

矿井电气设备新技术(一)

水力采煤照明灯的 研究和制造

内 容 提 要

本書根据对水力采煤工作面照明灯的要求,研究了灯具形式、种类和有关問題,并介紹已試制成功的三种照明灯具——SZD—300/234型, SZD—100/180型, SZD—50/130型,可供水力采矿井照明选择和設計参考。

1222

矿井电气设备新技术(一) 水力采煤照明灯的研究和制造 撫順煤炭科学研究所編

煤炭工业出版社出版(社址:北京东长安街煤炭工业部)

北京市書刊出版业营业許可証出字第084号

煤炭工业出版社印刷厂排印 新华书店发行

开本787×1092公厘 $\frac{1}{32}$ 印张7 插頁4 字數15,000

1959年6月北京第1版 1959年6月北京第1次印刷

統一書号:15035·895 印数:0,001—3,000册 定价:0.18元

出版者的話

煤矿矿井电气設備对增进矿井机械化和安全生产，便利通信、照明，起着重要的作用。随着煤矿企业生产任务的加大、矿井机械化程度的提高，电气設備技术的改进更显得重要。自大鬧技术革命、大搞技术革新以来，电气設備方面的发明創造、新技术成就不断出現。现将撫順煤炭科学研究院在这方面的研究成果十九項，归納成八类，分册出版，并冠以“矿井电气設備新技术”总名。以后如有这方面的新技术成就，将加入本丛书陸續出版。

现在先行出版的有：

- 一、水力采煤照明灯的研究和制造；
- 二、水采、水砂充填信号；
- 三、矿用新型电话及扩音机；
- 四、矿井的照明及安全灯檢驗法；
- 五、矿用繼电器及接地电阻測定器；
- 六、橡胶电纜防爆热补器及故障点測定器；
- 七、鏈板运输机电动机及手持电鑽的保护装置；
- 八、矿用电气設備的防爆。

希望各局、矿多多提供有关电气設備方面的新技术成就資料，以便出版和推广。上列各書由于編写和出版都比较仓卒，难免有不妥之处，希讀者指正。来函可寄撫順市望花区撫順煤炭科学研究院或鞍山钢铁工业出版社。

目 录

出版者的話

一、对水力采煤照明灯的要求	4
二、灯具形式和种类的研究	6
三、透霧問題	7
四、投光灯照明原理	9
五、灯的防爆及防水性	22
六、已制造的水采照明灯	24
七、維護	28

水力采煤照明灯的研究和制造問題，是由开灤煤矿总管理处所屬林西矿提出，經由煤炭工业部指定我院进行研究的。

水力采煤对我国煤炭工业來說是一种最新的、也是最好的采煤方法。因为水力采煤法，不仅生产效率高、經濟，而且安全；是符合党所提出多快好省地建設社会主义的总路綫的方針的。因此，目前我国在煤炭工业方面正在进行着轟轟烈烈的大搞水力采煤的技术革命，并且取得了很大的成績。

但是，水力采煤在我們国家还是一个新的技术，还須从各方面使它臻于完善。

目前，影响水力采煤效率提高的重要因素之一，是水力采煤的照明問題。由于沒有完善的水力采煤照明設備，水枪工作情况及落煤情况都不能显示出来，这就需要經常关闭水枪到工作面附近去查看，大大地增加了非生产時間，严重地影响了水力采煤效率的提高。解决水力采煤的照明問題，就可以使水枪連續地进行工作，从而提高水力采煤的劳动生产率；同时，由于照明問題的解决，也可大大地提高工作的安全性。

水力采煤照明上存在的主要問題，是灯光如何透過水霧的問題。經過我們的研究，在这篇报告中，簡單地对透霧和水力采煤照明方面一些其他問題进行闡述。由于我們在研究的过程中，着重在以設計制造出比較适合的照明灯为原則，因而对原理方面的研究，只是着重在概念，沒有进行更深一步的数学演算和証明。

在最初的研究中，我們希望能夠找到資料，進行仿制，這樣解決問題快，但是，沒有找到，只有自己來研究製造。經過不斷的解放思想，大躍進，終於克服了困難，得到一些成果，經過現場的試驗，性能尚好。

在這裡，應當說明我們設計製造的幾種水力采煤照明燈，還缺少經驗，缺點和錯誤之處一定很多，希望讀者提出意見。

在我們研究過程中，得到了東北工學院物理教研組江自應老師、通風教研組王金波老師、瀋陽信號器材廠劉鐘誠等同志在技術方面的指導和幫助，及瀋陽市第一鑛木社、瀋陽市成德玻璃廠、龍鳳礦修配廠、瀋陽市恒盛燈具廠的協助承製和加工，我們表示謝意。

