



中华人民共和国建筑工业行业标准

JG/T 525—2017

代替 JG/T 5060.1—1995, JG/T 5060.2—1995

混凝土真空脱水装置

Concrete vacuum dewatering facilities

2017-11-27 发布

2018-05-01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部 发布

目 次

前言	1
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 型号	1
5 要求	2
6 试验方法	3
7 检验规则	12
8 标志、包装、运输和贮存	13
附录 A (规范性附录) 理论干空气流量计算方法	15
附录 B (规范性附录) 试验计算数据处理图表	16
附录 C (资料性附录) 试验台布置图	17
附录 D (规范性附录) 测试记录表	18

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 JG/T 5060.1—1995 和 JG/T 5060.2—1995。与 JG/T 5060.1—1995、JG/T 5060.2—1995 相比,主要技术内容变化如下:

- 修改了要求中的内容;
- 删除部分通用试验内容;
- 对试验要求进行重新界定;
- 更新了部分规范性引用文件;
- 增加了部分技术术语。

本标准由住房和城乡建设部标准定额研究所提出。

本标准由住房和城乡建设部建筑施工安全标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:中国建筑科学研究院、中国建筑科学研究院建筑机械化研究分院、北京建筑机械化研究院、中国工程机械工业协会用户工作委员会、中国建设教育协会建设机械职业教育专业委员会、石家庄铁道大学、中太建设集团股份有限公司、山东德建集团有限公司、北京燕京工程管理有限公司、武汉东方建设集团有限公司、河北建设集团千秋管业有限公司、浙江省二建建设集团有限公司、廊坊市城市建设工程集团公司、廊坊凯博建设机械科技有限公司、中国工程机械工业协会混凝土制品机械分会、中城投集团第八工程局有限公司。

本标准主要起草人:周磊、曹国巍、孟竹、石小虎、安志芳、刘承桓、鲁卫涛、郭文武、程志、董翔、胡兆文、王振喜、王海东、张刚权、马奉公、方英群、范良义、陈春雷、胡长龄、王谦、陈炜宁、毛祥华。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- JG/T 5060.1—1995;
- JG/T 5060.2—1995。

混凝土真空脱水装置

1 范围

本标准规定了混凝土真空脱水装置(以下简称脱水装置)的型号、要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于以水环泵为主机的脱水装置。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分:按接收质量限(AQL)检索的逐批检验抽样计划

GB/T 4942.1 旋转电机整体结构的防护等级(IP代码) 分级

JG/T 5050 建筑机械与设备可靠性考核通则

JB/T 5943 工程机械 焊接件通用技术条件

JB/T 5946 工程机械涂装通用技术条件

JB/T 5947 工程机械 包装通用技术条件

JB/T 7255 水环真空泵和水环压缩机

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

最大真空度 maximum vacuum degree

真空脱水装置吸口进气量为零时的真空度。

3.2

真空作业不匀率 vacuum irregularity

分布在真空作业平面上各点真空状态的不均匀程度。

3.3

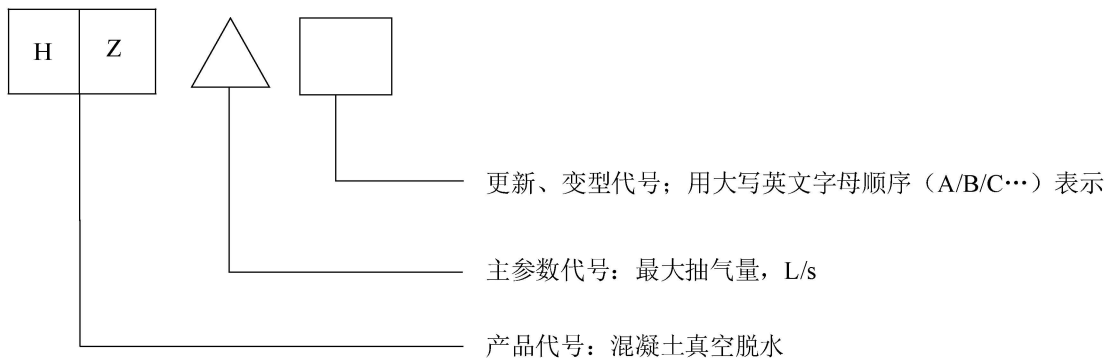
水泥流失率 cement loss rate

混凝土中吸出的水泥质量与吸出前水泥质量的百分比。

4 型号

4.1 型号规定

产品型号由组、型、特性代号、主参数和更新变型代号组成,真空脱水装置主参数用最大抽气量表示,标记如下:



4.2 标记示例

示例 1：

最大抽气量为 30 L/s 的混凝土真空脱水装置标示为：混凝土真空脱水装置，HZ 30 JG/T 525—2017。

示例 2：

最大抽气量为 28 L/s 第二次变型的混凝土真空脱水装置：混凝土真空脱水装置 HZ 28B JG/T 525—2017。

5 要求

5.1 一般要求

- 5.1.1 脱水装置结构焊缝应平整美观、无夹渣、气孔等，并应符合 JB/T 5943 的规定。
- 5.1.2 脱水装置应设置操作和工作指示标识，标识标牌应正确、醒目、清晰，并固定牢固。
- 5.1.3 涂漆和漆膜质量应符合 JB/T 5946 的规定。
- 5.1.4 与工作介质接触的零部件，应采用耐碱蚀材料或耐碱蚀防护措施。
- 5.1.5 脱水装置电气系统应采用有效、可靠的接地或接零保护；电气系统绝缘电阻应不小于 0.5 MΩ。
- 5.1.6 脱水装置电动机、电器箱防护等级应达到 GB/T 4942.1 规定的 IP45 级。

