

日本锅炉使用问题



压力容器学会
检验研究所

国 外 资 料

日本锅炉使用问题

江苏工业学院图书馆
藏书章

沈阳市锅炉受压容器学会
沈阳市锅炉检验研究所

1 9 7 9 . 8 .

前 言

本文原为日本劳动省劳动基准局安全课长野原石松在日本第十三次锅炉会议上的专题报告。原题为〈最近有关锅炉的各种问题〉。载于日本《锅炉研究》杂志。我们将译文改称〈日本锅炉使用问题〉。

原文发表于一九七六年。其内容大致反映出三方面的问题：（1）日本锅炉在使用中存在的问题。（2）七十年代的日本锅炉技术水平。（3）日本政府的管理方针。读者可从中吸取有益成分，为我们做好锅炉管理工作所借鉴。

正文由锅炉学会理事林如海同志翻译，汪传国同志校订。附一及附二文章由汪传国同志译编。本锅炉学会还将继续编印一些有关锅炉技术材料和参考资料，希读者对此多提宝贵意见，以便改进工作。

沈阳市锅炉受压力容器学会

一九七九年八月卅日

目 录

一、锅炉的用途正在扩大·····	1
二、燃料的供需关系及其稳定化·····	2
1. 燃料的转换·····	4
2. 燃烧的合理化·····	4
3. 能源的有效利用·····	6
三、防止大气污染·····	9
四、确保锅炉安全·····	11
1. 缺水事故仍不减少·····	11
2. 最近烟气爆炸事故多起·····	14
3. 小型锅炉等事故频繁·····	15
五、未来的锅炉·····	15
六、今后应考虑的课题·····	16
附一、日本锅炉的发展和动向·····	20
附二、日本锅炉管理情况介绍·····	39

日本锅炉使用问题

野原石松在日本第十三次 锅炉会议上的讲话

一、锅炉的用途正在扩大

这几年日本生产用锅炉每年约报废六千至七千台，而每年新安装的锅炉约有一万至一万二千台，以替换这些旧的。在距今的十年前，即一九六五年，当时全国约有八千四百台锅炉。而现在（一九七五年末统计）已超过十二万台。

不仅数量增加，其用途也在逐渐扩大。现在不仅限于生产用，而且作为一般住宅取暖，分担着使环境舒适愉快的重要任务。

众所周知，锅炉消耗燃料，是将炉水加热，从而得到蒸汽或温水，供动力、加热处理、取暖等用。

由锅炉冒出的烟，向四周扩散，常为公害之源。另外，锅炉本身，内部常有高温高压的蒸汽或温水，当然会使结构上产生相应的应力。所以，锅炉有关人员必须常考虑以下一些问题。

第一，锅炉总是要消耗燃料，有效的使用燃料，必然是个问题。第二，由锅炉冒的烟及发生的噪音，影响很多居民，对这公害问题应设法解决。作为第三个问题，不言而喻是锅炉的安全问题。

关于这三个问题，我们须从各种立场上考虑。但这三个问题并非强制组合，而是相互关连的。无论其中哪项不妥，

另两项的情况也不佳。

燃料的有效利用，也就是如何把燃料有效燃烧的问题。而集中一个问题看，归根结底是公害问题，或者也与安全问题相联系。

当然，如今各位在不同的立场上，结合这三个问题，已有独创。实际上，围绕这三个问题，可看出最近各种新情况的变化。

二、燃料的供需关系及其稳定化

第一个问题就是燃料的供需关系。这是日本全部能源问题之一，须予以考虑的。能源的需要，随着经济活动的发展，及国民生活水平的提高，每年都有急剧增长。即至一九七二年度，十年的增长率为11.9%。在同时期，世界各国的增长率为5.4%。可以说，日本的燃料需要量是以前二倍以上的速度增加的。结果，将一九七三年的总共需要量换算成原油，则为4.1亿公升这样巨大的数字。这在各自由国家中仅次于美国，占世界第二位。这是需要方面。而供应方面怎样呢？在需要量如此增长中，当然会出现各式各样的变化，其最显著的是石油吧。对于石油的依赖程度，可说是非常高的。相反，煤所占的比重，就大幅度降低了。

