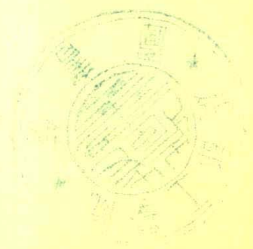


火力发电厂技术管理 参考手册

第十分册 鍋炉监察工作

水利电力部生产司編



水利电力出版社

火力发电厂技术管理 参考手册

第十分册 锅炉监察工作

水利电力部生产司編

水利电力出版社

火力发电厂技术管理参考手册

第十分册 锅炉监察工作

水利电力部生产司编

2841 Z 176

水利电力出版社出版 (北京西郊科学馆二里街)

北京市书刊出版业营业许可證出字第105号

水利电力出版社印刷厂排印

新华书店科技发行所发行 各地新华书店經售

*

787×1092 $\frac{1}{16}$ 开本 * 3 $\frac{3}{4}$ 印張 * 82千字 * 定价(第8类)0.38元

1960年5月北京第1版

1960年5月北京第1次印刷(0001—4,220册)

出版者的話

1959年，在洛陽召開了全國火力發電廠安全生產經驗交流會議，會上決定編寫“火力發電廠技術管理參考手冊”，以提高發電廠的運行水平和技術管理水平。一年來，許多發電廠大力配合，提供資料，由水利電力部生產司進行選編，使這本手冊得以完成。現在它與讀者見面了。

手冊中的資料，主要是取自中央領導部門頒發的指示、通知和規程，某些電業管理局、發電廠的經驗總結，以及報紙、雜誌上的有關社論和文章等。其中有一些是一兩年以前的東西，它對於今天發電廠的工作，特別是新建電廠的工作，雖然並不完全適合，但仍然具有一定的參考作用。

手冊中包括的內容非常廣泛，考慮到大多數讀者所需要的只是手冊中的某一部分或某幾個部分，因此我們將全書分為十二個分冊出版。本書是第十分冊，主要是有關鍋爐監察工作的規章制度、經驗和文件，可供水利電力廳、電業局、電業基建單位及發電廠的領導幹部和鍋爐監察工作人員閱讀。

目 录

一、全国发电设备提高出力技术会议上锅炉总结.....	3
二、省局(厅)或电业管理局锅炉监察工程师一般工作范围.....	14
三、发电厂专职或兼职锅炉防爆专责人一般工作范围.....	15
四、如何正确进行锅炉的超压水压试验.....	16
五、关于锅炉下部泥水鼓安装加热设备的说明.....	18
六、关于汽鼓及联箱隔热的几项规定.....	20
七、锅炉安全门的调整和放汽试验.....	21
八、腐蚀与结垢的检查方法.....	22
九、有关锅炉监察工作的经验和文件.....	25
(一)关于颁发“锅炉技术检验活页登录簿”的通知及补充规定.....	25
附：锅炉技术检验活页登录簿.....	27
(二)如何正确进行锅炉内、外部检查和水压试验.....	43
(三)新设备在安装中和投入运行前有关锅炉监察方面的注意事项.....	48
(四)北京热电厂新装锅炉加热面管道通球措施(适用于BK3-220-100ΦB型锅炉).....	50
(五)北京热电厂一般钢材及设备部件的检验制度.....	52
(六)BK3-220-100ΦB型锅炉管子施工措施.....	53
(七)列车电业局有关锅炉监察注意事项.....	54

一、全国发电设备提高出力技术会议*上鍋爐总结

(一)提高出力概况

自从1958年12月“全国电力工业提高设备出力现场会议”召开以来，各地电力单位在党委领导下，充分发动群众，根据党的“革命干劲与科学分析相结合”的精神，积极而又慎重地展开了设备的超铭牌运行工作，对缓和电源紧张状态，已经起了一定的作用。在这段时间内，锅炉设备也进行了相应的提高出力工作，如TII-170型锅炉经常最大出力已达190吨/时，TII-130型达150~160吨/时，TII-35型锅炉达40吨/时，EKM-75吨/时煤粉炉达95吨/时，EKM-50吨/时链条炉达60吨/时，捷克75吨/时煤粉炉达90吨/时，捷克列车电站8.5吨/时锅炉达11吨/时，CTM-40吨/时链条炉已达47吨/时，德制6.5吨/时链条炉达8.0吨/时，等等，提高的幅度约为额定出力的11.7~33.3%不等。

根据几种主要型锅炉提高出力情况的分析，估计全国263台35吨/时以上锅炉，可能提高出力4,500吨/时左右，占这些锅炉总容量的20.8%，在这4,500吨/时中，约有3,300吨/时可供长期使用，约为额定容量的15.3%。

在这一阶段中，锅炉的提高出力，主要是利用了原设计的裕度，未进行重大的设备改造工作，但各发电厂均在不同程度上对有关锅炉提高出力的一些主要问题——如汽水循环问题、蒸汽品质问题、磨损问题、风机与磨煤机出力的问题等进行了一些实际测定、计算与研究，部分发电厂还对风机、给粉机及水循环回路等进行了改进，如抚顺厂、阜新厂以致某些电厂等对风机进行了改进，使出力提高，石景山厂TII-130锅炉联箱上加装了隔板，以改进水冷壁的循环。以上各方面的工作，都帮助我们更深入的了解了锅炉在超负荷条件下的运行状态，从而有助于对今后提高出力工作采取进一步的措施。

各单位在提高出力工作中，一般都遵照了水利电力部程明陞副部长在“香山会议”上提出的“党，群，先，查，辩，试，稳，定，立，件”十字诀进行了细致的工作。在试验之前，对各方面的资料、设备的缺陷与运行情况进行分析，对某些重要部件进行了核算。在试验过程中，执行了“分段进行、稳步提高”的原则，并对运行的各方面情况进行严格的监督，从而保证了提高出力工作的顺利进展，技术水平也因而有所提高。

