

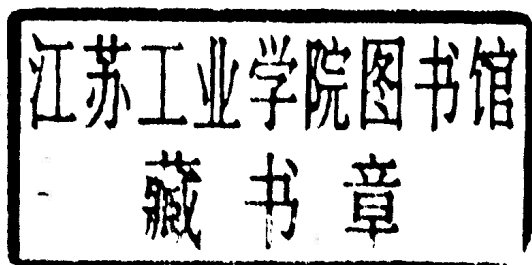
347  
結構与构筑物的缺陷和坍塌

И. А. 菲兹杰利 著

建筑工程出版社

# 結構与構築物的缺陷和坍塌

錢普殷 譯



建筑工程出版社出版

• 1959 •

**內容提要** 本书研究了許多工地所发现的房屋結構和各部分最典型的缺陷与坍塌；說明了产生缺陷的主要原因及其防止方法；敘述了消除缺陷的方法，以及为消除缺陷所需的設備。

本书可供工程技术人員和設計人員之用。

### 原本說明

書 名 ДЕФЕКТЫ И ОБРУШЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ  
И СООРУЖЕНИЙ  
著 者 И. А. Физдель  
出 版 者 Государственное издательство литературы  
по строительству и архитектуре  
出版地点 及 年 份 Москва—1957

### 結構与构筑物的缺陷和坍塌

錢 普 殷 譯

\*

---

1959年1月第1版      1959年1月第1次印刷      2,860册

787×1092 ·  $\frac{1}{32}$  · 45千字 · 印張2 · 定价(10) 0.30元

建筑工程出版社印刷厂印刷 · 新华書店发行 · 書号: 1002

---

建筑工程出版社出版(北京市西郊百万庄)

(北京市書刊出版业营业許可証出字第052号)

# 目 录

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 緒 言 .....                 | 2  |
| 第一章 結構与构筑物的缺陷和坍塌的分析 ..... | 11 |
| 第一节 地坪与道路 .....           | 11 |
| 第二节 地下管道网 .....           | 13 |
| 第三节 地下室 .....             | 15 |
| 第四节 基 礎 .....             | 21 |
| 第五节 鋼筋混凝土結構 .....         | 23 |
| 第六节 天棚的粉刷 .....           | 33 |
| 第七节 房屋飾面層 .....           | 35 |
| 第八节 砖墩与楼盖 .....           | 36 |
| 第九节 砖 墙 .....             | 44 |
| 第二章 結構的拆卸 .....           | 46 |
| 第三章 材料的試驗室檢驗 .....        | 48 |
| 第四章 消除缺陷的方法 .....         | 51 |
| 第五章 消除缺陷用的設備 .....        | 56 |
| 第六章 建筑工程的質量檢查 .....       | 60 |

## 緒 言

結構和構築物的穩定性與強度及其耐久性，經常引起建築工作者和科學工作者的注意。雖然廣泛地採用了工業化與先進的施工方法，大規模地運用了裝配式的鋼筋混凝土，並利用了各種新材料和新技术，但是建築與安裝工程的質量，仍落後於現代建築工程的要求。

到目前為止，還在發生着嚴重損害建築工程質量的特殊事故。

在大多數情況下，工程質量之所以受到損害，並不是由於工程技術人員有意地不負責任，而是由於他們還不熟悉關於在冬季和繁重水文地質條件下修建的建築工程的各項特點。

把由於這些原因所引起的缺陷與事故加以說明和分析，對設計和施工人員是大有教益的。估計到這些錯誤，就可以防止更嚴重的缺陷。

在我國第一個五年計劃期間的許多建築雜誌中，對各種特殊的缺陷和事故都曾作了說明和分析，並且，在國外雜誌“混凝土與鋼筋”中，曾設有關於“事故”的專門章節，其中闡述了各種最典型的事例，並建議了為防止事故的必要措施，這些都是很有益的。

關於事故的問題，A. H. 克雷洛夫院士曾在其回憶錄中指出：

“亘古以來全世界最偉大的數學家牛頓曾在其著名的論文之一中寫道：‘在研究科學時，實例並不比定則的教益為小’。這句話對任何問題都是一樣的，因此，從事說明過去的事故，徹底分析其

