

An illustration on the left side of the cover depicts an oil derrick with a platform at the top. Below the derrick, two vintage-style trucks are shown. The truck on the left is a tanker truck, and the one on the right is a box truck. The entire scene is set against a light-colored, rounded rectangular background.

电测井技术

北京石油学院地球物理生产实习队编

石油工业出版社

电 测 井 技 朮

北京石油学院地球物理生产实习队編

石 油 工 业 出 版 社

內 容 提 要

書中詳細地介紹了AKC/П-50型、AKC/П-51型、EL型全自動測井站各部分的結構、綫路原理。書中談到了測井的准备工作、井場的布置，着重談測井工作的操作方法，也談到原始資料的整理。同時還对各种儀器進行了比較，指出它們的优缺点。

書中還談到了實際工作中最易遇到的儀器故障和干擾，以及應該怎樣去消除這些干擾和故障。為了幫助讀者對儀器綫路的了解，更熟悉儀器各部分的結構，書中有附圖160多幅。

本書文字通俗淺顯，可供具有高小以上文化程度的地球物理測井工人學習用，也可供其他地球物理人員或有關地球物理專業院校師生參考。

統一書號：T 15.37·786

電 測 井 技 術

北京石油學院地球物理生產實習隊編

*

石油工業出版社出版（地址：北京六鋪炕石油工業部內）

北京市書刊出版業營業許可證出字第083號

石油工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

*

850×1168 $\frac{1}{2}$ 開本 * 印張10 $\frac{1}{2}$ * 197千字 * 印1—1,200冊

1959年11月北京第1版第1次印刷

定價（10）1.57元

序 言

油矿地球物理是一門年青的科学。解放后几年来，在党的领导下，在苏联的无私帮助下，这門科学才得到了蓬勃的发展。到目前为止，我国自己出版的比較全面介紹油矿地球物理的書籍还很少。去年秋，北京石油学院地球物理測井专业四年級到玉門实习的学生，在党的领导下破除迷信，鼓足干劲，同玉門測井站的一起編成了“电法測井技术”和“研究油井技术情况的地球物理方法”两本書。在編写过程中，同學們分队分組深入到工人中去，通过个别請教、詢問、了解，座談和作报告等形式同工人們打成一片，整理了玉門油矿过去几年来总结的資料，系統地总结了工人們的經驗。經小队討論后再交給工人和技术人員审閱、提意見。然后根据他們的意見再作补充和修改才完成了初稿。1959年初，地球物理教研室部分教师將初稿加以整理和修改，並补充了四川实习队同学写的講义中的內容。第一分册定名为电法測井技术，書中介紹了玉門油矿所用的測井仪器：AKC/Л-51型、AKC/Л-50型和匈牙利EL全自动測井仪器的原理、結構和操作方法。还介紹了进行測井工作常遇到的事故。第二分册定名为研究油井技术情况的地球物理方法，介紹了常用的各种井下仪器、射孔器、井壁取心器和爆炸器的原理、結構和工作方法，並介紹了电測井和放射性同位素在油井技术中的应用。为了便于具有初步实际工作經驗的工人同志和中技水平同志們的閱讀，書中着重敘述了仪器的原理、結構和工作方法。在某些地方也介紹了一些必要的理論。

“电法測井技术”和“研究油井技术情况的地球物理方法”这两本書是工人、学生、教师三結合的产物。它也是具体地貫徹了教育同劳动生产相結合、理論同实际相結合、知識份子同工农羣众相結合的方針的产物。这对于我們來說，还是一个新的嘗試。因为我們水平和時間的限制，書中一定会有很多的漏洞和錯誤，尚希讀者指正。

2A6425

概 說

在目前，电法測井是油矿地球物理工作中最重要的一种方法。因为电測的速度快、成本較低、能在很大程度上解决生产实际問題，基本上满足了生产的需要。目前，在現場应用的电法測井有下列內容：

