

凝結水聚集和收回

苏联 A. M. 达林著

電力工業出版社

20.134
113

凝結水聚集和收回

苏联 A. M. 达林工程师著

張 德 基譯



電力工業出版社

內 容 提 要

本書收集並闡明了有关凝結水从用戶聚集和收到热源的資料以及有关蒸汽管疏水的資料。

本書着重对各种型式的疏水器、从用戶到电厂的凝結水聚集和收回系統之合理選擇、凝結水管的水压分布、蒸汽管網疏水、凝結水的抽出自动化、凝結水的品質監督、凝結水管內部腐蝕以及凝結水去油淨制等問題进行了研究。

本書可供工業企業和热力發电厂中从事設計及管理凝結水系統的热能技术工作人員參考用。

本書也可以作为高等学校热能專業的教材。

А. М. ДАЛИН

СБОР И ВОЗВРАТ КОНДЕНСАТА

根据苏联國立动力出版社1949年莫斯科版翻譯

凝結水聚集和收回

張 德 基譯

*

415R93

電力工業出版社出版 (北京府右街26号)

北京市書刊出版業營業許可証出字第082号

北京市印刷一厂印刷 新華書店發行

*

787×1092 $\frac{1}{16}$ 开本 * 10印張 * 176千字 * 定价(第10类)1.40元

1956年9月北京第1版

1956年9月北京第1次印刷(1—6,100册)

原 作 者 序

对凝結水的聚集和收回的問題，到現在为止还没有給以应有的注意。我們苏联書籍中就沒有一本專門收集和闡明有关这方面的重要資料的書，个别問題只是在雜誌發表的論文上和在对其他一般或特殊問題有关的書籍上才敘述到。同时在設計和安裝时缺乏關於凝結水聚集和收回的書籍使得一些問題不能獲得令人滿意的解决。在运行时对凝結水的聚集和收回也缺乏足够的注意以致引起大量的凝結水和热損失，甚至有时引起供热破坏並發生事故。

本書的任务就是收集在技術著作上有关这方面問題的資料，並闡明現代合理的凝結水收回方法。本書引用了热电計劃托拉斯、苏联地区發电厂及線路改進局、全苏热工研究所、莫斯科动力学院和其他机关的許多資料，並参考了先進發电厂和制造厂的实际經驗。

必須指出，關於凝結水聚集和收回的許多問題直到現在为止研究还是不够的，並且还是在繼續研究的时期。特別是關於过热凝結水的引出和輸送、高压蒸汽管疏水以及其他問題就有很多不清楚的地方。

如蒙讀者將關於這本書任何發現的缺点通知作者，作者是非常感謝的。

本書承蒙 E. И. 薩卡諾夫教授在審閱原稿时給予了許多宝貴的指示，並且仔細校閱本書，作者謹向他表示深沈的謝意。

作 者

目 錄

原作者序

第一章 防止凝結水和熱損失 1

- 第1節 概論 1
- 第2節 電廠里的凝結水和熱損失 2
- 第3節 在用戶那里和在管網內的凝結水和熱損失 3
- 第4節 因疏水器工作不良而引起的凝結水和熱損失 7
- 第5節 技術上和經濟上凝結水收回的合理性 8

第二章 集汽器內的凝結水疏出 12

- 第6節 集汽器的特點 12
- 第7節 凝結水疏出裝置——疏水器的一般特點 13
- 第8節 沒有節流機構的疏水器 18
- 第9節 具有單級節流機構的疏水器 23
- 第10節 具有多級節流機構的疏水器 45
- 第11節 具有節流孔眼的疏水器之選擇和計算 51
- 第12節 疏水器的裝置方法 67

第三章 用戶處凝結水聚集和收回到熱源的方法 70

- 第13節 凝結水聚集和收回的原則性系統 70
- 第14節 具有混合加熱裝置的集汽器內凝結水的聚集和收回 76
- 第15節 凝結水的沸騰問題。二次沸騰蒸汽量的確定 78
- 第16節 利用過熱凝結水的熱量 81
- 第17節 凝結水收集系統中壓力的限定方法 83

