

# 边坡支护技术在土木工程施工中的运用分析

崔达理

中国能源建设集团天津电建建设有限公司 天津 300171

**摘要：**随着土木工程规模扩大，边坡稳定问题愈发关键。本文聚焦边坡支护技术在土木工程施工中的运用。首先阐述边坡支护技术的重要性，其关乎工程安全、经济效益与生态保护。接着介绍常见边坡支护技术，涵盖重力式挡墙、扶壁式挡墙等多种类型。而后详细探讨该技术在土木工程施工各阶段的具体应用，包括勘察设计、材料准备、施工工艺及监测管理阶段。旨在全面分析边坡支护技术，为土木工程中合理运用该技术提供参考，提升工程整体质量与效益，推动土木工程领域的可持续发展。

**关键词：**边坡支护技术；土木工程；施工应用

引言：在土木工程建设蓬勃发展的当下，边坡工程作为重要组成部分，其稳定性直接关系到整个工程的安全与质量。边坡受地质条件、气候环境、施工活动等多种因素影响，易出现滑坡、坍塌等病害，不仅威胁人员生命安全，还会造成巨大经济损失。边坡支护技术作为保障边坡稳定的关键手段，能有效增强边坡抗滑能力，减少地质灾害发生。合理运用边坡支护技术，不仅能确保工程顺利推进，还能实现经济效益与生态效益的统一。因此，深入分析边坡支护技术在土木工程施工中的运用具有重要的现实意义。

## 1 边坡支护技术的重要性

### 1.1 保障工程安全

边坡支护技术是土木工程中保障安全的关键防线。在各类工程，如道路、桥梁、建筑基坑等建设中，边坡的稳定性至关重要。若边坡失稳，可能引发滑坡、坍塌等严重灾害，直接威胁施工人员生命安全，还会对周边已建成设施造成破坏。而边坡支护技术通过合理设计与施工，增强边坡土体强度和稳定性，有效抵御各种不利因素影响，为工程营造安全可靠的施工与运行环境。

### 1.2 提升经济效益

边坡支护技术对提升土木工程经济效益作用显著。一方面，科学的边坡支护设计能减少土方开挖量，降低施工成本。合理选择支护方式，避免过度支护造成资源浪费，或支护不足引发二次处理费用。另一方面，有效的边坡支护可延长工程使用寿命，减少后期维护费用。如稳定的边坡能避免因滑坡等灾害导致的道路、建筑损坏修复支出<sup>[1]</sup>。此外，按时完成工程可避免工期延误带来的违约赔偿等损失，从整体上提高工程投资回报率，实现经济效益最大化。

### 1.3 促进生态保护

边坡支护技术在促进生态保护方面意义重大。传统的边坡处理方式可能对周边生态环境造成较大破坏，如大面积开挖导致植被破坏、水土流失。而现代边坡支护技术注重与生态相结合，例如采用生态袋、植生混凝土等支护材料，在保障边坡稳定的同时，为植物生长提供条件，促进植被恢复。植被的覆盖不仅能美化环境，还能减少雨水对边坡的冲刷，防止水土流失，维护生态平衡。

## 2 常见边坡支护技术

### 2.1 重力式挡墙

重力式挡墙是边坡支护中应用极为广泛且历史悠久的一种技术，它主要依靠墙体自身的重量来抵抗土体的侧向压力，以此维持边坡的稳定。从构造上看，重力式挡墙通常由墙身、基础以及墙背填土等部分构成。墙身一般采用混凝土或石材等具有较高强度的材料砌筑而成，以保证能够承受较大的压力。其截面形状多为梯形，这种形状不仅有利于墙体的稳定，还能在一定程度上节省材料。在施工方面，重力式挡墙的施工工艺相对简单。先进行基础的开挖与处理，确保基础稳固，然后将墙身材料逐层砌筑或浇筑。不过，施工时需严格控制墙体的尺寸和垂直度，保证墙体质量。重力式挡墙的优点显著，它结构简单、取材方便、施工便捷，而且具有较强的适应能力，能在多种地质条件下应用。但其也存在一定局限性，比如墙体体积较大，占用空间多，在软弱地基上使用时，可能因自身重量过大而产生不均匀沉降，影响挡墙的稳定性，因此对地基条件有一定要求。

### 2.2 扶壁式挡墙

扶壁式挡墙是一种在重力式挡墙基础上发展而来的边坡支护结构，它通过设置扶壁来增强挡墙的抗弯和抗剪能力，从而有效提升挡墙的整体稳定性。扶壁式挡墙主要由立壁、底板和扶壁三部分组成。立壁直接承受土

