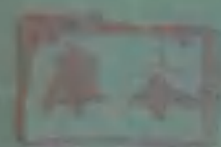


0172641

82.74  
387



# 新前进型机车 牵引热工性能试验资料

人 民 交 通 出 版 社

# 新前进型机车 牵引热工性能试验资料

力学研究院 大同机车工厂  
铁路局 兰州铁道学院

人 民 交 通 出 版 社

1973年·北京

**新前进型机车  
牵引热工性能试验资料**

交通部科学研究院 大同机车工厂

沈阳铁路局 兰州铁道学院

人民交通出版社出版

(北京市安定门外和平里)

北京市书刊出版业营业许可证出字第 006 号

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

(只限国内发行)

人民交通出版社印刷一厂印

开本  $787 \times 1092 \frac{1}{8}$  印张  $7 \frac{1}{4}$  字数 80 千

1973年6月第1版

1973年6月第1版第1次印刷

印数 0001--6,000 册 定价(科三) 0.64 元

# 毛 主 席 語 录

人的正确思想是从那里来的？是从天上掉下来的吗？不是。是自己头脑里固有的吗？不是。人的正确思想，只能从社会实践中来，只能从社会的生产斗争、阶级斗争和科学实验这三项实践中来。

认识从实践始，经过实践得到了理论的认识，还须再回到实践去。

## 前 言

前进型机车是我国自行设计、制造的大功率货运蒸汽机车。大连机车工厂于1956年开始制造的前进型机车（即前进型0001号）经原铁道科学研究院进行牵引热工性能试验和长期的现场运用表明，具有较高的汽机热效率，牵引性能较好，轮周功率大，适于高速运行。但由于锅炉效率和通风装置效率较低，因而锅炉蒸发能力不足，汽水供应困难，难于满足我国铁路运量日益增长的要求。

为了改善该型机车的牵引热工性能，1964年大同机车二厂与原铁道科学研究院共同商定了改进设计的原则，如：添装机车燃烧室，加大火箱容积和传热面积，改变大、小烟管排列，扩大烟箱容积等以改善燃烧，适当降低过热蒸汽温度，提高锅炉蒸发能力，并设计试制成功前进型101号机车。同年10月由原铁道科学研究院对该型机车进行抽阀静置热工试验，然后在丰台、南仓间，丰台、张家口间运行了四万余公里。1965年7月，在原铁道科学研究院环形线进行了牵引热工性能试验，8~9月又在沈阳铁路局主持下，在哈大线苏家屯、哈尔滨间进行运营牵引试验和在铁岭、昌图间进行运营热工试验。试验及运用结果证明，前进型101号机车确实提高了锅炉蒸发能力。在抽阀静置试验时的最大供汽率达到100公斤/米<sup>2</sup>·小时以上，在牵引热工试验时，最大供汽率也达到了90公斤/米<sup>2</sup>小时以上，创造了蒸汽机车锅炉蒸发能力的先进水平。

现场职工都把改进后的前进型机车（即101号以后的）一般称作新前进型机车；把改进前的前进型机车（即101号以前的）称作老前进型机车，虽然这种叫法不十分恰当，但为了方便，本书把改进前与改进后的机车也依此区分。

新前进型蒸汽机车的试制、试验成功是由于在各级党组织的坚强领导下，贯彻了毛主席的无产阶级革命路线，广泛实行了科研、生产、使用部门和工人、干部、技术人员的三结合，开展群众性的技术革新运动的结果。许多重要指标都是经过反复试验、由各有关方面共同研究确定的。在试验过程中，对一些运用中的具体问题，如粘着重量增加器的使用，二层火星网的堵塞等，都得到及时解决。对一些设计方面的问题，如增设导烟板，提高手把刻度准确性，增大最大遮断比至0.715以上等也都及时改进了。同时还提出了一些研究课题，如彻底改变通风装置结构，提高通风效率，降低烟渣热损失和节约燃料等措施。这些工作，经各铁路局与交通部科学研究院开展试验研究已获得初步成绩。

目前我国正在大力进行牵引动力的改革，在发展内燃及电力机车的同时，绝大部分运量还要由蒸汽机车承担，新前进型蒸汽机车还在继续制造生产。为了帮助广大铁路职工熟悉前进型蒸汽机车的牵引热工特性，在“工业学大庆”的革命群众运动中，进一步发挥该型机车的效能，特将《前进型蒸汽机车牵引热工性能试验资料》出版发行。

# 目 录

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 新前进型机车与各类型机车主要尺寸及构造特点比较   | 1   |
| 一、前进型机车主要技术改造             | 7   |
| 二、牵引性能试验                  | 11  |
| 1、一般情况                    | 11  |
| 2、原始试验数据                  | 11  |
| 3、牵引特性                    | 20  |
| 4、耗汽特性与汽机热效率              | 34  |
| 三、热工及通风性能试验               | 40  |
| 1、环形线及营业线上的热工试验           | 40  |
| 2、营业线上两种不同通风装置的比较试验       | 53  |
| 四、机车总效率                   | 61  |
| 五、新老前进型机车性能的比较            | 63  |
| 1、牵引性能的比较                 | 63  |
| 1) 指示牵引力与轮周牵引力            | 63  |
| 2) 轮周功率                   | 68  |
| 3) 过热蒸汽温度与汽机每鞣鞣行程过热蒸汽消耗量  | 68  |
| 4) 每轮周马力小时过热蒸汽消耗量与汽机有效热效率 | 70  |
| 2、热工及通风性能的比较              | 72  |
| 1) 锅炉蒸发能力                 | 76  |
| 2) 锅炉热平衡                  | 77  |
| 3) 通风效率                   | 78  |
| 3、机车总效率的比较                | 79  |
| 结论与建议                     | 81  |
| 附录                        | 83  |
| 一、前进型0001号机车修正牵引特性曲线      | 83  |
| 二、前进型101号机车试验前测定资料        | 92  |
| 三、车辆阻力                    | 99  |
| 附表                        | 100 |
| (1) 前进型101号机车牵引试验原始数据表    | 100 |
| (2) 前进型101号机车热工试验原始数据表    | 102 |
| (3) 采用符号表                 | 106 |

