

陕西省轻工业设计院编

制浆造纸工业 电气设计手册

輕工業出版社

制漿造紙工業电气設計手冊

陝西省輕工業設計院編

輕工業出版社

1959年·北京

内 容 介 紹

制漿造紙工業不論規模的大小或多或少都使用着电气設備,因此在設計上如何合理選擇和配置這些設備對造紙工作者來說是具有現實意義的。

目前全國各省、市、縣和人民公社都在大力發展造紙工業,為了適應客觀形勢的要求,特編寫此手冊,以供設計上的參考。

手冊主要內容是針對單台紙機日產在40噸以下以草類纖維制漿造紙的中小型工廠而編寫的。兩台日產40噸紙廠也同樣適用;同時日產1~2噸小紙廠的也有介紹,以便適應公社辦紙廠的要求。

內容包括設計前的准备工作,設計過程中的設計原則、計算方法,電力設備選擇、實用參考數據和表格等,並有示例以供參考。全書共分七章,並有附錄十二則,可供設計運行等方面的电气工程技術人員參閱。

制漿造紙工業电气設計手冊

陝西省輕工業設計院編

輕工業出版社出版

(北京市广安門內白河路)

北京市書刊出版業營業許可證出字第009號

北京市印刷一廠印刷

新華書店科技發行所發行

各地新華書店經銷

650×1168毫米 $\frac{1}{32}$ ・12 $\frac{30}{32}$ ・印張・3插頁・340,000字

1959年11月第1版

1959年11月北京第1次印刷

印數: 1~4,700 定價: (10) 2.25元

統一書號: 15042·832

目 录

序

第一章 設計前的准备工作

第一节 設計阶段的确定	7
第二节 設計基础資料	8

第二章 供电

第一节 供电电源	11
第二节 供电系統	16
第三节 短路电流計算	33
第四节 高压設備的选择	74
第五节 保护設備的选择	80
第六节 防雷保护及接地裝置	89
第七节 功率因数的补偿	103
第八节 經濟指标及單位产品耗电量	113
第九节 方案的技术經濟比較	120

第三章 車間电力設備

第一节 电动机及控制保护电器的选择	130
第二节 車間低压配电系統和負荷計算	154
第三节 車間电气綫路	160

第四章 照明

第一节 照明器的选择	177
第二节 照明器配置及照度計算	178
第三节 照明裝置的供电	201
第四节 綫路的計算	204
第五节 外部照明	211
第六节 照明技术指标	222

第五章 35千伏以下架空电力綫路

第一节 概述	224
--------	-----

第二节	架空线路设计的一般知识和要求	224
第三节	导线选择	229
第四节	导线机械计算	230
第五节	野外高压架空线路的特点及设计步骤	247
第六节	厂区架空线路的特点及设计方法	249
第七节	架空电力线路的主要元件	251
第六章 电修工段		
第一节	任务	252
第二节	设计原则	252
第三节	技术经济指标	253
第四节	电修工段主要设备表	253
第七章 通讯及信号		
第一节	工厂通讯及信号设备的种类与用途	256
第二节	行政电话	258
第三节	有线广播	260
第四节	电话及广播线路	263
第五节	通讯设备主要器材示例	265
附录:		
一、	高海拔地区与电气设备的关系	266
二、	关于我国南方电气设备的采用	267
三、	铜铝接头	267
四、	在污秽地区配电装置的采用	269
五、	竹管配线	270
六、	土制沥青动力电线管	273
七、	土电器简介	274
八、	选择电气设备时所采用的周围环境的计算温度表	276
九、	各城市地下、地上年月平均气温表	277
十、	全国各大中城市最热月份平均最高气温一览表	278
十一、	常用电器设备技术资料	279
十二、	参考资料介绍	402

