



管网优化设计快速入门

第四课-水泵优化调度

主讲人：小木

东华大学



课程大纲

- 1.水量预测
- 2.管网建模
- 3.监测点布置
- **4.水泵优化调度**
- 5.爆管分析
- 6.管网水质
- 7.管网分区
- 8.模型校核



水泵优化调度

- 1.什么是水泵
- 2.水泵特性曲线
- 3.如何在管网中进行调度
- 4.实例分析



水泵优化调度

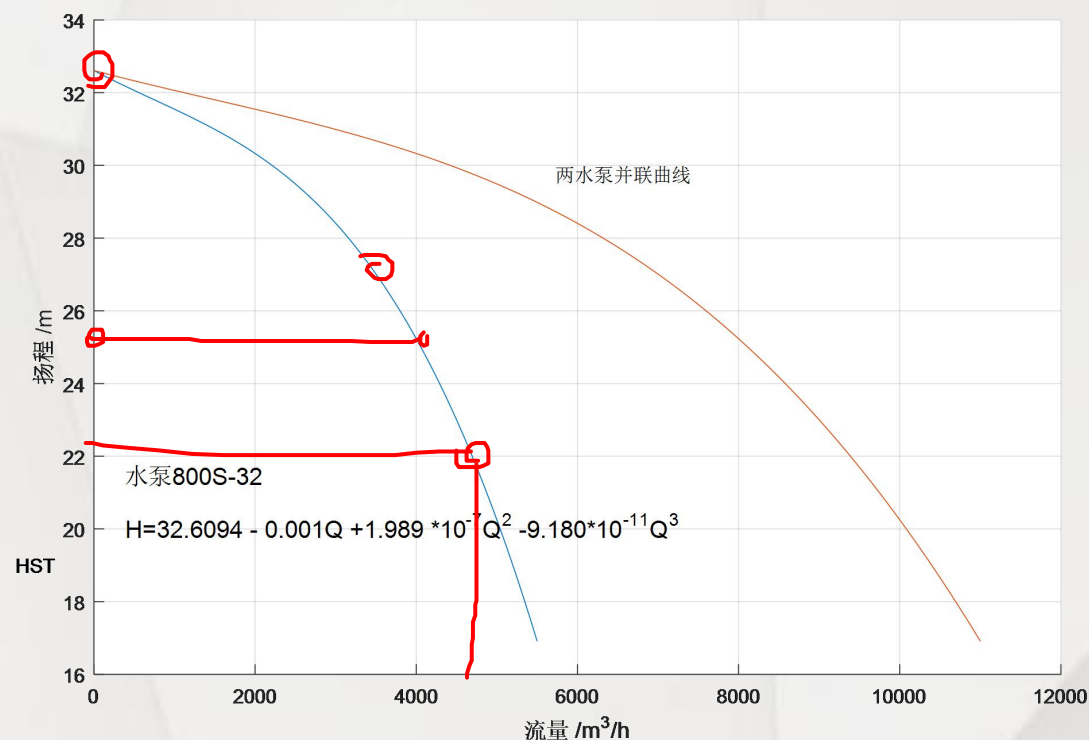
- 1.什么是水泵
- (1) 如图所示，水泵就是能够提高水的压力使得水流动的一个设备。
- 内部原理我们不必了解，就知道它能把水的压力提高就行了。
- (2) 那么现在我们想让管子的流量是 Q ，这个水泵能把压力提高到多少呢？
- 这时候我们需要水泵特性曲线这个概念了





