

PDCA 循环在高速铁路工程建设质量管理中的应用

刘 成 林, 王 会 超, 陈 学 军

(中国水利水电第五工程局有限公司, 四川 成都 610066)

摘 要:在工程建设施工过程中,质量是建设、设计、监理以及施工单位最为关注的问题。鉴于悬臂浇筑预应力混凝土连续梁具有跨度大、高度高、钢筋及预应力筋密集和工序多等特点,阐述了借鉴 PDCA 循环理论进行质量管理,结合以往高速铁路工程现场管理的实践以及同行业类似工程质量管理先进经验开展 QC 小组活动进行过程控制的过程,在铁路项目施工过程中能够及时发现施工现场潜在的质量问题和缺陷,并有针对性地制定出解决方案并予以实施,最终实现工程质量管理活动的目标,以期保证高速铁路工程的施工质量。

关键词:PDCA 循环;质量管理;铁路工程;连续梁

中图分类号:U215;U215.7;U215.1

文献标志码:B

文章编号:1001-2184(2024)增 2-0001-04

Application of PDCA Cycle in Quality Management of High-speed Railway Construction

LIU Chenglin, WANG Huichao, CHEN Xuejun

(Sinohydro Bureau 5 Co., Ltd., Chengdu Sichuan 610066)

Abstract: In the construction process of specific engineering projects, quality is the most concerned issue of construction, design, supervision and construction units. In view of the characteristics of cantilever casting continuous beam, such as large span, high height, dense reinforcement and prestressed reinforcement, and many processes, by referring to the PDCA cycle theory for quality management, combining with the practical experience of previous high-speed railway project site management and the advanced level of similar projects in the same industry, QC group activities are carried out for process control. In the construction process of railway projects, potential quality problems and defects in the construction site can be found in time, and solutions can be made and implemented in a targeted manner. Finally, the goal of project quality management activities can be achieved, so as to ensure the construction quality of high-speed railway projects.

Key words: PDCA cycle; Quality management; Railway engineering; Continuous beam

1 概 述

为满足广大人民群众的生活需求、扩大不同地区之间的经济交流,我国的基建规模仍在持续扩大,尤其是在各地区的轨道交通方面,新建与扩建项目的数量日益增加,其工程质量问题已成为人们最为关注的对象,工程质量管理水平的高低亦成为影响工程建设项目质量优劣的一个重要因素。基于从事工程建设行业的人员多、流动性大、施工内容及环境比较复杂、施工过程中的不确定因素多等多方面原因,如何加强工程质量管理已成为从业者考虑的重点问题之一。

笔者以某铁路工程建设项目为研究对象,通

过建立质量管理小组的方式,在施工过程中发现标段内连续梁混凝土的外观质量缺陷较大,采用常规管理办法已不能很好地满足严格的质量控制要求,必须采取现有的技术方法并结合更为系统的质量管理理论体系进行管理,方能提升工程建设的效率与质量。笔者阐述了 PDCA 循环在高速铁路工程建设质量管理中的应用过程。

2 PDCA 循环在高速铁路工程建设质量管理中应用的可行性

2.1 PDCA 循环理念

PDCA 循环是一种可以让任何一项活动能够有效进行、符合逻辑的工作程序,是对既有目标进行控制的基本方法,能够为工程质量改进和问题

收稿日期:2024-06-16

解决提供科学有效的思路和方法。在某铁路工程建设质量管理活动中,项目部基于预期制定的质量目标,严格按照策划(Plan)、实施(Do)、检查(Check)、处置(Act)四个过程往复循环,直至问题的解决与目标实现。

2.2 PDCA 循环具有的特点

(1)周而复始。PDCA 循环的四个过程不是运行一次即完结。一个循环的结束虽然解决了一部分问题,但极有可能还有问题没有得到解决,或又出现了新的问题,将周而复始地进行循环。

(2)阶梯上升。按照 PDCA 循环的顺序前进,每循环一次,质量管理水平便会有所提升和改进,达到一个新的水平;多次进行活动循环、不断改进质量水平,质量管理的目标终将得以实现。

(3)处置的关键性。对前面出现的问题进行检查并做出必要的处置;对处置效果显著的方法加以肯定,制定出巩固措施并形成有规范、有标准、可操作的指导性文件;对尚存且不能很好解决的问题则需要总结失败的教训,为下一个逻辑循环做好准备^[1]。

