

87.17
B4J 084025

铁道部干部学校
0. 3211
图书部
图书馆

内燃機車牽引 及其經濟效果

M·H·別林基著



102
287

版社

本小冊子介紹了有關內燃機車牽引技術-經濟效能的一些問題：內燃機車在蘇聯和其他國家鐵路上的發展，各種牽引類型技術-經濟的比較，在客貨運及調車工作上內燃機車的經濟性等。

本小冊子供內燃機車設計、製造、運用、修理有關工程師、技術員和機車乘務員學習之用。



內燃機車牽引及其經濟效果

ТЕПЛОВОЗНАЯ ТЯГА
И ЕЁ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

蘇聯 М. Н. БЕЛЕНЬКИЙ 著

蘇聯國家鐵路運輸出版社（1956年莫斯科俄文1版）

ТРАНСЖЕЛДОРИЗДАТ

Москва 1956

王純文譯 徐洪武校

人民鐵道出版社出版（北京市霞公府17號）

北京市書刊出版業營業許可證出字第010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）

書號 1249 開本 787×1092 1/32 印張 2 1/4 字數 40,000

1959年1月第1版

1959年1月第1版第1次印刷

印數 0001—3,200 冊

統一書號：15043·849 定價（9）0.23元

目 录

緒 言	4
苏联和外国铁路內燃牵引的发展概要	4
苏联铁路的內燃牵引	4
各人民民主国家铁路的內燃牵引	13
資本主义国家铁路的內燃牵引	14
苏联铁路內燃牵引的发展远景	20
苏联铁路所用各种牵引类型的技术-經濟比較	23
各型機車的牵引性能	23
機車效率	26
機車用的燃料	27
构造簡單和操縱容易	28
機車乘务組的劳动条件	28
铁路固定设备和機車购置費	30
运输成本	32
內燃機車的貨运运营費	35
运输成本——铁路运输工作上最重要的質量指标	35
运输成本与內燃機車运用基本指标的关系	39
內燃機車的燃料費	44
內燃機車的修理費	47
內燃機車乘务員工資	53
內燃機車的油脂費和照明費	55
內燃機車的整備費	56
机务段和业务单位依牵引类型不同的其他費用	57
在客运和調車工作中使用內燃機車的效果	61
在客运中內燃機車的运用	61
調車工作中的內燃機車	65

緒 言

苏联人民在共产党领导下，胜利地完成了发展国民经济的第五个五年计划。所有社会主义生产部门的生产量均有显著增加，劳动人民的物质和文化生活水平也提高了。在执行这个五年计划的过程中，铁路货运量增长了61%，客运量增长了42%，铁路的物质技术基础也获得了进一步的发展。

在第六个五年计划期间内，要保证苏联所有国民经济部门，首先是作为社会主义经济基础的重工业部门获得巨大的高涨。五年内工业产品的生产量大约将增长65%，其中生产资料的生产约增长70%。

实现第六个五年计划的任务，将引起铁路运输量的进一步更大的增长，将要求在贯彻新技术的基础上建筑新线和加强旧线。到1960年，铁路货运量将达到约13740亿吨公里，这将超过1955年水平的42%。

第六个五年计划，将是在各个国民经济部门内，广泛采用新技术的五年计划。

内燃机车为铁路上广泛采用的先进技术之一。目前内燃机车使用于阿什哈巴德、塔什干、土耳其斯坦-西伯利亚、奥连布尔克、沿伏尔加、奥尔忠尼启则、后贝加尔和鄂木斯克等铁路的许多区段上。新修了使用内燃牵引的若干重要干线。

✓ 1955年电力机车承担了总货运量的8%，内燃机车则承担了5.6%。虽然在铁路运输工作中，新型牵引的比重还不小，但目下电气机车和内燃机车所承担的绝对运量，约等于英国、法国及德意志联邦共和国铁路货运量的总和。

