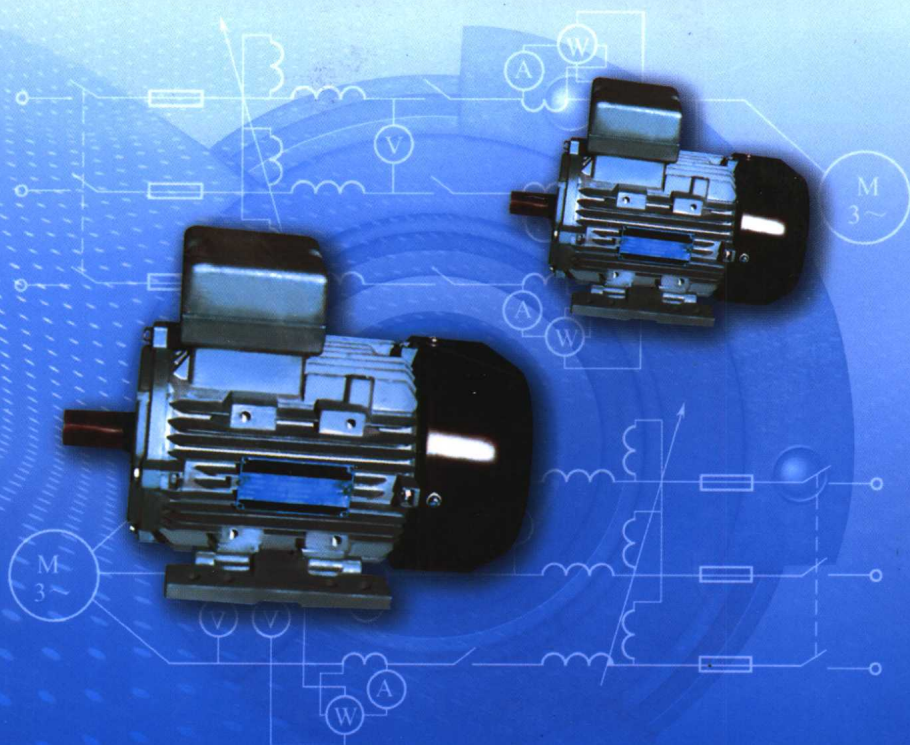




赵家礼 主编

三相异步电动机 检修技术问答

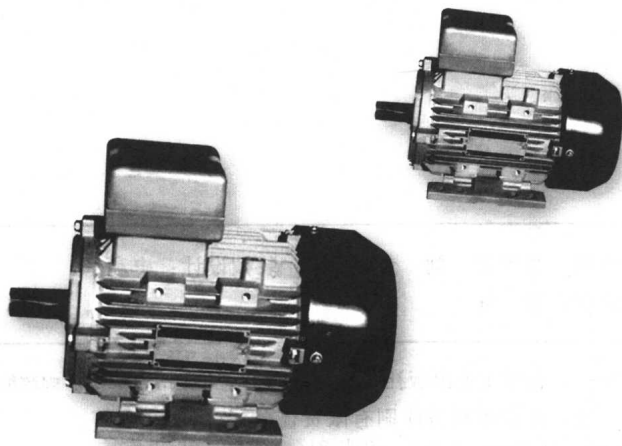


化学工业出版社



赵家礼 主编

三相异步电动机 检修技术问答



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

三相异步电动机检修技术问答/赵家礼主编. —北京:
化学工业出版社, 2007.9
ISBN 978-7-122-01079-7

I. 三… II. 赵… III. 异步电动机-检修-问答 IV.
TM343.07-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 135067 号

责任编辑: 高墨荣 刘 哲
责任校对: 李 林

装帧设计: 史利平

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: 北京市彩桥印刷有限责任公司
850mm×1168mm 1/32 印张 8 1/4 字数 205 千字
2007 年 9 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: 18.00 元

