

# **提高高速公路改扩建工程 老路台阶合格率**

发表单位：中铁十四局集团第四工程有限公司

小组名称：济青高速改扩建QC小组

小组类型：现场型

成立时间：2017年4月1日

完成时间：2017年11月30日

## 一、工程概况

原济青高速公路全线于1991年3月开工建设，1993年11月竣工通车。历经20余年后的济青高速改扩建工程项目的实施，将全面提升道路的服务能力，对沿线地区乃至山东省中、东部地区的经济社会发展产生更大的影响。

济青高速公路改扩建工程JQSG-1标项目经理部成立于2016年4月，起止桩号为K36+388至K100+400，全长64.012km。线路跨越青岛、潍坊两个地级市，途经即墨、胶州、高密3个县级市的11个乡镇，合同总工期42个月。本项目主要施工内容为里程范围内路基、桥涵、路面、交通安全设施，以及缺陷修复等全部内容。

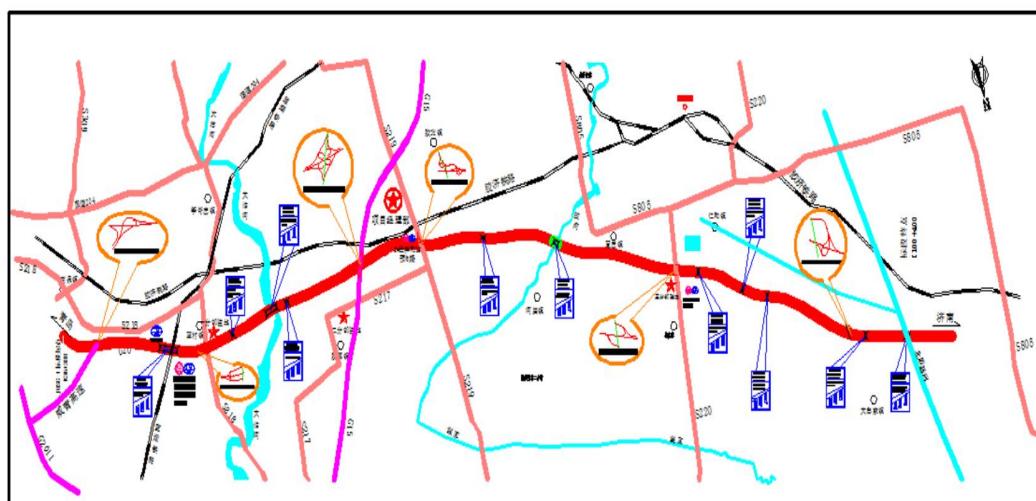


图1 济青高速改扩建JQSG-1标总体平面布置图

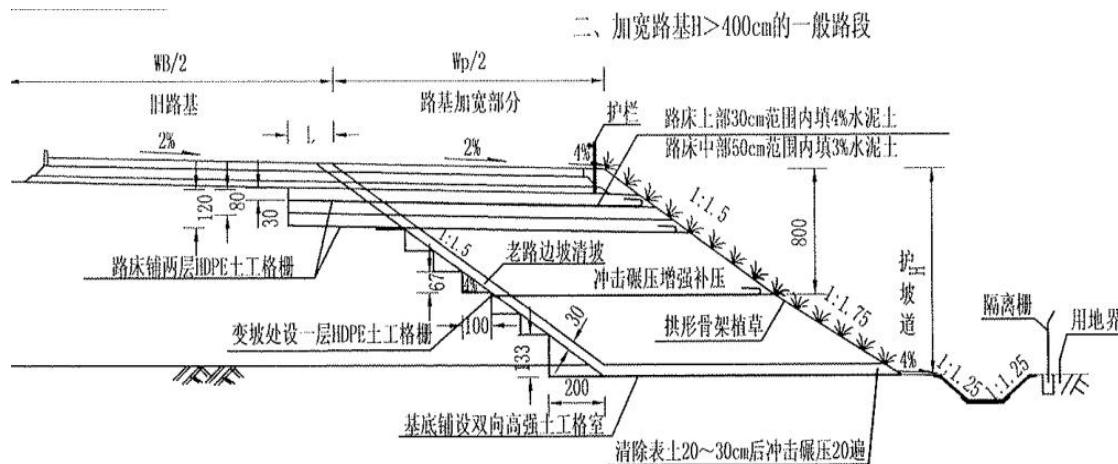


图2 新老路基拼接台阶施工设计图

## 二、小组简介

表1 小组概况表

小 组 概 况	课题名称	提高高速公路改扩建工程老路台阶合格率					
	成立时间	2017年4月1日			注册号	CRSS4-2017-02	
	活动时间	2017年4月1日~2017年11月30			课题类型	现场型	
	课题登记号	2017-02			小组人数	10	
小 组 成 员 组 成	序号	姓名	职务	职称	小组分工	职责	出勤率
	1	张万国	项目经理	高级工程师	组长	全面负责	100%
	2	岳乃立	项目书记	高级工程师	副组长	全面协调	100%
	3	薄 健	项目总工	工程师	副组长	现场控制	100%
	4	王志远	技术主管	高级工程师	组员	策划组织	100%
	5	孙凤强	工程部长	工程师	组员	技术管理	100%
	6	赵艳寿	计划部长	工程师	组员	计划编制	100%
	7	杨 阔	安质部长	工程师	组员	安全质量	100%
	8	李运峰	测量副经理	工程师	组员	测量放线	100%
	9	张欢乐	资料员	助理工程师	组员	资料整理	100%
	10	杨海峰	机械操作员	压路机司机	工人	司机	100%

制表：孙凤强 制表时间：2017年4月5日

