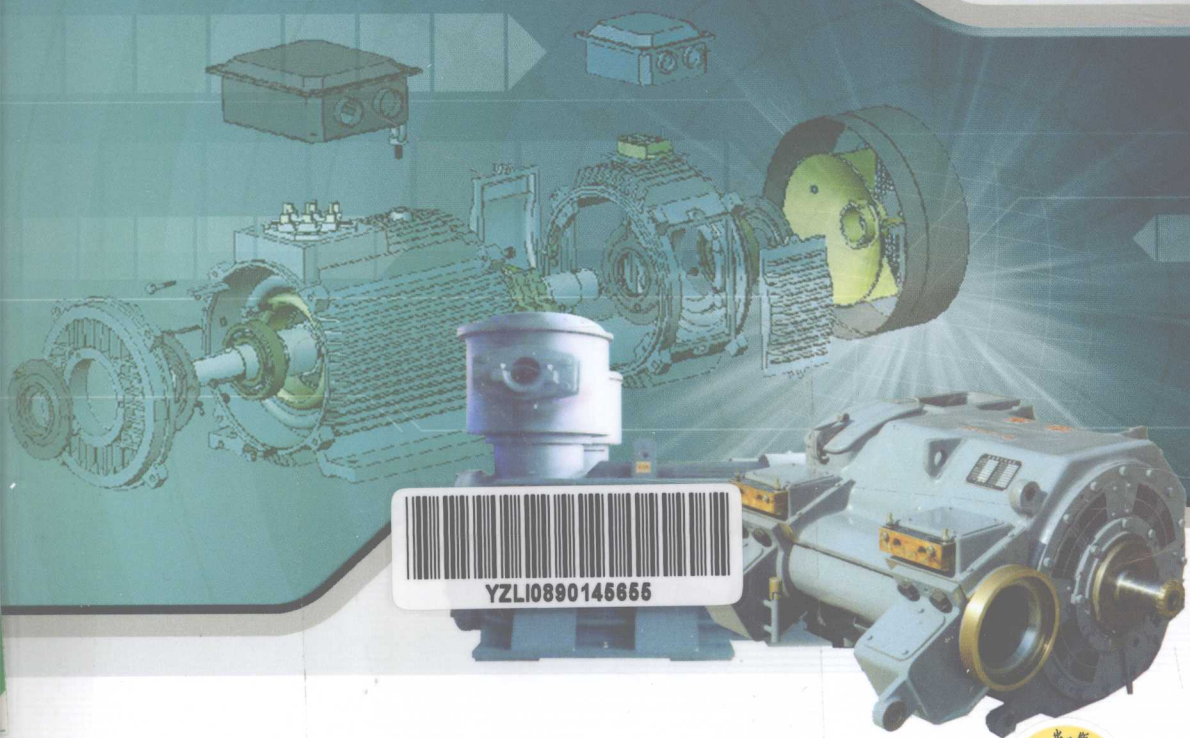


电/动/机/修/理/技/术/丛/书

起重及冶金用电动机修理 牵引电动机修理

魏敏 夏元光 潘波 居志尧◎编著



YZLI0890146666

电动机修理技术丛书

起重及冶金用电动机修理 牵引电动机修理

魏敏 夏元光 编著
潘波 居志尧



机械工业出版社

本书内容包括两部分：“起重及冶金用电动机修理”和“牵引电动机修理”。

随着我国起重及冶金用电动机和牵引电动机产业的迅猛发展，起重、冶金、牵引行业的专用电动机，采用了新设计、新工艺、新材料，不断推出新产品。为满足各设计院所、工矿企业及广大的修理行业的需求，以帮助了解该类电动机的结构、性能和技术数据，特编写本书。

本书汇集了起重、冶金、牵引行业常用电动机的结构特点、运行原理、常见故障及分析、选型知识、修理与试验、技术数据等内容，具有专业性、技术性、实用性强等特点，可供工矿企业从事电机运行维护和修理人员作为工具书使用；也可供有关专业院校师生、行业设计院所、主机厂的工程技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

