

**BS EN 1267:1999**

**阀门—以水为试验介质，测试阀门流阻**

**Valves—Test of flow resistance  
using water as a test fluid**

中国兵器工业企业管理协会  
北京北方资讯服务中心

## 国家标准前言

本英国标准是 EN 1267:1999 的英语版。

受工业阀门技术委员公 PSE//7 基本标准分委会 PSE/7/1 的委托，英国参与了本标准的制订。其责任是：

- 帮助咨询者更好地理解本标准；
- 向负责人—欧洲委员会汇报对咨询的解释说明或变更提议，并通知英国相关机构；
- 监控相关国际和欧洲标准的进展并在国内公布。

从该分委会的秘书处可索取其组织机构成员名单。

### 相互参照

可在 BSI 标准目录中“国际标准对应索引”部分查出或用 BSI 标准电子目录的“查找”工具找出本标准参照的英国标准，这些英国标准是执行国际标准或欧洲标准的。

未必合同所需的全部必要条款都包含在英国标准中，因此正确的使用本标准是用户们的责任。

符合英国标准并不意味着可免除其自身应承担的法律责任。

在工程委员会的指示下制订的本英国标准经标准委员会批准出版并于 1999 年 12 月 15 日开始生效。

本欧洲标准于 1999 年 8 月 16 日获得欧洲标准化委员会批准。

欧洲标准化委员会的成员应严格遵守欧洲标准化委员会/欧洲电工技术标准化委员 (CEN/CENELEC) 的内部条例中对给予本标准以不可替代的国家标准地位的规定。关于此类国家标准的最新清单和参考目录可通过向中央书记处或向欧洲标准化委员会的任何一个成员国申请索取。

本欧洲标准现有三种版本（英语版、法语版和德语版），欧洲标准化委员会的成员有责任将其翻译成其母语，向中央书记处通报后，这样的任何一种版本具有与正式版本相同的效力。

欧洲标准化委员会的成员有：奥地利、比利时、捷克共和国、丹麦、芬兰、法国、德国、希腊、冰岛、爱尔兰、意大利、卢森堡、荷兰、挪威、葡萄牙、西班牙、瑞典、瑞士及英国。

## 前 言

本欧洲标准是由工业阀门技术委员会 CEN/TC 69 制订的，其书记处由法国标准协会 (AFNOR) 担任。

要求最迟在 2000 年 3 月份之前，以同文出版方式或者背书的方式，给予本欧洲标准以国家标准的地位。并最迟在 2000 年 3 月前，废除与本欧洲标准相冲突的其他国家标准。

欧洲标准化委员会 (CEN) 根据欧洲委员会和欧洲自由贸易协会的指令制订了本欧洲标准。本欧洲标准被认为是一些使用标准和产品标准的支持标准，而这些使用标准和产品标准本身支持新指令中的安全要求并且引用本欧洲标准。

根据欧洲标准化委员会/欧洲电工技术标准化委员会 (CEN/CENELEC) 的内部条例，下列国家的国家标准化组织机构应责无旁贷地贯彻执行此欧洲标准，这些国家是：奥地利、比利时、捷克共和国、丹麦、芬兰、法国、德国、希腊、冰岛、爱尔兰、意大利、卢森堡、荷兰、挪威、葡萄牙、西班牙、瑞典、瑞士及英国。

## 目 录

1 范围 .....	(1)
2 参照标准 .....	(1)
3 术语及定义 .....	(1)
4 试验装置 .....	(1)
5 试验程序 .....	(3)
6 计算 .....	(5)
7 试验报告 .....	(6)
附录	
A (指导性的) 新试管的适宜尺寸 .....	(7)
B (指导性的) 流体通过阀门时, 出现的流量特性和物理现象 .....	(8)
C (指导性的) 试验结果的误差 .....	(11)
图	
1 试验设备安装 .....	(2)
B.1 流量相对压力降平方根的曲线图 .....	(8)
B.2 系统 $F_R$ 与雷诺线之间的函数关系 .....	(9)
C.1 波动的幅度 .....	(11)
C.2 波动的幅度 .....	(12)
C.3 根据记录器输出的信号读数 .....	(12)
表	
1 表压孔直径 .....	(3)
2 压差波动 .....	(3)
3 流量和压力波动 .....	(3)
4 允许的最大读数与最小读数差 .....	(4)
5 螺纹啮合长度和公差 .....	(5)
6 允许的压差总体测量误差 .....	(5)
7 流量、上塔压力和温度的总体测量误差的允许值 .....	(6)
8 流量系数的总体误差 .....	(6)
9 系数与总体误差 .....	(6)
A.1 系统与 $S$ 的总体误差 .....	(7)
A.2 与 EN 1057 一致的铜制试管的尺寸和公差 .....	(7)
C.1 被测量的平均值 .....	(13)

# 阀门—以水为试验介质测试阀门的流阻

## 1 范围

本欧洲标准以水为试验介质，说明了确定管道系统中的介质通过阀门时的压力降和流量的方法。此方法适用于：

- 适用于  $\zeta$  值较低但略高于 0.1 的阀门，根据介质流量和密度确定压力降；
- 适用于阀门入口和出口具有相同公称尺寸的阀门。

工业用程序控制阀门不在本标准范围内。

注 1：如果用空气进行试验，可参考其他标准，如 EN 60534-2-3 和 ISO 6358。

注 2：对于流阻系数  $\zeta$  低于 0.1 的阀门，通过阀门产生的压力降比通过试管产生的压力降要低很多，因此无法用一种可接受的测量精度确定  $\zeta$  值。

## 2 参照标准

本欧洲标准正文的适当位置引用了一些其他标准的条文，这些标有日期的或未标有日期的参考标准列在下面。对于标有日期的参考标准，其随后的任何修正或修订只有被包括在其内时才适用于本欧洲标准。对于未标有日期的参考标准，采用其最新版本。

EN 736-1，阀门—术语—第 1 篇：阀门类型的定义

EN 736-3，阀门—术语—第 3 篇：术语的定义

EN 1057，铜及铜合金—环境卫生和供暖系统中用于传输空气和水的无缝的铜制圆管

EN 60534-2-1，工业过程控制阀—第 2 篇：排水能力—第 1 章：安装条件下不可压缩性流体的尺寸确定公式 (IEC 60534-2: 1978)

EN 60534-2-3，工业过程控制阀—第 2 篇：排水能力—第 3 章：试验程序 (IEC 60534-2-3: 1997)

EN ISO 6708，管道系统部件——公称尺寸 (DN) 定义及选择 (ISO 6708: 1995)

