

苏联 Я. К. 奇美列夫等著

煤矿井下电气设备 及其发展

苏联井下电气設備科学技术會議論文选集

煤炭工业出版社

U172.2

Q4.6

250.3

76T

19

煤矿井下电气設備及其發展

(苏联井下电气設備科学技术會議論文选集)

苏联 Я. К. 奇美列夫等著

北京矿业学院編譯室譯

北京矿业学院矿山电工教研組校訂

煤炭工業出版社

144441

一九五四年苏联有关单位曾召开收进現有井下电气设备及研究制造新
型井下电气设备的科学技术會議。会上宣讀了一批論文。根据我国目前实
际情况，我們从其中選擇了十三篇文章（总结性的三篇，变配电六篇，防
爆二篇，其他二篇）翻譯出版。

本書可供科学研究人員和工程技術人員参考。

本書是由北京矿业学院編譯宗浪風書同志翻譯的，譯后由該院矿山电
工教研組楊仲平，朱厚柯，陈純，馬奇，蔡澤培等同志校訂。

Я. К. Чмелов等

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ

ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТОК УГОЛЬНЫХ ШАХТ

Сборник статей

Углетехиздат Москва 1955

根据苏联国立煤矿技术書籍出版社1955年版譯

721

煤矿井下电气設備及其發展

(苏联井下电气設備科学技术會議論文选集)

北京矿业学院編譯室譯

北京矿业学院矿山电工教研組校訂

*

煤炭工業出版社出版 (地址：北京東長安街侯馬工業部)

北京市書刊出版業營業許可証出字第084号

煤炭工業出版社印刷厂印刷 新华書店發行

*

开本850×1168 1/32 印张64 字數110,000

1958年6月北京第1版 1958年6月北京第1次印刷

統一書号：15035·451 册数：0.001—3.000册 定价：(10)1.30元

目 录

井下电气設備及其發展問題	3
矿井电气設備改善途徑	9
对井下电气設備的要求	41
卡尔·馬克思工厂新設計的矿井电气設備	53
矿井用高压防爆配电箱	58
煤矿矿井用無油电力变压器和移动变电所	71
井下电气設備技术中的新成就	111
提高电气設備防爆性的新途徑	134
井下低压电網絕緣状态的自动檢視	148
井下电網短路电流保护用过电流速动繼电器	159
維持采区电压方法	170
矿井电網电压的自动調整	193
煤矿矿井电網采用补充电压变压器	204

井下电气設備及其發展問題

工程師 亞·克·奇美列夫

按劳动机械化水平來說，苏联煤矿工業在世界上佔第一位。

在我們的矿井中掏槽，落煤，从工作面运煤，井下运输和鐵道貨車裝載完全完成了机械化。

联合采煤机，裝岩机和裝煤机，以及其他机械大大減輕了在最繁重生产过程中工作着的工人的劳动。

烏克蘭苏維埃社会主义共和国煤炭工業部管轄的矿井，大量地裝备了井下机械和电气設備。

大量地使用新的大型的工作面机械，使我們矿井的电气設備大大增加。

已达到的机械化水平与現有的各式各样的电气設備，起重器械和电纜，使我們有可能进入更高的技术水平，即机械的远距离和自动控制。

現在在学院，設計院和科学院的直接的創造性的帮助下，我們的工程技术人員（采区和矿井的机械人員，煤矿管理局，矿务局和矿井的电气人員与机电部門的工人）在烏克蘭苏維埃社会主义共和国煤炭工業部所屬的各矿井中（1954年10月1日情况）。

把下列各項改造为远距离控制：

联合采煤机和截煤机	1646
运输机的傳动裝置	3966
裝車地点的絞車和推車器	1140
無極繩运输絞車	116
鐵道貨車調配用絞車	315

把下列各項改造为自动控制：

帶低压电动机的矿井排水水泵	305
帶高压电动机的排水主水泵	10
主通風机	15
箕斗提升設備	4

这样一来，大部分井下机械已改为远距离控制，可是，把机械改为自动控制的工作作得还很少。

远距离和自动控制(特别是自动控制)与手动控制相比較的优点是，可以提高生产率，提高工作的可靠性和安全性。

我們的任务是，大胆而迅速地把所有的生产过程都改成綜合自动化的。

在煤矿矿井中使用着大量的各种型式的井下电气設備，这些設備基本上符合高度的要求和运轉上的繁重条件，但也有很多本質上的缺点，至使常常發生事故和故障并在一定程度上妨碍着改为自动控制。

