

安全技术与防火技术

下 册

华东化工學院

工业经济及安全技術教研組編

1960

第七章 生产过程与设备的一般安全基础

每一个生产部门中都可能有其独特的危险状况，但这种危险只能认为是暂时性的，如果实行了能使劳动安全得到充分保障的措施，则危险自可消除。

在生产过程中尽量不用或少用有毒或易燃物质，则中毒与火灾爆炸的危险性自可减少，就是在选择生产方案和工艺流程时，是首先应加以考虑的。可是，在实践上这往往是不可作到的，因为在当前的技术条件下，有时不可避免地要使用危险性的物质作为原料，而且还有许多化学工业所生产的也正是危险性的物质，所以为了避免危险在设计生产过程与设备时，以及进行操作管理时，必须从安全技术角度作全面的考虑，采取消除危害的各种措施，并广泛地利用技术上的新成就，以提高生产的安全程度。

下面将针对生产过程中的安全问题提示一些共通的法则，作为考虑具体问题的依据。

§1 过程的连续化

生产过程的连续化不但可以提高劳动生产率，同时也简化了操作管理，改善劳动条件。间歇过程需要在常调节操作条件。对于危险性较大的生产，自然会使操作人员接触危险环境的机机会增多，就是危险性比较小的生产，间歇过程也使操作人员的劳动强度提高。这方面的例子是很多的。如利用间歇操作的压滤机进行过滤时，每次拆表滤板滤框以及更换滤布等所消耗的体力劳动之大是人所共知的。假如采用了连续操作的回转圆筒过滤机，操作人员只须定期观察过滤机的运转情况，调整真空度就够了。干燥大量物料如采用干燥室，工人须进入干燥室搬入或取出物料，受到高温、尘埃等之危害。若采用隧道式干燥器或其他连续操作的设备，则上述情况便可以避免。

化学工业到目前为止已经有很大一部分实现了连续化，尤其是规模较大的基本化学工业如硫酸、硝酸、合成氨、碳酸钠、电介食盐制氢氧化钠及氯气等，随着技术的进步，许多原来认为

很难进行连续化的生产现在也实行连续化了，如染料中间体工业的硝化、磺化、氯化等，同时也有一些工业由间歇操作向半连续式操作发展，但是，也有一些规模较小、生产条件比较复杂、产品比较多样性的工业，尚未能实现连续化，如染料、塑料等的生产，对于这些目前还没有条件进行连续化生产的工业，应对其中繁重而危险的操作实行机械化，并进一步研究实现连续化生产的可能性。

§2 危险和繁重操作机械化

一 机械化就是生产过程中广泛采用机械以代替体力劳动，使工人免除巨大的体力消耗，并脱离危险的以及有碍健康的生产环境。在今天，大多工厂还不能实现全盘机械化，对于繁重和危险操作实现机械化，是防止工伤事故的一个有效措施。

在繁重操作的机械化中最重要的是物料的装卸与输送，因为在工业中，由于这方面所发生的事例也不少。

物料装卸与输送的机械化方法与物质的聚集状态有关，如对于固体物料，可采用各式输送带，提升机及螺旋输送机等颗粒状或粉状固体还可用气流输送，对于液体和气体可采用泵，鼓风机，压缩机和导管来输送。（详细可参阅，化学工业装卸工作机械化 M. A 古尔齐凯尔 重工业出版社）

无论输送带或提升机对输送颗粒状或粉状散状物料，应采用一种不使物料飞扬的速度，一般不应超过 1 m/s ，（否则应加湿），用一般橡皮带输送的物料温度不应超过 65°C ，否则将受到损坏，为防止物料逆向滚落，输送带与水平所成之倾角应符合一定要求。

图1示水力排灰装置，炽热的炉渣自炉内进入冲灰器，在这里水流以 $5-6 \text{ m/s}$ 的速度将其熄灭并冲走，根据工厂操作经验，输送一吨炉渣需要 1.5 立方米的水，这样就可完全免除由于运送炽热炉渣而引起工伤事故，同时还可大大节约劳动力。

