

岩石边坡锚固支护的结构形式及应用

陈绍清

近些年来，对于边坡的支护处理，设计者一改传统的砌体挡土墙结构形式，将矿山井巷、隧洞或洞室等地下工程的锚固支护技术，扩展到对地面上临空岩石边坡的加固支护处理。这类工程技术的特点主要表现在：支护结构占地面积少，结构的最大厚度未超过1m；安全性高，抗震能力强，达到永久性支护；支护的岩石高度由数米至数十米，施工多不受场地的限制，施工机械化程度高，周期短，见效快，施工质量易于保证；结构形式多样，外形美观；工程造价较低。因此，锚固支护技术是建设单位和设计人员广泛采用的方案。

近年来，我院承担的边坡治理工程较多，特将接触到的锚固支护结构形式进行归类，供大家参考。

1 岩石边坡锚固支护的结构形式

影响岩石边坡类型的因素较多，诸如拟建物的安全等级，场地岩体的类型，岩石的结构及物理力学特性，结构面的产状，边坡的高度及自稳定能力，边坡上浮土层的厚度，地下水状况等。因此，采用的锚固支护结构的形式也不一样。岩石边坡锚固支护的结构形式，主要有以下4种类型(见图1)。

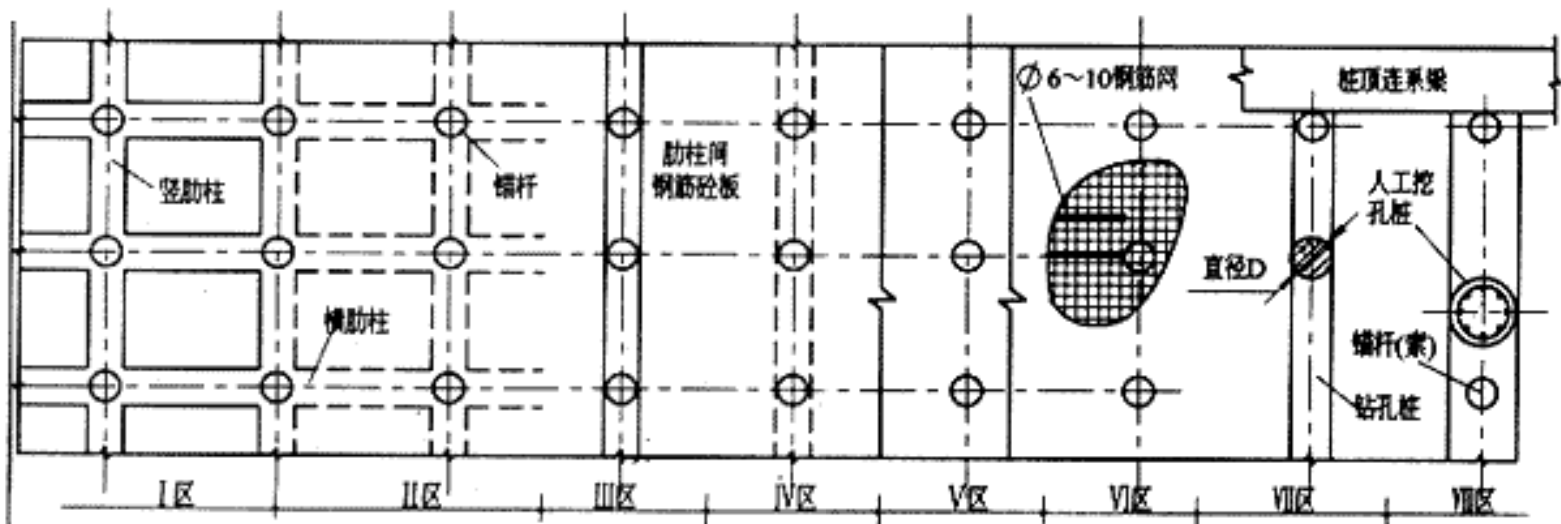


图1 锚杆挡墙结构立面示意图

1.1 锚杆肋柱墙板式

将锚杆锚固在稳定的岩层中(岩石结构面或破裂角以内的岩体，以下相同)，在岩石面沿锚杆中

心设计钢筋砼肋柱相连，肋柱间的岩面支护用钢筋砼板。根据其肋柱是否外露又分为外置肋柱(图1中 、 区)和内置肋柱(图1中 、 区)2种。设计根据结构的需要确定肋柱的设置，可以考虑横、竖肋柱(图1中 、 区)或只设置横或竖肋柱中的一种(图1中 、 区)。

