

降低通风安全仿真实验装置故障次数

中煤职业技术学院

雄鹰 QC 小组 王 涛

目 录

一、小组概况.....	1
二、选择课题.....	3
三、活动计划.....	4
四、设定目标.....	5
五、目标可行性论证.....	5
(一) 查找症结.....	5
(二) 横向对比.....	8
(三) 纵向对比.....	9
六、原因分析.....	10
七、确定主要原因.....	11
(一) 要因确认计划表.....	11
(二) 要因确认过程.....	12
(三) 要因确认结果.....	19
八、制定对策.....	20
(一) 对策方案的选择.....	20
(二) 制定对策表.....	20
九、对策实施.....	21
十、效果检查.....	28
(一) 目标完成情况检查.....	28
(二) 症结改善情况.....	28
(三) 经济效益.....	29
(四) 社会效益.....	29
十一、制定巩固措施.....	31
十二、总结和下一步打算.....	31
(一) 活动总结.....	31
(二) 下一步打算.....	33

一、小组概况

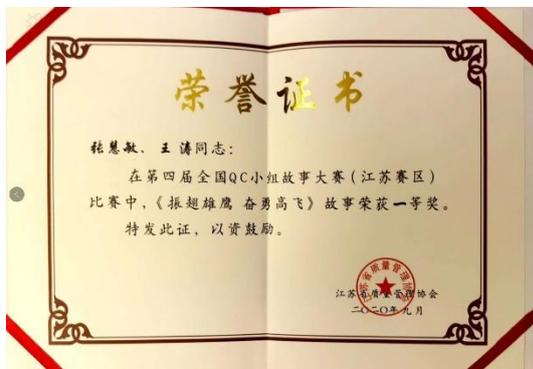
中煤职业技术学院“雄鹰 QC 小组”于 2015 年 6 月组建以来，小组始终坚持“质量管理，始于教育，终于教育”的理念，围绕“开发潜能，持续创新，共同提升”为活动主题，同时发挥团队精神，集思广益，对学院实训设备从多角度、全方位进行管理，多次针对实训过程中出现的问题，利用 PDCA 循环技术、精益管理改善工具实施项目活动，取得了较好的效果。

以下是本次雄鹰 QC 小组活动成员表：

课题名称	降低通风安全仿真试验装置故障次数		课题类型	问题解决型	
小组名称	雄鹰QC小组	成立时间	2015.6	注册号	DTQC-JX-01-2020
活动时间	2020.5-2021.3	活动次数	15	TQM培训学时	50H
小组口号	傲气雄鹰，只有精英！				
姓名	性别	职称/职业资格	学历	组内职务	组内分工
杨古荣	男	高级实习指导教师/高级技师	本科	组长	组织活动 整体把控
王涛	男	讲师/QC高级推进者	本科	组员	活动指导 过程控制
丁浩浩	男	高级实习指导教师/高级技师	本科	组员	对策实施 数据采集
邵学庆	男	高级讲师	本科	组员	对策实施 数据分析
曾海振	男	高级讲师	本科	组员	技术论证 对策实施
任昂	男	高级实习指导教师	本科	组员	资料收集 对策实施
张礼礼	女	助理经济师	大专	组员	整理材料 数据记录
张慧敏	女	一级教师	本科	组员	整理材料 数据记录
张慧	女	一级教师	本科	组员	整理材料 数据记录
韩怀志	男	一级实习指导教师	本科	组员	对策实施 数据采集
制表人：王涛 制表地点：杨古荣工作室 制表时间：2020年5月7日					

小组成员有着丰富的 QC 活动经验，近年来获得多项优异成绩，以下是小组获得的部分荣誉：





二、选择课题

学院要求

大型实训设备故障次数每月不高于5次

现状

通风安全仿真试验装置在学院使用将近 9 年，教师学生反映最近故障次数较多，严重影响实习训练、鉴定考试。小组成员了解到情况，对 2019 年 10 月至 12 月通风安全仿真试验装置故障次数进行了调查。

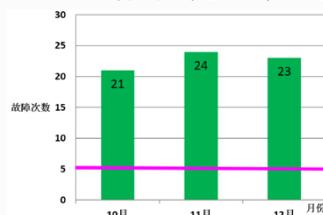
2019年10月-12月通风安全
仿真试验装置故障次数统计表

月份	10月	11月	12月
故障次数	21	24	23

注：故障次数包括每次维护时检查出来的问题和设备无法运行时的问题

制表人：王涛 制表时间：2020年5月11日

2019年10月至12月
通风安全仿真试验装置故障次数柱状图



制图人：王涛 制图时间：2020年5月11日

选定课题

降低通风安全仿真试验装置故障次数

三、活动计划

古语曰：凡事预则立，不预则废；课题确定下来之后，小组成员根据 PDCA 循环制定活动计划表。

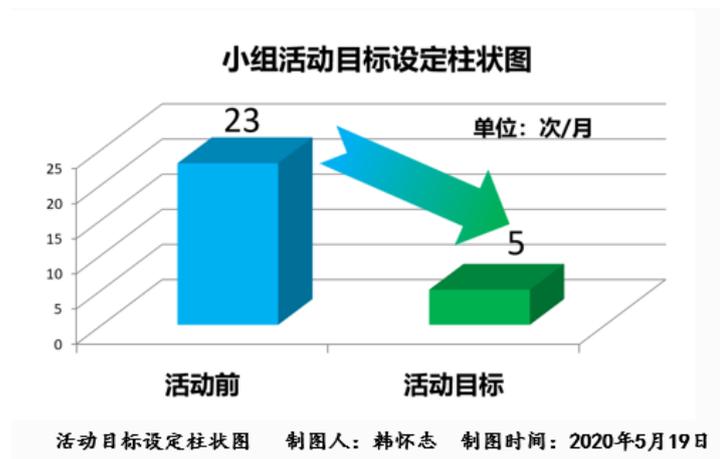
小组活动计划与进度情况表

阶段	步骤	时间												负责人
		2020												
		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月		
P	选择课题	→											王涛	
	设定目标	→											韩怀志	
	目标可行性论证		→	→	→	→							丁浩浩	
	原因分析				→	→							任昂	
	确定主要原因				→	→	→						杨古荣	
	制定对策					→	→						邵学庆	
D	对策实施						→	→					杨古荣	
C	效果检查							→	→	→			曾海振	
A	制定巩固措施									→	→		丁浩浩	
	总结和下一步打算											→	张礼礼	

制表人：杨古荣 制表时间：2020年5月11日

四、设定目标

根据学院实训设备考核要求,大型实训设备故障次数每月不高于5次。2020年5月19日,小组成员一致将此次活动目标设定为:**通风安全仿真试验装置故障次数降低至每月5次。**



五、目标可行性论证

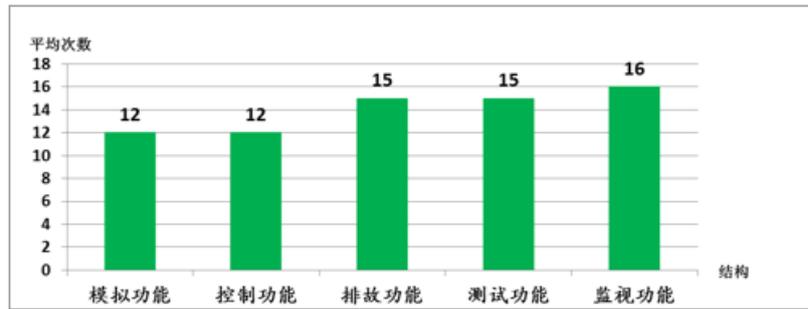
(一) 查找症结

由于受新型冠状病毒影响,学院通风安全仿真试验装置直至2020年5月份才开始重新正常运行用于教学培训,小组成员丁浩浩、张慧通过调查记录5月份故障情况,并到现场收集了6-7月故障情况数据,把3个月故障次数根据功能结构组成进行统计,如下:

按功能结构组成成分层统计表 (单位: 次数)

组成 月份	模拟功能	控制功能	排故功能	测试功能	监视功能	合计
2020年5月	5	4	5	4	4	22
2020年6月	3	5	4	5	6	23
2020年7月	4	3	6	6	6	25
合计	12	12	15	15	16	70

制表人: 张慧 制表时间: 2020年8月2日



制图人：张慧 制图时间：2020年8月2日
按物理结构组成分层调查柱状图

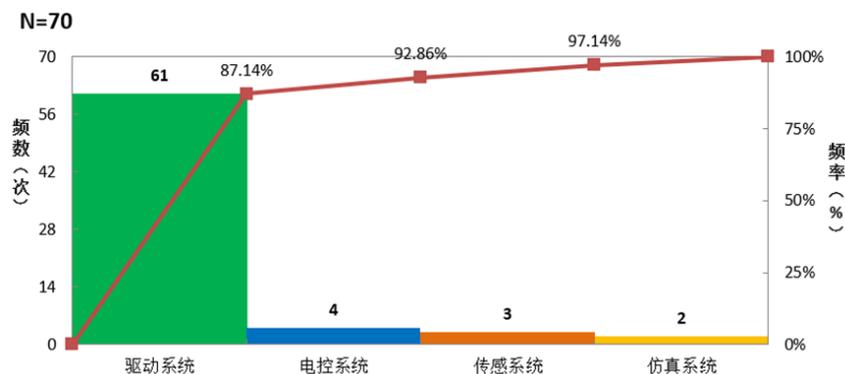
结论：各功能结构组成故障次数相近，未找到症结所在。

小组成员转换思路，把2020年5月-7月故障情况数据按照控制系统进行分层统计，从驱动系统、电控系统、传感系统和仿真系统四个维度查找各自故障次数占比，如下：

按控制系统分层调查表

序号	类别	频数/次	累计/次	累计占比
A	驱动系统	61	61	87.14%
B	电控系统	4	65	92.86%
C	传感系统	3	68	97.14%
D	仿真系统	2	70	100%

