

小型水利工程手册

抽水机站

上册

陕西省水利学校 编



农业出版社

小型水利工程手册

抽水机站(上册)

陕西省水利学校编

农业出版社

内 容 提 要

《小型水利工程手册》共有五个分册：

1. 简易工程测量；
2. 常用建筑材料；
3. 渠道工程；
4. 蓄水池、水库；
5. 抽水机站。

它们的主要内容是介绍小型水利工程和平整土地的测量方法，小型水利工程中常用建筑材料的性质和应用，以及渠道、渠道建筑物、蓄水池、小型水库和小型抽水机站的简易勘测、规划、设计、施工及管理知识。供从事小型水利工程设计的同志参考。

《抽水机站》分册分上、下两册出版。本书为上册，主要介绍中小型抽水机站的规划、机组选择及计算、抽水站水工建筑物、机房型式及结构计算、压力管道及镇墩结构计算等内容，书中并附有一定数量的图表和说明。

目 录

第一章 抽水站基本知识	1
一、抽水工程与抽水站.....	1
二、抽水站的主要组成部分.....	1
(一) 水工建筑物.....	1
(二) 机械设备.....	1
(三) 电气设备.....	1
三、常用名词、术语概念.....	2
(一) 抽水机组.....	2
(二) 抽水扬程.....	2
(三) 抽水流量.....	4
(四) 配套动力.....	4
(五) 配套功率 N	4
(六) 轴功率 $N_{\text{轴}}$	4
(七) 有效功率 $N_{\text{效}}$	5
(八) 水泵效率 η	5
(九) 水泵配套管路及附件.....	5
(十) 装机容量.....	5
(十一) 抽水站技术经济指标.....	5
第二章 抽水机械	7
一、水泵的类型.....	7
(一) 水泵的分类.....	7
(二) 水泵的型号及意义.....	11

(三) 水泵的应用范围	13
二、水泵的构造	13
(一) 离心泵的构造	13
(二) 轴流泵的构造	20
(三) 混流泵的构造	22
(四) 深井泵的构造	24
三、水泵的工作原理	31
(一) 离心泵的工作原理	31
(二) 轴流泵的工作原理	31
(三) 混流泵的工作原理	32
四、水泵的性能	32
(一) 水泵性能的基本概念	32
(二) 水泵的性能曲线	33
(三) 水泵性能曲线的用途	36
五、水泵管路附件	36
(一) 底阀和喇叭口	36
(二) 闸阀	36
(三) 逆止阀和拍门	39
(四) 异径管	39
(五) 伸缩接头	40
(六) 真空表和压力表	44
六、充水排气设备	44
(一) 手压机	44
(二) 真空泵	44
七、水锤消除设备	48
第三章 抽水灌区及抽水站规划	50
一、规划原则	50
二、水源规划	50

三、自流灌溉与抽水灌溉的结合	50
四、灌区划分	51
五、抽水扬程和站的分级	51
六、建站方案、站址选择与渠系布置	60
(一) 建站方案	60
(二) 站址选择	63
(三) 渠系布置	64
七、动力规划	66
八、抽水站总体布置	66
(一) 从天然河道中取水的抽水站	66
(二) 从自流灌溉渠道上取水的抽水站	68
(三) 从水库中取水的抽水站	68
(四) 从井内取水的抽水站	72
九、抽水灌区及抽水站规划的方法步骤	75
第四章 机组选择及计算	80
一、水泵设计流量 Q 的确定	80
(一) 影响设计流量的因素	80
(二) 设计流量 Q 的确定	81
二、水泵设计扬程 H 的确定	82
三、水泵型号和台数选择	84
(一) 利用水泵综合性能图选择	84
(二) 利用水泵性能表选择	84
四、水泵配套动力机选择	93
(一) 配套动力机功率 N 计算	93
(二) 动力机选型配套	94
五、深井泵选择	94
(一) 收集有关资料	94
(二) 选择水泵及井管	96

六、损失扬程 ΔH 计算	97
(一) 进水池拦污栅水头损失 $h_{\text{拦}}$ 计算	97
(二) 过闸水头损失 $h_{\text{闸}}$ 计算	98
(三) 水泵管路系统水头损失 $h_{\text{管}}$ 计算	100
七、水泵安装高程 $\nabla_{\text{安}}$ 的确定	108
(一) 卧式离心泵和混流泵的安装高程确定	108
(二) 轴流泵的安装高程确定	120
八、水泵工作点(A)校核	123
(一) 管路性能曲线绘制	124
(二) 水泵工作点(A)图解计算	124
九、离心泵串联时工作点(A)的确定	127
十、离心泵并联时工作点(A)的确定	128
十一、一台水泵同时向两个不同高程的出水池供水 时工作点(A)的确定	129
十二、抽取井水水泵工作点(A)的确定	130
十三、水泵调节	131
(一) 水泵的变速调节	131
(二) 水泵的变径调节	134
(三) 轴流泵变角调节	138
第五章 机组配套设备	141
一、传动设备选择	141
(一) 传动方式及适用条件	141
(二) 皮带传动计算	142
(三) 皮带传动计算方法步骤	150
二、水泵充水排气设备选择	160
(一) 人工充水排气	160
(二) 手压泵充水排气	160
(三) 真空水箱充水排气	161