电气工業部工厂(以卡尔·馬克思命名的，契斯嘉可夫和科灭洛夫工厂)出产了質量低的 ПМВ-1357 型和 ПМВ-1344 型起动机。

这种起动器的缺点是：絕緣介質强度低，保护裝置工作不可靠及其在起动机里不易安裝，ПМВ-1344 型起动机里管狀保險器的螺釘加紧得不好，中間繼电器的接点容量不够，科灭洛夫工厂制造的起动机，只要放置位置稍微不垂直就不灵敏。

起动器的断路器在断开和閉鎖状态下不能保証从保險器撤去电压，这是違背保安規程的。

哈尔科夫机电工厂出产的起动机沒有这些缺点，質量高，在运轉中可靠得多，因此未引起矿井服务人員的責难。哈尔科夫机电工厂的良好經驗应推广到其他电器工厂。

АФВ-1522 型和 АФВ-1532 型饋电綫自动开关整定电流的

調整範圍小(350—800 安),可是 АФВ-4222 型自動開關的調整範圍竟達 1800 安。

契斯嘉可夫工廠出產的 YPB-6/3 型高壓防爆油開關有與已經不生產的 ЯВ-3 型和 YPB-6 型油開關同樣的缺點:重量和尺寸都大,零電壓保護裝置的動作不可靠,過電流保護裝置不能調整,不能利用遠距離控制。

裝配有許多工作面機械(聯合採煤機,截煤機,運輸機,電鑽)的緩傾斜採區現有供電系統,是不能完全令人滿意的。供電系統複雜,可曲電纜太多,使狹窄工作面空間更加狹窄,而且需要附加的人力來移動,懸掛和看管它們。

電纜的堆積,是由于沒有便於安裝在工作面的適當的起動器和沒有可曲電纜用貫穿接續器之故。

全蘇煤礦科學研究院和頓巴斯煤礦科學研究院應當研究設計必要器械的技術條件,電器工廠設計部門應當設計有關器械的構造。應當特別注意保護裝置的可靠性。

電氣設備的運轉和修理尚在很差的技術水平上。平巷里的鎧裝電纜和工作面里的可曲電纜常常懸掛不好和損壞。工作面起動器械(配電點)不是裝設在傍洞里,沒有必要的空隙。接地網不符合技術保安規程的要求;起動器械在礦井修理廠修理,而在很多機電修理總廠無修理起動器械的組織;在礦井里沒有很好的利用修理班。

礦井總機械工程師和總電氣工程師,採區機械工程師和看管人員,竟容許違反技術保安規程。例如,在斯大林諾煤礦管理局的蘇維埃礦務局 №4—13 礦井中,在西部工作面里,1954 年 7 月 30 日經礦井總機械工程師諾維科夫同志批准,竟容許工作面電氣設備在切斷漏電繼電器的情況下運轉着。在工作面工作當中可曲電纜損壞,但未能及時把電纜切斷。在同一煤礦

管理局赤衛軍礦務局 №8/9 礦井管理處 №6 礦井中，1954 年 11 月 9 日，采區鉗工圖爾托沃依同志不檢查電氣設備狀態就兩次合閘，但是，饋電綫自動開關跳開。不弄清原因，圖爾托沃依同志就切斷了漏電繼電器，并向采區送電。結果，可曲電纜燒損，通風膠管也燒損。采區工作遂停止下來。

我們可以舉出其他類似的，可以證明違反井下電氣設備技術保安規程和運轉規程的事例。

設備本身有缺點，看管和修理的不好，以及違反技術保安規程，都會引起事故的發生和使采煤受到損失。

與此同時，也有很多礦井可以作為在井下電氣設備運轉方面好和修理組織方面好的例子，他們遵守了保證井下電氣設備不斷的工作和有助於完成和超額完成國家采煤計劃的運轉規程和技術保安規程。

為了井下電氣事業的發展，須採用以下所指新式礦山電氣設備：

1. 尺寸和重量尽可能小的高壓防爆無油開關，這種開關有可以調整的保護裝置，有電流表、電壓表和電度表，有極可靠的絕緣，還有遠距離控制裝置；

2. 有耐火充填物的礦井用電力變壓器；

3. 構造良好的可移動采區變電所；

4. 安裝在采煤場子的防爆磁力起動器（用干綫可曲電纜）；

5. 采煤場子可曲電力電纜用防爆接續器；

6. 更完善的防爆磁力起動器（考慮到遠距離和自動控制機械的要求）；

7. 架空綫式和蓄電池式電機車用直流自動開關；

8. 里边裝有漏電繼電器的饋電綫自動開關；

9. 高壓電網用漏電繼電器；

10. 主巷道, 回采工作面和掘进工作面用輕便的矿井防爆灯;

