

268839

基本馆藏

高等学校教学用书

# 电力铁道机车车辆

第二卷 下册

П·Н·史丽雅贺托 合著  
Д·Д·杂哈尔陈闾



人民铁道出版社

12  
17

高等学校教学用书

# 电力铁道机车车辆

第二卷 下册

П·Н·史丽雅贺托 合著  
Д·Д·杂哈尔陈阔  
唐山铁道学院电机系 译

人民铁道出版社

一九六〇年·北京

本册系根据苏联国家铁路运输出版社1951年出版之 П·Н·史丽雅贺托及 Д·Д·奈哈尔陈闊所著之“电力铁道机車車輛”第二卷第五~十一章譯出。原書共分三卷，并經苏联高等教育部批准为高等学校之教材参考書，本卷上册譯本及第一和三卷譯本均已出版。

本册內容叙述牵引电动机的通风、发热和冷却原理、方法及計算，直流牵引电动机的設計理論及計算示例，电力机車車輛輔助机的功用、結構和牵引电动机、輔助电机的試驗，以及單相整流了电动机的計算原理等。

本册为高等学校电气化专业的教材，并可供电气化铁道工程师、技术員以及从事矿山电力铁道的技术人員的业务参考。

## 电力铁道机車車輛

第二卷 下 册

ПОДВИЖНО́Й СОСТАВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ  
ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ ТОМ II

苏联 П·Н·ШЛЯХТО Д·Д·ЗАХАРЧЕНКО 合著  
苏联国家铁路运输出版社 (1951年莫斯科俄文版)

ТРАНСЖЕЛДОРИЗДАТ Москва 1951

唐山铁道学院电机系譯

人民铁道出版社出版

(北京市豐公府17号)

北京市書刊出版业营业許可証出字第010号

新华书店发行

人民铁道出版社印刷厂印

書号1632 开本787×1092 $\frac{1}{16}$  印張12 $\frac{1}{2}$  插頁2 字數300千

1960年2月第1版

1960年2月第1版第1次印刷

印数 6,001—1,050 册 定价 (9) 1.40 元

# 目 录

## 第五章 牵引电动机的通风

### I、通风系统

§ 74. 通风总論.....	1
§ 75. 独立通风.....	3
§ 76. 自通风.....	3
§ 77. 电樞的通风器.....	7

### II、通风特性

牵引电动机通风系统的特性.....	10
-------------------	----

## 第六章 牵引电动机的发热和冷却

### I、发热过程和发热定額

§ 79. 关于发热和冷却的一般知識.....	19
§ 80. 发热定額.....	21
§ 81. 物体发热和冷却的基本概念和原理.....	22
§ 82. 物体的发热和冷却过程.....	28

### II、牵引电动机的发热过程

§ 83. 牵引电动机的发热和冷却过程.....	32
§ 84. 当量热路法应用到电机的发热研究.....	36

## 第七章 直流牵引电动机的設計

### I、电机設計的基本原理及其主要参数的計算

§ 85. 牵引电动机設計及計算的概述.....	40
§ 86. 設計的原始数据.....	42
§ 87. 电樞参数的确定.....	43
§ 88. 电樞轉速的确定.....	43
§ 89. 齿輪傳动参数的确定.....	46

### II、电磁系统的計算

§ 90. 电樞繞組的計算.....	48
--------------------	----

§ 91.	确定齿和槽子的尺寸 .....	53
§ 92.	电枢绕组的重量和电阻 .....	54
§ 93.	整流子与电刷的计算 .....	54
§ 94.	磁路的计算 .....	55
§ 95.	整流的计算 .....	67
§ 96.	附加极的计算 .....	71

### III、特性的计算

§ 97.	电动机损耗和效率的计算 .....	74
§ 98.	附加损耗的计算 .....	76
§ 99.	牵引电动机运转特性的绘制 .....	79

### IV、通风及发热的计算

§100.	通风计算的原理 .....	81
§101.	用归算损耗法计算牵引电动机的发热 .....	85
§102.	用热线路法计算牵引电动机的发热 .....	94

### V、牵引电动机零件的结构计算

§103.	电动机轴承轴瓦的计算 .....	98
§104.	牵引电动机轴的计算 .....	99
§105.	小齿轮配合到轴圆锥的计算 .....	106
§106.	电枢轴承的计算 .....	108
§107.	槽楔的计算 .....	108
§108.	电枢绕组绑扎线的计算 .....	111
§109.	电枢套管的计算 .....	113
§110.	极的固定计算 .....	118
§111.	整流子的计算 .....	119

## 第八章 直流牵引电动机的计算示例

§112.	设计题目 .....	126
-------	------------	-----

### I、齿轮传动和电动机基本参数的计算

§113.	齿轮传动参数的确定 .....	127
-------	-----------------	-----

### II. 电动机电磁系统的计算

§114.	电枢绕组的计算 .....	128
§115.	槽和齿尺寸的确定 .....	131

§116.	磁路計算	132
§117.	主極綫卷的計算	135
§118.	整流子和電刷的計算	135
§119.	整流計算	136
§120.	附加極的計算	137
§121.	附加極綫卷的計算	138
§122.	求電樞繞組的電阻和銅重	138

### III、特 性 計 算

§123.	電動機損耗和效率的計算	139
§124.	電動機的特性	140

### IV、電動機通風和發熱的計算

§125.	通風計算	142
§126.	電樞繞組發熱計算	144

## 第九章 電力機車車輛的輔助機

### I、輔助機的工作及其主要參數

§127.	輔助機的功用	147
§128.	電動通風機	150
§129.	電動壓縮機	151
§130.	伺服發電機	152
§131.	分壓機	154
§132.	激磁電動發電機	157