表 1

新前进型机车与各类型机车主要尺寸及构造特点比较

| 序<br>号      | 名 称                    | 符 号              | 单 位   | 新 前 进 型 |       | 老 前 进 | F T   | 建 设   | 解 放    |
|-------------|------------------------|------------------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|--------|
|             |                        |                  |       | 设 计     | 实 测   |       |       |       |        |
| (1) 一 般 数 据 |                        |                  |       |         |       |       |       |       |        |
| 1           | 构造速度                   | $V_{\text{кон}}$ | 公里/小时 | 80      | 80    | 80    | 85    | 85    | 85     |
| 2           | 牵引力模数                  | M                | 公 斤   | 33290   | 33293 | 33290 | 34010 | 25746 | 24080  |
| 3           | 机车运转整备时重量              | $P_0$            | 吨     | 133.8   | —     | 133   | 136   | 105.5 | 103.85 |
| 4           | 机车粘着重量 (热态)            | $P_K$            | 吨     | 100.5   | —     | 100   | 100   | 80    | 79.94  |
| 5           | 动轮平均荷重 (热态)            |                  | 吨     | 20.10   | —     | 20    | 20    | 20    | 19.98  |
| 6           | 导轮荷重 (热态)              |                  | 吨     | 13      | —     | 13    | 12.5  | 10.00 | 8.03   |
| 7           | 从轮荷重 (热态)              |                  | 吨     | 19.82   | —     | 20    | 18.5  | 15.50 | 15.88  |
| 8           | 机车煤水车计算重量 (煤水车带有3%煤水重) | P                | 吨     | 200     | —     | 201   | 229   | 179.8 | 150.85 |
| 9           | 机车空重                   |                  | 吨     | 119.29  | —     | 120   | 121.0 | 93.60 | 92.07  |
| 10          | 煤水车空重                  |                  | 吨     | 29.50   | —     | 34    | —     | 34    | 24.60  |
| 11          | 煤水车容水量                 |                  | 吨     | 40      | —     | 35.06 | 44    | 35    | 24     |
| 12          | 煤水车载煤量                 |                  | 吨     | 14.5    | —     | 15.29 | 22    | 15    | 9.6    |
| 13          | 机车全长 (挽钩与缓冲器间)         |                  | 毫 米   | 16140   | —     | 16250 | 15974 | —     | 13308  |
| 14          | 机车全轴距                  |                  | 毫 米   | 12320   | —     | 16320 | 12370 | 10192 | 10192  |
| 15          | 机车固定轴距                 |                  | 毫 米   | 6400    | —     | 6400  | 6500  | 4410  | 4419   |
| 16          | 机车连煤水车轴距               |                  | 毫 米   | 22972   | —     | 22972 | 25850 | 20468 | 19210  |
| 17          | 机车连煤水车挽钩间全长            |                  | 毫 米   | 26023   | —     | 26133 | 29104 | 21616 | 21907  |

续表 1

| 序号      | 名称            | 符号           | 单位                 | 新 前 进 型   |           | 老 前 进     | F D                     | 建 设       | 解 放                |
|---------|---------------|--------------|--------------------|-----------|-----------|-----------|-------------------------|-----------|--------------------|
|         |               |              |                    | 设         | 计 实 测     |           |                         |           |                    |
| 18      | 锅炉中心线距轨面高度    |              | 毫米                 | 3100      | 3100      | 3180      | 3050                    | 2819      | 2819               |
| 19      | 烟囱上部边缘距轨面高度   |              | 毫米                 | 4790      | 4787      | 4790      | 4550                    | —         | 4510               |
| (2) 锅 炉 |               |              |                    |           |           |           |                         |           |                    |
| 1       | 锅炉蒸汽压力        | $P_{\kappa}$ | 公斤/厘米 <sup>2</sup> | 15        | 15        | 15        | 15                      | 15        | 14                 |
| 2       | 前后管板内侧面距离     |              | 毫米                 | 5350      | 5350      | 6500      | 5970                    | 4700      | 4771               |
| 3       | 燃烧室长          |              | 毫米                 | 1200      | 1200      | —         | 1213                    | —         | —                  |
| 4       | 锅胴内径          |              | 毫米                 | 2100      | 2100      | 2010      | 1837、1875、<br>2042/2082 | —         | 1890、1924、<br>1958 |
| 5       | 锅胴板厚度         |              | 毫米                 | 20        | 20        | 19        | 19、19.5、<br>21/21.5     | 18        | 17、17、20           |
| 6       | 后管板厚度         |              | 毫米                 | 14        | 14        | 14        | 14                      | 13        | 13                 |
| 7       | 外火箱顶板厚度       |              | 毫米                 | 15        | 15        | 19        | 15                      | 15        | 13                 |
| 8       | 小烟管数          | $n_s$        | 根                  | 96        | 96        | 71        | 44                      | 88        | 144                |
| 9       | 大烟管数          | $n_{*}$      | 根                  | 69        | 69        | 50        | 130                     | 50        | 36                 |
| 10      | 拱砖管数          | $n_{\kappa}$ | 根                  | 4         | 4         | 4         | 4                       | 4         | 4                  |
| 11      | 小烟管直径 (外径/内径) | $d_0$        | 毫米                 | 51/46     | 51/46     | 57/51     | 57/51                   | 51/46     | 51/46              |
| 12      | 大烟管 (外径/内径)   | $d_{*}$      | 毫米                 | 133/125   | 133/125   | 152/143   | 89/82.5                 | 133/125   | 133/125            |
| 13      | 拱砖管直径 (外径/内径) | $d_{ynp}$    | 毫米                 | 89/79     | 89/79     | 76/66     | 89/80                   | 76/66     | 76/67              |
| 14      | 过热管直径 (外径/内径) | $p_{ne}$     | 毫米                 | 35/28     | 35/28     | 38/31     | 30/24                   | 35/28     | 38/31              |
| 15      | 过热管型式         |              |                    | 双往复式 (A型) | 双往复式 (A型) | 双往复式 (A型) | 3-секто (E型)            | 双往复式 (A型) | 双往复式 (A型)          |