但是，在这一阶段工作中，也曾发生过一些不够慎重的情况，如个别人员将提高出力工作当“卫星”放，不进行细致的研究工作；不进行试验，不经领导批准就擅自提高出力。有的工作人员为了避免安全门动作，竟将安全门压住等等。必须指出，这些作法是不符合“革命干劲与科学分析相结合”的精神的，因而是错误的。

由于目前超铭牌运行的时间还比较短，经验的积累还不够多，对提高出力中一些技术问题，如磨损的增长规律，提高磨煤机出力的方法等问题，还不能得出较好的措施与定额数据，尚有待在今后实际工作中进一步的加以研究，以便作出正确的结论。

* 这次会议于1959年3月在北京举行。

(二) 鍋爐提高出力中的几个技術問題

在此次會議中，曾着重討論了以下几个技術問題，并提出如下的意見。

1. 提高汽壓問題

鍋爐出力提高后，蒸汽通过过热器及主汽管的壓力降与流量的平方成比例而增加，为了維持汽機端的原定汽壓，或为了满足汽機进一步提高出力的要求，需要提高汽機入口汽壓时，則汽鼓工作壓力必須相应地提高。在这种情况下，当汽鼓工作壓力需提高至超过其銘牌規定或常用壓力时，則首先應該研究降低系統壓降的可能办法，例如拆除一些不必要的汽門和逆止門，将部分过热器及主汽管进行适当改进、改造壓力降大的減溫器等。如这些措施不能达到要求时，就需要对鍋爐最高允許壓力进行驗算，以便決定能不能升高汽壓运行。

應該認識到提高鍋爐工作壓力，是一項細致复杂的工作，必須严肃对待，并应按照下列几个步驟慎重进行：

(1) 查核圖紙資料，通过現場核對，确定鍋爐承压部件如汽鼓、联箱、鋼管、鉚釘等的構造尺寸，是否与圖紙相符。無論新旧鍋爐，現場核對工作均极重要。对旧鍋爐尤其应注意历年磨損、腐蝕、过去所产生的有关事故(如过去是否燒过干鍋等)，在承压部件进行的改进工作等的情况。这是影响核算正确性的主要关键之一。

(2) 查明承压部件的工作溫度及材料性能。如为解放后安装的新鍋爐，一般可以从制造厂的出厂證明書查得材料的牌号及强度。如为旧鍋爐，也应尽量从制造厂家資料中查得必要数据。如无法查得材料的强度数据时，可按下列方式之一进行核算：

1) 根据同一制造厂、同一年代制造的同型鍋爐的材料强度数据进行驗算。

2) 按材料的拉力强度为36公斤/毫米²进行驗算。若驗算結果不能满足提高出力的要求时，应报請省級电业管理单位研究決定，省級电业管理单位可按該鍋爐設備的具体条件及該厂对提高出力的需要程度決定是否升高壓力运行，或指示該厂采取下列方式之一，再进行驗算：

甲、根据具体情况，将材料的拉力强度适当放寬，但不得超过40公斤/毫米²。

乙、取样进行化学分析，根据化学成分来断定其近似鋼号，然后取此鋼号拉力强度的下限值进行驗算。化学分析至少应进行二次，以便对比其結果。

丙、取样进行机械性能試驗。此法虽較正确，但取样后修补困难，故必須十分慎重，非不得已时不宜采用。

(3) 选定計算标准，对于苏联新鍋爐及按苏联标准設計制造的国产鍋爐；在核算强度时应按照1956年苏联国家技术監察机构批准的“蒸汽鍋爐元件强度計算标准”进行(水利电力出版社有中文譯本，1959年版)，这项标准一般較我国1957年公布的“电力工业鍋爐監察規程”第16条所推荐的标准更符合实际情况。其中第49条所規定的封头修正系数，在1957年重經修正(俄文本尚未修正，中譯本已予补入)，在驗算时可采用修訂后数据。强度計算标准中所規定的安全系数，在驗算时不应降低。

对于其他国家制造的鍋爐及按其他国家标准設計的国产鍋爐，主要应按制造厂或制造国家的标准进行驗算，但应同时用苏联1956年标准进行复核，作为決定鍋爐最高工作壓力时的参考。如二种計算有重大出入时，則应查明原因，进行研究。

在驗算时，应对計算核准的全部內容及适用范围进行研究，防止断章取义，曲解条文，以致得出錯誤的結論。

(4) 确定提高数值，从驗算結果，得出計算允許工作压力后，再根据鍋炉运行情况，使用年数，制造及安裝工艺，历史情况，檢修記錄，腐蝕及磨損数值，以及其他缺陷項目(如无可靠記錄，应停炉作內部檢驗)，加以周密考虑。如以上各項条件对鍋炉强度有影响时，应将計算工作压力相应降低，从而确定該鍋炉的最高允許工作压力。最后按照汽机实际需要的汽压数值，在不超过該鍋炉的最高允許工作压力的范围内，初步确定提高出力后的鍋炉工作压力，送交电管局或省級电业管理部门审批。如提高后的工作压力超过銘牌压力10%时，并应抄报水利电力部备案。

按“电力工业鍋炉監察規程”的規定，在决定最高允許工作压力时，不必考虑安全門动作时所引起的汽鼓內压力的升高值。

如提高压力的幅度較大(例如超过銘牌汽压10%)时，应于停炉时进行一次超水压試驗后再决定是否提高。对于目前已在升压运行而尚未进行过水压試驗的鍋炉，应在最近一次停炉檢修时，进行該項試驗。