版权所有 违者必究

前 言

异步电动机品种规格繁多，在所有的电动机中应用最为广泛，需求量最大。目前，在电力传动中大约有 90% 的机械使用交流异步电动机，其用电量约占总电力负荷的一半以上。异步电动机广泛应用于驱动机床、水泵、鼓风机、压缩机、起重卷扬设备、矿山机械、轻工机械、农副产品加工机械以及家用电器和医疗器械等，因此，近年来我国的电机修理工、维修电工等技术人员迅速增加，他们迫切希望快速提高自身的技术水平，以适应发展形势的需要。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。

全书主要包括：三相异步电动机的基础知识；电动机选用、安装、调节及运行维护；电动机常见故障查找和修理；电动机检查试验等。

本书采用一问一答的形式编写，密切联系实际，以操作技能为主，言简意赅，深入浅出，通俗易懂，技术先进。

参加本书编写的还有高级工程师赵捷、何青、梁孟杰、刘福振、孙树文等。

由于作者水平有限，书中不妥之处，敬请读者批评指正。

主编

目 录

第一章 三相异步电动机的基础知识	1
第一节 三相异步电动机一般基础知识	1
1. Y 系列三相异步电动机的结构是怎样的?	1
2. Y 系列三相异步电动机主要零部件有哪些?	2
3. 笼型异步电动机在结构上有什么不同? 适用在什么场合?	3
4. 电动机的外壳或铭牌上常标出“IP××”, 表示什么意义?	4
5. 防护形式不同的电动机适用于什么场合?	4
6. 电动机工作制有哪些? 各代表什么意义?	5
7. 不同的工作制电动机能否代替使用?	9
8. 三相异步电动机是怎样进行分类的?	10
9. 电动机铭牌数据都表示什么含义?	11
10. 中小型电动机中心高度和输出功率档次有哪些?	15
11. 常见的三相异步电动机绕组出线标志方法是什么?	16
12. 三相异步电动机简单的工作原理是什么?	16
13. 新老异步电动机的型号如何对照使用?	18
14. 什么叫输入功率和同步转速? 如何计算?	20
15. 什么叫转差率? 什么叫临界转差率?	21
16. 三相异步电动机都有哪些损耗?	21
17. 什么叫电动机效率? 什么叫功率因数?	23
18. 什么叫额定转矩 T_N ? 如何计算?	24
19. 什么叫电动机的机械特性曲线? 什么叫最大转矩 T_{max} ?	25
20. 最大转矩与哪些因素有关?	26
21. 什么叫启动转矩? 与哪些因素有关?	27
第二节 三相异步电动机绕组基础知识	28
22. 什么叫线圈、绕组? 有什么不同? 什么叫线圈匝数? 线圈	

的导线根数就是匝数吗?	28
23. 什么叫极距、线圈节距? 为什么双层绕组采用短节距?	28
24. 绕组极数和绕组形式怎样判别?	29
25. 附图 1~附图 86 的绕组接线简图怎样使用?	31
26. 什么叫极相组? 什么叫每极每相槽数?	32
27. 什么叫电角度、相带?	33
28. 绕组有哪些形式? 各适用范围如何?	34
29. 什么是单层链式绕组? 绕组特征是什么?	35
30. 什么是单层交叉式绕组? 绕组特征是什么?	35
31. 什么是单层同心式绕组? 绕组特征是什么?	36
32. 什么是双层叠绕组? 绕组特征是什么?	37
33. 单、双层绕组各有什么特点?	37
34. 什么叫线圈组的隐极接法、显极接法, 短连接和长连接?	38
35. 多根导线并绕和绕组接成多路并联有什么不同? 怎样进行 计算?	40