制表人：张慧 制表时间：2020年8月2日



按控制系统分层排列图

制图人：张慧 制图时间：2020年8月2日

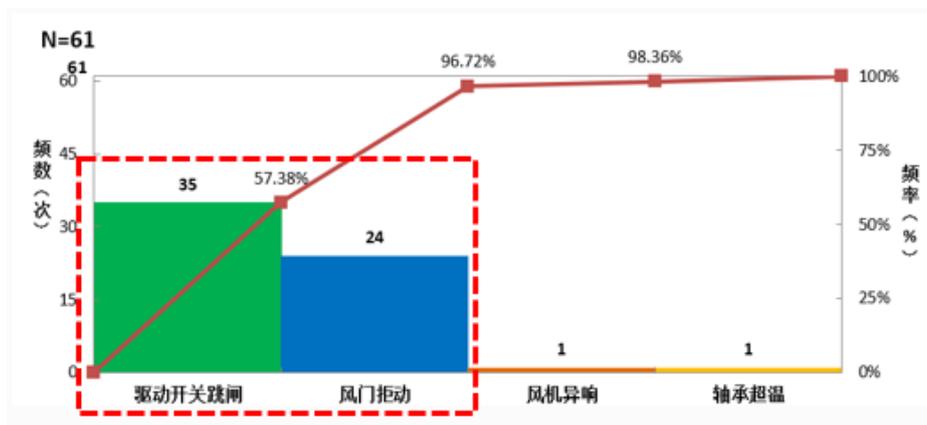
结论：根据排列图，驱动系统占比87.14%，比例偏高，是导致通风安全仿真实验装置故障次数多的主要问题。

小组接下来继续对通风安全仿真实验装置驱动系统进一步分层，按照驱动开关跳闸、风门拒动、风机异响和轴承超温四个驱动系统故障现象进行占比计算。

按驱动系统故障现象调查表

序号	类别	频数/次	累计/次	累计占比
A	驱动开关跳闸	35	35	57.38%
B	风门拒动	24	59	96.72%
C	风机异响	1	60	98.36%
D	轴承超温	1	61	100%

制表人：张慧 制表时间：2020年8月2日



按驱动系统故障现象分层排列图

制图人：张慧 制图时间：2020年8月2日

驱动系统的驱动开关跳闸和风门拒动占比 96.72%，由此可以计算出这 2 类故障占通风安全仿真实验装置故障比例为： $96.72\% \times 87.14\% = 84.28\%$ ，是导致通风安全仿真实验装置故障的症结所在。

学院实训设备仿真提升机与通风安全仿真实验装置结构相似，且都含有驱动系统，每月使用时长也基本类似，于是小组成员调查统计了 2020 年 5 月至 7 月仿真提升机驱动开关跳闸和风门拒动故障情况。

2020年5月至7月仿真提升机 驱动器跳闸和风门拒动故障情况统计			
故障类别	2020年5月	2020年6月	2020年7月
驱动开关跳闸故障	2	2	2
风门拒动故障	1	1	1
合计	3	3	2

制表人：丁浩浩，制表时间：2020年8月2日

对比学院仿真提升机实训设备故障情况，通风安全仿真实验装置驱动开关跳闸和风门拒动故障每月故障数为 3，则是解决症结的 $57-3/57=94.74\%$ ，按照同样的症结比计算，通风安全仿真实验装置每月故障次数为：

$$\frac{70 - 70 \times 84.28\% \times 94.74\%}{3} \approx 4.7 < 5$$

目前总故障数: 70
 症结占比: 84.28%
 症结解决程度: 94.74%
 月份数: 3
 理论可达到目标: 4.7
 目标值: 5

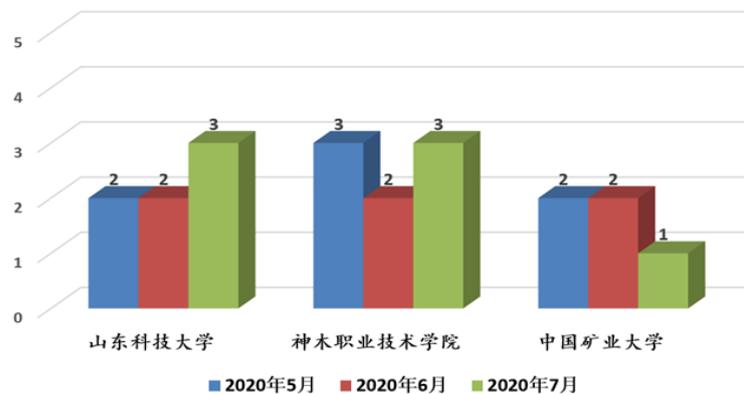
(二) 横向对比

2020 年 8 月 3 日，小组成员丁浩浩、张礼礼通过网上调查、咨询同行业 2020 年 5-7 月通风安全仿真实验装置故障情况。

序号	单 位	2020年5月	2020年6月	2020年7月
1	山东科技大学	2	2	3
2	神木职业技术学院	3	2	3
3	中国矿业大学	2	2	1

制表人：张礼礼 制表时间：2020年8月3日

先进院校通风安全仿真实验装置故障情况柱状图



制图人：张礼礼 制图时间：2020年8月3日

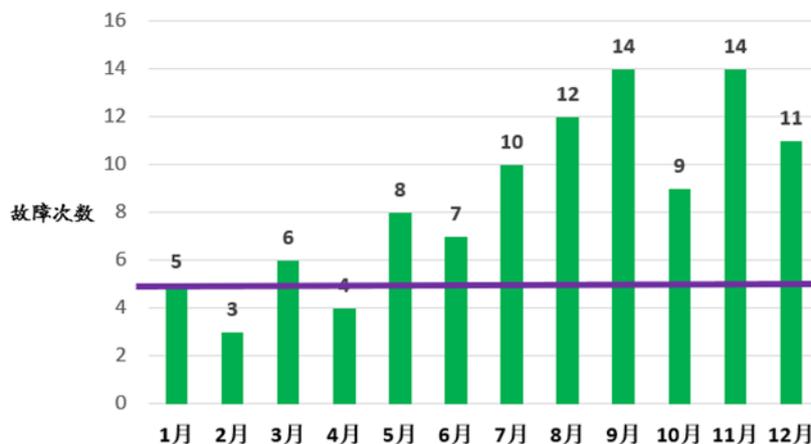
结论：由柱状图可以看出，三所先进院校安全仿真实验装置故障次数每月均不大于5次。

（三）纵向对比

2020年8月3日，小组成员丁浩浩、张礼礼查阅通风安全仿真实验装置车间2018年故障情况。

月份	故障次数	月份	故障次数	月份	故障次数
2018.1	5	2018.5	8	2018.9	14
2018.2	3	2018.6	7	2018.10	9
2018.3	6	2018.7	10	2018.11	14
2018.4	4	2018.8	12	2018.12	11