ISO 7-1，压力密封作用在螺纹上的管螺纹—第 1 篇：尺寸、公差及表示法

ISO 65，按 ISO 7-1 规定进行套扣的碳钢管

ISO 1127，不锈钢管—尺寸、公差和单位长度常规质量

ISO 4006，封闭管路中流量的测定—词汇和符号

ISO 4200，平端的焊接钢管和无缝钢管—尺寸和单位长度质量总表

ISO 6358，气动传输系统—适用可压缩液体的部件—流量特性的确定

ISO 7194: 1983，封闭管路中流量的测定—用电流表或全静压管通过速度-面积法测量涡流或不均匀流量条件下圆管中的流量

ISO 7598，按 ISO 7-1 规定进行套扣的不锈钢钢管

## 3 术语及定义

对于本欧洲标准来说，下列术语和定义适用。

### 3.1 阀门类型

参见 EN 736-1

### 3.2 流量系统 ( $K$ , 或 $C$ ,)

参见 EN 736-3

### 3.3 流阻系数 $\zeta$

参见 EN 736-3

### 3.4 DN (公称尺寸)

参见 EN ISO 6708

### 3.5 误差

参见 ISO 4006

## 4 试验装置

### 4.1 概述

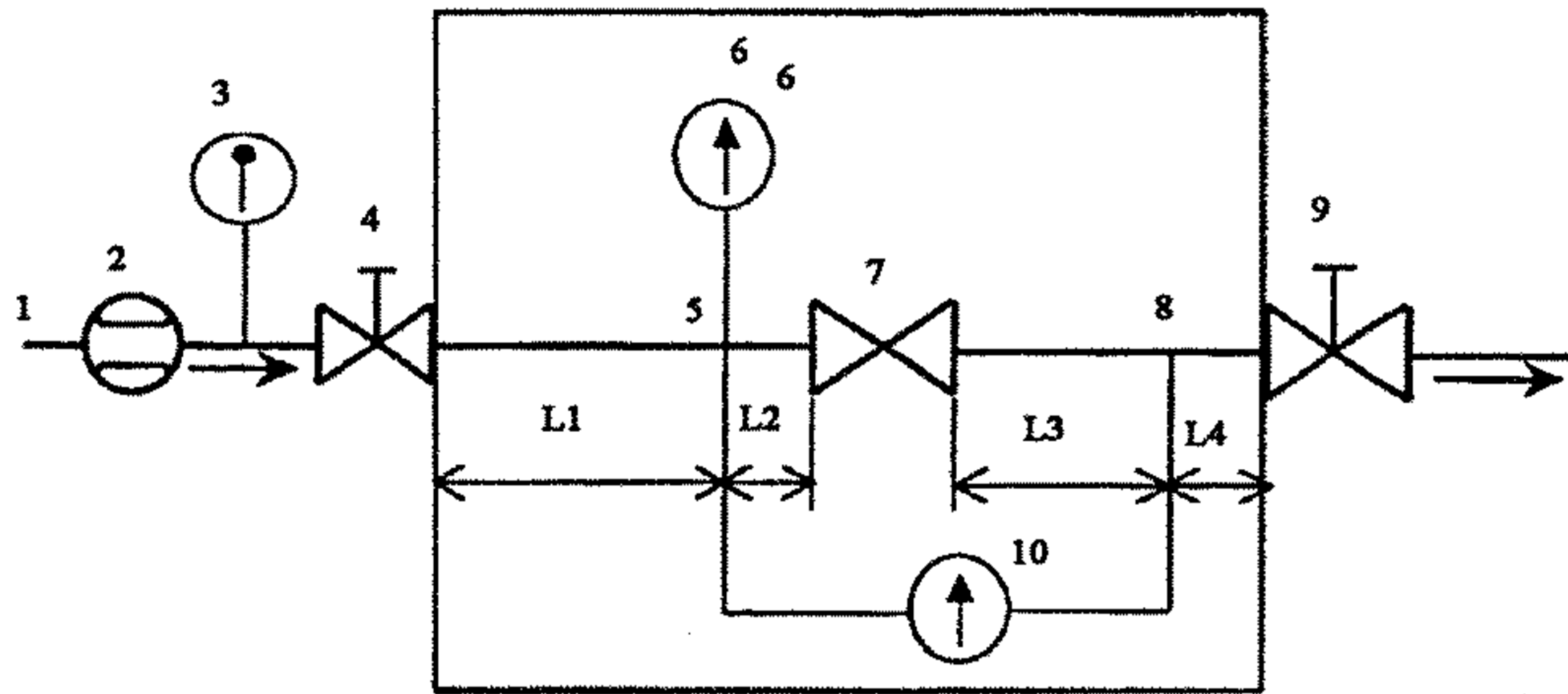
试验装置应与图 1 一致。方框外部件的位置可

根据实验室的情况决定。

度  $L_3$  放置于水平面或垂直面中。测试多端口的阀门时，相同类型的试管的放置方法应相同。

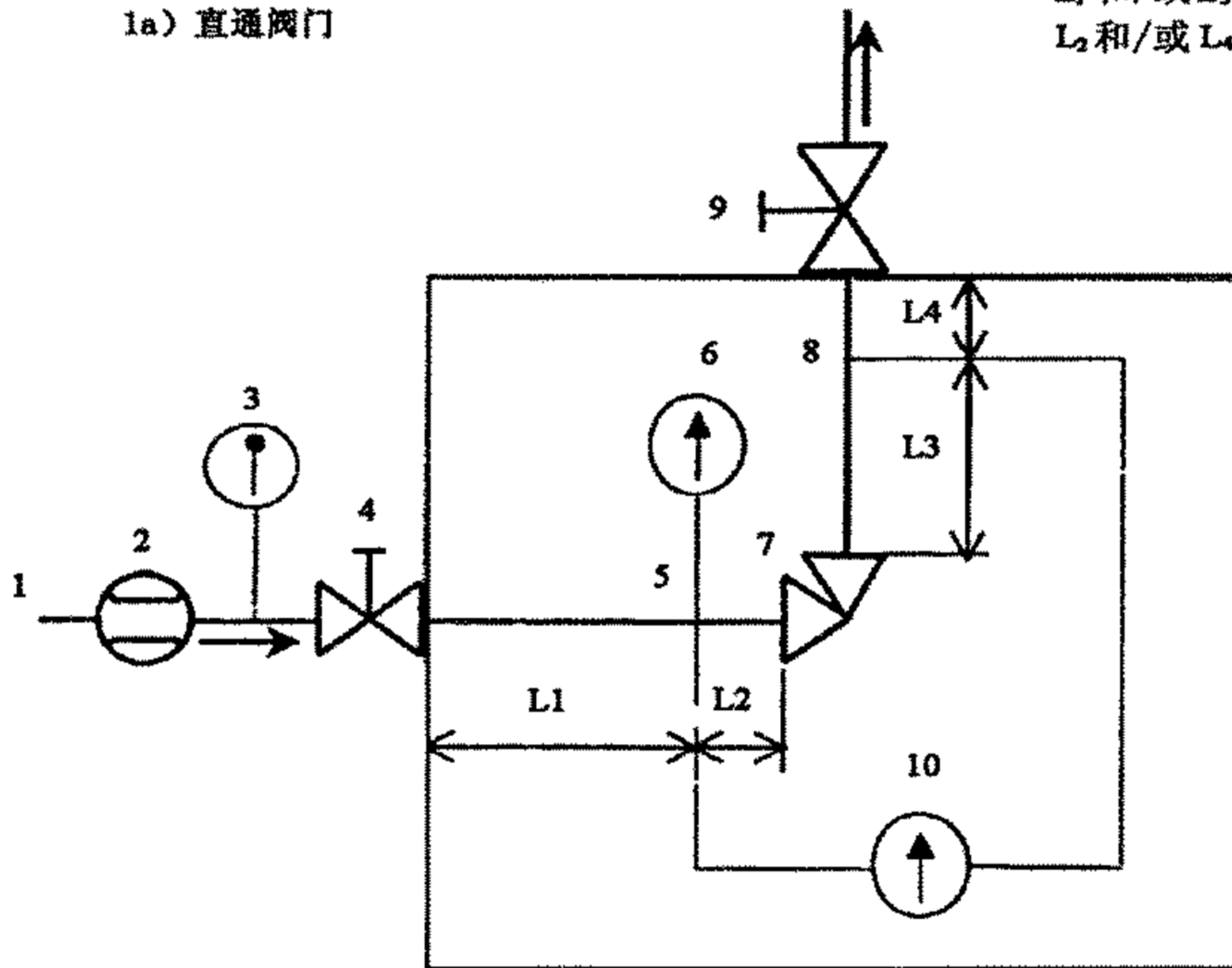
测试角阀 (1b) 时，可将试验阀门和试验长

管时，相同类型的试管的放置方法应相同。



1a) 直通阀门

$L_1$  和/或  $L_3 \geq 10D$   
 $L_2$  和/或  $L_4 \geq 10D$



1b) 角阀或多端口阀门

D= 试管公称直径

- |       |            |         |           |
|-------|------------|---------|-----------|
| 图号    | 4 调节阀      | 7 试验阀门  | 10 压差测量设备 |
| 1 水源  | 5 上游取压孔    | 8 下游取压孔 |           |
| 2 流量计 | 6 上游压力测量设备 | 9 调节阀   |           |
| 3 温度计 |            |         |           |

