

高等學校教學用書

選礦廠和團礦廠的 電氣設備

蘇聯 弗·阿·布尼科 斯·爾·馬依敏 普·甫·希什可夫著

燃料工業出版社

高、等 學 校 教 學 用 · 書

選 礦 廠 和 團 礦 廠 的 電 氣 設 備

蘇聯 弗·阿·布尼科 斯·爾·馬依敏 普·甫·希什可夫著

劉 拓譯

蘇聯高等教育部審定作為礦冶學院選礦專業教科書

燃 料 工 業 出 版 社

本書闡述了選礦廠和團礦廠中所用的電氣設備及其技術特性。
書中還研究了自動控制、調度和電力經濟的運用等問題。
本書可作為礦冶學院選礦系教科書並可供選礦工程技術人員參考。

* * *

選礦廠和團礦廠的電氣設備

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ
И БРИКЕТНЫХ ФАБРИК

根據蘇聯國立煤炭技術書籍出版社(УГЛЕТЕХИЗДАТ)
1953年哈爾科夫俄文第一版翻譯

蘇聯 В. А. БУНЬКО С. Р. МАЙМИН П. Ф. ШИШКОВ 著

劉 拓譯

燃料工業出版社出版

地址：北京東安門外德勝門外大街

北京市書刊出版業營業許可證出字第012號

北京市印刷一廠排印 新華書店發行

編輯：張伯顏 王華堂 校對：何忠 呂哲人

書號446煤168

850×1092 $\frac{1}{2}$ 開本 * 8 $\frac{1}{2}$ 印張 * 192千字 * 定價(8)一元三角

一九五五年六月北京第一版第一次印刷(1—2,100冊)

目 錄

序 言	3
第一章 選礦廠及團礦廠電氣設備的特點	10
第 1 節 選礦及團礦廠工作條件的特點和對電氣設備的要求	10
第 2 節 用於選礦及團礦廠中的電氣設備結構型式的特點	12
第二章 選礦廠及團礦廠的機器及機械的電力驅動	18
第 1 節 電力驅動的基本元件	18
第 2 節 選礦及團礦廠中電力驅動的型式	20
第 3 節 選礦及團礦廠的工作中電力驅動和自動化的作用及意義	21
第 4 節 電動機發熱的概述	21
第 5 節 選礦及團礦廠機器電力驅動的工作狀況	26
第 6 節 選礦及團礦廠工作機器及機械的負載圖	28
第 7 節 用於選礦及團礦廠中的電動機的機械特性及性能	31
第 8 節 選擇電力驅動的概述	15
第 9 節 電動機容量的選擇	49
第 10 節 用於選礦及團礦廠中的電動機	52
第 11 節 電力驅動的控制及保護設備的概述	51
第 12 節 控制電動機的手動器具	66
第 13 節 保護及控制電動機的繼電器	78
第 14 節 遠距離及自動控制電力驅動的設備	83
第 15 節 電動機自動控制的基本原理	95
第 16 節 碎礦機和篩子的電力驅動	105
第 17 節 精選機的電力驅動	108
第 18 節 除塵裝置的電力驅動	110
第 19 節 礦泥脫水和濃縮機器的電力驅動	110
第 20 節 離心水泵的電力驅動	112
第 21 節 運輸及提昇機構的電力驅動	113
第 22 節 製造煤磚機構的電氣設備	115
第三章 電選和磁選的設備與裝置	118
第 1 節 電力選礦機	118
第 2 節 電磁選礦的機器和設備	119