续表 1

| 序号 | 名称                        | 符号             | 单位             | 新 前 进 型 |         | 老 前 进  | F D    | 建 设    | 解 放    |
|----|---------------------------|----------------|----------------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|
|    |                           |                |                | 设 计     | 实 测     |        |        |        |        |
| 16 | 火箱及拱砖管蒸发受热面积 (水侧)         | $H_T$          | 米 <sup>2</sup> | 32.50   | 32.48   | 27.10  | 31.23  | 23.20  | 24     |
| 17 | 小烟管蒸发受热面积 (水侧)            | $H_A$          | 米 <sup>2</sup> | 82.247  | 82.290  | 82.60  | 47.10  | 66.20  | 110.84 |
| 18 | 大烟管蒸发受热面积 (水侧)            | $H_{\Delta}$   | 米 <sup>2</sup> | 154.264 | 154.243 | 153.90 | 216.80 | 97.30  | 73.92  |
| 19 | 锅炉蒸发受热面积 (水侧)             | $H_{ue}$       | 米 <sup>2</sup> | 269.01  | 269.01  | 263.60 | 205.16 | 186.70 | 208.76 |
| 20 | 过热面积 (燃气侧)                | $H_{ne}$       | 米 <sup>2</sup> | 148.70  | 144.10  | 143.80 | 138.50 | 92.90  | 72.89  |
| 21 | 总过热面积 (包括烟箱部分)            | $H_{no}$       | 米 <sup>2</sup> | —       | 161.75  | 157.80 | 148.40 | —      | —      |
| 22 | 锅炉及过热管受热面积                | $H_{no4}$      | 米 <sup>2</sup> | 417.71  | 413.11  | 407.40 | 433.66 | 279.60 | 281.65 |
| 23 | 火箱总容积                     | $V_T$          | 米 <sup>3</sup> | 13.555  | 13.686  | 11.92  | 12.70  | 8.710  | 8.60   |
| 24 | 火箱净容积                     | $V_T^*$        | 米 <sup>3</sup> | 13.190  | 13.326  | 11.61  | 12.43  | —      | —      |
| 25 | 燃烧室容积                     |                | 米 <sup>3</sup> | 2.158   | 2.179   | —      | —      | —      | —      |
| 26 | 炉床面积                      | R              | 米 <sup>2</sup> | 6.8     | 6.8     | 6.8    | 7.04   | 5.08   | 5.06   |
| 27 | 火箱深度                      |                | 毫米             | 915     | 915     | 1014   | —      | —      | —      |
| 28 | 小烟管有效断面面积                 | $Q_d$          | 米 <sup>2</sup> | 0.160   | 0.160   | 0.145  | 0.090  | 0.146  | 0.241  |
| 29 | 大烟管有效断面面积                 | $Q_{\Delta}$   | 米 <sup>2</sup> | 0.581   | 0.570   | 0.576  | 0.511  | 0.421  | 0.279  |
| 30 | 大小烟管有效断面面积之和              | $Q_{d+\Delta}$ | 米 <sup>2</sup> | 0.741   | 0.730   | 0.721  | 0.601  | 0.567  | 0.520  |
| 31 | 过热管蒸汽通路断面面积               | $Q_{ne}$       | 米 <sup>2</sup> | 0.0424  | 0.0424  | 0.0377 | 0.0295 | 0.0308 | 0.0272 |
| 32 | 距内火箱顶板最高顶点 100 毫米处水面蒸发面积  | $f_{sq}$       | 米 <sup>2</sup> | 17.23   | —       | 17.62  | 17.60  | 13.61  | 13.60  |
| 33 | 距内火箱顶板最高顶点 100 毫米以上蒸汽空间容积 | $V_{nap}$      | 米 <sup>3</sup> | 5.96    | —       | 6.95   | 6.17   | 4.20   | —      |
| 34 | 水温 10°C 时锅炉最低水位下容水重量      |                | 公斤             | —       | 13741   | 12850  | —      | —      | —      |

