

压力容器事故选编

水利电力部生产司安监处
西北电业管理局安监处

一九八四年四月



河南电

TH

8

内部资料
西安电力印刷厂印刷

0.75

压力容器事故选编

(内部资料)

水利电力部生产司安监处
西北电业管理局安监处

一九八四年四月

内 容 提 要

为了加强压力容器的安全管理，我们将收集到的压力容器爆炸事故选编成册，供有关领导、工程技术人员、运行、检修工人参考，以便从中吸取有益的经验教训。

结合反事故措施，我们把事故分成常压容器、非生产用压力容器、贮装压力容器、换热压力容器、气瓶、乙炔发生器等部份，在每一类事故的编后摘录了有关规程、文件所规定的要求，供对照检查。最后将若干工质的性质、爆炸能量的资料作为附录印出，供参考。

注：这里所指的“事故”的概念不同于《电业生产事故调查规程》的规定，特此说明。

前 言

压力容器是生产和生活中广泛使用的设备。为了搞好压力容器的安全监察工作,保障人民生命和财产的安全,国务院一九八二年颁发了《锅炉压力容器安全监察暂行条例》,原国家劳动总局一九八一年颁发了《压力容器安全监察规程》,要求各单位认真贯彻执行。

最近,西北电管局安监处组织力量编辑出版了这本《压力容器事故选编》,这对总结事故教训,推动压力容器安全监察工作,是很有好处的。这本小册子共选入电力系统内外的六十次容器爆炸事故,总计伤亡450余人,其中有生产设备,也有象蒸饭箱、热水箱这样一些生活设施。其教育意义是深刻的。希望读者从中吸取教训,作好压力容器的安全工作。

根据《压力容器安全监察规程》的规定,压力容器是指同时具备下列三个条件的容器:

- 1、最高工作压力大于或等于1表压;
- 2、容积大于或等于25升,且压力与容积的乘积大于或等于200升·公斤力/厘米²;
- 3、介质为气体、液化气体和最高工作温度高于标准沸点的液体。

这样的容器,在电力工业的生产单位和其他企、事业单位、机关学校都很普遍。因此需要大家都来关心和重视压力

容器的安全使用。除此以外，还有一些所谓常压容器，其排汽管细，进汽管粗，如果盲目进汽，也会引起这些设备超压爆炸。为此，这里也选入了一部分常压容器的爆炸事故。其实在某种意义上讲，它们都应该算是压力容器。虽然设计者的本意它应是常压容器，但实际上，既无技术措施保证其最高工作压力小于1表压，而其结构又不符合《压力容器安全监察规程》的规定。因此，这种设备往往没有引起人们的警惕，这是十分危险的。在这类设备中，包括有电厂中广泛使用的低压除氧器，各种大气式或低压扩容器，它们的工作压力都不足1表压。很多人都以为它不是压力容器，不受压力容器安全监察的限制。然而，容器的压力决定于容器输入、输出间的流量平衡及其压力。低压除氧器等常压容器的向空排汽管（或水封管）的管径不大，而进汽工况，进汽参数相当复杂，在个别异常工况下，容器的压力可达4—6 kgf/cm²，最高工作压力远大于1表压。因此，我们认为它们应该被认为是“压力容器”，要求设计、制造、运行部门特别注意。

西北电管局安监处在收集这本选编资料中，得到其他电管局、电力局和一些省、市的劳动部门的大力帮助，在此一并表示感谢。

积累事故资料，对于改进设计、制造、运行工作十分重要，是生产信息的反馈。我们准备今后继续进行编印。希望各电力生产单位要努力作好资料整理工作。

水利电力部生产司

一九八四年四月

目 录

第一部分 常压容器爆炸事故

1. 河南省南阳柴油机厂浴室加热水箱爆炸事故…… (3)
2. 某厂热水箱爆炸事故…………… (7)
3. 三起浴室热水罐 (箱) 爆炸事故…………… (9)
4. 河南省安阳电厂小茶炉爆炸事故…………… (10)
5. 辽宁抚顺电业局茶炉爆炸事故…………… (12)
6. 敞口蒸汽锅炉和茶水炉爆炸事故三例…………… (14)
7. 华东师范大学食堂蒸饭箱爆炸事故…………… (16)
8. 安徽淮南电厂汽冲热水箱超压爆破造成群伤死亡事故…………… (17)
9. 上海某航局混凝土预制厂方形热水箱爆炸事故… (18)
10. 上海铁路局机务段透气式热水箱爆炸事故…………… (19)
11. 山东潍坊电厂焊工班暖汽热水箱爆炸事故…………… (20)
12. 三起热水箱、热水锅炉爆炸事故…………… (21)
13. 陕西省人民医院开水箱爆炸…………… (22)
14. 华东电管局直属单位生活用非受压容器的检查结果与对策 (摘录) …………… (22)

