

87J95079

ZJG

18266

121835

轻便铁路機車的研究試驗資料

中国机械工程学会上海分会 編



上海科学技术出版社

輕便鐵路機車的研究試驗資料

中國機械工程學會上海分會 編

上海科學技術出版社

內 容 提 要

本書主要介紹中國機械工程學會于抗戰期間在桂林所做的有關輕便鐵路機車實地運輸試驗的資料，內容包括初步試驗報告以及運輸試驗的原始記錄兩部分。

全書內容從時間上看雖然比較早，但其資料在今天來說仍有相當價值，尤其由去年大躍進以來，全國許多專區和縣都在創辦輕便鐵路，故本書所述對從事這方面工作的人員有實用參考價值。

輕便鐵路機車的研究試驗資料

中國機械工程學會上海分會 編

上海科學技術出版社出版

(上海南京路2004號)

上海市書刊出版業營業許可證出093號

上海勞動印刷廠印刷 新華書店上海發行所總經售

*

開本787×1092 1/16 印張3 插頁6 字數80,000

1959年11月第1版 1959年11月第1次印刷

印數1-1,000

統一書號：15119·1349

定 價：(1-1)0.58元

編輯說明

在工农业大跃进的形势下,大力发展地方运输是十分需要的,有些地方正在以简便的方法建筑一些轻便铁路,并已获得成功,这对于发展地方交通事业是一件大事。

中国机械工程学会在抗日战争期间,曾经企图解决当时运输困难问题,作了一次轻便铁路机车的有系统的研究试验,并将试验研究结果写成报告。但由于国民党反动政府根本无心于依靠自己力量来发展交通运输,这份研究试验报告除了在学会年会上宣读过以外,从此埋没于档案中。今天看来,这个研究试验报告仍然是一份宝贵的资料,对于今天发展地方轻便铁路上有很高的参考价值。因此,决定请原研究参加人李锦慰教授加以整理后把它出版,定名为“轻便铁路机车的研究试验资料”,并请当时该项研究试验工作的主持人程孝刚教授为此书作序,向读者介绍研究试验的缘起及此项资料的用途。

中国机械工程学会上海分会

1958年10月

序 言

1. 資料的来源

這項研究試驗系中国机械工程学会在抗战期間做的。当时的目标是企圖解决修筑輕便鐵路機車的实际問題。一切考虑也都从实际出發。工作期自1943年5月至1944年6月，在桂林进行实地运轉試驗多次，得到滿意的結果。后因桂林淪陷，川、黔局势緊張，不但試驗工作无法繼續，甚至修建輕便鐵路的原議也被取消。这份試驗研究報告，除埋沒在档案中外，仅在学会年会时宣讀过一次。1945年抗战胜利以后，大家对于輕便鐵路更不感兴趣。因此，这份研究試驗的報告也就沒有公开发表，虽然它是費了頗大的人力、物力才得到的科学文献。

今年全国大跃进，水利建設、农业生产、工业生产、交通运输都以史无前例的速度向前迈进。报載有許多的專区和县都在創辦輕便鐵路。在目前鋼鐵不足的情况下，輕便鐵路当然不是簡單的事。其中最难解决的問題，就是鋼軌和機車。因为鐵路干綫也正在以冲天干劲大举發展着，鋼鐵工业和制造工业就沒有余力来为輕便鐵路服务。办輕便鐵路的人們必須敢想敢做，必須創造性地来克服器材不足的困难。报纸也报导了他們用生鉄鑄鐵軌，改汽車为機車的事实。这都是很好的办法。可惜的是国内外文献都缺乏這項資料。我虽然沒有去亲身了解，但可以預料到他們从头摸索是必定会碰到很多困难的。我并不怀疑他們有能力逐步克服所有的困难；但也肯定必須費些人力、物力和宝貴的时间的。我們是不是对于这种情况能够有所帮助呢？

这就使我想起了这份已經擱置了十四年的研究試驗報告。時間虽然隔得相当久，但資料还是很有价值。我从头再看过几遍，感觉到这些資料仍然新鮮并且恰合时宜，恰合实用。当研究工作正在进行的时候，器材的缺乏比今天的情况还厉害得多。穷干苦干，勤儉节约的情形貫徹着整个研究工作，所以得到的結果也出奇地能够配合今日的情况。這項研究試驗对于輕便鐵路來說是如此之重要，假使不是从前已經做过的話，今天也还是值得从头做起。既有了这种宝貴的資料，包括研究試驗和設計制造运用的經驗，就應該赶快把它公开来帮助輕便鐵路的建設，并作为中国机械工程学会对社会主义建設的献礼。

