



立井井筒掘进机械化
技术丛书

高扬程吊泵 与风动潜水泵

庫存图书

煤炭工业出版社

PDF

立井井筒掘进机械化技术丛书

高扬程吊泵与风动潜水泵

张俊生 孟昭明 编

煤炭工业出版社

内 容 提 要

《立井井筒掘进机械化技术丛书》主要总结三部立井掘进机械化的经验。这套丛书包括：《立井井筒施工机械化》、《立井凿岩钻架》、《立井深孔光爆》、《立井大抓岩机》、《立井井筒支护机械化》、《立井自动翻矸》、《高扬程吊泵与风动潜水泵》七个分册。

本分册重点介绍了80DGL50型吊泵的构造、选择；吊泵的安装、操作、维护与检修。同时，对风动潜水泵的构造、工作原理等也作了阐述。为了便于工人学习及使用，对吊泵的主要性能参数的基本概念作了介绍，并附有易损件的加工图。

本分册内容可供井巷工程技术人员、水泵工及有关同志学习和工作中参考。

立井井筒掘进机械化技术丛书 高扬程吊泵与风动潜水泵

张俊生 孟昭明 编

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路16号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本787×1092¹/₃₂ 印张3¹/₄插页1

字数68千字 印数1—4,600

1980年3月第1版 1980年3月第1次印刷

书号15035·2294 定价0.30元

前 言

为了进一步加快我国矿山建设的步伐，提高井筒掘进机械化水平，于1974年1月，一机部、冶金部和煤炭部组织了三部立井掘进机械化配套科研会战，有一百多个单位参加，确立了50多个科研课题和20多个配套点的会战任务。经过五年多的努力，目前大部分科研课题已取得成果，少部分亦已投入试制和试验；一些配套试验点亦已初步实现了立井井筒掘进机械化，先后多次突破月成井100米的水平，速度和工效有明显的提高。

为了系统地总结和推广立井井筒掘进机械化的经验，为现场提供技术培训教材，根据三部立井掘进机械化科研会战第四次会议精神，我们组织编写了《立井井筒掘进机械化技术丛书》。这套丛书包括：《立井井筒施工机械化》、《立井凿岩钻架》、《立井深孔光爆》、《立井大抓岩机》、《立井井筒支护机械化》、《立井自动翻矸》、《高扬程吊泵与风动潜水泵》七个分册，分别介绍了有关的新技术与新机械。

《丛书》所介绍的内容除科研会战成果外，还涉及到一些正在研究试验的新产品和国外的技术发展近况，供有关人员今后工作中参考。

《丛书》编写工作得到了中国矿业学院、长沙矿山研究院、山东矿业学院、焦作矿业学院、邯邢煤炭建设指挥部、东北工学院和博山水泵厂等单位的大力支持；洛阳矿山机械厂、邯邢冶金矿建指挥部、上海煤矿机械研究所、太原矿山

机器厂等参加会战的单位积极为丛书的编写提供了素材和图纸，特此表示感谢。

1979年6月2日

目 录

前 言

第一章 80DGL50型吊泵的构造与选择	1
第一节 性能参数	1
第二节 构造概述	12
第三节 吊泵的选择	37
第二章 80DGL50型吊泵的安装、操作、 维护与检修	55
第一节 吊泵的安装	55
第二节 吊泵的操作、运行与维护	57
第三节 常见故障及处理方法	61
第四节 吊泵的拆卸、装配与修理	66
第三章 风动潜水泵	71
第一节 外形尺寸及性能参数	71
第二节 构造及工作原理	74
第三节 使用和维护	83
第四节 常见故障及处理方法	84
第五节 风动潜水泵的拆装	85
附 录	88
一、80DGL50型吊泵所用轴承表	88
二、JBLB型立式防爆、防潮电机所用轴承表	88
三、80DGL50型吊泵易损件图	88
四、1-17-70型风动潜水泵易损件图	95
五、F-15-10型风动潜水泵易损件图	97