5.2 性能要求

5.2.1 脱水装置工作环境条件应符合下列要求：

- a) 环境温度为 0℃～+40℃；
- b) 环境温度 25℃，相对湿度不大于 90%；
- c) 工作介质温度高于 0℃。

5.2.2 脱水装置工作水出口温度和密封性应符合下列要求：

- a) 当环境温度为 20℃时，并达到热平衡后，脱水装置工作水出口温度应不大于 50℃；
- b) 脱水装置供水、供气系统密封可靠，不应漏水、漏气；
- c) 脱水装置气水分离器在真空度为 8.11×10^3 Pa 时，不应漏气。

5.2.3 在标准大气压、气体温度 20℃、相对湿度 70%、工作水出口温度 15℃条件下，脱水装置作业能力应符合下列要求：

- a) 脱水装置最大真空度应不低于 92%；
- b) 真空度 75%时抽气量应不低于 70%的理论干空气流量，其计算方法应符合附录 A 的要求；
- c) 最大抽吸面积应达到产品标定值。

5.2.4 脱水装置在最大抽吸面积工况条件下，脱水 5 min 后的真空作业不匀率应不大于 5%。

5.2.5 在混凝土原始水灰比为 0.45～0.55、水泥强度等级不低于 42.5 MPa、铺设厚度为 30 mm～35 mm 工作条件下，脱水装置水泥流失率应不大于 5%。

5.2.6 脱水装置噪声限值应符合下列要求：

- a) 辐射噪声在 4 m 半径的半球测量表面,噪声声级应不大于 75 dB(A);
- b) 操作位置噪声声级应不大于 80 dB(A)。

5.2.7 脱水装置真空泵应符合 JB/T 7255 的规定,并应符合下列要求：

- a) 真空泵等温总效率应不低于 40%；
- b) 真空泵泵体密封在 1.96×10^5 Pa 水压作用下,保压 10 min,不应渗漏；
- c) 真空泵极限真空度应不低于 95%；可靠性试验后,真空泵极限真空度下降率应不大于 5%。

5.2.8 脱水装置可靠性应不小于 80%，并应满足下列要求：

- a) 脱水装置整机作业可靠性考核时间应为 500 h；
- b) 首次故障前平均工作时间应不小于 100 h,平均无故障工作时间应不小于 200 h。

5.2.9 脱水装置真空吸垫在常压和负压条件下工作时,应有耐磨性和气密性。

5.2.10 脱水装置联接软管在常压和负压条件下工作时,应有耐磨性能。

5.2.11 脱水装置在负压区、高温工作液排放区,应设置可靠的安全防护装置。

6 试验方法

6.1 试验准备

6.1.1 试验台架组成参见附录 C 中的图 C.1。

6.1.2 试验仪器、设备试验前应经计量部门检定合格并有效。

6.1.3 试验台架、试验样机、试验部件等放置场地应平坦、背景噪声应不大于 65 dB(A)。

6.2 水温和密封性试验

6.2.1 仪表、仪器及试验用具应符合下列要求：

- a) 半导体点式温度计,分度值 1 °C；
- c) 肥皂水少许；
- d) 软橡胶板,100 mm×100 mm×8 mm；
- e) 真空表,-0.1 MPa~0 MPa。

6.2.2 试验步骤与试验内容：

- a) 试验样机进气管路连接真空表；
- b) 试验样机进气口以橡胶板密封,启动样机后应检查气水分离器各部位,并通过真空表读取主机最大真空度数值；
- c) 调节进气量,使真空泵在负 0.05 MPa 压力下连续运转 1 h 后,测气水分离器出水口温度,同时在真空泵各接合面涂抹肥皂水观测漏气点；
- d) 试验样机连续运转 1 h 后停机观测,样机脱水装置应符合 5.2.2 的规定；
- e) 试验记录按附录 D 中的表 D.1 填写。

6.3 作业能力试验

6.3.1 仪表、仪器及试验用具

仪表、仪器及试验用具应符合下列要求：

- a) 玻璃浮子流量计,精度等级 1.5 级,测量范围应与被测真空泵相适应；
- b) 转速表,精度等级 1 级；
- c) 半导体点式温度计,分度值 1 °C；

- d) 开口 U 形水银柱真空计,分度值 1 mm;
- e) 空盒气压表,误差为 1.5%;
- f) 干湿球温度计,分度值 1 °C;
- g) 试验台架(参见附录 C);
- h) 软橡胶板,100 mm×100 mm×8 mm。

6.3.2 试验内容

试验内容应符合下列要求:

- a) 测定真空泵的极限真空度;
- b) 测定真空泵在 75%真空度时的抽气量。

6.3.3 试验条件

试验条件应符合下列要求:

- a) 试验时的空气介质温度应在 0 °C~35 °C;
- b) 试验用水应洁净,水温应在 35 °C 以下,宜为 15 °C;
- c) 真空泵试验台架应由浮子流量计和开口 U 形水银柱真空计为主要测试仪器组成。

6.3.4 测试步骤

6.3.4.1 测量大气压力和相对湿度。

6.3.4.2 测量试验用水温和空气温度。

6.3.4.3 测量真空泵极限真空度和 75%真空度时,应符合下列要求:

- a) 试验样机进气口应用橡胶板封闭,样机运行稳定后记录真空计读数;
- b) 调节进气量,当真空计读数稳定在 75%真空度时,记录浮子流量计读数。

以上试验重复进行两次。

6.3.4.4 测量 75%真空度时电动机的转速。

6.3.5 极限真空度和 75%真空度时抽气量计算

6.3.5.1 试验条件应符合下列要求:

- a) 标准大气压力:101.325 kPa;
- b) 进气温度:20 °C;
- c) 相对湿度:70%;
- d) 试验水温:15 °C;
- e) 样机转速:设计给定值。

6.3.5.2 工作水温 15 °C 时的极限真空度按式(1)计算,以百分数表示时,按式(2)计算:

$$p_{imin15} = p_b - h_1 - p - (p_{vs} - p_{v15}) \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$\delta = \frac{|p_{imin15}|}{p} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

- p_b ——试验时的大气压力,单位为帕(Pa);
- h_1 ——真空计两边汞柱差值,单位为帕(Pa);
- p ——标准大气压力,单位为帕(Pa);
- p_{vs} ——工作水温 t °C 时的饱和水蒸气压力,查表 B.1;
- p_{v15} ——工作水温 15 °C 时的饱和蒸汽压力,查表 B.1。

6.3.5.3 75%真空度时的抽气量应按下列公式计算：

a) 计算开口 U 型水银柱真空计在 75%真空度时的读数,按式(3)计算：

$$h = p_b - (1 - 75\%)p \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中：

h ——开口 U 型水银柱真空计在 75%真空度时的读数,单位为帕(Pa)；

p_b ——试验时的大气压力,单位为帕(Pa)；

p ——标准大气压力,单位为帕(Pa)。

b) 试验条件下的抽气量,按式(4)计算：

$$\begin{aligned} Q &= Q' \sqrt{\frac{\gamma_{20}}{\gamma}} = Q' \sqrt{\frac{11.742}{0.4645 \times \frac{p_b - 0.378\phi p_{vt}}{T} \times \frac{9.804}{133.322}}} \\ &= Q' \sqrt{\frac{11.742}{0.4645 \times \frac{p_b - 0.378\phi p_{vt}}{273+t} \times \frac{9.804}{133.322}}} \quad \dots\dots\dots(4) \end{aligned}$$

式中：

Q ——试验条件下的抽气量,单位为立方米每小时(m^3/h)；

Q' ——流量计读数,单位为立方米每小时(m^3/h)；

γ_{20} ——规定试验条件下湿空气重度, $\gamma_{20} = 11.742 N/m^3$ ；

γ ——试验条件下的湿空气重度,单位为牛每立方米(N/m^3)；

ϕ ——试验条件下空气相对湿度,以%表示；

p_{vt} ——温度 t °C 时的饱和水蒸气压力,查表 B.1；

T ——试验条件下空气绝对温度,单位为开尔文(K)；

t ——试验条件下的摄氏温度,单位为摄氏度(°C)。

c) 规定进气条件下,试验转速及试验水温时的抽气量按式(5)计算：

$$Q_{20} = Q \frac{\gamma}{\gamma_{20}} = Q' \sqrt{\frac{\gamma}{\gamma_{20}}} \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中：

Q_{20} ——规定进气条件下,试验转速及试验水温时的抽气量,单位为立方米每小时(m^3/h)。

d) 水环真空泵在给定真空度时的抽气量按式(6)计算：

$$Q'_s = \frac{760 \times 133.322}{p_b - h} \times \frac{Q_{20}}{60} \quad \dots\dots\dots(6)$$

式中：

Q'_s ——水环真空泵在给定真空度时的抽气量,单位为立方米每分(m^3/min)。

e) 规定进气条件、规定转速、规定水温的抽气量按式(7)计算：

$$Q_s = K_s \frac{n}{n'} Q'_s \quad \dots\dots\dots(7)$$

式中：

Q_s ——规定进气条件、规定转速、规定水温的抽气量,单位为立方米每分(m^3/min)；

n ——规定转速,单位为转每分(r/min)；

n' ——试验转速,单位为转每分(r/min)；

K_s ——水温影响校正系数,查图 B.1。

f) 真空度 75%时的抽气量 Q_s 与理论干空气流量 Q_g 的比值按式(8)计算：

$$\eta = \frac{Q_s}{Q_g} \quad \dots\dots\dots(8)$$

6.3.6 试验与计算结果

按表 D.3 填写。

6.4 真空作业不匀率试验

6.4.1 试验场地

试验场地应采用表面平整、无裂缝、不漏气的混凝土面层，吸垫周边用宽 150 mm、厚 20 mm 新拌砂浆做密封带，密封严实不漏气，见图 1。

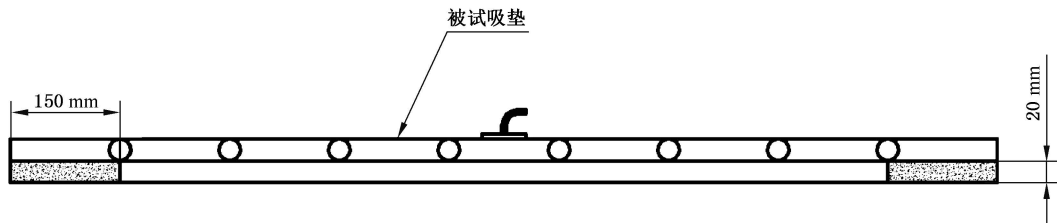


图 1 试验场地

6.4.2 试验条件

试验条件应符合下列要求：

- a) 试验时的抽吸面积应为样机标定的最大值；
- b) 试验用吸垫长宽比应不大于 1.4；
- c) 密封带砂浆应由水、水泥、砂子拌合而成，其质量比例为 0.8 : 1 : 5。