第二部分 非生产用压力容器爆炸事故

1. 山东莱阳县发电厂暖汽片爆炸造成人身死亡事故…………… (31)

2. 上海青浦县某卫生院高压消毒锅爆炸事故…………… (32)
3. 宣城地区第二人民医院消毒柜水箱爆炸事故…………… (32)
4. 崇阳县一起液化石油气钢瓶爆炸事故…………… (33)

第三部分 贮装压力容器爆炸事故

1. 上海汽车起重机厂贮砂桶爆炸事故…………… (37)
2. 江苏谏壁电厂贮灰罐爆破…………… (37)
3. 北京高井电厂灰仓泵爆炸…………… (38)
4. 山西侯马电厂硫酸罐爆炸事故…………… (40)
5. 北京热电厂稀氨箱爆破…………… (41)
6. 河北邯郸热电厂碱罐车超压人孔盖崩开事故…………… (45)
7. 吉林煤气公司液化石油厂恶性爆炸火灾事故…………… (47)
8. 辽宁大连某厂压缩空气管道爆炸事故…………… (48)

第四部分 换热压力容器爆破事故

1. 辽宁清河电厂高压除氧器爆破事故…………… (53)
2. 湖北武昌电厂除氧头爆破事故…………… (64)
3. 宁夏石咀山电厂五号低压除氧器爆破事故…………… (66)
4. 山西太原钢厂自备电厂低压除氧器爆炸事故…………… (69)
5. 北京西郊烟灰制品厂蒸压釜爆炸事故…………… (71)
6. 云南巡检司电厂疏水扩容器爆破事故…………… (72)
7. 郑州热电厂减温减压器出口管爆破…………… (74)

第五部分 气瓶爆炸事故

1. 山西太原第一热电厂职工氯气中毒事故…………… (79)
2. 浙江温州电化厂液氯瓶恶性爆炸事故…………… (81)

3. 江苏南京某社办五金厂氧气瓶爆炸事故…………… (83)
4. 辽宁某厂盛装氧气的气瓶爆炸事故…………… (85)
5. 河南某厂氧气瓶爆炸事故…………… (86)
6. 北京某电机厂液氨气瓶爆炸事故…………… (86)
7. 陕西韩城电厂液氨瓶爆炸事故…………… (86)
8. 辽宁沈阳某厂 CO₂ 气瓶爆炸事故…………… (88)
9. 北京市运输公司粗暴装卸致使气瓶爆炸…………… (88)
10. 三起氧气瓶瓶阀飞脱事故…………… (88)
11. 气瓶爆炸原因分析及防爆措施…………… (89)

第六部分 乙炔发生器爆炸事故

- 一、电石过热…………… (103)
 1. 北京某机械厂浮筒式乙炔发生器爆炸 …… (103)
 2. 北京某厂浮筒式乙炔发生器爆炸…………… (103)
 3. 北京某单位乙炔发生器爆炸…………… (103)
- 二、回火防止器不合格…………… (104)
 4. 北京某综合修理厂浮筒式乙炔发生器爆炸
…………… (104)
 5. 北京某厂使用的回火防止器不合格, 乙炔
发生器爆炸…………… (104)
 6. 北京某电厂中压乙炔发生器爆炸…………… (105)
 7. 北京某单位浮筒式乙炔发生器爆炸…………… (105)
- 三、其 他…………… (106)
 8. 小孩玩火北京某单位乙炔发生器爆炸 …… (106)
 9. 乙炔发生器解冻方式不当, 发生爆炸 …… (106)
 10. 北京某工厂停用的乙炔发生罐爆炸…………… (106)

