

文章编号: 0451-0712(2005)06-0199-04

中图分类号: U455.1

文献标识码: B

价值工程在隧道施工组织设计中的应用探讨

李新梅¹, 高世清²

(1. 同济大学 上海市 200096; 2. 深圳通达路桥公司 深圳市 518101)

摘 要: 根据隧道的施工特点, 系统地分析了价值工程在隧道施工组织设计中的应用, 阐述了在隧道施工组织设计中推广价值工程活动的必要性、可行性及注意事项。

关键词: 价值工程; 隧道; 施工组织设计

价值工程(Value Engineering, 简称 VE)是一门致力于提高产品或系统功能, 降低产品或系统成本, 从而以最低寿命周期成本来可靠地实现用户所要求功能的技术与经济相结合的学科。它的中心任务就是通过对研究对象的功能分析, 实现功能与其成本的最佳匹配, 即 $VE=1$ 。而施工组织设计, 则是指全面安排施工活动、指导施工活动的技术经济文件。在工程施工组织设计阶段充分运用价值工程的有关原理, 提倡突破、创新、求实的精神, 激发工程单位的创造热情, 可以使施工过程合理化、科学化, 提高施工质量、降低消耗、加快施工进度, 使投资项目尽早地发挥投资效益。

本文以贵州某隧道为例, 来分析价值工程在隧道施工组织设计中的具体应用。

1 工程概况及地质条件

1.1 工程概况

该隧道地处黔中高原向湘西低山丘陵过渡的斜坡地带, 为双洞单向行驶。隧道左幅长 535 m, 最大埋深为 84.25 m, 最小埋深为 3.2 m, 处于 $i=2.18\%$ 的纵坡上; 右幅长 430 m, 最大埋深为 92.01 m, 最小埋深为 4.6 m, 位于 $i=2.70\%$ 的纵坡上。隧道总造价近 2 600 万元。

1.2 工程特点

由隧道工程的属性, 决定了它具有以下特点:

(1) 隐蔽项目多, 而且复杂; (2) 作业循环性强且空间有限; (3) 作业综合性很强(隧道施工由多种作业构成, 开挖、支护、出渣运输、通风除尘、防水、排

水、供电、供水、供风等缺一不可, 任何一项搞得不好都会影响全局); (4) 动态施工; (5) 作业环境恶劣、风险性大(作业环境比较差, 黑暗、潮湿、粉尘多, 而且还随时受落石和塌方的威胁), 再加上该工程又受到埋层浅、围岩软、偏压大且地下水丰富等不利因素的制约, 施工风险非常大。

2 分析与应用

为了保证施工质量、并能如期完成任务, 在编制施工组织设计时拟定开展价值工程活动。

2.1 成立价值工程活动小组

由项目部总工程师、隧道工程师、机电工程师、质检工程师、特邀业主代表、设计代表和监理工程师组成价值工程活动小组, 并拟定了相应的活动内容。

2.2 对象选择

经分析, 隧道工程总体上由洞门工程、洞身工程及辅助工程 3 部分组成, 从工艺流程来看隧道施工由洞口开挖、洞门建筑、洞身开挖、初期支护、防水工程、二次衬砌、路面工程、管线及通风照明工程、装饰及其他辅助工程等 9 部分组成。经过对上述各部分就施工时间、实物工程量、施工机具占用量、施工难度、人工占用量、安全系数等指标进行测算, 结果表明由洞身开挖、复合衬砌和防排水工程组成的洞身工程的综合指标占据首位, 见表 1。

由表 1 可见, 能否如期安全地完成施工任务的关键, 在于洞身开挖和复合衬砌这两项工作所面临的问题, 而洞身开挖和复合衬砌这两项工作能否顺利进行, 就要取决于进洞及洞身开挖方案, 小组成员

表 1 综合指标分析

项 目	洞口工程	洞身工程	辅助工程
施工时间	18%	70%	12%
实物工程量	12%	79%	9%
施工机具占用量	10%	87%	3%
劳动力占用量	14%	77%	9%
施工难度	5%	90%	5%
安全系数	3%	95%	2%