最近两个五年内电气機車和內燃機車，在苏联機車总数中将占主要地位，而且保証到1960年，将承担貨运量的40～45%；到1965年，将承担貨运量的80～85%。

因为要广泛采用电气機車和內燃機車来实现牵引力的技术改造，所以研究这些機車在工作上的經濟問題，是具有特殊意义的。

在这本供广大讀者参考用的小冊子里，通俗地敘述了有关內燃機車牵引技术-經濟效能的一些問題；內燃牵引在苏联和外国鉄路上的发展；各种牵引类型的技术-經濟比較；在客貨运及調車工作上內燃機車的經濟性等。

苏联和外国铁路内燃牵引的发展概要

苏联铁路的内燃牵引

二十世紀以前，蒸汽機車是最為普遍的發動機。在鐵路
上，蒸汽機車是唯一的牽引形式。隨着生產力的發展，效率
低而且功率又相對比較是小的蒸汽機乃開始讓位於較為完善
的發動機，首先是內燃機。

內燃機的最初設計：遠在十七世紀末和十八世紀初，有
人提出了用火藥氣體（H·居根斯）和煤氣（F·列奔）。此
後便出現了Э·列奴阿爾、N·A·鄂圖和E·蘭根、O·C·
可斯多維奇式發動機。所有這些內燃機的方式和試制品都是
經濟價值低并無工作能力的。

十九世紀末，1897年德國工程師R·狄塞爾創制了較為
完善的內燃機。這種內燃機于1898～1899年在彼德堡的諾
貝爾工廠，經過主要結構上的改變後，能以用重油燃料，可
靠而又經濟的工作。不久柴油機（即狄塞爾發動機）便得到
了普遍的承認和推廣。

偉大俄國學者：B·И·格利聶維茨基、E·K·馬森克
H·P·布林林格、B·C·斯傑奇金的工作促進了柴油機制
造業的發展。

在開展第一批柴油機制造工作的同時，曾試圖利用內燃
機來創制效率較蒸汽機車高的機車。

在設計這樣的內燃機車時，學者們和設計師們不得不注
意柴油機的特點。即此種柴油機軸的迴轉數很高，在負荷下
不能起動，且與蒸汽機車不同之處，是不能對工作狀態和所

发出的功率进行灵活的調整。

变换蒸汽機車汽机勾只冲程数和对汽机供給的蒸汽量，就可以在很广的范围内变更其牵引力。因之在蒸汽機車上，汽机与輪对間，只需要简单的搖速杆傳动机构，而利用柴油机作为機車的原动机时，则需要特殊的原动裝置。曾經設計过几种傳动裝置：最先是直接傳动，即柴油机直接与機車輪对相连接；以后是机械傳动，使用复杂的齿輪机构；最后是电力傳动，即在內燃機車上裝置发电机和牵引电动机。

1903年俄国輪船“万达尔”号上曾裝置了第一台用电力傳动的柴油机。第二年 В·И·格利聶維茨基建議在船上裝置不带任何傳动裝置的柴油机。

1905年俄国技术协会會議曾审核过 Н·Г·庫茲涅佐夫和 А·И·敖今佐夫所設計的裝設有船用柴油机和电力傳动的內燃機車。

1906年，В·И·格利聶維茨基定制了在三个缸內（空气缸、燃燒缸和膨胀缸）完成狄塞尔循环的发动机。1909年普吉洛夫工厂制成了这个发动机。В·И·格利聶維茨基教授和 Б·М·敖舒尔可夫教授共同設計了两种由发动机直接将动力傳遞給輪对的內燃機車：一种是功率与 К^у 型蒸汽機車相当的客运機車，另一种则是功率与 Э 型蒸汽機車相当的貨运機車。

1909~1913年塔什干鉄路管理局曾做过使用空气摩擦傳动的內燃機車設計。这种內燃機車最重要的部件——空气摩擦傳动裝置和冷却器（它是按冷却水塔原理工作的），在奧連堡工厂制成而且試驗过。1914年发生的战争，妨害了这种機車的創制。