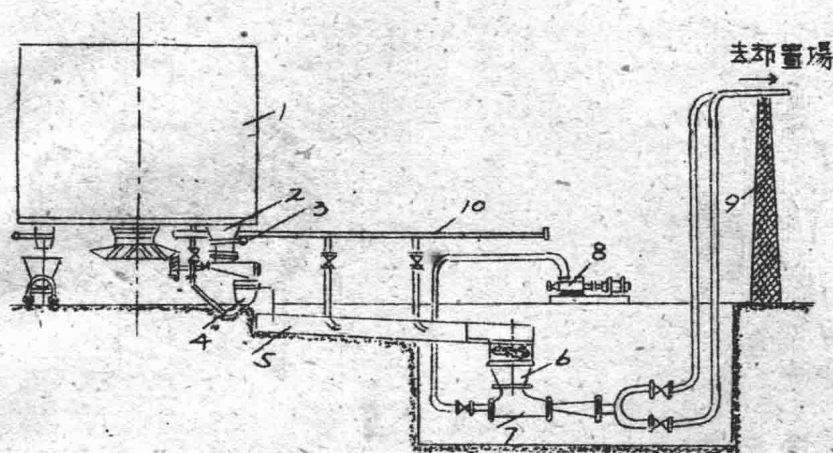


图1 水力排灰

1 — 机械炉； 2 — 渣斗； 3 — 炉门； 4 — 冲灰管；
 5 — 排灰明井； 6 — 混合物接受槽；
 7 — 水力喷射管； 8 — 高压水泵； 9 — 支道
 管架； 10 — 给水管道

§3 危险过程的联锁及自动调节

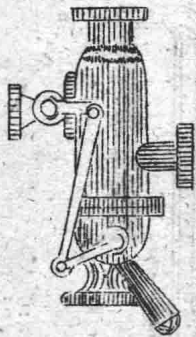
联锁就是利用机械或电气的方法，保证设备在关闭时能符合于定的要求，以避免由于有因错误而引起的事故。

化学工业中在下列情况下应采取联锁装置：

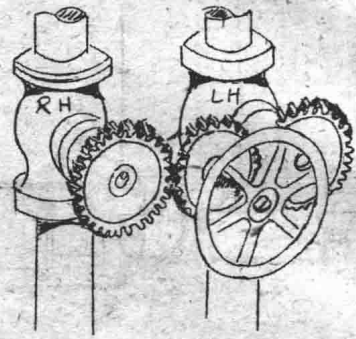
- (1) 同时或依次开闭两种液体或气体时；
- (2) 在打开设备前予先减压时；
- (3) 在物料送入会产生有害气体的设备，须予先开动通风机时；
- (4) 在开动各部件时，如操作不协调可能引起外炸时；
- (5) 打开在设备运转期间禁止进入的危险厂房中的门户时。

图2示同时打开或交错打开阀门的最简单的联锁装置。

图3示当加料时会产生有毒蒸气而须接通通风机的联锁装置。



I 橫干式



II 齒輪式

活門的联鎖装置

图 2

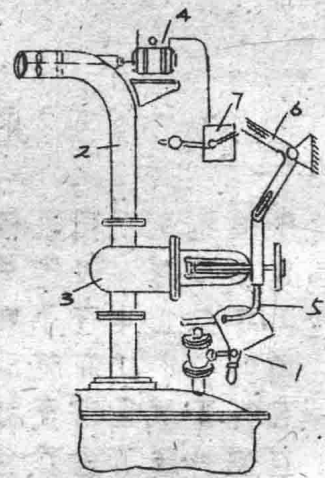
自动调节是现代化学生产部门中所采取的必要措施，因为在生产过程中如果都采用了可靠而准确的自动调节装置，那末事故的发生就可减至最低限度，并且某些变化迅速的生产中如不采用自动调节生产就无法进行。

如所周知生产过程中的自动化，包括二部分，即自动调节和自动控制，前者包括对温度、压力、流量、液面和化学成分等的调节，后者乃是借机械、气动、液动、电动或联动的原理，按生产要求对设备管道上活门进行启闭和管理的机械。

