

锅炉压力容器专业图书

压力容器安全装置

安全阀与爆破片

机械工业沈阳教材编委会 主编

GUOLUYALIRONGQI
ZHUYANYETUSHU

ВВОБОВИВУ
ВУВОВУВУВУ

东北工学院出版社

锅炉压力容器专业图书

78.5261
9009692

压 力 容 器 安 全 装 置

安全阀和爆破片

机械工业沈阳教材编委会

继续工程教育教材编委会

主编

东北工学院出版社

锅炉压力容器专业图书

压力容器安全装置

安全阀和爆破片

机械工业沈阳教材编委会
继续工程教育教材编委会 主编

※

东北工学院出版社出版发行

(沈阳 南湖)

国营沈阳市东联书店经销

沈阳市第六印刷厂印刷

※

787×1092毫米 1/32 印张4·125字数33千字 插图4

1989年7月第1版 1989年7月第1次印刷

印数1—10000册

ISBN7—81006—135—6/TB·10

定价：2.50元

主 编 单 位 机械工业沈阳教材编委会
继续工程教育教材编委会
高级技术顾问 李 毅
编 著 者 贺匡国 宋鸿铭 黄光禹
审 稿 袁宗虞

锅炉压力容器专业图书编辑工作人员

总 编 辑 姜庆铎
科技编辑部主任 孙德旭
责 任 编 辑 马 骏
责 任 校 对 赵顺轩
封 面 设 计 鄂承宗

序 言

锅炉、压力容器是广泛使用的一种特种设备，从设计、制造、安装、使用、检验、修理和改造等各方面都与安全有关，锅炉还与节能有密切关系。不断提高从事这方面工作人员的技术水平，将对国民经济起重要作用。为此，组织国内从事锅炉、压力容器工作的各方面专家、学者编写这套“锅炉、压力容器专业图书”很有必要。

这套图书由锅炉、压力容器安全技术书籍，锅炉节能书籍，技术手册，标准汇编等组成，并分为高级和科普两大类，分期陆续编写出版。

这套图书可分别作为锅炉、容器的设计人员、制造安装人员、管理人员、监察检验人员及操作人员的自学、培训教材和参考书。

在编写中，由于水平有限，难免疏漏和差错，欢迎广大读者批评指正，以便不断修改完善。

本图书中的内容如有与国家现行的规范、标准不符之处，应以后者为准。

李 毅

一九八九年三月

编 者 的 话

安全装置是保证压力容器安全运行的重要附件。国内外事故统计资料表明，不少爆炸事故是由于安全装置失效或未能适当地装设安全装置而引起的。正确地选用安全装置是减少压力容器事故的重要措施之一。

安全阀和爆破片是压力容器上常用的安全装置，已在化工、石油、机械、医药、纺织……等部门得到广泛的应用。本书根据国内生产实践以及国内外有关资料进行分析研究后，对我国目前使用的安全阀和爆破片的基本术语、定义、动作、原理、分类、特点、性能试验、安装维护以及常见故障的消除方法等作了综合的系统的归纳并且作了知识性的介绍。本书内容深入浅出，通俗易懂，图文并茂，可供锅炉、压力容器生产管理人员、安全监察和检验人员、广大生产操作工人作为熟悉安全阀、爆破片装置的入门，亦可供有关设计人员选用安全装置参考。

本书由大连工学院贺匡国教授、上海阀门厂黄光禹高级工程师、劳动部锅炉局宋鸿铭高级工程师等编写，编写过程中得到金国珍、余亚屏、陈登丰、石家骏等同志的帮助，编者在此表示衷心的感谢。

由于编者水平所限，难免疏漏和差错，希望广大读者批评指正。

1989年1月

目 录

第一章 总 论	1
第一节 压力容器安全装置.....	1
第二节 安全阀和爆破片的选择原则.....	1
第三节 国内生产爆破片和安全阀的规格范围.....	3
第二章 安全阀	5
第一节 安全阀的动作原理.....	5
第二节 安全阀的种类及其特点.....	7
第三节 安全阀的主要性能指标.....	14
第四节 安全阀的试验.....	26
第五节 安全阀的选用、安装和维修.....	31
第三章 爆破片	58
第一节 动作原理.....	58
第二节 分类及特点.....	58
第三节 技术性能.....	71
第四节 爆破片试验.....	91
第五节 爆破片选用.....	95
第六节 爆破片的配置、安装与维护	105
第四章 压力容器安全装置需要的安全排量	110
第一节 《压力容器安全监察规程》中的规定	110
第二节 《液化石油气汽车槽车安全管理规定》.....	113
第三节 美国高压气体协会的规定	113
第四节 计算公式的说明	115
参考资料	116

