

機車節約燃料的方法

B·C·莫利亞爾處克著

人 民 鐵 道 出 版 社

這本小冊子介紹蘇聯先進司機們在實際工作中創造的省煤方法，這些方法包括火箱空氣的流通，乏汽噴口與過熱管、過熱箱等的裝置，火層的調整，煙末飛揚的防止，煙灰和水垢的清除，過熱蒸汽的使用，機車的合理操縱以及粉煤的利用等，對我國鐵路機車乘務員和機務段工程技術人員都適用。

機車節約燃料的方法

ПУТИ ЭКОНОМИИ ТОПЛИВА
НА ПАРОВОЗАХ

蘇聯 В. С. Молярчук 編

蘇聯國家鐵路運輸出版社（一九五三年莫斯科俄文版）

ТРАНСЖЕЛДОРИЗДАТ

Москва 1953

鐵道部鐵道研究所機車定置試驗室譯

人民鐵道出版社出版

（北京市霞公府十七號）

北京市書刊出版營業許可證出字第零壹零號

新華書店發行

人民鐵道出版社印刷廠印（北京市建國門外七聖廟）

一九五五年十二月初版第一次印刷平裝印 1—2,580冊

書號：437 開本：787×1092 $\frac{1}{32}$ 印張 $\frac{1}{2}$ 14千字 定價(?)0.09元

鐵路運輸業，節約燃料不只對鐵路本身，而且對國家整個國民經濟都是有重大意義的。

鐵路運輸業為本身需要所消耗的燃料佔全國採煤量四分之一以上，鐵路數十億的預算中約有五分之一是用在這上面。而蒸汽機車鍋爐中燒掉的燃料又約佔鐵路整個煤耗量的80%。因此，即使節約百分之一的蒸汽機車用燃料，也就能够保證為鐵路和整個國民經濟節約大批資金和燃料。用這些節約的燃料運送貨物，可以多開大約七萬次超重列車；能燒出建築1,200所設備齊全的居住樓房的磚；能織出約兩億公尺的毛織物；能造出約2,700萬普特的沙磚或者保證60個大型機械製造廠工作一年。

鐵路職工在節約燃料方面的努力可以收到很大的國民經濟效果，而這個效果的增進主要還依靠於改善與提高運用機車的狀態與利用率、改進列車運行組織、在機車牽引的方法中貫徹司機革新工作者的成就，從而節約燃料等等，也就是說，節約燃料總是隨鐵路運輸工作的全面改進而實現。

機車節約燃料可以由以下幾方面來達到：第一，提高機車蒸汽動力裝置的效率；第二，提高機車利用率，即最大限度地裝車以利用機車的最大牽引力，和大膽縮短非生產停車時間或者減少非生產工作以達到最大限度地利用機車的工作時間。

為了發揮機車最大可能的效率，首先是鍋爐的效率，要求在良好的機車狀態、細心保養機車和採用標準的焚火方法的情況下，用一切辦法來減少熱量的損失。

大家都知道，燃料燃燒時所發出的熱量，不是全部利用在蒸發蒸汽和完成有效工作上，而是只有部分熱量被利用來蒸發蒸汽和過熱蒸汽。這部分熱量對燃料發熱量的比值稱為鍋爐效率，它隨着燃料的種類而變，為50~75%。其餘的熱量都白白地損失掉了。

這些損失有多麼大，它們是怎樣發生的呢？

第一，熱量的損失與化學的不完全燃燒有關。燃燒的過程是燃料中可燃物與空氣中的氧化合而產生的化學反應，隨着這個反應放出熱量與光。在正常進行反應的情況下，燃料中的一個碳與兩個氧相化合而產生二氧化碳，此時發出 8,100 大卡的熱量（以一公斤碳計算）；兩個氫與一個氧化合構成水蒸汽，這時每公斤氫發出 34,000 大卡；一個可燃硫與兩個氧相化合成為二氧化硫，這時一公斤硫發出 2,240 大卡的熱量。

爲了使燃燒過程能正常進行，需要有足夠的空氣（每公斤煤約需十公斤空氣）和保證燃燒的高溫：塊煤，溫度約 500 度，褐煤約 400 度，木柴約 300 度。不合這些條件就使得燃料不能夠完全燃燒。有如一一個碳沒有和兩個氧化合，只和一個氧化合成爲一氧化碳，發出的熱量就不是 8,100 大卡而是 2,400 大卡。