第四章 用戶處凝結水的收集設備 83

- 第18節 膨脹箱——蒸汽分离器 83
- 第19節 分站和電廠的凝結水箱 89
- 第20節 安全閥 90
- 第21節 安全密封裝置 91

第五章 凝結水从用戶輸送到电厂	93
第22節 凝結水管閉式和開式系統的水壓分布	93
第23節 凝結水管的水力計算	104
第24節 几个疏水器在一根总凝結水管上並联工作的計算	112
第25節 凝結水泵的布置和裝配方法。水泵和馬達的選擇	113
第26節 凝結水泵的並联工作	118
第27節 凝結水分站內的布置地点、數目和組合	126
第六章 發电厂集汽器內的凝結水疏出及其收回到鍋爐給水系統內	130
第28節 一般情况	130
第29節 回热循环系統的加熱器和蒸汽產生器內的凝結水疏出方法	130
第30節 汽輪机的凝汽器內以及抽气器的冷却器內的凝結水疏出	133
第31節 低压加熱器內的凝結水疏出	134
第32節 軸封蒸汽加熱器內和中压加熱器內的凝結水疏出	135
第33節 高压加熱器內的凝結水疏出	135
第34節 蒸發設備的凝汽器內和其他的厂用加熱器內的凝結水疏出	142
第35節 暖气設備加熱器內的凝結水疏出	142
第七章 蒸汽網疏水。凝結水網放水和放气	150
第36節 蒸汽管疏水	150
第37節 輸送乏汽的蒸汽管疏水	153
第38節 凝結水管的放水、放气	154
第八章 發电厂內的蒸汽管疏水和疏水設備	157
第39節 一般情况	157
第40節 疏水的种类、作用和实行方法	158
第41節 疏水的原則性系統	161
第42節 疏水的热量利用	163
第43節 高压蒸汽管疏水	171
第44節 中压、低压以及真空蒸汽管疏水。汽輪机疏水	175
第45節 凝結水管和給水管疏水	177
第46節 疏水設備	177
第九章 凝結水的品質及其淨制	181

第47節	凝結水的品質	181
第48節	凝結水去油淨制	185
第十章	凝結水聚集和收回的控制、自动化和監督	195
第49節	控制与自动化	195
第50節	監督	207
第十一章	凝結水系統的安裝和运行	217
第51節	安裝和运行	217
第52節	凝結水的物質和热量平衡表	219
第53節	疏水器的运行	221
第54節	疏水器的監督	225
第55節	防止凝結水系統內的腐蝕	230
附錄 1		235
附錄 2		236
附錄 3		237
附錄 4		242

第一章 防止凝結水和熱損失

第1節 概 論

在動力設備設計、安裝和運行時，蒸汽用戶處的凝結水聚集和收回以及蒸汽管疏水之合理化應該是毫無疑義而且是必需的。但是到現在為止，關於凝結水聚集和收回以及蒸汽管疏水這方面的問題，在設計、安裝和運行時解決是不夠合理的。在發電廠里、在管網中以及在用戶處發生大量的凝結水損失，以致給水需要大量的補充。同時和凝結水一塊還要損失掉很多的热量。干淨凝結水的均衡收回對現代化發電廠而言同樣具有重大的意義。因為凝結水在收回時中斷或者它的品質不良，發電廠都會被迫減少送出的蒸汽量，以致破壞用戶的供熱狀況。有些發電廠的疏水設備使用是不夠令人滿意的：疏水器和附件工作時沒有足夠的監督；進行修理和檢查也不完善；大量的凝結水損失掉；附件流汗。在很多情況下疏水布置是不合理的，因此洩出的凝結水和熱不能加以利用。因而發電廠內沒有收回的凝結水損失有時達到 8~10% 的鍋爐蒸汽生產量（鍋爐排污沒有計算在內），可是在最好的發電廠內這種損失可以降低到 0.5~1%。疏水設備的不良情況也會引起蒸汽管系的故障——水击、法蘭連接漏汽。

