

炼油装置

工艺管线安装设计手册

下 册



石油工业出版社

PDF
PDG

1.749
168
2:2

炼油装置 工艺管线安装设计手册

下 册

《炼油装置工艺管线安装设计手册》编写小组



内 容 提 要

本书为炼油装置管线安装设计的工具性资料，全书分上下两册，上册的主要内容有：管线路程及设备布置设计的一般原则；管子、管件、阀门、法兰及其紧固件等的系列及选用方法；管线压力降计算等。下册主要内容有：各种小型设备（分水器、过滤器、视窗、限流孔板等）及安全阀、疏水器等系列的选用计算；管线支架系列及热补偿计算；管线保温及保冷计算；并附有部分钢材、焊条的规格及化学成分、机械性能。

本书除包括上述系列、选用方法及计算外，并包括管线设计时所需的具体规格及尺寸，但不包括施工图。有关施工图见《炼油装置工艺管线安装设计施工图册》（石油化学工业出版社出版）。其具体施工图号列入本书有关章节。

本书可供炼厂设计人员应用，同时可供炼厂施工和生产的工人及技术人员参考，也可供石油院校师生参考。

炼 油 装 置 工艺管线安装设计手册 下 册

《炼油装置工艺管线安装设计手册》编写小组

石油工业出版社出版
(北京安定门内外后街甲36号)
大厂县印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行

787×1092毫米 16开本 22印张 520千字 印20,470-26,080

1978年10月北京第1版 1984年6月北京第4次印刷

书号：15037·2006 定价：1.75元

前 言

为了适应石油工业发展的需要，特编写出版这本《炼油装置工艺管线安装设计手册》。

炼油装置的管线安装设计是炼油装置设计的重要组成部分，管线安装的投资约占炼油装置的投资20%。管线安装设计的好坏，不仅关系到装置建设指标是否先进合理，而且也关系到生产操作能否正常进行以及生产操作费用是否节约的问题。因此对于炼油装置的管线安装设计应该给予足够的重视。

本书以较大的篇幅汇编了有关管线、管件、阀门、支架以及各种常用小型设备的资料，便于查阅和计算选用；也编写了在装置平面布置和流程设计中经常遇到的一些具体问题的处理原则。由于设计时的具体情况可能较为复杂，书中所建议的处理原则仅供参考，设计时应根据具体情况，确定合理的设计方案。

为了配合本书所选用的法兰、管件、支架、保温和小型设备的制造与施工，另外编写了一套施工图册《炼油装置工艺管线安装设计施工图册》，分为五分册出版：第一分册石油常用管道法兰；第二分册管子配件；第三分册常用小型设备及波形补偿器；第四分册管线支吊架；第五分册保温和保冷。

本书由原北京石油设计院着手编写，调查了有关炼油厂、施工单位和制造单位，并广泛吸取了工人同志的意见，于一九七一年七月完成初稿。经试用后，听取了不少单位许多宝贵意见，在此基础上，由石油化学工业部第一石油化工建设公司设计研究院、石油化学工业部炼油设计院、北京石油化工总厂设计院所组成的编写小组于一九七四年八月修改定稿。

本书在编写过程中得到许多单位的大力支持，在此谨表谢忱。由于编者的政治思想水平不高，缺少实践经验，书中缺点错误在所难免，敬请读者批评指正。



目 录

前 言

第八章 常用小型设备	1
第一节 蒸汽分水器	1
第二节 乏汽分油器	2
第三节 过滤器	2
一、网状过滤器	3
二、Y型过滤器	3
三、临时过滤器	4
第四节 取样冷却器	5
第五节 阻火器	5
第六节 视镜	6
一、带颈视镜	6
二、玻璃管视镜	6
第七节 漏斗	7
第八节 限流孔板	7
一、锐孔孔径计算	7
二、锐孔孔径验算	9
三、孔板厚度计算	9
四、孔板结构	11
第九章 安全阀的选用和计算	16
第一节 安全阀的使用原则	16
第二节 安全阀的分类	17
第三节 安全阀的计算	17
一、排放量的确定	17
二、操作条件的确定	19
三、喷嘴面积计算	20
四、背压对安全阀的影响	23
第四节 安全阀的选用	24
第五节 安全阀的结构和型号	23
一、A型、TA型安全阀	28
二、A42H、A44H、A48H及A42W型安全阀	29
第六节 安装安全阀应注意事项	31
第七节 国外安全阀介绍	32
参考资料	44
第十章 蒸汽疏水器	45
第一节 蒸汽疏水器的作用、分类和工作原理	45

