

简单
易学

JIANDAN YIXUE

100%

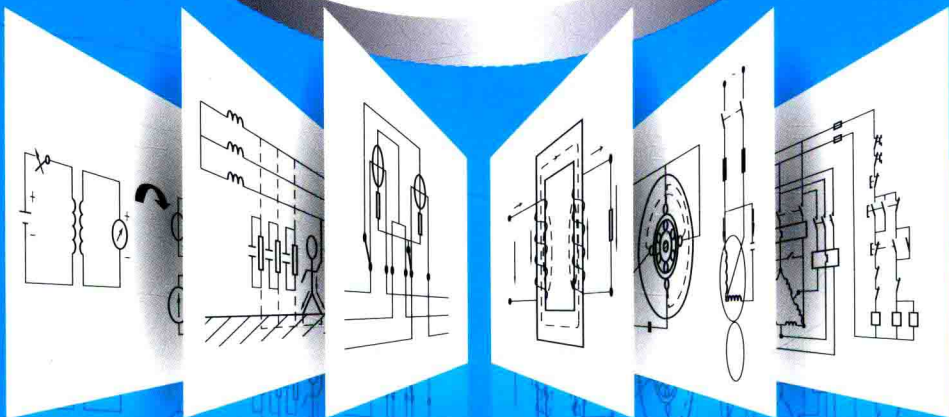
贺应和 编著

WEIXIU DIANGONG JINENG
YIXUE JIUHUI

维修电工技能

一学就会

实用的维修技能 <<<
全面的知识讲解 <<<



化学工业出版社

WEIXIU DIANGONG JINENG
YIXUE JIUHUI

维修电工技能 一学就会

贺应和 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

本书从维修电工的实际工作出发, 轻理论重操作, 全面介绍了维修电工应知应会的基础知识和操作技能, 主要包括电工基础、维修电工常用工具仪表、室内线路安装、电动机与变压器检修、典型电动机控制线路的装调、典型机床控制线路的检修等内容。对于关键操作技能, 采用图文结合、实例讲解的形式, 力求使读者一看就懂, 拿来就用, 能很快解决实际工作中的难题。

本书可供电工以及初学者阅读, 也可供电气相关专业的师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

维修电工技能一学就会/贺应和编著. —北京:
化学工业出版社, 2016. 6
ISBN 978-7-122-26890-7

I. ①维… II. ①贺… III. ①电工-维修
IV. ①TM07

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 085978 号

责任编辑: 刘丽宏
责任校对: 边 涛

文字编辑: 陈 喆
装帧设计: 刘丽华

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司
装 订: 三河市宇新装订厂
850mm×1168mm 1/32 印张 9½ 字数 279 千字
2016 年 7 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 39.00 元

版权所有 违者必究

前言

随着现代工业的快速发展,各种自动化控制设备日新月异,自动化设备的安装、调试、维修都离不开维修电工。维修电工只有具备较高的技术素质和扎实的基本功,才能在生产实践中妥善解决各种技术难题。为了帮助电工技术人员,尤其是新电工尽快掌握操作技能,胜任电工岗位,我们总结多年来从事电气维修工作的实践经验,编写了本书。

本书以服务维修电工岗位需求为编写指导思想,对维修电工应掌握的基础知识和实用操作技能做了全面的介绍,对于关键操作技能,采用图文结合、实例讲解的形式,力求使读者一看就懂,拿来就用,能很快解决实际工作中的难题。

本书主要介绍了电工基础、维修电工常用工具仪表、室内线路安装、变压器与电动机的维护、典型电动机控制线路的装调和典型机床电气控制线路的检修等,涵盖了维修电工应掌握的基本操作技能。书中内容尽量突出实用性和可操作性,以电气图和实例的形式充分说明了电气设备与电气线路的检修方法与技巧。

本书由贺应和编著,祖国建审阅。本书在编著过程中参考了相关资料,在此一并表示衷心的感谢。

由于本书的知识覆盖面较广,涉及的标准、规范较多,加之时间仓促、水平有限,书中难免存在不足,恳请广大读者批评指正。

编著者

目 录

第 1 章 维修电工基本知识

1

- 1.1 安全用电知识 1
 - 1.1.1 电工安全用电常识 1
 - 1.1.2 电工安全操作技术措施 2
 - 1.1.3 电气火灾消防知识 3
 - 1.1.4 电气设备安全知识 4
 - 1.1.5 触电与急救技术 5
- 1.2 电工材料 10
 - 1.2.1 导电材料 10
 - 1.2.2 绝缘材料 20
 - 1.2.3 其他材料 24