### II、輔助機構造的特點

§133.	總論	157
§134.	電動通風機的構造	158
§135.	電動壓縮機的構造	162
§136.	電動發電機和伺服發電機的構造	167
§137.	分壓機的構造	171
§138.	激磁電動發電機的構造	172

## 第十章 牽引電動機及輔助電動機的試驗

### I、試驗的特徵及試驗綫路

§139.	試驗的概述	175
§140.	受試牽引電動機的負載及試驗綫路	177

§141.	用升压机的反饋負載法的試驗綫路	178
§142.	不用升压机的負載綫路图	181
§143.	牵引电动机的檢查試驗	182

## II、試 驗 方 法

§144.	特性的求取	184
§145.	損耗和效率的确定	185
§146.	电刷接触損耗的試驗測定法	186
§147.	附加損耗的測定	187
§148.	整流試驗	188
§149.	发热試驗	191
§150.	通风試驗	195

## 第十一章 单相整流子电动机的計算原理

§151.	概述	198
§152.	牵引电动机主要参数的确定	199
§153.	电樞繞組的計算	202
§154.	磁路計算的基本数据	203
§155.	整流計算	206
§156.	定子繞組的計算	208
§157.	繞組感抗的計算	209
§158.	电动机向量图的作法	212

### 附录:

- I. 直流牵引电动机的主要数据
- II. 輔助机的主要数据
- III. 电力機車的ДПЭ-400A 型牵引电动机
- IV. C<sub>7</sub>系列摩托車輛的ДК-103A型牵引电动机
- V. 地下鐵道Г系列摩托車輛的ДК-102型牵引电动机
- VI. 地下鐵道II系列摩托車輛的ДК-104型牵引电动机

### 参考文献

## 第五章 牽引電動機的通風

### I. 通風系統

#### §74. 通風總論

要提高牽引電動機的容量必需利用人工冷卻——電動機各部份的通風。

同樣大小的無通風的電動機與有通風的電動機擔負同一工作時，則前者各部份的溫度高得多。這種溫升對繞組的絕緣可能是危險的，亦可能給予各種零件的變形以很大的影響（參看第六章）。

因此，電力機車、車輛上的現代化巨型牽引電動機，僅當它被強烈的通風時，才能作正常的運轉。

蘇聯科學家們在建立電機通風的理論方面及創造效力高的通風型式方面，均已作過很多的工作。

在牽引電動機製造的領域中，A. E. 阿列克塞耶夫教授的工作是值得重視的，他指出了建立牽引電動機通風型式的原則，並提出了一系列新的型式。

牽引電動機的製造正沿着增強通風效力的道路發展，牽引電動機的體積受限制而功率很大，因而增強通風效力就成為提高電機利用率的一個要素；通風的效力與通過電機通風系統的冷卻氣體的性能和數量都有關係，同時也與氣體對發熱表面的運動速率及此運動的特性有關。

依氣體流動的特點，分為層流的和渦流的兩種流動方式。

層流運動的特點是氣流沿被冷卻的表面平行流動。

氣體的渦流運動的特點是產生渦流。渦流的程度與氣體運動的速度和被冷卻表面的情況有關（表面要是粗糙，氣體會受到阻擋）。

在現代超功率的電機中，如象交流汽輪發電機，採用熱容量較空氣大的氫氣來冷卻。

這種通風需要密封的通風系統，要用冷卻器，並要求完全沒有爆炸的危險。

牽引電動機不用氫氣冷卻的原因是由於電力機車上地位的限制和保持密封的困難，這主要的是由於當運轉時整流子產生的火花有引起爆炸的危險。

因此，牽引電動機只用空氣冷卻。

通常，冷卻空氣由外面進入，同時也由電動機向外排出。供牽引電動機冷卻用的空氣，最好用某種方法消除（過濾）灰塵、沙和雪。

按牽引電動機所採用的通風的型式，可分為兩類：

(1) 獨立通風的或外來通風的；

(2) 自通風的。



在独立通风时，冷却电动机内部空间的通风空气由特设的通风机送入。此通风机通常由单独的与牵引电动机无机械联系的电动机来拖动。

图 276 表示BJ122<sup>M</sup>型电力机车上的牵引电动机的独立通风的简图：

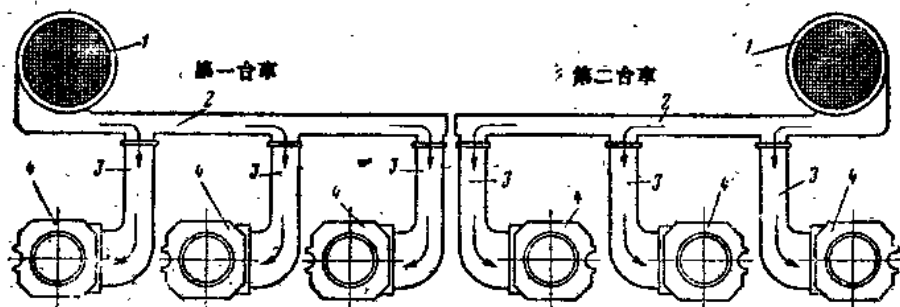


图276. BJ122<sup>M</sup>型电力机车的牵引电动机之通风简图：

1——通风机；2——车体内的通风道；3——通风道的联接管；4——牵引电动机

在自通风时，通风器是牵引电动机不可分割的一部份，它成为电动机的一个或几个零件，于是，电动机本身就是它自己的通风器的拖动者。

第一种构造的特点是通风机的运转情况与牵引电动机的运转情况无关。当用独立通风时，所供应的空气的数量、它的压力，以及通风空气供应的周期性都与电动机运转情况无关，并可任意调节。

