

黑色冶金企業 电工手册

上 册

И. Г. 契霍米洛夫 主編
重工业部专家工作室 譯



冶金工业出版社

黑色冶金企業 電工手冊

100

黑色冶金企業电工手冊

上 冊

工程師 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

СПРАВОЧНИК ЭЛЕКТРИКА ПРЕДПРИЯТИЙ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ
Металлургиздат (Москва—1952)

黑色冶金企业电工手册(上册)

曹桂芝 戚秉进 刘荣达 赵颖 译
王节颖 秦华璣 鄒一鳴 校

1955年1月第一版 1958年11月北京第3次印刷2,800册(累計8,145册)

850×1168. $\frac{1}{32}$ • 500,000字 • 印張 $17\frac{2}{32}$ • 插頁2 • 定价(10) 3.20元

中央民族印刷厂印

新华书店發行

書号 0232

冶金工业出版社出版 (地址: 北京市灯市口甲45号)

北京市書刊出版業營業許可証出字第093号

編 者

耶費羅依莫維奇 (Ю.Е.Ефроймович) 技术科学候补博士、克里切夫斯基 (Г.М.Кричевский) 工程师、列維塔恩斯基 (В.А.Левитанский) 工程师、**瑪拉婭** (Р.Ю.Малая) 技术科学候补博士、涅伊法赫 (Г.М.Нейфах) 技术科学候补博士、波波夫 (М.Д.Попов) 工程师、史莫罗季恩斯基 (Я.М.Сморозинский) 技术科学候补博士、索苏諾夫 (М.Н.Сосунов) 工程师、斯塔修克 (В.Н.Стасюк) 工程师、塔依茨 (А.А.Тайц) 工程师、費多謝也夫 (Л.М.Федосеев) 工程师、費依吉恩 (В.И.Фейгин) 工程师、切呂斯特基恩 (А.Б.Челюстин) 工程师、舍烈恩齐斯 (А.Н.Шеренцис) 工程师。

譯 者

曹桂芝、成秉进、刘荣达、赵颖

校 者

王节韻、秦华稷、鄭一鳴

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、電機及器械的線卷數據、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、器械及其他電工制品。

本手冊譯本分上、下兩冊出版。上冊內容為原序、一般參考資料、企業供電、架空送電線路、布線及電纜線路以及電氣照明。下冊內容為電機、起動調整器械及自動控制器械、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、金屬制品工廠的電氣設備、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師技術人員及工長、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。由於本手冊中有关工業企業供電、線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。

原 序

我們社會主義工業的發展速度，以及完成黨和政府所提出的建立共產主義社會的物質技術基礎的歷史任務，均要求加速發展電力事業。〔共產主義就是蘇維埃政權加上全國電氣化〕——這就是斯大林同志在其天才著作〔蘇聯社會主義經濟問題〕中所極明確地強調指出的列寧關於共產主義的公式。〔實現所規定的國民經濟各部門生產增長速度和技术改進速度的最重要條件，是使國家進一步電氣化。1955年的發電量，比1950年大約增加80%。這使我們能够提高工業電氣化的水平，廣泛發展生產過程的自動化。……〕（人民出版社1952年版〔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〕第38頁）。

斯大林同志教導說：〔金屬是我國工業基礎的基礎〕（斯大林全集 俄文版第7卷第317頁）。在第十九次黨代表大會關於1951——1955年蘇聯發展第五個五年計劃的指示中寫道：〔…… 1955年的產量和1950年比較起來，生鐵大約增加76%，鋼大約增加62%，鋼材大約增加64%〕。〔黑色金屬生產到達上述增長的最重要條件，是進一步改善對冶煉企業現有生產能力的利用。為此目的，規定進一步加速冶煉過程，加速對冶煉過程控制的自動化，加速冶煉企業中費力勞動的機械化〕（人民出版社1952年版〔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〕第37頁）。