自动调节又有正常时调节和有危险时的附加调节。化学工业到目前为止，主要还是采用正常操作的调节，下面是几个例子。

图 4 示压力自动调节器，即一般所调减压阀。当压力超过规定时，就由控制管传到薄膜上，使阀芯缩小，就自动维持压力恒定。

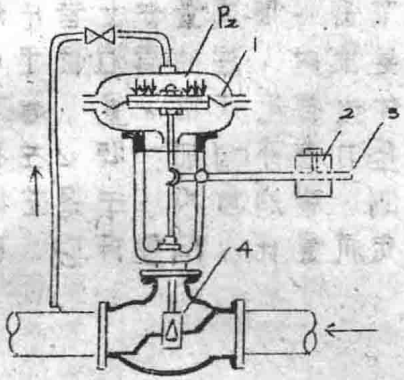
图 5 示温度自动调节器，它主要是利用测温管内的蒸汽压



加料与接近通风机的联锁装置

图 3

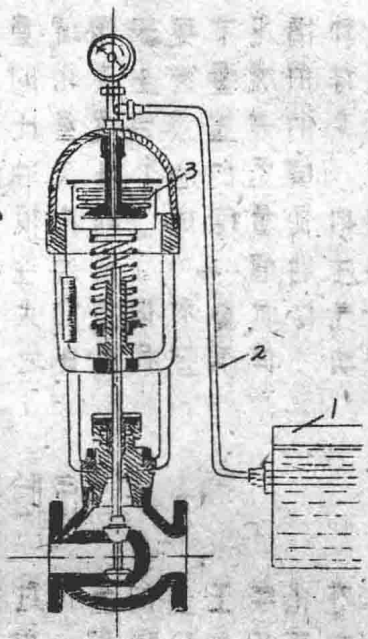
力来进行调节，温度自动调节器还可利用其他原理，如水银继电器等加以调节。



压力自动调节器

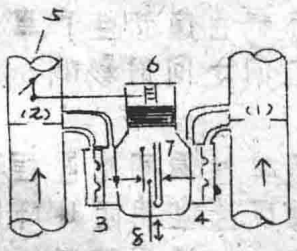
- 1 — 薄膜, 2 — 重锤
 - 3 — 控制管, 4 — 阀
- 图 4

图 4 示液面自动调节器，当液面升高时浮球升起，由机械装置切断调节阀，液面下降时则反之，以维持液面恒定。



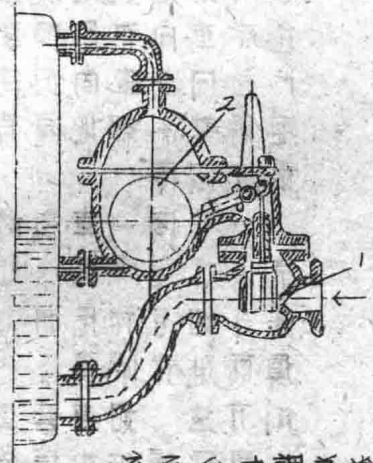
温度自动调节器

- 1 — 测温管, 2 — 膨胀液体的蒸汽管
 - 3 — 浮球
- 图 5



流量比自动调节器

- 1, 2 — 孔板, 3, 4 — 薄膜
 - 5 — 挡板, 6 — 气油缸
 - 7 — 注油管, 8 — 调整杆
- 图 7



液面自动调节器

- 1 — 调节阀, 2 — 浮球
- 图 6

图 7-6 流量比自动调节器，化工生产过程中常受使用气体的浓度限制在严格规定的范围内，否则就会引起外炸或其他事故，在这种情况下要采用流量比自动调节器，图中所示的系利用一膜流体的流量发生变化时，自动调节另一膜流量使二者比例保持不变的装置。当流量比合乎规定要求时，注油管口位于中央位置，喷出的油不进入油缸，各部件维持原来位置，若右侧管道内流量增加，则孔板前后之压力差不增加，膜向左移，推动注油管，使油注入活塞左侧，带动档板，于是左侧管道内气体流量亦相应加大，维持原定流量比，调整杆可上下移动，作调整流量比之用。

§4 危险装置的隔离与远距操纵

在化学工业的生产过程中，某些设备与装置由于危险性较大，应采用介区隔离，露天安装和远距操纵的方法来保证安全生产。

1. 介区隔离

在设计生产厂房或车间时应慎重考虑，危险车间的布置地位，不但应按国家规定与其他车间保持一定安全间距，并且还应注意介区，由于该种生产可能引起的一些影响，采用规定的建筑材料和结构形式，例如在合成氨生产中，合成车间和压缩车间的位置，炼焦化学厂，炼焦车间和副产品回收车间的间隔，染料工厂，原料仓库和生产车间的隔离等，都必须有合理的介区，使它们之间的影响，降到最低限度。

