

瞭解相干光調制

目錄

[簡介](#)

[背景資訊](#)

[光的性質](#)

[問題](#)

[解決方案](#)

[相移鍵控\(PSK\)](#)

[二進位制相移鍵控\(BPSK\)](#)

[正交相移鍵控](#)

[正交幅度調制\(QAM\)](#)

[8-QAM](#)

[16-QAM](#)

[32-QAM和64-QAM](#)

[偏振多工\(PM\)](#)

[光纖效能監控](#)

簡介

本文描述了用於密集波長分波多工(DWDM)網路的相干光調制方案的基本原理。

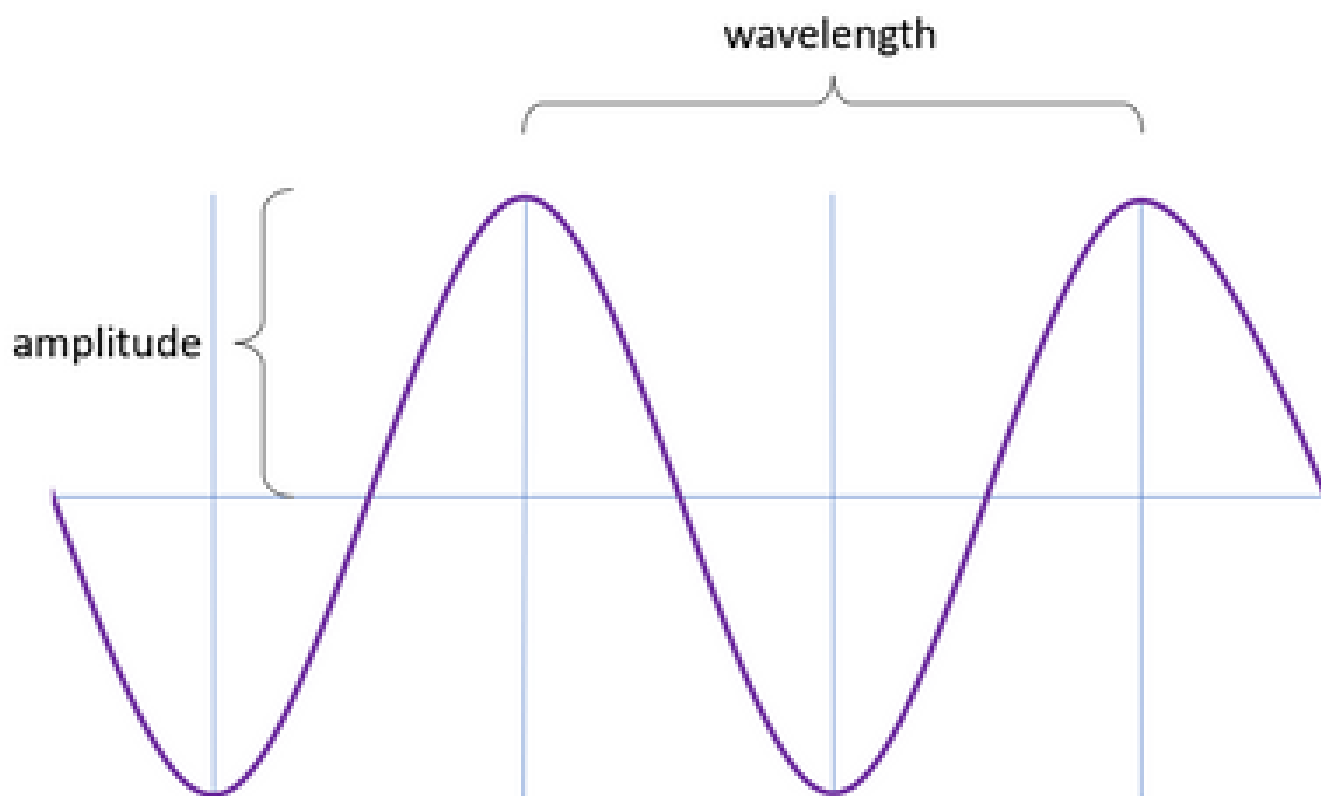
背景資訊

調制方案連續改變波形的特性或特性。在這種情況下，它是輕的，為了將二進位制資訊編碼成波形。現代光纖網路使用各種調制方案來傳輸數百至數千公里範圍內的資料。

