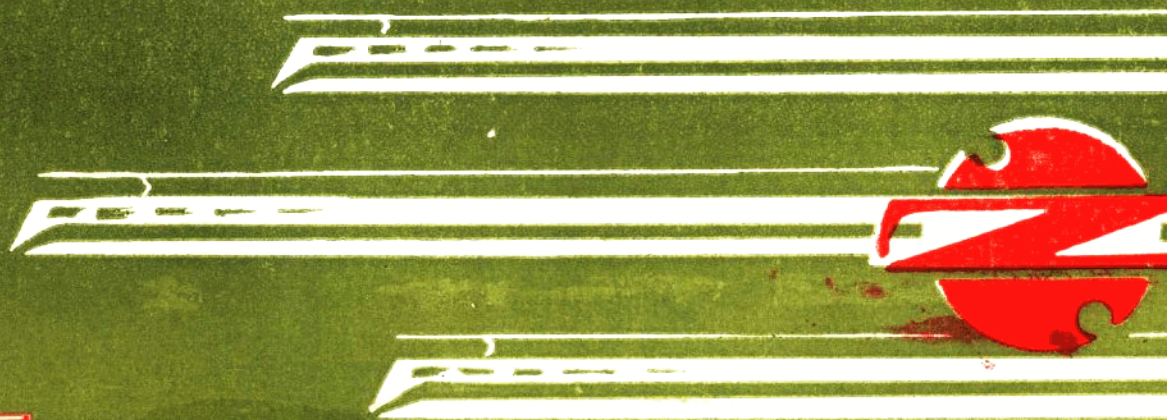


電力機車技術

(韶山型系列資料)

牽引電動機分冊



1989 增刊

目 录

第一章 ZQ650-1、ZQ800-1与ZD105型牽引電動機基本結構与主要工作特点	(1)
第一节 ZQ650-1、ZQ800-1与ZD105型牽引電動機主要工作特点	(1)
第二节 ZQ650-1型牽引電動機基本結構	(3)
第三节 ZQ800-1型牽引電動機基本結構	(10)
第四节 ZD105型牽引電動機基本結構	(18)
第二章 三種電動機的電樞	(24)
第一节 電樞繞組的結構与参数	(24)
第二节 ZQ650-1型牽引電動機電樞繞組与嵌線圖	(26)
第三节 ZQ800-1型牽引電動機電樞繞組与嵌線圖	(28)
第四节 ZD105型牽引電動機電樞繞組与嵌線圖	(29)
第五节 均压結構	(30)
第六节 B、F、H級電樞檢修用絕緣材料及其電磁線線規	(33)
第七节 三種電機的換向器	(33)
第八节 電樞的檢修要求	(44)
第三章 三種電機的定子	(45)
第一节 三種電機定子的結構与基本参数	(45)
第二节 三種電機的定子接線圖	(47)
第三节 牽引電動機的主極繞組与主極一體化	(51)
第四节 牽引電動機的換向極繞組与換向極一體化	(52)
第五节 三種電機總裝及定子的檢修要求	(54)
第四章 電樞反应与換向	(59)
第一节 電樞反应	(59)
第二节 換 向	(61)
第三节 改善換向的方法	(63)

第四节 环火及其预防措施	(68)
第五章 三种电机的刷架装置	(69)
第一节 ZQ650-1与ZQ800-1型牵引电动机的刷架装置	(69)
第二节 ZD105型牵引电动机的刷架装置	(70)
第三节 刷架装置检修注意事项	(70)
第六章 电机的总装与总装零部件	(71)
第一节 端盖	(71)
第二节 油封结构	(71)
第三节 轴承与抱轴瓦	(73)
第四节 电机的漏油、窜油及其防止措施	(74)
第七章 三种牵引电动机的主要技术数据与特性曲线	(76)
第一节 ZQ650-1、ZQ800-1与ZD105型牵引电动机的主要技术数据	(76)
第二节 ZQ650-1、ZQ800-1、ZD105型牵引电动机特性曲线	(79)
第八章 牵引电动机的试验	(80)
第一节 试验方法概述	(80)
第二节 ZQ650-1型牵引电动机的试验	(87)
第三节 ZQ800-1型牵引电动机的试验	(89)
第四节 ZD105型牵引电动机的试验	(90)
第九章 三种牵引电机的使用与维护	(92)
第一节 电机的使用与维护	(92)
第二节 检修后电机的绝缘电阻与试验电压	(94)
第三节 电机的窜动量及其检查要求	(95)

本分册撰稿：胡礼源

第一章 ZQ650-1、ZQ800-1与ZD105

型牵引电动机基本结构与 主要工作特点

第一节 ZQ650-1、ZQ800-1 与ZD105型牵引电动机 主要工作特点

韶山1型电力机车上采用了6台ZQ650-1型牵引电动机，韶山3型电力机车上则采用6台ZQ800-1型牵引电动机，韶山4型电力机车上则装有3台ZD105型牵引电动机。这些牵引电动机均为抱轴式悬挂的脉流牵引电动机，其中有几台韶山3型电力机车上是装有单边传动及滚动轴承的ZQ800-2型牵引电动机。ZQ650-1、ZD105及ZQ800-1型电机均为双侧斜齿轮刚性传动以及抱轴瓦的结构。

牵引电动机由于受到机车限界尺寸的限制，其外形尺寸要求严格，牵引电机要能布置在此限界尺寸规定的有限空间之内。

牵引电动机的主要工作特点是工作条件比较困难，它应能在下列条件下正常工作：海拔高1200m，气候条件相差悬殊，环境温度变化范围为 -40°C 至 $+40^{\circ}\text{C}$ ，有时一昼夜间环境温度变化剧烈。此外，供给牵引电机的冷却空气中可能含有较高的湿度，有些地区甚至有盐污的作用。电机还应在尘土飞扬的环境下正常工作，所有这些因素均将影响牵引电机的绝缘工作能力。牵引电机运行时，其内部还可能积聚一定的炭粉，炭粉也将降低

电机的绝缘性能，灰尘则加速磨损，它们都可能促使电机环火，降低电机抗沿面放电的能力，引起绝缘表面飞弧。

由于铁路线路坡度的变化，牵引电动机的负载电流变化较大。牵引状态时，电机在电动机工况下工作；电阻制动时，电机在发电机工况下工作。即使在牵引工况下的某一调速级上运行时，牵引电动机的工作电压受接触网电压波动的影响也有可能发生变化。为了满足列车牵引的要求，牵引电动机要具有较高的过载能力。此外，电力机车启动时，为了能发挥较大的起动牵引力，上述三种牵引电动机在短时30秒的时间内应能承受最大起动电流的作用。对于抱轴式悬挂的牵引电动机，其各部件应能承受 $15g$ 的振动加速度的作用，其中 $g=9.81\text{m/s}^2$ 为重力加速度。

ZQ650-1、ZQ800-1与ZD105型牵引电动机都是脉流牵引电动机，其基本工作原理与直流电动机相同。但是，由电力机车主电路通过硅机组供给牵引电动机的电压是一个脉动的整型电压。

脉流牵引电动机的换向特点，就在于换向元件中除了电抗电势 $E_{r\sim}$ 与换向电势 $E_{K\sim}$ 以外，还存在一定的变压器电势 E_t ，如果电枢电流的交变分量几乎完全通过分路电阻，则 E_t 很小；如果保持一部分的电枢电流交变分量通过主极绕组，则将存在一定的变压器

电势 $\dot{E}_i$ ，因而在换向元件中的不平衡电势 $\Delta\dot{E}_\sim$ 将等于电抗电势 $\dot{E}_{r\sim}$ 、换向电势 $\dot{E}_{K\sim}$ 与变压器电势 $\dot{E}_i$ 的矢量和，即

$$\Delta\dot{E}_\sim = \dot{E}_{r\sim} + \dot{E}_{K\sim} + \dot{E}_i, \quad (1-1)$$

