

流量仪表

200



LIULIANG YIBIAO
200WEN

甘大方
编



中国计量出版社

CHINA METROLOGY PUBLISHING HOUSE

流量仪表 200 问

甘大方 编著

中国计量出版社

图书在版编目(CIP)数据

流量仪表 200 问/甘大方编著. —北京:中国计量出版社,2009.7

ISBN 978-7-5026-3036-2

I. 流… II. 甘… III. 流量仪表—问答 IV. TH814-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 081363 号

内 容 提 要

本书采用“问”与“答”的形式介绍了流量计量、流量仪表方面的相关知识,重点介绍了流体与流量基本常识、流量计常识及最常用的浮子流量计、涡轮流量计、涡街流量计、电磁流量计、超声波流量计、质量流量计以及流量标准装置、流量计检定等方面的知识。

本书可供流量仪表的计量、检定人员学习和阅读,也适用于流量仪表的生产、检验、销售、采购、使用人员参考。

中国计量出版社 出版

地 址 北京和平里西街甲 2 号(邮编 100013)

电 话 (010)64275360

网 址 <http://www.zgjl.com.cn>

发 行 新华书店北京发行所

印 刷 三河市灵山红旗印刷厂

开 本 850mm × 1168mm 1/32

印 张 4.25

字 数 96 千字

版 次 2009 年 7 月第 1 版 2009 年 7 月第 1 次印刷

印 数 1—2 000

定 价 12.00 元

如有印装质量问题,请与本社联系调换

版权所有 侵权必究

前 言

2003 年和 2007 年,中国计量出版社先后出版了笔者的《压力仪表 200 问》和《温度仪表 200 问》,受到业内人士的认可和欢迎。

压力、温度和流量同为工业生产中三大重要参数,压力和温度的 200 问已面世,何不一鼓作气,将流量的 200 问也写出来,以作为系列书籍。

本人曾阅读并十分喜爱二月河先生写的《康熙大帝》、《雍正皇帝》和《乾隆皇帝》三本书,感到二月河先生在写完康熙、雍正之后,必定要写乾隆。同感,在写完压力、温度之后,就应当写流量。

在中国计量出版社刘宝兰副总编辑的建议和激励下,开始动笔写《流量仪表 200 问》。由于本人在仪表生产厂工作,上班时间忙于工作,基本上没有时间,完全是靠下班后的时间来完成写作,这样时间拖得较长。也正是由于长期在工厂工作,基于工作的关系,和各方面的人员接触较多,也知道为了搞好各自的本职工作,技术、生产、检验、销售、采购、使用等各类人员对产品知识方面有哪些需求。故本文力求将流量仪表方面的相关知识,全面、准确、简捷地介绍给读者。读者可以根据自己工作中的需要,不必阅读全书,而是有针对性地,哪里不清楚就看哪一问,对自己的工作起到指导和帮助作用。

笔者的新著《流量仪表 200 问》作为前两个“200 问”的系列

书,再次奉献给读者,同样希望能给业内人士以启发和帮助。

本书的顺利出版得到中国计量出版社刘宝兰副总编的指导和帮助,在此表示诚挚的感谢。

由于本人相关专业的学识和经验有限,书中错误和不足在所难免,诚恳地希望读者及有关专家提出、指正。

编 者

2009.6

目 录

一 流体与流量基本常识	(1)
1. 什么是流体?	(1)
2. 流体的物理参数有哪些?	(1)
3. 什么是流体的密度?	(1)
4. 温度和压力对流体的密度有何影响?	(2)
5. 密度的单位有哪些?	(2)
6. 液体的密度是怎样计算的?	(3)
7. 气体的密度是怎样计算的?	(4)
8. 什么是流体的黏度?	(4)
9. 温度和压力对流体的黏度有何影响?	(5)
10. 流体的黏度有哪几种?	(5)
11. 什么是动力黏度?	(5)
12. 动力黏度的单位有哪些?	(6)
13. 什么是运动黏度?	(6)
14. 运动黏度的单位有哪些?	(7)
15. 什么是恩氏黏度?	(7)
16. 恩氏黏度与运动黏度的关系是什么?	(8)
17. 常温下蒸馏水的黏度是多少?	(8)
18. 常温常压下常用气体的黏度是多少?	(9)

