

27.179



电力机车

(上册)

B. A. 拉 柯 美 著
П. К. 波 諾 馬 林 柯

人 民 铁 道 出 版 社

电 力 机 車

(上 冊)

В. А. 拉 柯 夫 著
П. К. 波 諾 馬 林 柯

上海交通大学电气機車教研組譯

人 民 鉄 道 出 版 社

一九五九年・北京

本書中敘述鐵道干綫電力機車機械、電器及壓縮空氣系統各部份；詳細地研究了电路的工作及控制的各种問題，并对電力機車的運用及維護作了詳細的介紹。

本書可供電力機車司機及付司機閱讀，并可做為中等專業學校的教學用書，以及從事鐵道、礦山電力機車的技術人員的業務參考。

電 力 機 車

(上 冊)

ЭЛЕКТРОВОЗ

В. А. РАКОВ

蘇聯 П. К. ПОНОМАРЕНКО 著

蘇聯國家鐵路運輸出版社 (1956年莫斯科俄文版)

ТРАНСЖЕЛДОРИЗДАТ

Москва 1956

上海交通大學電氣機車教研組譯

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証出字第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1246 開本787×1092 1/18 印張174/9 插頁2 字數389千

1959年1月第1版

1959年1月第1版第1次印刷

印數0001—1,400冊 定價(9) 1.85元

目 录

序 言.....	1
----------	---

第一章 电力机车及电力机车牵引概述

1. 电力机车的一般叙述.....	2
2. 电力牵引的优越性.....	3
3. 电力牵引时能量的变换.....	4
4. 电力牵引在苏联铁道事业中的发展.....	7
5. 苏联铁道的电力机车.....	8
6. 电力机车的表示符号.....	12

第二章 电力机车的机械部份

1. 概述.....	13
2. 电力机车的车体.....	14
3. 电力机车转向架的构架.....	25
4. 电力机车转向架之间的连接装置及复原装置.....	33
5. 车体的支承.....	36
6. 轮对.....	40
7. 轴箱.....	48
8. 弹簧悬挂装置.....	52
9. 牵引缓冲装置.....	59
10. 齿轮传动装置.....	66
11. 牵引电动机的托架.....	73
12. 通风设备.....	76

第三章 牵引电动机

A. 牵引电动机的一般概念.....	78
B. ДПЭ-400型及ДПЭ-340型牵引电动机.....	83
1. 牵引电动机的机座.....	84
2. 主极.....	87
3. 附加极.....	88
4. 电枢.....	90

5. 刷握	98
6. 端盖	99
7. 主軸軸承	101
8. 通风	102
9. 电动机的基本数据及特性	102
B. НБ-406 А型牵引电动机	104
Г. GDTM-655型牵引电动机	108

第四章 輔助 机 器

A. 压縮机	110
1. 压縮机的一般概念	110
2. Э-500型低速压縮机	112
3. 高速压縮机	119
4. 1-KT 型及 KT-6型压縮机	121
5. CZB-6型电动压縮机	121
Б. 电动發电机	125
6. 一般概念	125
7. 电动发电机的結構	127
В. 通风机	127
8. 通风机的一般概念	127
9. 具有 ДК-403 型电动机的电动通风机	129
10. 具有 ДДИ-60 型电动机的通风机	131
11. 具有 НБ-430 型电动机的通风机	133
Г. 电动机—發电机組	133
12. ДК-401 型 电动机—发电機組	133
13. ДМГ-1500/95 型 电动机—发电機組	138
14. НБ-429型电动机—发电機組	140
15. С ^в 系 列 电力機車的再生制动机組	143
Д. 控制發电机	143

第五章 牽引电动机的控制

1. 牽引电动机轉速的調节	147
2. 牽引电动机的起動	151
3. 电动机由一种連接到另一种連接的換接	154
4. 起動电阻的切除	157
5. 改变电动机的旋轉方向	158
6. 电气制動	158

第六章 电 器

1. 受电弓	162
2. 隔离开关	171
3. 单个(个别)接触器	174
4. 組合轉換开关	187
5. 反向器	194
6. 制动轉換开关	197
7. 电动-通风机轉換开关	199
8. 电压轉換开关	200
9. 电阻	200
10. 感应分路器	206
11. 高速断路器	208
12. 继电器	220
13. 熔断保护器	229
14. 避雷器	233
15. 电炉	238
16. 控制开关	239
17. 按钮开关	240
18. 司机控制器	243
19. 电磁閥	250
20. 受电弓閥	254
21. 联鎖触头	256
22. 电力機車間的联接装置	259
23. 电压調节器	260
24. 配电板	266
25. 电灯及照明灯具	271
26. 电流表和电压表	272
27. 电度計	274
28. 速度計	275
29. 联接导綫、母綫及絕緣子	277

