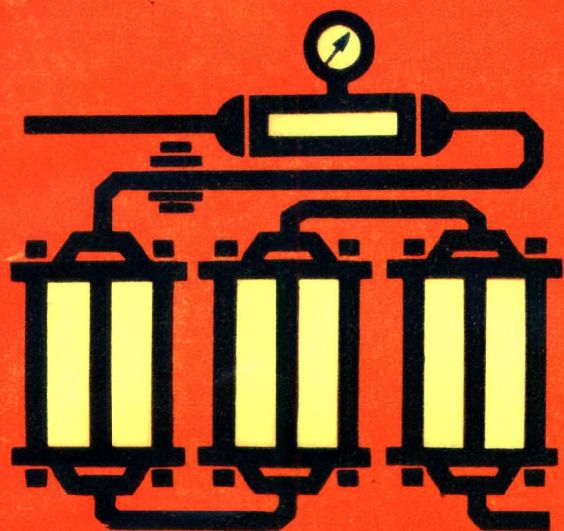




Tongxin Dianlan Zidong
Chongqi Shebei Ziliao Huibian

人 民 邮 电 出 版 社

通信电缆 自动充气设备资料汇编

内 容 提 要

本书是有关刊物上刊登过的和准备刊登的通信电缆自动充气设备资料的汇编。全书共汇编了七篇文章：703型可控硅自动充气设备；架空电缆自动补气站；晶体管自动补气控制电路；电缆气压自动测试器；半电子遥控自动充气设备；长途电缆自动充气 and 分路补气装置和可控硅电缆自动充气控制设备。分别叙述了设备的结构和动作原理。适合通信电缆自动充气设备的维护人员阅读和参考。

通信电缆自动充气设备资料汇编

人民邮电出版社编辑、出版

北京东长安街27号

河北省邮电印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

开本：787×1092 1/32 1977年8月 第 一 版
印张：38/32 页数：52 1977年8月河北第一次印刷
字数：78千字 插页：1 印数：1—13,000 册

统一书号：15045·总2166—有564

定价：0.29 元

毛主席语录

我们的方针要放在什么基点上?放在自己力量的基点上,叫做自力更生。

人民群众有无限的创造力。

通过实践而发现真理,又通过实践而证实真理和发展真理。

出版说明

在无产阶级文化大革命的推动下，在各级党委的领导下，广大邮电职工积极开展工业学大庆运动，破除迷信，解放思想，大搞技术革新和技术革命，邮电战线的形势一派大好。在通信网的建设中，各地邮电部门的通信电缆，大多已采用了自动充气的充气维护方式。

为了交流各地邮电职工在自动充气设备方面所取得的成就和经验，我们把有关刊物上已经刊登的和准备刊登的文章汇编成册出版。在汇编过程中，保持了原来的内容，未作重大修改。

希望读者对本书不妥及错误之处，提出宝贵意见，以便再版时修改。

1976年9月

目 录

703型可控硅自动充气设备	北京长铃电信局线务站 孙绵湘 (1)
架空电缆自动补气站	广州市电信局 (21)
晶体管自动补气控制电路	江苏省镇江邮电局供稿 陈荣福执笔 (33)
电缆气压自动测试器	北京市电信局七五分局技革组 (37)
半电子遥控自动充气设备	天津市市内电话局 (69)
长途电缆自动充气和分路补气装置	南京电信局线务站电缆班 (77)
DZQ—75 型可控硅电缆自动充气控制设备	长春市电信局电缆革新小组 (88)

703型可控硅自动充气设备

目前，各地邮电部门的通信电缆，大多已采用了自动充气的充气维护方式。与人工充气相比，自动充气的优点是：

1. 当电缆外皮受到损伤因而漏气时，能够及时地自动向电缆中补充充气，以防止水分浸入电缆，在预防障碍上较之人工充气更为有效。

2. 与人工充气相比，大大提高了充气维护的效率和减轻了工人的劳动强度。

自动充气设备一般由：供气设备、储气设备、滤气设备和自动控制设备等几个主要部分所组成。自动控制设备一般都具有以下几种主要性能：

1. 自动开机、停机——当储气罐中气压低于一定限度时，电动空气压缩机应能自动开机向储气罐中充气；当储气罐中气压升高，达到一定限度时，电动充气机应能自动停机，停止向储气罐中充气。由储气罐向电缆中送气，一般用减压阀来控制，当电缆中气压低于减压阀的开启压力时，储气罐中的气体即经减压阀自动向电缆中补气。此外，为了适应特殊情况下的需要，一般自动充气设备除自动控制之外还具有人工控制开机、停机的性能。