19. 什么是流体的压缩性?	(9)
20. 什么是流体的膨胀性?	(10)
21. 什么是层流和紊流?	(11)
22. 什么是雷诺数?	(11)
23. 什么是管道的速度分布?	(12)
24. 什么是平均流速?	(12)
25. 什么是伯努利方程?	(12)
26. 什么是空化和空蚀?	(13)
27. 什么是流量?	(14)
28. 什么是体积流量?	(14)
29. 什么是质量流量?	(14)
30. 体积流量与质量流量如何进行换算?	(15)
31. 什么是定常流?	(15)
32. 什么是非定常流?	(15)
33. 什么是瞬时流量?	(15)
34. 什么是累积流量?	(15)
35. 流量单位有哪些?	(16)
36. 各种流量单位是怎样进行换算的?	(16)

二 流量计常识

37. 什么是流量计?	(17)
38. 什么是标准流量计?	(17)
39. 什么是流量计的一次装置?	(17)
40. 什么是流量计的二次装置?	(17)
41. 什么是流量计的测量管?	(17)
42. 什么是体积流量计?	(18)

43. 什么是质量流量计?	(18)
44. 什么是流量计的流量范围?	(18)
45. 什么是流量计的量程?	(18)
46. 什么是流量计的量程比?	(18)
47. 什么是流量计的特性曲线?	(18)
48. 什么是流量计的仪表系数?	(19)
49. 什么是流量计的流出系数?	(19)
50. 什么是流量系数?	(19)
51. 什么是流量计的压力损失?	(20)
52. 什么是流量计的线性度?	(20)
53. 什么是流量计的重复性?	(20)
54. 什么是流量计的准确度?	(21)
55. 什么是流量计的绝对误差?	(21)
56. 什么是流量计的相对误差?	(21)
57. 什么是流量计的引用误差?	(21)
58. 什么是流量计的基本误差?	(21)
59. 什么是流量计的附加误差?	(22)
60. 流量计是怎样进行分类的?	(22)
61. 什么是容积式流量计?	(23)
62. 什么是速度式流量计?	(23)
63. 什么是差压式流量计?	(23)
64. 什么是质量式流量计?	(24)
65. 流量计量与流量计所应用的领域有哪些?	(24)
66. 流量计量在应用领域的最大特点是什么?	(25)

三 浮子流量计 (26)

- 67. 什么是浮子流量计? (26)
- 68. 什么是转子流量计? (26)
- 69. 浮子流量计的工作原理是什么? (27)
- 70. 浮子流量计是如何进行分类的? (28)
- 71. 浮子流量计按锥管材料分为几种? (28)
- 72. 什么是玻璃浮子流量计? (29)
- 73. 什么是金属管浮子流量计? (29)
- 74. 浮子流量计按输出信号可分为哪两类? (32)
- 75. 浮子流量计按被测流体可分为哪两类? (32)
- 76. 什么是浮子流量计的刻度换算? (33)
- 77. 什么是浮子流量计的量程换算? (34)
- 78. 浮子流量计有哪些特点? (34)
- 79. 浮子流量计在选型中应注意什么? (35)
- 80. 浮子流量计在安装,使用中应注意什么? (36)
- 81. 浮子流量计在订货中应注意什么? (37)

四 涡轮流量计 (39)

- 82. 什么是涡轮流量计? (39)
- 83. 涡轮流量计的结构和工作原理是什么? (40)
- 84. 涡轮流量计的流量与信号脉冲频率的关系
是什么? (41)
- 85. 涡轮流量计主要部件的作用是什么? (41)
- 86. 涡轮流量计的分类有哪几种方式? (42)
- 87. 涡轮流量计有哪些特点? (43)

88. 涡轮流量计的安装应注意什么? (44)
89. 涡轮流量计在使用中应注意什么? (44)
90. 涡轮流量计在选型中应注意什么? (45)
91. 涡轮流量计在订货中应注意什么? (45)

五 涡街流量计 (47)

92. 什么是涡街流量计? (47)
93. 什么是卡门涡街? (48)
94. 涡街流量计的工作原理是什么? (48)
95. 什么是斯特罗哈系数 S_r ? (49)
96. 涡街流量计对测量流体有什么要求? (50)
97. 涡街流量计主要部件的作用是什么? (50)
98. 涡街流量计的分类有哪几种方法? (52)
99. 涡街流量计的主要技术指标有哪些? (53)
100. 涡街流量计的压力损失如何计算? (54)
101. 涡街流量计在安装中应注意什么? (54)
102. 涡街流量计在使用中应注意什么? (57)
103. 涡街流量计在选型中应注意什么? (57)
104. 涡街流量计在订货中应注意什么? (59)

六 电磁流量计 (60)

105. 什么是电磁流量计? (60)
106. 电磁流量计的主要用途是什么? (60)
107. 电磁流量计的结构、组成及作用是什么? (61)