彼时所提各种机械傳动裝置，由于其齿輪傳动裝置的結構过重未能用于牵引列車的內燃機車上，但后来此种傳动裝

置用于柴油列車、調車內燃機車以及摩托機車上，却是很經濟的。

A. И. 舍列斯特教授在第一次世界大戰以前曾提出燃氣傳動的內燃機車。此型機車具有兩部發動機：第一部——產生燃氣但不產生外功，第二部——用燃氣與水混合（蒸汽—燃氣混合物）後按着普通勾貝汽機原理工作。

使用空氣傳動的三個內燃機車設計方案是由 E. K. 馬森克提出的。

在俄國和在外國對各種不同傳動結構所作的理論計算和試驗，証明了電力傳動具有最大的優點，較其他傳動方式更適合運輸機械的工作狀況，因為運輸機械的工作狀況是不斷地變化的。還在1909年科洛綿工廠就做出了使用電力傳動的關節式內燃機車的設計（軸序 1-2-1 + 1-2-1，功率為1600馬力）。從內燃機車的軸序就可以看出，此種機車應有兩個車架走行部相互使用撓性連結。在每一車架走行部上有兩根動軸，前後各有一根從軸。

可是提出的各種內燃機車設計均未能用以造成機車。因為革命以前的俄國是不具備促進內燃牽引發展條件的。國家總的技術經濟處於落後狀態，機械製造業和重工業中某些主要部門的發展遲緩，成為走向技術進步和採用新技術的道路上的主要障礙。但是俄國的學者和工程師們卻积累了很多關於解決內燃機車設計方面重要問題所必需的資料，首先是選擇傳動方式及決定其結構問題所必需的資料。後來在蘇聯和在外國廣泛地利用了他們的經驗。

蘇聯是內燃機車的故鄉。最初的牽引列車用的強力內燃機車是在我國造成的。我國組織了在試驗室內和運營情況下內燃機車的全面試驗，积累了內燃機車在運營使用上的經驗，解決了在傳動裝置設計和構造上的若干重要問題。

自年輕蘇維埃政權建立之年起，創造內燃機車的意圖曾得到黨和政府的支持。那時已經認為採用內燃牽引是恢復鐵路運輸和消滅燃料供應困難的重要方法。

根據列寧的建議，蘇聯勞動國防委員會曾於1922年1月4日通過了關於製造第一批內燃機車的決議。1922年1月末批准了試制機車的具體製造計劃，計劃內規定同時製造三台內燃機車，但傳動方式不同：即有氣體傳動的、電力傳動的和機械傳動的。

1924年在列寧格勒制成了世界上第一台用電力傳動的Ш^м-1型列車用內燃機車（Я·М·迦蓋爾教授設計）。其功率與當時使用最廣的Ш型蒸汽機車的功率相等。同年又從德國收到了按蘇聯工程師們的設計定制的Э^м-2型內燃機車。

這兩台內燃機車，都沒有使用特別製造的柴油機，它們都是利用潛水艇上的發動機。製造軸序為1-3-0+0-4-0+0-3-1的Ш^м-1型內燃機車原因之十是：設計人當時只擁有10部馬力較小的電動機，而製造強力的牽引電動機，在那時還有困難。

製造出與彼時列車用主型蒸汽機車功率相等的Ш^м-1與Э^м-2型內燃機車，就能在運用條件下，對蒸汽機車和內燃機車進行比較。

依謝列斯特教授所設計的用氣體傳動的內燃機車，因為一些部件設計不夠完善而未予製造。

自1925年起Ш^м-1及Э^м-2型內燃機車開始於莫斯科庫爾斯克鐵路上牽引列車。之後，於1927年，鐵路上開始使用按着蘇聯工程師的設計在德國製造的Э^м-3型內燃機車，這是頭一台使用機械傳動的內燃機車。

