

79.51
TJY
76:25

79.51
TJY
76:25

化工与通用机械参考资料

往复泵


一九七六年

化工与通用机械参考资料
往 复 泵

1976年5月

编 辑：合肥通用机械研究所
出 版：北 京 市 制 版 厂
发 行：北 京 印 刷 二 厂
制 版：北 京 印 刷 二 厂
印 刷：北 京 印 刷 二 厂

工本费：1.00元



79.51
TJY
76:25

前 言

随着现代工业的迅速发展，各种类型的往复泵新产品、新技术不断涌现，为了更好地适应形势发展的需要，开展往复泵的技术情报工作，我们准备从现在开始，不定期地出版往复泵专辑，翻译介绍国外各种化工与通用往复泵的技术资料，以期对国内往复泵的设计计算，生产制造，试验研究，选型配管，使用维护等工作有所帮助，从而促进我国往复泵技术的现代化，以便为我国的社会主义革命和社会主义建设事业作出一点贡献。

本期共收集了十九篇文章，着重介绍了国外往复泵的发展概况和趋势，以及往复泵元件的试验研究，配管技术和特殊化工往复泵如甲胺泵、计量泵的关键问题等等。

由于我们的思想和技术水平不高，本专辑的选题及翻译等都难免有许多不足和错误之处，希望读者批评指正，并提出宝贵意见。

本专辑的翻译工作得到不少单位有关同志的大力支援，在此我们表示衷心的感谢；并热切希望全国各兄弟单位的工人、技术人员和教师等今后继续给予大力支持，踊跃投稿，以便进一步促进我国往复泵技术的飞速发展。

合肥通用机械研究所“往复泵”组

1976年1月

目 录

1. 化工、石油及其他工业部门用容积式泵.....(1)

2. 在尿素工厂内应用于高压氨基甲酸铵的多柱塞泵.....(8)

3. 氨基甲酸铵泵的氟塑料活塞.....(15)

4. 活塞泵效能在流体力学和工艺上的局限性.....(18)

5. 输送低温液体的高压泵的示功图.....(40)

6. 往复泵阀的运动和阀的设计方法.....(46)

7. 柱塞泵内的压力变化.....(53)

8. 直接作用蒸汽泵的用途和优点.....(60)

9. 往复泵配管的各种问题(一).....(65)

10. 往复泵配管的各种问题(二).....(76)

11. 往复泵配管的各种问题(三).....(87)

12. 往复泵配管的各种问题(四).....(98)

13. 往复泵配管的各种问题(五).....(110)

14. 往复泵配管的各种问题(六).....(120)

15. 计量泵的最近动向.....(126)

16. 计量泵 第一篇 泵的介绍及其类型.....(128)

17. 计量泵 第二篇 泵的作用及其自动控制.....(135)

18. 计量泵 第三篇 泵的安装研究、脉动的降低和
其他操作因素.....(142)

19. 计量泵系统的流程控制精度.....(151)

化工、石油及其他工业部门用容积式泵

В. Л. КАЛИШЕВСКИЙ, В. К. КАНТОВСКИЙ 等

苏联容积式泵系列化型谱的制定是由全苏水力机械科学研究院和部属水泵制造厂在1957年根据化工和其他工业部门的技术资料从第一阶段研究和试制个别规格的泵开始。目前, 已成批生产出泵的规格系列, 在制定泵规格过程中, 在实验研究、制造和工业性试验以及综合运转经验的基础上确定了保证泵具有技术经济指标的主要部件的合理结构。

第二阶段的工作包括国民经济对容积式泵的现有和发展远景的要求的分析和综合, 泵的主要型式的合理使用范围的确定以及泵参数的标准化。考查国内外的泵设备的生产和运转经验表明, 为了满足国民经济主要部门的基本要求, 仅仅需要掌握九种型式的容积式泵的型谱。由于这个缘故, 由全苏水力机械科学研究院和部属工厂制定和拟定出相应的标准和规格。图1是按照现行标准和规格的容积式和叶片式泵的 $p_H \sim Q$ (流量~压力) 方框图。

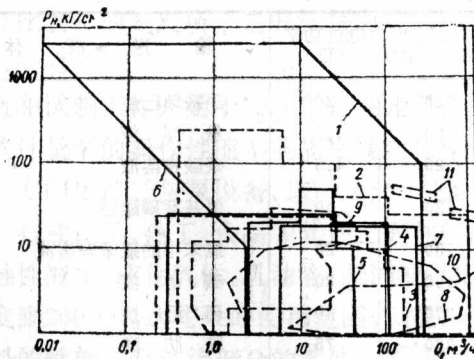


图1 按已制定的标准和规格的容积式和叶片式泵的 $p_H \sim Q$ 方框图

1—按照ГОСТ 12052-66标准的〈传动活塞式泵〉; 2—按照ГОСТ 10056-62标准的〈三螺杆泵〉; 3—按照ГОСТ 12222-66标准的〈齿轮泵〉; 4—按照ГОСТ 11376-65标准的〈蒸汽直接作用泵〉; 5—按照ГОСТ 10057-62标准的〈单螺杆泵〉; 6—按标准〈电动单柱塞计量泵〉; 7—转子型泵; 8—按照ГОСТ 10162-62标准的〈化工用叶片式泵〉; 9—按照ГОСТ 10392-63标准的〈旋涡泵〉; 10—按照ГОСТ 9075-63标准的〈离心式泥浆泵〉; 11—按照ГОСТ 12124-66标准的〈石油管道泵〉

目前, 在掌握泵设备的型谱和标准参数的基础上, 全苏水力机械科学研究院和部属工厂开始着手下述阶段工作, 即制定广泛使用的泵的统一系列。关于泵的各种型式方面, 这项工作将在今年内完成。

