

高等學校教學用書



電 機 設 計

波斯特尼柯夫著

上海電機廠譯

烏克蘭蘇維埃社會主義共和國部長會議直屬高等教育管理局
審定為烏克蘭社會主義共和國高等學校電機專業教學參考書



機械工業出版社

1956

出版者的話

本書係根據烏克蘭國立技術書籍出版社 (Государственное издательство технической литературы УССР) 出版的波斯特尼柯夫 (И. М. Постников) 所著‘電機設計’ (Проектирование электрических машин) 1952 年版譯出。原書經烏克蘭蘇維埃社會主義共和國部長會議直屬高等教育管理局審定為烏克蘭社會主義共和國高等學校電機專業教學參考書。

本書闡述所有基本和某些特殊型式電機和變壓器的設計方法，並對電機設計中的某些經濟問題和許多新的計算方法作了較全面和詳盡的研討。特別是本書對設計和計算問題所敘述的方法，採用的公式、符號和單位制，都具有一定的統一性和系統性。書中對電機經濟的、電氣的、熱的、通風的、絕緣的和機械的計算也分別加以論述，並附有各種電機的計算實例。

本書可以作為我國大學電機系的教材，同時也是電機設計人員的良好參考書。

本書由上海電機廠孟慶元主譯，戴國徽、王作民、龔公岐、徐孝岳、王肅離、黃瑞霖、葛競存、夏允賦、金石銘、袁蘭芳、奚祖楨、王本高、王金仁等譯，並經朱春甲、方福林、黃國璋、郝立至、張煥振、盧濟奎、林傳鑾、汪積威、游善良等校閱。

書號 0821

1956 年 1 月第一版

1956 年 1 月第一版第一次印刷

787×1092 $1\frac{1}{18}$ 字數 691 千字 印張 27 $\frac{5}{9}$ 插頁 2 0.001—3.000 冊

機械工業出版社(北京東交民巷 27 號)出版

機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業許可證出字第 003 號

定價(8) 4.39 元

目 次

譯序	6
原序	7
代號	10
緒論	15

第一篇 電機設計總論

第一章 設計的一般問題	19
-------------	----

§1 電機的區分(19)——§2 電機設計及計算的一般條件(20)

第二章 電機和變壓器設計的通則	22
-----------------	----

§1 設計者的任務(22)——§2 電機的主要尺寸和容量(22)——§3 單位電磁負荷(25)——§4 電機常數或利用係數(27)——§5 功率增加時電機和變壓器的基本定律(28)——§6 導出的重量和導出的損耗(28)——§7 勻稱的原理(29)——§8 理想勻稱原理在實際上的偏差(31)——§9 電機最適當的尺寸選擇(33)——§10 經濟的電流密度和經濟的磁通密度(35)——§11 通用電機常數(37)——§12 磁極的幾何係數 $\beta = \frac{\tau}{l}$ 的選擇(39)——§13 槽高係數 $\lambda_1 = \frac{h_n}{\tau}$ 的選擇(40)——§14 最適當尺寸的實際選擇及其關係(41)——§15 從最低的實際價值來選擇電機與變壓器軛的尺寸(45)——§16 電機及變壓器的經濟效率(47)——§17 一定的主要數據對於電機尺寸的影響(49)——§18 經濟上的若干問題(53)

第三章 原理與計算的基本要素	55
----------------	----

磁路	55
----	----

§1 磁路計算的一般方法(55)——§2 氣隙磁勢(58)——§3 齒部磁勢(60)——§4 主電樞中軛部的磁勢(61)——§5 凸極電機磁極與次級軛中的磁勢(62)

電機參數	62
------	----

§6 一般特性與計算方法(62)——§7 電抗的計算(63)——§8 槽漏磁(64)——§9 擠流對 X_n 值的影響(65)——§10 差漏磁和雙鏈漏磁(65)——§11 齒端漏磁(68)——§12 線圈端接部分的漏磁(69)——§13 X_s 的一般公式(70)——§14 飽和作用對於電抗值影響的計算(73)

損耗與效率	73
-------	----

§15 當磁場交變時電樞鋼片內的磁滯損耗(74)——§16 電樞鋼片中的磁滯損耗及渦流損耗(74)——§17 不考慮加工係數的齒部損耗(75)——§18 軛部損耗(76)——§19 加工的影響和最終的公式(77)——§20 按工廠數據鋼中損耗的計算方法(77)——§21 空載運轉的表面損耗(78)——§22 齒部脈動損耗(80)——§23 負載時鐵中的雜散損耗(81)——§24 由於定子高諧波所引起的轉子表面損耗(81)——§25 由於定子齒磁場而在轉子表面產生的損耗(83)——§26 由於轉子齒高次諧波而在定子表面上產生的損耗(汽輪發電機)(83)——§27 由於轉子齒磁場而在定子表面上產生的損耗(84)——§28 凸極同步電機發生短路時定子齒部由3次諧波引起的損耗(84)——§29 繞組銅耗(85)——§30 端壓板、端蓋和結構零件內的損耗(90)——