38180

一、疏水器的作用	45
二、疏水器的分类	45
三、疏水器的工作原理	47
第二节 疏水器的主要技术性能	50
一、主要技术性能	50
二、各种疏水器的技术性能比较	53
第三节 疏水器的选用	53
一、疏水器的选用方法	53
二、选用疏水器的主要依据	53
三、对疏水器的要求	53
四、选用疏水器的几点注意事项	54
五、主要数据的确定	55
第四节 疏水器的使用和安装	57
一、疏水器的使用	57
二、疏水器的管线安装	58
第五节 疏水器的型号、最大排水量和外形尺寸	61
一、疏水器的型号、规格	61
二、疏水器的最大排水量	62
三、疏水器的外形尺寸	64
参考资料	67

第十一章 管线支吊架 68

第一节 管线的跨度	68
一、管线允许跨度的计算	68
二、管线每米重量及允许跨度	69

第二节 管架垂直荷重及水平推力的计算	74
一、管架垂直荷重的计算	74
二、管架水平推力的计算	77

第三节 支架梁的计算和选用	81
一、单跨梁的计算	81
二、等跨连续梁的计算	85
三、等跨连续梁的弯矩和挠度系数	85
四、吊架梁的选用	85

第四节 焊缝强度计算	89
一、焊缝应力计算的通用公式	89
二、各种连接件及荷重情况下的计算	89

第五节 管线用钢支架	91
一、钢支架的计算	91
二、钢支架系列的编制	96
三、钢支架系列	97

第六节 管卡、管托、管吊及其他支架的选用和系列	102
一、选用原则	102

二、管卡系列	102
三、管托系列	105
四、平管、弯管及立管的管托系列	108
五、吊杆、吊钩及吊板系列	110
六、吊架组装	111
七、邻管支架	114
第七节 管线热位移的计算	116
一、管线热位移的近似算法——悬臂挠度法	116
二、管线热位移的位能微分法	121
第八节 弹簧支架	130
一、弹簧的选择	130
二、弹簧的计算	131
三、弹簧系列及弹簧管托、管吊系列	132
四、应用举例	136
第九节 支架估料表	138
一、钢支架及小型支架	138
二、管卡、管托、吊杆	141
三、弹簧支架	147
参考资料	150
第十二章 管线热补偿	151
第一节 管线的热胀	151
一、管线的热胀量和热胀方向	151
二、管系沿座标轴 X、Y、Z 方向上的热胀量	151
第二节 补偿值的计算	155
一、计算方法	155
二、确定管线热态计算温度的原则	155
三、确定管线冷态计算温度的原则	156
四、管系座标轴的选定和热胀量、附加位移量的符号	156
五、例题	156
第三节 管线应力计算的基础	157
一、管线的应力计算结果应符合的条件	157
二、许用应力和热胀许用应力范围	159
三、焊缝系数	160
四、弯头壁厚的选用	160
五、弯头(弯管)的减刚系数和应力集中系数	161
六、冷紧与应力松弛	164
七、冷紧有效系数与冷紧比	165
八、固定点的推力	165
九、钢材的弹性模数	166
第四节 平面管系的弹性计算	166
一、几点假定	166
二、弹性中心法的基本原理	167

三、计算方法和步骤	169
四、例题	175
五、惯性矩、抗弯断面系数及典型平面管系的计算	180
六、典型平面管系计算公式	184
第五节 立体管系的弹性计算	188
一、几点假定	188
二、基本原理	188
三、计算方法和步骤	189
四、计算公式表	191
五、例题	194
第六节 图解法与判断式	202
一、平面管系线算图	202
二、空间Z形管系线算图	220
三、管系自补偿的判断式	226
第七节 波形补偿器	229
一、波形补偿器的计算	229
二、碳钢制波形补偿器系列	232
第八节 管线热补偿设计的注意事项	237
参考资料	242
第十三章 保温、保冷及蒸汽伴热	243
第一节 使用要求	243
第二节 材料和厚度的选用	243
一、材料的性能及选用	243
二、厚度选用	246
第三节 厚度计算	247
一、平面保温或保冷厚度的计算	247
二、管线保温或保冷厚度的计算	248
三、管线或平面保温（或保冷）的图解算法	249
第四节 蒸汽伴热	252
第五节 管线的保护层	252
一、保温或保冷结构	252
二、外保护层	253
三、防潮层	253
四、防腐涂料层	253
五、埋地管线防腐绝缘	253
六、管线保温、保冷材料用量	254
参考资料	260
附录	261
第一节 碳钢、合金钢管的化学成分和机械性能	261
第二节 管子用焊条的选用	267
一、焊条型号及编制方法	267