一、對水力采煤照明燈的要求

根據開採林西礦水力采煤工作面的采煤方法，水槍位置 and 照明距離等等，對水力采煤的照明問題，提出以下要求。

水力采煤工作面有和一般回采工作面類似的地方，有些一般井下工作面對電氣設備的要求，同樣也適用於水力采煤工作面。除此而外，對水力采煤工作面的照明問題，還有它的獨特的要求，即：

1. 由於水力采煤是用高壓水槍的高壓水力衝擊煤層進行開採的，水槍中水的出口壓力一般達30~50大氣壓，水的壓頭和流量都很大。因此，在采煤的過程中，由於高壓

水冲击煤壁，而在工作面造成由小的水珠组成的较浓的水雾。由于这种水雾的存在，给工作面照明问题带来了很大的困难。用矿井的一般防爆灯或者工人的头灯照明，是远远不能满足要求的。因此，要求设计新的照明灯，其光线要能很好地透过水雾。

2. 高压水的流束射到工作面后，水从煤壁返激回来时，仍具有很大的动能，并且携带着大量的煤块。因此，要求灯的保护玻璃要有足够的强度。同时考虑保护玻璃被打破后，灯泡被打破的可能性，也要增加，很可能造成灯丝暴露于大气中。为确保安全起见，玻璃的外边，在保护玻璃尺寸较大时，考虑加装使保护玻璃不受损坏的装置。

3. 对有瓦斯及煤尘爆炸危险的矿井，照明灯同样亦应有很好的防爆性能。水力采煤照明灯的防爆性能及构造，要进一步研究。因为在水力采煤的情况下，一般防爆灯的防爆构造及切断电源的装置，不符合防水的要求。

4. 水力采煤照明灯具，还必须具备良好的防水性能。不能使水进入外壳内。否则，不仅对金属有腐蚀作用，而且有很大的危险性。

5. 关于照明距离问题，根据开滦林西矿的条件，要求为15公尺。根据目前水采工作面发展趋势来看，15公尺并不算高。特别是目前正在研究厚煤层水力开采，要求增加采高10~15公尺的情况下，就更需要较远的距离。但是，随之而来的问题是在近距离时(例如开采之初)，在强烈的光线作用下，尽管煤的吸收系数很大，但是在5~10公尺以内经煤壁和水雾返回来的光线也还是耀眼的。当然，在

远距离的情况下，这一问题是不大的。因此，应设法避免近距离时灯的耀眼作用。为此，除设计小容量的灯泡而外，对大容量的灯泡，可以考虑象汽车灯那样，作成双灯丝，即远光和近光的。当在近距离时，可以采用容量较小的近光。

二、灯具形式和种类的研究

根据上述要求，选择一种较合适的照明灯具，是解决水采照明的主要问题。经过研究分析，认为只有采用高度聚光的投射灯。

这种灯具的特点是光源的光度大，经过特殊的反射镜反射之后，几乎是以平行的光束射出来。因此，可以使轴向光的强度增加，在较远的距离处，亦能得到较大的照度。侧面的散光完全是可以不要的，减少侧面散光，不仅可以增加轴向光强，而且能减少灯光的眩目作用。

此外，应用于水力采煤工作面的照明灯具，按照其动力来源，可以分为利用电源的，和利用水力发电的两种。

利用电源时，灯的构造简单，用起来方便、灵活，维护简单，其缺点是需特设电缆。用水作动力的水力发电灯，与此相反，其构造复杂，用时需特设水管，但它的优点是可以使水力采煤工作面全部水力化，而不需要另加电源。这两种各有所长，可以根据不同情况选用。我们认为用电源要比用水源方便得多。

三、透霧問題

霧是由水的極小顆粒組成的。它相當于一塊磨砂玻璃，光線照在上邊時，其中一部分光線是散射，一部分透過水珠（如图1）。透過水珠部分的多少和光源的強度成正比的。透過的愈多愈好。反射回來的光線，進入工作人員的眼睛中，造成眩目作用，使工作人員眩目，同時，被照的水霧在工作人員面前形成光幕。由於這個幕的眩目作用，工作人員便看不清前邊在霧中的物體。

