

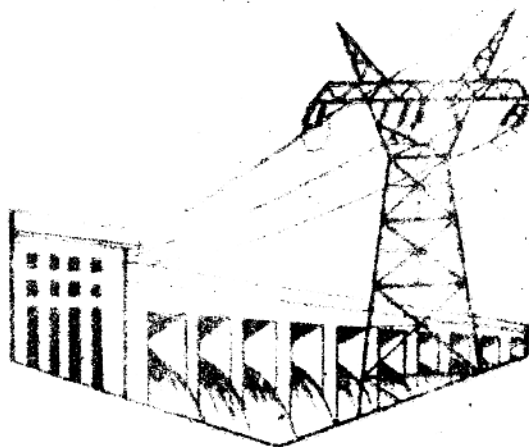
技工学校交流讲义

輸配电安装工艺学

上册

北京电力工人技术学校編

学校内部使用



中国工业出版社

本書共分上、下兩冊。上冊先從輸電設備的基本概念說起，其次敘述了測量、基礎施工、杆塔組立、架線、接地裝置、氣焊工藝知識、質量標準及安全措施，最後詳細地敘述了施工現場的調查及施工組織設計等。

本書適用範圍為初中及高小畢業入學程度的技工學校學生，也可供現場工人的培訓和具有初中文化程度線路工人自修的參考。

本書由北京電力工人技術學校姜炳南，陝西省電業局技工學校二分校李興水，鞍山電力學校沈維蘭編寫和修訂，並經北京市電管局基建公司劉春元審查。

輸配電安裝工藝學

上 冊

北京電力工人技術學校編

水电技工教材編輯組編輯（北京翠明庄南宮路）

中國工業出版社出版（北京朝陽門外大街10號）

（北京市書刊出版事業許可証出字第110號）

北京市印刷一廠印刷

新華書店北京發行所發行·各地新華書店經售

開本 850×1168 1/32·印張 10 1/2·插頁 1·字數 283,000

1961年12月北京第一版·1961年12月北京第一次印刷

印數 0001—5,900·定價(9-2)1.05元

統一書號：15165·930(水电-148)

目 录

第一章 輸电綫路的概念	1
第一节 輸电綫路的作用	1
第二节 輸电綫路的分类	2
第三节 綫路的主要部分	4
第二章 測量	10
第一节 綫路測量的任务	10
第二节 經緯仪基本构造	11
第三节 水准器	20
第四节 經緯仪的使用方法及注意事項	21
第五节 經緯仪的校驗与校正	30
第六节 經緯仪使用中的保护与保养方法	43
第七节 經緯仪在測量上的应用	47
第八节 輸电綫路常用的几种术语及平断面图	59
第九节 施工測量	61
第三章 基础	72
第一节 基础概述	72
第二节 关于土壤的性質	73
第三节 杆塔固定在地下之方式与作用	74
第四节 基础操平找正	76
第五节 石坑及坚实土坑爆破知識	81
第六节 水泥及混凝土	87
第七节 混凝土施工	103
第八节 节约水泥及鋼筋的几点措施	116
第九节 特殊基坑的挖掘	118
第十节 打桩基础施工	120
第四章 杆塔組立	123
第一节 常用的起重工具强度計算	123
一、繩索計算(123) 二、地錨計算(130) 三、錨碇計	
算(135) 四、抱杆及絞磨計算(138) 五、滑輪应用計	
算(143) 六、架空繩索起重計算(152) 七、吊鉤計	
算(160)	
第二节 杆塔組立及力的分析	163
一、带有拉綫的杆塔(163) 二、混凝土杆組立(164)	
三、計算混凝土电杆起吊力的分析及工器具选择(167)	