由上式可见，与直流电机不同。由于上述三部分电势相应的阻抗不同，这三部分电势可能具有各不相同的相位，因而可以作出如图1-1的矢量图。

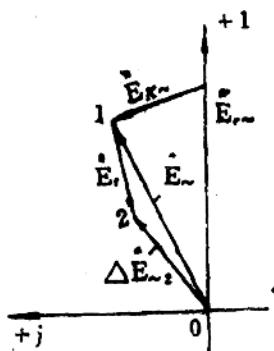


图1—1 脉流牵引电动机换向元件中的不平衡电势

由于改变变压器电势 $\dot{E}_i$ 的相位，有可能减少不平衡电势，因而在有些牵引电动机电路中，与主极绕组可调分路串联了一个电抗 X_L （图1-2），这个电抗器如能保证适当的比值 $\frac{X_L}{X_L(B)}$ ，则可以得到如图1-3所示的

不同的不平衡电势，其中 $X_L(B)$ 为主极绕组电抗。由图1-3可见，在某一比值 $\frac{X_L}{X_L(B)}$ 下，

不平衡电势 $\Delta\dot{E}_\sim$ 为最小，此时的换向条件最佳。 X_L 的另一作用是磁场削弱时，使主极绕组与分路电阻中的电流合理分配，从而提高电机的抗环火能力。

脉流牵引电动机在高速、深度磁场削弱下的电抗电势

$$e_{r(V_{max}, \beta_{min})} = e_{rN} \frac{V_{max}}{V_N} K_p, \quad V \quad (1-2)$$

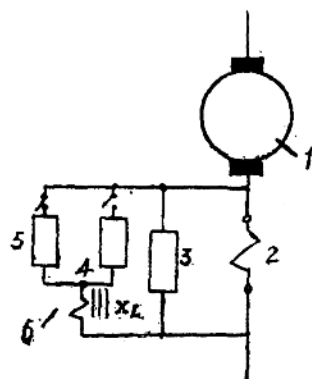


图1—2 可调分路中串入电抗 X_L

1—电枢，2—主极，3—固定分路
4、5—可调分路，6—感应分路器(X_L)

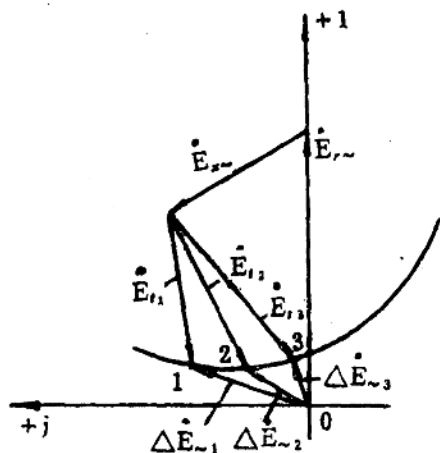


图1-3 不同的 $\frac{X_L}{X_L(B)}$ 比值下的不平衡电势

其中 e_{rN} ——额定工况电抗电势、 V_{max} ——最大速度(km/h)， V_N ——额定速度(km/h)， K_p ——高速时的功率利用系数。

$$K_p = \frac{V_{max} \cdot F_{max}}{V_N \cdot F_N} \times 100, \% \quad (1-3)$$

式中 F_{max} 与 F_N 分别为相应电流下的深度磁场削弱时的牵引力以及额定牵引力。

高速、深度磁场削弱下的电流脉动系数 K_i' 通常大于额定工况时的 K_i 值。例如,根据我们的实测 K_i 为25~28%,而 K_i' 则为30~32%,因而高速、深度磁场削弱下的电抗电势交变分量

$$E_{r\sim} = K_i' e_r (\gamma_{max}, \beta_{min}), \quad (1-4)$$

总之,脉流牵引电动机的基本工作原理与直流电动机相同,但也存在下列的主要工作特点:

(1) 环境温度范围 -40°C 至 $+40^{\circ}\text{C}$,海拔高度可高达1200m,供给电机的冷却空气可能含有较高的湿度,有些运用地区还可能受盐污等作用的影响。

(2) 电机工作时负载电流变化较大。电机要有较高的短时过载能力,电阻制动时,电机从电动机工况转入发电机工况,换向条件较差。在机车的同一运行级上,电机的工作电压受网压波动也有可能变化。

由于机车要求具有较大的起动牵引力,牵引电机应在起动时间内承受最大起动电流的作用,此时电机亦应具有满意的换向。

(3) 上述三种牵引电动机均为抱轴式悬挂,电机及各部件应能承受15g振动加速度的作用。

(4) 由于流过电机的电流是脉动电流,如果此电流通过主极绕组,将产生脉动磁通,这个脉动磁通可以分解为一个直流分量 $\phi_{B\sim}$ 与一个交变分量 $\phi_{B\sim}$ 。交变分量 $\phi_{B\sim}$ 在电枢绕组换向元件中产生变压器电势。利用分路电抗,调节其相位,可以适当利用变压器电势来改善脉流牵引电动机的换向,分路电抗有利于磁场削弱下暂态的电机换向。

(5) 脉动的磁通将产生附加的脉流损耗,因而使电机各绕组中产生附加的温升。

(6) 脉动电流将使高速、深度磁场削弱下的电抗电势交变分量增加,因而牵引电机在直流工况下的换向试验,要留有足够的

换向裕量,以便使电机在脉流工况下仍有可靠的换向。

(7) 为了提高牵引电动机的运行性能与技术经济指标,要提高牵引电动机高速工况下的功率利用系数 K_p ,换言之,要使牵引电动机具有较宽的恒功率速度范围。

(8) 牵引电动机是电力机车的关键部件之一,要提高牵引电动机的工作可靠性,达到好用、好修、好造的目标。

第二节 ZQ650-1型牵引

电动机基本结构

韶山1型电力机车的ZQ650-1型牵引电动机小时功率700kW(持续功率630kW),抱轴式悬挂,双侧斜齿轮刚性传动,电枢槽数90,四极,定子与电枢绝缘等级分别为H级与B级。

由图1-4a、b可见,ZQ650-1型牵引电动机采用圆形铸钢机座,材质ZG25 I。在换向器端上方开有一个进风口。此外,电机前端对称 180° 位置上、下各设有一个观察检查窗口。机座外径1020mm,两止口间距离942mm,电机轴伸端之间总长1230mm。

电机中心距595mm,换向极设在抱轴月牙处。

机座在抱轴处加工成月牙直径215mm。与此动轴相配合的抱轴瓦内径205mm,轴瓦总长(含领圈宽度25mm)为295mm,轴瓦内侧挂有巴氏合金ChSnSb 11-6,瓦背材质前期产品为锡青铜ZQSn6-6-3,近年来为了节省有色金属已改为20号钢背瓦。

ZQ650-1型牵引电动机传动比 $\mu=4.63$,大齿轮齿数 $Z=88$,小齿轮齿数 $z=19$,齿轮模数 $m=11$,电机前、后端均有齿轮罩悬挂点(图1-5)。

