

10-14

青藏高原多年冻土 p642.14

陈祖鹤

(西藏自治区科委)

摘要:本文对青藏高原多年冻土的研究、形成、特征、分布、特殊不良地质现象,以及对工程建设的影响和必须采取的原则措施等作了概括论述,为在青藏高原多年冻土区开展各项建设提供决策的参考。

关键词:多年冻土 形成 分布 特殊不良地质 措施。

1. 青藏高原多年冻土的发现与研究

1995年青藏公路改建工程开始,就发现了多年冻土的存在;与此同时,交通部第五工程局修建青康公路也发现了有多年冻土的存在。青藏高原多年冻土的存在,立即引起了建设单位和工程技术人员的重视。1958年青藏铁路工程局在格尔木成立,随即也建立了铁路科研所,开展了对青藏高原多年冻土的研究,并在风火山建立了铁路冻土观测站,修建了铁路路基试验路基;与此同时,中国科学院兰州冰川冻土沙漠研究所也立专项开展了对青藏高原多年冻土的考察研究;铁道部兰州第一设计院和西北铁路科研所为配合修建青藏铁路,也开展了高原多年冻土的研究。六十年代初,西藏交通厅建立了交通科研所,把青藏高原多年冻土列入了科研课题,并与中科院兰州冰川冻土沙漠研究所联合在藏北的土门煤矿区建立了冻土定位观测站。1972年,交通部决定青藏公路改建为黑色路面,为解决在多年冻土区修建公路黑色路面的技术问题,在西安召开了会议,决定组织有关科研单位参加成立了青藏公路科研组,并在青藏线西藏和青海(唐古拉山以南和以北)多年冻土区分别修建黑色路面试验路段,为1974年以后开始的青藏公路黑色路面的测设和施工提供了科学依据。经过多年的努力,青藏公路黑色路面的建设终于全部完成了。在改建和营运、养护过程中又对高原多年冻土的研究积累了丰富的资料,加深了对青藏高原多年冻土的认识。近几年来青藏公路黑色路面又进行了改造,使青藏公路路状有了较大的提高,目前仍有部分改建工程正在进行。

笔者作为一名工程技术人员,自1955年参加青藏公路改建工程起,对所负责的施工地段的多年冻土就开展了研究,逐年观测试验积累资料,还用自己私有的相机拍摄了大量的照片资料;1959年经组织上派遣曾赴我国东北大小兴安岭考察多年冻土,以后又承担了青藏公路沿线多年冻土课题的研究,根据笔者多年来研究所获得的资料,1966年撰写并出版了《青藏高原多年冻土区公路建筑问题的探讨》专著,这是我区首份研究多年冻土的基础性资料。1972年,兰州铁路第一设计院、西北铁路科研所、中科院兰州冰川冻土沙漠研究所根据多年来对青藏高原多年冻土的研究结果,共同完成了《青藏高原多年冻土地区铁路勘测设计细则》,这是一份较系统而完整的铁路勘测设计细则》。随着改革开放以来

我区各项建设事业的迅速发展,修建青藏铁路的呼声也常有所闻,许多建设项目也必然要在高原多年冻土区开展。鉴于此,现笔者根据过去对多年冻土的研究,再次对高原多年冻土作一概略介绍,以引起有关方面对高原冻土研究的重视。

2. 多年冻土与季节冻土

在地球的表面广泛地分布着冻结的土层,称为冻土。冬天随着气温降至摄氏零度以下,地表土层逐渐冻结,随着负温度持续发展,土层冻结的厚度也逐渐加大;春夏到来,随着气温的回升,冻结的土层逐渐融化。这种冬天冻结、春夏融化的土层称为季节冻土(或称融冻土)季节冻土在我国、尤其我区分布很广,由于各地气温差异很大,季节冻土持续的时间长短、冻结厚度也各不相同,在相同气温条件下,也因地质地貌的差异、土壤种类和结构、含冰量的不同也各异。对于季节冻土人们接触的较多,对其特性都有较明确的认识。多年冻土是指连续冻结二年或三年以上而不融化的土层,这种土层就称为多年冻土,过去曾有人把多年冻土称为永冻土(或永冻层),实际上绝对永远冻结的土层是不存在的。