第一章 80DGL50型吊泵的构造与选择

80DGL50型吊泵是立式、多级、分段式离心泵。主要用于立井井筒掘进时吸排含有少量泥沙及小颗粒水泥的浑水，也可作为被淹没矿井的排水之用。是煤炭、冶金矿山建设及国防地下工程中常用的排水设备之一。

第一节 性能参数

一、基本概念

1. 流量

流量是指吊泵在单位时间内所吸入并排出的液体体积。用 Q 来表示，常用的单位是“米³/时”（或“升/秒”）。

2. 扬程

扬程表示的是吊泵能提升液体的高度。从能量观点看，它是指单位重量的液体通过吊泵后其能量的增加值。扬程用符号 H 表示，单位是米液柱，常用米水柱作单位，简称为“米”。

扬程系指全扬程，全扬程是由吸上扬程和压出扬程两部分组成的。

吸上扬程简称吸程，它是当认为吸入管路的阻力等于零（即理想管路）时吊泵吸入液体的高度。如图1所示，吊泵基准面以下的 $H_{吸}$ 便是吊泵的吸上扬程。

由于液体经过吸入管路受到底阀、管路等的阻碍要损失一部分扬程 $h_{吸损}$ ，吊泵的实际吸上高度 $H_{实吸}$ 要小于没有管路阻力损失时的吸上扬程 $H_{吸}$ 。即：

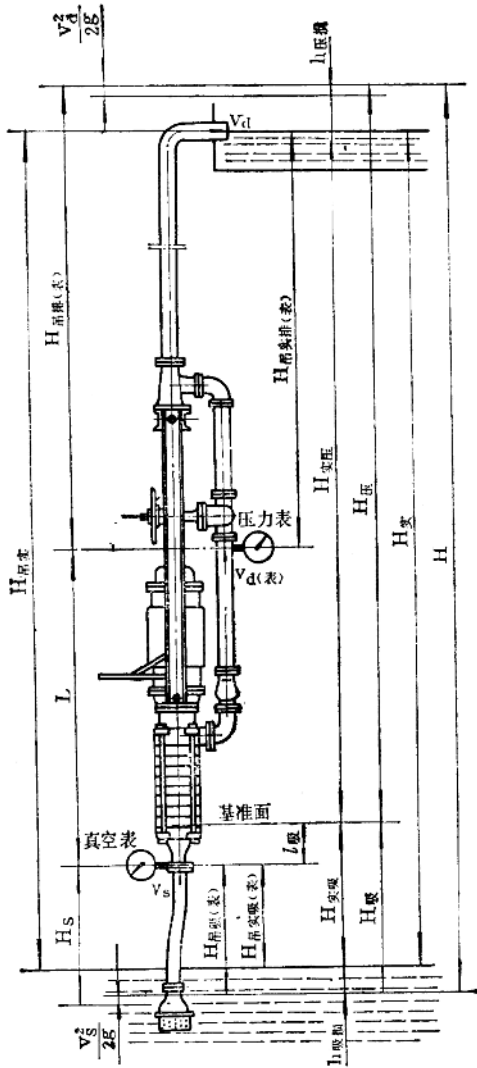


图 1 吊泵扬程示意图

$$H_{\text{实吸}} = H_{\text{吸}} - h_{\text{吸损}}$$

或

$$H_{\text{吸}} = H_{\text{实吸}} + h_{\text{吸损}} \quad (1)$$

压出扬程是在吊泵出口处液体所具有的能量。当认为压出管路的阻力等于零（理想管路）时，吊泵将液体压出去的高度，再加上液体流出排水管时具有的速度能量 $v_d^2/2g$ 就等于泵的压出扬程。这里的 v_d 是液体在压出管路出口端具有的速度（米/秒）； g 是重力加速度，其值等于 9.81 米/秒²。压出扬程用符号 $H_{\text{压}}$ 表示（如图 1 所示）。