续表 1

| 序号      | 名称            | 符号        | 单位             | 新 前 进 型     |                 | 老 前 进 | F1)  | 建 设   | 解 放   |
|---------|---------------|-----------|----------------|-------------|-----------------|-------|------|-------|-------|
|         |               |           |                | 设 计         | 实 测             |       |      |       |       |
| 35      | 拱砖上部燃气通路断面积   | $Q_{ce}$  | 米 <sup>2</sup> | 0.949       | 0.945           | 1.056 | 0.88 | —     | —     |
| 36      | 锅炉外被冷却面积      | $H_{oxa}$ | 米 <sup>2</sup> | 71.77       | —               | 72.90 | 75.4 | 66.24 | 59.00 |
| 37      | 加煤机型式         |           |                | C-3型        | C-3型            | C-3型  | 相同   | C-3型  | —     |
| 38      | 乏汽喷口型式        |           |                | 单孔          | 单孔              | 单孔    | 四孔   | 四孔    | 单孔    |
| 39      | 乏汽喷口直径        | $d_e$     | 毫米             | 175、180、185 | 175、185         | 170   | 82×4 | 155   | 150   |
| (3) 汽 机 |               |           |                |             |                 |       |      |       |       |
| 1       | 汽缸型式          |           |                | 单胀式         | 单胀式             | 单胀式   | 单胀式  | 单胀式   | 单胀式   |
| 2       | 汽缸数           | $n_f$     | 个              | 2           | 2               | 2     | 2    | 2     | 2     |
| 3       | 汽缸直径          | $d_f$     | 毫米             | 650         | 650.43          | 650   | 670  | 580   | 580   |
| 4       | 轴颈行程          | $l$       | 毫米             | 800         | 799.4           | 800   | 770  | 710   | 710   |
| 5       | 轴颈杆直径         | $d_m$     | 毫米             | 115         | 114.72          | 115   | 120  | 102   | 102   |
| 6       | 汽阀型式          |           |                | 特氏阀         | 特氏阀             | 特氏阀   | 特氏阀  | 特氏阀   | 固定阀   |
| 7       | 汽阀直径          | $d_s$     | 毫米             | 300         | 300.18          | 300   | 330  | 300   | 305   |
| 8       | 汽缸有香余隙与工作容积之比 | $V_0/V_n$ | %              | —           | —               | 9.595 | 15.5 | 11.10 | —     |
| 9       | 进汽余面          | $e$       | 毫米             | 50          | 左50.05<br>右50.5 | 50    | 48   | 38    | 25.5  |
| 10      | 排汽余面          | $i$       | 毫米             | 0           | 左0.45<br>右0.35  | 0     | 0    | 0     | 0     |
| 11      | 进汽导程          | $v$       | 毫米             | 8           | 7.9             | 8     | 8    | 6     | 3     |
| 12      | 汽口宽度          |           | 毫米             | 75          | 75.25           | 75    | 80   | —     | —     |

续表 1

| 序号        | 名称                                          | 符号                      | 单位    | 新 前 进 型 |        | 老 前 进  | F <sub>1</sub> | 建 设   | 解 放    |
|-----------|---------------------------------------------|-------------------------|-------|---------|--------|--------|----------------|-------|--------|
|           |                                             |                         |       | 设       | 计 实 测  |        |                |       |        |
| 13        | 最大遮断比                                       | $\Sigma_{max}$          | %     | 0.73    | 0.715  | 0.7    | 0.725          | —     | —      |
| 14        | 摇杆长度                                        |                         | 毫米    | 3045    | 3045   | 3045   | 3025           | 2845  | 2845   |
| (4) 走 行 部 |                                             |                         |       |         |        |        |                |       |        |
| 1         | 动轮直径                                        | D                       | 毫米    | 1500    | 1499.9 | 1500   | 1500           | 1370  | 1370   |
| 2         | 导轮直径                                        |                         | 毫米    | 920     | —      | 920    | 900            | 840   | 840    |
| 3         | 从轮直径                                        |                         | 毫米    | 1120    | —      | 1120   | 1050           | 1120  | 1120   |
| 4         | 车架型式                                        |                         |       | 棒 式     | 棒 式    | 棒 式    | 棒 式            | 棒 式   | 棒 式    |
| 5         | 车架厚度                                        |                         | 毫米    | 140     | —      | 140    | 125            | 115   | 114    |
| 6         | 弹簧装置型式                                      |                         |       | 三支点式    | 三支点式   | 三支点式   | 三支点式           | 三支点式  | 三支点式   |
| 7         | 板弹簧宽厚尺寸                                     |                         | 毫米    | 130×10  | —      | 130×10 | —              | 128×9 | 126×10 |
| 8         | 动轮弹簧刚度                                      |                         | 毫米/公斤 | 163.5   | —      | 163.5  | 167            | 238   | —      |
| (5) 比 值   |                                             |                         |       |         |        |        |                |       |        |
| 1         | $\frac{\text{炉床通风面积}}{\text{炉床面积}}$         |                         | %     | 27.1    | 24.89  | 20.90  | 22.50          | 24.00 | 23.04  |
| 2         | $\frac{\text{灰箱风门有效通风面积}}{\text{炉床面积}}$     |                         | %     | 18.20   | 16.90  | 11.20  | 10.70          | 11.50 | 14.23  |
| 3         | $\frac{\text{火箱及拱砖管受热面积}}{\text{大小烟管受热面积}}$ | $\frac{H_r}{H_{rt+sk}}$ |       | 0.137   | 0.137  | 0.115  | 0.118          | 0.145 | 0.130  |