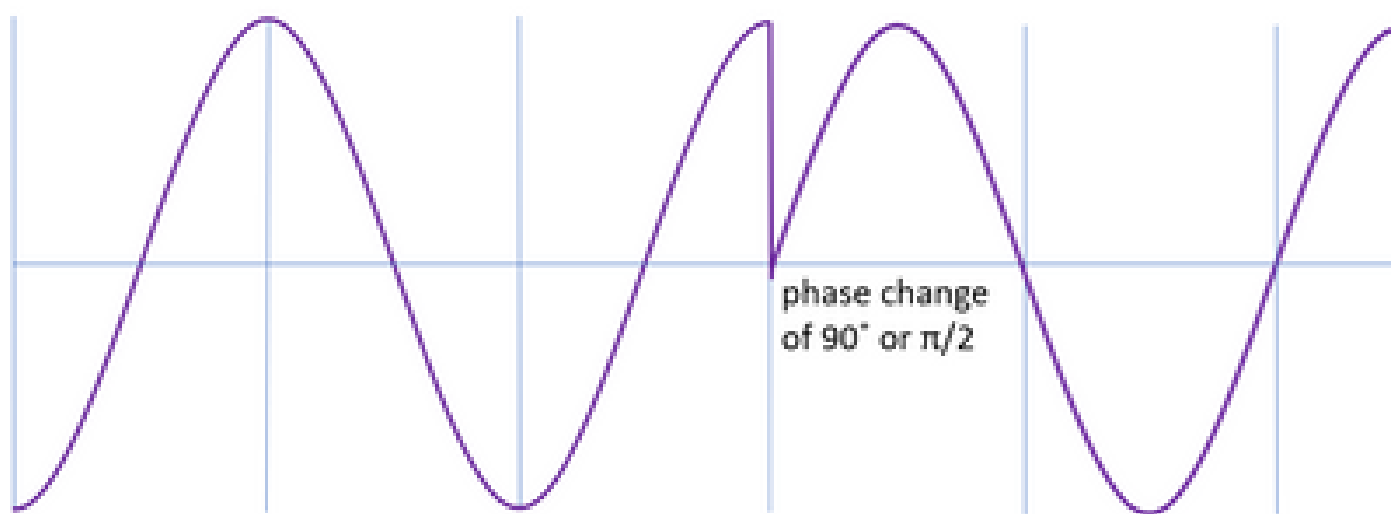
光的性質

DWDM網路利用光的一些特性來有效地編碼資訊。

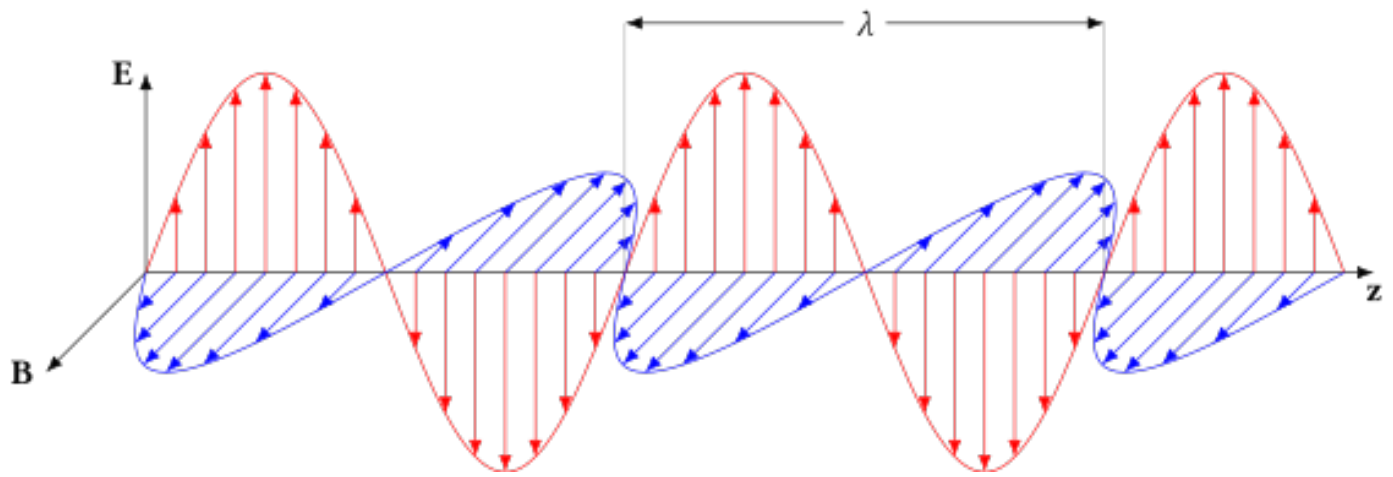
1. 波長或頻率 — DWDM網路中的每個通道都使用C波段的特定波長，此波長大約在1527 nm和1565 nm之間。根據波特率和調制方案，每個訊號可以提供不同的頻寬。
2. 相位 — 通常以弧度測量的波形的角度。改變相位將平移波形的時間週期。
3. Amplitude — 以分貝 — 毫瓦(dBm)為單位的訊號總功率的度量。
4. 極化 — 電磁波具有由電場和磁場定義的兩種主極化狀態。每個極化可以包含由調制方案編碼的資訊。某些思科光學產品使用符號相干偏振多路複用(CP)或偏振多路複用(PM)來識別調制中使用極化的情況。