第一章 总 论

第一节 压力容器安全装置

安全装置是压力容器的安全附件之一。为了便于管理，一般将安全附件分为通用性和专用性两大类。通用性安全附件是指为满足一般机械设备的使用要求而设计和制造的装置，在压力容器上使用时无特殊要求，如一般供参数测量、控制用的压力表、温度计、液面计、水位表、警报器、紧急切断阀、减压阀、回火防止器等。专用性安全附件是指专门为防止压力容器超压、超温而设计和制造的装置，如安全阀、爆破片（帽）、易熔塞等，当压力容器中的压力超过允许度时，这些装置能自动形成泄压口，使超压或超温的操作介质泄放出，以保护容器免于超压变形或爆破，这些装置称为压力容器的安全装置。制造专用性安全装置的单位应经有关部门审查批准后，方可制造。

第二节 安全阀和爆破片的选择原则

爆破片装置属于一次作用式的安全防护装置（亦称非自复位式的安全防护装置）。当爆破片爆破时，系统或容器即需要停车更换。不同于安全阀消除超压后能自动复位。为此，在下列情况选用较为合适。

1. 压力可能急剧升高的装置，由于安全阀的惯性难以及时排除过高的压力。

表1-1

爆破片与安全阀特点对比

内 容		对 比 项	爆 破 片	安 全 阀
1. 结构型式	1	品种	多	较少
	2	基本结构	简单	复杂
2. 适用范围	3	口径范围	$\phi 3 \sim \phi 1000 \text{mm}$	大口径或小口径均困难
	4	压力范围	几十毫米水柱~几千大气压力	很低压力或高压均困难
	5	温度范围	$-250^{\circ}\text{C} \sim 500^{\circ}\text{C}$	低温或高温均困难
	6	介质腐蚀性	可选用各种耐腐蚀材料或可作简单防护	选用耐腐蚀材料有限, 防腐蚀结构复杂
	7	介质粘稠、有沉淀、结晶等	不影响动作	明显影响动作
	8	对温度敏感性	高温下动作时压力降低, 低温下动作时压力升高, 均较敏感	不很敏感
	9	工作压力与动作压力差额	较大	较小
	10	经常超压场合	不适用	适用
3. 防超压动作	11	动作特点	一次性爆破	泄压后可以复位, 多次用
	12	灵敏性	惯性小, 急剧超压时反应迅速	不很及时
	13	正确性	一般 $\pm 5\%$	波动幅度大
	14	可靠性	一旦受损伤, 爆破压力降低	甚至不起跳, 或不闭合
	15	密闭性	无泄漏	可能泄漏
	16	动作后对生产造成的损失	较大, 必须更换后恢复生产	较小, 复位后生产正常进行
4. 维护与更换	17		简单	较复杂

2. 为避免有毒介质（或贵重产品）泄漏而需要提供一个可靠的密封装置时。

3. 工作介质为不洁净或易于结晶、聚合的压力容器。

4. 与安全阀组合使用时。

5. 对于腐蚀性大的工作介质，须用昂贵的材料（如金、银、铂金等）制造机械式安全阀，成本较高，而爆破片的成本相对较低。

6. 当气温较低影响安全阀正常工作时。

爆破片和安全阀的特点对比如表 1—1

第三节 国内生产爆破 片和安全阀的规格范围

一、国内已生产的安全阀规格参数范围（不包括特殊产品）

公称通径 DN : 15~200mm (先导式安全阀可到600mm)

公称压力 p_N : 10, 16, 25, 40, 64, 100, 160, 320
 kgf/cm^2 *1 (bar)