2. 储气罐充不进气时，自动停机——当电源电压过低使电动充气机无法启动或因气泵损坏等原因，虽然电动充气机已接通电源，但储气罐中气压不上升时，为了保护电机，应能自动切断电源。

3. 断相保护——当电动机接通电源后，只要三相电源中一相断相时，经过一定时间，应能自动切断电源，以保护电动机。

4. 过充保护——由于输气管、储气罐漏气等原因，以致电动充气机运行时间超过了正常运行所需时间时，应能自动切断电源，以保护电动机。

5. 应能自动记录开机次数和向每条电缆充入的气体流量。

自动充气设备中的自动控制部分，各地所采用的机电元件和电路都不相同，大体上可以分为继电器式和可控硅式两大类。

继电器式自动充气设备，在邮电部门应用的时间已比较久了。它的自动控制部分主要由继电器和磁力启动器等机电元件所组成，因而机器的体积比较大。又因为有电接点且部件的启动电流比较大，所以容易损坏，维护困难。尤其是在电接点气压表的接点上，因为电流大有火花，容易造成控制失灵现象。遇到电源电压过低时，电动机启动不了，也容易将电机、继电器等部件损坏。但采用继电器式自动充气设备，所需要的继电器等机电元件，往往可以利用拆旧器材或库存器材，为国家节省一些费用和物资。

可控硅自动充气设备，是近年来电子技术在通信设备中广泛采用的成果之一。它的自动控制部分以可控硅等电子原件为主要部件，因而机器的体积小、无触点无火花、不怕震动、无噪音，维护比较方便。

它的缺点是过载能力差，只要我们在电路上采取适当的措施，这个缺点也能克服。

本文介绍的703型可控硅自动充气设备，是我们线务站于1973年研制的，多年来用于长途电缆的充气维护中，动作准确，

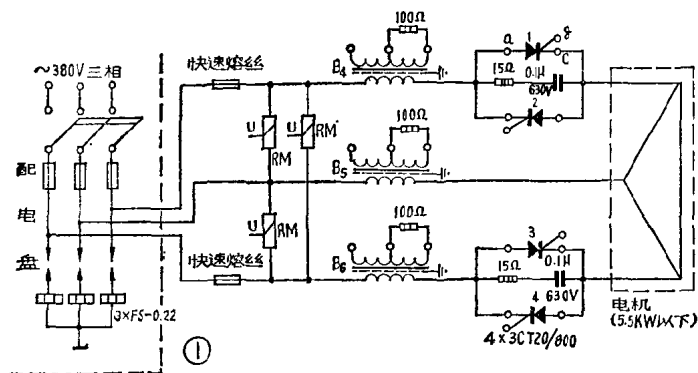
性能良好。以后又在局部电路上作了一些改进。本文将着重介绍其自动控制设备。

703型可控硅自动充气设备的自动控制设备，除电接点气压表外，已全部晶体管化（无接点）；通过电接点电压表的接点的电流也由原来的数安降到数十毫安，从而大大延长了接点的寿命，保证了控制的可靠。

703型可控硅自动充气设备的自动控制设备包括：主回路和控制信号回路两部分。控制信号回路又分为：控制回路、告警回路和电源回路，见图①~④。

703型可控硅自动充气设备的技术要求为：

1. 适用于最大额定功率为5.5千瓦，额定电流为10.9安以下的空气压缩机。
2. 适用于三相380伏电源。
3. 当电源电压过低或断相，空气压缩机无法启动或空气压缩机气泵损坏和其他原因，储气罐的气压没有上升时，根据实际情况要求设备能在10秒~60秒时间内自动切断三相电源，直到来人处理为止，以保护电机等不致损坏。



