

水运技术革新资料选集

人民交通出版社

目 录

一、2000匹馬力蒸汽机船的船桥集中操縱	2
二、直升机	16
三、单列式发动机改建成V形时对一些动力学問題的 探討	22
四、帶复板輻射式蒸汽过热器	69
五、試用糠灰石棉泥包紮蒸汽管道的初步經驗	81
六、船舶指揮電話	86
七、鍋爐水位报警器	104
八、水运 101 型及 102 型射电水改器	112
九、木排推进机的設計	117

一、2000匹馬力蒸汽机船的船桥集中操縱

由于工农业的大跃进，社会主义事业蓬勃的发展，必然地引起了文化科学技术上的大革命。在总路綫的光輝照耀下，群众辨明了方向，鼓足了干劲，創造了许多属于世界水平的奇迹。水运工作也不例外，全国水运运量1958年比1957年增长36.8%，完成了鋼鉄及其他重要物資的运输任务，有力地支持了鋼鉄元帅的升帐。为了迎接1959年更大的跃进，輪船的船桥集中操縱被提出为水运工作中技术革新的重要课题之一。

輪船的船标集中操縱是在輪船的駕駛室內由一个駕駛員便能直接操縱船舶航向航速的有綫遙控工作。就我国内河輪船原有的一套操縱系統來說，舵是通过引水員的口令或手势（在川江中）而由舵工来具体操縱的；主机的开停快慢和倒順車都是先由駕駛員在駕駛室（船桥）通过車鐘下达机艙，而由輪机員按照执行的。每当船舶进出港口或經過滩险要隘时，航向、航速及倒順車变更頻繁，駕駛及輪机值班人員均須处在紧张的工作状态中。据航运部門过去发表的統計，在海損事故中，有一部分就是由于輪機配合的差慢所造成的。無論在我国或外国，以內燃机为主机的輪船都有了不同程度的集中操縱裝置；但以蒸汽机为主机的輪船却很少有人注意研究，事实上以蒸汽机为主机的船舶，由于机件的笨重和分散使操縱的劳动力及劳动强度增加，因而更需要創造条件使其集中与自动化，尤其是在目前我国整个水运事业中，蒸汽机船还占着很大的比重，認真解決这个集中操縱的問題有着很重要的现实意义。

根据生产上这一迫切需要，我院船机系54級应届毕业生及指导教师組成的一个8人小組，在學習了党所提出的“教育必須为政治服务，教育必須与生产劳动相結合”的方針，經過群众性的大辯論，駁倒了資产階級教学观点以后，根本改变了过去那种脫离实际的毕业設計方式，在院党委的統一布置下把实现长江航运局的长江2019輪大馬力蒸汽机拖輪的船桥集中操縱作为毕业設計的一个部分。虽然师生們在接受这一任务时，因为都沒有学过自动遙控这門科学技术而不知如何下手，但由于我院和长航局党委的积极領导与支持，把长江2019輪的“六合—”（船桥集中操縱的別名）机构的实现，視為水运部門的一項重要工作，并指出了完成这一工作的政治意义与經济价值，师生們获得了很大的鼓舞，发揚了敢想敢干与实事求是的共产主义风格，大胆进行設計，并参加了制造、安装与試航等全部工作。我們知道单凭原有的某些書本知識是不能解决这一重大的实际問題的，因此边干边学，不懂的就請教老船員，大家分工負責集体討論，困难一一得到克服，终于在1958年12月13日胜利地完成了党所交給的任务。

这一工作的完成使操縱大型蒸汽机輪船的駕、引、机、舵、車鐘、回声等六項工作可由一人来担任，即使因为还有些輔助工作要作，在駕駛室多設一助手，机艙設一值班員，总共也只要三人。但是过去像这一类船舶，駕駛室至少需要四人，机艙需要三人，共需七人。这就大大节省了劳动力，而且由于机艙及駕駛室的值班人員无須直接动手操縱輪机及舵輪，劳动强度也大大減輕了，尤其是船舶操縱的主要部分是由一个人用迅速而灵敏的机构来直接加以控制的，这样就完全避免了过去由于操縱中輾轉間接而可能产生的差錯，航行安全得到了进一步的保証。