在同一车间的各种设备，亦应视其性质和危险程度而予以介区隔离，如氨合成炉必须单独设置并用防爆墙隔离，此外如各种原料，成品，半成品的貯室，亦应按其不同性质而进行隔离，对于别有危险的过程也可采用隔离操作的方法，如某些工厂中对有氰化氢逸出的操作中就如此，人和所操作的设备隔离以防事故。

2. 露天安装

化学生产中的某些过程和某些设备，在目前技术条件

下还可能大量有毒气体洩漏，或由于高温易燃易爆等
其他不良因素易于引起事故者，为了减轻其危害作用，应
将这类设备位置露天，如氮肥工厂的水煤气发生炉及其粗
屑设备，炼焦化学产品回收过程中的硫铵设备和釜以及粗
苯精馏塔等就位置室外，炼焦炉，煤气柜位置在露天，已
是尽人皆知的事实。

但有必要指出，在露天仪表中，应严防由于空气吸入
而引起的设备外炸事故，应保证设备有一定的密闭程度，
应注意，气象条件变化对设备和强度的影响，工作人员应
原等，应有妥善合理的夜间照明，雨天防滑，夏季防晒
冬季防寒和有关休息等的措施，以保证顺利操作，和劳
动安全。

3. 远距操纵

远距操纵不但能使操作人员与危险工作地区隔离，同
时也提高了管理效率，消除人为的差错。对大多数的生
产过程来说，它主要是根据生产反应情况和程度来调节各
种阀门，对某些装在工作人员难以接近需要较大体力才能
者，或要求迅速者，否则将有事故发生。为安全计，都应
进行远距操纵。

在化学工业中，远距操纵系统的动力和自动调节一
样，也有机动，气动，液动，电动和联动五种。一般机动
气动，液动可采用于有燃烧外炸危险性的管道上。

§5 密闭负压操作

密闭是化学工业中保证安全生产的基本措施之一。

为了保证设备的严密性，对危险设备应尽量少用法兰连接
输送危险气体和液体的管道应采用无缝管。在装有腐蚀性液体
的釜筒底部不应该有开关和活门，腐蚀性液体应该用虹吸管
自顶部放出。

在某些情况下，如设备本身不可能密闭时，应采用液封。
如在电镀槽内加上一层不与起反应的皂液，可制止电镀时有
害气体的散逸，效果很好，硫酸上加一层石腊油亦能引起同样

负压操作是为了防止系统中有毒或外炸危险性气体不致逸入生产厂房中所采取的措施。

在焙烧炉，燃烧室或吸灰装置中即利用这种方法。在此种情况下，在工艺过程的最后一道工序上安装能自动调节的抽风机，此抽风机能在整个系统中随或所需负压。

必须指出，在负压下操作，特别在清理开关，打开活门时要注意不使大量空气吸入，否则有可能造成外炸危险。

§ 6 安全防护装置

安全防护装置在预防工伤事故中，佔有一定地位，在我国工业部门中也有明文规定。如中央和轻工业部曾规定：……各机益厂生产之机益，其安全装置必须在出厂以前解决，附属于机益本身之安全装置，如皮带罩，齿轮罩应由机械厂制造，作为必要附件交售。……工厂在接受新机益时，应按……规定，认真验收新机益的安全装置，并在正式开工生产前装置齐全。

安全防护装置可分为防护装置，保险装置，信号装置和警告牌四类。

(1) 防护装置 用屏护的方法与人体与生产中的危险部分隔开的一种装置。

防护装置的种类是很多的，根据其构造不同可分为简单和复杂的两种。

简单的防护装置一般常见的有防护罩，防护网，防护栏干和防护挡板四种。复杂的防护装置，就是指带有联锁的防护装置，例如当被防护的机益设备打开防护罩操作时，有可能发生工伤事故，则防护罩应与机益的起动装置或者与某一部位的开关相联锁，依靠联锁作用，保证在未把防护装置安装好前，机益无法开动。