这份資料包括两部分：

一、初步試驗報告——供一般参考用；

二、附录：运转试验原始记录——供研究参考用。

2 旧资料新用途

研究的主题是机车，而机车是铁路的最主要部分——铁路的心脏。通常的情形是：机车必须配合运输的要求，而线路又必须主要配合机车的要求。所以研究机车也就必须研究线路。这项研究的经过正是如此。它除了考虑了机车本身的技术外，还对于线路做了研究，也就是说可能利用这份资料来同时解决轻便铁路的机车和轨道问题。其他如隧道、桥梁、路基、车辆、车钩缓冲器、车轮等也附带讨论了一部分，使设计制造建筑等工作有一定的方向可循。还有很重要的一点，就是依照资料所指示的技术方向进行设计和建筑工作，可以大大减轻成本，缩短工时，达到多快好省的目的。

资料中附有許多原始数据和设计图纸，毫无疑问，这些都有重要参考价值。但是否能无条件地直接采用，就应该事先从长考虑一下。因为资料中所提到的轻便铁路例如川黔、成渝等都是干线，而目前所指的民办轻便铁路都只是支线，这就构成很大的区别。干线一般要求运量大、速度快、标准高，而支线就可以低些。降低标准就可以降低费用。但降低标准到什么程度才算妥当，必须就每条民办轻便铁路的具体情况加以考虑，才能妥善周密。例如线路的曲线半径，必须小于标准铁路这是肯定的，但究竟小到什么尺寸，就要看采用哪种机车、运转速度大小等的具体情况才能决定。又如铺铁轨道，资料中完全没有提到，但并没有排除被采用的可能性。这些都是影响到经济和技术的重要问题，有时甚至是轻便铁路的成败关键。我希望阅读这份资料的人，当遇到实际问题时，必须从实际出发，干线和支线的区别，则是必须首先注意的问题。

其次，资料所指的研究时间正当抗战末期，那时国内后方的工业力量异常薄弱，甚至比不上现在的乡村。那时的工业物资差不多全靠外国进口，而敌人的封锁却断绝了这个来源。目前民办的轻便铁路虽然也感受到物资缺乏的困难，但多少仍能得工业支援。所以抗战期间所应该采取的办法和目前的情况就有颇大的区别。例如当时采用十吨载重汽车改造轻便机车，是因为在抗战后方已有几千台这种车辆，有可靠的来源，而目前的情况就不一定要利用十吨载重汽车。又如那时所采用的中压轮胎也是外国进口的，还费了很大的力气才弄到手几个，而现在已有国产轮胎，也许可以采用高压轮胎来改进设计。这是第二个应该注意的问题。

其次，资料中所表现的研究工作有一定的局限性，有些是没有做得充分的，例如双机运转。有些是限于时间和设备来不及进行的，例如液压传动的設計。有些是已经绘好设计图纸而现在事隔多年遗失无着的，例如轻便车辆的設計图纸。对于这些有缺陷的部分，在目前的工业成就的基础上，并不难加以解决。尤其是在全面跃进、技术革新广泛开展的今天，更有条件来做从前所不能做所不敢做的事。

再次，资料中有些成熟的经验，在目前也值得提出来郑重考虑。例如把汽车改造成成为机

車，不但證明是可能而且是比較省力和方便的办法，甚至比正規的小蒸汽機車在某些性能方面還較為优越。目前的輕便鐵路，不很可能从工业得到任何正規機車，而动力問題又非解决不可，因此這項經驗就大大有助于建設輕便鐵路。又例如工作的方法：先将計算結果繪成虛曲綫，然后在實驗以后將实际情况繪成实曲綫，如第 16 圖。两根曲綫对照之后，就可得出計算与實驗之間的校正系数。再根据校正系数来校正任何未經过實驗的相似計算，就可得到更精密可靠的結果。我記得当时曾用这种方法来預測并未开工的川黔鐵路的运输情况。我們根据的只是运量的要求和一套縱剖面圖，不但算出需要機車車輛的台数和列車次数，甚至給出行車圖表来。这說明這項方法的用途之广而且未尝不可应用在正規的干綫鐵路上。假使任何輕便或干綫鐵路在开工以前就采用這項預測运输的科学方法，我相信是会有好处的。

最后，关于經濟問題，資料中并未提起。当时通貨膨脹，幣制混乱，就令做了計算也会毫无参考价值。但節約的精神是貫徹着整个研究試驗和所推荐的措施的。現在我們的国民經濟比抗战时期不知道好了若干倍，但党和政府还是号召我們从事節約。所以适当考虑資料中所推荐的措施，是决不会違背多快好省的原則的。

3. 一些技术的研討

資料的第六部分提出了一些結論。当然，这些結論不可能預見今天的情况，所以我們必須再做一次研討，把試驗的結果重新估价。还有些資料中沒有討論过的問題也在此加以补充。以下逐項加以研討。

