

164
中华人民共和国水利电力部

泵站现场测试规程

SD 140-85

水利电力出版社



20

T-652.6

SD140-85 第

中华人民共和国水利电力部

泵站现场测试规程

SD 140-85

水利电力出版社

《泵站现场测试规程》编制组主要成员名单

李继珊	武汉水利电力学院
汪益三	武汉水利电力学院
冯心宽	武汉水利电力学院
石义华	武汉水利电力学院
黄林泉	水利电力部农水司

中华人民共和国水利电力部

泵站现场测试规程

SD 140-85

《泵站现场测试规程》编制组

*

水利电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号)

水利电力印刷厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 4.315印张 94.8千字

1985年8月第一版 1985年8月北京第一次印刷

印数00001—15000册 定价1.25元

书号 15143·5816

中华人民共和国水利电力部

关于颁发《泵站技术改造通则》
《泵站现场测试规程》的通知

水电农水[1985]3号

为了更好地贯彻国务院节能指令，进一步开展泵站节能、灌区节水工作，由部农田水利司会同有关单位编制的《泵站技术改造通则》SD141-85和《泵站现场测试规程》SD140-85，经有关部门会审，现批准为部标，自一九八五年五月一日起执行。各地在实行中要注意总结经验，并将经验和问题及时告农田水利司，以便今后修订。

一九八五年三月二十六日

注 《泵站技术改造通则》单独出版，书号为16143·5815

前 言

为了进一步提高机电排灌站的工程效益和经济效益，促进泵站技术改造的顺利发展和科学管理水平的提高，近几年来，各地在进行机电排灌站八项技术经济指标考核的过程中，开展了泵站效率的现场测试工作。为了提高泵站测试水平，统一测试标准，我部委托由武汉水利电力学院为主，总结各地泵站现场测试的经验，参考国际标准化组织(ISO)和国际电工委员会(IEC)的有关标准，并吸收了我国泵与电动机等有关国家标准的部分内容，编制了《泵站现场测试规程》，先后经过“泵站测试技术研究班”、“泵站测试技术训练班”、“泵站现场测试规程审定会”以及“全国机电排灌节能节水技术改造经验交流会”等多次讨论修改，并征求了有关专家、教授的意见，最后定稿报批。经部批准颁发实行。

《泵站现场测试规程》编制组

一九八五年四月

主要符号表

量的符号	量的名称	单位名称	单位符号	备 注
g	自由落体加速度	米每二次方秒	m/s^2	清水的
n	转 速	转 每 分	r/min	$\gamma = 9.80665$
γ	重 度	牛顿每立方米	N/m^3	$\times 10^3$
ρ	密 度	千克每立方米	kg/m^3	N/m^3
p	压 力	帕[斯卡] 千克力每平方厘米 ^①	Pa kgf/cm ²	$1 kgf/cm^2 =$ $9.80665 \times 10^4 Pa$
	压 强	米 水 柱 ^①	mH_2O	$1 mH_2O =$ $9.806375 \times 10^3 Pa$
		毫米汞柱 ^①	$mmHg$	$1 mmHg =$ $133.332 Pa$
μ	[动力]粘度	帕[斯卡]秒	$Pa \cdot s$	
ν	运动粘度	二次方米每秒	m^2/s	
P	功 率	瓦 [特]	W	
		千 瓦 [米制]马力 ^①	kW	1 马力 = 735.498 W
Re	雷诺数			纯数值
Q	体积流量	立方米每秒 升 每 秒	m^3/s L/s	
V	体 积	立 方 米	m^3	
v	流 速	米 每 秒	m/s	
H	扬 程	米	m	
Z	与基准面的高差	米	m	
η	效 率			
D	直 径	米	m	
R	半 径	米	m	
L	长 度	米	m	
B	宽 度	米	m	
A	面 积	平 方 米	m^2	

续表

量的符号	量的名称	单位名称	单位符号	备 注
t	时 间	秒 分 [小]时	s min h	1min = 60s 1h = 3600s
I	电 流	安[培]	A	
U	电 压	伏[特]	V	
R	电 阻	欧[姆]	Ω	
E	电 量	千瓦小时	kW·h	
T	温 度	摄氏 度	°C	
φ	[平面]角	弧 度 [角]分 度	rad (′) (°)	$1' = (\pi/10800)\text{rad}$ $1^\circ = (\pi/180)\text{rad}$

