

煤矿干部技术知识丛书

矿山机械

(修订本)

梁兴义 韩晓奇 编

煤炭工业出版社

TD4
21
3

煤矿干部技术知识丛书

矿 山 机 械

(修订本)

梁兴义 韩晓奇 编

煤炭工业出版社

出版说明

为了更好地满足煤矿新、老管理干部全面掌握煤矿生产技术知识的需要，出版了这套《煤矿干部技术知识丛书》，共分7册：煤矿地质、矿图、开采方法、井巷掘进、矿井通风与安全技术、普通电工与矿山电工、矿山机械，内容力求通俗易懂，联系实际，适合具有高小以上文化水平、有一定煤矿生产实际经验的干部自学之用。

《矿山机械》这一分册重点介绍了煤矿井下采煤、掘进和综合机械化采煤设备的结构原理和使用维护；还较详细地介绍了煤矿排水、通风、空压、提升设备和井上下运输机械的基本工作原理、结构特点和使用维护等。

修 订 说 明

本书初版以来的近10年间，我国煤矿机械化水平有了较大的提高，特别是在采掘机械化方面更为明显。为了充分体现这方面的进步，在这次修订工作中，对采煤工作面机械一章做了重新编写，用目前现场使用最普遍的采煤机、液压支架和工作面输送机代替了原版中已经陈旧的内容。掘进工作面机械一章也增加了一些新内容，有的则按改型设计做了较大修改。对通风、排水、压气、提升设备和运输机械各章也根据这几年的变化做了部分修改。另外，这次修订已将原版中的计量单位改用中华人民共和国法定计量单位。

本书一、二、三、四章由韩晓奇讲师编写；五、六、七章由梁兴义高级讲师编写；崔明思高级讲师对一、二、三、四章进行了审阅。由于我们水平所限，书中的缺点和错误在所难免，热情欢迎读者给以批评指正。

编 者

1988年6月

目 录

第一章 矿井排水设备	1
第一节 概 述	1
第二节 离心式水泵的性能与工况	8
第三节 离心式水泵的主要零部件	29
第四节 矿用离心式水泵	34
第五节 离心式水泵的轴向推力及其平衡方法	48
第六节 离心式水泵的联合运转和性能估算	52
第七节 离心式水泵的经济运行	57
第八节 离心式水泵的运转和维护	60
第二章 矿井通风设备	66
第一节 概 述	66
第二节 通风机的工作原理、性能及工况	72
第三节 矿井通风机	85
第四节 矿井通风机的布置及反风设备	104
第五节 矿井通风机的经济运行	108
第六节 矿井通风机的运转和维护	110
第三章 矿井空压设备	115
第一节 概 述	115
第二节 活塞式空压机的结构	124
第三节 L型活塞式空压机的主要部件	134
第四节 L型活塞式空压机的附属装置	147
第五节 活塞式空压机排气量的调节	158
第六节 活塞式空压机的运转与维护	168
第四章 矿井提升设备	172
第一节 概 述	172
第二节 提升容器	178

第三节	提升钢丝绳	187
第四节	KJ型矿井提升机	197
第五节	XKT型矿井提升机	215
第六节	JK型矿井提升机	250
第七节	多绳摩擦式矿井提升机	251
第八节	矿井提升设备的检查、试验与调整	264
第五章	采煤工作面机械	273
第一节	概 述	273
第二节	DY-150(100)型采煤机	275
第三节	双滚筒采煤机	317
第四节	MBJ型拖钩式刨煤机	372
第五节	可弯曲刮板输送机	380
第六节	液压支架	418
第七节	乳化液泵站	469
第六章	掘进工作面机械	481
第一节	凿岩机	481
第二节	掘进凿岩台车	503
第三节	装载机	509
第四节	ELMA型半煤岩巷掘进机	536
第七章	运输机械	544
第一节	胶带输送机	544
第二节	JW2100/100型无极绳绞车	569
第三节	电机车与矿用车辆	583

第一章 矿井排水设备

第一节 概 述

一、矿井排水设备的作用

在煤矿地下开采的过程中，由于地层中含水的涌出，雨雪和江河水的渗透，水砂充填和水力采煤矿井的井下供水，将要有大量的水昼夜不停地汇集于井下。如果不能及时地将这些积水排送到井上，井下的安全生产就得不到保障。矿井排水设备的任务就是把所有流于井下巷道中的矿水排送到地表。