11. 160 瓩以下防爆卷綫式电动机;

12. 160 瓩以下电动机用防爆磁力站和轉子电阻;

13. 測量矿井接地电阻 用可靠的携帶式电桥, 精確而且迅速确定电綫破損 地点 用电桥, 搖表, 500 和 1000 伏的电压指示器和其他矿井用測量仪表;

14. 有不燃外皮的矿井用遮漏可曲电綫;

15. 高低压鍍裝电綫用不灌注絕緣混合物的接續器。

已經制成成品的非常需要的矿用电气設備不应迟迟不用, 如斯大林諾煤矿管理局电机工厂設計制造的成套接地电極, 馬克耶夫卡矿务局总电气工程师沃·阿·奧斯塔品科和技术科学副博士依·依·鮑基因戈設計的可曲电綫修理后的試驗台。

1953 年制造了很多套这种器械。这种器械在以列宁命名的馬克耶夫卡矿务局 №1—2 矿井中使用了二年。馬克耶夫卡科学研究院对这种器械运轉的情况給以好評, 并建議制造这种器械来装备矿井机电修理工厂。大量制造这种器械比制造试样晚一年才开始的。

馬克耶夫卡科学研究院曾長时試驗了有不燃外皮的遮漏可曲电綫。在試运轉过程中發現的这种电綫的某些缺点(彈性小, 橡膠硫化困难, 重量大)直到現在也未消除, 因此裝配矿井不能应用这种电綫。

为了改善矿井电气設備的运轉和修理, 必須:

- 1) 拟訂确定矿井电鉗工額定人員的标准;
- 2) 实行电鉗工等級制, 并根据所确定的級別規定級差工資;
- 3) 消灭矿井电气業務無人負責現象: 指定电綫巡視員对所有电綫網負責, 指定采区电鉗工对采区启动器械負責, 指定矿

井电气工作人員編制內的电鉗工对全矿共同使用的起動器械負責；

4)对負責电气設備無事故運轉的电鉗工实行獎金制度；

5)有系統的詳細的分析研究所發生的事故；

6)及时提出工厂供售矿井用設備質量低和構造不良的报告；

7)因为矿井里裝設了新的器械和新的系統，井下电气設備更加复杂起来，必須提高看管电气設備的人員，采区机械技術人員，矿井电气技術人員和机械技術人員的技術水平；必須在綜合学校，技术学校和学院成立專門的經常性的講習班，有系統的直接在矿井講授和作报告，为此，須吸收極熟練的工程师和学院工作人員参加工作。

矿井电气設備整体中固定电气設備佔很大比重(提升机，空气压缩机，扇風机和水泵等用电气設備)。

这些設備的檢查工作，尤其是調整工作，都未按步就班的进行。计划在頓巴斯成立煤矿动力設備修理公司，由它負責檢修，試驗和調整电气設備，制定电力消耗定額，以及調整和修理測量仪表。