第3節	電力除塵器.....	124
第4節	靜電選礦的機械和設備.....	130
第四章	自動控制和調度監察.....	132
第1節	概述.....	132
第2節	選礦及團礦廠機器和器械電力驅動的遠距離控制.....	134
第3節	遠距離監察及測量的電路圖的結構原則.....	143
第4節	選礦及團礦廠的電力監察及測量.....	150
第5節	選礦過程的自動化.....	167
第6節	電話聯絡及生產信號.....	173
第五章	選礦及團礦廠的電氣照明.....	182
第1節	電氣照明的作用.....	182
第2節	照明工程的基本量值.....	183
第3節	燈體.....	185
第4節	電氣照明的計算.....	192
第5節	彩色照明.....	196
第六章	選礦及團礦廠電能的分配.....	197
第1節	概說.....	197
第2節	選礦及團礦廠供電的一般方式.....	199
第3節	短路電流的概念.....	202
第4節	高壓開關設備.....	204
第5節	表用互感器.....	208
第6節	保護器具.....	210
第7節	變電所.....	213
第8節	成套高壓配電設備.....	217
第9節	選礦及團礦廠的饋電站.....	220
第10節	依照容許電流選擇導線截面.....	224
第11節	根據電壓損失計算電路.....	227
第12節	保安問題.....	232
第13節	運用問題.....	235
第七章	能量指標.....	237
第1節	電能消費率.....	237
第2節	電價.....	238
第3節	功率因數及其改進方法.....	239
第4節	電能預計消費量的確定.....	242

序 言

在我們的國家裏，生產不斷地增長着。在蘇維埃的年代裏，蘇聯的工業生產提高了38倍，與此同時，美國在近35年中工業產品僅僅提高了1.6倍，而這個提高主要表現在軍備競賽上。現在蘇聯每十天的重工業產品就相當於十月革命以前帝俄時代一年中的產品。

在戰後五年計劃中，蘇聯國民經濟巨大的高漲決定於斯大林同志1946年2月9日在莫斯科市斯大林選區選民大會上所提出的莊嚴任務：「我們必須使我國工業能每年出產生鐵達五千萬噸，鋼達六千萬噸，煤炭達五萬萬噸，煤油達六千萬噸。只有做到了這步時，才可以說，我們祖國已有了免除一切意外的保障。」^①

斯大林的著作「蘇聯社會主義經濟問題」和他在第十九次黨代表大會上的演說以及第十九次黨代表大會的決議，總結了我們祖國的卓越勝利，鼓舞了各國勞動人民朝着和平民主和社會主義而鬥爭。被斯大林思想所武裝的黨第十九次代表大會制定了蘇聯共產主義建設的戰鬥綱領，顯示了蘇聯社會主義制度不可戰勝的生活力量。在我們黨和蘇維埃制度的歷史上以及在國際共產主義運動的歷史上，又開闢了新的有歷史意義的一頁。

遵循着列寧斯大林關於共產主義建設的學說，第十九次黨代表大會在自己的1951—1955年蘇聯發展第五個五年計劃的指示中，擬定了宏偉的工作綱領。代表大會的指示中規定了工業產品水平大約提高70%，生產資料的生產每年平均增加13%，消費品每年平均增加11%。

最主要的工業產品的生產，1955年比1950年約按下列的比例而增長：生鐵增加76%，鋼增加62%，鋼材（軋鋼）增加64%，

① 斯大林：「1957年12月11日及1946年2月9日在莫斯科城斯大林選區兩次選民大會上的演說」，蘇聯外國文書籍出版局，1949年莫斯科版，第30頁。

煤增加 43%，石油增加 85%，電力增加 80%。

在此五年間，應該大大擴充有色金屬的生產：精銅增加 90%，鉛增加 1.7 倍，鋁至少增加 1.6 倍，鋅增加 1.5 倍，鎳增加 53%，錫增加 80%。

第五個五年計劃的生產力比第四個五年計劃提高如下：生鐵增加 32%，鋼增加 42%，鋼材至少要增加 1 倍，焦炭增加 80%，鐵礦增加 2 倍，煤井增加 30%。

電力為現代工業企業的主要基礎。

對我國，偉大的列寧曾這樣的確定了電力的意義：

「必須使得每個工廠，每個發電站都成為文化中心，如若俄羅斯佈滿稠密的發電站網和強大的技術裝備，則我們的共產主義經濟建設即成為歐洲和亞洲的社會主義榜樣。」^①

在斯大林同志的領導下，這些英明的預見被蘇聯人民實現了。

在幾個五年計劃中，在我們國家裏建立了數十個巨大的火力及水力發電站。

建立了世界上無比強大的電器工業和巨大的工廠。

電器工業以品質優良的電機、操作器具、保護電器及測量儀器來充分保證國民經濟各個部門的發展。

發電量的巨大增長和強大的電器工業的建設，使蘇聯的工業企業能以一級技術裝備起來，並使繁重的體力勞動機械化。

用新的技術來裝備蘇聯國民經濟，其空前未有的速度是完全合乎規律的。因為這正是社會主義社會必然的不斷進步，它必然要採用完善的技術。

斯大林在自己的天才著作「蘇聯社會主義經濟問題」中指出：問題是不僅在於一般技術，而是技術不能停止不前。技術應該隨時改善，舊的技術應該以新的來代替，新的則應以更新的來代替。