(4)客观真实性。在工程质量管理过程中,调查、分析、试验得出的数据以及做出的决策一定要具有真实性和客观性,由此既可以定性地反映施工现场存在的客观事实,又能定量地描述出所在的质量问题的真实情况。

3 PDCA 循环在质量管理活动中的应用思路

PDCA 循环理念具有的特性表明了该逻辑在项目质量管理中具有可行性。项目部依据现行的规范、标准,以工程项目为对象,以工艺为核心,利用系统工程原理,将先进的技术与科学的管理相结合,经过现状调查、设定目标、原因分析、确定要因、制定对策、对策实施、效果检查、制定巩固措施并总结以及下一步打算的过程实践形成了以下一套综合配套的实施办法。

(1)现状调查与目标设定。在铁路项目实施前或实施过程中,针对工程施工的内容进行具体、全面地分析并深入现场考察作业情况,罗列出潜在的质量缺陷并揭示问题所在,结合自身情况考虑改进的方向及改进的程度。

(2)原因分析与确定。展示问题的全貌,根据影响工程质量的六个角度(5M1E),即从人、机械、材料、方法、环境、测量几个角度全方位、多层

次、多维度地查找,分析并确定影响质量问题(症结)的主要原因。

(3)制定处理与改进措施计划。针对产生问题的主要原因并根据现有的资源能力,在保证安全、经济和环保等条件允许的前提下,按照 5W1H(即对策、目标、负责人,地点、时间、措施)法则制定出可检测的改进措施计划。

(4)对策的实施与效果检查。充分利用专业技能和现有资源,针对所制定的措施逐条落实,检验该次循环对症结解决的有效改善程度,看其能否达到预期设定的质量目标,并形成相应的指导性办法进行巩固和效果跟踪。

(5)启动新循环。回顾质量管理活动的全过程,从专业技术、管理办法等方面客观地进行总结,实事求是地分析成功与不足,避免下一轮循环时旧景重现;最后提出工程中尚未解决的问题,开启新一轮的 PDCA 循环。PDCA 循环下的质量管理程序见图 1。

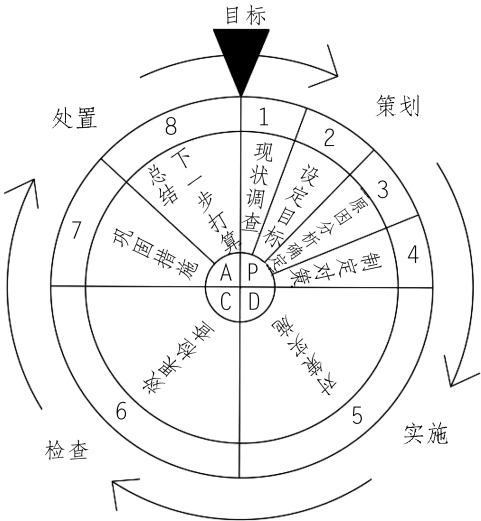


图 1 PDCA 循环下的质量管理程序示意图

4 PDCA 循环在铁路工程建设项目质量管理中的具体应用

某铁路工程建设项目采用挂篮悬臂现浇法施工的预应力混凝土连续梁共计 12 联,为全面提升连续梁混凝土的施工质量,满足高速铁路对桥梁构造物的内在结构安全与外观质量等要求,在该工程 12 联大跨度悬臂浇筑预应力混凝土连续梁施工过程中。运用 PDCA 循环原理以有效预防、整治和提高其混凝土的外观质量,取得了良好成效。

4.1 策划(P)阶段

(1)查明现状,提出施工现场存在的质量问题。在质量管理活动初期,通过对已完工的连续梁节段的混凝土外观质量进行现场调查统计,质量管理小组成员发现混凝土外观存在表面气泡、蜂窝麻面、错台、色差和缺棱掉角等缺陷,整体合格达标率仅为 76%;再次对以上缺陷按照出现部位进行纵向分层调查分析后发现,其外观质量缺陷问题多发生在腹板倒角位置,且腹板倒角位置出现的表面气泡、蜂窝麻面和错台的现象最为严重,占据所出现的总体质量问题的 89%。