根据统计，每开采 1 t 煤要排出 2~7 t 矿水，有时甚至要排出 30~40 t 矿水。矿井排水设备不仅要排除各时期涌入矿井的矿水，而且在遭到突然涌水的袭击并有可能淹没矿井的情况下，还要抢险排水。排水设备始终伴随着矿井的建设和生产而工作，直到矿井寿命截止时才完成它的使命。因此，排水设备是煤矿建设和生产中不可缺少的，它对保证矿井正常生产起着非常重要的作用。

二、涌水量及矿水性质

1. 涌水量

涌入矿井的水量可用绝对涌水量和相对涌水量表征。

(1) 绝对涌水量。单位时间内涌入矿井的水的体积量，称为绝对涌水量，以“ q ”表示，通常以“米³/时”度量。

(2) 相对涌水量。为了比较各矿涌水量的大小，常用同时期内相对于单位煤炭产量的涌水量作为比较的参数，称为含水系数，以“ k_s ”表示，可表达为

$$k_s = \frac{24q}{T} \quad (\text{m}^3/\text{t})$$

式中 q —— 绝对涌水量， m^3/h ；

T —— 同期内煤炭日产量， t 。

由于涌水量的多少受到地质、水文地质、地形特征、气候条件、地面地下积水和开采方法等多种因素的影响，因此各矿涌水量极不一致。一个矿在不同季节里的涌水高峰时的涌水量称为最大涌水量。正常涌水量和最大涌水量呈季节性的变化。

2. 矿水性质

矿水流入巷道之前，在岩层中要流经较长的路程，在此过程中承受岩层的热传导，而后涌入矿井。因此，矿水在四季中的温度大致相同。但矿井越深，温度越高。水穿过岩层并沿坑道流动时溶入各种物质，所以，矿水的密度比清水大， 15°C 的矿水密度为 $1015\sim 1025\text{kg}/\text{m}^3$ 。溶于矿水中的物质很多，其中游离酸含量标志着水的酸性程度，按氢离子浓度 pH 值可分为：碱性—— $\text{pH} > 7$ 、中性—— $\text{pH} = 7$ 、弱酸性—— $\text{pH} = 4\sim 6$ 和强酸性—— $\text{pH} = 0\sim 3$ 。酸性水对排水设备的非耐酸金属零件产生腐蚀作用，减少了排水设备的正常使用年限。矿水中含有的悬浮状固体颗粒进入水泵后加速金属表面的磨损。

