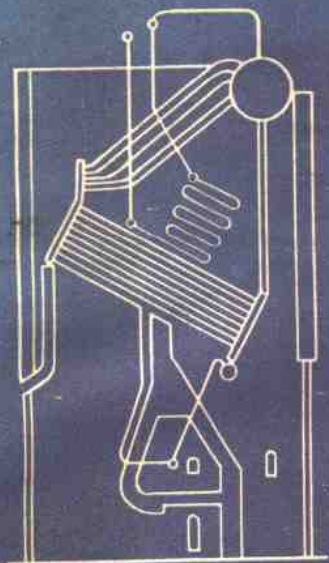


103369

~~32693~~



中华人民共和国劳动部劳动保护局编  
水利电力出版社出版

1962.11.2961

# 锅炉问题解答

清华大学  
图书馆

# 鍋 炉 問 題 解 答

中华人民共和国劳动部劳动保护局編

\*

2214R484

水利电力出版社出版 (北京西郊科学路二里沟)

北京市书刊出版业营业許可証出字第195号

北京市通州区印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行 各地新华书店經售

\*

787×1092 1/32开本 \* 286印張 \* 57千字

1959年11月北京第1版

1959年11月北京第1次印刷(0001—8,320册)

統一书号: 15143·1790 定价(第9类)0.29元



## 前 言

苏联鍋炉監察专家 A.A. 季托夫同志，在我国内蒙、东北等地协助我們工作时，有关单位向他提出了有关鍋炉制造、安装、运行、檢修和改装等方面的問題近三百件，其中包括各种类型的高压、低压、煤粉式及鏈条式鍋炉的各种問題。专家在解答这些問題时，不但介紹了苏联的先进經驗，同时也結合了我国的具体情况。为了帮助鍋炉工作人員研究和解决工作中的問題，我們特将专家对問題的解答汇编成册，以供参考。在所解答的問題中，絕大部分都有代表性和现实意义，但其中也有些問題是根据某厂的特殊情况和条件提出来的一些解决問題的临时措施，因此不能机械地搬用。

这本汇编是随专家学习的十位同志，根据专家解答問題的筆記，整理編写而成。在編写过程中，虽經过討論修改，但未經专家审閱，可能还有錯誤和不妥之处，欢迎讀者批評指正。来信請寄北京中华人民共和国劳动部劳动保护局鍋炉处。

劳动部劳动保护局

一九五九年五月

# 目 录

|                |    |
|----------------|----|
| I. 鍋炉本体        | 3  |
| 一、汽鼓           | 3  |
| 二、炉胆           | 10 |
| 三、联箱           | 12 |
| 四、炉管           | 13 |
| 五、汽鼓内部装置       | 16 |
| 六、其他問題         | 18 |
| II. 防焦箱和水冷壁    | 20 |
| 一、防焦箱          | 20 |
| 二、水冷壁          | 23 |
| III. 过热器       | 33 |
| 一、过热器管壁温度的測量方法 | 33 |
| 二、过热蒸汽温度的調整方法  | 34 |
| 三、过热器的制造方法及材料  | 40 |
| 四、其他問題         | 43 |
| IV. 省煤器        | 45 |
| V. 管道          | 47 |
| 一、蒸汽管道和給水管道    | 47 |
| 二、排污管道         | 52 |
| VI. 附件         | 53 |
| 一、安全閥          | 53 |
| 二、水位計          | 56 |
| 三、閥門           | 58 |
| 四、指示器          | 59 |
| VII. 燃燒設備      | 60 |
| VIII. 炉架和絕热层   | 69 |
| IX. 其他         | 72 |
| 一、水压試驗         | 72 |
| 二、附屬設備         | 73 |
| 三、鍋炉材料         | 74 |
| 四、提高鍋炉蒸发量      | 79 |
| 五、其他問題         | 80 |

## I. 鍋爐本体

### 一、汽 鼓

1. 問: TII-170型鍋爐的出厂証明书中, 沒有半球形封头的强度計算資料, 我們想对其强度进行核算, 但未找到适当的計算公式, 請专家帮助解决。

答: 苏联近年来在鍋爐制造上采用了半球形封头, 它系鋼坯冲压而成(图1)。半球形封头上的应力分布得均匀, 只要其厚度不小于汽鼓中段 A 的厚度即可, 一般不必进行强度計算。

