

2025 年底塔格拉克水电厂 #1 机组 A 级检修总结

批准：张 健

审核：李林泽

编制：胡红陵

新疆启强电力技术服务有限公司
2026 年 7 月 2 日



一、A 级检修总结概述

1、机组检修简介

#1 机组于 2016 年 11 月投产，投产后进行了 0 次 C 修、0 次 B 修、 1 次 A 修，按照公司年度检修计划，本次为 A 级检修，检修计划工期 65 天。

#1 机组于 2025 年 11 月 5 日正式转为 A 级检修， 2026 年 1 月 10 日检修完成，机组于 2026 年 6 月 21 日并网成功。

计划工期： 2025 年 11 月 5 日到 2026 年 1 月 10 日，共计 65 天。

实际工期： 2025 年 11 月 5 日到 2026 年 1 月 10 日，共计 65 天。

检修费用：预算费用__万元，实际发生费用__万元。

2、机组修前状况

2.1 修前影响设备可靠性的缺陷分析

#1 机组自 2024 年 A 修后运行至今，机组运行基本稳定。根据#1 机组可靠性指标和影响机组可靠性的事件进行分析，本次 A 级检修主要实施项目及需要解决的问题：

2.1.1 水机专业

#1 机组自 2024 年 A 修运行至今,水机专业主要问题如下：

- 1) 机组转轮气蚀与磨损严重，已经有叶片断裂掉落，机组出力降低严重并且振动严重，需要更换转轮。
- 2) 机组导叶，顶盖、底环磨损严重。造成严重漏水。导叶、顶盖与底环需要返厂维修。
- 3) 导叶抗磨环、导叶轴颈、下轴套磨损严重。机组从导叶套筒处往顶盖漏水严重，影响水导瓦运行安全，采取对导叶轴镶嵌不锈钢套并焊接再上车床精加工的方式对导叶轴进行处理，对抗磨环、下轴套采用换新的方式进行处理。
- 4) 底环外圆直径过大，与座环不匹配。底环往座环安装的时候未完全到位，造成底环与顶盖之间间隙不平，引起导叶在特定位置卡住，导叶无法全开。采取对底环外圆车掉 1mm 的方式进行处理。
- 5) 水导瓦与水导轴颈在多年运行后间隙过大，造成之间无法存油运行中干磨。造成水导轴颈出现磨痕，水导瓦轻微烧瓦。已经采取将水机轴承返厂研磨处理，水导瓦重新浇筑巴氏合金层并精加工，现场重新刮瓦后正常运行。

- 6) 发电机定子与转子通气孔备堵塞严重，造成定子温度偏高。定子需要清洗并重新刷绝缘漆。

2.1.2 电气专业

#1 机组自年投运运行至今，电气专业要问题如下：

- 1) 机组励磁、调速器电气柜等未做全面检查
- 2) 综合自动化 LCU 与继电保护屏未检查

2.2修前隐患以及开口缺陷：

序号	隐患内容	隐患性质	是否治理	执行文件	责任人	备注
1	机组转轮磨损严重,出力不足且有叶片已掉落，造成机组振动大	效率降低	已更换机组转轮	检修文件包	胡红陵	缺陷已消除

2	机组导水机构漏水严重,	失效	采用导叶,顶盖与底环返厂重新加工	检修文件包	胡红陵	缺陷已消除
3	导叶抗磨环、导叶轴、下端轴套磨损严重,造成导叶套筒处往顶盖漏水严重。影响水导安全	外漏	对导叶轴采用镶嵌不锈钢套并焊接再上车床精加工的方式处理。对抗磨环与轴套采用换新的方式处理	检修文件包	龙文清	缺陷已消除
4	底环外圆直径过大,与座环不匹配,底环往座环安装时安装不到位,造成底环与顶盖之间间隙不平衡,引起导叶在特定位置卡住,导叶无法全开到位。		采用将底环外圆直径车掉 1mm 的方式进行处理。			