四、鉄塔組立(180)	五、杆塔組立安全措施(189)	
第五章 架綫		192
第一节 放綫		192
一、导地綫的基本概念(192)	二、放綫的施工准备工作(204)	三、放綫安全注意事項(210)
四、放綫方法(212)		
第二节 导地綫的接續及其工具		216
一、水压机压接直綫压接管(216)	二、耐张压接管的压接(220)	三、导綫缺陷的补修(222)
四、水压机的临时检修和操作注意事項(223)	五、压鉗压接导綫接头(223)	六、压接前后的質量检查(227)
七、压接安全措施(229)		
第三节 紧綫及計算		231
一、紧綫(231)	二、观测档距弛度計算(235)	三、观测弛度各种方法及計算(236)
四、輸电綫路的跳綫施工計算(245)	五、綫路交叉跨越以及对地距离之检查办法(248)	六、防振概念及防振器安裝距离計算(250)
七、紧綫安全措施(258)		
第四节 附件安裝		259
一、瓷瓶串、金具的安裝(259)	二、跳綫安裝(261)	三、架空地綫金具安裝(262)
第六章 接地裝置		263
第一节 接地裝置概述		263
第二节 接地裝置施工		264
第七章 气焊		271
第一节 焊接用材料		271
第二节 气焊和切割的設備和用具		279
第三节 气焊工艺		292
第四节 氧气切割工艺		300
第五节 安全技术和防火措施		304
第八章 輸电工程現場調查		306
第一节 初查		306
第二节 終查		309
第三节 輸电工程施工組織設計		323
第四节 工地運輸方式及運輸半径計算		339

第一章 輸電線路的概念

第一节 輸電線路的作用

一、線路是電力工業的重要組成部分

1. 現代的電力工業由三個基本環節組成

發電廠，電力網和用電設備是現代電力工業的三個基本環節，整個電力工業系統，稱為電力系統。

第一個環節是發電廠：

發電廠一般分為火力發電廠，水力發電廠和原子能發電廠三種。在火力發電廠中，是把燃料的化學能變為電能。在水力發電廠中，是把從高處流下的水的位能變為電能，在蘇聯首先建成的原子能發電廠是把原子能變為電能。

第二個環節是電力網：

電力網包括變電所和不同電壓的線路，它把電能從發電廠輸送出去並且分配給用戶。

第三個環節是用電設備：

用電設備是把電能轉換成其他種實際需要的能的設備。例如把電能轉變為機械能來轉動機器，把電能轉變為光能來照明，把電能轉變為化學能來生產化學物品，把電能轉變為熱能來供給工業用熱，如煉製高級質量的鋼。

2. 系統與網路及其各個環節的一般定義

(1)動力系統：動力系統也稱為力能系統，用電力網相互連接的發電廠、變電所和用電設備以及用熱力網相互連接的熱電廠與用熱設備的總體，稱為動力系統。

(2)電力系統：是動力系統中的一部分，它包括發電機，配電設備，升壓降壓變電所，電力網的線路與用電設備等，稱為電力系統。

動力系統與電力系統的区别，在於後者不包括發電廠的熱力

与水力部分，也就是說，不包括有关原动机和供給原动机的力能的部分（通常我們所稱的電力系統是不包括汽輪机与鍋爐，或是不包括水輪机与其他水力設施，但包括發電机在內，電力系統也不包括热力網即供热管道与用热設備）。

（3）電力網：電力網是電力系統的一个組成部分，它包括变电所和各种不同电压的綫路，電力網是依照不同的电压来划分的。

（4）地方電力網：（市政、工厂、农村電力網等），其供电半徑一般不超过 15~30 公里，电压不超过 35 千伏。

（5）区域電力網：包括孤立的輸电系統和具有許多發電厂的電力系統中的電力網，其电压主要为 110 千伏以上。

電力網的作用是把电能从發電厂輸送并且分配到需要用电的地方去。

電力網是由許多有系統的綫路連接而成，并且包括着各变电所的开关和操作控制設備，計量設備，变电設備以及調整电压等項設備。所以，電力網的广义不仅包括網內的綫路，并且也包括变电所和所有的电气裝置。架設在升压变电所与降压变电所之間的綫路，称为輸电綫路，而由降压变电所至用戶之間的 10 千伏及以下的綫路称为配电綫路。

二、綫路在电力工業中的重要作用

1. 解决發電厂距用电地区之間遙远的矛盾：水电厂都在沿江河的山区地帶，火电厂則在蘊煤区，距用电地点很远。这就需要高压輸电綫路，将电厂的电能輸送到用电地区。

2. 利用劣煤發電：很多的劣煤不值得运到很远的地方使用，最經濟的办法就地設立發電厂，用輸电綫送电。

3. 把孤立的几个地区電力網，利用高压輸电綫路互相連接起来成为区域電力網，可使供电經濟、可靠。

第二节 輸电綫路的分类

輸电綫路的分类有下列数种：

一、在我国按“架空输电线路设计技术规程”规定
根据架空线路的电压及用途之不同，将其分为三级如
表 1-1。

表 1-1 架空线路的等级

等 级	架 空 线 路 的 规 格	
	电力额定电压 (千伏)	电力用户的级别
1	超过 110	与等级无关
	35~110	一级和二级
2	35~110	三 级
	1~ 20	与等级无关
3	1 千伏以下	与等级无关