水力采煤工作面的水霧，和汽車及航海方面所遇到的霧是不同的。水力采煤工作面的水霧，是由高壓水沖擊、噴射而形成的，所以它的小水珠的體積是較大的，其中也包含有灰塵，而且分布是不均勻的。在水槍射流周圍比較大，而在其它地方則比較小。因此，我們

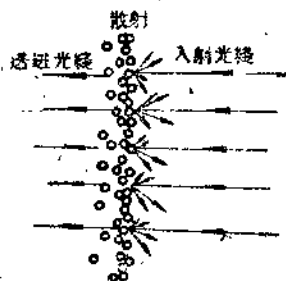


图1 光線透過水霧的情況

認為解決水力采煤方面的水霧問題，主要考慮以下幾點：

1. 利用強光透霧。即將光源的發光強度增加，在強光的作用下，使霧本身變成反光體，正象月亮對太陽一樣。由於月亮接受太陽的照射，可以把地球照亮。

因此，應用強的白光是最好的。以後，可以考慮採用高壓水銀燈，採用高度集中的投光燈進行水采照明，經過

多次的現場實驗，証實是合理的。

我們曾經用II3-24型投光灯，电压127伏，容量150瓦及解放牌汽車前灯，电压12伏，功率約20瓦分別在清潔的空氣中和具有灰塵和水霧中作比較試驗。其試驗結果如表1：

表 1

照度 (勒克司) 距離(公尺)	試驗情況	在空氣中		在水霧中		備 註
		II3-24	解放牌	II3-24	解放牌	
5		180	100	50	80	在10—11公尺時，可見物體
10		45	30	13—15	20	
15		20	10	2.5	8	

由表中可以看出，具有良好投光性能的解放牌汽車前灯透霧性好，經過水霧照度減少很小。在水霧的條件下，能看清物體的照度，大約在13~20勒克司。

2. 利用黃色光線透霧。上邊談到光線照到水霧上時，發生散射，散射強度與波長的平方成反比。也即波長愈短的光線在通過水霧時，引起的散射愈強烈，照明情況就愈差。因此，解決光線透過水霧的問題可以採用波長較長的光線。一般是採用具有較大波長的黃色光線。因為黃色光線除了具有較大波長之外，還有其良好的視感度。在實用上，汽車的前灯亦有採用黃光的。實際效果如何，由於缺少黃色玻璃及灯泡，尚未試驗。

3. 采用预先照明的办法。由于水枪射流处水雾较多，而在其周围水雾较少，可以制造小型手持式的投光灯，在水枪欲射的地点先行照明。因此，要求设计小型手持式水采照明灯，但同时亦要求有足够的照度，光度更要集中。

四、投光灯照明原理

投光灯照明的主要理论，是要使光源经过一定形状的反射镜以后，能使光线集中地射出，从而可以在较远的地点获得较大的光强。

决定照明性能的因素，有以下三个主要方面，即1. 光照系统(反射镜)；2. 光源；3. 散光玻璃。分别叙述如下：

(一)反 射 镜

反射镜对投光性能的影响，主要决定于两个方面。其一是反射镜表面的几何形状；其二是反射镜的材质（或所涂发光物质），即决定反射系数大小的。着重谈一下反光镜表面的几何形状。

1. 反射镜表面的几何形状

在光学中大家都熟悉的原理，即光线的入射角等于反射角。

应该认为，为了获得平行光线，不管反射镜的形状如何，通过一些辅助设备都可以作到。而其中最简单最好的是抛物线形的反射镜。

假如，反射鏡的表面是一個球面，如圖2。用幾何作圖的方法，當平行光線照到其上時，其反射光線是不交於一點的，而成為一個對稱的燕翅形，在光學中稱為“焦散曲線”。所以，置於球面反光鏡中的光源，是得不到平行光線的。

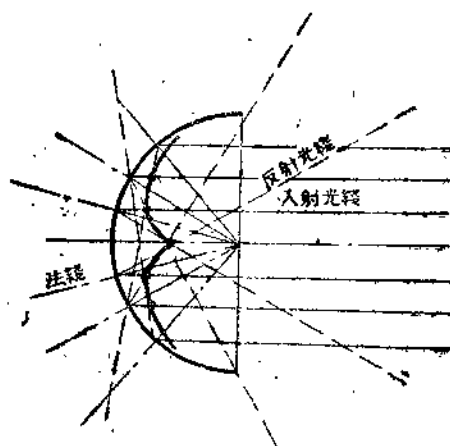


圖 2 球面反射鏡的焦散曲線

畫一拋物綫旋轉平面如圖3，用同樣的作圖方法可以得到：當平行光綫（入射光綫）經過反射鏡反射以後，其反射光綫，交於主光學軸上的一點P，如圖3所示。因此，要將光源置於此焦點，則經反射鏡反射出的光綫，將是平行的光綫。如果光源為絕對的点光源，則反射出的光綫也是絕對平行的。

