

工業企業 电气設備的節电導則

斯維羌斯基、羅勃諾維契、
康特拉托維奇、卡崗諾夫編

机械工

我 的 書

工業企業电气設備的節电導則

斯維羌斯基、罗勃諾維契、

康特拉托維奇、卡崗諾夫編

第一机械工業部机械動力司譯



机械工業出版社

1956

出版者的話

我國社会主义工業建設正在以飛躍的速度向前發展，許多新型的巨大工業企業都已先後和即將投入生產，而原有的工業企業也在不斷提高生產，因而對電力的需要量也就隨之而顯著增加。因此，節約電力，合理地使用工業企業的電氣設備，保證供給工業發展所需的電力是一個十分重要的任務。從而還可降低產品成本，創造先進工作方法，增加生產。

本書是為了達到以上的目的而編譯的。書中收集了蘇聯國立動力出版社出版的四本小冊子，即「加熱電爐節電導則」、「空氣壓縮機單位耗電定額導則」、「金屬弧銲節電導則」和「點銲工作節電指南」。書中詳細地敘述了在這四種加工過程中節約電力的方法，並分析其經濟價值。書中還附有許多曲線和參考數據。

此書文字簡短明瞭，內容實用，可供工廠設計技術人員和電氣設備安裝管理維護和修理人員參考。

書號 1166

1956年3月第一版 1956年3月第一版第一次印刷

787×1092 $\frac{1}{32}$ 字數 45千字 印張 $2\frac{3}{8}$ 00,001—14,000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証出字第008號

定價(8) 0.39元

目 次

加熱電爐節電導則.....	斯維羌斯基(5)
空氣壓縮機單位耗電定額導則.....	羅勃諾維契(17)
金屬弧銲節電導則.....	康特拉托維奇(45)
點銲工作節電指南.....	卡崗諾夫(57)

親愛的讀者：

当您讀完這本書後，請盡量地指出本書內容、設計和校對上的錯誤和缺點，以及對我社有關出版工作的意見和要求，以幫助我們改進工作。來信請寄北京東交民巷二十七號本社收（將信封左上角剪開，註明郵資總付字樣，不必貼郵票），並請詳告您的通訊地址和工作職務，以便經常聯系。

機械工業出版社

加熱電爐節電導則

斯維羌斯基 (А. Д. Свечанский) 編

緒 言

1. 加熱電爐是大量耗電設備之一。因此採取措施來保證電爐工作中耗電量的降低是具有非常重大意義的。

電爐的節電措施應當按下列各方面來進行：

- а) 提高電爐的生產率；
- б) 降低熱力損耗；
- в) 利用加熱產品的熱力；
- г) 改變操作規程和溫度規程；
- д) 正確地安裝和很好地運用高溫儀表。

I 提高電爐的生產率

2. 不讓電爐有非滿負荷的工作並爭取工作容量的全部利用。電爐的負荷不足引起耗電量的急劇增加；反之，最大的負荷能夠大大降低加熱產品單位重量的電耗到 25%。

電爐最大可能的生產率按下式計算之：

$$A_{\max} = \frac{P_{\text{печи}} - P_{\text{ном}}}{a} \text{ 公斤/小時,}$$

式中 $P_{\text{печи}}$ ——用儀表測定從電網取得的功率；

$P_{\text{ном}}$ ——電爐熱力損耗功率（在登記証上註明的）；

a ——為加熱產品和耐熱桶（盤或坩堝等）達到工藝

过程所要求的温度所需的理论耗电量，以度/公斤計(可从圖 1 或从参考書上取得)。

附註：1. 如果缺乏關於电爐熱力損耗功率的登記資料，可依下列方式決定之：開動無負荷的电爐，用手工或自動調整爐膛內達到不變的額定工作溫度。達到这样的工作情況時，用电表測量爐內的損耗功率(這時电表应每半小時指示同一的耗电量)。

2. 从上式算出的电爐生產率資料多少高一點(一般高出 5~10%)，因为這裏沒有計算电爐加料和出爐的時間。如果這些時間很長，或者工藝过程規定產品在爐內要在穩定的溫度下悶一下，在這種情況下，从上得到的生產率數字應該乘上 $\tau_{\text{加熱}}/\tau_{\text{週期}}$ 这个比數，其中 $\tau_{\text{加熱}}$ 為產品加熱至工作溫度的時間，而 $\tau_{\text{週期}}$ 乃是工藝过程的整个週期(加料+加熱+悶爐+出爐)。