為了達到節省因疏水而損失的凝結水和熱這種目的，疏水布置必須實行得合理，運行必須調整得正常，以及凝結水和熱必須利用得合理。電廠里蒸汽和凝結水的損失或收回的凝結水品質不良都需要將大量的化學淨制水補充到鍋爐內，以致引起增加鍋爐排污量。排污量的增加就會引起過多的熱損失。許多從事發電

厂、热力網和工業企業的工作人員对电厂里凝結水和热損失过大沒有加以注意，因而使人民經濟受到很大的損害。

若全体工作人員对蒸汽和凝結水的各种損失、汽化、漏汽和漏水不很熟悉的話，那么不断的收回凝結水並減少其損失，只有在凝結水聚集和收回系統的設計正确、安裝适当以及运行注意下才有可能。

多多節省热和減少鍋爐給水系統內的補給水，可以用全面合理解決關於凝結水聚集和收回以及蒸汽管疏水方面問題的方法來达到目的。

1944年4月17日國防委員會 (ТОКО) 關於發電厂方面提高凝結水收回量的決議就是动力系統和工業企業方面力能工作者改進凝結水設備的行動綱領。

第2節 电厂里的凝結水和热損失

电厂里的凝結水和热損失可能大大地減少。引起損失的原因及其消除方法在下面敘述。

在鍋爐和蒸發器排污時，热和給水（包括凝結水在內）的損失可以採用下列方法來減少：根据化学分析關於鍋爐用水和蒸汽發生器用水的允許含鹽濃度資料來精確地規定排污水量標準額，力求能够大为減少連續和定期排污量；採用合理的排污方法和改進完善的鍋爐蒸汽引出方法；提高引進的給水品質。例如，在卡施爾斯克 (Каширский) 發電厂里实行檢驗監督之后，定期排污已經縮減到每月1~2次而沒有發現鍋爐的工作情况惡化。在这个电厂里連續排污系統嚴格按照化学分析資料來進行。結果因排污而損失的鍋爐水只佔給水总流量的0.3~0.4%。

在重油加熱時所發生的凝結水損失可以用凝結水去油淨制方法來消除。若沒有凝結水淨制設備，這種損失可以靠節省重油加熱的蒸汽來減少。

在霧化器中因石油霧化消耗蒸汽而引起的凝結水損失可以靠調整燃燒過程來減少，也可用機械式霧化器來代替蒸汽式霧化器。但是必須注意到，在採用煤粉燃燒設備下重油霧化器只是輔助設備，若用機械式霧化器來代替蒸汽式霧化器是不合理的。當鍋爐在低負荷下工作以及燃燒室內溫度很低時，機械式霧化器也是不經濟的。

在燃燒室中因鼓風消耗蒸汽而引起的凝結水損失可以部分或全部用空氣鼓風來代替蒸汽鼓風的辦法減少之。

在鍋爐和省煤器吹灰方面因用蒸汽吹灰而產生的凝結水損失具有很大的數量。因此必須嚴格地根據需要來建立吹灰制度，應尽可能改用空氣吹灰。

由於輔助機械採用蒸汽拖動消耗蒸汽而引起的凝結水損失可以採用電力拖動代替蒸汽拖動來減少，或者採用將蒸汽拖動的排汽在熱交換器中加以利用的辦法來減少。

首先在石油泵那里必須用電力拖動來代替蒸汽拖動。在電廠里往往是汽動石油泵（поршневой）經常工作，甚至於在裝設有電動石油泵的情況下都是如此。具有蒸汽拖動的石油泵必須準備有，但是必須規定只有在電流供給停止的情況下，經常工作中的電動石油泵停下時，才能加入運行。

備用的給水汽動泵以及帶動循環水泵和凝結水泵的汽輪機，如果它的構造不需要預熱來起動，那末應該實行自動起動。這樣就使得汽輪機在起動時完全有可能不會消耗蒸汽，因此就能夠減少凝結水的損失。