根據若干年來對試制的內燃機車進行的全面試驗，得以確定出內燃機車與蒸汽機車相比較時，在技術-經濟方面的

优点。

1931年联共中央6月全会通过了有关改造铁路运输的决议。这个决议规定了要采用强力机车车辆（蒸汽机车，电气机车和内燃机车），并将缺水线路改用内燃牵引。

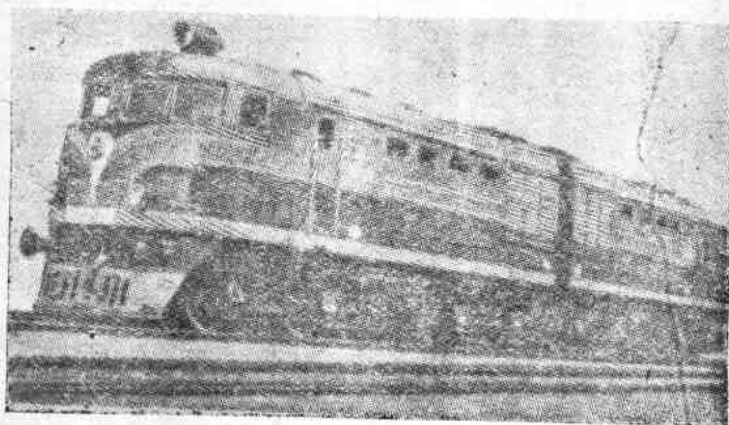
根据6月全体会议的决议，加强了内燃机车的制造速度。1932~1937年间科洛姆工厂在与电气工业制造厂的合作下，成批制造出轴序为2-5₀-1的Э^м型内燃机车。1934年制出活节式由两节构成的БМ型内燃机车。1930~1931年为了试验，制成了О^м-7型和О^м 6型内燃机车各一台，由牵引电动机至车轮间传动方式不同：前者采用单独驱动，每一牵引电动机驱动一根动轴；后者使用成组驱动，用连杆将牵引电动机的动力传递于各动轴上。试验证明成组驱动的传动装置，其机械构造复杂，与单独驱动相比较并无任何优点。加路日工厂于1933年制出了装有两冲程300马力发动机的О-3-0型调车用内燃机车。

伟大卫国战争结束后，更为广泛地展开了创制完善和强力机车的工作。1947年哈尔科夫内燃机车制造厂制出了ТЭ1型内燃机车。

在制造ТЭ1型内燃机车的同时，又制出两台密闭防寒车体适用于北方铁路的试验用的ТЭ5型内燃机车，以及ТЭ2型双节内燃机车。ТЭ1、ТЭ2、ТЭ5型内燃机车的设计，是由哈尔科夫工厂全体人员在М·Н·什求金和А·А·吉尔纳尔斯基指导下完成的。

从各种试制的内燃机车中选取了ТЭ2型内燃机车（第1图）做为第五个五年计划成批生产的内燃机车，它的功率较ТЭ1型大一倍，并在技术经济方面也有一些优点。

ТЭ2型内燃机车的主要部件（发动机，发电机，牵引电动机，电气装置和制动装置）均能与ТЭ1型机车上的互换使



第1图 T32 型內燃機車

用。T32型每一节的制造工作量和制造成本都比T31型低。T32型內燃機車从1950年夏季起开始制造的。在1954年发现T32型內燃機車的功率尚有提高15%的可能。

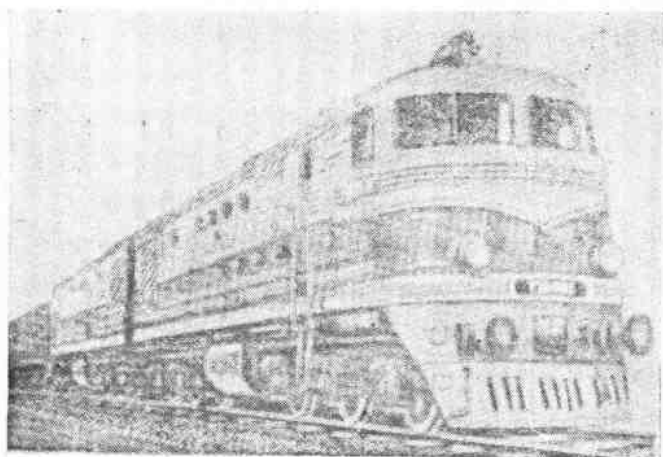
在T32型內燃機車的基础上，哈尔科夫工厂曾創制出T34型內燃機車，附有特別的第三节，于此节上装置煤气发生設備。