一旦資本主義國家掌握了新技術，則就不可避免地將使勞動人民的物資狀況趨向惡化，伴隨而來的便是失業者的增加和勞動

① 「列寧全集」，第 31 卷，第 486 頁。

羣衆的貧困。

斯大林同志指出：「當新技術向資本主義預示着最大利潤的時候，資本主義就擁護新技術。當新技術不再預示着最大利潤的時候，資本主義就反對新技術，主張轉而採用手工勞動。」^①

社會主義的任務，是在於以高度的技術基礎來使社會生產不斷增長和完善的辦法，以保證整個社會經常增長的最大限度的需要。

爲了實現列寧英明的指示：共產主義就是蘇維埃政權加上全國電氣化，蘇聯人民建立了可使整個國民經濟更快發展的強大的技術基地。爲了使電氣化超越國民經濟的發展速度，新的五年計劃規定了電站的發電能力及電量增長的速度。爲此擬定：

「在五年期間，使電站的總發電能力大約增加一倍，水電站的發電能力大約增加二倍，在火力發電站方面首先保證擴大現有的企業。使大型的水電站運轉起來，其中包括發電能力爲210萬瓩的古比雪夫水電站以及總發電能力爲1916000瓩的卡馬、高爾基、明基卡烏爾、烏斯特-卡緬諾戈爾斯克及其他水電站。架設並使用古比雪夫—莫斯科輸電線路。

展開斯大林格勒、卡霍夫卡和諾沃西比爾斯克水電站的建設工作，開始建設新的大型的水電站：伏爾加河上的契鮑克薩利水電站，卡馬河上的沃特金斯克水電站，伊爾提施河上的布克塔馬水電站以及其他等等。

着手利用安加拉河的動力資源，以便在廉價電力和當地原料的基礎上發展製鋁工業、化學工業、採礦工業及其他工業部門。

爲了認真改善南部地區、烏拉爾和庫茲巴斯的電力供應，必須保證大大增加這些地區的各區和各工廠的火力發電站的發電能力。爲了保證對各城市和各區的電力供應，除了建立大型的電站以外，還要建立小型和中型的電站。

爲了執行進一步工業化的任務，必須保證把立陶宛蘇維埃社

① 斯大林著「蘇聯社會主義經濟問題」，人民出版社，1953年北京第二版，第35頁。

會主義共和國、拉脫維亞蘇維埃社會主義共和國與愛沙尼亞蘇維埃社會主義共和國的發電量增加一倍至一倍半。建立納爾瓦水電站和里加火力發電站，並展開考那斯水電站的建設工作。進行波羅的海沿岸水電站建設的勘察設計工作。

保證建立火力發電站和熱力網，以便廣泛供應各城市和工業企業以熱力。

在電站中廣泛採用生產過程自動化。完成各區水電站完全自動化的工作，並在動力系統中開始實行遠距離操縱機械化。^①

在幾個斯大林五年計劃期間，由於我們人民英勇勞動的結果，在蘇聯建立了技術操作過程高度機械化的強大礦山工業，並裝備以最新式、最完善效率最高的採掘機及加工機械。

斯大林同志指出：「生產手續機械化，是我們所應實行的一個新穎的和有決定意義的辦法，否則不能支持我們的發展速度，也不能維持我們的新的生產規模。」^②

斯大林同志所給予機械化的確切定義，是我國發展礦山工業的基本方針。

採煤的個別過程及最主要過程的全部機械化，實際上已經被實現了。就像在回採掌子面裏割煤、落煤以及向鐵路車皮裝煤等過程的機械化業已完成。以採煤機械化的水平而言，蘇聯工業已居世界首位。