因此,我們作了一組拋物綫族。即由拋物綫方程式 $y = \frac{1}{2P}x^2$, 設 $K = \frac{1}{2P}$, 焦點距離 $f = \frac{P}{2}$, 取 $D = 240$ (如图4)。曲綫如图5, 其數字列于表2中。

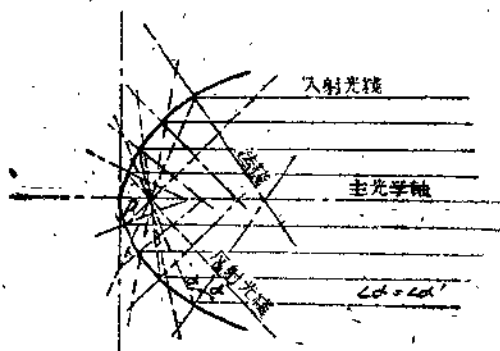


图3 拋物綫形反射鏡的聚焦

所有拋物綫, 即 $y^2 = 2Px$, 不論其常數 $2P$ 的大小都是适用的, 根据要求和焦距的不同来选用。

根据用途的不同, 按照焦距的大小分成二种: 焦距較大的和焦距較小的。前者多半应用于航空中的探照灯, 或軍事上投光照明之用, 如图6; 焦距較小的用于一般的投光照明, 如图7。

图中 P 为焦点, 由頂点到焦点 P 的距离称为焦距 f , H 为拋物面反光鏡的深度, D 为孔口直径, γ —称为抱角 (γ —外抱角, γ' —內抱角), $O-O$ 为主光學軸綫。

表 2

$\frac{X}{K}$	$\frac{Y}{K}$	120	110	100	75	50	25	15	10	5	0	f	备 註
0.001	14.4	12.1	10	5.6	2.5	0.6	0.23	0.1	0.025	0	250		SZD-300/234用
0.005	20	18	15	8.5	3.9	0.9	0.4	0.15	0.04	0	166		
0.002	28.9	24	20	11.2	5	1.25	0.45	0.2	0.05	0	125		
0.003	43	38.3	30	16.8	7.5	1.88	0.67	0.3	0.03	0	83.3		
0.004	57.5	48.4	40	22.4	10	2.5	0.9	0.4	0.1	0	62.5		
0.005	72	60.5	50	28	12.5	3.12	1.12	0.5	0.13	0	50		SZD-100/150用
0.006	85.5	72.6	60	33.6	15	3.75	1.4	0.6	0.17	0	41.7		
0.007	100	84.7	70	39	17.5	4.4	1.57	0.7	0.17	0	35.8		
0.008	115	95.5	80	45	20	5	1.8	0.8	0.2	0	31.3		
0.009	130	109	90	50	22.5	5.62	2.02	0.9	0.23	0	27.5		
0.010	144	121	100	55	25	6.25	2.25	1	0.26	0	25		SZD-50/180用
0.011	158	133	110	61.5	27.5	6.9	2.5	1.1	0.28	0	22.7		
0.012	173	145	120	67	30	7.5	2.7	1.2	0.3	0	20.9		
0.013	182	157	130	73.8	32.5	8.1	2.9	1.3	0.33	0	19.2		
0.014	202	169	140	78.4	35	8.8	3.2	1.4	0.35	0	17.9		
0.015	215	181	150	81	37.5	9.4	3.4	1.5	0.38	0	16.7		
0.016	230	194	160	89.6	40	10	3.6	1.6	0.4	0	15.6		
0.017	243	206	170	95	43	1.0	3.8	1.7	0.42	0	14.7		
0.018	259	218	180	101	45	11.3	4.0	1.8	0.45	0	13.9		
0.019	274	230	190	103	47.6	11.9	4.3	1.9	0.48	0	13.2		
0.020	288	242	208	112	50	12.5	5	2	0.5	0	12.5		