1. 視电阻率曲綫測量；
2. 自然电位曲綫測量；
3. 井径測量；
4. 井斜測量；
5. 流体測量；
6. 井温測量；
7. 地层傾角測量。

目前，它所解决的地質鑽井等任务有下列几种：

1. 划分地层；
 2. 找出油层和水层，确定試油层位；
 3. 进行地質对比；
 4. 根据电測資料可进行定量解释（如求地层孔隙度、油气饱和度）、繪制油层等厚图、等电阻率图和計算油、气儲量等；
 5. 利用井径資料計算固井的水泥量；
 6. 利用井温仪确定水泥返回高度和检查固井質量；
 7. 根据鑽井过程中的測斜，可以校正井的傾斜度，特别是在方向井中定向；
 8. 事故測井，如測定套管漏水、断套管、掉鑽桿深度、井底落物；
 9. 工程測井。
- 随着生产的发展，地質、鑽井部門和測井工作本身都对測井

提出更高的要求，要求用最低成本、最少的人力和物力、最高的效率就可得到更多、更精确的参数和资料。

要最快最多地解决生产实际问题就必须促使电测事业迅速地发展和进一步改进电测仪器，随着也就会出现更多更好的新方法，而且某些方法也将逐渐被其他的油矿地球物理方法所代替。

目前，玉门油矿投入生产的电测井仪器有：苏联的AKC/Л-50型、AKC/Л-51型、匈牙利EL型仪器和苏联生产的各种井下仪器。本书中将介绍目前我国所使用的各种主要测井仪器和井下仪器的结构、仪器的故障和检查方法，以及井场测量和操作方法，最后还概略地对50型、51型和匈牙利电测仪作了比较。本书中还介绍了事故测井、工程测井、玉门测井大队的技术革新和先进工作方法等。

目 录

序 言

概 說

第一章 AKC/Л-51型全自动测井站	1
第一节 AKC/Л-51型全自动测井站的介紹	1
一、仪器車部分(实验室)	1
二、自动絞車机	79
三、井口裝置	93
第二节 測量工作的进行	99
一、測井的准备工作	100
二、井場布置	101
三、AKC/Л-51型电測仪的操作方法	106
四、絞車的操作方法	123
五、裝相紙和洗相	125
第三节 原始資料的整理	127
一、原始图質量的检查	127
二、填写图头	130
三、标深度	131
四、求井的平均直径 $\bar{d}$	132
五、井溫資料的整理	133
第二章 AKC/Л-50型全自动测井站	134
第一节 AKC/Л-50型全自动测井站介紹	134
一、电源設備和主要的輔助設備	136
二、 $\phi P-3$ 型照相紀录仪(示波仪)	137
三、供电綫路	139
四、測量綫路	140
第二节 測量工作的进行	144
一、測量前仪器的調节和操作	144
二、下井仪器的測量	147
三、操作員应注意事項	148
第三节 AKC/Л-50型同AKC/Л-51型測井仪器的比較	150

第三章 匈牙利EL型全自动测井站	153
第一节 匈牙利EL型全自动测井站的线路介绍	154
一、EL型全自动测井站的线路原理	154
二、EL型全自动测井站的总线路	156
三、电源和供电线路	156
四、测量线路	160
五、辅助测量线路	170
第二节 仪器结构	174
一、EL型全自动测井站的总体装配	174
二、仪器台	175
三、自动照相示波仪和深度传送装置	177
四、换向器	188
五、绞车和滑环	190
第三节 测量工作的进行	191
一、室内准备工作	191
二、井场的布置	194
三、操作方法	194
四、井口的安全和仪器的保养工作	205
第四节 匈牙利EL型测井站同51型的比较	206
一、匈牙利EL型仪器的优点	206
二、匈牙利EL型仪器的缺点	212
第四章 测井的干扰和故障	215
第一节 电缆漏电	215
一、电缆漏电时对视电阻率测量结果的影响	215
二、漏电的现象	219
三、检查电缆绝缘损坏和断芯的方法	219
第二节 测井中的各种干扰	232
一、电缆芯之间的感应干扰	232
二、由于电缆漏电而产生的感应干扰	233
三、外来的干扰	235
四、造成 Π C曲线歪曲的干扰	235
第三节 测井过程中的故障和解除的方法	237
一、井场发生的故障	237
二、测量仪器的故障	247