序

自从党中央提出中央工業与地方工業、重工業与輕工業、大型工業与中小型工業同时並举的方針以后，在党和毛主席的英明领导下，在1958年工农业等战线上取得偉大胜利的基础上，預計今后輕工業在全国范围内將更会出现一个史無前例的發展高潮。其中特别是造紙工業，因文化生活、科学研究、工农业及其他方面的迫切需求，必然会形成比1958年更加猛进的發展形势。可以預見，各省、专区、市、县和公社都将大办造紙工業，这給我們輕工業設計者提出了新的、光荣而艰巨的任务。目前，輕工業設計的力量是不够胜任这样巨大任务的，必須遵循党和毛主席的指示，依靠羣众和改善工作方法，也就是——一方面要在設計工作中改变設計方法，一方面要相信羣众，貫徹羣众路綫，讓設計工作羣众化，以扩大我們的設計力量，来共同完成这一巨大的任务。

因此，我們編写了这本手冊，以供全国各省、市、县和公社發展造紙工業进行电气設計的参考。本書的主要内容是針對單台紙机日产量在40吨以下的草类纖維制漿造紙工厂設計而編写的。当然，兩台日产40吨紙机的工厂也同样能适用。單台超过日产40吨的紙机，其傳动就比较复杂，因限于資料和經驗，本手冊暫不包括。日产1~2吨的紙厂多屬公社企業性質，虽用电不多，亦予介紹，以期达到面向公社的目的。

除了适于造紙專業的特点部分外，其他設計原則、計算方法、电力設備選擇等，对于一般企業都能适用。因此本手冊也可供类似用电規模的其他企業电气設計的参考。

同时，希望通过本手冊达到后面三个目的：（1）使我們电气設計人員于最短时期内学成設計多面手，以期能單独从事中

小型造紙企業的电气設計；(2)使我們下放到各地的設計人員能借本手冊的幫助，更好地支援市、縣和人民公社發展造紙工業；(3)使稍有电气知識的人員能于短期內從不會到學會，掌握造紙企業的电气設計。總之，希望借本手冊之助，使造紙工業中的电气設計工作能到處開花，遍地結果。

手冊內容包括：設計前的准备工作，設計過程中的設計原則、計算方法、實用參考數據和表格等，並盡可能在各章節後附以示例，以資印證。

土電器的應用特於附錄中予以介紹，以便在設計中貫徹土洋並舉的方針。

由於手冊是為適應當前設計工作的需要而編寫的，而且由於廣大的电气設計人員急需此類參考手冊應用，我們是採用羣眾突擊編制的方法完成的。同時，由於我們經驗不足，能力有限，遺漏錯誤必然很多，特別是有些資料數據，如需要系數 K_c 、單位產品耗電量等，並未深入研究，只是建議數字，尚不夠成熟。希望各造紙企業和有關單位以及個人，隨時提出指正和批評，以便再版時修改，來信請寄西安小寨輕工業設計院。

陝西省輕工業設計院

1959.4

第一章 設計前的准备工作

第一节 設計阶段的确定

一般中型造紙企業根据工艺設計的要求、建設的进度，可以分为兩段或一段半設計。小型造紙企業無特殊要求时，通常为一段設計。兩段設計即指扩大初步設計及施工圖設計；一段指施工圖設計。有时为了配合建設进度的要求，一段設計有采取边設計、边建設的方式。因此在設計之前，有必要作好妥善的准备和周密的計劃。所謂妥善的准备，是指及时蒐集設計中的必要資料。所謂周密的計劃，是指施工进度先后、工艺要求的配合、設備之有無等，拟好施工圖設計的先后次序，及較詳的内容和进度表。