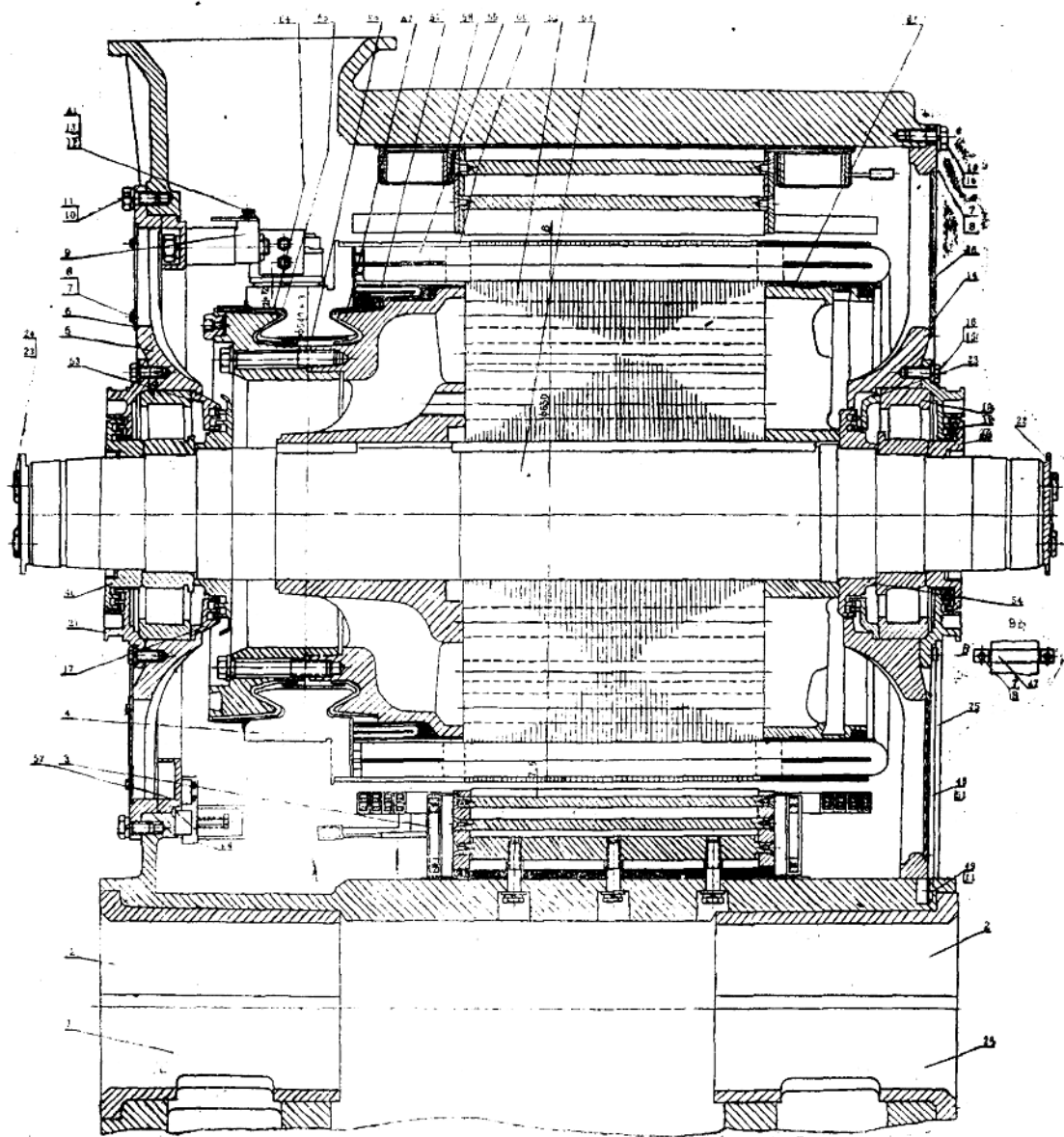


图1-4a ZQ650-1型牵引电动机纵剖面

1、2—轴瓦，3—换向极螺栓，4—换向器，5—前端盖，6—盖板，7—前端的盖板螺栓，8—前端盖板弹簧垫圈，9—刷架，10—前端盖螺栓，11—前、后端盖弹簧垫圈，12—刷架联线螺栓，13—刷架联线垫圈，14—后端盖，15—后端盖螺栓，16—后端盖弹簧垫圈，17—前端内油封，18—电枢滚动轴承，19—后端轴承盖，20—观察孔盖，21—前端轴承盖，22—轴伸端挡板，23—轴伸端挡板螺栓，24—制动垫圈，25—前端油管，26—轴瓦，27—提手装置轴，28—提手装置开口销，29—油嘴，30—油管夹子，31—前端油管，32—提手装置，33—后端内油封，34—观察孔盖卡子，35—轴瓦键，36—换向极铁芯，37—主极铁芯，38—主极绕组，39—补偿绕组，40—换向器螺栓，41—刷架联线弹簧垫圈，42—接线盒，43—抱轴油箱弹簧垫圈，44—抱轴油箱螺栓，45—油箱，46—前、后端封环，47—排油管卡子，48—排油管，49—后端盖螺栓，50—接线盒盖板与密封垫，51—排油管用无缝钢管，52—刷架圈定位件，53—前端内封环，54—后端内封环，55—抱轴配合面石棉纸板，56—机座，57—均压线，58—磁桥垫片，59—电枢绕组，60—无纬玻璃丝带绑扎，61—后支架，62—电枢铁芯，63—转轴，64—换向器压圈，65—云母环，66—换向器绝缘套筒，67—换向器套筒，68—刷盒，69—油箱毛刷，70—油标座，71—主极螺栓，72—主极弹簧垫圈。

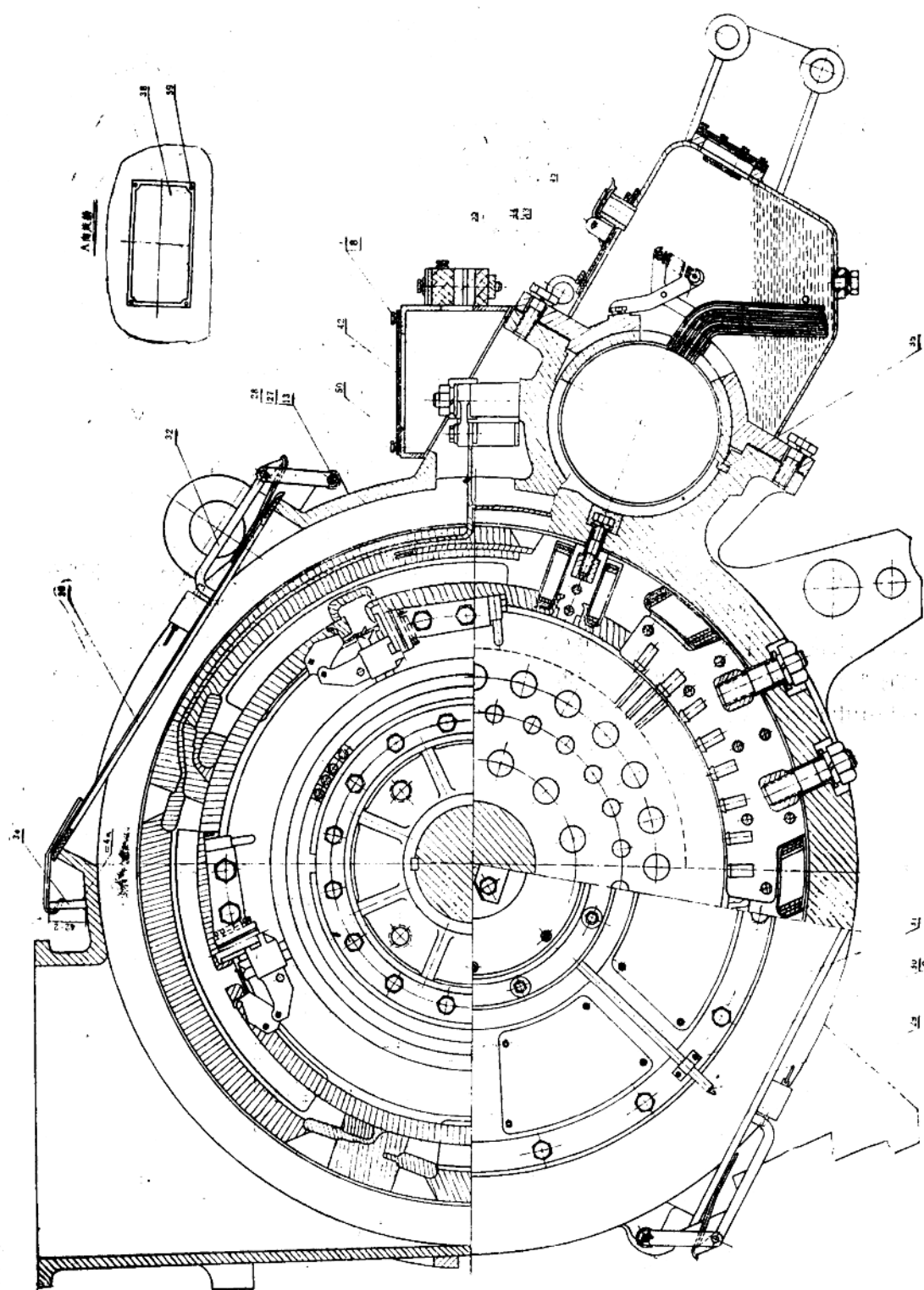
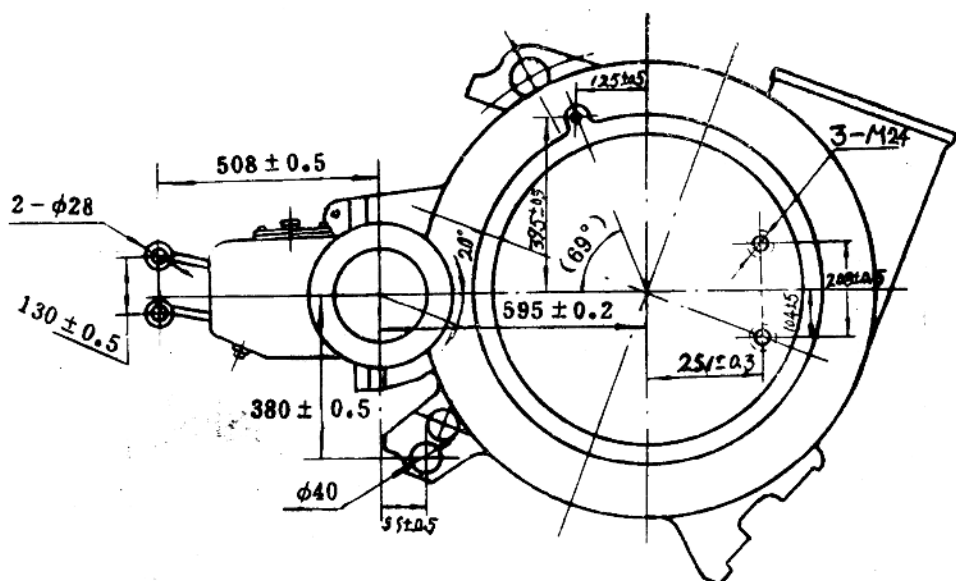


