

# 有色冶金企业 电动、照明、电修设计

有色冶金设计总院 编

# 有色冶金企業 電動、照明、電修設計

有色冶金設計總院 編

冶金工業出版社

本書系有色冶金設計總院總結幾年來在電動、照明、電修方面的設計經驗整理編寫而成的。同時還編成了供電設計一書。兩書着重敘述了重有色金屬采礦、選礦、冶煉企業的電氣設計原則和計算、選擇方法。

本書的特点是結合企業的特點和我國當前的具體情況，對一般書上已有的設計原理盡量避免重複。對於有色冶金企業電氣設計人員有很大的幫助，同時，對各種工業企業部門的電氣設計人員亦有參考價值。

## 有色冶金企業電動、照明、電修設計

有色冶金設計總院 編

冶金工業出版社出版（地址：北京市燈市口甲45號）

北京市書刊出版業營業許可証出字第093號

冶金工業出版社印刷廠印 新華書店發行

—— \* ——  
1960年1月第一版

1960年1月北京第一次印刷

印數 平裝 2,520 冊  
精裝 1,520

開本787×1092•1/16•500000字•印張25 $\frac{14}{16}$ •插頁18

—— \* ——  
統一書號15062•1990 定價 平裝 3.10 元  
精裝 3.70

## 序 言

为了响应党的号召，迅速地把我国建設成为一个具有高度科学文化的工业强国，有色冶金企业也要像钢铁企业一样，在全国遍地开花；因此，也就需要更多的人能够很好的掌握有色冶金企业的电力設計。

目前已出版的电力設計方面的参考書籍，大都只闡述了一般的設計問題。而結合有色冶金企业的特点和我国当前具体情况的設計参考書則几乎沒有。因此，在党的领导下，在党的破除迷信、解放思想的号召鼓舞下，我們有色冶金設計总院动力科組織了大批技术力量，編制了这本“有色冶金企业电动、照明、电修設計”，同时也編制了“有色冶金企业供电設計”一書。

写这本书的主要目的是为了初步总结我們在过去几年实际設計工作中、在向苏联專家和国外設計資料學習中所获得和积累的一些經驗体会，及工作中的某些教訓，作为今后实际設計工作的参考，为提高今后設計的質量水平而貢獻一份力量。

在內容上，我們力求作到：理論联系实际，結合具体設計，为設計工作服务。

但由于我們能力有限，經驗不足和生产实践知識的缺乏，因此在內容上不免有不妥或謬誤之处，希讀者給以指正。

本書是由我科几个同志执笔，經集体討論修改和科里最后审核而脫稿的，基本上反映了我們目前的設計技术水平。但因時間短促，在文理和措詞方面亦欠修整，敬希見諒。

有色冶金設計总院动力科·北京·

1959.8.31

## 目 录

## 第一篇 有色冶金工厂电动设计总则

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 第一章 电动机选择                     | 1  |
| 1—1 概述                        | 1  |
| 1—2 选择电动机的原则                  | 2  |
| 第二章 电动机起动计算                   | 7  |
| 2—1 概述                        | 7  |
| 2—2 鼠笼型感应电动机及异步起动的同步电动机起动方式选择 | 8  |
| 2—3 电动机起动时电压水平计算              | 12 |
| 2—4 电动机的自起动计算                 | 21 |
| 2—5 电动机稳定计算                   | 30 |
| 第三章 电动机起动控制设备选择               | 32 |
| 3—1 电动机起动控制设备选择的根据            | 32 |
| 3—2 电动机的保护                    | 32 |
| 3—3 电动机的控制方式                  | 34 |
| 3—4 中小型低压电动机起动设备选择原则          | 35 |
| 3—5 直接起动的起动设备选择               | 36 |
| 3—6 降压起动的起动设备选择               | 41 |
| 3—7 绕线型电动机转子侧起动变阻器选择          | 44 |
| 3—8 电气测量仪表装设                  | 45 |
| 3—9 根据周围环境选择起动设备的保护形式         | 46 |
| 第四章 车间低压负荷计算                  | 47 |
| 4—1 一般负荷计算                    | 47 |
| 4—2 电焊机的负荷计算                  | 49 |
| 第五章 低压配电系统及配电装置               | 51 |
| 5—1 低压配电系统的分类及其优缺点            | 51 |
| 5—2 设计低压配电系统的原则               | 53 |
| 5—3 低压网络中短路电流的确定              | 53 |
| 5—4 低压配电系统的保护                 | 57 |
| 5—5 低压配电装置                    | 60 |
| 第六章 低压配电线路设计                  | 61 |
| 6—1 导线、电缆和母线牌号的选择             | 61 |
| 6—2 导线、电缆和母线截面的选择             | 62 |
| 6—3 车间低压线路敷设                  | 75 |
| 第七章 接地及接零                     | 84 |
| 7—1 概述                        | 84 |
| 7—2 接零                        | 85 |

|              |    |
|--------------|----|
| 7-3 接地 ..... | 88 |
|--------------|----|