由于掌握了化学和其他工业部门新的工艺过程, 活塞式传动泵得到广泛的应用。这些泵在输送介质的性质上具有较大的通用性, 而且在压力超过100公斤/厘米²、流量低于100米³/时的性能范围内与其他泵比较起来, 这些泵实际上处于无与伦比的地位。对于按照ГОСТ 12052-66标准的柱塞和活塞式传动泵和按标准《单柱塞电动计量泵》所确定的 $p_H \sim Q$ 方框图(参看图1), 其参数局限于流量从2.5~250米³/小时和压力到2500公斤/厘米²。对于所指明的参数, 无论在苏联或在外国有两种型式的泵即三柱塞泵和单柱塞泵得到广泛普遍的应用。

单柱塞泵所采用功率一般低于5瓩，而三柱塞泵功率一般超过5瓩。

三柱塞泵的制定是从XT型系列泵开始的。现在，列别丁机械制造厂已生产这些泵的三种规格（参看表1）。在1958年，这些厂曾生产出可调节流量的第一台XT_p型泵样机。（中央水力机械制造设计局的结构）

XT_p系列的泵（图2）是三柱塞、卧式、带内装式球面（蜗杆）减速箱和流量调节机构（流量调节范围是50~100%）。由于采用了内装式流量调节机构和球面（蜗杆）减速箱，这些泵的重量及其所占面积比国外普遍采用的带可调节传动机构的泵要少20~30%。此外，这些泵的制造成本约便宜一半。

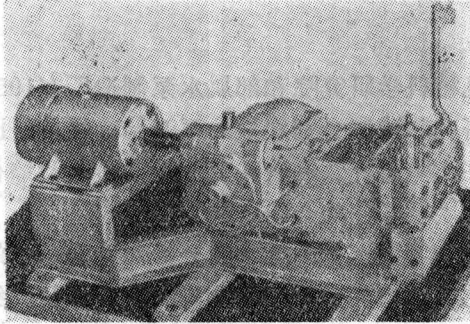


图2 XT_p型柱塞式泵

已制定的泵系列（表1）均用于各种各样的介质，包括液化气体（XT_p20/50型泵）和磨料性泥浆（XT_p25/40型泵）。同时制定了修改的XT_p型泵，此泵带有气动及电动控制系统所操纵的、进行远距离自动调节的传动装置。

应当指出，在新泵试制以前，已由全苏水力机械科学研究院和其他机构进行了一系列的

表1 XT, XT_p 和 T_p 型泵技术参数

泵	公称流量 (米 ³ /时)	排出压力 (公斤/厘米 ²)	电机功率 (瓩)	输送液体	密封材料
XT _p 1.5/200	1.6	220	20	硝基环己烷	橡胶 4004
XT _p 3/20	3.0	20	4.5	悬浮液	橡胶 3465
XT _p 3/25*	3.0	25	4.5	碳酸铵溶液	橡胶 4004
TP 3/320*	3.0	320	40	氨基苯磺酸钴	夹布胶木 ПТК 橡胶 ИРП 1125
XT _p 3/100*	3.0	100	20	氯苯中的氯苯胺溶液	氟塑料
XT _p 4/100	4	100	20	碱溶液	橡胶 4004
XT _p 4/200	4	220	40	环己烷	橡胶 ИРП 1077
XT _p 4/320	4	320	75	脂肪酸	填料 АПБ
TP 6/100	6.3	100	40	碱溶液	橡胶 4004
TP 6/320*	6.3	320	75	氧化剂	填料 АСТ
XT _p 8/110	8	110	40	环己烷	橡胶 ИРП 1077
XT _p 8/200*	8	200	75	碳酸铵溶液	橡胶 4004
XT _p 10/25*	10	25	10	碳酸铵溶液	橡胶 4004
TP 10/320*	10	320	160	丙烷—丙烯产品	橡胶 4004
XT _p 12/100	12	100	65	氨与胺	橡胶 2009
XT _p 16/200*	16	200	160	碳酸铵溶液	橡胶 4004
XT _p 20/50	20	50	40	丙烷	橡胶 4004
XT _p 25/40*	25	40	40	矿浆	橡胶 4004
XT _p 30/50	30	50	75	戊烷、丁烷、异戊二烯	橡胶 4004
XT _p 50/25*	50	25	75	矿浆	橡胶 ИРП 1293
TP 1/320*	1	320	20	冷凝水	橡胶 4004
XT 2/50M	2	50	4.5	甲醇	橡胶 4004
XT 4/25	4	25	7	烃	橡胶 4004
XT 3/52A	8	62	20	生硝酸	氟塑料
XT 32/200*	32	200	320	氨	橡胶, 填料
XT 17/50	17	50	40	氨	橡胶, 填料

注*——泵处在试制阶段。

科学研究工作，以及进行了一系列的泵试验样机的工厂和工业性试验工作。由于这些工作的结果，已确定了压力达400公斤/厘米²的带有ГОСТ6969—54和机械制造标准5396—64规定的密封元件的各种密封部件的最优结构，以及带软填料的，对于磨料性混合液采用液体冲洗的，和对于强腐蚀性液体、液化气体采用液封及冲洗的各种密封部件的最优结构；制定了可调升程的高升程安全阀结构，其压力调节范围为公称压力的110~125%；完成了调节流量的机构的装置系列；拟定了高速泵阀和吸入性能的详细计算方法。

1966年，全苏水力机械科学研究院开始制定XT_p型三柱塞可调节式泵的统一系列。由于这种工作的结果，所有已试制的型谱将综合为由主要部件的标准化结构所组成的三种基本型式，这些标准化结构使在过流部分的材料选用、密封部件、流量调节方式（手动、气动和电动调节）和成套性等方面进行修改以后的泵型式得到广泛的统一化。

制定统一的系列要考虑扩大这种型式的泵的使用范围（流量到40米³/时和压力到400公斤/厘米²），也要解决关于泵在露天场地的安装使用问题。

在化工用容积泵中，计量泵设备占据了特殊位置。代替化工企业车间中的整套设备的计量泵是介于泵和仪器之间的机械，因为，除了具有泵的一般机能——输送液体以外，计量泵还实现了容积压力式的连续测定（或计量）规定的液体数量的机能。应用计量泵的这种特点，无论在泵结构和制造质量上或在泵运行质量指标上都留下了痕迹。计量泵的主要运行指标是计量精度等级，在规定的调节范围内和泵的工作参数在规定范围内变化时，计量精度等级由实际流量与按以公称的百分比表示的刻度所确定的流量的最大误差而决定在最好的现代泵样机中，计量精度等级可达0.5~1%。