(一)可控硅的作用与选择

一、可控硅在本电路中的作用

1. 从图①中可见,主回路电路中的可控硅“1~4”将起着磁力启动器的作用,实际上它是一个三相交流开关,用以控制电机的启动和停止。

2. 控制信号部分的可控硅“5”和4只2CP33A整流管组成一个单相交流开关,用以控制可控硅“1~4”的触发信号。

3. 可控硅“6”象一个自保继电器,受电接点气压表接点和“启动”、“停机”按钮的控制,用以控制可控硅“5”。

4. 可控硅“7”是一个直流开关,用来关闭可控硅“6”主回路电源,使可控硅“6”处于开断状态。

二、可控硅元件选择

1. 可控硅“1~4”元件的选择:

①正反向阻断电压(耐压)的确定:

从图①主回路电路中可知,当可控硅“1~4”开断时,加在每个可控硅阴极和阳极上的正反向电压是380伏(有效值),其峰值为 $\sqrt{2} \times 380 = 535.8$ 伏,根据选管要求,要求其阻断峰值电压为535.8伏的1.5—2倍,即选择803.7伏正反向阻断峰值电压的可控硅,在此则选用800伏以上的可控硅。

②可控硅“工作电流”的选择:

通过可控硅1(3)或2(4)的电流平均值为 $I_{1平}$ 或 $I_{2平}$,

$$I_{1平} = I_{2平} = 0.45 I_{\text{有效值}}$$

从前面技术要求可知, I 的有效值为10.9安。

$$I_{1平} = I_{2平} = 0.45 \times 10.9 \text{安} = 4.905 \text{安}$$

也就是说,额定电流为10.9安的电机,通过每个可控硅

(1~4)中的平均电流则为4.905安。

考虑到电机启动时的瞬间电流是它额定电流的4~7倍。而可控硅元件瞬间允许电流(5秒)是其额定电流的两倍。

这样电机瞬间电流可达 10.9×7 安,通过可控硅中的瞬间电流就可达34.34安(4.905×7 安)。

若选正向额定平均电流为20安的可控硅元件,其瞬时(5秒)允许额定电流可达40安,大于34.34安。故选正向额定平均电流为20安的可控硅较合适。因此可控硅1~4选用3CT 20/800。

2. 可控硅元件“5”的选择:

由于 B_1 变压器次级中电流很小,初级电压为13伏,可选用3CT5/50。

3. 可控硅元件“6~7”的选择:

由于“6~7”都用于低电压小电流直流回路,故可选择3CT5/50。

(二)动作过程(见图①~④)

一、正常情况时

1. 高压储气罐的气压,由电接点气压表来反映。当电接点气压表表针与低压接点(或启动按钮)闭合时,电路②中:

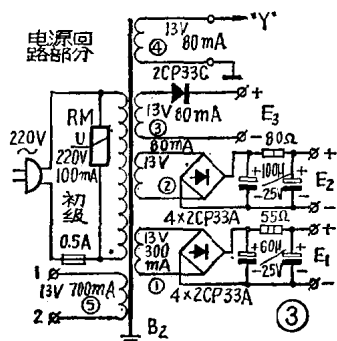
$+E_3 \rightarrow R_2 \rightarrow$ “可-6” $g-c \rightarrow$ 公共点 $\rightarrow$ 表针 $\rightarrow$ 低压接点 $\rightarrow -E_3$ 构成回路。

此时,“可-6”中的 $g-c$ 便有控制电流通过,将“可-6”触发导通。

由于“可-6”导通, $+E_1 \rightarrow$ 红灯 $\rightarrow$ “可-5” $g-c \rightarrow R_3 \rightarrow$ “可-6” $a-c \rightarrow$ 公共点($-E_3$)构成回路,“可-5”的 $g-c$ 便有电流通过将

“可₋₅”触发导通。此时电路②中 B_2 变压器绕组⑤的“1”→ B_1 初级的“1”→ $\xrightarrow{\text{绿灯}} B_1$ 初级绕组并经由 B_1 初级的“2”→ D_4 →“可₋₅” $a-c \rightarrow D_1$ (正半周) $D_2 \rightarrow$ “可₋₅” $c-a \rightarrow D_3$ (负半周)→ B_2 绕组⑤的“2”，即将 B_1 变压器接通电源。此时绿灯亮。见图②及图③。

