

牵引电动机

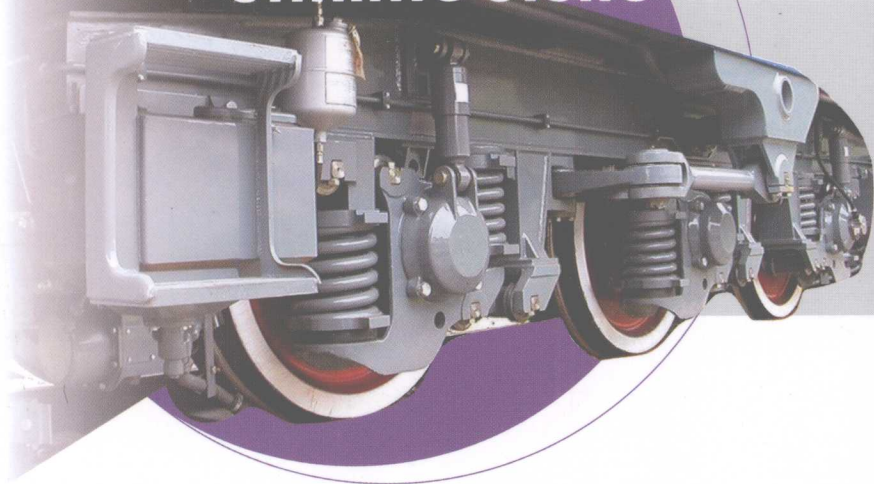


检修技术

□ 居志尧 / 编著

问答

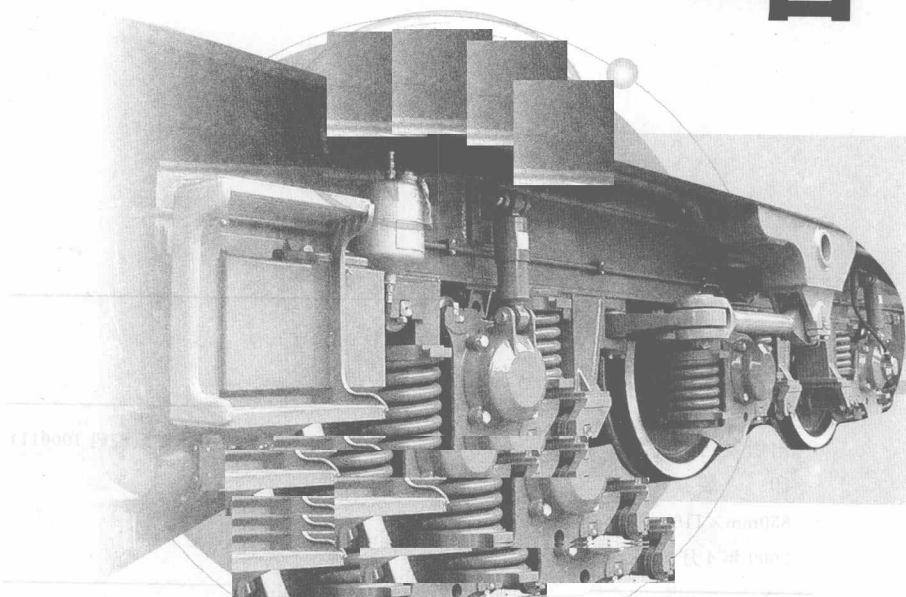
QIANYIN DIANDONGJI
JIANXIU JISHU WENDA



化学工业出版社

牵引电动机 检修技术 问答

□ 居志尧/编著



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

牵引电动机检修技术问答/居志尧编著. —北京:
化学工业出版社, 2009.1
ISBN 978-7-122-03968-2

I. 牵… II. 居… III. 牵引电动机-检修-问答
IV. TM922.72-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 165719 号

责任编辑: 高墨荣
责任校对: 顾淑云

装帧设计: 于 兵

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装: 化学工业出版社印刷厂
850mm×1168mm 1/32 印张 11 字数 304 千字
2009 年 4 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 28.00 元