一、軌距問題

只要提到輕便鐵路，一般人就会联想到窄軌。其实并不一定非窄軌不可。窄軌可以節省土方、枕木、石渣，但也为运输带来不少麻煩。有人認為窄軌可以采用更尖銳的曲綫，这是沒有充分根据的。我記得抗战时設計滇緬鐵路，就为此事进行过大辯論，毫无結果。假使民办輕便鐵路采用汽車改造機車，那就肯定必須采用标准軌距。不但改造容易而且因为固定軌距小和其他汽車特性，曲綫半徑可以大大降低。寬軌距可以增加車輛的体容积。农产品如粮食、谷糠、麸皮、草料、木材、竹子、棉花、牲畜、羊毛、皮張等都是比較輕的物資，如果沒有大容积的車輛，吨位就不能滿載，是运输上的損失。所以为农村服务的輕便鐵路采用标准軌距更为有利。

二、隧道的淨空問題

隧道是很費力的工程，鐵路必須尽量避免，如不能避免，就应設法减少工程量。小的淨空是减少工程量的一个方法。用蒸汽機車的窄軌鐵路隧道較高較窄，用汽車機車的寬軌鐵路隧道較低較寬，工作量大致差不多。但汽車機車容易繞过較銳的曲綫，在避免隧道时有一定的优点。資料中建議用 4 公尺高的隧道来适应汽車機車的情况，只是一个大概数据，各条輕便鐵路

可依照自己条件設計。

三、車輛

資料中所提到的設計圖紙現已遺失。原設計使 $\frac{\text{車輛自重}}{\text{車輛載重}} = 0.45$ 。這不是很好的設計。这个比率應該而且可能降低，以改善運輸情况。目前农村大搞滾珠軸承（或滾柱軸承），車輛設計應該採用。这是减少牽引阻力和節約滑潤油的好办法。

四、动力

有四种动力可以採用：（1）蒸汽機車；（2）汽車改造；（3）柴油機車；（4）电气機車。

（1）蒸汽機車 优点是可靠、易操縱。弱点是麻煩、效率低。困难是目前工厂无余力製造。

（2）汽車改造 优点是現成容易到手。弱点是汽油价格貴。採用的条件是配备高压橡胶輪胎并配合鑄鐵軌道，做成路公路兩用車。詳細理由可參閱資料。

（3）柴油機車 优点是柴油比較便宜、效率高。弱点是造價貴，還不易購得。

（4）电气機車 优点是方便、效率高。弱点是在乡村中不易得到电源。如果电源方便，路綫也不長，可設交直流变电站供电，則电气機車應該是最好的選擇。另有電池車一种，不但价貴而且充电麻煩，对于輕便鐵路不甚相宜。

五、軌道

鑄鐵軌道对于蒸汽機車不甚相宜，因蒸汽機車冲击力大，易致裂斷。如果配合汽車機車、內燃柴油機車或电气機車，鑄鐵軌道都可应用。但以配备橡胶輪胎的汽車为最合适。不过設計鉄軌時不应採用一般形状而应将軌头改扁放寬。这是一个重要之点，应予特別注意。鑄鉄軌接头多是很大弱点。又为补救鑄鉄的拉应力太低，似应考虑用球墨鑄鉄或改用其他鋪枕木的方法。当然，如果有法得到鋼軌，仍以用鋼軌为宜。

六、車鈎

資料中提到用螺杆車鈎，这只是因陋就簡的办法。最好能採用小型自动車鈎及緩冲器。車鈎不能用普通鑄鉄，但球墨鑄鉄可以採用；否則車端兩旁設緩冲器，中間用挂鈎，也可以适应輕便鐵路的低速列車。

七、坡度及弯度

除採用电气牽引外，輕便鐵路应尽量避免陡坡而不妨採用急弯。資料中建議採用 80 公尺的半徑比較保守。应改善車輛設計来适应更銳的弯道。因为只有这样，才能更好地避免陡坡。关于这种措施的理由，資料中已有詳細解釋，不贅及。

八、列車速度及列車重量

这是兩項互相矛盾的因素。作为乡村支綫的輕便鐵路，速度不妨稍低而运量必須尽量高。只有这样，才能降低運費以为农村服务。其次，又因为不容易設計風閘而只能用手閘，也使速

度不得不稍低以保安全。資料中推荐的貨物列車速度不超过每小时 20 公里，一般說是适宜于乡村支綫的。

九、燃料

依照动力情况，燃料可能是煤炭、汽油、柴油、酒精或木炭等。如果用蒸汽機車，当然只好用煤炭；如果系柴油內燃機車，当然用柴油；如果用汽車機車，就可从汽油、柴油、酒精、木炭中选用一种。資料中試驗証明，木炭不合用，这点希注意，免走弯路。汽油价格貴。如果选用柴油汽車来改造，就可以用价格較低的柴油，并且当供应困难时还可以用不合食用的植物油或酒精来代替。

4 未完的試驗

資料中声明所有試驗都只是初步工作。如果我国的乡村輕便鐵路有大举發展的可能，我建议將未完的工作繼續下去。現在到处都設有研究机构，省級、区級、县級都是如此，可以把研究工作担負起来。科研工作比实际建設先行一步，就可以節約人力、物力，免走弯路。所以这项工作，應該提早动手。