回顾一九六〇年度，在全部能源的供应量中，石油所占的比率不过38%。到一九七三年，增长一倍以上，达78%。而现在，可称占了大部分的一次能源。日本国内对于煤的方面正相反，一九六〇年占41%。一九七三年成为3.8%，减少到十分之一以下。

水力发电也同样，从一九六〇年度的16%，大幅度下

降，至一九七三年为5%。

随之供应机构的变化，当然依赖国外进口的能源提高了。一九七〇年的全部能源供应，在手中持有国产的能源有多少呢？是56%。即是有一半以上靠自制。可是今天呢？虽然这是一九七三年的数字，已成了9.5%。国产的能源不足一成。这个数字意味着能源仅由海外进口，其中特别是石油的依赖程度高。在这样的事实下，日本的社会经济，在能源方面必定对海外动向之影响很敏感。

最显著的例子，是去年（一九七五年）年末的石油冲击。因而必须改善这状况。为此各种努力今日还在继续。按照综合能源调查会的估算，即使作了上述那种努力，到一九八五年，在全部能源的供应量中，国产能源所占的比率仍然约为二成，不过20.3%。

对于石油进口问题，现在的依赖程度为78%，到一九八五年有所减少，推断必须在63.3%左右。因而，今后能源的课题，在于如何使供需关系稳定。

那么首先应考虑，将是开发新的国产能源。今后要增大原子能的供应量，而且确保液化天然气或煤这种非石系能源的进口，当然是必须的。

关于开发新能源，如各位所知，去年七月提出所谓“太阳光辉”计划。这是什么内容呢？就是将煤进行气化或液化，还有利用太阳能，或地热发电，再如氢气能，既丰富又无公害问题，开发所谓清净能源。由于引入这样的新技术，日本国内能源供应能力将增加。结果在二十五年后，到二〇〇〇年，据说全部供应量的11%将得到新能源的供应吧。

在这中间，希望消耗燃料相当大的锅炉界考虑一下作些

什么。我认为有三个问题。第一叫作燃料的转换。现在起知道考虑怎样不用油，逐渐改过来也好吧。

其次，因为燃料总是要烧的。所以尽量少用燃料产出大量的蒸汽或热水为好。这意味着合理化燃烧。

第三个，好容易产生出的燃烧气体及蒸汽或温水，如何最高度的利用这些热量。

(1) 燃料的转换

首先是燃料的转换问题，这当然和防止大气污染有关。象刚才讲的，锅炉烧瓦斯，这硫氧化物等的减少已相当普遍。此外，各方面正在讨论煤或其它燃料的使用状况。例如纸浆厂或造纸厂，特别是废纸再生厂，这些地方要排水吧，历来是放到河川去的。这是公害的根源，还有过骚动。现进行脱水，其中含悬浮状或胶状的细微纤维可用来燃烧，是好的燃料。这样，解除了公害问题，也解决了能源问题，真是一举二得吧。这是实际正在实施的例子。

另外，在第二次世界大战结束时，使用木屑、锯屑作燃料盛行。以后则不多见。这事要逐渐改变。木屑、锯屑之类，或生产上废弃的可燃烧的物质有很多，也成为公害问题。若燃烧好，还是烧掉吧。因此要有系统的用来燃烧。最近各方面正在发展所谓烧垃圾的锅炉。