消滅了不久以前的繁重勞動的羣衆職業，例如：用手工作的運煤及刨煤的工人。與此同時出現了新的職業，例如採煤康拜因司機等等。這些新幹部都具有豐富的技術知識，並接近工程技術人員的水平。

由於我國採礦工業的巨大發展，按照新的要求提出了利用有用礦物資源的問題。除了利用富礦而外，也開始了貧礦的利用。

① 蘇聯共產黨（布）第十九次代表大會關於 1951—1955 年蘇聯發展第五個五年計劃的指示，人民出版社，1952 年北京第一版，第 4—5 頁。

② 斯大林著《列寧主義問題》，蘇聯外國文書籍出版局，1950 年莫斯科版，第 449 頁。

因此有用礦物的精選就得到了廣泛的發展。

在偉大的十月社會主義革命前，選礦工業是很落後的。

鐵礦的選礦僅在兩個不大的工廠中進行；爲了精選有色礦物，一共建立了四個工廠，這四個廠每晝夜的總產量還不到 500 噸。

選煤僅在頓巴斯的十幾個小廠中進行，其全年的總產量爲 450 萬噸，選煤僅佔頓巴斯總採煤量的 10% 稍強。

共產黨及蘇聯政府對選礦工業給以極大的注意，由於這方面的改進，我國的國民經濟得到了很大的發展。

現代，若不進行事先的金屬選礦，則銅、鉛、鋅、鋁、鎢、錫、鐵以及其他金屬的冶煉就不能進行，並且大部分採出的煉焦煤也要經過精選。

在高度的技術水平上，要改建舊的並建立新的選礦及團礦廠——宏大的完全機械化的企業。

黨十九次代表大會的指示中，在今後選礦工業的發展上給予極大的注意。爲了提高煤炭的質量，規定了要大大擴充選煤及壓煤工作；在五年期間選煤工作擬定約增加 1.7 倍；將要大大增加鐵、鉛、鋁及其他工業部門的生產基地。社會主義農業也將一定要達到一個新的高潮。爲了發展農業技術基地，也要求擴大現有的並建立新的選礦廠，因爲這些工廠可以生產礦物肥料——磷灰石的、磷的及其他等等。

全部操作過程的電氣化就是選礦及團礦廠全部機械化的基礎。

由於祖國學者們的卓越創造與發明，從十九世紀下半世紀開始在俄羅斯的礦山工業中就採用了電力驅動。

在俄羅斯時代，曾作出了構成現代電工基礎極重要的發明。

我國最偉大的天才學者米哈依爾·瓦塞里葉維奇·羅蒙諾索夫所創始研究的電氣現象事業，被科學工作者們及其繼承者很好地發揮了。

在當代的電工發源史上，展列着舉世聞名的偉大人物，例如：創始電弧、深刻鑽研電氣現象的院士 B. B. 彼得羅夫；世界

上第一個電報機的發明者 П. И. 西連科；第一個電動機的發明者 Б. С. 亞克比院士；電磁理論的創始人 Э. X. 楞茨；電燈的發明者 П. H. 亞布羅契可夫及 А. Б. 羅得金；無線電的發明人 А. С. 波波夫等。俄羅斯的天才工程師 М. О. 多利沃-多勃羅沃利斯基的創造與發明乃是世界上工業企業大量利用電力的基礎。

在革命前的俄羅斯時代，外國資本主義在工業中的惡劣勢力、電器工業和動力基地的缺乏、以及私人企業佔有者對以電動機代替蒸汽機的漠不關心，都阻礙了在選礦廠中運用電力驅動。