起重及冶金用电动机修理 牵引电动机修理/魏敏等编著. —北京：
机械工业出版社，2011.9
(电动机修理技术丛书)
ISBN 978-7-111-35591-5

I. ①起… II. ①魏… III. ①电动机-维修②牵引电动机-维修 IV. ①TM320.7②TM922.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 160163 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑：李振标 责任编辑：李振标

版式设计：霍永明 责任校对：刘秀丽 张莉娟

责任印制：杨曦

北京京丰印刷厂印刷

2012 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

169mm×239mm·30.75 印张·686 千字

0 001—3 000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-35591-5

定价：68.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心：(010) 88361066

门户网：<http://www.cmpbook.com>

销售一部：(010) 68326294

教材网：<http://www.cmpedu.com>

销售二部：(010) 88379649

读者购书热线：(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

前 言

起重及冶金用电动机和牵引电动机是应用比较广泛的专用电动机。随着我国电机产业的迅猛发展、国家节能减排政策的出台，这两类电动机在新设计、新工艺、新材料方面不断推陈出新，电动机质量也越来越高，为了适应新形势的发展，要求从事电动机运行、维护和修理的人员以及设备管理人员，更好地了解电动机产品的结构特点、性能参数以及新工艺、新材料、新标准等要求。

本书汇总了这两类电动机的结构特点、运行原理、常见故障分析、选型知识、修理与试验、技术数据等内容，专业性、技术性和实用性强是本书的突出特点。

在“起重及冶金用电动机修理”中，第一章主要介绍了起重及冶金用电动机主要三大系列（绕线转子电动机、防爆电动机、变频电动机）的结构与特点，其中包括绕线转子电动机的更新换代的YZR3系列电动机、带制动器电动机及辊道变频电动机的结构特点；第二章主要介绍电动机选型的基本知识、使用和维护，重点介绍了起重及冶金用变频调速电动机的技术特点、控制方式、负载特性及带制动器电动机中制动器的工作原理及接线方式；第三章和第四章重点介绍常见故障分析及修理、试验。这两章是本书的核心部分，对起重及冶金用电动机在实际应用中的常见故障进行了总结和归纳，同时列出了切实可行的处理方法，特别是针对起重及冶金用电动机的绕组特点，详细地介绍了单绕组双速电动机的绕组排列方法及接线图，定子绕组的检修，定、转子绕组的重绕计算及集电环、刷握装置的故障与修理，起重及冶金用电动机的检查和试验；第五章主要介绍了常用标准，基本囊括了起重及冶金用电动机所有常用最新标准。附录A~L为电动机技术数据和外形及安装尺寸。

在“牵引电动机修理”中，第一章主要介绍了牵引电动机的分类、工作特点、安全使用工作极限条件、性能要求和工作特性等；第二章主要介绍工矿用直流牵引电动机的修理，其中包括整机机械故障和电气故障及修理（定子、电枢、换向器、刷握装置等故障及修理）；第三章主要介绍铁道干线用直流电动机的修理，其中包括定子结构故障及改进、轴承的烧损及其防止、换向器环火故障及其防止、整机检修的主要工艺过程和日常维护、保养等；第四章主要介绍蓄电池车辆用直流电动机系列和使用特点；第五章主要介绍铁道干线用三相异步电动机的使用特点；第六章主要介绍牵引电动机的检查试验，其中包括试验项目、要求及原理线路等。

本书内容是作者多年从事技术工作的总结，因而专业性强、技术全面；同时笔者通过多年与电机运行和维修人员、各设计院的设计人员的沟通与交流，了解了他们的需求与愿望，因而实用性强、希望本书的出版能对他们的工作有所裨益。