(5) 調整安全門动作压力。鍋炉工作压力提高数值确定后，应对所有安全門重新校驗，安全門的动作压力应按“鍋炉監察規程”的規定，严格执行，不得超过。在調整彈簧式安全門的排气压力时，应注意不能因压紧彈簧而影响安全門排气时的上升高度。

2. 安全門的排汽容量

安全門为鍋炉最重要的元件之一，其排汽容量必須能保証在任何情况下(例如汽机或电气设备用負荷时)汽鼓內的蒸汽压力不会上升到危險数值，当鍋炉超銘牌运行时，对安全門的排汽容量提出了新的要求，如不能满足以上要求，可能会对鍋炉的安全运行，发生严重影响。

安全門的排汽容量，一般应按“电力工业鍋炉監察規程”上的公式进行核算。但計算时所选用的蒸汽压力，可采取鍋炉的最高允許工作压力(見前面所述的“提高汽压問題”)。由于安全門的排汽量随着蒸汽压力的增加而增加，当安全門的排气容量用額定工作压力計算发现不足时，再用最高允許工作压力复核，有时往往就显得足够了，例如苏联制造的TII-130型鍋炉，照額定工作压力計算，安全門的排汽容量只有135吨/时，根据撫順厂9台TII-130型鍋炉强度驗算結果，其最高允許工作压力都在41.4表压力以上，如按41.4表压力計算，則能满足鍋炉出力提高到158吨/时的需要。

对于苏联以外的其他国家制造的安全門及按其他国家标准設計的国产安全門，主要应按制造厂或制造国家的标准进行驗算，但应同时用“电力工业鍋炉監察規程”上的公式加以复核，作为决定需否加装安全門时的参考。

鉴于目前安全門供应困难，而安全門的排汽容量又与許多因素有关，例如与燃燒方式是炉排炉还是煤粉炉、鍋炉燃燒有无自动或遙控装置、蒸汽系統是单元制还是母管制、蒸汽管道上有无逆止門、并列运行的鍋炉数目多少以及运行人員的技术水平等有关。根据計算結果，安全門排汽容量不足，在决定要否加装安全門时，可按下列情况予以适当考虑：

(1) 三台或三台以上并列运行的煤粉炉，如蒸汽管道上没有逆止門、燃燒有自动控制或遙远控制装置，安全門的最大排汽容量不足10%以下时，可以暫緩加装。

(2)三台或三台以上并列运行的炉排炉，如蒸汽管上没有逆止門、燃燒有自动控制或遙控裝置，安全門的最大排汽容量不足6%以下时，可以暫緩加装。

(3)单元式机組的安全門排汽容量，不得低于鍋炉最大出力。几台鍋炉单独供給一台汽机或虽供应几台汽机但最后通过一台变压器向外供电时，安全門的排汽容量，亦不得低于鍋炉最大出力的总和。

全安門的排汽容量，按最高允許工作压力核算仍感不足，而又不符合上列(1)(2)两种情况时，应加装安全門。目前已在提高出力运行而安全門排汽容量不足的鍋炉，应設法在短期內进行安装，并应訂出防止汽压上升的措施及应付异常情况的注意事項，在規程中明确規定，要求运行人員严格执行。

安全門的排汽容量，与安装及維護情况有密切关系。在提高鍋炉出力的同时，应按照“鍋炉監察規程”的要求，对安全門的安装情况作一次細致的檢查，并应經常加强維護工作，定期进行校驗，提高檢修质量，保証动作灵活准确，以充分发挥現有安全門的作用。

3. 磨損問題

煤粉鍋炉受热面及附属机械的磨損問題，在燃燒低质煤以来，已显得十分突出，鍋炉提高出力后，在燃用同样煤种的情况下，磨損将更为加剧，必須十分重視。例如，阜新厂鍋炉吸风机风叶，原可維持运行三个月左右，提高出力运行后，运行38天就必须焊补更換备用叶輪。望亭、西村等电厂也普遍存在风机磨損問題。据辽吉电管局反映，今年一季度网內七个火力发电厂，就发生数次因风机磨損而产生的停炉障碍，因此，受热面的磨損問題更須引起我們重視，但目前尚缺少提高出力后磨損的准确記錄数据，在今后工作中应加强对磨損部件的檢查、記錄、統計工作，以便据以制訂更完善的防磨措施。

自从全国推行燃用低质煤发电以来，各厂已积累了不少防止磨損的經驗，初步掌握了磨損的規律性。根据各厂實踐証明，在煤粉炉的省煤器、过热器、空气預热器等受热面、吸风机叶片、噴燃器及其周圍水冷壁管、球磨机鋼瓦及其出入口短管、旋风筒和全部煤粉管道的弯头、除尘器及烟道等处都是較易磨損的地方，还有旧式拔柏葛型鍋炉炉內第二段火墙处的管束磨損也比較严重。在上述各部位有时出現局部磨損，其速度与危害性远远超过普遍均匀磨損。而产生局部磨損的地位，大都在烟气走廊兩側，或与墙靠近的管段上，如省煤器靠墙的弯头和穿墙的管段。还有由于安装或檢修质量不良及排列不整齐，在烟道走廊中突出的管段，省煤器支架旁边，防磨裝置接头不严，管束中間的擋火墙不严等所产生的漏孔間隙后面的管段，都是发生劇烈的局部磨損所在。因此，必須建立定期的檢查制度，在每次檢查时，应作好詳細測量記錄，以資分析比較。檢查周期应根据煤质及运行条件来确定。总之，防磨檢查工作，应与防磨裝置并重，不可只靠防磨裝置而忽視經常檢查。