制表人：张礼礼 制表时间：2020年8月3日



通风安全仿真实验装置车间2018年故障情况柱状图

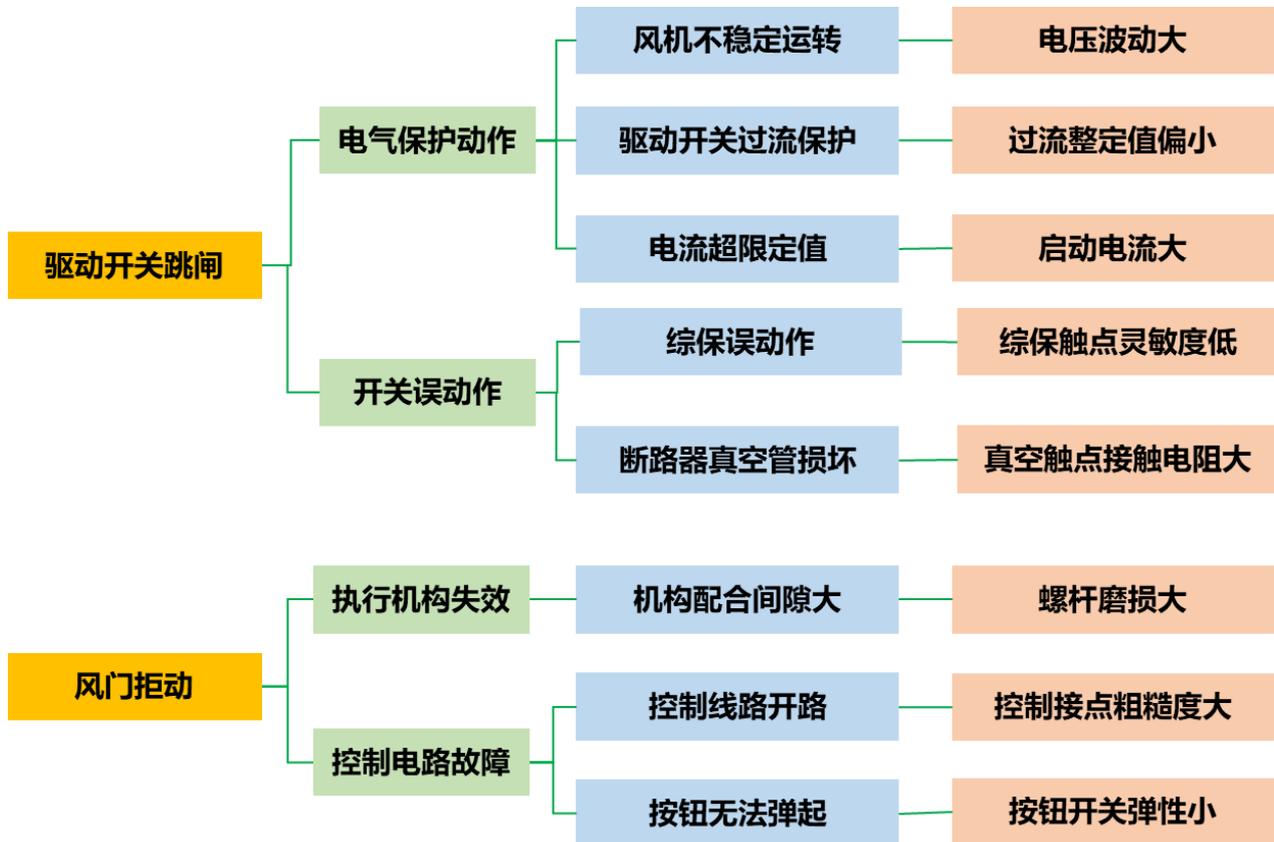
制图人：张礼礼 制图时间：2020年8月3日

结论：由柱状图可以看出，2018年2月、4月故障数满足小组目标值。

通过以上分析，小组的结论是：**我们的目标是可行的！**

六、原因分析

2020年8月11日，QC小组成员运用头脑风暴法，深入细致地对导致“驱动开关跳闸”和“风门拒动”的可能原因进行了分析，并用系统图整理如下：



原因分析系统图

制图人：张慧敏 制图时间：2020年8月11日

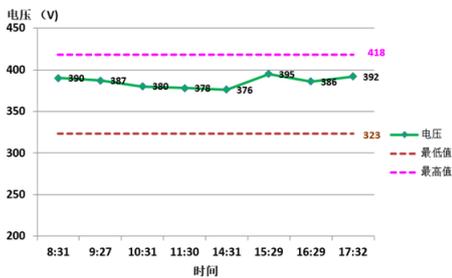
七、确定主要原因

(一) 要因确认计划表

要因确认计划表

序号	末端原因	确认内容	确认方法	负责人	完成时间
1	电压波动大	通风系统电源电压值是否波动超限;不同电压值对驱动开关跳闸的影响程度。	现场试验、验证	曾海振 张礼礼	2020年8月20日
2	过流整定值偏小	通过试验验证在规范范围内,驱动开关过流整定值大小对驱动开关跳闸的影响程度。	现场试验、验证	丁浩浩 张慧敏	2020年8月20日
3	启动电流大	通过试验记录跳闸情况下启动电流的大小,从而验证启动电流大小对驱动开关跳闸的影响程度。	现场试验、调查分析	杨古荣 任昂	2020年8月26日
4	综保触点灵敏度低	通过调节驱动开关不同综保灵敏度值,验证灵敏度大小对驱动开关跳闸的影响程度。	现场试验、验证	曾海振 邵学庆	2020年9月3日
5	真空触点接触电阻大	通过更换接触电阻不同的真空触点,验证接触电阻大小对驱动开关跳闸的影响程度。	现场试验、验证	杨古荣 王涛	2020年9月3日
6	螺杆磨损大	测量全部风门执行机构螺杆丝杠的磨损量,验证磨损量大小对风门拒动的影响程度。	现场测量、验证	杨古荣 张礼礼	2020年9月11日
7	控制接点粗糙度大	测量全部风门控制接点的粗糙度,验证粗糙度大小对风门拒动的影响程度。	现场测量、验证	丁浩浩 韩怀志	2020年9月11日
8	按钮开关弹性小	测量全部风门按钮开关的弹力,验证弹性大小对风门拒动的影响程度。	现场测量、验证	王涛 任昂	2020年9月16日
制表人: 张慧敏 制表时间: 2020年8月17日					

(二) 要因确认过程

要因确认 1 电压波动大																																																												
确认内容	①通风系统电源电压值是否波动超限。GB/T 3797-2016 要求：交流电压变化范围等于输入电压的±10%，短时交流电压波动范围为输入电压-15%~+10%，即 323-418v；相对谐波分量不应超过 10%。 ②电压波动对驱动开关跳闸的影响程度。																																																											
确认方法	现场试验、验证																																																											
确认过程	① 使用万用表测量记录各时段交流供电电压： <div style="text-align: center;"> <table border="1" style="margin: 10px auto;"> <caption>各时段交流供电电压</caption> <thead> <tr> <th>时间</th> <th>8:31</th> <th>9:27</th> <th>10:31</th> <th>11:30</th> <th>14:31</th> <th>15:29</th> <th>16:29</th> <th>17:32</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>电压 (V)</td> <td>390</td> <td>387</td> <td>380</td> <td>378</td> <td>376</td> <td>395</td> <td>386</td> <td>392</td> </tr> </tbody> </table> <p>制表人：张礼礼 制表时间：2020年8月20日</p> <p>各时段交流供电电压折线图</p>  <p>制图人：张礼礼 制图时间：2020年8月20日</p> </div> ② 使用示波器测量供电电压的相对谐波分量： <div style="text-align: center;"> <table border="1" style="margin: 10px auto;"> <caption>相对谐波分量统计表</caption> <thead> <tr> <th>序号</th> <th>波次</th> <th>含量</th> <th>总量</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>10⁵</td> <td>1.3%</td> <td rowspan="5">3.1%</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>10⁶</td> <td>0.5%</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>10¹¹</td> <td>0.6%</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>10¹²</td> <td>0.5%</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>10¹⁴</td> <td>0.2%</td> </tr> </tbody> </table>  <p>示波器</p> <p>由测量可知，谐波含量低于10%，满足标准要求。</p> </div> ③ 在供电交流电压标准波动范围内，即 323V-418V，使用调压器进行电压调节，记录驱动开关跳闸情况： <div style="text-align: center;"> <table border="1" style="margin: 10px auto;"> <caption>改变电压驱动开关跳闸情况记录表</caption> <thead> <tr> <th>电压 (v)</th> <th>323</th> <th>343</th> <th>363</th> <th>383</th> <th>403</th> <th>418</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>相对输入电压百分比</td> <td>-15%</td> <td>-9.73%</td> <td>-4.47%</td> <td>0</td> <td>6.05%</td> <td>10%</td> </tr> <tr> <td>开关跳闸情况</td> <td>无</td> <td>无</td> <td>无</td> <td>无</td> <td>无</td> <td>无</td> </tr> </tbody> </table> <p>制表人：张礼礼 制表时间：2020年8月20日</p> </div>	时间	8:31	9:27	10:31	11:30	14:31	15:29	16:29	17:32	电压 (V)	390	387	380	378	376	395	386	392	序号	波次	含量	总量	1	10 ⁵	1.3%	3.1%	2	10 ⁶	0.5%	3	10 ¹¹	0.6%	4	10 ¹²	0.5%	5	10 ¹⁴	0.2%	电压 (v)	323	343	363	383	403	418	相对输入电压百分比	-15%	-9.73%	-4.47%	0	6.05%	10%	开关跳闸情况	无	无	无	无	无	无
时间	8:31	9:27	10:31	11:30	14:31	15:29	16:29	17:32																																																				
电压 (V)	390	387	380	378	376	395	386	392																																																				
序号	波次	含量	总量																																																									
1	10 ⁵	1.3%	3.1%																																																									
2	10 ⁶	0.5%																																																										
3	10 ¹¹	0.6%																																																										
4	10 ¹²	0.5%																																																										
5	10 ¹⁴	0.2%																																																										
电压 (v)	323	343	363	383	403	418																																																						
相对输入电压百分比	-15%	-9.73%	-4.47%	0	6.05%	10%																																																						
开关跳闸情况	无	无	无	无	无	无																																																						
确认人	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">杨古荣 张礼礼</td> <td style="width: 50%;">确认时间</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">2020年8月20日</td> </tr> </table>	杨古荣 张礼礼	确认时间		2020年8月20日																																																							
杨古荣 张礼礼	确认时间																																																											
	2020年8月20日																																																											
结论	使用万用表测量记录各时段交流供电电压和使用示波器测量供电电压的相对谐波分量，均在标准要求范围内；使用调压器进行电压调节，调节过程中驱动器开关无跳闸情况发生，因此对症结影响小，为非要因。																																																											

要因确认 2 过流整定值偏小

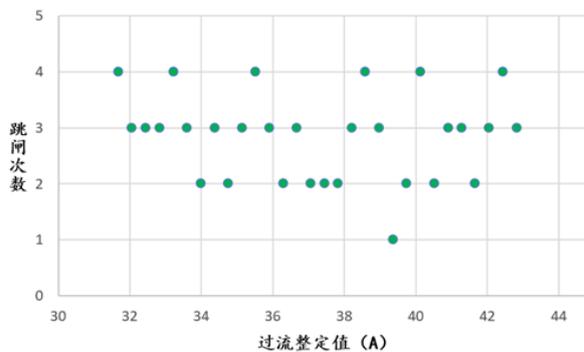
确认内容 通过试验验证在规范所要求的范围内，驱动开关过流整定值大小对驱动开关跳闸的影响程度。调整不同的整定值，每种整定值累计试验运行 30min，记录每种整定值情况下的跳闸次数。（风机电机 YE3 160M2-2 型，额定功率为 15kW，额定电压 380V，额定电流 28.8A，规范允许过流整定范围为 31.68~43.2A 之间）

确认方法 现场试验、验证

确认过程 在规定范围内，随机抽取 30 个整定值样本，每种整定值累计试验运行 30min，通过试验查询其跳闸次数，其统计结果如下：

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
过流整定值 (A)	31.68	32.06	32.45	32.83	33.22	33.6	33.98	34.37	34.75	35.14
跳闸次数	4	3	3	3	4	3	2	3	2	3
序号	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
过流整定值 (A)	35.52	35.9	36.29	36.67	37.06	37.44	37.82	38.21	38.59	38.98
跳闸次数	4	3	2	3	2	2	2	3	4	3
序号	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
过流整定值 (A)	39.36	39.74	40.13	40.51	40.9	41.28	41.66	42.05	42.43	42.82
跳闸次数	1	2	4	2	3	3	2	3	4	3

制表人：丁浩浩 制表时间：2020年8月20日



过流整定值大小对开关跳闸影响散布图

制图人：丁浩浩 制图时间：2020年8月20日

确认人 丁浩浩 张慧敏 **确认时间** 2020年8月18日-20日

结论 由散布图可知，过流整定值大小和驱动开关跳闸无线性相关关系，因此对症结影响小，为非要因。

要因确认 3 启动电流大

确认内容

通过试验和查询跳闸情况下启动电流的大小，从而验证启动电流大小对驱动开关跳闸的影响程度。对电机进行启动试验 50 次，并结合历史查询数据，统计出驱动开关跳闸 97 次时电机的启动电流。（风机电机额定电流为 28.8A，启动电流理论在 5 倍以上，即 140A）

