

# 市政路基边坡防护施工工艺应用分析

王庆元

北京建工土木工程有限公司 北京 100015

**【摘要】**：城市建设快速发展，我国对城市道路的运输能力需求不断增长，对城市道路的交通安全、城市道路建设的经济性提出了更高的要求。尤其是在交通安全方面，部分道路建设条件较为复杂，路基边坡存在道路滑坡的风险，对人员和财产的生存构成威胁。因此，针对市政路基边坡防护施工工艺应用分析，预防和控制了交通事故，提高了道路施工的安全性。

**【关键词】**：市政路基；边坡防护；施工工艺

## Application Analysis of Municipal Subgrade Slope Protection Construction Technology

Qingyuan Wang

BCEG Civil Engineering Co., Ltd. Beijing 100015

**Abstract:** With the rapid development of urban construction in China, the demand for the transportation capacity of urban roads continues to grow, which requires higher requirements for the traffic safety of urban roads and the economy of urban road construction. Especially in terms of traffic safety, the construction conditions of some roads are complex, and the subgrade slope has the risk of road landslide, which poses a threat to the survival of people and property. Therefore, according to the application analysis of the construction technology of municipal subgrade slope protection, traffic accidents are prevented and controlled, and the safety of road construction is improved.

**Keywords:** Municipal subgrade; Slope protection; Construction technology

### 1 引言

市政道路建设对促进城市建设和经济发展起到了促进作用。注重市政道路建设施工质量，不仅产生经济效益，而且对社会效益贡献显著。如果从目前的实践来看，路基边坡防护是道路施工中重要的内容。施工过程中本着结合工程实际，改善路基边坡施工工艺，通过提高市政道路路基边坡的稳定性，可以有效延长市政道路的使用寿命。

### 2 市政路基边坡需要防护的主要原因

在市政道路建设过程中，由于路基边坡的工程地质状况、水文地质状况、气象条件、建设规模和周边环境情况存在差异，边坡滑塌问题是最常见的病害。因此，在符合当前施工有限的条件下有效地保护路基的免受损坏是很重要的。

路基边坡滑塌是最常见的路基病害，根据边坡土质类别、破坏原因和规模的不同，可分为溜方与滑坡两种情况。（1）溜方：由于少量土体沿土质边坡向下移动所形成。溜方通常指的是边坡上表面薄层土体下溜，主要是由于流动水冲刷边坡或施工不当而引起的。（2）滑坡：部分土体在重力作用下沿某一滑动面滑动。滑坡主要是由于土体的稳定性不足所引起的路堤边坡坡度过陡，或边坡坡脚被冲刷淘空，或填土层次安排不当是路堤边坡发生滑坡的主要原因。路堑边坡滑坡的主要原因是边坡高度和坡度与天然岩土层的性质不相适应。黏性土层和蓄水的砂石层交替分层蕴藏，特别是具有倾向于路堑方向的斜坡层理存在时，就容易造成滑动<sup>[1]</sup>。

### 3 市政路基边坡防护施工常见问题

路基是市政道路工程总体中的重要组成部分之一，也是道路工程的有效载体。其质量的好坏对道路设备的稳定性起着重要作用。在道路的设计和施工中，要根据施工环境的具体情况，选择合适的边坡防护形，避免因设计不当而出现质量问题。严重的质量问题会导致市政道路建设和维护出现问题，增大较大的成本，造成不良的社会影响，更有可能引起道路交通安全事故。路基施工过程中常见的边坡防护问题包括以下内容：

（1）错误选择了护坡形状。边坡防护设计的形式一般根据地质勘察报告选择相应的防护形式。如果选择边坡防护形式与现场实际地质状况、水文条件与设计存在明显偏差，将影响整个市政道路的设计质量。（2）设计的边坡安全参数不足。道路路基边坡的防护设计过程中应考虑施工过程中存在的偏差，选取的符合要求的边坡防护安全系数并应留有一定冗余安全系数。考虑到实际施工的高度误差、坡度误差、压实质量、路面状况等参数存在一定的误差，也不会边坡造成破坏。（3）设计材料边坡防护不正确。如果在边坡防护设计过程中没有选择正确的材料类型，工程的整体质量将无法满足规范的设计要求。材料设计选择过程需要综合考虑经济性和适用性，尽量选用工艺成熟、性价比高的材料。这有利于提供后续的市政道路建设质量和边坡防护整体性能。

### 4 路基边坡防护主要施工技术

#### 4.1 等离子喷播技术

等离子喷涂技术是在高压输送过程中将植物种子、有机

物、水、辅助物质等喷射到斜坡上，水在岩石表面发生化学反应，形成结晶物质，增强对岩石的附着力。等离子喷雾技术融合了岩石工程力学、生物学、土壤学、肥料学、环境科学等学科，是道路安全建设领域的一种新型技术，其与客土喷播技术类似。其特点如下：淤泥可以加固坡度，营造绿色装饰效果。控制相对方便，为植物生长提供了基质，让倾斜的植物获得生长所需的养分。施工机械化程度高，等离子喷涂技术可以适应各种气候和土壤条件，具有很高的抗雨水侵蚀能力。等粒子喷播技术工程工艺流程具体如下：（1）清理、平整坡面。清除坡面淤积物、浮石，打掉突出岩石，使坡面尽可能平整，再用高压水枪清洗坡面，使坡面有利于喷播基材和岩面完全结合。

