



农家书屋藏书修理工之友系列

维修好帮手—— 农业机械电气系统修理一本通

✿ 朱晓慧 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



农家书屋藏书修理工之友系列

维修好帮手—— 农业机械电气系统修理一本通

主编 朱晓慧

参编 张文多 于润伟

于荣 孙向阳



机械工业出版社

本书以国内广大农村拥有量较大的农业机械电气系统为例,系统地介绍了蓄电池、起动机、发电机、照明系统、仪表和电喇叭等电器元件的结构、使用、调整、保养和修理的相关知识。本书针对广大农技人员的文化程度和生产需要,注重系统性和实用性的统一,内容通俗易懂、图文并茂,力求能够提高农业机械修理人员的专业技能,延长机械的使用寿命。

本书既可供农业机械修理工与管理人员使用,还可供销售、质检和鉴定人员工作时参考。

图书在版编目(CIP)数据

维修好帮手:农业机械电气系统修理一本通/朱晓慧主编.
—北京:机械工业出版社,2010.8
(农家书屋藏书修理工之友系列)
ISBN 978-7-111-31423-3

I. ①维… II. ①朱… III. ①农业机械-电气设备-维修
IV. ①S232.8

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第146073号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:张秀恩 责任编辑:张秀恩 版式设计:张世琴

责任校对:肖琳 封面设计:赵颖喆 责任印制:乔宇

三河市宏达印刷有限公司印刷

2010年10月第1版第1次印刷

130mm×184mm·5印张·109千字

0001—4000册

标准书号:ISBN 978-7-111-31423-3

定价:16.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

编辑热线:(010)88379770

社服务中心:(010)88361066

网络服务

销售一部:(010)68326294

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649

教材网:<http://www.cmpedu.com>

读者服务部:(010)68993821

封面无防伪标均为盗版

前 言

近几年,随着农业机械化促进法公布和农机补贴等惠农政策的实施,我国农业机械保有量持续增长,并且出现了谷物联合收获机、玉米收获机、农用运输车、拖拉机等农业机械生产、销售、跨区作业的火爆局面。但与此同时,也存在着产品质量参差不齐、驾驶操纵水平低、维护保养不及时和生产事故多等问题,影响着机械效益的充分发挥。

我国农业机械的生产厂家多,型号各异,构造上也有各自的特点,各种结构参数和调整参数都不尽相同,但其基本结构和原理却是相同的。为了培养具有专业知识和实际能力的电器设备维修工和驾驶员,使他们对农业机械的电气系统有较全面的了解,熟悉农业机械电器设备的不同类型与结构,掌握电气系统常见故障的诊断与排除方法,能够自己动手对某种电器或整个总成进行检查、测量和维修,本书以我国广大农村保有量较高、常用、先进的几种机型为基础,系统地介绍了农业机械电气系统的构造、原理、使用、维护保养、故障排除及修理等内容。

在编写过程中,针对广大农技人员的需要,本书尽量做到简明易懂、即读见效,并力求达到科学性、实用性、普及性及通俗性的和谐统一。书中资料翔实、通俗易懂、图文并茂,可供农业机械修理工与管理人员使用,还可供销售、质检和鉴定人员工作时参考。

本书由黑龙江农业工程职业学院朱晓慧教授主编,张文

IV 维修好帮手——农业机械电气系统修理一本通

多、于润伟、于荣、孙向阳参编，全书由朱晓慧统稿。在编写过程中，得到了黑龙江省农业机械研究院金鲲鹏高级工程师、黑龙江省农机修理研究所于凡高级工程师的大力支持，在此表示真诚的谢意。