由於盤根漏汽而產生的凝結水損失可以採用將盤根漏汽引進到回熱系統上加熱器或凝汽器內的辦法來消除。

由於水泵盤根用汽封而產生的凝結水損失可以用收集盤根後的凝結水經過除油淨制並把它引進到鍋爐給水系統內的辦法來消除。

由於电厂疏水系統不完善以及操作不正确而引起的凝結水損失，如果設計、安裝和运行部門对疏水系統多多注意的話，是可以大大地減少的。不要忘記疏水系統既是电厂的重要部分，也是蒸汽和給水的主要系統。發电厂起動時應該具有完善的疏水系統。疏水系統應該要保證凝結水收回最大、熱損失最小、运行时安全可靠。

电厂疏水系統內引起過多損失而最常發生的毛病就是：

a)許多疏水沒有收集並把疏水排到下水道內。

б)蒸汽过热器的洩水管漏汽。

в)疏水器裝設不正确並对它缺乏監督。

г)沒有疏水器只用簡單的閥作為疏水器以致經常發生凝結水的損失，這是由於經常有蒸汽漏進到大氣的緣故。

д)鍋爐和蒸發器排污的熱量沒有利用。

е)因疏水而產生的二次沸騰蒸汽沒有利用。

ж)对不同壓力的疏水收集到公共疏水箱內缺乏足夠的檢查。

з)疏水在水箱內很大的蒸汽壓力作用下放出，以致造成凝結水很快蒸發並發生水沖擊。

и)當清洗或修理時，疏水在每只水箱之間的轉換沒有可能。

и)沒有利用放出的疏水，特別是低位置的疏水，把它放到下水道內。

л)干淨的和不干淨的疏水混合在一起。

消除上述這些毛病就可以大大地減少疏水方面凝結水和熱損失。

由於蒸汽管和凝結水管的連接不緊密而引起的凝結水損失可以採用焊接連接代替法蘭連接、經常監視法蘭連接和其他連接的狀況並及時消除毛病等辦法來減少。

由於熱交換設備中凝結水弄髒而引起的凝結水損失可以对凝結水的品質採用自動的和人工的監督辦法並及時採取消滅所有引

起不潔的因素（管子和管板連接不緊密、管子因腐蝕而發生孔隙等）措施來消除。

第3節 在用戶那里和在管網內的凝結水和熱損失

從用戶收回到電廠或到鍋爐間內凝結水的百分數是很低的，並且在大多數情況下沒有超過30~50%，在許多企業里凝結水收回的百分數降低到特別小的數值——15~20%。在落后的企業里凝結水收回完全沒有。例如，關於蘇聯電站部的13項基本熱力系統在1944年第一季度內收回的凝結水為25%，而在1946年第一季度內——41%。同時根據論文上的資料^①，以及根據計劃實行的和用戶調查的資料，可以得到下列從各個用戶收回凝結水的百分數（表1）。

大的百分數系屬於具有新式完善設備的企業，而小的百分數系屬於具有舊式設備的企業。所列举的凝結水收回數據不是極限值，若對凝結水收回問題給以應有的重視是可以超過的。實際上可能遇到這樣的情況，例如在蒸汽消耗量很小而用戶距發電廠相當遠的情況下，若從用戶將凝結水收回到熱源是不合理的。但是在各種具體情況下放棄凝結水收回應該要有經濟上的理由。當放棄凝結水收回時，必須設法利用在用戶那里的凝結水。

工業和公眾用戶那里的凝結水沒有收回通常是由於下列的原因：

- 1) 在用戶系統內完全或部分沒有凝結水管；
- 2) 沒有水泵輸水站；
- 3) 沒有疏水器或者疏水器安裝不正確以及對它們的工作監督不夠；
- 4) 採用混合加熱代替表面加熱；

① C. A. 沙卡特，“力能經濟”第6期，1939年。

5)为了技术上的目的,使用凝結水代替准备專用的水,例如,把凝結水当作过濾水用等等;

6)集汽器中存在有引起凝結水不潔的毛病(盤管和管子中的毛病等);

7)由於凝結水聚集和收回設備的情況不好;

8)蒸汽管和管件的情況不好;

9)蒸汽鍋和蒸汽压榨机排出的乏汽沒有利用,或者是沒有乏汽除油淨制設備;