6.4.3 试验仪器及工具应符合下列要求：

- a) 真空表， $-0.1\text{ MPa} \sim 0\text{ MPa}$ ；
- b) 接头若干；
- c) 计时器 1 只；
- d) 刮板 1 块；
- e) 真空吸水装置 1 台。

6.4.4 测点布置

6.4.4.1 测点布置如图 2。

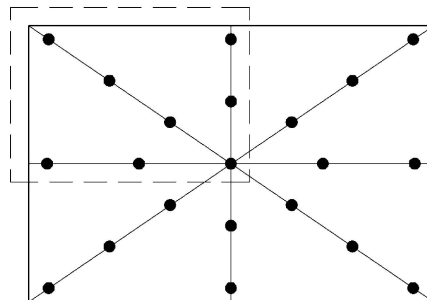


图 2 测点布置

6.4.4.2 按对称原理实测点为虚线框内各点,其余各点为未测点,但分别等效采用各对称实测点的测量数据。

6.4.5 试验方法

真空吸水装置主机开机运转 10 min 后,与吸垫连接。主机与吸垫连接后运转 5 min,开始记录各测点真空度数据。

6.5 真空作业不匀率的计算

6.5.1 真空作业不匀率应按式(9)计算:

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} \times 100\% \\ = \frac{\sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(9)$$

式中:

- CV ——真空作业不匀率;
- S ——标准偏差;
- \bar{X} ——各测点真空度平均值;
- x_i ——各测点真空度实测值;
- n ——测点数。

6.5.2 试验与计算结果应按表 D.8 填写。

6.6 水泥流失率试验

6.6.1 试验条件

试验条件应符合下列要求:

- a) 试验吸垫面积应不小于 20 m²;
- b) 混凝土铺设厚度应为 30 mm~35 mm;
- c) 脱水时间应为 20 min~30 min;
- d) 试验用混凝土水灰比应为 0.45~0.55;
- e) 试验应使用强度等级应为 42.5 MPa 的普通硅酸盐水泥。

6.6.2 试验用具

试验用具应符合下列要求:

- a) 可密封的样液瓶 8 只,容量 500 mL;
- b) 滤纸 8 张;
- c) 滤网,100 目,8 只;
- d) 漏斗 1 只;
- e) 天平 1 台,感量 0.1 g;
- f) 计时器 1 只;
- g) 清洁木棒 1 根。

6.6.3 试验准备

- 6.6.3.1 样液瓶清洗干燥后,测定其质量,按顺序分别标记为 $\Lambda 1 \sim \Lambda 8$ 。
- 6.6.3.2 滤纸、滤网干燥后,一张滤纸与一张滤网为一组,测定其质量,按顺序分别标记为 B1~B8。
- 6.6.3.3 清洗样机气水分离器、管路系统及吸垫,不应带有泥沙等杂物,并在气水分离器真空腔内放入适量的清洁水。

6.6.4 试验方法

- 6.6.4.1 开机后 5 min 在样机气水分离器内,用 $\Lambda 1$ 、 $\Lambda 2$ 样液瓶收取两瓶样液,然后用 $\Lambda 3 \sim \Lambda 4$ 、 $\Lambda 5 \sim \Lambda 6$ 、 $\Lambda 7 \sim \Lambda 8$ 样液瓶分别在开机后 10 min、15 min、20 min 收取样液各 2 瓶,共 8 瓶。
- 6.6.4.2 每次收取样液前,应用木棒在气水分离器内搅拌不少于 20 s,并立即收取液样。
- 6.6.4.3 样液的检测应符合下列要求:
 - a) 清洗样液瓶外部,待干燥后测定其质量;
 - b) 用滤网托住滤纸过滤样液,提取滤样并用少量清水清洗样液瓶,继续过滤提取滤样;
 - c) 滤网滤纸连同滤样一起放入烘箱(温度为 105 °C)烘 1 h 以后,测量滤网、滤纸及滤样质量。

6.6.5 计算水泥颗粒含量

6.6.5.1 每瓶样液的水泥颗粒含量应按式(10)计算:

$$q_i = \frac{m}{M} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(10)$$

式中:

- q_i ——每瓶样液的水泥颗粒含量;
- m ——滤样质量,单位为毫克(mg);
- M ——样液质量,单位为毫克(mg)。

6.6.5.2 水泥流失率应按式(11)计算:

$$Q = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n q_i \quad \dots\dots\dots(11)$$

式中:

- Q ——水泥流失率;
- n ——样液的瓶数。

6.6.6 试验与计算结果

填入附录 D 中的表 D.9。

6.7 噪声测定

6.7.1 仪器、仪表及试验用具应符合下列要求:

- a) 声级计,误差不超过 ± 2 dB(Λ);
- b) 真空表, -0.1 MPa~ 0 MPa。

6.7.2 试验条件应符合下列要求:

- a) 试验场地应符合 6.1.3 规定;
- b) 声级计附近除测量者或操作者外,不应有其他人员。

6.7.3 声级计用 Λ 计权网络慢挡测量,主机在 -0.05 MPa 真空表读数下,运转 3 min 后测定噪声。

6.7.4 试验步骤应包括下列内容：

- a) 在距离主机前、后、左、右边缘 1 m, 离地面 1.5 m 处各测一点, 如图 3 中 A、B、C、D 所示；
- b) 在距离主机前、后、左、右边缘 4 m, 离地面 1.5 m 处各测一点, 如图 3 中 A'、B'、C'、D' 所示。

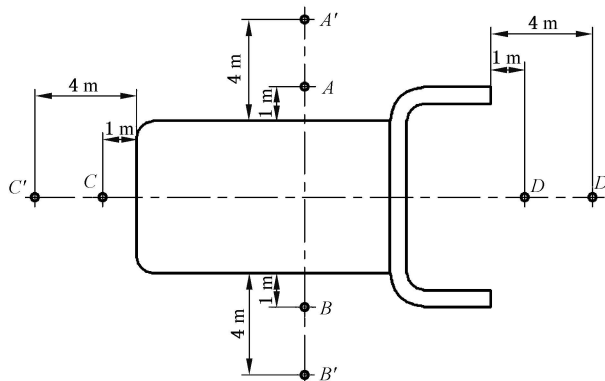


图 3 测点位置

6.7.5 以算术平均值作为噪声评定值, 噪声测定记录按表 D.2 填写。

6.8 脱水装置真空泵性能试验

6.8.1 效率试验

6.8.1.1 除应具备 6.3.1 规定的仪表、仪器外, 还应具备下列试验用具：

- a) 功率表, 精度等级不低于 0.2 级；
- b) U 管或单管水银柱(或水柱)压力计, 分度值 1 mm。

6.8.1.2 测试 75%真空度条件下水环泵的等温总效率。

6.8.1.3 试验条件应符合 6.3.3 的规定。

6.8.1.4 测试方法及步骤应符合下列要求：

- a) 按 6.3.4 规定进行；
- b) 测量吸入口的 U 管水银柱真空计读数 h_1 ；
- c) 测量排出口的 U 管或单管水银柱压力计读数 h_2 ；
- d) 测量电动机输入功率。

6.8.1.5 水环泵的等温总效率 η_{is} 按式(12)计算：

$$\begin{aligned} \eta_{is} &= \frac{P_{is}}{P} \times 100\% \\ &= \frac{3.763 p_1 Q_s \lg \frac{p_2}{p_1} \times \frac{1}{133.322}}{P_d \eta_d} \times 100\% \\ &= \frac{3.763 p_1 Q_s \lg \frac{h_2 + p_b - 1 \text{ atm}}{p_1} \times \frac{1}{133.322}}{P_d \eta_d} \times 100\% \dots\dots\dots(12) \end{aligned}$$

式中：

P —— 泵轴功率, 单位为千瓦(kW), 与电动机直接连接的泵轴功率可通过测量电动机输入功率确定；

- P_d ——电动机输入功率,单位为千瓦(kW);
- η_d ——电动机功率,由电动机专业生产厂测定;
- P_{is} ——泵的等温压缩功率,单位为千瓦(kW);
- p_1 ——泵入口的绝对压力,单位为帕(Pa);
- p_2 ——泵出口的绝对压力,单位为帕(Pa);
- h_2 ——水银柱压力计读数,单位为帕(Pa);
- p_b ——测量时的大气压,单位为帕(Pa);
- 1 atm——一个标准大气压(101.325 kPa)。

6.8.1.6 试验与计算结果应按表 D.3 填写。

6.8.2 压力试验

6.8.2.1 试验设备应符合下列要求:

- a) 水压加压设备 1 台;
- b) 压板螺栓等试验装置。

6.8.2.2 试验方法,将泵体安装于试验装置上,水压加压设备加压至 1.96×10^5 Pa,持续 10 min,检查各部分有无渗漏等异常现象。

6.8.2.3 试验记录结果应按表 D.4 填写。

6.9 可靠性试验

6.9.1 试验条件

试验条件应符合下列要求:

- a) 样机应检验合格并是在近半年内生产的产品;
- b) 采用随机抽样方式抽样,数量 1 台;
- c) 抽样以及试验期间,除正常维修、保养以外,不得更换主要零件;
- d) 试验时应遵守操作规程,不允许带故障试验。

6.9.2 仪表及工具

仪表及工具应符合下列要求:

- a) 半导体点式温度计,分度值 1°C ;
- b) 水桶 4 只;
- c) 功率表,精度等级 1.5 级。

6.9.3 试验介质

含杂质量不少于 0.56 g/L、碱度为 pH 11 的水溶液。

6.9.4 试验方法

试验方法应符合下列要求:

- a) 试验前,检查整机最大真空度;
- b) 每天运转时间应不少于 8 h;
- c) 累计运转时间应不少于 500 h;
- d) 在 75%~85%的真空度下,以试验介质作循环液进行试验。

6.9.5 评定方法

6.9.5.1 可靠性考核评定应符合 JG/T 5050 的规定。

6.9.5.2 故障分类应符合下列要求：

- a) 根据故障性质和危害程度将故障分为四类,见表 1;
- b) 外界原因造成的事故和停机,不按故障处理;
- c) 如某一故障导致关联性故障时,应按影响最严重的故障计算类别。同时发生相互无关的故障,故障次数应分别计算;
- d) 易损件备件的更换,不作为故障,但应记录,并在试验报告中说明。