体的侧向压力，底板则将立壁传来的力分散到地基中，扶壁如同“加强筋”，间隔一定距离设置在立壁与底板之间，把两者连接成一个整体，共同抵抗土压力。在施工上，扶壁式挡墙一般采用现浇混凝土施工。先进行基础施工，保证底板基础的稳固，然后依次浇筑底板、扶壁和立壁。施工过程中要严格控制混凝土的浇筑质量和各部分的尺寸精度，确保结构强度。这种挡墙的优点突出，相比重力式挡墙，它能在满足相同稳定要求的情况下，减少墙体厚度和材料用量，节省成本。而且其结构轻盈，对地基的承载力要求相对较低，适用于一些地基条件不是特别理想但又有较高支护要求的边坡工程，在道路、铁路、市政等工程边坡支护中应用广泛。

### 2.3 悬臂式挡墙

悬臂式挡墙是边坡支护中常用的一种结构形式，它主要由立壁、趾板和踵板三部分构成，形似一个倒“T”字形，依靠底板上的趾板和踵板以及墙身自重共同来抵抗土体的侧向压力，维持边坡稳定。在受力特点方面，立壁承受土压力产生的弯矩和剪力，趾板主要承受压 力，踵板则承受拉力，三者协同工作，形成一个稳定的受力体系。这种结构使得悬臂式挡墙在抵抗土压力时具有较强的能力。施工时，悬臂式挡墙多采用钢筋混凝土现浇的方式。先进行基础的开挖与处理，确保地基承载力满足要求，然后绑扎钢筋、支立模板，最后浇筑混凝土。施工过程中要严格控制钢筋的规格、数量和布置，以及混凝土的浇筑质量，保证结构的强度和耐久性。悬臂式挡墙具有结构轻巧、施工方便、占地面积小等优点，适用于地基条件较好、土质不是很差且支护高度不大的边坡工程，在城市建筑基坑、道路边坡等工程中有较广泛的应用<sup>[2]</sup>。

### 2.4 锚喷支护

锚喷支护是边坡工程中一种高效且应用广泛的联合支护技术，它结合了锚杆和喷射混凝土两者的优势，为边坡稳定提供可靠保障。锚杆是锚喷支护的关键部件，它通过钻孔植入边坡岩土体中，并注入水泥砂浆等胶结材料，使锚杆与周围岩土体紧密结合，形成一个整体。锚杆能够提供拉力，有效约束岩土体的变形，增强边坡的整体性和抗滑能力。喷射混凝土则是在边坡表面快速喷射一层混凝土，形成保护层。这层混凝土不仅能防止岩土体风化、剥落，还能与锚杆协同作用，将锚杆的拉力均匀传递到边坡表面，进一步提高边坡的稳定性。在施工方面，锚喷支护具有施工速度快、灵活性高的特点。先进行锚杆的安装与注浆，待锚杆达到一定强度后，立即喷射混凝土。而且它能根据边坡的实际地质条

件和变形情况，及时调整支护参数。锚喷支护适用于各种岩质边坡和部分土质边坡，尤其在地质条件复杂、施工空间受限的工程中优势明显。

### 2.5 土钉墙支护

土钉墙支护是一种原位土体加筋技术，在边坡稳定工程中发挥着重要作用。它主要由土钉、面层和被加固的原位土体三部分组成。土钉是土钉墙的核心构件，一般采用钢筋等材料制作，通过钻孔、插入钢筋并注浆的方式固定在土体中。土钉与周围土体紧密结合，依靠土体与土钉之间的界面粘结力，将不稳定的土体连接成一个整体，增强土体的抗剪强度和整体性。面层通常采用喷射混凝土，它覆盖在边坡表面，一方面可以保护土体不被侵蚀和风化，另一方面能与土钉协同工作，将土压力均匀传递给土钉，形成有效的支护体系。在施工上，土钉墙支护具有施工简便、灵活机动的优点。先对边坡进行修整，然后钻孔安装土钉、注浆，最后喷射混凝土面层。该技术适用于地下水位以上或经降水后的人工填土、黏性土和弱胶结砂土等边坡工程，能有效控制边坡变形，保障施工安全，且经济成本相对较低，在基坑支护、道路边坡等工程中应用广泛。

### 2.6 预应力锚索支护

预应力锚索支护是一种主动受力的高效边坡加固技术，在复杂地质条件下的边坡稳定工程中优势显著。它主要由锚索、锚固段、自由段以及外锚头等部分构成。锚索通常采用高强度钢绞线制作，具备强大的抗拉能力。施工时，先在边坡上钻孔，将锚索植入孔内，在锚固段注入水泥砂浆等胶结材料，使其与周围岩土体紧密粘结，形成牢固的锚固基础。自由段则处于无粘结状态，便于施加预应力。通过张拉设备对锚索施加预应力，外锚头将预应力传递至边坡表面，从而对边坡产生主动的约束力。这种支护方式能有效提高边坡的抗滑稳定性，控制边坡变形。它适用于高陡边坡、软弱岩质边坡以及土质边坡等复杂地质情况。而且，预应力锚索支护可根据边坡的实际受力状况灵活调整锚索的布置和预应力大小。不过，其施工技术要求较高，需要专业的施工设备和人员，施工过程需严格把控质量，以确保锚索的锚固效果和预应力损失在合理范围内。