除T34型內燃機車外，于1950年在T31型內燃機車的基础上，制成装有煤气发生炉的T3Г1型機車。

T3Г1和T34型內燃機車每一单位运输工作量所消耗的液体燃料較T31和T32要少好几倍。在装有煤气发生炉的內燃機車上液体燃料消耗量和用以制造煤气用的无烟煤消耗量之和比蒸汽機車消耗的燃料少。但对装有煤气发生炉的，一批試驗用的內燃機車，在运用中发现了許多結構上的缺点。与T31及T32型內燃機車相較，装有煤气发生炉的內燃機車，其附加重量大，煤气发生炉的設備复杂，仅能使用頓巴斯AM牌无烟煤，車身長，效率低。此外，这种內燃機車的某些部分

上的零件，特别是煤气发生设备上的零件，受到严重的腐蚀。

1953年末，制成一台新型的TЭ3型内燃机车。每节功率为2000馬力（第2图）。按功率說，TЭ3型内燃机车的一节就能代替整台TЭ2型机车，而其重量則較TЭ2少44吨，长度短6.92公尺。



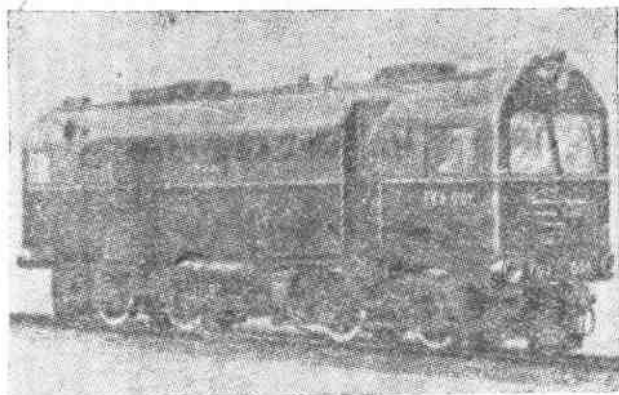
第2图 TЭ3型内燃机车

功率为4000馬力的TЭ3型双节内燃机车，投入运用后，就能保证貨物列車的牵引重量和运行速度显著提高。一部分TЭ3型内燃机车在制造时，变更了牵引电动机与动輪軸間齒輪傳动。此种内燃机车能用120公里/小时的速度牵引重量1000~1100吨的旅客列車。

这样，如于第四个五年計劃內，以制造TЭ1型内燃机车內主要类型的同时，曾准备下一步制造TЭ2型内燃机车的話，那么在第五个五年計劃內，則是在制造TЭ2型内燃机车的同时，又为大批制造TЭ3型和更为强力的内燃机车，創造

了条件。

1955年加路日机械制造工厂制成了功率为300馬力电力傳动的試驗用的窄軌內燃機車一台(第3图),供开垦摆荒地和生荒地区内所修建的窄軌鐵路使用。



第3图 窄軌內燃機車

从国产內燃機車主要結構数据的比較(參看第1表)以及运营上的資料,可得出如下結論:

1. 內燃機車的柴油机功率,由TЭ1型內燃機車的1000馬力提高到TЭ3型双节內燃機車的4000馬力。內燃機車的輪周功率(即柴油机所發生的总功率減去機車自身消耗的功率和各种損失后剩余的功率)相应地由765提高到3200馬力。
2. 內燃机的結構大大地改进了。如在Щ⁹²和Э⁹²型內燃機車上采用了四冲程每分鐘迴轉数为395~425的柴油机;而在TЭ3型內燃機車上則裝置着二冲程10气缸2Д100型柴油机,有20个活塞相向移动,每分鐘迴轉数为850轉。
3. 現代化內燃機車上所裝的柴油机,其单位工作量所消耗的燃料較旧式柴油机所消耗者大为減少。TЭ1和TЭ2型