第 2 章 维修电工基本技能

25

- 2.1 常用电工工具的使用 25
 - 2.1.1 验电器 25
 - 2.1.2 钢丝钳 27
 - 2.1.3 尖嘴钳 27
 - 2.1.4 螺丝刀 28
 - 2.1.5 电工刀 28
 - 2.1.6 剥线钳 29

2.1.7	电烙铁	30
2.1.8	断线钳	30
2.1.9	电工工具夹	31
2.1.10	梯子	31
2.1.11	活络扳手	32
2.2	常用电工仪表的使用	32
2.2.1	电压表	32
2.2.2	电流表	33
2.2.3	电桥	34
2.2.4	兆欧表	35
2.2.5	万用表	38
2.2.6	转速表	43
2.2.7	钳形电流表	43
2.3	导线连接与绝缘层的恢复	44
2.3.1	导线绝缘层的去除	44
2.3.2	导线的连接	47
2.3.3	导线绝缘层的恢复	54
2.4	常用电子元器件的识别与检测	55
2.4.1	电阻器	55
2.4.2	电容器	60
2.4.3	电感器	63
2.4.4	晶体二极管	65
2.4.5	晶体三极管	66
2.4.6	晶闸管	70
2.5	电子线路的装配	72
2.5.1	锡焊技术	72
2.5.2	电子元器件的引线成形和插装	74

3.1 护套线配线	76
3.1.1 室内配线基本知识	76
3.1.2 室内护套线配线	79
3.2 线管配线	82
3.2.1 线管配线的技术要求	82
3.2.2 线管配线的施工步骤	84
3.3 导线及熔断器的选择	86
3.3.1 导线的选择	86
3.3.2 熔断器的选择	88
3.4 单相电能表的安装	89
3.4.1 电能表的使用	89
3.4.2 单相电能表的安装	90
3.4.3 新型特种电能表简介	91
3.5 三相有功电能表的安装	92
3.5.1 三相电能表的分类	92
3.5.2 三相电能表的接线	93
3.5.3 带互感器的三相电能表的接线	95
3.6 配电板的安装	98
3.6.1 配电板的组成与安装要求	98
3.6.2 低压隔离开关和总开关的安装	99
3.6.3 配电板的安装方法	100
3.7 常用照明装置的安装	102
3.7.1 常用电光源的种类	102
3.7.2 照明装置安装的一般规定和要求	103
3.7.3 常用照明装置的安装方法	104

3.7.4	开关和插座的安装	112
3.8	室内照明电路的安装	114
3.8.1	照明供电线路简介	114
3.8.2	照明电路施工图	116
3.8.3	照明电路常用电气图形符号	118
3.9	接地装置的制作与安装	121
3.9.1	接地的基本概念	121
3.9.2	人工接地体的制作	125
3.9.3	人工接地体的安装	126
3.9.4	接地电阻的测量	128

第4章 变压器与电动机的维护

130

4.1	变压器的维护	130
4.1.1	变压器的结构与工作原理	130
4.1.2	小型变压器的检查	133
4.1.3	电力变压器的运行维护	134
4.2	直流电动机的维护	143
4.2.1	直流电动机的结构和工作原理	143
4.2.2	直流电动机的特性	147
4.2.3	直流电动机的运行维护	151
4.3	三相交流电动机的维护	156
4.3.1	三相交流电动机的结构和工作原理	156
4.3.2	三相交流电动机的拆装	164
4.3.3	三相交流电动机的运行维护	166
4.4	单相交流电动机的维护	169
4.4.1	单相交流电动机的类型和工作原理	169
4.4.2	单相交流电动机的反转与调速	174
4.4.3	单相交流电动机的运行维护	177

