

ICS 93.080.01

P 66

备案号: 49753-2016

DB63

青海省地方标准

DB63/T 1488—2016

多年冻土区 热棒-隔热层复合路基技术规范

2016 - 05 - 20 发布

2016 - 06 - 01 实施

青海省质量技术监督局 发布

前 言

本规范按照GB/T 1.1-2009给出的规则编写。

本规范由青海省交通运输标准化专业技术委员会归口。

本标准起草单位：青海省交通科学研究院、青海地方铁路建设投资有限公司、青海威远路桥有限责任公司、青海第三路桥建设有限公司、中科院寒区旱区环境与工程研究所、青海一达交通科技有限公司。

本标准主要起草人：房建宏、徐安花、韦安祥、苏兆邦、刘磊、柳金福、韩守勇、董政博、王新燕、蔡相连、李东庆、明锋、王宏。

多年冻土区 热棒-隔热层复合路基技术规范

1 范围

本规范规定了多年冻土区热棒-隔热层复合路基的适用范围、技术要求、参数设计、施工工艺和质量验收标准。

本规范适用于多年冻土区热棒-隔热层复合路基的设计、施工、检测。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 27880 热棒
JTG B01 公路工程技术标准
JTG D30 公路路基设计规范
JTG/T D31-04 多年冻土地区公路设计与施工技术细则
DB63/T 多年冻土区热棒路基技术规范
DB63/T 多年冻土区隔热层路基技术规范

3 术语与定义

以下术语和定义适用于本规范。

3.1

冻土

具有负温或零温度并含有冰的土（岩）。

3.2

多年冻土

指持续冻结时间在两年或两年以上的土（岩）。

3.3

直线度

任何直线水平或垂直方向的偏移量。

3.4

直线度偏差

直线上各点跳动或偏移此直线的程度。

3.5

热棒-隔热层复合路基

利用热棒的冷却功能和隔热层的阻热作用组成的特殊路基结构形式。

4 基本规定

4.1 工作原理

热棒-隔热层复合路基中的隔热层具有高热阻性能，可有效减少传入路基下多年冻土的热量。热棒通过蒸发-冷凝循环，降低路基下多年冻土温度。两者共同作用提高多年冻土路基的热稳定性。

4.2 适用范围

- 4.2.1 热棒-隔热层复合路基适用于各类多年冻土工程地质条件。
- 4.2.2 热棒-隔热层复合路基适用于新建、改建路基工程及病害治理。

4.3 设计原则

- 4.3.1 热棒-隔热层复合路基设计应在综合分析冻土工程地质勘察资料充分考虑建设区冻土环境影响因素基础上，进行各项论证和相关的热工计算，确定热棒-隔热层路基设计方案。
- 4.3.2 热棒-隔热层复合路基设计原则应按照 GB/T 27880 中热棒质量的检测方法、JTG D30 中高含冰量冻土地段路基要求和 JTG/T D31-04 隔热层铺设规定确定。

5 设计参数

5.1 隔热层及热棒技术指标

- 5.1.1 路基工程中宜用导热系数应小于 0.025 W/(m·K)，吸水率应小于 0.5%，密度应大于 43 kg/m³，抗压强度应大于 500 kPa。
- 5.1.2 根据冻土路基的使用要求和冻土工程地质条件进行热工计算，选用相应规格的热棒。热棒常用规格如表 1 所示。

表1 常用热棒规格和尺寸

标准外管 直径 D(mm)	长度 (m)	管壁厚度 (mm)	冷凝段长 (m)	绝热段长 (m)	翅片高度 (mm)	翅片厚度 (mm)	翅片节距 (mm)	开齿高 (mm)	齿宽 (mm)	额定功率 W
30~45	≤6	2.5~3.5	≤2	≤1	≤25	≤2	5~20	5~20	2~8	200
45~60	≤9	3.5~4.5	≤3	≤1	≤25	≤2	5~20	5~20	2~10	240
标准外管 直径 D(mm)	长度 (m)	管壁厚度 (mm)	冷凝段长 (m)	绝热段长 (m)	翅片高度 (mm)	翅片厚度 (mm)	翅片节距 (mm)	开齿高 (mm)	齿宽 (mm)	额定功率 W
60~80	≤12	4.0~5.5	≤4	≤2	≤30	≤2	5~25	10~25	2~10	300
80~100	≤20	5.0~6.5	≤5	≤2	≤40	≤2	5~25	10~35	2~12	500
90~110	≤30	5.0~7.5	≤6	≤3	≤40	≤2	5~25	10~35	2~12	700
110~130	≤40	6.0~8.5	≤8	≤4	≤50	≤2	5~30	20~40	2~12	1000