二、焊条选用	269
三、国内外常用焊条近似牌号、型号对照	273
第三节 型钢	274
一、角钢	274
二、热轧普通槽钢	277
三、热轧普通工字钢	278
四、热轧圆钢	279
五、热轧扁钢	279
六、常用钢材的屈服强度数据	280
七、 A_0 、 A_2 、 A_3 、 A_4 钢构件中心受压时的 φ 值	281
第四节 常用钢板	281
第五节 铁丝	282
第六节 金属网	282
第七节 常用起重设备	283
一、手拉葫芦	283
二、电动葫芦	286
三、手动单轨小车	290
四、手动单梁起重机	292
五、手动双梁起重机	293
第八节 材料的耐腐蚀性能	295
第九节 国外阀门、法兰压力-温度等级及管子壁厚	311
一、国外阀门、法兰压力温度等级	311
二、管子壁厚和重量	332
第十节 常用钢管的国内外钢号、化学成分、机械性能对照表	333
第十一节 泵与阀门盘根选用表	340
参考资料	342

第八章 常用小型设备

第一节 蒸汽分水器

蒸汽分水器是作为分离蒸汽中的水滴之用。凡需要除掉蒸汽中水滴的地方，在其入口之前的蒸汽管线上，应设置蒸汽分水器（如新鲜蒸汽进装置之前；新鲜蒸汽进蒸汽透平之前）。

蒸汽分水器的种类较多，兹介绍一种常用的蒸汽分水器系列，结构见图 8-1，设计压力为13公斤/厘米²，设计温度为300℃。在设计该系列时，按蒸汽接管尺寸考虑了相应的分离面积。因此，在选用时，可根据蒸汽管的直径从表8-1中直接选用适宜的蒸汽分水器。

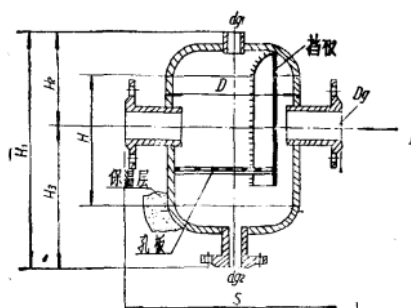


图 8-1 蒸汽分水器

表 8-1 蒸汽分水器外形尺寸

蒸汽管 D ₁	连接 法兰 P ₁	外形尺寸, 毫米						公称直径		金属 总重 公斤	施工图 图号
		D	S	H	H ₁	H ₂	H ₃	放气管 d _{g1}	排水管 d _{g2}		
50	16	219	519	350	442	70	372		25	52	S 8-1
80	16	273	573	450	618	170	448	15	25	66	S 8-2
100	16	325	625	450	~354	298	556	20	25	83	S 8-3
150	16	512	912	650	1156	433	723	20	25	163	S 8-4
200	16	716	1116	700	1390	565	825	20	40	300	S 8-5
250	16	816	1216	750	1490	620	870	20	40	413	S 8-6
300	16	1020	1420	900	1762	710	1052	20	40	675	S 8-7

注：设备带带P₁16平焊对应法兰。

第二节 乏汽分油器

从蒸汽往复泵中出来的乏汽，常带有润滑油滴，不论是将其放空或送入蒸汽管网以前，均应经过乏汽分油器以除掉其中的油滴。现介绍一种常用的乏汽分油器系列，结构见图8-2，设计压力为3公斤/厘米²，设计温度为180℃。在设计该系列时，按接管尺寸考虑了相应的分油面积。因此，在选用时，可直接从表8-2中按接管尺寸选用。