5.1 常用低压电器的拆装	180
5.1.1 低压开关	180
5.1.2 熔断器	184
5.1.3 接触器	189
5.1.4 继电器	193
5.1.5 主令电器	202
5.2 三相异步电动机单向运行控制线路的装调	206
5.2.1 点动正转控制线路的装调	206
5.2.2 自锁正转控制线路的装调	209
5.2.3 既能点动又能连续运转控制线路的装调	211
5.3 三相异步电动机正反转控制线路的装调	213
5.3.1 接触器联锁正反转控制线路的装调	214
5.3.2 接触器按钮双重联锁正反转控制线路的装调	217
5.4 三相异步电动机降压启动控制线路的装调	219
5.4.1 手动 Y- Δ 启动控制线路的装调	219
5.4.2 按钮转换的 Y- Δ 启动控制线路的装调	220
5.4.3 时间继电器转换的 Y- Δ 启动控制线路的装调	220
5.4.4 定子绕组串电阻降压启动控制线路的装调	224
5.5 三相异步电动机制动控制线路的装调	227
5.5.1 能耗制动控制线路的装调	227
5.5.2 反接制动控制线路的装调	231
5.6 双速电动机控制线路的装调	232
5.6.1 双速电动机定子绕组的连接	233
5.6.2 按钮转换双速电动机控制线路的装调	234
5.6.3 时间继电器转换双速电动机控制线路的装调	236
5.7 其他典型控制线路的装调	239

5.7.1	工作台自动往返控制线路的装调	239
5.7.2	多地控制线路的装调	242
5.7.3	顺序控制线路的装调	245

第6章 典型机床电气控制线路的检修

249

6.1	CA6140 普通车床控制线路的检修	249
6.1.1	CA6140 普通车床的运动情况	249
6.1.2	CA6140 普通车床控制线路的分析	250
6.1.3	CA6140 普通车床控制线路的检修	253
6.2	Z3040 摇臂钻床控制线路的检修	255
6.2.1	Z3040 摇臂钻床的运动情况	255
6.2.2	Z3040 摇臂钻床控制线路的分析	256
6.2.3	Z3040 摇臂钻床控制线路的检修	261
6.3	X62W 万能铣床控制线路的检修	263
6.3.1	X62W 万能铣床的运动情况	263
6.3.2	X62W 万能铣床控制线路的分析	264
6.3.3	X62W 万能铣床控制线路的检修	271
6.4	M7120 平面磨床控制线路的检修	272
6.4.1	M7120 平面磨床的运动情况	273
6.4.2	M7120 平面磨床控制线路的分析	274
6.4.3	M7120 平面磨床控制线路的检修	278
6.5	T68 卧式镗床控制线路的检修	279
6.5.1	T68 卧式镗床的运动情况	280
6.5.2	T68 卧式镗床控制线路的分析	281
6.5.3	T68 卧式镗床控制线路的检修	288

参考文献

291

第1章

维修电工基本知识

1.1 安全用电知识

1.1.1 电工安全用电常识

- ① 上岗前必须穿戴好规定的防护用品。一般不允许带电作业。
- ② 工作前应详细检查所用工具是否安全可靠，了解场地、环境情况，选好安全位置工作。
- ③ 各项电气工作要认真严格执行“装得安全、拆得彻底、检查经常、修理及时”的规定。
- ④ 在线路、电气设备上工作时要切断电源，并挂上警告牌，验明无电后才能进行工作。
- ⑤ 不准无故拆除电气设备上的熔丝、过负荷继电器或限位开关等安全保护装置。
- ⑥ 机电设备安装或修理完工后，在正式送电前必须仔细检查绝缘电阻及接地装置和传动部分防护装置，以确保其符合安全要求。
- ⑦ 发生触电事故时应立即切断电源，并采用安全、正确的方法立即对触电者进行抢救。
- ⑧ 装接灯头时开关必须控制相线（即开关应装在火线上）；临时线敷设时应先接地线，拆除时应先拆相线。