版权所有 违者必究

前 言

牵引电动机是指驱动各种机车、动车和车辆所用的电动机，主要应用于电力机车、内燃机车、工矿电机车及由蓄电池提供动力的各种车辆中。近些年来铁道干线交流传动电气机车、城际高速电动车组、直-交传动地铁车辆等各种大中小型流动车辆上，均使用着各种形式的直流、脉流和交流牵引电动机。对这些使用场合中从事牵引电动机的使用、维护和修理的人员，对牵引电动机系统知识的普及和了解，对各种特殊性技术问题的深入探讨，尤其显得迫切需要。为了使机车具有优良的牵引性能，保证牵引电动机具有良好的质量，牵引电动机的日常维护和检修十分重要。为满足企业技术工人岗位培训的需要，不断提高维修工人的电动机检修操作技能，增强技术工人的市场竞争力，我们组织编写了本书。本书以问答的形式，就牵引电动机检修中的有关问题做了详细的阐述。

本书主要包括：牵引电动机基础知识，牵引电动机的故障分析与维修，以及牵引电动机试验。

本书在编写过程中，承铁道部、有关科研院所、制造厂及技术专家提供宝贵技术资料及数据，在此表示诚挚的谢意。本书由樊世昂高级工程师审定。

本书可供从事各种牵引电动机修理人员使用和参考。

由于编者水平有限，书中不妥之处，敬请读者批评指正。

编者

目 录

第一章 牵引电动机基础知识	1
第一节 牵引电动机的用途与分类	1
1-1 什么是牵引电动机？它的用途是什么？	1
1-2 什么叫主牵引电动机？什么叫辅助牵引电动机？	1
1-3 牵引电动机怎样分类？	1
1-4 为什么机车用牵引电动机目前大多采用直流串励式牵引电动机？	3
1-5 为什么把牵引电动机称作是机车的“心脏”？	6
1-6 牵引电动机产品型号是如何编制的？牵引电动机的产品型号有哪些？	6
1-7 牵引电动机目前按照哪些标准设计与制造？	9
1-8 交流传动和异步牵引电动机有什么优点？	12
1-9 牵引电动机通风冷却方式的不同会产生哪些影响？	13
1-10 直流串励牵引电动机整机通用的基本条件是什么？	14
1-11 磁悬浮列车还需要牵引电动机吗？	17
1-12 电动轮自卸车用牵引电动机有什么特点？	19
第二节 牵引电动机的结构与工作特点	20
1-13 直流串励牵引电动机的结构怎样？它是如何工作的？	20
1-14 直流牵引电动机机座有什么结构特点？	22
1-15 直流串励牵引电动机定子结构的特点是什么？在装配及检修中要注意什么问题？	23
1-16 直流串励牵引电动机主磁极的结构特点是什么？	25
1-17 直流串励牵引电动机换向极的结构特点是什么？	30
1-18 直流牵引电动机电枢铁芯的结构特点是什么？	31
1-19 直流牵引电动机换向器的结构特点是什么？	33
1-20 直流牵引电动机的电刷装置有什么结构特点？	35

1-21	直流牵引电动机的电枢和电枢绕组结构上有哪些特点？	37
1-22	直流牵引电动机电枢轴承及油封结构的设计特点是什么？	39
1-23	直流牵引电动机是如何安装悬挂在机车上和进行力矩传递的？	42
1-24	直流牵引电动机抱轴油箱的功能及结构特点是什么？	46
1-25	脉流牵引电动机的结构与工作上有哪些特点？	49
1-26	三相异步电动机变频调速的原理是什么？它与直流调速相比有什么优点？	49
1-27	三相异步笼式牵引电动机的结构与工作特点是什么？	53
1-28	牵引电动机的使用环境和工作条件有何特点？	55
1-29	机车采用电阻制动后对牵引电动机的运行有什么影响？	57
第三节	牵引电动机的性能和主要技术要求	61
1-30	牵引电动机有哪些安全使用的极限条件？	61
1-31	直流电力牵引的电压是如何分级的？	65
1-32	什么叫牵引电动机的工作定额？	65
1-33	牵引电动机的工作定额有多少种？各种工作定额之间的相互关系怎样？	66
1-34	牵引电动机的主要额定数据的含义是什么？	68
1-35	牵引电动机的最大过载电流是如何规定的？	69
1-36	牵引电动机的最高工作转速是如何规定的？	70
1-37	什么叫直流串励牵引电动机的励磁率和磁场级？	70
1-38	牵引电动机的性能考核主要有哪些项目？	71
1-39	直流牵引电动机的换向性能要求有什么特点？与一般直流电动机相比，为什么换向更困难？	71
1-40	为什么机车用直流牵引电动机对转速特性的要求比一般用途直流电动机高得多？	74
1-41	牵引电动机的绝缘和绝缘结构有哪些特点？	76
1-42	直流牵引电动机的工作特性是指哪些特性？	80
1-43	什么叫粘着和粘着牵引力？它和牵引电动机的正常运行有何关系？	85
1-44	什么是牵引电动机的传动比和中心距？它对牵引电动机的性能和运行有何影响？	86
1-45	直流电传动机车是怎样通过改变牵引电动机的转速来进行调速的？	88