5.1.3 热棒在寒季的产冷量和降温效果，与热棒蒸发段外直径和长度等有关，其热工性能应由试验确定。如无试验资料时，可参考表 2 选用。

表2 热棒产品性能

标准外管直径（mm）	Φ51	Φ60	Φ76	Φ83	Φ89	Φ108
冷凝段长度（m）	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
冷凝（散热）面积（m ² ）	20.7	2.43	3.08	3.36	3.61	4.38
蒸发段长度（m）	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
热流量（W）	54.3	62.2	72.7	77.0	80.5	90.9
寒季产冷量（MJ）	986.1	1128.5	1318.8	1397.5	1461.2	1648.6
最大平均降温（℃）	5.5	6.3	7.4	7.8	8.2	9.2
融土冻结半径（m）	0.89	0.95	1.02	1.05	1.08	1.12

- 注1：平均风速 4.5 m/s，热传输半径 2.0 m；
注2：冻土导热系数 1.67 W/(m·℃)，融土导热系数 0.79 W/(m·℃)，融土体积潜热 56.27 MJ/m³；
注3：热棒热流量为冷凝段与蒸发段之间温差为 10 ℃之值；
注4：寒季产冷量为寒季时间长 210 d，温差 10 ℃之值；
注5：根据需要，可制作各种形状、管径、长度的热棒产品。

5.1.4 热棒应符合 GB/T 27880 规范规定。

5.2 隔热层及热棒埋设位置

5.2.1 隔热层一般埋设在路面结构层底面以下 0.5 m，或高出地面以上 0.5 m，参见图 1。隔热层设置宽度应与设置位置路基同宽，隔热层横坡与路基横坡相同。

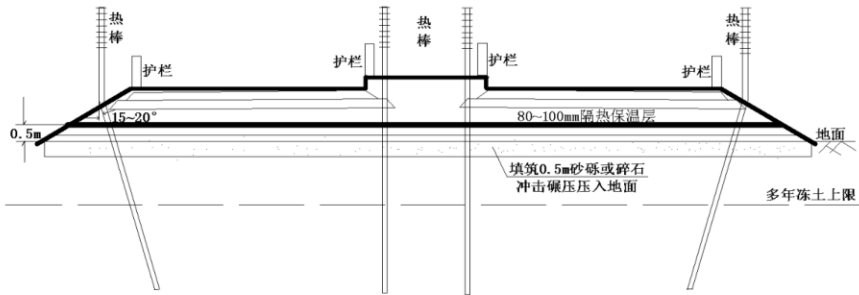


图1 热棒-隔热层复合路基设计示意图

5.2.2 多年冻土区路基工程的热棒埋设深度，应根据所在路段多年冻土上限确定，且应保证热棒蒸发段埋设在多年冻土上限以下不小于 1.5 m~3.0 m。热棒间距宜为 3 m~4 m。

5.3 隔热层及热棒埋设方式

- 5.3.1 隔热层过渡段应向两端外延铺设不小于 10 m。
5.3.2 斜插热棒一般用在高速公路、宽幅路基工程中，斜插角度宜为 45°。
5.3.3 在高温高含冰量冻土区和退化性冻土区，路基高度小于 2.5 m 时，宜设置双排热棒。
5.3.4 高度在 5 m~8 m 或地面横坡陡于 1：5 及阴阳坡影响明显的路基，多年冻土人为上限出现偏移时，宜在阳坡安装热棒。

6 热棒-隔热层路基施工技术

6.1 隔热层施工

- 6.1.1 隔热层材料应按设计要求的性能指标和拼接方式提前定制,保证施工进度及隔热板的隔热效果。
- 6.1.2 隔热材料进场时,必须提供产品合格证及第三方检测报告。
- 6.1.3 隔热材料应贮存在干燥、通风、干净、防火的库房内,不得与化学药品接触。
- 6.1.4 隔热材料应轻装轻卸、堆放平整,采取遮阳、防雨措施。
- 6.1.5 施工操作人员必须熟练掌握隔热层施工技术及质量控制要求。在大面积施工之前,应先铺设试验路。应编制专项隔热层路基施工技术方案。
- 6.1.6 施工季节应避开最大融化深度的季节,隔热层应在寒季末施工,宜在三月至五月铺设。
- 6.1.7 严格控制隔热层下填筑路基的标高、横坡、压实度、平整度。隔热层板下铺设中粗砂下垫层,中粗砂应干净、坚硬,不得有大于 10 mm 粒径的块、砾石,含泥量不得大于 5%。
- 6.1.8 下垫层标高、横坡、压实度、平整度达到控制指标后,清除下垫层表面杂物,进行施工放样。
- 6.1.9 采用双层板铺设时,上下接缝应交错,错开距离不小于 0.2 m。
- 6.1.10 依据设计文件要求进行隔热层铺设。