3. 在工作的电爐內，如果帶有自動溫度調節器的，那就很容易由自動裝置來判斷电爐的实际生產率是否接近了最高點。如果在分批式电爐內加熱終了時，或者在多溫帶連續式电爐最後一帶，時時發生停爐，而停爐的時間又很長(佔全部時間的 50~70%)，这样电爐就沒有充分利用，它的生產率可以提高。反之，如果电爐的停爐時間不長(只佔全部時間的 10~20%)，它的生產率已接近於最高值，如不增加功率就無法提高。

中温电爐(加熱溫度為 700~900°C) 每平方公尺爐底的最高生產率列如下表作為指針。

加 熱 的 物 料	鋼	銅	黃銅	鋁
每平方公尺爐底的最大生產率， 以公斤/公尺 ² 小時計	300	350	300	100

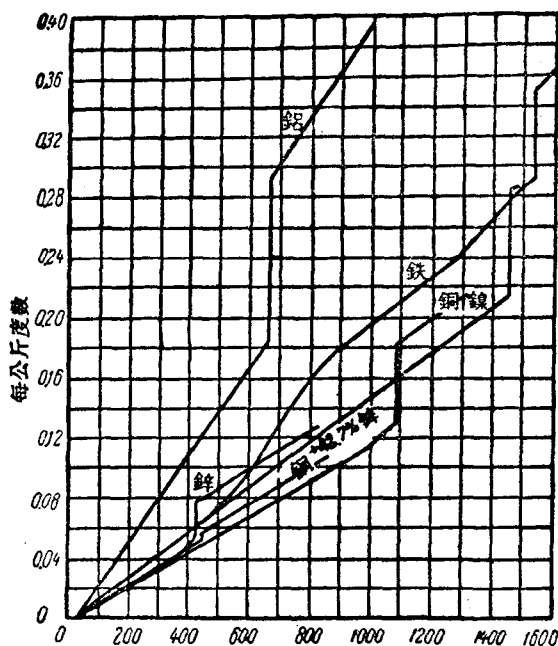


圖 1

4. 电爐的功率往往由於網路电压的降落或由於加熱器的衰老而低於額定功率。在第一个情況下，應該採取措施提高供应电爐的电压達到額定值（例如，改換饋电变压器的接头，或設法減低电压降落來改善網路）。在第二个情況下，应在加熱器沒有燒坏以前根据計算換上適當的加熱器。

5. 如果电爐的实际生產率小於按 § 3 和 § 4 所確定的最大值，那就應該縮短產品在爐內的停留時間（對於分批式电爐，可縮短加熱時間，對連續式电爐則可加快產品的移動速度），來提高生產率，或者設法提高爐底的負荷。

6. 產品在爐內停留的時間可由下列時間來確定:

a) 加熱產品達到要求的溫度，其表面吸收熱力所需的時間。這個時間是跟加熱器和被加熱產品的最後溫度差成反比；也跟產品表面吸收的熱量成反比。因此，如果更精細些用薄層分配產品在爐底上，就可以增加它面向加熱器的表面，促使熱力易於電加熱器輻射至產品，因而縮短了加熱的時間。

б) 由產品表面散佈熱力到它的整個厚度，也就是使它均勻受熱所需要的時間。這個時間主要決定於製品的導熱率（或產品的層數）和製品在熱流傳導方向內的（每層）厚度，而且和厚度的平方成正比。

в) 製品在達到均勻受熱後，由工藝過程要求所規定的在爐內保溫時間。設計人員往往不能正確地計算出保溫時間，而只能加上一一定的保險係數，因此必須用試驗來檢查。

7. 用縮減製品在爐內的停留時間來提高電爐的生產率，就必須：

a) 用試驗方法確定了製品在熱流運動方向中每層的最適當的厚度後，就可以規定爐底上更正確而均勻的製品裝載量。

б) 推行用縮短加熱週期或加速產品移動速度的方法來減短產品停留時間的經驗。為了判定許可縮短的加熱週期，必須實行對所得產品質量的控制，並利用關於製品各層內部在不同的加熱週期內的溫度分佈的資料。

