

中国工程建设标准化协会

T/CECS ××—20××

高山滑雪雪道工程技术规程

Technical specification for piste engineering of
alpine skiing

(征求意见稿)

202×—××—××发布

202×—××—01 实施

中国工程建设标准化协会 发布

中国工程建设标准化协会

高山滑雪雪道工程技术规程

Technical specification for piste engineering of
alpine skiing

T/CECS ××—20××

主编单位：XXXXXXXX

批准部门：中国工程建设标准化协会

施行日期： 20 ×× 年 × 月 1 日

中国建筑工业出版社

20×× 北京

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2019年第二批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字[2019]22号）的要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，结合我国实际情况，参考有关国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程的主要技术内容包括：总则、术语、基本规定、设计、施工、运营维护、验收、附录等。

本规程由中国工程建设标准化协会 XXX 专业委员会归口管理，由 XXXX 负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送 XXXXXXX（地址：XXXXXXXX，邮政编码：XXXXXX）。

本规程主编单位：北京北控京奥建设有限公司
中交隧道工程局有限公司

本规程参编单位：中国中元国际工程有限公司
中国建筑设计研究院有限公司
中交一公局集团有限公司
北京市市政工程设计研究总院有限公司
北京双圆工程咨询监理有限公司
北京科技大学
北京硕华基工程技术有限公司
中交隧道局华中工程有限公司
北京市建设工程安全质量监督总站
中交公路规划设计院有限公司
哈尔滨风雪行经贸有限公司

本规程主要起草人员：王韧、王知远、尹正姝、付召坤、田如华、毕超、李书平、李庆文、李长洲、李旭阳、李海涛、刘坤、刘源、刘文浩、刘昕晔、刘晓星、刘奉喜、刘海争、孙向辉、孙帅勤、朱荣辉、陈平宇、陈玉奎、佟晓冬、杨锐、张威、苏彦珉、汪建波、罗进、罗均武、荆敏、赵煜、赵永祥、赵锦元、高涛、顾立海、栗超、聂顺新、路建旗、廖凌冰（按姓氏笔画顺序排列）

本规程主要审查人员：

目 次

1	总则.....	5
2	术语.....	7
3	基本规定.....	10
3.1	一般规定.....	10
3.2	滑雪雪道.....	10
3.3	技术雪道.....	10
3.4	出发区和结束区.....	11
3.5	生态环保.....	11
4	设计.....	13
4.1	一般规定.....	13
4.2	滑雪雪道.....	13
4.3	技术雪道.....	27
4.4	造雪系统.....	30
4.5	安全系统.....	31
4.6	景观恢复.....	31
4.7	附属设施.....	33
5	施工.....	34
5.1	一般规定.....	34
5.2	施工准备.....	35
5.3	滑雪雪道.....	36
5.4	技术雪道.....	52
5.5	造雪系统.....	53
5.6	安全系统.....	62
5.7	景观恢复.....	62
5.8	附属设施.....	65
6	运营维护.....	67
6.1	人工制雪.....	67
6.2	办赛期间运维保障.....	67
7	验收.....	68
7.1	一般规定.....	68
7.2	设备专业施工验收.....	70
7.3	造雪系统施工验收.....	69
7.4	安全系统施工验收.....	70
7.5	景观恢复施工验收.....	70
附录 A	高山滑雪各项比赛特别规定.....	71
附录 B	岩质边坡的分类.....	73
附录 C	单位工程、分部分项工程划分.....	75
附录 D	孔隙率测定方法.....	78
	本规程用词说明.....	80
	引用标准名录.....	81

CONTENTS

1	General Provisions.....	5
2	Terminology.....	7
3	Basic Rules.....	10
3.1	General Rules.....	10
3.2	Piste.....	10
3.3	Technical Piste.....	10
3.4	Depature Area and Terminal Area.....	11
3.5	Ecological and Envirnmental Protection.....	11
4	Design.....	13
4.1	General Rules.....	13
4.2	Piste.....	13
4.3	Technical Piste.....	27
4.4	Snowmaking System.....	30
4.5	Safety System.....	31
4.6	Landscape Restoration.....	31
4.7	Ancillary Facilities.....	33
5	Construction.....	34
5.1	General Rules.....	34
5.2	Construction Preparation.....	35
5.3	Piste.....	36
5.4	Technical Piste.....	52
5.5	Snowmaking System.....	53
5.6	Safety System.....	62
5.7	Landscape Restoration.....	62
5.8	Ancillary Facilities.....	65
6	Operation and Maintenance.....	67
6.1	Artificial Snowmaking.....	67
6.2	Operation and Maintenance during Competitions.....	67
7	Acceptance.....	68
7.1	General Rules.....	68
7.2	Acceptance of Professional Equipment.....	70
7.3	Acceptance of Snow-making System.....	69
7.4	Acceptance of Safety System.....	70
7.5	Acceptance of Landscape Restoration.....	70
Appendix A	Special Regulations for Alpine Skiing Games.....	71
Appendix B	Classification of Rock Slopes.....	73
Appendix C	Division of Divisional and Subdivisional Works.....	75
Appendix D	Method for Determination of Porosity.....	78
	Notes on Wording of the Specification.....	80
	Directory of Reference Standards.....	81

1 总则

1.0.1 为了在高山滑雪雪道设计、施工与质量控制中贯彻执行国家的技术经济政策，做到技术先进、因地制宜、安全适用、保护环境、经济合理、确保质量，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于高山滑雪雪道、技术雪道的设计、施工和验收。

1.0.3 高山滑雪雪道设计应做好工程地质选线工作，路线应绕避规模大、性质复杂、处理困难的不良地质和特殊土（岩）地段，并避免高填深挖。

1.0.4 雪道不宜选择在地质灾害易发区域，如在地质灾害易发区内建设，应进行地质灾害危险性评估，并根据评估情况委托专业单位进行治理；不宜选在软土、湿陷性黄土、冻土、膨胀土和其他特殊性岩土地质区域，如确需设置在上述地质条件下，尚应符合国家现行相应专业标准的规定。

1.0.5 高山滑雪雪道工程设计和施工必须遵守国家生态、环境保护、土地管理的有关法律法规。雪道建设前，应对环境影响进行评估。在建设及使用过程中，尽量保护原有植被地貌，防止噪音和粉尘污染，对于施工废弃物必须妥善处理，减少对生态环境的影响。

1.0.6 雪道雪基设计前应做好工程地质勘察工作，查明工程地质和水文地质条件，并提供设计所需的岩土技术参数。

1.0.7 雪道雪基工程应具有足够的强度、稳定性和耐久性。

1.0.8 雪道雪基设计应从地基处理、雪道雪基填料选择、雪道雪基强度与稳定性、防护工程、排水系统以及关键部位雪道雪基施工技术等方面进行综合设计。

1.0.9 雪道应为运动员创造良好的比赛和训练场地，为工作人员提供方便有效的工作环境。

1.0.10 高山滑雪雪道建设应遵循以下原则：

- 1 满足冬奥组委及单项组织提出的竞赛技术要求及相关场地要求规定。
- 2 雪道建设应注意地基处理、面层压实、雪层铺设等关键环节，满足雪道稳定性要求。
- 3 雪道建设应结合我国国情，根据地区气候和地理条件，因地制宜进行设计。
- 4 雪道建设应遵循可持续发展的原则，应适当考虑赛后的使用和经营，发挥其社会效益和经济效益。

1.0.11 高山滑雪雪道工程施工必须遵守国家文物保护的法律法规，遇有文物时，应立即停止施工，并保护好现场，会同有关单位妥善处理。

1.0.12 高山滑雪雪道工程施工在满足质量标准的前提下，鼓励采用新技术、新工艺、新材

料和新设备。

1.0.13 本规程使用时应加强与国家现行规范的联系和协调，紧密结合。

2 术语

2.0.1 高山滑雪 alpine skiing

一项在高山上进行的冬季运动项目。奥运会高山滑雪设有男子滑降、回转、大回转、超级大回转、全能（滑降/回转）及女子滑降、回转、大回转、超级大回转、全能（滑降/回转），共 10 个小项。

2.0.2 滑雪雪道 piste

运动员使用的比赛雪道、训练雪道、联系雪道的统称。

2.0.3 技术雪道 technical piste

赛时作为高山滑雪雪道之间连接的服务类道路。用于雪道和索道的维护以及连接各比赛赛道，主要服务于滑雪者、压雪车辆及特殊工程车辆。

2.0.4 出发区 departure area

竞赛雪道和训练雪道上即将进行比赛的运动员的准备区域。

2.0.5 结束区 terminal area

竞赛雪道和训练雪道上运动员完成比赛时所在的区域。

2.0.6 雪道雪基 foundation

按照线路位置和一定技术要求修筑的带状构筑物，是雪道的基础，承受由雪道表面传来的荷载。覆雪层以下 1.5m 范围内的雪基部分是上雪基；上雪基以下的雪基称为下雪基。

2.0.7 填石雪基 rock-fill foundation

用粒径大于 40mm 且含量超过总质量 70% 的石料填筑的雪基。

2.0.8 土石雪基 earth-rock foundation

石料含量占总质量 30%~70% 的土石混合材料填筑的雪基。

2.0.9 填土雪基 earth-fill foundation

粒径大于 40mm 的石料含量占总质量 30% 以下的填料填筑的雪基。

2.0.10 雪道雪壑 piste cutting

低于原地面的挖方雪道雪基。

2.0.11 雪道高填方 high foundation

填方高度大于 15m 的雪道雪基。

2.0.12 CBR（加州承载比）California bearing ratio

表征雪道雪基土、粒料、稳定土强度的一种指标。即标准试件在贯入量为 2.5mm 时所施加的试验荷载与标准碎石材料在相同贯入量时所施加的荷载之比值，以百分比表示。

2.0.13 压实度 degree of compaction

雪道雪基材料压实后的干密度与标准最大干密度之比，以百分率表示。

2.0.14 孔隙率 porosity

孔隙率是指土中孔隙的体积与土的总体积之比，以百分数表示。

2.0.15 表土剥离 topsoil stripping

即表土剥离再利用，是指将建设用地或露天开采用地（包括临时性或永久性用地）所涉及到的适合耕种的表层土壤进行剥离，并用于原地或异地土地复垦、土壤改造、造地及其他用途的剥离、存放、搬运、耕层构造与检测等一系列相关技术的总称。

2.0.16 亚高山草甸 sub-alpine meadow

是高寒草甸的一种类型，以耐寒冷、密丛短根茎地下芽嵩草以及苔草、禾草、杂类草为建群植物的草甸群落。

2.0.17 干球温度 dry-bulb temperature

暴露于空气中而又不受太阳直接照射的干球温度表上所读取的数值。

2.0.18 湿球温度 wet-bulb temperature

湿球温度将干球温度和湿度联系起来，是水滴最终达到的稳定温度。湿球温度是干球温度和相对湿度（空气中的水汽含量）的一个函数。

2.0.19 水土保持 soil and water conservation

对自然因素和人为活动造成水土流失所采取的预防和治理措施。

2.0.20 地质灾害 geological disaster

不良地质作用引起人类生命财产和生态环境的损失。主要包括滑坡、崩塌、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降等灾种。

2.0.21 冻土 frozen earth

冻土是指零摄氏度以下，并含有冰的各种岩石和土壤。

2.0.22 滑坡 landslide

斜坡上的岩体或土体在自然或人为因素的影响下沿带或面滑动的现象。

2.0.20 崩塌 rock fall

高陡斜坡上岩体或土体在重力作用下倒塌、倾倒或坠落的现象。

2.0.23 泥石流 debris flow

挟带大量泥沙、石块的间歇性洪流。

2.0.24 挡土墙 retaining wall

承受土体侧压力的墙式构造物。

2.0.25 抗滑桩 slide-resistant pile

抵抗土压力或滑坡下滑力的横向受力桩。

2.0.26 土钉 soil nailing

在土质或破碎软弱岩质边坡中设置钢筋钉或钢丝绳锚杆以维持边坡稳定的支护结构。

2.0.27 预应力锚杆（索） prestressed anchor（anchorage）

由锚头、预应力筋、锚固体组成，通过对预应力筋施加张拉力以加固岩土体使其达到稳定状态的支护结构。

2.0.28 检验 inspection

对检验项目中的性能进行量测、检查、试验等，并将结果与标准规定要求进行比较，以确定每项性能是否合格所进行的活动。

2.0.29 评定 evaluation

依据检验结果对工程质量进行评分并确定其等级的活动。

2.0.30 关键项目 key item

分项工程中对安全、卫生、环境保护和公众利益起决定性作用的实测项目。

2.0.31 一般项目 general item

分项工程中除关键项目以外的实测项目。

2.0.32 外观（质量） appearance (quality)

通过观察和必要的量测所反映的工程外在质量。

3 基本规定

3.1 一般规定

- 3.1.1** 高山滑雪雪道的建设须符合国际单项组织及国际奥委会对该项目的竞赛规则及体育工艺的要求。
- 3.1.2** 所有比赛必须在国际单项组织认可的雪道上进行。
- 3.1.3** 雪道设计建设应结合现场地形地质情况，从减小施工难度和环境保护的角度出发，雪道纵段尽可能遵循原始地形，减少土方量及支挡防护。注重环境保护，遵循可持续发展的原则。
- 3.1.4** 雪道构造应满足雪道稳定性要求及雪道技术要求。
- 3.1.5** 雪道雪层为人工压实后高强度均匀的竞赛雪道用雪，雪的厚度及物理性能参数应满足国际单项组织的相关要求，保证竞赛安全。
- 3.1.6** 雪道两侧运动员滑出线路时有可能撞上的障碍物，需设置相应安全防护措施加以保护。

3.2 滑雪雪道

- 3.2.1** 高山滑雪雪道其规格和设施标准应符合高山滑雪各个项目规则的有关规定。
- 3.2.2** 竞赛道宽通常不小于 40m，应满足滑降、回转、大回转、超级大回转、混合赛各小项对线路宽度设置的要求。竞技雪道的实际宽度可由进行线路认证的 FIS 指定人员决定。
- 3.2.3** 雪道的平面设计应遵循国际单项组织认证的中心线设计，并以 20m 间距设定桩号，对雪道边缘主要控制点进行坐标定位。
- 3.2.4** 竖向设计应遵循以下原则：
- 1 整体坡度应满足国际单项组织设定的雪道坡度要求；
 - 2 竖向设计要因地制宜、就地取材，体现工程量少、见效快、环境好的整体效果。
 - 3 应结合自然地形、减少土方量。
 - 4 应合理解决场地排水问题。
 - 5 满足雪道工程建设与使用的地质、水文条件。
 - 6 应避免及减少自然灾害的发生。

3.3 技术雪道

- 3.3.1** 为保证赛时的正常运行组织和赛后的运营要求，应设置技术雪道。
- 3.3.2** 高山滑雪技术雪道主要功能为工程维护和滑雪连接。具体功能包括服务赛道、赛时设施建设、联系各练习道、工作人员滑雪连接、教练入场离场、紧急救援、工程维护与运营的车辆通行等。
- 3.3.3** 技术雪道应满足相应功能的基本通行条件。技术雪道雪基宽度应满足设计要求。技术雪道雪基的挖方段上口应预留 0.5m 宽排水设施空间及相应景观绿化空间；雪基填方路段、沿路面应做自然放坡或挡墙构筑物，不设置排水沟。
- 3.3.4** 高山滑雪技术雪道技术指标应符合表 3.3.4 要求。
- 3.3.5** 技术雪道全程不允许有逆向纵坡。
- 3.3.6** 所有技术雪道都需要覆雪，且需可以滑雪和行走压雪车。

表 3.3.4 技术雪道技术指标表

雪道性质等级		技术雪道
平面线形	不设超高最小圆曲线半径 (m)	12.5
纵断面 线形	最大纵坡一般值	22%
	最小纵坡	0.3%
	最小坡长 (m)	10
	最小竖曲线半径 (m) 凸型	100
	最小竖曲线半径 (m) 凹型	100
	竖曲线最小长度 (m)	8
横断面	雪基宽度 (m)	6-15

注：仅作为滑雪连接用技术雪道，其不设超高最小圆曲线半径应大于等于 5m。

3.4 出发区和结束区

3.4.1 出发区设置应符合以下要求：

- 1 出发区应具备适当防止恶劣天气的能力。
- 2 出发区应设置运动员起点、取暖屋和器材存放处。
- 3 为防止外界公众对即将进行比赛的运动员、教练员、服务人员进行干扰，出发区四周应设置分隔和防护。

3.4.2 结束区设置应符合以下要求：

- 1 比赛终点应清晰可见，宽阔平缓。
- 2 运动员穿过终点时的线路应顺应自然的地形。
- 3 结束区周围应设置分隔和防护措施，保证运动员和观众的安全，避免观众对比赛场地的干扰。

3.5 生态环保

3.5.1 表土剥离

- 1 雪道建设中应收集保护山体表土资源，减少表土资源在建设施工中的流失浪费。
- 2 剥离的表土应用于赛区内的造地复垦，以开展景观重建与生态环境修复等工作。
- 3 表土剥离的施工流程包括测量放样、清理场地、采集土壤、装袋、运输、存放。

3.5.2 剥离表土的利用

- 1 表土剥离的利用包括以下两个方面：

- 1) 用于景观绿化；
- 2) 用于造地，通过对不适宜植树造林区域进行覆土，新造林地。

- 2 剥离表土的利用应遵循以下原则：

- 1) 同区优先

高山草甸区的剥离表土与项目区（高山滑雪比赛区）内其他区域的剥离表土应分别优先在自己区域内进行利用，避免交叉使用。

- 2) 需求优先

项目区内剥离表土的利用包括生境保护、边坡工程和景观营造三个方向。为了尽快减少对动植物生境的影响，恢复项目区内原有的生态环境，应优先利用剥离表土完成生态环境保

护的工作，如保护区、生态廊道的建设，珍惜植被资源的养护与保护等；其次是完成边坡工程中的表土供给，减少不必要的水土流失；最后考虑景观营造方面的剥离表土利用。

3) 提早利用，控制时间

为了避免高山滑雪比赛区非草甸区域种子库在超过一年的堆放期后失活，应在施工完毕后尽早开展表土利用，在春夏两季进行相应的剥离表土利用工作。

4) 避免、减少客土的利用

在项目内剥离表土无法满足各方面需求的情况下，可从赛区所在地区及周边区县调集客土，不可从立地条件差异显著的地区调集，以防物种入侵以及虫害爆发。

3.5.3 水土保持

1 雪道设计应尽量避免施工造成的水土流失。

2 雪道建设过程中应对施工过程中造成的水土流失采取预防和治理措施。

3 水土保持措施包括工程措施和生物措施。一般需要两种措施结合，因地制宜，因害设防。

4 设计

4.1 一般规定

4.1.1 雪道主要分为三个构造层次，由下至上分别为雪基（下雪基和上雪基）、生态种植层和覆盖雪层。

4.1.2 为了保证山体原有生态结构，雪基上应铺设种植层，优先选用包含原有种子库的原有剥离表土。

4.1.3 雪道坡度大的区域表面应采取防止水土流失的措施。如铺设麻绳网。

4.2 滑雪雪道

I 构造做法

4.2.1 雪道清表

对于雪道需要保留自然地形的区域，对突出地表的岩石进行移除，石块应堆砌于雪道的迎风侧，为积雪提供防风矮墙。

自然地面突起与凹陷部分须铲除填平，使雪道基本平滑。

树林中的树桩及主根被移除之后，场地也须进行平整。

对于雪道的填方区域，须清除表层耕植土层及碎石土层中的杂草树根等。表土剥离措施详见本标准表土剥离章节。

4.2.2 雪道开挖

如雪道挖方段主要分布崩塌、积粒径较大的碎石土，为避免施工对赛道地基产生扰动，须先对场地内的大块石采取原地破碎处理，再进行清除及整平处理。

4.2.3 雪道回填

雪道坡道填方段，首先须清除表层耕植土层，将雪道基底挖成台阶状，台阶面内倾，台阶高宽比为 1:2，台阶高度不大于 1m。分层回填石或砾类土，分层回填厚度不超过 500mm，填筑填料强度、粒径指标详见下表 4.2.3。

表 4.2.3 雪道雪基填料强度、粒径和控制指标

填料应用部位	雪道覆雪层底面以下深度 (m)	填料最大粒径(mm)	孔隙率
上雪基	0~1.5m	270	≤22%
下雪基	1.5m 以下	330	≤24%

雪道沟谷填方段，需结合防排洪设计及泥石流治理设计进行，在相关设施完成后，再采用人工级配碎石分层碾压回填，压实质量标准宜选用孔隙率作为控制指标。

雪道表面不宜过于平整，雪基表面平整度应控制在±300mm 左右。

4.2.4 雪道坡度大的区域表面应采取相应措施防止水土流失。

II 滑雪雪道雪基

4.2.5 基本规定

1 雪道雪基设计应做好工程地质勘察工作，查明水文地质和工程地质条件，获取设计所需要的岩土物理力学参数。

2 雪道雪基设计应从地基处理、雪基填料选择、雪基强度与稳定性、防护工程、排水系统以及关键部位雪基施工技术等方面进行综合设计。

3 高山滑雪雪道雪基设计荷载按雪厚度 2m（技术雪道厚度 0.5m）。

4.2.6 填方雪道雪基

此条不适用于填石雪道雪基，填石雪道雪基相关要求详见 4.2.11 条。

1 填料选择

1) 雪道填方雪基可选用级配较好的碎石土、砂土等粗粒土作为填料，填料最大粒径应小于 60mm。

2) 冻土、膨胀土、泥炭、淤泥、有机质土及盐渍土等土料，不得直接用于填筑雪基。冰冻地区的上雪基不应直接采用粉土填筑。

3) 雪道雪基填料最小强度应符合以下表 4.2.6-1 的规定。

表 4.2.6-1 雪基粗粒土填料最小强度

雪基部位	雪道覆雪层底面以下深度 (m)	填料最小承载比 (CBR) %
上雪基	0~1.5	3
下雪基	1.5 以下	2

2 压实度

雪道雪基应分层铺筑，均匀压实，压实度应符合表 4.2.6-2 的规定。

表 4.2.6-2 雪基粗粒土填料压实度

下雪基部位	雪道覆雪层底面以下深度 (m)	压实度%
上雪基	0~1.5	93
下雪基	1.5 以下	90

注：压实度系按《公路土工试验规程》（JTJ 051）中重型击实试验法求得的最大密度的压实度。

3 雪道雪基边坡形式和坡率应根据填料的物理力学性质、边坡高度和工程地质条件确定。

1) 当地质条件良好，雪道边坡高度不大于 10m 时，其边坡坡率不宜陡于表 4.2.6-3 的规定。

表 4.2.6-3 雪道雪基边坡坡率

填料类别	边坡坡率
细粒土	1:1.75
粗粒土	1:1.75
巨粒土	1:1.5

2) 对边坡高度超过 10m 的雪道雪堤，边坡形式宜采用阶梯形，边坡坡率应按稳定性分析计算确定，并应进行个别设计。

4 雪道雪基表层处理

1) 稳定斜坡上雪基表层的处理，应符合下列要求：

a 地面横坡缓于 1:5 时，在清除地表草皮、腐殖土后，可直接在天然地面上填筑雪基。

b 地面横坡为 1:5~1:2.5 时，原地面应挖台阶，台阶宽度不应小于 2m。当基岩面上的覆盖层较薄时，宜先清除覆盖层再挖台阶；当覆盖层较厚且稳定时，可予保留。

2) 应将雪基表层夯压密实。在一般土质地段，压实度不应小于 85%。

4.2.7 挖方雪道雪基

1 土质雪道雪基

土质雪道雪基边坡形式及坡率应根据工程地质与水文地质条件、边坡高度、排水措施、施工方法，并结合自然稳定山坡和人工边坡的调查及力学分析综合确定。

雪道边坡高度不大于 20m 时，边坡坡率不宜大于表 4.2.7-1 的规定值。

土质挖方雪道边坡高度超过 20m、岩质挖方雪道边坡高度超过 30m 以及不良地质、特殊土地段的挖方雪道边坡，应进行个别勘察设计。

表 4.2.7-1 土质雪道雪基边坡坡率

土的类别		雪道边坡坡率
粘土、粉质粘土、塑性指数大于 3 的粉土		1:1
中密以上的中砂、粗砂、砾砂		1:1.5
卵石土、碎石土圆砾土、角砾土	胶结和密实	1:0.75
	中密	1:1

注：黄土、红粘土、高液限土、膨胀土等特殊土质挖方雪道边坡形式放坡度应按有关规定确定。

2 岩质雪道雪基

1) 岩质雪道雪基边坡形式及坡率应根据工程地质与水文地质条件、边坡高度、施工方法，结合自然稳定边坡和人工边坡的调查综合确定。必要时可采用稳定性分析方法予以检算。边坡高度不大于 30m 时，无外倾软弱结构面的边坡按附录 E 确定岩体类型，边坡坡率可按表 4.2.7-2 确定。

表 4.2.7-2 岩质雪道雪基边坡坡率

边坡岩体类型	风化程度	边坡坡率	
		H<15m	15≤H<30m
I 类	未风化、微风化	1:0.1~1:0.3	1:0.1~1:0.3
	弱风化	1:0.1~1:0.3	1:0.3~1:0.5
II 类	未风化、微风化	1:0.1~1:0.3	1:0.3~1:0.5
	弱风化	1:0.3~1:0.5	1:0.5~1:0.75
III 类	未风化、微风化	1:0.3~1:0.5	
	弱风化	1:0.5~1:0.75	
IV 类	弱风化	1:0.5~1:1	
	强风化	1:0.75~1:1	

2) 对于有外倾软弱结构面的岩质雪道边坡、坡顶边缘附近有较大荷载的边坡、边坡高度超过表 4.2.11-5 规定范围的边坡，边坡坡率应通过稳定性分析计算确定。

3) 边坡高度大于 20m 的软弱松散岩质雪道雪基，宜采用分层开挖、分层防护和坡脚预加固技术。

3 当挖方雪道边坡较高时，可根据不同的土质、岩石性质和稳定要求开挖成折线式或台阶式边坡，边沟外侧应设置碎落台，其宽度不宜小于 1m；台阶式边坡中部应设置边坡平台，边坡平台的宽度不宜小于 1.5m。