11. 错接胶管宁夏石咀山电厂乙炔筒爆炸	(107)
12. 乙炔发生器爆炸事故原因分析及防爆措施	(107)
附录一：电石和几种气体的性质	(109)
附录二：气瓶充装限的计算	(118)
附录三：气体、饱和水、汽的爆炸能量	(132)

第一部分

常压容器爆炸事故

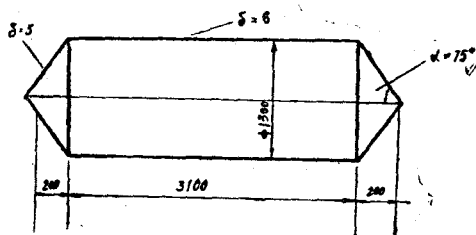
1、河南省南阳柴油机厂浴室

加热水箱爆炸事故

一、事故概况：

一九七九年三月二十八日十七时三十五分，河南南阳柴油机厂职工浴室加热水箱爆炸。烫死、砸死、淹死44人，重伤三十七人。

加热水箱是向浴室淋浴供热水的，由一台运行压力为 $3 \sim 4 \text{ kgf/cm}^2$ 的锅炉供汽。水箱筒长3.1米，直径1.3米，容积 4.2 m^3 ，本厂自制。水箱采用无折边锥形封头，半顶角 75° ，封头设计壁厚5毫米。使用四年来，一直没有进行检验。



加热水箱结构示意图

事故当天下午，锅炉向车间、食堂、浴池供汽。十六时三十分开始向加热水箱供汽。十六时五十分前后，车间、食堂先后停止用汽。锅炉汽压上升到 4 kgf/cm^2 以上。司炉工停了送、吸风机，同时开大了向浴池供汽的伐门。十七时许

一工人入浴，感到水凉，将浴池用汽阀开大，十分钟后，又将此门关死。至此，锅炉全部蒸汽进入加热水箱。十七时三十五分加热水箱爆炸，水箱封头与筒体焊缝处开裂，北侧封头打出，箱内汽水冲出时形成的冲击波将加热水箱两侧的立墙及北墙推倒、大梁折断、七间浴室（134米²）的屋顶全部塌下。筒体向南飞走，打穿两垛墙壁，又将锅炉房后墙撞了一个3.5×5.3米的窟窿，坠落在距原位十七米处。

二、事故原因分析：

1、加热水箱不是在常压下运行，而变成压力容器。

加热水箱搁置在离地面高1米的基础上，当筒内满水时，最高水位距地面2.3米，而淋浴喷头离地面高为2.25米，当筒体内水位从满水降低50毫米时，即与淋浴喷头等高度，若是常压装置，则无喷淋压头而无法淋浴。

事故发生后，对汽水系统的阀门位置进行了检查。锅炉房分汽缸（蒸汽联箱）通向浴室的蒸汽阀门在开启位置（事故发生后才关闭）；通向男女浴池及小浴池的蒸汽阀是全闭的；通向加热水箱的蒸汽阀在开启位置。事故发生前，锅炉房来汽仅向加热水箱一处送汽。加热水箱本身通向男女淋浴的阀门是关闭的，通向小浴池及淋浴的阀门也是关闭的。进入加热水箱的冷水阀门是关闭的，且装有逆止阀。也就是说，在事故发生前、加热水箱只有一只和锅炉直接相通的进蒸汽的阀门开着，其它进、出加热水箱的阀门全处于关闭状态。经一定时间后，加热水箱内的压力将接近锅炉工作压力（3～4 kgf/cm²左右）。

2、对安全装置的检查：

给加热水箱供汽的锅炉，装有两只压力表，刻度为0～

16kgf/cm²和0~25kgf/cm²。选用的量程过大。锅炉安全阀直径为 $\phi 50$ ，经校对在4.5kgf/cm²时起跳。

加热水箱上有一只压力表，已摔坏。无法鉴定准确性。

3、爆炸部位的宏观检查：

在被打掉的封头上，沿园周边缘测量了25点的壁厚，厚度为1.5~4.5毫米。在使用中，此封头在下部沿周向焊缝附近，曾发生裂穿，长达330毫米，且严重漏水。曾用电焊从外部进行了补焊。