1-46	直流串励牵引电动机是如何利用磁场削弱来进行调速的？	90
1-47	什么是机车的速度比？它对牵引电动机的性能有何影响？	92
1-48	什么叫牵引电动机的饱和系数和稳定系数？它对牵引电动机的性能有什么影响？	93
1-49	机车和牵引电动机传动参数常用的计算公式有哪些？	95

第二章 牵引电动机的故障分析与维修 97

第一节 工矿直流牵引电动机的故障分析与维修 97

2-1	什么是工矿电机车？它的系列型谱包含哪些型号规格？	97
2-2	工矿电机车用牵引电动机有哪些设计特点？	99
2-3	工矿直流串励牵引电动机的主要型号规格有哪些？	101
2-4	在操纵工矿电机车时，应注意哪些事项？	118
2-5	工矿直流串励牵引电动机整机的机械故障检查内容及造成的原因有哪些？	120
2-6	为什么小型工矿牵引电动机可用尼龙抱轴瓦来代替铜质抱轴瓦？	125
2-7	直流串励牵引电动机变规格设计的常用方法有哪些？	127
2-8	为什么直流工矿牵引辅助电动机的故障率特别高？	130
2-9	为什么要对煤矿用工矿牵引电动机进行煤安标准 MA 审查？其主要内容有哪些？	135
2-10	在矿井坑道中受潮水淹的牵引电动机应如何进行修复？	136
2-11	工矿直流串励牵引电动机整机的电气故障检查内容、故障原因及处理方法有哪些？	140
2-12	工矿直流串励牵引电动机的定子 in 修复时应如何进行拆装和检查？	145
2-13	工矿直流牵引电动机的磁极线圈常见故障的种类、原因及改进措施有哪些？磁极绕组匝间短路的查找方法是什么？	149
2-14	怎样修复损坏的工矿直流串励牵引电动机的磁极绕组？	154
2-15	世界各国在窄轨工矿牵引电动机领域里的技术水平及发展趋势是怎样的？	155
2-16	为什么把直流电动机的转子称为电枢？它的作用是什么？	157
2-17	直流电动机的电枢绕组是怎样构成的？	157
2-18	直流牵引电动机常用的电枢绕组的形式有多少种？它们的主要特点和应用范围是什么？	160

2-19	单波、单迭和蛙式电枢绕组在节距方面有哪些主要区别?	162
2-20	什么叫电枢绕组的“死元件”?它是在什么情况下产生的? 在修理中有何应用?	165
2-21	工矿直流牵引电动机的电枢有哪些常见的电气故障?其造成 的原因及检查方法怎样?	170
2-22	怎样对“待修复”的旧电枢及其绕组进行拆除及重嵌?	180
2-23	工矿直流牵引电动机的转轴如何修复与换新?	184
2-24	换向器升高片与电枢导体间常用哪些焊接的方法?	188
2-25	工矿牵引电动机的换向器有哪些主要的技术要求?换向器有 哪些常见故障?如何消除?	191
2-26	怎样修复已损坏的旧换向器?	193
2-27	牵引电动机修理时怎样改善换向?	202
2-28	刷握装置的主要功能和技术要求是什么?	207
2-29	工矿直流牵引电动机刷杆常见的故障形式有哪些?如何 防止?	208
2-30	为什么牵引电动机的电刷总放在主磁极的中心线上?移动电 刷位置将对电动机性能产生什么影响?	213
2-31	远红外加热技术在井下工矿牵引电动机修理中应如何 应用?	215
第二节	铁道干线直流和脉流牵引电动机的故障分析和维修	217
2-32	我国铁道干线用直流和脉流牵引电动机有哪些主要的型号 规格?	217
2-33	什么叫逆电操作?为什么会对牵引电动机产生很大的 损伤?	229
2-34	铁道干线直流和脉流牵引电动机定子绕组常见的故障有哪些?应 采取哪些措施予以防止?	234
2-35	牵引电动机的机械质量应从哪些方面入手?	241
2-36	牵引齿轮的啮合质量和磨损对牵引电动机正常运行有 什么影响?	244
2-37	牵引电动机轴伸端油封窜油的原因是什么?应怎样 防止?	246
2-38	牵引电动机换向器上的环火是怎样形成的?应怎样防止环火 的发生?	250
2-39	为什么铁道牵引电动机的电枢轴承容易发生烧损?应怎样提	