实际上因为排出管路的阻力不等于零，液体流过时要损失一部分扬程，所以压出扬程 $H_{\text{压}}$ 是由实际压出扬程 $H_{\text{实压}}$ 和压出扬程损失 $h_{\text{压损}}$ 及出口速度能量（也称速度头） $v_d^2/2g$ 三部分组成的。即：

$$H_{\text{压}} = H_{\text{实压}} + h_{\text{压损}} + \frac{v_d^2}{2g} \quad (2)$$

实际吸上扬程与实际压出扬程之和称为总的实际扬程，用符号 $H_{\text{实}}$ 表示。吸上扬程损失 $h_{\text{吸损}}$ 与压出扬程损失 $h_{\text{压损}}$ 之和称为总的扬程损失，用 $h_{\text{损}}$ 表示。所以全扬程 H 用公式表示则为：

$$H = H_{\text{吸}} + H_{\text{压}}$$

或

$$H = H_{\text{实}} + h_{\text{损}} + \frac{v_d^2}{2g} \quad (3)$$

从公式（3）知道，如果一台吊泵的全扬程在流量为 50 米³/时时为 500 米，则通过管路提升水的高度在 50 米³/时时，就达不到 500 米。因为沿管路有阻力损失，阻力越大实际提升水的高度就越低。但是如果这台吊泵在小流量时的全扬程比 500 米高，水还是可以被提到 500 米高度的，不过此时泵的流量要比 50 米³/时小得多。

以上是以吊泵的基准面作标准来计算吸上扬程和压出扬

程的。对于立式多级泵，基准面指的是通过第一级叶轮出口宽度正中，与泵轴轴线垂直的平面。但这个平面不易在吊泵的外部找出来；就是找出后也不便于在此处测量吊泵的吸上扬程和压出扬程。为方便起见，可以在吊泵安装真空表的地方测量吊泵的吸上扬程和用来观察吊泵的吸上情况（参见图1）。

如果用真空表测得的读数为 $h_{\text{吸}}$ （毫米水银柱）则此处的真空度 H_s 为：

$$H_s = 0.0136h_{\text{吸}} \text{ (米)}$$

而在此处测量的吸程 $H_{\text{吊吸(表)}}$ 可按下列式计算：

$$H_{\text{吊吸(表)}} = H_s - \frac{v_s^2}{2g}$$

式中 v_s —— 液流在安装真空表断面处的平均速度（米/秒）；

$\frac{v_s^2}{2g}$ —— 液体在真空表断面处的速度能量（米）。

如果将液体流经长度很短的 $l_{\text{吸}}$ 段的管路损失忽略不计，即认为 $h_{\text{吸损}}$ 的数值没有改变，则：

$$H_s = H_{\text{吊实吸(表)}} + h_{\text{吸损}} + \frac{v_s^2}{2g}$$

式中 $H_{\text{吊实吸(表)}}$ —— 在安装真空表处测量的吊泵实际吸上扬程。

吊泵工作时，如果用真空表测得的 H_s 值不超过样本规定的数值，那么吊泵的工作就是正常的。

对于吊泵在压力表处的压出扬程 $H_{\text{吊排(表)}}$ ，我们可以根据压力表测出的压力 $P_{\text{压}}$ （公斤/厘米²）求出：

$$H_{\text{吊排(表)}} = 10P_{\text{压}} + \frac{v_d^2 \text{(表)}}{2g}$$

$$= H_d + \frac{v_d^2(\text{表})}{2g}$$

式中 $v_d(\text{表})$ ——液流在安装压力表处的平均速度(米/秒)；

$\frac{v_d^2(\text{表})}{2g}$ ——液体在压力表处的速度能量(米)；

H_d ——用米水柱表示的 $P_{\text{压}}$ 值。

如果忽略掉液体从吊泵出口流到安装压力表处克服的阀门和管路的损失，即认为 $h_{\text{压损}}$ 没有改变，则：

$$\begin{aligned} H_{\text{吊排}(\text{表})} &= H_d + \frac{v_d^2(\text{表})}{2g} = H_{\text{吊实排}(\text{表})} - \frac{v_d^2(\text{表}) - v_d^2}{2g} + \\ &+ h_{\text{压损}} + \frac{v_d^2(\text{表})}{2g} \\ &= H_{\text{吊实排}(\text{表})} + h_{\text{压损}} + \frac{v_d^2}{2g} \end{aligned}$$

