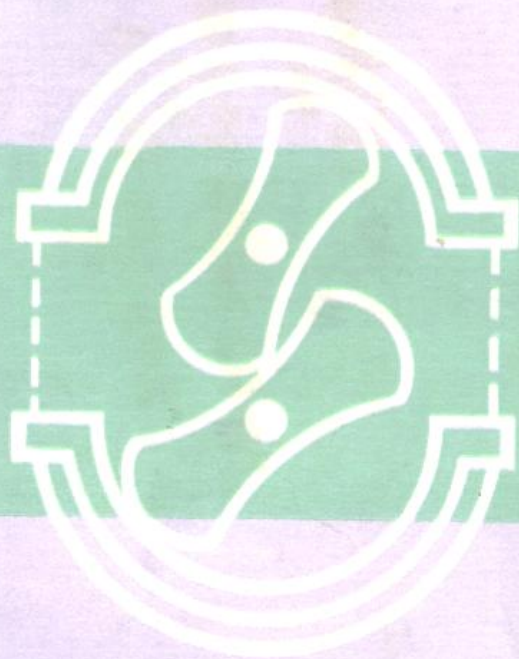


罗茨及叶氏鼓风机 安装维护与修理

胡永基 编

(第二版)



化学工业出版社

TQ 051.21
H 68

罗茨及叶氏鼓风机 安装维护与修理

(第二版)

胡永基 编

化学工业出版社

目 录

| | |
|-----------------------------------|----|
| 第一章 概述 | 1 |
| 第一节 罗茨及叶氏鼓风机的用途和特点 | 1 |
| 第二节 罗茨及叶氏鼓风机的型式 | 2 |
| 第二章 罗茨及叶氏鼓风机工作原理及结构 | 4 |
| 第一节 罗茨及叶氏鼓风机的工作原理 | 4 |
| 第二节 罗茨及叶氏鼓风机的结构 | 7 |
| 一、转子 | 7 |
| 二、机壳 | 10 |
| 三、传动齿轮 | 12 |
| 四、轴承 | 13 |
| 五、轴封装置 | 14 |
| 六、减速装置 | 17 |
| 七、附属系统 | 19 |
| 第三章 罗茨及叶氏鼓风机的技术规格及选型 | 27 |
| 第一节 罗茨及叶氏鼓风机的技术规格 | 27 |
| 一、叶氏鼓风机的技术规格 | 27 |
| 二、罗茨鼓风机的技术规格 | 35 |
| 第二节 罗茨鼓风机选型 | 47 |
| 一、主要参数计算 | 47 |
| 二、选型 | 50 |
| 第四章 罗茨及叶氏鼓风机的安装 | 54 |
| 第一节 安装前的准备 | 54 |
| 第二节 机器验收 | 57 |
| 一、开箱检查注意事项 | 57 |

| | |
|--------------------------|-----|
| 二、开箱检查后保管注意事项 | 58 |
| 第三节 基础验收及其偏差处理方法 | 58 |
| 一、基础验收技术要求 | 59 |
| 二、基础偏差的处理 | 60 |
| 第四节 地脚螺栓的安装和固定 | 62 |
| 一、地脚螺栓的选用 | 62 |
| 二、地脚螺栓的固定方法 | 62 |
| 三、地脚螺栓固定前、后的检查 | 65 |
| 四、地脚螺栓偏差的处理 | 69 |
| 第五节 安装前的检查和拆卸技术 | 73 |
| 一、罗茨及叶氏鼓风机拆、装程序 | 73 |
| 二、鼓风机的拆卸技术 | 76 |
| 三、鼓风机拆卸注意事项 | 82 |
| 四、鼓风机主要零件的清洗与检查 | 83 |
| 第六节 罗茨及叶氏鼓风机安装 | 139 |
| 一、安装方式和基准机座 | 139 |
| 二、底座的安装 | 141 |
| 三、鼓风机的安装 | 150 |
| 四、减速装置和电动机的安装 | 151 |
| 五、鼓风机机组找正 | 152 |
| 六、二次灌浆 | 167 |
| 七、附属设备及管路的安装 | 169 |
| 八、鼓风机形位及安装位置公差值 | 182 |
| 第七节 罗茨及叶氏鼓风机间隙调整方法 | 182 |
| 一、罗茨鼓风机间隙调整 | 182 |
| 二、叶氏鼓风机间隙调整 | 191 |
| 第五章 罗茨及叶氏鼓风机试车 | 198 |
| 第一节 试车前的准备及检查 | 198 |
| 一、试车前的准备 | 198 |