(一) 长江2019轮的船桥集中操纵机构

在长江2019轮船上所设计安装的船桥集中操纵机构有一个特点是，不破坏原有的旧机构，以便一旦发现新机构失灵时，能在一秒钟左右的时间内换用原有的旧机构，对航行安全没有影响。另一个特点是，由于器材供应的关系，在设计中尽量利用了现有的物资与条件来进行布置。值班驾驶员通过船桥上的操纵台可以很轻便的直接操纵两台1000匹马力三联式蒸汽机的倒顺车和6种不同的车速、舵的任意转角、两个回声以及间接地控制绞左右后纜。现将全部新设计安装的机构分述如下：

1. 操舵机构及舵角指示器

原来由舵轮控制的一台25匹马力蒸汽舵机，现改用该轮机舱抽风机1KW直流马达来操纵蒸汽舵机的差动阀，马达装置于机舱内左侧加固了强度的特制三角架上，马达通过一只4欧900瓦的减速压载电阻及一套蜗杆蜗轮装置，从2800转/分减速为33转/分，再带动一付菲多烈斯基式的离合器（行星齿轮组）。

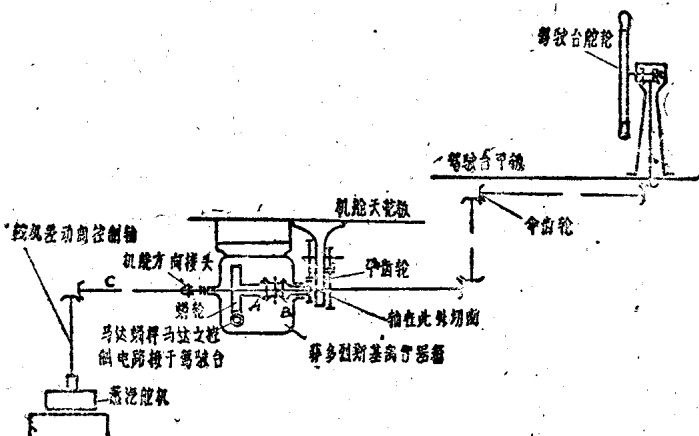


图1 操舵机械传动示意图

并与来自駕駛室的舵輪传动軸一道再帶动原来的蒸汽舵机差动閥的控制軸而控制蒸汽舵机。机构的裝置情形如图 1 所示。

这一套机构的設計原則是以实际测定，即在駕駛室用手急速轉动舵輪，操縱舵从右滿舵 35° 至左滿舵 35° 需要 9 轉約 13 秒鐘为依据。因此电力操縱也要照顧这一效应快慢的習慣，以便于駕駛員的操縱。菲氏离合器有以下两个特点：

1) A 及 B 二伞形齿輪均可作为主动齿輪而单独传动 C 軸，A 和 B 得随时換用而无离合之手續。

2) 当 A 和 B 二齿輪中任一者不动时，A 或 B 与 C 軸之轉速比为 2 比 1。也就是說要保証 C 軸轉速为 41.5 轉/分时，A 或 B 齿的轉速必須为 83 轉/分。

前一特点对保証航行安全有着重大的意义，如万一电力操縱系統失灵，便可立即改用舵輪繼續操縱而无任何附加手續；电力及舵輪也可以同时同向或反向并用而无妨碍；所以这一机器很受駕駛員欢迎。

电力操縱系統是由一个手柄开关（自动回中式的倒順电力开关）及两只仿苏 KII-1 型直流繼电器来控制馬达的正反轉。为了防止电流切断时，馬达尚有慣性而使舵角变更，在馬达軸上加装了一只刹車鼓，用电磁力刹車刹住，在船尾的舵柄扇齿上左右各装有一个滿舵的电源自动切断开关（用普通的限程开关改装的），这样就保証了最大舵角不至超过 35° 。

这艘船原来沒有舵角指示器，在駕駛室舵輪前的机械式指針不能表示舵所在的角度，尤其是在采用了电气化集中操縱以后，这就必然妨碍前述型式的电力操縱。为簡單經濟起見，利用可变电阻的原理制造了一个舵角发送器与蒸汽舵机大蜗軸下的平齿輪相連接；另外在駕駛室用一只 75 毫伏的毫伏計为舵角接收器而組成了舵角指示器机构，其电路原理图如图 2 所示。