§31 機械損耗(軸承摩擦及通風損耗)(91)——§32 效率(93)	
電機及變壓器的溫昇及散熱.....	94
§33 一般情況及通風裝置的型類(94)——§34 溫昇問題的計算及一般解決方法(94)——§35 電樞繞組及鐵心溫度的計算(107)——§36 集中式激磁繞組溫度的計算的特點(凸極同步電機及直流電機的磁極)(116)——§37 變壓器溫昇的計算特點(118)——§38 不穩定溫昇的計算(121)——§39 通風的計算(134)	
機械計算.....	141
§40 機械計算的內容和範圍(141)——§41 轉軸的計算(143)——§42 轉軸的臨界轉速(149)——§43 轉軸的扭轉振動(155)——§44 按照合成應力(按彎曲及扭轉)的公式核算轉軸(164)——§45 轉子內的應力(165)——§46 整流子內的應力(167)——§47 定子機座挺性計算及底板支架(168)——§48 定子楔線環計算(170)——§49 機座振動的計算(170)——§50 徑向軸承及止推壓軸承的計算(170)	

第二篇 電機設計方法和計算範例

第四章 同步電機	173
§1 應用範圍、構造形式及設計特點(173)——§2 水輪發電機及其他凸極同步電機的參數(177)——§3 電的特性(177)——§4 激磁(178)——§5 同步電動機及補償器(178)——§6 汽輪發電機(179)——§7 同步電機飛輪力矩 GD^2 的選擇(184)	
凸極同步機的計算	185
§8 待擇的或已給定的參數的估計(185)——§9 主要尺寸的選擇(186)——§10 實際的長度 l 及計算的長度 l_i (188)——§11 定子槽高 h_n (188)——§12 定子槽寬及槽數(189)——§13 定子繞組的選擇和槽數及槽形的最後決定(190)——§14 銅和槽絕緣的尺寸選擇, 槽的尺寸及 A 和 s 值的決定(191)——§15 定子的外徑(192)——§16 空氣隙(192)——§17 轉子的極靴(193)——§18 阻尼繞組(194)——§19 極心(194)——§20 轉子的內徑及轉子軛高(195)——§21 極間漏磁通的磁導(195)——§22 激磁特性(196)——§23 在額定負載及額定 $\cos\varphi$ 時激磁磁勢的計算(197)——§24 激磁繞組的計算(198)——§25 有效材料的重量及利用特性的計算(200)——§26 損耗及效率的計算(201)——§27 參數(203)——§28 時間常數(206)——§29 用額定電流的分數表示的三相短路電流(207)——§30 兩相短路電流(207)——§31 單相短路電流(207)——§32 為時間函數的三相短路電流的有效值(當空載短路時)(208)——§33 電流瞬時值的方程式(208)——§34 通風的計算(208)——§35 發熱計算(208)——§36 機械計算(208)	
凸極電機計算範例.....	208
同步電動機及調相機的起動特性的計算.....	231
§37 計算方法(231)——§38 CTΓ-6-12型同步電動機(110仟瓦, 3000 伏, 21.2 安, 500轉/分) 起動特性的計算例題(234)	
隱極同步電機的計算.....	237
§39 效率值的選擇, 損耗的大致分配及短路比的選擇(237)——§40 主要尺寸的選擇(238)——§41 定子槽數及繞組型式的選擇(239)——§42 定子的外徑(§15)(240)——§43 空氣隙(240)——§44 轉子主要尺寸的計算(240)——§45 激磁特性(241)——§46 轉子繞組(242)——§47 損耗及效率的計算(§26)(243)——§48 電路參數及短路電流(244)	

汽輪發電機計算範例	244
第五章 直流電機	260
§1 直流電機的一般特性與結構特性(260)——§2 主要尺寸及其關係的選擇。效率(270)——	
§3 在一定的週率及圓周速率下極數和轉速的選擇(277)——§4 電樞的電流密度(277)——	
§5 電樞繞組的選擇(278)——§6 根據容許的齒根磁通密度校正槽寬，決定線匝的平均長度、	
繞組的電阻和電樞的銅耗(284)——§7 氣隙的選擇(285)——§8 磁路計算(285)——§9 主極	
繞組(285)——§10 間極繞組與整流(288)——§11 補償繞組(292)——§12 整流子及電刷	
(292)——§13 有效材料消耗率及有效重量的計算(296)——§14 損耗及效率的計算(296)——	
§15 發熱及通風(299)——§16 機械計算(300)	
計算例題	300
例題 1 (300)——例題 2 (330)	
第六章 感應電動機	333
感應電動機的設計與計算	342
§1 設計數據(342)——§2 效率的選擇(342)——§3 功率因數的選擇(343)——§4 基本尺寸	
的選擇(344)——§5 定子和轉子幅向通風溝的數目及鐵心淨長(346)——§6 空氣隙(347)——	
§7 定子繞組和槽形(348)——§8 定子鐵心的外徑(351)——§9 轉子繞組和槽形(351)	
繞線轉子的計算	354
§10 轉子鐵心的內徑(356)——§11 激磁電流的計算(356)——§12 電阻與電抗的計算(356)	
——§13 指定值之校核(分析或按 §23 之圖圖)(356)——§14 (參數和等效電路圖)——見例	
題計算 1(357)——§15 損耗與效率的計算(357)——§16~§19 見例題計算 1(357)——§20 定	
子和轉子繞組溫昇的計算(357)——§21 通風計算(358)——§22 機械結構的計算和軸承的計	
算(358)——§23 圖圖(358)	
鼠籠式轉子設計和計算的特點	360
§24 圓形槽和矩形槽的標準鼠籠(360)——§25 鼠籠型轉子的漏抗(362)——§26 深槽鼠籠型	
電動機(364)——§27 電流在短路環中遭受排擠的電動機(366)——§28 雙鼠籠電動機(多里	
沃-多布羅勿斯基電動機)(367)——§29 用整塊磁鐵心作轉子的電動機(375)	
例題計算	385
例題 1 (385)——例題 2 (397)——例題 3 (409)——例題 4 (413)——例題 5 (418)——例題	
6 (425)	
第七章 變壓器	427
§1 變壓器的型式與構造特點(427)——§2 變壓器設計的基本規則(429)——§3 電力變壓器	
計算(430)	
變壓器的計算例題	443
附錄	455
參考文獻	487
中俄名詞對照表	491

