

黑色冶金企業 电工手冊

下 冊

И. Г. 契霍米洛夫 主編
重工業部專家工作室 譯

冶金工業出版社

有色冶金企業
電工手冊

1999

黑色冶金企業電工手冊

下 冊

И. Г. 契霍米洛夫工程師 主編
重工業部專家工作室 譯

冶金工業出版社

**СПРАВОЧНИК ЭЛЕКТРИКА ПРЕДПРИЯТИЙ
ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ**

Под редакцией И. Г. ТИХОМИРОВА Металлургиздат (Москва 1952)

黑色冶金企业电工手册 (下册) 重工业部专家工作室 译

1956年6月第1版 1958年12月北京第2次印刷 2,300册 (累计6,850册)

850 × 1168 · $\frac{1}{32}$ · 660,000字 · 印张19 $\frac{6}{32}$ · 定价(10) 3.80元

中央民族印刷厂印 新华书店发行 书号 0422

冶金工业出版社出版 (北京市灯市口甲45号)

北京市书刊出版业营业许可證出字第015号

編 者

耶費羅依莫維奇 (Ю. Е. Ефроймович) 技術科學候補博士、克里切夫斯基 (Г. М. Кричевский) 工程師、列維塔恩斯基 (В. А. Левитанский) 工程師、瑪拉婭 (Р. Ю. Малая) 技術科學候補博士、涅依法赫 (Г. М. Нейфах) 技術科學候補博士、波波夫 (М. Д. Попов) 工程師、史莫羅季恩斯基 (Я. М. Смородинский) 技術科學候補博士、索蘇諾夫 (М. Н. Сосунов) 工程師、斯塔修克 (В. Н. Стасюк) 工程師、塔依茨 (А. А. Тайц) 工程師、費多謝也夫 (Л. М. Федосеев) 工程師、費依吉恩 (В. И. Фейгин) 工程師、切呂斯特基恩 (А. Б. Челюстин) 工程師、舍烈恩齊斯 (А. Н. Шеренцов) 工程師。

譯 者

徐家源、蒙鴻俊、陶漢英、鄭璇、趙穎

校 者

姚一清、孫競、劉振農

本手冊包括黑色冶金工業最常採用的電氣設備的技術數據及特性、計算和選擇電氣設備的要點、檢查及試驗的範圍和期限、電機及器械的綫捲數據、調整及試驗的標準和指示等。此外，在本手冊中尚列出了最新型式的電機、器械及其他電工製品。

本手冊中譯本分上下兩冊出版。上冊內容為原序、一般參考資料、企業供電、架空送電綫路、佈綫及電纜綫路以及電氣照明。下冊內容為電機、起動調整器械及自動裝置器械、高爐車間的電氣設備、平爐車間的電氣設備、軋鋼車間的電氣設備、電弧煉鋼爐與鐵合金爐的電氣設備、礦山的電氣設備、燒結場的電氣設備、焦化廠的電氣設備、金屬製品工廠的電氣設備、電力運輸以及安全技術等。

本手冊可供冶金工業電氣車間的工程技術人員及工長、生產車間及設計部門的電氣工作者參考。此外，對從事冶煉車間電氣設備設計、安裝及運行的工作人員亦富有參考價值。由於本手冊中有關工業企業供電、綫路敷設和電氣設備的運行及檢修的資料，適用於所有工業部門的各企業，因此本手冊對所有工業企業的電工人員亦極有參考價值。

目 錄

第 三 篇

第 六 章 電機	539
§ 1 總論.....	539
§ 2 汽輪發電機.....	545
§ 3 同期電動機.....	554
§ 4 感應電動機.....	563
§ 5 直流電機.....	589
§ 6 電機的運行數據.....	607
§ 7 電力驅動裝置的計算數據.....	655
第 七 章 起動調整器械及自動裝置器械	681
§ 1 總論.....	681
§ 2 手動操作器械.....	689
§ 3 電阻器.....	702
§ 4 自動操作器械.....	709
§ 5 吊車用器械.....	733
§ 6 特種器械及電機式自動裝置.....	766
§ 7 器械綫捲的數據.....	775
§ 8 器械的維護.....	779
§ 9 自動裝置用之繼電器（電流繼電器、電壓繼電器、時間繼電器）的調整及整定.....	785
§ 10 電機式功率放大機（ ΘMY ）的調整及整定.....	794
§ 11 操作工作制的調整及示波.....	796
§ 12 自動操作電路的檢查.....	799
§ 13 電路發生故障的原因及消除的方法.....	801