## 3 边坡支护技术在土木工程施工中的具体应用

### 3.1 勘察设计阶段

在勘察设计阶段，边坡支护技术的应用至关重要。首先需开展详细的地质勘察工作，通过钻探、物探等手段，精准掌握边坡所在区域的地质构造、岩土层分布、地下水位等情况。例如，若发现边坡存在软弱夹层，

可能影响边坡稳定，需在设计时重点考虑。依据勘察结果，结合工程类型、规模及使用要求，合理选择边坡支护形式。对于高度较低、地质条件较好的边坡，可采用土钉墙支护；而对于高陡边坡或地质复杂的区域，预应力锚索支护可能更合适。同时，运用力学原理和数值模拟软件，对边坡及支护结构进行稳定性分析和受力计算，确定支护结构的尺寸、配筋等参数。此外，还要考虑周边环境因素，如邻近建筑物、地下管线等，确保支护设计既保障边坡稳定，又不对周边环境造成不利影响，为后续施工提供科学合理的设计方案<sup>[3]</sup>。

### 3.2 材料准备阶段

材料准备阶段是确保边坡支护工程质量的基础。对于不同的支护技术，所需材料各异。如重力式挡墙常用混凝土和石材，要选择强度高、耐久性好的材料，确保挡墙能承受土压力。锚喷支护中，锚杆需采用合格钢材，保证其抗拉强度；喷射混凝土的水泥、砂石等原料要符合标准，以形成坚固的面层。在材料采购环节，要严格审查供应商的资质和信誉，选择质量可靠的产品。材料进场时，需进行严格的检验和验收，检查材料的规格、型号、质量证明文件等是否符合要求。例如，对钢筋进行力学性能试验，对水泥进行安定性和强度检验。同时，要做好材料的储存和管理，防止材料受潮、变质或损坏。合理规划材料堆放场地，分类存放，确保施工时能及时、准确地供应所需材料，保障工程顺利进行。

### 3.3 施工工艺阶段

施工工艺阶段是边坡支护技术实施的关键环节。以预应力锚索支护为例，钻孔时要严格控制孔径、孔深和倾斜度，确保锚索能准确植入设计位置。注浆过程中，要保证水泥砂浆的配比合理，注浆压力和注浆量符合要求，使锚固段与周围岩土体充分粘结。张拉锚索时，需按照规定的程序和参数进行操作，准确施加预应力，并做好锁定工作。对于土钉墙支护，钻孔、插入土钉、注浆以及喷射混凝土面层等工序都要严格把控。钻孔要保证垂直度和深度，土钉安装要牢固，注浆要饱满。喷射

混凝土时，要控制好喷射厚度和均匀度，确保面层质量。施工过程中，还要注意各工序之间的衔接和配合，合理安排施工顺序，避免出现施工干扰。

### 3.4 监测管理阶段

监测管理阶段贯穿于边坡支护施工及使用全过程，对保障工程安全意义重大。在施工期间，要设置合理的监测点，对边坡的位移、沉降、地下水位等指标进行实时监测。例如，通过安装测斜仪监测边坡深层位移，利用水准仪测量边坡表面沉降。根据监测数据，及时分析边坡的稳定性状况，若发现位移或沉降异常，立即采取措施，如调整施工参数、加强支护等。在工程使用阶段，仍需持续监测，特别是在雨季、地震等特殊时期，要增加监测频率。建立完善的监测档案，记录监测数据和分析结果，为边坡的长期稳定提供依据<sup>[4]</sup>。

### 结束语

边坡支护技术在土木工程施工中占据着不可替代的关键地位。从勘察设计阶段的精准规划，到材料准备阶段的严格把控，再到施工工艺阶段的精细操作以及监测管理阶段的全程守护，每一环节都紧密相连、缺一不可。它不仅关乎工程当下的安全与稳定，更影响着工程长期的耐久性与可靠性。随着土木工程领域的不断发展，边坡支护技术也将持续创新与完善。我们应不断探索新技术、新方法，提升技术水平，以更好地应对复杂多变的工程挑战，为土木工程事业的高质量发展筑牢坚实根基。

### 参考文献

- [1]高振洋.土木工程施工中的边坡支护技术分析[J].砖瓦,2021(03):166-167.
- [2]王连勇.土木工程施工中边坡支护技术的运用[J].工程技术研究,2020,5(8):56-57.
- [3]廖俊君.土木工程施工中边坡支护技术的应用分析[J].砖瓦,2020(04):104-105.
- [4]朱铁增,崔成男.边坡支护技术在土木工程施工中的具体运用[J].工业建筑,2021,51(12):199.