

发电厂热力过程的 自动调整

苏联 Б. И. 杜布編

34

02

電力工業出版社

发电厂热力过程的 自动调整

苏联 Б. И. 杜布編

柳椿生 高汉襄譯

電力工業出版社

內 容 提 要

本書是由八篇文章組成的。這些文章的作者根據他們在現場工作的實際經驗敘述各種型式的自動調整系統及其各個部件的構造，自動調整裝置的實際校整和運行情況，總結出使用自動裝置的優點。內容理論不深，可供從事於火力發電廠自動化裝置的設計、安裝、校整和運行工作的工程技術人員，以及維護自動化裝置的工人閱讀。

Б.И.ДУБ

АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ
ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ
ГОСЭНЕРГОИЗДАТ МОСКВА 1952

發電廠熱力過程的自動調整

根據蘇聯國立動力出版社1952年莫斯科版翻譯

柳椿生 高漢襄譯

*

576R140

電力工業出版社出版(北京府右街26號)

北京市書刊出版業營業許可證出字第082號

北京市印刷一廠排印 新華書店發行

*

787×1092 $\frac{1}{2}$ 開本 * 5 $\frac{1}{2}$ 印張 * 111千字 * 定價(第10類)0.80元

1957年6月北京第1版

1957年6月北京第1次印刷(0001—4,600冊)

前 言

近年来，在电站部所屬的一些发电厂中，热力过程的自动化获得了很大的發展。現在，只有一小部分鍋爐(主要是20吨/小时及其以下的小蒸發量鍋爐)还没有安裝自动給水調整器。大部分的鍋爐已經安裝了燃燒过程自动化裝置。近几年內，煤粉爐燃燒过程的自动調整在发电厂中已被广泛地采用；最近，已經研究出豎井磨煤式鍋爐和爐排式鍋爐燃燒过程的自动化裝置，并且已經成功地試用和获得工業上的应用。因此，不仅在发电厂的大型鍋爐中，并且在工業企業的鍋爐中，都已能够广泛采用燃燒的自动化裝置。在鍋爐上安裝过热蒸汽温度調整器，使磨煤机进煤自动調整和除氧器运行自动調整等工作也在进行。

为了解决上述任务，电站部、机械制造部和仪表制造部、以及重工業部等部門所屬制造厂，制造了各种有关的自动化裝置。这些自动化裝置現今已經过在長时期工業运行条件下的考驗。由于运行有了經驗，就能够对“动力机件”制造厂、“热力自动化裝置”制造厂和文留考夫斯基管道附件制造厂等制造的各种用途和型式的自动化裝置的結構加以改进。自动化裝置的結構和系統，随着运行經驗的积累和制造条件的改变，將繼續得到改进。

从最初采用自动化裝置的那天起，掌握自动化裝置和达到其最大利用效果，就已經成为一項最重要的任务。但是，因为有关企業与機構沒有对这些問題給予应有的重視，这些任务解决得很慢，他們只对自动化裝置的設計与制造問題，以及对在第一批自动化机组上自动化裝置的安裝、启动与校整給予发电厂以技术援助等問題加以注意。由于这个緣故，在許多发电厂中，自动化裝

置利用得不足，其採用的經濟效果低於可能達到的和低於在許多情況下因消除了自動化裝置的缺陷和正確地運用自動化裝置後已達到的經濟效果。所以，掌握自動化裝置和完全利用其優越性，在目前應當成為最重要的任務。

本書中所搜集的論文，主要就是敘述自動化方面的問題。同時也着重介紹了一些好的經驗。

這些自動化裝置使用的經驗，証明了各發電廠由於自動化裝置運行校整的結果而獲得的巨大的生產上的和經濟上的效果。

鍋爐給水的可靠性已經提高。Б. Л. 庫特曼和 Д. К. 米洛諾夫在他們的論文中指出，在莫洛托夫電業局的發電廠中，從雙脈沖力給水調整器投入運行起，就沒有再發生過一次由於鍋爐給水中斷而造成的事故，而在以前，這類事故卻發生過好幾次。其它發電廠的經驗也証明，校整好的自動給水調整器，是保證鍋爐不間斷的和正確給水的可靠設備。差不多在本書中所提到的所有發電廠中，由於採用了給水自動化裝置，就有可能減少司水人員的數量和改善他們的勞動條件。但是，必須認為，這個結果是完全不夠的，因為我們的任務不是減少司水人員的數量，而是要在沒有司水人員條件下，保證鍋爐可靠的運行。個別發電廠的經驗指出，當與鍋爐給水自動化裝置校整的同時，安裝了低地位鍋爐汽鼓水位計、極限水位警報器，並且有關閥門裝有遠方控制裝置時，這個任務才能順利地解決。