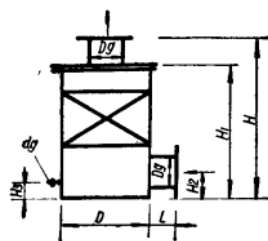


图 8-2 乏汽分油器

表 8-2 乏汽分油器外形尺寸

接管 D_s	连接法兰 P_6	外形尺寸, 毫米						油出口		金属总重 公斤	施工图 图号
		D	L	H	H_1	H_2	H_3	p_2	d_2		
80	6	219	150	668	500	150	45	160	20	49	S 8-8
100	6	219	150	668	500	150	45	160	20	51	S 8-9
150	6	377	200	870	650	230	55	160	25	115	S 8-10
200	6	529	200	976	750	300	55	160	25	225	S 8-11

注：设备附带 P_6 平焊对应法兰。

第三节 过滤器

过滤器是除掉流体中固体杂质的设备，用以保护主要设备的正常运转。一般设置在润滑油进入设备之前；燃料油进入喷嘴之前；原料油或封油进入泵之前；蒸汽凝结水进入疏水器之前等的管线上。

过滤器按使用要求可分为永久性过滤器及临时过滤器两种：临时过滤器仅在开工试运转时使用；而永久性过滤器则和设备一同投入正常运转，但需要采用两个过滤器并联安装，以便轮流切换清洗。

过滤器种类很多，现介绍三种常用过滤器系列。在设计这三种系列时，均按接管尺寸考虑了相应的过滤面积。因此，在选用时，可根据工艺管径直接从表8-3~5选用。

一、网状过滤器

(图8-3、表8-3)

网状过滤器设计压力为10公斤/厘米²，设计温度为200℃。滤网由两层组成：内层为 $\phi 2.2\text{No}5$ 钢丝网；外层为16目/英寸²的铜丝网。其外形尺寸见图8-3及表8-3。

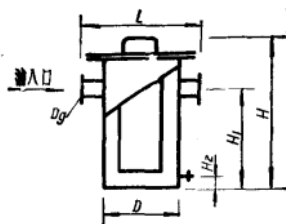


图 8-3 网状过滤器

表 8-3 网状过滤器外形尺寸

接管 D_g	连接法兰 P_g	外形尺寸, 毫米					金属总重 公斤	施工图图号
		D	L	H	H ₁	H ₂		
100	16	273	673	630	350	40	110	S 8-12
150	16	273	673	730	450	40	132	S 8-13
200	16	377	777	754	400	50	230	S 8-14
250	16	377	777	854	500	50	265	S 8-15
300	16	520	920	934	550	70	428	S 8-16
350	16	520	920	1034	600	75	510	S 8-17

注：设备附带 $P_g 16$ 平焊对应法兰。

二、Y型过滤器

(图8-4、8-5，表8-4)

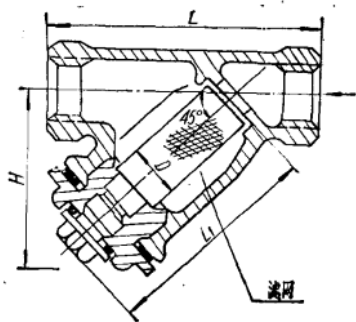


图 8-4 $P_g 25$ 公斤/厘米² Y型过滤器

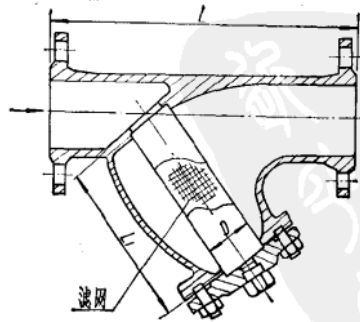


图 8-5 $P_g 16$ 公斤/厘米² Y型过滤器

表 8-4 Y 型过滤器外形尺寸

接 管 D_s	公称压力 P_s	滤网直径 D	外 形 尺 寸, 毫米			重 量 公斤	施 工 图 图 号
			L	L_1	H		
15	25	20	100	~90	~72		北京阀门厂图
20	25	25	115	~96	~79		北京阀门厂图
25	25	30	140	~122	~103		北京阀门厂图
40	25	50	180	~170	~142		北京阀门厂图
50	25	60	210	~190	~155		北京阀门厂图
40	16	48	300	~170		18	S 8-18
80	16	90	434	~240		40	S 8-19