| | |
|-------------------------------|------------|
| 二、试车前的检查 | 199 |
| 第二节 试车步骤 | 199 |
| 一、润滑油系统的试运转 | 199 |
| 二、电动机的单体试运转 | 201 |
| 三、电动机与减速器的联动试运转 | 201 |
| 四、鼓风机空负荷试运转 | 202 |
| 五、鼓风机负荷试运转 | 203 |
| 第三节 试车中常见故障及其处理 | 205 |
| 一、鼓风机典型故障及其处理 | 205 |
| 二、鼓风机一般故障及其处理 | 210 |
| 第四节 罗茨鼓风机性能参数试验 | 215 |
| 一、试验装置及技术要求 | 215 |
| 二、试验方法 | 217 |
| 三、实际测定和计算 | 218 |
| 第六章 罗茨及叶氏鼓风机维护保养 | 225 |
| 第一节 鼓风机的日常维护保养 | 225 |
| 第二节 鼓风机操作 | 227 |
| 第三节 鼓风机的润滑 | 229 |
| 一、润滑对鼓风机正常运行的意义 | 229 |
| 二、轴承的润滑 | 234 |
| 三、润滑油（脂）消耗量的计算 | 235 |
| 四、润滑油（脂）粘度的选择及掺配方法 | 238 |
| 第四节 罗茨及叶氏鼓风机的安全保护 | 241 |
| 一、过电流继电器 | 242 |
| 二、气动薄膜式调节阀 | 242 |
| 三、应用自动停车联锁和压力自调实例 | 242 |
| 四、低压爆破片 | 244 |
| 第五节 罗茨及叶氏鼓风机运行噪声的防治 | 246 |
| 一、噪声的特性 | 246 |

| | |
|--------------------------------|------------|
| 二、降低噪声的途径 | 247 |
| 三、消声器的应用 | 247 |
| 四、D型消声器 | 249 |
| 第七章 罗茨及叶氏鼓风机的检修 | 252 |
| 第一节 罗茨及叶氏鼓风机预修理周期的确定原则及 | |
| 修理内容 | 252 |
| 一、计划预修理周期的确定原则 | 252 |
| 二、大、中、小修检查修理内容 | 252 |
| 第二节 零件的修理 | 255 |
| 一、转子修理 | 257 |
| 二、轴的修理 | 266 |
| 三、齿轮修理 | 281 |
| 四、三角皮带轮的修理 | 284 |
| 五、弹性联轴器的修理 | 285 |
| 六、轴承修理 | 285 |
| 七、密封装置的修理 | 293 |
| 八、转子的平衡 | 296 |
| 第三节 更换零部件应达到的质量标准 | 311 |
| 附录 | 314 |
| 一、罗茨及叶氏鼓风机名称型号 | 314 |
| 二、常用罗茨鼓风机滚动轴承型号 | 316 |
| 三、罗茨及叶氏鼓风机新旧型号对照 | 318 |
| 四、安装检修记录 | 319 |
| 主要参考资料 | 326 |

第一章 概 述

第一节 罗茨及叶氏鼓风机的用途和特点

罗茨与叶氏鼓风机，是回转容积式鼓风机的一种，其特点为输风量与回转数成正比，当鼓风机的出口阻力有变化时，输送的风量，并不因之而受显著的影响，即俗称的“硬风”。例如，当工艺系统阻力增加时，在工作转数不变的条件下，只能引起电动机负荷的增加，而输送的风量不会有显著的变化。这类鼓风机结构简单，运行稳定，效率高，便于维护保养；同时，由于工作转子不需润滑，所输送的气体纯净、干燥，所以，在各种工业中得到了广泛的应用。例如，在冶金工业中，用作炼铁炉及转炉炼钢等的鼓风设备；在纺织工厂中用于喷雾设备；在化学工业中，用于合成氨生产输送或压缩原料气；在染料中间体生产中，是流化床和固定床生产苯酐及蒽醌氧化等过程中输送气体的重要设备；另外，在煤气输送、水泥工业及石油化学工业中，也得到了广泛的应用。