(四) 真空泵抽气	162
三、机房内起吊设备选择	163
(一) 手拉葫芦(导链)	164
(二) 手动单轨小车	164
(三) 手动单梁桥式吊车或电动单梁吊车	166
四、泵站技术供水	167
(一) 清水供水水源方案	169
(二) 供水管路布置	169
第六章 抽水站水工建筑物	170
一、引水枢纽	170
(一) 引水口位置选择	170
(二) 引水口型式确定	171
二、引水渠道	171
三、进水池	176
(一) 进水池作用	176
(二) 进水池布置形式及适用条件	178
(三) 进水池尺寸	180
(四) 进水池构造	182
(五) 引水槽	182
四、出水池	182
(一) 布置形式及适用条件	192
(二) 各部尺寸确定	192
五、冲排砂沉砂建筑物	201
(一) 沉砂渠	201
(二) 沉砂池	201
(三) 冲排砂建筑物	206
六、管道	207
(一) 水泵配套管路及阀件	207

(二) 压力管道布设	212
七、管道镇墩	218
(一) 镇墩的作用及布置	218
(二) 镇墩的构造	219
第七章 抽水电站机房	222
一、机房型式	222
(一) 分基型机房	222
(二) 干室型机房	224
(三) 湿室型机房	226
(四) 块基型机房	232
二、机房地基基础的处理与抗震	235
(一) 地基基础处理	235
(二) 机房结构构造	235
三、机房内机电设备的布置	236
(一) 主机组布置形式	236
(二) 辅助设备布置	237
(三) 机组在机房地坪内的布置方式	241
四、机房尺寸的确定	243
(一) 机房跨度 l	244
(二) 机房长度 B	244
(三) 机房高度 H	247
(四) 机房其他建筑设备构造尺寸	248
五、轴流泵机房尺寸的确定	262
(一) 进水室宽度 B 的确定	262
(二) 进水室长度 l 的确定	263
(三) 进水室深(高)度 H 的确定	263
六、机房通风降温措施	265
(一) 自然通风降温	265

(二) 机械通风降温	266
七、机组基础(基墩)	266
(一) 设计基础要求	266
(二) 基础尺寸确定	267
(三) 基础构造	269
(四) 基础重量和混凝土体积	269
第八章 压力管道及镇墩结构计算	271
一、压力管道水锤	271
(一) 水锤产生的原因及性质	271
(二) 打泵水锤计算	271
二、水锤消除设备选择	284
(一) 消除器直径 d 选择	284
(二) 消除器型号、台数选择	286
(三) 消除器开启压力 $P_{\text{开}}$ 计算	286
(四) 消除器重锤重量计算	287
(五) 管路剩余水锤压力计算	287
(六) 消除器排水量(Q_s)计算	288
(七) 消除器使用注意事项	288
三、压力管道结构计算	288
(一) 钢管	288
(二) 钢筋混凝土管	290
(三) 钢丝网水泥管	292
四、镇墩计算	295
(一) 作用在镇墩上的力	295
(二) 作用在镇墩上的力的组合	310
(三) 镇墩稳定计算及尺寸决定	314
(四) 镇墩配筋计算	317
第九章 移动式抽水站	319

一、移动式抽水站的形式、特点	319
(一) 移动式抽水站的适用条件	319
(二) 移动式抽水站站址选择	319
(三) 站的总体布置	320
(四) 移动式抽水站扬程的拟定及水泵选型要求	320
二、缆车移动式抽水站	321
(一) 站的组成、特点及设计要求	321
(二) 站的坡道	322
(三) 泵车设计	326
(四) 管路布置	330
(五) 泵车牵引和保险设备装置	336
(六) 泵车至岸顶平台的升移措施	340
三、浮船抽水站	342
(一) 机电设备布置	342
(二) 水泵管与岸上固定输水管的连接	344
(三) 浮船平衡稳定计算	346
(四) 附属设备选择布置	359
第十章 排灌站规划设计	360
一、排灌站的特点及规划任务	360
二、排水与灌溉相结合的站的规划原则	363
三、排灌站总体布置	363
(一) 内外引排灌站	363
(二) 低排高灌站	364
(三) 自流排灌与提水排灌结合站	364
(四) 高低涵自流排灌和提水排灌结合站	365
(五) 二洞合一排灌站	367
四、设计流量和设计扬程的确定	367
(一) 设计流量的确定	368