第一章 AKC/Л-51型全自动测井站

AKC/Л-51型全自动测井站是苏联在1951年制造的。它发扬了50型的优点，克服了50型的缺点，增加了放射性测井装置。所以51型除进行各种测量如KC、ΠC曲线测量、井下仪器测量（井斜、井温、井径、井内流体测量等）和放炮射孔、取心、爆炸等工作外，还可进行放射性测井和地层倾角测量。

51型全自动测井站不但在苏联广泛使用，目前，在我国也是矿场使用得最多的一种全自动测井站。在祖国大跃进的时代里，测井工作者发挥了敢想、敢做的共产主义风格。不但充分地发挥了51型测井站的作用，并且还做了部分的改进工作。无论是测井质量或工作速度，都有了进一步地提高。这就使得51型测井站在我国测井工作中起了更大的作用。

第一节 AKC/Л-51型全自动测井站的介绍

测井站的主要设备有：纪录仪器、绞车、电缆、井口滑轮、电极系或下井仪器、重锤等。这些设备是装在两部汽车上，一部是仪器车（一般叫作小车），一部是绞车（一般叫作大车）。

在进行电测工作时的布置见图1所示，绞车上如果有电缆通过井口滑轮传送到井下，井下可产生的电位差由仪器车中的仪器纪录下来。下面将各部分作一个详细的介绍。

一、仪器车部分（实验室）

仪器车是由ΓA3-51型汽车改装成的。因为ΓA3-51型汽车有前后加力，在道路不好的地区（如山区斜坡、泥潭路等）也可以使用。仪器装在汽车的车蓬中。各部分的安置见图2所示。

