

ICP 3.080

备案号: 15455—2005

AQ

中华人民共和国安全生产行业标准

AQ 1012—2005

煤矿在用主排水系统安全检测检验规范

**Safety inspecting-testing specification of in-service
main dewatering system for coal mine**

2005-03-07 发布

2005-08-01 实施

国家安全生产监督管理总局 发布



AQ 1012—2005

前 言

为了获得煤矿在用水泵的实际运行工况,以确保排水设备指标达到设计要求和满足《煤矿安全规程》对排水系统的要求,制定本标准。

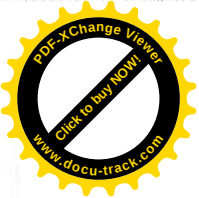
在本标准的编制中,参考了 GB 3236—1989《离心泵、混流泵和旋涡泵试验方法》等国家标准和行业标准,且符合《煤矿安全规程》(2004 版)对矿井排水的有关规定。

本标准由国家安全生产监督管理总局归口。

本标准的主要起草单位:矿用产品安全标志办公室、国家安全生产抚顺矿用设备检测检验中心、河南煤矿安全监察局等。

本标准的主要起草人:陈在学、韩正菊、袁庆国、张大力、王亚林。

本标准首次发布。



煤矿在用主排水系统安全检测检验规范

1 范围

本标准规定了煤矿在用水泵及主排水系统性能检验方法。

本标准适用于全国各生产矿井在用主排水系统的技术性能的检测。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过在本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准。然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB 1032—85 《三相异步电机试验方法》

GB 3214—1991 《水泵流量的测定方法》

GB 3216—89 《离心泵、混流泵、轴流泵和旋涡泵试验方法》

GB/T 5657—1995 《离心泵技术条件》

JB/T 8097—1999 《泵的振动测量与评价方法》

JB/T 8098—1999 《泵的测量与评价方法》

MT 85 《煤矿用耐磨离心水泵技术条件》

《煤矿规程》2004版

3 术语和定义

以下术语和定义适用于本标准。

3.1 流量

流量——单位时间内从泵出口排出并进入管路的液体体积。

3.2 扬程

扬程——单位质量的水经过水泵后获得的能量,其单位为 m。

3.3 功率

功率——某一时间间隔内所传递的能量被间隔时间除的商。

3.4 效率

效率——指有效功率与轴功率的比值。

3.5 密度

密度——单位体积水的质量。

3.6 流速

流速——体积流量被管路横截面积除的商。

3.7 转速

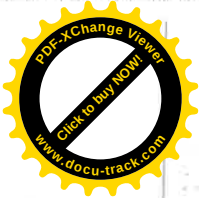
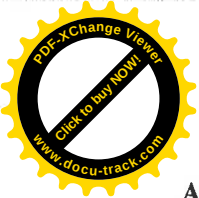
转速——转数被时间除的商。

3.8 波动

波动——在一次读数的时间内,读数相对平均值的短周期变动。

3.9 变化

变化——同一量相邻两次读数间的数值改变。



4 主要参数及符号

- 4.1 排水设备主要参数及符号见表 1。
4.2 排水设备应是符合 GB/T 5657、JB/T 8098 和 MT 114 等相关标准化的正式产品。

表 1 本标准使用符号

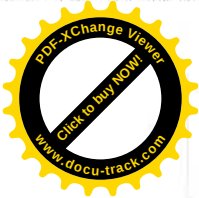
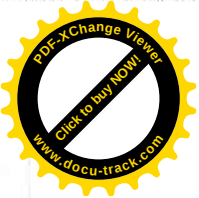
符 号	量的名称	单 位	
		符 号	中文名称*
Q	流量	$m^3/s, L/s, m^3/h$	立方米每秒、升每秒、 立方米每小时
H	扬程	m	米
H_x	吸水高度	m	米
H_P	排水高度	m	米
H_a	实际排高	m	米
z	表位差	m	米
P	功率	kW	千瓦
P_{gr}	电动机输入功率	kW	千瓦
P_a	泵轴功率	kW	千瓦
P_u	泵输出功率	kW	千瓦
U	电压	V	伏
I	电流	A	安
n	转速	r/min	转每分
ρ	密度	kg/m ³	千克每立方米
η	效率	—	—
g	自由落体加速度	m/s ²	米二次方秒
v	速度	m/s	米/秒
p_v	真空表读数	MPa	兆帕
p_y	压力表读数	MPa	兆帕
D	排水管直径	m	米
d_x	吸水管内径	m	米
d_p	排水管内径	m	米