表 1 故障分类

故障类别		故障内容	危害度系数 ϵ
1	致命故障	重要总成报废或主要部件严重损坏,如电动机烧坏	∞
2	严重故障	严重影响产品性能,必须拆开泵体更换零件,如因机械损坏或水蚀,真空度严重下降而更换叶轮、配气盘或泵体等	3.0
3	一般故障	明显影响产品的性能,必须检修。只需要更换或修理外部零部件,如水箱密封部分和夹紧部分的损坏	1.0
4	轻度故障	轻度影响产品功能,不须更换零件,可在较短时间里排除	0.2

6.9.5.3 评定指标及计算方法应符合下列要求：

- a) 首次故障前平均工作时间 MTTF(h)为产品在规定的使用条件下第一次出现故障前的工作时间(轻度故障不计)。
- b) 平均无故障工作时间按式(13)计算：

$$\begin{aligned}
 \text{MTBF} &= \frac{t_{0j}}{r_b} \\
 &= \frac{\sum_{i=1}^4 n_i \epsilon_i}{r_b} \dots\dots\dots (13)
 \end{aligned}$$

式中：

MTBF——平均无故障工作时间,单位为小时(h)；

t_{0j} ——被试产品的累计工作时间,即规定的定时截尾试验时间,单位为小时(h)；

r_b ——被试产品在规定的可靠性试验时间内出现的当量故障数；

ϵ_i ——第 i 类故障的危害度系数；

n_i ——被试产品出现的 i 类故障次数。

当 $r_b < 1$ 时令 $r_b = 1$,但应在试验报告中说明轻度故障次数、特征、后果等故障信息。

- c) 可靠度按式(14)计算：

$$R = \frac{t_{0j}}{t_{0j} + t_1} \times 100\% \dots\dots\dots (14)$$

式中：

R ——可靠度；

t_1 ——故障修复时间,单位为小时(h)。

注： t_{0j} 、 t_1 均不含规定的保养时间。

6.9.5.4 记录并填写可靠性试验记录表 D.5,计算并填写可靠性试验综合汇总表 D.6,填写试验样机履历表 D.7。

6.9.6 检测报告

完成试验后,应对试验样机解体检查,对整机及零部件的技术状况作出鉴定,并写出检测报告。报告应包括下列内容:

- a) 整机最大真空度;
- b) 电动机运转情况是否正常;
- c) 叶轮、配气盘、泵体内面水蚀状况;
- d) 其他零部件的损坏情况。

7 检验规则

7.1 出厂检验

7.1.1 出厂检验应为逐台检验,检验项目应符合表 2 规定。

7.1.2 出厂检验项目全部合格应判定为合格,质量特性为 B 的检验项目中有一项不合格时,允许返修重新检验,重新检验结果作为最终检验结果,其余情况判定为不合格。

7.2 型式检验

7.2.1 属下列情况之一者,应进行型式检验:

- a) 新产品试制或老产品转厂生产的定型鉴定;
- b) 变型、改进、原材料及工艺等的变动,可能影响产品性能时;
- c) 正常生产每 2 年检验一次;
- d) 停产 1 年以上恢复生产时;
- e) 国家质量监督机构提出进行型式检验的要求时。

7.2.2 型式检验应符合表 2 的规定。

7.2.3 组批与抽样应符合 GB/T 2828.1 的规定,并应符合下列规定:

- a) 在当年或近期生产的经出厂检验合格的产品中,采用随机抽样方法组批,一批为 10 台;再从中随机抽取 3 台样机;
- b) 新产品鉴定时,检验样机应不少于 2 台。

7.2.4 样机按表 2 中型式检验项目全部合格后应判定为合格,质量特性为 B 的检验项目中有一项不合格时,允许加倍抽样,重新进行全项目试验,重新试验结果作为最终试验结果,其余情况判定为不合格。

表 2 出厂检验和型式检验

序号	检验项目		质量特性	型式检验	出厂检验	检验依据	
1	焊接		B		√	5.1.1	
2	标识标牌					5.1.2	
3	涂漆质量					5.1.3	
4	水路气路系统					5.1.4	
5	主要零部件防护措施					5.1.4	
6	电气保护与绝缘					5.1.5	
7	电动机及电器箱防护等级					5.1.6	
8	脱水装置工作水出口温度		A	√	√	5.2.2a)	
9	脱水装置的作业能力	最大真空度				5.2.3a)	
10		抽气量			√	5.2.3b)	
11		最大抽吸面积				5.2.3c)	
12	真空作业不匀率						5.2.4
13	水泥流失率						5.2.5
14	安全防护装置					√	5.2.11
15	噪声						5.2.6
16	真空泵	等温总效率					5.2.7a)
17		密封				√	5.2.7b)
18		极限真空度					5.2.7c)
19	气水分离器					√	5.2.2c)
20	真空吸垫	工作刚度					5.2.9
21		气密性			5.2.9		
22	联接软管				5.2.10		
23	可靠性	首次故障前工作时间			5.2.8		
24		平均无故障工作时间					
25		可靠度					
注：“√”为检测项；“ ”为不检项。							