① 本规程仍采用了个别非法定单位,是为了适应当前仪表所用的单位。

下 角 标 表

下 标	意 义	下 标	意 义
1	进 口	gr	机 组
2	出 口	int	传 动
j	损 失	mot	电 动 机
sy	装 置	pi	管 道
st	泵 站	po	进 出 水 池
u	有效, 有用	Hg	水 银

目 录

前 言

主要符号表

第一章 总则	1
第二章 水位、压力和扬程的测定	9
第一节 水准点	9
第二节 进水池和出水池的水位测量	9
第三节 压力测量	13
第四节 水泵扬程的测量和计算	19
第五节 扬程测量误差估算	20
第三章 流量的测定	20
第一节 流速仪法	20
第二节 毕托管法	32
第三节 均速管法	33
第四节 量水堰法	35
第五节 食盐浓度法	38
第六节 差压法	40
第七节 其它测流方法	43
第四章 功率的测定	43
第一节 泵轴功率测定	43
第二节 电动机输入功率测定	56
第五章 转速的测定	61
第六章 柴油机抽水装置效率的测定	64

附 录

附录一	扬程测定的误差估算	70
附录二	用流速仪法测定明渠流量及其误差估算	73
附录三	确定边壁、底部附近流速的方法	80
附录四	圆形管道按面积积分法计算流量	82
附录五	矩形管道按“对数—线性”法布置测点 的流量计算	83
附录六	用流速仪在管道中测流的误差估算	90
附录七	薄壁堰的流量计算及误差估算	92
附录八	用食盐浓度法测定流量的误差估算	99
附录九	差压测流流量系数的确定与误差估算	104
附录十	钢弦扭矩仪测定泵轴功率计算示例	108
附录十一	两瓦特表测量电动机输入功率误差估算	110
附录十二	水泵效率测定的误差估算示例	114
附录十三	小型泵站装置效率测定的误差估算示例	124

第一章 总 则

本规程是根据近几年来泵站现场测试的实践经验，并参考和部分采用了国际标准化组织 (ISO)，国际电工委员会 (IEC) 及我国有关泵试验、动力机试验的国家标准制定的。试验精度分B级和G级，B级适用于精确度要求较高的试验。G级用于一般的试验。

第 1.0.1 条 适用范围

本规程适用于离心泵、混流泵和轴流泵等机电抽水装置的现场测试。

第 1.0.2 条 测试目的和项目

根据机电排灌节能、节水的需要，为了测算泵站技术经济指标、研究泵站技术改造措施、制定泵站经济运行方案、监视设备运行状况、检查和评定设备性能、实现泵站自动化操作等目的，本规程对下列几项参数的测定作相应的规定。