第 四 篇

第 八 章 高爐車間的電氣設備	805
§ 1 生產數據.....	805
§ 2 高爐車間裝料系統及輔助機械用的電機.....	807
§ 3 裝料系統機械用的驅動裝置的計算數據.....	814
§ 4 高爐車間電氣設備的運行.....	825
§ 5 在主捲揚可調電壓系統中自動裝置繼電器的調節和調 整須知.....	828
§ 6 主捲揚變阻器操作系統中自動裝置的繼電器的調節和 調整須知.....	830
§ 7 機械裝料系統中繼電器整定的計算和選擇.....	832
§ 8 調整行程開關及制動器須知.....	839
§ 9 裝料系統中的故障.....	844
§ 10 供電、負荷和用電的數據.....	851
第 九 章 平爐車間的電氣設備	852
§ 1 選擇電氣設備的技術數據及其工作須知.....	852
§ 2 平爐車間電氣設備的運行.....	860
第 十 章 軋鋼車間的電氣設備	874
§ 1 可逆式開坯機的電力驅動裝置.....	874
§ 2 各種軋鋼機的電力驅動裝置.....	890
§ 3 軋鋼用電動機功率的計算.....	907
§ 4 輔助機械的電力驅動裝置.....	919
§ 5 飛輪驅動裝置的轉差率調整器.....	931
§ 6 軋鋼車間電氣設備的運行.....	940
§ 7 軋鋼機電力驅動裝置的自動裝置用繼電器的調節和調 整須知.....	942
§ 8 負荷及需電量數據.....	947
第十一章 電弧煉鋼爐與鐵合金爐的電氣設備	956

§ 1	電弧煉鋼爐	956
§ 2	電弧鐵合金爐	974
§ 3	電弧煉鋼爐和鐵合金爐的自動調整器	983
§ 4	檢視及修理電弧爐電氣設備的期限	998
§ 5	對裝設電弧爐電氣裝置的基本要求	999

第 五 篇

第十二章 礦山電氣設備 1001

§ 1	採礦機械的電氣設備	1001
§ 2	工作面局部通風用的電氣設備	1006
§ 3	電鏟的電氣設備	1006
§ 4	深孔鑽機	1014
§ 5	礦山提昇用電氣設備	1015
§ 6	井下電纜的敷設	1017
§ 7	井下電氣照明	1020
§ 8	礦井中的接地裝置	1021
§ 9	電力放炮	1022
§ 10	礦山電氣設備的運行	1023

第十三章 燒結場的電氣設備 1030

§ 1	生產數據	1030
§ 2	電氣設備的技術數據	1031
§ 3	燒結場電力驅動裝置之功率的驗算	1032
§ 4	燒結場電氣設備的運行	1035
§ 5	供電、負荷及用電量的數據	1036

第十四章 焦化廠的電氣設備 1038

§ 1	電氣設備的技術數據	1038
§ 2	調度、聯鎖及信號裝置	1076
§ 3	供電	1078
§ 4	四座焦爐焦化廠主要車間的平均負荷	1079
§ 5	幾種主要生產的平均單位耗電量	1079

第十五章 金屬製品工廠的電氣設備	1080
§ 1 總論.....	1080
§ 2 拉絲及製繩車間主要設備的電力驅動裝置及供電系統 圖.....	1082
§ 3 電鍍車間的電氣設備.....	1089
第十六章 電力運輸	1096
§ 1 礦山井下運輸.....	1096
§ 2 井上運輸.....	1116
§ 3 牽引綫路（井上運輸）.....	1123