注: 1. 使用温度: $P_s 16 \leq 200^\circ\text{C}$, $P_s 25, 225^\circ\text{C}$ 。

2. 凡蒸汽疏水器用 $P_s 25$ 的 Y 型过滤器(北京阀门厂图)均与疏水器配套供应。选作其他用途的 Y 型过滤器, 如为北京阀门厂图时, 可与该厂联系解决。

3. $P_s 16$ 的过滤器设备上已附带对应法兰。

三、临时过滤器

(图 8-6, 表 8-5)

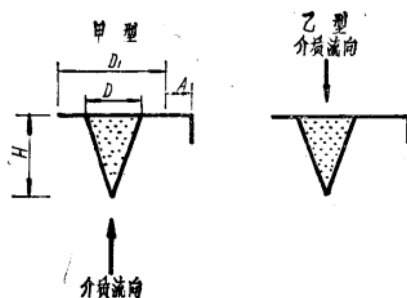


图 8-6 临时过滤器

表 8-5 临时过滤器外形尺寸

接 管 D_s	外 形 尺 寸, 毫米				施 工 图 图 号	接 管 D_s	外 形 尺 寸, 毫米				施 工 图 图 号
	H	D	D_1	A			H	D	D_1	A	
25	100	21	70	40	S 8-20	200	300	193	270	50	S 8-20
40	100	33	90	40	S 8-20	250	300	245	328	50	S 8-20
50	150	45	105	40	S 8-20	300	350	289	380	50	S 8-20
80	150	72	140	40	S 8-20	350	400	339	440	50	S 8-20
100	200	90	160	40	S 8-20	400	450	386	490	50	S 8-20
150	250	139	215	40	S 8-20						

注: 1. 过滤器用薄钢板制造, $D_s \leq 150$ 用 2 毫米厚的; $D_s > 150$ 用 3 毫米厚的。

2. 铁丝网规格为 36 目/英寸² (或 50 目/英寸² 铜丝网), 用锡点焊在过滤器壁上。

第四节 取样冷却器

本节选择一种常用的固定式油品取样冷却器，设备的设计压力为10公斤/厘米²，管内设计温度为390℃，设备外形及结构尺寸见图8-7及表8-6。

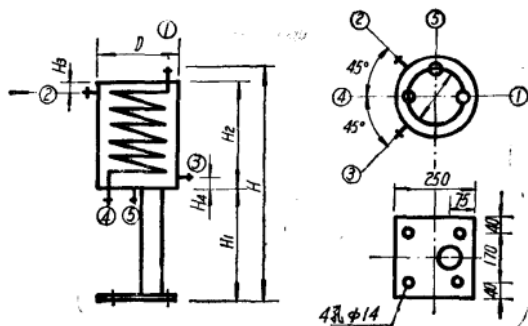


图 8-7 取样冷却器

表 8-6 取样冷却器外形尺寸

油进出口 ① ④ D_s	活接头 P_s	外形尺寸, 毫米						水进出口⑤⑥		放空口⑦		金属总重 公斤	施工图 图号
		D	H	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	D _s	P _s	D _s	P _s		
20	16	219	1380	1000	340	30	40	20	160	15	160	35	S 8-21

①~⑦为设备进出口编号，见图。

第五节 阻火器

阻火器是阻断燃烧着的气体窜入燃料气管线的安全设备。一般安装在燃料气进入喷嘴之前的燃料气管线上。

当喷嘴“回火”时，阻火器内铜丝网迅速被加热和散热，这样即防止了燃烧着的气体窜入燃料气管内引起气体爆炸。

兹介绍一种常用的管线用阻火器系列，设计压力为6公斤/厘米²，设计温度为200℃。在设计该系列时，按接管直径考虑了相应的铜丝网面积。因此，在选用时，可直接按接管尺寸选用。

表 8-7 阻火器外形尺寸

接管 D_s	连接法兰 P_s	外形尺寸, 毫米		金属总重 公斤	施工图 图号
		L	D		
50	6	204	159	32	S 8-22
80	6	208	219	46	S 8-23
100	6	212	273	65	S 8-24
150	6	216	377	110	S 8-25
200	6	220	426	118	S 8-26