爆破端封头下半部，沿边缘40毫米宽度范围内，周向普遍存在沟槽。沟深1.2~2.5毫米。在焊缝附近有明显的疲劳皱纹。

从现场实物检查，焊缝质量低劣，有未焊透、气孔及夹渣现象。

4、化学分析及机械性能试验：

从筒体及封头上取样做化学分析和机械性能试验。数据见下表。

取样部位	$\sigma_b, \text{kg} \cdot \text{f} / \text{mm}^2$		$\sigma_s, \text{kg} \cdot \text{f} / \text{mm}^2$	C%	Si%	Mn%	S%	P%
筒体	43.5	41	28.5~30.5	0.2	0.06	0.68	0.032	0.016
封头	41	42	29~31	0.11	0.22	0.80	0.020	0.012

从上表看出：筒体及封头的机械性能和化学成分均在正常范围。

5、封头强度计算：

1) 按元折边封头计算:

$$\text{因为 } S = \frac{PD_i}{2(\sigma)^t \varphi - P} \cdot \frac{1}{\cos \alpha} + C$$

式中: S ——封头最小壁厚, 实测 $S = 1.48 \text{ mm}$

φ ——减弱系数, 取 $= 0.9$

α ——圆锥半顶角, 实测 $\alpha = 75^\circ$

$(\sigma)^t$ ——许用应力 $(\sigma) = (\sigma)^t = 1410 \text{ kgf/cm}^2$

D_i ——圆筒内径, 实测 $D_i = 1300 \text{ mm}$

C ——附加壁厚, 因 S 为实测故 $C = 0$

P ——封头最大允许工作压力 kgf/cm^2

$$\begin{aligned} \text{所以 } P &= \frac{2(\sigma^s \varphi \cos \alpha (S - C))}{\cos \alpha (S - C) + D_i} \\ &= \frac{2 \times 1410 \times 0.9 \times 0.2588 \times 1.48}{0.2588 \times 1.48 + 1300} = 0.748 \text{ kgf/cm}^2 \end{aligned}$$

2) $\because \alpha = 75^\circ$, 若按平盖计算

$$S = D_c \sqrt{\frac{KP}{(\sigma)^t}} + C$$

式中: S ——封头的最小壁厚 mm

D_c ——计算直径, 实测 $D_c = 1300 \text{ mm}$

K ——结构特征系数, 取 $K = 0.3$

P ——封头最大允许工作压力 kgf/cm^2

$(\sigma)^t$ ——设计温度下材料的许用应力,

$(\sigma)^t = 1410 \text{ kgf/cm}^2$

$$\text{所以 } P = \frac{(S - C)^2 (\sigma)^t}{D_c^2 \cdot K}$$

经计算, 当 $S = 2 \text{ mm}$ 时, $P = 0.011 \text{ kgf/cm}^2$

当 $S = 5 \text{ mm}$ 时, $P = 0.069 \text{ kgf/cm}^2$

上述计算说明, 这样结构的容器允许工作的压力很低 ($0.011 \sim 0.748 \text{ kgf/cm}^2$)。

6、事故主要原因:

根据上述分析和计算, 可见引起这起恶性爆炸事故的主要原因是水箱结构不合理, 制造质量低劣。这种水箱只适用在常压下使用, 长期承压后, 封头边缘承受较大的弯曲应力, 致使钢板疲劳起槽, 强度大大下降。特别是封头下部, 已发生过裂穿漏水现象, 这本是重大事故的预兆, 但未引起重视, 仅从外部补焊, 以不漏了事, 而内部隐患依然存在。由于长期忽视使用管理, 水箱上安全装置不全, 终于导致了加热水箱因强度不足而发生爆炸。

三、预防爆炸措施:

1、浴室加热水箱最好不制成密闭式的。而制成敞口常压容器、高位布置较为安全。

2、若浴室加热水箱必须采用密闭式低位布置时, 则必须严格按照压力容器的要求进行设计、制造和管理使用。

2、某厂热水箱爆炸事故

某厂一台热水箱, 筒体直径1500毫米, 长度3500毫米, 无板边锥形封头, 与筒体角焊联接。

见图, 从锅炉来的饱和蒸汽 (压力为 7 kgf/cm^2), 通过热水箱直接与水箱内的水混合加热至 $40 \sim 50^\circ\text{C}$, 供浴室使