108. 电磁流量计的主要特点有哪些？	(61)
109. 什么是法拉第电磁感应定律？	(63)
110. 电磁流量计的工作原理是什么？	(63)
111. 什么是电磁流量计的励磁方式？	(65)
112. 电磁流量传感器的组成和作用是什么？	(65)
113. 电磁流量转换器的主要性能是什么？	(66)
114. 电磁流量计的分类方法有哪些？	(67)
115. 电磁流量计在选型中应注意什么？	(68)
116. 电磁流量计在安装中应注意什么？	(70)
117. 电磁流量计在使用和维修中应注意什么？	(71)
118. 电磁流量计在订货中应注意什么？	(71)

七 超声波流量计

119. 什么是超声波流量计？	(73)
120. 超声波流量计的主要结构有哪些？	(73)
121. 超声波流量计的主要特点有哪些？	(74)
122. 超声波流量计的测量原理是什么？	(74)
123. 什么是时差法测量？	(75)
124. 什么是相位差测量法？	(76)
125. 什么是频率差测量法？	(76)
126. 什么是多普勒效应？	(77)
127. 什么是多普勒超声流量计？	(77)
128. 多普勒超声流量计的工作原理是什么？	(78)
129. 多普勒流量计的使用特点有哪些？	(78)
130. 超声波流量计在安装中应注意什么？	(79)

131. 超声波流量计在使用中应注意什么？	(80)
-----------------------------	------

八 质量流量计 (81)

132. 质量流量计按测量方式分为哪两大类？	(81)
133. 什么是科里奥利质量流量计？	(82)
134. 科里奥利质量流量计的工作原理是什么？	(82)
135. 科里奥利质量流量计有哪几种型式？	(84)
136. 科里奥利质量流量计有哪些特点？	(85)
137. 科里奥利质量流量计在安装中应注意什么？	(85)
138. 科里奥利质量流量计在使用中应注意什么？	(86)
139. 什么是热式质量流量计？	(86)
140. 热式质量流量计有什么特点？	(86)
141. 热式质量流量计按结构原理可分为几种？	(87)
142. 什么是托马斯流量计？	(87)
143. 托马斯流量计的工作原理是什么？	(87)
144. 质量流量计在订货中应注意什么？	(89)

九 流量标准装置 (90)

145. 什么是流量量值传递？	(90)
146. 什么是液体流量计量器具检定系统表？	(90)
147. 什么是国家液体流量基准器具？	(90)
148. 什么是液体流量计量标准器具？	(91)
149. 什么是液体流量工作计量器具？	(92)
150. 什么是液体流量标准装置？	(92)

151. 什么是气体流量标准装置？	(93)
152. 什么是钟罩式气体流量标准装置？	(93)
153. 什么是皂膜式气体流量标准装置？	(94)
154. 什么是液体置换系统？	(95)
155. 什么是流体量值传递比较法？	(95)
156. 什么是流量量值传递间接测量法？	(95)
157. 什么是标准表法？	(95)

十 流量计的检定 (96)

158. 各种流量计的检定规程是什么？	(96)
159. 浮子流量计的检定项目有哪些？	(96)
160. 浮子流量计的允许误差和回差是怎样规定的？ ...	(97)
161. 浮子流量计的检定点是怎样规定的？	(97)
162. 浮子流量计的检定环境条件有什么要求？	(97)
163. 浮子流量计检定用设备有哪些？	(97)
164. 浮子流量计的示值误差检定方法有哪些？	(98)
165. 浮子流量计检定中示值误差的计算方法 是怎样进行的？	(99)
166. 浮子流量计的外观检查有什么要求？	(99)
167. 浮子流量计的读数位置有什么规定？	(100)
168. 涡街流量计的检定项目有哪些？	(100)
169. 涡街流量计的允许误差是怎样规定的？	(100)
170. 涡街流量计的检定点及检定次数 是怎样规定的？	(101)
171. 涡街流量计的检定环境条件有什么要求？	(101)
172. 涡街流量计检定对检定用流量标准装置	

