

# 阀门的设计

# 与应用



张展 主编



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

# 阀门的设计与应用

主 编 张 展

参 编 曾建峰 张弘松 邢淮阳

杨富松



机械工业出版社

本书主要介绍阀门的设计与应用,内容主要包括概论、阀门的基本参数、阀门的设计与计算、阀门的结构设计、阀门的驱动装置、阀门的测绘设计要点、阀门的零部件以及阀门的技术术语。本书内容新颖,图文并茂,注重先进性和科学性,简明实用。

本书适合从事阀门设计与制造的工程技术人员使用,也适合大专院校相关专业的师生阅读参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

阀门的设计与应用/张展主编. —北京:机械工业出版社, 2015. 2  
ISBN 978-7-111-49491-1

I. ①阀… II. ①张… III. ①阀门—设计 IV. ①TH134

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第041791号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:黄丽梅 责任编辑:黄丽梅 庞 炜

版式设计:赵颖喆 责任校对:肖 琳

封面设计:陈 沛 责任印制:李 洋

高教社(天津)印务有限公司印刷

2015年6月第1版第1次印刷

169mm×239mm·16印张·310千字

0001-3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-49491-1

定价:49.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:010-88361066

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-68326294

机工官博:weibo.com/cmp1952

010-88379203

金书网:www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

教育服务网:www.cmpedu.com

# 前 言

---

阀门是用于管路的开通、关闭、流量控制、安全防护的一种装置，应用非常广泛，在人们日常生活和工业生产装置中随处可见。随着工业生产装置大型化的发展，阀门规格越来越大。对于阀门的设计、制造、应用也提出了更高的要求。

为了帮助读者正确选用、设计、制造阀门以满足工业生产的要求，我们编写了本书。在编写过程中，我们引进了过去在钢厂、电厂测绘过的国外各种类型的产品，这些产品国产化的研制工作对国内产品的设计与研发有很大的参考价值，设计人员可参照进行设计与创新。

本书内容主要包括概论、阀门的基本参数、阀门的设计与计算、阀门的结构设计、阀门的驱动装置、阀门的测绘设计要点、阀门的零部件以及阀门的技术术语。本书内容新颖，图文并茂，编写时注重先进性和科学性，简明实用。

本书由张展主编，曾建峰、张弘松、邢淮阳、杨富松参与编写，上海电力环保设备总厂有限公司的金华英、刘旭参与了部分资料的整理工作。此外，在本书编写过程中，还得到上海交通大学张国瑞教授、同济大学归正教授的支持。在此一并表示感谢！

我们才疏学浅，旨在抛砖引玉，书中若有不妥之处，敬请广大专家、学者及读者批评指正。

编 者

# 目 录

## 前言

<b>第 1 章 概论</b> .....	1	4.7 特殊密封结构 .....	174
1.1 阀门的功能 .....	1	<b>第 5 章 阀门的驱动装置</b> .....	178
1.2 阀门在工业中的作用 .....	1	5.1 概述 .....	178
1.3 阀门的分类 .....	2	5.2 齿轮驱动装置 .....	181
1.4 阀门型号的编制方法 .....	4	5.3 气动驱动装置 .....	183
<b>第 2 章 阀门的基本参数</b> .....	11	5.4 电动驱动装置 .....	188
2.1 公称直径 .....	11	<b>第 6 章 阀门的测绘设计要点</b> .....	194
2.2 公称压力 .....	12	6.1 通用阀门材料的选用 .....	194
2.3 压力-温度额定值 .....	13	6.2 通用阀门的公差配合 .....	202
2.4 工业中常用的阀门 .....	16	6.3 阀门的试验要求 .....	205
<b>第 3 章 阀门的设计与计算</b> .....	45	6.4 工业阀门的压力试验 .....	216
3.1 阀门的计算符号 .....	45	<b>第 7 章 阀门的零部件</b> .....	222
3.2 阀门通用部分典型计算项目 .....	51	7.1 扳手 .....	222
3.3 阀门通用部分计算式 .....	72	7.2 手柄 .....	223
3.4 阀门专用部分计算式 .....	117	7.3 伞形手轮 .....	223
<b>第 4 章 阀门的结构设计</b> .....	127	7.4 平形手轮 .....	223
4.1 阀门的设计程序 .....	127	7.5 螺母、螺栓和螺塞 .....	230
4.2 阀体的结构设计 .....	128	7.6 衬套 .....	236
4.3 阀体与阀盖的连接形式 .....	141	7.7 填料和填料垫 .....	236
4.4 常见阀盖的结构形式 .....	145	<b>附录 阀门的技术术语</b> .....	242
4.5 密封面及内件的材料 .....	147	<b>参考文献</b> .....	251
4.6 密封材料 .....	161		