這樣一來進入的空氣量不能使火箱中的煤全部燃燒或者煤層某些地方的溫度不夠高，也就是當大量冷空氣經過風門與開放爐門進入火箱中時，一部分碳燃燒而成一氧化碳，這些沒有完全燃燒的碳每公斤要損失 6,700 大卡的熱量，或者甚至完全沒有燃燒而成了黑色的煤煙。

燃料中的一部分可燃物質，可能沒有燃燒盡而在投煤時落到灰箱中去，成爲所謂落在灰箱中的煤核，或者混在熔灰中成爲爐焦。這些損失是機械不完全燃燒的損失，因爲這時煤或焦炭都沒有燃燒。

減少化學的不完全燃燒的損失甚至完全消滅它，以及部分減少爐焦中的碳損失，首先要正確地供給火箱空氣。

燃料的燃燒應有足夠的空氣，空氣應該均勻地分佈在整個爐床面積上，爲此需要正確安裝乏汽噴口並使其工作正常，以及熟練地組織焚火過程。

乏汽噴口能否正常工作首先決定於安裝的高度是否正確，是否垂直。大家知道，只有乏汽噴口的中心綫與煙筒的中心綫完全一致時，它才能保證需要的真空度。乏汽噴口的高度同樣應該保證完全把汽流噴到煙筒中，同時應該保證能在整個爐床面積上均勻地燃燒。乏汽噴口裝置得過高時，會使爐篦後部的工作強烈，前部的工作特別減弱。正如試驗所指出的，從乏汽噴口上部平面到煙筒口處大約應該等於乏

汽噴口四個直徑的長度。

乏汽噴口的直徑對於每一種類型的機車，一般是用試驗的方法根據規定的焚火制度和綫路縱斷面的特點選擇。選擇乏汽噴口的直徑須能保證實現鍋爐的計算蒸發率，就是要在現行的列車重量標準的條件下完成規定的運行速度。同時，乏汽噴口所造成的通風力不得破壞爐床上的燃料層。因此，在各個試驗尺寸中，乏汽噴口的直徑能在完成機車各項規定指標的情況下，最大限度地保證鍋爐中的標準汽壓與水位時，就可以認為所選擇的乏汽噴口的直徑是正確的了。

必須注意到，如果煙箱本身不十分嚴密時或者過熱管、過熱箱或蒸汽管的狀態不良在煙箱中漏汽時，乏汽噴口的安裝雖然正確，但也不能保證正常地供給空氣。這樣，煙箱吸進了空氣（有不嚴密之處時）或蒸汽，因而也就消耗了乏汽噴口的一部分能率，燃燒氣體從火箱中往外的吸力就不够了。所以煙箱中的真空度就降低了，從灰箱進入的空氣也減少了。這都說明，要定期檢查乏汽噴口和機車煙箱的氣密性。

機車的火層應是很平坦的、很薄的，不要有陷落的漏洞子和有堵塞的地方，這樣能均勻地供應火層空氣，並保證發出均衡的溫度。同時用燃燒無煙煤和能結成大塊重焦的煤時，不讓火層上堵塞，可以防止迅速結焦。

專門的試驗指出：投入火箱的燃料分佈不均勻，以由於化學的不完全燃燒和結焦損失的熱量來與爐床上火層均勻時的損失相比，差不多增大到 $1\frac{1}{2}$ 一倍。

正在燃燒的燃料層的厚度，用任何一種煤或混合煤焚火時都應該保持在75~100公厘範圍內，在任何情況下都不能超出200公厘。

火層的特性，它的厚度與燃料的燃燒決定於正確的和及時的往火箱中投煤，即要熟練地使用輸煤機或用手投煤。投煤的數量一定要符合於鍋爐的需要，火層的燃燒明亮和均勻（火焰是白色或草黃色的），從煙筒中噴出的煙沒有顏色或顏色很淡時，鍋爐中的蒸汽壓力和水位穩定，即說明投煤量適當。當火箱中的火焰明亮，發白色或草黃色，而燃料層平坦沒有漏洞時，如鍋爐壓力下降，就是投煤量不够。因為

火箱火焰良好時蒸汽壓力不會因火層有漏洞而下降；如過度、大量地投入燃料，首先就可從機車烟筒中噴出濃黑的烟和黑暗中看出來。特別是從輸煤機頭部的檢查孔中清楚地看出來。過多投入燃料總會使因化學的不完全燃燒而增大熱量的損失；如用結焦性煤焚火，過多投入燃料也會增大爐焦中的熱量損失。

用褐煤和不結焦的煤焚火，先進的司機爲了調整火層的均勻度，根據爐床上蓄積灰的多少常常定期搖爐減低火層厚度。這樣搖爐，特別是用周圍產生灰的褐煤焚火時這樣搖爐條能使火層均勻旺盛，會減少化學的不完全燃燒的損失。