波長和振幅



相位調制



光的橫向偏振

問題

與光傳輸相比，資料的電傳輸具有顯著的距離限制。使用諸如非歸零(NRZ)的開/關信令的傳統光學編碼方案受到色散(CD)的影響，在不使用色散補償單元(DCU)的情況下限制有效距離。為了以超過 10 Gbps 的速率跨多公里有效地傳輸資料，收發器必須使用相干調制方案。

解決方案

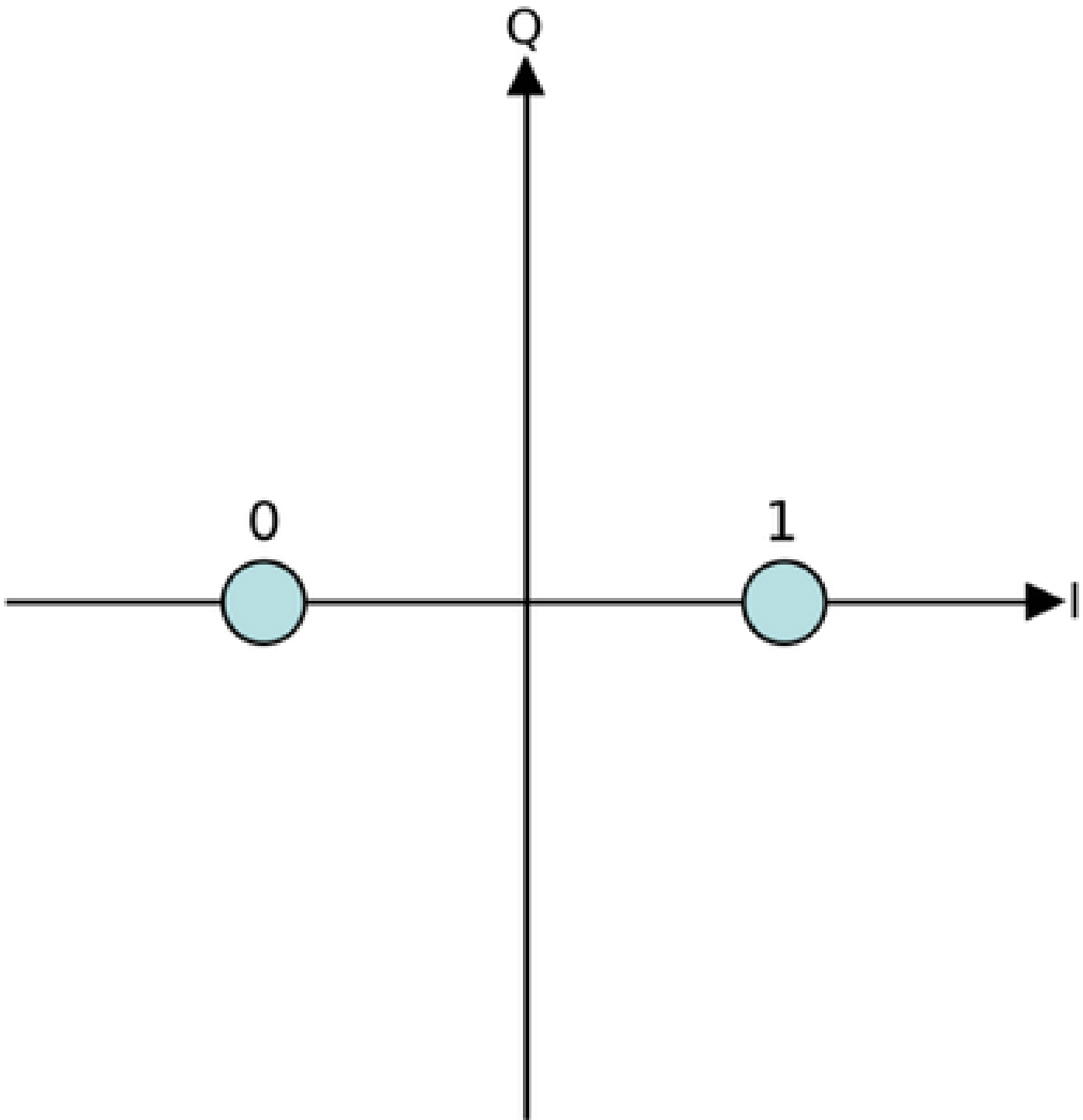
改變波的相位和/或幅度將資訊編碼為符號，包含一個或多個位元的單個傳輸單元。符號的值取決於在接收機處測量的相位和振幅。所有列出的方案都可以使用偏振複用來增加資料速率。

