

冬季施工參考資料

鐵道部新建鐵路工程總局編

人民鐵道出版社

冬季施工參考資料

鐵道部新建鐵路工程總局編

江苏工业学院图书馆

藏书章

人民鐵道出版社

一九五三年·北京

前 言

冬季施工對整個國家經濟有很大的價值。同樣在鐵路建設中，由於冬季施工而消除施工之季節性，以達全年不間斷的工作，對於施工組織極為有利。由於大批勞動力不間斷工作，因此可以降低建築成本，並縮短工期，減少勞動力之流動，保證工作之熟練，由於工作熟練並促進快速工作方法之發展。此外長年施工對於機械使用也更能合理。

在目前鐵路新綫工程大量展開之時，為保證迅速完成任務，提高工作效率，因此冬季施工實有其重要意義。

蘇聯在一九三〇年至一九三五年間克服了建築季節性的先進經驗，已確切指出：只要在冬季遵守一定施工規則與技術條件，即可照常進行鐵路及其他土木基本建設工作，如對冬季施工有適當準備，並妥善計劃設計，作好施工組織，則因冬季施工而增加之額外費用，視當地氣象溫度條件及工程情況，最大時不至超過一般預算之20%，最小可至3—5%。

冬季施工在我國目前尚屬一新的課題，我們除於去年編過一冊冬季圬工施工規則外，現特根據蘇聯先進經驗，將其他主要冬季施工問題彙編為冬季施工參考資料，惟因時間匆促，經驗缺乏，難免尚有不合之處，因此希望現場施工部門，在實踐中積累經驗，並多多提供意見，以期充實與修改。

新建鐵路工程總局

目 錄

前 言

第一編 土方工程.....	1
第二編 防雪.....	25
第三編 冬季鋪路.....	38
第四編 大型結構.....	48
第五編 房屋建築.....	53
附：綫路防砂參考資料.....	60

第一編 土方工程

參考：(1) 鐵路建築學 (俄文本)

第 231—244 頁

(2) 東北工業出版社 (1951)：土建工程冬季施工法

第 159—189 頁

(3) 鐵路技術人員手冊第三冊 (俄文本) 第 653—655 頁

(4) 建築施工 (俄文本) 第 160—161 頁

(5) 施工技术作業 (即建築工藝學) (俄文本) 第 262—265 頁

第一章 計劃與準備

§1. 全年施工計劃 全年施工計劃應注意各季工作的聯繫，因此每一季內之工作必應包括次一季之準備工作。在製定全年施工計劃時，必需預先規定一切機械、勞動力及材料之通盤運用，以期保證全年不間斷的工作。

§2. 冬季施工計劃 冬季施工計劃應為全年施工計劃之一部份，其工作種類及數量，應根據工程性質（如土方種類等）及技術條件按下一章規定確定之。

在編製計劃時應特別注意下列決定施工組織之氣象因素：

1. 土壤凍結開始時間，最大凍結深度及時間，解凍開始時間；
2. 降雪時期，平均積雪及最大積雪厚度——因在同一溫度下降雪愈晚，積雪愈薄，則凍層亦越厚；
3. 秋季雨量的多少——凍土濕度愈大，施工愈感困難，且粘土過濕即不能建築路堤，凡此皆與取土坑及運輸方法之選定有關。

§3. 一般準備作業 準備作業必須按照預定計劃妥善進行，冬季一般準備作業常須在秋季或夏季即開始進行，而在秋末冬初即須作好。

一般準備工作，可概列如下：

(1) 直接有關施工之準備

1. 修建冬季施工臨時工作場棚及其取暖設備；
2. 準備保暖材料（鋸屑、礦渣、草、氈等）；
3. 準備蒸氣鍋爐；
4. 準備運輸工具之保暖設備；
5. 籌劃冬季施工機具；
6. 工程現場之佈置與準備（排水、防凍、鬆土等）；
7. 工程材料之準備。

(2) 施工組織準備

1. 編審詳細工作計劃；
2. 給職工以冬季施工技術之特殊訓練；
3. 準備冬季服裝；
4. 準備冬季工作需用紀錄統計表格——統計氣象，施工方法，土質情況，工作質量等；
5. 準備一般防寒及防火設備。