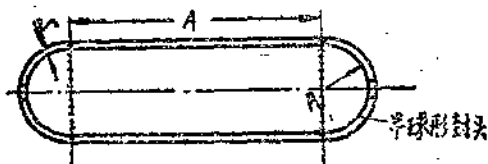


图 1

如果想对半球形封头的强度进行核算, 則可采用下列計算公式:

$$S = \frac{P \times R_s}{200 \times \sigma_{\text{don}}} \text{ (毫米)}$$

式中  $S$ ——半球形封头的厚度, 毫米;

$P$ ——計算压力, 公斤/厘米<sup>2</sup>;

$R_s$ ——半球形封头的內半徑, 毫米;

$\sigma_{\text{don}}$ ——許用应力, 公斤/毫米<sup>2</sup>。

半球形封头的厚度, 一般都超过汽鼓中段 A 的厚度, 这

是为了满足加工过程的需要。如果其厚度太薄，则冲压时会使钢板边缘发生裂纹。半球形封头人孔处显得特别厚，这对人孔处的削弱起了补偿作用。为了工作的需要，苏联允许在封头上开个别直径不大的孔，其地位应尽量靠近封头的中心，并注意此处的焊接质量。若你们要在封头上多开几个孔，或者开孔的直径过大，则必须与这台锅炉的制造厂联系解决。

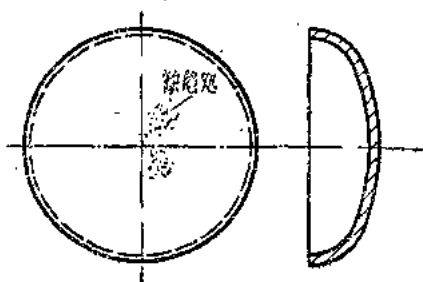


图 2

**2.问：**用超声波探伤，发现一中压锅炉封头中部有小面积的夹灰或夹层现象(图 2)；请问这种缺陷是否允许？

**答：**此缺陷可能是夹灰而不是夹层，希进行钻孔检查。钢板中有

小的夹灰尚不危险。如果许多小的夹灰连成链状，就将引起应力集中，对于这种缺陷是绝对不允许的。

**3.问：**46毫米厚的钢板卷圆，是否可以采用冷卷方法？

**答：**钢板厚度不超过圆筒内径的2.5%时，可以采用冷卷方法，否则应进行热卷。不过，在设备条件的限制下，对应该进行热卷的钢板而采用了冷卷的方法，则须在下一步加工之前，进行回火热处理，以消除严重的加工硬化和内应力。如果钢板卷圆后，其加工硬化不严重，那可待焊接后一并热处理。

**4.问：**TH-230 型锅炉的汽鼓焊缝附近发生裂纹(裂纹长 300 毫米，深 50 毫米)(图 3)，经检查证

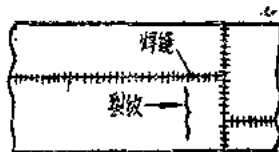


图 3

明鋼板本身无缺陷，故想对这个焊缝进行割补，然后再局部热处理，請問这样修理是否妥当？

答：在苏联，当汽鼓只发现这种缺陷时，在未找出原因和作出处理决定前，是不进行加工修理的。現在你們檢查后，証明材料没有缺陷，那可能是由于焊接过程不当而引起的，因之对这个缺陷可以进行割补，然后再局部热处理。