防护装置的构造必须坚固，否则就不能起到应有的作用，所以一般都用有一定强度的金属材料制成。防护装置应作为机益设备不可缺少的一部分，在外表上应涂上与机

卷筒备相同的颜色，而在内部则应涂上红色，这样在打开防护罩的情况下应引起应有的警惕。在设计防护装置时应尽量考虑使用上的便利，不妨碍操作，防护罩在此处时也可设置窥孔，防护网的网格不能过大，防护栏干不应贴近该防护的装置，应与其有一段空间距离，防护栏干高度应不低于0.8米，栏干下端应有高度不低于0.18米的护板，防护档板，视要求而有不同，如为防护快速切削机床飞出的碎屑，则应用透明的材料如有机玻璃制成。

(2) 保险装置 是防止由于整个装置或个别部件发生事故和损坏以致引起工伤事故的一种装置，其特点是能自动消除生产中的危险。

在生产中机器装置发生事故和损坏的原因是多样的，如由于机器装置本身的技术性能关系，超负荷，或活动部件超过规定限度（行程，速度）电液速度的突然增加等，如由于反应过程的突然变化，温度，压力的骤然上升，某些物质的爆炸或燃烧等。

保险装置的种类很多，举几种的典型的例子说明如下。

安全阀 装在锅炉及受压容器上，能自动消除生产中的危险。

爆破片 装在有爆炸危险性气体管道或装置上，能防止事故的扩大或整个装置的毁坏。

自断销 装在皮带轮或齿轮的自动轴上，防止机器超负荷用。（超负荷时先折断自断销，使装置空转避免事故扩大。

摩擦离合器 作用同自断销，但当负荷降到限度以内时，它们能自动恢复工作。

此外如电液装置中的保险秤，起重装置中的荷重量控制器，末端限制器，卷扬限制器等都是。

(3) 信号装置 是用各种信号事先及时的告知工人在生产中的危险的情况的装置。

信号装置有颜色信号，声音信号与指示（液位、压力、温度等仪表等三类，信号装置与保险装置不同，保险装置能自动消除危险，而信号装置的效果在很大程度上取决于工人的注意力和信号的知识。

在很多情况下，各种信号装置必须配合使用，如锅炉低水位警报器，当锅炉水位低于最低水位时（有水位指示计）就自动发出信号，警告工人注意并立即上水，就是信号与仪表配合使用的一个例子。这样安全效果更高，当然如同时安置能自动上水的机构，则更属理想。

信号装置必须在危险发生前及时发出信号，颜色信号必须鲜明，声音信号必须大，高于该生产区域中的噪音，指示仪表必须灵敏准确。这些信号都必须定期严格检查，使能正确反映真实情况，否则不应使用。

(4) 警告牌示 是提醒工人注意遵守安全规程，在进行生产中能迅速地辨别安全或危险的标帜。警告牌示有危险牌示和识别色标两种。

危险牌示，在危险工作地点和在危险工作地点做修理工作时应用最多，通常是用木板制成，牌示指辞有多种，有肯定性的如“在此处工作”、有禁止性的如“不准合闸”、有警告性的如“不得入内有生命危险”、也有许可性的如“吸烟处”等。

识别色标，种类也不少，如不同气井，都应涂有不同颜色，以资识别，机床电钮，应涂红、绿两种颜色，自行车时概红色。在修理电气工作中，为了安全和迅速寻找电路，不同相线上涂以不同颜色，如第一相导线为黄色，第二相为绿色，第三相为红色，防护性接地线涂以黑色。这样就可以消除寻找时的错误及因此而产生的触电危险。

对识别色标的颜色必须清晰显明，涂装或涂刷在显明部位上。（有些是国家规定的，必须严格遵守）。

§7 安全技术规程及预防检修制度

化学工业的生产条件虽然复杂，危险情况也比较普遍，但如果对生产过程的规律有充分了解，在一定的条件下按一定步骤执行管理工作，事故是可以避免的。根据一些资料统计，违反操作规程是发生事故的主要原因之一。因此，每一工作人员必须彻底熟悉，并严格遵守操作规程及有关安全技术规程，