电力用户分为三级：

第一级：重要负荷，如中断其供电，会造成人们生命危险，生产废品，设备损坏，恢复企业的生产过程需要较长的时间。电力交通运输工作遭到破坏，以及造成大城市生活的混乱等等。

第二级：重要负荷，如中断其供电时，仅招致大量停止生产，以及城市中大量居民的正常活动受到影响。

第三级：不重要的负荷，如农业地区工厂附属车间，较小的手工业及单班制的手工业，某些公用事业负荷等等。

二、按杆塔上的三相回路的数目分

1. 单回路：杆塔上具有一个回路称单回路。杆塔上共有三相导线。

2. 双回路：杆塔上有两个三相电气回路，称双回路。但应注意有的双回路分杆并行。

3. 多回路：杆塔上有两个以上的三相电气回路。

三、按杆塔材料分

1. 铁塔线路，全部都使用铁塔。

2. 木杆线路：全部线路都使用木杆（但也有采用混凝土接腿）。

3. 水泥杆线路：全部线路都使用钢筋混凝土电杆，但有的横担采用钢结构或采用木横杆。

4. 混合式杆塔线路：在线路杆塔中包括铁塔、木杆及水泥杆。

第三节 线路的主要部分

架空输电线路的主要构成部分是基础、杆塔、导线、绝缘子、架空地线（避雷线）、金具及接地装置等。导线的主要作用是传导电流，它是线路的基本部分。架空线路的导线一般都是裸导线，必须与大地绝缘，因此，必须有绝缘子来担负这一任务。为了连接导线与绝缘子以及杆塔之横担，应使用各种类型各种形式的金具，导线与架空地线必需以支持物支持它们，以保持对地（包括建筑物、桥樑、桅杆、电力线、电讯线等）的“限距”，此支持物称为杆塔。杆塔建立于地面上并借基础固定于土中，为了避免导线受雷击事故，在杆塔的顶部设有架空地线，以金具悬挂地线于导线之上，以达防雷之目的。同时杆塔处之地下设有接地装置，用接地引下线或杆塔本身（铁塔之塔材，水泥杆之钢筋）使雷电电流经接地装置导入大地。

一、杆塔

1. 承力杆塔（亦称锚塔）

（1）耐张杆塔：它的作用是将线路分段及控制事故范围，在事故情况下承受断线拉力。

（2）转角杆塔：是在线路转角处用的，亦起线路分段和控制事故范围的作用，在正常情况下承受导线线的角度合力，而在事故情况下承受断线拉力。

（3）终端杆塔：是在整个线路起止点用的，承受一侧的导线线拉力。

（4）换位杆塔：在耐张杆塔上换位用的，受力情况与耐张杆

塔相同。

(5) 分歧杆塔：用在綫路有分歧处。

(6) 跨越杆塔：用耐张方式跨越重要的河流、鉄路、公路及高压电力綫等。

2. 中間杆塔（在錨杆塔間的杆塔）它在正常情况下主要是承受导地綫的垂直荷重和水平方向的荷重。一般分为：

(1) 普通直綫杆（塔）。

(2) 直綫换位杆（塔）：用于导綫换位处。

(3) 直綫跨越杆（塔）：用于跨越处，一般較普通直綫杆（塔）高。

3. 杆（塔）又可分为有拉綫与无拉綫的两大类，一般电压較高的钢筋混凝土直綫单杆皆带拉綫的，錨杆（除塔而外）亦带拉綫的。拉綫杆（塔）可节约鋼材，能充分利用混凝土受压的特性。

