泵与泵站（渡制）

**第一章**

泵：将原动机的机械能转化为被输送液体的能量，使液体获得动能或势能的机械设备叫做泵

**水泵的分类**

泵按其作用原理可分为：

1.叶片泵：靠叶片运动拨动水，使水产生运动来完成能量传递的泵

根据叶片泵出水的水流方向可将叶片泵分为

（1）离心泵：液体质点主要受离心力作用，水流方向为径向（向外）,流量扬程适中

（2）轴流泵：液体质点主要受轴向的拨动力（升力）。

（3）混流泵：液体质点既有离心力作用，又受轴向的拨动力。水流方向为斜向

后两者扬程低，流量大

叶片泵按叶片弯曲形状可分为径向流，轴向流，斜向流

2．容积式泵：靠泵体工作室容积的改变来工作的泵。

（1）活塞式往复泵

（2）柱塞式往复泵

（3）水环式真空泵

往复泵侧重于高扬程、小流量。

3．其他类型：流体能量交换式泵：靠流体能量交换来工作。

（1）螺旋泵：利用螺旋推进原理输送液体

（2）气升泵（空气扬水泵）

（3）射流泵（水射器） 利用高速液流或气流的动能

（4）水锤泵 或者动量来输送液体的。

（5）水轮泵

**第二章**

**离心泵的基本构造**

叶轮：

凡有两个盖板的叶轮，称为封闭式叶轮，叶片较多。

只有后盖板，没有前盖板的叶轮，称为半开式叶轮。

只有叶片没有完整改版的叶轮，称为敞开式叶轮。后两者叶片较少。

泵轴：

应有足够的抗扭强度和刚度，挠度不超过其允许值，转速不能接近产生共振的临界转速

键：

是转动体之间的连接件，只能传递扭矩不能固定叶轮的轴线位置

泵轴与泵壳之间的轴封装置为填料盒

叶轮和泵壳类比接缝处的减漏装置为减漏环

泵轴与泵坐之间的转动连接装置为轴承座

**离心泵的工作原理**

（1）工作原理是利用装有叶片的叶轮的高速旋转所产生的离心力来工作的

（2）离心泵的工作过程，实际上是一个能量的传递和转化的过程，它把电动机高速旋转的机械能转化为被抽升液体的动能和势能。在这个传递和转化的过程中，就伴随着许多能量损失，这种能量损失越大，离心泵的性能越差，工作效率越低。