第七章 蓄 电 池 組

A. 鉛蓄電池組	280
1. 蓄電池組的工作原理	280
2. 蓄電池的电压	281
3. 蓄電池的容量	282

4. 蓄電池的效率.....	283
5. 電解液.....	284
6. 電力機車的蓄電池組.....	284

Б. 鎳-鎘及鉄鎳蓄電池組	286
----------------------------	------------

附 录:

1. 苏联鉄道的電力機車的主要数据.....	折頁
2. 電力機車上彈簧的主要数据.....	288
3. 大齒輪与小齒輪的主要尺寸.....	289
4. 电工材料.....	289
5. 牽引電動機的主要数据.....	折頁
6. 電力機車上用的電機的主要数据.....	折頁
7. 电磁接觸器的灭弧綫圈和电磁綫圈的技术数据.....	294
8. 起動板的接觸器綫圈的技术数据.....	294
9. 起動板和阻尼电阻的数据.....	295
10. 过压继电器与欠压继电器的技术数据.....	295
11. 高压熔断保护器的主要数据.....	295
12. 低压熔断保护器的主要数据.....	296
13. 电空电磁阀綫圈的技术数据.....	296
14. 无电片制动的 ВЛ19 ^м 和ВЛ22 ^м 系列電力機車的電機、電器一覽表.....	297
15. ВЛ22 ^м 与 ВЛ22 系列電力機車的電機、電器与电阻一覽表.....	298
16. 第一批 ВЛ 23 系列電力機車電機与電器一覽表.....	300
17. 第一批 Н 8 系列電力機車電機与電器一覽表.....	302
18. 具有变阻器制动的 ВЛ 19 系列電力機車電機与電器一覽表.....	305
19. 可在两种电压下运行的 ВЛ 19 系列電力機車電器一覽表.....	307

序 言

苏联共产党中央委员会及苏联政府决定在15年内将一些最重要的货运繁忙的线路、山区线路、客运繁忙的干线及大工业中心的市郊区段过渡到电力牵引。

拟在15年的期间内将40000公里的铁道线路过渡到电力牵引，其中8100公里的电气化铁道在第六个五年计划内完成（1956~1960）。

根据苏联共产党第20次党代表大会的指示，在第六个五年计划内必须至少供给铁道运输业2000台电力机车，其中400台是8轴的。苏联本国的工业部门不久将大批生产工频交流电力机车。蒸汽机车已停止出产。

为了顺利的由蒸汽牵引过渡到电力牵引，必须将线路电气化，改造机务段及修理工厂，以便修理电力机车，制造足够数量的电力机车，培养维护及修理电力机车的干部。大部份电力机车乘务员及修理的工作人员将来可从蒸汽牵引工作人员中培养，这些人已经有了驾驶列车的经验及钳工的技能。

本书“电力机车”的第五版，可以帮助电力机车司机及辅助人员学习电力机车。

考虑到近年来在铁道上已有新型的电力机车投入运行，同时对战前制造的电力机车进行了改进，因此在准备将本书出版以前，那些叙述电气机车个别部件结构及工作的章节，都大大的重写过了。本书内容并根据交通部电力机车修理及维护法规、守则、命令及指示等，进行了必要的修改及补充。

与以前所出四版（1938，1943，1950，1952年）不同的地方是本书第五版中删去了叙述一般技术问题的章节：如《力学》、《电工学》、《电机》等。有关这些问题的必要知识读者可以在物理学、力学、电工学等的教科书中，特别是铁道出版社1956年版《电力机车乘务员电工基础》一书中找到。

如以前几版一样，手册性质的资料都列在附录内，对特殊结构及线路图的说明均用小号字排印。

第一章 电力機車及电力機車牽引概述

1. 电力機車的一般叙述

利用从电站获得能量的牵引电动机来驱动機車，这种機車就叫电力機車。

电力機車由机械部份，电气部份及压缩空气设备組成。电气设备包括牵引电动机、輔助电机、蓄电池組及电器。压缩空气设备包括許多与电力機車的制动系統及压缩空气系統有关的装置，例如：风缸、分配閥、閥、风管等。

电力機車通过輸电綫、牵引变电所及悬挂在电力鐵道軌道上空的接触綫从发电站获得电能。

电力機車通过集电器（受电弓）从接触綫获得直流或交流的电能，受电弓装在电力機車的車頂上，在工作时它永远与接触綫接触着。

在直流电力機車上电流的回路从受电弓开始，經過装在电力機車車体内的許多电器、牵引电动机电樞及磁极繞組、电力機車的車輪及鋼軌然后回到牵引变电所。

在单相电力機車上（交流）电流的回路从受电弓开始，經過变压器的初級繞組、电力機車的車輪、鋼軌、然后回到牵引变电所；同时能量从变压器的次級繞組經過整流器送至牵引电动机。