5.問：汽鼓进行钻孔时，将直径76毫米孔的位置钻错了，現已将其补焊(图4)，請問是否妥当？

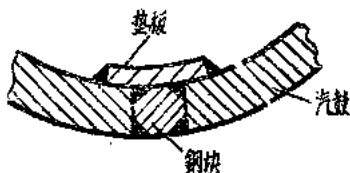


图4

答：你們这样进行补焊是不允許的，在焊接的热影响下，填补的金属块的組織会发生变化而产生裂紋。正确的处理方法是在孔上焊一段管子接头，而且不需要加焊堵板(图5)。

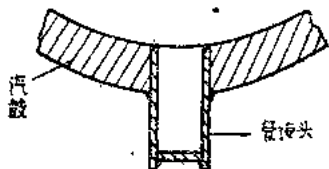


图5

6.問：汽鼓的焊缝上是否允許有鉚釘孔？

答：不許可。因为这样会降低焊缝的强度。

7.問：臥式外燃回火管鍋爐的汽鼓周圍焊缝被蒸汽出口的法兰遮住了(图6)，这样是否允許？

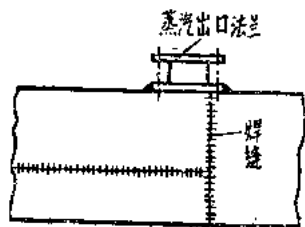


图6

答：这样做不允許，因对此焊缝无法进行檢查。

8.問：鉚釘孔离鋼板边缘的距离应该是多少？

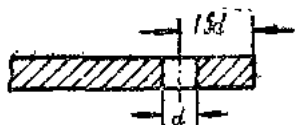


图 7

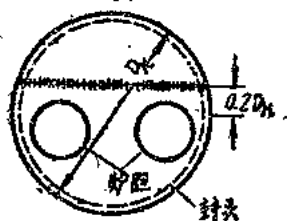


图 8

答：此距离应不小于 1.5 倍的铆钉孔直径(图 7)。

9. 问：兰开夏锅炉的封头由两块钢板拼接而成，其焊缝应位于何处？

答：此焊缝不得位于封头与炉胆连接的板边处，亦不得穿过炉胆，要求它离汽鼓中心线的距离不超过 0.2 倍汽鼓的外径(图 8)。

10. 问：海尼式锅炉的汽鼓倾斜  $4^{\circ}27'$  (图 9)，运行中发生了严重的汽水共腾现象，后来曾将汽鼓内水位降低，但汽水共腾现象仍未消除，这是什么原因？

答：锅炉汽鼓的倾斜是不允许的，只许可水管倾斜（一般为  $11^{\circ} \sim 16^{\circ}$ ）。海尼式锅炉原来是供化学工业用的热水锅炉，故炉管不需倾斜。

你们将汽鼓水位降低了，但还应保证水位在火烟线以上 100 毫米之处，不应使汽鼓和联箱的铆缝位于蒸汽空间而又受烟气加热，这样会引起铆缝渗漏而导致事故。

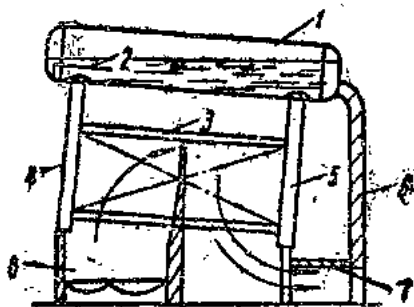


图 9 海尼式锅炉示意图

1—汽鼓；2—隔板；3—炉管；4—前整联箱；  
5—后整联箱；6—原炉墙；7—改装后的炉墙；  
8—炉排。

汽水共腾现象经降低水位还未彻底解决，



那可在汽鼓內的上升管出口处加装一块带孔的擋板(图9), 具体结构請参考罗姆教授著的“鍋炉設備”一书。

另外, 希望你們将后联箱置于烟道之外, 以改善其工作条件(图9)。

11. 問: 費斯尼尔-甘別尔鍋炉系老式鍋炉(图10), 在这种鍋炉上可能发现哪些問題?