一、設計意見書需要解決的問題：

1. 說明供电的方式和可能性；
2. 負荷的估算和供电方案的初步意見；
3. 存在的問題；
4. 估算投資。

二、扩大初步設計需要解決的問題：

1. 負荷計算；
2. 拟定供电方案，内容包括电源、电压、供电系統及配变电所結構、位置等說明，並附有全厂綫路、变电所平面布置圖及供电系統單綫圖；

3. 主要設備器材表；

4. 概算。

三、施工圖設計需要包括下列內容：

1. 施工圖紙說明，敘述施工时的先后次序、施工方法、

施工前后应注意的問題，

2. 施工圖紙：

(1) 全厂各种外綫（高低压架空綫路、桿位、桿型、电纜綫路及电訊綫路等）的平面布置詳圖（包括路灯綫路及灯位等）；

(2) 全厂高低压系統詳圖（包括高压設備及低压开关櫃的詳細規格、型号及編排次序等）；

(3) 各配变电所或柱上变电塔的平面、断面詳圖（有产品目录可查者，施工部門熟悉施工方法的部件或标准構件可不必出圖）；

(4) 各車間电力設備布置詳圖（包括配綫及設備布置）；

(5) 各車間照明綫路及灯具佈置詳圖（有时可以同上項設備布置圖合併，視車間的大小，設備及綫路是否复杂而定，一般小型厂都可合併）；

(6) 其他施工詳圖（例如，有建筑物防雷，則須有避雷針或避雷綫的施工詳圖，有厂內电訊設計，則須有交換机室或播音室的布置、安裝、施工詳圖等）；

3. 器材明細表；

4. 預算。

第二节 設計基础資料

新厂設計时，应具有若干基础資料。它們可分为兩方面，一为向外方取得的資料；一为向內部取得的資料。

一、需向外方蒐集的資料有四类

1. 气象地質資料，可以向地区气象站或有关單位取得，

(1) 最高、最低年平均溫度，历年来最高月平均溫度；

(2) 最大風速、結冰时風速（在寒冷地区）；

(3) 導線覆冰厚度、凍土層厚度（在寒冷地區）；

(4) 年雷電日數，或年雷電小時數；

(5) 土壤電阻率或土壤類別；

(6) 土壤深度在 0.7 米至 1.0 米處的平均土壤溫度。

2. 水文資料，設廠區附近有水力資源可供發電時，則需此項資料，可向地區水文站或有關方面索取，或現場水文測量和調查（請參看農村小型水電站參考資料等——水利電力出版社出版）。

3. 電業電訊部門資料，無論電源來自電力系統或發電廠（由電力部門建設時）均須與電力部門——電力設計院或電業局——取得聯繫，協助建設單位與之簽訂供電協議，並要求其提供下列資料：

(1) 工廠供電的區域變電所或熱電站的單線系統圖，計劃發展（5~10 年）中的單線系統圖；

(2) 工廠供電的線路規格、長度和回路數；

(3) 在工廠降壓變電所母線上或送電端母線上的短路容量數據（ I'' ， $I_{0.2}$ ， $I_{0.0}$ ）等——（此數值的意義及計算和應用，請參看以後短路電流計算一節），以及 5~10 年內的發展數字；

(4) 區域變電所或熱電站與工廠間的相关位置，及供電線路進入工廠的路徑、方向和位置，用草圖表示；

(5) 對工廠功率因數及保護的要求，對供電方式，較大電動機起動的意見；

(6) 電費計算方式，高壓側、或低壓側計量計費，應與供電部門取得協議，中小型工廠應以低壓側計費為原則，因為高壓設備較低壓設備昂貴；

(7) 變壓器、電動機的檢修及高壓設備的試驗，是否可與附近的發電廠等取得協作；

中型造紙企業還需有電訊設計，因而需取得地區電訊局關於供給中繼線對數及專用線的協議，並註明上述線路的投資由

何方負担，其設計及施工一般应由厂方委托電訊部門負責，同時應了解電訊部門的設備是共電式的、電磁式的、抑自動式的。

4. 附近工業企業資料，工厂附近如有其他工業或綜合企業，應調查他們的規模大小、用電負荷大小、供電系統、綫路布置及容量規格，以及電修能力等情況，以便研究就近商議電源及電修等的協作問題。電話中繼綫及專用綫等亦可協商共用或就近延接。所有這些問題取得協作後，應簽訂協議，以便節省投資，加快建設進度。

二、向內部取得的資料

設計新厂時，应向工藝、土建等設計者索取下列資料：

1. 產品類別、產量、原材料及工作制（三班制、二班制、押一班制）；
2. 全厂各車間用電設備名稱、規格及電動機容量（按車間分列）；
3. 各車間設備、管道等布置總圖（應附電動機位置）及土建平、斷面圖；
4. 全厂總平面布置圖（包括上、下水道及熱力管道等）。假如設計對象為改建或擴建企業，須向改建或擴建企業取得下列資料：