电源为两只并联的1.5伏单节干电池，电能約可用15天。发送

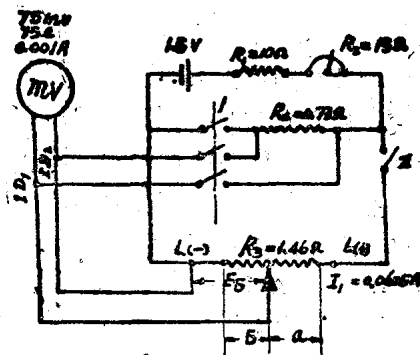


图2 舵角指示器电路原理图

器系由胶木制的减速齿輪及一个胶木圓盘組成，在其圓盘外圓上嵌有一根#28电阻絲 R_3 ，其有效长度为630毫米，由于干电池所输出的总电流为：

$$I_{\text{总}} = \frac{E_{1.5}}{R_a + \frac{R_6 R_{75}}{R_6 + R_{75}}}$$

$I_{\text{总}}$ 与 R_6 不是成直綫比例关系，又由于毫伏計所通过的电流为：

$$I_{\text{表}} = I_{\text{总}} - I_6$$

所以毫伏計所量得的电压变化 E_6 也不与可变电阻 R_3 的任何一段成直綫比例关系，毫伏計上所改刻的舵角度刻度也不是均等的。現在的刻度是根据实验数据刻的，考虑到电源电压的衰弱現象，电路上装有电阻值相当于 R_3 一半的舵角 0° 标准电阻 R_4 及調节电阻 R_2 ，还有一个换接开关1作为航行中校驗舵角指示器之用。这套舵角指示器的造价只相当于一般用的自同步馬达的 $1/10$ 左右，原材料的取得和加工都很方便；另外还在操

2. 主机加减速机构及地轴转速表。

根据船队轮机长及船员同志们所提出的要求,主机的加减速只用开车阀,不拟用领克来作变更蒸汽量的调速。加减速机构如图3'所示。它们是用原来装于机舱风筒抽风机的 $\frac{3}{4}$ KW直流电动机通过一只4欧600瓦的减速压敏电阻及蜗杆蜗轮装

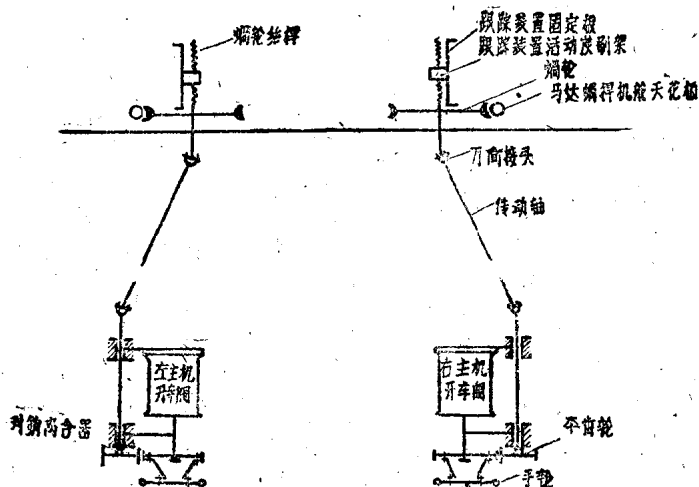
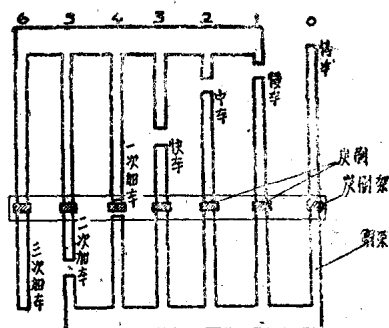


图 3 主机加減車速示意图

置，从1150轉/分的轉速减为50轉/分而传动传动軸之后，通过两只平齿輪再减速为約25轉/分，而后帶动開車閂。左右主机的馬达起动电路是由駕駛室操縱台的两只手柄来控制的。在操縱台的左右各有一个15触头的分綫盘式开关，用以操縱主机的倒順及不同的車速。切断馬达的电路則控制于与蝸輪絲杆平行的跟踪裝置上。由于馬达轉动而作上下直綫移动的炭刷架与固定于固定板上的銅条組成跟踪裝置，如图4所示。这样在