2. 由于 B_1 变压器初级接通电源， B_1 的次级绕组①~⑤均有电压。 B_1 的绕组①~④所产生的电压分别通过其桥式整流器接到“可₁₋₄”的 $g-c$ ，此时“可₁₋₄”的 $g-c$ 中有足够的电流通过，将“可₁₋₄”触发导通。



3. 由于 B_1 绕组⑤产生电压，并通过其桥式整流器和由1W130稳压管、 R_4 组成的稳压电路在其输出端产生-130伏的直流电压 E_4 。此时， $+E_4 \rightarrow$ 白灯 $\rightarrow r_1 \rightarrow$ 公共点 $\rightarrow$ 表针 $\rightarrow$ 低压接点 $\rightarrow -E_4$ ，构成回路，白灯亮。

4. 由于“可₁₋₄”导通，三相电源就通过快速熔丝 $\rightarrow B_4$ 、 B_5 、 $B_6 \rightarrow$ “可₁₋₄” $\rightarrow$ 电机，电机立即启动。

5. 由于电机启动，气泵开始工作，高压储气罐气压上升，此时电接点气压表表针离开低压接点（或“启动”按钮断开），白灯灭。

6. 高压储气罐气压继续上升，电接点气压表表针转到高压接点（或按下“停机”按钮）时， $+E_1 \rightarrow$ 红灯 $\rightarrow$ “B” $\rightarrow$ 高压接点 $\rightarrow$ 表针 $\rightarrow$ 公共点 $\rightarrow -E_1$ 构成回路，也就是将“可₋₆”的主回路电源 E_1 短路。“可₋₆”开断（截止），这时红灯亮。由于 E_1 是 B_4

变压器绕组①通过桥式整流器和 π 型滤波器(55欧、50微法 $\times 2$)的整流电源, 所以不会烧坏红灯(由于有55欧的电阻)。

7. 由于“可₋₅”截止, 通过“可₋₅” $g-c$ 的控制电流也就为零了。又由于通过“可₋₅” $a-c$ 的电流是脉动电流, 当其电流降到“可₋₅”维持电流以下时, “可₋₅”便开断(截止)。

8. 由于“可₋₅”截止, B_1 的初级断电, 同时 B_1 的次级各绕组电压均消失, 通过“可₁₋₄” $g-c$ 的控制电流均为零, 所以“可₁₋₄”截止(当通过“可₁₋₄” $a-c$ 的交流电流过零点时, “可₁₋₄”自动截止)。

9. 由于“可₁₋₄”截止, 三相电源断电, 电机立即停止转动, 气泵停止工作, 高压储气罐气压停止上升。

10. 当高压储气罐气压下降后, 电接点气压表表针回转离开高压接点(或“停机”按钮断开后), 红灯灭, E_1 解除短路状态。

11. 当高压储气罐气压继续下降, 电接点气压表表针继续回转, 直至低压接点时, 电机又重新启动, 重复上述过程。

二、不正常情况时

为了保护空气压缩机等设备不致因为电压过低、气泵转不起来(死点)、三相电源断相或者储气罐及其他气路部分漏气, 而使空气压缩机运转时间过长等原因而损坏。我们设置了专门保护电路(见图②右上角部分)。

1. 由于三相电源电压过低、气泵损坏或气泵“死点”等原因, 当高压储气罐气压下降使电接点气压表表针与低压接点闭合时, 不论是电机启动不了或是气泵损坏, 还是气罐大漏气, 总之气罐气压无法上升时, 若电接点气压表表针与低压接点闭合时间超过10~60秒, 就能自动将三相电源切断, 并发出告警信号, 直到来人处理为止。其电路动作过程如下:

$+E_4 \rightarrow K \text{ 接点} \rightarrow W \rightarrow R_9 (9.1 \text{ 兆欧}) \rightarrow C_2 (2 \text{ 微法}) \rightarrow \text{公共点} \rightarrow \text{表针} \rightarrow \text{低压接点} \rightarrow -E_4$ 。

即向 C_2 充电，其时间常数等于 $R_9 \cdot C_2$ 。当表针与低压接点闭合时间达到 $10 \sim 60$ 秒时，此时 C_2 上的充电电压将达到 $R-60(I)$ 放电器的放电电压， $R-60(I)$ 开始放电。其电路动作为：