对于酸性矿水，特别是 $\text{pH} < 3$ 的强酸性矿水，或加以中和处理，或利用耐酸排水设备。对于矿水中的悬浮颗粒应加以沉淀，而后再经水泵排出矿井。

三、矿井排水设备的组成

矿井排水设备一般都采用离心式排水设备，主要由离心式水泵、电动机、起动设备、仪表、管路及管路附件等组成，如图1-1所示。

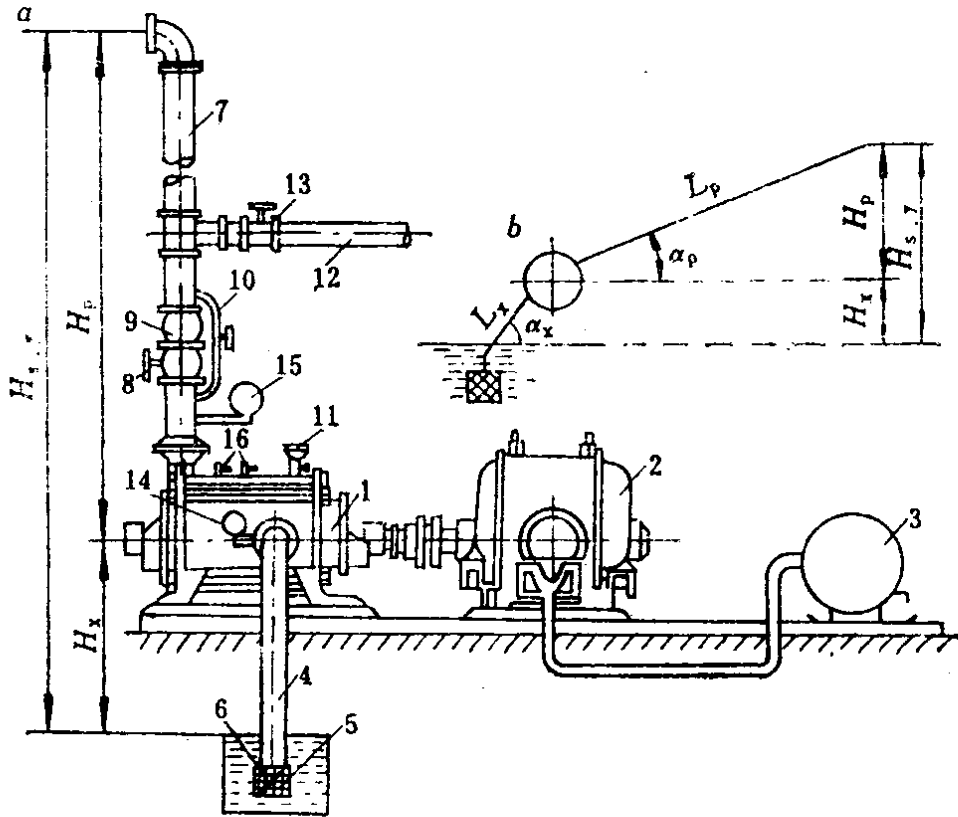


图 1-1 离心式排水设备的示意图

1—离心式水泵；2—电动机；3—起动设备；4—吸水管；5—滤水器；
6—底阀；7—排水管；8—调节闸阀；9—逆止阀；10—旁通管；11—
灌引水漏斗；12—放水阀；13—放水闸阀；14—真空表；15—压力表；
16—放气栓

1. 滤水器和底阀

滤水器又叫滤网，安装在吸水管的下端，插入吸水井水面下不得低于 0.7m 。滤水器的作用是使吸水井底部沉积的煤泥和杂物不致于吸入泵内，以防水泵堵塞和磨损。在滤水

器内装有舌形底阀，其作用是使灌入水泵和吸水管中的引水以及停泵后的存水不致漏掉。

2. 闸阀

调节闸阀8安装在靠近水泵排水接管上方的排水管路上，位于逆止阀9的下面。其功用为：

(1) 调节水泵的流量和扬程；

(2) 起动时将它完全关闭，以降低起动电流。

调节闸阀的优点是流动阻力和关闭压力较小，安装时无方向性，能够方便地调节水泵的流量和扬程等；其缺点是密封面容易擦伤，检修较为困难，高度尺寸较大，在安装位置受到限制时安装不便，结构较复杂，价格较高。

放水闸阀13安装在调节闸阀上方的排水管路的放水管12上，其作用是检修排水管路时放水用。

3. 逆止阀

逆止阀9安装在调节闸阀8的上面，其作用是当水泵突然停止运转（如突然停电）时，或者在未关闭调节闸阀的情况下停泵时，能自动关闭，切断水流，使水泵不致受到水力冲击而遭到损坏。逆止阀是有方向性的，在安装时必须使其箭头方向向上。

4. 灌引水漏斗、放气栓和旁通管

灌引水漏斗11是在水泵初次起动时，用来向水泵和吸水管中灌引水。在向水泵和吸水管中灌引水时，要通过放气栓（又叫气嘴）将水泵和吸水管中的空气放掉。

当排水管中有存水时，也可通过旁通管10向水泵和吸水管中灌引水，此时要将旁通管10上的阀门打开。此外，还可通过旁通管，利用排水管中压力水的反冲作用，冲掉积存于水泵流通部分和附着于滤水器上的杂物，但此时须通过连接

在底阀上的铁丝或链条将底阀提起。

5. 压力表和真空表

压力表15安装在水泵的排水接管上，用于检测排水管中水压的大小。常用的压力表为普通弹簧管压力表。根据其结构特征可分为径向无边、径向带边和轴向带边3种。表壳的公称直径有60、100、150、200和250mm5种。压力表所测出的压力叫做表压力或相对压力。

真空表14安装在水泵的吸水接管上，用于检测水泵吸水口处的真空度。根据其结构特征也可分为径向无边、径向带边和轴向带边3种。表壳的公称直径和压力表一样，也有60、100、150、200和250mm5种。真空表的测量范围为760~0mmHg。

在离心式水泵起动时，要将压力表和真空表管上的旋塞关闭，以防被压力水冲坏。当水泵起动起来之后，转速达到额定转速时，再将压力表和真空表管上的旋塞打开，进行压力和真空度的检测。