高等學校教學用書



電 機 設 計

波斯特尼柯夫著

上海電機廠譯

烏克蘭蘇維埃社會主義共和國部長會議直屬高等教育管理局
審定為烏克蘭社會主義共和國高等學校電機專業教學參考書



機械工業出版社

1956

出版者的話

本書係根據烏克蘭國立技術書籍出版社 (Государственное издательство технической литературы УССР) 出版的波斯特尼柯夫 (И. М. Постников) 所著‘電機設計’ (Проектирование электрических машин) 1952 年版譯出。原書經烏克蘭蘇維埃社會主義共和國部長會議直屬高等教育管理局審定為烏克蘭社會主義共和國高等學校電機專業教學參考書。

本書闡述所有基本和某些特殊型式電機和變壓器的設計方法，並對電機設計中的某些經濟問題和許多新的計算方法作了較全面和詳盡的研討。特別是本書對設計和計算問題所敘述的方法，採用的公式、符號和單位制，都具有一定的統一性和系統性。書中對電機經濟的、電氣的、熱的、通風的、絕緣的和機械的計算也分別加以論述，並附有各種電機的計算實例。

本書可以作為我國大學電機系的教材，同時也是電機設計人員的良好參考書。

本書由上海電機廠孟慶元主譯，戴國徽、王作民、龔公岐、徐孝岳、王肅離、黃瑞霖、葛競存、夏允賦、金石銘、袁蘭芳、奚祖楨、王本高、王金仁等譯，並經朱春甲、方福林、黃國璋、郝立至、張煥振、盧濟奎、林傳鑾、汪積威、游善良等校閱。

書號 0821

1956 年 1 月第一版

1956 年 1 月第一版第一次印刷

787×1092 $1\frac{1}{18}$ 字數 691 千字 印張 27 $\frac{5}{9}$ 插頁 2 0.001—3.000 冊

機械工業出版社(北京東交民巷 27 號)出版

機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業許可證出字第 003 號

定價(8) 4.39 元

目 次

譯序	6
原序	7
代號	10
緒論	15

第一篇 電機設計總論

第一章 設計的一般問題	19
-------------	----

§1 電機的區分(19)——§2 電機設計及計算的一般條件(20)

第二章 電機和變壓器設計的通則	22
-----------------	----

§1 設計者的任務(22)——§2 電機的主要尺寸和容量(22)——§3 單位電磁負荷(25)——§4 電機常數或利用係數(27)——§5 功率增加時電機和變壓器的基本定律(28)——§6 導出的重量和導出的損耗(28)——§7 勻稱的原理(29)——§8 理想勻稱原理在實際上的偏差(31)——§9 電機最適當的尺寸選擇(33)——§10 經濟的電流密度和經濟的磁通密度(35)——§11 通用電機常數(37)——§12 磁極的幾何係數 $\beta = \frac{\tau}{l}$ 的選擇(39)——§13 槽高係數 $\lambda_1 = \frac{h_n}{\tau}$ 的選擇(40)——§14 最適當尺寸的實際選擇及其關係(41)——§15 從最低的實際價值來選擇電機與變壓器軛的尺寸(45)——§16 電機及變壓器的經濟效率(47)——§17 一定的主要數據對於電機尺寸的影響(49)——§18 經濟上的若干問題(53)

第三章 原理與計算的基本要素	55
----------------	----

磁路	55
----	----

§1 磁路計算的一般方法(55)——§2 氣隙磁勢(58)——§3 齒部磁勢(60)——§4 主電樞中軛部的磁勢(61)——§5 凸極電機磁極與次級軛中的磁勢(62)

電機參數	62
------	----

§6 一般特性與計算方法(62)——§7 電抗的計算(63)——§8 槽漏磁(64)——§9 擠流對 X_n 值的影響(65)——§10 差漏磁和雙鏈漏磁(65)——§11 齒端漏磁(68)——§12 線圈端接部分的漏磁(69)——§13 X_s 的一般公式(70)——§14 飽和作用對於電抗值影響的計算(73)

損耗與效率	73
-------	----

§15 當磁場交變時電樞鋼片內的磁滯損耗(74)——§16 電樞鋼片中的磁滯損耗及渦流損耗(74)——§17 不考慮加工係數的齒部損耗(75)——§18 軛部損耗(76)——§19 加工的影響和最終的公式(77)——§20 按工廠數據鋼中損耗的計算方法(77)——§21 空載運轉的表面損耗(78)——§22 齒部脈動損耗(80)——§23 負載時鐵中的雜散損耗(81)——§24 由於定子高諧波所引起的轉子表面損耗(81)——§25 由於定子齒磁場而在轉子表面產生的損耗(83)——§26 由於轉子齒高次諧波而在定子表面上產生的損耗(汽輪發電機)(83)——§27 由於轉子齒磁場而在定子表面上產生的損耗(84)——§28 凸極同步電機發生短路時定子齒部由3次諧波引起的損耗(84)——§29 繞組銅耗(85)——§30 端壓板、端蓋和結構零件內的損耗(90)——