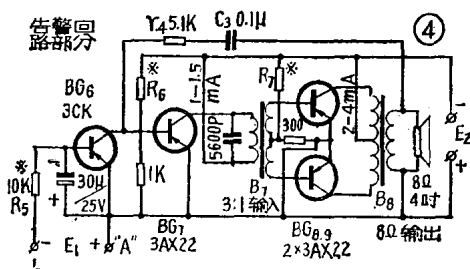
$+C_2 \rightarrow R-60(I) \rightarrow r_3 (120 \text{ 欧}) \rightarrow \text{“可-7” } g-c \text{—公共点} \rightarrow -C_2$ 。

由于 $R-60(I)$ 放电电流通过“可-7” $g-c$ ，故将“可-7”触发导通并且自保。

由于“可-7”导通， $+E_1 (\text{“A”}) \rightarrow \text{“可-7” } a-c \rightarrow \text{公共点} \rightarrow -E_1$ ，将“可-6”的主回路电源 E_1 短路。因而“可-6”就截止。

由于“可-6”截止，“可-5”截止， B_1 初级断电，“可-4”截止，三相电源就被切断。此时白灯和绿灯均熄灭。

由于 E_1 自“ A ” $\rightarrow$ “可-7” $a-c \rightarrow$ 公共点直接被短路，图④中告警回路部分的 BG_6 偏流（电源为 E_1 ）就为零， BG_6 就截止。

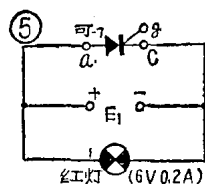


由于 BG_6 截止，由 BG_7 、 BG_8-9 和 $r_4 (5.1 \text{ 千欧})$ 、 $C_3 (0.1 \text{ 微法})$ 组成振荡器就工作，并通过喇叭发出告警信号（也可将此告警信号用信号线传至有人站）。正常情况时（包括红灯亮

时), E_1 通过 R_5 对 BG_6 产生足够的偏流使 BG_6 导通, 由于 BG_6 导通, $BG_7 b-e$ 被短路, BG_7 截止, 振荡器停止工作。

处理时, 只需将停机(复原)按钮按一下, 整个电路即恢复正常。

当停机按钮按下时, 红灯就接到 E_1 上, 如图⑤。



由于红灯电阻很小(特别是刚接入电源的时候), 所以将“可-7” $a-c$ 旁路, 使其通过“可-7” $a-c$ 极的电流小于其维持电流, “可-7”就断开(截止)。当停机按钮断开时, 整个电路就恢复正常(E_1 解除了短路状态)。

由于 E_1 是 B_2 变压器绕组①的整流输出电源, 由于有 55 欧姆电阻存在, E_1 被短路时其最大电流 $\left(\frac{13 \times 1.1}{55}\right)$ 才为 260 毫安。不会过载或烧坏。

2. 断相保护: 当“可₁₋₄”触发导通, 电机启动的任一瞬间, 不管电接点气压表表针是否与低压接点闭合, 只要三相电源任意一相断相时, 经过一定的时间(5 秒左右)后, 三相电源就自动切断。其电路动作过程如下:

①在电机正常运行时, 分别串接在主回路部分的三个电流互感器 B_4 、 B_5 、 B_6 同时在它们的次级感应出电压, 通过 D_5 、 D_6 、 D_7 整流分别加在 BG_1 、 BG_2 、 BG_3 的 $b-e$ 极间, 使 BG_{1-3} 呈导通状态。

由于 BG_{1-3} 导通, P 、 Q 两点短路, 即将由双基极二极管 BG_4 ($BT33C$) 组成的多谐振荡器的电源(由 E_4 经 r_5 、 r_6 分压而来)短路, B_3 无信号输出。由于 B_3 无信号输出, BG_5 的 $b-e$ 无电流, BG_5 处于截止状态, “可-7”不被触发导通。