四、矿井排水系统

矿井排水系统由矿井深度、开拓系统以及各水平涌水量的大小等因素来确定。常见的排水系统有集中排水系统和分段排水系统。

1. 集中排水系统

竖井单水平开采时可以将全矿涌水集中于水仓，如图1-2a所示，再由主排水设备集中排至地面。

多水平开采时，如果上水平的涌水量不大，可将水放到下一水平的水仓中，如图1-2b所示，再由主排水设备集中排至地面。这样便省去了上水平的排水设备，但增加了电耗。

斜井集中排水时，除沿副井井筒敷设管道外，还可以通

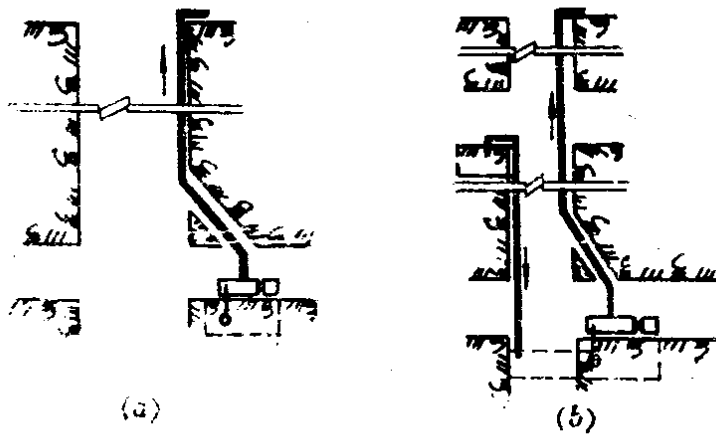


图 1-2 集中排水系统

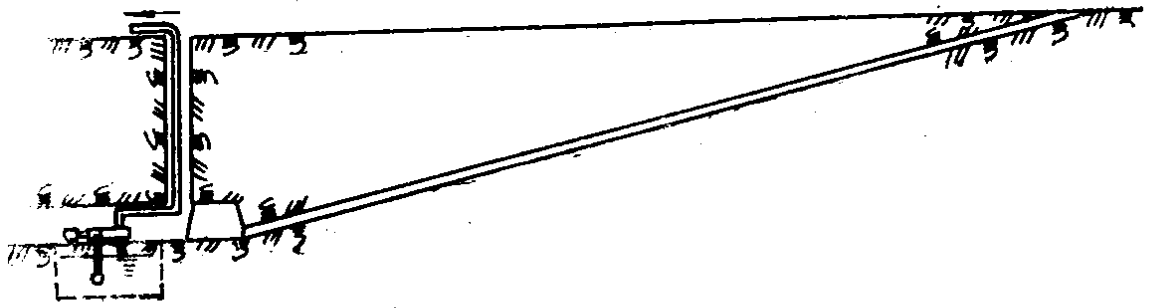


图 1-3 钻孔下排水管排水系统

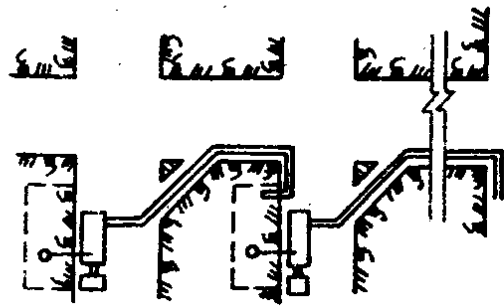


图 1-4 分段式排水系统

过钻孔下入排水管，如图 1-3 所示，以减少管材的投资和管道的沿程损失。

2. 分段排水系统

深井单水平开采时，若水泵的扬程不足以直接把水排至地面，

可在井筒中部开拓泵房和水仓，把水先排至中间水仓，再排至地面，如图 1-4 所示。

五、对排水设备的要求

1. 固定排水设备

装在井下专门硐室内的固定式排水设备，即使在很短的时间内遭到破坏，也有可能使巷道淹没。为了保障安全生产，对它提出的主要要求是：

(1) 工作水泵的能力，应在20 h内排出24 h的正常涌水量。除工作水泵外，还应配备作为备用和轮换维修的水泵。备用水泵的能力，应不小于工作水泵能力的70%，并且工作水泵和备用水泵的总能力，应在20 h内排出矿井24 h的最大涌水量。检修水泵的能力，应不小于工作水泵能力的25%。水文地质条件复杂的矿井，可根据具体情况，在水泵房内预留安装一定数量水泵的位置，或另外增设水泵。