1. 全厂供電系統圖及供電綫路和變電所平面布置圖；
2. 各變電所（包括發電廠）平、斷面及單綫系統圖（圖上須註明與平、斷面圖相配合的原件規格、型號等）；
3. 最近二年來各變電所的最大負荷、晝夜平均負荷、年耗電量、功率因數等；
4. 進綫位置、容量、電壓、回路數及導綫型號、截面；
5. 主要電機電器等設備一覽表（註明它們的折舊程度、銘牌規格、型號、運轉情況——負荷率及溫升等）；

6. 电修能力及全厂事故（指电方面的事 故）統計分析表；

7. 庫存器材表；

8. 动力人員配备表；

9. 对改建或扩建企业的意見。

若設計对象为扩建綜合企业（如糖、酒厂等利用蔗渣酒精为原料造纸），除上述資料外，尚須取得下列資料：

1. 全厂平面布置圖（須註明原有各变电所或发电厂以及外綫等相关位置）；

2. 綜合企业中各种产品的年工作日数及生产班数；

3. 綜合企业本身近期拟訂發展的最大負荷、年耗电量和功率因数等。

第二章 供 电

第一节 供电电源

一、按負荷类别决定电源

負荷类别	負荷性質	应用于纸厂的范围	附註
第一类負荷	供电中断，可能引起人身伤亡，或造成設備损坏，或生产过程長期混乱而造成重大損害者	制藥車間焙燒爐的中心軸通風機 藏回料的冷却水泵	最好有兩個电源，但可考虑短時間的停电，因此在紙厂中通常不采用第二电源。
第二类負荷	供电中断，会引起严重的減产，人員、机械等严重的窩工停滯	蒸糞車間的設備，制漿車間的連續漂白，抄紙車間的設備，鍋爐間的給水泵等	如在取得第二电源有困难或造成很大的不經濟时，可以采用一个电源供电。
第三类負荷	不屬於上述情况的負荷	不屬於上述車間等的其他設備	由一路电源供电。

由于紙厂主要属于第二类負荷，所以一般中小型紙厂，通常只考虑一个电源，其中如有極少数的第一类負荷，可以用低压联络綫解决。

二、电源的种类

造纸企业的供电电源，可以来自电力系统或自备热电站。靠近水力资源之处，可以自备水电站。一般中型工厂，应由电力系统进行供电，即从附近地区变电所經送电綫路对紙厂供电。在紙厂內，是否要建总降压变电所，則根据負荷的大小、工厂总平面的布置、电压級別以及有無其他协作工厂或綜合利用工厂等条件来决定。

中型造纸工厂的送电綫路，可以不要專用綫。如系綜合利用工厂，其中有第一类負荷时，如有条件而投資不多，可根据第一类負荷的容量設置备用綫或低压联络綫。

在下列情况下，可以考虑自备热电站：

1. 企业位于偏僻地区而無电力系统，或电力系统容量不能滿足企业要求；

2. 生产上需要蒸汽，建立自备热电站在經濟上有显著优越性者；一般中型糖、紙綜合利用工厂或其他綜合紙厂，生产上用汽不少时，为經濟利用燃料起見，多自备热电站。

为配合地方兴建电力工业，北京、西安、武汉、上海、長春电力設計院等單位編制的中小型热电站、发电厂、煤气发电厂等数种标准設計，可以結合造纸企业或綜合企业的供汽、供电要求来选择适当的标准設計，或二种不同类型电站配合建設。

在偏僻地区而無电力系统建立电站时，以选择二机二爐为宜，以便机組輪流檢修时，不影响重要部門之用电，但不需要备用机組。若能与电力系统相联結，則不受上述情况的限制，即可选择一机一爐的方式。

日產20噸左右的紙廠可選用600~750瓩熱電站。日產40噸的紙廠可根據設備供應情況及與電力系統是否相聯等條件來選用600瓩背壓汽輪機組一台和750瓩凝汽式機組一台，合建一熱電站。或者選用1500瓩抽汽式機組的發電站。這些電站都應該考慮綜合利用燃料問題。例如，先將煤干餾後生產魚油、柴油等副產品，然後以半焦煤作燃料，以便最大限度地發揮燃料的經濟價值，降低蒸汽和電力的成本。