表2 小组活动计划表

内容	2017年							
	4	5	6	7	8	9	10	11
课题选择 QC 培训	→							
现场调查 目标设定		→	→					
原因分析 要因确认			→	→				
对策制定 对策实施				→	→	→		
效果检查 与验证						→	→	
巩固措施 与总结							→	→

说明：计划进度 → 实际进度 →

制表：赵艳寿 制表时间：2017年4月5日

### 三、选题理由

1、济青高速公路改扩建工程老路经过较长时间自然沉降，已达到稳定状态；新填筑路基尚未沉降完成，导致新老路基结合处易形成沉降差。故改扩建工程新老路基拼接处台阶质量控制属于关键控制部位。

2、本建设工程项目临近淮海，辖区线路范围内地势平坦，地下水位高；且原高速公路排水系统经过二十多年边坡冲刷、淤积等原因，地表水主要以下渗为主，造成路基边坡台阶处的土质情况变化较大。

3、济青高速公路改扩建工程工期控制采取全线 6 个标段统筹协调，分阶段实施。现场施工第一阶段和第二阶段期间采取边通车边施工的保通方案，持续时间长，安全风险大。

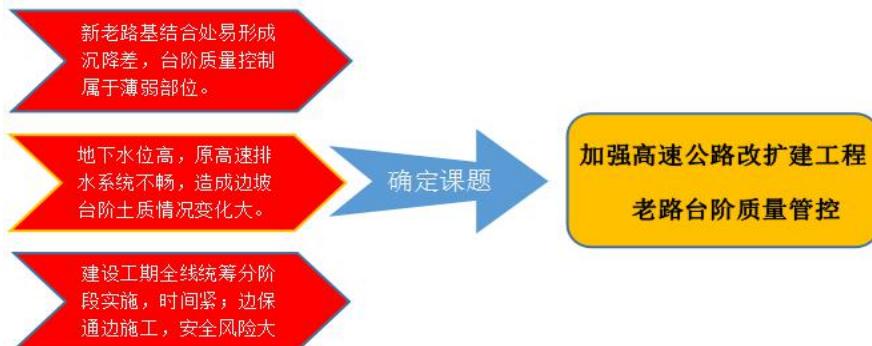


图3 老路台阶质量控制课题确认图

#### 四、现状调查

QC 小组成员借鉴江苏宁启电气化铁路复线工程、京石高速公路改扩建工程老路台阶质量缺陷情况，并广泛与兄弟单位探讨交流，共计调查了 390 处老路台阶压实质量情况进行分析（经分析如表 3 所示）。

表3 质量情况调查统计表

序号	质量情况	频次	频率
1	一次合格率	305	78. 2%
2	存在质量缺陷	85	21. 8%
	合计	390	100%

制表：王志远 制表时间：2017 年 5 月 25 日

QC 小组成员对 85 处台阶质量缺陷进行了缺陷分类和统计，具体情况见表 4。

表4 质量缺陷情况调查统计表

序号	检查项目	频数	频率	累计频率
1	压实度	58	68.20%	68.2%
2	台阶土质	12	14.10%	82.3%
3	下承层压实	10	11.80%	94.1%
4	台阶开挖质量(平整度、横坡)	5	5.90%	100.0%
合计		85		
合格率				$W = (W-N) / W * 100\% = (390-85) / 390 * 100\% = 78.2\%$