當時極大多數的工廠都使用蒸汽傳動。在阿拉幾爾股份有限公司（高加索）薩頓鉛銀礦篩分選礦廠中首創進行的電力運用試驗，在其他工廠中推廣地很慢。

偉大的十月社會主義革命將政權交給了人民，因而促成了我國整個經濟發展的根本轉變。

實現列寧斯大林的天才的國家電氣化計劃、建立動力基地及現代電機製造工業基地的結果，使得所有國民經濟部門廣泛地運用電力驅動，有用礦物的選礦方面當然也不例外。

選礦及團礦廠電氣化的最初階段，是以帶動傳動設備的成組電力驅動裝置來代替蒸汽機。

在第一個五年計劃期間，我們的工業已經能够生產用接觸器操縱電動機的器械了。從這時起，在選礦及團礦廠中就以遠距離自動操縱的個體電力驅動代替了集體的電力驅動。

隨着電力驅動進一步的改進和完善，則對選礦及團礦操作過程的自動化，及對全廠集中監查與調度管理的問題給以極大的注意。

同時在工廠裏也運用了專門的磁性及電力的選礦方法。

由於出色的科學研究院、設計院及學院（機械選礦研究院、南方礦井設計院、全蘇煤礦科學研究所、國立金礦設計院、莫斯科礦業學院、列寧格勒礦業學院、得涅波爾彼得洛夫斯克礦業學院等）和基建及安裝機關（礦井建設工程隊、中央電力安裝公司等）的同人之間以及和電器工業工廠與礦山機械製造工廠之間的密切

合作，由於他們有效的工作結果，對選礦及團礦廠的電力驅動、自動化、信號工具、遠距離及自動操作等的創建方面作出了很大的功績。

尤其是機械選礦研究院的工作更為卓越。這個研究院是1926年在彼得格勒礦業學院的選礦試驗室的基礎上建立起來的。目前已成為蘇聯和世界有用礦物精選範疇內最大的科學研究院及設計院了。

對於科學研究工作者及許多生產革新者改進有用礦物精選過程的最寶貴的成就，政府給予了崇高的評價並授予斯大林獎金。

在斯大林五年計劃年代裏所建立的現代化的選礦及團礦廠，乃是技術上極完善的企業，這些企業在大多數生產機器業已電氣化的基礎上實行了高度技術過程的遠距離控制和自動控制。

選礦及團礦廠的電氣化與技術操作過程有着密切聯系。因此，從事選礦工作的人員不僅應管理技術裝備工作，並且還要管理工廠中複雜的電氣技術業務。

把專業課〔選礦及團礦廠的電氣設備〕列入礦冶學院的選礦專業教學計劃中，是由於電氣化的特殊意義，它乃是選礦及團礦廠全部技術操作過程機械化的主要動力的基礎。

在本課程內講授有關有用礦物精選和團礦的電能運用問題，並且這些問題與工作機器、生產技術操作及社會主義勞動組織等密切相關。

本書為礦冶學院選礦專業學生的教學參考書。在書中主要述及選用選礦廠電氣設備的問題，研究最普通的監查及控制操作機器的電路圖，並研究選礦及團礦廠中電氣照明及電力分配的方案。

在某些情況下僅作了一些基本情況及原則性的說明，這些可以作為將來的選礦工程師獨立工作及創造性的掌握技術操作過程的基礎。

在書中尤其特別注意電力驅動的自動化問題，為了使讀者能夠迅速地掌握選礦及團礦廠的新技術，並述及各種儀器和器械以及機器和機械的遠距離控制和自動控制系統圖。

第一章 選礦廠及團礦廠電氣設備的特點

第1節 選礦及團礦廠工作條件的特點和對電氣設備的要求

蘇聯現代的選礦及團礦廠是具有流水生產過程的、充分機械化了的、高度生產力的企業。在這個過程中，各種機器和機械大量的參與工作，這些機器是在一定順序中工作着，在技術上是緊密地相互聯系着。其中所有主要的機器及機組，全是用個體的感應電動機來帶動。

此外，在選礦廠中還直接把電能應用到某些技術操作過程方面（選礦、除塵等）。

連續生產中的任一機器停車時，將會引起操作線路上全部器械的停車，有時甚至引起全廠的停車。一般來講，在選礦及團礦廠的工作中，即或是比較短時的停工也會引起技術操作過程的混亂，並因而引起產品數量及質量的降低。

因此，對於選礦及團礦廠的一切設備，首先是對於電氣設備，就提出了在工作中的高度可靠性和工作不能間斷的要求。

在風選的選煤廠中，由於選煤技術操作過程在進行中的特點，生成了大量在空氣中飄浮的煤塵。在濕選過程中，煤塵則出現於洗煤機的乾燥部分。在選礦廠裏，主要是在乾礦機部分可生成大量的灰塵。當破碎及篩分時，也能從煤中放散出混合氣體——多半是沼氣。