蘇聯的冶金工業，從第一個斯大林五年計劃起，即在技術生產過程廣泛機械化和電氣化的基礎上而發展的。

在黑色冶金企業中裝置了各種電氣設備：容量從數瓦至10000瓩的電動機、簡單的手力起動器及複雜的帶電機自動裝置和電子自動裝置的自動控制系統、容量從數瓩至50000瓩的發電機、容量在30000千伏安以下的乾式及油浸式變壓器；可控制及不可控制的水銀整流器；電壓在110000伏以下的各種高壓器械；電壓隔離開關及負荷隔離開關、油斷路器及無油斷路器、表用互感器、成套配電裝置；導線及電纜，其中包括裝在管中的特種導線和蛇皮形軟電纜、各種緊固金具和安裝用金具；保護繼電器、控制量度儀表、自動調整設備、控制及信號設備。在黑色冶金工業部所屬的一個大企業中，電動機的數量達5000——10000台，設備容量達數十萬瓩，電動機的負荷達100000瓩。

電力驅動裝置改進的結果，使得能安裝具有高度生產率的冶金設備：有效容積達1500立方公尺的高爐，軋製寬達2800公厘鋼板的高速冷軋機，巨型初軋機等。

成為提高勞動生產率和節約電能的有效方法之熱工過程及操作過程的自動化，在生鐵、鋼及鋼材的生產中和動力裝置中正日益獲得巨大的發展。〔在生產

過程自動化方面，已廣泛採用自動調整高爐生產的送風溫度。1951年，全部生鐵的95%是在具有自動調整送風溫度裝置的高爐中生產的；全部平爐鋼的97%是在黑色冶金工業部所屬各工廠內具有自動熱工控制裝置的平爐中生產的。最近幾年來，軋鋼機的自動化亦獲得了發展（摘自捷沃西安同志在蘇聯共產黨第十九次黨代表大會上的發言，1952年10月13日《真理報》）。

在發展電工技術和工業電氣化方面有着巨大貢獻的是俄羅斯學者和發明家В.В.彼得洛夫（Петров），В.С.雅可比（Якоби）及М.О.多利伏——多布羅伏利斯基（Доливо-Добровольский）等人。

彼得洛夫發現了電弧現象並作了其弧焰熔化金屬的順利試驗。由於他的試驗結果早在1803年即已發表，因此彼得洛夫可以公正地認為是現代電氣冶金的奠基者。

卓越的俄羅斯學者雅可比是將電能實際應用於工業中的首創者，是世界上最早的電力驅動裝置的發明者，他所發明的電力驅動裝置在1838年用以操縱尼瓦河上游八個槳的船隻，其速度為每小時2.5公里。雅可比與另一俄羅斯學者Э.Х.楞茨發明了電機的逆動原理，並奠定了電機的理論基礎和電機的製造原理。

多利伏——多布羅伏利斯基首先創立了三相交流系統，並發明了最簡單和最經濟的非同期鼠籠型電動機（1889年）及三相變壓器（1891年），因此圓滿地解決了建立合理的電力驅動裝置和輸電裝置的任務。

蘇維埃學者和專家В.К.波波夫（Попов），Д.П.莫洛卓夫（Морозов），Н.А.吉申科（Тищенко）及Н.Н.庫尼茨基（Куницкий）等人的研究工作，在發展冶金工業電力驅動裝置的理論和實際應用方面有着巨大的意義。

早在偉大衛國戰爭以前，蘇聯冶金工業的電力系統即達到了高度的技術水平。哈爾科夫電機製造廠所製造的高爐自動裝料系統的設備和大型初軋機用的電力驅動裝置，均有着世界上最優良的指標。

但是，冶金設備自動化的研究工作，僅在最近時期才獲得了發展。1947年馬格尼托哥爾斯克聯合冶金工廠的工程師們實現了軋鋼機的全部自動化，並因而榮膺了斯大林獎金。這一成就成了型鋼軋機、鋼板軋機、初軋機及鋼管軋機生產過程廣泛實現自動化的推動力量。