制表: 王志远 制表时间: 2017年5月30日

根据表4绘制排列图, 如图4所示:

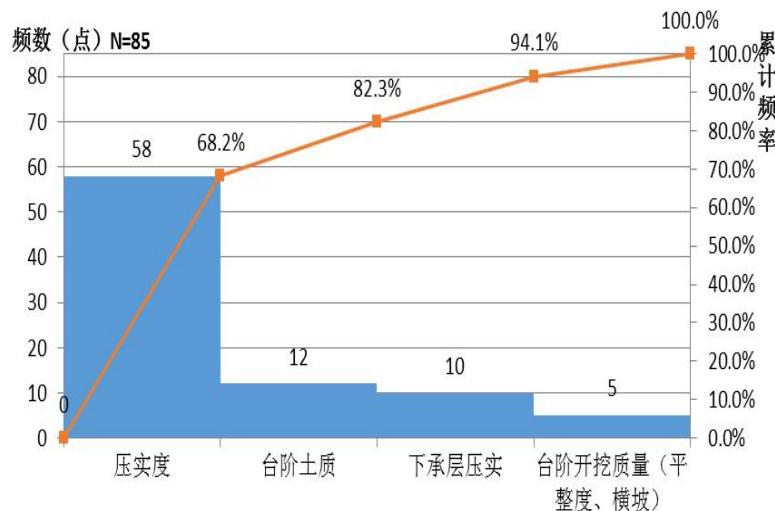


图4 拼接台阶质量缺陷排列图

制图: 孙凤强 制图时间: 2017年5月30日

根据排列图得出结论: 高速公路改扩建新老路基拼接台阶质量, 最主要的病害为台阶压实度, 占比达到 68.2%。

## 五、目标确定及可行性分析

### 1、目标:

根据要求实测老路台阶压实度, 掌握台阶土土质、含水率后采取相应措施能够取得良好效果, 一次合格率达到 90%。根据调查结果, 台阶土压实度占总缺陷比重为 68.2%,

则相应的我标段 118 处路基段落台阶土压实度缺陷约为 18 个,若将比重降至 33.3%,即压实度由 18 降至 4,则老路台阶质量整体合格率为  $(92+14)/118=90\%$ ,可满足目标要求。

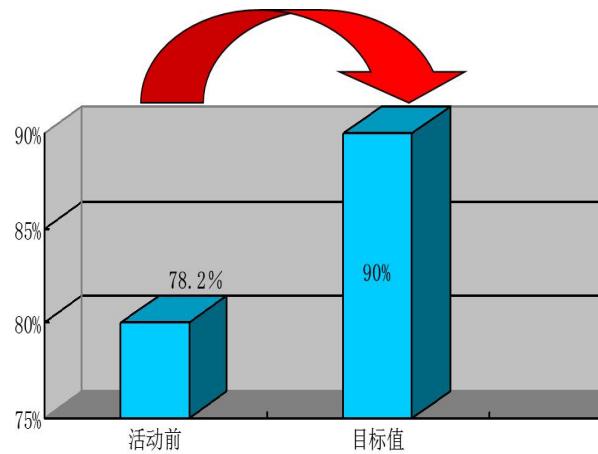


图5 活动前与目标合格率确认图

制图: 薄健 制图时间: 2017 年 6 月 25 日

## 2、可行性分析

高速公路改扩建工程新老路基拼接处施工属于质量关键控制部位,而台阶处施工质量控制又是此关键控制部位的关键控制环节。所以如何控制台阶施工质量成为当务之急,做好目前第三阶段左幅路基拼宽质量,并为第四阶段右幅路基拼宽质量积累经验。



## 六、分析原因

针对这个主要问题，小组成员通过查阅文献、现场调查和专题会议，进行多次讨论，广泛收集现场工人、工班长、质检员等的意见得出造成老路台阶压实度质量缺陷的原因，整理绘制成因果分析鱼刺图如图6所示。