图1 试验设备安装

### 4.2 试管

试管的长度和取压点的位置应与图1一致。试管的长度应从试管的两端量起。

如果试验装置有上游装置 (两个不同平面的串联弯管), 除非进入上游试管之前装有直流器, 否则有必要使  $L_1$  大于  $10D$ 。如果装有直流器, 并

符合 5.1 的条件, 长度  $L_1$  可以小于  $10D$ 。

对直流器的进一步说明见 ISO 7194:1983 的 6 节。

试管应是直的, 其端部应切成直角、无毛刺, 内表面应清洁、目视检验时应无堵塞物。如果阀门

的相关产品或性能标准中没规定试管的内径，阀门生产厂家可决定试管内径的大小。具有低流阻系数 $\zeta$ 值的阀门，试验结果会受试管内径的影响。因此，有必要记录试管的实际内径值（参见 7.2 节）。

注：制作新试管时，建议按附录 A 进行制作。

取压点的取压孔孔数应根据实验室情况决定。每个取压点可有一个、两个或四个取压孔，或狭长切口（如果能避免偏心）。对于公称尺寸 DN > 300 的阀门，建议使用四个取压孔。

取压孔的直径应与表 1 相一致，其长度应至少是其直径的两倍。取压孔在试管内部的边缘是锐利的但不含毛刺。取压孔的轴线与试管的轴线应垂直相交，最大偏差 5°。取压孔与压力测量设备之间的连接管的内径应至少为取压孔直径的两倍。取压孔不应设在横截面的底部，以免灰尘沉积。

表 1 取压孔直径，单位 mm

公称尺寸 DN	最小	最大
<20	1.5	2
20 ~ 50	2	3
>50	3	5

#### 4.3 测量设备

用压差测量设备测量压力降。

通过标定或参照其他标准可知其测量结果的系统误差不超过最大允许值的测量设备和方法应予使用。

按本标准每种测量的系统误差的最大允许值为：

- 上游压力，压差和流量：±2%；
- 温度：±1℃。

#### 4.4 试验介质

试验介质为 5℃ ~ 40℃ 的水。

### 5 试验程序

#### 5.1 试验条件

##### 5.1.1 测量值的允许波动范围

对于各被测变量，表 2 和表 3 中给出了其读数波动的允许幅度值。

如果读数显示有更大幅度的波动，可借助于阻尼设备进行测量。阻尼设备的安装应不影响读数的准确度：应使用平衡阻尼设备和线性阻尼设备。

表 2 压差波动

$\zeta$ 值	$\Delta p$ 波动
$\zeta > 20$	±6%
$4 < \zeta \leq 20$	±10%
$1 < \zeta \leq 4$	±17%
$0.1 \leq \zeta \leq 1$	±26%

表 3 流量和压力波动

变量	符号	波动
流量	$e_q$	±6%
上游压力	$e_p$	±6%

关于误差的详细说明，见附录 C。

##### 5.1.2 稳态（见附录中的例子）

如果测得的各变量的平均值与时间无关，则称此试验状态为稳定的。实际上，如果观察每个操作点至少 10s，观测到的变量偏差不超过 1.2%（变量的最大值和最小值之差相对于平均值）。

如果满足此稳态条件，并且波动小于 5.1.1 节中规定的允许值，在关注的各测试点，可以只记录变量的一组读数。

##### 5.1.3 允许的非稳态

如果试验状态不稳定，应遵循以下试验程序：

在随机时间间隔内（但不能少于 10s），对每个测试点的各被测变量重复读出其读数（每个测试点每个变量至少要取三组读数）。

各变量最大值和最小值差额相对于平均值的百分比应不超过下表中的规定值。（这样总体测量误差就不会超过 6.3.1 节中规定的值）。

表4 允许的最大读数与最小读数差

组数	允许的各变量最大读数和最小读数之差 相对于平均值的比率 (%)
3	1.8
5	3.5
7	4.5
9	5.8
13	5.9
>30	6.0

取各变量所有读数的算术平均值作为本试验的实际值。

如果无法消除过大的偏差, 可用统计分析法计算误差极限。

### 5.2 试管中的压力降

为了消除取压点之间的试验装置对试验阀门流量特性(试验得出的结果)的影响, 应按如下方法确定该部分试验装置的流量和相应的压力降。

在图1所示的试验装置中, 各公称尺寸的试管彼此应是对中心相连的, 两接头之间无间隙。

应确保流向试验装置的水中的空气已被排净。

在测试阀门用的同一流量范围内, 记录一系列流量和相应的压力降。

确定试管的流量与压力降之间的关系。要定时重新测试二者之间的关系, 尤其是对内表面状况可能发生变化的情况。若阀门的流阻系数 $\zeta$ 非常低, 建议用相同的试验程序测量试管的压力降和按相同结构、相同测量设备测量的阀门-管组的压力降。

若阀门的流阻系数 $\zeta$ 很高时, 只要不超过5.1节中允许的误差值, 可以采用其他方法确定试管的压力降。

### 5.3 阀门试验

将阀门安装在图1所示的试验装置中, 测得的流量特性(包含着试管的流量特性)减去试管的流量特性可得出阀门的流量特性, 根据5.2节的规定确定出的流量特性只是试管的流量特性。

具有符合ISO 7-1内螺纹的阀门, 阀门与试管之间螺纹啮合长度应按表5规定。

螺纹长度符合其他规定的阀门, 阀门与试管之

间的螺纹啮合长度应等于阀门有效螺纹的实际长度。

压缩端或毛细端阀门, 试管应抵在阀门内的试管止块上。

法兰阀门, 试验装置上的法兰表面和与连接管间应对齐、无凹陷, 所用垫片不应伸入试管内。

应确保流向试验装置的水中的空气已被排净。

根据阀门的类型不同, 可以选择不同的方法进行试验, 在试验阀门的相关产品标准或性能标准中注明了试验区域和试验内容, 例如:

- 1) 在单一流量下确定压力降;
- 2) 在一个流量范围内确定压力降;
- 3) 在单一压力降下确定流量;
- 4) 在一个压力降范围内确定流量;
- 5) 紊流状态下测定不同流量时的一个或多个系数。

紊流状态和汽化的详细说明, 见附录B。

对阀门进行试验以确定紊流状态的流量系数时:

- 应至少在三个不同流量下进行测量;
- 确定的最小流量的雷诺数应大于 $4 \times 10^4$ ;
- 最大流量应是生产厂家规定的操作范围的上限。如果该上限无法通过试验装置达到, 试验室应判定试验装置可达到的最大流量是否足以使试验结果符合本标准的准确度;
- 要确定一个介于最大流量和最小流量之间的中间流量。