主要仪器都分别安装在仪器操纵台的各个面板中（见图3）。

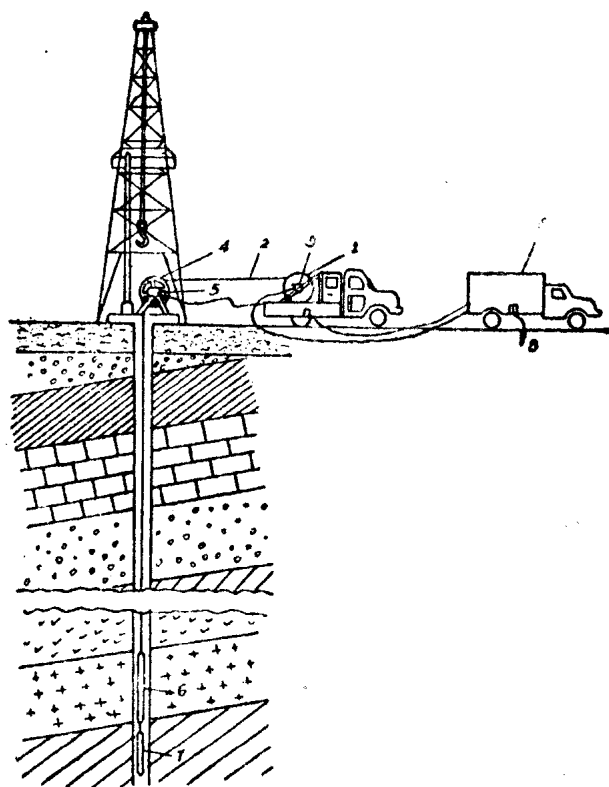


图 1 测井工作示意图

1—带有电缆和传动装置的绞车；2—电缆；3—集电环；4—井口滑轮；5—深度传送器；6—井下仪器（或电极系）；7—重锤；8—地面记录仪器。

实验室由下列各部分组成。

1. 自动照相记录仪，（示波仪面板）；
2. 测量面板；
3. 接线面板；
4. 电流面板；
5. 换向器面板；
6. 整流箱；
7. 充电整流器；

8. 电流变压器;
9. 电源操縱面板;
10. 放射性面板接綫座;
11. 控制面板;
12. 放射性面板;
13. 示波仪操縱面板;
14. 輸入接綫面板;
15. 电磁穩压器;
16. 通話裝置——“莫斯科人”牌收音机、放大器;
17. 電池組;
18. 仪器台上的輔助設備的仪器和物件;
19. 實驗室中輔助設備的仪器和物件;
20. 洗相室电路元件;
21. 井口深度傳訊器^①;
22. 活动揚声器;
23. 磁性記号感受器;
24. 消磁器。

仪器的綫路見图 4。綫路中的各个元件都有一定的代号，代号是用两个数字和一个俄文字母表示。代号的第一个数字表示这个元件是属于那一个面板的（在各个面板介紹中，有时为了簡便常常省略）。中間的俄文字母表示这个元件的性質，例如：R——电阻，C——电容，L——电感，B——开关，П——轉換开关，K——插肖，KH——按钮，ИП——測量仪表（电流或电压表），Б——電池，Д——馬达电动机（或电扇），Л——灯或电子管，Пр——保險絲，СС——自同步馬达，Тр——变压器，BC——硒

① 21—24 是井口部件。

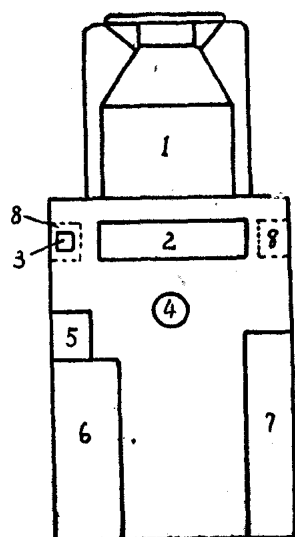


图 2 仪器車內部裝置图 1—司机室；2—仪器台；3—穩压器；4—操作員坐椅；5—材料工具柜；6—洗相室；7—沙发；8—乾電池。

整流器。后面一个数字代表元件在这一面板中的编号。例如：
1R36——是指示波仪面板中编号是36的电阻；11Пп1——指控制面板中编号是1的保险丝。

供 电 电 源

测井时需要50週率的交流电源，可以由校車上的自备发电机供给，也可利用工业交流电源。供电电源網的綫路图见图5，电源由輸入接綫板上的两脚插座14K3經過上配电板9A和9B2开关輸入面板8到电源变压器的初級綫圈。电源变压器將外引电压变成实驗室各部分所需要的电压值。由П2插头控制，它有四个不同外引电压位置（110、220、380和550伏）。这样，虽然外引电压值可以不同，但只要П2插头插到同外引电压数相应的孔中（如外引电压是220伏，那么П2插头就在220伏孔中），則次級綫圈的电压輸出都是同一个設計值。

1. 变压器的数据 我們知道，初級和次級的电压同繞組圈数之間有这样关系：

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{V_1}{V_2}$$

式中 L_1 ——初級綫圈圈数； L_2 ——次級綫圈圈数； V_1 ——外引

鉄心截面30平方公分，

端 号	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8
导 綫 直 径, 公厘	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44
圈 数	20	20	20	20	20	20	20
当18—19两端电压是110伏时的名义电压, 伏	10	10	10	10	10	10	10