駕駛室內需要多大的車（例如要快車后的第一次加車）時，便可將操縱手柄扳至與第4檔的分綫盤觸頭相接，馬達即開始運轉，開車閥逐漸開大，同時蝸輪軸也不斷地旋轉，使套在蝸輪絲杆上的炭刷架下移，等到第4只炭刷在炭刷架內到達跟踪裝置第4檔銅條的斷空部位時，因為沒有電再通過馬達，馬達便停止轉動，開車閥也已開啟在所需要的第一次加車開度位置上（其餘各檔的運用與此類同）。當手柄每一扳動時，均有電鈴聲響，到達需要的車速檔以後，機爐艙的指示燈就發亮。萬一電操縱失靈時，只要退開垂直傳動軸下的對銷离合器（見圖3），馬上改用人工操縱開車閥的手輪，非常方便。



炭刷向下移動即加快車速，
上移則減慢車速

圖4 跟踪裝置示意图

地軸轉速表是指示主機軸的轉速的，裝在駕駛室的操縱台上。左右主機各由一個3V—5A的交流發電機，配一個固定電阻及一個1.5A的鐵葉式電流計組合而成，其裝置原理圖如圖5所示。發電機的轉子是永久磁鐵式的，它所輸出的電流與轉速成直綫的比例關係，改刻的轉數刻度也是均等的。

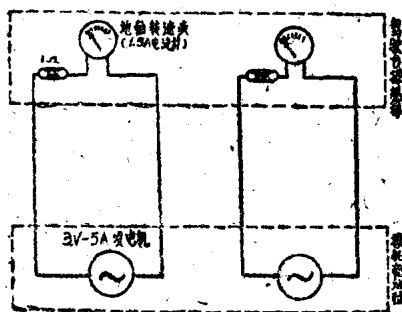


圖5 地軸轉速表裝置原理圖

3. 主機倒順車機構及回報裝置。

原有的倒順車机构及其控制系統完全沒有动，仅在原来倒順車手柄所連的杠杆上鑽一个眼子連接一个新設計的直径30毫米、行程95毫米、作用力約70公斤的小蒸汽动力缸，悬挂于机柱縱向的四方横梁上。动力缸的两端各有一个进排汽孔与一个小导向滑閥接通。导向滑閥安装于机舱上部的两旁围壁上，用二根直径 $\frac{3}{16}$ 的紫銅管与动力缸相接。导向滑閥的进汽由原有倒順車机的蒸汽管分头引入，排汽則排入冷凝器中。

导向滑閥是由两个电磁螺管綫圈的唧鉄与用絕磁体制造的閥杆相联接而动作的。这两个綫圈的电路則是由駕駛室来控制。一个是將閥吸向作順車，另一个則吸向作倒車，其操縱裝置的机械結構如图6所示。

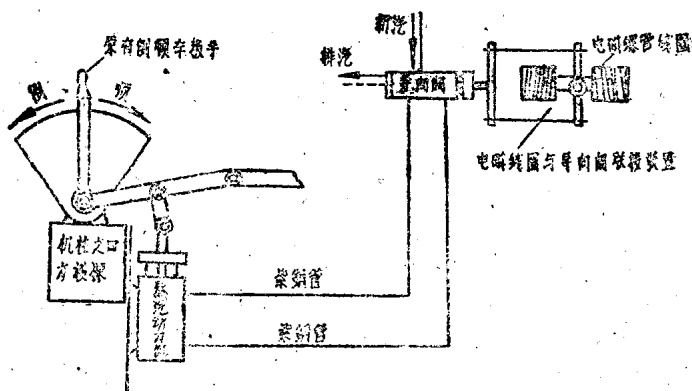


图6 倒順車裝置示意图

根据安全操作的要求，主机必須在倒車或順車动作完成后才許開車，所以在駕駛室的操縱台上特別裝有左右主机已經完成倒順車动作的回报訊灯各两个，駕駛員看見順車訊灯亮了时，才能繼續將手柄扳向开順車的1档、2档而直至第6档，倒車也是一样，这样便可以避免車未翻过来而发生意外。倒順車訊

灯的发送器是装在主机倒順車的搖軸上。

4. 回声及其他。

操縱两个回声（汽笛）的裝置也是各采用一个小蒸汽动力缸，不过这是单效程的，用一个可以升降的提閥控制动力缸中活塞的下行而拉响回声。动力活塞的回行是靠回声上本身的弹簧作用。电磁螺管綫圈的电路接于駕駛室操縱台上，是由两个按钮开关来控制的。