这些規程一般包括下列內容：

- (1) 生产流程及其技术原則；
- (2) 所处理材料的性質，特別是有毒及其他危险的性質；
- (3) 生产过程的主要工艺条件及其控制方法；
- (4) 生产设备的操作及管理方法；
- (5) 防火防外防毒及予防工伤事故的措施，个人防护方法；
- (6) 发生意外事故时的紧急处理方法。

除了不同生产遵守本身特殊規定的操作規程及安全技术規程外，还必须共同遵守国家所規定的有关安全卫生的标准和制度，如：

工厂安全卫生規程（1956年5月25日国务院全体會議第29次會議通过）

工业企业設計暫行卫生标准

（中华人民共和国国家建設委员会劳动部批准 1956年7月1日起試行）

工业企业和居住区建筑設計暫行防火标准

（中华人民共和国国家建設委员会批准，1956年9月1日起試行）

工业企业人工照明标准

（中华人民共和国国家建設委员会批准 1956年6月1日試行）等。

这些規程制度与法律具有同等效力，是我国設計上，生产上和安全技术工作的监督和检查上的原則和依据。切实貫徹执行，就会改善工厂的劳动条件，消灭工伤事故和保证安全生产。

设备的有计划予防检修，是延长设备使用寿命，防止运转上发生事故的有效措施之一。在党的八届八中全会关于开展增产节约运动的决议中指出……所有企业都要加强管理，加强设备維修，保证安全生产……可見其重要地位。

计划检修，可分日常保养，定期检查和定期检修三类。

日常保养 一般由每班工人和值班修理人員按每一工作地点的負責規定进行，定期检查由修理人員按該设备的規定来进行，其主要工作为检查设备外部，检查个别部件的磨损程度，消除鬆动現象，調換个别小零件，和检查机件的转动情况。

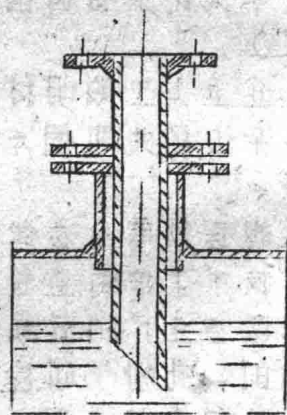
定期检修通常分小修和大修两种，设备小修由车间修理人员按小修进度表在工作地点内进行。在小修中仅拆卸个别机件部件，检查容易磨损及重要部件的技术状况，大修时则拆卸整个设备，检修所有的部件及零件。大修小修的期限以修理行车时间的长短，由各企业根据设备性质的不同规定之。

但有必要指出，任何机件设备，长期运转，不加检修，甚至带病运行，已经有很多资料证明是得不偿失的，由此在增产节约的运动中，设备有计划的预防检修，是一个重大问题，必须严肃对待。

§8 其他

此外与安全生产有密切关系的还有机件设备的腐蚀问题，机械强度问题，工作地点的清洁卫生以及劳动组织问题等，这些问题希参阅有关安全技术书籍。

总之，为了保证安全生产，在技术上所应采取的措施很多，并且涉及各个方面有关的专业性问题，以上只是概要地介绍了一些有关化学工艺过程中的一般安全技术措施，难免挂一漏万。



防止有腐蚀性液体自蒸壁流下加剧腐蚀的进料管装置

图 8

第八章 压力容器与设备之安全

化学工业中，在压力下操作的容器与设备的使用极其广泛。这些容器或设备，如果内部的压力超过其所能承受的限量时，就可能发生损坏和引起不幸事故。容器内部的液体、气体以及液体因受热或受压，压力增加，超过了该容器的强度极限而发生爆炸现象，称为物理性爆炸。物理性爆炸过程中不发生在任何化学变化，例如锅炉的爆炸，只是过热水变成水蒸气。

容器一旦发生爆炸时，其破坏作用是非常大的。爆炸时，气体急剧膨胀所作的功可按下列式计算：

$$L = \frac{P_1 V}{K-1} \left[1 - \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{K-1}{K}} \right]$$

式中， L — 总热膨胀所作的功，公斤米；

P_1 — 最初压力，公斤/米²；

P_2 — 最终压力，公斤/米²；

V — 气体的最初体积，米³；

K — 定压比热与定容比热之比（对于空气 $K=1.41$ ）。

例如，压力为 11 大气压，容积为 1 米³ 的压缩空气容器爆炸时，空气所作的功为：

$$L = \frac{11 \times 10^6 \times 1}{1.41-1} \left[1 - \left(\frac{1}{11} \right)^{\frac{1.41-1}{1.41}} \right] = 13 \times 10^6 \text{ 公尺米}$$