1.2 锚杆墙板型

锚杆锚固在稳定的岩层中，预留锚筋锚固在钢筋砼内，以稳定岩体支护岩面，钢筋砼板沿锚孔中心不设置肋柱，只在锚杆与板连接处增设构造筋等措施(图1中 区)。

1.3 锚杆(桩、索)桩型

在形成边坡前施工好灌注桩，按设计要求控制好桩身的嵌岩深度，并在桩顶施工锚杆，将锚杆预留筋及桩顶预留筋用连系梁连接起来。根据设计的需要，开挖土石方的同时可沿桩身向下施工一定数量的锚杆或锚索，桩顶锚杆可以根据设计的需要设计成斜锚桩。锚杆(桩、索)桩结构成一“人”字形布置来锚固支护体(图1中 、 区)。灌注桩根据需要可以选用人工挖孔桩或机械成孔灌注桩(钻孔灌注桩)，桩间岩体是否支护应根据工程的要求，结合桩间距、岩体的稳定性等因素。采用以下处理措施：用钢筋砼挡板或砌体结构板或在整个工作面外作砌体结构来支护。

1.4 锚杆(钉)喷网结构型

在施工完土石方的岩石边坡或天然的岩石边坡上，设计施工锚杆或锚钉，然后在预留的锚筋上沿岩面坡形挂钢筋网，清洁岩面，用高强度等级的砂浆或细石砼进行喷锚，以锚固支护岩体(图1中 区)。

1.5 其它形式

可根据边坡的地形地貌，岩土体的力学性质，设计宜综合考虑上述4种结构形式的组合应用。

2 各种锚固支护形式的应用

因为岩石边坡的类型不同，应综合考虑诸如结构的安全性，被保护建筑物的安全等级。场地的地质条件等，采用不同的结构形式。上述结构形式的应用及主要施工技术如下。

2.1 锚杆肋柱墙板型

应用要求：(1)被保护的建筑物安全等级为一、二级；(2)被锚固的自由面为全基岩，临空面的高度较高；(3)工程造价较高；(4)施工技术、措施要求较高。

主要施工技术：(1)施工采用逆作法，自上而下，土石方→锚杆→肋柱、墙板；(2)锚杆施工优选干钻；(3)每次作业高度应严格控制。

2.2 锚杆灌注桩型

应用要求：(1)人工挖孔灌注桩：被保护的建筑物安全等级较高；基岩边坡上浮盖有土层边坡，开挖前将土层边坡进行支挡，然后边开挖边施工锚杆。(2)钻孔灌注桩：即将形成的岩面临空面不高，确保土石方开挖期间不发生崩塌、危岩等。

主要施工技术：(1)人工挖孔桩：挖孔桩完工后才允许开挖土石方及施工锚杆；每一工作面高要严格控制。(2)钻孔灌注桩：施工顺序：桩→锚杆→桩顶连系梁→土石方开挖；工作面高度基本不受限制。

2.3 锚杆墙板型

应用要求：(1)被锚固支护的岩面高度较小，岩层上浮盖土层较薄；(2)岩体的自稳能力较强。

主要施工要求：(1)施工采用逆作法自上而下：土石方→锚杆→墙板；(2)每一工作面高度应严加控制。

2.4 锚杆(钉)喷网型

应用要求：(1)主要防止岩石风化，或因渗水、风化引发危岩、崩塌；(2)岩体较为完整，边坡的自稳能力强；(3)边坡的临空面也可以很高。

主要施工技术：(1)工程顺序：土石方→锚杆(钉)→挂网→喷射砂浆或细石砼；(2)工作面高度

基本上不受限制。

2.5 其它(以上各种形式的组合)

应用要求：根据边坡的自然条件及设计处理方案的要求，可以将结构形式进行组合锚固支护边坡。

结合工程的需要确定施工方案和施工方法。

致谢：感谢我院王堂坤高级工程师的支持。

作者单位：陈绍清：重庆川东南地质工程勘察院。地址：400033 重庆市沙坪坝区井口。

收稿日期：1998-09-19