4 雪道边坡坡顶、坡面、坡脚和边坡中部平台应设置地表排水系统。

5 根据雪道边坡稳定情况和周围环境状况确定边坡坡面防护形式，边坡防护应采取工程防护与植物防护相结合，稳定性差的边坡应设置综合支挡工程。条件许可时，宜优先采用有利于生态环境保护的防护措施。

4.2.8 雪道雪基填挖交界处理

1 半填半挖雪道雪基中填方区应符合本标准第 4.2.6 条、第 4.2.9 条的有关规定。必要时可采用强夯等进行增强补压，以消减雪道雪基填挖间的差异变形。

2 半填半挖雪道雪基中挖方区应符合本标准第 4.2.7 条、第 4.2.10 条的有关规定。

3 半填半挖雪道雪基的填料应综合设计，当挖方区为土质时，应优先采用渗水性好的材料填筑，同时对挖方区上雪基 1.5m 范围内土体进行超挖回填碾压，并在填挖交界处上雪基范围内宜铺设土工格栅；当挖方区为坚硬岩石时，宜采用填石雪基。

4 当地表斜坡陡于 1:2.5 时，应进行填挖间雪道雪基稳定性分析。当雪道雪基稳定性不够时，应根据地形地质条件，在雪道雪基边坡下方设置支挡工程。

5 根据雪道融化覆雪以及地下水出露情况和岩土性质，设置完善的排水系统。

6 雪道纵向填挖交界处应设置过渡段，土质地段过渡段宜采用级配较好的砾类土、砂类土、碎石填筑，岩质地段过渡段可采用填石雪基。

4.2.9 高边坡雪道雪基与陡坡雪道雪基

1 高边坡雪道雪基与陡坡雪道雪基设计应贯彻综合设计和动态设计的原则。应在充分掌握场地水文地质条件、填料来源及其性质的基础上，综合进行雪道雪基断面、排水设施、边坡防护、地基及堤身处治等的设计。当实际情况有变化时，应及时调整设计，保证雪道雪基稳定。

2 对边坡高度超过 20m 的雪道雪基或地面斜坡坡率陡于 1:2.5 的雪道雪基，以及不良地质、特殊地段的雪道雪基，应进行个别勘察设计，对重要的雪道雪基应进行稳定性监控。

3 高边坡雪道雪基与陡斜坡雪道雪基的工程地质勘察，应查明地基土的岩性、分布特征和物理力学性质，查明地下水的分布特征，确定地基土的承载力、强度及变形指标，提供设计所需的岩土参数。勘察工作应满足《公路工程地质勘察规范》（JTJ064）及其他相关规范的要求。

4 雪道雪基填料应满足本标准第 4.2.6.1 条的规定，雪基压实度应满足本标准第 4.2.6.2 条的要求。必要时，可采用强夯等进行增强补压，以消减高雪基的差异变形。

5 高雪道雪基边坡形式和坡率应根据填料的物理力学性质、边坡高度、雪道荷载和工程地质条件等经稳定计算，并结合工程经验分析确定。高雪道雪基断面形式宜采用台阶式，降水量较大的地区，平台上应加设截水沟。

6 高雪道雪基稳定性分析的强度参数应根据填料场地情况，选择有代表性的土样进行室内试验，并结合现场情况确定。

7 雪道雪基稳定性监测设计

1) 雪道雪基施工应注意观测雪道雪基填筑过程中或以后的地基变形动态，对雪道雪基施工实行动态监控。

2) 设计应明确观测的雪道雪基段落、观测项目、观测点的技术要求，确定稳定性观测控制标准，说明施工中应注意的事项。

4.2.10 雪道挖方高边坡

1 土质雪道挖方边坡高度超过 20m、岩质雪道挖方边坡高度超过 30m 以及不良地质、特殊岩土地段的雪道挖方边坡，应进行个别勘察设计。

2 雪道边坡工程勘察宜采用工程地质调查与测绘、钻探、坑（井、槽）探与物探相结合的综合勘察方法，必要时可辅以硃探。勘察工作应满足《建筑工程边坡技术规范》（GB 50330）及《公路工程地质勘察规范》（JTJ064）等规范的要求。

3 根据不同的岩土性质和稳定要求，应将雪道边坡开挖成折线式或台阶式边坡。台阶式边坡中部应设置边坡平台，边坡平台的宽度不宜小于 1.5m。坚硬岩石地段雪道边坡可不设平台，其边坡坡率可调查附近已建工程的人工边坡及自然山坡情况，根据边坡稳定性分析

综合确定。

4 雪道边坡防护设计应根据边坡地质和环境条件、边坡高度，采取工程防护与植物防护相结合的综合措施，稳定性差的边坡应设置综合支挡工程，并采用分层开挖、分层稳定和坡脚预加固技术。

5 应设置完善的雪道边坡排水系统，及时引排融化雪水、地表水和地下水。

4.2.11 雪道填石雪基

1 一般规定

1) 膨胀性岩石、易溶性岩石、崩解性岩石和盐化岩石等均不应用于雪道雪基填筑。

2) 用填石料修筑雪道雪基，应采取相应的技术措施，做好断面设计、结构设计和排水设计，保证雪道填石雪基有足够的强度和稳定性。

3) 雪道填石雪基采用施工机械需根据坡度通过试验段确定。

4) 雪道填石雪基在施工前，应通过试验路段确定合适的填筑层厚、压实工艺以及质量控制标准。

5) 采用强夯或冲击机械进行施工的填石雪基，其压实层厚与质量控制标准可通过现场试验确定。

2 雪道填石料的分类

根据石料饱和抗压强度指标，可按表 4.2.11-1 将填石料分为硬质岩石、中硬岩石、软质岩石。

表 4.2.11-1 岩石分类表

岩石类型	单轴饱和抗压强度(MPa)	代表性岩石
硬质岩石	≥60	1、花岗岩、闪长岩、玄武岩等岩浆岩类。
中硬岩石	30~60	2、硅质、铁质胶结的砾岩及砂岩、石灰岩、白云岩等沉积岩类。 3、片麻岩、石英岩、大理岩、板岩、片岩等变质岩类。
软质岩石	5~30	1、凝灰岩等喷出岩类。 2、泥砾岩、泥质砂岩、泥质页岩、泥岩等沉积岩类。 3、云母片岩或千枚岩等变质岩类。

3 不同强度的石料，应分别采用不同的填筑层厚和压实控制标准。填石雪基的压实质量标准宜用孔隙率作为控制指标，并符合表 4.2.11-2~表 4.2.11-4 的要求。

表 4.2.11-2 硬质石料压实质量控制标准

分区	雪道覆雪层底面以下深度 (m)	摊铺层厚度 (mm)	最大粒径 (mm)	孔隙率%
雪道上雪基	0~1.5m	≤400	270	≤22%
雪道下雪基	1.5m 以下	≤600	330	≤24%

表 4.2.11-3 中硬石料压实质量控制标准

分区	雪道覆雪层底面以下深度 (m)	摊铺层厚度 (mm)	最大粒径 (mm)	孔隙率%
雪道上雪基	0~1.5m	≤400	270	≤22%
雪道下雪基	1.5m 以下	≤500	330	≤24%

表 4.2.11-4 软质石料压实质量控制标准

分区	雪道覆雪层底面以下 深度 (m)	摊铺层厚度 (mm)	最大粒径 (mm)	孔隙率%
雪道上雪基	0~1.5m	≤300	270	≥20
雪道下雪基	1.5m 以下	≤400	330	≥22

4 雪道填石雪基的质量控制

1) 雪道填石雪基的压实质量宜采用施工参数（压实功率、碾压速度、压实遍数、铺筑层厚等）与压实质量检测联合控制。

2) 雪道填石雪基压实质量可以采用压实沉降差或孔隙率进行检测，孔隙率的检测应采用水袋法进行。

5 在雪道填石料表面填雪时，填石料顶面应无明显孔隙、空洞。填石雪基最后一层的铺筑层厚应不大于 400mm，过渡层碎石料粒径应小于 270mm。在必要时，宜设置土工布作为隔离层。

6 雪道填石雪基可采用与土质雪基相同的雪基断面型式，填石雪基的边坡坡率应根据填石料种类、边坡高度和基底的地质条件确定。易风化岩石与软质岩石用作填料时，应按土质雪基边坡设计。在雪道雪基基底良好时，填石雪基边坡坡率不宜陡于表 4.2.11-5 的规定值。

表 4.2.11-5 雪道填石雪基边坡坡率

填石料种类	边坡高度 (m)			边坡坡率	
	全部高度	上部高度	下部高度	上部	下部
硬质岩石	20	8	12	1:1.1	1:1.3
中硬岩石	20	8	12	1:1.3	1:1.5
软质岩石	20	8	12	1:1.5	1:1.75

1) 填方边坡较高时，可在边坡中部设边坡平台，平台宽度为 1~3m。

2) 中硬和硬质石料及以上雪道填石雪基应进行边坡码砌，边坡码砌应采用强度大于 30MPa 的不易风化的石料，码砌石块最小尺寸不应小于 300mm，石块应规则。

3) 填高小于 5m 的雪道填石雪基，边坡码砌厚度不小于 1m；填高 5~12m 的雪道填石雪基，边坡码砌厚度不小于 1.5m；12m 以上填高的雪道雪基边坡码砌厚度不小于 2m。

7 雪道填石雪基稳定性验算与沉降计算

1) 对于软弱地基上的雪道填石雪基，其结构形式设计应与软土地基处治设计综合考虑，并应进行稳定验算和沉降计算。

2) 雪道填石雪基在采用风化岩石和软质岩石时，应考虑浸水后抗剪强度降低、压缩性增加等不利情况。

III 雪道雪基防护与支挡

4.2.12 雪道雪基坡面防护工程应在稳定的边坡上设置，防护类型的选择应综合考虑工程地质、水文地质、边坡高度、环境条件、施工条件和工期等因素的影响，对于雪道雪基稳定性不足和存在不良地质因素的路段，应注意雪道雪基边坡防护与支挡加固的综合设计。

4.2.13 雪道雪基支挡结构设计应满足支挡结构的稳定、坚固和耐久；结构类型选择及设置位置的确定应安全可靠、经济合理、便于施工养护；结构材料应符合耐久、耐腐蚀的要求。

4.2.14 雪道坡面防护

1 植物防护

1) 植被防护

铺草皮适用于坡率缓于 1:1 的土质边坡和严重风化的软质岩石边坡。

2) 三维植被网防护

三维植被网适用于沙性土、土夹石及风化岩石，且坡率缓于 1:0.75 的边坡防护。

3) 客土喷播

适用于风化岩石、土壤较少的软质岩石、养分较少的土壤、硬质土壤、植物立地条件差的高陡坡面和受侵蚀显著的坡面。当坡率陡于 1:1 时，宜设置挂网或混凝土框架。

2 骨架植物防护

1) 浆砌片石或水泥混凝土骨架植草护坡。

适用于缓于 1:0.75 的土质和全风化岩石边坡。当坡面受雨水冲刷严重或潮湿时，坡度应缓于 1:1。

2) 多边形水泥混凝土空心块植物护坡。

适用于坡度缓于 1:0.75 的土质边坡和全风化、强风化的岩石路堑边坡，并需要设置浆砌片石或混凝土骨架。

4.2.15 挡土墙

1 挡土墙设计应根据雪道雪基横断面、地形、地质条件和地基承载能力，合理确定挡土墙位置、起讫点、长度和高度，并进行技术经济比较后，选择适宜的挡土墙类型。

2 挡土墙设计应采用以极限状态设计的分项系数法为主的设计方法。挡土墙设计应进行其承载能力极限状态计算和正常使用极限状态验算，以及挡土墙抗滑稳定、抗倾覆稳定和整体稳定性验算。

3 挡土墙基础的埋置深度应符合下列要求：

1) 基础最小埋置深度不应小于 1.0m。风化层不厚的硬质岩石地基，基底应置于基岩未风化层以下。

2) 受水流冲刷时，应按雪基设计洪水频率计算冲刷深度，基底应置于局部冲刷线以下不小于 1.0m。

3) 当冻结深度小于或等于 1.0m 时，基底应在冻结线以下不小于 0.25m，且最小埋置深度不小于 1.0m。冻结深度大于 1.0m 时，基础最小埋置深度不应小于 1.25m，并应对基底至冻结线以下 0.25m 深度范围的地基土采取措施，防止冻害。

4) 低于原地面的挖方雪道挡土墙基底在雪道以下不应小于 1.0m，并低于边沟砌体底面不小于 0.2m。

5) 基础位于稳定斜坡地面上时，前趾埋入深度和距地表的水平距离应满足表 4.2.15 的规定。位于纵向斜坡上的挡土墙，当基底纵坡大于 5% 时，基底应设计为台阶式。

表 4.2.15 斜坡地面基础埋置条件

土层类别	墙趾最小埋入深度 (m)	距地面水平距离 L (m)
硬质岩石	0.6	1.5
软质岩石	1.0	2.0
土层	>1.0	2.5

4 重力、半重力式挡土墙设计应符合下列要求：

1) 墙顶宽度，当墙身为混凝土浇筑时，不应小于 0.40m；浆砌片石时，不应小于 0.50m；干砌毛石时，不应小于 0.60m。

2) 应根据墙趾处地形情况及经济比较，合理选择重力式挡土墙墙背坡度。

3) 衡重式挡土墙的衡重台与上墙背相交处应采取适当的加强措施，提高该处墙身截面

的抗剪能力。

4) 半重力式挡土墙应按弯曲抗拉强度和刚度计算要求, 确定立壁与底板之间的转折点数。端部厚度不应小于 0.40m, 底板的前趾扩展长度不宜大于 1.5m。

5) 墙高小于 10m 的挡土墙可采用浆砌毛石, 墙高大于 10m 的挡土墙和浸水挡土墙宜采用毛石混凝土。

5 石笼式挡土墙设计应符合下列要求:

1) 石笼式挡土墙外形可采用外台阶、内台阶、宝塔式等。

2) 石笼原材宜采用低碳镀锌钢丝, 其结构为机械编织成六边形双咬合钢丝网制成的网箱结构, 使用年限不低于雪道工程设计年限, 且符合《工程机编钢丝网用钢丝》(YB/T 4221), 并设定钢丝的最小镀锌量。

3) 石笼内填充物应采用质地坚硬、不易崩解和水解的片石或块石, 石料粒径宜为 100~300mm, 小于 100mm 的粒径不应超过 15%, 且不得用于石笼网格的外露面, 空隙率不得超过 30%。

4) 石笼式挡土墙背应设置一层透水土工布, 以防止淤堵。

5) 墙高不高于 5m 时采用石笼式挡土墙。

6 悬臂、扶壁式挡土墙设计应符合下列要求:

1) 立壁的顶宽不应小于 0.20m, 底板厚度不应小于 0.30m。

2) 挡土墙分段长度不宜超过 20m。

3) 扶壁式挡土墙每一分段宜设 3 个或 3 个以上的扶壁。

4) 应采用钢筋混凝土浇筑, 配置于墙中的主筋, 直径不宜小于 12mm。

7 锚杆挡土墙设计应符合下列要求:

1) 肋柱式锚杆挡土墙的肋柱间距, 宜为 2.0~3.0m。肋柱宜垂直布置或向填土一侧仰斜, 但仰斜度不应大于 1:0.05。

2) 多级肋柱式锚杆挡土墙的平台, 宜用厚度不小于 0.15m 的 C15 混凝土封闭, 并设置向墙外倾斜 2% 的横坡度。

3) 每级肋柱上的锚杆层数, 可设计为双层或多层。锚杆可按弯矩相等或支点反力相等的原则布置, 向下倾斜。每层锚杆与水平面的夹角宜为 15° ~ 20° , 锚杆层间距不小于 2.0m。

4) 肋柱受力方向的前后侧面内应配置通长受力钢筋, 钢筋直径不应小于 12mm。

5) 挡土板宜采用等厚度板, 板厚不得小于 0.30m。预制墙面板应预留锚杆的锚定孔。

8 锚定板挡土墙设计应符合下列要求:

1) 肋柱式锚定板挡土墙的肋柱间距, 宜为 1.5~2.5m, 每级肋柱高度宜采用 3~5m。肋柱应采用垂直或向填土侧后仰布置, 仰斜度宜为 1:0.05, 肋柱: 不得前倾布置。肋柱应预留圆形或椭圆形拉杆孔道, 孔道直径或短轴长度应大于拉杆直径。

2) 肋柱下端应设置混凝土基础, 基础形式可采用条形、分离式或杯座式基础, 基础厚度不宜小于 0.50m, 襟边宽度不宜小于 0.10m。

3) 肋柱受力方向的前后侧面内应配置通长受力钢筋, 钢筋直径不应小于 12mm。

9 桩板式挡土墙设计应符合下列要求:

1) 桩板式挡土墙的锚固桩必须锚固在稳定的地基中, 桩的悬臂长度不宜大于 15m。

2) 桩的构造可根据本规范第 5.2.7 节的相关规定执行。

3) 挡土板与桩搭接, 其搭接长度每端不得小于 1 倍板厚。当为圆形桩时, 应在桩后设置搭接用的凸形平台。平台宽度应比搭接长度宽 20~30mm。

4) 挡土板外侧墙面的钢筋保护厚度应大于 35mm, 板内侧墙面保护厚度应大于 50mm; 桩的受力钢筋应沿桩长方向通长布置, 直径不应小于 12mm。桩的钢筋保护层净距不应小于 50mm。

5) 当采用拱形挡土板时, 不宜仅用混凝土灌筑, 而应沿径向和环向配置一定数量的构造钢筋, 钢筋直径不宜小于 10mm。

6) 加锚杆的锚固桩应保证桩与锚杆的变形协调。

4.2.16 边坡锚固

1 边坡锚固设计应根据边坡稳定性分析资料, 鉴别边坡的破坏模式, 确定边坡不稳定程度及范围, 对锚固方案的合理性、安全性进行技术经济论证。锚固形式应根据边坡岩土体类型、工程特征、锚承载力大小、锚材料和长度、施工工艺等条件确定。

2 预应力锚杆可用于土质、岩质边坡及地基加固, 其锚固段应设置在稳定的岩层中, 腐蚀性环境中不宜采用预应力锚杆。对软质岩、风化岩地层, 宜采用压力分散型锚杆。

3 预应力锚固边坡稳定性评价、预应力锚杆锚固力设计、预应力锚杆体设计等均应符合国家现行有关标准的规定。

4.2.17 土钉支护结构设计应符合国家现行有关标准的规定

1 土钉支护设计应遵循下列原则:

1) 土钉支护可用于硬塑或坚硬的黏质土、胶结或弱胶结的粉土、砂土、砾石、软岩和风化破碎岩层等边坡的临时支护和永久支护。在腐蚀性地层、膨胀土、软黏土、土质松散、地下水较发育及存在不利结构面的边坡, 不宜采用土钉支护。

2) 永久性土钉支护应根据坡体内地下水分布情况设置完善的排水设施。

3) 永久性土钉支护的边坡坡面设计应有利于边坡植物生长, 并与周围环境相协调。

4) 土钉支护应采取动态设计和信息化施工, 土钉支护边坡的水平位移不得超过边坡高度的 0.3%。必要时, 应对支护工程采取加固措施。

2 土钉结构和材料设计应符合下列要求:

1) 土质边坡土钉支护总高度不宜大于 10m, 岩质边坡土钉支护总高度不宜大于 18m。边坡较高时宜设多级土钉支护, 每级坡高不宜大于 10m。多级边坡的上下级之间应设置平台, 平台宽度不宜小于 1.5m。

2) 土钉长度包括非锚固长度和有效锚固长度。非锚固长度应根据坡面与土钉潜在破裂面的实际距离确定, 有效锚固长度由土钉内部稳定验算确定。土钉长度宜为边坡坡面高度的 0.5~1.2 倍。土钉间距宜为 0.75~3m, 与水平面夹角宜为 5° ~ 25° 。

3) 永久性土钉应采用钻孔注浆钉, 钻孔直径宜为 70~100mm。钉材宜采用 HRB400 钢筋, 钢筋直径宜为 18~32mm, 土钉钢筋应设定位支架。

4) 环境腐蚀时可采取钢筋表面环氧涂层等处理措施, 钉材保护层厚度不应小于 30mm; 必要时, 可沿钉材钢筋全长加设聚乙烯或聚丙烯波纹套管。

5) 钻孔注浆材料宜采用低收缩水泥浆或水泥砂浆, 其强度不应低于 20MPa。注浆应采用孔底返浆法, 注浆压力宜为 0.4~1.0MPa。

6) 钢筋混凝土框架梁尺寸应通过受力计算确定。

7) 土钉应与边坡坡面防护构件有效连接, 连接方法应根据边坡坡面防护构件的受力大小以及支护结构的重要性确定, 必要时可通过加载试验验证。

3 土钉支护结构计算应符合下列要求:

1) 土钉支护的结构计算包括支护的内部整体稳定性验算、外部整体稳定性验算和坡面构件以及坡面构件与土钉的连接计算。

2) 对土钉支护外部整体稳定性验算以及土钉挡土结构的土钉加固土体的整体滑动、倾覆和地基承载力验算等可按国家现行有关规范的规定进行计算。

3) 土钉支护内部整体稳定性验算可采用圆弧法, 假定破坏面上所有的土钉只承受拉力且均分别达到最大设计拉力值。内部整体稳定性验算的安全系数可取 1.25~1.30。

4) 混凝土坡面构件可按以土钉为点支承的连续板进行抗弯强度与抗冲切强度验算。

5) 支护坡面构件为混凝土框架梁或梁板时, 应按连续梁体系或梁板体系进行内力分析和计算。

6) 土钉钉头与混凝土坡面构件的连接处, 应进行连接处混凝土局部承压能力验算。

4 土钉现场试验应符合下列要求:

1) 土钉施工前, 应在工程现场设置非工作土钉进行抗拔试验, 确定其极限荷载, 验证土钉界面的极限粘结强度。土钉抗拔试验数量应为每类典型岩土体各不少于 3 根, 施工工艺应与工作土钉相同。

2) 土钉验收试验应采取随机抽样的方式确定。验收试验的数量应为工作土钉总数的 1%, 且不应少于 3 根。

3) 塑性指数大于 20 和液限大于 50% 的黏性土的永久支护土钉, 施工前应进行徐变试验。徐变试验的土钉一组不得少于 3 根。

5 土钉支护监测设计应符合下列要求:

1) 土钉支护工程应根据边坡工程的重要性和实际条件, 对土钉支护结构的工作状态和支护效果进行施工期和运营期的原位监测, 监测点应设置在土钉支护区的关键部位。

2) 运营期监测周期应根据地质复杂程度确定, 建成运营后不少于一年。

4.2.18 抗滑桩

1 抗滑桩设计应遵循下列原则:

1) 抗滑桩可用于稳定边坡和滑坡、加固不稳定山体以及加固其他特殊雪基。

2) 抗滑桩宜选择在滑坡厚度较薄、推力较小、锚固段地基强度较高及有利于抗滑的位置设置, 桩的平面布置、桩间距、桩长和截面尺寸等应综合考虑确定, 保证滑坡体不越过桩顶或从桩底和桩间滑动, 达到安全可靠、经济合理, 并与周围景观相协调。

3) 抗滑桩应采取动态设计和信息化施工。抗滑桩设计应根据桩基开挖过程中揭示的地质情况和边坡变形监测信息, 及时核实地质勘察结论, 校核和完善抗滑桩设计。必要时, 应补充地质勘察。

2 土质滑坡的桩前悬臂段临空时, 可在桩间设置挡土板。必要时, 抗滑桩之间应用钢筋混凝土联系梁连接。

3 抗滑桩可与预应力锚索联合组成抗滑支挡结构, 锚索的锚固段应置于稳定岩层内。设计时应保证施加预应力锚索的抗滑桩与预应力锚索的变形协调, 不应使锚索在受剪状态工作。

4 抗滑桩构造和材料设计应符合下列要求:

1) 抗滑桩截面形状宜采用矩形, 桩的截面尺寸应根据滑坡推力大小、桩间距、锚固段地基强度等因素确定。

2) 桩身采用水泥混凝土浇筑, 宜采用 HRB400 钢筋。

3) 抗滑桩井口应设置锁口, 桩井位于土和风化破碎的岩层时宜设置护壁。

4) 抗滑桩纵向受力钢筋直径不应小于 16mm, 净距不宜小于 120mm, 回弯情况下可适当减少, 但不得小于 80mm。当用束筋时, 每束不宜多于 3 根。当配置单排钢筋有困难时, 可设置 2 排或 3 排。受力钢筋混凝土保护层厚度不应小于 50mm。

5) 纵向受力钢筋的截断点应按《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG 062) 的有关规定计算。

6) 抗滑桩内不宜设置斜筋, 可采用调整箍筋的直径、间距和桩身截面尺寸等措施, 满足斜截面的抗剪强度。

7) 箍筋宜采用封闭式, 直径不宜小于 14mm, 间距不应大于 0.4m。

8) 抗滑桩的两侧和受压边, 应配置纵向构造钢筋, 其间距不应大于 0.3m, 直径不宜小于 12mm。桩的受压边两侧, 应配置架立钢筋, 其直径不宜小于 16mm。当桩身较长时, 纵

向构造钢筋和架立筋的直径应加大。

9) 预应力锚索抗滑桩的锚索外锚头及各部分的承载力, 应与锚索最大拉应力和张拉工艺相匹配。锚孔距离桩顶的距离, 不应小于 0.5m。锚索构造应符合国家现行有关标准的规定。混凝土垫墩应保证传力均匀, 与垫板结构相协调。垫墩与桩结合良好。混凝土局部受压承载力, 应按现行《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG 062) 的有关规定进行验算。

5 抗滑桩结构计算应符合下列要求:

1) 作用于抗滑桩的外力包括滑坡推力、地震力、桩前滑体抗力和锚固段地层的抗力。桩侧摩阻力和黏聚力以及桩身重力和桩底反力可不计算。滑坡推力应按国家现行有关规范的规定采用传递系数法计算确定。