相移鍵控(PSK)

PSK調制對訊號的相位進行移位以編碼一個或多個位。由於訊號在穿過光纖時會發生相位變化，因此接收器會測量連續符號之間的相位差，以便更準確地確定它們的值。這稱為差分相移鍵控(DPSK)。

二進位制相移鍵控(BPSK)

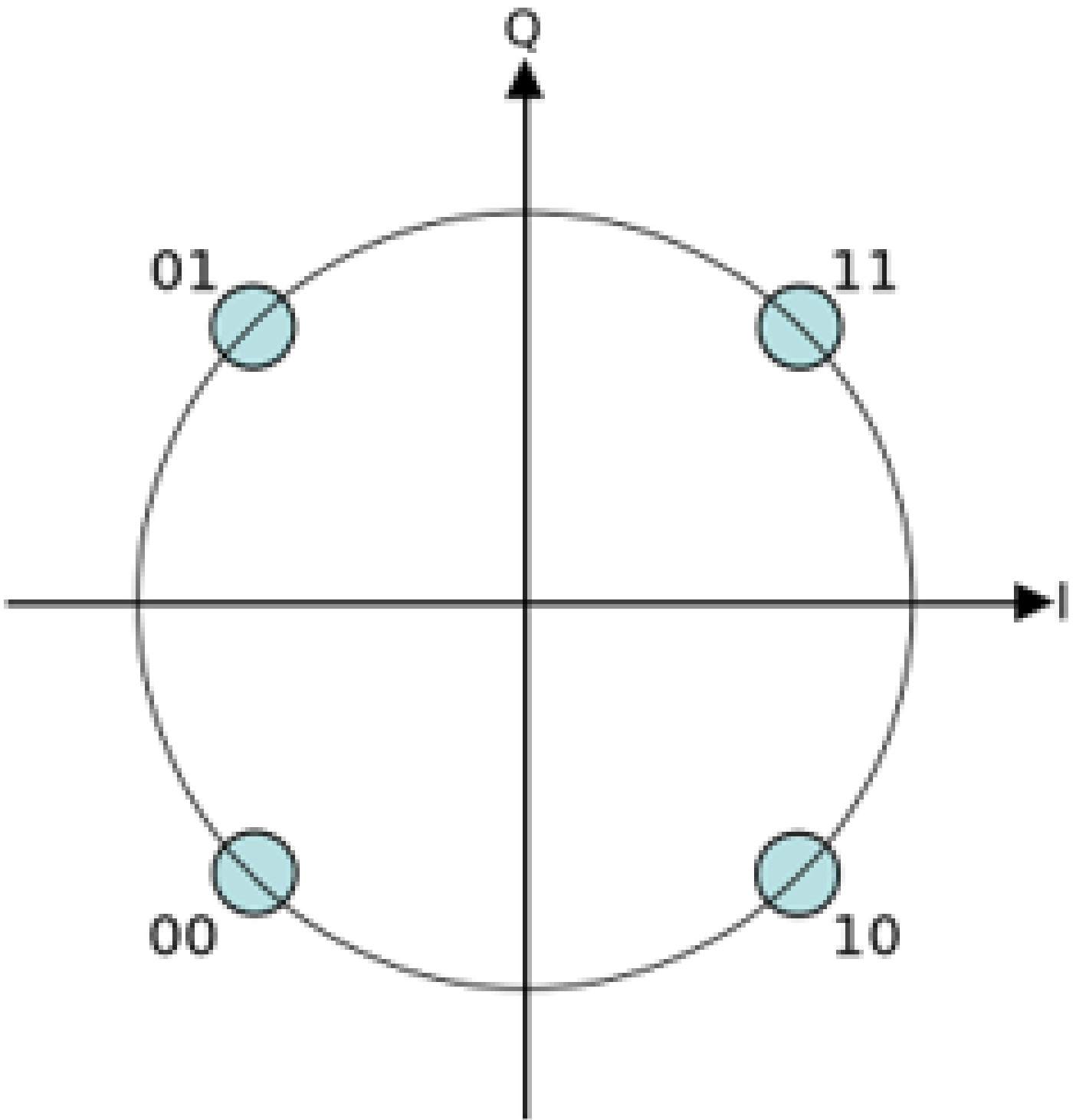
BPSK通過 π 弧度或180度改變訊號的相位，以編碼0或1。相位之間的顯著差異導致低光訊雜比(OSNR)要求，使用這種調製的訊號可能行進數千公里。每個符號的低位數將BPSK訊號的資料速率限制為大約100 Gbps。