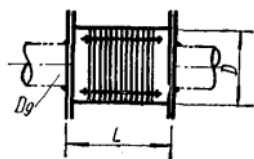


图 8-8 阻火器

注：设备附带 $P_s 6$ 平焊对应大小法兰。

第六节 视 镜

一、带 颈 视 镜

可直接焊于设备上或管子上，用以观察设备或管子内介质流动的情况。本视镜系列允许用于介质温度 $\leq 200^{\circ}\text{C}$ ，操作压力 ≤ 6 公斤/厘米²。如用于腐蚀性介质时，应选用括弧内的图号。视镜的外形及结构尺寸见图8-9及表8-8。选用时标记如下：

1. 如选用公称直径 $D_g 80$ 之碳素钢制带颈视镜时

标为：带颈视镜 IP₆, $D_g 80$

2. 如选用公称直径 $D_g 150$ 之不锈钢制带颈视镜时

标为：带颈视镜 II P₆, $D_g 150$

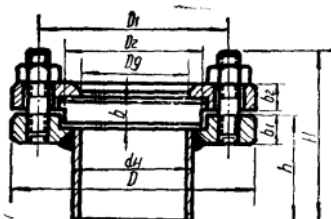


图 8-9 带颈视镜图

表 8-8 带 颈 视 镜 外 形 尺 寸

公称 直径 D_g	d_H	视镜玻璃 规 格 $D_g \times b$	外 形 尺 寸, 毫米						双头螺栓		总重 公斤	施 工 图 图 号
			D	D_1	b_1	b_2	h	$\approx H$	数量	直径 $\times$ 长度		
50	57	65 $\times$ 10	115	90	14	12	45	73	6	M10 $\times$ 28	1.69	JB595-64-1 (JB595-64-5)
80	89	95 $\times$ 15	145	120	18	14	50	82	8	M10 $\times$ 32	3.25	JB595-64-2 (JB595-64-6)
125	133	140 $\times$ 20	205	175	20	16	50	88	8	M12 $\times$ 38	6.65	JB595-64-3 (JB595-64-7)
150	159	165 $\times$ 20	230	200	22	18	60	100	8	M12 $\times$ 40	8.61	JB595-64-4 (JB595-64-8)

二、玻 璃 管 视 镜

可直接安装在管线上用以观察管内介质流动的情况。本视镜系列允许用于介质温度 $\leq 70^{\circ}\text{C}$ ，操作压力 ≤ 2.5 公斤/厘米²。如用于腐蚀性介质时，应选用括弧内的图号。视镜的外形及结构尺寸见图8-10及表8-9。

表 8-9 玻璃管视镜外形尺寸

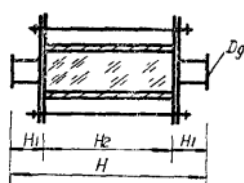


图 8-10 玻璃管视镜

接管 D_g	连接 法兰 P_g	外形尺寸, 毫米			玻 璃 管		装配重量 公斤	施 工 图 图 号
		H	H ₁	H ₂	直径	厚度		
20	10	260	80	100	37	4	4.0	S8-27 (S8-32)
25	10	288	94	100	50	4	4.7	S8-28 (S8-33)
40	10	336	118	100	62	4	10.2	S8-29 (S8-34)
50	10	336	118	100	75	4	12.5	S8-30 (S8-35)
80	10	400	140	120	100	7	18.6	S8-31 (S8-36)

第七节 漏 斗

漏斗是一种排凝、排污、排水的设备，液体经漏斗自流入相应的系统管网。在设计该系列时，按漏斗排液管接管直径考虑了相应的漏斗面积，可直接按接管直径选用。

该漏斗系列是用A3F钢板制造的，如用于腐蚀性介质时，可改用耐腐蚀材料制造。漏斗的外形及结构尺寸见图8-11及表8-10。

表 8-10 漏斗外形尺寸

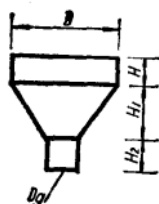


图 8-11 漏斗

接 管 D_g	外 形 尺 寸, 毫米				钢板厚 毫米	金属重量 公斤	施 工 图 图 号
	D	H	H ₁	H ₂			
25	80	50	50	50	2	0.45	S8-37
40	100	50	60	50	2	0.67	S8-37
50	120	50	70	100	2	1.02	S8-37
80	200	100	120	150	2	3.05	S8-37
100	250	100	150	150	2	4.24	S8-37
150	400	100	260	150	2	8.77	S8-37
200	500	150	300	200	3	20.58	S8-37
250	550	150	300	200	3	25.32	S8-37
300	600	150	300	200	3	30.45	S8-37