(2)分析出现混凝土外观质量缺陷的原因。质量管理小组遵循并执行检验质量的评定标准,对连续梁施工的全过程进行多方面跟踪调查后发现影响工程质量的因素多且复杂,归纳后总共有六个方面,即:人、机械、材料、方法、环境、测量。质量管理人员通过“头脑风暴法”集思广益,并运用鱼翅图原理,针对每个缺陷进行因果分析,通过现场调查和试验确认了以下主要原因^[2]:

①人员因素:施工人员操作不规范,分工不明确;管理人员责任心不强,未做好质量监督检查工作。

②机械因素:没有根据施工现场的实际情况合理选用不同类型的振捣器,以及插入式振捣器的尺寸选择不对而导致混凝土振捣不充分。

③材料因素:模板表面粗糙、不整洁,表面存在浮浆、混凝土硬块和垃圾等杂物;浇筑混凝土前未对其进行清理、浇水湿润度不够^[3];模板拼装时拼缝过大导致浇筑时出现漏浆;脱模剂的选用不合理,传统的机油或食用油稠度高、残留物多,振捣时气泡难以排出而堆积于模板之上,进而造成混凝土表面出现气泡缺陷^[4]。

④操作方法因素:此类因素往往是决定工程质量好坏的关键,缘于施工过程中的不确定因素多且工序复杂。倘若技术管理人员放松要求,追求操作简便或遭遇难以抗力因素的阻碍则极易发生以下情况:

a. 倒角处模板未设置排气孔和振捣口。在混凝土浇筑与振捣过程中,混凝土产生的垂直气泡游离到斜模板位置而难以排出,最终在箱梁腹板倒角的混凝土中出现大范围的气孔;混凝土搅拌不充分、分层过厚导致振捣不充分;

b. 混凝土配合比不合理致使混凝土拌和物和易性没有得到很好的保证;

c. 混凝土养护时间过短、其强度不足时便进行拆模作业以及拆模时受外力撞击,极易造成混凝土表面和棱角破损;

d. 脱模剂涂刷不均匀,出现露底和流滴等现象;

e. 倒角位置的钢筋较密导致混凝土浇筑时难以下料和振捣。在现浇箱梁混凝土施工过程中,浇筑最为困难的位置是箱梁底板与腹板相接触的倒角位置,该位置结构复杂,钢筋密集,水平的纵向与横向钢筋、腹板的竖向钢筋、倒角的加强钢筋、还有底板的预应力钢绞线均从此处穿过,其钢筋的最小间距极小且波纹管所占位置较大,致使混凝土振捣下料比较困难;且因狭小空间内不易进行器具操作,以及现场作业人员来不及移动泵管极易产生混凝土浇筑下料过厚的情况出现。考虑到波纹管的位置比较特殊,施工过程中稍有不慎混凝土的振捣即不能充分到位,则倒角位置的混凝土极易发生烂根、蜂窝麻面等外观质量缺陷。

⑤环境影响:夜间施工光线暗、照明不足。

(3)制定对策。对于上述影响混凝土外观质量的 6 项主要原因,项目部在现有技术和资源条件的允许下制定出了既有针对性,又能得到全面保证的解决措施,并在该轮循环的下一阶段严格、认真地组织实施。

4.2 实施(Do)阶段

(1)人员控制:对全体技术管理人员及施工人员逐级进行技术交底、岗位职责和质量教育培训,主要从工艺技术要求、质量标准、工艺流程及操作要点进行培训^[5];建立质量奖惩制度,明确奖惩标准,做到奖惩分明;实行全过程监督和检查机制。技术管理人员和施工人员一定要熟悉设计图纸和相关规程规范、验收标准和施工工艺要求,确保其施工作业能够严格按照设计方案和质量要求要求,并在施工过程中现场跟班作业,发现问题及时纠正解决。

(2)机械辅助:针对影响症结的原因增设了附着式振捣器配合插入式振捣器进行混凝土振捣作业。

(3)材料保证:首先要保证模板外观平整光滑,对不符合要求者实施退场或整改;其次,模板

之间的拼缝搭接一定要严密、防止漏浆^[6];三是对于脱模剂,一定要选用隔离效果优异且耐水的水性脱模剂,以保证气泡能够有效排出和拆模时模板与混凝土自然分解。

(4)技术保障:对倒角模板开设排气孔、根据振捣棒的作用范围设置振捣口;对水性脱模剂必须合理配兑并均匀涂刷。针对箱梁内钢筋密集影响混凝土浇筑质量的问题,采用导管将混凝土引入并按相关规定进行分层浇筑,灵活应对实际情况,使用适配的振捣器并按相关规范进行振捣。