图1—4b ZQ650-1型牵引电动机横剖面图



由图1-5可见, 齿轮罩上半部在电机前、后端盖及机座与油箱上各有3个悬挂点(油箱上的悬挂点为直径28mm的孔)。

此外, 齿轮罩下半部在机座、端盖与油箱上也有 3 个悬挂点。应该指出, 应使电机中心与抱轴中心的连线在电机横轴下方成倾

角 20° 放置,如图1-4b所示。电机下方设有悬挂托座,其止口距离为300mm,悬挂托座上配合面宽度100mm(含退刀槽宽13mm),下配合面宽度75mm(含退刀槽宽13mm),如图1-6所示。悬挂托座中心线至电机磁极中心线间距离为56mm。

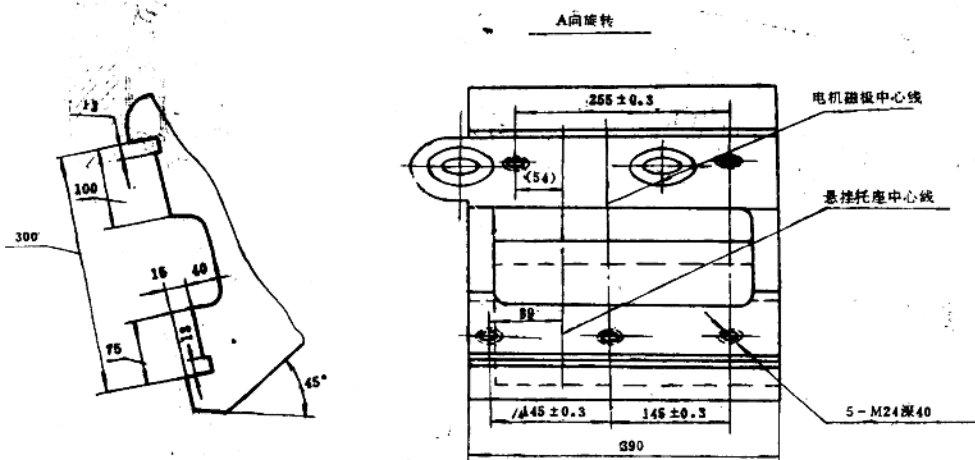


图1—6 ZQ650-1型牵引电动机机座悬挂托座图

主极铁芯由1mm厚钢板B3叠压而成,主极铁芯长度390mm,每个主极铁芯通过两个作为芯柱的杆,用4个M30的螺栓固定在机座上。每个主极在其极靴处开有8个补偿槽,补偿槽为向心槽。由于是向心槽结构,嵌线时需单根补偿绕组导体依次嵌入槽内,导体之间垫以 $0.25 \times 25 \times 75\text{mm}^3$ 复合箔NHN二层作为匝间绝缘,槽底及补偿楔下垫片为 $0.5 \times 16 \times 490\text{mm}^3$ 环氧酚醛玻璃布板3240。补偿绕组对地绝缘为 $0.2 \times 100 \times 450\text{mm}^3$ 柔软云母板5150一层、 $0.25 \times 100 \times 450\text{mm}^3$ 复合箔NHN二层,并加入 $0.05 \times 100 \times 450\text{mm}^3$ 聚酰亚胺薄膜4至6层,而且为了防止聚酰亚胺薄膜发生爬电现象,应将 $0.25 \times 100 \times 450\text{mm}^3$ 的复合箔放在对地绝缘的最外侧。这是补偿绕组在主极铁芯补偿槽(即补偿绕组直线部分)的对地绝缘结构。在主极铁芯补偿槽出槽口处绕组直线部份用 $0.14 \times 30\text{mm}^2$ 硅有机粉云母带5450-1半叠包三次, $0.2 \times 30\text{mm}^2$ 无碱玻璃丝带半叠包一次作为出槽口绝缘。补偿绕组端部弧形部份用 $0.14 \times 30\text{mm}^2$ 硅有机粉云母带5450-1半叠包一次, $0.2 \times 30\text{mm}^2$ 无碱玻璃丝带半叠包一次。补偿绕组的槽楔厚度为4mm,如图1-7所示。

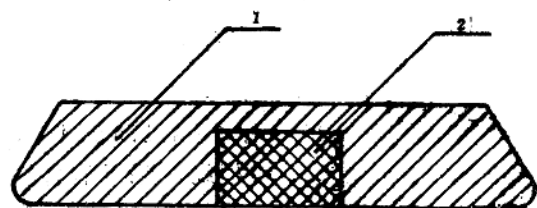


图1-7 ZQ650-1电机补偿槽楔
1—铁槽楔 A3, 2—绝缘板, 3mm厚玻璃布板3240

图1-8上示有补偿槽内槽楔放置情况,由于主极上开设向心式补偿槽,因而补偿绕组所在的主极极靴磁路截面积减少,导致主极极靴齿部磁密增加,为了部分地补偿这一部分磁路截面积的减少,使极靴齿部磁密 B_{δ} 不致过高而出现饱和情况,补偿槽楔采用

了能导磁的铁槽楔,但为了减少漏磁又在铁槽楔中嵌入绝缘板,从而限制了漏磁通 ϕ' 的数值。

图中标有磁路各部分磁密: $B_{z\frac{1}{2}}$ 为电枢齿部磁密, B_{δ} 为电枢轭部磁密, B_g 为气隙磁密, $B_{\delta'}$ 为补偿绕组齿部磁密, B_m 为主极铁芯磁密, $B_{f'}$ 为机座出口处磁密, B_f 为机座轭部磁密。