原因，并加以广泛的和真实的报导，是可以有助于防止事故，或者至少可以杜絕过去事故的重复发生”。

到现在为止，关于缺陷与事故发生原因的研究，仍然是注意不够的。

許多事实和实例都証明了，在建筑工程中存在有很多的缺陷与过錯，它們在很大程度上增加了工程的成本，延长了房屋与构筑物的动用期限，并使其使用质量低劣。

在許多情況下，即使是很小的缺陷(由于不留心所遺留的或未經及时消除的)，都会引起个别結構坍塌，或引起房屋与构筑物发生事故。这样就会造成很大的損失，或竟引起不幸事故。

建筑工程的缺陷和事故，常由于对工程质量的检查不够而引起。对勘察、設計和施工的质量缺乏固定的和严格的要求，会引起最多的錯誤和缺陷。

建筑成品的质量低劣，不仅会在房屋和构筑物施工过程中碰到，而且在其使用期內，也常会碰到。

建筑工程的质量检查(首先是工程監督)，應該远在工程施工以前就开始。首先进入拟建工程地区的地质工作者，應該提供关于該地区內土壤与地下水情况的詳尽无遺的資料。如果对于这些特点估計不足，就会使以后敷設地基、基础、防水层、地下管道与构筑物等一切工作趋于复杂化。

設計人員如果不具备具有充分价值的水文地质勘察資料，就会采用不符合稳定性与不透水性要求的地下室牆与地坪的围护結構和支承結構。地下室經常浸水，会引起室內特别是第一层发生潮湿。这一切都是违反卫生标准和影响住戶的健康的。地下水长期地滲入和排出，乃是房屋損坏和破坏鍋炉(通常裝置在地下室內)正常使用的主要原因之一。但有时也会看到相反的现象，在沒有地下水时，往往并无特殊需要而采用了过分厚大的牆、粘

貼式防水層和塗抹式防水層，從而提高了建築工程的成本。

由於設計的缺點以及建築與安裝工程施工質量低劣而引起的過錯，會造成最多的缺陷。通常，施工質量低劣不僅需進行各種的修理工作，而且還須把個別的结构恢復至設計強度，或者重新改建房屋。

對建築工程的坍塌與缺陷加以研究，分析與分類，可以確定其產生的原因，發現有缺陷结构的特性，從而就有可能制定消除與防止坍塌和缺陷的方法。從分析證明，同一種缺陷（無論其屬於小型的房屋或者大型的工程構築物），就其形狀、大小與性質來說，往往都是重複出現的。遺憾的是，房屋與構築物的缺陷，即使按標準設計施工時，也仍然未見減少。

本書的目的是在說明建築工程中所發現的最典型的缺陷與事故。在分析這些缺陷與事故的基礎上，就可以對防止缺陷與事故（從工廠與企業中制作結構、零件與制品時開始，至其灌筑與裝設至設計位置為止）作出結論。把產生缺陷和與標準發生偏差的原因加以說明，就可以在將來採取及時的措施加以防止。

對施工質量的工程監督，還沒有象其他工業部門中的採用情況一樣，在所有工藝過程中都全部建立起來，並且，在現代技術文件中闡述得不多。

在所有工藝過程和建築過程中進行制訂工程監督制度，對施工質量和施工水平的共同提高，是有重大意義的。

對施工的各個階段以及設計、勘察工作與建築材料、零件和結構的生產，正確布置質量檢查，應該是有助於工地工程技術人員、建築材料工業工作人員和設計監督人員及時防止可能出現的缺陷與過錯。這許多過錯與“細節”是會造成變形、坍塌和事故的。

在建築工作者會議上，曾經強調地指出了施工質量問題的迫

切性，并曾不止一次地指出了，建筑施工的质量低劣在许多情况下都是由于对施工工作缺乏有效的监督而造成的，因此，从事提高各项施工工作的质量，乃是一项全国性的重大事件。

④ 在施工中应用的材料，通常是以下列资料为基础的：根据对各种缺陷、变形与损坏的构筑物与结构的研究所获得的资料，根据事故与坍塌地点所选取的材料试验与研究的资料，以及对消除结构和构筑物缺陷所累积的施工经验。

为消除缺陷所采用的各种方法，都应决定于各种缺陷的本身及其引起的原因。选择正确的方法以及对结构进行及时的“修整”，对于构筑物的永久性和安全是具有重大意义的，特别是对于根据其性质并不需进行重要的工程加固与改建，或进行拆卸房屋零件的一些构筑物。在大多数情况下，进行局部的“修整”或消除部分的缺陷，就有可能获得结构所需的强度、稳定性、整体性与永久性。本书旨在协助建筑工作者及时防止产生缺陷，确立正确的鉴定方法，并指出其消除方法。