⑨ 在使用电压高于 36V 的手电钻时, 必须戴好绝缘手套, 穿好绝缘鞋。使用电烙铁时, 安放位置不得有易燃物或靠近电气设备, 用完后要及时拔掉插头。

⑩ 工作中拆除的电线要及时处理好, 带电的线头须用绝缘带包扎好。

⑪ 高空作业时应系好安全带。

⑫ 登高作业时, 工具、物品不准随便向下扔, 须装入工具袋内吊送或传递。地面上的人员应戴好安全帽, 并离开施工区 2m 以外。

⑬ 雷雨或大风天气, 严禁在架空线路上工作。

⑭ 低压架空线路上带电作业时, 应有专人监护, 使用专用绝缘工具, 穿戴好专用防护用品。

⑮ 低压架空带电作业时, 人体不得同时接触两根线头, 不得穿越未采取绝缘措施的导线之间。

⑯ 在带电的低压开关柜(箱)上工作时, 应采取防止相间短路及接地等安全措施。

⑰ 当电器发生火警时, 应立即切断电源。在未断电前应用四氯化碳、二氧化碳或干砂灭火, 严禁用水或普通酸碱泡沫灭火器灭火。

⑱ 配电间严禁无关人员入内。外来单位参观时必须经有关部门批准, 由电气工作人员带入。倒闸操作必须由专职电工进行, 复杂的操作应由两人进行: 一人操作, 一人监护。

1.1.2 电工安全操作技术措施

1.1.2.1 停电检修安全操作技术措施

在电气设备上进行工作, 一般情况下均应停电后进行, 停电工作应采取以下安全措施。

(1) 停电 检修电气设备时, 首先应根据工作内容, 做好全部停电的倒闸操作, 断开被检修设备的电源, 对于多回路的线路, 特别要防止向被检修设备反送电。

(2) 验电 断开电源后, 必须用符合电压等级的验电器(试电笔)对被停电的设备进出线两侧各相分别进行验电, 确证该设备已无电压存在后, 方可开始工作。

(3) 装设临时短路接地线 对于可能送电到被检修设备的各个电

源方向,以及可能产生感应电压的地方,都要装设临时短路接地线。

装设临时短路接地线时,必须先接接地端,后接导体端,且接触必须良好。拆除临时短路接地线的顺序与装设时相反。在装拆临时短路接地线时,应使用绝缘杆,戴绝缘手套,且应有专人监护。

(4) 悬挂警告牌和装设遮拦 在已断开的开关和闸刀的操作手柄上挂上“禁止合闸,有人工作”的标示牌,必要时要加锁,以防止误合闸。

1.1.2.2 带电检修安全操作技术措施

如因特殊原因,设备或线路不能停电而又必须进行设备或线路的检修工作,就必须带电工作,带电工作应注意以下安全事项。

① 在 380/220V 的电气设备或线路上进行带电工作时,必须使用有绝缘手柄而且经耐压试验合格的工具,穿绝缘鞋,戴绝缘手套,站在干燥的绝缘物上进行操作,且应有专人进行监护。

② 将在工作中可能触及的其他带电体及接地物体,用绝缘物或网状遮拦隔离,以防造成相间短路或对地短路。

③ 在 380/220V 的设备或线路上带电工作时,应分清相线和零线。工作时任何情况下只准接触一根导线,不准同时接触两根导线,在进行连接或搭接导线时,要先连接中性线(地线),后连接相线(火线);在断开导线时,要先断开相线,后断开中性线。

1.1.3 电气火灾消防知识

一旦发生电气火灾,应立即组织人员采用正确方法进行扑救,同时拨打 119 火警电话,向公安消防部门报警,并且应通知电力部门用电监察机构派人到现场指导和监护扑救工作。

① 电气设备发生火灾时,要首先切断电源,以防火势蔓延和灭火时造成触电。

② 灭火时,灭火人员不可使身体或手持的灭火工具触及导线和电气设备,以防止触电。

③ 灭火时要采用黄砂、干粉、二氧化碳或 1211 灭火剂等不导电的灭火材料,不可用水或泡沫灭火器进行灭火。

④ 带电灭火要注意灭火器的本体、喷嘴及人体与带电体之间的距离。对电压在 10kV 及以下的电气设备,距离应不小于 0.4m;

35kV 不小于 0.6m。

⑤ 若只能用普通水枪进行带电灭火，则应先做好预防触电的安全措施，如将水枪喷嘴接地，灭火人员戴手套，穿绝缘靴等。

⑥ 对架空电力线路或其他处于高处的电气设备进行灭火时，灭火人员的位置与带电体之间的仰角应不超过 45° ，以防导线断落或设备倒下伤人。如遇带电导线断落地面，灭火人员须离开导线落地点 20m 以外，以防跨步电压触电。