补偿绕组采用 $6 \times 13.5\text{mm}^2$ 扁铜线TBR。主极绕组在ZQ650-1型牵引电动机早期产品中采用 $3.53 \times 35\text{mm}^2$ 的扁铜线TBR平绕而成,后改为 $3.8 \times 35\text{mm}^2$ 的扁铜线TBR,主极匝数23匝,线圈匝间早期采用厚度为0.3mm的橡胶石棉纸,自韶山1型221号机车起已改为0.25mm厚的复合箔NHN。主极绕组对地绝缘为 $0.14 \times 30\text{mm}^2$ 的硅有机粉云母带5450-1半叠包5次,外包绝缘为 $0.2 \times 30\text{mm}^2$ 的无碱玻璃丝带半叠包1次。主极绕组需经真空压力浸渍,浸1053漆一次。主极绕组匝数23匝。主极绕组与主极铁芯之间采用环氧浇注一体化。主极绕组分开口式与交叉式两种。换向极铁芯采用 $28\text{mm} \times 28\text{mm}$ 20号冷拉方钢或20号锻钢的杆作为芯柱。换向极铁芯叠压后,杆两端的6mm圆孔如同铆钉一样可将换向极铁芯压紧(图1-9)。换向极冲片厚度为0.5mm,材质为冷轧硅钢片DW465-50。换向极铁芯长度390mm。换向极铁芯上设有两根直径12mm的10号冷拉圆钢用以铆紧换向极铁芯。换向极铁芯通过三个M16的非磁性螺栓(材质为1Cr18Ni9)固定在机座上。采用非磁性螺栓的目的是为了减少换向极铁芯中的涡流现象,以便换向极产生的换向电势能有效地抵消电抗电势。换向极绕组采用 $7.5 \times 14.5\text{mm}^2$ 扁铜线TBR,匝数为11匝。换向极绕组匝间绝缘采用0.17mm厚的玻璃漆布2451二层,对地绝缘为 $0.14 \times 30\text{mm}^2$ 的硅有机粉云母带5450-1半叠包5次,外包绝缘为 $0.2 \times 30\text{mm}^2$ 的无碱玻璃丝带半叠包1次。主极绕组与换向极绕组分

别与主极铁芯与换向极铁芯间采用环氧浇注一体化。换向极绕组支承在黄铜材质的非磁性支撑上。定子绕组的联线为硬联线，用线卡固定在机座上。联线接头处用螺栓连接。由于主极绕组采用开口、交叉结构，因而主极绕组间联线较短，可靠性好。

电枢铁芯原设计采用0.5mm厚的热轧硅钢板 D₂₂，相应的电枢铁芯长度为366mm，后改用冷轧硅钢片 DW465-50。为了保

持电机特性，电枢铁芯长度缩短为352mm。为使电机的纵向相关尺寸不变，将换向器套筒轴向长度由232mm增加为239mm，从而使换向器工作面位置不变，同时将电枢后支架轴向长度由130mm增加为137mm。叠压时先将电枢后支架（材质ZG25Mn）压在转轴（材质35Cr Mo）上，然后将电枢冲片压到转轴上，再将器装完毕的换向器压到转轴上。电枢铁芯与转轴配合面上设有宽20mm的键，此配合面的直径160mm，采用过盈配合，过盈量为0.008~0.098mm。换向器套筒与转轴配合面也设有20mm宽的键，换向器套筒与转轴的配合为过盈配合，过盈量为0.055~0.125mm。电枢后支架上也设有20mm宽的键槽，电枢铁芯与转轴之间的键同时也作为电枢后支架的键。电枢后支架与转轴之间也为过盈配合，过盈量为0.018~0.085mm。电枢铁芯沿轴向有三排通风孔，

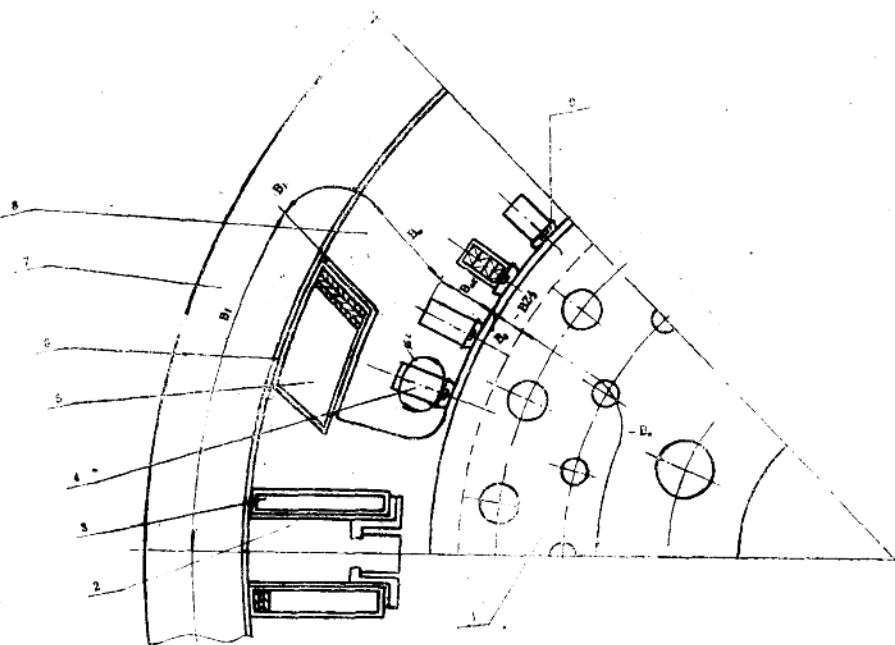


图1—8 ZQ650-1型牵引电动机磁路图

1—电枢铁芯，2—换向极铁芯，3—换向极绕组，4—补偿绕组（补偿槽），5—主极绕组，6—磁桥垫片，7—机座，8—主极铁芯，9—补偿槽楔。

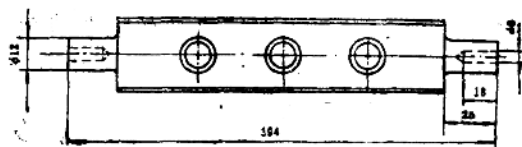


图1—9 杆

外排有孔径32mm24个、中排孔径27mm24个、内排孔径37mm12个。电枢绕组采用单叠绕组，每槽2根均压线。均压线共180根，均压线线规为 $1.4 \times 4.75\text{mm}^2$ 的单玻璃丝HF薄膜导线，匝间绝缘厚度0.33mm/0.34mm（其中分子为导线宽度方向的匝间绝缘厚度，分母为导线高度方向的匝间绝缘厚度）。电枢绕组线规为 $2.36 \times 9\text{mm}^2$ 薄双玻HF薄膜导线，匝间绝缘厚度为0.46mm，电枢90槽，4个虚槽，导线在槽内为交叉竖放布置。电枢线圈引线头打扁后尺寸为 $1.4 \pm 0.03\text{mm}$ （不搪

锡)。换向片铣槽尺寸为 $1.6 \pm 0.05\text{mm}$ 。由此可见,电枢线圈引线头嵌线间隙为 $0.13 \sim 0.28\text{mm}$ 。电枢采用氩弧焊(TIG焊)。电枢线圈对地绝缘(直线部份)为 $0.14 \times 20\text{mm}^2$ B级粉云母带 5438-1 半叠包 2 次、 $0.05 \times 20\text{mm}^2$ B级聚酰亚胺薄膜粘带半叠包 2 次。外包绝缘为 $0.06 \times 20\text{mm}^2$ 无碱玻璃丝带半叠包 1 次。