§31 機械損耗(軸承摩擦及通風損耗)(91)——§32 效率(93)	
電機及變壓器的溫昇及散熱.....	94
§33 一般情況及通風裝置的型類(94)——§34 溫昇問題的計算及一般解決方法(94)——§35 電樞繞組及鐵心溫度的計算(107)——§36 集中式激磁繞組溫度的計算的特點(凸極同步電機及直流電機的磁極)(116)——§37 變壓器溫昇的計算特點(118)——§38 不穩定溫昇的計算(121)——§39 通風的計算(134)	
機械計算.....	141
§40 機械計算的內容和範圍(141)——§41 轉軸的計算(143)——§42 轉軸的臨界轉速(149)——§43 轉軸的扭轉振動(155)——§44 按照合成應力(按彎曲及扭轉)的公式核算轉軸(164)——§45 轉子內的應力(165)——§46 整流子內的應力(167)——§47 定子機座挺性計算及底板支架(168)——§48 定子楔線環計算(170)——§49 機座振動的計算(170)——§50 徑向軸承及止推壓軸承的計算(170)	

第二篇 電機設計方法和計算範例

第四章 同步電機	173
§1 應用範圍、構造形式及設計特點(173)——§2 水輪發電機及其他凸極同步電機的參數(177)——§3 電的特性(177)——§4 激磁(178)——§5 同步電動機及補償器(178)——§6 汽輪發電機(179)——§7 同步電機飛輪力矩 GD^2 的選擇(184)	
凸極同步機的計算	185
§8 待擇的或已給定的參數的估計(185)——§9 主要尺寸的選擇(186)——§10 實際的長度 l 及計算的長度 l_i (188)——§11 定子槽高 h_n (188)——§12 定子槽寬及槽數(189)——§13 定子繞組的選擇和槽數及槽形的最後決定(190)——§14 銅和槽絕緣的尺寸選擇, 槽的尺寸及 A 和 s 值的決定(191)——§15 定子的外徑(192)——§16 空氣隙(192)——§17 轉子的極靴(193)——§18 阻尼繞組(194)——§19 極心(194)——§20 轉子的內徑及轉子軛高(195)——§21 極間漏磁通的磁導(195)——§22 激磁特性(196)——§23 在額定負載及額定 $\cos\varphi$ 時激磁磁勢的計算(197)——§24 激磁繞組的計算(198)——§25 有效材料的重量及利用特性的計算(200)——§26 損耗及效率的計算(201)——§27 參數(203)——§28 時間常數(206)——§29 用額定電流的分數表示的三相短路電流(207)——§30 兩相短路電流(207)——§31 單相短路電流(207)——§32 為時間函數的三相短路電流的有效值(當空載短路時)(208)——§33 電流瞬時值的方程式(208)——§34 通風的計算(208)——§35 發熱計算(208)——§36 機械計算(208)	
凸極電機計算範例.....	208
同步電動機及調相機的起動特性的計算.....	231
§37 計算方法(231)——§38 CTΓ-6-12型同步電動機(110仟瓦, 3000 伏, 21.2 安, 500轉/分) 起動特性的計算例題(234)	
隱極同步電機的計算.....	237
§39 效率值的選擇, 損耗的大致分配及短路比的選擇(237)——§40 主要尺寸的選擇(238)——§41 定子槽數及繞組型式的選擇(239)——§42 定子的外徑(§15)(240)——§43 空氣隙(240)——§44 轉子主要尺寸的計算(240)——§45 激磁特性(241)——§46 轉子繞組(242)——§47 損耗及效率的計算(§26)(243)——§48 電路參數及短路電流(244)	