这种型式泵设备的创造和试制工作开始于1960年，在此以前，苏联工业已生产若干规格的陈旧结构的计量泵，这些计量泵的操作性能不能满足现代化学生产的要求。

目前，里加化工机械厂专门生产计量泵设备，该厂生产十七种规格的HД系列计量泵（表2），该计量泵乃是在化工、石油化工、热工、食品和其他工业部门的工艺过程中，容积压力式计量各种干净的中性和腐蚀性液体、液化气体、乳浊液、悬浮液（固相浓度到重度浓度的10%，运动粘度到1500厘沱，温度到200°C）。这些泵的使用范围，取决于Cr18Ni9Ti钢的性能和氟塑料、橡胶制成的密封材料的性能。泵过流部分的零件由Cr18Ni9Ti钢制成；根据和工厂的协议，泵的水力部分可以由其他材料制作。

泵的流量调节当电机停止时用手进行，为了造成水封或密封部件的冲洗和冷却，泵的水力部分增添一环型连接件。计量泵的一种外型表示于图3中。

在HД型系列计量泵的基础上，里加化工机械厂生产ДA型系列计量泵机组，ДA型计量泵机组是供下述生产使用的：要求对各种液体组分量之间的精确比例予以保持的工艺过程；以及对由各组分混合而得到的最后产品的总排出量进行调节的工艺过程。ДA系列计量泵机组乃是具有统一传动的计量泵联合机组。这些机组的结构能单独调节每台泵的流量，也能同时调节机组的所有各台泵的流量而不破坏机组所包括的各单台泵的流量的比例。目前，该工厂已试制2ДA、4ДA、6ДA型双缸、四缸和六缸计量泵机

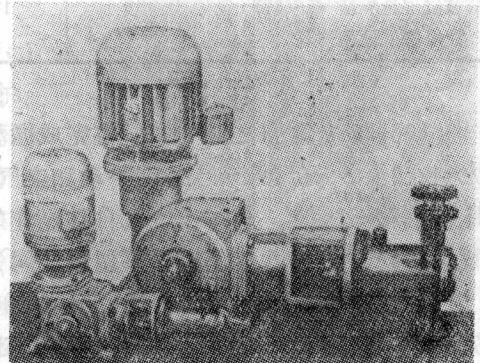


图3 HД型计量泵

组 (表 3), 该机组可以配备远距离气动控制系统。图 4 乃是 ДА 系列六缸机组外型图。

表 2 НД 系列计量泵技术参数

泵	额 定 流 量 (升/时)	最 大 排 出 压 力 (公斤/厘米 ²)	柱 塞 行 程 可 调 范 围 (毫米)
НД 10/100	10	100	4~16
НД 16/63	16	63	
НД 25/40	25	40	
НД 40/25	40	25	
НД 63/16	63	16	
НД 100/10	100	10	
НД 160/25	160	25	10~40
НД 16/400	16	400	15~60
НД 25/250	25	250	
НД 40/160	40	160	
НД 63/100	63	100	
НД 100/63	100	63	
НД 400/16	400	16	
НД 630/10	630	10	15~60
НД 1000/10	1000		
НД 1600/10	1600		
НД 2500/10	2500		

表 3 ДА 系列计量泵机组技术参数

机 组	2 ДА	4 ДА	6 ДА
缸 数	2	4	6
传动功率 (瓩)	1.7	2.8	4.5
液缸柱塞每分钟双行程数	100	100	100
液缸柱塞行程长度 (毫米)	60	60	60
排出压力 (公斤/厘米 ²)	10	10	10
液缸柱塞直径 (毫米)	20, 25, 32	40, 55, 70	80, 90, 100
液缸理论流量 (升/时)	110, 170, 290	460, 850, 1380	1810, 2290, 2820
液缸管道通径 (毫米)	20	32	45

1967年, 里加化工机械厂将完成微型计量泵系列的试制, 其流量为2.5~10升/时, 而压力到250大气压。图 5 乃是带手动和电气自动操作的微型计量泵外型图。此外, 工厂开始制定具有手动、遥控、气动和电气自动操作的单缸柱塞泵标准化型谱 (0.5精度等级) 的五种模型。这些泵的水力部分依靠氟塑料和陶瓷衬里而具有高的抗腐蚀性能。

对于输送有毒、易燃易爆、易沸腾 (挥发) 以及其他特殊液体, 全苏水力机械科学研究院制定了密闭式标准化泵系列。现在, 有四种规格的带隔膜式液压传动的柱塞隔膜式泵已经过工业性试验。此外, 由研究院制定的由两种基本模型组成的隔膜供给泵系列已建议进行成批生产, 该两种基本模型以不大的外形变化组成了五种泵的修改型式 (表 4)。其成批生产已由斯维斯克泵制造厂掌握的这种泵是供产量到 1 吨/时的蒸汽锅炉之用。

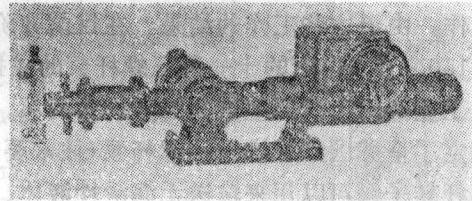
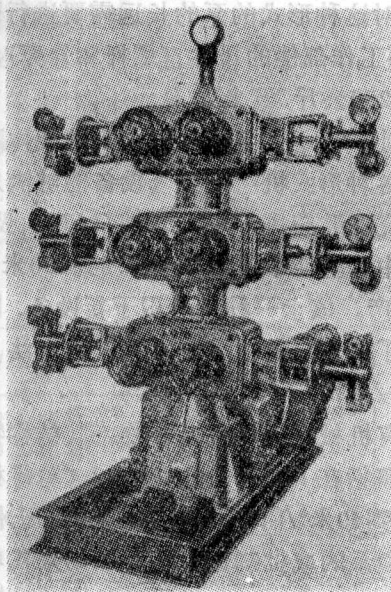