\* \* \*

房屋与构筑物的缺陷，可分为如下三类。

第一类是指这些缺陷和错误，它们会削弱材料的强度以及结构的支承能力与刚性，因此对房屋与构筑物的整体性是带有危险性的。

第二类是指这些缺陷和错误，它们并不会威胁到结构的整体性。

第三类是指一些难于消除的缺陷，它们会对住户和工作人员造成不便，并会引起使用费增加。

头两类缺陷可能具有隐蔽的或外露的性质。隐蔽的缺陷是最危险的，因为它们会造成比较平安无事的外表，但最终的结果却



可能导致严重的后果。

● 沒有一种事故是由于任何一种偶然的原因而发生的。结构的每一次坍塌、变形、甚或是微小的损伤，都是由于許多原因的结果。它們是逐漸地累积和綜合起来，在数量和质量上发生变化。

在历史上記載着几乎是世界各国的工程构筑物、居住和公用房屋的多次的坍塌和事故。早在两千年前，在菲坚曾发生过圆剧场的坍塌，当时曾死亡五万人。四千多年前，在巴比倫曾頒有巴比倫国王法典，其中曾注意到关于在建构筑物的质量和强度。在美国，由于结构的缺陷，仅仅在三年內(1880—1883)就曾經坍塌了102座桥梁。

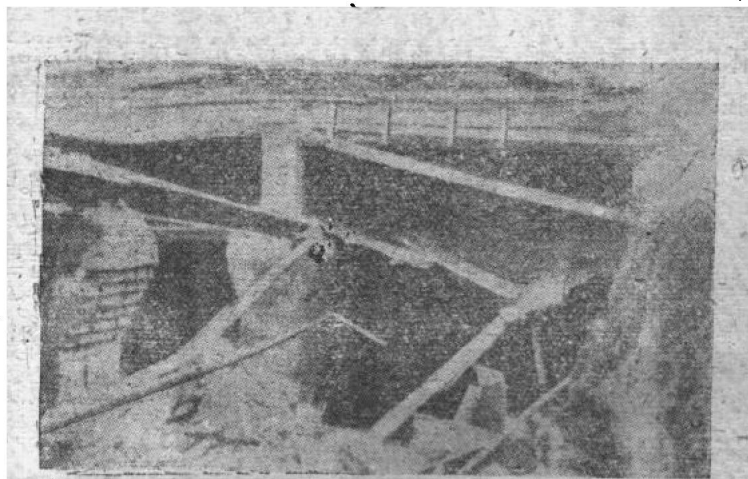
· 还有工业房屋、居住与公用房屋的許多其他坍塌事故，地下构筑物、水利工程构筑物与海港构筑物的許多事故，也都是人所共知的。

结构或工程构筑物的許多事故，甚至可能在损伤不大的情况下发生。恰如：未經及时消除的一些微漏水现象，就可能使很大的海船沉沒，或者使下水道与地下构筑物的整个系統淹沒；又如：在发展中的结构的微小变形，也可能造成严重的事故与坍塌。

引起结构产生缺陷与损伤，以及引起构筑物发生事故的最重要的原因是：

1. 工程地质勘察工作不善，因此对构筑物地基中所发生的物理力学变化估計不足。由于地下水、侵蝕性药剂、土壤交替冻融以及崩坍方现象等的剧烈活动，地基中的物理力学变化是可能发生的。由于这些原因，便会产生不平均沉陷，结构和房屋的整体性破坏，基础冲毀与傾側，混凝土滲漏与破坏，在土壤交替冻融时在墙与支座上出現裂縫，以及房屋移动和傾側等等。

2. 設計錯誤，把强度指标、弹性模量、綫膨胀、收縮、抗



**图 1** 带悬臂(为支承吊车梁与钢筋混凝土楼盖用)砖墩的不恰当的结构布置。坍塌后的情况

冻性、吸水性与支承能力迥然不同的许多不同类材料与结构，不正确地结合在一起。图 1 表明带悬臂(为支承金属吊车梁与钢筋混凝土楼盖用)砖墩的不恰当的结构布置之一例，这种结构布置曾引起构筑物坍塌。

当采用冻结法等施工时，砌体中所留置的沟槽(用于暖气设备的管道和其他暗管，以及为安装通风管用的沟槽)，在砌体融化期间会在一定程度上降低砌体的强度，由于这种原因就会使砌体削弱，如果对于这一情况估计不足，也会造成设计错误。