第1表

国产内燃機車的若干技術經濟指标

指 标 名 称	單 位	山 ³ J-1	333型	T31	T32 (一節)	T33 (一節)
制造年度	—	1924	1932	1947	1948	1953
每节軸序	—	1-30-0+ 0-40-0+ 0-30-1	2-50-1	30-30	20-20	30-30
整備状态时的重量	吨	180	138	123.9	85	126
燃料儲备量	”	8	3.95	5.15	3.5	5.44
構造速度	公里/小时	75	55	90	63	100
最大輪周功率	馬力	—	900	765	755	1600
气缸数	个	10	6	6	6	10
动力设备的功率	馬力	1000	1050	1000	1000	2000
发动机的最大迴轉数	轉/分鐘	395	425	740	740	850
牽引電動机的功率	瓩	100	140	98	152	204
電樞最大迴轉数	轉/分鐘	1750	1400	2200	2200	2200
柴油機每一軸馬力的金屬使用量	公斤/馬力	170	130	114	80	60

內燃機車的單位燃料消耗量較333型內燃機車約降低20%。T33型內燃機車的試驗，指明該型內燃機車的燃料消耗量較T32型內燃機車能再降低8~10%。

4. 構造完善的電力傳動裝置，在內燃機車上，獲得了最廣泛的採用。

5. 現代化內燃機車上廣泛的採用使牽引電動機配置方便並能改善內燃機車動力性能的轉向架。

戰前使用得較為普遍的333型內燃機車，在一個車架上裝有五根動軸、兩根導軸和一根從軸（2-50-1，指數“0”表示在每根軸上都裝着單獨驅動的牽引電動機）；在T33型內燃機車上，每節裝有兩個三軸轉向架，每根軸上都裝着電動機（30-30）。

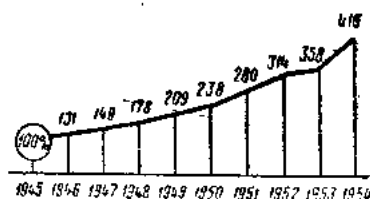
6. 由於柴油發電設備功率的提高主要部件的結構完善

以及采用了优质材料，遂使内燃机车每1馬力的重量，由39²的130公斤减少到T92的80公斤和T93的60公斤。每一千台T93型内燃机车，在国民经济方面就较T92节约4万吨黑色和有色金属。同时还提高了内燃机车零件和部件的耐久性。

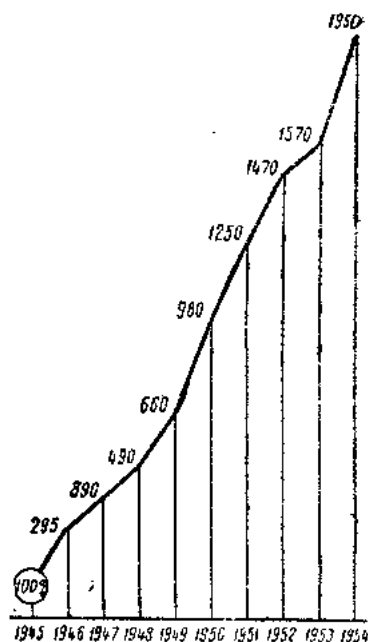
由于上述优点，在战前五年计划内，而特别是战后时期中电气机车和内燃机车使用得愈来愈为广泛。1955年采用电气牵引的有20条铁路，采用内燃牵引的有8条铁路。