第八节 限 流 孔 板

限流孔板为一同心锐孔板，用于限制流体的流量或降低流体的压力。

流体通过孔板就会产生压力降，通过孔板的流量则随压力降的增大而增大。但当压力降超过一定数值，即超过临界压力降时，不论出口压力如何降低，流量将维持一定的数值而不再增加。限流孔板就是根据这个原理用来限制流体的流量或降低流体的压力。

一、锐孔孔径计算

1. 限流孔板的锐孔孔径可按公式8-1计算，此式用作限流及降压锐孔计算。在用作限流时，公式有三项要求：

(1) 管子公称直径 $D_g \geq 15$ 毫米；

(2) 锐孔直径 d 与管子内径 D 的比值 $\beta = \frac{d}{D} \geq 0.1$ ；

(3) 孔板前后的压力比 $\frac{P_2}{P_1} \leq \gamma_c$ 临界流率压力比 γ_c 。

在用作降压计算时则仅需要满足1、2两项要求。

$$q = 1.252 \alpha \varepsilon d^2 \sqrt{\rho \Delta p} \quad (8-1)$$

式中 q ——流体的重量流率, 公斤/时;

α ——流量系数, 查表8-11;

ε ——膨胀系数, 对于液体及不压缩流体 $\varepsilon = 1$, 其它流体可查表8-11;

d ——锐孔直径, 毫米;

ρ ——操作条件下流体重度, 公斤/米³;

Δp ——孔板前后的压力降, 公斤/厘米²。

2. 流量系数 α 及膨胀系数 ε 的计算, 可按表8-11中所列方法进行计算。

表 8-11 流量系数及膨胀系数

系 数	当 $D \geq 50$ 毫米, 且 $\frac{d}{D} \geq 0.2$ 时	当 $D \geq 50$ 毫米, 且 $0.1 \leq \frac{d}{D} < 0.2$ 时 或当 $15 < D < 50$ 毫米时
流量系数 α $\alpha = \alpha_0 F_D F_R$	α_0 见表8-12 F_D 见表8-13 F_R 见图8-13	液体 $\alpha = 0.61$ 气体和水蒸汽 $\alpha \varepsilon = 0.519$
膨胀系数 ε	非临界流动时, ε 值见图8-14 临界流动时, ε 值见图8-15	$\alpha \varepsilon = 0.519$

注: α_0 ——流体的雷诺数为无限大时的流量系数;

F_D ——流体管线大小对流量系数的校正因数;

F_R ——流体的雷诺数对流量系数的校正因数。

3. 流体的雷诺数, 可按公式8-2计算。

$$Re = 354 \times 10^4 \frac{q}{D\mu} \quad (8-2)$$

式中 Re ——流体的雷诺数;

q ——流体的重量流率, 公斤/时;

D ——管子内径, 毫米;

μ ——流体的粘度, 微泊。

表 8-12 α_0 与 β 关系表

β	α_0	β	α_0	β	α_0	β	α_0	β	α_0	β	α_0
0.20	0.6102	0.29	0.6315	0.38	0.6632	0.47	0.7102	0.56	0.7805	0.65	0.8876
0.21	0.6121	0.30	0.6344	0.39	0.6676	0.48	0.7167	0.57	0.7902	0.66	0.9027
0.22	0.6141	0.31	0.6375	0.40	0.6721	0.49	0.7234	0.58	0.8004	0.67	0.9186
0.23	0.6162	0.32	0.6407	0.41	0.6769	0.50	0.7305	0.59	0.8112	0.68	0.9354
0.24	0.6184	0.33	0.6441	0.42	0.6818	0.51	0.7379	0.60	0.8224	0.69	0.9531
0.25	0.6208	0.34	0.6476	0.43	0.6870	0.52	0.7457	0.61	0.8342	0.70	0.9718
0.26	0.6233	0.35	0.6513	0.44	0.6924	0.53	0.7538	0.62	0.8466		
0.27	0.6259	0.36	0.6551	0.45	0.6981	0.54	0.7623	0.63	0.8596		
0.28	0.6286	0.37	0.6591	0.46	0.7040	0.55	0.7712	0.64	0.8732		