## 第二篇 矿山电动设计

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 第八章 露天矿电力设计 .....            | 89  |
| 8-1 露天矿生产对电气设备的要求 .....      | 89  |
| 8-2 露天矿用的生产机械及其供电方法 .....    | 89  |
| 8-3 露天矿的供电 .....             | 92  |
| 8-4 露天矿电气设备的布置和安装 .....      | 103 |
| 8-5 露天矿的接地 .....             | 107 |
| 第九章 坑内采矿电动设计 .....           | 108 |
| 9-1 生产机械的主要特征 .....          | 108 |
| 9-2 配电方式 .....               | 109 |
| 9-3 起动设备选择 .....             | 110 |
| 9-4 电缆选择 .....               | 111 |
| 9-5 竖井及平巷电缆敷设 .....          | 114 |
| 9-6 接地装置 .....               | 116 |
| 9-7 典型控制系统图举例 .....          | 116 |
| 第十章 卷扬机电力传动设计及信号 .....       | 120 |
| 10-1 总论 .....                | 120 |
| 10-2 提升运动学及动力学 .....         | 121 |
| 10-3 电动机的选择 .....            | 127 |
| 10-4 起动电阻计算 .....            | 130 |
| 10-5 控制系统的选择 .....           | 143 |
| 10-6 动力制动的应用范围及主要设备的选择 ..... | 150 |
| 10-7 控制设备选择及继电器整定 .....      | 152 |
| 10-8 电缆导线选择及配线方式 .....       | 153 |
| 10-9 卷扬机室平面配置 .....          | 154 |
| 10-10 卷扬机室的通风问题 .....        | 156 |
| 10-11 信号系统的编制原则及选择 .....     | 156 |
| 10-12 计算举例 .....             | 162 |
| 第十一章 架空索道电动设计 .....          | 172 |
| 11-1 概述 .....                | 172 |
| 11-2 机械特征 .....              | 172 |
| 11-3 控制系统选择 .....            | 173 |
| 11-4 转子起动电阻计算 .....          | 173 |
| 11-5 索道电动机控制系统图 .....        | 174 |
| 11-6 连系信号 .....              | 174 |
| 11-7 安全措施 .....              | 175 |
| 11-8 其他要求 .....              | 175 |
| 第十二章 通风机及泵类 .....            | 176 |
| 12-1 生产机械的主要特征 .....         | 176 |
| 12-2 电动机型式及功率选择 .....        | 176 |

|      |           |     |
|------|-----------|-----|
| 12-3 | 保护设备及测量仪表 | 177 |
| 12-4 | 起动设备的选择   | 180 |
| 12-5 | 配电方式      | 181 |
| 12-6 | 控制系统      | 186 |

### 第三篇 选矿厂电动设计

|       |                 |     |
|-------|-----------------|-----|
| 第十三章  | 总论              | 193 |
| 第十四章  | 常用生产机械的电气传动     | 194 |
| 14-1  | 鄂式碎矿机           | 194 |
| 14-2  | 圆锥碎矿机           | 198 |
| 14-3  | 铁板给矿机及锁键给矿机     | 199 |
| 14-4  | 皮带运输机           | 200 |
| 14-5  | 振动筛             | 200 |
| 14-6  | 球磨及棒磨           | 201 |
| 14-7  | 分级机             | 201 |
| 14-8  | 浮选机             | 202 |
| 14-9  | 搅拌槽             | 203 |
| 14-10 | 给料机             | 204 |
| 14-11 | 摇床              | 204 |
| 14-12 | 自动溜槽            | 204 |
| 14-13 | 跳汰机             | 204 |
| 14-14 | 磁选机             | 204 |
| 14-15 | 浓密机             | 205 |
| 14-16 | 真空过滤机           | 206 |
| 14-17 | 圆筒干燥机           | 206 |
| 14-18 | 真空泵及空压机         | 207 |
| 14-19 | 砂泵              | 207 |
| 第十五章  | 选矿厂配电方式         | 207 |
| 15-1  | 概述              | 207 |
| 15-2  | 变电所位置选择         | 207 |
| 15-3  | 选矿厂低压配电系统的设计原则  | 208 |
| 15-4  | 选矿厂所采用的配电系统     | 209 |
| 15-5  | 车间配电方式及起动控制设备安装 | 209 |
| 15-6  | 配电方式设计举例        | 212 |
| 第十六章  | 选矿机械的电气传动控制     | 218 |
| 16-1  | 选矿机械的电气传动控制方式   | 218 |
| 16-2  | 碎矿及运输系统的联锁控制    | 218 |
| 16-3  | 碎矿机控制           | 220 |
| 16-4  | 磨矿机的控制          | 221 |
| 16-5  | 金属探测器及悬垂磁铁控制    | 223 |
| 16-6  | 移动式卸矿小车的控制      | 225 |
| 16-7  | 螺旋分级机的控制        | 225 |

|               |     |
|---------------|-----|
| 16—8 濃密机过負荷信号 | 226 |
|---------------|-----|