(2) 必须有工作和备用的水管，其中工作水管的能力，应能配合工作水泵在20h内排出24h的正常涌水量。工作和备用水管的总能力，应能配合工作和备用水泵，在20h内排出24 h的最大涌水量。

(3) 配电设备应同工作、备用和检修水泵相适应，并能够同时开动工作和备用的水泵。主排水泵房的供电线路不得少于两回路，当一回路停止供电时，另一回路应能担负全部负荷的供电。

(4) 工作的水泵机组必须工作可靠。

(5) 主排水设备应有预防涌水突然增加而致使设备被淹没的措施。

(6) 水泵除要保证工作可靠外，还必须要有较高的运行效率，否则应依靠经济核算结果进行更换。

(7) 应尽量采用体型小的水泵，以减小泵房尺寸。水泵在结构上应适合井下安装、拆卸、运输和便于维修。

(8) 装在没有采取隔爆措施的地区的水泵机组，其电气设备应是隔爆型的。

2. 移动式排水设备

移动式排水设备的特点是随着掘进工作面的推进或水位下降而移动。因此要求：

(1) 其水力特性，应适合流量变化不大而扬程有较大变化的需要；有较好的吸水性能，以保证把水排干；可以排除泥水。

(2) 在垂直泵轴平面上的外形尺寸应较小，以适应在横断面较小的巷道中工作的条件。除此之外，还应能做到方便而迅速地转移。在需要倾斜放置时，应能在轴线倾斜的情况下正常工作。

第二节 离心式水泵的性能与工况

一、离心式水泵的工作原理

1. 压水原理

雨天打伞，如果用手转动伞柄，伞上的水就会被甩出去，如图1-5a所示。这是由于伞在旋转时，伞上的水没有足够大的向心力来维持水作高速圆周运动，所以水就作离心运动。伞旋转得越快，水点飞出去的速度也越快。

离心式水泵的叶轮好象一把伞，其中充满了水。当水泵启动后高速旋转时，由于叶轮中的水没有足够大的向心力来维持水作高速圆周运动，水就作离心运动，以很高的速度和压力从叶轮的边缘向四周甩出去，汇集在泵体内成为高压水，沿着出水管路升到高处，如图1-5b所示。

2. 吸水原理

水往低处流，这是一个人人皆知的自然规律。那么水泵

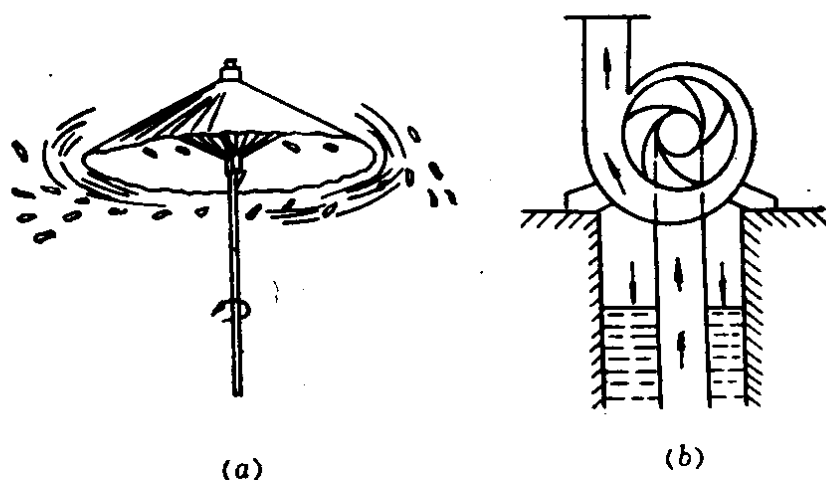


图 1-5 离心式水泵的工作原理

为什么会把低处的水吸上来呢？概括地说，离心式水泵所以能够吸水，就是由于大气压力作用的结果。在密封的灌满引水的泵体内，当叶轮高速旋转时，由于水作离心运动冲向叶轮的四周，叶轮的中心部位即成为一个具有一定真空度的低压区（比大气压力低得多），而吸水井水面上却受着大气压力的作用，在大气压力和水泵内部低于大气压力的压力差的作用下，吸水井中的水经过滤水器冲开底阀，沿着吸水管进入泵内，如图1-5b所示。