〔註〕18—20端輸出电压实际值是220伏。

电压; V_2 ——次级线圈输出电压。

现在, L_2 是固定值, 在一定的 V_1 下 要改变 V_2 只要改变 L_1 值就可以。这是由旋扭开关 $\Pi 1$ 控制, 当顺时针方向扭转时, 每转换一档初级线圈数减少20圈, 次级输出电压增大。

次级线圈18—20端输出电压是220伏, 通过配电板9A的7—8两端, 经过5K1 输到面板5 的1—2端, 作换向器马达的电源。另一路经过9B1输入到面板15的稳压器(稳压器原理单独介绍), 稳压后 输到下 配电板9B的27—28端, 由29—30端经过6K1输入到整流箱的5—6端, 作测井时的供电线路电源。由31—32端经过10K2输入到放射性面板。

次级线圈的19—20两端电压是110伏, 通过9A的6—9端接入了9ИП1电压表。它是ЭМ М-1型150伏交流电压表, 用来指示实验室电网的电压。在正常工作时, 它的标准值应在110—120伏之间, 如果不是这个值可以由 $\Pi 1$ 调节。另外, 以9A上的11—12两端作为仪器台上的电扇电源。由13—14两端经过14K6输入到面板14的1—2端作井口(或绞车)的同步马达电源。由15—16供给面板18的电炉。由17—18两端经过16K2输入到面板16A和16B作收音机和通话装置的电源。由19—20两端供给仪器台顶上的照明灯19Л1、19Л2和洗相室电扇20Д1用。由21—22两端经过13K1输到

绕组导线牌号ПБД

表 1

8—9	9—10	10—11	11—12	12—13	13—14	15—16	16—17	18—19	19—20
2.44	2.44	2.44	2.0	1.4	1.2	3.0	3.0	2.4	2.0
20	20	40	220	320	340	12	36	220	240
10	10	20	110	160	170	6	18	110	120

面板13作自同步馬达和灯光线路的电源，由23—24两端经过11K1輸到面板11作自同步馬达和磁性記号线路的电源。

次級綫圈15—16两端的电压是6伏，经过9B的33—34端輸到面板14，作通話裝置的电鈴和指示灯的电源。

次級綫圈15—17两端的电压是24伏，从35—36两端经过10K2輸到面板10的3—4端，輸入到地层傾斜測量面板中。从37—38两端经过13K1輸入到面板13的7—8端作带动自备的自同步馬达13CC1轉子轉动的馬达Д1的电源。

16—17两端的电压是18伏，輸入到充电整流器的面板7。由于半导体具有单向导电性，只允許电流向所指出的方向流过 $\rightarrow$ ，整流成直流后电流从3端流出（见图6）^①。从面板7的4端经过7ИП1向蓄电池19B1充电。

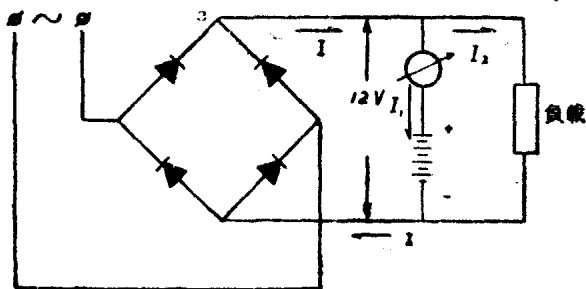


图6 充电系統綫路图

另一方面直流电从9B的45—46两端供給面板16的5—6端，作收音和通話裝置使用直流电时的灯絲电压。从47—48端经过13K2輸入到面板13的2—3端，作检流計組电磁鉄电源。从49—50輸到仪器后面电温設備的暖风扇19Д1。从51—52两端供給仪器車室内的照明灯19Л3、19Л4、19Л5和沙发下面繞綫盘側壁上的照

① 虽然单向导电时整流器的电阻很小，但由于工作电流較大，在圆柱上的电压降还是显著的，在变压器綫圈中的电流也有电压降。这样，原来輸出的18伏经过整流器輸出的只有12伏了。