在运行上的防止磨損措施，主要是正确掌握运行操作，如减少漏风、保持适当的过剩空气系数、防止燃燒偏斜、保持适当的煤粉細度、及时吹灰除焦、以保持較小及均匀的烟流速度。在国内有不少同类型鍋炉燃用同样煤种，由于运行操作不同，产生相差悬殊的磨損实例。在防磨裝置措施方面，會議认为1956年全国燃用低质煤技术經驗交流會議上所介紹的各种防磨措施以及这次會議上撫順厂的防磨总结中所补充的几点，都是行

之有效的措施，可以繼續推廣。在採用這些措施時，應遵守所提出的工藝過程，否則其效果將會降低。同時應當提出的是，防磨角鐵雖對被保護的管段有一定效果，但對其下一層或下面幾層的管段又促進了磨損，應改用弧形鐵，或撫順廠貼焊鐵棍的辦法。

在防磨工作上，特別是對各缺電地區除加強各項防磨措施外，還必須根據已掌握的磨損規律，積極做好備品的儲備工作，如未裝除塵器或除塵器效率低的鍋爐吸風機葉片、少量的省煤器管、水冷壁管、過熱器管、磨煤機鋼瓦、少數特殊型式的汽水閥門、滾珠軸承、爐排片及灰漿泵、葉輪等。由於器材和經費的限制，由省級電業機構集中儲備一些重要的備品是較適宜的。

除了生產單位進行上述各項防磨措施外，建議設計和製造單位也在事先根據煤質做適當的防磨考慮。同時各地區應與科學研究單位合作，進行防磨陶瓷化等新技术的研究試驗工作。

鑒於我國目前鋼材產量尚不豐富，會議認為，因提高出力後而使磨損急劇增加，使用年限過於降低是不適宜的。認為鍋爐尾部受熱面的使用年限過於降低是不適宜的。使用年限一般應保證不短於10年，即均勻的磨損率每年不應大於0.15~0.2毫米。

4. 結焦問題

鍋爐提高出力後，由於爐膛熱力強度增加，結焦堵灰現象將比以往加劇，在目前條件下，解決結焦問題首先應從調整運行着手，如在運行中力求保持各噴燃器的負荷均勻，保持適當的一二次風比例，調整燃燒中心；減少制粉系統和爐牆的漏風；保持適當的過剩空氣量；保持一定程度的煤粉細度；制定並嚴格執行吹灰打焦制度等。阜新發電廠的經驗證明，加強吹灰工作是防止結焦的有效措施之一。其次，某些電廠作了一些設備改進工作，如增加水冷壁，或將埋於爐牆內部的水冷壁管改為裸管，拆除部分燃燒帶，改變噴燃器角度，增加通焦孔，加裝吹灰器等措施，也獲得一定的效果。但如遇燃用灰熔點較低的煤種，在爐膛熱負荷較大情況下，雖進行各種調整，有時仍不能收到預期效果，妨礙了鍋爐出力的提高，可考慮採用適當改進措施。如目前有些電廠將原有鍋爐改為液態除渣爐的措施，根據這些廠試運結果，證明已能基本上解決結焦問題，但因運行時間尚短，還有一些問題需要進一步研究解決，俟經驗較完整成熟後，再進行推廣。

5. 水循環問題

鍋爐超銘牌運行時，對水循環的影響來說，有其不利的一面，也有其有利的一面。應該結合鍋爐的具體結構及運行條件，利用已有的同型鍋爐試驗資料加以分析研究，通過試驗或驗算，而肯定提高出力後水循環的可靠性。

提高鍋爐出力對水循環有利的方面是：（1）回路中蒸汽發生量多，使運動壓頭增大，汽水混合物的流速普遍升高，在同樣熱負荷不均勻情況下，以往流速為負值的管子，可能變為正值。（2）提高出力後，爐膛火焰充滿程度增大，如果受熱面結焦情況不比以前惡化，則熱負荷不均勻情況將因此而改善。

鍋爐提高出力時，對水循環不利的方面是：下降管和導汽管（如果有時）的阻力降增大，以及燃燒室易於發生結焦現象。前者使上升管的壓差減小，後者使熱負荷不均勻程度加甚。下降管截面比及導汽管截面比，比較大的鍋爐，提高出力時水循環安全性較有保證，一般不會有大的問題（沒有上聯箱的導汽管則更好）。而結焦現象一般可以通過

运行調整及維護(除焦)等工作而得到改善。

对于高、中压鍋炉來說，提高鍋炉出力时，对水循环安全性的檢查一般应按下述几个步驟进行：

(1) 第一步工作是仔細分析鍋炉的循环回路。分析时应注意下列問題：鍋炉共有几組独立的循环回路；算出它們的下降管截面比及导汽管截面比，查明上升管的高度；各回路中存在哪一些結構上造成的热負荷不均因素，有无个别形状特別或长度突出的管子(阻力系数大)，并根据以往的运行情况，估計提高負荷时受热面上可能結焦的部位，注意这些部位是否与結構上的热負荷不均因素相重，因而加甚了該循环回路的热負荷不均程度；各回路中有无水平的或对水平綫傾斜度很小的管段等等。經過这样的分析以后，初步可以判断：各回路的循环可靠性大致如何。各組回路分別考虑完毕后，再对它們进行比较，比較它們的截面比、上升管高度，下降管和导汽管的管路阻力、連入汽水分离装置的方式等等，从而可以大致判定在本鍋炉的循环回路中，那几組情况相似(一般左、右侧水冷壁是相似的)，那几組比較安全，那几組的循环安全性較差(相对地看)。