图 6 高速公路改扩建工程拼接台阶质量控制因果分析鱼刺图

制图：薄健 制图时间：2017 年 6 月 20 日

## 七、要因确认

在QC组长主持下，召开了分析会议，并对鱼刺图中的10条末梢原因进行逐一分析论证：

## 确认一：专业工人较少

1.专业工人较少	确认标准：满足施工要求		
2.工人责任心较差	确认方法：资质筛选、现场调查	确认人：赵艳寿	确认时间：2017. 06
确认情况： 计划合同部对进场队伍严格进行资质筛选，并要求至少施工过2个类似改扩建工程。每个工序都有专业工人指导或施工，施工经验丰富，人员数量满足施工要求。			
			
归档：张欢乐			日期：2017. 06. 30
10.地表水以下渗为主，边坡台阶处含水率高			

## 确认二：工人责任心差

1.专业工人较少	确认标准：满足施工要求		
2.工人责任心较差	确认方法：现场调查	确认人：赵艳寿	确认时间：2017. 06
确认情况： 项目部与劳务队签订安全质量包保责任状，明确分工和责任，奖罚分明，工人责任心强、工作积极性高。			
			
归档：张欢乐			日期：2017. 06. 30
10.地表水以下渗为主，边坡台阶处含水率高			

### 确认三：技术交底不详细，针对性不强

1.专业工人较少	确认标准：满足施工要求		
2.工人责任心较差	确认方法：现场调查	确认人：杨阔	确认时间：2017. 06
<b>3.技术交底工序不清、针对性不强</b>			
项目部制定的技术交底，作业指导书经驻地办、总监办批准后，由项目总工，分部总工对所有技术管理人员，劳务队施工人员层层交底。交底内容详细，具有针对性，可操作性。			
4.机械设备进场未经调试，立即投入使用		归档：张欢乐	日期：2017. 06. 30
5.机械设备管理制度不完善，落实不到位			
6.老路台阶土质变化			
7.台阶开挖尺寸不符合设计要求			
8.台阶边角、边坡清理不彻底			
9.台阶边角压实质量不达标			
10.地表水以下渗为主，边坡台阶处含水率高			

### 确认四：机械设备进场后未调试投入施工，带病作业或不满足施工质量标准要求；

1.专业工人较少	确认标准：满足施工要求		
2.工人责任心较差	确认方法：现场调查	确认人：赵广亮	确认时间：2017. 06
<b>3.技术交底工序不清、针对性不强</b>			
机械设备队伍进场后，物资设备部对机械设备组织调试；施工过程中实行机械设备履约考核制度，确保机械设备运转正常，无带病作业现象。			
4.机械设备进场未经调试，立即投入使用		归档：张欢乐	日期：2017. 06. 30
5.机械设备管理制度不完善，落实不到位			
6.老路台阶土质变化			
7.台阶开挖尺寸不符合设计要求			
8.台阶边角、边坡清理不彻底			
9.台阶边角压实质量不达标			
10.地表水以下渗为主，边坡台阶处含水率高			

## 确认五：机械设备管理制度不完善，落实不到位；

1.专业工人较少	确认标准：满足施工要求		
2.工人责任心较差	确认方法：现场调查	确认人：赵广亮	确认时间：2017.06
3.技术交底工序不清、针对性不强	确认情况： 物资设备部建立完善的机械设备管理制度。配置机械调度，建立机械设备调配微信群。制定可行的机械定期维修保养制度，维修保养记录齐全。		
4.机械设备进场未经调试，立即投入使用			
5.机械设备管理制度不完善，落实不到位			
6.老路台阶土质变化			
7.台阶开挖尺寸不符合设计要求			
8.台阶边角、边坡清理不彻底			
9.台阶边角压实质量不达标			
10.地表水以下渗为主，边坡台阶处含水率高	归档：张欢乐	日期：2017.06.30	

## 确认六：老路台阶土质个别段落出现腐殖质土、淤泥质土等非适用性材料现象；

1.专业工人较少	确认标准：满足施工要求		
2.工人责任心较差	确认方法：现场调查	确认人：杨海峰	确认时间：2017.06
3.技术交底工序不清、针对性不强	确认情况： 台阶开挖完成后，技术主管联合现场技术员、实验员、施工队长等相关人员实地察看台阶土质，对腐殖质土、淤泥质土等不适用材料采取相应措施改善土质。		
4.机械设备进场未经调试，立即投入使用			
5.机械设备管理制度不完善，落实不到位			
6.老路台阶土质变化			
7.台阶开挖尺寸不符合设计要求			
8.台阶边角、边坡清理不彻底			
9.台阶边角压实质量不达标			
10.地表水以下渗为主，边坡台阶处含水率高	归档：张欢乐	日期：2017.06.30	