汽輪發電機計算範例	244
第五章 直流電機	260
§1 直流電機的一般特性與結構特性(260)——§2 主要尺寸及其關係的選擇。效率(270)——	
§3 在一定的週率及圓周速率下極數和轉速的選擇(277)——§4 電樞的電流密度(277)——	
§5 電樞繞組的選擇(278)——§6 根據容許的齒根磁通密度校正槽寬，決定線匝的平均長度、	
繞組的電阻和電樞的銅耗(284)——§7 氣隙的選擇(285)——§8 磁路計算(285)——§9 主極	
繞組(285)——§10 間極繞組與整流(288)——§11 補償繞組(292)——§12 整流子及電刷	
(292)——§13 有效材料消耗率及有效重量的計算(296)——§14 損耗及效率的計算(296)——	
§15 發熱及通風(299)——§16 機械計算(300)	
計算例題	300
例題 1 (300)——例題 2 (330)	
第六章 感應電動機	333
感應電動機的設計與計算	342
§1 設計數據(342)——§2 效率的選擇(342)——§3 功率因數的選擇(343)——§4 基本尺寸	
的選擇(344)——§5 定子和轉子幅向通風溝的數目及鐵心淨長(346)——§6 空氣隙(347)——	
§7 定子繞組和槽形(348)——§8 定子鐵心的外徑(351)——§9 轉子繞組和槽形(351)	
繞線轉子的計算	354
§10 轉子鐵心的內徑(356)——§11 激磁電流的計算(356)——§12 電阻與電抗的計算(356)	
——§13 指定值之校核(分析或按 §23 之圖圖)(356)——§14 (參數和等效電路圖)——見例	
題計算 1(357)——§15 損耗與效率的計算(357)——§16~§19 見例題計算 1(357)——§20 定	
子和轉子繞組溫昇的計算(357)——§21 通風計算(358)——§22 機械結構的計算和軸承的計	
算(358)——§23 圖圖(358)	
鼠籠式轉子設計和計算的特點	360
§24 圓形槽和矩形槽的標準鼠籠(360)——§25 鼠籠型轉子的漏抗(362)——§26 深槽鼠籠型	
電動機(364)——§27 電流在短路環中遭受排擠的電動機(366)——§28 雙鼠籠電動機(多里	
沃-多布羅勿斯基電動機)(367)——§29 用整塊磁鐵心作轉子的電動機(375)	
例題計算	385
例題 1 (385)——例題 2 (397)——例題 3 (409)——例題 4 (413)——例題 5 (418)——例題	
6 (425)	
第七章 變壓器	427
§1 變壓器的型式與構造特點(427)——§2 變壓器設計的基本規則(429)——§3 電力變壓器	
計算(430)	
變壓器的計算例題	443
附錄	455
參考文獻	487
中俄名詞對照表	491

譯 序

有關電機設計的書雖然出版了很多，但是像本書能密切結合實際的却很少，這本書的內容，理論豐富，尤多實際電機系列的數據及例子，不僅適於作為學校課本，同時也能給予現場工作者極大的幫助。為了更好地學習蘇聯的先進經驗，所以我們集體翻譯了這本書。

這本書的翻譯工作在1953年7月開始進行，至11月初譯結束，此後即分批校閱及覆校。但由於日常工作的牽制，校閱工作時斷時續，拖延了很久，直至本年4月才脫稿。此外，本書的完成與第一機械工業部電器工業管理局的鼓勵和關懷是分不開的；在校閱過程中，書內的直流電機、感應電機和同步電機等部分承浙江大學、交通大學及清華大學等試用作為講義，並加以校閱改正，提高了質量，我們對他們的大力協助謹致謝意。

我們翻譯和校閱的同志都是速成俄文出身的，此番初次集體翻譯，缺少經驗，錯誤必多，尚請各方面加以指正及批評。

最後，我們對協助謄寫本書譯稿的胡明言、李啓基、虞順亨、顧雲程、龔榮寶、高鍾燮、黃菊融、季杏法、姜伯臣、金基康、譚耀庭、王若平、聞志誠、朱德銘、陳志芳諸同志，亦順此致謝。

孟慶元 1954年4月30日於上海電機廠

原 序

近年來在蘇聯出版了大量的關於電機方面的書籍，主要是關於電機結構和理論方面專門問題的教科書或教學參考書。但是在與設計有機地關連着的電機計算方面，還存在着一個具有一定空白區的領域。

以前在電機計算方面出版的手冊顯已陳舊，此外，它們不合乎高等學校電機專業方面的設計課程大綱。同時也沒有一本適應高等技術學校的‘電機和變壓器設計’這門課程的教學大綱的全面而令人滿意的教學參考書。

鑒於蘇聯電機生產的發展，必須在電機計算和設計方面為電機系學生、計算和設計工程師們編寫一本簡明而又概括的手冊。

本書企圖在一定程度上填充着已被指出的空白區，即給予所有基本型式的電機和變壓器在計算和設計方面的簡明指導。

本書有系統的構成具有下列特點：

1. 各種型式的電機和變壓器的計算和設計問題敘述的方法是統一的。如所週知，在電機書籍方面尤其是計算和設計方面，呈現着不能容許的各種不同的術語和敘述的方法；同時在符號等等的使用上，亦不一致；所有這些對於書的理解增加了困難，並亦增長了篇幅。例如損耗計算、熱量計算、參變數的計算問題等等的同類問題應用於各種電機上即用着不同方式的敘述。在計算方法、術語和符號的一致方面必須作很大的努力。

2. 所有的公式除掉特殊情况外都以統一的（相協調的）單位制表示，即合理的實用單位制，它與 MKS 制不同之點僅在長度（1 公分代替 1 公尺）以及少數其他的單位（見第 13 頁）。這樣就照顧到實用上的便利。沒有可能在這裏詳述，我們僅說明數點採用的理由：

а) 便於換算成份在廣泛應用的以公分為長度單位的絕對單位制，這種換算的便利常是需要的甚至是必須的；

б) 對在實際中廣泛採用的公分單位的便利（ H 安培厘/公分， P 公斤/公分² 等等）。固然有時認為只要在公式中單位是相協調的，在數值上可以任意選擇所需的單位；但計算經驗指出：最重要的是為着可能在公式中以適當的單位表示出很大的數值；否則可以不管採用那一種單位制，只要它是絕對的和相協調的；

в) 有着採用這種制度的大量書籍；

г) 實際完全的一致性以及易於換算成聶孟（Л.Р.Нейман）和格蘭達羅夫（П.Л.Калантаров）所著‘電工學理論基礎’一書中所採用的 MKS_{μ} 制。