确认方法

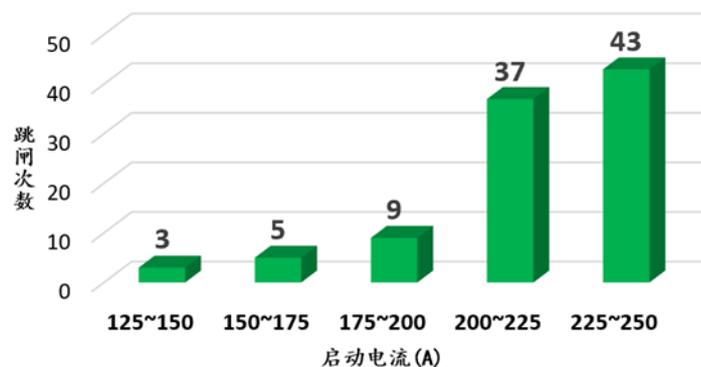
现场试验、调查分析

确认过程

2020 年 8 月 20-25 日，小组成员对电机进行启动试验 50 次，并结合历史查询数据，统计出驱动开关跳闸 97 次时电机的启动电流；对启动电流范围进行分组，统计每组驱动开关跳闸次数。

序号	启动电流范围 (A)	样本数量	跳闸次数
1	125~150	7	3
2	150~175	9	5
3	175~200	11	9
4	200~225	58	37
5	225~250	64	43

启动电流大小与开关跳闸次数情况柱状图



制图人：任昂 制图时间：2020 年 8 月 25 日

确认人

任昂 杨古荣

确认时间

2020 年 8 月 20 日-25 日

结论

通过现场试验、调查分析，启动电流范围增大，驱动开关跳闸次数增多，因此对症结影响大，为要因。

要因确认 4 综保触点灵敏度低

确认内容

通过调节驱动开关不同综保触点灵敏度值，验证灵敏度大小对驱动开关跳闸的影响程度。
根据修改不同预设值校验出不同的灵敏度系数，各种灵敏度系数情况下启动运行 30min，记录过程中的跳闸次数。

确认方法

现场测量、验证

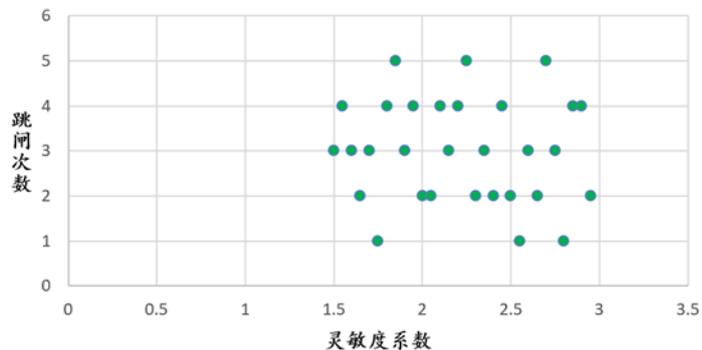
确认过程

2020 年 8 月 26 日-8 月 28 日，小组成员随机抽取 30 个样本，通过修改不同预设值校验出不同的灵敏度系数，然后在不同种灵敏度系数情况下启动运行 30min，记录过程中的跳闸次数，分析灵敏度大小与开关跳闸次数关系。

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
灵敏度系数	1.5	1.55	1.6	1.65	1.7	1.75	1.8	1.85	1.9	1.95
跳闸次数	3	4	3	2	3	1	4	5	3	4
序号	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
灵敏度系数	2	2.05	2.1	2.15	2.2	2.25	2.3	2.35	2.4	2.45
跳闸次数	2	2	4	3	4	5	2	3	2	4
序号	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
灵敏度系数	2.5	2.55	2.6	2.65	2.7	2.75	2.8	2.85	2.9	2.95
跳闸次数	2	1	3	2	5	3	1	4	4	2

制表人：曾海振 制表时间：2020年8月29日

灵敏度系数大小对开关跳闸影响散布图表



制图人：曾海振 制图时间：2020年8月29日

确认人

曾海振 邵学庆

确认时间

2020年8月26日-29日

结论

由散布图可知，综保触点灵敏度大小和驱动开关跳闸无线性相关关系，因此对症结影响小，为非要因。

要因确认5 真空触点接触电阻大

确认内容 通过更换接触电阻不同的真空触点，验证接触电阻大小对驱动开关跳闸的影响程度。
选取7副接触电阻等级不同的真空触点（接触电阻均满足《MT/T1097 煤矿机电设备检修技术规范》要求，在500 μΩ以下），每副触点更换后进行启动试验，记录启动过程中的跳闸次数。

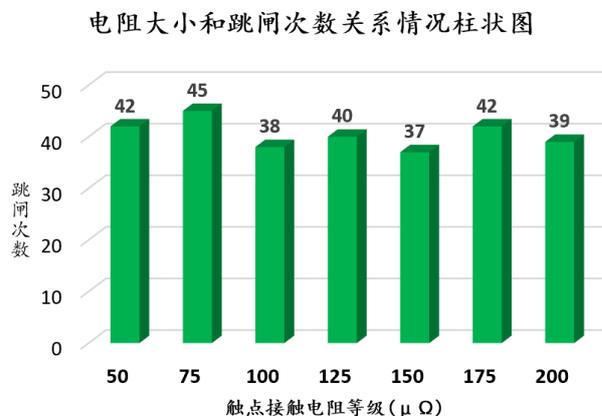
确认方法 现场测量、验证

确认过程 2020年8月29日-8月31日，小组成员根据学院现有电阻，选取7组接触电阻等级不同的真空触点，每组触点更换后进行启动试验，记录启动过程中的跳闸次数，并绘制柱状图。

电阻大小和跳闸次数关系情况表

序号	触点接触电阻等级 (μΩ)	跳闸次数
1	50	42
2	75	45
3	100	38
4	125	40
5	150	37
6	175	42
7	200	39

制表人：杨古荣 制表时间：2020年9月1日



制图人：杨古荣 制图时间：2020年9月1日

确认人 杨古荣 王涛 **确认时间** 2020年8月29日-9月1日

结论 由柱状图可知，在满足技术规范要求下，真空触点接触电阻大小和驱动开关无线性相关关系，因此对症结影响小，为非要因。

要因确认 6 螺杆磨损大

确认内容

使用千分尺测量全部 30 只风门执行机构螺杆丝杠的磨损量，验证磨损量大小对风门拒动的影响程度。
30 只风门执行机构丝杠磨损量最大为 5mm，最小为 1.5mm。对不同风门进行动作实验，记录不同磨损量情况下的风门拒动次数。

确认方法

现场测量、验证

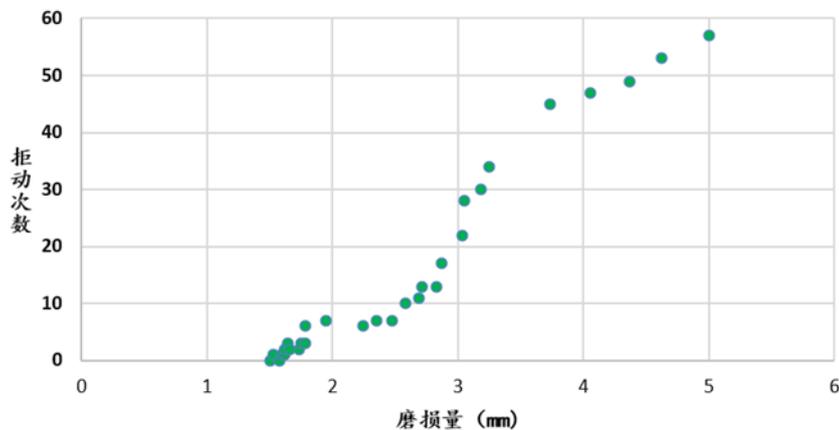
确认过程

2020 年 9 月 7 日-9 日，小组成员随机抽取 30 个样本，使用千分尺测量全部 30 只风门执行机构螺杆丝杠的磨损量，最大为 5mm，最小为 1.5mm；然后对不同风门进行动作实验，记录不同磨损量情况下的风门拒动次数。

风门编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
磨损量 (mm)	1.5	1.53	1.58	1.59	1.62	1.62	1.64	1.66	1.73	1.75
拒动次数	0	1	0	1	1	2	3	2	2	3
风门编号	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
磨损量 (mm)	1.78	1.78	1.95	2.24	2.35	2.47	2.58	2.69	2.71	2.83
拒动次数	3	6	7	6	7	7	10	11	13	13
风门编号	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
磨损量 (mm)	2.87	3.03	3.05	3.18	3.25	3.73	4.05	4.37	4.62	5
拒动次数	17	22	28	30	34	45	47	49	53	57

制表人：杨古荣 制表时间：2020年9月10日

磨损量大小对拒动次数影响散步图



制图人：杨古荣 制图时间：2020年9月10日

确认人

杨古荣 张礼礼

确认时间

2020年9月7日-10日

结论

由散步图可知，随着螺杆磨损量增大，风门拒动次数明显增多，两者为正相关关系，因此对症结影响大，为要因。

要因确认 7 控制接点粗糙度大

确认内容
通过用粗糙度测试仪测量全部风门控制接点的粗糙度，验证粗糙度大小对风门拒动的影响程度。
30 只风门控制接点粗糙度最大为 Ra0.55，最小为 Ra0.15。对不同风门进行动作实验，记录不同接点粗糙度情况下的风门拒动次数。

确认方法
现场测量、验证

2020 年 9 月 10 日-11 日，小组成员随机抽取 30 个样本，用粗糙度测试仪测量全部风门控制接点的粗糙度，最大为 Ra0.55，最小为 Ra0.15；然后对不同风门进行动作实验，记录不同接点粗糙度情况下的风门拒动次数。