当电能送到牵引电动机时，电动机的电樞就轉起来，同时用齿輪傳动装置使电力機車的輪对旋轉。

由牵引电动机所驅動的輪对，称为**动輪对**。

不被牵引电动机驅動的輪对，称为**导輪对**或**从輪对**。

从輪对和动輪对比較起来，通常有較小的輪徑及对鋼軌有較小的压力。

电力機車的全部重量，称为电力機車的总重，它在动輪对与从輪对之間分配。其中一部份傳到动輪对的重量，称为电力機車的黏着重量。电力機車所能产生的牽引力即决定于此黏着重量的大小。黏着重量愈大，亦即动輪对的軸重及动軸数愈大，則电力機車上牵引电动机所能产生的牽引力也愈大。

現代的貨运及客运的电力機車通常只有动輪对。在这种情况下黏着重量即等于电力機車的全部重量。当电力機車本身結構的重量（結構重量）不够时，为了增加它的黏着重量，采用加装压車鉄的方法（附加压車鉄）。

按照从牵引电动机到动輪对傳动方式的不同，电力機車可分为两种基本类型——具有单独傳动的电力機車和具有組合傳动的电力機車，如轉矩从个别的牵引电动机（单个或成双的）傳遞到各个輪对，这种傳动便是单独傳动。在这种情况下动輪对的数目等于牵引电动机的数目，并且各輪对互相不联接。

当轉矩从一个或两个牵引电动机傳遞到用鋼杆（联杆）互相联接的輪对时，

这种传动称为组合传动。

现代的电力机车只制成有单独传动的型式。这种型式运转方便，能采用较为完善的电路图并能更好的布置电器设备。

目前在苏联铁道上运行的电力机车只采用具有齿轮传动装置的单独传动，并且在所有的货运电力机车中牵引电动机都悬挂在轮轴及转向架的横梁上（采用抱轴式的悬挂方式，或是以前称为牵引电动机的电车悬挂方式）。

电力机车的轮对布置在两个、三个或四个转向架内，或是在一个固定式车架内。

为了表示电力机车轮对的数目及布置——即电气机车的型号，可以写出其轮轴排列式。轮轴排列式中首先写出前端的从轮对的数目，然后写出动轮对的数目，最后写出后端从轮对的数目；在这些数目之间写上联号。例如有两个前从轮对，三个动轮对和两个后从轮对的电气机车，可用 $2-3_0-2$ 来表示。数字3下面注脚“0”表示每一个轮对有它自己的单独传动。

那些动轮对布置在二个及二个以上由活节联接的转向架内的电力机车，它的表示方法也是一样，只不过每个转向架内轮对数的数字是分开写出的并且用加号（+）联接起来。例如，电力机车有六个动轮对，布置在两个由活节联接起来的三轴转向架内，并且没有从轮，则其轮轴排列式为 $0-3_0-0+0-3_0-0$ ，而八个动轮对布置在四个由活节联接起来的转向架并且没有从轮时，其表示方法为 $0-2_0-0+0-2_0-0+0-2_0-0+0-2_0-0$ 。

因为现代电力机车转向架没有导轴，所以，为了简化轮轴排列式的写法， $0-3_0-0+0-3_0-0$ 电力机车可以表示为 3_0+3_0 ，而 $0-2_0-0+0-2_0-0+0-2_0-0+0-2_0-0$ 电力机车可以表示为 $2_0+2_0+2_0+2_0$ 。

若电力机车转向架之间没有活节，仅与车体有联接装置，则轮轴排列式中原来的（+）号应用（—）来代替。例如，有六个动轮对的电力机车，其轮对布置在两个互不联接的转向架内，轮轴排列式为 3_0-3_0 。

2. 电力牵引的优越性

电力牵引较之蒸汽机车牵引有许多技术—经济的优越性。电力机车从火力发电站取得电能时，燃料中15~17%的能量将用于有效功，而蒸汽机车在平均的运转条件所能利用燃料中的能量却不超过4~5%。

电力机车若从火力发电站取得电能，则电站废汽的热量可用于民用及工业，则电力牵引的总效率将提高到25~35%，换句话说，采用电力牵引时火力发电站中所燃烧的每1公斤燃料，其所作的有效功比蒸汽机车所燃烧的每1公斤燃料的有效功大七至八倍。

用电力机车来代替蒸汽机车时仅仅由于这一原因就能节约大量燃料。此外电站和蒸汽机车相比还可用较低级的燃料，甚至完全不用它而用所谓“白色的煤”（水电站）或原子能。

因为从电站获得能量，电力机车就不需要挂装水及燃料用的煤水车。这样就能增加列车的重量。

由于大的功率及所取得的能量并没有限制，所以和蒸汽机车相比电力机车能在较大的速度下运行并牵引较重的列车。因此和蒸汽牵引相比采用电力机车牵引时可以提高铁路的通过能力30~50%，而运输能力增大一倍半至二倍。在困难的山区区段甚至可以达三倍。