答: 这种鍋炉結構剛硬, 应注意其自由膨胀。同时汽鼓牛腿板边处易产生裂紋, 检修时要加强检查。另外, 此鍋炉的泥鼓不得布置在烟道內, 苏联曾因此而发生过事故, 希望你們对其加以改装, 使泥鼓不受烟气冲刷。

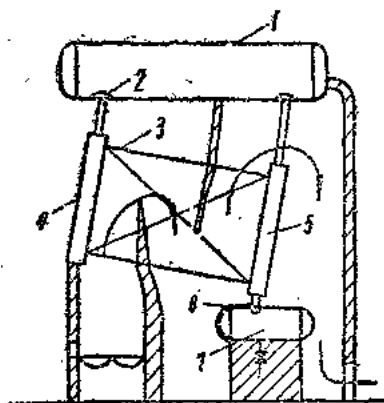


图10 費斯尼尔-甘別尔鍋炉示意图  
1—汽鼓; 2—牛腿; 3—炉管; 4—前整联箱; 5—后整联箱; 6—加热层; 7—泥鼓。

12. 問: 汽鼓上下壁的温度相差多大时才会引起汽鼓弯曲?

答: 鍋炉升火时的水循环不良, 汽鼓上部水参加了循环, 而汽鼓下部水可能还处于静止状态, 因而引起了汽鼓上下壁的温度差。

高压鍋炉升火时, 当压力升至30大气压以上时, 水循环开始好转; 当压力升至60大气压以上时, 水循环就完全正常了。这种鍋炉, 在刚升火时汽鼓壁上下温差过大, 而容易造成汽鼓的弯曲。

苏联技术改进局的資料指示: 汽鼓上下壁温差在 $25^{\circ}\text{C}$ 以

下是絕對安全的，而当温差达 $50^{\circ}\text{C}$ 时，就会在金属内产生較大的应力，此时虽然不会发生事故，但要加强檢查。应特別注意，当汽鼓上下壁温差超过 $70^{\circ}\text{C}$ 时，則金属内就要产生很大的弯曲应力，以致造成汽鼓弯曲。鍋炉升火时，当汽鼓上下壁温差超过 $50^{\circ}\text{C}$ 时，則应測量汽鼓的弯曲度，并依此計算金属产生的弯曲应力。如果計算出来的弯曲应力超过了允許值，則应延长鍋炉的升火時間。

汽鼓弯曲对铆接汽鼓是危险的，因为它会引起铆縫的渗漏而造成苛性脆化。

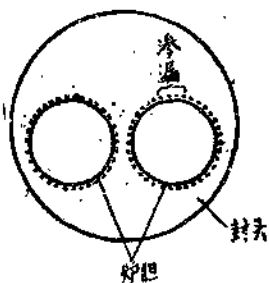


图 11

**13. 問：**兰开夏鍋炉封头与炉胆連接之铆縫上，有四个相邻铆釘漏水(图11)，这种現象是否危险？应如何检修？

**答：**这种現象比較危险，渗漏严重时应立即停炉检修；如果渗漏微弱，而此鍋炉离计划检修时期又很短，那可待检修期間一并检修。

上述是对盒形封头的兰开夏鍋炉而言。对于平封头的兰开夏鍋炉，其封头的铆縫上，只要有兩個相邻铆釘渗漏，那就应该馬上停炉检修。

铆釘渗漏不得在其四周堆焊一圈，尤其对新制造的鍋炉更不允许这样做。但是在使用一两年后就要报废的鍋炉上，铆釘渗漏可以在其四周堆焊一圈，以維持其暂时使用。

**14. 問：**拔伯葛鍋炉(图12)的牛腿上有裂紋，有的裂紋是脹管时产生的，亦有的是运行中产生的，請問如何消除这种裂紋？

**答：**牛腿上产生裂紋可能是苛性脆化的征象，因为这种

鍋爐的牛腿和泥鼓最容易產生苛性脆化。現在希望你們在裂紋的端部割取試樣，送金相試驗室進行金相檢驗，如經檢查証實是苛性脆化，則應將此牛腿換去。

**15.問：**田熊式鍋爐在運行中曾發生兩次燒干鍋事故，上汽鼓的下部有兩個深達25毫米和32毫米的鼓包(圖13)，請問其繼續運行下去是否有危險？

**答：**上汽鼓下部的鼓包，是由於水渣沉積和燒干鍋而引起的，應該進行割補。同時，你們應對汽鼓和爐管進行機械性能試驗與金相檢驗，以確定金屬組織是否在燒干鍋時發生了變化。如果你們不進行上述檢查，當修理後，盲目地使鍋爐繼續運行下去，就可能引起爆炸事故。