在本书的编写过程中，得到了同行和前辈的指导和帮助，提出许多宝贵意见，在此表示衷心的感谢！

本书分两部分。在“起重及冶金用电动机修理”中，第一~三章以及附录I~L由魏敏撰写，第四章由夏元光撰写，第五章及附录A~H由潘波撰写。“牵引电动机修理”部分由居志尧撰写。

由于笔者水平有限，难免有疏漏、错误之处，恳切希望广大读者提出批评指正。

作者

2011年1月

目 录

前言

起重及冶金用电动机修理

第一章 起重及冶金用电机的结构	2
第一节 概述	2
一、起重及冶金用电机的概况	2
二、常用起重及冶金用电机的分类	2
三、起重及冶金用电机的型号与主要系列	2
第二节 起重及冶金用电机的基本结构与主要特点	4
一、起重及冶金用电机的总体结构	4
二、起重及冶金用电机的适用范围及特点	4
三、起重及冶金用电动机派生产品型号、结构及特点	5
第三节 起重及冶金用绕线转子电动机的基本结构与主要特点	6
一、起重及冶金用绕线转子电动机的总体结构	6
二、起重及冶金用绕线转子电动机的适用范围及特点	6
三、典型派生产品的型号、结构及特点	11
四、换代产品 YZR3 系列电动机的结构与主要特点	13
第四节 起重及冶金用防爆电动机的结构及主要特点	15
一、概述	15
二、防爆电动机的型号、结构及特点	15
三、典型派生产品的结构及特点	18
第五节 起重及冶金用变频调速电动机的结构及主要特点	20
一、概述	20
二、起重及冶金用变频调速电动机的分类	20
三、起重及冶金用变频调速电动机的结构及主要特点	25
第二章 起重及冶金用电机的选型、使用和维护	29
第一节 起重及冶金用电动机选型的基本知识	29
一、工作制	29
二、电动机的安装方式	32
三、冷却方式	33
四、防护类型	33
五、绝缘等级	34
六、防爆基本知识	34
七、变频调速电动机的基本知识	39

八、制动器的原理、结构及接线图	44
九、现场运行条件	44
第二节 起重及冶金用电动机的使用与维护	45
一、起重及冶金用电动机使用前的准备与检查	45
二、起重及冶金用电动机的定期检查与维护	46
第三章 电动机常见故障的分析与处理方法	51
第一节 起重及冶金用电动机的常见故障（共性部分）	52
第二节 由 YZR、YZ 派生的 7 种典型专用系列电动机的常见故障	56
一、6 种典型专用系列电动机的常见故障	56
二、防爆起重电动机防爆性能要求和修理方法	62
第三节 集电环、电刷的故障与修理	65
一、集电环的故障与修理	65
二、刷握装置的故障与修理	67
第四章 起重及冶金用电动机的修理与试验	69
第一节 起重及冶金用电动机的修理	69
一、绕组的类型及应用	69
二、绕组的排列方法	69
三、单绕组双速电动机绕组排列方法（反向变极法）	73
四、定子绕组的检修	76
五、笼型转子绕组的检修	86
六、绕线转子的重绕工艺	88
七、重绕计算	91
第二节 附件的故障与修理	107
一、集电环的故障与修理	107
二、刷握装置的故障与修理	109
第三节 起重及冶金用电动机的检查和试验	110
第五章 主要原材料与常用标准	126
第一节 常用的主要原材料	126
一、铜圆线	126
二、铜扁线	127
三、电缆线	131
四、绝缘材料	131
五、辅助材料	135
六、轴承	138
七、铸铝转子用铝及铝锰合金	143
第二节 常用标准目录	144
一、产品标准及相关标准	144
二、常用原材料标准目录	146
附录	150