用輸煤機焚火，同樣可以搖動部分的爐條來均勻火層的厚度。用輸煤機焚火也還是以用手投煤來均勻火層的厚度爲最主要的方法。因爲輸煤機的噴嘴即使調整得很好時，整個爐床上的燃料也不會均勻。爐床後角上，在給煤板的下部和靠近火箱側板的後部不可避免的要有漏洞，噴嘴調整得不好和混合煤不均，都很可能在整個爐床上部有漏洞。因此，用手投煤是需要的，當用長火焰烟煤焚火時用手投煤最少要佔5~7%，在用帶無烟煤的混合煤焚火時要佔12~15%。煤塊的大小或混合煤的成分愈不平均，用手投煤的次數愈應該多。

爲了提高輸煤機的焚火經濟性來與因使用輸煤機而增大的熱損失及煙末損失作斗争，先進的司機們用手投煤的數量達到20%或更多。

機車鍋爐中最大的熱量損失是從機車烟筒中飛出的沒有燃燒盡的烟末帶走的熱量損失。

爲了保證機車鍋爐的高度蒸發率，在爐床上每小時經常要燒1~5噸煤，因而每小時需要5.0~5.5萬立方公尺的大量空氣，此時通過爐床煤層進入的空氣的速度達到30~50公尺/秒這樣，小塊的煤達不到煤層上或在煤層中沒有燃燒就從烟筒中飛出了。

烟末帶走的熱量損失達到燃料發熱量的15~20%，甚至還要多一些。當用不結焦的碎煤焚火時，火層的厚度不均，通過煤層進入許多空氣速度非常大，以至能從火層中帶走較大的煤塊，這種損失就會增大，因此使火層平坦是與烟末作斗争的第一個方法。

與烟末作斗争的第二個方法是燃燒灑過水的煤。往煤上灑水能使

單個小塊煤黏成一大塊，如燒的是結焦性煤，它在火層上有充分時間粘結起來；如是不結焦性煤，部份小塊仍能粘在一起同樣地能燃燒。煤經過灑水之後，在輸煤機的槽中小塊煤都粘成大塊而進入火箱中，變成烟末的可能性是很小的。用不結焦的碎煤和烟煤焚火，特別是用輸煤機投煤，往煤上灑水能保證煤的消耗量減少5~7%。

磚拱狀態良好，同樣可以減少煙末帶走的熱量損失。在這裏，用結焦性很弱的小塊煤或者很潮濕的煤焚火時，爲了提高燃燒過程的經濟性要適當地加長一列或兩列拱磚。但應該注意到，繼續加長拱磚會增大火箱阻力和必然縮小乏汽噴口，這樣會增大汽機背壓，降低它工作的經濟性。

在機車鍋爐中所獲得的熱量被傳給鍋水和過熱管中的蒸汽。熱量傳導給火箱和烟管壁，是通過輻射，特別是在火箱中赤熱的火層和燒紅的燃氣的輻射，以及燃氣和鍋板及管的直接接觸（對流）來實現的，通過鍋板與管壁的熱能被水和蒸汽吸收了。

水與蒸汽從赤熱燃氣中吸收的熱量愈多，鍋爐的熱力過程就愈經濟，而且隨燃氣帶走的熱量損失就愈小。在熱平衡中這種損失是不可避免的。鍋爐水面上部的蒸汽壓力爲15大氣壓時，水的溫度是200度，而過熱管的蒸汽溫度還要高，因此爲把空氣從外部空氣的溫度加熱到200度，所消耗的熱量不可避免地要隨着離開鍋爐的燃氣損失掉。但實際上離開鍋爐的燃氣溫度，當鍋爐在工作蒸發率的條件下是300~360度，當鍋爐加熱表面保養的不良時這溫度還要增大。

加熱表面有烟灰和水垢等雜物時就要增大隔離鍋爐的燃氣的溫度。

如果鍋爐鋼板傳熱係數是50卡/平方公尺、時、度，水垢平均爲2卡/平方公尺、時、度，烟灰爲0.1卡/平方公尺、時、度。這樣一來，水垢比鍋爐鋼傳熱率低到96%，烟灰低到92%。因此，如果管壁清潔時，溫度每昇高一度，它一平方公尺的表面每小時傳給水29.5大卡，如水垢爲1公厘厚，每小時傳給水28.9大卡；但一公厘厚的烟灰，每小時僅僅傳給水22.7大卡。赤熱氣體傳給鍋爐中的水和蒸汽的熱量愈少，則帶走的溫度就愈高，熱量損失就愈大，因而鍋爐效率就愈低，