图5 微型计量泵

图4(左图) ДА型计量泵机组

表4 隔膜供水泵的主要参数

	总流量 (米 ³ /时)	排出压力 (公斤/厘米 ²)	泵轴每分 钟转数	电 机	电机功率 (瓩)	电机轴每分 钟转数
2ПМ 1.6/20	1.6	20	600	АО ₂ -22-2	2.2	3000
2ПМ 0.8/20	0.8	20	600	АО ₂ -12-2	1.1	3000
2ПМ 0.8/16	0.8	16	600	АО ₂ -12-2	1.1	3000
ПМ 0.4/16	0.4	16	600	АО ₂ -11-2	0.8	3000

2ПМ1.6/20和2ПМ0.8/20双缸泵应用于有强制循环的蒸汽锅炉中,用来向蒸汽锅炉供水并在循环回路中工作。ПМ0.8/16和ПМ0.4/16单缸泵以及2ПМ1.6/20型泵(带有联合的吸入和排出阀室腔体)用来对具有自然循环的蒸汽锅炉供水用,这些泵之一的外型表示于图6。

由电机向泵轴的传动是通过安装在泵箱体內的斜齿轮传动装置来实现的。轴的转动通过曲柄和偏心轮形成了柱塞的往复运动,经过油又把往复运动传递给橡皮隔膜,由此而实现了输送液体的交替地吸入和排出。

由于在锅炉循环回路中温度的作用(180°~190°C),隔膜用连结在隔膜与阀室之间的腔室中的液柱来保护。

转子型泵与活塞式泵有不同的特点,即存在着同时实现密封作用的光洁的摩擦表面。因此这些泵通常用来输送具有润滑性能的液体(纯净的石油制品)。但是随生产的发展,特别是化工和石油化工的发展,扩大了转子泵的使用范围并要求创制本国的泵来输送腐蚀性、磨料性、无润滑性的液体,非牛顿液体,糊膏和悬浮液等。

为了向合成橡胶生产、人造和合成纤维、合成洗涤剂生产等提供技术设备,必须制造转子型泵的计量装置。

按照用户提出的任务,到1960年,全苏水力机械科学研究院和制造厂已制定了流量到100

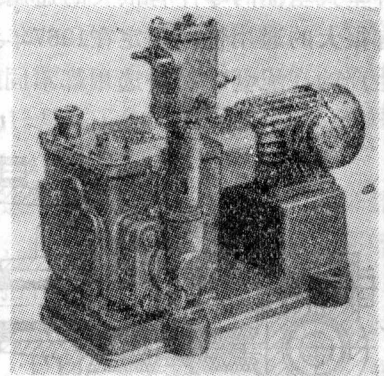


图6 ПМ0.8/16型泵

米³/时，压力到100公斤/厘米²的三螺杆泵型谱。在对这种形式的泵的长远需要进行研究的基础上拟定的标准ГОСТ10056—62，减小了泵的主要工作部件的尺寸（螺杆和外壳），同时扩大了泵的流量范围（到800米³/时）和压力范围（到250公斤/厘米²）。

目前，全苏水力机械科学研究院利文斯分院创制了3B型泵系列（单向吸送液体），该系列内的泵零件统一化程度高，这些带电机的泵构成的各种形式机组的整套设备能够满足用户提出的确定泵装置用途的各种各样的要求。同时，研究院继续进行3B_x2型泵（双向吸送液体）的制定工作。由于这些工作的结果，在目前各阶段中，已能掌握流量从0.3到400米³/时和排出压力到150公斤/厘米²的十一种三螺杆泵的成批生产，该十一种泵是用于新设备，同时也用来代替各工业部门工厂所生产的26种规格的泵。为了统一泵的技术要求，试验方法、标志和包装，制定了全苏国家标准《三螺杆泵·技术要求》。

单螺杆转子泵可以用来输送无润滑性液体、带有机械和磨料性混合物，其结构特点确定了对这种泵的大量需要。这种泵的需要和发展远景概括在ГОСТ 10057—62《单螺杆泵·型式、基本参数和尺寸》内，应用范围扩展到流量从0.3到40米³/时和压力到25公斤/厘米²的泵。

目前，已开始了1B6/5，1B20/5和1B20/10型泵的成批制造，该种泵用来代替早些时候生产的陈旧结构的泵；通过了工业性试验并建议成批生产输送化学腐蚀性液体的四种规格的泵；用于化工生产的九种规格的单螺杆泵处于制造阶段。

为了进一步进行苏联单螺杆泵的结构统一化工作和发展ГОСТ10057—62标准的参数，制定了ГОСТ12515—67标准，该标准泵的型谱范围在流量从5到32米³/时，而压力到10公斤/厘米²。这个全苏国家标准规定了泵的两种型式——用于中性和化学活性液体，两者不同处在于过流部分材料和托架结构。每个型式包含安装在两种基准托架上的九种规格的泵。按照这个全苏国家标准规定的整个泵型谱的工业性试制计划在近年内完成。

不久以前，部属工厂生产的齿轮泵不适应现代技术水平，也不能保证国民经济对泵型谱的需要。全苏水力机械科学研究院利文斯分院根据ГОСТ12222—66制定了新的齿轮泵标准，该标准把泵的流量扩大到140米³/时和压力扩大到25公斤/厘米²，并规定泵凸缘和法兰连接型式可带内部或外设支撑，并带有加热（冷却）或不带加热外套。带有内部支撑无加热外套的法兰式齿轮泵（ЛЛФ型）的典型结构纵剖面图列于图7。制定的齿轮泵系列一方面规定了在每种型式里面的零件有很大的通用性，同时还规定各个型式本身与其他种型式泵之间的零件也有很大的通用性。预定在1967年到1968年间对八种新泵规格都进行工业性试制，来代替现在生产的在配套和材料选用都不同的十七种泵机组。