附录 A YZR3 系列电动机技术数据	150
一、YZR3 系列电动机型谱	150
二、YZR3 系列电动机技术数据	153
三、YZR3 系列电动机外形及安装尺寸	165
附录 B YZ 及 YZR 系列电动机技术数据	170
一、YZ 系列电动机型谱	170
二、YZR 系列电动机型谱	171
三、YZ 系列电动机技术数据	173
四、YZR 系列电动机技术数据	174
五、YZ 系列电动机外形及安装尺寸	182
六、YZR 系列电动机外形及安装尺寸	185
附录 C YZP 系列电动机技术数据	189
一、YZP 系列电动机型谱	189
二、YZP 系列电动机技术数据	191
三、YZP 系列电动机外形及安装尺寸	197
附录 D YBZ、YBZE、YBZS、YBZSE 系列电动机技术数据	202
一、YBZ、YBZE 系列电动机型谱	202
二、YBZE 系列电动机外形及安装尺寸	203
三、YBZ 系列电动机外形及安装尺寸	206
附录 E YBZP、YBZPE 系列电动机技术数据	210
一、YBZP、YBZPE 系列电动机型谱	210
二、YBZP、YBZPE 系列电动机外形及安装尺寸	211
附录 F YGP 系列辊道电动机技术数据	217
一、YGP 系列电动机技术数据	217
二、YGP 系列电动机外形及安装尺寸	221
附录 G YG ₀ 系列电动机技术数据	225
一、YG _a 技术数据	225
二、YG _b 技术数据	227
三、YG ₀ 系列电动机外形及安装尺寸	231
附录 H WZ 系列涡流制动器电动机技术数据	236
一、WZ 系列涡流制动器电动机技术数据	236
二、WZ 系列涡流制动器电动机外形及安装尺寸	237
附录 I YGP 系列电动机铁心及绕组数据	239
附录 J YZP 系列电动机定、转子数据	247
附录 K YZR3 系列电动机铁心及绕组数据	251
附录 L YZR 系列电动机铁心及绕组数据	258

牵引电动机修理

第一章 概述	262
--------------	-----

021	一、牵引电动机的分类	262
021	二、各类牵引电动机的应用比较	264
021	三、牵引电动机的工作特点及使用环境条件	265
021	四、串励直流牵引电动机的特点	267
070	五、牵引电动机的产品型号及编制	269
071	六、牵引电动机的产品标准	272
171	七、牵引电动机的工作定额及额定数据	274
071	八、牵引电动机的性能和基本技术要求	277
071	九、直流牵引电动机的励磁和励磁级	281
081	十、牵引电动机安全使用的极限条件	281
182	十一、牵引电动机的绝缘	283
081	十二、直流牵引电动机的工作特性	287
081	十三、直流牵引电动机的调速	291
101	十四、直流牵引电动机的传动计算	293
	第二章 工矿用直流牵引电动机的修理	296
008	一、工矿用直流牵引电动机的系列	296
008	二、工矿用直流牵引电动机的型号和规格	298
008	三、工矿用直流辅助牵引电动机的型号和规格	314
008	四、工矿用直流牵引电动机煤安标准(MA)的审查	315
008	五、工矿用直流牵引电动机的设计特点	318
010	六、整机机械故障的分析及修理	319
110	七、整机电气故障的分析及修理	324
010	八、定子故障及修理	328
010	九、电枢故障及修理	337
100	十、换向器故障及修理	352
000	十一、刷握装置故障及修理	363
000	十二、正确操纵工矿电机车	369
000	十三、受潮水淹工矿用牵引电动机的修复	370
100	十四、直流牵引电动机的变规格运行	373
000	十五、窄轨工矿用牵引电动机的世界水平	375
	第三章 铁道干线用直(脉)流牵引电动机的修理	377
000	一、主要型号及规格	377
000	二、定子结构、故障及改进	377
010	三、单叠型电枢绕组的构成	397
100	四、电枢轴承的烧损及防止	401
000	五、换向器环火故障的原因及防止	406
000	六、电枢修理后无纬带的绑扎	408
	七、用TY、TA、TZ仪器对电机绝缘的状态检测	408
000	八、提高电动机机械质量的方法	410