明灯19Л6,也供給洗相室的紅白灯20Л1和20Л2用。

如果不用交流电整流后的电流,检流計和磁場和照明灯的电
源也可由蓄電池供給。这个时候,由蓄電池放电。19Б1是由两个
3СТ-70-BA型 6 伏鉛蓄電池組成,放在司机室下 右方的小室中。
当接通外引交流电后应立即进行 充电(可由开关 7Б1控制)。如
果不同时充电,使用蓄電池的时间就不能太长。因为蓄電池較长
时间的放电后电压就会降低,会影响检流計組激磁电源。

ИП1是ПМ-70型直流电流表,在沒有电流流过时指針指在中間
零位置,充电时指針向右偏,放电时向左偏。

Пр 1 和Пр 2 是15安倍E-27型保險絲。

12伏电源插座是供給輔助仪器或照明設備用的。

在不工作时,必須將7Б1放在 左面“断开”的位置。因为虽
然半导体整流器是单向导电的,但在另一方向还是可以使电流流
过(当然电阻很大)。这样,蓄電池 就經過7Б1 开关和整流器
柱自身形成迴路而放电。

2.穩压器 因为在測井时的供电电流必須很穩定,不随輸入
电压的变化而改变,所以 在接 到面板 6 整流箱以 前应先加以穩
压。51型应用的是ЭПА-27型 电磁穩压器,輸出 功率 是500瓦。
了使讀者能比較清楚地了解,下面就介紹一下穩压器的原理和結
构(見图 7)。

根据变压器原理,在初 級綫圈上 輸入一个 交变电压 U_1 ,那
么在綫圈里就会有交变电流。

交变电流在铁心中产生磁通,磁通在次級綫圈感应了一个电
动势 U_2 。当輸入的电压升高时,初級綫圈的电流 增大,磁通也
就增強,次級綫圈电压也升高。次級綫圈电压的变化是同通过次
級綫圈的磁通变化成正比。如輸入电压是直綫上升,次級輸出电压
也直綫上升。但如果把次級綫圈的 靶状铁心断面減小(如图 8)。那
么,当初級綫圈的电流 大到某一值时,这个电流所产生的磁
通就会使次級綫圈达到飽和 状态。也就是說,从这点 开始(相