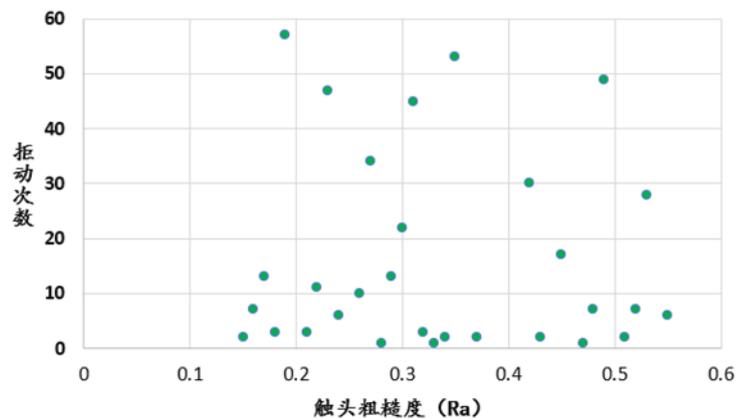
触头粗糙度对拒动次数影响情况表

风门编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
触头粗糙度 (Ra)	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.21	0.22	0.23	0.24	0.26
拒动次数	2	7	13	3	57	3	11	47	6	10
风门编号	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
触头粗糙度 (Ra)	0.27	0.28	0.29	0.3	0.31	0.32	0.33	0.34	0.35	0.37
拒动次数	34	1	13	22	45	3	1	2	53	2
风门编号	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
触头粗糙度 (Ra)	0.42	0.43	0.45	0.47	0.48	0.49	0.51	0.52	0.53	0.55
拒动次数	30	2	17	1	7	49	2	7	28	6

制表人：韩怀志 制表时间：2020年9月11日

确认过程

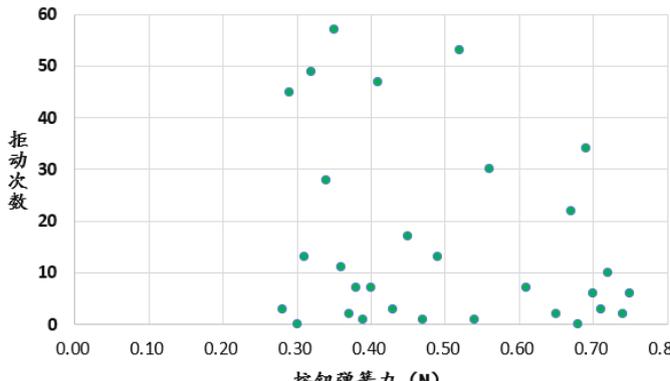
触头粗糙度对拒动次数影响散步图



制图人：韩怀志 制图时间：2020年9月11日

确认人 丁浩浩 韩怀志 **确认时间** 2020年9月10日-11日

结论
由散布图可知，控制接点粗糙度大和风门拒动次数无线性相关关系，因此对症结影响小，为非要因。

要因确认 8 按钮开关弹性小																																																																																																				
确认内容	用测量仪器测量全部风门控制按钮的弹簧弹性，验证按钮弹性对风门拒动的影响程度。 30 只风门按钮的弹簧力最大为 0.75N，最小为 0.28N。对不同风门进行动作实验，统计不同按钮弹性情况下的风门拒动次数。																																																																																																			
确认方法	现场测量、验证																																																																																																			
确认过程	2020 年 9 月 14 日-15 日，小组成员随机抽取 30 个样本，用测量仪器测量全部风门控制按钮的弹簧弹性，按钮的弹簧力最大为 0.75N，最小为 0.28N；然后对不同风门进行动作实验，记录不同按钮弹簧力情况下的风门拒动次数。 <div style="text-align: center;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <caption>按钮弹簧力对拒动次数影响情况表</caption> <thead> <tr> <th>风门编号</th><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>按钮弹簧力 (N)</td><td>0.28</td><td>0.29</td><td>0.30</td><td>0.31</td><td>0.32</td><td>0.34</td><td>0.35</td><td>0.36</td><td>0.37</td><td>0.38</td></tr> <tr> <td>拒动次数</td><td>3</td><td>45</td><td>0</td><td>13</td><td>49</td><td>28</td><td>57</td><td>11</td><td>2</td><td>7</td></tr> <tr> <th>风门编号</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th><th>16</th><th>17</th><th>18</th><th>19</th><th>20</th></tr> <tr> <td>按钮弹簧力 (N)</td><td>0.39</td><td>0.40</td><td>0.41</td><td>0.43</td><td>0.45</td><td>0.47</td><td>0.49</td><td>0.52</td><td>0.54</td><td>0.56</td></tr> <tr> <td>拒动次数</td><td>1</td><td>7</td><td>47</td><td>3</td><td>17</td><td>1</td><td>13</td><td>53</td><td>1</td><td>30</td></tr> <tr> <th>风门编号</th><th>21</th><th>22</th><th>23</th><th>24</th><th>25</th><th>26</th><th>27</th><th>28</th><th>29</th><th>30</th></tr> <tr> <td>按钮弹簧力 (N)</td><td>0.61</td><td>0.65</td><td>0.67</td><td>0.68</td><td>0.69</td><td>0.70</td><td>0.71</td><td>0.72</td><td>0.74</td><td>0.75</td></tr> <tr> <td>拒动次数</td><td>7</td><td>2</td><td>22</td><td>0</td><td>34</td><td>6</td><td>3</td><td>10</td><td>2</td><td>6</td></tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right; font-size: small;">制表人：王涛 制表时间：2020年9月16日</p> <div style="text-align: center;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <caption>按钮弹簧力对拒动次数影响散布图</caption> </table>  <p style="text-align: right; font-size: small;">制图人：王涛 制图时间：2020年9月16日</p> </div> </div>	风门编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	按钮弹簧力 (N)	0.28	0.29	0.30	0.31	0.32	0.34	0.35	0.36	0.37	0.38	拒动次数	3	45	0	13	49	28	57	11	2	7	风门编号	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	按钮弹簧力 (N)	0.39	0.40	0.41	0.43	0.45	0.47	0.49	0.52	0.54	0.56	拒动次数	1	7	47	3	17	1	13	53	1	30	风门编号	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	按钮弹簧力 (N)	0.61	0.65	0.67	0.68	0.69	0.70	0.71	0.72	0.74	0.75	拒动次数	7	2	22	0	34	6	3	10	2	6
风门编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																										
按钮弹簧力 (N)	0.28	0.29	0.30	0.31	0.32	0.34	0.35	0.36	0.37	0.38																																																																																										
拒动次数	3	45	0	13	49	28	57	11	2	7																																																																																										
风门编号	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20																																																																																										
按钮弹簧力 (N)	0.39	0.40	0.41	0.43	0.45	0.47	0.49	0.52	0.54	0.56																																																																																										
拒动次数	1	7	47	3	17	1	13	53	1	30																																																																																										
风门编号	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30																																																																																										
按钮弹簧力 (N)	0.61	0.65	0.67	0.68	0.69	0.70	0.71	0.72	0.74	0.75																																																																																										
拒动次数	7	2	22	0	34	6	3	10	2	6																																																																																										
确认人	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">蒋庆鸿 王涛</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">确认时间</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">2020 年 9 月 14 日-16 日</td> </tr> </table>	蒋庆鸿 王涛	确认时间	2020 年 9 月 14 日-16 日																																																																																																
蒋庆鸿 王涛	确认时间	2020 年 9 月 14 日-16 日																																																																																																		
结论	由散布图可知，按钮开关弹性大小和风门拒动次数无线性相关关系，因此对症结影响小，为非要因。																																																																																																			

（三）要因确认结果

通过对 8 个末端原因的逐一分析，小组最终确定了 2 个要因：

- (1) 启动电流大；
- (2) 螺杆磨损大。

八、制定对策

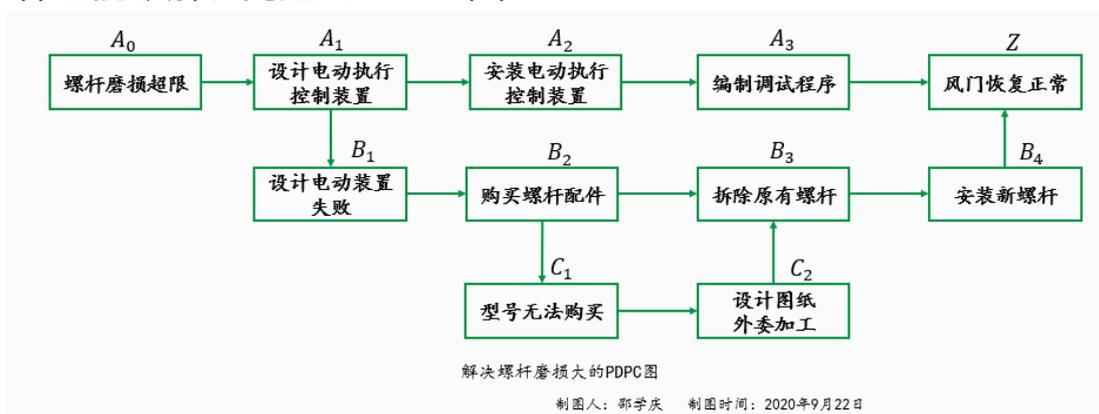
(一) 对策方案的选择

小组成员针对“启动电流大”提出对策并进行对比，优选出最佳对策：

备选对策	可实施性	有效性	安全性	经济性	是否采用
更换高压电动机	需要改造实训车间供电等级，更换系统变压器等配电装备	有效降低系统运行电流，启动电流相应变小。	系统变化大，安全性需论证。	40000元左右	淘汰
改为变频启动	需要购买变频器，对变频器进行软启动功能调试。	有效降低系统电动机启动过程中的电流值。	变频启动平滑，提高电动机运行安全性。	15000元左右	采用

制表人：邵学庆 制表时间：2020年9月22日

小组成员针对“螺杆磨损大”预想各种对策实施过程中可能遇到的问题，制定了保证能够解决问题的 PDPC 图。



(二) 制定对策表

根据选出的对策和 PDPC 图第一层对策措施，小组成员按照 5W1H 原则，制定小组活动对策表。

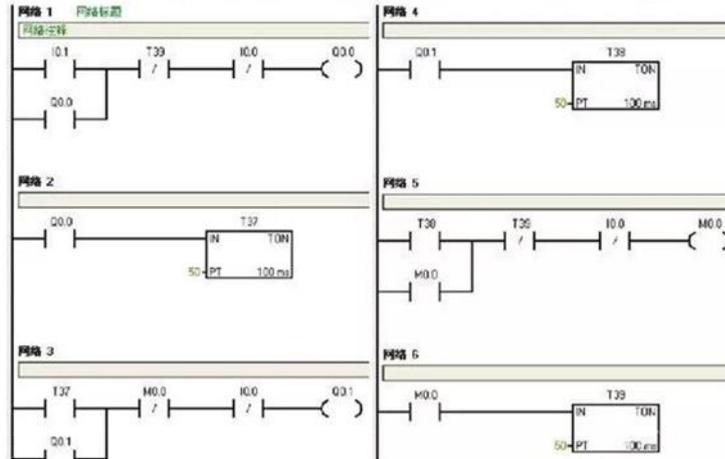
序号	主要原因	对策	目标	措施	负责人	实施地点	完成时间
1	螺杆磨损大	改造电动机执行控制系统	螺杆磨损量降低50%以上	①设计电动机执行控制装置； ②安装电动机执行控制装置； ③编制控制程序； ④调试控制功能。	杨古荣 王涛	实训车间	2020.10.16
2	启动电流大	改为变频启动	启动电流降低70%以上	①设计电动机变频控制系统 ②安装变频器 ③调试变频器，实现软启动功能	蒋庆鸿 丁浩浩	实训车间	2020.10.29