水泵优化调度

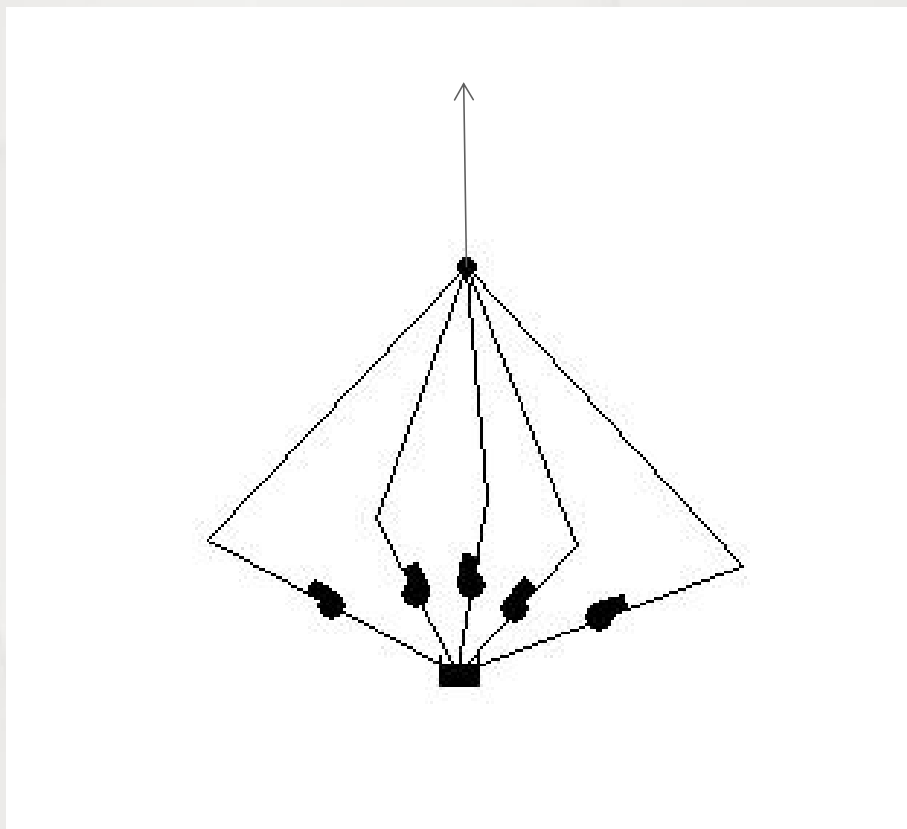
- 2.水泵特性曲线
- 能够表示水泵的出水流量和出水压力之间关系的曲线，叫做**水泵特性曲线**。
- 曲线是怎么来的呢，看说明书，我们能够知道它的开泵压力、额定流量压力、最大流量及压力，根据这三个点，我们带入一个公式 $H=k_1Q^2+k_2Q+b$ ，中，三个未知数，三个方程，就可以解出 k_1, k_2, b ，然后我们下次进入水泵多少流量，我们带入公式就可以求出它所提高到的压力值了





水泵优化调度

- 3.如何在管网中进行调度
- (1) 水泵的并联
- 在给水管网中，不仅仅是只有一个水泵在供水，其实是多个水泵一起在使劲，如右图，有5个水泵一起在使劲供水。
- 初中物理学过，并联电路电压相等，那么5个并联的水泵水压相同。并联电路电流等于各个支线电流之和，那么并联的水流量等于各个支流的流量之和





水泵优化调度

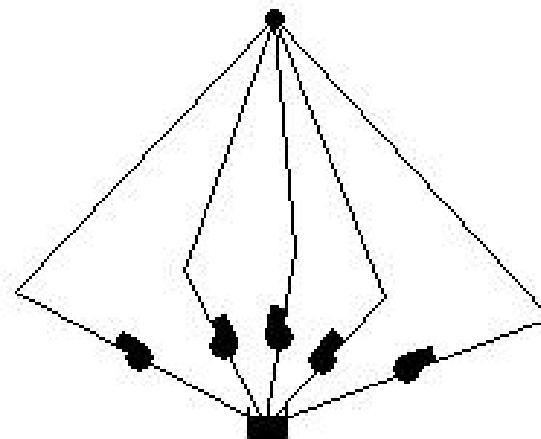
- 3.如何在管网中进行调度
- (2) 转速
 - 水泵中有一个螺旋桨，一般我们买的养鱼的泵螺旋桨转的速度是不能调节的，但是在21世纪，出现了一种水泵，叫做变速泵，这种水泵可以调整螺旋桨的速度，我们叫做**变速泵**。
 - 水泵中螺旋桨旋转的速度，我们叫做**转速**，使用每分钟旋转的圈数作为单位：转每分（r/min）
 - 每个水泵最小的转速是0，并且有一个最大的转速限制，为了更方便的标示，我们用当前转速除以最大转速，得出一个**转速比**的概念，这个值在0和N之间，有了这个概念，我们可以更直观地看出水泵运行的状态。





水泵优化调度

- 3.如何在管网中进行调度
- (3) 水泵优化调度
- 水泵优化调度就是指，我怎么运行水泵，能够使得供水供得好，既正好满足用户的需要，又没有多余的水浪费。
- 我们进一步的想，满足需要，没有浪费，说白了就是钱，怎么省钱？
- 那么我们要进行调度的目标就是花费最少啦。





水泵优化调度

- 3.如何在管网中进行调度
- （3）水泵优化调度
- 所以我们定义钱最少为目标，建立目标函数

$$\min W_t = w_t \sum_{j=1}^{N_p} E_{jt} X_{jt} \quad E_{jt} = \frac{K Q_{jt} h_{jt}}{\eta_{jt}};$$

式中， W_t 为时刻 t 各水泵的电费之和； w_t 为时刻 t 的单位电度电费； N_p 为水泵的总数；

E_{jt} 为时刻 t 的水泵 j 能耗率，计算公式为： $E_{jt} = \frac{K Q_{jt} h_{jt}}{\eta_{jt}}$ ； Q_{jt} 、 h_{jt} 分别为时刻 t 的水泵 j 的