黑色冶金動力設計公司所屬中央自動裝置試驗所、黑色冶金中央科學研究院所屬電力驅動裝置試驗所及電器工業部所屬《電力驅動》公司在解決電力驅動裝置的控制自動化的複雜任務上起着巨大的作用。

全部新的軋鋼機均將按完全自動化而設計。

近來在冶金工業中日益廣泛地採用着交流驅動裝置和發電機——電動機系統。發電機——電動機系統通常用於最重要和最複雜的裝置（例如，高爐的翻斗升降機、初軋機的機械等）。在以可操縱的水銀整流器來代替旋轉變流機方面也進行了巨大而頗有成效的工作。鋼板軋機及鋼管軋機的許多巨大驅動裝置所採用

的可控制的水銀整流器成功的使用經驗證明：此種型式的整流器可以用於所有新裝的不可逆式可調整的軋鋼機。

爲了控制複雜的冶金用電力驅動裝置，廣泛採用電力放大機。與接觸控制相比，電力放大機在使用上和調整上均有着顯著的優點。1950年「電力驅動」公司的一個工作小組因製作和採用軋鋼機的新的電機式自動裝置系統而榮膺了斯大林獎金。

黑色冶金動力設計公司所屬中央自動裝置試驗所及「工業電氣爐」公司設計了電弧爐電極的新的靈敏控制系統。

祖國電器工業所達到的成就，在改善電氣化冶金設備的參數方面有着巨大的意義。例如，我國電器工業已能生產雙級線捲的新式巨型直流電機（此種電機能保證大大地降低 GD^2 和提高極限容量）；新式 MTB 型冶金用三相電動機和 MP 型直流電動機（此種電動機係採用 B 及 BC 級絕緣，具有高度的機械強度、較大範圍的容量、改良的轉數等級，且與從前所生產的 KT 及 KII 型電動機相比，新式電動機只具有極小的機械時間常數，而重量在 600 公斤以上者則採用拆卸式外殼）；MaP 型新式軋鋼用電動機；「烏拉爾電器」工廠所製造的 PMHB 6 × 500 安單陽極多箱式水銀整流器；繁重工作條件（冶金、運輸等）用的 KII500 型（150—300—600 安培，每小時接上 1500 次和切斷 25 分鐘）新式直流耐磨接觸器；帶電機式自動裝置的標準控制屏（此種控制屏用於各種冶金機械並能保證控制時間極少）及其他電氣設備。中央自動裝置試驗所爲軋鋼機的自動化設計並製造了特種設備：電子時間繼電器（具有較大的可以均勻調整的時滯）；計算用步屢式繼電器；冶金式高度靈敏度的光電繼電器；軋鋼上金屬的新傳送裝置；自調整相位的電流表及其他新的設備和儀表。

對冶金工業中所採用的電氣設備，在使用中除須有良好的動特性外，對其構造的堅固性和可靠性亦有着高度的要求。此外，選擇、裝置和維護電氣設備是否正確亦有着特別重大的意義。在設計時應根據規定的條件選擇最合理的變壓器、電動機、高壓及低壓器械、供電系統、控制系統及調整系統、電氣線路等；在安裝和調整時要求確定電氣設備合理的工作特性及維護特性，而在維護時這些特性必須保持和改良。所有這一切，只有很好地瞭解現代電氣設備的特性和參數後始能實現。

有關上述問題的數據，在本手冊中均已包括。

由於電氣設備的構造多種多樣、有關電氣設備的技術報導不够詳盡以及缺乏有系統的和總結性的運行數據，因此增加了編者和編輯者在編撰本手冊時的困難，但在本手冊中列出了全部已蒐集到的資料。因此編輯同人認爲本「黑色冶金企業電工手冊」之出版，將促進更好地研究和熟悉冶金工廠中的電氣設備，使電氣化設備達到滿負荷，並能促使利用提高生產率和節約電能的現存大量潛力。