九、轴伸端油封窜油的原因及改进	412
十、抱轴瓦发热碾瓦的原因及改进	415
十一、逆电操作对牵引电动机的影响	417
十二、齿轮磨损对牵引电动机的影响	418
十三、检修的主要工艺过程	420
十四、日常的维护和保养	425
十五、感应加热器在牵引电动机检修中的应用	429
第四章 蓄电池车辆用电动机和使用特点	431
一、蓄电池供电直流电动机的设计特点	431
二、主要型号和规格	432
三、电动三轮车用直流牵引电动机	449
四、蓄电池电动车辆用三相异步电动机	451
第五章 铁道干线用三相异步牵引电动机的使用特点	459
一、三相异步牵引电动机变频调速的优点	459
二、三相异步牵引电动机的结构与工作特点	462
三、高速高铁动车组用三相异步牵引电动机	464
四、谐波的产生与抑制措施	470
第六章 牵引电动机的试验	473
一、牵引电动机的试验项目及要求	473
二、直流（脉流）牵引电动机检查试验原理	474
三、蓄电池车辆用直流电动机的试验	476
四、中小型工矿用牵引电动机的试验线路	477
五、牵引电动机电刷中性位置的测定	479
六、牵引电动机的起动试验和通、断电源试验	480
七、牵引电动机换向器热态径向跳动量的测定	481

起重及冶金用电动机的修理 第一章

第一章 概 述

起重及冶金用电动机修理

第一章 起重及冶金用电机的结构

第一节 概 述

一、起重及冶金用电机的概况

起重冶金电动机通常是指 YZ、YZR 系列电动机为基本系列及其派生系列，主要以拖动起重机械和类似设备。

目前佳木斯防爆电机研究所（以下简称佳木斯所）是行业归口所和国家起重及冶金用电动机质量监督检验及检验试验单位。

20 世纪 50 年代，佳木斯电机厂开始生产从前苏联引进的 MT 起重电动机。随后国内也有部分厂家开始生产。60 年代由佳木斯所和佳木斯电机厂组织了全国统一设计，型号定为 JZ、JZR；70 年代初又组织了全国统一设计，型号定为 YZ、YZR；80 年代对 YZ、YZR 进行了改版；90 年代初进行了第二次统一设计，型号定为 YZ2、YZR2；2006 年 7 月又对第三次全国统一设计的 YZR3 进行全国行业鉴定，并开始投放市场。

目前我国最大的高压绕线转子电动机为 YZR630-8、400kW；我国最大的低压绕线转子电动机为 YZR500-8、600kW；我国最大的铁道用变频调速三相异步电动机为 YGP450；我国最大的低压大功率变频调速电动机为 YPT710-6、3200kW。我国最大的隔爆型低压大功率变频调速三相异步电动机为 YBPT630、1200kW-4P、Exd II CT4。

二、常用起重及冶金用电机的分类

常用起重及冶金用电动机按结构分为四类：

- (1) 起重及冶金用三相异步电动机及派生系列；
- (2) 起重及冶金用绕线转子三相异步电动机及派生系列；
- (3) 起重冶金用防爆电动机及派生系列；
- (4) 起重及冶金用变频调速三相异步电动机及派生系列。