流量系数最大值和最小值之间的允许差值应不超过4% (参见附录中的例子)。

如果二者的差值超过此公差范围可能是因汽化作用的影响。这样试验要在较高的上游压力下重新进行。

如果二者的差值在此公差范围内, 则紊流状态下的流量系数就是这三个计算得出的流量系数的平均值。

除非与相关的产品标准或性能标准中的规定相抵触, 否则应避免产生汽化现象。

每组试验中, 试验测得的总压力降中要减去试管的压力降。



表 5 螺纹啮合长度和公差

螺纹规格 ISO7-1	1/4	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6
啮合长度 <sup>1)</sup> (mm)	10.0	10.5	14.0	15.5	18.0	20.5	20.5	24.5	28.5	31.5	37.5	42.0	42.0
公差 ± (mm)	1	1	1	1	1	1	1	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5

1) 螺纹啮合的最长长度应等于 ISO7-1 中的 16 例

## 6 计算

### 6.1 阀门压力降的确定

$$\Delta p_v = \Delta p_{v+i} - \Delta p_i$$

式中:

$\Delta p_v$ ——阀门自身的压力降 (巴);

$\Delta p_{v+i}$ ——试管和阀门的压力降 (巴);

$\Delta p_i$ ——测得的试管 (不含阀门) 的压力降 (巴)。

应注意的是以上三个压力降均是相对于同一流量的压力降。

### 6.2 系数的计算

#### 6.2.1 流量系数 $K_v$

$$K_v = q_v \sqrt{\frac{\rho}{\Delta p_v \rho_0}}$$

式中:

$q_v$ ——流量, 单位  $m^3/h$ ;

$\rho$ ——水的密度, 单位  $kg/m^3$ ;

$\rho_0$ ——15℃ 的水密度, 单位  $kg/m^3$ ;

$\Delta p_v$ ——阀门的压力降, 单位巴。

#### 6.2.2 基于美制加仑/分和 psi 的流量系数 $C_v$

$$C_v = 1.16 \times K_v$$

#### 6.2.3 流阻系数 $\zeta$ (捷塔)

$$\zeta = \frac{2 \times \Delta P_v}{\rho \times u^2}$$

式中:

$\Delta P_v$ ——阀门的压力降, 单位 Pa ( $1 \text{ pa} = 10^{-5}$  巴);

$u$ ——水的平均流速, 单位  $m/s$ ;

$\rho$ ——水的密度, 单位  $kg/m^3$ 。

用下式计算平均流速, 以确定实际测得的  $\zeta$  值:

$$u = \frac{q \times 10^6}{\left\{ \frac{\pi D^2}{4} \right\}}$$

式中:

$q$ ——流量, 单位  $m^3/h$ ;

$D$ ——试管的内径, 单位 mm。

为有实际参考意义,  $\zeta$  值是基于管径等于公称尺寸 DN 测定的。这样用下式计算平均流速:

$$u = \frac{q \times 10^6}{\left\{ \frac{\pi DN^2}{4} \right\}}$$

式中:

$DN$ ——为阀门的公称尺寸。

### 6.3 误差

#### 6.3.1 总体测量误差

##### 6.3.1.1 压差

在 5.1.3 节中写到, 测量压差时的随机误差和总体误差是随着波动幅度增加的。因此, 总体测量误差的允许值取决于  $\zeta$ , 如表 6 所示。

表 6 允许的压差总体测量误差

$\zeta$ 值	符号	允许的压差总体测量误差
$\zeta > 20$	$e\Delta p$	$\pm 3.5\%$
$4 < \zeta \leq 20$	$e\Delta p$	$\pm 6\%$
$1 < \zeta \leq 4$	$e\Delta p$	$\pm 10\%$
$0.1 \leq \zeta \leq 1$	$e\Delta p$	$\pm 15\%$

##### 6.3.1.2 其他变量

表 7 中给出了流量、上游压力和温度的总体测量误差。

表7 流量、上游压力和温度的  
总体测量误差的允许值

变量	符号	允许的总测量误差
流量	$e_q$	$\pm 3.5\%$
上游压力	$e_p$	$\pm 3.5\%$
温度	$\Delta t$	$\pm 1^\circ\text{C}^{1)}$

1) 注: 测量温度时, 计系统误差时可忽略不计随机误差。

目前系数的总误差可用平均平方根方法计算。

### 6.3.2 流量系数 $K_v$ 和 $C_v$

$$e_{K_v} = \sqrt{e_q^2 + 0.25 (e_{\Delta p}^2)}$$

$$e_{C_v} = \sqrt{e_q^2 + 0.25 (e_{\Delta p}^2)}$$

因为 6.3.1 中给出的总体测量误差导致的系数误差如表 8 所示。

表8 流量系数的总体误差

$\zeta$ 值	符号	流量系数的总体误差
$\zeta > 20$	$e_{K_v}$ 或 $e_{C_v}$	$\pm 3.9\%$
$4 < \zeta \leq 20$	$e_{K_v}$ 或 $e_{C_v}$	$\pm 4.6\%$
$1 < \zeta \leq 4$	$e_{K_v}$ 或 $e_{C_v}$	$\pm 6.1\%$
$0.1 \leq \zeta \leq 1$	$e_{K_v}$ 或 $e_{C_v}$	$\pm 8.3\%$

### 6.3.3 压力降系数 $\zeta$ (捷塔)

$$e_\zeta = \sqrt{4e_q^2 + e_{\Delta p}^2}$$

因 6.3.1 中给出的总体测量误差导致的系数  $\zeta$  的误差如表 9 所示。

表9 系数  $\zeta$  的总体误差

$\zeta$ 值	符号	系数 $\zeta$ 的总体误差
$\zeta > 20$	$e_\zeta$	$\pm 7.8\%$
$4 < \zeta \leq 20$	$e_\zeta$	$\pm 9.2\%$
$1 < \zeta \leq 4$	$e_\zeta$	$\pm 12.2\%$
$0.1 \leq \zeta \leq 1$	$e_\zeta$	$\pm 16.6\%$

## 7 试验报告

试验报告中应包括下列内容。

### 7.1 阀门资料

试验报告中应包括的阀门资料如下:

- 阀门生产厂家名称;
- 阀门类型 (如截止阀、逆止/止回阀);
- 阀门的公称尺寸 (DN);
- 标识 (商标和/或品号);
- 阀门标记。

### 7.2 试验数据资料

试验报告中应包括以下试验数据:

- 日期;
- 参照本标准;
- 关闭件的位置;
- 试管的内径;
- 介质温度;
- 流向, 如果相关;
- 螺纹啮合长度, 如果相关;
- 所用测量设备的标识;
- 表压, 如果相关。

### 7.3 试验结果

应按客户的规定报告试验结果和相关误差, 如果相关。例如:

- 测出的结果;
- 图表 (如压力降/流量、流量系数/开度);
- 系数 (基于 D 和 DN 的  $\zeta$  值)。

## 附录 A (指导性的) 新试管的适宜尺寸

### A.1 钢制试管

公称尺寸 DN8 至 DN 150 的试管可按 ISO7-1 车成外锥螺纹 R (但具有表 A.1 规定的标准长度), 以用于螺纹阀门, 也可配置螺纹法兰, 以用于法兰阀门。