目 次

原序

第 一 篇

第一章 一般參考資料.....	1
-----------------	---

第 二 篇

第二章 企業供電.....	33
---------------	----

§ 1. 總論.....	33
§ 2. 短路電流的計算及根據短路條件選擇器械和導體.....	34
§ 3. 電力變壓器.....	64
§ 4. 配電裝置的高壓器械.....	92
§ 5. 表用互感器.....	134
§ 6. 母線及絕緣子.....	148
§ 7. 蓄電池組.....	155
§ 8. 改善功率因數用的靜電電容器.....	167
§ 9. 絕緣油（變壓器油）.....	175
§ 10. 電能的量度及計算.....	181
§ 11. 繼電保護裝置.....	202
§ 12. 過電壓保護裝置.....	280
§ 13. 接地及中性接地.....	287
§ 14. 金屬水銀整流器.....	299

第三章 架空送電線路.....	318
-----------------	-----

§ 1. 1000伏以上的架空送電線路.....	318
§ 2. 1000伏以下的架空送電線路.....	376

第四章 佈線及電纜線路.....	390
------------------	-----

§ 1. 佈線.....	390
§ 2. 35千伏及35千伏以下的電纜線路.....	424

第五章 電氣照明.....	460
---------------	-----

第一篇

第一章 一般參考資料

1. 電工基本量的字母符號 (根據ГОСТ 1494—49)

表 1

基 本 量 名 稱	符 號	
	常 用	備 用
有效功率.....	P	P_a, P_u
無效功率.....	Q	P_p, P_r
視在功率.....	S	P_k, P_f
電動勢.....	E, e	
電壓.....	U, u	e
電流 (電流強度)	i	
電流密度.....	δ	j
電壓和電流的相位差.....	φ	
電阻係數.....	ρ	
電阻.....	r	
電抗.....	x	
容抗.....	x_C	
感抗.....	x_L	
阻抗.....	z	
電導係數.....	γ	
電導.....	g	
電納.....	b	
導納.....	y	

續前表

基 本 量 名 稱	符 號	
	常 用	備 用
電容.....	C	
電感；自感係數.....	L	
互感；互感係數.....	M	
頻率.....	f	ν
角速度.....	ω	
介質常數.....	ϵ	
介質損失角.....	δ	
線捲匝數.....	W	"
電阻的溫度係數.....	α	
磁通.....	Φ	
磁通密度.....	B	
磁勢.....	U	
磁場強度.....	H	
磁化力.....	F	
磁阻.....	R	
磁導.....	G	A
磁導係數.....	μ	

電動勢、電壓及電流的瞬間值用小寫字母、 e 、 u 、 i 表示；實效值用大寫字母 E 、 U 、 I 表示；最大值（振幅值）則用大寫字母和腳註 M 或 m 表示，如： E_M 、 U_M 、 I_M 或 E_m 、 U_m 、 I_m 。