鍋爐燃燒、過熱溫度調整和磨煤機進煤等過程的自動化，是降低煤耗和廠用電的源泉。而自動化裝置所保證的蒸汽規範的穩定性和維持設備的最經濟的運行方式也有相當重要的意義。在本書的各篇論文中，明確地指出了自動化裝置在作為促使發電廠技術經濟指標改善的最重要因素方面的意義。

各論文的作者對於所能達到的經濟效果提出了不同的數字。Б. Л. 庫特曼和 Д. К. 米洛諾夫指出，自動化鍋爐與非自動化鍋爐相比，效率約增加 1.5%，В. И. 日丹諾夫——2%，М. А. 杜額耳——1~2.5%，而 И. М. 馬特魏也夫——0.23%。

对于自动化裝置效果的估价各不相同，它們是根据什么呢？首先，是因为确定效果的方法不同。И. М. 馬特魏也夫对鍋爐效率提高数值的估計，系根据自动化鍋爐与非自动化鍋爐的比較試驗。庫特曼与米洛諾夫兩位同志用同样的方法确定自动化裝置的效果，而其他作者則把鍋爐現在的技术运行指标与該鍋爐改为自动化以前各年間的指标相比較。这两种确定自动化裝置效果的方法都具有一定的条件性。

試驗时所获得的結果，是不足以表示实际效果的，因为在实际条件下，常常得不到試驗时所获得的結果。这特別适用于非自动化的鍋爐。

在一般的运行条件下，非自动化鍋爐机組的規定运行方式会週期性地遭到或大或小的破坏。例如，如果供給燃燒室的空气量發生非預期的变化，就会对燃燒过程产生不好的影响，它破坏过热蒸汽温度的規定水平，也能增加吸風所消耗的电量。鍋爐給水方式改变，对蒸汽规范会产生不好的影响。这两种热損失的大小与司爐和司水的注意力及技能有关。实际經驗說明，非自动化鍋爐机組由于运行方式变化所造成的热損失是很大的。

同时，当进行自动化鍋爐与非自动化鍋爐的比較試驗时，用手操作鍋爐不可能准确地重复实际中發生的运行方式的变化，也不可能保証运行人員像在通常运行条件下如何对待这些变化一样，在試驗时也同样准确地对待这些变化。

鍋爐自动化前后的技术指标的比較結果，同样不能作为自动化裝置效果的准确估价。問題在于：在鍋爐的自动化过程中，其技术状态并不是保持不变的。調整机构(閘門、閘板、档板)的構造得到了改进并加以密封；空气管道与烟道的不严密处也消除了。不执行这些措施，就不可能保証自动化裝置的正常运行；而这些工作本身就保証了热損失和厂用电的降低以及机組技术运行指标的改善。此外，在許多进行自动化的机組上，还进行了巨大的改裝工作：增加鍋爐尾部加热面、改进燃燒室裝置等，以改善燃料的利用。因此，当把鍋爐机組生产过程改为自动化以后，自

自动化裝置本身的作用也不可能从所得到的总的效果中分离出来。

例如，日丹諾夫同志在他的論文中指出，鍋爐在1951年改为自动化以后与1946年相比，效率提高了2%。很明显，这时要把自动化本身的影响分离出来是很困难的。

應該注意一項表征自动化裝置掌握程度的重要指标——自动化裝置在运行中的利用率。在本文集的几篇論文中所敘述的經驗，提出有必要改变目前关于此利用率的正常的和可能达到的数值方面的概念。應該同意各作者的意見，即0.98的利用率不能作为可能达到的極限值，甚至也不能作为足够高的数值。在个别發电厂中利用率已經达到1.0，而在其他發电厂中，对自动化裝置利用率不高的原因已做出了詳尽的分析，并且采取了消除这些原因的措施，这些事实証明，使自动化裝置完全地、差不多100%地利用——这一任务是完全可以实现的。也就是說，所有發电厂都应该执行这一任务，其中也包括那些目前自动化裝置利用程度不高和利用率不超过0.5~0.7的發电厂。