A.1 试管的规格

阀门的公称尺寸 DN	试管的公称尺寸 (mm)	螺纹尺寸	标准长度 (mm)
8	13.5 × 2.3	1/4	11.0
10	17.2 × 2.3	3/8	11.5
15	21.3 × 2.6	1/2	15.0
20	26.9 × 2.6	3/4	16.5
25	33.7 × 3.2	1	19.0
32	42.4 × 3.2	1 1/4	21.5
40	48.3 × 3.2	1 1/2	21.5
50	60.3 × 3.6	2	25.5
65	76.1 × 3.6	2 1/2	30.0
80	88.9 × 4.0	3	33.0
100	114.3 × 4.5	4	39.0
125	139.7 × 5.0	5	43.5
150	165.1 × 5.0	6	43.5
200	219.1 × 3.6		
250	273.0 × 4.0		
300	323.9 × 4.5		
350	355.6 × 5.0		
400	406.4 × 5.0		
450	457.0 × 5.0		
500	508.0 × 5.6		
600	610.0 × 6.3		

注: DN 8 ~ DN 150 的试管公称尺寸与 ISO 65 中间系列以及 ISO 7598 相一致, DN 200 ~ DN 600 与 ISO 4200 系列 C 以及 ISO 1127 相一致。

### A.2 铜制试管

A.2 与 EN 1057 一致的铜制  
试管的尺寸和公差

阀门的公称尺寸 DN	试管的公称尺寸 (mm)
8	10 × 0.8
10	12 × 1.0
15	15 × 1.0
15/20	18 × 1.0
20	22 × 1.0
25	28 × 1.5
32	35 × 1.5
40	42 × 1.5
50	54 × 1.5

# 附录 B (指导性的) 流体通过阀门时，出现的流量特性和物理现象

当一定量的流体通过阀门时，可以建立流量  $q_v$  与施加的压差  $\Delta p$  之间的关系。

下图示出了流量相对压力降平方根的典型曲线。

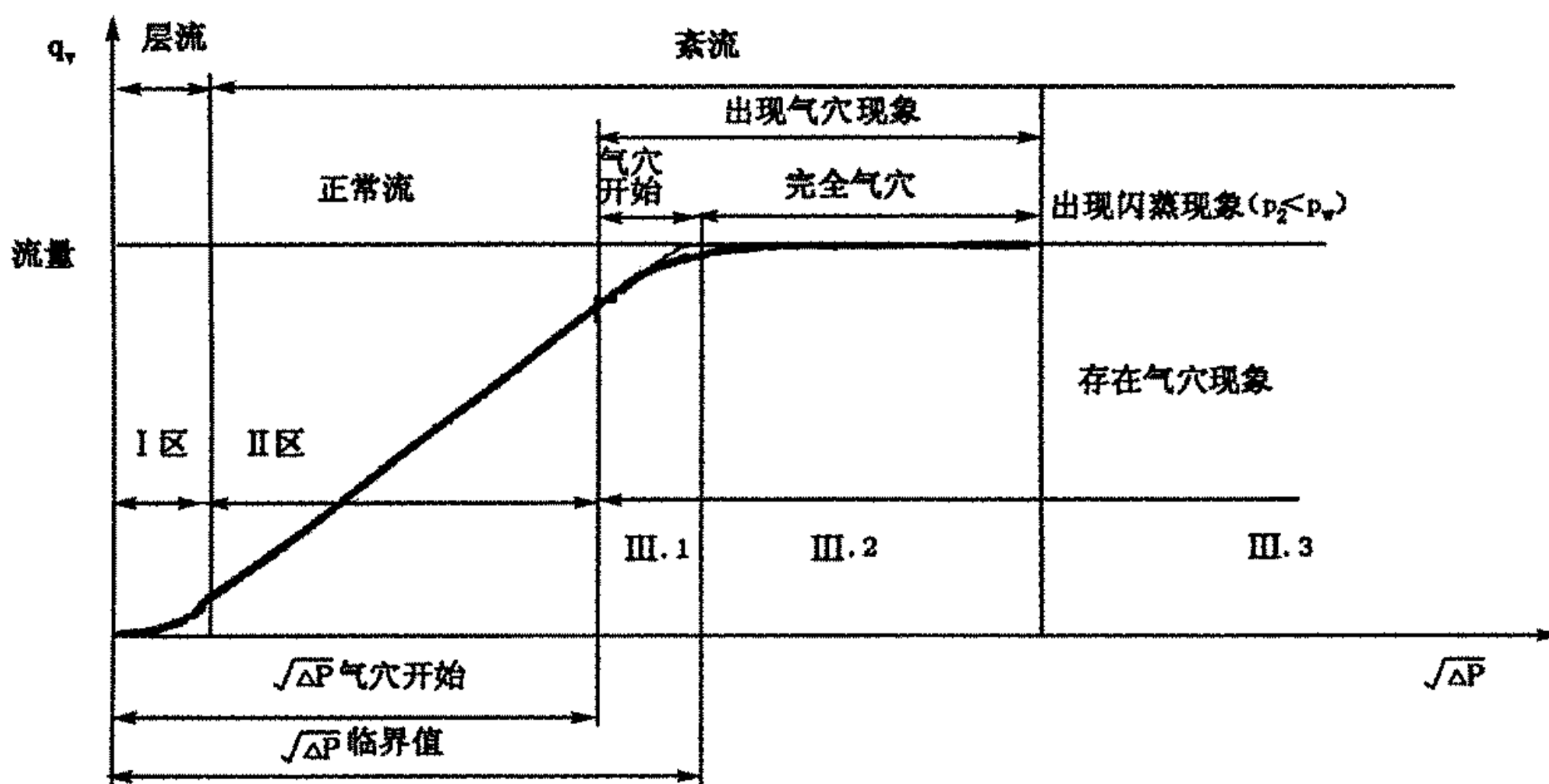


图 B.1 流量相对压力降平方根的曲线图

根据图示，我们可以看出正常流态是由层流和紊流组成的。

伴随紊流状态出现的现象有，如汽化、气穴和闪蒸现象。

下文将描述这些现象。

### B.1 正常流态

层流和紊流是流动流体的两个主要形态。

层流中，液体质点非常整齐地、互不干扰地、彼此平行地向前推动。

相反地，紊流是一种高自由状态，任一点的速度方向和速度大小均是不断变化着的。但在特定方向上，存在着平均流速，各方向上的瞬时流速分量叠加成此平均流速。紊流中会出现非常强烈的介质互相干扰情况。

但，因为存在多种物理现象，这两种形态之间

没有明显的分界线，这样有时把介于它们之间的流动示为第三种流态—过渡状态。控制流态的物理变量有粘性力和惯性力，此两变量的比率被称为雷诺数。当粘性力占优势时（管子的雷诺数低于2000），管中的流体流态是层流，或惯性力占优势时（管子的雷诺数高于3000），管中的流体流态为紊流。

层流状态下，通过管子和阀门的能量损失与速度是线性相关的。紊流状态下通过管子和阀门的能量损失与速度的平方成比例。在过渡状态下，通过管子和阀门的能量损失是变化的。因此，相同流量下，不同流态的流体通过管子或穿过障碍物时的压差是不同的。为了补偿流阻变化的影响，可为阀门确定修正系数。