**叶片泵的基本性能参数**

1．流量（抽水量）：泵在单位时间内所输送的液体数量

单位：或。重量流量单位：

2．扬程（总扬程）：泵对单位重量液体所作的功，也即单位重量液体通过泵

后其能量的增值。是表征液体经过泵后比能增值的一个参数，即水比能增值

单位：；可折算： ；工程中：

液体进入泵时的比能为，流出泵时的比能为，水泵扬程：

3．轴功率：泵轴自原动机所传来的功率

单位：；电力拖动时：

4．效率η：水泵有效功率与轴功率之比

有效功率 ：单位时间内流过泵的液体从泵那里得到的能量



由于泵内的摩擦，水的紊流等，水泵不可能将原动机的功率全部传给液体

在泵内有损失，这个损失要用效率来衡量。有了效率，则泵轴功率：



5．转速：泵叶轮的转动速度

单位：；往复泵：

6.允许吸上真空高度（）及气蚀余量（）：

（1）—水泵在标准状态下（水温，水表面为一个标准大气压）运转时，水泵所允许的最大吸上真空高度（）。它反映了离心泵水泵的吸水性能

（2）—指水泵吸口处，单位重量液体所具有的超过饱和蒸汽压力的富裕能量。单位：，有时用来表示。它反映了轴流泵、锅炉给水泵的吸水性能

**离心泵铭牌意义：**P16

**基本方程式**

旋转着的叶轮是动坐标系，固定不动的泵壳或泵座是静坐标系

相对速度：水流在叶槽中以速度W沿叶片而流动，这是液体质点对动坐标系统的运动

牵连速度：水流随叶轮一起做旋转运动的一个圆周速度，可看做叶轮这个动坐标对泵壳这个静坐标系统的运动速度



入水角，出水角，由可分类叶片：后弯式，径向式，前弯式

势扬程，动扬程，动扬程在泵总扬程中占比越小，泵壳内部水力损失越小，泵的效率越高

，取故除以60

离心泵的理论扬程和液体密度无关。液体密度越大，泵消耗的功率越大

**基本方程式假设**

（1）液流是恒定流

（2）叶槽中有无限多叶片，即液流均匀一致，叶轮同半径处液流的同名速度相等

（3）液流为理想液体，即不显示粘滞性，不存在水头损失，而且密度不变

**基本方程式修正**

反旋现象：在叶槽中，水流具有某种程度的自由，当叶轮转动时，叶槽内水流的惯性，反抗水流本身被叶槽带着旋转，趋向于保持水流的原来位置

由于反旋现象，叶轮内迎水面压力高于背水面压力

**离心泵总扬程**



对于消防喷嘴射流，

（1）—真空表读数，—压力表读数，与输送的液体密度成正比

（2）—静扬程（）。即泵吸水井的设计水面与水塔（或密闭水箱测压管）最高水位之间的高差。

（3）—泵吸水地形高度（）。即自泵吸水井水面的测压管水面至泵轴之间的垂直距离

（4）—泵压水地形高度（）。即从泵轴至水塔的最高水位或密闭水箱液面的测压管水面之间的垂直距离

**特性曲线**

特性曲线：在离心泵的6个基本性能参数中，把转速（）选定为常量，将扬程（）、轴功率（）、效率（）、以及允许吸上真空高度（）等随流量（）而变化的函数关系用曲线的方式来表示，就称这些曲线为离心泵的特性曲线。