相反地，在自通风时，通风器的运转是完全决定于电动机的运转情况。

这样，当电动机运转时，通风器的运转情况实际上不能调节。通过电动机的通风空气的体积，决定于通风器的构造及电枢转速时之空气动力特性。

独立通风系统需要附加的设备和放置外加的通风机的地方。因此，它主要是用于电力机车，自通风系统仅用于摩托车辆中。

表11介绍牵引电动机通风的空气耗量。

表11

次序	电动机型式	小时容量 (千瓦)	持续容量 (千瓦)	持续容量 对小时容 量之比	通风系统	持续状态 时之通风 空气量 (米 <sup>3</sup> /秒)	每千瓦功 率之空气 量 (米 <sup>3</sup> /秒)	电动机 的用途	通风型式
1	ДПЭ-340	340	300	0.88	独立通风式	78	0.26	电力机车	并行的
2	ДПЭ-340А								
3	ДПЭ-400	400	340	0.85	”	78	0.23	”	”
4	ДП-150	150	115	0.76	自通风式	12	0.104	摩托車輛	串并行的
5	ДПИ-150	170	126	0.74	”	17.5	0.14	”	并行的
6	ДК-100А	138	134	0.71	”	8.5	0.064	”	串行的
7	ДМП-151	153	103	0.74	”	12.75	0.12	地下铁道	并行的
8	GBM-700	100	77	0.70	”	5.5	0.071	摩托車輛	”

电动机内部空气流的速度，根据牵引电动机运转的经验证明，在电压 900 伏以下的电动机中，惯常不超过 25 米/秒，在运转于较高电压的电动机中，不超过 16

米/秒。后者可以这样来解释，在高压电动机中，由于绝缘厚度的增加，则热的传导变坏，故当铜的温度一样时，高压电机绝缘表面之温度比在同样运转条件和同样绝缘等级的低压机的绝缘表面的温度为低。通风空气散热的效力与空气流动的速度有关，在高压电动机中，因绝缘表面的温升较低，故空气速度靠近上述的数值（16米/秒）时，则散热更为有效。

### §75. 独立通风

所有独立通风的电动机，现在都只用强压式的通风系统。在电动机内部的空气流与在自通风式中的一样（图277），分为两路平行气流，其中的一路冲洗着极的线圈、极和电枢之间的空隙和整流子的表面。另一路沿着电枢铁芯内的和整流子下的通风道流过。空气流按照这种型式分布的系统叫做平行式的通风系统。

在直流电动机中，虽然也遇见有由整流子的对面输入空气的，但大多数还是由整流子这边将通风空气送入电机。在单相电动机中，通风空气多半由整流子的对面输入，而由整流子这边流出。其原因是因为必须由电动机里排除因炭刷磨损而分出的炭粉。

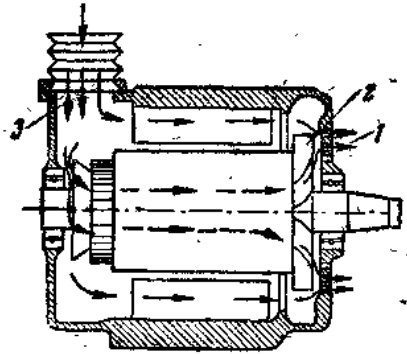


图277. 牵引电动机平行式通风的简图

空气由整流子方面进入则可能利用整流子处的空间，使电动机内的平行气流更均匀的分布。

当空气由整流子的对面进入时，多半是没有这种分配空间的，在这种情况下，就必须要在整流子这边的电枢上安装特别的分配通风扇，其功用是均匀的分布空气流于电动机的所有内部空间中。这种通风的例子，如图278所示。在有些情况下（图279），企图改善电动机内气流的分布，使电枢内部的冷却和外部的冷却经过两条独立的通风沟，分开地送入空气。这种系统较为复杂，致使其不能广泛的普及。

由车辆上的通风沟将通风空气引入电动机是用弹簧箱或可弯曲的联接管，由上面或旁边引入。在后面的一种情况中，通风道常常是放在台车的固定架间。出孔则分布在机器的机座和轴承护板上。由于电动机的内部空间当强压通风时有附加的压力，所以灰尘和雪经过出孔而侵入的危险是不大的，通常仅以大的网栅来保护出孔。

### §76. 自通风

自通风电动机的通风系统比之独立通风的电动机要复杂得多。这些困难是由于：装在电动机电枢上的通风器的速度不稳定，在运用时通风器的旋转方向要改变，以及建立强压通风系统的困难，亦即防止污物和雪侵入电动机的困难。在自通风时，平行通风系统应用得最广。