由此决定以洞身开挖工程为研究对象,应用价值工程优化其施工组织设计。

2.3 功能分析

对隧道洞身进洞开挖方案进行功能分析时,第一步工作是进行功能定义,即在符合经济指标的前提下,按合理的方案,施工出满足设计要求的、坚固可靠的洞体;第二步工作是进行功能整理,即在方案功能定义的基础上,根据方案与工程内容的内在逻辑关系,采取剔除、合并、简化等措施,对方案功能定义进行了整理,绘制出施工方案功能系统图,见图 1 所示。

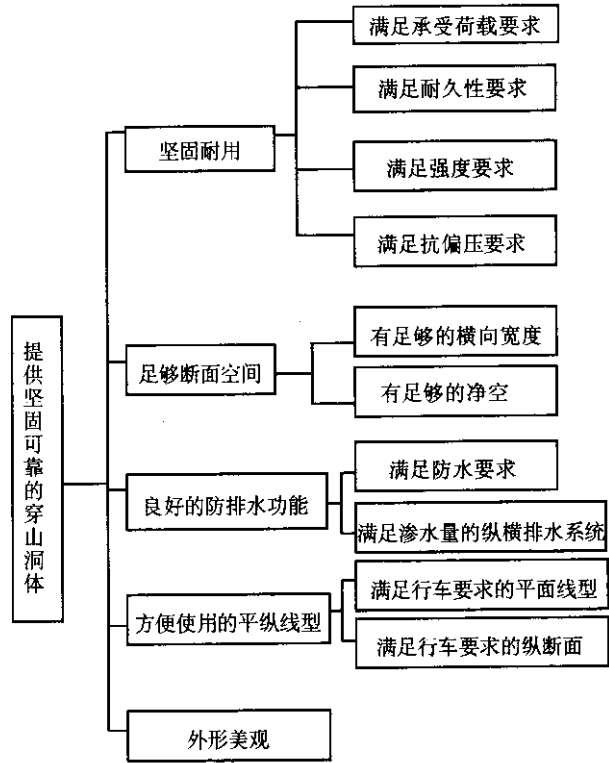


图 1 施工方案功能系统

2.4 功能评价和方案创造

根据功能系统图,可以明确看出,施工对象是隧道洞体的开挖与复合衬砌。在施工阶段应用价值工

程,不同于设计阶段应用价值工程,重点不在于考虑如何实现形成隧道这个功能,而在于考虑怎样实现设计人员已设计出的洞体。这就是说,采用什么样的施工方法和技术组织措施来保质保量地进行隧道洞体的开挖与复合衬砌,是应用价值工程编制施工组织设计中所要研究解决的中心课题。为此,本价值工程活动小组成员同广大工程技术人员、经营管理人员和工人群众一道,积极思考,大胆设想,广泛调查,借鉴国内外成功的施工经验,提出了大量方案。最后根据既要质量好、速度快,又要企业获得可观经济效益的原则,初步筛选出全断面法(代号为 A)、台阶法(代号为 B)、中隔壁 CD 法(代号为 C)、双侧壁导坑法(代号为 D)、CRD(田字中隔壁)法(代号为 E)和台阶分部开挖留核心法(代号为 F)等 6 个施工方案,供做进一步的技术经济评价。

2.5 施工方案评价

对施工方案进行评价的目的,是发展优势,克服和消除劣势,做出正确的选择。首先价值工程人员运用给分定量法进行方案评价,评价情况如表 2 所示。

从表 2 中看出,台阶法施工方案(B)得分最高,依次是部分开挖留核心法(F)、双侧壁导坑法(D)、CRD(田字中隔壁)法(E),中隔壁 CD 法(C)和全断面法(A)得分最低。对得分结果分析可以发现,全断面开挖虽然得分低,但如果进洞后围岩是Ⅳ类及Ⅳ类以上围岩,影响安全方面的因素相应减少,全断面法反而是最可取的方案。又由于左洞的进口段(围岩的右上侧软而破碎,左下侧的整体性比较好)和右洞的出口段(围岩的左上侧软而破碎,右下侧的整体性比较好)软硬不均,偏压明显,采用台阶法(B)风险比较大,分部开挖留核心法(F)虽然得分为第 2,在这里采用却比较合理。用表 2 同样方法进行多次比较后,最后选择表 3 所列综合方案(G 方案)实施洞身开挖。