当选择地下水位以下的地下构筑物围护结构时，常会造成严重的错误。在许多设计中，对受地下水压的地下室，规定采用基础砌块与墙壁砌块，毛石基础或毛石混凝土基础，并对墙壁采用内粘贴层，对地下室底部采用防水层，然后砌筑保护墙。这种布置，如果施工质量不高，便不能保证地下构筑物的不透水性。

湿度较高或潮湿气较重，对地下室中敷设的管道保温层、砖

砌体以及房屋内外装饰，都将起着破坏的作用。在设计时所听任存在的错误，可能显得如此严重；以致在许多情况下都必须预先采取紧急措施，着手加固结构或进行结构改建。

### 3. 违反了建筑与安装工程的施工技术规范与操作规程。

由于构筑物的地基敷设错误，在回填土时土壤夯实不良，土壤过分潮湿，以及在降低地下水位与排除雨雪水时未遵守适当的措施，都可能引起缺陷。地下构筑物中防水层敷设的质量低劣，以及配有密布的柔性及劲性钢筋的节点与接头中的混凝土捣实不足，就会造成缺陷。对发生事故的结构进行检查时，发现其钢筋布置不正确。譬如，在厚14公分的某些板材中，其保护层竟达到7公分之巨。

在大型砌块与骨架——大型板的建筑中，由于节点以及垂直与水平的接缝与接头没有仔细地灌成整体，引起了墙壁的整体性遭到破坏，以致产生缺陷。

由于冬季的混凝土工程、砖石工程与装饰工程的施工工艺不够完善，会产生最多的缺陷。

对于负温度的影响，以及砂浆、混凝土与土壤融化时期的影响估计不足，可能引起不良的后果。违反制品的蒸汽加热制度，制品在蒸汽加热后骤然冷却，新灌筑的混凝土遭受冻结，砖砌体在日光或内部人工加热的影晌下单面急剧融化，土壤由于交替冻融而膨胀——这一切都可能是产生缺陷、变形，甚至是产生事故的原因。

4. 在建筑工程中采用了质量低劣的材料、零件和制品。譬如，窗间墙、砖墩与墙壁支承结构所采用的砖，在许多情况下都不符合于设计所用的标号。冬季的砌筑砂浆，在正常条件下融化与养护后，并不能达到所需的强度。用沾污的骨料所制作的制品，由于违反了蒸汽加热制度，其强度非常的低。

由于砖瓦与饰面板材的抗冻能力不够和质量低劣，便会使砌体、饰面层与屋面的使用期限缩减为3~5年，并还须把它们部分地或全部地加以更换。图2表明使用4年后的瓦屋面。

5. 房屋与构筑物的使用不当。首先是房屋未按规定使用，构筑物各部分经常遭受着有害物质（各种酸类与侵蚀性的生产废物）的影响。

在许多构筑物中（供热系统的隧道，热车间），由于温度过高的影响，会引起外部防水层滑动，或引起树脂软化与流淌。

房屋本身或附近的构筑物中具有很大的震动载荷，可能引起房屋各部分的接缝、接头与节点发生破坏。

构筑物周围的地区无人照管，以及屋顶、落水管、外部下水道和庭院下水道的检查并缺乏养护，都会带来不小的损失。

构筑物在使用中的其他各种缺陷是：使结构支承能力遭到削弱的各种重建工作，以及对房屋与构筑物未注意及时加以修理。图3表明落水管附近已损坏的护坡。雨雪水通过开裂的地面和损坏的沥青层，经常把地下室淹没。

6. 对结构整体性发生有害影响的其他原因可能是，不合理的运输、堆存与储藏材料和零件，在墙壁与楼盖上穿孔；安装与敷设卫生工程用暗管、电气暗管和其他暗管时，在柱、悬臂、支承与