在这种系统中（图277和280），空气因通风器②的作用而经过孔1从电动机里排出。由于这个结果，电动机内部发生了抽气作用，因而使得空气经过舱孔③从外面

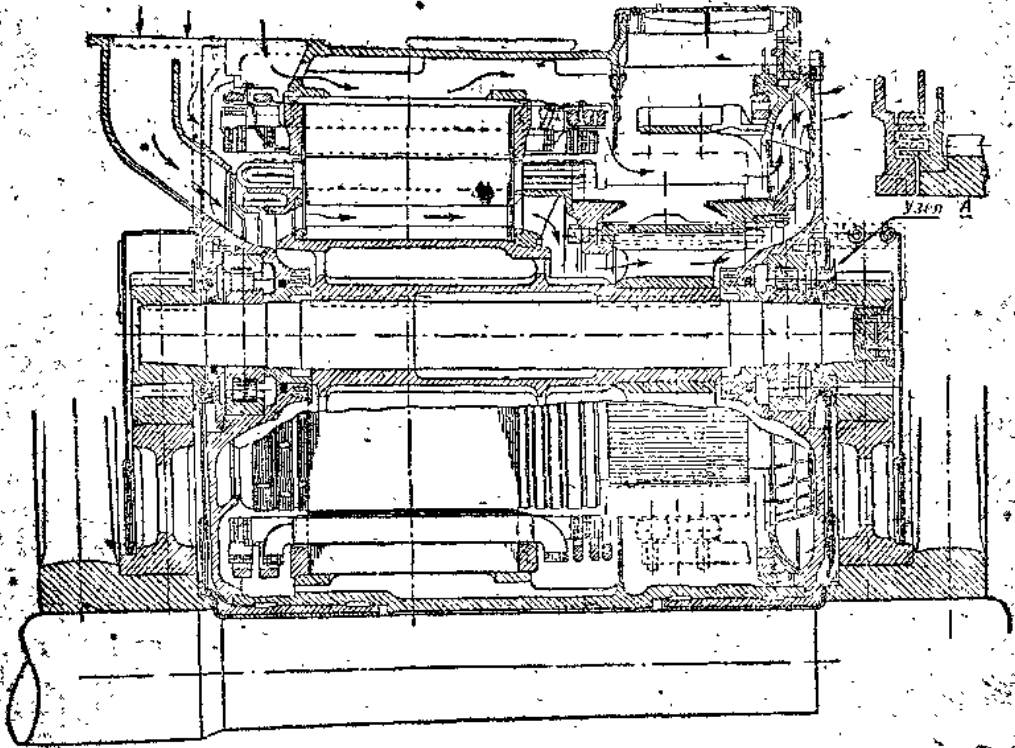


图278. 单相整流子电动机的通风气流图

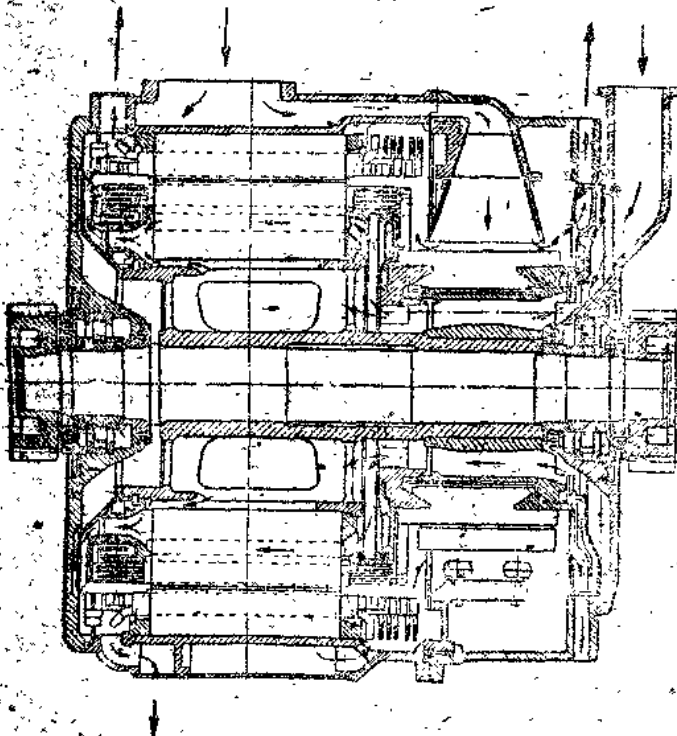


图279. 单相整流子电动机的强压通风图

流入。于是在电动机中空气流形成两平行的分路通过下列各部份：极间的通风道和极与极之间的空间，以及经过电枢铁芯里的通风道。很明显地，按在电动机中空气流的方向来说，这个方式与独立输送通风空气的平行通风方法很少区别。但与独立通风不同者，在于电动机内有抽气作用，这就促使灰尘和雪侵入电动机里，特别是经过不紧密的地方（主要经过整流子的观察孔盖的漏隙处）。

在这方面最有效的保护方法是在从车顶上下来

的通风道中装空气栅。这种通风系统的简图如图 281 所示。进入牵引电动机的空气经过车顶上的孔 1 进入位于车顶下的特别沉淀间 2 内。由于沉淀间的容积很大，气流在它里面的速度就很快降低，因此，所有悬浮的杂质都由空气中沉淀下来。再放分隔栅 3 于垂直通风道的入口处及柔轴的联接管 4 的入口处来帮助这个沉淀过程。