要实现掌握自动化裝置的任务，达到高的自动化裝置利用率和改善設備的技术經濟运行指标，就需要發电厂的領導人員和工作人員的很大努力。在本文集資料中敘述了先进电厂的經驗，本文集可供發电厂工作人員在解决掌握热力过程自动化裝置的实际任务問題中参考。

技术科学碩士 Б. И. 杜 布

目 录

前言

发电厂热力部分的自动调整 3. Я. 别伊拉赫	6
莫洛托夫电業局所屬各发电厂热力过程自动化的經驗	
Б.Л.庫特曼和 Д. К. 米洛諾夫	51
“热力自动化裝置”制造厂制造的液力式自动調整器	
М. А. 杜額耳	86
ЦКТИ 型燃燒过程自动調整裝置的校整 А. В. 費道林柯	100
燃燒泥煤的鍋爐机組自动化的經驗 И.М. 馬特魏也夫	110
大型发电厂鍋爐房的自动調整器运行的經驗	
Г. А. 基萊也夫	117
中心热电厂热力过程自动調整器的运行	
В. И. 日丹諾夫	133
热力过程自动調整器的运行及校整經驗	
Н.А. 郭尔布諾夫和 М.И. 德札拉也夫	144

發電廠熱力部分的自動調整

技術科學碩士 З. Я. 別伊拉赫

引 言

在現代化的火力發電廠中，生產過程的自動調整已得到廣泛的應用。採用自動化裝置，除了可以改善一般的勞動條件以外，可以提高機組運行的經濟性和可靠性，同時還擴大了運行人員對設備的維護範圍，因而可以節省一部分運行人員。

現在除了很少的例外，新建發電廠的所有機組都裝備了自動化裝置。在以前建築的發電廠中，也有相當數量的機組採用了自動化裝置。

發電廠熱力部分的自動化，是以 И. И. 波耳祖諾夫中央機爐研究所(ЦКТИ), Ф. Э. 捷爾仁斯基全蘇熱工研究所(ВТИ)和“熱力自動化裝置”製造廠研究出的國產自動化裝置為基礎進行的。

文留科夫斯基管道附件製造廠，“動力機件”製造廠，“伊耳馬里涅”製造廠和中央機爐研究所的國家試驗工廠都製造中央機爐研究所研究出的電氣機械式調整器。此外，“動力機件”製造廠已掌握了全蘇熱工研究所研究出的電子式調整器的生產。“熱力自動化裝置”製造廠也製造液力型自動化裝置。