制表人：邵学庆 制表时间：2020年9月25日

九、对策实施

对策实施 1	
对策实施 1：改造电动执行控制系统	
对策目标	螺杆磨损量降低 50%以上。
实施时间	2020. 9. 27-2020. 10. 16
实施负责人	杨古荣 王涛
实施过程	<p>措施 1：设计电动执行控制装置</p> <p style="text-align: right;">制图人：杨古荣 制图时间：2020 年 9 月 30 日</p>
	<p>措施 2：安装电动执行控制装置</p>

措施3: 编制控制程序



制图人: 杨古荣 制图时间: 2020年10月9日

措施4: 调试控制功能



目标检查

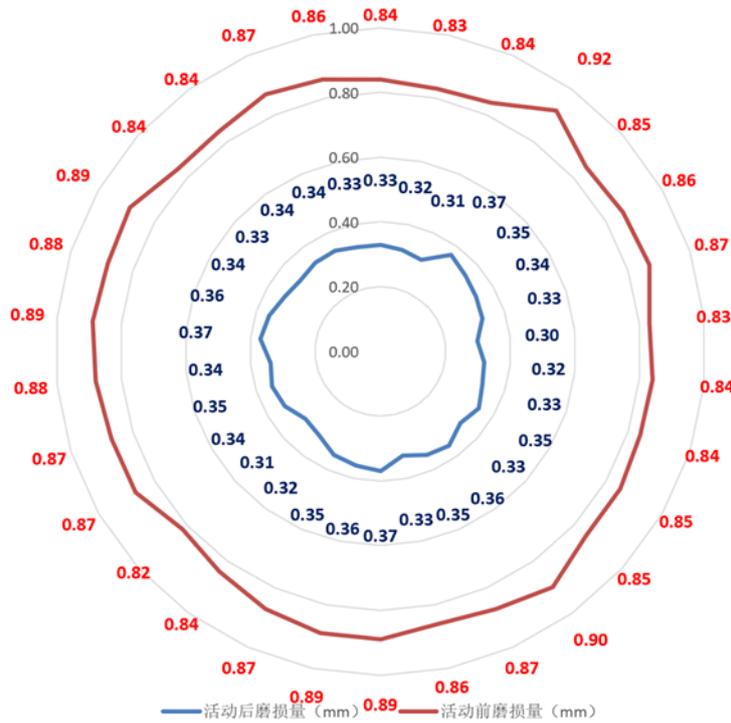
10月14日-16日, 小组成员杨古荣, 王涛对全部30组风门进行正常运行20小时, 记录螺杆磨损量, 并和改造前运行同样时间进行对比:。

改造前后螺杆磨损量测量统计表

风门编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
活动后磨损量 (mm)	0.33	0.32	0.31	0.37	0.35	0.34	0.33	0.30	0.32	0.33
活动前磨损量 (mm)	0.84	0.83	0.84	0.92	0.85	0.86	0.87	0.83	0.84	0.84
降低磨损量 (%)	60.7%	61.4%	63.1%	59.8%	58.8%	60.5%	62.1%	63.9%	61.9%	60.7%
风门编号	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
活动后磨损量 (mm)	0.35	0.33	0.36	0.35	0.33	0.37	0.36	0.35	0.32	0.31
活动前磨损量 (mm)	0.85	0.85	0.90	0.87	0.86	0.89	0.89	0.87	0.84	0.82
降低磨损量 (%)	58.8%	61.2%	60.0%	59.8%	61.6%	58.4%	59.6%	59.8%	61.9%	62.2%
风门编号	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
活动后磨损量 (mm)	0.34	0.35	0.34	0.37	0.36	0.34	0.33	0.34	0.34	0.33
活动前磨损量 (mm)	0.87	0.87	0.88	0.89	0.88	0.89	0.84	0.84	0.87	0.86
降低磨损量 (%)	60.9%	59.8%	61.4%	58.4%	59.1%	61.8%	60.7%	59.5%	60.9%	61.6%

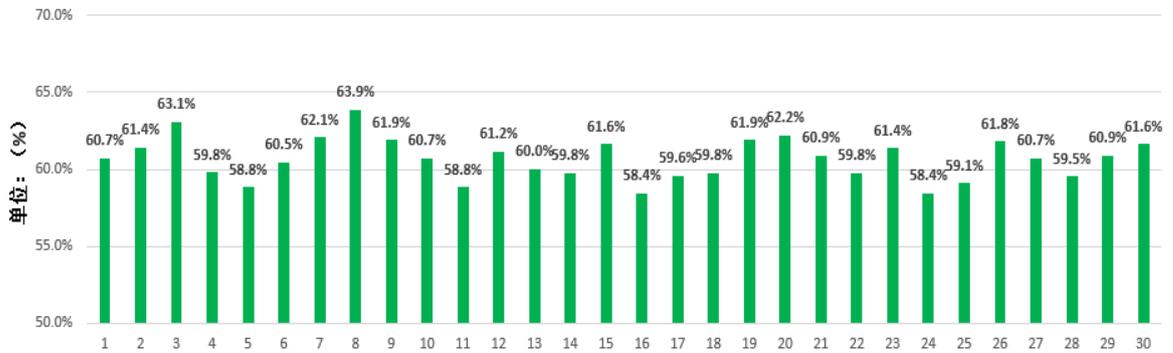
制表人: 杨古荣 制表时间: 2020年10月16日

改造前后螺杆磨损量对比雷达图



制图人：杨古荣 制图时间：2020年10月16日

螺杆磨损量降低百分比柱状图



制图人：杨古荣 制图时间：2020年10月16日

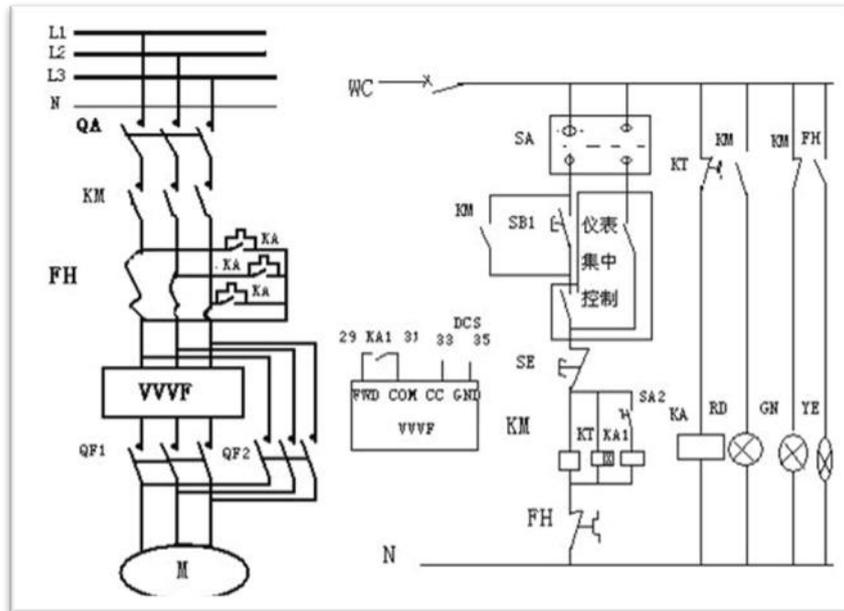
结论 由柱状图可知，30组风门螺杆磨损量均在58%以上，小目标实现。

对策实施 2

对策实施 2：改为变频启动

对策目标	启动电流降低 70%以上。
实施时间	2020. 10. 19-2020. 10. 29
实施负责人	蒋庆鸿 丁浩

措施 1：设计电动机变频控制系统



控制系统电路图

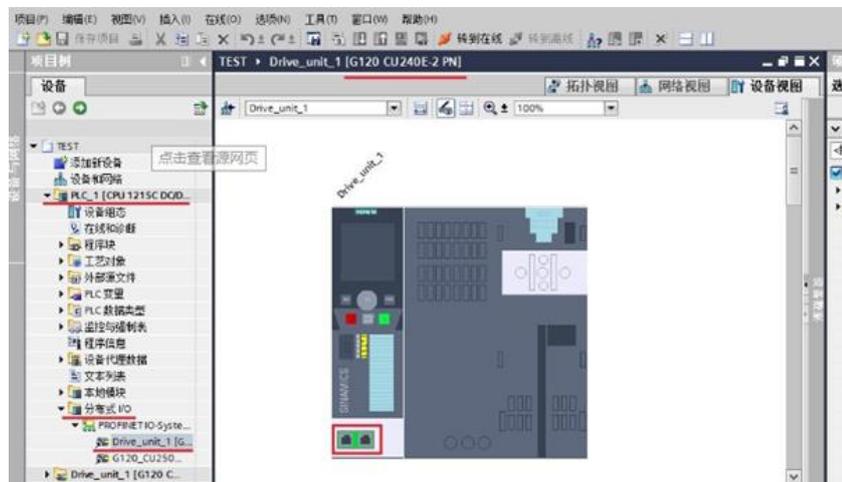
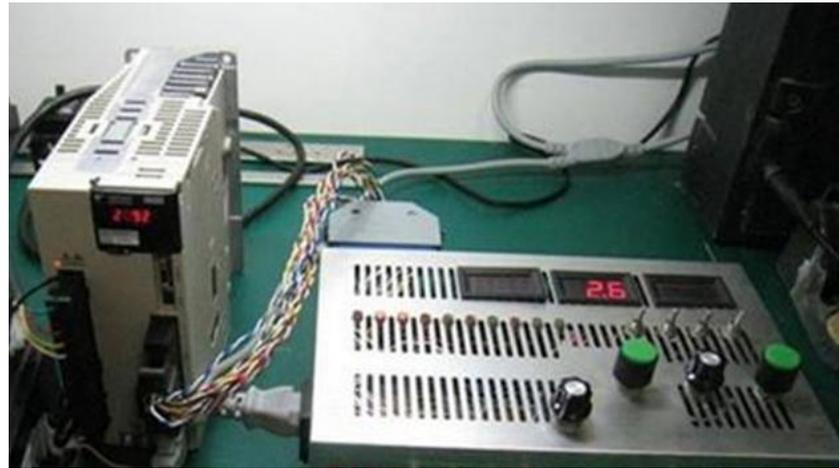
制图人：蒋庆鸿 制图时间：2020 年 10 月 20 日