由于编者水平有限，对一些问题的理解和处理难免有不当之处，衷心希望使用本书的读者批评指正。

作 者

目 录

前言

第1章 概述	1
1.1 认识电气系统	1
1.1.1 电气系统的构成	1
1.1.2 电气系统的保养	4
1.1.3 电气系统的检修	5
1.1.4 电气系统的常见故障	9
1.2 电路图的识读	12
1.2.1 识读规范	12
1.2.2 常用电气元件	14
1.2.3 导线	18
1.2.4 玉米收获机电路图的识读	22
1.3 常用检修工具与仪表	24
1.3.1 工具	24
1.3.2 万用表	26
1.3.3 绝缘电阻表	30
第2章 蓄电池的修理	33
2.1 认识蓄电池	33
2.1.1 蓄电池的种类与型号	33
2.1.2 蓄电池的工作过程	36

2.1.3 蓄电池的结构	37
2.2 蓄电池的使用	40
2.2.1 电解液的配制	40
2.2.2 蓄电池的充电	41
2.2.3 蓄电池的使用	50
2.2.4 蓄电池的储存	51
2.3 蓄电池的修理	52
2.3.1 蓄电池常见故障的检查	52
2.3.2 蓄电池的修理	55
第3章 起动机的修理	61
3.1 认识起动机	61
3.1.1 概述	61
3.1.2 起动机的结构	62
3.1.3 起动机的工作原理	65
3.1.4 起动机的使用与维护	67
3.2 起动机的检查与故障排除	69
3.2.1 起动机的检查	69
3.2.2 起动机常见故障的排除	72
3.3 起动机的修理	74
3.3.1 励磁绕组和电枢绕组	74
3.3.2 电磁开关的修理	76
3.3.3 单向离合器的修理	78
3.3.4 起动机的装配与调整	79
第4章 发电机与调节器的修理	85

4.1	发电机	85
4.1.1	发电机的类型	85
4.1.2	硅整流发电机的结构	87
4.2	硅整流发电机的调节器	90
4.2.1	调节器的种类	90
4.2.2	单级电磁振动式电压调节器	92
4.2.3	双极触头式调节器	94
4.2.4	晶体管电子调节器	96
4.2.5	调节器的正确使用	99
4.3	硅整流发电机的检修	100
4.3.1	硅整流发电机的检查	100
4.3.2	调节器的检查	105
4.3.3	常见故障的排除	108
4.3.4	硅整流发电机的修理	112
4.4	永磁交流发电机	113
4.4.1	永磁交流发电机的结构	113
4.4.2	永磁交流发电机的常见故障	115
4.4.3	永磁交流发电机检测	117
4.4.4	永磁交流发电机的修理	118
第5章	灯具、仪表与电喇叭的修理	123
5.1	灯具的修理	123
5.1.1	照明灯具的构成	123
5.1.2	照明灯具常见故障的排除	126
5.2	仪表的修理	130

5.2.1 电流表	131
5.2.2 水温表	134
5.2.3 机油压力表	137
5.2.4 油量表	140
5.3 电喇叭的修理	141
5.3.1 电喇叭的结构	141
5.3.2 电喇叭继电器	143
5.3.3 电喇叭常见故障的排除	144
5.3.4 电喇叭的修理	147
参考文献	149

第 1 章 概 述

农业机械作业的田间环境一般比较恶劣，作业时机架产生振动，使其电气系统经常处于高温、高湿、振动、粉尘等不利的工作环境中，容易出现故障。特别是跨区作业的联合收割机，因地域跨度大，气候参数变化大，加上长途运输，更容易出现故障。为了减少故障的发生，保证机械的作业，驾驶操作人员必须掌握电气系统的检修技能，加强对电气系统的维护保养。

1.1 认识电气系统

1.1.1 电气系统的构成

农业机械虽然种类繁多，但其电气系统的构成相似，这里以应用较为广泛的自走式联合收割机为例，说明农业机械的电气系统。自走式联合收割机的总体电路一般可分为起动电路、电源电路、照明及信号装置、工作监视和故障报警等电路。