2) 桩前抗力可按桩前滑体处于极限平衡时的滑坡推力或桩前被动土压力确定, 设计时选用其中小值。

3) 抗滑桩上滑坡推力图形应根据滑体的性质和厚度等因素确定, 可采用矩形分布或梯形分布; 当滑体为极松散的土体时, 可采用三角形分布。

4) 桩底支承宜选用自由端, 嵌入岩石较深时可选用自由端或铰支。

5) 抗滑桩锚固段长度应满足桩侧最大压应力不大于地基横向容许承载力的要求。

6) 滑动面以上的桩身内力, 应根据滑坡推力和桩前滑体抗力计算。滑动面以下的桩身变位和内力, 应根据滑动面处的弯矩和剪力以及地基的弹性抗力, 按弹性地基梁进行计算。滑动面以下地基系数可根据地层性质确定。

7) 抗滑桩的混凝土结构应按现行《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG D62) 的有关规定进行计算, 结构重要性系数为 1.0, 永久荷载的分项系数为 1.35。抗滑桩桩身按受弯构件设计, 当无特殊要求时, 可不进行变形、抗裂、挠度等项验算。

8) 预应力锚索抗滑桩的桩身可按弹性桩计算。单点锚拉桩, 可设计成静定体系或超静定体系。桩在外荷载作用下, 对桩锚和地基可按弹性协调变形计算, 求得各部分内力和位移。预应力锚索设计应符合国家现行有关规范的规定。

6 抗滑桩监测设计应符合下列要求:

1) 抗滑桩监测应包括施工期监测和运营期监测。

2) 抗滑桩应进行预应力锚索试验与监测。

3) 运营期监测周期应根据地质复杂程度确定, 建成运营后不少于一年。

IV 排水排洪系统

4.2.19 应考虑将山洪引至雪道周边排洪沟排放, 不宜让赛道接纳大量周边山体雨水的排放。设置在谷底的雪道应采取有效措施, 确保在雨水作用下, 雪道表面稳定, 不形成泥石流。

4.2.20 雪道两侧应根据现行《室外排水设计规范》GB 50014 及《城市防洪工程设计规范》GB/T 50805 等相关规范及标准的要求沿程依地形采取措施与自然沟道连接, 对非雪季赛道雨水及雪季融化雪水进行排放。

4.2.21 雪基应设置排水措施, 其设置应符合以下要求

1 雪道纵向排水沟应充分利用自然河沟与人工排水沟相接。

2 雪道应根据走向及地势在雪下沿程均匀布置横向排水沟, 将非雪季赛道雨水及雪季融化雪水排至赛道两侧纵向排水沟。

3 雪道纵向坡度在 9%以上时, 横向排水沟间距不大于 45m; 当雪道纵向坡度大于 30%时, 横向排水沟间距不大于 15m。

4 横向排水沟的尺寸及断面应根据赛事的要求和覆雪厚度经计算后确定。

5 纵向排水沟宜根据地势在一定的距离采用消能池对融雪水进行沉淀。

6 联系雪道和技术雪道设置排水沟确有困难时，可根据地势自然找坡，将水排至山体或周边排水沟。

4.2.22 雪道雪基应设排水设施，设计应防、排、疏结合，并与雪道表面排水、雪道雪基防护、地基处理以及特殊雪基地区（段）的其他处治措施相互协调，形成完善的排水系统。

4.2.23 雪道边沟

- 1 边沟断面形式及尺寸应根据地形地质条件、边坡高度及汇水面积等确定。
- 2 边沟沟底纵坡宜与雪道路线纵坡一致，并不宜小于 0.3%。
- 3 边沟有可能产生冲刷时，应进行防护。

4.2.24 雪道截水沟

- 1 截水沟应根据地形条件及汇水面积等进行设置。
- 2 截水沟断面形式应结合设置位置、排水量、地形及边坡情况确定，一般情况下，沟底纵坡不宜小于 0.3%
- 3 截水沟应进行防渗加固。

4.2.25 雪道跌水与急流槽

- 1 水流通过坡度大于 10%、水头高差大于 1m 的陡坡地段或特殊陡坎地段时，宜设置雪道跌水或急流槽。跌水和急流槽应采取加固措施。
- 2 急流槽底的纵坡应与地形相结合，进水口应予防护加固，出水口应采取消能措施，防止冲刷。
- 3 为防止雪道基底滑动，急流槽底可设置防滑平台，或设置凸榫嵌入基底中。

V 高填方滑雪雪道加固

4.2.26 高填方滑雪雪道加固应根据高填方坡体设计推力的大小合理选择适宜的加固工程措施。

4.2.27 高填方坡体的稳定性评价和设计推力计算宜采用传递系数法，可按《建筑边坡工程技术规范》（GB50330）规定计算。

4.2.28 高填方坡体稳定性评价荷载类型

- 1 基本荷载，主要为坡体自重、覆雪荷载。
- 2 特殊荷载，包括：
 - 1) 降雨、融雪荷载，包括降雨、融雪入渗坡体引起的坡体加重、水压力（静水压力和渗透压力等），降雨应根据 100a 重现期的降雨强度确定。降雨、融雪入渗引起的填方坡体渗流稳定性可采用非稳定流数值模拟法进行分析。
 - 2) 地震荷载，地震作用引起的水平向和竖向惯性力。地震荷载采用的加速度应按 50a 超越概率为 10% 的设计基准期计；当设计基本地震加速度为 0.2g 及以上时，宜同时计入水平向和竖向惯性力。

4.2.29 高填方滑雪雪道加固设计的荷载组合应采用以下工况进行设计

- 1 工况 I：基本组合，考虑基本荷载。
- 2 工况 II：特殊组合，考虑基本荷载+降雨或融雪荷载。
- 3 工况 III：特殊组合，考虑基本荷载+地震荷载。

4.2.30 高填方滑雪雪道抗滑稳定设计安全系数取值应依据不同工况荷载组合按下表 4.2.16 选取。

表 4.2.16 高填方滑雪雪道抗滑稳定设计安全系数取值表

计算工况	工况 I	工况 II	工况 III
设计安全系数	1.35	1.25	1.15

4.2.31 高填方滑雪雪道稳定性评价应分别考虑填方坡体沿斜坡地基、斜坡地基内软弱带及填方坡体内部滑动的可能性，对各个可能的滑动面均应进行稳定性计算。

4.2.32 高填方滑雪雪道加固设计应考虑采用综合治理工程措施，选择桩板墙、重力式抗滑挡墙、土工格栅加筋、注浆加固等其中一种或多种措施；选用土工格栅加筋或注浆加固措施时，应与桩板墙或重力式抗滑挡墙等主体抗滑工程组合使用。

4.2.33 桩板墙

1 一般规定

1) 桩板墙位置宜选择在雪道填方较薄、嵌固地基强度较强、施工方便的地段，应综合考虑确定其平面布置、桩间距、桩长和截面尺寸等。

2) 可根据高填方雪道坡体设计推力大小布置一排或多排桩板墙。

3) 抗滑桩宜优先采用矩形截面。

4) 桩板墙的设置应保证填方雪基不发生越过桩顶的滑移破坏，应对越顶破坏可能进行验算，并采取相应的防护措施。

5) 每块挡土板均应设置泄水孔，泄水孔水平方向间距宜小于 3m，孔径不小于 100mm，外倾角度不小于 5%。泄水孔进水口处应设置 200mm~400mm 厚的卵石或砂砾石反滤层。

2 桩板墙的结构与构造设计、监测要求详见本规程第 4.2.18 条。

4.2.34 重力式抗滑挡墙

1 一般规定

1) 重力式抗滑挡墙墙形选择应根据地形条件、地基条件、施工条件等因素综合确定。

2) 重力式抗滑挡墙的高度不宜大于 10m；若墙高大于 10m 时，应进行专门设计计算。

2 设计荷载及计算。

3) 墙背作用力应取库仑主动土压力与设计推力中的较大值。

4) 重力式抗滑挡墙设计安全系数应满足下表 4.2.17 规定。

表 4.2.17 重力式抗滑挡墙设计安全系数取值表

计算工况	工况 I	工况 II	工况 III
抗滑移安全系数	≥1.3	≥1.3	≥1.2
抗倾覆安全系数	≥1.6	≥1.6	≥1.4

3 构造规定

1) 重力式抗滑挡墙基础埋深应大于当地标准冻深线，并应置于潜在滑面以下且不小于 1.0m。

2) 挡墙墙身材料宜采用片石或毛石混凝土、素混凝土、钢筋混凝土，墙顶宽度不宜小于 0.6m。片石或毛石混凝土中片石或毛石含量宜为 15%~30%。

3) 挡墙墙胸宜采用 1:0.3~1:0.5 坡度。墙高小于 4.0m 时，可采用直立墙胸；地面较陡时，墙胸坡度可采用 1:0.2~1:0.3。墙背可采用倾斜形或台阶形，整体倾斜度不宜小于 1:0.25。

4) 挡墙基础宽度与墙高之比宜为 0.5~0.7，基底宜设计为 0.1:1~0.2:1 的反坡，土质地基取小值，岩质地基取大值。

5) 挡墙中泄水孔水平方向和垂直方向间距宜小于 3m，呈“品”字型排列，泄水孔孔径不小于 300mm，外倾角度不小于 5%。泄水孔进水口处应设置 200mm~400mm 厚的卵石或砂砾石反滤层。

6) 沿挡墙墙长每间隔 10m~20m 设置一道伸缩缝；在地基可能产生不均匀沉降处，应设置沉降缝，缝宽宜为 20mm~30mm，缝内应塞填沥青麻布、防腐板或其它有弹性的防水材料。

4.2.35 土工格栅加筋

1 一般规定

1) 为改善滑雪雪道高填方土体、基底土体强度,提高高填方坡体稳定性,可采用土工格栅作为加筋材料。根据工程需要,可选择塑料土工格栅、玻纤格栅、聚酯经编格栅和钢塑土工格栅等各类土工格栅材料。

2) 土工格栅加筋材料可铺设在高填方基底、高填方坡体内、高填方表层,在高填方坡体稳定性评价时不宜考虑土工格栅的加筋作用,可作为高填方雪道的稳定安全储备。

2 构造规定

1) 土工格栅铺设填土面应平整,不得有尖锐凸出物;铺设完成后应及时进行上层填土的填筑。土工格栅铺设应平整、无褶皱,可采用人工拉紧、U形钉固定等措施将其固定于填土表面。

2) 压实机械在加筋土上工作时,机械底面与筋材间的土料厚度不应小于30cm,减少对土工格栅材料的损伤。

3) 当雪道坡面陡于1:1时,应采用反包土工格栅的形式;当雪道坡面坡率为1:1~1:1.5时,宜采用反包的形式;当坡率缓于1:1.5时,可采用不反包的形式。采用反包形式时,卷入雪道填料的加筋材料长度不得小于1.0m。

4) 土工格栅竖向铺设层间距不宜小于一层填土最小压实厚度,且层间距不宜大于80cm。

5) 土工格栅铺设于填方底部时,土工格栅应完全覆盖于基底开挖台阶面上。

6) 土工格栅应相互搭接,搭接宽度不宜小于15cm;不同层面的搭接位置应相互错开。

7) 与土工格栅直接接触的填料的最大粒径不宜超过15cm,粒径大于6cm的含量不宜超过30%。

4.2.36 注浆加固

1 一般规定

1) 当高填方雪道局部区域填方压实度无法达到设计要求时,可采用注浆法对未压实填土进行加固,以提高填土的力学强度、抗变形能力。

2) 根据工程特点、填方特性和周边环境,可选用花管注浆法、底孔注浆法等方法。这几种注浆方法可单独使用,也可联合使用。

3) 注浆浆液可采用以水泥为主剂的浆液,必要时可掺入速凝剂、减水剂等。

4) 注浆设计前应取得填土的孔隙率、含水量、颗粒成分、渗透系数及抗剪强度等物理力学指标。

5) 注浆设计前,应进行室内浆液配比试验和现场注浆试验,以确定设计参数、施工方法、施工设备和工艺。

2 注浆设计与施工

1) 注浆设计内容应包括:注浆处理范围、注浆方法选择、注浆控制标准、注浆材料及配比、浆液初凝时间、浆液扩散半径、注浆量、注浆压力、注浆孔平面布置、注浆顺序、变形监测点布置及技术要求等。

2) 注浆设计应提出注浆加固处理后的强度和变形标准、充填标准和施工控制标准。

3) 注浆处理范围包括平面处理范围及深度处理范围。

4) 注液配比可根据初凝时间确定,水泥浆的水灰比宜取0.8~1.5,外加剂掺入量可参照相关技术标准选用。

5) 浆液扩散半径宜通过现场注浆试验来确定。

6) 注浆量宜通过现场试验确定,无试验资料时,可按下列式估算:

$$Q=KVn$$

式中 Q —浆液总用量 (m^3);

V —被浆液土体的体积 (m^3)；

n —填土的孔隙率 (%)；

K —充填系数，其范围值为 0.3~1.0，对黏性土、粉土、细砂取 0.3~0.5，对中砂、粗砂取 0.5~0.7，对砾砂、碎石土取 0.7~1.0。

7) 渗透注浆压力的选用应根据填土的性质及埋深、注浆形式和浆液等因素通过现场试验确定。在砂土中宜取 0.2~0.5MPa；在黏性土中宜取 0.3~0.6MPa。

8) 注浆孔布置应能使被加固填土在平面和深度范围内连成一个整体，可采用单排或多排布置。

9) 注浆孔的钻孔直径一般可采用 60~110mm，花管注浆可取小值。注浆流量一般可取 7~10 L/min。

10) 单孔注浆出现下列情况之一时，应结束注浆：

注浆量达到设计要求；

注浆压力超过设计值；

地面冒浆。

VI 赛道设施标准

4.2.37 赛道造雪机取水井应根据国际雪联及相关赛事标准的要求沿赛道两侧均匀布置，宜设置地下式取水井。取水井内应设置泄水口装置，冬季没有赛事运行时放空管内积水，防止管道及设备冻裂。

4.3 技术雪道

I 基本规定

4.3.1 设计车辆

技术雪道应收集行驶于其上的压雪车等车辆基本外廓尺寸，包括总长、总宽、总高、前悬、轴距、后悬等技术参数，并验算技术雪道净高、转弯半径、加宽等设计参数。

4.3.2 技术雪道路线设计应满足压雪车通行需求，满足其安全通行及正常作业。结合实际通行需求进行加宽及超高设计。

4.3.3 防灾减灾

技术雪道灾害防治应遵循预防为主、防治结合的原则。技术雪道线位不宜设在泥石流、滑坡、崩塌、地面沉降、塌陷、地震断裂活动带等自然灾害易发区；当不能避开时，应采取综合处置措施。

II 构造做法

4.3.4 雪道清表

详见 4.2.1 条雪道清表章节。

4.3.5 雪道开挖

详见 4.2.2 条雪道开挖章节。

4.3.6 雪道回填

1 雪基应具有足够的强度、稳定性和耐久性。

2 稳定的斜坡上，地面横坡缓于 1:5 时，清除地表草皮、树木、腐殖土后，可直接填筑路堤；地面横坡为 1:5~1:2.5 时，原地面应挖台阶，台阶宽度不应小于 2m。当基岩面上的覆盖层较薄时，宜先清除覆盖层再挖台阶；当覆盖层较厚且稳定时，可予保留。

3 地面横坡陡于 1:2.5 地段的陡坡路堤，必须检算路堤整体沿基底及基底下软弱层滑动的稳定性，否则应采取改善基底条件或设置支挡结构物等防滑措施。

4.3.7 技术雪道路床

1 路床填料应均匀，其最小承载比应符合表 4.3.7-1 规定。

表 4.3.7-1 路床填料最小承载比要求

路基部位	路床顶面以下深度 (m)	填料最小承载比 (CBR) (%)
上路床	0~0.30	5
下路床	0.3~0.80	3

注：该表 CBR 实验条件应符合现行《公路土工试验规程》(JTG E40) 的规定。

2 路床应分层铺筑，碾压密实，并应符合下列要求：填料最大粒径应小于 100mm。压实度应符合表 4.3.4-2 的规定。路床顶面横坡应与路拱横坡一致。

表 4.3.7-2 路床压实度要求

路基部位	路床顶面以下深度 (m)	路床压实度 (%)
上路床	0~0.30	≥94
下路床	0.3~0.80	≥94

注：表列压实度系按现行《公路土工试验规程》(JTG E40) 重型击实试验所得最大干密度求得的压实度。

4.3.8 雪道坡度大的区域表面应采取相应措施防止水土流失。

III 技术雪道雪基

4.3.9 基本规定

1 技术雪道雪基应收集技术雪道沿线气候、水文、地形地貌、地质、地震、筑路材料等资料，做好工程地质勘察工作，查明地层岩土性质、厚度、空间分布特征及有关物理力学参数。

2 雪基填料应满足雪基强度的需求。充分利用挖方材料，节约土地。

3 技术雪道雪基设计应从地基处理、雪基填料选择、雪基强度与稳定性、防护工程、排水系统以及关键部位雪基修正技术等方面进行综合设计。

4 技术雪道雪基设计荷载按雪厚度 0.5m。

4.3.10 填方技术雪道雪基

1 技术雪道路堤填料应符合下列要求：

1) 路堤填料应优先选用级配较好的砾类土、砂类土等粗粒土作为填料，填料最大粒径应小于 150mm。

2) 泥炭、淤泥、冻土、强膨胀土、有机土及易溶盐超过允许含量的土等，不得直接用于填筑路堤。季节冻土地区路堤不应直接采用粉质土填筑。

3) 路堤填料最小承载比应符合表 4.3.10-1 的规定。

表 4.3.10-1 路堤填料最小承载比要求

雪基部位	雪道覆雪层底面以下深度 m	填料最小承载比 (CBR) %
上路堤	0.8~1.5	3
下路堤	1.5 以下	2

4) 液限大于 50%、塑性指数大于 26 的细粒土，不得直接用于填筑路堤。

2 路堤应分层铺筑，均匀压实，压实度应符合表 4.3.10-2 的规定。

表 4.3.10-2 路堤压实度

雪基部位	雪道覆雪层底面以下深度 m	压实度%
上路堤	0.8~1.5	93
下路堤	1.5 以下	90

注：压实度系按《公路土工试验规程》(JTJ 051) 中重型击实试验法求得的最大密度的压实度。

- 3 雪道雪基边坡详见 4.2.6-3 相关章节。
- 4 雪道雪基表层处理详见 4.3.3 章节。
- 4.3.11 挖方雪道雪基详见 4.2.7 章节。
- 4.3.12 雪道雪基填挖交界处理详见 4.2.8 章节。
- 4.3.13 高边坡雪道雪基与陡坡雪道雪基详见 4.2.9 章节。
- 4.3.14 雪道挖方高边坡详见 4.2.10 章节。
- 4.3.15 雪道填石雪基详见 4.2.11 章节。

IV 排水排洪系统

4.3.16 技术雪道排水排洪系统设计应根据技术雪道沿线地形、地质情况，遵循总体规划、合理布局、防排疏结合的原则，设置完善、通畅的防排洪系统，做好与滑雪雪道排水排洪系统相协调。

4.3.17 技术雪道排水排洪系统设计降雨重现期宜取为 50a，排水排洪设施的断面尺寸应满足设计排水流量的要求，沟顶应高出沟内设计水面 $\geq 0.2\text{m}$ ；在弯曲段凹岸，应分析并计入水位壅高的影响。

4.3.18 技术雪道排水排洪系统设施包括排水沟、截水沟、跌水与急流槽、消能池等，应结合地形和天然水系进行布设，并做好进、出水口的位置选择和处理，防止产生堵塞、溢流、渗漏、淤积、冲刷和冻结。

4.3.19 各类排水排洪设施的设计应满足使用功能要求，并保证工程结构的寿命，结构安全可靠，便于施工、检查和养护维修。排水排洪设施所用材料的强度应不低于下表 4.3.19 的要求，宜采用片石混凝土、混凝土或耐久性更好的材料修砌。

表 4.3.19 排水排洪设施材料强度要求

材料类型	最低强度要求		适用范围
	非冰冻区、轻冻区	中冻区、重冻区	
片石	MU30	MU30	沟底和沟壁铺砌
水泥砂浆	M10	M10	浆砌、抹面、勾缝
水泥混凝土	C20	C25	混凝土构件、基础

4.3.20 排水沟设计应符合下列要求：

- 1 排水沟断面形式及尺寸应根据设计重现期降雨强度、汇水面积、地形地质条件等确定，宜采用矩形、梯形断面形式。
- 2 排水沟沟底纵坡宜与技术雪道纵坡一致，并不宜小于 0.5%。
- 3 排水沟材料为浆砌片石时，其最大允许流速为 3.0m/s；排水沟材料为钢筋混凝土时，其最大允许流速为 4.0m/s；当冲刷强度超过排水沟最大允许流速时，应采取必要的抗冲刷措施。
- 4 根据排水沟是否应承载汽车荷载的要求，在排水沟顶部设置带泄水孔的钢筋混凝土盖板或钢结构栅栏（篦子）。

4.3.21 截水沟设计应符合下列要求：

- 1 截水沟应根据技术雪道沿线地形条件及汇水面积等进行设置。挖方雪道堑顶截水沟应设置在坡口 5m 以外，并宜结合山坡地形进行布设。
- 2 截水沟断面形式及尺寸应结合设置位置、排水量、地形及边坡情况确定，宜随坡就势选择梯形断面，沟底纵坡不宜小于 0.3%。
- 3 截水沟的水流应排至技术雪道之外，不宜引入排水沟。
- 4 截水沟应进行防渗加固。

4.3.22 水流通过坡度大于 5%或局部水头高差较大的陡坡地段或特殊陡坎地段时，应设置跌水或急流槽等消能、防冲措施，跌水与急流槽设计应符合下列要求：

- 1 跌水和急流槽应采取加固措施。
- 2 急流槽底的纵坡应与地形相结合，进水口应予以防护加固，出水口应采取消能措施，防止冲刷。
- 3 急流槽底应设置防滑平台或凸榫，防止基底滑动。

4.4 造雪系统

I 造雪给水系统

- 4.4.1** 雪道造雪用水水质应符合现行国际滑雪联合会及奥组委对该项目水质的要求。
- 4.4.2** 高山滑雪雪道和设施应设给排水系统，并满足生活用水、体育工艺用水的要求，应选择与其等级和规模相适应的器具设备。
- 4.4.3** 造雪用水应充分利用融雪水、雨水等资源。应根据地形条件，在合适的位置建设塘坝、调蓄水池等，起到收集融雪水、雨水的作用。
- 4.4.5** 调蓄水池应做防池水结冰措施，避免冬季造雪时无法取水。可采用湖底气泡措施。
- 4.4.6** 调蓄水池内应设置拦砂设施，防止水中砂砾进出管道，造成造雪机喷嘴堵塞。
- 4.4.7** 取水点及造雪系统水泵前均应设置过滤器，过滤器应便于清理。
- 4.4.8** 造雪机的选择，应根据造雪时长、造雪厚度、造雪密度等确定造雪机的数量。
- 4.4.9** 水泵的选择。根据最多同时开启造雪机的数量确定水泵流量，根据造雪机末端扬程确定水泵扬程，一般末端造雪机最小启动水压应不小于 1.8MPa。泵房一般宜设 1 至 2 台备用水泵。
- 4.4.10** 当停泵水锤压力值超过管道试验压力值时，必须采取消除水锤措施。
- 4.4.11** 造雪给水系统供水压力较大，应采用无缝钢管焊接连接。
- 4.4.12** 造雪给水系统管线高度及隆起点位置应设置放气阀门井。
- 4.4.13** 在造雪给水系统低洼处及末端设置泄水阀门井，泄水阀门井可与造雪机出水口井合并设置。
- 4.4.14** 造雪给水管线泵房出水口处及主管线阀门井、三通、水平或垂直转弯处应设置抗滑移混凝土支墩。
- 4.4.15** 每个造雪机出水分支管线上应设置阀门，便于造雪机检修。
- 4.4.16** 在施工阶段不适合进行水压试验的项目，焊接管道的焊缝应采取 100%无损探伤。并在系统通水后进行水压试验，试验压力应为水泵出水口压力值 $P+0.5MPa$ 。
- 4.4.16** 连接造雪机前，造雪给水系统管道必须进行冲洗。
- 4.4.17** 雪道造雪水池（箱）补水管与生活给水管道连接处应设置防回流污染措施。
- 4.4.18** 室外给水管道应埋设于赛道所在区域冻土层以下，因现场地势原因不能埋设于冻土层以下的，应设置电伴热保温或外包加厚保温材料等相应的防冻措施，保证冬季及赛事运行时管道不冻裂。

II 造雪电气系统

- 4.4.19** 造雪系统电气部分包括：滑雪场雪道的电缆分布、泵房内动力、低压配电柜。
- 4.4.20** 自变配电低压柜引来交流 380/220V 三相五线制电源沿雪道管沟敷设至各取水点配电箱，主要采用放射式及树干式供电。
- 4.4.21** 电缆敷设方式为直埋，埋深不小于 300mm。
- 4.4.22** 单台炮式造雪机功率为 25~30Kw、抢式造雪机功率为 4~6Kw。
- 4.4.23** 电缆规格型号依据造雪设备供应商深化要求。

4.4.24 雪道和泵房供电均为三相五线制，箱变低压配电柜建议采用 GGD 柜型，高压配电柜由箱变安装单位自行选择型号。

4.4.25 箱变、泵房设备及取水点配电箱接地方式均采用 TN-S 方式，具体做法参考图集 03D501-4。

4.4.26 造雪泵站电气设备选择应遵循下列原则：

- 1 性能良好、可靠性高、寿命长；
- 2 优先选用节能、环保型产品；
- 3 功能合理，经济适用；
- 4 小型、轻型、成套化、占地少；
- 5 维护检修方便，不易发生误操作；
- 6 确保运行维护人员的人身安全；
- 7 便于运输和安装；
- 8 对风沙、污秽、腐蚀性气体、潮湿、凝露、冰雪、地震等危害，应由防护措施；
- 9 设备噪声应符合现行国家标准《工业企业噪声控制设计规范》（GBJ 87）的有关规定。

