

公路隧道施工质量控制研究

王润民¹, 夏永旭², 田志发¹, 撒民力², 罗建国¹, 张志鹏², 胡庆安²

(1 山西省新原高速公路建设有限责任公司, 忻州, 034104; 2 长安大学, 西安, 710064)

摘要:针对目前公路隧道施工中质量控制存在的问题,建立了业主、设计、监理、施工单位的质量保证体系,并对现行《规范》^[1]中对隧道施工质量检测的严重缺项,给出了保证隧道涵盖公路隧道施工全工程所有工序的质量检测的13张应表格。这些表格可以纳入现有的公路隧道技术规范中。

关键词:公路隧道, 施工, 质量保证, 体系, 表格。

1 前言

目前我国工程建设实施“政府监督、社会监理、企业自检”三级质量管理保证体制。对工程质量的监督管理包括各级质量监督站、工程监理公司和承包商自己的质管部门。我国公路隧道建设起步较晚,并且和铁道及水工隧道相比,洞室开挖断面大,施工技术复杂,附属设施多,运营环境要求高,因而在隧道工程的建设和运营过程中还存在许多技术问题,特别是至今尚无一部专门用于公路隧道工程质量检测的标准。隧道结构又是隐蔽工程,内在质量问题事后很难发现,一旦出现质量缺陷,很难采取措施弥补。导致在具体工程建设中,业主和监理部门不仅无法可循,而且没有方法可用。施工单位又由于自身的利益和水平限制,在施工检测方面存在很大的随意性。国内虽然也有不少科研和施工单位进行这方面的研究,但都比较零散,没有形成一个系统地检测评价体系,这和目前公路建设的发展速度以及工程质量的要求极不适宜。因此,结合隧道工程实际,开展公路隧道工程质量检测研究,建立一个包括业主、设计、监理、施工各方共同参与的质量控制体系十分必要。