实施过程

措施 2：安装变频器



措施3：调试变频器，实现软启功能。



目标
检查

10月28日-29日,小组成员蒋庆鸿、丁浩浩完成变频器调试后,对电机进行启动试验,总计启动50次,将收集的数据进行分组,并和改造前(要因确认环节收集的数据)启动电流范围对比。

改造后启动电流范围统计表			
序号	启动电流范围 (A)	样本数量	跳闸次数
1	15~20	10	0
2	20~25	10	0
3	25~30	15	0
4	30~35	15	0

制表人: 丁浩浩 制表时间: 2020年10月29日

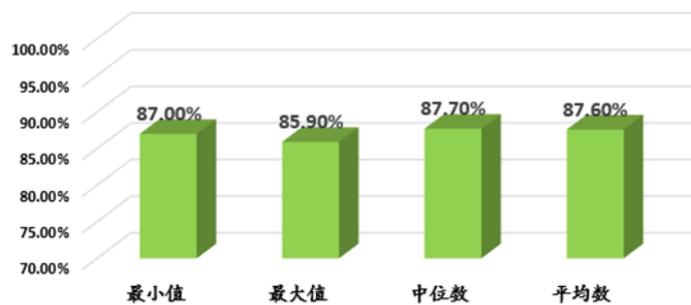
改造前启动电流范围统计表			
序号	启动电流范围 (A)	样本数量	跳闸次数
1	125~150	7	3
2	150~175	9	5
3	175~200	11	9
4	200~225	58	37
5	225~250	64	43

制表人: 任昂 制表时间: 2020年8月25日

改造前后启动电流对比统计表			
项目	改造前电流 (A)	改造后电流 (A)	降低比率
最小值	127	16.5	87.0%
最大值	243	34.2	85.9%
中位数	214.5	26.3	87.7%
平均数	215.4	26.7	87.6%

制表人: 丁浩浩 制表时间: 2020年10月29日

改造前后启动电流降低比率



制图人: 丁浩浩 制图时间: 2020年10月29日

结论

由柱状图可知,小组成员选取的最小值、最大值、中位数和平均数4个量降低比率均大于设定的目标值70%,小目标实现。

2020年10月30日，由于本次活动改造了系统电控装置，小组对系统改造后的安全性能进行验证。

1. 系统电磁兼容性测试

试验项目	采用标准	试验结果
<input checked="" type="checkbox"/> 静电放电抗扰度试验	GB/T 17626.2-2006 IEC 61000-4-2; 2001	<input checked="" type="checkbox"/> Pass <input type="checkbox"/> Fail
<input type="checkbox"/> 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验	GB/T 17626.4-2008 IEC 61000-4-4; 2004	<input type="checkbox"/> Pass <input type="checkbox"/> Fail
<input type="checkbox"/> 雷击（浪涌）抗扰度试验	GB/T 17626.5-2008 IEC 61000-4-5; 2005	<input type="checkbox"/> Pass <input type="checkbox"/> Fail
<input type="checkbox"/> 射频场感应的传导骚扰抗扰度试验	GB/T 17626.6-2008 IEC 61000-4-6; 2007	<input type="checkbox"/> Pass <input type="checkbox"/> Fail
<input type="checkbox"/> 工频磁场抗扰度试验	GB/T 17626.8-2006 IEC 61000-4-8; 2001	<input type="checkbox"/> Pass <input type="checkbox"/> Fail
<input type="checkbox"/> 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验	GB/T 17626.11-2008 IEC 61000-4-11; 2004	<input type="checkbox"/> Pass <input type="checkbox"/> Fail
<input type="checkbox"/> 直流电源输入端口电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验	GB/T 17626.29-2006 IEC 61000-4-29; 2000	<input type="checkbox"/> Pass <input type="checkbox"/> Fail
<input type="checkbox"/> 传导骚扰试验	GB9254-2008 EN55022; 2008	<input type="checkbox"/> Pass <input type="checkbox"/> Fail

制表人：杨古荣 制表时间：2020年10月30日

2. 安全参数值测量

测量项目	测量值	标准值	结论
触头温度	最大43℃	< 65℃	合格
接线端子放电情况	无放电	无放电	合格
系统接地电阻值	0.08Ω	< 2Ω	合格
系统电路绝缘电阻值	58MΩ	0.5MΩ	合格
电机转速	1436rpm	额定值 1470rpm	合格
电机转矩	87N	< 100N	合格

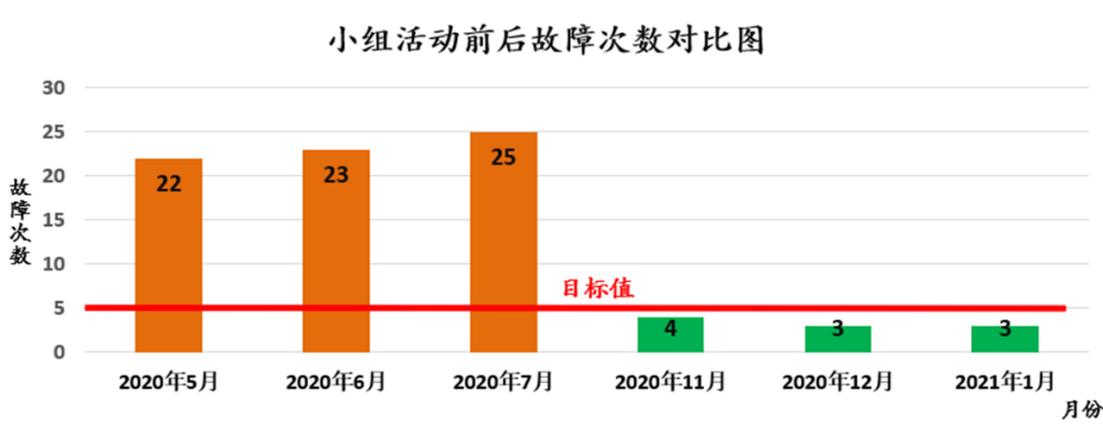
制表人：杨古荣 制表时间：2020年10月30日

结论：系统改造后，系统安全稳定，未造成对系统的安全性破坏等问题。

十、效果检查

(一) 目标完成情况检查

全部对策实施后, 2021年2月3日, 小组成员曾海振、韩怀志统计2020年11月至2021年1月通风安全仿真实验装置故障次数, 并与目标值进行比较:

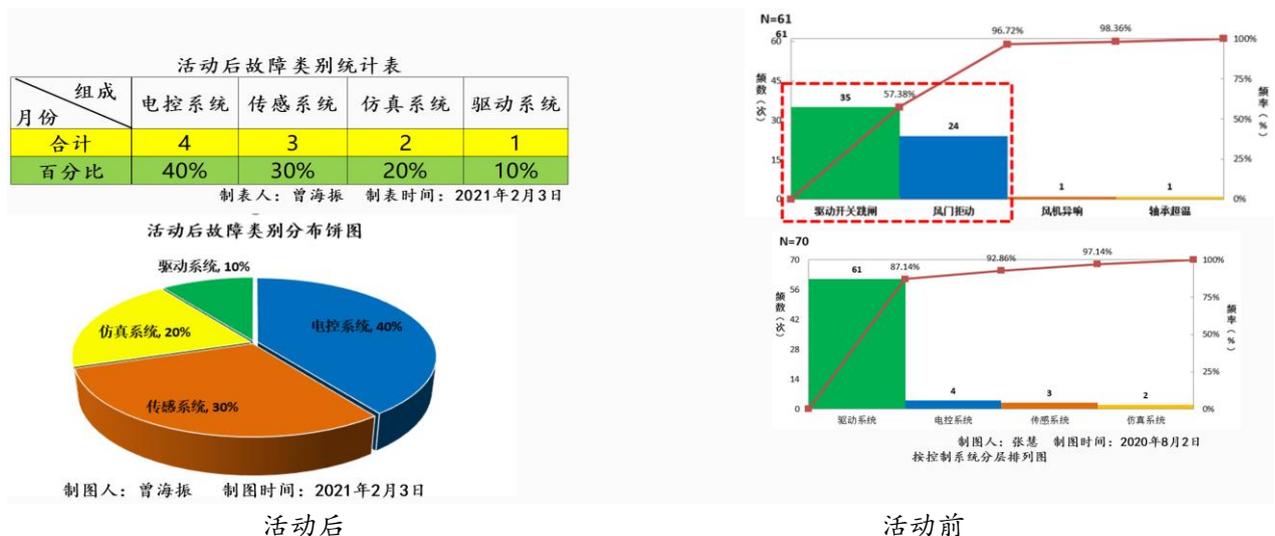


制图人: 张慧敏 制图时间: 2021年2月3日

结论: 由柱状图可以看出, 在2020年11月-2021年1月三个月的效果检查期, 每月故障次数均小于设定的目标值5, 因此小组**目标实现!**

(二) 症结改善情况

2021年2月3日, 小组成员曾海振、王涛对2020年11月至2021年1月通风安全仿真实验装置出现的10次故障进行了分类统计。



结论: 驱动系统的驱动开关跳闸和风门拒动已不再是问题症结。

（三）经济效益

本次小组活动投入的配件成本费用如表所示

项目	改造费用						
	电动执行器	继电器	稳压电源	变频器	电抗器	各类电缆	交流接触器
单价费用	150	15	102	旧设备	旧设备	均价30/米	150
使用数量	30	30	1	1	1	100	2
配件费用(元)	4500	450	102	300(残值)	100(残值)	3000	300
合计(元)	8752						