舵机电源指示灯是当这一电路发生中断时熄灭的一个訊号灯，它是及时警告駕駛員立即改用原来的操舵輪来繼續操作的安全裝置。

其他尚有一些传令裝置，如通知絞后尾左右鋼纜的訊鈴、通知鍋爐房准备打滩开启前錨机汽閥的訊鈴等。

5. 电路电器設備。

上述各项集中操縱裝置完全是利用有綫电路及电器等来分別作一級、二級或三級的遙控。所用的电源除車速表外均系直流电，用于动力系統的均为 110 伏，但用于某些訊号系統的如舵角指示器和倒順車訊灯則是干电池（或空气电池）。駕駛員掌握的操縱台中的电流是属于低电流部分，每条电路通过的电流最高不超过 2 安。高电流是由装在机艙上面配电板上的十个仿苏 КΠ-1 型繼电器来接通的。茲将操舵及主机二大系統的电路电器叙述如下：

操舵系統的电路原理图如图 7 所示。KK₁ 及 KK₂ 均为換向开关，B 及 H 为控制左舵及右舵的繼电器电磁綫圈。B 控制着 B₁、B₂、B₄ 等三个常开触头与 B₃、B₅ 二个常閉触头；H 也同样控制着 H₁、H₂、H₄ 等三个常开触头与 H₃、H₅ 二个常閉触头。当駕駛室需要左舵时，操手柄将 KK₁ 閉合，綫圈 B 通电，B₁B₂B₄ 閉合，B₃B₅ 断开，磁力刹車松开，馬达之电路搭通，

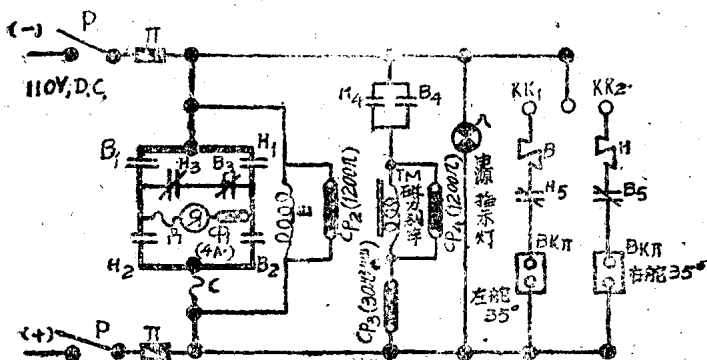


图7 操舵电路原理图

向某方向旋轉，俟达到需要之舵角后，操手柄将 KK_1 断开， $B_1B_2B_4$ 断开， B_3B_5 闭合，马达自己所生之反电势通过 $CP_1B_3H_3A$ 而自成为一闭合电路，对马达起制动作用，同时磁力刹车因无电而弹起，刹住马达轴使毫无冲动以保证所需要之舵角。如需要右舵时，则操手柄将 KK_2 闭合，使 H 通电， $H_1H_2H_4$ 闭合， H_3H_5 断开，马达向另一方向旋轉，动作相同。无论左右舵当舵角轉滿 35° 时，各有一个限位开关 $B_{кп}$ 将继电器之线圈电路切断，马达不能再繼續向某一方向旋轉，除非操手柄搭通向另方向旋轉之电路后，某限位开开始又接合，以准备再向某方向旋轉。

主机的遙控电路原理图如图8所示。該图为主机之开车閥在完全关闭之情形，电源开关 P ，(P) 未搭上，机艙控制开关 K_1 也未闭合， C 为操縱台之分綫盘触头手柄，也在0档之停止地位，炭刷在跟踪装置之最高地位， YB 与 YM 分别为加減車继电器之电磁鉄线圈， H 与 B 分别为倒順車继电器之电磁鉄线圈， Π 为保險絲。当 C 被扳至“順”之触头时，搭通线圈 B 的电路，使 B_1B_2 闭合， BC 螺管线圈有电将小蒸汽动力缸的导向