4. 档距（亦称杆距）：

(1) 直綫杆（塔）档距：相邻两个杆塔軸綫間的水平距离。

(2) 耐张杆（塔）档距：相邻两个耐张杆塔之間的距离（也称耐张段）。

(3) 水平档距：系指某杆（塔）相邻两档距之半的和。

(4) 垂直档距：系指某杆（塔）相邻两档距弛度最低点連綫的水平距离。

(5) 跨越档距：系指該档距內有被跨越物的档距。

(6) 規律档距：系代表該耐张段各档距大小不等情况下的一种代表档距。在这档距情况下，所有档距中的应力是相同的。

二、导綫

导綫的主要作用是傳导电流，它与大地絕緣是借于悬空部分的空气和支持部分的絕緣子，导綫用綫夾卡在絕緣子上，絕緣子悬挂在杆塔上，并应按照导綫的安全应力决定导綫之弛度，以保持导綫各点与地面或建筑物之間的安全距离（限距）。

1. 限距：导綫各点对地（杆身、地面建筑物等）之安全垂

直距离、水平距离及最短距离皆为限距。在最大弛度时，导线对地面或水面的最小允许距离如表 1-2 所示。

表 1-2 架空线路导线对地面或水面的距离(米)

线路经过地区的特点	线路额定电压(千伏)			
	1~20	35~110	154	220
1.居民区	6.5	7	7.5	7.5
2.非居民区	5.5	6	6.5	6.5
3.不能通航的与不能浮运的河湖冬季冰面	5	5.5	6.0	6.0
4.同上由水位算起	3	3	3.5	4
5.居民密度很小，交通困难的地区(牧区、草原、湿地、沙漠及山岳地带等)。	4.5	5	5.5	5.5

注：上表中之 4 以最高水位计算。

2. 弛度：从导线固定点(A或B)到档距内导线最低点D之间的垂直距离F称为导线的弛度，如图 1-1 所示。

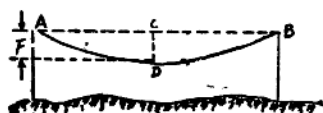


图 1-1

表 1-3 220 千伏及以下电力线路的线间距离(厘米)

导線排列方式	档 距 (米)											
	50及 以下	75	100	125	150	175	200	250	300	350	400	450
1.用針式絕緣子的10千伏及以下綫路，不論導綫在杆塔上的布置形式如何	60	70	80	90	110	130	150	—	—	—	—	—

導線排列方式	檔 距 (米)											
	50及 以下	75	100	125	150	175	200	250	300	350	400	450
2. 用針式絕緣子的20~35千伏綫路, 不論導綫在杆塔的布置形式如何	100	125	150	150	175	200	225	250	275	300	—	—
3. 用悬式絕緣子的20~35千伏綫路, 導綫按垂直布置	100	125	150	150	175	200	225	250	275	300	—	—
4. 用悬式絕緣子的20~30千伏綫路水平布置		150	175	200	200	225	250	275	300	325	—	—
5. 60千伏水平排列	—	—	—	250	275	275	300	325	350	375	400	—
6. 110千伏水平排列	—	—	—	300	325	325	350	350	400	400	450	—
7. 154千伏水平排列	—	—	—	—	—	—	400	400	450	450	500	500
220千伏水平排列	—	—	—	—	—	—	—	—	500	500	550	550

表 1-4 電力綫路的垂直綫間距離值(厘米)

电压 (千伏)	35	60	110	154	220
垂直距离	200	225	350~400	400~500	550~600

導綫的弛度及張力是依据導綫材料型号, 綫路經過地区气象条件, 及經過地段所采用的安全系数确定之。

3. 导線排列:

輸电綫路导綫在杆塔上的排列方法, 一般采用下列几种:

(1) 在單回路的綫路上。

① 导綫排列在同一水平面上 (圖 1-2)。

② 导綫排列成三角形 (圖 1-3)。

(2) 在双回路的綫路上。

① 导綫排列成三角形, 但每条导綫均在不同的垂直面上 (圖 1-4)。

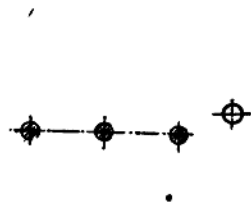


圖 1-2



圖 1-3

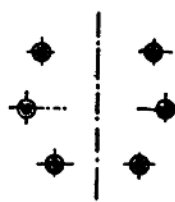


圖 1-4

② 导綫按正伞形排列 (圖 1-5)。

③ 导綫排列成倒伞形 (圖 1-6)。

④ 导綫排列在两个水平面上 (上面兩条导綫, 下面四条导綫) (圖 1-7)。

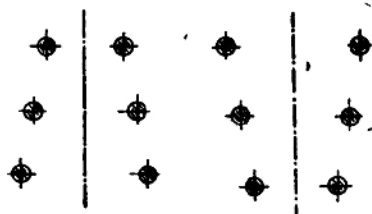


圖 1-5



圖 1-6



圖 1-7

导綫排列在同一水平面上, 可以避免导綫在覆冰脫落和导綫跳动时互相撞碰, 并对带电检修有利。

(3) 导綫的特殊排列。

① 分裂导線：是將一相导線，利用数根导線来代替它，一般由 2 至 4 根单独的导線組成的，其排列方式有：二根水平，三根正三角形，四根正方形，各根导線間保持一定距离，此种导線的排列法应用在 330 千伏以上的輸电綫路上。

② 导線换位：当导線排列不对称时，每相电抗及导線之間电容不相等，每相电压降不相等。在这样的綫路上，为了要使每相导線的电抗和导線間的电容相等，必須采取导線的换位。换位的另一个目的是要減輕电力綫路对通訊綫路的干扰和危險影响。

綫路上两个鄰近的换位杆塔之間的一段綫路叫做换位步距。进行了三次换位之后，导線的每一相重返原始的位置，这一段綫路叫做换位循环，如图 1-8。



图 1-8

三、絕緣子(瓷瓶)

絕緣子是作导線与杆塔本体間的絕緣用的，同时也承受导線的垂直荷重和水平荷重。絕緣子可分下列三种类型：

1. 針式(或支柱式)；
2. 悬式；
3. 棒式。

选用絕緣子的类型、数量、依据綫路电压，系統中性点接地情况，所在地势(海拔高度)及所經過地区确定之。

四、避雷綫

避雷綫的主要作用是保护导線，防御雷电直接落到导線上。在正常的情况下，避雷綫不导电，而在直接落雷时将雷电电流导入大地。

避雷綫所用的金属与导線不相同，导線多是銅綫，或鋼心鋁

綫等，而避雷綫却多是鋼絞綫。

避雷綫并非每條綫路上都有，110—220 千伏混凝土杆及鉄塔綫路，应全綫架設；110 仟伏木杆綫路一般亦应全綫架設，但在輕雷区，110 仟伏木杆綫路及混凝土木橫担綫路可以不沿全綫架設。20 至 60 仟伏的綫路不論杆塔型式和材料如何，一般均可不沿全綫架設。不沿全綫架設避雷綫的綫路在变电所进出綫 1 至 2 公里上必須架設。为了保証变电所之安全，在变电所的出入口按过“电压保护”导則規定安装管型避雷器。

习 題

1. 电力工业的基本环节是什么？
2. 試述 动力系统、电力系统、电力网、地方电力网、区域电力网、定义？
3. 輸电綫路在电力工业中起到哪些重要作用？
4. 电力用戶共分哪几級？根据什么原則划分的？
5. 綫路以回路、材料共分哪几类？
6. 杆塔根据承力情况分几种型式？
7. 解释下列名詞的意义，直綫档距、耐张档距、限距、导綫的弛度？
8. 何謂换位循环、换位步距？

第二章 測 量

第一节 綫路测量的任务

輸电綫路的架設应先在确定的綫路起点和終点之間选择一条最经济合理的路径。为此，利用测量仪器將綫路通过地区的地形及自然障碍物等測出，并将結果繪制成平断面图，然后根据平断面图来确定杆塔的高度及埋設位置。