分析循环回路的目的，是为了运用炉水循环的基本規律，初步找出各循环回路的薄弱环节，初步确定在各組回路中，那些回路的特性較差，这样便可以合理地縮減工作量。因为，如果循环特性差的回路尚且无問題，那末，除非运行上加进了新的不均衡因素(例如結焦)，其它回路将也是安全的。但如果特性較差的回路經檢查后确实有問題，則应进一步檢驗其他回路。

(2) 进行水循环計算。通过水循环計算，再結合具体情况分析判断，可以預見鍋炉提高出力的水循环安全性。目前所通用的是苏联中央汽輪机鍋炉研究所(ИКИ) 1950年版的“水循环計算标准”。遵照其中的規定，参考該书后面的計算例題，便可进行計算。水利电力部技术改进局鍋炉专家菲利莫諾夫同志在炉內过程学习班作的讲课报告中，对水循环計算作有詳細的闡述，应用“計算标准”以前，可参考閱讀該讲课材料。

在計算过程中，要注意热負荷在輻射受热面上的正确分配及热負荷不均匀系数的正确選擇，同时对帶有再循环管或下降管受热的回路，不能用飽和水密度进行計算。根据过去所作的計算及实际測量比較，証明苏联的計算标准是具有相当准确性的。

通过計算，可以比較鍋炉提高出力前后水循环安全性的变化趋势。因此，应当分別按正負荷及提高出力后的負荷进行水循环計算(最好按三个負荷数进行計算)。如果計算系数有所改善，而不是恶化，并且在循环倍率及下降管“抽空”方面都沒有問題，那末，只要炉膛結焦情况不比以往加甚，便可以不作水循环試驗就提高鍋炉的出力。如果計算表明，在正常負荷下水循环試驗安全性已有問題，或者提高出力后水循环安全性比正常負荷时有所降低，或者提高出力后燃燒情况有較大的改变，結焦加剧，在这些情况下，均应作水循环試驗来判断提高出力后的水循环安全性。

(3) 进行水循环試驗，通过水循环試驗，可由压差計直接看出被测管中的流速方向和数值，从而判定其中循环是否正常，还可进而查出回路的問題所在。因此，水循环試驗是判断循环可靠性的最有效的方法。

水循环試驗是最后判断水循环安全性的有效措施，必須注意測量的准确性，防止由于測量錯誤而得出不正确的結論。

在过去一段时期中，曾結合鍋炉提高出力的工作，对TII-170及TII-130 鍋炉进行了

水循环的驗算及实际測量，对ЦКТИ-75炉、捷克75吨/时炉、民主德国50吨/时鏈条炉及民主德国75吨/时煤粉炉进行实际运行考驗，可以初步說明这些型式的鍋炉，如果运行条件(燃燒均匀性、結焦情况、水位、汽压稳定情况等)不比提高出力前恶化的話，一般說来，在提高出力15~20%的情况下，水循环仍然是相当安全的。

旧式分联箱的鍋炉(C.T.M.和B & W或Borsig)，由于型式众多，結構各异，水循环安全性程度各有不同，有的在正常負荷下就有問題，有的則在提高出力情况下将发生問題。一般說来，問題多半是在上层排管内发生倒流及汽水分层現象，威胁排管的安全运行。大同发电厂在80吨/时鍋炉上的試驗証明，上层排管加套管，下层排管加縮孔的办法可以增进上层排管的安全运行。

对于小容量低压鍋炉來說，由于工作压力低，汽与水的密度相差大(与中、高压鍋炉比較)，在同样的条件下，它比高、中压鍋炉所能产生的运动压头就来得大，因而低压炉的水循环問題并不象高、中压炉那样的突出。如果过去长期运行中并未发生过水循环故障，同时上升管截面比大于20%，导汽管截面比在30~35%左右，一般說来，提高出力10~20%，水循环問題是不大的。

水循环計算及水循环試驗的工作量是相当繁重的，同时也要求使用一些特殊的仪表，因此利用已有的計算和試驗資料，是一个簡便可行的办法。但是，必須着重指出，各厂在利用同型鍋炉已有的計算和試驗資料时，应特別注意結合自己鍋炉的具体情况，从結構上及运行条件上进行詳細比較。

大会分发的“鍋炉提高出力中的水循环安全性問題”及“水循环試驗方法”，可供各厂提高出力时的参考。

6. 蒸汽品质問題

改善蒸汽品质，是鍋炉及化学工作者的共同任务。各厂在考虑改善蒸汽品质的措施时，必須从运行操作、炉內装置及水处理方式全面加以考虑，得出經濟合理和切实可行的办法。

从目前所掌握的情况看来，鍋炉蒸汽品质不良的現象較多，一方面是由于軟化水的补給量过大，另一方面是由于炉內汽水分离装置的不合理或安装质量不符合設計要求。对于第一种情况來說，首先應該設法回收凝結水，減少汽水系統的泄漏，改善水处理設備的运行操作。关于汽水分离装置，各厂应首先进行的工作，是根据图纸对分离装置进行仔細的檢查和改正，然后通过热化学試驗的鉴定，进而考虑改进工作。

炉內装置的选择，与炉水含盐量、蒸汽管的引入地位、蒸汽引出管的分布情况等有关。根据几年来各电厂的实践經驗，會議推荐下述几种改装办法：

(1) 汽水混合物由汽鼓水面以上进入的，可采用槽形擋板或圓弧形擋板式汽水分离器。过去有些厂安装后，效果較佳。

(2) 汽水混合物由汽鼓水面以下进入的，可采用水下孔板式汽水分离装置，苏联在这方面有成熟的經驗。

(3) 汽水混合物一部分在汽鼓水面上、一部分在水面下进入的，可将圓弧形擋板和水下孔板結合起来应用。某厂改装后，效果尚佳。

(4) 带水冷壁的CTM鍋炉，蒸汽負荷集中在汽鼓两端，可采用水下孔板、弧形擋板及二端装置炉內旋风子的分离装置。苏联技术改进局为某厂設計的分離装置，就是这种

型式。

(5)中、小容量低压鍋炉，一般汽鼓容积很大，提高出力后，蒸汽品质問題不大。一般只要求修改擋板位置，或将汽水分离器疏水管位置略予变更，不使疏水上溢，破坏分离器的作用，或改成圓筒式分离装置，均可收效。