ЦКТИ 型自動化裝置供裝備蒸發量為 50 噸/小時及以上的鍋爐、磨煤機、減壓-減溫設備、除氧器等之用。

ЦКТИ 型電氣機械式調整器的構造和動作系統在各文獻中已有敘述^①；所以，本文只限于敘述大批製造的 ЦКТИ 型調整系統的新的部件。

① З. Я. 別伊拉赫, Е. П. 費耳德曼, А. А. 維爾希科夫著“鍋爐機組的電氣機械式燃燒自動調整系統”，蘇聯國立動力出版社 1948 年出版。

З. Я. 別伊拉赫, Е. П. 費耳德曼著“ЦКТИ 型電氣機械式鍋爐燃燒過程調整系統”，載于 1948 年第 7 期的“發電廠”雜誌上。

銀爐燃燒室內燃燒過程的自動化

燃燒過程的自動調整系統包括蒸汽壓力調整器，“燃料-空氣”比例調整器和負壓調整器。

在 ЦКТИ 型調整箱內，是利用測量機構和平衡彈簧所產生的力矩互相比較的方法進行被調整數值的測量。

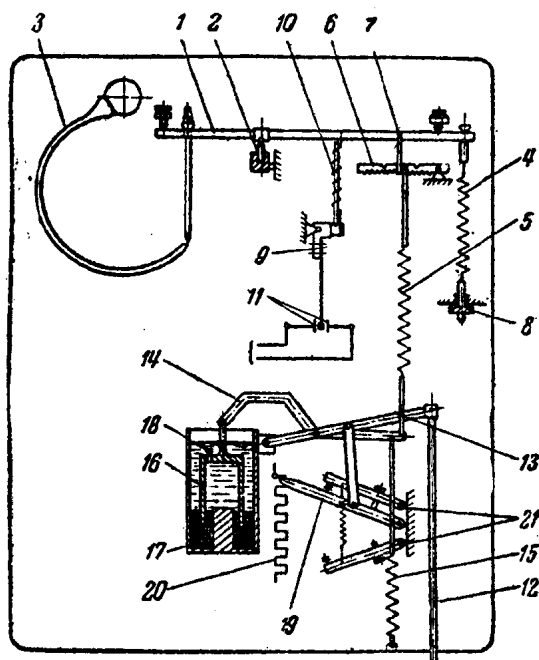
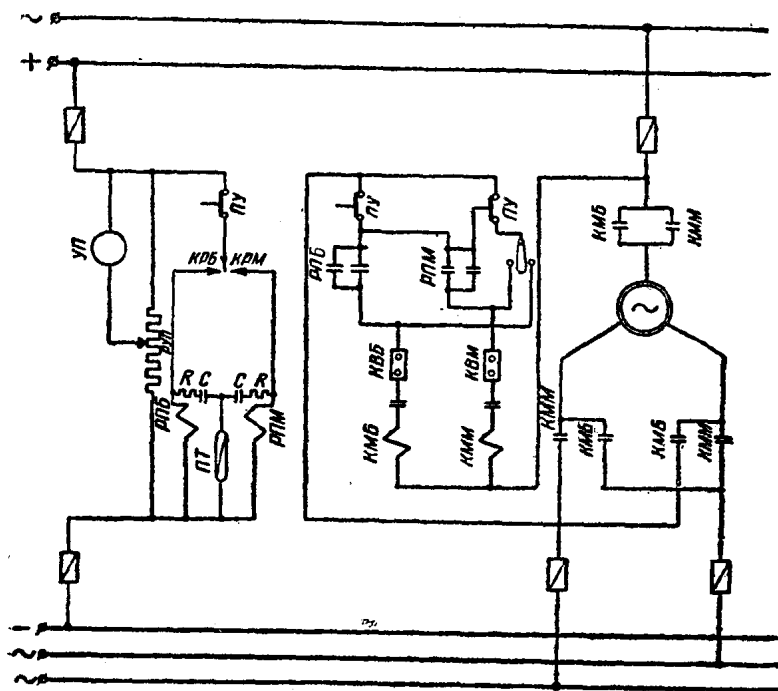


圖 1 壓力調整箱的機械系統圖

在圖 1 中，示有壓力調整箱的機械系統。主槓桿 1 放置在刀架 2 上，加于主槓桿 1 上的力量有：壓力表彈簧 3（測量機構），調整彈簧 4 和開關彈簧 5 產生的力。開關彈簧產生的力經過小齒桿 6 和拉桿 7 傳到主槓桿上。當拉桿 7 和開關彈簧連桿在小齒桿上的位置改變時，開關彈簧 5 產生的作用于槓桿 1 上的力就改變。當在規定的被調整規範數值下，利用螺絲帽 8 來調整彈簧 4

調整機構的位移經過開關拉桿 12 傳到槓桿 13，槓桿 13 用鉸鏈與平穩復原裝置的槓桿 14 相聯。在平穩復原裝置槓桿 14 的一端固定了開關彈簧 5 和平穩復原裝置的彈簧 15。這個槓桿的另一端與小鐘罩 16 相聯。小鐘罩放在杯子 17 內，杯子中一部分充滿水銀，水銀上面則灌注油。在小鐘罩的蓋子上有一小孔，借助螺絲 18 來調整孔的大小。

开关槓桿 18 借助拉桿與位置指示器的滑動片 19 相聯。當調整機構位移時，滑動片沿著電位差計變阻器繞圈 20 滑動。當調整機構達到極限位置時，終端開關 21 就使電氣回路斷開。



在圖2中，示有压力調整箱(КРД)的电气系統展开圖。電門

把中間繼電器 PПБ 和 PПМ 的繞圈回路中的接點 KРБ 和 KРМ 閉合。經過控制切換開關 ПУ 向中間繼電器的接點供給 220 伏的交流電源。繼電器的接點經過終端開關 KББ 和 KБМ 聯接到磁力起動器的繞圈 KМБ 和 KММ 回路中。與中間繼電器的繞圈相平行，各並聯一紙質電容器(0.8~1.0 微法，300 伏)和一電阻(8000 歐姆，4~5 瓦)。