BPSK調製的星座圖

正交相移鍵控

QPSK將連續符號之間的相位改變為 $\pi/2$ 弧度或90度。相位變化越小，QPSK有四種可能的狀態，資訊密度就會增加到每個碼元兩位。



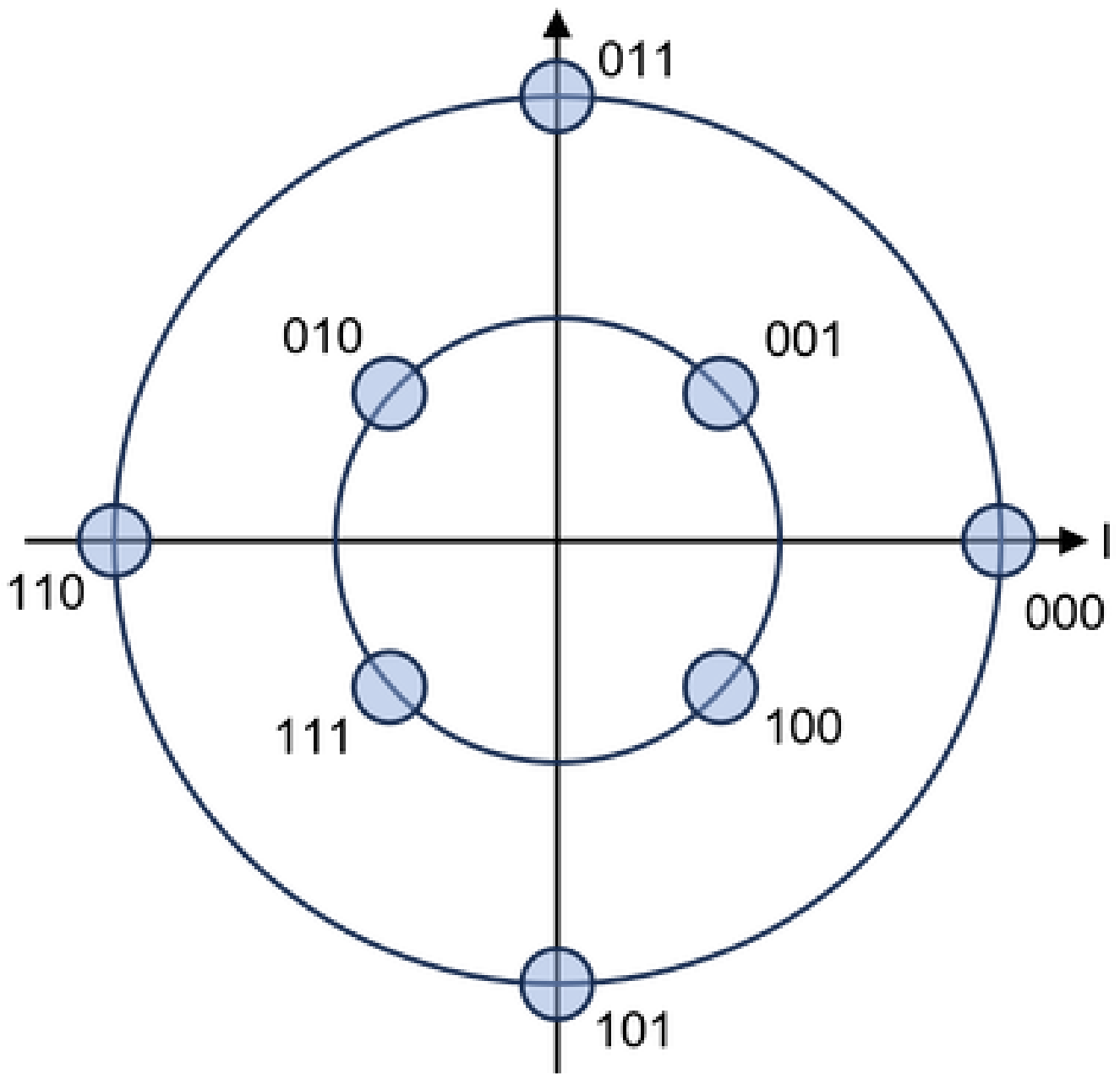
QSPK調制星座圖

正交幅度調制(QAM)