经验证明，一台电力机车能代替两台至三台蒸汽机车的工作。

空气温度较低时，蒸汽机车的容量就有所降低，因为经过锅炉及汽缸到大气的无用散热增加了。恰恰相反，电力机车的容量则能有所提高并且使输入机车的能量的利用率保持很高的百分比。在冬季电力机车的工作可靠性较蒸汽机车高，因为在电力机车上一般没有盛水的器械和机器。

在用同样型号的电力机车作双机或三机牵引时，电力机车之间可以用导线联接，因此联挂起来的电力机车可以由头上的电力机车司机一人来控制。

电力机车有两个司机室，因此不需要转盘，又不需要转头用三角线，而这些对蒸汽机车说来却是需要的。

采用再生制动时，电力机车的电动机作为发电机运行。采用这种制动时能减少闸瓦的磨损及节约电能，特别是在山区区段时效果更显著，这时车在下坡时并能容易的保持一定的速度。

电力机车检修的费用较蒸汽机车所需要的少。特别是不像修理锅炉时要花费那么多。

电力机车上司机及其助手的劳动条件要较蒸汽机车上的好得多。

将蒸汽牵引改为电力牵引时运输成本约降低30%。因此尽管在建筑牵引变电所、接触网及其他供电设备方面需要有很大的基本建设投资及有色金属的消耗，但是这些费用在三年到八年的期间内就能得到偿还。

3. 电力牵引时能量的变换

在蒸汽机车上燃料中能量变为机械能的全部过程是在机车本身内进行的，而在电力牵引时从燃料得到能量的过程是在机车以外进行的。

现在来研究电力机车从火力发电站取得能量时能量变换的次序（图1）。当含有化学能的煤燃烧时，后者便转变为热能。热能使水发热并使它变成蒸汽。蒸汽从锅炉中出来进入蒸汽透平，在透平中热能转变为转动透平的机械能。蒸汽透平带动交流发电机。在发电机中机械能转变为电能。发电机发出的电能经变压器及牵引变电所变为直流，并且经过接触线及钢轨送到电力机车的牵引电动机内。电力机车的牵引电动机转动以后，电能又变为机械能。