3. 各種電機的總論和經濟的、電氣的、熱的、通風的和機械的計算原則問題（第 II 和第三章）分別論述。由於研究對於各種不同型式電機的計算方法的總章和概論的結果，在一定程度上可達到所有電機計算的一般了解。此外，有了這幾章，大大地縮短了對各個電機計算問題的解釋和計算例子的篇幅。

單位制度

名稱	符號	合理的實用制	MKS μ_0 制	電磁制
長度	l, L	公分	公尺	公分
時間	t	秒	秒	秒
電荷	Q, q	庫倫	庫倫	電磁單位
磁通	Φ	韋伯	韋伯	馬克斯威爾(10^{-8} 韋伯)
能量	A	焦耳	焦耳	爾格(10^{-7} 焦耳)
功率	P, p	瓦特	瓦特	爾格/秒
機械力	F	焦耳/公分	焦耳/公尺	達因
質量	m	焦耳(秒/公分) $^2 = 10^4$ 公斤	公斤	克
電流	I, i	安培	安培	電磁單位(10安培)
磁勢	F	安匝	安匝	電磁單位(10安培匝)
電壓	U	伏特	伏特	電磁單位(10^{-8} 伏特)
磁場強度	H	安匝/公分	安匝/公尺	奧斯特
磁感應強度	B	韋伯/公分 2	韋伯/公尺 2	高斯
電阻	R, r	歐姆	歐姆	電磁單位(10^{-9} 歐姆)
自感	L	亨利	亨利	公分(10^{-9} 亨利)
互感	M	亨利	亨利	公分(10^{-9} 亨利)
電導	$Y(\sigma)$	西(歐姆)	西(歐姆)	電磁單位(10^9 西)
電容	C	法拉	法拉	公分(10^{-9} 法拉)
真空導磁係數	μ_0	$0.4\pi \cdot 10^{-8}$ 亨利/公分	$0.4\pi \cdot 10^{-6}$ 亨利/公尺	1
相對導磁係數	μ'	—	—	—
真空電介常數	ϵ_0	$\frac{10^{-11}}{36\pi}$ 法拉/公分	$\frac{10^{-9}}{36\pi}$ 法拉/公尺	1/西 2
電場強度	E	伏特/公分	伏特/公尺	電磁單位/公分

註：在所有公式中如沒有特殊條件的存在，採用合理的實用制；在數值計算中為了方便常採用常用單位（安培/公厘 2 代替安培/公分 2 ，韋伯/公尺 2 代替韋伯/公分 2 ，公尺/秒代替公分/秒，轉/分代替轉/秒）；此外，在所有公式和計算中這裏所指的單位面積的壓力是用單位公斤/公分 2 ，因為這裏力的單位（焦耳/公分）不很習慣。

4. 書中介紹了許多各種不同電機計算的例子，經驗證明有了例題教授電機設計就很方便。

5. 關於符號，作者根據下面的原則出發：

a) 保留廣泛採用的拉丁和俄文的腳註；

6) 對於各種型式電機中同一數值的符號和腳註的統一是可能的；

b) 按照大量使用俄文腳註的可能性，例如不採取一般的漏抗符號 x_s ，而用俄文腳註是合理的： x_n ——槽漏抗和 x_a ——端漏抗等等。

6. 關於術語方面，作者力求把常用的術語，可能的統一起來，不採用某些沒有特殊必要的新術語。

7. 最後，對經濟設計研究某些新問題的嘗試是本書的特徵。但需要注意到經濟問題呈現着最多樣性和複雜性的，並應加以特殊的研究。尤其必須在製造上研究電機減低價格的具體方法。在此指示下，經濟問題的研究大為縮減，只可限於設計和計算的原則方面，也即在‘最小引導價值’的電機構造的基本方法方面。製造上電機的減低價格問題，顯然在電機製造工藝學方面更為重要。

此書的出版可以作為課程的及畢業論文設計的參考書，同時可作為對於電機設計具有特殊意義的比較複雜的特種計算之參考。

有經驗的電機專家發現了許多新的、很完善的計算方法，此處僅介紹其中一些作為例子：

- 1) 求得‘一般的電機常數’和決定電機幾何尺寸的方法；
- 2) 對電機最小‘實際引導價值’的計算方法；
- 3) 從最小引導價值的條件決定電機的基本尺寸及其相互關係；
- 4) 經濟負荷（電流密度和感應強度）和經濟的效率的決定；
- 5) 表面損耗的計算；
- 6) 在穩定和瞬變狀態下的繞組和電樞鐵心的溫度計算方法；
- 7) 軸彎度的分析和軸質量的計算以及等值斷面轉動慣量的決定（指不等斷面的軸）；
- 8) 同步電動機起動特性的計算法；
- 9) 異步電機圓圖的確定；
- 10) 參數的選擇法以及雙鼠籠和深槽鼠籠異步電機特性的計算法；
- 11) 具有實心轉子（向菲爾電動機）的異步電機特性的計算法；
- 12) 根據一定的損耗百分比，一定的損耗分佈，價值和所需短路電壓大小等數據，決定變壓器和電機的尺寸的方法。