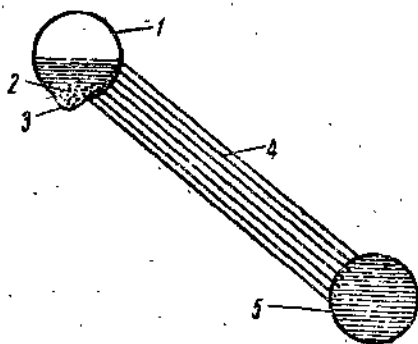


圖 13

1—汽鼓；2—水渣；3—鼓包；4—爐管；  
5—泥鼓。

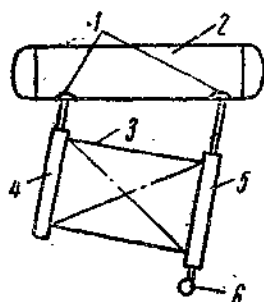


圖 12 拔伯葛鍋爐示意圖

1—牛腿；2—汽鼓；3—爐管；  
4—前分取箱；5—後分取箱；  
6—泥鼓。

**16.問：**汽鼓內部有斑點腐蝕，應如何修理？

**答：**斑點不多時，可以進行堆焊。如果斑點很多，堆焊時可能引起汽鼓變形，因此可以用水泥與水玻璃混合物塗在斑點上，以防止繼續腐蝕。不

过，要根本防止汽鼓内壁的腐蚀，则应加强给水的除氧工作。

17. 問：鍋炉进行割补修理时，对焊接和铆接有何要求？

答：如果采用焊接方法，则不得采用搭接焊，而应采用对接焊。若采用铆接方法，则应采用搭接，补板放在内部或放在外部均可。补板应为 15K 或 20K 等鍋炉鋼板，这些鋼板的化学成分大致相似。

## 二、炉 胆

18. 問：康尼許鍋炉的炉胆系阿登生环连接结构(图14)，对炉胆的扳边半径和每节炉胆的长度有何要求？

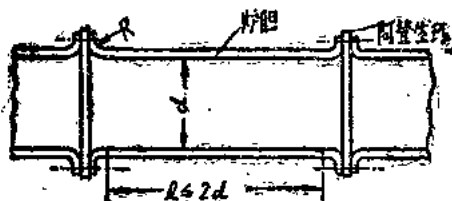


图 14

答：炉胆扳边半径应该大一点，一般为炉胆厚度的 2~3 倍即可。每节炉胆长度不应超过炉胆内径的 2 倍，否则会影响其自由膨胀和破坏其稳定性。

19. 問：波形炉胆的弯曲起点离焊缝的距离应该是多少？

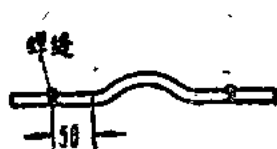


图 15

答：此距离至少为 50 毫米(图

15)。

20. 問：有一台康尼許鍋炉的第一节炉胆扳边处产生了裂纹，在这节炉胆的检修过程中，因铆钉

而将其他几节炉胆扳边处亦震裂了，請問这种缺陷的原因何在？

答：这种缺陷不是由于金属材料在使用过程中发生化学成分的变化而引起的。从理論上說，只有在超高压鍋炉和部分的高压鍋炉上才会由于氢腐蚀<sup>①</sup>而引起金属脫碳。同时，这种缺陷亦不会由于金属在720°C和450°C的温度下，短期过热和长期过热而造成，因为这种工业鍋炉在正常的运行情况下，其金属温度不会超过400°C。

这台鍋炉的缺陷可能是由于热疲劳或时效硬化引起的。热疲劳裂纹的特征是多而細，它是由于金属温度忽高忽低地变化而引起的。时效硬化会使金属变脆，冲击韌性下降，容易产生裂纹。沸騰鋼在200~300°C时最易发生时效硬化，所以鍋炉制造上不用它，而用鎮靜鋼或半鎮靜鋼。鎮靜鋼和半鎮靜鋼所以不易发生时效硬化，是因为它們在冶炼过程中以铝为还原剂。