# 第 1 章 概 论

---

阀门是用于管路的开通、关闭、流量控制和安全防护的一种装置。人们的日常生活离不开阀门，在工业生产装置中阀门更是随处可见，特别是石油、化工、电力及冶金等过程工业的生产装置。由于生产条件的多样性，阀门的种类名目繁多。

## 1.1 阀门的功能

阀门主要用来控制管路流体的启闭、流向、流量、压力及温度，操作人员通过操作各种阀门，实现对生产过程的控制和调节。阀门的主要功能如下：

- 1) 接通和截断介质。
- 2) 调节介质的压力及流量。
- 3) 防止介质倒流。
- 4) 改变介质的流向，进行介质分流。
- 5) 调节介质的温度，满足工艺要求。
- 6) 防止介质压力超过规定数值，保证管道或设备安全运行。

## 1.2 阀门在工业中的作用

随着工业技术的不断发展，科学技术的日新月异，人们的衣、食、住、行都离不开能源，且对能源的依赖程度越来越高。在人们居住的城市，如果在一段时间内断电、停水、停气（煤气或天然气）及无油（汽油和柴油），人们的生活和工作将不可想象。

阀门虽是一个很小的设备，但凡是有流体流通的地方，都会利用阀门来控制流体的各种状态。下面是阀门在工业和日常生活应用的一些实例：

1) 在人们的日常生活中，可以经常看到的阀门有：自来水龙头、浴室龙头、煤气龙头及饮水机龙头等。人们日常生活用到的食用油、饮料等，在其生产流水线中也需要大量的阀门。

2) 在冶金系统中，高炉风系统、除尘系统及气体管网系统等，都会用到大量的阀门。

3) 在电力系统,无论是火力发电、余热发电系统或是核能发电,其蒸汽系统、冷却系统及烟尘系统等,都离不开阀门。

4) 在石油天然气系统中,石油的开采、输送及提炼等工业过程,阀门的应用更是不可缺少。

5) 在煤气系统中,人工煤气的生产、输送和进一步深加工过程等方面,都少不了各种阀门的应用。

6) 在空气分离系统中,如制氮、制氧及制氢等空气分离过程,也有大量低温阀门的应用。

7) 在造纸系统、化工系统和制药系统中,阀门的应用更是相当普遍。

因此,在工业生产中离不开阀门,在人们的日常生活中也离不开阀门,阀门的应用与人们的生活和生产息息相关。随着工业技术的不断进步,生产工艺越来越复杂,生产中的介质条件越来越苛刻,于是对阀门的要求也越高、越来越多样化。随着市场对新阀门的需求,世界各国的阀门生产商都投入大量的人力、物力进行开发和研究,以满足科学技术日益发展的需要。

阀门的基本要求是外漏和内漏应在标准允许的范围。阀门的外漏会造成环境污染,同时也浪费能源;阀门的内漏会造成管道介质控制不严,该关断时不能及时关断,有些会污染管道介质,甚至会产生化学反应,导致爆炸。

阀门的应用领域相当广泛,对阀门的密封要求也越来越高,正确选用和使用阀门是非常重要的。各种阀门有其自身的特点,且有不同的标准要求。根据生产工艺的需要,结合介质的温度、压力、毒性、腐蚀性及火灾危险性等条件,正确、合理地选用阀门,在满足生产操作需要的同时,又要保证安全可靠,这也是有关人员追求的最高目标。

### 1.3 阀门的分类

阀门的种类繁多,分类方法也很多,常用的分类方法如下:

#### 1. 按用途分类

(1) 截断阀类 用来切断或接通介质,此功能最常用。如闸阀、截止阀、旋塞阀、球阀及蝶阀等。

(2) 止回阀类 用来防止介质倒流。如止回阀、底阀等。

(3) 分流阀类 用来控制介质流向改变,起分配、分流及合流等作用。如三通旋塞阀、四通球阀及分配阀等。

(4) 调节阀类 用来调节介质的流量和压力等。如调节阀、减压阀及节流阀等。

(5) 安全阀类 用来介质压力或液位超过一定值后的泄压和排放,防止容

器或管道超压，起安全保护作用。如安全阀、溢流阀等。

(6) 分离介质阀类 用于将蒸汽和水或水和空气分离开来。如蒸汽疏水阀、空气疏水阀等。

(7) 多用阀 用于替代两个、三个或更多个类型阀门。如截止止回阀、止回球阀等。

## 2. 按公称压力分类

(1) 真空阀 用于公称压力低于标准大气压的阀门（绝对压力低于0.1MPa）。

(2) 低压阀门 用于公称压力不高于  $PN16$  的阀门。

(3) 中压阀门 用于公称压力高于  $PN16$ ，但不高于  $PN100$  的阀门。

(4) 高压阀门 用于公称压力高于  $PN100$ ，但不高于  $PN1000$  的阀门。

(5) 超高压阀门 用于公称压力高于  $PN1000$  的阀门。

## 3. 按公称尺寸分类

(1) 小口径阀门 用于公称尺寸不大于  $DN40$  的阀门。

(2) 中口径阀门 用于公称尺寸大于  $DN40$ ，但不大于  $DN300$  的阀门。

(3) 大口径阀门 用于公称尺寸大于  $DN300$ ，但不大于  $DN1200$  的阀门。

(4) 特大口径阀门 用于公称尺寸大于  $DN1200$  的阀门。

## 4. 按介质温度分类

(1) 深冷阀门 用于介质温度  $T$  低于  $-100^{\circ}\text{C}$  的阀门。

(2) 低温阀门 用于介质温度  $T$  不低于  $-100^{\circ}\text{C}$ ，但低于  $-29^{\circ}\text{C}$  的阀门。

(3) 常温阀门 用于介质温度  $T$  不低于  $-29^{\circ}\text{C}$ ，但不高于  $120^{\circ}\text{C}$  的阀门。

(4) 中温阀门 用于介质温度  $T$  高于  $120^{\circ}\text{C}$ ，但不高于  $425^{\circ}\text{C}$  的阀门。

(5) 高温阀门 用于介质温度  $T$  高于  $425^{\circ}\text{C}$  的阀门。

## 5. 按驱动阀门的方式分类

(1) 自动阀门 依靠介质的能量而自行动作的阀门。如止回阀、疏水阀等。

(2) 手动阀门 借用手轮、手柄或扳手等用人力操作的阀门。当需要传递较大力矩时，可借助齿轮或蜗轮等装置。

(3) 气动阀门 借助压缩空气来操作的阀门。

(4) 液动阀门 借助液体（水、油等）来操作的阀门。

(5) 电动阀门 借助电动机、电磁或其他电气装置来操作的阀门。

(6) 联动驱动阀门 借助电-气或电-液联合驱动操作的阀门。

## 6. 通用分类法

按阀门的作用原理、结构划分是现在国内外常用的分类方法，一般将阀门分为闸阀、截止阀、旋塞阀、球阀、蝶阀、隔膜阀、止回阀、调节阀、安全阀、减压阀、疏水阀等。

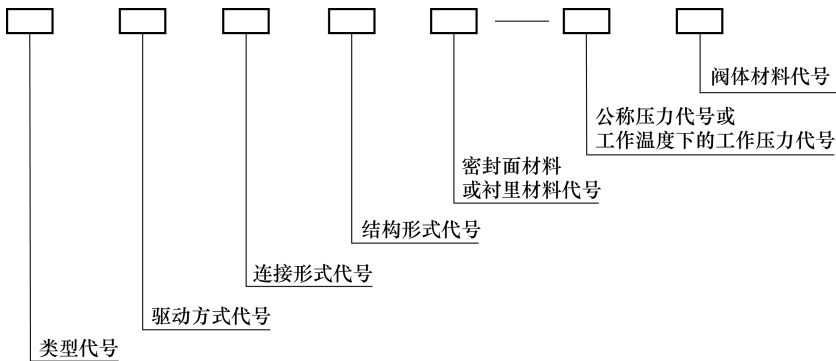
## 1.4 阀门型号的编制方法（摘自 JB/T 308—2004）

JB/T 308—2004《阀门 型号编制方法》适用于通用中闸阀、截止阀、节流阀、蝶阀、球阀、隔膜阀、旋塞阀、止回阀、安全阀、减压阀、蒸汽疏水阀、排污阀及柱塞阀的型号编制。