制表人：杨古荣 制表时间：2021年2月4日

2020年11月-2021年2月，学院通风安全仿真实验实训室共培训7个班级，总计32天。根据《中煤职业技术学院场地租用收费清单》，计算出此次QC活动在效果检查期的经济效益为： $32 \times 1000 - 8752 = 23248$ (元)

	A	B	C	D
1	中煤职业技术学院场地租用收费清单			
2	序号	场地	面积(m ²)	费用(元/天)
3	23	煤矿机械检修实训车间	120	1000
4	24	综采电气实训车间	120	2600
5	25	钳工基本功实训车间1	120	1000
6	26	钳工基本功实训车间2	120	1000
7	27	录播室	120	3000
8	28	煤矿生产系统实训室	120	1000
9	29	煤矿安全通风实训室	120	1000
10	30	VR物理实验室	97	2000
11	31	电力电子实验室	83	2000
12	32	VR实训室(大师工作室)	83	2000
13	33	电梯楼宇实训室	83	2000
14	34	电教室1	83	800
15	35	煤矿提升机实训室	120	2000

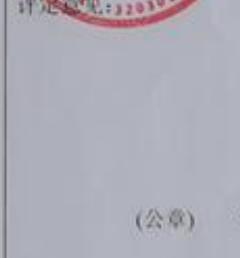
结论：在效果检查期，根据市场化内部结算，小组取得经济效益为23248元，并得到相关部门的确认。(评价表见下页)

（四）社会效益

- (1) 为学院实训教学赢得了更多时间；
- (2) 为培训学员提供了更加稳定的教学环境；
- (3) 增加了学院信誉度及学员满意度。

附件2

大屯公司QC小组成果效果评价表

单位名称	中煤职业技术学院		
QC小组名称	雄鹰QC小组	课题类型	问题解决型
课题名称	降低通风安全仿真实验装置故障次数	小组人数	10
经济效益	<p>本次小组活动投入的配件费用如下：电动执行器单价150元，使用数量30个，计4500元；继电器单价15元，使用数量30个，计450元；稳压电源使用一个102元，各类电缆共3000元；交流接触器2个，共300元；变频器和电抗器使用之前旧设备改造花费400元，共计成本总费用8752元。2020年11月至2021年2月，学院通风安全仿真实验实训室共培训7个班级，总计32天，根据《中煤职业技术学院场地租用收费清单》，每天1000元，计算出此次QC活动在效果检查期取得的经济效益为：$32 \times 1000 - 8752 = 23248$元。</p>		
技术部门意见	 (公章)	 (公章)	 (公章)
单位领导意见	<p>同意</p> <p>程经济</p>  2021年4月12日		
推荐部门意见:	 (公章) 2021年4月12日		
评定意见:	 (公章) 年 月 日		

注：1. 经济效益栏包括社会效益(可提出评价意见)； 2. 表中所盖印章一律红色印章

十一、制定巩固措施

2021年2月19日，小组成员将对策表中通过实施证明有效的措施，纳入相关标准或管理制度，经学院**实训管理中心**批准，纳入实训车间管理文件。

巩固措施表				
序号	对策表有效措施	巩固措施	文件编号	批准日期
1	对策一措施1：设计电动执行控制装置	将设计的电动执行控制图纸纳入《通风安全仿真实验装置使用说明书》	zmzy-sxgl-039	2021.2.24
2	对策一措施3：编制控制程序	将编制的程序代码纳入学院实训车间软件代码库。	zmzy-sxgl-dz-21	2021.2.24
3	对策二措施1：设计电动机变频控制系统	将设计的电动变频控制图纸纳入《通风安全仿真实验装置使用说明书》	zmzy-sxgl-039	2021.2.24
制表人：张慧敏 制表时间：2021年2月25日				

十二、总结和下一步打算

（一）活动总结

在本次QC小组活动过程中，小组成员共同努力，充分发挥自身的智慧与力量，围绕学院实训过程中学员反映的问题，成功降低了通风安全仿真实验装置故障次数，为培训学员提供了更加稳定的教学环境；同时，这次活动锻炼了小组成员的质量改进能力，提高了小组成员团队协作能力，培养了小组成员精益求精的认真态度。下面是针对专业技术、管理方法和小组成员综合素质方面进行的全面总结。

专业技术方面总结				
序号	环节	优点	不足	改进方向
1	原因分析	掌握了通风安全仿真实验装置驱动系统、驱动开关和风门拒动电路设计原理，以及理解了电流、电压波动对电气保护装置的影响。	对风机不稳定运转、机构配合间隙大、按钮无法弹起等中间原因分析可能存在变量没有有效控制。	增加新方法、新工具，调查分析，验证其它原因的是否存在。
2	确定主要原因	通过现场测量、试验，自行设计整定值、综保灵敏度、风门控制接点的粗糙度等参数，验证两个变量之间的关系，加强了小组成员动手操作能力，分析能力得到了很大提升。	小组在试验分析方面使用的方法较少，不能很好的选择。	增加新技术、新方法，设计试验，严格控制变量法验证末端原因对症结的影响程度。
3	对策实施	小组自行设计了电动执行控制装置，电动机变频控制系统，小组成员编程能力、安装工艺都有了很大提高。	专业能力受限，选取的对策方案较少，不知有没有更好的对策；没有考虑往煤矿智能化建设方向的靠拢。	探究新方案新技术，尤其是煤矿智能化建设方向，有没有可以结合的点。
制表人：杨古荣 制表时间：2021年3月5日				

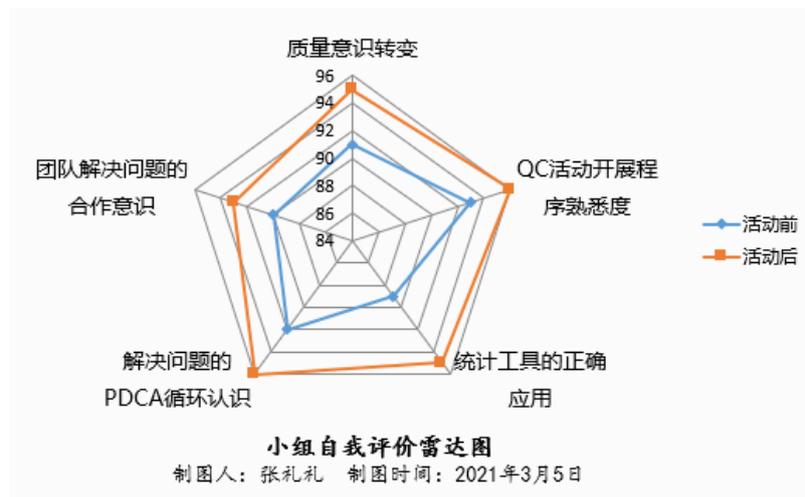
管理方法方面总结			
活动内容	优点	不足	改进方向
选择课题	选题围绕学院实训过程中顾客反映最突出的问题。	没有广泛收集课题并对课题进行评价，按优先级进行选题。	今后需要充分理解选题的背景和问题，按优先级进行选题，并指导其他小组选择其他课题。
设定目标	直接采用学院考核指标，使用柱状图。	没有分析是否能超越考核指标	追求卓越，对标行业，超越考核指标。
目标可行性论证	做到层层剥皮，分析问题症结，预计症结解决程度，并且考虑横向和纵向对比；使用调查表、分层法、排列图、柱状图等方法。	在层层分析过程中，还存在分析不彻底的现象	广泛的进行彻底调查，扩大调查范围和深度。
原因分析	采取头脑风暴法，5M1E，集思广益，选择合适的工具进行表示。	有些原因分析层次不够深入，不够恰当。	末端原因的逻辑关系还是需要梳理清晰。
确定主要原因	选择合适的工具，分析验证时使用数据逐条验证原因；判定方式为现场测量、试验和调查方式，并使用柱状图、折线图、散布图等统计方法	有些原因分析不够全面，样本量、实验数据不是太大。	努力学习统计技术应用的方法和适用方式，对影响度分析。
制定对策	利用5W1H制作对策表，对策目标量化，措施具体；小组首次尝试过程决策程序图法。	提出的对策数量不多。	根据主要原因，提出解决要因的多种对策，并进行评价。
对策实施	对策目标针对要因，并及时收集数据进行验证，同时选取适宜的统计方法。	对策目标收集数据的时间有点短。	适当延长对策目标验证的时间。
效果检查	分别针对目标值和症结进行活动前后效果对比。	没有多收集相关方对成果的评价。	针对后续的效果进行持续检查，并让相关方对其成果进行评价。
制定巩固措施	将有效措施纳入标准化	没有设定巩固期看后续情况	针对措施的延伸影响需要再跟踪一下。

制表人：张礼礼 制表时间：2021年3月5日

通过这次活动，小组成员在质量意识、个人能力、QC知识、专业技术和管理方法等方面都有了很大的提高，运用QC的理论和方法，有效降低了通风安全仿真实验装置故障次数，对于我们今后处理生产和管理过程中出现的问题有很大的启发。根据小组成员活动前后的自我评价，绘制成雷达图。

小组活动前后自我评价打分对比表

项 目	自我评价	
	活动前	活动后
质量意识转变	91	95
QC活动开展程序熟悉度	93	96
统计工具的正确应用	89	95
解决问题的PDCA循环认识	92	96
团队解决问题的合作意识	90	93
制表人：张礼礼 制表时间：2021年3月5日		



(二) 下一步打算

- 继续改进：**
- a. 根据总结的专业技术和管理方法改进方向进行探究学习；
 - b. 针对症结以外问题进一步改进，向行业标杆看齐。

下个课题：2021年3月，中煤职院雄鹰QC小组已向公司注册2021年度QC课题《智能化煤矿智能通风模拟系统的研制》。

您的关心是我们前进的动力

请各位专家评委提出宝贵意见