3. 青藏高原多年冻土的形成

多年冻土是在一定的地质作用和气候条件下形成和发展起来的,它会随着地质作用和气候条件的变化而发生变化。在地球发展史上,某些地区曾经有过多年冻土的存在,后来又退化消失了,有的地区曾经并无多年冻土的存在,后来又逐步产生了多年冻土。青藏高原多年冻土与地球上高纬度地区多年冻土的成因不同,它是产生在较低的纬度地带,是与整个青藏高原的隆起形成有着密切的关系。据我国地质学家们的研究得知:在上新世末,青藏高原的海拔平均不超过 1000 米,上新世末以来发生了强烈的隆起,逐步演变发展成今天的青藏高原。高原的隆起过程也是复杂的。印度板块与亚洲大陆碰撞连接之后,高原开始逐渐隆起,第一次是 3000 万年至 4000 万年前,上升 2000 米左右,以后因浸蚀而降低,到 2000 万年前第二次上升,产生了喜马拉雅山;到 1200 万年前喜马拉雅山再次上升,接着下降,这种下降未波及整个高原;到 300 万年至 400 万年前青藏高原整体发生强烈上升,一直延续至今,青藏高原整体上升了 3000~3500 米。青藏高原的隆起使世界环境发生了巨大变化,对地球、特别是北半球大气环流产生重大影响,当然对高原的气候和我国整体气候的影响则更为直接。

由于青藏高原在上升隆起的过程中,使高原的气温逐步变冷,往而也导致了多年冻土的产生。因此,青藏高原的多年冻土是高原隆起的产物,现代地质、地现、气候条件下,仍有利于多年冻土的保持。

多年冻土的生成原因主要在于负温度。土壤每年散失的热重比吸收的热量多时,就会使土壤渐渐冷却到摄氏零度以下,而且这种负温度如果逐年由地表向下传导,就会形成常年或多年不融化的冻土层。青藏高原大面积隆起上升,导致负温度的产生,这是高原多年冻土产生的根本条件。例如,某地的土壤在冬季负温度的作用下地表土层逐步向下冻结,若通过冬季其最大冻结深度为 2 米,在次年夏季温度上升后,只融化 1.7 米,那么就有 0.3 米厚的残余冻土一直保持到下一个冬季,如果下一个冬季的气候和上年冬季一样,在没有 0.3 米厚的残余冻土层的地方,冻结深度仍是 2 米,若在次年夏季仍然也只融化 1.7 米深,那么就会产生大于 0.3 米的残余冻土层存在,如此年复一年的积累,就会形成多年不融化的冻土层,而且不断增加冻层的厚度,一直到地温的变化不能再向下加厚冻土层厚

度为止。实际上多年冻土的形成过程是复杂的,同时因当地的地质地理条件的不同、气温的变化影响冻结和融化的深度也不同。但总的趋势是有能造成多年冻土的负温度,也只有在负温度的作用下才能形成多年冻土。

4. 青藏高原多年冻土的分布

全世界多年冻土分布的面积约占地球上陆地面积的 24% 左右,我国多年冻土面积总计约 210 万平方公里,主要分布在我国东北大小兴安岭、青藏高原和西部高山地区。笔者在 60 年代根据当时所掌握的气象资料曾推算:青藏高原和西部高山地区的多年冻土大约占我国多年冻土的 60%—70%。

青藏高原多年冻土属高海拔和较低纬度地区。其分布特点是:纬度越高,多年冻土分布的最低海拔线降低;纬度越低,多年冻土分布的最低海拔线愈高;青藏高原中部高平原上分布的最低海拔在 4500 米以上,向北分布的最低海拔线随纬度的增高而降低,向南分布的最低海拔线随纬度的降低而增高。青藏高原南缘虽然纬度很低,但在终年积雪、海拔很高的山顶部也有多年冻土的存在。青藏高原多年冻土层的厚度随海拔高度和纬度的不同而变化,高原中部多年冻土层最厚,向北随海拔的降低而减薄,向南因纬度的降低而减薄等。沿青藏公路多年冻土的分布是:北自昆仑山、南至安多以南,多年冻土呈大面积整体式分布;在南、北接近整体或多年冻土分布的边缘地带兼有岛状融区,昆仑山以北、安多以南为岛状多年冻土区。在垂直分布上,有衔接的多年冻土和不衔接的多年冻土分布。凡季节冻土的下限与多年冻土的上限相衔接的称为衔接的多年冻土,季节冻土下限与多年冻土上限之间有一层不冻结的土层的称为不衔接的多年冻土。青藏高原多年冻土与季节冻土大多是衔接的。