（2）铺设固定钢丝网。在坡度大于 $80^\circ$ 的个别区段铺设固定钢丝网，目的是增强护坡强度、形成加筋植被基盘。（3）喷射基料。分基层和面层二次喷射。在基料（含水率60%以下）喷射同时启动喷雾器，使得水与基料在水合流喷嘴处汇合（含水率60%以上，80%以下），随后由特性喷头送到岩面。（4）覆盖无纺布。在面层喷射层完成后，覆盖无纺布进行保墒，营造种子快速发芽环境。（5）喷水养护。在养护期应当保持基料呈湿润状态。喷水设备应采用喷雾喷头移动喷洒，杜绝高压水头直接喷灌。一般50天左右植物可覆盖90%岩面<sup>[2]</sup>。

#### 4.2 挂网客土喷播技术

客土喷播挂网施工原理是道路边坡的植物防护如不进行人工干预，贫瘠的土壤很难达到植被的快速覆盖。挂网客土喷播技术就是通过在边坡上锚固金属网、钢筋网或高强塑料三维网中的一种，采用压缩空气喷枪将混合好的客土喷射到坡面上，再在其上喷射植被种子，通过植被发达的根系和网体的紧密结合，对道路边坡达到防护的目的。根据边坡坡度、地质情况、气温、降雨等特征合理选择网的种类，边坡的植被防护效果就会更佳。该技术适用于边坡比较稳定、坡面冲刷轻微的路堤与路基。用以防止边坡表面水土流失，固结表土，增强路堑边坡的稳定性，美化环境。挂网客土喷播技术工艺流程基本与等离子喷播技术一致。

#### 4.3 植被防护技术

通过在路边种植花卉、植物和植被，可以保持路边的稳定性，减少雨季对路边的破坏，有助于地下表面的稳定性。使用植物和草坪，防止基础表面的水土流失，增加基础表面的整体稳定性。在路基外铺设草坪时，可以选择不同类型的草坪：石板草坪、方形草坪、岩石草坪等。在选择种子和草本植物的过程中，要考虑当地的土壤和气候条件。选择容易生长的植物品种，发展根系，保持各种植物的颜色，进行混栽，改善土壤恢复，美化边坡。

#### 4.4 框架式防护技术

在整体稳定性不高、容易发生滑坡的边坡上，可以采用框

架式防护技术，主要是边坡防护型框架锚索（杆），框架锚索（杆）的设计和制造工艺已经相对成熟，有条件时施工前应进行试验框架锚索（杆）施工。框架式防护技术的整体力学性能较好，能充分保护边坡，防止边坡成为滑面。由于框架防护成本高，常用于道路高边坡防护型设计。

#### 4.5 土工织物防护技术

随着科学的发展，各种新型的建筑材料不断应用于工程建设中。土工织物具有加筋、排水、反滤和隔离等多种功能，因而在道路工程中常被用于进行软土地基处理，路基边坡加固和防护，加筋挡土墙和路面基层。它一方面起到加筋的作用，另一方面可以节约建筑材料，弥补常规的土木材料抗拉强度不足的缺点，可以缩短工期、降低造价。土工织物应用于沥青面层可以起到以下作用：（1）提高抗变形能力；（2）延缓疲劳开裂及其扩展；（3）应力消散层，防止反射裂缝；（4）防水、隔离<sup>[3]</sup>。

土工织物防护技术在道路路基边坡防护的处理中应用更加广泛，对于我国的道路建设及发展意义重大，特别是滨海城市在城市道路建设中越来越多地加以运用。

### 5 市政路基边坡防护施工工艺应用

#### 5.1 施工准备

市政道路边坡施工时，施工前的准备工作非常重要。考虑到市政的特殊情况，施工前的准备主要包括三个方面：（1）调查周围环境。周围环境调查的基本信息是包含交通信息、工程地质、水文、气候条件和周边建筑构造等详细信息。举个简单的例子，除非上述工程实例考虑到大气气候条件，并对施工区进行地质分析，否则不能有针对性地进行边坡防护施工。（2）开展人员培训。主要是根据工程特点对施工人员进行必要的培训，如一定的基本安全意识、专业理论和施工技能等，必须在开工前进行人员培训。（3）准备机械设备和材料。根据设计清单，综合考虑现场进度的实际需求和设备使用率、材料消耗率等相关因素制定相应的工程机械设备和材料供应计划。