#### 第四篇 冶煉厂电动設計

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 第十七章 总論                  | 228 |
| 17—1 概述                  | 228 |
| 17—2 銅的冶煉流程簡述            | 229 |
| 17—3 鉛的冶煉流程簡述            | 230 |
| 17—4 鋅的冶煉流程簡述            | 230 |
| 17—5 冶煉厂的环境特征            | 232 |
| 17—6 冶煉厂电动設計总則           | 233 |
| 第十八章 备料車間的电力設備           | 238 |
| 18—1 概述                  | 238 |
| 18—2 主要机械的特征             | 238 |
| 18—3 車間电力設備              | 238 |
| 第十九章 燒結車間和焙燒車間电力設備       | 239 |
| 19—1 概述                  | 239 |
| 19—2 燒結車間的电力設備           | 239 |
| 19—3 焙燒車間的电力設備           | 241 |
| 第二十章 火法熔煉車間的电力設備         | 243 |
| 20—1 概述                  | 243 |
| 20—2 鼓風爐熔煉車間的电力設備        | 243 |
| 20—3 旋渦熔煉車間的电力設備         | 244 |
| 20—4 反射爐熔煉車間的电力設備        | 246 |
| 20—5 螺旋給煤机的电力傳动          | 247 |
| 20—6 車間配电方式              | 250 |
| 第二十一章 吹煉轉爐的电力設備          | 251 |
| 21—1 概述                  | 251 |
| 21—2 轉爐輔助机械的电力傳动和信号联系    | 252 |
| 21—3 轉爐迴轉机构的电力傳动         | 253 |
| 21—4 轉爐迴轉机构工作傳动用交流电动机的控制 | 256 |
| 21—5 轉爐迴轉机构事故傳动用直流电动机的控制 | 263 |
| 第二十二章 火法精煉車間的电力設備        | 273 |
| 22—1 概述                  | 273 |
| 22—2 阳極和阴極爐的电力設備         | 273 |
| 22—3 澆鑄机的工作和电力傳动         | 273 |
| 22—4 直綫型澆鑄机的控制           | 275 |
| 22—5 圓盘澆鑄机的控制            | 277 |
| 22—6 圓盘澆鑄机傳动設計計算举例       | 279 |
| 22—7 澆鑄包子的控制和傳动設計計算举例    | 286 |
| 第二十三章 电解車間的电力設備          | 288 |
| 23—1 概述                  | 288 |
| 23—2 低压配电系統及配电設備         | 289 |

|                                  |            |
|----------------------------------|------------|
| 23-3 线路的敷设与材料的选择 .....           | 290        |
| <b>第二十四章 浸出及净液车间电力设备 .....</b>   | <b>291</b> |
| 24-1 概述 .....                    | 291        |
| 24-2 变电所位置及配电系统 .....            | 292        |
| 24-3 线路敷设 .....                  | 293        |
| <b>第二十五章 粉煤车间与煤气站的电力设备 .....</b> | <b>293</b> |
| 25-1 粉煤车间的电力设备 .....             | 293        |
| 25-2 煤气站的电力设备 .....              | 294        |
| 25-3 其他厂房的电动设计 .....             | 295        |

### 第五篇 辅助设施电动设计

|                                 |            |
|---------------------------------|------------|
| <b>第二十六章 辅助车间电动设计 .....</b>     | <b>296</b> |
| 26-1 机修车间及电修车间 .....            | 296        |
| 26-2 木工车间 .....                 | 298        |
| 26-3 锻造车间 .....                 | 298        |
| 26-4 锅炉房 .....                  | 298        |
| 26-5 化验室及试验室 .....              | 299        |
| 26-6 油库及油泵站 .....               | 299        |
| <b>第二十七章 起重机械电动设计 .....</b>     | <b>299</b> |
| 27-1 桥式起重机 .....                | 299        |
| 27-2 单轨电葫芦 .....                | 307        |
| <b>第二十八章 三相电弧炉电气部分的设计 .....</b> | <b>310</b> |
| 28-1 概述 .....                   | 310        |
| 28-2 电炉电气设备的选择 .....            | 311        |
| 28-3 电炉变电所的设计 .....             | 316        |
| 28-4 短线路的设计指示 .....             | 320        |
| 28-5 炼钢电弧炉与矿热电炉的自动调节器 .....     | 321        |

### 第六篇 有色冶金企业照明设计

|                                 |            |
|---------------------------------|------------|
| <b>第二十九章 有色冶金工厂照明设计 .....</b>   | <b>328</b> |
| 29-1 有色冶金工厂照明设计总则 .....         | 328        |
| 29-2 有色金属选矿厂的照明设计 .....         | 335        |
| 29-3 有色金属冶炼厂的照明设计 .....         | 340        |
| 29-4 特殊车间及辅助车间的照明设计 .....       | 341        |
| <b>第三十章 有色金属矿井照明设计 .....</b>    | <b>343</b> |
| 30-1 概述 .....                   | 343        |
| 30-2 有色金属矿井的环境特征 .....          | 343        |
| 30-3 有色金属矿井照明设计的主要原则 .....      | 343        |
| <b>第三十一章 有色冶金企业室外照明设计 .....</b> | <b>348</b> |
| 31-1 概述 .....                   | 348        |
| 31-2 厂区照明设计 .....               | 348        |
| 31-3 露天矿照明设计 .....              | 354        |

|                  |     |
|------------------|-----|
| 31—4 警衛照明設計..... | 357 |
|------------------|-----|