§ 4. 特殊準備工作 冬季施工準備工作，除上述一般作業外，應包括下述事項：

1. 冬季施工特殊工具與設備之準備——如鋼楔、撬棍、木鉞、掃帚、防雪棚等；
2. 建築冬季房屋或一般房屋之加建防寒工程；
3. 建築有保暖設備之機車庫、汽車庫；
4. 建築炸藥倉庫；
5. 準備運土用雪橇或其他工具；
6. 在結凍以前作好現場釘樁工作——如設置綫路中心樁，移釘百尺標至工作範圍以外，劃定取土棄土及路堤路壘限界，並用不致被雪掩蓋之標誌註明之；
7. 在陡於 1 : 5 之斜坡基礎上挖掘台階，如係在建築複綫時，

則應在已有路基邊坡上挖階；

8. 修建路基零點填挖（填挖交界地）地段——因該段在凍結後施工不經濟；

9. 挖除路塹或採石場岩層表面之軟質土壤；

10. 準備馬草及汽車運輸道路，削平土丘及不平地段，填平土坑；

11. 沿路塹邊建築天溝；

12. 爲減低凍層厚度，設置防雪柵及鋪蓋樹枝積雪或鬆土；

13. 爲加速泥沼凍結，挖除蓋覆之草皮及砍除當地之灌木；

14. 在有泥炭表層之泥沼上，開作縱橫切溝；

15. 準備冬季使用之挖土機、發電機及其他機械，並檢查其效能，準備需用燃料及油脂；

16. 準備晝夜三班制用之工作現場（導坑、棄土堆、運輸綫等）照明設備，如移動發電站及移動探照燈等；

17. 組織臨時野外土壤試驗室；

18. 臨時給水所、抽水站、水塔、水管之防寒，挖土機、油箱及煤水車、水鶴之防寒，汽車及其水箱之防寒，以及一切有關給水方面之準備工作；

19. 機械修理之準備，添配冬季易損之機械零件；

20. 選定鑽孔機之類型，準備空氣導管及配件並準備其保暖設備，空氣壓縮機應設防雪設備，電動工具應妥配零件及絕緣材料。

§5. 冬季土工之估價 冬季土工由於增添下列各項工作，其價格常較一般爲高，估價時應注意以下各項：

1. 土壤之防凍；

2. 鬆土工作；

3. 凍土融化工作；

4. 窪地、壕溝、路堤上之清除積雪；

5. 由於嚴寒與風雪而造成之施工困難；

6. 路堤填土之特殊處理。

第二章 冬季土工之特性

§ 6. 凍土性質 凍土性質隨土壤種類及其濕度與空隙等條件而不同。在同類土壤中，濕度愈大，空隙愈小，則硬化程度愈大。不吸水之岩石，凍結時硬度並不增加。在地下水位以上之砂礫及其他土壤，凍結時硬度增加很高，甚至近似岩石。

§ 7. 凍土溫度 凍結土壤之表面溫度，近於大氣溫度。

在深於10—20公分處增加甚少，但深度在一公尺處，一般即增至 -2° 至 -3°C ，再深時即迅速增高至 0°C 。

§ 8. 凍結深度 一般凍結係由初冬時由地面開始，以後繼續加深，至二月底凍結最深，此時地面即便開始化凍，但由於凍土之低溫，凍層仍可加深。

凍土深度依下列條件而定：

1. 氣溫；
2. 冬季長短；
3. 濕度；
4. 表層及地下水流速度（流速大則凍淺）；
5. 空隙大小；
6. 土壤堅實程度；
7. 保溫層（積雪、樹枝樹葉蓋覆、草皮等）；

一般說來，具有30—40%濕度之土壤，其凍結深度最大。

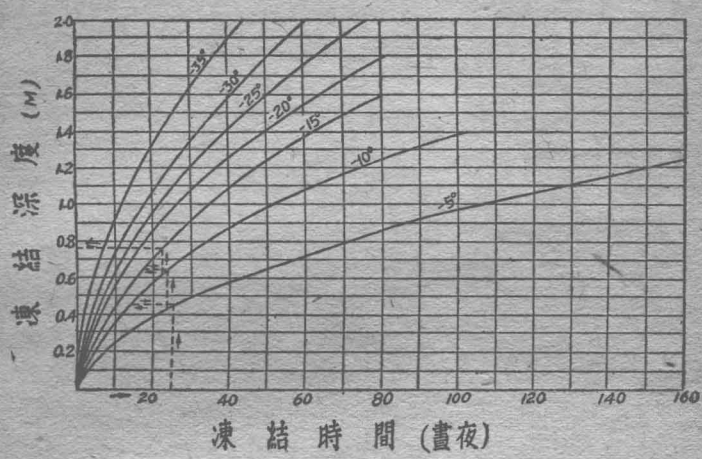
堅實土壤較鬆乾土壤凍結較深而快。地面有保溫層時凍結深度減小，在平闊地區而長期受巨風吹襲者凍結較深。