续表 1

| 序号 | 名 称                     | 符 号                                 | 单 位  | 新 前 进 型 |       | 老 前 进 | F1)   | 建 设   | 解 放   |
|----|-------------------------|-------------------------------------|------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
|    |                         |                                     |      | 设 计     | 实 测   |       |       |       |       |
| 4  | 火箱及拱砖管受热面积<br>锅炉蒸发受热面积  | $\frac{H_T}{H_{H_0}}$               |      | 0.121   | 0.121 | 0.103 | 0.106 | 0.124 | 0.115 |
| 5  | 锅炉蒸发受热面积<br>炉床面积        | $\frac{H_{H_0}}{R}$                 |      | 39.55   | 39.55 | 38.76 | 41.90 | 36.70 | 41.3  |
| 6  | 过热面积<br>锅炉蒸发受热面积        | $\frac{H_{H_0}}{H_{H_0}}$           |      | 0.553   | 0.536 | 0.546 | 0.469 | 0.498 | 0.349 |
| 7  | 火箱及拱砖管受热面积<br>炉床面积      | $\frac{H_T}{R}$                     |      | 4.779   | 4.776 | 3.985 | 4.440 | 4.57  | 4.74  |
| 8  | 锅炉总蒸发受热面积<br>机车整备重量     | $\frac{H_{H_0}}{P_0}$               |      | 3.12    | 3.09  | 3.06  | 3.25  | 2.65  | 2.72  |
| 9  | 大小烟管有效断面积<br>炉床面积       | $\frac{\Omega_{H_0}}{R}$            |      | 0.109   | 0.107 | 0.106 | 0.086 | 0.112 | 0.103 |
| 10 | 拱砖上部燃气通路面积<br>大小烟管有效断面积 | $\frac{\Omega_{H_0}}{\Omega_{H_0}}$ |      | 1.281   | 1.295 | 1.465 | —     | —     | —     |
| 11 | 火箱容积<br>炉床面积            | $\frac{V_H}{R}$                     |      | 1.94    | 2.01  | 1.75  | 1.78  | 1.713 | —     |
| 12 | 锅炉蒸汽空间容积<br>炉床面积        | $\frac{V_{H_0}}{R}$                 |      | 0.876   | 0.876 | 1.020 | 0.875 | 0.827 | —     |
| 13 | 锅炉蒸汽空间容积<br>水面蒸发面积      | $\frac{V_{H_0}}{f_{H_0}}$           |      | 0.346   | —     | 0.394 | 0.350 | 0.329 | —     |
| 14 | 拱砖在炉床上投影面积<br>炉床面积      |                                     | %    | 53.60   | 53.60 | 53.60 | 50.00 | 49.50 | —     |
| 15 | 牵引力模数<br>粘着重量           | $\frac{M}{P_K}$                     | 公斤/吨 | 331     | 331.3 | 333   | 327   | 322   | 300.6 |

## 一、前进型机车主要技术改造

前进型机车是我国铁路运输中的重型货运蒸汽机车，对它的要求，不但是拉得多，跑得快，充分发挥其应有的潜力，而且还应提高它的经济性，达到节煤的目的。因此，针对前进型机车在性能和结构上的缺点，在设计中作了如下的改进：

### 1、添装燃烧室，加大火箱容积及传热面积

老前进型机车的锅炉设计，着重于提高过热蒸汽温度，采用了较小的火箱受热面积与锅炉蒸发受热面积，在实际运用中，出现了锅炉蒸发能量不足，汽水供应困难等缺点，因此在改造设计中，添装了燃烧室，使火箱受热面积由原来的 27.10 平方米增至 32.50 平方米，保证了火箱辐射热的充分吸收，对提高锅炉蒸发量起一定的作用。由于火箱传热面积的加大，火箱容积也相应地由 11.92 立方米增至 13.56 立方米，这样使燃气在较大的火箱空间内燃烧，将会降低化学不完全燃烧损失。同时，加大了火箱容积，将有利于机车经常在大燃烧率下工作，符合于大功率货运蒸汽机车的要求。

改造后的锅炉主要结构尺寸如图 1 所示：

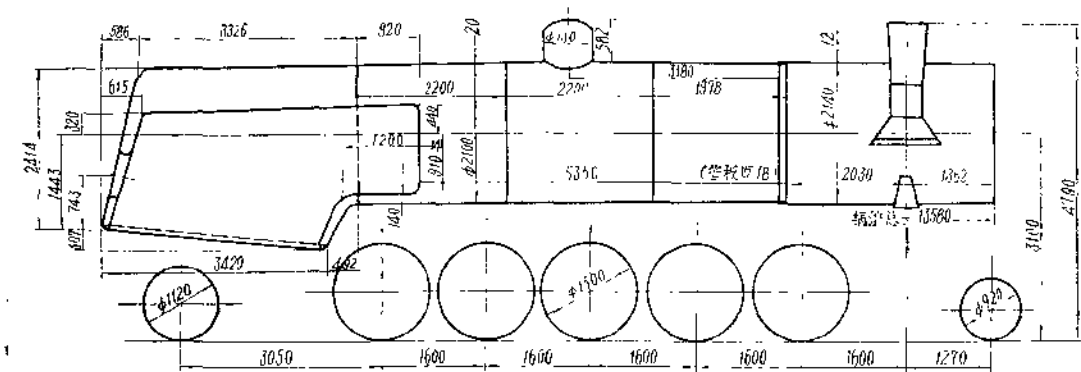


图1 新前进型机车锅炉结构示意图

### 2、降低锅炉中心线

添装燃烧室后，火箱向前伸展，使火箱深度由原来的1014毫米降低到 915 毫米，由于火箱深度的减小，一方面使锅炉中心线降低80毫米；另一方面使炉床位置提高63毫米。这样改造的结果，不仅能够增加烟筒高度，改善通风，而且可以加大灰箱容积，灰箱板斜度及灰箱风门通风面积（灰箱容积由原来的 2.963 立方米增至3.290立方米，灰箱板斜度由原来的 $14^{\circ}45'$ 增至 $17^{\circ}35'$ ），对炉床通风均匀性，灰箱板自动落灰防止炉篦烧损和延长二次清灰间走行公里均带来好处。此外，由于降低了锅炉中心线，对减少机车振动，增加运行时的稳定性，也提供了有利条件。