資料中提到的两台試驗用輕便機車，在工作结束后，移交給宝天(宝鷄至天水)鐵路。当时宝天鐵路經常坍方，土基松软，不能駛用蒸汽機車，故采用这两台輕便機車来維持交通。現在宝天鐵路已經改造好了，不曉得这两台機車还在否？如果宝天路已沒有用处，我建议將它們移交給研究單位或实用單位。

程孝剛(中国机械工程学會理事)

1958 年 8 月

目 录

編輯說明

序言

第一部分	研究課題及工作項目	1
第二部分	機車及試驗地段的選擇	2
第三部分	設計的機件	3
第四部分	实地試驗	11
第五部分	試驗結果的討論	23
第六部分	結論	27
第七部分	未完的試驗	30
運轉試驗原始紀錄		31

第一部分 研究課題及工作項目

本研究試驗之課題，十分明確，即在 2% 之坡道上，用汽車改造機車能否每列拉淨重六十噸。根據此課題的要求，必須研究解決下列諸問題：

- (1) 機車所需的功率；
- (2) 機車輪軌間之摩擦阻力及係數；
- (3) 傳動裝置及減速比；
- (4) 一般構造的改变及适应；
- (5) 車輛之設計；
- (6) 軌道之配合。

此外，为了寻求此种列車之实用价值，尚須研究下列各項目：

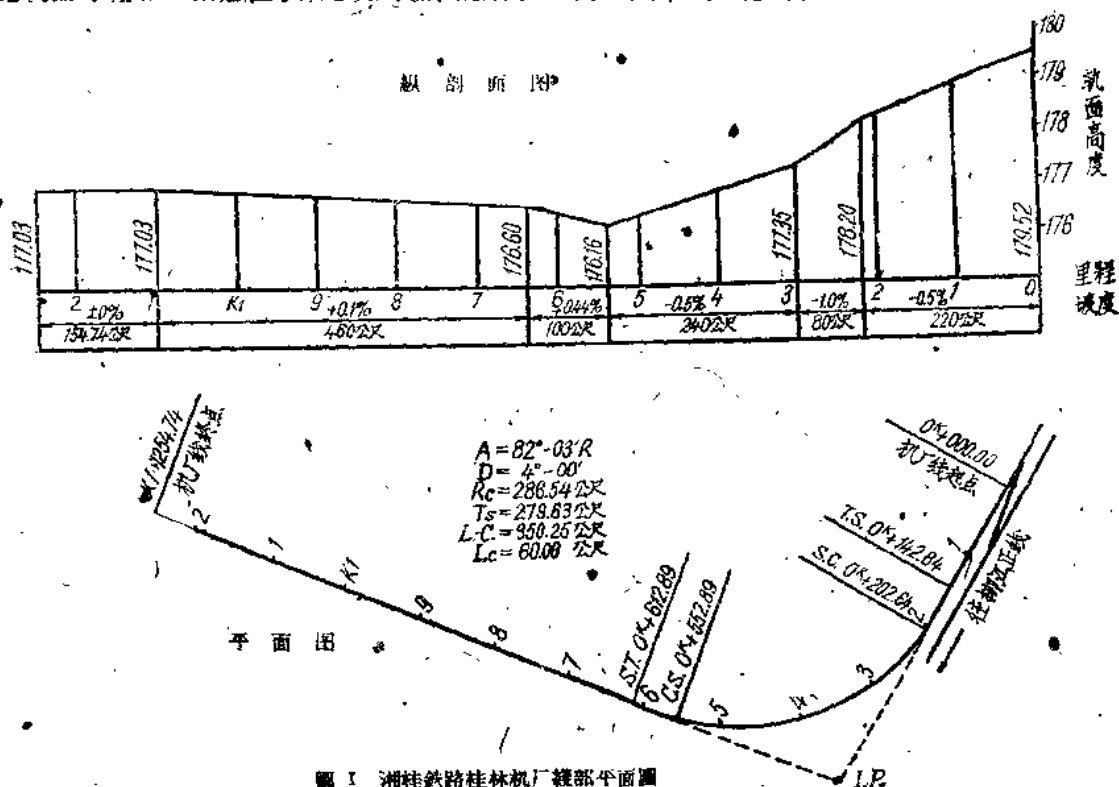
- (1) 列車之速度(包括起步、行駛及停站)；
- (2) 傳動方法之改良；
- (3) 機車在鐵路及公路上兩用之方法；
- (4) 多种燃料之試用。