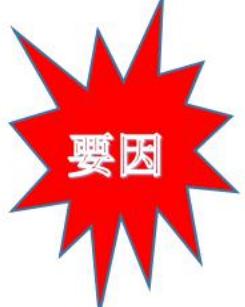
## 确认七：台阶开挖尺寸不符合设计要求；

1.专业工人较少	确认标准：满足施工要求		
2.工人责任心较差	确认方法：现场调查	确认人：兰布尔	确认时间：2017.06
3.技术交底工序不清、针对性不强	确认情况： 台阶主要轮廓开挖完后，调配平地机沿台阶边角整平。技术主管、现场技术员负责对开挖完后台阶尺寸、平整度和横坡等，进行复核验收。验收合格后，进行下道工序。		
4.机械设备进场未经调试，立即投入使用			
5.机械设备管理制度不完善，落实不到位			
6.老路台阶土质变化			
7.台阶开挖尺寸不符合设计要求			
8.台阶边角、边坡清理不彻底			
9.台阶边角压实质量不达标	归档：张欢乐		
10.地表水以下渗为主，边坡台阶处含水率高	日期：2017.06.30		

## 确认八：机械开挖台阶：边角、边坡浮土清理不到位；

1.专业工人较少	确认标准：满足施工要求		
2.工人责任心较差	确认方法：现场调查	确认人：兰布尔	确认时间：2017.06
3.技术交底工序不清、针对性不强	确认情况： 施工队安排工人将台阶侧面和台阶以上边坡上松散的浮土杂物清理干净，防止压路机震动碾压时造成浮土等杂物散落，形成夹层填土。		
4.机械设备进场未经调试，立即投入使用			
5.机械设备管理制度不完善，落实不到位			
6.老路台阶土质变化			
7.台阶开挖尺寸不符合设计要求			
8.台阶边角、边坡清理不彻底			
9.台阶边角压实质量不达标	归档：张欢乐		
10.地表水以下渗为主，边坡台阶处含水率高	日期：2017.06.30		

确认九：使用普通压路机无法靠到台阶内侧边缘进行路基碾压，边角压实质量不达标；

1.专业工人较少	确认标准：满足施工要求		
2.工人责任心较差	确认方法：现场调查	确认人：赵广亮	确认时间：2017.06
确认情况：			
由于普通压路机无法靠到台阶边缘进行压实作业，物资设备部引进三钢轮压路机替代普通压路机进行台阶边际线压实，并人工使用小型夯实机进行角落夯实，确保压实质量合格			
			
归档：张欢乐		日期：2017.06.30	

确认十：地表水以下渗为主，边坡台阶处含水率高。

1.专业工人较少	确认标准：满足施工要求		
2.工人责任心较差	确认方法：现场调查	确认人：张宪胜	确认时间：2017.06
确认情况：			
原高速公路排水系统经过二十余年边坡冲刷、淤积等原因，地表水主要以下渗为主；本建设工程项目临近淮海，辖区线路范围内地势平坦，地下水位高，导致个别段落边坡台阶处土质含水率较高。			
			
归档：张欢乐		日期：2017.06.30	

通过以上的现场调查和研究分析，我们找到了 3 个要因分别为老路台阶土质变化、边角压实质量不达标，标段范围内地下水位较高。

## 八、制定对策

针对以上 3 个要因我们分别提出解决方案并进行了对比分析（如表 5 所示）。

表 5 对策评价选择表

序号	要因	对策	对策分析	对策比较	对策选择
1	老路台阶土质变化	按照施工设计图施工。	设计与实际情况有差异，效率低	对策一相比对策二，更能结合现场实际，效率高。	
		技术主管牵头，现场监理见证，组成现场勘查组。开挖探坑，现场确认土质，采取相应措施对台阶土进行改良。	结合现场实际，效率高		√
2	边角压实质量不达标	仅利用震动压路机压实，不能靠到边角位置	边角压实不到位，质量不能保障	对策一相比对策二，施工质量得到有效控制。	
		三钢轮压路机进行边际线压实，人工使用小型夯实机进行角落夯实。	边角压实到位，质量有保障		√
3	辖区范围内地下水位较高	按照施工设计图施工。	老路台阶土含水率变化大	对策一相比对策二，更具针对性，解决问题彻底。	
		技术主管牵头，现场监理见证，组成现场勘查组。开挖探坑，现场确认地下水位。	针对性强，效率高		√