高轴承的工作寿命和可靠性?	252
2-40 为什么同一机车上的牵引电动机的电流会分配不均匀?	258
2-41 单叠型电枢绕组的内部怎样连接?	259
2-42 直流牵引电动机日常检查维护的内容有哪些? 平时应如何 进行保养?	263
2-43 怎样从提高牵引电动机定子结构的质量入手来降低定子的故 障率?	267
2-44 怎样防止轴悬式牵引电动机抱轴瓦的发热和碾瓦?	269
2-45 为什么有些电动机要采用补偿绕组? 它的结构怎样?	270
2-46 如何降低由于增吨提速对牵引电动机运行的影响?	272
2-47 为什么在牵引电机修理中要推广应用真空干燥技术?	274
2-48 怎样用 TY 型绝缘检测仪对牵引电动机进行绝缘状态检测与 判别?	275
2-49 TA 型匝间耐压检测仪在电枢匝间绝缘检测中有何作用?	277
2-50 怎样用 TZ 型接触电阻检测仪对牵引电动机电枢进行片间电 阻检测?	277
2-51 电枢无纬带重新绑扎时要注意哪些方面?	278
2-52 铁道干线牵引电动机检修的主要工艺过程是怎样的?	279
2-53 感应加热装置在牵引电动机及铁路机车制造和检修中有哪些 应用?	287
第三节 蓄电池车辆用直流电动机的系列和使用特点	288
2-54 蓄电池供电的电动工业车辆主要指的是哪些类型的车辆? ...	288
2-55 蓄电池供电的电动工业车辆用牵引电动机有哪些设计 特点?	289
2-56 蓄电池车辆电动机有哪些主要型号规格?	291
2-57 电动三轮车用哪些型号规格的牵引电动机? 目前使用中存 在的问题是什么?	307
2-58 电动汽车和混合动力汽车中使用什么样的牵引电动机?	310
第四节 铁道干线三相异步牵引电动机的技术和结构特点	311
2-59 三相异步牵引电动机可以使用在哪些类型的机车上?	311
2-60 什么是动车组? 驱动动车组走行的三相异步牵引电动机有哪 些特点?	311
2-61 为什么说三相异步牵引电动机是机车交流传动的一项核心 关键技术? 它主要的开发、制造的难点有哪些?	312

2-62	为什么电力机车驱动辅助机组的三相异步电动机易过热烧损？可否通过加装谐波抑制器予以改善？	317
------	---	-----

第三章 牵引电动机的试验 320

3-1	牵引电动机有哪些试验项目？对修理牵引电动机的试验结果要求怎样？	320
3-2	直流和脉流牵引电动机采用什么方法进行试验？	321
3-3	蓄电池车辆用直流电动机按什么方法进行试验？	323
3-4	工矿直流牵引电动机是怎样进行试验的？	324
3-5	牵引电动机在修理后应如何进行电刷对中试验？	326
3-6	牵引电动机绕组的介电强度的要求是什么？	327
3-7	直流牵引电动机启动性能试验的要求是什么？	328
3-8	直流牵引电动机如何进行接上和断开电源的试验？	329
3-9	直流牵引电动机应怎样进行绝缘电阻的测试？	329
3-10	为什么牵引电动机的换向器要进行热态下的径向跳动量的测定？	330