6.2 热棒施工

- 6.2.1 施工准备。准备热棒安装所需要的成孔设备、吊装设备、专用设备及设备,以及相应的施工材料。
- 6.2.2 施工准备完成后,应根据热棒设计位置进行放线,确定钻孔位置,搭建钻孔平台。成孔应满足下列要求:
 - a) 钻进方法,采用干钻;
 - b) 钻进角度,根据热棒埋置设计要求,确定钻进角度,钻孔直线度偏差不大于 5 mm;
 - c) 钻孔直径,根据热棒的外径确定,钻孔直径应比热棒外管直径大 50 mm~100 mm;
 - d) 钻孔深度,终孔深度应大于设计埋置深度 0.1 m~0.2 m。
- 6.2.3 钻孔完成后,应及时进行热棒安装。不能及时安装时,应采取临时措施保护钻孔。安装时,应遵循下列要求:
 - a) 利用热棒顶盖的环型槽作受力点进行系吊,要求吊车吊臂有效长度超过热棒总长 1.0 m;
 - b) 起吊过程中,应采取防护措施,不应损伤冷凝段翅片、蒸发段底部及防腐涂层;
 - c) 将热棒按设计要求将孔内热棒导正;
 - d) 热棒插入深度、垂直度或角度检查合格后,用支架等固定。
- 6.2.4 热棒固定后,采用水中沉砂法灌入过筛后的中粗砂,回填热棒与孔壁间的空隙,确保回填密实。待回填砂冻结后方可拆除支架。
- 6.2.5 热棒安装完成后,及时对施工现场进行清理和恢复。
- 6.2.6 热棒安装完成后,应按设计要求验收热棒安装质量,并检查现场清理和恢复情况。

7 热棒-隔热层施工质量检测

7.1 隔热层施工质量检测

- 7.1.1 隔热路基下垫层质量应符合表 3 的规定。

表3 隔热层下垫层质量检测

项次	检查项目	规定或允许偏差	检测方法 with 频率
1	下垫层厚度	不小于设计值	每 100 m 检查 3 点，尺量
2	下垫层宽度	±50 mm	每 100 m 检查 3 点，尺量
3	平整度	10 mm	每 100 m 检查 10 点，直尺量
4	顶面高程	±30 mm	每 100 m 检查 3 点，水准仪
5	横坡	±0.5%	每 100 m 检查 3 点，水准仪

7.1.2 隔热层铺设质量标准与检测频率应符合表 4 的规定。

表4 隔热层铺设质量检测

项次	检查项目	规定或允许偏差	检测方法 with 频率
1	隔热层宽度	不小于设计值	每 100 m 检查 5 点，尺量
2	中线至边缘	±30 mm	每 100 m 检查 5 点，直尺量
3	隔热层接缝	符合设计要求	每 100 m 检查 20 点，尺量，目测

7.1.3 隔热层上垫层施工质量检测及频率应符合表 5 的规定。

表5 隔热层上垫层质量检测标准

项次	检查项目	规定或允许偏差	检测方法 with 频率
1	上垫层厚度	±10 mm	每 100 m 检查 3 点，尺量
项次	检查项目	规定或允许偏差	检测方法 with 频率
2	上垫层宽度	不小于设计值	每 100 m 检查 3 点，尺量
3	平整度	15 mm	每 100 m 检查 10 点，直尺量
4	顶面高程	±50 mm	每 100 m 检查 3 点，水准仪
5	横坡	±0.5%	每 100 m 检查 3 点，水准仪

7.1.4 隔热层路基的质量标准应符合表 6 的规定。

表6 隔热层路基质量标准

序号	检测项目	允许偏差	检查方法及频率
1	隔热板材尺寸	1/100	<2 000 m³抽检 2 块， 2 000 m³~5 000 m³抽检 3 块， 5 000 m³~10 000 m³抽检 4 块， ≥10 000 m³每 2 000 m³抽检 1 块，
2	隔热板材密度	≥设计值	天平，抽样频率同序号 1
3	基底压实度	≥设计值	环刀法或灌砂法，每 1 000 m³检测 2 点
4	垫层平整度 (mm)	10	3 m 直尺，每 20 m 检查 3 点
5	垫层之间平整度 (mm)	20	3 m 直尺，每 20 m 检查 3 点
6	隔热板材之间缝隙、错台 (mm)	10	卷尺丈量，每 20 m 检查 1 点

7.2 热棒施工质量检测

7.2.1 热棒质量检测

热棒进场时，质量检测除了满足《热棒》GB/T 27880中的相关规定外，还应满足下列要求：

- a) 必须提供产品合格证及第三方检测报告；

- b) 现场抽检热棒工作性能;
- c) 热棒功率应不小于设计要求的功率;
- d) 质量合格的热棒应整齐、规则地堆放在专用场地并覆盖, 避免翅片及涂层受损。

7.2.2 热棒安装施工质量验收

两根热棒安装水平相对误差应小于30 mm, 埋深高程误差应小于20 mm。

7.2.3 热棒工作状态检测

热棒工作状态可用埋设温度传感器法、测温法、红外热像仪法进行检测。