这样，要燃用难以燃烧的东西，必须扩大燃烧室。所以，对于炉胆烟管锅炉，需附设前置炉。此外将火管锅炉和水管锅炉组合起来。这种类型较多。

(2) 燃烧的合理化

第二个问题是燃烧的合理化。将燃料燃烧时，首先应考虑如何减少排烟损失。好容易使燃料产生燃烧气体，接连不

断地跑掉不像话。我想谁都应当考虑将排烟损失降为最小。

各位知道，为了燃料的完全燃烧须有若干过剩空气。可是当过剩空气过多，效果又不好，倒使排烟量增加，而热效率则降低。烟气温度在 1100°C 时，将过剩空气系数从1.1提高到1.4，燃料的单价约增加36%。这就是浪费。如果排烟的温度高，当然提高了费用率。

因此，希望在低的过剩空气系数下燃烧。为此需查明排烟中的含氧百分比，然而判断燃烧状态是否适当。另外，过剩空气系数过大而带来另一个问题是 NO_x ，即是氮氧化物增加。所以从减少氮氧化物的意义上说，也希望控制含氧量。

其此，燃烧的管理是大事。不用说，各位已进行了管理，即是按照目测火焰的情况，判断燃烧状态。这可谓省能源的基本问题。就是说，将见到的温度，火焰形状或火焰成分等综合状态，作出判断。这样的事情，是不能期待自动控制设备去进行的。因而不能仅依靠自动控制设备，还是用大家的眼睛，直接将见到燃烧状况作综合分析，判断是否良好。这和控制设备相辅助，否则怎么能进行适当的燃烧管理。

还有喷咀出故障而使燃烧效率下降的例子。在某厂有这样的报告，锅炉的蒸汽消耗量显著减少，所以检查了喷咀，发现喷口堵了，使燃料喷射量减少了。喷咀的形状，将原非旋转式换成旋转式后，灰渣堵塞的结果，与过去比较，单位蒸发量的燃料用量反而约降低10%。即是可以少用燃料。

从这个例子可明白，间隔一定的时间，对喷咀进行检查维修是很重要的。认为有异常的情况下，可弄清燃料的种类或燃烧室的形状对于喷咀是否适用，而采取改善措施。

(3) 热能的有效利用

第三个问题是能源的有效利用。特意用燃料产生的燃烧烟气，并通过它得到的蒸汽或温水。对能使用的热量，应尽量使用。这就首先从烟气方面开始。象刚才讲的，排烟损失须压到最小限度。但经种种努力也不可能成为零，无论如何也有部分热量跑出。如果能从根源上控制是最好的，但不可能。所以从排烟过程中回收热量，是值得考虑的。这就是说，用第二步的方法，例如安装省煤器或气予热器。这样，在排烟过程中回收热量，我想是起码应该做到的。因此假如将排烟温度降低 20°C ，反之热效率可提高1%。

锅炉的效率，是变动和不稳定的。尽管是同样的锅炉，也能象刚才讲的那样，由于努力可期待提高锅炉效率。在最近发展的小型快装锅炉中，有很多也组装了省煤器，空气予热器，这可在排烟前进行热交换，将锅炉给水或燃烧用的空气予热到 70°C 左右。将燃烧空气予热后，可使燃烧稳定，而且以少量过剩空气使之完全燃烧，结果还收到减少损失的另一个效果。可说是一举二得。

在化工厂或钢铁厂这些地方，产生高温作业用的烟气，丢弃是可惜的。因此正在试行尽量回收热量的所谓废热锅炉。这样的事情，应该不断发展。

有烧掉垃圾的锅炉吧。由于燃烧产生热量从烟囱跑掉，也很可惜。因此可对它进行交换，来生产蒸汽或温水。也就是在烧垃圾的炉上附设锅炉。这种尝试正在普及，成了世界的倾向。特别在欧洲，利用燃烧垃圾来进行发电。美国的圣路易斯市有烧煤粉的发电用锅炉，这个燃烧室用城市垃圾不大合适。说来把粉末扔入，进行空间燃烧，获得成功。