高效段：在最高效率点两侧效率下降10%左右的区段，即在水泵样本中，用两条波形线“ ︴”标出称为泵的高效段

设计工况：设计离心泵时，根据给定的一组参数，按随礼效率最高的要求来进行计算，这组数据称为泵的设计工况



特性曲线修正：

水头损失：摩阻损失，冲击损失；水力效率

容积损失：容积效率，，

摩擦损失：机械效率，

水功率：叶轮传给水的全部功率，即泵轴上输出的功率只有在克服了机械摩阻以后，才能把剩下的功率传给液体



后弯式为，这导致

（1）功率在大范围变化

（2）动扬程的增加无法被有效利用

（3）叶轮内流体的弯道损失加大

**启动方式**

离心泵闭闸启动（p32），轴流泵开闸启动（p92）

闭闸启动：泵启动前，压水管上闸阀是全闭的，待电动机运转正常后，压力表读数达到预定数值时，再逐步打开闸阀，使泵正常工作

开闸启动：在闸阀全开的情况下启动电动机

**定速运行**

瞬时工况点：在特性曲线具体位置的值

平衡工况点：将水输送至高度时，泵供给水的总比能与管道所要求的总比能相等的那个点

极限工况点：泵在平衡工况点工作时，闸阀是全开着的，此时拥有最大流量

管道系统特性曲线：该曲线上任意点的纵坐标表示泵输送流量为将水提升高度为时，管道中每单位重量液体需消耗的能量值

管道水头损失特性曲线：在泵装置管道系统中，当时，管道中水头损失与流量之间的关系曲线，是管道系统特性曲线的一个特例

图解法，折引法

**离心泵的工况点改变**

离心泵具有自我调节工况点的能力

调节：在泵站的运行管理中，人为地对泵装置的工况点进行必要的改变和控制

**数解法求工况点**

实际就是拿拟合特性曲线来联立管道系统特性曲线来求解

**叶轮相似定律**

调速运行：泵在可调速的电动机驱动下运行，通过改变转速来改变泵装置的工况点

工况相似泵：两台泵能满足几何相似和运动相似的条件

几何相似：两个叶轮主要过流部分一切相对应的尺寸成一定比例，所有对应角相等

运动相似：两叶轮对应点上水流的同名速度方向一致，大小互成比例

相似定律：



第一相似定律（容积效率） 第二相似定律（水力效率） 第三相似定律（机械效率）

如实际泵与模型泵尺寸相差不大，工况相似，可将上式去掉效率

**比例律**

比例律：把相似定律应用于不同转速运行的同一台叶片泵。



应用比利率的前提是工况相似

相似工况抛物线（等效率曲线）：凡是符合比例率关系的工况点，均分布在一条以坐标原点为顶点的二次抛物线上，此抛物线称为相似工况抛物线



实测的相似工况抛物线与理论，只在高效段才吻合

数解法



**相似准数—比转数**

比转数：反映叶片泵共性的综合性特征数，作为水泵规格化的基础，这个特征数就是现今通用的相似准数，称为叶片泵的比转数（又叫比速）

单位：，无意义的单位



模型泵：在最高效率下，有效功率，扬程，流量的泵

这时模型泵的转速，就叫做与它相似的实际泵的比转数

应用上式时应注意

（1）双吸式用，多级泵用，的单位为

（2）根据液体，即左右的清水得出

（3）是指泵最高效率的流量和扬程，即泵的设计工况点

不同比转速的泵的图像

低比转速，扬程高，流量小，效率曲线下降得缓和

高比转速，扬程低，流量大，效率曲线下降得急促

根据比转速的大小叶片泵可分为低比转速泵，高比转速泵，混流泵

翻画无特性曲线资料的泵



**水泵调速**

意义：水泵调速使泵适应所需工况，节约能源，且大大地扩展了水泵的有效工况范围。

临界转速：泵产生共振时的转速。

启停定数泵大调，利用调速泵细调

**换轮运行**

换轮运行：把泵的叶轮外径在车床上切削得小一些再安装好进行运转

目的：节能；解决水泵类型、规格的有限性与供水对象要求的多样性矛盾，扩大水泵的适应工况范围

****

最大切削量（切削限量）与泵的比转速有关（p57）

切削抛物线：凡是满足切削率的任何工况点，都分布在这条抛物线上



应用切削律时注意：

（1）低泵，平行切削；高泵，后盖板比前盖板切削得多；轴流泵只切削前盖板的外缘直径；没有导流器或减漏环，只切削叶片

（2）挫尖叶片上表面无意义；常挫尖叶片出水舌端下表面，可以使得最高效率点向流量增大方向侧移动，改善最高效率以及汽蚀性能

高效率方框图，性能曲线型谱图

**并联**

并联：多台泵联合运行，通过联络管共同向管网或高位水池输水的设置形式

特点：

（1）灵活性：可以加、减供水量，输水干管中的流量等于各台并联水泵出水之

总和，通过开停水泵的台数来调节泵站的流量和扬程

（2）可靠性：当并联工作的水泵中有损坏时或例行检修时，其水泵房仍可继供

水，提高了泵站运行的可靠性

（3）安全节能：选择开泵数量，适应各种不同时段管网中所需水量、水压变化

求法：

（1）同型号，同水位

（2）不同型号，同水位

（3）同型号，调速泵，定数泵

（4）一泵通两地

横加法：等扬程下流量叠加

并联不能使得流量成倍增加（p63）

**串联**

串联：将第一台泵的压水管，作为第二台泵的吸水管，水由第一台泵压入第二台

泵，水以同一流量，依次流过各台泵

等流量下扬程叠加

特点：