## 第七篇 电修車間及电气試驗室設計

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 第三十二章 总論 .....                 | 359 |
| 第三十三章 电修車間 .....               | 361 |
| 33—1 檢修制度和电修車間任务.....          | 361 |
| 33—2 电机及变压器檢修的主要工作內容及工艺过程..... | 362 |
| 33—3 各工部的任务及設備选择.....          | 365 |
| 33—4 厂房高度和起重能力的決定.....         | 373 |
| 33—5 人員組成和面积的确定.....           | 377 |
| 33—6 电修車間的配置.....              | 377 |
| 33—7 应向各有关專業科提出的設計条件.....      | 382 |
| 33—8 选厂、坑口、大型車間的电修組的設計.....    | 383 |
| 第三十四章 电气試驗室（包括試驗站）設計 .....     | 384 |
| 34—1 电气試驗室的設立及其任务.....         | 384 |
| 34—2 电气試驗室的設計原始資料及設計原則.....    | 385 |
| 34—3 試驗站（設在电修車間內）的設計.....      | 385 |
| 34—4 电气試驗室的設計（仪表校修部分）.....     | 389 |
| 附录 .....                       | 395 |
| 主要参考文献 .....                   | 403 |

# 第一篇 有色冶金工厂电动設計总則

## 第一章 电动机选择

### 1-1 概 述

有色冶金企业中所使用的电动机，極大部份都是連續工作的。通常，电动机与生产机械成套供应；但有时成套供应的电动机并不适合工程情况（如电压，厂房环境等）或者根本就不成套供应电动机；这时，我們就需要为生产机械选一台合适的电动机。选择电动机除了应滿足生产机械傳动上的要求外，还应该照顧到投資节省及电动机的結構簡單，操作維護方便等条件。

我們常用的电动机分交流电动机及直流电动机两大类。交流电动机又分鼠籠型感应电动机、繞綫型感应电动机、同步电动机及交流整流子机；直流电动机又分为他激、并激、串激和复激四种。至于單相电动机及一些特殊电动机我們用得不多。

我們常用电动机的結構形式有下面几种：

（1）开啓式电动机——此种电动机的所有旋轉部份和內部載流部份均无防止細小物体、灰塵、湿气等浸入电动机的特殊保护設備。如 JRZ, TZ, TZ213, TZ260 等。

（2）防护式电动机——此种电动机具有防止細小物体浸入电动机的特种保护設備（具有細小孔眼的保护板或保护網）但不能防止灰塵、湿气和气体。如：JC, JS, JSQ①, JR①, JRQ①, TD, Z②等。

（3）防滴式电动机——此种电动机具有特殊保护擋板，此擋板遮盖住外壳上的孔眼，以防止水滴落入电动机內部，如 J, JQ。

（4）封閉式电动机——此种电动机的外壳所有各处均相当严密地封閉着，但不是密閉的，因此并不能防止外部空气、气体蒸气进入电动机內部如：JQ, JQO, JLO, JLK, JTB, TZ, JZR, ZZ 等。

（5）防爆式电动机——此种电动机的外壳的所有各处均相当紧密地封閉，但并不是密閉的，并有高度的坚固性。因此当其內部發生爆炸时能承受气体的全部最大压力，如：JB, JBS, JBT 等。

我們选择电动机时从投資及維護方面着眼首先考虑采用交流鼠籠型感应电动机（如 J, JO 等），当由于生产机械傳动上的要求不能滿足或需改善企业功率因素时才考虑采用繞綫型感应电动机、直流电动机或同步电动机及其他型电动机。

① 此种电动机可要求制成封閉管式通風的。

② 有底脚的一种为防滴式。

## 1-2 选择电动机的原则

### 一、根据生产机械要求的轴功率、转速及连接方式：

轴功率、转速和连接方式，通常是由工艺科的设计者，根据制造厂产品样本上的要求或经过他们的验算后向我们提出的。我们根据上述要求由产品样本上选择合适的电动机即可。

### 二、根据生产机械的传动特征及调速要求：

各种不同的生产机械有不同的机械特性，如球磨机 and 棒磨机起动时就因静阻转矩较大，需要有较大的起动转矩 ( $M_H \approx 1.75M_H$ )，才能保证在规定时间内起动起来，而不至引起电动机的绕组过热，或者根本就不能使机械转起来。对另一类生产机械如轴流式鼓风机，因其机械的阻力矩几乎与转速的平方成正比，故其起动转矩虽然要求不大，但却要求有较大的引入转矩 ( $M_B = 1.0M_H$ )。对鄂式碎矿机、对辊式碎矿机等则需要有较大的临界转矩 ( $M_K = 2.5M_H$ )。因此按生产机械轴功率选择的电动机需要时还需验算其起动转矩、临界转矩及同步电动机的引入转矩。