有什么要求？	(102)
173. 涡街流量计检定时对检定用流体有什么要求？	(102)
174. 涡街流量计检定时对外观检查	
有什么要求？	(102)
175. 涡街流量计检定时对流量计的安装	
有什么要求？	(103)
176. 涡街流量计示值检定程序有哪些？	(103)
177. 电磁流量计的检定项目有哪些？	(104)
178. 电磁流量计的允许误差是	
怎样规定的？	(104)
179. 电磁流量计的检定流量点及检定次数是	
怎样规定的？	(104)
180. 电磁流量计的检定环境条件有什么要求？	(105)
181. 电磁流量计检定对检定用流量标准装置	
有什么要求？	(105)
182. 电磁流量计检定时对检定用流体有什么要求？	(105)
183. 电磁流量计检定时对外观检查有什么要求？	(106)
184. 电磁流量计在检定中对流量计的安装	
有什么要求？	(106)
185. 电磁流量计示值检定程序有哪些？	(107)
186. 超声波流量计的检定项目有哪些？	(107)
187. 超声波流量计的最大允许误差是怎样规定的？	(108)
188. 超声波流量计的检定流量点及检定次数	
是怎样规定的？	(108)
189. 超声波流量计的检定环境条件有什么要求？	(108)
190. 超声波流量计检定对检定用流量标准装置	

有什么要求?	(109)
191. 超声波流量计检定时对检定用流体	
有什么要求?	(109)
192. 超声波流量计检定时对外观检查有什么要求?	(109)
193. 超声波流量计检定时对流量计的安装	
有什么要求?	(110)
194. 超声波流量计示值检定程序有哪些?	(110)
195. 质量流量计的基本误差是怎样规定的?	(111)
196. 质量流量计的检定流量点和检定次数	
是怎样规定的?	(111)
197. 质量流量计的检定设备有哪些?	(112)
198. 质量流量计检定用介质有什么要求?	(112)
199. 质量流量计的检定方法有哪些?	(112)
200. 各种流量计的检定周期是多少?	(113)
附录	(114)
附表 1 各种流量仪表的生产制造标准名称及代号 ...	(114)
附表 2 各种流量仪表的国家检定规程名称及代号 ...	(115)
附表 3 液体流量计量器具检定系统表框图	(116)
附表 4 不同公称通径下的流速与流量对照表	(117)
附表 5 体积流量单位换算表	(118)
附表 6 质量流量单位换算表	(119)
附表 7 部分流量仪表生产厂商及主要流量仪表	
产品一览表	(120)
参考文献	(122)

— 流体与流量基本常识 —

1. 什么是流体？

流体是气体和液体的总称。

流体是由大量的、不断地作热运动而且无固定平衡位置的分子构成的，它的基本特征是没有一定的形状和具有流动性。

在人们的生活和生产活动中，随时都可以遇到流体，其中大气和水是最常见的流体。如人类生存的地球被厚厚的大气层（气体）包围着，而地球表面的70%的面积是水面（液体）。

2. 流体的物理参数有哪些？

在流体测量中，在对流量进行计算，对节流装置进行设计，对体积流量和质量流量进行换算，对流量仪表进行选型中，均要用到反映流体属性的物理参数。这些参数均与温度、压力、流量有关。

流体的常用参数有以下几种：

- (1) 流体的密度；
- (2) 流体的黏度；
- (3) 流体的压缩性与膨胀性；
- (4) 液体的等熵指数；
- (5) 流体的比热容。

3. 什么是流体的密度？

流体的密度是指单位体积内所含流体的质量，一般用 ρ

表示。

流体的密度 ρ 可用式(1-1)表示:

$$\rho = m/V \quad (1-1)$$

式中 ρ ——流体密度, kg/m^3 ;

m ——流体质量, kg ;

V ——流体体积, m^3 。

4. 温度和压力对流体的密度有何影响?

各种流体的密度都随温度和压力的变化而变化,但是:

(1) 对于液体,压力对密度的影响很小,小到可以不考虑压力的变化,工程上往往将液体视为不可压缩的流体。

(2) 对于气体,温度和压力对其密度的影响很大,而在表明气体密度时,必须严格说明气体所处的温度和压力状态。

5. 密度的单位有哪些?

密度的国际单位制单位(SI单位)是千克每立方米(kg/m^3),常用的单位(包括一些特定的和进口仪表中常用的非法定计量单位)还有:克每立方厘米(g/cm^3),克每毫升(g/ml),磅每立方英寸(lb/in^3),磅每立方英尺(lb/ft^3),磅每美加仑(lb/USgal)等。其中克每立方厘米(g/cm^3) = 克每毫升(g/ml)。

表1-1是常用密度单位换算表。

表 1-1 常用的密度单位换算表

名称	符号	kg/m^3	g/cm^3	lb/in^3	lb/ft^3	lb/USgal
千克每立方米	kg/m^3	1	0.001	3.613×10^{-5}	6.24×10^{-2}	8.345×10^{-6}
克每立方厘米	g/cm^3	1000	1	3.613×10^{-2}	62.4	8.345