в) 用類似 6) 條的方法來檢查是否尚可縮短產品在爐內的停留時間，用減小每層厚度的方法，或者相反地加大厚度，以便從最短加熱時間的觀點上找出最適當的厚度。

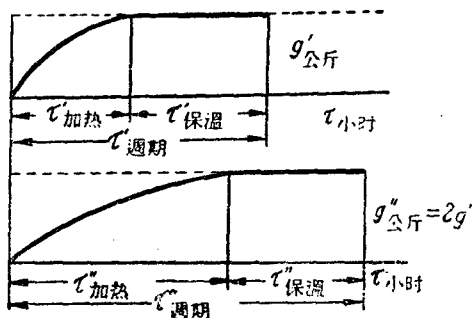


圖 2

附註: 在过程中, 產品保溫時間佔了週期的大部分, 按照工藝过程的要求規定它的溫度不变, 由此指出, 从取得电爐最大產量的觀點上, 增加每層厚度超过最高點是比較有利的。虽然製品加熱的時間是加長了, 但在最後的結算中, 証明电爐的生產率是大过原來的, 因为保溫時間是保持不变的(參看圖2)。

在圖2中繪着兩批製品的加熱曲線, 在第二個情況下, 电爐的負荷 g'' 是大一倍。从曲線上看出, 第二批的加熱時間 $\tau''_{\text{加熱}}$ 為 $\tau'_{\text{加熱}}$ 的一倍, 但 $\tau''_{\text{保溫}} = \tau'_{\text{保溫}}$, 所以 $\tau''_{\text{週期}}$ 虽大於 $\tau'_{\text{週期}}$, 但仍小於 $2\tau'_{\text{週期}}$, 因此第二批的生產率比第一批大。当 $\tau_{\text{保溫}} = \tau'_{\text{週期}}$ 時, $\tau''_{\text{週期}} = 1.5\tau'_{\text{週期}}$, 則第二批的生產率就比第一批大 $\frac{2}{1.5} = 1.33$ 倍。

8. 在具有强迫通風的低溫电爐中, 熱的傳導主要是對流而不是輻射, 必須照 §3 的指示提高爐底負荷達到最高生產率。应当考慮如何安放製品, 以便保證熱空氣能够自由地吹到它。

在這一情況下, 增加負荷製品的數量並不会延長加熱的時間, 因为負荷增加了, 它吸收熱力的表面也比例地增加,

因此电爐生產率的增長是与这一增加量成直線比例的。

9. 当車間裏有若干电爐負荷不足，那就該停開一部分的电爐，讓其餘的可以達到最大負荷。如果不可能这样做，那末應該繪出每月的电爐工作曲線圖來，选定一个月內一次或二次在某些時間關閉电爐，以便保證在其他時間內達到滿負荷。在任何情況下，所有爐子應該晝夜開用，不准只開一班或兩班，如果这样，大量的电能便会消耗於爐壁的損耗。平均一个电爐在工作時間所積蓄的熱量相當於6~8小時消耗的電力。如果电爐只開一班，其餘16小時停止不用，那它就幾乎完全冷却了，他的效率將減小一半，而电能的損耗幾乎增加了一倍。因此工廠不許可只从關閉电爐方面來調整負荷。

II 減少电爐中熱量的損耗

10. 熱量損耗和与此相關的單位耗电量是在很大程度上与电爐的絕熱情况有關係的。一般地可以这样說，电爐中每一立方公尺的絕熱物，跟不用絕熱的爐襯來比較，每年可節約5000至10000度的電力，它的代價超过了絕熱物本身的成本，因此电爐不消開用一年就可以補償絕熱的費用。所以从經濟的觀點來看，不許可代用品代替絕熱物，如採用爐渣、砂、大理石屑等。

11. 在計算电爐的熱量損耗時可以採用下列各种絕熱材料導熱係數的平均值(在一般的工作溫度範圍內):

輕質的多孔耐火磚	0.35~0.4 卡/公尺小時°C
硅藻土磚	0.2~0.25 卡/公尺小時°C
泡沫硅藻土磚	0.15~0.2 卡/公尺小時°C

硅藻土填土	0.15~0.2 卡/公尺小時°C
Зонолит(燒蛭白)	0.15~0.2 卡/公尺小時°C
礦渣棉	0.11~0.15 卡/公尺小時°C
石棉板	0.18~0.22 卡/公尺小時°C
石棉白雲石板	0.14~0.16 卡/公尺小時°C
絕熱水泥	0.2 ~0.3 卡/公尺小時°C
紅磚	0.8 ~1.0 卡/公尺小時°C
耐火磚	0.9 ~1.1 卡/公尺小時°C

12. 電爐外表的溫度在工作時應等於 40~45°C，在任何情況下不該升到 60°C 以上。這個溫度對工作人員來講是良好的工作條件，同時爐子的熱量損耗也是比較小的。在車間溫度 20°C 下，爐子表面每平方公尺的熱量損耗與它的溫度的關係詳見下表。