直流的電動勢、電壓及電流用大寫字母 E 、 U 、 I 表示。

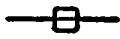
2. 電工單位的縮寫符號

表 2

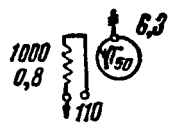
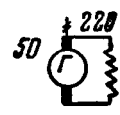
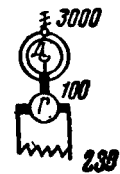
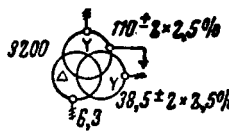
數 值 名 稱	符 號	
	俄 文	拉 丁 文 (希臘文)
安培.....	a	Λ
安培—小時.....	$a-y$	Ah
瓦特.....	δm	W
瓦特—小時.....	$\delta m-y$	Wh
伏特.....	δ	V
伏安.....	δa	VA
無效伏安.....	δap	VAr
亨利.....	$z H$	H
週波.....	$z \Pi$	Hz
千安.....	ka	kA
瓩.....	$k\delta m$	kW
瓩—小時.....	$k\delta m-y$	kWh
千伏.....	$k\delta$	kV
千伏安.....	$k\delta a$	kVA
無效千伏安.....	$k\delta ap$	$kVAr$
馬力.....	$\Pi. c.$	HP
兆瓦 (百萬瓦特)	$M z \delta m$	MW
兆伏安.....	$M z \delta a$	MVA
無效兆伏安.....	$M z \delta ap$	$MVAr$
兆歐.....	$M z OM$	$M\Omega$
千分安.....	Ma	mA
千分亨利.....	$M z H$	mH
微法拉.....	$MK\phi$	μF
歐姆.....	OM	Ω
法拉.....	ϕ	F

3. 單線強電系統圖例

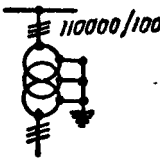
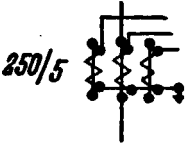
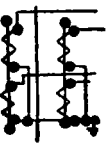
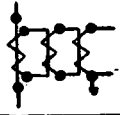
表 3

名 稱	圖 例
1. 總平面圖 配電箱或切換台	
變壓器設備容量為20000千伏安的110/38.5/6.6 千伏變電所	
100 千伏安的小型變電所 (變電亭)	100 
木中間電桿的架空線路	
錨式電桿的架空線路	
金屬中間桿塔的架空線路	
金屬錨式桿塔的架空線路	
鋼筋混凝土電桿的架空線路	
電纜線路	

續前表

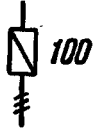
名 稱	圖 例
2. 旋轉電機 50週波星形聯接的三相同期發電機, 電壓為6.3千伏、容量為1000千伏安、中性點引出、$\cos\varphi = 0.8$、勵磁電壓為110伏。	
三相鼠籠型非同期電動機, 500伏、1000轉/分、容量為 300 瓩、線捲為三角形聯接、有由星形聯接改接成三角形聯接起動用之引出線	
三相捲線型非同期電動機, 500 伏、70瓩、定子線捲為星形聯接、1000轉 / 分。	
分激式直流發電機, 220 伏、50瓩。	
電動發電機, 由3000伏捲線型、星形接線的三相非同期電動機和直流230伏、100瓩的直流分激式發電機組成。	
3. 變壓器 三相三捲變壓器, 3200千伏安、110/38.5/6.3 千伏、有調整電壓士 2.5% 之分接頭、線捲為星形—星形—三角形聯接。	
兩台單相 35000/100 伏電壓的變壓器	

續前表

名	稱	圖	例
三台單相串級式電壓互感器組	(110000/100伏)		
三台電流互感器	250/5 安、三相聯接、接地線爲共用式。		
兩台電流互感器	雙鐵心式、兩相聯接(150/5 安)； 接地線爲共用式。		
串級式電流互感器	150/5 安。		
4. 斷路器 ❶、隔離開關和保險器。	過電流自動遮斷三相斷路器，600 安培。		
三相隔離開關	單側斷開式，400 安培。		
三相隔離開關	雙側斷開式，600 安培。		

❶ 斷路器原文爲 ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ，亦有譯爲遮斷器或開關者。

續前表

名 稱	圖 例
三相油斷路器，帶有電容式套管及電壓測定裝置。	
三相油斷路器，帶有套管型電流互感器。	
額定電流為 100 安的片形可熔保險器。	
額定電流為10安的管形可熔保險器。	
高壓可熔保險器，於硬樹膠套內裝有滅弧介質，其額定電流為 5 安培。	
額定電流為10安培的插入式可熔保險器。	