成立这种公司，在組織有學問的和極熟練的工作人員，組織修理和調整固定电气設備各方面，对烏克蘭苏維埃社会主义共和国煤炭工業部各矿井和企業都將有很大帮助。

为了改善矿井电气設備的狀態，在矿井組織机电科有很大意义。

烏克蘭苏維埃社会主义共和国煤炭工業部

矿井电气設備改善途徑

工程師 沃·阿·奧斯塔品科

开采緩傾斜煤層時，采煤場子的技術裝備大大增加，相應的使電纜電網增長，起動器械，電動機和變壓器的數量增多和容量增大。

因此，必須解決井下電氣設備運轉上的新問題和消除礦山電氣設備的缺點。

1. 高壓電網短路接地的保護

井上和井下電氣設備大多數都是通過輻射式供電系統從井上變電所，井下中央變電所或工作水平配電所供以高壓電。

雖然這種供電系統是很靈活的，由於高壓電網向大地漏電的結果，也常發生很多停頓工作的情況。

頓巴斯電力局的變電所沒有短路接地保護裝置；用順序切斷饋電綫路的方法尋找系統中短路接地的地點，因而使礦井工作間斷。

在有大量饋電綫路的地區變電所，尋找短路接地地點需要數小時之多的時間，這將給運轉着的設備的絕緣造成破損的危險，如果在礦井里有絕緣击穿短路接地現象，會發生嚴重事故。

必須把地區和礦井變電所的高壓饋電綫路裝設上短路接地保護裝置。

1952年頓巴斯煤炭科學研究院和全蘇動力科學研究院設計了這種保護裝置，可是，一直到現在也未作出工業用短路接地

保护装置来。

但是，在其他工業部門早已采用了短路接地保护装置；在煤矿工業方面也必須采用这种装置。

馬克耶夫卡矿務局一、二号矿井变电所的所有引出綫电綫路上采用有选择性的短路接地保护装置已經有二年了。

这种保护装置主要是应用零序变压器和 3T-511/0.5 型电流繼电器。

二年期間里，每当电綫电網或设备的絕緣破損时，保护装置都可靠而有选择性地动作了。

2. 長壁工作面机械的供电系統

在長 150—250 公尺的工作面里，采用平巷上側留煤柱的采煤法时，为了从工作面向外运煤，安裝 4—6 台刮板运输机，为了掏槽采用 1—2 台截煤机或康拜因，为在采石巷鑽眼采用 2—3 台手持式或架柱式电鑽。按現在工作面里机械供电所采用輻射式供电系統來說，由配电点到工作面的可曲电綫数达 10 条之多。

除了电力电綫外，在工作面里还敷設有远距离控制运输机电綫。所以，电綫的总数达 14 条之多。除了从平巷到工作面的电綫以外，并敷設有在运输机和截煤机截盤接头处洒水用軟管。所有这些电綫和軟管，根据保安規程第 888 条的要求，应当悬挂在支架上，同时綁綫不要太坚固，要有一定弛度，二电綫間的距离不得少于 5 公厘。

当煤层厚为一公尺时，为了支架 14 根电綫，在工作面的头半面必須設兩排柱子；这时由电綫和軟管造成兩道柵欄。

在设备为上述一半数量的工作面里，就有一道电綫柵欄。再加上工作面的照明和远距离控制及信号的新的綫路，工作面

里的電纜數更增多了。

很明显，必須設法減少引向工作面的電纜數。这一点是可以办到的。

例如，为了控制運輸机，在工作面里須单独敷設電纜，因为運輸机的电动机沒有引出远距离控制電纜用接头。

斯大林諾煤矿管理局和煤炭工業部，在自己的修理工厂里早就可以于大修时在电动机上裝設新型(采用馬克耶夫卡科学研究院試驗过的構造)引入器。

必須改变運輸机的供电系統，并解决用一条電纜向工作面所有運轉着的運輸机供电这一問題，为此，須制造控制和信号用裝置。

3. 矿 用 电 纜

在緩傾斜煤層矿井里送电只能用电纜電網。在每一矿井中電纜電網的長度都达 30—50 公里之多。在这种情况下，電纜電網的運轉必須具有高度技术水平。同时，電纜電網的運轉是矿井电气的落后部分之一。

鋪 裝 电 纜

電纜有时就在工厂供給的滾筒上运送至井下，但最常用的方法是，把電纜卷成盤，裝在小矿车里，或者把電纜重卷在小直徑的滾筒上。为这一工作須花费很多劳动力，而且由于沒有运送電纜用保护裝置，電纜常常会受到机械損毀。矿井很需要有裝設在矿車基座上的電纜滾筒，滾筒尺寸与矿車尺寸符合，滾筒有制动和止动裝置，并裝設有可拆开的保护裝置，以防止运送时電纜遭受机械損毀。

鋪裝電纜連接处是電纜最薄弱的地方。为什么電纜接續器

是電纜電網發生事故的主要源泉？關於礦井電纜的運轉，全蘇煤炭科學研究院出版有運轉導則（爾·姆·列伊博夫和依·勒·法伊比索維奇擬訂），其中有關於鑲裝電纜連接的指示。因有以下原因，這些指示在礦井里不能執行。

1)沒有標準的電纜附件；在礦井中大多數是采用鐵皮的或鑄鐵的原始形接續器。

2)沒有瓷絕緣插入器，以便分開接續器里的電纜心綫；因此，必須用絕緣漆布或絕緣帶把联接起來的電纜心綫仔細的加以絕緣，可是，在灌注電纜絕緣混合物時，這些絕緣物發生蒸氣和氣體，因而在絕緣混合物中就遺留下空間和裂縫，水分可以經過它們進入接續器。

3)電纜心綫联接的地方不用錫銲接，因為沒有銲接設備；電纜心綫連接的地方不加銲接，會使電纜絕緣混合物溶解和連接地點的心綫燒毀。

4)絕緣混合物是在低於 $175-200^{\circ}$ 的溫度下向接續器里灌注，因為加了熱的絕緣混合物向礦井送的距离很遠，不能保持這種溫度；加了熱的絕緣混合物就是裝在普通的筒里向礦井送；在礦井里沒有專用防爆電纜絕緣混合物電氣加熱器。