（1）一台水泵的出口接入另一台水泵的入口，（多级泵就是多台泵串联）

（2）各台水泵的流量相同

（3）水流所获得的能量是各泵所供能量之和

注意：

（1）泵高效流量范围要接近。否则，就不能保证在高效范围内运行。严重时，可能不如大泵单独运行

（2）两泵串联要考虑第二台泵的泵壳强度问题

**气穴和气蚀**

前提：泵中最低压力降低到被抽液体工作温度下的饱和蒸汽压力（汽化压力）时，

泵壳即发生气穴和汽蚀现象，即水泵吸水口压力过低，吸水口进气

水的饱和蒸汽压：一定水温下，防止水汽化的最小压力，其值与温度有关

气穴：液体因汽化和冷沸产生气泡，气泡进入高压区后，迅即破裂，水流因惯性

冲向气泡中心，在气泡闭合区产生强烈的局部水锤现象，同时还可以听到气泡冲

破时炸裂的噪音的现象。

气蚀：气泡进入高压区后，气泡迅即破裂，冲向气泡中心的油液相互冲撞，造成

局部高温高压，引起躁动和噪声，并使附近的金属表面出现麻坑，气穴引起的水

锤导致金属疲劳，同时又由于电化腐蚀，最终使得金属完蚀坏的效应

危害：

（1）产生振动和噪声

（2）降低泵的性能

（3）破坏过流部件，缩短机组寿命

**最大安装高度**

当地大气压越大，越小；水温越高，越小

最大安装高度：



**离心泵开停泵**

开泵程序：关闭所有闸阀→开泵→开压力表；真空阀→开吸水管阀→开压水管阀。

目的：防止电机烧毁

停泵程序：关出水闸→停泵（实行闭闸停车）→关真空表、压力表阀→擦拭泵和电机

目的：防止发生水锤

**轴流泵**

开阀启动

不采取闸阀调节，采用变角调节

变角调节：通过改变叶片装置角的方法改变特性曲线

**铭牌**

铭牌意义

IS，单级单吸，

Sh(SA)，单级双吸，

D(DA)，分段多级，

**第四章**

**取水泵站**

取水泵站称为一级泵站

贵在平面：为了适应水位变化，泵站高度很大，常采用矩形结构（）或椭圆、菱形结构（）。这类泵房的平面面积大小，对工程造价影响很大

**送水泵站**

送水泵站称为二级泵站，因抽送的是清水又称为清水泵站

吸水井分为分离式吸水井和池内式吸水井，图，基本原理

吸水井和送水泵房一般为长方形，送水泵站埋深浅，水位变化小，运行管理复杂，常建成地下式或半地下式

**加压泵站**

分类：

（1）输水管线上直接串连加压

（2）采用清水池及泵站加压供水方式。

**循环泵站**

工艺特点：

（1）要求水量、水压一般比较稳定。

（2）要求供水可靠性高，备用泵多，泵台数多。

（3）需水量随季节变化的，应在选泵时考虑到峰、谷用水量。

（4）开停水泵频繁时，多用自灌式。

自灌式：泵顶的标高低于吸水井的最低水位

**选泵的原则和要点(课设)**

原则：满足最大排水量。投资少，节能，运行安全可靠，维修管理方便。

选泵要点：

（1）大小兼顾，调配灵活。

（2）型号整齐，互为备用。

（3）合理地用尽各水泵的高效段。

（4）近远期相结合，考虑远期发展。

（5）大中型泵站要作选泵的技术经济比较。

选泵的依据：流量、扬程及变化规律

其它因素：

（1）水泵的构造形式对泵房布置及泵房形状尺寸的影响。如立式泵：节省电机位置。单吸泵、双吸泵，平面布置不同（吸、压管方向不同）

（2）保证水泵正常吸水条件：泵房尽量高，充分利用水泵的吸水性能。

（3）尽量选用高效泵：一般大泵效率比小泵高

（4）备用泵数的确定：根据供水对象对停水危害的分析所确定的规范限定条件

（5）选择性能好，厂家信誉好成系列定型泵。注意：生产厂及用泵地点的泵运输情况

校核内容：

泵站的流量和扬程是否满足消防时的要求。

**常见的布置形式**

纵向排列、横向排列、横向双行排列

**吸水管路**

要求：不漏气、不积气、不吸气

原因：避免上述情况降低吸水性能

吸水管进口在最低水位下的掩埋深度不应小于

若掩埋深度不满足要求，应在管末端设立水平隔板

P179 图4-23

**压水管路**

要求：坚固而不漏水

方法：设置管道伸缩节和可挠曲的橡胶接头；在不允许水倒流的给水系统，应设置止回阀

止回阀常装泵与压水闸阀之间

旋启式止回阀的最大缺点是在关闭时产生关阀水锤

**管路布设**

公共吸水管路：适用于吸水管路很长而又不能设吸水井的情况

供水要求高的泵站，应满足：

（1）能使任何一台泵与闸阀停用检修而不影响其他泵的工作

（2）每台泵能输水至任何一条输水管

**停泵水锤**

水锤：在压力管道中，由于流速的剧烈变化而引起一系列急剧的压力交替升降的水力冲击现象

停泵水锤：泵机组因突然失电或其他原因，造成开阀停车时，在泵及管路中水流速度发生递变而引起的压力递变现象

特点：突然停电（泵）后，泵工作特性开始进入水力暂态过程，其第一阶段为泵工况阶段

与关阀水锤的区别：产生水锤的技术（边界）条件不同

危害：爆管、跑水、停水、淹泵房、损坏设备等

防止措施：

（1）设水锤消除器

（2）设空气缸

（3）采用缓闭止回阀

（4）取消止回阀

**噪音的危害**

（1）造成职业性听力损失

（2）引起多种疾病

（3）影响正常生活

（4）降低劳动生产率