所有這些，在車間中就能形成煤氣及煤塵爆炸的危險。

煤塵的燃燒能力和許多因素有關。這些因素是：空氣中煤塵的數量、煤氣的化學成份及充塵空氣的成份。此外，煤塵燃燒的能力還和引燃物的溫度、大小及作用時間有關。

如若空氣中煤塵的濃度達每立方米 17—19 克時，則溫度高至 1200° 的物體就能使煤塵燃燒。電壓為 33 伏電流為 5 安的電弧，當煤塵的最低濃度為每立方米 24.1 克時，就能引起煤塵燃

燒。

混於大氣中的沼氣，能增加煤塵的爆炸危險，而氣體中含有油質時，能增加煤塵的易燃性。

當空氣中含有濃度為4—14%的沼氣時，該氣體即有爆炸危險。含有沼氣為8.3—8.5%的氣體，在爆炸方面是最危險的。當具有飄浮的可爆煤塵，並在空氣中含有少量的沼氣時，即可能引起爆炸。

電氣火花或露於前述地區中的灼熱導線，在某些條件下可以引起可爆混合氣體的燃燒。

這些條件便是：沼氣的密度，電流的強度，電路的電感，被斷路的接點形狀，在電路斷開的瞬間電流的大小，電路斷開的速度等等。

為了保證選礦及團礦廠工作的安全，在含有大量的可爆煤塵或沼氣的車間中，應該採用防爆型式的特種電氣設備，而電網絡則應採用鎧裝電纜或是盛於鉛殼中或鋼管中的絕緣導線。

在防爆電氣設備的結構和創建方面，蘇聯已取得了領導地位。

祖國的工業所生產的電氣設備，常用於煤塵地區及含有沼氣的場所時，它可充分的保證安全。

在濕法選礦的選礦廠及洗礦廠中，車間是潮濕的，並在這些車間的空氣中含有多量的水份，因而使得電氣設備的運用條件非常易於惡化。

用於此處的電氣設備，應具有不怕潮濕環境的絕緣。

還需指出，選礦及團礦廠的很多地方，在工作人員的觸電方面可以說是危險的。

潮濕、水份及導電的灰塵，使得電氣設備在維護絕緣方面趨於複雜化。由於大量金屬結構的存在，當同時和它並和電氣設備絕緣破壞的部分相接觸時，就增加了電擊的危險。

如果謹慎遵守組織規程及電工設備的操作規程時，就可完全免除電擊的危險。

在某些選礦廠中，爲了除塵，可採用電氣除塵器，它的工作電壓可達到數萬伏特。運用如此的高壓，將增加電擊的危險，因而需要設有特殊的安全裝置。

在選礦廠中，爲了保證技術操作過程的連續不停，大多是利用完善的電氣信號、利用遠距離及自動控制機組和個別機械的方法。

由此可見，對選礦及團礦廠所提出的嚴格要求就是工作的可靠和不停，但當車間具有爆炸危險的煤氣或含有可爆煤塵時，則引出另一要求，即需採用適當結構型式(最常用防爆的)的設備。

第2節 用於選礦及團礦廠中的電氣設備結構型式的特點

欲防護周圍環境對電氣設備的不良影響，可採用適當結構型式的外殼。

如若電氣設備的常在電壓作用下的導電部分，不設有防止接觸及防止其他物件落入器械內部的特種保護設備時，則稱此種電氣設備爲開放的。

此種電氣設備在選礦廠中很少應用，僅在某些由受過訓練的專門人員所看管的無塵車間(電站，特殊的機械車間)中應用。

在乾燥而不熱的、或是潮濕但不集結水份的、並由專門人員看管的車間中，可以使用開放型的電氣設備，但須具有特種的防濕絕緣。

防護型的電氣設備具有防止其他物件落入結構內部的特殊圍柵(板、網)，但該設備並不能防止灰塵、濕氣及瓦斯的侵入。

對於特別潮濕的、在牆壁及天棚上可以凝聚濕氣成爲水滴的車間，製造出防滴及防濺式的電動機。在此種電動機軀殼上的通風孔道之處，爲了防止水滴及濺沫落入電動機的內部，故裝設有特種的保護擋板。