10)把蒸汽用到非备用机械的蒸汽原动机方面;

11)凝結水聚集和收回系統布置得不正确和不合理;

12)在工業企業和發電厂方面对热用戶一般的和車間內部的情況考慮得不够好。

消除所有的上述凝結水沒有收回原因可以綜合地採用不複雜的、不要求缺乏的設備和巨大投資而在工厂条件能够做到的情况下來达到目的。

表 1

次序號碼	使用蒸汽生產部門的性質	凝結水收回百分數, %	
		由	到
1	機器製造	50	80
2	汽車	60	70
3	冶金	10	50
4	鋁	60	85
5	紡織	50	80
6	造紙	30	60
7	人造橡膠	30	60
8	化學	30	60
9	人造汽油和油	45	65
10	石油提煉(分解蒸餾)	10	50
11	木工	80	90
12	食品	60	80
13	浴室、洗衣店、廚房	80	90

各种企業必須擬訂达到提高凝結水的收回量和改進凝結水的品質的具体办法。

凝結水疏出自动化、凝結水除油淨制自动化以及凝結水除去某些其他特殊污物自动化可以得出很大效果。

各种企業應該訂出劳动报酬獎金制度，給予在改進凝結水設備方面的工人、技術員、工程師等建立物質上兴趣，並且鼓勵它們为提高电厂干淨的凝結水收回量而進行斗争。預防的計劃檢修必須擴大到凝結水系統的各部分，並且所有的檢查、校正、臨時修理和大修應該按時完成。

業務處和热力網工作人員應該系統地來進行下列工作：

1) 企業方面蒸汽和凝結水的平衡分析，蒸汽消耗和凝結水收回定額的檢查；

2) 在企業之間組織經驗交流，並在凝結水系統的調整和运行方面對它們給予幫助；

3) 為企業節省熱能和提高凝結水收回量開展社會主義競賽；

4) 經常檢查凝結水收回量不夠的企業，並和工厂力能工作者共同研究擬訂保證完成有關凝結水質量和數量方面的計劃任務之措施；

5) 對執行擬定的措施計劃實行監督。

第 4 節 因疏水器工作不良而引起的凝結水和熱損失

疏水器是凝結水疏出系統內很重要的組成部分。在大多數的企業里對疏水器的監督認為是次要問題，其實疏水器运行不正常以及對它不注意會引起很大的凝結水和熱損失。

疏水器往往裝設在地下室、隱蔽的地方或在暗道內，在那些地方對疏水器監督是很困難的。通常也不安裝監督疏水器工作的儀表。平常只在加熱設備停止工作，或者蒸汽經過疏水系統排洩到大氣中而引起周圍的人注意時，才想起疏水器。疏水器是具有靈敏機

構的自動裝置。含有泥渣、銹蝕及其他雜質而具有高速流動的凝結水會很快地把緊密的表面破壞。疏水器因不緊密而引起的蒸汽和凝結水損失是超過了疏水器的價值和它本身的裝置費好多倍。

若是有大多數的疏水器工作不好，就可能引起破壞正常生產工作。由於疏水器內部結構不緊密的緣故，每只疏水器的蒸汽漏出可以達到 500~1000 公斤/小時。若用工作良好的新式疏水器代替舊式的，蒸汽漏出實際上往往可以減少一半。為了消除通過疏水器的熱損失必須規定每天對疏水器的工作加以檢查。疏水器應該有監視裝置，並且應該裝設在便於看管的地点上。保證集汽器迅速預熱的旁通裝置應該要便於維護人員容易操作，這樣就是保證維護人員能夠及時開啓和關閉。疏水器中已被發現的毛病必須消除，而用壞了舊的