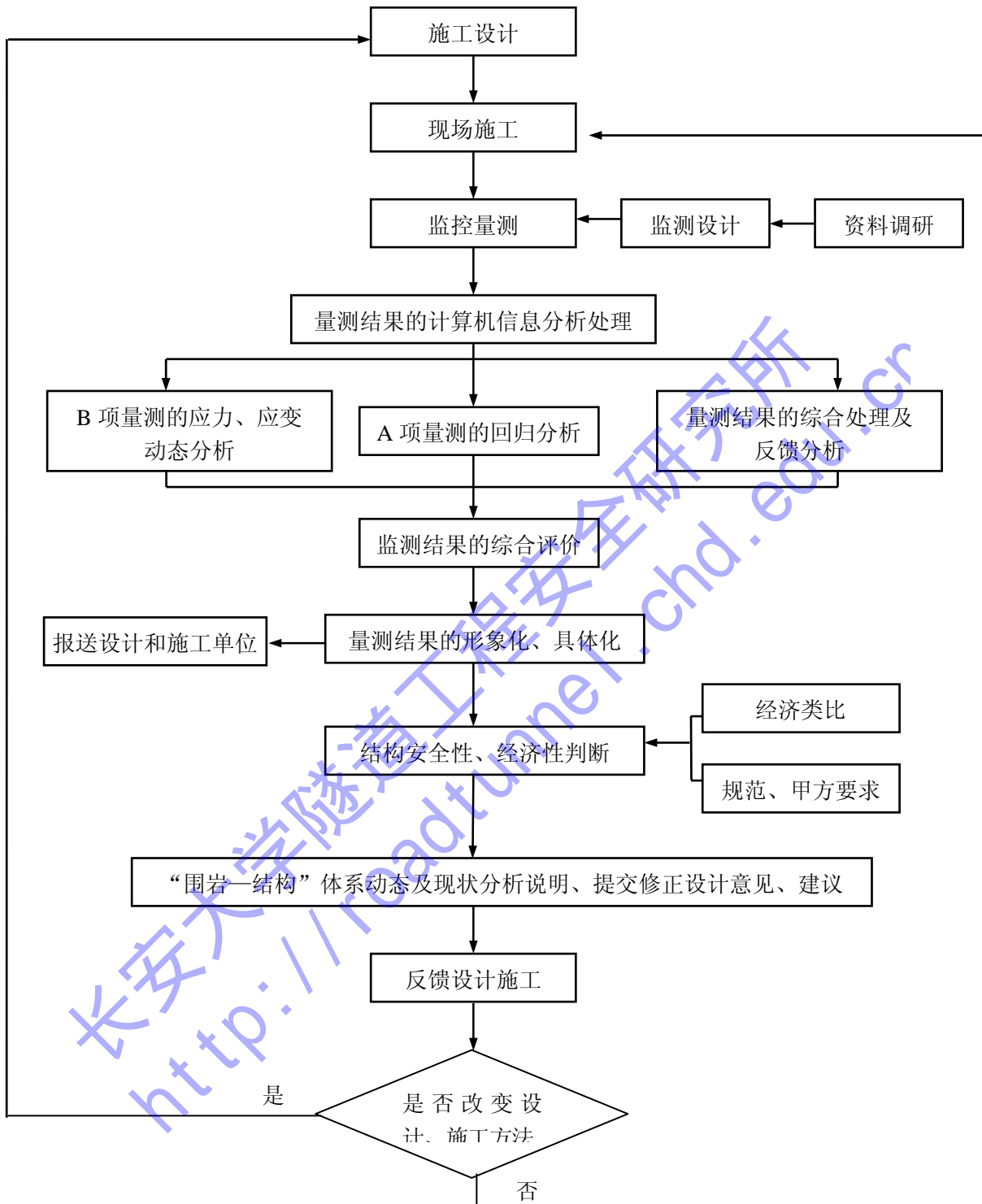
2 公路隧道施工质量控制体系的建立

2.1 新奥法是保证隧道工程质量的理论基础

目前,特长隧道的施工多采用新奥法。但是,真正能够按照新奥法的进行设计与施工的并不多。就新奥法而言,保护围岩,发挥围岩的自承能力是新奥法的基本理念,锚喷支护复合式衬砌是新奥法的结构形式,监控量测是新奥法的重点,动态设计是新奥法的核心。如果在特长公路隧道建设过程中能够真正按照新奥法的思想进行设计与施工,工程质量是完全有保证的。因此,隧道工程应该实行建设单位或项目法人全面负责,监理单位控制,设计、施工单位保证和政府职能部门监督相结合的质量管理制度。各方均遵循新奥法的指导思想,对施工的各个阶段、各个环节和道工序都进行严格的、系统的、全面的质量管理。

2.2 公路隧道施工的监控量测与动态施工设计

监控量测是新奥法施工的重点，是保证隧道现场施工安全和进行信息化设计施工的基础。



础。通过对施工现场量测数据和对开挖面的地质观察以及地质超前预报等预测、预报资料的分析，就可以对隧道围岩力学性能进行评价，进而对隧道施工方法（包括常规的、特殊的、辅助的施工方法）、断面开挖步骤及顺序、初期支护的参数等进行合理调整，真正做到信息化设计施工，保证施工安全、围岩稳定、支护经济、质量良好。公路隧道动态反馈信息化设计施工的流程如图 1。

图 1 公路隧道动态反馈信息化设计施工流程图

公路隧道施工监控量测的内容主要有：地面变形、拱顶下沉、周边收敛、围岩压力、围岩位移、钢拱架变形、混凝土应变、锚杆内力等。监控量测的主要记录表格有：隧道开挖断面地质监测记录表、隧道周边收敛量测记录表、拱顶下沉量测记录表、隧道周边变形量测数据分析表、洞内观察记录表、施工意外情况（塌方、岩爆等）量测记录表等^[1]。

2.3 新原公司对工程质量管理

(1)采取了从源头开始直至竣工验收为止的全过程、全方位的质量管理，把工程质量事故发生的可能性消灭在源头。新原公司的主要领导在编制招标文件时就多次到咨询公司与咨询工程师进行研讨，多次请国内的知名专家对隧道的施工设计图纸进行论证，让咨询工程师充分明白业主的管理思想，从招标文件的编制和施工图纸的设计上保证工程质量。

(2)完善工程质量责任制、建立质量检查制度。新原公司变事后检查为过程控制，加大检查力度，实行全方位监督。

(3)召开施工现场观摩会，树立样板工程，推广先进经验，发挥典型引导作用。对工程质量事故要严肃处理，狠抓不放，要召开现场质量分析会，帮助承包商分析原因总结教训，制定改正措施，使其它施工单位引以为戒，不再重犯。