式中 $H_{\text{吊实排}(\text{表})}$ ——在安装压力表处测量的吊泵实际压出扬程，它包括了液体因在压力表处与排水管出口处速度不同而转化的压力，其值等于： $(v_d^2(\text{表}) - v_d^2)/2g$ 。

综上所述，当使用压力表和真空表测量吊泵的全扬程时，就可以用下式来计算：

$$\begin{aligned} H &= H_{\text{吊吸}(\text{表})} + L + H_{\text{吊排}(\text{表})} \\ &= H_s - \frac{v_s^2}{2g} + L + H_d + \frac{v_d^2(\text{表})}{2g} \\ &= H_s + L + H_d + \frac{v_d^2(\text{表}) - v_s^2}{2g} \end{aligned}$$

$$\text{或} \quad H = 0.0136h_{\text{吸}} + L + 10P_{\text{压}} + \frac{v_d^2(\text{表}) - v_s^2}{2g} \quad (4)$$

式中 $h_{吸}$ ——真空表测得的读数(毫米水银柱)；
 $P_{压}$ ——压力表测出的压力(公斤/厘米²)；
 L ——安装压力表与真空表两处的高度差(米)；
 $\frac{v_d^2(表) - v_s^2}{2g}$ ——液流在泵出口与进口处的速程差(米)。

此式还可下式表达：

$$H = H_{吊吸(表)} + L + H_{吊排(表)} = H_{吊实吸(表)} + h_{吸损} + L + H_{吊实排(表)} + h_{压损} + \frac{v_d^2}{2g}$$

如果令：

$$H_{吊实吸(表)} + L + H_{吊实排(表)} = H_{吊实}$$

即等于吊泵的总实际扬程；

令： $h_{吸损} + h_{压损} = h_{损}$ ，即等于吊泵的总扬程损失；

则：

$$H = H_{吊实} + h_{损} + \frac{v_d^2}{2g} \quad (5)$$

此式和公式(3)实际上是一样的。

3. 转 速

转速是指吊泵转子(由叶轮、轴等组成)每分钟的转数。

用符号 n 表示，单位是转/分。

吊泵的流量 Q 、扬程 H 、所需功率 N 等随着转速的改变而发生变化，其变化规律可用下面几个公式表示：

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

$$\frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2$$

$$\frac{N_1}{N_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3$$

式中 Q_1 、 Q_2 、 H_1 、 H_2 、 N_1 、 N_2 、 n_1 、 n_2 分别为转速改变前后的数值。

上面三个公式说明：吊泵流量的变化和转速变化的一次方成正比；相应流量的扬程变化与转速变化的两次方成正比；而相应流量吊泵所需功率的变化则和吊泵转速变化的三次方成正比。所以当吊泵的转速低于额定转速时，其流量、扬程便达不到铭牌规定数值。反之，若高于额定转速则流量、扬程便高于铭牌数值。但此时吊泵所需功率也有较大的增加。

4. 有效功率、轴功率和配套功率

吊泵将液体从低处输送到高处（或把液体从低压容器送到高压容器），实际上是对液体做了功。吊泵在单位时间内对液体所做功的大小就是吊泵的有效功率。用符号 N' 表示，单位一般用“千瓦”。 N' 按以下公式计算：

$$N' = \frac{Q \cdot H \cdot \gamma}{102} \text{ (千瓦)}$$

式中 Q ——流量(升/秒)；

H ——扬程(米)；

γ ——液体单位体积重量(公斤/升)，对于水 $\gamma = 1$ (公斤/升)。

吊泵运转时在一定的工况（指一定的流量和扬程）下，电动机传给吊泵的功率称为吊泵在该工况下的轴功率。以符号 N 表示，单位是“千瓦”。

吊泵的配套功率是指拖动吊泵运转的电动机的功率，也就是和吊泵配套的电动机功率。考虑到吊泵运转时可能出现超负荷的情况，为安全起见一般吊泵的配带功率都比轴功率大（一般是使用范围内最大轴功率的1.1~1.3倍）。