表面溫度 (°C)	30	40	50	60	80	100	150
磚牆，外包塗漆金屬皮(卡/公尺 ² 小時)	240 (0.28)	360 (0.42)	500 (0.58)	650 (0.75)	1000 (1.15)	1320 (1.92)	2350 (2.7)
塗銀粉塗的表皮(卡/公尺 ² 小時)	180 (0.21)	260 (0.3)	375 (0.43)	500 (0.58)	760 (0.88)	1050 (1.2)	1850 (2.15)

表中括弧裏的數字是表面熱損耗以行瓦/公尺²計。

電爐表及塗了銀粉漆之後，可使熱量損耗降低 4~6%。因此建議所有電爐在可能情況下應塗銀粉漆。

13. 應該仔細檢查電爐引入線是否緊接，和熱電偶的埋藏孔等處。在爐襯中只要有一點裂縫或孔隙就會大大地增加熱的損耗。加料和出料的爐門如無必要不讓打開，爐門應關

得很緊密。在連續式電爐中，加料和出料口有時要長時間地打開，那應該注意它的面積要與進出零件的輪廓尺寸相配，並在進出口處安放石棉屏障。

平均每一平方公尺爐口在各種不同爐溫下的損耗量列如下表，由此足以說明各種爐口和爐門不緊密的意義。

爐 溫 (°C)	600	700	800	900	1000
爐口每平方公尺面積輻射的損耗(仟瓦/公尺 ²)	17	27	39	57	78

跟上一節的表比較，我們可以看到爐口的損耗大約為同等面積爐襯表面的一百倍。

14. 裝料桶(盤、箱等)的重量和大小必須盡量減小。如果用裝料桶，應把絕熱室安置在爐子附近，務使在出料之後可以立刻把桶放進室內。在這個情況下，把裝料桶卸料和重新放進爐內的時間不致冷卻，可以保持它內部儲藏的熱量。

III 利用加熱產品的熱力

15. 按照工藝要求，加熱的製品是要慢慢冷下來的，它的熱量必須加以利用，去預熱下一批的產品，這樣可以減少加熱零件到工作溫度所需的電能消耗。

16. 在分批工作的灶式和豎式電爐中，平常在特製的箱或井內進行緩慢的冷卻，這樣就可以把需要冷卻和預熱的產品輪流放入這種井內，讓產品在進爐前得到預熱。在這一情況下，冷卻的產品把它自己的熱傳給井壁，使它加熱，等到冷卻產品從井中取出之後，新產品就可以從中取得井壁儲存

的熱而受預熱。

17. 为了使熱的傳導先从製品到井壁，次从井壁到製品，必須在每一过程的時間內，在散熱与受熱的物体之間保持充分的溫度差，因此井壁的平均溫度應該处於冷却製品与預熱製品平均溫度的中間。

如果按照熱容量和導熱性來選擇井壁的材料，这就有了保証。

18. 專供預熱製品用的井壁，應該用內耐火材料或耐火磚砌成，它的熱容量应等於冷却製品和加熱製品的熱容量的70%。这个內壁的內周應該包一層熱容量很小的極完善的絕熱物。在这一情況下進行加熱製品的电能可以節省20~25%。

19. 从冷却製品傳熱到預熱製品的过程，如果免去了中間環節——井壁，尚可大大加速。为此特製一種雙層的井或箱，这样就能使熱量直接从冷却製品傳導到預熱製品。这一種井壁的熱容量就沒有什麼意义，主要的是它該是很好的絕熱体。用这种井，电能的節約可以達到30%。

20. 利用冷却製品的熱力在工作不間断的电爐中是特別有利的。可是这种利用也只有在安裝一排电爐的情況下是可能的。在这种电爐中製品是对面交替進出的。在兩個爐子的兩对面安裝一个絕熱很好的預熱箱，給兩個爐子公用。已經加熱的產品就从爐子進入这箱裏，在对面則碰到正要預熱的製品。

冷却的製品是用直接輻射把自己的熱力傳送給預熱的製品。由於这些製品沿箱的全長發生熱的对流，保持着充分的溫度差，因此保証製品的高度預熱並降低电耗至50%。

IV 改变操作规程和温度规程

21. 工藝过程的参数(如最高温度, 全部过程和其各别阶段的时间)一般是可以提高的, 因为它有潜力, 有时甚至很大。既然知道, 凡是降低工藝过程的最高温度和缩短它的时间都能节约电力, 操作人员应当努力钻研技术, 进行试验, 去求出最有利的参数, 而不致损害制品的质量。