出流量、出水压力； K 为常数，取 0.01019； η_{jt} 为水泵 j 的效率； X_{jt} 为水泵 j 的转速比，水泵关闭为 0，全负荷运行行为 1。



水泵优化调度

- 3.如何在管网中进行调度
- (3) 水泵优化调度
- 对于这个目标，我们还需要添加一些限制，比如转速比X范围是0~1，出水压力、流量、检测点的压力等等，应该有一个范围。
- 限制应该根据实际情况而定，每个管网的限制不同。

$$\min W_t = w_t \sum_{j=1}^{N_p} E_{jt} X_{jt}$$



水泵优化调度

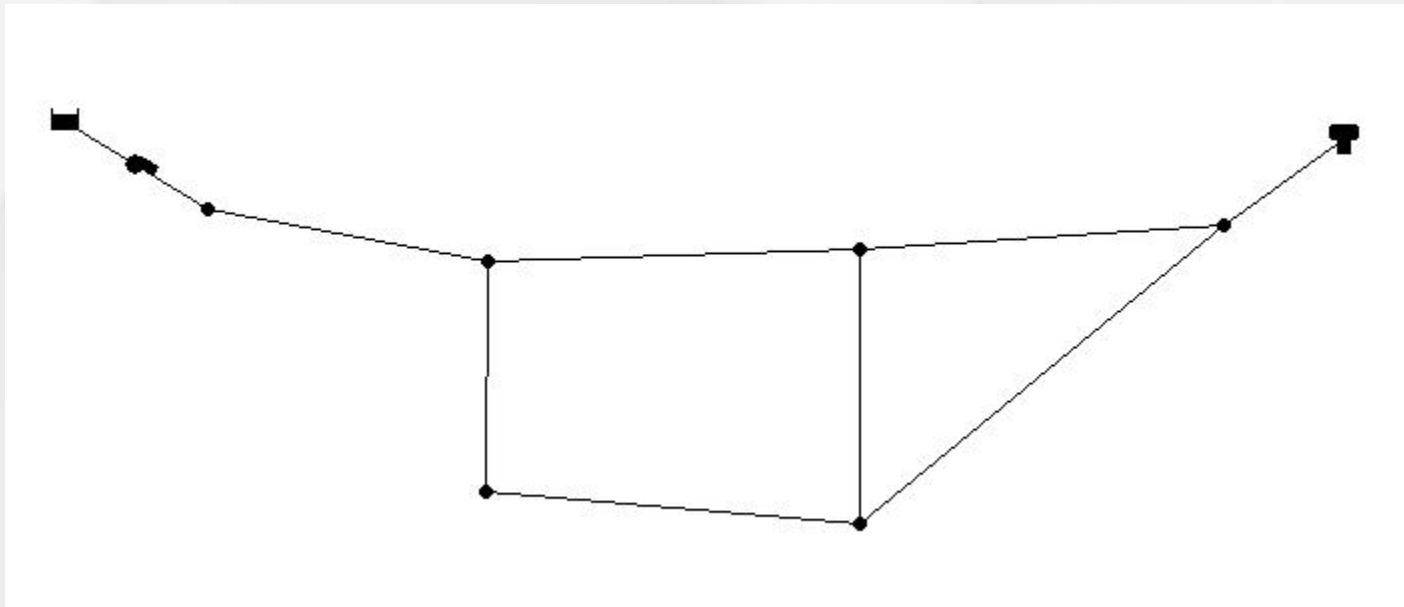
- 3.如何在管网中进行调度
- (3) 水泵优化调度
- 优化调度需要用到EPANET软件，并且需要应用优化算法对最小值进行求解（一般使用布谷鸟算法）
- 步骤如下：
- 首先，随机生成几个水泵的转速比，然后带入到已经建立好的EPANET模型水泵中
- 第二步，水力计算一下，然后把计算的结果与限定条件比较一下，看看符合不符合，不符合就把这个解变成无穷大。
- 第三步，运用最优化算法更新水泵的转速比
- 第四步，继续求解，直到费用接近最小值为止

$$\min W_t = w_t \sum_{j=1}^{N_p} E_{jt} X_{jt}$$



水泵优化调度

- 4.实例分析





结语

- 泵组优化调度就这么多，没啥可讲的了，对于模型更深入的研究，那就是研究生的课题了，希望看我视频的学弟学妹们能有所成就！
- 参考文献：
 - [1]蒋白懿,郑继鹏,牟天蔚,赵洪宾,杨辉,唐诗.供水管网水泵及节流阀一体化调度[J].给水排水,2018,54(11):103-107.DOI:10.13789/j.cnki.wwe1964.2018.0456.



THANK

小木

<http://blog.csdn.net/u013631121>