为进一步证明上述评价的准确性,价值工程人员又通过计算各方案的预算成本和确定该隧道工程的目标成本,进而确定各方案的价值指数,以价值指数高低为判别标准来选择最佳施工方案。通过计算,目标成本为 1 650 万元,各方案的预算成本及价值指数计算如表 4 所示。

表 4 表明,G 施工方案(综合开挖施工方案)为最优方案。

2.6 对已定施工方案的进一步优化

虽然综合开挖方案与其他施工方案相比是最好

表 2 施工方案评价								
方案评价			方案					
指标体系	评分等级	评分标准	A	B	C	D	E	F
施工平台	需要制作(大)	0						
	需要制作(小)	5	0	5	5	5	5	10
	不需要制作	10						
工法的安全性	安全	20						
	较安全	10						
	不够安全	5	0	5	10	20	20	10
	不安全	0						
施工技术难度	高	0						
	较高	5						
	较低	10	10	10	5	0	0	10
	低	15						
施工机械类型	大型	0						
	大、中型	5						
	中、小型	10	0	5	10	15	15	15
	小型	15						
施工工序	复杂	0						
	较复杂	5						
	较简单	10	15	10	5	0	0	10
	简单	15						
工程造价	高	0						
	较高	5						
	较低	15	30	15	5	0	0	15
	低	30						
掌子面的稳定性	好	15						
	较好	10						
	较差	5	0	5	10	15	15	5
	差	0						
地表沉陷	大	0						
	较大	5						
	较小	10	0	5	10	15	15	5
	小	15						
周边收敛控制	好	15						
	较好	10						
	较差	5	0	5	10	15	15	10
	差	0						
施工人员	多工种多人员	0						
	少工种多人员	5	10	10	5	5	5	10
	少工种少人员	10						
施工准备时间	长	0						
	中	5						
	短	10	0	10	5	0	0	5
	无	15						
总工期	保证工期	20						
	无法保证工期	0	20	20	0	0	0	0
工程质量	保证工程质量	15						
	难以保证工程质量	0	0	15	15	15	15	15
承包人施工经验	3 次以上	20						
	1~3 次	10						
	只做过 1 次	5	20	20	5	5	0	10
	没做过	0						
适用范围	要求高	5						
	要求低	10	5	5	10	10	10	5
方案总分			110	140	110	120	115	135

表 3 综合方案汇总		
工程部位	施工方案	说 明
左洞的进口段(95 m)	台阶分部开挖留核心法	视围岩情况逐步转为台阶法
右洞的出口段(90 m)		
左洞洞身段	全断面法	先由台阶法向蘑菇形大断面法过渡(30 m),然后进入全断面开挖
右洞洞身段		
左洞的出口段(50 m)	台阶法	从洞口开始逐步由超短台阶向长台阶过渡
右洞的进口段(55 m)		

表 4 价值指数计算				
方案	目标成本(万元)	预算成本/万元	价值指数	备注
A	1 650	1 500	1.100	
B		1 790	0.922	
C		1 865	0.884	
D		1 955	0.843	
E		2 040	0.810	
F		1 700	0.971	
G		1 640	1.006	

的,但它本身也存在一些问题,仍须改进。价值工程活动小组人员针对综合开挖施工方案存在的施工组织多变化、工序调整多流程、材料及设备利用多机动、人员工种多组合、作业空间多险情、影响质量多因素和总体施工时间长等问题,运用价值工程做了进一步优化。

经过考察,由于进洞开挖断面小,设备及工具调度频繁,使大量人工耗费在无效益的搬运上。一开一停,一进一退,比较费时,工程进度难以保证。为了减少人工耗费及提高工效,进而保证工期,价值工程活动小组人员依据提高价值的 3 个途径:(1)成本不变/人员减少;(2)成本略有增加/人员减少而工效大幅提高;(3)成本减少/人员总数不变提高工效。相应提出以下 3 个施工优化方案。