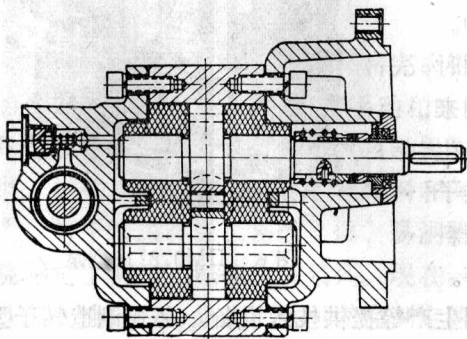


图7 法兰式齿轮泵

全苏国家标准草案《转子式泵·型式、基本参数和尺寸》从全部各种各样的转子泵中确定了泵的型式，泵的工作机构表示在图8中。这种型式的泵在水力部分中没有力的联系（同步齿轮传动扭矩），具有大的过流断面和大的工作容积，因而这种泵在输送高粘液方面有很好的前景，高粘液也包含非牛顿液体、糊膏状制品等。

这些泵在非牛顿液体工作中取得的经验表明，为了正确应用泵的工作参数，必须知道在很宽的速度梯度变化范围内（从10到10⁶1/秒）

的液体重复逻辑特性。

苏联转子泵系列产品开始于1967年。全苏国家标准草案规定制造流量到200米³/时，压力到20公斤/厘米²的十二种规格的转子型泵，这些泵具有四种水力部分尺寸。泵的基本参数和用途列于表5。

表5 转子泵的技术特性

泵	流量 (米 ³ /时)	排出压力 (公斤/厘米 ²)	轴每分钟转数	输送液体
K 0.27/1.2 Д*	1.5	1.2	95	润滑油
K 0.4/18 Б	0.7	18	30	醋酸溶液
K 0.7/25 E*	0.6~2.5	25	15~60	
K 0.8/16 E*	0.6~3	16	15~60	
K 1.4/18 Б	2.5	18	30	
K 1.6/4 Д	10	4	140	洗涤粉末混合物 物纺织用溶液
K 3.5/6 Б	10	6	48	

* 泵处于试制阶段

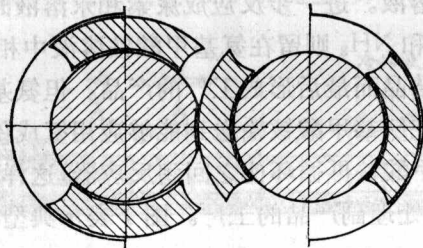


图8 转子式泵的工作机构

应当指出，当压差不变化时，转子泵流量与转数关系的线性特性，揭开了以有限数量的泵来配足各种运转条件最好的泵机组的广阔的可能性。例如，1B80/5x型单螺杆泵，当每分钟730转时保证流量为32米³/时，为了输送高粘性纺织用溶液，配备一个每分钟130转的减速箱，则排出6.3米³/时的溶液，而在纺织用溶液的生产中作为计量泵工作时应配备无级变速器和减速箱；因此，当转速在30~140转/分时，泵的流量从1.4变化到6.7米³/时。

部属水泵厂试制的容积式泵的型谱符合于现行标准及其运用规范。根据主要国民经济部门的长远需要，用设备来更合理地保证一系列生产的必要性，以及根据在泵制造业和相邻部门对科研工作成果的采用，确定由苏联工业试制的一些不包括在所列的型谱内的泵系列。属于这方面的泵有：压力超过1000公斤/厘米²的柱塞式泵，密闭型式的容积式泵，输送磨料性和腐蚀性泥浆用泵，高浓度纸浆泵，船舶系统用容积式泵，双螺杆泵，液动和气动泵。这个型谱的制定工作预见了部的发展远景规划。

合肥通用机械研究所麦启祖译自《Химическое и нефтяное машиностроение》

1967年 №7 张祖光校

在尿素工厂内应用于高压氨基 甲酸铵的多柱塞泵

(美) R. C. Smith

现代尿素肥料工厂要对氨基甲酸铵溶液进行再循环,以增加尿素转化率和工厂产量。氨基甲酸铵溶液是腐蚀性的,而且是饱和的,在冷却中倾向于结晶。在3000磅/吋²的差压下输送这种腐蚀性溶液,必须应用适于使用维修并且流量是可变的再循环泵。

尿素流程说明

尿素是肥料和其它化学制品的一种普通原料,包装很便宜,并且它含有大量的氮,做成容易被储藏和处理的形状。在大多数尿素的流程中,二氧化碳和氨约在3200磅/吋²(表压)下一同反应,而形成氨基甲酸铵溶液。进一步反应成尿素和水溶液时,只有50%、60%或70%的成品率,而剩下未转化的CO₂和NH₃则留在氨基甲酸铵溶液中相混合。

对尿素—水溶液进行蒸发或结晶而最后形成工厂的产品。但氨基甲酸铵却成为难题。

有一个时期,唯一的选择是把氨基甲酸铵输送到能够应用氨成份的某些其它流程中去使用。大部分现代化工厂是把氨基甲酸铵再循环使之回到反应器。这样,就有可能使工厂把全部原料作为尿素来应用,而不再需要处理副产品的工厂。图1表示典型再循环尿素工艺流程图。