(二) 设计扬程的确定	369
五、压力水箱	370
(一) 压力水箱的布置	370
(二) 压力水箱断面形状尺寸	370
(三) 水箱结构特点	370

附表

附表1. B型离心泵规格性能表	374
附表2. Sh型离心泵规格性能表	377
附表3. SA型离心泵规格性能表	390
附表4. S型离心泵规格性能表	395
附表5. D型离心泵规格性能表	398
附表6. 轴流泵规格性能表	413
附表7. HB型混流泵规格性能表	420
附表8. “丰产”型混流泵规格性能表	422
附表9. LN、HL型混流泵规格性能表	425
附表10. JD型深井泵规格性能表	426
附表11. SD型深井泵规格性能表	429
附表12. NJ型农井泵规格性能表	431
附表13. 底阀规格表	432
附表14. 闸阀规格表 (插页 1 — 2)	
附表15. 止回阀规格表 (插页 3)	
附表16. 拍门规格表 (插页 3)	

第一章 抽水站基本知识

一、抽水工程与抽水站

抽水工程包括抽水站、取水枢纽、输水工程和电气工程等。抽水站是抽水工程的主要工程。

目前农用抽水站有灌溉抽水站、排水抽水站和灌排站三种类型。灌溉抽水站的作用是提水灌溉；排水抽水站的作用是排除农田多余积水；灌排站的作用是遇旱能灌，遇涝能排。我国北方和西北地区多建灌溉站，而南方多建排水站和灌溉站。

二、抽水站的主要组成部分

抽水站一般由水工建筑物、机械设备和电气设备三部分组成。

（一）水工建筑物

水工建筑物通常包括引水枢纽（引水坝、闸等）、引水渠道、进水池、机房、管道、出水池（有的排灌站还包括压力水箱）、输水涵闸和输水渠等。

（二）机械设备

机械设备包括水泵、各种阀件和管件、真空泵、真空表、压力表、供水和排水设备、起吊检修设备、水锤消除设备、拍门、传动设备和柴油机等。

（三）电气设备

电气设备包括电动机、配电柜（盘）、各种仪表、起动设备、电缆、变电设备（如变压器、避雷器、油开关等）、线路及塔杆等。

此外，还有抽水站管理间和附属设备等。

三、常用名词、术语概念

（一）抽水机组

由水泵和动力机（如电动机或柴油机等）组成的提水主要设备叫抽水机组（或称机组）。

（二）抽水扬程

抽水站扬水的总高度叫抽水扬程。一般所谓扬程，根据情况不同，有下列几种：

（1）地形扬程 系指出水池设计水面高程和抽水站水源水面高程的差值。对一级抽水站而言，系指抽水站进、出水池水面的垂直高差；对多机抽水站而言，系指各级站地形扬程的总和。地形扬程又叫净扬程或实际扬程。

（2）损失扬程 系指水流经过水泵吸水管口、弯头、渐变段、各种阀件、管段以及出水管口时由于接触所产生的局部和沿程能量损失，即水头损失。

（3）水泵扬程 水泵扬水的高度叫水泵扬程。对一级泵站而言，就是该泵扬水的高度；对多级站而言，系指各级泵扬水高度之总和，又叫累计扬程。

以上三种扬程如图 1—1 所示。假定地形扬程为 $H_{\text{地}}$ 、损失扬程为 ΔH 、水泵扬程为 H ，则其关系为：

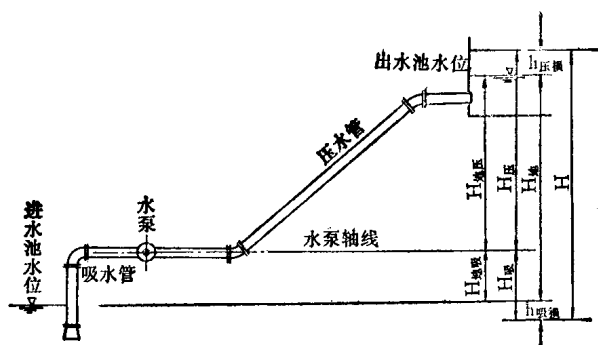


图 1—1 扬程关系示意图

$$H = H_{\text{地}} + \Delta H \quad (\text{米}) \quad (1-1)$$

在实际工程中，水泵扬程 H 以泵轴线或叶轮中心线为界，又有吸水扬程和压水扬程之分。吸水扬程指泵轴线(或叶轮中心线)至进水池水面间的垂直高度；压水扬程指泵轴线(或叶轮中心线)至出水池水面间的垂直高度（二者均包括损失扬程）。