### 3、拱砖装置

新前进型机车的拱砖管采用直径为 89/79 毫米的钢管，并将拱砖管形状由原来的直管改

为2000毫米半径的圆弧形。这样，不仅增加了受热面积，提高了拱砖管的吸热效率和弹性，而且加大了拱砖下的燃烧空间。

考虑到老前进型机车拱砖上部燃气通过面积较大，将拱砖管后端提高112毫米，以增大炉门至拱砖距离，有利于降低机械焚火时的烟渣飞扬损失。

#### 4、增加炉床活动面积

为了改善炉床通风，提高燃烧效率，就必须保证炉床有足够的通风面积，老前进型机车的炉篦在设计时着重于同其他类型机车的互换性，而使0.89平方米的炉床面积，不能有效地发挥作用，经常为炉灰所堵塞。因而在考虑新前进型机车的炉床布置时，除将原设计的板式炉篦改为通用的齿式炉篦外，合理地增加了活动炉篦的面积，新前进型机车在炉床面积不变的情况下，将活动炉篦面积由原来的5.180平方米增至6.032平方米，亦即将活动炉篦面积与炉床面积的比值由原来的76.20%增至88.60%（如表2）。这样，既有利于通风，又有利于清灰作业。

由于采用了齿式炉篦，炉床有效通风面积与炉床面积的比值，由原来的20.90%增至27.10%（实测24.89%）。这样改造的结果，在大燃烧率下，对减少炉篦阻力，改善通风，促进燃烧将产生良好的作用。

新老前进型机车炉床设计主要数据比较如表2所示。

表2

| 车 型   | 炉床长<br>(毫米) | 炉床宽<br>(毫米) | 炉篦宽<br>(毫米) | 中梁宽<br>(毫米) | 侧梁宽<br>(毫米) | 炉床面积<br>(米 <sup>2</sup> ) | 活动炉篦面<br>积<br>(米 <sup>2</sup> ) | 活动炉篦面<br>积<br>炉床面积<br>(%) |
|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| 老 前 进 | 3180        | 2140        | 840         | 90          | 163         | 6.8                       | 5.180                           | 76.2                      |
| 新 前 进 | 3180        | 2140        | 980         | 40          | 50          | 6.8                       | 6.032                           | 88.6                      |

#### 5、锅胴直径及锅管布置

加装燃烧室后，考虑到锅胴与燃烧室之间具有必要的锅水间隔及足够的锅管排列面积，锅胴内径由原来的2010毫米增至2100毫米。由于燃烧室的加装，前后管板距离由原来的6500毫米减至5350毫米，即锅管缩短了1150毫米。在这种情况下，为了不减少锅管的受热面积，设计时，经过多种方案的比较选择，最后采用了69根直径为133/125毫米的大烟管和96根直径为51/46毫米的小烟管。这样设计的结果，锅管总受热面积为236.51平方米，与老前进型机车完全相同；锅管燃气通过断面积为0.741平方米，较老前进型机车增加2.77%（锅管燃气通过面积与炉床面积的比值由0.106增至0.109），显然，这有利于降低烟管燃气阻力。

由于缩短了锅管长度，烟管的刚度也得到了改善。其纵向弯曲临界应力由原来的171公斤/平方厘米增至206公斤/平方厘米，而长细比值则由原来的340降低到309。

过热管采用69组直径为35/28毫米的钢管，虽然其长度较老前进型机车减少1300毫米，但过热面积却由原来的143.8平方米增至144.1平方米（实测）；过热面积与锅炉蒸发受热面积的比值由原来的0.546降低至0.536。这样，使新前进型机车的过热蒸汽温度不会有过大的降低。

#### 6、烟箱通风装置

烟箱通风装置是联系锅炉工作与汽机工作的重要环节，对炉床燃烧状态有着密切的关

系。良好的通风装置，应该在任何工况条件下，均能以较大的乏汽喷口面积保证火室燃烧良好，实现锅炉的最大蒸发量。老前进型机车通风装置效率低，乏汽喷口直径小，影响了机车功率的发挥。因此，对老前进型机车通风装置，从技术设计上进行根本性的改造，就成为稳定燃烧、提高通风效率，放大乏汽喷口直径，降低汽机背压，挖掘机车潜力的必要措施。新前进型机车的烟箱通风装置设计作了较大的改变，烟箱内径由原来的2048毫米增至2140毫米，长度由3248毫米增至3392毫米，因此烟箱容积由原来的10.70立方米增至12.20立方米。其次，由于锅炉中心线下降80毫米，喷口座下降100毫米，烟箱内径放大92毫米，汽缸座又适当下降，因此喷口至烟筒出口的总高度 $H_{emp}$ 由原来的2066毫米增至2297毫米。烟箱结构的另一特点是，在适当加大前管板至烟筒中心距离的条件下，采用了双层反射板（即箱形反射板），这对增加燃气流程，减轻脉冲影响，克服反射板后方死区，将产生良好作用。

在上述烟箱结构的基础上，新前进型机车的烟筒设计采用了两种不同的方案：第一方案是根据压差理论设计的（如图2a）；第二方案是根据紊流理论结合裙筒设计并参照先进蒸汽机车裙筒位置的尺寸设计的（如图2b）。两种方案喉部至烟筒出口距离与喉部直径的比值 $l_{sa}/d$ ，由原来的1.296增至1.783与1.705，显然，这对减少烟筒出口能量损失和提高烟筒效率将起重要作用。新前进型机车的乏汽喷口直径在不同条件下可较老前进型机车放大10~15毫米，这对降低汽缸背压，提高牵引力与功率将产生显著效果。