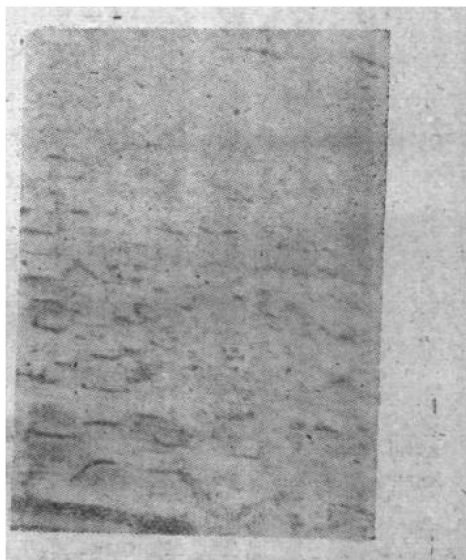


图2 使用4年后的瓦屋面

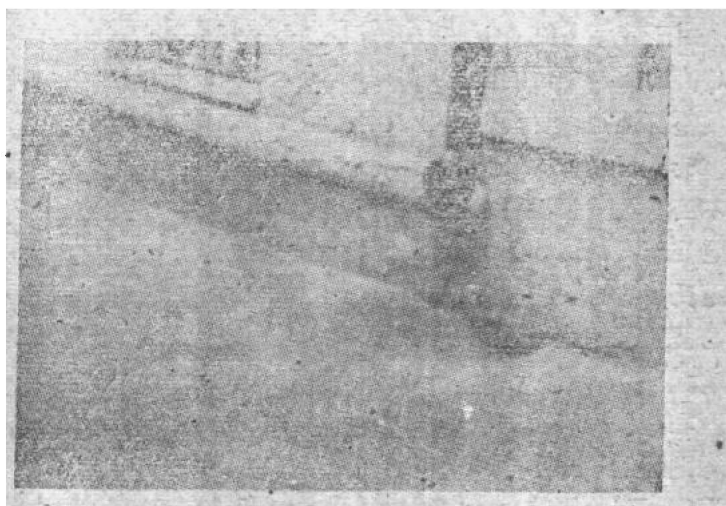


图 3 落水管附近已损坏的护坡

基础上凿槽，在结构安装和零件相互装配时，在结构上剜口。在城市条件下所特有的散杂电流，对地下管道的情况起着不良的影响。土壤的腐蚀性，对构筑物的地下部分，首先是城市管道与总管道，起着破坏的作用。在正在建房屋的附近进行爆破、打桩以及用钢板压实土壤，都可能引起结构移动、变形与坍塌，并破坏管道接头的接合。

# 第一章 結構与構築物的缺陷 和坍塌的分析

## 第一节 地坪与道路

在地坪与道路的基础和地基敷設工程施工时，凡原生基土或用作填土的土壤，都必须能保証构筑物的强度与稳定性。

由于松软土或基槽填土夯实不足，以及在挖掘成团的冻结土后未加夯实，都会观察到表面的沉陷与坍塌。

由于这个原因，就必须修理开裂的路面、在建工程的起重机軌道、室內的地坪、房屋四周的护坡与福利設施。

土壤夯实的效果愈小，則土壤的沉陷值，并因此是結構损伤的程度愈大。砂土的填土，当空隙率达到50%，填土层厚3公尺时，将会造成50—70公分的沉陷。在敷設管道的地点，其影响可能更大。管道的接头即使发生微小的漏水现象，也可能引起土壤与路面沉陷。

往往同一地段的基槽与道路，也必须进行若干次的修理。

譬如，在某一熱鬧街道上，曾經在馬路行車道下开挖了4公尺长、2.5公尺深的基槽，以备敷設40公分直径的鋼筋混凝土管道。在管道排好并連接至城市排水管后，便把基槽填沒，并在馬路上加鋪瀝青层，但不久以后，修筑部分就开裂了12公分。这部分城市干道，有各种城市車輛頻繁交通，因而必須临时加以圍栏，繞道而行。已开裂的瀝青和混凝土路面，曾予拆除，并重鋪了新的路面。因为在冬季和城市車輛頻繁交通的条件下，不可能按設計規定进行灌筑和加热混凝土垫层，那时就曾把垫层改用装配式

鋼筋混凝土板，并在其上敷設瀝青層。

在馬路修理后一个月內，并未发觉路面有任何變形，但是一到温暖季节，土壤就融化了，并在馬路的同一地段，发生第二次沉陷15公分。

和第一次一样，已破坏的瀝青層和損伤的鋼筋混凝土板，都必須拆除，并用矿渣夯入已沉陷的土壤，重新敷設瀝青層。在修理后不久，馬路又曾开裂了8公分，因而需要再度修理。

在路面使用后六个月內，路面上就形成了沿基槽周边的裂縫，并发生沉陷2公分，但是，这种崎嶇不平的现象，已經不会威胁到城市車輛的交通，因而就只須把瀝青滾压整平已足。

在馬路的同一地段，土壤竟发生过四次沉陷，这就証明了回填土的地方是如何脆弱的地点，并且，如其施工质量低劣，就可能引起很不良的后果。

敷設管道大都采用露天掘进法进行，这种方法仍須占用管道网敷設总工程量的93—95%。因此，土壤沉陷对城市車輛和行人通行乃是一种很大的不幸。在街道和干道上，每年都須更換数万平方公尺的路面。