中小型發電廠內所採用的主要設備，如汽輪機鍋爐和發電機等均系國產，由各省機械工業局所屬工廠或由上海汽輪機廠、鍋爐廠、電機廠、哈爾濱汽輪機廠等單位生產。

400~35,000伏送電綫及35/6~10~35/0.38~0.22千伏變電所容量從3,200千伏安以下都有標準設計，可供參考。系北京電力設計院設計的。

有關定型設計的施工圖紙、技術問題，可以就近向上述有關電力設計院接洽。

各種中小型電廠的指標見表2-1。

如不能在附近地區取得電源時，除自備火電站的辦法外，也可以考慮利用附近的水力，自建水電站。請參考水利電力出版社出版的100瓩以下、100瓩至1,000瓩、以及1,000瓩到10,000瓩的水電站標準設計。

小型工廠可以考慮沼氣發電，也可以考慮煤氣機或鍋駝機等。

如綜合利用工廠自產柴油，也可以採用柴油發電機組。

三、電壓問題

企業中供電系統各個環節的電壓選擇，一般應根據不同電壓的方案，就投資費用、有色金屬消費量、電能損耗及運行費等方面進行技術經濟比較。供給企業的綫路電壓，通常取決於電源電壓。當其在10千伏以下時，工廠內部的配電電壓是

表 2-1

型 号	名 称	能 力		造 价			每座主厂 房体积 (立方米)	主 要 设 备	主編单位
		供(吨/时)	电(瓩)	总价 (万元)	其中设备 (万元)	單位造价 (元/瓩)			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2×6000 旺热电站	100	12,000	595.6	544	496.31	1.5	6000 旺供热式, 背压式汽轮机各一台, 60 吨/时鍋爐二台 (39 大气压)	北京电力 設計院
2	1,500 旺 热电站	20	1,500	71.7	62	474	1.85	背压式 1500 旺汽轮机一台, 20 吨/时鍋爐一台 (24 大气压)	北京电力 設計院
3	600 旺热 电站	10	600	42.2	38	703.32	3.27	背压式 600 旺汽轮机一台, 6.5 吨/时鍋爐二台 (13 大气压)	北京电力 設計院
4(京)	2×6,000 旺发电厂	—	12,000	433.6	389.3	366	1.29	凝汽式 6000 旺汽轮机二台, 40 吨/时鍋爐二台 (39 大气压)	北京电力 設計院
4(西)	2×6,000 旺发电厂	—	12,000	450.5	407.2	375	0.47	凝汽式 6000 旺汽轮机二台, 40 吨/时鍋爐二台 (39 大气压)	西安电力 設計院
5	2,500 旺 发电厂	—	2,500	158.6	142.5	635.2	1.64	凝汽式 2500 旺汽轮机一台, 20 吨/时鍋爐一台 (39 大气压)	武汉电力 設計院
6	1,500 旺 发电厂	—	1,500	58.0	51	387.24	1.06	凝汽式 1500 旺汽轮机一台, 10 吨/时鍋爐一台 (13 大气压)	北京电力 設計院
7	750 旺發 电厂	—	750	41.3	36.7	550	1.28	凝汽式 750 旺汽轮机一台, 6.5 吨/时鍋爐一台 (13 大气压)	北京电力 設計院
8	240 旺發 电厂	—	240	18.0	3.37	746.5	3.37	立式蒸汽机一台, 4 吨/时鍋 一台 (11 大气压)	北京电力 設計院
9	400 旺煤 气机厂	—	400	21.9	—	564.4	0.63	450 旺煤气机一台	北京电力 設計院
10	120 旺煤 气机厂	—	120	7.0	—	587.5	0.54	120 旺煤气机一台	北京电力 設計院
11	80 旺煤 气机厂	—	80	5.0	—	518.2	0.82	80 旺煤气机一台	北京电力 設計院
12	2×12000 旺发电厂	—	24,000	1440.0	—	600	3.12	凝汽式 12000 旺汽轮机二台 75 吨/时鍋爐三台 (40 绝对大气压)	北京电力 設計院