就要浪費燃料。

在不同水垢和煙灰厚度下以百分比表示的燃料浪費數值如下：

水垢層的厚度 (公厘)	多 燒 的 煤 (%)	煙灰層的厚度 (公厘)	多 燒 的 煤 (%)
1	1.5	1	4.0
2	2.5	2	7.0
3	5.0	3	9.0
4	6.5	4	10.5

防止加熱表面上沉積水銹的方法有二：第一，在洗修時直接用機械清洗；第二，使用防銹劑。

爲了防止鍋爐中產生水銹，向鍋爐中投入一種防止加熱表面產生水銹的特殊化學藥品——防銹劑。防銹劑把溶解在水中的鹽變成最細的泥漿沉落在鍋爐的底部，一部分在鍋爐中處於懸浮狀態。司機與段化驗室的工作人員共同協作有步驟地往鍋爐中放入防銹劑，經常地進行放水，能使鍋爐加熱面上幾乎完全沒有水銹。進行鍋爐放水應該注意到：過多地放水只會直接損失熱量，對鍋爐的清潔狀態毫無好處。因此，每個機務段的化驗室在規定放水制度時，要盡最大可能縮短放水時間，同時還要保證鍋爐中的水質良好。

爲了清除鍋爐煙管中的煙灰，使用各種類型的蒸汽吹灰器，它們有的固定安裝在機車鍋爐或者煙箱中，有的是移動式的。當在僅給汽運轉而可以停止投煤的錢路上，用固定吹灰器吹洗煙管；在本段和折返段則用移動式吹灰器吹洗煙管。

機車鍋爐各種熱量損失中最後的一項是外部冷却的熱量損失。鍋爐中的溫度比大氣的溫度高的多，所以要把熱量輻射給大氣。顯然，大氣溫度愈低，機車走行的愈快，則鍋爐所散失的熱量也就愈大。

鍋爐向大氣的傳熱係數 K_{ox} 是隨着機車運行速度而改變的，其變化如下：

V 公里/小時	0	10	20	30	40	50
K_{ox}	1.0	1.6	1.90	2.20	2.40	2.51

把各種隔熱材料蓋在鍋爐外部表面上，能減少鍋爐外部冷卻的熱量損失。

1948年以前使用所謂硫化膠板做為鍋爐隔熱的絕緣材料。從1948年起所有的運用機車都採用整體絕緣了。爲了達到這樣的絕緣，在有火機車鍋爐縫下的空隙中灌注石棉、矽藻土和石灰的溶液。它們在乾燥硬化了以後，就變成了十分堅固和傳熱性很小的整體的蓋了。如果鋼的熱傳導係數等於50大卡/公尺、小時、度，則以這樣方法所獲得的絕緣材料的熱傳導係數不超出0.08大卡/公尺、小時、度，因而也就減少外部冷卻的熱量損失，可以節約3~5%左右的燃料。

爲了使機車工作很經濟，單純地減少鍋爐熱量的損失是不夠的，還必須保證機車汽機的耗汽也少。在鍋爐標準壓力下提高汽機工作經濟上的最有效的方法是使蒸汽過熱。

過熱蒸汽，即在同樣的壓力下把它的溫度提高到飽和蒸汽的標準溫度以上，這可以減少蒸發同一壓力下的每立方公尺蒸汽所消耗的熱量。

如果溫度爲200壓力爲15大氣壓時，蒸發一立方公尺的蒸汽需要5,200大卡，那麼把蒸汽過熱150度，即把它的溫度提高到350度，蒸發一立方公尺蒸汽就只需要4,200大卡，因爲推動汽機的機構，重要的不是蒸汽的重量而是在工作壓力下的它的體積，所以蒸發同一體積的蒸汽所消耗的熱量愈少，則汽機工作愈經濟。蒸汽在14大氣壓力下不同的過熱溫度所節約的燃料與水，按照西羅米亞特尼科夫院士規定的數值如下：

過熱蒸汽的溫度（度）	200	250	300	350	400
水的節約（%）	1.8	13.6	22.4	29.3	35.0
燃料節約（%）	1.2	9.4	15.5	20.2	24.2