稍离了主题。在大楼的暖冷房使用热泵，不但节省燃料且防止大气污染起很大作用，既然在大楼上可行，对于有大量温度较低的回水的工厂，积极的考虑使用热泵，不也很好吗？

这些都是回收排烟热量的尝试。另一个问题是，好容易生产的蒸汽或温水，在使用中将热量随意糟塌，例子是很多的，太可惜。要把它再三利用才好。

各行业的工厂按其需要生产出各种压力，温度的蒸汽或温水。例如自行发电，蒸汽最初作为动力用，其排汽还有相当高的温度和热量，还可作的加热处理用。即使用过后还有热量，仍有热能，然后再用作取暖。这样，在工厂使用结束后，还有一定温度。最后用来加热洗澡水。经过这几个步骤，能使用的地方都用了。

在德国，这样的使用方法现在比较彻底。我们现在的能源问题较不稳定，不用说，实在应赶上形势。

众所周知，蒸汽特有的热量大部分是蒸发潜热。因而应充分利用这潜热，直到变为冷凝水。这是使用蒸汽的原则。例如将 8 公斤/厘米²压力的饱和蒸汽用来加热后，把它排放到大气中，全变为 100°C 的温水，也就成了冷凝水。在这样情况下，原可 100% 的利用潜热。而这样以蒸汽排放时，把相当多的热量带走了。热量的利用率不足 4%。这说明，一方面是利用 100%，另一方面是仅用 4%。将蒸汽放走和蒸汽变为冷凝水的使用方法作比较，就燃烧方面说，要多 25 倍。就冷凝水来说，不仅有相当多的热量，还因蒸汽凝缩后，质量非常好，仍把它送回锅炉，那些燃料就节约了。要是水中进入油，可用来加热给水，作为间隔加热，将温水送回锅炉。

如果将各种排出的热量回收起来，实际的成绩还有提高的余地。

现假定有最高使用压力8公斤/厘米²的锅炉，蒸发量每小时8吨，把它减压为4公斤/厘米²使用。在此情况下，每小时回收2吨冷凝水，这样大体节约多少燃料？据说在燃料上节约11.5%，在给水上节约27.8%。这就意味着将锅炉的出力增大了7.4%。从效率方面换算，等于把效率从80%提高到85%。

这样，回收冷凝水具有很深的意义。但实际上是不易实行的。这到底是什么原因呢？蒸汽使用部门认为回收冷凝水不是自己的职责范围，就分割开来。另方面生产蒸汽的各位锅炉技士，认为这是使用蒸汽部门应考虑的事情。互相敬而远之。我想这是问题的根由。回收冷凝水的工作，要使用蒸汽或生产蒸汽的单方面去做是不行的。还是双方共同商量，然后拿出好主意，确立协作关系才能实现。对于这个意义，生产蒸汽的各位向实际使用蒸汽部门传达，我感到是需要的。

这里再谈一个问题。从配管等冒出很多蒸汽吧。我常到各位现场去，可见到噗噗冒汽。即使非常小的孔，在高的压力下也能排出相当多的蒸汽。这也是不得摸棱两可的。我想修理它并不要很多费用，但往往被放过了。这种结局，从那里跑出蒸汽的费用远比修理费高。不作处理，就成这种状况。从这样的管理看，的确是浪费，实在非常可惜，这就意味着要求将阀门进行保温，是很有意义的。

然而，好容易包上的保温材料，例如经常在室外风吹雨淋，这部分最后约有30米变成完全没有保温，因此配管容易损坏，终对逐渐漏汽。

在生产现场，各处有很多阀门，准确的开闭这些阀门，和经常进行检查检修，也是项很重要的工作。由于阀门实际上未完全关闭而使蒸汽不断跑出，会造成相当大的浪费。不仅如此，某部门将阀门关闭了，也就是把这设备置于停止工作状态，可是阀门未完全关闭，蒸汽在自由跑出。如果对此不知道，而将这设备的盖打开，蒸汽就会喷出，引起重大烫伤事故。所以要经常检查阀门，进行维修，并做到开闭可靠。这些工作要做的彻底。望从这样的立场加强管理。