第二章 电动机选用、安装、调节及运行维护 43

第一节 电动机的选用 43

1. Y 系列异步电动机有哪些优点? 对用户使用有哪些好处?	43
2. 选用高效率电动机有哪些好处? 选用时要注意什么?	44
3. 从节能观点出发选择电动机时, 应考虑哪些技术问题?	45
4. 如何选用变极调速电动机?	46
5. 环境尘埃多的场所如何选用电动机?	47
6. 环境有腐蚀介质的场所如何选用电动机?	47
7. 如何选用起重、冶金用三相异步电动机?	48
8. 如何选用普通低压绕线转子异步电动机?	49
9. 如何选用环境湿度大的场所用的电动机?	50
10. 如何选用高转差率三相异步电动机?	50
11. 如何选用深井水泵用三相异步电动机?	51
12. 如何选择电动机外部结构形式?	52
13. 如何选择电动机转速 (或极数)?	52
14. 如何选择电动机容量?	52

15. 如何选择电动机电压?	53
第二节 电动机的安装	53
16. 搬运电动机时要注意哪些事项?	53
17. 电动机安装场所的要求是什么?	54
18. 电动机安装基础有哪些要求?	54
19. 电机底座与基础板安装的要求是什么?	54
20. 安装小型电机有什么要求?	55
21. 安装电动机时有哪些注意事项?	55
22. 怎样安装大中型电动机? 如何确定机组中心?	57
第三节 电动机启动、制动、调速	61
23. 对启动三相异步电动机时有哪些要求?	61
24. 三相异步电动机常用的启动方法有哪些?	61
25. 什么叫全压启动? 笼型异步电动机直接全压启动要考虑哪 些问题?	62
26. 在什么条件下允许笼型异步电动机直接启动?	62
27. 直接启动小型笼型异步电动机时需要选用哪些设备?	63
28. 串电阻器或电抗器的减压启动原理是什么? 电阻器的电阻值 如何估算?	63
29. 电阻减压启动和电抗减压启动控制线路的动作原理 是什么?	64
30. Y- Δ 启动方法优点是什么? 如何选用 Y- Δ 启动器?	65
31. QX3 系列自动 Y- Δ 启动器启动电动机的原理是什么?	67
32. 自耦变压器适合启动何种电动机?	68
33. 自耦变压器启动控制线路的启动原理是什么?	69
34. 延边三角形适合何种电动机启动?	70
35. 延边三角形自动控制线路的启动原理是什么?	71
36. 怎样选择启动方式?	72
37. 绕线型异步电动机常用哪种启动方式?	73
38. 什么叫制动? 电动机制动时有哪些要求?	74
39. 异步电动机通常电制动方法有几种?	75
40. 什么是电源反接制动? 怎样计算附加电阻? 采用电源反接 制动时应注意什么问题?	75

41. 什么是倒拉反接制动? 通常反接制动方法用在什么场合? 有什么优点?	76
42. 什么是能耗制动? 有什么特点?	77
43. 如何计算能耗制动方法所需的直流电压和直流电流?	77
44. 反接制动与能耗制动比较, 各有何优缺点?	78
45. 什么是回馈制动? 怎样计算回馈制动电阻?	78
46. 什么是电容制动? 有哪些特点? 应用在什么场合?	79
47. 三相异步电动机有哪些调速方法?	79
48. 三相异步电动机的调速种类有哪些?	80
49. 为什么改变定子电压可以改变电动机的转速?	80
50. 改变电动机极数来改变转速原理是什么? 怎样用改绕组接 线方式来完成?	81
51. 串级连接调速法是怎样改变电动机转速的?	82
52. 并级连接调速法是怎样改变电动机转速的?	83
53. 绕线转子异步电动机转子外加电阻调速原理是什么? 这种 调速方法有什么特点?	84
第四节 电动机的运行维护	84
54. 三相异步电动机在启动前要检查哪些内容?	84
55. 三相异步电动机在合闸启动时要注意哪些问题?	85
56. 电动机启动后要检查哪些内容?	86
57. 电动机在运转中要检查哪些内容?	86
58. 怎样正确使用和维护异步电动机?	86
59. 怎样靠外观检查判断电动机的故障原因?	88
60. 电动机例行维护检查项目有哪些?	90
61. 电动机为什么不能超载长期运行?	91
62. 电动机轻载运行有什么问题?	92
63. Δ 连接的电动机改 Y 连接运行可以吗?	92
64. 怎样把 10kV 高压电动机改接为 6kV 运行?	92
65. 380V 的电动机能否改接为 660V 使用?	93