罗茨和叶氏鼓风机，不但可用做鼓风送气，还可用于抽真空，这就是所谓的罗茨真空泵，当它做为抽真空用时，真空能力一级可达到450毫米水银柱（绝压），二级可达到650毫米水银柱（绝压）。尤其是吸入适量的水，在转子间、转子与气缸间形成水封，这样既可减少内泄漏，又可消除压缩热，从而提高容积效率和绝热效率。有时也把罗茨鼓风机做

为测量仪表用，这就是所谓的罗茨测量器。这是利用罗茨鼓风机的风量与转速成比例这一特性，它适用于大风量的计算式流量计，测定量在公称容量的100%~20%范围内，误差在1%以下。

最近发展的真空铸造和真空冶炼技术，所需的真空度是 $1\sim 10^{-2}$ 毫米水银柱（绝压），是采用把罗茨泵和齿轮回转泵串联操作，而获得高真空。但罗茨及叶氏鼓风机也存在一定的缺点，例如，检修工艺比较复杂，风机转动部件和机壳内壁加工精度要求较高，各部件安装时的间隙调整比较困难，运行中噪声较大。

目前国内外生产厂制造的鼓风机，都在朝着转数高的方向发展，因为转数高（一般可达1450转/分或更高），鼓风机的体积小，占地面积小，节省了大量的材料，同时，由于电动机与鼓风机直接连接，省去了三角皮带轮或减速装置，简化了检修工艺，缺点是轴封、齿轮等零件的磨损量较大。

第二节 罗茨及叶氏鼓风机的型式

1. 按结构型式可分为：

卧式鼓风机的两个转子中心线在同一水平面内，而鼓风机的进风口在风机下部机座的一侧，出风口在风机的上部，或者相反。从合理使用角度考虑，后者较为合适，这样可利用下部压力较高的气体，抵消转子与轴的部分重量，使轴承承受压力减少，因此也减少磨损。卧式结构如图1-1所示。

立式鼓风机的两个转子中心线在同一垂直平面内，而鼓风机的进风口和出风口分别在两侧面如图1-2所示。

通常情况下，流量大于或等于40米³/分时制成卧式，流量小于40米³/分时制成立式。

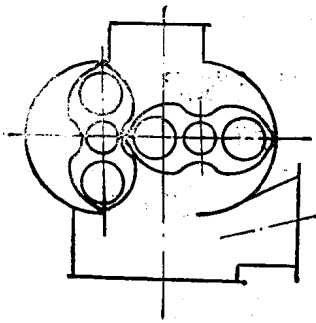


图 1-1 卧式

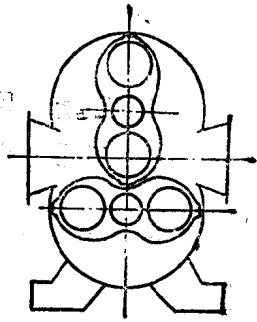


图 1-2 立式

2. 按冷却方式分为:

风冷式鼓风机运行中的热量采取自然空气冷却的方式, 为增大散热面积, 机壳表面制成翅片式的结构。

水冷式机壳的热量用冷却水强制冷却, 在机壳表面制成夹套层, 使冷却水在夹套中循环。

通常情况下, 当出口压力大于5000毫米水柱时采用水冷式, 出口压力小于5000毫米水柱时采用风冷式。

3. 按连接方式分为:

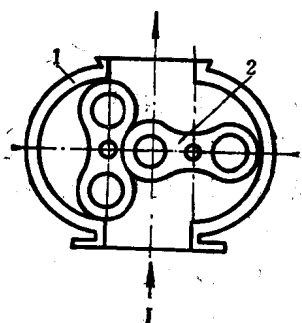
电动机与鼓风机通过联轴器直接连接和电动机通过减速装置(三角皮带轮或齿轮减速机)与鼓风机连接。

第二章 罗茨及叶氏鼓风机 机工作原理及结构

第一节 罗茨及叶氏鼓风机的工作原理

罗茨及叶氏鼓风机的工作原理，基本上是不同的。

罗茨鼓风机工作原理如图 2-1 所示，是由两只腰形渐开线转子，通过主、从动轴上的



齿轮，使两转子作等速反向旋转。而完成吸气、压缩和排气过程，当左侧转子作顺时针转动时，右侧转子作逆时针转动，气体从下面进口吸入，随着旋转时所形成的工作室容积的减小，气体受到压缩，最后从