该爆炸持续时间为一分之十秒，则破坏力为：

$$N = \frac{13 \times 10^6 \times 10}{75} = 17866 \text{ 马力}$$

§1 锅炉、热压釜、热交换器等受压容器的安全

1. 锅炉爆炸的危险性及其原因的分析 蒸汽锅炉的爆炸，就是指一种锅炉的完整性遭到破坏，此时锅炉内的压力瞬时降低到一了大气压力，锅炉内高热和高压的水发生瞬时的蒸发，产生大量蒸汽（1 升水化为蒸汽时体积增加约

1700 倍) , 因而产生巨大的破坏性。根据计算, 锅炉外炸时, 每 60 公斤的热水 (假定压力为 5 大气压) 约相当于一公斤高程火药的外炸。锅炉内的热水愈多和压力愈高, 就愈易形成轰炸, 因而外炸时发生的破坏作用也愈加厉害。

引起锅炉外炸的主要原因如下:

锅炉内水位过低反严重至缺水时, 锅炉壁所受的热无法传递给水, 因而本身温度升高, 产生融熔, 凹陷、弯曲及其他变形, 可能造成炸外事故。为此要注意水位表的安装和清洗, 并设置两套独立的水位表, 其中一套必须是自动的, 给水自动调节装置要灵活, 并加强操作人员的教育及维护检修制度。

锅炉用水必须保证质量, 如水中含有钙镁等盐类会使锅炉受热面上积聚水垢及水渣。因而传热不良造成局部过热, 降低机械强度和引起有危险性的损坏 (胀大、穿孔、侧壁破裂等) 现象。因之在运行时应执行一定的水质管理制度, 这种制度应保证锅炉的受热面、汽水管道和用汽设备不受腐蚀, 不结水垢水渣, 不出现碱性脆化现象。

苛性脆裂主要由于下述原因而发生: (1) 铆钉缝、焊缝或管口由于漏水而发生蒸汽浓缩, 因而它们在里面的盐类浓度剧烈提高; (2) 在金属内存在着很高的局部应力, 达到或超过金属的屈服点, 在大多数情况下, 这些应力具有热应力的特性, 往往由于汽鼓的受热或冷却不均和它们的被孔穿而不能自由伸缩等因而发生; (3) 受锅炉水的侵蚀, 若有硅酸存在时侵蚀更为增强! 因之保证锅炉密闭良好及使用一定质量的水, 水进入汽鼓时要尽量避免局部冷却, 以保证管子系统的温度补偿自由而不受阻碍等, 是予防止苛性脆裂的主要措施。

此外, 由于安全阀和压力表失灵, 可能产生超压或的压力, 使用、保养锅炉装置不正确或不注意, 锅炉的结构及制造上有缺陷 (铆缝、焊缝上的缺陷, 锅炉钢架配合不正确等), 材料品质低劣, 锅炉的陈旧、损坏、锈蚀或减弱以及许多外来的原因 (锅炉向失火, 烟道内气体外炸等) 等都可能造成炸外事故。因此, 设计受压容器时在安全上应注意的问题。在设计受压容器的过程中, 最首要的问题是正确地选择能证明材料安全工作的许用应力。许用应力由选用的安全系数来确定, 安全系数的

大小與金屬的性質、殼體的溫度、製造方法、工作條件、靜載荷或動載荷以及設計的方法等都有關係，鍋爐監察手冊中隨條件的不同規定了各種不同的安全系數，可供設計時參攷。

設計時要採用一定的腐蝕裕度，其大小與使用期間、介質的腐蝕性與材料的堅固性有關，但最小不應小於所允許的公差。並應考慮容差作水壓試驗時，在殼中的應力不應超過在試驗溫度（一般在 100°C 左右）時屈伏點的 80% 。

受壓容器的殼體一般是圓筒形、球形、橢圓形或這些形狀的組合體，其頂蓋或底蓋一般不用平的，因為平的受力情況不良，最好採用橢圓形的，橢圓形的蓋子與圓筒形殼體間的過渡區域會產生彎曲應力，而焊縫受到彎曲應力是不好的，因此必須把焊縫移到過渡區域以外，並且避免用搭接。