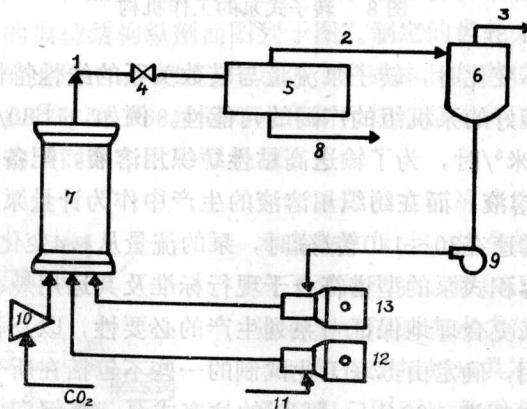


图1 简化再循环尿素流程

1—尿素、氨基甲酸铵和水溶液; 2—氨基甲酸铵气体; 3—氨蒸汽; 4—泄压; 5—分解工段; 6—吸收器; 7—尿素反应器; 8—尿素溶液去蒸发工段并到成品; 9—吸收器底泵; 10—CO₂压缩机; 11—氨; 12—氨给料泵; 13—氨基甲酸铵泵

再循环尿素流程产生对高压的需要。可变流量泵在压差约3000磅/吋²下把氨基甲酸铵送

回到反应器。

氨基甲酸铵溶液含有碳、氧、氢和氮等元素，它具有相当的腐蚀性，它的腐蚀性随着它的温度而变化，温度越高，腐蚀性越大。如果允许溶液被蒸发，则蒸汽比液体更具有腐蚀性。

由于氨基甲酸铵在流程中进行处理时是一种饱和溶液，它在低温下易于结晶。这样形成的晶体相当硬，而且对填料和柱塞造成很大的磨损。

所有这些条件综合在一起，造成氨基甲酸铵泵输送成为一件困难的事情。本文的主题是氨基甲酸铵再循环泵的设计、改进、选择、操作和维护。

泵的说明

概述

氨基甲酸铵再循环泵绝大多数是往复式的。对型式作这样的选择是根据在使用中所需要的相对较小的流量和高的压力来确定的。最大的尿素工厂需要大约150~200加仑/分的再循环流量。此外，工艺操作要求再循环值是可变的。这些因素合乎逻辑地倾向一种可变速度的往复泵。

但是在这项工作中应用离心泵的可能性的确是存在的，特别是当流量值超过200加仑/分的情况下是这样。关于这种可能性稍后将在本文中研究。

在尿素流程中，同样需要把液氨在3200磅/吋²压力下注入反应器（参看图1）。这种泵

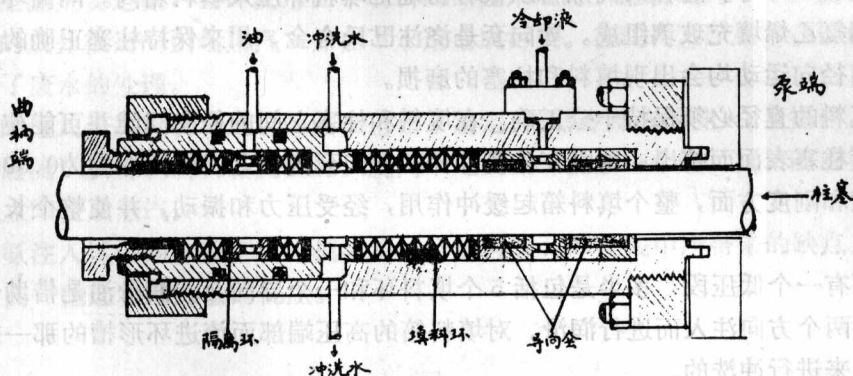


图2 氨基甲酸铵泵填料箱

同样采用往复泵来工作，但由于液体的性质，消除了腐蚀和结晶的问题，氨泵在这两种泵中表现出毛病是最少的。氨泵通常是碳钢结构，按固定的速度运转。氨基甲酸铵泵设备是多柱塞往复泵。它通过一个减速器来驱动，减速器的另一端同一个变速器和驱动机构相联（图3）。整套机器设备安装在一个整体的钢底座上。通常还有一台流量为100%的备用泵。

某些尿素工厂把氨基甲酸铵循环液体分为由两台50%流量的泵来处理，第三台

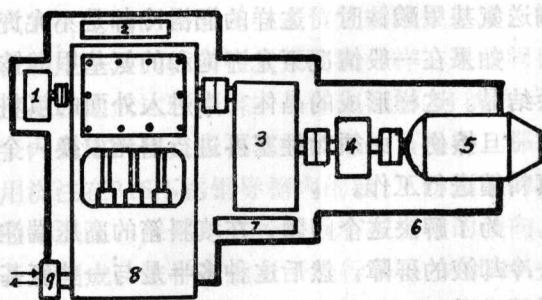


图3 典型氨基甲酸铵泵布置图

- 1—注射泵；
- 2—填料注油器；
- 3—齿轮减速器；
- 4—变速器；
- 5—电动机；
- 6—底座；
- 7—轴衬注油器；
- 8—氨基甲酸铵泵（卧式）；
- 9—连接流程

50%流量的泵作为备用泵。

泵的驱动通常采用电动机、变速器或液力变矩器。其传送的马力超过其它变速传动装置的范围，例如皮带（Reeves型）或固定电子装置。

速度范围规定在25~100%。开动过程常常是连续操作，要求氨基甲酸铵再循环值小于100%。对这种变化要求在低转速下保持其高效率。

在一些工厂里应用蒸汽轮机驱动，易于变速，不需要昂贵的调速装置。个别的工厂还根据经济学来确定采用哪一种型式的驱动装置。

由于泵的速度保持在低速，因此柱塞的线速度大约不超过150呎/分。在氨基甲酸铵泵工作中，任何柱塞速度大于150呎/分时，填料的寿命要缩短。

填 料 箱 的 详 述

任何往复泵的填料箱，在3200磅/吋²压力下密封，都必须装有几个填料环和一些硬的隔离环，此外，还装有对柱塞作径向导向的导向套。这种填料箱的长度是十分长的，相当于柱塞直径四倍的长度可装到20个环，由此伴随而来的是润滑和冷却问题。可参看图2所列典型填料箱截面图。填料本身是一种聚四氟乙烯悬胶体（类似玻璃），在一个压模内预制成精确的尺寸。发现压模成型大大加快了成套新填料的试制速度。压制填料材料的压力和时间由泵的制造厂家来推荐。压制以后，填料环的外径应比填料箱的内径小0.005吋，而其内径应比柱塞的外径大0.005吋。这样的间隙可以很容易地把填料环压入填料箱内。隔离环也是由比较致密的聚四氟乙烯填充玻璃组成。导向套是浇注巴氏合金，用来保持柱塞正确的直线运动，柱塞的任何径向运动均会出现填料和柱塞的磨损。