5. 效 率

泵有效功率 N' 与轴功率 N 的比值称为泵的效率，用符号 η 表示。 η 可按下列式计算：

$$\eta = \frac{N'}{N} \times 100\%$$

泵效率表示泵的性能好坏及动力的利用程度。泵的效率越高说明将同样多的液体送到同样高度（或增加同样多的压力）所消耗的动力（如电力等）就越少，泵的经济性能就越好，它是泵的一项重要技术经济指标。

6. 允许吸上真空高度

泵吸水时水泵吸入口的压力 $P_{\text{吸}}$ （公斤/厘米²）便比外界大气压 P_a （公斤/厘米²）低。我们用安装在泵吸入口处的真空表来测量这个低于大气压的压力（低于大气压的压力用真空度表示）。如果该真空表测得的真空度读数为 $h_{\text{吸}}$ （毫米水银柱），那么泵的吸上真空高度 H_s 与 $h_{\text{吸}}$ 及 P_a 、 $P_{\text{吸}}$ 的关系可用下列式来表示：

$$H_s = 0.0136h_{\text{吸}} = \frac{10P_a - 10P_{\text{吸}}}{\gamma}$$

当吸上真空高度高到一定程度时，吊泵内便会产生汽蚀现象，造成叶轮、导叶等的严重损伤，甚至使吊泵吸不上水来。所以在样本或铭牌上都给出了吊泵的工作范围，以及在额定转速时的允许吸上真空高度 $H_{s, \text{允许}}$ （转速升高 $H_{s, \text{允许}}$ 减小，反之变大；使用时因吊泵转速变化很小， $H_{s, \text{允许}}$ 的变化就不大，可忽略不计），并在其性能曲线上绘出了 $H_{s, \text{允许}}$ 和流量 Q 关系的曲线，如图2所示。

吊泵运转时只要其吸上真空高度不大于 $H_{s, \text{允许}}$ ，吊泵就不至于发生汽蚀现象。 $H_{s, \text{允许}}$ 越高，说明吊泵的吸上性能越好，也就是抗汽蚀性能越好。样本中给出的 $H_{s, \text{允许}}$ 是工厂在

标准大气压 (760毫米水银柱或 1.033 公斤/厘米²) 输送常温

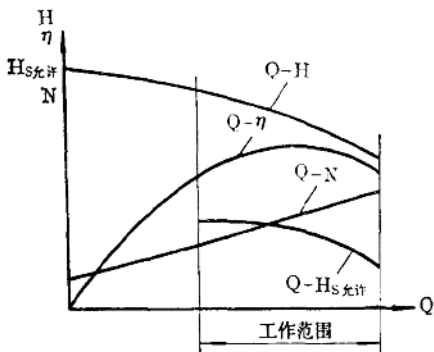


图 2 Q 与 $H_{s\text{允许}}$ 的关系曲线

(20℃) 清水的情况下试验得到的。通常是将吊泵刚好由于产生汽蚀而不能正常工作时(即临界状态下)的吸上真空高度减去 0.3 米水柱作为吊泵的允许吸上真空高度。因为一个标准大气压相当于 10.33 米水柱, 而 20℃ 清水的汽化压力为 0.024 大气压 = 0.24 米水柱, 所以吊泵的允许吸上真空高度不会超过 $10.33 - 0.24 - 0.3 = 9.79$ 米。一般在 4~9 米之间。

前面说过吊泵的吸上真空高度:

$$H_s = H_{\text{吊实吸}} + h_{\text{吸损}} + \frac{v_s^2}{2g}$$

即:

$$H_{\text{吊实吸}} = H_s - h_{\text{吸损}} - \frac{v_s^2}{2g}$$

可以看出: 一台吊泵就是排 0℃ 的水(汽化压力为 0.06 米水柱), 也不考虑 0.3 米的安全余量, 并且认为 $\frac{v_s^2}{2g}$ 接近于零, 因此在地面上(大气压接近标准大气压)吸水, 也绝不