当电机运转而能量从一种形式变换为另一种形式时，有一部份能量是无益的被损耗掉了。

从电机或力能装置所得到的能量与输入能量之比称为效率。效率也可以用从机

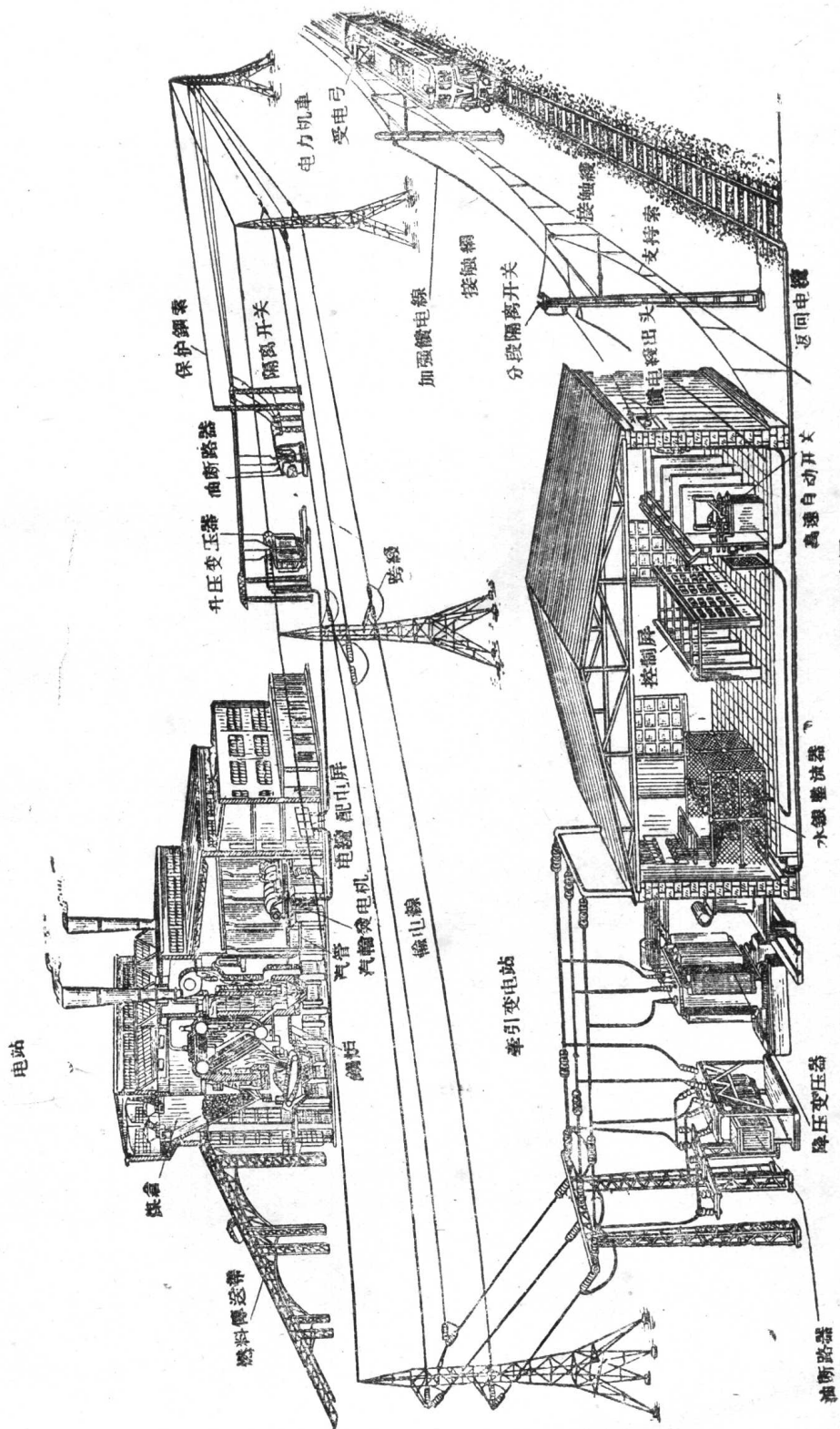


图 1 向电力机车传送电能的示意图

器所获得的功率与输入功率之比来表示。

燃料燃烧时很大一部份能量就直接消耗掉了，仅有一部份转化为有效功。

就上述能量转换的例子来讲，这种现象发生的原因是当煤燃烧转化为热能时，一部份煤的微粒落入灰箱，一部份甚至没有燃烧就飞出了；

一部份热量没有传递给锅炉，而随着锅炉出来的废汽一同出去了；

一 锅炉中的水也没有得到传给锅炉的全部能量，因为一部份能量经过锅炉外表面损失掉，而使空气发热；

透平机也不能充分利用蒸汽带给它的热能，因为废汽带走很大一部份热量并且透平经过外壁损失掉一部份热能；

透平机得到的机械能也不能全部传给发电机，因为它一部份在轴承中及在旋转部份与蒸汽相互无益的摩擦中损失掉了；

在电机中部份机械能和电能要消耗在摩擦及电机各部件的发热上，因此发电机所输出的电能要小于发电机输入的机械能；

在变压器、传输线、接触网及牵引变电所中部份电能以热的形式损失掉了；

在电力机车的牵引电动机中从接触网所得到的电能也不是全部变为有用的机械功，因为其中有一部份消耗于电动机部件的发热以及轴承、电刷及空气的摩擦上。

从某一装置所得到的化为有效功的能量与所耗燃料中所含能量之比称为经济效率。在上面所研究的电气机车的例子中(见图1及图2)经济效率为 $\frac{3000}{20,000} = 0.15$ ，或15%。

经济效率也等于总的系统中各个别机器或装置效率的乘积，即等于

$$0.75 \times 0.33 \times 0.93 \times 0.97 \times 0.90 \times 0.94 \times 0.90 \times 0.88 = 0.15,$$