第三章 电动机的故障修理 98

第一节 电气故障检查及修理 98

1. 电动机运行时温度过高是哪些原因造成的？	98
2. 引起电动机过载运行的原因有哪些？	99
3. 电动机启动时冒烟是什么原因引起的？	99
4. 电动机外壳带电的原因有哪些？	100
5. 电动机转速低是什么原因造成的？	100
6. 绕线型电动机电刷冒火是什么原因？	101
7. 三相异步电动机接入电源后不能启动是什么原因？怎样快速查出原因？	101
8. 如何检修绕组断路故障？	102
9. 如何检修绕组短路故障？	104
10. 如何检修绕组接地故障？	107
11. 如何检修绕组接错？	109
12. 电动机单相绕组烧毁故障分析方法是什么？	112
13. 怎样估算异步电动机的额定电流和空载电流？	113
14. 造成电动机空载电流大的原因有哪些？	115
15. 电动机空载电流大时，怎样重绕计算合适的线圈匝数？	116
第二节 机械故障检查及修理	116
16. 滚动轴承常见的故障现象和原因有哪些？	116
17. 怎样保证小型电动机轴承检修质量？	118
18. 怎样清洗和检查滚动轴承？	120
19. 怎样正确装配滚动轴承？	122
20. 如何选用滚动轴承润滑脂（油）？	123
21. 轴电流产生的原因有哪些？如何防止？	125
22. 电动机噪声和振动增大的原因有哪些？	127
23. 三种噪声怎样进行鉴别？	128
24. 解决噪声和振动的措施有哪些？	129
25. 电动机在运行时产生振动现象是什么原因造成的？	130
26. 集电环工作表面常见故障有哪些？	131
27. 集电环工作表面故障怎样进行检修？	131
28. 塑料集电环短路故障如何修理？	133
29. 紧固式集电环短路故障如何修理？	134
30. 集电环温度过高是什么原因造成的？如何检修？	136

31. 集电环松动原因有哪些? 如何进行检修?	136
32. 集电环短路装置的故障有哪些? 如何进行检修?	137
33. 怎样正确探测气隙? 气隙不均匀对电动机运行有何影响? ...	139
34. 怎样从熔断器熔断现象来判断电动机的故障原因?	141
35. 一台 JZR 系列三相异步电动机, 定转子线圈重绕后试空 载, 电动机只能一个方向启动, 是什么原因造成的?	142
36. 一台低压三相笼型异步电动机, 重绕后测定子三相空载 电流平衡, 装配后测三相空载电流不平衡, 这是什么原 因造成的?	143
37. 采用短路侦察器测量 630kW 电动机转子, 发现有 95% 的 笼条开焊, 可是具体检查时又无问题, 这是什么原因?	144
38. 起重、冶金用的三相异步电动机空载试验时, 发现有的电 动机不转, 有的加较高电压大于 80V (额定电压 380V) 才转, 这是否说明电动机有故障?	145
39. 交流电动机转子引出线故障原因和修理方法是什么?	145
40. 转轴弯曲如何修理?	147
41. 键槽损伤如何修理?	148
42. 轴头螺纹损伤怎样修理?	149
43. 轴颈磨损怎样修理?	149
44. 小型电动机转轴故障怎样修理?	150
45. 更换新轴时要考虑哪些工艺要求?	151
第三节 电动机的正确拆装	152
46. 怎样正确地拆卸电动机?	152
47. 三相异步电动机解体步骤有哪些?	153
48. 怎样正确拆卸带轮或联轴器?	155
49. 怎样正确拆卸轴承盖和端盖?	156
50. 怎样正确拆卸风扇罩和外风扇?	156
51. 怎样正确抽出转子?	156
52. 怎样正确拆卸滚动轴承?	158
53. 三相异步电动机安装步骤是怎样的?	161
第四节 绕组重绕大修	162
54. 绕组重绕怎样做好原始记录?	162