在房屋地下室、检查井与独立基础四周的沟槽填土以后，以及在土壤未进行必須夯实的其他地点，都可以看到地坪与护坡发生大量的沉陷。

由于軌道下的土壤沉陷，曾使塔式起重机顛复与傾側过若干次。

对于砂土的填土，早在战前，就已經在建筑工程中广泛采用了深入式水力振動夯实法(采用振動錘，同时使土壤充水)。这种方法虽然由于其简单易行，因而得到广泛的采用，但在现时，則仍仅采用于設計中有特殊规定时。水力振動夯实法可使土壤的空隙率減低10—15%，提高允許压力，改善土壤的建筑性能，并防

止沉陷。在回填土时夯实土壤，应该是一项严格必需和仔细进行的措施。选择夯实方法应根据具体条件决定。如工程量与开挖深度较大，则应采用装有充水设备的特种深入式振动器。

为使土壤夯实工作达到机械化，可把几个深入式振动器装上横担，使同时沉入土壤。夯实设备应采用汽车式起重机或装有起升机（用来把振动器沉入土壤，并在夯实后曳出）的推土机移置。在最简单的情况下，可用振动锤和独立的充水针（把水充入土壤），用人力进行夯实。

在基槽中与轨道下分层夯实土壤时，可采用为夯实30—80公分厚土壤层用的台式振动器与各种功率的振动板。

台式振动器也可用来夯实粘土，并在灌筑地坪与路面下的混凝土垫层前整平地面。

依据需要夯实的工程量和表面尺寸，台式振动器可用卷扬机、汽车或推土机沿工作线移置。

## 第二节 地下管道网

在城市地下构筑物广泛发展与街道下密布有各种管道网的情况下，事先进行完密的勘察工作，具有特殊的意义。否则地下设备的安全即将受到威胁。在采用地下掘进法敷设管道时，事故的发生特殊频繁。

由于设计的管道、在建管道和过去敷设的管道不够协调，在采用地下掘进法的过程中常会发生高压线路损坏、管道折断、管道移动、接头破坏与管道截破等等。

有些埋设在地下经过几十年的金属管道与沟管，曾遭到锈蚀作用，因此在很大程度上失去了其原有的强度。许多城市管道已经达到衰老状态。

即使由于管道被动力压碎时土壤发生移动，以及由于夯实土



壤与挖土时夯板的夯打，以致引起旧管道附近土壤的密实性遭到微小的破坏，也可能对地下设施带来严重的损害。

电气管道、瓦斯管道与其他管道的损坏，不仅会带来物质的损失，并且在许多情况下，对人们的生命是危险的。许多事例证明，承插式瓦斯管道的一个质量低劣的填塞接头，往往必须修理至五次或五次以上。

接近电流的钢管道，也会带来相当严重的损失；有些管线经过6—8年就完全无用了。

对地下管道的建筑，往往不考虑地下水与地面水的影响。地下管道被地下水和融雪水淹没，就会破坏地下管道的正常使用，缩短其使用期限，并且对供热管道来说，还会降低其热工性能。我们可以举下列事例来作为说明。

在某一幼儿园房屋的使用过程中，曾发现有很大的热损失。室内的气温不超过 $+15^{\circ}$ ，而锅炉内的水温则在 $+70—75^{\circ}$ 。供热管道的直径为75公厘，被敷设在8公尺宽的道路下的砖砌地道中。地道埋设在路面以下1.3公尺，并复盖有钢筋混凝土板。地下水位在地道埋设标高以下1.2公尺。从管道情况的检查指出，雨雪水曾通过损坏的沥青层与路面的微小沉陷处，渗入至地道以内。

当拆开地道时，曾发现其为20公分厚的一层冲积土所填满，热绝缘层已被浸湿，并已完全无用，管道已呈现衰老状态。必须封锁道路，进行更换管道。

在露天的纵向基槽中敷设管道时，常采用含有各种外来杂质的不同类土壤，填入基槽之中。

因此，当采用地下掘进法穿过这些地点时，在土壤被轧碎或穿孔的过程中，在地下所碰到的混凝土与钢筋混凝土零件的碎块、铁片、枕木和挡土板等，就会破坏掘进的水平状态，使管道边缘、接头和焊缝发生变形，并使支承墙损坏。在这些不同类的