(4)建立工程质量举报制度，鼓励所有参建人员、包括附近居民，对工程质量、特别是隐蔽工程的内在质量问题进行举报，一经查实，给予重奖，形成人人关心工程质量的局面。

2.4 监理单位对雁门关隧道施工质量控制

隧道工程质量监理是对施工中各个环节、各道工序进行严格、系统、全面地监督和管理，为保证监理工程师能有效地控制质量和规范承包商的施工活动，使质量监理工作标准化、程序化，必须制定一套质量监理程序来指导工程的施工和监理，如图 2 所示。

2.5 施工单位的质量保证措施

(1)健全质量保证体系，严格按照质量体系文件进行质量管理，做到从资源投入和过程控制上保证工程质量。承包商的项目经理部成立质量管理组织机构，严格在质量保证体系下进行管理，作业队以上单位成立全面质量管理小组，对主要工序的施工质量进行有组织的控制。配备专职的质检工程师和质检员，推行全面质量管理和目标责任管理，从组织措施上使保证工程质量真正落到实处。质量保证体系见图 3《质量保证体系框图》。

(2)为保证工程质量和施工顺利进行，针对特殊地质情况，专门成立地质预报组，以加强地质工作和地质超前预报。在开挖过程中，配 3 名有经验的地质工程师，分三班，每班一名，24 小时轮流值班，以监控、指导现场施工，保证措施到位，预防不测。