4.4.27 造雪系统场地电气设计需造雪设备供应商进行深化，注意以下要点：

- 1 用电需求及计算书；
- 2 合理的变压器容量需求及位置建议；
- 3 采用铜芯或铝芯钢丝铠装电缆，提供规格；
- 4 造雪机配电箱的形式；
- 5 电伴热图纸；
- 6 防雷接地图纸；
- 7 泵站的自动化程度及远动化范围应根据泵站调度及运行管理要求确定。

4.5 安全系统

4.5.1 雪道安全系统设计时，按照设置时效分为永久性防护系统和临时性防护系统。

- 1 雪道永久性防护系统主要指 A 型防护网系统。
- 2 雪道临时性防护系统主要包括 B 型、C 型、BC 型防护网系统，海绵防护垫，充气防护垫等。

4.5.2 参照国际滑雪联合会《国际滑雪竞赛规则》2020 年 7 月 2 日最新版(ICR_02072020)的要求，高山雪道需要建成和配备完善的雪道安全防护系统和安全防护方案，才能通过国际滑雪联合会授予的承接各级别高山滑雪比赛的雪道认证。

4.5.3 雪道安全防护系统的设计方案需要遵循国际滑雪联合会对雪道考察后的安全报告。国际赛事比赛时的安全系统设置需经过赛事组委会技术代表核准。

4.5.4 雪道安全系统的制造商、生产商、供应商可以参考国际滑雪联合会提供的安全设施设备供应商名录。

4.6 景观恢复

4.6.1 雪道景观修复设计，应遵循“保护优先、恢复并举”的原则，在对雪道所在地区的自然条件，包括区位位置、气候条件、土壤条件、水文条件、植被景观资源等充分研究调研的基础上，保护原有生态系统、在不干扰周边环境的基础上，制定生态及景观恢复规划。

4.6.2 雪道景观恢复设计内容包括：以典型坡体为基底的坡面情况分析（包括坡度、土壤立地条件、边坡治理工程、排水系统）、在此基础上进行雪道面层水土保持工程做法、雪道面生态修复工程做法、植被专项设计等。

4.6.3 遵循近自然修复原则，植物物种的选择优先使用本地乡土植物，禁用外来有害物种，防止生物入侵。使其与周边自然景观相适应，保证景观的完整性。可适当增加常绿树种，营造冬季景观。

4.6.4 根据实际情况，可选择建立保护小区及动物通道，保护原有植物与动物栖息地，维护生态系统结构与功能的完整性。

4.6.5 雪道面层的水土保持工程做法，实施工程包括包括植物纤维毯、一体化植被纤维毯、土工隔室、生态袋水平阶等。水土保持工程应与雪道的排水系统（雪道横、纵向、顺接排水沟）、防洪设施相结合，雨洪设施及排水应有专项防洪设计。

4.6.6 雪道的生态修复工程，在边坡治理工程和水土保持工程基础上，根据植被选择，进行种植土及草籽、草灌木的修复；生态修复栽植苗木种类包括乔木苗、灌木苗、种子播撒或喷播。草籽层完成后，要增加放冲刷层，可采用木质纤维层喷播或者纤维毯苫盖等。

4.6.7 高山雪道一般海拔较高、落差较大，气候变化大、修复点分散、边坡类型多样，可按照坡向及海拔分布，将植被恢复设计分为阳坡、阴坡，高海拔区、中海拔区、低海拔区等几类，进行分区设计，制定专项的植被恢复设计。

4.6.8 景观植被恢复苗木选择采用适地适树的原则，雪道的面层修复以草本植被为主，构建草本植物群落。雪道的边坡修复以草、灌、乔木相结合的方式恢复。雪道线以上两米边坡范围不宜栽植灌木。

4.6.9 遵循自然演替的规律，可制定近期、中期、远期三个阶段的修复目标。初期灌草盖度应达到 100%，乔灌木初期盖度达到 20%-35%，三年达到草灌全覆盖，乔木覆盖高于 20-35%，最终达到 50%的乔木覆盖修复效果，为山体的自我修复提供空间和时间。

4.6.10 植物物种搭配符合就近林班优势物种原则，选择应采用多种草籽与树种的混合搭配，重建生态系统。混合搭配应考虑先锋物种的选择，在生态恢复初期达到快速复绿，水土保持的作用，随后 1-2 年先锋物种退化，主要及伴生物种稳定生长，达到永久稳定的生态系统重建。

4.6.11 雪道回填的种植土壤应优先选用表土剥离土壤，或可采用本地生土优先搭配表土剥离土。表土中富含丰富的种子资源和腐殖质、微生物，将表土作为基质种子层，有利于雪道植被快速恢复、同时达到资源保护、可持续利用的作用。

4.6.12 雪道面层清理后的坡面应平整均匀，应将大石块、碎石、浮土清除，表面凹凸不超过 20cm，生态恢复工程土壤厚度要求：种植土厚度应满足园林植物生长所必需的最低种植土层厚度。例如，草籽的种植土厚度 20-30 cm，灌木 40cm，乔木依据土球大小确定。

4.6.13 雪道边坡工程中种苗选择时可选择栽植容器苗。容器苗能够保持完整的根系，栽植成活率高。在坡度大于等于 35°的土质边坡上必须栽植容器苗。大于 6cm 苗木需要打支撑稳固。

4.6.14 雪道边坡的乔木及灌木呈品字形栽植，可进行 3-5 丛的片植方式，模拟近自然式种植群落。种植间距为依据现有冠幅扩大 1.5 倍栽植，或不小于 3m，种植方向与等高线呈 30-60°夹角。如区域内乔木少于两棵时，可不种植在此区域，而移植在临近乔木群落区域。在景观风景恢复时，宜设计小苗成丛同穴栽植。

4.6.15 建议在春季进行种植，或选择植物种植适合季节进行，以确保成活率。《草坪草种子生产技术规程》GB19368-2016-T，混播草种初期覆盖率达到 90%以上，养护期 2 年中，草或灌草盖度维持 90%。乔灌栽植符合《造林技术规程》（GB/T1577-2016），混交林小班合格标准：作业施工率在 95%以上时，造林成活率在 70%以上。任意造林树种株数占总株数比例低于 65% (不含)。

4.6.16 种植的养护管理遵照《造林作业设计规程》（LY-T 1607-2016），进行灌水、修剪、施肥、除草、间伐。

4.6.17 高山草甸恢复区域首选草皮回铺方式，脱落地区或土质较薄地区应用撒播草籽方法。

4.7 附属设施

I 挡雪板

4.7.1 雪道挡雪板作为雪道附属设施之一，主要用于雪道存雪的保持，多用于雪道 A 型防护网系统和雪道下边坡。

4.7.2 雪道挡雪板采用经防锈处理的钢材材料支撑杆和经防腐防虫处理的木板构成。

4.7.3 雪道挡雪板设计中，支撑杆形式宜采用无混凝土埋基础方式，安装包含埋基础部分和地上部分。

4.7.4 雪道挡雪板木板宜选用弹性密度适中的木材，单块厚度应不少于 40mm。

4.7.5 雪道挡雪板的设计需要配合雪道 A 型防护网系统的方案，以满足 A 网挂网锚点（临时雪下锚点或者下挂网钢缆）的安装。

4.7.6 雪道挡雪板在设计时，要根据实际地形、地势、地况和实际覆雪厚度，选择不同的形式。

II 压雪车锚点

4.7.7 通常的压雪车锚点类型：直立型，高度 10-15m，可以允许在压雪车在锚点固定钢缆下行驶，而不用封闭连接道路。三角支架型，中等高度 3-5m，通常设立在雪道两侧地势较高的位置；地面型，高度与地面一致，通常位于高点或更注重安全性的位置。

4.7.8 标准参数：压雪机锚点能够承受的净重不小于压雪机自身重量，如果设计要求在同一个锚点同时使用多台压雪机，则锚点的承重应不小于所有压雪机的自重总和。

4.7.9 压雪机锚点的构成：埋基础部分和地上与压雪车绞盘连接部分。

4.7.10 地上锚点（直立型和三角架型）需在顶端装配可以 360 度旋转的万向吊环。

4.7.11 用于锚点的所有配件，包括不限于万向吊环、连接板、连接卸扣、挂钩、钢制链条、地下锚杆等，都应满足承载压雪车自重和压雪车随车绞盘的强度设计要求。

4.7.12 压雪车锚点的制造商、生产商、供应商可以参考国际滑雪联合会提供的安全设施设备供应商名录。

5 施工

5.1 一般规定

- 5.1.1** 应进行多方案比选，编制安全可靠、技术可行、经济合理的专项施工方案。
- 5.1.2** 开工前应建立健全安全、环保管理体系和质量检测、安全监测、环境监测体系。
- 5.1.3** 施工人员的配备应满足工程施工需要，应在进场时对其进行岗前培训和技术、安全交底。
- 5.1.4** 应根据工程施工需要，配足机械设备和生产工具。
- 5.1.5** 对拟采用的新技术、新工艺、新材料、新设备，提前做好试验研究和论证工作，保证工程顺利展开。
- 5.1.6** 雪基施工应做好施工期临时排水总体规划和建设，临时排水设施应与永久性排水设施综合考虑，并与工程影响范围内的自然排水系统相协调。
- 5.1.7** 雪基填料应符合下列规定：
- 1 含草皮、生活垃圾、树根、腐殖质的土严禁作为填料。
 - 2 泥炭、淤泥、冻土、强膨胀土、有机质土及易溶盐超过允许含量的土，不得直接用于填筑雪基；确需使用时，必须采取技术措施进行处理，经检验满足设计要求后方可使用。
 - 3 雪基填料宜优先选用级配良好的砾类土等粗粒土，填料强度和粒径。粉土不宜直接填筑于雪道上雪基，不得直接填筑于冰冻地区的雪道上雪基及浸水部分的雪道上雪基。
 - 4 填土雪基填料最小强度、压实度、最大粒径要求应符合表 5.1.7-1 规定。

表 5.1.7-1 填土雪基填料最小强度、压实度和最大粒径要求

填料应用部位 (雪基顶面以下深度/m)	填料最小强度 CBR (%)	压实度 (%)	填料最大粒径 (mm)
上雪基 (0~1.5)	3	93	150
下雪基 (>1.5)	2	90	150

- 5** 填石雪基填料最大粒径要求、压实孔隙率应符合表 5.1.7-2 规定。

表 5.1.7-2 填石雪道雪基填料压实质量标准

填料应用部位 (雪基顶面以下深度/m)	填料最大粒径 (mm)	孔隙率 (%)
上雪基 (0~1.5)	270	≤22
下雪基 (>1.5)	330	≤24

- 5.1.8** 雪基防护工程宜与雪基挖填方工程紧密、合理衔接，开挖一级防护一级，并及时进行养护。各类防护和加固工程应置于稳定的基础或坡体上。
- 5.1.9** 应根据开挖坡面地质水文情况逐段核实雪基防护设计方案，应尽量采用边坡自然稳定下的植物防护或不防护。
- 5.1.10** 坡面防护施工前，应对边坡进行修整，清除边坡上的危石及不密实的松土。坡面防护层应与坡面密贴结合，不得留有空隙。
- 5.1.11** 在多雨地区或地下水发育地段，雪基防护工程施工中，应采取有效措施截排地表水和导排地下水。
- 5.1.12** 临时防护措施应与永久防护工程相结合。
- 5.1.13** 从事造雪管道工程的施工单位应具备相应的施工资质，施工人员应具备相应的资格。
- 5.1.14** 造雪管道各部位结构和构造形式、所用管件及主要工程材料等应符合设计要求。
- 5.1.15** 工程所用的管材、管道附件、构（配）件和主要原材料等产品进入施工现场时必须

进行进场验收并妥善保管。进场验收时应检查每批产品的订购合同、质量合格证书、性能检验报告、使用说明书、进口产品的商检报告及证件等，并按国家有关标准规定进行复验，验收合格后方可使用。

5.1.16 所用管材、半成品、构（配）件等在运输、保管和施工过程中，必须采取有效措施防止其损坏、锈蚀或变质。

5.1.17 造雪管道工程施工质量控制应符合下列规定：

1 各分项工程应按照施工技术标准进行质量控制，每分项工程完成后，必须进行检验。

2 相关各分项工程之间，必须进行交接检验，所有隐蔽分项工程必须进行隐蔽验收，未经检验或验收不合格不得进行下道分项工程。

5.1.18 造雪管道附属设备安装前应对有关的设备基础、预埋件、预留孔的位置、高程、尺寸等进行复核。

5.1.19 造雪管道沟槽断面的选择与确定应符合下列规定：

1 槽底宽、槽深、分层开挖高度、各层边坡及层间六台宽度等，应方便管道结构施工，确保施工质量和安全，并尽可能减少挖方和占地。

2 做好土（石）方平衡调配，尽可能避免重复挖运。

5.1.20 沟槽开挖至设计高程后应由建设单位会同设计、勘察、施工、监理单位共同验槽；发现岩、土质与勘察报告不符合或有其他异常其概况时，由建设单位会同上述单位研究处理措施。

5.1.21 合槽施工时，应先安装埋设较深的管道，当回填土高程与邻近管道高程相同时，在安装相邻管道。

5.1.22 管道安装时，应随时清除管道内的杂物，暂时停止安装时，两端应临时封堵。

5.1.23 雨期施工应合理缩短开槽长度，暂时中断安装的管道应临时封堵，已安装管道验收后应及时回填。

5.1.24 管道安装完成后，应按相关规定和设计要求设置标识。

5.1.25 管道附属构筑物的基础（含支墩侧基）应建在原状土上，当原状土地基松软或被扰动时，应按设计要求进行地基处理。

5.1.26 管道接口不得包覆在附属构筑物的结构内部。

5.2 施工准备

I 施工测量

5.2.1 根据雪道范围、精度要求，选定合适的测量仪器，选定合适测量方法，编制施工测量方案。

5.2.2 施工前应由业主单位对控制点进行现场交桩，并应在交桩控制点的基础上，根据施工需要适当加密，以方便施工。

5.2.3 采用 GPS 实时动态测量系统（RTK）进行雪道工程的测量和施工放样时，根据不同的施工要求应选择相应的测量方式，从而快速准确的得到测量结果。

5.2.4 雪道工程应进行原地貌复测和雪道成型面测量工作，用于校核图纸设计情况和配合交（竣）工验收。

5.2.5 雪道工程施工测量除应符合本规范的规定外，尚应符合现行国家标准《工程测量规范》（GB 50026）的规定。

II 试验段

5.2.6 高山滑雪赛道填方段应进行试验段施工。

5.2.7 试验段应选择在地质条件、断面形式等工程特点具有代表性的地段，试验段长度一般

不宜小于 50m。

5.2.8 雪基试验段施工应包括以下内容：

- 1 填料试验、检测报告等。
- 2 压实工艺主要参数：机械组合；压实机械规格、松铺厚度、碾压（夯实）遍数、碾压速度（夯实时间）等。
- 3 过程质量控制方法、指标。
- 4 质量评价指标、标准。
- 5 优化后的施工组织方案及工艺。
- 6 原始记录、过程记录。
- 7 对施工设计图的修改建议等。

5.3 滑雪雪道

I 挖方雪道雪基

5.3.1 土方工程

1 开挖施工应符合下列规定：

1) 可作为雪基填料的土方，应分类开挖分类使用。表土资源最大程度收集利用，按 5.7.1 条规定处理。

2) 土方开挖应自上而下进行，不得乱挖超挖，严禁掏底开挖。

3) 开挖过程中，应采取措施保证边坡稳定。开挖至边坡线前，应预留一定宽度，预留的宽度应保证刷坡过程中设计边坡线外的土层不受到扰动。

4) 雪基开挖中，基于实际情况，如需修改设计边坡坡度、截水沟和边沟的位置及尺寸时，应及时按规定报批。

5) 应采取临时排水措施，确保施工作业面不积水。

2 边沟与截水沟应从下游向上游开挖。截水沟通过地面坑凹处时，应将凹处填平夯实。边沟及截水沟开挖后，应及时进行防渗处理，不得渗漏、积水和冲刷边坡及雪基。

3 挖方雪道雪基施工遇到地下水时应按下列规定处理：

1) 应采取排导措施，将水引入雪基排水系统。不得随意堵塞泉眼。

2) 雪基土含水量高或为含水层时，应采取设置渗沟、换填、改良土质、土工织物等处理措施，雪基填料除应符合表 9.1.2-1 的规定外，还应具有良好的透水性能。

4 土质雪道雪基开挖应根据地面坡度、开挖断面、纵向长度及出土方向等因素，结合土方调配，选用安全、经济的开挖方案。

5.3.2 石方工程

1 石方开挖应根据岩石的类别、风化程度、岩层产状、岩体断裂构造、施工环境等因素确定开挖方案。

2 深挖雪道雪基施工，应逐段逐级开挖，按设计要求进行防护。

3 爆破作业必须符合《爆破安全规程》（GB 6722）。爆破施工组织设计应按相关规定报批。

4 石方开挖严禁采用峒式爆破，近边坡部分宜采用光面爆破或预裂爆破。

5 爆破法开挖石方，应先查明空中缆线、地下管线的位置、开挖边界线外可能受爆破影响的建筑物结构类型、居民居住情况等，然后制定详细的爆破技术安全方案。

6 爆破开挖石方宜按以下程序进行：爆破影响调查与评估→爆破施工组织设计→培训考核、技术交底→主管部门批准→清理爆破区施工现场的危石等→炮眼钻孔作业→爆破器材检查测试→炮孔检查合格→装炸药及安装引爆器材→布设安全警戒岗→堵塞炮孔→撤离施

爆警戒区和飞石、震动影响区的人、畜等→爆破作业信号发布及作业→清除盲炮→解除警戒→测定、检查爆破效果（包括飞石、地震波及对施爆区内构造物的损伤、损失等）。

7 边坡整修及检验：

1) 挖方边坡应从开挖面往下分段整修，每下挖 2~3m，宜对新开挖边坡刷坡，同时清除危石及松动石块。

2) 石质边坡不宜超挖。

3) 石质边坡质量要求：边坡上无松石、危石。

8 雪基清理及验收

1) 超过平整度要求的欠挖部分必须凿除。超过平整度要求的超挖部分应采用合格填料找平、压实。

2) 石质雪道雪基底面有地下水时，可设置渗沟进行排导，渗沟宽度不宜小于 100mm，横坡不宜小于 0.6%。渗沟应用坚硬碎石回填。

3) 石质雪道雪基的边沟应与雪基同步施工。

5.3.3 深挖雪道雪基

1 施工前应理解设计的边坡防护方案，并编制详细的施工方案，获批准后实施。

2 施工过程中，应根据开挖情况随时进行地质核查，并对边坡稳定性进行监测。如实际情况与设计不符，应会同设计单位等进行处理。

3 应根据地形特征设置边坡控制点。

II 填方雪道雪基

5.3.4 施工取土

1 雪道宜不取土，以场区土方平衡为原则，非取不可时满足下列要求。

2 雪道雪基填方取土，应根据设计要求，结合雪基排水和当地土地规划、环境保护要求进行，不得任意挖取。

3 施工取土应不占或少占良田，尽量利用荒坡、荒地，取土深度应结合地下水等因素考虑，利于复耕。原地面表土、草甸应先集中存放，以利再用。

4 自行选定取土方案时，应符合下列技术要求：

1) 地面横向坡度陡于 1:10 时，取土坑应设在雪道雪基上侧。

2) 取土坑与雪道雪基之间的距离，应满足雪基边坡稳定的要求。取土坑与雪基坡脚之间的护坡道应平整密实，表面设 1%~2%向外倾斜的横坡。

3) 取土坑兼作排水沟时，其底面宜高出附近水域的常水位或与永久排水系统及桥涵出水口的标高相适应，纵坡不宜小于 0.2%，平坦地段不宜小于 0.1%。

4) 线外取土坑等与排水沟、鱼塘、水库等蓄水（排洪）设施连接时，应采取防冲刷、防污染的措施。

5 对取土造成的裸露面，应采取整治或防护措施。

5.3.5 土质雪道雪基

1 地基表层处理应符合下列规定：

1) 雪道雪基基底的压实度应不小于 85%。雪基填土高度小于雪基总厚度时，基底应按设计要求处理。

2) 原地坑、洞、穴等，应在清除沉积物后，用合格填料分层回填分层压实，压实度不小于 85%。

3) 泉眼或露头地下水，应按设计要求，采取有效导排措施后方可填筑雪道雪基。

4) 雪基为耕地、土质松散、水稻田、湖塘、软土、高液限土等时，应按设计要求进行处理，局部软弹的部分也应采取有效的处理措施。

5) 地下水位较高时, 应按设计要求进行处理。

6) 陡坡地段、土石混合地基、填挖界面、高填方雪道地基等都应按设计要求进行处理。

2 雪基填筑应符合下列规定:

1) 性质不同的填料, 应水平分层、分段填筑, 分层压实。同一水平层雪基的全宽应采用同一种填料, 不得混合填筑。每种填料的填筑层压实后的连续厚度不宜小于 500mm。填筑雪基顶最后一层时, 压实后的厚度应不小于 100mm。

2) 对潮湿或冻融敏感性小的填料应填筑在雪基上层。强度较小的填料应填筑在下层。在有地下水的区段或临水雪基范围内, 宜填筑透水性好的填料。

3) 在透水性不好的压实层上填筑透水性较好的填料前, 应在其表面设 2~4% 的双向横坡, 并采取相应的防水措施。不得在由透水性较好的填料所填筑的雪基边坡上覆盖透水性不好的填料。

4) 每种填料的松铺厚度应通过试验确定。

5) 每一填筑层压实后的宽度不得小于设计宽度。

6) 雪基填筑时, 应从最低处起分层填筑, 逐层压实; 当原地面纵坡大于 12% 或横坡陡于 1:5 时, 应按设计要求挖台阶, 或设置坡度向内并大于 4%、宽度大于 2m 的台阶。

7) 填方分几个作业段施工时, 接头部位如不能交替填筑, 则先填雪道, 应按 1:1 坡度分层留台阶; 如能交替填筑, 则应分层相互交替搭接, 搭接长度不小于 2m。

3 选择施工机械, 应考虑工程特点、土石种类及数量、地形、填挖高度、运距、气候条件、工期等因素, 经济合理地确定。填方压实应配备专用碾压机具。

4 土质雪基压实度应符合表 5.1.7-1 的规定。

5 压实度检测应符合以下规定:

1) 用灌砂法、灌水(水袋)法检测压实度时, 取土样的底面位置为每一压实层底部; 用环刀法试验时, 环刀中部处于压实层厚的 1/2 深度; 用核子仪试验时, 应根据其类型, 按说明书要求办理。

2) 施工过程中, 应检验压实度, 检测频率为每 100m 每压实层至少检验 1 点, 必要时可根据需要增加检验点。

6 雪基填筑至设计标高并整修完成后, 其施工质量应符合表 5.3.5 的规定。

表 5.3.5 雪基填筑施工质量标准

项次	项目		规定值或允许偏差	检查方法	检查频率
1	压实		压实度满足设计要求 (适用于填土雪基)	灌砂法	每 100m 每压实层测 1 处
2			孔隙率满足设计要求 (适用于填石雪基)	灌水法	每 100m 每三压实层测 1 处
3			沉降差 ≤ 试验段确定的沉降差 (适用于填石雪基)	水准仪	每 50m 测一个断面, 每断面 每层测 5 点
4	宽度		不小于设计宽度	尺量	每 200m 测 4 个断面
5	方格网高程 (cm)		±25	水准仪	按图纸点位 15% 抽测
6	平整度 (cm)		≤30	3m 靠尺	每 200m 测 4 处
7	边坡	坡度	满足设计要求	尺量	每 200m 测 4 处
8		平顺度	满足设计要求		

5.3.6 填石雪道雪基

1 填料应符合以下规定：

1) 膨胀岩石、易溶性岩石不宜直接用于雪基填筑，强风化石料、崩解性岩石和盐化岩石不得直接用于雪基填筑。

2) 雪道下雪基填料粒径应不大于 330mm，并不宜超过层厚的 2/3，不均匀系数宜为 15~20。

3) 雪道上雪基填料粒径应小于 270mm。

2 基底处理应符合以下规定：

1) 承载力应满足设计要求。

2) 在非岩石地基上，填筑填石雪道雪基前，应按设计要求设过渡层。

3 填筑应符合以下规定：

1) 雪基施工前，应先修筑试验路段，确定满足表 5.1.7-2 中孔隙率标准的松铺厚度、压实机械型号及组合、压实速度及压实遍数、沉降差等参数。

2) 填石雪基应分层填筑压实，在陡峻山坡地段施工特别困难时，可采用倾填的方式将石料填筑于雪基下部，但在雪基顶面以下不小于 1.0m 范围内仍应分层填筑压实。

3) 岩性相差较大的填料应分层或分段填筑。严禁将软质石料与硬质石料混合使用。

4) 中硬、硬质石料填筑雪基时，应进行边坡码砌，码砌边坡的石料强度、尺寸及码砌厚度应符合设计要求。边坡码砌与雪基填筑宜基本同步进行。

5) 压实机械宜选用自重不小于 15t 的振动压路机。

6) 在填石雪基顶面与细粒土填土层之间应按设计要求设过渡层。

4 填石雪基施工质量应符合以下规定：

1) 雪基的压实质量标准见表 5.1.7-2。

2) 填石雪基施工过程中的每一压实层，可用试验路段确定的工艺流程和工艺参数，控制压实过程；用试验路段确定的沉降差指标检测压实质量。

3) 填石雪基填筑至设计标高并整修完成后，其施工质量应符合表 5.3.5 的规定。

4) 填石雪基成型后的外观质量标准：雪基表面无明显孔洞，无大粒径石料。

5.3.7 土石雪道雪基

1 填料应符合以下规定：

1) 膨胀岩石、易溶性岩石等不宜直接用于雪基填筑，崩解性岩石和盐化岩石等不得直接用于雪基填筑。

2) 天然土石混合填料中，中硬、硬质石料的最大粒径不得大于压实层厚的 2/3；石料为强风化石料或软质石料时，其 CBR 值应符合表 5.1.7-1 的规定，石料最大粒径不得大于压实层厚。