在位置指示器電位差計變阻器 PУП 的滑動片與電源的一個電極之間，聯接入安裝在鍋爐控制盤上的指示儀表 УП，以監視調整機構的位置。

負壓調整箱的測量機構制成平面薄膜式的形狀。

“燃料-空氣”比例調整箱(空氣調整箱)與其他調整箱所不同的，在於其中安裝了兩個測量機構：平面形薄膜和螺管繞圈，平面形薄膜系測量確定空氣流量的壓力降用的。所敘述的調整箱有下述基本特性：

(1) 調整彈簧的設計剛性 12.5 克/公厘；

(2) 開關彈簧的設計剛性 6.7 克/公厘；

(3) 薄膜的有效面積 215 公分²；

(4) 壓力表彈簧的「有效面積」和剛性變動範圍很廣。它們的大小在彈簧的端塊上用打印方法標出。工作壓力為 30~35 公斤/公分² 的彈簧，有效面積大約等於 0.25 公分²，而剛性則大約等於 250 克/公厘；

(5) 螺管繞圈力量的變化範圍為 500~600 克；

(6) 中間繼電器(KДР-3型)有電阻為 9000 歐姆、匝數為 40 000 的繞圈。中間繼電器與位置指示器以 110 伏的直流電源供給。

調整箱的中間繼電器的接點，經過終端開關聯接到可逆式磁力起動器的繞圈回路中。起動器使調整器伺服機的電動機接通。

伺服機系由 220 伏鼠籠式感應電動機和雙級蝸母減速齒輪所組成。減速齒輪的第一級變速比為 1:70，而第二級變速比為 1:40。

小型伺服機(30 公斤-公尺)裝有容量為 0.15 瓩的電動機，而大型伺服機(100 公斤-公尺)裝有容量為 0.4—0.5 瓩的電動機。

电动机的轉速为 1400 轉/分。

利用大型伺服机以控制吸風机的导向裝置。在其他情况下則应用小型伺服机。

伺服机的从动軸在 30 秒鐘內走完全行程(有时采用全行程時間为15秒的伺服机)，从动軸的全行程相当于軸轉动 90° 角。

除了开关曲桿以外(調整箱的开关拉桿与曲桿相联接)，在伺服机的从动軸上还套裝有与調整机构联接用的槓桿，或套裝有与变阻器滑动片联接用的扇形齿輪板，或套裝有滾軸，以使用鋼索

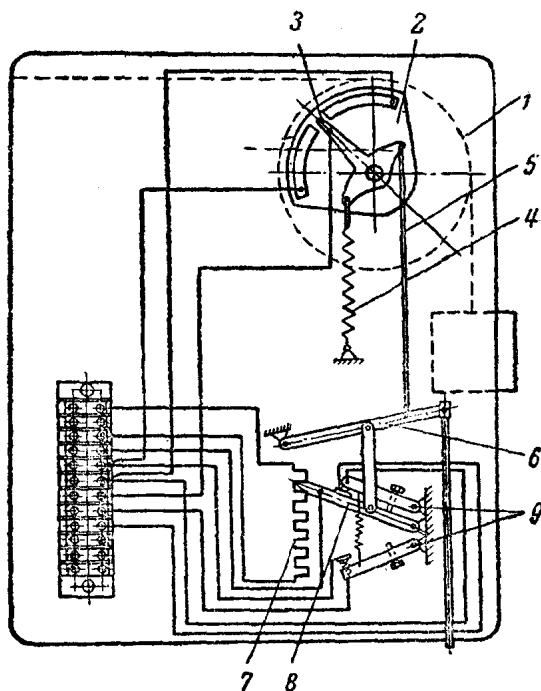


圖 3 跟踪調整箱的机械系統和电气系統圖
傳动跟踪調整箱。

当一个調整器要控制两个調整机构时,就得应用跟踪調整箱。

跟踪調整箱(圖 3)有一圓盤 1, 圓盤与帶有接触片的扇形板 2 固定套裝在同一軸上。在这个軸上, 松动套上一个帶接点的滑

动片 3。滑动片的一端与返回弹簧 4 相連，而另一端与拉桿 5 相連。拉桿与开关槓桿 6 相联。在調整箱內，还有帶滑动片 8 的位置指示器的电位差計变阻器 7 和終端开关 9。

扇形板的接触片經過終端开关联接到可逆式磁力起动器的綫圈回路中。

当被調整数值与規定值有偏差时，調整箱主槓桿的平衡状态就被破坏。电門的接点之一閉合，并且經過中間繼电器和磁力起动机而將伺服机的电动机接通电源。这样，就直接或經過跟踪調整箱使調整机构移动，把被調整数值恢复到規定值。与伺服机主軸移动的同时，开关拉桿也移动，沿恢复調整箱主槓桿平衡状态的方向改变开关彈簧的紧度。