第 六 篇

第十七章 安全技術	1133
------------------------	------

第三篇

第六章 電機

§1 總 論

1. 定 義

電機（旋轉的電磁機械）用來將機械能變為電能，將電能變為機械能或用來將一種電能變為另一種電能；這些機械分別叫做發電機，發動機（電動機）或旋轉變流機。

任何電機都可以變換使用，即能作為發電機和電動機使用。

變壓器由於在理論上及實際中都與電機有着密切的聯系，所以一般也列入電機之內。

2. 電機按保護方法分類及名稱

1. 開敞式電機。所有旋轉及載流部分均無特殊保護設備的電機，叫做開敞式電機。

2. 保護式電機。有特殊保護設備，以防止外部物體進入內部的電機，叫做保護式電機。這種電機不防灰塵、濕氣及氣體。

3. 封閉式電機。各面完全封閉（不是嚴密封閉）的電機，叫做封閉式電機。

4. 防滴式電機。有防止任何既定方向的水滴及水流侵入內部的保護設備的電機，叫做防滴式電機。

5. 防爆式電機。能防止氣體在其內部爆炸和不使火焰與外部可燃氣體接觸，或不使外部可燃氣體進入電機內部與火花接觸的電機，叫做防爆式電機。

6. 封閉滑環式電機。轉子滑環裝在特殊的箱子內的電機，叫做封閉滑環式電機。在訂貨技術數據中無特殊指示時，滑環的保護設備應不低於電機本身的保護設備。

7. 密閉式電機。具有嚴密封閉外殼的電機，叫做密閉式電機。當電機完全浸入水中經過四小時時，此種外殼能不使水分侵入電機內部。

3. 電機按冷卻方法分類及名稱

1. 自然冷卻式電機。這種電機無任何特殊的冷卻設備。
2. 內部自冷式電機。這種電機的工作部分是藉風扇或任意一種與電機旋轉部分組成一體的特殊設備進行冷卻的。
3. 外部自冷式電機。這種電機的外部表面，由本身的風扇通風冷卻，工作部分封閉，不使外部空氣進入。
4. 外部他冷式電機。這種電機冷卻的介質（氣體及液體）由裝在電機外部的特殊設備（送風機或水泵）供給。

4. 絕緣材料的分類（ГОСТ 183—41）

電機所採用的絕緣材料，根據其耐熱程度可分為下列五級：

1. A 級絕緣：浸過油的或浸在油中的棉，絲，紙及其類似的有機材料，以及製造漆包綫用的，被稱為玻璃漆的化合物。
2. B 級絕緣：含有粘結劑的雲母及石棉的製品。
3. BC 級絕緣：用耐熱漆膠合的雲母，玻璃纖維及石棉的製品。
4. CB 級絕緣：不採用 A 類絕緣材料，而用耐熱漆膠合的雲母，玻璃纖維及石棉的製品。
5. C 級絕緣：無粘結劑的雲母及玻璃纖維，瓷，玻璃，石英及其他類似的材料。

如果絕緣物含有不同級的絕緣材料，則每種材料的溫度不應超過其允許的極限溫度。

5. 電機額定工作制的分類（ГОСТ 183—41）

根據電機工作的特性及持續時間，將電機規定三種主要的額定工作制：

- 1) 連續工作制；2) 短時工作制；3) 重複短時工作制。

在冷卻空氣溫度不變的情況下，如果工作週期很長，電機的所有部分實際上均達到穩定溫度時，則這種工作制叫做連續工作制。

如果工作週期不太長，也就是在冷卻溫度不變的情況下，電機的各部分實際上達到穩定溫度，且其停止時間足以使電機實際上能達到冷卻狀態者，則這種工作制叫做短時工作制。

標準的短時工作時間規定為：15, 30 及 60 分鐘。

如果短時工作週期與切斷週期（即所謂間歇）互相交替者，則這種工作制叫做重複短時工作制。電機的重複短時工作制的特性用工作週期的相對持

續時間，也就是接通時間來表示^o（在間歇時電機切斷），並用符號 ΠB 表示。 ΠB 就是工作週期與整個工作循環時間（工作時間及間歇的總時間）之比。

規定下列標準的相對接通時間：

$$\Pi B = 15\%; \Pi B = 25\%; \Pi B = 40\%,$$

此時一個循環的持續時間不超過 10 分鐘。

6. 額 定 值

每台電機上均有工廠銘牌，在銘牌上除製造工廠的名稱、電機型式及工廠的編號外，尚標出一系列的技術數據，這些數據叫做額定值。如果在銘牌上無補充說明，則所有這些數據均適用於連續工作制（第5項）。