和它相同的。在下列情況下，可能需要作選擇供電線路電壓的技術經濟比較：

1. 電源電壓有二個或二個以上時；
2. 當電源由新建或改建區域變電站供電時。

一般配電電壓可以採用 3, 6, 10 及 35 千伏。3 千伏除非舊企業外，新廠設計很少採用，只有在企業中有很多容量為 75~200 瓩的電動機，經技術經濟比較，認為選用 3 千伏較為合理時，才可以採用。6 千伏電壓適用於很大的功率範圍內。10 千伏電壓是目前建議廣泛採用的一種電壓，尤其當企業中無 3 千伏或 6 千伏直接供電的受電器時採用之。35 千伏電壓適宜於供給一羣小容量變電所“深入引入”供電接線方式時採用。此時工廠建築物應不妨礙 35 千伏架空線的敷設，並且在 35 千伏架空線通過地帶沒有很污穢的空氣。

因此，當中型紙廠單一受電設備不超過 240 瓩時，一般應儘可能採用 10 千伏，除非採用其他電壓較為經濟，才容許採用 6 千伏或 3 千伏。但 3 千伏不建議採用。當送電線路相距較遠，超出 10 千伏的經濟送電半徑時，可考慮 35 千伏電壓深入負荷中心，由 35 千伏直接降為 400 伏。但須考慮上述條件。

低壓電網的電壓為 380 伏和 220 伏，在任何情況下，均是从變壓器供電給三相四線制的電力及照明受電器。

自備電站的發電機電壓可以根據配電距離的遠近、容量的大小、選用 6.3 千伏或 400 伏。中型廠的自備發電廠，因工廠負荷分散，如水泵房往往離主要車間相當遠，低電壓配電消耗有色金屬太多，因而引起過多的電能損耗，一般以用 6.3 千伏為宜，特別是在綜合利用工廠是如此。小型廠的自備發電站因廠區面積很小，負荷集中，總容量也很小，可以採用 400 伏；如系綜合廠而布置分散，低電壓配電不經濟時，可考慮選用 6.3 千伏，以便在廠內配電線路中節約有色金屬。

舊廠擴建或改建時，其配電電壓應按新增與舊有的負荷比

例以及可能的發展負荷來確定。設舊廠負荷小而新增負荷大時，可以不考慮利用原來不合理或無發展的電壓，例如舊廠的2.2千伏或3千伏。

第二節 供電系統

一、供電系統的確定

供電系統有下列三種方式：

1. 干綫式。由電源進綫穿過廠區，分支供給幾個車間配變電所；或者經降壓變電所引出一條或幾條饋電綫路，每路分支供給幾個車間變電所，稱為干綫式供電，但每條綫路最多容許5~6個分支點。

一般中型紙廠車間不多，可以不設總降壓變電所而用干綫式供電最為經濟。圖2-1：與圖2-15屬於此種供電方式。

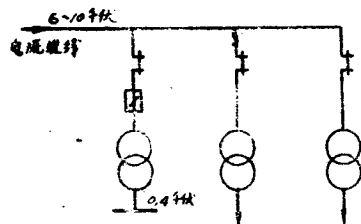


圖 2-1a 單回干綫式供電系統圖

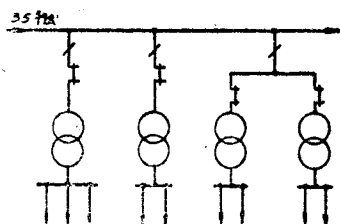


圖 2-15 高壓綫深入負荷中心的高壓干綫供電系統圖

2. 放射式。由電源進綫經配電所或降壓變電所引出一條或幾條饋電綫直接送至各車間變電所，稱為放射式供電。圖2-2屬於此種方式。

3. 混合式。混合採用以上二種的供電方式，稱為混合式供電。一般中型以下企業也可以採用此方式，特別是綜合利用