式中 0.75——锅炉效率；

0.33——透平机效率；

0.93——发电机效率；

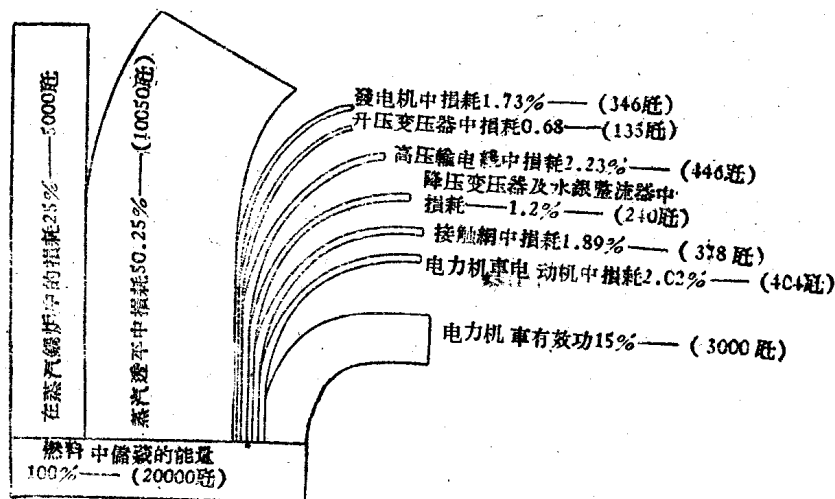


图2 电力机车及电力系统能量平衡图

0.97——升压变压器效率；

0.90——輸电綫的效率；

0.94——牵引变电所效率；

0.90——接触網效率；

0.88——电力机車效率。

因此，尽管电力机車本身的效率为0.88，但当他从火力发电站取得能量而工作时，經濟效率只有0.15。

4. 电力牵引在苏联鉄道事业中的發展

将电能用于运输的目的这种思想在上一世紀开始的时候在俄罗斯就有了，那时电动机已发明出。

由于本国及外国电气工业的发展，才有可能实现鉄道电气化。但是在沙俄的情况下由于国家經濟的落后，将电力牵引用于鉄道的问题沒有能得到解决。

只有在十月社会主义革命以后才給鉄道运输业的电气化开辟了无限的前途。

还在苏維埃政权的最初年代里苏联共产党及苏联政府就拟定了建筑发电站的龐大計劃。根据符拉基米尔·伊里奇·列宁的指示拟出了全国电气化計劃。在1920年3月苏維埃人民委员会批准了俄罗斯电气化全国委员会（ГОЭЛРО）成立，这个委员会制定了第一个电气化的国民經济計劃。这个計劃在1920年12月举行的第八次全俄苏維埃大会上批准。这是在苏維埃政权的初始时期恢复和发展国民經济的第一个有科学根据的国家远景計劃。

ГОЭЛРО 計劃拟定要建設水力发电站及火力发电站，輸电綫，将几条貨运繁忙的鉄道干綫及一些山区及市郊区段电气化。

由于国家电气化計劃执行的結果及电气工业的发展，将电力牵引用于鉄道运输創造了必要的条件。

首先，在1926年在我国的巴庫——沙波依奇——苏拉哈的蒸汽牵引市郊区段上改为电力牵引，而在1929年8月北方鉄道的莫斯科——麦金西区段改为电力摩托牵引。

1932年8月电力机車牵引的列車在高加索鉄道的哈苏里——塞斯达芬尼区段（苏拉姆山区）上行駛。这一山区区段的地形是很困难的，有許多小半徑的曲綫及很陡的坡道。后来，电力牵引在斯維尔德洛夫斯克、托姆斯克、基洛夫、斯大林、北方及奥尔忠尼启則等鉄道上采用。

鉄道电气化的工作甚至在偉大卫国战争的年代中也沒有停止。这时南烏拉尔鉄道的齐略宾斯克——斯拉多烏斯特区段的电气化工作已經开始了。

在战后的年代中，电力机車开始在鄂木斯克、烏菲姆斯克、莫斯科——庫尔斯克——頓巴斯及东西伯利亚的鉄道上运行了。

根据苏联共产党第20次党代表大会对于发展国民經济第六个五年計劃的指示，拟定要在1961年以前将8100公里的鉄道实行电气化，或者說，較第五个五年計劃的

数字大3.6倍。

在我国，不仅在世界上首先将若干个别的铁道区段电气化，而且整个的包括若干铁道在内的最重要的干线也被电气化了。最近几年，从莫斯科开始，经过梁赞、塞斯兰、古比雪夫、烏富、齐略宾斯克、彼得罗巴甫洛夫斯克、鄂木斯克、諾沃西比尔斯克、克拉斯諾雅尔斯克到伊尔庫茨克的全綫上，从莫斯科經庫爾斯克、哈尔科夫到斯拉維揚斯克的全綫上将有电力機車牵引的列車行駛。

伏尔加河上古比雪夫及斯大林格勒水电站、卡姆河上的伏特金水电站等建設的完工、伊尔庫茨克水电站的发电及安卡拉河友誼水电站的第一期发电、鄂毕河上諾沃西比尔斯克的水电站等及其他水电站的发电为將列車运行从蒸汽牵引过渡到电力牵引开辟了广闊的前途。

这些发电站的电力将保証工业、运输业及农业繼續大力发展。

5. 苏联鉄道的电力機車

目前在苏联的鉄道干綫上有很多 $3_0 + 3_0$ 型的貨运电力機車在运行，其中有ВЛ-22^м，ВЛ22、ВЛ23、НО、ВЛ19、ВЛ19^м、СК、СК^у、Сс、С，Сс^м、С^м、С^{нм}等系列的機車以及H 8系列的 $2_0 + 2_0 + 2_0 + 2_0$ 型的电力機車。最普遍的是ВЛ22^м型的电力機車。

除了НО系列的电力機車以外，所有的电力機車都是直流的，其接触綫与軌道之間的电压为3000伏。ВЛ19系列的一部份电力機車有能在1500伏电压的区段上及能在1500伏及3000伏两种电压的区段上工作的电器設備。