第二部分 機車及試驗地段的選擇

機車牽引力之大小，須視其動輪輪沿上之扭力以及動輪與軌道之間之粘着力而定。輕便鐵路機車要求牽引力大而體輕，機車之動輪愈多愈有利。GMC 6×6 載重汽車有 6 個動輪，最适于改造為機車之用。此外該種汽車傳動裝置的傳動比極大，可選擇的速比數目又最多，對於列車之起步、行車時的变速等都極有利。該汽車發動機的馬力亦較一般載重汽車為高，故決定選擇該式汽車為改裝試驗之用。

研究試驗工作，決定在桂林舉行。湘桂路上并无 2% 坡道可供試驗。自桂林北站至永福站之間，有 0.9% 坡道，兩站相距 52 公里，并有可供調頭的三角道，故選定該處為正式試驗地段。列車在 2% 坡道行駛的情況，將以在該地段實試結果用推算方法求之。

機車動輪擬作鋼輪及橡膠輪兩種試驗。用橡膠輪作試驗時，在鋼軌之外側鑲以方木，以加寬軌面與輪胎之接觸面積，此項試驗在桂林機廠內之試車道上進行。



第三部分 設計的機件

为适应战时环境,求得制造上迅速及节省經費起見,一切設計均設法尽先利用现有機件及可利用的鐵路廢件材料等。关于各部的設計分述如后。

一、鋼 輪

試驗用的 GMC 6×6 載重汽車,原来的前后車輪,均系盤形鋼制輪輻。其構造及尺寸完全相同,并可互相換用。前后車輪均以 6 只車輪螺釘旋緊于輪殼上。惟前后車輪的輪距稍有不同,前輪輪距寬,后輪輪距狹。但均与标准軌距相差无几,故改用鋼輪在标准軌上行駛时,不必改動車軸及輪殼。鋼輪的設計,仍采用盤形,取其易于与原車配合,只需變動輪輻之軸向位置,以适合鐵路軌距。初拟用鋁鋼鑄造,后因制造費时,且困难很多,遂改为利用鐵路車輛的廢旧輪箍(汽車車軸負荷小仍可再用)。将此廢旧輪箍的外廓再旋削成标准形。輪輻則以 $\frac{7}{16}$ " 鋼板制成盤形(見圖 2),套于輪箍內,两边再以电焊焊固。仍利用原有 6 只車輪螺釘旋緊在輪殼上,与汽車車輪的安裝状态完全相同。惟原車車輪及車輪螺釘均为橡皮輪胎面設計。橡皮輪胎避震作用甚大,改用鋼輪后,避震作用消失。輪輻及車輪螺釘必須提高强度才能經受軌道联接处的震动。另一种設計是以制就的鋼板輪輻內面另加鑲一鉄圈,緊套在輪殼上,俾可减少車輪螺釘的負荷。其他構造同前設計(見圖 2)。

二、橡 皮 輪

利用橡皮車輪行駛于軌道上,其目的不外乎减少因兩軌相接处軌頂高低不同而發生的震动及声音,使乘客舒适。另一重要目的是增加車輪与軌面之間的粘着力,而提高列車加速率。另外,如加以特种裝置后并可以在鐵路、公路上两用。

汽車用橡皮輪胎并无輪緣。一旦行駛于軌道上,如不在橡皮輪胎內边加一輪緣,則須以導輪作为引导,否則必出軌。輪边如加輪緣,困难很多,而且不易达到在鐵路、公路上两用的目的。故只有用可以起落的導輪,方适合本試驗的要求。

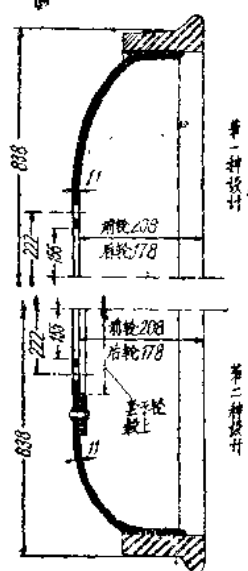


圖 2 鋼輪

GMC 載重汽車原用 750-20 低壓輪胎。後輪有兩對，每輪皆用雙輪胎。前輪一對為單輪胎。全車共用輪胎 10 只（見圖 3）。改在軌上行駛時，後輪只能使用單輪，減少 4 只輪胎。換言之，即汽車車輪的載重應減少 40%，影響機車之牽引力殊巨。該低壓輪胎每只可負荷 2200 磅（1000 公斤），胎面寬度較軌頂面積的寬度為大。恐在軌道上輪胎的變形太巨，頗易損壞，故不適用。為挽救上述缺點，就改用 34×7 高壓輪胎。此種輪胎每只可負重 2800 磅（1270 公斤）。因輪胎的充氣壓力高，且纖維層數又多，其變形或可減小。如行駛在有襯木的軌道上，則更無問題。