21.問：兰开夏鍋炉的汽鼓內装了3米长的給水槽，但运行中給水槽下部的炉胆发生腐蝕，原因何在？

答：这是由于給水槽长度不够，給水过于集中而引起的。温度低的給水，由給水槽中流出后很快地与温度高的炉胆接触，此时发生激烈的氧化而使金属腐蝕。

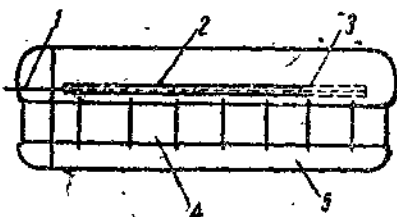


图 16

1—給水导管；2—給水槽；3—給水槽加长部分；4—炉胆；5—汽鼓。

① 关于氢腐蝕的詳細介紹，參閱本書第97問。

为了防止炉胆上部腐蚀，則需將給水槽加长(图16)。給水由給水导管上的許多小孔流入給水槽，并在槽中加热除氧，然后溢出。經過除氧的給水与炉胆接触，是不会发生氧化腐蚀的。

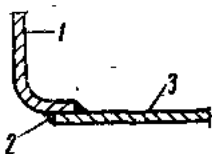


图 17

1—封头；2—搭接焊縫；  
3—炉胆。

**22.問：**兰开夏鍋炉的封头与炉胆連接为搭接电焊(图17)，这样是否可以？

**答：**在苏联是不允許用这种焊接方法的，因为鍋炉运行时炉胆的伸脹比封头大，因而使焊縫受到剪切应力，降低了焊縫的强度。兰开夏鍋炉的封头与炉胆連接，应该采用对接电焊。

### 三、联 箱

**23.問：**拔伯葛鍋炉(图12)的前分联箱手孔渗漏，其原因何在？

**答：**手孔漏水可能由于下列原因造成：

- (1) 手孔盖与手孔的接触面不平；
- (2) 垫圈不良；
- (3) 保温不好，忽冷忽热，引起金属膨脹不均。

根据我們的檢查，这台鍋炉的前分联箱手孔渗漏可能是由于保温不好而引起的，希望你们在手孔处加强保温。如果上述措施无效，則需檢查接触面与垫圈的情况，接触面不平即需研磨，垫圈不良应予更換。

**24.問：**海尼式鍋炉(图9)的前后整联箱上，可能出現哪些缺陷？

**答：**整联箱的轉角鉚縫处易产生裂紋(图18)，苏联有一台鍋炉曾因此而爆炸。另外，短拉撑的警告孔容易被污物堵

塞，当警告孔堵塞了，就不能发现短拉撑是否有断裂现象，可能会因此而造成事故。

25. 問：拔伯葛鍋爐（圖12）的分聯箱內產生了片狀腐蝕，腐蝕處的壁厚只有6.5毫米，這種聯箱是否可以繼續使用？

答：你們應對其強度進行核算，計算公式可採用羅姆教授著的“鍋爐設備”一書上介紹的經驗公式。

26. 問：對拔伯葛鍋爐的分聯箱金屬進行化學分析時，應如何取試樣？

答：一般舊鍋爐上沒有重大缺陷時，對其金屬不必進行化學分析，因為金屬的化學成分在使用過程中不會發生變化。你們若要对拔伯葛鍋爐的分聯箱金屬進行化學分析，則應用直徑不大的鉗頭，在分聯箱的不同部位取得兩個或三個試樣，這些試樣應同時進行化學分析，並取它們試驗結果的平均值作為金屬化學成分的試驗資料，當然各個試樣的試驗結果亦不應該有懸殊的差別。