基礎圪工等傳熱較強，其下部凍結較深。

§ 9. 凍結速度 凍結速度根據氣溫、土壤含水量及粒度空隙等而部全不同。土壤孔隙愈小，凍結愈緩；粒度愈大，空隙愈大，含水及有機質愈少，則凍結愈速。

§ 10. 凍層之測定 冬季土方工程施工時，實際凍結層深度應根據即使

實測決定之。計劃時需依該地區最近15—20年紀錄之最高平均值。約估計可依下圖決定之：



圖（一）各種不同氣溫下土壤凍結深度與凍結時間之關係。

圖中虛線所示為求土壤經過25晝夜（ -5°C ）10晝夜（ -10°C ）及5晝夜（ -15°C ）凍結深度之總和，其值約為0.76M

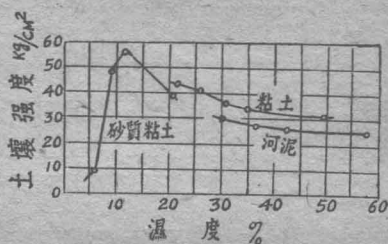
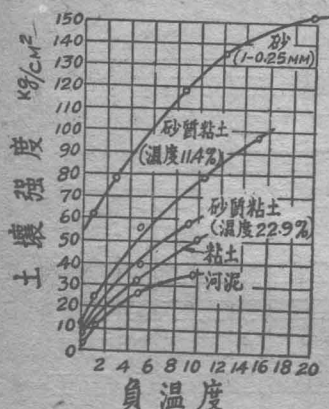
圖中曲綫係指中等濕度（25—30%），無蓋雪的土壤而言，如有雪層時，應乘以下列係數：

雪厚	0.25公尺	係數	0.85
雪厚	0.50公尺	係數	0.70
雪厚	0.75公尺	係數	0.65

§ 11. 凍層開化 凍層開化一般是由上下兩面同時進行。開化時間甚長。如凍層下有地下水流動則可加速其開化。在嚴寒地區凍結層下三隙等而部全年永不開凍，此種地帶稱為永久凍層帶。

§ 12. 凍土之物理力學性質 在近飽和水份狀態下之砂性土壤，凍結時最為堅固，最大極限抗壓力約可達200公斤/平方公分，黏性土壤即使在 -50° 至 -60°C 時，因有部份毛細管水未凍結，故亦不至最堅。

土壤堅固性與溫度及濕度之關係，可參考下圖（圖二）



圖（二）凍結土壤之臨時抗壓強度因素

凍土的極限抗拉力，約為其極限抗壓力的三分之一。

凍土溫度愈近 0°C 時，其可塑性變形愈大，愈有破碎危險。

凍土如經重複凍化，其強度亦因而顯著降低。

土壤中冰凍成分較多時，可參考冰之強度，以定凍土之強度，淡水所結之冰，其極限壓力在 -10°C 時平均為 30 公斤/平方公分，溫度再低可達 40 公斤/平方公分，彎曲應力為 15—25 公斤/平方公分。

第三章 冬季土工之施工

§ 13. 一般施工原則 根據上章所述凍土之特性，冬季土工施工，以進行石方、乾砂及其他特殊在冬季施工有利之土壤為最宜；前者因冬季時其硬化程度並不太增加，後者則以在冬季施工有特殊便利。