各种填料的直径必须保持十分正确。在填料和柱塞之间的径向间隙并可能使聚四氟乙烯环的料沿着柱塞表面而挤出。所以在柱塞外径和导向套内径之间的间隙约为0.005吋。

在强度和刚度方面，整个填料箱起缓冲作用，经受压力和振动，并使整个长度内始终输入润滑液。

填料箱有一个低压段，多半是包括5个填料环和一个导向套。润滑油是借助于一个机械润滑器通过两个方向注入而进行润滑。对填料箱的高压端部而流进环形槽的那一部分的输送液体是用水来进行冲洗的。

通常可采用调整填料压盖的方法使输送液体有很少的泄漏，以便提供填料的润滑。而在输送氨基甲酸铵时，这样的润滑冷却是不允许的。

如果在一般情况下允许饱和的氨基甲酸铵溶液从压盖处泄漏，则在周围温度的冷却下就会结晶。这样形成的晶体，当进入外面的填料环时，就有相当大的磨损，而把柱塞擦伤。柱塞一旦擦伤，必须对柱塞再进行磨光或换一个新柱塞，而不是更换相当数量的填料以便保持填料箱进行工作。

为了解决这个问题，在填料箱的高压端注入温水或冷却液。这样在氨基甲酸铵之间形成一冷却液的屏障，然后这种多半是与一些氨基甲酸铵相混合的冷却液，在填料箱内向下流到低压一端，而实现必须的冷却和润滑作用。所附加的冲洗水在低压一端附近引入，这些水把从高压填料中泄漏出来的冷却液和氨基甲酸铵溶液冲走。所冲洗的这种溶液相当稀释，以致在室温下也不会结晶。

冷却液的注入必须注意定时和计量。有一台柱塞数目与氨基甲酸铵泵的柱塞数目相同的

注射泵，这台注射泵的轴是用机械方法同氨基甲酸铵泵的轴相连接的，由于两泵轴联在一起，所以当氨基甲酸铵的填料箱处在吸入冲程时，就把冷却液注入到氨基甲酸铵泵的填料箱内。

由于在吸入冲程期间，氨基甲酸铵填料箱处的压力是氨基甲酸铵泵的吸入压力。小注射泵是在稍大于这一压力下输入它的冷却液。从根本上是消除了浓缩的氨基甲酸铵溶液同填料环的接触。

冷却液的注射量要少于泵流量的1%，而大部分冷却液都向下流经填料箱并被冲洗水冲走。注射的全部冷却液中只有一小部分进入到氨基甲酸铵再循环流程中时，降低了反应器在反应过程中最后形成尿素的转化速率。这就是说必须使较多的氨基甲酸铵进行再循环，自然，这又意味着注入更多的冷却液，并形成一种“有缺陷的循环”。由于这个原因，要保持最小的注射量。实际上，除了冷却液注入量以外，还有很多直接影响转速率的因素。

氨 的 注 入

对向填料箱注入氨的问题作了试验，并从理论上得到了同流程相符合的收获。氨是尿素原料中的一种，它已经出现在反应釜中，所以输入氨则不会降低转化速率。然而氨并不是一种特别好的润滑剂，同时，当同氨基甲酸铵混合时，还产生一种放热反应。这样产生的热慢慢增大，加速腐蚀的可能性。因而肯定是不希望有的。

压盖的泄漏主要是氨，当冲洗水位于填料的低压末端时，这就成为一个问题，因为所冲洗的水含氨的成分很高而引起蒸汽，并在水道造成污染。在现代工厂里，在连续密闭器的控制下带来了废水的处理。

其次氨的注入给高压填料造成的困难也作了鉴定。随着冷却液的注入，当操作人员在观察到“冷却液溢流”从特制填料箱流出时，就简单地关闭冲洗液一个短时间。随着氨的注入，所渗出的氨立即变成蒸汽。

在进行氨注入试验的少数工厂中摸索到这样的经验，即实践中所带来的缺点足以超过转化速率稍许高一些这种理论上的优点。

阀

氨基甲酸铵泵的阀要根据柱塞是立式或卧式来决定阀的安装是立式位置或卧式位置。阀同导向套具有紧密的导向间隙，并借助弹簧压在阀座上。同任何往复泵的阀一样，这些阀也受到磨损颗粒的损害，而氨基甲酸铵晶体的硬度足以造成这种损害。晶体还能影响阀的下落，这种后果造成泵的流量损失。假如偶而让泵内到达汽化点或在气蚀的条件下操作，那么吸入阀就会受到严重的损坏。阀的材料通常是用浇注在316不锈钢导槽内的钛。从防腐蚀的观点来看这种钢和钛的结合是好的。然而，除非经常润湿，否则，这种结合有被擦伤的倾向。

阀的弹簧通常是螺旋形的，用哈斯特洛C合金制成。这种合金由于进行了很少的冷加工，在硬度上得到迅速的增高，但从机械观点来看，不能做成最好的弹簧。然而，哈斯特洛C对氨基甲酸铵有很好的抗腐蚀性能，而这是应用它的原因。阀的设计必须考虑行程要小，这样弹簧就不会经受过度的应力。阀弹簧的破损屑可能是一个问题，当破裂的碎片堆积到阀与阀座面之间时，就造成这样的损害，即降低了泵的流量，并引起排出管的震动。

柱 塞

柱塞用一种高铬合金不锈钢制成，通常为 AISI329。这种材料具有高屈服强度并可以淬火和磨成高精度。最大的柱塞直径目前约为 5 吋。可以进行重磨表面把刻痕去掉而形成一个新的表面。但对于 5 吋的柱塞来说，柱塞直径的缩小必须不能大于 $1/16$ 吋，而对于小一些的柱塞来说，其缩小的程度要相对小一些。