修補鉗取試樣的小孔，可以擰入公制細牙螺絲，然後燒焊一下。至於螺絲的材料，是沒有限制的，隨便採用哪種鋼都行。



圖 18

1—整聯箱；2—短拉撐；3—鉗角鉗縫。

#### 四、爐 管

27. 問：海尼式鍋爐（圖9）的爐管直徑不一樣大，應如何解決？

答：這種情況應當糾正，因為直徑小的管子可能過脹而造成管端脫落和脹口滲漏。如果你們現在沒有條件將直徑小的管子換去，為了避免其過脹，則可在脹口上加上軟鋼墊圈。

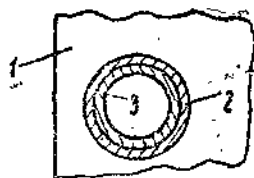


图 19

1—底箱壁；2—抱圈；3—管子。

(图19)。

直径小的管子亦可以进行扩胀以使管径变大。当管径与管孔直径之差小于管径的3%时，即可采用冷打法将管径打大到要求的数值。

若管径与管孔直径之差大于管径的3%时，则可将管子加热到 $900^{\circ}\text{C}$ 左右热扩至所需要的管径，但管壁减薄值不得大于原来壁厚的10%。

28. 问：拔伯葛锅炉(图12)的后分联箱与汽鼓连接的短管，系直径为102毫米和89毫米的两种管子套接焊成(图20)，这样是否可以？

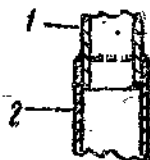


图 20

1—小径管子；2—大径管子。

答：这种结构是不好的，但你们已经这样做了，

而且在运行中又没有出现問題，则暂时可以使用，待有机会时再换去。

29. 问：拔伯葛锅炉(图12)的下降管与汽鼓连接胀口处发生环形裂纹，应如何修理？

答：这种缺陷非常危险，可能是苛性脆化的征象，因此希望你们进行下列检查工作。首先应检查锅炉是否能自由膨胀，产生裂纹那根管子的胀口处是否有盐垢，如果膨胀装置失效和胀口处结有盐垢，则说明管子胀口处曾有高度集中的应力和高度浓缩的炉水，即具备了苛性脆化的条件。第二步是将裂纹处磨光，用放大镜找出裂纹的两个尖端，然后用机械



方法在裂紋尖端上取直徑为35毫米的金相檢驗試样(图21), 試样送金相試驗室时应說明我們的試驗目的。如經金相檢驗証实裂紋是晶間裂紋, 則可确定这种裂紋是苛性脆化所引起的。第三步应檢查鉚縫是否产生了苛性脆化, 先用小錘敲击鉚釘头, 若有釘头脫落, 則应檢查此处鉚釘和釘孔上是否有苛性脆化裂紋。其次是用塞尺檢查鉚縫的严密性, 并在汽鼓外部檢查鉚縫处是否有盐垢結积, 如果发现鉚縫有間隙和鉚縫外侧有盐垢結积, 則应拆下这些地方的鉚釘, 檢查鉚釘和釘孔上是否有苛性脆化裂紋。若經上述檢查沒有发现鉚縫上有苛性脆化現象, 則应在縱向鉚縫和橫向鉚縫交界处拆下鉚釘, 檢查此处是否有苛性脆化現象, 如果在此发现了苛性脆化裂紋, 即应对整个鉚縫进行超声波探伤檢查, 以确定苛性脆化裂紋的分布地位。当然, 在条件許可的情况下, 可以一开始即用超声波探伤法檢查鉚縫, 以判定是否有苛性脆化裂紋及其分布情况。

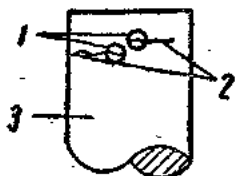


图 21

1—取样处; 2—裂紋; 3—管子。

經过檢查, 証实脹口和鉚縫有苛性脆化裂紋时, 則应对脹口和鉚縫进行割补修理。

30. 問: 拔伯葛鍋炉(图12)上的管子脹口曾由脹接改成焊接, 現在想將焊接改为脹接, 是否可以?

答: 管口焊接改成脹接是可以的, 但焊縫錘去后要将那儿加工光滑, 然后再进行脹接。另外, 焊縫在錘除和加工光滑时, 不得损伤管孔附近的銅板。

31. 問: 有一台 K-4 型鍋炉(图22), 因缺水而將炉管燒紅了, 事故后只將产生变形的管子換去, 其余的管子表面亦