2 基底处理应满足 5.3.6 条第 2 款的规定。在陡、斜坡地段，土石雪道雪基靠山一侧应按设计要求，做好排水和防渗处理。

3 填筑应符合以下规定：

1) 压实机械宜选用自重不小于 15 吨的振动压路机。

2) 施工前，应根据土石混合材料的类别分别进行试验路段施工，确定能达到设计要求的松铺厚度、压实机械型号及组合、压实速度及压实遍数、沉降差等参数。

3) 土石雪基不得倾填，应分层填筑压实。

4) 碾压前应使大粒径石料均匀分散在填料中，石料间孔隙应填充小粒径石料、土和石渣。

5) 压实后透水性差异大的土石混合材料，应分层或分段填筑，不宜纵向分幅填筑；如确需纵向分幅填筑，应将压实后渗水良好的土石混合材料填筑于雪基两侧。

6) 土石混合材料来自不同料场, 其岩性或土石比例相差较大时, 宜分层或分段填筑。

7) 填料由土石混合材料变化为其它填料时, 土石混合材料最后一层的压实厚度应小于 400mm, 该层填料最大粒径宜小于 270mm, 压实后, 该层表面应无孔洞。

8) 中硬、硬质石料的土石雪基, 应进行边坡码砌, 码砌边坡的石料强度、尺寸及码砌厚度应符合设计要求。边坡码砌与雪基填筑宜基本同步进行。软质石料土石雪基的边坡按土质雪基边坡处理。

4 中硬、硬质石料土石雪基质量应符合以下规定:

1) 施工过程中的每一压实层, 可用试验路段确定的工艺流程和工艺参数, 控制压实过程; 用试验路段确定的沉降差指标, 检测压实质量。

2) 雪基成型后质量应符合表 5.3.5 的规定。

5 软质石料填筑的土石雪基, 应符合 5.3.5 条的规定。

6 土石雪基的外观质量标准: 雪基表面无明显孔洞; 大粒径填石无松动, 铁锹挖动困难; 中硬、硬质石料土石雪基边坡码砌紧贴、密实, 无明显孔洞、松动。

5.3.8 高填方雪道雪基

1 高填方雪道雪基填料宜优先采用强度高、水稳性好的材料, 或采用轻质材料。受水淹、浸的部分, 应采用水稳性和透水性均好的材料。

2 雪基基底处理应符合下列规定:

1) 基底承载力应满足设计要求。特殊地段或承载力不足的地基应按设计要求进行处理。

2) 覆盖层较浅的岩石地基, 宜清除覆盖层。

3 高填方雪道雪基填筑应符合下列规定:

1) 施工中应按设计要求预留雪基高度与宽度, 并进行动态监控。

2) 施工过程中宜进行沉降观测, 按照设计要求控制填筑速率。

3) 高填方雪道雪基宜优先安排施工。

III 半填半挖雪道雪基

5.3.9 基底处理应符合下列规定:

1 应从填方坡脚起向上设置向内侧倾斜的台阶, 台阶宽度不小于 2m。

2 石质山坡, 应清除原地面松散风化层, 按设计开凿台阶。

3 孤石、石笋应清除。

4 纵向填挖结合段, 应合理设置台阶。

5 有地下水或地面水汇流的地段, 应采用合理措施导排水流。

5.3.10 施工应符合下列规定:

1 雪基应从最低标高处的台阶开始分层填筑, 分层压实。

2 填筑时, 应严格处理横向、纵向、原地面等结合界面, 确保雪基的整体性。

3 雪基填筑过程中, 应及时清理设计边坡外的松土、弃土。

IV 雪道雪基防护

5.3.11 植物防护

1 植物防护应符合下列规定:

1) 植被施工, 铺、种植被后, 应适时进行洒水、施肥等养护管理, 直到植被成活。

2) 种草施工, 草籽应撒布均匀, 同时做好保护措施。

3) 灌木(树木)应在适宜季节栽植。

4) 养护用水应不含油、酸、碱、盐等有碍草木生长的成份。

2 湿法喷播施工, 喷播后应及时养护, 盖度应达到 90%以上。

3 客土喷播施工应符合下列规定：

- 1) 喷播种子基质层配置宜满足《绿化种植土壤》(CJ/T 340)对表层营养土的规定。
- 2) 喷播植草混合料的配合比(植生土、土壤稳定剂、肥料、抗侵蚀材料、混合草籽、水等)应根据边坡坡度、地质情况和当地气候条件确定,混合草籽用量每1000m²不宜少于25kg。

5.3.12 骨架植物防护

1 浆砌片石(或混凝土)骨架植草防护施工应符合下列规定：

- 1) 骨架内应采用植物或其他辅助防护措施。植草草皮下宜有50~100mm厚的种植土,草皮应与坡面和骨架密贴。
- 2) 应及时对草皮进行养护。
- 2 锚杆混凝土框架植物防护施工质量应符合表5.3.39的相关规定。

5.3.13 圪工防护

1 喷浆防护施工应符合下列规定：

- 1) 喷护前应采取措施对泉水、渗水进行处治,并按设计要求设置泄水孔,排、防积水。
- 2) 喷射顺序应自下而上进行。
- 3) 砂浆初凝后,应立即开始养生,养护期一般为5~7天。
- 4) 应及时对喷浆层顶部进行封闭处理。

2 喷射混凝土防护施工应符合下列规定：

- 1) 作业前应进行试喷,选择合适的水灰比和喷射压力。喷射混凝土宜自下而上进行。
- 2) 做好泄水孔和伸缩缝。
- 3) 喷射混凝土初凝后,应立即养生,养护期一般为7~10天。
- 4) 喷射混凝土防护施工质量应符合表5.3.21的相关规定。

3 锚杆挂网喷射混凝土(砂浆)防护施工应符合下列规定：

- 1) 锚杆应嵌入稳固基岩内,锚固深度根据设计要求结合岩体性质确定。锚杆孔深应大于锚固长度200mm。
- 2) 钢筋保护层厚度不宜小于20mm。
- 3) 固定锚杆的砂浆应捣固密实,钢筋网应与锚杆连接牢固。
- 4) 铺设钢筋网前宜在岩面喷射一层混凝土,钢筋网与岩面的间隙宜为30mm,然后再喷射混凝土至设计厚度。
- 5) 喷射混凝土的厚度要均匀,钢筋网及锚杆不得外露。
- 6) 做好泄、排水孔和伸缩缝。
- 7) 锚杆挂网喷射混凝土(砂浆)防护施工质量应符合表5.3.21的相关规定。

4 干砌片石护坡施工应符合下列规定：

- 1) 边坡为粉质土、松散的砂或粉砂土等易被冲蚀的土时,碎石或砂砾垫层厚度不宜小于100mm。
- 2) 基础应选用较大石块砌筑,如基础与排水沟相连,其基础应设在沟底以下,并按设计要求砌筑浆砌片石。

3) 砌筑应彼此镶紧,接缝要错开,缝隙间用小石块填满塞紧。

5 浆砌片(卵)石护坡施工应符合下列规定：

- 1) 砂浆终凝前,砌体应覆盖,砂浆初凝后,立即进行养生。
- 2) 雪基边坡采用浆砌片石护坡,宜在雪基沉降稳定后施工。
- 3) 在冻胀变化较大的土质边坡上,护坡底面应铺设100~150mm厚的碎石或砂砾垫层。
- 4) 浆砌片石护坡每10~15m应留一伸缩缝,缝宽20~30mm。在基底地质有变化处,应设沉降缝,可将伸缩缝与沉降缝合并设置。

5) 泄水孔的位置和反滤层的设置应符合设计要求。

6 浆砌片石护面墙施工应符合下列规定：

1) 修筑护面墙前，应清除边坡风化层至新鲜岩面。对风化迅速的岩层，清挖到新鲜岩面后应立即修筑护面墙。

2) 护面墙的基础应设置在稳定的地基上，地基承载能力不够，应采取加固措施，基础埋置深度应根据地质条件确定，冰冻地区应埋置在冰冻深度以下至少 250mm。

3) 护面墙背必须与雪基坡面密贴，边坡局部凹陷处，应挖成台阶后用与墙身相同的圬工砌补，不得回填土石或干砌片石。坡顶护面墙与坡面之间应按设计要求做好防渗处理。

4) 应按设计要求做好伸缩缝。当护面墙基础修筑在不同岩层上时，应在变化处设置沉降缝。

5) 泄水孔的位置和反滤层的设置应符合设计要求。

7 圬工防护质量

1) 石料应选用未风化的硬质石料，砌筑应紧密、错缝，严禁通缝、叠砌、贴砌和浮塞，勾缝应均匀饱满、美观，坡面应平顺。

2) 干砌片石施工质量应符合表 5.3.13-1 的规定。

表 5.3.13-1 干砌片石施工质量标准

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查频率
1	厚度 (mm)	±50	每 100m ² 抽查 8 点
2	顶面高程 (mm)	±30	GPS: 每 20m 抽查 5 点
3	外形尺寸 (mm)	±100	每 20m 或自然段, 长宽各测 5 点
4	表面平整度 (mm)	50	2m 直尺: 每 20m 测 5 点

3) 浆砌砌体施工质量应符合表 5.3.13-2 的规定。

表 5.3.13-2 浆砌砌体施工质量标准

项次	检查项目	规定值或允许偏差		检查频率
1	砂浆强度	不小于设计强度		每 1 工作台面 2 组试件
2	顶面高程 (mm)	料、块石	±15	GPS: 每 20m 检查 5 点
		片石	±20	
3	底面高程 (mm)	-20		GPS: 每 20m 检查 5 点
4	坡度或垂直度 (%)	料、块石	0.3	吊垂线: 每 20m 检查 5 点
		片石	0.5	
5	断面尺寸 (mm)	料石、混凝土块	±20	尺量: 每 20m 检查 5 点
		块石	±30	
		片石	±50	
6	墙面距雪基中线 (cm)	±50		尺量: 每 20m 检查 5 点
7	表面平整度 (mm)	料石、混凝土块	10	2m 直尺: 每 20m 检查 5 处
		块石	20	
		片石	30	

5.3.14 破碎且不平整的边坡，必须将松散的浮石和岩渣清除，用浆砌片石填补空洞，对坡面缝隙进行封闭处理。边坡修整后应平整、密实，无溜滑体、蠕变体和松动岩体。

5.3.15 边坡开挖和钻孔过程中，应对岩性及构造进行编录和综合分析，与设计相比出入较

大时，应按规定处理。

5.3.16 修整边坡的弃渣应按有关规定堆放，不得污染环境。

5.3.17 钢筋制作与安装应符合相关规范的规定。

5.3.18 浇注混凝土时，模板应加支撑固定。

5.3.19 锚杆施工应符合下列规定：

1 孔深小于 3m 时，宜采用先注浆后插锚杆的施工工艺。注浆时，浆体除孔口 200~300mm 外，应均匀充满全孔。锚杆插入后应居中固定。杆体外露部分应避免敲击、碰撞，3 天内不得悬吊重物，3 天后才可安装垫板。

2 当孔深大于 3m 时应按 5.3.31 条的相关要求施工。

5.3.20 预应力锚索

1 严禁使用有机械损伤、电弧烧伤和严重锈蚀的钢绞线。严禁将钢绞线及锚索直接堆放在地面或露天储存，避免受潮、受腐蚀。

2 施工前应按设计要求进行预应力锚索的锚固性能基本试验，确定施工工艺。

3 锚索束制作安装应符合下列规定：

1) 锚索束制作宜在现场厂棚内进行。

2) 下料应采用机械切割，严禁用电弧切割。

3) 普通锚索束必须进行清污、除锈处理。

4) 锚固段锚索束应按设计安装。

5) 在锚索入孔前，必须校对锚索编号与孔号是否一致，做好标记。

6) 锚索束必须顺直地安放在钻孔中心。

4 锚固端灌浆应符合下列规定：

1) 放入锚索束后应及时灌浆。

2) 无粘结锚索孔灌浆宜一次注满锚固段和自由段。

3) 灌浆应饱满、密实。

5 锚索张拉应按设计要求进行，并应符合下列规定：

1) 张拉设备必须按规定配套标定，标定间隔期不宜超过 6 个月。拆卸检修的张拉设备或压力表经受强烈撞击后，都必须重新标定。

2) 孔内砂浆的强度未达到设计强度的 75% 时，不得进行张拉。

3) 锚索张拉采用张拉力和伸长值进行控制，用伸长值校核应力，当实际伸长值大于计算伸长值的 10% 或小于 5% 时，应暂停张拉，查明原因并处理后，可继续张拉。

4) 锚索锁定后，在 48 小时内若发现有明显的预应力松弛时，应进行补偿张拉。

6 封孔应符合下列规定：

1) 封孔灌浆应在锚索张拉、检测合格、锁定后进行。

2) 封孔灌浆时，进浆管必须插到底，灌浆必须饱满。

3) 封孔灌浆后，锚头部分应涂防腐剂，并按设计要求及时进行封闭。

5.3.21 边坡锚固防护施工质量应符合表 5.3.21 的规定。

表 5.3.21 边坡锚固防护施工质量标准

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查频率
1	混凝土强度 (MPa)	不小于设计强度	每台班 2 组试件
2	注浆强度 (MPa)	不小于设计强度	每台班 2 组试件
3	钻孔位置 (mm)	100	钢尺：逐孔检查
4	钻孔倾角、水平方向角	与设计锚固轴线的倾角、水平方向角偏差为 $\pm 1^\circ$	地质罗盘仪：逐孔检查

5	锚孔深度(mm)	不小于设计	尺量：抽查 20%
6	锚杆(索) 间距(mm)	±100	尺量：抽查 20%
7	锚杆拔力(kN)	抗拔力平均值≥设计值，最小拔力≥0.9 设计值	拔力试验：锚杆数 1%，且不少于 3 根
8	喷层厚度(mm)	平均厚≥设计厚，60%检查点的厚度≥设计厚，最小厚度≥0.5 设计厚，且不小于设计规定	尺量(凿孔) 或雷达断面仪：每 10m 检查 2 个断面，每 3m 检查 2 点
9	锚索张拉应力(MPa)	符合设计要求	油压表：每索由读数反算
10	张拉伸长率(%)	符合设计要求；设计未规定时采用±6	尺量：每索
11	断丝、滑丝数	每束 1 根，且每断面不超过钢线总数的 1%	目测：逐根(束) 检查

5.3.22 挡土墙施工前，应做好截、排水及防渗设施。

5.3.23 在岩体破碎、土质松软或地下水丰富地段修建挡土墙，宜避开雨季施工。

5.3.24 明挖基坑应符合下列规定：

- 1 施工过程中应对地质情况进行核对，与设计不符时，应及时处理。
- 2 基坑开挖宜分段跳槽进行。
- 3 坑内积水应随时排干。
- 4 采用倾斜基底时，基底标高应按设计控制，不得超挖填补。

5.3.25 基底检验合格后，应及时进行下道工序施工。

5.3.26 挡土墙端部嵌入地层部分应与墙体同时砌筑。挡土墙顶应找平抹面或勾缝，其与边坡间的空隙应用粘土或其他材料夯填封闭。

5.3.27 石笼挡墙施工应符合下列规定：

1 石笼挡墙的原材料有格宾石笼网和石料两种。格宾笼是由低碳镀锌钢丝机械编织成六边形双咬合钢丝网制成的网箱结构，使用年限不低于设计年限，其钢丝的抗拉强度不小于设计强度，且符合《工程机编钢丝网用钢丝》（YB/T 4221），钢丝镀锌量不小于设计值。格宾石笼内填料容重要求达到 18~19kN/m³，填石为 MU30 以上硬质岩质块石或片石，粒径以 100~300mm 为宜。小于 100mm 的粒径不应超过 15%，且不得用于石笼网格的外露面。空隙率不得超过 30%。

- 2 根据设计要求或根据不同情况和用途，合理选用石笼形状。
- 3 应选用浸水不崩解、不易风化的石料。
- 4 基底应大致整平，必要时用碎石或砾石垫层找平。
- 5 石笼应做到位置正确，搭叠衔接稳固、紧密，确保整体性。
- 6 石笼防护施工质量应符合表 5.3.27 的规定。

表 5.3.27 石笼挡墙施工质量标准

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	平面位置 (mm)	符合设计要求	经纬仪：按设计图控制坐标检查
2	长度 (mm)	不小于设计长度-300	尺量：每个(段) 检查
3	宽度 (mm)	不小于设计长度-300	每个(段) 量 8 处
4	高度 (mm)	不小于设计	水准仪或尺量：每个(段) 检查 8 处
5	底面高程(mm)	不高于设计	水准仪：每个(段) 检查 8 点

5.3.28 石笼防护外观质量应符合下列规定：

- 1 坐码石笼不得出现通缝。
- 2 不得出现外鼓变形。

5.3.29 重力式挡土墙

1 基础施工应符合下列规定：

- 1) 应将基底表面风化、松软土石清除。
- 2) 硬质岩石基坑中的基础，宜满坑砌筑。
- 3) 雨季在土质或易风化软质岩石基坑中砌筑基础时，应在基坑挖好后及时封闭坑底。

当基底设有向内倾斜的稳定横坡时，应采取临时排水措施，辅以必要座浆后安砌基础。

4) 采用台阶式基础时，台阶与墙体应连在一起同时砌筑，基底及墙趾台阶转折处不得砌成垂直通缝，砌体与台阶壁间的缝隙砂浆应饱满。

5) 基坑应随砌筑分层回填夯实，并在表面留 3% 的向外斜坡。

2 墙身施工应符合下列规定：

1) 墙身要分层错缝砌筑，砌出地面后基坑应及时回填夯实，并完成其顶面排水、防渗设施。

2) 伸缩缝与沉降缝内两侧壁应竖直、平齐，无搭叠；缝中防水材料应按设计要求施工。

3) 泄水孔应在砌筑墙身过程中设置，确保排水畅通，并应保证墙背反滤、防渗设施的施工质量。

4) 当墙身的强度达到设计强度的 75% 时，方可进行回填等工作。在距墙背 0.5~1.0m 以内，不宜用重型振动压路机碾压。

3 砌体挡土墙施工质量应符合表 5.3.29-1、5.3.29-2 的规定。

表 5.3.29-1 砌体挡土墙施工质量标准

项次	检查项目		规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	砂浆强度(MPa)		不小于设计强度	同一配合比，不超过 250m ³ 一组
2	平面位置 (mm)		50	GPS：每 20m 检查墙顶外边线 5 点
3	顶面高程 (mm)		±20	GPS：每 20m 检查 2 点
4	垂直度或坡度(%)		0.5	吊垂线：每 20m 检查 4 点
5	断面尺寸		不小于设计	尺量：每 20m 量 4 个断面
6	底面高程 (mm)		±50	GPS：每 20m 检查 2 点
7	表面平整度 (mm)	混凝土块、料石	10	2m 直尺：每 20m 检查 5 处，每处检查 竖直和墙长两个方向
		块石	20	
		片石	30	

表 5.3.29-2 干砌挡土墙施工质量标准

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	平面位置 (mm)	50	GPS：每 20m 检查 5 点
2	顶面高程 (mm)	±30	GPS：每 20m 检查 5 点
3	垂直度或坡度(%)	0.5	吊垂线：每 20m 检查 4 点
4	断面尺寸	不小于设计	尺量：每 20m 量 4 个断面
5	底面高程 (mm)	±50	GPS：每 20m 检查 2 点
6	表面平整度 (mm)	50	2m 直尺：每 20m 检查 5 处，每处检 查竖直和墙长两个方向

5.3.30 悬臂式和扶壁式挡土墙

1 凸榫必须按照设计尺寸开挖，并与墙底板一同灌注混凝土。

2 现场整体浇筑时，每段墙的底板、面板和肋的钢筋应一次绑扎，宜一次完成混凝土灌注。当采用现场分段浇筑时，应按设计要求进行施工，并预埋好连结钢筋，连接处混凝土面应严格凿毛，并清洗干净。

3 灌注混凝土后，应按有关规定进行养护。墙体达到设计强度的 75%以后方可进行墙背填土，并应按设计要求的填料和密实度分层填筑、压实；墙背排水设施应随填土及时施工。

4 现浇悬臂式和扶壁式挡土墙施工质量应符合表 5.3.30 的规定。

表 5.3.30 现浇悬臂式和扶壁式挡土墙施工质量标准

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	砂浆强度 (MPa)	不小于设计强度	每 1 工作台面 2 组试件
2	平面位置 (mm)	30	GPS: 每 20m 检查 5 点
3	顶面高程 (mm)	±20	GPS: 每 20m 检查 2 点
4	垂直度或坡度 (%)	0.3	吊垂线: 每 20m 检查 4 点
5	断面尺寸	不小于设计	尺量: 每 20m 量 4 个断面, 抽查扶壁 4 个
6	底面高程 (mm)	±30	GPS: 每 20m 检查 2 点
7	表面平整度 (mm)	5	2m 直尺: 每 20m 检查 3 处, 每处检查竖直和墙长两个方向

5.3.31 锚杆挡土墙

1 锚杆应当按设计尺寸下料、调直、涂污、加工。

2 按照设计要求，在施工前应做锚杆抗拔力验证试验。

3 钻孔施工应符合下列规定：

1) 施工前，应清除岩面松动石块，整平墙背坡面。

2) 根据设计孔径及岩土性质合理选择钻孔机具。

3) 孔轴应保持直线，孔位允许偏差为±50mm，深度允许偏差为-10~+50mm。

4) 钻孔后应将孔内粉尘、石渣清理干净。

4 安装普通砂浆锚杆应符合下列规定：

1) 锚杆应安装在孔位中心。

2) 锚杆未插入岩层部分，必须按设计要求作防锈处理。

3) 有水地段安装锚杆，应将孔内的水排出或采用早强速凝药包式锚杆。

4) 砂浆应随拌随用。

5) 宜先插入锚杆然后灌浆，灌浆应采用孔底注浆法，灌浆管应插至距孔底 50~100mm，并随水泥砂浆的注入逐渐拔出，灌浆压强宜不小于 0.2MPa。

6) 砂浆锚杆安装后，不得敲击、摇动。普通砂浆锚杆在 3d 后内，早强砂浆锚杆在 12h 内，不得在杆体上悬挂重物。必须待砂浆达到设计强度的 75%后方可安装肋柱、墙板。

5 安装墙板时，应边安装墙板边进行墙背回填及墙背排水系统。

5.3.32 开挖、成孔等过程中应随时观察地质、位移的变化，发现异常应及时采取措施。

5.3.33 施工中应采取有效措施加强安全防护，严禁大爆破、大开挖。

5.3.34 施工时应综合考虑排水系统，做好排水设施，疏导地表径流和地下水。

5.3.35 坡面开挖

1 坡面开挖应根据设计和实际地质情况确定分层深度及工作顺序。在完成上层作业面的土钉与喷射混凝土以前，严禁进行下一层深度的开挖。一次开挖深度不得大于设计中规定的边坡临界自稳高度，一次开挖长度也不得大于设计中规定的临界自稳长度。

2 进行土方开挖作业时，应保证边坡平整并符合设计坡率，严禁边坡出现超挖或造成边坡土体松动。

3 开挖面有软弱土层且垂直开挖时，应严格控制开挖高度和长度，开挖前应超前支护，开挖后应快速封闭。

5.3.36 土钉施工应符合下列规定：

- 1 应按设计要求对土钉进行现场抗拉拔力验证试验。
- 2 钻孔完成后，应将孔内残浆、残渣等杂物清除干净。
- 3 安装土钉钢筋时，应连同注浆排气管按要求一并送入钻孔内。
- 4 孔内注浆应饱满，浆体强度应符合设计要求。

5.3.37 喷射混凝土面层应符合下列规定：

1 喷射混凝土粗集料最大粒径不宜大于 16mm，水灰比不宜大于 0.45，混凝土强度应符合设计要求。

2 混凝土喷射厚度，临时支护厚度不宜小于 60mm，永久支护厚度不宜小于 80mm，永久支护面钢筋的喷射混凝土保护层厚度应不小于 50mm。

3 混凝土喷射每一层应自下而上进行。当混凝土厚度大于 100mm 时，应分两次喷射，在第二次喷射混凝土作业前，应清除结合面上的浮浆和松散碎屑。面层表面应抹平、压实修整。

4 喷射混凝土面层应在长度方向上每 30m 设伸缩缝，缝宽 10~20mm。

5 土钉喷射混凝土除符合本规范要求外，还应满足《锚杆喷射混凝土支护技术规范》（GB 50086）的要求。

5.3.38 地梁、网格梁施工应符合下列规定：

- 1 地梁、网格梁槽施工应根据地质条件，确定合理开挖顺序及方案。
- 2 土钉钢筋与网格梁受力钢筋应联接牢固。
- 3 地梁、网格梁应及时养护。

5.3.39 土钉支护施工质量应符合表 5.3.39 的规定。

表 5.3.39 土钉支护施工质量标准

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查频率
1	水泥（砂）浆强度	满足设计要求	每工作班 1 组试件
2	喷射混凝土强度	满足设计要求	每 100m ³ 取 1 组抗压试件，不足 100m ³ 留 1 组抗压试件
3	水泥混凝土强度	满足设计要求	每工作台班 2 组试件
4	钢筋网网格	±10mm	抽检
5	钢筋网连接	绑接长度应不小于一个网格间距或 200mm，搭焊焊缝长不小于钢筋直径的 10 倍	抽检
6	土钉抗拔力	平均值不小于设计值，低于设计值的土钉数 < 20%，最低抗拔力不小于设计值的 90%	见表注

7	土钉间距、倾角、孔深	孔位不大于 150mm，钻孔倾角不大于 2°，孔径：+20、-5mm，孔深：+200、-50mm	工作土钉的 3%，钢尺、测钎和地质罗盘仪量测
8	喷射混凝土面层厚度	允许偏差-10mm	每 10m 长检查一个断面，每 3m 长检查一个点。钻孔取芯或激光断面仪测量
9	网格梁、地梁、边梁	外观平整，无蜂窝麻面，尺寸允许偏差+10mm，-5mm	每 100m ² 检查一个点，钢尺量测