此处定义的雷诺数系数与 EN 60534-2-1 是一

致的, 根据紊流状态下的流量系数及下列关系式可确定不同流态的流量系数:

$$K_{v, req} = F_R \cdot K_v$$

系数  $F_R$  是阀门雷诺数的函数, 当阀门的雷诺数已知后, 可通过下图确定系数  $F_R$ 。

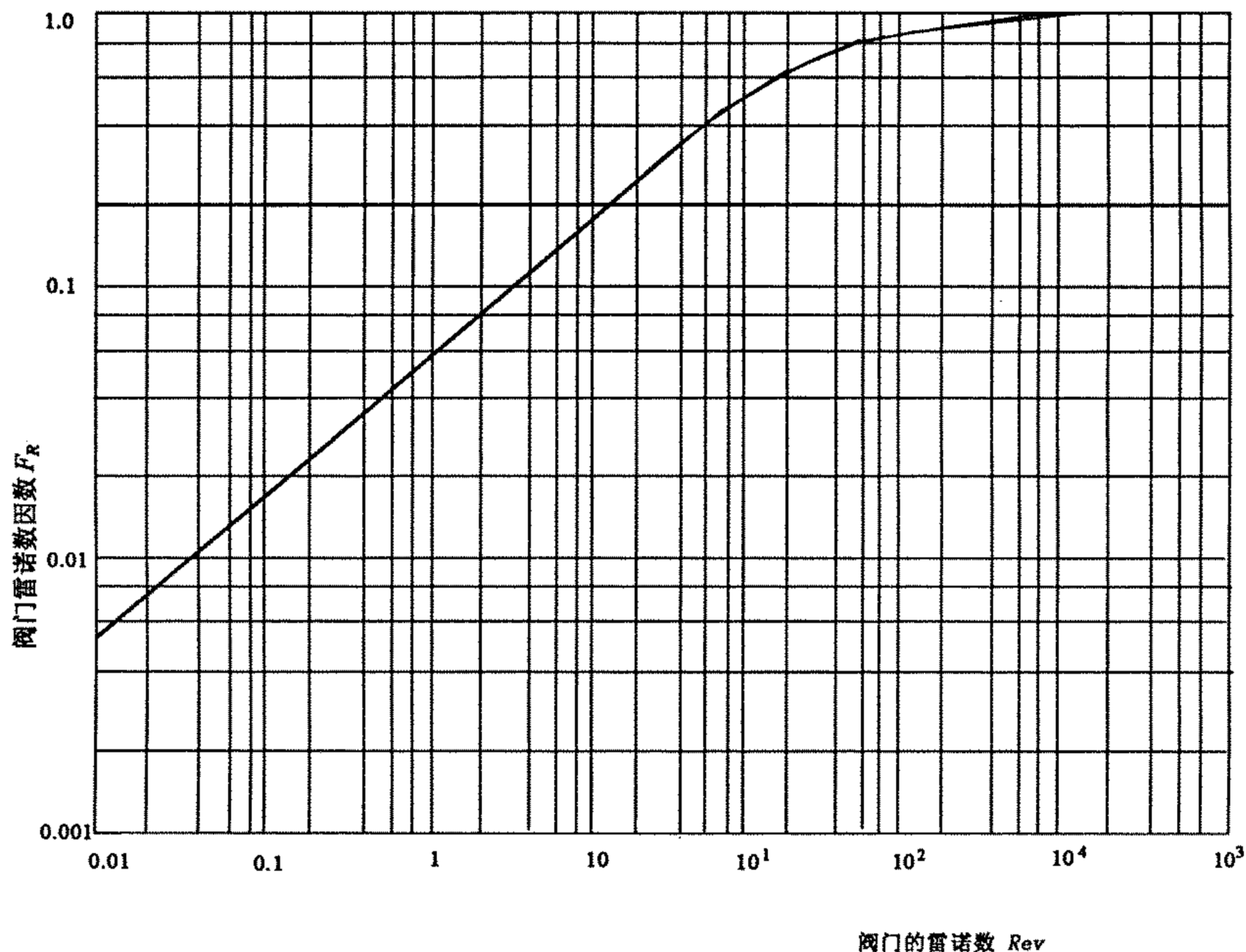


图 B.2 系数  $F_R$  与雷诺数之间的函数关系

EN 60534-2-1 中还规定了计算阀门雷诺数的关系式:

$$Re_v = \frac{N_4 F_d q}{v (F_p F_L K_v)^{1/2}} \left[ \frac{F_p^2 F_L^2 K_v^2}{N_2 D^4} + 1 \right]^{1/4}$$

通常确定紊流的流量系数时, 参照下列确定的试管雷诺数要容易些:

$$Re = \frac{uD}{v}$$

式中:

$u$ ——平均流速, 单位 m/s;

$D$ ——管子内径, 单位 m;

$v$ ——动力粘度, 单位  $m^2/s$ 。

确保完全达到紊流状态, 在管子的雷诺数大于  $4 \times 10^4$  时所对应的流量下进行试验。

## B.2 气穴

介质流经减缩断面时, 流速将达到最大值而压力则降至最小。然而, 当介质到达减缩截面的下游位置时, 速度恢复到原来大小, 而压力只有部分恢复, 因而介质流经此设备时产生了压差。

随着通过阀门的压差的增加, 流量会增加, 流速也在增加, 而阀门最小断面的压力将下降。在相同上游压力下, 若给阀门施加足够大的压差, 阀门

内介质的最小压力可能会降至该条件下介质蒸汽压或蒸汽压以下，这时，局部介质开始蒸发。如果阀门出口处的混和压力大于介质的蒸汽压，气相会变回液相。整个液-气-液相的变化过程就是所谓的气穴现象。

如果在相同上游压力下，我们继续增加压差，液态介质在阀门横截面积最小的位置会完全汽化，这时流速达到最大，称之为扼流。

相变期间，介质会以高速喷射和冲击波的形式对设备表面进行冲击。在足够的强度，近程距离和时间作用下，这种冲击损坏阀门内件的材料，从而

使阀门无法维持其功能或结构的完整性。蒸汽-液体相变是阀门受损的主要原因。

### B.3 闪蒸

出现完全气穴现象时，在相同的上游压力条件下，如果我们增加压差，阀门下游的压力将永远不会恢复至介质的蒸汽压以上，这样介质仍以气相存在。

此种现象被称为闪蒸。闪蒸具有较高的侵蚀特性。

## 附录 C (指导性的) 试验结果的误差

### C.1 介绍

各种测量都不可避免地存在着一定程度的不确定性，即使测量程序、测量仪器和分析方法完全是遵照现有规范，特别是符合本标准规定。

测量误差一部分取决于仪器或测量方法的残留误差。通过校准、仔细测量尺寸和正确安装等消除掉所有已知误差后，用同一仪器和相同的测量方法，还是存在着永远也不会消失、不会通过重复测量减少的误差。基于对使用仪器、测量方法的认知来评定的这项误差被称为系统误差。

误差的另一来源是以测量的分散度直接体现的，产生的原因可能是测量系统的特性或被测变量的变化，或两者都有。这种测量误差的评定称为随机误差。此项误差需要进行测量和分析，最终用被测变量的波动和稳定度的统计分析法进行测定。

按本标准的目的，波动和稳定度定义如下：

- 波动：读取读数期间，被测变量的测量值相对于其平均值的短期变化。
- 稳定度或稳态条件：同一变量的一个读数与下一读数之间的偏差或变化非常小时，我们就说达到了稳定度或稳态。

使用制造精确度更高的仪器或试验方法以减少系统误差。

在用同一个测量仪器和相同的试验方法进行试验时，可增加相同条件下对同一变量的测量次数以减少由随机误差产生的测量不确定性。

确定系统误差和随机误差时，可用系统误差和随机误差的平方和的平方根计算总体测量误差。

但对于本标准来说，如果符合 4.3 节中对系统误差的相关规定，以及本标准中规定的与试验程序有关的所有要求，就认为总体测量误差不超过 6.3.1.1 和 6.3.1.2 中规定的值。