参考文献 332

表 1-1 牵引电动机分类

牵引电动机	牵引电动机	牵引电动机	牵引电动机	牵引电动机
-------	-------	-------	-------	-------

第一章 牵引电动机基础知识

第一节 牵引电动机的用途与分类

1-1 什么是牵引电动机？它的用途是什么？

牵引电动机是指驱动各种机车、动车和车辆所用的电动机。它的用途除驱动轮对、动轮使之行走外，也包括驱动机车车辆上其它辅助设备所用的电动机。

1-2 什么叫主牵引电动机？什么叫辅助牵引电动机？

主牵引电动机是指在机车、动车及车辆上用于驱动轮对，使之行走用的电动机。

辅助牵引电动机是指在机车、动车及车辆上带动其它辅助设备如空气压缩机、通风机、辅助电源发电机、启动发电机、感应子励磁机、燃油泵、机油泵等所用的电动机。

1-3 牵引电动机怎样分类？

牵引电动机的分类方法很多，可按使用场所分，可按电流体系分，也可按其体积、功率的大小来分。牵引电动机按所使用机车的种类及供电方式来划分见表 1-1。

目前使用最普遍、最多的是直流串励牵引电动机，其本质上是一种广调速的直流电动机。其结构和工作原理同一般的直流电动机。近些年来，交流三相笼式异步牵引电动机已进入多个牵引领域，特别是铁道干线电力机车、铁道干线电传动内燃机车、城际轻轨、地铁及矿山用的工矿电机车等，并已进入商用阶段，充分显示了交流牵引电动机的优越性。

表 1-1 牵引电动机的分类

机车类别	牵引电动机类别及电压	电 源	电传动系统及调速特点	型号示例
电传动内燃机车	直流牵引电动机, 电压无规定	柴油机带动三相交流同步发电机	交-直传动。 主整流柜桥式整流后供给直流牵引电动机。调节主发电机励磁的恒功率调压调速与削弱磁场调速相结合	ZD ZQDR
	三相异步牵引电动机, 电压无规定	柴油机带动三相交流同步发电机	交-直-交传动。 经主变流器及逆变器提供频率及电压可调的三相交流电给异步牵引电动机	JD
交流电力机车	脉流牵引电动机, 电压无规定	架线供电, 主变压器高压侧或低压侧调压	交-直传动。 经硅整流器整流后调压调速与削弱磁场调速相结合	ZQ ZD
	三相异步牵引电动机, 电压无规定	架线供电, 经主变压器调压	交流传动。 经牵引变流器及逆变器, 提供频率及电压可调的三相交流电给异步牵引电动机	JD
电动轮自卸车和燃气轮机车	直流牵引电动机, 电压无规定	柴油机带动三相交流同步发电机	交-直传动。 主整流柜桥式整流后供给直流牵引电动机。调节主发电机励磁的恒功率调压调速与削弱磁场调速相结合	ZQDR ZD
	三相异步牵引电动机, 电压无规定	柴油机或燃气轮机带动三相交流同步发电机	交-直-交传动。 经主变流器及逆变器提供频率及电压可调的三相交流电给异步牵引电动机	JD
城市轨道交通车辆	直流牵引电动机。电压 500 ~ 1500V	架线式或第三轨供电	直-直传动。 变阻调速或斩波调压调速	ZQ
	三相异步牵引电动机	架线式或第三轨供电	直-交或交流传动。 经主变流器及逆变器提供频率及电压可调的三相交流电给异步牵引电动机	JD

续表

机车类别	牵引电动机类别及电压	电 源	电传动系统及调速特点	型号示例
井下或露天架线式工矿电机车	直流牵引电动机 电压 250V、550V、750V、1500V	架线供电	直-直传动。 采用变阻调速或斩波调速	ZQ
	三相异步牵引电动机,电压无规定	架线供电。直流或单相交流 300~660V 电网	直-交或交流传动	JD JQ
矿用蓄电池工矿电机车	直流牵引电动机,电压 56~192V	蓄电池供电	变阻调速、变极调速及斩波调速	ZQB ZXQB DTZB
蓄电池工业车辆	直流串励或直流他励牵引电动机,电压 22~90V	蓄电池供电	变阻调速及斩波调速	XQ XQD XQT ZXQ ZQB

1-4 为什么机车用牵引电动机目前大多采用直流串励式牵引电动机?

不论是电力机车还是电传动内燃机车,也不论机车的吨位、牵引功率和牵引力是大是小,电传动机车牵引特性曲线的形状是由牵引电动机的特性曲线形状来决定的,而最终还是由牵引电动机的励磁方式决定的。图 1-1 示出了并励和串励直流电动机的速率特性和转矩特性曲线。

对于并励电动机,从曲线可见,由于其励磁电压等于其外施端电压,当其为—常数时,励磁磁势是固定不变的,因此磁通 Φ 也不变。随着负载电流的增加,它的转速下降很小,一般不会超过 8%,这种特性称为“硬”特性。如不考虑电枢反应的去磁作用,并励电动机的转矩特性 $M=f(I)$ 将是一条直线。