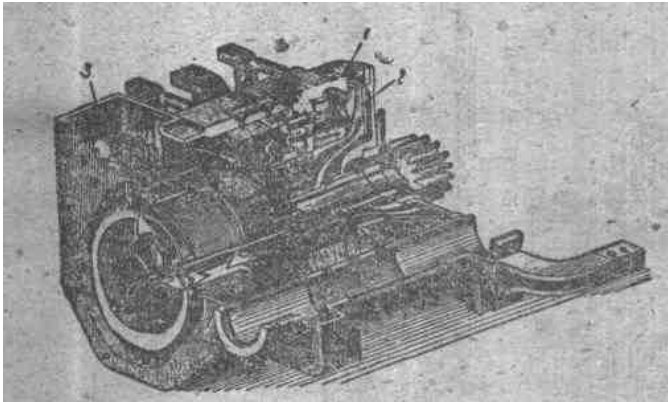


图280. 在牵引电动机ГММ-150 P, 通风器和通风孔的布置图

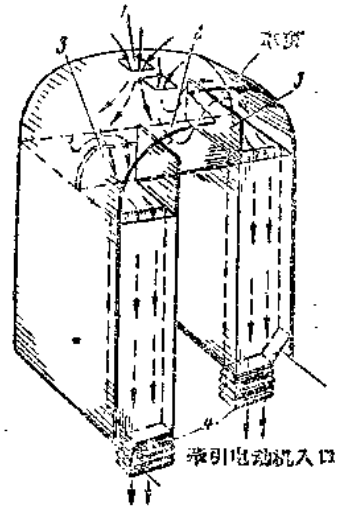


图281. 冷却摩托车上的牵引电动机用的通风道简图

于某种情况，当这种系统因为某种缘故不可能实现时，则保护装置安装在电动机本身上（图 282）。

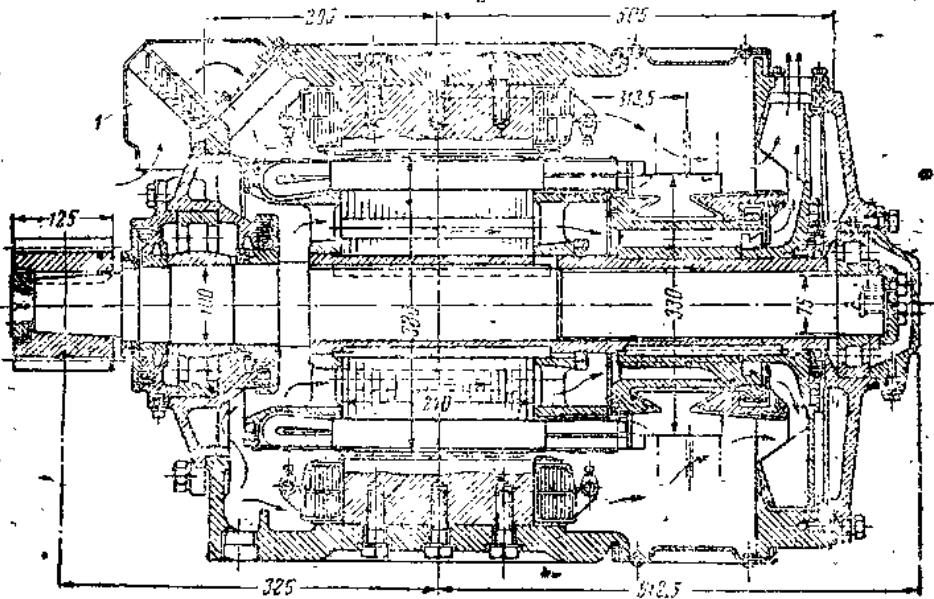


图282. 有过滤器的牵引电动机 (ГММ-760) 的平行通风简图

在这种构造中，为了清洗进入的通风空气，用特设的过滤挡板 1。其作用原理是基于空气经过挡板时很快改变自己的方向，因此，其中的固体微粒就沉淀下来，此外，在挡板下还设有阻止固体微粒的金属网。

拦住各种脏物的另一种方法，是大大地增加进入孔的面积以减低当空气进入电动机时的速度。

用平行通风系统的电动机，它的通风器可以装在整流子的一边，也可以装在整流子的对边。这些方法中，没有一个是极端优越的，因为不能解决主要的问题——在电动机内建立附加的压力。为了想消除这个缺点，因而创立了串联通风系统（图283）。

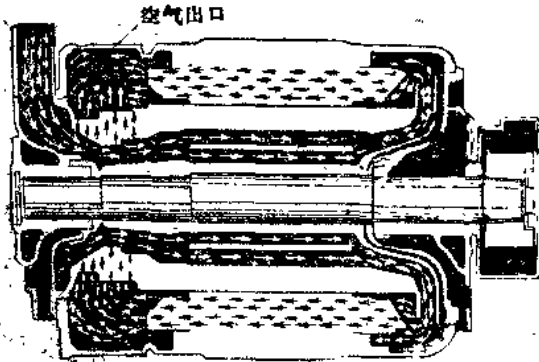


图283. 牵引电动机的串联强压通风简图

这种系统中，由于在整流子对边的通风器的作用，空气经过轴衬护板旁的进口管从整流子方面被吸入，并沿着整流子套管内的和电枢铁芯内的通风道流过。与平行通风系统的区别是通风器不立即将空气从电动机里排出，而以反气流的方向引导空气沿电枢表面并经过极间的空隙流通。电动机空气的出口安置于其入口的同一方面，即在整流子的一面。这样一来所有电动机内的空间，除电枢的通风沟外，都处于附加的压力之下。