有时对要求起动平滑、停车准确和起动频繁的生产机械，如轧钢机、封闭小车等，也采用直流电动机。

除了要考虑到上述起动特性外，还需考虑电动机是否需要调速。如有些碎矿系统因矿石的硬度湿度等不同需调整给矿机的给矿量（如选矿厂粗碎前的铁板给矿机等），另外冶炼厂有些配料用及加煤用的给料机也常需调速。为了这些要求我们根据其要求的调速范围，调速的平滑程度和电动机容量，结合本车间或企业有无现成直流电源来分别选择交流变速电动机、交流整流子电动机、或直流电动机。至于绕线型感应电动机是很少用的，因为它的调速范围小（30%），不经济。为了下面选择时的方便，这里先谈一下上述三种电动机的特征：

1. 交流变速电动机，此种电动机是用改变电动机定子接线来改变极对数而达到调速目的的（根据  $n = \frac{60f}{p}$ ），因此其调速不是平滑的，一般有2—4级。但和其他调速电动机比较起来，有结构简单、价格便宜等优点，因此对一些调速不要求很平滑的机械可以采用，如选矿厂粗碎机前的给矿机及冷却塔的鼓风机等。

2. 交流整流子电动机：此种电动机用改变电刷位置来改变转速，一般调速范围达1:3，并且是平滑的，国产交流整流子电动机在低速时的起动转矩为1.2—2.0，基本上具有分激直流电动机同样的特性。其缺点是构造复杂，重，价钱贵，低速时功率因数效率较低，同时在调速时也没有直流电动机方便。但他是由于这种电动机具有不需外加直流电源的特殊优点，故在有色冶金企业中的铁板给矿机、烧结机、制粒机等机械上还是普遍采用的。

3. 分激直流电动机：此种电动机的调速可借二种方法来获得，通常要求调速范围在1:3以下时采用调节分激磁场的方法，大于1:3时采用Γ-Π机组。用调节电压的方法，调速范围可达1:8，若再同时调节电动机的分激磁场则总的调速范围可达1:16，我们知道采用调节分激磁场的方法可以很平滑地调节转速，并且最经济（分激磁场内损

失只达 5% 左右)，其调速特性是这样：当增强激磁时随着转速的降低而输出转矩与激磁成正比增加（磁场未饱和时），而输出功率几乎不变，因此我们按高速时选择的电动机，在低速时可安全可靠的运行。其唯一的缺点是需要直流电源，相对地增加了投资。

因此在我们选择调速电动机时应该经过全面的技术经济比较后决定。一般有单独机械需要调速时，选择交流整流子电动机往是比较经济的，而同时有几台机械需调速时，则选用直流电动机以后，再配一套直流电源设备仍然可能是经济的。这里还要指出，有时对一台小容量电机来说，我们选择一台直流电动机再为其配一套直流电源设备也比选择一台同容量的交流整流子电动机来得经济。

当然如果采用交流变速电动机已经能满足机械的调速要求时，我们应该首先考虑采用，因为这样是最经济的，维护操作也是最方便的。

### 三、根据生产机械的工作制度：

一般工作制度分为：

1. 连续工作——电动机连续工作的时间大于其三倍发热时间常数 ( $T$ )。
2. 短时工作——电动机工作周期比其三倍发热时间常数 ( $T$ ) 短得多，而其休止时间却足以使电动机达到完全冷却。
3. 反复短时工作——其工作周期 ( $T_H$ ) 远小于其完全发热所需的时间 ( $\ll 3T$ )，而休止时间也远小于完全冷却所需的时间。通常采用  $T_H = 10$  分钟为标准的工作周期。

$T$  为发热时间常数，小型电动机约 4 小时，中型电动机约 7 小时，这一时间在很大程度上亦决定于电动机的构造形式、通风方法及旋转速度。

### 四、电动机的电压选择：

电动机电压选择主要是考虑中等功率电动机是采用 380 伏还是 6000 伏的问题，因为 3000 伏的电动机只有在采用 10 千伏配电电压或旧有企业才可能考虑采用，至于 10 千伏电动机国内尚未生产。

从避免中间变压和简化系统的观点出发往往希望采用高压（6000 伏或 3000 伏）电动机，但是在实际设计中由于下面一些理由，却往往采用了低压（380 伏）电动机。

1. 中等功率的高压电动机的安全因数较小，比起低压电动机来运转不太可靠，特别是在潮湿的、有火灾危险的、乃至有腐蚀性或爆炸性危险的介质的房间里工作的时候。

2. 高压电动机的起动设备往往不能直接配置在车间里，因此在车间里直接操作时需用螺旋管或重锤操作机构，或者需要信号联系操作，这样就不如用低压电动机把起动器放在电动机附近操作来得方便。