5)為了安裝電纜接續器採用沒有防腐層的夾頭和螺釘，因而使全礦接地網的接觸電阻增大，常常斷開接地網。現在開始出產鉛包皮電纜，因此，關於安裝電纜接續器所用材料問題更加嚴重。

在安裝接續器時迫不得已違反規程，致使頻頻發生事故。根據鑲裝電纜發生事故的統計數字來看，終端和中間接續器的事故竟達所有事故的75%。

在這方面應當加以整頓，並運用其他部門有關電纜電網運轉的先進經驗。為此，必須：

1)用較高电压对矿井电纜进行預防性的試驗；有些煤矿工業工作人員借口矿井有瓦斯不采用这种試驗，并說这种試驗只能在井上進行；但是，矿井电纜被击穿，并在击穿地点發生大的电弧，比作試驗时所發生的火花危險得多，同时这种試驗是有計劃的預防性試驗方法，应当在通風監察員在場条件下進行，并且在進行这种試驗以前，应当檢查矿井大气的状态，所以，在矿井里用較高电压試驗电纜並沒有特殊的危險；

2)供給矿井終端和中間电纜接續器用瓷插入物和完善的电纜附件；

3)为了灌注电纜接續器，采用 KX3-158 牌号的冷注絕緣混合物，莫斯科动力局电力系统使用这种絕緣混合物是很有成效的；

4)采用莫斯科动力局电力系统使用的，电纜心綫更好的連接方法。

發現鎧裝电纜破損地点，須經過很長時間，并且很困难，需要有丰富生产經驗的，高度熟練的电鉗工用所謂“嗅”的方法来寻找破損地点。

但是，用“感触”和“嗅”的方法不能經常都找到破損的地方，尤其是电纜击穿地点被掩蔽着的时候。

科学研究院和工厂早就在進行着制作發現电纜破損地点的仪表的工作。而且已出产过一批 $\Phi\Gamma-1$ 和 $\Pi\Gamma\Gamma-2$ 型的仪表(德昂泊尔別特洛夫斯克矽整流器工厂)。我們也有这种仪表，但是，实际上并没应用它，因为用它很少能找出电纜破損的地方，原因是当电纜破損的地方接触电阻为 3—5 千欧时，仪表就不动作了，而实际上該数差不多都是在 5—50 千欧範圍內变动。仪表的电源是 B 干电池，这种电池很快就不能使用，电池一旦發生事故，仪表也就不能用了，在矿井里没有什么可以代

替它。除此以外，如果數條帶電電纜並列敷設着，使用儀表很困難；在這種情況下，必須把破損電纜放在地上。甚至僅有一條電纜的時候，為了使用儀表，也必須有敏銳的所覺。

ИПК-2型儀表不能使用的主要原因是，發送給電纜的音頻率太小，當破損電纜接觸電阻大的時候，不能保證電纜周圍有足夠的磁場。

馬克耶夫卡科學研究院對儀表擬訂的技術條件，儀表容量不許大於 30 毫瓦，顯然，對儀表工作能力來說，這是不夠的。這個條件的要求是，使儀表成為防爆的和無火花的。同時，安全規程第 919 條確容許非防爆儀表可以在礦井使用一次。令人難解，為什麼馬克耶夫卡科學研究院對尋找電纜破損地點用儀表提出這樣高的要求。我們知道，如果找不到電纜破損地點，就得向破損電纜供給低壓或高壓電來燒它，根據所發生的電弧確定破損地點。無疑的，這更加違反保安規程，但是，礦井人員不得已就用這種方法來防止礦井長時間的停頓工作。

在其他工業部門已經有了發現露天或地下電纜破損地點用完善的儀表。這種儀表的原理與 ИПК-2 型儀表的一樣，但是，向破損電纜發生的音頻率大些，這就有可能按照尋找器上的儀表指數確定出電纜的破損地點。這種儀表(КП-168 型)為哈爾科夫黑色冶金電力局製造。

電站部中心科學研究試驗室所制的現在最完善的 ДМК-2 型儀表，是按無綫電測位原理工作。

為使馬克耶夫卡科學研究院重新研究對發現鎧裝電纜破損地點用儀表的技術條件，和在設計出附合於馬克耶夫卡科學研究院技術條件的能夠使用的儀表以前，可以暫時的許可在通風監察員出席下，只于主巷道使用這種容量較大的儀表，這是必要的。