55. 旧绕组加热拆除法有几种? 铲断拆除旧绕组方法是什么? ...	163
56. 怎样确定绕线模尺寸?	164
57. 三相双层叠绕组线圈绕线模尺寸如何计算?	168
58. 绕线圈前要做哪些准备?	170
59. 绕制线圈的工艺要求是什么?	171
60. 绕制圆导线线圈的质量要求有哪些?	171
61. 嵌线前有哪些准备工作?	172
62. 槽绝缘伸出铁芯的方式有几种?	174
63. 三相单层链式绕组怎样嵌线?	175
64. 三相单层同心式绕组怎样嵌线?	176
65. 三相单层交叉式绕组怎样嵌线?	177
66. 三相双层绕组怎样嵌线?	179
67. 圆导线线圈嵌线工艺要领是什么?	180
68. 定子绕组嵌线有哪些质量要求?	181
69. 绕组有几种连接形式? 怎样画绕组接线简图?	181
70. 绕组连接的准备工作有哪些?	183
71. 绕组线头连接有哪些形式?	184
72. 绕组焊接常采用的锡钎焊料和焊剂牌号有哪些?	185
73. 常用的焊接绕组方法有几种? 焊接时要注意哪些问题?	185
74. 绕组浸渍的目的是什么?	186
75. 定子绕组绝缘浸渍干燥工艺内容是什么?	187
76. 采用快干 1032 绝缘漆有什么优点? 在工艺规范上有什么特点?	188
77. 具体烘干燥作和质量要求有哪些?	190
78. 除采用干燥炉干燥电动机外, 在现场还有哪些常用的干燥方法?	190
79. 定子绕组接线、整体质量检查及浸渍烘干质量要求有哪些?	193

第四章 电动机检查试验 195

1. 怎样测量电动机的绝缘电阻? 在操作上要注意哪些问题? 195
2. 怎样测量电动机的直流电阻? 196

3. 绕组线电阻与相电阻怎样进行换算?	197
4. 直流电阻不合格的常见原因有哪些?	198
5. 怎样测定转子绕组开路电压比?	199
6. 集电环的检查试验标准有哪些?	200
7. 电动机空载试验目的是什么? 怎样进行空载试验?	201
8. 引起三相空载电流过大的原因有哪些?	202
9. 引起空载损耗过大的原因有哪些?	203
10. 引起三相空载电流不平衡的原因有哪些?	203
11. 电动机堵转试验的目的和方法是什么?	203
12. 电动机堵转电流过小是什么原因?	205
13. 堵转电流过大是什么原因?	206
14. 堵转损耗过小是什么原因?	206
15. 堵转损耗过大是什么原因? 堵转电流三相不平衡是什 么原因?	206
16. 检查电动机振动的目的是什么? 怎样进行检查试验? 标 准有哪些?	206
17. 怎样做三相交流电动机工频耐压试验? 试验标准有哪些? ...	208