3、本次检修项目完成情况统计

项目分类	水机专业	电气专业	合计
计划项目数	96	38	134
检修增加的项目数	0	0	
未完成项目数	0	0	
实际完成项目数	96	38	134

4、检修中发现的重大问题及处理情况

序号	专业	检修中发现的问题	采取的措施	完成情况
1	水机	多年运行造成水导瓦与水导轴颈间隙过大无法存油。造成水导瓦与水导轴颈之间干磨,水导瓦有轻微烧瓦现象	将水导轴瓦重新浇筑巴士合金层后精加工,到现场后再重新刮瓦处理	已重新浇筑巴士合金层并加工与刮瓦处理。
2	水机	尾水椎管钢板脱落,焊于其上的补气管跟着脱落,补气阀无法往尾水中补气。造成尾水中形成真空,引起机组振动过大	以钢板镶嵌并焊接的方式修补尾水椎管,并重新焊接补气管	修补并焊接补气管后,尾水补气已经正常
3	电气	发电机定子油泥与飞尘严重积累,造成定子通风孔堵塞。机组定子温度偏高。夏天高负荷时,定子温度过高右。对定子绝缘造成较大压力	对发电机定子于转子进行了清洗,重刷了定子绝缘漆。	经过对定子与转子进行清洗后,定子温度下降较多,满足夏天高负荷运行要求

第二部分 专业总结

一、水机专业 A 级检修总结

1、检修概况

企业名称	新疆通力塔格拉克水电有限公司	编号	TGLK-01004
制造厂	株洲变流技术国家工程研究中心有限公司	型号	HLA551C-LJ-160
额定功率	3895kW	励磁电压	150V
额定电压	6300V	励磁电流	345A
转速	272.7	接线方式	Y

1. 停用天数

计划日数	65	共计 65 天
实际日数	97	共计 97 天

2. 检修项目完成情况

内容	合计	标准项目	技术改造项目	增加项目	减少项目	备注
计划	96	96	0	0	0	
实际	97	96	0	1	0	

3. 质量验收情况

内容	H 点			W 点			不符合项 通知单	二级验收	三级验收
	合计	合格	不合格	合计	合格	不合格	合计		
计划数	10	10	0	19	19	0	3	19	10
实际数	10	10	0	19	19	0	0	19	10

(二) 简要文字总结

1. 施工组织与安全情况

1.1 施工策划

本次检修为塔格拉克水电站#1 机组 A 级检修, 检修施工单位为新疆启强电力技术服务有限公司, 检修开工前, 部门主管充分做好检修质量管理准备工作, 成立了组织机构负责检修现场质量监督和验收, 明确各组织成员的职责, 并提出要求使检修质量管理实现可控。班组设备点检人员对#1 机组分管设备进行修前评

价及分析，使得班组设备分管人员在检修前对所分管设备的健康情况及检修主要工作内容做到心中有数。同时，按照检修项目计划书认真编写质量验收卡和检修文件包，对主设备及其它重要的设备工序较复杂的检修项目编制检修文件包 1 份，检修标准化作业指导书 1 份，三措两案 1 份，并依据各设备重要性确定了验收等级。

1.2 安全控制

检修前提前做好技术管理准备工作；班前会上对检修任务进行安全注意事项交待，做好反三违管理，检修期间专业技术管理人员深入检修现场，抓好检修全过程管理，对重点部位进行重点监督，有限空间作业是否按规定作业等均作为安全重点监督范围，对设备检修现场发现的违章问题，及时组织相关人员进行分析，及时要求施工方整改，对整改不彻底的施工人员加大了处罚力度，并通报天电检修项目部。

1.3 进度控制

部门主管修前做好检修计划任务书，召开会议进行讨论，对影响进度的关键点提前布置安排、检修物资及时对接物资部部门，每日跟踪计划及#1 机组 A 级修协调会内容，布置下发重点工作和进度要求，动态跟踪现场施工情况，及时协调工作票办理过程中出现的问题，合理安排检修人员，确保检修任务按时间节点顺利完成。专业严格按照检修计划任务书控制各个节点，确保检修在 2025 年 11 月 5 日-2026 年 1 月 10 日期间完成所有检修工作。

1.4 质量控制

专业严格按照《检修规程》实施各级验收制度，加强对隐蔽部位质量见证点的验收工作的检查和机组投产以来的欠修设备检修项目的跟踪，对导气管集水块更换等重点工作结合现场实际积极协调拿出方案，确保各设备试验符合质量验收要求，基本杜绝了因验收不合格导致的返工情况。要求检修人员必须按质量标准 and 工艺要求精心修理设备，贯彻“谁修理谁负责”原则。贯彻三级验收制度及时发现并处理设备解体过程中发现的问题，并提出处理意见，消除了设备缺陷，提高设备运行的稳定性。通过每日的检修协调分析会，分析设备解体过程中发现的问题、寻找设备以往运行中的异常情况，讨论对这些问题的处理方案及过程中的注意事项。通过不符合项报告单、文件包、质量验收点等多种形式的闭环管理，最终实现质量管理目的。