在一般情形下，土壤凍結深度小於挖土深度之半數時，施工較為經濟。冬季進行全部凍結之淺挖工作（如修整路面等）是不合理的，因為那樣則工作分散而且困難。

§ 14. 冬季土方工程之分類 冬季施工之土方可分為四類：

第一類——土工費用在冬季較夏季爲低者；

第二類——土工費用不因季節關係而變動或變動很少者；

第三類——冬季施工需用特別施工方法者；

第四類——冬季施工顯然爲不合理者。

第一類包括：

1. 建於泥沼上之長路堤——當泥沼在冬季凍結甚厚，並足以保證機械裝備及運輸工具在冰上安全通過時；

2. 在凍結泥沼中使用挖土機挖掘泥炭路塹，爆炸工作及敷設便道工作；

3. 在已凍結的流動的或極濕的土壤中開挖路塹。

第二類包括：

1. 在岩石、乾燥碎石砂礫土壤中開挖路塹；

2. 以開挖路塹所得之石塊填築之路堤；

3. 以由乾燥路塹或取土坑挖出之碎石、砂礫填築之路堤。

第三類包括：

1. 除第一類所述之流動的及大量含水的土壤外，一切土壤之開挖路塹工作；

2. 除在冬季不允許使用之軟黏土或極濕之土壤及第二類以外，一切土壤填築路堤工作。（但濕度不超過撮捻限度）

第四類包括：

1. 整修路基工作——但不包括在乾燥沙土及碎石土壤之土工；

2. 由取土坑或低塹中挖取黏土填築低路堤；

3. 附屬土方工作，如小型水溝、河道、護道、導流堤、房屋建築之挖填工作等；

4. 由稀黏土（不論其濕度如何）及其他黏土質土壤（砂質黏土、細砂、泥灰石等而其濕度超過撮捻限度）填築路堤；

5. 在不穩固之斜坡上（如滑坡地帶）填築路堤開挖路塹；

6. 在河邊窪地上用凍結及融解之黏土，分層填築路堤之水淹部

份。

§ 15. 土工種類之選定 由上節土工之分類，可見第一類土工在冬季施工為最合理。

此外應按下列事項，注意選定第二類及第三類之土工：

1. 工程應儘量高度集中——一切分散與拖長的施工場所不適於冬季施工，因分散則使監督鬆懈，質量降低，且對防寒、防雪均將增加費用；

2. 黏土及濕砂土應有可能使之運搬快速——為免黏土、濕砂土在運搬時凍結，必須加速其運搬。故距離應求其近，並加以防寒；在運土築堤時應組織循環運送以節省時間；

3. 冬季開挖黏土路塹，應擇其對於在以後施工中由取土坑或另一較遠路塹中用軌道運土時有妨礙者施行之。因如此工作，可同時收到便利今後施工之利。

§ 16. 冬季土工施工步驟 冬季土工施工，因情況不一，可採取下列各步驟：

1. 在擬定開挖之地段，於未凍結前進行防凍工作；
2. 進行凍土融化工作；
3. 進行凍土鬆散工作。

§ 17. 防止土層凍結法 防凍工作為冬季土方施工最主要步驟之一，除特殊地帶之部分季節外，一般均應按步進行。防凍法即在預定冬季挖土地點，在秋季或初冬進行預防凍結工作，其方法主要為：

1. 修築排水溝、滲水溝以及其他排水設備，排除秋季雨天之地面水，以減少土壤濕度並使傳熱力減小；

2. 犁土防寒工作——一般將地面犁耕15—25公分深，使地面形成空氣隔熱層。試驗證明，如將地面犁耕25—35公分，然後再將犁土耙平70%，則凍結深度可因此減少去 $1/4—1/5$ ；

3. 地面蓋覆防寒工作——在較小的施工場地中，可使用當地保溫材料（如泥炭、鋸屑、樹葉、礦渣、草蓆等）將地面蓋覆，以防凍

結。1公分之鋸屑可相當於1.7公分之土壤隔熱能力，普通可用25—50公分；

4. 保留施工地段之積雪層——利用防雪棚、圍籬、擋雪堤或運雪以保持積雪，一般積雪深度要求1—1.5公尺。經驗證明：

雪厚25公分可減少凍結深度 $1/2—1/3$ 。1公分鬆乾雪層的保溫能力相當於2公分黏土及砂質黏土之保溫能力。犁土地面再加天然雪層，尤可減少凍深。擋雪堤可用0.4—0.5公尺高，其方向與冬季常風向垂直，防雪棚或堤之互相間隔為其高之10—15倍。如挖土地區原有灌木或叢林，在挖土前應加保留以備擋雪。無論使用何種方法，應根據需要在挖土時依次撤除之。