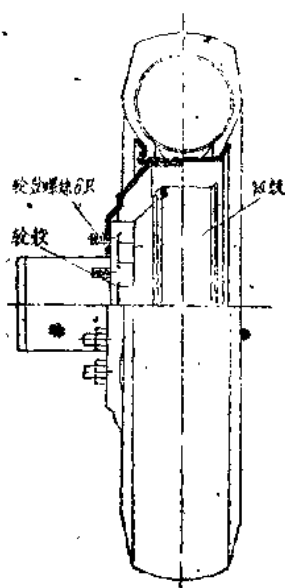


圖 3 橡皮輪

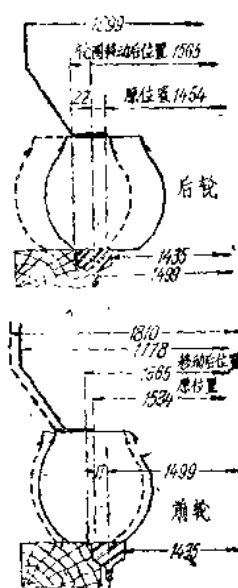


圖 4 改裝的橡皮輪

原車輪距與標準軌距相差甚少。雖不加改動，亦可行駛。但此試驗的目的，是在於能試出橡皮輪與順紋木的粘着係數。故將輪距加寬，使輪胎胎面大部分能與木襯軌接觸。

輪距加寬方法，前輪則在輪轂與輪輻之間。每邊加一 $\frac{5}{8}$ " 墊板，於是前輪每邊外移 $\frac{5}{8}$ "。其與軌道之相對位置見圖 4 所示。後輪輪距原較前輪為小，如改成與前輪同樣寬度，則每邊須向外移 $2\frac{3}{16}$ "，採用加墊板的方法已不可能。故將原來的輪圈向外移 $2\frac{3}{16}$ "，再照原樣鑲妥即成（見圖 4）。

三、前後導輪

採用導輪的目的及更改原有汽車輪距的方法，已在橡皮輪一節中述及。今就其構造及裝置的方法等再敘述之。

前後導輪設計的要求，除了在 30 公里/時速度下，車輛過叉道灣道時不出軌外，尚有二重

要条件：(1)升降容易，拆下簡捷，俾随时能改在公路上行駛；(2)尽量利用現成的材料，节省工料費。

导輪的构造与其裝置方法很多，屬于固定型式的，有直接裝于車架和裝于車軸的两种。另有一种裝于車軸而能升降的，其裝置情形略如圖 5 所示。此种設計虽好，但由于制造沒有把握，終被放弃。而采取如圖 6 和 7 之設計。

設計时預計每副导輪負荷为 500 磅，每輪旁挤力可至 2000 磅。导輪系利用 1 吨平車車輪的原設計加以改良。导輪軸承，則利用汽車前輪用的滾柱軸承。彈簧鋼片系利用旧三輪摩托車边船彈簧再予以加强的。

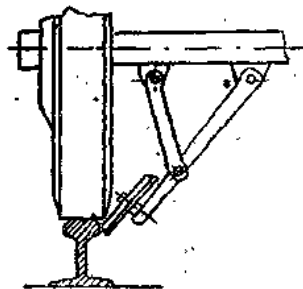


圖 5 边輪裝置圖

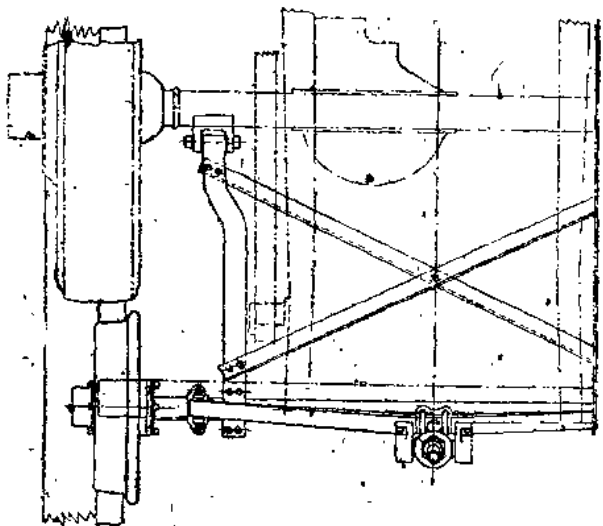
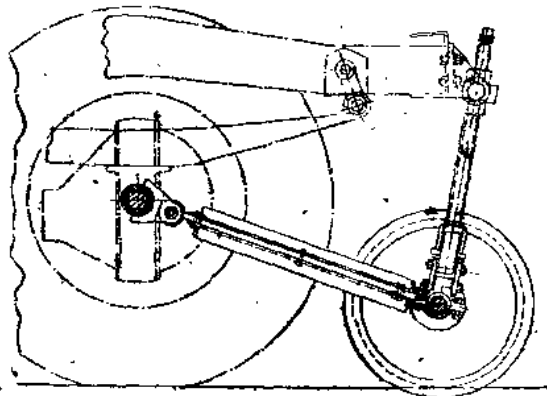
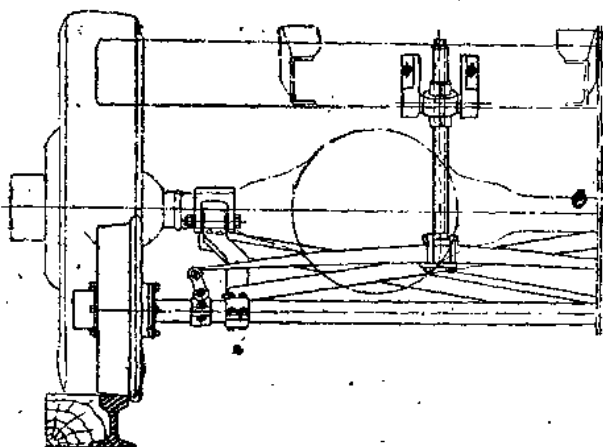