附录 绕组接线简图	212
参考文献	250

第一章 三相异步电动机的基础知识

第一节 三相异步电动机一般基础知识

1. Y 系列三相异步电动机的结构是怎样的？

Y 系列三相异步电动机为一般用途的笼型自扇冷式电动机，目前已生产 Y3 系列，均可取代老系列电动机。

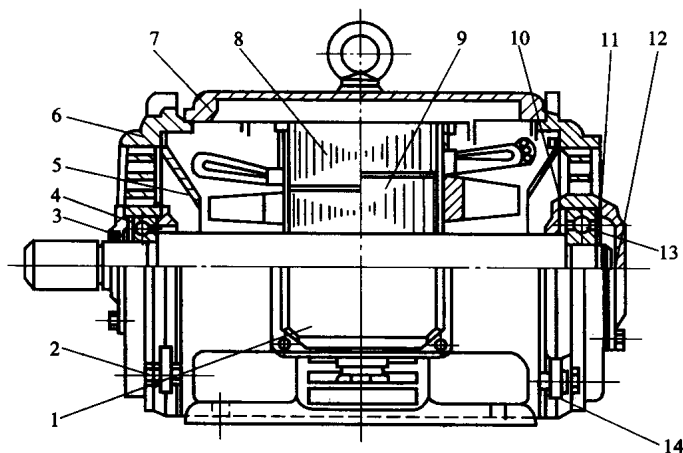


图 1-1 Y 系列 (IP23) 结构图

- 1—接线盒；2—前端盖螺栓；3—前轴承外盖；4—前轴承；5—挡风板；
6—前端盖；7—机座；8—定子铁芯（2 极）；9—转子（4 极）；
10—后轴承内盖；11—后轴承挡圈；12—后轴承外盖；13—后轴承；14—后端盖

该系列电动机额定电压为 380V、额定频率为 50Hz，也可制成 60Hz、500V 电压的派生系列。具有国际互换特点，可用于出口和进口设备配套。

Y 系列电动机结构，如图 1-1、图 1-2 所示。

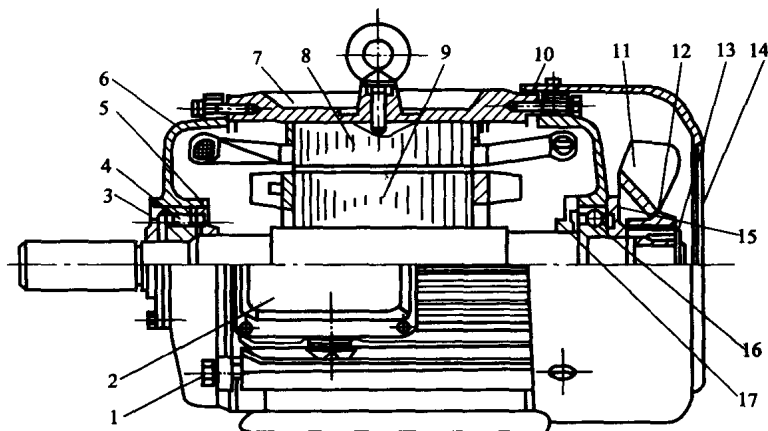


图 1-2 Y 系列 (IP44) 结构图

- 1—前端盖固定螺栓；2—接线盒；3—前轴承外盖；4—前轴承；
5—前轴承内盖；6—前端盖；7—机座；8—定子铁芯；9—转子；
10—风扇罩；11—外风扇；12—键；13—轴承挡圈；14—外风扇罩；
15—后轴承盖；16—后轴承；17—后轴承内盖

除笼型结构外，还有绕线型电动机，这种电动机转子有与定子相似的三相绕组，有集电环，启动时，通过集电环、电刷把外接变阻器接入，使转子绕组电阻增大，从而使启动转矩增大而启动电流小，还可以在小范围内调速，主要应用在难以启动负载上，如压缩机、粉碎机等。

2. Y 系列三相异步电动机主要零部件有哪些？

Y 系列三相异步电动机主要零部件如下：



3. 笼型异步电动机在结构上有什么不同？适用在什么场合？

根据笼的形状和结构的不同，通常分为普通笼型、深槽笼型和双笼型结构三种。

普通笼型又称为单笼型。结构简单，价格便宜，使用和维护方便，通常用在无特殊要求的机械设备上，如水泵、鼓风机、机床等设备，在工农业生产中普遍广泛使用。

深槽笼型异步电动机，转子槽深，宽度窄，启动转矩比普通笼型电动机大，启动电流较小，但过载能力比普通笼型电动机差。适用于要求启动转矩比普通笼型大，而最大转矩比普通笼型稍小的场合。