1. 起动电路

起动电路是用来控制直流起动电动机及预热发动机的电路。一般包括起动主电路、控制电路、预热电路等，主要由蓄电池、起动电动机、起动继电器、电源开关、预热起动开关、预热器等组成。

1) 起动主电路是指蓄电池通往起动机的电路。该电路

通过电流大，要求使用截面积大的多股粗铜线连接，并要连接牢固和接触良好。

2) 起动控制电路是指控制主电路接通或断开的电路。新疆-2 型、丰收-30 型联合收割机起动电动机受起动继电器触点直接控制，而起动继电器线圈又受起动开关的控制。采用起动继电器控制起动机的电磁开关，可以保护起动开关：起动时，电路电流较大，用起动开关直接控制，容易使内部触头烧蚀，影响开关使用寿命；装设起动继电器后，可使通往起动继电器线圈的小电流流经起动开关，而通往起动电磁开关线圈的较大电流通过起动继电器的白金触头，起到有效保护起动开关的作用。北京-2.5 型和东风-5 型起动电动机直接受电源开关和起动预热开关（或按钮）的控制。

3) 预热电路是指蓄电池通往发电机进气管预热器的电路，由起动开关控制。

2. 电源电路

电源电路是用来向用电设备供电，并将多余的电能储存起来的电路。主要由发电机、调节器、电流表、电源开关、蓄电池等组成。在电源电路中，发电机和蓄电池是并联的，电流表和发电机是同极性连接的，而与蓄电池是反极性连接的。发电机向用电设备供电不经过电流表，而蓄电池向用电设备供电需经过电流表。电源开关应能切断由蓄电池通往调节器和用电设备的回路。电源电路根据其功能可分为充电电路、励磁电路和充电指示电路。

1) 充电电路：新疆-2 型联合收割机的充电电路为发电机“+”→熔断器→“+”电流表“-”→熔断器→“+”蓄电池“-”→搭铁；北京-2.5 型联合收割机充电

电路为发电机“+”→“+”电流表“-”→电源开关→“+”蓄电池“-”→搭铁。由于发电机与蓄电池间都串有电流表,电流表中指针向“+”方向摆动,表示充电,其数值大小表示充电电流大小;指针向“-”方向摆动则表示放电,即用电设备在用电。

2) 励磁电路:新疆-2型励磁电路的工作过程是发动机起动前,将钥匙插入起动开关,并拧到D、Y、Q其中任意一个位置,励磁电路都将接通。其回路为,蓄电池→熔断器→电流表→起动开关→熔断器→“+”调节器“磁场”→发电机内部励磁绕组→搭铁;当发动机起动后,发电机正常发电时,励磁绕组由发电机供电,其回路为,发电机“+”→熔断器→起动开关→熔断器→“+”调节器“磁场”→发电机→搭铁。

由于励磁回路中串有调节器,当发电机电压高于某一调定值时,调节器起作用,使回路中电阻值增大,电流减小,励磁减弱,发电机电压就不再升高。

3) 充电指示电路:大多数联合收割机采用电流表指示充电情况,但也有采用指示灯显示充电与否的,如JL1065/1075型联合收割机充电指示电路是在发电机的两接线柱间跨接充电指示灯,灯亮表示未充电即用电状态,灯不亮时为充电状态。

3. 照明及信号电路

在照明及信号装置电路中,同时使用的灯应接在同一开关的同一档位上,如前小灯、后小灯、仪表灯在夜间同时使用;交替使用的灯光应接在同一开关的不同档位上,如前照灯的远、近光和左、右转向灯。同发电机一起工作的只需经电源开关,如水温表、油温表、机油压力表等,各仪表与相