НО系列的电力機車設計用于工頻（每秒50週）单相交流。其接触綫与軌道間电压为20000伏。

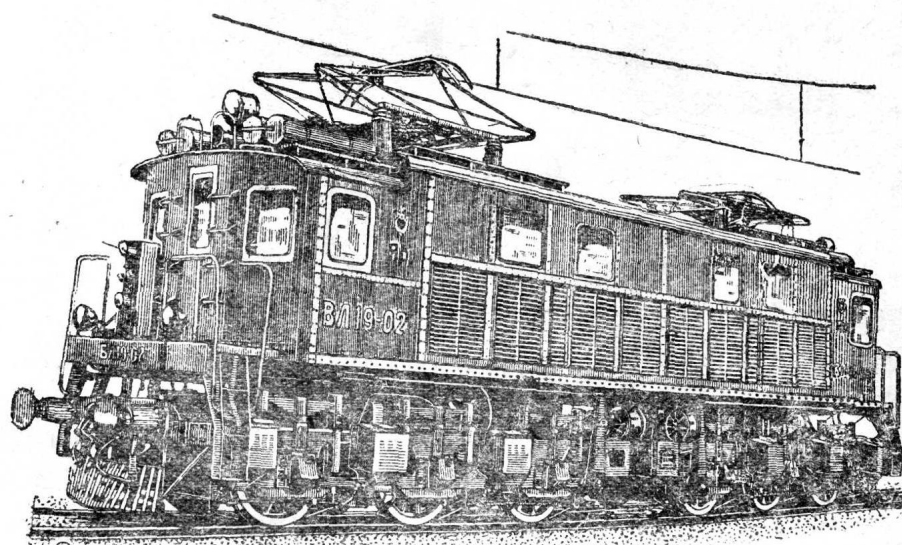


图3 ВЛ19系列电力機車

电力機車动輪对的軸重为19.5~23吨。

1932年第一台試制的具有再生制动的电力機車 ВЛ19-01 由以 В·В 古比雪夫命名的柯罗門机器制造厂制造（机械部份）及以 С.М. 基洛夫命名的“狄那摩”工厂制造（电器设备）。在1934~1938年出产的 ВЛ 19系列（图3）的电力機車，除了若干台可以在两个电压下运行的以外，都有变阻器制动。

在运转的过程中許多 ВЛ 19系列的电力機車已按新的綫路图将设备更换过，并取消了变阻器制动。ВЛ 19系列中若干台电力機車能在两种电压下工作；从 ВЛ-19-01开始，以后的电力機車都装上了再生制动所需要的电器设备。

从1938年末以后，軸重为19.5吨的 ВЛ19 系列的电力機車已停止生产。开始生产軸重为22吨的 ВЛ-22 系列电力機車（图4）。1941年在 ВЛ 22-178的电力機車上装了作試驗用的新型牵引电动机，这些牵引电动机将电力機車的功率提高16%。从1946年开始以 С·М· 布琼尼命名的諾沃切爾卡斯克电力機車制造厂就制造具有这种牵引电动机的电力機車 ВЛ 22^м（图5）。

ВЛ 22系列及部份 ВЛ 22^м 系列的电力機車均有供再生制动用的电器设备。1931~1938年为苏拉姆区段及彼尔姆斯基鉄道而制造的电力機車 С₀（图6）及試驗性的电力機車 СК^у 及 С^м 也曾有过这种设备。开始时 СК 系列的电力機車也有再生制动；这种电力機車仅輔助机器及車体内电器的布置与 С₀ 系列的电力機車不同，其轉向架及牵引电动机則完全相同。

在1934年出产了第一台試驗性的客运电力機車 ПБ21-01，它原来是有变阻器制动的，后来他按沒有变阻器制动的綫路图重新装备过了；这种电力機車的牵引电动机是装在車架上的（車架支撐式結構）。