三、起重及冶金用电机的型号与主要系列

起重及冶金用三相异步电动机根据年代可划为 3 个基本系列：

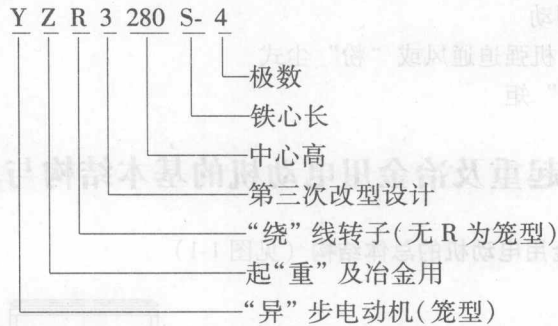
老产品：JZ2、JZR2（20 世纪 80 年代之前）

现代产品：YZ、YZR（1980~1996 年）

换代产品：YZ2、YZR2（1996 年之后）；YZR3（2006 年之后）

（一）型号的含义

例如：



(二) 派生的种类

1. YZ 系列电动机派生种类

YBZ 系列起重及冶金用隔爆型三相异步电动机

YBZS 系列起重及冶金用隔爆型双速三相异步电动机

YBZE 起重及冶金用隔爆型电磁制动三相异步电动机

YBZSE 起重及冶金用隔爆型双速电磁制动三相异步电动机

YZE 系列起重及冶金用电磁制动三相异步电动机

YZD 系列起重及冶金用多速三相异步电动机

YZDE 系列起重及冶金用多速电磁制动三相异步电动机

YZP 系列起重及冶金用变频调速三相异步电动机

YBZP 系列起重及冶金用隔爆型变频调速三相异步电动机

YBZPE 系列起重及冶金用隔爆型变频调速电磁制动三相异步电动机

2. YZR 系列电动机派生种类

YZRE 系列起重及冶金用绕线转子电磁制动三相异步电动机

YZRS 系列起重及冶金用绕线转子双速三相异步电动机

YZR 系列起重及冶金用中型高压绕线转子三相异步电动机

YZRW 系列起重及冶金用涡流制动三相异步电动机

YZRG、YZRF 系列起重及冶金用强迫通风型绕线转子三相异步电动机

YZR-Z 系列起重专用绕线转子三相异步电动机

YZR-C 系列起重及冶金用绕线转子带超速开关三相异步电动机

(三) 电动机型号中字母含义

B—隔“爆”型

D—“多”速

H—“H”级绝缘

G—“管”道通风

P—变“频”

S—“双”速

W—“涡”流制动

- E—“电”磁制动
 F—自带“风”机强迫通风或“粉”尘式
 Z—高起动“转”矩

第二节 起重及冶金用电机的基本结构与主要特点

一、起重及冶金用电机的总体结构（见图 1-1）

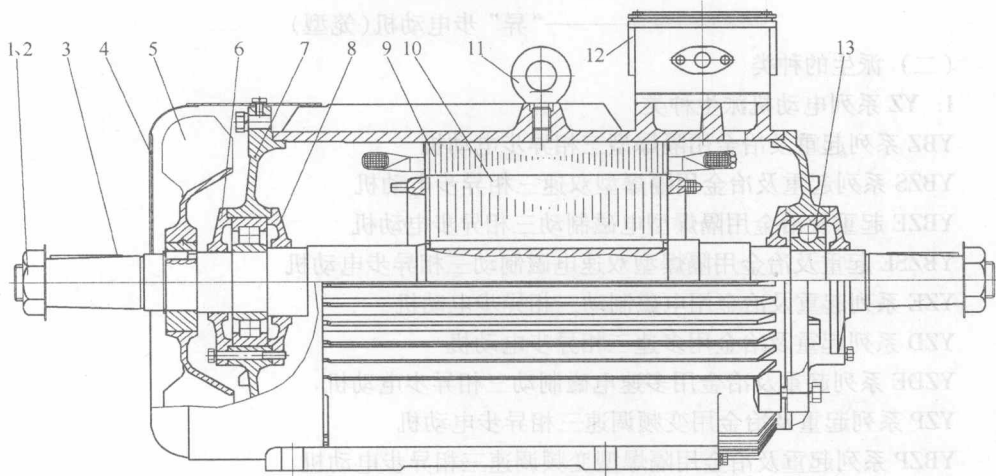


图 1-1 YZ 系列电动机结构示意图 (IC411)