应的传感器采用串联连接，其相线经开关接在电源上。

4. 监视及故障报警电路

目前部分国产大中型联合收割机已开始使用工作监视和故障报警装置。如东风 4LZ-5 型收割机上装置了柴油机曲轴和脱粒滚筒转速监视仪表，粮箱满仓报警和灯光显示、籽粒、杂余推运器、抖动板摆轴等故障报警装置。JL1065/1075 型联合收割机工作监视和故障报警系统比较完善，例如当发动机机油压力偏低、驻车制动失灵、挂档困难（或挂不上档）、空气滤清器堵塞、液压油滤清器堵塞、粮箱满仓、横向抖动器堵塞、切碎器堵塞等故障出现时，相应的指示灯和蜂鸣器会同时报警；而离合器及制动器油箱油量过少时，相应的指示灯亮；发动机水温过高度时，蜂鸣器报警。

1.1.2 电气系统的保养

1) 裸露在外的导线和仪器仪表，经常在泥水、灰尘、高温和振动等状态下工作的电器，为防止污染腐蚀和损伤，每天收工后应尽量清除尘土和污垢。

2) 将导线扎成束整齐地固定起来，用保护套保护，以防止与运动机件摩擦而造成断路或短路。经常检查导线连接的焊接点、接线柱、固定螺钉等，看连接是否可靠有效。

3) 更换导线、熔丝及电器设备时，应与原来的型号、规格相同，不能使用不同型号、规格的产品代替。

4) 起动发动机时，起动机每次起动时间不应超过 5 ~ 10s，第二次起动应间隔 2 ~ 3min 以上，连续 3 次起动不成功，应查明原因，排除故障后再起动。

5) 收割机作业中途停歇及下班后，应对电气系统采取“看、听、摸、嗅”四字法检查：看一看电器设备和连接导

线固定是否牢固，外表有无与其他机件挤压、摩擦及损坏的现象，工作时有无冒烟等；听一听工作时的声音是否正常，有无异常的杂音等；摸一摸各电器设备工作时温度是否过高，固定连接的地方是否牢固，有无摩擦松动等；嗅一嗅电器设备有无烧焦味等。

6) 作业中一旦发生电气故障，要立即停机检查，应遵循“由简到繁、先易后难、由表及里、分段查找”的原则，防止盲目大拆大卸。

1.1.3 电气系统的检修

1. 故障诊断流程

1) 验证车主（用户）所反映的情况，并注意通电后的各种现象。在动手拆检之前，应尽量缩小故障产生的范围，重点了解以下内容：①故障发生时机械的状态，是作业中自行停车，还是发现异常情况后由操作者主动停下来的？②发生故障时听到了什么异常声音？是否闻到了焦糊味？③是否拨动了什么开关、按钮？④仪表及指示灯发生了什么情况？⑤以前是否出现过类似故障，是如何处理的？

操作者的陈述可能不完整，有些情况可能陈述不出来，甚至有些陈述内容是错误片面的，因为有些故障是由于操作者粗心大意、对农业机械的性能不熟悉、采用不正确的操作方法造成的，但仍要仔细询问，为故障的判断提供参考。在进行检查时应验证操作者的陈述，找到故障原因。

2) 分析电路原理图，弄清电路的工作原理，对故障所在的范围作出推断。

3) 重点检查故障集中的线路或部件，验证作出的推断。

4) 进一步进行诊断与检修, 确定故障并分析故障产生原因。

5) 排除故障并验证电路是否恢复正常。

6) 填写维修记录, 向机械操作者说明故障情况及注意事项。

2. 常用检修方法

1) 车上电流表法: 凡通过电流表接线的用电设备, 均可用电流表所指示的耗电量大小作为判断依据。当工作电压一定, 用电设备接通后, 电流表指针指向“0”或所指的放电电流小于正常值时, 即说明用电设备的某处断路或接触不良; 如接通电器设备后, 电流表迅速由“0”到“-”的最大值, 然后又回到“0”, 则说明线路中某处与搭铁短路, 回到“0”是因为熔断器跳开或熔丝熔断。车上电流表诊断法, 只是简单判断是断路或短路, 不易判定故障出自哪一部位或哪条线路。