使用過熱蒸汽有着巨大的經濟利益，因而所有的現代機車都有蒸汽過熱的裝置，並且用從300~360到400度的蒸汽來工作。

許多試驗指出：過熱蒸汽的溫度是隨着鍋爐蒸發量增大而上升的，即鍋爐的蒸發率愈大，在其他相等的條件下機車的汽機工作愈經

濟。

但是過熱蒸汽的溫度同樣又決定於機車使用的條件和它的焚火方法。只有當溫度最小的乾蒸汽進入蒸汽過熱管時，才能保證過熱的溫度最大。蒸汽溫度對同一蒸發率下的蒸汽過熱溫度的影響數值如下：

蒸汽濕度 (%)	3.0	5.0	7.0
過熱蒸汽的溫度 (度)	325	317	305

因此，保證提高過熱蒸汽溫度的第一個措施是防止把水吸入和帶入蒸汽過熱管中以減小濕度。正如先進司機的工作經驗所指出的，這可用兩種方法來實現：第一，均勻地開調整閥，不要跳動；第二，在保證運用安全的條件下，在較低的鍋爐水位下工作。

多次的機車試驗指出：在水表中間部分降低水位 1 公分，在 9 型機車上可以把過熱蒸汽的溫度平均提高 1 度，在 П 和 Е^в 型機車上平均提高 1.5 度，在 Ф П 型的機車上平均提高 3.3 度。

許多先進司機為爭取提高過熱蒸汽的溫度在實際中不利用鍋爐借水，即在容易行車的綫路上及絕汽運轉時，在鍋爐中先儲好水以供轉向困難綫路區段之用。

先進司機們為提高過熱蒸汽溫度所採用的第二個方法是在停留或長時間絕汽運轉之後，在開放汽門之前，猛開通風器，用 5 ~ 7 分鐘預熱火箱和所有的蒸汽過熱裝置系統。這樣，過熱蒸汽的溫度在短短時間內達到了試驗性能說明書上所規定的數值，在運轉期間蒸汽的平均溫度可提高 15 ~ 20 度。

過熱蒸汽的溫度在很大程度上決定於大煙管和蒸汽過熱管加熱表面的清潔程度。例如作者在 9^в 型機車上進行的專門試驗指出：當汽機的供汽率 $Z_{\text{н}} = 40$ 公斤/平方公尺小時時，在 3 ~ 5 支管子的入口處用爐渣子堵塞住，過熱蒸汽的溫度下降 17 度或者下降近 5%，而在堵塞 14 支管子時，過熱溫度下降 39 度或者下降近 12%，而這時排出的燃氣溫度却增加了 21 度。在後者的情況下，由於鍋爐和汽機效率的降低，燃料總的損失近於 6%。

蒸汽過熱管的內部表面上有積存的水銹時同樣能使過熱蒸汽的溫度降低，試驗指出：沒有發生汽水共騰現象時，洗修後每走行 1,000 公里過熱蒸汽的溫度下降 8~10 度。如發生汽水共騰現象，就如紅海股機務段的著名司機舒米洛夫同志的經驗所指出的走行 700 公里以後，過熱蒸汽溫度就已下降 20 度，過熱管在運轉中只有經過中間吹洗之後才能復原。因此，在機車上裝置過熱管運轉中間吹洗器，是保持過熱蒸汽高度溫度的第三個重要措施。爲了消除汽水共騰現象最近已經使用了化學消沫劑。

這樣，最大限度地降低進入到蒸汽過熱管中的蒸汽濕度和保持後者的清潔狀態是獲得高度過熱蒸汽的保證，因而也是在汽機中最有效地利用蒸汽的保證。

燃料的節約不僅決定於減小燃料熱量的損失和使獲得的蒸汽在汽機工作中保證發揮最大的效率，而且也決定於其他的許多條件。

在許多情況下，由於檢查孔、閥和蒸汽導管等洩漏而損失大量蒸汽，因而燃料也受了很大的損失。蒸汽這樣的直接損失，即所謂漏汽，在一小時內可能達到 300~800 公斤蒸汽，即多消耗燃料達 10%。有許多機車，由於良好細心地保養，蒸汽漏洩每小時不超過 50 公斤。