- 1—螺母 2—垫圈 3—键 4—风罩 5—风扇 6—轴承外盖 7—端盖
 8—轴承内盖 9—定子 10—转子 11—吊环 12—接线盒 13—轴承

二、起重及冶金用电机的适用范围及特点

1. 适用范围

起重及冶金电动机具有较大的过载能力和较高的机械强度，可频繁地起动及逆转，频繁地机械振动及冲击。其绝缘等级分为 F 级和 H 级两种。F 级适用于冷却介质温度不超过 40℃ 的一般场所；H 级适用于冷却介质温度不超过 60℃ 的冶金场所，两种电动机具有相同的参数。冷却方式为 IC410 (H112 ~ H132)、IC411 (H160 ~ H400)。电动机的基准工作制为 S3-40%，6 次/h。其系列型谱见表 1-1，技术参数及外形安装尺寸见附录 B。

2. 特点

(1) 电动机的绝缘等级 通常为 F 级或 H 级，两种绝缘结构的技术参数相同，只是温升限值不同，空气间接冷却绕组的温升限值：当电动机运行地点海拔不超过 1000m、最高环境温度不超过 40℃ 为基础时，B 级绝缘为 80K，F 级绝缘为 105K；最高环境温度不超过 60℃ 为基础时，H 级绝缘为 105K。

表 1-1 起重及冶金电动机系列型谱

工作制	S2						S3/(6次/h)							
	30min		60min		15%		25%		40%		60%		100%	
负载持续率														
转速/(r/min)	1000	750	1000	750	1000	750	1000	750	1000	750	1000	750	1000	750
功率/kW														
YZ112M	1.8	—	1.5	—	2.2	—	1.8	—	1.5	—	1.1	—	0.8	—
YZ132M1	2.5	—	2.2	—	3	—	2.5	—	2.2	—	1.8	—	1.5	—
YZ132M2	4	—	3.7	—	5	—	4	—	3.7	—	3	—	2.5	—
YZ160M1	6.3	—	5.5	—	7.5	—	6.3	—	5.5	—	5	—	4	—
YZ160M2	8.5	—	7.5	—	11	—	8.5	—	7.5	—	6.3	—	5.5	—
YZ160L	15	9	—	7.5	15	11	—	9	11	7.5	9	6	7.5	5
YZ180L	—	13	—	11	—	15	—	13	—	11	—	9	—	7.5
YZ200L	—	18.5	—	15	—	22	—	18.5	—	15	—	13	—	11
YZ225M	—	26	—	22	—	33	—	26	—	22	—	18.5	—	17
YZ250M1	—	35	—	30	—	42	—	35	—	30	—	26	—	22

(2) 轴承允许的温度 不超过 95℃。

(3) 电压及频率 额定电压为 380V，额定频率为 50Hz，允许电压偏差为 ±5%，允许频率偏差为 ±1%。

(4) 外壳防护等级 IP54、IP55。

(5) 该产品常用的冷却方式

1) IC410 电动机不带风扇，自然冷却；

2) IC411 电动机自带风扇，自扇冷却。

(6) 性能参数值的容差

1) 电动机的最大转矩 转矩保证值的 -10%。

2) 转差率 功率小于 1kW 时，转差率保证值 ±30%；功率大于 1kW 时，转差率保证值 ±20%，转差率 $s = (n_0 - n_N) / n_0 \times 100\%$ (n_0 —同步转速； n_N —额定转速)。

3) 转动惯量 保证值的 ±10%。

(7) 接线方式 Y 联结。

(8) 电缆引入装置 橡套电缆或钢管布线，供选择。

(9) 热保护 绕组可埋置 Pt100 (热电阻) 或 PTC (正温度系数) 热敏电阻，供选择。

(10) 电动机可根据需要安装编码器及超速开关等测速元件。

三、起重及冶金用电动机派生产品型号、结构及特点 (见表 1-2)