### 1. 阀门的型号编制方法

1) 阀门的型号由阀门类型、驱动方式、连接形式、结构形式、密封面材料或衬里材料类型、公称压力代号或工作温度下的工作压力及阀体材料七部分组成。

2) 编制的顺序如下：阀门类型、驱动方式、连接形式、结构形式、密封面材料或衬里材料类型、公称压力代号或工作温度下的工作压力代号、阀体材料。



### 2. 阀门类型代号

1) 阀门类型代号用汉语拼音字母表示，具体规定见表 1-1。

表 1-1 阀门类型代号

阀门类型	代号	阀门类型	代号
弹簧载荷安全阀	A	排污阀	P
蝶阀	D	球阀	Q
隔膜阀	G	蒸汽疏水阀	S
杠杆式安全阀	GA	柱塞阀	U
止回阀和底阀	H	旋塞阀	X
截止阀	J	减压阀	Y
节流阀	L	闸阀	Z

2) 当阀门还具有其他功能作用或带有其他特异结构时,在阀门类型代号前再加注一个汉语拼音字母,具体规定见表1-2。

表 1-2 具有其他功能作用或带有其他特异结构的阀门表示代号

第二功能作用名称	代 号	第二功能作用名称	代 号
保温型	B	排渣型	P
低温型	D <sup>①</sup>	快速型	Q
防火型	F	(阀杆密封) 波纹管型	W
缓闭型	H	—	—

① 低温型指允许使用温度低于-46℃的阀门。

### 3. 驱动方式代号

1) 驱动方式代号用阿拉伯数字表示,具体规定见表1-3。

表 1-3 阀门驱动方式代号

驱 动 方 式	代 号	驱 动 方 式	代 号
电磁动	0	锥齿轮	5
电磁-液动	1	气动	6
电-液动	2	液动	7
蜗杆驱动	3	气-液动	8
圆柱齿轮驱动	4	电动	9

注:代号1、代号2及代号8是用在阀门启闭时,需有两种动力源同时对阀门进行操作。

2) 安全阀、减压阀、疏水阀及手轮直接连接阀杆操作结构形式的阀门,本代号省略,不表示。

3) 对于气动或液动机构操作的阀门:常开式用6K、7K表示,常闭式用6B、7B表示。

4) 防爆电动装置的阀门用9B表示。

### 4. 连接形式代号

1) 连接形式代号用阿拉伯数字表示,具体规定见表1-4。

表 1-4 阀门连接端连接形式代号

连 接 形 式	代 号	连 接 形 式	代 号
内螺纹	1	对夹	7
外螺纹	2	卡箍	8
法兰式	4	卡套	9
焊接式	6	—	—

2) 各种连接形式的具体结构、采用标准或方式(如法兰面形式及密封方式、焊接形式、螺纹形式及标准等),不在连接代号后加符号表示,应在产品的图样、说明书或订货合同等文件中予以详细说明。

### 5. 阀门结构形式代号

阀门结构形式用阿拉伯数字表示,具体规定见表 1-5 ~ 表 1-15。

表 1-5 闸阀结构形式代号

结构形式			代 号	
阀杆升降式(明杆)	楔式闸板	弹性闸板		0
		刚性闸板	单闸板	1
			双闸板	2
	单闸板		3	
	双闸板		4	
	平行式闸板			
阀杆非升降式(暗杆)	楔式闸板	单闸板	5	
		双闸板	6	
	平行式闸板	单闸板	7	
		双闸板	8	

表 1-6 截止阀、节流阀和柱塞阀结构形式代号

结构形式		代 号	结构形式		代 号
阀瓣非平衡式	直通流道	1	阀瓣平衡式	直通流道	6
	Z形流道	2		角式流道	7
	三通流道	3		—	—
	角式流道	4		—	—
	直流流道	5		—	—

表 1-7 球阀结构形式代号

结构形式		代 号	结构形式		代 号
浮动球	直通流道	1	固定球	直通流道	7
	Y形三通流道	2		四通流道	6
	L形三通流道	4		T形三通流道	8
	T形三通流道	5		L形三通流道	9
	—	—		半球直通	0