與鍋爐蒸汽損失的同時，如韌輪與汽閥的漲圈鬆弛或破損，在汽機中蒸汽還可能遭受大量損失。

作者在 Φ II 型機車上當蒸發率爲 50 公斤/平方公尺·時 時所做的專門試驗指出，汽閥漲圈不嚴密或破損時蒸汽損失的數值如下：

斷 汽	蒸 汽 的 損 失 (%)	
	外部漲圈磨損 4 公厘時	左面汽閥漲圈破損時
0.2	0.5	13.0
0.3	6.3	14.0
0.4	10.2	—

因此，和鍋爐及汽機的蒸汽損失現象作鬥爭可以得到減少燃料消耗的顯著效果。

另外，依靠採用更合理的機車操縱法來減少汽機的耗汽量對於在

機車上節約燃料也有着巨大的意義。以下二條規則是這種方法的基礎：

(1) 在機車工作時，大開汽門和使用最有利的斷汽點，這樣可以保證減小蒸汽的抽絲現象；

(2) 操縱機車時，最大限度地利用列車的惰力，以便不用蒸汽或很少消耗蒸汽，即能通過漫長的區段。

調整閥的開度對單位功率（馬力）蒸汽消耗量的影響經過專門研究指出：在不滿開汽門時產生的蒸汽抽絲大大地降低了汽機工作過程的經濟性。如 Θ 型機車當其速度為 40 公里/小時和滿開汽門時，每馬力小時的蒸汽消耗量是 9 公斤；當調整閥的開度為 $1/8.5$ 時增加到 10.3 公斤，即增加 14.4%；而當調整閥的開度為 $1/22.5$ 時，蒸汽消耗量為 18 公斤，即增大一倍。

梭羅金工程師在兩台機車上做了試驗。這兩台機車的司機，一個是滿開調整閥運轉的擁護者科羅林科夫同志；另一個是喜愛開小閥工作的，即不滿開調整閥工作的列滅什科同志。試驗結果清楚地指出了滿開調整閥（所謂大開汽門運轉）的經濟效果：

司機姓名	列車重量以噸表示	完成的 速度， 以公 里/小 時表示	實現的蒸 發率，以 公斤/公 尺 ² 小時 表示	燃料蒸 發能力 以公 斤/公 斤表示	每萬噸公里（總重） 的消耗（公斤）	
					蒸 汽	燃 料
科羅林科夫	2,400	30	35	2.77	800	288
列滅什科	2,100	23	27	2.76	910	330

兩個司機的機車熱力技術狀態以及副司機的熟練程度實際上是同樣的。它們的焚火條件也是一樣的，因為兩個機車用同一種燃料焚火時，煤的蒸發能力是相同的，即鍋爐效率是相等的。

耗汽量相差 13.7% 或者換算成相等的列車重量相差 9.2%，這種情況完全是由於不滿開調整閥工作致降低了汽機的經濟性而引起的。這些試驗結果同樣指出：開小閥運轉也降低了運營指標，也就是說司機列滅什科同志牽引的列車重量較少而且技術速度也降低了 23.3%。

根據車重和綫路狀態，在不違反列車運行圖的條件下，採用更有

利的斷汽點——進汽量來調整汽機的工作過程也可以節約蒸汽。

主要型式機車在指定速度下保證每馬力小時耗汽量達到最小限度的進汽量（斷汽）數值如下：

運行速度 (公里/小時)	20	30	40	50	60
機車型類	汽缸進汽量 (斷汽)				
ФД	0.4	0.3~0.4	0.3~0.4	0.4	0.4
СО	0.4	0.4~0.5	0.5	0.5	0.4
Л	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
ЭМ	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3
ТЭ	0.4~0.5	0.4~0.5	0.4	0.4	0.4

根據蒸汽經濟利用的條件，當滿開汽門時，斷汽點不小於 0.3 而平均在 0.4 時，機車工作是最有利的。

牽引力較大時必須十分地注意撒砂裝置的工作，不能使機車發生空轉，因為每次空轉不僅使蒸汽直接損失 1.5~2 公斤，而且也破壞了爐床上的火層，增大了烟末的損失，降低了鍋爐的效率。

因此，機車最合理的和最經濟的工作制度是以高蒸發率保證高速行車和往汽缸中的充分進汽量，同時以最大可能利用列車惰力和各種綫路縱斷面的特點。毫無疑義，在很短的時間內滿開汽門用最有利的斷汽點運轉，以便在關閉汽門之後在有利的綫路斷面上能利用列車的惰能來運行是最經濟的；運行時汽門開度小，因而往汽缸中進汽量較小是不經濟的，這樣不能完全利用列車惰力，必須用長時間來開放汽門。

根據上述，先進司機牽引列車，在每一段可以利用列車惰力的綫路區間之前，都盡量保證最大可能的速度。

許多有先進司機參加的試驗運行指出：在一般條件相同時，大多數情況，用改善列車牽引的方法使絕汽運轉的百分比愈多，燃料的節約也愈多。同時，隨着絕汽運轉的增加，通常運轉的速度也增長一些。這證明了：絕汽運轉的增加是由於更多利用列車惰力而達到的。