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

8.1.1 产品标牌应包括下列内容：

- a) 产品名称；
- b) 产品型号；
- c) 产品主要参数；
- d) 制造日期；

- e) 产品编号；
- f) 制造商名称。

8.1.2 标牌应设置在易于观察的位置，图文应清晰、易于识别。

8.2 包装

8.2.1 主机、真空吸垫的包装应符合 JB/T 5947 的规定。

8.2.2 随机专用工具、备件应随主机一并包装。

8.2.3 随机技术文件应包括产品合格证书、产品使用说明书、随机备件专用工具清单、装箱单。

8.2.4 产品应存放在通风、干燥的库房内。露天存放时应采取防晒、防水、防潮、防腐等措施。

8.2.5 长期存放时，应采取防锈、防老化等防护处理，并应每隔 6 个月检查一次，炎热、寒冷、潮湿等地区应每隔 3 个月检查一次。

附 录 A
(规范性附录)
理论干空气流量计算方法

理论干空气流量的表达式为：

$$Q_{\text{理干}} = Q_{\text{理论}} \cdot \psi$$

$$Q_{\text{理论}} = 4e \cdot b \cdot r \cdot \pi \cdot n$$

式中：

- $Q_{\text{理论}}$ ——真空泵的理论流量,单位为立方米每分(m^3/min);
- ψ ——干空气换算系数,在真空度为 75%、水温在 15℃时, $\psi=0.93$;
- e ——偏心距,单位为米(m);
- b ——叶片轴的宽度,单位为米(m);
- r ——叶轮半径,单位为米(m);
- n ——叶轮转速,单位为转每分(r/min)。

附 录 B
(规范性附录)
试验计算数据处理图表

表 B.1 饱和水蒸气压力 p_{v1} 表

空气温度/°C	-10	0	10	20	30	40
0	1.95	4.58	9.20	17.53	31.82	55.33
+1	2.13	4.93	9.84	18.64	33.69	58.35
+2	2.32	5.29	10.51	19.82	35.66	61.51
+3	2.53	5.68	11.23	21.06	37.73	64.81
+4	2.76	6.9	11.98	22.37	39.90	68.27
+5	3.01	6.54	12.78	23.75	42.17	71.89
+6	3.28	7.01	13.63	25.21	44.56	75.67
+7	3.57	7.51	14.53	26.74	47.07	79.62
+8	3.88	8.04	15.47	28.35	49.70	83.74
+9	4.22	8.61	16.47	30.04	52.45	88.03

注：表中数值均乘上系数 133.322 后,单位为 Pa,大气压力 101 325 Pa。

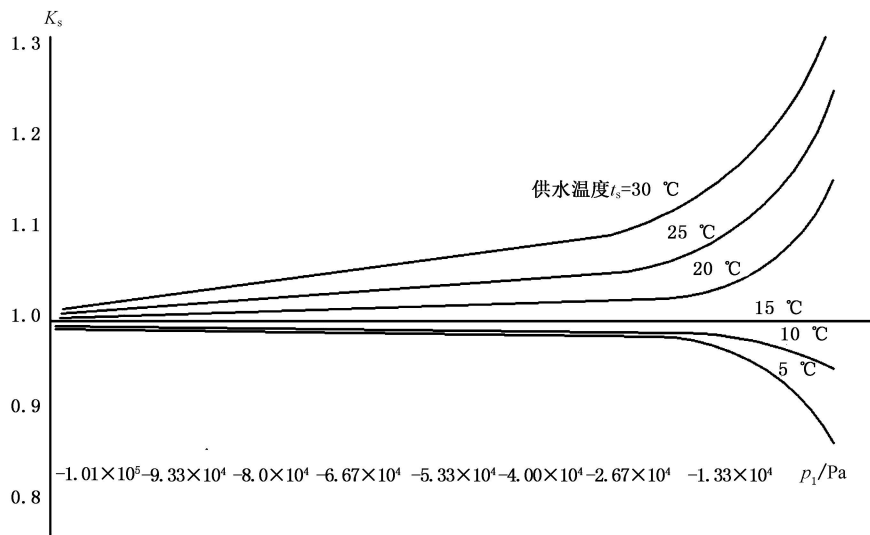
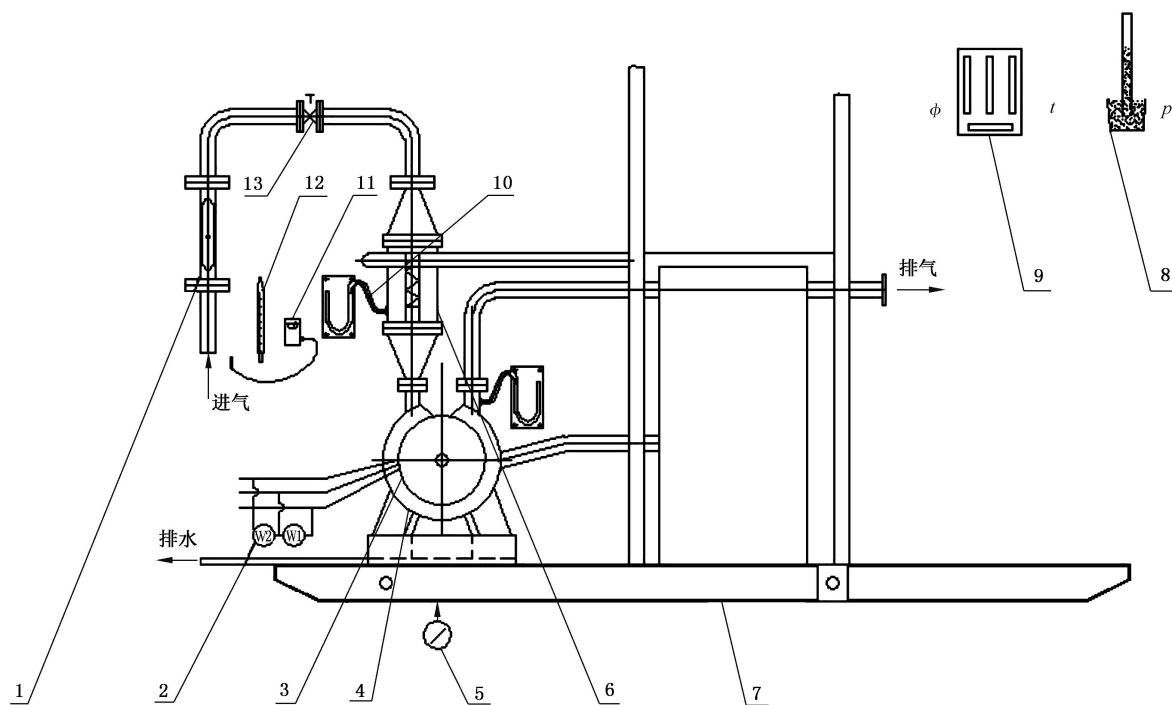