三、防止大气污染

第二个问题是公害问题。特别在大城市，由锅炉出来的烟或噪音，现已成为重大的社会问题，被引起注意。其中煤烟是大问题。由于煤烟造成的污染，所谓大气污染，就是论述锅炉排烟中的各种物资为对象的。例如烟尘，还有硫氧化物、氮氧化物等等。其中关于烟尘及硫氧化物，我想各位也已有很多议论，今日也没有时间，所以仅把氮氧化物的问题提了出来。

关于这个问题，前年已提出了排放标准。这个排放标准，对于新锅炉，规定排烟量为每小时4万立方米吧。过去锅炉的规定，以10万立方米为限。所以对于少容量锅炉，是不需当面给予规定的。

排放标准究竟多少，这是都知道的。以烧油锅炉为例，新设的锅炉是180ppm，旧有的锅炉则为230ppm，这是燃烧气体的含氧量都在4%情况下的值。若换算成含氧量的百分比，分别为188ppm、240ppm。这是排放的标准。另方面，有环境标准。至一九八〇年设定氮氧化物的目标值，将每天

平均一小时的值降到0.02ppm以下。

从这个环境标准的目标值看，可以感到上述排放标准值180 ppm与230ppm是比较松的值。但是期待着今后控制氮氧化物发生的技术不断发展。还有，如光化学复合氧化物，使东京附近被害，经常成为问题。在过密地区，受这样的光化学复合氧化物之害是较多的。即使是小容量锅炉也会有很大影响。因而可以予想，今后对氮氧化物的管制对象更要扩大。假如不是那样，那么各位在各个立场上，那怕是小锅炉，也需十分关心氮氧化物的问题。

关于氮氧化物的控制，也许有很多看法。我想可归纳为三方面。

第一、在一次燃烧区域，尽量降低含氧浓度。亦即以低空气量进行燃烧。第二，尽量降低燃烧温度。第三项是尽可能缩短燃烧烟气在高温燃烧区域的停留时间。也就是及早排出烟气。

其中，第一项所谓低空气量燃烧，与上述燃烧的合理化相吻合吧。可是第二、第三项的降低燃烧温度或及早排出烟气，和合理化燃烧完全抵触。因此，交点在何处将是一大课题。

解决这种问题的一个方法，就把在燃烧室中心部位的火焰移向炉墙侧，使炉胆尽早吸收辐射热，这样温度就下降。这不是一个方法吗？还有，在最初，将空气送入量减小，在低温下使之部分燃烧。在燃烧到一定程度时，送入剩余空气，进行完全燃烧。这就叫二段燃烧。关于这个方法的采用，还有研究的余地。

但这种措施的另一方面，炉胆的热负荷增大，燃烧室应随之调整。所出现的各种附带问题，是需要费用的。因此不

改动燃烧室，而改造喷嘴本身，发展所谓低氮氧化物喷嘴的研究。对此是抱很大希望的。

四、确保锅炉安全

剩下的第三个问题，是我们经常大声呼吁的安全问题。由于各位的努力，这项工作已取得很大成果。但现在，仍然看到全国每年有数十起锅炉事故。将这些事故发生状况总括起来有以下三点：

(1) 缺水事故仍不减少

第一，缺水事故。“烧干锅”仍然很多。刚才好象也有承受技术奖的论文，缺水事故是各位锅炉技士烦恼的原因。目前，自动燃烧锅炉占66%。这本来是不应引起“干锅”的。即使水位降低，可自动给水。而且水位下跌能鸣响报警，如果继续下跌，喷嘴自动熄灭。具有这样三段控制。因此是不应该“烧干锅”的。而实际上，这三段控制机构的动作可能失灵，并不按照想象那样动作。

但是有各种思想，似乎自动燃烧是万能的，有一种过信的倾向。然而，现在出现的称为自动控制，而不一定万能。毕竟还要出故障。这故障不通过人发现，不通过人修理，怎么也不行。有了事故，按照原理纠正，继续工作，这样的完全自动，还未达到。目前的自动化，好象意味着暂且只干了一半。可以说，人们对自动控制的界限还不十分领会。所以，把自动控置装置性能的界限弄清楚了，想来这个问题可基本解决了。