双笼型转子有两个笼型，一个是工作笼，一个是启动笼，所以有较大的启动转矩和较小的启动电流，适用于需要有较大转矩的恒速负载，如粉碎机、搅拌机、压缩机等机械设备上。

4. 电动机的外壳或铭牌上常标出“IP××”，表示什么意义？

表示电动机的防护形式。普通 Y 系列电动机的防护等级有 IP44 和 IP23 两种。IP 为防护等级的标志符号，IP 后面两位数表示具体防护要求，如 IP23 的 IP 后面第一位数字 2，表示这种电动机结构能够防止手指触及机壳内带电或转动部分，并能防止直径大于 12mm 的小固体异物入内；第二位数字 3 表示与沿垂直线成 60°角或小于 60°角的淋水对电动机内部应无有害的影响。IP44 的 IP 后面第一位数字表示这种电动机结构能够防止厚度大于 1mm 的工具、金属线或类似的物体触及壳内带电或转动部分，并能够防止直径大于 1mm 的小固体异物进入电动机内部，但不包括由外风扇吸风或送风的通风口和封闭式电动机的泄水孔，这些部分应具有 2 级防护性能。其第二位数字表示任何方向溅水于电动机，应无有害影响。

关于 IP 后其他数字可查表 1-1、表 1-2。表 1-1 表示不能进入电动机的固体尺寸，表 1-2 表示不能进入电动机内部的液体的能力。

表 1-1 IP 后第一位数字防止固体能力

数字	0	1	2	3	4	5	6
可防护的最小尺寸/mm	无专门防护	φ50	φ12	φ2.5	φ1.0	尘埃	严密防护

表 1-2 IP 后第二位数字防止液态水的能力

数字	0	1	2	3	4	5	6	7	8
可防进入水的状态	无专门防护	滴水	15°角滴水	60°角方向的淋水	任何方向溅水	一定压力的喷水	海浪或强喷水	一定压力的浸水	长期潜水

5. 防护形式不同的电动机适用于什么场合？

(1) 开启式电动机由于没有专门的防护设施，不能防止外界的液体、固体进入电动机内部，所以要求工作环境好、清洁、干

燥的场所，如主电室等。开启式电动机优点是通风散热好。

(2) 防护型电动机由于有一定防护能力，机壳半封闭，所以可防止外界液体、固体进入内部，有一定防护能力。防护型电动机在结构上又分为防滴型、防溅型和网罩型三种。防滴型可防止垂直下落的固体和液体浸入电动机内部；防溅型能防止与垂直线成 45° 角范围内的固体和液体侵入电动机内部；网罩型可以防止固体侵入电动机内部，由于上述三种结构不能防止外界灰尘、潮气侵入电动机内部，所以适用场合应选在灰尘不多、比较干燥的地方。Y 系列 IP23 即属于防护型异步电动机，代替旧型号 J、J2、J3 系列。

(3) 封闭型电动机的机壳全部封闭，如 Y 系列 IP44 系列异步电动机，能防止潮气和尘埃浸入电动机内部，适用于潮湿或尘土飞扬的场合。Y 系列 IP44 型代替旧系列 JO、JO2、JO3 等系列电动机。

(4) 密封型电动机的机壳全部密封，所以浸入规定水压的水中在一定时间内能阻止水浸入电动机内部，适用于特别潮湿的场合运行。

(5) 潜水型电动机由于整机严格密封，能长期在规定的水压中运行，如潜水排灌异步电动机 YQB 型可以代替旧 JQB 型，广泛用于农田排灌及高原山区汲水等场所使用。

(6) 防爆型电动机由于能防止外界易燃物侵入，或机内火花引起外界易燃气体起火爆炸，适用于石油、化工、煤矿等有爆炸危险的场合。YB 型防爆异步电动机代替旧型号 JB、JB2、JB3 系列。

6. 电动机工作制有哪些？各代表什么意义？

电动机工作制表示其承担负载的情况，按照连续负载、短时负载和断续负载情况，可分为 10 类工作制。

(1) 连续工作制 其代号为 S1，表示电动机在铭牌规定的