1.1.4 电气设备安全知识

1.1.4.1 保护接地和保护接零的作用

(1) 保护接地 将电气设备正常运行下不带电的金属外壳和架构通过接地装置与大地进行连接，称为保护接地。

保护接地的作用：在中性点不接地的三相三线制电网中，当电气设备因一相绝缘损坏而使金属外壳带电时，如果设备上没有采取接地保护，则设备外壳存在着一个危险的的对地电压，这个电压的数值接近于相电压，此时如果有人触及设备外壳，就会有电流通过人体，造成触电事故。

(2) 保护接零 将电气设备正常运行下不带电的金属外壳和架构与配电系统的零线直接进行电气连接，称为保护接零。

保护接零的作用：采用保护接零时，电气设备的金属外壳直接与低压配电系统的零线连接在一起，当其中任一相的绝缘损坏而外壳带电时，形成相线和零线短路，短路电流很大，促使线路上的保护装置（如熔断器、自动空气断路器等）迅速动作，切断故障设备的电源，从而起到防止人身触电的保护作用及减少设备损坏的机会。

1.1.4.2 接地和接零的注意事项

① 在中性点直接接地的低压电网中，电力装置宜采用接零保护；在中性点不接地的低压电网中，电力装置应采用接地保护。

② 在同一配电线路中，不允许一部分电气设备接地，另一部分电气设备接零，以免接地设备一相碰壳短路时，可能由于接地电阻较大，而使保护电器不动作，造成中性点电位升高，使所有接零的设备外壳都带电，反而增加了触电的危险性。

③ 由低压公用电网供电的电气设备，只能采用保护接地，不能

采用保护接零，以免接零的电气设备一相碰壳短路时，造成电网的严重不平衡。

④ 为防止触电危险，在低压电网中，严禁利用大地作相线或零线。

⑤ 用于接零保护的零线上不得装设开关或熔断器，单相开关应装在相线上。

1.1.5 触电与急救技术

在意外情况下，当人体与带电体相接触或在进行带电操作时发生强烈电弧，电流通过人的身体，使人体受到伤害，称为触电。触电对人体的伤害主要有电击和电伤两种形式。

1.1.5.1 电流对人体的危害

电流对人体的危害程度与通过人体电流的大小、人体电阻的大小、作用于人体电压的高低、流过人体电流的频率、电流通过人体的途径、电流通过人体持续时间的长短及触电者身体的健康状况等因素有关。

(1) 通过人体电流的大小 通过人体的电流越大，伤害越严重。通过人体的电流达到 100mA 以上时，人就会因呼吸困难、心脏停止跳动而死亡。

(2) 人体电阻的大小 人体电阻的变化很大。当人体皮肤干燥、洁净而又无损伤时，电阻可高达 1~100k Ω ；但当皮肤潮湿、出汗、破损或附着有导电的粉尘时，电阻就会降低，可能降低到 1k Ω 以下，这时通过人体的电流就会随之增大。

(3) 作用于人体电压的高低 外加于人体的电压越高，触电伤害的危险性越大。

为防止因触电而造成的人体直接伤害，在工作条件恶劣的场所（如特别潮湿的场所和金属容器或管道）内工作时，应采用安全电压供电。我国规定的安全电压额定值的等级为 42V、36V、24V、12V、6V。安全电压的使用规定如下。

① 在没有高度触电危险的建筑物中为 42V。如仪表厂的装配大楼、纺织厂的车间、住宅、公共建筑物和生活建筑物等。

② 在有高度触电危险的建筑物中为 36V。如机械厂的金工车间

及锻工车间、拉丝车间，变电所，车库和食堂的厨房等。

③ 在有特别容易触电危险的建筑物中为 12V。如铸工车间、锅炉房、电镀车间、化工厂的大多数车间以及室外配电装置等。

(4) 流过人体电流的频率 在相同的电流强度下，不同的电流频率对人体影响程度不同。一般 28~300Hz 的电流频率对人体影响较大，最为严重的是 40~60Hz 的电流。当电流频率大于 20000Hz 时，所产生的损害作用明显减小。