封閉式電氣設備用於帶導電灰塵的廠房或用於帶不導電灰塵的潮濕廠房裏。

封閉的電氣設備的全部帶電部分，皆封閉於密封的鑄鐵或鋼的軀殼中。此軀殼能防止灰塵及部分的濕氣滲入電氣設備內部，

但不能防止瓦斯的侵入。

既然封閉的電氣設備不能防止瓦斯的侵入，故在具有爆炸危險介質的車間中就不能用它，因為殼內的事故爆炸，可以激起大氣的爆炸。

封閉的電動機，按其冷卻方式可分為下列幾種類型(型式)：

(a)自然冷卻的封閉型式 在電動機工作時所產生的熱量，由於自然的熱的對流和輻射，經由軀殼的表面發散到四周去。

(б)用裝在電動機轉軸上的特種風扇而自行通風的型式 製成爲內部自己通風及外部自己通風的電動機，前者是利用風扇使氣流吹洗電機的繞組和鐵芯，後者是利用風扇增強封閉型電動機外殼的冷卻。

(B)獨立冷卻的型式 冷卻物(空氣、水、氣體)的導入或排出，是利用與電動機本身無關的特種設備。

電動機的通風路徑如下：利用裝在電動機轉軸上的風扇，或是利用經由特種管道導入電動機軀殼上通風孔道處的獨立風扇，把潔淨的冷卻空氣打入到指定的範圍。通過電動機的空氣由另一孔道排出到裝有電動機的车間中，或順着空氣導管而排送到車間之外。

在選礦及團礦廠中，大多是採用自己通風的電動機。

根據礦井技術操作規程^①，開放型的、防護型的及封閉型的電氣設備，僅許可用於和煤塵完全隔絕的絕緣車間。

在選礦及團礦廠中，常應用用在礦山企業工作中的電動機及電器。

礦井的電氣設備可分為礦用普通的、礦用提高可靠的、及礦用防爆的。

礦用普通的電氣設備具有一很堅固的外殼，用以防護帶電部分遭受機械破壞及水滴或濺沫的侵入。帶電部件的絕緣材料具有高度的防濕性，可以用於空氣相對濕度爲97%、周圍溫度爲25°

① L礦井技術操作規程1，蘇聯國立煤礦技術書籍出版社，1951年版。

的條件下工作。

所有的電器及開關設備，其可動機構務須設有連鎖（機械的或是電氣的），用以防止當有電時揭開蓋子和打開開關設備，並防止在敞開蓋子時接通電器。

專採用具有密封接頭或插座接頭的電纜用以引入電能。

接點或帶電部分封閉於密封的外皮中，或是浸於油中。礦用普通的電氣設備用標記 PH 表示。

今後，在我們的礦用電氣設備工廠大批出產該種機構以前，在不含有危險氣體的空氣中，對於固定裝設的電氣設備，可暫時採用一般的（非礦用的）防護型的電氣設備，而對於移動的則採用封閉型的電氣設備，用以代替礦用普通型的。

礦用提高可靠的電氣設備 防爆的外殼將使得電氣設備大加昂貴，其重量增加了 50—60%，並使其冷卻條件變壞。因此，在不太繁重的工作條件下，電氣設備並不置於防爆的外殼中，而是製成較普通型的設備更為可靠的提高可靠型。

要做到提高電氣設備的可靠性，主要是利用降低危險部件的容許發熱和僅把經常發生火花的部件封閉於防爆外殼中的方法，或利用把繞組和帶電部分浸於油中的方法。

礦用的提高可靠型式常被應用於：鐵套接線盒，電纜引入線及電纜接頭，充油的電器，鼠籠型感應電動機等方面。

根據規程和定額，對於提高可靠型的電氣設備，除提出了對於礦用普通型的全部要求而外，還提出了下列的一些補充要求：

(1) 絕緣繞組的容許發熱溫度應較普通型的電氣設備減低 10°；

(2) 不絕緣的導體（電阻）的發熱不應超出 200°；

(3) 對於固定軀殼各個部件的螺帽和螺絲頭，僅應在使用特種搬子時方能擰開其螺栓和螺釘；

(4) 電氣設備的外殼應能保護電器本身不受機械損壞及灰塵和濕氣的侵入；

(5) 正常工作時發生火花的部分（例如，繞線型電動機的接