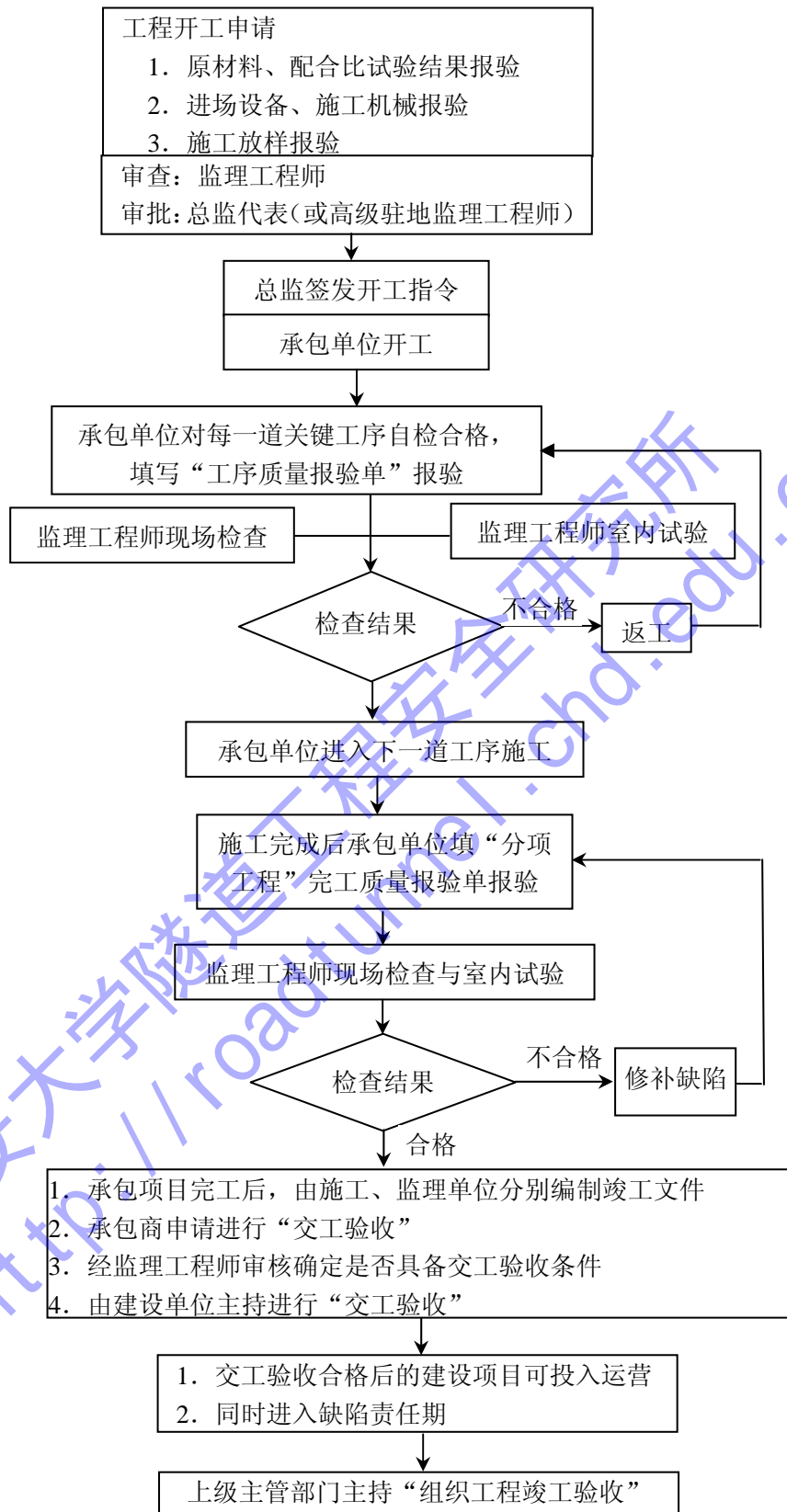


图 2 工程质量监理工作流程图

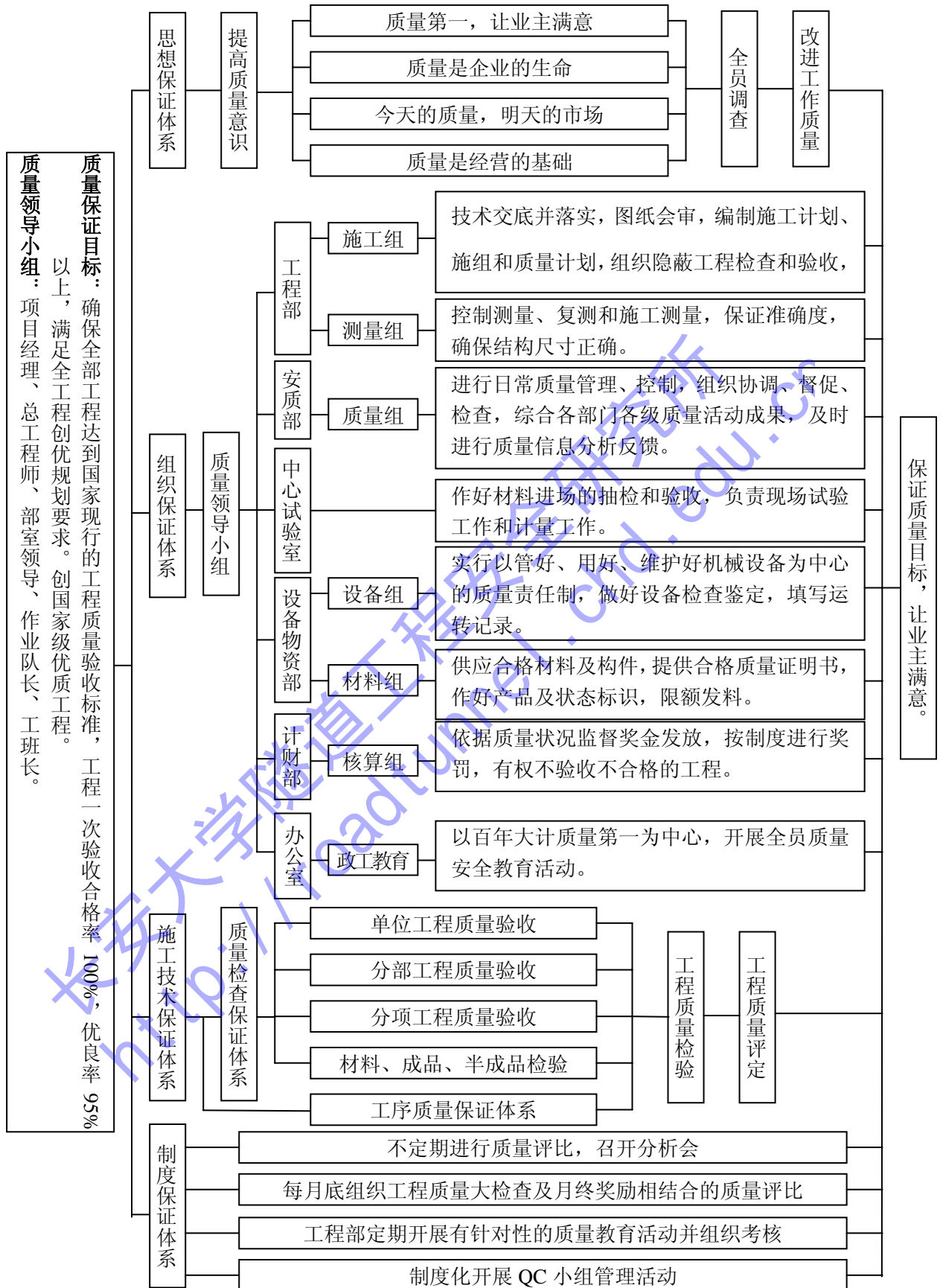


图 3 施工单位质量保证体系框图

(3)对现场施工人员加强质量教育，强化质量意识，开工前技术交底，进行应知应会教育，

严格执行规范，严格操作规程，分项工程开工前按合同要求执行先试验再铺开的程序，开工前按技术规范向监理工程师报送试验报告（包括施工方案、施工方法、施工准备、质保措施等）经监理工程师审核批准后再铺开施工。