滑閥吸向順車位置，同时因电鈴电路接通而发出声响，“ J_1 順”指示灯也发亮，提醒值班輪机員之注意；当C繼續扳至順車1档时，电流通过触头1至炭刷1再經跟踪装置上半段銅条而至 YM_5 。使加車繼电器綫圈 YB 有电，同时使 YB 所控制之各个触头閉合或断开，換档之指示灯均发亮，电鈴发出声响，馬达作动，開車汽閥开大，炭刷在炭刷架中向跟踪装置下移，俟1档之炭刷移至跟踪装置銅条第1档之断空位置时，沒有电再通过 YB ，于是 YB 所控制之各个触头恢复原有状态，电鈴响声停止，換档指示灯除 J_1 因与炭刷1并联而仍发亮外其余的均熄灭，馬达停止运转，開車閥开启在慢車所需要的开度。当C繼續扳至順車2档时，电流通过炭刷2，則跟踪装置上半段銅条又有电經 YM_5 。使 YB 有电，重复以上之动作，馬达又轉动，炭刷再下移，俟炭刷移至第2档銅条之断空处后，通 YB 之电路又被切断，馬达停轉，电鈴停响，指示灯只有与炭刷2并联

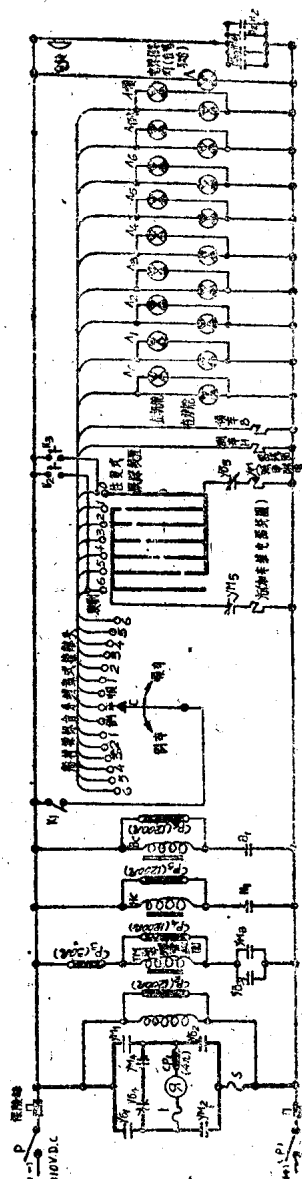


图 8 主机遥控电路原理图

的“Л₂”发亮，開車汽閥开启在中車所需要的开度，其余各档加車之动作完全相同。当扳动手柄C 減車时，电流通过炭刷經下半段銅条到达 YB₅，使減車綫圈 YM 也有电，馬达則向反方向旋轉，炭刷架帶炭刷上移，同样使炭刷落在相应的銅条断空处时，馬达停止運轉，电鈴停响，指示灯只一盞发亮，開車閥也已关闭在所需要之車速开度。

为了紧急关車或精微調節車速，在机艙中还有二个按钮开关 K₂ 及 K₃，可以不通过駕駛室而直接控制開車汽閥。

(二) 长江2019輪船桥集中操縱机构的使用情况

1958年12月19日下午 5 时长江2019輪在安装船桥集中操縱装置后第一次接受参加生产航行的攷驗，頂 5 只駁船，載重 2550 吨，由汉口港駛出，至宜昌后改頂二駁約 1550 吨，入川江发往重庆，于12月26日上午10时安全抵达。由于川江航道复杂，水流湍急，加上适逢难于航行的枯水季节及船員們还不習慣使用“六合一”装置等情况，該輪由宜昌至万县一段航程中未夜航。在这次航行中，無論是編队解队，停靠碼頭或打滩絞滩都使用了“六合一”装置。在重庆装卸貨物后，該輪又頂三只駁船，載重2400吨，于12月31日上午发往宜昌，下水航行，由于船速剧高，較上水航行更为困难，但該輪仍照旧以30小时航行時間安抵宜昌港。这两次試航証明了該輪的船桥集中操縱装置是相当安全可靠的，比原来用人力分散操作要方便的多。

根据长江2019輪安装船桥集中操縱装置后实地投入生产的情况，我們認為其机构本身具有以下优缺点：

1. 优点：

1) 原有机构完全沒有破坏，能迅速互换运用，对航行安全有确切的保証。

2) 在設計及安装中尽量利用了現成的废旧材料，如馬达、

電纜、繼電器、開關及儀表等大多是从廢舊料中選覓出來的，这样就节省了很多新材料。

3)操倒順車及回車之小蒸汽动力机时，充分运用了在蒸汽船上以蒸汽为动力的原則，不仅是节省了电能，还避免了如操倒順車时，在主机周围有汽水和油飞溅逸散不宜安装电器的缺陷。