為了進一步增加每個碼元的位元數，發射器除了改變相位之外還可以改變訊號的幅度。星座中的點數（符號）定義了QAM的型別。

8-QAM

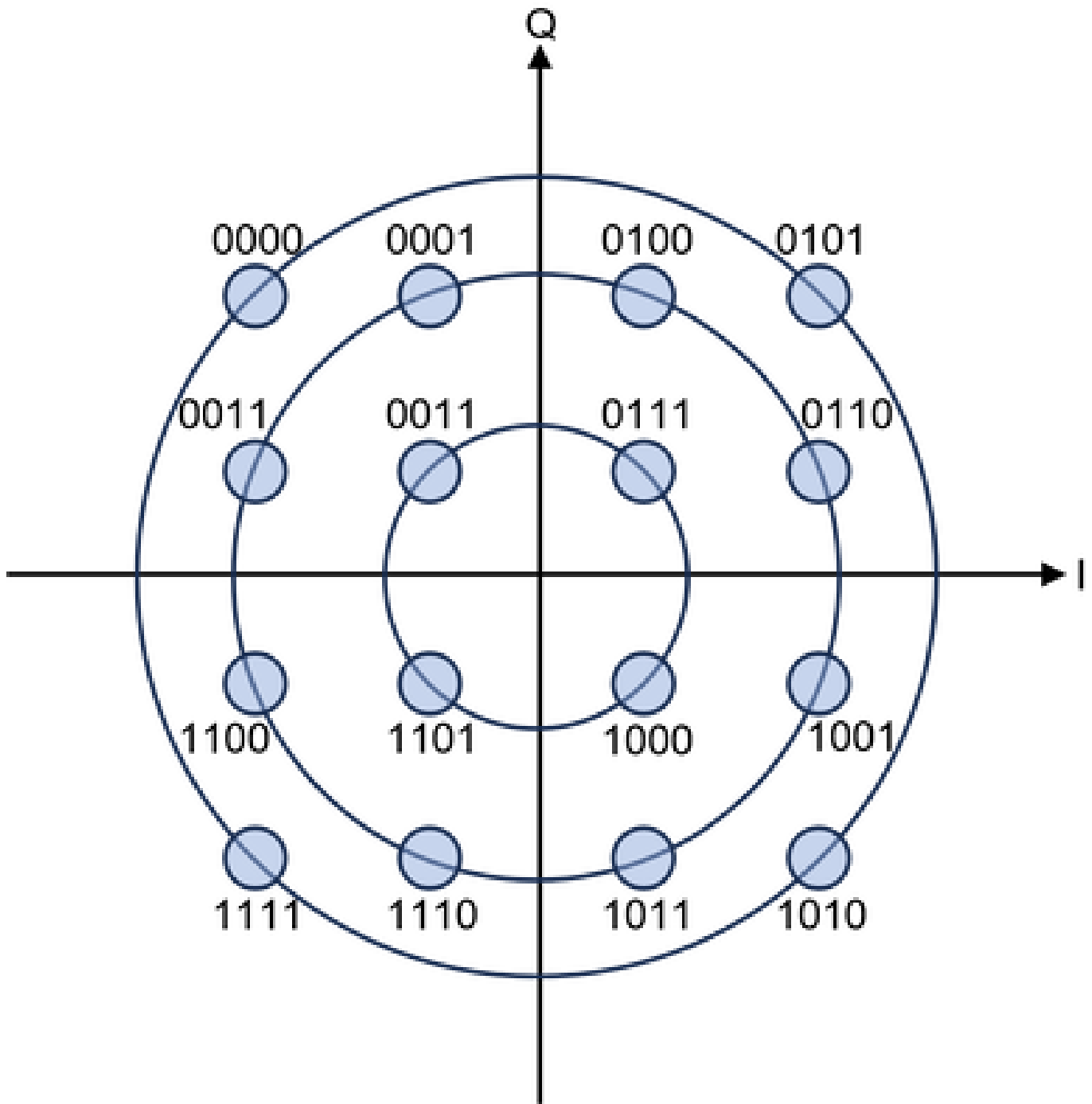
對於此調制方案，8種可能的狀態為每個符號提供3位。



8-QAM星座圖