总之过去各位用手直接调整燃烧及上水，目前这些事不用自己动手了。有了一系列的自动控制机构，决不是没有自

己的事了。燃烧及给水的调整任凭自动控制机构和自己手动操作能同样运转吗？这需要各位来检验的。而且在不动作时需要调整，这是很重要的。也是今后锅炉技士们的重要工作。那么，把过去的工作转换为现在的工作，被充分理解而且照此完成的话，我认为就能消灭“烧干锅”事故。

“烧干锅”事故，在一段时间内，曾比手烧的约多三倍。最近虽降到约二倍，依然是不行的，因为最高目标是消灭事故。关于锅炉毕竟还是要考虑改进的。作为锅炉技士，希多做工作。适应于现代自动燃烧锅炉。

以上是请各位多照料的，而各位毕竟是人，也许要有大意，或者发生错误。因为各位不是神仙，不可能不马虎或有错误，为了减少这种情况，进行教育及训练等，也还有各种方法来保证的。而我想宁可在设备方面采取措施。

例如，设有各种阀门，有时将开闭搞错，认为开着的，实际未开。这种情况是万一会有的。为避免看错，应当改变阀的构造，能一看就知是开着还是关着。这样，阀门错误操作就能减少。象对这样的事情，现在还不够关心。

前面已经讲过，为了防止“烧干锅”而进行三段控制。虽然是三段控制，但水位检测器仅是一个吧。所以倘若它失灵，那么自动给水警报、喷咀切断装置全都不动作。这意味着不是真正的三段控制。假定装设两套水位检测器，而且两套是不同的形式，例如一套是电极式，即使一方失灵，另一方还能动作。总之在设备上再努力创新，使之减少由于马虎而失误造成事故。对于这种更进一步的改进是应该考虑的。

这是最近某工厂的例子，是制作包装用纸箱的工厂，使用炉胆烟管锅炉，最高使用压力为16公斤/厘米²，传热面积

66.5米²。是三班连续运行。因作业缩短了，改变了班制。结果在第二班和第三班之间出现四小时间隔。因而在锅炉技工间商定，在交班时由上班的人员将锅炉上满水。而且有二套水位检测器，必须把与该处相通的阀门（装在水侧联管上）打开。

事故发生之日，严密的说是在上一天的晚上，值二班的人员将锅炉结束燃烧，停止了运行，然后上水到满水状态。工作到此是合适的。在用泵上水时阀要关闭，把水侧联管上的阀……，*可是就在阀门关着的状态下，锅炉照常投入运行。

接班人员对水位、压力检查后起动了锅炉。阀门是关还是没有检查。所以阀门在关的状态下投入了运行。

那位锅炉技工，当天身体欠佳。认为“以后是自动燃烧，会很好动作”。就到医务室去休息了。突然火灾警报器报警，迅速跑去一看，锅炉房充满蒸汽，锅炉已“烧干锅”，炉胆出现鼓泡，下垂约700毫米。结果蒸汽腾腾，充满了锅炉房。幸好主汽管接在集汽箱上，压力未再上升，安全阀没有排汽。无论怎样，是造成了重大缺水事故。

分析这起事故，是在两阀都关闭状态下将锅炉投入运行的，有两套水位检测器都不发挥作用，缺水后全无反映，自动给水不动作，警报不响，喷咀的火焰也未切断，任其缺水。这“烧干锅”不是没有来由，而是引起了事故发生。

在可能引起“烧干锅”的状态下起动锅炉，这是问题吧。但就说是“锅炉技工不对”，我想这种说法不能解决问题。这是因阀门操作错误有检查不良的原因。倘若阀的构造能一看就知道是开的还是关的，考虑就不会出这种事故

*——原文如此。