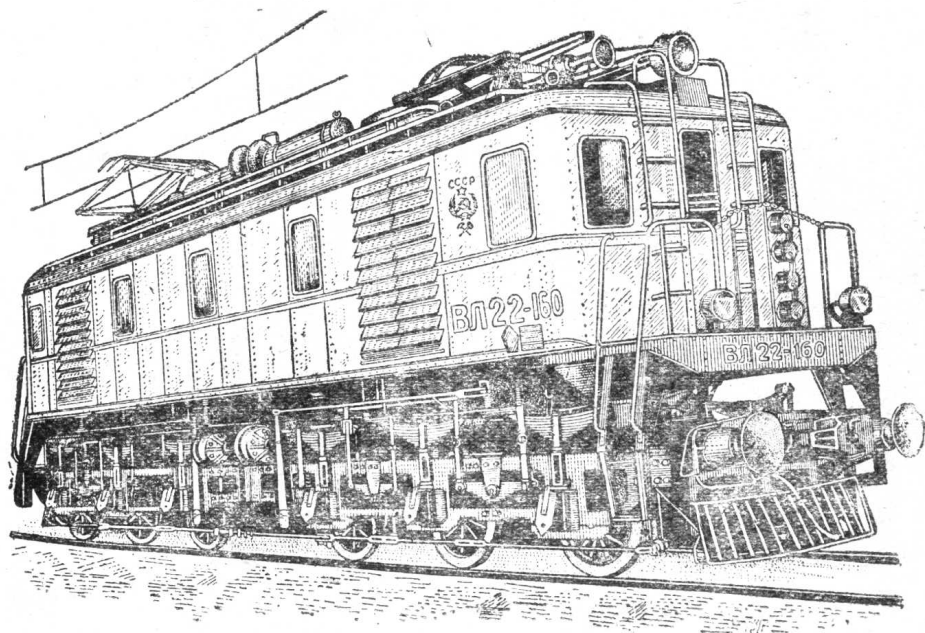


图4 ВЛ22 系列电力機車

1953年以C.M. 布琼尼命名的諾沃切爾卡斯克電力機車製造廠出產了八軸電力機車H8 001它經過試驗以後於1955年開始生產H8 系列的電力機車(圖7)。H8系列的電力機車有八台功率各為525 瓩的牽引電動機及再生制動的設備，並且是蘇聯功率最大的機車。

1954年諾沃切爾卡斯克工廠出產了最初的HO 系列單相交流電力機車(圖8)。在這種電力機車上高壓的單相交流電經過變壓器及水銀整流器變為直流，電動機靠直流工作。目前HO 系列的電力機車已進行小批試制，它們將在莫斯科——庫爾斯克——頓巴斯鐵道上按工頻交流電氣化的阿日列里耶——巴維列茲區段上運行。

1956年初諾沃切爾卡斯克製造了兩台 3_0+3_0 型的電力機車，其牽引電動機為八軸電力機車上的牽引電動機。這種電力機車的系列號為БЛ23 (圖9)。它的功率比3Л22^м型的電力機車大30%。

過渡到生產3Л23 系列的六軸電力機車以代替 БЛ22^м 不僅可以提高貨運列車的行車速度，同時也可以使在電氣化鐵道區段上的機車有同型號的設備。

蘇聯鐵道電力機車的基本數據列於附錄1中。

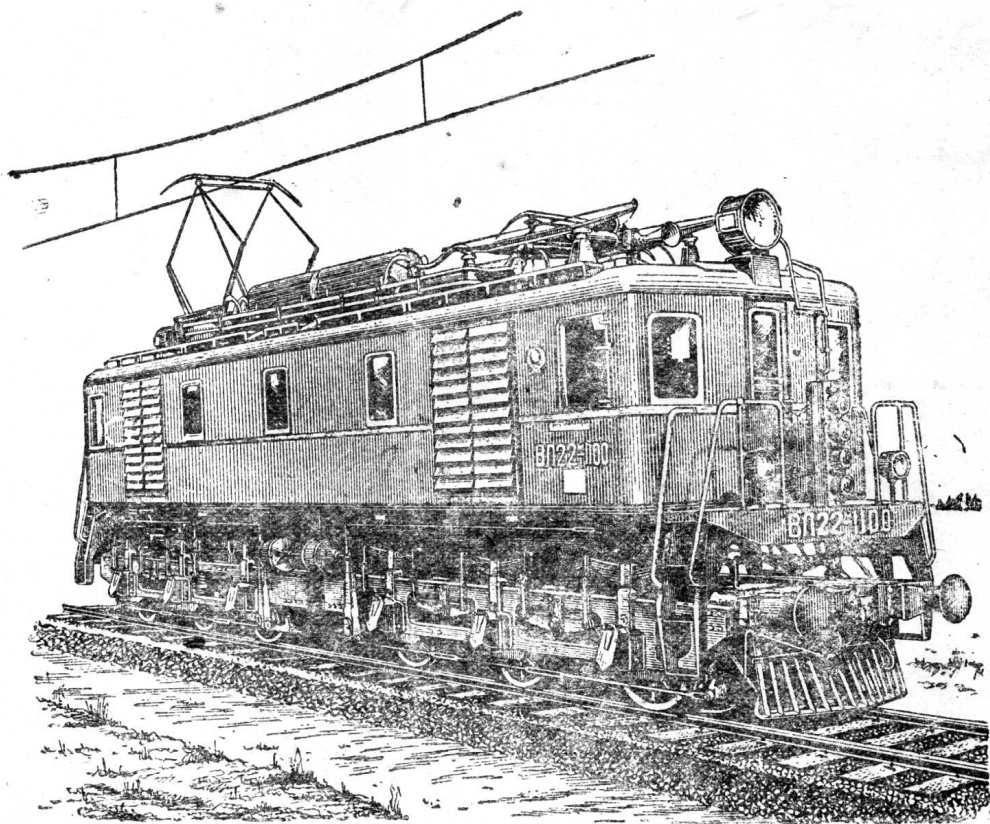


圖5 БЛ22^м系列電力機車