表 1-2 起重及冶金用电动机派生产品型号、结构及特点

型号	YZE	YZD	YZDE
结构	封闭式,铸铁外壳有散热筋,外风扇吹冷,笼型转子,电动机带电磁制动器,用于起重及冶金辅助机械	封闭式,铸铁外壳有散热筋,外风扇吹冷,笼型转子,用于起重及冶金辅助机械	封闭式,铸铁外壳有散热筋,外风扇吹冷,笼型转子,电动机带电磁制动器,用于起重及冶金辅助机械

(续)

型号	YZE	YZD	YZDE
特点	产品用于驱动各种起重机械及其类似设备专用产品。具备自制动功能、起重机械抱闸作用,适用于短时工作制和断续周期工作制	变极调速产品,该类产品大多用于军工场所,具有较高的过载能力和机械强度,同时可简化起重机械减速机构。可获得较稳定的低速运行,准确到位,安全可靠	产品用于驱动各种起重机械及其类似设备专用产品。具备自制动功能、起重机械抱闸作用,又可简化起重机械减速机构。可获得较稳定的低速运行,准确到位,安全可靠

第三节 起重及冶金用绕线转子电动机的基本结构与主要特点

一、起重及冶金用绕线转子电动机的总体结构 (见图 1-2)

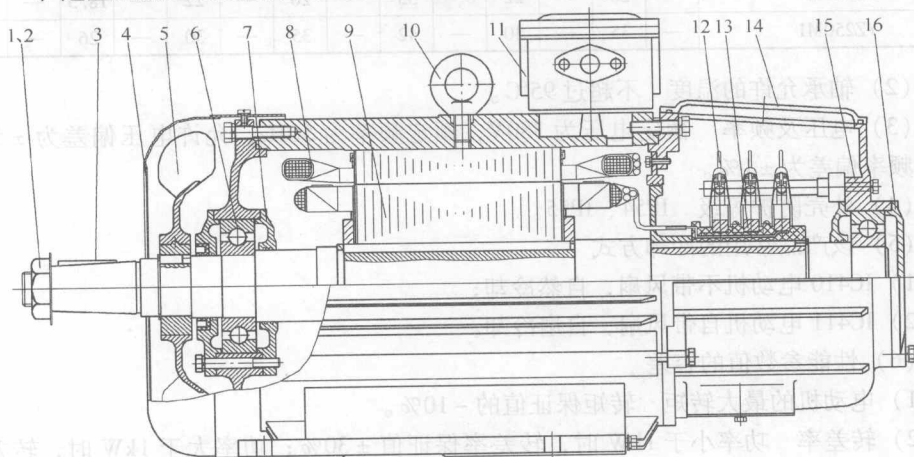


图 1-2 YZR 系列电动机结构示意图 (IC411)

1—螺母 2—垫圈 3—键 4—风罩 5—风扇 6—轴承 7—轴承内盖 8—定子 9—转子
10—吊环 11—接线盒 12—刷握 13—集电环 14—观察窗盖 15—端盖 16—轴承外盖

二、起重及冶金用绕线转子电动机的适用范围及特点

1. 适用范围

YZR 系列起重及冶金用绕线转子三相异步电动机 (机座号 112~400), 主要应用于各种型式的起重机械及冶金辅助设备的电气传动。电动机起动时, 转子必须串入附加电阻或电抗, 以限制起动电流的平均值不超过各种工作制的额定电流的 2 倍。防护等级为 IP44、IP54, 冷却方式在机座号 112~132 时为 IC410 (自然冷却方式)、在机座号 160~400 时为 IC411 (自带风扇冷却方式), 绝缘等级分为 F 级、H 级两种, 安装方式为 IMB3、IMB5、IMV1, 基准工作制为 S3-40%。这种结构的电动机是通过机座外壳自然冷却或风扇吹拂机座外壳以达到冷却的目的。其系列型谱见表 1-3, 技术参数及外形安装尺寸见附录 B。