2) 搭铁试火法: 将一根两头裸露的导线作试火线, 导线一端连接用电设备接线柱, 另一端与车体金属部位试火, 如图 1-1 所示。

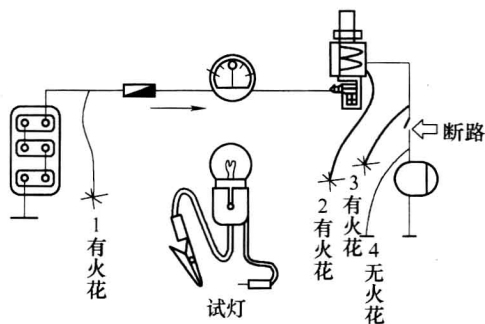


图 1-1 搭铁试火法

试火顺序可由前而后或由后而前，均可找到断路所在，图中1、2、3处试火位置有火，4的位置无火，则说明断路在3和4之间，同理可找出其他线路的断路故障。用搭铁试火法检查断路时，请注意：试火用的导线要细，划火要快，否则，因电流过大，而容易烧坏熔丝。

3) 检查熔断器法：如某电器突然停止工作，应先查该支路上的熔断器装置是否动作，如动作先查明原因，检修后恢复熔断器装置。

4) 短路法：用一根导线将某段电路或电器短接后观察用电设备的变化。

5) 替换法：将被怀疑部件用已知完好的部件替换，验证怀疑是否正确。

6) 模拟法：用于对各种传感器信号、指示机构工作情况的判断，此法必须熟悉机械的电路参数。

7) 观察法：通过肉眼直接观察（高温、冒烟、火花、断接等）检查来发现明显故障，提高检修速度。

3. 检修注意事项

1) 拆卸蓄电池时，应最先拆下负极“-”电缆；装上蓄电池时，应该最后连接负极“-”电缆。拆下或装上蓄电池电缆时，应确保点火开关或其他开关都已断开，否则容易导致半导体器件的损坏。

2) 不允许使用欧姆表及万用表的 $R \times 100$ 以下低阻欧姆档检测小功率晶体管，以免电流过载损坏元器件。更换晶体管时，应首先接入基极，拆卸时，则应最后拆卸基极。对于金属氧化物半导体管（MOS管），则应当心静电击穿，焊接时，应从电源上拔下烙铁插头或可靠接地。

3) 拆卸和安装元器件时,应切断电源。如无特殊说明,元器件引脚距焊点应在 10mm 以上,以免烫坏元器件,且宜使用恒温或功率小于 75W 的电烙铁。

4) 更换烧坏的熔断器时,应使用相同规格的熔断器。使用比规定容量大的熔断器可能会导致电器损坏或产生火灾。

5) 靠近振动部件(如发动机)的线束部分应用卡子固定,将松弛部分拉紧,以免由于振动造成线束与其他部件接触。

6) 不要粗暴地对待元器件,也不能随意乱扔。无论好坏,都应轻拿轻放。

7) 与尖锐边缘磨碰的线束部分应用胶带缠起来,以免损坏。安装固定零件时,应确保导线不要被夹住或被破坏。安装时,应确保接插头接插牢固。

8) 进行保养或维修时,若工作温度超过 80℃(如进行焊接时),应先拆下对温度敏感的零部件(如继电器和传感器等)。

此外,现代农业机械的许多电子电路,出于性能要求和技术保护等多种原因,往往采用不可拆卸的封装方式,如厚膜封装调节器、固封电子电路等,当电路故障可能涉及其内部时,则往往难以判断。在这种情况下,一般先从其外围逐一检查排除,最后确定其是否损坏。有些进口机械上的电子电路,虽然可以拆卸,但往往缺少同型号元器件代替,这就涉及用国产元器件或其他进口元器件替代的可行性问题,需要认真研究,切忌盲目代用。

4. 修复后的注意事项

当找出电气设备的故障点后,就要着手进行修复、试