温度范围 -196~570°C

电站用安全阀的参数达170 kgf/cm^2 , 570°C

二、国内使用的安全阀标准

JB452—77《弹簧式安全阀技术条件》

CVA17.1—83《安全阀的一般要求》

CVA17.2—83《工业用阀门 弹簧直接载荷式安全阀》

CVA*2 17.3—83《安全阀的性能试验规范》

*1 $1\text{kgf/cm}^2 = 0.098\text{Pa}$, $1\text{bar} = 10^5\text{Pa}$

*2 CVA为中国阀门标准协会标准代号

JB2202—77《弹簧式安全阀参数》

JB2203—77《弹簧式安全阀结构长度》

三、国内已生产的爆破片规格参数范围工厂可根据用户
的不同要求，研制和生产各类不同产品：

直径： $\phi 6 \sim \phi 800\text{mm}$

压力： $0.15 \sim 1150\text{kgf/cm}^2$

温度： $0 \sim 500^\circ\text{C}$

品种：普通圆拱型、孔槽型、压缩翻转型等

四、国内使用的爆破片标准和厂标

《金属爆破片技术要求和试验方法》1984大连工学院起
草，国标报批稿；

《爆破片制造与验收暂行技术条件》1982（航空工业部
清江仪表厂厂标）；

《Q/XG81—83 爆破片制造验收暂行技术条件》（航天
工业部新光机械厂厂标）。

第二章 安 全 阀

第一节 安全阀的动作原理

安全阀是压力容器安全装置中一种应用最广泛的型式。当压力容器中介质压力由于某种原因而升高超过规定值时，阀门自动开启，继而全量排放，以防止压力继续升高；当介质压力由于安全阀的排放而降低，达到另一规定值时，阀门又自动关闭，阻止介质继续排出。当介质压力处于正常工作压力时，阀门保持关闭和密封状态。

为了说明安全阀的动作原理，我们以使用最为广泛的弹簧载荷式安全阀作为例子。图1—1是这类安全阀的示意图。

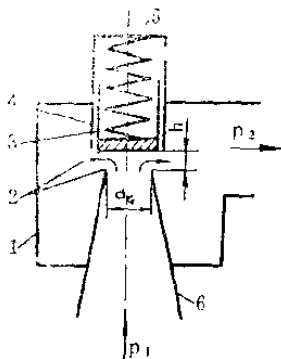


图2—1 安全阀示意图

1—阀体；2—关闭件；3—阀瓣；4—阀瓣导向套；5—弹簧；6—阀座

当被保护系统（即阀门进口处）介质处于正常工作压力时，由于弹簧载荷的作用使阀门处于关闭状态。此时，作用在阀瓣上的弹簧力大于工作介质对阀瓣的作用力。上述两个作用力之差造成使阀瓣和阀座（统称为关闭件）密封面相互压紧的力。单位密封面积上的压紧力称为比压力。只要这个比压力足够大，就能阻止介质泄出，使阀门关闭件达到必要的密封性。如果被保护系统中介质压力升高，超过正常工作压力时，关闭件密封面上的比压力就随之减小。比压力小到一定程度时，介质就开始通过关闭件密封面间的间隙向外泄漏，这就是所谓“前泄”现象。随着压力进一步升高，阀瓣开始脱离阀座而升起。压力继续升高时，阀门完全打开，达到规定的开启高度。只要阀的排放量足够大，系统中的压力将降低。当压力降低到一定值时，由于弹簧力的作用使阀门重新关闭。

重锤式或杠杆重锤式安全阀的动作原理与弹簧载荷式安全阀基本相同。所不同的是作用在阀瓣上的外加载荷不是由弹簧而是由重锤或者由重锤借助于杠杆来提供的。

先导式安全阀的动作原理则与此不同。这种安全阀由主阀和导阀（亦称副阀）组成。导阀随被保护系统压力的变化而动作，主阀则由于导阀动作的驱动或控制而动作。图2—2是这种安全阀的一个例子。图中，导阀2是一个普通的弹簧式安全阀。当被保护设备中压力升高，超过预先整定的值时，导阀2开启，介质从导阀排出并经由导管进入主阀1中活塞的下方，由于介质压力对活塞的作用而使主阀开启。在设备压力降低之后，导阀首先关闭，主阀活塞下方压力迅速降低，主阀随即关闭。

当然，还有许多其他特殊形式的安全阀，但它们的基本

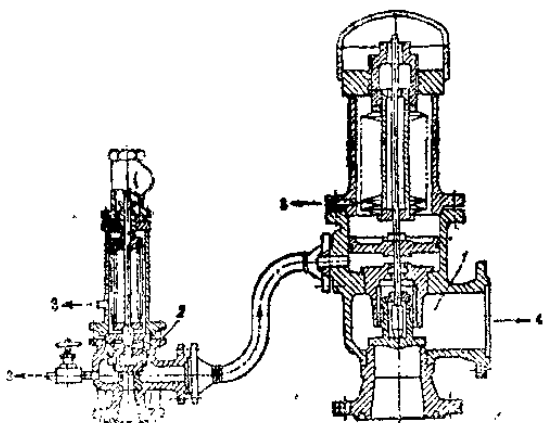


图2—2 先导式安全阀示例

1—主阀；2—导阀；3—通大气口；4—排至低压管路口

动作原理都不外乎上述两种。

第二节 安全阀的种类及其特点

安全阀的种类颇多，其分类方法也不一而足。现择其主要者分述如下。

一、按作用原理分

1. 直接作用式安全阀

这类安全阀是在工作介质的直接作用下开启的。即依靠工作介质压力产生的作用力克服弹簧或重锤等加于阀瓣的机械载荷，使阀门开启。它具有结构简单，动作迅速，可靠性好等优点。但因为依靠机械加载，其载荷大小受到限制，因