1. 水位、压力和扬程的测定；
2. 流量的测定；
3. 功率的测定；
4. 转速的测定。

第 1.0.3 条 定义

一、一般定义

- g ——自由落体重力加速度；
 γ ——重度：单位体积的重力；
 ρ ——密度：单位体积的质量；

p ——压力（压强）：力被面积除的商，除非另有说明，
所有压力均指相对于大气压力测量的表压力；

μ ——（动力）粘度（见水力学教程）；

ν ——运动粘度：（动力）粘度被密度除的商，即： $\nu = \mu/\rho$ ；

Re ——雷诺数（见水力学教程）， $Re = \frac{vD}{\nu}$ 。

二、本规程的专有定义

1. 流量

Q ——体积流量：是指单位时间内从泵出口排出并进入
出水管的水的体积，亦即是垂直于过流断面的平均流速 $\bar{v}$ 与
过流面积 A 之乘积，即：

$$Q = \bar{v} \cdot A$$

2. 流速

v ——流速：指过流断面上的点流速；

$\bar{v}$ ——平均流速：等于体积流量被过流面积除的商。

3. 扬程

（1）基准面

通过叶片进口边外端的圆中心的水平面，如图 1.0.3-1
所示。

对于多级泵以第一级叶轮为基准。

对于立式双吸泵以上部叶片为基准。

（2）压力水头

$$H_p = \frac{p}{\gamma}$$

（3）流速水头

$$H_v = \frac{v^2}{2g}$$

(4) 位置水头 z : 表计中心或真空测压点或参比水位

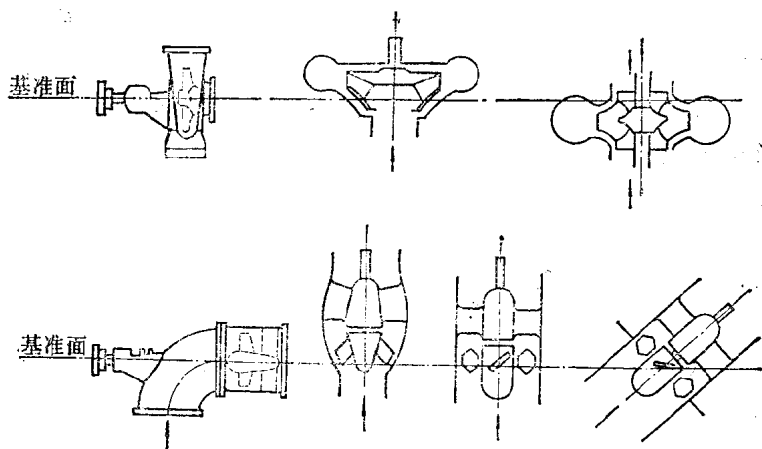


图 1.0.3-1 基准面图

与基准面的高度差。如果表计中心或真空测压点或参比水位高于基准面, z 为正值, 反之 z 为负值。

(5) 泵进口扬程 H_1 : 泵进口截面处, 相对于大气压力单位重量水流的总能量为:

$$H_1 = z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g}$$

(6) 泵出口扬程 H_2 : 泵出口截面处, 相对于大气压力单位重量水流的总能量为:

$$H_2 = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g}$$

(7) 泵扬程 H : 泵进出口截面单位重量水流能量之差为:

$$H = H_2 - H_1$$

$$= z_2 - z_1 + \frac{p_2 - p_1}{\gamma} + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g}$$

(8) 泵进水管水力损失扬程 H_{f1} : 泵进口与进水管进口截面单位重量水流能量之差。

(9) 泵出水管水力损失扬程 H_{f2} : 泵出口与出水管出口截面单位重量水流能量之差。

(10) 装置扬程 H_v (即实际扬程 $H_{实}$): 进水管进口处水位高程 ∇_1 与出水管出口处水位高程 ∇_2 之差, 如图 1.0.3-2 所示, 即

$$H_v = \nabla_2 - \nabla_1$$

(11) 泵站扬程 H_{st} (即净扬程 $H_{净}$): 引水渠末端水位高程 ∇_3 与出水干渠首端水位高程 ∇_4 之差。如图 1.0.3-2 所示, 即

$$H_{st} = \nabla_4 - \nabla_3$$

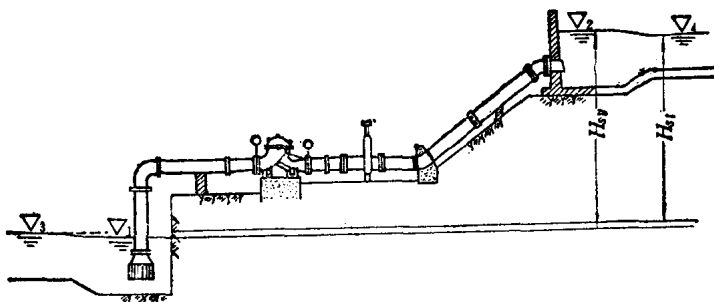


图 1.0.3-2 装置扬程及泵站扬程

4. 功率

(1) 水泵有效功率 P_u : 单位时间内传给泵出口水流的能量, 即

$$P_u = \gamma Q H$$

(2) 水泵轴功率 P_a : 传到水泵轴上的机械功率, 即

$$P_a = \frac{\gamma Q H}{\eta}$$

(3) 电动机输入功率 P_{err} : 在电动机输入端测得的电动机的电功率。

(4) 电动机输出功率 P_{erru} : 将电动机输入功率减去电动机的损失功率。

5. 效率

(1) 泵效率 η : 泵的有效功率与轴功率之比的百分数, 即

$$\eta = \frac{P_u}{P_a} \times 100\%$$

(2) 传动效率 η_{int} : 泵的轴功率与电动机输出功率之比的百分数, 即

$$\eta_{int} = \frac{P_a}{P_{erru}} \times 100\%$$

(3) 电动机效率 η_{mot} : 电动机输出功率与电动机输入功率之比的百分数, 即

$$\eta_{mot} = \frac{P_{erru}}{P_{err}} \times 100\%$$

(4) 机组效率 η_{gr} : 水泵有效功率与电动机输入功率之比的百分数, 即

$$\eta_{gr} = \eta \cdot \eta_{int} \cdot \eta_{mot} = \frac{P_u}{P_{err}} \times 100\%$$