开关彈簧的紧力經過槓桿傳到平稳复原裝置的小鐘罩上。

在这力量的作用下，油从小鐘罩的一个空間溢流到另一空間。因此，开关彈簧的紧度逐漸地恢复到原来的数值。这样，不管伺服机的从动軸在那一位置(也就是不論在什么負荷下)，在調整过程終了时，被調整数值的固定不变就由此得以保証。

燃燒过程自动化系統的所有調整器，都裝有从控制盤远方控制的裝置和自伺服机安裝地点手动控制的傳动机构。用把切换开关 ПУ(圖 2)从«自动(авт)»位置切换到«远方(ДИСТ)»位置的方法，使从自动控制变换为远方控制。手动控制利用專門安裝在伺服机上的操作手輪进行。

采用帶有附加电阻的 ПМ-70 型磁电式毫安表当作位置指示器。

在实际工作中最广泛应用的燃燒过程自动化裝置，是帶有主調整器的系統。在这系統中，利用主調整器(蒸汽压力調整器)保持蒸汽母管中的規定压力。主調整器的伺服机直接地或經過操作机构来控制有关的自动化鍋爐的調整机构。

由于鍋爐蒸發量与蒸汽需要量不相符合而产生的蒸汽压力的变化，使压力調整器投入工作。压力調整器向恢复压力的一側动作，用作用于每一自动化鍋爐燃燒室的进煤和送風机构的方法改