5. 青藏高原多年冻土特殊不良地质现象

青藏高原多年冻土区、由于冰冻与融化的作用,水分转移及冰的积累与消融,以及一系列的物理机械过程,产生了很多特殊的物理地质现象,直接或间接影响到各项工程建筑物的稳定。

5.1 地表高程的季节变化

高原上常见许多缓坡和平坦地,地表长有斑状草皮,地下水较丰富,同时,多年冻土上限也起到了隔绝地表水向下渗的作用,使地表土层含水增大甚至饱和,冬季到来使土壤中水份冻结、土体膨胀而将地表抬高,夏季到来土壤中的冰又逐步融化,致使地表下沉,此种地表高程发生季节性的变化现象,在青藏公路沿线较为常见。地表高程变化的大小又与土壤种类、结构、地下水含量、以及多年冻土上限含冰量的多寡和溶化程度而不同,而且高程的变化也是不均匀的。在这种地段进行工程建设必须引起高度重视。例如:1956 年青藏公路桃儿九山改建工程,其中有一段约 4~5 公里平坦地面,设计为低填方工程,于 8~9 月份由一个工程分队承担施工任务,因工期很短,对线路未进行施工测量,仅根据当年 4~5 月份测量队测设资料的设计标高进行施工,10 月份工程队对该段公路进行竣工验收时,发现修好的公路中线标高普遍比设计标高低数厘米至十多厘米不等,验收结果被认为是该分队技术员邓贤良同志未按设计标高填够,邓贤良同志坚持他们按设计标高填够了的。在未搞清标高降低的真实原因的情况下,最后工程大队按质量事故来处理,给予邓贤良同志记过处分。1963 年笔者到桃儿九山沿公路考察多年冻土时,发现该段地面标高发生季

节性变化及其原因,当年邓贤良受记过处分实属冤枉,也是因当时对多年冻土区特殊地质现象和规律未能认识和掌握之故。

5.2 冰椎、冰丘、埋藏冰

冬季地下水冻结、把地表抬起呈丘状隆起的土丘,称为冰丘。有一年生冰丘和多年生冰丘,有的冰丘表面有裂缝。一年生冰丘往往在寒冷季节地表隆起形成冰丘,暖季又逐步融化下沉而消失。多年生冰丘一般体积较大,暖季时冰丘融的一部份,虽冰丘土体有所下沉,仍保持其丘状隆起的形态,寒冷季节到来,丘状土体隆起更高更大。

多年冻土区,由于地下水份的转移集聚,常常在多年冻土的上限附近形成冰层,称为埋藏冰。埋藏冰大小厚薄与当地地貌、土壤种类等多种因素有关。

5.3 寒冻石流、融冻泥流

在高原上由于气候寒冷,气温变化很大,风力强,因而寒冻风化作用强烈。在昆仑山、风火山、唐古拉山等地,有许多寒冻风化作用造成的石椎、石流、石河等地形,这些坡积物靠水的作用,由高地向低地搬运而形成滑坡。

在青藏公路沿线的一些山坡上,可见到地表草皮呈鱼鳞状,这是由于山坡土体在冰冻和融化以及重力的作用下,顺坡徐徐蠕动下滑所造成,若在此类山坡上取土或修造公路等,若取土后或修建公路时未采取保温和稳定措施,在冻融的作用下,土体很易失去平衡而逐步发展成融冻泥流。同时,在坡度较大的山坡上取土,季节冻土融化后,易造成以多年冻土上限为滑动面逐步向流动而形成融冻泥流。