在施行防凍工作時，應注意：為防止四週凍結之侵入，防凍面積應比開挖面積適當加大。

蘇聯防凍試驗之結果如下表，可供作參考：

地面處理及土壤保溫方法	凍層深度 (公分)		
	第一區	第二區	第三區
1. 清除植物層之平整地面，無雪。	140	175	180
2. 地面耕深25—35公分，雪層25公分，但未全蓋好。	100	120	125
3. 清除植物層之平整地面，雪層25公分。	70	100	100
4. 清除植物層之平整地面，土層疏鬆50公分，雪厚25公分。	50	75	95
5. 地面耕深並耙平 25—35 公分，天然雪厚 25公分。	45	60	75
6. 地面耕深35公分，耙平25公分，雪厚25公分。	30	35	45
7. 清除植物層平整地面，鋸屑25公分，雪層25公分，或礦渣40公分雪層25公分。	0	30	35
8. 清除植物層平整地面，鋸屑45公分，雪層25公分，或礦渣70公分雪層25公分。	0	0	5

§ 18. 凍土融化方法之分類 根據熱度的傳佈情況可分爲：

1. 地表融化——即由地表面開始；
2. 內部融化；
3. 四面融化——即用放熱器等向四週放熱。

根據解凍熱源分類：

1. 火烘開凍法；
2. 熱水開凍法（包括水針開凍法）；
3. 蒸氣開凍法——蒸氣放熱器及蒸氣針（直接噴汽）；
4. 電熱開凍法。

使用凍土融化而施工之土工，一般僅適用於數量較少之工作，或因地下裝設水道等而不使用爆炸法時，方可採用。但在有廉價熱源之處，融化法則特別適宜。

使用融化開凍法時，應先將地面積雪清除。

§ 19. 火烘開凍法 火烘開凍法是比較最貴的方法，因此除體積較小及臨時應急措施外（如修水道），一般不應使用（有特殊方便燃料時除外）。

一般工作方法爲先一日下午在擬預先融化之地段燃起火堆，最好到晚間用鐵板將火堆蓋覆，並填上好土一層。如熱量保持良好，到第二天的早晨，融化深度可達50—70公分。

開凍黏質土壤時，蓋火之鐵板上，最好撒佈馬糞或鋸末一層。

如用泥炭作燃料時，可先將泥炭平鋪於地面上，再加木柴燃燒之。在可能條件下，可先挖溝寬約2—2.5公尺，深50—60公分，然後在溝內堆起燃料燃燒之，如此則下部及兩側均可開凍。

§ 20. 熱水開凍法 在凍土中，每距40—50公分處先鑽直徑7—8公分的孔洞。對於滲水土壤，洞深應較凍結深度淺40公分，在不滲水土壤中應較淺20公分。然後向洞中灌注開水四五次，再把水洞蓋起並覆以10—15公分之鬆土。