* 说明：此处的名称是单位的名称。

5 技术要求

5.1 性能要求

- 5.1.1 在实际工况下测定水泵的流量、扬程、轴功率和转速，并调整工况记录水泵的流量、扬程、轴功率和转速，以获得水泵的性能曲线，该性能曲线应符合 GB 3216。
5.1.2 排水系统联合试运转以获得排水系统的综合排水能力。
5.1.3 振动 泵的振动不得超过 JB/T 8097 的相关规定。
5.1.4 噪声 在运行工况下，水泵房的噪声不得超过 90 dB。



5.2 检测的组织要求

精确的测量不仅取决于所使用的测量设备和仪表质量,而且也取决于测试人员的工作素质和技术水平。检测负责人应由在测试技术方面有丰富经验的技术人员担任,一般检测人员应由具有一定的检测专业知识并能够对矿用主排水泵检测进行熟练操作的人员担任,所有检测人员都应有经过主管部门考核合格后颁发的检测员证,并做到持证上岗。

5.3 测试设备要求

所有测试设备均应附有证明其精度符合本标准要求(见表 2)的报告,并在检定周期内方可使用。

表 2 测试设备精度要求

设备、仪表名称	精度等级/级	说 明
压力表	1.5	应根据压力选择压力表量程,指示的压力值应处于是 1/3~2/3 满量程
真空表	1.5	
流量计	±2%	
电参数测试仪	0.5	
转速	±1 r/min	

5.4 检测操作要求

5.4.1 性能检测

5.4.1.1 性能检测是为了确定泵的扬程、轴功率、效率与流量之间的关系。

5.4.1.2 测试时应从闸门开启 1/3 流量开始,直到闸门全开为止。

5.4.1.3 测试应有足够的持续时间,以获得一致的结果和达到预期的测试精度。每一个流量点应有一定的时间间隔,并应同时测量流量、扬程、转速和轴功率。

5.4.1.4 测试点应取 3~5 个不同的流量点。

5.4.1.5 流量等于零及其附近测点的运行时间不能过长,以免水泵发热。

5.4.2 排水系统检测

5.4.2.1 启动排水系统所有工作泵、备用泵、工作管路、备用管路,测量总的排水量,检验系统总的排水能力。适用时,也可采取其他方法检测总的排水能力。

5.5 检测条件

5.5.1 检测的进行

检测的持续时间应足够长,以获得一致的结果。对于取多次读数以降低误差的场合,应在不等的时间间隔取读数。所有的测量均应在运转稳定的情况下进行。

5.5.2 运转的稳定性

允许读数波动幅度应符合表 3 的要求。

表 3 最大允许波动幅度

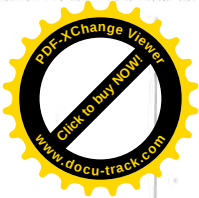
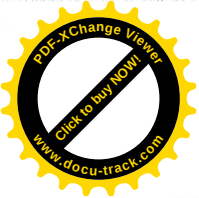
测定量	流量	扬程	功率	转速
最大允许波动幅度/%	±6			±2

5.5.3 成组观测读数

5.5.3.1 在运转稳定的条件下,只记录各个测定量的一组读数。这一组读数只有当检测人员确定波动已稳定在表 3 和表 4 规定范围内时方可进行记录。

5.5.3.2 当检测时由于系统运行不稳定引起对精度产生怀疑时,应按下述方法处理:

- a) 各流量点的读数应重复多次,最低限度应取三组读数,并且应记录每一个独立读数的值,以及由每组读数得出的效率值。每一量的最大值与最小值之间的波动应不大于表 3 的规定;
- b) 这些允差用来保证由于离散所致的误差和表 5 所限定的系统误差之总测量误差将不大于表 6



的规定值；

- c) 取每一量的各次读数的算术平均值作为该量的检测实际值；
- d) 如果不能达到表 4 的规定，则应找出原因，重取一组新的读数，即原先的一组读数应全部作废。但是不应该以读数超出范围为理由，而拒绝读数或从成组观测值中选择读数；
- e) 要是读数变化过大，但不是由于操作方法或仪表误差等所致，误差限应以统计分析法计算。

表 4 同一量多次重复测量的变化范围(基于 95%的置信度)

重复读 数组数	每一量重复读数的最大值与最小值间的最大允差/%	
	流量 扬程 功率	转速
3	3.5	2.0
注：最大值与最小值之间的最大允差等于： $\frac{\text{最大值}-\text{最小值}}{\text{最大值}} \times 100\%$		

表 5 测量仪表的允许系统误差

测定量	流量	扬程	泵轴功率	电机输入功率	转速
允许范围/%	±2.5			±2	±1.0

如果符合表 5 所规定的仪表系统误差，则可认为总的误差不会超过表 6 的规定。

表 6 最大总误差限

测定量	允许范围/%
流量	±3.5
泵扬程	
泵轴功率	
电动机输入功率	
转速	±1.8
泵效率	±5.0
系统效率	±4.5

5.6 检测周期

水泵的检测周期为一年。

6 检测方法及仪器

6.1 流量 Q 的测定

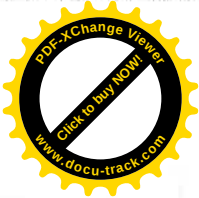
6.1.1 采用超声波流量计测定水泵的流量

测定时传感器的安装应满足下列要求：

- a) 安装前应将放置传感器的地方清洁出一片较传感器探头稍大的位置，直至见到裸露的金属，涂上一层耦合剂；
- b) 传感器应安装在仪器说明书规定的管路上；
- c) 选择的测量段管路内必须充满流体，而且不含气泡。

6.1.2 按 GB 3214 选择以下方法之一进行测量：

- a) 差压式流量计测流量；

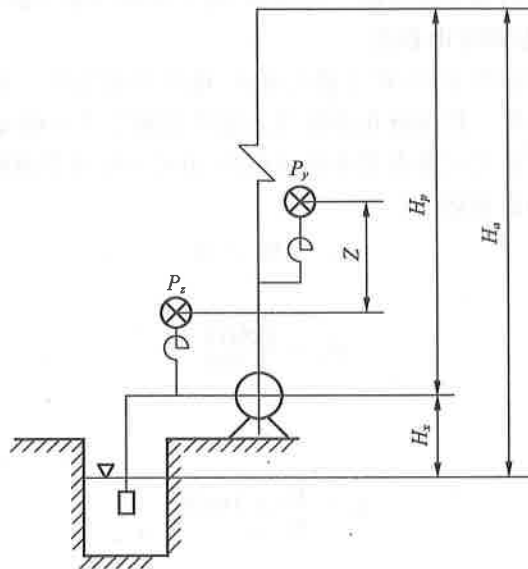


- b) 水堰测流量;
- c) 涡轮流量计测流量;
- d) 电磁流量计测流量。

6.1.3 还可以选择精度相同的其他的检测方法来测定流量。

6.2 扬程 H 的测定

扬程测试系统图,如图 1 所示。



- P_z ——真空压力表;
- P_y ——压力表;
- H_x ——吸水高度;
- H_p ——水泵排水高度;
- H_a ——水泵实际排高;
- Z ——表位差。

图 1 水泵扬程测试布置图

6.2.1 采用压力表测量出口和入口压力,计算扬程 H ,计算公式如下:

$$H = \frac{(p_z + p_y) \times 10^6}{\rho g} + z + \frac{8}{\pi^2 g} \left(\frac{1}{d_p^4} - \frac{1}{d_x^4} \right) Q^2 \quad \dots\dots\dots (1)$$