对于串励电动机,由于其励磁电流就是它的负载电流,故磁通 Φ 将随着负载电流大小的变化而变化。如不考虑饱和的影响,串励电动机的 $n=f(I)$ 是一条双曲线,它的转速随负载变化很大,这种速率特性,通常称为“软”特性。此外,当电枢电流较小时,磁路尚处于不饱和状态,磁通 Φ 正比于负载电流 I ,因 $M=C\Phi I$,所

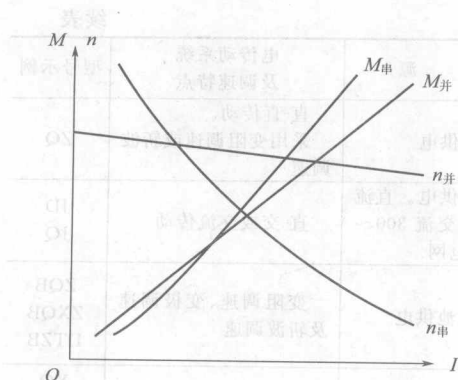


图 1-1 并励和串励直流电动机的
速率特性和转矩特性

以 M 是和 I 的平方成正比例变化的。随着电流的增加，磁路趋于饱和， M 的增大也随之减慢，呈现图 1-1 中 $M_{\text{串}}$ 的变化态势。

由以上分析可以看出，具有“软”特性的串励电动机用于电力牵引时有以下优点。

① 串励牵引电动机的自调节性能较好，也就是使机车的牵引力和速度能按照机车运行条件自动地

进行调节。在上坡道上或负载过重时，串励牵引电动机能发挥较大的牵引力，在轻载或平直道运行时，它又有较高的速度，以便提高机车的通过能力。

② 串励牵引电动机的功率利用较好，因为串励电动机的转速随着牵引力的增大而自动降低，在同样的牵引力变化时，它的功率变化最小，因为功率是牵引力和速度的乘积，因而可以合理地利用机车上各种电气设备的容量。

③ 串励牵引电动机有较大的启动牵引力，因而在相同的牵引条件下，所要求的电动机的容量可以减小（由于串励牵引电动机有较大的启动电流和启动转矩倍数，所以在同样满足启动牵引力的条件下，可以使牵引电动机的额定功率减小），电动机的体积可以较小而重量可以减轻。在直流牵引电动机中，串励电动机的单位牵引力的重量最小。

④ 当牵引电动机高速运行在全部并联工作时，各串励电动机的负载分配较均匀。这是由于当同一台机车上所有牵引电动机并联运行时，由于牵引电动机速率特性不可避免的有差异，在转速必须完全相同的条件下，各牵引电动机流过的负载电流不相同，而由于串励电动机具有较软的特性，这个负载电流大小的差异也较并励电

动机小很多。这样，可以防止个别牵引电动机在并联运行时发生严重过载现象。综合以上几点，充分说明了为什么串励牵引电动机被广泛地用于电力、内燃机车电传动及其它各个牵引领域内，主要是因为它的牵引特性好，在技术上和经济性方面有很多优点，能满足铁道运输上多拉快跑的要求。

串励直流电动机用于牵引领域时也有它本身的缺点：就是在一个动轮对由一台牵引电动机带动的个别传动情况下，当某一轮轴因为粘着被破坏而引起打滑时，它由于失去了负载，其串励特性会使转速迅猛上升，这样其正常的粘着更不易恢复。另外，例如在进行电气制动时，由于串励发电机状态下的特性很不稳定，往往要改接成他励条件下再进行电气制动。