圖 6 导輪裝置圖

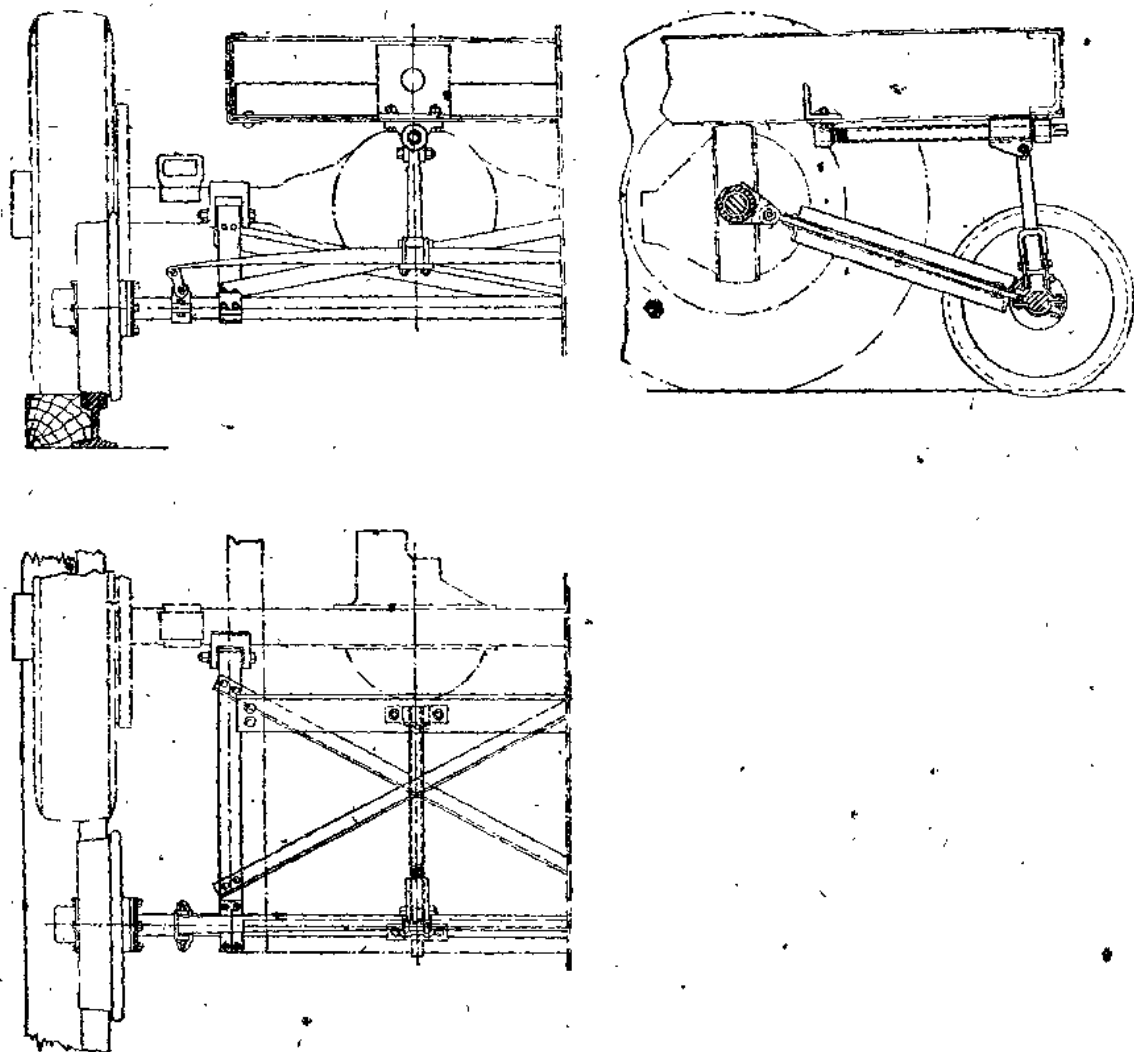


圖 7 后導輪裝置圖

四、車輛

所設計車輛載重，暫定為 10 公噸，車輛底盤、車體及車底板，因適應戰時情況均用木材制成。車軸採用 ARA 的 B 類標準車輪，輪徑為 838 公厘。車鉤中心高度為 890 公厘，車鉤採用環式。軌距為標準軌距（1435 公厘），軸距為 2450 公厘。車身外長 5040 公厘，外寬 2350 公厘，外高 1438 公厘。車重估計約為 4.5 公噸。僅有手制動裝置，實際試驗所需車輛，因為時間急迫，不及按設計自制，而臨時改用 15 噸低鉤舊車 5027、6610、6030、6091、6047 號。該項車輛均裝有手制動器，自重 8 噸，載重 15 噸。