变鍋爐的蒸發量。

燃煤量与空气量之間的規定最有利的比例，用安裝在每一自动化鍋爐上的調整器来保持。

此外，每一鍋爐还裝有用改变吸風机出力的方法以維持燃燒室內規定負压的調整器。

在圖 4 中，示有燃燒过程自动化系統相互关系示意圖，这是当应用 ЦКТИ 型电气机械式調整器以使帶煤粉噴燃器的鍋爐燃燒室內燃燒过程控制自动化时通常采用的系統。

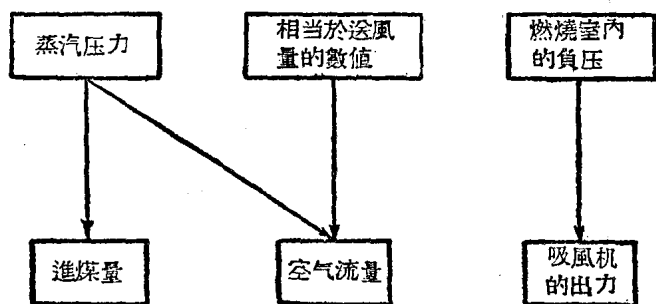


圖 4 燃燒过程自动化系統相互关系示意圖

在这种自动化裝置的基础上，又研究出帶豎井磨煤式燃燒室的鍋爐調整系統。

当帶煤粉噴燃器的鍋爐和帶豎井磨煤机的鍋爐自动化时，給粉(煤)机电动机的控制，直到最近还是利用联接到給粉(煤)机电动机的励磁回路中的分組变阻器来进行的。

在現在，电机制造工業部的“电气傳动”公司已經掌握了給粉机电动机与給煤(原煤)机电动机的帶有平行控制器的控制箱的生产^①。

这些控制箱是專用来分組調整 ПН-85 型 0.9 瓩和 ПН-290 型 3.5 瓩直流电动机的轉速用的。控制箱的外形如圖 5 所示。

每一控制箱包括一个高为 2300 公厘和寬为 600 公厘的电壁。

① 生产了兩種型式的控制箱：СНП——調整給粉机电动机用；СЛМ——調整豎井磨煤机的給煤机电动机用。

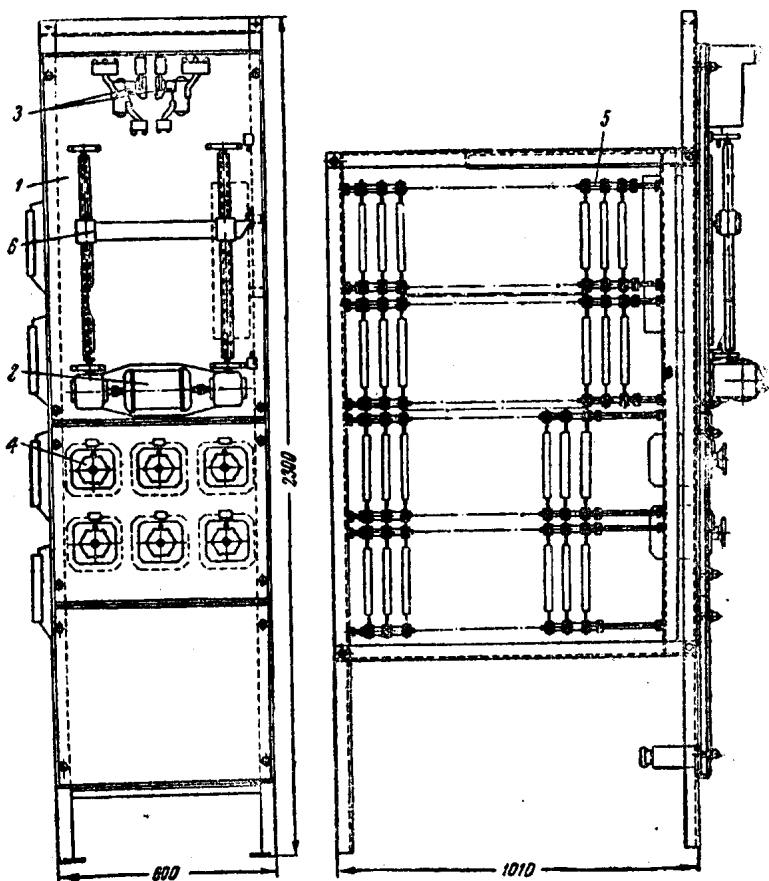


圖 5 帶平行控制器的給粉(煤)机电动机控制箱的外形

在电壁上安裝有：帶有直流电动机 2 傳動的平行控制器 1，控制平行控制器的电动机驅動的接觸器 3，和与每一給粉(煤)机电动机的主电阻串联的六个变阻器 4。这些变阻器是用来調整各个电动机用的，电动机的特性可能相互稍有不同。

滑动橫桿 6 的行程用終端开关限制在極限位置以內。

控制箱做成开放式，專供安裝在不受灰塵影响的室內。

① 在平行控制器上，有七排变阻器的接点，每排有 31 个接点。

平行控制器能在各电动机分流回路之間沒有电气联系时，均匀地調整所有給粉(煤)机的轉速。如利用各个單独的变阻器以實現这样調整系統时，則需要大量的電纜。

平行控制器裝有本身的伺服机，这样，可以在燃料調整系統部件中取消操作機構箱(КИМ)，这种操作機構箱原来当一組鍋爐以一个主調整器自动調整时而在每台鍋爐上采用的。每台鍋爐燃煤部件的調整機構的行程，利用繼电式行程同期器来达到同期，“电气傳动”公司也已掌握了繼电式行程同期器的制造。利用方向繼电器当作同期器的測量機構。

应用自动行程同期器，就可以沒有必要把平行控制器安裝在靠近主調整器处。

主調整器(КРД)的伺服机与平行控制器的伺服机之間，按照圖6所示的系統相联接。

主調整器(КРД)伺服机的軸与同期变阻器①之一的滑动片相联。另一同期变阻器安裝在平行控制器上。在变阻器的滑动片与平行控制器的滑动橫桿之間联接一自动行程同期器的方向繼电器，其联接方式如圖7所示。从这个联接方式中可以看出，正常在开啓状态的方向繼电器2的接点1联接在中間繼电器3的回路中。正常也在开啓状态的中間繼电器的接点4，則联接在平行控制器伺服机的磁力接触器 МКР 的繞圈回路中。

假使压力調整箱的同期变阻器的滑动片和平行控制器的滑动橫桿在相同的接点位置上，在电桥測量对角綫上的电压等于零，因而方向繼电器兩端的电压也等于零。当压力調整箱的同期变阻器的滑动片移动时，电桥的平衡就被破坏，方向繼电器之一經過中間繼电器和磁力接触器把平行控制器伺服机向恢复电桥平衡的方向接通。

因此，自动行程同期器保證了平行控制器的滑动橫桿和主調整器伺服机的軸有協同一致的移动。

① 当以一个主調整器来控制几台鍋爐的进煤时，与軸相联的是几个变阻器的滑动片。变阻器的数目等于由主調整器控制的鍋爐台数。