16-QAM

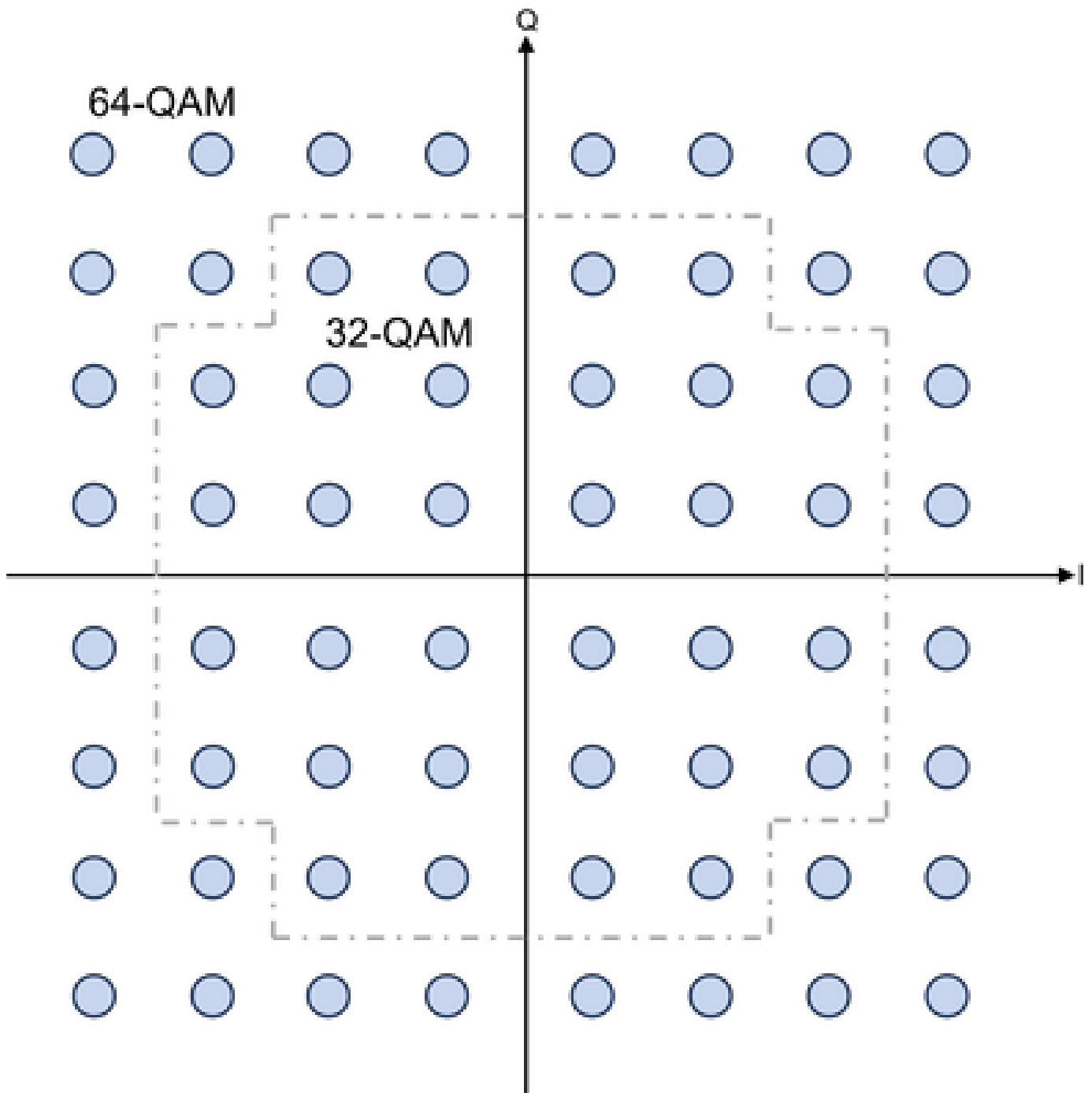
在波特率約30 Gbaud時，16-QAM的資料速率是200 Gbps。如果增加到60 Gbaud，速率將高達400 Gbps。相位和振幅的較小變化會增加OSNR要求，並將其範圍限制在幾百公里。