3. 高压起动设备价值与重量为低压的 2—3 倍，配置面积要大 3—4 倍，因此常需将起动设备拿出车间，相对之下增加了控制线路。

4. 3000 伏和 6000 伏电动机的重量比低压的高出 20—50%，价值高出 30—85%，平均效率低 1.5—2.5%，功率因数低 2—3%，绕组铜重平均高出 10%。

5. 当高压电动机由架空线供电时，需做防雷保护。

6. 当采用低压电动机时减少了高压配电站出线的回路数, 因而减少了高压配电站的土建面积。

下面我们從基建投資及效率兩方面來看一下:

1. 投資方面: 在作投資方面的比較時為了簡化起見, 我們僅就主要設備的出廠價格來考慮。至於主電動機的高壓及低壓電纜, 我們認為總的價格相等 (因為具體情況不同, 不能比較)。為了作比較, 按我們常用的 J, JC, JSQ 及 JR, JRQ 電動機的出廠價格作成曲綫, 如圖 1-1, 1-2。

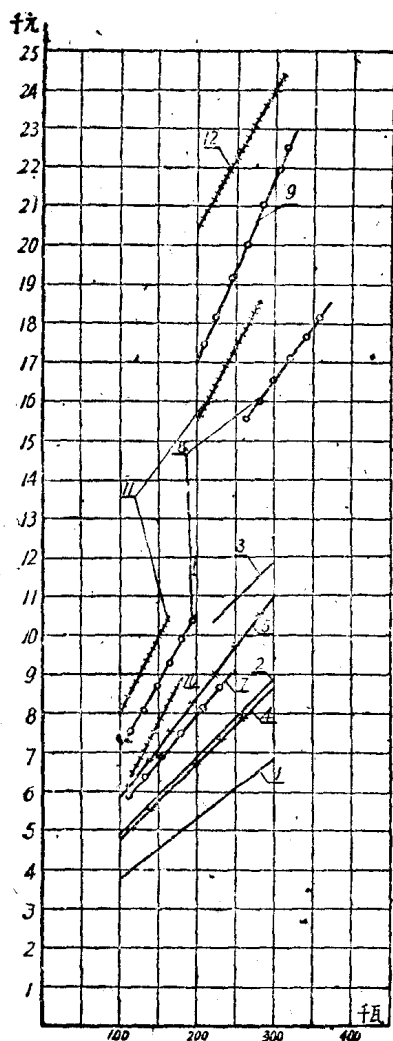


圖 1-1 常用鼠籠型電動機出廠價格 (58年)

- 1—1500轉/分, 380伏; 2—1500轉/分, 3000伏;  
 3—1500轉/分, 6000伏; 4—1000轉/分, 380伏;  
 5—1000轉/分, 3000伏; 6—1000轉/分, 6000伏;  
 7—750轉/分, 380伏; 8—750轉/分, 3000伏;  
 9—750轉/分, 6000伏; 10—600轉/分, 380伏;  
 11—600轉/分, 3000伏; 12—600轉/分, 6000伏

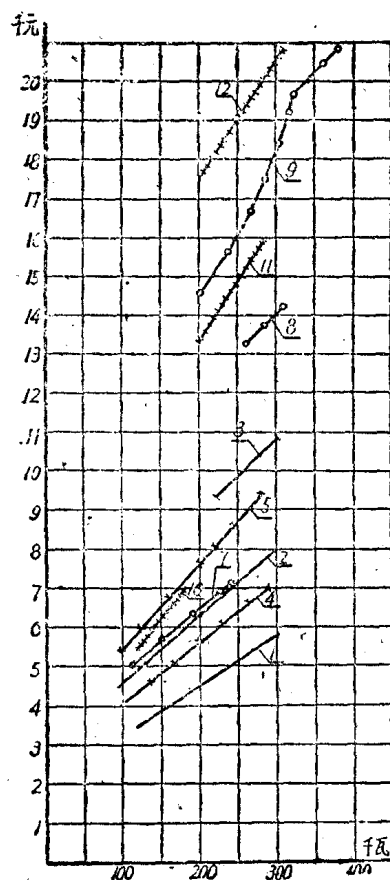


圖 1-2 常用繞綫型電動機出廠價格 (58年)

- 1—1500轉/分, 380伏; 2—1500轉/分, 3000伏;  
 3—1500轉/分, 6000伏; 4—1000轉/分, 380伏;  
 5—1000轉/分, 3000伏; 6—1000轉/分, 6000伏;  
 7—750轉/分, 380伏; 8—750轉/分, 3000伏;  
 9—750轉/分, 6000伏; 10—600轉/分, 380伏;  
 11—600轉/分, 3000伏; 12—600轉/分, 6000伏

变压器及低压起动设备投资作成如图1-3曲线2。

高压起动设备及GG3-03型高压开关柜,100米KCPB-8×2.5控制电缆的价格作成图1-3曲线1,变压器的投资是按电动机功率每千瓦增加变压器容量1.15千伏安考虑的,变压器每千伏安的价格是按750—1000千伏安变压器的平均价格考虑的。从上述二曲线我们以300千瓦1500转/分鼠笼型电动机系统电压为6000伏为例。

| 电 压    | 投 资                      |
|--------|--------------------------|
| 380 伏  | $5800 + 7000 = 12800$ 元  |
| 6000 伏 | $10800 + 4200 = 15000$ 元 |