4)由于舵机的操縱采用了菲多烈斯基离合器，从电力操縱改换为人力操作时极为迅速。

5)采用新的舵角指示器代替昂貴及来源不易的自同步馬达。

6)試航中机艙里增加了可以直接調节两主机快慢均衡的开关 K_2 与 K_3 以后，必要时在机艙里也可以操縱主机，这在需要紧急关車的情况下有极大的方便。

2. 缺点:

1)操縱台之開車手柄扳动无声，刻写車速档数之扇板又包藏在箱內，注視費力。

2)操主机開車閥之跟踪装置，采用了作垂直往复运动的配合，以致需要帶动炭刷架上一排電綫也作往复运动，既占地位又可能发生接触不良現象。

3)操縱台上之指示灯及照明灯不宜采用 110 伏电源变压为 2.5 伏的手电筒灯泡，因为电源电压稍有波动时，即容易烧毁灯泡。

4)主机調速沒有加装可以作变量調节的装置，因而在長時間作變質調节之节流状态下工作时，热能損失甚大。

以上部分缺点經向長航局提出修改意見后，聞已获改进。据悉，1959年元月分長航局在南京及广州召开的机务會議上決議，在今年国庆节以前，長江所有的2000匹馬力以上的蒸汽机輪均須仿長江2019輪之“六合一”改裝完竣。

(三) 結束語

通过这次結合实际的毕业設計，我院师生深深地体会到了党所提出的“教育必須为政治服务，教育必須与生产劳动相結合”这一方針的伟大和正确性。具体工作的順利进行也是与党的领导、长航局的支持、各方面的协作以及全組师生的努力分不开的。

毕业設計結合生产劳动，对于全面培养一个学生的工作能力和認真負責的科学态度更有着重大的意义。由于同學們直接参加了这一整套的生产工作，就不致再象过去的設計一样，單純地追求設計中某一方面的先进而不考虑整体，單純为了湊合設計而不管生产上的实际意义和制造的可能性了。

这次設計，由于充分發揮了集体协作关系，从而真正地培养了同學們的集体主义观点和协作精神。同學們在總結討論中都會提到，从这次設計中，他們深深体会到个人独立工作能力的發揮与集体力量的發揮是分不开的，因为一項較大的生产任务，不可能由一个人来担任，必須大家分工負責，通力合作才能完成。这次对长江2019輪的船桥集中操縱裝置的設計，便是采用了分工負責，集体討論的方法，这样既能深入又能全面。通过这次任务的完成，我們每个同学基本上全面掌握了船桥集中操縱裝置。这从以下事实可以得到証明：我們回院以后，对于动力實驗室的蒸汽机及內燃机以及我院的交通船“河建”和即将建造的500匹馬力自由活塞燃气輪机联合装置拖輪等的船桥集中操縱机构很快就設計完成了。但是由于水平所限，我們的工作中还有缺点，还需要繼續改进和提高，我們衷心地希望大家給我們指正和幫助。

以上所述，仅是我院学生毕业設計結合生产劳动的一个开端，我們相信在党的领导和党的正确的教育方針的指导下，今后我院在教学生产和科学研究工作上将会取得更大的成就。

二、直 升 机

武汉市搬运公司第六装卸站装卸的貨物，大部分是棉包，这些棉包从船上卸下后，需要送到打包場大楼仓库去打包，而这个仓库共有四层楼。过去二、三百市斤重的棉包完全是用人力扛上去的，劳动强度很大，生产率也不高。1958年大办鋼鐵的时候，党提出了“在装卸作业中丢掉扁担、繩子，大搞机械化”的号召。这个号召一經提出，就得到广大装卸工人的热烈响应。第六装卸站的装卸工人张选齐、刘传林等苦苦鑽研，以冲天的干劲和丰富的想象力，出色地試制成功了直升机。在試制期間，武汉水运工程学院起重机教研組曾派教师前往协助解决技术上的問題，并对个别零件进行了試驗。

这部直升机在結構上是属于托把提升机的类型，它的特点是：結構简单，运转性能良好，最大提升高度可达17米；可以在任意点装載，也可以在任意点卸載，而且占地面积很小。这給原有的楼房仓库的装卸机械化提供了良好的条件。直升机每小时的生产率为：

$$Q = 3600 \frac{v}{a} \text{ 件/小时}$$

式中： v ——提升速度0.46米/秒

a ——托架之間的距离3.4米

$$\therefore Q = 3600 \frac{0.46}{3.4} = 487 \text{ 件/小时}$$

现将直升机的結構、性能及特点分別叙述如下：