上述系统比之平行通风系统虽有许多重要的优点，但也不免有若干缺陷，其中主要的是：冲洗电枢表面、线圈和整流子的空气，已经在通过电枢内部通风道时受过热了，致使冷却效力降低一些。另外的一个缺陷是：并列的导入管和整流子观察孔大大的受到了限制，特别是从车顶下来的通风沟中的通风空气栅也受到了限制。在大容量的电动机中，考虑到严格的界限尺度的限制，则后者更具有特别的意义。

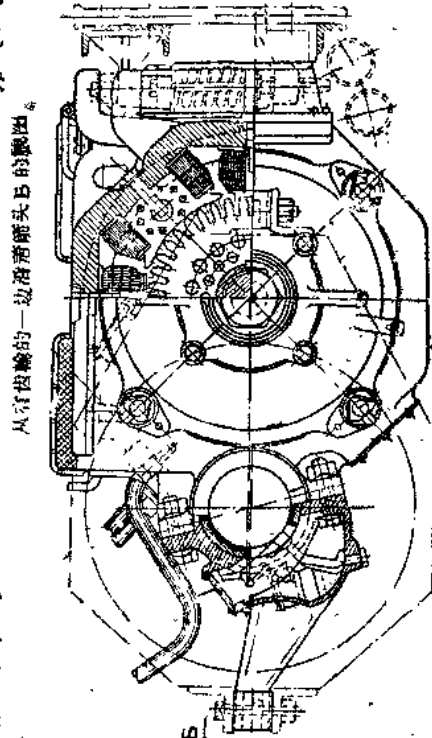
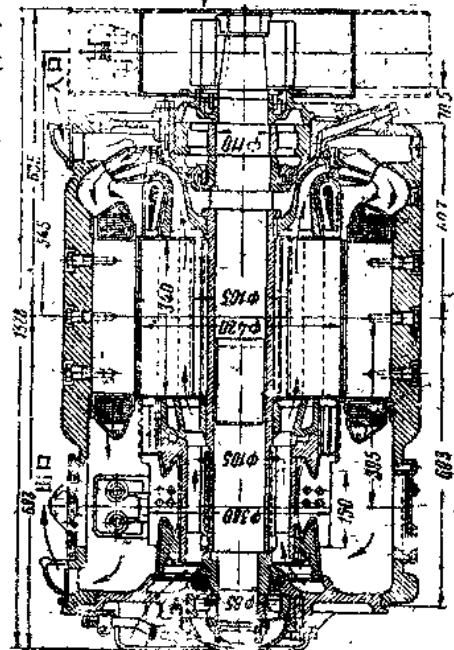


图284. ДТ-150型牵引电动机的串并联通风简图



BY

为了改善串联通风系统，以保证新洁的空气进入到极和电枢的表面，因而采用了串并联或复合通风系统。在于线上牵引的电动机只有强压的串并联通风系统才有实际意义。

图 284 中，表示出具有这种通风系统的 ДП-150 型电动机，机器以两路平行的气流通风，其中一个主要是，一个是辅助的。主流的方向是：由整流子边轴承护板上的进孔进入，沿着电枢内部的通风沟到强压通风器的小室，然后通风器把这些在绕组间和空气隙中的空气赶向整流子一边机座上的出孔去。通风器的第二个强压室，给在电枢通风道内受过热的空气补加新鲜空气，这些空气是经过位于整流子对面电动机座上的入孔而进入的。在苏联铁道上，具有这种通风系统的电动机运用的经验证明，这种系统在防止雪侵入机器这一方面（特别是带辅助空气流的）是有缺陷的。这就使电动机有改为平行通风系统的必要。直接在机器本身上采用过滤器会形成很笨重的构造。用于串并联通风的过滤器的例子于图 285 表出。过滤器使通向电动机轴承和电动机的其他零件大大受到限制，并且塞满了机车车辆的台车。

自通风的效力比独立通风低得多。这种系统中，持续容量和小时容量之比很少达到 0.8，大半是在 0.7~0.75 的范围内。而在独立通风中，这个比率在很多情况下都超过 0.9。由于电动机要在不同的方向运转，因此就不可能采用很好地符合气体动力性能的通风器。

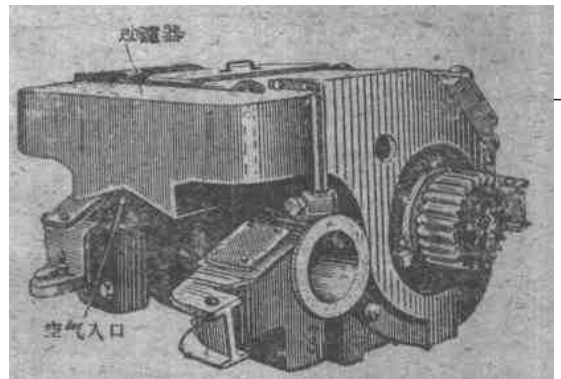


图 285. 在牵引电动机的入孔处，过滤器的装置

### §77. 电枢的通风器

根据于线运输的牵引电动机运转的情况，自通风的电动机的通风器需要保证当电枢在两个方向旋转时有同样的生产量。为了这个目的，这种通风器作成辐射式的风叶。

辐射式的风叶使通风器不能很好地利用，并大大地减低了它的生产量。通风器的生产量为其外直径和放风叶的空间所限制。通风器的外直径很少可能达到  $D_s = (1.4 \sim 1.5) D_n$  的数值，而通常不超过

$$D_s = (1.2 \sim 1.3) D_n \quad (253)$$

通风器是牵引电动机中受应力最大的零件中的一个，因它们的圆周速率和离心加速度比电枢本身的要大得多。于是，有比例关系：

$$\frac{a_{\omega s}}{a_{\omega n}} = \frac{D_n^2}{D_s^2} \quad (254)$$

式中  $a_{\omega s}$  和  $a_{\omega n}$  —— 作用于通风器的和电枢的离心加速度；

$D_n$  和  $D_s$  —— 通风器的和电枢的直径。

相当于上述的直径之比的加速度之比为：

$$\frac{a_{0\beta}}{a_{0\alpha}} = (1.2^2 \sim 1.5^2) = 1.44 \sim 2.25 \quad (255)$$