注：土钉抗拔力检测按工作土钉总数量的 1%进行抽检，且不得少于 3 根；抽检不合格的土钉数量超过检测数量的 20%时，将抽检的土钉数增大到 3%；如仍有 20%以上的土钉不合格，则该土钉支护工程为不合格工程，应采取处理措施。

5.3.40 当土钉采用钢丝绳锚杆和柔性主动防护网时，编网、支撑绳及拉锚系统所用钢丝绳应符合《钢丝绳通用技术条件》（GB/T 20118-2）的规定，其钢丝强度不应低于 1770MPa，热镀锌等级不低于 AB 级。

5.3.41 桩基开挖过程中，应随时核对滑动面情况，及时进行岩性资料编录，当其实际情况与设计不符时，应进行处理。

5.3.42 抗滑桩施工准备应符合下列规定：

1 施工宜在旱季进行。雨季施工时，孔口应搭雨棚，做好锁口，孔口地面上加筑适当高度的围堰。

2 应备好各项工序的机具、器材和井下排水、通风、照明设施，落实人员配备、施工组织计划。

3 应整平孔口地面，设置地表截、排水及防渗设施。

4 应对滑坡变形、移动进行监测。

5.3.43 开挖及支护应符合下列规定：

1 应分节开挖，每节高度宜为 0.6~2.0m，分节不宜过长，不得在土石层变化处和滑动面处分节，挖一节立即支护一节。

2 护壁应经过设计计算确定，应考虑到各种不利情况。护壁混凝土应紧贴围岩灌注，灌注前应清除孔壁上的松动石块、浮土。围岩较松软、破碎、有水时，护壁宜设泄水孔。

3 开挖应在上一节护壁混凝土终凝后进行，护壁混凝土模板的支撑应在混凝土强度达到能保持护壁结构不变形后方可拆除。

4 在围岩松软、破碎和有滑动面的节段，应在护壁内顺滑动方向用临时横撑加强支护，并经常观察其受力情况，及时进行加固。

5 开挖桩群应从两端沿滑坡主轴间隔开挖，桩身强度不低于 75%时可开挖邻桩。

6 弃渣严禁堆放在滑坡范围内。

5.3.44 灌注桩身混凝土应符合下列规定：

1 灌注前，应检查断面净空、清洗混凝土护壁。

2 钢筋笼搭接接头不得设在土石分界和滑动面处。

3 灌注必须连续进行。

5.3.45 桩间支挡结构及与桩相邻的挡土、排水设施等，均应按设计要求与抗滑桩正确连接，配套完成。

5.3.46 桩板式抗滑挡墙

1 桩身混凝土应达到设计强度后方可安装挡土板，挡土板安装时，应边安装边回填，并做好施工板后排水设施。

2 当桩间为土钉墙或喷锚支护时，桩间土体应分层开挖、分层加固；当锚固桩上部设有多排锚索（杆）时，应待上一排锚索（杆）施工完成后，才可开挖下一层的桩前土体。

3 锚索（杆）桩板式雪基挡土墙，应严格控制墙背填土的压实度，压实时不得直接碾压锚索（杆）。

5.3.46 抗滑桩施工质量应符合表 5.3.46 的规定。

表 5.3.46 抗滑桩施工质量标准

项次	检查项目		规定值或允许偏差	检测方法和检查频率
1	混凝土强度		满足设计要求	每工作台班 2 组试件
2	桩长		不小于设计	测绳量：每桩测量
3	孔径或断面尺寸		不小于设计	探孔器：每桩测量；矩形量尺
4	桩位（mm）		±150	GPS：每桩测量桩检查
5	竖直度 （mm）	钻孔桩	1%桩长，且不大于 500	测壁仪或吊垂线：每桩检查
		挖孔桩	0.5%桩长，且不大于 200	吊垂线：每桩检查
6	钢筋骨架底面高程（mm）		±50	尺量后计算

V 滑雪雪道排水

5.3.47 施工前，应校核全线排水设计是否完善、合理，必要时提出补充和修改意见。临时排水设施应尽量与永久排水设施相结合，排水方案应因地制宜、经济适用。

5.3.48 施工前，宜先完成临时排水设施。施工期间，应经常维护临时排水设施，保证水流通畅。

5.3.49 雪道雪基施工中，各施工作业层面应设 2%~4%的排水横坡，层面上不得有积水，并采取措施防止水流冲刷边坡。

5.3.50 雪道雪基施工中，应及时将地表水排走。

5.3.51 施工中应对地下水情况进行记录并及时反馈。

5.3.52 排水沟槽回填土应符合施工规范的规定并满足设计要求。

5.3.53 边沟

1 边沟沟底纵坡应衔接平顺。

2 土质地段的边沟纵坡大于 3%时应采取加固措施。

5.3.54 截水沟

1 截水沟应先施工，与其他排水设施应衔接平顺。

2 截水沟应按设计要求进行防渗及加固处理。地质不良地段、土质松软路段、透水性大或岩石裂隙较多地段，节水沟沟底、沟壁、出水口都应进行加固处理，防止水流渗漏和冲刷。

5.3.55 排水沟

1 排水沟线形要平顺，转弯处宜为弧线形。

2 排水沟的出水口，应设置跌水和急流槽将水流引出雪基或引入排水系统。

5.3.56 急流槽

1 片石砌缝应不大于 40mm，砂浆饱满，槽底表面粗糙。

2 急流槽分节长度宜为 5~10m，接头处应用防水材料填缝。混凝土预制块急流槽，分节长度宜为 2.5~5m，接头采用榫接。

5.3.57 无消力池的跌水，其台阶高度应小于 600mm，每阶高度与长度之比应与原地面坡度相协调。

5.3.58 雪道坡度大，宜采用浆砌片石结构进行赛道排水。

5.3.59 浆砌片石工程，嵌缝均匀、饱满、密实，勾缝平顺无脱落、密实、美观，缝宽均衡协调；砌体咬扣紧密；抹面平整、压光、顺直，无裂缝、空鼓。

5.3.60 浆砌排水沟、截水沟、边沟施工质量，应符合下表规定：

表 5.3.60 浆砌片石水沟施工质量标准

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检测方法和检查频率
1	砂浆强度	符合设计要求	同一配合比，不超过 250m ³ 一组
2	轴线偏位(mm)	50	GPS：每 200m 测 8 处
3	墙面直顺度(mm) 或坡度	30 符合设计要求	20m 拉线 坡度尺：每 200m 测 4 处
4	断面尺寸(mm)	±30	尺量：每 200m 测 4 处
5	铺砌厚度	不小于设计值	尺量：每 200m 测 4 处
6	基础垫层宽、厚度	不小于设计值	尺量：每 200m 测 4 处
7	沟底高程(mm)	±15	GPS：每 200m 测 8 点

5.3.61 浆砌水沟应符合下列基本要求：

1 浆砌片(块)石的质量和规格，应符合国家和行业强制性标准以及合同约定的其他标准的规定，并满足设计要求。

2 砌体砂浆配合比准确，砌缝内砂浆均匀饱满，勾缝密实。

3 基础中缩缝应与墙身缩缝对齐。

5.3.62 浆砌水沟外观质量应符合下列规定：

1 砌体抹面不得有空鼓。

2 沟壁平整、稳定、无贴坡。沟内不应有杂物，无排水不畅。

3 纵坡顺治，曲线线形圆滑。

4 各类防渗、加固设施坚实稳固。

5.3.63 雪道排洪设施宜采用钢筋混凝土结构。当需要下穿雪道时，宜采用钢波纹管排水涵。

5.3.64 排洪设施宜做到永临结合，减少对施工边界外的占地。

5.3.65 钢筋混凝土明渠水沟应符合下列基本要求

1 边坡应平整、密实、稳定。

2 沟内不得有杂物，无排水不畅。

5.3.66 钢筋混凝土明渠水沟实测项目应符合下表规定：

表 5.3.66 混凝土排水管安装实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检测方法和检查频率
1	沟底高程(mm)	0,-30	GPS：每 200m 测 4 个点，且不少于 5 点
2	断面尺寸(mm)	≥设计值	尺量：每 200m 测 2 个点，且不少于 5 点
3	边坡坡度	不陡于设计值	尺量：每 200m 测 2 个点，且不少于 5 点
4	边棱直顺度(mm)	50	尺量：20m 拉线，每 200m 测 2 个点，且不少于 5 点

5.3.67 钢筋混凝土排水涵安装应符合下列基本要求：

1 排水管基础应满足设计要求。

- 2 管材应逐节检查，不得有裂缝、破损。
- 3 管节铺设应平顺、稳固，管底坡度不得出现反坡，管节接头处流水面高差不得大于5mm。管内不得有泥土、砖石、砂浆等杂物。
- 4 管径大于 750mm 时，应在管内做整圈勾缝。
- 5 抹带前，管口应洗刷干净，管口表面应平整密实，无裂缝现象。抹带后应及时覆盖养护。
- 6 设计中要求防渗漏的排水管硬座渗漏试验，渗漏量应满足设计要求。

5.3.68 混凝土排水管安装实测项目应符合下表规定：

表 5.3.68 混凝土排水管安装实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检测方法和检查频率
1	混凝土抗压强度或砂浆强度(MPa)	在合格标准内	
2	管轴线偏位(mm)	15	GPS 或尺量：每两井间测 3 处
3	流水面高程(mm)	±10	GPS、尺量：每两井间进出水口各 1 处，中间 1~2 处
4	基础厚度(mm)	≥设计值	尺量：每两井间测 3 处
5	管座肩宽(mm)	+10, -5	尺量：每两井间测 2 处
	管座肩高(mm)	±10	
6	抹带宽度	≥设计值	尺量：按 10%抽查
	抹带厚度	≥设计值	

5.3.69 混凝土排水管安装外观质量应符合下列规定：

- 1 不应出现外观质量缺陷。
- 2 管口缝带圈不得开裂脱皮；管口内缝砂浆不得有空鼓。
- 3 抹带接口表面不应有间断和空鼓。

5.3.70 钢波纹管排水涵安装应符合下列基本要求：

- 1 不得使用变形的管节或板件。
- 2 地基处理及承载力应满足设计要求，管节与地基紧密贴合，垫稳坐实。
- 3 接缝应嵌填密实，填充深度满足设计要求，不得出现渗漏水现象。
- 4 应对管节或管片，连接件的受损防护镀层进行修复。
- 5 每节涵管底坡度均不得出现反坡。

5.3.71 钢波纹管涵安装实测项目应符合下表规定：

表 5.3.71 钢波纹管涵安装实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检测方法和检查频率
1	地基压实度	满足设计要求	每 5m 测 1 处，且不少于 3 处
2	管涵内径(mm)	±1%D	尺量：每 5m 测 1 处，且不少于 3 处，测相互垂直两个方向
3	底面高程(mm)	±10	水准仪：测洞口、中点和其他四分点附近 5 处
4	高强螺栓扭矩(N.m)	±10%	扭矩扳手：检查 5%，且不少于 2 个

5	工地防腐涂层	满足设计要求	按涂刷遍数检查, 全部
---	--------	--------	-------------

5.3.72 钢波纹管涵安装外观质量应符合下列规定:

- 1 涵管线形不应出现反复弯折。
- 2 工地防腐涂层不得出现漏涂、气泡、剥离。

5.3.73 检查井砌筑应符合下列基本要求:

- 1 砌筑材料及井基混凝土强度应满足设计要求。
- 2 井盖质量应满足设计要求。

3 砌筑砂浆配合比准确, 井壁砂浆饱满, 灰缝平整。检查井内壁应平顺, 抹面密实光洁无裂缝, 收分均匀, 踏步安装牢固。

5.3.74 检查井砌筑实测项目应符合下表规定:

表 5.3.74 检查井砌筑实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检测方法和检查频率
1	砂浆强度(Mpa)	在合格标准内	
2	中心点位(mm)	50	GPS, 逐井检查
3	圆井直径或方井长、宽(mm)	±20	尺量: 逐井检查, 每井测 2 点
4	壁厚(mm)	-10, 0	尺量: 逐井检查, 每井测 2 点
5	井底高程(mm)	±20	水准仪: 逐井检查
6	井盖与相邻雪道面高差(mm)	+4, 0	水准仪, 水平尺: 逐井检查

5.3.75 检查井井框安装不应松动, 井口周围不得有积水。

5.3.76 井基混凝土强度达到 5MPa 后方可砌筑井体, 蹬步梯安装牢固。井框、井盖平稳。井口周围无积水。

5.4 技术雪道

I 挖方技术雪道雪基

5.4.1 土方工程

1 开挖施工应符合下列规定:

1) 可作为雪基填料的土方, 应分类开挖分类使用。表土资源最大程度收集利用, 按 5.7.1 规定处理。

2) 土方开挖应自上而下进行, 不得乱挖超挖, 严禁掏底开挖。

3) 开挖过程中, 应采取措施保证边坡稳定。开挖至边坡线前, 应预留一定宽度, 预留的宽度应保证刷坡过程中设计边坡线外的土层不受到扰动。

4) 雪基开挖中, 基于实际情况, 如需修改设计边坡坡度、截水沟和边沟的位置及尺寸时, 应及时按规定报批。边坡上稳定的孤石应保留。

5) 应采取临时排水措施, 确保施工作业面不积水。

2 边沟与截水沟应从下游向上游开挖。截水沟通过地面坑凹处时, 应将凹处填平夯实。边沟及截水沟开挖后, 应及时进行防渗处理, 不得渗漏、积水和冲刷边坡及雪基。

3 挖方技术雪道雪基施工遇到地下水时应按下列规定处理:

1) 应采取排导措施, 将水引入雪基排水系统。不得随意堵塞泉眼。

2) 雪基土含水量高或为含水层时, 应采取设置渗沟、换填、改良土质、土工织物等处

理措施，雪基填料除应符合表 5.1.7-1 的规定外，还应具有良好的透水性能。

4 土质雪道雪基开挖应根据地面坡度、开挖断面、纵向长度及出土方向等因素，结合土方调配，选用安全、经济的开挖方案。

5.4.2 石方工程

1 石方开挖应根据岩石的类别、风化程度、岩层产状、岩体断裂构造、施工环境等因素确定开挖方案。

2 爆破作业必须符合《爆破安全规程》（GB 6722）。爆破施工组织设计应按相关规定报批。

3 石方开挖严禁采用峒式爆破，近边坡部分宜采用光面爆破或预裂爆破。

4 边坡整修及检验

1) 挖方边坡应从开挖面往下分段整修，每下挖 2~3m，宜对新开挖边坡刷坡，同时清除危石及松动石块。

2) 石质边坡不宜超挖。

3) 石质边坡质量要求：边坡上无松石、危石。

5 技术雪道雪基清理及验收

1) 超过平整度要求的欠挖部分必须凿除。超过平整度要求的超挖部分应采用合格填料找平、压实。

2) 石质技术雪道雪基底面有地下水时，可设置渗沟进行排导，渗沟宽度不宜小于 100mm，横坡不宜小于 0.6%。渗沟应用坚硬碎石回填。

3) 石质技术雪道雪基的边沟应与雪基同步施工。

II 半挖半填技术雪道雪基

5.4.3 基底处理应符合下列规定：

1 应从填方坡脚起向上设置向内侧倾斜的台阶，台阶宽度不小于 2m。

2 石质山坡，应清除原地面松散风化层，按设计开凿台阶。

3 孤石、石笋应清除。

4 纵向填挖结合段，应合理设置台阶。

5 有地下水或地面水汇流的地段，应采用合理措施导排水流。

5.4.4 施工应符合下列规定：

1 雪基应从最低标高处的台阶开始分层填筑，分层压实。

2 填筑时，应严格处理横向、纵向、原地面等结合界面，确保雪基的整体性。

3 雪基填筑过程中，应及时清理设计边坡外的松土、弃土。

III 技术雪道防护

5.4.5 技术雪道防护标准参照第 5.3.IV 雪道雪基防护。

5.4.6 技术雪道防护地基处理标准参照《建筑地基处理技术规范》（JGJ 79）第 4 章换填垫层相关内容。

5.5 造雪系统

I 造雪管道沟槽开挖和回填

5.5.1 沟槽底部的开挖宽度，应符合设计要求。

5.5.2 地质条件良好、土质均匀、地下水低于沟槽地面高程，且开挖深度在 5m 以内、沟槽不设支撑时，沟槽边坡最陡坡度应符合表 5.5.2 的规定。

表 5.5.2 深度在 5m 以内的沟槽边坡的最陡坡度

土的类别	边坡坡度 (高:宽)		
	坡顶无荷载	坡顶有静载	坡顶有动载
中密的砂土	1: 1.00	1: 1.25	1: 1.50
中密的碎石类土 (充填物为砂土)	1: 0.75	1: 1.00	1: 1.25
硬塑的粉土	1: 0.67	1: 0.75	1: 1.00
中密的碎石类土 (充填物为黏性土)	1: 0.50	1: 0.67	1: 0.75
硬塑的粉质黏土、黏土	1: 0.33	1: 0.50	1: 0.67
老黄土	1: 0.10	1: 0.25	1: 0.33

5.5.3 沟槽每侧临时堆土或施加其他荷载时，不得影响建（构）筑物、各种管线和其他设施的安全。

5.5.4 沟槽的开挖应符合下列规定：

1 沟槽的开挖断面应符合施工方案的要求。槽底原状地基土不得扰动，机械开挖时槽底预留 200~300mm 土层由人工开挖至设计高程，整平。

2 槽底不得受水浸泡和受冻，槽底局部扰动或受水浸泡时，宜采用天然级配砂砾石或石灰土回填；槽底扰动土层为湿陷性黄土时，应按设计要求及性能地基处理。

3 槽底土层为杂填土、腐蚀性土时，应全部挖除并按设计要求进行地基处理。

4 槽壁平顺，边坡坡度符合施工方案的规定。

5 在沟槽边坡稳定后设置供施工人员上下沟槽的安全梯。

5.5.5 沟槽的回填应符合下列规定：

1 管道周边、槽底至管顶以上 500mm 范围内回填细粒土；管道周边 300mm 范围内，粒径不大于 20mm；槽底至管顶以上 500mm 范围内，粒径不大于 50mm，且含石量不大于 40%。

2 除管道周边、槽底至管顶以上 500mm 范围内，其他部位按照雪道设计要求回填。

3 冬期回填时除管道、电缆周围以外可均匀掺入冻土，其数量不得超过填土总体积的 15%，有特殊要求部位按要求执行；无特殊要求的部位，冻块尺寸不得超过 100mm。

4 采用人工和机械相结合的筛分方式：管道周围 500mm 范围外部分，采用人工的方式进行筛分对粒径超过 330mm 的石块机械破碎；管道周围 500mm 范围内部分，采用挖掘机携带旋转式筛分斗（孔径 $\phi 50$ ）进行筛分，人工收集，运输车运到回填部位。

5.5.6 沟槽开挖质量验收应符合下列规定：

1 原状地基土不得扰动、受水浸泡或受冻；

检查方法：观察。

2 地基承载力应满足设计要求；

检查方法：检查验槽记录。

5.5.7 沟槽回填质量验收应符合下列规定：

1 回填材料符合设计要求；

检查方法：观察；按设计要求进行检查，检查检测报告。

检查数量：管道周边、槽底至管顶以上 500mm 范围内的回填材料，每铺筑 1000m³，取样一次，每次取样至少应做两组测试。

2 沟槽不得带水回填，回填应密实。

检查方法：观察。

3 回填土压实度应符合设计要求，设计无要求时，管道周边、槽底至管顶以上 500mm 范围内按表 5.5.7，其他部位要求同雪道回填压实。

表 5.5.7 管道周边、槽底至管顶以上 500mm 范围内

序号	项目	压实度	检测数量		检查方法
		轻型击实标准	范围	点数	
1	管侧	87	200m	每侧每层一组（每组 3 点）	灌砂法

II 造雪管道安装施工

5.5.8 管道安装应符合现行国家标准《工业金属管道工程施工及验收规范》（GB 50235）等规范的规定，并应符合下列规定：

1 对首次采用的钢材、焊接工艺、焊接方法或焊接工艺，施工单位必须在焊接前按设计要求和有关规定进行焊接试验，并应根据试验结果编制焊接工艺指导书。

2 焊工必须按规定经相关部门考试合格后持证上岗，并应根据经过评定的焊接工艺指导书进行施焊。

3 沟槽内焊接时，应采取有效技术措施保证管道底部的焊接质量。

5.5.9 管节的材料、规格、压力等级应符合设计要求，管节宜工厂预制，现场加工应符合下列规定：

1 管节表面无斑疤、裂纹、严重锈蚀等缺陷。

2 焊缝外观质量应符合表 5.5.9-1 的规定，焊缝无损检验合格。

表 5.5.9-1 深度在 5m 以内的沟槽边坡的最陡坡度

项目	技术要求
外观	不得有融化金属流到焊缝外未熔化的母材上，焊缝和热影响区表面不得有裂纹、气孔、弧坑和灰渣等缺陷；表面光滑、均匀、焊道与母材应平缓过渡
宽度	应焊出坡口边缘 2~3mm
表面余高	应小于或等于 1+0.2 倍坡口边缘宽度，且不大于 4mm
咬边	深度应小于或等于 0.5mm，焊缝两侧咬边总长不得超过焊缝长度的 10%，且连续长应不大于 100mm
错边	应小于或等于 0.2t，且不应大于 2mm
未焊满	不允许

注：t 为壁厚（mm）。

3 直焊缝卷管管节几何尺寸允许偏差应符合表 5.5.9-2 的规定。

表 5.5.9-2 直焊缝卷管管节几何尺寸的允许偏差

项目	允许偏差（mm）	
周长	$D_i \leq 600$	± 2.0
	$D_i > 600$	$\pm 0.0035D_i$

圆度	管端 0.005Di; 其他部位 0.01Di
端面垂直度	0.001Di, 且不大于 1.5
弧度	用弧长 $\pi Di/6$ 的弧形板量测于管内壁或外壁纵缝处形成的间隙, 其间隙为 $0.1t+2$, 且不大于 4, 距管端 200mm 纵缝处的间隙不大于 2

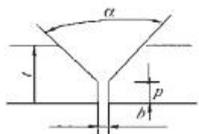
注: Di 为管内径 (mm), t 为壁厚 (mm)。

4 同一管节允许有两条纵缝, 管径大于或等于 600mm 时, 纵向焊缝的间距应大于 300mm; 管径小于 600mm, 其间距应大于 100mm。

5.5.10 弯管起弯点至接口的距离不得小于管径, 且不得小于 100mm。

5.5.11 管节组对焊接时应先修口、清根, 管端端面的坡口角度、钝边、间隙, 应符合要求, 设计无要求时应符合表 5.5.11-1 的规定; 不得在对口间隙夹焊帮条或用加热法缩小间隙施焊。

表 5.5.11-1 电弧焊管端倒角各部尺寸

倒角形式		间隙 b (mm)	钝边 p (mm)	坡口角度 α (°)
图示	壁厚 t (mm)			
	4~9	1.5~3.0	1.0~1.5	60~70
	10~26	2.0~4.0	1.0~2.0	60±5

5.5.12 对口时应使内壁齐平, 错口的允许偏差应为壁厚的 20%, 且不大于 2mm。

5.5.13 对口时纵、环向焊缝的位置应符合下列规定:

- 1 纵向焊缝应放在管道中心垂线上半圆的 45° 左右处。
- 2 纵向焊缝应错开, 管径小于 600mm 时, 错开的间距不得小于 100mm; 管径大于或等于 600mm 时, 错开的间距不得小于 300mm。
- 3 直管管段两相邻环向焊缝的间距不应小于 200mm, 并不应小于管节的外径。
- 4 管道任何位置不得有十字形焊缝。

5.5.14 不同壁厚的管节对口时, 管壁厚度相差不宜大于 3mm。不同管径的管节相连时, 两管径相差大于小管径的 15% 时, 可用渐缩管连接。渐缩管的长度不应小于两管径差值的 2 倍, 且不应小于 200mm。

5.5.15 管道上开孔应符合下列规定:

- 1 不得在干管的纵向、环向焊缝处开孔。
- 2 管道上任何位置不得开方孔。
- 3 不得在短节上或管件上开孔。
- 4 开孔处的加固补强应符合设计要求。

5.5.16 在寒冷或恶劣环境下焊接应符合下列规定:

- 1 清除管道上的冰、雪、霜等。
- 2 工作环境的风力大于 5 级、雪天或相对湿度大于 90% 时, 应采取保护措施。
- 3 焊接时, 应使焊缝可自由伸缩, 并应使焊口缓慢降温。
- 4 冬期焊接时, 应根据环境温度进行预热处理, 并应符合表 5.5.16 的规定。

表 5.5.16 冬期焊接预热的规定

钢号	环境温度 (°C)	预热宽度 (mm)	预热达到温度 (°C)
含碳量≤0.2%碳素钢	≤-20	焊口每侧不小于 40	100~150
0.2%<含碳量<0.3%	≤-10		
16Mn	≤0		100~200

5.5.17 焊口对口检查合格后，方可进行接口定位焊接。定位焊接采用点焊时，应符合下列规定：

- 1 点焊焊条应采用与接口焊接相同的焊条。
- 2 点焊时，应对称施焊，其焊缝厚度应与第一层焊接厚度一致。
- 3 钢管的纵向焊缝及螺旋焊缝处不得点焊。
- 4 点焊长度与间距应符合表 5.5.17 的规定。

表 5.5.17 点焊长度与间距

管外径 (mm)	点焊长度 (mm)	环向点焊点 (处)
350~500	50~60	5
600~700	60~70	6
≥800	80~100	点焊间距不宜大于 400mm

5.5.18 焊接方式应符合设计和焊接工艺评定的要求。

5.5.19 管道对接时，环向焊缝的检验应符合下列规定：

- 1 检查前应清除焊缝的渣皮、飞溅物。
- 2 应在无损检测前进行外观质量检查，并应符合本规范表 5.5.9-2 的规定。
- 3 无损检测检测方法应按设计要求选用。
- 4 无损检测取样数量与质量要求应按设计要求执行；设计无要求时，压力管道的取样数量应不小于焊缝量的 10%。
- 5 不合格的焊缝应返修，返修次数不得超过 3 次。