结论是即使是300千瓦的电动机,仍以采用低压较经济;但这里是指一般的情况,有时因增加一低压电动机而需增加一台变压器,有时也可能不需增加变压器的容量,有时也可能由于起动的条件而需增加降压起动设备的投资等,至于低速的,较小容量的更应采用低压的。

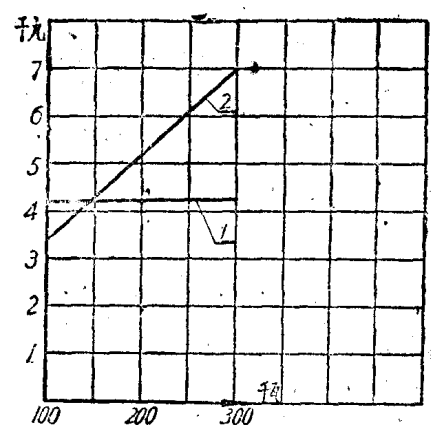


图1-3 变压器及起动设备投资

1—高压起动设备及控制电缆(包括GG-3, 0-3型高压开关柜一台, KCPB-8×2.5, 100米); 2—低压起动设备及配电装置(包括ГП30配电箱, 接触器, 互感器等)

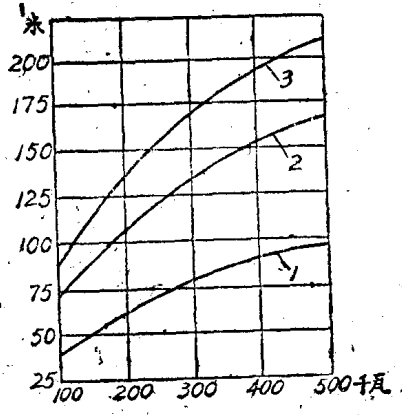


图1-4 等值损耗曲线

1—当网络电压为6千伏时,以低压(380伏)感应电动机代替高压(6000伏)感应电动机; 2—同上,但以电压为380伏的同步电动机代替高压感应电动机; 3—当网络电压为10千伏时,以330伏同步电动机代替高压6000伏感应电动机

## 2. 效率方面:

前面已经讲到低压电动机具有较高的效率,但需增加变压器及低压线路的损耗,而高压电动机则效率及功率因数较低,因此在低压线路不长,的情况下低压电动机因效率高而少损耗的电能可补偿在变压器及低压线路中的损耗,这里介绍苏联M.В.Грейсх,所作的一个曲线,见图1-4。

从曲线可看出当电动机功率为300千瓦时,低压电动机变压器及线路中的损耗等于高压电动机中的损耗的距离为:

当网络电压为6000伏时对于感应电动机为80米。

当网络电压为6000伏时对于同步电动机为135米。

当网络电压为10000伏时对于同步电动机为160米。

经过上面的比较我们得出在下面几个情况下的结论:

1. 离高压配电站比较远的单台电动机。这时如电动机的功率在260千瓦以下用320千伏安变压器带一台380伏电动机直接起动没有什么问题时,用低压电动机总是合适的,若需用560千伏安变压器或者虽用320千伏安变压器,但需加自耦变压器降压起动时,则用低压就不一定合适。如离心式电动机,排水泵等。

2. 离高压配电站比较远的多台(或两台以上)电动机。这时如电动机功率在 300 千瓦以下,直接起动没有什么问题时,总是用低压电动机比较经济,当有备用电动机时就更合适,但如需采用自耦变压器降压起动,则需经过技术经济比较后确定,如砂泵房,水泵房等。

3. 中等功率电动机就在主厂房内或附近。采用低压电动机时,只需把变压器容量加大一级(如由 750 千伏安加大到 1000 千伏安),这时从投资上讲总是用低压电动机比较合适,当低压线路比较长时(如在 80 公尺以上),用低压电动机时可能损失较大,但从维护方便及运转可靠性方面讲低压的较好,因此在目前节省投资具有巨大经济意义时,一般在 300 千瓦以下,用低压电动机还是合适的。

#### 五、根据周围环境选择电动机的结构形式:

我们选择的电动机能否长期安全可靠的运转,和它周围环境的温度、腐蚀性气体、灰塵(导电或不导电的)、海拔等有密切关系,这些环境条件有时不是同时存在的,下面按我们常见的几种环境谈一下:

1. 潮湿环境下电动机的选择:在潮湿环境下如水泵房、砂泵房、选矿厂(磨浮、精矿处理、摇床房等)和其他类似车间,为了防潮和防止水滴落入,一般应采用带防潮绝缘的防滴防溅式电动机(如 J、JQ、JR 等),但小容量(10 千瓦以下)电动机由于防滴防溅式和封闭式电动机比较起来差价很小,而在维护上和使用寿命上封闭式电动机要好得多,因此在此容量范围内通常均采用封闭式电动机(如 JO)。