(5)环境辅助:鉴于夏季施工时的环境温度过高,可以选择在温度较低的傍晚或夜间进行混凝土浇筑。在作业区域设置足够数量的照明灯具以保证施工作业不受影响。

4.3 检查(Check)阶段

待结束上一轮 PDCA 循环之后,项目部组建的质量管理小组根据质量验收标准对连续梁混凝土的外观质量进行检查验收后,发现其外观缺陷有了较为显著的改善,具体表现为:①腹板倒角混凝土表面气泡和蜂窝麻面已不再成片出现;②无明显的混凝土错台现象和混凝土分层线;③混凝土外表色泽均匀且正常,无色差和花斑现象;④因脱模剂和拆模方式不规范导致的缺棱掉角现象得到改善。检测结果表明:通过在质量管理活动过程中运用 PDCA 循环管理办法,采取针对所出现的症结制定的控制处理措施有效且可行。

4.4 处置(Act)阶段

对于检查对策执行后取得的质量成果进行加强与巩固,以期进一步改善混凝土的外观质量。

(1)对循环过程形成过程记录并对其进行总结剖析,将质量管理中采取的有效措施形成作业指导书、规范化的操作规程和工法,以保证各项措施行之有效,为巩固期及下一轮循环提供有效的依据和支撑。

(2)将质量管理理念对项目部全体人员全覆盖,定期安排质量教育培训和经验交流推广,以达到全员关心质量、全员了解质量、全员做好质量的程度。

(3)对于此轮未能得到很好解决的问题做好详细的台账记录,洞悉现场质量问题,开启新一轮 PDCA 循环质量管理活动。

5 结 语

项目部组建的质量管理小组通过工程实践认为:在铁路工程建设施工过程中,基于客观事实并遵循 PDCA 循环理念做好事前、事中、事后三个阶段的控制,可以改善和解决由人、机、料、法、环、测等多方面因素引起的大跨度悬臂浇筑预应力连续梁混凝土外观质量问题,具体阐述如下:

(1)P 阶段:通过对现场连续梁混凝土外观质量进行现状调查,发现连续梁腹板倒角处的表面气泡和蜂窝麻面等质量缺陷严重。基于 5M1E 分析方法追溯其原因并制定出实际、可行的解决方案,完成循环的第一步。

(2)D 阶段:对所制定的对策做好事前准备工作,通过人员、材料、机械、工法、环境等多方面保障针对对策逐条执行、具体整改,以解决此轮循环存在的质量问题。

(3)C 阶段:根据质量验收标准对对策执行情况进行效果检查和统计。检测数据表明:混凝土外观质量缺陷已得到显著改善,针对性结制定的控制处理措施有效且可行。

(4)A 阶段:总结此轮 PDCA 循环的经验和不足,推广分享成功的经验并形成指导性的作业书或标准加以巩固,以避免类似工程今后再次出现此类质量问题。

参考文献:

[1] 中国建筑业协会质量管理与监督检测分会. 工程建设 QC 小组基础教材[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2020.

[2] 张俊华,张庭. 运用 QC 方法提高工程混凝土外观质量[C]//2022 年江西省电机工程学会年会论文集. 中国电建集团江西省电力设计院有限公司,2022.

[3] 何申明. Application of PDCA Cycle in Appearance Quality Control for5m Pre-stress Box Girder of Lian-Yan Expressway[C]//江苏省公路学会优秀论文集(2006-2008). 盐城市交通规划设计院,2009.

[4] 文鹏清. 运用 QC 小组活动降低进水塔混凝土外观缺陷率[J]. 工程质量,2024,42(2):107-110.

[5] 马卫东. PDCA 循环在房建工程质量管理中的应用[J]. 建筑技术开发,2021,48(13):52-53.

[6] 张海,殷长燕,郑福寿. 桥梁混凝土外观质量控制措施[J]. 甘肃科技,2023.39(11):31-34.

作者简介:

刘成林(1998-),男,贵州大方人,彝族,技术员,学士,从事高速铁路工程建设施工技术与管理工
王会超(1990-),男,河北邯郸人,工程师,学士,从事高速铁路工程建设施工技术与管理工
陈学军(1988-),男,宁夏固原人,副高级工程师,学士,从事高速铁路工程建设施工技术与管理工

(编辑:李燕辉)