6.2.2 压力表的选择

6.2.2.1 量程的选择 压力表的量程最大应不小于 1.3~1.6 倍工作压力。

6.2.2.2 精度的选择 压力表精度不低于 1.5 级。

6.2.2.3 种类和外形的选择 应选择金属弹簧压力表,压力表的示值清楚且满足要求,或选用其他符合要求的压力测量仪表。

6.2.3 压力表的安装 扬程检测用的真空表和压力表通过螺纹装在出口合适的位置。压力表和真空表的联接导管上,应有旋塞和 360°的弯管与测孔相通,以稳定读数和保护仪表免受压力冲击。

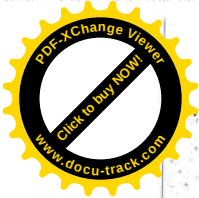
6.2.4 压力表的使用 检测中,在启动泵时,应先将压力表前的旋塞关闭,待水泵启动后再慢慢开启旋塞;检测用的压力表必须在检定周期内。

6.2.5 水泵实际排高 H_a 的测定

6.2.5.1 水泵排水高度 H_p ,由矿井地质资料结合实测得到。

6.2.5.2 水泵吸水高度 H_x ,现场测量。

6.2.5.3 水泵实际排水高度为排水高度和吸水高度之和,即 $H_a = H_p + H_x$ 。



6.3 转速的测量

采用激光转速表、非接触式手持数字转速表测定水泵转速。

6.4 电参数的测量

6.4.1 电机效率 η_d (如测量地点瓦斯 $\geq 1.0\%$, 读电度表)

当通过测量与泵直接联接的电动机输入电功率来确定泵的轴功率时,使用的电动机应当是以足够的精度确定其效率的。交流异步电动机的效率按 GB 1032 标准规定的方法测定。

在现场无法对电机效率进行测定的情况下,电机的效率按铭牌效率选取。

6.4.2 采用电参数综合测试仪测定电参数

在井下设备没有二次线的情况下,应在自带的电流、电压互感器的二次侧进行接线,电参数测量时要严格按电气作业操作规程进行。检测使用的仪表系统误差满足表 4 的规定。

仪表的量程选择应使测量值尽可能在仪表额定值的 $20\% \sim 95\%$ 范围内。

6.4.3 已知电动机效率 η_d 的泵轴功率

$$p_a = p_{gr} \times \eta_d \quad \dots\dots\dots (2)$$

6.4.4 泵的输出功率

$$p_u = \frac{\rho g Q H}{1\,000} \quad \dots\dots\dots (3)$$

6.5 效率的计算

6.5.1 泵的效率

$$\eta_b = \frac{p_u}{p_a} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (4)$$

6.5.2 管路效率

$$\eta_g = \frac{H_x + H_p}{H} = \frac{H_a}{H} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (5)$$

6.5.3 排水系统效率

$$\eta_x = \eta_d \times \eta_b \times \eta_g \quad \dots\dots\dots (6)$$

6.5.4 排水电耗的计算

$$\text{吨水百米电耗} \quad W_{r,100} = \frac{1}{3.67 \eta_x} < 0.5 \text{ kW} \cdot \text{h} \quad \dots\dots\dots (7)$$