16-QAM星座圖

32-QAM和64-QAM

這兩種高階調制方案每個符號分別使用5位和6位，使得傳輸速率高達600 Gbps。64-QAM的高OSNR要求將有效範圍限制在200公里以內。



32-QAM和64-QAM星座圖

偏振多工(PM)

所有列出的調制方案都使用偏振複用來獨立編碼橫向偏振，使資料速率加倍，但引入諸如偏振相關損耗(PDL)和偏振模色散(PMD)等潛在損傷。使用此技術時，資料速率約等於波特率乘以每符號位乘以二。

| 調制 | 說明 | 每符號位數 | 典型資料速率 (Gbps) | 示例PID* |
|----|----|-------|---------------|--------|
| | | | | |

| | | | | |
|--------|------------|---|-----------------|---|
| BPSK | 二進位制相移鍵控 | 1 | 100 | NCS1K4-1.2T-K9 |
| QPSK | 正交相移鍵控 | 2 | 100、200 | NCS2K-100G-CK-C |
| 8-QAM | 8態正交幅度調制 | 3 | 100、200 | NCS1K4-2-QDD-C-K9、 QDD-400G-ZRP-S |
| 16-QAM | 16態正交幅度調制 | 4 | 200、 300、400 | ONS-CFP2-WDM、QDD- 400G-ZRP-S、NCS2K- 100G-CK-C |
| 32-QAM | 32態正交幅度調制 | 5 | 400、500 | NCS1K4-1.2T-K9 |
| 64-QAM | 64狀態正交幅度調制 | 6 | 500、600 | NCS1K4-1.2T-K9 |

*許多PID支援多種調制型別。這並不是一份詳盡的清單。

光纖效能監控

思科光纖收發器測量與相干調制相關的幾種不同的效能統計資料。本部分簡要說明了每種方法的定義。

- 差分群延遲(DGD) — 發射機到接收機的兩種極化模式的傳播時間差異，以皮秒為單位。
- 色散(CD) — 不同的波長以較快或較慢的速率通過波導(光纖)。每單位頻譜的傳播時間變化以皮秒奈米(ps-nm)來測量，並且隨著訊號穿過光纖而線性累積。接收機容許的色散量強烈地依賴於調制方案。色散容限較低的收發器需要色散補償單元在到達接收器之前消除這種影響。光纖型別可以具有明顯不同的CD係數。
- 光訊雜比(OSNR) — 在接收機處測量的dB中的訊號能量和雜訊能量之間的差。維持訊號完整性所需的OSNR值主要取決於所採用的調制方案。
- 偏振模色散(PMD) — 這個量與DGD有關，表示以皮秒測量的偏振模之間傳播時間的總累積差值。
- 二階偏振模色散(SOPMD) — 類似於色散，偏振模色散的影響取決於波長。SOPMD用單位皮秒平方(ps²)來描述這種依賴關係。
- 極化變化率(PCR) — 極化狀態隨著訊號穿過光纖而變化的平均速率，以每秒弧度的倍數測量。
- 偏振相關損耗(PDL) — 光纖中偏振態變化引起的dB有效衰減。

關於此翻譯

思科已使用電腦和人工技術翻譯本文件，讓全世界的使用者能夠以自己的語言理解支援內容。請注意，即使是最佳機器翻譯，也不如專業譯者翻譯的內容準確。Cisco Systems, Inc. 對這些翻譯的準確度概不負責，並建議一律查看原始英文文件（提供連結）。