会超过 $10.33 - 0.06 = 10.27 \approx 10.3$ 米。

如果将 $H_{\text{吊实吸}}$ 公式中的 H_s 换成 $H_{s\text{允许}}$ ，就可以求出在标准情况下水泵实际安装高度允许的最大值了。即：

$$H_{\text{吊实吸}}^{\text{允}} = H_{s\text{允许}} - h_{\text{吸损}} - \frac{v_1^2}{2g}$$

从图 2 所示， $H_{s\text{允许}}$ 是随着流量的增加而是下降的。所以在决定水泵的安装高度 $H_{\text{吊实吸}}$ 时，应按离心泵运转时可能出现的最大流量所对应的 $H_{s\text{允许}}$ 来进行计算，以保证水泵在大流量工况下运行时不发生汽蚀。

如果水泵使用地点的大气压和液体温度与标准状态不同，则应对样本或说明书中的 $H_{s\text{允许}}$ 用下式进行修正：

$$H'_{s\text{允许}} = H_{s\text{允许}} - 10.09 + A - \frac{10P_v}{\gamma}$$

式中 A ——离心泵使用地点的大气压力换算成水柱高（米）；

P_v ——输送液体的饱和蒸汽压力（公斤/厘米²）。

大气压随着水泵安装地点的海拔高度的不同而变化：低于海平面，大气压要增高；高于海平面，大气压要降低。变化的数值可按每升降1000米变化1.1米而粗略地计算出来。液体的饱和蒸汽压力可从有关资料中查出。

二、80DGL50型吊泵的性能参数

80DGL50型吊泵的性能参数如表 1 所示。

三、80DGL50型吊泵的性能曲线

离心泵工作时，当转速为某一定值，用来表示流量、扬程、功率、效率和允许吸上真空高度之间关系的曲线叫做离心泵的性能曲线。它包括：流量-扬程（ $Q-H$ ）、流量-功率（ $Q-N$ ）、流量-效率（ $Q-\eta$ ）和流量-允许吸上真空高度（ $Q-$

表 1 80DGL50型吊泵的性能参数

型 号	流 量 Q		扬 程 H(米)	转 速 n (转/分)	功率 N(千瓦)		效率 η (%)	允许最大真空高度 $H_{s,允许}$ (米)	叶轮直径 (毫米)
	(米 ³ /时)	(升/秒)			轴功率	电机功率			
80DGL 50×5 250米吊泵	33.0	9.17	282	2950	43.0	75	59	7.1	210
	46.1	12.8	267		51.5		65	6.7	
	50.4	14.0	259.5		54.0		66	6.6	
	60.0	16.7	232		58.5		65	6.3	
80DGL 50×7 350米吊泵	33.0	9.17	394.8	2950	60.2	100	59	7.1	210
	46.1	12.8	373.8		72.1		65	6.7	
	50.4	14.0	353.3		75.6		66	6.6	
	60.0	16.7	324.8		81.9		65	6.3	
80DGL 50×10 500米吊泵	33.0	9.17	564	2950	86.0	150	59	7.1	210
	46.1	12.8	534		103.0		65	6.7	
	50.4	14.0	519		108.0		66	6.6	
	60.0	16.7	464		117.0		65	6.3	
80DGL 50×15 750米吊泵	33.0	9.17	846	2950	129.0	250	59	7.1	210
	46.1	12.8	801		154.5		65	6.7	
	50.4	14.0	778.5		162.0		66	6.8	
	60.0	16.7	696		175.5		65	6.3	

注：1. 允许最大真空高度系指在泵进口处用真空表测出的最大许可值。
2. 本泵不允许在单级扬程小于40米(即流量大于68.4米³/时)时运行。

$H_{s,允许}$) 曲线。这些曲线都是在一定转速下通过试验求得的。
图 3 给出了80DGL50型吊泵的性能曲线。

从这些性能曲线上可以了解吊泵的性能，这对于正确选择和合理使用吊泵起着很重要的作用。