大多數殼體都由彼此可以拆開或不可以拆開的幾個部分联接成的。是否須要拆開，是根據該容器的受表、旋轉和檢修來考慮和決定的。在該容器的物質愈有外炸或中毒的危險，壓力愈高，則儘可能減少密封的長度，或者完全做成不可拆的，而予先準備最小量的人孔供間歇的檢查和通過它取出內部的零件。

一般內徑大於 800 毫米的受壓容器應當受表人孔，人孔的形狀根據製造方便和密封周長最小來決定。常用的有圓形和橢圓形的人孔，橢圓形人孔的最小尺寸為 300×400 毫米而圓形的為直徑不小於 400 毫米。內徑小於 800 毫米的受壓容器應開手孔，手孔的內徑要使得工人的手能通過它而且手中還持有受裝零件或工具，從這個觀點出發，手孔的直徑應不小於 150 毫米，在受拉的鋼板上有人孔或手孔存在，不僅減少了鋼板的橫截面，而且要引起集中應力，且集中應力有顯著的局部性，並且分佈在直接靠近開孔的部位鋼板上。在受內壓的薄壁圓筒的殼壁上，靠近開孔處的應力集中可能達到非常大的數值。對於由開孔所產生削弱進行補償的最正確方法是：加厚孔邊和在可能產生最大應力的地方，即儘可能在靠近孔邊處裝置加強圈，

加强圈的厚度一般取得与圆筒的壁厚相等，它可以安装在圆筒的外边，也可以安装在里边。

3. 控制设备与安全装置 任何在压力下操作的容器都应装置压力计、安全阀、减压阀等安全装置。

压力计 有管弹簧式、自动配汞式与膜式等类型，大气压以下的压力计的管弹簧应以黄铜制造，高压时所用的管弹簧用钢来制造，为避免压力计管子外裂时可能发生外伤起见，在观察压力时不应屈身于压力计之前，压力计必须装三通旋塞，以便检查压力计及吹洗弯管之用，为避免在高压下（ $100-1000$ 大气压）压力计外裂时伤人受伤害，应安装一球形阀，此阀当管外裂时即行封闭。

低压管弹簧式压力计若与腐蚀性介质接触时，则此须作成防腐性的压力计，如图 1 所示。

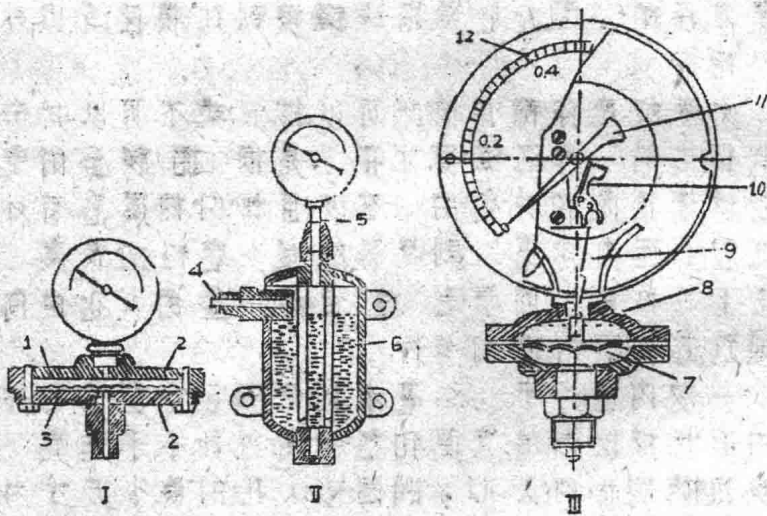


图 1 防腐性的压力计

I — 装膜的，II — 装保护液体的，
III — 特殊膜式的。

1 — 液体，2 — 不锈钢制凸缘，3 — 膜，4 — 压入管，5 — 压力计联接管，6 — 保护液，7 — 波浪形膜，8 — 中芯柱，9 — 连杆，10 — 扇形齿花，11 — 指针，12 — 刻度盘。

压力计的压力的极限值应这样选择，是在水压试验时压