制表：王志远 制表时间：2017 年 8 月 20 日

QC 小组成员根据实施方案，遵循 5W1H 的原则，制定了相应回答表（如表 6 所示），并确定了责任人。

表 6 对策实施表

序号	要因	对策 (What)	目标 (Why)	措施 (How)	地点 (Where)	完成时间 (When)	责任人 (Who)
1	老路台阶土质变化	技术主管牵头，现场监理见证，组成现场勘查组。开挖探坑，现场确认土质，采取相应措施对台阶土进行改良。	掌握老路台阶土质，采取相应措施对台阶土进行改良。	1. 技术主管牵头，组成现场勘查组。 2. 现场开挖探坑确认土质，采取相应措施进行台阶土改良。	现场	2017. 9	孙凤强 兰布尔 杨海峰

2	边角压实质量不达标	三钢轮压路机进行边际线压实，人工使用小型夯实机进行角落夯实。	加强边源和角落质量薄弱处的压实质量	采取小型夯实机夯实角落，三钢轮压路机压实边际线的措施。	现场	2017. 9	薄健赵广亮孙凤强
3	辖区范围内地下水位较高	技术主管牵头，现场监理见证，组成现场勘查组。开挖探坑，现场确认地下水位。	掌握老路台阶处的含水率情况，及时采取相应措施处理	1. 技术主管牵头，组成现场勘查组。 2. 现场开挖探坑确认地下水位，采取相应措施改善台阶土。	现场	2017. 9	孙凤强 兰布尔 杨海峰

制表：王志远 制表时间：2017年8月25日

## 九、实施对策

**对策实施一：**由项目总工牵头，监理单位、设计单位和项目办组成现场勘查组。根据部分段落台阶土质为腐殖质土，淤泥质土等非适用性路基材料，并结合实验室检测报告结论，液限指数大于 50%，塑性指数大于 26，不符合设计规范要求。现场确认处理措施，采取挖除换填 40cm 石渣或掺加 4%水泥等进行台阶土改良。

实验室对改良后的台阶处路基填筑成型区进行压实度试验检测，合格率 100%。



施工方和监理方共同见证非适用性台阶土



对台阶土改良后进行压实度检测

**对策实施二：**①台阶开挖完成后，施工队负责将台阶表面和台阶以上边坡上松散的浮土杂物清理干净，防止压路机震动碾压时造成浮土等杂物散落，形成夹层填土。②由于普通压路机无法靠到台阶边缘进行压实作业，物资设备部引进三钢轮压路机替代普通压路机进行台阶边际线压实，并人工使用小型夯实机进行角落夯实，确保压实质量合格。



对策实施三：由项目总工牵头，监理单位、设计单位和项目办组成现场勘查组。开挖探坑，现场确认地下水位对台阶土含水率产生的影响。对地下水位小于 1.5m 的段落，根据现场实际情况，如挖掘机翻挖晾晒、路拌机掺灰仍达不到规范设计标准，则采取换填石渣、羊足碾压路机压实的方式进行处理。



## 十、效果检查

针对老路台阶压实度质量缺陷问题，我们采取了 3 项有效实施措施。共计 118 个台阶填筑段落，通过检查情况发现，合格数量 114 个，不合格数为 4 个，合格率为 96.7%。