例如：在北高加索鐵路上的試驗運行指出：在高加索—涅維諾麥斯區段內節約燃料最多的優秀司機絕汽運轉達到15~12%，中等熟練程度的司機達到8~10%，耗煤量超過平均標準的司機達到4~6%。對應地，向高加索方向去時，這些司機組的絕汽運轉的百分比各為50，38和28。

應當提及，如果真正是由於更好地利用列車的動能，即列車或者遵守指定的運行速度，或者提高一些速度，而增加了絕汽運轉的百分比時，則在這些情況之下增加的絕汽運轉百分比可以節約燃料。這樣，當分析不同司機在同一區段上列車重量相等所做的試驗結果時可以確定，速度高的絕汽運轉百分比也大。這從下表的數據中可以看出：

司機姓名	列車重量 (噸)	絕汽運轉的 百分比	技術速度相對值 (%)
馬列契	1,370	14.0	100
毛里包哥	1,370	32.0	103
波橋母金	1,765	24.1	100
契母季斯基	1,770	31.7	113
庫金	2,085	8.1	100
哥利國里耶夫	2,020	15.8	119
豆羅霍夫	3,400	10.0	100
特列平	3,440	18.7	120

從上表中可以同時注意到：列車的重量愈大，列車運行的相對速度也愈增大，即利用列車補充的動能愈多和愈容易，但絕汽運轉的百分比却愈少，愈難提高。

當研究試驗資料時指出：絕汽運轉每一百分比的相對效率，在不同的綫路斷面條件下是不同的。在平道上，當水的機力係數值 $i_a = 1$ 時每百分之一的絕汽運轉相當於節約蒸汽與燃料1%，隨着區間困難程度的增加，即隨着機力係數的增加，絕汽運轉每百分比的相對效率也增加了；例如，當 $i_a = 1.2$ 時，節約的燃料即為1.28%。

超重列車，增加絕汽運轉的百分比是較複雜的，但如果提高機車

功率的利用率則可以使燃料大大的節約。列車愈重，功的相對比重愈小，因而機車本身運轉所需要的燃料消耗量亦愈少。例如，列車的重量為1,500噸，機車本身走行所需要的功約為列車走行所消耗的總功的20.1%；列車重量為2,000噸，是15.8%；列車的重量為2,500噸，是13.1%。

同時，當列車的重量增大而速度不變時，鍋爐的蒸發率就提高了，這樣在工作速度限度內即降低了單位馬力的蒸汽消耗量。在以上所列舉的例子中，對每馬力的蒸汽消耗量，列車重量為1,500噸時是8.8公斤，2,000噸時是8公斤，2,500噸時為7.6公斤。許多的試驗數據和理論研究可以確定：列車的重量每增大1%就可以縮減0.4%的燃料消耗量。

不論提高機車在牽引力（列車重量）或者在時間和走行公里方面的利用率都永遠會減少燃料的消耗量，節約燃料。機車周轉時間每加速一小時（例如縮減停站時間），燃料的消耗就減少0.6%。

許多按緊密運行圖製定出了機車新技術作業過程的五百公里運動司機，合併了許多作業，同時由於更經濟地牽引列車和機車焚火而縮減了上水、清爐的多餘停站時間，從而減少了燃料的消耗量，五百公里運動的首創者之一斯大林獎金獲得者司機布拉日諾夫同志所減少的燃料消耗量如下表數據所示：

月 份	機務段平均走行 公里（公里）	布拉日諾夫同志的 機車走行公里 （公里）	布拉日諾夫同志對機務 段平均走行公里的比較 成績（%）	
			走行公里	燃料節約
四 月	324	377.6	16.5	2.9
五 月	333	485.8	46.0	8.2
七 月*	388	561.3	44.6	7.2
八 月	385	548.7	42.4	7.0
九 月	374	513.7	37.3	12.0
十 月	389	528.5	36.0	5.9
十一月	381	506	32.8	6.1
十二月	342	457.2	33.5	6.9

* 六月機車在檢修

在研究獲得的成績時得出結論，平均日車公里每提高1%，能降低大約0.15%的燃料消耗量。

分析五百公里運動司機和超軸司機的成績可以看出：在盡量節約燃料的工作方面先進工作方法和先進司機的創造性起着很大的作用。

除許多組織措施外，還有減少熱量和機車功率的損失以及提高機車工作經濟性的特殊裝置，也可以幫助節約燃料消耗。特洛費莫夫分動式汽閥和改善過的左洛達約夫—國爾捷也夫式的乏汽噴口就是屬於這種裝置的，它們在鐵路運輸業已經獲得廣泛地應用。這兩種裝置都減少了汽機功率的損失。特洛費莫夫式汽閥在絕汽運轉時兩個盤會合在一起而溝通了汽缸的兩端，因而在關閉調整閥的運轉時，減小了汽機的阻力。排汽孔有着較大斷面的左洛達約夫—國爾捷也夫式的乏汽噴口保證了噴汽工作的均衡，因而降低了轆轤非工作面的背壓，在功率上得了便宜，所以燃料消耗可以節省2.5~3%。