表 1-2 列出了各种励磁方式直流电动机用于牵引时的比较。

表 1-2 各种励磁方式直流电动机用于牵引时的比较

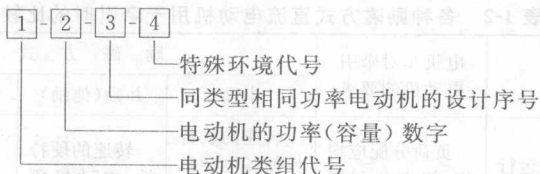
项 目	电机车对牵引电动机的要求	励 磁 方 式		
		串励	并励(他励)	复励
电动机并联运行时的负荷分配	负荷分配应均匀,使充分利用电动机的功率	转速的软特性使各电动机间负荷分配较均匀	转速的硬特性,电动机负荷分配差异大	介于串励和并励之间
在同样电枢电流下的启动力矩	要求启动力矩大	启动力矩大	启动力矩小	介于串励和并励之间
电动机的最大转矩	因经常通过坡道,要求较高的最大转矩	高	低	介于串励和并励之间
电气制动	应容易实现电气制动	电阻制动时,三者基本相同 再生制动时,串励须改接线路,其余可自动转入		
供电电压突然升高的影响	须具有适应能力,且工作可靠	冲击电流小,工作可靠性高	冲击电流大,易发生环火,工作不可靠	冲击电流介于串励和并励之间,尚能正常工作
防空转性能	发生空转的可能性要小	稍多	最少	介于串励和并励之间
电动机尺寸	要求电动机尺寸尽可能小	较小	较大	中等

1-5 为什么把牵引电动机称作是机车的心脏？

根据铁路运输的要求，机车必须具有理想的牵引性能，主要有足够大的启动牵引力，能方便灵活地调节机车的运行速度和合理的过载能力，实际上这些性能都是通过牵引电动机来实现的。各种电力传动机车，不管采用何种传动形式，最终都是由牵引电动机驱动的，机车的电力传动系统，实际上也就是对牵引电动机转速特性调制的系统，因此牵引电动机是机车整个组成中最重要、最关键的部件之一，牵引电动机的工作是否正常和可靠，就像人体的心脏一样重要。

1-6 牵引电动机产品型号是如何编制的？牵引电动机的产品型号有哪些？

牵引电动机产品型号编制的组成和排列如下：



牵引电动机的类组代号，由 2~4 个汉语拼音字母组成，其代号意义及应用举例见表 1-3、表 1-4。

表 1-3 牵引电动机类组代号意义

类组代号的第 1 个字母		类组代号的第 2 个字母		类组代号的第 3 个字母		类组代号的第 4 个字母	
电动机的电流制	代号	牵引电动机类	代号	电动机种类	代号	电动机用途	代号
“直”流	Z	牵引电动机	Q	“发”电机	F	电力机车和 电动车辆用 电动机	(省 略)
“同”步	T			电“动”机	D		
“异”步	Y			“劈”相机	P		
“单”相	D			“励”磁机	L	热电机车用 电动机	R
“感”应子	G			“换”向器式电动机	H		

牵引电动机的功率（容量）数字以其额定功率千瓦（对交流发电机、劈相机为千伏安）的数字表示之，若千瓦数带有小数点的尾

数时，以四舍五入圆整成整数值。

表 1-4 牵引电动机类组代号应用举例

名 称	电机类组代号	字母代表意义
(电力机车及电动车辆用)直流牵引电动机	ZQ	直、牵
(电力机车热电机车及电动车辆用)直流牵引辅助发电机	ZQF	直、牵、发
(电力机车热电机车及电动车辆用)直流牵引辅助电动机	ZQD	直、牵、动
(电力机车及电动车辆用)直流牵引励磁机	ZQL	直、牵、励
热电机车用直流牵引发电机	ZQFR	直、牵、发、热
热电机车用直流牵引电动机	ZQDR	直、牵、动、热
热电机车用直流牵引励磁机	ZQLR	直、牵、励、热
(电力机车及电动车辆用)同步牵引劈相机	TQP	同、牵、劈
(电力机车及电动车辆用)异步牵引劈相机	YQP	异、牵、劈
热电机车用感应子牵引发发电机	GQFR	感、牵、发、热

同类型的电动机具有相同功率(容量)时，在电动机功率(容量)数字之后加注设计序号区别。设计序号采用数字 0、1、2、3、4……表示，但最先一种的 0 不予标示。

特殊环境代号，用汉语拼音字母表示，其代号主要有：

KB——矿用隔爆型；

TA——干热带型；

TH——湿热带型；

T——干热带和湿热带通用型。

编制型号时，环境代号应直接靠拢设计序号或功率数字(当设计序号为 0 时)，如同时出现两种特殊环境要求时，其代号按相应的汉语拼音字母顺序排列，但当代号由两个字母组成在确定顺序时，则按第 1 个字母。代号之间需以小圆点“.”隔开，如蓄电池式矿用隔爆型电机车用直流牵引电动机 2.2kW 湿热带矿用隔爆型第 2 种设计，其型号为：ZQ-2-1KB·TH。

牵引电动机的型号应用举例如表 1-5 所示。