(5) 电流通过人体的途径 当电流通过人体的途径为从手到脚，或从一手到另一手，或通过心脏时，伤害的危险性最严重。

(6) 电流通过人体持续时间的长短 电流通过人体时持续时间越长，对生命的危害就越大。

(7) 触电者身体的健康状况 触电者身体的健康状况和精神状态对于触电伤害后果有很大影响。如有心脏病、结核病的人，触电后的伤害程度就较为严重。

1.1.5.2 触电的形式

触电的形式有单相触电、两相触电、跨步电压触电等。

(1) 单相触电 人体接触电气设备或线路中任意一根带电导线(相线)，电流通过人体流入地下，称为单相触电。

① 中性点直接接地电网的单相触电 如图 1-1 所示，人体承受 220V 的相电压，电流经过人体、大地和中性点的接地装置，形成闭合回路。该触电形式发生较多，后果往往很严重。

② 中性点不接地电网的单相触电 如图 1-2 所示，人碰到任一相带电体时，该相电流通过人体经另外两根相线对地绝缘电阻和分布电容而形成回路，如果绝缘阻抗非常大，则通过人体的电流较小，对人体伤害的危险性也降低；如果线路的绝缘不良，则通过人体的电流就较大，对人体伤害的危险性也就较高。

(2) 两相触电 人体同时接触带电的两根相线(火线)，电流就会从一根相线通过人体，再流到另一根相线，形成回路，称为两相触电，如图 1-3 所示。两相触电时，人体承受的电压是线电压(380V)，通过人体的电流基本上取决于人体的电阻，因此，两相触电的危害性是很严重的。

(3) 跨步电压触电 当架空电力线路的一根带电导线断落在地上

时,就会形成一个以落地点为圆心的电位分布区。落地点的电位就是导线的电位,离落地点越远,地面的电位就越低,在落地点 20m 以外,地面电位近似为零;离落地点越近,地面电位越高,如果人的两脚(或牲畜的前后蹄)站在离落地电线远近不同的位置上,两脚之间就有电位差,此电位差称为跨步电压,如图 1-4 所示。此时,电流就会从一脚经胯部再到另一脚流入地下,形成回路,称为跨步电压触电。前后脚距离越大,所受跨步电压也就越大,触电的危险性也就越大。

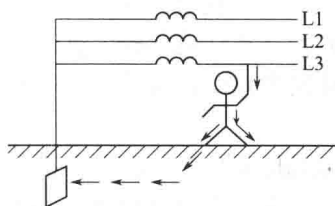


图 1-1 中性点直接接地系统单相触电

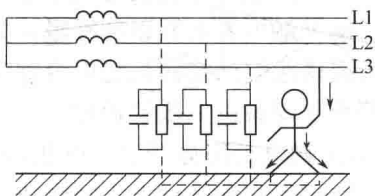


图 1-2 中性点不接地系统单相触电

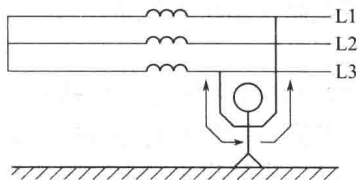


图 1-3 两相触电

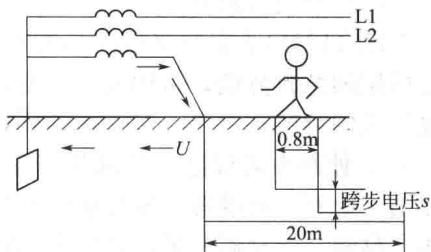


图 1-4 跨步电压触电

1.1.5.3 触电急救

触电急救的要点是:动作迅速,救护得法。当发现有人触电时,切不可惊慌失措,束手无策,更不可借故逃离。应尽快使触电者脱离电源,然后根据触电者的具体情况,进行相应的救治。

(1) 使触电者迅速脱离电源 使触电者脱离电源的方法是,立即断开电源开关或拔掉电源插头。若无法及时断开电源开关,则可用有良好绝缘钳柄的钢丝钳剪断电线,或用有干燥木柄的斧头或其他工具将电线砍断。如身边什么工具都没有,可用干衣服、围巾等衣物,多