另一種裝置是相對增大蒸汽過熱裝置的面積以提高過熱蒸汽的溫度。例如，在Э^м型機車上過熱裝置的加熱表面對蒸發表面的比例等於0.326；在CO型機車上——0.407，在ΦП型機車上——0.505；而在最近製造的П型機車，這個比例等於0.510。

室型過熱裝置的構造能更加提高過熱蒸汽的溫度，這種過熱裝置是從大煙管中、把過熱管取出放在鍋爐洞體旁邊連通火箱與煙箱的特殊室內。

戰前蘇聯的工程師在設計利用被機車的蒸汽不可避免地帶走的部分熱量方面做了很多工作，除了冷凝機車外，所有其他機車都把這些廢汽排出外部去了；在冷凝機車中這些蒸汽進入冷凝器中，重新變為熱水。但是在此情況下每公斤蒸汽損失了464大卡熱量，也就是等於把水轉變為蒸汽時所需要熱的數量。

為了利用廢汽的熱量曾研究出了各種廢汽注水器與給水加熱器的構造，在這些結構中廢汽把部分熱量傳給水，把水加熱到70~95度。給水加熱器分為二種型式：一種是表面式的，在這裏蒸汽對水是經過管狀交換器的管壁來傳熱的，另一種是混合式的，在這裏水是依靠蒸汽凝結在水中時放出的熱量來加熱的。這兩種不同型式的給水加熱器

是用活塞或離心泵來往鍋爐中注水的。廢汽注水器兼有注水器和給水加熱器的功能，它是在混合噴處利用了廢汽的部分熱量。

各種不同型式和構造的廢汽注水器與給水加熱器能保證減少了28%的燃料消耗量。

在G³M型機車上利用了廢汽的部分熱量來加熱燃燒用的空氣。但是利用燃氣的部分熱量來預熱空氣所得到的效果更好。燃氣在離開鍋爐的時候其溫度為300~360度，它所帶走的熱量相當於燃料發揮出來的總熱量的10%甚至20%。在鍋爐中不可能把燃氣冷卻的太大，因為鍋爐水本身還具有200度，同時從傳熱觀點來看進一步增加鍋爐加熱表面，所得的效率是很小的，因為它的重量和造價也相對地增加了。因此，設計一種利用離開鍋爐的燃氣熱量的特殊裝置，用它來加熱進入火箱中的空氣，無疑是最合理的。空氣預熱器的構造型式是管狀的，或者是由時發時止的氣體和空氣平面間組成的特殊加熱槽。這種加熱槽放置在烟箱中。空氣經過這個加熱槽時預熱到150~200度。空氣預熱不僅保證減小了燃氣的熱量損失，而且由於減小焦炭中和化學不完全燃燒的損失而大大改善了火箱的工作過程。由於使用空氣預熱器能減少燃料消耗量10~12%。

用粉煤焚火是今天鐵路運輸熱力工程技術人員最重要的一個問題，把這個問題解決了能保證根本改善火箱的工作過程。粉煤燃燒的實質在於：小於0.08公厘顆粒的小塊的煤粉被空氣流吹入火箱中，它在火箱的空間中燃燒成火炬狀。大家都知道：只在煤塊的表面上才產生燃燒的反應。燃燒的表面愈大，則燃燒的強度就愈強。一公斤塊煤的表面近0.01平方公尺，而一公斤粉煤與空氣接觸的總表面近500平方公尺，這樣的面積與空氣產生反應的巨大燃燒表面提高了火箱的能率若干倍。同時能增大蒸發率，而且能大大提高整個燃燒過程的節約性。用粉煤燃燒時的鍋爐能率近75~77%，而同時用塊煤焚火時鍋爐的能力等於50~56%。

用粉煤焚火除提高機車鍋爐工作經濟性外，還能減輕機車乘務員的勞動。正確解決機車巨大的近代化熱力問題，可以為鐵路和整個國民經濟節約成百萬噸的煤，並在鐵路運輸業上提高使用燃料的技術水平。