再加上电动机所承受的轴向惯性冲击，这些力可能使通风器的各部份，以及固定它的零件都超过弹性变形的极限。通风器的不平衡性所起影响是特别危险的。

由钢的或铝合金的叶片作成的集合式通风器的构造如图 286 所示。

单室式通风器（图 286, a）由载重盘 1 和气流导向环 3 所构成。风叶 2 分布于它们两者之间，其折转的边缘用铆接或点焊焊接的方法固定在盘 1 和环 3 上。通风器的重量用螺丝钉 4 和垫圈 5 支持在电枢的零件 6 上。因此，载重盘 1 实际上是被固定住的，而通风器其余的零件则又固着在载重盘上面。由于盘 1 的厚度很薄，所以只能借螺钉 4 夹紧时在零件 6 和盘 1 的侧面间所产生的摩擦力来将盘 1 固定。这样的固定显然是不好的，并且在放螺钉 4 的孔的边缘，造成过应力。另外一个本质上的缺陷，是主离心力对于载重盘 1 所加的偏心作用。总的离心力  $P_{\alpha}$  是加到距离盘 1 的地方。这样，对于盘 1 与另件 6 固定的地方，就产生了一个使盘 1 弯曲的力矩。如果不具有足够的横向硬度并且盘和环的风叶间没有许多的连接点，则这种通风器在固定部份是不够可靠的。它仅可能用在很低速率的电动机中。对于在干线上牵引的电动机，这种型式的通风器是不能认为合适的。

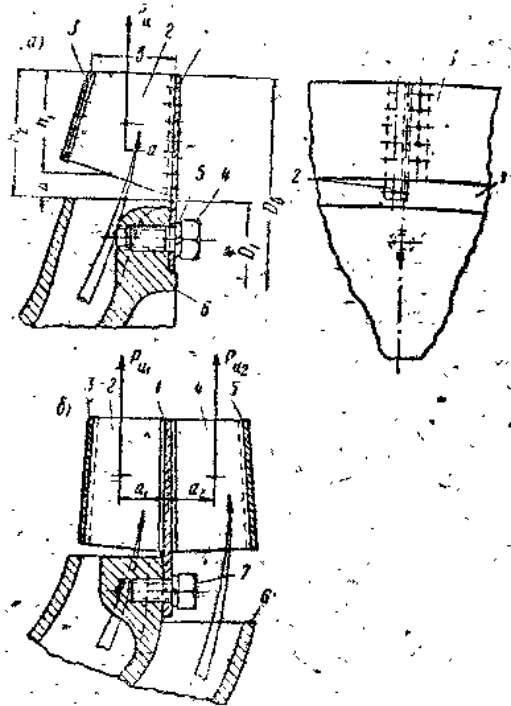


图 286. 集合式通风器：

——单室的； 6——双室的

比较改良些的集合式双室通风器如图 286, b 所示。把带有气流导向环 3 和 5 的风叶 2 和 4 固定在盘 1 的两面，如象在单室通风器中一样。但在这种情况下，由于两室的力矩  $P_{\alpha_1} a_1$  和  $P_{\alpha_2} a_2$  的互相平衡，故使盘 1 弯曲的影响就不大了。因此，在盘 1 用螺钉 7 固定到电枢零件 6 的地方，就不致发生对通风器及其固定零件在强度有危险性的弯曲。

同时，在现在研究的这种构造中，仍是借螺丝钉将盘 1 固定到电枢零件 6 上去的地方所产生的摩擦力，来实现固定作用的。

在图 287 中，表出了由钢的或砂铝合金的铸件所铸造的通风器的例子。其中图 287, a 中表示一边有载重盘的双室铸造通风器。带气流导向环的两个小室位于盘的一边。通风器 1 固定在电枢后端压垫的配合环上或用外配合的方法装在整流子套管上。通常他是先经加热而后装上，并以带垫圈 3 的螺丝钉 2 来固定着。与此同类式

样的通风器很广泛的应用在现代的牵引电动机中。

单室通风器也有作成类似的形式，所不同者，只是在单室通风器中没有中间的气流导向环。小室由外面的气流导向环、风叶和载重盘所组成。虽然这种式样的通风器有较广泛的发展，但仍具有下列的缺点：关于离心力对主载重盘的偏心作用的缺点，以及外配合在许多情形下将削弱固定的作用和损坏通风器的缺点。

较坚固的构造如图 287, a 所示。在这种构造中，由于不用气流导向环并减轻了风叶，离心力的偏心作用的影响所以就大大的减低了。在这种构造中通风器的载重盘大大的加强，并改用了内配合。为了保证消除通风器的不平衡影响，在盘上预先装置了特殊的附加部份，在平衡的时候，它是可以取下的。这样构造的通风器成功地运用于牵引电动机 ДПИ-150 型和 ДК-103А 型中。由于没有气流导向环，某些气体动力性能变坏了，这是它的缺点。但这类构造的特点是在运用中通风器有高度的坚固性和可靠性。