表 1-8 蝶阀结构形式代号

结构形式		代 号	结构形式		代 号
密封型	单偏心	0	非密封型	单偏心	5
	中心垂直板	1		中心垂直板	6
	双偏心	2		双偏心	7
	三偏心	3		三偏心	8
	连杆机构	4		连杆机构	9

表 1-9 隔膜阀结构形式代号

结构形式	代 号	结构形式	代 号
屋脊流道	1	直通流道	6
直流流道	5	Y 形角式流道	8

表 1-10 旋塞阀结构形式代号

结构形式		代 号	结构形式		代 号
填料密封	直通流道	3	油密封	直通流道	7
	T 形三通流道	4		T 形三通流道	8
	四通流道	5		—	—

表 1-11 止回阀结构形式代号

结构形式		代 号	结构形式		代 号
升降式阀瓣	直通流道	1	旋启式阀瓣	单瓣结构	4
	立式结构	2		多瓣结构	5
	角式流道	3		双瓣结构	6
—	—	—	蝶形止回式		7

表 1-12 安全阀结构形式代号

结构形式		代 号	结构形式		代 号
弹簧载荷弹簧 封闭结构	带散热片全启式	0	弹簧载荷弹簧 不封闭且带 扳手结构	微启式、双联阀	3
	微启式	1		微启式	7
	全启式	2		全启式	8
	带扳手全启式	4		—	—
杠杆式	单杠杆	2	带控制机构全启式		6
	双杠杆	4	脉冲式		9

表 1-13 减压阀结构形式代号

结构形式	代 号	结构形式	代 号
薄膜式	1	波纹管式	4
弹簧薄膜式	2	杠杆式	5
活塞式	3	—	—

表 1-14 蒸汽疏水阀结构形式代号

结构形式	代 号	结构形式	代 号
浮球式	1	蒸汽压力式或膜盒式	6
浮桶式	3	双金属片式	7
液体或固体膨胀式	4	脉冲式	8
钟形浮子式	5	圆盘热动力式	9

表 1-15 排污阀结构形式代号

结构形式		代 号	结构形式		代 号
液面连接排放	截止型直通式	1	液底间断排放	截止型直流式	5
	截止型角式	2		截止型直通式	6
	—	—		截止型角式	7
	—	—		浮动闸板型直通式	8

## 6. 密封面或衬里材料代号

1) 除隔膜阀外, 当密封副的密封面材料不同时, 以硬度低的材料表示。密封面或衬里材料代号的具体规定见表 1-16。

表 1-16 密封面或衬里材料代号

密封面或衬里材料	代 号	密封面或衬里材料	代 号
锡基轴承合金 (巴氏合金)	B	尼龙塑料	N
搪瓷	C	渗硼钢	P
渗氮钢	D	衬铅	Q
氟塑料	F	奥氏体不锈钢	R
陶瓷	G	塑料	S
Cr13 系不锈钢	H	铜合金	T
衬胶	J	橡胶	X
蒙乃尔合金	M	硬质合金	Y

2) 隔膜阀以阀体表面材料代号表示。

3) 当阀门密封副材料均为阀门的本体材料时,密封面材料代号用“W”表示。

### 7. 压力代号

1) 当阀门使用的压力级符合 GB/T 1048—2005《管道元件 PN(公称压力)的定义和选用》的规定时,采用该标准 10 倍的兆帕单位(MPa)数值表示。

2) 当介质最高温度超过 425℃时,标注最高工作温度下的工作压力代号。

3) 压力等级采用磅级(lb)或 K 级单位的阀门,在型号编制时,应在压力代号栏后有 lb 或 K 的单位符号。

4) 公称压力小于等于 1.6MPa 的灰铸铁阀门的阀体材料代号在型号编制时予以省略。

5) 公称压力大于等于 2.5MPa 的碳素钢阀门的阀体材料代号在型号编制时予以省略。

### 8. 阀体材料代号

阀体材料代号的具体规定见表 1-17。

表 1-17 阀体材料代号

阀体材料	代 号	阀体材料	代 号
碳钢	C	铬镍钼系不锈钢	R
Cr13 系不锈钢	H	塑料	S
铬钼系钢	I	铜及铜合金	T
可锻铸铁	K	钛及钛合金	Ti
铝合金	L	铬钼钒钢	V
铬镍系不锈钢	P	灰铸铁	Z
球墨铸铁	Q	—	—