(5) 管路效率 η_{pl} : 装置扬程与泵扬程之比的百分数, 即

$$\eta_{pi} = \frac{H_{sy}}{H} \times 100\%$$

(6) 进出水池效率 η_{po} ：泵站扬程与装置扬程之比的百分数，即

$$\eta_{po} = \frac{H_{st}}{H_{sy}} \times 100\%$$

(7) 装置效率 η_{sy} ：装置的有效功率与电动机输入功率之比的百分数，即

$$\eta_{sy} = \eta \cdot \eta_{int} \cdot \eta_{mot} \cdot \eta_{pi} = \frac{\gamma Q H_{sy}}{102 p_{er}} \times 100\%$$

(8) 泵站效率 η_{st} ：泵站的有效功率与电动机及辅助设备消耗功率之比的百分数，即

$$\eta_{st} = \frac{\sum \gamma Q_i H_{sti} t_i}{E} \times 100\%$$

式中 Q_i ——相应于稳定工况时段 t_i 的平均流量；

H_{sti} ——相应于稳定工况时段 t_i 的平均泵站扬程(m)；

t_i ——稳定工况时段(h)；

E —— $\sum t_i$ 时段内泵站的总耗电量(kW·h)。

第1.0.4条 测量误差

泵站现场测试的测量误差应根据目的和要求的不同，分下列三种情况处理：

(1) 对于新建的大泵站，应参照B级精度验收，如验收单位同意，也可按C级执行；

(2) 对于一般新建站或技术改造后的验收，可按C级精度控制；

(3) 对于考核技术经济指标的普测或监测，可参照C级精度执行。

泵站测试成果应进行误差分析和估算。本规程要求按

GB 2548—1973 (E)《离心泵、混流泵和轴流泵验收试验规范》标准执行。相应于B级和C级精度的各项误差如下:

一、每一量重复测量的变化^①范围(95%置信度)

如表1.0.4-1所示。

应取每一量各次读数的算术平均值作为该量的实际测量值。

同一量多次重复测量值的变化范围 表 1.0.4-1

重复读数 的组数	每一量重复读数的最大值与最小值之间的极限误差(%)			
	流量、扬程、转矩、功率		转 速	
	B 级	C 级	B 级	C 级
3	0.8	1.8	0.25	1.0
5	1.6	3.5	0.5	2.0
7	2.2	4.5	0.7	2.7
9	2.8	5.8	0.9	3.3

注 最大值与最小值的百分数等于:

$$\frac{\text{最大值} - \text{最小值}}{\text{最 大 值}} \times 100\%$$

如果达不到表 1.0.4-1 所规定的值, 应改进试验条件并重新取一组完整的读数, 不得以读数超出容许范围为理由而剔除单个读数和一组观测值中的一些选定的读数。

如果读数变化过大, 并非测量方法或仪表误差等所致, 而无法加以消除时, 极限误差可用统计分析方法计算。

① 两次读数之间测量值的改变称变化。

二、测量仪表的极限误差

测量仪表的极限误差

表 1.0.4-2

测 定 量	极 限 误 差 (%)	
	B 级	C 级
流 量	± 1.5	± 2.5
泵 扬 程 泵 轴 功 率	± 1.0	
电动机输入功率(确定机组效率的试验)		± 2.0
转 速	± 0.20	± 1.0

三、总极限误差限

总 极 限 误 差 限

表 1.0.4-3

测 定 量	极 限 误 差 限 (%)	
	B 级	C 级
流 量	± 2.0	± 3.5
泵 扬 程 泵 轴 功 率 电动机输入功率(确定机组效率的试验)	± 1.5	
转 速	± 0.4	± 1.8
泵 效 率	± 2.8	± 5.0
机 组 效 率	± 2.5	± 4.5
泵 站 效 率	± 2.0 (± 3.0)	± 4.0 (± 5.0)

注 如果由于条件的限制, 执行表1.0.4-3中的泵站效率有困难时, 经双方协商同意, 可按括号中的数值控制。