根据设计尺寸，新前进型机车通风装置各部燃气流通截面特性列于表3：

烟箱通风装置各部燃气流通截面特性表

表 3

|         | 钢管燃气有效通过面积<br>$\Omega_{\partial+*}$ | 拱砖上部燃气最小通过面积 $\Omega_{c\partial}$ |                                                  |                                | 平台板下A处燃气通过面积 $\Omega_A$ |                                        |                      | 喷口座B处燃气通过面积 $\Omega_B$ |                                        |                      |
|---------|-------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|----------------------------------------|----------------------|------------------------|----------------------------------------|----------------------|
|         |                                     | $\Omega_{c\partial}$              | $\frac{\Omega_{c\partial}}{\Omega_{\partial+*}}$ | $\frac{\Omega_{c\partial}}{R}$ | $\Omega_A$              | $\frac{\Omega_A}{\Omega_{\partial+*}}$ | $\frac{\Omega_A}{R}$ | $\Omega_B$             | $\frac{\Omega_B}{\Omega_{\partial+*}}$ | $\frac{\Omega_B}{R}$ |
| 第一方案    | 0.741                               | 0.949                             | 1.281                                            | 0.140                          | 0.907                   | 1.224                                  | 0.133                | 0.678                  | 0.915                                  | 0.100                |
| 第二方案    | 0.741                               | 0.949                             | 1.281                                            | 0.140                          | 0.907                   | 1.224                                  | 0.133                | 0.678                  | 0.915                                  | 0.100                |
| 老 和 平 型 | 0.721                               | 1.177                             | 1.632                                            | 0.173                          | 0.898                   | 1.245                                  | 0.132                | 0.682                  | 0.946                                  | 0.100                |

续表 3

| 前垂板下燃气通过面积 $\Omega_C$ (最大) |                                        |                      | 前垂板下燃气通过面积 $\Omega_C$ (最小) |                                        |                      | 火星网燃气通过面积 $\Omega_D$ |                                        |                      | 烟筒喉部燃气通过面积 $\Omega_S$ |                                        |                      |
|----------------------------|----------------------------------------|----------------------|----------------------------|----------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------------------------|----------------------|
| $\Omega_C$                 | $\frac{\Omega_C}{\Omega_{\partial+*}}$ | $\frac{\Omega_C}{R}$ | $\Omega_C$                 | $\frac{\Omega_C}{\Omega_{\partial+*}}$ | $\frac{\Omega_C}{R}$ | $\Omega_D$           | $\frac{\Omega_D}{\Omega_{\partial+*}}$ | $\frac{\Omega_D}{R}$ | $\Omega_S$            | $\frac{\Omega_S}{\Omega_{\partial+*}}$ | $\frac{\Omega_S}{R}$ |
| 0.679                      | 0.916                                  | 0.100                | 0.535                      | 0.722                                  | 0.079                | 1.092                | 1.474                                  | 0.161                | 0.238                 | 0.321                                  | 0.035                |
| 0.679                      | 0.916                                  | 0.100                | 0.535                      | 0.722                                  | 0.079                | 1.092                | 1.474                                  | 0.161                | 0.208                 | 0.281                                  | 0.031                |
| 0.633                      | 0.878                                  | 0.129                | 0.499                      | 0.692                                  | 0.073                | 0.953                | 1.322                                  | 0.140                | 0.212                 | 0.295                                  | 0.031                |

应当指出，虽然新前进型机车采用了较好的烟箱通风装置，但是它还保留了传统式通风装置的结构，因而随着通风理论不断发展，今后将被效率更高，效果更好的新型通风装置所代替。

## 7、其他方面的改进

除上述锅炉方面的改造外，其他部件改造的也很多，主要有：

1) 改造司机室：由于锅炉前移80毫米，而司机室后方又保持原位，就等于增加了司机

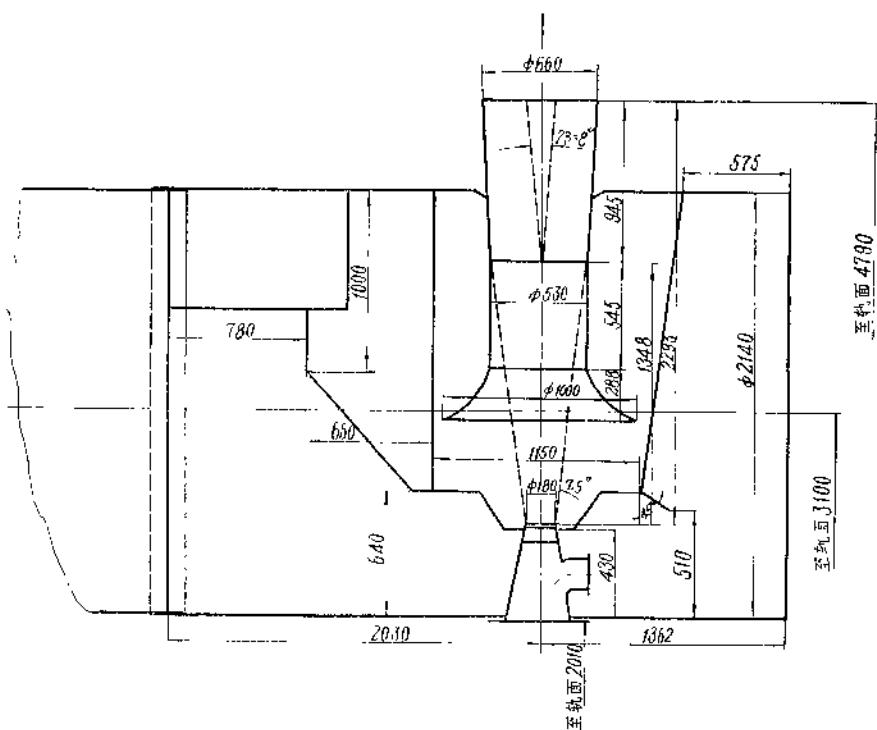


图 2B 烟箱通风装置示意图 (第一方案)