7. 實際計算公式

1) 轉數 n 、頻率 f 與極對數 P 之間的關係：

$$n = \frac{60f}{P}, \text{ 轉/分。}$$

當頻率為 50 週/秒時：

$P =$	1	2	3	4	5	6
$n =$	3000	1500	1000	750	600	500

2) 電機的轉差率：

$$s = \frac{\omega_1 - \omega_2}{\omega_1} \text{ 或者 } s = \frac{\omega_1 - \omega_2}{\omega_1} \cdot 100\%,$$

式中 ω_1 ——旋轉磁場的角速度；

ω_2 ——轉子的角速度。

3) 電機的旋轉力矩：

$$M = 975 \frac{P_{\text{馬}}}{n} = 716.2 \frac{P_{\text{馬力}}}{n}, \text{ 公斤公尺,}$$

式中 P ——電機的功率，瓩（馬力）；

n ——每分鐘的轉數。

4) 電動機的工作電流：

直流：

$$I_{\text{н}} = \frac{1000 \cdot P_{\text{н}}}{\eta_{\text{н}} \cdot U_{\text{н}}} \text{ 安。}$$

^o 相對持續時間（或相對接通時間）的原文為 *относительная продолжительность (или относительная Продолжительность включения)*，亦有譯為相對持續率（或相對接通持續率）者——譯者。

三相交流：

$$I_H = \frac{1000 P_H}{\sqrt{3} \cdot U_H \cdot \eta_H \cdot \cos \varphi_H} \text{ 安,}$$

式中 P_H —— 功率，瓩；

U_H —— 工作電壓，伏；

$\cos \varphi_H$ —— 功率因數；

η_H —— 效率。

所有各值均適於額定的滿負荷。

5) 電動機的機械時間常數：

$$t = \frac{GD^2 n}{375 M_{\text{max}}},$$

式中 GD^2 —— 轉子的飛輪力矩，公斤·平方公尺；

n —— 額定轉速（對於三相電動機來說，則為其同期轉速），轉/分；

M_{max} —— 額定電壓時的最大旋轉力矩，公斤·公尺。

新型吊車及冶金用電動機的 t 值：

表 1

$t_{(\text{秒})}$ 值			
電 動 機 型 式	功 率, 瓩		
	50 以 下	50 以 上	
串激直流電動機	≤ 0.07	≤ 0.10	
三相交流感應電動機●	功 率, 瓩		
	25以下	25—75	75以上
	≤ 0.10	≤ 0.12	≤ 0.14

6) 電機的重量。

電機的重量可按下列公式之一概略地進行計算：

$$G = K_1 \sqrt{M^3}, \text{ 公斤, 或 } G = K_2 \sqrt{\left(\frac{P}{n}\right)^3} \text{ 公斤,}$$

① 在上冊中譯為非同期電動機，在下冊中統一譯為感應電動機——譯者。

式中 M ——電動機的額定旋轉力矩，公斤·公尺；

P ——電動機的功率，瓩；

n ——額定轉速，轉/分；

K_1 及 K_2 ——係數（參閱表 3）。

表 3 中的大係數值適合於低速電機（750轉/分及以下）或舊式電機；而小係數值則適合於高速電機及新式電機。

表 2

電機按功率及重量分類

電 機 類 型	普通轉速時的功率，瓩	重 量，公斤
小型.....	0—25	0—400
中型.....	25—100	450—1200
大型.....	>100	>1200

當進行概略計算時，對中等轉速的大型電機（汽輪發電機及水輪發電機除外）來說，其各部分的重量可採用下列比例關係（佔不包括軸承及基礎板的電機之重量的百分比）：轉子——50%；定子的上部分——25%；定子的下部分——25%。