图 2-1 罗茨鼓风机工作原理图

1—外壳；2—转子

上面出口排出。两转子相互之间、两转子与机壳及墙板之

间，既要保证相互不摩擦碰撞，又要保证不因间隙过大而使输送气体过多的泄漏，同时，由于两只转子的外形，具有特殊的曲线，在运行时，始终可以保持微小的间隙，把进气与排气空间相互隔绝，使排出的气体，尽量不返回进气室空间。罗茨鼓风机的工作过程如图2-2所示。

图中从 1 到 5 的五个转子位置，表示转子每旋转半周中的工作过程，下半周又以同样顺序重复。

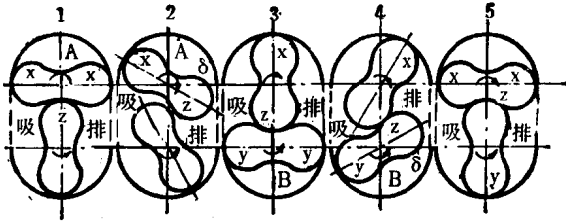


图 2-2 罗茨鼓风机的工作过程

上下两转子反向等速旋转。上转子与气缸的接触点以“ x ”表示，下转子与气缸的接触点以“ y ”表示，上下两转子的接触点以“ z ”表示。

转子在位置 1 时，气缸的空间被分隔成三部分：

左面部分与进气口相通，故其中气体压力等于进气压力。

右面部分与排气口相通，故其中气体压力等于排气压力。

上面空间 A，当接触点 $x-x$ 没形成以前，原与进气口相通，故其中气体压力等于进气压力。

转子再转过一个微小角度后到达 2 的位置，容积 A 与排气口相通，排气管内的高压气体，突然由间隙 δ 倒流到容积 A 内，使其中的气体由吸气压力升高到排气压力，这就是等容压缩过程。

转子继续旋转到 3 的位置，这时与 1 的情况相同，只不过是上下转子互换了位置。由图可见，从位置 3 到位置 5，除容积 B 内气体被压缩外，其气体压缩过程与前述相同。位置 5 与位置 1 完全相同。转子旋转一周排气量为 $2(A+B)$ ，

而容积A等于容积B。

图 2-3 是叶氏鼓风机的工作原理图，两只转子也是通过齿轮带动作相对旋转，将转子空间的气体进行吸入和压出。

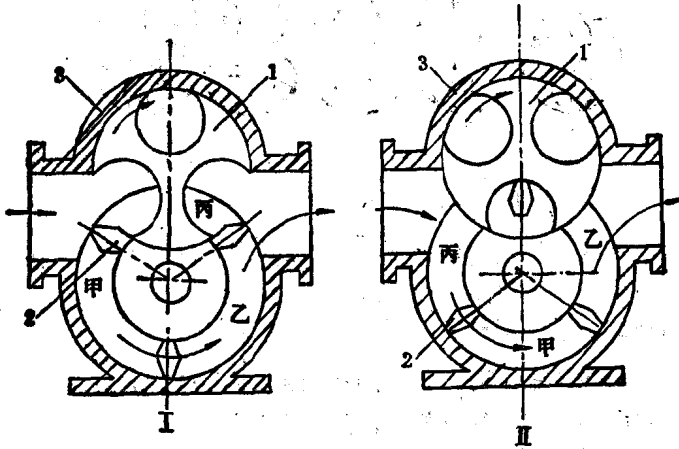


图 2-3 叶氏鼓风机工作原理图

1—阻风翼；2—鼓风翼；3—外壳

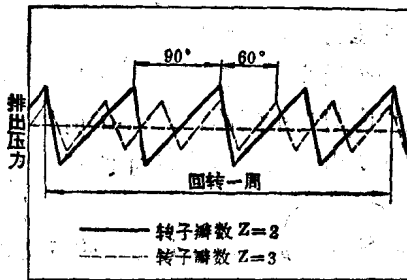


图 2-4 罗茨与叶氏鼓风机出口气体压力在管道内的变化情况

叶氏鼓风机的两只转子，一只称为鼓风翼，起着鼓风的作用，另一只称为阻风翼，起着阻风作用，二者的形状不相同。如图2-3所示：I是表示气体正进入气室甲中，当鼓风翼转到I的位置时，气室甲就转到了底部，此时气室甲中已充满了气体，而气室丙开始再进入气体；当鼓风翼再转到I位置时，则I上的气室甲，转到了I上气室乙的位置，于是就开始排气。叶氏鼓风机的两翼不断回转，气体也源源不断的被排出。