注:CF3、CF8、CF3M、CF8M 等材料牌号可直接标注在阀体上。

### 9. 命名

对于连接形式为“法兰”、结构形式为闸阀的“明杆”、“弹性”、“刚性”和“单闸板”,截止阀和节流阀的“直通式”,球阀的“浮动球”、“固定球”和“直通式”,蝶阀的“垂直板式”,隔膜阀的“屋脊式”,旋塞阀的“填料”的“直通式”,止回阀的“直通式”和“单瓣式”,安全阀的“不封闭式”和“阀座密封面材料”在命名中均予省略。

### 10. 型号和名称编制方法示例

1) 电动、法兰连接、明杆楔式双闸板、阀座密封面材料由阀体直接加工、

公称压力为  $PN0.1\text{MPa}$ 、阀体材料为灰铸铁的闸阀：Z942W-1 电动楔式双闸板闸阀。

2) 手动、外螺纹连接、浮动直通式、阀座密封面材料为氟塑料、公称压力为  $PN4.0\text{MPa}$ 、阀体材料为不锈钢的球阀：Q21F-40P 外螺纹球阀。

3) 气动常开式、法兰连接、屋脊式结构并衬胶、公称压力为  $PN0.6\text{MPa}$ 、阀体材料为灰铸铁的隔膜阀：G6<sub>k</sub>41J-6 气动常开式衬胶隔膜阀。

4) 液动、法兰连接、垂直板式、阀座密封面材料为铸铜、阀瓣密封面材料为橡胶、公称压力为  $PN0.25\text{MPa}$ 、阀体材料为灰铸铁的蝶阀：D741X-2.5 液动蝶阀。

5) 电动驱动对接焊连接、直通式、阀座密封面材料为堆焊硬质合金、工作温度  $540^\circ\text{C}$  时的工作压力为  $17.0\text{MPa}$ 、阀体材料为铬钼钒钢的截止阀：J961Y-P<sub>54</sub> 170V 电动焊接截止阀。

# 第 2 章 阀门的基本参数

## 2.1 公称直径

### 1. 公称直径 $DN$

公称直径  $DN$  用于管道元件的尺寸标识，由字母  $DN$  和无量纲的整数数字组成，数字后不带量纲，数值相当于 mm，如  $DN100$  表示阀门的流道通径约为 100mm。公称直径也称公称尺寸和公称通径。

阀门的流道通径（内径）与公称直径  $DN$  的数值并不完全相同。阀门的流道通径与阀门的公称压力  $PN$  及阀门的结构（如全径、缩径）有关，详见有关样本；阀门的公称直径  $DN$  仅是阀门的名义尺寸（直径），但又是阀门的基本参数。

### 2. 阀门常用的公称直径 $DN$ 系列

阀门常用的公称直径  $DN$  系列，见表 2-1。

表 2-1 阀门常用的公称直径  $DN$  系列

6	20	50	125	300	500	900	1400	2000	2800	3600
8	25	65	150	350	600	1000	1500	2200	3000	3800
10	32	80	200	400	700	1100	1600	2400	3200	4000
15	40	100	250	450	800	1200	1800	2600	3400	

ASME/API 的 CLASS 系列中  $DN600$  以上阀门的公称直径，习惯采用 150 进级，如 750、900、1050 等，以此类推，因此与表 2-3 所列数值不同，用户应予注意。

表 2-1 所列的  $DN$  系列尺寸是常用系列，如果用户有需要可以插入或增加，如可以有  $DN3$ 、 $DN90$ 、 $DN1350$  或  $DN2500$  等。

### 3. 公称直径 $DN$ 和 $NPS$

我国采用的公称直径  $DN$  与 ISO 采用的 SI 制尺寸标识是相同的，但工业发达国家在管道系统中还经常采用英寸制来标识公称直径，如  $NPS 3$ 。 $NPS$  的含义即为英寸制的公称直径， $NPS$  后跟无量纲数字，数值相当于 in（英寸）。如  $NPS 3$ ，其流道通径约为 3in，即 76mm，圆整后相当于  $DN80$ 。

$DN$  与  $NPS$  的对应关系见表 2-2。