表 3

係數 K_1 及 K_2 值

電 機 種 類	K_1	K_2
直流電機	低速電機.....	30—35
	550 伏電車用電動機.....	40—45
	1.5 及 3 千伏牽引用電動機...	35—40
	四極普通開啟式，帶有鋼製機座.....	45—50
	四極普通開啟式，帶有鑄鐵機座.....	50—55
	四極高速電機.....	90—100
感應電動機	小功率的.....	50—55
	中等功率的.....	45—50
同期電機 —50週/秒	中等功率的.....	24—30
	兩極汽輪發電機.....	70—80
	同上 四極的.....	75—85
	低速電機.....	90—100
		5250—6100
		7000—7000
		6100—7000
		7900—8750
		8750—9600
		15300—17500
		8750—9600
		7900—8750
		4200—5250
		12500—14000
		13000—15000
		15300—17500

8. 電機的通用無負載特性

在進行近似計算時，可以利用所謂「通用的」無負載特性曲綫。通用無負載特性曲綫能表明以分析法或圖解法表示標么值（或百分值）的關係。

$$\varepsilon = f(j) \text{ 或 } \varphi = f(j),$$

式中

$$\varepsilon = \frac{E}{E_H}; \quad \varphi = \frac{\phi}{\phi_H}; \quad j = \frac{i}{i_H};$$

i ——勵磁電流（腳註《H》表示額定值）。

1) 直流電機（發電機及電動機）

通用特性的近似分析式：

$$\varepsilon = \frac{K_1 j}{K_2 + j}.$$

係數 K_1 及 K_2 列於表 4 中，而對於具體的電機來說，係數 K_1 及 K_2 可按特性曲綫的兩個已知點（例如，用試驗方法所得之已知點）求出。

表 4

電 機	特 性	K_1	K_2
新式電機.....	過飽和	1.5	0.5
舊式電機及勵磁機.....	稍飽和	3	2

2) 同期電機

特性的近似分析式：

$$\varepsilon = 1.584(1 - e^{-j}).$$

在從 $j=0$ 至 $j=1$ 的範圍內較正確的為下述分析式：

$$\varepsilon = 2.55(1 - e^{-0.5j}).$$

§ 2 汽輪發電機

9. C. M. 基洛夫「電力」工廠製造的舊式和新式
汽輪發電機的數據

表 5

型 式	每分鐘 轉 數	功 率 千伏安	$\cos \varphi$	電 壓, 伏	轉子電流, 安		短 路 比	電抗, %	
					空載	滿負 荷		X''_d	X'_d
T-265/50	3000	938	0.8	400/230	—	—	—	—	—
				525	39	95	0.62	—	—
				3150	—	—	—	16	20
T-285/50	3000	1250	0.8	400/230	—	—	—	—	—
				525	41	100	—	14	19
				6300/3150	42	102	0.62	14	19
T-275/60	3000	1875	0.8	400	—	—	0.61	—	—
				525	—	—	—	—	—
				6300/3150	48	121	—	14	19
T-290/70	3000	3125	0.8	400	—	—	—	—	—
				525	—	—	—	—	—
				6300/3150	68	138	0.84	14.3	27
T-2120/7	3000	5000	0.8	6300/3150	76	176	0.67	14	21
T-2120/80	3000	6250	0.8	6300	—	—	—	—	—
T-2140/80	3000	7500	0.8	6300/3150	74	155	0.81	14.4	22
T-2175/87	3000	12500	0.8	10500/6300	—	—	—	—	—
T-2210/87	3000	15000	0.8	6300	89	223	0.6	11.7	20
				10500	—	—	—	—	—
T-2270/98	3000	30000	0.8	6300	121	343	0.5	13.3	18
				10500	—	—	—	—	—
T-4376/142	1500	55500	0.9	10500	318	639	0.76	13.4	23.5
T-12-2	3000	15000	0.8	6300/3150	—	—	0.6	12.6	21
				10500	—	—	0.6	14	23
T-25-2	3000	31250	0.8	6300	172	382	0.68	12.3	22
				10500	161	370	0.65	12.3	20

附註：根據電阻測定（或用測溫器在進入空氣為 35°C 時測定）發熱的極限溫度為：定子繞捲 115°C；轉子繞捲 105°C，但允許工作溫度為 125°C 的 T 2270/98 型電機除外。