在施工开始，为了按照設計所确定的路径，校驗綫路轉角及埋設位置，也必須进行測量（即施工測量）。

第二节 經緯儀基本構造

望遠鏡部份。垂直度盤部份。

水平度盤部份。基座部份。

这四部份的配置关系，可以从下面的簡單几何圖形看出：

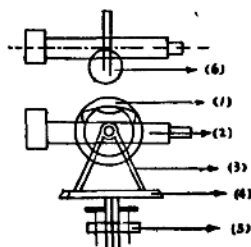


图 2-1

- 1—垂直度盤； 2—望遠鏡；
3—支架； 4—水平度盤；
5—基座； 6—羅盤儀。

一、望遠鏡

1. 在測量儀器上的望遠鏡有两个主要作用：

(1) 它可以構成一条視線，观测时根据这条視線，以确定一个目标在空間的方向。

(2) 望遠鏡有放大作用，幫助我們观察一些直接看不清楚和看不到的物体，扩大了我們的眼界。

在討論望遠鏡構造以前，我們應該复習一下物理学所討論过的光学上的一些基本概念。

2. 透鏡

用玻璃做成球面形的物体叫做透鏡。透鏡分凸透鏡也称聚光透鏡和凹透鏡亦称散光透鏡。經過透鏡兩球面中心的直線叫做主光軸简称主軸。任何一个透鏡的主軸上，都有一个特殊的点，凡是通过这个点的光線，都不因透鏡的存在而改变方向，这个特殊的点叫做光心，如圖中之 O 点。

凡是通过透鏡的光線都要發生折射。这样通过凸透鏡的光線，就折向主軸，通过凹透鏡的光線就远离主軸。

如果射在凸透鏡上的光線都平行于透鏡的主軸，那么这些光

綫經過透鏡后一定聚集于主軸上的一點，這個點叫做凸透鏡的主焦點（也稱實主焦點）如圖2-2(a)。

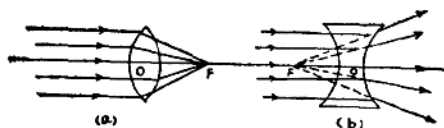


圖 2-2

如果平行于主軸的光綫射在凹透鏡上，那麼經過透鏡以後就形成一發散光綫，由實驗和作圖知道，這些發散光綫看起來很象由它們延長綫的交點發出來的；這個延長綫的交點也在主軸上，叫做虛主焦點，如圖2-2(b)。

每一個透鏡都有兩個主焦點，位於透鏡的兩側從透鏡的光心 O 至主焦點 F 的距離 OF ，叫做透鏡的焦距。

3. 物體的成象

作圖求象法：用作圖求物體的成象時，只求出與整個物體的輪廓有代表性點的像即可。要求出某一點的象，只須由這個點發出的光綫中找出兩條求出它們折射後的交點“或折射後延長綫的交點”就可以了。

通常我們都用以下兩條光綫：

- (1) 平行于主軸的入射光綫，折射後經過主焦點；
- (2) 通過光心的光綫經過透鏡以後方向不變。

例如：在凸透鏡右邊有一物體 AB ，主軸上下方各有一點 A 及 B ，我們求它的象時，可以利用以上兩個方法去作，在 AB 點上先選擇一條通過光心 C 的光綫 AC 及 BC ，和一條平行于主光軸的光綫 BK 及 AH ； AC 及 BC 經過透鏡方向不變， BK 及 AH 經過透鏡折射後通過主焦點 F ，這兩條光綫分別交於 A_1 及 B_1 點， A_1B_1 就是 AB 的象如圖 2-3 所示。

4. 透鏡成象的種類：（着重討論凸透鏡）

第一種情況倒立的實象，（實光綫所組成的倒立象）。

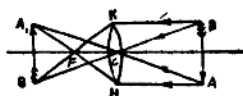


图 2-3



图 2-4

(1) 物体在二倍焦距以外时，它的象是倒立的实象，比原物体小，而且位于焦点和距透镜为二倍焦点距离之间如图 2-4 所示。

(2) 物体恰好在二倍焦距之焦点上时，它的象也是倒立的实象，象的大小和原物体相等，象位于两倍焦距之焦点上如图 2-5 所示。

(3) 物体位于焦点及两倍焦距之间时，见的象也是倒立的实象，比原物体大，象位于两倍焦距之外，如图 2-6 所示。

第二种情况 物体的不成象——当物体在焦点上时，物体不成象如图 2-7 所示。



图 2-5



图 2-6

第三种情况正立的虚象(放大象)——虚光线所组成的正立象。能观测不能照在底片上，当物体在焦点以内时，它的象是正立的，放大的虚象，和物体位于透镜的同侧如图 2-8 所示。

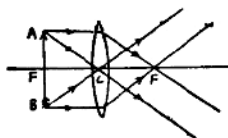


图 2-7

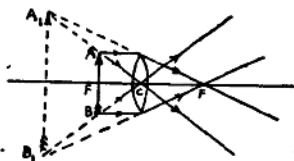


图 2-8