6.6 性能曲线图的测试与绘制

6.6.1 泵的性能曲线采用图 2 的形式,横坐标轴上表示流量 Q ,纵坐标上分别表示扬程 H 、轴功率 P_a 和效率 η 。

6.6.2 性能曲线,一般测 3~5 个测点,各个测点以流量大小来划分,测点的分布不一定等距离,在工业利用区内可以密一些。

6.6.3 流量的大小用闸阀开度来调整,每改变一次工况,大约停留 3~10 min,待水流稳定后读取数据。

6.6.4 根据测定与计算得出的数据绘制曲线,曲线应该圆滑。

6.6.5 绘制的性能曲线应当是换算到额定转速时的性能曲线。

6.7 排水系统的检测

联合运转状态下的最大排水能力检测,是为了检验多台泵同时工作时管路工作的排水能力,以确定排水系统的综合排水能力是否能达到《煤矿安全规程》第 278 条规定。

6.8 泵的振动测定

6.8.1 振动测点的选择

测点必须选在泵的关键部位,测点一般为轴承座、底座和出口法兰处。并规定轴承座处和靠近轴承处的测点作为主要测点,把底座和出口法兰处的测点作为辅助测点。

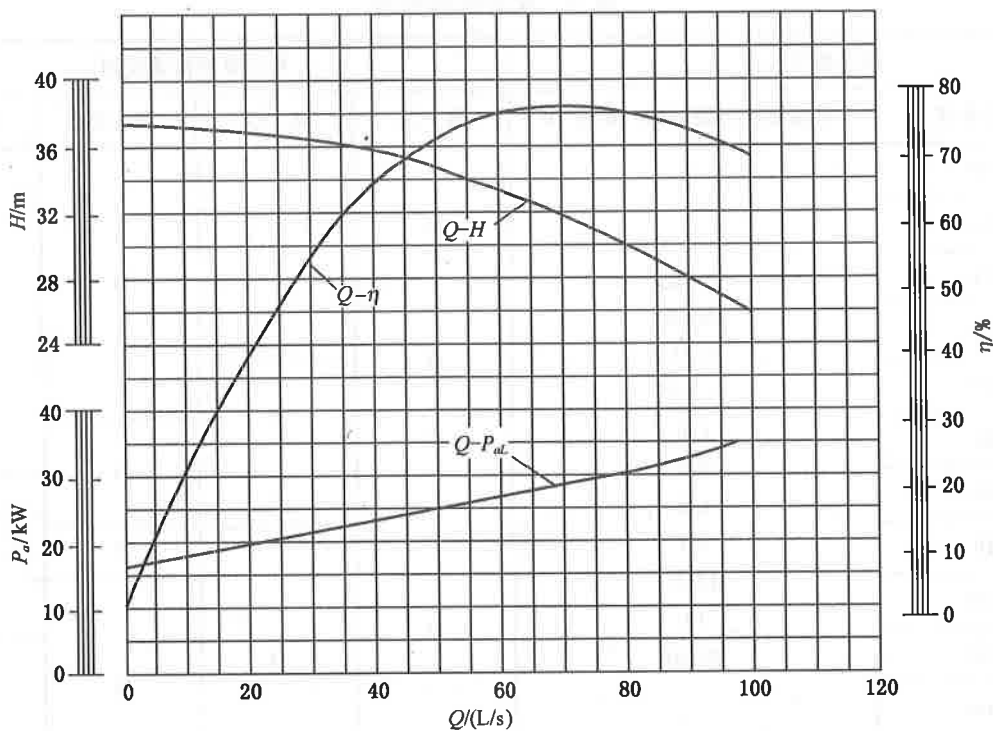
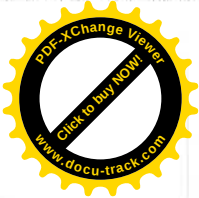
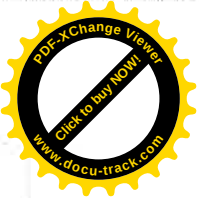


图 2 泵性能曲线图

每个测点都要在三个互相垂直的方向，即水平、垂直、轴向进行振动测量。

6.8.2 测量仪器

测量仪器应该具有测量振动宽频带有效值的能力，其通频响应范围至少为 10 Hz~1 000 Hz，根据振动准则可以要求进行位移或速度或者这二者结合在一起测量，但对于转速接近或低于 600 r/min 的泵，其通频响应范围下限应达到 2 Hz。要保证振动传感器正确地被固定，以保证测量精度。