图 B.1 K_s 与 p_1 、 t_s 关系曲线图

附录 C
(资料性附录)
试验台布置图



说明：

- 1——流量计；
- 2——功率表；
- 3——电动机；
- 4——真空泵；
- 5——转速表；
- 6——稳压管；

- 7——台架；
- 8——气压表；
- 9——温度计；
- 10——水银柱真空计；
- 11、12——温度计；
- 13——调节阀门。

图 C.1 混凝土真空吸水装置水环泵台架试验装置布置示意图

附 录 D
(规范性附录)
测试记录表

表 D.1 水温试验和密封性试验记录表

样机型号_____	试验日期_____
制造厂_____	试验人员_____
出厂编号_____	记录人员_____
试验地点_____	校核人_____

项目	数值
主机最大真空度	
气水分离器内真空泵 出水口温度 ℃	初始温度
	运转 1 h 后的温度
气水分离器密封性	
真空泵结合面密封性	
泵体泄漏孔泄漏情况	

表 D.2 噪声测定记录表

样机型号 _____ 气温 _____ °C
 制造厂 _____ 风向 _____
 出厂编号 _____ 风速 _____ m/s
 试验地点 _____ 试验日期 _____
 试验人员 _____ 记录人 _____
 校核人 _____

测量部位		测量数值 dB(A)	平均值 S dB(A)
距离主机前、后,左右边缘 1 m,离地面 1.5 m 各测一点(即操作者耳边噪声)	A 点		S $\frac{A+B+C+D}{4}$
	B 点		
	C 点		
	D 点		
距离主机前、后,左右边缘 4 m,离地面 1.5 m 各测一点(即环境噪声)	A' 点		S $\frac{A'+B'+C'+D'}{4}$
	B' 点		
	C' 点		
	D' 点		

表 D.4 压力试验记录表

试验设备_____ 试验日期_____

试验装置_____ 试验人员_____

制造厂_____ 记录人_____

试验地点_____ 校核人_____

被测零件				
开机时刻				
停机时刻				
持续时间 min				
水压加压设备压力 Pa				
试验结果				

表 D.5 可靠性试验记录表

样机型号_____ 试验日期_____

制造厂_____ 试验人员_____

出厂编号_____ 试验地点_____

出厂日期_____ 记录人_____

校核人_____

项目		试验记录
开、停机时刻		
每班作业时间 h		
累计运转时间 h		
维修保养时间 h		
故障	原因及情况简述	
	采取措施简述	
	修复时间 h	
电压 V		
功率 kW		

表 D.6 可靠性试验综合汇总表

样机型号 _____ 试验人员 _____
 制造厂 _____ 汇总日期 _____
 出厂编号 _____ 汇总人 _____
 出厂日期 _____ 校核人 _____

试验起止日期	
累计维修保养时间 h	
累计故障数目	
累计修复时间 h	
首次故障前平均工作时间(MTTFF) h	
平均无故障工作时间(MTBF) h	
可靠度(R)	

表 D.7 试验样机履历表

样机型号_____ 出厂编号_____

制造厂_____ 出厂日期_____

作业日期				
作业地点				
作业项目				
作业时间 h				
情况记实				
作业人				
记录人				
校核人				
<p>注 1：作业项目栏填写总装、试车、修理。并按次序填入。</p> <p>注 2：情况记实栏记入主要零部件及样机性能合格率、调整或修处数、程度及更换零件等。</p>				

表 D.8 真空作业不匀率试验记录表

样机型号 _____ 吸垫型号 _____
 出厂编号 _____ 试验地点 _____
 场地型式 _____ 试验日期 _____
 抽吸面积 _____ 记录人 _____
 校核人 _____

组次	测点							
	1	2	3	4	5	6	7	8
I								
II								
III								
真空作业不匀率								
注：被测吸垫示意图及数据处理附于此表后页。								

表 D.9 水泥流失率试验记录表

样机型号_____ 吸垫面积_____

吸垫型号_____ 试验日期_____

试验地点_____ 记录人_____

校核人_____

标签号		A ₁ (B ₁)	A ₂ (B ₂)	A ₃ (B ₃)	A ₄ (B ₄)	A ₅ (B ₅)	A ₆ (B ₆)	A ₇ (B ₇)	A ₈ (B ₈)
样液 质量 g	样液瓶质量								
	样液(连瓶)质量								
	样液质量								
滤样质量 g									
单瓶泥砂含量 %									
水泥流失率 %									