电枢槽内用 0.05mm 厚聚脂薄膜作为槽绝缘。槽楔为 5mm 厚环氧玻璃布板 3240, 楔下与槽底均有 0.5mm 厚的垫片(图1-10)。

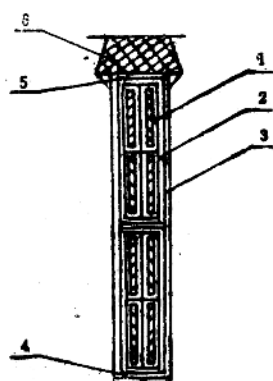


图1-10 电枢槽内导体布置图

1—导体, 2—对地与外包绝缘, 3—槽绝缘,
4—槽底垫片, 5—楔下垫片, 6—槽楔。

电枢线圈嵌线后, 前、后端采用 $0.17 \times 25\text{mm}^2$ B级无纬玻璃丝带绑扎。电枢支架绝缘主要采用 B 级柔软云母板 5133, 云母板厚度 0.3mm 。前端均压线下的电枢支架绝缘为 $0.3 \times 65 \times 144\text{mm}^3$ 的柔软云母板绕圆弧周长放置二层以及 $0.3 \times 65 \times 120\text{mm}^3$ 的柔软云母板二层, 然后再用 $0.1 \times 25\text{mm}^2$ 的无碱玻璃丝带绑紧。均压线鼻部后空隙处用 $0.17 \times 25\text{mm}^2$ 的 B 级无纬玻璃丝带绕满为止, 均压线引线头嵌线处至其鼻部为止均用上述无纬玻璃丝带绕平, 均压线层间亦用 $0.3 \times 75\text{mm}^2$ B 级柔软云母板三层。电枢线圈嵌线后, 其引线头空隙处用 B 级填充泥填充, 前端均压线与电枢线圈之间用 $0.3 \times 85\text{mm}^2$ 以及 $0.3 \times 140\text{mm}^2$ 柔软云母板 5133 各二层。

电枢线圈层间用 $0.3 \times 105\text{mm}^2$ 柔软云母板 5133 三层。均压线与支架绝缘上的无纬玻璃丝带绑扎应单独烘干。后端支架绝缘采用 $0.2 \times 250 \times 257\text{mm}^3$ 玻璃漆布 2432 (翻边)、 $0.5 \times 150 \times 430\text{mm}^3$ 柔软云母板 5133 五层以及 $0.1 \times 25\text{mm}^2$ 无碱玻璃丝带半叠包 1 次绑扎。电枢线圈后端层间采用 $0.3 \times 85\text{mm}^2$ 柔软云母板 5133 五层。

换向器为拱式换向器, 工作面直径 540^{+3}mm , 粗糙度 $\nabla_{0.8}$, 升高片直径 650mm 。换向器套筒材质为 ZG 45, 换向器套筒同时起电枢前支架作用。换向器压圈材质 35 Cr Mo 合金钢。梯排为银铜梯排, 含量 0.15% 。换向器梯排尺寸为 $4.52\text{mm} \times 118\text{mm} \times 1^\circ$ (小头尺寸 2.45mm)。换向器云母板为 1.3mm 厚的 B 级虫胶换向器片间云母板 5535, 片装时要适当搭配一些厚度为 1.2 及 1.4mm 的 5535 云母板, 以保证换向片组的排圆尺寸。换向器的允许磨耗量为 15mm 。为了使电机环火时不致烧毁云母环, 在前端云母环外露部份上设有厚度为 $0.7 \sim 1\text{mm}$ 的单面钠化处理了的聚四氟乙烯板。此时, 在云母环伸出部份上予先用 0.17mm 厚的无纬玻璃丝带绑扎。

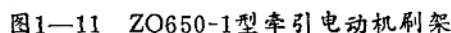
换向片与云母片排圆片装后, 其两侧均加工成鸠尾, 并用 16 个 M20 的换向器螺栓 40 (图1-4a) 束紧。换向片与套筒及压圈之间用 V 形云母环 65 和换向器绝缘套筒 66 来绝缘。换向器压装吨位为 $578.6 \times 10^3\text{N} \sim 598.2 \times 10^3\text{N}$ ($59 \sim 61\text{tf}$)。换向器压圈上有 4 个 M30 的螺孔供拆卸换向器用。后端云母环伸出部份用 0.1mm 厚玻璃丝带包扎, 边包边刷绝缘漆。前端云母环伸出部分则先包上 $0.17 \times 25\text{mm}^2$ 的 B 级无纬玻璃丝带, 然后表面再装上聚四氟乙烯板。器装好了的换向器要经过静平衡, 然后动压成型, 超速 (2300r/min 、 120°C 、 15min) 和耐压 (片间 600V 、 3s 、对地工频 8600V 、 1min) 试验。

换向器在 2300r/min 的转速下进行动压

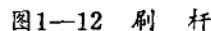
换向器3°面入口间隙处及换向器套筒、压圈结合面处应采用硅橡胶或其它涂封材料。

由图1—11可见,ZQ650-1型牵引电动机共有4个刷握,每个刷握由刷盒5、电刷4、压指6、刷杆座3所组成,每个刷杆座通过两个刷杆装在刷架圈上。四个刷握应通过校正模具严格保证四等分布置。刷杆如图1—12所示。为了提高刷杆的耐沿面放电性能,聚四氟乙烯套与刷杆本身是整体压注在一起的。每个刷握有 $12.5 \times 40 \text{ mm}^2$ 的两分裂电刷两块,电刷牌号为 D 374 B,压指系自锁式,提起压指可以自锁,这样可便于维护与更换电刷。

ZQ650-1型牵引电动机的油箱为 非恒油位式油箱(如图1-4b所示), 油箱上装有油杯座70。上面有油位的最高刻度线与最低刻度线, 在此范围内, 油箱毛刷69应能正常地将



- 1—刷架联线线卡, 2—刷架联线, 3—刷杆座, 4—电刷, 5—刷盒, 6—压指, 7—刷架圈, 8—胀紧螺栓, 9—刷杆, 10—螺母, 11—弹簧垫圈。



- 1—螺杆, 2—螺纹套, 3—酚醛纤维压塑料,
4—聚四氟乙烯套。

第三节 ZQ800-1型牵引电动机基本结构

ZQ800-1型牵引电动机是韶山3型电力机车的主牵引电动机。ZQ800-1型牵引电动机也为4极电机,在电机结构中采用了许多ZQ650-1型牵引电动机的传统结构,然而也