III 造雪管道防腐

5.5.20 埋地管道外防腐层应符合设计规范要求，其构造应符合表 5.5.20-1、表 5.5.20-2、表 5.5.20-3 的规定。

表 5.5.20-1 石油沥青涂料外防腐层构造

材料种类	普通级（三油二布）		加强级（四油三布）		特加强级（五油四布）	
	构造	厚度 (mm)	构造	厚度 (mm)	构造	厚度 (mm)
石油沥青涂料	(1) 底料一层 (2) 沥青 (厚度 ≥1.5mm) (3) 玻璃布一层 (4) 沥青 (厚度 1.0~1.5mm) (5) 玻璃布一层 (6) 沥青 (厚度	≥4.0	(1) 底料一层 (2) 沥青 (厚度 ≥1.5mm) (3) 玻璃布一层 (4) 沥青 (厚度 1.0~1.5mm) (5) 玻璃布一层 (6) 沥青 (厚度	≥5.5	(1) 底料一层 (2) 沥青 (厚度 ≥1.5mm) (3) 玻璃布一层 (4) 沥青 (厚度 1.0~1.5mm) (5) 玻璃布一层 (6) 沥青 (厚度	≥7.6

	1.0~1.5mm) (7) 聚氯乙烯工业薄膜一层		1.0~1.5mm) (7) 玻璃布一层 (8) 沥青(厚度1.0~1.5mm) (9) 聚氯乙烯工业薄膜一层		1.0~1.5mm) (7) 玻璃布一层 (8) 沥青(厚度1.0~1.5mm) (9) 玻璃布一层 (10) 沥青(厚度1.0~1.5mm) (11) 聚氯乙烯工业薄膜一层	
--	------------------------------	--	--	--	--	--

表 5.5.20-2 环氧煤沥青涂料外防腐层构造

材料种类	普通级(三油)		加强级(四油一布)		特加强级(六油二布)	
	构造	厚度(mm)	构造	厚度(mm)	构造	厚度(mm)
环氧煤沥青涂料	(1) 底料 (2) 面料 (3) 面料 (4) 面料	≥0.3	(1) 底料 (2) 面料 (3) 面料 (4) 玻璃布 (5) 面料 (6) 面料	≥0.4	(1) 底料 (2) 面料 (3) 面料 (4) 玻璃布 (5) 面料 (6) 面料 (7) 玻璃布 (8) 面料 (9) 面料	≥0.6

表 5.5.20-3 环氧树脂玻璃钢外防腐层构造

材料种类	加强级	
	构造	厚度(mm)
环氧树脂玻璃钢	(1) 底层树脂 (2) 面层树脂 (3) 玻璃布 (4) 面层树脂 (5) 玻璃布 (6) 面层树脂 (7) 面层树脂	≥3

5.5.21 环氧煤沥青外防腐层施工应符合下列规定:

1 涂底料前管体表面应清除油垢、灰渣、铁锈;人工除氧化皮、铁锈时,其质量标准应达 St3 级;喷砂或化学除锈时,其质量标准应达 St2.5 级,表面应光滑无刺、无焊瘤、棱角。

2 应按产品说明书的规定配制涂料。

3 底料应在表面除锈合格后尽快涂刷,空气湿度过大时,应立即涂刷,涂刷均匀,不得漏涂;管两端 100~150mm 范围内不涂刷,或在涂底料之前,在该部位涂刷可焊涂料或硅

酸锌涂料，干膜厚度不应小于 25 μm。

4 面料涂刷和包扎玻璃布，应在底料表干后、固化前进行，底料与第一道面料涂刷的间隔时间不得超过 24h。

5.5.22 雨期、冬期环氧煤沥青涂料外防腐层施工应符合下列规定：

1 环境温度低于 5℃时，不宜采用环氧煤沥青涂料；环境温度低于-15℃或相对湿度大于 85%时，未采取措施不得进行施工。

2 不得在雨、雾、雪或 5 级以上大风环境露天进行施工。

5.5.23 防腐管在回填前应进行检验，检验不合格应修补至合格，再进行回填。

III 造雪系统附属构筑物

5.5.24 预制装配式结构的井室施工应符合下列规定：

1 预制构件及其配件经检验符合设计和安装要求。

2 预制构件装配位置和尺寸正确，安装牢固。

3 采用水泥砂浆接缝时，企口坐浆与竖缝灌浆应饱满，装配后的接缝砂浆凝结硬化期间应加强养护，并不得受外力碰撞或震动。

4 设有橡胶密封圈时，胶圈应安装稳固，止水严密可靠。

5.5.25 有支、连管接入的井室，应在井室施工的同时安装预留支、连管，预留管的管径、方向、高程应符合设计要求，管与井壁衔接处应严密；排水检查井的预留管管口宜采用低强度砂浆砌筑封口抹平。

5.5.26 井室内部处理应符合下列规定：

1 预留孔、预埋件应符合设计和管道施工工艺要求。

2 阀门井的井底距承口或法兰盘下缘以及井壁与承口或法兰盘外缘应留有安装作业空间，其尺寸应符合设计要求。

5.5.27 支墩应符合下列规定：

1 管节及管件的支墩和锚定结构位置准确，锚定牢固。

2 支墩应在坚固的地基上修筑。无原状土作后背墙时，应采取措施保证支墩在受力情况下，不致破坏管道接口。

3 支墩应在管节接口做完、管节位置固定后修筑。

4 支墩施工前，应将支墩部位的管节、管件表面清理干净。

5 支墩宜采用混凝土浇筑，其强度等级不应低于 C15。

6 管节安装过程中的临时固定支架，应在支墩的混凝土达到规定强度后方可拆除。

7 管道及管件支墩施工完毕，并达到强度要求后方可进行水压试验。

IV 造雪电力设施

5.5.28 直埋电缆应符合设计规范要求，且符合表 5.5.28 的规定。

表 5.5.28 直埋电缆敷设的规定

序号	检查项目及要 求	检查结果
1	电缆规格符合设计规定，排列整齐，无机械损伤；标志牌齐全、正确、清晰。	
2	电缆的固定、弯曲半径、有关距离和单芯电力电缆的相序排列符合要求。	
3	电缆终端、电缆接头、安装牢固，相色正确。	
4	电缆金属保护层、铠装、金属屏蔽层接地良好。	
5	电缆沟内无杂物，盖板齐全，隧道内无杂物，照明、通风排水等符合设计要求。	

6	直埋电缆路径标志应与实际路径相符，标志应清晰牢固、间距适当。	
7	电缆桥架接地符合标准要求	

5.5.29 接地装置应符合设计规范要求，且符合表 5.5.29 的规定。

表 5.5.29 接地装置敷设的规定

接地装置规格	接地体	水平	10	mm	打进深度	/	m
		垂直	/	mm	埋设深度	1	m
	接地干线		垂直	mm	搭接焊长度	100	mm
接地电阻	隐蔽前			Ω (最大阻值)	土质情况		
	隐蔽后			Ω (最大阻值)	焊接部位及接地体引出线防腐处理		

5.5.30 交流低压配电箱安装应符合设计规范要求，且符合表 5.5.30 的规定。

表 5.5.30 交流低压配电箱安装的规定

序号	检查项目及要求	检查结果
1	盘柜安装位置正确，符合设计要求，偏差符合国家现行规范要求	
2	基础型钢安装偏差符合设计及规范要求	
3	盘柜的固定及接地应可靠，漆层应完好，清洁整齐	
4	盘柜内所装电器元件应符合设计要求，安装位置正确，固定牢固	
5	二次回路接线应正确，连接可靠，回路编号标志齐全清晰，绝缘符合要求	
6	手车或抽屉式开关柜在推入或拉出时应灵活，机械闭锁可靠	
7	柜内一次设备安装质量符合国家现行有关标准规范的规定	
8	操作及联动试验正确符合设计要求	
9	按国家现行规范进行的所有电气试验全部合格	

IV 造雪机安装

5.5.31 塔式造雪机旋转支架安装应符合设计规范要求，且符合表 5.5.31 的规定。

表 5.5.31 塔式造雪机旋转支架安装的规定

序号	主要检查项目	检查结论
1	立柱垂直	符合要求
2	预埋螺栓与立柱、立柱与支架横梁连接准确、牢固	符合要求
3	液压系统油箱、液压油缸安装牢固	符合要求
4	控制设备安装正常、牢固	符合要求
5	附件安装牢固	符合要求

5.5.32 造雪机安装应符合设计规范要求，且符合表 5.5.32 的规定。

表 5.5.32 造雪机安装的规定

序号	主要检查项目	检查结论
1	外观检查	符合要求
2	电气：造雪机电源线连接插头与配电箱连接，保护套安装，位置准确、牢固	符合要求
3	控制电缆：控制电缆连接插头与设备插座、自动调节阀连接，保护套安装，位置准确、牢固	符合要求
4	液压：供水软管与造雪机的中央供水连接器及阀门连接	符合要求
5	防护性接地连接位置准确、牢固	符合要求
6	定位造雪机位置	符合要求
7	附件安装应牢固	符合要求

V 管道功能性检测

5.5.33 试验管段的后背应符合下列规定：

- 1 后背应设在原状土或人工后背上，土质松软时应采取加固措施。
- 2 后背墙面应平整并与管道轴线垂直。

5.5.34 采用钢管的压力管道，管道中最后一个焊口接口完毕后一个小时以上方可进行水压试验。

5.5.35 水压试验采用的设备、仪表规格及其安装应符合下列规定：

- 1 采用弹簧压力计时，精度不低于 1.5 级，最大量程宜为试验压力的 1.3~1.5 倍，表壳的公称直径不宜小于 150mm，使用前经校正并具有符合规定的检定证书。
- 2 水泵、压力计应安装在试验段的两端部与管道轴线相垂直的支管上。

5.5.36 水压试验应符合下列规定：

- 1 试验压力应按表 5.5.36-1、表 5.5.36-2 确定。

表 5.5.36-1 压力管道水压试验的试验压力 (MPa)

管材种类	工作压力 P	试验压力
钢管	P	P+0.5,且不小于 0.9

表 5.5.36-2 压力管道水压试验的允许压力降 (MPa)

管材种类	试验压力	允许压力降
钢管	P+0.5,且不小于 0.9	0

2 预试验阶段：将管道内水压缓缓地升至试验压力并稳压 30min，期间如有压力下降可注水补压，但不得高于试验压力；检查管道接口、配件等处有无漏水、损坏现象；有漏水、损坏现象时应及时停止试压，查明原因并采取相应措施后重新试压。

3 主试验阶段：停止注水补压，稳定 15min，当 15min 后压力下降不超过表 15.8.4-2 中所列允许压力降数值时，将实验压力降至工作压力并保持 30min，进行外观检查若无漏水现象，则水压试验合格。

4 管道升压时，管道的气体应排除；升压过程中，发现弹簧压力计表针摆动、不稳，且升压较慢时，应重新排气后再升压。

- 5 应分级升压，每升一级应检查后背、支墩、管身及接口，无异常现象时再继续升压。

- 6 水压试验过程中, 后背顶撑、管道两端严禁站人。
- 7 水压试验时, 严禁修补缺陷; 遇有缺陷时, 应做出标记, 卸压后修补。

5.6 安全系统

5.6.1 雪道安全系统在生产制造和安装施工时, 分为永久性防护系统和临时性防护系统。

5.6.2 永久性雪道防护系统主要指 A 型防护网系统。

1 A 型防护网系统的构成: A 型防护网塔杆和 A 型防护网及配件。

1) A 型防护网塔杆有多种形式, 根据雪道类型、位置、地势、覆雪厚度、A 网高度等因素, 选用不同的形状和规格, 功能为用于悬挂 A 型防护网。

2) A 型防护网材质为高密度聚乙烯, 单股 A 网绳由不少于 120 股线绳编成, 网绳直径 5mm。A 型网通常使用红色或蓝色, 颜色和材料特性至少保持 2 年。

a FIS 国际滑雪联合会高山滑雪比赛的雪道使用规格为 50mm X 50mm 的方形网绳打结网孔的 A 型网, 整网高度 4m 或 5m; 用于比赛的 A 型网必须配套细网 (Sliding Net) 使用, 依据雪道安全报告安置普通型细网或防切割型细网, 每一延 mA 型网都应配备细网。细网外层为 PVC 材质, 在任意方向, 断裂荷载不小于 75 千牛顿, 具备防风性, 网孔外形不超过 8mm, 安装时, 在 A 型网表面从上坡往下坡方向重叠安装。A 网塔杆距离悬挂后的 A 网必须有大于等于 4m 的安全距离。

b 技术雪道和旅游滑雪可使用规格为 70mm X 70mm 的方形网绳打结网孔的 A 型网, 整网高度 3m 或 4m。

2 雪道上 A 型防护网系统安装后, 在雪道上的紧固钢缆、挂网钢缆等需要用醒目的海绵材料包裹, 避免滑雪者碰撞危险。

3 如有必要, A 型防护网塔杆需安装可拆卸的安全操作平台, 方便工作人员操作塔杆上的挂网绞盘。

5.6.3 雪道临时性防护系统主要包括 B 型, C 型, BC 型防护网系统, 海绵防护垫, 充气防护垫等, 安装在已经覆雪的雪道上。

1 B 型、C 型、BC 型防护网采用安全的塑料材质 (PC 或 PVC) 支撑杆雪地直插的形式安装, 依据雪道实际情况和安全报告需求布置。B 型、BC 型防护网以安全防护为主要目的, 兼顾区域划分。C 型主要实现雪道区域划分和雪道出入限制隔离。

2 海绵防护垫使用范围和区域广泛, 可灵活安装在各种需要加强撞击防护的位置。

3 充气防护垫多用于终点区围挡和雪道两侧易发生高速撞击的位置以及照相、摄像机位的防护。终点区的充气垫围挡宜配合连续供气保气装置共同使用。

5.6.4 在冬奥会高山滑雪比赛中, 雪道临时性防护系统的规格和安装要求必须经国际单项组织 (FIS) 验收合格后, 才能提供给赛时服务。

5.6.5 所有雪道临时性防护系统的材料必须是安全的。冬奥会赛事时需符合 FIS 安全材料规定和推荐。

5.7 景观恢复

I 表土资源

5.7.1 表土资源利用原则

- 1 建设范围内的土地，应进行表土剥离，做到“应剥尽剥，应用尽用”。
- 2 结合建设工程所在地土壤质量和用地规划方案。将表土剥离与表土利用做好时间、空间衔接，科学编制表土剥离方案、合理安排表土剥离、储运等环节，宜“即剥即用、就近利用”。
- 3 在表土剥离工作完成后，或表土剥离阶段工作完成后，应及时组织验收。
- 4 表土剥离应按下列程序进行：
 - 1) 剥离区、储存区的场地土壤调查评价。
 - 2) 编制表土剥离方案：根据表土厚度、砾石量、坡度细化土壤剥离分区，明确土壤种植库分布，确定合理剥离厚度。
 - 3) 表土剥离全流程按照剥离、运输、存放、利用六大步骤进行工程实施。
 - 4) 项目验收与评价。

5.7.2 表土剥离收集

- 1 表土剥离过程包括测量放样、清理场地、采集土壤、装袋。清理枯枝落叶避免火灾，处理无机物。
- 2 施工便道区域进行优先剥离，剥离厚度达最大值。
- 3 挖运表土时，采用后退法施工，或铺设木板或皮带条，尽量减少对土壤的压实。
- 4 挖运同时，对土堆边缘和表面进行修整。
- 5 土壤需要装袋运输时，要求袋内无大颗粒石块，抖动吨袋，不可压实。

5.7.3 表土运输

- 1 表土运输应遵从线路最短，成本最低的原则。
- 2 表土运输过程中应避免对施工场地内表土的压占。
- 3 根据运输距离的长短和交通条件，合理选择运输机械。
- 4 结合储存、覆土或其它用土方式，选择卸土方法。
- 5 宜采用后退法卸土，使用适宜的机械推平，避免碾压。
- 6 不应在雨天装卸和运输表土。
- 7 运输过程中应做好土壤保护工作，防止扬撒。

5.7.4 表土存放

- 1 表土剥离应尽量与其利用同步进行。当不能同步进行时，应将剥离后的土壤运输到储存场储存。
- 2 土壤储存场应选在距用土点距离近，环境安全，并远离村庄、集镇等人群密集的地方。
- 3 依据表土剥离方案和现场情况，在核实表土储存量、表土储存场利用率的基础上，选择具体的表土储存施工措施及必要的土壤保育、水土保持设施等。
- 4 表土堆放过程要避免破坏表土，机械操作时应避免过度碾压。
- 5 不同区域的表土应采用如下形式分类堆放：
 - 1) 表土应采用编织袋等集中收集堆放，根据地域、海拔、坡向进行编号存放。单袋内土壤没有直径大于 10cm 的土壤团块或石砾，重量控制宜 50kg 以内，方便运输。
 - 2) 表土应按照区域海拔的不同分区分海拔堆放。
 - 3) 临时表土存放位置为扰动较少区域，宜放置于较高位置，存放点下应搭建平台、开挖截留沟并做好防排水措施，减少雨水冲刷导致土力失活。
 - 4) 表土存放区表面应覆盖遮阳网，减少阳光暴晒。
- 6 储存区的表土堆放高度应符合堆体稳定性设计要求。一般土堆高度不超过 3m，土堆边坡角不大于 50°。
- 7 机械不应穿越已堆积的土壤。

8 表土存放区应有专人看护。

5.7.5 表土利用

- 1 剥离的表土以原场利用为宜。
- 2 表土可与生土掺拌一起使用。
- 3 表土在使用时应随铺随摊平。

II 亚高山草甸

5.7.6 土壤解冻后,草甸返青前进行补播。撒播或飞播草籽,参照《高寒牧区飞播种草地面处理技术规程》(DB51/T 1290)。

5.7.7 对土壤侵蚀严重的重度退化山坡草甸,参照《黑土区水土流失综合防治技术标准》(SL446)采取相应的工程措施防止水土流失。

5.7.8 对于鼠害严重的重度退化草甸,先要进行鼠害防治,具体参照《草原鼠害安全防治技术规范》(NY/T 1905)。

5.7.9 草皮堆放层数应更具坡度情况而定,若坡度较陡应减少堆放层数,以确保稳定不倒塌。

5.7.10 过冬季草甸应苫盖,宜在每层草皮中间加铺透水高强度无纺布。

5.7.11 冬季风大时,宜在上风方向一定距离设置风障,风障略高于草皮堆,防风单不影响积雪覆盖。

5.7.12 在草皮剥离时,应同时剥离草皮下的腐殖土,在攫取草皮时,挖除一层腐殖土,随草皮现场堆放。

5.7.13 有水养护的条件下,剥离后的草皮保存时间不宜超过3个月。无水养护的条件下,剥离后的草皮保存时间不宜超过1周。

5.7.14 草皮在搬运过程中,宜轻取轻装轻放,不应随意切割草皮。

5.7.15 草甸的修复种植,在草甸的秃裸区域,保证实施时间为土壤解冻后,草皮回铺时,保证草皮接缝5cm以内,在坡度25°-36°以内区域可以进行人工草皮回铺,大于此坡度宜进行播撒。

5.7.16 草甸草皮回铺后应及时浇足水,供水条件较差时,需要遮光苫盖保持湿度。

5.7.17 草甸草皮在修复中原裸露层为母岩时,要求回铺土壤30cm,撒播先锋草种及亚高山草甸乡土草种。上覆植被纤维毯并用木顶固定。

III 检验检疫

5.7.14 进入施工现场的材料需要进行动植物检疫。

5.7.15 动植物检疫要求参照各地区林保站、生态环境局等有关部门的相关规定。

IV 景观恢复

5.7.16 应根据不同种类的山区类型和不同的地质、土壤特性、坡度坡比分别采取不同的植被生态修复技术。

5.7.17 以乡土树种、草种为基调树种和骨干树种,合理进行乔、灌、草的层次搭配,建立相对稳定的复层立体结构的植物群落,合理确定常绿与落叶苗木的搭配比例和苗木的种植密度。

5.7.18 选择适当草本植被及灌木种子进行混播,要求以初期建植,保证覆盖度达90%以上,预防水土流失为主,灌木种子出芽率在70%以上,保证后期固土长效及生物多样性要求。最终要求养护期内草本及灌木生长覆盖率达90%以上。

5.7.19 整地应满足以下要求:

- 1 土壤解冻,15°~25°坡地,有条件的先修梯田或撩壕后再植树。如无条件可按坡体等高线每1.5m~2m远挖宽、深为0.5m的条沟。捡出石块,将原表土或枯枝落叶杂草铺于沟

底，厚度 0.2m，沟上半部填方理化性状较好的土。如不能按等高距挖沟，也应按行株距挖穴径和穴深为 0.5m 坑穴。

2 大于 25° 坡及山体上部，宜修筑鱼鳞坑，坑深、宽 0.5m，坑底需客用好土。

3 小于 15° 坡度，可直接按株行距挖坑穴，穴径和穴深为 0.5m，更换客土。

4 地表连续性整体裸岩，可在裸岩下段或岩脚无岩石处，挖掘 0.5m 深、0.5m 宽的沟，沟内换填好土；地表间断性整体裸岩区域可按 5m~10m 沟距或 3m~5m 坑距，在无岩，少石有土处，挖掘横向沟或坑穴并填换好土。坡体凸起的大体积岩石，可在岩石下端选适当位置，掘挖沟或穴并填换好土。以上整地换填深度视栽植植被需求确定，草本不低于 20cm，灌木不低于 40cm，乔木依据土球大小加宽 20cm 为宜。植被均采用容器苗为宜。

5 山体地形地貌复杂，情况多样，整地难度大。土层厚、坡度大处用人工整地，土层薄、石块多、坡度小处可用推土机、挖掘机整地。

6 在整地同时，配套机井、管道设施，确保植树种草后能及时进行滴灌或其他方式的浇水。

5.7.20 苗木栽植时间应满足下列要求：

1 土壤解冻，3 月下旬至 4 月上旬，树木萌芽前，土壤墒情好，尽早进行。面积大，植树任务重时，也可迟至 4 月下旬，汛期之前是主要造林、种草季节。

2 7~8 月多雨，应抓紧时间种草，此期植树提倡多用容器苗。

5.7.21 根据培育目标、植物品种、整地方法确定植树和种草密度，在不影响生长情况下提倡密植。

5.7.22 播撒草籽后，应立即苫盖保湿这样苫盖物，入植被纤维毯或高透水性无纺布。植苗后必须立即浇透水，然后用树、稻草等覆盖坑盘，厚度为 0.03~0.05m，也可用黑色塑料薄膜覆盖坑盘。

5.7.23 新植造林苗木，前 2~3 年，对树盘内的杂草应在 6~8 月及时铲除，同时也起到松土作用，如不准备铲草，应及时刈割并覆压于树盘地表。树盘以外的杂草，在不影响树木生长的情况下应保留，如生长过高可及时刈割并覆于地表。

5.7.24 当年春季造林、播种成活率、出苗率达不到标准的，应在雨季、秋末、第 2 年春及第 3 年及时补植、补种。

5.7.25 对已生态修复的山区，应严格实行封山育林，严禁放牧、割草，严禁采挖山野菜、中草药，严禁游人踏入，更不准砍伐树木。具体要求按《封山（沙）育林技术规程》（GB/T 15163）执行。

5.7.26 植树造林当年的 12 月份至次年 3 月份，调查造林成活率，具体验收标准参见《造林技术规程》（GB/T 15776）。

5.8 附属设施

I 挡雪板

5.8.1 雪道挡雪板如果位于 A 型防护网系统安装位置，要保证挡雪板走向和安装位置在悬挂 A 网后的下垂线偏向雪道外侧，以保证 A 型网通过挂网锚点安装后，A 型网垂直悬挂。

5.8.2 雪道挡雪板在雪道安装时，要根据实际地形、地势、地况和实际覆雪厚度，在设计范围内，实地调整支撑杆间距，确保整体线条与雪道走向线条一致，并且保证足够的挡雪高度。

II 压雪车锚点

5.8.3 直立型和三角支架型压雪车锚点因为顶部万向吊环可以 360 度旋转，所以在确定安装位置时，需要考虑压雪车在不同角度使用时锚点铁链扫过区域是否有固定设施、造雪塔架、

树木等，原则上尽可能选择区域的高点位置。

5.8.4 地面型锚点通常使用 1 个或多个不少于 3m 长度的特种强度钢制锚杆作为地下基础，锚杆安装时需要充分考量地下土层、岩层情况，做好锚杆紧固。

6 运营维护

6.1 人工制雪

6.1.1 人工制雪的理想干球温度是 $-10.6^{\circ}\text{C}\sim-7^{\circ}\text{C}$ ；湿球温度要低于 -2.5°C ；高效率的造雪需要低温与干燥空气。

6.1.2 造雪机核子器及喷嘴对水质的要求，需达到地下水三级标准。人工制雪造雪机需要的最小水的压力为10Bar（正常工作压力20bar~40bar），水温低于 4°C （最适宜温度为 $2^{\circ}\text{C}\sim 3^{\circ}\text{C}$ ）。

6.1.3 理想的造雪机工作位置是风筒和风向是一致的即顺风造雪。

6.1.4 雪道上的雪的平整、移动造雪机的搬运需要使用压雪机。

6.1.5 举办奥运赛事时，高山滑雪比赛雪道、训练雪道和联系雪道雪高应为2m，技术赛道的雪高应为0.5m，密度应为 $590\text{kg}/\text{m}^3$ ，造雪宜在200小时内完成。

6.1.6 举办奥运赛事时，雪道表面应为“冰状雪”。冰状雪制作过程如下：压雪车先把雪道翻开，将雪块破碎、雪面以下40到50cm厚度的雪疏松后，将注水管压在雪面上进行注水，让水渗透到雪下40cm，再通过反复翻压将湿雪压均匀，确保赛道范围内冰状雪层厚度一致，并且没有大的孔洞之后，再迅速将赛道压平，雪层就会自下而上形成一层“冰壳”。