(6)TII-230-2型鍋炉，由于洗汽装置所形成的水膜过厚，影响到蒸汽带水，有的电厂已按苏联經驗进行了改装。証明在水槽下部加装导管，使部分給水直接进入水下，以减少水膜厚度，对蒸汽品质的改善，有显著的效果。

蒸汽品质和运行条件有很大关系，提高出力后应注意維持負荷稳定，保持正常水位，减少凝結水損失，按照热化学試驗所制定的方式定期排污，做到这一点有时不进行任何改装也能收到同样的效果。

7. 风机容量問題

各厂提高鍋炉出力的过程中，送引风机容量不足，是一个比較普遍遇到的問題。根据各厂經驗，这一問題可以通过下列措施加以解决：

首先应从改善运行条件、提高安装维护质量、减少烟风道系統阻力着手。因为风机的实际出力，不但决定于风机本身的运行参数(风量、风压、轉速、功率)，而且在頗大的程度上决定于运行条件的好坏(烟道、积灰、漏风、除尘器运行不良等)，安装维护的质量(导向器装置不良、气封間隙过大、檢修叶片质量不良等)以及烟风道系統阻力的大小等。

堵塞漏风是改善运行条件的重要措施。例如，某电厂一台鍋炉拟提高出力至50吨/时(原40吨/时)，起初认为风机出力不足，要改进风机。但在经过实际試驗測量后，发现預热器漏风严重，经过計算說明，如果解决了預热器的漏风問題，风机可以不須改装就能滿足提高出力的要求。

降低管道系統的阻力，可能性是很大的，特别是解放以前安装的一些鍋炉，管道的設計往往存在不合理的状况，使阻力过大。各厂可結合現場实际情况及材料供应情况，重新設計、改装，以达到提高风机出力的目的。

当考虑改变风机参数时，采用加大风机叶輪外徑 D_2 的办法，是一个简单有效的办法(如IIH-53，风机叶片加长5%，风量增加15~20%，加长10%，风量增25~50%)，有些电厂采取这一办法，部分地解决了問題。应当注意馬达是否能滿足加长叶片之后的需要，同时这一办法并不适用于叶片很狭的风机。

提高风机轉速，也是提高风机出力的簡便方法之一，特别是对于不能采用加大叶輪外徑 D_2 的风机，更有现实意义。在采用这一办法时，同样应注意馬达的容量是否能滿足提高轉速之后的需要，而且对叶輪的强度要进行核算。至于提高轉速，是采用更換較高轉速馬达，或是重繞原馬达，或用三角皮帶变速，則需結合現場条件加以合理的选择。

如果风机的型式陈旧，效率不高($<50\%$)，而且又无法采用加大叶輪外徑 D_2 或提高轉速的办法，来达到滿足鍋炉提高出力的要求时，則可对风机进行全面改装——換用一个高效率的新式风机叶輪，是值得考虑的。在这种情况下，一般都可以不增加电动机的耗电量(有时甚至减少)而能滿足提高鍋炉出力的要求。如石景山厂鍋炉引风机改为II-40-3型后，不但滿足鍋炉出力由38吨/时提高至45吨/时的需要，而且馬达电流較改装前下降了7安培(40吨/时)。

关于提高风机的出力的具体方法，設計計算等問題，可参考會議中所发的技术改进局“提高风机出力的途徑”的資料。

8. 制粉系統出力問題

制粉系統在鍋爐提高出力后出現的情况是：有的电厂燃用低质煤，磨煤机的出力赶不上鍋爐的需要，直接影响鍋爐出力的提高；有的电厂磨煤机虽能勉强維持鍋爐的需要，但这时煤粉仓內不能保持安全粉位。由于磨煤机(儲仓式)的运行時間比提高出力前延长了，造成磨煤机檢修時間不够，因而提高磨煤机出力工作就显得特別需要。根据各厂經驗，通过仔細的运行調整試驗，磨煤机的出力一般是可以提高的。下述几方面是在目前情况下提高鋼球磨煤机出力的可行的办法。

(1) 加强磨煤机的通风：可以从这几方面着手进行：1) 在不影响一二次风的配合条件下增大一次风量(制粉系統排风用作一次风时)；2) 加装再循环风管或三次风管；3) 消除系統漏风，对不合要求的鎖气器进行改装；4) 降低系統阻力，如取消多余擋板，改进不合理弯头，磨煤机出入管道的改进等；5) 必要时改进排粉机，以提高其容量及压力。

(2) 选择适当的鋼球量及鋼球直徑：根据各厂运行經驗，一般 250/390 型鋼球載量为 16~22 吨，287/470 型为 24~30 吨。有条件时应爭取由試驗来确定。

鋼球直徑的选择，按照我国动力用煤較軟的情况，一般可采用 30~40 毫米，当煤块大或煤质硬时可以加入部分 50 毫米的鋼球。有了适当的鋼球裝載量和鋼球直徑后，还得与提高磨煤机鼓內通风量相結合，才能有效地提高磨煤机出力。