22. 在自动调节温度的电炉中, 调节器是按照製品工藝

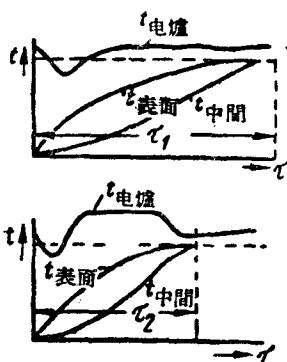


圖 3

过程规定的温度来调节, 使製品不会过热。这个温度往往低于电炉许可加热的温度。在这一情况下, 只要在初步过程中提高调节器规定的温度, 不致对加热有所损害, 然后降低到原定数值直至过程終了, 此时製品温度就接近到工藝所要求的数值, 这样就可以加速製品的加热过程(見圖3)。

在分批式电炉中, 对每一週的过程必须察看, 並两次改变调节温度的定额。在系統的連續式电炉中, 可於第一帶調節温度至加热件許可的最高温度, 至下一帶再調節至工藝过程所指示的温度。

这种措施, 由於加速製品的加热过程, 因此也就可以节约电能。

V 高温儀表的安裝和运用

23. 电气加热的主要优点是保持工作温度的精确性, 但

这一優點祇有在車間內正確使用高溫儀表的情況下才能實現。因此工作人員的首要任務乃是正確地運用高溫儀表並經常保持其完好的狀態。

24. 電爐上安裝的熱電偶，在製造時必須採用十分可靠的熱電材料，列如下表：

鉑-鉑銻	可達溫度	1400°C
鉻合金-鋁合金	可達溫度	1000°C
鉻合金-鈷合金	可達溫度	800°C
鐵-鈷合金	可達溫度	800°C
銅-鈷合金	可達溫度	500°C
銅-康銅	可達溫度	500°C

用其他材料來製造熱電偶是不准許的，因為這些材料可能隨時變更刻度，招致錯誤的指數並造成廢品。祇有標準刻度的熱電偶才能在工廠裏使用。個別製造的熱電偶必須按每批熱電材料單獨刻度。

25. 熱電偶頭部與冷接頭的連接應該採用補償導體。最好把冷接頭埋在2~3公尺深的土中，裝在煤氣管內，或者接在為補償冷接頭溫度而有自動裝置的儀表端板上。如果忽視這一點，那就會造成可能有50°C至100°C的誤差。

如不可能接觸到補償導體，應即設法降低熱電偶連接點的溫度（例如四周包一冷水套），並定期測量記錄其溫度，按特設的表來校正儀表的讀數。為了初步地接近真實，高溫計的讀數應該加上冷接頭的補償溫度：

對於鉑-鉑銻熱電偶，加冷接頭溫度的一半。

對於非貴金屬的熱電偶，加冷接頭的溫度。

26. 熱電高溫計的刻度必須包括連結熱電偶頭部和儀表

的導線，这样才能避免在刻度時及工作時由於电路电阻不符合而引起的錯誤。對於电阻小至100歐姆的电压表特別重要，在这一情況下可能誤差1~2%。如用工廠刻度的高溫計，在熱电偶电路中必須加一平衡線圈，它的电阻數值是这样，把它和熱电偶及儀表連接線的电阻加起來应等於电压表分度盤上指示的它的外部电阻。

對於按零位法工作的補償器和电位表，熱电偶电路的电阻並不影响到計量的正確性。

27. 电爐中的熱电偶應該是这样裝置的，把連接至自動溫度調整器的熱电偶的熱接头，安放在工作室內加熱元件的近旁，以便使加熱件的溫度变化立刻引起調整器的動作。这样可使自動裝置工作敏感而沒有惰性。如果調整器的熱电偶裝置得使它的熱接头只表示加熱產品的平均溫度，那末自動器的工作將會具有很大的熱的惰性，必然發生過熱並使溫度跳動，可能達到 $\pm 50 \sim 70^{\circ}\text{C}$ 的數值。

在加熱製品的中間应仔細地安裝一个補充的熱电偶，連接至指示式或自動記錄式的儀表，以便控制它的溫度。

[譯自蘇聯國立動力出版社(ГЭИ)出版“Руководящие указания по экономии электроэнергии в термических электропечах,” 1946年版一書]