对策实施前后进行对比分析：

表 7 对策实施前后质量分布统计表

对策前			
序号	质量情况	频次	频率
1	合格	305	78.2%
2	质量缺陷	85	21.8%
	合计	390	100%

对策前			
序号	质量情况	频次	频率
1	合格	114	96.7%
2	质量缺陷	4	3.3%
	合计	118	100%

制表：李运峰 制表时间：2017 年 10 月 20 日

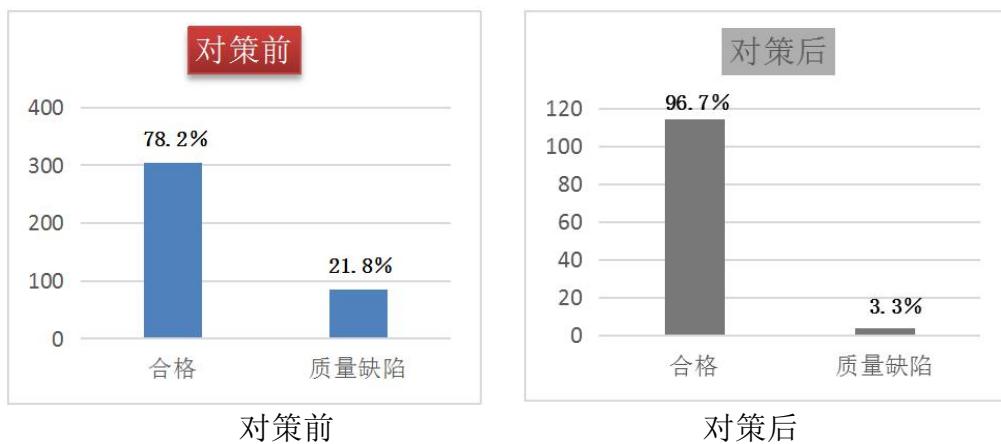


图 7 对策实施前后质量分布排列图

制图：李运峰 制图时间：2017 年 10 月 20 日

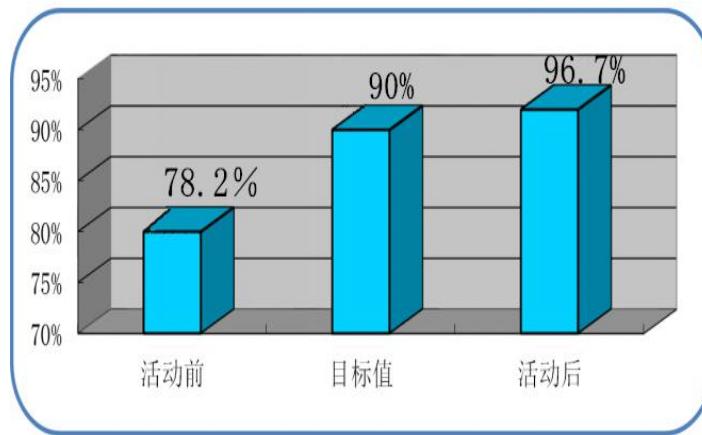


图 8 活动前后台阶质量合格率对比图

制图：王志远 制图时间：2017 年 10 月 20 日

从图 8 我们可以看出：济青高速公路改扩建工程新老路基拼接台阶压实度质量缺陷发生数量由 18 降至 0。台阶质量合格率也由原来的 78.2% 提高至 96.7%，超过了目标值 90%。

#### 社会效益分析：

2017 年 10 月 31 日，济青高速公路改扩建工程 JQSG-1 标在全线 6 个标段中，率先完成同时也是一次性全线完成第一次交通调流转序工作，得到兄弟单位、监理单位、建设单位和路政、交警等部门的一致好评和认可。

作为项目办大干“45 天”考核进度评比的主要形象进度依据，我标段在各施工单

位综合考评结果中以 873 分的成绩，荣获第一名的佳绩，并奖励 150 万元。

**济青高速公路改扩建工程项目建设管理办公室文件**

济青改扩办工〔2017〕51 号

**关于 2017 年度“大干 45 天”劳动竞赛活动考评结果的通报**

东、西段现场指挥部，总监办，各驻地办、施工单位：

根据《关于印发〈济青高速改扩建工程“大干 45 天”成功实现交通转换〉劳动竞赛活动实施方案的通知》和《关于开展 2017 年度“大干 45 天”劳动竞赛活动考核的通知》，由项目办组织的“大干 45 天”劳动竞赛活动考评工作已结束，本次考核是根据《济青高速公路改扩建工程“大干 45 天”考核奖惩办法》及《济青高速公路改扩建工程“大干 45 天”劳动竞赛考核表》进行考评，考评结果经项目办办公会研究通过。现将考评情况通报如下：

- 1 -

一、综合考评结果

(一) 各施工单位综合考评结果

第一名：一合同（中铁十四局集团有限公司），873 分；  
并列第二名：二合同（山东省公路桥梁建设有限公司），849 分；  
第三名：四合同（中交路桥建设有限公司），849 分；  
第四名：五合同（山东省公路建设（集团）有限公司），826 分；  
第五名：三合同（中国建筑第八工程局有限公司），760 分；  
第六名：六合同（山东省路桥集团有限公司），759 分。

(二) 各监理单位综合考评结果

第一名：五驻地办（济南金诺公路工程监理有限公司），940 分；  
第二名：二驻地办（山东省滨州市公路工程监理咨询公司），885 分；  
第三名：三驻地办（山东华维工程监理咨询中心），865 分；  
第四名：一驻地办（青岛交通工程监理咨询有限公司），864 分；  
第五名：四驻地办（北京中交公路桥梁工程监理有限公司），857 分；  
第六名：六驻地办（山东省交通工程监理咨询公司），856 分。