(3) 有自动調节設備的电厂，可試安装磨煤机內煤負荷調节器的測量裝置，以維持磨煤机經常在最良好的裝煤量情况下工作。在天津一厂成功地运用了这个办法，使磨煤机出力提高 2 吨/时左右，节电 3~5 度/吨。不过这种方法，在国内还是初次試驗，經驗还不多，尚需繼續积累。其次，进入磨煤机的原煤粒度，对磨煤机的出力有一定影响。經驗証明，粒度維持在 15~20 毫米是适当的，因此装有碎煤机的电厂，應該进行运行調整，使进入磨煤机的原煤粒度合乎要求。如果碎煤机調整良好，并不会增加整个制粉系統的耗电量。有的电厂經驗証明，还能降低整个制粉系統的耗电量。

另外，圆盘式給粉机在鍋爐提高出力时常感不足，解决办法是将齒輪刮板切削掉一部分，以增加板間的容积。

9. 汽溫問題

汽溫对过热器管的安全有重大的关系，因此，在提高鍋爐出力时，应保持汽溫不得超过允許的数值。根据这一时期各厂提高出力試驗情况初步分析，蛇形管溫度偏差幅度，并没有比提高出力以前增大的情况。在超銘牌出力运行下，由于炉膛火焰充滿程度較好，只要注意燃燒調整，保持受热面清洁，就可以不致引起偏差幅度增大的問題。

但是，由于我們实践的时间还短，加上試驗測量的数据不多，因而这一問題仍然需要繼續进行測量試驗，以便积累更多的数据，加以分析，得出結論。

过热蒸汽溫度升高，在許多厂鍋爐提高出力的情况下都碰到了这一問題。目前大多数是进行調整燃燒及利用原有的減溫器的裕度来解决的。但是，应注意的是有些电厂的鍋爐的減溫器已用足，而且由于风机容量較小，鍋爐的过剩空气系数甚小，化学未完全燃燒損失較大。为了改善鍋爐經濟性及其調整灵活性，就須提高风机出力以增加过剩空气量，这样就将出現汽溫过高而不易調整的問題。另外在旧式鍋爐上，有許多是没有装

設減溫器的。

對於這些鍋爐，提高出力後汽溫升高問題，應首先從調整燃燒中心及一二次風和堵塞漏風着手，然後才考慮改進設備。在考慮改進措施時，也應先從簡易可行的如增減折焰牆、減少衛燃帶、管壁塗耐火塗料着手，最後再考慮是否需要減少過熱器受熱面，或增加表面式、混合式的減溫裝置；在考慮增加混合式減溫器時，應特別注意保證減溫水的质量，以免引起過熱器及汽機葉片的結垢。

10. 儀表問題

鍋爐提高出力後，一些運行參數將有所提高，接近了設計限額。如果儀表的指示不准，就可能造成嚴重的後果，因此，對儀表的運行維護工作應予特別注意。從幾個月來各廠提高出力的實踐工作中，普遍遇到的問題是：

- (1) 鍋爐蒸汽或給水流量表最大讀數不夠大。
- (2) 蒸汽參數有變動，流量表指示讀數必須修正。
- (3) 汽鼓壓力有所提高，差壓式低地水位表必須更正。
- (4) 帶有給水自動調節的給水閥門不夠大，自動控制不能應用。

這些問題可以採用以下幾種方法來解決：

(1) 當流量表的最大讀數不夠大時，除了鐘罩式流量表外，都可以採用更改流量表的負壓容器來予以解決，這是最簡便的辦法，也是在不能停機、停爐的客觀情況下，唯一可能採用的辦法。但是，由於原流量設計的公式中改正因素之一 ϵ 有所改變，壓差與流量的關係也將隨着變化。根據計算結果，其壓差值將增加，這時，所得到表的讀數僅是近似值。因此，在條件可能時，最好的辦法是更換流量表的孔板或者是孔板與負壓容器同時更換。但在某些蒸汽管道直徑較小，已不能與所需要的流量相適應時，可以將孔板改用噴嘴，或者可將安裝孔板地方的管道另換一段直徑較粗的管子。而將孔板改用噴嘴的辦法是比較有利的。雖然改用噴嘴時，成本較高，安裝上比較困難，但在長期運行時不易變形，而且在小流量時，能保持一定的正確度。究竟採用哪一種方法，各廠可以根據具體情況決定。

(2) 提高出力後，蒸汽參數必然有了變動，這就使實際流量與指示流量之間有了差異。在更改孔板有困難的情況下，可以繪出修正曲綫，作為運行的參數。一般來講，過熱蒸汽溫度在提高出力之後變化不大，即使變化 10°C (以 30 大氣壓、 400°C 的蒸汽為例)，修正係數只為 0.86%，而蒸汽壓力則變化較大，如變化 1 公斤/厘米² 時，修正係數為 1.65%。

如已更改孔板、適應新的出力時，則在計算時已利用了新的蒸汽參數，修正的問題也就不存在。

(3) 汽鼓壓力將隨出力的提高而增加，差壓式低地位水位表的感受壓差隨着汽鼓壓力的變化而與原設計不同，解決的辦法是更改水位表的表面刻度，如壓力變化不大時，也可以忽略不計。

(4) 提高出力後，也發現帶有給水自動調節的給水閥門不夠大，必須啟用另一條給水管路的閥門，使自動控制不能使用。因此，建議各廠根據實際需要，放大給水閥門開口的面積；有些廠鍋爐上用的給水調節閥門是雙座的，上下開口，由於開口太大，過去有些廠把上部開口封閉了，現在可以考慮恢復，並在恢復後進行一次閥門特性試驗。這樣作，可以

使在提高出力的情况下，既不同时利用二根給水管路，而又不影响自动控制的运行。

(三)提高出力后，运行及检修中注意事项

鍋炉提高出力后，一些运行数据均接近設計限額，有些甚至超过額定限額（如汽压、爐膛热負荷、烟气流速等）。虽然在提高出力过程中，采取了上述一系列技术措施，如果在运行及检修中注意不够，将会使这些措施得不到应有的效果。因此，會議认为，必須对运行及检修工作提出下列几点要求：

