填料箱中漏出的甲铵液沿着侧柱漏入曲轴箱内。上十字头上下运动时，固定在上十字头上的侧柱也随之作上下运动，从而推动柱塞在缸体内作垂直方向运动。泵的出入口在缸体的两侧。

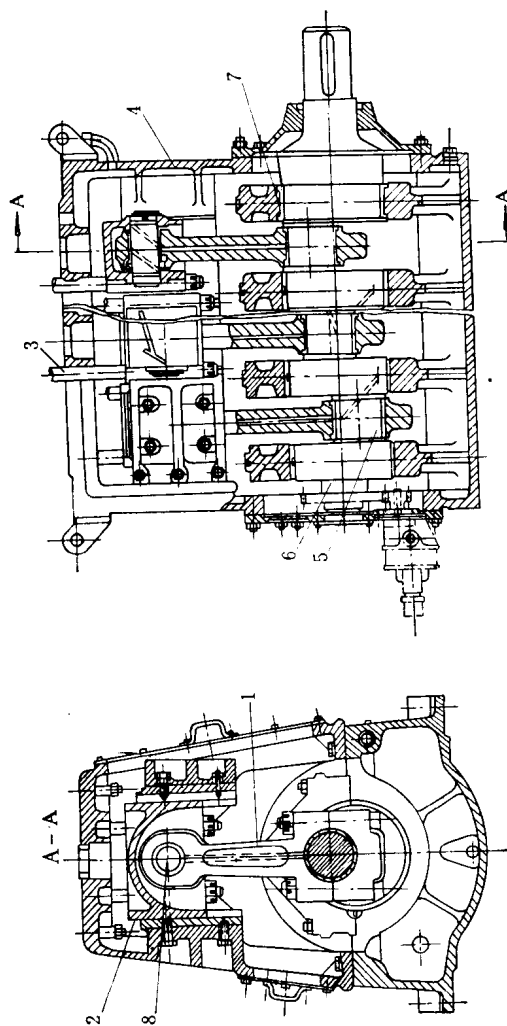


图 7 五柱塞泵的曲柄传动机构