6.2 办赛期间运维保障

6.2.1 办赛期间需对造雪系统进行赛时（事）保障，主要内容包括：

- 1 造雪团队培训和指导。
- 2 现场技术保障。
- 3 远程技术保障。
- 4 备品备件保障（包括备用造雪机保障）。

6.2.2 办赛期间需对安保、交通、注册点、电视转播与媒体服务、兴奋剂检查、医疗、物流、礼宾礼仪、抵离与语言服务、清洁与废弃物等重点保障工作进行全面梳理，并配齐相关临时设施。

6.2.3 办赛期间重点关注气象变化，需配备专门的气象服务保障团队，根据天气条件选择事宜的比赛时间。

6.2.4 办赛期间要配备专门的技术保障团队，编制技术服务保障方案，保证线缆、设备调试、通信和网络安全。

7 验收

7.1 一般规定

7.1.1 本章适用于高山雪道施工质量的验收, 包含: 雪道工程、造雪系统、安全系统、景观恢复和其他专业施工质量验收。

7.1.2 高山雪道竣工工程质量验收除应满足设计要求和执行本规程外, 尚应符合《建筑工程施工质量验收统一标准》(GB 50300) 等现行标准的规定。

7.1.3 交工验收前的准备工作应符合下列规定:

1 雪道交工前应通过国际单项组织的认证。

2 应对雪道工程进行全面检查, 凡不符合设计及本规程要求的质量缺陷均应进行整修和处理, 保证工程的交工验收能正常进行。

3 应按国家、地方档案管理部门的要求, 编制完成交工验收资料。

7.1.4 交工验收前应恢复施工段内的导线点、水准点, 以及验收中要求和可能需要的其它标志桩。

7.1.5 高山雪道施工质量验收应按单位工程、分部工程、分项工程和检验批划分。单位工程、分部分项划分宜符合附录 C 的规定。

7.1.6 本规程未涵盖的分部、分项工程和检验批, 可由建设单位组织监理、施工单位协商确定。

7.1.7 检验批质量验收合格应符合下列规定:

1 主控项目的质量经抽样检验均应合格;

2 一般项目的质量经抽样检验合格。

7.1.8 分项工程质量验收合格应符合下列规定:

1 所含检验批的质量均应验收合格;

2 所含检验批的验收记录应完整。

7.1.9 分部工程质量验收合格应符合下列规定:

1 所含分项工程的质量均应验收合格;

2 质量控制资料应完整;

3 有关安全、节能、环境保护和主要使用功能的抽样检验结果应符合相关规定;

4 观感质量应符合要求。

7.1.10 单位工程质量验收合格应符合下列规定:

1 所含分部工程的质量均应验收合格;

2 质量控制资料应完整;

3 所含分部工程有关安全、节能、环境保护和主要使用功能的抽样检验结果应符合相关规定;

4 主要使用功能的抽查结果应符合相关专业验收规范的规定。

5 观感质量应符合要求。

7.1.11 设计文件和本标准要求监测的项目, 应按要求进行跟踪监测。

7.1.12 对交工验收提出的工程质量缺陷等遗留问题, 应采取有效措施, 在规定的期限内完成。

7.1.13 当因特殊地势条件、体育工艺的具体要求等原因造成不能执行现行施工及验收规范的部分条文时, 需在相关部门的组织下进行专家论证, 确定需要突破项的施工验收依据。

7.1.14 本规程未包含的新产品及新材料, 按相关产品的行业标准或产品规范执行。

7.2 雪道工程施工验收

7.2.1 雪道雪基整修

- 1 雪道雪基交工验收前，应对外观质量和局部缺陷进行整修或处理。
- 2 雪道雪基顶面表层的整修，应根据质量缺陷的具体情况采用合理的方案、工艺进行。
- 3 雪道雪基整修后的坡面应顺适、美观、牢固，坡度符合设计要求。

7.2.2 雪道雪基的主控项目应包含：宽度、孔隙率（压实度）。

7.2.3 雪道雪基的一般项目应包含：方格网高程、平整度和边坡坡度、平顺度。

7.2.4 防护与支挡工程应检查石料风化情况、泄水孔是否通畅、结构物是否有变形位移等，如果有质量缺陷应进行处理。

7.2.5 永久性排洪排水系统的沟、槽，表面应整齐，沟底平整，排水畅通不渗漏。如有质量缺陷应进行处理。

7.2.6 应对临时工程和设施进行合理处置，使之与原地形以及自然环境协调。

7.3 造雪系统施工验收

7.3.1 冷却塔、水泵、固定造雪机等设备在就位前，设备基础位置、尺寸、标高、混凝土强度和安装螺栓孔位置应符合设备安装及设计的有关要求，并应按照产品说明书检查设备的技术参数。

7.3.2 设备安装要求，应满足设备厂家和设计要求。

7.3.3 供电、供水、自控系统调试完成，各项指标达到设计要求，造雪系统方可办理工程验收。

7.3.4 未办理工程验收的造雪系统不应在比赛时（运营时）使用。

7.3.5 工程验收时施工单位应向建设单位提交下列资料：

- 1 设备开箱检验记录及设备技术文件，设备出厂合格证、检测报告等。
- 2 造雪系统用阀门、过滤器、自控元件及仪表灯出厂合格证、检验记录或调试合格证。
- 3 造雪系统主要材料的各类证明文件。
- 4 设备基础复检记录及预留孔洞、预埋件的复检记录。
- 5 隐蔽工程验收记录。
- 6 设备安装重要工序施工记录。
- 7 管道安装检查和验收记录表。
- 8 功能性试验记录。
- 9 系统试运转记录。
- 10 设计变更通知单及竣工图。
- 11 质量验收记录。

7.3.6 工程验收时造雪系统应完成试工作并符合设计要求：

- 1 所有保护装置的调试及保护参数设置。
- 2 手动和自动控制装置的调试及控制参数设置。
- 3 统一管理控制系统的调试和各项参数设置。

7.3.7 造雪系统给水专业施工验收还应符合以下标准要求：

- 1 满足现行《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》（GB 50242）的要求。
- 2 满足现行《给水排水管道工程施工及验收规范》GB50268的要求。
- 3 满足现行《给水排水构筑物工程施工及验收规范》（GB 50141）的要求。
- 4 满足现行《水土保持综合治理验收规范》（GB/T 15773）的要求。

7.3.8 雪道坡度较大的区域和高填方区，水暖专业应提前确定施工方案，配合土建专业在回填时做好条件预留，避免二次开挖破坏结构稳定性。

7.3.9 若在冬季施工，应有应急防冻措施，保证还未置于冻土层以下的管道不被冻裂。

7.4 安全系统施工验收

7.4.1 雪道永久性安全系统（主要指 A 网系统）

1 A 网系统验收时应依据相关雪道安全报告的要求和设计和安装方案。

2 用于国际赛事时（国际雪联相关比赛）的雪道安全系统，可参考国际雪联相关赛道认证。

3 用于大型体育赛事的雪道安全系统，从满足赛事实际需求角度，可参考组委会技术专家或技术代表意见。

7.4.2 雪道临时性安全系统（B 型、C 型、BC 型防护网系统，海绵防护垫，充气防护垫等）

1 用于国际赛事时（国际雪联相关比赛）安全设施设备厂家和品牌应参考国际雪联制造商名录。

2 型号、规格和数量应符合雪道安全防护方案的要求。

7.5 景观恢复施工验收

7.5.1 景观恢复验收主要包括：地面植被覆盖率、植被成活率和苗木生长状况。验收时期应对应栽植时间，保证养护周期后进行效果验收。

7.5.2 草本及灌木种子栽植工程验收，执行《裸露坡面植被恢复技术规范》(GB/T 38360-2019)。其中，播撒种子及栽植地被应符合设计要求，保证一级苗。草本发芽率在 90% 以上，满足第一生长季后，要求地被植物覆盖率满足 90%。最终验收时，成活率维持 90%。

7.5.3 乔木栽植验收：

1 山地修复地区验收标准符合《造林技术规程》(GBT_15776-2016)相关规定。

2 建筑及附属建筑周边植被验收执行 CJJ82-2012《园林绿化工程施工及验收规范》。

7.5.4 在山地重点视点区域内，景观植被修复效果应达到 100%成活。景观效果良好。

7.5.5 技术雪道及雪道边坡植被覆盖率要求到达 90%覆盖率，山体坡面格构梁内固定土壤格室不裸露。

附录 A 高山滑雪各项比赛特别规定

(摘自 2013 年国际滑雪竞赛规则第四册高山滑雪联合规定)

A.1 滑降赛

A.1.1 滑降赛赛道垂直高度差应符合以下要求:

- 1 男子冬奥会、FIS 世锦赛、FIS 世界杯赛道高度差为 800m(特殊情况下 750m)—1100m;
- 2 女子所有比赛赛道高度差为 450m—800m (U21-U18 青少年 700m)

A.1.2 线路的设置

1 线路的基本特征

滑降赛的特征包括技术、勇气、速度、风险、身体状况和判断六个部分。线路设置必须使运动员在滑降过程从开始到结束有可能以不同的速度滑行。

2 线路布置的特别规定

滑行表面可处于自然状态地面,地面的天然不平处可被保留。线路一般约 30m 宽。由被指定进行线路认证的检察员决定宽度是否足够,如有必要,可要求加宽。根据地形和线路的条件,只要狭窄段的前后区域允许,检察员也可以允许宽度小 30m。赛道外应设置安全区或安装安全装置,为了可能发生意外(接近边缘、脱落、跳跃)时控制速度。不是线路的所有部分都需要全速滑行。

A.2 回转赛

A.2.1 回转赛赛道垂直高度差应符合以下要求:

- 1 男子冬奥会、FIS 世锦赛、FIS 世界杯赛道高度差为 180m-200m,其他所有 FIS 的比赛高度差为 140m-220m。
- 2 女子冬奥会、FIS 世锦赛、FIS 世界杯赛道高度差为 140m-200m,其他所有 FIS 的比赛高度差为 120m-200m。

A.2.2 线路的设置

1 回转赛线路具有以下基本特征:

1) 在冬奥会和 FIS 世锦赛上,线路必须设置在坡度约 33%至 45%的坡度上。在线路的一些很短的部分坡度甚至可以小于 33%和超过 52%(30 度)。

2) 考虑到高度差和坡度的规定,理想的回转线路必须包括一系列的转弯,其设置须能使运动员以最快的速度,干净利落和准确的完成动作。

3) 回转赛允许运动员快速完成转弯动作,其线路不应使运动员比赛时采用与正常滑行技术不相适应的杂技动作。线路应随地势巧妙的设置,由单个或多个旗门相连,保证运动员能流畅地滑行,但又可最大限度底检验运动员的滑行技巧,包括滑行中进行转弯半径范围不

等的方向变化。旗门不应总设在下降坡上，而应设置一些完整的大弯，并点缀一些曲线式的转弯。

4) 回转比赛应在尽可能坚硬的雪面上进行。如比赛中降雪，线路应保证雪被压实，或在可能的情况下将降雪从线路上清除。

2 如果两次滑行都在同一斜坡上进行，该线路宽度应不小于 40m。

A.3 大回转

A.3.1 大回转赛道垂直高度差应符合以下要求：

1) 男子比赛高度差为 250m-450m。

2) 女子比赛高度差为 250m-400m。

3) 冬奥会、FIS 世锦赛、FIS 世界杯赛道高度差应不小于 300m（男子和女子）。

A.3.2 线路的设置

1 大回转线路具有以下基本特征：

1) 地形最好是多坡或呈波浪形的，线路宽度通常为 40m 左右。

2) 线路的宽度由被指定进行线路认证的检察员决定宽度是否足够，如有必要，可要求加宽。根据地形和线路的条件，检察员也可以允许宽度小 30m，只要线路的狭窄处前后区域允许这一宽度。

2 线路须准备得与滑降赛的线路相同。设置旗门的路段及运动员须转弯的地方须同回转赛一样。

A.4 超级大回转

A.4.1 超级大回转赛道垂直高度差应符合以下要求：

1 男子冬奥会、FIS 世锦赛、FIS 世界杯、洲际杯赛道高度差为 400m-650m，其他所有 FIS 的比赛高度差为 350m-650m。

2 女子冬奥会、FIS 世锦赛、FIS 世界杯赛道高度差为 400m-600m，其他所有 FIS 的比赛高度差为 350m-600m。

A.4.2 线路的设置

1 回转赛线路具有以下基本特征：

1) 地形最好是多坡或呈波浪形的，线路宽度通常为 30m 左右。

2) 线路的宽度由被指定进行线路认证的检察员决定宽度是否足够，如有必要，可要求加宽。根据地形和线路的条件，检察员也可以允许宽度小 30m，只要线路的狭窄处前后区域允许这一宽度。

2 线路须准备得与滑降赛的线路相同。设置旗门的路段及运动员须转弯的地方须同回转赛一样。

附录 B 岩质边坡的分类

B.1 岩质边坡的岩体分类

	岩体完整程度	结构面结合程度	结构面产状	直立边坡自稳能力
I	完整	结构面结合良好或一般	外倾结构面或外倾不同结构面的组合 线倾角大于 75° 或小于 35°	30m 高边坡长期稳定, 偶有掉块
II	完整	结构面结合良好或一般	外倾结构面或外倾不同结构面的组合 线倾角 35° ~75°	15m 高的边坡稳定, 15~30m 高的边坡欠稳定
	完整	结构面结合差	外倾结构面或外倾不同结构面的组合 线倾角大于 75° 或小于 35°	
	较完整	结构面结合良好或一般或差	外倾结构面或外倾不同结构面的组合 线倾角小于 35°, 有内倾结构面	边坡出现局部塌落
III	完整	结构面结合差	外倾结构面或外倾不同结构面的组合 线倾角 35° ~75°	8m 高的边坡稳定, 15m 高的边坡欠稳定
	较完整	结构面结合良好或一般	外倾结构面或外倾不同结构面的组合 线倾角 35° ~75°	
	较完整	结构面结合差	外倾结构面或外倾不同结构面的组合 线倾角大于 75° 或小于 35°	
	较完整 (碎裂镶嵌)	结构面结合良好或一般	结构面无明显规律	
IV	较完整	结构面结合差或很差	外倾结构面以层面为主, 倾角多为 35° ~75°	8m 高的边坡不稳定
	不完整 (散体、碎裂)	碎块间结合很差		

注: 1 边坡岩体分类中未含由软弱结构面控制的边坡和倾倒崩塌型破坏的边坡。

- 2 I 类岩体为软岩、较软岩时, 应降为 II 类岩体。
- 3 当地下水发育时, II、III 类岩体可视具体情况降低一级。
- 4 强风化岩和极软岩可划为 IV 类岩体。
- 5 表中外倾结构面系指倾向与坡向的夹角小于 30° 的结构面。
- 6 岩体完整程度按附表 E.2 确定。

B.2 岩体完整程度划分

岩体完整程度	结构面发育程度	结构类型	完整性系数 K_v
完整	结构面 1~2 组, 以构造节理或层面为主, 密闭型	巨块状整体结构	>0.75

较完整	结构面 2~3 组，以构造节理或层面为主，裂隙多呈 密闭型，部分为微张型，少有填充物	块状结构、层状结构、 镶嵌碎裂结构	0.35~0.75
不完整	结构面大于 3 组，在断层附近受构造作用影响较大， 裂隙以张开型为主，多有填充物，厚度较大	碎裂状结构、散体结构	<0.35

附录 C 单位工程、分部分项工程划分

C.1 单位工程划分

C.1.1 单位工程资料按合同标段分别组卷。

C.1.2 雪道单位工程按照雪道功能和类别进行划分，如雪道、技术雪道等。

C.1.3 造雪系统可以作为一个单位工程。

C.2 分部分项工程划分

C.2.1 雪道单位工程包含雪基、支挡结构、防排洪工程、廊道工程等四个分部，按表 C.2.1 划分。

表 C.2.1 雪道分部分项工程划分表

单位工程	分部工程名称	子分部工程名称	分项工程	
雪道（技术雪道）	雪基(01)	土石方工程（01）	表土剥离（01）	
			开挖（02）	
			回填（03）	
	支挡结构(02)	砌筑挡土墙(01)	地基(01)	地基(01)
				墙体砌筑(02)
				反滤层(03)
				回填土(04)
		片石混凝土挡土墙(02)	地基(01)	地基(01)
				模板(02)
				混凝土(03)
				反滤层(04)
				回填土(05)
		格构梁(03)	锚杆（索）(01)	锚杆（索）(01)
				模板(02)
				钢筋(03)
				混凝土(04)
		桩板墙(04)	成孔(01)	成孔(01)
				模板(02)
				钢筋(03)
				混凝土(04)
		石笼挡土墙(05)	地基(01)	地基(01)
				墙体(02)
				回填土(03)
土钉（06）	锚杆（01）	锚杆（01）		
		主动防护网（02）		
防排洪工程（03）	管道埋设（01）	管沟开挖（01）		

			管道安装 (02)
			回填土 (03)
			钢筋 (04)
			混凝土 (05)
		检查井 (池) (02)	基础开挖 (01)
			钢筋 (02)
			模板 (03)
			混凝土 (04)
		截洪沟 (03)	回填土 (05)
			沟槽开挖 (01)
			钢筋 (02)
			模板 (03)
	赛道排水 (04)	混凝土 (04)	
		止水带 (05)	
		沟槽开挖 (01)	
		钢筋 (02)	
	廊道工程(04)	土石方(01)	模板 (03)
			混凝土 (04)
		浆砌片石水沟 (05)	土方开挖(01)
			土方回填(02)
混凝土工程(02)		钢筋 (01)	
		模板 (02)	
主体结构 (03)		混凝土 (03)	
		波纹管安装 (01)	
		防水工程 (02)	

C.2.2 造雪系统单位工程包含土石工程、管道主体工程、附属构筑物工程、电气及控制工程、造雪设备安装等五个分部，按表 C.2.2 划分。

表 C.2.2 造雪系统分部分项工程划分表

单位工程	分部工程名称	子分部工程名称	分项工程
造雪系统	土方工程(01)	土方工程(01)	沟槽开挖(01)
			沟槽回填(02)
	管道主体工程(02)	金属类管(01)	管道基础(01)
			管道接口连接(02)
			管道铺设(03)
			钢管外防腐层(04)
	附属构筑物工程(03)	附属构筑物工程(01)	预制井拼装结构井室(01)
			现浇混凝土结构基础(02)
	电气及控制工程(04)	电气动力(01)	电缆敷设(01)
			接地装置及等电位联结(02)
			盘、柜安装及二次接线(03)

		控制工程(02)	导管敷设 (01)
			线缆敷设(02)
	造雪设备安装 (05)	造雪设备安装 (01)	悬臂设备安装 (01)
			造雪机安装 (02)

附录 D 孔隙率测定方法

D.1 目的和适用范围

由于填石雪基填料粒径特别大，可达 330mm，测定孔隙率比较合理。本试验方法适用于现场测定粗粒土和巨粒土的密度，从而求得填石雪基的孔隙率。

D.2 仪器设备

D.2.1 座板：座板为中部开有圆孔，外沿呈方形或圆形的铁板，圆孔处设有环套，套孔的直径为土中所含最大石块粒径的 3 倍，环套的高度为其粒径的 5%。

D.2.2 薄膜：聚乙烯塑料薄膜。

D.2.3 储水筒：直径应均匀，并附有刻度。

D.2.4 台秤：称量 50kg，感量 5g。

D.2.5 其他：铁镐、铁铲、水准仪等。

D.3 试验步骤

D.3.1 根据试样最大粒径按表确定试坑尺寸。

D.3.2 按确定的试坑直径画出坑口轮廓线。将测点处的地表整平，地表的浮土、石块、杂物等应予清除，坑凹不平处用砂铺整。用水准仪检查地表是否水平。

D.3.3 将座板固定于整平后的地表。将聚乙烯塑料膜沿环套内壁及地表紧贴铺好，记录储水筒初始水位高度，拧开储水筒的注水开关，从环套上方将水缓缓注入，至刚满不外溢为止。记录储水筒水位高度，计算座板部分的体积。在保持座板原固定状态下，将薄膜盛装的水排至对该试验不产生影响的场所，然后将薄膜揭离底板。

D.3.4 在轮廓线内下挖至要求深度，将落于坑内的试样装入盛土容器内，并测定含水率。

D.3.5 用挖掘工具沿座板上的孔挖试坑，为了使坑壁与塑料薄膜易于紧贴，对坑壁需加以整修。将塑料薄膜沿坑底、坑壁密贴铺好。在往薄膜形成的袋内注水时，牵住薄膜的某一部分，一边拉松，一边注水，使薄膜与坑壁间的空气得以排出，从而提高薄膜与坑壁的密贴程度。

D.3.6 记录储水筒内初始水位高度，拧开储水筒的注水开关，将水缓缓注入塑料薄膜中。当水面接近环套的上边缘时，将水流调小，直至水面与环套上边缘齐平时关闭注水管，持续 3~5min，记录储水筒内水位高度。

D.4 结果整理

D.4.1 细粒与石料应分开测定含水率，按下式求出整体的含水率：

$$w = w_f p_f + w_c (1 - p_f)$$

式中：w——整体含水率（%），计算至 0.01；

w_f ——细粒土部分的含水率（%）；

w_c ——石料部分的含水率（%）；

p_f ——细粒料的干质量与全部材料干质量之比。

细粒料与石块的划分以粒径 60mm 为界。

D.4.2 按下式计算座板部分的容积：

$$V_1 = (h_1 - h_2) A_w$$

式中： V_1 ——座板部分的容积（ cm^3 ），计算至 0.01；

A_w ——储水筒截面积（ cm^2 ）；

h_1 ——储水筒内初始水位高度（cm）；

h_2 ——储水筒内注水终了时水位高度（cm）。

D.4.3 按下式计算试坑容积：

$$V_p = (H_1 - H_2) A_w - V_1$$

式中： V_p ——试坑容积（ cm^3 ），计算至 0.01；

H_1 ——储水筒内初始水位高度（cm）；

H_2 ——储水筒内注水终了时水位高度（cm）；

A_w ——储水筒断面积（ cm^2 ）；

V_1 ——座板部分的容积（ cm^3 ）。

D.4.4 按下式计算试样湿密度：

$$P = m_p / V_p$$

式中：P——试样湿密度（ g/cm^3 ），计算至 0.01；

m_p ——取自试坑内的试样质量（g）。

D.4.5 按下式计算试样干密度：

$$P_d = P / (1 + w)$$

式中： P_d ——试样干密度（ g/cm^3 ），计算至 0.01；

w——整体含水率（%），计算至 0.01。

D.4.6 按下式计算试样的孔隙率：

$$\eta = 1 - P_d / G$$

式中： η ——该段雪基孔隙率（%），计算至 1；

P_d ——试样干密度（ g/cm^3 ），计算至 0.01；

G——填料的比重密度（ g/cm^3 ），计算至 0.01，由室内试验得到。

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”；反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 规程中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《体育建筑设计规范》 JGJ 31
- 2 《岩土工程勘察规范(2009年修订)》 GB 50021-2001(2009年修订版)
- 3 《公路路基设计规范》 JTG D30
- 4 《建筑地基基础设计规范》 GB 50007
- 5 《北京地区建筑地基基础勘察设计规范（2016版）》 DBJ 11-501-2009（2016版）
- 6 《建筑地基处理技术规范》 JGJ 79
- 7 《湿陷性黄土地区建筑规范》 GB 50025
- 8 《冻土地区建筑地基基础设计规范》 JGJ 118
- 9 《膨胀土地区建筑技术规范》 GB 50112
- 10 《混凝土结构设计规范（2015版）》 GB 50010-2010（2015版）
- 11 《建筑边坡工程技术规范》 GB 50330
- 12 《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》（JTG 062）
- 13 《公路土工试验规程》（JTJ 051）
- 14 《公路工程地质勘察规范》(JTJ 064)
- 15 《生态格网结构技术规程》 CECS 353
- 16 《生活饮用水卫生标准》 GB 5749
- 17 《建筑给水排水设计规范》 GB 50015
- 18 《室外排水设计规范》 GB 50014
- 19 《城市防洪工程设计规范》 GB/T 50805
- 20 《建筑设计防火规范》 GB 50016
- 21 《消防给水及消火栓系统技术规范》 GB 50974
- 22 《建筑灭火器配置设计规范》 GB 50140
- 23 《体育建筑电气设计规范》 JGJ 354
- 24 《体育场馆照明设计及检测标准》 JGJ 153
- 25 FIS International Competition Rules(ICR)
- 26 BookIV Joint Regulations for Alpine Sking, 2013（高山滑雪联合规定）
- 27 《工程测量规范》 GB 50026

- 28 《土工试验方法标准》 GB/T 50123
- 29 《工程岩体试验方法标准》 GB/T 50266
- 30 《土方与爆破工程施工及验收规范》 GB 50201
- 31 《锚杆喷射混凝土支护技术规范》 GB 50086
- 32 《混凝土结构工程施工规范》 GB 50666
- 33 《砌体结构工程施工规范》 GB50924
- 34 《公路路基施工技术规范》 JTG F10
- 35 《土方与爆破工程施工及验收规范》 GB 50201
- 36 《建筑工程施工质量验收统一标准》 GB 50300
- 37 《建筑工程施工质量评价标准》 GB/T 50375
- 38 《公路工程质量检验评定标准第一册 土建工程》 JTG F80/1
- 39 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204
- 40 《砌体结构工程施工质量验收规范》 GB50203
- 41 《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》 GB50242
- 42 《给水排水管道工程施工及验收规范》 GB50268
- 43 《给水排水构筑物工程施工及验收规范》 GB50141
- 44 《水土保持综合治理验收规范》 GB/T15773
- 45 《给水排水仪表自动化控制工程施工及验收规程》 CECS 162
- 46 《国家高山滑雪中心雪道工程设计标准》 QB-BEJOC-001-2019
- 47 《国家高山滑雪中心雪道施工验收标准》 QB-BEJOC-002-2019
- 48 《高山滑雪雪道施工规程》 Q/CFHEC XXXXX-2019