1. 运行方面

(1) 根据計算、試驗及檢查、鉴定的結果，修訂运行規程中的运行参数，重划紅綫；在按照新紅綫运行前，汽鼓、过热器及省煤器的安全門均应重行調整（如提高汽压时），流量表也应予以校准。

(2) 对提高出力后可能带来的运行問題，例如，安全門容量不符合規定要求，可能发生的超压問題；过热器管壁温度高，可能引起蠕脹問題等，都应制訂周密的运行及处理措施，以預防事故的发生，同时也应加强这方面的反事故演习。并对事故处理規程进行必要的补充和修訂。

(3) 加强对运行人員的培訓，要求将提高出力的技术內容全部講清楚，使运行人員心中有底。

(4) 加强运行中的巡回檢查及交接班檢查，石景山电厂通过看火孔監視爐膛，用听筒傾听爐內声音，曾多次发现过热器管輕微泄漏及水冷壁管因磚卡子脫落而振动等現象，及时防止了事故的发生。

(5) 加强对各种表計，特别是压力表、温度表和水位表等的监督和分析，以保証表計正确和及时发现运行中的异常現象。

(6) 在运行中力求保持汽压、汽温、水位的稳定。

(7) 应保持鍋炉机組的通风系統、燃燒系統、制粉系統負荷的均匀分配，以防止烟气流偏斜。

(8) 及时地細心地进行受热面的除渣及吹灰工作。

(9) 加强燃燒調整工作：調整燃燒火陷中心、調整炉排上的火床，以提高鍋炉机組运行的經濟性；消除制粉系統和其他处所（如磨煤机、鎖气器、擋板防爆門、檢視孔、人孔、穿过炉墙的管孔）的漏风，降低过剩空气系数，以降低烟气流速。

(10) 在运行中严格注意煤粉仓粉位，力求不低于規定高度，注意煤粉仓温度。

(11) 根据各鍋炉机組的特性，合理地分配負荷。

(12) 加强化学监督，严格执行化学方面所規定的排污量及次数，如提高出力前未进行热化学試驗的，应补作。

2. 检修方面

(1) 加强設備缺陷的檢查，并及时予以消除，严格执行大小修中的驗收及檢查制度，和健全技术記錄。

(2) 通过检修或小改进，消除提高出力的卡脖子問題。

(3) 根据各厂經驗，經常仔細地对受热面的磨損与脹粗情况进行檢查及測量，及时采取預防措施，以預防受热面由于飞灰磨損、吹灰器磨損、膨脹、凸包等引起的事故。

这方面的工作应注意下列几项:

- 1) 由熟悉设备情况的专责人员进行检查测量, 以保证测量结果的正确性。
- 2) 每次停炉时, 必须仔细检查其受热面, 对保护装置的情况进行监督, 如发现有损坏时, 立即消除。在有磨损可能的管段上, 应有系统的测量管子的直径, 测量之前, 应将管段的外表面清理干净, 每次测量应在同一个地点上, 以便积累资料, 进行比较。除重点在规定的地点进行测量外, 还应对受热面作全面检查与测量。测量及检查的结果, 应记入记录本内。
- (4) 提高安全门检修质量, 保持安全门的动作灵活可靠, 禁止在运行中用加压或压紧弹簧的办法来减少安全门的泄漏。
- (5) 在提高出力后第一次小修中, 组织一次仔细的内部检查。注意有无蠕胀、绝热层脱落等情况。如提高出力前, 已有局部磨损现象, 应特别注意磨损检查。
- (6) 在检修中, 严格检查汽鼓内汽水分离器及减温器内部情况, 如有泄漏及不正常情况, 应立即修复。
- (7) 根据设备条件和过热器管内的结垢情况, 定期冲洗过热器。
- (8) 健全备品制度, 对于易于磨损或烧毁的部件, 如引风机叶轮、炉排块、老鹰铁、必要的钢管、耐火砖等, 应有必要的备品。

(四) 今后的研究工作

虽然我们在锅炉提高出力工作中取得了一些经验, 但也有些问题并没有完全解决, 需要进一步研究; 有些措施还不完善, 需要继续积累资料, 以便改进目前所采取的措施。经过讨论, 认为附表所列几个问题必须进一步予以研究。

二、省局(厅)或电业管理局锅炉监察工程师 一般工作范围

- (1) 各省局(厅)或电业管理局锅炉监察工程师, 负责按“电力工业锅炉监察规程”的要求, 对所属企业的锅炉、管道、承压容器(以下简称受监察设备)进行监察。
- (2) 所有新建、移装、改装或残旧恢复的受监察设备, 在投入运行之前, 必须由锅炉监察工程师进行技术检验(包括内部检验、超压水压试验及蒸汽全压试验)。建设单位及施工单位均应协助锅炉监察工程师进行检验工作。锅炉监察工程师在检验后, 应提出消除缺陷及可否投入运行的意见。
- (3) 对使用或备用中的受监察设备, 按“电力工业锅炉监察规程”的要求, 进行定期及非定期性的技术检验。每次检验后, 应在各该设备的“技术检验活页登录簿”上提出意见, 由企业的运行监察工程师及安全技术工程师监察执行。锅炉监察工程师并应将所提出的意见, 报知有关单位。
- (4) 使用中的受监察设备, 经检验后, 如发现有发生重大爆破事故的可能时, 锅炉监察工程师有权要求企业负责人停止该设备的使用。在缺陷消除后, 方可重新投入使用。