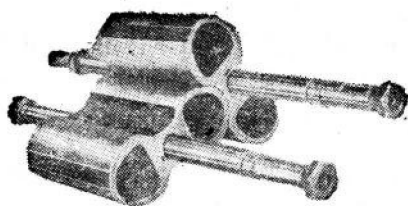
在气体输送过程中，阻风翼一直起着阻风的作用，它不仅把进口与出口隔开，使机壳内进风口的低压部分气体与出风口的高压部分气体完全隔离，使气体不能往回串动，而且能使鼓风翼的几只脚顺利的回转过去。

罗茨及叶氏鼓风机出口气体压力在管道中的变化情况，如图2-4所示。

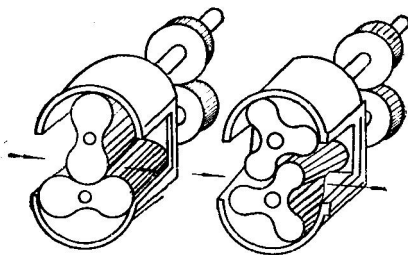
第二节 罗茨及叶氏鼓风机的结构

一、转 子

转子是鼓风机的主要部件，它由叶轮和轴组成，图2-5是罗茨鼓风机的转子。小型鼓风机的叶轮可制成实心的，大、中型叶轮为了减轻重量，可以制成空心的。叶轮的风叶型线(指啮合部位)有渐开线、摆线、包络线及圆弧线等，而叶轮沿长度方向又分为直线形和螺旋形(参见图2-5)。叶轮的叶数多为两叶，也可以作成三叶或多叶，但很少看到四叶以上的叶轮，机壳内两叶轮的叶数一般均作成相等的，而且形状也相同。我国目前风机行业常用的是两叶渐开线直线形风叶，此风叶与其它类型风叶相比，当叶轮外径、长度及转



I



II

III

图 2-5 罗茨鼓风机转子结构

I、II—两叶直齿叶型；III—三叶螺旋齿叶型

速相同时，具有最大的排出风量，而且容积效率高。

三叶螺旋形叶轮固然有某些优点，如进、出气流均匀，噪音及脉动小，但型面沿长度方向扭转，使机械加工复杂，所以没被广泛使用。

叶轮所用材质随输送介质不同而定，可采用铸铁、铸钢、铝、铜及不锈钢等，一般工厂使用的罗茨鼓风机叶轮材质多采用铸铁。

主、从动轴一般采用 45# 钢制造，主、从动轴左、右两端以滚动轴承支承，并以一端轴承作为轴向定位的支承点，

当鼓风机运转时，由于出口压力大，出口温度高，主、从动轴和叶轮受热膨胀时，可以沿着另一端轴承作轴向自由伸缩，以保证主、从动轴的直线性。

图2-6是叶氏鼓风机的转子，图中 I 为阻风翼，II 是鼓风翼。

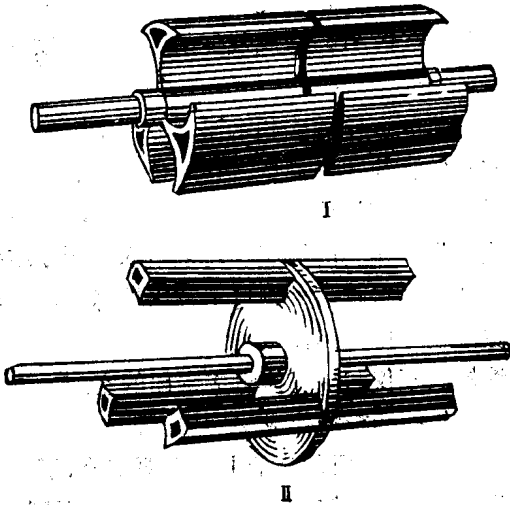


图 2-6 叶氏鼓风机转子结构
I—阻风翼；II—鼓风翼

阻风翼在机壳内的上部，是一个沿轴向对称地（相隔 120° ）开有三条孔槽的圆柱体（有的则相隔 180° 只开有两条空槽），在圆柱体中，有一圈与轴成垂直的空隙，以备鼓风翼的中间圆盘在此空隙中转动。为了减轻重量，阻风翼都制成空心的。