1.5 现场管理

现场隔离：

1) 检修现场屏柜悬挂“在此工作”标示牌，同时在相邻运行设备屏柜周围用围栏进行隔离，防止走错间隔。

2) 检修过程中，进行现场检查，严禁工作人员擅自移动现场围栏等安全措施

3) 在一、二号机组间安装隔离围栏，防止人员走错间隔，发生误操作事件。

成品保护：

1) 检修现场严格执行“三不落地”，做好现场设备、地面、墙面的保护工作。

2) 对润滑油、水油辅助系统做重点防护，杜绝作业人员误踩、人为污染。

文明施工：

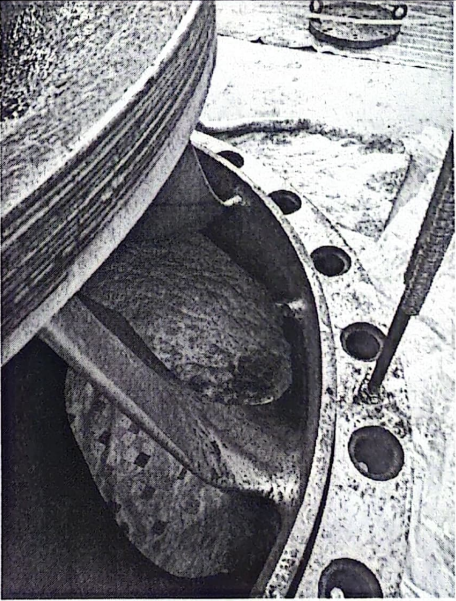
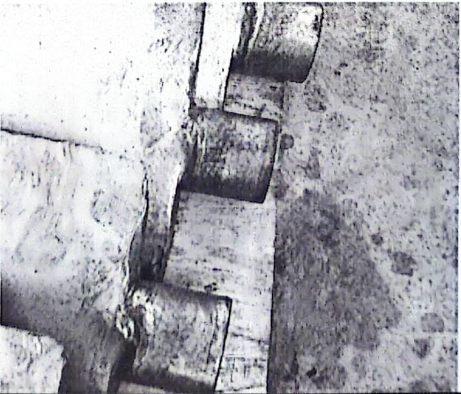
各作业区设置单独检修区域，对电泵集中检修区域设置集中隔离作业区，要求各施工点作业做到“三不落地”原则，杜绝现场“脏、乱、差”现象。

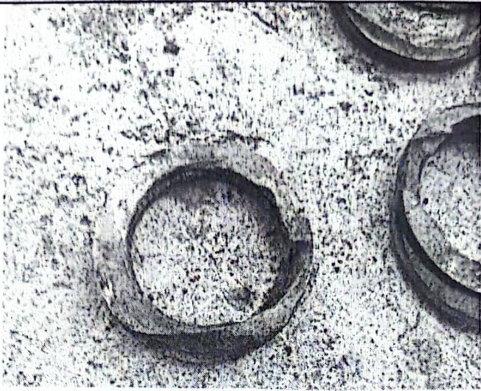
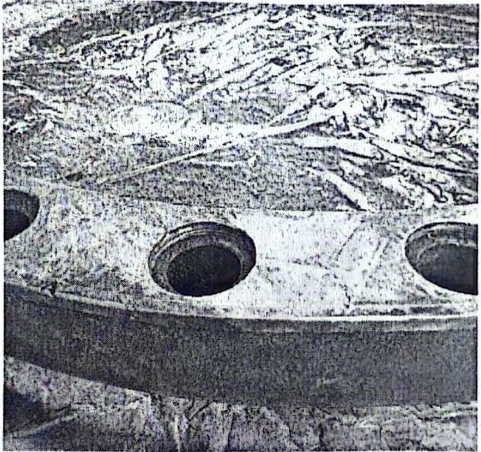
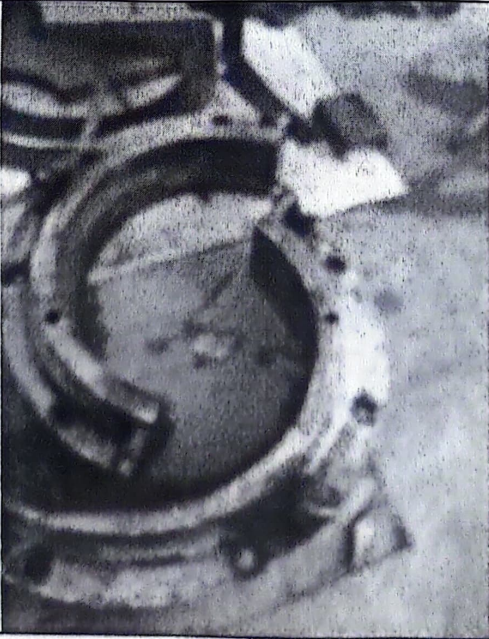
1.作业指导书及工序卡应用情况