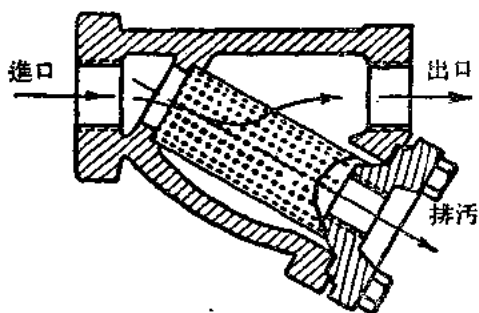


圖1 自淨式過濾器

疏水器必定要更換新的。落到疏水器中的固體泥渣、水垢等必須預先防止。因此可以建議在疏水器前裝設過濾器（圖1）。

疏水器不應該裝設

在對它的工作條件是困難的地方，例如在過熱蒸汽管那里凝結水就很少生成。疏水器必須保溫，因為外殼冷卻的緣故，沒有保溫的疏水器就會產生很大的熱損失；疏水器、凝結水管以及凝結水箱由於沒有保溫而產生的熱損失可以達到每公斤凝結水損失 30 大卡熱量。

第5節 技術上和經濟上凝結水收回的合理性

凝結水收回的合理性是由很多因素來決定的，其中主要因素就是：

- 1) 收回的凝結水量;
- 2) 由用戶到發電廠或鍋爐間的距離;
- 3) 給水的價值;
- 4) 用戶每年使用時數;
- 5) 凝結水去油去雜質的淨制價值;
- 6) 熱量的價值;
- 7) 收回凝結水的溫度;
- 8) 因凝結水沒有收回而損失的電能和熱能。

為了確定凝結水收回的合理性，必須計算到凝結水收回系統的基本建設費、全年因凝結水收回而節省若干以及規定投資收回期限。

為了估計凝結水收回的利潤可以作出如下的近似計算。

a) 關於因收回凝結水而支出的基本建設費(以盧布計):

$$S_0 = 40\,000L + C_k(d - 40)L, \quad (1)$$

式中 d ——凝結水管直徑以公厘計;

L ——凝結水管長度以仟公尺計;

C_k ——凝結水管每公厘——仟公尺的價值。

C_k 值採用如下:

對於工業基地、新建城市及村莊(敷設條件單純),

若 $d = 40—100$ 公厘, $C_k = 400$ 盧布/公厘·仟公尺;

若 $d = 125—300$ 公厘, $C_k = 700$ 盧布/公厘·仟公尺;

對於旧有的城市(敷設條件複雜),

$C_k = 800$ 盧布/公厘·仟公尺 和

$C_k = 1400$ 盧布/公厘·仟公尺。

6) 關於凝結水去油^① 去雜質淨制設備的基本建設費(以盧布計):

^① 沃茲涅辛斯基著:石油提煉工業中節省燃料的方法, 1945 年蘇聯國立燃料工業出版社出版。

$$S_0 = 1000G + 6000, \quad (2)$$

式中 G ——凝結水量以噸/小時計。

全部基本建設費為

$$S = S_g + S_0. \quad (3)$$

精確的基本建設費系在根據財政計算或預算擬定好設計任務和技術設計之後才能確定。

全年維持費系按下列方法來確定：

a) 在電能方面：

$$\mathcal{E} = N \times n_n \times C_e \text{ 盧布/年}, \quad (4)$$

式中 N ——屬於凝結水泵的電動機之總功率以瓩計；

n_n ——水泵工作小時數以一年計；

C_e ——每度(瓩·小時)電的價值以盧布計。

b) 在折舊、臨時修理和管理方面的費用折成基本建設費來計算：

$$A = \frac{S \times P}{100} \text{ 盧布/年}, \quad (5)$$

式中 P ——全年折成熱水管價值的百分數。

P 值和管子敷設方式有關，為了節省計算，其值採用不要大於 12%。

b) 在凝結水去油去雜質淨制方面：

$$M = C_0 \times n \times G \text{ 盧布/年}, \quad (6)$$

式中 C_0 ——凝結水淨制的價值(以盧布計)可按下列式來確定，

$$C_0 = \frac{864G + 500}{n \times G}, \quad (7)$$

n ——全年內最高使用小時數。

全年全部維持費為

$$Z = \mathcal{E} + A + M \text{ 盧布/年}, \quad (8)$$

因凝結水收回而節省的費用：

a) 用淨制水而節省的基本建設費：