五、車 鈎

試驗汽車的后端，原裝有車鈎，以備公路上拖車用。但不合鉄軌上拉車的需要，故另行設計製造環式車鈎，用轉動螺絲連接，如圖 8、9 所示，可以隨時調整兩車間的距離，使相貼之各緩衝器面，常能保持緊合，在運轉中兩車不致互相沖擊。試驗機車依照設計，原備有前後車鈎，分裝于前後緩衝板上。但為求製造上迅速起見，牽引機車僅裝后鈎，推進機車僅裝前鈎。后緩衝板照舊，但支架改用 6.35×168 鉄板及 $70 \times 168 \times 6.35$ 槽鉄。并在裝車鈎部分添墊板一塊。前緩衝板上除裝車鈎外，又須裝緩衝器。原有者強度不足，改用 $114 \times 177 \times 9.5$ 槽鉄，并加裝支架。該車最大拉力以 13000 磅計算，車鈎各件尺度所用工作負荷，即系根據此項數字。車鈎中心距離軌面為 775 公厘。試運轉時，此項車鈎尚稱靈活，惟有以下兩點須稍予以改造：

(1) 原設計的連接螺杆上的螺紋為每吋 12 牙，摘掛動作需用時間較長，擬將每吋牙數減少或改用雙綫螺紋。

(2) 原設計的連接螺杆，兩端都有螺紋，其長度相同，摘車時頗多不便。擬增長其一端（暫定連接機車車鈎的一端），這樣在摘車時，轉動螺絲一端脫开后，另一端即懸掛機車車鈎上，掛車前亦可省去轉下轉動螺絲的動作。

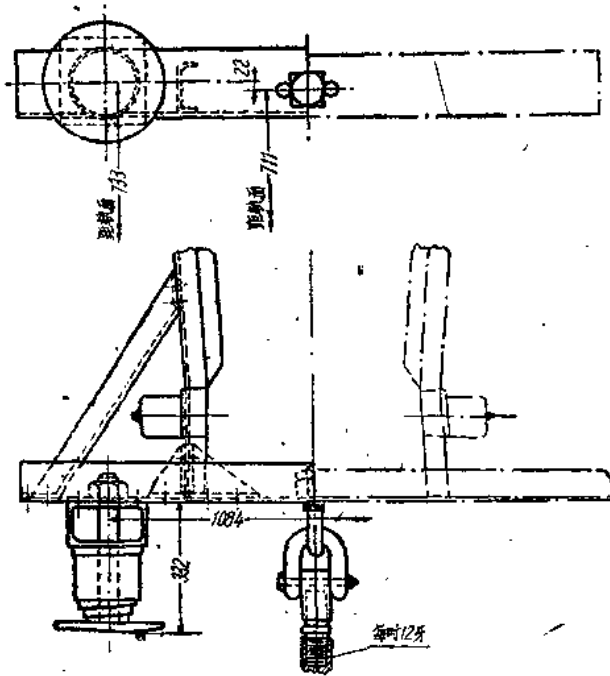


圖 8 前鈎及緩衝器布置圖

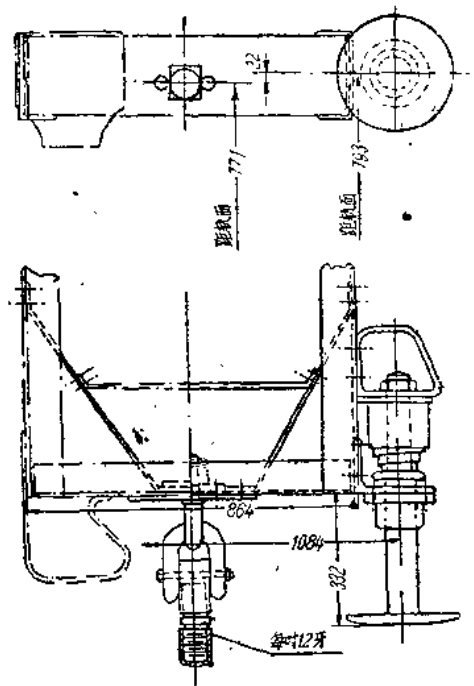


圖 9 后鈎及緩衝器布置圖