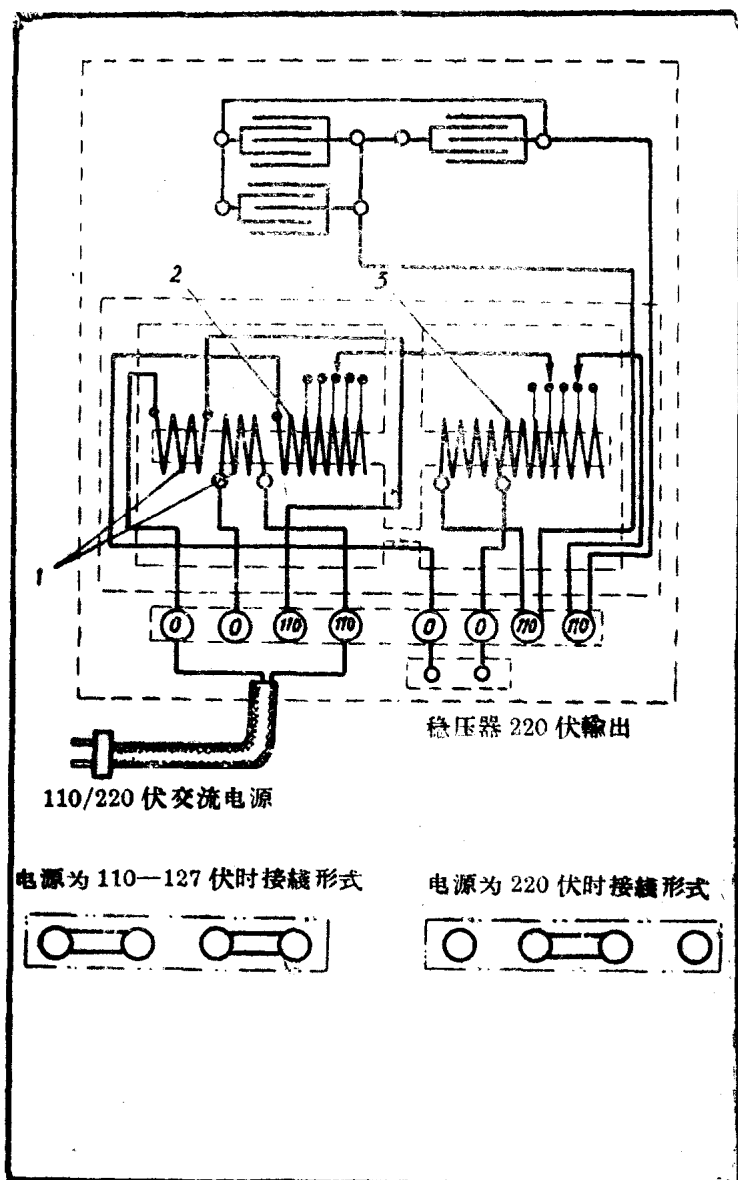


图 7 功率500瓦稳压器的装配线路
1—初级线圈；2—补偿线圈；3—次级线圈。

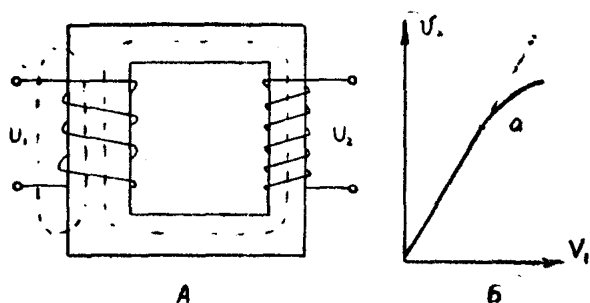


图 8 简单的稳压器

当图 8B 的 a 点) 当初级线圈的电压再继续升高时, 虽然产生的磁通也成正比地增加了, 但通过次级线圈的磁通不再增加, 次级线圈的输出电压也就不再增高或增加得很少。初级线圈所产生的那部分增加的磁通通过空气形成磁路。事实上, 当达到饱和点以后, 次级线圈中通过的磁通还会有些增加, 只要输出电压的变化比输入电压变化来得小一些。在图 8B 上又可看到, 输入电压 V_1 是直线升高而输出电压在 a 点以前也直线增加, a 点以后就缓慢地变化。

初级线圈的铁心叫做不饱和铁心, 次级线圈的铁心叫做饱和铁心。为了使 U_2 变化更小, 可在不饱和铁心上增加一个线圈 (见图 9)。不过绕的方向同初级线圈 W_n 相反, 并且同次级线圈 W_b 串联起来。这样, 当输入电压增加时, 流过 W_k 上的电流也就增大, 它的感应电压也升高, 但这个电压同 W_n 和 W_b 的电压方向相反。因此虽然那时 W_b 也有一些增加, 却正好被 W_k 线圈的负的增大所补偿了。这样输出的电压 V_2 就更平稳了。所以 W_k 叫做补偿线圈。

上面所谈的线路有一个缺点: 它的电感阻抗很大, 功率损耗很大, 而输出的有效功率比较低。为了克服这个缺点, 往往在饱和线圈 W_b 两端并联一个电容器, 构成了一个并联谐振。

ЭПА-27 型稳压器的原理线路可以简化成图 10 的形式。为了增加电容量, 电容由三个 CKO 型耐压 650 伏的 5 微法拉电容器并联成的。在图 10 上可看到次级输出线圈只是 W_b 线圈中的 W_1 部分, 而