此外，本書為個別補充的計算引用了已有文獻中的例證。

研究這些文獻的來源，阿列克謝也夫（А.Е.Алексеев）教授著的‘電機構造’和科司琴科（М.П.Костенко）教授著的‘電機學’（專門部分），尤其重要。在第一部書中提供了豐富的實際的和有例證的資料（不同材料的常數表、圖表、圖）以及許多詳細的計算（止推軸承和徑向軸承，紫線、整流子等等）；在第二部書中同樣對研究最複雜的電機計算問題具備了豐富的資料（參數、不對稱的和瞬變狀態，整流等等）。

書中許多的引證，在技術科學博士劉劍（Р.А.Лютер）和托爾文斯基（В.А.Толвинский）教授所編列寧格勒工廠‘電力’的論文集和李夫歇斯（М.Лившиц）所著文獻[32]以及列許脫（Р.Рихтер）所著文獻[43]中亦有。

本書是作者在以加里寧命名的列寧格勒工學院、中亞細亞工學院以及獲列寧勳章的基輔工學院長期擔任‘電機結構’課程，教授電機設計與計算方面工作的成果。列寧格勒工廠‘電力’列寧格勒工業大學的工作人員，特別是技術科學博士劉劍，教授科司琴科，工程師葉列密也夫（А.С.Еремеев），吉托夫（В.В.Титов），郭馬爾（Е.Г.Комар），教授托爾文斯基，工程師薩馬依洛維奇（Н.Я.Самойлович），雅夫諾（Р.И.Явно），托爾文斯基（Е.В.Толвинский）等都給予重大的幫助和提供了許多的資料。

本書在裝訂以及計算例題的校閱上，工程師皮爾托克（Ф.А.Берток），貝可夫（К.А.Быков），伊凡諾夫（Ю.С.Иванов），波富洛夫（В.М.Павлов），諾維可夫（А.В.Новиков），布雅德尙（С.Г.Бояджан）以及金氏（К.И.Ким）都作了很多工作，作者向上面所有提到的同志致以深切的謝意。

代 號

A	電負荷	c	銅和鐵的價格比
A	溫度對流常數	c	軸伸長度
α	並聯分路的對數	c_p	空氣熱容量
B	齒中有效磁通密度	c_p	極靴間的距離
B_δ	氣隙最大實際磁通密度	c_m	極心間的平均距離
$B_{\delta 1}$	氣隙磁通密度基波幅	c_{Fe}	鐵耗常數
B_j	軛中磁通密度	D	定子內徑或電樞外徑(當內電樞時)
B_m	磁極中磁通密度	D	變壓器鐵心直徑
B_{zs}	定子齒中平均磁通密度	D_R	轉子直徑
B_{sR}	轉子齒中平均磁通密度	D_K	阻尼繞組端環直徑
B_{ns}	定子齒中脈動的磁通密度	D_K	整流子直徑
B_{nR}	轉子齒中脈動的磁通密度	D_j	定子軛外徑
B_θ	齒中的脈動磁通密度	$D_{u,m}$	滾珠中心處的周徑
B_s	變壓器鐵心的磁通密度	d	拉緊螺栓或雙頭螺栓直徑
B_v	磁通密度在表面的有效正常分量	d_n	軸頸直徑
B_3	三次諧波磁通密度	d_o	阻尼繞組的銅排直徑
b	極距上的繞線部分	E	相電勢的有效值
b	變壓器線圈的寬度	E	電場強度
b_m	磁極的寬度	E	彈性係數
b_p	極靴的寬度	e	電勢的瞬時值
b_n	槽寬	e	自然對數的底
b_g	齒寬	e_r	無功電勢
b_0	槽口寬度	e_w	每匝電壓
b_s, b_R	定子及轉子通風溝的寬度	F	機械力
b_{pi}	極靴的計算寬度	F	其餘材料價與銅價的比
b_1, b_2	定子及轉子槽口的計算寬度	F_B	激磁繞組磁勢
b_K	線圈寬度	F_1	定子每極磁勢的基波
b_{K3}	整流區域的寬度	F_1, F_2	繞組 1 和 2 的磁勢
b_{Cu}	變壓器繞組淨銅的寬度	F_δ	氣隙磁勢(每極)
C	張應力	F_z	齒磁勢(每極)
C	物體的總熱容量	F_j	軛磁勢(每極)
C_1	起動鼠籠的熱容量	F_m	磁極鐵心磁勢
C_2	鐵的熱容量	F_N	變壓器額定磁勢
C_A	阿氏(Арнольда)電機常數	F_s	電樞磁勢(矩形波)
C_s	定子的電機通用常數	f	網路的週率
C_R	轉子的電機通用常數	f_v	諧波週率
c	比熱容量	f_R	轉子諧波週率
c	熱的耦合係數	f_z	齒脈動週率