检修文件包和作业指导书：本次检修专业标准项目检修文件包 1 份，作业指导书 1 份。检修结束时，文件包闭环 1 份。

W、H 点清单：本次检修专业项目中，实际完成 W 点 19 个，H 点 10 个，与计划验证相符。W、H 点清单：本次检修专业项目中，实际完成 W 点 19 个，H 点 10 个，与计划验证相符。

2.检修中消除的设备重大缺陷及采取的主要措施

序号	缺陷位置/缺陷描述 (下一上，左一右)	缺陷照片	处理结果
1.	#1 机转轮磨损严重，叶片脱漏，机组出力严重不足并振动较大		更换了新转轮，更换后机组出力达到设计出力，机组振动正常。
2.	导叶轴磨损严重，与轴套间隙平均已达到 6mm 以上，漏水严重。导叶抗磨环与下轴套磨损严重，漏水严重		对导叶轴采用镶嵌不锈钢套并焊接于上再精加工的方式处理，对抗磨环与下轴套采用换新的方式处理

序号	缺陷位置/缺陷描述 (下一上，左一右)	缺陷照片	处理结果
			
3.	底环外圆直径过大，与座环不匹配，底环往座环安装时安装不到位，造成底环与顶盖之间间隙不平衡，引起导叶在特定位置卡住，导叶无法全开到位。		采用将底环外圆直径车掉 1mm 的方式进行处理。处理后底环与座环安装已经到位。
4.	多年运行造成水导瓦与水导轴颈间隙过大无法存油。造成水导瓦与水导轴颈之间干磨，水导瓦有轻微烧瓦现象		已采取将水导轴瓦重新浇筑巴士合金层后精加工，到现场后再重新刮瓦处理

序号	缺陷位置/缺陷描述 (下—上, 左—右)	缺陷照片	处理结果
5.	尾水椎管钢板脱落, 焊于其上的补气管跟着脱落, 补气阀无法往尾水中补气。造成尾水中形成真空, 引起机组振动过大		已重新加工制作新的不锈钢平压管更换, 并更改了连接方式为软连接。
6.	发电机定子积灰与油泥严重, 造成定子通风孔堵塞, 定子温度偏高, 定子绝缘压力较大。		已经对发电机定子进行清洗, 并重新刷绝缘漆。定子平均温度降低明显, 满足夏天满负荷运行要求。

二、电气专业 A 级检修总结

1.检修项目完成情况

内容	合计	标准项目	非标项目	技术改造项目	增加项目	减少项目	备注
计划	38	38	0	0	0	0	
实际	38	38	0	0	0	0	

2.质量验收情况

内容	H 点			W 点			不符合项通知单	三级验收
	合计	合格	不合格	合计	合格	不合格	合计	合计
计划数	2	2	0	7	7	0	1	2
实际数	2	2	0	7	7	0	0	2

3.检修前后主要运行技术指标

序号	指 标 项 目	单 位	修前	修后
1	保护投入率	%	100%	100%
2	自动装置投入率	%	100%	100%

4.检修工作评语

本次检修，部门主管修前准备充分，过程中严格执行各项安全质量管控措施，严格执行文件包及各项管控措施，保质保量完成了各项检修任务，过程未发生人身、设备、健康、环境等不安全事件。