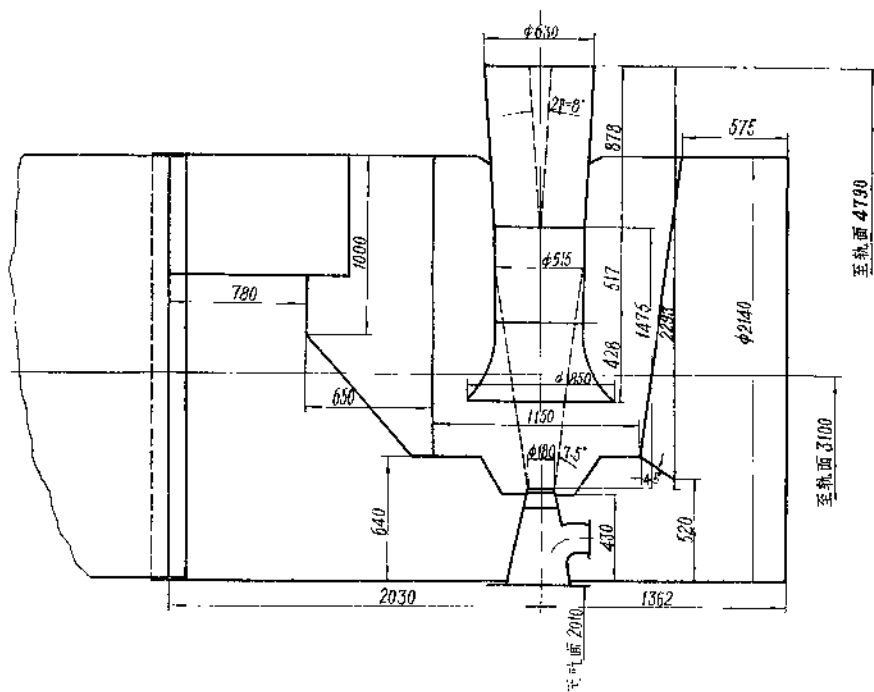


图2b 烟箱通风装置示意图 (第二方案)

室的有效长度。尤其改变了侧门和侧窗的设计后,使新的司机室容积宽敞,操作方便,光线充足,通风良好。

2) 换装注水器:由于安装了一台 HB16.5 型非吸上式注水器和一台 BH10 型吸上式注水器,不但保证了所必须的注水量,而且使溢水量由原来的每次 40~120 公斤降至 6.16 公斤,给寒冷地区冬季运用,带来莫大的方便。

总之,新前进型机车的改造设计工作是在老前进型机车的基础上,广泛征询现场运用检修等方面的意见,得到交通部各级党政领导的大力支持,设计部门深入生产现场并密切与科研部门相结合,是群众智慧的产物。

## 二、牵引性能试验

### 1、一般情况

新前进型机车的汽机和阀动装置,完全与老前进型机车相同;但在改造设计时,由于降低了过热蒸汽温度,减少了由锅炉到汽室的蒸汽压力降,降低了汽机背压,因此,它的牵引特性也有所改变。

前进型 101 号机车的全套牵引性能试验是在环形线进行的,它的乏汽喷口直径  $d_k$  为 185 毫米。嗣后又在哈大线四平、毛家店、双庙子、泉头间进行粘着牵引力试验 ( $d_k=185$  毫米)和在苏家屯、哈尔滨间进行称重专列在主要坡道上的运营牵引试验 ( $d_k=185$  和 180 毫米)。该项营业线路上的试验,不但为正确确定粘着系数提供数据,而且也检查了机车在运营条件下,牵引力和功率的发挥情况,为制订计算遮断比,计算供汽率等重要指标和合理使用机车提供了条件。

### 2、原始试验数据

根据环形线试验结果,前进型 101 号机车的原始试验数据列于附表 1,其指示压力系数  $\xi$ 、指示牵引力  $F_i$ 、轮周牵引力  $F_k$  及汽机每鞣鞣行程过热蒸汽消耗量  $u$  按不同遮断比与速度的关系曲线列于图 3~6;汽室过热蒸汽温度  $t_s$ 、汽缸排汽温度  $t_e$ 、给水加热器给水温度  $t_{num}$ 、乏汽利用率  $K$ 、烟箱乏汽喷口处真空度  $\Delta s$  和由锅炉到汽室的蒸汽压力降  $\Delta P_k$  与供汽率的关系曲线列于图 7~12;汽缸排汽压力  $P_{ea}$  按不同遮断比与速度的关系曲线及其与供汽率的关系曲线列于图 13~14。

图 9、10 中还附有线路热工试验时所测定的给水加热器给水温度与乏汽利用率的原始试验点与试验曲线,由于在线路热工试验时,将乏汽喷口直径由 185 毫米缩小至 175 毫米,因而乏汽利用率显著提高,给水温度提高了 5~10°C。