必须指出，由于各种水泵安装高程不同，有的安于进水池水面上，有的安于进水池水面下，因此，吸、压扬程($H_{\text{吸}}$ 、 $H_{\text{压}}$)将随之变化。这点将在以后说明。

显然，吸水扬程 $H_{\text{吸}}$ 和压水扬程 $H_{\text{压}}$ 中，既包括吸、压地形扬程，又包括吸、压水管损失扬程，即

$$H_{\text{吸}} = H_{\text{地吸}} + h_{\text{吸损}} \quad (1-2)$$

$$H_{\text{压}} = H_{\text{地压}} + h_{\text{压损}} \quad (1-3)$$

式中： $H_{\text{地吸}}$ ——水泵吸水地形扬程；

$H_{\text{地压}}$ ——水泵压水地形扬程；

$h_{\text{吸损}}$ ——水泵吸水管路水头损失；

$h_{\text{压损}}$ ——水泵压水管路水头损失。

比较(1—1)、(1—2)和(1—3)式可得：

$$H = H_{\text{吸}} + H_{\text{压}} = H_{\text{地吸}} + H_{\text{地压}} + h_{\text{吸损}} + h_{\text{压损}} \quad (1-4)$$

式中： $H_{\text{地吸}} + H_{\text{地压}} = H_{\text{地}}$ ；

$$h_{\text{吸损}} + h_{\text{压损}} = \Delta H。$$

由此可见，水泵扬程 H 大小，主要取决于地形扬程 $H_{\text{地}}$ 和损失扬程 ΔH 的大小。损失扬程 ΔH 随管路的布置和长短而变。

(三) 抽水流量

抽水流量对一台水泵而言，是指水泵在单位时间内（如一秒钟或一小时）抽出水量的体积。单位为升/秒或立方米/秒、吨/时或立方米/时。对一座抽水站而言，是指泵站所有水泵出水量之和，单位同上。

抽水流量大小，是衡量一个座水站规模大小的主要指标之一。

流量单位换算如下：

1 升清水重 = 1 公斤；

1 立方米清水重 = 1000 公斤 = 1 吨；

1 升/秒 = 3.6 立方米/时；

1 立方米/时 = $\frac{1}{3.6}$ 升/秒。

抽取浑水的泵站计算流量时，应扣除实测的含沙量体积（或重量）定其体积（或水重），并以实际的单位水重（容重）计算轴功率。

(四) 配套动力

水泵提水所配用的电动机或柴油机等动力叫配套动力。一般配套动力较水泵实际需要动力略大，以克服传动中的动力损失。

(五) 配套功率 N

配套功率，为水泵在单位时间内（如 1 秒钟内）所配用的动力机的马力数或千瓦数。

(六) 轴功率 $N_{\text{轴}}$

轴功率，是指水泵在一定的流量和扬程下，动力机传给水泵

轴上的功率，又叫水泵的输入功率。

为克服能量损耗，配套功率应比轴功率为大。

(七) 有效功率 $N_{\text{效}}$

有效功率，是指水泵将一定体积的水量提至某一高度时所获得的净功率。

(八) 水泵效率 η

水泵效率，是表示轴功率的有效利用率的一个值，是标志水泵性能好坏的一项技术经济指标值。一般用有效功率与轴功率的百分比表示。即

$$\eta = \frac{N_{\text{效}}}{N_{\text{轴}}} \times 100\% \quad (1-5)$$

由于动力机将功率传给水泵轴时有传动能量损耗，因而 η 总是一个小于 1 的数。

上面所说三种功率 N 、 $N_{\text{轴}}$ 、 $N_{\text{效}}$ 均称水泵的功率。显然：

$$N > N_{\text{轴}} > N_{\text{效}}$$

(九) 水泵配套管路及附件

配套管路，是指根据水泵口径为水泵所配用的吸、压水管系统；附件是指在管路上所装设的底阀、喇叭口、弯头、渐变管、闸阀、逆止阀和拍门等。

另外，较大泵站还配有真空泵，排水管路系统和排水水泵；高扬程泵站还设有水锤消除设备等。

(十) 装机容量

抽水站上所有水泵配用动力机（电动机或柴油机）容量的总和叫装机容量。装机容量是衡量一个站规模大小的技术指标之一，单位是马力或千瓦。

(十一) 抽水站技术经济指标

抽水站技术经济指标，一般包括抽水站的扬程、流量、装机容量、年利用小时数、工程投资、排灌面积、单位面积工程投资、