本次检修电气专业以#1 发电机清洗，及其附属综合自动化、励磁、调速器电调柜、微机继电保护装置的检查、校验及二次回路检查为主线，本次检修电气专业项目执行文件包 1 份（与水机合并），检修标准作业指导书 1 份（与水机合并）三措一案 1 份（与水机合并）。

本次检修重点进行了#1 发电机清洗，绝缘漆新刷，机组励磁与调速器电调柜检查。

本次电气专业检修实际工期 5 天，现检修工作已圆满完成，我们始终坚持“应修必修，修必创优”的检修理念，在以后的检修工作中，将继续发扬好的精神，创造好的成绩，改正存在的不足，力争将#1 机组 A 修工作做得更好。

（一）专业小结

1. 施工组织与安全情况

1.1 施工策划

检修开工前，部门主管充分做好检修质量管理准备工作，依据《检修管理手册》组织机构负责检修现场质量监督和验收，明确各组织成员的职责，并提出要求使检修质量管理实现可控。班组设备分管人员对#1 机组分管设备进行修前评价及分析，使得班组设备分管人员在检修前对所分管设备的健康情况及检修主要工作内容做到心中有数。同时，按照检修项目计划书认真编写质量验收卡和检修文件包，对主设备及其它重要的设备工序较复杂的检修项目编制检修文件包 1 份（与水机合并），检修标准作业指导书 1 份（与水机合并），三措两案 1 份（与水机合并），并依据各设备重要性确定了验收等级。

1.2 安全控制

- 1) 开工前工作负责人会同运行人员认真核对现场安全措施，并对工作班成员进行安全交底；
- 2) 工作时严格按照审批后的二次安措票执行。
- 3) 作业时需要拆除接线前规定拍照留底，同时按照安措票做好打线记录。
- 4) 禁止工作班成员单独作业，每次开工前先进行安全交底。
- 5) 根据十项禁令逐条对照班组检修过程中是否存在违规违禁事项，对存在的问题会后做到立查立改；同时强调在检修工作中，当需要开展一项工作前，应当按照反措、规程、安健环管理体系对应的标准要求开展工作。

6) 现场高压试验前组织交底，核对安全措施，并设专职监护人员，确保了此次检修试验在确保安全的条件下进行。

1.3 进度控制

1) 召开#1 机 A 修专业碰头会，根据今日现场工作开展情况进度，梳理后续工作开展时间，提前做好工作开展的前期协调和工作票办理准备工作。

2) 现场随时就存在的问题、办票问题等进行随时沟通协调处理。

3) 对于应现场实际不能按时开工的，及时调整检修项目。

1.4 质量控制

- 1) 现场作业时必须按照检修质量验收卡步序进行，做到与现场同步。
- 2) 对#1 机组保护柜插件拆除检查时必须佩戴防静电手环。
- 3) 严格执行三级验收制度，对漏验、或验收不认真的行为及时进行改正。

1.5 资源控制

- 1) 备品备件更换，将更换后的原装插件，保存后做备品备件。

1.6 现场管理

现场隔离：

- 1) 检修现场屏柜悬挂“在此工作”标示牌，同时在相邻运行设备屏柜周围用围栏进行隔离，防止走错间隔。

成品保护：

无

废旧物资处理：

无

文明施工：

- 1) 现场检修期间，均使用胶皮垫，将现场使用的工器具、备品备件、图纸资料、试验仪器等设备，全部整齐放置于胶皮垫上，做到“三不落地”。

- 2) 每日现场工作结束，由工作负责人负责将现场工作区域环境卫生清扫干净，由班组长、技术员进行现场监督检查。

2. 作业指导书及工序卡应用情况

检修文件包和作业指导书：本次检修电气专业标准项目检修文件包 1 份，检修标准作业指导书 1 份，检修结束后检修文件包闭环 1 份。

W、H 点清单：本次检修专业项目中，实际完成 W 点 7 点，H 点 2 点，与计划验证相符。

3. 检修中消除的设备重大缺陷及采取的主要措施

无

第三部分 机组试验、试运总结

一、试运概况

本次#1 机组 A 修试运共进行设备试运 4 项，对试运过程中发现的设备缺陷及时跟踪，配合处理，确保#1 机组 A 修后的试运质量；同时在#1 机组启动前共进行机组检查试验 10 大项，确保机组的顺利启动。