開凍凍層須達到凍結厚度之一半時，方可開挖。開挖必須迅速進

行。洞間部分可以攪動挖除之。

此法受供應水量之限制。在基礎地區，僅限於使用於滲水土壤中。

§ 21. 水針開凍法 水針開凍為熱水開凍法之另一形式。其法為將特製之水針插入土中，利用水泵水壓使熱水由鍋爐進入水針並反復循環，使土融化。

所用水針如下圖所示：

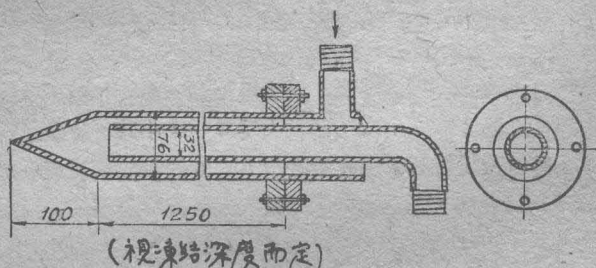


圖 (三) 水針剖面圖

水針開凍，所用熱量損失極少，為一最經濟之開凍法。且因水與土壤隔離，更不致引起施工中之困難。

安設水針時，其間距應視需要開凍速度而定，普通為0.7—1.5公尺。當距離為0.7公尺時，開凍時間約需3.6小時；距離1.25公尺時，約為10.8小時。

水針應按段分佈，每一段所熱之面積應與一個挖土機在一定連續時間內所挖土方相等。每次佈置應包括數段，並分別先後，使挖土工作依次相連而不中斷。

在蘇聯中部開凍一立方所需熱量約為200—1,500千克。

§ 22. 蒸氣放熱器開凍法 蒸氣開凍包括使用放熱器或蒸氣針。所需蒸汽，可由移動或固定鍋爐供給。

放熱器法適用於凍結深度小於1公尺，及壤土不許可使用直接放

汽時，其方法係將需要開凍地區，將放熱器佈置於地面上，然後用席及篷布或油紙遮蓋之。蒸氣經過全部暖氣系統後，恰好凝結成水，反回鍋爐。

需要放熱器之面積，根據排出水之溫度而定。

§ 23. 蒸氣針開凍法 蒸氣針開凍法適用於較放熱器法開凍面積為大並凍結較深之地區。其法係先將凍土適當鑽洞（按梅花式排列，其間距等於凍厚）孔深應較凍結深度小15—20公分。然後將蒸氣針插入，使蒸汽由鍋爐經管路進入針內，再由針壁小孔放出，以使凍土融化。

用蒸氣針開凍，其所需時間，視土壤種類、濕度、成份及凍深而不同。普通砂土為2—3小時，砂黏土為3—4小時。放蒸氣時應中斷1—2小時再繼續放氣。因此最好用5—6個洞輪流使用一針，在洞內停留10—15分鐘，直至蒸汽開始激劇放散後再移至另一洞內。停止供氣後仍應保持一段時間，以使熱量充分發散。

所需洞孔可用鑽洞機鑽鑿之，孔洞直徑為12—15公分，重性凍土（如卵石夾黏土）可用錘將針輕輕打入洞中。

此法因能使土壤濕度增加並耗費燃料，故一般不採用。

§ 24. 電熱開凍法 凍土之電熱開凍係用於較小規模之工程，如在挖溝及砌築基礎時挖基用之。

電熱開凍包括電針及電極二種。

電針為一圓形之電爐，其應用原理與上述水針相似，為一合理之開凍法。

電極法分垂直電極與水平電極兩種，使用電壓120、220及380伏特。

垂直電極係以直徑12—15公厘之鋼筋製成，用時將電極用錘或風錘打入土中，土上先用食鹽浸過之鋸末及木板覆蓋。電極入土20—25公分，成平行梅花排列，然後連接通電，使電熱通過土層發散。隨土壤之融化，每隔4—5小時，將電極下打，以至全部融化為止。

垂直電極法適用於凍層0.8—1.0公尺深時。

融化一立公方砂粘土所需電力為34—44瓩小時。

水平電極法，係將電極直接平放地面，故效率較低，一般適於凍深0.5—0.7公尺。

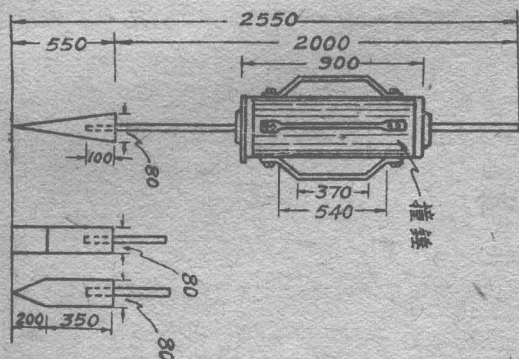
電極法因電力消耗甚大，故甚少採用。

§ 25. 凍土人工鬆散法 凍土鬆散工作可分為手工、機械及爆炸等法。人工鬆散，即係利用手工工具使凍土鬆散。此法僅適用於凍結較淺且分散的挖土。以砂質土壤、砂粘土及腐植土最為適宜；粘土、尤以潮濕粘土，則不易用人工鬆散，且需費亦昂。

較鬆土壤最好使用撬棍，間隔大最好使用鋼錐（棒形或楔形）或楔形撬棍。

使用鋼錐時，應注意錐尖形式，適當形式可根據土壤性質由實驗決定之。

鋼楔錐工作比撬棍工作較速，故一般效率較高。



圖(四)
楔形錐

冬季使用工具尤須注重質量，錐尖與楔尖應注意沾火，使其經常銳利。為工作不間斷，應準備備用工具。

§ 26. 機械鬆土法 機械鬆土一般是採用錘擊法，即利用普通吊