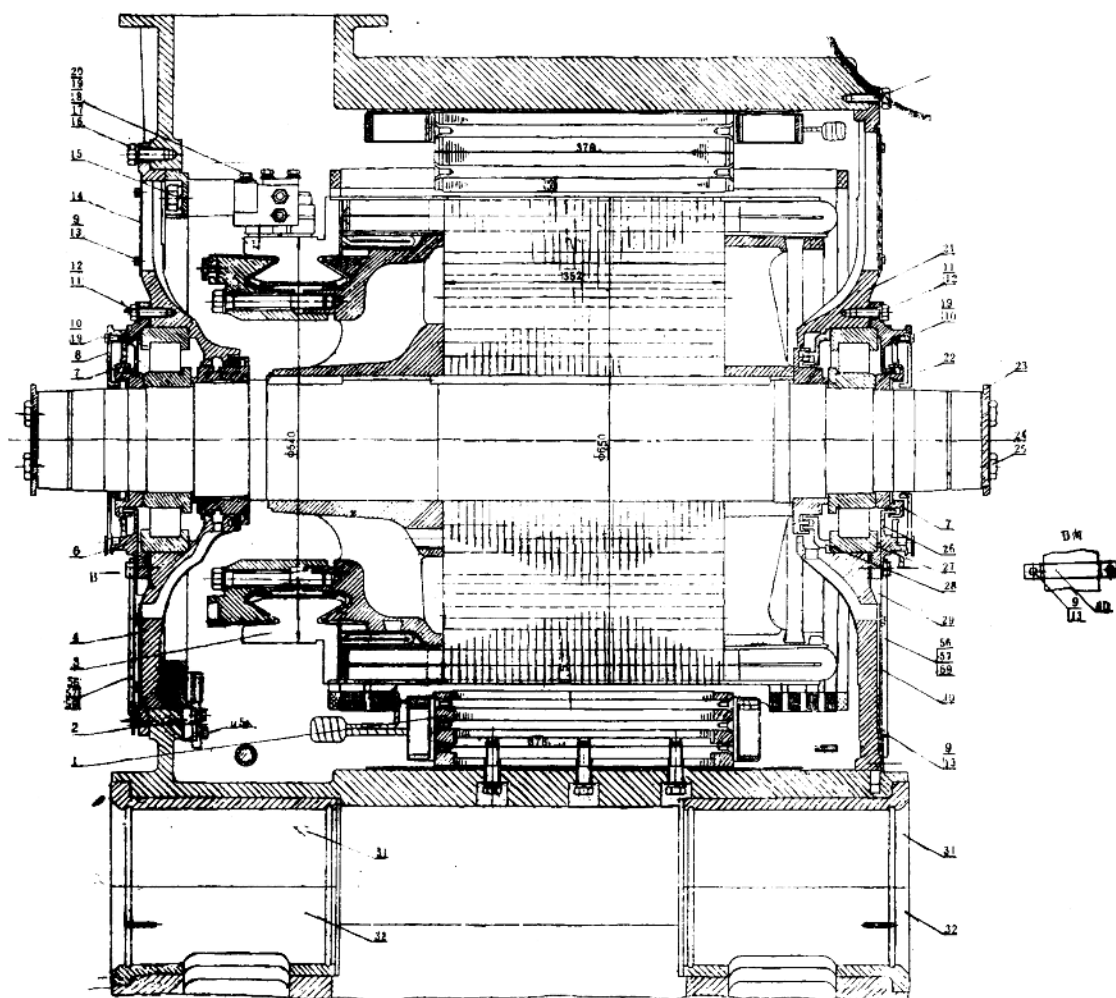


图1—13a ZQ800—1型牵引电动机纵剖面图

1—定子, 2—定位件, 3—电枢, 4—端盖, 6—轴承盖装配, 7—封环, 9—盖板装配, 14—一盖, 15—刷装架配, 21—端盖, 22—盖板装配, 23—挡板, 25—制动垫片, 26—轴承盖装配, 27—滚动轴承8E42328EHT(新标准为4E42328QT), 28—后端内轴承盖, 29—油管, 30—网孔盖板, 31~33—轴瓦, 34—夹子, 35—油管, 36—油杯M10X1, 37—卡子, 38—观察孔盖, 39—一提手装置, 40—轴, 41—开口销, 42—密封垫, 43—一盖, 46—油箱, 47—一健, 48—一名牌, 49—一螺钉, 50—3号锂基润滑脂, 53—压板, 54—观察孔盖, 56—钢管, 57—排油管, 60—卡子
其它项号为紧固件。

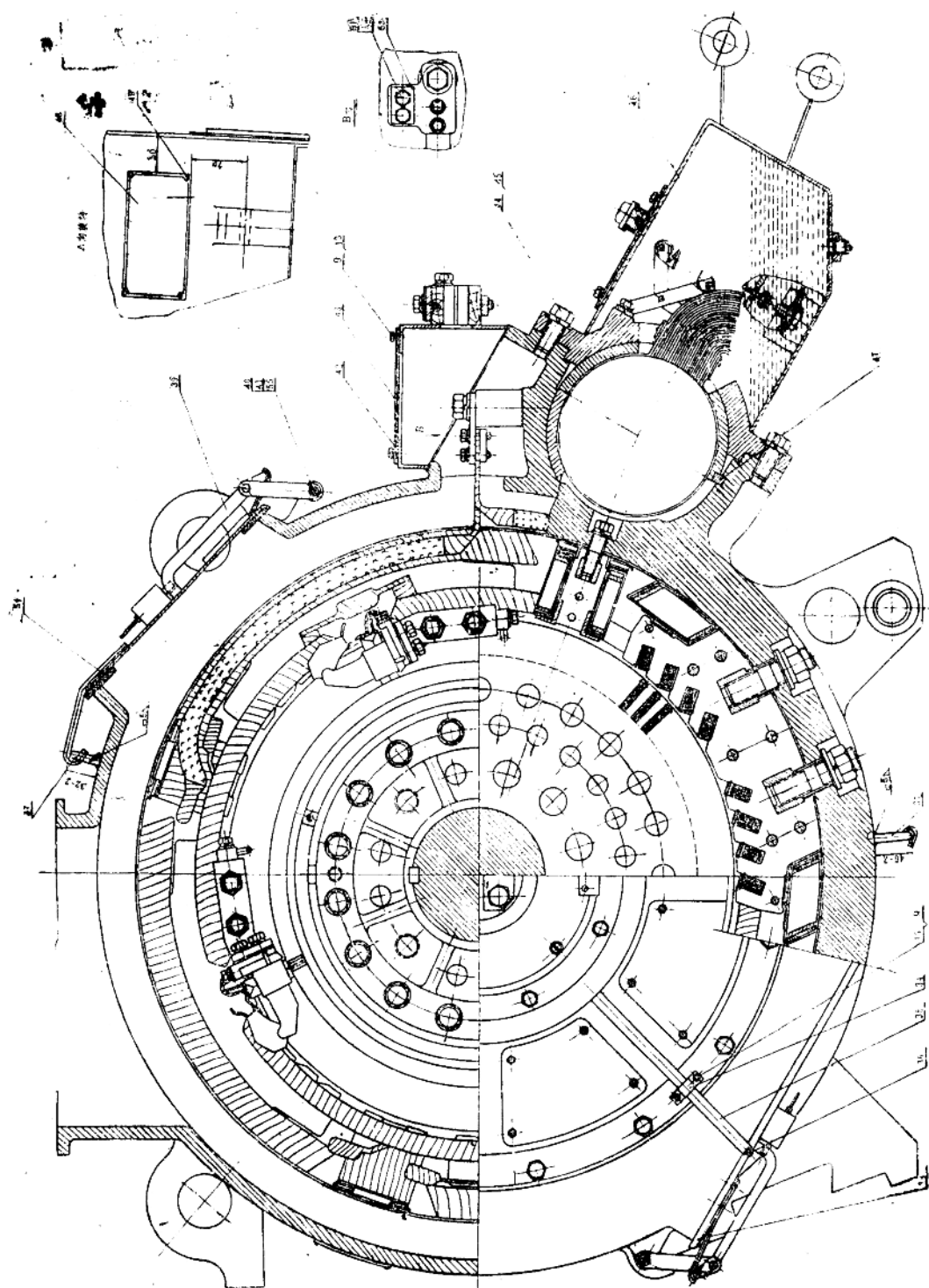


图1-13b ZQ800—1 型牵引电动机横剖面图

作了不少结构上的改进,例如采用平行槽式补偿绕组,电枢绕组对地绝缘采用0.05mm厚聚酰亚胺薄膜B级粘带半迭包三次与0.14mm厚B级粉云母带半叠包一次的复合结构。为了防止电机与齿轮罩之间的窜油,电机采用了竖板结构的外油封,采用了带付油箱的恒油位油箱,早期生产的该型牵引电动机采用了加强对地绝缘的硅橡胶电缆作为电机定子的软联线等等。

与ZQ650-1型牵引电动机相比,ZQ800-1型牵引电动机小时功率由700kW提高为800kW(持续功率由630kW提高为720kW),为此将电机额定电压由1500V提高至1550V,电机小时制额定电流由500A提高至550A,传动比由ZQ650-1的4.63改为4.35(大齿轮齿数87,小齿轮齿数20),中心距仍为595mm,机车小时速度由44.57km/h提高为49.9km/h,机车最大速度由韶山1型电力机车的90.5km/h提高为100km/h,相应的ZQ800-1型电机额定小时转速为920 r/min (ZQ650-1为875 r/min),ZQ800-1型电机的每轴小时牵引力为5736kgf ($56250.9 \times 10^3 \text{N}$)略大于ZQ650-1的每轴小时牵引力5620kgf ($55112 \times 10^3 \text{N}$)。由此可见,韶山3型电力机车的ZQ800-1型牵引电动机无论就机车每轴小时牵引力,或者机车小时运行速度方面均略高于韶山1型电力机车的ZQ650-1型牵引电动机。