2.6 公路隧道施工的质量检测

目前国内公路隧道施工质量检测，主要依据的是 1994 年交通部颁发的《公路隧道施工技术规范》^[1]和 1998 年颁发的《公路工程质量检验评定标准》^[3]，其中关于工程质量检测的内容仅有 4 张表格，即“隧道总体实测项目”、“洞身开挖实测项目”、“锚喷支护实测项目”和“衬砌实测项目”。这四张表格中，“隧道总体实测项目”是用于隧道建成交工时的质量检测，其余三张表格虽然是用于隧道施工过程的质量检测，但不仅内容缺项较大，而且层次较为混乱。在隧道施工过程中，业主、监理和施工单位经常对施工质量的检测内容、方法产生分歧。例如，对于隧道的洞身开挖，不仅要检测超、欠挖，而且要检测轴线和标高；对锚喷支护，不仅要检测喷射混凝土的厚度、强度、平整度，而且要检测混凝土与围岩的密贴程度，同时，对钢拱架、钢格栅、钢筋网及锚杆的检查也应该在锚喷支护的检测中进行，而不应在衬砌实测项目中检测；对锚杆的检测内容也不仅仅是拉拔力，而且还应包括锚杆规格、长度、数量及间距等；对衬砌质量的检测，不仅要检测厚度和强度，而且必须检测有无空洞，还要检查施工过程中的混凝土配合比、立模及拆模等。

此外，在隧道施工过程中，普遍对仰拱的重视程度远不如拱部和墙部。事实上，仰拱不仅对隧道的施工安全十分重要，而且对隧道的结构内力调整至关重要，因此，应该对仰拱施工时的隧底基础认真检查。防水层是复合式衬砌的重要组成部分，国内许多建成隧道的病害表明，防水层的铺设质量直接关系到隧道的运营安全。北方的冻胀、挂冰，南方的渗水腐蚀，经常造成交通事故或者交通中断。此外，公路隧道的施工安全，特别是掌子面的粉尘浓度、瓦斯浓度、温度、噪音等都应严格控制，确保施工人员的人身健康安全。而对仰拱、防水层、施工环境的检测，目前尚无统一的内容齐全的检测表格。

针对以上存在的问题，紧密结合新奥法施工的内容和程序，在大量调查研究的基础上，对雁门关公路隧道施工质量检测所用表格的内容、格式等做了进一步的补充、完善和细化，制定了 13 张用于公路隧道施工过程中的质量检测表格，这些表格建议纳入招标文件的“技术规范”。表格目录如下：隧道开挖质量检测表、锚杆施工质量检测表、钢拱架（钢格栅）总体质量检查表、钢拱架（钢格栅）及钢筋网安装质量检查表、喷射混凝土施工质量检查表、防水层施工质量检查表、止水带施工（预埋式）质量检查表、排水管（盲管）施工质量检查表、二次衬砌模板安装检查表、二次衬砌混凝土灌筑与养护质量检查表、二次衬砌混凝土质

量检查表、仰拱基础质量检查表、隧道施工环境检查表等 13 张表。具体表格件文献[5]。

3 结语

公路隧道的施工质量，必须有业主、设计、监理和施工各方面共同参与和努力才能保证，除了要有完善的组织机构外，还应该具备必须的技术手段质量标准。本文所给出的 13 张质量检测表格还需经进一步的工程实践验证，最后才能形成统一的标准。

参考文献

1. 《公路隧道施工技术规范》(TJT042-94)，人民交通出版社 1995 年
2. 《公路隧道设计规范》(TJT026-99)，人民交通出版社 2000 年
3. 《公路工程质量检验评定标准》，人民交通出版社，1998
4. 新原高速公路工程项目执行报告，2003
5. 夏永旭等，夏永旭等，“雁门关特长公路隧道建设与运营管理成套技术研究”科研报告，2004.6

长安大学隧道工程安全研究所
<http://roadtunnel.chd.edu.cn>