综上所述，由于叶轮不断高速旋转，因而水作离心运动，以高速、高压冲向泵体内，并沿排水管排到高处。与此同时，叶轮中心部位成为低压区，吸水井中的水便被吸上来。只要水泵叶轮不停地旋转，水就源源不断地从低处被排到高处，这就是离心式水泵的工作原理。

离心式水泵可以把水从低处吸上来，那么它究竟能把水吸上多高呢？也就是离心式水泵的最大吸水扬程究竟有多大呢？根据实验和理论分析我们知道：

$$1 \text{ 个标准大气压} = 760 \text{ mmHg} = 10.33 \text{ mH}_2\text{O}$$

离心式水泵在工作时，如果水泵内部能够达到绝对真空（即绝对压力为零），那么水泵的最大吸水扬程应当是10.33 m。但是，离心式水泵进口处不可能达到绝对真空；并且水在流经滤水器、底阀、吸水管和弯头时，要有一定的压力损失；为使水在吸水管中流动并且保证一定的流量还需要有一定的速度水头，因此，离心式水泵的最大吸水扬程永远要小于10.33 m，一般仅在4~8 m的范围内，所以离心式水泵的几何安装高度（即实际吸水扬程）应限制在5~6 m的范围以下。

二、离心式水泵的性能参数

1. 流量

水泵的流量就是水泵的排水量，它表示水泵在单位时间内排出水的数量。水泵的流量有体积流量和重量流量两种计量方法。体积流量一般用符号 Q 表示，其单位为L/S、 m^3/s 和 m^3/h 等；重量流量用符号 G 表示，其单位为N/s和kN/h等。

体积流量和重量流量可按下式进行换算：

$$G = \gamma Q \quad (1-1)$$

式中 γ ——水的重度，即单位体积的水所具有的重量，纯水 $\gamma = 10\text{N/L} = 10000\text{N/m}^3$ ；一般矿水 $\gamma = 10150 \sim 10500\text{N/m}^3$ 。

2. 扬程

水泵的扬程是指单位重量的水流过水泵后能量的增加值，也就是水泵的扬水高度。不同型号的水泵有不同的扬程。水泵扬程的大小与其叶轮直径的大小、叶轮数目的多少和叶轮转速的高低有关系，并且扬程的大小还随着流量的改变而改变。通常所说的水泵的扬程多高，或铭牌上标明的扬程大小，一般是指这台水泵在最高效率点运转时所能产生的扬程，

也就是常说的水泵的总扬程，通常用符号 H 表示，其单位为 mH_2O ，可简化写成 m 。

1) 实际吸水扬程

如图1-1b所示，从水泵的轴心到吸水井水面之间的垂直高度，也就是水泵把水吸上来的高度，叫做水泵的实际吸水扬程，用符号 H_x 表示。

2) 实际排水扬程

如图1-1b所示，从水泵的轴心到排水管出口中心之间的垂直高度，也就是水泵的实际扬水高度，叫做水泵的实际排水扬程，用符号 H_p 表示。

3) 实际扬程（测地高度）

如图1-1b所示，从吸水井水面到排水管出口中心之间的垂直高度，也就是实际吸水扬程和实际排水扬程之和，叫做水泵的实际扬程，或测地高度，用符号 $H_{s.y}$ 表示，则

$$H_{s.y} = H_x + H_p \quad (\text{垂直管路}) \quad (1-2)$$

$$H_{s.y} = l_x \cdot \sin \alpha_x + l_p \cdot \sin \alpha_p \quad (\text{倾斜管路}) \quad (1-3)$$

式中 l_x ——吸水管的倾斜长度（自水面算起）， m ；

l_p ——排水管的倾斜长度， m ；

α_x ——吸水管与水平面之间的角度， $(^\circ)$ ；

α_p ——排水管与水平面之间的角度， $(^\circ)$ 。

4) 总扬程

水泵的实际扬程 $H_{s.y}$ 和损失扬程 h_s 之和，叫做水泵的总扬程，用符号 H 表示，则

$$H = H_{s.y} + h_s = H_x + H_p + h_s \quad (\text{m}) \quad (1-4)$$

损失扬程为当水流流经管路和管路附件时所损失掉的扬程，包括在吸水管中的损失扬程和在排水管中的损失扬程。损失扬程的计算方法将在管路性能曲线中介绍。