### C.2 允许的测量波动

下面给出的例子的假设条件是测量系统在获取被测物理变量之前不受阻尼作用。

#### C.2.1 测量系统输出信号的直接目视观察

如果测量设备中没有电子阻尼设备，读数期间，测量设备输出的信号值会波动。

操作者设法目视观察信号达到的最大和最小值。

一般认定读数为：

$$R = (\text{最大值} + \text{最小值}) / 2$$

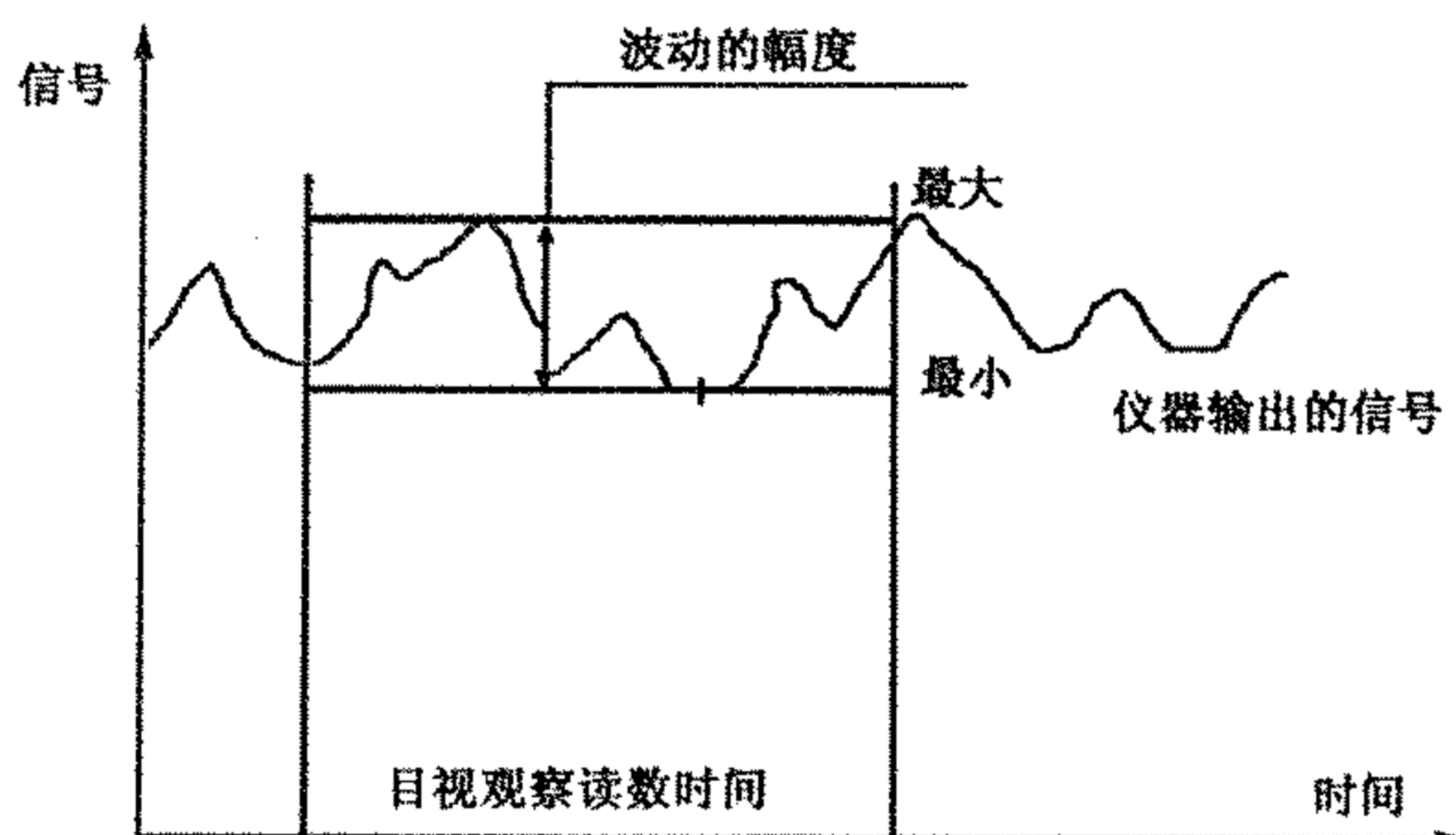


图 C.1 波动的幅度

C. 2. 2 系统输出信号的自动记录测量

如果使用数据自动记录器, 在一定时间内可测出 N 个值。测量次数 N、时间段和两次测量之间的时间间隔取决于数据记录器的特性和设置。

这时, 读数为 N 个测量值的算术平均值:

$$R = (M_1 + M_2 + \dots + M_N) / N$$

从 N 个测量值中找出最大值和最小值:

$$\text{最大值} = \text{最大} (M_1; M_2; \dots; M_N)$$

$$\text{最小值} = \text{最小} (M_1; M_2; \dots; M_N)$$

将百分比 (最大值 - R) / R 和 (R - 最小值) / R 与 5. 1. 1 节和 5. 1. 3 节进行比较。

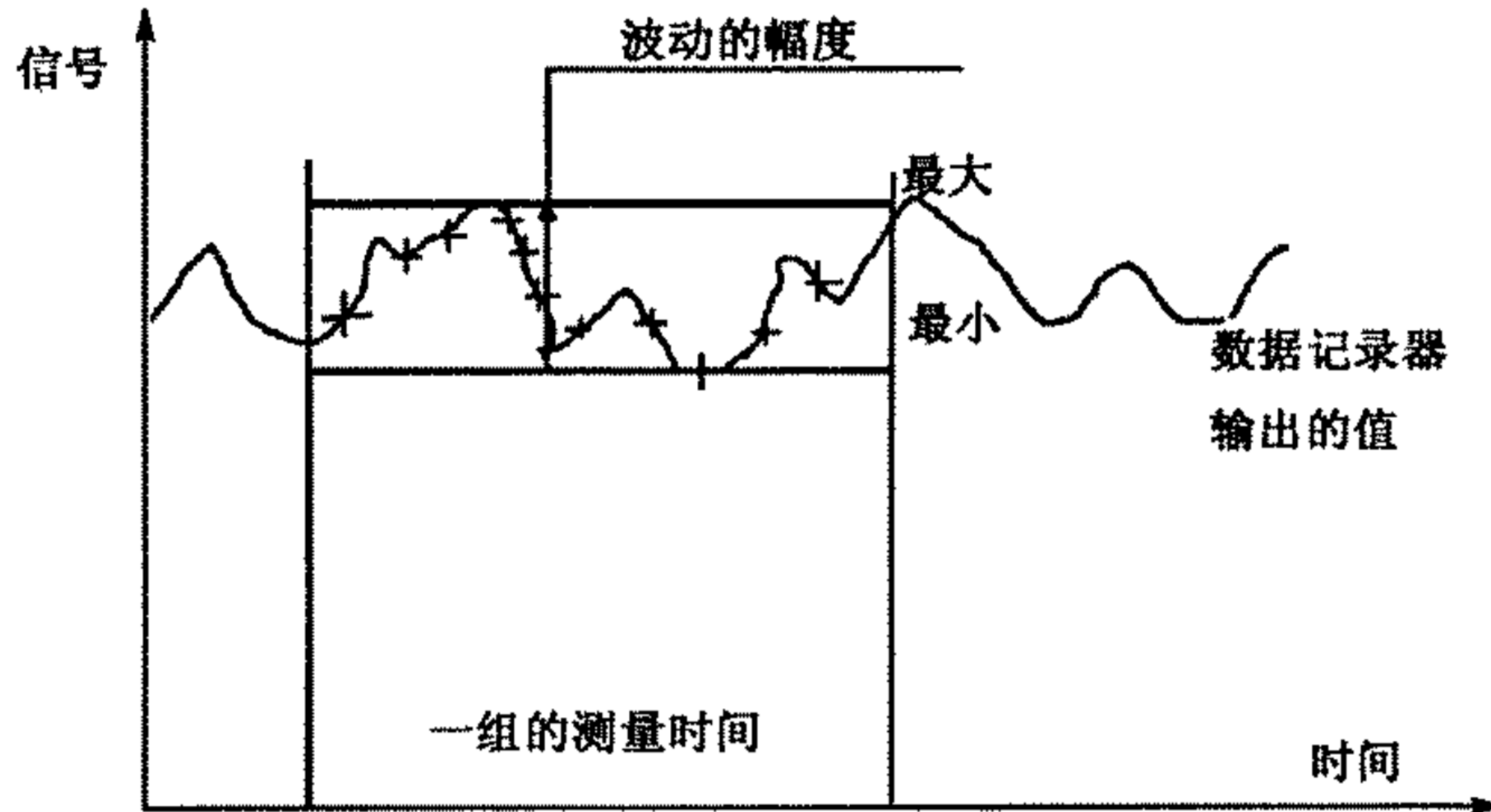


图 C. 2 波动的幅度

C. 2. 3 测量系统输出信号的自动合成

如果所使用的测量系统中包含一个准确度满足规定要求的自动集成设备, 这对计算在远远长于相应系统响应时间的集成期内的平均值是有必要的。

通常, 读数的波动要比 5. 1. 1 节和 5. 1. 3 节中规定的允许波动低得多。

C. 3 物理变量测量值的稳定性

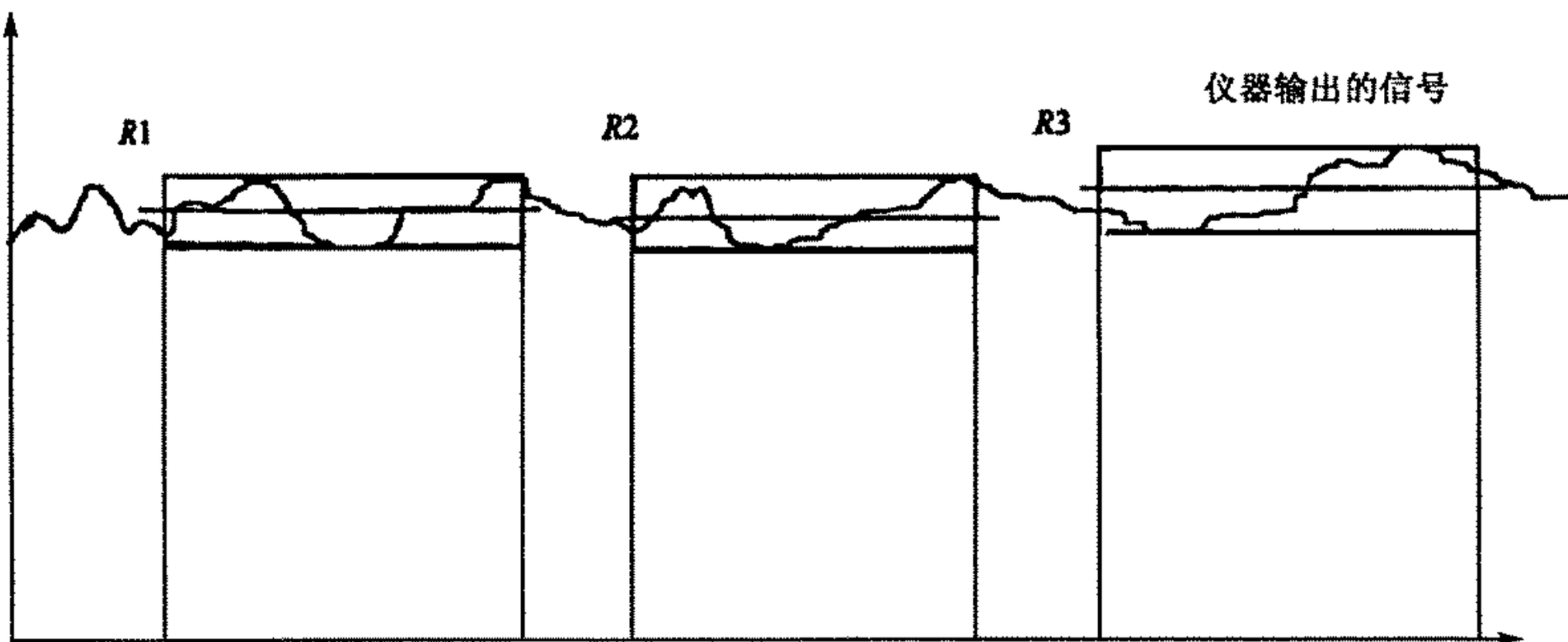


图 C. 3 数据记录器输出的信号读数

上图示出了 3 组信号读数, R1, R2 和 R3 是根据 C. 2. 1 或 C. 2. 2 确定的平均值。

应用下列程序检验信号是否稳定:

- 1) 计算平均值 A1:



$$A1 = (R1 + R2 + R3) / 3$$

- 2) 找出最大和最小读数 (本例中, 最大值读数  $R3$ , 最小读数为  $R2$ )。

如果  $(R3 - R1) / A1$  和  $(A1 - R2) / A1$  小于 1.8, 则本标准认为信号是稳定的。

如果  $(R3 - A1) / A1$  或  $(A1 - R2) / A1$  稍大于 1.8, 则需再取两组读数。

- 3) 计算平均值  $A2$ :

$$A2 = (R1 + R2 + R3 + R4 + R5) / 5$$

- 4) 找出最大和最小读数。

如果  $(\text{最大值} - A2) / A2$  和  $(A2 - \text{最小值}) / A2$  小于 3.5, 则本标准认为信号是

稳定的。

如果  $(\text{最大值} - A2) / A2$  或  $(A2 - \text{最小值}) / A2$  稍大于 3.5, 则需再取两组读数。

- 5) 重复此程序直到接近于 5.1.3 节中的规定值。但如果取到 20 组读数, 并且允许的最大和最小读数的差值相对于平均值超过 6, 就应该停下来, 因为信号是不稳定的。

#### C.4 紊流下确定流量系数和压力降系数

下表示出了测试 50mm 口径闸阀时, 被测变量在三个不同流量下的平均值。

表 C.1 被测变量的平均值

测量点	流量 m <sup>3</sup> /h	上游压力 bar	阀门和试管的压差 bar	试管压差 bar	阀门压差 bar	流速 m/s	Re	$K_v$	$\zeta$
1	41.44	5.150	0.254	0.042	0.212	5.86	2.93E+05	90.0	1.235
2	36.36	5.556	0.194	0.032	0.162	5.15	2.58E+05	90.3	1.222
3	28.99	5.679	0.122	0.021	0.101	4.10	2.05E+05	91.2	1.202

上例中, 雷诺数的最小值为本标准要求的允许值  $4E+04$  的 5 倍。根据使压差足够高以达到的测量精度要求来说明这是合理的。

$K_v$  算术平均值为:

$$(90.0 + 90.3 + 91.2) / 3 = 90.5$$

最大  $K_v$  和最小  $K_v$  之差与  $K_v$  算术平均值的比

率, 以%表示:

$$[(91.2 - 90.0) * 100] / 90.5 = 1.32\%$$

由于此差异小于 4%, 因此我们认为紊流、天气穴条件下的  $K_v$  值为 90.5。

\* 英文版未说明意义。——译注