2. 灰塵环境下电动机的选择:在选矿厂冶炼厂的破碎车间灰塵相当大,但通常并非导电性的,为了灰塵不至于落在电动机内部,影响绕组的正常冷却,一般应采用封闭式电动机如(JO)型,当灰塵容易除掉并对绝缘无影响时,也可采用开启式电动机,但电动机应为滚珠或滚柱轴承的,大型电动机 JR、JRQ、JSQ 可做成封闭管道通风的,管道长度在 10 米以内时,一般无须另加通风装置,因管道过长而须增加通风装置或因环境温度低于  $+5^{\circ}\text{C}$  而需增加加热器时,则应根据增加投资多少、企业规模、工作班制等来确定是否需采用管道通风。电机的通风计算见附录二。

3. 潮湿并带有腐蚀性蒸汽的环境下电动机的选择:在冶炼厂的电解、过滤等车间潮湿并具有硫酸蒸汽。为了防止酸气凝结在电机绝缘上,造成严重的腐蚀,一般应采用封闭式带防潮防酸绝缘的电动机,当然采用密闭型电动机要更好些,但要贵得多,目前国内也不生产这种产品。

有爆炸性气体或粉末的车间中电动机选择:在冶炼厂的煤气发生站和氢氧站,当空气中所含的一氧化碳或氢气达到一定浓度时,遇着火花有造成严重爆炸事件的危险性,因此要求在这类车间内采用防爆型电动机,或者把电动机装设在无爆炸危险介质的相邻厂房内,再用穿过墙壁并用填料填紧的轴将其与机械连接起来。但并不是煤气站的所有地方都有爆炸性,还应该分别其严重的程度来考虑。

粉煤车间的通风系统设计得正常的话,爆炸的危险性是很小的,因此我们在设计中是按多灰塵的厂房考虑的。

#### 六、根据周围环境温度换算电动机的容量:

在冶炼厂很多车间都属于高温环境,如迴转窑前后,反射炉,轉爐附近等环境,温

度可能超过  $35^{\circ}\text{C}$ , 这时电动机的容量应该降低使用, 一般按电动机样本上的温度校正系数换算即可。若无此资料时, 可按下式换算:

$$P_2 = P_1 \sqrt{\frac{35\alpha - \alpha t_2 - t_2 + t_{\text{TP}}}{t_{\text{TP}} - 35}}$$

式中  $P_2$ ——新温度条件下电动机的容量;

$P_1$ ——电动机铭牌上的容量 (通常以  $35^{\circ}\text{C}$  时的为标准);

$\alpha$ ——固定损失与变动损失之比, 可按“工业企业电力设备设计”第 65—67 页计算, 在概略计算时亦可取 1;

$t_2$ ——周围环境的新温度 ( $\geq 35^{\circ}\text{C}$ );

$t_{\text{TP}}$ ——标准所允许的最大发热温度。A 级绝缘为  $105^{\circ}\text{C}$ , B 级绝缘为  $125^{\circ}\text{C}$ 。

对 JZ、JZR 系列吊车电动机, 样本上说明, 当周围环境温度超过  $35^{\circ}\text{C}$  时可要求把原用 A 级绝缘改为 B 级绝缘而不降低其容量。

### 七、根据企业功率因数情况选择电动机型式。

在有色企业中中小型电动机广泛地采用了交流鼠笼型感应电动机, 且负荷率往往只有 60—70% 或更低, 这样自然功率因数就往往只有 0.75 左右, 离开电业局所要求的功率因数往往差得很远。因此我们在选择大型电动机时, 应该考虑采用同步电动机来提高企业的功率因数的問題。

同步电动机不仅在负荷比较稳定的机械上可以采用, 在承受冲击性负荷的机械如破碎机上也同样可以采用。

我们选择同步电动机时应按机械轴上的需要功率来进行。因为在同步电动机负荷减轻时, 其无功功率输出只略有增加, 否则电动机的额定功率将不能被充分利用。

同步电动机除了能供应电网无功功率外, 还具有一些优点, 如效率与同一功率的感应电动机相比高 1—3%, 对电压波动不敏感 (在励磁不变时, 力矩与电压的一次方成正比, 而感应电动的力矩则与电压的平方成正比), 尺寸较小等。

由于以上的理由, 在有色冶金企业中大型球磨、空压机、扇风机 (包括轴流式的)、高压鼓风机等, 往往是采用同步电动机。

但由于同容量的同步电动机比鼠笼型感应电动机投资要增加一倍以上, 在工程中还应该作技术经济比较。

## 第二章 电动机起动计算

### 2-1 概 述

本章主要介绍交流感应电动机及异步起动的同步电动机起动方式选择、电压水平计算及自起动计算。至于直流电动机、绕线型感应电动机的起动电阻及特性计算, 放在介绍生产机械的控制时一起讨论, 这里不作一般介绍。