6.8.3 泵的分类

为了评价泵的振动级别，按泵的中心高和转速将泵分为四类，见表 7。

表 7 泵的分类

类别	中心高/mm		
	≤225	>225~550	>550
	转速/(r/min)		
第一类	≤1800	≤1000	—
第二类	>1 800~4 500	>1 000~1 800	>600~1 500
第三类	>4 500~12 000	>1 800~4 500	>1 500~3 600
第四类	—	>4 500~12 000	>3 600~12 000

注：中心高是指泵的轴线到泵的底座上平面间的距离。

6.8.4 泵的振动的评价

水泵振动的评价按 JB/T 8097 进行。泵的振动级别分为 A、B、C、D 四级(表 8)，D 级为不合格。

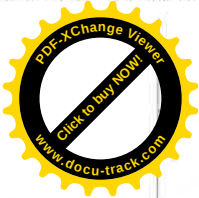
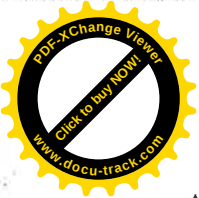


表 8 水泵振动分级

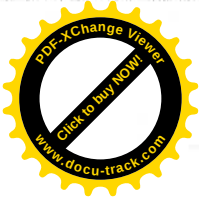
振动烈度范围		判定泵的振动级别			
振动烈度级	振动烈度分级界限/(mm/s)	第一类	第二类	第三类	第四类
0.28	0.28 0.45 0.71 1.12 1.80 2.80 4.50 7.10 11.20 18.00 28.00 45.00	A	A	A	A
0.45					
0.71		B	B	B	B
1.12					
1.80		C	C	C	C
2.80					
4.50		D	D	D	D
7.10					
11.20					
18.00					
28.00					
45.00					

7 检验及检测结果判定

- 7.1 水泵的运行工况点应在工业利用区内,即 $\eta_b \geq 0.85\eta_e$, η_e 为水泵的额定效率。
- 7.2 水泵在运行工况下,应不超过电动机的容量。
- 7.3 排水系统的吨水百米电耗应低于要求值,即 $W_{t,100} < 0.5 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 。
- 7.4 运行工况下,不允许振动超标。
- 7.5 运行工况下,水泵噪声不允许超标,即水泵房的噪声不得超过 90 dB。

系统排水能力对泵的要求:

- 7.6 水泵。矿井主排水泵必须有工作、备用和检修的水泵。工作水泵的能力,应能在 20 h 内排出矿井 24 h 的正常涌水量。备用水泵的能力应不小于工作水泵能力的 70%。工作和备用泵的总能力,应能在 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%。
- 7.7 管路。主要泵房必须有工作和备用水管。工作水管的能力应能配合工作水泵在 20 h 内排出矿井 24 h 的正常涌水量。工作和备用水管的总能力,应配合工作和备用水泵在 20h 内排出矿井 24 h 的最大涌水量。
- 7.8 配电设备。应同工作、备用以及检修水泵相适应,并能够同时开动工作和备用水泵。当泵房有多台水泵时,单台水泵的起动时间应不大于 5 min。
- 7.9 主要泵房至少有 2 个出口,一个出口用斜巷通到井筒,并应高出泵房底板 7 m 以上;另一个出口通到井底车场,在此出口通路内,应设置易于关闭的既能防水又能防火的密闭门。
- 7.10 水仓。主要水仓必须有主仓和副仓,当一个水仓清理时,另一个水仓能正常使用。水仓的容积应能容纳 8 h 的正常涌水量,正常涌水量大于 1 000 m³/h 的矿井,主要水仓的有效容积 $V=2(Q+3\ 000)$ (Q 为每小时正常涌水量),并不得小于 4 h 的正常涌水量。
- 7.11 机房的温度应小于 30℃。



8 检验报告和检测记录

8.1 检测记录

检测记录由检测人员填写并签名,确保现场记录的真实、准确。

8.2 检验报告

本着科学、公正、客观的原则出具检验报告,检验项目要准确清晰、明确和客观。报告格式、内容应满足检验规范中规定的要求,且应具有足够的信息。