曾对柱塞的涂层和镀层进行了试验，以便创造一种最好的表面，但是获得的成效不大，这在很大程度上要依靠镀层加工的质量。填料和柱塞的寿命要依靠填料箱的正常操作来得到最好的维护，这包括合适的材料、工艺以及对冷却液注入系统的应用。

泵 缸 体

氨基甲酸铵泵的液缸或缸体是泵上很重要的部件，虽然与压缩机或发动机气缸一样，在泵的缸体上没有滑动表面，而当这个部件被有很大腐蚀性的液体浸湿时，它就经受着周期性的应力。缸体是用锻造的 AISI329 不锈钢制造。这种材料有很高的抗应力破裂性。缸体经过精加工，全部边缘做成圆角，这样就可大大延长其使用寿命。

腐 蚀

任何一种往复式氨基甲酸铵泵都有很多受到腐蚀的部位。现把造成这种毛病的全部因素列在下面：

1. 一种强腐蚀性的介质。
2. 应力集中的部件。
3. 应力的交变。

前面所提到的 AISI329 型不锈钢已很成功地被应用。这种合金的标定组成成分如下：

1. 碳 0.06%
2. 铬 25%
3. 镍 5.0%
4. 钼 2.0%

根据在 2 吋内的伸长率为 0.2%，屈服强度为 80,000 磅/吋²。合金的冲击硬度约 280 布氏硬度，并表现出很好的抗应力开裂性。对于在一种腐蚀介质中承受应力集中的部件来说，设计结果表明 329 不锈钢是很好的结构材料。目前这种钢普遍用于缸体、填料箱、筒体和柱塞。

在氨基甲酸铵泵工作时的腐蚀损坏机理通常称为“腐蚀疲劳”。在个别晶粒或晶粒群里，一般的腐蚀作用主要是来自许多晶间腐蚀的产生，而不仅是在工作中的原因。泵工作中高度交变的应力在一些晶粒内造成滑动位移，结果使新的金属露出来而经受腐蚀的侵蚀。这两种作用的后果大大加快了腐蚀。应用昂贵的 329 不锈钢合金似乎能防止一般的表面腐蚀，但在应力集中点的腐蚀开裂是可能的。制造厂应采用内表面精加工，操作时必须保持加工的清洁。假如能满足这些要求，那么泵的主要部件的使用寿命可能有希望达到约 30,000 小时。

吸入管路的计算

对于所有往复泵，特别是应用于氨基甲酸铵的那些往复泵来说，净正吸上扬程的确是极为重要的。对于象离心泵那样简单地计算超越管道阻力的剩余压力和蒸汽压力是不够的。

净正吸上扬程必须达到以下要求以满足对于往复泵的需要。

1. 必须克服通过吸入阀关闭泵的吸入口的阻力，并且液体必须充满并达到最高液位吸上空间。
2. 吸上扬程必须克服弹簧负荷和吸入阀的惯性。
3. 吸上扬程也必须造成通过吸入阀所需的流速。

导入柱塞泵流体的脉动性质引起加速度的损失。这种现象好似一列以50哩/小时的平均速度运动的载货火车，当行驶时，速度从30哩/小时的低速连续变化达到50哩/小时的高速。这种运动的“急动”性质给予联接火车车辆的联接器猛烈的载荷。假如设想有一个液柱经历同样的运动，可以想像在速度的“高峰”期间，可能产生某些液体的蒸发或“汽化”，而在速度的“下降”期间，这些气泡会产生再凝结。如果泵的吸入阀遇到这样的流动，就很容易理解为什么阀的作用不稳定，而且泵将不能完全地灌注。

加速度损失是下述一些变数的函数：(1) 吸入管的长度；(2) 管内的平均速度；(3) 泵的速度，由于重力“G”而形成的加速度，是由泵内柱塞数目决定的因数；(4) 以所输送的流体为基准的经验因数。

柱塞越少，则加速度的损失越大。

在计算了氨基甲酸铵吸入系统内的总压力降以后，表明加速度的损失通常是最大的组成部分。在吸入管道研究中，充分考虑加速度的损失是有益的。流程的紊乱能够增加氨基甲酸铵溶液的温度和比重，这两者增加的后果有降低在有效的和需要的净正吸上扬程之间的安全系数的倾向。这样一些情况会突然使泵达不到净正吸上扬程，而且在气蚀下工作。

气蚀在物理学上的表现是与在转速不变的情况下出现了吸入行程的相对延长和排出行程相应的缩短而发生流量的损失有关系。泵的实际行程当然是不变的，但是，柱塞在压缩过程中，压力增加到足以把液体氨基甲酸铵压入排出系统以前，柱塞必须耗费它的一部分运动用来压缩氨基甲酸铵蒸汽。气蚀所造成的震动可以传播到吸入管道和排出管道而造成管道和支架的损坏，而且也产生对人员的危害。泵内损坏的部分可能包括阀、阀导杆、环、填料等。

假如容许热氨基甲酸铵蒸发，就可能发生加速腐蚀。即便是300系列的不锈钢，当遭受到热氨基甲酸铵蒸汽时，它的寿命也是短促的。因此，必须极认真的计算往复式氨基甲酸铵泵的吸入条件和设计吸入管道。在进行操作时，应小心谨慎的工作，也可以避免许多事故。

应用于氨基甲酸铵的离心泵

传统的整套多柱塞往复泵带有驱动机构、齿轮减速器、变速传送装置、注入泵和基础，是一部结构很大价钱昂贵的机器。这样一种机器的有效最大流量约为200加仑/分。假如为了用在大型尿素工厂或不同的尿素流程，氨基甲酸铵再循环的值超过了200加仑/分而为任一大的数值时，则必然会选择多级离心泵。有少数尿素工厂已经配备了离心泵。对于多级立式或卧式的离心泵和极高速、双级式离心泵都作了试验。作这种试验的动力是由于其成本较低。