二、试运主要内容及时间安排

1、设备试运安排

#1 机组试运情况统计表：

#1 机组检修调试计划					
序号	计划时间	调试内容	调试条件	调试方案	完成时间
1	1 月 8 日	引水系统检查	全部检修工作结束	#1 水轮发电机组启动试验方案	1 月 8 日
2	1 月 8 日	水轮机检查	全部检修工作结束	#1 水轮发电机组启动试验方案	1 月 8 日
3	1 月 8 日	调速系统检查	全部检修工作结束	#1 水轮发电机组启动试验方案	1 月 8 日
4	1 月 8 日	励磁系统检查	全部检修工作结束	#1 水轮发电机组启动试验方案	1 月 8 日
5	1 月 8 日	计算机监控系统与水机保护检查	全部检修工作结束	#1 水轮发电机组启动试验方案	1 月 8 日
6	1 月 8 日	发电机继电保护系统检查	全部检修工作结束	#1 水轮发电机组启动试验方案	1 月 8 日
7	1 月 8 日	电气一次设备检查	全部检修工作结束	#1 水轮发电机组启动试验方案	1 月 8 日
8	1 月 8 日	技术供水系统检查	全部检修工作结束	#1 水轮发电机组启动试验方案	1 月 8 日
9	1 月 8 日	动平衡试验	全部检修工作结束	#1 水轮发电机组启动试验方案	1 月 8 日
10	1 月 8 日	模拟并网检查	全部检修工作结束	#1 水轮发电机组启动试验方案	1 月 8 日

#1 机组试运情况统计表：

序号	系统/设备	静态验收	验收意见	试运过程发现的问题
1	引水系统		合格	无
2	水轮机		合格	无
3	调速系统		合格	无
4	发电机		合格	无

5	励磁系统		合格	无
6	计算机监控系统与水机保护		合格	无
7	发电机继电保护系统		合格	无
8	电气一次设备		合格	无
9	技术供水系统		合格	无
10	消防系统		合格	无

- 2、机组试验安排
- 以#1 机组并网时间 6 月 20 日 2：30 为节点，并根据相关检修工作进度，共进行机组启动前检查 10 项，具体试验安排如下：
- 水机专业：调速器静态试验、蜗壳充水试验、调速器手动启动试验、调速器手自动切换试验、调速器手动停机试验、调速器自动开停机试验，共计 6 项。
- 电气专业：励磁零起升压试验、机组模拟同期试验、机组带负荷试验，共计 3 项。

- 三、试运中发现的缺陷
- 无
- 四、试运存在问题
- 1、 系统检修时机务与电气专业沟通协调不畅
- 2、 试运中卫生存在没有仔细检查的情况，卫生死角没有清理干净。
- 五、应吸取的经验和教训
- 1、合理安排计划检修，按期完成，为设备试运留出足够时间，机组并网前充分暴露缺陷并处理，保证机组并网后长周期安全运行。
- 2、完善相关操作票，确保操作票的完善正确。
- 3、根据检修进度提前提交安排试运，提前一天做试运准备。

- 第四部分 #2 机组 A 级检修结论
- 一、热态验收情况
- #1 机组 A 修后，于 2026 年 7 月 1 日成功并网。水电厂部门及各专业专工组织对#1 机组进行修后热态验收。热态验收内容如下：

- (一)、水机、电气仪表及自动、保护装置投入率
- 1、继电保护投入率统计：
- | 机组 | 分类 | 设计套数 | 投入套数 | 修后投入率 |
|------|-----------|------|------|-------|
| #1 机 | 发电机主保护 | 1 | 1 | 100% |
| #1 机 | 发电机后备保护 | 1 | 1 | 100% |
| #1 机 | 发电机转子接地保护 | 1 | 1 | 100% |
- 2、水机仪表投入率统计：

机组	分类	设计套数	投入套数	修后投入率
#1 机	水导轴承温度表	1	1	100%
#1 机	下导轴承温度表	1	1	100%
#1 机	上导轴承温度表	1	1	100%
#1 机	推力轴承温度表	1	1	100%
#1 机	温度巡检仪	1	1	100%
#1 机	转速测量装置	1	1	100%
#1 机	剪断销测量装置	1	1	100%

(二) 设备缺陷

1、水机专业

无

2、电气专业

无

二、修后存在的主要问题及今后采取的措施

(一) 机务专业

无

(二) 电气专业

无