②当三相电源中任一相断相时, 也就是“ B_{1-3} ”三只电流互

感器中有一只初级线圈没有电流时，次级也无电压。 BG_{1-3} 中对应的一只也就截止，这样就解除了 BG_4 多谐振荡器电源短路状态。

此时，由 E_4 经 r_5 、 r_6 分压的电压通过“P” $\rightarrow r_7 \rightarrow C_4 \rightarrow$ “Q”，将 C_4 充电，当 C_4 两端的电压上升到 V_p （ BG_4 峰点电压）时， BG_4 的 I_E 突然增加。此时电路为： $+C_4 \rightarrow BG_4 e-b_1 \rightarrow$ “F” $\rightarrow B_3$ 初级绕组 $\rightarrow$ “H” $\rightarrow -C_4$ 构成放电回路， C_4 放电， B_3 次级感应出电压，即 B_3 就有信号输出。

由于 B_3 有信号输出，并加在 BG_5 的 $e-b$ 极上，故 BG_5 导通。

由于 BG_5 导通， B_2 次级绕组④的“Y” $\rightarrow D_8 \rightarrow r_8 \rightarrow BG_5 e-c \rightarrow D_7 \rightarrow$ “ π ” $\rightarrow$ “可-7”的 $g-c \rightarrow$ 公共点构成回路，将“可-7”触发导通。

由于“可-7”导通， E_1 被短路，“可-8”截止、“可-5”截止、“可-4”也就截止，三相电源被切断。此时绿灯熄灭，同时发出告警信号，直到来人处理为止。

3. 过充保护：无论输气管、储气罐等漏气，还是电接点气压表失控等种种原因，充气时间（空气压缩机运行时间）过长，即超过了正常的时间后（例如某一空气压缩机和储气罐，由3公斤/平方厘米充到6公斤/平方厘米需10分钟，现规定充气时间到达12分钟）即将三相电源切断，以保护空气压缩机等设备。其电路动作过程如下：

当电接点气压表表针与低压接点一闭合，电机启动，同时 $+E_4 \rightarrow K$ 接点 $\rightarrow W \rightarrow R_8(5.1兆欧) \rightarrow C_1(100微法) \rightarrow -E_4$ 构成回路，即向 C_1 充电，其时间常数等于 $R_8 \cdot C_1$ 。由于某种原因（例如输气管漏气），空气压缩机运行时间，超过了正常的时间，此时在电容 C_1 上的充电电压就到达 $R-60(II)$ 放电器

的放电电压， $R-60(\text{II})$ 放电器就开始放电。电路为：

$+C_1 \rightarrow R-60(\text{II}) \rightarrow B_3$ 初级绕组 $\rightarrow C_1$ 。

由于 $R-60(\text{II})$ 的放电电流通过 B_3 初级绕组，因此在 B_3 次级绕组上就产生电压，即 B_3 就有信号输出。

由于 B_3 有信号输出，所以 BG_5 导通，同时“可 $_{-7}$ ”触发导通， E_1 被短路，“可 $_{-8}$ ”截止，“可 $_{-5}$ ”截止，“可 $_{1-4}$ ”也就截止，三相电源被切断，电机立即停转。同时绿灯熄灭，并发出告警信号，直到来人处理为止。

(三)可控硅过电流与过电压保护装置

电子元件的一个重要缺点，就是过载能力低，为保护“可 $_{1-4}$ ”不致因为短路等原因引起的过电流而烧坏；不致因雷击等原因引起的过电压而击坏，应装置快速熔丝（串接在“可 $_{1-4}$ ”的前方）和 $FS-0.22$ 阀型避雷器（跨接在配电盘上）以及 RM 压敏电阻（氧化锌或碳化硅）等保护元件（见图①）。

对于市内的充气站，由于雷电较少，可以不加 $FS-0.22$ 阀型避雷器。

快速熔丝可采用精炼银丝或银片。我们自制的快速熔丝是利用终端进局保安器上的熔丝管，其中焊上由 $14 \sim 20$ 股 $\phi 0.11$ 毫米的精炼银丝而成（股数可根据空气压缩机的电机大小试验而定）。

在 B_2 变压器初级同样加装 RM 压敏电阻，防止雷击损坏元件。

B_1 、 B_2 和 B_4 、 B_5 、 B_6 其相邻两绕组间、绕组和地（隔离层和铁心）间要有一定的耐压水平，一般要求直流3千伏二分钟。