方案 A:单纯约定缩减工作人员,单组流水作业;

方案 B:调整工序,双组流水作业;

方案 C:3 组流水作业。

应用给分定量法,对这 3 种优化措施进行综合评价,其结果见表 5。

由表 5 所得,方案 C 为最优方案,即采用综合开挖方法按 3 组流水作业的施工方案实施洞身开挖。

表 5 综合方案优化评价分析

方 案 评 价			方 案		
指标体系	评分等级	标准	A	B	C
人员	减少人员	10	10	10	0
	不增不减	5			
	增加人员	0			
工期	工期延长	10	10	30	50
	有所缩短,但无法保证	30			
	保证工期	50			
劳动强度	增加劳动强度	0	0	15	30
	与原方案持平	15			
	减轻劳动强度	30			
设备占用率	增加	0	20	20	10
	不增不减	10			
	减少	20			
设备周转使用率	提高	30	0	15	30
	与原方案持平	15			
	降低	0			
成本盈利	成本降低,盈利微薄	10	10	30	50
	成本不变,盈利不多	30			
	成本略增,盈利明显增加	50			
材料耗量	增加	5	20	10	5
	不增不减	10			
	减少	20			
方案总分			70	130	175

2.7 效果总评

通过运用价值工程,对该工程的各项关键工序进行分析优化,使该工程的施工方案逐步完善,现在该工程已按上述方法所定方案顺利展开了施工,通过对已完工程的比较,预测工期比原方案缩短11.0%,成本降低6.3%,仅此一项节约投资103万元,而价值工程活动费用为10万元,其意义由此可见。

2.8 注意事项

在工程施工中应用价值工程,同一般产品制造过程中应用价值工程有很多相似之处,但是,工程施工又不完全等同于一般的产品制造,有其自己独特之处。因此,在编制施工组织设计中应用价值工程,还应充分注意工程施工的特点,并做到以下几点。

(1)做好调查研究、情报收集工作。

①实地勘察,了解现场情况,做好场地布置;

②认真熟悉和会审各种设计图纸、施工文件,明确项目的功用和各项设计指标,以及有关的施工要求,费用预算等;

③深入调查,掌握其他单位先进的施工方法和成功的施工经验;

④搞清楚本单位的人力、物力、财力,对本单位的施工能力、技术水平做到心中有数。

(2)分析工程特点,围绕着项目的功用和指标要求,合理制定施工方案。

在保证设计要求的前提下,应尽可能地采用工期短、费用省的施工方案。要敢于对多年形成的施工程序和方法质疑,敢于分析现行的施工方案,并提出改进方法。充分发挥工程技术和经济管理人员的聪明才智,创造更多更好的施工方案,从中比较评价,选择最优方案应用。

(3)注意从工程项目的功能要求出发,合理分配资源。

如前所述,工程项目施工中的资源是指人力、施工机具、材料等,分配资源应以满足工程项目功能要求为原则。运用功能分析的原理方法,以功能系统图的形式揭示施工内容,采取剔除、合并、简化等措施使功能系统图合理化,并结合具体施工方式,依据有关定额指标估算,完成各项必要功能的工程量,相应地组织材料供应,配备设备、工具,安排人员施工。

3 结语

价值工程在我国,尤其是应用在隧道工程施工组织设计中是一个新生事物,在它的应用和推广过程中,需要上级主管部门高度重视和大力支持,根据价值工程规范和分析对象的具体情况,建立完善的奖励制度,多部门要协调配合,还要大胆创新,大胆使用,才能不断地更新,发挥出其潜在的作用。

参考文献:

- [1] 价值工程编辑部,编.中国价值工程辉煌成就20年[M].北京:煤炭工业出版社,1998.
- [2] 孙怀玉.实用价值工程教程[M].北京:机械工业出版社,1999.
- [3] 王恩茂.在我国建筑业中价值工程的应用研究与建议[J].价值工程,1999,(3).