图1-13a,为ZQ800-1型牵引电动机的纵剖面图,图1-13b,则为其横剖面图。

由图1-13a、b可见,ZQ800-1型牵引电动机为4极电机,采用材质为ZG25 II的圆形铸钢机座。电机为抱轴式半悬挂。换向极设在抱轴侧月牙处,与动轴相配合的抱轴瓦内径205mm,轴瓦总长295mm,抱轴瓦内侧面挂有巴氏合金ChSnSb11-6,早期生产的ZQ800-1型牵引电机瓦背材质均为锡青铜ZQSn6-6-3,1988年起逐步改为20号钢背瓦。

电机前、后端均有齿轮罩悬挂点。其位

置与ZQ650-1型电机相同。

同样,在电机下方设有悬挂托座。

主极铁芯由1mm厚钢板B3叠压而成,主极铁芯长度376mm(早期产品为390mm)。对于电枢铁芯长度为366mm的早期生产的该型牵引电动机,其主极铁芯长度取390mm,对于采用冷轧硅钢片后的电枢铁芯长度已缩短为352mm的电机,主极铁芯长度为376mm。每个主极铁芯通过两个作为芯柱的杆,用4个M30的螺栓固定在机座上。每个主极在其极靴处开有8个补偿槽,其型式为平行槽,即补偿槽中心线平行于其相邻换向极中心线(图1-14)

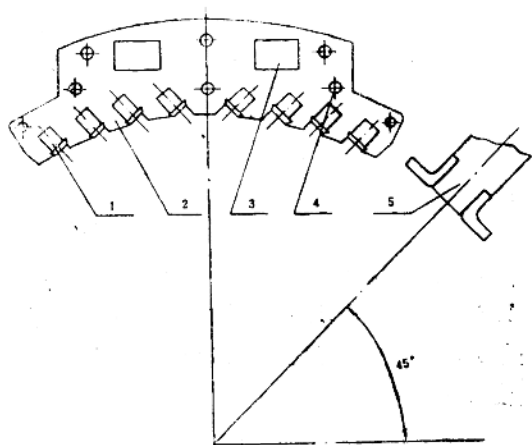


图1-14 平行槽式补偿绕组槽形

1—补偿槽形, 2—主极铁芯, 3—杆,
4—主极铁芯铆钉, 5—换向极铁芯。

采用平行槽式补偿绕组可以予先将补偿绕组绕制成线圈形式,然后嵌入补偿槽内。补偿槽底及补偿槽楔下分别填入 $0.2 \times 16 \times 410 \text{mm}^3$ 的二苯醚层压板各2件。补偿槽楔为厚4mm的层压板341。补偿绕组采用二根 $3.28 \times 12.5 \text{mm}^2$ 的单玻璃丝HF聚酰亚胺薄膜导线,包含匝间绝缘后的导线尺寸为 $3.64 \times 12.86 \text{mm}^2$ (单根),补偿绕组嵌线时可用0.05mm厚的聚酰亚胺薄膜作为槽绝缘。槽口绝缘为 $0.2 \times 20 \times 98 \text{mm}^3$ 的云母板5151,每一槽口放三层槽口绝缘。

补偿绕组槽内部份对地绝缘为0.05mm厚聚酰亚胺薄膜带半叠包三次,硅有机粉云

母带5450-1半叠包一次,外包握缘为0.1mm厚无碱玻璃丝带半叠包一次。

主极绕组分为开口式绕组与交叉式绕组两种,一台电机上有两个开口式绕组与两个交叉式绕组。主极绕组线规在早期生产的韶山3型电力机车上为 $3.8 \times 35\text{mm}^2$ 的扁铜线TBR,1985年起改为 $4.25 \times 35.5\text{mm}^2$ 扁铜线TBR,从而使主极绕组电密减少,温升裕量增加。主极绕组20匝,线圈匝间早期采用厚度为0.3mm的橡胶石棉纸XB450,1983年起改用厚度为0.25mm厚的复合箔NHN,匝间绝缘层数在线圈第1~4及18~20匝之间的匝间用2层,其余匝间用1层。主极线圈先平绕,垫好匝间,再在压弧模具内压成弧形,匝间浸1053漆一次并烘干。整个线圈包好对地及外包绝缘后真空压力浸1053漆一次并烘干。主极绕组与主极铁芯之间采用环氧浇注一体化。主极绕组对地绝缘原为 $0.14 \times 25\text{mm}^2$ 的硅有机粉云母带5450-1半叠包5次,1986年起改为5450-1粉云母带半叠包3次,0.065~0.07mm厚H级聚酰亚胺薄膜粘带半叠包2次,外包绝缘仍为 $0.2 \times 30\text{mm}^2$ 的无碱玻璃丝带半叠包1次。

换向极铁芯采用0.5mm厚的冷轧硅钢片DW465—50,其长度原为390mm,1985年起由于电枢铁芯采用冷轧硅钢片而缩短其长度后,换向极铁芯长度也相应地减少为376mm。换向极铁芯采用20号钢的杆作为芯柱,其截面为 $28 \times 28\text{mm}^2$ 。换向极铁芯叠压后,杆的两端6mm圆孔铆紧换向极铁芯。换向极铁芯上设有两根直径12mm的10号冷拉圆钢用以铆紧换向极铁芯。换向极铁芯通过三个M16的非磁性螺栓(材质1Cr18Ni9)固定在机座上。换向极绕组采用 $6 \times 20\text{mm}^2$ 的扁铜线TBR12匝。换向极绕组匝间为0.2mm厚的玻璃漆布2451二层,对地绝缘为 $0.14 \times 30\text{mm}^2$ 的硅有机粉云母带5450-1半叠包5次,外包绝缘为 $0.1 \times 25\text{mm}^2$ 的无碱玻璃丝带半叠包1次。换向极绕组与换向极铁芯之间采用环氧

浇注一体化,换向极绕组支承在5mm厚的不锈钢板1Cr18Ni9制成的托板上,每个换向极铁芯沿其长度方向每侧边各有4个这样的托板,采用这种结构的目的在于避免ZQ650-1型电机换向极铁芯黄铜支撑易于脱落的毛病。托板直接焊接在换向极铁芯上,焊接时应保证各托板处于同一平面上。

电枢铁芯在早期产品的电机中采用0.5mm厚热轧硅钢片D22,相应的电枢铁芯长度366mm,改用冷轧硅钢片DW465-50以后,电枢铁芯长度缩短为352mm,与此相应地加长了换向器工作面的长度。

电枢铁芯叠压时,先将材质为ZG230—450的电枢后支架压装到转轴上,转轴的材质为35CrMo,然后将电枢冲片压到转轴上,再将器装完毕的换向器压到转轴上。电枢铁芯与转轴配合面上设有宽20mm的键,此配合面直径160mm,采用过盈量为0.008至0.098mm的配合。换向器套筒与转轴配合面上也设有20mm宽的键,换向器套筒与转轴的配合也为过盈配合,过盈量为0.06~0.14mm。电枢后支架上也设有20mm宽的键槽,电枢铁芯与转轴之间的键同时也作为电枢后支架的键。电枢后支架与转轴之间也为过盈配合,过盈量为0.055至0.125mm。电枢铁芯沿轴向有三排通风孔,外排直径30mm孔24个,中排直径25mm孔24个,内排直径35mm12个。电枢绕组采用单叠绕组,每槽2根均压线。均压线线规为 $1.4 \times 5.6\text{mm}^2$ 的双玻璃丝HF聚酰亚胺薄膜导线。电枢绕组线规为 $2.8 \times 9\text{mm}^2$ 的薄双玻HF聚酰亚胺薄膜导线,匝间绝缘厚度为0.46mm,电枢采用90槽,4个虚槽,导线在槽内为交叉竖放布置。电枢线圈引线头打扁后尺寸为 $1.4_{-0.03}^{+0.02}\text{mm}$ (不搪锡)。换向片铣槽尺寸为 $1.6 \pm 0.02\text{mm}$ 。由此可见,电枢线圈引线头嵌线间隙为0.16~0.31mm。电枢线圈采用氩弧焊(TIG焊)。电枢线圈对地绝缘(直线部份)为0.05×