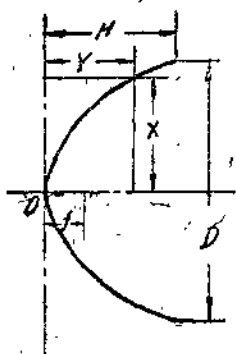


图 4

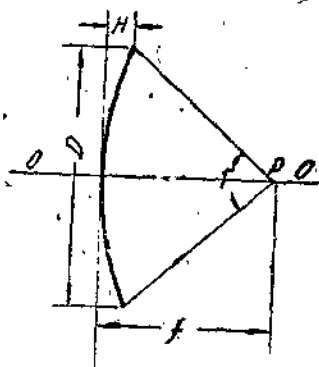


图 6 探照灯的反光镜 $f > H$

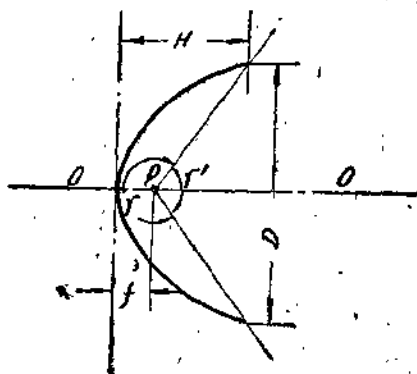


图 7 一般投光灯反光镜 $f < H$

1) 抱角 γ 愈大, 被截住的光綫愈多, 反射出来的光綫也愈多, 因而, 反射器的效率也愈高。

2) 抱角愈小, 截住的光綫愈少, 反射出来的光綫也愈少, 效率也愈低。但是, 抱角的增加, 也是有限度的, 不能增加过大。

不管什么样的光源, 都是具有一定面积的。因此, 实际上經反射鏡反射出来的, 并不是絕對平行光綫, 而是成角度不同的圓錐体。光源的尺寸愈小, 其圓錐度愈小, 如图8及图9所示。

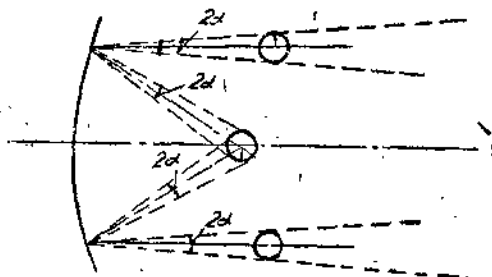


图8 光源具有一定尺寸(例如半径为 r 的球形)的影响

如图10, 为使反射鏡截住尽可能多的灯泡所放射的光綫, 反射鏡應該有尽可能大的抱角。抱角可以有二种方法增大: 即不改变焦距 f , 而增加反射鏡的孔口直径如图10, b; 或是不改变直径, 而改变反射鏡的焦距, 如图10, a。

后一种情形, 焦距愈小, 則所得反射鏡愈深, 光源距反射鏡頂点愈要近, 所以它受光源尺寸的限制; 而前者, 在技术上, 过多地加大孔口直径也是不合理的。因此, 一

般决定孔口直径和反射镜深度等，只能根据具体情况和需要的不同加以决定。

2. 直射散光及其利用

光源置于交点处，则在抱角以内的光线经过反射镜反射到远方。而在抱角范围外的光线，则以分散的光线射向

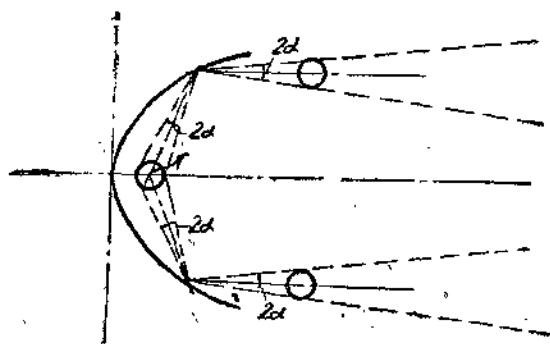


图 9 光源具有一定尺寸(例如半径为 r 的球形)的影响

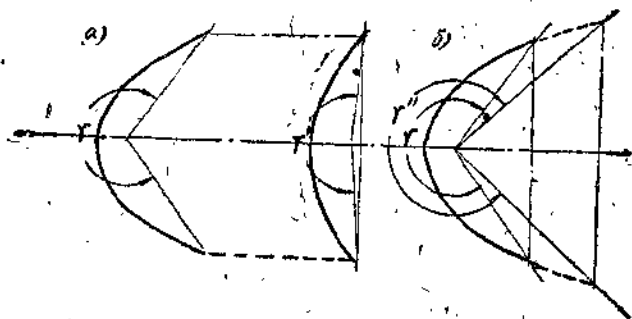


图 10 抱角 α 与反射镜直径和焦距的关系