二、奖励与处罚兑现

(一) 竞赛活动优胜施工单位

第一名：一合同（中铁十四局集团有限公司），奖励 150 万

- 2 -

### 综合效益分析：

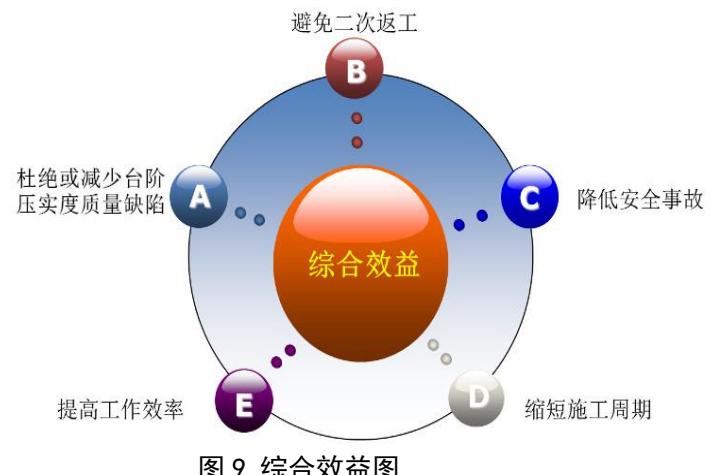


图 9 综合效益图  
制图：孟兆鹏 制图时间：2017 年 11 月 20 日

### 十一、制定巩固措施

我 QC 小组通过高速公路改扩建工程台阶质量控制活动，形成了《高速公路改扩建工程台阶施工技术总结》和《高速公路改扩建工程台阶施工作业指导书》。对路基施工

现场项目部和劳务队管理和施工人员进行宣贯交底，确保横向到底，纵向到底，全员普及台阶质量施工技术，全面掌握控制施工要点，确保一次合格率。

这种加强高速公路改扩建工程老路台阶质量技术总结将继续在我项目第四阶段右幅路基拼宽工程中应用，在巩固 QC 小组活动成果的基础上，不断探索创新。



## 十二、总结及今后打算

1. 通过本次 QC 小组活动，高速公路改扩建工程新老路基拼接台阶质量得到加强，同时提高了我公司在既有线拓宽领域的施工水平。为今后施工作业、管理提供了宝贵的经验，达到了小组活动预期的目的。
2. 在 QC 小组活动进展中，小组成员在质量意识、个人能力、QC 知识和解决问题等方面都有显著提高，增强了小组成员的管理水平与自身素质，这是非常宝贵的精神财富。
3. 在今后的工作中，我们 QC 小组将不忘初心，砥砺前行，一如既往地继续开展 QC 活动，运用 QC 方法，推广应用新技术、新工艺、新材料，不断推进科技进步。
4. 小组下一步将以《老桥病害处理加固》为课题，将 QC 活动引向科学管理的深层次，创出更多精品工程，为公司的发展作出贡献！

表8 小组活动自我评价打分表

评价项目	自我评价（总分5分）	
	活动前(分)	活动后(分)
质量意识	3	4
个人能力	2	4
TQC知识	3	4
解决问题的信心	2	4
团队精神	3	5

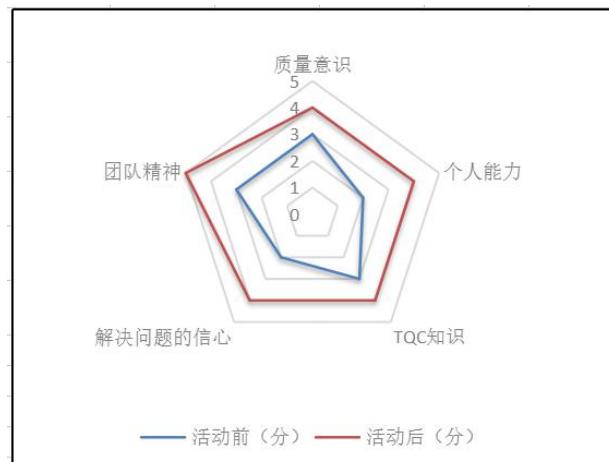


图10 小组自我评价雷达图

制图：杨海峰 制图时间：2017年11月20日