而不能用于高压、大口径的场合。同时，当被保护系统正常运行时，这类安全阀关闭件密封面上的比压力决定于阀门开启压力（即整定压力）同系统正常运行压力之差，是一个不大的值，因而要达到良好的密封就比较困难。特别是对于阀瓣与阀座均为金属密封面的情形更是如此。这时为了保证密

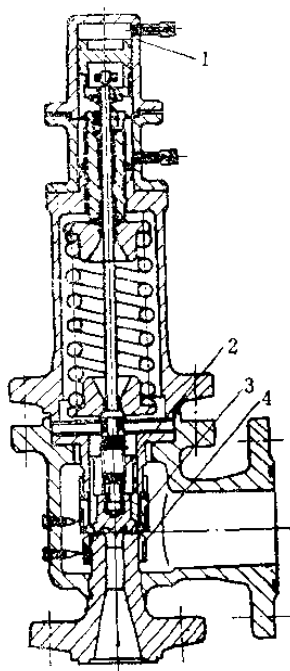


图2-3 带补充载荷的安全阀

1—汽缸； 2—波纹管； 3—上调节重； 4—下调节重

封，往往需要采取特殊的结构形式和进行极精细的加工与装配。

在直接作用式安全阀中还有一类特殊的形式，即带补充载荷的安全阀。图2—3就是这种安全阀的一个例子。这种安全阀除依靠弹簧之类机械方式加载而外，在其进口压力达到开启压力之前还始终保有一个由外部能源提供、用来增强密封的补充载荷。该补充载荷在达到开启压力时应可靠地释放掉。如果补充载荷不能够及时地释放掉，就会阻碍安全阀的正常开启。因而在国际标准化组织标准ISO4126—81《安全阀——一般要求》中，对补充载荷的大小作了限定，规定必须这样来确定补充载荷的值：即假定该补充载荷未能释放时，安全阀仍然能够在其进口压力上升幅度不超过国家法规规定的允许值（这个值通常用开启压力的百分数来表示）的条件下达到额定排量。这样实际上把补充载荷的值限制在很小的范围内。

2. 非直接作用式安全阀

这类安全阀不是或不完全是在工作介质的直接作用下开启的。它们又可区分为下列两种主要形式：

（1）先导式安全阀。这种安全阀的主阀是依靠从导阀排出的介质来驱动或控制的。而导阀本身是一个直接作用式安全阀。有时也采用其他形式的阀门，例如电磁泄放阀来作为导阀，或者把它同直接作用式导阀并用，即对同一主阀设置多重导阀控制管路，以提高先导式安全阀的可靠性。

先导式安全阀特别适用于高压、大口径的场合。这时制造依靠弹簧之类加载的直接作用式安全阀已很困难。先导式安全阀的主阀还可以设计成依靠工作介质压力来密封的形式，或者可以对阀瓣施加比直接作用式安全阀大得多的机械

载荷，因而具有良好的密封性能。同时，它的动作很少受背压（即阀门出口压力）变化的影响。由于上述这些原因，先导式安全阀同直接作用式安全阀一样得到了广泛的应用，而不仅仅用于高压、大口径的情形。这种安全阀的缺点在于它的可靠性同主阀和导阀两者有关，动作也不如直接作用式安全阀那样直接和敏捷，而且结构较复杂。为了提高可靠性，国家法规往往规定对这类阀门要采用多重导阀控制管路，这就更增加了其结构的复杂性。所以在有的国家规范中规定不允许仅仅用先导式安全阀来满足全部排放量要求。

（2）带动力辅助装置的安全阀。在这种安全阀中，借助于一个动力辅助装置（气力的，电磁力的等等），可以在低于正常开启压力的情况下强制使阀门开启。如果辅助装置失灵，阀门仍能如直接作用式安全阀一样动作。

这种安全阀适用于需要开启压力很接近于工作压力的场合，需要定期开启安全阀以进行检查或吹除粘着、冻结的介质的场合。同时，这样也为运行人员提供了一种在紧急情况下强制开启安全阀的手段。

二、按动作特性分

1. 比例作用式安全阀

这类安全阀的开启高度系随压力的升高而逐渐变化，即具有开启高度同压力升高值大体成比例的特点。它主要适用于液体介质的场合，因为其开启和关闭过程比较平稳，不致引起被保护系统内液体压力发生很大波动。这种安全阀也适用于在紧急状况时系统的必需排量不是固定值的情形，因为其开启高度可以在一定范围内随系统排量和压力的不同而变化。比例作用式安全阀又常称为泄放阀。

2. 两段作用式安全阀