#### 5.2 施工方案确定

施工方案的确定前提是设计图纸的落实其中主要考虑了三个因素。首先，要考虑该地区的周边环境和施工条件。新建市政道路边坡防护的施工，往往受外界条件影响较小，而改扩建市政道路边坡防护的施工往往挥手外界条件的影响较大。换句话说，当地环境和施工条件的差异会影响特定施工计划的决策。施工过程中的交通疏解需要地方政府协调多部门，而且必要时需编制专项的交通疏解方案后才能组织常规的施工。其次，要考虑人员和机械设备的特殊位置。人员充足、设备较多和人员不足、设备稀少需要采用的施工方案是不一样的，所以在具体方案确定时，不仅要以工程实践为基础，还要以人员情况等为参考。简言之，全面性的考虑施工中的要素，进而确定

方案,方案的可操作性会更好。最后,要考虑施工方案的整体经济性。在综合考虑施工项目的各种不确定性和可能性等因素的分析、预测的基础上,要制定符合项目实施的安全性和经济性。

### 5.3 边坡土石方施工

边坡施工和凿岩必须严格按照相关设计和技术要求进行。

#### 5.3.1 土方边坡开挖

土方开挖一般采取挖掘机进行施工。在斜坡上开挖需要严格按照自上而下分段、分层次、分台阶逐级开挖。下边坡的开挖必须在上边坡的边坡防护完成并产生加固效果后才能进行,做到“开挖一级、防护一级”直到所有工作完成。

#### 5.3.2 石方边坡开挖

根据工程量不同,小段石方必须使用机孔和小臂钻孔,大方量石方必须采用浅层控制破碎技术分层钻孔,以便在增加的面积上严格进行挖掘。边坡上无松石、危石。石质路堑边坡因超挖而影响上部边坡岩体稳定时,用浆砌片石补砌。挖方边坡从开挖面往下分级清刷边坡。下挖2~3m时,对新开挖边坡进行刷新。爆破后路基、边坡、堑坡稳定,爆破坡度均匀。起爆工作前先对炸药进行试验,随后通过试验改变起爆参数,严格控制起爆时的装药量。市政道路石方边坡工程考虑外观质量要求高的因素,设计单位一般会根据情况针对靠近破面2m范围采取控制爆破或者静态破碎施工处理,施工单位应根据清单合理编制施工预算指导施工。

高边坡土石方开挖及防护工程一般属于危险性较大的分部分项工程,应根据危大工程相关要求,对于危大工程和超危大工程编制专项方案,超危大工程需组织专家论证后方可进行施工。

### 参考文献:

- [1] 刘建坤等主编.路基工程(第二版)[M].中国建筑工业出版社,2014(01):300.
- [2] 曹根.等离子喷播绿化技术[J].全国编(滑)坡工程建议与防护技术交流研讨会,2007-1-10:117-120.
- [3] 沈化荣.土工织物在道路工程中的应用[A].“力学 2000”学术大会论文集[C],2000:653.
- [4] 王壬戌.高边坡预应力锚索拆除施工探讨[A].广东水利电力职业技术学院学报,2018:16-18.

### 5.4 边坡防护施工工艺

市政工程路基边坡生产有着土木工程行业的自身特性,就是其产品均为独一无二的,其施工工艺有着相似性,但其根据周围环境、地质水文条件、所在地气候条件等,每项工程均有着其特殊性。

土木工程行业的技术进步除体现在新产品(如新材料、新设备)外,主要体现在施工工艺创新的过程中。

边坡防护形式采取框架锚索是比较成熟的施工工艺,但市政道路路基在改扩建过程中,出现对已既有的框架锚索路基防护进行拆除,其工艺流程就有着其特殊性。预应力锚索拆除是具有一定危险性的项目。经分析在锚索的拆除过程中,主要存在以下三种危险:(1)在锚索拆除过程中,原封锚端的封闭混凝土破损、锚具夹片、钢绞线断裂弹射伤人。(2)锚索预应力解除、边坡卸载后,原边坡被锚索锁住的岩土体沿着贯通的剪切破坏面发生滑坡或垮塌。(3)在锚索预应力突然解除,岩体产生回弹,原被锚索加固的孤石岩体发生松动滚落。针对该工程特性编制锚索的拆除工艺流程: SNS 柔性网边坡预先防护→上部减量减载→割断混凝土框架→清除锚下混凝土→放张预应力→下道工序施工<sup>[4]</sup>。

### 6 结论

市政路基边坡防护工作可以有效对道路边坡实施防护作用,对道路的整体性能有所保障,提高了行车的安全系数、降低了道路存在的隐患和风险。但是,市政道路路基边坡防护技术的施工仍有很多不确定性和风险性。所以,要确保城市道路的整体建设和发展,还需要加强对施工规划和方案的管理,编制符合现场条件的施工工艺,在施工质量、安全、进度和成本等各项综合条件下,减少项目风险,创造更大的综合效益。