G_{Cu}	銅重	I_d'	瞬時短路電流
G_{Fe}	鐵重	I_d'	次瞬時短路電流
G_z	齒重	I_a	電樞電流
G_s	鐵心重量	i_H	激磁電流
g	重力加速度	I	物體的旋轉中心線的慣性力矩
G_{up}	導出重量	$\tilde{I}$	相對轉動慣量
$G_{Cu(Fe)}$	單位功率的鐵(銅)重	K	損耗價格與材料價格的換算係數
H	磁場強度	K_A	使用係數
H_δ	氣隙的磁場強度	k_w	繞組係數
H_z	齒部的磁場強度	k_{wv}	v 次諧波的繞組係數
H_j	軛中磁場強度	k_φ	總填充係數
H_m	極中磁場強度	k_{II}	鐵的壓裝係數
H_v	高諧波磁場強度	k_Φ	截面的形狀係數
H	變壓器繞組高度	K_{C1}	定子卡氏(Картер)係數
H_{Cu}	繞組銅的總高度(在槽中,在磁極或變壓器鐵心上)	K_{C2}	轉子卡氏係數
H	有效壓力頭	k_H	飽和係數
H_1	點 1 上的靜壓力或‘靜壓頭’	$k'_{\Phi z}$	由於齒中渦流引起的損耗增加係數
H_2	點 2 上的靜壓力	k_{jT}	軛中磁滯損耗係數
H_t	理論壓力頭	k_{mT}	磁滯引起的損耗增加係數
H_0	空氣不流動時靜壓頭	k_{Cu}, k_{Fe}	銅和鐵的損耗係數
h	單根導線高度	k'_0	計算表面損耗的常數
h_m	匯流排高度	k_r	由於渦流引起的電阻平均增加係數
h_m	極心高度	k_m	由於渦流引起的體積反應係數
h_p	極靴高度	k_x, k_y, k_z	x, y, z 方向的導熱係數
h_j	軛高	k_0	軸向導熱係數
h_{j2}	轉子軛高度	k_x	橫穿疊片的導熱係數
h_{II}	槽高	$k_{zx} = \frac{S_{nx}}{S_{zx}}$	x 處槽截面對 x 處齒截面之比值係數
h_{zx}	楔高	k_{yr}	v 次諧波反應係數
h_1	算到楔為止的槽高	k_v	v 次諧波的空間衰減係數
h_0	槽口高度	L_1	初級繞組電感
h_2	槽內兩根銅排間的距離	L_2	次級繞組電感
h_{12}	點 1 及 2 間的壓力頭損耗	L_{II}	槽電感
h_v	風扇壓力損耗	L_z, L_j, L_m	磁路長度
I	相電流的有效值	L_K	阻尼繞組的端環長度
I_{0T}	激磁電流	L_i	最優超的長度
I	轉軸的赤道慣性力矩	l	鐵心全長
I_{0KH}	不規則截面轉軸的等效赤道慣性力矩	l_{Fe}	鐵心淨長
I_p	轉軸的極慣性力矩	l'	鐵心每疊長度
I_0	轉軸沿中性截面的慣性力矩	l_{II}	端接部分長度
I_{max}	最大短路電流	l_p	極長
		l_c	阻尼繞組的銅排長度

l_w	每匝長度	p_{z3}	定子齒部三次諧波損耗
l_i	電機計算長度	p_j	軛部損耗
l_s	變壓器鐵心高度	p_s	鐵心損耗
l_j	變壓器鐵軛長度	p_ϕ	鐵中渦流損耗
l_o	變壓器窗寬	$p_{\phi z}$	齒部渦流損耗
l_u	軸頸長度	p_{rz}	齒部磁滯損耗
M	電磁力矩	p_{jr}	軛部磁滯損耗
M_R	施於電動機軸上的外界力矩	p_{n1}	定子脈動損耗
M_m	材料價格	p_{n2}	空轉時由於轉子齒諧波引起的定子表面損耗
M_n	端接部分價格	p_{o2}	空轉時由於定子齒諧波引起的轉子表面損耗
M_a	有效部分價格	p_{vzs}	由於轉子齒諧波引起的定子表面損耗
M_j	鐵軛價格	p_{vzR}	由於定子齒諧波引起的轉子表面損耗
M_z	齒的價格	p_{vs}	由於轉子高次諧波引起的定子表面損耗
M_s	鐵心價格	p_{vR}	由於定子高次諧波引起的轉子表面損耗
M_p	損耗價格	p_R	激磁繞組損耗
M_{np}	製造價格	p_{CuH}	槽內銅耗
M_R	實際折合價格	p_{CuA}	端部銅耗
M_{Ri}	最大實際折合價格	p_1	起動或堵轉鼠籠中的損耗
M_{mi}	$M_R = M_{Ri}$ 時的材料價格	p_{10}'	10000 高斯時的損耗係數 ($1 \cdot 10^{-4}$ 毫/公分 ²)
m	相數	p_{np}	導出損耗
m	槽的高度方向的導線數	p_r	軸承摩擦損耗
m	變壓器鐵心數	p_v	通風損耗
m_{Fe}	單位重量的鐵價	p_m	機械損耗
m_{Cu}	單位重量的銅價	Σ_p'	由空氣帶走的損耗
m_v	導線單位體積的價格	p'	單位體積中的熱量
m_p	單位電能價格	p_a	大氣壓力
N	電樞導線數目	p_u	軸頸上的壓力係數
N_R	轉子齒距數目	Q	轉子重量
n	轉速	q	銅截面
n	繞組層數	q	每極每相槽數
n_s	定子通風溝數	q_{ϕ}	每相導體截面 $q_{\phi} = \frac{q\phi}{\alpha}$
n_R	轉子通風溝數	q	轉軸每公分長度上的負荷
n_r	每年工作小時數	q	每公分上的重量對中部每公分上的重量之比
P	外界功率	R	慣性半徑
P_N	額定功率	R_p	極靴外形半徑
P_i	內部功率		
P_2	有效功率		
p	磁極對數		
p_{Cu}	銅耗		
p_{Fe}	鐵耗		
p_z	齒部損耗		