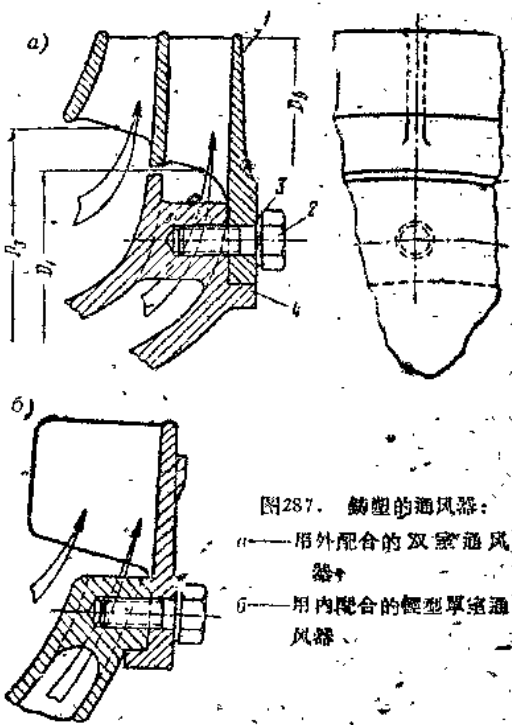


图 287. 铸型的通风器：  
 a——用外配合的双室通风器  
 b——用内配合的轻型单室通风器

钢焊接的通风器也有做成这种型式的。经过磨旋的焊接通风器的盘有牢固的厚度并可能用内轻压配合。风叶以特种的氩焊法焊到盘上去。为了消除内部的局部应力，在通风器焊接之后给以退火。

图 288 表示直接安装在轴上或电枢的套管上的通风器的构造。铸钢的或砂铝合金的通风器的构造很重，并有很大的轂，这样借助于裕量，就保证能足够坚固的固定到电枢的轴或套管上去。

为了提高通风器主盘的硬度，将风叶部份改变为联接到轮毂上去的稜片，这些稜片既能加强通风器的结构，同时还有风叶的作用，以提高生产量。将通风器配合到轴上或套管上可以用键，也可以不用键。在这种情形下，通风器的轂通常用作邻近轴承的远距的或曲折的套管。

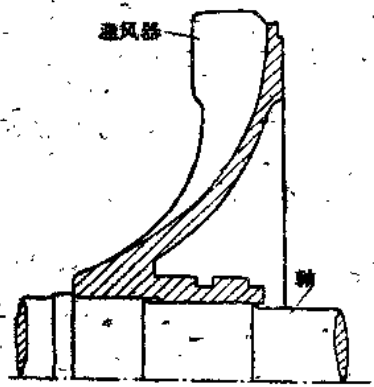


图 288. 通风器在电枢轴上的配合

应设法使通风器有最合理的形式和大小，以得到较大的通风效力。图 286 和 287 所示的通风器有辐射的风叶。

这些通风器（看图 286）的大小通常是按最大的生产量来选择的，其尺寸等于：



$$h_2 = \frac{D_0 - D_1}{2}, \quad (256)$$

$$\Delta = (0.3 + 0.4)h_2, \quad (257)$$

叶寬

$$b \approx 0.1D_0, \quad (258)$$

叶数大致采用

$$m \approx 1.1 \frac{\pi D_0}{h_1}. \quad (259)$$

通常通风器有12到24个风叶。当选择叶数时，应考虑到如果过份的增加其数目，就减小了通风器出孔的有效截面，因此就可能减低其生产量。

按全苏铁道科学研究所

表12

院的研究，ДПМ 150型的牵引电动机的生产量与其叶数的关系，在其他条件相同的情况下，当叶数增加到8时其生产量猛烈的增长。再继续增加叶数时，虽然其生产量也增加，但已经非常缓慢。

风叶数 (m)	通风器的生产量 (米 <sup>3</sup> /分鐘)	风叶数 (m)	通风器的生产量 (米 <sup>3</sup> /分鐘)
0	6*	18	19.8
8	16	24	20.0
12	17.8		

\* 当m=0时，表中所示之通风生产量是由通风器壁的和电枢的通风效应所产生。

全苏铁道科学研究所的实验得到的该电动机之数据，如表12所示。

邻近的两通风叶间的距离或叶距以下列公式求之：

$$t = \frac{\pi D_0}{m} = (1.25 \sim 1.5)b. \quad (260)$$

## II. 通 風 特 性

### §7. 牵引电动机通风系统的特性 [1.6]

标志电动机通风系统的特性的是通过电动机的空气量（体积）或空气的消耗、压力或压力头，以及空气的运行速度。

经过电动机排出来的空气量，应能保证其持续状态时的容量，而不受任何时间的限制。

显然，当电动机在持续情况下运转时，冷却空气需要把电枢各部份和磁极绕组中由于能量的损耗而散出的全部热量带走，即应该有下列的平衡：

$$\Sigma \Delta P_{\infty} t = Q \gamma c \tau_e t,$$

或

$$\Sigma \Delta P_{\infty} = Q \gamma c \tau_e, \quad (261)$$

式中  $\Sigma \Delta P_{\infty}$  —— 持续状态时电动机里耗损的功率；

$Q$  —— 单位时间通过的冷却空气体积；

$\gamma$  —— 空气的密度；

$c$  —— 空气的比热；

$\tau_e$  —— 空气的温升；

$t$  —— 时间。