第4和第5图，表示采用内燃机车牵引线路的长度增长和内燃机车走行公里提高的情形。

牵引的技术改造10年规划付诸实现之后，基本的运输任务将由电气机车和内燃机车担当。



第4图 内燃机车牵引线路长度增长图



第5图 内燃机车总走行公里增高图

各人民民主国家铁路的内燃牵引

各人民民主国家很关心电气牵引和內燃牵引。在发展此种新型牵引方面获得了一定的成就。

匈牙利对于内燃牵引甚为注意。其旅客运输广泛采用着内燃列车。在完成第一个五年计划（1950~1954年）的过程中国内所创制的新型内燃机车深受印度、埃及、南美、中欧和中东各国所欢迎。匈牙利的内燃列车运行于布拉格-柏林和民主德国与罗马尼亚的若干线路上。

1955年在布达佩斯的“甘兹”工厂，曾制成新式的四辆组成的快速内燃列车，使用机械传动，速度可达125公里/小时。每一列车内都设有电话接谈处、图书室、餐厅。每辆车内都装有扩音装置和完善的通风设备。

匈牙利设计师们最近设计出M-601型内燃机车，功率为2000马力。

捷克斯洛伐克，在第一个五年计划（1949~1953年）的年度内，由于实行运输改造，曾缩减了调车用蒸汽机车的台数而以摩托车代之。第二个五年计划规定，在铁路运输上继续发展内燃牵引。新近制成用电力传动的T-434型内燃机车一台；在普利斯业的机械制造厂制造出柴油电气列车。在民主德国正进行着内燃机车设计和构造方面的巨大的研究工作。

预计将来在蒙古人民共和国和中华人民共和国的铁路上都要广泛地使用内燃机车。内燃机车将首先使用于为改善苏联、蒙古和中国的联系而修建的新铁路线上。

近来内燃机车已经使用于乌兰巴托-札门乌德间的铁路上。而此段铁路，即为联络苏联和蒙古及中国干线铁路的组成部分。

资本主义国家铁路的内燃牵引

迄至目前为止，在资本主义国家的铁路运输上内燃牵引几无发展，他们的全部工作只限于制造供试验用的内燃机车

或制造小馬力的摩托機車，輕型內燃動車和摩托軌道車。只有美国鐵路与此不同，美国的大部分運輸都是用內燃牽引完成的。

美国在第二次世界大战以前，虽有为数不多內燃機車使用于調車工作，鉄路上对于各型列車用內燃機車的全面試驗未作安排，因而在轉入大批制造时，各机械制造公司广泛地利用苏联的內燃機車的設計和制造資料。

战后几年內，美国鉄路由內燃牽引所完成的运量迅速增长，而由蒸汽牽引所完成的运量則相应减少。这样迅速轉入內燃牽引的主要原因是垄断資本家追求最大限度的利潤。采用內燃牽引，由于增加牽引力和縮減单位运量的材料費（燃料，修理用构件和材料，潤滑材料等等）就能保証大大地提高利潤。其結果便是尽管运量减少而鉄路公司的利潤仍能照样增长。例如1954年，根据公布的資料，美国的裝車数虽然比1953年降低了12%，但利潤却增长了。

美国的課稅制度也促进了內燃牽引的使用。因为这种課稅制度是只对固定的动力設備（接触綫網和牽引变电所屬之）的投資課稅，而对于機車投資不課稅。因此，銀行和保險公司願为訂购內燃機車供給投資，而拒絕貸款給鉄路实行电气化。美国采用电气牽引的最后一条綫路是1938年投入运营的。全国电气化綫路約为5000公里（占全国鉄路延长的1.4%以下），再未增长。最近几年来若干电气化区段改用內燃機車。电气牽引基本上仍停留管内和市郊運輸。

美国鉄路上实行內燃牽引的速度，可以下列数字說明。1945年一級鉄路上有蒸汽機車36683台，內燃機車和电气機車3730台。到1953年12月1日蒸汽機車的数目縮減到11963台，而內燃機車和电气機車却增加到16908台，並且增加的主要是內燃機車。根据資料判明，到1954年末美国全国鉄路