5.4 冻胀裂缝

由于冰冻的重复作用,常使土层产生裂缝,公路的边坡和取土坑,以及台阶地面上常见有冻胀裂缝,冻胀裂缝常引起土体坍塌等。

5.5 热融下沉、热融湖塘

在高原冻土区,由于工程建设破坏了地表构造,加速了大气与地层间的热量交换,导致多年冻土融化,特别是地下埋藏冰的融化,使地下形成融洞,在土体重力作用下失去平衡而下沉。热融下沉多发生在粉砂、亚砂土、粘土或亚粘土土质,地下有冰层或冰夹土层,热融下沉的面积有大有小,小至数平方米,大至万平方米以上,形成热融湖塘。

5.6 河床拥冰

冬季到来时,河水表面首先冻结,下部水流在压力的作用下往往冲破河面冰层拥出冰面再度冻结,使河面冰层愈积愈厚,甚至在某些地段形成冰位高于洪水位的现象,此外,还使一些桥梁被拥冰堵塞桥孔。

6. 高原多年冻土区进行各项工程建设应采取的主要措施。

在高原多年冻土区进行各项工程建设,必然破坏了当地土层(包括多年冻土)热量平衡,导致多年冻土上限的上升或下降,加上地下水份的新的转移和聚集,以及各种不良地质的影响,对工程建筑物的稳定和安全都带来很大的威胁,因此,在工程设计及建设过程中必须根据建设项目的性质和特点,采取相应的切实有效的设计施工重大原则措施,以避免建设后产生一些不良后果或后遗症。

6.1 各种工程建筑物(地面、地下)首先要尽可能选择在地表干燥、石质或粗粒土壤(如砂砾石)地带,避开冰椎、冰丘、埋藏冰、以及地表排水困难的地区。

6.2 工程建设中,尽量不破坏原地面土层,如修建公路、铁路以填方工程为主,尽可能远离线路取土来填筑,同时做好挑水、防护工程,避免多年冻土被破坏。浅填方路堤要作好热力计算,做好保温层,使路堤修建后,形成新的土壤热力平衡、以保持多年冻土层不融化。

6.3 房屋、桥涵、隧道等建筑物都尽量通过热力计算,采取有效的保温措施,防止多年冻土融化以及冻融反复作用下发生变形等。

6.4 高原多年冻土区的工程建设,在条件许可时,应尽可能有计划地采取分期建设的原则。如公路、铁路工程,可先修建路基和排水、防护工程。待 2~3 年后,新的多年冻土上限已经形成,路基、防护工程等已基本稳定后,再进行整修、加固,然后才铺筑路面、铺道碴、铺轨等。

成都市实施科教兴市网络 目标成效显著

今年初,国务院总理朱镕基指出:“科教兴国战略实实在在落到实处。”近几年来,成都市在形成全社会的大科技格局的基础上,不失时机抓住机遇,实施科教兴市网络目标,他们把此目标纳入各级党委政府的一级目标考核规范了政府各区(市)县、乡镇的科技管理工作并取得明显成效,他们的主要做法是:今年,市第九次党代会把科教兴市作为跨世纪战略方针。97年初,市委、市府目督办对网络目标进行了调整,各区(市)县目督办也将网络目标列为重要工作,进行重点监控、督查,同时,各级科委也作网络目标的牵头部门,各个部门密切配合,做了大量的工作,取得明显成效。

二、目标编制突出重点。通过两年多实践年度网络目标编制重点突出了科技进步对经济增长的贡献率,科技突出投入等指标,切实体现科教兴市网络目标管理实施“办实事”求实效、“促进经济发展”的最终目的。

三、目标管理规范是向科学,求效率迈出的重要一步。今年编制的《成都市科教兴市网络目标管理实施细则》,使目标的编制、下达、监控、考核步入规范化、制度化的轨道。

四、奖惩逗硬。对于成绩优秀的,给予奖励。97年,成都市政府表彰了一批科教兴市网络目标管理先进区(市)县,并对主要负责人颁发了奖金。各区(市)县将网络目标纳入一级目标,在对考核结果进行奖惩时,做到三个“挂钩”。

(李兴旺)