鼓风翼圆盘的左右两侧，对称地装有空心的三个足（有

的鼓风翼为两个足)，圆盘中心套入轴。

阻风翼与鼓风翼的材质均为铸铁和铸钢，传动轴一般采用45#钢制造。

二、机壳

罗茨鼓风机的机壳是由机壳体和两端墙板组成的密闭空间，它和“8”字形转子一起，完成气体的吸气、压缩和排出的过程。

罗茨鼓风机机壳有整体式和水平剖分式两种。整体式（立式或卧式）结构简单，制造方便，但安装和调整间隙比较困难，仅用于小型鼓风机。对于性能参数较大的鼓风机，一般采用卧式，机壳体和两端墙板均采用水平剖分结构。此结构虽然机械加工要求较高，制造工艺比较麻烦，但由于安装、调整间隙比较方便，因而被广泛采用。

两侧的墙板，不仅与机壳体组成密闭的空间，而且支承转子。小型鼓风机的墙板均作成整体式。性能参数比较大的风机，墙板也是作成水平面剖分的上、下两部分，下部分为一块，上部分为两块，这种结构的特点是把密封室和轴承室间隔开，对于输送易腐蚀介质时，可以避免因密封件泄漏而对轴承的腐蚀，以延长轴承的使用寿命。L36型罗茨鼓风机设有冷却水夹套，冷却水由机壳左侧下部进入，在机壳的顶部排出。

叶氏鼓风机的机壳结构形状如图2-7所示。机壳圆筒的端面有法兰，以备连接鼓风翼盖和阻风翼盖，机壳中部水平方向有进、出风口，机壳顶部中间圆孔是固定档风板用的。

罗茨与叶氏鼓风机的机壳上部和底部均设有冲洗孔，专供输送不干净或含有易沉积和粘附物介质时，注入溶剂冲洗

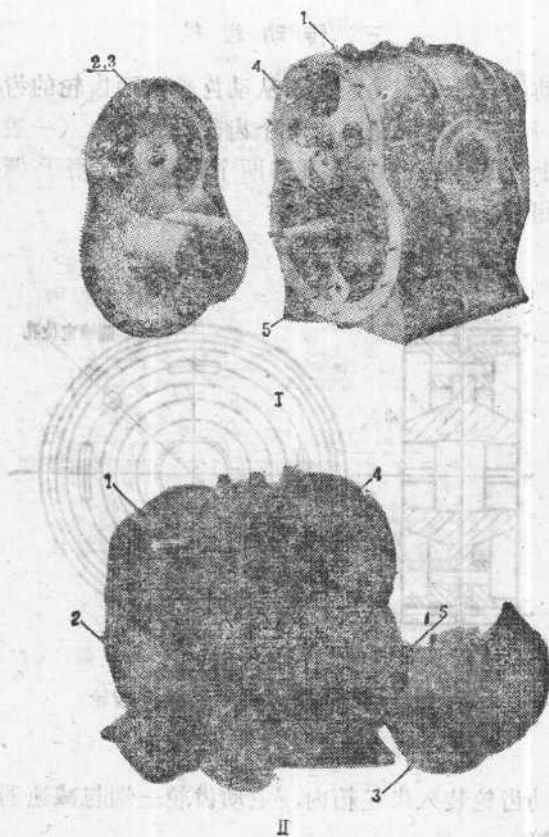


图 2-7 叶氏鼓风机机壳结构

I—鼓风翼为二个足的；II—鼓风翼为三个足的

1—机壳；2—阻风翼盖；3—鼓风翼盖；4—阻风翼；5—鼓风翼

风机内部使用。

罗茨与叶氏鼓风机机壳材质一般采用铸铁和铸钢，铸铁应经过时效处理。